



BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
TRUNG TÂM THÔNG TIN KHOA HỌC
VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ THẾ GIỚI

NHỮNG NĂM ĐẦU THẾ KỶ XXI

HÀ NỘI, 2006

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
TRUNG TÂM THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ THẾ GIỚI

NHỮNG NĂM ĐẦU THẾ KỶ XXI

HÀ NỘI - 2006

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ THẾ GIỚI

NHỮNG NĂM ĐẦU THẾ KỶ XXI

Biên soạn:

TẠ BÁ HUNG (Chủ biên)
PHÙNG MINH LAI
TRẦN THANH PHƯƠNG
ĐẶNG BẢO HÀ
KIỀU GIA NHƯ
NGUYỄN MẠNH QUÂN
NGUYỄN PHƯƠNG ANH
NGUYỄN MINH NGỌC
PHÙNG ANH TIẾN

Cơ quan xuất bản:

TRUNG TÂM THÔNG TIN
KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

*In 1000 bản khổ 16,5 x 23,5 cm tại Công ty CPĐT Thiết bị và In.
Giấy phép xuất bản số 277/GP-CXB ngày 19 tháng 10 năm 2006.
In xong và nộp lưu chiểu tháng 11 năm 2006.*

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	5
CHƯƠNG 1. XU THẾ PHÁT TRIỂN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ	7
1.1. Cuộc cách mạng công nghệ toàn cầu.....	7
1.1.1. Cuộc cách mạng công nghệ toàn cầu và tác động của nó	7
1.1.2. Một số ứng dụng công nghệ quan trọng vào năm 2020	11
1.1.3. Khả năng khai thác các ứng dụng công nghệ.....	13
1.2. Xu thế khoa học và công nghệ đến năm 2020.....	16
1.2.1. Xu thế phát triển và ứng dụng công nghệ sinh học	16
1.2.2. Xu thế phát triển và ứng dụng công nghệ vật liệu	31
1.2.3. Xu thế phát triển và ứng dụng công nghệ nano.....	35
1.2.4. Xu thế phát triển và ứng dụng công nghệ thông tin.....	50
1.2.5. Xu thế ứng dụng trí tuệ nhân tạo	53
1.2.6. Các công nghệ hội tụ	64
1.2.7. Dự báo công nghệ tới năm 2035.....	69
CHƯƠNG 2. TIỀM LỰC KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TRONG	
BỐI CẢNH TOÀN CẦU HOÁ.....	75
2.1. Đầu tư cho khoa học và công nghệ.....	75
2.1.1. Tình hình chung	75
2.1.2. Nghiên cứu và phát triển ở một số nước	78
2.1.3. Xu hướng chuyển các hoạt động nghiên cứu và phát triển ra bên ngoài.....	82
2.2. Nhân lực khoa học và công nghệ	83
2.3. Hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ.....	88
2.3.1. Tầm quan trọng của các mối quan hệ quốc tế đối với khoa học và công nghệ.....	90
2.3.2. Xếp hạng năng lực khoa học và công nghệ của các nước	92
2.3.3. Các mô hình hợp tác giữa các nước và khu vực.....	96
2.3.4. Quốc tế hóa các hoạt động nghiên cứu và phát triển.....	101
CHƯƠNG 3. CẠNH TRANH THU HÚT NHÂN TÀI	117
3.1. Các vấn đề chung.....	117
3.1.1. Cạnh tranh toàn cầu về nhân lực có kỹ năng cao	117
3.1.2. Các xu thế trong di cư của nhân lực có kỹ năng cao	118
3.2. Cạnh tranh thu hút nhân tài ở một số nước.....	130
3.2.1. Cạnh tranh thu hút nhân tài: kinh nghiệm của Mỹ.....	130

3.2.2. Singapo	132
3.2.3. Học cách để cạnh tranh: nỗ lực phục hồi chất xám của Trung Quốc	137
3.2.4. Ôxtrâylia	145
3.2.5. Nhật Bản: chính sách thu hút nhân tài qua lĩnh vực công nghệ thông tin	147
3.2.6. Ấn Độ đối với vấn đề thu hút nhân công có tay nghề	151
3.2.7. Chính sách thu hút nhân tài của Anh	156
3.2.8. Liên minh châu Âu	158
CHƯƠNG 4. HỆ THỐNG ĐỔI MỚI QUỐC GIA.....	171
4.1. Giới thiệu	171
4.1.1. Vai trò của mối quan hệ và gắn kết giữa các khu vực nhà nước- nghiên cứu- sản xuất-kinh doanh trong HTĐMQG	173
4.1.2. Các chức năng và thành phần chính của HTĐMQG	176
4.1.3. Tiếp cận HTĐMQG ở các nền kinh tế đang công nghiệp hoá ..	178
4.1.4. Vai trò của HTĐMQG với kinh tế tri thức.....	181
4.2. HTĐMQG của một số nước trên thế giới.....	182
4.2.1. HTĐMQG của Mỹ	182
4.2.2. HTĐMQG của Canada	184
4.2.3. HTĐMQG của Nhật Bản.....	186
4.2.4. HTĐMQG của Pháp	192
4.2.5. HTĐMQG của Đức.....	193
4.2.6. HTĐMQG của Anh	196
4.2.7. HTĐMQG của Italia	198
4.2.8. HTĐMQG của Trung Quốc	202
4.2.9. HTĐMQG của Hàn Quốc	208
4.2.10. HTĐMQG của Singapo.....	215
4.2.11. HTĐMQG của Malaixia	216
4.2.12. HTĐMQG của Ấn Độ.....	223
4.2.13. HTĐMQG của Thái Lan.....	225
4.2.14. HTĐMQG của Indônêxia	226
4.3. Thị trường công nghệ	227
4.3.1. Sự ra đời và phát triển của thị trường công nghệ	227
4.3.2. Những yếu tố của thị trường công nghệ.....	229
4.3.3. Vai trò của thị trường công nghệ.....	232
4.3.4. Xu hướng thị trường công nghệ hiện nay	233
KẾT LUẬN.....	243

MỞ ĐẦU

Nếu trong giai đoạn từ thế kỷ XVIII tới thế kỷ XX, sự thâm nhập của khoa học và kỹ thuật vào các cấp phân tử, nguyên tử đã đưa các ngành hoá học, vật lý học và một số ngành khác trở thành những ngành chủ đạo trong khoa học, thì ở thế kỷ XXI, những đột phá của khoa học và công nghệ ở cấp các hạt cơ bản và dưới mức các hạt cơ bản đã mở ra cho nhân loại thêm một loạt các ngành mới, khởi đầu một cuộc cách mạng khoa học và công nghệ mới, tạm gọi là cuộc Cách mạng Công nghệ toàn cầu mới. Cuộc cách mạng này được đặc trưng bởi các ngành cốt lõi là công nghệ sinh học, công nghệ nano, công nghệ vật liệu mới, công nghệ thông tin, công nghệ năng lượng nhiệt hạch, v.v. với những nội dung mới về căn bản.

Nhờ cuộc cách mạng công nghệ mới này, trong thế giới hữu cơ, với ngành công nghệ gen, con người có thể hiểu, đọc và kiểm soát được mã gen của các sinh vật, kiểm soát các cơ thể sống và những khiếm khuyết của chúng. Trong thế giới vô cơ, công nghệ nano đã mang lại khả năng nắm vững và kiểm soát chưa từng có từ trước đến nay đối với mọi thành tố cơ bản của vật chất. Còn với làn sóng đổi mới có tính cách mạng của công nghệ vật liệu trong những lĩnh vực liên ngành, như vật liệu sinh học và vật liệu nano, v.v. nhiều triển vọng vô tiền khoáng hậu đã được mở ra cho nhân loại, với các ứng dụng đặc biệt và các vật liệu thông minh hơn, có nhiều chức năng hơn và thích hợp trong mọi điều kiện môi trường khác nhau. Cùng với công nghệ thông tin, các ngành công nghệ này kết hợp với nhau, tạo thành nền tảng của một cuộc Cách mạng Công nghệ mới, và trong nửa đầu thế kỷ XXI, chúng sẽ có những tác động và ảnh hưởng vô cùng to lớn ở quy mô toàn cầu, trên mọi phương diện đời sống xã hội, như chính trị, quân sự, kinh tế, văn hoá, xã hội, giáo dục-đào tạo, kinh doanh, thương

mại, môi trường, v.v..

Cùng với quá trình toàn cầu hoá đang diễn ra mạnh mẽ hiện nay, cuộc Cách mạng Công nghệ toàn cầu mới đang nổi lên này, một mặt tạo nên nhiều cơ hội to lớn cho các nước trên thế giới và khu vực, nhưng mặt khác, nó cũng tạo nên nhiều thách thức gay gắt đối với sự sinh tồn và phát triển bền vững của nhân loại, cũng như đang khởi tạo nên sức mạnh dịch chuyển to lớn về quyền lực chính trị và kinh tế vĩ mô trên vũ đài toàn cầu.

Nhận thức được tầm vóc và hậu quả tác động hết sức to lớn của cuộc Cách mạng mới này, các nước trên thế giới đã có sự ứng phó tích cực để tranh thủ tối đa những lợi thế và cơ hội mới được tạo ra, cũng như chuẩn bị sẵn sàng đối với các thách thức sắp tới. Điều đó được thể hiện rõ trong chính sách, phương hướng và hoạt động khoa học và công nghệ của các nước trong giai đoạn hiện nay, trong việc củng cố và phát huy tiềm lực khoa học và công nghệ quốc gia và đẩy mạnh xây dựng và nâng cao hiệu quả của các hệ thống đổi mới quốc gia đang diễn ra trên khắp các châu lục.

Để có thể nắm vững những nét khái quát nhất, những diễn biến mới của Cuộc cách mạng Công nghệ mới đang diễn ra trên quy mô toàn cầu và các đối sách của các nước trên thế giới và trong khu vực, Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia trân trọng giới thiệu với bạn đọc cuốn sách Khoa học và Công nghệ thế giới-Những năm đầu thế kỷ XXI.

TRUNG TÂM THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

CHƯƠNG 1

XU THẾ PHÁT TRIỂN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

1.1. Cuộc cách mạng công nghệ toàn cầu

Cách đây 5 năm, RAND-một tổ chức của Mỹ, chuyên nghiên cứu và phân tích các vấn đề chính sách và các giải pháp để ứng phó hữu hiệu với những thách thức đặt ra cho nghiên cứu khoa học và công nghệ, đã đưa ra báo cáo có nhan đề “Cuộc Cách mạng Công nghệ Toàn cầu 2015: Sự kết nối của các công nghệ sinh học, công nghệ vật liệu và công nghệ nano với công nghệ thông tin”, để phục vụ cho Dự án “Các xu thế toàn cầu 2015”. Tháng 4/2006 vừa qua, RAND lại công bố báo cáo tiếp theo: “Cuộc Cách mạng Công nghệ toàn cầu 2020: Phân tích sâu về các xu thế, động lực, rào cản và hàm ý xã hội của công nghệ sinh học, công nghệ vật liệu, công nghệ nano và công nghệ thông tin”. Đây là dự báo mới nhất của RAND về cuộc Cách mạng công nghệ toàn cầu diễn ra hiện nay cho đến năm 2020, với những tác động kinh tế, xã hội và sự khác biệt giữa các nước trên toàn cầu về khả năng chiếm lĩnh và thực hiện các ứng dụng công nghệ do cuộc Cách mạng này đưa lại.

1.1.1. Cuộc cách mạng công nghệ toàn cầu và tác động của nó

Cuộc cách mạng công nghệ đang diễn ra theo một số xu hướng quan trọng liên quan tới các công nghệ đang tạo ra ảnh hưởng to lớn đến toàn cầu. Những xu hướng đó chịu sự chi phối của các công nghệ đang nổi lên hiện nay, bao gồm công nghệ sinh học, công nghệ nano, công nghệ vật liệu và công nghệ thông tin. Những ảnh hưởng này là

khác nhau và bao hàm các yếu tố xã hội, chính trị, kinh tế, môi trường, v.v.. Trong nhiều trường hợp, tầm quan trọng của những công nghệ này phụ thuộc vào tính kết năng xảy ra nhờ sự kết hợp của các tiến bộ với nhau, cũng như quan hệ tương tác lẫn nhau của chúng.

Nếu như ở thế kỷ XX, những tiến bộ của hoá học và vật lý đóng vai trò chủ đạo, thì ở thế kỷ XXI là những tiến bộ của *công nghệ sinh học*. Con người đang chuẩn bị hiểu, đọc và kiểm soát được mã gen của các sinh vật, có thể đem lại một cuộc cách mạng trong việc kiểm soát các cơ thể sống và những khiếm khuyết của chúng. Những tiến bộ khác trong kỹ thuật y sinh học, liệu pháp chữa bệnh và phát triển được phẩm tạo ra những triển vọng mới cho một loạt các ứng dụng và hoàn thiện khác. Bên cạnh đó, lĩnh vực *khoa học và công nghệ nano* đang nổi lên sẽ mang lại cho con người sự hiểu biết và khả năng kiểm soát chưa từng có từ trước đến nay đối với những chi tiết hết sức cơ bản của vật chất. Những phát triển này có khả năng thay đổi phương pháp thiết kế và chế tạo hầu hết mọi thứ, từ vacxin tới máy tính và nhiều thứ khác nữa mà ta chưa thể hình dung hết được. Lĩnh vực thứ ba là *công nghệ vật liệu*, đang đem lại những sản phẩm quan trọng cho hai lĩnh vực trên, đồng thời tạo ra những xu hướng riêng. Ví dụ, các lĩnh vực liên ngành như vật liệu sinh học và vật liệu nano đang có những phát triển đầy triển vọng. Hơn nữa, việc nghiên cứu vật liệu liên ngành này sẽ có khả năng tiếp tục đưa ra những vật liệu có các tính chất hoàn thiện hơn, phục vụ cho các ứng dụng thông thường, cũng như cho những ứng dụng đặc biệt. Các vật liệu của thế kỷ XXI sẽ thông minh hơn, có nhiều chức năng hơn và thích hợp với nhiều điều kiện môi trường.

Ba lĩnh vực công nghệ này kết hợp với nhau và cùng với *công nghệ thông tin*, tạo nên cuộc Cách mạng công nghệ toàn cầu, với thời gian diễn ra khoảng 1-2 thập kỷ. Cuộc Cách mạng này sẽ đem lại những sản phẩm với những ảnh hưởng ở quy mô toàn cầu trong các lĩnh vực chăm sóc sức khỏe và an ninh của từng cá nhân cũng như của cả cộng đồng, các hệ thống kinh tế và xã hội, kinh doanh và thương mại. Cuộc cách mạng công nghệ đang nổi lên này, cùng với quá trình toàn cầu hoá đang diễn ra, một mặt đem lại khả năng kéo dài tuổi thọ, phát triển kinh tế, nâng cao mức sống, nhưng mặt khác cũng làm nảy sinh

những khó khăn mới liên quan đến vấn đề tiêu thụ và đạo đức. Đã có nhiều lập luận cho thấy rằng việc tăng tốc độ thay đổi công nghệ có thể làm rộng thêm hố ngăn cách giữa giàu và nghèo, giữa các quốc gia phát triển và đang phát triển. Tuy nhiên, sự tăng cường kết nối toàn cầu cũng có thể tạo điều kiện để nâng cao giáo dục và năng lực công nghệ ở địa phương, giúp cho các vùng nghèo khó và kém phát triển cũng có thể tham gia và được hưởng lợi ích của các tiến bộ công nghệ.

Những ảnh hưởng mang tính cách mạng này xuất hiện làm phát sinh nhiều vấn đề. Chúng ta cần phải khẩn trương giải quyết tất cả những mối quan tâm và những quyết định khác nhau liên quan tới đạo đức, kinh tế, luật pháp, môi trường, an ninh và nhiều vấn đề xã hội khác, vì mọi người trên khắp thế giới sắp tới sẽ phải đón nhận những ảnh hưởng của những xu hướng công nghệ đối với cuộc sống và nền văn hoá của mình. Những vấn đề quan trọng nhất bao gồm tính bí mật, sự cách biệt kinh tế, những đe dọa đối với văn hoá (kể cả những phản ứng), và đạo đức sinh học. Đặc biệt, những vấn đề như ưu sinh học, nhân bản vô tính ở người và biến đổi gen đã đẩy lên những phản ứng mạnh mẽ nhất liên quan đến đạo đức. Đây là những vấn đề rất phức tạp vì chúng vừa là động lực dẫn đến những hướng đi mới, vừa ảnh hưởng lẫn nhau theo những cấp bậc khác nhau. Mọi công dân và những nhà ra quyết định đều phải được trang bị những thông tin về công nghệ, lắp ráp và phân tích những mối tương tác phức tạp để thực sự hiểu được cuộc tranh luận đang diễn ra xoay quanh những công nghệ đó. Những bước đi như vậy sẽ giúp tránh đưa ra những quyết định ấu trĩ, phát huy được tối đa lợi ích của công nghệ và nhận dạng được những điểm ngoặt, tại đó những quyết định có thể đem lại ảnh hưởng cần thiết mà không bị phủ định bởi vấn đề chưa được phân tích.

Sự hứa hẹn của công nghệ hiện nay đã được minh chứng và sẽ còn tiếp tục khẳng định. Nó sẽ có những ảnh hưởng rộng khắp trên toàn cầu. Nhưng những ảnh hưởng của cuộc cách mạng công nghệ sẽ không đồng nhất và sẽ có tác dụng khác nhau tùy thuộc vào sự tiếp nhận, mức độ đầu tư và nhiều quyết định khác nữa. Tuy nhiên, xu thế này sẽ không thể đảo ngược, mặc dù quá trình toàn cầu hoá sẽ làm thay đổi hoàn cảnh của mỗi nước. Thế giới đang lao vào công cuộc biến đổi, khi những tiến bộ phát huy tác dụng ở phạm vi toàn cầu.

Trong vòng 15 năm tới, không có dấu hiệu nào cho thấy tốc độ của những phát triển đó sẽ yếu đi và điều rõ ràng hơn là những tác động của chúng sẽ còn trở nên đặc biệt mạnh mẽ hơn bao giờ hết. Công nghệ của năm 2020 sẽ kết hợp những phát triển của nhiều lĩnh vực khoa học khác nhau theo hướng có thể làm chuyển biến chất lượng cuộc sống của con người, kéo dài tuổi thọ, làm thay đổi diện mạo của công việc, ngành công nghiệp và tạo nên những sức mạnh kinh tế và chính trị mới trên vũ đài toàn cầu.

Bảng 1.1. Các hướng phát triển của công nghệ

Các hướng phát triển		
<i>Công nghệ cũ</i>	<i>Công nghệ hiện nay</i>	<i>Công nghệ trong tương lai</i>
Kim loại và gốm	Composit và polyme	Vật liệu thông minh
Kỹ thuật và sinh học tách biệt	Vật liệu sinh học	Kỹ thuật gen/sinh học
Sinh sản chọn lọc	Biến nạp gen	Kỹ thuật gen
Tích hợp quy mô nhỏ	Tích hợp quy mô lớn và rất lớn	Tích hợp siêu lớn
Phép in lito cấp micron	In lito ở cấp nhỏ hơn micron	Lắp ráp ở cấp nanô
Máy tính lớn	Máy tính cá nhân	Máy tính nhỏ kết hợp vào mọi vật dụng
Máy tính riêng lẻ	Máy tính nối mạng	Máy nhỏ và mạng hỗ trợ
Các xu hướng lớn		
<i>Đơn ngành</i>	<i>Các ngành song hành/phân cấp</i>	<i>Đa ngành</i>
Các hệ vi mô	Các hệ vi mô	Các hệ nanô
Địa phương	Khu vực	Toàn cầu
Vật chất	Thông tin	Tri thức

Tuy nhiên, những ứng dụng công nghệ ngày càng đòi hỏi sự tích hợp của các công nghệ đa dạng. Ví dụ, các phương pháp khai thác năng lượng mặt trời hiện đang sử dụng các vật liệu plastic, vật liệu sinh học và các hạt nanô. Các hệ thống lọc nước mới nhất sử dụng các màng lọc kích thước nanô cùng với các vật liệu xúc tác và hoạt hóa sinh học. Các ứng dụng công nghệ như vậy có thể giúp giải quyết một số vấn đề quan trọng nhất mà các quốc gia khác nhau đang phải đương đầu, đó là nước sạch, thực phẩm, sức khỏe, phát triển kinh tế, môi trường và nhiều lĩnh vực quan trọng khác.

Mặc dù có quy mô lớn, nhưng cuộc cách mạng công nghệ này sẽ

không diễn ra đồng đều trên toàn cầu. Một ứng dụng công nghệ, dù về mặt kỹ thuật có khả năng thực hiện vào năm 2020, nhưng không phải nước nào cũng đều có thể có được nó và đưa vào sử dụng một cách rộng rãi trong cùng một khoảng thời gian. Yêu cầu tiên quyết đối với nhiều lĩnh vực ứng dụng công nghệ tinh xảo là quốc gia đó phải có một trình độ thích hợp về năng lực khoa học và công nghệ.

Việc thực hiện thành công một ứng dụng công nghệ phụ thuộc vào các động lực chi phối trong một đất nước có khả năng khuyến khích đổi mới công nghệ và các rào cản trên đường đi của nó. Các động lực và rào cản đó bao gồm: thể chế, con người, cơ sở vật chất của một đất nước; các nguồn lực tài chính của nước đó và cả môi trường văn hóa, xã hội và chính trị. Từng yếu tố trong đó đóng một vai trò trong việc quyết định khả năng của một nước có thể đưa được một ứng dụng công nghệ mới đến tay người sử dụng, làm cho họ có thể nắm bắt được và hỗ trợ sử dụng rộng rãi.

Chính vì những lý do như vậy, mà những nước khác nhau sẽ rất khác nhau về năng lực sử dụng các ứng dụng công nghệ để giải quyết các vấn đề mà họ đối mặt. Tuy không phải tất cả các ứng dụng công nghệ sẽ đều đòi hỏi cùng một trình độ năng lực để đạt được và sử dụng. Nhưng dù có đủ các điều kiện này, thì một số nước vẫn sẽ không được chuẩn bị trong vòng 15 năm tới để có thể tận dụng được đòi hỏi tối thiểu của những ứng dụng đó, ngay cả khi họ đã nắm bắt được chúng rồi. Trong khi đó, các quốc gia khác có thể được chuẩn bị đầy đủ hơn, để vừa chiếm lĩnh và thực hiện những đòi hỏi khắt khe nhất của công nghệ.

1.1.2. Một số ứng dụng công nghệ quan trọng vào năm 2020

RAND dự báo có 56 ứng dụng công nghệ sẽ xuất hiện vào năm 2020, trong đó 16 ứng dụng được cho là có tiềm năng thương mại rộng lớn, có yêu cầu thị trường cao và tác động tới nhiều lĩnh vực cùng một lúc như nước sạch, thực phẩm, đất đai, dân số, điều hành, cấu trúc xã hội, năng lượng, sức khỏe, phát triển kinh tế, giáo dục, quốc phòng, môi trường Đó là:

- *Năng lượng mặt trời giá rẻ*: các hệ thống năng lượng mặt trời có giá thành đủ rẻ để có thể áp dụng rộng rãi cho các nước phát triển và

đang phát triển, cũng như các cộng đồng dân cư còn thiệt thòi về mặt kinh tế;

- *Truyền thông vô tuyến ở các vùng nông thôn*: áp dụng rộng rãi kết nối điện thoại và Internet không cần cơ sở hạ tầng kết nối mạng bằng dây dẫn;

- *Các thiết bị liên lạc phục vụ cho truy cập thông tin ở khắp mọi nơi*: các thiết bị thông tin liên lạc và lưu trữ, hữu tuyến và vô tuyến, tạo ra khả năng truy cập nhanh tới các nguồn thông tin tại bất cứ nơi đâu và ở bất cứ thời điểm nào. Bằng việc vận hành các giao thức liên lạc chéo và lưu trữ dữ liệu, các thiết bị này có khả năng lưu trữ không chỉ các văn bản mà cả các siêu văn bản với các hình thức thông tin kết cấu theo lớp, hình ảnh, lời nói, âm nhạc, video và các đoạn phim;

- *Cây trồng biến đổi gen*: các loại thực phẩm kỹ thuật gen với các giá trị dinh dưỡng cao (ví dụ như có bổ sung các vitamin và các chất vi lượng), sản lượng gia tăng (bằng cách lai tạo các giống cây phù hợp các điều kiện của từng địa phương) và giảm liều lượng thuốc trừ sâu (do có sức đề kháng côn trùng gia tăng);

- *Xét nghiệm sinh học nhanh*: các xét nghiệm có thể thực hiện rất nhanh và đôi khi cho kết quả tức thì, nhằm kiểm tra về sự hiện diện hay thiếu vắng các hợp chất sinh học cụ thể;

- *Các bộ lọc và xúc tác*: các kỹ thuật và thiết bị lọc, làm tinh khiết và khử chất ô nhiễm nước hiệu quả và đáng tin cậy có thể sử dụng rộng rãi và phổ biến tại các địa phương;

- *Dẫn nạp thuốc đúng mục tiêu*: các phép trị liệu bằng thuốc có thể tấn công khối u hay mầm bệnh đặc thù mà không gây tổn hại tới các mô và tế bào mạnh khỏe;

- *Nhà ở tự chủ giá rẻ*: nhà ở tự cung và tự cấp, cho phép con người có thể thích nghi với các điều kiện của địa phương và có đủ năng lượng để sưởi ấm, làm lạnh và nấu nướng;

- *Sản xuất công nghiệp "xanh"*: các quy trình sản xuất được thiết kế lại nhằm loại bỏ hoặc giảm phần lớn các luồng chất thải và giảm lượng sử dụng các nguyên liệu độc hại;

- *Thẻ nhận dạng tần số vô tuyến (RFID) trên các sản phẩm thương mại và cá nhân*: sử dụng rộng rãi các thẻ RFID để theo dõi các sản

phẩm bán lẻ, từ nơi sản xuất cho đến nơi bán hàng và xa hơn, cũng như để theo dõi các cá nhân và sự di chuyển của họ;

- *Xe hơi động cơ lai ghép*: các loại xe hơi được bán rộng rãi trên thị trường ứng dụng các động cơ kết hợp sử dụng động cơ đốt trong với các nguồn nhiên liệu khác, có khả năng phục hồi năng lượng trong khi hãm phanh;

- *Thiết bị cảm biến có mặt khắp nơi*: các bộ cảm biến được lắp đặt tại hầu hết các khu công cộng và các hệ thống dữ liệu cảm biến giúp giám sát ngay trong thời gian thực;

- *Kỹ thuật mô*: thiết kế và tạo ra các mô sống phục vụ cho việc cấy ghép và thay thế;

- *Các phương pháp chẩn đoán và phẫu thuật tiên tiến*: các công nghệ cải tiến độ chính xác của công việc chẩn đoán và làm tăng đáng kể tính chính xác và hiệu quả của các ca phẫu thuật, trong khi làm giảm được sự can thiệp và thời gian hồi phục;

- *Máy tính mang trên người*: các thiết bị máy tính có thể được gắn trên quần áo hay các đồ vật mang theo người như túi xách, ví tiền, đồ trang sức;

- *Mật mã lượng tử*: phương pháp cơ học lượng tử giúp mã hóa các thông tin, phục vụ cho việc liên lạc an toàn.

1.1.3. Khả năng khai thác các ứng dụng công nghệ

Sự truyền bá ở quy mô toàn cầu của một ứng dụng công nghệ không mang tính phổ quát, tức là không phải quốc gia nào trên thế giới cũng sẽ có thể thực hiện được hay thậm chí là chiếm lĩnh được tất cả các ứng dụng công nghệ vào năm 2020. Trình độ, năng lực khoa học và công nghệ trực tiếp có thể khác nhau đáng kể giữa nước này so với nước khác. Trong các khu vực địa lý, các nước cũng có những khác biệt đáng kể, chỉ phối khả năng của họ. Những khác biệt đó có thể bao gồm những khác nhau về diện tích/dân số, các điều kiện tự nhiên (như khí hậu) và vị trí (ví dụ gần biển và nguồn nước). Độ lớn về dân số và các đặc điểm nhân khẩu học (như tỷ lệ sinh đẻ) có thể khác nhau đáng kể giữa các nước trong cùng một khu vực. Các nước còn có các loại hình

chính phủ, hệ thống kinh tế và trình độ phát triển kinh tế rất khác nhau.

RAND đã chọn ra 29 quốc gia không chỉ đại diện cho các khu vực địa lý lớn trên thế giới, mà còn đại diện cho cả những khác biệt đặc trưng giữa các nhóm nước.

Bảng 1.2. Các nước đại diện cho các khu vực được lựa chọn

Châu Á	Châu Đại dương	Bắc Phi và Trung Đông	Châu Âu	Châu Phi	Bắc Mỹ	Trung, Nam Mỹ và vùng Caribe
Trung Quốc Ấn Độ Nhật Bản Hàn Quốc Nepal Pakistan Indônêxia	Ôxtrâylia Fiji	Egypt Iran Ixrael Jordan	Georgia Đức Ba Lan Nga Thổ Nhĩ Kỳ	Cameroon Chad Kenya Nam Phi	Canada Mehicô Mỹ	Braxin Chile Colombia Dominican

Có 7 trong số 29 nước lựa chọn được coi là có trình độ “*Tiến tiến về khoa học*” đến năm 2020. Các nước này sẽ gần như chắc chắn có đủ năng lực khoa học và công nghệ để đạt được tất cả 16 ứng dụng công nghệ hàng đầu vào năm 2020. Mỹ và Canada thuộc khu vực Bắc Mỹ, Đức thuộc Tây Âu, Hàn Quốc và Nhật Bản thuộc châu Á, ở châu Đại dương có Ôxtrâylia và Ixrael thuộc Trung Đông là những nước nằm trong nhóm này.

Bốn trong số 29 nước được xếp vào hạng “*Thành thạo về khoa học*” đến năm 2020. Họ sẽ có một năng lực khoa học và công nghệ đủ để đạt được 12 trong số 16 ứng dụng công nghệ hàng đầu đến năm 2020. Đó là các nước Trung Quốc và Ấn Độ ở châu Á, Ba Lan và Nga ở châu Âu.

Bảy trong số 29 nước được xếp vào hạng “*Đang phát triển về khoa học*”. Đến năm 2020, họ sẽ đạt được một trình độ khoa học đủ để có thể chiếm lĩnh được 9 trong số 16 ứng dụng công nghệ hàng đầu. Đó là các nước Chile, Braxin, Colombia thuộc vùng Nam Mỹ, Mehicô ở Bắc Mỹ, Thổ Nhĩ kỳ thuộc châu Âu, Indônêxia ở châu Á và Nam Phi.

Bảng 1.3. Xếp hạng năng lực khoa học đến năm 2020 của các nước lựa chọn

Các nước tiên tiến về khoa học	Các nước thành thạo về khoa học	Các nước đang phát triển về khoa học	Các nước lạc hậu về khoa học
Mỹ Canada Đức Nhật Bản Hàn Quốc Ixraen Ôxtrâyliá	Trung Quốc Ấn Độ Ba Lan Nga	Chile Braxin Colombia Mêhicô Thổ Nhĩ kỳ Inđônêxia Nam Phi	Fiji Đôminica Grudía Nepan Pakistan Ai-cập Iran Jordan Kenya Cameroon Chad

11 nước còn lại được xếp vào hạng “*Lạc hậu về khoa học*” vào năm 2020. Họ sẽ chỉ có đủ trình độ khoa học để có thể có được 5 trong số 16 ứng dụng công nghệ nêu trên đến năm 2020. Fiji thuộc châu Đại dương; Cộng hòa Dominican thuộc vùng Caribe; Georgia thuộc Châu Âu; Nepan và Pakistan thuộc châu Á; Ai-cập, Iran và Jordan ở Bắc Phi và Trung Đông; Kenya, Cameroon và Chad ở châu Phi là các nước rơi vào nhóm này.

Bảng 1.4. Mối liên quan giữa trình độ năng lực khoa học của các nước với việc đạt được 16 ứng dụng công nghệ hàng đầu đến năm 2020:

Trình độ năng lực khoa học cần thiết của các nước	Các ứng dụng công nghệ
Thấp	Năng lượng mặt trời giá thành rẻ
	Truyền thông vô tuyến ở các vùng nông thôn
	Cây trồng biến đổi gen
	Các thiết bị lọc và xúc tác
	Nhà ở tự quản rẻ tiền
Trung bình	Xét nghiệm sinh học nhanh
	Sản xuất công nghiệp xanh
	Thẻ nhận dạng tần số vô tuyến (RFID)
	Xe hơi động cơ lai ghép
Cao	Đưa thuốc vào đúng mục tiêu
	Các phương pháp chẩn đoán và phẫu thuật cải tiến
	Mật mã lượng tử
Rất cao	Truy cập thông tin ở khắp mọi nơi
	Kỹ thuật mô
	Thiết bị cảm biến có mặt khắp nơi
	Máy tính mạng trên người

1.2. Xu thế khoa học và công nghệ đến năm 2020

1.2.1. Xu thế phát triển và ứng dụng công nghệ sinh học

Bước vào thế kỷ XXI, sự phát triển của công nghệ sinh học đã tạo xúc tác cho những nỗ lực kinh tế và khoa học to lớn. Do vậy, có cơ sở để nhận định rằng công nghệ sinh học sẽ là công nghệ nền tảng của làn sóng xã hội mới- Xã hội Sinh học. Làn sóng xã hội này dựa vào những tác động xã hội của các khoa học sinh học, bao gồm công nghệ sinh học, kỹ thuật di truyền, khoa học về sự sống, sản xuất lương thực/thực phẩm, sản xuất công nghiệp, theo dõi môi trường.

Tiến tới xã hội sinh học, thao tác và bắt chước các quá trình sinh học sẽ là những nền tảng, bởi lẽ đó là những quá trình đã được thiên nhiên hoàn thiện qua hàng triệu năm tiến hoá. Thiên nhiên đã tiến hoá những hệ thống cực kỳ phức tạp và hoàn mỹ mà cho đến nay vẫn

vượt xa mọi thứ mà con người đã tạo ra và chúng ta mới chỉ bắt đầu học cách làm theo chúng càng nhanh càng tốt.

Có 4 loại thay đổi trong lịch sử và tương lai của công nghệ sinh học.

- Những đổi mới ở trong phạm vi một hệ thống

Những loại hình thay đổi này xảy ra nhờ có sự tiến bộ hoặc sự tăng tốc diễn ra ở trong phạm vi một hệ thống. Mặc dù có sự quảng bá về tính cách mạng của công nghệ sinh học, nhưng trên thực tế phần lớn những thay đổi đều thông qua quá trình phát triển gia tăng. Ví dụ, dữ liệu về hệ gen cứ sau 18 tháng lại tăng lên gấp đôi.

- Những thay đổi về mô hình

Dựa trên cơ sở này cũng có thể thấy được sự thay đổi ngẫu nhiên, xảy ra dưới hình thức những thay đổi mô hình. Những thay đổi này có xu hướng trở thành các sự kiện biến đổi. Chúng không nhất thiết diễn ra với tốc độ nhanh, nhưng có những ảnh hưởng sâu rộng, mang tính hệ thống và chính vì vậy mà nó có ý nghĩa quan trọng đối với Chính phủ. Một ví dụ về sự thay đổi mô hình có liên quan đến công nghệ sinh học, đó là có thể sẽ nổi lên một đạo lý môi trường, phản ánh những giá trị, theo đó con người là một bộ phận của tự nhiên, chứ không phải là trung tâm của tự nhiên như vẫn lầm tưởng trước đây.

- Sự phá vỡ hệ thống

Những thay đổi này bao gồm sự đổ vỡ/phá vỡ/tiêu huỷ đối với hệ thống. Những phần tử quan trọng của hệ thống bị phá vỡ, hoặc bị xoá sổ, không có gì bổ sung vào cho hệ thống. Ví dụ, sự ngăn chặn phát triển các cây trồng biến đổi gen ở châu Âu do mối lo ngại của người dân về những tác động tiêu cực của chúng.

- Những thay đổi ở sự phụ thuộc lẫn nhau

Biểu thị sự thay đổi trong mối quan hệ giữa các phần tử của hệ thống. Ví dụ, xu hướng tiến tới việc thử nghiệm được phẩm thông qua các kỹ thuật dựa vào hoá chất và máy tính, chứ không dùng cơ thể động vật và người. Tương tự như những thay đổi khuôn mẫu, loại hình thay đổi này có thể có những hàm ý quan trọng đối với Chính phủ.

1.2.1.1. Thông tin sinh học: khả năng thu thập, ứng dụng và tác động

Lượng thông tin sinh học nhận được ngày càng tăng

Những bước tiến gần đây của công nghệ đã giúp tạo ra một loạt công cụ để tiếp cận được với các nguồn thông tin sinh học ngày càng phong phú. Thành quả thu được từ những công cụ đó đã hiện hữu, chẳng hạn như bản đồ hệ gen Người. Những nỗ lực trong lĩnh vực Hệ gen chức năng (Proteomics) đã giúp theo dõi được trực tiếp rất nhiều phản ứng hoá học diễn ra trong cơ thể sống- đây mới chỉ là bước khởi đầu cho một quá trình phát triển có triển vọng sẽ diễn ra với tốc độ hết sức nhanh và có phạm vi rộng. Những tiến bộ hiện nay trong vi mạng (Microarray) axit nucleic và nhiều loại protein đem lại khả năng thực hiện nhiều thử nghiệm cùng một lúc ở trên một mẫu thử, tạo ra những lượng dữ liệu lớn một cách nhanh hơn và rẻ hơn. Những thiết bị cảm biến nối mạng để phát hiện enzym, kháng nguyên, kháng thể, axit nucleic cũng có mặt trên các chip không chỉ chứa các cấu phần sinh học mà còn cả mạch tích hợp để ghi lại các kết quả phân tích. Các chức năng như vậy sẽ được kết hợp ngày càng nhiều với các công nghệ y tế, giúp có được các cảm biến kích thước nhỏ và có thể cấy ghép vào cơ thể để thu nhận những thông tin sinh học chi tiết của mỗi cá nhân.

Những tiến bộ công nghệ không có liên quan trực tiếp với sinh học cũng góp phần để có được lượng thông tin sinh học ngày càng tăng. Ví dụ, những hoàn thiện trong một phạm vi rất rộng các mạch điện tử và công nghệ thông tin của công nghệ chụp ảnh y học. Các công nghệ chụp ảnh y học hiện nay giúp các bác sỹ trực tiếp quan sát được bệnh tật và thương tổn mà không cần phải can thiệp bằng giải phẫu. Ngoài ra, những cải tiến đối với thiết bị hiển thị và kiểm soát thông tin, chẳng hạn như những màn hình ảnh 3 chiều để quan sát các bộ phận cơ thể và các mối tương tác của thuốc, tạo điều kiện tốt cho việc chẩn đoán, ra quyết định và điều trị.

Ứng dụng của thông tin sinh học

Những công nghệ này phát triển sẽ càng tạo khả năng để tiến hành công tác y tế phù hợp riêng với từng cá nhân, với những liệu pháp được thực hiện phù hợp với tình trạng bệnh tật của người bệnh. Các bước tiến trong phương pháp lập chuỗi nhanh và tiến hành song

song sẽ giúp nhận được thông tin hệ gen của từng người với giá ngày càng rẻ. Dữ liệu và công nghệ lập chuỗi gen cũng đã bắt đầu đem lại thành quả trong việc giúp hiểu được những khác biệt mà những bệnh nhân khác nhau phản ứng với thuốc, chẳng hạn như lý do vì sao có một số bệnh nhân ung thư phổi lại phản ứng với một phương pháp hoá trị liệu nào đó, trong khi những bệnh nhân khác lại không. Sự khác biệt về gen trong số những bệnh nhân ung thư khác nhau cũng được sử dụng để dự đoán sự lây lan của bệnh tật. Kỹ thuật chụp ảnh y học cũng được dùng để cho thấy vì sao một số loài được phẩm lại có tác dụng tối hoạt động của bộ não ở một số người này tốt hơn ở những người khác. Những phát hiện như vậy có thể được áp dụng trực tiếp cho từng bệnh nhân trong việc lựa chọn loại thuốc và liệu pháp phù hợp.

Những tiến bộ trong việc tạo ra các phần tử đánh dấu sinh học (Biomarker) giúp nâng cao khả năng phát hiện mức nhạy cảm về gen của mỗi cá nhân đối với các chất độc hại, bệnh tật và stress. Công nghệ sinh học cũng đang được ứng dụng để phát triển các phương pháp thử hết sức đặc thù đối với từng loại chất hoặc sinh vật, chẳng hạn như những loại vũ khí đặc biệt hoặc nguy cơ tiến triển bệnh tật, giúp cho việc thử nghiệm các chất độc hại với tốc độ nhanh hơn trước đây.

Có dự báo nêu rằng sau năm 2020, việc lập chuỗi gen sẽ có chi phí thấp để mọi người đều có thể tiếp cận được với thông tin về hệ gen của mình. Khi có được thông tin này, mọi người có thể sớm dự đoán được khả năng mắc bệnh của mình để kịp thời chữa trị trước khi quá muộn. Những tiến bộ tương tự trong công nghệ chụp ảnh y học cũng đem lại khả năng chẩn đoán và chữa trị hiệu quả hơn, không cần phải áp dụng các biện pháp xâm hại đến cơ thể.

Khả năng thu nhận ngày càng tăng lượng thông tin sinh học đem lại lợi ích cho các phòng thí nghiệm nghiên cứu y học nhằm vào một loạt các vấn đề liên quan đến sức khỏe và dịch bệnh. Tốc độ của các công nghệ lập chuỗi hiện nay đã đem lại khả năng hiểu biết nhanh hơn về các nguy cơ môi trường, chẳng hạn như các đợt bùng phát bệnh tật mới. Ví dụ, vào đầu năm 2004, tức là khoảng 1 năm sau đợt bùng phát dịch SARS ở Trung Quốc, những phân tích dựa vào thông tin bộ gen của virus đó đã được công bố. Những phương pháp giúp làm sáng

tổ nhanh cấu trúc của các phân tử sinh học đang đem lại nguồn tri thức chi tiết hơn bao giờ hết để hiểu được các hệ thống sinh học, tạo cơ sở để có những biện pháp can thiệp cần thiết.

Việc thu nhận được nhiều thông tin hơn về các hệ thống sinh học cũng góp phần vào công tác phát minh dược phẩm. Những nỗ lực lập chuỗi gen của các sinh vật khác cũng có thể đóng góp cho công tác nghiên cứu bệnh tật ở con người. Ví dụ, việc lập bản đồ gen chuột- loài động vật thường được dùng để thí nghiệm, đã được hoàn thành vào năm 2002. Hiểu biết về cơ sở hệ gen của các loài động vật khác cũng có thể giúp đề xuất các chiến lược điều trị bệnh tật mới cho con người. Ví dụ, các cơn đau tim hoặc các bệnh về tim có thể để lại sẹo. Những phát hiện gần đây cho thấy rằng khác với người, loài cá zebra có thể tự tái sinh mô tim. Trong tương lai, việc khám phá ra các gen thúc đẩy sự tái sinh mô tim của cá có thể giúp đem lại phương pháp làm lành sẹo khi chữa trị bệnh tim ở người.

Ngoài việc phát hiện ra rằng những khác biệt nhỏ bé ở mỗi người có thể gây ra những ảnh hưởng quan trọng đối với hiệu quả sử dụng những loại dược phẩm nhất định, thì việc ngày càng có được nhiều lượng tri thức và hiểu biết sinh học cũng thể hiện tính chất cực kỳ phức tạp của các hệ thống và quá trình sinh học. Các hệ thống sinh học không đơn giản là những thông tin gen được truyền vào các vật liệu cần thiết để tạo dựng và hỗ trợ sự sống. Chúng bao hàm các chức năng điều chỉnh để kiểm soát quá trình biểu hiện gen, các hệ thống cải biến các sản phẩm gen sau khi chúng được sản sinh ra... Một điều đã được rút ra sau khi hoàn thành biểu đồ hệ gen người là số lượng gen của người ít hơn nhiều so với dự đoán căn cứ vào mức độ phức tạp của giải phẫu sinh lý người. Điều đó chứng tỏ rằng tầng nấc phức tạp nói trên đóng một vai trò quan trọng. Những công trình nghiên cứu ở thập kỷ qua cho thấy rằng có những cấu phần của ADN “rác” (Junk ADN), đã từng được coi là không có chức năng gì, nhưng trên thực tế chúng có thể lại đóng vai trò then chốt trong việc điều chỉnh chức năng gen. Ví dụ, những gen lặn mà hoạt động thông qua ARN, chứ không phải thông qua protein, xem ra lại đóng vai trò trong các vấn đề di truyền, phát triển và bệnh tật.

Tất cả những sự việc trên cho thấy rằng trong 15 năm tới, các công

cụ giúp thu nhận ngày càng nhiều hơn lượng thông tin sinh học sẽ ngày càng trở nên phổ biến.

Tác động của việc có thêm nhiều lượng thông tin sinh học

Sau 10 năm làm việc tích cực, nhóm các nhà khoa học quốc tế đã hoàn thành việc lập bản đồ toàn bộ hệ gen người, mục tiêu đặt ra cho Dự án nghiên cứu hệ gen người (HGP), được 10 quốc gia phát triển hợp tác thực hiện.

Đây được xem là một trong những công trình nghiên cứu quan trọng nhất của thế kỷ, vì thành công này mở ra một kỷ nguyên mới trong nỗ lực chinh phục bệnh tật của con người.

Việc hoàn tất giải mã bản đồ bộ gen người có ý nghĩa hết sức quan trọng đối với việc nghiên cứu điều trị các bệnh nan y. Nếu có bản đồ này trong tay, các bác sĩ sẽ tìm được đến đích của bệnh tật. Cơ thể con người là một bộ máy vô cùng phức tạp và tinh vi. Có bản đồ gen là có “bản thiết kế” của hệ thống điều khiển bộ máy đó.

Biết vị trí của gen, các nhà y học có thể sửa chữa, thay thế những gen hỏng. Đó là liệu pháp gen mà lâu nay các bác sĩ điều trị vẫn mơ ước được thực hiện. Nếu chưa thay được gen thì có thể sản xuất ra các protein là sản phẩm của gen đó, rồi đưa vào cơ thể thay thế cho các protein hỏng hoặc bị thiếu do lệch lạc chức năng gen.

Đó là những protein chữa bệnh vô giá, do chính gen lành tạo ra. Hiệu quả chữa bệnh đối với bệnh nhân rất lớn và giá trị thương mại đối với các hãng dược liệu cũng vô cùng hấp dẫn. Vì thế các hãng không tiếc kinh phí đầu tư cho các nghiên cứu này.

Hiện nay khoa học về lĩnh vực này được gọi chung là “hậu genomics” của khoa học sự sống. Tìm ra được chức năng sinh học của trên 50.000 gen là một việc làm đòi hỏi nhiều công sức lao động, tiền của và kiến thức chuyên gia. Kể cả khi biết được phần lớn chức năng của chúng rồi thì việc nghiên cứu tương tác giữa chúng và tính hệ thống của chúng mới là bước quyết định.

Khả năng thu nhận ngày càng nhiều hơn lượng thông tin sinh học sẽ tạo ra các nhu cầu mới. Nhiều tiến bộ có được cho đến nay, kể cả công nghệ lập chuỗi nhanh, đều do những tiến bộ kết hợp lại của công nghệ thông tin và tin sinh học. Những khối lượng thông tin nhận được

ngày càng nhiều thêm sẽ làm tăng nhu cầu đối với các công cụ ở các lĩnh vực này để sử dụng các dữ liệu một cách hiệu quả. Hiện tại, những hệ dữ liệu lớn đã tạo khả năng cho những nỗ lực tinh xảo để lập mô hình các mạng gen và biến dưỡng chất trong cơ thể sinh vật, vừa giúp đem lại những hiểu biết mới, vừa giúp đề ra các hướng nghiên cứu mới. Việc kết hợp “trí tuệ nhân tạo” vào các hệ thống như vậy hiện đã đem lại khả năng phát triển những “nhà khoa học rôbot” để tiến hành các thực nghiệm kiểm định giả thuyết dựa trên những hệ dữ liệu lớn đã thu nhận được. Những tiến bộ của tin sinh học đã đem lại nhiều khả năng hơn nữa cho những nỗ lực như vậy, vừa giúp tăng lợi ích tiềm năng của khối lượng thông tin nhận được ngày càng tăng, vừa đem lại một cách tiếp cận để giải quyết và hiểu được sự phức tạp sinh học mà những thực thể hiện nay đang cho thấy.

Năng lực thu thập thông tin sẽ phải phù hợp với sự hiểu biết kèm theo về cách thức diễn giải thông tin thu thập được. Do sức mạnh của các cơ cấu thu thập thông tin dựa vào công nghệ sinh học, nên năng lực thu thập thông tin thường vượt trước sự hiểu biết cần thiết để diễn giải thông tin. Ví dụ, đã có những kỹ thuật để đo mức độ của các chất ô nhiễm ở trong mỗi cá nhân, cho dù vẫn chưa biết được ảnh hưởng của chúng tới sức khỏe như thế nào. Hay một quan sát mới đây cho thấy các hạt bụi trong không khí có thể gây ra đột biến di truyền ở chuột. Tốc độ gia tăng của lượng thông tin thu thập được có thể tạo ra sự quá tải thông tin, trong đó vẫn còn chưa biết được những phép đo nào là quan trọng nhất.

1.2.1.2. Nhân bản vô tính

Việc dùng phương pháp nhân tạo để sản xuất ra những cơ thể giống nhau thông qua nhân bản vô tính có thể sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra các cây trồng, gia súc và các động vật phục vụ nghiên cứu.

Phương pháp nhân bản vô tính có thể sẽ trở thành một cơ chế chủ yếu để nhanh chóng đưa ra thị trường những đặc điểm được tạo ra để làm cho chúng được tiếp tục duy trì và để tạo ra các sinh vật giống nhau phục vụ cho việc nghiên cứu và sản xuất. Đến năm 2020, ở những nước mà luật pháp không cấm, việc nhân bản người có thể được thực hiện và thành công, nhưng những mối quan tâm về sức khỏe và

đạo đức có thể sẽ hạn chế công việc này trên diện rộng ở những nước nào có ban hành điều luật không cho phép tiến hành. Một số cá nhân, thậm chí một số nước có thể vẫn tiếp tục nghiên cứu việc nhân bản vô tính người và động vật, nhưng chưa biết những lợi ích gì sẽ thu được từ những nỗ lực ấy.

Việc nhân bản vô tính, nhất là đối với người đã gây nên rất nhiều quan điểm trái ngược trên thế giới. Những mối lo lắng bao gồm các vấn đề về đạo lý, khả năng sai sót và những khiếm khuyết về mặt y học, vấn đề quyền sở hữu những gen và hệ gen tốt và ưu sinh học (Eugenics). Mặc dù đến năm 2020, một số nơi sẽ thực hiện được việc nhân bản người, nhưng những hạn chế mà pháp luật quy định và dư luận quần chúng có thể làm cho việc này không phát triển rộng. Tuy nhiên, có một số nhóm nghiên cứu đang cố gắng thực hiện trước khi luật pháp ban hành, hoặc chuyển sang các quốc gia không ngăn cấm công việc đó, thí dụ nhóm nghiên cứu của Cloraid.

Mặc dù các chuyên gia có ý kiến khác nhau liên quan đến tính khả thi hiện nay của việc nhân bản người, nhưng ít ra cũng có một số trở ngại về mặt kỹ thuật cần phải giải quyết để đảm bảo sự an toàn, cũng như có thể ứng dụng ở diện rộng. Tuy nhiên, có một số người tin rằng chẳng bao lâu nữa việc nhân bản người sẽ được thực hiện nếu có thể chấp nhận được rằng sẽ có tỷ lệ tử vong cao đối với các bào thai và những phát triển bất bình thường.

1.2.1.3. Các sinh vật biến đổi gen

Ngoài việc lột tả mã gen và nhân bản chính xác các sinh vật và vi sinh vật, công nghệ sinh học còn có thể thao tác mã gen ở động, thực vật và có thể sẽ cố gắng tạo ra những tính chất nhất định cho những sinh vật đó với những lý do khác nhau. Các kỹ thuật truyền thống để thao tác gen (như lai giống, sinh sản chọn lọc và chiếu xạ) có thể sẽ được tăng cường thêm nhờ trực tiếp nạp, xóa bỏ hoặc biến đổi các gen thông qua các kỹ thuật của phòng thí nghiệm. Các sinh vật đối tượng được nhắm vào gồm cây lương thực, cây công nghiệp, côn trùng và động vật.

Người ta có thể dùng kỹ thuật gen để đưa các tính chất mong muốn vào các thực phẩm, ví dụ tạo ra mùi vị thơm ngon hơn, thịt nhiều nạc hơn, tăng sức đề kháng, tăng dinh dưỡng. Có thể tạo ra các

loại sinh vật biến đổi gen có những phẩm chất tốt hơn như lâu thối rữa, chịu được thuốc diệt cỏ, sinh trưởng nhanh, hoặc sống được ở các điều kiện khắc nghiệt (có độ mặn cao, khô hạn hoặc lạnh).

Ngoài việc chống đỡ bệnh tật thường xuyên, khả năng sinh vật tự sản xuất ra chất diệt sâu đã được thực hiện, chẳng hạn như ở cây ngô, có thể gây ảnh hưởng quan trọng tới sản xuất, ứng dụng, điều chỉnh và kiểm soát (bằng cách đưa ra những liều lượng đúng mục tiêu). Tương tự, có thể tạo ra các sinh vật có khả năng sản xuất hoặc phân phối thuốc để kiểm soát bệnh tật cho người. Có thể tác động vào tuyến sữa của bò để có được các hợp chất hữu cơ chữa bệnh, hoặc khiến cho thực vật sản xuất và cung cấp được phẩm, thí dụ tạo ra cây chuối có quả có chứa vắc-xin. Mọi người đều thừa nhận rằng bằng những phương pháp như vậy có thể giúp nhiều nơi trên thế giới sản xuất và nhận được thuốc, đồng thời có thể đưa thuốc vào cơ thể qua đường thực phẩm.

Ngoài mục đích tăng cường sản xuất lương thực, có thể áp dụng kỹ thuật gen cho thực vật để kích thích sinh trưởng, thay đổi hợp phần hoặc tạo ra các sản phẩm mới. Ví dụ, có thể tác động vào cây để tối ưu hoá quá trình sinh trưởng và tạo ra kết cấu phù hợp với những ứng dụng đặc thù, chẳng hạn để làm nguyên liệu giấy, lấy quả hoặc cô lập cacbon (để giảm sự nóng lên toàn cầu), trong khi giảm được lượng phụ phẩm. Có thể làm cho cây sản xuất được chất dẻo kỹ thuật để giảm ô nhiễm và hạn chế dùng dầu mỏ, hay tác động vào các loài cây nhiên liệu sinh học để giảm thiểu các thành phần gây ô nhiễm trong khi tạo thêm được các phụ gia cần thiết.

Việc dùng kỹ thuật gen đối với các vi sinh vật đã được tiếp nhận và ứng dụng từ lâu. Ví dụ, vi khuẩn *E.coli* đã được dùng để sản xuất insulin. Có thể sẽ thực hiện việc đưa các tính chất của vi khuẩn vào thực vật và động vật để tăng sức chống đỡ bệnh tật.

Việc thao tác gen ở động vật có thể gồm cả việc biến đổi gen ở côn trùng để thu được những hành vi cần thiết phục vụ cho nông nghiệp và kiểm soát sâu bệnh.

Hiện nghiên cứu biến tính gen ở người đã được tiến hành và công việc này có thể sẽ tiếp tục, nhằm tìm cách chữa trị những bệnh di truyền.

1.2.1.4. Kỹ thuật y-sinh học

Việc hình thành ra những nhóm nghiên cứu đa ngành đã đẩy nhanh tốc độ phát triển các sản phẩm trong lĩnh vực kỹ thuật và công nghệ y-sinh học liên quan đến các mô, các bộ phận, vật liệu hữu cơ và nhân tạo.

Các mô và bộ phận hữu cơ

Những tiến bộ đạt được trong việc nghiên cứu và sản xuất, cũng như sửa chữa đối với mô và bộ phận cơ thể rất có thể sẽ đem lại khả năng thay thế những bộ phận cơ thể con người bằng những vật liệu hữu cơ và nhân tạo. Việc tái sinh và sửa chữa mô đang có được những bước tiến mới, sẽ giúp nâng cao khả năng giải quyết được nhiều vấn đề liên quan đến sức khoẻ ở bên trong cơ thể con người.

Kỹ thuật mô là một lĩnh vực còn rất non trẻ, mới chỉ 15 năm tuổi, nhưng hiện đã tạo được sản phẩm da nhân tạo ở mức thương mại hoá, dùng để chữa trị vết thương. Việc nuôi cấy sụn để sửa chữa và thay thế đang ở trong giai đoạn thử nghiệm lâm sàng, và tới năm 2020, việc chữa trị bệnh tim thông qua phương pháp nuôi cấy mô chức năng là một mục tiêu có khả năng đạt được. Những công việc như thế phụ thuộc vào tiến bộ đạt được trong việc phát triển những vật liệu khung đỡ có tính tương hợp sinh học tốt hơn, sản xuất được các mô mạch máu 3 chiều, các mô đa tế bào và sự hiểu biết tốt hơn về quá trình sinh trưởng ngay trong cơ thể (in vivo) của các tế bào ở trên những khung như vậy.

Việc nghiên cứu và ứng dụng các liệu pháp dùng tế bào gốc (stem cell) rất có thể sẽ được tiếp tục và tăng cường, bằng việc sử dụng những tế bào còn chưa được chuyên biệt hoá này để làm tăng hoặc thay thế các chức năng của bộ não và cơ thể, các bộ phận (chẳng hạn như tim, gan, thận, tụy), và các cấu trúc. Vì phần lớn các tế bào gốc chưa chuyên biệt là được tìm thấy ở phôi mới hình thành, hoặc mô bào thai nên đang diễn ra các cuộc tranh luận về đạo đức liên quan đến việc sử dụng tế bào gốc phục vụ nghiên cứu và liệu pháp. Kết cục có thể phải dùng đến các phương pháp thay thế, chẳng hạn như sử dụng tế bào gốc ở người trưởng thành, hay nuôi cấy tế bào gốc để cung cấp tế bào với số lượng lớn và giảm bớt những băn khoăn về mặt đạo đức.

Việc cấy ghép các bộ phận cơ thể của loài này sang loài khác có thể

được cải thiện nhờ có thêm những cố gắng nhằm biến đổi gen của mô cấy ghép vào và kháng thể của cơ thể, các protein điều chỉnh và những tác nhân bổ sung, giúp cho những bộ phận cấy ghép vào dễ được chấp nhận hơn. Thí dụ, có thể biến đổi gen và nhân bản vô tính khi và lợn để có được những bộ phận phục vụ cho việc cấy ghép vào cơ thể con người, mặc dù đến 2020 chưa thể có được thành công ở quy mô này.

Ngoài nguy cơ bị đào thải khỏi cơ thể, việc cấy ghép các bộ phận còn có thể vấp phải một vấn đề nữa, là nguy cơ lây bệnh, thí dụ các virút có thể truyền từ động vật sang người. Những quan tâm về đạo đức (chẳng hạn vấn đề quyền động vật), cũng như những vấn đề có thể phát sinh liên quan đến bằng sáng chế sẽ khiến phải có những điều luật và quy định giới hạn cho phép, có thể gây ảnh hưởng đến sự phát triển của lĩnh vực này.

Các vật liệu, bộ phận nhân tạo và phỏng sinh học

Ngoài những tiến bộ ở lĩnh vực các cấu trúc hữu cơ, việc nghiên cứu và chế tạo các mô và bộ phận nhân tạo cho cơ thể người cũng có thể có những bước tiến mới. Những vật liệu đa chức năng đã được phát triển để vừa dùng làm bộ phận cấu trúc, vừa thực hiện được những chức năng đặc thù, hoặc có những tính chất khác nhau ứng với những phương diện khác nhau, nhờ vậy có thể đem lại những khả năng và ứng dụng mới. Thí dụ, đã phát triển được các vật liệu polyme có lớp bên ngoài ưa nước, còn lớp bên trong kỵ nước, do vậy có thể dùng vật liệu này để làm vật mang cho liệu pháp gen, hoặc các enzym bất động, có tác dụng giải phóng thuốc vào đúng thời điểm cần thiết, hoặc dùng để tạo ra các mô nhân tạo.

Một số loại vật liệu khác đã được phát triển phục vụ cho những ứng dụng y sinh khác nhau. Thí dụ, đã tạo ra những chất keo florua, trong đó lợi dụng tính chất điện tích âm cao của flo để làm tăng tốc độ vận chuyển ôxy (vì vậy có thể dùng để làm chất thay máu trong quá trình giải phẫu) và để giải phóng thuốc. Hay loại vật liệu hydrogel, với tính căng phồng lên mà ta có thể kiểm soát được, có thể sử dụng trong việc giải phóng thuốc hoặc dùng làm khuôn để gắn các vật liệu sinh trưởng dùng trong kỹ thuật mô. Các vật liệu gồm có hoạt tính sinh học, như thủy tinh gel (thủy tinh canxi photphat oxyt silic) có thể dùng làm khuôn để nuôi và tái tạo xương. Các vật liệu polyme có hoạt tính

sinh học (chẳng hạn như polypeptide) có thể dùng làm lưới, bột xốp hoặc hydrogel để kích thích sinh trưởng của mô. Các chất phủ và xử lý bề mặt cũng được phát triển để tăng tính tương hợp sinh học cho các vật liệu cấy ghép (thí dụ để khắc phục tình trạng thiếu các tế bào màng trong của mạch máu nhân tạo và giảm chứng huyết khối). Việc tạo ra các chất thay thế máu có thể làm thay đổi các hệ thống lưu trữ và luân phiên máu, đồng thời tăng độ an toàn, tránh được những nhiễm trùng do máu gây ra.

Các kỹ thuật chế tạo mới và công nghệ thông tin cũng đang đem lại khả năng sản xuất ra những cấu trúc y-sinh học có kích thước và hình dạng phù hợp với từng người. Ví dụ, một việc có thể trở thành bình thường là tạo ra xương gốm để thay thế cho các bộ phận chân, tay, hộp sọ bị thương tổn nhờ kết hợp phương pháp chụp lớp bằng máy tính và phép tạo nguyên mẫu nhanh để đảo lại quy trình tạo xương mới theo từng lớp.

Ngoài việc chế tạo để thay thế các cấu trúc và bộ phận cơ thể, việc nghiên cứu phát triển các bộ phận nơ-ron và giác quan giả cũng có thể đóng vai trò quan trọng vào năm 2015. Việc cấy ghép võng mạc và màng nhĩ, việc tạo ra những đường vòng để tránh những tổn thương của cột sống và hư hỏng thần kinh và những phương pháp mô phỏng và thông tin nhân tạo khác có thể được hoàn thiện lên và trở nên thông dụng hơn, rẻ hơn, khắc phục được nhiều căn bệnh mù và điếc. Việc này giúp loại trừ hoặc giảm bớt những trường hợp tàn tật nghiêm trọng và thay đổi quan niệm xã hội từ chỗ chấp nhận, thích ứng, sang việc tích cực chữa trị.

Phỏng sinh học và sinh học ứng dụng

Các kỹ thuật gần đây như phép chụp não chức năng ở người và các động vật khác đang tạo ra cuộc cách mạng trong việc tìm hiểu trí thông minh và năng lực của động vật và người. Tới năm 2020, những cố gắng này có thể tạo ra những hướng đi quan trọng, dẫn tới việc nâng cao hiểu biết những hiện tượng như giảm trí nhớ, khả năng tập trung chú ý, nhận thức và xử lý thông tin, với tác dụng hiểu biết tốt hơn về con người, cũng như để thiết kế và tạo giao diện với những hệ thống nhân tạo, chẳng hạn như các rôbot và các hệ thống tin tự quản. Kỹ thuật neuromorphic (hình thái học nơ-ron dựa trên các nguyên lý

thiết kế và kiến trúc của hệ thần kinh sinh vật) đã tạo ra được các thuật toán điều khiển, các chip thị giác, các hệ thống quan sát và rôbot tự quản bắt chước sinh vật. Mặc dù đến năm 2020 có thể chưa tạo ra được các hệ thống với những năng lực và trí thông minh ở những sinh vật bậc cao, nhưng cũng đủ mạnh để thực hiện các chức năng hữu ích, chẳng hạn như lọc không khí trong nhà, thăm dò khoáng sản, hoặc tiến hành việc tìm kiếm tự động.

1.2.1.5. Giải phẫu và chẩn đoán

Các tiến bộ trong công nghệ vật liệu và công nghệ sinh học rất có khả năng tiếp tục làm cuộc cách mạng trong các quá trình và hệ thống giải phẫu, giảm được rất nhiều chi phí và lưu giữ ở bệnh viện và tăng tính hiệu quả. Những công cụ và kỹ thuật giải phẫu mới, những cách thiết kế và vật liệu mới để hỗ trợ cho mô và bằng quang sẽ có khả năng tiếp tục giảm được việc can thiệp bằng giải phẫu và đưa ra được những giải pháp mới cho nhiều vấn đề y học. Những kỹ thuật mới, chẳng hạn như phương pháp angioplast (nong rộng thành mạch) có thể tiếp tục giúp loại bỏ một loạt các trường hợp cần đến giải phẫu, những kỹ thuật khác như dùng lade đã đục lỗ mô tim có thể giúp tăng khả năng tái sản xuất và tự chữa lành. Những tiến bộ trong giải phẫu bằng lade có thể tinh chỉnh thêm cho các kỹ thuật và nâng cao khả năng của con người (thí dụ trong phẫu thuật mắt và thay thủy tinh thể), đặc biệt là giảm được giá thành và truyền bá tốt các kinh nghiệm thu được. Những kỹ thuật chụp ảnh kết hợp có nhiều khả năng sẽ giúp tăng cường thêm cho việc chẩn đoán, hướng dẫn công việc giải phẫu do người và rôbot tiến hành và nâng cao những hiểu biết cơ bản về chức năng của cơ thể và bộ não. Cuối cùng, với sự hỗ trợ của công nghệ thông tin, chẳng hạn như khám chữa bệnh từ xa, sẽ có thể giúp tăng cường các dịch vụ y tế đến các vùng sâu, vùng xa và trợ giúp việc phổ biến toàn cầu đối với những tiến bộ mới và chất lượng của ngành y tế.

Những vấn đề và ảnh hưởng liên quan

Năm 2020, ta có thể thấy được những hệ thống phóng nạp thuốc được đặt đúng chỗ cần thiết, nhằm đúng mục tiêu cần chữa trị và được giám sát chặt chẽ, những bộ phận cấy ghép và nhân tạo có khả năng tồn tại lâu dài trong cơ thể, những bộ phận nhân tạo như da, xương, cơ tim, thậm chí cả mô thần kinh. Một loạt các vấn đề về xã hội, chính trị

và đạo đức như ta đã đề cập ở phần trên rất có thể diễn ra cùng với những phát triển mới này.

Những tiến bộ về y-sinh học (kết hợp với các biện pháp hoàn thiện khác về y tế) hiện đã giúp tăng được tuổi thọ của con người ở những nơi có điều kiện áp dụng chúng. Những tiến bộ sắp tới rất có khả năng tiếp tục xu hướng này, làm nổi bật lên những vấn đề bức xúc như tình trạng già đi của dân số, việc hỗ trợ tài chính cho những người về hưu và chi phí y tế ngày càng trở nên đắt đỏ đối với mọi người. Tuy nhiên, những tiến bộ đạt được có thể không những làm tăng thêm tuổi thọ, mà còn giúp tăng lợi ích và ứng dụng của từng người trong đó, giúp bù đắp hoặc khắc phục các vấn đề nảy sinh.

Nhiều kỹ thuật y tế chuyên biệt và đắt tiền có thể đem lại ích lợi ban đầu cho những công dân nào có khả năng chi trả (nhất là ở các nước phát triển), còn những ảnh hưởng rộng ra toàn cầu sẽ diễn ra sau đó. Một số công nghệ (như y tế từ xa) có thể có xu hướng ngược lại, theo đó những công nghệ chi phí thấp có thể giúp việc tư vấn đạt hiệu quả hơn về chi phí với các chuyên gia, cho dù ở cách đó rất xa. Tuy nhiên, việc tiếp cận với công nghệ có thể tạo môi trường để dàn xếp rất nhiều cơ chế phân tán này và tạo thêm nhu cầu nâng cấp và giáo dục công nghệ. Những nước nào chậm phát triển kết cấu hạ tầng công nghệ có thể dễ mất đi nhiều lợi ích.

Đã xuất hiện các cuộc tranh luận trên phương diện lý thuyết liên quan đến định nghĩa những bộ phận cấu thành của con người, bởi lẽ động vật cũng đang được làm biến đổi để tạo ra các bộ phận để cấy ghép vào cơ thể con người. Việc lập sơ đồ gen có thể giúp những thông tin cho cuộc tranh luận này vì chúng ta hiểu được những khác biệt về gen giữa người và động vật.

Việc hiểu biết tốt hơn trí thông minh và chức năng nhận thức ở con người có thể có những ảnh hưởng xã hội và luật pháp. Thí dụ, sự hiểu biết về trí nhớ giả mạo và cách thức tạo ra chúng có thể ảnh hưởng tới trách nhiệm pháp lý và lời khai trước tòa. Việc hiểu biết những năng lực bẩm sinh ở mỗi người và các yêu cầu thực hiện công việc có thể giúp xác định những người nào là thích hợp nhất để đảm nhận nhiệm vụ và những loại hình đào tạo cải tiến nào có thể giúp nâng cao được khả năng của mọi người trong việc đáp ứng các yêu cầu

đặc biệt của nghề nghiệp lựa chọn. Những quan tâm về đạo đức cũng có thể nảy sinh vì sự phân biệt đối xử với những người không có những kỹ năng bẩm sinh nào đó, đòi hỏi phải có những biện pháp thận trọng và khách quan khi tuyển và đề bạt nhân viên.

Sau cùng, việc cấy ghép giác quan và não-ron (kết hợp với xu hướng tiến tới việc cho các bộ phận cảm biến thâm nhập rộng khắp toàn bộ môi trường sống và sự tăng cường thông tin có được) có thể biến đổi về căn bản cách thức con người cảm nhận, lĩnh hội và tương tác với các môi trường tự nhiên và nhân tạo. Kết quả là, những khả năng mới này có thể tạo ra những chức năng và việc làm mới cho mọi người ở những môi trường đó. Những năng lực mới đó trước hết có thể được phát triển để phục vụ cho những người phải đảm nhận những chức năng quan trọng và chịu những thách thức lớn (chẳng hạn các chiến binh, phi công và người điều khiển), nhưng cũng có thể được phát triển đầu tiên ở các lĩnh vực khác (như giải trí hoặc các chức năng kinh doanh), căn cứ vào những xu hướng gần đây. Những nghiên cứu sơ bộ cho thấy tính khả thi của những việc lắp ghép và tương tác như vậy, nhưng vẫn còn chưa biết, liệu việc nghiên cứu phát triển và đầu tư có tăng tốc kịp để tới năm 2020 có thể thực thi, cho dù là những ứng dụng ban đầu của những thành tựu đó. Những xu hướng hiện tại đã tập trung vào việc có được những bộ phận nhân tạo phục vụ cho y học, trong đó những nguyên mẫu nghiên cứu ra đã rất hấp dẫn, bởi vậy xem ra những hệ thống có ý nghĩa toàn cầu có thể xuất hiện trước hết là trong lĩnh vực này.

1.2.1.6. Các ứng dụng công nghệ sinh học khả thi về kỹ thuật vào năm 2020

Theo các nhà phân tích, vào năm 2020 sẽ có các công nghệ sinh học sau được đưa vào ứng dụng:

- Thực hiện nhiều xét nghiệm sinh học khác nhau cùng một lúc ở trên một mẫu, tạo khả năng nhận dạng phân tích nhanh từ những khối lượng rất nhỏ, phục vụ cho chẩn đoán bệnh và đánh giá pháp lý;
- Kỹ thuật y tế được tiến hành phù hợp với từng cá nhân, dựa vào các cơ sở dữ liệu lớn về thông tin bệnh nhân và tình trạng bệnh tật, cũng như khả năng lập chuỗi gen một cách nhanh chóng và song song;
- Phát triển được các loài côn trùng biến đổi gen, chẳng hạn như

các loài sâu sinh sản ra những loài vô sinh, hoặc không truyền bệnh;

- Có được năng lực rộng khắp để biến đổi gen các cây lương thực chủ yếu, có tác động mạnh tới đời sống ở các nước đang phát triển;

- Có khả năng thiết kế và thử nghiệm các loại thuốc mới dựa trên phương pháp mô phỏng bằng máy tính, cũng như có khả năng thử nghiệm các ảnh hưởng phụ có hại dựa trên các hệ thống mô hình được lắp ráp trên các chip máy tính (phòng thí nghiệm trên con chip);

- Khả năng phóng nạp thuốc vào đúng các bộ phận hoặc khối u, dựa trên việc nhận biết phân tử;

- Các bộ phận giả và cấy ghép mô phỏng các chức năng sinh học, phục hồi các chức năng quan trọng cho các bộ phận hoặc mô hiện có, hoặc thậm chí tăng cường thêm cho các chức năng đó.

1.2.2. Xu thế phát triển và ứng dụng công nghệ vật liệu

Những vật liệu mới thường là những động lực quan trọng để có thể ra đời những hệ thống và ứng dụng mới với những ảnh hưởng quan trọng. Tuy nhiên, ta có thể vẫn còn chưa biết những vật liệu đang có nhiều hứa hẹn đó sẽ có ảnh hưởng thế nào tới các xu hướng và ứng dụng rõ rệt hơn. Một mô hình được xây dựng cho quá trình kiến tạo vật liệu nói chung có thể giúp cho thấy những vật liệu nào xem ra có thể phá vỡ được những rào cản trước đó ở quá trình mà kết cục đem lại những ứng dụng có thể đem lại những lợi ích với quy mô toàn cầu.

Những phát triển trong khoa học và kỹ thuật vật liệu có được nhờ hoạt động nghiên cứu vật liệu liên ngành. Những xu hướng hiện nay trong hoạt động nghiên cứu vật liệu mà có thể đem lại những ảnh hưởng toàn cầu ở năm 2020 được phân loại như sau:

Thiết kế khái niệm / vật liệu

- **Phỏng sinh học:** là sự bắt chước tự nhiên để thiết kế các hệ thống, vật liệu và chức năng của chúng. Những ví dụ của lĩnh vực này hiện nay gồm việc tạo các lớp vật liệu để đạt tới độ cứng của vỏ con bào ngư, hoặc cố tìm hiểu nguyên nhân khiến cho tơ nhện lại khoẻ hơn thép.

Thiết kế vật liệu kết hợp: là sự sử dụng năng lực máy tính (đôi khi được tiến hành cùng với vô vàn các cuộc thử nghiệm đồng thời) để lọc ra nhiều khả năng khác nhau của các vật liệu nhằm tối ưu hoá các

tính chất phục vụ cho những ứng dụng cụ thể (chẳng hạn như các xúc tác, dược phẩm, vật liệu quang học).

Lựa chọn, sơ chế và chế tạo vật liệu

Composit là những vật liệu kết hợp các kim loại, gốm, polyme và các vật liệu sinh học để thực hiện được các công việc đa chức năng. Một biện pháp thông thường là gia cường thêm sợi gốm vào polyme hoặc gốm để nâng cao độ bền, trong khi vẫn giữ được tính chất nhẹ và tránh được tính giòn của vật liệu gốm nguyên chất. Các vật liệu được dùng cho cơ thể thường kết hợp các chức năng kết cấu và sinh học (chẳng hạn như để làm vỏ chứa thuốc).

Vật liệu nanô là những vật liệu với các tính chất có thể kiểm soát được ở kích cỡ nhỏ hơn micron ($<10^{-6}\text{m}$) hoặc nanô (10^{-9}m). Đây là một lĩnh vực nghiên cứu ngày càng hấp dẫn vì những tính chất ở phạm vi này thường khác về căn bản với các tính chất của vật liệu bình thường. Các ví dụ bao gồm các ống nanô cacbon, điểm lượng tử và các phân tử sinh học. Các vật liệu này có thể tạo ra hoặc bằng phương pháp tinh chế, hoặc bằng các phương pháp chế tạo theo yêu cầu.

Xử lý, tính chất và hoạt động

Những lĩnh vực này liên quan mật thiết với nhau. Việc xử lý quyết định tính chất, tiếp đó các tính chất lại quyết định sự hoạt động. Ngoài ra, độ nhạy của dụng cụ và khả năng đo lường thường là yếu tố đảm bảo cho việc tối ưu hoá quá trình xử lý, thí dụ như đối với công nghệ nanô, hoặc các hệ thống vi cơ điện (MEM).

Tạo nguyên mẫu nhanh: đây là khả năng kết hợp việc thiết kế và chế tạo được hỗ trợ bằng máy tính với các phương pháp sản xuất nhanh, cho phép tạo ra chi tiết với giá rẻ (so với chi phí phải bỏ ra nếu dùng dây chuyền sản xuất bình thường). Phương pháp tạo nguyên mẫu nhanh có thể giúp công ty thử nghiệm một vài nguyên mẫu khác nhau với giá rẻ trước khi quyết định đầu tư kết cấu hạ tầng cho một phương án nào đó. Nếu được kết hợp với việc hoàn thiện hệ thống chế tạo để có được sự linh hoạt về phương án và thiết bị thì khả năng tạo nguyên mẫu nhanh này có thể giúp cho việc chế tạo trở nên hết sức mau lẹ. Nói cách khác, công ty có thể sử dụng năng lực thiết kế ở thực tế ảo, sau đó chuyển việc chế tạo sản phẩm cho các đối tác ở ngoài, như vậy giúp giảm được vốn đầu tư và rủi ro. Năng lực này là sự phối kết

năng với cuộc cách mạng thông tin theo nghĩa: đó là một nhân tố nữa giúp cho việc toàn cầu hoá năng lực chế tạo và tạo điều kiện cho các tổ chức ít vốn có thể có được ảnh hưởng công nghệ quan trọng. Đối với quốc phòng, năng lực đó có thể loại bỏ hoặc giảm bớt nhu cầu phải tàng trữ một số lượng lớn các phụ kiện.

Tự lắp ráp: là phương pháp được áp dụng trong xử lý và sản xuất vật liệu dựa vào khuynh hướng của một số loại vật liệu có khả năng tự tổ chức thành những mảng có trật tự (chẳng hạn như những chất keo lơ lửng). Đây là phương tiện để nhận được các vật liệu cấu trúc theo kiểu “từ dưới đi lên”, ngược lại với các phương pháp chế tạo như kiểu in litô mà ngày nay bị hạn chế bởi năng lực của dụng cụ và phương pháp đo lường. Ví dụ, các polyme hữu cơ đã được gắn với các phân tử màu để hình thành phen đan ở phạm vi bước sóng ánh sáng nhìn thấy và phen đan này có thể thay đổi được tùy thuộc vào hoá chất. Ở đây ta nhận được loại vật liệu có tính chất huỳnh quang và thay đổi màu sắc để cho thấy sự có mặt của những hoá chất đặc thù.

Chế tạo bằng ADN: phương pháp này học theo cách thức sản xuất diễn ra trong thế giới sinh vật. Nó bao gồm việc sử dụng ADN tạo chức năng cho các hạt (phân tử, khối kiến thiết), sau đó bằng các quá trình nhận dạng ADN, các phân tử hoặc chi tiết kiến thiết đó được lắp ráp với nhau tạo ra các cấu trúc dự kiến. Sử dụng cách tiếp cận này Mirkin và các cộng sự đã tạo ra một phương pháp xét nghiệm có tính chọn lọc cao và cực kỳ nhạy, trong đó họ đã gắn các chuỗi ADN vào các hạt vàng có đường kính 13 nanô. Cách tiếp cận này tương hợp với phương pháp vẫn thường được dùng là phản ứng chuỗi polyme hoá (PCR) để tăng cường lượng chất mà ta dự định.

Chế tạo ở cấp micron và nanô: ví dụ về phương pháp này là phép in lito các chi tiết có kích cỡ ở cấp micron và nanô lên cùng một vật liệu bán dẫn hoặc sinh học. Một điểm quan trọng cần lưu ý trong phát triển các kỹ thuật này là đã có sự phát triển hết sức quan trọng diễn ra song song của các dụng cụ và thiết bị đo lường như kính hiển vi lực nguyên tử (AFM) và các loại kính hiển vi quét đầu dò (SPM).

Các sản phẩm / ứng dụng mới

Các xu hướng trên có thể kết hợp với nhau để giúp các kỹ sư thiết kế tạo ra những vật liệu tiên tiến với những tính chất như sau:

Vật liệu thông minh: những vật liệu có khả năng phản ứng, vừa cảm nhận, vừa dẫn động, có thể kết hợp thêm với máy tính để đáp ứng và thay đổi tùy thuộc vào điều kiện môi trường xung quanh (tuy nhiên, có một số hạn chế cần lưu ý là độ nhạy cảm của các bộ cảm biến, khả năng thực hiện của bộ dẫn động, việc có được nguồn năng lượng với kích thước phù hợp với hệ thống cho trước). Ví dụ về vật liệu này có thể là những robot được chế tạo giống như các con côn trùng hoặc chim để dùng trong các công việc như thám hiểm vũ trụ, xác định vị trí và xử lý vật liệu độc hại và máy bay không người lái.

Vật liệu đa chức năng: MEM và các “phòng thí nghiệm trên một con chip” (lab-on-a chip) là những ví dụ tuyệt vời về những hệ thống có nhiều chức năng kết hợp. Một ví dụ nữa là hệ thống phóng nạp thuốc đúng mục tiêu, trong đó ứng dụng hydrogel với lớp bên ngoài có tính ưa nước, còn lớp bên trong có tính kỵ nước. Cũng có thể kể đến loại vật liệu dùng làm vỏ máy bay có khả năng lẫn tránh được sự theo dõi của radar.

Các vật liệu thích hợp hoặc tồn tại được trong môi trường: Sự phát triển của các vật liệu composit và khả năng thao tác ở cấp nguyên tử để tạo ra vật liệu theo yêu cầu, tạo cơ hội để có được những vật liệu phù hợp hơn với môi trường xung quanh. Ví dụ gồm các thiết bị giả để thay ghép mà có công dụng như bộ khuôn để nuôi cấy mô tự nhiên, hay các vật liệu cấu trúc mà có thể khôi phục lại trong khi phục vụ (chẳng hạn như thông qua những thay đổi pha do nhiệt độ và ứng suất gây nên).

Các vật liệu khả thi vào năm 2020

Căn cứ vào sự phát triển của khoa học, kỹ thuật vật liệu và công nghệ chế tạo, những loại vật liệu dưới đây là khả thi vào năm 2020:

- Các loại vải có kết hợp nguồn điện, mạch điện tử và sợi quang;
- Các loại vải có khả năng phản ứng với kích thích bên ngoài, chẳng hạn như sự thay đổi nhiệt độ, hoặc các chất đặc biệt;
- Chế tạo theo nhu cầu đối với các chi tiết và sản phẩm phục vụ nhu cầu cá nhân và các đặc trưng mà doanh nghiệp cần có;
- Áp dụng rộng rãi các phương pháp chế tạo thân thiện với môi trường, giảm đáng kể việc áp dụng các vật liệu độc hại;

- Các chất phun phủ và vật liệu composit có kết cấu nanô, giúp tăng cường độ bền, độ cứng, độ chịu mòn;
- Các mạch/linh kiện điện tử hữu cơ, giúp tăng cường độ sáng của đèn và màn hình;
- Các pin mặt trời diện rộng được chế tạo từ vật liệu composit có chứa vật liệu kết cấu nanô, vật liệu hữu cơ và vật liệu phản sinh học;
- Các hệ thống tinh chế và khử ô nhiễm nước, dựa vào các màng và bộ lọc hoạt hoá có kết cấu nanô;
- Các chất xúc tác hoá học, được thiết kế trên cơ sở kết hợp giữa kỹ thuật tính toán nhanh với sàng lọc vật liệu;
- Các mô đa chức năng được tạo ra để nuôi cấy trong cơ thể từ các khung đỡ (scaffold) tự phân huỷ.

1.2.3. Xu thế phát triển và ứng dụng công nghệ nanô

Vào năm 1974, một nhà khoa học Nhật Bản, ông Nario Taniguchi, đã đưa ra thuật ngữ "Nanotechnology" và được nhà khoa học người Mỹ, Tiến sĩ Eric Drexler phổ biến ở trong tác phẩm "Các cỗ máy sáng tạo: Kỷ nguyên đang đến của công nghệ nanô" (Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology), trong đó ông đã vạch ra phương hướng cho nghiên cứu phát triển công nghệ nanô trong tương lai. Trong cuốn sách này, ông chủ yếu tập trung vào một phương diện của công nghệ nanô - lắp ráp phân tử - mà về nguyên tắc có thể đem lại khả năng chế tạo và sản xuất các sản phẩm và hàng tiêu dùng thông qua phương thức lắp ráp từ dưới lên bằng cách bố trí, sắp xếp từng phân tử/nguyên tử. Quan điểm này đã mở rộng ý tưởng của nhà vật lý học nổi tiếng, Richard Feynman đưa ra vào cuối năm 1959 tại trường đại học California, có tiêu đề: "Còn vô số chỗ ở bên dưới" (There's Plenty Room at the Bottom).

Hiện tại, Sáng kiến Quốc gia về công nghệ nanô của Mỹ sử dụng tiêu chuẩn sau đây để định nghĩa công nghệ nanô:

- Nghiên cứu phát triển ở cấp nguyên tử, phân tử hoặc đại phân tử, với phạm vi kích thước nằm trong khoảng 1-100 nanô ($1 \text{ nanô} = 10^{-9} \text{m}$);

- Sáng tạo và sử dụng các cấu trúc, thiết bị và hệ thống có được các tính chất và chức năng mới nhờ kích thước nhỏ (hoặc trung bình) của chúng mang lại;
- Khả năng kiểm soát và thao tác ở cấp nguyên tử.

Các tiến bộ khoa học trong lĩnh vực thiết bị hiển vi hiện đã cho phép các nhà khoa học thường xuyên quan sát và thao tác vật liệu ở cấp nguyên tử hoặc phân tử. Gần đây, một số nhân tố đã hội tụ lại, có tác dụng như những xúc tác cho việc phát triển những sản phẩm công nghệ nano tiên tiến hơn và phức tạp hơn. Các dụng cụ phân tích đã được hoàn thiện rất nhiều những năm gần đây. Đồng thời, Chính phủ của nhiều quốc gia đã chọn công nghệ nano là một ưu tiên để nghiên cứu. Trong vài năm gần đây, mối quan tâm đến công nghệ nano của giới đầu tư và truyền thông đại chúng đã tăng lên rất lớn. Luật nghiên cứu phát triển công nghệ nano ở thế kỷ 21 của Mỹ được ban hành năm 2004, trong đó quy định kinh phí hàng năm của Chính phủ dành cho nghiên cứu phát triển công nghệ nano là khoảng 1 tỷ USD cho đến năm 2008. Kinh phí toàn cầu dành cho nghiên cứu phát triển công nghệ nano cũng tăng lên nhiều lần, với sự tham gia của các cường quốc kinh tế và nhiều quốc gia đang phát triển.

Công nghệ nano là một công nghệ mang tính cách mạng, có tiềm năng làm thay đổi toàn bộ các ngành công nghiệp, tạo ra các ngành mới hoặc làm biến mất những ngành hiện có. Những công nghệ như vậy thường đem lại sự thay đổi trong cán cân quyền lực toàn cầu về kinh tế và quân sự. Công nghệ nano sẽ có tác động quan trọng tới một số ngành công nghiệp như điện tử, dược phẩm, năng lượng và vận tải. Với một tác động rộng lớn như vậy, công nghệ nano sẽ đem lại một cuộc cách mạng công nghiệp mới. Những giải pháp dựa vào công nghệ nano sẽ có triển vọng làm tăng năng suất, giảm giá thành và tạo điều kiện có được những sản phẩm mới.

Những thành tựu gần đây về công nghệ nano bao gồm những sợi làm từ ống nano cacbon mà muốn kéo đứt nó cần đến một lực lớn gấp 3 lần so với các loại sợi bền nhất và gấp 15 lần so với sợi nilon kevlar. Một ví dụ nữa là các hạt sắt nano, có khả năng khử được 96% các chất ô nhiễm chủ yếu có trong nước ngầm ở địa điểm đặt khu công nghiệp. Việc cải tạo ô nhiễm bằng công nghệ nano nhờ robot nano hoặc NEM

(các hệ thống cơ điện tử nano), với khả năng cải biến vật chất ở cấp nguyên tử là một cơ hội quan trọng về lâu dài. Công nghệ nano cũng sẽ tạo khả năng chế tạo vật liệu “từ dưới lên” bằng các nguyên tử, giảm bớt nguyên vật liệu sử dụng và ô nhiễm. Công nghệ nano đã có tác động to lớn đến hầu hết mọi lĩnh vực của vật lý học, hoá học và sinh học. Do sự tăng trưởng nhanh chóng của bộ môn khoa học và tác động mà công nghệ nano đã tạo ra cho cả nền khoa học lẫn khu vực công nghiệp nên khó dự báo được chính xác những tiến bộ nào của công nghệ này sẽ diễn ra vào năm 2020. Tuy nhiên, ta có thể nhìn vào những tiến bộ của công nghệ nano và các lĩnh vực tiến bộ khoa học để thấy được những xu thế chung mà công nghệ nano sẽ phát triển và ứng dụng.

Ngày càng có nhiều sản phẩm được tạo thêm tính năng bởi công nghệ nano xuất hiện ở dạng hàng tiêu dùng; Ví dụ, các màn hình đang sử dụng hạt nano để tăng cường bảo vệ người sử dụng khỏi tác hại của bức xạ cực tím, hay các chất phủ cấp nano đã được dùng cho các thấu kính và vải để tăng khả năng chịu mòn, một số trường hợp khác còn bổ sung thêm chức năng mới. Một số ngành thương mại khác, chẳng hạn như các mạch tích hợp của máy tính, hay các chất xúc tác hoá học, từ nhiều năm nay đã sử dụng công nghệ nano. Hiện nay đã có một số sản phẩm sử dụng công nghệ nano được chào bán trên thị trường, chẳng hạn như các chip máy tính của hãng Intel, trong đó các linh kiện có kích thước 90 nm hoặc nhỏ hơn và các loại sơn chống xước dùng cho ô-tô. Các vật liệu nano cũng đang được sử dụng trong các ứng dụng cơ bản khác nhau, chẳng hạn như kem chống nắng, vải kỵ nước, vợt tennis dùng sợi cacbon và các vật liệu chống tĩnh điện. Các ứng dụng của công nghệ nano có thể cải thiện rất nhiều hiệu suất, chi phí và chức năng của các sản phẩm hiện có và tạo khả năng để phát triển những sản phẩm mà trước đây không thể làm được. Công nghệ nano cũng sẽ đem lại khả năng chế tạo ra những sản phẩm được hoàn thiện. Về lâu dài, có thể hầu hết mọi chi tiết của máy tính cá nhân, điện thoại di động, tivi và mạng lưới đều chứa đựng thành tựu mới của công nghệ nano. Tuy nhiên, nhiều tiến bộ thường được đề cập đến trong các tài liệu khoa học và phổ thông, thì mới chỉ được thực hiện ở phòng thí nghiệm hoặc ở những công nghệ có mục đích rất cao. Có thể còn phải mất nhiều năm nữa thì những phát minh khoa học này mới được biến

thành hàng tiêu dùng hoặc các dịch vụ hữu ích. Ví dụ, năm 1989, Tạp chí Khoa học của Mỹ có đăng một bài mô tả việc thiết kế và thử nghiệm loại linh kiện diot dùng hiệu ứng đường hầm cấp nanô (nanoscale tunneling diode). Mặc dù phát minh này đã đóng góp vào sự phát triển các dụng cụ (như thiết bị hiển vi, hay thiết bị phát xạ trường điện tử), nhưng vẫn chưa thay thế các diot bán dẫn ở mạch tích hợp, theo như dự báo của một số chuyên gia.

Để đưa các công nghệ nanô mới và đang nổi lên từ phòng thí nghiệm thành sản phẩm thương mại còn phải tùy thuộc vào một số yếu tố, bao gồm: (a) khả năng tích hợp thiết bị vào các sản phẩm với các tính chất được đặc trưng và tái lập; (b) vấn đề chi phí; (c) khả năng mở rộng cấp độ chế tạo hoặc gia công để sản xuất thương mại; (d) sự phát triển của các công nghệ liên quan; (e) các lực lượng thị trường; (f) sự tiếp nhận của người dùng. Tất cả các yếu tố này sẽ quyết định liệu các công nghệ nanô có khả năng rời khỏi phòng thí nghiệm để đi ra thị trường hay không.

1.2.3.1. Các cảm biến được tăng cường tính năng

Một lĩnh vực mà công nghệ nanô đã giành được chỗ đứng để đem lại những tính chất mới, đó là công nghệ cảm biến. Do chúng ta hiện nay đã có khả năng chế tạo được các cơ cấu ở phạm vi kích thước vài phân tử, nên những phương pháp mới để cảm nhận và phát hiện đã được tăng cường lên những mức độ chưa từng đạt được trước đây, như độ nhạy cảm, được lựa chọn hay khả năng phát hiện các quy trình hoặc sự việc mà trước đây không thể thực hiện được.

Hiện tại, có một vài công nghệ cảm biến được tạo khả năng bởi công nghệ nanô đang được thương mại. Ví dụ, hệ thống phát hiện của công ty Smiths Detection. Đây là thiết bị cầm tay sử dụng các mạng vật liệu được cấu trúc ở cấp nanô ở dạng ma trận sợi polyme, để phát hiện các chất khác nhau cần quan tâm. Tuy nhiên, ngày càng có thêm nhiều phòng thí nghiệm trên khắp thế giới bắt đầu khai thác những tiến bộ của công nghệ nanô để hoàn thiện các công nghệ cảm nhận hoá chất và sinh học.

Sự tăng trưởng này đã làm xuất hiện một loạt sản phẩm, được tạo khả năng bởi công nghệ nanô, mặc dù vẫn còn ở giai đoạn thí nghiệm hoặc thử nghiệm, nhưng có tiềm năng to lớn trong việc giúp giảm kích

thuốc, giảm khối lượng mẫu cần thiết để thử, giảm thời gian phân tích sinh hoá. Các cảm biến này dựa vào các công nghệ nano đang nổi lên, ví dụ các hạt kim loại chức năng, các dây nano và ống nano chức năng, các vật liệu vi mô có các chi tiết hoặc được xử lý bề mặt ở cấp nano và các hệ thống cơ học được cấu trúc ở cấp nano. Tất cả các kỹ thuật này dựa vào những thay đổi có thể đo lường được ở các tính chất cơ bản của vật liệu/ hệ thống vật liệu xảy ra bởi các mối tương tác mà có thể phát hiện ra nhờ các đặc tính ở cấp nano của chúng.

Tới năm 2020, một số công nghệ nano đã nổi lên ở đầu thế kỷ 21 sẽ có thể được kết hợp vào các sản phẩm/ ứng dụng thương mại. Cụ thể là sẽ có một loạt cảm biến giá rẻ và dễ dàng tích hợp được vào các tòa nhà và kết cấu hạ tầng. Tương tự như việc sử dụng camera video để giám sát vật chất, các cảm biến sinh hoá sẽ bắt đầu được kết hợp vào các công nghệ giám sát và truyền thông khác để tăng cường khả năng phát hiện các mối nguy cơ có thể xảy ra. Trong một số trường hợp, các hệ thống cảm biến này có thể được tích hợp vào trong các thiết bị giám sát/ truyền thông hiện có (chẳng hạn như camera video, cảm biến chuyển động, điện thoại). Ví dụ, các tòa nhà hoặc cấu trúc tương lai được coi là có độ rủi ro đặc biệt cao sẽ được xây dựng với những hệ thống giám sát được tăng cường, trong đó kết hợp camera và các cảm biến sinh hoá mà chỉ cần rất ít sự can thiệp của con người. Nhiều hệ thống này sẽ được thiết kế để có khả năng theo dõi một loạt các yếu tố cần quan tâm và cung cấp kết quả theo từng phút. Những ứng dụng tiềm năng khác của hệ thống cảm biến được tăng cường tính năng bởi công nghệ nano bao gồm mặt tiền của các tòa nhà, hệ thống kiểm soát ô tô, thiết bị an toàn trong nhà như để phát hiện khói hoặc ô-xyt cacbon.

Các tiến bộ trong tương lai của các cảm biến làm việc lâu dài, không cần chăm sóc và các sản phẩm cảm biến đòi hỏi phải có những cải thiện lớn về nguồn điện cung cấp (quản lý và năng lực), cũng như việc xử lý chất khí và chất lỏng cho các hệ thống vi xét nghiệm. Đối với những chức năng liên quan đến những rủi ro cao và an ninh quốc gia (như tác chiến quân sự, ứng phó khẩn cấp), thì những cảm biến được mang trên người sẽ trở nên thông dụng và được tích hợp vào sản truyền thông nổi mạng. 15 năm tới, chúng ta cũng sẽ được chứng kiến

sự hoàn thiện tiếp theo về độ nhạy cảm và độ lựa chọn sinh hoá ở toàn bộ các sản phẩm cảm biến.

Trong phần lớn trường hợp, các cảm biến sẽ được tích hợp hoặc lắp vào các hệ thống giám sát và theo dõi hiện có, bởi vậy phạm vi giám sát có thể không chịu ảnh hưởng bởi các cảm biến, mà chỉ được tăng cường thêm về chiều sâu của các thông tin thu nhận được. Các thiết bị phát hiện sinh hoá cá nhân được nối mạng sẽ có khả năng sử dụng đại trà chỉ để phục vụ vấn đề an ninh quốc gia và trong tác chiến quân sự, đặc biệt là cho lực lượng làm nhiệm vụ ứng phó khẩn cấp. Trừ trường hợp xảy ra thảm hoạ lớn liên quan đến hoá chất hoặc sinh học, còn nếu bình thường thì việc sử dụng đại trà các thiết bị cá nhân để phát hiện các tác nhân sinh hoá thì ít có khả năng xảy ra. Tuy nhiên, có bằng chứng cho thấy là các thiết bị truyền thông trong tương lai (chẳng hạn như điện thoại di động) có thể sẽ được tích hợp số lượng cảm biến ngày càng nhiều hơn.

1.2.3.2. Các nguồn điện được tăng cường tính năng

Trong vài thập kỷ qua, tốc độ hoàn thiện nguồn cấp điện đã không theo kịp với sự tiến bộ nhanh chóng của các công nghệ điện tử và số (chẳng hạn như năng lực xử lý, lưu trữ dữ liệu). Tuy nhiên, những tiến bộ gần đây của công nghệ nano đã cho thấy tiềm năng không chỉ nâng cao tính năng của bộ nguồn, mà còn mở rộng phạm vi các vật liệu có thể hữu ích làm nguồn điện hoá chất và quang điện.

Các nhà khoa học đang tích cực ứng dụng công nghệ nano và vật liệu composit nano để cải thiện hoạt động của điện cực. Sự chú trọng phần lớn đều tập trung vào việc tích hợp vật liệu nano và kết cấu pin thông thường. Ví dụ, các nhà khoa học ở trường đại học Rutgers và Viện Công nghệ Massachusetts đang nghiên cứu các điện cực composit nano để cải thiện mật độ năng lượng và mật độ điện cho các pin thông thường. Khu vực công nghiệp cũng tích cực tham gia vào lĩnh vực này bằng việc cố gắng thúc đẩy các công nghệ nano mới và đang nổi để cải thiện tính năng của các loại pin hiện đã có trên thị trường thương mại.

Ngoài ra, trong thập kỷ qua, nhiều thiết bị vi cơ điện tử (MEM) đã được phát triển và thương mại hoá ở một số ứng dụng (chẳng hạn như hệ thống khai triển túi khí trên ô tô, các cảm biến chuyển động đột ngột trong điện tử học, các máy quang phổ cận hồng ngoại). MEM

thường được chế tạo bằng kỹ thuật vi mạch (chẳng hạn như in lito, khắc), trong đó các thiết bị sản xuất ra có các chi tiết và cấu phần ở cấp micron. Gần đây, ngày càng có nhiều hệ thống cơ điện tử nano (NEM) được phát triển với mục tiêu tiếp tục giảm bớt kích thước chi tiết xuống cấp nano. Một trong những thách thức khiến cho NEM vẫn còn hạn chế tính khả dụng là ở khâu nguồn điện. Nhiều khi, nguồn điện lại quá lớn so với kích thước của MEM/NEM. Bởi thế, các nhà khoa học đang tích cực nghiên cứu các phương pháp tạo ra các loại pin được cấu trúc ở cấp nano để có được nguồn điện ngay tại thiết bị, hoặc trên con chip nhằm tăng cường phạm vi ứng dụng của các thiết bị cực nhỏ này.

Tiến bộ của công nghệ nano cũng đang bắt đầu có tác động lớn tới công nghệ pin mặt trời. Các công ty, chẳng hạn như Konarka, đã bắt đầu sử dụng các hạt nano titani dioxyt phủ chất nhuộm để tạo khả năng nhận được các loại pin mặt trời mềm, nhiệt độ thấp hơn, do vậy Konarka có thể sử dụng các chất nền polyme mềm thay cho chất nền thủy tinh thông thường. Điều này tạo khả năng kết hợp pin mặt trời vào rất nhiều loại vật liệu (chẳng hạn như vải, vật liệu xây dựng). Các nhà khoa học khác đang tìm cách kết hợp hạt nano với pin mặt trời nhằm mục đích nâng cao hiệu suất biến đổi. Ví dụ, việc các nhà khoa học ở trường đại học Toronto sử dụng các điểm lượng tử đã giúp pin mặt trời có tác dụng cả với vùng phổ hồng ngoại (có bước sóng lớn hơn 800 nano). Gần đây, Konarka đã liên doanh với Evident để thay thế chất nhuộm hữu cơ có trong pin mặt trời bằng các điểm lượng tử. Mục tiêu của họ là tăng độ nhạy của pin để có thể tác dụng với phổ ánh sáng nhìn thấy, do vậy nâng cao được hiệu suất của pin.

Hiện mới có ít sản phẩm ở dạng thương mại đối với các loại pin và pin mặt trời được tăng cường bởi công nghệ nano. Nhiều công trình nghiên cứu về điện cực composit nano, các pin được cấu trúc ở cấp nano và các vật liệu nano dùng cho pin mặt trời vẫn còn đang được thực hiện ở các trường đại học và phòng thí nghiệm. Tuy nhiên, ngày càng có nhiều công ty bắt đầu áp dụng một số các tiến bộ gần đây để đưa ra các sản phẩm thương mại.

Trong 15 năm tới, nhiều cải tiến về thiết kế điện cực và cấu trúc pin có khả năng sẽ được áp dụng vào các loại pin đã có mặt trên thị

trường. Các công nghệ, chẳng hạn như các điện cực composit nanô có thể sẽ thâm nhập mạnh vào thị trường, vì công nghệ này phù hợp với thiết kế pin thông thường. Các phương án thiết kế pin 3 chiều dựa vào các cấu trúc nanô cũng sẽ có rất nhiều khả năng đưa ra thị trường. Trong khoảng thời gian này, các cấu trúc pin 3 chiều chưa chắc sẽ thay thế được các pin hiện nay dùng cho điện thoại di động và máy tính. Tuy nhiên, có những động lực thị trường quan trọng liên quan đến MEM và NEM, với những lợi ích rất lớn sẽ thu được từ các công nghệ được tăng cường bởi công nghệ nanô đang nổi lên hiện nay. Cuối cùng, các tiến bộ trong việc sử dụng vật liệu nanô và cấu trúc nanô có khả năng sẽ giúp tạo ra những pin mặt trời mềm, hiệu suất cao. Những công trình gần đây trong việc sử dụng điểm lượng tử và các pin mặt trời được nâng cao tính năng nhờ công nghệ nanô khác cho thấy những tiến bộ của công nghệ nanô cũng có thể giúp nâng cao hiệu quả biến đổi lên mức ngang bằng hoặc thậm chí lớn hơn so với các pin mặt trời đang được thương mại hiện nay. Nhờ sự hoàn thiện trong khâu gia công, có thể các công nghệ pin mặt trời sẽ ngày càng được kết hợp vào các sản phẩm tiêu dùng khác, chẳng hạn như vật liệu xây dựng (vật liệu làm trần/mái nhà), các thiết bị điện tử (vỏ điện thoại di động và máy tính) và thậm chí được đưa vào vải (lều bạt và các đồ khoác bên ngoài).

Một số ứng dụng công nghệ đang nổi hiện nay đã bị kìm hãm bởi những thách thức hoặc không có những tiến bộ liên quan đến công nghệ pin và nguồn điện. Những cải tiến trong lĩnh vực nguồn điện được nâng cao tính năng bởi công nghệ nanô có tiềm năng đem lại ảnh hưởng to lớn tới nhiều phương diện mà công nghệ tác động tới xã hội. Một trong những động lực thúc đẩy hoàn thiện các pin là khả năng cải thiện hoạt động của các ô tô chạy bằng pin hoặc ô tô kiểu lai.

Một tác động quan trọng nữa đối với xã hội là khả năng sử dụng các loại pin được cấu trúc ở cấp nanô trong MEM/NEM. Nhiều trường hợp, bộ phận có kích thước lớn nhất là nguồn điện, đặc biệt là khi điện được cấp ở trên con chip hoặc trên thiết bị. Trong 15 năm tới, những tiến bộ lớn của các pin có kết cấu 3 chiều có thể sẽ giúp đem lại các cảm biến và và thiết bị truyền thông nhỏ hơn, có khả năng tự quản. Sự cải thiện nguồn điện của MEM/NEM có thể tạo khả năng sử dụng rộng

rải những thiết bị này cho các cảm biến nhỏ tự quản. Bởi vậy, những vấn đề xã hội tiềm ẩn sẽ bao gồm việc tạo khả năng theo dõi liên tục và gia tăng, quản lý các cảm biến và các vấn đề riêng tư có liên quan.

Cuối cùng, những tiến bộ của pin mặt trời có thể tác động tới việc ứng dụng các nguồn điện phân tán. Những pin mặt trời rẻ hơn, mạnh hơn và mềm có thể sẽ được kết hợp vào vải hoặc vật liệu xây dựng, làm thay đổi quan trọng tới kết cấu hạ tầng điện năng phân tán.

1.2.3.3. Điện tử học được tăng cường tính năng

Tương tự như đối với cảm biến, công nghệ nano cũng có tiềm năng đem lại nhiều tiến bộ cho điện tử học trong những năm tới. Không như các lĩnh vực khác, trong đó công nghệ nano chỉ mới bắt đầu đóng vai trò, công nghệ nano và các quá trình liên quan với công nghệ nano đã là những công nghệ tạo khả năng cho các bộ xử lý tích hợp từ thập kỷ 1990. Để duy trì Định luật Moore cần phải có các chi tiết nhỏ hơn, thậm chí các màng mỏng hơn. Tuy nhiên, khi các chi tiết này tiếp tục giảm kích thước, thì những tính chất vật lý và hoá học cơ bản bị thay đổi và không còn đáp ứng các yêu cầu cần thiết để đảm bảo chức năng của mạch tích hợp. Một số thách thức lớn đặt ra cho cả thiết bị logic (chẳng hạn như bộ xử lý) lẫn bộ nhớ liên quan đến việc đạt tới nút công nghệ 45 nano có triển vọng được đưa ra vào năm 2009. Các nhà khoa học và kỹ sư sẽ phải phát triển những chiến lược để áp dụng các thiết kế mới vào kỹ thuật chế tạo hiện có, nhưng phải đảm bảo chi phí sản xuất một con chip không tăng lên nhiều.

Ngoài ra, chi phí liên quan đến thiết kế và xây dựng nhà máy chế tạo mạch tích hợp là cực kỳ đắt. Xây dựng một nhà máy sản xuất chip máy tính dùng wafer 200mm cần 1,2-1,5 tỷ USD, wafer 300mm lên tới 3 tỷ USD. Wafer có kích thước càng lớn thì số lượng các con chip đồng thời sản xuất ra sẽ càng lớn. Bởi vậy, bằng cách sử dụng các wafer lớn, ngành công nghiệp có thể giảm được chi phí, nhờ ưu thế của sự tiết kiệm bởi quy mô. Tuy nhiên, chi phí liên quan đến việc sử dụng các vật liệu mới (phí CMOS, chẳng hạn như ống nano cacbon) có thể làm tăng chi phí sản xuất.

Các tiến bộ khác của công nghệ nano có thể cho phép chế tạo các bộ xử lý thông thường ở những phạm vi chất nền và vật liệu rộng hơn (tức là các polyme). Điều này tạo khả năng có được các thiết bị tính

toán tương đối đơn giản để kết hợp vào hàng loạt các sản phẩm tiêu dùng, thí dụ như vải chuyên dụng, hoặc bao gói thương mại.

Ngoài cải thiện năng lực xử lý, những phát minh của công nghệ nano cũng đóng góp vào việc nâng cấp cả bộ nhớ lẫn thiết bị lưu trữ. Nhiều hạn chế trong thiết kế mạch tích hợp cũng ảnh hưởng tới khả năng gia tăng mật độ bộ nhớ hoặc khả năng lưu trữ dữ liệu. Các nhà khoa học và kỹ sư đang sử dụng công nghệ nano để tạo ra các chi tiết nhỏ hơn, giúp tăng được mật độ bộ nhớ và dung lượng của chúng. Khu vực hàn lâm và công nghiệp cũng đang nghiên cứu sử dụng các tiến bộ khác của công nghệ nano để có được các phương pháp mới trong việc lưu trữ và truy cập dữ liệu.

Các bộ xử lý hiện nay cho phép có được năng lực tính toán, thao tác và lưu trữ dữ liệu ở mức cao chưa từng có trước đây. Ngoại trừ một số ít các ứng dụng chuyên môn, các hệ thống máy tính đều đã đáp ứng phần lớn nhu cầu của những người sử dụng cấp trung bình. Mặc dù đây là một thực tế đối với mỗi người dùng, nhưng các doanh nghiệp ngày càng phụ thuộc vào các máy tính có mức độ tinh xảo ngày càng tăng để phục vụ cho một loạt các ứng dụng, bao gồm kinh doanh, tài chính và phân tích. Mặc dù tỷ lệ giữa số máy tính “truyền thống” trên một người dùng đã không gia tăng ngoạn mục như đã từng diễn ra, nhưng số các thiết bị tính toán trên một người dùng đang tăng lên nhanh chóng. Các thiết bị tính toán chuyên dụng sẽ nhỏ (bao gồm điện thoại di động, thiết bị hỗ trợ giúp cá nhân, đồ gia dụng) đã được tạo khả năng bởi sự gia tăng năng lực tính toán và lưu trữ đang được phổ biến với tốc độ ngày càng tăng. Bởi vậy, các con chip và bộ xử lý đang bắt đầu xuất hiện ở tất cả các phương tiện của hàng hoá tiêu dùng.

Tới năm 2020, mạch tích hợp sẽ đạt tới các giới hạn vật lý cơ bản của thiết kế mạch CMOS thông thường. Vật liệu bán dẫn (silic, germani, galli-arsenua) vẫn là những vật liệu cơ bản của hầu hết các mạch tích hợp. Mạch tích hợp và các nhà chế tạo thiết bị sẽ áp dụng các thiết kế và cấu trúc CMOS phi kinh điển để đáp ứng các yêu cầu của nút công nghệ 16 nano. Những mặt hạn chế về kinh tế đối với việc thiết kế và xây dựng nhà máy sản xuất mạch tích hợp vẫn còn rất lớn. Do chi phí liên quan đến việc xây dựng nhà máy đã rất cao, nên các nhà sản xuất con chip sẽ tiếp tục nỗ lực nâng cao hiệu quả bằng cách

tối ưu hoá quy trình và vật liệu được sử dụng hiện nay. Các nhà máy sản xuất mạch tích hợp sẽ cố gắng tìm kiếm các loại thiết kế khác (như cấu trúc 3 chiều và CMOS phi kinh điển) để tiếp tục duy trì Định luật Moore cho tới năm 2020. Các chip và thiết bị máy tính có khả năng sẽ được chuyên dụng hoá hơn, cho phép cải thiện hoạt động mà không cần tăng tốc độ xử lý. Các nhà thiết kế mạch tích hợp sẽ đa dạng hoá và sản xuất một loạt các bộ xử lý chuyên dụng để duy trì thị phần.

Các hệ thống và thiết kế vật liệu phi CMOS (như ống nano cacbon, bộ chuyển mạch phân tử) chỉ xuất hiện với số lượng rất hạn chế và chưa chắc đạt hiệu quả kinh tế để có thể thương mại hoá đại trà. Các thách thức liên quan đến việc xây dựng các cấu trúc chip nano mới vẫn còn lớn, kể cả về mặt chi phí lẫn tính năng nói chung.

Tuy nhiên, khả năng sản xuất được các thiết bị tính toán đơn giản, có năng lực tương đối thấp, ở trên một loạt các loại chất nền, kể cả các hệ thống mềm sẽ giúp cho chúng ngày càng được kết hợp nhiều hơn vào hàng tiêu dùng. Mạch tích hợp được đưa vào các mặt hàng như vật liệu bao gói, vải và thiết bị y tế sẽ trở nên đơn giản và chuyên dụng hơn và bắt đầu được sử dụng rộng rãi. Các cải tiến về nguồn điện và bộ nhớ cũng sẽ góp phần làm cho mạch tích hợp và thiết bị điện tử ngày càng được tích hợp (nhúng) vào hàng tiêu dùng ở mọi phương diện. Những tiến bộ của các phương tiện lưu trữ dữ liệu phi truyền thống, chẳng hạn như Millipede của IBM, sẽ cho phép sử dụng ở những phạm vi thiết bị và sản phẩm rộng hơn.

Tới năm 2020, có khả năng là các thiết bị tích hợp sẽ được đưa vào một loạt các hàng hoá và sản phẩm tiêu dùng. Những mặt hàng như vải mặc sẽ được kết hợp với những thiết bị tính toán đơn giản, ví dụ để theo dõi những tham số quan trọng liên quan đến sức khoẻ của từng người, hoặc các ứng dụng chuyên môn khác. Các cơ cấu tích hợp sẽ cho phép gia tăng chức năng cho các chip nhận dạng FRID, giúp cải thiện hơn nữa công tác hậu cần và quản lý chuỗi cung cấp. Tuy nhiên, các chip FRID tuy có được hoàn thiện, nhưng vẫn là những cơ cấu tương đối đơn giản nên sẽ không gây ra nhiều nguy cơ hơn đối với những bí mật riêng tư so với mức độ đã từng gây ra khi ngày càng sử dụng công nghệ FRID. Sự sử dụng gia tăng công nghệ FRID có thể vượt quá khả năng thu thập và quản lý tất cả các thông tin tiềm năng có được ngoài các thông tin phục vụ cho các chức năng đã định như theo dõi vật tư.

Tuy nhiên, tới năm 2020, rất có khả năng là sẽ ngày càng có nhiều thiết bị tự động cho từng cá nhân (điện thoại di động, camera số, thiết bị chứng thực cá nhân để tiếp cận và quản lý tài khoản và dữ liệu y tế). Tới năm 2020, việc quản lý thông tin của những thiết bị chuyên dụng này sẽ giống với những cố gắng hiện nay để quản lý những thông tin trên Internet.

1.2.3.4. Các tiến bộ của công nghệ sinh học nano

Các cảm biến được tăng cường tính năng bởi công nghệ nano sẽ có tác động lớn tới lĩnh vực công nghệ sinh học cấp nano. Nhiều tiến bộ đạt được trong việc cảm nhận các hệ thống sinh học (như protein và vi sinh vật) và hiện tượng sinh học phân tử (như nhận dạng ADN và quy trình sinh học) đã được tạo khả năng bởi sự hoàn thiện của các cảm biến nano. Các cảm biến mà ta bắt đầu chế tạo hiện nay phù hợp với các quy trình sinh học cần quan tâm nghiên cứu, tạo khả năng tiến hành các thử nghiệm và xét nghiệm mới mà trước đây rất khó thực hiện, tốn thời gian hoặc chưa tồn tại.

Nghiên cứu về công nghệ sinh học nano không chỉ có tiềm năng cải thiện các phương pháp phát hiện sinh học, mà còn cả các phương diện khác của sinh học, bao gồm việc phát minh dược phẩm, phóng nạp thuốc, các phương pháp phẫu thuật, khả năng tương hợp sinh học, chẩn đoán, cấy ghép và thậm chí cả các bộ phận chi giả.

Các lĩnh vực nghiên cứu tích hợp khác của công nghệ sinh học nano bao gồm dụng cụ quang phổ để mô tả đặc trưng các quá trình sinh học, các cấu trúc nano nhân tạo phỏng sinh học, các vật liệu để chọn lựa và cảm biến sinh học, các cấu trúc nano chức năng để kiểm soát quá trình phóng nạp thuốc.

Nghiên cứu về công nghệ sinh học nano cũng đem lại sự xuất hiện của một lĩnh vực máy tính mới là máy tính ADN, có tiềm năng lớn để giải các bài toán phức tạp.

Hiện tại, phần lớn các kỹ thuật phát hiện ADN mặc dù được tự động hoá cao, nhưng đều là các kỹ thuật hoá học ướt và đòi hỏi sự nhân bản của các dải ADN để phục vụ cho các phương pháp phát hiện thông thường nhờ phản ứng polyme hoá hoặc các phương pháp khuếch đại vật liệu di truyền khác. Việc này vẫn phải cần đến sự can thiệp của con người để chuẩn bị mẫu.

Nhiều bộ phận cấy ghép hoặc các vật liệu khác muốn đưa vào cơ thể phải được lựa chọn để giảm thiểu nguy cơ đào thải. Hiện tại, nghiên cứu về công nghệ sinh học nanô đang phát hiện ra những phương pháp mới để đưa các vật liệu lạ vào cơ thể mà không bị hệ miễn dịch đào thải.

Hiện nay, các vật liệu được cấu trúc ở cấp nanô và một số cấu trúc nanô chức năng khác đang tìm được ứng dụng tiềm năng trong kỹ thuật hoá chất. Ví dụ, các nhà khoa học đã phát triển được các hạt nanô có chức năng sinh học để dùng phát hiện ADN và protein. Các vật liệu nanô và cấu trúc nanô chức năng cũng tạo khả năng cho những ứng dụng ở những lĩnh vực, chẳng hạn như thiết bị “phòng thí nghiệm trên một con chip”, trong đó là toàn bộ phòng thí nghiệm hoá học, và chuẩn bị được thương mại hoá.

Tới năm 2020, một số tiến bộ sẽ được tạo ra, có thể cho phép thực hiện việc xét nghiệm và phát hiện nhanh hơn, chính xác hơn đối với các mẫu sinh học. Những cải thiện trong công nghệ cảm biến sẽ cho phép nhận được các thiết bị có khả năng cơ động và thực hiện được một số loại hình phát hiện sinh học ở trên thực địa mà chỉ cần sự can thiệp tối thiểu của con người.

Nghiên cứu về vật liệu và các chất phủ được cấu trúc ở cấp nanô có thể giúp hoàn thiện các bộ phận giả, với diện tích bề mặt gia tăng và khả năng tương hợp sinh học để phát triển xương và không bị chối bỏ. Nhiều trường hợp, khả năng của cơ thể để chịu đựng, thậm chí chấp nhận sự có mặt của các vật liệu và cơ cấu lạ sẽ được tăng cường nhờ những cải tiến của công nghệ sinh học nanô.

Những tiến bộ về cảm biến, mạch tích hợp và nguồn điện sẽ tạo khả năng giám sát sinh học thụ động và tích cực, cũng như để theo dõi bệnh nhân.

1.2.3.5. Triển vọng của phương pháp lắp ráp phân tử

Các nhà khoa học từ lâu đã tìm kiếm khả năng có được năng lực chế tạo của tự nhiên để chế tạo vật liệu/ thiết bị bằng phương pháp đi từ nhỏ đến lớn, với việc thao tác từng nguyên tử một. Việc chế tạo thông thường đối với nhiều sản phẩm, mặc dù đã được sự tiếp sức của công nghệ nanô (như các chip máy tính, MEM), nhưng đều bắt đầu từ một khối vật liệu lớn rồi từ đó khử bỏ dần thông qua các nguyên công

cắt gọt, khắc hoặc mài để tạo ra các cấu phần ở cấp nanô, nghĩa là theo phương pháp từ trên xuống. Phương pháp chế tạo từ dưới lên, hay còn gọi là chế tạo ở cấp phân tử, hoặc lắp ráp phân tử được coi là một trong những khả năng tuyệt diệu của công nghệ nanô. Năm 1989, đây cũng là một trong những điều gây quan ngại nhiều nhất đối với kỷ nguyên công nghệ nanô đang nổi lên. Eric Drexler đã đưa ra thuật ngữ "grey goo" để chỉ những chiếc máy có kích cỡ nanô có khả năng tự nhân bản, sẽ giúp con người chế tạo ra các sản phẩm cần thiết.

Để thực hiện được việc chế tạo ở cấp phân tử cần phải được trang bị một số kỹ thuật kèm theo:

Một là, phải tìm được những chi tiết để từ đó tạo dựng nên những đối tượng cần thiết. Những chi tiết này phải bền vững về vật lý, ổn định về mặt hoá học, dễ thao tác và ở một mức độ nào đó phải linh hoạt về chức năng. Một số chuyên gia thuộc lĩnh vực này đề xuất việc sử dụng những cấu trúc giống kim cương được tạo từ cacbon làm các chi tiết để chế tạo bánh răng, rôto v.v.. Cũng có thể dùng những phân tử khác làm chi tiết và tạo ra các năng lực kết hợp khác, chẳng hạn như các cấu trúc gây ra phản ứng hoá học.

Hai là, khả năng lắp ráp các cấu trúc phức tạp dựa trên một thiết kế cụ thể. Một số nhà nghiên cứu đang tiến hành các cách tiếp cận khác nhau để giải quyết vấn đề này. Các kỹ thuật khác nhau đã được phát triển để định vị phân tử/nguyên tử. Một cách tiếp cận là sử dụng kính hiển vi lực nguyên tử có đầu dò rất nhỏ để dịch chuyển các nguyên tử và phân tử và bổ sung thêm các lực vật lý và hoá học. Một cách tiếp cận khác sử dụnglade để định vị các phân tử vào những chỗ cần thiết. Một số nhóm nghiên cứu đang nhằm vào các kỹ thuật lắp ráp hoá học, bao gồm cách tiếp cận xây dựng các cấu trúc từ từng lớp phân tử.

Ba là, thiết kế và kỹ thuật hệ thống. Các hệ thống phân tử cực kỳ phức tạp ở cấp vĩ mô sẽ đòi hỏi rất nhiều việc như thiết kế từng phần, thiết kế tổng thể, kết hợp hệ thống, cũng giống như những hệ thống chế tạo phức tạp hiện nay. Mặc dù các vấn đề thiết kế có thể được tách ra phần lớn ở cấp bộ phận, nhưng vẫn đòi hỏi một khối lượng tính toán lớn để phục vụ việc thiết kế và kiểm định. Cũng cần phải tiến hành kiểm tra về những yếu tố kỹ thuật như dung sai khuyết tật, độ nguyên vẹn về vật lý và độ ổn định hoá học.

Một số chuyên gia ở lĩnh vực này đã vạch ra con đường phát triển tiềm năng của lĩnh vực chế tạo cấp phân tử, được phân ra theo quy mô tổng thể, công nghệ chế tạo, độ phức tạp của hệ thống, vật liệu dùng cho các cấu phần v.v.. Một số phương án trong đó dự báo sự ra đời của những đoàn rôbot nanô cùng làm việc để lắp ráp các cấu trúc (là những chi tiết chứa khoảng 100 đến 10.000 phân tử). Những quan điểm khác tiên tiến hơn đề xuất các nguyên tắc hoá học và sử dụng các nguyên liệu hoá chất đơn giản để nhận được những chi tiết chứa 10^8 - 10^9 phân tử.

Mặc dù lĩnh vực chế tạo cấp phân tử có triển vọng đem lại những thay đổi lớn cho toàn cầu (chẳng hạn như việc đào tạo lại một số lượng lớn nhân lực, cơ hội cho các nước để nắm bắt và theo đuổi mô hình chế tạo mới, hoặc sự biến đổi của những nước không có được di sản kết cấu hạ tầng sản xuất), nhưng hiện chúng ta vẫn chưa biết một cách thấu đáo lắm về các công nghệ được đề cập. Tuy nhiên, đã có tiến bộ lớn trong việc phát triển các công nghệ thành phần ở giai đoạn đầu của lĩnh vực chế tạo cấp phân tử, trong đó các đối tượng có thể được chế tạo từ các phân tử đơn giản. Mặc dù những chi tiết để làm nên những hệ thống này hiện mới chỉ tồn tại ở giai đoạn nghiên cứu, nhưng có cơ sở để hy vọng rằng 15 năm tới có thể phát triển được khả năng tích hợp chúng. Một hệ thống như vậy có thể lắp ráp được các cấu trúc có chứa 100-10.000 cấu phần và kích thước toàn bộ lên tới hàng chục micron. Một loạt đột phá quan trọng có thể xảy ra nhanh hơn nhiều tốc độ tiến bộ của lĩnh vực này, nhưng xem ra đến năm 2020 chưa chắc đã có thể áp dụng phương pháp chế tạo cấp phân tử để tạo ra những đối tượng cấp vĩ mô.

1.2.3.6. Những sản phẩm công nghệ nanô khả thi vào năm 2020

Theo dự báo, đến năm 2020 sẽ có các sản phẩm công nghệ nanô sau được đưa vào sử dụng:

- Những cảm biến hóa chất và sinh học mới, kích thước nhỏ, có độ nhạy và chọn lọc cao;
- Các nguồn điện có điện lượng và khả năng quản lý cao;
- Các cảm biến mang trên người, đặc biệt có ích cho các chiến binh và lực lượng cứu hộ khẩn cấp;

- Các thiết bị tính toán được lắp đặt vào bên trong các hàng hoá thương mại (hiện đã thực hiện và sẽ trở nên phổ biến hơn);
- Các thiết bị theo dõi sức khoẻ cá nhân được mang trên người, có khả năng liên lạc và ghi lại dữ liệu;
- Các cơ cấu nanô chức năng để phóng nạp thuốc có kiểm soát và tăng hiệu quả của các thiết bị cấy ghép/các bộ phận giả;
- Năng lực theo dõi và giám sát rộng khắp đối với con người và môi trường.

Sự nổi lên nhanh chóng của công nghệ nanô cũng có thể giúp đưa lại một số công nghệ mà ít có khả năng phổ cập vào năm 2020, nhưng nếu xảy ra thì sẽ có tác động lớn. Các công nghệ này gồm: (a) ứng dụng ống nanô cacbon hoặc dây nanô kim loại/bán dẫn để làm phần tử chức năng trong mạch điện tử, (b) Chế tạo bằng phương pháp phân tử hoặc sinh học.

1.2.4. Xu thế phát triển và ứng dụng công nghệ thông tin

Do công nghệ thông tin là một lĩnh vực rất rộng, nên ở đây chỉ giới thiệu những xu hướng sẽ có ảnh hưởng đáng kể tới đời sống chính trị và xã hội toàn cầu.

1.2.4.1. Xu hướng hội tụ các công nghệ

Hiện tại, nhiều dịch vụ và sản phẩm đều có sự kết hợp với công nghệ thông tin. Ví dụ, mọi người có thể truy cập Internet thông qua máy thu hình cáp hay điện thoại. Họ cũng có thể sử dụng máy điện thoại di động của mình để giữ và đọc email, lướt Web hoặc nhắn tin tức thời. Các nhà nghiên cứu hiện đang tìm cách để có thể truy cập Internet bằng thông rộng nhờ đường dây tải điện với ý đồ cạnh tranh với các hãng điện thoại hay cung cấp dịch vụ truyền hình cáp.

Sự hội tụ các công nghệ và chức năng sẽ tiếp tục là mục tiêu của các sản phẩm kỹ thuật số từ nay đến năm 2020. Công việc này sẽ được hỗ trợ bởi những phát triển trong kỹ thuật nối dây và các vật liệu tải thông tin số, có thể sẽ nhờ đến những thành tựu của mạng quang. Điện thoại, truyền hình, radio, máy tính cá nhân, truy cập Internet, nguồn điện và thậm chí cả đèn điện trong phòng đều có thể được kết hợp trong 1 sản phẩm. Vải và máy tính cũng sẽ được kết hợp với nhau, tạo ra loại vải thông minh (thích ứng với thời tiết), các máy tính mang trên người.

1.2.4.2. Dữ liệu sẽ có mặt ở khắp nơi

Tới năm 2020, do nhiều công nghệ được phát triển để bao hàm các cơ cấu theo dõi và cảm nhận, nên một lượng lớn dữ liệu liên quan đến cá nhân sẽ được tạo ra, như nhận dạng, địa điểm, thói quen, hành vi. Cần phải có sự hiểu biết về những nguy cơ mà công nghệ khai thác dữ liệu (Data Mining) có thể đưa lại đối với vấn đề riêng tư cá nhân. Với một lượng dữ liệu lớn có được, cũng cần phải xét đến và giải quyết vấn đề chất lượng, không chỉ ở sự trùng lặp hay tính chính xác, mà cả khả năng lưu trữ và truy cập trong một khoảng thời gian đủ ngắn. Về bộ nhớ, các cấu trúc nano đang chứng tỏ những triển vọng khả quan. Bộ nhớ hữu cơ cũng được hoàn thiện về dung lượng nhớ, đồng thời dễ sản xuất, giúp hạ giá thành.

1.2.4.3. Công nghệ cơ sở dữ liệu

Với triển vọng phát triển của công nghệ thông tin, công nghệ cơ sở dữ liệu (CSDL) đang trở nên quan trọng hơn nhiều so với thời gian trước đây. Các nhà nghiên cứu công nghệ thông tin cần phải hoàn thiện tiếp công nghệ này để ứng phó với những thay đổi có thể xảy ra về bản chất và khối lượng của thông tin.

Như đã đề cập ở trên, do dữ liệu được sản sinh và truyền tải ngày càng nhiều hơn, nên ta sẽ phải cần đến các CSDL và công nghệ để phân loại, lưu trữ, tách rút và phân tích thông tin. Các CSDL này sẽ phải được cập nhật thường xuyên và cần có thêm thông tin về bối cảnh để mô tả bản chất của dữ liệu. Công nghệ CSDL hiện tại thường chú trọng nhiều đến các CSDL phân tán, nhưng chúng ta có thể phải tiến tới có được các CSDL lớn, tập trung để có được các thông tin khi cần thiết. Cái chúng ta có thể sẽ có được vào năm 2020 là một CSDL để tìm kiếm thông tin mau lẹ (Agile Database), trong đó những kho dữ liệu lớn có thể dễ dàng phân ra thành các bộ phận hoặc cấu hình lại để tách rút được những thông tin thật cần thiết cho những tình huống cụ thể.

1.2.4.4. Xu hướng tiến tới các thiết bị và nguồn điện ngày càng nhỏ, cơ động

Các thiết bị điện tử sẽ ngày càng có kích thước nhỏ, nhẹ, thường được kết nối bằng công nghệ không dây và cơ động. Vì xu hướng này

vẫn tiếp diễn, nên sẽ ngày càng có nhu cầu đối với các nguồn năng lượng thay thế, có kích thước nhỏ, nhẹ, cơ động và thời gian cấp điện dài. Hoạt động nghiên cứu về các nguồn điện thay thế, có khả năng tái sinh sẽ ảnh hưởng đến sự phát triển tiếp theo của các thiết bị điện tử nhỏ, di động.

Song song với xu hướng này, các máy tính có tính năng cao sẽ được đưa vào các cụm máy nhỏ hơn và rẻ hơn. Các máy này có khả năng thay đổi cấu hình để đáp ứng nhu cầu tính toán theo những tình huống đặt ra. Chúng ta sẽ có được công nghệ thông tin đáp ứng theo bối cảnh, trong đó các mạng và ứng dụng sẽ tuân theo quy luật bầy đàn. Các mạng máy tính sẽ phản ánh các mạng xã hội và khi cần các cấu hình phần cứng và phần mềm của chúng có thể được cấu hình lại để đáp ứng nhu cầu cụ thể.

1.2.4.5. Những sản phẩm công nghệ thông tin khả thi vào năm 2020

Dự báo những sản phẩm công nghệ thông tin dưới đây được coi là khả thi vào năm 2020:

- Mạng Internet không dây sẽ phổ biến trên toàn thế giới, phục vụ cho tầng lớp trung lưu và thượng lưu, kể cả các nước đang phát triển và các vùng nông thôn;
- Các máy tính mang trên người được tăng cường để kiểm soát các thiết bị y tế và các hệ thống giải trí;
- Các cơ sở dữ liệu lớn (hy vọng có độ an toàn cao), chứa đựng thông tin cá nhân, chẳng hạn như lịch sử và các lượng thông tin đã được xem và xử lý, cũng như các thông tin khác như tiểu sử bệnh tật, thông tin hệ gen...;
- Các thiết bị lưu trữ kích thước nhỏ, giá rẻ dùng để lưu trữ các khối lượng dữ liệu lớn, chẳng hạn như âm thanh, hình ảnh và các trang web;
- Năng lực tìm kiếm ngày càng được cải thiện để định vị không chỉ những câu văn bản, mà cả các câu ngữ nghĩa, tranh ảnh và video;
- Các thẻ FRID dùng để theo dõi hàng hoá mua bán, mô thức mua sắm của người dùng, thậm chí cả động thái cá nhân phục vụ mục đích an ninh và quảng cáo;

- Sinh trắc học (chẳng hạn như vân tay, mống mắt/võng mạc) được ứng dụng rộng khắp để đảm bảo an ninh (kể cả việc tiếp cận với máy tính, địa điểm và dịch vụ thương mại);
- Các mạng cảm biến và camera sẽ có mặt ở khắp nơi, ngày càng có kích thước nhỏ, khó phát hiện.

1.2.5. Xu thế ứng dụng trí tuệ nhân tạo

Các hệ thống trí tuệ có hứa hẹn rất lớn để giúp đương đầu với các thách thức và đóng nhiều vai trò quan trọng trong các quy trình chế tạo tự động hoá công nghiệp và các xí nghiệp trong tương lai. Các hệ thống này đang thu hút được sự quan tâm ngày càng tăng của các ngành công nghiệp và đang được ứng dụng vào toàn bộ phạm vi của các hoạt động chế tạo để tạo được sức cạnh tranh toàn cầu. Giá trị và tác động của các công nghệ hệ thống trí tuệ còn to lớn hơn so với các cuộc cách mạng công nghiệp trước đây, góp phần đưa lại kỷ nguyên mới của các ngành chế tạo/tự động hoá.

Các ngành chế tạo tiên tiến là một trong những ngành sớm nhất và hiện cũng đang là những ngành tích cực nhất trong việc ứng dụng các công nghệ hệ thống trí tuệ, giúp đưa lại sự phổ biến rộng rãi thuật ngữ “Các hệ thống chế tạo có trí tuệ”.

Hệ thống trí tuệ được định nghĩa là những hệ thống, trong đó mô phỏng và áp dụng tích cực một số khía cạnh của trí tuệ con người để thực thi nhiệm vụ. Hơn thế nữa, hệ thống trí tuệ còn cố gắng nâng cao năng lực của con người để cảm thụ, suy luận, ra quyết định và hành động. Hệ thống trí tuệ tạo khả năng cho các máy móc/thiết bị dự đoán được các yêu cầu và ứng phó hữu hiệu trong những hoàn cảnh phức tạp, chưa biết trước và chưa thể dự báo trước.

1.2.5.1. Phân loại các hệ thống trí tuệ

Các công nghệ hệ thống trí tuệ có thể được chia thành 7 nhóm lớn, gồm:

IST1: Các kỹ thuật trí tuệ nhân tạo kinh điển, bao gồm hệ chuyên gia và hệ thống dựa vào tri thức, hệ thống hỗ trợ quyết định, các phương pháp tìm kiếm và siêu tìm kiếm (Meta-search), khai thác dữ liệu và phát minh tri thức, suy luận dựa vào trường hợp và suy luận

dựa vào mô hình, lập kế hoạch và lập lịch trình bằng trí tuệ nhân tạo.

IST2: Các kỹ thuật tính toán “mềm” (Soft Computing), là các kỹ thuật tính toán dạng tiến hóa và được tạo cảm hứng từ giới sinh vật, bao gồm mạng nơron, logic mờ và thuật toán di truyền.

IST3: Công nghệ tác tử trí tuệ (Intelligent Agent), là hệ thống phần mềm có nhiệm vụ truyền thông và hợp tác với các hệ thống phần mềm khác và với con người để giải quyết những vấn đề phức tạp thường vượt quá năng lực của mỗi cá nhân.

IST4: Các kỹ thuật cảm thụ, bao gồm các hệ thống cảm biến và thị giác, có khả năng nhận thức được dạng mẫu (pattern), nhận thức được lời nói và diễn giải được các hình ảnh.

IST5: Các môi tương tác Người-Máy và thực tại ảo (Virtual Reality), bao gồm các giao diện Người-Máy, các giao diện trí tuệ, hoặc các nhà cố vấn trí tuệ phục vụ người dùng.

IST6: Các công nghệ lập mô hình và mô phỏng, bao gồm CAD/CAM/CAE, lập mô hình toán học và ký hiệu, tối ưu hoá.

IST7: Các công nghệ cộng tác và phối hợp, bao gồm các công nghệ dựa vào Internet và Web, các hệ thống hợp tác phân tán, phần nhóm (Groupware), kỹ thuật và các môi trường hợp tác.

Thông thường, để ứng dụng hệ thống trí tuệ vào ngành chế tạo cần phải có sự kết hợp của những kỹ thuật/công nghệ nói trên.

Việc ứng dụng hệ thống trí tuệ vào ngành chế tạo là một mức cao hơn so với việc ứng dụng công nghệ máy tính. Khái niệm ngành chế tạo được tích hợp máy tính (CIM) có thể coi là một ứng dụng ban đầu của hệ thống trí tuệ vào ngành chế tạo. Ở CIM có việc ứng dụng các năng lực quan trọng như ở con người.

Hoạt động nghiên cứu và phát triển về các công nghệ chế tạo tiên tiến thường được phân loại thành 3 lĩnh vực chính là: (a) Các quy trình chế tạo, (b) Các hệ thống chế tạo, (c) Quản lý chế tạo. Phần lớn các công nghệ hệ thống trí tuệ được ứng dụng trong các ngành chế tạo đều có liên quan đến 2 lĩnh vực sau là các hệ thống chế tạo và quản lý chế tạo. Trong lĩnh vực các quy trình chế tạo, các công nghệ hệ thống trí tuệ thường được dùng để phục vụ cho các công đoạn thiết kế, lập mô hình, mô phỏng, theo dõi và kiểm soát các quy trình chế tạo.

Tương tự, các công nghệ chế tạo tiên tiến cũng được phân loại thành các nhóm lớn dưới đây:

AMT1: Thiết kế sản phẩm và quy trình

AMT2: Thiết kế các hệ thống chế tạo và quản lý chế tạo (bao gồm quy hoạch tài nguyên doanh nghiệp, quy hoạch quá trình chế tạo, lập kế hoạch, lập lịch trình sản xuất, xử lý vật liệu)

AMT3: Các công nghệ tích hợp và cộng tác phục vụ cho doanh nghiệp;

AMT4: Các công nghệ theo dõi và kiểm soát (kể cả các công nghệ kiểm soát các công trình chế tạo ở cấp micron và nano);

AMT5: Các công nghệ kiểm định, chẩn đoán và bảo trì (kể cả sửa chữa);

AMT6: Các công nghệ liên quan đến giai đoạn sử dụng và thải bỏ sản phẩm (kể cả các vấn đề đào tạo và môi trường).

1.2.5.2. Tình hình ứng dụng và xu thế phát triển

Hiện nay, một số công nghệ hệ thống trí tuệ đã được ứng dụng để cải thiện công tác thiết kế sản phẩm và quy trình, tối ưu hoá các quy trình sản xuất, tăng cường công năng của các vật liệu và nguồn lực, với mục tiêu cuối cùng là để sản xuất các sản phẩm chất lượng cao một cách nhanh hơn và rẻ hơn.

Các kỹ thuật trí tuệ nhân tạo kinh điển

Cuối thập kỷ 1950, trí tuệ nhân tạo (*Artificial Intelligent-AI*) đã nổi lên với 2 mục tiêu chủ yếu: (a) Mục tiêu khoa học là cố gắng hiểu được các năng lực trí tuệ và suy luận của con người, (b) Mục tiêu kỹ thuật là cố gắng thiết kế và chế tạo các máy móc có “trí tuệ”.

Giữa thập kỷ 1960, một phân ngành của trí tuệ nhân tạo đã ra đời, đó là các hệ chuyên gia (*Expert System*). Ban đầu, cách tiếp cận được áp dụng ở phân ngành này là lập mô hình tri thức của các chuyên gia dưới dạng các Quy tắc hành động theo các điều kiện ngoại cảnh (*Condition-action Rules*). Sau đó, các hệ chuyên gia đã hướng tới giải quyết các nhiệm vụ phức tạp và đòi hỏi các chức năng đa dạng. Do vậy, vào giữa thập kỷ 1970, hệ thống HEARSAY đã được phát triển. Hệ thống này hiểu được lời nói, có nhiệm vụ ghi lại dữ liệu và những kết luận ở tại một địa điểm, tiếp đó nó đồng thời sử dụng nhiều hệ chuyên

gia để cân nhắc các khía cạnh khác nhau của dữ liệu cùng một lúc. Các tập hợp quy tắc khác nhau được gọi là các nguồn tri thức (Knowledge Source), còn kiến thức tổng thể được gọi là bảng đen (Blackboard). Trên thực tế, các nguồn tri thức khác nhau ở một cấu trúc bảng đen có thể coi là từng chuyên gia cùng tham gia giải quyết một vấn đề theo kiểu phân tán. Đây chính là lý do mà các hệ thống bảng đen còn được gọi là hệ thống đa chuyên gia. Các hệ thống này có nhiệm vụ giải quyết vấn đề song song, tạo cơ sở hình thành một phân hệ mới của trí tuệ nhân tạo, đó là Trí tuệ nhân tạo phân tán (DAI). Tiếp đó, DAI đã đưa ra nhiều khái niệm chính thống, với những chủ đề nghiên cứu liên quan đến tác tử trí tuệ và hệ đa tác tử.

Các kỹ thuật trí tuệ nhân tạo kinh điển đặc biệt hữu ích để:

- Tự động hoá các công việc có tính lặp đi lặp lại, giúp giải toả bớt gánh nặng cho người sử dụng;
- Tăng cường các kỹ năng của người sử dụng, thông qua sự hỗ trợ về trí tuệ;
- Ứng phó với tình trạng bất định;
- Quản lý những khối lượng thông tin khổng lồ;
- Truy cập các sự kiện nằm trong một khối lượng tri thức lớn;
- Biến dữ liệu thô thành thông tin hữu ích;
- Hỗ trợ công tác giáo dục và đào tạo người sử dụng.

Trong những thập kỷ qua, các khái niệm và kỹ thuật trí tuệ nhân tạo kinh điển đã được áp dụng rộng rãi trong nhiều phương diện của các ngành chế tạo tiên tiến, bao gồm phát triển sản phẩm và quy trình, quản lý sản xuất, kiểm soát chất lượng và chẩn đoán các quy trình chế tạo. Vấn đề đặt ra bây giờ không còn là hỏi xem liệu các kỹ thuật đó sẽ có tác động lớn tới các ngành chế tạo trong tương lai không, mà là phải hiểu biết tốt hơn và khai thác tốt hơn những triển vọng sâu rộng của chúng. Phần lớn các kỹ thuật trí tuệ nhân tạo kinh điển và các ứng dụng của chúng mặc dù đã được nghiên cứu từ vài thập kỷ qua, nhưng vẫn chưa thật sự mạnh mẽ. Các hoạt động nghiên cứu tích cực gần đây đã chú trọng vào vấn đề học tập của máy móc, khai thác dữ liệu, phát minh tri thức và đặc biệt là những ứng dụng liên quan đến việc tích hợp với các công nghệ dựa vào Web và Internet

để phục vụ cho các công tác lập kế hoạch, theo dõi, chẩn đoán và bảo trì quy trình sản xuất.

Trong vòng 5-10 năm tới, một số kỹ thuật trí tuệ nhân tạo mới sẽ được phát triển tiếp, chẳng hạn như kỹ thuật học tập của máy, khai thác dữ liệu và phát minh tri thức, đặc biệt là cùng kết hợp với các công nghệ dựa vào Internet/Web như Semantic Web và kỹ thuật điện toán mềm. Những nỗ lực lớn sẽ được tiến hành để phát triển, triển khai và hoàn thiện các hệ thống này ở các doanh nghiệp/xí nghiệp chế tạo.

Các hệ thống quản lý tri thức và dựa vào tri thức sẽ vẫn là chủ đề nghiên cứu và phát triển then chốt, đặc biệt là để phục vụ công tác phát triển sản phẩm. Tuy nhiên, kỹ thuật tri thức vẫn là một quá trình tiêu tốn nhiều thời gian và dựa nhiều vào tri thức quý hiếm của các nhà khoa học máy tính, gây khó khăn cho việc ứng dụng phổ cập. Các kỹ thuật khai thác dữ liệu và học tập của máy móc có tiềm năng giảm bớt thời gian và chi phí của các kỹ thuật tri thức truyền thống. Cũng có triển vọng phát triển được các phương pháp hoàn thiện hơn, hệ thống hơn đối với kỹ thuật tri thức.

Các kỹ thuật tính toán "mềm"

Các kỹ thuật này chủ yếu gồm logic mờ, mạng nơron, thuật toán di truyền, sau đó bổ sung thêm các mạng niềm tin (Belief Network) và máy tính tiến hoá, kể cả máy tính ADN. Tính toán "mềm" khác với kỹ thuật tính toán thông thường ("cứng") ở chỗ nó chấp nhận sự thiếu chính xác, sự bất định và một phần sự thật (Partial Truth). Trên thực tế, mô hình vai trò của tính toán "mềm" chính là tư duy của bộ óc con người. Nguyên tắc chủ đạo của tính toán "mềm" là khai thác khả năng chấp nhận sự thiếu chính xác, sự bất định và một phần sự thật để đạt được giải pháp với phí tổn thấp.

Hoạt động nghiên cứu tính toán "mềm" được bắt đầu từ đầu thập kỷ 1960 và đã có những ứng dụng trong các ngành chế tạo (kể cả các ứng dụng công nghiệp). Các kỹ thuật này có thể ứng dụng ở hầu hết các lĩnh vực chế tạo tiên tiến, nhưng đặc biệt hữu ích là ở các khâu lập kế hoạch và lịch trình, theo dõi và kiểm soát, kiểm định và chẩn đoán, thiết kế sản phẩm và quy trình.

Mặc dù các kỹ thuật này đã được đề xuất và phát triển từ vài thập kỷ qua, nhưng vẫn phải tiếp tục thúc đẩy nghiên cứu thì mới có thể áp

dụng phổ biến ở các ngành chế tạo, đặc biệt là để được giới công nghiệp tiếp nhận. Những trường hợp ứng dụng thành công cho thấy là tác động của lĩnh vực này sẽ ngày càng gia tăng trong những năm tới. Kỹ thuật tính toán mềm có nhiều triển vọng sẽ đóng vai trò quan trọng trong khoa học và công nghệ, nhưng kết cục ảnh hưởng của chúng sẽ sâu rộng hơn nhiều. Ở nhiều phương diện, tính toán mềm biểu thị một sự chuyển dịch phản ánh những sự việc diễn ra trong bộ não con người, chứ không như những máy tính hiện nay-nghĩa là có được năng lực lưu trữ và xử lý những thông tin thường là thiếu chính xác, bất định và không có trong phân loại.

Công nghệ tác tử trí tuệ (Intelligent Agent)

Tác tử trí tuệ được định nghĩa là hệ thống phần mềm có nhiệm vụ liên lạc và hợp tác với các hệ thống phần mềm khác và với con người để giải quyết những vấn đề phức tạp thường vượt quá năng lực của mỗi cá nhân.

Từ hơn thập kỷ nay, công nghệ tác tử đã được sử dụng để phát triển các hệ thống thiết kế cộng tác đối với sản phẩm. Trong các hệ thống này, tác tử trí tuệ phân lớn được dùng để hỗ trợ sự hợp tác giữa các nhà thiết kế và tích hợp các công cụ CAD/CAE không đồng nhất. Gần đây, công nghệ tác tử đã được tích hợp với các công nghệ đang nổi lên khác (chẳng hạn như các Dịch vụ Web (Web Service), Web Ngữ nghĩa (Semantic Web), điện toán mạng (Grid Computing), hoạt động hợp tác được hỗ trợ bởi máy tính (CSCW) và Phần mềm Nhóm (Groupware)), để phát triển các hệ thống thiết kế hợp tác hữu hiệu cho sản phẩm.

Trong 2 thập kỷ qua, các nhà nghiên cứu đã áp dụng công nghệ tác tử để giải quyết các bài toán liên quan đến lập kế hoạch và lập trình đối với quy trình chế tạo. Đây là một trong những chủ đề nghiên cứu tích cực nhất trong việc ứng dụng tác tử trí tuệ vào các ngành chế tạo tiên tiến. Các tác tử trí tuệ đã được dùng để biểu thị các nguồn lực sản xuất, chẳng hạn như các dây chuyền, “tế bào” gia công, máy móc. Thiết bị gá lắp, cũng như các sản phẩm, chi tiết, nguyên công và công nhân vận hành để tạo điều kiện thuận lợi cho việc lập kế hoạch, lịch trình của quy trình chế tạo và kiểm soát tình hình thực hiện. Những công trình nghiên cứu đáng quan tâm gần đây bao gồm việc tích hợp

dựa vào tác tử trong lập kế hoạch và xây dựng lịch trình của quy trình chế tạo, tổ hợp các cách tiếp cận dựa vào tác tử với những kỹ thuật tối ưu hoá khác, như các phương pháp tìm kiếm dựa vào “thử và sai” (heuristic), ma trận hoạt động, thuật toán di truyền, mạng nơron và rèn luyện được mô phỏng (Simulated Annealing).

Việc áp dụng các tác tử trí tuệ trong quản lý xí nghiệp chế tạo thường thực hiện ở cấp cao để phối hợp các nguồn lực chế tạo có sẵn nhằm đáp ứng các khối lượng và loại hình sản phẩm cần thiết, nhưng cũng được thực hiện ở cấp thấp để quản lý các nguồn lực chế tạo của từng cá nhân nhằm cung cấp các quy trình đơn vị theo yêu cầu của các chức năng quản lý cấp cao. Trong phần lớn trường hợp, tác tử được dùng để chứa đựng các hệ thống phần mềm di sản hiện có trên cơ sở sử dụng các cách tiếp cận phần trung gian (Middle ware) khác nhau. Trong lĩnh vực kinh doanh, tác tử được dùng để biểu thị cho các đối tác đàm phán (hoặc là các xí nghiệp thực tế, hoặc là các doanh nghiệp ảo), để tạo điều kiện cộng tác doanh nghiệp.

Với sự xuất hiện của khái niệm *Hệ thống Chế tạo Holonic (HMS)*, các tác tử được dùng để thực hiện các holon. Holon là thuật ngữ kết hợp 2 thuật ngữ là “holos” (tổng thể) và “on” (phần tử). Một holon được định nghĩa là “một chi tiết lắp ráp có tính tự quản và cộng tác để tạo ra một hệ thống chế tạo trọn vẹn nhằm biến đổi, vận chuyển, lưu trữ và/hoặc kiểm chứng thông tin và các đối tượng vật chất”. Một holon có thể là một bộ phận của holon khác. Một khái niệm quan trọng nữa là “*holarchy*”, được định nghĩa là một hệ thống các holon có khả năng hợp tác với nhau để cùng đạt được mục đích hoặc mục tiêu. Như vậy, HMS là “một holarchy, trong đó tích hợp toàn bộ phạm vi các hoạt động chế tạo, từ khâu đặt hàng tới thiết kế, sản xuất và tiếp thị để thực thi việc kinh doanh một cách mau lẹ”. Do đó, HMS được hiểu là một hệ thống chế tạo, trong đó các phần tử then chốt của nó như nguyên vật liệu, máy móc, sản phẩm, chi tiết v.v... đều có tính tự quản và cộng tác với nhau. Ở HMS, các hoạt động của holon được quyết định thông qua sự cộng tác với các holon khác, chứ không theo cơ chế tập trung truyền thống. Công nghệ tác tử đã được sử dụng để thực thi khái niệm HMS. Ở loại hình hệ thống này, các tác tử trí tuệ đóng vai trò holon đều có hai phần: phần cứng và phần mềm.

Các công nghệ này đã gần đạt tới độ chín để ứng dụng trong các ngành công nghiệp. Chúng đặc biệt có triển vọng khi được tích hợp với các công nghệ đang nổi lên như dịch vụ Web, Semantic Web và điện toán mạng. Các lĩnh vực ứng dụng chủ yếu bao gồm lập kế hoạch, lập lịch trình, kiểm soát, theo dõi, kiểm định, chẩn đoán, duy trì quy trình, tích hợp doanh nghiệp (đặc biệt là tích hợp hệ thống) và cộng tác.

Tuy nhiên, vẫn cần nhiều nỗ lực nghiên cứu và phát triển hơn nữa để các giải pháp tác tử có thể được các ngành công nghiệp tiếp nhận và ứng dụng trong thực tiễn. Các hoạt động nghiên cứu và phát triển sẽ phải tiếp tục tập trung vào các cơ chế cộng tác và phối hợp và ngữ nghĩa học, các biện pháp đảm bảo an ninh, ổn định và độ tin cậy của hệ thống.

Các công nghệ thụ cảm (Perception)

Các công nghệ thụ cảm bao gồm các hệ thống cảm biến và thị giác, có khả năng nhận dạng kiểu mẫu, lời nói và phiên dịch hình ảnh. Các cảm biến khác nhau (chẳng hạn như các cảm biến độ ẩm, áp suất, lưu lượng, nhiệt độ và nắm bắt hình ảnh) đã được ứng dụng rộng rãi trong các ngành chế tạo, vừa để theo dõi, vừa để quản lý các quy trình. Các hệ thống thị giác máy trong đó tích hợp các cấu phần điện tử và các hệ phần mềm để bắt chước nhiều chức năng nhìn của mắt người. Các hệ thống này có phạm vi từ việc thu nhận hình ảnh và phân tích cho tới những chức năng cao hơn như phiên dịch và ra quyết định. Chúng được áp dụng vào ngành chế tạo nhằm các mục đích khác nhau: đo kích thước chi tiết, phát hiện khuyết tật bề mặt, kiểm định công việc lắp ráp, hướng dẫn các xe và rôbot tự động.

Thị giác máy về bản chất là mang tính trí tuệ, vì việc phiên dịch các hình ảnh đòi hỏi phải có trí tuệ. Con người coi việc nhìn/quan sát là hết sức bình thường, vì bộ não xử lý các hình ảnh ở trong tiềm thức, nhưng đối với máy móc thì quả là những nhiệm vụ phức tạp. Cho đến nay, chưa có một hệ thống nào có khả năng phiên dịch được các hình ảnh liên tục thay đổi, mà chỉ có khả năng thực hiện với một đối tượng đặc thù ở trong một môi trường hạn chế.

Những năm gần đây, ngày càng có nhiều công trình nghiên cứu nhằm tích hợp các kỹ thuật trí tuệ nhân tạo kinh điển với hệ thống thị giác máy để tăng năng lực của các hệ thống đó.

Các công nghệ này đã được ứng dụng trong ngành chế tạo, tuy nhiên vẫn phải tiếp tục tiến hành nghiên cứu, đặc biệt là về vấn đề tích hợp với các công nghệ khác như kỹ thuật điện toán phân mềm và khai thác dữ liệu, phục vụ cho các thiết bị cảm nhận thông minh và hoạt động ngay (plug-and-play). Các công nghệ này chủ yếu được dùng để theo dõi, kiểm soát, kiểm định, chẩn đoán và bảo trì. Hoạt động nghiên cứu trong tương lai sẽ nhằm mục đích phát triển các cảm biến và công nghệ cảm biến mới (chẳng hạn như các thiết bị cảm biến và theo dõi phân tán, được kết nối với nhau bằng vô tuyến) và các hệ thống thị giác mới. Sẽ phải nỗ lực rất lớn để triển khai rộng rãi các công nghệ này tại các xí nghiệp chế tạo.

Quan hệ tương tác Người-Máy và Thực tại ảo

Vì hệ thống trí tuệ chỉ bổ sung và tăng cường chứ không thay thế các năng lực cho con người, nên giao diện Người-Máy là một bộ phận cấu thành của nhiều hệ thống trí tuệ. Giao diện này được tạo dựng xung quanh phần mềm biểu thị tri thức và hiển thị tương tác, cho phép người công nhân tương tác được với các máy trí tuệ bằng cách đưa ra các khối lượng dữ liệu lớn trong các khổ mẫu mà con người dễ dàng diễn giải được. Tiếp đó, các thiết bị đầu vào-đầu ra có nhiệm vụ truyền và nhận dữ liệu về vị trí, chuyển động và lực, cho phép người công nhân đưa các lệnh cho máy thông qua cử chỉ và lực.

Thực tại ảo có thể coi là một trong các công nghệ tương tác Người-Máy. Ở phần lớn các ứng dụng, các đồ họa 3 chiều được dùng để giúp những người sử dụng tương tác được với các mô phỏng. Thực tại ảo được áp dụng rộng rãi để đào tạo công nhân vận hành máy móc, phi công điều khiển máy bay v.v.. Với những công trình nghiên cứu phát triển gần đây, sẽ có ngày càng nhiều ứng dụng thực tại ảo vào môi trường sản xuất, chẳng hạn như để theo dõi và kiểm soát từ xa ở thời gian thực, để thiết kế và kiểm định tế bào/dây chuyền lắp ráp có sự tham gia của cả máy móc lẫn người công nhân vận hành.

Các kỹ thuật này sẽ đóng vai trò ngày càng quan trọng trong chế tạo, đặc biệt là trong việc tích hợp con người với các máy móc/thiết bị, cũng như với các công nghệ lập mô hình và mô phỏng, chẳng hạn như “con người trong mô phỏng vòng”, hay “phần cứng trong mô phỏng vòng”. Nó cũng sẽ là một trong những công nghệ quan trọng nhất cần cho việc đào tạo kỹ năng của nguồn nhân lực trong tương lai.

Các công nghệ lập mô hình và mô phỏng (M&S)

Các công nghệ lập mô hình và mô phỏng tạo khả năng cho các nhà thiết kế thử nghiệm được các đặc trưng của đồ án để xem chúng có thoả mãn yêu cầu hay không, dựa trên các thí nghiệm ảo. Việc sử dụng các nguyên mẫu ảo đã giúp giảm được rất nhiều thời gian và phí tổn của công tác thiết kế. Chúng cung cấp cho các nhà thiết kế phản hồi tức thời về các quyết định của họ; cho phép khai thác được nhiều phương án và hoàn thành tốt hơn phương án cuối cùng. Việc mô phỏng có vai trò đặc biệt quan trọng trong việc thiết kế các hệ thống đa ngành, trong đó các sản phẩm của các ngành khác nhau (như cơ khí, điện, điều khiển, v.v.) có quan hệ chặt chẽ với nhau để đem lại kết quả tối ưu.

Một trong những yêu cầu cơ bản nhất đối với kỹ thuật mô phỏng để phục vụ công tác thiết kế là: ngôn ngữ lập mô hình phải thể hiện đầy đủ để lập mô hình các hiện tượng phi tuyến, đa ngành, vừa liên tục, vừa ngắt quãng thường xảy ra ở các nguyên mẫu thiết kế. Trong những thập kỷ qua, nhiều ngôn ngữ mô hình và mô phỏng đã được đề xuất và phát triển, nhưng chỉ có một số ít là thích hợp để lập mô hình các hệ thống đa ngành. Từ các ngôn ngữ này đã xuất hiện 2 phát triển quan trọng: (1) Phương pháp lập mô hình dựa vào phương trình và (2) Phương pháp lập mô hình theo đối tượng. Các nghiên cứu hiện nay tiếp tục 2 phát triển này bằng cách vươn tới phương pháp lập mô hình dựa vào cấu phần và bằng cách hỗ trợ các hệ thống ghép (bao gồm cả các sự kiện liên tục lẫn gián đoạn). Một yêu cầu khác đặt ra là các mô hình mô phỏng phải dễ tạo lập và sử dụng nhiều lần. Việc tạo ra các mô hình mô phỏng có độ phân giải cao là một công việc phức tạp và có thể rất tốn thời gian. Các ngôn ngữ hướng đối tượng có những ưu thế rõ ràng xét về phương diện phát triển, duy trì và tái sử dụng mô hình. Ngoài ra, để tận dụng hết các ưu thế của kỹ thuật mô phỏng trong bối cảnh thiết kế, cần phải phát triển một khung mẫu lập mô hình có khả năng tích hợp được với môi trường thiết kế và cung cấp một giao diện đơn giản, trực quan, chỉ đòi hỏi tri thức phân tích ở mức tối thiểu.

Kỹ thuật mô phỏng cho những ngành đơn lẻ như cơ khí hoặc điện là một lĩnh vực đã phát triển, với một số công ty đang đưa ra các gói phần mềm mạnh. Trong lĩnh vực này, một kỹ thuật được biết đến

nhiều, đó là kỹ thuật mô phỏng động, đa bộ phận. Một số hệ thống phần mềm thương mại, như ADAMS và DADS, cung cấp các năng lực phân tích đa bộ phận rất hiệu quả. Một số hệ thống phân tích này được tích hợp với các công cụ thiết kế, cho phép truyền dữ liệu trực tiếp từ các mô hình CAD tới thiết bị mô phỏng. Cũng có các công cụ khác để mô phỏng các hệ thống điện và điện tử, hệ thống điều khiển, hệ thống thủy lực và nhiệt. Một số công trình nghiên cứu đang được tiến hành để mở rộng việc tích hợp đơn ngành giữa các công cụ thiết kế và mô phỏng sang các lĩnh vực đa ngành.

Nghiên cứu trong tương lai sẽ chú trọng vào việc lập mô hình và mô phỏng các quy trình gia công năng động (gồm động lực học của máy, dụng cụ và phối gia công), các quy trình chế tạo cấp vi mô và nanô, các cấu trúc vật liệu vi mô, nanô và sinh học. Hoạt động này có thể sẽ bao hàm việc phát triển những phương pháp luận mới về thiết kế mà không cần tiến hành khâu thử và sai đắt tiền. Những hướng nghiên cứu quan trọng khác bao gồm lập mô hình và mô phỏng quan hệ cộng tác phân tán của các hệ thống và quá trình phức tạp, cũng như thiết kế, mô hình và mô phỏng và tối ưu hóa đa ngành

Các công nghệ cộng tác và phối hợp

Đây là các công nghệ then chốt trong công tác thiết kế và các môi trường chế tạo, tạo khả năng cho mọi người (bao gồm các nhà thiết kế, kỹ sư, nhà quản lý và người tiêu dùng) trong việc cộng tác và tương tác để phát triển dự án/quy trình mới và theo dõi/giám sát các quy trình chế tạo cho dù địa điểm của họ ở đâu và phương tiện tương tác của họ như thế nào. Các môi trường cộng tác cần phải hỗ trợ người dùng tham gia vào các địa điểm làm việc khác nhau, phát hiện các cơ hội cộng tác, cung cấp tri thức/dịch vụ, tìm kiếm thông tin hoặc sự trợ giúp, thực hiện và phối hợp các hoạt động phát triển sản phẩm và quy trình của họ.

Trong vài năm gần đây, kết cấu hạ tầng dựa vào Web đã được sử dụng rộng rãi để phát triển các hệ thống cộng tác phục vụ cho việc chia sẻ và trao đổi dữ liệu sản phẩm, theo dõi/kiểm soát quy trình chế tạo và đặc biệt là cho việc tích hợp doanh nghiệp, cộng tác doanh nghiệp và quản lý chuỗi cung cấp. Mặc dù các kết quả nghiên cứu hàn lâm đã được thông báo, nhưng các nhà kinh doanh CNTT vẫn đang đóng vai

trò hàng đầu trong lĩnh vực này. Một số công cụ cũng đã có mặt trên thị trường.

Các công nghệ tác tử trí tuệ cũng được áp dụng để phát triển cộng tác khác nhau, tuy nhiên phần lớn các hệ thống như vậy vẫn chỉ được dùng trong phạm vi giới hàn lâm.

Đây sẽ là những công nghệ then chốt để thiết kế sản phẩm và quy trình, cũng như để tích hợp và công tác doanh nghiệp. Vì các công việc và các nhà máy sẽ phân bố phân tán ở khắp toàn cầu, nên công nghệ thông tin ở thời gian thực sẽ là công cụ hữu hiệu nhất để cộng tác. Các công nghệ cộng tác và phối hợp sẽ đòi hỏi phải có các mô hình về sự năng động của các quan hệ tương tác giữa mọi người. Các nhà khoa học về hành vi và khoa học xã hội sẽ là những thành viên hết sức quan trọng của các nhóm phát triển

1.2.6. Các công nghệ hội tụ

Thuật ngữ công nghệ hội tụ ("Converging Technologies") có nghĩa đủ rộng và hấp dẫn để được ứng dụng theo nhiều cách khác nhau đối với khoa học và công nghệ. Các bộ môn như hoá sinh, sinh học phân tử, y học tiến hoá, ngôn ngữ điện toán, tâm lý học nhận thức, cơ điện tử có thể coi là kết quả của sự hội tụ của các bộ môn hoặc lĩnh vực riêng biệt trước đây. Trong công nghệ thông tin, "hội tụ" thường được dùng để chỉ việc thiết kế nhiều chức năng cho một thiết bị, chẳng hạn như máy điện thoại, màn hình, máy tính, truy cập Internet, camera video đều được đưa vào một thiết bị duy nhất. Các nhà lịch sử công nghệ coi sự hội tụ là khi tiến bộ công nghệ hội tụ với sự thay đổi xã hội theo thời gian. Xét về sự phát triển bộ môn khoa học và công nghệ, sự hội tụ đôi khi được coi là sự hoà nhập các khái niệm từ hệ thống tri thức khác nhau, đôi khi được coi là sự thống nhất các lĩnh vực nghiên cứu tách biệt trước đây, đôi khi được coi là những thực tiễn và thiết bị được gộp lại với nhau, và đôi khi là mục tiêu chung được tiếp cận tới từ các hướng khác nhau.

Những năm gần đây, công nghệ hội tụ đã mang một ý nghĩa mới, đặc thù, thông qua công nghệ nano và sự hình thành tiếp theo đó của khái niệm "hội tụ NBIC", trong đó NBIC là Nano-Bio-Inf-Cogno là các từ viết tắt của công nghệ nano, công nghệ sinh học, công nghệ thông

tin và khoa học nhận thức. Công nghệ nanô đã đưa lại sự hội tụ của các lĩnh vực. Công nghệ nanô tạo khả năng cho người kỹ sư thao tác ở cấp nanô, do vậy có thể tái cấu trúc mọi thứ nhờ bố trí lại các phân tử. Từ quan điểm công nghệ nanô, mọi thứ mà thường tạo nên sự tách biệt giữa các lĩnh vực như y sinh, công nghệ thông tin, hoá học, quang tử học, điện tử học, rôbot học và vật liệu học đều kết hợp được với nhau trong một khung mẫu kỹ thuật đơn nhất.

Tuy nhiên, sự thống nhất của các lĩnh vực này đã không gọi là sự hội tụ và không mang ý nghĩa mà công nghệ hội tụ đề cập đến ở đây. Công nghệ nanô thường được nói đến như một công nghệ then chốt, hay công nghệ tạo khả năng. Tương tự, công nghệ thông tin và công nghệ sinh học cũng là những công nghệ tạo khả năng. Chúng không dành trọn vẹn cho một mục tiêu đặc thù hay giới hạn ở những loạt ứng dụng đặc biệt. Ngoài ra, còn có các hệ thống trí thức tạo khả năng, hoặc trí thức khoa học tạo khả năng công nghệ.

Ví dụ, các khoa học xã hội và nhận thức đã đưa lại lượng kiến thức đáng kể về các mối tương tác xã hội, truyền thông hiệu quả... Với mức độ mà trí thức khoa học này có khả năng thực hiện ở các hệ thống kỹ thuật, nó cũng có thể tạo khả năng cho sự phát triển công nghệ sâu rộng. Một bước đi quan trọng trong lịch sử của công nghệ hội tụ là đã nhận thức được rằng ngoài công nghệ nanô còn có các công nghệ và các hệ thống trí thức tạo khả năng khác, mở ra các thách thức mới cho nghiên cứu và sẵn sàng tạo khả năng lẫn cho nhau.

1.2.6.1. Định nghĩa về công nghệ hội tụ

Công nghệ hội tụ là các công nghệ và hệ thống trí thức tạo khả năng, có tác dụng hỗ trợ lẫn cho nhau để cùng theo đuổi một mục tiêu chung. Định nghĩa này nắm bắt được tiềm năng khoa học và công nghệ và đề ra những cơ hội để nghiên cứu.

Với trường hợp công nghệ nanô, công nghệ sinh học và công nghệ thông tin, có thể rất dễ dàng thấy được sự tạo khả năng lẫn nhau của các công nghệ này.

Về mặt khái niệm, công nghệ nanô tạo khả năng cho các công nghệ khác nhờ cung cấp một khuôn khổ chung cho tất cả vấn đề kỹ thuật liên quan đến phân tử. Về nguyên tắc, tất cả các chất liệu cấu tạo từ phân tử đều có thể kết hợp được với nhau. Việc hiểu biết được

các tính chất ở cấp nanô cho phép thực thi được các kiến trúc cần thiết ở cấp micro và nanô. Về mặt công cụ, công nghệ nanô tạo khả năng cho công nghệ sinh học nhờ phát triển được những kỹ thuật, mẫu thử và cảm biến mới.

Công nghệ nanô góp phần vào nhu cầu vi tiểu hình hoá của công nghệ thông tin. Ngoài ra, các chip nanô và cảm biến nanô là những cơ cấu tạo khả năng đem lại những tiến bộ của lĩnh vực tin sinh học.

Về mặt khái niệm, công nghệ sinh học tạo khả năng cho các công nghệ khác nhờ nhận dạng được các quy trình lý-hoá và các cấu trúc thuật toán trong các hệ thống sinh vật và tìm ra cơ sở vật chất trong các tổ chức tế bào và di truyền. Về mặt công cụ, công nghệ sinh học tạo khả năng cho công nghệ nanô nhờ cung cấp các cơ chế nhận biết tế bào và chuyển vận đúng mục tiêu. Công nghệ sinh học tạo khả năng cho công nghệ thông tin nhờ phát triển, ví dụ các nền tảng của máy tính ADN. Ngoài ra, phỏng sinh học và hoạt động nghiên cứu về động cơ tế bào có thể tạo khả năng cho nghiên cứu về rôbot nanô.

Về mặt khái niệm, khoa học xã hội và nhân văn có thể tạo khả năng cho khoa học và công nghệ theo nhiều cách. Ví dụ, các chiến lược của lý thuyết trò chơi để tối đa hoá lợi ích và giảm thiểu chi phí, các mô hình để biểu diễn các hình thức trao đổi kinh tế và các dạng trao đổi khác, các mô thức nhận biết cử chỉ trong nhận thức của người và của trí thức máy. Về mặt công cụ, chúng cung cấp các kỹ thuật để suy luận, các phương pháp luận để nghiên cứu định tính, hoặc sự hiểu biết về tính năng động xã hội của quá trình sáng tạo và truyền bá đổi mới công nghệ. Kinh tế học và Luật học tạo khả năng cho nghiên cứu và phát triển công nghệ bằng cách định ra cơ cấu khuyến khích để hỗ trợ và truyền bá hoạt động này. Triết học, các nghiên cứu về văn hoá, đạo đức học cung cấp định hướng, khi các công nghệ phá vỡ những lối sống truyền thống. Và một điều hiển nhiên nữa, là nếu thiếu sự hiểu biết xã hội, thì rất dễ đưa ra công nghệ một cách không đúng đắn và sẽ phải chịu sự chôn bỏ của xã hội.

1.2.6.2. Những đặc trưng chung của các ứng dụng khả dĩ

Tính chất mới và đặc thù của công nghệ hội tụ mở ra một không gian rộng lớn để phát triển công nghệ. Nhưng vì có một số công nghệ có nguồn gốc từ cấp nanô, còn một số khác lại không, nên những ứng

dụng kỹ thuật đem lại không phải tất cả đều chia sẻ những đặc điểm xác định. Tuy nhiên, các công nghệ và hệ thống tri thức tạo khả năng lẫn nhau này đều tạo thuận lợi cho những cơ hội công nghệ đặc thù, với những đặc tính chung nêu ở dưới đây:

Tính nhúng (Embeddedness)

Khác với các thiết bị hoặc sản phẩm kỹ thuật theo nghĩa kinh điển, công nghệ hội tụ còn có thể phân bố ở khắp nơi, rộng khắp và không bị phát hiện. Chúng sẽ hoà trộn, có thể còn cơ cấu vào nền tảng hành động của mọi người trong công việc, giải trí, chăm sóc sức khoẻ, di động và truyền thông. Điều này nêu bật các xu thế vi tiểu hình hoá của công nghệ thông tin, hướng tới kỹ thuật phân tử của công nghệ nano, hướng tới gen nhằm mục tiêu đặc thù của công nghệ sinh học. Do vậy, công nghệ hội tụ có thể liên quan đến các thiết bị cấy ghép và cơ cấu y học nhỏ hơn, những cảm biến “vô hình”, hoặc các thiết bị chụp ảnh và truyền thông có mặt rộng khắp ở mọi nơi và không bị phát hiện. Chúng sẽ trở thành một bộ phận của sự tồn tại của mọi người cùng với những toà nhà được kiểm soát khí hậu và mạng điện: chúng càng làm việc hoàn hảo thì ta sẽ càng ít nhận thấy sự lệ thuộc của ta vào chúng, hoặc thậm chí không thấy được sự có mặt của chúng. Không sản xuất ra những sản phẩm để du nhập vào môi trường thiên nhiên, công nghệ hội tụ sản xuất ra một môi trường nhân tạo. Môi trường thứ 2 này thách thức những ranh giới truyền thống giữa tự nhiên và văn hoá. Nó làm cho môi trường tự nhiên không có khả năng tiếp cận, ngoại trừ việc thông qua môi trường thứ 2. Nó thay đổi rất nhiều cảm giác trách nhiệm của chúng ta đối với thế giới, trong đó ta sống và làm việc.

Khả năng không giới hạn

Công nghệ hội tụ có công dụng để mở rộng khung mẫu kỹ thuật sang những lĩnh vực được coi là “miễn dịch” với kỹ thuật. Khi đề xuất “kỹ nghệ xã hội” (Social Engineering) và các công nghệ về hành vi, người ta đã không nghĩ rằng chúng là những giải pháp kỹ thuật được thiết kế về vật chất, có giao diện vật lý với các quá trình xã hội và nhận thức. Căn cứ vào mơ ước của công nghệ nano về khả năng kiểm soát mọi thứ ở cấp phân tử và năng lực ngày càng gia tăng của công nghệ thông tin trong việc biến đổi mọi thứ thành thông tin, có thể thấy

rằng không có gì mà công nghệ hội tụ không thể với tới được, rằng trí óc, các mối tương tác xã hội, truyền thông và trạng thái tình cảm đều có thể dùng kỹ thuật để chi phối. Sức sáng tạo mạnh mẽ này của công nghệ hội tụ sẽ chứng tỏ năng lực của chúng, cho dù chúng chỉ được thực thi ở phạm vi nhỏ. Mọi người có thể hy vọng rằng, đối với mọi vấn đề, một ai đó sẽ đề xuất được những giải pháp công nghệ ít nhiều sáng tạo, chắc chắn hoặc cần thiết.

Áp dụng kỹ thuật cho trí óc và cơ thể

Đối với vấn đề trí óc và cơ thể, có các cách tiếp cận khác nhau một cách căn bản đối với công nghệ hội tụ. Một cách tiếp cận là cấy ghép thiết bị vào bộ não hoặc cơ thể, cho dù chúng được thiết kế ở cấp phân tử, hay dùng kỹ thuật vi mô truyền thống, hoặc điều chỉnh sinh hoá, chẳng hạn như quá trình nhân bản ADN. Đặc biệt là khi liên quan đến việc áp dụng kỹ thuật để cải thiện các năng lực tinh thần và quá trình nhận thức, công nghệ này vượt xa so với các biện pháp can thiệp bằng hóa chất, hoặc dược phẩm, nhưng lại không can thiệp lâu với cấu trúc bộ não.

Khác với cách tiếp cận ở trên, gọi là cách tiếp cận bằng phần cứng, cách tiếp cận thứ hai khuyến nghị việc sử dụng phần mềm. Ví dụ, các game video có thể tác động tới năng lực nhận thức. Công nghệ hội tụ có thể khai thác con đường này để tạo ra những công cụ mới nhằm thay đổi cách thức tiếp cận và xử lý thông tin. Tiếp đó, các công cụ này có thể hình thành nên những quá trình nhận thức mới ở cấp tổ chức hoặc cá nhân. Do đó, cách tiếp cận bằng phần cứng và phần mềm đều có điểm chung là: trí óc sẽ là mục tiêu thiết kế của công nghệ hội tụ.

Tương tự, đối với cơ thể cũng có 2 cách tiếp cận bằng phần cứng và phần mềm như vậy. Cách tiếp cận phần cứng là lắp ráp hoặc thay thế những thiết bị cho cơ thể, tạo thành khái niệm Cyborg (Nửa người nửa máy). Còn cách tiếp cận bằng phần mềm là thay đổi các hệ thống cung cấp việc tự theo dõi, chẩn đoán và chăm sóc sức khỏe. Do vậy, cả hai cách tiếp cận này cũng đều là mục tiêu của công nghệ hội tụ.

Tính đặc thù

Nghiên cứu về giao diện giữa công nghệ nanô và công nghệ sinh học đang tạo ra các công cụ nhận biết phân tử, tế bào và hệ gen, cùng

với những cảm biến có tính hoàn thiện và đặc thù cao hơn nhiều. Điều này tạo khả năng, chẳng hạn như giúp cho việc dẫn nạp thuốc vào đúng mục tiêu trong cơ thể, hay những được phẩm thiết kế, được “chế tác” theo hệ gen của từng người để nâng cao hiệu quả chữa trị và tránh các tác dụng phụ. Nhìn chung, sự hội tụ của các hệ thống công nghệ và tri thức có thể giúp giải quyết được những nhiệm vụ rất đặc thù. Đồng thời, các cụm tri thức rất đặc thù và cục bộ ở rất nhiều các bộ môn tham gia có thể nhận được một khả năng độc đáo để thống nhất với nhau nhằm theo đuổi một mục tiêu chung.

1.2.7. Dự báo công nghệ tới năm 2035

Chương trình Dự báo Công nghệ lần thứ 8 của Nhật Bản đã đưa ra những dự báo tới năm 2035. Dưới đây là một số lĩnh vực quan trọng:

Công nghệ nano

Năm	Công nghệ
2021	- Công nghệ sử dụng kỹ thuật mô phỏng dựa vào phép phân tích nguyên lý đầu tiên để thiết kế vật liệu nano với những đặc trưng cố định; - Các thiết bị chụp ảnh 3D với độ phân giải ở cấp nano; - Chế tạo các vật liệu với những cấu trúc và đặc tính đặc thù ở cấp nano thông qua công nghệ tự tổ chức; - Sản xuất trực tiếp có xúc tác để nhận được hydro từ methane ở nhiệt độ phòng;
2022	- Thiết kế các vật liệu nano công nghiệp dựa vào công nghệ mô phỏng đa cấp thông qua điện toán mạng; - Sản xuất các vật liệu sắt điện không chứa chì với các mô đun áp điện, tương đương với PZT ($\text{Pb}[\text{Zr}, \text{Ti}]\text{O}_3$); - Sản xuất được vật liệu tổ hợp hữu cơ và vô cơ có những chức năng và tính chất mới thông qua các cấu trúc được kiểm soát ở cấp nano; - Chế tạo được kim cương bán dẫn trong thực tiễn; - Chế tạo được các cơ cấu và cảm biến có độ chính xác ở cấp nano; - Các quy trình sản xuất hydro thông qua phân giải nước bằng ánh sáng mặt trời; - Chế tạo được các cơ cấu dẫn động từ vật liệu thông minh để ứng dụng cho vi phẫu thuật v.v...; - Chế tạo được cơ cấu phức tạp truyền thuốc đúng mục tiêu, căn cứ vào tín hiệu từ bên ngoài; - Có được các cảm biến mô tế bào, được ứng dụng để thay thế việc thử nghiệm trên động vật.
2023	- Công nghệ để kiểm soát dễ dàng bề mặt và giao diện ở cấp nguyên tử; - Các cơ cấu chuyển mạch quang học siêu nhanh, ở cấp femtogiây; - Cố định CO bằng xúc tác.

2024	- Các hợp kim chịu nhiệt, có thể chịu áp suất 150 MPa trong 1000 giờ ở nhiệt độ 1200°C; - Các cảm biến có khả năng phát hiện từng phân tử; - Các bộ phận nhân tạo kiểu lai, với mô tự tổ chức được tạo ra từ tế bào gốc; - Các bộ nhớ trên từng điện tử; - Công nghệ đo/ kiểm soát sự phân cực spin ở cấp phân tử và nguyên tử; - Các thiết bị thao tác phân tử sinh học, phục vụ kỹ thuật giải phẫu ở cấp nano.
2026	- Công nghệ tổng hợp chất dẻo trực tiếp từ CO và nước, dùng ánh sáng làm nguồn năng lượng cung cấp - Công nghệ để áp dụng dễ dàng các vật liệu kim loại, hữu cơ và vô cơ ở cấp nano; - Sản xuất được các vật liệu đại phân tử có độ dẫn điện như đồng ở nhiệt độ phòng; - Các cơ cấu/ cảm biến phân tử sử dụng protein hoặc ADN làm các phân tử.
2027	NEM, trong đó dùng chuyển động Brown làm nguồn năng lượng.
2028	- Công nghệ quang hợp nhân tạo dựa trên việc sử dụng các dendrimer (các phân tử hình cây); - Các nam châm sắt từ hữu cơ hoàn toàn, có điểm Curie cao hơn nhiệt độ phòng.
2029	- Các cơ cấu, trong đó sử dụng chức năng chuyển mạch của phân tử/nguyên tử;
2031	- Các vật liệu siêu dẫn đại phân tử, với điểm chuyển hoá cao hơn nhiệt độ hoá lỏng nitơ.
2033	- Các vật liệu siêu dẫn có điểm chuyển hoá ở nhiệt độ phòng hoặc cao hơn; - Máy tính sinh học, trong đó ứng dụng các mạng tế bào thần kinh nuôi cấy.

Công nghệ sinh học

Năm	Công nghệ
2022	- Các hệ thống công nghệ từ xa, dựa trên công nghệ thực tại ảo tiên tiến; - Các phương pháp để dự đoán các chức năng hệ gen khác nhau từ dữ liệu lập chuỗi ADN.
2023	- Công nghệ để phát hiện mô ung thư có đường kính dưới 1mm; - Thông qua ngành tin sinh học, có khả năng tích hợp và chia sẻ những khối lượng thông tin khổng lồ và có thể sử dụng dữ liệu để nghiên cứu thông qua các mạng lưới phòng thí nghiệm ảo; - Tin sinh học có khả năng dự báo nguy cơ ung thư và các bệnh liên quan đến lối sống dựa vào cơ sở gen...; - Các chip bán dẫn có khả năng phát hiện đồng thời nhiều phản ứng sinh học;
2024	- Công nghệ sản xuất kháng thể nhân tạo, dựa vào việc làm rõ cơ chế nhận biết kháng nguyên của kháng thể; - Công nghệ nuôi cấy và bảo quản bộ phận cơ thể dài hạn để cấy ghép; - Công nghệ sản xuất đại trà nhiên liệu và chất dẻo sinh học, dựa trên việc sử dụng thực vật và vi sinh vật.

2025	- Công nghệ chụp ảnh cơ thể có độ phân giải ở cấp phân tử.
2026	- Công nghệ lập toàn bộ hệ gen người chỉ trong 1 ngày; - Điều chỉnh bệnh tự miễn dịch, chẳng hạn như bệnh viêm thấp khớp mãn tính, dựa trên việc làm rõ cơ chế tự thải hồi của các thành phần tế bào đột biến; - Công nghệ cảm biến sắt, dựa trên việc mô phỏng chức năng lựa chọn sắt của màng tế bào.
2027	- Công nghệ phát triển được phẩm nhờ máy tính (In-silico); - Công nghệ kiểm soát dị ứng, dựa trên việc làm rõ cơ chế điều chỉnh miễn dịch và các nhân tố môi trường dẫn tới dị ứng; - Công nghệ tạo được các cây trồng chịu lạnh và hạn, thông qua việc làm rõ cơ chế biến năng tín hiệu của cây trồng; - Tạo ra các cây trồng và vi sinh vật biến đổi gen để khử NO_x và các chất ô nhiễm khác; - Các cây trồng được cải thiện một cách căn bản các chức năng.
2028	- Các máy vi mô tự đẩy để chẩn đoán và chữa trị trong cơ thể; - Công nghệ để cải thiện căn bản chức năng quang hợp để tăng cường sản xuất thực phẩm và bảo vệ môi trường.
2029	- Công nghệ tái lập trình để tạo ra tế bào gốc từ các tế bào xôma đã biệt hóa; - Công nghệ để thao tác quá trình biệt hóa và tăng trưởng của tế bào gốc để có được các tế bào chức năng phục vụ công tác trị liệu.
2030	- Công nghệ cấy ghép không gây ra các ảnh hưởng phụ; - Công nghệ để ngăn ngừa hữu hiệu di căn ung thư; - Các biện pháp phòng ngừa ung thư có hiệu quả; - Phương pháp điều trị để ngăn sự tiến triển của bệnh Alzheimer; - Công nghệ để sử dụng động vật như một thiết bị phản ứng sinh học để cung cấp các bộ phận
2031	- Các bộ phận nhân tạo (tuy, thận, gan) được kết hợp với các tế bào và mô; - Các vòng mạc nhân tạo phục vụ cho những người khiếm thị.
2032	- Phép trị liệu ung thư dựa trên việc làm bình thường hoá các tế bào ung thư.
2033	- Công nghệ sửa chữa từng gen để trị bệnh di truyền.
2036	- Công nghệ tổng hợp tế bào nhân tạo để thay thế chức năng.

Công nghệ thông tin

Năm	Công nghệ
2021	- Thiết bị hội thoại di động, cho phép những người tàn tật có thể biến ý nghĩ thành lời nói; - Hệ thống có khả năng xây dựng câu chuyện ở dạng văn bản, dễ hiểu từ các sự kiện và tri thức tản mạn; - Hệ thống an ninh khu vực, trong đó các hệ thống an ninh nhà ở được kết nối với nhau và sử dụng các rôbot cá nhân, có các chức năng không chỉ hạn chế ở việc phòng ngừa tai nạn, tội phạm, sẵn sóc, mà còn nhiều nhiệm vụ khác; - Sử dụng rộng rãi hệ thống cho phép mọi người thưởng thức các tác phẩm hội họa/âm nhạc giống như thực sự tham dự; - Công nghệ phần mềm để tự động hoá xây dựng ứng dụng phần mềm nhằm cung cấp các dịch vụ cần thiết, dựa trên các cấu phần sẵn có; - Hệ thống có khả năng tích lũy tri thức do con người nhận thức được để nhận dạng các đối tượng đa dạng, dựa trên các hình ảnh tĩnh hoặc động, với độ chính xác 99,9% hoặc cao hơn.
2022	- Cụm hệ thống điện toán song song, có khả năng quản lý 100.000 hoặc hơn các lỗi hoặc nhiệm vụ của bộ xử lý để đảm bảo vận hành hiệu quả; - Có khả năng tiếp cận rộng rãi với các môi trường đa chế độ (multi-modal), trong đó các dạng đầu vào khác nhau như âm thanh, hành động, cử chỉ, nét mặt đều có thể được dùng làm giao diện theo kiểu phối hợp.
2023	- Dự báo bệnh tật và thảm họa thông qua các công nghệ lập mô hình và mô phỏng tiên tiến đối với các hệ; - Công nghệ định lượng mức độ tiện lợi của đồ may mặc, ô tô, vị trí...; - Sử dụng rộng rãi tivi 3D mà không cần mang kính chuyên dụng và không bị mỏi mắt; - Công nghệ kiểm định tự động đối với phần mềm quy mô lớn và có khả năng sửa chữa tự động những bất cập về mặt logic ở chương trình; - Phần mềm có khả năng phát hiện những hư hỏng trong phần cứng và chịu trách nhiệm về những hư hỏng nhờ tự động tạo ra mã để bù vào những chức năng bị tổn hại, đồng thời có khả năng thay đổi các mã của mình để ứng phó với những thay đổi.
2024	- Phần mềm có khả năng chiến thắng nhà vô địch trò chơi shogi; - Công nghệ cho phép nhiều rôbot nhỏ, đơn chức năng hợp tác với nhau và chia sẻ các nhiệm vụ để hoàn thành các chức năng phức tạp.
2025	- Sử dụng rộng rãi điện thoại có năng lực phiên dịch tức thời; - Hệ thống có khả năng nhạy cảm mà khi nhận được bản mô tả một hình ảnh nào đó thì đưa ra một bản nhạc hay một bức tranh phù hợp với trạng thái tình cảm của đối tượng;
2026	- Máy tính công suất cao, có năng lực tính toán mạnh hơn 10.000 lần so với siêu máy tính Earth Simulator hiện nay; - Sử dụng rộng rãi công nghệ chắn trường âm thanh, đảm bảo sự yên tĩnh cho các vùng dân cư ở gần sân bay, xa lộ, đường xe lửa...;
2027	- Hệ thống giáo dục thực hiện chức năng bộ não ở bên ngoài, có thể mang theo người và hoạt động thông qua giao diện tự nhiên, có thể lưu trữ tri thức chung như

	các từ điển, cũng như các tri thức, kinh nghiệm và thông tin cá nhân để tăng cường bộ nhớ cho não; - Sử dụng rộng rãi các rô-bốt làm đầu thủ (chẳng hạn như bóng bàn); - Mật mã lượng tử trở thành thực tiễn.
2028	- Phần mềm (các hệ chuyên gia) có khả năng thực hiện được khoảng 1/2 công việc của các nhà chuyên môn, như thẩm phán, luật sư...; - Công nghệ giúp hiểu được ý đồ của mọi người nhờ các thông tin không phải bằng lời nói, mà nhờ vào nét mặt, ánh mắt, sinh trắc học; - Chip sinh học có thể được gắn liền vào cơ thể và vận hành nhờ các nguồn năng lượng sinh học như thân nhiệt, dòng tuần hoàn của máu để theo dõi sức khỏe và tạo nhịp tim.
2030	- Công nghệ y học dựa vào các chip nano và các vi cảm biến nằm trong cơ thể hoặc chuyển động trong mạch máu, có liên lạc và kiểm soát ở bên ngoài.
2034	- Công nghệ dự báo thông tin để tạo khả năng liên lạc và kiểm soát tự nhiên phục vụ cho liên lạc liên hành tinh.
2035	- Hệ thống tạo khả năng liên lạc với con người hoặc thiết bị ở sâu dưới đại dương hoặc lòng đất nhờ các nguyên lý mới như dao động cao tần hoặc sóng trọng trường.
2036	- Công nghệ cho phép đọc (thông qua dòng điện hoặc từ trường) thông tin ghi trong bộ não người.
2038	- Tạo được các giao diện ý nghĩ và máy dựa trên các sóng của bộ não.

CHƯƠNG 2

TIỀM LỰC KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TRONG ĐIỀU KIỆN TOÀN CẦU HOÁ

2.1. Đầu tư cho khoa học và công nghệ

2.1.1. Tình hình chung

Cạnh tranh quốc tế của nền kinh tế hiện đại ngày càng dựa vào khả năng tạo ra, tiếp thu và thương mại hóa tri thức. Mặc dù không phải là liều thuốc tiên, nhưng tri thức khoa học và công nghệ đã chứng tỏ giá trị của nó trong việc đối phó với những thách thức mà các nước gặp phải trong nhiều lĩnh vực khác nhau như phát triển bền vững, tăng trưởng kinh tế, chăm sóc sức khỏe và sản xuất nông nghiệp. Mặc dù các quốc gia cũng có thể được hưởng lợi ích từ những nghiên cứu được tiến hành ở nước khác, nhưng hoạt động nghiên cứu trong nước vẫn luôn là một chỉ số quan trọng đánh giá năng lực sáng tạo và triển vọng của quốc gia đó cho tăng trưởng, hiệu quả và cạnh tranh khoa học và công nghệ trong tương lai.

Đầu tư cho nghiên cứu và phát triển của thế giới mang tính khu vực cao. Hoạt động nghiên cứu và phát triển toàn cầu chủ yếu chỉ diễn ra tại một số nước phát triển. Năm 2000, tổng chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển của thế giới khoảng 729 tỷ đôla Mỹ¹, một nửa trong số này là của 2 nước đầu tư cho nghiên cứu và phát triển lớn nhất là Mỹ

¹ Science and Engineering Indicators 2006. US National Science Foundation, 2006.

và Nhật Bản. Đến năm 2004, tổng chi nghiên cứu và phát triển toàn cầu vào khoảng 922 tỷ đôla và đến năm 2006 dự báo ước tính vào khoảng 1023 tỷ đôla Mỹ². Trung bình chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển của thế giới ở mức khoảng 2% GDP. Theo nghiên cứu của Viện Battelle (Mỹ) và Tạp chí R&D, trong năm 2004, những nước có tỷ lệ chi NCPT/GDP cao phải kể đến Thụy Điển – 3,9%, Ixraen – 3,6%, Phần Lan – 3,46%, Nhật Bản – 3,2%, Hàn Quốc – 2,9%, tỷ lệ này của nước Mỹ là 2,7%. Tuy nhiên, một vài bang của nước Mỹ có tỷ trọng chi NCPT/GDP cao hơn 4%, ví dụ như Massachusetts, một bang có quy mô kinh tế lớn hơn cả Thụy Điển và gấp đôi Ixraen, báo cáo tỷ trọng chi NCPT/GDP ở mức bằng hoặc hơn 5% từ năm 2001.

Xét về giá trị tuyệt đối thì 3 nước đầu tư cho nghiên cứu và phát triển lớn nhất thế giới là Mỹ với khoảng 301 tỷ đôla, tiếp theo là Nhật Bản với 120 tỷ và Trung Quốc là 108 tỷ đôla.

Bảng 2.1. Phân bố chi tiêu nghiên cứu và phát triển toàn cầu

	GDP 2004 tỷ đôla (ppp)	Chi NCPT/ GDP (%)	Chi NCPT 2004 tỷ đôla	Chi NCPT 2005 tỷ đôla (ước tính)	Chi NCPT 2006 tỷ đôla (ước tính)
Lục địa					
Châu Mỹ	14.671,0	2,38	348,89	366,47	369,96
Châu Á	18.161,1	1,91	347,20	377,56	404,34
Châu Âu	12.333,1	1,84	226,49	232,71	239,23
Tổng	45.165,2	2,04	922,58	976,74	1023,53
Nước					
Mỹ	11.200,0	2,70	301,50	312,20	320,70
Trung Quốc	7.262,0	1,50	108,93	125,49	139,63
Nhật Bản	3.745,0	3,20	119,84	123,33	126,40
Ấn Độ	3.319,0	1,40	46,47	52,88	57,64
Pháp	1.981,1	2,20	43,58	44,46	45,43
Đức	2.362,0	2,20	51,96	52,84	53,64
Anh	1.782,0	2,00	35,64	36,78	37,88

Nguồn: The State of Global R&D. R&D Magazine - 9/2005

² The State of Global R&D. R&D Magazine – 9/2005

Theo Tổ chức Hợp tác Kinh tế và Phát triển (OECD), 30 quốc gia của tổ chức này chiếm trên 80% chi phí nghiên cứu và phát triển toàn cầu, cụ thể năm 2000 là 602 tỷ đôla Mỹ, bằng 82% chi phí nghiên cứu toàn cầu; mặc dù các năm sau này chưa có được số liệu chi phí nghiên cứu và phát triển toàn cầu nhưng đầu tư của các nước OECD vào lĩnh vực này đã tăng lên 652 tỷ đôla vào năm 2002 và khoảng 687 tỷ đôla vào năm 2004. Trong năm 2002, các nước G-7 (Mỹ, Canada, Anh, Pháp, Đức, Italia và Nhật Bản) chiếm trên 83% chi phí nghiên cứu và phát triển của OECD, và chi phí của 3 nước lớn nhất là Mỹ, Nhật và Đức chiếm tới hai phần ba tổng chi phí nghiên cứu và phát triển của OECD. Riêng nước Mỹ chiếm tới trên 40% tổng chi nghiên cứu và phát triển của OECD, cụ thể là 44% trong năm 2000, 43% - năm 2002 và 45% - năm 2004.

Khi so sánh các mức nghiên cứu và phát triển giữa các nước khác nhau, sẽ là không đầy đủ nếu chỉ đề cập đến tổng chi phí hoặc tỷ lệ chi NCPT/GDP hay một số biện pháp đại diện tương tự. Một tiêu chí quan trọng để so sánh là sự phân bố đầu tư cho nghiên cứu và phát triển trong doanh nghiệp toàn quốc. Trong 20 năm qua, các hình thức hoạt động nghiên cứu và phát triển ở các nước có thể chia thành các nhóm khu vực như doanh nghiệp, viện nghiên cứu của nhà nước, học viện và các tổ chức phi chính phủ. Thí dụ, tỷ lệ hoạt động nghiên cứu và phát triển trong doanh nghiệp ở Ôxtrâyliia đã tăng gấp đôi cùng với việc hoạt động của các phòng thí nghiệm của chính phủ giảm khoảng 50%. Tương tự, tỷ trọng nghiên cứu và phát triển công nghiệp của Đan Mạch và Ixraen đã tăng khoảng 40%. Trong khi đó tỷ trọng này ở Đức, Hà Lan và Mỹ tương đối ổn định, còn ở Italia và Ba Lan thì giảm chút ít.

Ở tất cả các nước, công nghiệp hay đang phát triển, vào mọi thời điểm, chính phủ đều có vai trò trong việc hỗ trợ hay thúc đẩy các hoạt động nghiên cứu và phát triển. Nói rộng hơn thì các nghiên cứu và phát triển do chính phủ tài trợ nhằm đáp ứng nhu cầu giải quyết các vấn đề quán tâm của quốc gia (như y tế, quốc phòng, môi trường và giáo dục v.v.), cũng như các vấn đề hay cơ hội rõ rệt cho phát triển kinh tế. Tuy nhiên, ở nhiều nước, nguồn đầu tư của các doanh nghiệp đóng vai trò hàng đầu cho nghiên cứu và phát triển của quốc gia.

2.1.2. Nghiên cứu và phát triển ở một số nước

Sự phân bố các nguồn đầu tư nghiên cứu và phát triển trong các loại hình viện nghiên cứu khác nhau có thể là nhân tố quan trọng để đánh giá khía cạnh khoa học và công nghệ được coi đúng là tài sản của cộng đồng, và có thể phản ánh những thay đổi trong chính sách quốc gia. Dưới đây là tình hình nghiên cứu và phát triển ở một số nước chính trên thế giới.

Bỉ. Cấu trúc nghiên cứu và phát triển của các doanh nghiệp Bỉ nói chung ổn định, được thể hiện ở chỗ khu vực doanh nghiệp chiếm trên 75% tổng chi NCPT quốc gia, và có chiều hướng tăng trong những năm gần đây. Tiếp theo là các học viện, thực hiện 20% hoạt động NCPT của quốc gia. Phần còn lại thuộc các phòng thí nghiệm của chính phủ và các tổ chức phi lợi nhuận. Những xu thế hiện tại cho thấy khu vực công nghiệp sẽ tiếp tục chiếm ưu thế và có thể chiếm tới 78% NCPT quốc gia trong những năm tới.

Trung Quốc. Từ 1991-1998, các số liệu cho thấy khu vực học viện chiếm khoảng 10% tổng nghiên cứu và phát triển quốc gia, phần còn lại chia đều cho các cơ sở nghiên cứu của chính phủ và khối công nghiệp. Tuy nhiên, từ 1998 trở đi, hoạt động nghiên cứu và phát triển chuyển mạnh sang khu vực công nghiệp cùng với sự giảm tương ứng tỷ trọng nghiên cứu và phát triển được thực hiện bởi các phòng thí nghiệm thuộc chính phủ. Một điều cần lưu ý là trong vài năm qua tổng đầu tư cho nghiên cứu và phát triển của Trung Quốc đã tăng rất mạnh.

Trung Quốc cũng đã cố gắng xây dựng những viện nghiên cứu được chuyên môn hóa cao, tập trung vào các lĩnh vực khoa học và công nghệ đặc thù. Đồng thời các cơ sở vật chất kỹ thuật cũng được mở rộng để hỗ trợ nghiên cứu cho các mục tiêu quân sự và công nghiệp hay thương mại.

Một điểm nữa cần lưu ý là có một khối lượng lớn đầu tư nghiên cứu và phát triển ở Trung Quốc được sự hỗ trợ của các công ty nước ngoài đang mở rộng thị trường tại Trung Quốc và phát triển các sản phẩm phù hợp với thị trường Trung Quốc.

Với việc mở rộng hoạt động thương mại và sức mạnh quân sự, tổng

đầu tư cho nghiên cứu và phát triển của Trung Quốc trong những năm tới sẽ còn tăng mạnh.

Pháp. Nghiên cứu và phát triển trong khu vực doanh nghiệp của Pháp khá ổn định trong 20 năm qua với tỷ trọng chiếm khoảng 60% tổng hoạt động nghiên cứu và phát triển quốc gia, trong khi tỷ lệ tương ứng giữa các viện nghiên cứu chính phủ và đại học hiện nay tương đương nhau ở mức gần 20%. Phần ít còn lại thuộc về khu vực phi lợi nhuận.

Xét về tổng thể, trong những năm qua, tốc độ phát triển nghiên cứu và phát triển của các doanh nghiệp Pháp có giảm sút, tuy nhiên nó có thể tăng trở lại trong những năm tới.

Đức. Phân bố hoạt động nghiên cứu và phát triển của Đức khá ổn định trong trên 2 thập kỷ qua, mặc dù có sự thay đổi đáng kể sau khi nước Đức thống nhất năm 1991. Kể từ đó, hoạt động nghiên cứu và phát triển trong doanh nghiệp vẫn tương đối ổn định, tuy ở mức giá trị trung bình thấp hơn chút ít so với trước đó do tỷ trọng nghiên cứu trong khu vực đại học tăng lên.

Italia. Tỷ trọng nghiên cứu và phát triển do khu vực doanh nghiệp thực hiện ở Italia tương đối ổn định ở mức 60% tổng nghiên cứu và phát triển quốc gia trong những năm 1980, phần còn lại chia đều cho các phòng thí nghiệm của chính phủ và khu vực đại học. Tuy nhiên, trong thập kỷ 1990, tỷ trọng hoạt động nghiên cứu và phát triển trong khu vực công nghiệp giảm mạnh, đến cuối thập kỷ chỉ ở mức dưới 50%. Phần giảm đó chuyển sang khu vực đại học, trong khi các phòng thí nghiệm của chính phủ cũng giảm chút ít, hiện các phòng thí nghiệm của chính phủ chiếm khoảng 20% hoạt động nghiên cứu và phát triển quốc gia của Italia.

Nhật Bản. Tiếp theo sự phục hồi kinh tế và mở rộng thị trường, cấu trúc của các doanh nghiệp nghiên cứu và phát triển đã phát triển đến mức độ ổn định đáng kể. Tỷ trọng nghiên cứu và phát triển do khu vực công nghiệp thực hiện tăng nhẹ trong khoảng 70% và 75% trong tổng chi tiêu nghiên cứu và phát triển quốc gia, còn khu vực đại học, các viện nghiên cứu của chính phủ và khu vực phi lợi nhuận lần lượt chiếm khoảng gần 15%, 10% và 5% tổng đầu tư nghiên cứu và phát triển quốc gia.

Hà Lan. Trong 20 năm qua, phân bố nghiên cứu và phát triển của Hà Lan giữa các khu vực có sự thay đổi theo từng giai đoạn. Nếu như trong thập kỷ 1980, nghiên cứu và phát triển trong khu vực công nghiệp chiếm ưu thế tăng trưởng từ 50% lên 60% tổng chi cho nghiên cứu và phát triển quốc gia, trong khi tất cả các khu vực khác đều giảm nhẹ, thì chỉ trong 4 năm, từ 1989 đến 1992, tỷ trọng nghiên cứu và phát triển trong công nghiệp giảm xuống còn dưới 50% tổng chi nghiên cứu và phát triển quốc gia, với sự vọt lên của nghiên cứu và phát triển trong khu vực đại học. Từ năm 1992 trở đi, tỷ trọng nghiên cứu và phát triển công nghiệp tăng trở lại với tốc độ khoảng 2%/năm và xu thế có thể vẫn tiếp tục trong những năm tới.

Na Uy. Nghiên cứu và phát triển công nghiệp tương đối ổn định ở mức gần 60% tổng chi nghiên cứu và phát triển quốc gia của Na Uy, các phòng thí nghiệm của chính phủ tiến hành khoảng 16% hoạt động nghiên cứu và phát triển quốc gia, phần còn lại thuộc về khu vực đại học. Tỷ trọng này tương đối ổn định mặc dù khu vực chính phủ có giảm chút ít, dự đoán trong những năm tới sự phân bố nghiên cứu giữa các khu vực của Na Uy sẽ không có thay đổi nhiều.

Ba Lan. Trong hơn một thập kỷ qua, tỷ trọng nghiên cứu và phát triển của các viện nghiên cứu thuộc chính phủ luôn ở mức khoảng 30% tổng nghiên cứu và phát triển quốc gia, trong khi nghiên cứu và phát triển trong khu vực doanh nghiệp giảm xuống còn khoảng 40%, thì nghiên cứu và phát triển trong khu vực đại học tăng đều từ 20% lên 30%. Xu thế phân bố nghiên cứu và phát triển của Ba Lan trong những năm tới sẽ theo hướng tăng tỷ trọng của khu vực doanh nghiệp, còn các viện nghiên cứu của chính phủ sẽ chiếm tỷ trọng ít hơn.

Liên Bang Nga. Phân bố nghiên cứu và phát triển giữa 3 khu vực chính của nước Nga trong thập kỷ qua tương đối ổn định ở mức như sau: công nghiệp chiếm khoảng 70%, viện nghiên cứu của chính phủ 25% còn khu vực đại học thực hiện khoảng 5% tổng nghiên cứu và phát triển quốc gia. Nếu không có bất ngờ gì thì tỷ lệ phân bố này sẽ vẫn ổn định trong những năm tới.

Thụy Điển. Mô hình hoạt động nghiên cứu và phát triển ở Thụy Điển trong suốt 2 thập kỷ qua có tính ổn định cao, với việc khu vực doanh nghiệp và đại học thực hiện từ 94% đến 97% tổng nghiên cứu và

phát triển quốc gia, phần còn lại thuộc về các viện nghiên cứu của chính phủ. Trong 2 khu vực thống trị nghiên cứu và phát triển trên của Thụy Điển, tỷ trọng của khu vực công nghiệp tăng trung bình 1%/năm, trong khi khu vực đại học giảm trung bình 2%/năm. Theo dự báo, xu thế này sẽ vẫn duy trì trong những năm tới.

Anh. Tương tự như cơ cấu hoạt động của Thụy Điển. Mô hình của Anh tương đối ổn định trong 2 thập kỷ qua. Hoạt động nghiên cứu và phát triển công nghiệp chiếm khoảng 66% tổng nghiên cứu và phát triển quốc gia kể từ năm 1981 đến nay, trong khi đó, tỷ trọng nghiên cứu trong trường đại học tăng trung bình 2%/năm còn tỷ trọng của các viện nghiên cứu thuộc chính phủ giảm khoảng 4%/năm.

Mỹ. Trái với nhiều nước khác, hoạt động nghiên cứu và phát triển trong khu vực các tổ chức phi lợi nhuận ở Mỹ khá mạnh, chiếm từ 3-5% tổng chi cho nghiên cứu và phát triển quốc gia, và có xu hướng tăng nhẹ trong một thập kỷ qua. Xét về tổng thể, khu vực doanh nghiệp Mỹ chiếm khoảng 75% tổng nghiên cứu và phát triển quốc gia trong một quãng thời gian, nhưng tỷ trọng này giảm nhẹ trong những năm đầu thế kỷ mới.

* * *

Qua những phân tích, đặc trưng của sự tăng trưởng trong các hoạt động nghiên cứu và phát triển toàn cầu có thể được chia thành 3 nhóm:

Nhóm thứ nhất là những quốc gia đã tổ chức tốt các hoạt động nghiên cứu và phát triển, với nhiều loại hình viện nghiên cứu khác nhau, có lịch sử đóng góp phong phú của cộng đồng công nghệ vào sự tăng trưởng kinh tế toàn diện;

Nhóm thứ hai là những nước có lịch sử nghiên cứu và phát triển phát triển chậm từ một hệ thống bảo thủ hay không linh hoạt trong nền kinh tế, nhưng có tiềm năng xây dựng những thể chế mới hỗ trợ mở rộng kinh tế;

Nhóm cuối cùng là những nước có sự tăng trưởng trong đầu tư của chính phủ và cả các thực thể bên ngoài và có những cam kết mạnh mẽ đối với các hệ thống đào tạo khoa học và công nghệ.

2.1.3. Xu hướng chuyển các hoạt động nghiên cứu và phát triển ra bên ngoài

Trong những năm vừa qua, có một xu hướng đáng quan tâm, đặc biệt ở nước Mỹ, đó là việc các công ty chuyển các nghiên cứu và phát triển của mình ra nước ngoài (*outsourcing*) để thực hiện. Những nỗ lực ban đầu trong phạm vi này là hướng tới việc thành lập các cơ sở con ở nước ngoài (ví dụ những cơ sở chế tạo hay tiếp thị), với mục đích tuyên bố là để tiết kiệm chi phí hay phục vụ các thị trường địa phương. Nhưng khi thông tin liên lạc được cải thiện và có được các nhà nghiên cứu địa phương có chất lượng (cũng như các chính sách ở địa phương thay đổi), việc chuyển các hoạt động trí tuệ cho các quy trình sản xuất đã trở nên phổ biến hơn. Nhiều hoạt động nghiên cứu và phát triển của các công ty của Mỹ đã được chuyển sang các nước châu Âu, Ấn Độ, Israen, Trung Quốc và Đài Loan.

Trong khối OECD, tỷ lệ các chi nhánh nước ngoài trong nghiên cứu và phát triển công nghiệp có sự cách biệt lớn giữa các nước, xê dịch từ dưới 5% ở Nhật Bản lên tới trên 70% ở Hungary và Ailen. Các nước có tỷ trọng trên 40% nghiên cứu và phát triển được thực hiện bởi các chi nhánh nghiên cứu và phát triển nước ngoài gồm có CH Séc, Tây Ban Nha, Bồ Đào Nha và Thụy Điển.

Mặc dù chưa có số liệu cụ thể, nhưng một xu thế dễ nhận thấy là sự tăng nguồn vốn đầu tư từ nước ngoài vào các hoạt động nghiên cứu và phát triển ở các công ty tư nhân ở một số nước, như ở Hà Lan, Thụy Điển, Đan Mạch và đặc biệt là ở Ấn Độ và Trung Quốc. Đến thời điểm này, có 2 điểm đáng lưu ý về xu hướng này như sau:

Số liệu của Tổ chức Thống kê châu Âu (Eurostat) cho thấy số lượng đầu tư từ nước ngoài cho nghiên cứu và phát triển là không thể xem thường ở Bỉ, Pháp, Tây Ban Nha, LB Nga, Hungary và Anh.

Trong giai đoạn 1998-2002, đầu tư từ nước ngoài vào nghiên cứu và phát triển tăng lên tới 7,6% tổng đầu tư ở Thụy sĩ và Ai-Len.

Một điểm quan trọng nữa, đặc biệt trong phạm vi các hoạt động được các công ty của Mỹ và các nước công khai hóa là khối lượng nghiên cứu và phát triển được chuyển vào các công ty nghiên cứu và phát triển chi nhánh của mình ở các nước khác, ví dụ như ở Trung Quốc và Ấn Độ.

Xu hướng quốc tế hóa luồng nghiên cứu và phát triển hứa hẹn là một trong những sự kiện đáng lưu ý trong 10 năm qua và có thể còn tiếp tục trong 5 đến 10 năm nữa. Trong vài năm qua, khối lượng đầu tư nghiên cứu và phát triển ở Trung Quốc và Ấn Độ từ các công ty của Mỹ và một vài nước khác đã có sự tăng trưởng rõ rệt.

Ngoài ra có thể nhận thấy rằng các hoạt động outsourcing hiện nay không còn hạn chế trong phạm vi các vận hành phần mềm trong văn phòng, phát triển phần mềm và nghiên cứu đặc thù nữa; nó đã bắt đầu bao gồm cả việc phát triển sản phẩm, do vậy mở rộng ra toàn bộ phạm vi dịch vụ hỗ trợ các hoạt động sản xuất và điều hành. Đồng thời, các cơ sở nghiên cứu và phát triển độc lập đã phát triển thành nơi thu hút những đầu tư quan trọng hơn.

2.2. Nhân lực khoa học và công nghệ

Cùng với chi phí đầu tư, nhân lực khoa học và công nghệ là một chỉ số quan trọng phản ánh nguồn lực cho khoa học và công nghệ của một quốc gia.

Nhân lực khoa học và công nghệ là những lao động trong các ngành nghề chuyên môn và kỹ thuật tích cực tham gia vào việc tạo ra và phổ biến tri thức và sáng tạo công nghệ. Những số liệu do OECD thu thập được cho thấy trong năm 2004, trong 25 nước EU có khoảng 54 triệu người làm việc trong ngành khoa học và công nghệ, Mỹ có khoảng 42 triệu người và khoảng 10 triệu người ở Nhật Bản. Tại châu Âu, hai phần ba lao động khoa học và công nghệ tập trung ở 4 nền kinh tế lớn nhất là Đức (23%), Pháp (14%), Anh (13%) và Italia (12%). Trung bình ở các nước OECD, lao động khoa học và công nghệ, chiếm từ 1/4 đến 1/3 tổng số lao động. Ví dụ như năm 2004, tỷ trọng này của Thụy Điển, Luxembua và Thụy Sĩ là trên 37%, trong khi đó ở Bồ Đào Nha, Hàn Quốc và Nhật Bản chỉ dưới 20% (số liệu của Nhật Bản có thể thấp hơn thực tế). Trong lực lượng này, số kỹ thuật viên thường cao hơn số chuyên gia, đặc biệt ở Nhật Bản, Ai-len, Bỉ và Hy Lạp.

Số lượng người tham gia vào nghiên cứu và phát triển trong các nền kinh tế OECD liên quan trực tiếp tới nỗ lực đầu tư cho nghiên cứu và phát triển của họ. Ở Phần Lan, Thụy Điển và Đan Mạch, có hơn 15

người tham gia vào các hoạt động nghiên cứu và phát triển trên 1000 lao động, cao hơn nhiều so với trung bình của 25 nước EU là 10,2 người trên 1000 lao động. Nhật Bản cũng có tỷ lệ lao động nghiên cứu và phát triển khá cao là hơn 13 người trên 1000 lao động. Theo số liệu mới nhất của OECD, năm 2003, các nền kinh tế thuộc tổ chức này có khoảng trên 3,5 triệu nhà nghiên cứu tham gia nghiên cứu và phát triển, trong số đó, khoảng 64% làm việc trong khu vực doanh nghiệp. Cũng theo OECD, năm 2000, khối này có khoảng 3,4 triệu nhà nghiên cứu làm nghiên cứu và phát triển, tương ứng với 6,6 nhà nghiên cứu/1000 lao động tăng đáng kể so với tỷ lệ 5,6 vào năm 1995.

Tương ứng với tiềm lực tài chính trong nghiên cứu và phát triển, Mỹ là nước sở hữu lực lượng các nhà khoa học và kỹ sư tham gia nghiên cứu và phát triển lớn nhất thế giới với trên 1,3 triệu người trong năm 2003 (nhân lực nghiên cứu và phát triển được tính theo đơn vị người làm việc toàn thời gian trong năm – FTE). Đứng thứ nhì thế giới về số lượng nhà nghiên cứu là Trung Quốc với 860.000 người, tiếp theo là Nhật Bản (675.000) và Nga (487.000).

Đào tạo tại các trường đại học là một chỉ số thể hiện tiềm năng của một quốc gia trong việc tiếp thu, phát triển và phổ biến tri thức tiên tiến và cung cấp cho thị trường lao động nhân lực có chuyên môn cao.

Trong năm 2002, các trường đại học ở các nước thuộc OECD cấp bằng đại học cho khoảng 5,9 triệu sinh viên tốt nghiệp, trong đó có 156.000 bằng tiến sĩ. Nói cách khác, trong khối này cứ 3 người trong độ tuổi thì có gần 1 người hoàn thành giáo dục bậc đại học. Phần Lan và Ôxtrâyli là 2 nước có tỷ lệ tốt nghiệp đại học cao nhất (trên 45% dân số trong độ tuổi).

Về lĩnh vực, ngành nghề được đào tạo nhiều nhất là các ngành khoa học xã hội, kinh doanh hay luật với gần 1 phần 3 số sinh viên tốt nghiệp. Sinh viên tốt nghiệp trong các lĩnh vực khoa học kỹ thuật chiếm gần 1 phần 4 tổng số sinh viên ra trường ở các nước OECD. Tỷ lệ này cao nhất là ở Hàn Quốc với khoảng 40% sinh viên tốt nghiệp trong lĩnh vực khoa học kỹ thuật. Tỷ lệ trung bình ở các nước EU là 27%, trong đó các nước có tỷ lệ cao là Anh – 28%, Pháp – 29% và Đức là 31%. Trong khi đó, tỷ lệ này ở Nhật Bản là khoảng 26%, còn đặc biệt ở Mỹ chỉ có 16% số bằng đại học cấp mới thuộc lĩnh vực khoa học kỹ thuật,

Nhiều nước trong khối OECD hưởng lợi từ những người di cư có trình độ cao. Dòng người di cư chất lượng cao chủ yếu hướng tới 4 khu vực chính là Mỹ với trên 7,8 triệu người nước ngoài có trình độ chuyên môn cao, tiếp theo là EU với 4,7 triệu người, Canada có 2 triệu người và Ôxtrâyliia có 1,4 triệu người. Trên một nửa số người này là từ những nước ở bên ngoài khối OECD. Tỷ lệ người nước ngoài có chuyên môn cao so với các chuyên gia trong nước cao nhất là ở Anh với gần 8% chuyên gia từ các nước OECD và trên 11% từ các nước ngoài OECD. Tiếp theo là Mỹ và Pháp với khoảng 4,8% chuyên gia từ các nước OECD và 9% từ các nước ngoài OECD. Ở Đức, các con số này lần lượt chỉ là 2,8% và 1,6%. Nhật Bản và Hàn Quốc là những nước OECD có tỷ lệ thấp nhất người nước ngoài trình độ cao trong lực lượng lao động của mình.

Một vấn đề đang ngày càng được quan tâm là sự luân chuyển quốc tế của các nghiên cứu sinh tiến sĩ. Đây là một chỉ số quan trọng để đánh giá tính quốc tế hóa của cả khu vực đào tạo lẫn hệ thống nghiên cứu. Nó cũng phản ánh tính hấp dẫn của những chương trình nghiên cứu tiên tiến và trong một vài trường hợp là việc tạo cơ hội sự nghiệp cho những nhà nghiên cứu trẻ ở nước sở tại. Trong thời gian làm nghiên cứu sinh tiến sĩ và cả sau đó, những nghiên cứu sinh này tham gia vào các nghiên cứu được tiến hành ở nước sở tại. Khi trở về nước, họ mang theo những năng lực mới và những mối quan hệ với các mạng lưới nghiên cứu quốc tế.

Tỷ trọng nghiên cứu sinh nước ngoài trong tổng số sinh viên giữa các nước rất khác nhau. Các nước có nhiều nghiên cứu sinh nước ngoài nhất phải kể đến Mỹ với 26% tổng số nghiên cứu sinh toàn quốc, Ôxtrâyliia là 24%, các nước Anh và Thụy sĩ đều có trên 1/4 số nghiên cứu sinh là người nước ngoài, tiếp theo là Canada với 17%, tương đương với một số nước châu Âu khác. Năm 2002, nước Mỹ có 79.000 nghiên cứu sinh nước ngoài, cao nhất trong khối OECD. Nước Anh là địa chỉ được yêu thích thứ nhì của các nghiên cứu sinh quốc tế với 22.000 người. Ví dụ, nước Mỹ năm 2003 đã cấp tổng cộng 40.700 bằng tiến sĩ, hai phần ba trong số đó thuộc các lĩnh vực khoa học kỹ thuật, và số tiến sĩ mới là người nước ngoài trong các lĩnh vực này chiếm tới 35%. Trong một thập kỷ qua, hệ thống giáo dục đại học của Mỹ trung

bình mỗi năm cấp mới 9700 bằng tiến sĩ khoa học kỹ thuật cho các công dân nước ngoài, nhưng trong những năm tới có nguy cơ giảm bởi vào năm 2002, lần đầu tiên số sinh viên nhập học đã giảm xuống.

Nói chung, sự dịch chuyển quốc tế của các nghiên cứu sinh tiến sĩ ở các nước OECD đã tăng nhanh trong 5 năm qua. Trong giai đoạn 1998-2002, tỷ lệ sinh viên nước ngoài tham gia vào các chương trình nghiên cứu tiên tiến đã tăng ở hầu hết các nước.

Bảng 2.2. Những chỉ số NCPT chính của các nền kinh tế trên thế giới

Nước	Chi phí NCPT năm 2004 ¹						Nhân lực nghiên cứu 2003 ¹ (3)
	Tổng chi (ppp triệu USD) (2)	Khu vực tài trợ (%)		Khu vực thực hiện (%)			
		Công nghiệp	Chính phủ	Công nghiệp	Trường đại học	Chính phủ	
Áo	5.889,5	43,4	35,8	66,8	27,0	5,7	24.124
Ôxtrâyli	9.608,6	48,8	42,4	51,2	26,7	19,3	73.344
Đài Loan	13.493,6	62,9	35,2	62,2	12,0	24,9	67.559
Đan Mạch	4.374,0	61,3	26,5	69,7	22,8	6,8	25.546
Đức	58.687,6	67,1	30,4	70,4	16,3	13,2	268.943
Achentina	2192,7	30,7	64,5	33,0	25,0	39,7	29.471
Ái-len	1.761,7	57,3	32,0	64,8	27,4	7,8	10.910
Ái-xơ-len	252,6	43,9	40,1	51,8	21,3	24,8	1.917
Anh	33.705,7	43,9	31,3	65,7	21,4	9,7	157.662
Bồ Đào nha	1.532,9	31,7	60,1	33,2	38,4	16,9	20.242
Ba Lan	2.471,6	30,3	62,7	27,4	31,7	40,7	58.595
Bỉ	5.802,9	63,4	22,0	70,7	21,2	6,8	32.237
Canada	19.326,5	46,2	35,4	51,2	38,1	10,5	112.624
CH Séc	2.405,6	52,8	41,9	63,7	14,8	21,2	16.300
Hà Lan	8.707,4	50,0	37,1	56,7	28,8	13,8	43.539
Hàn Quốc	24.273,7	74,0	23,9	76,1	10,1	12,6	151.254
Hilạp	1.392,2	30,7	47,4	30,1	48,1	20,9	14.371
Hungary	1.424,4	37,5	51,3	41,5	24,8	29,8	14.904
Italia	17.698,6	43,0	50,8	48,3	32,8	17,6	71.242
Ixraen	7.597,7	70,1	24,4	74,2	16,7	5,4	..
Lucxambua	432,1	80,4	11,2	89,1	0,4	10,5	1.949
Mêhicô	3.624,8	29,8	59,1	30,3	30,4	39,1	21.879

Nước	Chi phí NCPT năm 2004 ¹						Nhân lực nghiên cứu 2003 ¹ (3)
	Tổng chi (ppp triệu USD) (2)	Khu vực tài trợ (%)		Khu vực thực hiện (%)			
		Công nghiệp	Chính phủ	Công nghiệp	Trường đại học	Chính phủ	
Mỹ	312.535,4	63,7	31,0	70,1	13,6	12,2	1.334.628
Na-uy	2.961,1	49,2	41,9	57,5	27,5	15,1	20.989
Nga	16.457,8	31,4	60,6	69,1	5,5	25,3	477.647
Nhật Bản	112.714,7	74,5	17,7	75,0	13,7	9,3	675.330
Niu-Dilan	1.084,7	38,5	45,1	42,5	28,5	28,9	15.568
Pháp	39.740,3	50,8	39,0	62,9	19,1	16,7	192.790
Phần Lan	5.205,0	70,0	25,7	70,5	19,2	9,7	41.724
Rumania	648,9	45,4	47,6	58,2	9,4	32,1	20.965
Singapo	2.659,7	54,2	36,6	63,8	25,4	10,9	21.359
Slovakia	404,7	38,3	57,1	49,2	20,1	30,5	10.718
Slovenia	590,1	60,0	35,6	59,7	15,5	23,1	4.642
Tây ban nha	10.071,8	48,4	40,1	54,1	30,3	15,4	92.523
Thổ Nhĩ kỳ	3.014,5	41,3	50,6	28,7	64,3	77,0	23.995
Thụy Điển	10.340,0	65,0	23,5	74,1	22,0	3,5	47.836
Thụy Sĩ	5.627,1	69,1	23,2	73,9	22,9	1,3	25.808
Trung Quốc	102.622,9	60,1	29,9	62,4	10,5	27,1	926.252

Nguồn: OECD Main Science and Technology Indicators, 11/2005

Chú thích: 1. Hoặc năm gần nhất

2. Đơn vị: triệu đôla Mỹ chuyển đổi tính theo sức mua tương đương (ppp)

3. Tính theo tương đương số người làm việc toàn thời gian trong năm (FTE)

2.3. Hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ

Hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ đang được coi là một phương pháp để xây dựng năng lực khoa học tại các nước đang phát triển và thực tế cho thấy là nó đang mang lại nhiều kết quả đáng khích lệ. Các nhà nghiên cứu từ các nước khoa học tiên tiến đang hợp tác với các đồng nghiệp tại các nước đang phát triển báo cáo rằng, các hoạt động này có tác dụng xây dựng năng lực khoa học vươn tới tầm cỡ quốc tế tại các nước đó. Các số liệu cho thấy, số các công trình hợp tác nghiên cứu giữa các nhà khoa học thuộc các nước tiên tiến và các nước đang phát triển đang tăng lên trong những năm gần đây. Số các bài báo khoa học được công bố với sự hợp tác của các nhà khoa học từ các nước đang phát triển cũng tăng lên một cách đáng kể.

Hợp tác khoa học quốc tế - là nơi mà các nhà khoa học của một nước cộng tác với các đồng nghiệp của mình tại các nước khác để hướng tới một mục tiêu nghiên cứu chung - hiện đang tăng lên nếu được tính theo tỷ lệ phần trăm trong tổng số tất cả các hoạt động khoa học. Các nhà nghiên cứu từ các nước đang phát triển đang tham gia vào và được hưởng lợi từ loại hình hoạt động này. Hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ được tiến hành dưới một loạt các hình thức, bao gồm chia sẻ các dữ liệu nghiên cứu, tiến hành thử nghiệm chung, tổ chức các hội nghị, hội thảo, xây dựng các cơ sở dữ liệu, thiết lập các tiêu chuẩn và cùng sử dụng các thiết bị nghiên cứu đắt tiền. Một vấn đề nghiên cứu mang tính toàn cầu, như sự thay đổi khí hậu toàn cầu hay việc kiểm soát một căn bệnh truyền nhiễm đều có thể là một trong những động cơ thúc đẩy hợp tác quốc tế, ngoài ra còn có những động cơ khác như vị trí của các nguồn lực, kinh nghiệm chuyên môn nổi trội và nơi đặt những thiết bị nghiên cứu quy mô lớn.

Các mối quan hệ quốc tế về khoa học và công nghệ đang ngày càng tăng lên và cùng với nó là việc sử dụng khoa học trong xã hội cũng ngày càng trở nên phức tạp hơn. Số các bài báo khoa học đồng tác giả trong hơn 20 năm gần đây cho thấy mối quan hệ quốc tế về khoa học và công nghệ đã tăng lên đáng kể. Theo các công trình nghiên cứu gần đây về hợp tác quốc tế trong lĩnh vực khoa học và công nghệ cho thấy

số các bài báo đồng tác giả quốc tế đã tăng lên gần gấp đôi trong những năm 1990, chiếm tới 15,6% trong tổng số các bài báo khoa học được xuất bản.

Các phương pháp mà các nhà khoa học sử dụng để sáng tạo ra tri thức mới cũng đang thay đổi. Sự phát triển của các công nghệ thông tin và truyền thông đang càng làm tăng tính năng động của việc chia sẻ tri thức. Điều này dẫn đến sự hình thành các hệ thống liên kết mạng ngày càng rộng hơn để kết nối các nhà khoa học. Sự phổ biến của công nghệ thông tin và truyền thông có nghĩa rằng các nhà khoa học có thể chia sẻ thông tin ngay trong thời gian thực. Điều đó dẫn tới sự gia tăng loại hình nghiên cứu phân tán trong một loạt các hoạt động, một số được gọi là “các phòng thí nghiệm chung” hay “các phòng thí nghiệm ảo”, một số khác được gọi chung là các hình thức hợp tác, ở đó các nhà nghiên cứu có thể thực hiện các nghiên cứu song song ngay tại phòng thí nghiệm trong nước mình và có thể chia sẻ các kết quả nghiên cứu ngay trong thời gian thực.

Các mạng liên kết toàn cầu đã và đang ngày càng mở rộng và ngày càng kết nối với nhau hơn, tức là có nhiều mối liên kết hơn giữa những người tham gia. Các cụm khoa học được hình thành bởi các nước khoa học tiên tiến cũng đang phát triển, ngày càng có nhiều thành viên mới tham gia vào các mạng lưới khu vực. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng các mạng lưới đang ngày càng trở nên phi tập trung hóa hơn, với sự nổi lên của các “hub” (trung tâm) nghiên cứu và các thực thể quốc tế khu vực liên kết một số nước, như Liên minh châu Âu (EU) hay Hiệp hội các Quốc gia Đông Nam Á (ASEAN) cũng cố gắng thúc đẩy hợp tác khoa học và công nghệ giữa các tổ chức thuộc các nước thành viên trong nhóm của mình.

Các nhà hoạch định chính sách và các nhà kinh tế luôn coi khoa học và công nghệ như một động lực của tăng trưởng kinh tế. Tại các nước công nghiệp hóa tiên tiến, có thể thấy rõ là khoa học và công nghệ đã đóng góp đáng kể cho tăng trưởng kinh tế và nâng cao năng suất lao động. Mặc dù còn chưa chứng minh được một mối liên quan về mặt lý thuyết hoặc định lượng giữa đầu tư khoa học và công nghệ với phát triển tại các nước đang hoặc kém phát triển, nhưng phần lớn các nhà hoạch định chính sách vẫn thừa nhận rằng lợi ích sẽ sinh ra từ

những đầu tư như vậy. Các trường hợp điển hình bắt đầu bằng Nhật Bản và gần đây hơn là Hàn Quốc, Ấn Độ và Braxin đều khẳng định rằng đầu tư khoa học và công nghệ có thể giúp tăng trưởng kinh tế.

Như vậy, hợp tác quốc tế thực sự mở ra nhiều cơ hội cho các quốc gia đang phát triển và nó cũng làm nảy sinh nhiều vấn đề đối với các Chính phủ. Chính vì vậy mà hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ cần được xây dựng một cách kỹ lưỡng như một chiến lược quốc gia nhằm tối đa hóa những lợi ích quốc gia và tối thiểu hóa những tác động không mong muốn.

2.3.1. Tầm quan trọng của các mối quan hệ quốc tế đối với khoa học và công nghệ

Sự trao đổi

Đó là mô hình đơn giản của hệ thống nghiên cứu, trong đó chúng ta không quan tâm tới cấu trúc hay chức năng, mà là đầu vào và đầu ra của nó, điều này cho phép hiểu một cách dễ dàng hơn về tầm quan trọng của sự trao đổi trong lĩnh vực KH&CN.

Có thể nhận thấy đầu ra và đầu vào đều có cùng một dạng, đó là: con người, kiến thức và tiền bạc. Tuy nhiên, tỷ trọng giữa chúng không giống nhau. Và kiến thức, dù ở dưới dạng ngầm định hay đã được hệ thống hóa đều có thể biến đổi và tăng lên. Mọi người được đào tạo tốt hơn. Một phần kiến thức sản sinh ra có một giá trị kinh tế và có thể mang lại thu nhập tài chính. Tất cả các dạng đầu ra đó đều liên quan đến sản phẩm và nếu trong một thời gian ngắn, một người nào đó có thể làm tăng một trong số các dạng đầu ra với sự tiêu hao của các dạng khác, thì về lâu dài sẽ khó khăn hơn khi muốn thay đổi một trong số các đầu ra theo cách độc lập với các dạng khác.

Do hệ thống nghiên cứu tự nuôi dưỡng bản thân bằng một số sản phẩm của mình, vì vậy việc trao đổi đóng vai trò quan trọng đối với khả năng trụ vững của nó. Kiến thức đã được hệ thống hóa có thể lưu thông dễ dàng thông qua các phương tiện như bài báo khoa học và mạng Internet. Tuy nhiên, sự truyền bá kiến thức ngầm cần phải có sự tiếp xúc giữa con người và sự gắn gũi về văn hóa. Trong phần lớn thời gian, các mối quan hệ đó là không chính thức và đòi hỏi một mức độ tin cậy và quý trọng nhất định, điều này cần có thời gian để tạo thành.

Chúng chỉ thay đổi một cách rất chậm và không phải là không mất một chi phí đáng kể.

Những trao đổi như vậy sẽ đem lại kết quả mỹ mãn nhất nếu chúng diễn ra trong một cộng đồng rộng lớn hơn. Sự hội tụ có thể mang tính địa phương, xung quanh các trung tâm xuất sắc hay vô hình hơn, bên trong các mạng lưới hay ở tầm cỡ quốc gia, và cũng có thể mang tính quốc tế khi các cộng đồng khoa học địa phương thuộc loại nhỏ. Cả hai phương thức truyền bá trên đều mang lại những lợi thế tương đối so với sự trao đổi kiến thức đã được hệ thống hóa (mặc dù sự giao dịch sau này có chi phí tăng mạnh cùng với số lượng người tham gia) nhưng đối với kiến thức hệ thống hóa, sự gắn gũi vẫn là điều kiện thiết yếu.

Để có thể duy trì được, các trao đổi cần được giữ cho công bằng và chúng đòi hỏi một sự hiểu biết chung về các quy định của cuộc chơi và cả ranh giới giữa sự hợp tác và sự cạnh tranh.

Cuối cùng việc tham gia vào và hưởng lợi từ các mạng lưới nghiên cứu quốc tế là một quá trình phát triển liên tục, trong đó giai đoạn học hỏi là cần thiết và có thể kéo dài.

Kiến thức là một loại hàng hóa công

Kiến thức được công nhận rộng rãi như một loại hàng hóa công, trên quy mô quốc gia và cả trên phạm vi quốc tế. Ngoài ra, nó còn đóng góp cho việc sản xuất ra các loại hàng hóa công khác, như y tế, môi trường, ...

Tuy nhiên, nó không phải là một loại hàng hóa công thuần túy:

. Để có thể tiếp cận tới phần lớn tri thức, người ta cần phải được đào tạo ở mức độ nhất định, do đó nó là một “tài sản câu lạc bộ”. Điều này đặc biệt liên quan đến các nước đang phát triển, bởi vì đối với các nước này, việc thiếu một chính sách kiên định về xây dựng năng lực sẽ làm cho “hố ngăn cách khoa học” sẽ càng rộng hơn.

✓ Kiến thức có thể được bảo vệ bằng quyền sở hữu trí tuệ: bằng sáng chế, bản quyền tác giả ... Một mức độ bảo hộ nhất định là điều cần thiết để kích thích sáng tạo của cá nhân, những xu hướng thiên về sự chiếm dụng cá nhân đối với tri thức đã phát triển mạnh trong thập kỷ gần đây. Trong giai đoạn từ năm 1996 đến 2001, số đơn xin cấp

bằng sáng chế đã tăng 68% ở châu Âu và 57% ở Mỹ và sự gia tăng cao như vậy không thể quy cho nguyên nhân là do tính sáng tạo của các nhà nghiên cứu tăng lên.

Tuy vậy, tri thức chủ yếu vẫn là hàng hóa công. Việc sản xuất ra nó bởi các doanh nghiệp tư nhân không thể mang lại lợi ích tối ưu cho xã hội. Các rủi ro tư nhân lớn hơn các rủi ro xã hội do kết quả của nghiên cứu thường là không chắc chắn và vòng đời cũng như độ lớn thị trường của các sản phẩm mới mà nó tạo ra đều khó có thể đánh giá.

Hơn nữa, việc tạo ra tri thức của tư nhân chủ yếu là để phản ứng trước các áp lực thị trường hơn là trước các nhu cầu xã hội. Các nhà sản xuất ra tri thức chính tập trung vào cùng những lĩnh vực khoa học: công nghệ sinh học, các công nghệ thông tin và công nghệ nano. Trong khi các lĩnh vực khác không nhận được sự chú ý xứng đáng. Ví dụ, chỉ có 0,2% chi tiêu thế giới cho y tế được dành cho các căn bệnh liên quan đến nguồn nước, trong khi loại bệnh này chiếm tới 15% số các loại bệnh trên toàn thế giới.

Do vậy, cần phải có sự can thiệp bên ngoài, trước hết là các nhà chức trách công (quốc gia, khu vực hay đôi khi là siêu quốc gia), trong một số lĩnh vực nhất định như ngành y tế chẳng hạn, ngày càng có sự tham gia nhiều hơn của các quỹ phi lợi nhuận tư nhân. Rốt cuộc là, một loại hàng hóa công như tri thức không thể được sản sinh theo một cách đơn giản, sự tăng thêm chính sách quốc gia và một mức độ hợp tác quốc tế nhất định là điều cần thiết, đặc biệt khi tri thức lại là đầu vào cho quá trình sản xuất các loại hàng hóa công khác.

2.3.2. Xếp hạng năng lực khoa học và công nghệ của các nước

Các nước có năng lực khác nhau khi tiến hành nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ. Có nhiều yếu tố đóng góp cho năng lực khoa học: cơ sở hạ tầng quốc gia (các hệ thống truyền thông và giao thông vận tải, cơ cấu điều hành và luật pháp); số lượng các nhà khoa học, kỹ sư và số nhân lực được đào tạo khác; các phòng thí nghiệm và các phương tiện nghiên cứu; và các tổ chức nghiên cứu. Xây dựng năng lực là một quá trình liên tục ngay cả ở các nước tiên tiến nhất về khoa học, mặc dù nói chung thuật ngữ này ám chỉ đến các nỗ lực nhằm nâng

cao trình độ khoa học tại các nước đang phát triển, ở các nước này do thiếu đầu tư cho khoa học và công nghệ nên đã hạn chế khả năng của họ trong việc giải quyết các vấn đề trong nước hay tham gia vào nghiên cứu và phát triển ở cấp độ quốc tế.

Năng suất và lợi ích thu được từ đầu tư cho khoa học và công nghệ tại các nước đang phát triển thường thấp hơn so với ở các nước phát triển với cùng một nguồn kinh phí được chi tiêu. Những gia tăng trong kinh phí nghiên cứu phát triển chẳng hạn sẽ không làm tăng được năng lực nếu như không có đủ số lượng nhà khoa học được đào tạo để vận hành các nguồn lực đó. Mặc dù vẫn còn có ít phương thức đo lường để đánh giá hiệu quả của chi tiêu dành cho nghiên cứu và phát triển của một nước hay một tổ chức. Tuy nhiên chúng ta có thể quan sát thấy rằng, chi tiêu cho khoa học tại các nước tiên tiến thường dẫn tới số các bài báo về các công trình nghiên cứu nhiều hơn, và cả những tác động có lợi đến nền kinh tế cũng tốt hơn so với cùng nguồn kinh phí đó khi được chi tiêu tại các nước đang phát triển. Ngay cả như vậy, cũng rất khó có thể chỉ rõ mối quan hệ giữa năng lực khoa học và công nghệ với hiệu suất và sản lượng đầu ra.

Trong khi mối quan hệ hợp tác giữa các nước phát triển và đang phát triển vốn đã từng được coi như các mối quan hệ “Bắc - Nam” hay “Cho - Nhận”, sự hợp nhóm khu vực hay các mối quan hệ không đồng đều đã không còn thích hợp để mô tả mối quan hệ toàn cầu trong lĩnh vực khoa học và công nghệ. Sự tăng trưởng dân trải trong hơn 15 năm qua về đầu tư và cơ sở hạ tầng khoa học và công nghệ đã dẫn đến khoa học ngày càng phát triển hơn và trên phạm vi rộng hơn. Năng lực khoa học - cơ sở hạ tầng, đầu tư, cơ cấu thể chế và luật pháp, và nguồn nhân lực cần thiết để tiến hành nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ được xuất phát từ các mô hình lịch sử và các vấn đề ưu tiên chính trị và kinh tế. Tuy nhiên, từ chỗ chỉ giới hạn trong số một vài nước giàu có, đến nay năng lực khoa học đã có thể phát hiện thấy ở trên 50 nước trên thế giới.

Trong báo cáo của mình, RAND Corporation đã xếp hạng các nước trên thế giới theo bốn nhóm nước với trình độ năng lực khoa học khác nhau khi tham gia vào các mối quan hệ hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ. Bốn thứ hạng này được đưa ra căn cứ vào giá trị của chỉ số khoa học và công nghệ của từng nước. Dưới đây là 4 nhóm được sắp xếp như sau:

Nhóm 1 - Các nước khoa học tiên tiến (SAC): bao gồm 22 quốc gia có năng lực khoa học và công nghệ cao hơn mức trung bình quốc tế. Các nước này đều có trình độ cao trong mọi lĩnh vực khoa học và công nghệ, chiếm đến 86% số các bài báo khoa học đăng trên các tạp chí được công nhận quốc tế và họ cũng tài trợ cho 85 - 90% nghiên cứu và phát triển thế giới.

Nhóm 2 - Các nước thành thạo về khoa học (SPC): Bao gồm 24 nước có năng lực khoa học cao hơn hoặc bằng mức trung bình quốc tế, nhưng trình độ không toàn diện. Một số chỉ tiêu về năng lực có giá trị có thể vượt mức trung bình quốc tế trong khi một số khác lại thấp hơn. Một số nước có thể mạnh mẽ mang tầm cỡ thế giới về một vài lĩnh vực hoặc phân ngành khoa học cụ thể. Các nước này đã đầu tư mạnh cho cơ sở hạ tầng và nghiên cứu và phát triển để xây dựng một nền tảng khoa học và những đầu tư đó đang mang lại kết quả.

Nhóm 3 - Các nước đang phát triển về khoa học (SDC): bao gồm 24 nước, có một số nét nổi trội về năng lực khoa học và có xu thế đầu tư tích cực cho khoa học, nhưng năng lực khoa học tổng thể của các nước này vẫn thấp hơn mức trung bình quốc tế. Tuy nhiên, những khoản đầu tư được thực hiện vẫn cho phép các nước này tham gia vào hoạt động khoa học và công nghệ quốc tế. Các nước này theo đuổi đầu tư mạnh hơn cho khoa học và trong một số trường hợp họ có năng lực tốt để thu hút các đối tác quốc tế.

Nhóm 4 - Các nước chậm phát triển về khoa học (SLC): bao gồm 80 nước còn lại với các chỉ số về năng lực khoa học hầu hết đều thấp hơn mức trung bình quốc tế. Trong nhiều trường hợp, các nước này có rất ít hoặc không có năng lực tiến hành nghiên cứu khoa học ở tầm cỡ quốc tế. Trong một số trường hợp, năng lực khoa học có được là nhờ vào tài nguyên thiên nhiên hoặc vị trí địa lý của một nước. Một số khác gặp khó khăn do thiên tai, mắc các bệnh truyền nhiễm, hay ô nhiễm môi trường, điều đó có nghĩa là các đối tác quốc tế quan tâm đến việc giúp đỡ các nước đó, nhưng họ thường có năng lực nội sinh yếu để có thể được hưởng lợi từ các dự án hợp tác quốc tế.

Bảng 3.1: Danh sách các nước được xếp hạng SAC, SPC và SDC

Số TT	Nhóm 1-Các nước khoa học tiên tiến (SAC)	Nhóm 2-Các nước thành thạo về khoa học (SPC)	Nhóm 3-Các nước đang phát triển về khoa học (SDC)
1	Mỹ	Singapore	Uzbekistan
2	Nhật Bản	Slovenia	Latvia
3	Đức	Niu Zilân	Argentina
4	Canada	Tây Ban Nha	Chile
5	Đài Loan	Luxembourg	Mexico
6	Thụy Điển	CH Slovak	Moldova
7	Anh	Ukraine	Pakistan
8	Pháp	Belarus	Thổ Nhĩ Kỳ
9	Thụy Sĩ	CH Czech	Armenia
10	Israel	Croatia	Colombia
11	Hàn Quốc	Estonia	Macedonia
12	Phần Lan	Ba Lan	Venezuela
13	Ôxtrâyli	Lithuania	Mauritius
14	Aixlen	Bulgaria	Iran
15	Đan Mạch	Azerbaijan	Benin
16	Nauy	Cuba	Yugoslavia
17	Hà Lan	Trung Quốc	Kuwait
18	Italia	Braxin	Hồng Kông
19	Liên bang Nga	Hungary	Costa Rica
20	Bỉ	Bồ Đào Nha	Bolivia
21	Allen	Romania	Al-cập
22	Áo	Nam Phi	Mông Cổ
23		Ấn Độ	Turmenistan
24		Hy Lạp	Indônêxia

Bảng 3.2: Danh sách các nước được xếp hạng chậm phát triển về khoa học (SLC) (Nhóm 4).

STT	Tên nước	STT	Tên nước	STT	Tên nước	STT	Tên nước
1	Malaixia	21	Peru	41	Bangladesh	61	Lesotho
2	Uganda	22	Syri	42	Zimbabwe	62	Albania
3	Thái Lan	23	Trung Phi	43	Namibia	63	Gambia
4	CH Kyrgyz	24	Việt Nam	44	Senegal	64	Haiti
5	Các TVQ Ả rập	25	Ecuador	45	Dominican	65	CH Congo
6	Togo	26	Panama	46	El Salvador	66	Ethiopia
7	Tajikistan	27	Georgia	47	Rwanda	67	Mali
8	Jordan	28	Burkina Faso	48	Morocco	68	Mauritania
9	Tunis	29	Guinea	49	Papua New Guinea	69	Angola
10	Philippin	30	Madagascar	50	Paraguay	70	Sudan
11	Uruguay	31	Guinea-Bissau	51	Ghana	71	Yemen
12	Kazakhstan	32	Oman	52	Zambia	72	Sierra Leon
13	Gabon	33	Botswana	53	Malawi	73	Niger
14	Ả rập Xê út	34	Jamaica	54	Honduras	74	Campuchia
15	Sri Lanka	35	Lebanon	55	Algeria	75	Myanmar
16	Nepal	36	Nigeria	56	Tanzania	76	Mozambique
17	Burundi	37	Libya	57	Bờ Tây và Gaza	77	CHDCND Triều Tiên
18	Guatemala	38	Trinidad Tobago	58	Bờ biển ngà	78	Lào
19	CHDC Congo	39	Kenya	59	Cameroon	79	Chad
20	Irắc	40	Nicaragua	60	Bosnia	80	Eritrea

2.3.3. Các mô hình hợp tác giữa các nước và khu vực

Hợp tác giữa các nước tiên tiến và các nước đang phát triển

Nguồn kinh phí dành cho hợp tác thường được tài trợ dưới hai hình thức: 1) Thông qua chi tiêu nghiên cứu và phát triển công và 2) thông qua nguồn kinh phí theo truyền thống “viện trợ nghiên cứu”, thường là nhằm mục đích phát triển.

Các nước khoa học tiên tiến chiếm trong khoảng từ 90 đến 95% tổng chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển, trị giá ước tính lên đến 450 tỷ USD mỗi năm, bao gồm cả chi tiêu nhà nước và tư nhân cho nghiên

cứu và phát triển. Chi tiêu của các nước khoa học tiên tiến cho hợp tác quốc tế khoa học và công nghệ nằm trong phạm vi từ 5% đối với Mỹ, đây là mức thấp nhất trong số các nước công nghiệp tiên tiến, đến 25% trong trường hợp các nước tiên tiến nhỏ hơn. Nguồn kinh phí này được phân bổ theo một quá trình “peer-review” (xét duyệt chuyên ngành) từ dưới lên, với trọng tâm nhằm vào các nghiên cứu xuất sắc về khoa học, không chú ý tới các hợp đồng hợp tác được thực hiện giữa các nhà khoa học của các quốc gia. Như vậy, dạng hợp tác này khác với chi tiêu từ các chương trình viện trợ nghiên cứu nước ngoài, thường được xét duyệt theo hướng từ trên xuống, chú trọng vào nhiệm vụ và sự phân bổ. Tổng số nguồn kinh phí viện trợ cho nghiên cứu theo ước tính đạt xấp xỉ 865 triệu USD một năm, chủ yếu là từ các nước viện trợ chính.

Nguồn kinh phí dành cho hợp tác nghiên cứu giữa các nước nhóm 1 (SAC) với các nước nhóm 2 (SPC) hoặc nhóm 3 (SDC) theo ước tính đạt 1,4 tỷ USD một năm, còn hợp tác khoa học với các nước thuộc nhóm 4 (SLC) chỉ chiếm một số lượng rất nhỏ.

Nhật Bản là nước chi tiêu lớn nhất cho hợp tác nghiên cứu, với trị giá ước tính đạt 406 triệu USD một năm, rút từ các tổ chức nghiên cứu của Nhật Bản. Mỹ là nước chi tiêu lớn tiếp theo, với gần 400 triệu USD mỗi năm chỉ cho hợp tác nghiên cứu với các nước đang phát triển và khoảng 240 triệu dành để viện trợ nghiên cứu. Cộng đồng châu Âu chỉ khoảng 5% ngân quỹ công của mình, hay 122 triệu USD mỗi năm cho hợp tác nghiên cứu với các nước đang và chậm phát triển nằm ngoài EU. Các nước thuộc Hiệp hội thương mại tự do châu Âu chỉ một tỷ lệ cao nhất cho hợp tác với các nước đang và chậm phát triển khoa học, mặc dù phần lớn những nỗ lực này được thực hiện dưới hình thức “viện trợ nghiên cứu” hoặc dưới dạng ODA, chứ không phải là sự hợp tác thực sự. Nhật Bản cũng cam kết tài trợ ngân quỹ công cho thể loại hợp tác này, với sự chú trọng nhằm vào các dự án kỹ thuật và xây dựng tiêu chuẩn.

Đa số nguồn kinh phí trên được dành để hợp tác nghiên cứu với các nước được xếp vào hạng thành thạo khoa học (với Trung Quốc, Ấn Độ, Braxin là các nước dẫn đầu) và các nước đang phát triển về khoa học (với Mêhicô, Costa Rica và Vênezuela là các nước dẫn đầu). Một phần rất nhỏ được dành cho tiến hành hợp tác nghiên cứu với các nước

chậm phát triển về khoa học. Phần lớn các dự án nghiên cứu liên quan đến các nước chậm phát triển về khoa học đều chủ yếu là để tiến hành nghiên cứu về nước đó, chứ không phải là với nước đó. Một số công trình nghiên cứu cho thấy, Chính phủ Mỹ mỗi năm chi đến 50 triệu USD cho nghiên cứu về các điều kiện và nguồn lực tại các nước chậm phát triển khoa học. Trong khi đó hầu hết nguồn kinh phí viện trợ nghiên cứu đều được tiến hành tại hoặc là với các nước đang phát triển.

Hợp tác giữa các nước nhóm 1 với với các nước nhóm 2 và 3

Hợp tác quốc tế giữa các nước tiên tiến về khoa học với các nước thành thạo và đang phát triển khoa học chiếm một tỷ lệ lớn trong tổng số các mối quan hệ hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ. Với rất ít trường hợp ngoại lệ, hầu hết các nước nhóm 2 và 3 đều có các mối quan hệ, hơn 8% số bài báo được công bố, với một trong những nước tiên tiến về khoa học. Các nước nhóm 2 và 3 thường có cơ sở hạ tầng khoa học kém phát triển hơn so với các nước nhóm 1, vì vậy họ thường có xu hướng tìm kiếm mối quan hệ hợp tác với các nước tiên tiến hơn.

Các tổ chức khoa học quốc tế thường đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy hợp tác giữa các nước nhóm 1 với các nước nhóm 2 và 3. Ví dụ như Côngxooxiom châu Âu về Nghiên cứu Hạt nhân (CERN) và ILL (Trung tâm nghiên cứu khoa học và công nghệ nơtron - Institute Laue-Langevin) đều đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy hợp tác và liên kết các nước châu Âu. Trong loại hình tổ chức này, tất cả các nước thành viên tiên tiến đều có năng lực nghiên cứu khoa học ở mức cao. Vì vậy, các nước nhóm 2 và 3 đều có khả năng thu được lợi ích từ hợp tác quốc tế.

Theo báo cáo về hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ của RAND Corporation, trong tổng số các mối quan hệ hợp tác quốc tế giữa các nước khoa học tiên tiến với các nước còn lại, số các mối quan hệ giữa các nước nhóm 1 với các nước nhóm 2 là lớn nhất (105), chiếm hơn 60% trong tổng số, số quan hệ giữa các nước nhóm 1 với các nước nhóm 3 chiếm 25% (53), trong khi số các mối quan hệ giữa các nước nhóm 1 với nhóm 4 rất hạn chế, chỉ có 14% (27). Mỹ là nước có các mối quan hệ đồng tác giả lớn nhất với các quốc gia nhóm 4, cụ thể là với 9 nước, tiếp theo là Anh có mối quan hệ với 6 nước chậm tiến về khoa học, đa số các

nước này đều là thuộc địa cũ của Anh. Tương tự như vậy, Pháp cũng có các mối quan hệ hợp tác chặt chẽ với các nước Algeria, Morocco và Tunis, đều là các nước thuộc địa cũ của Pháp và là các nước nằm trong cộng đồng Pháp ngữ.

Do khoa học ngày càng trở nên chuyên môn hóa hơn, nên các lĩnh vực nghiên cứu cũng có độ hội tụ hạn hẹp hơn. Điều này làm giảm cơ hội cho các nhà khoa học từ các nước nhóm 4 muốn tìm kiếm các đồng nghiệp có cùng mối quan tâm ngay tại đất nước mình. Để theo đuổi sự nghiệp khoa học của mình, họ bắt buộc phải tìm kiếm các đối tác tại các nước nhóm 1, những người sẵn sàng hợp tác. Mặc dù các nước nhóm 4 thường được mời tham dự vào các công trình nghiên cứu quốc tế về y học, nhưng hoạt động chi phối lớn nhất đối với hầu hết các nước chậm tiến về khoa học lại là trong lĩnh vực nông nghiệp. Các nước nhóm 4 còn có thể có các nguồn tài nguyên thiên nhiên, điều này cũng thu hút các nước tiên tiến hợp tác với họ.

Hợp tác khu vực - Cộng đồng các quốc gia độc lập (CIS) và vùng Balkan

Các nước tiên tiến thúc đẩy nhiều mối quan hệ hợp tác khoa học với các nước thuộc CIS và vùng Balkan. Cả hai nước Đức và Mỹ đều có các mối quan hệ hợp tác với 16 nước thuộc khu vực này. Tiếp theo là Pháp với 13 mối quan hệ hợp tác, Nga có 11 và Italy có 10. Mỗi một nước thuộc khu vực này tính trung bình có quan hệ hợp tác với 5 quốc gia tiên tiến khác nhau, với các nước này họ đều có quan hệ đồng tác giả. Mức trung bình này cao hơn so với các khu vực khác. Tuy nhiên, hầu như không thấy có số liệu về mối quan hệ đồng tác giả đối với bất kỳ một nước chậm phát triển khoa học nào nằm trong khu vực này.

Các số liệu về thư mục cho thấy các nước Đông Âu có mức độ hợp tác cao trong các lĩnh vực hóa học và vật lý. Hầu hết các nước này đều chú trọng đến các ngành luyện thép, thực phẩm và dệt, với các công trình nghiên cứu chủ yếu được thực hiện trong các lĩnh vực này. Một ví dụ điển hình là Hungari có ngành luyện gang và thép phát triển mạnh. Ngoài ra nước này còn tham gia vào hợp tác nghiên cứu trong lĩnh vực dược phẩm với các công trình nghiên cứu được đăng trên các tạp chí quốc tế về hóa sinh và y tế.

Hợp tác khoa học và công nghệ với các nước ở châu Á

Các nước tiên tiến có các mối quan hệ chặt chẽ với các nước châu Á, trong đó nổi bật nhất là Mỹ với số mối quan hệ đồng tác giả chiếm từ 40 đến 49% với các nước Trung Quốc, Ấn Độ, Pakistan, Hồng Kông, Singapore, Indônêxia, Thái Lan và Philippin. Nhiều nước châu Á đã từng là thuộc địa của Anh, điều này giải thích tại sao Anh đã xúc tiến nhiều nỗ lực hợp tác với khu vực này. Nhật Bản và Ôxtrâyliya cũng có một số mối quan hệ hợp tác trong khu vực, chủ yếu là do sự gần gũi về mặt địa lý.

Các nước châu Á có mô hình thống kê về thư mục rất đa dạng. Các nước trong khu vực này chú trọng vào các ngành kỹ thuật, hóa chất, vật lý và các khoa học vật liệu (đặc biệt là Hàn Quốc). Trung Quốc và Ấn Độ có một số đặc điểm chung, cả hai nước đều đang trên đường tiến tới công nghiệp hóa. Các số liệu thống kê thư mục cho thấy Trung Quốc chú trọng vào các ngành vật lý và kỹ thuật, trong khi Ấn Độ tập trung vào hóa chất. Khoa học và kỹ thuật phục vụ nông nghiệp hiện là cơ sở của hầu hết các nỗ lực nghiên cứu của các nước thuộc châu Á. Hàn Quốc và Đài Loan hiện đang ngày càng quan tâm hơn đến y học chữa bệnh, trong khi Thái Lan chú trọng vào sinh học phân tử.

Hợp tác khoa học và công nghệ với các nước Trung Đông và châu Phi

Số liệu cho thấy các nước tiên tiến về khoa học có một số mối quan hệ hợp tác tương đối cao với các nước chậm phát triển về khoa học tại khu vực Trung Đông và châu Phi. Mỹ có các mối quan hệ đồng tác giả với 12 nước trong khu vực này. Trong số đó, các nước Ai-Cập, Nam Phi, Thổ Nhĩ Kỳ, Kuwait, Ả-rập Xêút, Kenya và Iran chiếm khoảng từ 30 - 40% mối quan hệ đồng tác giả với Mỹ. Khu vực này có số các mối quan hệ nhóm 1 - nhóm 4 cao nhất, điều này được giải thích bởi sự hiện diện của số nhân lực có tài năng, liên quan chủ yếu đến các điều kiện xã hội và tự nhiên đặc biệt của khu vực này. Ixraen, mới nổi lên như một quốc gia tiên tiến về khoa học có tới 50-69% mối quan hệ đồng tác giả của mình với Mỹ. Ngoài ra nước này còn có các mối quan hệ hợp tác với Đức, Pháp và Anh. Cũng giống như trường hợp Hàn Quốc và Đài Loan, Ixraen không chú trọng hợp tác với các nước đang và chậm phát triển về khoa học, các bài báo đồng tác giả của nước này chủ yếu là với các

nước tiên tiến. Số các mối quan hệ hợp tác của Anh với các nước trong khu vực này một lần nữa cho thấy Anh vẫn chú trọng tới các nước thuộc địa cũ của mình.

Hợp tác khoa học và công nghệ với các nước Mỹ Latinh

Mỹ luôn phát triển các mối quan hệ hợp tác chặt chẽ với các nước thuộc khu vực này. Achentina, Vênêzuela, Braxin, Mêhicô, Chilê và Colômbia có từ 30 đến 49% trong tổng số các mối quan hệ của mình với Mỹ. Ngoài ra, Mỹ còn có mối hợp tác rộng với một nước thứ bảy, đó là Cuba với 8 đến 29% số các bài báo đồng tác giả của mình. Tiếp theo là Pháp với 6 mối quan hệ, Anh có 4 và Đức có 3. Tây Ban Nha thực hiện các nỗ lực hợp tác mạnh nhất với Cuba, mặc dù họ cũng có mối quan hệ với các nước còn lại trong khu vực, ngoại trừ Braxin.

Braxin và Mêhicô hợp tác với các nước tiên tiến trong các lĩnh vực sinh học và y sinh. Thêm vào đó, châu Mỹ Latinh còn có rất nhiều mối quan hệ tương tác giữa các nước trong khu vực với nhau. Ví dụ, Braxin và Achentina có nhiều mối quan hệ đồng tác giả. Braxin, Mêhicô, Achentina và Vênêzuela có các cơ sở hạ tầng khoa học làm tăng khả năng cạnh tranh của họ và thu hút sự hợp tác của các nước khác.

2.3.4. Quốc tế hóa các hoạt động nghiên cứu và phát triển

Với sự bùng nổ của toàn cầu hóa trong lĩnh vực kinh tế, hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ đã mang một hình thức mở rộng hơn, đó là quá trình quốc tế hóa các hoạt động nghiên cứu và phát triển, là sự hợp tác giữa các nhà khoa học và kỹ sư ở các nước khác nhau nhưng tuân theo một sự điều phối của cùng một tập đoàn hay công ty. Quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển liên quan đến sự phân bổ các nguồn lực nghiên cứu và phát triển xuyên biên giới và giữa các nước khác nhau. Các nguồn lực nghiên cứu và phát triển ở đây chính là tri thức, công nghệ, các nhà nghiên cứu và kỹ sư, và tư bản (đầu tư và thương mại).

Theo định nghĩa, nghiên cứu và phát triển bao gồm ba loại hình hoạt động cùng có đặc điểm chung. Thứ nhất, nghiên cứu cơ bản tức là sự nghiên cứu nguyên bản chính, với mục đích vì sự tiến bộ của tri thức khoa học, không vì một mục tiêu thương mại cụ thể nào. Nghiên cứu cơ bản thường được thực hiện ở các trường đại học hơn là ở các

công ty. Thứ hai, nghiên cứu ứng dụng cũng là sự nghiên cứu ban đầu nhưng với mục tiêu thương mại cụ thể. Loại hình thứ ba là phát triển, loại hình hoạt động nhằm cải tiến và phát triển hơn nữa các sản phẩm, dịch vụ và quy trình hiện tại. Ranh giới giữa nghiên cứu, phát triển và các hình thức khác của hoạt động đổi mới công nghệ rất khó có thể xác định rạch ròi trên thực tế.

Quốc tế hóa các hoạt động nghiên cứu và phát triển là một mẫu hình liên kết theo dây chuyền toàn cầu, trong đó công việc nghiên cứu có thể được thực hiện tại một nước; công đoạn thiết kế và triển khai tiến hành ở một nước thứ hai; sản phẩm ban đầu được ra đời ở nước thứ ba; và các dịch vụ hậu mãi lại được tiến hành ở một nước thứ tư. Thuật ngữ “toàn cầu hóa” đôi khi được sử dụng khi quá trình quốc tế hóa diễn ra sâu hơn, bao hàm sự tham gia của một số lượng lớn các nước trên phạm vi toàn thế giới và khi quá trình này ngày càng trở nên vượt xa ra khỏi ranh giới một nước hay một công ty mẹ cụ thể nào. Tuy nhiên, sự phân biệt hầu như không rõ ràng và hai thuật ngữ này trong nhiều tài liệu được sử dụng theo cách có thể hoán đổi cho nhau.

Quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển được coi là một khía cạnh then chốt của quá trình toàn cầu hóa các hoạt động kinh tế, nó bị chi phối bởi các chiến lược đầu tư nghiên cứu và phát triển xuyên biên giới của các công ty đa quốc gia, bởi tiềm năng nghiên cứu và phát triển ngày càng tăng của các nền kinh tế đang phát triển lớn, bởi sự tiến bộ của công nghệ thông tin và truyền thông cho phép phát triển nhanh chóng các mạng lưới nghiên cứu nhà nước và tư nhân toàn cầu và còn do sự luân chuyển ngày càng tăng của nguồn nhân lực trong lĩnh vực khoa học và công nghệ.

Quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển là một xu thế mới trong nền kinh tế toàn cầu, đó có thể coi như một “hình thức mới” của đầu tư trực tiếp nước ngoài. Một số nước đang phát triển ở châu Á và các nền kinh tế chuyển tiếp hiện đang thu hút các hoạt động nghiên cứu và phát triển có trình độ tiên tiến cao. Trong nhiều trường hợp, các hoạt động này hiện đang được gắn vào các mạng lưới đổi mới cốt lõi của các tập đoàn đa quốc gia, vốn chiếm tới 70% tổng chi tiêu nghiên cứu và phát triển của khu vực tư nhân. Xu hướng này hiện vẫn có chiều hướng gia tăng, theo ước tính có hơn một nửa các công ty chi tiêu cho nghiên cứu

và phát triển hàng đầu thế giới hiện đang thực hiện các hoạt động nghiên cứu và phát triển tại Trung Quốc, Ấn Độ và Singapo.

Quá trình toàn cầu hóa này đang mở ra nhiều cơ hội mới và cũng gây ra những thách thức mới cho các doanh nghiệp với khả năng cạnh tranh chủ yếu dựa vào nghiên cứu và phát triển để thúc đẩy đổi mới. Nó cũng làm nảy sinh các vấn đề mới đối với các chính phủ đang ngày càng chú trọng đến lĩnh vực hợp tác quốc tế khi thiết kế và thực hiện các chính sách khoa học và công nghệ của nước mình nhằm đảm bảo cho nền kinh tế có thể gặt hái được nhiều lợi ích từ quá trình quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển toàn cầu.

1. Các động lực chi phối quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển

Các yếu tố nội tại. Có hai yếu tố có bề ngoài dường như mâu thuẫn nhưng trên thực tế lại bổ sung cho nhau trong lĩnh vực nghiên cứu và phát triển. Yếu tố thứ nhất là chuyên môn hóa gia tăng, sẽ rất khó khăn đối với một công trình nghiên cứu khi muốn làm chủ toàn bộ lĩnh vực khoa học của mình. Thứ hai, đó là sự hướng tới đa ngành, đa lĩnh vực, bởi vì các hiện tượng tự nhiên không phải lúc nào cũng chỉ bó gọn trong một lĩnh vực nghiên cứu truyền thống hạn hẹp và khoa học thường vượt xa các ranh giới thuộc ngành mình. Để duy trì một khối lượng tối hạn, các cộng đồng khoa học cần phải mở rộng phạm vi của mình, vượt ra ngoài các ranh giới quốc gia và tìm kiếm các kỹ năng bổ sung trong lĩnh vực khoa học cơ bản cũng như đối với việc làm chủ một số phương pháp và công cụ kỹ thuật đặc biệt. Vì vậy, làm việc theo nhóm và cộng tác là điều cần thiết.

Ngoài ra, các hiện tượng mang phạm vi toàn cầu đang ngày càng thu hút thêm nhiều sự chú ý. Sau khi khám phá ra các châu lục trong thế kỷ 19, một loạt các nỗ lực hiện nay đang được tập trung vào khám phá tổng thể hành tinh Trái đất với toàn bộ các cấu thành vật lý, sinh học và con người của nó. Các lĩnh vực mới đòi hỏi nghiên cứu vượt ra ngoài vùng sản xuất tri thức truyền thống và thêm nhiều chương trình khoa học toàn cầu được thiết lập, nó đòi hỏi một sự phối hợp ngày càng tăng giữa các hoạt động và nguồn lực.

Cuối cùng, một số lĩnh vực khoa học (thiên văn học, vật lý năng lượng cao, tổng hợp hạt nhân, nghiên cứu vũ trụ,...) cần các phương tiện nghiên cứu lớn với chi phí có thể vượt quá tiềm lực của một nước và đòi hỏi phải có sự hợp lực về tiền bạc và chính sách.

Các yếu tố bên ngoài. Trong những năm gần đây, quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển còn được thúc đẩy từ một số sự kiện hay những tiến hóa bên ngoài. Tại châu Âu, sự sụp đổ của bức tường Berlin và các chương trình chuyển chuyển nhân lực của EU đã tạo điều kiện cho việc trao đổi các nhà khoa học. Tại nhiều nước, họ được hưởng lợi từ các điều kiện hành chính thuận lợi và nói một cách tổng quát hơn, thị trường lao động nghiên cứu khoa học cũng đang trở nên linh hoạt hơn.

Ngày nay, tiếng Anh đã trở thành ngôn ngữ chung của khoa học và các công nghệ thông tin và Internet đã tạo ra cơ hội tiếp cận dễ dàng đến kho tri thức rộng lớn, làm tăng khối lượng và làm giảm các chi phí trao đổi khoa học.

Nhìn chung, có hai hiện tượng xảy ra đồng thời nhưng độc lập, đã tác động một cách sâu sắc đến tốc độ quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển, đó là:

- Toàn cầu hóa nền kinh tế thế giới đang dẫn đến sự cạnh tranh gay gắt không chỉ giữa các công ty mà còn giữa các lãnh thổ, trong đó chính các trường đại học và các phòng thí nghiệm nghiên cứu là một thành phần then chốt làm nên sức hấp dẫn của các lãnh thổ này. Đối với các công ty đa quốc gia, động cơ chính về quốc tế hóa các hoạt động nghiên cứu và phát triển là sự gắn gũi với các thị trường lớn đang tăng trưởng và khả năng tiếp cận đến giới chuyên môn về khoa học và công nghệ. Chi phí thấp đối với lao động khoa học cũng là một yếu tố khuyến khích đầu tư nghiên cứu và phát triển ra nước ngoài, nhưng với mức độ nhỏ hơn.

- Với sự quá độ hướng tới một xã hội tri thức, đổi mới được thừa nhận như một động lực của tăng trưởng kinh tế và xã hội. Đối với các sản phẩm mới với lợi nhuận ngày càng tăng, các doanh nghiệp có thể được hưởng lợi từ một vị trí cạnh tranh độc quyền, điều mà họ muốn duy trì bằng cách giới hạn sự xâm nhập vào thị trường và làm tăng tính hấp dẫn của các sản phẩm của mình. Họ sẽ chú ý nhiều hơn đến việc bảo hộ quyền sở hữu trí tuệ và sự tiếp cận đến các tri thức (đặc biệt là loại tri thức ngầm định). Như vậy là nếu như ở thế kỷ thứ 19, động lực chủ yếu đối với quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển của các công ty đa quốc gia là sự tiếp cận với các thị trường địa phương và việc

sử dụng lao động khoa học rẻ, thì giờ đây, động lực dường như chính là sự tiếp cận đến nguồn tri thức.

Vai diễn mới, chính sách mới. Việc phát triển các chính sách nhằm kích thích nghiên cứu và đổi mới hiện đang là mối quan tâm ngày càng tăng, không chỉ đối với chính phủ các quốc gia mà còn cả đối với các khu vực và siêu quốc gia như EU chẳng hạn.

Đối với các nước, các khu vực đang đóng một vai trò ngày càng tích cực trong nghiên cứu và đổi mới. Có được lợi thế nhờ vào việc có thêm nhiều quyền lực chính trị và các nguồn lực quan trọng khác, họ cố gắng phát triển nền kinh tế nước mình và thu hút đầu tư nước ngoài. Họ đang đặt ra các chiến lược đổi mới riêng của mình, khởi xướng các sáng kiến nhằm thúc đẩy sự phát triển các mối liên kết giữa các trường đại học, các công ty và các trung tâm nghiên cứu. Ban đầu, ưu tiên của họ là vươn tới các nước láng giềng vượt qua biên giới, nhưng bên cạnh đó họ còn muốn trao đổi sinh viên và kinh nghiệm về các chính sách đổi mới với các khu vực lựa chọn khác.

Đối với chính phủ các quốc gia, hợp tác khoa học quốc tế liên quan đến chính sách đối ngoại và nó được thúc đẩy không chỉ vì lợi ích của nghiên cứu mà còn vì các mục tiêu chung khác, như: tăng ảnh hưởng chính trị, hỗ trợ cho ngành công nghiệp và xuất khẩu nước nhà,... Ngoài ra, trong một bối cảnh giảm chi tiêu công, áp lực trách nhiệm ngày càng tăng và cùng với nó là sự cần thiết phải có đánh giá, để làm được điều này và ít gây tranh cãi thì cần phải lôi kéo sự tham gia của các chuyên gia nước ngoài.

2. Các xu thế gần đây của quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển: một quá trình chậm chạp nhưng có tốc độ ngày càng gia tăng

Tri thức. Phương tiện truyền thống để phổ biến kiến thức là thông qua các xuất bản phẩm khoa học cũng đang bị ảnh hưởng bởi toàn cầu hóa. Tiếng Anh giờ đây đã trở thành ngôn ngữ phổ thông của khoa học. Nhiều tạp chí đã nổi lên, đặc biệt là ở châu Âu và vai trò của các học viện và các tổ chức phi lợi nhuận trong lĩnh vực này đã thu nhỏ. Một vài tờ báo đã trở nên có vị trí nổi trội, nhưng các ban biên tập đang ngày càng trở nên mang tính quốc tế hơn.

Sự phân tích thống kê thư mục các xuất bản phẩm khoa học cho phép đánh giá sự tiến hóa của hợp tác quốc tế. Trong những năm 1990,

hầu như tất cả các hợp tác đều được triển khai trong lĩnh vực khoa học. Tỷ lệ đồng xuất bản trong tổng số các xuất bản phẩm đã tăng gấp đôi, từ 10% lên 20%, nhưng đồng xuất bản quốc tế còn tăng nhanh hơn. Trong giai đoạn từ 1996 đến 2001, tỷ lệ đồng xuất bản quốc tế trong tổng số xuất bản phẩm đã tăng từ 19,3% lên 23,8% tại EU, tại Mỹ con số này tăng từ 18,1% lên 23,7% và từ 14,2% lên 18,4% tại Nhật Bản. Hợp tác quốc tế thường được thúc đẩy thông qua các mạng lưới cá nhân và tổ chức truyền thống. Ví dụ như, vì những lý do chính trị rõ ràng mà hai quốc gia như Nga và Nam Phi đã trải qua một sự phát triển đáng kể về hợp tác xuất bản khoa học quốc tế với các tỷ lệ gia tăng tương ứng từ 22,8 lên 32,8% và từ 25,7 lên 38,4% trong khi đó tỷ lệ này của Trung Quốc vẫn giữ ở mức tương đối ổn định khoảng 24%.

Nguồn nhân lực. Trong những năm gần đây, có một sự gia tăng chung về số lượng các sinh viên nước ngoài theo học đại học tại EU và Mỹ. Trong năm 2002, ở Châu Âu có 895.000 sinh viên nước ngoài theo học với trình độ giáo dục đại học và cao đẳng, tăng 19% so với năm 1999. Tại Mỹ có 583.000 sinh viên đại học người nước ngoài theo học, trong đó có 13,8% là người châu Âu, trong khi số sinh viên nước ngoài theo học tại châu Âu đến từ Bắc Mỹ chỉ chiếm có 4,6%.

Số nhà khoa học nước ngoài ở Mỹ đã tăng trung bình 4,6%/năm trong 15 năm qua. Trong năm 2002, một phần tư số họ đến từ EU và 17% đến từ Trung Quốc. Họ chiếm trong khoảng từ 30 đến 40% số các nhà nghiên cứu tại các trường đại học của Mỹ, so với con số này ở Pháp là 7,5%.

Nhìn chung, một điều trở nên ngày càng rõ ràng là sự chuyển số nhân lực khoa học có kỹ năng cao đang có xu hướng đi đến các nước OECD. Nhân công người nước ngoài chiếm khoảng 10% số việc làm đòi hỏi kỹ năng cao ở Mỹ, 20% ở Canada và 25% ở Ôxtrâyliia. Khoảng một phần ba số các nhà nghiên cứu có nguồn gốc từ các nước đang phát triển hiện đang làm việc tại các nước OECD. Tuy nhiên, một số người đã quay trở về nước có các nền kinh tế đang nổi (như Trung Quốc, Ấn Độ ...) và đây có lẽ cũng là cách thức chuyển giao công nghệ hiệu quả nhất.

Đầu tư. Trong những năm gần đây, cả hai khu vực nhà nước và tư nhân đều quốc tế hóa các hoạt động nghiên cứu và phát triển của

mình. Các tổ chức nghiên cứu công đã phát triển các mối quan hệ hợp tác kết nghĩa và thành lập các phòng thí nghiệm nghiên cứu chung ở nước ngoài, đặc biệt là tại các nước có nền kinh tế mới nổi. Họ dường như bị hấp dẫn bởi khả năng thu hút các sinh viên trẻ và có tài năng, họ muốn có mặt vào thời điểm khi các trung tâm xuất sắc mới được thành lập và ở nơi có các vấn đề mới có thể nảy sinh. Trong các dự án mạo hiểm đó, các đối tác của họ phát hiện thấy một số tiềm lực bổ sung và các cơ hội tiếp cận dễ dàng hơn đến các thực tế mới và tri thức mới.

Xu thế trên cũng mạnh tương đương trong khu vực công nghiệp. Ví dụ, chỉ tiêu nghiên cứu và phát triển của các công ty chi nhánh ở nước ngoài của các tập đoàn đa quốc gia lớn thuộc các nước OECD đã tăng hơn gấp đôi trong giai đoạn 1991 đến 2001. Sự di chuyển nghiên cứu ra nước ngoài này xảy ra chủ yếu giữa châu Âu và Mỹ, ở Nhật Bản có phạm vi hẹp hơn, nhưng bên cạnh đó các nước có nền kinh tế mới nổi như Trung Quốc và Ấn Độ hiện cũng đang ngày càng trở nên hấp dẫn hơn. Ví dụ, Tập đoàn viễn thông của Pháp Alcatel hiện nay đã thành lập đến phòng thí nghiệm thứ ba của mình ở Trung Quốc và chỉ có 28% số nhà nghiên cứu của họ đang làm việc tại Pháp.

Tuy nhiên, nếu đầu tư nghiên cứu và phát triển ra nước ngoài đang tăng lên, thì sự phát triển các dự án quốc tế mới, cũng như các chương trình hay các phương tiện nghiên cứu lớn chủ yếu dựa vào sự phối hợp đầu tư công lại có vẻ như đang chậm lại. Không có một tổ chức đa phương mới nào giống như CERN hay ESO được thành lập trong những năm gần đây. Nghiên cứu vũ trụ hiện đang gặp khó khăn và mới gần đây mới đạt được một hiệp định về lò phản ứng tổng hợp hạt nhân ITER.

Đồng nhất hóa hay tập trung hóa? Sự sản sinh ra tri thức chủ yếu tập trung ở các nước OECD. Với số dân chỉ chiếm 19% dân số thế giới, các nước OECD chiếm tới 85% chi tiêu thế giới cho nghiên cứu và phát triển, ngược lại với châu Phi có dân số bằng 13% dân số thế giới nhưng chỉ chiếm có 0,6% chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển. Liệu quá trình quốc tế hóa các hoạt động nghiên cứu và phát triển có làm thay đổi bức tranh này hay không? Do các hiện tượng mới xảy ra gần đây và thiếu các số liệu nên câu trả lời chưa thể rõ ràng, mặc dù có thể tập hợp được một số dấu hiệu.

Một dấu hiệu đầu tiên có thể thấy rõ thông qua sự thống kê xuất

xứ của các xuất bản phẩm khoa học: trong giai đoạn từ 1991 đến 2001, tỷ trọng xuất bản phẩm của 10 nước xuất bản chính trong tổng số các xuất bản phẩm đã giảm từ 89% xuống 85%, trong khi con số này của 20 nước đầu tiên chỉ giảm từ 86% xuống 85%. Sự sản sinh tri thức dường như có mở rộng hơn một chút với một số ít các nước và một vài nước có nền kinh tế mới nổi như Trung Quốc, Hàn Quốc và Ấn Độ đã gia nhập câu lạc bộ các nhà sản xuất tri thức, nhưng hố ngăn cách với phần thế giới còn lại vẫn còn tồn tại.

Các phân tích về thư mục cũng cho thấy rằng, sự chuyên môn hóa theo chủ đề của mỗi nước hay khu vực đã không có tiến bộ đáng kể trong vòng hơn 10 năm gần đây. Mỹ tích cực nghiên cứu các khoa học về sự sống và kỹ thuật, châu Âu về vật lý và ở các nước châu Á, kỹ thuật vẫn chiếm vị trí nổi bật, mặc dù các khoa học về sự sống đang ngày càng có vai trò quan trọng.

Các số liệu về sáng chế cũng mang lại những thông tin bổ sung hữu ích. Đối với số bằng sáng chế cấp tại châu Âu, thì các nước EU, Nhật Bản và Mỹ chiếm khoảng 90% số các bằng sáng chế. Có bốn nước đã tăng tỷ trọng về số bằng sáng chế của mình lên hơn 20% trong giai đoạn 1996 đến 2001 là Trung Quốc, Hàn Quốc, Ixrael và Canada. Đối với các bằng sáng chế cấp tại Mỹ, thì các nước Bắc Mỹ, châu Âu và châu Á chiếm đến 98,5% tổng số. Trong số các nước có tỷ trọng số bằng sáng chế lớn hơn 0,5%, có bốn nước đã đạt được một tỷ lệ tăng trưởng lớn hơn 20% trong giai đoạn 1996 đến 2001 là Hàn Quốc, Đài Loan, Ixrael và Thụy Điển. Có thể nhận thấy rằng trong giai đoạn từ 1996 đến 2001, tỷ trọng số bằng sáng chế của Mỹ trong tổng số các sáng chế cấp tại Mỹ đã giảm từ 49,1% xuống 48,7%, trong khi tỷ trọng của nước này trong tổng số các xuất bản phẩm khoa học cũng giảm từ 31,9% xuống 28,5%. Điều này cho thấy một sự coi trọng lớn hơn đối với việc bảo hộ quyền sở hữu trí tuệ hay một sự định hướng chuyên môn vào các lĩnh vực được bảo hộ dễ dàng.

3. Quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển doanh nghiệp

Các công ty đa quốc gia đang là những đầu tàu trong môi trường đầu tư toàn cầu. Họ chi phối quá trình quốc tế hóa và chi tiêu nghiên cứu và phát triển với một ảnh hưởng lớn đến các nền kinh tế ở trong nước lẫn nước được nhận đầu tư. Các nước OECD đang ngày càng dựa

vào sự sáng tạo và sử dụng khoa học và công nghệ để củng cố tăng trưởng và nâng cao năng suất. Các ngành công nghệ cao đang chiếm một tỷ trọng ngày càng tăng về giá trị gia tăng trong nền thương mại quốc tế và được cho là đóng một vai trò quan trọng trong việc đẩy mạnh khả năng cạnh tranh quốc gia.

Tại hầu hết các nước OECD, khu vực doanh nghiệp chiếm vị trí nổi trội về chi tiêu nghiên cứu và phát triển. Tỷ trọng của khu vực công nghiệp trong tổng chi tiêu nghiên cứu và phát triển đã tăng nhanh trong hai thập kỷ gần đây. Nghiên cứu và phát triển trong khu vực công nghiệp tại các nước OECD đã đạt tới 458 tỷ USD trong năm 2003 (tăng từ 262 tỷ USD năm 1991), chiếm 67% tổng chi tiêu nghiên cứu và phát triển.

Một số nước như Thụy Điển, Hàn Quốc, Nhật Bản có tỷ trọng nghiên cứu và phát triển công nghiệp khá cao, chiếm đến 75%. Nếu tính theo tỷ lệ phần trăm của GDP, một số nước có tỷ trọng chi tiêu nghiên cứu và phát triển công nghiệp lên tới khoảng 3% GDP (2003), như Thụy Điển, Israel, Phần Lan và Nhật Bản. Nếu tính về giá trị tuyệt đối, không có gì ngạc nhiên khi thấy Mỹ là nước dẫn đầu thế giới về nghiên cứu và phát triển doanh nghiệp. Trong năm 2003, khu vực doanh nghiệp của Mỹ chi 196 tỷ USD cho nghiên cứu và phát triển, tiếp theo là khu vực EU-25 (134 tỷ USD) và Nhật Bản (85 tỷ USD). Đầu tư của các doanh nghiệp Trung Quốc cho nghiên cứu và phát triển tương đối cao (53 tỷ USD) và vượt lên trên các nước như Đức, Pháp và Anh.

Theo số liệu thống kê năm 2004, 320 công ty chi tiêu nghiên cứu và phát triển hàng đầu thế giới đã đầu tư 331 tỷ USD và có khoảng một nửa tổng số chi tiêu nghiên cứu và phát triển (nhưng chỉ chiếm có 35% tổng doanh thu) được đổ vào ba lĩnh vực công nghiệp lớn, đó là: dược phẩm, điện tử và thiết bị điện, ô tô và linh kiện. Nghiên cứu và phát triển được tập trung ở một số công ty lớn. Một phần ba tổng đầu tư được thực hiện bởi 20 công ty chi tiêu nghiên cứu và phát triển hàng đầu, như IBM, Matsushita Electric, Siemens, Ford Motor, DaimlerChrysler, Nokia, Sanofi-Aventis, Pfizer, Intel và Microsoft.

Cường độ nghiên cứu và phát triển trung bình (tức là nghiên cứu và phát triển tính theo tỷ lệ phần trăm của doanh thu) của tất cả các

công ty vào khoảng trên 4%. Lĩnh vực có hàm lượng nghiên cứu và phát triển cao nhất là ngành công nghệ sinh học (29%), thậm chí có một số công ty chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển còn nhiều hơn cả tổng doanh thu của họ. Công nghệ sinh học cũng là ngành công nghiệp nhỏ nhất (nếu tính về quy mô tổng doanh thu và nghiên cứu và phát triển) nếu so với các ngành công nghệ cao khác như bán dẫn và các thiết bị điện tử, thiết bị mạng và truyền thông, dịch vụ phần mềm và dữ liệu, dược phẩm. Cả bốn ngành này đều có hàm lượng nghiên cứu và phát triển trong khoảng 12 đến 14%.

Các công ty chi tiêu nghiên cứu và phát triển lớn chủ yếu tập trung ở một vài nước. Hơn 70% trong số 700 công ty chi tiêu nghiên cứu và phát triển lớn nhất thế giới lại thuộc về chỉ có ba nước. Theo số liệu năm 2003, Mỹ chiếm đến 38% số các công ty này, Nhật Bản chiếm 22% và Đức có 13%.

Có những bằng chứng rõ ràng cho thấy quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển doanh nghiệp đang đạt xung lượng và số đầu tư, thương mại, đồng sáng chế, hợp tác và số các chi nhánh, dự án nghiên cứu và phát triển ở nước ngoài đang tăng lên. Tuy nhiên, nếu so sánh với các hoạt động khác như sản xuất, tài chính, bán hàng và marketing thì quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển vẫn còn chậm chạp.

Nghiên cứu và phát triển quốc tế do các công ty thực hiện tuy không phải là một hiện tượng mới, nhưng nó mới chỉ bắt đầu tăng lên đáng kể từ giữa những năm 1980. Xu thế này đã được đẩy mạnh lên trong những năm 1990 với sự gia tăng các giao dịch xuyên biên giới liên quan đến nghiên cứu và phát triển, cùng với phạm vi tầm với ngày càng rộng hơn, bao gồm cả việc chuyển dời các cơ sở nghiên cứu và phát triển đến các nước đang phát triển.

Luồng đầu tư nghiên cứu và phát triển đổ vào các nước. Nghiên cứu và phát triển công nghiệp do nước ngoài kiểm soát đang ngày càng tăng lên tại tất cả các nước OECD lớn. Tuy nhiên, chi tiêu nghiên cứu và phát triển của các chi nhánh công ty nước ngoài tính theo tỷ trọng của tổng nghiên cứu và phát triển công nghiệp có sự khác biệt lớn giữa các nước; con số này thấp hơn 5% ở Nhật Bản nhưng lại lớn hơn 70% ở Hungary và Ailen. Tổng đầu tư nghiên cứu và phát triển của các chi nhánh công ty nước ngoài đã tăng từ 29 tỷ USD năm 1995 lên 52 tỷ

USD năm 2001. Trong đó, Mỹ chiếm hơn 42% (21 tỷ USD), tiếp theo là Đức, Anh và Nhật Bản thu hút được lượng đầu tư tương ứng là 15%, 12% và 5%. Tính trung bình, tỷ trọng chi tiêu nghiên cứu và phát triển của các cơ sở do nước ngoài kiểm soát tăng từ 12 lên 16% trong giai đoạn năm 1993 đến 2001 tại hầu hết các nước OECD lớn.

Luồng đầu tư nghiên cứu và phát triển đổ ra nước ngoài. Một số nước thu thập dữ liệu liên quan đến các hoạt động nghiên cứu và phát triển ở nước ngoài của các công ty đa quốc gia của nước mình. Qua các số liệu cho thấy, Thụy Sĩ là nước duy nhất có chi tiêu nghiên cứu và phát triển ở nước ngoài cao hơn đầu tư nghiên cứu và phát triển trong nước. Đối với Đức (2001) và Phần Lan (1998), nghiên cứu và phát triển ở nước ngoài chiếm khoảng 25% chi tiêu nghiên cứu và phát triển doanh nghiệp trong nước. Tỷ trọng đầu tư nghiên cứu và phát triển ra nước ngoài của các công ty Mỹ chiếm khoảng 10% trong tổng chi tiêu nghiên cứu và phát triển doanh nghiệp và giữ ở mức tương đối ổn định kể từ năm 1995 đến nay.

Trong năm 2003, các chi nhánh nước ngoài của các công ty mẹ ở Mỹ đã chi tiêu khoảng 22 tỷ USD cho nghiên cứu và phát triển được tiến hành ở nước ngoài. Tuy các nền kinh tế phát triển chiếm ưu thế với vai trò là nơi đặt các cơ sở nghiên cứu và phát triển, nhưng tỷ trọng của các nước đang phát triển cũng đã tăng từ 7,6% năm 1994 lên đến 15% năm 2003. Đầu tư nghiên cứu và phát triển nước ngoài vào một số nước đang phát triển thuộc châu Á, như Trung Quốc, Singapore và Hàn Quốc giải thích cho sự suy giảm về tỷ trọng của các nước phát triển. Tại châu Á (không kể Nhật Bản), máy tính và các sản phẩm điện tử là lĩnh vực công nghiệp chiếm ưu thế về đầu tư nghiên cứu và phát triển. Tại châu Âu, Thụy Điển là nước đứng thứ tư sau Anh, Đức, Pháp và chiếm khoảng 1,4 tỷ USD chi tiêu nghiên cứu và phát triển của các chi nhánh công ty của Mỹ ở nước ngoài.

Một số công trình khảo sát khẳng định chi tiêu nghiên cứu và phát triển doanh nghiệp ở nước ngoài đang tăng lên. Xét trên bình diện của một nước, mức độ quốc tế hóa các hoạt động nghiên cứu và phát triển có thể đánh giá theo hai thông số, đó là hoạt động nghiên cứu và phát triển doanh nghiệp tiến hành ở nước ngoài và các hoạt động nghiên cứu và phát triển tại nước đó của các công ty nước ngoài.

Ví dụ, Đức và Phần Lan đang ngày càng có xu hướng quốc tế hóa các hoạt động nghiên cứu và phát triển ra nước ngoài hơn là định hướng vào thị trường nội địa, trong khi Mỹ, Nhật Bản và Thụy Điển nếu tính theo tổng thể của ngành công nghiệp, thì các hoạt động nghiên cứu và phát triển có xu hướng quốc tế hóa tại thị trường nội địa hơn.

Thương mại trong lĩnh vực nghiên cứu và phát triển - cán cân thanh toán công nghệ. Tại hầu hết các nước OECD, doanh thu mua và bán công nghệ đã tăng lên trong những năm 1990. Khu vực OECD là nơi thuần xuất khẩu công nghệ sang phần thế giới còn lại, trong khi EU lại bị thâm hụt về cán cân thanh toán công nghệ. Nhật Bản đã tăng đáng kể cán cân thương mại của mình, từ chỗ hầu như không có gì năm 1993 lên đạt mức dư 0,2% GDP năm 2003. Mỹ đạt mức dư cán cân thương mại tương đối ổn định trong những năm 1990 với 0,25% GDP. Anh một là nước xuất khẩu ròng lớn (đạt gần 0,8% GDP), Ailen thậm chí còn đạt mức dư thương mại trên 10% GDP. Tính về giá trị tuyệt đối, cán cân thương mại ròng của Mỹ (số thu được trừ đi số đã thanh toán) là lớn nhất (trên 28 tỷ USD), tiếp theo là Anh (13 tỷ USD) và Nhật Bản (8 tỷ USD).

Giá trị thương mại của Mỹ về hạng mục nghiên cứu, phát triển và các dịch vụ thử nghiệm đã tăng mạnh trong vài năm gần đây. Nhập khẩu từ các công ty không liên kết đã đạt gần 1,3 tỷ USD trong năm 2003, tăng hơn gấp đôi kể từ năm 1997. Nước xuất khẩu lớn nhất sang Mỹ là Anh, chiếm 28% tổng lượng nhập khẩu về hạng mục này. Trị giá xuất khẩu của Mỹ về hạng mục này cũng đạt 1,3 tỷ USD và khách hàng lớn nhất là Nhật Bản (21%).

Một phương pháp khác đánh giá mức độ quốc tế hóa, đó là so sánh khoản mua công nghệ nước ngoài với các nỗ lực nghiên cứu và phát triển quốc gia. Tức là xem xét mức độ phụ thuộc vào công nghệ nước ngoài (chi phí mua công nghệ nước ngoài) của một nước trong mối tương quan với sự phát triển công nghệ trong nước (chi tiêu nghiên cứu và phát triển doanh nghiệp). Ở một số nước, như Ailen, Áo và Hungary, các khoản thanh toán để mua công nghệ nước ngoài thường lớn hơn đầu tư nghiên cứu và phát triển doanh nghiệp trong nước. Đối với phần lớn các nước OECD khác lại ngược lại, Nhật Bản và Mỹ có mức độ nhập khẩu công nghệ rất thấp (trong khoảng từ 5 đến 10%) so

với nỗ lực nghiên cứu và phát triển doanh nghiệp trong nước, trong khi Phần Lan, Anh và Đức có mức chi tiêu cho công nghệ nước ngoài cao hơn (trong khoảng từ 40 đến 60%).

Đồng sở hữu sáng chế và đồng sở hữu xuyên biên giới. Theo số liệu của EPO (Văn phòng Sáng chế châu Âu) sở hữu nước ngoài của các sáng chế sở tại đang tăng lên. Tính trung bình tại các nước OECD, vào đầu năm 2000, 15% tổng số các sáng chế được sở hữu hoặc đồng sở hữu bởi các công dân nước ngoài, so với mức 11% vào năm 1992. Các nước như Thụy Điển, Đức và Mỹ cho thấy đạt mức độ và xu hướng tương tự như mức trung bình của OECD.

Sở hữu sáng chế trong nước được thực hiện ở nước ngoài cũng tăng lên. Các nước OECD sở hữu khoảng 15% các sáng chế nước ngoài tính vào đầu năm 2000. Mức này cao hơn tại các nền kinh tế nhỏ và mở như Thụy Sĩ (48%), Ailen (42%) và Hà Lan (30%). Khoảng 28% trong tổng số các sáng chế thuộc sở hữu của các công dân Thụy Điển được thực hiện ở nước ngoài, tỷ lệ này đã tăng gấp đôi kể từ đầu những năm 1990. Nhật Bản và Hàn Quốc có mức độ quốc tế hóa rất thấp nếu tính về sở hữu xuyên biên giới theo cả hai cách đánh giá trên.

Các số liệu về sáng chế còn được sử dụng để ước tính mức độ hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ. Tỷ lệ trung bình thế giới là 7% số sáng chế là kết quả của hoạt động nghiên cứu hợp tác quốc tế tính vào đầu năm 2000. Có những khác biệt lớn giữa các nước OECD, tại Cộng hòa Séc và Luxembua, 53% số đơn đăng ký sáng chế đệ trình lên EPO có đồng tác giả nước ngoài. Tỷ lệ này đối với Thụy Điển, Pháp, Hà Lan, Mỹ và Đức trong khoảng từ 10 đến 20%. Trong khi đó, tỷ lệ này của Nhật Bản chỉ đạt 3%.

Một nghiên cứu khác sử dụng các số liệu sáng chế trong giai đoạn từ 1996 đến năm 2000 cho thấy, các nước châu Âu có xu hướng chuyển dịch các hoạt động nghiên cứu và phát triển ra nước ngoài lớn hơn so với các công ty của Mỹ và Nhật Bản. Nghiên cứu này cũng khẳng định một điều rằng, các công ty đa quốc gia từ các nước nhỏ như Bỉ, Hà Lan, Thụy Điển và Thụy Sĩ đạt mức độ quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển doanh nghiệp cao nhất.

Hợp tác và liên minh nghiên cứu và phát triển. Số các liên minh công nghệ chiến lược quốc tế mới được thành lập đã tăng lên đáng kể

từ những năm 1980, theo các nghiên cứu dựa vào cơ sở dữ liệu các Chỉ số Hiệp định Hợp tác và Công nghệ (MERIT CATI). Tuy nhiên, cũng trong cùng thời kỳ, tỷ trọng hợp tác nghiên cứu và phát triển quốc tế trong tương quan với tổng số các hợp tác nghiên cứu và phát triển đã giảm xuống. Tỷ trọng hợp tác nghiên cứu và phát triển quốc tế đã giảm xuống dưới 50% vào cuối những năm 1990. Theo các số liệu từ cơ sở dữ liệu nêu trên, tỷ lệ hợp tác nghiên cứu và phát triển lớn nhất thuộc về nội bộ khu vực Bắc Mỹ (khoảng 41% trong giai đoạn những năm 1990), tiếp theo là hợp tác EU - Bắc Mỹ (25%). Hợp tác quốc tế tăng trưởng mạnh trong nội bộ khu vực Bắc Mỹ đã giải thích cho việc tại sao hợp tác quốc tế, mặc dù tăng về số lượng tuyệt đối, nhưng vẫn chỉ chiếm khoảng 50% tổng số các giao dịch hợp tác nghiên cứu và phát triển.

Trong các liên minh nghiên cứu và phát triển, tỷ trọng giữa các lĩnh vực đã thay đổi mạnh trong giai đoạn từ năm 1991 đến 2001. Tỷ trọng các ngành dược phẩm và công nghệ sinh học đã tăng từ 11 lên 58%, trong khi các liên minh trong ngành công nghệ thông tin lại giảm từ 54 xuống còn 28%. Các công trình khảo sát khác khẳng định rằng, hầu hết các hiệp định hợp tác được tiến hành với các đối tác quốc gia, chứ không phải là đối tác quốc tế. Hơn 80% các giao dịch hợp tác giữa các công ty đổi mới của châu Âu có lời kéo sự tham gia của các đối tác trong nước, trong cả hai khu vực công nghiệp và dịch vụ ở vào cuối những năm 1990. Các số liệu đối với các công ty của Mỹ trong cơ sở dữ liệu MERIT CATI cho thấy, có khoảng 80% các liên minh công nghệ trong giai đoạn từ năm 1991 đến 2001 có sự tham gia của ít nhất là một công ty thuộc sở hữu của Mỹ. Trong số các liên minh này, có khoảng một nửa chỉ có sự tham gia của các công ty thuộc sở hữu của Mỹ.

Từ quá trình quốc tế hóa các hoạt động nghiên cứu và phát triển đang diễn ra ngày càng tăng trên thế giới hiện nay, ta có thể nhận thấy rõ một số xu hướng quan trọng sau đây:

. Tỷ trọng các hoạt động nghiên cứu và phát triển được thực hiện ở nước ngoài đang ngày càng tăng lên. Tuy nhiên, mức độ quốc tế hóa trong nghiên cứu và phát triển vẫn thấp hơn so với sản xuất.

. Phần lớn các hoạt động quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển diễn ra tại Bộ ba các nước Mỹ, châu Âu và Nhật Bản.

. Các công ty châu Âu, đặc biệt là tại các nước nhỏ hơn lại có mức độ quốc tế hóa cao hơn các công ty của Mỹ và Nhật Bản.

. Mỹ là địa điểm quan trọng đối với nghiên cứu và phát triển nước ngoài. Các công ty Nhật Bản có mức độ quốc tế hóa thấp nhất và Nhật Bản là địa điểm ít được ưa chuộng nhất trong Bộ ba nêu trên.

. Thụy Điển là một trong những nước quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển mạnh nhất trong khối OECD.

. Các ngành công nghiệp công nghệ cao, như dược phẩm và truyền thông có mức độ quốc tế hóa nghiên cứu và phát triển cao nhất.

. Gần đây hơn, các nước đang phát triển thu hút được nhiều nghiên cứu và phát triển doanh nghiệp. Sự gia tăng tại các nước châu Á đang phát triển (Trung Quốc và Ấn Độ) là hiện tượng ngoạn mục nhất.

. Các công ty đa quốc gia đang có kế hoạch tăng đầu tư nghiên cứu và phát triển tại các nước đang phát triển ở châu Á, trong khi sẽ không tăng và thậm chí là còn giảm đầu tư nghiên cứu và phát triển trong nước.

. Sự phát triển của các mạng thông tin và viễn thông toàn cầu và các quá trình đổi mới theo mô đun (Modularized innovation processes) là những công cụ then chốt tạo điều kiện cho quá trình quốc tế hóa.

. Nghiên cứu và phát triển thích nghi vẫn là hình thức vượt trội trong số các cơ sở nghiên cứu và phát triển nước ngoài, nhưng nghiên cứu và phát triển đổi mới đang có chiều hướng gia tăng.

. Cơ hội tiếp cận đến các công nghệ và các nhà nghiên cứu, kỹ sư có trình độ đang ngày càng trở thành những động cơ quan trọng đối với việc đặt địa điểm nghiên cứu và phát triển.

. Tỷ trọng đầu tư (của các công ty) mới vào nghiên cứu và phát triển đang tăng lên nếu so với việc mua lại các chi nhánh nghiên cứu và phát triển nước ngoài đang tồn tại.

. Nghiên cứu và phát triển nước ngoài đang ngày càng trở nên tích hợp hơn vào các chiến lược nghiên cứu và phát triển tổng thể của các công ty đa quốc gia, tạo nên các mạng lưới đổi mới toàn cầu.

CHƯƠNG 3

CẠNH TRANH THU HÚT NHÂN TÀI

3.1. Các vấn đề chung

3.1.1. Cạnh tranh toàn cầu về nhân lực có kỹ năng cao

Trong thời đại mà các rào cản lưu thông hàng hóa và tài chính ngày càng được dỡ bỏ thì nổi lên những vấn đề về sự di cư của con người, kiểm soát các đường biên giới và ngăn ngừa di cư bất hợp pháp. Tuy nhiên, trong lịch sử, các chính sách quốc gia lại rất ưu tiên đối với sự di cư của nhân công có kỹ năng cao và thậm chí trong những thập kỷ gần đây, những chính sách này càng có tính ưu đãi hơn do một số sự phát triển. *Thứ nhất* là sự phát triển của các chuỗi cung ứng toàn cầu với vai trò là sự 'tự do hóa' các chính sách thương mại đã tạo điều kiện cho các công ty đa quốc gia chuyển sản xuất của mình tới các địa điểm có tính kinh tế hơn. Sự xuất hiện những cơ cấu sản xuất toàn cầu này đi đôi với những hoạt động chuyển giao kỹ thuật và nhân lực quản lý. *Sự phát triển quan trọng khác* là mức tăng trưởng của các hình thức phi-chính thống và linh hoạt như việc làm, các thị trường mở đối với nhân công nước ngoài sẵn sàng làm các công việc hoặc tham gia vào các khu vực mà người bản xứ không làm. *Một nhân tố nữa* là sự mở rộng ngày càng nhanh của nền kinh tế tri thức và nhu cầu của nó về một nguồn cung ứng các chuyên gia công nghệ thông tin trẻ tuổi.

Đồng thời, sự gia tăng số lượng sinh viên tìm kiếm đào tạo nâng cao ở các nước khác, rất nhiều người trong số đó không quay trở lại đất nước và trở thành người di cư. *Và cuối cùng*, sự già đi nhanh chóng của dân số ở những khu vực nhất định đang làm phát sinh nhu cầu về các dịch vụ y tế và nhân lực làm việc trong lĩnh vực chăm sóc, mà lực lượng lao động địa phương chẳng bao lâu sẽ không cung ứng đủ số lượng nữa. Chính những sự phát triển này đã thúc đẩy một số thay đổi cơ bản trong chính sách của nhiều nước nhằm thu hút lực lượng lao động có kỹ năng cao nhất và được đào tạo tốt nhất trên thế giới tới đất nước của họ. Rõ ràng, để thu hút những chuyên gia và nhân công có tay nghề giỏi người nước ngoài tới đất nước của mình, các nước đang ngày càng chịu sức ép thay đổi các chính sách của mình và dành cho nhân công giỏi người nước ngoài chế độ di trú đảm bảo hơn. Trong cuộc cạnh tranh ngày càng tăng để giành giật những người giỏi nhất và tốt nhất, các nước có truyền thống nhập cư vốn thường dành quy chế cư trú vĩnh viễn hoặc ít nhất là một hướng để định cư vĩnh viễn rõ ràng có lợi thế hơn những nước giàu khác, thậm chí kể cả khi những nước giàu đó cũng đưa ra một môi trường mến khách tương tự gồm an ninh cá nhân, các hệ thống phúc lợi xã hội được phát triển tốt và các tiêu chuẩn sống cao.

3.1.2. Các xu thế trong di cư của nhân lực có kỹ năng cao

Những ước tính về các tỷ lệ di cư khác nhau giữa nhân lực có kỹ năng và kém kỹ năng hơn cho thấy nhân lực có kỹ năng di cư với con số ngày càng tăng. Ví dụ, tỷ lệ di cư trung bình trên toàn thế giới lên tới 0,94% đối với nhân lực kỹ năng thấp, 1,64% đối với nhân lực có kỹ năng trung bình và 5,47% đối với nhân lực có kỹ năng cao. Trong giai đoạn 1990 tới 2000, tỷ lệ di cư trung bình toàn cầu của nhân lực có kỹ năng cao đã tăng 0,75% điểm, so với chỉ có 0,06% điểm của nhân công kỹ năng thấp và 0,41% điểm của nhân công kỹ năng trung bình.

Hướng di chuyển của những hoạt động di cư của con người

Những dòng lưu chuyển nhân lực kỹ năng cao lớn nhất dường như là diễn ra giữa những nước phát triển, có thể nói đó là giữa các nước EU và giữa EU với Bắc Mỹ. Tuy nhiên, với vai trò là một bộ phận của lực lượng nhân lực của những nước này, thì những sự di chuyển này

dường như tỏ ra không quan trọng lắm vì những nước này đã có những lực lượng lao động có kỹ năng cao và được đào tạo tốt để khởi đầu. Nơi mà những hoạt động di chuyển này trở nên có ý nghĩa về mặt lực lượng lao động gốc là ở các nước đang phát triển nhỏ. Mặc dù vẫn còn rời rạc, nhưng có những khuynh hướng rõ ràng cho thấy nơi xuất xứ của nhân lực di cư kỹ năng cao cũng bao gồm nhiều nước chậm phát triển. Điều này chứng minh cho những mối quan ngại về hiện tượng “chảy chất xám” và tạo ra những cuộc tranh luận về hệ quả của nó đối với khả năng phục hồi lại lượng chất xám bị mất của các nước chậm phát triển.

Gần đây, OECD cho biết những ước tính hoàn chỉnh và cập nhật nhất về bằng cấp giáo dục của những người nước ngoài ở 29 nước OECD được báo cáo ở điều tra dân số năm 2000. Trong 29 nước OECD có khoảng 36,3 triệu người (46% của tổng dân số người nước ngoài) tới từ một nước OECD khác. Khoảng 5,4 triệu hay 17,6% được báo cáo là có bằng đại học hoặc cao đẳng nhưng tỷ lệ khác nhau rất nhiều tùy theo từng nước. Anh có 3,3 triệu người hải ngoại ở các nước OECD và trong đó 1,26 triệu (hay 41%) được đào tạo bậc đại học. Đức có 2,93 triệu người hải ngoại ở các nước OECD và trong đó có 865.255 (hay 30,4%) được đào tạo bậc đại học. Mỹ có số lượng người hải ngoại ở các nước OECD nhỏ hơn, khoảng 809.540 người, và trong số đó khoảng một nửa được đào tạo bậc đại học. Những nước có số lượng người hải ngoại được giáo dục ở bậc đại học ở các nước OECD là Canada (417.750), Mexico (472.784), Pháp (348.432), Ba lan (328.631) và Nhật Bản (281.664). Những nước có tỷ lệ người có bằng đại học thấp là Mexico (chỉ có 5,6%), Thổ Nhĩ Kỳ (6,4%) và Bồ Đào Nha (6,7%).

Các cộng đồng lớn nhất (trong số người nước ngoài ở khu vực OECD) có nguồn gốc từ các nước Liên Xô cũ, Nam Tư cũ, Ấn Độ, Philipin, Trung Quốc, Việt Nam, Maroc, Puerto Rico. Theo nghiên cứu của OECD, Liên Xô cũ có cộng đồng người ở hải ngoại lớn nhất, với 1,3 triệu người có bằng đại học, tiếp theo là Ấn Độ với 1 triệu người có bằng đại học.

Số liệu thống kê về sự di cư Nam-Nam (giữa các nước đang phát triển với nhau) của nhân lực có kỹ năng cao rất ít ỏi mặc dù những luồng di cư theo hướng này được cho là quan trọng, đặc biệt là ở những

khu vực đã có một số hiệp định về tự do di chuyển vì mục đích việc làm. Ở vùng Caribê, Hiệp ước CARICOM mang lại sự tự do di chuyển vì mục đích việc làm cho sinh viên tốt nghiệp đại học. Tính chọn lọc tương tự của những nhân nhượng về tự do di chuyển cũng được tạo ra ở các nghị định thư đối với các hiệp định hợp tác khu vực ở các nước Andean, ở MERCOSUR và ở ECOWAS ở Tây Phi. Một bằng chứng rõ ràng cũng chỉ ra rằng những sự di cư Nam-Bắc như các dòng bác sỹ và y tá châu Phi đã kích thích những sự di cư Nam-Nam thứ phát hình thành để đáp ứng lại những sự thiếu hụt đang nổi lên từ các khu vực khác (ví dụ như các bác sỹ Cuba tới Nam Phi).

Các hướng tiếp cận để thu hút nhân lực có kỹ năng

- *Hướng tiếp cận vốn nhân lực*: liên quan tới những nước nhập cư truyền thống như Canada, nhằm mục đích làm giàu nguồn nhân lực có kỹ năng của đất nước trong dài hạn. Hướng này đơn thuần tạo ra một triển vọng cho việc cư trú vĩnh viễn với vai trò là một sự khuyến khích, cùng với quyền lưu động hoàn toàn trong thị trường lao động và cuối cùng là nhập quốc tịch khi một người đòi hỏi tất cả các quyền lợi về chính trị và xã hội mà công dân được hưởng.

- *Hướng tiếp cận nhu cầu thị trường lao động*: đây là hướng tiếp cận được áp dụng nhiều nhất, hướng này nhằm mục đích cung cấp một giải pháp cho những thiếu hụt nhân lực có kỹ năng theo chu kỳ trong thị trường lao động qua việc chấp nhận tạm thời nhân lực nước ngoài có các phẩm chất và kinh nghiệm cần thiết.

- *Hướng tiếp cận những khuyến khích kinh doanh*: là một hướng nhằm khuyến khích thương mại và đầu tư nước ngoài qua việc tạo thuận lợi cho việc tiếp nhận và ở lại của các nhà đầu tư, các nhà quản lý và điều hành, bao gồm cả các thành viên gia đình của họ.

- *Hướng tiếp cận công học thuật*: là một trong những hướng tiếp cận nhằm mục đích thu hút nhân tài từ số lượng sinh viên nước ngoài tốt nghiệp các cơ sở giáo dục địa phương và khuyến khích họ ở lại, làm việc hoặc nghiên cứu. Hướng này ít khi được tuyên bố một cách chính thức với vai trò là một chính sách nhưng một số nước, đặc biệt là Mỹ đã rất thành công trong việc áp dụng hướng tiếp cận này.

Sự lưu chuyển của nhân lực có kỹ năng cao theo những hiệp định thương mại khu vực

Hiện nay, có một số hiệp ước khu vực có tác động quan trọng tới

việc làm giảm các rào cản đối với việc di chuyển tự do của nhân lực qua biên giới, đặc biệt là nhân lực có kỹ năng cao. Bảng 1 cung cấp ngắn gọn một số hiệp ước khu vực tiêu biểu.

Bảng 4.1. Một số điều khoản về nhân lực kỹ năng cao ở một số hiệp ước khu vực tiêu biểu

	Phạm vi bao phủ	Các điều khoản chính	Các chương trình hỗ trợ và các hạn chế
Liên minh châu Âu			EURES-các dịch vụ việc làm Các chương trình trao đổi
NAFTA (Hiệp định tự do thương mại Bắc Mỹ)	Các khách kinh doanh, các nhà thương mại và đầu tư, các chuyên gia ICT		
AFTA (Hiệp định tự do thương mại ASEAN)	Thương mại ở các dịch vụ như ở Mô hình 4	Các thành viên ASEAN cam kết đàm phán tự do di chuyển vốn, lao động có kỹ năng và chuyên gia, và công nghệ	
ANZCERTA (Hiệp định tự do thương mại Úc-Niu Dilan)		Tiếp cận thị trường hoàn toàn, đối xử, không phân biệt đối xử. Phải xem xét cùng với "Hiệp định di chuyển liên vùng Tasman" quy định sự di chuyển tự do để làm việc	
COMESA (Thị trường chung cho Đông và Nam Phi)	Hiệp ước có nền tảng rộng được thành lập bởi liên minh tiền tệ và tự do di chuyển hàng hóa, dịch vụ, vốn và lao động hoàn toàn tới năm 2015	Nghị định thư lâm thời về về dần dần miễn visa và nghị định về di chuyển tự do lao động, dịch vụ và quyền thành lập.	
CARICOM (Cộng đồng Caribe)		Tự do di chuyển và rèn luyện nghề nghiệp, không cần giấy phép làm việc Không phân biệt đối xử	Chính phủ có thể hạn chế phạm vi để bảo vệ đạo đức xã hội, trật tự xã hội và an ninh quốc gia.

Ngoài ra còn có thể kể tới Hiệp định chung về thương mại dịch vụ (GATS) của Vòng đàm phán Uruguay thể hiện là hiệp định đa phương đầu tiên và có hiệu lực pháp lý về thương mại dịch vụ quốc tế. Những nhiệm vụ trọng tâm của nó là việc tự do hóa thương mại dịch vụ vốn

được nhiều nước đang phát triển coi như một sự hứa hẹn đối với việc mở rộng xuất khẩu, lĩnh vực mà họ có lợi thế so sánh. Bên cạnh đó GATS còn cung cấp một khung hoạch định chính sách đa phương về việc di chuyển của nhân lực có kỹ năng cao.

Các hệ quả của sự di cư của nhân lực có kỹ năng cao

Gần đây, những hệ quả mang tính chính trị và xã hội đã được chú ý. Trong trường hợp di cư của nhân lực kỹ năng cao, có một sự nhất trí đáng kể về những hiệu ứng tăng trưởng tích cực của nguồn vốn nhân lực bổ sung này lên các nước tiếp nhận. Những hệ quả đối với việc phân phối thu nhập cũng được nhìn nhận theo hướng ưu tiên vì nó dẫn tới việc thu hẹp các khoảng cách thu nhập thực tế. Việc cung ứng ngày càng tăng các bộ phận nhân lực kỹ năng cao của lực lượng lao động làm giảm hoặc làm chậm mức tăng trưởng của các mức lương danh nghĩa trong khi làm tăng sản lượng của việc sản xuất hàng hóa mà nhân công kỹ năng thấp tiêu thụ dẫn tới việc giảm giá thành.

Với những lý do tương tự, vẫn có những lo ngại về hiệu ứng của nó lên các nước gốc, hay các nước xuất phát. Có rất nhiều hậu quả có thể chỉ ra, quan trọng nhất là vấn đề “chảy chất xám”. Tuy vậy, nghiên cứu về di cư với tư cách là một tổng thể vẫn còn rời rạc và thiếu một nền tảng thống kê vững chắc. Hầu hết các nước đều không quản lý nước đến của công dân chứ chưa nói đến việc ghi chép lại bằng cấp của họ. Tuy vậy, có thể có ích khi xem xét những câu hỏi liên quan tới hậu quả của việc di cư đối với những nước gốc:

- *Những yếu tố nào tạo nên hiện tượng “chảy chất xám”?* Trong cuộc tranh cãi về chảy chất xám, có một giả định ngầm cho rằng các nước sẽ bị thiệt hại lâu dài bởi việc mất những công dân được đào tạo của mình. Vậy trong những điều kiện nào thì giả định này là đúng? Một khi những giả định của sự tuyệt đối trong việc cung ứng nhân lực có kỹ năng được loại bỏ, thì mức độ tổn thương sẽ thay đổi. Thậm chí những nước nghèo dường như vẫn nhập khẩu được nhân lực nước ngoài từ các nước có mức lương thấp khác.

- *Tác động lên mức tăng trưởng GDP.* Ý kiến cho rằng mức tăng trưởng GDP sẽ bị tác động một cách tiêu cực bởi sự di cư của nhân lực có kỹ năng làm suy kiệt nguồn vốn nhân lực của nước gốc. Tuy nhiên hiệu suất phát triển của các nước gốc dường như không liên quan tới

các mức độ di cư của nhân lực có kỹ năng.

- *Tác động lên thương mại:* việc mất vốn nhân lực sẽ làm xói mòn tiềm năng phát triển các lợi thế so sánh ở các ngành công nghiệp công nghệ cao tới những mức độ nào ở nước gốc? Một lần nữa, hậu quả này cần phải có sự đánh giá sát thực hơn vì các nước phải chịu nạn chảy chất xám như Chilê, Mêxico, Philipin, Achentina và Costa Rica đã thành công trong việc chuyển đổi từ các sản phẩm truyền thống sang các sản phẩm công nghiệp phức tạp hơn.

- *Tác động tới sự đầu tư vào giáo dục:* có giả thuyết cho rằng khả năng di cư tới các nước có mức lương cao hơn kích thích các cá nhân đầu tư để có nền tảng giáo dục cao hơn để có thể thu lại những khoản lợi nhuận lớn hơn.

- *Đầu tư của cộng đồng người di cư:* vì những nhân công có kỹ năng cao kiếm được thu nhập cao sẽ có mức tiết kiệm cao hơn và có thể trở thành những nhà đầu tư. Bởi vậy, một số Chính phủ đã khởi xướng những chương trình như đưa ra các quỹ phù hợp để khuyến khích các công dân hải ngoại của họ đầu tư nhiều hơn cho quê nhà và cộng đồng. Mặt khác, họ sẽ có thể trở thành những cư dân vĩnh viễn ở những nước mà họ được thuê. Vậy thì trong những điều kiện nào họ sẽ đầu tư?

- *Chuyển giao công nghệ và tri thức:* những liên kết về sau đối với các nước nguồn có thể tăng tri thức và công nghệ nhằm thúc đẩy sản lượng. Liệu có thực các nước nguồn thu lợi được từ những sự chuyển giao tri thức này? Liệu chuyển giao tri thức có bao hàm việc hồi hương vĩnh viễn?

Sự lưu chuyển quốc tế nhân lực trình độ cao

Định nghĩa về Nguồn nhân lực Khoa học và Công nghệ trong tài liệu của OECD (OECD Canberra Manual) nêu rõ: Nguồn nhân lực khoa học và công nghệ được định nghĩa là một tập hợp dân số lớn: 1) đã hoàn thành quá trình học tập trong lĩnh vực khoa học và công nghệ ở bậc đại học; và/hoặc 2) không có bằng cấp chính thức nhưng được thuê làm một công việc trong lĩnh vực khoa học và công nghệ, thông thường yêu cầu có những bằng cấp trên.

Sự lưu động quốc tế của nhân lực kỹ năng cao liên quan tới những người có học vấn rộng và kinh nghiệm việc làm, như sinh viên đại học,

y tá, chuyên gia công nghệ thông tin, nhà nghiên cứu, các nhà quản lý và giám đốc doanh nghiệp, người được chuyển nhượng giữa các công ty. Một số cá nhân có kỹ năng cao, như sinh viên đại học, chuyên gia công nghệ thông tin và các nhà quản lý doanh nghiệp, di cư theo diện tạm thời, trong khi những người khác di cư với ý định định cư vĩnh viễn ở nước tiếp nhận.

Số liệu về các dòng nhân lực kỹ năng cao cho thấy di cư của nhân lực kỹ năng cao, đặc biệt là từ châu Á, tới Mỹ, Canada, Ôxtrâyliia và Anh rất lớn. Xu hướng này vẫn đang tăng lên, đặc biệt là đối với sinh viên và sự di cư tạm thời của chuyên gia có kỹ năng cao như công nhân công nghệ thông tin. Ước tính có tới 900.000 chuyên gia có kỹ năng đã gia nhập thị trường lao động của Mỹ giai đoạn 1990 tới 2000 theo chương trình visa H-1B đối với việc nhập cư tạm thời của nhân lực có kỹ năng. Mặc dù số lượng này nhỏ so với 750.000 người nhập cư vĩnh viễn và 1,9 triệu người nhập cư tạm thời trung bình hàng năm, chủ yếu là dựa trên việc đoàn tụ gia đình và các nhóm nhân đạo, OECD ước tính rằng những công nhân tạm thời này chiếm tới 1/6 tổng lực lượng lao động công nghệ thông tin của Mỹ.

Sự chuyển giao cán bộ giữa các công ty đa quốc gia cũng góp phần làm cho sự lưu động của nhân lực có kỹ năng cao tăng lên. Sự lưu động quốc tế của nhân lực có kỹ năng trong khuôn khổ điều khoản của các dịch vụ thương mại quốc tế là một hình thức khác nữa của sự di cư lao động đang tăng mạnh hiện nay. Những sự lưu động này thường trong các giai đoạn ngắn, mặc dù chúng có thể mở rộng tới vài tháng hoặc tái diễn ở những khoảng thời gian liên tục. Hiệp định chung về Thương mại Dịch vụ (GATS) được áp dụng cho việc đưa ra các thủ tục được đơn giản hóa để hỗ trợ cho sự lưu động tạm thời của các chuyên gia trong nhiều khu vực khác nhau. Tuy nhiên, các thống kê thường kết hợp những sự lưu động này vào với sự lưu động của doanh nhân (các chuyên đi kinh doanh), khiến cho rất khó để mà xác định một cách chính xác.

- Sinh viên nước ngoài ở các nước OECD có phải là một nguồn lao động dự trữ tiềm năng?

Các nước OECD ngày càng tìm cách thu hút những sinh viên có chuyên môn, đặc biệt là trong lĩnh vực khoa học và công nghệ, và tạo

điều kiện thuận lợi cho sự tiếp cận của họ tới thị trường lao động. Trong khi Mỹ thu hút hầu hết sinh viên nước ngoài, chiếm tới 1/3 tổng số sinh viên nước ngoài đang học tập tại các nước OECD, thì các nước khác cũng có đông sinh viên nước ngoài theo học, gồm: Ôxtrâylia, Thụy Sĩ, Áo, Anh và Lucxembua, những nước này đều có hơn 100 sinh viên nước ngoài trên 1 nghìn sinh viên nhập học. Các nước tuyển sinh viên nước ngoài không chỉ bởi học phí của sinh viên nước ngoài tạo ra một khoản lợi ích tài chính trực tiếp đối với các trường đại học mà còn bởi sinh viên nước ngoài cung cấp một kho nhân lực lao động có chất lượng cao tiềm năng và quen thuộc với những quy định và các điều kiện ở nước đến.

Sau khi tốt nghiệp, rất nhiều sinh viên trong số này vẫn tiếp tục ở lại nước đến. Dữ liệu của Mỹ cho thấy, trung bình có 47% sinh viên người nước ngoài tốt nghiệp tiến sỹ vẫn ở lại Mỹ. Hơn nữa, gần 25% người nhập cư ở diện visa tạm thời H1B năm 1999 ban đầu là sinh viên theo học ở các trường đại học Mỹ.

- Vai trò của chính sách di trú

Các mục tiêu của chính sách liên quan tới sự nhập cư của nhân lực có kỹ năng cao ở hầu hết các nước OECD gồm 3 bộ phận:

- + nhằm đáp ứng với sự thiếu hụt của thị trường;
- + nhằm tăng nguồn nhân lực;
- + nhằm khuyến khích vòng tuần hoàn tri thức tiêu biểu là nhân lực có kỹ năng cao và thúc đẩy đổi mới.

Liên quan tới hai mục tiêu đầu tiên, các chính sách di trú ở các nước đến tăng cường tập trung vào việc phát triển các chương trình di trú tạm thời dựa trên các tiêu chuẩn về kỹ năng và năng lực, kết hợp với tính chọn lọc ngày càng tăng trong chính sách di trú chung. Đây là trường hợp ở các nước nhập cư truyền thống như Mỹ, Canada và Ôxtrâylia, những nước này đã phát triển các chính sách cụ thể để thúc đẩy việc định cư vĩnh viễn của những cá nhân có trình độ cao và sự di trú tạm thời của các chuyên gia và doanh nhân. Trong khi đó, hầu hết các nước châu Âu lại tập trung vào việc thúc đẩy sự định cư tạm thời của cả sinh viên lẫn nhân lực có kỹ năng. Ở các nước OECD khác, cũng như một số nền kinh tế châu Á năng động như Singapo, một số biện

pháp đã được áp dụng gần đây để nhằm tuyển dụng nhân công trong các khu vực truyền thông và thông tin nhằm làm giảm sự thiếu hụt nhân lực.

- Vai trò của chính sách khoa học và đổi mới

Bản chất di trú của nhân lực kỹ năng cao, đặc biệt là vai trò của cơ sở hạ tầng về nghiên cứu và đổi mới trong việc thu hút những người tài giỏi nhất di cư, tạo ra một tầm vóc nữa cho vai trò của chính phủ: đó là, nhu cầu điều phối các chính sách khoa học và đổi mới với các chính sách di trú nhằm nâng cao tính hấp dẫn của các nước đến, và cả các nước xuất xứ, nhằm phát triển một môi trường khoa học, công nghệ và kinh doanh thích hợp để mang lại các cơ hội xứng đáng cho sự hồi hương của những cá nhân, những người đã nâng cao kỹ năng của họ ở nước ngoài và/hoặc nhằm thuyết phục những nhân lực có kỹ năng cao như vậy ở lại trong nước.

Sự phát triển của ngành công nghiệp công nghệ cao và đổi mới cũng là một lực hút quan trọng đối với việc thu hút nguồn nhân lực có kỹ năng. Đặc biệt hơn, việc phát triển các trung tâm tài năng cho nghiên cứu khoa học và thiết lập các điều kiện để phát triển đổi mới công nghệ và môi trường kinh doanh là rất quan trọng trong việc làm cho một đất nước trở nên hấp dẫn với nhân lực có kỹ năng cao, cả người bản xứ lẫn ở nước ngoài. Vì vậy, toàn bộ phạm vi của chính sách nhằm khuyến khích đổi mới có tác dụng không trực tiếp nhưng rất hiệu quả đối với việc khuyến khích những nhân công này gia nhập vào thị trường lao động của nước đó. Những chính sách như vậy bao gồm việc thúc đẩy môi trường kinh doanh, các cơ chế tác động đến việc phân bổ vốn, đào tạo và giáo dục, nghiên cứu công và các mối liên hệ của nó với kinh doanh.

- Vai trò của các cơ quan phi chính phủ và các mạng lưới người nhập cư

Sự tồn tại của “cộng đồng khoa học ở hải ngoại” và “mạng lưới doanh nhân nhập cư” cũng có thể giữ một vai trò quan trọng trong việc giúp các nước đi thu được một số lợi ích và know-how từ người di cư ở nước ngoài. Những mạng lưới như vậy thường được bảo trợ ở cấp độ địa phương và cơ quan, nhưng sự hỗ trợ ở cấp độ quốc gia và quốc tế thường là một xúc tác quan trọng. Các chương trình Gốc rễ (Grass-

roots) ở Nam Phi và Mỹ La tinh nhưng cũng được phát triển ở các nước phát triển như Pháp, Đức, Hungary và Thụy Sĩ để liên kết các nhà nghiên cứu ở nước ngoài vào các mạng lưới ở trong nước. Mạng lưới người di cư gồm các chủ doanh nghiệp và kinh doanh ở nước ngoài và “vòng tuần hoàn chất xám” giữa Ấn Độ và Mỹ là một trong những động lực phát triển tri thức quan trọng ở Ấn Độ. Chính phủ Ấn Độ đã đóng góp vào sự hiện diện của những mạng lưới tư nhân như vậy thông qua các đạo luật về thuế và luật pháp có chức năng thúc đẩy tiền gửi và đầu tư của người Ấn Độ ở hải ngoại.

- Những thay đổi trong chính sách di trú gần đây nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho sự luân chuyển của nhân lực nước ngoài có kỹ năng cao

Hầu hết các nước thành viên OECD đều điều chỉnh chính sách nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho việc chấp nhận các chuyên gia nước ngoài, đặc biệt là trong các lĩnh vực công nghệ cao. Những biện pháp này gồm 4 yếu tố chủ đạo sau:

Nới lỏng hạn ngạch nhập cư: Năm 2001, Mỹ đã tăng hạn ngạch visa H1B hàng năm dành cho các chuyên gia và nhân lực có kỹ năng tới gần 70% so với mức của năm 2000. Trong vòng 3 năm tài khóa tới, 195.000 người được cấp visa tạm thời theo chương trình này.

Thành lập các chương trình đặc biệt để đáp ứng những thiếu hụt kỹ năng: Vào tháng 8/2000, Chính phủ Đức đã thành lập chương trình “thẻ xanh” trong đó, sau một năm, 8600 chuyên gia công nghệ và máy tính đã tới Đức vào năm 2001 để làm việc tới 5 năm.

Tạo thuận lợi cho các điều kiện hoặc thủ tục tuyển dụng và nới lỏng các tiêu chuẩn về việc cấp visa việc làm cho nhân lực có kỹ năng cao. Từ năm 1998, Pháp đã áp dụng một hệ thống được đơn giản hóa dành cho các chuyên gia, trong đó không đòi hỏi việc xem xét tình trạng việc làm ở Pháp. Vương quốc Anh hiện nay cũng áp dụng các thủ tục cấp nhanh, đơn giản hóa việc cấp giấy phép lao động cho các việc làm cụ thể và đã mở rộng danh sách đối với các việc làm thiếu hụt. Ôxtrâyliia đã sửa đổi các hệ thống tính điểm đối với người nhập cư vĩnh viễn, dành nhiều sự chú trọng cho một số dạng nhân lực có kỹ năng cao trong đó bao gồm những nhân lực trong những lĩnh vực công nghệ

mới. Ở Hàn Quốc, nhân lực có kỹ năng cao hiện thời có thể định cư ở nước này vĩnh viễn.

Cho phép sinh viên nước ngoài thay đổi địa vị visa của mình sau khi tốt nghiệp khóa học và gia nhập thị trường lao động. Ở Mỹ, có đến 1/4 số người nhận visa diện H1B mới là sinh viên đã định cư ở nước này. Ở Đức và Thụy Sĩ, sinh viên không bị bắt buộc phải về nước sau khi tốt nghiệp và có thể nộp đơn xin visa việc làm. Ở Ôxtrâyliia, sinh viên nộp đơn xin visa việc làm kỹ năng cao trong vòng 5 tháng sau khi tốt nghiệp được miễn trừ những yêu cầu đòi hỏi kinh nghiệm làm việc.

- Các chính sách khoa học và công nghệ nhằm thúc đẩy và thu hút tài năng khoa học

Phát triển cơ sở hạ tầng dành cho đổi mới và kinh doanh công nghệ cao: Sự phát triển của ngành công nghiệp sinh học của Đức, được hỗ trợ một phần bởi sáng kiến Bio-regio của Chính phủ nhằm thúc đẩy tài trợ nghiên cứu công với đầu tư tư nhân, đã thành công với việc thu hút sự hồi hương của các nhà khoa học và nghiên cứu người Đức từ Mỹ. Ở Iceland, một công ty công nghệ sinh học, DeCode Genetics, đã góp phần thu hút các nhà khoa học nước ngoài và phục hồi lại nguồn chất xám. Trong số những nước đang phát triển, Ấn Độ đang hỗ trợ cho các cơ sở ương tạo công nghệ và kinh doanh nhằm duy trì sự kinh doanh.

Cải thiện sự hấp dẫn của khu vực nghiên cứu công: Chính phủ Anh dự định tăng lương của các nhà nghiên cứu sau tiến sỹ tới 25% và tăng đầu tư để thuê các giáo sư đại học. Ủy ban châu Âu đã tăng gấp đôi lượng tài trợ dành cho nguồn nhân lực ở Chương trình Khung Nghiên cứu lần thứ 6 lên 1,8 tỷ euro nhằm cải thiện sức hấp dẫn của khu vực nghiên cứu châu Âu. Kết hợp với Quỹ Wolfson, Chính phủ Anh đang tài trợ cho Chương trình Giải thưởng Nghiên cứu Merit, được điều hành bởi Hội Hoàng gia, trị giá 20 triệu bảng trong 5 năm. Trung Quốc gần đây triển khai một dự án phát triển 100 trường đại học thành các cơ sở tầm cỡ thế giới, không chỉ có chức năng giáo dục và đào tạo cho các công dân mà còn tạo ra các cơ hội nghiên cứu và việc làm mang tính chất hàn lâm.

Các ưu đãi về thuế nhằm khuyến khích việc tuyển dụng nhân lực

nước ngoài. Năm 2001, Thụy Điển thông qua một đạo luật mới nhằm làm giảm gánh nặng ngân sách thuế của các chuyên gia nước ngoài và nhân lực có kỹ năng đang cao sống ở Thụy Điển ít hơn 5 năm. Đan Mạch, Hà Lan, Bỉ đã thông qua các chính sách tương tự. Ở vùng Quebec (Canada), chính quyền đưa ra hình thức miễn thuế thu nhập 5 năm để thu hút các viện sỹ nước ngoài trong các lĩnh vực công nghệ thông tin, kỹ thuật, khoa học sức khỏe và tài chính, làm việc ở các trường đại học của địa phương.

Các chương trình hồi hương dành cho các nhà khoa học và sau tiến sỹ. Viện Hàn lâm Phần Lan thành lập một chương trình hỗ trợ hồi hương cho các nhà nghiên cứu Phần Lan, những người đã ở nước ngoài trong một thời gian dài. Ở Áo, Chương trình Học bổng Schroedinger góp phần tái hòa nhập những nhà nghiên cứu người Áo hồi hương vào các cơ quan khoa học ở quê nhà. Bộ Nghiên cứu và Giáo dục của Đức (BMBF) cũng khởi động một chương trình mới vào năm 2001 nhằm lôi kéo sự hồi hương của các nhà nghiên cứu người Đức ở nước ngoài. Nhằm hỗ trợ cho sự hồi hương của các nhà nghiên cứu sau tiến sỹ người Canada, Viện Nghiên cứu Sức khỏe của Canada (CIHR) dành một năm tài trợ cho các công dân Canada và những người định cư vĩnh viễn, những người được nhận Học bổng sau tiến sỹ dành cho Nhà nghiên cứu Nước ngoài của Hội Xúc tiến Khoa học Nhật Bản (JSPS) hoặc của Học bổng Sau tiến sỹ của Quỹ ủy thác Wellcome Trust/CIHR.

Khuyến khích các mạng lưới người nhập cư và cộng đồng người hải ngoại: Mạng lưới Người có kỹ năng ở nước ngoài của Nam Phi (SANSA) góp phần củng cố mối quan hệ giữa nhân lực có kỹ năng cao người Nam Phi đang sinh sống ở nước ngoài với những người đồng nhiệm làm việc trong nước cũng như với những nhà khoa học ở các nước khác. Ở Mỹ, người nhập cư Trung Quốc và Ấn Độ có kỹ năng cao đã thiết lập nên các hiệp hội nghề nghiệp và dân tộc như Hiệp hội Khoa học và Công nghệ Mote Jade và mạng lưới Doanh nhân Indus để thúc đẩy các nguồn vốn và thông tin giữa họ định cư và quê hương. Những mạng lưới như vậy cũng tồn tại giữa những người di trú từ các nước phát triển, các nhà khoa học Thụy Sĩ ở Mỹ vừa thành lập một danh mục và mạng lưới Internet (Swiss-List.Com) để liên kết các nhà khoa học và sau tiến sỹ người Thụy Sĩ đang làm việc ở Mỹ với các trường đại học ở Thụy Sĩ. Bộ Ngoại giao Pháp tài trợ cho các cuộc hội

ngiht giữa các nhà nghiên cứu sau tiến sỹ người Pháp đang làm việc tại các cơ quan nghiên cứu Mỹ với các công ty Pháp.

3.2. Cạnh tranh thu hút nhân tài ở một số nước

3.2.1. Cạnh tranh thu hút nhân tài: kinh nghiệm của Mỹ

Mỹ là quốc gia của người nhập cư. Mỹ cho phép người nước ngoài tới đất nước này dưới ba hình thức chính: với tư cách là người nhập cư; với tư cách không phải người nhập cư; và với tư cách là người nước ngoài trái phép, và chấp nhận người không phải nhập cư và trái phép trở thành người nhập cư nếu họ được một ông chủ người Mỹ bảo lãnh cho họ.

Người nhập cư có kỹ năng cao

Tổng số người nhập cư trung bình khoảng 920.000 một năm trong thập kỷ qua, và sẽ còn cao hơn trong năm 2003 nếu như Chính phủ giải quyết nhanh hơn 1,2 triệu đơn xin cấp visa nhập cư còn đang bị treo. Chính phủ Mỹ chấp thuận nhập cư ở diện hẹp đối với “người tài quốc tế” ví dụ như những người nước ngoài có năng lực đặc biệt, những giáo sư lỗi lạc và những nhà quản lý và điều hành. Đây là loại ưu đãi hàng đầu được chấp nhận mà không cần sự kiểm tra của thị trường lao động Mỹ. Hầu hết các nhà kinh tế Mỹ đều ủng hộ dành tỷ lệ cao hơn cho visa nhập cư cho người có kỹ năng cao. Có hai cách chính để lựa chọn người tài toàn cầu: dựa trên nền tảng của cung hay cầu. Hầu hết các nước (trong đó có cả Mỹ) sử dụng sự kết hợp của tiêu chuẩn cung và cầu cho việc đánh giá các đơn xin nhập cư dựa trên việc làm, nhưng Mỹ nhấn mạnh tới hướng tiếp cận cầu để đảm bảo rằng người nước ngoài có được việc làm, khiến cho yêu cầu có được việc làm là một phần nhỏ của các điểm cần có đối với một visa nhập cư.

Nếu xác định “người tài toàn cầu” là những người có “năng lực đặc biệt”, như đoạt giải Nobel hoặc có danh tiếng toàn cầu, thì Mỹ chấp nhận trung bình 2.200 người một năm (những người này có thể được nhập cư mà không cần tới sự kiểm tra của thị trường lao động Mỹ và không cần tới người bảo lãnh Mỹ). Mặt khác, những giáo sư nổi tiếng và các nhà điều hành các tập đoàn xuyên quốc gia phải có lời mời làm việc ở Mỹ, nhưng người chủ bảo lãnh Mỹ không phải chứng minh rằng

không có công nhân Mỹ làm công việc đó (không cần sự kiểm tra của thị trường lao động Mỹ); số lượng trung bình của những người này là từ 2400 tới 6700 một năm. Loại ưu tiên thứ ba cũng phải trải qua việc cấp phép lao động, và số lượng trung bình là 27.000 người một năm bao gồm số lượng đáng kể công nhân diện H-1B, những người có chủ bảo lãnh để họ xin được visa nhập cư.

Người di trú kỹ năng cao

Chương trình dành cho người không thuộc diện nhập cư sát nhất với “nhân tài toàn cầu” cấp visa theo diện O-1 cho người nước ngoài có “*năng lực đặc biệt trong các lĩnh vực khoa học, nghệ thuật, giáo dục, kinh doanh hay thể thao*” được định nghĩa sâu hơn nữa như “*có mức độ thành thạo chuyên môn cho thấy rằng người đó là một trong những tỷ lệ nhỏ đang tiến lên vị trí hàng đầu trong lĩnh vực mà họ nỗ lực*”. Tài liệu hỗ trợ cho đơn xin cấp visa O-1 gồm các giải thưởng quốc gia và quốc tế, các thông báo cấp học bổng và/hoặc “*bằng chứng cho thấy rằng người nước ngoài đang hoặc sẽ nhận được một mức lương cao*”. Các tổ chức có thẩm quyền của Mỹ sẽ được tham khảo để đảm bảo rằng người nước ngoài đang xin visa O-1 thực sự giỏi. Visa O-1 có hiệu lực trong 1 năm, nhưng có thể cấp mới lại vô hạn định, khoảng 26.000 visa đã được cấp trong năm tài khóa 2001.

1/3 sự tiếp nhận nhân công nước ngoài tạm thời vào cuối thập niên 90 của thế kỷ trước là dành cho các chuyên gia nước ngoài có visa H-1B, một nửa là từ Ấn Độ, và hơn một nửa là làm các công việc trong lĩnh vực công nghệ thông tin. Ở Mỹ, nhân lực diện H-1B có thể đưa gia đình sang ở với họ và có thể trở thành người nhập cư nếu người chủ Mỹ bảo lãnh cho họ có được visa nhập cư.

Nhóm chuyên gia nước ngoài lớn tiếp theo được gọi là nhóm chuyên gia NAFTA (Khối Thương mại Tự do Bắc Mỹ). Chương 16 đề cập tới NAFTA đã tạo ra sự tự do hoàn toàn cho việc di chuyển của nhân lực Canada, Mexico và Mỹ có bằng đại học hoặc cao hơn bằng cách cho phép người chủ NAFTA thuê nhân lực từ các nước NAFTA khác một cách dễ dàng nếu họ có bằng cử nhân hoặc cao hơn. Những người chủ ở ba nước Bắc Mỹ này có quyền dành những công việc đòi hỏi bằng cấp cử nhân với số lượng vô hạn định cho các công dân NAFTA có bằng cấp cử nhân hoặc cao hơn, không giống như chương trình H-1B.

Chuyên gia nước ngoài cũng có thể tới Mỹ bằng visa L-1 tới 7 năm nếu họ là quản lý hoặc có kiến thức chuyên môn về sản phẩm hoặc quy trình sản xuất của một công ty và đã được thuê ít nhất một năm ở nước ngoài và được các công ty đa quốc gia ở nước ngoài chuyển giao tới chi nhánh ở Mỹ và họ có thể được điều chỉnh sang vị trí người nhập cư khi ở Mỹ với tư cách visa L-1. Không có mức trần đối với số lượng visa L-1 và trong năm 2004, khoảng 57.245 visa L-1 đã được cấp.

Cánh cửa cuối cùng dành cho người không thuộc diện nhập cư là sinh viên nước ngoài. Năm tài khóa 2002, khoảng 637.954 người nước ngoài có visa sinh viên đã tới Mỹ.

Sinh viên tốt nghiệp người nước ngoài là đối tượng gần nhất với một số định nghĩa về nhân tài toàn cầu và số lượng nhóm này giảm mạnh ở Mỹ vào mùa thu năm 2004, lần đầu tiên trong 30 năm qua sau sự kiện 11/9. Một lý do nữa là Chương trình Visa Mantis hậu 11/9, nhằm ngăn ngừa việc chuyển giao công nghệ nhạy cảm.

Một số chương trình phi nhập cư khác của Mỹ có thể được sử dụng để thừa nhận nhân tài toàn cầu. Visa E-1 đối với người nước ngoài tới Mỹ để bắt tay vào việc kinh doanh với đất nước quê hương của họ, trong khi đó visa E-2 dành cho người nước ngoài đầu tư vào một công ty ở Mỹ và tới Mỹ để quản lý nó, cả hai loại visa có thể được gia hạn vô thời hạn. Chương trình H-2 chấp nhận nhân lực nước ngoài làm những công việc nông nghiệp tạm thời (A) hoặc phi nông nghiệp (B). Hầu hết nhân công được chấp nhận ở diện visa H-2 đều không có nền tảng giáo dục cao.

3.2.2. *Singapo*

Khi đề cập tới vấn đề thu hút nhân tài, cựu Thủ tướng Goh Chok Tong phát biểu *“nếu chúng ta không nâng cao chất lượng nguồn nhân lực tài năng của chúng ta bằng các nguồn từ bên ngoài thì trong 10 năm tới, rất nhiều công việc có giá trị thặng dư cao mà hiện chúng ta đang thực hiện sẽ được chuyển tới Trung Quốc và những nơi khác, vì Singapo không có đủ người tài”*.

Là một nước được xây dựng bởi người nhập cư và hậu duệ của họ, Singapo luôn luôn chào đón những người nước ngoài. Nhân lực người nước ngoài đóng góp rất nhiều vào mức tăng trưởng kinh tế của hòn

đảo này. Nhà nghiên cứu Tan và đồng nghiệp năm 2002 đã ước tính rằng 41% mức tăng trưởng GDP của Singapo trong thập niên 1990 được tạo ra bởi dòng nhập cư của nhân công nước ngoài cả có kỹ năng cũng như không có kỹ năng. Nhóm nghiên cứu còn tính toán rằng 37% mức tăng trưởng GDP là do nhân lực nước ngoài có kỹ năng, đó là những nhân công có giấy phép lao động.

Chính sách thu hút người tài nước ngoài

Mặc dù người nước ngoài có kỹ năng cao là một bộ phận rất quan trọng của dân số của Singapo trong một thời gian dài, nhưng chính sách chú trọng vào họ với vai trò là yếu tố thiết yếu đối với sự cạnh tranh và tương lai của quốc gia thành phố này mới được bắt đầu từ cuối thập niên 70 của thế kỷ trước. Có hai yếu tố giải thích cho sự chú trọng và cấp bách mà các nhà lãnh đạo Singapo dành cho vấn đề này là: Thứ nhất là nhân khẩu học, tỷ lệ tăng trưởng dân số cơ bản của Singapo đã giảm xuống dưới 2% một năm. Thậm chí với việc đầu tư nhiều hơn cho giáo dục và đào tạo, thì lực lượng nhân lực có kỹ năng cao người bản địa cũng vẫn không đủ để đáp ứng nhu cầu dự kiến ngày càng tăng về kỹ năng do sự chuyển đổi của nền kinh tế hướng tới các hoạt động có giá trị gia tăng cao hơn. Nếu không được giải quyết, thì sự mất cân đối này sẽ gây hại cho vị trí dẫn đầu cạnh tranh của nền kinh tế và cản trở việc chuyển đổi của nền kinh tế sang hướng giá trị gia tăng cao hơn. Yếu tố thứ hai là sức thuyết phục của giới lãnh đạo hàng đầu của Singapo rằng nhân tài nước ngoài, được xác định và thu hút một cách thích đáng, sẽ bổ sung thêm sức mạnh và động lực cho dân số

Singapo rất cần nhân tài người nước ngoài để lấp vào những khoảng trống kỹ năng trong nước hiện thời. Việc kích thích những biến đổi và nâng cao tiêu chuẩn ở các lĩnh vực khác là rất quan trọng, đặc biệt là ở lĩnh vực giáo dục. Vì lý do này, Singapo rất cởi mở trong việc chấp nhận những sinh viên nước ngoài có tiềm năng theo học các trường và các cơ quan giáo dục bậc cao được nhà nước tài trợ. Khoảng 35.000 sinh viên nước ngoài đang tham gia vào hệ thống giáo dục của Singapo (năm 2004). Cứ 5 sinh viên đang theo học tại ba trường đại học được nhà nước tài trợ, gồm Đại học Quốc gia Singapo, Đại học Công nghệ Nanyang và Đại học Quản lý Singapo, thì có 1 người không

phải là công dân bản xứ. Những sinh viên không phải người bản xứ chỉ phải trả một khoản phí thấp hơn nhiều so với khoản phí mà họ phải trả để theo học tại những trường đại học ở châu Âu hay Bắc Mỹ. Sau khi tốt nghiệp, nhiều người ở lại để làm việc ở Singapo, bổ sung vào lực lượng nhân lực được đào tạo của quốc đảo này.

Sự phát triển của chính sách nhân lực nước ngoài

Quyết tâm thu hút nhân lực giỏi nước ngoài của Singapo là một bộ phận không thể thiếu của chính sách về lao động nước ngoài của nước này, một chính sách đã phát triển trong 3 thập kỷ qua thành một công cụ có tính chọn lọc cao để đạt được những mục tiêu kinh tế, chính trị và xã hội. Chính sách này, có mục tiêu cơ bản không thay đổi, chỉ hạn chế đối với những lao động nước ngoài không có kỹ năng và cởi mở đối với lao động nước ngoài có kỹ năng cao.

Singapo xếp vị trí thứ ba trong số các nước có luật nhập cư ít hà khắc nhất trong việc nhập khẩu người tài. Một điều tra các tập đoàn xuyên quốc gia năm 2005 bởi công ty PriceWaterhouseCoopers cho biết các chính sách quản lý người tài của Singapo là một trong số những chính sách thân thiện nhất trên thế giới. Chỉ có 3% trong số những tập đoàn tham gia cuộc điều tra báo cáo rằng gặp những vấn đề rắc rối với chính sách nhập cư của Singapo (so với 46% của Mỹ và 24% của Trung Quốc). Để thuê những nhân công giỏi người nước ngoài, những người chủ thuê chỉ cần thỏa mãn những tiêu chuẩn nhất định liên quan tới bằng cấp, kỹ năng và các mức lương tối thiểu do Bộ Nhân lực đề ra. Có một số kiểu giấy phép lao động, mỗi một giấy phép có những yêu cầu và lợi ích riêng. Những người nước ngoài có bằng cấp được chấp thuận hoặc có kinh nghiệm có thể nộp đơn cho giấy phép lao động loại "P" nếu lương tháng cơ bản của họ nhiều hơn 3.500S\$. Các giấy phép lao động có hiệu lực trong các giai đoạn khác nhau và có thể được gia hạn. Kế hoạch EntrePass được khởi xướng vào năm 2003 nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho việc nhập cư của các doanh nhân và các nhà đổi mới, những người dự định khởi nghiệp kinh doanh của họ ở Singapo. Kế hoạch này chấp nhận rằng các doanh nhân và các nhà đổi mới có thể không cần có những bằng cấp đào tạo theo như yêu cầu của hệ thống cấp giấy phép lao động.

Vào tháng 7/2004, giấy phép lao động loại "S" được đưa ra để đáp

ứng nhu cầu về nhân lực có kỹ năng ở mức trung của của các ngành công nghiệp. Những đơn xin cấp giấy phép lao động loại “S” phải thỏa mãn một bài kiểm tra tính điểm bao gồm 4 tiêu chuẩn chính là lương, bằng cấp giáo dục, kinh nghiệm làm việc và kiểu việc làm. Những người chủ thuê việc sẽ phải trả một khoản phí hàng tháng cho người được cấp giấy phép loại “S”, khoản phí này sẽ thay đổi theo các điều kiện của thị trường. Số lượng người được cấp giấy phép loại “S” ở mỗi một công ty không vượt quá 5% lực lượng lao động địa phương và có giấy phép làm việc trong công ty. Không giống như những người được cấp giấy phép làm việc, những người được cấp giấy phép loại “S” nhận được mức lương cơ bản hàng tháng là 2.500 S\$ hoặc cao hơn có thể mang gia đình theo.

Chính sách của Chính phủ khuyến khích những người được cấp giấy phép lao động có các đặc điểm văn hóa và xã hội thích hợp nộp đơn xin cư trú vĩnh viễn và thậm chí trở thành công dân Singapo. Ước tính có 230.000 người, hầu hết là người được cấp giấy phép lao động và gia đình của họ, đã được cấp phép cư trú vĩnh viễn trong thập niên 90 của thế kỷ trước. Năm 2000, có 112.000 người nước ngoài làm việc tại Singapo trong các vị trí như chuyên gia, nhà quản lý hay nhân viên kỹ thuật. Những xu thế trong quá khứ cho thấy rất nhiều người sẽ nộp đơn xin cư trú vĩnh viễn và cuối cùng được trao quyền công dân Singapo. Thực vậy, trước thập niên 1990, một tỷ lệ đáng kể người nước ngoài đến từ các nước phát triển, căn cứ vào các giấy phép lao động, họ là những người ở Singapo làm các công việc có kèm các gói đền bù nước ngoài. Trong những năm gần đây có nhiều người được cấp giấy phép lao động đến từ khu vực, đặc biệt là từ Trung Quốc và Ấn Độ. Hơn một nửa là ở các hợp đồng địa phương, lên tới 60% theo một cuộc điều tra năm 2004, không được hưởng các đặc quyền (như nhà ở, hỗ trợ cho giáo dục con cái, nghỉ phép thăm gia đình...) vốn thường được dành cho những người nước ngoài từ các nước phát triển hoặc những người làm việc cho các tập đoàn xuyên quốc gia. Một mạng lưới người nhập cư gần đây đang ngày càng phát triển từ các nước quê hương của họ đã khiến Singapo trở thành một địa điểm ngày càng hấp dẫn đối với họ để tìm kiếm công việc và định cư vĩnh viễn. Singapo xếp vị trí đứng đầu trong số 29 nền kinh tế có dân số dưới 20 triệu trong việc thu hút nhân tài thành đạt nhất (IMD 2003). Một loạt nhân tố có thể giải thích cho khả năng thu hút nhân tài lớn hơn là đóng góp nhân tài lưu động quốc

tế của nước này. Trong đó, nhân tố quan trọng nhất có lẽ là cam kết kiên định của các nhà lãnh đạo đối với chính sách. Người nước ngoài và các công ty nước ngoài không mấy may hoài nghi gì về cam kết này. Thậm chí ở những thời kỳ tồi tệ nhất của nền kinh tế, các nhà lãnh đạo Singapo vẫn nhấn mạnh rằng những người chủ thuê lao động sẽ được phép hành động trong phạm vi quyền lợi cao nhất của họ thậm chí nếu điều đó có nghĩa làm giảm số người Singapo so với người nước ngoài. Nhân tố thứ hai là việc thực hiện chính sách. Các quy định về các đơn xin cấp giấy phép lao động rất rõ ràng và dễ hiểu. Các đơn được xem xét và xử lý rất nhanh, trong vài ngày chứ không phải vài tuần. Việc thành lập một cơ quan có tên là Cơ quan Tiếp xúc Singapo (Contact Singapo) vào cuối thập niên 90 của thế kỷ trước, có nhiệm vụ chính là thu hút nhân tài tới Singapo, cũng đóng một vai trò quan trọng. Contact Singapo có văn phòng ở Ôxtrâyli-a, Trung Quốc, châu Âu, Ấn Độ và Bắc Mỹ. Những văn phòng này cung cấp cho cả người nước ngoài và người Singapo hải ngoại thông tin về việc làm và đời sống ở Singapo. Những văn phòng này là cầu nối giữa nhân lực giỏi nước ngoài đang tìm việc làm với người chủ ở Singapo đang tìm kiếm lao động có kỹ năng. Contact Singapo không chỉ góp phần thu hút nhân lực có kỹ năng tới Singapo, mà cơ quan này còn tạo điều kiện thuận lợi cho việc hồi hương của người Singapo đã được đào tạo và có kinh nghiệm, những người đang nghiên cứu và làm việc ở nước ngoài. Những thông số về số lượng người Singapo di cư hoặc từ bỏ quyền công dân Singapo của họ chưa được thống kê một cách chính xác. Nhưng con số này chắc chắn là nhỏ so với hàng ngàn người được phép cư trú vĩnh viễn hoặc trở thành công dân Singapo hàng năm.

Chi phí đời sống và chất lượng đời sống ở Singapo cũng là một yếu tố thu hút người tài đến đây. Quốc đảo này được coi là một nơi an toàn và an ninh để sống và nuôi dưỡng trẻ nhỏ. Các khoản khuyến khích về thuế cũng góp phần là một yếu tố nữa. Theo Cơ quan Thuế vụ Singapo (IRAS), nhân lực không phải người bản địa phải nộp thuế chỉ ở phần thu nhập có nguồn gốc hoặc thu được ở Singapo. Họ không phải trả thuế ở phần thu nhập nước ngoài nhận được nhận ở Singapo. Cũng như vậy, họ được miễn trừ khỏi thuế thu nhập nếu trong một năm, họ làm việc ở Singapo 60 ngày hoặc ít hơn.

Một nhân tố quan trọng và chủ chốt đối với thành công trong việc

thu hút nhân tài của Singapo đó là tiếng Anh là ngôn ngữ chính của Chính phủ và doanh nghiệp. Tiếng Anh là ngôn ngữ thứ nhất hoặc thứ hai của nhân lực được giáo dục cao trên thế giới. Các nước như Ôxtrâyliia hoặc Mỹ, nơi tiếng Anh là ngôn ngữ chính thức đã thành công hơn bằng các chương trình thu hút nhân lực có trình độ hơn là các nước như Đức và Nhật Bản.

Một nhân tố nữa đã củng cố cho sự thu hút nhân lực lưu động của Singapo đó là một xã hội đa sắc tộc và ngày càng được quốc tế hóa. Đảo quốc này đưa ra các điều kiện sống hấp dẫn đối với những nhân lực có kỹ năng cao, những người không chỉ tìm cách để tối đa hóa thu nhập của họ mà còn tìm kiếm một nơi an toàn, có thể cảm thấy thoải mái một cách nhanh chóng và tốt cho sự phát triển của gia đình họ.

3.2.3. Học cách để cạnh tranh: nỗ lực phục hồi chất xám của Trung Quốc

Các chính sách cấp quốc gia: thay đổi môi trường cho người hồi hương

Tháng 3/2002, Bộ Nhân sự Trung Quốc tuyên bố một chiến lược thu hút người hồi hương dưới khẩu hiệu “cải thiện các dịch vụ dành cho sinh viên hồi hương”. Chiến lược này gồm:

- Các trung tâm giới thiệu việc làm cho sinh viên hồi hương ở Thẩm Quyến, Thượng Hải và Phúc Kiến (mặc dù có 5 thành phố đã thành lập các trung tâm riêng của mình);
- Các chính sách ưu đãi, gồm; a) dành cho người hồi hương có không gian sống rộng hơn và các danh hiệu nghề nghiệp cao hơn; b) cho phép các thành viên gia đình chuyển tới các thành phố mới nơi mà người hồi hương tìm được việc; c) cho phép sinh viên, những người đã ký các hợp đồng 2 hoặc 3 năm với trung tâm nghiên cứu của họ có thể hoặc duy trì hoặc chuyển việc làm của họ một khi hợp đồng hết hạn;
- Thành lập một hiệp hội sinh viên hồi hương quốc gia;
- Tăng cường hỗ trợ cho nghiên cứu khoa học.

Quá trình hình thành chính sách đối với người hồi hương của Trung Quốc có thể được lần lại từ những mốc sau.

Vào tháng 8/1992, Li Tieying, giám đốc Ủy ban Giáo dục Quốc gia,

tuyên bố một khẩu hiệu xác định viễn cảnh đã được thay đổi dành cho người hồi hương là *“hỗ trợ cho nghiên cứu ở nước ngoài, khuyến khích người dân hồi hương và dành cho người dân có quyền đến và đi”*. Khẩu hiệu này đã trở thành chính sách chính thức ở Phiên họp toàn thể lần thứ Tư của Đại hội Đảng lần thứ 14 vào tháng 11/1993. Chính sách này, cũng như một loạt những đổi mới liên quan, đã chứng tỏ một thái độ mới mềm dẻo hơn đối với người hồi hương. Sự thay đổi của chính sách này cho phép người Trung Quốc rời khỏi thành phố hoặc đơn vị mà họ không thích, có thể chuyển tới bất cứ thành phố hoặc đơn vị nào nhận thuê họ.

Năm 1996, Vụ các vấn đề nước ngoài của Bộ Giáo dục bắt đầu khuyến khích những người ở hải ngoại quay trở lại Trung Quốc theo những chuyến thăm ngắn và “phục vụ cho tổ quốc” ở hải ngoại. Theo chương trình “Ánh Xuân”, Chính phủ tài trợ cho những chuyến đi ngắn ngày cho việc hợp tác giảng dạy hoặc nghiên cứu. Năm 1997, Chủ tịch nước khi đó là Giang Trạch Dân củng cố viễn cảnh này hơn nữa tại Đại hội Đảng lần thứ 15, ông kêu gọi người dân quay trở lại tổ quốc và phục vụ cho đất nước từ nước ngoài.

Năm 1998, Chính quyền trung ương tăng đầu tư vào giáo dục bậc cao và khuyến khích các trường đại học sử dụng những khoản tài trợ này để thu hút những người giỏi ở nước ngoài. Vào tháng 5 năm đó, bài phát biểu của Chủ tịch Giang Trạch Dân nhân dịp kỷ niệm 100 năm trường Đại học Bắc Kinh, đã kêu gọi Trung Quốc thành lập các trường đại học tầm cỡ thế giới. Theo Kế hoạch 985, đặt tên theo ngày của bài phát biểu của ông, Chính phủ đã đầu tư hàng tỷ Nhân dân tệ (NDT) vào 9 trường đại học để biến chúng trở thành các trường đại học tầm cỡ thế giới.

Những chính sách tầm quốc gia khác góp phần gián tiếp cải thiện môi trường trong nước đối với việc hồi hương. Một cải tổ chính diễn ra vào năm 1999 khi Quốc Hội tuyên bố khu vực tư nhân là một bộ phận của nền kinh tế quốc gia, chứ không phải là một yếu tố phụ đối với khu vực nhà nước.

Việc gia nhập Tổ chức Thương mại Thế giới (WTO) đã nâng cao nhu cầu trong nước về người hồi hương. Các nhà lãnh đạo Trung Quốc đã nhận thức được về một thị trường toàn cầu về nhân tài và Trung

Quốc phải cạnh tranh trong thị trường này. Theo ông Giang Trạch Dân “*cạnh tranh trong nghiên cứu khoa học là cạnh tranh để thu hút nhân tài*”. Trong bối cảnh toàn cầu hóa, sự cạnh tranh này càng trở nên khắc nghiệt hơn. Vào cuối năm 2001, tại phiên họp lần thứ 6 của Hiệp hội Doanh nhân Trung Quốc Toàn thế giới, Thủ tướng Trung Quốc khi đó, ông Chu Dung Cơ phát biểu rằng Trung Quốc phải chú trọng tới việc thu hút nhân lực giỏi và kỹ năng kỹ thuật hơn là thu hút vốn nước ngoài. Đây là một phản ứng quan trọng đối với chính sách “*xây dựng sức mạnh quốc gia thông qua khoa học và giáo dục*” và là một bước tiến quan trọng tới chính sách hiện tại “*củng cố đất nước thông qua nhân lực giỏi*”.

Vào tháng 10/2002, Chính quyền trung ương đã thể hiện một lập trường mềm dẻo nhất khi công nhận rằng vì nhiều người sẽ không quay trở lại tổ quốc, nên những người hồi hương phải tham gia vào sự phát triển của Trung Quốc. Điều này biến sự thất bại trong chính sách đào tạo nước ngoài, hay còn gọi là “chảy chất xám”, thành một thái độ tích cực, vì những người ở nước ngoài vẫn có thể phục vụ cho mục tiêu xây dựng đất nước. Trong một tài liệu có đồng tác giả là nhiều Bộ, những người Trung Quốc hải ngoại được khuyến khích tham gia vào các dự án ở Trung Quốc theo rất nhiều cách khác nhau.

Hiện nay, Bộ Giáo dục đã có rất nhiều cơ quan có vai trò khuyến khích thêm nhiều người hồi hương hoặc hỗ trợ cho những người đã hồi hương định cư ở Trung Quốc một cách thuận lợi.

Các chương trình cấp trung ương nhằm khuyến khích có thêm nhiều người hồi hương

Các chương trình cụ thể hoặc các chính sách khuyến khích người hồi hương do Bộ Giáo dục, Viện Hàn lâm Khoa học Trung Quốc và những Bộ có liên quan thực hiện có nội dung theo những hướng sau:

- *Huy động các lực lượng viên chức làm việc ở hải ngoại*: để thu hút người hồi hương, Chính phủ đã huy động những viên chức ở các sứ quán và các tòa lãnh sự tổ chức các sinh viên du học và các nhà nghiên cứu ở nước ngoài thành các đoàn thể khác nhau. Ở 38 nước có sinh viên theo học và số nhà nghiên cứu đông nhất, Chính phủ đã thành lập 52 cơ quan giáo dục ở các sứ quán và tòa lãnh sự, các cơ quan này

góp phần hình thành hơn 2000 Hiệp hội sinh viên du học và hơn 300 hiệp hội nghề nghiệp. Các viên chức khoa học tổ chức sinh viên du học tham dự vào Hội nghị Khoa học và Công nghệ cho Sinh viên du học được tổ chức hàng năm ở Quảng Châu vào tháng 12. Các trung tâm Dịch vụ cho Sinh viên Du học trực thuộc Bộ Giáo dục, vốn được thành lập ở hầu hết các thành phố, cử các phái đoàn tuyển dụng, một phần của nỗ lực của Chính phủ để củng cố dòng người hồi hương. Năm 2002, Văn phòng Việc làm cho Sinh viên du học và Người hồi hương được thành lập. Cơ quan này ngay lập tức bắt tay vào việc khuyến khích sinh viên du học có thành tích học tập tốt quay trở lại và phục vụ cho đất nước.

- *Các chính sách tài chính:* rất nhiều chương trình của Chính phủ dành sự hỗ trợ tài chính cho sinh viên du học và các nhà nghiên cứu nếu như họ trở về. Năm 1987, Ủy ban Giáo dục trước đây đã thành lập “Chương trình Hỗ trợ tài chính cho các giảng viên đại học trẻ lỗi lạc”. Chương trình này tới cuối năm 2003 đã thu hút được 2.218 giảng viên đại học hồi hương với số tiền đầu tư là 144 triệu NDT. Những chương trình khác gồm có “Quỹ hạt giống dành cho học giả hải ngoại hồi hương” (1990), “Chương trình đào tạo nhân lực lỗi lạc thế kỷ” (1991), “Quỹ Khoa học Quốc gia dành cho Học giả trẻ tuổi lỗi lạc” (1994) và “Chương trình một trăm, một ngàn, và chục ngàn” (1995). Đồng thời, Chính phủ tăng tài trợ cho các trường đại học và Viện Hàn lâm Khoa học Trung Quốc.

- *Cải thiện luồng thông tin:* nhằm khuyến khích người Trung Quốc hồi hương, Chính phủ đã cải thiện các luồng thông tin về các điều kiện ở Trung Quốc và các luồng thông tin giữa các đơn vị ở Trung Quốc với các sinh viên/học giả ở nước ngoài. Trong những năm qua, Bộ Giáo dục đã mở rộng Hội nghị Học giả Trung Quốc ở Hải ngoại được tổ chức hàng năm ở Quảng Châu, nhằm giới thiệu các cấp chính quyền và công ty trong nước với các nhà khoa học ở nước ngoài đang thực hiện các dự án. Tháng 10/1991, Bộ Giáo dục thành lập Hiệp hội Nghiên cứu Toàn Trung Hoa về Nghiên cứu ở hải ngoại, với các trường Đại học Bắc Kinh và Quan Hoa là các cơ quan lãnh đạo của hiệp hội. Hiệp hội tổ chức các hội nghị thường niên để phân tích các xu hướng và đề ra các đường lối cho các công trình nghiên cứu ở nước ngoài và xuất bản tạp chí nghiên cứu và các báo cáo hàng năm.

- *Giảm bớt thủ tục hồi hương*: hiện nay, các chính sách của chính phủ đã khiến cho việc hồi hương bớt khó khăn hơn. Năm 1989, Ủy ban Giáo dục thành lập 33 Trung tâm Dịch vụ Du học nước ngoài ở 27 tỉnh và thành phố, để giúp người hồi hương tìm được việc làm. Ban Các vấn đề Đầu tư ở các trung tâm này góp phần giúp những người Trung Quốc ở hải ngoại đầu tư vào Trung Quốc hoặc mang công nghệ về cho đất nước. Chính phủ khuyến khích các thành phố xây dựng các trường học cho con của người hồi hương, những đứa trẻ này thường nói tiếng Trung Quốc kém.

Bộ Nhân lực và Bộ Giáo dục đã thành lập “các trạm sau tiến sỹ” với vai trò là các trạm lưu giữ các tiến sỹ ở hải ngoại, những người không thể tìm việc ở Trung Quốc. Năm 2002, có 970 trạm sau tiến sỹ lưu động và 400 trạm việc làm xí nghiệp dành cho sau tiến sỹ, thuê hơn 7000 người có bằng sau tiến sỹ. Năm 2002, Bộ Nhân lực tuyên bố các kế hoạch tăng gấp đôi số lượng các trạm và tăng số lượng sau tiến sỹ lên từ 12.000 đến 15.000 người. Chính phủ đơn giản hóa các yêu cầu thường trú và visa về nước đối với học giả hải ngoại những người đã nhập quốc tịch nước ngoài. Lần đầu tiên, Bộ Ngoại giao đã cấp cho những người hồi hương này visa dài hạn hơn. Thượng Hải là địa phương đầu tiên thử nghiệm việc cấp thẻ cư trú lâu dài cho người nghiên cứu hải ngoại, sau này chương trình này đã trở thành chính sách quốc gia.

- *Đưa người ở hải ngoại về nước theo những chuyến thăm ngắn ngày để “phục vụ tổ quốc”*. Chính phủ khuyến khích người dân trở lại đất nước theo những chuyến thăm ngắn để tham gia vào các dự án hợp tác hoặc giảng dạy. Thông qua những chuyến thăm này, các nhà nghiên cứu ở hải ngoại sẽ thấy được sự biến đổi của Trung Quốc. Chính phủ hy vọng rằng những chuyến thăm như vậy sẽ khuyến khích mọi người hồi hương vĩnh viễn, thậm chí kể cả khi họ chỉ mang về nước những thông tin mới, công nghệ mới hoặc chuyển giao thông tin tới những nhà nghiên cứu ở hải ngoại khác hoặc sinh viên tốt nghiệp về các điều kiện ở Trung Quốc, thì vẫn có lợi cho đất nước. Chính phủ bắt đầu khuyến khích người nghiên cứu ở hải ngoại quay trở lại đất nước theo những chuyến thăm bắt đầu từ năm 1992 và từ năm 1992 tới 1995, Bộ Giáo dục đã giúp 1200 người “phục vụ tổ quốc” dưới một số

hình thức. Năm 1997, sau một chuyến thăm của các sinh viên Trung Quốc ở Đức, Dự án “Ánh Xuân” được thành lập, đưa ra tài trợ cho các chuyến thăm ngắn ngày. Năm đầu tiên, có 600 nhà nghiên cứu tham gia vào chương trình, và năm 1998 tài trợ được tăng lên. Vào tháng 11/2000, một chương trình mới khuyến khích các nhà nghiên cứu hồi hương vào kỳ nghỉ hè và trả cho họ số tiền nhiều gấp 5 lần số lương mà họ nhận được ở nước ngoài. Từ 1996 đến 2003, Bộ Giáo dục đã đưa 7000 cá nhân và 50 nhóm người Trung Quốc trở về nước để phục vụ đất nước. Chương trình “Ánh Xuân” là khởi đầu cho khái niệm “phụng sự quốc gia” từ nước ngoài, thay vì khăng khăng đòi người dân phải “quay trở lại đất nước”, một chỉ số nữa của quá trình học hỏi của Trung Quốc.

Các chính quyền địa phương cạnh tranh để thu hút nhân tài toàn cầu

Các cuộc cạnh tranh để thu hút nhân tài giữa các thành phố ở Trung Quốc bắt đầu xuất hiện từ đầu thập niên 1990 và tiếp tục trở nên quyết liệt. Các chính sách ưu đãi, ví dụ như hỗ trợ tiền mua nhà, miễn thuế máy tính và xe ô tô nhập khẩu, trường học cho con của người hồi hương, tìm việc cho người bạn đời của người hồi hương, giấy phép thường trú dài hạn... đang được các chính quyền địa phương tạo dựng nhằm nâng cao mức độ phát triển kỹ thuật của họ. Các cơ quan nhân lực ở những thành phố này đang tích cực theo đuổi những nhà nghiên cứu ở nước ngoài, cũng như các viên chức giáo dục, khoa học và công nghệ. Theo những quy định của thành phố Thẩm Quyến năm 1989, những người hồi hương có thể tới thẳng Đặc khu Kinh tế, thay đổi tình trạng cư trú hợp pháp của họ và của gia đình họ, giữ ngoại tệ mà họ kiếm được ở Thẩm Quyến và thậm chí nếu họ rời Đặc khu, mua nhà gần bờ biển, thành lập các công ty riêng, và “hưởng quyền ưu tiên hơn những người bình thường có các điều kiện và bằng cấp tương tự nhờ các quỹ phát triển khoa học và công nghệ”.

Thượng Hải là thành phố thành công nhất trong việc tuyển dụng người hồi hương. Để củng cố những mối liên hệ với các học giả ở hải ngoại, Văn phòng Người Trung Quốc Hải ngoại tìm kiếm các mối liên hệ với các hiệp hội cựu học sinh du học của các trường Đại học Thượng Hải. Họ sử dụng các mạng lưới các tổ chức học giả hải ngoại sẵn có để

thu thập thông tin về các tổ chức mới. Nhằm đáp ứng với những nỗ lực để thu hẹp vai trò của Chính phủ, Cơ quan Giáo dục của Thượng Hải đã chuyển đổi chức năng giúp người hồi hương tìm việc của Chính phủ sang thị trường bằng cách thiết lập ra “chợ nhân lực giỏi”. Thượng Hải cũng là một trong những thành phố đầu tiên thành lập visa cư trú dài hạn cho người hồi hương có hộ chiếu nước ngoài.

Các thành phố cũng thành lập các vườn ươm trong các khu phát triển của mình đối với người hồi hương, được gọi là “các công viên cho học giả/sinh viên du học hải ngoại thành lập doanh nghiệp”. Chính quyền thành phố Thượng Hải xây dựng 4 trung tâm cho học giả hồi hương ở 4 khu phát triển của thành phố và tới năm 1994, đã thu hút 100 tiến sỹ hồi hương tới Khu Công nghệ cao Chân Cương. Tới năm 1998, có 14 khu như vậy dành cho các học giả hải ngoại, trải rộng trên toàn thành phố. Ngày nay, Bắc Kinh cũng có 14 khu như vậy, cạnh tranh với Thượng Hải trong lĩnh vực này.

Nỗ lực thu hút nhân tài ở hải ngoại cấp cơ quan

Các trường đại học và các đơn vị nghiên cứu được nhà nước tài trợ, đặc biệt là Viện Hàn lâm Khoa học Trung Quốc, rất tích cực tuyển dụng người hồi hương cho các cơ quan của mình.

Chính quyền trung ương sử dụng rất nhiều chương trình để khuyến khích các cơ quan khoa học và hàn lâm chủ chốt tuyển dụng những người tài ở hải ngoại. Đối với các trường đại học, chương trình quan trọng nhất là Chương trình Học giả Cheung Kong, được tài trợ bởi nhà tài phiệt Hồng Kông, Li Ka-hsing. Từ năm 1998 tới 2004, chương trình này đã đưa 537 học giả từ hải ngoại trở thành những nhà lãnh đạo trong các lĩnh vực nghiên cứu chủ chốt. Khi chính quyền trung ương tăng mạnh sự đóng góp tài chính cho 9 trường đại học hàng đầu, 20% số tiền tài trợ được phân bổ nhằm cải thiện chất lượng của các khoa, thông qua việc nhập khẩu người tài từ hải ngoại. Kết quả là, rất nhiều trường đại học có các chương trình tuyển dụng các học giả ở hải ngoại. Trường Đại học Jiaotong Thượng Hải, đã thiết lập một hệ thống tuyển dụng mới, chú trọng tới việc giáo dục ở nước ngoài, và thành lập một hệ thống xúc tiến bao gồm kinh nghiệm ở hải ngoại với vai trò là tiêu chuẩn chủ chốt của sự xúc tiến. Tương tự như thế, trường Đại học Thượng Hải đã đưa khoảng thời gian học tập ở nước

ngoài là một tiêu chuẩn đối với việc tuyển dụng và xúc tiến. Tháng 12/1998, Bộ Giáo dục và 63 trường đại học Trung Quốc đã quảng cáo trên các ấn phẩm hải ngoại của nhật báo Nhân Dân và Quang Minh về chương trình 148 viện sỹ, được gọi là “các giáo sư 100.000 NDT”. Các trường đại học được phép dành cho các học giả này các lợi ích nghiên cứu ở mức cao nhất để thu hút những người tài ở hải ngoại và thể hiện cho những người hồi hương thấy là Trung Quốc chào đón họ như thế nào. Báo chí công bố rằng 148 vị giáo sư này sẽ nhận được “mức lương cao nhất từ chưa từng có kể từ khi nhà nước Trung Quốc mới được thành lập”.

Viện Hàn lâm Khoa học Trung Quốc cũng rất tích cực thu hút người hồi hương thông qua chương trình “Một trăm người tài” và sự cạnh tranh giữa các viện thuộc Viện Hàn lâm cũng diễn ra quyết liệt. Để giành được những học bổng nghiên cứu sinh này, mỗi một viện phải viết một báo cáo cho Văn phòng Chương trình Một trăm người tài và ủy ban chịu trách nhiệm chuyên môn ở Viện Hàn lâm, để đề ra các mục tiêu phát triển tổng thể và tầm quan trọng của các học bổng này đối với việc phát triển kế hoạch đó. Trên cơ sở đó, Viện Hàn lâm sẽ phân bổ một số lượng nhất định các học bổng cho mỗi một viện nghiên cứu. Sau đó, các viện nghiên cứu sẽ quảng cáo những vị trí này trên báo. Các ứng cử cho học bổng, nếu họ đang ở nước ngoài, phải trở lại Trung Quốc và đệ trình các kế hoạch lên một ủy ban tuyển dụng, ủy ban này sẽ quyết định việc giới thiệu học giả này lên Viện Hàn lâm để phê chuẩn. Những người giành được sự tài trợ này sẽ nhận được 2 triệu NDT, với khoản tiền này thông thường họ sẽ khởi đầu ở một phòng thí nghiệm, bao gồm việc mua trang thiết bị và thuê các nhân công kỹ thuật, trả lương... Những người nhận học bổng cũng rất có lợi thế cạnh tranh để nhận được các học bổng khác, vì học bổng 100 nhân tài khẳng định họ là những nhà nghiên cứu giỏi. Gần đây, các doanh nghiệp nhà nước bắt đầu tích cực tuyển dụng những người hồi hương. Tháng 12/2004, ủy ban Quản lý và Giám sát Tài sản Quốc gia (SASAC) hợp tác với Đoàn Thanh niên Cộng sản tổ chức hội chợ việc làm với sự tham gia của 48 doanh nghiệp nhà nước cao cấp, một số hiện nay đã ở trong 500 công ty hàng đầu của Tạp chí Fortune, tuyển dụng nhân lực cho 228 việc làm và 57 dự án. Những người hồi hương có kỹ năng, tiếng nước ngoài giỏi và kinh nghiệm làm việc ở nước ngoài

là những người thích hợp với khu vực này. Hơn nữa, lương của họ đang ngày càng trở nên cạnh tranh. Có hơn 500 người hồi hương đã tham gia vào hội chợ này.

3.2.4. Ôxtrâyliia

Chính sách định cư và nhập cư ở Ôxtrâyliia đã trải qua một số những chuyển biến chính trong giai đoạn phát triển. Có thể phân ra làm ba thời kỳ chính

- 1947-1971: Ôxtrâyliia trải qua thời kỳ thiếu hụt lao động lớn thời kỳ hậu chiến. Nhập cư tăng lên tới mức độ không ngờ và vì không thể tuyển dụng đủ từ những nguồn truyền thống từ Anh và Aixolen nên nước này đã mở rộng chương trình nhập cư của mình tới các nước khác trong châu Âu. Phần lớn lượng lao động này thường không có kỹ năng hoặc bán kỹ năng. Nước này cũng chấp nhận những lượng lớn người tị nạn chủ yếu là từ châu Âu.

- 1971-1996: với sự thay đổi cơ cấu trong nền kinh tế và sự già hóa của thanh niên tham gia vào lực lượng lao động, sự thiếu hụt lao động trở thành một nguy cơ và một chương trình nhập cư dựa trên việc tuyển dụng chủ yếu lao động có kỹ năng, đoàn tụ gia đình và các nhân tố tị nạn/nhân đạo được phát triển. Cùng như vậy chính sách “người Ôxtrâyliia trắng” cuối cùng đã hoàn toàn bị dỡ bỏ và tiếp theo sau là một khối lượng lớn người châu Á di cư tới Ôxtrâyliia.

- 1996-hiện tại: chính sách nhập cư vĩnh viễn của Ôxtrâyliia không chỉ trở nên tập trung hơn vào việc tuyển dụng lao động có kỹ năng mà còn vào chương trình visa di trú tạm thời được triển khai để thu hút lao động có kỹ năng ở những lĩnh vực đặc biệt.

Người nhập cư kỹ năng cao

Tỷ lệ của nhập cư theo các tiêu chuẩn kỹ năng đã tăng từ 29,2% năm 1995-1996 lên 62,3% năm 2003-2004. Trong những năm gần đây, số người nhập cư có kỹ năng đã tăng kỷ lục với 71.240 người vào năm 2003-2004, lớn nhất từ trước tới nay.

Định hướng theo kỹ năng ngày càng tăng trong chương trình nhập cư của Ôxtrâyliia khiến hiệu suất thị trường lao động nhập cư được cải thiện. Việc này trái ngược mạnh với những gì từng diễn ra ở các nước

nhập cư truyền thống như Canada và Mỹ, trong đó của thị trường lao động của người nhập cư bị giảm giá trị trong thời gian gần đây.

Một trong những thay đổi lớn ở sự chọn lọc nhập cư của Ôxtrâyliia giai đoạn 1996/1997 là việc hình thành nên tiêu chuẩn kỹ năng/giáo dục/đào tạo được thông qua. Theo đó, việc kiểm tra nền tảng học vấn của người nhập cư gần đây và so sánh họ với các nhóm khác là rất hữu ích.

Hầu hết đánh giá về tác động lên thị trường lao động của người nhập cư ở Ôxtrâyliia chỉ đối với người cư trú vĩnh viễn. Tuy vậy, sự di trú tạm thời của nhân công tới Ôxtrâyliia đã tăng lên rất nhiều trong những năm gần đây và tạo ra những tác động lớn tới thị trường lao động của nước này. Tác động về mặt số lượng tổng thể lên thị trường lao động được phản ánh trong việc Cục Di trú, Các vấn đề Đa văn hóa và Dân tộc (DIMIA) ước tính rằng tới tháng 6/2003, có tới 584.862 người ở Ôxtrâyliia dưới dạng visa cư trú tạm thời trong đó chỉ có 32% là khách thăm. Hầu hết số còn lại là ở diện làm việc. Đối với các hình thức làm việc di cư tạm thời, “loại làm việc tạm thời dài hạn” và “ngắn hạn” đã được đưa vào từ năm 1996. Luật pháp năm 1996 đã thể hiện một sự thay đổi lớn so với quá khứ và có một số đặc điểm như:

- Dỡ bỏ các hạn chế đối với việc bảo lãnh các chuyên gia và doanh nhân;
- Bãi bỏ các yêu cầu trước đây về việc người bảo lãnh xác minh rằng không có nhân công Ôxtrâyliia bản địa nào làm công việc đó;
- Bãi bỏ yêu cầu rằng sẽ có một số lợi ích về đào tạo nào đó cho nhân công Ôxtrâyliia;
- Tự do hóa các quy tắc chỉ đạo quá trình bảo lãnh;
- Thành lập giai đoạn bố trí tiền bảo lãnh theo đó người chủ có thể tự đăng ký làm người bảo lãnh nếu họ đáp ứng những yêu cầu tối thiểu. Sau đó họ sẽ được phép bảo lãnh một số lượng bất kỳ loại visa tạm thời 457 mới.

Ôxtrâyliia đang trở thành một điểm đến thu hút đối với sinh viên nước ngoài, đặc biệt là sinh viên châu Á. Tới giữa năm 2003, có 172.973 sinh viên được cấp visa ở Ôxtrâyliia, tăng 13% so với năm ngoái.

3.2.5. Nhật Bản: chính sách thu hút nhân tài qua lĩnh vực công nghệ thông tin

Chính phủ Nhật Bản không phải là ngoại lệ trong việc ưu tiên thúc đẩy công nghệ thông tin. Sự cạnh tranh trên thị trường thế giới đã được khuếch đại lên rất nhiều bởi vì công nghệ trong lĩnh vực này thay đổi rất nhanh. Số lượng kỹ sư công nghệ thông tin nước ngoài tăng lên trong thời gian gần đây ở Nhật Bản là do thị trường sản phẩm đang ngày càng mang tính toàn cầu, và ở một mức độ nhỏ hơn, là do thị trường lao động mang tính toàn cầu hơn. Tuy nhiên, số lượng kỹ sư nước ngoài ở Nhật Bản vẫn còn nhỏ so với những nước đang cố gắng thu hút nhân lực công nghệ thông tin ở các nước khác trên thế giới. Theo thống kê của cơ quan kiểm soát nhập cư Nhật Bản thì số lượng công nhân nước ngoài có đăng ký, những người có loại visa ở dạng có kỹ năng công nghệ hoặc/và đặc biệt là 185.556 người năm 2003, tăng gấp đôi từ năm 1995. Có thể thấy, cánh cửa đối với thị trường lao động Nhật Bản chỉ chủ yếu mở cửa cho lao động có kỹ năng, xu thế này đang và sẽ là tiếp tục là nền tảng chủ yếu đối với chính sách nhập cư.

Sự thiếu hụt kỹ năng trong thị trường lao động công nghệ thông tin và các biện pháp xúc tiến đối với kỹ sư công nghệ thông tin nước ngoài của Chính phủ.

Sự thiếu hụt kỹ sư công nghệ thông tin là một hiện tượng mang quy mô toàn cầu, do sự phổ biến của internet. Ở Nhật Bản, Chính phủ đã thành lập ra “Trung tâm chiến lược công nghệ thông tin” vào năm 2000 nhằm thúc đẩy công nghệ thông tin. Chiến lược quốc gia này là một cơ hội kinh doanh tốt cho các ngành công nghiệp liên quan tới công nghệ thông tin. Việc tái cơ cấu kinh doanh ngân hàng đòi hỏi các kỹ năng của kỹ sư công nghệ thông tin hơn bao giờ hết, chứ chưa nói tới nhu cầu về kỹ sư công nghệ thông tin đối với việc thực hiện các hệ thống công nghệ thông tin ở các cấp doanh nghiệp vừa và nhỏ và phát triển thương mại điện tử.

Nhóm nghiên cứu về phần mềm truyền thông thông tin, được thành lập trong Bộ Các vấn đề nội vụ và truyền thông, xuất bản một báo cáo vào năm 2003 cảnh báo rằng cần tới 420.000 kỹ sư có kỹ năng cao trong các lĩnh vực công nghệ thông tin, đặc biệt cần ngay 120.000 kỹ sư an ninh mạng.

Sự thiếu hụt kỹ sư công nghệ thông tin, với việc Chính phủ tuyên bố một chiến lược công nghệ thông tin với vai trò là chiến lược quốc gia, đã thúc đẩy Chính phủ tiến hành một số biện pháp để chấp nhận tuyển dụng thêm các kỹ sư nước ngoài. Những biện pháp này gồm:

- Bãi bỏ hạn chế nhập cư

Việc nhập cư của Nhật Bản không có hệ thống hạn ngạch và bất cứ một ai thỏa mãn những yêu cầu nhất định thì đều có quyền làm việc ở Nhật Bản. Những yêu cầu đối với kỹ sư là hoặc họ tốt nghiệp đại học chuyên ngành khoa học tự nhiên, hoặc họ có kinh nghiệm làm việc với vai trò là kỹ sư trên 10 năm. Những yêu cầu này là rất cao vì những học viên tốt nghiệp cao đẳng kỹ thuật không thể có giấy phép làm việc cho tới một độ tuổi nhất định.

Vì vậy, một hệ thống công nhận lẫn nhau các chứng chỉ đã được đề xuất. Không cần một sự kiểm tra nền tảng học vấn hay kinh nghiệm làm việc của một người tại thời điểm nộp đơn xin cấp visa, những người muốn làm việc với tư cách là các kỹ sư có thể thỏa mãn những yêu cầu của Nhật Bản dựa trên các chứng chỉ ở quê hương của họ. Những nước đã có hiệp định công nhận lẫn nhau với Nhật Bản gồm: Ấn Độ, Singapo, Hàn Quốc, Trung Quốc, Thái Lan, Việt Nam, Mianma, Philipin. Nhưng cho tới tháng 8/2004, chỉ có 29 kỹ sư, hầu hết là từ Hàn Quốc và Trung Quốc, là được phép tới Nhật Bản theo hệ thống công nhận lẫn nhau này.

Việc đưa ra “chứng chỉ đủ tư cách cho địa vị visa” vào năm 1990 được coi là một chính sách bãi bỏ hạn chế nhập cư. Với chứng chỉ được phát hành bởi cơ quan kiểm soát nhập cư ở Nhật Bản, những người nộp đơn xin cấp visa kỹ thuật và/hoặc đặc biệt có thể hoàn thành các công đoạn kiểm tra nhập cư nhanh hơn so với hệ thống cũ. Những người chủ thuê lao động sẽ có trách nhiệm đối với đơn xin cấp visa và gửi chứng chỉ này tới người mà họ dự định thuê trước khi người này tới Nhật Bản. Thông thường, quy trình xin cấp đơn này, từ lá đơn đầu gửi đi cho tới giấy phép cuối cùng đối với cấp bậc visa, phải mất vài tháng.

Chính phủ biết quy trình xin cấp visa này gây ra một sự lo lắng lớn cho các công ty thuê người nhập cư nước ngoài. Những công ty này coi hệ thống cấp visa là một quy trình quá phức tạp gây cản trở, làm tăng chi phí thuê kỹ sư nước ngoài. Vì vậy, vào năm 2002, Nội các

quyết định rút ngắn quy trình cấp visa xuống còn 2 tuần, với điều kiện rằng việc kinh doanh của người chủ không xa rời xã hội, ổn định và liên tục.

Biện pháp bãi bỏ cuối cùng là việc đưa ra Thẻ đi lại của Doanh nhân APEC (ABTC). Thẻ này áp dụng cho các doanh nhân, không cho người nhập cư. Theo hệ thống này, những người được cấp loại thẻ này có thể tới các nước APEC mà không phải trải qua một quá trình xét duyệt để cấp visa.

- Tiêu chuẩn kỹ năng công nghệ thông tin (ITSS)

Bộ Kinh tế, Công nghiệp và Thương mại (METI) rất tích cực thúc đẩy việc ban hành Tiêu chuẩn kỹ năng công nghệ thông tin vì quyền lợi của ngành công nghiệp dịch vụ công nghệ thông tin. Đã có những thử nghiệm tương tự như vậy ở một số nước, như Trung tâm lực lượng lao động về công nghệ mới nổi Quốc gia của Mỹ và Khung kỹ năng đối với thời đại thông tin của Anh. Hiện tại, Tiêu chuẩn kỹ năng công nghệ thông tin chia việc làm của các kỹ sư công nghệ thông tin thành 11 loại, mỗi một loại có 7 mức kỹ năng. Ý định của Tiêu chuẩn kỹ năng công nghệ thông tin là nhằm đảm bảo thương mại công bằng trong ngành công nghiệp công nghệ thông tin và đảm bảo chất lượng sản phẩm, cũng như nâng cao tiêu chuẩn nhập cư của kỹ sư công nghệ thông tin bằng cách đánh giá năng lực của họ. Dự án này mới chỉ bắt đầu vài năm trước, và vẫn trong giai đoạn thử nghiệm.

Việc làm của kỹ sư công nghệ thông tin nước ngoài ở Nhật Bản

Có ba lý do chính để các công ty công nghệ thông tin Nhật Bản tuyển dụng kỹ sư nước ngoài: Thứ nhất là để tuyển dụng được những kỹ sư có trình độ giỏi, những người rất hiếm ở thị trường lao động trong nước. Lý do thứ hai là để thuê các kỹ sư có chức năng làm cầu nối giữa công ty mẹ ở Nhật Bản và chi nhánh địa phương hoặc các công ty liên doanh ở hải ngoại. Lý do thứ ba là giảm chi phí lao động.

Tuy nhiên, các kỹ sư nước ngoài ở Nhật Bản có thể gặp nhiều khó khăn trong việc phát triển năng lực kỹ thuật của họ và nâng cao địa vị kỹ sư công nghệ cao của họ do năng lực nói tiếng Nhật hạn chế của họ. Một số ít kỹ sư hoặc nhà nghiên cứu không bị lệ thuộc vào rào cản ngôn ngữ bởi vì sự đóng góp của họ vào tinh hoa của công nghệ. Để duy

trì những kỹ sư như vậy, công ty sẽ không yêu cầu họ phải học tiếng Nhật. Mà thay vào đó, có những kỹ sư Nhật Bản làm việc với họ với vai trò là các Kỹ sư phần mềm cầu nối. Hiện nay, các công ty Nhật Bản đang rất nỗ lực phát triển việc gia công ở hải ngoại chủ yếu là ở Trung Quốc, Ấn Độ và Hàn Quốc. Họ cần nguồn nhân lực vừa có kỹ năng cả về công nghệ lẫn ngoại ngữ. Những người này được mệnh danh là các kỹ sư phần mềm cầu nối.

Hiện tại, kỹ sư phần mềm cầu nối người nước ngoài đóng một vai trò quan trọng ở Nhật Bản. Họ góp phần vào hoạt động của các công ty gia công hải ngoại hoặc các công ty con của các công ty Nhật Bản có trụ sở ở quê nhà của họ. Xu hướng gần đây ở các công ty công nghệ thông tin Nhật Bản là gia công công việc của họ ở hải ngoại. Năm 2000, số lượng các công ty con ở nước ngoài của các công ty Nhật Bản ở Đông Á đạt 6919, so với 4482 năm 1995. Những con số này bao gồm tất cả các ngành công nghiệp, nhưng ngành công nghiệp công nghệ thông tin chiếm ưu thế chủ đạo. Nhu cầu gia công ngày càng tăng đòi hỏi ngày càng nhiều kỹ sư phần mềm cầu nối. Kỹ sư phần mềm cầu nối mang lại nhiều lợi thế cho công ty thuê họ. Họ hòa đồng với khách hàng và văn hóa của cả hai nước. Họ được khai thác dựa trên chính phẩm chất của họ. Nếu họ là sinh viên tốt nghiệp đại học, họ là những người giỏi nhất và có năng lực nhất, vì có rất ít người tốt nghiệp đại học như vậy ở quê nhà họ. Họ được trả lương ở Nhật Bản cao hơn so với ở quê nhà. Từ quan điểm về tài năng và ưu đãi về lương, thì các kỹ sư phần mềm cầu nối tạo nên một nguồn nhân lực tốt. Hơn nữa, số lượng sinh viên tốt nghiệp đại học các chuyên ngành khoa học tự nhiên rất hạn chế ở Nhật Bản. Vì vậy, có lý do hợp lý để các công ty công nghệ thông tin Nhật Bản thuê các kỹ sư nước ngoài nếu họ học tiếng Nhật và quen thuộc với tập quán của Nhật Bản, bao gồm cả các tập quán kinh doanh. Theo một điều tra có tiêu đề “Báo cáo về việc chấp nhận kỹ sư công nghệ thông tin nước ngoài”, được tiến hành năm 2002, 20% công ty công nghệ thông tin được điều tra thuê kỹ sư nước ngoài, trực tiếp hoặc gián tiếp dưới dạng các kỹ sư ở chi nhánh. Số lượng trung bình các kỹ sư nước ngoài trong một công ty là 4,1. Hơn một nửa (53%) số công ty tham gia điều tra tổ chức các chi nhánh con ở nước ngoài thuê kỹ sư nước ngoài. Các công ty lớn hơn sẽ thuê nhiều

kỹ sư nước ngoài hơn là các công ty nhỏ hơn. Hầu như 70% công ty hiện đang có các công ty con ở nước ngoài dự định tiếp tục thuê hoặc gần đây thuê các kỹ sư nước ngoài.

3.2.6. Ấn Độ đối với vấn đề thu hút nhân công có tay nghề

Sự quan tâm của Chính phủ Ấn Độ dành cho người di cư có trình độ rất khác nhau theo từng khu vực và theo thời gian, phản ánh những sự cân nhắc về vấn đề chảy chất xám lẫn phục hồi chất xám. Sự tiếp cận theo khu vực này được thể hiện rõ ở các lĩnh vực công nghệ thông tin và y tế.

Khu vực công nghệ thông tin

Nhận thức được tầm quan trọng của khu vực công nghệ thông tin trong việc tạo ra công ăn việc làm và thu nhập từ xuất khẩu và vai trò quan trọng của việc lưu chuyển xuyên biên giới các chuyên gia công nghệ thông tin, Chính phủ Ấn Độ đã nỗ lực tạo điều kiện thuận lợi cho việc di cư tạm thời của nhân công công nghệ thông tin Ấn Độ tới những thị trường lớn trên thế giới. Việc di cư tự do của các lao động tri thức trong khu vực này cũng là một trong những minh chứng cho những ưu đãi mà nước này dành cho phân đoạn xuất khẩu phần mềm thông qua các khoản miễn thuế, thành lập các khu chế xuất và các công viên công nghệ phần mềm với giấy phép một cửa duy nhất để thông qua đầu tư.

Việc thành lập Lực lượng Đặc nhiệm công nghệ thông tin Quốc gia và Bộ Công nghệ Thông tin gần đây đã thúc đẩy mức tăng trưởng của khu vực công nghệ thông tin và xuất khẩu phần mềm, bao gồm cả những dịch vụ khách hàng và phản ánh sự hỗ trợ chung cho xuất khẩu dựa trên nhân lực của Chính phủ trong khu vực này. Chính phủ cũng rất tích cực hỗ trợ cho công tác vận động hành lang để tạo ra nhiều cơ hội tiếp cận các thị trường lớn hơn cho các chuyên gia phần mềm của Ấn Độ thông qua các cuộc đàm phán song phương với các nước quan trọng như Mỹ và ở các cuộc đàm phán đa phương như các cuộc thảo luận về tiếp cận thị trường theo phương thức Mode 4 (đề cập tới sự lưu động của nhân lực) theo Hiệp định chung về Thương mại Dịch vụ. Ví dụ, Chính phủ đã đồng ý cho ngành công nghiệp thực hiện những thủ

tục bảo hiểm visa và giấy phép lao động đơn giản và nhanh hơn, bỏ các yêu cầu bình đẳng lương, nâng cao tính minh bạch ở các yêu cầu bằng cấp lao động, nâng cao tính lưu động của các chuyên gia trong nước ở các liên dự án và liên công ty và miễn trừ các khoản thuế an ninh xã hội. Mode 4 và đề xuất Dịch vụ Cung cấp Visa theo khuôn khổ của GATS phần lớn là chịu ảnh hưởng của các lợi ích của ngành công nghiệp công nghệ thông tin của nước này.

Một trong những điểm quan trọng nhất của Hiệp định Hợp tác Kinh tế Toàn diện Ấn-Sing vừa được ký kết gần đây đã tạo điều kiện thuận lợi cho sự luân chuyển tạm thời của các chuyên gia Ấn Độ tới Singapo, thông qua việc sửa đổi những yêu cầu liên quan tới tiền lương tương ứng, một thay đổi sẽ làm lợi cho các chuyên gia công nghệ thông tin Ấn Độ.

Trong những năm gần đây, Chính phủ cũng đã bắt đầu tiến hành những nỗ lực tuy còn hạn chế nhằm giữ lại những người tài giỏi trong lĩnh vực công nghệ thông tin ở trong nước, chủ yếu thông qua hệ thống giáo dục hợp tác với các hiệp hội công nghiệp. Ví dụ, một kế hoạch đầu tư vào người Ấn ở nước ngoài đang được Hiệp hội Các công ty Dịch vụ Phần mềm Quốc gia (NASSCOM) thực hiện kết hợp với các trường đại học Ấn Độ. Theo kế hoạch này, sinh viên tốt nghiệp (đặc biệt trong lĩnh vực công nghệ thông tin và kỹ thuật) được khuyến khích ở lại và phát triển những kỹ năng của họ ở Ấn Độ chứ không rời tới những nước khác. Kế hoạch này nhằm vào các sinh viên tốt nghiệp chuyên ngành công nghệ thông tin có khuynh hướng kinh doanh, những người được khuyến khích khởi đầu công việc kinh doanh của họ ở Ấn Độ. Vì vậy, khu vực giáo dục đang được sử dụng với vai trò là một công cụ để giữ lại người tài, với sự hỗ trợ của NASSCOM, trong việc thành lập các khóa học và các trường Đại học tập trung vào lĩnh vực công nghệ thông tin để tạo điều kiện phát triển kỹ năng và đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng đối với nhân lực công nghệ thông tin ở Ấn Độ. Các Viện Công nghệ Thông tin Ấn Độ (IIT) đã được thành lập ở một số thành phố ở Ấn Độ, là các sáng kiến chung giữa Chính phủ và ngành công nghiệp công nghệ thông tin hoặc với vai trò là các sáng kiến riêng của Chính phủ. Các Viện Công nghệ Thông tin Ấn Độ cấp bằng kỹ thuật phần mềm máy tính và đồng thời tổ chức các khóa học ngắn hạn.

Ở nhiều địa phương, đặc biệt là ở miền Nam, chính quyền các bang đã hỗ trợ cho việc thành lập các cơ quan đào tạo tư thực thông qua việc cung cấp các cơ sở vật chất. Sự hỗ trợ của Chính phủ trong việc thúc đẩy giáo dục và đào tạo ở lĩnh vực công nghệ thông tin phần lớn là nhằm đáp ứng với nhu cầu về một lực lượng nhân công công nghệ thông tin chi phí thấp có chất lượng cao của đất nước vì nước này vẫn đặt ra mục tiêu cạnh tranh về chi phí trong việc cung cấp các dịch vụ chuyên nghiệp trong và ngoài nước. Vì vậy, đây là một bước để tạo điều kiện thuận lợi cho việc liên tục cung cấp xuất khẩu dựa trên nhân lực trong ngành công nghiệp này, trong khi đồng thời đảm bảo rằng nhân công di cư không làm ảnh hưởng tới ngành công nghiệp về lâu dài.

Nhân lực giỏi trong lĩnh vực công nghệ thông tin và kỹ thuật cũng đang được duy trì và thu hút bởi việc ngày càng có nhiều các trung tâm phát triển ở nước ngoài và sự chuyển dịch từ việc cung cấp các dịch vụ ở trong nước sang cung cấp các dịch vụ ở nước ngoài. Mặc dù xu hướng này chủ yếu bị chi phối bởi các động lực của thị trường, nhưng Chính phủ hỗ trợ gián tiếp cho sự chuyển dịch này qua mô hình cung cấp dịch vụ bằng cách tạo điều kiện thuận lợi cho việc thành lập các trung tâm phát triển nước ngoài ở Ấn Độ và khuyến khích gia công có giá trị cao hơn, ví dụ như các dịch vụ nghiên cứu, phát triển và phân tích ở Ấn Độ. Trong bối cảnh đó, một số sáng kiến khuyến khích đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI) đã được các chuyên gia công nghệ thông tin Ấn Độ ở nước ngoài đề xuất dưới sự hướng dẫn của ủy ban Cấp cao về Người di cư của Ấn Độ. Ấn Độ đang thực hiện nhiều nỗ lực để thúc đẩy và sử dụng các mạng lưới người ấn hải ngoại như mạng lưới Doanh nhân Ấn và Hiệp hội Quốc tế Các nhà Khoa học, Kỹ sư và Công nghệ trong lĩnh vực công nghệ thông tin.

Lĩnh vực y tế

Hướng tiếp cận của Chính phủ đối với vấn đề nhân lực di cư có kỹ năng cao ở lĩnh vực y tế của Ấn Độ phần lớn bị định hướng bởi sự lo ngại nạn chảy chất xám. Trong quá khứ, Chính phủ Ấn Độ đã tiến hành một số bước để không khuyến khích việc di chuyển của nhân lực làm việc trong lĩnh vực y tế ra nước ngoài, chủ yếu là đối với bác sỹ.

Năm 1969, Chính phủ cấm tổ chức thi ECFMG (kỳ thi cấp chứng chỉ hoạt động trong lĩnh vực tế cho bác sĩ ở Mỹ và thế giới) ở trong nước. Ngoài ra, Chính phủ cũng không thực hiện một bước tiến nào để ký các hiệp định công nhận lẫn nhau với các thị trường chủ chốt như Anh và Mỹ. Tuy nhiên, những bước tiến hành như cấm thi ECFMG ở nước này không thành công trong việc ngăn chặn nạn chảy chất xám vì các sinh viên y khoa Ấn Độ đã lách được lệnh cấm này bằng cách đăng ký thi ở các nước láng giềng như Thái Lan.

Cũng có những đề xuất yêu cầu những người được đào tạo trong lĩnh vực y tế từ ngân sách của Chính phủ phải có một giai đoạn phục vụ hoặc nộp một khoản tiền lợi tức trước khi họ di cư khỏi đất nước. Tuy nhiên, những đề xuất này không được thực hiện. Một vài nỗ lực có tính phối hợp được đưa ra nhằm thu hút các nhân lực trong lĩnh vực y tế quay trở lại đất nước hoặc góp phần tái hòa nhập những nhân lực đã quay trở lại đất nước này vào khu vực. Tuy vậy, những bước tiến này chủ yếu được thực hiện bởi từng cá thể bệnh viện và cơ quan, những nơi thuê những nhân lực hồi hương làm việc trong lĩnh vực y tế. Những chương trình này gồm các kế hoạch như chương trình “dịch vụ miễn phí” cho người hồi hương do Nhóm các bệnh viện Apollo thực hiện. Theo chương trình này, những bác sĩ hồi hương sẽ được hưởng quyền lợi có cổ phần trong bệnh viện và được hưởng không chỉ lệ phí tư vấn của họ mà còn cả một phần trong các hoạt động sinh lợi, vì vậy tạo điều kiện cho họ cảm thấy có quyền sở hữu bệnh viện trong khi đồng thời góp phần làm tăng nguồn tài chính. Apollo cũng đưa ra chương trình “tiền đảm bảo” đối với những người hồi hương. Chương trình này có hiệu lực trong giai đoạn một năm, trong thời gian này các bác sĩ không phải lo lắng về việc có đủ bệnh nhân và vì vậy có thể sử dụng thời gian để hòa nhập với hệ thống làm việc, xây dựng các mạng lưới và rèn luyện tay nghề.

Những sáng kiến của Chính phủ liên quan tới di cư kỹ năng cao

Hiện nay, kể từ khi mở cửa nền kinh tế đã có sự chuyển dịch dần dần trong hướng tiếp cận của Chính phủ Ấn Độ tới vấn đề di cư kỹ năng và tiềm năng của dân số không phải là người bản gốc này. Quan điểm coi di cư kỹ năng cao là một phần của hiện tượng chảy chất xám đang chuyển đổi thành khái niệm “luân hồi chất xám”. Gần đây,

Chính phủ Ấn Độ đã có những nỗ lực rõ ràng để khuyến khích sự đóng góp của người di cư, bằng cách tổ chức hợp lý hóa các thủ tục đầu tư cho họ, tư vấn cho họ về các chính sách công nghệ và giáo dục, tổ chức các mạng lưới và các cơ chế hành chính để tiếp cận vốn nhân lực và tài chính của họ một cách hiệu quả hơn.

Một trong những sáng kiến đầu tiên được khởi động vào năm 1999, với việc Bộ Các vấn đề Nội địa ban hành Thẻ Dân có Nguồn gốc Ấn (PIO) nhằm đích thắt chặt sợi dây liên hệ tình cảm của những người Ấn sinh sống tại nước khác nhưng mong muốn có những mối quan hệ với quê cha đất tổ. Những người có gốc Ấn cho tới thế hệ thứ tư định cư ở bất cứ nơi đâu trên thế giới, chỉ trừ một vài nước nhất định là có đủ tư cách nhận thẻ. Các cặp vợ chồng nước ngoài có một công dân Ấn hay PIO cũng thuộc phạm vi của quỹ này.

Tháng 9/2000, Bộ Các vấn đề Ngoại địa xây dựng Ủy ban Cấp cao về người di cư Ấn. Theo một trong những đề xuất của Ủy ban, Chính phủ đã tổ chức Ngày Người Ấn Hải ngoại (PBD) lần đầu tiên, để thể hiện sự chú trọng của đất nước tới người Ấn di cư vì những đóng góp của họ cho nền kinh tế và khuyến khích họ tham gia một cách tích cực hơn vào sự phát triển trong tương lai của Ấn Độ. Ngày PBD thứ hai cũng được tổ chức vào tháng 1/2004. Hơn 2500 đại biểu gồm 1500 người Ấn hải ngoại từ 61 nước đã tham gia vào ngày này. Những người Ấn xuất chúng từ khắp nơi trên thế giới, gồm cả những người đoạt giải Nô-ben, những nhà lãnh đạo kinh doanh, các nhà khoa học và đổi mới, các học giả, các chính khách đã tham gia vào cuộc hội thảo. Ngày PBD lần thứ ba cũng được tổ chức ở Mumbai từ 7-9/1/2005, đã có những cuộc thảo luận về các chủ đề giáo dục, công nghiệp dựa trên tri thức, khoa học và công nghệ, y tế, phát triển nông thôn ... Một số sáng kiến đặc biệt đã được đề xuất trong lĩnh vực khoa học và công nghệ, với sự liên hệ tới một lực lượng lớn các chuyên gia khoa học và công nghệ người ấn ở nước ngoài. Mục tiêu là nhằm tăng cường việc phối hợp với tổ chức Các nhà Khoa học và Công nghệ gốc Ấn (STIOs) ở nước ngoài, bao gồm những người làm việc trong các ngành công nghiệp, các phòng thí nghiệm nghiên cứu, các trường đại học và các lĩnh vực khoa học ở

rất nhiều nước cũng như những người hoạt động thành công với vai trò là các doanh nhân doanh nghiệp dựa vào công nghệ và các nhà tư bản mạo hiểm. Với vai trò là một bộ phận của nỗ lực này, Bộ Khoa học và Công nghệ đã thành lập một website đặc biệt cho các chuyên gia khoa học và công nghệ hải ngoại với vai trò là một phần của các sáng kiến Người di dân của Bộ các Vấn đề ngoại địa. Website này nhằm mục đích khuyến khích sự đóng góp của STIOs hải ngoại để:

- Phát triển các nguồn nhân lực và năng lực nghiên cứu để làm tăng thêm sự phối hợp để tăng cường các năng lực của giáo dục, nghiên cứu và nguồn nhân lực ở các lĩnh vực hàng đầu của khoa học cơ bản và các công nghệ đỉnh cao;

- Kinh doanh công nghệ để tăng cường năng lực của Ấn Độ trong lĩnh vực này, tận dụng tài trợ mạo hiểm và tư vấn cho thế hệ trẻ trong việc tạo ra của cải từ tri thức,

- Xây dựng Ấn Độ với vai trò là một trung tâm khoa học quốc tế bằng cách khuyến khích sự tham dự của các nhà khoa học và các cơ quan Ấn Độ vào các dự án khoa học quốc tế và các chương trình có các cơ sở nghiên cứu tiên tiến ở nước ngoài;

- Xây dựng Ấn Độ thành một cơ sở nghiên cứu và phát triển toàn cầu với vai trò là đích đến của gia công nghiên cứu và phát triển ưu tiên; và

- Tạo dựng mối quan hệ học đường để gắn kết sinh viên đại học ở nước ngoài với trường học của họ vì các mối quan hệ có mục đích và bền vững.

Bộ Khoa học và Công nghệ đang thực hiện những bước tiến để phối hợp với giới học viện, các viện nghiên cứu, các phòng thí nghiệm, ngành công nghiệp và doanh nghiệp Ấn, để tạo điều kiện thuận lợi cho sự hợp tác, truyền bá thông tin về các cơ quan và chương trình khoa học và công nghệ đặc biệt và các cơ hội mà các STIOs ở nước ngoài có thể quan tâm.

3.2.7. Chính sách thu hút nhân tài của Anh

Từ trao đổi kỹ năng tới thu lợi từ chất xám: Kinh nghiệm về thu hút nhân tài của Anh

Trong khi Mỹ là nước đứng đầu thế giới trong lĩnh vực cạnh tranh thu hút nhân lực nước ngoài có kỹ năng cao kể từ thập niên 1950, thì mãi tới tận giữa thập niên 1990, nước Anh mới bắt đầu cân nhắc tới khả năng áp dụng một hướng tiếp cận tích cực tới việc tuyển dụng nhân lực có kỹ năng cao quốc tế.

Tầm quan trọng ngày càng tăng của người di trú có kỹ năng cao đối với nước Anh đang được thể hiện rõ ràng. Theo các số liệu thống kê, người di trú quốc tế có kỹ năng đã tăng từ 33.000 người năm 1992 lên 76.000 năm 1998 và 103.000 năm 2002. Điều tra cho thấy nước Anh đang chuyển từ vị trí là một nước trao đổi mở và không vụ lợi nguồn nhân lực có kỹ năng với những nước khác sang vị trí một nước thu lợi từ nguồn đầu vào nhân lực giỏi quốc tế.

Các kênh tiếp nhận di trú của Anh

Giấy phép lao động: sự tăng trưởng của số lượng người được cấp phép lao động cao hơn số lượng của những người ở các kênh khác trong thập niên 90 của thế kỷ trước. Năm 1995, chỉ có 33.000 đơn xin cấp giấy phép lao động được thông qua. Kể từ đó con số này đã tăng gấp 4 lần tới hơn 130.000 (133.337 vào năm 2003 và 135.333 vào năm 2004).

Chương trình Di trú Kỹ năng cao (HSMP): được khởi xướng vào tháng 1/2002 và sử dụng một hệ thống tính điểm tương tự với hệ thống của Ôxtrâyliia và Canada.

Chương trình Đăng ký dành cho người Di trú từ các nước mới gia nhập EU: với tư cách là một thành viên của EU, Vương quốc Anh thường xuyên trao đổi người di trú kỹ năng cao với những quốc gia thành viên EU khác mà không yêu cầu những người nhập cư từ các nước này phải có giấy phép lao động. Tuy nhiên với sự mở rộng của EU năm 2004 lên thêm 10 nước ở Đông Âu, chính phủ Anh đã thành lập một chương trình yêu cầu nhân lực từ các nước mới gia nhập này đăng ký nơi đến của họ.

Chương trình Học bổng Quốc tế của Cục Y tế Quốc gia (NHS): được khởi xướng vào tháng 1/2002, chương trình này mời các chuyên gia có kinh nghiệm trong lĩnh vực y tế làm việc ở Anh tới 2 năm. Mục đích của chương trình này là nhằm duy trì sự hợp tác quốc tế và thúc đẩy Cục Y tế Quốc gia ở nước ngoài bằng cách chia sẻ sự học hỏi giữa những hệ thống chăm sóc sức khỏe khác nhau.

Sự lưu động của sinh viên: sự di cư tạm thời của nhân tài tới nước Anh cũng bao gồm cả sự di cư của sinh viên. Không chỉ có một số lượng sinh viên lớn hơn bao giờ hết được tuyển mộ để học tập tại Anh, mà những sáng kiến chính sách mới gần đây cũng được thử nghiệm để tăng tỷ lệ lưu giữ những sinh viên này sau khi họ hoàn thành chương trình học. Theo Chương trình Sinh viên Tốt nghiệp Khoa học Kỹ thuật, những sinh viên nước ngoài học tập trong lĩnh vực toán học, khoa học hoặc kỹ thuật ở Anh trong tương lai sẽ có khả năng làm việc ở Anh trong 12 tháng sau khi tốt nghiệp. Và Scotland đã đưa ra chương trình thuyết phục sinh viên nước ngoài ở lại sau khi hoàn thành việc học tập với vai trò là một thử nghiệm nhằm thúc đẩy nền kinh tế địa phương cũng như giải quyết những vấn đề về sự suy giảm nhân khẩu học.

3.2.8. Liên minh châu Âu

Châu Âu cần các nhà nghiên cứu. Một trong những sự phát triển chính sách chủ yếu kể từ đầu thiên niên kỷ mới là sự nhận thức ngày càng tăng rằng việc cung cấp nguồn nhân lực được đào tạo tốt và dồi dào trong nghiên cứu là cực kỳ cần thiết đối với khả năng đáp ứng những thách thức đầy tham vọng của EU. Nhận thức này tăng lên với vai trò là hệ quả của 3 sự phát triển chính sách chính:

- Sự khởi động Khu vực Nghiên cứu châu Âu (ERA), vào tháng 1/2000, lần đầu tiên đưa ra một khuôn khổ chung để hoạch định một tham vọng tổng thể đối với việc nghiên cứu của châu Âu.

- Sự cam kết của những người đứng đầu nhà nước và chính phủ ở Lisbon vào tháng 3/2000, để biến châu Âu thành một “nền kinh tế tri thức mang tính cạnh tranh và năng động nhất trên thế giới vào năm 2010”.

- Cam kết được đề ra tại Ủy ban Châu Âu ở Barcelona (3/2002) để tăng đầu tư vào nghiên cứu ở EU lên mức trung bình 3% GDP của các nước thành viên, với 2/3 khoản đầu tư này là của khu vực tư nhân.

Mỗi một cam kết này có những ý nghĩa rõ ràng đối với nguồn nhân lực trong nghiên cứu. Ví dụ, một nguồn cung cấp dồi dào các nhà nghiên cứu được đào tạo tốt không chỉ là điều kiện cần để thúc đẩy khoa học và củng cố đổi mới, mà còn là một nhân tố quan trọng trong

việc thu hút và thúc đẩy đầu tư vào nghiên cứu bởi các thực thể tư nhân và nhà nước. Hơn nữa, Ủy ban đã ước tính rằng để đạt được mục tiêu 3% nói trên, sẽ cần từ 600.000 tới 700.000 nhà nghiên cứu, để bổ sung vào nguồn tài nguyên cần thiết để thay thế một cách nhanh chóng lực lượng lao động đang già cỗi trong lĩnh vực nghiên cứu của châu Âu.

Các mục tiêu chính sách đầy tham vọng của châu Âu không thể hoàn thành được mà không có một chiến lược tích hợp rộng liên quan tới tất cả những bên có quyền lợi liên quan và đánh giá môi trường đang biến đổi mà trong đó nghiên cứu được tiến hành. Trái với nền tảng của sự cạnh tranh ngày càng tăng ở cấp độ toàn cầu, chiến lược về nguồn nhân lực trong nghiên cứu và phát triển của EU dựa trên việc biến châu Âu trở nên hấp dẫn hơn đối với những nhà nghiên cứu giỏi nhất, bằng cách khuyến khích người dân để họ tham gia vào sự nghiệp của nghiên cứu, bằng cách khuyến khích các nhà nghiên cứu châu Âu ở lại châu Âu, và bằng cách thu hút các nhà nghiên cứu châu Âu từ khắp nơi trên thế giới. Việc phát triển một thị trường lao động mở liên châu Âu đối với các nhà nghiên cứu với các triển vọng nghề nghiệp hấp dẫn đã trở thành mục tiêu tối thượng của chiến lược này, đồng thời ủng hộ cho khái niệm “tuần hoàn chất xám” và vì thế mà hạn chế được hiện tượng “chảy chất xám” vừa cả ở châu Âu lẫn toàn cầu.

Để đạt được những mục tiêu này, chiến lược tích hợp của EU vì thế tập trung vào 3 phạm vi chính sau:

- Tăng mạnh tài trợ của EU cho việc phát triển đào tạo, sự lưu động và sự nghiệp của các nhà nghiên cứu, được biết đến với vai trò là “Các hoạt động Marie Curie”;
- Cải thiện toàn bộ môi trường dành cho các nhà nghiên cứu ở châu Âu bằng cách đẩy mạnh sự lưu động và dỡ bỏ các rào cản;
- Thúc đẩy phát triển sự nghiệp của các nhà nghiên cứu, do đó nâng cao sự hấp dẫn của châu Âu đối với các nhân tài nghiên cứu từ châu Âu và từ khắp nơi trên thế giới.

Ủy ban châu Âu đã tiến hành những sáng kiến trong tất cả những lĩnh vực này, bằng cách sử dụng Chương trình Khung (FP) lần thứ 6 dành cho phát triển nghiên cứu và công nghệ để mở rộng các cơ hội tài

chính (tăng 70% ngân sách so với FP5) đối với việc đào tạo và lưu động trong suốt sự nghiệp của các nhà nghiên cứu, cộng với việc mở rộng phạm vi các hoạt động đối với các nhà nghiên cứu không phải người châu Âu và tiến hành việc đánh giá một cách có hệ thống các vấn đề về hồi hương và hội nhập sự nghiệp.

Ngoài ra, trong Thông cáo 2001 của mình có tiêu đề “Chiến lược lưu động đối với ERA”, Ủy ban đã xác định các hoạt động cụ thể ở cấp Cộng đồng và cấp quốc gia, để khai thác sự lưu động với vai trò là một công cụ để phát triển sự nghiệp và tạo ra Khu vực Nghiên cứu châu Âu, cũng như với vai trò là một tiền đề để tăng năng lực và hiệu suất trong nghiên cứu của châu Âu. Kể từ khi thông qua Chiến lược Lưu động, năm 2001, những thành quả đáng kể đã được ghi lại, chủ yếu là trong việc tạo ra những điều kiện ưu đãi hơn đối với các nhà nghiên cứu lưu động.

Sự thúc đẩy mạnh hơn nữa được đưa ra vào năm 2003 bằng các hoạt động ở cấp độ châu Âu về nghề nghiệp của nhà nghiên cứu, các triển vọng sự nghiệp và việc phát triển các nhà nghiên cứu, như được đề ra trong Thông báo của ủy ban “Các nhà nghiên cứu ở Khu vực Nghiên cứu Châu Âu: Một nghề nghiệp, nhiều sự nghiệp”. Ngoài ra, tiếp theo năm Hội đồng mùa Xuân Barcelona 2002, Ủy ban đã xuất bản Kế hoạch Hoạt động Đầu tư 3%, trong đó đề cập tới một loạt các hoạt động liên quan tới sự lưu động và nguồn nhân lực trong nghiên cứu và phát triển, để hỗ trợ cho việc tăng cần thiết số lượng nhà nghiên cứu ở châu Âu, được rút ra từ Chiến lược Lưu động và đề cương của Thông báo Nghề nghiệp. Năm 2003, Hội đồng thông qua các Nghị quyết về Thông báo Sự nghiệp và Kế hoạch Hoạt động Đầu tư 3%. Hội đồng tăng cường một số cơ hội trong năm 2004 để cao tầm quan trọng của việc theo đuổi những mục tiêu Lisbon với việc xác định chung hơn, góp phần đẩy mạnh nỗ lực để đưa châu Âu trở nên hấp dẫn hơn đối với các nhà nghiên cứu: *“Nguồn nhân lực rất quan trọng đối với nghiên cứu và phát triển và sự ưu tiên phải được dành cho đào tạo, thúc đẩy và sự lưu động của các nhà nghiên cứu”* và *“Hội đồng châu Âu thúc giục tiến trình này phải diễn ra nhanh chóng, theo hướng “khuyến khích sự lưu động của các nhà nghiên cứu, với vai trò là một ví dụ của hoạt động thực tiễn để kích thích hơn nữa sự đổi mới”*.

Trong Thông báo của mình có nhan đề “Khoa học và Công nghệ, chìa khóa cho tương lai của châu Âu- Các đường lối chỉ đạo cho chính sách trong tương lai của EU để hỗ trợ nghiên cứu” được xuất bản vào tháng 6/2004, Ủy ban đã tái khẳng định nhu cầu tăng số lượng các nhà nghiên cứu ở châu Âu từ mức độ hiện thời là 6/1000 lao động lên 8/1000 lao động với vai trò là mục tiêu tương ứng với mục tiêu 3%. Ủy ban cũng nhấn mạnh vào mục tiêu thúc đẩy sự phát triển sự nghiệp khoa học của người châu Âu của EU và đồng thời góp phần vào đảm bảo các nhà nghiên cứu sống ở châu Âu cũng như thu hút các nhà nghiên cứu giỏi nhất tới châu Âu. Điều này còn được thể hiện qua bản báo cáo “Châu Âu cần thêm nhiều nhà khoa học” soạn thảo bởi Nhóm cấp cao về Tăng cường Nguồn nhân lực cho Khoa học và Công nghệ ở Châu Âu năm 2004. Báo cáo phân tích tình trạng hiện thời và các đề xuất chính sách về việc làm thế nào để kích thích số lượng và mức độ chất lượng cần thiết của các nhà nghiên cứu ở châu Âu. Cuối cùng, báo cáo “Đối mặt với thách thức-Chiến lược Lisbon về tăng trưởng và việc làm” của Nhóm cấp cao đã hỗ trợ cho chiến lược về nguồn nhân lực trong nghiên cứu và phát triển của EU bằng cách nhấn mạnh rằng cần cải thiện sức hấp dẫn của EU đối với các nhà nghiên cứu bằng cách giảm những cản trở hành chính đối với sự lưu động (các quyền an ninh xã hội, giấy phép lao động và các thủ tục visa cấp nhanh và việc công nhận bằng cấp).

Chiến lược Lưu động đối với Khu vực Nghiên cứu châu Âu nhằm mục đích tạo điều kiện thuận lợi cho việc lưu động của các nhà nghiên cứu trong châu Âu và tới châu Âu với mục tiêu cuối cùng là nâng cao tổng thể chất lượng của các nhà nghiên cứu ở châu Âu thông qua việc tăng cường hợp tác liên quốc gia, và góp phần tạo ra một khối lượng nhà nghiên cứu chủ chốt cần thiết để xây dựng Khu vực Nghiên cứu châu Âu. Đồng thời, nó đề ra các biện pháp liên quan tới sự năng động cần thiết để thành lập và phát triển một môi trường ưu đãi hơn cho các nhà nghiên cứu lưu động trong suốt sự nghiệp của họ. Chúng gồm cải thiện luật pháp (việc chấp nhận nhập cư, các điều kiện xin nhập cư, an ninh xã hội và thuế), thông tin và các dịch vụ hỗ trợ tốt hơn (thông báo tuyển dụng, khả năng có sẵn các thông tin thiết thực) và nền tảng tri thức được cải thiện (thống kê và điều tra) và những cải thiện chất

lượng (trao đổi thực tiễn, điểm chuẩn tốt nhất). Mặt khác, Chiến lược Lưu động đã nêu ra nhu cầu về các khoản khuyến khích tài chính cấp địa phương, khu vực, quốc gia và cấp Cộng đồng châu Âu để nâng cao sự hấp dẫn của nghiên cứu và tạo ra một nguồn nhân lực có trình độ cần thiết.

Thông báo Sự nghiệp phân tích các khía cạnh khác nhau về sự nghiệp của các nhà nghiên cứu và xác định các nhân tố khác nhau tác động tới sự nghiệp của họ ở cấp độ châu Âu. Nó giải quyết các vấn đề như đào tạo nghiên cứu, các phương pháp tuyển dụng, tình trạng hợp đồng và ngân sách và các cơ chế đánh giá tạo nên sự tiến bộ của sự nghiệp. Bản Thông báo cho thấy những yếu kém trong cơ cấu, cũng như nêu lên những sự khác biệt trong mỗi một khía cạnh đó, những sự khác biệt này phụ thuộc vào các nhân tố khác nhau. Bản thông báo đề xuất các hoạt động nhằm cải thiện việc thu thập và phân tích dữ liệu để đưa ra các kết luận sâu hơn và những cơ chế đối thoại giữa những bên khác nhau của cộng đồng nghiên cứu nhằm cải thiện những triển vọng sự nghiệp cho các nhà nghiên cứu trên toàn châu Âu. Các hoạt động trong khuôn khổ của Chiến lược lưu động Châu Âu và Thông báo Sự nghiệp được thực hiện bởi ủy ban với sự kết hợp chặt chẽ với Các nước thành viên, các nước ứng cử viên gia nhập và các nước có liên đới tới FP6 thông qua Nhóm Định hướng về Nguồn nhân lực và Lưu động (SG HRM).

Các triển vọng và thành quả chính

1. Các chính sách cấp quốc gia khiến châu Âu trở nên hấp dẫn hơn đối với các nhà nghiên cứu

Áo đã thành lập một lực lượng đặc nhiệm về nguồn nhân lực vào tháng 6/2004. Lực lượng này bao gồm các đại diện ở khu vực nhà nước và tư nhân và có vai trò cố vấn chúc năng cho các vấn đề mang tính chiến lược.

Tại *Hy Lạp*, việc thực hiện chính sách về sự lưu động của các nhà nghiên cứu EU được nêu rõ trong một phạm vi rộng các vấn đề thảo luận giữa Chính phủ, giới hàn lâm và doanh nghiệp ở cấp độ địa phương và quốc gia ở Hy Lạp. Những cuộc thảo luận về các cản trở đối với sự lưu động và Hiến chương/Mã Hạnh kiểm dẫn tới những sự tham khảo trao đổi ở trong nước, đưa các công chức và chuyên gia có các

quan điểm và chính sách ban đầu khác nhau từ các Bộ và Cơ quan khác nhau tới gần nhau hơn, về các yếu tố cốt lõi và nhu cầu cải tổ (cơ cấu, luật pháp, xã hội, nhận thức, v.v., nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho sự lưu động về mặt địa lý và giữa các khu vực, cũng như mở cửa cho hệ thống nghiên cứu và phát triển của Hy Lạp nói chung.

Slovenia: nhiều cuộc thảo luận đã được tổ chức với quan điểm phát triển những hướng tiếp cận mới khuyến khích sự lưu động của các nhà nghiên cứu, gồm một cuộc thảo luận bàn tròn về các vấn đề xây dựng một xã hội dựa trên tri thức.

Bỉ: chính sách giai đoạn 2004-2009 của bộ trưởng Flemish về khoa học và đổi mới công nghệ đã nhấn mạnh tầm quan trọng của nguồn vốn nhân lực đối với hệ thống nghiên cứu và phát triển. Chính phủ Bỉ đã tuyên bố những biện pháp cụ thể để tăng sự thu hút của vùng Flanders đối với các nhà nghiên cứu ở nước ngoài, để thu hút các nhà nghiên cứu Bỉ đang làm việc tại nước ngoài quay trở lại tổ quốc và kích thích sự lưu động giữa giới hàn lâm và ngành công nghiệp. Trong Tuyên bố Chính sách Cộng đồng và Tuyên bố Chính sách địa phương cho giai đoạn 2004-2009, Chính phủ của Cộng đồng nói tiếng Pháp của Bỉ và Chính phủ của Khu vực Walloon đã lần lượt tuyên bố các dự án cụ thể để khuyến khích sự lưu động về mặt địa phương và liên khu vực của các nhà nghiên cứu.

Cộng hòa Séc: vào tháng 1/2004, Chính phủ Cộng hòa Séc thông qua “Chính sách Phát triển và Nghiên cứu Quốc gia của Cộng hòa Séc giai đoạn 2004-2008” hình thành nên chiến lược của chính sách nghiên cứu và phát triển của nhà nước giai đoạn ngắn. Nguồn nhân lực là một trong những chương của chính sách này, đặc biệt nhấn mạnh vào giáo dục, sự lưu động của các nhà nghiên cứu và tính hấp dẫn của sự nghiệp của nhà nghiên cứu.

Hungary: Đạo luật về Nghiên cứu Phát triển và Đổi mới Công nghệ đi vào hiệu lực vào ngày 1/1/2005, cung cấp một khung pháp lý cho nghiên cứu và phát triển và đổi mới. Một trong những mục tiêu chính của nó là nhằm thúc đẩy và tăng cường sự hợp tác giữa ngành công nghiệp và giới hàn lâm thông qua khuyến khích việc trao đổi cán bộ và bằng cách tạo điều kiện cho các nhà nghiên cứu có việc làm cố định ở các trường đại học/viện nghiên cứu nhà nước điều hành hoặc

làm việc cho các công ty phái sinh.

Balan: vào tháng 12/2004, “Chính sách Khoa học, Công nghệ và Đổi mới Quốc gia tới năm 2020” được Chính phủ thông qua. Chính sách này được soạn thảo để góp phần hình thành một nền tảng nhân lực chung đối với toàn bộ khu vực nghiên cứu nhà nước, nhấn mạnh vào vai trò thiết yếu của việc đào tạo và giáo dục các nhà nghiên cứu và đề xuất về sự cạnh tranh với vai trò là nguyên tắc chung đối với sự nghiệp của các nhà nghiên cứu.

Slovakia: Một số tài liệu và đạo luật quan trọng dành sự chú ý lớn vào sự lưu động và nguồn nhân lực trong nghiên cứu đã được soạn thảo và hiện đang trong giai đoạn thảo luận. Đạo luật mới về “Tổ chức Hỗ trợ cấp nhà nước cho Nghiên cứu và Phát triển” là một trong những tài liệu quan trọng sẽ có tác động gián tiếp tới sự lưu động của các nhà nghiên cứu.

Dan Mạch: Bản báo cáo về Sự tăng trưởng của Đan Mạch tập trung vào việc nhân lực nước ngoài có kỹ năng cao đóng góp vào sự tăng trưởng của đất nước. Các số liệu thống kê chỉ ra rằng một nhân công nước ngoài có kỹ năng cao tạo ra hai việc làm mới ở Đan Mạch. Bản báo cáo được kỳ vọng là sẽ là một cơ hội cho việc xem xét các sáng kiến tiềm năng, trong đó có cả quan điểm của Chính phủ về việc tăng sự nhận thức về Đan Mạch ở nước ngoài và liên tục xem xét liệu có cần áp dụng các luật lệ Đan Mạch nhằm thu hút thêm nhiều nhân lực có kỹ năng cao từ nước ngoài.

Ireland: Chính phủ đã chứng tỏ cam kết để phát triển một nền kinh tế và xã hội dựa trên tri thức bằng cách tăng đầu tư của nhà nước vào nghiên cứu và phát triển từ 27 triệu euro năm 1997 lên 430 triệu euro vào năm 2003. Trong 4 năm qua, khoản đầu tư này đã tạo điều kiện cho các trường đại học Ireland xây dựng cơ sở hạ tầng và tăng gấp đôi đầu ra ứng cử viên tiến sỹ. Hệ thống giáo dục bậc cao của Ireland gần đây đã trở thành đối tượng đánh giá của OECD. Trong số 52 đề xuất của nhóm đánh giá OECD, có sự chú trọng mạnh tới sự nghiệp nghiên cứu. Nhóm nghiên cứu đã đề xuất rằng, để phát triển các trường đại học nghiên cứu mang tầm quốc tế thực sự, Ireland phải tăng gấp đôi số lượng sinh viên tiến sỹ. Thành lập các Khóa cấp bằng tốt nghiệp để đào tạo tiến sỹ sẽ giải quyết được một trong những đề xuất của bản đánh giá OECD.

Sip: từ năm 2004, một biện pháp mới đã được đề ra để khuyến khích sự tham gia hơn nữa của các cơ quan nghiên cứu ở EU, đặc biệt hơn, một khoản bổ sung thêm 10% ngân sách dự kiến được phân bổ cho các dự án bao gồm cả một viện nghiên cứu có trụ sở ở EU với vai trò là một đối tác. Sự tham dự của các nhà nghiên cứu hay các cơ quan nghiên cứu vào các chương trình nghiên cứu quốc gia sẽ được tạo điều kiện thuận lợi hơn.

Estonia: các trường đại học đã bắt đầu tổ chức các cuộc thi cấp quốc tế cho các vị trí mở (các nhà nghiên cứu, sau tiến sĩ, giáo viên giảng dạy). Các quỹ cơ cấu EU yêu cầu tài trợ bổ sung cho sự lưu động của nhân lực hàn lâm để đưa ra những vị trí dài hạn mới cho các chuyên gia cấp cao.

Slovenia: Chương trình Nhà nghiên cứu Trẻ được thực hiện thành công ở Slovenia từ năm 1985 lần đầu tiên đã được mở rộng ra tới các sinh viên sau đại học nước ngoài, vốn trước đây chỉ dành riêng cho các công dân Slovenia. Ngoài ra, một quỹ của nhà nước mới có tên “Ad Futura” đã bắt đầu quảng cáo những chương trình học bổng, trong đó dành cho các nhà nghiên cứu nước ngoài cơ hội làm việc tại Slovenia.

2. Thúc đẩy nghề nghiệp và sự nghiệp của các nhà nghiên cứu

- Hiến chương về Các nhà nghiên cứu và Mã Hạnh kiểm đối với việc Tuyển dụng các nhà nghiên cứu của Châu Âu

Hai công cụ này sẽ được tiến hành thông qua cách tiếp cận từ dưới lên với sự tham gia của nhiều thành phần có liên quan trong cộng đồng nghiên cứu và Chính phủ trong một quy trình tham khảo rộng rãi.

Hiến chương đối với Các nhà nghiên cứu của Châu Âu đã nêu ra các vai trò, trách nhiệm và quyền của các nhà nghiên cứu và những người chủ thuê họ hoặc các tổ chức tài trợ và các mục tiêu nhằm đảm bảo rằng bản chất của mối quan hệ giữa các thành phần này góp phần tạo ra hiệu suất thành công trong việc tạo ra, chuyển giao, chia sẻ và truyền bá tri thức và phát triển công nghệ và đối với sự phát triển sự nghiệp của nhà nghiên cứu.

Mã Hạnh kiểm đối với việc Tuyển dụng đề cập tới những thủ tục tuyển dụng và tìm cách cải thiện các quá trình lựa chọn và phát triển sự nghiệp, trong đó có rất nhiều phương pháp đánh giá phẩm chất.

- Chương trình Nhà nghiên cứu ở châu Âu năm 2005, nhằm mục tiêu:

+ cải thiện và thúc đẩy nhận thức của công chúng về sự nghiệp của các nhà nghiên cứu cũng như sự đóng góp của họ cho xã hội, về mặt đổi mới và tạo ra việc làm, năng lực cạnh tranh và mức tăng trưởng kinh tế;

+ khuyến khích những người trẻ tuổi tiến hành sự nghiệp trong lĩnh vực nghiên cứu và phát triển, góp phần tăng số lượng nhà nghiên cứu ở châu Âu;

+ nói chung, chương trình tạo sự hấp dẫn chung của EU đối với các tài năng nghiên cứu từ khắp mọi nơi trên thế giới và tăng nhận thức về tiềm năng của Khu vực Nghiên cứu châu Âu với vai trò là một thị trường việc làm của châu Âu đối với các nhà nghiên cứu.

Chương trình này sẽ tạo ra một diễn đàn toàn cầu, trong đó tất cả những bên có liên quan: sinh viên, giáo viên, các bậc phụ huynh, các trường đại học, doanh nghiệp, các tổ chức nghiên cứu, các cơ quan nhà nước, hiệp hội... sẽ có cơ hội bày tỏ và trao đổi quan điểm về sự đóng góp của các nhà nghiên cứu cho xã hội, và nhu cầu duy trì sự nghiệp của các nhà nghiên cứu trên toàn châu Âu.

- Sự lưu động giữa giới học viện và trường đại học. Gần đây, EU đã thừa nhận sự lưu động liên khu vực là một vấn đề có phạm vi rộng hơn so với sự di chuyển về phương diện địa lý của các nhà nghiên cứu theo cả hai hướng giữa giới hàn lâm và ngành công nghiệp. Báo cáo của Nhóm cao cấp về nguồn nhân lực đối với khoa học và công nghệ ở châu Âu, đã bày tỏ nhu cầu cần “những khuyến khích đối với việc chuyển giao theo tuyến các cán bộ giữa ngành công nghiệp và giới hàn lâm. Việc này cũng sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho sự lưu động theo hai chiều, nâng cao cơ cấu sự nghiệp của cả hai phía cũng như đảm bảo việc chuyển giao tri thức tốt hơn. Kiểu văn hóa này cần được thúc đẩy và chỉ có thể đạt được bởi những khoản khuyến khích cả các bên và cán bộ được chuyển giao”

- Sử dụng tiềm năng của các nhà nghiên cứu hải ngoại châu Âu. Những nỗ lực cấp Liên minh và quốc gia đang được tăng cường để thu hút các nhà nghiên cứu châu Âu hồi hương hoặc kích thích sự hợp tác và trao đổi với họ. Dự án mạng lưới các nhà nghiên cứu châu Âu ở Mỹ,

ERA-Link (European Researcher Abroad Link) xuất phát từ ý tưởng rằng hàng ngàn nhà nghiên cứu châu Âu làm việc tại Mỹ không phải là bị mất đi mà là một tài sản, một tiềm năng mà phần lớn chưa được nhận biết; và một cách để tổ chức khối tiềm năng này và đáp ứng nhu cầu của họ là xây dựng các liên kết cho việc liên lạc và làm việc chung giữa họ và trên toàn vùng Atlantic. ERA-Link sẽ góp phần giúp các nhà nghiên cứu châu Âu ở Mỹ được thông tin về tình hình nghiên cứu ở châu Âu: tham vọng và những nỗ lực, sự phát triển và những thành quả, chiến lược về Khu vực Nghiên cứu châu Âu năng động và tích hợp hơn nữa, những cơ hội mới cho việc tài trợ nghiên cứu, cho sự hợp tác quốc tế và sự lưu động liên quốc gia.

Các hoạt động cấp quốc gia bao gồm:

- + Phát triển các cơ sở dữ liệu hoặc các cơ quan về các nhà nghiên cứu hải ngoại
- + Thành lập các cơ quan hỗ trợ và thông tin
- + Triển khai những chương trình hoặc khuyến khích cụ thể để thu hút những công dân của mình hồi hương.

3. Dỡ bỏ các cản trở luật pháp

- Các điều kiện tiếp nhận các nhà nghiên cứu ở nước thứ ba tới châu Âu. Ủy ban đã được ủy nhiệm về mặt chính trị để thực hiện bất cứ một hoạt động phù hợp nào để tạo điều kiện thuận lợi cho việc tiếp nhận các nhà nghiên cứu của nước thứ ba tới Cộng đồng châu Âu. Đây là một trong những hoạt động chủ chốt để thành lập và phát triển một môi trường thuận lợi hơn cho các nhà nghiên cứu lưu động.

Ngày 16/3/2004, Ủy ban đã đưa ra một gói văn kiện về việc chấp nhận nhập cư các nhà nghiên cứu ở nước thứ ba bao gồm một bản đề xuất gồm một bản hướng dẫn và hai tiến cử. Bản hướng dẫn cung cấp thủ tục cấp nhanh đối với việc chấp nhận nhập cư cho nhà nghiên cứu nước thứ ba (từ ba tháng trở lên). Bản tiến cử đầu tiên, quan tâm tới việc chấp nhận nhập cư vào EC, đề nghị các nước thành viên trên tinh thần tự nguyện, thúc đẩy việc thực hiện bản hướng dẫn và bao gồm các điều luật về việc miễn trừ/thúc đẩy thủ tục để ban hành giấy phép cho các nhà nghiên cứu và giảm bớt thủ tục đối với việc cho phép ở lại châu Âu. Bản đề cử thứ hai, tập trung vào visa kỳ hạn ngắn (nhập cư

chưa tới 3 tháng vào EC) dựa trên sự cân nhắc về việc các nhà nghiên cứu với vai trò là các khách du lịch ngay thật và đối với những người này cần ban hành một visa đồng đều, cần thiết đối với việc tham gia vào các hội thảo hoặc seminar.

- Phối hợp các chương trình an ninh xã hội. Năm 2004, một cuộc điều tra đã được Nhóm Nghiên cứu DG thực hiện để tìm hiểu về những vấn đề rắc rối mà các nhà nghiên cứu lưu động gặp phải về khía cạnh thuế và an ninh xã hội, nhằm mục đích đề ra các biện pháp giải quyết. Cuộc điều tra này còn được bổ sung thêm bởi những cuộc điều tra sâu hơn được thực hiện cùng nhau giữa các mạng lưới nghiên cứu, ví dụ Các điểm Tiếp xúc Quốc gia HRM cho Chương trình Khung lần thứ 6, mạng lưới các Trung tâm Lưu động ERA-MORE và các cơ quan Bridgehead.

4. Tăng cường thông tin và hỗ trợ cho nhà nghiên cứu lưu động và gia đình của họ

- Cổng Web Lưu động của Các nhà nghiên cứu châu Âu. Để cải thiện việc truy cập vào nguồn thông tin thích hợp về các chương trình và các cơ hội đang diễn ra cũng như các câu hỏi liên quan tới các điều kiện tiếp nhận, tiếp cận việc làm, các quyền lợi an ninh xã hội, thuế hoặc các khía cạnh văn hóa của nước đến. Đây là sáng kiến chung giữa ủy ban và các nước tham gia và được bổ sung bởi một số cổng quốc gia.

- Mạng lưới các trung tâm lưu động châu Âu (ERA-MORE: European Research Area – MOBILE REsearchers). Nhằm hỗ trợ cho cổng điện tử, việc thành lập một mạng lưới các trung tâm lưu động giải quyết nhu cầu cung cấp sự hỗ trợ theo yêu cầu cho các nhà nghiên cứu và gia đình của họ. Mạng lưới này, khi hoàn thành sẽ bao gồm khoảng 200 trung tâm trên toàn châu Âu, hỗ trợ một cách đồng bộ và thiết thực cho các nhà nghiên cứu về kinh nghiệm lưu động và tạo điều kiện thuận lợi cho sự định cư của họ ở nước đến.

5. Cung cấp sự hỗ trợ tài chính thích hợp cho việc phát triển một khối lượng chủ chốt các nhà nghiên cứu lưu động ở châu Âu

- Các hoạt động Marie Curie nằm trong khuôn khổ Chương trình Khung lần thứ 6 về phát triển nghiên cứu và công nghệ của Cộng đồng. “Các hoạt động Marie Curie” sẽ hỗ trợ nên tảng rộng cho việc phát triển một nguồn nhân lực tầm cỡ thế giới năng động và dồi dào ở

Khu vực Nghiên cứu Châu Âu. Tổng ngân sách cho “Các hoạt động Marie Curie” chiếm khoảng 10% tổng ngân sách của FP6, ví dụ gần 1,6 tỷ euro trong tổng số 17,5 tỷ euro (hay 1,8 tỷ trong số 18,7 tỷ, nếu tính tới sự đóng góp của các nước thành viên mới gia nhập và các nước có liên đới tới FP6. Trong một nửa chặng đường của FP6, sự hỗ trợ thông qua chương trình “Các hoạt động Marie Curie” đạt cao nhất vào năm 2004.

Với quan điểm duy trì tính liên tục hiệu quả và có mục tiêu của Chương trình này, Chương trình Làm việc dành cho “Các hoạt động Marie Curie” đã được xét duyệt lại một cách căn bản từ 9/2004. Việc xét duyệt lại Chương trình Hoạt động nhằm mục đích làm cho “Các hoạt động Marie Curie” trở nên gần hơn với mục tiêu chính trị là biến châu Âu trở nên hấp dẫn hơn đối với các nhà nghiên cứu giỏi nhất bằng những triển vọng phát triển sự nghiệp sáng lạn nhất.

- Các chương trình quốc gia mới để thu hút các nhà nghiên cứu tới châu Âu. Một số nước đã thành lập những chương trình mới, phát động những sáng kiến mới hoặc sửa đổi những chương trình đã có nhằm mục đích thu hút các nhà nghiên cứu, bao gồm các công dân ở chính nước mình. Ví dụ, *Pháp* đã tiến hành chương trình “các chủ tịch xuất sắc” (chairs of excellence) để thu hút những nhà nghiên cứu trình độ cao từ nước ngoài tới các phòng thí nghiệm của Pháp. Chương trình này nhằm vào các nhà khoa học có kinh nghiệm được công nhận ở tầm quốc tế về sự xuất sắc của họ, những người làm việc trong một dự án khoa học và những nhà khoa học cấp cao đang thành lập nhóm nghiên cứu và thực hiện nghiên cứu cấp cao. Bộ Nghiên cứu quyết định dành khoảng 200 vị trí cho những tiến sỹ trẻ ở các phòng nghiên cứu của Pháp để bổ sung vào số lượng 400 nhà nghiên cứu sau tiến sỹ đã được tuyển dụng năm 2003. Chương trình này cho phép các nhà tiến sỹ trẻ rời khỏi phòng thí nghiệm đào tạo họ ban đầu, để thu được thêm kinh nghiệm trong nghiên cứu bậc cao, và vì vậy chuẩn bị cho việc tuyển dụng vào một công ty sau này của họ.

Trong khi đó, *Đức* tái khởi động Giải thưởng Sofja Kovalevskaja năm 2004, nhằm đưa một số nhà nghiên cứu trẻ tuổi giỏi nhất từ rất nhiều ngành khác nhau tới ức để tiến hành nghiên cứu ở các cơ quan nghiên cứu của Đức. Tiền thưởng được Bộ Nghiên cứu và Giáo dục

Liên bang (BMBF) cung cấp. Những nhà nghiên cứu này có thể dành 4 năm làm việc ở cơ quan mà họ chọn, mà hầu như không bị tác động bởi những thúc ép hành chính, và xây dựng nhóm các nhà nghiên cứu giai đoạn đầu của chính mình.

Tại *Ba Lan*, các chương trình tài trợ trong Đạo luật về Tài trợ Nghiên cứu Khoa học, được thông qua vào tháng 10/2004 bao gồm các biện pháp nhằm mục đích chuẩn bị cho các nhà nghiên cứu hợp tác khoa học quốc tế, tăng kỹ năng và năng lực của các nhà nghiên cứu và hỗ trợ cho sự nghiệp của các nhà nghiên cứu trẻ tuổi lỗi lạc.

Còn ở *Tây Ban Nha*, Chương trình Juan de la Cierva là một chương trình mới được tiến hành trong quý đầu của năm 2004, với mục tiêu chính là nhằm cải thiện năng lực nghiên cứu của các trung tâm nghiên cứu và phát triển, cả ở khu vực tư nhân lẫn khu vực nhà nước, thông qua sự hội nhập của các nhà nghiên cứu, đặc biệt là những người vừa nhận được bằng tiến sĩ. Sự lưu động của các nhà nghiên cứu, chủ yếu là những người từ các nước khác, được tạo điều kiện thuận lợi hơn qua việc chương trình mở cửa đối với tất cả các công dân và không đòi bằng doctor làm điều kiện để thông qua.

CHƯƠNG 4

HỆ THỐNG ĐỔI MỚI QUỐC GIA

4.1. Giới thiệu

Những năm gần đây, nhiều học thuyết đã được đề ra để giải thích nguyên nhân một số quốc gia lại bị tụt hậu, trong khi những quốc gia khác vươn lên hàng đầu trong lĩnh vực đổi mới ở quy mô toàn cầu. Những nghiên cứu Hệ thống Đổi mới Quốc gia (HTĐMQG) (National Innovation System-NIS) đã đưa ra những luận cứ để chứng minh rằng sự khác biệt nêu trên ở các quốc gia, tựu trung lại là ở cơ cấu tổ chức của quốc gia đó

Hệ thống đổi mới theo nghĩa rộng là một quá trình tích lũy liên tục, bao hàm không chỉ những đổi mới cơ bản và những cải tiến, mà còn cả việc phổ biến, hấp thụ và sử dụng đổi mới. Đổi mới được coi là sự phản ánh không chỉ cho khoa học và nghiên cứu và phát triển, mà còn phản ánh sự học tập tương tác trong quá trình sản xuất và kinh doanh. Phần nào, sự khác biệt này phản ánh nguồn gốc quốc gia của các nhà phân tích. Ở các quốc gia nhỏ như Đan Mạch, hay các quốc gia đang phát triển, một điều rõ ràng là cơ sở trình độ quan trọng nhất đối với đổi mới của toàn bộ nền kinh tế không phải là tri thức khoa học. Năng lực cải tiến, năng lực hấp thụ và hiệu quả kinh tế sẽ phản ánh kỹ năng và động lực của người công nhân, cũng như các mối quan hệ

và các đặc trưng trong một tổ chức và giữa các tổ chức. Các ngành dựa vào khoa học sẽ gia tăng nhanh chóng, nhưng tỷ lệ đóng góp trong việc tạo ra việc làm và xuất khẩu vẫn sẽ tương đối nhỏ.

Ở Mỹ, sự tăng trưởng kinh tế có liên quan trực tiếp hơn với mức độ tăng trưởng của các ngành dựa vào khoa học. Ở những ngành này, các công ty lớn của Mỹ đã dẫn đầu thế giới và tạo ra những đổi mới cơ bản ở những lĩnh vực, trong đó mối tương tác với khoa học là rất quan trọng để đem lại thành công. Cho dù như vậy, có thể lập luận để chứng tỏ rằng nếu dùng cách tiếp cận HTĐMQG theo nghĩa rộng thì cũng sẽ hữu ích đối với Mỹ, vì một số các nhược điểm trong HTĐMQG của Mỹ có thể phản ánh mức độ chuyển nhân lực còn hạn chế ở các quá trình thay đổi kỹ thuật và tổ chức, bên cạnh đó còn một nhược điểm chung nữa là vấn đề hợp tác giữa mọi người cũng như các doanh nghiệp.

Theo OECD, đổi mới là “quá trình biến đổi một ý tưởng thành một sản phẩm mới hoặc cải tiến sản phẩm để đưa ra thị trường, hoặc thành một quy trình vận hành mới hoặc được cải tiến và sử dụng trong công nghiệp và thương mại, hoặc thành một dịch vụ xã hội mới”. Đổi mới liên quan tới tất cả các hoạt động của con người, nhất là trong sản xuất công nghiệp.

Theo định nghĩa của OECD, HTĐMQG là một hệ thống các cơ quan thuộc các lĩnh vực công và tư, mà hoạt động của nó nhằm khám phá, du nhập, biến đổi và phổ biến các công nghệ mới. Đó là hệ thống có tính tương hỗ của các doanh nghiệp công và tư, các trường đại học và các cơ quan Chính phủ, nhằm hướng tới sự phát triển của khoa học và công nghệ trong phạm vi quốc gia. Tính tương hỗ của các đơn vị này có thể là về mặt kỹ thuật, thương mại, luật pháp và tài chính, nhằm những mục đích phát triển, bảo trợ hay thực hiện các hoạt động khoa học và công nghệ.

HTĐMQG có thể được hiểu như là một tập hợp các cơ quan, tổ chức và các cơ chế chính sách cùng nhau tương hỗ nhằm theo đuổi các mục tiêu kinh tế-xã hội và sử dụng đổi mới để khuyến khích sự thay đổi. Theo OECD, có 4 điểm quan trọng sau mà các nước cần phải lưu ý:

- Phải đảm bảo rằng có một tập hợp các cơ quan và tổ chức, cơ chế chính sách đem lại hiệu quả về mặt chức năng của một

HTĐMQG;

- Phải đảm bảo một sự tương hỗ hiệu quả giữa các cơ quan, tổ chức và các chương trình hành động;
- Phải đảm bảo sự hài hoà và đồng thuận trong các mục tiêu và tầm nhìn;
- Phải đảm bảo một môi trường chiến lược riêng tạo thuận lợi cho đổi mới.

4.1.1. Vai trò của mối quan hệ và gắn kết giữa các khu vực nhà nước-nghiên cứu- sản xuất-kinh doanh trong HTĐMQG

HTĐMQG có vai trò gắn kết các hoạt động nghiên cứu và phát triển với các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội. Trong cách tiếp cận này, cả một hệ thống của quốc gia bao gồm hệ thống nghiên cứu và phát triển, các doanh nghiệp, giáo dục và đào tạo, Chính phủ và các yếu tố thị trường được phối kết hợp với nhau nhằm đáp ứng nhu cầu về những sản phẩm, quy trình và dịch vụ mới được thị trường và xã hội chấp nhận.

Trong một HTĐMQG, ranh giới giữa các yếu tố thuộc hệ thống khoa học và công nghệ, kinh tế-xã hội trở nên thứ yếu và luôn luôn có thể bị xóa nhòa. Điều quan trọng là làm sao tạo ra được sản phẩm/dịch vụ mới. Chính nhu cầu đổi mới sản phẩm/dịch vụ sẽ là yếu tố quyết định các hình thức tổ chức hệ thống nghiên cứu và phát triển, các chính sách thương mại, chính sách công nghiệp cùng các chính sách hỗ trợ khác đi kèm. Trọng tâm là tạo môi trường chính sách thúc đẩy đổi mới sản phẩm, dịch vụ, công nghệ, tổ chức, quản lý để gắn các hoạt động nghiên cứu và phát triển với các hoạt động kinh tế-xã hội, khắc phục vai trò tồn tại tự thân của bất kỳ một yếu tố nào trong hệ thống, đặc biệt là các yếu tố khoa học và công nghệ.

Bản chất của cách tiếp cận HTĐMQG là ở tính hệ thống. Các yếu tố thuộc HTĐMQG và vai trò của chúng bao gồm:

- Các yếu tố, loại hoạt động: nghiên cứu khoa học, phát triển công nghệ, thương mại hóa sản phẩm mới, tạo môi trường văn hóa, các hoạt động giáo dục, đào tạo nhân lực khoa học và công nghệ, các yếu tố thuộc cơ sở hạ tầng khoa học và công nghệ (thông tin, tiêu chuẩn hóa,

bảo vệ quyền sở hữu trí tuệ, v.v.).

- Các tổ chức: Chính phủ, doanh nghiệp, đại học, viện nghiên cứu, các tầng lớp dân cư có liên quan hoặc chịu ảnh hưởng của các chính sách và thành quả khoa học và công nghệ.

- Các chính sách: công nghiệp, thương mại, khoa học và công nghệ, tài chính, tiền tệ, môi trường, v.v...

Các yếu tố này bao gồm tất cả các nhân tố, các tổ chức và các chính sách trực tiếp và gián tiếp tham gia vào quá trình đổi mới sản phẩm, đổi mới công nghệ của các doanh nghiệp trong quá trình cạnh tranh trên thị trường. Ở đây, cả một hệ thống của quốc gia bao gồm hệ thống các tổ chức nghiên cứu và phát triển, các doanh nghiệp thuộc cộng đồng sản xuất kinh doanh, các trường đại học, Chính phủ và các yếu tố thị trường mỗi khi có mục tiêu chung sẽ lập tức được huy động và phối hợp với nhau một cách linh hoạt để hướng tới tiêu điểm chung là tạo ra sản phẩm, quy trình và dịch vụ mới theo nhu cầu của khách hàng.

Đặc trưng của HTĐMQG bao gồm:

Tính mở

Tính mở được thể hiện trước hết ở sự hoà trộn, gắn kết của các hoạt động khoa học và công nghệ với các hoạt động kinh tế-xã hội. Sở dĩ có tính mở là vì trong khuôn khổ của HTĐMQG, các hoạt động đều cùng có chung một mục tiêu là tạo ra sản phẩm mới, dịch vụ mới, đồng thời nâng cao được năng lực cạnh tranh của ngành/quốc gia/ doanh nghiệp.

Ngoài ra, tính mở còn được thể hiện ở sự hoà nhập, gắn kết giữa các năng lực nghiên cứu và phát triển trong nước với các năng lực đổi mới ngoài nước. Sự tham gia của các năng lực đổi mới ngoài nước vào quá trình tích lũy và nâng cao năng lực đổi mới trong nước là một quá trình phức tạp và đa chiều. Một mặt, thông qua cạnh tranh trên thị trường quốc tế, những đổi mới sản phẩm của một hãng, một quốc gia tạm thời thống trị thị trường sản phẩm đó trong một thời gian nhất định. Mặt khác, cũng không kém phần quan trọng là thông qua cạnh tranh, sản phẩm của một hãng, một quốc gia vốn đang thống trị thị trường thì bị những đổi mới được tiến hành tại các hãng khác, quốc gia khác vượt qua. Chính sự thất bại trong đổi mới mà thị trường bên

ngoài áp đặt cho một hăng, một quốc gia lại là một nguồn kích thích đổi mới, thậm chí là tạo nên một xung lực đổi mới quan trọng đến mức không thể thiếu được trên thị trường.

Tính mở trong quan niệm về HTĐMQG còn thể hiện ở xu thế nhất thể hoá giữa khoa học và công nghệ với kinh tế-xã hội. Khái niệm nền kinh tế dựa trên tri thức là một bằng chứng cho thấy khoa học và công nghệ đã thâm nhập và trở thành nền tảng, thành cơ sở và trụ cột của nền kinh tế và của xã hội trong tương lai. Bằng chứng tiếp theo thể hiện ở xu hướng mở rộng khái niệm công nghệ. Nếu như ban đầu, công nghệ chỉ được hiểu theo nghĩa chuyên môn kỹ thuật thuần túy, hạn hẹp ở phần cứng của sản xuất (máy móc/thiết bị) thì giờ đây nó ngày càng được mở rộng và đưa vào thêm các yếu tố về tri thức khoa học và cả các quy trình sản xuất, yếu tố quản lý, thậm chí cả các sản phẩm và tiêu thụ sản phẩm. Có thể nói, khi nền kinh tế tri thức hình thành, người ta càng khó phân biệt ranh giới đâu là khoa học, đâu là công nghệ và đâu là các quá trình sản xuất, đâu là tiềm lực khoa học và công nghệ và đâu là tiềm lực sản xuất, tiềm lực kinh tế. Nhà doanh nghiệp không chỉ thuần túy là một nhà tài chính, mà phải đồng thời là một nhà quản lý am hiểu về công nghệ, về cạnh tranh, về đổi mới, về văn hoá và về môi trường. Tóm lại, phải có đủ các năng lực cần thiết để đổi mới.

Đôi tượng trung tâm là các doanh nghiệp

Trung tâm của HTĐMQG là các doanh nghiệp cạnh tranh nhau trên thị trường, thông qua kinh nghiệm, nhu cầu của khách hàng và những biến động trong lĩnh vực kinh doanh của họ.

Trên thực tế, những ý tưởng đổi mới có thể xuất hiện từ rất nhiều nguồn và ở bất kỳ một giai đoạn nào trong nghiên cứu và phát triển, tiếp thị và phổ biến công nghệ mới. Thực tế này đã là cơ sở của mô hình đổi mới mang tính liên kết và hệ thống, nhưng lấy doanh nghiệp làm trung tâm liên kết sẽ phù hợp với quan niệm của HTĐMQG.

Bản chất của mô hình là liên kết toàn hệ thống, lấy các doanh nghiệp làm chủ thể chính và là trung tâm liên kết các yếu tố của hệ thống đổi mới. Các doanh nghiệp được đặt trong một hệ thống bao gồm các nhà cung cấp đầu vào và đầu ra là các khách hàng thường xuyên chịu sự tác động của các nhân tố cạnh tranh như các đối thủ, các bạn

hàng. Trong quá trình đổi mới sản phẩm/quy trình, doanh nghiệp thường xuyên sử dụng các thông tin sáng chế, hợp tác với các trường đại học, các viện nghiên cứu, các phòng thí nghiệm để thực thi các ý tưởng đổi mới sản phẩm/ dịch vụ. Đồng thời, chính bản thân các đối tượng trên cũng thường xuyên hướng vào phục vụ các doanh nghiệp để tồn tại và phát triển. Tất cả tạo thành một hệ thống bao gồm các tác nhân và các mối liên kết lấy doanh nghiệp làm trung tâm. Các hoạt động nghiên cứu và phát triển được gắn kết với các nhu cầu sản xuất, kinh doanh tại doanh nghiệp và thông qua doanh nghiệp. *Nếu không có nhu cầu về khoa học và công nghệ đặt ra của các doanh nghiệp về đổi mới để cạnh tranh thì sẽ không có lý do tồn tại cho các hoạt động nghiên cứu và phát triển.*

Đặc điểm chủ yếu của mô hình này là không một hoạt động nào, một yếu tố nào, một tổ chức nào, một tác nhân nào, một khâu nào trong chuỗi các hoạt động đổi mới lại được tiến hành riêng rẽ, độc lập với các công ty như là hạt nhân của cả hệ thống các liên kết.

4.1.2. Các chức năng và thành phần chính của HTĐMQG

Các chức năng chủ yếu của HTĐMQG

Chức năng chủ yếu	Các chức năng đặc thù
Các chức năng chính của Chính phủ	
Thiết lập các chính sách và sử dụng các nguồn lực	– Giám sát, kiểm tra và xây dựng các chính sách, các kế hoạch liên quan đến các hoạt động KH&CN quốc gia, – Liên kết các ngành liên quan (như kinh tế, thương mại, giáo dục, y tế, môi trường, quốc phòng), – Phân bổ các nguồn lực, ngân sách, cho cho các ngành KH&CN, các hoạt động theo thứ tự ưu tiên, – Thiết lập các chương trình khuyến khích nhằm thúc đẩy đổi mới và các hoạt động KH&CN khác, – Đảm bảo khả năng thực hiện các chính sách và điều phối các hoạt động, – Đảm bảo khả năng dự báo và đánh giá các xu hướng của sự thay đổi công nghệ.
Quy chế	– Tạo ra một hệ thống đo lường, tiêu chuẩn và kiểm định quốc gia, – Tạo ra một hệ thống quốc gia nhận dạng và bảo vệ sở hữu trí tuệ, – Tạo ra các hệ thống quốc gia đảm bảo an ninh, y tế và môi trường.
Các chức năng thực hiện	
Tài	– Quản lý các hệ thống tài chính phù hợp cho việc thực hiện các chức năng

chính	- khác của hệ thống, - Sử dụng sức mua của Chính phủ để thúc đẩy đổi mới trong sản xuất hàng hoá và dịch vụ mà Chính phủ cần.
Đảm bảo hiệu năng	- Thực hiện các chương trình KH&CN, bao gồm tất cả các loại nghiên cứu và phát triển công nghệ, - Đảm bảo các dịch vụ KH&CN, - Đảm bảo cơ chế thiết lập liên kết NCPT, ứng dụng thực tiễn, - Tạo ra các liên kết hoạt động KH&CN vùng và quốc tế, - Lập các cơ chế đánh giá, thu thập và phổ biến các công nghệ tốt nhất, - Tạo ra các sản phẩm, quy trình và các dịch vụ mới từ các kết quả của hoạt động KH&CN.
Tối ưu hoá các nguồn lực và phát huy tiềm năng	- Đảm bảo các chương trình và quản lý các cơ quan trong ngành giáo dục và đào tạo nhân lực KH&CN, - Phát huy tiềm năng KH&CN của các cơ quan, - Đảm bảo các cơ chế cho phép duy trì hoạt động của cộng đồng KH&CN, - Khơi dậy lợi ích quốc gia cho KH&CN và những sáng kiến quốc gia về KH&CN.
Cơ sở hạ tầng	- Thiết lập, quản lý cập nhật các dịch vụ thông tin (như các thư viện, cơ sở dữ liệu, các dịch vụ thống kê, các hệ thống chỉ số, các hệ thống liên lạc), - Thiết lập, quản lý và cập nhật các dịch vụ kỹ thuật (như đo lường, tiêu chuẩn hoá và kiểm định), - Thiết lập, quản lý và cập nhật hệ thống cấp phát, đăng ký và bảo vệ sở hữu trí tuệ, - Thiết lập, quản lý và bổ sung các cơ chế cho phép đảm bảo an ninh và bảo vệ sức khoẻ và môi trường, - Thiết lập và quản lý các cơ quan nghiên cứu quốc gia.

Các thành phần trong HTĐMQG

Tại các nước công nghiệp phát triển, khi nói tới HTĐMQG người ta thường nhắc đến các thành phần của nó. Đó là các cơ quan và những đối tượng tham gia vào hệ thống hoặc các hoạt động bị ảnh hưởng mạnh bởi chức năng của hệ thống. Các thành phần đó là:

- *Các cơ quan lãnh đạo:* Chính phủ và các cơ quan làm chính sách, một số cơ quan của Nghị viện, Tổng thống, các Ủy ban Quốc gia (như Ủy ban Quốc gia về khoa học và công nghệ đóng vai trò hàng đầu trong thiết lập các chính sách và các chương trình; Ủy ban Quốc gia về kế hoạch, lo trực tiếp vấn đề tài chính cho các chương trình khoa học và công nghệ quan trọng; Ủy ban Quốc gia về Giáo dục phụ trách các cơ quan giáo dục và đào tạo, Ủy ban Quốc gia về Kinh tế và Thương mại, đóng vai trò quan trọng trong đổi mới công nghệ của doanh

ng nghiệp...); các Bộ; các viện quan trọng (như các viện nghiên cứu chiến lược, đặc biệt là các trung tâm nghiên cứu quốc gia vì sự phát triển khoa học và công nghệ, các viện chính sách khoa học và quản lý khoa học của viện hàn lâm khoa học. Ngoài ra có thể còn có các cơ quan khác ở cấp tỉnh và thành phố. Tất cả các cơ quan lãnh đạo này đóng vai trò hàng đầu trong HTĐMQG.

- *Các cơ quan khoa học và công nghệ chính:* bao gồm viện nghiên cứu, doanh nghiệp, trường đại học...

- *Các cơ quan của cộng đồng khoa học,* như các hội, hiệp hội vì khoa học và công nghệ và đổi mới.

- *Các tổ chức thúc đẩy doanh nghiệp, các trung tâm nghiên cứu công nghiệp và các tổ chức trung gian đổi mới.*

- *Các cơ quan tài chính hay hệ thống tài chính:* các cơ quan tài chính nổi bật nhất trong HTĐMQG là các ngân hàng cấp vốn vay cho các hoạt động khoa học và công nghệ và các hoạt động gắn với đổi mới; các công ty vốn mạo hiểm, các quỹ.

- *Các cơ quan về quy chế:* các cơ quan bảo vệ sở hữu trí tuệ; các cơ quan bảo vệ an ninh, y tế và môi trường; các cơ quan phụ trách về tiêu chuẩn, đo lường và kiểm định.

- *Các thành phần khác:* các công ty, các cơ quan nước ngoài (giúp đỡ phát triển) và các cơ quan đa quốc gia tham gia tích cực vào HTĐMQG.

4.1.3. Tiếp cận HTĐMQG ở các nền kinh tế đang công nghiệp hoá

Thay đổi công nghệ là một nhân tố quan trọng đối với sự tăng trưởng và phát triển kinh tế. Khuôn khổ để giúp phân tích sự thay đổi công nghệ là HTĐMQG - một khái niệm mới được áp dụng gần đây. Do vậy, cách tiếp cận này đã có một sức hấp dẫn rất lớn để nghiên cứu về mối liên hệ giữa thay đổi công nghệ, tăng trưởng và phát triển ở các nền kinh tế đang công nghiệp hoá, ít nhất là bởi 3 lý do sau đây:

- Sự thay đổi công nghệ được đặt ở vị trí trung tâm của HTĐMQG;
- Cách tiếp cận này đặt mục đích giải thích nguyên do tồn tại những khác biệt từ lâu về hiệu quả hoạt động kinh tế của các

nước;

- Có sự cân nhắc kỹ lưỡng về các thiết chế và những yếu tố lịch sử. Cho đến nay, chưa có một khung phân tích nào bao hàm những đặc điểm ở mức tổng quát như vậy, do đó đây là cách tiếp cận rất có triển vọng để hiểu được quá trình phát triển kinh tế của quốc gia.

Tuy có những hy vọng rất lớn như vậy, nhưng các công trình nghiên cứu về HTĐMQG ở các nền kinh tế đang công nghiệp hoá thời gian vừa qua lại chỉ được thực hiện ở mức độ rất ít ỏi. Nguyên do chính không phải là thiếu dữ liệu, mà có lẽ là ở bản thân cách tiếp cận lý thuyết của HTĐMQG. Chính khuôn khổ lý thuyết và khái niệm của HTĐMQG đã không phù hợp để xem xét quá trình thay đổi công nghệ diễn ra phổ biến ở các nền kinh tế đang công nghiệp hoá, bởi chúng khác rất nhiều các quá trình ở các nước công nghiệp phát triển.

Sự hiểu biết theo nghĩa hẹp nói trên đối với HTĐMQG đặc biệt không thích hợp cho việc nghiên cứu các nền kinh tế đang công nghiệp hoá. Vì quá trình thay đổi công nghệ ở các nền kinh tế này phần lớn được hình thành ở bên ngoài phạm vi của các thiết chế nằm ở cốt lõi của quá trình đổi mới. Ngay cả khi sử dụng HTĐMQG với nghĩa rộng, thì đối với các nền kinh tế đang công nghiệp hoá, chúng cũng không đem lại nhiều tác dụng nếu việc phân tích vẫn còn dựa vào quan niệm đổi mới là đồng nghĩa với sự thay đổi công nghệ. Thực ra, đổi mới là một quá trình có mối liên kết và phản hồi với tất cả các bộ phận, bao gồm: (1) Sáng chế; (2) Đổi mới và (3) Phổ biến, cùng với một khái niệm mới đưa ra gần đây là cải tiến (Incremental Innovation).

Việc nghiên cứu HTĐMQG thiên về đổi mới đã là phù hợp với các quốc gia phát triển, vì ở đó đổi mới quả thực là nằm ở cốt lõi của quá trình thay đổi công nghệ. Nhưng đối với các quốc gia đang công nghiệp hoá thì lại không như vậy, vì đổi mới ít có vai trò đối với sự thay đổi công nghệ của họ.

Nhận thức này buộc ta phải bổ sung thêm một khái niệm nữa, đó là khái niệm học tập. Học tập, là một quá trình thay đổi kỹ thuật, đạt được bằng việc hấp thụ và cải tiến. Nói một cách khác, học tập là sự hấp thụ các công nghệ đã có, hấp thụ những đổi mới do nước khác tạo ra và có những cải tiến. Dựa vào những khái niệm cơ bản này, ta có

thể tiến tới hiểu biết quá trình thay đổi công nghệ ở các nền kinh tế đang công nghiệp hóa. Một điều dễ thấy là ở công cuộc công nghiệp hoá muộn, động lực của nó là sự học tập công nghệ, chứ không phải là đổi mới. Do vậy, đối với các nền kinh tế công nghiệp hoá sau, Hệ thống Thay đổi Công nghệ Quốc gia có một bộ phận chung quan trọng, đó là điều kiện để phục vụ cho quá trình học tập công nghệ. Đây chính là lý do vì sao cách tiếp cận HTĐMQG lại chỉ thích hợp để phân tích các nền kinh tế phát triển. Đối với các nước đang công nghiệp hoá, cần một khái niệm mới, đó là Hệ thống Học tập quốc gia (NLS), với những phương pháp luận đặc thù. Ý nghĩa quan trọng nhất của sự phân biệt rạch ròi như vậy là ở chỗ khi phân tích Hệ thống Học tập quốc gia cần phải tập trung vào các hoạt động, thể chế và mối quan hệ liên quan đến học tập, chứ không phải là đổi mới. Hướng chú trọng chính trong việc nghiên cứu Hệ thống Học tập quốc gia là vấn đề hấp thụ và cải tiến.

Có một số hình thức hấp thụ công nghệ tạo ra nhiều cơ hội để cải tiến hơn so với các hình thức khác. Những hình thức hấp thụ chỉ cần đến nỗ lực công nghệ tối thiểu (coi công nghệ là một “hộp đen”), chẳng hạn như các dự án chia khoá trao tay, các hợp đồng sử dụng công nghệ và đầu tư trực tiếp nước ngoài chủ yếu đem lại các cơ hội để cải tiến thụ động. Ta gọi hình thức hấp thụ này là hấp thụ thụ động. Những cơ hội học tập mà nó tạo ra khó lòng vượt quá được sự phát triển một cách đơn giản các năng lực công nghệ sản xuất.

Những hình thức hấp thụ công nghệ mà đòi hỏi nỗ lực công nghệ nhiều hơn, ví dụ như bắt chước và thiết kế lại, không những có thể giúp làm chủ tốt hơn các công nghệ hấp thụ được, mà còn tạo ra một loạt các cơ hội để cải tiến tích cực. Ta gọi trường hợp này là hấp thụ tích cực. Loại hình này đem lại những cơ hội học tập thường ở mức cao hơn nhiều so với các năng lực sản xuất; nó là một trong những yếu tố cơ bản để phát triển năng lực hoàn thiện.

Các ví dụ về hấp thụ công nghệ thụ động và tích cực:

<i>Hấp thụ thụ động</i>	<i>Hấp thụ tích cực</i>
- Các dự án đầu tư thông qua hợp đồng chia khoán trao tay và FDI, - Mua giấy phép sử dụng công nghệ. - Mua các gói thiết bị có liên quan đến viện trợ kỹ thuật của các nhà cung cấp tư liệu sản xuất.	- Các dự án đầu tư có tiến độ nằm trong sự kiểm soát của doanh nghiệp; - Mua thiết bị và công nghệ theo tiến trình chịu sự kiểm soát của doanh nghiệp; - Bắt chước; - Thiết kế lại; - Sao chép.

4.1.4. Vai trò của HTĐMQG với kinh tế tri thức

Trong nền kinh tế dựa vào tri thức, yếu tố quyết định nhất đối với sự phát triển là tạo ra, quảng bá và sử dụng tri thức. Trước yêu cầu phát triển kinh tế tri thức, cần phải đổi mới mạnh mẽ hơn nữa hệ thống khoa học và công nghệ, nhằm tăng cường khả năng làm chủ các tri thức mới của thời đại, khả năng sáng tạo và biến tri thức thành giá trị.

Nhiệm vụ quan trọng hàng đầu là tăng cường năng lực khoa học và công nghệ quốc gia, chú trọng đặc biệt năng lực nghiên cứu cơ bản, cơ sở để tiếp thu, làm chủ và sáng tạo công nghệ mới. Đồng thời, cần đổi mới cơ chế quản lý kinh tế và quản lý khoa học và công nghệ, phát triển mạnh thị trường khoa học và công nghệ, thiết lập HTĐMQG hữu hiệu.

Đổi mới là sự áp dụng những giải pháp mới có hiệu quả hơn trong tổ chức quản lý, sản xuất kinh doanh và trong mọi hoạt động. Nguồn gốc của đổi mới là công tác nghiên cứu, sáng tạo. Đó là sự áp dụng trong bất kỳ tổ chức nào những ý tưởng mới đối với tổ chức đó, hoặc trong sản phẩm, quá trình, dịch vụ, hoặc trong hệ thống quản lý và tiếp thị mà tổ chức đó đang vận hành. Theo OECD (1997) thì đổi mới là quá trình sáng tạo, thông qua đó tri thức tạo ra giá trị kinh tế gia tăng; nói cách khác, giá trị kinh tế gia tăng tạo ra được thông qua quá trình biến đổi tri thức thành sản phẩm mới, quy trình mới. Đổi mới chính là sử dụng tri thức cho phát triển: không biến đổi tri thức thành sản phẩm mới, quy trình mới thì không có đổi mới, không có sự phát

triển. Do đó việc xây dựng HTĐMQG là mối quan tâm hàng đầu trong chiến lược phát triển của các quốc gia.

HTĐMQG bao gồm các thiết chế, các hệ thống tổ chức ở tầm quốc gia nhằm gắn bó chặt chẽ khoa học, đào tạo với sản xuất, thúc đẩy việc tạo ra và ứng dụng nhanh chóng các kết quả nghiên cứu sáng tạo để đổi mới sản xuất, phát triển kinh tế.

4.2. HTĐMQG của một số nước trên thế giới

4.2.1. HTĐMQG của Mỹ

Nước Mỹ đã tạo ra được tốc độ đổi mới cao và ổn định trong suốt mấy thập kỷ qua. Hiển nhiên, một phần là do Mỹ là một nền kinh tế lớn, có tính tích hợp cao và rất hiệu quả. Quy mô thị trường lớn đã tạo ra những khuyến khích để đổi mới. Nhưng sự việc không đơn thuần như vậy. Những tổ chức đặc thù, gồm cả những tổ chức mang tính thị trường lẫn phi thị trường đều là những nhân tố góp phần đem lại thành công cho nước Mỹ.

Thứ nhất, Mỹ đã đầu tư rất mạnh cho khoa học cơ bản thông qua ngân sách liên bang. Nhiều người cho rằng Mỹ là nền kinh tế thị trường tự do, xét cả ở trong lĩnh vực công nghệ, nhưng thực ra không phải như vậy. Ngân sách Chính phủ Mỹ dành cho khoa học hiện nay lên tới 90 tỷ USD mỗi năm, tức là khoảng 1% GNP (Tổng sản phẩm quốc dân). Chỉ riêng lĩnh vực nghiên cứu y sinh đã được hỗ trợ tới 25 tỷ USD hàng năm. Cần hiểu rằng chính sách công nghiệp của Mỹ rất chú trọng vào thúc đẩy tăng trưởng công nghệ dựa vào kết quả nghiên cứu khoa học, cho dù nhiều nhà quan sát cho rằng Mỹ không có chính sách công nghiệp. Ví dụ, cuối thập kỷ 1980, lo ngại trước sự cạnh tranh và vượt trước của Nhật Bản, Mỹ đã đầu tư tài chính lớn cho ngành công nghiệp bán dẫn để tăng cường tiến bộ công nghệ ở ngành này. Gần đây, Chính phủ Mỹ đã đầu tư rất mạnh cho Dự án Hệ gen người và công nghệ nano, bên cạnh những ngành công nghệ hàng đầu khác.

Thứ hai, Mỹ đã đi tiên phong và duy trì sự phát triển các cụm đổi mới, như Thung lũng Silicon, Tam giác nghiên cứu ở North Carolina và Route 129 ở Boston, ngoài ra còn có hàng tá các cụm khác trên khắp nước Mỹ.

Thứ ba, Mỹ có hệ thống patent tương đối hữu hiệu. Khi nhà sáng chế đăng ký xin cấp patent, người này phải trình bày cặn kẽ những điều bao hàm trong sáng chế thì mới nhận được độc quyền patent. Điều này là cực kỳ quan trọng để giúp cho tri thức được phổ biến ra công chúng. Hệ thống này cũng hiệu quả ở khâu xử lý một số lượng khổng lồ các patent, mà hiện lên tới 150.000/năm. Hệ thống tòa án cũng được trang bị đầy đủ tri thức để bảo hộ quyền sở hữu trí tuệ. Tuy nhiên, hệ thống này đang phải chịu áp lực đáng kể do quy mô của việc cấp patent, xác định ranh giới của các patent mới và số lượng lớn các đơn đăng ký cần xử lý.

Thứ tư, Mỹ cũng có được giao diện rất hiệu quả giữa Chính phủ, trường đại học và doanh nghiệp. Một bộ phận quan trọng trong quá trình này là Đạo luật Bayh-Dole năm 1980 đã tạo khả năng cho các trường đại học nhận được patent của các sáng chế mới được phát triển bằng trợ giúp của Chính phủ, nhờ vậy đem lại khuyến khích cho các trung tâm hàn lâm hỗ trợ các hoạt động nghiên cứu và phát triển ứng dụng và hợp tác với khu vực tư nhân trong nghiên cứu và phát triển. Việc này đã có tác dụng thúc đẩy to lớn mối quan hệ giữa trường Đại học và doanh nghiệp trong quá trình đổi mới đặc biệt là công nghệ sinh học.

Thứ năm, Mỹ có môi trường luật pháp rất tiến bộ. Ví dụ, trong lĩnh vực công nghệ sinh học nông nghiệp có các tiêu chuẩn quy định chặt chẽ, góp phần đảm bảo an toàn cho sức khỏe. Các tiêu chuẩn cao này đã đem lại cho người tiêu dùng sự tin cậy cao vào công cuộc thay đổi công nghệ. Cơ cấu quy định tin cậy và vững chắc ở các lĩnh vực này đã giúp tăng cường quá trình đổi mới. Do vậy, sự quy định cũng có thể thúc đẩy công nghệ, cho dù một số nền kinh tế thị trường tự do chống lại điều này.

Thứ sáu, Mỹ có mạng lưới cung cấp vốn mạo hiểm cực kỳ mạnh, đan kết chặt chẽ với các đầu mối đổi mới công nghệ ở khu vực then chốt. Cả kết cấu hạ tầng lẫn hệ thống thuế để ủng hộ vốn mạo hiểm, họ hiểu được rằng dịch vụ ngân hàng thông thường sẽ không đáp ứng được nhu cầu tài chính của các công ty khởi sự bằng công nghệ.

Thứ bảy, Mỹ có thị trường lao động linh hoạt, nghĩa là có nhiều người mất việc, nhưng để có nhiều người hơn nhận được việc làm mới. Đây là một nền kinh tế rất điển hình cho quá trình “phá huỷ có tính

sáng tạo”. Mỹ đã rất thành công trong việc tạo ra nhiều việc làm, điều mà châu Âu vẫn chưa làm theo được.

Thứ tám, môi trường hành chính của Mỹ cực kỳ thuận lợi cho các doanh nhân khởi sự kinh doanh mới. Để khởi sự kinh doanh, đương sự về cơ bản chỉ cần viết một tờ đơn ngắn gửi đến chính quyền để đăng ký công ty. Việc này giúp đẩy nhanh quá trình chọn lọc tự nhiên đối với các doanh nghiệp nhỏ. Hàng triệu doanh nghiệp và ý tưởng mới được thử nghiệm mỗi năm. Chỉ một tỷ lệ nhỏ trong số đó là có khả năng đứng vững, nhưng có khả năng vươn xa và thực hiện được những kỳ tích.

Thứ chín, Mỹ có hệ thống giáo dục đại học cực kỳ hiệu quả, với tỷ lệ tham dự cực kỳ cao. Tỷ lệ trúng tuyển vào các trường đại học hàng năm lên tới 80%.

Mặc dù Mỹ đã thiết lập được một Hệ thống Đổi mới hàng đầu thế giới, nhưng nước Mỹ vẫn đang tìm kiếm các cải cách chính sách để tối ưu hoá hệ thống của họ trong nền kinh tế tri thức.

4.2.2. HTĐMQG của Canada

So với Mỹ, Canada có HTĐMQG tập trung được quản lý bởi Chính phủ liên bang, các phòng thí nghiệm quốc gia, trường đại học, ngành công nghiệp liên kết chặt chẽ với nhau để phát triển năng lực đổi mới trong các lĩnh vực công nghệ sinh học, công nghệ thông tin và viễn thông, công nghệ vật liệu. Khu vực tư nhân và các tổ chức phi lợi nhuận là những nhân tố quan trọng giúp phát triển HTĐMQG của Canada. Hiệp hội Quản lý Đổi mới Canada (IMAC), với các thành viên từ các ngành nghiên cứu và phát triển công nghiệp và công nghệ cao, các trường đại học của Canada, đảm bảo việc mở rộng thương mại hóa đổi mới. IMAC được tạo ra để làm cầu nối giữa nghiên cứu của trường đại học với phát triển và thương mại hóa trong công nghiệp. Chính phủ có nhiều chương trình nhằm thương mại hóa các kết quả nghiên cứu của trường đại học ở khu vực tư nhân, thông qua các trung tâm cấp vùng của Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia (NRC). Bên cạnh đó, các chương trình cấp tỉnh cũng được tạo ra để thúc đẩy đổi mới vùng.

HTĐMQG của Canada có một sự cân bằng sức mạnh và nguồn lực giữa các chính quyền tỉnh và bang. HTĐMQG của Canada giống với

mô hình HTĐMQG của các nước trong Liên minh châu Âu (EU), ở chỗ có nhiều sự điều phối giữa các viện trong Chính phủ liên bang và ở các cấp bang. HTĐMQG của Canada cũng giống với mô hình HTĐMQG của Mỹ ở chỗ có nhiều liên kết trong các trường đại học, ngành công nghiệp và Chính phủ. Tuy nhiên, các liên kết này không mạnh như ở Mỹ. HTĐMQG của Canada có đầu ra về nhân lực khoa học và công nghệ, doanh nghiệp đổi mới, patent ít hơn Mỹ. Canada cũng chi tiêu mạnh cho nghiên cứu và phát triển, nhưng tỷ lệ so với GDP thấp hơn Mỹ và nhiều nước EU. Ngoài ra, Canada cũng không có hệ thống tài chính cho đổi mới mạnh như ở Mỹ, mặc dù tốt hơn so với nhiều nước EU.

Ở Canada, các chiến lược, chính sách, ngân sách cho đổi mới được lập ở cấp quốc gia và được thực hiện ở các chính quyền bang. Các chính sách đổi mới không có ảnh hưởng như nhau giữa các bang.

Hệ thống tài chính cho nghiên cứu ở Canada tập trung hơn so với ở Mỹ. Hệ thống của Canada được điều phối bởi Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia. Mục tiêu của Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia là nâng cao vị thế của Canada về khoa học và công nghệ trên thế giới, nhất là đưa Canada trở thành nước thực hiện nghiên cứu và phát triển hàng đầu thế giới vào năm 2010. Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia có 40 trung tâm nghiên cứu và công nghệ quốc gia, có nhiệm vụ phổ biến thông tin khoa học và công nghệ tới công chúng, làm việc với khu vực tư nhân về các tiêu chuẩn khoa học và công nghệ, cấp kinh phí cho các nỗ lực nghiên cứu và phát triển. Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia hoạt động trong nhiều lĩnh vực như sinh học, khoa học môi trường, công nghệ nano, năng lượng...

Canada đã xác định việc xây dựng đối tác công - tư là nhân tố quan trọng trong Chiến lược đổi mới của mình. Tại Canada, Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia có vai trò dẫn đầu các nỗ lực liên kết các phòng thí nghiệm vùng với ngành công nghiệp. Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia tài trợ cho các hội nghị được tổ chức nhằm xác định những gì là cần thiết về cơ sở hạ tầng, tài chính và công nghệ cho cấp vùng và thiết lập các mạng lưới vùng và quốc gia.

Văn phòng Đối tác Công - Tư là một sáng kiến nhằm tăng nhận thức về đối tác công - tư, bằng cách cung cấp thông tin và tư vấn cho các trung tâm tri thức và thẩm định các vấn đề đối tác công - tư. Đối

tác Công nghệ Canada (TPC) là một cơ quan đặc biệt của ngành công nghiệp nhằm cung cấp tài chính cho nghiên cứu và phát triển chiến lược và các dự án tạo ra nhiều lợi ích về môi trường, kinh tế và xã hội.

Một số cơ quan quan trọng khác trong HTĐMQG của Canada như: Chương trình Hỗ trợ Nghiên cứu Công nghiệp Canada (IRAP), nhằm phát triển đổi mới trong các doanh nghiệp nghiệp nhỏ và vừa. IRAP có khả năng đánh giá ảnh hưởng của các chương trình. Hội đồng các Nhà tư vấn khoa học và công nghệ (CSTA), với các thành viên đến từ khu vực công nghiệp, hàn lâm và các tổ chức phi lợi nhuận, nhằm đánh giá các cơ quan khoa học và công nghệ của Chính phủ. Hội đồng Nghiên cứu Công trình và Khoa học Tự nhiên (NSERC) phụ trách cấp vốn của Chính phủ cho các chương trình khoa học lớn nhất của Canada; Quỹ phục vụ Đổi mới Canada (CFI) theo sát sự phát triển đổi mới nói chung và công bố các "bài học thành công" trên website của mình. Một "cổng đổi mới" trực tiếp cung cấp cho công chúng "bản đồ đổi mới của Canada", với nhiều địa chỉ và các bản báo cáo về đổi mới.

4.2.3. HTĐMQG của Nhật Bản

Sức mạnh của Nhật Bản trong đổi mới quy trình đã có hiệu quả cao ở thời đại gia công trước đây, khi chất lượng và giá thành có một tầm quan trọng rất lớn. Nhưng hệ thống đổi mới của Nhật đã nhanh chóng bộc lộ điểm yếu ở kỷ nguyên thông tin, khi sự khác biệt sản phẩm và đổi mới sản phẩm trở nên quan trọng hơn.

Trong Kỷ nguyên thông tin, sự cạnh tranh toàn cầu trở nên ngày càng khốc liệt. Hiệu quả vận hành mà các hãng Nhật Bản có được cho đến nay là cần thiết nhưng chưa đủ để duy trì địa vị của Nhật Bản hiện nay trên trường quốc tế. Điều cần thiết ở đây không chỉ thuần túy là giảm bớt giá thành nhờ hoàn thiện các sản phẩm hiện đại mà phải đưa ra những chiến lược khác biệt hoá. Chúng cũng giúp Nhật Bản cạnh tranh được trên cơ sở có thêm những giá trị chất lượng, phi giá cả.

Để tăng tối đa tốc độ sáng tạo ra những sản phẩm mới, Chính phủ Nhật Bản cần phải hiểu rõ hơn hoạt động của HTĐMQG và tập trung vào đẩy mạnh các hoạt động đổi mới ở các hãng tư nhân. Chính vì vậy, Bộ Thương mại Quốc tế và Công nghiệp (MITI) đã đề xuất Mô hình HTĐMQG mới của MITI, liên kết 3 bộ phận chủ yếu với nhau là "hoạt

động công nghiệp” (sản xuất), “xã hội” (tiêu dùng) và “cơ sở” (kết cấu hạ tầng). Quan hệ giữa 3 bộ phận này không phải là tuyến tính. Bộ phận “hoạt động công nghiệp” được coi là động lực đổi mới, trong khi đó, sự tiếp nhận của “xã hội” đối với hàng hoá và dịch vụ sẽ đem lại đổi mới tiếp theo. Để tăng tối đa tốc độ đổi mới, những nhu cầu của bộ phận “xã hội” cần phải được phản hồi ngay cho “hoạt động công nghiệp”. Bộ phận “cơ sở” bao gồm con người, tri thức và kết cấu hạ tầng hỗ trợ các hoạt động công nghiệp. Sự lan toả các hoạt động nghiên cứu công nghiệp được tích lũy lại, làm giàu thêm cho bộ phận “cơ sở”, đặc biệt là vốn tri thức. Đồng thời cũng có sự phản hồi lại từ bộ phận “cơ sở” cho bộ phận “xã hội”, ví dụ ở hình thức giáo dục.

Dựa trên mô hình đổi mới này, Chính phủ có thể tăng đổi mới nhờ hai cách:

- a. Xây dựng và củng cố bộ phận “cơ sở”;
- b. Tăng tính “phù hợp” và giảm chông lán giữa 3 bộ phận chủ yếu đã đề cập.

Củng cố và hoàn thiện HTĐMQG:

Trong quá trình xác định các nhân tố để duy trì sức cạnh tranh của Nhật Bản ở thế kỷ XXI, một trong những bước mà các nhà làm chính sách Nhật Bản tiến hành là tìm cách phát huy những phương thức đã rất thành công ở những thập kỷ trước đây, đặc biệt là củng cố và hoàn thiện HTĐMQG.

- Thất chặt hơn mối quan hệ hợp tác giữa Chính phủ và khu vực công nghiệp

Chính sách mới kêu gọi tăng cường hơn nữa sự hợp tác giữa Chính phủ và khu vực công nghiệp- một phương thức đã được nêu ra từ thập kỷ 1990. Ngoài ra, nó cũng nhấn mạnh vai trò của tổ hợp nghiên cứu và phát triển để hỗ trợ sự phát triển công nghệ ở những lĩnh vực then chốt như công nghệ nano, màn hình phẳng, vật liệu mới và pin nhiên liệu.

Nhưng đáng chú ý là Nhật Bản đã nhận định rằng nước Mỹ và các quốc gia khác đang ngày càng tăng cường áp dụng và khuyến khích phương thức hợp tác giữa Chính phủ và khu vực công nghiệp với vai trò là một công cụ nâng cao sức cạnh tranh.

Mặc dù chính sách mới này không thay đổi nhiều, nhưng nó khác

so với các chính sách đã ban hành trước đây ở chỗ chú trọng hơn rất nhiều tới việc phát triển các doanh nghiệp vừa và nhỏ hướng vào đổi mới và các công nghệ phục vụ ngành dịch vụ. Mặc dù các chính sách trước đây có nhắc đến những lĩnh vực này, nhưng phần lớn đều nhấn mạnh đến tầm quan trọng của các ngành công nghiệp lớn và những công nghệ chế tạo mang tính truyền thống.

- Tạo ra các ngành công nghiệp mới

Việc chú trọng nhiều hơn tới doanh nghiệp vừa và nhỏ cũng được phản ánh ở việc kêu gọi đa dạng hoá các nguồn vốn tài chính công nghiệp để vượt khỏi các khoản vay ngân hàng thông thường mà trước đây vẫn dựa vào bất động sản để làm đồ thế chấp. Chính sách mới tìm cách tăng tài trợ cho những doanh nghiệp vừa và nhỏ mà đang gặp phải những trở ngại lớn ở việc tiếp cận với các khoản vay ngân hàng trong thời kỳ khủng hoảng tài chính-tiền tệ cuối thập kỷ 90. Theo đó, chính sách mới kêu gọi tăng cường nguồn vốn mạo hiểm, thị trường cổ phiếu điện tử, các thực tiễn kế toán tốt hơn và hỗ trợ các doanh nghiệp spin-off của các trường đại học.

- Nâng cao kỹ năng kinh doanh

Liên quan đến phát triển nguồn nhân lực, chính sách mới tìm cách nâng cao các kỹ năng cần thiết cho một xã hội mới, dựa vào tri thức, với công nghệ cao và định hướng dịch vụ nhiều hơn. Chính sách này kêu gọi tăng cường việc giảng dạy các kỹ năng kinh doanh cần cho doanh nghiệp mới khởi sự và các kỹ năng cho các cán bộ có chức năng quản lý công nghệ, cũng như tiếp tục hỗ trợ cho công tác đào tạo các nhà khoa học và kỹ sư.

METI đã đề ra kế hoạch đẩy mạnh việc thành lập các mạng lưới nguồn nhân lực nhằm bổ sung vào sự phát triển công nghệ ở các địa phương. Cơ quan này cũng có các kế hoạch để quốc tế hoá hơn nữa các tổ chức nghiên cứu nhằm tăng cường mối tương tác với các nhà khoa học và kỹ sư nước ngoài.

- Đầu tư cho nghiên cứu và phát triển

Phần lớn sự thành công của chính sách kinh tế và công nghiệp mới đều tùy thuộc vào khả năng của Nhật Bản trong việc tiếp tục khuyến khích tăng cường đầu tư vào nghiên cứu và phát triển công nghiệp và

chuyển giao các kết quả khoa học và công nghệ cho khu vực công nghiệp.

Xét ở phương diện này, chỉ tiêu cho nghiên cứu và phát triển đang giữ ở mức ổn định sau sự gia tăng đáng kể trong 10 năm qua. Theo số liệu thống kê công bố tháng 3/2004, tổng chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển của Nhật Bản trong tài khoá 2003 đã tăng 1% so với năm trước, đạt 16.675,1 tỷ yên. Tỷ lệ chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển so với GDP đạt 3,35%, tăng 0,05% so với năm trước.

Xét về các tổ chức đã thực hiện nghiên cứu và phát triển thì các công ty thực hiện 69,4%, các việc nghiên cứu-10,9% và các trường đại học là 19,7%. Những tỷ lệ này có thay đổi chút ít so với năm trước. Khu vực công nghiệp theo thường lệ, vẫn đạt tỷ lệ cao nhất-78,9%, với các công ty chế tạo chiếm tỷ lệ áp đảo.

Trong năm tài khoá 2004, tổng ngân sách khoa học và công nghệ là 3.626,1 tỷ yên, tăng 34,5 tỷ yên so với mức của năm tài khoá 2003. Lĩnh vực được nhận kinh phí nhiều nhất là nghiên cứu cơ bản (257.312 triệu). Ngoài ra, có 272.661 triệu yên dành cho quỹ nghiên cứu cạnh tranh

- Mối tương tác giữa trường đại học và các doanh nghiệp

Các nhà làm chính sách Nhật Bản tin rằng mối quan hệ tương tác giữa các trường đại học và doanh nghiệp vẫn còn bất cập, xét ở khía cạnh tạo khả năng cho các doanh nghiệp Nhật Bản cạnh tranh thành công với các đối thủ ở Mỹ, châu Âu và châu Á (số lượng đang ngày càng tăng). Mặc dù mối quan hệ giữa các doanh nghiệp và các trường đại học ở trong nước đang gần gũi hơn, nhưng nhiều doanh nghiệp Nhật Bản vẫn còn tìm đến các trường đại học nước ngoài trước tiên để tiếp cận với những đột phá khoa học, chứ chưa thật mặn mà với các trường đại học trong nước.

Những biện pháp đã được áp dụng trong năm 2003 để tăng cường mối quan hệ tương tác giữa trường đại học và các doanh nghiệp Nhật Bản bao gồm: (1) tăng lượng kinh phí thích hợp cho các dự án nghiên cứu hợp tác với doanh nghiệp, (2) hỗ trợ các doanh nghiệp mạo hiểm được thành lập ở trường đại học, (3) bãi bỏ quy định về thời gian làm việc đối với các giáo sư, (4) khuyến khích thành lập các cụm khu vực

đối với tri thức khoa học và (5) duy trì việc tổ chức các cuộc hội nghị thượng đỉnh của khu vực với sự tham gia của các trường đại học và doanh nghiệp.

Ví dụ về những dự án đi đầu trong việc đạt được mục tiêu này là Chương trình Trung tâm Xuất sắc của thế kỷ XXI. Chương trình này phân bổ các khoản kinh phí ưu tiên để phát triển các trung tâm nghiên cứu và giáo dục thuộc đẳng cấp quốc tế ở các lĩnh vực khoa học và công nghệ được lựa chọn. Chương trình này đã hỗ trợ 246 dự án ở 85 trường đại học trong năm tài khoá 2003. Năm 2004, tổng kinh phí của Chương trình đã tăng từ mức 363.383 triệu yên lên 367.270 triệu yên.

Một ví dụ nữa là Chương trình Cụm công nghiệp của METI, với tổng kinh phí là 350 triệu yên để hỗ trợ cho các mạng lưới hợp tác đa ngành của các doanh nghiệp, trường đại học và các tổ chức khác ở 19 vùng, được xây dựng dựa trên các khả năng cạnh tranh công nghệ hiện có.

Nhật Bản có những tổ chức hoạt động trong nghiên cứu và phát triển và các chính sách đổi mới có từ lâu kết hợp với mô hình phát triển kinh tế rất thành công. Nhận thấy hiệu quả tăng trưởng của nền kinh tế thấp vào những năm 1990 Nhật Bản đã có những thay đổi về cấu trúc của HTĐMQG, *sử dụng Mỹ như là mô hình cơ bản để bắt chước*. Thách thức hiện nay mà Nhật Bản đang gặp phải là sử dụng hiệu quả hệ thống khoa học và công nghệ như là yếu tố then chốt cho tăng trưởng kinh tế bền vững, và đó trở thành một chính sách ưu tiên. Trong vài năm qua, cải tổ chính sách khoa học và công nghệ đã diễn ra nhằm vào thương mại hoá tri thức mới.

Các tổ chức cấu thành HTĐMQG của Nhật Bản:

Chính phủ: HTĐMQG của Nhật Bản được đặc trưng bởi mức độ tập trung cao, tất cả các chính sách và biện pháp chính liên quan tới đổi mới đều xuất phát từ Chính phủ, mà cụ thể là 2 Bộ: Bộ Kinh tế, Thương mại và Công nghiệp (METI) và Bộ Giáo dục, Văn hoá, Thể thao, Khoa học và công nghệ (MEXT). Hai Bộ này điều phối khoa học và công nghệ, thúc đẩy hợp tác giữa các cơ quan khoa học và công nghệ, đánh giá việc thực hiện các chính sách cũng như thúc đẩy sự quan tâm vào những lĩnh vực chính đối với hệ thống khoa học và công

nghe Nhật Bản. Cơ quan Thúc đẩy Khoa học Nhật Bản (JPST) và Cơ quan khoa học và công nghệ Nhật Bản (JST) đều được MEXT cung cấp tài chính. JPST chú trọng tới các tiến trình từ thấp đến cao và đáp ứng các sáng kiến của cộng đồng khoa học (các dự án dựa trên đề xuất), còn JST có vai trò thực hiện các chính sách ưu tiên khoa học và công nghệ của Chính phủ.

Các trường đại học và các viện nghiên cứu: Nhật Bản có tỷ lệ chi cho nghiên cứu và phát triển hàng đầu trong các nước OECD (3,09% GDP năm 2001). Các trường đại học và các viện nghiên cứu là những thành phần chính thực hiện nghiên cứu và phát triển. Các trường đại học công được coi là những nơi chính thực hiện các hoạt động nghiên cứu. Sau cải cách quản lý năm 2001, phần lớn các viện nghiên cứu công đã chuyển thành các Viện Quản lý Độc lập (IAIS). Theo các quy định mới, các viện có nhiều tự do hơn trong việc ký kết hợp đồng lao động dựa trên nhu cầu, cũng như tự chủ nguồn tài chính. Nhưng điều quan trọng nhất là khu vực tư nhân có thể tham gia hợp tác với các viện nghiên cứu công, như vậy kích thích sự tương liên và hợp tác công – tư. Vấn đề dân số đã ảnh hưởng lớn tới giáo dục đại học ở Nhật Bản. Số lượng tốt nghiệp cao đẳng trở lên giảm hàng năm theo cùng với sự giảm tỷ lệ sinh. Năm 1997, Ủy ban Đại học Nhật Bản đã đưa ra chính sách tăng số lượng người tốt nghiệp từ 150.000 năm 1997 lên 250.000 vào năm 2010 để bù đắp thiếu hụt nhân lực.

Có rất nhiều viện nghiên cứu, đặt dưới sự bảo trợ của MEXT, METI và các Bộ khác. Dưới METI là Viện Khoa học và công nghệ Tiên tiến Quốc gia (AIST), Tổ chức Phát triển Năng lượng mới (NEDO, cơ quan chính cấp tài chính cho nghiên cứu). AIST hiện là cơ quan nghiên cứu công lớn nhất của Nhật Bản, với tổng số nhân viên khoảng 5.700 người. Cả AIST và NEDO đều là IAIS và bao trùm nhiều lĩnh vực khoa học và công nghệ.

Các tổ chức tài chính: Hỗ trợ tài chính trực tiếp cho ngành công nghiệp là rất hạn chế. Tuy nhiên tại Nhật Bản, thị trường tài chính đã phát triển và tạo thuận lợi cho đầu tư tài chính vào đổi mới khu vực tư nhân. Chỉ khoảng 14% nghiên cứu và phát triển được thực hiện trong ngành công nghiệp là được hỗ trợ tài chính từ Chính phủ. Tài chính cho đổi mới doanh nghiệp vừa và nhỏ là một phần của cơ chế tài chính

chung phục vụ cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ và một số cơ quan khác. Nhiều tập đoàn tài chính Nhật Bản cung cấp các vốn dài hạn cho các doanh nghiệp nhỏ và vừa có nhu cầu phát triển kinh doanh với lãi suất thấp.

Doanh nghiệp: Tại Nhật Bản, nhiều tập đoàn lớn đa quốc gia cùng tồn tại với rất nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ. Tuy nhiên, ngành công nghiệp vẫn liên kết tốt chưa tốt với các trường đại học, viện nghiên cứu công. Do vậy các chính sách hiện nay của Nhật Bản ưu tiên cho vấn đề này. Chính phủ rất coi trọng các doanh nghiệp vừa và nhỏ trong HTĐMQG. Nhật Bản cũng có nhiều chính sách hỗ trợ, như cấp vốn, các nhà nghiên cứu trong các doanh nghiệp.

4.2.4. HTĐMQG của Pháp

HTĐMQG của Pháp được gọi là "Hệ thống Đổi mới và Nghiên cứu của Pháp" để nhấn mạnh tới vai trò đặc biệt của nghiên cứu trong các tổ chức kinh tế - xã hội ở Pháp. SFRI là kết quả của sự phát triển lịch sử hậu Chiến tranh lạnh. Vì quan tâm đến nghiên cứu, năm 1982, Luật Nghiên cứu được ra đời, ban đầu chỉ tập trung vào nghiên cứu ở khu vực công, nhưng sau đó đã được mở rộng khu vực tư nhân. Năm 1999, Luật về Nghiên cứu và Đổi mới do Bộ Nghiên cứu soạn thảo đã được thông qua. Tiếp đó, năm 2000, Luật Tài chính cũng đã ra đời nhằm cung cấp ngân sách cho nghiên cứu và đổi mới quốc gia.

Tại Pháp, Bộ Nghiên cứu và Bộ Công nghiệp là 2 Bộ chịu trách nhiệm về chính sách nghiên cứu và đổi mới quốc gia. Một cơ quan cũng rất quan trọng trong HTĐMQG của Pháp là Cơ quan Đổi mới của Pháp (OSEO-ANVAR), chịu trách nhiệm trước 2 Bộ trên, mục tiêu của nó là thúc đẩy đổi mới trong ngành công nghiệp ở Pháp, đặc biệt là trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Bộ Nghiên cứu và Bộ Công nghiệp còn tài trợ Hoạt động Tương lai nghiên cứu và đổi mới cho doanh nghiệp (FutuRIS), được triển khai từ năm 2003, là hoạt động dự báo nhằm cải thiện quản lý hệ thống nghiên cứu và đổi mới của Pháp.

Các viện nghiên cứu công được chia thành 2 loại: các viện nghiên cứu doanh nghiệp vừa và nhỏ (gọi là EPST) và các viện nghiên cứu thiên về công nghiệp và thương mại (gọi là EPIC). Với 25.000 nhân viên (trong đó 11.000 nhà nghiên cứu), ngày nay Pháp là nước có hệ

thống viện nghiên cứu công lớn nhất châu Âu. Phần lớn nghiên cứu trong EPST được thực hiện trong các "Phòng thí nghiệm phối hợp" (UMR) (phối hợp với các trường đại học). 85 viện nghiên cứu xác định các mục tiêu nghiên cứu của mình trong các hợp đồng với Bộ Nghiên cứu và EPST tham gia vào các Phòng thí nghiệm phối hợp. Ngoài ra còn có các tổ chức phi chính phủ tham gia và nghiên cứu. Ngân sách nhà nước cấp là một phần quan trọng trong ngân sách của các tổ chức này.

Do tổ chức nghiên cứu công được cấu trúc dọc - tính độc lập trong quản lý rất cao của các tổ chức nghiên cứu thuộc các bộ, tổ chức đánh giá khoa học trong nghiên cứu cơ bản rất chặt chẽ - nên mối liên kết khoa học và công nghiệp không thực sự mạnh. Nghiên cứu công nghiệp chủ yếu được thực hiện bởi các công ty lớn. Tuy nhiên, việc tạo ra Mạng lưới Đổi mới Công nghệ và Nghiên cứu (chủ yếu gồm các phòng thí nghiệm công cộng, doanh nghiệp nhỏ và vừa, các công ty mới khởi nghiệp và các tập đoàn công nghiệp) đã tăng cường được mối liên kết giữa công nghiệp và nghiên cứu.

Hiện nay, Pháp chi khoảng 0,95% GDP cho nghiên cứu của Nhà nước và 1,25% GDP cho các doanh nghiệp. Năm 2004, có 4 chủ đề lớn được hỗ trợ ưu tiên trong khuôn khổ ngân sách quốc gia: Nghiên cứu về y tế, nhất là các bệnh dịch gần đây (công nghệ sinh học, phòng chống ung thư, nghiên cứu về người già và người tàn tật, các bệnh dịch mới); Phát triển năng lượng thay thế (phát triển bền vững và phòng chống hiệu ứng nhà kính, nghiên cứu công nghệ sạch, tích trữ năng lượng và sử dụng hydro, lò phản ứng tổng hợp hạt nhân thí nghiệm quốc tế (ITER); Quản lý tài nguyên; và Phổ biến kiến thức thông qua phát triển các bảo tàng văn hóa khoa học.

4.2.5. HTĐMQG của Đức

HTĐMQG của Đức có năng lực cao. Ngành công nghiệp truyền thống nước này rất mạnh với những công nghệ như chế tạo xe hơi, điện máy, cơ khí và hoá chất. Nhưng Đức cũng rất mạnh trong những ngành phi công nghệ cao như nhựa, dệt và luyện kim và một số ngành dịch vụ (phần mềm kinh doanh, các dịch vụ kỹ thuật), nơi mà năng lực đổi mới của các công ty cũng như chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển

luôn cao hơn hẳn mức trung bình của các nước OECD. Trong tất cả các lĩnh vực công nghệ trên, luôn tồn tại một sự cạnh tranh cao giữa các doanh nghiệp, luôn đi đầu trong những xu thế quốc tế, hàm lượng tri thức và công nghệ cao hiện diện trong suốt dây chuyền, từ nhà cung ứng đến người tiêu dùng. Cơ sở khoa học của nước này rất thuận lợi cho đổi mới công nghiệp. Phần lớn chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển và đổi mới trong các lĩnh vực trên đều nằm trong xu hướng tăng của thế giới và trong các doanh nghiệp lớn. Khoảng 80% tổng chi nghiên cứu và phát triển là của các doanh nghiệp, sử dụng hơn 10.000 nhân viên. Phần lớn trong số đó là các công ty đa quốc gia tại Đức. Các hoạt động nghiên cứu và phát triển và đổi mới trong các doanh nghiệp nhỏ và vừa rất sôi động.

HTĐMQG của Đức dựa trên nền khoa học và sản xuất lớn, bao gồm nhiều loại cơ quan giáo dục bậc cao và số lượng lớn các tổ chức nghiên cứu công. Một điểm mạnh đặc trưng trong HTĐMQG Đức là sự liên kết chặt chẽ giữa doanh nghiệp và nghiên cứu công, nhất là các cơ sở giáo dục bậc cao. Sự hợp tác được mở rộng không chỉ ở sự phát triển công nghệ mới mà còn ở nhiều hoạt động khác như đào tạo, tư vấn và tuyển dụng. Các trường đại học nhận được khoảng 12% tổng ngân sách cho nghiên cứu của họ từ khu vực doanh nghiệp (tỷ lệ này là cao nhất trong các nước OECD). Các viện nghiên cứu Max Planck là cơ sở cho nghiên cứu cơ bản. HTĐMQG của Đức còn có đội ngũ nhân lực trình độ cao.

HTĐMQG của Đức bao gồm các thành phần sau:

Nghị viện liên bang và 16 cơ quan nghị viện các Bang đảm bảo việc làm luật và chính sách cho các hoạt động đổi mới. Lĩnh vực chính sách liên quan đến đổi mới do Nghị viện liên bang phụ trách như chính sách cạnh tranh, quy chế thị trường tài chính, quy chế lao động, hệ thống công trình công cộng, giáo dục, thúc đẩy nghiên cứu, thuế... ở cấp liên bang, chính sách đổi mới do các Bộ đảm nhiệm (Bộ Giáo dục và Nghiên cứu liên bang - BMBF và Bộ Kinh tế và Lao động liên bang - BMWA). Sự phối hợp cấp liên bang được thực hiện theo nhiều cơ chế với các uỷ ban, như Uỷ ban Hỗn hợp về Kế hoạch Giáo dục và Thúc đẩy Nghiên cứu. Hội đồng Liên bang là cơ quan tư vấn độc lập và thực hiện điều phối trong các chính sách nghiên cứu khoa học.

Vai trò chính của các cơ quan Chính phủ trong đổi mới là cấp tài chính cho nghiên cứu và đổi mới. Các cơ quan nghiên cứu công chủ yếu nhận được tài chính của Chính phủ, các tổ chức nghiên cứu tư nhân được một phần nhỏ hỗ trợ. 3,6 % tổng chi nghiên cứu và phát triển của khu vực doanh nghiệp ở Đức được hỗ trợ bởi Chính phủ.

Thành phần thực hiện quan trọng nhất trong hoạt động đổi mới là khu vực doanh nghiệp. 70% tổng chi nghiên cứu và phát triển ở Đức năm 2003 là của khu vực doanh nghiệp, trong đó 87% là của các công ty lớn, chủ yếu trong các ngành chế tạo ô tô, điện tử, cơ khí, hoá chất và dược. Nghiên cứu và phát triển ở các doanh nghiệp vừa và nhỏ được hỗ trợ bởi mạng lưới các cơ quan nghiên cứu công nghiệp (Hiệp hội các Viện nghiên cứu Công nghiệp, AiF).

Khu vực nghiên cứu công bao gồm các viện nghiên cứu, trường đại học, cao đẳng kỹ thuật, các viện nghiên cứu đặc biệt (các Viện Fraunhofer, Viện Max Planck, các trung tâm nghiên cứu Helmholtz), các phòng thí nghiệm nghiên cứu và phát triển của Chính phủ, các cơ quan thực hiện nghiên cứu và phát triển ở cấp liên bang. Các dự án có thể được cấp tài chính bởi các quỹ của công và tư, quan trọng nhất là Quỹ Nghiên cứu Đức (DFG). Đức có hàng trăm quỹ tư nhân cấp tài chính cho nghiên cứu khoa học. Ngoài ra còn có các chương trình công nghệ liên bang và các cơ quan quốc tế cũng là một nguồn cung cấp tài chính cho nghiên cứu ở Đức.

HTĐMQG Đức có thể được đánh giá như sau:

- Khu vực doanh nghiệp mạnh với hàm lượng nghiên cứu và phát triển cao hơn mức trung bình của các nước phát triển khác và nguồn lực mạnh cho phát triển đổi mới và công nghệ mới;
- Các ngành công nghiệp với định hướng đổi mới cao;
- Ngành sản xuất ô tô ngự trị, chiếm 1/4 nguồn lực nghiên cứu và phát triển và đóng vai trò quan trọng trong thúc đẩy đổi mới ở nhiều khu vực khác.
- HTĐMQG năng lực cao nhưng chưa đủ độ linh hoạt;
- Nghiên cứu và phát triển trong ngành dịch vụ còn khá yếu;
- Khu vực nghiên cứu công mạnh và đa dạng, liên kết tốt với ngành công nghiệp;

- Giáo dục bậc cao cho lực lượng lao động, kể cả các chuyên gia trình độ cao.

4.2.6. HTDMQG của Anh

Những thành phần cơ bản trong HTDMQG của Anh là: Chính phủ - phụ trách việc thiết lập các chính sách, thực hiện và cấp tài chính; Cơ sở khoa học và kỹ thuật của Anh bao gồm khu vực giáo dục bậc cao, các phòng thí nghiệm, các viện nghiên cứu tiến hành các phần lớn các nghiên cứu cơ bản và chiến lược ở Anh; Khu vực doanh nghiệp, tài trợ và tiến hành một phần quan trọng nghiên cứu và phát triển của Anh. Thêm vào đó là các tổ chức công nghệ và nghiên cứu động lập, thực hiện các hoạt động nghiên cứu.

Tại Anh, Chính phủ tìm kiếm và nhận được những tư vấn chính sách từ nhiều ủy ban và các nhóm tư vấn có ở nhiều cấp trong hệ thống Chính phủ. Các ý kiến tư vấn bao trùm từ các vấn đề khoa học đặc thù đến các lĩnh vực liên quan đến đổi mới. Các ý kiến tư vấn còn có thể đến từ các cơ quan không thuộc Chính phủ, như Văn phòng KH&CN của Nghị viện và Liên đoàn công nghiệp Anh.

Trung tâm của hệ thống quản lý đổi mới của Anh là Bộ Công Thương (DTI). Bộ này là cơ quan chủ chốt của Chính phủ trong chính sách đổi mới ở Anh, có nhiệm vụ bao trùm là tăng cường "tính cạnh tranh và xuất sắc khoa học nhằm đảm bảo sản xuất và tăng trưởng bền vững trong nền kinh tế mới". DTI có ảnh hưởng đặc biệt đến đổi mới của Anh thông qua nhiều kênh. Liên quan đến khoa học và chính sách khoa học, Văn phòng khoa học và công nghệ trong DTI, phụ trách cấp tài chính cho nghiên cứu cơ bản và là nơi cung cấp ban thư ký cho Tư vấn Trưởng Khoa học, người điều phối khoa học và công nghệ trong Chính phủ và đưa ra phương hướng chỉ tiêu khoa học, công nghệ hàng năm được Chính phủ cấp tài chính. Cơ quan này cũng phối hợp với Văn phòng Thống kê Quốc gia để hàng năm đưa ra "Thống kê Khoa học, Kỹ thuật và Công nghệ". Nhằm thúc đẩy khai thác khoa học và công nghệ, DTI đứng đầu về một số cơ chế và hợp tác với Bộ Giáo dục và Dạy nghề (DfES) để cùng phụ trách Quỹ Đổi mới Giáo dục Đại học, được lập ra để thúc đẩy khai thác thương mại các nghiên cứu được Chính phủ tài trợ và thúc đẩy hợp tác giữa cộng đồng nghiên cứu (gồm cả các trường đại học) và ngành công nghiệp.

Nhóm Đổi mới của DTI giúp tạo năng lực đổi mới của nền kinh tế Anh, hỗ trợ chuyển giao tri thức cho các doanh nghiệp Anh, thúc đẩy đầu tư của doanh nghiệp trong đổi mới, tạo môi trường lành mạnh cho đổi mới bằng cách thay đổi nếp nghĩ trong các khu vực công và tư. DTI tiến hành hoặc cấp tài chính cho việc xác định và phổ biến những kinh nghiệm tốt, trao đổi hợp tác liên quan đến thúc đẩy đổi mới trong các công ty. DTI cũng ưu tiên thúc đẩy việc tạo ra các công ty mới dựa trên công nghệ mới; khuyến khích việc tiếp thu, phát triển và sử dụng công nghệ và cung cấp hỗ trợ nghiên cứu và phát triển; tư vấn cho các doanh nghiệp nhỏ và vừa.

Bên cạnh DTI, một số Cục và Bộ khác cũng tiến hành các hoạt động liên quan đến đổi mới. Các cơ quan này có thể thúc đẩy đổi mới. Chính phủ Anh cũng chủ trương rằng cần có chính sách hỗn hợp để đảm bảo rằng các quyết định chính sách và việc thực hiện được điều phối trong toàn bộ các cơ quan của Chính phủ. Trong HTĐMQG của Anh, Bộ Giáo dục và các Kỹ năng phụ trách tất cả các vấn đề liên quan đến giáo dục ở Anh (từ tiểu học đến bậc cao và phát triển các kỹ năng). Bộ này cũng phụ trách Hội đồng Tài chính Giáo dục Anh, cấp tài chính cho nhân viên và cơ sở hạ tầng trong các viện nghiên cứu trong các cơ sở đại học.

Từ 15 năm nay, nhiều cơ quan nghiên cứu công, các phòng thí nghiệm thuộc các Bộ, Cục của Anh đã cởi mở hơn với việc cho tư nhân hóa hoặc bán công. Tuy nhiên, các phòng thí nghiệm của Chính phủ vẫn là nơi thực hiện chính các nghiên cứu.

Anh có một mạng lưới các viện tri thức hay còn gọi là các Hội đồng Nghiên cứu, bao gồm: Hội đồng Nghiên cứu các ngành khoa học sinh học và công nghệ sinh học, Hội đồng Nghiên cứu Kinh tế và Xã hội, Hội đồng Nghiên cứu các Khoa học Vật lý và Kỹ thuật; Hội đồng Nghiên cứu Y học, Hội đồng Nghiên cứu Môi trường Tự nhiên, Hội đồng Nghiên cứu Thiên văn học và Vật lý Thực nghiệm, Hội đồng Nghiên cứu Nghệ thuật và Nhân văn. Việc điều phối toàn bộ chính sách hội đồng được thực hiện bởi Các Hội đồng Nghiên cứu Anh, được thành lập tháng 5/2002. Bên cạnh đó còn có Hội đồng vì các Hội đồng Nghiên cứu và Phòng thí nghiệm Trung ương, nhận tài chính từ Văn

phòng khoa học và công nghệ và một phần từ các Hội đồng để cung cấp, duy trì và phát triển các công cụ và phương tiện phục vụ nghiên cứu.

Khu vực giáo dục đại học ở Anh bao gồm các trường đại học là những nơi thực hiện chủ yếu các nghiên cứu cơ bản ở Anh. Tính đến tháng 8/2004, Anh có tổng cộng 117 trường đại học, không kể các trường đại học trong Liên hiệp Anh và Xứ Wales. Các trường đại học của Anh là các cơ quan độc lập với quy chế cởi mở và tự do tìm kiếm ngân sách từ nhiều nguồn khác nhau. Tuy nhiên, phần lớn thu nhập của họ là từ các hệ thống hỗ trợ. Hội đồng Tài chính Giáo dục Đại học cung cấp các khoản tài chính chung, chủ yếu được sử dụng trả lương và cho cơ sở hạ tầng nghiên cứu. Trong khi đó, Các Hội đồng Nghiên cứu lại cấp tài chính cho các dự án, trung tâm đào tạo nghiên cứu.

Khu vực tư nhân cũng đại diện cho một thành phần chính trong HTĐMQG của Anh.

4.2.7. HTĐMQG của Italia

HTĐMQG của Italia, cả các cơ quan làm chính sách và các tổ chức trung gian đổi mới công - tư, được đặc trưng bởi một số lượng lớn các thực thể và rất phân tán. Trong quá khứ, HTĐMQG của nước này thể hiện mức độ thấp trong điều phối và các rào cản văn hóa đối với hợp tác công - tư, chủ yếu do thiếu liên kết và tương hỗ giữa các thành phần chính trong HTĐMQG (các trường đại học, các trung tâm nghiên cứu công và ngành công nghiệp).

Việc tạo ra các chính sách đổi mới và nghiên cứu và phát triển ở Italia chủ yếu được thực hiện ở cấp Chính phủ, nơi xác định các ưu tiên. Các cơ quan và tổ chức tạo nên HTĐMQG của Italia có thể được chia theo các nhóm sau: Chính phủ và các cơ quan làm chính sách; các trường đại học và học viện; các cơ quan đổi mới công; các tổ chức theo ngành trong khu vực tư nhân; các trung tâm nghiên cứu, các tổ chức đổi mới trung gian và các cơ quan tài chính.

Các trường đại học và học viện: hệ thống trường đại học Italia bao gồm 77 trường đại học phân bố trên cả nước. Từ hàng thập kỷ qua, số lượng các sinh viên đại học của Italia đã tăng nhanh, nhưng Italia vẫn

không theo kịp các nước EU về tỷ lệ người có trình độ giáo dục bậc cao. Một trong những yếu kém chính là sự thiếu liên hệ thực tế với nhu cầu xã hội và sản xuất.

Các viện nghiên cứu công: có 2 cơ quan thuộc Chính phủ là Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia (CNR) và Cơ quan Quốc gia về Công nghệ mới, Năng lượng và Môi trường (ENEA). CNR được thành lập năm 1923, đến nay đã có tổng cộng 334 viện nghiên cứu và trung tâm (phần lớn trong số đó liên kết chặt chẽ với các trường đại học) trên toàn Italia. CNR, được cấp tài chính chủ yếu bởi Chính phủ và một phần từ các quỹ của Cộng đồng châu Âu, có những nhiệm vụ chính:

- Hỗ trợ nghiên cứu khoa học và công nghệ (nghiên cứu cơ bản và các nhiệm vụ được định hướng) thông qua các cơ quan nghiên cứu của nó và cấp tài chính cho nghiên cứu được tiến hành bởi các viện nghiên cứu và các cá nhân nghiên cứu;

- Chuyển giao kết quả nghiên cứu đến ngành công nghiệp, dịch vụ và Chính phủ;

- Tư vấn cho Chính phủ;

- Cấp học bổng cho đào tạo trong nghiên cứu.

ENEA tham gia trực tiếp vào việc mở rộng các dự án, đặc biệt tập trung vào các lĩnh vực năng lượng, môi trường và công nghệ sinh học. ENEA tiến hành các nghiên cứu ứng dụng và có thể được chuyển giao kết quả cho ngành công nghiệp. Nó còn thực hiện các hợp đồng nghiên cứu trong một số lĩnh vực với các tổ chức ở trong và ngoài nước. Nó cũng thúc đẩy và tham gia vào liên kết nghiên cứu ở cấp quốc gia và quốc tế, đồng thời cũng sở hữu một phần các công ty công nghệ cao. ENEA cũng cung cấp các lớp đào tạo và hỗ trợ kỹ thuật cho các doanh nghiệp nhỏ và vừa và các công ty mới khởi nghiệp. Nguồn tài chính của cơ quan này cũng giống như CNR.

Các cơ quan công khác thực hiện nghiên cứu ở trình độ cao là Cơ quan Không gian Italia (ASI), Trung tâm Nghiên cứu Hàng không Italia (CIRA), Viện Vật lý Hạt nhân Quốc gia (INFN)

Viện Công nghệ Italia (IIT), được thành lập năm 2004 bởi Bộ Giáo dục, Đại học và Nghiên cứu và Bộ Kinh tế và Tài chính. Mục tiêu của nó là trở thành một trung tâm xuất sắc quốc tế về nghiên cứu khoa học

trong lĩnh vực công nghệ tiên tiến. Nó là một phần trong tiến trình đổi mới mà Chính phủ đang tiến hành để hiện đại hóa hệ thống khoa học và công nghệ quốc gia.

Các trung tâm nghiên cứu tư: bên cạnh các viện nghiên cứu công, các tập đoàn công nghiệp chính (Fiat, Pirelli, Telecom Italia, Finmeccanica, Enel...) cũng lập các cơ sở hạ tầng nghiên cứu của riêng họ.

Các cơ quan / tổ chức đổi mới công

Văn phòng Patent Italia là cơ quan đặc biệt của Bộ phụ trách các Hoạt động Sản xuất, có nhiệm vụ tạo lập các quy chế về các vấn đề sở hữu công nghiệp.

Viện Thúc đẩy Công nghiệp (IPI) được kiểm soát bởi Bộ phụ trách các Hoạt động Sản xuất, có những hoạt động sau:

- Các chính sách công nghiệp: tư vấn kỹ thuật trong việc xác định và thực hiện các chính sách thương mại và công nghiệp;
- Các công cụ và chính sách khuyến khích: tư vấn kỹ thuật trong các hoạt động liên quan đến các chương trình do EU đồng tài trợ; tư vấn kỹ thuật trong lĩnh vực hỗ trợ, đào tạo chuyên gia làm việc trong lĩnh vực hỗ trợ các doanh nghiệp nhỏ và vừa;
- Các mạng lưới chuyển giao công nghệ: cung cấp hỗ trợ kỹ thuật cho việc thực hiện một mạng lưới các cơ quan trung gian trong hệ thống sản xuất của Italia, trong lĩnh vực chuyển giao công nghệ vì lợi ích của các doanh nghiệp nhỏ và vừa, và thúc đẩy thực hiện hệ thống liên kết quốc tế với các mạng lưới quốc gia và vùng cho chuyển giao công nghệ;
- Các nỗ lực hợp tác quốc tế song phương và đa phương: hỗ trợ và tư vấn kỹ thuật cho các quản lý trong lĩnh vực tư vấn, thiết kế và thực hiện các chương trình và sáng kiến hợp tác được khuyến khích bởi EU, OECD, Liên Hợp Quốc và các tổ chức quốc tế khác; hỗ trợ kỹ thuật cho các Chính phủ của các nước đối tác trong việc lập kế hoạch và thực hiện các chương trình phát triển công nghiệp cũng như hỗ trợ kỹ thuật cho các vùng trong thiết kế và thực hiện các chương trình hợp tác công nghiệp.

Các trung tâm nghiên cứu công nghiệp và các tổ chức trung gian đổi mới: bao gồm AIRI (Hiệp hội vì Nghiên cứu Italia), thúc đẩy nghiên cứu công nghiệp và hợp tác giữa các công ty và các cơ quan nghiên cứu công. Thành viên của AIRI là các công ty công và tư thực hiện nghiên cứu và phát triển, các trung tâm nghiên cứu, các hiệp hội công nghiệp và các tổ chức tài chính liên nghiên cứu công nghiệp; Cụm Công nghiệp là một tập hợp công ty cấp vùng, sử dụng tổng cộng khoảng 2 triệu nhân viên trên khắp đất nước. Chúng thường tập trung và các lĩnh vực sản xuất truyền thống và năng lực của chúng ít dựa vào các hoạt động nghiên cứu và phát triển); Cụm công nghệ, cũng ở cấp vùng, thúc đẩy các lĩnh vực công nghệ chiến lược then chốt như: ứng dụng không dây, y sinh học phân tử, công nghệ sinh học, công nghệ thông tin và viễn thông, công nghệ vật liệu mới, công nghệ vật liệu polyme, điện tử - cơ khí, vi điện tử, công nghệ nano.

Tại Italia, các công viên khoa học và công nghệ là những nơi thực hiện nhiều hoạt động như nghiên cứu và phát triển, ươm tạo, hỗ trợ đổi mới và công nghệ. Hiệp hội các Công viên khoa học và công nghệ được thành lập năm 1989 hiện nay đã tập hợp được 29 công viên. Các cấu trúc hỗ trợ tạo lập doanh nghiệp đổi mới hoặc hiện đại hóa chúng là các vườn ươm hoặc các tổ chức hỗ trợ doanh nghiệp, như các Trung tâm Đổi mới Doanh nghiệp (BICs) và các Trung tâm Phát triển Doanh nghiệp (CISI). Các vườn ươm hoạt động ở Italia có nguồn tài chính cả của công và tư. Mục tiêu của các vườn ươm công là thúc đẩy sự phát triển vùng cũng như hỗ trợ các lĩnh vực sản xuất đặc thù. Các vườn ươm tư hoạt động theo xu hướng thu lợi nhuận và cung cấp nguồn vốn mạo hiểm. Một số lượng lớn các vườn ươm tập trung ở phía Bắc đất nước và nằm trong các công viên khoa học.

Mạng lưới Phổ biến Đổi mới và Chuyển giao Công nghệ của Italia (RIDITT), được lập năm 2003 giúp nâng cao các kỹ năng về công nghệ và khai thác các nguồn công nghệ có sẵn và thúc đẩy liên kết các tiến trình giữa công và tư trong HTĐMQG. Mạng RIDITT cung cấp thông tin, đào tạo và các dịch vụ hỗ trợ kỹ thuật cho các công ty, trường đại học, trung tâm nghiên cứu, công viên khoa học và công nghệ, các nhà hoạch định chính sách cấp vùng và quốc gia. Ngoài ra, RIDITT còn

cung cấp các dịch vụ nhằm thúc đẩy quốc tế hóa các trung tâm đổi mới thông qua Mạng lưới Quốc tế các doanh nghiệp nhỏ và vừa.

Hệ thống tài chính

Hệ thống tài chính hỗ trợ nghiên cứu phát triển và đổi mới ở Italia bao gồm Mạng Kinh doanh Tài năng Italia (IBAN), Hiệp hội Chứng khoán Tư nhân và Vốn Mạo hiểm Italia (AIFI) và hàng loạt các ngân hàng tư nhân và các tổ chức tài chính trung gian cung cấp tài chính cho nghiên cứu phát triển và các dự án đổi mới. Ngân hàng tư nhân San Paolo - IMI phối hợp với Ngân hàng Phát triển châu Âu thiết lập một nguồn vốn 250 triệu Euro để cấp cho các hoạt động nghiên cứu phát triển tại Italia. Từ năm 2006, số tiền này được tăng lên 500 triệu Euro. Thỏa thuận được ký năm 2004 giữa ngân hàng tư nhân Banca Intesa và Ngân hàng Đầu tư châu Âu để thành lập quỹ trị giá 400 triệu Euro phục vụ các doanh nghiệp nhỏ và vừa Italia thực hiện các dự án đổi mới. Tháng 10/2004, "IntesaNova", một dự án cung cấp vốn cho các doanh nghiệp đổi mới nhỏ và vừa, được thành lập bởi Banca Intesa và các trường Đại học lớn nhất Italia.

4.2.8. HTĐMQG của Trung Quốc

HTĐMQG của Trung Quốc đang được tái tổ chức một cách nhanh chóng và sâu rộng. Trước tình hình mới đặt ra đối với phát triển kinh tế và phát triển khoa học và công nghệ thế giới, Chính phủ Trung Quốc đã kịp thời đưa ra các quyết sách mang tính chiến lược quan trọng về xây dựng HTĐMQG, với hàng loạt các chương trình:

Chương trình Quốc gia về các dự án khoa học và công nghệ then chốt: được bắt đầu từ năm 1982, là một phần quan trọng trong các kế hoạch 5 năm để phát triển kinh tế - xã hội. Những mục tiêu của nó là tìm ra những giải pháp cho những vấn đề khoa học và công nghệ trong phát triển kinh tế và xã hội trung và dài hạn; thúc đẩy hiện đại hóa các ngành công nghiệp và tối ưu hóa các cơ cấu công nghiệp; hỗ trợ phát triển công nghệ cao và công nghiệp hóa công nghệ cao; cải thiện chất lượng phát triển kinh tế và đời sống người dân; và nâng cao năng lực khoa học và công nghệ quốc gia.

Chương trình nghiên cứu và phát triển công nghệ cao/Chương trình 863 (năm 1986): chú trọng vào các lĩnh vực nghiên cứu chiến

lược của Trung Quốc, tập trung vào nghiên cứu cơ bản và ứng dụng trong 8 lĩnh vực công nghệ then chốt. Chương trình tiếp tục chú trọng vào sự phát triển công nghệ quốc phòng và dân sự chiến lược và đặt ra mục tiêu đạt trình độ ngang hàng về công nghệ với các quốc gia công nghiệp hóa.

Chương trình Ngọn đuốc (1988): là một chương trình định hướng cho phát triển các ngành công nghiệp mới và công nghệ cao ở Trung Quốc. Chương trình chú trọng thúc đẩy thương mại hóa các thành quả công nghệ cao và công nghệ mới, đặc biệt là thương mại hóa các kết quả nghiên cứu đạt được từ Chương trình 863; công nghiệp hóa các sản phẩm công nghệ cao và quốc tế hóa các ngành công nghiệp công nghệ cao.

Chương trình sản phẩm mới quốc gia (1988): chương trình này hỗ trợ cho các nỗ lực nghiên cứu phát triển đưa đến các sản phẩm công nghệ cao mới, đặc biệt là các sản phẩm dựa trên tài sản trí tuệ mới, được chế tạo chủ yếu bằng nội lực (các thành phần nội địa chiếm từ 80% trở lên), có tiềm năng xuất khẩu cao hoặc đạt tiêu chuẩn quốc tế.

Chương trình phổ biến các thành tựu khoa học và công nghệ quốc gia (1990): chương trình này do Hội đồng Nhà nước thông qua, nhằm hỗ trợ cho các doanh nghiệp trong việc ứng dụng các kết quả nghiên cứu và phát triển khoa học và công nghệ để có thể thương mại hóa được. Chương trình cung cấp tài chính thông qua các khoản vay của Nhà nước, tài trợ của các chính quyền địa phương và vốn đầu tư của các doanh nghiệp.

Chương trình các lĩnh vực nghiên cứu cơ bản ưu tiên quốc gia (1991): chương trình này thúc đẩy sự chú trọng hơn nữa đến nghiên cứu khoa học cơ bản. Nó được tổ chức và thực hiện dưới dạng một chương trình các dự án then chốt cho nghiên cứu cơ bản của đất nước. Theo Chương trình, Nhà nước chọn lựa các dự án theo tiêu chí và tổ chức các nhóm nghiên cứu, nhóm này có năng lực cao và được đầu tư rất nhiều để có thể tạo nên những tiến bộ đột phá nhằm thúc đẩy tiến bộ khoa học và công nghệ và thực hiện các mục tiêu trong nghiên cứu cơ bản.

Chương trình nghiên cứu phát triển quốc gia: được lập năm 1995, nhằm thực hiện chiến lược "Thúc đẩy sự phát triển đất nước bằng khoa học và giáo dục" và chiến lược phát triển bền vững.

Năm 1998, Chính phủ Trung Quốc đã phê chuẩn việc tiến hành thí điểm *Chương trình đổi mới tri thức*. Nó đã qua giai đoạn hai được gọi là "Giai đoạn thực hiện (2001-2005)". Ngay sau Chương trình này là một chương trình hành động đã được tiến hành nhằm đổi mới giáo dục trong thế kỷ 21. Cũng tiếp sau đó là các hội nghị quốc gia về đổi mới công nghệ, nghiên cứu khoa học cơ bản... nhằm đẩy mạnh hơn nữa hệ thống nghiên cứu khoa học.

Gần đây nhất, ngày 9/2/2006 tại Bắc Kinh, Hội đồng Nhà nước Trung Quốc đã ban hành Định hướng Quốc gia về Chương trình phát triển Khoa học và Công nghệ Trung và Dài hạn (2006-2020). Theo đó, đầu tư cho nghiên cứu và phát triển của Trung Quốc sẽ đạt mức 2% GDP vào năm 2010 và 2,5% GDP vào năm 2020. Định hướng cũng đặt ra mục tiêu giảm 30% sự lệ thuộc của Trung Quốc vào công nghệ nước ngoài. Theo Định hướng này, Trung Quốc sẽ tăng đáng kể năng lực đổi mới, năng lực khoa học và công nghệ trong việc thúc đẩy phát triển kinh tế, xã hội và đảm bảo an ninh quốc gia. Những nỗ lực này sẽ biến Trung Quốc thành một quốc gia đổi mới được định hướng và là nền tảng vững chắc để Trung Quốc trở thành cường quốc về khoa học và công nghệ trên thế giới vào giữa thế kỷ này.

Qua sự phản ánh của các chương trình khoa học và công nghệ trong thời kỳ cải cách cho thấy, cộng đồng khoa học của Trung Quốc đã bị thúc đẩy để chuyển hướng các nỗ lực của họ sang các nghiên cứu nhằm đáp ứng thị trường và mang định hướng kết quả hơn. Các chương trình phát triển khoa học và công nghệ trên sẽ giúp dẫn hướng cho sự chuyển đổi này bằng cách tạo ra các biện pháp khuyến khích đổi mới.

Các thành phần trong HTĐMQG của Trung Quốc

HTĐMQG của Trung Quốc là một hệ thống mạng lưới được cấu thành bởi các cơ quan liên quan đến đổi mới tri thức và đổi mới công nghệ, bao gồm: hệ thống đổi mới tri thức; hệ thống đổi mới công nghệ và ứng dụng công nghệ; hệ thống phổ biến tri thức. Các viện quốc gia đóng vai trò chính trong việc đưa khoa học vào đời sống, khuyến khích các phương pháp khoa học.

Ủy ban Nhà nước Hướng dẫn về khoa học, công nghệ và giáo dục nằm trong Hội đồng Nhà nước và được thành lập năm 1998, là cơ quan

cao nhất điều phối chính sách đổi mới. Hội đồng Nhà nước thực hiện vai trò điều phối các chính sách Chính phủ và là cơ quan ra quyết định các chiến lược quốc gia về các lĩnh vực khoa học, công nghệ và giáo dục, đồng thời điều phối chính sách đổi mới cấp bộ và tỉnh.

Hầu hết các chính sách và các biện pháp liên quan tới đổi mới đều bắt nguồn từ Chính phủ, mà Bộ khoa học và công nghệ đóng vai trò chủ đạo. Bộ khoa học và công nghệ có năng lực cao về mặt thiết kế và thực hiện chính sách đổi mới. Thông qua các cơ quan thực hiện của mình, Bộ khoa học và công nghệ thực hiện nhiều chương trình nhằm cấp tài chính cho nghiên cứu và phát triển, phục vụ doanh nghiệp, nhất là doanh nghiệp đổi mới vừa và nhỏ, quản lý và thúc đẩy các công viên khoa học và các vườn ươm trong nước, cũng như phát triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực khoa học và công nghệ. Năm 1996, Trung Quốc đã đưa Đạo luật Khuyến khích Chuyển giao Công nghệ. Phần lớn đầu tư đổi mới quốc gia đến từ các kế hoạch khoa học và công nghệ quốc gia, được sử dụng có hệ thống như một cơ chế khuyến khích đổi mới trong những khu vực then chốt, đây là một phương thức cấp vốn cho nghiên cứu phát triển và phát triển công nghệ cao.

Các trường đại học và các viện nghiên cứu: từ khi có những cải cách, các trường đại học và các viện nghiên cứu của nước này buộc phải gắn kết với thị trường và mở rộng hợp tác. Các viện nghiên cứu công và các trường đại học được trao quyền tự chủ nhiều hơn trong việc bán sản phẩm nghiên cứu của họ, trong khi ngân sách của Chính phủ cấp cho họ bị giảm đi. Đầu tư của Chính phủ giảm mạnh đã khiến các viện nghiên cứu phải xích lại gần hơn với doanh nghiệp.

Trong HTĐMQG của Trung Quốc hiện nay, việc phổ biến công nghệ chủ yếu là từ trường đại học và viện nghiên cứu tới doanh nghiệp, việc chuyển giao công nghệ giữa các doanh nghiệp là rất ít. Có 3 cơ chế chính phổ biến công nghệ ở Trung Quốc. Cơ chế thứ nhất là các hợp đồng chuyển giao công nghệ, là cơ chế phổ biến công nghệ chính ở Trung Quốc. Cơ chế thứ hai là thị trường công nghệ, được thiết lập trên toàn quốc, bao gồm từ tư vấn, chuyển giao công nghệ, đào tạo đến các dịch vụ kỹ thuật, là một biện pháp quan trọng cải cách hệ thống đổi mới của Trung Quốc. Cơ chế thứ ba là các công ty spin-off, được thành lập bởi các trường đại học và viện nghiên cứu, đã có hàng nghìn doanh nghiệp dạng này được thành.

Trung Quốc có một số lượng lớn các trường đại học, trong đó Đại học Bắc Kinh và Đại học Thanh Hoa là lớn nhất. Năm 1999, các trường đại học chỉ đóng góp 10,6% cho chi tiêu nghiên cứu và phát triển quốc gia. Các trường đại học Trung Quốc được ưu tiên nghiên cứu cơ bản, chiếm một nửa chi tiêu nghiên cứu cơ bản quốc gia và sử dụng hơn một nửa số lượng nhà nghiên cứu trong nghiên cứu cơ bản của nước này.

Trong HTĐMQG của Trung Quốc, các viện nghiên cứu công chiếm 43,4% tổng chi cho nghiên cứu và phát triển quốc gia, so với 41,6% của doanh nghiệp (theo Cục Thống kê Quốc gia năm 2000). Vào cuối năm 2003, có 116 cơ quan đặt trực tiếp dưới sự giám sát của Viện hàn lâm khoa học, trong đó 89 viện nghiên cứu, 3 cơ quan giáo dục, 12 cơ quan quản lý, 7 cơ quan hỗ trợ, 2 cơ quan thông tin đại chúng và xuất bản, và 3 cơ quan khác. Các cơ quan này sử dụng tổng cộng hơn 44.000 người, trong đó có khoảng 30.000 cán bộ khoa học và công nghệ, khoảng 5000 nhà quản lý và 9000 nhân công khác. Năm 2004, Viện hàn lâm khoa học đã tạo ra tổng cộng 18.000 chỗ làm mới, trong đó chỗ làm nghiên cứu chiếm 83%. Viện hàn lâm vẫn là nơi nhận được nhiều ngân sách của Chính phủ cho khoa học và công nghệ.

Quỹ Khoa học Tự nhiên Quốc gia của Trung Quốc (NSFC) được thành lập năm 1986 do Hội đồng Nhà nước thông qua, phụ trách quản lý Quỹ Khoa học Tự nhiên Quốc gia. Nó chỉ đạo, điều phối và hỗ trợ tài chính cho nghiên cứu cơ bản, nghiên cứu ứng dụng và báo cáo trực tiếp lên Hội đồng Nhà nước. Nguồn quỹ chủ yếu của NSFC do Chính phủ tài trợ, năm 2004 ngân sách của NSFC là khoảng 0,2 tỷ euro.

Các doanh nghiệp: Trung Quốc có rất nhiều cơ hội cho các doanh nghiệp, bởi thị trường rộng lớn và những cải cách thuận lợi. Có thể chia ra làm 3 loại công ty theo đặc điểm đổi mới:

- Doanh nghiệp nhà nước: những cải tổ doanh nghiệp nhà nước đã được thực hiện trong những năm 1990 và kinh tế thị trường đã tạo sức ép lớn hơn cho hoạt động nghiên cứu và phát triển, quy trình sản xuất phải hiệu quả và sản phẩm phải cạnh tranh. Trong giai đoạn chuyển tiếp cải tổ hệ thống đổi mới, một số công ty đã cải thiện được năng lực công nghệ và bắt đầu hợp tác với các trường đại học và viện nghiên cứu.

- Doanh nghiệp nước ngoài: các công ty này hầu như sử dụng công nghệ từ các công ty mẹ ở nước ngoài. Từ vài năm trở lại đây, cùng với sự gia tăng đầu tư của các doanh nghiệp nước ngoài, nhiều công ty lớn Mỹ và châu Âu đã bắt đầu đầu tư vào các phòng thí nghiệm nghiên cứu và phát triển ở Trung Quốc. Điều này cho thấy một sự chuyển đổi, môi trường trong nước đã có ảnh hưởng đáng kể đến các hoạt động nghiên cứu và phát triển của các doanh nghiệp đầu tư nước ngoài.

- Các công ty spin - off do các viện nghiên cứu và trường đại học thành lập, đây là thành quả của tiến trình cải tổ nghiên cứu công. Tuy nhiên việc sở hữu các công ty này vẫn đặt ra nhiều vấn đề phức tạp chưa được giải quyết. Các công ty này là một phần quan trọng trong HTĐMQG của Trung Quốc. Khuyến khích các trường đại học lập các doanh nghiệp công nghệ là biện pháp hiệu quả để thúc đẩy các trường liên kết với khối công nghiệp và thúc đẩy phổ biến công nghệ. Khoảng 5000 công ty spin-off của trường đại học hiện có tại Trung Quốc cho thấy mối liên kết khá tốt giữa các trường đại học, viện nghiên cứu và công nghiệp trong HTĐMQG của Trung Quốc. Phần lớn các công ty này đặt tại Bắc Kinh và thuộc các trường đại học lớn như Đại học Bắc Kinh, Đại học Thanh Hoa. Bên cạnh đó, các công ty này còn có sứ mệnh cung cấp các khoá đào tạo thực tiễn cho các sinh viên đại học.

- Doanh nghiệp vừa và nhỏ truyền thống của Trung Quốc vẫn còn yếu trong định hướng đổi mới. Một số doanh nghiệp này đang bắt tay với các viện nghiên cứu công hoặc các trường đại học. Đó là một vài công ty có tầm nhìn dài hạn về nghiên cứu và phát triển đang tìm kiếm vị trí cạnh tranh dài hạn bằng cách làm việc với các viện nghiên cứu công và trường đại học.

Các tổ chức tài chính: các thị trường vốn của Trung Quốc chưa chín muồi nên khó huy động vốn cho nghiên cứu và phát triển từ khu vực tư nhân, do vậy Chính phủ phải đóng vai trò chủ chốt trong cung cấp tài chính cho các hoạt động nghiên cứu và phát triển. Như vậy, đầu tư của nước này cho nghiên cứu và phát triển vẫn còn thiếu. Tuy nhiên, từ khi có Quy định về Vốn Ngân hàng cho Công nghệ, đầu tư cho khoa học và công nghệ quốc gia đã được tăng thêm. 2 tổ chức tín dụng ngân hàng của Trung Quốc tham gia tích cực nhất vào hoạt động này là Ngân hàng Phát triển Trung Quốc và Vốn mạo hiểm Công nghệ cao Bắc kinh.

Các tổ chức trung gian: một khía cạnh khác của HTĐMQG Trung Quốc là sự phát triển của các hệ thống đổi mới vùng với sự giúp đỡ của các khu phát triển công nghệ cao. Có khoảng 53 khu như vậy, là một dạng công viên công nghệ cao với sự hội tụ của các thành phần trong HTĐMQG và được hỗ trợ thuế. Các khu phát triển công nghệ cao được sử dụng như nền tảng cho chuyển giao công nghệ và hoạt động ươm tạo. Hiệp hội khoa học và công nghệ Trung Quốc (CAST) là một tổ chức phi lợi nhuận, một tổ chức phi Chính phủ của các nhà khoa học và công nghệ Trung Quốc. CAST quy tụ 165 cơ quan đơn vị chuyên nghiệp trong nước, với tổng cộng 4,3 triệu thành viên trên khắp đất nước. Nhiệm vụ chính của CAST là tổ chức các cuộc trao đổi hàn lâm, phổ biến tri thức khoa học đến mọi người, phổ biến các quan điểm và nguyện vọng của các nhà khoa học và công nghệ và tham gia vào đánh giá và đổi mới giáo dục.

4.2.9. HTĐMQG của Hàn Quốc

Tại Hàn Quốc, mô hình HTĐMQG thế hệ thứ 3 đang hiện diện. Mô hình thế hệ thứ 1 diễn ra trong những năm 1960 và 1970 được đặc trưng bởi việc ban hành các chính sách và hoạt động khoa học, công nghệ và đổi mới. Những năm 1980 và 1990 được đánh dấu bởi HTĐMQG thế hệ thứ 2 với đặc trưng là hỗ trợ các tập đoàn lớn. Mô hình thế hệ thứ 3 nhấn mạnh sự liên kết của các chính sách khoa học và công nghệ và đổi mới về mặt mục tiêu, ý nghĩa, hài hoà thời gian và không gian. Mô hình này được đặc trưng bởi sự hoà hợp về mặt chính sách quốc gia của toàn bộ nền kinh tế và xã hội, cũng như sự hài hoà kinh tế vùng. Phó Thủ tướng phụ trách khoa học và công nghệ phải đảm bảo toàn bộ chính sách kinh tế vĩ mô và thiết lập Văn phòng Khoa học, Công nghệ và Đổi mới trong Bộ khoa học và công nghệ Hàn Quốc, đây là một điểm nổi bật của Mô hình thế hệ thứ 3. Hàn Quốc đang trở thành một trong những quốc gia đi đầu về đổi mới, với các chính sách nhằm đưa nước này bắt kịp các nước G7 vào năm 2015.

Những thay đổi trong chính sách khoa học, công nghệ và đổi mới của Hàn Quốc

Sự thay đổi trong Chính phủ Hàn Quốc vào tháng 2 năm 2003 đã dẫn đến những thay đổi trong chính sách của nước này đối với các lĩnh

vực khác nhau, trong đó có khoa học, công nghệ và đổi mới. Chính phủ mới đã đặt khoa học và công nghệ vào chương trình nghị sự chính sách hàng đầu với quan điểm chuyển đổi đất nước thành một xã hội dựa trên khoa học và công nghệ. Mục tiêu chính sách là thực hiện một cú nhảy vọt nữa trong phát triển đất nước dựa trên khoa học và công nghệ.

Để hướng tới mục tiêu này, Chính phủ Hàn Quốc đã thiết lập một cơ cấu khung mới điều hành các chính sách, chương trình khoa học, công nghệ và đổi mới trong nhiệm kỳ của Chính phủ hiện tại. Các đặc điểm chính của cơ cấu khung chính sách này gồm:

- Trọng tâm của chính sách khoa học, công nghệ và đổi mới sẽ nhằm vào việc đẩy mạnh năng lực khoa học và công nghệ để tạo điều kiện thuận lợi cho sự chuyển tiếp theo hướng xã hội tri thức, thúc đẩy phát triển các ngành công nghiệp mới và đáp ứng các thách thức cả về kinh tế lẫn xã hội mà Hàn Quốc đang phải đối mặt. Để đẩy mạnh cơ sở nền tảng cho phát triển khoa học và công nghệ, ưu tiên chính sách sẽ được nhằm vào việc thúc đẩy nghiên cứu khoa học cơ bản và phát triển nguồn nhân lực có khả năng sáng tạo về khoa học và công nghệ. Đồng thời, để phát triển động lực tăng trưởng trong tương lai, các nguồn lực nghiên cứu và phát triển sẽ được tập trung vào các lĩnh vực công nghệ lựa chọn, vốn được coi là có tầm quan trọng mang tính chiến lược đối với sự phát triển trong tương lai của Hàn Quốc.

Các chính sách khoa học, công nghệ và đổi mới sẽ được xây dựng và thực hiện cho phù hợp với bối cảnh toàn cầu, nhằm đẩy mạnh mối gắn kết quốc tế trong hệ thống đổi mới quốc gia, đồng thời phát triển các cơ sở khu vực về khoa học, công nghệ và đổi mới. Hàn Quốc đặt mục tiêu đóng vai trò như một trung tâm nghiên cứu và phát triển của khu vực Đông Bắc Á.

Trong khi theo đuổi sự phát triển không ngừng các nguồn lực nghiên cứu phát triển và khoa học công nghệ, Hàn Quốc chú trọng hơn vào việc đảm bảo một sự phân bổ cân bằng và có hiệu quả các nguồn lực. Nhằm nâng cao hiệu quả của đầu tư nghiên cứu phát triển, Chính phủ sẽ thực hiện cải cách hệ thống nghiên cứu phát triển của khu vực Nhà nước và khuyến khích sự hợp tác tích cực giữa khu vực Nhà nước và tư nhân.

Chính phủ khuyến khích sự tham gia của xã hội dân sự và các hãng công nghiệp tư nhân trong quá trình hoạch định chính sách khoa học và công nghệ, coi đó như một biện pháp để phản ánh đầy đủ yêu cầu của xã hội và đẩy mạnh một nền văn hóa thuận lợi cho đổi mới khoa học và công nghệ.

Tuân theo cơ cấu khung mới, Chính phủ đã xác định sẽ phát triển 10 lĩnh vực công nghệ, coi đó như một động cơ tăng trưởng kinh tế trong vòng 10 năm tới và thực hiện những kế hoạch liên bộ để phát triển các lĩnh vực công nghệ này. Các công nghệ được chú trọng phát triển đó bao gồm: Tivi và truyền hình số hóa; các màn hình LCD, LED, PDP...; rôbốt thông minh; xe ô tô thế hệ mới (xe thông minh, xe sạch,...); thiết bị bán dẫn thế hệ tiếp theo (SoC, chip nano,...); thông tin di động thế hệ tiếp theo; mạng gia đình thông minh; nội dung và giải pháp số hóa; pin-ắc quy thế hệ tiếp theo; và sinh y học (chip sinh học, các bộ phận nhân tạo,...).

Chính phủ Hàn Quốc đã đặt mục tiêu tăng gấp đôi đầu tư nghiên cứu và phát triển quốc gia trong giai đoạn từ 2001 đến 2007. Đồng thời, số nhân lực nghiên cứu sẽ tăng từ 180.000 lên 250.000 trong cùng thời kỳ.

Nghiên cứu trong khu vực nhà nước và các tổ chức nghiên cứu công

Vấn đề then chốt hiện nay trong lĩnh vực nghiên cứu thuộc khu vực Nhà nước ở Hàn Quốc là làm thế nào để nâng cao hiệu quả và tính có hiệu lực của nghiên cứu và phát triển của Chính phủ. Bộ khoa học và công nghệ phải đẩy mạnh vai trò là cơ quan trung ương điều phối liên Bộ về chính sách khoa học và công nghệ và các hoạt động nghiên cứu phát triển, cùng lúc giảm dần sự can thiệp của mình trong tiến trình thực hiện trên thực tế các chương trình nghiên cứu và phát triển. Tổng thống Hàn Quốc cũng đã tuyên bố công khai rằng Bộ trưởng Bộ khoa học và công nghệ sẽ được đề bạt vào chức vụ phó Thủ tướng, có quyền chỉ đạo việc phân bổ ngân sách nghiên cứu và phát triển của Chính phủ. Sự thay đổi trong hệ thống khoa học và công nghệ của Chính phủ có thể dẫn đến những thay đổi trong các viện nghiên cứu công.

Tại Hàn Quốc, Bộ khoa học và công nghệ, Bộ Thương mại, Công nghiệp và Năng lượng và Bộ Viễn thông vẫn là các nhà tài trợ chính, cung cấp hơn 64% chi phí cho các chương trình nghiên cứu và phát triển của Chính phủ trong năm 2002. Phần kinh phí đóng góp của Bộ khoa học và công nghệ đã tăng từ 22,7% năm 2001 lên 25,3% năm 2002, kinh phí của Bộ Thương mại, Công nghiệp và Năng lượng cũng tăng từ 19% lên 23,2%, trong khi tỷ trọng đầu tư của Bộ Truyền thông giảm từ 22,4% xuống 16,2%. Điều này cho thấy tầm quan trọng của công nghệ thông tin trong nghiên cứu và phát triển quốc gia đã giảm tương đối mạnh trong những năm gần đây.

Cơ cấu các hoạt động nghiên cứu và phát triển trong khu vực nhà nước chủ yếu vẫn giữ nguyên. Trong năm 2002, các viện nghiên cứu công thực hiện 41,4% các hoạt động nghiên cứu do Chính phủ tài trợ, các phòng thí nghiệm quốc gia đảm nhiệm 9,7%, trong khi tỷ trọng của các trường đại học là 22,6%. Phần còn lại, 16% thuộc về các hãng công nghiệp tư nhân (doanh nghiệp vừa và nhỏ chiếm 13%, các doanh nghiệp lớn 3,1%). Sự phụ thuộc nặng vào nghiên cứu và phát triển do Chính phủ tài trợ vẫn không thuyên giảm.

Điều đáng chú ý là phần tăng lên trong chi tiêu nghiên cứu và phát triển của Chính phủ được dùng cho phát triển công nghệ công nghiệp, trong khi phần chi tiêu cho sự tiến bộ của khoa học đang giảm dần. Trong giai đoạn từ năm 1998-2002, tỷ lệ chi tiêu nghiên cứu và phát triển của Chính phủ cho phát triển công nghệ công nghiệp đã tăng từ 27,8% lên 32,5%, trong khi chi tiêu cho tiến bộ khoa học giảm từ 20,2% xuống 17,5%. Chi tiêu cho nghiên cứu trong y học đã liên tục tăng trong cùng thời kỳ. Trong tổng chi tiêu của Chính phủ cho nghiên cứu và phát triển năm 2002, có 52,5% được sử dụng cho phát triển công nghệ, 28,4% chỉ cho nghiên cứu ứng dụng và phần còn lại 19% chỉ cho nghiên cứu khoa học cơ bản.

Về các lĩnh vực nghiên cứu, ngành công nghệ thông tin chiếm tỷ trọng lớn nhất trong nguồn kinh phí nghiên cứu của Chính phủ (25,4%) trong năm 2002, tiếp theo là các ngành điện tử (8,1%), kỹ thuật cơ học (7,8%), nghiên cứu hạt nhân (6,3%), giao thông vận tải (6,3%), v.v.. Các tỷ trọng dành cho các lĩnh vực khác hầu như không thay đổi trong 3 năm gần đây.

Sự hỗ trợ của Chính phủ cho nghiên cứu và đổi mới thuộc khu vực tư nhân

Kể từ những năm 1970, Hàn Quốc đã thông qua và áp dụng các chương trình chính sách khác nhau nhằm thúc đẩy và tạo điều kiện cho nghiên cứu phát triển và đổi mới thuộc khu vực tư nhân, trong đó có các biện pháp khuyến khích về thuế, hỗ trợ về mặt tài chính, tài trợ nghiên cứu và phát triển, v.v.. Các chương trình hỗ trợ hiện tại phần lớn đều được giữ nguyên, nhưng sẽ được đẩy mạnh hơn nữa trong các lĩnh vực sau:

+ Mở rộng sự hỗ trợ về tài chính và kỹ thuật cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ và các doanh nghiệp mới khởi sự như:

- Chấp nhận công nghệ (tài sản tri thức) như một khoản thế chấp để vay ngân hàng;
- Tài trợ cho các doanh nghiệp để thuê mướn nhân lực nghiên cứu và phát triển;
- Cung cấp cho các doanh nghiệp thông tin và dịch vụ kỹ thuật.

+ Thúc đẩy sự hợp tác ba bên giữa viện nghiên cứu công-trường đại học-ngành công nghiệp:

- Cùng tiến hành nghiên cứu và phát triển;
- Chia sẻ các phương tiện nghiên cứu;
- Tăng cường tính hiệu lực của các chương trình khuyến khích về thuế nhằm thúc đẩy nghiên cứu tư nhân;
- Cải tiến hệ thống quốc gia về tiêu chuẩn kỹ thuật và đẩy mạnh bảo hộ sở hữu trí tuệ.

Một số nỗ lực khác cũng đang được huy động nhằm thu hút đầu tư nước ngoài vào nghiên cứu và phát triển. Chính phủ Hàn Quốc đã đặt ra mục tiêu chính sách lâu dài là phát triển Hàn Quốc thành một trung tâm nghiên cứu và phát triển khu vực Đông Bắc Á, tận dụng lợi thế về vị trí địa kinh tế của Hàn Quốc trong khu vực. Để tư vấn cho Tổng thống về vấn đề này, một ủy ban đặc biệt đã được thành lập trực thuộc Văn phòng Tổng thống. Ủy ban này hợp tác với các Bộ và các cơ quan hữu quan và với khu vực tư nhân để tạo lập nên những môi trường về văn hóa, xã hội, kinh tế và vật chất cần thiết để thu hút đầu tư nước ngoài cho nghiên cứu và phát triển.

Do có những vấn đề tiềm ẩn về cơ cấu, nên hệ thống khoa học của Hàn Quốc được đặc trưng bằng việc các ngành công nghiệp ít trông cậy vào nghiên cứu khoa học để đổi mới và sự phản ứng yếu kém của các trường đại học và các viện nghiên cứu công trước những thay đổi thị trường. Chính đặc điểm này của hệ thống đã làm cho khu vực tư nhân và khu vực Nhà nước khó có thể hợp tác với nhau. Để giải quyết vấn đề này, Hàn Quốc đã theo đuổi hai định hướng chính sách: một chính sách dài hạn nhằm mở rộng nhu cầu nghiên cứu khoa học trong các ngành công nghiệp, bên cạnh đó Chính phủ thúc đẩy sự phát triển các ngành công nghiệp mang hàm lượng tri thức và khoa học cao.

Song song với việc thực hiện hai định hướng chính sách trên, các nỗ lực chính sách trung và ngắn hạn cũng đang được huy động nhằm làm cho hệ thống khoa học phản ứng nhanh hơn trước những thay đổi về nhu cầu:

Thứ nhất, để đưa những quan tâm của ngành công nghiệp vào trong các quá trình chính sách khoa học và công nghệ và nghiên cứu và phát triển quốc gia, Chính phủ đã bổ nhiệm các vị lãnh đạo trong khu vực công nghiệp làm thành viên của Hội đồng khoa học và công nghệ Quốc gia, nơi điều hành chính sách khoa học và công nghệ và điều phối sự phân bổ các nguồn lực nghiên cứu và phát triển.

Thứ hai, các hãng công nghiệp được khuyến khích tham gia vào việc quản lý các viện nghiên cứu công bằng cách được mời tham gia vào các ban thuộc Hội đồng Nghiên cứu, nơi chịu trách nhiệm điều hành các tổ chức nghiên cứu và phát triển của Chính phủ.

Thứ ba, Chính phủ khuyến khích các hãng công nghiệp tham gia vào các chương trình nghiên cứu và phát triển quốc gia. Các kiến nghị nghiên cứu liên quan đến các hãng công nghiệp được đối xử ưu đãi trong quá trình cung cấp tài trợ.

Thứ tư, Chính phủ đang cố gắng giảm những trở ngại về thể chế nhằm khuyến khích các viện nghiên cứu công có thể tìm kiếm các nguồn tài trợ ở bên ngoài, dựa trên cơ sở năng lực của họ đáp ứng được các yêu cầu của người sử dụng. Chính phủ còn cải tiến các luật lệ chi phối các hoạt động của các tổ chức nghiên cứu công nhằm thúc đẩy và tạo điều kiện hình thành các sản phẩm phụ từ nghiên cứu.

Các thành phần chính trong HTĐMQG của Hàn Quốc

Chính phủ: Bộ khoa học và công nghệ, Bộ Ngoại thương, Công nghiệp và Năng lượng và Bộ Viễn thông là các cơ quan ra chính sách chủ chốt, cấp tài chính cho các chương trình nghiên cứu và phát triển hàng năm của Chính phủ.

Các trường đại học và các tổ chức nghiên cứu: nhiều trường đại học nước ngoài tiến hành các nghiên cứu và chương trình với các trường đại học lớn ở Hàn Quốc. Cũng giống như Nhật Bản, Hàn Quốc hợp tác, tìm kiếm và theo các mô hình ở Mỹ hơn là ở châu Âu. Các chính sách của Hàn Quốc hiện nay nhằm tăng cường liên kết và hiện đại hóa khoảng 150 trung tâm xuất sắc ở Hàn Quốc: các trung tâm nghiên cứu khoa học và các trung tâm nghiên cứu kỹ thuật (được lựa chọn dựa trên tính sáng tạo và năng lực nghiên cứu), các trung tâm nghiên cứu vùng (được lựa chọn dựa trên năng lực nghiên cứu và đóng góp cho kinh tế vùng và cộng đồng). Các trung tâm nghiên cứu khoa học và trung tâm nghiên cứu kỹ thuật được thành lập năm 1989, tập trung vào nghiên cứu đổi mới trong các ngành khoa học cơ bản và các công nghệ mới; còn các trung tâm nghiên cứu vùng tập trung vào nghiên cứu hợp tác giữa các trường đại học vùng và ngành công nghiệp trong nước. Khi đã được chọn, các trung tâm này sẽ nhận được tài trợ từ Chính phủ trong thời gian 9 năm, nếu việc đánh giá (diễn ra 3 năm một lần) cho thấy nó phát triển tốt. Cho tới nay đã có 36 trung tâm nghiên cứu khoa học, 47 trung tâm nghiên cứu kỹ thuật và 37 trung tâm nghiên cứu vùng đã được lựa chọn và được cấp tài chính. Tổng số các trung tâm nghiên cứu này được hy vọng là sẽ tăng lên tới con số 150 trong tương lai. Viện KH&CN Tiên tiến Hàn Quốc (KAIST) đứng đầu trong việc thành lập và quản lý 33 trung tâm nghiên cứu của KAIST. Bên cạnh các trung tâm nghiên cứu khoa học và các trung tâm nghiên cứu kỹ thuật là 62 trung tâm nghiên cứu chung và các phòng thí nghiệm nghiên cứu.

Doanh nghiệp và các tổ chức tài chính: khu vực doanh nghiệp Hàn Quốc được kiểm soát bởi một số tập đoàn lớn, có tiềm lực nghiên cứu và luôn nắm bắt được thị trường với các sản phẩm đổi mới. Chi tiêu cho nghiên cứu của doanh nghiệp là khá cao so với các viện nghiên cứu. Bên cạnh các doanh nghiệp lớn là các doanh nghiệp vừa và nhỏ

được hỗ trợ bởi Cơ quan Quản lý doanh nghiệp vừa và nhỏ của Hàn Quốc (SMBA). Cơ quan này có nhiệm vụ chính là khuyến khích doanh nghiệp và tạo thuận lợi cho hợp tác giữa các doanh nghiệp vừa và nhỏ với các cơ quan nghiên cứu hoặc giữa chúng với nhau. Invest KOREA (IPA) cũng là một cơ quan thúc đẩy đầu tư quốc gia Hàn Quốc, một trong những mục đích của nó là tạo các điều kiện thuận lợi cho doanh nghiệp hợp tác đầu tư ở Hàn Quốc, phạm vi hoạt động của nó từ tư vấn kinh doanh, nghiên cứu thị trường, tìm đối tác đến cho vay.

4.2.10. HTĐMQG của Singapo

Theo Báo cáo Cạnh tranh thế giới 2004, nền kinh tế Singapo đứng thứ 2 thế giới về tính cạnh tranh kinh tế, trong đó nhấn mạnh về mặt kinh doanh và hiệu quả của Chính phủ và cơ sở hạ tầng. Singapo, với Chính phủ nhỏ bé nhưng hiệu quả, định hướng thị trường tốt và sớm thành công về kinh tế, đã có được một năng lực đổi mới rất tốt, chỉ xếp sau Nhật Bản.

Các thành phần trong HTĐMQG của Singapo

Chính phủ: vai trò của Chính phủ Singapo là rất lớn trong việc tổ chức chính sách đổi mới. Ban Phát triển Kinh tế (EDB) là cơ quan đứng đầu trong việc lập kế hoạch và thực hiện các chiến lược để duy trì tính cạnh tranh kinh doanh và đầu tư của Singapo. Do Singapo không có Bộ khoa học và công nghệ nên Bộ Công Thương (MTI) nước này phụ trách cả hoạt động khoa học và công nghệ. Các cơ quan của Chính phủ như A*STAR (Cơ quan Khoa học, Công nghệ và Nghiên cứu) và Ban Tiêu chuẩn, Sản xuất và Đổi mới Singapo (SPRING Singapo) đứng đầu trong những nỗ lực phát triển khoa học, công nghệ và đổi mới. Hầu hết các chính sách liên quan đến đổi mới đều do A*STAR xây dựng và thực hiện.

Các trường đại học và viện nghiên cứu: nổi bật là trường Đại học Công nghệ Nanyang với một sứ mệnh mới là thúc đẩy và hợp tác giữa trường đại học và ngành công nghiệp; Công viên Khoa học Singapo, được thành lập theo sáng kiến của Chính phủ năm 1980 để cung cấp cơ sở hạ tầng cần thiết cho thúc đẩy nghiên cứu và phát triển ở Singapo. Để giúp nó ứng biến hơn với các điều kiện của thị trường và yêu cầu của các công ty nghiên cứu và phát triển, việc quản lý Công

viên Khoa học Singapo được tư nhân hoá năm 1990. A*STAR đã thiết lập một số lượng lớn các viện nghiên cứu trong các lĩnh vực công nghệ cao. Các viện nghiên cứu chủ yếu hướng vào ngành công nghiệp công nghệ cao và một số khác có tham vọng tiếp cận nghiên cứu liên ngành.

Các tổ chức trung gian: Văn phòng Sở hữu Trí tuệ (IPOS), được thành lập năm 2002, nhằm cung cấp cơ sở hạ tầng và môi trường cho mở rộng sáng tạo, bảo vệ và khai thác sở hữu trí tuệ. SRING Singapo, được thành lập năm 2002 với sứ mệnh nâng cao năng lực sản xuất để tăng trưởng kinh tế và nâng cao tính cạnh tranh của Singapo.

Doanh nghiệp và các tổ chức tài chính: hoạt động nghiên cứu của Singapo chịu ảnh hưởng của các công ty đa quốc gia hoạt động tại Singapo. Các công nghệ được các công ty này chuyển giao cho các công ty Singapo. Nền kinh tế nước này bị ngự trị bởi các công ty đa quốc gia khổng lồ, họ lấy nước này làm bàn đạp để phát triển ra toàn khu vực.

4.2.11. HTĐMQG của Malaixia

Là một quốc gia với những nguồn lực tương đối hạn chế, Malaixia cần phải đảm bảo đạt được kết quả cần thiết và tỷ lệ thu hồi cao từ mỗi khoản đầu tư cho phát triển khoa học và công nghệ. Bởi vậy, việc phân bổ các nguồn lực cần phải được liên kết chặt chẽ với các ưu tiên quốc gia để đưa đất nước tiến lên nền kinh tế tri thức, nhằm đạt được tối đa các lợi ích kinh tế-xã hội. Tuy nhiên, năng lực đổi mới của nước này vẫn chưa mạnh, số lượng nhà nghiên cứu với 160 người tính trên 1 triệu dân là còn thấp, nước này cũng đang thiếu nhân lực trình độ cao và sự liên kết giữa hỗ trợ nghiên cứu giữa các công ty và cơ quan công (trường đại học và viện nghiên cứu).

Malaixia vẫn chưa có riêng một chính sách quốc gia về đổi mới, mặc dù đổi mới là yếu tố then chốt trong tất cả các chính sách và kế hoạch hiện nay của nước này. Malaixia đã đưa ra nhiều kế hoạch đầy tham vọng như:

- Tầm nhìn 2020, nhằm biến Malaixia thành một nước phát triển toàn diện vào năm 2020. Tầm nhìn này nhằm vào 9 thách thức chiến lược cần vượt qua vào năm 2020, trong đó có thách thức thiết lập một xã hội khoa học, đổi mới và tiến bộ, không chỉ là nước tiêu thụ công

nghe mà còn đóng góp cho văn minh khoa học và công nghệ của tương lai.

- Kế hoạch khoa học và công nghệ Quốc gia lần thứ 2 (NSTP 2) với 7 mũi chiến lược và các sáng kiến đặc thù được vạch ra là:

1. Nâng cao năng lực và tiềm lực nghiên cứu và công nghệ: đầu tư của Malaixia cho nghiên cứu và phát triển vẫn còn kém xa so với các nước tiên tiến. Tổng chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển tính đến năm 2000 chỉ chiếm 0,5% GDP.

Malaixia đặt mục tiêu tăng tổng chi tiêu quốc gia cho nghiên cứu và phát triển lên mức ít nhất là 1,5% GDP vào năm 2010. Sự đầu tư của khu vực tư nhân vào nghiên cứu phát triển và phát triển công nghệ cũng sẽ được khuyến khích thông qua các sáng kiến đặc thù, chẳng hạn như việc tăng cường sự tiếp cận với các phương tiện nghiên cứu của Chính phủ và mở rộng sự phân bổ đối với các Chương trình Trợ cấp Công nghiệp, chẳng hạn như Chương trình Trợ cấp nghiên cứu và phát triển công nghiệp (IGS), Chương trình trợ cấp nghiên cứu và phát triển của Siêu hành lang Đa phương tiện (MSC). Những sáng kiến đặc thù khác nằm trong NSTP2 là sự thực hiện mạnh mẽ và mang tính chiến lược đối với Chương trình Tiếp thu công nghệ (một khung đối tác thông minh với các hãng Malaixia và các cơ quan do Chính phủ quản lý) và sự thành lập các mối liên kết mạnh mẽ với các Trung tâm xuất sắc cấp khu vực và quốc tế trong hợp tác nghiên cứu và phát triển cũng như đồng phát triển công nghệ.

2. Thúc đẩy thương mại hoá các sản phẩm nghiên cứu: sự thành công của đổi mới được quyết định bởi khả năng biến ý tưởng và tri thức thành sản phẩm/quy trình có nhu cầu ở thị trường. Là một tác nhân chủ chốt trong việc củng cố các mối liên kết giữa những nơi sản xuất ra tri thức và những nơi sử dụng tri thức, Chính phủ đã thành lập Cơ quan Phát triển kinh doanh thuộc Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường (MOSTE) để phát triển các chiến lược và chương trình nhằm đẩy mạnh việc thương mại hoá và phổ biến các kết quả nghiên cứu. Các sáng kiến đặc thù khác là thông qua việc đưa ra Chương trình Đối tác giữa khu vực Chính phủ và ngành công nghiệp, trong đó các nhà nghiên cứu sẽ dành một số thời gian để trợ giúp kỹ thuật cho các công ty.

3. Phát triển năng lực của nguồn nhân lực: việc đầu tư vào những tài sản vô hình như giáo dục và đào tạo, nghiên cứu và phát triển và các kỹ năng quản lý mới là rất quan trọng. Những số liệu thống kê hiện nay cho thấy Malaixia đã mở rộng cơ sở nguồn nhân lực để đáp ứng được các nhu cầu về số lượng các nhà khoa học và kỹ sư trong vòng 10 năm. Điều đó có nghĩa là sẽ phải có sự đầu tư đáng kể cho phát triển nguồn nhân lực để thành lập thêm các viện khoa học và công nghệ và trường đại học. Ước tính, sự thiếu hụt cán bộ khoa học và công nghệ là 20-30% ở tất cả các cấp bậc thuộc các lĩnh vực khoa học và công nghệ. Tình hình còn đặc biệt nghiêm trọng đối với các ngành công nghiệp vừa và nhỏ. Bởi vậy, Malaixia đã áp dụng cách tiếp cận ở phạm vi rộng đối với việc phát triển nguồn nhân lực để hỗ trợ các chương trình khoa học và công nghệ.

4. Thúc đẩy nền văn hoá tôn vinh khoa học, đổi mới và kinh doanh công nghệ: phát triển một thái độ ủng hộ ở trong xã hội đối với sự thay đổi thông qua việc tăng cường các Chương trình nâng cao nhận thức và hiểu rõ giá trị của khoa học và công nghệ là một động thái hết sức quan trọng để tạo lập một môi trường thuận lợi cho sáng tạo, đổi mới và kinh doanh công nghệ. Những sáng kiến đặc thù của Chính phủ đưa ra nhằm thúc đẩy nền văn hoá tôn vinh khoa học, đổi mới và kinh doanh công nghệ bao gồm việc mở rộng quy mô và phạm vi của các hoạt động thúc đẩy khoa học và công nghệ, thành lập 5 trung tâm khoa học vùng để nâng cao nhận thức về khoa học và công nghệ của công chúng, tăng sự nhận thức và hiểu rõ giá trị của khoa học và công nghệ bằng cách khắc sâu văn hoá khoa học và công nghệ trong hệ thống giáo dục, sử dụng các phương tiện thông tin đại chúng để tuyên truyền khoa học và công nghệ, mở rộng phạm vi và quy mô của Chương trình “Tuần lễ khoa học và công nghệ” và những hoạt động xúc tiến khác. Malaixia cũng sẽ hỗ trợ cho Hội đồng Thiết kế Malaixia khuyến khích sáng tạo, thiết kế, phát triển, tài trợ, chế tạo và ứng dụng các sáng chế, kết quả nghiên cứu của Malaixia.

5. Củng cố khung thể chế và quản lý khoa học và công nghệ, tăng cường giám sát việc thực hiện chính sách khoa học và công nghệ: Khung thể chế khoa học và công nghệ hiện tại vẫn còn thiếu nguồn lực dành cho việc phân tích chính sách và phổ biến trách nhiệm rộng khắp

các bộ phận khác nhau của Chính phủ. Cần phải thiết lập một hệ thống được xác định một cách rõ ràng để quản lý chương trình nghị sự quốc gia về khoa học và công nghệ. Phục vụ cho hướng đi này sẽ là việc củng cố HTĐMQG. HTĐMQG sẽ bao hàm một loạt các quá trình khác nhau thu hút các tổ chức liên kết cũng như tham gia riêng lẻ vào việc phát triển và phổ biến công nghệ mới. HTĐMQG sẽ cung cấp một khung khổ, trong đó Chính phủ hoạch định và thực hiện các chính sách để tác động đến quá trình đổi mới.

Những sáng kiến đặc thù để củng cố HTĐMQG bao gồm việc củng cố MOSTE bằng cách trang bị thêm các nguồn lực cần thiết để đảm bảo việc hoạch định và thực hiện chính sách khoa học và công nghệ một cách hiệu quả, xem xét lại một cách toàn diện vai trò của Hội đồng Quốc gia về nghiên cứu và phát triển (MPKSN) để đảm bảo tính hiệu quả của một hệ thống tư vấn và điều phối về KH&CN, tăng cường các nỗ lực để phát triển cơ chế thu thập, theo dõi, đánh giá và truyền tải thông tin hữu hiệu để bám sát được tình hình hoạt động khoa học và công nghệ của quốc gia cũng như việc phát triển các công nghệ/kỹ thuật mới. HTĐMQG mới cũng sẽ bao hàm việc xúc tiến các thực tiễn quản lý nghiên cứu một cách đúng đắn, kể cả việc quản lý sở hữu trí tuệ và thương mại hoá các kết quả nghiên cứu ở tất cả các viện nghiên cứu và trường đại học. Việc quản lý hệ thống thông tin và cảnh báo công nghệ cũng sẽ được tăng cường thông qua việc thành lập Hệ thống Cảnh báo khoa học và công nghệ Quốc gia để tạo điều kiện phổ biến thông tin về hoạt động nghiên cứu ở trong nước một cách nhanh chóng và hiệu quả.

6. Đảm bảo để công nghệ được phổ biến và ứng dụng rộng khắp, giúp cho hoạt động nghiên cứu và phát triển gắn chặt với thị trường nhằm làm thích nghi và hoàn thiện công nghệ. Sự phổ biến công nghệ là một việc làm hết sức quan trọng để tạo ra kết cấu hạ tầng và môi trường, trong đó những nơi cần đến công nghệ và các cộng đồng kinh doanh có thể làm việc với nhau vì lợi ích chung. Để tăng tối đa hiệu quả, khu vực tư nhân được khuyến khích tiếp nhận quan điểm dài hạn trong kinh doanh, thông qua việc đầu tư vào nghiên cứu và phát triển, đồng thời cộng đồng nghiên cứu cũng định hướng lại các hoạt động của mình dựa theo nhu cầu thị trường. Điều này có thể thực hiện được

bằng cách tăng cường nhận thức và thiết kế về chất lượng trong ngành công nghiệp thông qua các Chương trình đang tiến hành. Chất lượng và tiêu chuẩn đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra sức cạnh tranh quốc tế, do đó mức độ nhận thức được vai trò của chất lượng cần phải được thấm nhuần vào toàn bộ các hoạt động trong ngành công nghiệp Malaixia. Một uỷ ban đặc biệt cũng sẽ được thành lập để đề xuất các biện pháp cụ thể nhằm nâng cao năng lực của khối dịch vụ kỹ thuật. Uỷ ban này có thể giúp đỡ phát triển một hệ thống các dịch vụ trợ giúp kỹ thuật mang tính thương mại để đáp ứng các yêu cầu của công cuộc công nghiệp hoá. Để đảm bảo sự truyền bá và ứng dụng rộng khắp đối với công nghệ, sẽ tăng cường hiệu quả Quỹ Kỹ thuật. Mở rộng phạm vi của Quỹ để thấu tóm nhiều hơn các hoạt động, kể cả tự động hoá và nghiên cứu và phát triển ở những lĩnh vực mục tiêu, đồng thời tiếp cận được với tất cả các doanh nghiệp. Chính sách mua sắm của Chính phủ cũng sẽ được điều chỉnh để khuyến khích đổi mới và phát triển sản phẩm.

7. Nâng cao trình độ chuyên môn về các công nghệ đang nổi mang tính then chốt. Các công nghệ và ứng dụng mới đang nổi lên. Bởi vậy, việc có được cách tiếp cận vươn tới các công nghệ then chốt trong tương lai là một điều rất quan trọng để duy trì sức cạnh tranh cho nền kinh tế. Để nâng cao trình độ chuyên môn ở những công nghệ then chốt đang nổi lên, Malaixia dự kiến phát triển một cơ sở tri thức vững chắc ở những lĩnh vực công nghệ then chốt, ưu tiên các Chương trình nghiên cứu ở các công nghệ mới và đang nổi để đảm bảo chú trọng vào các lĩnh vực sẽ đem lại lợi nhuận kinh tế cao nhất, đề ra các biện pháp đặc biệt để khuyến khích việc thành lập và phát triển các doanh nghiệp công nghệ mới, thành lập các điểm đầu mối quốc gia cho từng công nghệ mới và đang nổi, đồng thời cũng tăng cường khai thác tri thức nghiên cứu của nước ngoài.

Các thành phần trong HTĐMQG của Malaixia

Chính phủ Malaixia (chủ chốt là Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường) là thành phần chính trong HTĐMQG, có nhiệm vụ xây dựng các chính sách, chỉ đạo cuộc cách mạng công nghệ và các hoạt động đổi mới trong nước. Bộ đảm bảo thực hiện hiệu quả các chính sách đã được quyết định, phải phối hợp sao cho các chính sách đem lại lợi ích lớn

nhất về kinh tế - xã hội và ổn định xã hội. Phạm vi hoạt động của nó bao gồm: nghiên cứu và phát triển, phát triển nhân lực khoa học và công nghệ, chuyển giao công nghệ và phát triển hạ tầng khoa học và công nghệ. Bốn sứ mệnh này phải được tiến hành trong 3 cấp: Chính sách, quản lý và thực hiện. Chính phủ còn có vai trò định hướng và khuyến khích vào những lĩnh vực được coi là quan trọng. Thu hút nhân tài trong khoa học và công nghệ cũng là đòi hỏi cấp bách trong việc hướng tới nền kinh tế tri thức của Malaixia.

Các trường đại học và viện nghiên cứu: mặc dù có nhiều trường đại học với hạ tầng hiện đại, nhưng Malaixia vẫn thiếu nhân lực trình độ cao. Một điểm yếu khác là sự liên kết kém giữa trường đại học và ngành công nghiệp, mặc dù nước này có nhiều chương trình và kế hoạch thúc đẩy hợp tác giữa trường đại học và ngành công nghiệp. Nguyên nhân của tình trạng này là do chỉ cho nghiên cứu và phát triển công cộng thấp và thiếu sự quan tâm của khu vực tư nhân đối với nghiên cứu và phát triển. Việc tạo ra Trung tâm Công nghiệp Đại học (UNIC) tại Trường đại học Kolej và Văn phòng Đổi mới và Tư vấn (BIC) trong trường Đại học Công nghệ Malaixia, cũng như sự xuất hiện các công viên công nghệ và vườn ươm gần các trường đại học khác là những sáng kiến cho thấy sự nhiệt tình của các trường đại học muốn tham gia tích cực hơn vào HTĐMQG. Malaixia có nhiều tổ chức nghiên cứu và các tổ chức phi Chính phủ có đóng góp tích cực cho HTĐMQG. Chẳng hạn, Viện Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Malaixia (MARDI), đảm đương vai trò tiên phong trong lĩnh vực nghiên cứu công nghệ sinh học trong nước. Viện Nghiên cứu Chiến lược và Quốc tế (ISIS), tiến hành các nghiên cứu chiến lược động lập và nghiên cứu thị trường, giúp nước này xây dựng các chính sách quốc gia. Viện Nghiên cứu Phân tích Đầu tư Malaixia (RIIAM) tiến hành các nghiên cứu, trong đó có nghiên cứu mục tiêu cho các công ty và an ninh công nghiệp Malaixia. Các hoạt động của các tổ chức này làm phong phú thêm ngân hàng tri thức quốc gia.

Doanh nghiệp: Mặc dù các doanh nghiệp vừa và nhỏ là một thành phần rất quan trọng trong HTĐMQG của Malaixia, do chiếm 93,2% số doanh nghiệp chế tạo, nhưng lại có rất ít năng lực công nghệ. Phần lớn trong số đó hướng vào thị trường trong nước và sản xuất của họ dựa

trên giá nhân công rẻ, trong khi sự liên kết của chúng với các thành phần khác trong HTĐMQG là rất yếu. Cơ quan Phát triển Công nghiệp Nhỏ và Vừa (SMIDEC) là sáng kiến của Chính phủ nhằm hỗ trợ các doanh nghiệp này trong phát triển và cạnh tranh thông qua các dịch vụ tư vấn, dự báo, hỗ trợ tài chính và thuế, phương tiện hạ tầng, thâm nhập thị trường và các chương trình hỗ trợ khác. Đầu tư nước ngoài có vai trò quan trọng trong sản xuất trong nước, nhưng lại không thực hiện hoạt động nghiên cứu và phát triển trong nước, điều này khác với Trung Quốc và Đài Loan. Hơn nữa, luồng đầu tư công nghệ vào ngành công nghiệp Malaixia lại rất thiếu và không hiệu quả. Sự liên kết giữa luồng đầu tư này với các công ty trong nước rất yếu kém và do vậy dẫn đến những hạn chế trong khai thác các nguồn tài nguyên phong phú và giá nhân công rẻ.

Các tổ chức phi chính phủ cũng đóng góp cho sự phát triển khoa học và công nghệ của Malaixia. Trong đó phải kể đến Liên đoàn các nhà chế tạo Malaixia (FMM), đại diện cho 2000 công ty dịch vụ công nghiệp và chế tạo; Hiệp hội Công nghiệp Thông tin đại chúng và Máy tính Malaixia (PICOM) đại diện cho ngành công nghiệp công nghệ thông tin và viễn thông ở Malaixia. Thành viên của nó gồm khoảng 450 công ty tham gia vào các sản phẩm và dịch vụ công nghệ thông tin và viễn thông, chiếm 80% tổng ngoại thương công nghệ thông tin và viễn thông ở Malaixia. Mặc dù các tổ chức này có tiềm năng đóng vai trò quan trọng trong xác định và xây dựng các chính sách đổi mới, nhưng vai trò của chúng cho tới nay vẫn chỉ giới hạn ở thúc đẩy và bảo vệ lợi ích của các thành viên.

Các tổ chức tài chính: bao gồm các nhà đầu tư vốn mạo hiểm, họ có thể gây ảnh hưởng đến tiến trình đổi mới ở Malaixia. Các hoạt động tài chính của Chính phủ cũng đóng góp đáng kể vào tiến trình này. Hệ thống ngân hàng của Malaixia (các ngân hàng thương mại và công ty tài chính) và các cơ quan tài chính công nghiệp là những người cung cấp tín dụng chủ yếu cho ngành công nghiệp nước này. Sự phát triển của các tổ chức tài chính trong nước được tăng cường bởi các ngân hàng lớn như: Cơ quan Tài chính Berhad Phát triển Công nghiệp Malaixia (MIDE), Tổ chức Quản lý Vốn đầu tư Mạo hiểm Malaixia (MAVCAP), Ngân hàng Xuất nhập khẩu Malaixia, Ngân hàng Công nghiệp và Công nghệ.

4.2.12. HTĐMQG của Ấn Độ

Nền kinh tế Ấn Độ chia làm 2 khu vực rõ rệt, ở phía Nam rất sôi động với các trung tâm sản xuất công nghệ cao, điển hình là Bangalore. Nhưng phần lớn dân số ở các khu vực khác vẫn sống dưới mức nghèo khổ. GDP đầu người tăng nhưng vẫn rất thấp. Năng lực đổi mới của Ấn Độ còn thấp. Mặc dù có nguồn nhân lực được đào tạo tốt, nhưng tỷ lệ các nhà nghiên cứu khoa học trong dân số còn rất thấp (157 người/triệu dân), do một số nguyên nhân chính như nhu cầu thấp về đổi mới đối với các doanh nghiệp tư nhân và thiếu những khuyến khích (nhất là khuyến khích về tài chính) đối với các nhà nghiên cứu. Các ngành công nghiệp như quốc phòng, hàng không - không gian cũng là những ưu tiên của Chính phủ.

Mặc dù sự cần thiết của một chính sách đổi mới quốc gia đã được Chính phủ Ấn Độ thừa nhận, nhưng cho tới nay nước này vẫn chưa thực sự có một chính sách đổi mới riêng, mà đổi mới được nhắc tới như là một yếu tố then chốt trong nhiều chính sách và kế hoạch hiện nay của Ấn Độ. Các chính sách và kế hoạch này có thể kể đến như Kế hoạch 5 năm lần thứ 10 (2002-2007), nhằm thúc đẩy khoa học và công nghệ bằng cách tăng cường củng cố lại hệ thống khoa học và công nghệ; Tầm nhìn Công nghệ 2020, được đưa ra năm 1996, nhằm biến Ấn Độ thành một nước phát triển về mặt công nghệ vào năm 2020; Chính sách khoa học và công nghệ 2003 nhằm đảm bảo khoa học và công nghệ phục vụ cuộc sống và giải quyết được những vấn đề về kinh tế và xã hội, nó bao trùm các lĩnh vực: quản lý khoa học và công nghệ và đầu tư; tối ưu hóa trong sử dụng cơ sở hạ tầng hiện có; tăng cường cơ sở hạ tầng cho khoa học và công nghệ trong các cơ quan hàn lâm; tạo cơ chế cấp vốn mới cho nghiên cứu cơ bản; phát triển nguồn nhân lực; phát triển, chuyển giao và phổ biến công nghệ; thúc đẩy đổi mới; công nghiệp và nghiên cứu và phát triển; khai thác nguồn tri thức truyền thống; quản lý sở hữu trí tuệ, nâng cao nhận thức công chúng về khoa học và công nghệ; hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ...; Chương trình Tăng trưởng Công nghệ, nhằm hỗ trợ thương mại hóa các công nghệ được phát triển bởi các cơ quan nghiên cứu, thúc đẩy những năng lực của Ấn Độ trong phát triển các quy trình và sản phẩm

truyền thống và hiện đại, đẩy mạnh sự liên kết giữa các cơ quan nghiên cứu phát triển và ngành công nghiệp.

Các thành phần chính trong HTĐMQG

Chính phủ: là thành phần chính trong HTĐMQG, đưa ra các quyết định và chính sách. Tuy nhiên, do thiếu một kế hoạch rõ ràng về đổi mới nên những nỗ lực của Chính phủ chỉ tập trung chủ yếu vào tạo ra cơ sở khoa học và công nghệ trong nước hơn là tiếp cận cụ thể đổi mới. Bộ khoa học và công nghệ nước này phụ trách về mặt tổ chức, điều phối và thúc đẩy các hoạt động khoa học và công nghệ trong nước cũng như hợp tác quốc tế. Hầu hết mọi hoạt động của các tổ chức liên quan tới đổi mới ở Ấn Độ đều được đặt dưới sự bảo trợ của Bộ này.

Các trường đại học và các tổ chức nghiên cứu: số lượng thành phần này rất đông đảo. Tuy nhiên, sự liên kết và hợp tác giữa chúng với khu vực tư nhân còn yếu. Một trong những lý do cho sự thiếu hợp tác này là khu vực tư nhân của Ấn Độ tương đối thụ động. Các doanh nghiệp tư nhân được Nhà nước bảo vệ trước sự cạnh tranh trong thời gian dài, nên không thấy sự cần thiết phải đổi mới. Sự có mặt của khu vực tư nhân trong HTĐMQG của Ấn Độ chỉ nổi rõ qua một số tổ chức phi chính phủ liên kết doanh nghiệp với các thành phần trong HTĐMQG.

Giới doanh nghiệp và tài chính: vai trò của các tổ chức tài chính Ấn Độ phần lớn chỉ giới hạn ở phạm vi cấp tài chính cho đổi mới, nhờ sự thúc đẩy của các tổ chức phi chính phủ hoặc các tổ chức lớn của Chính phủ.

Các tổ chức trung gian gồm có:

- Ban Phát triển KH&CN Quốc gia (NSTEDB) thúc đẩy phát triển nhân lực khoa học và công nghệ doanh nghiệp cũng như sử dụng cơ sở hạ tầng khoa học và công nghệ. Hơn 100 tổ chức mà chủ yếu là các cơ quan hàn lâm, các tổ chức nghiên cứu và phát triển, các cơ quan chuyên về đào tạo phát triển kinh doanh và một số cơ quan tình nguyện được hỗ trợ bởi NSTEDB;

- Cơ quan Chuyển giao công nghệ;

- Quỹ Đổi mới Quốc gia (NIF), nằm dưới sự quản lý của Bộ khoa học và công nghệ, là cơ quan của Chính phủ mà mục đích duy nhất là

đổi mới, theo đuổi sứ mệnh biến Ấn Độ thành quốc gia đổi mới và đi đầu trong các ngành công nghệ.

4.2.13. HTĐMQG của Thái Lan

Các chính sách gần đây của Thái Lan đã tập trung vào thúc đẩy nghiên cứu và phát triển và đổi mới nhằm tăng năng lực sản xuất trong những lĩnh vực then chốt như công nghệ sinh học, vi điện tử, ô tô và linh kiện, năng lượng tái tạo, năng lượng nguyên tử và công nghệ thông tin. Một số chính sách khác nhằm mở rộng mạng lưới nghiên cứu và đổi mới; chuyển giao công nghệ cho cộng đồng doanh nghiệp, đặc biệt là các doanh nghiệp vừa và nhỏ, khu vực nông nghiệp; phát triển nguồn nhân lực khoa học và công nghệ; phát triển hạ tầng cho đổi mới và nâng cao năng lực quản lý.

Vai trò nổi bật trong HTĐMQG ở Thái Lan là Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia của Thái Lan (NRCT), cơ quan quốc gia phụ trách thực hiện các vấn đề nghiên cứu. Thủ tướng cũng chính là Chủ tịch NRCT, Phó Thủ tướng là Phó Chủ tịch NRCT, các Bộ trưởng và Thứ trưởng là cố vấn.

HTĐMQG của Thái Lan vẫn là một cơ cấu yếu kém, nhất là sự liên kết giữa các thành phần trong HTĐMQG. Nỗ lực nổi bật nhất nhằm tăng cường hợp tác liên kết là việc Viện Nghiên cứu Phát triển Thái Lan (TDRI) tiến hành nghiên cứu chính sách và phổ biến các kết quả cho công chúng và khu vực tư nhân. Nghiên cứu của TDRI thường được tài trợ bởi những người sử dụng các kết quả nghiên cứu của TDRI, đó là các nhà tài trợ trong và ngoài nước. TDRI có những chương trình quan trọng là: Phát triển nhân lực và xã hội; Hợp tác kinh tế quốc tế; Chính sách kinh tế vĩ mô; Tài nguyên thiên nhiên và môi trường; Phát triển khoa học và công nghệ và các ngành kinh tế.

Cơ sở hạ tầng hỗ trợ công nghệ của Thái Lan tồn tại dưới dạng Công viên Khoa học Thái Lan và Viện nghiên cứu Công nghệ châu Á (AIT), là nơi cung cấp nhân lực trình độ cao. Cũng đặt tại công viên này là Trung tâm Truy cập Công nghệ Thông tin (TIAC), một nhà cung cấp dịch vụ thông tin trực tuyến, như truy cập vào các cơ sở dữ liệu.

Thái Lan có nhiều khuyến khích tài chính cho các công ty tham gia vào nghiên cứu và phát triển, như khoản vay mềm, cấp vốn, giảm thuế, tạo điều kiện thuận lợi cho chuyển tiền ra nước ngoài. Bên cạnh đó là các biện pháp khuyến khích phi tài chính, như mở rộng giới hạn sở hữu nước ngoài và sử dụng lao động, hỗ trợ trong thiết lập các hợp đồng với các nhà cung cấp trong nước và các đối tác liên doanh.

Trong khu vực doanh nghiệp, các công ty trong nước phần lớn vẫn chưa đổi mới và kém liên kết với khu vực nghiên cứu.

4.2.14. HTĐMQG của Indônêxia

Indônêxia đang có một HTĐMQG yếu kém. Tầm quan trọng của công nghệ trong tăng trưởng kinh tế đã được Chính phủ Indônêxia nhận thấy từ những năm 1970, với việc thành lập Bộ Nghiên cứu và Công nghệ (MRT). MRT là thành phần chủ chốt trong HTĐMQG của Indônêxia, có trách nhiệm giúp Tổng thống xây dựng các chính sách quốc gia và điều phối việc thực hiện trong các lĩnh vực nghiên cứu khoa học và công nghệ. Nhận thức được các chính sách công nghệ không hiệu quả, MRT đã đề xuất Luật về HTĐMQG lên Nghị viện. Ý tưởng của Luật này xuất phát từ các nghiên cứu về HTĐMQG ở các nước phát triển. MRT cho rằng độc lập công nghệ sẽ kéo theo thúc đẩy đổi mới công nghệ. Tuy nhiên, tăng nhu cầu đổi mới công nghệ đòi hỏi sự liên kết mạnh giữa các thành tố trong HTĐMQG, mà đây lại là một điểm rất kém của Indônêxia. Chẳng hạn, các trường đại học Indônêxia hiếm khi tiến hành nghiên cứu, còn tại các viện nghiên cứu thì các nghiên cứu lại không liên quan đến nhu cầu doanh nghiệp. Do vậy, theo MRT, Luật trên sẽ giải quyết được vấn đề này.

Indônêxia có Cơ quan Thẩm định và Ứng dụng Công nghệ (AAAT) để thực hiện nhiệm vụ của Chính phủ trong các lĩnh vực thẩm định và ứng dụng công nghệ phù hợp với các quy định hiện hành; Viện Khoa học Indônêxia, tiến hành các nghiên cứu khoa học và chịu trách nhiệm trực tiếp trước Tổng thống. Các viện nghiên cứu và phát triển cũng hoạt động dưới sự quản lý của các Bộ chính như Bộ Nông nghiệp, Bộ Giáo dục Quốc gia.

Tại Indônêxia, vẫn còn nhiều cơ quan công nghệ và công nghiệp do Chính phủ sở hữu và cấp vốn. Phần lớn ngành công nghiệp của

Indônêxia vẫn nhập khẩu công nghệ, nghiên cứu khoa học do các cơ quan nhà nước tiến hành hiếm khi được áp dụng vào ngành công nghiệp. Tăng trưởng vẫn tiếp tục trong ngành công nghiệp nhưng chủ yếu do đầu tư nước ngoài.

Cũng giống như Thái Lan, sự liên kết giữa trường đại học và ngành công nghiệp ở Indônêxia vẫn còn ở giai đoạn "phôi thai".

3. Thị trường công nghệ

Thị trường công nghệ ra đời và phát triển cùng với sự phát triển của nền kinh tế và sự phân hóa lao động. Sự phân hóa xã hội về lao động dẫn đến tình trạng phân chia giữa những người sở hữu và những người sử dụng công nghệ, kinh tế thị trường thúc đẩy nhà máy sử dụng công nghệ mới. Dưới những điều kiện lịch sử như vậy, đã xuất hiện chuyển giao công nghệ phải trả tiền, và sau đó thị trường công nghệ ra đời. Thị trường công nghệ ở một số nước tư bản phát triển đồng thời cùng với sự tiến bộ công nghệ và sự phát triển sản xuất công nghiệp vượt bậc.

3.1. Sự ra đời và phát triển của thị trường công nghệ

Trước thời kỳ công nghiệp cơ khí lớn mạnh, kinh tế thị trường chưa phát triển, các thành tựu khoa học và công nghệ không có tác động rõ rệt đối với sản xuất vật chất và cũng không trở thành hàng hóa có giá trị. Trong giai đoạn này, vẫn chưa có sự giao dịch công nghệ một cách rõ rệt. Năm 1470 cơ quan sáng chế ở Venice (Italia) đã đi vào hoạt động. Tại đây, các doanh nghiệp phát triển nhất đã bước đầu khẳng định đặc trưng thương mại về công nghệ bằng luật pháp. Năm 1594, máy bơm tưới tiêu do Galileo phát minh đã được cấp 20 năm quyền sáng chế. Tuy nhiên do nền kinh tế thị trường vẫn chưa phát triển và các cơ quan sáng chế không có vai trò quan trọng nên các nhà khoa học chỉ cung cấp miễn phí các sáng chế của họ cho xã hội. Công nghệ có thể bị sao chép và bắt chước. Sau nửa thế kỷ, cùng với sự phát triển của giao dịch thương mại, các cơ quan sáng chế đã phát triển rộng rãi từ Venice tới Anh. Vào thời điểm đó, nền kinh tế tư bản ở Anh phát triển rất nhanh. Để thu được nhiều lợi nhuận hơn nữa, các nhà tư

bản đã không ngừng sử dụng công nghệ mới để thúc đẩy sản xuất và đảm bảo một cách chắc chắn công nghệ là tài sản sở hữu cá nhân bằng luật pháp để độc quyền về công nghệ. Trong hoàn cảnh này, Anh đã đưa ra “luật độc quyền” vào năm 1623, đó là luật sáng chế đầu tiên trên thế giới và trong thời kỳ đầu sở hữu dưới hình thức cơ quan sáng chế hiện đại. Luật này đã quy định rằng người sử dụng công nghệ đã được cấp bằng sáng chế phải trả phí. Sự ra đời cơ quan sáng chế là xuất phát điểm của các giao dịch công nghệ.

Nửa sau thế kỷ 18, cuộc cách mạng công nghiệp thành công tại Anh. Ngành công nghiệp cơ khí lớn mạnh đã thay thế sản xuất thủ công, kinh tế tư bản phát triển thêm một bước dài và thế giới bước sang thời kỳ cách mạng công nghiệp. Trong quá trình sản xuất công nghiệp, công nghệ chiếm vị trí dẫn đầu, khoa học và công nghệ đã dần dần trở thành nhân tố thiết yếu trong sản xuất và là phương thức hiệu quả để thu được lợi nhuận cao. Sự phát triển kinh tế xã hội dẫn tới nhu cầu về công nghệ và điều đó là động lực phát triển trao đổi công nghệ. Trong suốt thời kỳ này, sự phát triển của nền kinh tế thị trường tư bản đã buộc những nước phát triển nhất thành lập các cơ quan sáng chế của họ. Ví dụ, Mỹ đã xây dựng luật sáng chế vào năm 1770, Thụy Điển năm 1819, Pháp 1791, Hà Lan năm 1809, Ôxtrâyliia năm 1810 và Nga năm 1812. Nhìn từ góc độ này, chúng ta có thể tính được trình độ sản xuất và trình độ phát triển khoa học và công nghệ ở các nước khác nhau.

Trong giai đoạn này, mặc dù nền kinh tế tư bản phát triển nhanh chóng, cạnh tranh trên thị trường vẫn không thật mạnh mẽ. Xu hướng cơ bản của thị trường là cầu vượt quá cung và giá cả rất cao. Vì thế, công việc chủ yếu của các xí nghiệp không phải là đáp ứng lập tức các nhu cầu về công nghệ và sản phẩm mới, mà là tăng cường sản xuất. Bởi vậy, dù giao dịch công nghệ đã phát triển phổ biến ở quy mô rộng nhưng vẫn bị hạn chế.

Vào đầu những năm 1930, khủng hoảng kinh tế trên thế giới lan nhanh ở hầu hết các nước tư bản, vấn đề của thị trường tư bản trở nên gay gắt hơn. Đặc biệt sau chiến tranh thế giới thứ II, sản xuất phát triển nhanh khi cuộc cách mạng khoa học công nghệ lần 3 diễn ra sâu rộng. Thời gian này, xu hướng cơ bản của thị trường là cung vượt quá

cầu do sự cạnh tranh trên thị trường đã trở nên rất mạnh mẽ. Các xí nghiệp phải tăng cường sản xuất các sản phẩm mới và sử dụng công nghệ mới để tăng lợi nhuận và cạnh tranh với các đối thủ, do đó, nhu cầu về công nghệ và yêu cầu phát triển thị trường đã hình thành. Trong khi đó, sự phát triển của chính bản thân công nghệ cũng đòi hỏi phải phát triển thị trường công nghệ toàn cầu. Sự tan rã và hợp nhất cao độ đã được chứng minh bằng sự phát triển của khoa học và công nghệ hiện đại đã thúc đẩy sự hợp tác đặc biệt trên toàn thế giới. Một nước hoặc một doanh nghiệp đơn lẻ không thể nghiên cứu mọi lĩnh vực công nghệ. Tất cả các nước nhận thức rõ rằng họ phải sử dụng một cách tốt nhất các thành tựu khoa học và công nghệ hiện có. Bởi vậy, buôn bán công nghệ đã vượt ra ngoài biên giới của một nước và diễn ra trên toàn cầu. Như một loại hàng hóa đặc biệt, tầm quan trọng của nó bắt đầu được nhìn nhận và được đánh giá cao. Khối lượng giao dịch công nghệ quốc tế tăng nhanh chóng, đạt 2 tỷ USD trong năm 1965, 11 tỷ USD năm 1975 và 40 tỷ USD năm 1985. Trong vòng 20 năm, con số này đã tăng 20 lần. Số lượng lớn các thành tựu khoa học và công nghệ đã lan rộng không chỉ từ các nước phát triển tới các nước đang phát triển mà còn ở giữa các nước phát triển với nhau.

3.2. Những yếu tố của thị trường công nghệ

Một thị trường muốn vận hành được phải có 4 thành phần cơ bản: (1) hàng hóa, (2) cung và cầu, (3) các thể chế và cơ chế chính sách, (4) các tổ chức môi giới. Đây cũng là các yếu tố cấu thành của thị trường khoa học và công nghệ.

(1) Hàng hóa trong thị trường công nghệ.

Hàng hoá công nghệ là đối tượng giao dịch trên thị trường công nghệ, nhưng không phải tất cả mọi công nghệ đều được giao dịch trên thị trường. Để có thể trao đổi được trên thị trường công nghệ, hàng hoá công nghệ cần có một vài tính chất, nếu không công nghệ không thể được trao đổi bởi nó không mang đặc trưng của hàng hoá. Những đặc trưng đó như sau:

- Ranh giới rõ ràng: hàng hoá công nghệ có thể trao đổi cần phải có ranh giới rõ ràng, có nghĩa là nó được định nghĩa rõ ràng bằng những ký tự hoặc chỉ tiêu kỹ thuật. Chỉ khi ranh giới công nghệ rõ ràng, công

nghe mới có thể đứng độc lập, là đối tượng giao dịch có tính kỹ thuật nền tảng với không gian và thời gian xác định. Công nghệ không được có ranh giới xác định rõ ràng không thể giao dịch.

- Xác định rõ quyền sở hữu: là công nghệ có thể trao đổi, nó phải được xác định rõ chủ sở hữu, có thể là chính phủ, tập thể hoặc cá nhân. Một công nghệ có thể do một hoặc một nhóm người sở hữu. Nói chung, công nghệ không xác định rõ quyền sở hữu không thể được coi là có thể giao dịch.

- Sự đảm bảo về độ tin cậy: công nghệ có thể giao dịch phải được đảm bảo độc quyền bởi người sở hữu. Sự đảm bảo này có ý nghĩa rất lớn. Nó có thể được đảm bảo bởi pháp luật như luật sáng chế hay luật nhãn hiệu thương mại xác nhận quyền sở hữu công nghiệp, luật chống cạnh tranh không lành mạnh bảo vệ bí quyết sản xuất, hoặc bằng sự đảm bảo không dựa trên pháp luật chẳng hạn như thỏa thuận trong giao dịch công nghệ để không phổ biến công nghệ.

Hàng hóa trong thị trường công nghệ là loại hàng hóa đặc biệt với chi phí tạo ra nó thường rất cao; sản phẩm được đưa vào sử dụng thường không phát huy hiệu quả ngay mà cần có thời gian kiểm nghiệm; quan hệ giữa người bán và người mua rất chặt chẽ và lâu dài; dễ bị vi phạm về sở hữu trí tuệ; khó định giá, giá cả hàng hóa khoa học và công nghệ dựa vào giá trị sử dụng quy định; có những hàng hóa càng được đưa vào sử dụng nhiều thì giá trị sử dụng càng tăng.

Hàng hóa trong thị trường công nghệ bao gồm:

- Sáng chế (patents) và patăng giải pháp hữu ích;
- Thiết bị có chứa đựng công nghệ;
- Công nghệ;
- Dịch vụ khoa học và công nghệ;
- Dịch vụ nghiên cứu và phát triển thương mại;
- Thông tin, tri thức khoa học và công nghệ.

(2) Cung và cầu về công nghệ

Các nhà cung cấp hàng hóa công nghệ có thể là nhà nước, doanh nghiệp, các tổ chức khoa học và công nghệ, các nhà sáng chế độc lập.

- Nhà nước: là một dạng nhà cung cấp hàng hóa công nghệ đặc

biệt. Các chính phủ cung cấp ngân sách cho hoạt động nghiên cứu và phát triển, tạo ra những hàng hóa để cung cấp cho thị trường công nghệ.

- Các tổ chức khoa học và công nghệ: các tổ chức khoa học và công nghệ bao gồm: các tổ chức nghiên cứu và phát triển, các trường đại học, học viện, cao đẳng và các tổ chức dịch vụ khoa học và công nghệ. Sản phẩm của những nhà cung cấp này thường là các công nghệ chưa hoàn chỉnh, mới được thử nghiệm, thí nghiệm mới, ý tưởng mới, giải pháp mới, có thể có hoặc chưa được cấp bằng sáng chế độc quyền.

- Các doanh nghiệp: các doanh nghiệp thường bán các công nghệ là sản phẩm cụ thể. Hoạt động nghiên cứu và phát triển của các doanh nghiệp này thường phục vụ cho nhu cầu phát triển của bản thân doanh nghiệp hoặc vì mục đích bán ra ngoài.

Mỗi nhà cung cấp hàng hóa công nghệ có vai trò, vị trí khác nhau tạo thành một nguồn lực tổng thể thúc đẩy thị trường khoa học và công nghệ tồn tại và phát triển.

Các dạng tổ chức doanh nghiệp khác nhau sẽ có nhu cầu khác nhau về khoa học và công nghệ. Phía cầu trong thị trường công nghệ gồm có:

- Các doanh nghiệp: doanh nghiệp vừa là bên cung vừa là bên cầu về công nghệ. Doanh nghiệp rất cần có công nghệ để đổi mới, nâng cao năng lực sản xuất, kinh doanh, tăng cường năng lực cạnh tranh và phát triển.

- Nhà nước: Nhà nước cần có công nghệ để nâng cao năng lực quản lý, thực hiện tốt các dịch vụ công, đáp ứng các yêu cầu của xã hội, đảm bảo an ninh, quốc phòng, bảo vệ môi sinh....

- Các trường đại học: các trường đại học cần có công nghệ để phục vụ mục đích dạy và học của mình, quan trọng nhất là sản phẩm thông tin và tri thức khoa học và công nghệ.

- Các cá nhân, nông dân có nhu cầu ứng dụng khoa học và công nghệ để nâng cao năng suất lao động, tạo ra sản phẩm mới, mở rộng ngành nghề sản xuất.

(3) Các tổ chức trung gian, môi giới:

Hoạt động mua bán trong thị trường công nghệ có thể diễn ra trực

tiếp giữa bên cung và bên cầu công nghệ, hoặc cũng có thể diễn ra gián tiếp, thông qua các tổ chức trung gian, môi giới. Tổ chức trung gian, môi giới khoa học và công nghệ thường có những hoạt động giới thiệu các thành quả khoa học và công nghệ, tổ chức chợ thiết bị công nghệ, tạo điều kiện cho bên cung và bên cầu thương thảo và ký kết hợp đồng chuyển giao công nghệ, tiến hành thẩm định, giám định, đánh giá trình độ công nghệ....

Các tổ chức trung gian có vai trò hết sức quan trọng để thị trường khoa học và công nghệ hoạt động hiệu quả.

(4) Khuôn khổ pháp lý cho thị trường công nghệ.

Để thị trường công nghệ hoạt động tốt thì cần phải có hệ thống pháp luật phù hợp về: sở hữu trí tuệ, pháp luật về chuyển giao công nghệ, pháp luật về lao động khoa học và công nghệ...

Hệ thống pháp luật này tạo cơ sở pháp lý để các hoạt động trong thị trường công nghệ diễn ra có tổ chức, công bằng, đảm bảo lợi ích chính đáng của các bên tham gia.

3.3. Vai trò của thị trường công nghệ

Thị trường công nghệ đã thúc đẩy liên kết nghiên cứu khoa học với sản xuất, thúc đẩy phối hợp công tác khoa học và công nghệ với xã hội và kinh tế. Nó đã làm thay đổi cách suy nghĩ là viện nghiên cứu chỉ có trách nhiệm đạt được thành quả công nghệ chứ không phải lo áp dụng chúng.

Việc phát triển thị trường công nghệ đã tạo điều kiện để cải cách phương thức cấp kinh phí cho các viện nghiên cứu, để các viện nghiên cứu có thể dần dần tự lực dựa vào kinh phí vận hành của mình.

Thị trường công nghệ đã thúc đẩy chuyển giao công nghệ. Nó đã trở thành chỗ dựa kỹ thuật cho các doanh nghiệp và thúc đẩy phát triển sản xuất của các doanh nghiệp. Ví dụ như ở Trung Quốc, khi các thiết bị hiện tại đã lỗi thời và kỹ thuật đã lạc hậu tại rất nhiều doanh nghiệp, thì những thành quả kỹ thuật và công nghệ mới rất khó được áp dụng, đặc biệt tại các doanh nghiệp nhỏ và vừa và các doanh nghiệp nông thôn. Trước đây việc mua chúng không có chỗ đứng, còn hiện nay các doanh nghiệp có thể thoả mãn yêu cầu của mình thông qua thị

trường công nghệ. Doanh nghiệp cũng có thể mời thầu các dự án để giải quyết các vấn đề kỹ thuật của mình.

Thị trường công nghệ đã phá vỡ những rào cản giữa các bộ/ngành và địa phương và sự cản trở giữa thành thị và nông thôn, do đó các thành quả công nghệ đã nhanh chóng được mở rộng và các kênh hàng hoá trí tuệ đã được khai phá.

Thị trường công nghệ đã tạo điều kiện chuyển hợp lý và lưu động của những lao động có tài năng. Đó là cơ hội phong phú cho những người mong muốn làm việc. Cán bộ khoa học và công nghệ là những người đi đầu trong việc phát triển lực lượng sản xuất mới. Thông qua thị trường công nghệ, những thành quả công nghệ đạt được của các cán bộ khoa học và công nghệ có thể thường xuyên được chuyển giao vào lĩnh vực sản xuất, và về phần mình, một mặt, khu vực sản xuất cũng hỗ trợ tạo ra những chuyển đổi các cán bộ giỏi một cách hợp lý và lưu động công việc hợp lý của những người có tài với số lượng lớn, mặt khác cũng phát huy đầy đủ những sáng kiến của họ trong quá trình chuyển giao các thành quả công nghệ.

3.4. Xu hướng thị trường công nghệ hiện nay

Thay đổi trên thị trường toàn cầu

Các ngành công nghiệp chế tạo công nghệ cao là những ngành chủ lực góp phần vào sự tăng trưởng kinh tế ở các nước trên thế giới.

Thị trường sản phẩm công nghệ cao toàn cầu đang tăng trưởng nhanh hơn so với thị trường các sản phẩm chế tạo khác. Trong giai đoạn 1980-2003, sản lượng của các ngành chế tạo công nghệ cao toàn thế giới tăng trưởng với tốc độ 6,4% sau khi đã điều chỉnh lạm phát, trong khi sản lượng của các ngành công nghiệp chế tạo khác chỉ tăng 2,4%. Liên minh châu Âu (EU) đứng đầu về sản lượng các sản phẩm công nghệ cao trong giai đoạn 1980-1995. Kể từ năm 1996, vị trí đứng đầu đó thuộc về Mỹ. Ước tính năm 2003, ngành công nghệ cao của Mỹ chiếm hơn 40% giá trị gia tăng toàn cầu, trong khi EU chiếm 18% và Nhật chiếm 12%.

Châu Á, một thị trường tiêu thụ và phát triển các sản phẩm công nghệ cao tiếp tục được thúc đẩy phát triển thông qua sự phát triển

công nghệ của các nền kinh tế châu Á, đặc biệt là Đài Loan, Hàn Quốc và Trung Quốc. Nhiều nước nhỏ hơn ở châu Âu (Ai-len, Phần Lan, và Hà Lan) cũng tăng cường năng lực phát triển các công nghệ mới và đưa các sản phẩm công nghệ cao vào thị trường thế giới thành công. Tuy nhiên, năng lực công nghệ ở những nước này chỉ hạn chế trong một số công nghệ.

Những dữ liệu gần đây về sản phẩm quốc nội của các ngành công nghệ cao ở châu Á và nhiều nước nhỏ ở châu Âu cho thấy một khả năng cạnh tranh thành công với các ngành công nghệ cao ở Mỹ và một số nước tiên tiến khác. Sản phẩm quốc nội công nghệ cao ở các nước châu Á tăng trưởng trong hai thập kỷ qua, dẫn đầu là Nhật Bản vào những năm 1980, sau đó là Hàn Quốc và Đài Loan và Trung Quốc vào những năm 1990. Hiện nay, các ngành công nghệ cao của Trung Quốc đã vượt qua Hàn Quốc, Đài Loan và có thể sớm trở thành đối thủ của Nhật Bản. Năm 2003, sản phẩm quốc nội trong ngành công nghệ cao của Trung Quốc chiếm khoảng 9,3% giá trị gia tăng của thế giới, so với 1% năm 1980.

Mặc dù một số nước nhỏ ở châu Âu đã trở thành nơi sản xuất quan trọng các sản phẩm công nghệ, các nước này có xu hướng chuyên môn hóa sâu. Ví dụ như Ai-len là nhà cung cấp hàng đầu các sản phẩm công nghệ sinh học và các sản phẩm khoa học sự sống cho Mỹ vào năm 2004, chiếm 24% và 36% lượng nhập khẩu theo các mặt hàng này của Mỹ. Từ năm 1980 đến năm 2003, khả năng cạnh tranh trên thị trường về các ngành công nghệ cao của Mỹ đã thay đổi, mặc dù mỗi khu vực có một thế mạnh riêng trên thị trường.

Các nhà sản xuất của Mỹ đã thay thế vị trí dẫn đầu của các nhà sản xuất của Nhật Bản trong lĩnh vực thiết bị viễn thông, sản xuất máy tính, máy văn phòng, và vẫn đang duy trì được vị trí này. EU và Mỹ là những nhà sản xuất hàng đầu về thuốc và dược phẩm cũng như các thiết bị khoa học trên thị trường thế giới.

Thay đổi trong xu hướng xuất khẩu

Trong lịch sử, ngành công nghệ cao của Mỹ thành công hơn các ngành công nghiệp khác trong lĩnh vực xuất khẩu, đóng góp tích cực vào cán cân thương mại của Mỹ. Mặc dù các ngành công nghệ cao của

Mỹ tiếp tục chiếm một tỉ trọng lớn hơn so với các ngành công nghiệp chế tạo khác trong tổng xuất khẩu, vị thế của những ngành này cũng đã bị thu hẹp đáng kể do sự cạnh tranh từ các nước khác. Trong suốt những năm 1990 và kéo dài tới năm 2003, ngành công nghiệp của Mỹ cung cấp 12-14% trong tổng lượng xuất khẩu hàng chế tạo nói chung của toàn thế giới, trong đó các ngành công nghệ cao chiếm 19-23% tổng lượng hàng xuất khẩu công nghệ cao của cả thế giới.

EU là nhà xuất khẩu đứng đầu thế giới, tuy nhiên nếu không tính lượng sản phẩm xuất khẩu giữa các nước EU với nhau thì Mỹ sẽ xếp trên EU. Ước tính sản phẩm của các ngành công nghệ cao của Mỹ chiếm khoảng 16% sản phẩm của thế giới, Nhật Bản chiếm khoảng 9% và Đức gần 8%. Tỉ trọng của Mỹ giảm dần do có sự cạnh tranh từ các ngành công nghệ cao ở những nền kinh tế công nghiệp hoá và đang công nghiệp hóa, đặc biệt là ở châu Á. Trung Quốc nổi bật lên với tỉ trọng các sản phẩm công nghệ cao chiếm 7% vào năm 2003, tăng lên đáng kể so với mức 1% năm 1990.

Lợi thế tương đối trong thương mại của Mỹ về các sản phẩm công nghệ đã bị đảo ngược. Năm 2002, các sản phẩm nhập khẩu công nghệ cao của Mỹ lớn hơn các sản phẩm xuất khẩu, lần đầu tiên gây ra thâm hụt thương mại trên thị trường này. Thâm hụt thương mại tăng lên qua từng năm. Thâm hụt thương mại của Mỹ về các sản phẩm công nghệ cao là 15,5 tỉ USD năm 2002, tăng lên 25,4 tỉ USD năm 2003 và 37 tỉ USD năm 2004.

Thâm hụt thương mại Mỹ với các quốc gia châu Á (nhập khẩu vượt quá xuất khẩu), đặc biệt là với Trung Quốc, Malaixia, Hàn Quốc vượt quá thặng dư của Mỹ với các nước khác trên thế giới.

Các ngành dịch vụ sử dụng nhiều tri thức là những ngành chủ yếu đóng góp vào sự tăng trưởng ở khu vực dịch vụ trên toàn thế giới. Doanh thu bán hàng toàn cầu trong các ngành dịch vụ sử dụng nhiều tri thức tăng qua các năm, từ năm 1980 đến năm 2003 và vượt quá 14 tỷ đô la năm 2003. Mỹ là nhà cung cấp hàng đầu trong lĩnh vực này, chiếm khoảng một phần ba tổng thu nhập toàn thế giới trong suốt 24 năm. Các dịch vụ kinh doanh, bao gồm cả các dịch vụ máy tính, dịch vụ xử lý dữ liệu, dịch vụ nghiên cứu và dịch vụ công nghệ là những

dịch vụ lớn nhất trong số 5 ngành công nghiệp dịch vụ, chiếm 35% thu nhập toàn cầu trong năm 2003. Các ngành dịch vụ kinh doanh ở Châu Âu và Mỹ có quy mô lớn tương đương và nổi bật nhất trên thế giới, chiếm 70% dịch vụ cung cấp trên toàn thế giới, Nhật Bản đứng thứ 3 chiếm khoảng 12%.

Mỹ vẫn tiếp tục là nhà xuất khẩu lớn về bí quyết công nghệ chế tạo, được bán như một dạng sở hữu trí tuệ. Trung bình thì tiền bản quyền và các khoản phí nhận được từ các công ty nước ngoài lớn gấp 3 lần so với những khoản phí Mỹ phải thanh toán ra nước ngoài để có được công nghệ của họ. Năm 2003, các khoản thu của Mỹ từ việc cấp phép bí quyết công nghệ cho công ty nước ngoài lên tới 4,9 tỷ đôla, tăng 24,4% so với năm 1999. Số liệu mới nhất cho thấy thặng dư thương mại của năm 2003 là 2,6 tỷ đôla, tăng 28% so với năm 2002, tuy nhiên vẫn thấp hơn mức thặng dư 3 tỷ đôla năm 2000.

Các nhà xuất khẩu công nghệ cao mới

Dựa trên một mô hình các chỉ số dẫn đầu thì Ixraen và Trung Quốc đã nhận được tổng điểm lớn nhất trong số 15 nước được điều tra. Cả hai nước này giữ vị trí nổi bật hơn cả trong số các nhà xuất khẩu sản phẩm công nghệ trên thị trường toàn cầu.

Ixraen đứng đầu về định hướng quốc gia dựa trên sự hỗ trợ mạnh mẽ của chính phủ trong việc thúc đẩy sản xuất các sản phẩm công nghệ và đứng đầu về cơ sở hạ tầng kinh tế xã hội do có số lượng lớn các kỹ sư và các nhà khoa học đã qua đào tạo, doanh nghiệp nghiên cứu công nghiệp lớn mạnh cũng như sự đóng góp của nước này vào nguồn tri thức khoa học. Ixraen đứng thứ hai và thứ ba về trong hai chỉ số còn lại, cơ sở hạ tầng công nghệ và năng lực sản xuất.

Mặc dù tổng điểm của Trung Quốc trong năm 2005 giảm một chút so với Ixraen, tổng số điểm tính trong hai năm qua tăng đáng kể. Lợi thế đông dân số của Trung Quốc đã giúp nước này nâng điểm của mình trống nhiều chỉ số thành phần, điều này cho thấy các tác động cân bằng, cả về nhu cầu về các sản phẩm công nghệ cao trong nước lớn và cả về khả năng đào tạo số lượng lớn các kỹ sư và nhà khoa học, sẽ mang lại lợi thế cho các nước đang phát triển.

Xu hướng toàn cầu về bằng sáng chế

Xu hướng về bằng sáng chế hiện nay, một chỉ số dẫn đầu về mặt cạnh tranh trong tương lai của Mỹ, cho thấy năng lực đang tăng lên trong sự phát triển công nghệ ở châu Á và ở khu vực châu Âu đang chuyển đổi.

Bằng sáng chế được cấp cho các nhà phát minh nước ngoài tăng nhẹ kể từ năm 1999. Các nhà phát minh ở Nhật Bản và Đức tiếp tục nhận được nhiều bằng sáng chế của Mỹ hơn so với từ các nước khác.

Mặc dù việc cấp bằng sáng chế của các nhà phát minh ở các nước công nghiệp hoá đứng đầu đã chững lại và giảm trong những năm gần đây, hai nền kinh tế châu Á, Đài Loan và Hàn Quốc đã tăng cường hoạt động cấp bằng sáng chế tại Mỹ của mình.

Những dữ liệu mới nhất chỉ ra rằng Đài Loan (năm 2001) và Hàn Quốc (năm 2003) đã tiến lên cùng Pháp và Anh để là những nhà phát minh đứng thứ ba và thứ tư sở hữu bằng sáng chế ở Mỹ.

Năm 2003, năm nền kinh tế hàng đầu nhận được bằng sáng chế của Mỹ là Nhật Bản, Đức, Đài Loan, Hàn Quốc và Pháp.

Các bằng sáng chế của Mỹ hiện nay cấp cho các nhà phát minh nước ngoài tập trung vào các công nghệ quan trọng mang tính thương mại. Bằng sáng chế của Nhật tập trung vào lĩnh vực nhiếp ảnh, sao chụp, công nghệ điện tử văn phòng và công nghệ viễn thông. Các nhà phát minh Đức đang phát triển các sản phẩm mới và các quy trình có liên quan tới công nghiệp nặng, chẳng hạn như xe máy, in ấn, tạo hình kim loại và công nghệ chế tạo. Các nhà phát minh Đài Loan và Hàn Quốc đang kiếm được nhiều bằng sáng chế hơn trong lĩnh vực viễn thông và công nghệ máy tính. Năm 2003, hơn 169 bằng sáng chế cho các nhà phát minh được cấp ở Mỹ, tăng 1% so với năm 2002. Những nhà phát minh sống tại Mỹ nhận được gần 88.000 bằng sáng chế mới trong năm 2003, chiếm khoảng 52% trong tổng số bằng sáng chế được cấp.

Việc cấp bằng sáng chế của Mỹ trong lĩnh vực công nghệ sinh học đã được đẩy mạnh trong suốt những năm 1990, đặc biệt là vào nửa cuối thập kỷ này. Nỗ lực trong việc lập bản đồ gen người cũng đã góp

phần vào xu hướng này với bằng chứng là sự tăng vọt các ứng dụng cấp bằng sáng chế cho các chuỗi ADN ở người. Từ năm 2001, số lượng bằng sáng chế trong lĩnh vực công nghệ sinh học duy trì ở mức cao, tuy nhiên xu hướng cấp bằng sáng chế trong lĩnh vực này đang giảm dần.

Các nhà phát minh sống tại Mỹ được cấp bằng sáng chế trong lĩnh vực công nghệ sinh học chiếm hơn 60% trong tổng số bằng sáng chế được văn phòng cấp bằng sáng chế của Mỹ, cao hơn 10% so với số lượng bằng sáng chế của các nhà phát minh người Mỹ.

Bằng sáng chế Mỹ cấp cho các nước khác trong lĩnh vực công nghệ sinh học chiếm khoảng 36% và các bằng sáng chế trong lĩnh vực này chia đều cho các nước hơn so với tất cả các lĩnh vực công nghệ khác. Hiện vẫn có nhiều tranh cãi về lĩnh vực công nghệ này, các nhà phát minh nước ngoài có xu hướng giảm nộp đơn xin cấp bằng sáng chế trong lĩnh vực công nghệ sinh học ở Mỹ so với các nhà phát minh ở nước này.

Cũng thấy rõ ràng sự nổi bật các nước châu Âu sở hữu bằng sáng chế về công nghệ sinh học nhiều hơn các nước châu Á. Trong lĩnh vực công nghệ sinh học, các trường đại học, các cơ quan chính phủ và các tổ chức phi lợi nhuận là những đơn vị dẫn đầu nhận được bằng sáng chế của Mỹ, mặc dù các tập đoàn vẫn nhận được nhiều bằng sáng chế nhất.

Một hạn chế của số lượng bằng sáng chế về hoạt động phát minh quốc gia là sự không có khả năng phân biệt giữa các sáng chế đơn giản và những sáng chế có tầm quan trọng cao. Một cơ sở dữ liệu mới được phát triển gần đây tính đến “họ bằng sáng chế bộ ba” (các phát minh được bảo hộ bằng sáng chế trên ba thị trường quan trọng, đó là Mỹ, châu Âu và Nhật Bản). Cơ sở dữ liệu này có thể chỉ ra một cách chính xác hơn các phát minh quan trọng so với chỉ đếm đơn thuần số lượng bằng sáng chế.

Mỹ là nhà sản xuất dẫn đầu về bằng sáng chế bộ ba này kể từ năm 1989, ngay cả khi so sánh với các nhà phát minh ở châu Âu. Các nhà phát minh sống ở các nước châu Âu tạo ra các phát minh được cấp bằng sáng chế gần bằng các nhà phát minh sống tại Mỹ tính từ cuối

những năm 1980. Năm 2000, tỉ lệ nắm giữ các bằng sáng chế bộ ba của các nhà phát minh Mỹ là 34%, châu Âu là 31% và Nhật Bản là 27%.

Các nhà phát minh sống tại Nhật Bản nắm giữ số lượng bằng sáng chế bộ ba ít hơn một chút so với ở Mỹ và châu Âu. Với dân số ít hơn, tuy nhiên, năng lực sáng tạo của Nhật Bản có thể dễ dàng vượt qua Mỹ hay châu Âu nếu số lượng phát minh trên đầu người được dùng làm cơ sở so sánh. Trong số bộ ba này thì Nhật Bản rõ ràng là nước có năng lực nhất khi quy mô được coi là nhân tố so sánh.

Việc xếp hạng thay đổi nhanh chóng khi hoạt động của quốc gia đó được chuẩn hoá bởi dân số và bởi quy mô của nền kinh tế khi được phản ánh trong tổng sản phẩm quốc nội. Khi các dữ liệu được chuẩn hoá về quy mô, các nước nhỏ hơn nổi lên, đặc biệt là Thụy Điển và Phần Lan, và chứng tỏ bằng số lượng lớn các phát minh quan trọng.

Số lượng họ các bằng sáng chế bộ ba cũng có thể được sử dụng cho việc cấp bằng sáng chế khác trong lĩnh vực công nghệ sinh học. Trong hai năm 1998 và 1999, công nghệ sinh học chiếm tỷ lệ lớn hơn cả trong danh mục bằng sáng chế bộ ba của Mỹ so với ở châu Âu và Nhật Bản

Xu hướng đầu tư vốn mạo hiểm

Nguồn tài chính và chuyên gia quản lý được cấp bởi các nhà tư bản mạo hiểm có thể hỗ trợ tăng trưởng và phát triển các công ty nhỏ và các sản phẩm và công nghệ mới, đặc biệt là trong sự hình thành và phát triển của các công ty công nghệ cao nhỏ. Các xu hướng đầu tư vốn mạo hiểm cũng cho thấy các nhà tư bản mạo hiểm trong các khu vực công nghệ thấy có hứa hẹn nhất về mặt kinh tế.

Các công ty hoạt động qua Internet có liên quan tới thương mại trực tuyến là những công ty đầu tiên được nhận vốn mạo hiểm ở Mỹ trong năm 1999 và 2000. Họ có được hơn 40% trong tổng số vốn đầu tư mạo hiểm được đầu tư mỗi năm. Các công ty phần mềm và dịch vụ phần mềm nhận được 15-17% tổng vốn đầu tư mạo hiểm được chi tiêu. Các công ty viễn thông (bao gồm cả điện thoại, cơ sở dữ liệu, và liên lạc không dây) là ưu tiên thứ ba nhận được 14-15% tổng vốn đầu tư này.

Thị trường chứng khoán Mỹ đã phải trải qua một giai đoạn đi xuống trầm trọng sau khi đạt mức đỉnh điểm vào đầu năm 2000 với

mức giảm đột ngột nhất trong lĩnh vực công nghệ. Tuy nhiên, đầu tư vốn mạo hiểm vẫn tiếp tục tập trung vào các công ty hoạt động qua Internet ở các ngành công nghiệp khác trong giai đoạn 2000-2003. Tuy nhiên trong năm 2003 và 2004, quỹ đầu tư mạo hiểm tập trung vào các khu vực công nghệ khác thông qua các công ty hoạt động qua Internet, đặc biệt là các công ty phần mềm và các công ty y dược.

Các công ty phần mềm thu hút vốn đầu tư mạo hiểm nhiều nhất trong năm 2003 và 2004, khoảng 21% tổng vốn đầu tư mỗi năm, theo sau là các công ty hoạt động trong lĩnh vực y tế, sức khỏe nhận được 16% năm 2003 và 18% năm 2004. Các công ty hoạt động qua Internet chỉ nhận được 13% tổng quỹ đầu tư mạo hiểm phân chia trong suốt giai đoạn này.

Sự kém hào hứng đối với các công ty hoạt động trên Internet lại tạo thuận lợi cho các lĩnh vực công nghệ khác. Năm 2000, các công ty công nghệ sinh học đã đều đặn nhận được 11% trong tổng đầu tư vốn mạo hiểm trong năm 2003 và 2004 – tăng gấp ba lần so với năm 1999 và 2000. Các công ty y dược và sức khỏe cũng nhận được với tỉ lệ là 17%, cao hơn so với mức 11% vào các năm 2001 và 2002.

Ngược lại với nhận thức chung, chỉ có một số lượng tương đối nhỏ vốn đầu tư bằng đô la hỗ trợ cho nghiên cứu hoặc phát triển sản phẩm ban đầu. Cấp tài chính trong giai đoạn "gieo hạt" chưa bao giờ vượt quá 8% tổng chi trong suốt 23 năm qua và mỗi năm chỉ đạt khoảng 1-5%. Những dữ liệu mới nhất cho thấy rằng nguồn tài chính dành cho giai đoạn này chỉ là 1,3% năm 2003 và dưới 1% năm 2004.

Trong suốt 25 năm qua, đầu tư trung bình trong một lần cấp vốn trong giai đoạn "gieo hạt" (cho một công ty) tăng từ 700.000 đôla năm 1980 lên 4,3 triệu đô la năm 2000. Tính từ đó, mức đầu tư trung bình lại giảm đều, chỉ đạt ở mức 1,8 triệu đôla năm 2003 và 1,4 triệu đôla năm 2004.

Những nước mua công nghệ lớn nhất

Châu Á, Châu Âu và Bắc Mỹ mua gần 90% tổng sản phẩm công nghệ tiên tiến xuất khẩu của Mỹ. Châu á mua khoảng 40%, châu Âu là 30% và Canada, Mêxicô là 18%. Canada, Nhật Bản và Mêxicô là

những nhà tiêu dùng các sản phẩm công nghệ của Mỹ. Trong 2 năm 2003-2004, Canada tiêu thụ khoảng 10% tổng hàng công nghệ tiên tiến xuất khẩu của Mỹ, trong khi đó, con số này của Nhật Bản là 9% và Mêxicô là 8%. Năm 2004, Canada là một trong ba nhà tiêu thụ hàng đầu ở 5 trong số 11 khu vực công nghệ, Nhật Bản có mặt trong 9 lĩnh vực và Mêxicô trong 4 lĩnh vực.

Châu Á là thị trường xuất khẩu chủ yếu của Mỹ. Ngoài các sản phẩm bán trên thị trường Nhật Bản, Đài Loan cũng là một trong ba nhà tiêu thụ hàng đầu trong lĩnh vực quang điện tử, chế tạo linh hoạt và công nghệ hạt nhân, trong khi đó Trung Quốc lại tập trung vào lĩnh vực điện tử và vật liệu tiên tiến, Hàn Quốc là một trong ba nước tiêu thụ trong lĩnh vực công nghệ hạt nhân và chế tạo linh hoạt.

Các nước châu Âu cũng là những nhà tiêu dùng quan trọng các sản phẩm công nghệ của Mỹ, đặc biệt là Đức, Anh, Pháp và Hà Lan. Thị trường châu Âu là thị trường vô cùng quan trọng trong hai lĩnh vực, đó là công nghệ sinh học và hàng không vũ trụ. Hà Lan và Bỉ là những nước dẫn đầu tiêu thụ các sản phẩm công nghệ sinh học (hai nước này tiêu thụ hơn một nửa hàng công nghệ sinh học xuất khẩu của Mỹ). Pháp là nhà tiêu dùng hàng đầu các sản phẩm công nghệ hàng không vũ trụ của Mỹ (11%) và Anh đứng thứ ba (9%).

Các nhà cung cấp công nghệ lớn nhất

Mỹ không chỉ là một nhà xuất khẩu công nghệ quan trọng trên thế giới mà còn là nhà tiêu dùng chính trong các lĩnh vực công nghệ nhập khẩu. Các nền kinh tế lớn ở châu Á, châu Âu và Bắc Mỹ là những nhà cung cấp quan trọng của thị trường Mỹ trong 11 lĩnh vực công nghệ. Các sản phẩm xuất khẩu của các nước này chiếm 95% lượng sản phẩm công nghệ tiên tiến nhập khẩu của Mỹ. Năm 2004, châu Á cung cấp gần 60%, châu Âu khoảng 20% và Bắc Mỹ là 15%.

Trung Quốc là nhà cung cấp các sản phẩm công nghệ vào Mỹ lớn hơn cả, chiếm 20% hàng nhập khẩu của Mỹ trong năm 2004. Nhật Bản đứng thứ hai (10%). Malaysia, Hàn Quốc và Đài Loan là những nhà cung cấp chính ở châu Á. Ba nước này là những nhà xuất khẩu chính trong lĩnh vực công nghệ điện tử.

Trong số các nước châu Âu có Đức, Anh và Pháp là những nhà cung cấp các sản phẩm công nghệ lớn của Mỹ, các nước nhỏ hơn ở châu Âu cũng là nguồn cung cấp sản phẩm công nghệ quan trọng mặc dù có xu hướng chuyên sâu hơn vào một lĩnh vực. Ai len là nhà xuất khẩu hàng đầu các sản phẩm trong lĩnh vực công nghệ sinh học và khoa học sự sống vào Mỹ năm 2004 (lần lượt chiếm 24% và 36% sản phẩm nhập khẩu trong lĩnh vực này của Mỹ). Tiếp theo là Hungary với 14%. Hà Lan cung cấp gần 8% các sản phẩm chế tạo linh hoạt nhập khẩu vào Mỹ năm 2004.

KẾT LUẬN

Những thập niên vừa qua, chúng ta đã chứng kiến những thay đổi và dịch chuyển về căn bản quyền lực trong nền chính trị và kinh tế toàn cầu, kéo theo sự thay đổi vị thế của nhiều nước trên vũ đài kinh tế thế giới, mà một trong những nguyên nhân cội rễ của những đổi thay đó là sự phát triển như vũ bão của khoa học và công nghệ, cũng như khả năng tận dụng những thành tựu khoa học và công nghệ mới nhất.

Những khả năng ứng dụng công nghệ, mà cuộc Cách mạng công nghệ mới mang lại, dù về mặt kỹ thuật có khả năng thực hiện trong vài thập kỷ tới, nhưng không phải nước nào cũng đều có thể sử dụng chúng một cách hữu hiệu để tạo đà tăng trưởng kinh tế mạnh mẽ cho nước mình. Để nhanh chóng ứng dụng và sử dụng các công nghệ mới, có hàm lượng khoa học và công nghệ cao, các nước nhất thiết phải có một tiềm lực và trình độ khoa học và công nghệ thích hợp. Chính sự khác nhau về năng lực sử dụng các ứng dụng công nghệ, mà các nước trên thế giới và khu vực sẽ có những tốc độ phát triển khác nhau. Trong vòng 1-2 thập kỷ tới, khi một số nước đã nắm bắt được các công nghệ mới, thì vẫn còn nhiều nước có thể chưa tập hợp được đủ điều kiện để đáp ứng được những đòi hỏi kỹ thuật tối thiểu trong việc ứng dụng các công nghệ đó. Những quốc gia nào chuẩn bị đầy đủ hơn, nắm bắt và thực hiện được những đòi hỏi khắt khe nhất của công nghệ, sẽ có năng lực cạnh tranh cao hơn trong nền kinh tế toàn cầu.

Trên quy mô quốc gia, việc vận dụng công nghệ một cách thành công sẽ tùy thuộc vào nhiều yếu tố động lực và rào cản chi phối khả

năng ứng dụng công nghệ vào đời sống xã hội của một nước, như: thể chế, nguồn nhân lực có kỹ năng cao, cơ sở vật chất của một đất nước; các nguồn lực tài chính của nước đó dành cho hoạt động nghiên cứu và phát triển, cũng như các yếu tố khác như môi trường văn hóa, xã hội và chính trị, v.v..

Trong bước quá độ từ nền kinh tế công nghiệp lên nền kinh tế tri thức, giá trị của tri thức khoa học và công nghệ ngày càng thể hiện rõ trong việc giải quyết nhiều vấn đề nan giải và các thách thức mà các nước phải đối mặt trong mọi lĩnh vực đời sống xã hội. Trong giai đoạn hiện nay, nền kinh tế thế giới ngày càng dựa vào khả năng tạo ra, tiếp thu và thương mại hóa tri thức. Trong đó, mọi quốc gia trên thế giới đều coi đầu tư cho phát triển khoa học và công nghệ là hoạt động có lãi và nghiên cứu và phát triển đã trở thành một trong những chỉ tiêu quan trọng nhất của tăng trưởng kinh tế và cạnh tranh trong tương lai.

Như đã nêu ở trên, nếu tổng chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển của toàn thế giới năm 2000 vào khoảng 729 tỷ đôla Mỹ, thì tới năm 2004, con số này đã lên tới khoảng 922 tỷ đôla và đến năm 2006 dự báo ước tính vào khoảng 1023 tỷ đôla Mỹ. Trung bình chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển của thế giới ở mức khoảng 2% GDP. Xét về giá trị tuyệt đối, thì 3 nước đầu tư cho nghiên cứu và phát triển lớn nhất thế giới hiện nay, là Mỹ với khoảng 301 tỷ đôla, tiếp theo là Nhật Bản với 120 tỷ và Trung Quốc là 108 tỷ đôla. Trong phạm vi Tổ chức Hợp tác Kinh tế và Phát triển (OECD), 30 quốc gia của tổ chức này chiếm trên 80% tổng chi phí nghiên cứu và phát triển toàn cầu (cụ thể là 602 tỷ đôla Mỹ năm 2000, 652 tỷ đôla năm 2002 và khoảng 687 tỷ đôla năm 2004). Riêng các nước G-7 (Mỹ, Canada, Anh, Pháp, Đức, Italia và Nhật Bản) chiếm trên 83% chi phí nghiên cứu và phát triển của OECD, và chi phí của 3 nước lớn nhất là Mỹ, Nhật và Đức chiếm tới hai phần ba tổng chi phí nghiên cứu và phát triển của OECD.

Nhìn khái quát, trên thế giới, năm 2004, những nước có tỷ lệ chi NCPT/GDP cao đều là các nước phát triển như: Thụy Điển – 3,9%, Ixraen – 3,6%, Phần Lan – 3,46%, Nhật Bản – 3,2%, Hàn Quốc – 2,9%, tỷ lệ này của nước Mỹ là 2,7%. Với sự đầu tư mạnh mẽ như vậy cho

KH&CN, tiềm lực khoa học và công nghệ của những nước này có những bước phát triển cực kỳ mạnh mẽ và chính những nước này cũng là những nước có năng lực cạnh tranh hết sức cao trên quy mô toàn cầu .

Trong những thập kỷ đầu của thế kỷ XXI, chắc chắn cuộc tranh đua khoa học và công nghệ và kinh tế toàn cầu sẽ vẫn diễn ra ngày càng gay gắt. Các cường quốc kinh tế và khoa học sẽ còn có nhiều bước thăng trầm. Tuy nhiên, tốc độ phát triển nhanh với tính cạnh tranh cao trong nền kinh tế thế giới sẽ thuộc về những nước nào đặt khoa học và công nghệ lên hàng quốc sách và có một chiến lược phát triển khoa học và công nghệ đúng đắn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Global Technology Revolution 2020. Technology Trends and Cross-Country Variation, RAND, 2006
2. R. Bouchard (2003) *Bio-Systemics Synthesis: Science and Technology Foresight Pilot Project*, Ottawa: Canadian Research Council.
3. M. Roco and W. Bainbridge, eds. (2002) *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology, and Cognitive Science*, NSF/DOC-sponsored report, Arlington.
4. M. Roco and R. Tomellini, eds. (2002) *Nanotechnology: Revolutionary Opportunities and Social Implications (EU-EC/NSF Lecce Conference Report)*, Brussels: European Commission.
5. M. Roco and C. Montemagno, eds. (2004) "The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies (Conference Proceedings Converging Technologies for Improving Human Performance 2003)," *Annals of the New York Academy of Science* 1013.
6. National Academy of Engineering, "The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century", NAE report, (2004).
7. ED2030 Conference website: <http://dal.asu.edu/engdesign/index.html>
8. C. Cruz-Neira, J. Vandenbrande, B. Bettig, D. Brown, J. Duncan, M. Ganter, S. Gupta, J. Kunz, R. Neal, M. Shepard, R. Riesenfeld, S. Wall, T. Wu, "FG2 Report: Information & Computing Technology and Tools for Product Development", ", Sep 20th, 2004.
9. NASA, "The Vision for Space Exploration", February 2004;
10. Gregory, M., International Manufacturing Foresight Conference 12-14 March 2000.
11. Key Technologies 2005 – Ministry of Economics, Finance and Industry. France 2000
12. NISTEP, 8th Technology Forecasting Survey, Japan 2005
13. NRC. Visionary Challenges for Manufacturing for 2020.
14. "Brain Drain or Brain Circulation? The Silicon Valley-Asia Connection", Professor AnnaLee Saxenian, September 29, 2000.
15. International Migration in Southeast Asia: Impacts and Challenges, 30 September–1 October 2002.
16. China's Brain Drain to the United States, Views of Overseas Chinese Students and Scholars in the 1990s, DAVID ZWEIG and CHEN CHANGGUI with the assistance of STANLEY ROSEN.

17. Human Resource Issues in Southeast Asia, Published in International HR Journal.
18. China: Market reforms accelerating brain drain, SUNS 4358 Friday 22 January 1998.
19. Brain Drain the Full Story, Iran International, Monthly Magazine, No. 28, Mar. 2004, Page 32-35.
20. Problèmes économiques, 16/2/2005, No 2869.
21. La fuite des cerveaux européens vers les Etats-Unis, Sofiane OURABAH, 20 Février 2004.
22. L'hémorragie de la "fuite des cerveaux" africains, L'Occident grand gagnant, 21 octobre 2003.
23. Fuite des cerveaux : Mythes anciens, réalités nouvelles, L'Observateur de l'OCDE, N230, Janvier 2002.
24. Tạp chí Kinh tế và phát triển, Trường Đại học kinh tế quốc dân, 10/2002, Số 64.
25. Breschi, S. and Malerba, F. (1997), 'Sectoral innovation systems', Edquist, C. (ed.), *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*, London, Pinter Publishers.
26. Carlsson, B. and Jacobsson, S. (1997), 'Diversity creation and technological systems: A technology policy perspective', in Edquist, C. (ed.), *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*, London, Pinter Publishers.
27. Dosi, G. (1999), 'Some notes on national systems of innovation and production and their implication for economic analysis', in Archibugi, D., Howells, J. and Michie, J. (eds.), *Innovation policy in a global economy*, Cambridge, Cambridge University Press.
28. Chris Freeman, C. (1988), "Japan: A new National Innovation Systems?", in Dosi, G., Chris Freeman, C., Nelson, R.R., Silverberg, G. and Soete, L., (eds.), *Technology and economic theory*, London, Pinter Publishers.
29. Chris Freeman, C. (1995), "The National Innovation Systems in historical perspective", in *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, no. 1.
30. Johnson, B. (1992), "Institutional learning", in Lundvall, B.-Å. (ed.), *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.
31. List, F. (1841), *Das Nationale System der Politischen ekonomie*, Basel, Kyklos (translated and published under the title: The National System of Political Economy' by Longmans, Green and Co., London 1841).

32. Lundvall, B.-Å. (ed.) (1992), *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.
33. Lundvall, B.-Å. (1999), "National Business Systems and National Systems of Innovation", *International Studies of Management and Organization*, No. 2, pp. 60-77.
34. Nelson, R.R. (ed.) (1993), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press.
35. Annual Innovation Policy Trends Report for United States, Canada, 2005
36. Annual Innovation Policy Trends Report for Japan 2005
37. Annual Innovation Policy Trends and Appraisal Report Germany 2004-2005
38. Annual Innovation Policy Trends and Appraisal Report Italy 2004-2005
39. Annual Innovation Policy Trends and Appraisal Report United Kingdom 2004-2005
40. L'innovation et le système national d'innovation,
http://www.rifm.net/fr/ev-55193-201-1-DO_TOPIC.html
41. International Mobility of the Highly Skilled, POLICY BRIEF, OECD observer, 7/2002
42. *Competing for Global Talent*. Christiane KUPTSCH and PANG Eng Fong/International Labour Office, International Institute for Labour Studies, Wee Kim Wee Centre, Singapore Management University. 2006
43. Implementation Report 2004 on "A Mobility Strategy for the European Research Area" and "Researchers in the ERA: one profession, multiple careers", Brussels, 6.4.2005
44. Science and Engineering Indicators 2006. US National Science Foundation, 2006.
45. The State of Global R&D. R&D Magazine – 9/2005.
46. Annual Innovation Policy Trends Report for Japan, China, Korea, Taiwan, Singapore, Malaysia, India, Thailand, Indonesia 2005. European Commission.
47. OECD, Main Science and Technology Indicators, 11/2005.

