

TS. PHAN HỮU PHÚC

GIÁO TRÌNH

CAD/CAM



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

TS. PHAN HỮU PHÚC

Giáo trình CAD/CAM

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Bản quyền thuộc HEVOBCO – Nhà xuất bản Giáo dục

Lời nói đầu

Nội dung cuốn sách này dựa trên cơ sở cuốn "Điều khiển số và CAM", và tập I cuốn "CAD/CAM", do tác giả khởi thảo từ năm 2000. Sau khi phát hành tập I cuốn "CAD/CAM", chúng tôi nhận được một số ý kiến rất đáng trân trọng của bạn đọc, đồng thời cũng tự nhận ra một số bất cập như nội dung cuốn sách còn khá nặng nề, phần phụ lục về bài tập AutoCAD chiếm tỷ trọng hơi nhiều, lại thiết kế trên một phiên bản cụ thể của AutoCAD là chưa hợp lý, vì AutoCAD thường xuyên được nâng cấp. (Năm 2000 mới bắt đầu có phiên bản AutoCAD 2000, đa số người sử dụng đang quen dùng AutoCAD 12 và 14, vậy mà hiện nay đã có AutoCAD 2006 và chắc chắn sẽ còn xuất hiện nhiều phiên bản AutoCAD mới hơn).

Vì vậy, khi biên soạn cuốn sách này, chúng tôi quan tâm chủ yếu đến phương pháp và cơ sở lý luận của vấn đề, tránh dựa hẳn vào một phiên bản cụ thể của một ngôn ngữ nào để giải quyết các ví dụ minh họa (trừ một vài trường hợp thật cần thiết) nhằm tránh được sự sớm lỗi thời trước sự phát triển như vũ bão của ngành công nghệ thông tin và CAD/CAM trong thời đại ngày nay.

Nội dung cuốn sách gồm 6 chương:

Chương 1: Điều khiển số truyền thống

Chương 2: Lập trình vật làm cho máy NC

Chương 3: Điều khiển bằng máy tính trong NC

Chương 4: Công nghệ Rôbôt

Chương 5: Công nghệ nhóm

Chương 6: Lập quy trình công nghệ có máy tính trợ giúp.

CAD/CAM là công nghệ dựa trên cơ sở máy tính số, nội dung rất rộng và là nền tảng của các nhà máy tự động có sự tích hợp với máy tính trong tương lai. Cuốn sách này chỉ là một phần nhỏ, nhưng rất quan trọng của công nghệ CAD/CAM. Tác giả mong rằng sẽ đáp ứng phần nào yêu cầu của bạn đọc theo ý nghĩa là một giáo trình mà đối tượng phục vụ là sinh viên các trường Đại học và Cao đẳng chuyên ngành kỹ thuật hơn là một tài liệu nghiên cứu.

Tác giả xin chân thành cảm ơn Nhà xuất bản Giáo dục, đặc biệt là kỹ sư Trần Nhật Tân, Giám đốc Công ty cổ phần sách Đại học – Dạy nghề đã tích cực góp ý để nội dung cuốn sách được súc tích và hợp với thị hiếu của độc giả.

Mặc dù đã hết sức cố gắng, nhưng cuốn sách vẫn không thể tránh khỏi thiếu sót, tác giả mong nhận được những ý kiến góp ý của bạn đọc để lần tái bản sau cuốn sách sẽ được hoàn thiện hơn.

Mọi góp ý xin gửi về địa chỉ: Công ty Cổ phần sách Đại học – Dạy nghề, NXB Giáo dục, 25 Hàn Thuyên, Hà Nội.

TÁC GIẢ

Chương 1

ĐIỀU KHIỂN SỐ TRUYỀN THỐNG

I- GIỚI THIỆU

Nhiều thành tựu trong lĩnh vực thiết kế và chế tạo có sự trợ giúp của máy tính đều có một nguồn gốc chung từ kỹ thuật điều khiển số (Numerical control, viết tắt là NC). Hệ thống khái niệm cơ bản hình thành trong quá trình phát triển của điều khiển số vẫn tiếp tục trải qua sàng lọc và mở rộng trong công nghệ CAD/CAM hiện đại. Do vậy *NC được coi là mở đầu của CAM* và chúng ta sẽ dành toàn bộ chương này để xem xét về điều khiển số.

Chương này chủ yếu xác định các khái niệm và ứng dụng cơ bản của điều khiển số truyền thống, và nhấn mạnh rằng các hệ NC hiện đại phụ thuộc rất nhiều vào công nghệ máy tính. Chương 2 sẽ đề cập tới lập trình vật làm cho NC, một thủ tục dựa chủ yếu vào các phương pháp được máy tính hoá. Chương 3 sẽ trình bày vấn đề điều khiển bằng máy tính trong các hệ NC.

1. Điều khiển số là gì ?

Có thể định nghĩa: *Điều khiển số (NC) là một dạng tự động có thể lập trình được, trong đó quá trình được điều khiển bằng số, ký tự và ký hiệu.* Trong NC, các số tạo thành một chương trình gồm các lệnh dùng cho một vật làm hay một công việc gia công vật làm. Khi việc làm đó thay đổi thì chương trình gồm các lệnh cũng thay đổi theo. Tính mềm dẻo của NC là nhờ khả năng thay đổi của chương trình này. Rõ ràng viết lại một chương trình thì dễ dàng hơn nhiều so với thay đổi trang thiết bị sản xuất.

Công nghệ NC đã được ứng dụng trong nhiều loại nguyên công từ vẽ, lắp ráp, kiểm tra chất lượng, đột dập và hàn điểm. Tuy nhiên ứng dụng chủ yếu của NC là trong gia công cắt gọt kim loại. Vật làm (chi tiết cần được gia công) có nhiều kích cỡ và hình thù khác nhau. Đa số vật làm trong công nghiệp hiện nay thường được sản xuất hàng loạt nhỏ và vừa và những vật làm đó thường phải trải qua các nguyên công điển hình như khoan, tiện và phay. Việc NC thích hợp với các công việc cắt gọt này là lý do khiến điều khiển số phát triển cực kỳ nhanh chóng trong công nghiệp gia công kim loại từ nửa sau thế kỷ XX đến nay.

2. Vài nét lịch sử phát triển

NC truyền thống gắn liền với một công trình có tính chất mở đường của John. Parsons. Vào cuối những năm 40 của thế kỷ trước, Parsons đã nghĩ đến phương pháp sử dụng bìa có đục lỗ chứa thông tin về tọa độ để điều khiển một máy công cụ. Cổ máy này được điều khiển chuyển động tịnh tiến từng bước nhỏ, nhờ vậy tạo ra bề mặt mong muốn trên vật làm. Năm 1948, Parsons trình diễn ý tưởng của mình với cơ quan không lực Hoa Kỳ rồi sau đó được một số dự án tại Viện Công nghệ Massachusetts (MIT) đỡ đầu.

Công trình mở đầu tại MIT liên quan tới việc triển khai một máy phay NC ở giai đoạn chế thử, và năm 1952 mẫu thử này đã được thử nghiệm thành công. Ngay sau đó tính hiệu quả cao của khái niệm NC đã được chứng minh.

Không lâu sau, các nhà thiết kế, chế tạo máy công cụ bắt đầu khởi động các dự án triển khai riêng của mình để cho ra đời những cỗ máy NC trên thị trường. Một số ngành công nghiệp khác cũng không bỏ lỡ cơ hội để nghĩ ra các dự án máy điều khiển số nhằm đáp ứng những nhu cầu đặc biệt của riêng ngành mình. Không lực Hoa Kỳ tiếp tục cổ vũ việc phát triển NC bằng cách đỡ đầu việc nghiên cứu bổ sung tại MIT để phát triển một ngôn ngữ lập trình vật làm có thể dùng điều khiển máy NC. Kết quả là đã cho ra đời ngôn ngữ APT. Mục tiêu nghiên cứu ban đầu của APT là cung cấp một phương tiện để người lập trình vật làm có thể thông báo các lệnh cắt gọt cho máy công cụ bằng những lệnh đơn giản gần giống với tiếng Anh. Dẫu rằng APT bị phê phán là quá công kênh đối với nhiều loại máy tính, tuy nhiên ngôn ngữ này đã cho thấy

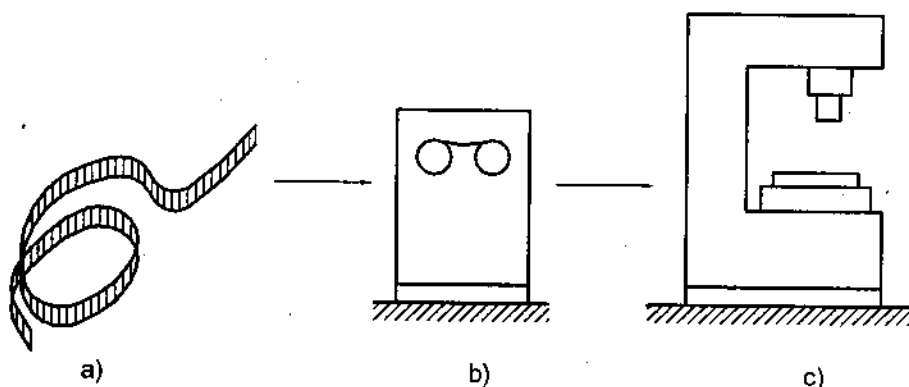
những khả năng to lớn của nó. Ngày nay APT vẫn được dùng rộng rãi trong công nghiệp, hầu hết các ngôn ngữ lập trình vật làm là dựa trên các khái niệm của APT và nhược điểm “công kênh” của nó đã được ngành công nghiệp máy tính hiện đại loại bỏ.

II- CÁC THÀNH PHẦN CƠ BẢN MỘT HỆ NC

Một hệ điều khiển số gồm ba thành phần cơ bản sau đây:

1. Chương trình gồm các lệnh.
2. Bộ phận điều khiển (CU), đồng thời còn được gọi là bộ điều khiển máy (MCU – Machine Control Unit).
3. Máy công cụ (hoặc quá trình được điều khiển khác).

Ba thành phần này có một mối quan hệ chung như được minh hoạ trên hình 1.1: Chương trình (a) làm nhiệm vụ đầu vào cho bộ phận điều khiển (b) để bộ phận này ra các mệnh lệnh cho máy công cụ (c) hoặc một quá trình cần được điều khiển nào đó.



Hình 1.1. Ba thành phần của một hệ thống điều khiển số

a) Chương trình gồm các lệnh; b) Bộ phận điều khiển; c) Máy công cụ.

Dưới đây chúng ta sẽ xem xét kỹ hơn về ba thành phần này.

1. Chương trình

Chương trình là một tập hợp lệnh được chi tiết hoá các bước theo tuần tự cho máy biết phải làm gì. Chương trình được viết dưới dạng các

mã số (hoặc mã ký hiệu) trên vật mang tin để khi nhập vào bộ phận điều khiển thì bộ phận này có thể diễn dịch ra được. Trước đây vật mang tin thông dụng nhất là băng có đục lỗ rộng 1 in. Qua thời gian, một số loại vật mang tin khác ra đời như bìa có đục lỗ, băng từ, thậm chí phim ảnh 35mm,...

Có hai phương pháp nhập thông tin (input) cho hệ NC. Phương pháp nhập thứ nhất là vào dữ liệu – lệnh cho CU bằng thủ công, được gọi là *nhập dữ liệu thủ công* (viết tắt là MDI – Manual Data Input). Phương pháp này chỉ thích hợp với những việc làm khá đơn giản, trong đó trình tự các thao tác không lặp lại. Chương 2 sẽ trình bày về phương pháp MDI này.

Phương pháp thứ hai là thông qua đường truyền trực tiếp với máy tính, gọi là *điều khiển số trực tiếp*, hay DNC (viết tắt của Direct Numerical Control). Chúng ta sẽ xem xét phương pháp này ở chương 3.

Chương trình trong đó chứa các lệnh do người lập trình vật làm soạn thảo. Công việc của người lập trình là đưa ra một bộ lệnh tỷ mỉ để dựa vào đó mà các bước gia công được thực hiện. Đối với một nguyên công cắt gọt, các bước gia công này có liên quan tới chuyển động tương đối giữa dao cắt và vật làm.

2. Bộ phận điều khiển (CU)

CU gồm có các bộ phận điện tử và phi điện tử khác, có nhiệm vụ đọc và diễn giải các lệnh trong chương trình rồi chuyển đổi chúng thành các hoạt động cơ học của máy công cụ. Các thành phần điển hình của một bộ phận điều khiển trong NC truyền thống gồm có đầu đọc băng, bộ đệm dữ liệu (buffer), các kênh xuất tín hiệu cho máy công cụ, các kênh phản hồi từ máy công cụ và các cơ cấu (mạch) điều khiển tuần tự để điều phối toàn bộ hoạt động của các thành phần nói trên. Cũng cần lưu ý rằng, ngày nay hầu hết các hệ NC hiện đại đều dùng máy vi tính làm bộ phận điều khiển (CU). Loại NC này được gọi là *điều khiển số bằng máy tính (CNC)* sẽ được trình bày cụ thể trong chương 3.

a) Đầu đọc băng

Đầu đọc băng là một thiết bị cơ điện dùng để cuộn băng có đục lỗ và đọc thông tin (chương trình) chứa trên đó. Thông tin được đọc từ băng

vào bộ đệm dữ liệu. Mục đích của thiết bị này là lưu trữ các lệnh đầu vào dưới dạng các khối (block) logic về thông tin. Một block thông tin thường thể hiện trọn vẹn một bước trong dãy các bước trong nguyên công. Ví dụ, một block có thể là dữ liệu cần cho việc di chuyển bàn máy tới một vị trí mong muốn và khoan một lỗ tại vị trí đó.

b) Các kênh xuất tín hiệu

Các kênh xuất tín hiệu được nối với động cơ *servo* (động cơ trợ động) và các cơ cấu (mạch) điều khiển khác trong máy công cụ. Thông qua các kênh này, các lệnh được gửi từ CU cho máy công cụ. Để đảm bảo chắc chắn rằng những lệnh đó đã được máy công cụ xử lý một cách đúng đắn, dữ liệu phản hồi sẽ được gửi trở lại CU thông qua các *kênh phản hồi*. Chức năng quan trọng nhất của vòng phản hồi là để đảm bảo rằng bàn máy và vật làm đã được định vị chính xác so với dụng cụ cắt.

c) Các cơ cấu (mạch) điều khiển tuần tự

Các cơ cấu (mạch) điều khiển tuần tự có tác dụng điều phối toàn bộ hoạt động của các thành phần khác của CU. Đầu đọc băng được kích hoạt để đọc dữ liệu từ băng vào buffer, các tín hiệu được gửi tới máy công cụ và từ máy công cụ gửi về... Các loại hoạt động này cần được đồng bộ hoá và đây chính là chức năng của các mạch điều khiển.

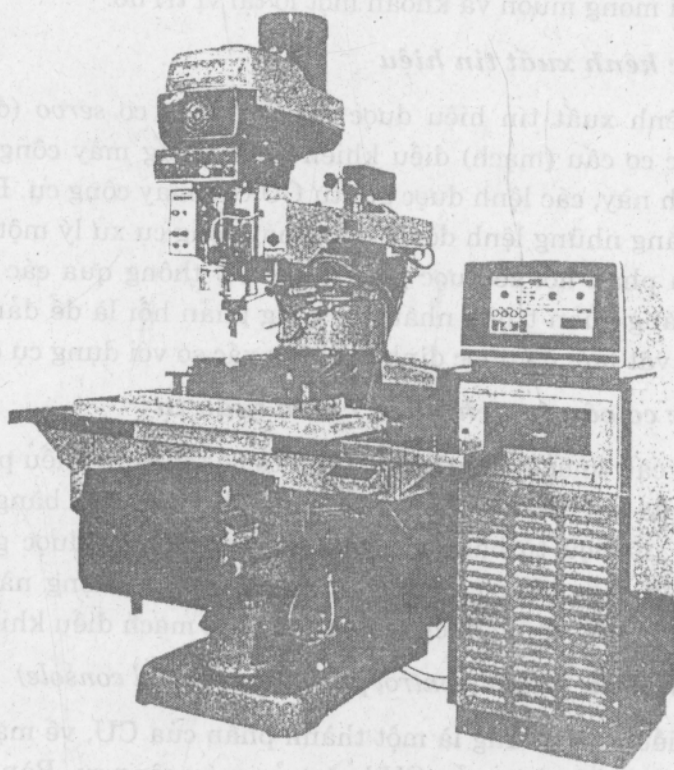
d) Bàn điều khiển (control panel hay control console)

Bàn điều khiển cũng là một thành phần của CU, về mặt vật lý thì nó có thể là một bộ phận của CU hoặc của máy công cụ. Bàn điều khiển chứa đĩa số hoặc núm vặn để người vận hành máy điều khiển hệ NC, đồng thời còn có thể có bộ phận hiển thị dữ liệu (màn hình) để cung cấp thông tin cho người vận hành. Mặc dù NC là một hệ tự động, nhưng các thao tác của con người vẫn cần thiết để đóng mở máy, thay dụng cụ cắt (một số hệ NC hiện đại có bộ phận thay dao tự động), gá lắp vật làm lên máy và để thực hiện nhiều nhiệm vụ khác. Để giải phóng được khỏi những công việc đó, người vận hành phải có khả năng kiểm soát được hệ thống, và việc này được thực hiện thông qua bàn điều khiển.

3. Máy công cụ hoặc quá trình được điều khiển khác

Đây là thành phần thứ ba của một hệ NC. Trong hầu hết các ví dụ thông thường về một hệ NC được thiết kế để thực hiện các nguyên công

cắt gọt thì máy công cụ bao gồm bàn máy và trục chính, các động cơ và các cơ cấu điều khiển cần thiết để điều vận chúng. Ngoài ra còn phải kể đến dụng cụ cắt, dụng cụ gá kẹp và các thiết bị phụ trợ khác cần cho nguyên công cắt gọt tương ứng. Hình 1.2 giới thiệu một máy công cụ NC.



Hình 1.2. Máy công cụ và bộ điều khiển của một hệ NC

Máy NC xét về mức độ phức tạp bao gồm từ những máy khoan bàn đơn giản được điều khiển bằng băng có đục lỗ cho đến những tổ hợp (center) cắt gọt linh hoạt và, tinh vi. Tổ hợp cắt gọt điều khiển số lần đầu tiên được giới thiệu vào cuối những năm 50 của thế kỷ XX. Đó là một cỗ máy đa chức năng có tính năng nổi bật về tiết kiệm thời gian đối với một thiết bị sản xuất tự động.

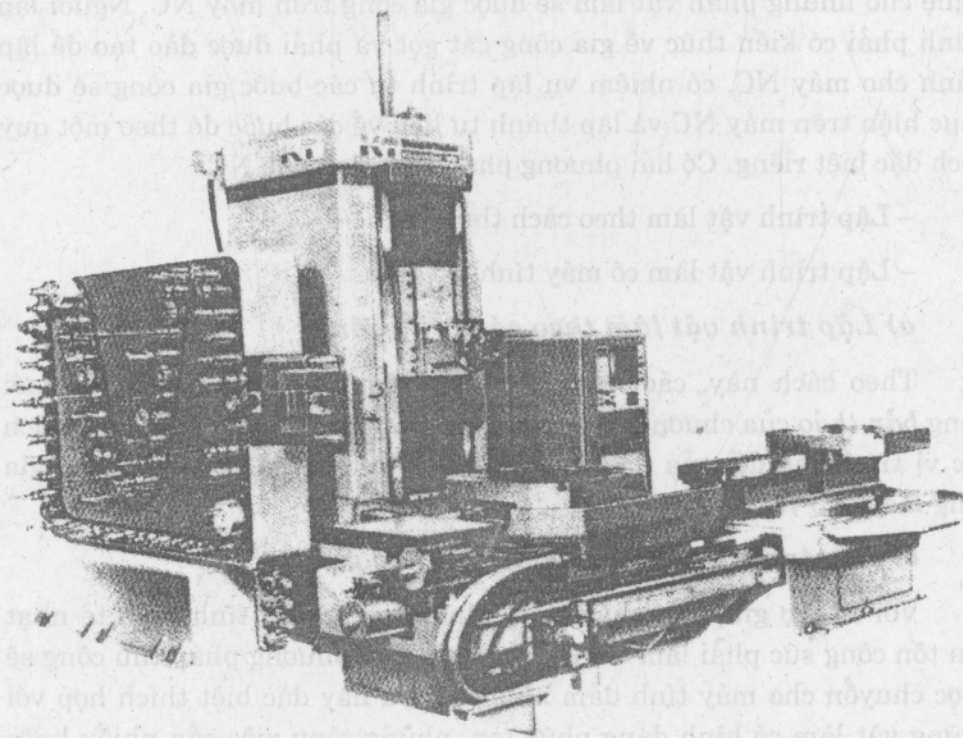
Trước hết, một tổ hợp cắt gọt có khả năng thực hiện rất nhiều nguyên công khác nhau: khoan, khoét, doa, phay và doa ngang.

Thứ hai, nó có khả năng tự động thay đổi dụng cụ cắt theo lệnh của băng từ hay băng đục lỗ. Tương ứng với nhiều nguyên công cắt gọt

là sự đa dạng về các loại dụng cụ cắt. Bộ dụng cụ cắt được lưu trữ trên một giá dao hình trống (hoặc một loại thiết bị giữ dao khác). Khi băng gọi tới một dao cắt cụ thể, trống mang dao sẽ quay để đưa dao cắt đó tới vị trí thích hợp với việc đưa ống kẹp dao của trục chính. Thiết bị thay dao tự động sẽ bắt lấy dao và đưa về ống kẹp dao của trục chính.

Thứ ba là một tổ hợp cắt gọt có khả năng định vị vật làm. Bàn máy định hướng vật làm sao cho có thể gia công một số mặt của nó như mong muốn.

Đặc điểm thứ tư là một số tổ hợp cắt gọt có hai bàn (hay tám đỡ) để kẹp chặt vật làm lên đó. Khi vật làm trên bàn thứ nhất đang được gia công thì trên bàn thứ hai vật làm được tháo ra (nếu đã gia công xong) hoặc được kẹp vào để chuẩn bị đưa vào cắt gọt (nếu chưa được gia công), như vậy sẽ tiết kiệm được thời gian chờ đợi, nâng cao năng suất cho máy. Hình 1.3 giới thiệu một tổ hợp.



Hình 1.3. Center cắt gọt NC điều khiển bằng máy tính

III- TRÌNH TỰ CỦA MÁY NC

Để sử dụng NC trong lĩnh vực chế tạo, cần phải thực hiện các bước sau đây:

1. Lập trình công nghệ

Bản vẽ kỹ thuật (còn gọi là *bản vẽ chế tạo*) của vật làm phải được diễn giải thành bản quy trình công nghệ. Đây là một bản liệt kê trình tự các nguyên công phải được thực hiện trên vật làm, còn có thể gọi là bản lộ trình gia công vì nó liệt kê cả các máy mà vật làm phải trải qua để thực hiện trình tự các nguyên công. Chúng ta giả thiết rằng trong lộ trình đó, một số nguyên công sẽ được thực hiện trên một hoặc một số máy NC.

2. Lập trình vật làm

Người lập trình vật làm có trách nhiệm vạch ra quy trình công nghệ cho những phần vật làm sẽ được gia công trên máy NC. Người lập trình phải có kiến thức về gia công cắt gọt và phải được đào tạo để lập trình cho máy NC, có nhiệm vụ lập trình tự các bước gia công sẽ được thực hiện trên máy NC và lập thành tư liệu về các bước đó theo một quy cách đặc biệt riêng. Có hai phương pháp lập trình cho NC:

- Lập trình vật làm theo cách thủ công.
- Lập trình vật làm có máy tính trợ giúp.

a) Lập trình vật làm theo cách thủ công

Theo cách này, các lệnh gia công trên máy được chuẩn bị dưới dạng *bản thảo* của chương trình vật làm. Bản thảo này là một danh sách các vị trí tương đối của dao cắt hay vật làm cần phải tuân thủ để gia công máy cho vật làm đó.

b) Lập trình vật làm có máy tính trợ giúp

Với sự trợ giúp của máy tính, những phần việc tính toán tế nhát vốn tốn công sức phải làm trong lập trình theo phương pháp thủ công sẽ được chuyển cho máy tính đảm nhiệm. Điều này đặc biệt thích hợp với những vật làm có hình dạng phức tạp, những công việc cần nhiều bước gia công. Trong những trường hợp như vậy, máy tính sẽ giúp tiết kiệm rất lớn thời gian lập trình.

3. Chuẩn bị băng

Một băng có đục lỗ được tạo ra căn cứ vào bản quy trình công nghệ (do người lập trình vật làm soạn thảo ra trước đó). Trong lập trình thủ công, căn cứ trực tiếp từ bản thảo chương trình vật làm, băng được đục lỗ trên bàn phím chuyên dụng có bộ phận đục lỗ lên băng. Còn trong lập trình do máy tính trợ giúp thì máy tính tự diễn dịch danh sách các lệnh trong chương trình, thực hiện các phép tính toán cần thiết để chuyển đổi các lệnh đó thành các lệnh di chuyển máy công cụ rồi điều khiển thiết bị đục lỗ tạo ra các lỗ đục trên băng. Đó là công việc chuẩn bị băng để đưa vào máy NC.

4. Kiểm tra băng

Sau công việc đục lỗ, băng được chuẩn bị xong. Tiếp theo sẽ là công việc kiểm tra xem băng có được đục lỗ chính xác không. Để làm việc đó, đôi khi người ta cho băng chạy thử, thông qua một chương trình máy tính để vẽ ra các chuyển động khác nhau của dụng cụ cắt (hoặc của bàn máy) lên giấy. Theo cách này, những lỗi mắc phải trên băng sẽ được phát hiện. Một cách kiểm tra triệt để hơn là cho chạy băng để máy công cụ cắt gọt trên vật làm, đôi khi là một miếng bọt biển hoặc chất dẻo. Các lỗi lập trình không phải bao giờ cũng dễ phát hiện, do đó có thể phải chạy thử ba bốn lần để sửa hết lỗi trước khi đưa băng vào sử dụng chính thức.

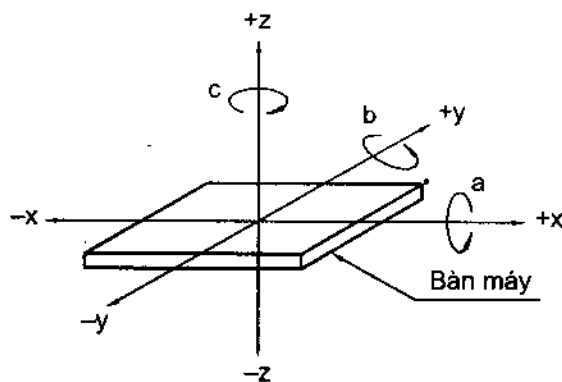
5. Sản xuất

Bước thứ năm trong quy trình NC là sử dụng băng NC vào sản xuất. Việc sản xuất liên quan tới vấn đề cung ứng phôi, chọn và chuẩn bị dụng cụ cắt, dụng cụ gá kẹp, các công việc chuẩn bị máy NC để gia công (chọn chế độ cắt, làm nguội,...). Nhiệm vụ của người vận hành máy công cụ trong quá trình sản xuất là gá phôi lên máy và thiết lập vị trí xuất phát của dao cắt so với vật làm. Tiếp đến, hệ NC thực hiện công việc và gia công vật làm theo các chỉ lệnh có trên băng. Khi vật làm được cắt gọt xong, người vận hành đưa vật làm ra khỏi máy rồi gá phôi mới lên máy.

IV- HỆ TOẠ ĐỘ TRONG NC

1. Hệ trục tọa độ

Để người lập trình vật làm có thể vạch ra trình tự các vị trí và các chuyển động của dụng cụ cắt so với vật làm, cần thiết lập một hệ trục tọa độ tiêu chuẩn, để từ đó xác định các vị trí tương đối khác. Lấy máy khoan bàn làm ví dụ, trục chính (trục lắp mũi khoan) trên thực tế là cố định theo chiều đứng, còn bàn máy thì dịch chuyển theo điều khiển so với trục chính. Tuy nhiên để thuận tiện cho người lập trình, chúng ta coi vật làm đứng yên trong khi mũi khoan chuyển động tương đối so với vật làm và ta sẽ thiết lập hệ trục tọa độ gắn chặt với bàn máy.



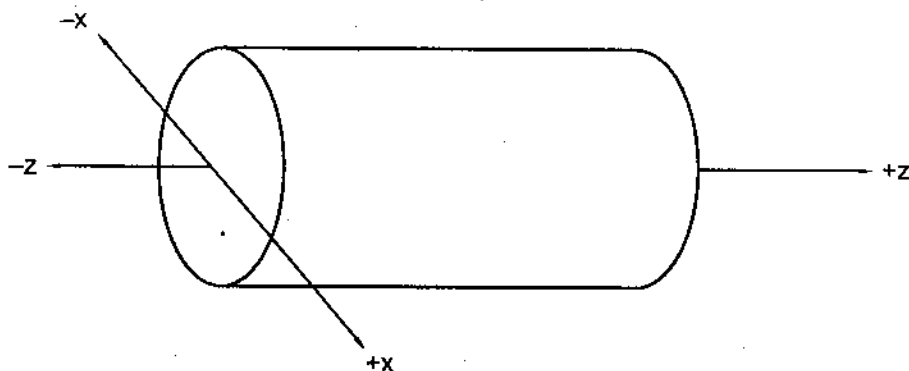
Hình 1.4. Hệ trục tọa độ của máy NC dùng cho các nguyên công phay và khoan

Với quy ước như trên, trục x và trục y được xác định trên bàn máy, trục z thẳng góc với bàn máy, còn chuyển động theo chiều trục z được điều khiển bởi chuyển động thẳng đứng của trục chính. Chiều dương và chiều âm của chuyển động dao động với bàn máy theo các trục này được chỉ rõ trên hình 1.4. Máy khoan bàn NC được chia làm hai loại: máy hai trục và máy ba trục, tùy theo máy có khả năng điều khiển chiều trục z hay không.

Máy phay NC và các máy công cụ tương tự (như máy doa đứng chẳng hạn) đều dùng hệ trục tọa độ tương tự như đối với máy khoan bàn nói trên. Tuy nhiên, ngoài ba trục x , y , z , các máy này còn có khả năng điều khiển theo một hoặc vài trục quay nữa. Ba trục quay trong máy NC

là các trục a , b , c . Ba trục này xác định các góc quay quanh ba trục x , y , z tương ứng. Để phân biệt chiều của các chuyển động quay này, ta dùng *quy tắc bàn tay phải*. Theo quy tắc này, nếu ngón tay cái trở về chiều dương của một trục (x , y hoặc z) rồi nắm các ngón tay còn lại, chiều cong của các ngón ấy sẽ là chiều dương của chuyển động quay quanh trục đó (hình 1.4).

Đối với nguyên công tiện thì hệ trục tọa độ được xác định theo quy ước riêng: trục z là trục quay của vật làm (hay đường tâm của vật làm), trục x xác định vị trí hướng kính của dao cắt đối với vật làm như được minh họa ở hình 1.5. Chiều dương của các chuyển động quay cũng được xác định theo *quy tắc bàn tay phải*. Mục đích của hệ trục tọa độ là để xác định một cách đúng đắn vị trí, tương đối của dao cắt so với vật làm. Tùy theo từng máy NC, người lập trình vật làm dựa vào một số tùy chọn có sẵn khác để xác định vị trí tương đối này.



Hình 1.5. Hệ trục tọa độ của máy NC dùng cho nguyên công tiện

2. Điểm “không” cố định và điểm “không” di động

Người lập trình phải xác định vị trí của dao cắt so với gốc tọa độ (điểm “không”). Đối với các máy NC, có một trong hai phương pháp xác định *điểm không*:

- *Phương pháp thứ nhất*: Chọn góc tây nam (góc dưới bên trái) của bàn máy làm gốc tọa độ, mọi vị trí theo trục x và y đều được quy chiếu theo điểm gốc này, và gốc tọa độ ở đây được gọi là điểm “không” cố định (fixed zero).

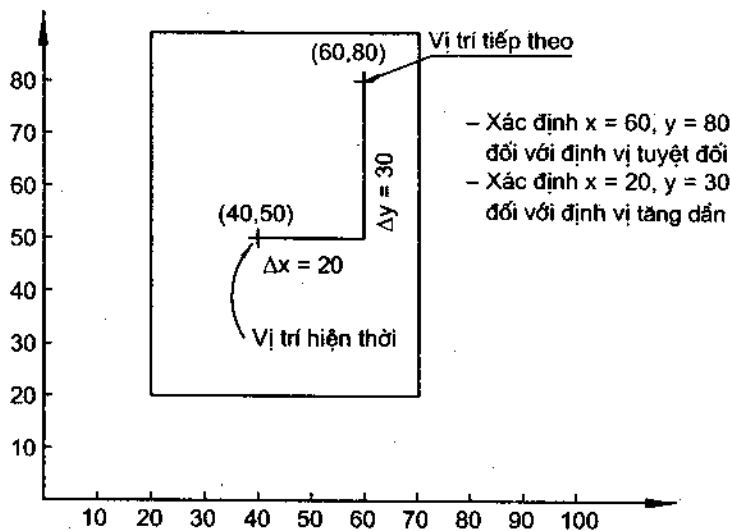
• *Phương pháp thứ hai* và là phương pháp được ưa dùng hơn trong máy NC hiện đại, cho phép người vận hành máy thiết lập điểm “không” đặt tại bất kỳ vị trí nào trên bàn máy. Đây được gọi là điểm “không” di động (floating zero). Người lập trình vật làm sẽ quyết định vị trí đặt điểm “không” di động cho thuận tiện với công việc lập trình của mình. Ví dụ, nếu vật làm là đối xứng thì nên đặt điểm không tại tâm đối xứng. Vị trí đặt điểm “không” được thông báo cho người vận hành máy biết. Khi bắt đầu cắt gọt, người vận hành máy dùng tay điều khiển dụng cụ cắt về một điểm trên bàn máy. Điểm này gọi là điểm xuất phát, hay còn gọi là điểm đích, vì sau mỗi lần cắt gọt, dụng cụ cắt lại trở về vị trí này. Thực ra điểm đích có thể đặt ở một vị trí thuận tiện trên bàn máy hoặc cũng có thể trên vật làm, ví dụ là một lỗ khoan có sẵn trên vật đó. Người lập trình đã quy chiếu sẵn điểm đích tới điểm không. Trong thực hành người lập trình cũng có thể chọn điểm đích làm điểm không để định vị dụng cụ cắt. Khi dụng cụ cắt đã được định vị tại điểm đích, người vận hành máy sẽ ấn nút “zero” trên bàn điều khiển – nút bấm này sẽ báo cho máy biết gốc toạ độ được đặt ở đâu để thực hiện các chuyển động tiếp theo của dụng cụ cắt.

3. Định vị tuyệt đối và định vị tăng dần (tương đối)

Có một cách lựa chọn khác mà đôi khi người lập trình cũng có thể áp dụng, đó là định vị tăng dần thay cho định vị tuyệt đối.

• *Định vị tuyệt đối*: các vị trí của dụng cụ cắt luôn được tính từ điểm “không”. Ví dụ, nếu cần khoan một lỗ tại điểm cách trục tung 150 mm về bên phải và cách trục hoành 200 mm về phía trên thì toạ độ tuyệt đối của tâm lỗ là $x = +150.0$ và $y = +200.0$.

• *Định vị tăng dần*: là toạ độ vị trí hiện thời của dụng cụ cắt, là kết quả so sánh với toạ độ của vị trí liền ngay trước đó của nó. Trong trường hợp khoan lỗ ở trên, ví dụ máy vừa khoan một lỗ tại toạ độ tuyệt đối (so với điểm “không”) là (100.0; 125.0) thì khi đó toạ độ tăng dần của lỗ khoan hiện thời là (50.0; 75.0). Hình 1.6 minh hoạ sự khác nhau giữa định vị tuyệt đối và định vị tăng dần.



Hình 1.6. Minh họa định vị tuyệt đối và định vị tăng dần

V- CÁC HỆ ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG CỦA NC

Để thực hiện việc gia công cắt gọt, dao cắt và vật làm phải chuyển động tương đối với nhau. Trong NC, có ba loại cơ bản về hệ thống điều khiển chuyển động, đó là:

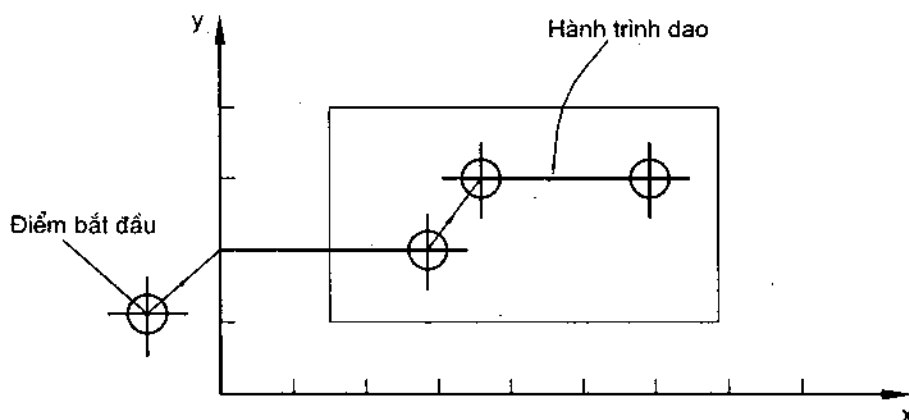
1. Điểm tới điểm;
2. Cắt thẳng;
3. Cắt theo đường bao.

Trong đó hệ điều khiển *điểm tới điểm* là hệ điều khiển ở mức thấp nhất, hệ điều khiển *cắt theo đường viền* là hệ ở mức cao nhất trong các hệ thống điều khiển chuyển động giữa dụng cụ cắt và vật làm.

1. Hệ điều khiển điểm tới điểm (PTP)

Hệ điều khiển điểm tới điểm (PTP, viết tắt của point-to-point) đôi khi còn được gọi là *hệ định vị*. Mục tiêu của hệ điều khiển PTP là di chuyển dụng cụ cắt đến một vị trí định trước. Tốc độ và đường đi của chuyển động đó không quan trọng đối với hệ điều khiển này. Khi dụng cụ cắt đã đạt tới vị trí mong muốn thì nguyên công cắt gọt sẽ bắt đầu tại đó.

Máy khoan bàn NC là một ví dụ điển hình của hệ điều khiển PTP. Trục chính trước hết phải được định vị tại một điểm cụ thể trên vật làm dưới sự điều khiển PTP và việc khoan lỗ được tiến hành tại điểm này, sau đó tiếp tục đối với lỗ tiếp theo. Trong khoảng cách giữa các lỗ không cần có sự điều khiển chuyển động tương đối giữa dụng cụ cắt với vật làm vì ở đó không xảy ra sự cắt gọt. Hình 1.7 minh họa kiểu điều khiển PTP.

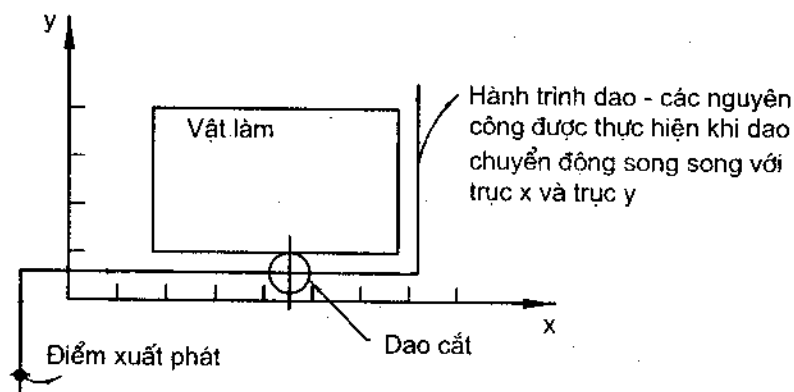


Hình 1.7. Hệ NC điều khiển điểm tới điểm (PTP)

Các hệ điều khiển máy công cụ theo kiểu PTP thuộc loại điều khiển đơn giản nhất và giá thành rẻ nhất trong ba loại kể trên. Tuy nhiên trong một số trường hợp như khoan hay hàn điểm thì điều khiển theo kiểu PTP vẫn thích hợp và không cần đến kiểu điều khiển khác cao cấp hơn.

2. Hệ điều khiển cắt thẳng

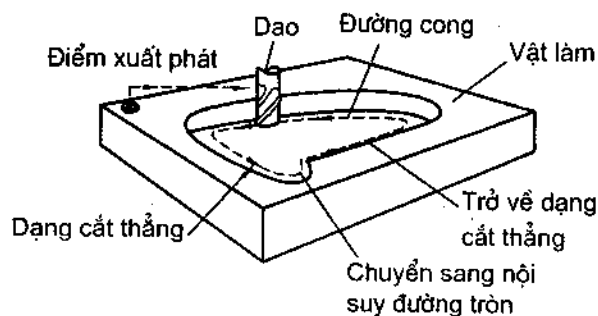
Hệ này có khả năng điều khiển dụng cụ cắt chuyển động song song với một trong các trục tọa độ theo một tốc độ được khống chế cho phù hợp với yêu cầu cắt gọt. Vì thế nó phù hợp với các nguyên công phay để tạo ra những sản phẩm có hình dạng chữ nhật. Tuy nhiên hệ này không thể phối hợp chuyển động theo hai trục trở lên, nên không thể tạo góc trên vật làm. Hình 1.8 trình bày một ví dụ về nguyên công cắt thẳng. Chú ý rằng, một máy NC có khả năng chuyển động cắt thẳng thì cũng có khả năng chuyển động PTP.



Hình 1.8. Hệ cắt thẳng

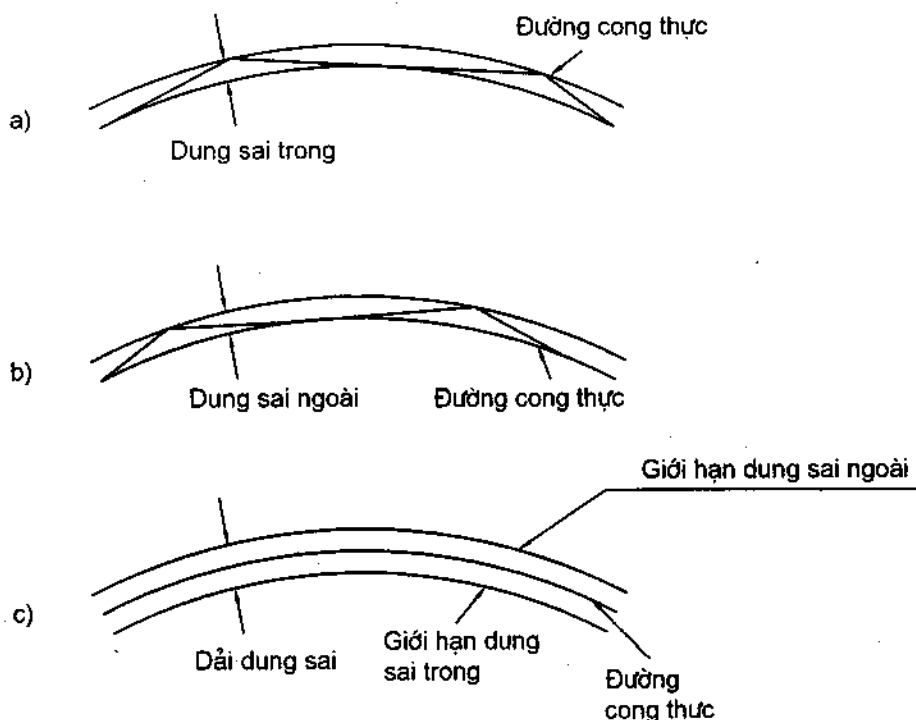
3. Hệ cắt theo đường bao vòng

Cắt theo đường bao vòng (được gọi tắt là cắt theo đường bao) phức tạp nhất, mềm dẻo nhất và đắt nhất: Máy công cụ NC được điều khiển theo kiểu này có khả năng thực hiện cả hai kiểu PTP và cắt thẳng. Hơn nữa các hệ NC được điều khiển cắt theo đường bao còn một điểm nổi trội là có khả năng đồng thời điều khiển chuyển động theo hai trục trở lên. Đường đi của dao cắt được điều khiển cùng lúc để tạo ra hình dáng hình học của vật làm. Vì lý do đó mà các hệ cắt theo đường bao còn được gọi là các *hệ NC đường dao đi liên tục*. Các mặt phẳng, các đường cong, các mặt conic hoặc các mặt xác định được bằng toán học đều có thể điều khiển được theo cách này. Hình 1.9 minh họa tính linh hoạt của hệ NC đường dao đi liên tục. Các nguyên công phay và tiện là những ví dụ điển hình về sử dụng điều khiển cắt theo đường bao.



Hình 1.9. Hệ NC cắt theo đường bao vòng (đường dao đi liên tục) dạng phối hợp chuyển động hai chiều

Để gia công một đường cong trong hệ NC cắt theo đường bao, chiều đường đi của dao phải được thay đổi liên tục sao cho dao có thể tạo ra đúng đường bao. Thực hiện điều đó bằng cách chia đường cong thành nhiều đoạn nhỏ, mỗi đoạn coi gần đúng là một đoạn thẳng, sau đó ra lệnh cho dụng cụ cắt liên tiếp theo các đoạn thẳng này. Kết quả là tạo ra một đường viền được cắt gọt gần đúng với đường cong mong muốn. Có thể khống chế sai số tối đa giữa hai đường đó qua chiều dài của các đoạn thẳng nhỏ riêng rẽ do dao tạo ra nói trên (hình 1.10).



Hình 1.10. Xấp xỉ của một đường cong trong máy NC bằng các đoạn thẳng.

Độ chính xác của đường xấp xỉ được khống chế bởi “dung sai” giữa đường cong thực (mong muốn) và độ lệch của các đoạn thẳng

- a) Dung sai được xác định về phía trong đường cong thực;
- b) Dung sai được xác định về phía ngoài đường cong thực;
- c) Dung sai được xác định về cả hai phía.

VI- ỨNG DỤNG CỦA ĐIỀU KHIỂN SỐ

Các hệ NC được ứng dụng nhiều trong công nghiệp, đặc biệt là công nghiệp gia công kim loại. Cho đến nay, ứng dụng rộng rãi nhất của NC là trong các máy công cụ để thực hiện các nguyên công cắt gọt kim loại, bao gồm:

- Phay.
- Khoan và các việc gia công liên quan (khoét, dao).
- Doa ngang.
- Tiện.
- Mài.
- Cưa.

Cũng cần lưu ý rằng, trong mục đích cắt gọt kim loại, máy công cụ NC có thể chỉ thích hợp với những công việc này mà không thể thích hợp với các công việc khác. Sau đây là những đặc tính công việc thích hợp nhất với máy công cụ NC:

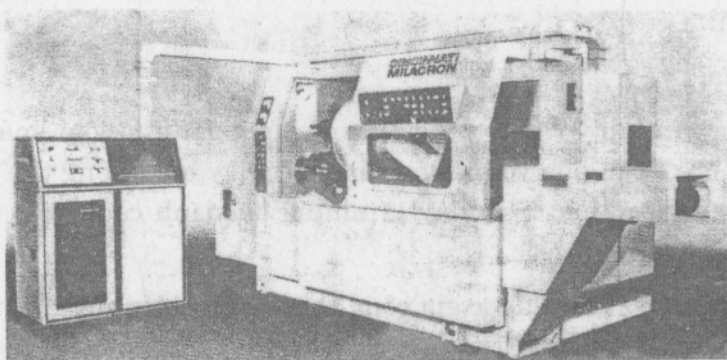
1. Những vật làm được gia công thường xuyên nhưng sản xuất với số lượng ít.
2. Vật làm có hình dạng phức tạp.
3. Nhiều thao tác cần thực hiện trên vật làm khi gia công.
4. Phải cắt gọt nhiều kim loại trên vật làm.
5. Vật làm thường phải trải qua thay đổi thiết kế kỹ thuật (để phù hợp với nhu cầu thị trường...).
6. Phải đảm bảo độ dung sai nghiêm ngặt khi gia công trên vật làm.
7. Những phần quan trọng trên vật làm – ở đó không cho phép mắc sai lầm gia công.
8. Những phần vật làm cần kiểm tra 100%.

Người ta ước tính rằng đa số vật làm cần cắt gọt thường được sản xuất theo từng lô 50 chiếc hoặc ít hơn và thấy rằng NC ứng dụng tốt nhất trong sản xuất theo lô hay loạt nhỏ. Lập trình vật làm cho quy mô sản xuất như vậy là phù hợp, chương trình có thể cất đi để dùng cho lô hàng sau. Nếu trong quá trình sản xuất, thiết kế kỹ thuật có những

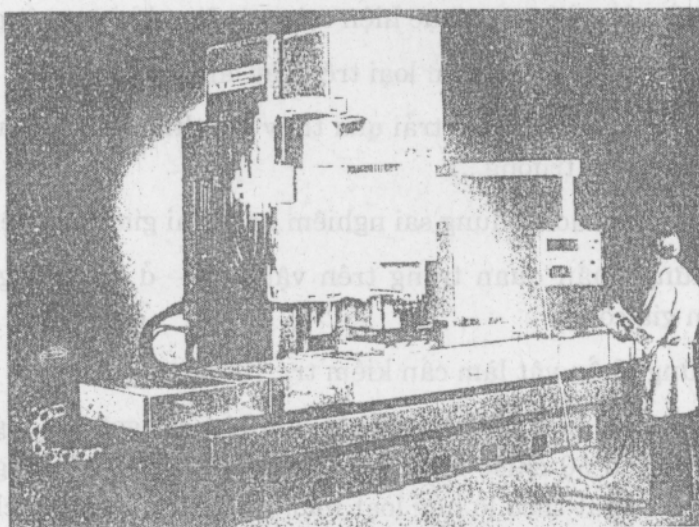
thay đổi (mà điều này lại thường xảy ra) thì việc điều chỉnh nội dung chương trình chứa trên băng (hay đĩa) để thích nghi với những thay đổi đó cũng dễ dàng. Đối với những vật làm đắt tiền, yêu cầu về chất lượng và kiểm tra chất lượng khắt khe (dung sai nghiêm ngặt), thì NC là thích hợp nhất nhờ độ chính xác cao và kết quả dùng lại được nhiều lần.

Không nhất thiết phải có đầy đủ 8 tính chất nêu trên mới cần đến NC để gia công, tuy nhiên một vật làm càng có nhiều tính chất đó thì càng nên được gia công trên máy NC.

Hình 1.11 và hình 1.12 giới thiệu hai máy công cụ để thực hiện các nguyên công cắt gọt kim loại.



Hình 1.11. Tổ hợp NC bốn trục, dùng cho các nguyên công tiện

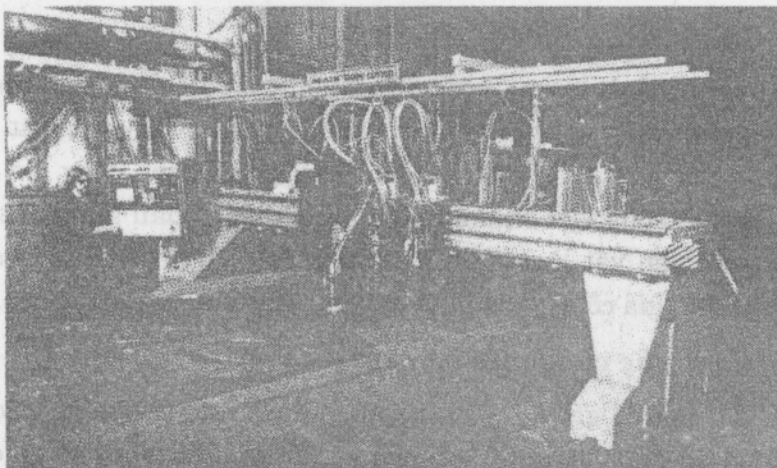


Hình 1.12. Máy phay NC

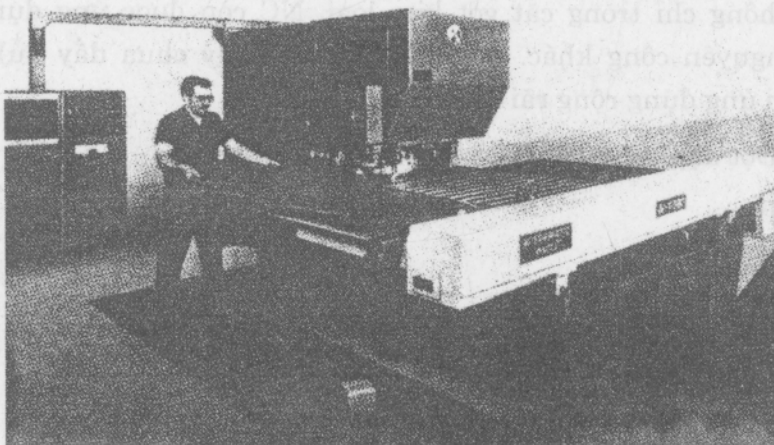
Không chỉ trong cắt gọt kim loại, NC còn được ứng dụng trong nhiều nguyên công khác. Liệt kê dưới đây (tuy chưa đầy đủ) nói lên phạm vi ứng dụng rộng rãi của NC:

- Đột dập.
- Hàn.
- Kiểm tra.
- Vẽ tự động.
- Lắp ráp.
- Uốn ống.
- Cắt bằng ngọn lửa.
- Cắt bằng hồ quang plasma.
- Gia công bằng tia laser.
- Dệt tự động.
- Cắt vải, quần áo.
- Tán đinh tự động.
- Quấn dây....

Hình 1.13 và hình 1.14 giới thiệu hai trong các ứng dụng nói trên.



Hình 1.13. Máy cắt NC dùng cung lửa plasma



Hình 1.14. Máy đột dập tám NC

VII- Ý NGHĨA KINH TẾ CỦA ĐIỀU KHIỂN SỐ

Ở trên chúng ta đã tìm hiểu phạm vi ứng dụng của NC và xét về mặt kỹ thuật, những vật làm có đặc tính như thế nào thì gia công trên máy NC là thích hợp. Còn về mặt kinh tế, chúng ta cũng đã xem xét trong những trường hợp nào thì NC mang lại hiệu quả cao. Sau đây chúng ta sẽ xem xét những ưu – nhược điểm của điều khiển số so với các phương pháp sản xuất truyền thống.

1. Ưu điểm của NC

a) Giảm thời gian phi sản xuất

NC không ảnh hưởng hoặc ảnh hưởng rất ít tới quá trình cắt gọt (hoặc quá trình chế tạo khác), nó chỉ làm tăng phần thời gian cắt gọt thực tế của máy trong toàn bộ thời gian chi phí cho việc gia công. Sở dĩ có ưu điểm đó là vì ít công việc chuẩn bị hơn, thời gian chuẩn bị ngắn hơn, thời gian nâng chuyển vật làm giảm, thay dao tự động (đối với một số máy), v.v... Quá trình gia công càng phức tạp, ưu điểm của NC càng cao.

b) Giảm nhẹ công việc gá kẹp

NC đòi hỏi đồ gá, dụng cụ kẹp đơn giản hơn và ít đắt tiền hơn vì việc định vị đã được bằng (lỗ, từ) của nó đảm nhiệm thay vì giao cho đồ gá và dụng cụ kẹp như trong máy công cụ truyền thống.

c) Giảm thời gian chỉ dẫn gia công

Nhờ NC mà thời gian chuẩn bị và khối lượng công việc phải chuẩn bị cho mỗi bước gia công (hay cho mỗi nguyên công) giảm nhiều, vì thế giảm được thời gian giao việc và chỉ dẫn cho người nhận việc.

d) Công việc sản xuất mềm dẻo hơn

Nhờ NC mà các vấn đề thích nghi với những thay đổi thiết kế kỹ thuật, thay đổi tiến độ sản xuất, luân chuyển đối tượng gia công để kịp phục vụ những đơn đặt hàng gấp v.v... được dễ dàng hơn.

e) Quản lý chất lượng được cải thiện

NC là lý tưởng cho những vật làm phức tạp mà nếu chế tạo theo truyền thống thì rất dễ mắc lỗi. Chế tạo trên máy NC đạt độ chính xác cao hơn, ít phế phẩm và ít phải kiểm tra chất lượng hơn.

g) Giảm thời gian lưu kho

Với NC, công việc chuẩn bị gia công sẽ ít hơn, thời gian chỉ dẫn gia công giảm hơn nên giảm được thời gian lưu kho.

h) Giảm yêu cầu diện tích phân xưởng

Một tổ hợp (center) cắt gọt có thể thực hiện công việc của nhiều máy công cụ truyền thống nên diện tích mặt bằng cần cho một xưởng NC thường ít hơn so với một xưởng máy công cụ truyền thống.

2. Nhược điểm của NC

Bên cạnh các ưu điểm nêu trên, NC cũng có một số nhược điểm sau đây:

a) Chi phí đầu tư cao

Máy công cụ NC thể hiện một công nghệ tinh vi và phức tạp, do đó đắt tiền hơn máy không có NC. Vì NC đắt tiền nên đòi hỏi người quản lý sản xuất phải khai thác triệt để hơn so với máy thông thường, nhằm rút ngắn thời gian hoàn vốn. Muốn vậy, cần cho máy chạy hai, thậm chí ba ca một ngày đêm.

b) Chi phí bảo dưỡng cao

NC là một công nghệ phức tạp, chi phí bảo dưỡng cho máy NC thường cao hơn nhiều so với máy công cụ truyền thống (có tài liệu cho biết cao hơn 48% đối với các máy phay và 63% đối với các tổ hợp cắt gọt).

c) Tuyển dụng và đào tạo nhân lực

Các hoạt động của phân xưởng NC có một số công đoạn đòi hỏi trình độ kỹ thuật và kỹ năng cao hơn so với phân xưởng máy thông thường. Lập trình viên vật làm và người bảo trì NC là hai loại nhân lực khó tìm. Vấn đề phát hiện, tuyển dụng và đào tạo họ là một công việc khó khăn của một xưởng máy NC.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 1

1. Điều khiển số là gì?
Ngoài cắt gọt kim loại, điều khiển số còn được ứng dụng trong những công việc nào?
2. Chương trình NC là gì? Trình bày hai phương pháp nhập thông tin cho NC.
3. Trình bày các bộ phận hợp thành của bộ điều khiển (CU) của máy NC. Phân biệt máy NC và tổ hợp NC.
4. Trình bày các bước trong quy trình NC.
5. Hệ tọa độ trong NC được xây dựng như thế nào?
Phân biệt điểm “không” cố định và điểm “không” di động.
6. Trình bày ba hệ điều khiển chuyển động của NC. Thế nào là dung sai trong, dung sai ngoài và dẫn dung sai?
7. Điều khiển số được ứng dụng nhiều vào các loại máy công cụ nào?
Trong cắt gọt kim loại, những công việc có đặc tính nào thích hợp nhất với NC?
8. Trình bày ưu – nhược điểm (xét về mặt kinh tế) của máy NC.

Chương 2

LẬP TRÌNH VẬT LÀM CHO MÁY NC

I- GIỚI THIỆU

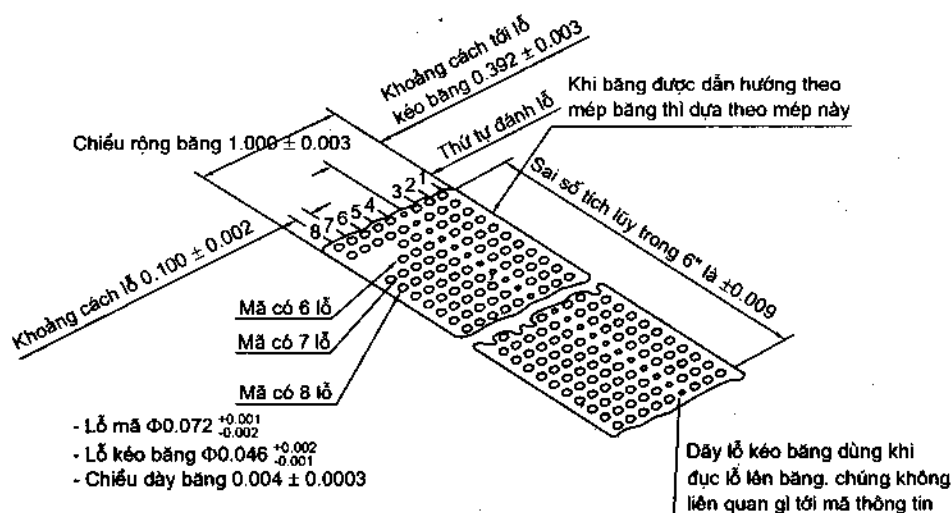
Lập trình vật làm cho máy NC là một thủ tục (hay quy trình) mà qua đó trình tự các bước gia công trên máy NC sẽ được thiết kế ra và lập thành tư liệu theo một quy cách riêng. Quy trình đó bao gồm cả việc chuẩn bị băng (băng có đục lỗ hoặc băng từ hay môi trường trữ tin nào khác) dùng để truyền các lệnh gia công cho máy công cụ. Như mục III, chương 1 đã đề cập. Có hai phương pháp lập trình vật làm là *lập trình thủ công* và *lập trình có máy tính trợ giúp*. Chương 2 sẽ trình bày hai phương pháp này nhưng đi sâu hơn về phương pháp thứ hai.

Để dễ tiếp cận hai phương pháp lập trình nói trên, trước hết chúng ta hãy tìm hiểu cách chuẩn bị băng và chương trình trên băng. Do vậy trong các mục II và III, khái niệm băng có đục lỗ và cấu trúc của ngôn ngữ cơ bản dùng cho các hệ NC sẽ được trình bày trước khi đi vào nội dung chính.

II- BĂNG CÓ ĐỤC LỖ DÙNG CHO MÁY NC

Chương trình vật làm được biến đổi thành dãy các hoạt động của máy công cụ, nhờ vật trữ thông tin đầu vào (ở đây là băng có đục lỗ chứa chương trình) và nhờ bộ phận điều khiển (CU) diễn dịch các thông tin đó. CU và vật trữ tin đầu vào phải tương thích với nhau, tức là những gì chứa trên vật trữ tin phải cho phép CU đọc được. Đối với máy NC truyền thống, băng có đục lỗ là vật trữ tin đầu vào thông dụng nhất. Băng được tiêu chuẩn hoá sao cho máy đục lỗ lên băng được chế tạo theo một chuẩn

thống nhất. Còn đầu đọc băng là một bộ phận của CU, cũng được cấu tạo thống nhất để đọc được mọi thông tin trên băng. Băng dùng cho máy NC có chiều rộng 1 inch, theo tiêu chuẩn của EIA (Hiệp hội Công nghiệp điện tử) là tổ chức đảm nhận nhiều tiêu chuẩn quan trọng trong công nghiệp NC. Hình 2.1 giới thiệu khuôn dạng băng theo tiêu chuẩn EIA.



Hình 2.1. Khuôn dạng băng lỗ đục dùng cho NC, theo tiêu chuẩn EIA (Electronic Industries Association) (kích thước trong hình tính theo đơn vị in).

Có hai phương pháp chuẩn bị băng:

- **Phương pháp thứ nhất** gắn liền với cách lập trình vật làm theo lối thủ công và sử dụng thiết bị đục băng kiểu máy chữ như ở hình 2.2. Người vận hành gõ trực tiếp *bản thảo chương trình viết tay* vào thiết bị đục băng, nhờ vậy một bản sao chương trình được đánh máy ra, đồng thời các lỗ cũng được đục lên băng.

- **Phương pháp thứ hai** gắn liền với cách lập trình có máy tính trợ giúp. Với cách tiếp cận này, máy tính trực tiếp điều khiển thiết bị đục lỗ để đục lỗ lên băng, không cần gõ tay như ở phương pháp thứ nhất.



Hình 2.2. Thiết bị đọc lỗ để chuẩn bị băng cho máy NC

Với một trong hai phương pháp nêu trên, băng được đục lỗ và sẵn sàng làm việc. Trong quá trình làm việc trên máy NC truyền thống, băng được đưa vào đầu đọc, mỗi lượt phục vụ cho một vật làm. Băng được kéo qua đầu đọc lần lượt từng lệnh. Khi máy công cụ đang thực hiện một lệnh thì đầu đọc tiến hành đọc lệnh liên kế vào bộ đệm dữ liệu của CU, nhờ vậy tiết kiệm được thời gian. Sau khi lệnh cuối cùng được đọc vào CU, băng sẽ được cuộn ngược trở về vị trí ban đầu của chương trình để sẵn sàng cho vật làm tiếp theo.

III- KHUÔN DẠNG BĂNG VÀ MÃ HOÁ CHƯƠNG TRÌNH TRÊN BĂNG

1. Khuôn dạng băng và mã hoá chương trình trên băng

Trên hình 2.1, chúng ta thấy có tám cột lỗ bình thường, chạy dọc theo chiều dài băng. Ngoài ra còn một cột lỗ đặc biệt nằm giữa cột thứ ba và thứ tư của tám cột lỗ kia. Cột đặc biệt này có lỗ nhỏ hơn, răng bánh xích sẽ móc vào đó để kéo băng.

Nhìn trên hình 2.1 ta có cảm giác hầu như nơi nào cũng có lỗ. Tuy nhiên chương trình trên băng được tạo thành thông qua sự hiện diện hay khiếm diện của một lỗ trên những vị trí khác nhau. Vì có hai điều kiện khả dĩ cho từng vị trí có hay không có một lỗ tại vị trí đó, nên đây được gọi là hệ lập trình theo mã nhị phân. Nó sử dụng hệ đếm cơ số 2 là hệ có thể thể hiện các số thập phân, thậm chí, cả các chữ cái và nhiều

ký hiệu khác nữa. Đối với băng NC thì tám cột là đủ để tạo những số nhị phân cần thiết cho việc thể hiện tất cả các ký hiệu cần cho máy điều khiển số.

2. Các lệnh được tạo ra như thế nào?

Một số nhị phân được gọi là một *bit*. Mỗi bit có giá trị 1 hay 0, tùy thuộc vào việc có hay không có một lỗ ở một vị trí trên hàng và cột cụ thể nào đó của băng (hàng theo chiều ngang, cột theo chiều dọc). Một hàng là một *ký tự* (có thể là chữ cái chữ số hoặc ký hiệu) được tạo ra. Như vậy một ký tự là một tổ hợp các *bit* nằm trên mỗi hàng. Nhiều ký tự tạo thành một từ, nhiều từ tạo nên một *lệnh*. Các từ điển hình của NC là vị trí của x , vị trí của y , tốc độ cắt, lượng chạy dao, v.v... Mỗi lệnh trọn vẹn là một *block*. Lấy nguyên công khoan trên máy NC làm ví dụ, một block có thể chứa thông tin về toạ độ (x, y) của tâm lỗ, tốc độ cắt, lượng chạy dao và thậm chí cả thông số kỹ thuật của dụng cụ cắt.

Để phân cách các block với nhau, người ta dùng ký hiệu EOB (End of Block) có nghĩa là kết thúc block. Theo tiêu chuẩn EIA, nó được đánh dấu bằng một lỗ tại cột 8.

3. Các từ của NC

Dưới đây là danh sách các từ mà khi tạo thành một block sẽ cần đến. Tuy nhiên không phải các máy NC đều dùng tất cả từ này và cách diễn đạt của mỗi từ cũng khác nhau tùy theo từng máy. Để thuận tiện, các từ trong một block được cho theo thứ tự sau đây:

- *Số thứ tự* - Sequence number (các từ n): Được dùng để nhận biết block.

- *Từ chuẩn bị* - Preparatory word (các từ g): Được dùng để dự báo cho CU chuẩn bị xử lý các lệnh sẽ đọc vào. Chẳng hạn từ *g02* để dự báo cho CU chuẩn bị nội suy đường tròn cho một cung tròn, theo chiều kim đồng hồ, cần đến từ chuẩn bị để CU diễn dịch một cách đúng đắn dữ liệu đứng sau từ đó.

- *Các toạ độ* - Cordinates (các từ x, y và z): Đưa ra toạ độ của dao cắt. Trong hệ hai trục chỉ có hai trong ba từ trên, trong hệ bốn trục có thêm từ *a* hoặc *b*, còn trong hệ năm trục cần đến cả năm từ đó.

- *Lượng chạy dao* – Feed rate (từ f): Được dùng để xác định lượng chạy dao trong các nguyên công cắt gọt. Đơn vị là in/phút hoặc mm/phút.

- *Tốc độ cắt* – Cutting speed (từ s): Để xác định tốc độ cắt, hay tốc độ quay của trục chính, tính theo vòng/phút.

- *Chọn dao* – Tool selection (từ t): Chỉ phải sử dụng từ này với máy có ụ dao chứa nhiều dao hoặc có giá thay dao tự động. Từ *t* cho biết dao cắt nào sẽ được dùng cho nguyên công cắt gọt. Ví dụ *t05* là chọn mũi khoan $\phi 12$ tại vị trí số 5 trên ụ dao của máy khoan kiểu pháo đài.

- *Chức năng phụ* – Miscellaneous function (từ m): Để xác định các chức năng phụ mà máy công cụ có. đương nhiên máy công cụ phải có chức năng được gọi đến này. Ví dụ từ *m03* để khởi động quay trục chính. Chức năng phụ là từ đặt ở cuối *block*. Để đánh dấu kết thúc một lệnh, ký hiệu EOB được đục lên băng.

IV- LẬP TRÌNH VẬT LÀM THEO KIỂU THỦ CÔNG

Để chuẩn bị một chương trình vật làm viết theo kiểu thủ công, người lập trình viết các lệnh chạy máy (cắt gọt) theo một dạng đặc biệt, gọi là bản thảo lập trình vật làm. Các lệnh đó phải được chuẩn bị rất chính xác vì người gõ chương trình chỉ đơn giản đánh máy trực tiếp những nội dung có trong bản thảo vào máy đục lỗ. Bản thảo có nhiều dạng, tùy theo máy công cụ và khuôn dạng băng nào được dùng. Chẳng hạn, mẫu bản thảo dùng cho một máy khoan hai trục điểm – tới – điểm (PTP), khác với mẫu bản thảo dùng cho máy ba trục cắt theo đường bao vòng. Bản thảo là một danh sách các vị trí tương đối giữa dụng cụ cắt và vật làm. Ngoài ra nó còn chứa các dữ liệu khác như lệnh chuẩn bị, các lệnh phụ trợ, các thông số kỹ thuật như tốc độ cắt, lượng chạy dao – tất cả những dữ liệu đó là cần thiết để vận hành máy dưới sự điều khiển của băng.

Có thể chia các công việc lập trình thủ công thành hai loại: lập trình PTP và lập trình đường bao vòng. Trừ trường hợp những vật làm phức tạp có nhiều lỗ khoan và không thích hợp với lập trình thủ công, còn nói chung phương pháp lập trình này thích hợp nhất với vật làm không phức tạp mà có nhiều lỗ cần gia công (hay các công việc thuộc

dạng PTP khác). Ngược lại, trừ những công việc phay và tiện đơn giản nhất ra, lập trình theo kiểu thủ công không thích hợp với các công việc cắt gọt theo đường bao vòng vì tốn nhiều thời gian. Do vậy chúng ta chỉ đề cập tới lập trình theo kiểu thủ công đối với nguyên công cắt gọt PTP. Còn các nguyên công cắt gọt theo đường bao vòng thì rất thích hợp với phương pháp lập trình có máy tính trợ giúp sẽ được đề cập ở tiết sau.

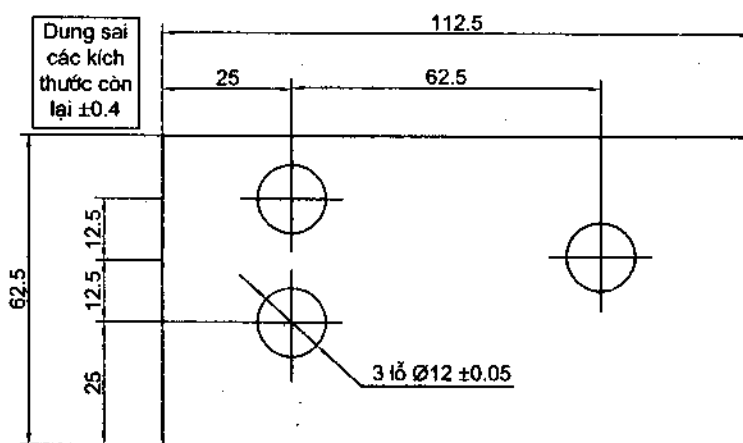
Dưới đây chúng ta hãy xem xét một ví dụ về lập trình thủ công cho công việc cắt gọt PTP

• **Ví dụ 1.** Hình 2.3 là bản vẽ kỹ thuật của một chi tiết máy với ba lỗ $\phi 12$. Yêu cầu lập trình để gia công ba lỗ đó, theo các bước: khoan lỗ đến $\phi 11.6$, sau đó khoét đến $\phi 12$. Chế độ cắt như sau:

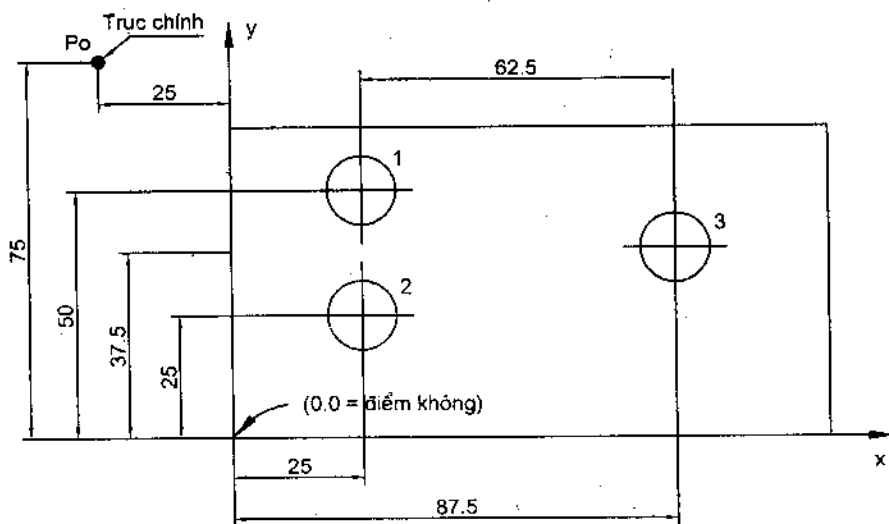
Nguyên công	Tốc độ cắt (vg/phút)	Lượng chạy dao (mm/phút)
Khoan $\phi 11.6$	592	90
Khoan $\phi 12$	382	100

Các lỗ được gia công trên máy khoan bàn, thay dao bằng tay do người điều khiển máy thực hiện nhưng chế độ cắt phải được lập trình để đưa lên bảng, dùng điểm *không* cố định và định vị tuyệt đối.

Trước hết chúng ta cần xác định hệ trục tọa độ. Giả sử vật làm đã được gia công đầy đủ, chỉ còn thiếu ba lỗ $\phi 12$. Do vậy người vận hành có thể chọn một trong bốn góc làm gốc tọa độ. Ở đây ta chọn góc dưới bên trái làm gốc tọa độ (0,0) và điểm (-25.0, 75.0) làm điểm xuất phát và điểm đích (xem hình 2.4, trên hình này có đánh số thứ tự các lỗ).



Hình 2.3. Bản vẽ chi tiết dùng cho ví dụ 1



Hình 2.4. Hệ tọa độ được xác định cho ví dụ 1

Bản thảo chương trình vật làm máy NC												
Máy khoan bàn hai trục PTP												
Vật làm No:						Ngày tháng:						
Tên vật làm:						Người lập:						
STT	Tab EOB	Toạ độ x	Tab EOB	Toạ độ y	Tab EOB	Lượng chạy dao	Tab EOB	Tốc độ cắt	Tab EOB	Từ m	Tab EOB	Ghi chú
00	Tab	0.0	Tab	0.0	EOB							Zero
RWS												
01	Tab	25.0	Tab	50.0	Tab	90.0	Tab	592	Tab	13	EOB	Khoan lỗ 1
02	Tab		Tab	25.0	EOB							Khoan lỗ 2
03	Tab	87.5	Tab	37.5	EOB							Khoan lỗ 3
04	Tab	-	Tab	75.0	Tab		Tab		Tab	06	EOB	Thay dao
05	Tab	25.0	Tab	37.5	Tab	100.0	Tab	382	Tab	13	EOB	Khoét lỗ 3
06	Tab	87.5	Tab	25.0	EOB							Khoét lỗ 2
07	Tab	25.0	Tab	50.0	EOB							Khoét lỗ 1
08	Tab	-	Tab	75.0	Tab		Tab		Tab	06	EOB	Thay dao
09	Tab	25.0	Tab		Tab		Tab		Tab	30	EOB	Quay ngược bằng và thay vật làm

Hình 2.5. Bản thảo chương trình vật làm cho ví dụ 1.

Hình 2.5 giới thiệu bản thảo chương trình để đáp ứng yêu cầu đã đặt ra. Dòng thứ nhất cho biết các tọa độ x, y tại điểm “không”. Người vận hành máy đưa băng vào và đọc block đầu tiên này vào hệ thống (mỗi block là một lệnh và ở đây mỗi block nói chung chỉ một dòng). Sau đó dụng cụ cắt được định vị tại điểm đích trên bàn máy. Tiếp theo, người vận hành ấn nút *zero* để máy chuẩn bị.

Dòng thứ hai trong bản thảo RWS (rewind stop) có nghĩa là dừng quay ngược băng. Tín hiệu này được thể hiện (lập mã) trên băng là các lỗ được đục ở các cột 1, 2 và 4. Dòng cuối cùng trên băng chứa từ *m30*, ra lệnh cho băng quay ngược đến đầu chu kỳ cắt gọt. Các từ *m* được dùng trong chương trình là *m06* khiến máy dừng để người vận hành thay dao, *m13* ra lệnh chạy trục chính và làm nguội. Lời ghi chú ở dòng cuối cùng của bản thảo cho biết dụng cụ cắt đã được định vị trở lại, bên ngoài vùng vật làm để cho phép thay vật làm mới.

V- LẬP TRÌNH VẬT LÀM CÓ MÁY TÍNH TRỢ GIÚP

Vật làm trong ví dụ 1 tương đối đơn giản nên phù hợp với phương pháp lập trình thủ công. Hầu hết vật làm được gia công trên các hệ NC đều phức tạp hơn nhiều. Ở những nguyên công PTP phức tạp hoặc cắt theo đường bao vòng, lập trình thủ công sẽ dễ mắc lỗi, trong khi sử dụng máy tính thì nhẹ nhàng và hiệu quả hơn nhiều. Để phục vụ cho mục đích đó, đã có nhiều hệ ngôn ngữ lập trình vật làm ra đời, trong đó có ngôn ngữ APT. Dưới đây chúng ta sẽ tìm hiểu khi có máy tính tham gia lập trình, thì những nhiệm vụ nào thuộc về lập trình viên, nhiệm vụ nào thuộc về máy tính.

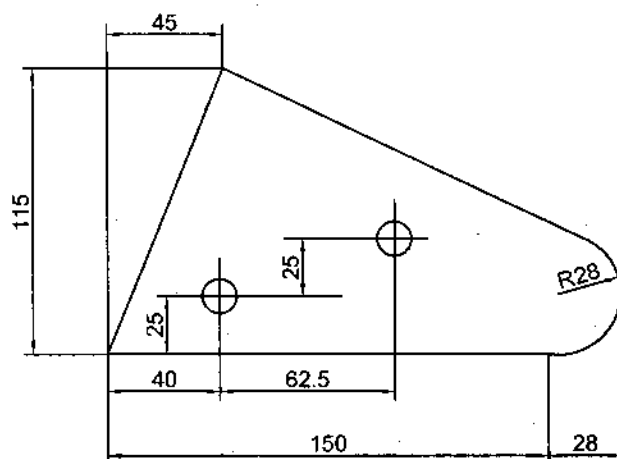
1. Nhiệm vụ của người lập trình

Người lập trình có hai nhiệm vụ sau đây:

1. Xác định hình học của vật làm.
2. Xác định trình tự các nguyên công và đường đi của dụng cụ cắt.

Dù hình dạng của vật làm phức tạp đến đâu thì cũng có thể coi là do nhiều yếu tố hình học đơn giản hợp thành. Lấy vật làm ở hình 2.6 làm ví dụ, chúng ta thấy đường bao của nó được tạo thành bởi một cung tròn và ba đoạn thẳng cắt nhau, còn các lỗ có thể biểu diễn dưới dạng tâm điểm và bán kính. Hầu như các vật làm mà người thiết kế có thể hình dung ra thì cũng có thể diễn đạt bằng các điểm, đường thẳng,

đường tròn, mặt phẳng, mặt trụ và những mặt có thể mô tả được bằng toán học. Nhiệm vụ của người lập trình là liệt kê ra những yếu tố hình học tạo nên hình dạng vật làm, không những phải chỉ ra các yếu tố hình học mà còn phải xác định kích thước và vị trí tương đối của chúng.



Hình 2.6. Vật làm với đầy đủ kích thước hình học

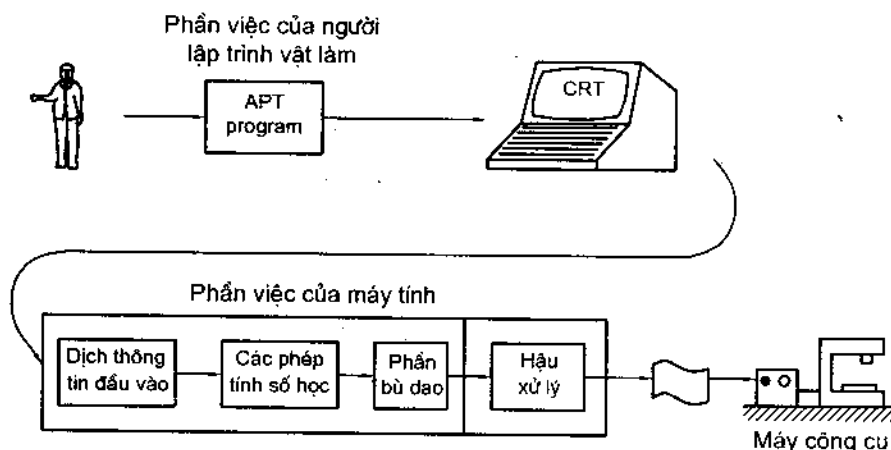
Sau khi xác định các yếu tố hình học của vật làm, công việc tiếp theo của người lập trình là phải xây dựng được đường đi của dao cắt để cắt gọt vật làm đó. Đường đi của dao liên quan chặt chẽ với trình tự các chuyển động của dao. Các chuyển động đó được thực hiện dựa trên các yếu tố hình học vừa nói ở trên. Người lập trình có thể sử dụng các lệnh chuyển động khác nhau để điều khiển dao tiến hành cắt gọt dựa theo các bề mặt (mong muốn) của vật làm, di chuyển đến vị trí cần thiết, khoan lỗ ở vị trí xác định, v.v... Ngoài các lệnh hình học và các lệnh chuyển động, người lập trình còn phải đưa ra những lệnh khác để điều khiển máy công cụ được chính xác.

2. Nhiệm vụ của máy tính

Máy tính có bốn nhiệm vụ, đồng thời cũng là bốn bước phải được thực hiện theo trình tự sau đây:

1. Dịch thông tin đầu vào.
2. Thực hiện các phép tính số học.
3. Tính toán lượng bù dao.
4. Hậu xử lý (Postprocessor).

Trình tự bốn bước và mối quan hệ của chúng với người lập trình được minh hoạ ở hình 2.7.



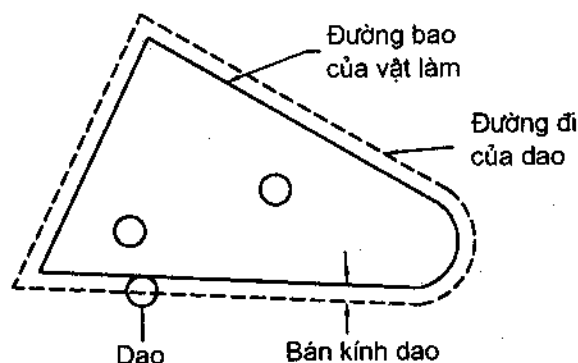
Hình 2.7. Các bước trong lập trình vật làm có máy tính trợ giúp

Người lập trình đưa chương trình (được viết bằng ngôn ngữ APT hoặc một ngôn ngữ nào khác) vào máy tính. Bộ phận *dịch thông tin đầu vào* sẽ dịch các lệnh trong chương trình sang dạng máy tính có thể xử lý được, chuẩn bị cho bước tiếp theo.

Bộ phận *tính toán số học* (hay nói gọn là bộ phận số học) của máy tính gồm có một bộ thường trình (chương trình con) đủ mạnh để giải những bài toán cần thiết nhằm tạo ra bề mặt mong muốn. Các thường trình được gọi ra bởi các lệnh của chương trình viết bằng ngôn ngữ APT hoặc một ngôn ngữ khác. Bộ phận số học thực sự là thành tố quan trọng nhất, nó giúp người lập trình thoát khỏi những phép tính hình học và lượng giác tốn nhiều công sức để tập trung thời gian vào vấn đề gia công vật làm.

Xác định đường đi của dao cắt thuộc nhiệm vụ thứ hai của người lập trình. Tuy nhiên, đường đi thực tế của dao khác với đường viền của vật làm một khoảng bán kính dao, vì đường đi đó được xác định bởi quỹ đạo của tâm dao còn đường viền vật làm được tạo ra bởi mặt ngoài của dao khi dao di chuyển. Khoảng cách giữa đường đi của dao so với đường viền của vật làm được gọi là *lượng bù dao*. Mục đích tính toán lượng bù dao là nhằm bù cho đường đi của dao một lượng bằng bán kính dao để tạo ra đường viền của vật làm. Điều đó có nghĩa là người lập trình có thể

xác định chính xác đường viền vật làm trong các lệnh hình học. Việc tính toán lượng bù dao đã có thường trình trong máy tính đảm nhiệm, nhờ đó người lập trình không cần quan tâm. Vấn đề lượng bù dao được minh hoạ ở hình 2.8.



Hình 2.8. Vấn đề lượng bù dao trong lập trình cắt theo đường bao vòng

Như đã lưu ý trước đây, các hệ máy công cụ NC rất khác nhau về đặc điểm cũng như khả năng. Khuôn dạng băng NC mà chúng ta sử dụng cũng khác nhau. Hầu như mọi ngôn ngữ lập trình vật làm, kể cả APT đều được thiết kế làm ngôn ngữ mục đích chung, không dành riêng cho một vài loại máy công cụ nào. Do vậy nhiệm vụ cuối cùng của máy tính trong trợ giúp lập trình vật làm là nhận các lệnh viết bằng ngôn ngữ mục đích chung, rồi biến các lệnh đó trở thành riêng cho một máy công cụ cụ thể, chịu trách nhiệm thực hiện nhiệm vụ này là *Postprocessor* (hậu xử lý).

Hậu xử lý là một chương trình máy tính riêng biệt, được viết để chuẩn bị băng cho một máy công cụ riêng. Đầu vào (input) của chương trình hậu xử lý là đầu ra của dãy các vị trí dao cắt và của các lệnh khác. Đầu ra (output) của chương trình hậu xử lý là băng NC được viết theo một khuôn dạng đúng đắn cho máy công cụ mà băng đó phục vụ.

3. Các ngôn ngữ lập trình vật làm điều khiển số

Một ngôn ngữ lập trình vật làm NC gồm có một gói phần mềm (chương trình máy tính) cộng với các quy tắc, các quy ước riêng, các từ vựng riêng dùng cho gói phần mềm đó. Mục đích là tạo thuận tiện cho

người lập trình thông báo với máy tính những thông tin cần thiết về hình học của vật làm và chuyển động của dao sao cho chương trình vật làm cần có sẽ được tạo ra. Các từ vựng là những ký hiệu quy ước và giống với tiếng Anh để gói phần mềm dễ sử dụng.

Kể từ nghiên cứu đầu tiên của MIT về lập trình NC vào giữa những năm 1950 đến nay đã có trên 100 ngôn ngữ lập trình vật làm NC ra đời. Đa số các ngôn ngữ đó được thiết kế để đáp ứng những nhu cầu cụ thể và đã không vượt qua thử thách của thời gian. Ngày nay chỉ còn lại vài chục ngôn ngữ NC là còn được sử dụng trong thực tế, chúng vẫn còn tiếp tục được sàng lọc và mở rộng. Dưới đây là danh sách và đặc điểm một số ngôn ngữ đang thông dụng hiện nay.

- **APT** (Automatically Programmed Tools) là sản phẩm của công trình nghiên cứu triển khai của MIT về các hệ lập trình. APT bắt đầu được triển khai vào tháng 6 – 1956, lần đầu tiên ứng dụng vào sản xuất – khoảng năm 1959 và là ngôn ngữ được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay (ở Mỹ và nhiều nước khác). Mặc dù ý định ban đầu là một ngôn ngữ “đường bao vòng”, nhưng các phiên bản hiện đại của APT có thể dùng cả cho lập trình “định vị” và “đường dao đi liên tục” tối đa năm trục. APT còn có các biến thể dùng cho những mục đích cụ thể khác như APTURN (cho công việc tiện), APTMIL (cho công việc phay) và APTPOINT (cho công việc PTP).

- **ADAPT** (Adaption of APT: bản điều chỉnh của APT). Một số ngôn ngữ lập trình vật làm NC dựa trực tiếp vào APT, trong số đó ADAPT do IBM triển khai theo hợp đồng ký với không lực Mỹ. Ý đồ của nó là kế thừa nhiều đặc điểm của APT nhưng dùng được trên máy tính nhỏ hơn. Chương trình APT đầy đủ đòi hỏi phải chạy trên máy tính đủ mạnh và vào những năm 1960 được coi là quá khả năng của các hãng nhỏ và vừa. Ngày nay khó khăn đó không còn là vấn đề, và mặc dù không mạnh bằng APT, ADAPT vẫn còn được sử dụng nhờ tính linh hoạt của nó.

- **EXAPT** (Extended subset of APT: tập con mở rộng của APT) được thiết kế vào khoảng năm 1964 tại CHLB Đức, trên cơ sở APT. Có ba phiên bản: EXAPT I, dùng cho lập trình định vị (khoan lỗ và phay cắt thẳng); EXAPT II, dùng cho công việc tiện; EXAPT III, dùng cho công việc cắt theo đường bao vòng ở mức độ hạn chế. Một trong những đặc điểm của EXAPT là có thể tự động tính toán chế độ cắt tối ưu.

- **NELAPT** (National Engineering Laboratory of APT): Ra đời tại Vương quốc Anh, là một tập con của APT nhưng nó có những đặc điểm tiến bộ mà APT không có, đặc biệt thích hợp cho công việc chế tạo khuôn.

- **UNIAPT** (United Computing Corp. of Carson, California: thiết kế và đặt tên). Đây là phiên bản ở mức hạn chế của APT nhưng chạy được trên máy vi tính, phù hợp với khả năng của các xí nghiệp nhỏ và vừa vào nửa sau thế kỷ XX.

- **SPLIT** (Sundstrand Processing Language Internally Translated) là hệ ngôn ngữ dành riêng cho máy công cụ hiệu "Sundstrand". Nó có thể điều khiển tới năm trục trong các thao tác định vị (khoan lỗ và phay thẳng), kể cả khả năng điều khiển cắt bao vòng. Một trong những đặc điểm khác thường của SPLIT là trong nó có sẵn trình hậu xử lý. Nhờ vậy mỗi máy công cụ sử dụng một gói SPLIT là đủ, không cần đến một trình hậu xử lý riêng nữa.

- **COMPACT II**. Với nhiều đặc điểm giống như SPLIT, hiện có ở MDSI (Manufacturing Data System, Inc.), một hãng có trụ sở tại Ann Arbor, Michigan. MDSI cho khách hàng thuê COMPACT II trên mạng theo chế độ chia sẻ thời gian. Người lập trình vật làm (khách hàng) truyền chương trình qua máy tính của mình tới một trong những máy tính của MDSI để có được băng NC. Đây là một trong những ngôn ngữ lập trình NC thông dụng nhất. Cuối thế kỷ XX đã có trên 3000 công ty là khách hàng của MDSI sử dụng ngôn ngữ này theo hình thức thuê qua mạng như vậy.

- **PROM** là ngôn ngữ lập trình vật làm theo kiểu tương tác, do Weber N/C System, Inc., một hãng thuộc Milwaukee, Winsconsin. Nó được thiết kế để dùng cho nhiều loại máy công cụ khác nhau, trong đó có máy điện tử, tổ hợp (center) cắt gọt, máy cắt bằng ngọn lửa và máy đột dập.

- **CINTURN II** là ngôn ngữ bậc cao do Cincinnati Milacron thiết kế để tạo sự thuận tiện cho lập trình các nguyên công tiện.

Ngoài ra còn có các ngôn ngữ khác như GNC (Vương quốc Anh), ELAN (CH Pháp), GTL (Italia)... Sau đây, chúng ta xem xét một cách lập trình NC đối thoại với máy tính bằng âm thanh, một nét độc đáo của ngôn ngữ VNC (Voice Numerical Control: điều khiển số bằng âm thanh) do Jhveshold Technology Inc. tạo ra, một hãng có trụ sở tại Delran (Mỹ).

VNC có 89 từ và câu theo thuật ngữ điển hình ở xưởng máy. Công cụ để giao diện giữa người và máy là một micro mà không phải bàn phím. Để tập cho máy làm quen, người sử dụng cần nhắc lại mỗi từ lệnh một số lần cho đến khi máy nhận ra giọng nói của người đó. Sau đó người sử dụng chỉ cần ra khẩu lệnh cho máy thực hiện.

Sau đây là cuộc đối thoại giữa người lập trình và máy tính để xác định bốn lỗ cách đều trên một cung tròn đường kính 3,2 in, lỗ thứ nhất và lỗ thứ tư làm với trục hoành lần lượt là 60° và 135° .

Người lập trình nói vào micrô: Máy tính hiển thị lên màn hình:

'Arc'	ARC Angle 1 =
'Six Zero'	ARC Angle 1 = 60
'Okay'	ARC Angle 2 =
'One three five'	ARC Angle 2 = 135
'Okay'	ARC Radius =
'Three point two'	ARC Radius = 3.2
'Okay'	No. of Holes =
'Four'	No. of Holes = 4
'Okay'	ARC/60 135 3.2 4

Rõ ràng với một hệ ngôn ngữ lập trình như vậy sẽ không cần hiểu biết gì nhiều về máy tính, không cần đến kỹ năng đánh máy vẫn có thể lập trình mà không mắc lỗi chính tả và ít mắc các lỗi lập trình hơn.

4. Lập trình vật làm NC qua mạng hay qua máy nội bộ

Có hai cách tiến hành lập trình trên máy tính: qua dịch vụ chia sẻ thời gian (qua mạng) hoặc qua máy tính đặt tại xưởng của công ty.

Các dịch vụ chia sẻ thời gian cung cấp một phương thức với một chi phí tương đối thấp để công ty có thể tiến hành việc lập trình. Công ty truy nhập vào ngôn ngữ lập trình của dịch vụ qua điện thoại. Một số ngôn ngữ lập trình vừa được liệt kê ở trên có thể lấy từ mạng thông qua các công ty dịch vụ chia sẻ thời gian (chẳng hạn COMPACT II, PROMPT, v.v...). Ưu thế về chi phí đối với công ty – khách hàng là ở chỗ chỉ phải trả chi phí dịch vụ vào mạng mà không cần bỏ ra một khoản vốn cố định lớn để mua sắm nhiều trang – thiết bị phần cứng. Đầu cuối viễn truy (ở đây là máy tính nội mạng) và thiết bị đọc lỗ là những thiết bị cơ bản mà

công ty cần có để sử dụng dịch vụ chia sẻ thời gian. Hoá đơn thu phí dịch vụ chỉ gồm những hạng mục như thời gian CPU (thời gian thực tế sử dụng CPU của máy chủ), thời gian nối mạng, lưu trữ dữ liệu trên máy chủ cho công ty, v.v... và chi phí về điện thoại.

Tuy nhiên chi phí tài chính về những hạng mục nói trên sẽ lớn nếu thời lượng sử dụng dịch vụ chia sẻ thời gian nhiều. Lúc này có thể công ty sẽ phải cân nhắc xem liệu có nên mua sắm đầy đủ phần cứng và phần mềm để xây dựng một hệ lập trình NC hoàn chỉnh cho riêng mình không. Tóm lại, có thể hình dung một biểu đồ so sánh sau:

- Khi công việc NC ít, thời lượng truy nhập mạng ít thì sử dụng dịch vụ mạng là có lợi hơn.
- Khi công việc NC vừa phải, thời lượng truy nhập mạng trung bình thì sử dụng dịch vụ mạng hay xây dựng hệ lập trình riêng đều tốn phí ngang nhau.
- Khi công việc NC rất nhiều, thời lượng truy nhập lớn thì xây dựng hệ lập trình riêng có lợi hơn.

Lựa chọn giải pháp nào là tùy tình hình thực tế của mỗi công ty. Trên thế giới có nhiều công ty trong khi có hệ lập trình NC riêng vẫn tiếp tục thuê các dịch vụ chia sẻ thời gian trên mạng vì kết hợp cả hai như vậy thì hoạt động sẽ an toàn và linh hoạt hơn.

Ở Việt nam, công nghệ NC chỉ mới trong giai đoạn khởi đầu (trong danh sách các đề tài khoa học công nghệ trọng điểm cấp Nhà nước giai đoạn 2001 – 2005 đã có một đề tài chế thử máy phay NC ba trục và hiện mới có một số rất ít xí nghiệp ứng dụng máy NC vào sản xuất). Với chiến lược công nghiệp hoá và hiện đại hoá của nước ta và với xu thế toàn cầu hoá trên thế giới hiện nay, việc ứng dụng công nghệ NC đối với các xí nghiệp trong nước chắc chắn phải đặt ra.

VI- ĐỒ HOẠ TƯƠNG TÁC VỚI HỆ LẬP TRÌNH TRÊN HỆ CAD/CAM

Có thể nói việc sử dụng đồ hoạ tương tác vào lập trình vật làm NC là một ví dụ nổi bật về khả năng tích hợp giữa CAD vào tới CAM. Trình tự của thủ tục lập trình được tiến hành trên *terminal* đồ hoạ (có thể là một máy vi tính) của một hệ thống CAD/CAM. Từ dữ liệu hình học mô tả vật làm do quy trình CAD tạo ra, người lập trình xây dựng đường đi

của dụng cụ cắt. Trong nhiều trường hợp đường đi đó được tự động tạo ra nhờ phần mềm của hệ CAD/CAM. Kết quả thu được là một chương trình APT hoặc một tệp CLFILE thực (Cutter Location File: tệp vị trí dao cắt) mà nhờ đó có thể xử lý tiếp để tạo ra băng đục lỗ NC.

Dưới đây chúng ta sẽ tìm hiểu trình tự của một thủ tục mà từ đó có thể dùng để tạo ra chương trình vật làm NC nhờ một hệ CAD/CAM, sau đó sẽ đưa ra một ví dụ để minh họa thủ tục này. Tất cả các nhà cung cấp hệ thống CAD/CAM lớn đều có bán kèm theo gói phần mềm lập trình vật làm NC. Mặc dù các gói phần mềm này có những nét đặc điểm khác nhau giữa các nhà cung cấp, nhưng chúng đều vận hành theo một cách thức giống nhau. Do vậy trong phần mô tả trình tự của thủ tục lập trình dưới đây, chúng ta sẽ thấy sự phối hợp chung giữa các nét đặc điểm của một số gói phần mềm tiêu biểu nói trên.

1. Các bước khởi đầu của thủ tục

Thủ tục CAD/CAM dùng cho lập trình NC bắt đầu bằng việc xác định dữ liệu hình học của vật làm. Một thuận lợi rất lớn của việc sử dụng hệ thống CAD/CAM là có thể nhận ra những dữ liệu về hình học đó đã được tạo ra lúc nào trong quá trình thiết kế. Nếu mô hình hình học của vật làm chưa được tạo ra trong giai đoạn CAD thì nhất định nó phải được xây dựng trên màn hình đồ họa trước khi có thể lập trình.

Với vật làm được thể hiện trên màn hình máy tính, người lập trình tiến hành ghi nhãn cho các bề mặt, các yếu tố hình học khác nhau tạo nên hình dáng vật làm bằng cách đưa ra những lệnh thích hợp để hệ CAD/CAM thực hiện. Sau khi ghi nhãn xong, hệ CAD/CAM sẽ tạo ra các lệnh hình học cần thiết của ngôn ngữ APT.

Hệ CAD/CAM không những có ưu điểm là dễ xác định dữ liệu hình học của APT mà còn có nhiều thuận lợi khác cho người lập trình vật làm NC. Chẳng hạn có thể hiển thị vật làm lên màn hình theo các góc quay, các tỷ lệ thu phóng và các mặt cắt khác nhau để kiểm tra những phần nghi ngờ trong gia công cắt gọt. Khả năng điều khiển hình ảnh vật làm trên màn hình như vậy sẽ giúp cho người lập trình hiển thị hoá bản thiết kế của vật làm, nhờ đó có thể “mục sở thị” một cách cụ thể, rõ ràng hơn. Đồng thời nhờ vật làm được xác định trong máy tính, người lập trình còn có thể xếp chồng phối lên thành phẩm để cân nhắc số lần cắt gọt cần

thiết để hoàn tất việc gia công. Một thuận lợi quan trọng khác nữa là nhờ hiển thị vật làm lên màn hình máy tính, ta có thể nghiên cứu các phương án kẹp vật làm để chọn ra một phương án tốt nhất.

Lựa chọn dụng cụ cắt là bước tiếp theo trong thủ tục này. Một hệ CAD/CAM thường có thư viện dụng cụ cắt, chứa nhiều danh mục dụng cụ thông dụng ở phân xưởng và đã được phân loại. Người lập trình có thể chọn một trong những dụng cụ cắt có liệt kê trong thư viện này, hoặc cũng có thể tạo ra một bản thiết kế dao cắt mới bằng cách xác định các thông số và các kích thước của dao như đường kính, bán kính góc lượn, chiều dài lưỡi cắt, v.v...

2. Tạo sinh đường đi của dao

Khi thực hiện thủ tục đến bước này, người lập trình đã có một mô hình hình học của vật làm cùng các dụng cụ cắt cần thiết để gia công cắt gọt vật làm. Bước tiếp theo sẽ là xây dựng đường đi của dao cắt. Khi sử dụng đồ họa tương tác, ta có được phương pháp thực hiện nhiệm vụ đó tùy theo loại nguyên công (như phay cạnh, tiện, đột dập, cắt tấm,...) và độ phức tạp của vật làm. Nhiều hệ thống CAD/CAM có bán trên thị trường sử dụng cách tiếp cận tương tác kèm theo các thường trình (chương trình con) cắt gọt dùng chung được hệ thống CAD/CAM đó thực hiện tự động, trong các thường trình tự động này có thể có phay cạnh quanh đường bao vật làm, khoan và đột dập PTP, phay ngón tạo hốc lõm,...

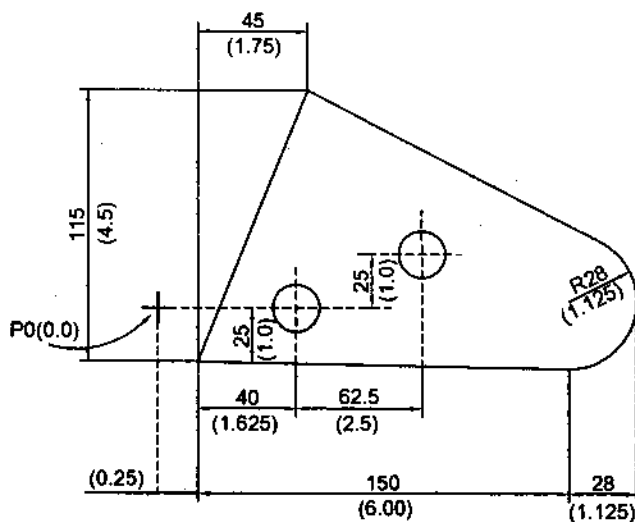
Cách tiếp cận tương tác cho phép người lập trình tạo nên đường đi của dụng cụ cắt theo kiểu bước nọ tiếp bước kia và có thể theo dõi trên màn hình để kiểm tra bằng mắt. Thủ tục bắt đầu bằng việc xác định vị trí xuất phát của dao cắt. Sau đó người lập trình ra lệnh cho dao cắt di chuyển dọc theo các bề mặt hình học đã định của vật làm. Khi dụng cụ cắt đang chuyển động trên màn hình máy tính, các lệnh chuyển động của ngôn ngữ APT tương ứng được hệ CAD/CAM tự động sắp xếp sẵn ra. Phương cách tương tác còn tạo cơ hội cho người sử dụng chèn vào các *lệnh hậu xử lý* tại những thời điểm thích hợp trong quá trình tạo chương trình. Các lệnh hậu xử lý này gồm các lệnh máy công cụ như tốc độ cắt, lượng ăn dao và điều khiển nước làm nguội.

Các thường trình cắt gọt tự động được chương trình chính gọi ra làm việc để phục vụ cho những công việc gần giống nhau lặp lại trong các giai đoạn khác nhau trong chương trình. Những thường trình này

cũng tương tự như các MACRO, được viết tắt với tư cách là một bộ phận của gói phần mềm CAD/CAM. Dữ liệu hình học của vật làm đóng vai trò một tập hợp các định nghĩa tham số hoặc các đối số dùng cho MACRO. Do vậy, có thể gọi các thường trình tự động này ra với sự tương tác của người sử dụng là ít nhất.

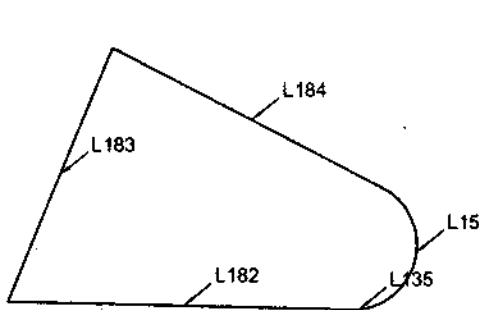
Phay cạnh và phay hốc lõm là hai ví dụ thông dụng về các thường trình cắt gọt tự động mà hầu hết các hệ CAD/CAM đều có. Thường trình phay cạnh được dùng để tạo ra dãy các đường đi của dao phay khi cắt gọt vòng quanh những yếu tố hình học đã được người sử dụng chỉ ra trước đó. Các yếu tố hình học này tạo nên đường bao viền của vật làm. Dưới đây chúng ta sẽ xem xét một ví dụ minh họa về cách tiếp cận đồ họa trong lập trình NC và đặc biệt là về đặc điểm phay cạnh tự động.

Ví dụ 2. Dưới đây là ví dụ về sử dụng gói phần mềm AG/883 của Hãng Applicon để tạo ra chương trình APT và CLFILE đối với vật làm trên hình 2.9. Việc ghi nhận cho các yếu tố hình học được gói phần mềm thực hiện tự động theo lời nhắc của người sử dụng, cho ra kết quả như ở hình 2.10. Việc cắt gọt được tiến hành bằng phay cạnh dọc theo chu vi của vật làm.

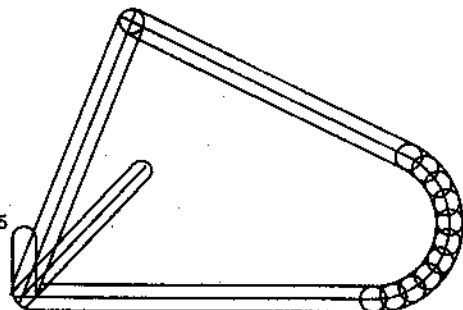


Hình 2.9. Vật làm dùng cho ví dụ 2

Gói phần mềm có một thường trình tự động để tạo ra đường đi của dao phay, cho ra kết quả như trên hình 2.11. Hình 2.12 là bản in chương trình APT do gói phần mềm tạo ra. Chú ý, đơn vị đo mà gói phần mềm CAD/CAM này sử dụng là inch. Hai lỗ khoan coi như có sẵn, chỉ để kẹp chặt vật làm lên bàn máy.



Hình 2.10. Vật làm dùng cho ví dụ 2 sau khi được hệ CAD/CAM ghi nhận

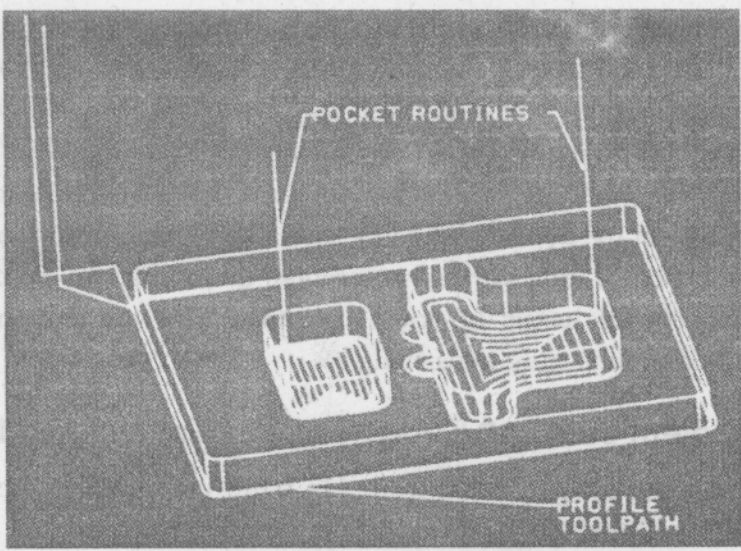


Hình 2.11. Đường đi của dao do hệ CAD/CAM tự động tạo ra

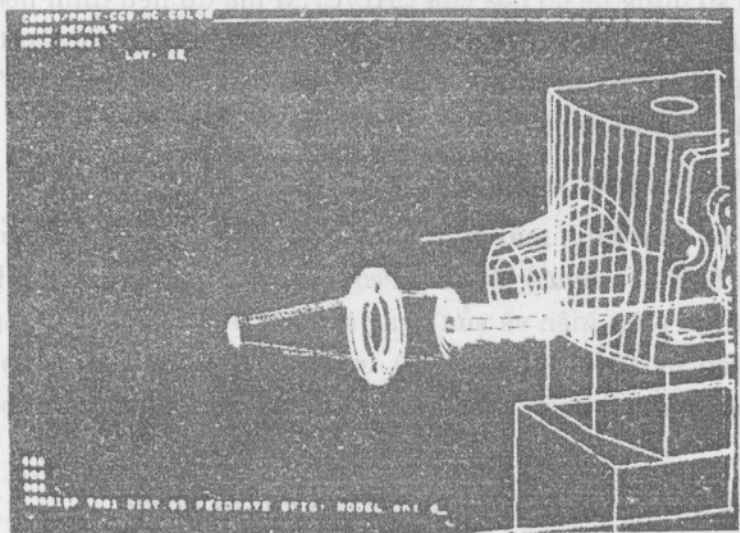
```
@VW APT/MPG;
10 70 0 0 0 0 0 0 2 GD APT/MPG;
INUCOT VER, 003, 20 - I
CLPRNT
LI82 = LINE/6.25, -1.0, 2.0, 0.25, -1.0, 2.0
LI83 = LINE/0.25, -1.0, 2.0, 2.0, 3.5, 2.0
LI84 = LINE/2.0, 3.5, 2.0, 6.7525, 1.1319, 2.0
CI58 = CIRCLE/6.2507, 0.125, 2.0, 1.125
LI85 = LINE/ 6.2507, -1.0, 2.0, 6.25, -1.0, 2.0
REMARK START OF CUT SEQUENCE 901
CUTTER/0.25, 0.05, 0.075, 0.05, 0.0, 0.0, 4.0
COLNTRON
SPINDL/1200
FEDRAT/1.0
OUTTOL/0.005
TLAXIS/0.0, 0.0, 1.0
FROM/0.0, 0.0, 5.0
RAPID
GOTO/-0.1228, -1.255, 3.0
THICK/0.0, 0.13
DNTCUT
GOTO/-0.1228, -1.255, 1.0
GONON, LI82, TO, (PLANE/0.0, 0.0, 1.0, 1.0), TO, LI83
CUT
INDIRV/0.3824454, 0.932005, 0.0
TLLFT, GOFWD/LI83, PAST, LI84
GORGT/LI84, TANTO, CI58
GOFWD/CI58, TANTO, LI58
THICK/0.0, 0.13, 0.0
GOFWD/LI58, ON, (LINE/ (POINT/6.25, -1.255, 1.0), PERPTO, (LINE/
6.2507, -1.255, 1.0, 6.25, -1.255, 1.0))
THICK/0.0, 0.13
GOFWD/LI82, PAST, LI83
GORGT/LI83, PAST, LI84
GORGT/LI84, TANTO, CI58
GOFWD/CI58, TANTO, LI85
THICK/0.0, 0.13, 0.0
GOFWD/LI85, ON, (LINE/ (POINT/6.25, -1.255, 1.0) PERPTO, (LINE/
6.2507, -1.255, 1.0, 6.25, -1.255, 1.0))
THICK/0.0, 0.13
GOFWD/LI82, PAST, LI83
TLON, GORGT/ (LINE/-0.1228, -1.255, 1.0, 0.2, 0.1, 0.1, 1.0), ON, (LINE/
POINT/2.0, 1.0, 1.0), PERPTO, (LINE/-0.1228, -1.255, 1.0, 2.0, 0.1, 0.1, 1.0)
FINI
```

Hình 2.12. Bản in chương trình APT do hệ CAD/CAM tạo ra

Thường trình con tạo hốc lõm tự động cũng giống như thường trình phay cạnh, chỉ khác vật liệu cần cắt bỏ thì nằm trong đường bao khép kín của hốc lõm đó. Người lập trình cần chỉ ra các cạnh bên và đáy hốc lõm. Đặc điểm này được minh hoạ ở hình 2.13.



Hình 2.13. Hành trình tạo hốc lõm tự động thể hiện trên computervision



Hình 2.14. Thẩm tra "động" đường đi của dao NC theo hình ảnh ba chiều

Đồ hoạ màu rất có lợi cho người dùng khi tạo sinh đường đi của dao cắt trên một hệ CAD/CAM. Ví dụ, vật làm thể hiện bằng một màu trong khi đường đi của dao thể hiện bằng một màu khác, nhờ vậy làm nổi bật được đường đi của dao trên vật làm. Một đặc điểm nữa của hệ CAD/CAM là hiển thị hoá trình tự cắt gọt bằng cách mô phỏng động đường đi của dao trên màn hình máy tính. Hình 2.14 trình bày một ví dụ về đặc điểm này, trên đó cho thấy hình ảnh trên màn hình về hướng chuyển động của dao và bộ phận kẹp dao so với vật làm. Chuyển động của dao được mô phỏng có thể hiển thị lên màn hình theo các kiểu: (1) chuyển động với tốc độ lớn, nhờ vậy giảm được thời gian thẩm tra đường đi của dao; (2) với tốc độ thực, nhờ vậy thấy được lượng chạy dao ứng với tốc độ cắt đã cho; (3) kiểu dừng (*freeze mode*) làm dừng chuyển động của dao để kiểm tra kỹ lưỡng; (4) kiểu bước một, nhờ vậy cho thấy được đường đi của dao theo từng bước riêng rẽ.

3. Ưu điểm của CAD/CAM trong lập trình vật làm NC

Sử dụng các hệ CAD/CAM trong lập trình vật làm NC là cách tiếp cận có nhiều ưu điểm. Có thể kể ra một số ưu điểm như sau:

a) Tiết kiệm thời gian xác định hình học

Nhờ sử dụng hệ đồ hoạ của CAD/CAM mà dữ liệu hình học của vật làm đã được tạo ra trong giai đoạn thiết kế, do vậy người lập trình vật làm không phải tái tạo dữ liệu này, điều mà trong lập trình APT truyền thống không thể có được.

b) Thẩm định “nhân tiên”

Nhờ có màn hình máy tính, đường đi của dao cắt được hiển thị lên bằng hình ảnh nên người lập trình có thể kiểm tra ngay được. Đa số lỗi lập trình được phát hiện và sửa ngay sau khi vừa mắc lỗi. Trong khi đó, với các ngôn ngữ NC (kể cả APT) truyền thống thì chắc chắn có một khoảng thời gian trì hoãn giữa viết chương trình với quá trình phát hiện và sửa lỗi.

c) Sử dụng các thường trình cắt gọt tự động

Khi lập trình những vật làm thông dụng như vật làm cần phay cạnh hay phay hốc lõm, thì việc sử dụng các thường trình kiểu MACRO sẽ giảm rất lớn thời gian lập trình.

d) Có lợi trong sản xuất đơn chiếc

Do thời gian lập trình vật làm giảm rất nhiều nhờ sử dụng hệ thống CAD/CAM, vì thế NC lúc này trở thành một phương pháp hấp dẫn về kinh tế đối với sản xuất đơn chiếc. Nếu không có hệ CAD/CAM thì việc lập trình, sẽ tốn nhiều thời gian và đó sẽ là một trở ngại ngăn cản việc sử dụng NC trong sản xuất đơn chiếc.

e) Tích hợp với các chức năng liên quan

Đây là cơ hội cho việc tích hợp chức năng thiết kế sản phẩm với chức năng lập trình vật làm NC. Trong giai đoạn sản xuất cũng có cơ hội để tích hợp chức năng như vậy. Ví dụ, thiết kế dụng cụ cắt, thiết kế quy trình công nghệ, phân nhóm các vật làm cùng loại để dễ lập trình, v.v... Với những ưu điểm của CAD/CAM trong lập trình vật làm NC, chắc chắn toàn bộ logic của quá trình này không bao lâu nữa sẽ được xử lý trên máy tính. Điều đó cho phép lập trình NC sớm được máy tính thực hiện trọn vẹn và tự động mà không cần có sự can thiệp của con người.

VII- LẬP TRÌNH VẬT LÀM NC BẰNG ÂM THANH

Lập trình bằng âm thanh cho máy NC (viết tắt là VNC) liên quan đến truyền thông tiếng nói trong trình tự gia công cắt gọt tới một hệ thống chuẩn bị bằng NC lấy âm thanh làm đầu vào. VNC cho phép người lập trình tránh được các bước như viết chương trình bằng tay, đục lỗ lên băng hoặc đánh máy lên bàn phím, thẩm tra theo kiểu thủ công. Một trong những hãng hàng đầu chuyên về các hệ thống nhập liệu âm thanh là Hãng Threshold Technology ở bang New Jersey, Mỹ.

Để tiến hành lập trình vật làm qua VNC, người lập trình nói vào micro được thiết kế đặc biệt để giảm độ ồn. Các lệnh lập trình được truyền thông dưới dạng ngôn ngữ chuyên môn ở xưởng với các thuật ngữ như "turn" (quay), "thread" (lằm ren), "mill line" (phay thẳng)...., cùng các số kèm theo để biết kích thước và tọa độ. Trước khi có thể sử dụng, hệ thống nhập liệu bằng âm thanh phải được "dạy" để có thể nhận biết và chấp nhận giọng nói của người lập trình sẽ làm việc với nó. Cách làm là nhắc lại mỗi từ trong bộ từ vựng khoảng năm lần, nhằm tạo ra một bộ mẫu để làm căn cứ so sánh cho các lệnh miệng phát ra khi lập trình.

Toàn bộ từ vựng của hệ Threshold có khoảng 100 từ. Tuy nhiên hầu hết các công việc lập trình chỉ cần đến khoảng 30 từ trong số đó.

Khi làm việc với hệ nhập liệu này, người lập trình phải phát âm tách bạch từng từ một bằng cách nghỉ một chút trước khi nói từ tiếp theo. Thời gian nghỉ phải là một phần mười giây hoặc lâu hơn, để hệ nhận biết được các ranh giới đối với lệnh phát ra sao cho các đặc trưng sóng của lệnh này có thể so sánh với các từ trong bộ mẫu của riêng người lập trình đó. Tốc độ nói vào micro để thoả mãn ràng buộc nói trên thường vào khoảng 70 từ trong một phút. Khi một từ được phát ra, màn hình CRT đặt trước người vận hành sẽ thẩm tra lại từng lệnh rồi nhắc người đó ra lệnh tiếp theo.

Ví dụ 3. Một cuộc đối thoại giữa hệ VNC (hiển thị lên màn hình CRT) và lập trình viên (ra khẩu lệnh) nhằm xác định một chu kỳ làm việc như sau:

Lập trình viên: "Define"

Hệ thống: DEFINATION TYPE

Lập trình viên: "Circle"

Hệ thống: CIRCLE # =

Lập trình viên: "Three"

Hệ thống: CENTER PT X =

Lập trình viên: "Five decimal three one, Go" (5.31)

Hệ thống: y =

Lập trình viên: "Two decimal four seven five, Go" (2.475)

Hệ thống: RADIUS =

Lập trình viên: "One decimal five, Go" (1.5)

Hệ thống: CW/CCW

Lập trình viên: "Counterclockwise" (ngược chiều kim đồng hồ)

Sau khi toàn bộ các lệnh đã được nhập vào và thẩm tra, hệ thống sẽ chuẩn bị băng đục lỗ (hoặc băng từ) để phục vụ.

Ưu điểm của hệ VNC chủ yếu là ở chỗ tiết kiệm thời gian lập trình, giảm thời gian hướng dẫn gia công (có thể tiết kiệm thời gian lập trình

đến 50%). Độ chuẩn xác cũng được nâng cao và ngoài ra giảm được yêu cầu kỹ năng về máy tính đối với người lập trình cũng được coi là một lợi thế của hệ VNC.

VIII- NHẬP DỮ LIỆU THEO KIỂU THỦ CÔNG

Nhập dữ liệu theo kiểu thủ công hay còn gọi là MDI (Manual Data Input) liên quan đến việc nhập dữ liệu lập trình vật làm thông qua một màn hình CTR đặt tại nơi máy công cụ NC, do vậy tránh phải dùng đến băng có đục lỗ. Việc lập trình thường do người điều khiển máy đó đảm nhận. Các hệ NC được trang bị bộ phận MDI có một máy vi tính để làm bộ phận điều khiển (CU).

MDI được thiết kế để tạo thuận lợi cho quá trình lập trình vật làm bằng cách sử dụng kiểu tương tác nhằm hỗ trợ người vận hành máy NC trong các bước của quá trình đó. Nó truy vấn người vận hành máy về các chi tiết trong công việc cắt gọt để sau đó người vận hành gõ chương trình vào để trả lời câu hỏi mà nó đưa ra.

Bộ phận MDI sử dụng ngôn ngữ xướng máy, không dùng hệ thống chữ cái và chữ số theo vần abc, nhờ vậy tránh được những nhầm lẫn hay gặp trong lập trình. Về cơ bản, người vận hành máy NC phải đọc được bản vẽ kỹ thuật và hiểu công việc gia công cắt gọt, ngoài ra không cần qua đào tạo thêm về lập trình vật làm NC.

Ưu điểm lớn nhất của MDI là đơn giản. Nó thể hiện một phương pháp tương đối dễ dàng để các xí nghiệp nhỏ quá độ tới NC. Chỉ cần rất ít thay đổi trong hoạt động của xí nghiệp là đã có thể dùng hệ thống NC có trang bị MDI. Do không cần đến băng có đục lỗ nên nhờ MDI sẽ tiết kiệm được chi phí cho thiết bị đục lỗ lên băng (đắt tiền) mà bình thường hệ NC nào cũng phải có.

Hạn chế của MDI là ở chỗ chương trình phải tương đối ngắn và đơn giản và do đó các công việc cắt gọt cũng không được phức tạp. Sở dĩ có điểm hạn chế như vậy là do không có bản sao chương trình lên giấy để người vận hành đọc, mà nhìn vào màn hình CRT thì mỗi trang cũng chỉ có 22 đến 25 dòng để đọc, nên nếu chương trình dài và phức tạp thì

người lập trình không thể nhớ hết được. Cuối cùng, một trong những nhược điểm lớn nhất của MDI là trong khi lập trình đang được tiến hành thì bản thân máy công cụ phải ngừng sản xuất. Chương trình càng phức tạp thì máy công cụ càng phải ngừng lâu để chờ lập trình xong. Để khắc phục nhược điểm này, người ta đưa ra một phương pháp tạm gọi là “tiền/ hậu luân phiên”. Theo phương pháp này, trong khi máy công cụ đang gia công vật làm thứ nhất thì người vận hành tiến hành vào chương trình cho vật làm thứ hai, và khi vật làm thứ hai được gia công thì đến lượt chương trình vật làm thứ ba được đưa vào máy tính, cứ luân phiên như vậy cho đến hết lô hàng. Phương pháp này giúp rút ngắn được rất nhiều thời gian chờ đợi giữa các lượt gia công.

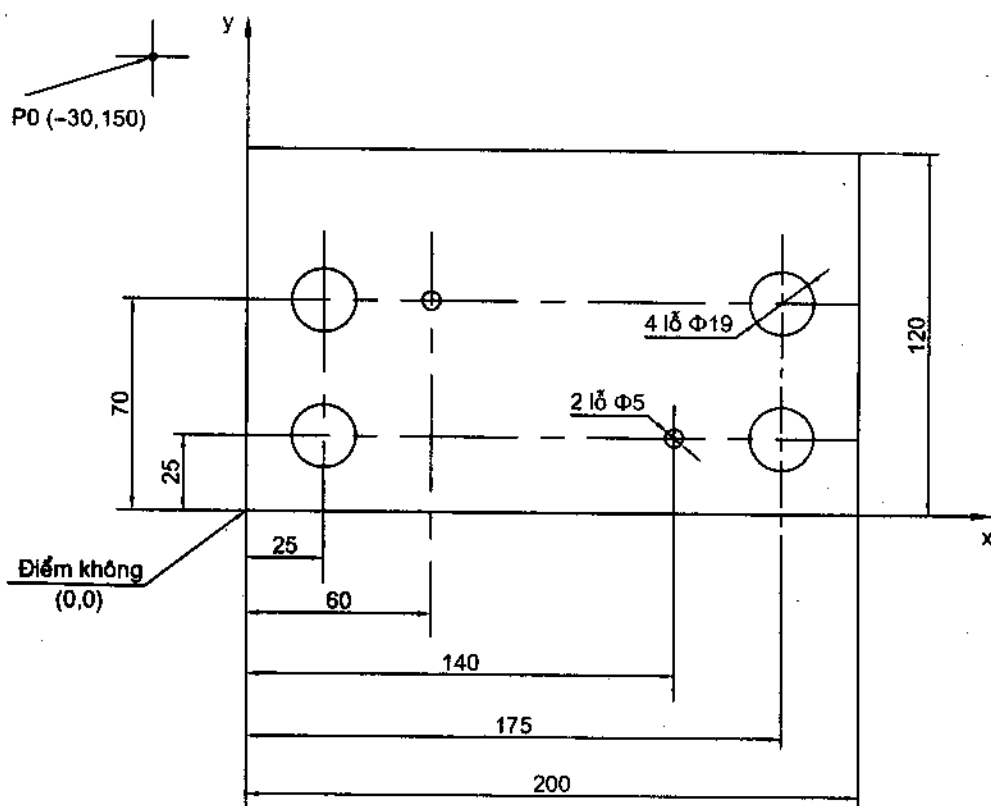
Do các đặc điểm nói trên mà MDI chỉ thích hợp với những vật làm đơn giản so với những vật làm thông thường cần được gia công trên máy NC, mặt khác lô hàng cũng chỉ vào loại nhỏ và ít lặp lại. Trong trường hợp lô hàng được làm lặp lại thì máy MDI nên có khả năng cho phép trích xuất chương trình từ trong bộ nhớ máy tính ra thiết bị nhớ ngoài, tuy nhiên lúc này không dùng băng đục lỗ mà dùng băng từ để cất vào thư viện, phục vụ cho lô hàng sau.

CÂU HỎI ÔN TẬP VÀ BÀI TẬP CHƯƠNG 2

1. Trình bày hai phương pháp chuẩn bị băng NC.
2. Các lệnh NC được tổ chức trên băng như thế nào? Nêu tên một số từ NC.
3. Lập trình vật làm NC theo kiểu thủ công thích hợp và không thích hợp với loại công việc cắt gọt nào?
4. Hãy viết chương trình NC theo kiểu thủ công để gia công bốn lỗ $\phi 19$ và hai lỗ $\phi 5$ trên vật làm như ở hình 2.15. Lỗ $\phi 19$ khoan một lần, còn lỗ $\phi 5$ gia công theo hai bước: khoan đến $\phi 4.8$, sau đó khoét đến $\phi 5$. Chế độ cắt như sau:

Nguyên công	Tốc độ cắt (vg/phút)	Lượng chạy dao (mm/phút)
Khoan ϕ 19.0	420	84
Khoan ϕ 4.8	1350	65
Khoan ϕ 5.0	700	35

Các lỗ được gia công trên máy khoan bàn, thay dao bằng tay do người vận hành máy thực hiện, chế độ cắt (tốc độ cắt, lượng chạy dao) phải được lập trình để đục lỗ lên bảng. Dùng điểm không cố định tại góc dưới bên trái của vật làm và định vị tuyệt đối. Điểm đích đặt tại $P_0 (-30, 150)$.



Hình 2.15. Dùng cho bài tập 4

5. Những loại công việc cắt gọt nào phù hợp với lập trình vật làm có máy tính trợ giúp? Nêu nhiệm vụ của người lập trình và nhiệm vụ của máy tính?

6. Phân biệt lập trình qua mạng và qua máy cục bộ. Phân tích ưu – nhược điểm của hai giải pháp đó.
7. Trình bày các bước khởi đầu và tạo sinh đường đi của dụng cụ cắt khi lập trình vật làm bằng hệ CAD/CAM. Kết quả thu được khi lập trình vật làm bằng hệ CAD/CAM là gì?
8. Phân tích ưu điểm của CAD/CAM trong lập trình vật làm NC.
9. MDI là gì? Nêu các ưu – nhược điểm của máy NC có trang bị MDI.

Chương 3

ĐIỀU KHIỂN BẰNG MÁY TÍNH TRONG NC

I- MỞ ĐẦU

Sự phát triển của công nghệ điều khiển số luôn có mối quan hệ chặt chẽ với sự phát triển của công nghệ máy tính. Trong chương 2 chúng ta đã xem xét vấn đề sử dụng máy tính vào lập trình vật làm NC. Xét về mặt thực hành, không thể thực hiện lập trình NC cho nhiều bản thiết kế vật làm mà không có máy tính tham gia. Hơn nữa máy tính còn được sử dụng để sàng lọc và cải thiện thủ tục lập trình vật làm NC thông qua các công nghệ đồ họa tương tác và lập trình qua âm thanh mà chương 2 đã đề cập. Như vậy, với việc sử dụng máy tính số đã cho phép kỹ thuật điều khiển số có những bước cải thiện về chất. Trong chương 3 chúng ta sẽ tìm hiểu ba chủ đề điều khiển liên quan tới NC, đó là:

1. Điều khiển số bằng máy tính (CNC).
2. Điều khiển số trực tiếp (DNC).
3. Điều khiển thích nghi.

Với CNC, bộ điều khiển (CU) kiểu kết nối cứng trong NC truyền thống đã được thay thế bằng một máy tính nhỏ (trước đây là máy tính vừa, hiện nay là máy vi tính). Máy tính thực hiện một số hoặc toàn bộ chức năng NC cơ bản nhờ các chương trình lưu trữ trong bộ nhớ của nó. *Một trong các đặc điểm nổi bật của CNC là mỗi máy tính được dùng để điều khiển một máy công cụ, trong khi DNC sử dụng một máy tính lớn để điều khiển nhiều máy công cụ khác nhau.* Còn đối với điều khiển thích nghi thì không dùng đến máy tính số. Điều khiển thích nghi là một hệ điều khiển tiến hành đo một hoặc nhiều biến quá trình như lực cắt gọt, nhiệt độ, công suất động cơ, v.v... sau đó điều chỉnh tốc độ cắt

hay lượng chạy dao (hoặc cả hai) để bù lại những thay đổi không mong muốn trong các biến quá trình. Mục tiêu của điều khiển thích nghi là tối ưu hoá quá trình gia công, điều mà nếu chỉ có NC thì không thể thực hiện được. Nhiều dự án đầu tiên về điều khiển thích nghi là dựa trên điều khiển tương tự (analog) mà không phải máy tính số. Ngày nay người ta sử dụng công nghệ vi xử lý để thực hiện chiến lược điều khiển thích nghi.

Trước khi tìm hiểu ba loại hệ thống điều khiển nêu trên, chúng ta cần xem xét một số vấn đề khó khăn liên quan tới việc sử dụng điều khiển số truyền thống, là những vấn đề đã thúc đẩy chuyển sang điều khiển bằng máy tính.

II- MỘT SỐ VẤN ĐỀ ĐỐI VỚI NC TRUYỀN THỐNG

Đây là những vấn đề vốn có trong NC truyền thống khiến cho các nhà thiết kế máy công cụ tìm cách cải thiện các hệ NC cơ bản. Trong số những khó khăn gặp phải khi sử dụng NC truyền thống có những vấn đề sau đây:

1. Các lỗi lập trình vật làm

Là vấn đề thường gặp khi chuẩn bị băng đục lỗ. Những lỗi này thường là lỗi cú pháp hoặc lỗi về con số, và không hiếm khi phải ba bốn lần sửa lỗi hay hơn nữa, băng mới hết sai sót. Một vấn đề nữa là làm sao có được trình tự các bước gia công hợp lý nhất, một khó khăn chủ yếu phát sinh khi lập trình vật làm theo lời thủ công. Một số ngôn ngữ lập trình vật làm có máy tính trợ giúp mới có những công cụ phụ trợ để đáp ứng được yêu cầu này.

2. Chế độ cắt không tối ưu

Trong NC truyền thống, hệ điều khiển không có cơ cấu cho phép thay đổi tốc độ cắt và lượng chạy dao trong quá trình cắt gọt. Do vậy vì lý do an toàn, người lập trình buộc phải thiết lập chế độ cắt gọt ở những điều kiện xấu nhất. Kết quả là máy làm việc với chế độ cắt dưới mức tối ưu.

3. Băng đục lỗ

Băng giấy tuy rẻ nhưng có nhược điểm quá mỏng, dễ mòn, hay rách nên chất lượng khó đảm bảo nếu sử dụng lại nhiều lần ở phân xưởng. Vì vậy nó dần được thay thế bằng các vật liệu bền hơn (tất nhiên cũng đắt hơn) như chất dẻo *milar*,...

4. Đầu đọc băng

Đầu đọc băng là bộ phận ít tin cậy nhất trong máy. Khi NC có trục trặc, thợ sửa chữa thường tìm kiếm nguyên nhân bắt đầu từ bộ phận này.

5. Bộ điều khiển CU

Trong NC truyền thống, bộ điều khiển được nối cứng, do đó chức năng điều khiển của nó khó thay đổi, trong khi nếu thay thế bằng máy tính thì linh hoạt hơn nhiều (ví dụ khi cần có thể viết lại hoặc thay đổi phần mềm nội suy đường tròn, v.v...).

6. Thông tin để quản lý

NC truyền thống không thể cung cấp thông tin kịp thời về hiệu quả vận hành để phục vụ cho công tác quản lý, đó là những thông tin như đếm vật làm, sự cố máy, thay dụng cụ cắt,...

Các nhà thiết kế chế tạo máy công cụ và các kỹ sư điện tử đã không ngừng cải tiến công nghệ NC bằng cách thiết kế những hệ thống NC mới có khả năng giải quyết những vấn đề nêu trên, nhờ những tiến bộ vượt bậc trong công nghiệp điện tử. Dưới đây chúng ta sẽ tìm hiểu về sự phát triển của công nghệ điện tử và bán dẫn, cơ sở mở đường cho cuộc cách mạng của bộ điều khiển NC.

III- CÔNG NGHỆ CỦA BỘ ĐIỀU KHIỂN NC

Công nghệ phần cứng trong bộ điều khiển NC đã có bước thay đổi nhảy vọt trong nửa cuối thế kỷ XX, ít nhất cũng đã có bảy thế hệ phần cứng lần lượt ra đời:

1. Ống chân không (khoảng năm 1952).
2. Role cơ-điện (khoảng năm 1957).

3. Linh kiện bán dẫn rời (khoảng năm 1960).
4. Mạch tích hợp vi mạch (khoảng năm 1965).
5. Điều khiển số trực tiếp (khoảng năm 1968).
6. Điều khiển số bằng máy tính (khoảng năm 1970).
7. Vi xử lý và máy tính (khoảng năm 1975).

Mẫu máy NC thử nghiệm đầu tiên tại phòng thí nghiệm cơ cấu trợ động (servo) của MIT đã sử dụng ống chân không trong phần cứng bộ điều khiển, khiến bộ điều khiển (CU) chiếm chỗ còn lớn hơn bản thân máy công cụ. Thực trạng của công nghệ điều khiển thời gian đó là như vậy. Vài năm sau đó khi những máy NC thương mại đầu tiên được bán trên thị trường thì role cơ-điện đã thay thế ống chân không. Tuy nhiên, các bộ điều khiển dựa trên role cơ-điện đó vẫn có nhược điểm là công kênh và thiếu tin cậy – công kênh đến mức ngay cả logic PTP khá đơn giản mà cũng cần đến nhiều tủ lớn lắp role và role cũng dễ hỏng.

Việc sử dụng đèn bán dẫn dựa trên công nghệ bán dẫn rời đã tạo nên các bộ điều khiển NC thế hệ thứ ba. Đèn bán dẫn giúp giảm thiểu số lượng role cơ-điện cần có, nhờ vậy nâng cao được độ tin cậy vì đèn bán dẫn khó bị hỏng hơn và góp phần thu nhỏ kích thước tủ điều khiển, cho phép các nhà thiết kế xây dựng nên các mạch phức tạp hơn để đưa vào bộ điều khiển của máy NC. Nhờ những mạch như vậy mà những bài toán phức tạp như nội suy đường tròn đã trở thành khả thi.

Tuy nhiên, kích thước và độ tin cậy vẫn còn là những vấn đề của các mạch điều khiển dựa trên đèn bán dẫn. Mặt khác điện tử rất nhạy cảm với nhiệt độ, do đó cần có quạt hoặc máy điều hoà không khí để tủ điều khiển có thể hoạt động bình thường trong điều kiện ở công xưởng.

Vào khoảng năm 1965, các mạch tích hợp (vi mạch) đã được đưa vào sử dụng trong các mạch điều khiển NC, nhờ vậy vấn đề kích thước và độ tin cậy đã được cải thiện rất nhiều. Số lượng linh kiện rời có thể giảm khoảng 90%, kéo theo giá thành cũng giảm đi. Sự phát triển các mạch LSI (Large-scale Intergrated) đã cho phép kết hợp nhiều tính năng điều khiển trong một tủ điều khiển kích thước nhỏ gọn hơn. Một số trong những tính năng đó là các thường trình (Subroutine) nội suy

đường tròn và hypebolic, chuyển đổi giữa đơn vị inch với đơn vị mét, các phép tính về lượng chạy dao,...

Việc ứng dụng máy tính số vào công nghệ điều khiển NC đã đưa đến sự ra đời thế hệ tiếp theo, tạo nên một sự thay đổi cơ bản trên bước đường phát triển của NC. Tất cả các mạch điều khiển trước đó đều tạo nên những phần tử kết nối cứng. Các chức năng do các hệ điều khiển này không dễ dàng thay đổi vì bản chất cứng nhắc của kết nối cứng của chúng. Ngược lại, máy tính số dựa trên một cách tiếp cận khác, các chức năng điều khiển được lập trình rồi nạp vào bộ nhớ của máy và khi muốn thay đổi chức năng thì chỉ cần thay đổi chương trình.

Điều khiển số trực tiếp, hay còn gọi là DNC (Direct Numerical Control) là thế hệ đầu tiên được ứng dụng cách tiếp cận này, vào khoảng năm 1968. Vào thời gian đó, máy tính rất lớn và đắt tiền, với máy tính lớn như vậy chỉ có cách sử dụng một máy tính để điều khiển nhiều máy công cụ trên nền tảng chia sẻ thời gian mới có tính khả thi. Ưu điểm của DNC ở chỗ đã thiết lập một đường truyền điều khiển trực tiếp giữa máy tính và máy công cụ, do vậy loại bỏ được băng có đục lỗ làm đầu vào. Băng và đầu đọc băng rõ ràng là những phần tử kém tin cậy nhất trong các hệ NC truyền thống.

Sau đó máy vi tính với kích thước nhỏ, rẻ tiền hơn ra đời, đồng thời không lâu sau, ý tưởng sử dụng một máy tính cho một máy công cụ trở thành hiện thực. Ý tưởng này sau đó được gọi là điều khiển số bằng máy tính hay CNC (Computer Numerical Control). Những hệ CNC lần đầu tiên có mặt trên thị trường là vào khoảng năm 1970, với các ưu điểm nổi trội nhờ ứng dụng bộ điều khiển kết nối mềm. Một bộ điều khiển bằng máy tính tiêu chuẩn có thể được điều chỉnh để thích nghi với các loại máy công cụ khác nhau bằng cách lập trình các chức năng điều khiển sau đó đưa vào bộ nhớ máy tính của máy công cụ đó. Ngày nay, do tính ưu việt của CNC, rất hiếm có các hệ NC kết nối cứng còn được lưu hành trên thị trường.

Sự tiến bộ lớn lao trong công nghệ máy tính đã không ngừng cung cấp những công cụ điều khiển số có kích thước ngày càng bé mà tốc độ và khả năng ngày càng cao với giá ngày càng rẻ hơn. Điều đó cho phép các nhà thiết kế chế tạo máy công cụ thiết kế ra bảng mạch điều khiển

CNC với tư cách là một bộ phận tích hợp của máy công cụ mà không phải là một hộp điều khiển độc lập đứng tách rời. Nhờ vậy, diện tích dành để đặt máy được giảm đi rất nhiều. Các mạch VLSI (Very Large Scale Integrated) được sử dụng trong các bộ phận điều khiển này tạo thuận lợi lớn cho các nhà thiết kế cũng như người dùng máy công cụ. Bộ điều khiển có ít phần tử hơn cũng có nghĩa là ít tốn kém hơn và dễ chế tạo hơn đối với các nhà thiết kế chế tạo máy công cụ NC. Ít bảng mạch, lại dễ thay thế cũng làm giảm công sức và chi phí cho khách hàng khi cần bảo dưỡng và sửa chữa.

Ở trên vừa điểm qua lịch sử phát triển của bộ phận điều khiển trong hệ NC, sau đây chúng ta sẽ đi sâu hơn về công nghệ CNC và DNC.

IV- ĐIỀU KHIỂN SỐ BẰNG MÁY TÍNH - CNC

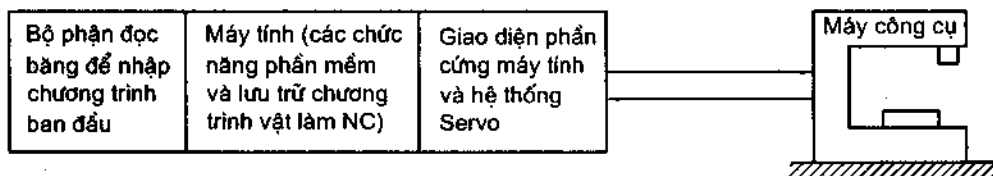
1. Khái niệm

Điều khiển số bằng máy tính là một hệ thống NC có sử dụng máy tính trong đó lưu trữ chương trình dành riêng cho việc thực hiện một số hoặc toàn bộ chức năng điều khiển số cơ bản.

Thời kỳ đầu chỉ dùng máy tính, nhưng từ khi máy vi tính ra đời đến nay, hầu như các hệ thống CNC có trên thị trường đều sử dụng một bộ điều khiển dựa trên máy vi tính, và cũng từ đó, máy vi tính được sử dụng trong các mạch điều khiển CNC.

Về hình thức bên ngoài, máy CNC rất giống với máy NC truyền thống. Các chương trình vật làm lúc đầu cũng được nhập vào theo cùng một cách giống nhau. Đầu đọc băng vẫn là thiết bị thông dụng chung để nhập chương trình vật làm vào hệ thống. Tuy nhiên, với điều khiển số truyền thống thì sau khi một vật làm được cắt gọt xong, băng lại được cuộn trở về vị trí ban đầu để cắt gọt vật làm tiếp theo, cứ như vậy cho đến khi cắt gọt hết lô hàng. Còn đối với CNC thì chương trình chỉ được nhập vào máy tính một lần rồi được lưu trữ luôn trong bộ nhớ. Do vậy bộ phận đọc băng chỉ được dùng một lần vào việc nạp chương trình và nạp dữ liệu lúc ban đầu. So với máy NC thông thường, máy CNC mềm dẻo và có nhiều khả năng tính toán hơn. Khi muốn bổ sung hay thay đổi một

ý định nào đó, ta chỉ cần lập trình lại. Do khả năng có thể lập trình lại này – cả về chương trình vật làm cũng như về các tùy chọn điều khiển hệ thống mà CNC thường được gọi là “NC kết nối mềm”. Hình 3.1 minh họa cấu hình tổng quát của một hệ thống CNC.



Hình 3.1. Cấu hình tổng quát của hệ thống CNC

2. Các chức năng của CNC

Máy CNC được thiết kế với nhiều chức năng, trong đó có những chức năng mà máy NC truyền thống không thể hoặc khó có thể thực hiện được. Các chức năng chủ yếu của CNC là:

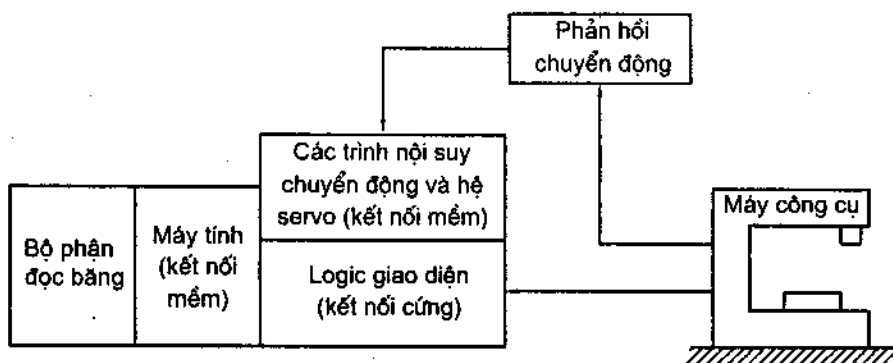
1. Điều khiển máy công cụ.
2. Bù sai số khi đang gia công.
3. Các tính năng lập trình và vận hành tiên tiến.
4. Chẩn sai.

a) Điều khiển máy công cụ

Chức năng hàng đầu của một hệ CNC là điều khiển máy công cụ. Nó thực hiện việc chuyển đổi các lệnh của chương trình vật làm thành các chuyển động của máy công cụ thông qua giao diện máy tính và hệ trợ động (servosystem). Ưu điểm của CNC là có thể kết hợp một cách dễ dàng nhiều đặc tính điều khiển khác nhau vào cùng một bộ điều khiển kết nối mềm, một số chức năng điều khiển như nội suy đường tròn chẳng hạn, các mạch kết nối cứng thực hiện có hiệu quả hơn so với máy tính, vì thế dẫn đến hai kiểu bộ điều khiển thay thế nhau trong CNC, đó là:

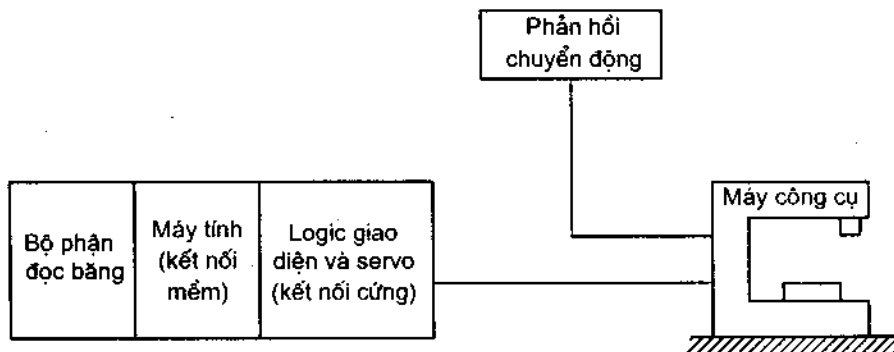
- CNC lai ghép.
- CNC không lai ghép.

- Trong hệ CNC lai ghép, bộ phận điều khiển gồm có một máy tính kết nối mềm cộng với các mạch logic kết nối cứng (hình 3.2). Các phần tử kết nối cứng tiến hành những chức năng mà nó thực hiện tốt nhất như tạo sinh lượng chạy dao và nội suy đường tròn, còn máy tính thì thực hiện những chức năng còn lại cùng những nhiệm vụ khác mà bình thường không thuộc chức năng của bộ phận điều khiển kết nối cứng truyền thống. Hệ CNC lai ghép còn được sử dụng vì có những chức năng mà các mạch kết nối cứng thực hiện tốt hơn và đó lại là những chức năng thông dụng đối với hầu hết các hệ NC. Vì vậy, những mạch này có thể đảm trách một lượng lớn công việc với chi phí thấp để máy tính không phải làm những công việc đó. Do vậy, trong bộ phận điều khiển CNC lai ghép không cần có một máy tính quá đắt tiền.



Hình 3.2. Sơ đồ hệ CNC lai ghép

- Hệ CNC không lai ghép (hình 3.3) sử dụng một máy tính để thực hiện tất cả các chức năng. Hệ này chỉ cần đến những phần tử kết nối cứng phục vụ cho việc giao diện máy tính với máy công cụ và bàn điều khiển của người vận hành. Còn các chức năng nội suy, phản hồi vị trí dao cắt và chức năng khác đều được phần mềm máy tính thực hiện. Do vậy máy tính trong hệ này phải mạnh hơn nhiều so với máy tính trong hệ lai ghép. Ưu điểm của hệ không lai ghép là tính mềm dẻo của nó: khi cần nó có thể dễ dàng thay đổi chương trình nội suy trong khi hệ lai ghép không có khả năng này (logic của các mạch kết nối cứng không thể thay đổi được).



Hình 3.3. Sơ đồ hệ máy CNC không lai ghép

b) Bù sai số khi đang gia công

Đây là chức năng có liên quan chặt chẽ với điều khiển máy công cụ. Nó bao hàm việc hiệu chỉnh động về các chuyển động khi cần thay đổi thông số này của máy công cụ, hoặc khi gặp lỗi trong lúc đang gia công. Sau đây là một số kiểu bù sai số khi đang gia công của máy CNC:

- Điều chỉnh khi gặp lỗi do dụng cụ đo, hoặc dụng cụ đo nhận biết được lúc đang gia công.
- Tính toán lại các tọa độ khi một dụng cụ dò lỗi (dầu dò) được sử dụng để định vị mốc tham chiếu trên vật làm.
- Điều chỉnh lượng bù dao theo bán kính (dao phay) và theo chiều dài (dao tiện).
- Điều chỉnh điều khiển thích nghi đối với tốc độ cắt hoặc lượng chạy dao hoặc cả hai (chúng ta sẽ tìm hiểu cắt gọt có điều chỉnh thích nghi ở mục VII).
- Tính toán tuổi thọ dự kiến của dao cắt và lựa chọn dao thay thế khi được yêu cầu.

c) Các tính năng lập trình và vận hành tiên tiến

Các tính năng lập trình và vận hành thuận tiện có được là nhờ tính mềm dẻo của điều khiển kết nối mềm. Có thể liệt kê một số trong những tính năng đó như sau:

- Chỉnh sửa chương trình ngay trên máy, nhờ vậy dễ dàng sửa lỗi và tối ưu hoá chương trình.

- Hiện thị hình ảnh đường đi của dao cắt để thẩm tra lại bằng có dục lỗ.
- Các kiểu nội suy khác nhau: đường tròn, parabolic và cubic (bậc ba).
- Hỗ trợ cho cả hai đơn vị đo, hệ Anh và hệ mét (quốc tế).
- Sử dụng các thường trình (chương trình con) chuyên dụng.
- Nhập dữ liệu thủ công (MDI: Manual Data Input).
- Lưu trữ cục bộ chứa nhiều chương trình vật làm.

d) Chấn sai

Các máy công cụ là những hệ phức tạp và đắt tiền. Càng phức tạp càng tăng khả năng hỏng hóc khiến hệ thống phải ngừng hoạt động. Đồng thời đòi hỏi đội ngũ bảo trì hệ thống phải được đào tạo ở mức thành thạo hơn để có thể ứng phó, sửa chữa được. Do chi phí NC cao nên càng cần tránh phải ngừng máy ở mức có thể được. Các máy CNC thường được trang bị thêm khả năng chấn sai để hỗ trợ trong công tác bảo trì và sửa chữa. Các khả năng chấn trị này vẫn đang trong quá trình hoàn thiện và phát triển, chắc chắn rằng các thế hệ máy CNC sau này sẽ mạnh hơn và hoàn thiện hơn. Hệ thống chấn sai cần có khả năng thực hiện một số chức năng sau:

- Chỉ ra nguyên nhân gây ra ngừng máy để đội ngũ bảo trì có thể sửa chữa kịp thời.
- Ra tín hiệu báo động về những hỏng hóc sắp xảy ra tại một chi tiết hay bộ phận nào đó. Đội ngũ bảo trì sẽ thay thế chi tiết hay bộ phận đó vào lúc ngừng máy đã định, nhờ vậy tránh phải ngừng sản xuất không đúng kế hoạch.
- Đối với những phần tử được coi là dễ hỏng thì nên bố trí sẵn phần tử dự phòng, để khi có sự cố thì hệ con chấn trị sẽ tự động tách phần tử bị hỏng ra, đồng thời kích hoạt phần tử dự phòng vào hoạt động, nhờ vậy công việc sửa chữa không làm gián đoạn hoạt động bình thường của hệ thống.

3. Các ưu điểm của CNC

So với NC truyền thống, CNC có những ưu điểm sau đây:

a) Bảng và bộ phận đọc băng chỉ phải dùng đến một lần để nhập chương trình vào bộ nhớ máy tính. Nhờ ưu điểm này mà tăng độ tin cậy của hệ vì bộ phận đọc băng thường được coi là thành phần kém tin cậy nhất trong hệ NC truyền thống.

b) Chỉnh sửa (edit) băng ngay tại máy

Băng chứa chương trình có thể chỉnh sửa, thậm chí tối ưu hoá (như đường đi của dao cắt, tốc độ cắt và lượng chạy dao) trong khi băng đang chạy thử tại máy công cụ.

c) Chuyển đổi giữa hệ Anh và hệ quốc tế

CNC có khả năng chuyển đổi đơn vị đo bằng inch được chuẩn bị trên băng thành đơn vị đo theo hệ mét.

d) Tính mềm dẻo cao hơn

Đây là ưu điểm nổi trội nhất so với NC truyền thống. Nhờ tính mềm dẻo mà khi cần có thể tạo ra những khả năng điều khiển mới (chẳng hạn các sơ đồ nội suy mới) khá dễ dàng và ít chi phí. Nguy cơ bị lạc hậu và mất vị thế cũng nhờ vậy được giảm thiểu.

e) Người dùng có thể viết các chương trình bổ sung

Chúng thường là những chương trình con ở dạng marco, được lưu trữ trong bộ nhớ của CNC và khi cần, có thể được chương trình vật làm gọi ra để thực hiện các trình tự gia công thường xuyên lặp lại.

g) Tổng thiết bị sản xuất

CNC thích hợp hơn với một hệ thống sản xuất được máy tính hoá ở cấp độ toàn nhà máy. Một trong những cột mốc đạt tới hệ thống như vậy là khái niệm về *điều khiển số trực tiếp* sẽ được trình bày dưới đây.

V- ĐIỀU KHIỂN SỐ TRỰC TIẾP - DNC

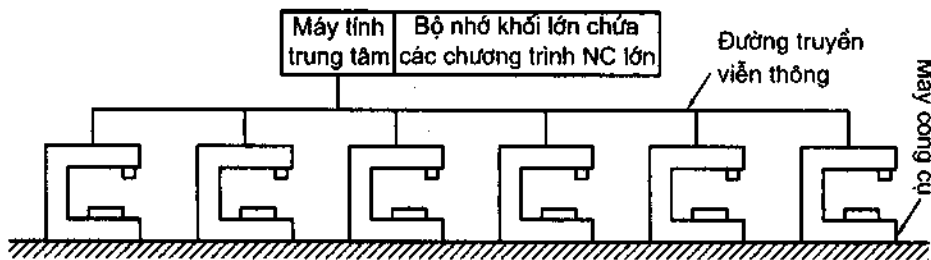
Có thể định nghĩa DNC (Direct Numerical Control) là một hệ thống chế tạo trong đó các máy công cụ được điều khiển bằng một máy tính thông qua đường nối trực tiếp và trong thời gian thực. Trong DNC không có bộ phận đọc băng, do đó bớt được một thành phần kém tin cậy

nhất. Thay vì dùng bộ phận đọc băng, chương trình vật làm được chuyển trực tiếp từ bộ nhớ máy tính tới máy công cụ. Về nguyên tắc, có thể dùng một máy tính lớn để điều khiển hàng trăm máy công cụ riêng biệt. Máy tính trong DNC được thiết kế để ra mệnh lệnh cho từng máy công cụ khi có yêu cầu. Khi một máy công cụ cần đến các lệnh điều khiển lập tức chúng được truyền tới máy công cụ đó. DNC còn bao gồm cả việc thu thập và xử lý dữ liệu từ máy công cụ phản hồi về máy tính.

1. Các thành phần của một hệ thống DNC

Một hệ DNC gồm có bốn thành phần (hình 3.4):

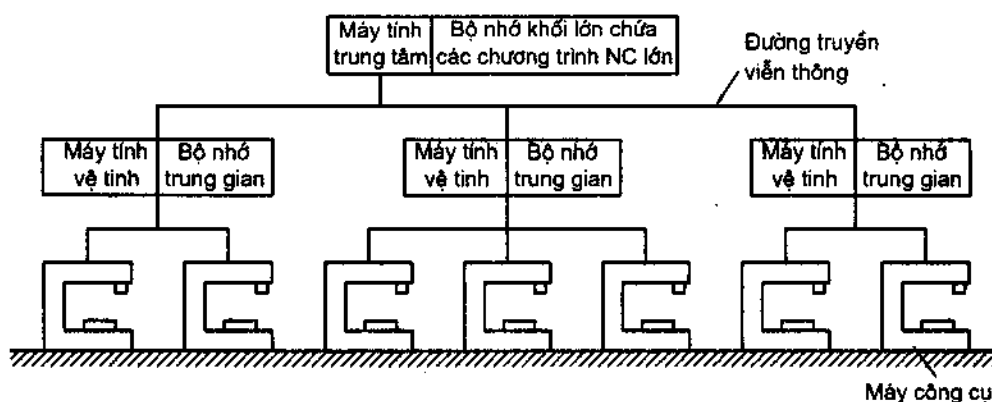
1. Máy tính trung tâm (máy chính).
2. Bộ nhớ khối lớn, trong đó lưu trữ các chương trình vật làm NC.
3. Đường truyền viễn thông,
4. Các máy công cụ.



Hình 3.4. Cấu hình tổng quát của một hệ thống DNC

Trong hệ thống này, máy tính gọi các lệnh chương trình vật làm từ bộ nhớ khối lượng ra rồi gửi những lệnh đó tới máy công cụ nào có yêu cầu. Đồng thời máy tính cũng tiếp nhận những dữ liệu từ các máy công cụ phản hồi. Dòng dữ liệu hai chiều này xảy ra trong thời gian thực, có nghĩa là các yêu cầu về mệnh lệnh của từng máy công cụ phải hầu như được đáp ứng ngay lập tức. Tương tự như vậy, máy tính cũng phải luôn sẵn sàng tiếp nhận thông tin phản hồi từ các máy công cụ và đáp ứng một cách thích đáng. Đặc điểm cần lưu ý của hệ DNC là ở chỗ máy tính đồng thời phục vụ một lượng lớn máy công cụ, tất cả đều trong thời gian thực.

Tuỳ theo số lượng máy công cụ và khối lượng tính toán mà máy tính phải phục vụ, đôi khi cũng cần đến máy tính vệ tinh như ở hình 3.5. Các máy vệ tinh là những máy tính nhỏ (trước đây là máy tính vừa, hiện nay là máy vi tính), chúng có tác dụng san sẻ bớt gánh nặng cho máy tính trung tâm. Một máy tính vệ tinh đảm trách điều khiển một số máy công cụ. Các nhóm lệnh chương trình vật làm được các máy tính vệ tinh nhận từ máy trung tâm và lưu trữ tại các bộ nhớ trung gian sau đó được phân phối tới các máy công cụ theo yêu cầu. Dữ liệu phản hồi từ các máy công cụ đồng thời cũng được lưu trữ trong bộ nhớ trung gian của máy tính vệ tinh trước khi được thu thập về bộ nhớ khối lớn tại máy tính trung tâm.



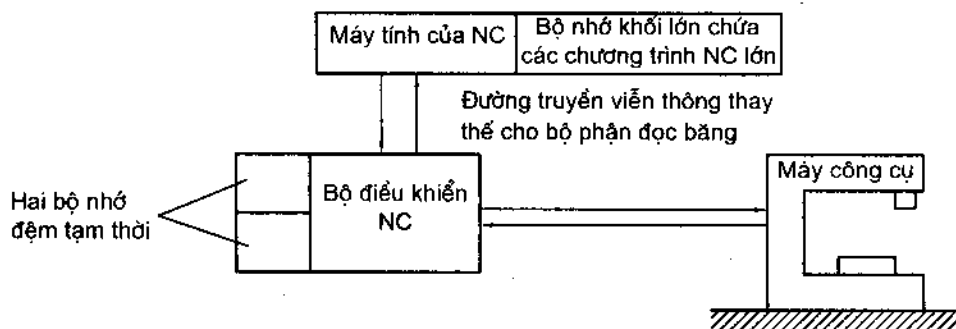
Hình 3.5. Hệ DNC với các máy tính vệ tinh

2. Phân loại DNC

Tuỳ theo cách thiết lập liên kết truyền thông giữa máy tính điều khiển với máy tính công cụ mà người ta chia ra làm hai loại:

a) Hệ DNC với BTR (viết tắt của Behind-the Tape – Reader)

Trong cấu hình của hệ này, máy tính được nối trực tiếp với bộ điều khiển của NC thông thường, bằng cách thay thế bộ phận đọc băng bằng các đường truyền viễn thông (hình 3.6).

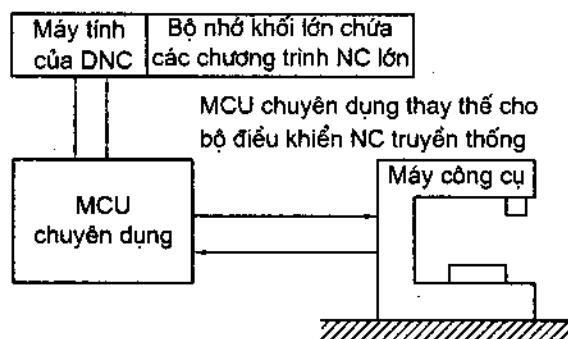


Hình 3.6. Cấu hình hệ DNC có BTR

Ngoại trừ chương trình chứa các lệnh ra, sự vận hành của hệ này rất giống với hệ NC truyền thống. Bộ điều khiển (CU) sử dụng hai bộ nhớ đệm tạm thời để tiếp nhận các khối (block) lệnh từ máy tính DNC gửi tới, rồi chuyển đổi các khối lệnh đó thành các hoạt động của máy.

b) Hệ DNC với MCU chuyên dụng

Trong cấu hình của hệ này (hình 3.7), toàn bộ bộ điều khiển NC thông thường bị loại bỏ, thay thế vào đó là một bộ điều khiển máy chuyên dụng, có tên là viết tắt là MCU (Machine Control Unit). MCU chuyên dụng là một thiết bị được thiết kế riêng để tạo thuận lợi cho việc truyền thông giữa máy công cụ và máy tính. Có một bộ phận mà ở đó sự liên kết truyền thông là rất quan trọng, đó là phần nội suy đường tròn của quỹ đạo dao cắt. Cấu hình của MCU chuyên dụng đạt tới một sự cân bằng cao giữa độ chính xác của phép nội suy với tốc độ cắt gọt kim loại. Sự cân bằng này nói chung là cao hơn so với hệ BTR.



Hình 3.7. DNC với bộ phận điều khiển máy chuyên dụng (MCU)

MCU chuyên dụng là kết nối mềm, trong khi bộ phận điều khiển NC truyền thống là kết nối cứng. Ưu điểm của kết nối mềm là ở tính mềm dẻo của nó, có thể dễ dàng thay đổi các chức năng điều khiển để đạt được những cải tiến mong muốn, còn ở bộ phận điều khiển NC thông thường, do phải thay thế lại kết cấu mạch dẫn nếu muốn cải tiến một chức năng điều khiển nào đó nên không thể có được sự mềm dẻo như vậy.

Ưu điểm của cấu hình hệ DNC với BTR là giá thành thấp do chỉ cần có những thay đổi nhỏ trong hệ NC truyền thống là có thể biến thành hệ DNC. Các hệ với BTR không cần thay thế bộ điều khiển truyền thống bằng máy MCU chuyên dụng. Tuy nhiên ưu điểm đó chỉ là tạm thời khi các máy NC có bán trên thị trường đều là máy CNC. Bộ điều khiển của CNC thực hiện chức năng rất giống với mục đích của một MCU chuyên dụng khi được kết nối vào một hệ DNC.

3. Chức năng của DNC

Dưới đây là những chức năng dành riêng cho DNC, các hệ khác (CNC và NC truyền thống) không thể thực hiện được:

1. NC không cần băng có đục lỗ.
2. Bộ lưu trữ chương trình vật làm NC.
3. Thu thập dữ liệu, xử lý và trình báo kết quả.
4. Truyền thông.

a) NC không cần băng đục lỗ

Một trong những mục tiêu ban đầu trong điều khiển số trực tiếp là loại bỏ việc sử dụng băng có đục lỗ. Những nhược điểm trong NC truyền thống mà chúng ta xem xét ở mục II liên quan tới việc sử dụng băng có đục lỗ (dầu đục không được tin cậy, bản chất mỏng của băng giấy, các khó khăn về chỉnh sửa và thay đổi chương trình được đục lỗ lên băng, v.v...) không những thế, trang thiết bị để tạo ra băng có đục lỗ lại đắt tiền. Tất cả những nhược điểm đó có thể loại bỏ được nhờ cách tiếp cận DNC.

b) Bộ lưu trữ chương trình vật làm NC

Chức năng quan trọng thứ hai của một hệ DNC có liên quan tới vấn đề lưu trữ trong các chương trình vật làm. Hệ con lưu trữ chương

trình phải được cấu trúc sao cho thỏa mãn được một số mục tiêu. Trước hết, các chương trình đó luôn được sẵn sàng để "tải về" (download) tới các máy công cụ NC. Thứ hai là, hệ con này phải cho phép nhập vào được chương trình mới, loại bỏ được chương trình cũ và chỉnh sửa được chương trình đang dùng khi có nhu cầu. Thứ ba là, phần mềm của hệ DNC phải thực hiện được chức năng hậu xử lý (postprocessing function). Các chương trình vật làm trong một hệ DNC thường được cất trong tệp CLFILE (Cutor Location File). Tệp CLFILE phải được chuyển đổi thành các lệnh dùng cho một máy công cụ cụ thể. Việc chuyển đổi này do postprocessor đảm nhận. Thứ tư là, hệ con lưu trữ này phải được cấu trúc sao cho có thể thực hiện được các chức năng quản lý và xử lý dữ liệu như an toàn tệp, hiển thị chương trình, thao tác trên dữ liệu, v.v...

Hệ con lưu trữ chương trình DNC thường gồm có một bộ lưu trữ (bộ nhớ) hoạt động và một bộ lưu trữ thứ cấp. *Bộ lưu trữ hoạt động* được dùng để lưu trữ thiết bị lưu trữ các chương trình NC, là những chương trình thường xuyên được dùng đến. Một thiết bị lưu trữ khối điển hình dùng cho mục đích này có thể là đĩa cứng hay đĩa mềm. Bộ lưu trữ hoạt động luôn sẵn sàng để máy tính truy nhập nhằm điều khiển một máy công cụ NC trong quá trình sản xuất. Còn *bộ nhớ thứ cấp* thường dùng để lưu trữ các chương trình NC ít khi phải dùng đến. Ngay cả chương trình được cho rằng sẽ không bao giờ dùng lại nữa, đôi khi cũng được lưu trữ vào bộ nhớ này nếu điều đó không gây tốn kém nhiều. Để dùng làm bộ lưu trữ thứ cấp thường là băng từ, băng catset, đĩa mềm, đĩa cứng (thậm chí băng có đục lỗ, nếu chấp nhận những nhược điểm của nó như đã trình bày ở trên).

c) Thu thập dữ liệu, xử lý và trình báo kết quả

Cả hai chức năng nói trên đều liên quan tới đường truyền trực tiếp từ máy tính trung tâm tới các máy công cụ trong dây chuyền. Một chức năng quan trọng khác liên quan tới đường truyền ngược, là truyền dữ liệu từ máy công cụ trở về máy tính trung tâm. Đối với DNC, cách truyền dữ liệu theo hai đường đối nghịch nhau.

Mục đích chủ yếu của việc thu thập, xử lý dữ liệu và trình báo kết quả là để theo dõi giám sát sản xuất trong nhà máy. Dữ liệu được thu thập là số lượng sản phẩm, việc sử dụng dao cắt, khai thác máy công cụ

và các yếu tố khác cấu thành thước đo hiệu năng của phân xưởng. Những dữ liệu này phải được máy tính DNC xử lý rồi lập thành báo cáo để cung cấp cho ban lãnh đạo những thông tin cần cho việc vận hành nhà máy. Phạm vi của chức năng DNC này đang ngày càng được mở rộng, không chỉ bao hàm thu thập dữ liệu từ các máy NC mà còn cả các trung tâm công tác khác trong nhà máy. Thuật ngữ được dùng lúc đó sẽ là “Điều khiển phân xưởng”.

d) Truyền thông

Một mạng truyền thông là cần thiết để thực hiện ba chức năng nói trên. Vấn đề truyền thông giữa các hệ con khác nhau là một chức năng có tính chất trung tâm đối với việc vận hành bất kỳ một hệ DNC nào đó. Các mối liên kết truyền thông chủ yếu trong DNC nằm trong thành phần dưới đây của hệ thống:

- + Máy tính trung tâm với các máy công cụ.
- + Máy tính trung tâm với các đầu cuối (terminal) của người lập trình vật làm NC.
- + Máy tính trung tâm với bộ nhớ khối lớn chứa chương trình NC. Đồng thời cũng có thể thiết lập các mối liên kết truyền thông tùy chọn giữa các điều khiển bằng máy tính của hệ DNC như:

- + Hệ CAD.
- + Hệ điều khiển phân xưởng.
- + Máy tính xử lý dữ liệu theo nhóm.
- + Hệ chẩn đoán lỗi từ xa.
- + Các hệ tự động có máy tính khác trong nhà máy.

Các kiểu truyền thông nói trên ngày càng thông dụng hơn khi công nghệ DNC phát triển theo hướng nhà máy tích hợp với máy tính trong tương lai.

4. Ưu điểm của DNC

DNC có những ưu điểm vượt trội hơn một hệ NC truyền thống, gồm:

a) Loại bỏ việc dùng băng có đục lỗ và đầu đọc băng

DNC loại trừ thành phần kém tin cậy nhất này trong hệ NC truyền thống. Ở một số hệ DNC còn bỏ được bộ điều khiển gắn cứng và thay vào đó là bộ điều khiển đặc biệt được thiết kế cho tương hợp hơn với vận hành DNC.

b) Khả năng tính toán cao hơn và mềm dẻo hơn

Máy tính của hệ DNC lớn, tạo điều kiện thực hiện các chức năng tính toán và xử lý dữ liệu hiệu quả hơn NC truyền thống vì các chức năng này được thực hiện nhờ phần mềm mà không phải nhờ bộ phận gắn cứng, vì vậy dễ dàng thay đổi và cải tiến phương pháp thực hiện các chức năng đó (trong đó phải kể đến chức năng nội suy đường tròn, các gói phần mềm lập trình vật làm có nhiều tính năng chẩn đoán và chỉnh sửa thuận tiện).

c) Các chương trình vật làm NC được cất vào tệp một cách thuận tiện so với cách lưu trữ lên băng có đục lỗ trong NC truyền thống.

d) Chương trình được lưu trữ dưới dạng tệp CLFILE

Nói chung, chương trình vật làm trong DNC được lưu trữ dưới dạng đường đi của dao cắt và không phải là chương trình hậu xử lý dành cho máy công cụ cụ thể nào. Cách lưu trữ chương trình theo khuôn dạng tổng quát hơn như vậy khiến cho tiến độ sản xuất được mềm dẻo, có thể gia công sản phẩm trên một số loại máy công cụ khác nhau.

e) Trình báo về hiệu năng sản xuất của phân xưởng

Một trong những đặc điểm quan trọng của DNC là khả năng thu thập, xử lý và kết xuất thông tin về hiệu năng sản xuất từ các máy NC.

g) Đặt nền móng cho sự ra đời nhà máy tự động dựa trên máy tính trong tương lai

Khái niệm “điều khiển số trực tiếp” (DNC) thể hiện bước đi đầu tiên trong quá trình phát triển về những nhà máy sản xuất do các hệ thống máy tính quản lý và điều khiển.

VI- CÁC HỆ DNC/CNC PHỐI HỢP

Đến những thập niên cuối thế kỷ XX, các hệ DNC rất đắt tiền, kèm theo xu hướng kinh tế không thuận lợi khiến cho các nhà quản trị kinh doanh ngại tiếp cận, đầu tư sâu vào công nghệ mới DNC. Hơn nữa, khuôn mẫu kết xuất dữ liệu quản lý và yêu cầu về phần cứng lúc đó cũng không được linh hoạt. Sự ra đời của các hệ CNC kèm theo giá máy, tính ngày càng rẻ và phần mềm ngày càng tốt đã dẫn đến sự phát triển hệ thống máy tính được tổ chức theo kiểu phân cấp để phục vụ cho công tác chế tạo. Trong hệ phân cấp này, các máy tính CNC điều khiển trực tiếp tới các máy công cụ và kết xuất dữ liệu tới máy tính “cấp trên”, sau đó lại chuyển tới máy tính cấp trên nữa, và cứ như vậy cho đến máy tính ở cấp cao nhất. Vào khoảng những năm 1980 trở lại đây, các hệ DNC tổ chức theo cách này ưu việt hơn các thể hệ DNC trước đó, thể hiện rõ nhất là tính mềm dẻo, linh hoạt của chúng. Hệ thống thông tin có thể đáp ứng tốt yêu cầu cụ thể của từng hãng. Điều đó tương phản với nhiều hệ DNC thời kỳ đầu với các khuôn dạng trình báo khá cứng nhắc, một số trường hợp cung cấp thông tin nhiều hơn cần thiết, trường hợp khác lại bỏ qua những chi tiết mà người quản lý cần. Việc tổ chức theo kiểu phân cấp còn có một ưu điểm nữa là có thể kiến tạo hệ DNC một cách dần dần, không nhất thiết phải mua sắm cả hệ ngay một lúc. Cách tiếp cận này vừa linh hoạt lại vừa kinh tế, cho phép ta thay đổi và chỉnh sửa dễ dàng hơn khi hệ DNC đang được lắp đặt. Nó còn cho phép dần chi phí đầu tư toàn bộ hệ thống trong một khoảng thời gian dài, đồng thời lại thu được lợi ích từ những hệ con đã được lắp đặt xong. Cách bố trí máy tính theo kiểu phân cấp chứa đựng mục tiêu của DNC – đó là cung cấp những báo cáo hữu hiệu về các hoạt động sản xuất theo thời gian thực. Có thể nói rằng trong thực tế cách tiếp cận này không phủ định DNC mà chỉ đơn giản thay đổi hình hài vật lý của nó mà thôi. Cuộc cải cách về cấu hình của DNC cùng với việc đưa điều khiển số bằng máy tính vào DNC đã làm xuất hiện thuật ngữ “điều khiển số phân tán” (distributed numerical control) trong DNC.

Sự kết hợp giữa DNC và CNC tạo cơ hội bổ sung những khả năng mới và sàng lọc những khả năng hiện có của các hệ thống chế tạo được máy tính hoá. Thực vậy, một ưu điểm hiển nhiên là nhờ sự kết hợp giữa DNC với CNC nên loại bỏ được băng có đục lỗ vốn là một môi trường nhập dữ liệu (Input) của CNC, nhờ máy tính của DNC trực tiếp “tải”

chương trình tới bộ nhớ của máy tính CNC. Không giống như bộ phận điều khiển máy (MCU) trong hệ DNC truyền thống, bộ điều khiển của CNC ở đây có đủ dung lượng nhớ để tiếp nhận toàn bộ chương trình vật làm. Thay vì nạp từng block nhớ, toàn bộ chương trình sẽ được tải xuống một lần, nhờ vậy giảm được lượng truyền thông cần thiết giữa máy tính trung tâm với từng máy công cụ. Xu hướng hiện nay là cài sẵn hậu xử lý (postprocessor) trong phần mềm của bộ điều khiển CNC, nhờ vậy cho phép “tải” chương trình vật làm từ máy tính DNC ở dạng CLFILE mà không cần bộ hậu xử lý nữa.

Ưu điểm thứ hai của cách kết hợp này là tính dự phòng – nghĩa là có thể cấp cho hệ thống một nguồn dự phòng để cho phép các máy CNC vận hành độc lập, do đó nếu máy tính trung tâm DNC bị trục trặc, các máy công cụ cũng không vì thế mà ngừng vận hành. Nội dung của nguồn dự phòng (backup) gồm có hai thành phần: thành phần thứ nhất là một tệp cất trên băng đục lỗ, trong đó các chương trình chứa trong máy tính DNC được sao làm hai bản; thành phần thứ hai là mỗi máy CNC phải được trang bị một đầu đọc băng hoặc có khả năng nối với một đầu đọc lưu động để đọc chương trình chứa trên băng. Tuy nhiên, việc có nguồn dự phòng này sẽ làm cho chi phí tài chính tăng lên.

Ưu điểm thứ ba của cách kết hợp DNC/CNC này là sự truyền thông giữa máy tính trung tâm với phân xưởng được cải thiện hơn. Nhờ cách đặt máy tính ở hai đầu đường truyền, nhiều hạn chế trong việc thiết kế hệ thống tin quản lý của một nhà máy lớn không còn nữa. Việc truyền thông giữa các máy tính với nhau dễ dàng hơn nhiều so với truyền thông giữa máy tính với các thiết bị gắn cứng (hard-wired devices).

VII- CÁC HỆ THỐNG CẮT GỌT ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI

Chế tạo máy điều khiển thích nghi (AC) ra đời từ đầu những năm 60 của thế kỷ trước tại Bendix Research Laboratories dưới sự bảo trợ của không lực Mỹ. Thời kỳ đầu, các hệ điều khiển thích nghi dựa trên các thiết bị điều khiển tương tự (analog), phản ánh thực trạng công nghệ lúc đó. Ngày nay, AC sử dụng vi xử lý và thường được kết nối với một hệ CNC hiện có.

Đối với một nguyên công cắt gọt, thuật ngữ “*điều khiển thích nghi*” có nghĩa là một hệ điều khiển đo các biến gia công đầu ra rồi sử dụng chúng để điều khiển tốc độ cắt và lượng chạy dao. Trong các biến gia công, các biến được sử dụng trong các hệ cắt gọt điều khiển thích nghi gồm có độ võng trục chính, hoặc lực cắt gọt, mômen xoắn, nhiệt độ cắt, biên độ dao động và công suất. Nói cách khác, hầu hết các biến cắt gọt kim loại nào có thể đo được đều được xem xét trong các hệ điều khiển thích nghi thực nghiệm. Động cơ triển khai một hệ cắt gọt điều khiển thích nghi là ở ý đồ vận hành quá trình cắt gọt sao cho hiệu quả hơn. Phép đo điển hình về hiệu năng cắt gọt là tốc độ cắt kim loại và chi phí cho việc cắt gọt đó.

1. Điều khiển thích nghi ở đâu?

Một trong những lý do chủ yếu để sử dụng điều khiển số (bao gồm DNC và CNC) là ở chỗ NC giảm thiểu thời gian không sản xuất trong vận hành máy công cụ. Đạt được điều đó là nhờ rút ngắn các yếu tố như thời gian gá kẹp vật làm, chuẩn bị cắt gọt, thay dao cùng các nguyên nhân làm trì hoãn máy và người đứng máy. Nhờ các yếu tố đó được rút ngắn trong tổng thời gian gia công nên phần thời gian dành cho cắt gọt thực sự được tăng lên. Mặc dù NC giúp giảm bớt được thời gian ngừng máy, nhưng nó chỉ ảnh hưởng rất ít tới việc rút ngắn thời gian cắt gọt thực sự so với máy công cụ truyền thống. Do vậy, để rút ngắn thời gian cắt gọt cần sử dụng điều khiển thích nghi. Nếu như điều khiển số (NC) chỉ huy trình tự các vị trí dao hoặc đường đi của dao thì ngược lại, điều khiển thích nghi (AC) xác định tốc độ cắt và lượng ăn dao thích hợp trong quá trình gia công, với tư cách là một hàm của các biến như độ cứng vật làm, chiều rộng và chiều sâu cắt, khoảng chạy không, v.v... Điều khiển thích nghi có khả năng đáp ứng lại và bù vào các biến này trong quá trình gia công trong khi điều khiển số không có khả năng này.

Tuy vậy AC không phải phù hợp với mọi tình huống cắt gọt, nói chung chỉ những tình huống có các đặc điểm sau đây thì việc ứng dụng điều khiển thích nghi mới có lợi:

1. Thời gian cắt gọt thực chiếm một phần quan trọng trong toàn bộ chu kỳ cắt gọt. Có ý kiến cho rằng thời gian lưỡi cắt tiến hành cắt gọt

vật làm chiếm trên 40% thời gian gia công nói chung thì lúc đó sử dụng điều khiển thích nghi mới có lợi.

2. Có những nguồn thông tin quan trọng về sự thay đổi trong gia công vật làm mà AC có thể bù cho sự thay đổi đó. Trên thực tế, AC bù lượng ăn dao và tốc độ cắt vào điều kiện thay đổi này. Chúng ta sẽ xem xét kỹ hơn về những nguồn thông tin cần có nói trên ở mục tiếp theo.

3. Chi phí cho vận hành máy cao. Giá vận hành cao chủ yếu là do đầu tư trang thiết bị cao.

4. Vật làm điển hình là những chi tiết gia công bằng thép, titan và các hợp kim độ bền cao. Gang đúc và nhôm cũng khá thích hợp với AC tuy nhiên chúng dễ gia công cắt gọt hơn.

2. Các nguồn gốc thay đổi trong gia công vật làm

Dưới đây là những nguồn gốc điển hình về sự thay đổi trong gia công vật làm mà AC có thể áp dụng một cách ưu việt nhất vào đó. Không nhất thiết phải có toàn bộ các nguồn thay đổi này mới chứng minh được sự đúng đắn của việc sử dụng AC. Tuy nhiên, nếu sự thay đổi càng lớn thì quá trình gia công càng nên ứng dụng AC như:

a) Thay đổi về hình học cắt gọt ở dạng thay đổi chiều rộng và chiều sâu lát cắt

Trong những trường hợp như vậy, lượng chạy dao (ăn dao) thường được điều chỉnh để bù vào lượng thay đổi đó. Dạng thay đổi này thường gặp trong các nguyên công cắt gọt theo biên dạng hay phay lăn.

b) Thay đổi về độ cứng vật liệu của vật làm và khả năng cắt gọt

Khi gặp những điểm hay những vùng cứng khó cắt gọt trên bề mặt gia công thì giảm tốc độ cắt hoặc lượng ăn dao để tránh làm giảm tuổi thọ của dao.

c) Thay đổi về độ cứng vững của vật làm

Nếu vật làm bị lệch do khi gá kẹp không đủ vững chắc thì cần giảm bớt lượng ăn dao để đảm bảo độ chính xác gia công.

d) Độ mòn dao

Các nghiên cứu đều cho thấy rằng khi dao bắt đầu cùn thì lực cắt gọt tăng lên. Bộ điều khiển thích nghi sẽ làm giảm lượng ăn dao để thích ứng với việc dao bị mòn.

e) Khoảng chạy không khi cắt gọt

Trên bề mặt gia công, có thể có những khu vực gọi là những khoảng chạy không ở đó dao chỉ đi qua mà không tiến hành cắt gọt (như các hốc lõm, chỗ trống, ...), nếu vẫn giữ nguyên lượng chạy dao thì sẽ lãng phí thời gian vì vậy lúc này cần tăng lượng chạy dao lên gấp hai hoặc ba lần.

Các nguồn thay đổi nói trên đã dẫn tới sự thay đổi thời gian cắt gọt, và nói chung đó là những thay đổi không lường trước được trong quá trình gia công. Sau đây chúng ta sẽ xem xét việc điều khiển thích nghi được ứng dụng như thế nào để bù vào những thay đổi đó.

3. Hai kiểu điều khiển thích nghi

Có hai cách tiếp cận khác nhau trong quá trình phát triển các hệ máy cắt gọt điều khiển thích nghi:

- Tối ưu hoá điều khiển thích nghi (ACO: Adaptive control Optimization),

- Hạn chế điều khiển thích nghi (ACC: Adaptive control constraint).

a) Tối ưu hoá điều khiển thích nghi

Theo cách tiếp cận này, người ta đưa ra một chỉ số hiệu năng làm thước đo toàn bộ hiệu năng, như năng suất gia công hoặc tỷ suất chi phí tính theo khối lượng kim loại được bóc tách (phoi). Mục đích của bộ điều khiển thích nghi là tối ưu hoá chỉ số hiệu năng bằng cách điều khiển tốc độ hoặc lượng chạy dao (hoặc cả hai) trong khi gia công cắt gọt.

Mục tiêu lớn nhất của các hệ tối ưu hoá điều khiển thích nghi là tối đa hoá tỷ số giữa tốc độ bóc tách vật liệu và tốc độ mòn dao. Nói cách khác, chỉ số hiệu năng IP (Index Performance) là một hàm của tỷ số nói trên.

$$IP = \left(\frac{MRR}{TWR} \right)$$

trong đó MRR – tốc độ bóc tách vật liệu khỏi vật làm (Material Removal Rate);

TWR – tốc độ mòn dao (Tool Wear Rate).

Khó khăn là ở chỗ, với trình độ kỹ thuật đo lường hiện nay, thông số TWR khó có thể đo trực tiếp được, do vậy trên thực tế không thể giám sát được chỉ số IP. Để khắc phục, cần phải có những bộ cảm biến đo được hiệu năng cắt gọt thực trên trục tuyến. Khi đó, các hệ thống tối ưu hoá điều khiển thích nghi mới thực sự có sức thuyết phục. Tuy nhiên, do những khó khăn gặp phải trong bộ cảm biến khi thiết kế các hệ ACO nên vấn đề cắt gọt có điều khiển thích nghi hầu hết đều thuộc các hệ “hạn chế điều khiển thích nghi” (ACC).

b) Hệ hạn chế điều khiển thích nghi

Đó là những hệ được phát triển cho sản phẩm thực, ít phức tạp hơn (và rẻ hơn) so với hệ ACO nói trên. Hệ AC này sử dụng các giới hạn hạn chế, áp đặt lên một số biến gia công cần đo nhất định, do đó được gọi là hệ điều khiển thích nghi hạn chế (ACC). Mục tiêu của hệ này là điều khiển tốc độ cắt hoặc lượng chạy dao (hoặc cả hai) sao cho các biến gia công cần đo này được duy trì tại những giá trị nằm trong giới hạn hạn chế hoặc thấp hơn những giá trị đó. Sau đây chúng ta sẽ xem xét sự vận hành của một hệ ACC thông dụng nhất có bán ở thị trường.

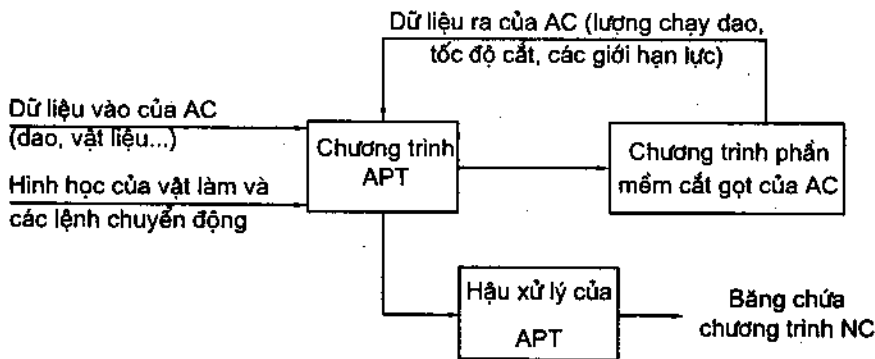
4. Vận hành của một hệ ACC

Các ứng dụng điển hình trong gia công cắt gọt thường xảy ra ở các nguyên công phay lần hoặc phay theo đường bao trên máy công cụ NC. Lượng ăn dao được dùng làm biến cần điều khiển, còn lực cắt gọt và công suất được dùng làm các biến cần đo. Thường là một bộ điều khiển thích nghi được gắn vào một máy công cụ NC. Các máy công cụ NC đương nhiên là điểm khởi đầu cho AC vì hai lý do: Thứ nhất, vì các máy đó thường có các động cơ trợ động (động cơ servo) cần thiết theo các trục bàn máy để nhận sự điều khiển tự động; Thứ hai, vì các loại hình gia công cắt gọt mà NC được dùng đến đều có nguồn biến đổi, là các nguồn cần đến AC. Một số hãng lớn đều có sự chuẩn bị “dọn chỗ” trước cho các máy NC của họ sẽ có điều khiển thích nghi khi điều kiện cho phép. Có công ty còn chuyên về dịch vụ này (như hãng Macotech ở Seattle,

Washington). Gói “dọn chỗ” cho điều khiển thích nghi gồm một bộ phối hợp các phần cứng và phần mềm.

Phần cứng điển hình gồm có:

1. Các cảm biến (sensor) lắp lên trực chính để đo độ võng của dao (lực).
2. Các cảm biến đo dòng điện động cơ trực chính, nhằm thu được chỉ số tiêu thụ điện năng.
3. Bộ điều khiển và bảng hiển thị để vận hành hệ thống.
4. Phần cứng giao diện để nối hệ AC vào với bộ điều khiển NC (hay CNC) hiện có.

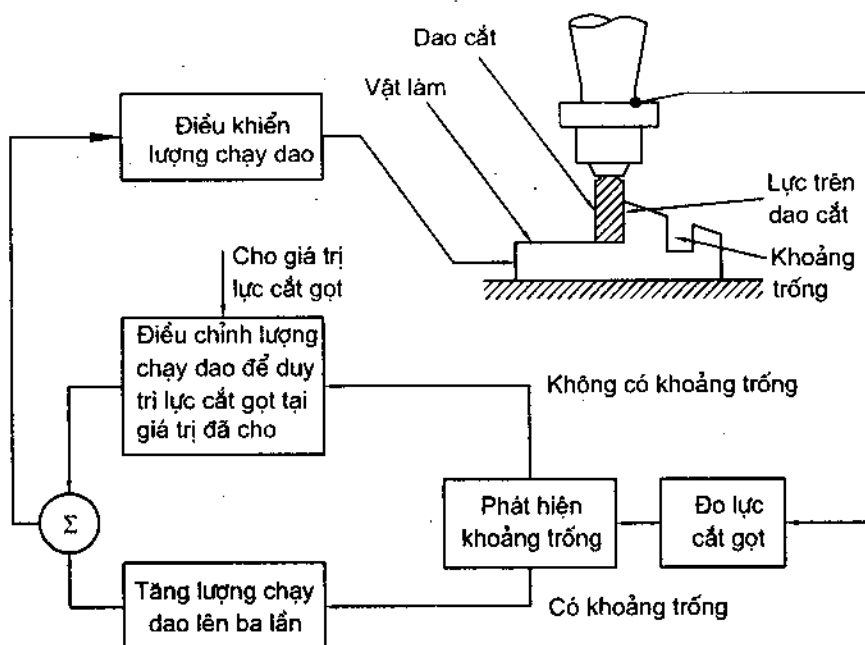


Hình 3.8. Mối quan hệ của phần mềm điều khiển thích nghi (AC) với chương trình APT

Phần mềm trong gói này gồm có một chương trình viết cho cắt gọt trên máy, có thể gọi là một lệnh MACRO của ngôn ngữ APT. Mối quan hệ của chương trình phần mềm trong quá trình lập trình vật làm được minh hoạ trên hình 3.8. Dữ liệu đầu vào của chương trình APT gồm các thông số cắt gọt như kích thước và các yếu tố hình học của dao cắt, độ cứng vật liệu của vật làm, kích thước lát cắt và các đặc tính của máy công cụ. Từ các phép tính dựa trên các thông số này, dữ liệu đầu ra của chương trình APT sẽ là lượng chạy dao, tốc độ trực chính, các giới hạn lực cắt gọt trong mỗi lớp cắt. Mục tiêu của các phép tính này là để xác định các điều kiện cắt sẽ làm tối đa hoá năng suất bóc tách kim loại. Người lập trình vật làm NC thường phải xác định lượng chạy dao và tốc độ cắt cho các nguyên công cắt gọt. Với điều khiển thích nghi, các điều

kiện này được tính toán nhờ chương trình phần mềm cắt gọt AC dựa trên dữ liệu đầu vào do người lập trình vật làm cung cấp.

Khi máy công cụ tiến hành cắt gọt, hệ AC vận hành ở giá trị lực được tính cho một dao cắt cụ thể và một trục chính cụ thể. Năng suất cắt gọt tối đa có được là nhờ chạy máy ở chế độ lượng chạy dao cao nhất tương thích với mức lực cắt gọt này. Do lực cắt gọt phụ thuộc vào các yếu tố như chiều sâu và chiều rộng lát cắt nên kết quả cuối cùng của hoạt động điều khiển là tối đa hoá năng suất bóc tách kim loại trong phạm vi giới hạn mà các điều kiện cắt gọt hiện tại đặt ra.



Hình 3.9. Cấu hình của một hệ gia công cắt gọt có điều khiển thích nghi điển hình, trong đó lực cắt gọt được dùng làm biến quá trình cần đo

Sơ đồ ở hình 3.9 minh họa sự vận hành của hệ AC trong quá trình máy cắt gọt làm việc. Khi lực cắt gọt tăng do độ cứng vật làm hoặc chiều rộng hay chiều sâu lát cắt tăng lên, thì lượng chạy dao được giảm xuống để bù lại. Khi lực cắt gọt giảm do các giá trị nói trên giảm hoặc gặp khoảng chạy không trên bề mặt cắt gọt, thì lượng chạy dao lại được tăng lên để tối đa hoá năng suất bóc tách kim loại.

Hình 3.9 thể hiện một phương thức vượt qua khoảng chạy không, nó theo dõi lực cắt gọt và ra quyết định nếu dao cắt đang vượt chỗ trống. Việc này thường được cảm nhận nhờ giá trị ngưỡng dưới của lực cắt gọt. Nếu lực cắt gọt thực tế thấp hơn giá trị ngưỡng này thì bộ điều khiển coi là dao cắt đang chạy qua khoảng không. Khi một khoảng không được nhận biết thì lượng chạy dao sẽ được tăng lên gấp đôi hoặc gấp ba để tối thiểu hoá thời gian chi phí vào khoảng chạy không đó. Khi dao đã vượt qua khoảng không và bắt đầu cắt gọt trở lại, thì lượng chạy dao cũng được điều chỉnh về giá trị phù hợp với lực cắt gọt lúc này.

Trong một hệ thống gia công cắt gọt điều khiển thích nghi có thể có hai biến quá trình được đo lường. Trong các hệ cũ, ban đầu người ta sử dụng ba tín hiệu cần đo, đó là nhiệt độ, mômen xoắn và độ rung. Trong các hệ sau này, người ta sử dụng hai tín hiệu là tải trọng trên dao cắt và công suất sinh ra trên mô tơ trục chính. Mục đích của bộ cảm biến công suất là để bảo vệ mô tơ khỏi bị quá tải khi năng suất bóc tách kim loại bị ràng buộc bởi công suất trục chính mà không phải bởi lực trên trục chính.

5. Lợi ích của điều khiển thích nghi trong gia công cắt gọt

Điều khiển thích nghi mang lại nhiều lợi ích quan trọng, nhưng cũng phụ thuộc vào từng công việc cắt gọt cụ thể. Có những trường hợp gia công cắt gọt mà ở đó điều khiển thích nghi không thể hiện rõ được lợi ích của nó. Nhưng trong những trường hợp khác như gia công phay, khoan, làm ren, mài và doa, thì ứng dụng điều khiển thích nghi là rất có lợi. Điều khiển thích nghi cũng đã được áp dụng trong gia công tiện, nhưng chỉ đạt được những kết quả hạn chế. Sau đây là những lợi ích thu được qua việc áp dụng điều khiển thích nghi đạt được kết quả tốt bao gồm:

a) Năng suất tăng

Tăng năng suất là mục tiêu của sự phát triển điều khiển thích nghi trong gia công cắt gọt. Điều chỉnh trực tuyến để cho phép thay đổi các thông số như các yếu tố hình học vật làm, vật liệu và độ mòn dao, khiến cho máy công cụ có khả năng đạt được năng suất bóc tách phoi là cao nhất, tương ứng với các điều kiện cắt gọt hiện thời cho phép. Điều đó

cũng đồng nghĩa với việc làm tăng số chi tiết gia công được trong một giờ. Khi đã được ứng dụng đúng, điều khiển thích nghi sẽ mang lại những lợi ích to lớn về năng suất so với gia công cắt gọt truyền thống hoặc điều khiển số thông thường.

Ưu điểm về tăng năng suất của điều khiển thích nghi so với gia công cắt gọt NC được minh họa ở bảng 3.1, xét trên các nguyên công phay và khoan đối với các vật liệu gia công khác nhau. Số liệu trong bảng 3.1 cho thấy thời gian tiết kiệm được từ 20% đến 59% đối với nguyên công phay và từ 33% đến 38% đối với nguyên công khoan.

Bảng 3.1. SO SÁNH THỜI GIAN MÁY NC VỚI MÁY AC

Nguyên công	Chi tiết gia công	Vật liệu vật làm	Thời gian		Thời gian tiết kiệm được (%)
			NC	AC	
Phay lăn	Gân nắp máy bay	HK nhôm	152 phút	81 phút	46
Phay lăn	Gân nắp máy bay	HK nhôm	641 phút	319 phút	50
Phay lăn	Chi tiết máy bay	Thép không gỉ	9.6 giờ	7.5 giờ	22
Phay lăn	-nt-	-nt-	11.8 giờ	9.4 giờ	20
Phay lăn	-nt-	HK titan	64 phút	35 phút	48
Phay mặt đầu	Chi tiết máy bay	Thép hợp kim	61 phút	25 phút	59
Khoan	Lỗ ϕ 100 x 25	Thép hợp kim	8 giây	5 giây	38
Khoan	Lỗ ϕ 100 x 45	Gang đúc	10.5 giây	7 giây	33

b) Tuổi thọ dao tăng

Với AC, nói chung dao được làm việc theo một trạng thái không đổi và có hiệu quả hơn trong suốt quá trình sử dụng của nó. Do có thể thay đổi được lượng chạy dao để tránh quá tải nên dao ít bị gãy (mẻ) hơn.

c) Vật làm được bảo vệ tốt hơn

Thay vì thiết lập giới hạn hạn chế lực cắt của dao trên cơ sở độ võng tối đa cho phép của trục chính và dao cắt, ở đây có thể thiết lập giới hạn lực cắt trên cơ sở dung sai kích thước của vật làm. Theo cách này,

vật làm sẽ tránh được tình trạng vượt quá dung sai và hư hỏng có thể xảy ra.

d) Người vận hành ít phải can thiệp hơn

Sự ra đời của AC trong gia công cắt gọt đã chuyển việc điều khiển quá trình ra khỏi tầm tay của người vận hành máy tới tầm tay của người quản lý thông qua người lập trình vật làm.

e) Lập trình vật làm dễ hơn

Với NC thông thường, người lập trình phải lường trước tốc độ cắt và lượng chạy dao tương ứng với những điều kiện cắt gọt xấu nhất mà dao sẽ gặp phải, chương trình phải được thử đi thử lại nhiều lần trước khi người lập trình thấy thoả mãn với những điều kiện đã chọn. Trong lập trình vật làm AC, việc lựa chọn lượng ăn dao không do người lập trình thực hiện mà do bộ điều khiển đảm nhiệm, người lập trình sử dụng một cách tiếp cận ít bảo thủ hơn so với cách lập trình NC truyền thống, thời gian lập trình ít hơn và cũng ít phải thử đi thử lại hơn.

VIII- CÁC KHUYNH HƯỚNG VÀ NHỮNG PHÁT TRIỂN MỚI TRONG NC

Khuynh hướng chủ đạo của NC gắn liền với sự phát triển của công nghệ máy tính. Máy tính đã mang lại những tiến bộ to lớn trong các thủ tục lập trình vật làm (ví dụ lập trình có sự trợ giúp của máy tính, đồ hoạ tương tác và lập trình âm thanh). Việc điều khiển của ngành chế tạo máy NC cũng có những bước phát triển vượt bậc thông qua công nghệ máy tính (ví dụ CNC, DNC và điều khiển thích nghi). Chúng ta đã đề cập đến vấn đề này ở chương 2 về lập trình và ở chương này về NC được máy tính hoá. Phần còn lại của chương này sẽ trình bày thêm một số vấn đề đã và sẽ chắc chắn còn ảnh hưởng tới tương lai phát triển của điều khiển số.

1. Bỏ băng có đục lỗ

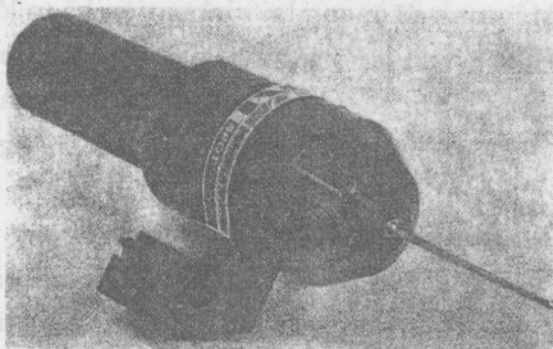
Như chúng ta đã biết, môi trường trữ tin tiêu chuẩn trong NC vốn là băng đục lỗ, rộng 1 inch (25.4 mm) và việc sử dụng nó có một số khó

khăn. Ngày nay, với việc sử dụng máy tính ngày càng mạnh mẽ trong các quá trình điều khiển số, các nhà thiết kế chế tạo máy công cụ NC đã thống nhất bỏ băng đục lỗ và đầu đọc băng, thay thế bằng các môi trường trữ tin tương thích với các hệ máy tính hiện đại, và được chọn đầu tiên là băng từ và hộp đầu từ. Tuy nhiên, số lượng băng đục lỗ và các thiết bị kèm theo còn rất lớn, cho nên bước quá độ chuyển sang môi trường trữ tin mới dùng cho lập trình vật làm sẽ cần một thời gian khá dài.

2. Đầu dò để kiểm tra

Việc sử dụng đầu dò để kiểm tra ngay tại quá trình gia công đang ngày càng trở nên thông dụng trong các hệ máy công cụ NC. Các đầu dò này là những bộ chỉ báo kiểu đĩa số tinh vi, được lắp lên trục chính máy công cụ. Ở những máy có bộ đổi dao tự động, đầu dò được bố trí tại trống trữ dao và sẽ được nạp lên trục chính khi cần, giống như các dụng cụ cắt bình thường khác. Các cảm biến (sensor) trong đầu dò sẽ tiến hành dò tìm khi cho tiếp xúc với bề mặt cần kiểm tra vật làm (hay trên một số đối tượng nào đó).

Các tín hiệu của cảm biến được truyền theo kiểu cảm ứng tới máy công cụ, do đó không cần dùng thêm mạch trực tiếp giữa đầu dò và bộ điều khiển máy tính của NC. Phần mềm trong bộ điều khiển thực hiện các phép tính cần thiết để thông dịch các tín hiệu từ đầu dò truyền đến. Hình 3.10 giới thiệu một trong các đầu dò có bán trên thị trường.



Hình 3.10. Đầu dò dùng cho máy công cụ NC

Dưới đây là một số ứng dụng điển hình của đầu dò:

- Kiểm tra ngay lúc đang gia công trong khi vật làm vẫn được kẹp chặt trên bàn máy.

- Tự hiệu chỉnh vị trí dao để bù vào lỗi máy.

- Định vị tham chiếu của một dữ liệu trên vật làm sau khi bắt đầu tiến hành cắt gọt để đạt đến độ chính xác cao hơn trong các nguyên công cắt gọt tiếp theo.

- Kiểm tra dụng cụ cắt để xác định tình trạng lưỡi cắt (ví dụ lưỡi cắt bị mẻ).

Lợi ích chủ yếu qua việc sử dụng đầu dò đem lại là tiết kiệm thời gian và tăng độ chính xác:

Vấn đề tiết kiệm thời gian có thể đạt được qua một số hoạt động trong quá trình gia công vật làm. Rõ nhất là giảm được các thủ tục kiểm tra thủ công tốn nhiều thời gian sau mỗi nguyên công cắt gọt. Do các kỹ thuật kiểm tra ngay trong lúc gia công là rất chính xác, nên thao tác thủ công tế nhặt này sẽ được giảm đi rất nhiều. Ngoài ra đầu dò được dùng để xác định lượng bù sai vị trí vật làm (khi gá kẹp và hiệu chỉnh vật làm trên bàn máy) cũng giúp tiết kiệm thời gian. Thời gian gia công cũng được tiết kiệm vì việc kiểm tra ngay lúc đang cắt gọt được đầu dò thực hiện trong khi vật làm vẫn được gá kẹp trên máy.

Vấn đề tăng độ chính xác trong quá trình đo, là nhờ độ chính xác vốn có trong cấu trúc vững chắc của máy công cụ. Các phép đo nhờ đầu dò của trục chính nói chung chính xác hơn so với kỹ thuật đo truyền thống khi đo kích thước vật làm. Hơn nữa, độ chính xác của hệ đầu dò về thực chất là cao hơn bản thân quá trình gia công trên máy.

Khi được sử dụng để đo trực tiếp tại quá trình gia công với các bù sai về vị trí dao cắt được tạo ra, các đầu dò này thể hiện một dạng điều khiển thích nghi. Biến quá trình là độ lệch khỏi kích thước mong muốn của vật làm do độ mòn dao, do các vấn đề gá kẹp cùng các sai sót khác gây ra. Để bù lại những lệch lạc này, hệ thống sẽ tạo ra những điều chỉnh cần thiết về quỹ đạo lý thuyết của dao.

3. Các hệ NC tiên tiến

Ngôn ngữ APT dùng cho lập trình NC ra đời từ giữa những năm 60 của thế kỷ trước. Ban đầu, nó được phát triển cho gia công phay sau

đó dần dần được cải tiến và mở rộng để phù hợp với các loại nguyên công chế tạo khác. Nhiều khái niệm về định nghĩa hình học của APT đã được sử dụng để phát triển công nghệ mô hình hình học hiện nay của CAD/CAM. Trên nhiều phương diện, những bước phát triển trong mô hình hình học trên máy tính đã bỏ xa các khái niệm về hình học cũ của APT. Các hệ NC tiên tiến cố gắng sử dụng những khái niệm hình học CAD/CAM mới nhất và không bị trói buộc bởi những giới hạn vốn có trong ngôn ngữ APT. Một trong những cố gắng nghiên cứu – triển khai quan trọng trong lĩnh vực này là dự án “NC tiên tiến” của CAM-I (CAM-International, một hãng phi lợi nhuận đặt trụ sở ở Arlington, Texas, Mỹ). Mục tiêu của dự án này là triển khai một hệ NC tiên tiến sử dụng các khái niệm và công nghệ mới nhất trong CAD/CAM và trong quản trị cơ sở dữ liệu. Có thể tóm tắt nội dung dự án này như sau:

Trong lập trình APT, vật làm được xác định qua các yếu tố hình học như đường thẳng, mặt phẳng và đường tròn. Những đường thẳng, mặt phẳng và đường tròn này là “vô tận” theo nghĩa đường thẳng và mặt phẳng là vô hạn và đường tròn là những vòng tròn tròn vẹn. Dĩ nhiên vật làm là hữu hạn, do vậy các phần tử hình học APT không thực sự cho ta một định nghĩa chính xác và bao quát về hình học của vật làm. Theo trình tự của các lệnh chuyển động của APT, dụng cụ cắt được dẫn hướng đi quanh bề mặt vật làm, bỏ qua các phần đường tròn và đường thẳng không liên quan tới vật làm. Trong cách tiếp cận CAD/CAM đối với mô hình hình học, vật làm được xác định bởi các mặt và các cạnh từ đó kiến tạo nên cách mô tả hình học đặc của vật làm. Các mặt và các cạnh này không kéo dài vô hạn theo các hướng tương ứng của chúng. Thuật ngữ dùng cho cách định nghĩa vật làm này là “hình học hữu hạn”, trái với cách tiếp cận vô hạn được dùng trong APT. Một trong những mục đích quan trọng của dự án “NC tiên tiến” của CAM-I là sử dụng các khái niệm có trong cách tiếp cận hình học hữu hạn để định nghĩa vật làm. Dự án này có những mục tiêu quan trọng như sau:

a) Tập ngôn ngữ mới

Mục đích là triển khai một bộ (tập) ngôn ngữ mới, có thể sử dụng các khái niệm của hình học hữu hạn và làm cho bộ ngôn ngữ mới này

tương thích với APT. Nó sẽ là ngôn ngữ bậc cao hơn so với ngôn ngữ APT.

b) Đa ứng dụng

Hệ “NC tiên tiến” sẽ không bị hạn chế trong các nguyên công cắt gọt mà còn phù hợp cho nhiều ứng dụng phi cắt gọt như kiểm tra và gia công tấm (các nguyên công cắt tấm và tạo hình, cắt dập).

c) Thiết kế theo mô đun

Để đạt được mục đích đa ứng dụng, hệ “NC tiên tiến” phải có tính chất thiết kế theo mô đun. Từng bộ xử lý và từng trình con (subroutine) riêng được thiết kế nhằm thực hiện các chức năng cơ bản như gia công mặt bên, hốc lõm, điểm tới điểm (point-to-point), tiện, kiểm tra, v.v... Cách tiếp cận này cũng tương tự như cách tiếp cận trong các gói lập trình vật làm CAD/CAM hiện đại, ở đó các trình con tự động được thiết kế để thực hiện các chức năng đặc biệt.

d) Tự động hoá các chức năng lập trình NC

Ngoài việc tạo sinh quỹ đạo dao, lập trình NC còn bao gồm cả vấn đề lựa chọn dao cắt, lựa chọn tốc độ cắt và lượng chạy dao, trình tự các nguyên công cùng các vấn đề chi tiết khác (như bề phôi, làm nguội, ...). Các hệ “NC tiên tiến” đều tự động hoá việc xác định các thông số này.

e) Kiểm tra và dụng

Các trình con được thiết kế và đưa vào các gói lập trình “NC tiên tiến” để kiểm tra và dụng có thể có giữa dao và dụng cụ gá kẹp cùng các vấn đề va dụng quan trọng khác.

g) Giao diện với cơ sở dữ liệu của CAD/CAM

Các hệ “NC tiên tiến” đều cần giao diện được với một cơ sở dữ liệu thiết kế và chế tạo chung. Cơ sở dữ liệu đó chứa các dữ liệu liên quan tới hình học vật làm (các kích thước phôi và thành phẩm), đồ gá kẹp, máy công cụ, dụng cụ cắt và chi phí. Chức năng lập trình NC cũng cần giao diện được với các gói lập quy trình công nghệ tự động bằng máy tính.

IX- CÁC HỆ CHẾ TẠO MỀM DẪO

Một trong những phát triển quan trọng trong DNC là sự ra đời của các hệ chế tạo mềm dẻo FMS (Flexible Manufacturing System). Một FMS là một nhóm máy NC (hoặc các trạm làm việc tự động khác) liên kết với nhau nhờ một hệ thống nâng – chuyển vật liệu. Tất cả các máy NC và hệ nâng – chuyển này đều được điều khiển bằng máy tính. Các hệ thống chế tạo mềm dẻo lần đầu tiên xuất hiện vào năm 1970. Do các hệ này rất đắt tiền (mỗi hệ giá hàng triệu USD) nên đến cuối những năm 80 của thế kỷ trước mới có khoảng hơn mười hệ được lắp đặt. Tuy nhiên FMS có tiềm năng rất lớn trong việc nâng cao sản xuất trong chế tạo hàng theo lô, hơn nữa giá thành ngày càng giảm, nên đến nay FMS đã được triển khai ứng dụng rất nhiều. Có thể nói FMS thể hiện một bước phát triển quan trọng hướng tới những nhà máy tự động hoá trong tương lai.

X- RÔBÔT HỌC

Xét về mặt công nghệ và lập trình điều khiển, rôbôt (tay máy công nghiệp) có những điểm chung với máy điều khiển số. Rôbôt được dùng để di chuyển vật làm và dụng cụ cắt trong quá trình thực hiện các thao tác công nghiệp. Nhiều thao tác quan trọng trong đó có liên quan tới việc nạp tải lên và dỡ tải khỏi máy sản xuất. Rôbôt và máy sản xuất hình thành nên một đơn vị công tác tự động, với phôi được cung cấp cho đơn vị đó bằng băng chuyền và thành phẩm được chuyển đi cũng bằng băng chuyền. Tất cả những hoạt động này được thực hiện với rất ít hoặc không có sự can thiệp của con người. Do rôbôt học kiến tạo một chủ đề về CAD/CAM quan trọng như vậy, nên trong chương 4 sẽ trình bày về rôbôt công nghiệp.

Chương 4

CÔNG NGHỆ RÔBÔT

I- GIỚI THIỆU

Một tay máy (rôbôt) công nghiệp là một máy công dụng chung khả lập trình, có một số đặc tính giống con người. Đặc tính giống người nhất của rôbôt công nghiệp là cánh tay của nó. Cánh tay máy này cùng với khả năng có thể lập trình của rôbôt khiến nó thích hợp lý tưởng với nhiều thao tác sản xuất, như nạp tải lên máy, hàn điểm, sơn phun, lắp ráp,... Rôbôt có thể được lập trình để thực hiện một dãy các chuyển động cơ khí và có thể lập lại dãy chuyển động đó cho đến khi được tái lập trình để thực hiện một tác vụ khác.

Rôbôt công nghiệp có nhiều đặc điểm chung với máy công cụ NC. Khởi động cánh tay cơ khí của rôbôt cũng sử dụng một kiểu công nghệ NC như đối với máy công cụ. Tuy nhiên rôbôt công nghiệp là một thiết bị nhẹ hơn, cơ động hơn so với máy công cụ NC, việc sử dụng rôbôt công nghiệp cũng rộng rãi hơn mà điển hình là trong nâng – chuyển vật làm. Đồng thời, lập trình cho rôbôt cũng khác với lập trình vật làm cho NC. Theo truyền thống, lập trình NC được thực hiện ngoại tuyến (off-line) kèm theo các lệnh máy chứa trong môi trường trữ tin (băng có đục lỗ, băng từ), trong khi lập trình rôbôt thường được thực hiện trực tuyến (on-line) kèm theo các lệnh chứa trong bộ nhớ điện tử của rôbôt. Dù có những khác biệt như vậy, nhưng giữa rôbôt và máy NC cũng có nhiều tương đồng rõ rệt về công nghệ truyền dẫn năng lượng, các hệ thống phản hồi, khả năng điều khiển bằng máy tính và một số ứng dụng công nghiệp khác.

Khái niệm đại chúng về một rôbôt được hình thành từ những cuốn phim và tiểu thuyết khoa học viễn tưởng. Những hình tượng này có chiều hướng phóng đại sự giống nhau giữa rôbôt với cách ứng xử và cấu tạo con người. Sự suy luận từ những điều tương tự như vậy đôi khi trở thành những rắc rối trong công nghiệp. Người ta có khuynh hướng ghép việc sử dụng rôbôt tiên tiến vào các nhà máy trong tương lai với tình trạng thất nghiệp cao và sự khuyêt phục của con người trước những máy móc kiểu này.

Để đáp lại quan niệm nhân hoá rôbôt, đã có nhiều cố gắng đưa ra những định nghĩa trong đó thu hẹp ảnh hưởng trực tiếp của phần giống con người của nó. Viện "Rôbôt" của Mỹ đưa ra định nghĩa như sau:

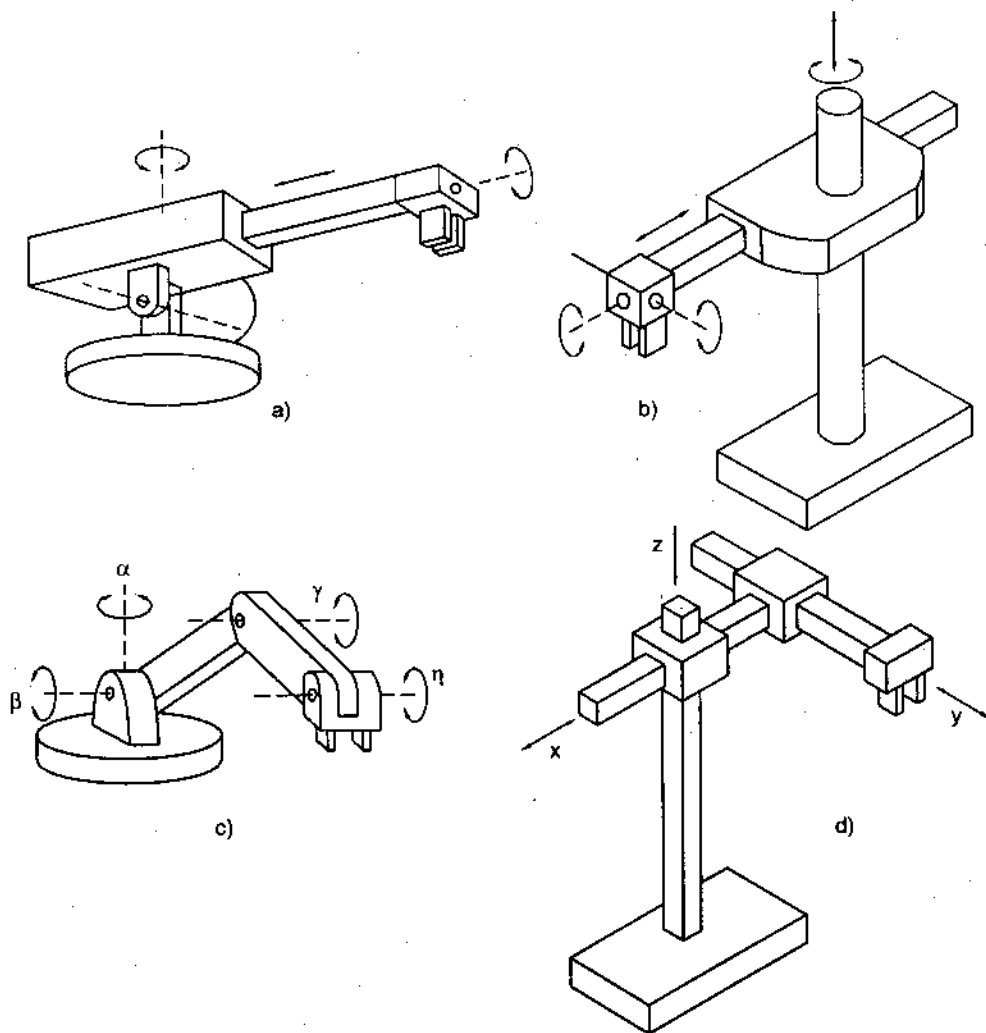
"Một rôbôt là một cơ cấu đa chức năng, lập trình được, được thiết kế ra để di chuyển vật liệu, vật làm, dụng cụ hoặc các công cụ đặc biệt khác thông qua các chuyển động đã được lập trình trước, nhằm thực hiện các tác vụ đa dạng khác nhau".

Cũng có những cố gắng đặt cho Rôbôt những cái tên khác. George Devol (một trong những nhà sáng chế đầu tiên trong công nghệ rôbôt) đã gọi mô hình ứng dụng của ông là "bộ chuyển dời đồ vật được lập trình sẵn". Qua nhiều năm, hãng "Ford Motor" dùng thuật ngữ "thiết bị chuyển dời vạn năng" thay vì thuật ngữ "Rôbôt". Ngày nay dường như thuật ngữ "Rôbôt" đã trở nên quen thuộc trong ngôn ngữ nói chung, cùng những đặc tính ít nhiều giống người mà chúng ta đã gán cho nó.

II- CẤU HÌNH VẬT LÝ CỦA RÔBÔT CÔNG NGHIỆP

Rôbôt công nghiệp có rất nhiều hình dáng và kích thước. Chúng cũng có rất nhiều cách điều khiển cánh tay và có nhiều hệ thống chuyển động khác nhau.

Hầu hết rôbôt công nghiệp có bán trên thị trường hiện nay đều có một trong bốn loại cấu hình sau đây (hình 4.1): Cấu hình tọa độ cực; cấu hình tọa độ trụ; cấu hình cánh tay (nối bằng) bản lề; cấu hình tọa độ Đécác.

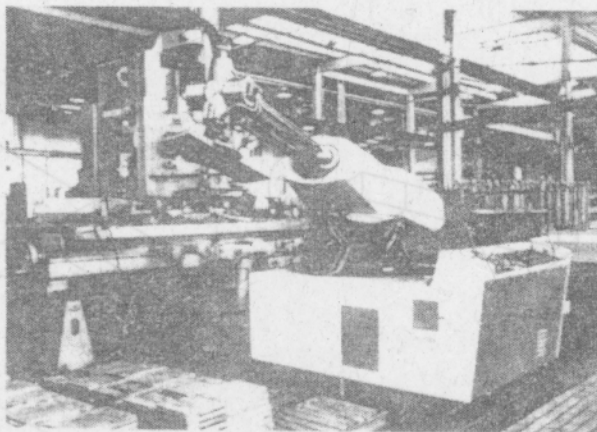


Hình 4.1. Bốn cấu hình rôbốt thông dụng nhất

- a) Cấu hình tọa độ cực; b) Cấu hình tọa độ trục;
c) Cấu hình cánh tay nối bằng bản lề; d) Cấu hình tọa độ Đécác.

1. Cấu hình tọa độ cực

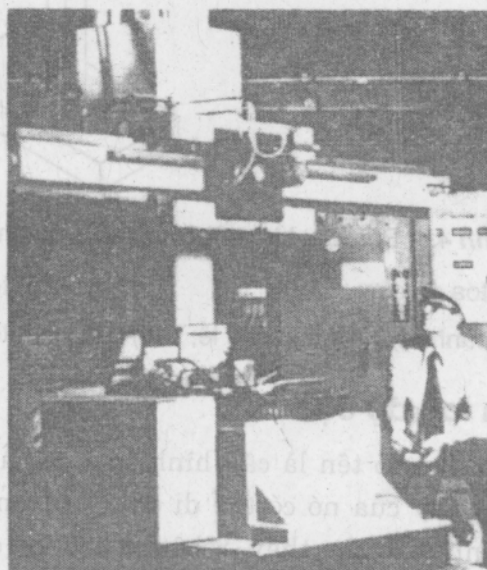
Cấu hình này còn có tên là cấu hình “tọa độ cầu”, do không gian hoạt động mà cánh tay của nó có thể di chuyển trong đó là một phần mặt cầu. Như ở hình 4.1a cho thấy, rôbốt có một đế quay và một điểm quay nhờ đó có thể nâng cao và hạ thấp cánh tay kiểu kính viễn vọng của nó. Hình 4.2 là ảnh chụp một rôbốt kiểu này.



Hình 4.2. Rôbôt theo cấu hình tọa độ cực Sêri Unimate 2000 của Công ty Liên Hợp Unimation

2. Cấu hình tọa độ trụ

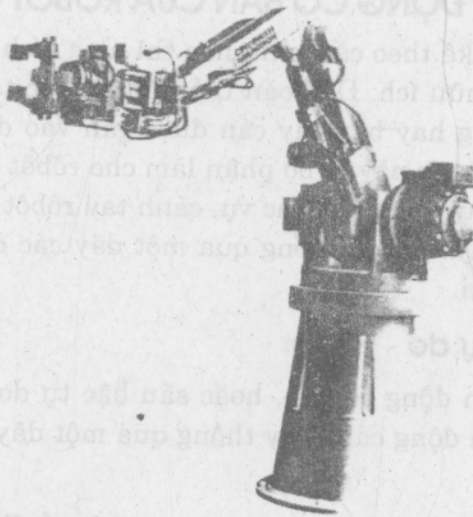
Trong cấu hình này, thân rôbôt là một cột thẳng đứng, làm trụ quay cho cánh tay quanh đường tâm của cột. Cánh tay rôbôt gồm một số thanh trượt thẳng góc với nhau, cho phép nó có thể chuyển động lên xuống, ra vào so với thân như được minh họa ở hình 4.1b. Hình 4.3 là ảnh chụp một rôbôt có cấu hình tọa độ trụ.



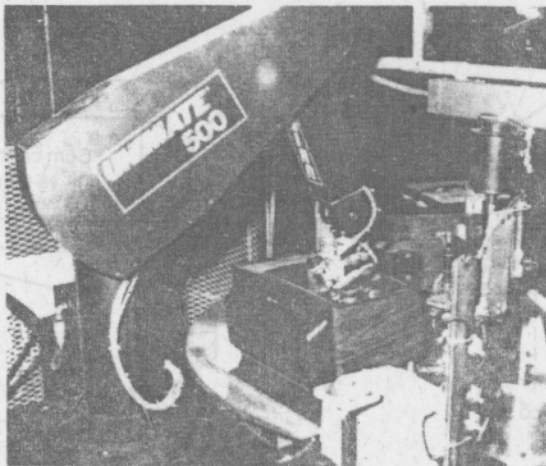
Hình 4.3. Rôbôt theo cấu hình tọa độ trụ, kiểu Prad PC của Công ty liên hợp Prab Conveyors

3. Cấu hình cánh tay nối bằng bản lề

Cấu hình này tương tự như hình ảnh cánh tay người (hình 4.1c). Cánh tay gồm các đoạn thẳng nối với nhau bằng bản lề, tương tự như khớp vai, khuỷu tay và cổ tay người. Cánh tay rôbot được lắp lên đế, để này có thể quay được quanh trục đối xứng nó, khiến cho rôbot có thể làm việc trong một không gian tựa cầu. Hình 4.4 và 4.5 là ảnh chụp hai rôbot kiểu này.



Hình 4.4. Rôbot theo cấu hình cánh tay bản lề có tên gọi Cincinnati Milacron của hãng cùng tên



Hình 4.5. Rôbot theo cấu hình cánh tay bản lề Unimation PUMA 500 của hãng Unimation

4. Cấu hình toa đô Đền các

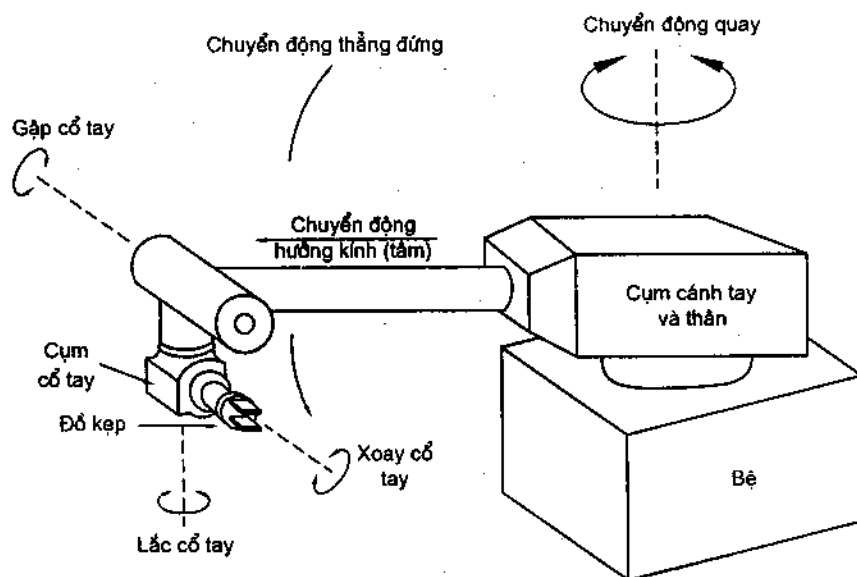
Rôbôt được thiết kế theo cấu hình này gồm có ba thanh trượt thẳng góc với nhau như trên hình 4.1d. Ba thanh trượt này lần lượt song song với các trục x, y, z trong hệ tọa độ Đécác. Nhờ các chuyển động thích ứng của ba thanh trượt mà rôbôt có thể di chuyển cánh tay của nó tới mọi điểm trong không gian ba chiều của vật làm.

III- CÁC CHUYỂN ĐỘNG CƠ BẢN CỦA RÔBÔ CÔNG NGHIỆP

Dù được thiết kế theo cấu hình nào thì mục đích của rôbot là thực hiện những tác vụ hữu ích. Để hoàn thành được các tác vụ đó, bộ phận chấp hành cuối cùng hay bàn tay cần được gắn vào đầu cuối của cánh tay rôbot, chính bàn tay này là bộ phận làm cho rôbot thích ứng với một tác vụ cụ thể. Để thực hiện một tác vụ, cánh tay rôbot phải có khả năng chuyển động bàn tay của nó thông qua một dãy các chuyển động hoặc các vị trí, hoặc cả hai.

1. Sáu bậc tự do

Có sáu chuyển động cơ bản, hoặc sáu bậc tự do, khiến cho rôbot có khả năng chuyển động cánh tay thông qua một dãy các chuyển động cần thiết.



Hình 4.6. Sáu bậc tự do điển hình trong chuyển động của rôbot

Sáu bậc tự do này dùng để mô phỏng sự đa dạng và phong phú trong chuyển động của cánh tay người. Tuy nhiên, không phải tất cả rôbot đều được thiết kế có đủ sáu bậc tự do. Hình 4.6 minh họa một rôbot kiểu tọa độ cực, có sáu chuyển động cơ bản, trong đó ba chuyển động của thân và cánh tay, ba chuyển động của cổ tay. Dưới đây sẽ mô tả sáu chuyển động này.

a) Chuyển động của thân và cánh tay

1. *Theo chiều đứng*: Chuyển động lên – xuống của cánh tay do quay toàn bộ cánh tay quanh trục nằm ngang hoặc do di chuyển cánh tay dọc theo thanh trượt thẳng đứng.

2. *Theo chiều hướng tâm*: Kéo dài và thu ngắn cánh tay (chuyển động ra – vào).

3. *Theo vòng tròn*: Quay quanh trục thẳng đứng (quay trái, quay phải của cánh tay).

b) Chuyển động của cổ tay

4. *Xoay cổ tay*: Chuyển động xoay cổ tay.

5. *Gập cổ tay*: Chuyển động lên – xuống của cổ tay, liên quan tới việc quay cổ tay quanh trục nằm ngang.

6. *Lắc cổ tay*: Lắc trái – lắc phải cổ tay quanh trục thẳng đứng.

Ngoài sáu chuyển động trên, có thể còn có thêm chuyển động phụ, chẳng hạn chuyển động gây ra do đặt rôbot lên rãnh trượt hay thanh dẫn hướng. Thanh dẫn hướng (thanh trượt) được lắp lên sàn hoặc rãnh trượt trên cao, nhờ vậy tạo cho một rôbot ngoài trục truyền thống có thêm một bậc tự do thứ bảy. Bộ phận kẹp hàng (ngón tay) thường không được coi là chuyển động quanh một trục phụ.

2. Các hệ chuyển động

Giống như máy công cụ NC, rôbot công nghiệp cũng có thể chia ra làm hai loại: PTP (điểm tới điểm) và đường bao vòng (còn được gọi là đường liên tục).

- *Trong hệ PTP*, chuyển động của rôbot được điều khiển từ một điểm trong không gian tới một điểm khác. Mỗi điểm được lập trình vào

bộ nhớ điều khiển của rôbot rồi được phát lại trong suốt chu kỳ làm việc của nó. Không cần chú ý tới đường đi tiếp theo của rôbot trong khi nó di chuyển từ điểm này tới điểm tiếp theo. Hoàn toàn có thể giao cho rôbot kiểu PTP thực hiện các dạng thao tác sản xuất nhất định như nạp tải lên và dỡ tải khỏi máy, các hoạt động “nhặt và đặt” vào vị trí, thao tác hàn điểm,...

• *Trong hệ đường bao vòng:* (đường liên tục), rôbot có thể chuyển động theo quỹ tích các điểm gần nhau tạo thành một đường cong liên tục trong không gian. Yêu cầu về bộ nhớ và điều khiển lớn hơn nhiều so với trường hợp rôbot PTP, bởi vì phải nhớ đầy đủ đường thẳng nó cần đi, mà không đơn thuần chỉ là các điểm mút nó cần lần lượt đi tới. Tuy nhiên, trong một số thao tác công nghiệp nhất định, việc điều khiển liên tục đối với hành trình của chu kỳ làm việc thì chủ yếu là sử dụng rôbot vào quá trình vận hành. Có thể kể ra ví dụ về các thao tác này như: sơn phun, hàn liên tục, gắp các vật thể đang di chuyển theo dọc băng chuyền,...

IV- CÁC ĐẶC ĐIỂM KỸ THUẬT KHÁC

Bên cạnh cấu hình vật lý và các khả năng di chuyển cơ bản của nó, rôbot công nghiệp còn có nhiều đặc điểm kỹ thuật khác, tạo nên năng lực và hiệu quả trong việc thực hiện một nhiệm vụ. Đặc điểm kỹ thuật quan trọng nhất của rôbot công nghiệp gồm:

- Không gian hoạt động;
- Độ chính xác vận động;
- Tốc độ vận động;
- Khả năng mang tải;
- Kiểu hệ thống truyền động.

Sau đây chúng ta sẽ xem xét từng đặc điểm:

1. Không gian hoạt động

Thuật ngữ này được dùng để chỉ khoảng không gian mà rôbot có thể vận hành trong đó. Nói chính xác hơn, “không gian hoạt động” là

vùng không gian mà đầu mút của cổ tay rôbot có thể thao tác được. Các nhà chế tạo rôbot đã lựa chọn chính sách xác định không gian hoạt động theo hướng đầu mút cổ tay mà không có gắn bàn tay hay dụng cụ khác vào đó.

Không gian hoạt động của một rôbot công nghiệp được xác định bởi cấu hình vật lý và kích thước của rôbot đó, cùng các giới hạn thao tác của cánh tay và khớp nối của nó. Không gian hoạt động của rôbot tọa độ Đécác sẽ là khối lập phương, của rôbot tọa độ trụ sẽ là một khối trụ, của rôbot tọa độ cực sẽ là khối cầu, còn của rôbot với cánh tay nối bản lề thì có đôi chút phi quy tắc – tầm với ngoài cùng nói chung tựa như một mặt cầu. Các nhà sản xuất rôbot thường đưa ra biểu đồ về không gian hoạt động của một mẫu rôbot cụ thể trong tài liệu tiếp thị của họ thông qua hình chiếu bằng và hình chiếu cạnh, với đầy đủ kích thước bao về hoạt động của rôbot đó.

2. Độ chính xác vận động

Độ chính xác mà theo đó rôbot có thể di chuyển đầu mút cổ tay của nó là một vấn đề được cân nhắc kỹ lưỡng nhất trong hầu hết các ứng dụng. Trong ngành rôbot học, độ chính xác hoạt động là một vấn đề phức tạp. Chúng ta sẽ mô tả nó theo ba thuộc tính sau đây:

- Độ phân giải không gian;
- Độ chuẩn xác;
- Khả năng tái lập (độ tái lập).

Ba thuộc tính đó nói chung được hiểu theo nghĩa đầu mút cổ tay không có gắn thêm phần tử chấp hành cuối nào nữa.

a) Độ phân giải không gian

Thuật ngữ này dùng để chỉ số gia nhỏ nhất của chuyển động tại mút cổ tay mà rôbot có thể điều khiển được. Số gia này được quyết định chủ yếu bởi độ phân giải điều khiển của rôbot, độ phân giải điều khiển này lại phụ thuộc vào hệ thống điều khiển vị trí hoặc hệ thống đo phản hồi của nó, hoặc phụ thuộc cả hai. Thêm nữa, các sai số cơ khí trong các khớp nối của rôbot đều có xu hướng hạ thấp khả năng định vị cánh tay của nó tại nơi mong muốn. Độ phân giải không gian là tổng độ phân giải

điều khiển với các sai số cơ khí. Các yếu tố xác định độ phân giải điều khiển là phạm vi (khoảng) chuyển động của cánh tay và dung lượng *bit* lưu trữ trong bộ nhớ điều khiển dành cho chuyển động đó. Hoạt động của cánh tay cần được chia ra thành các chuyển động dài hoặc chuyển động góc cơ bản của nó và độ phân giải của mỗi bậc tự do thì được biểu diễn một cách riêng biệt. Sau đó, tổng số độ phân giải điều khiển sẽ là tổng vectơ của các vectơ thành phần. Để minh họa, chúng ta sẽ xem xét ví dụ 1 sau đây:

Ví dụ 1: Giả sử chúng ta muốn tìm độ phân giải không gian dùng cho một rôbôt kiểu toạ độ Đề các, có hai bậc tự do, hai bậc tự do được thể hiện bởi hai thanh trượt thẳng góc. Mỗi thanh có khoảng trượt là 0,4 m, do vậy tạo cho rôbôt khoảng không gian hoạt động là một hình vuông phẳng, mỗi chiều 0,4 m. Giả thiết rằng bộ nhớ điều khiển của rôbôt có dung lượng nhớ 10 bit cho mỗi trục.

Để xác định độ phân giải điều khiển, trước hết ta phải xác định số số gia của trục mà bộ nhớ điều khiển dành cho nó. Đối với bộ nhớ 10 bit, có $2^{10} = 1024$ số số gia điều khiển (số khoảng con mà khoảng trượt 0.4 m có thể chia đều ra).

Như vậy độ phân giải có thể tìm được bằng cách chia khoảng trượt cho số số gia điều khiển, nghĩa là:

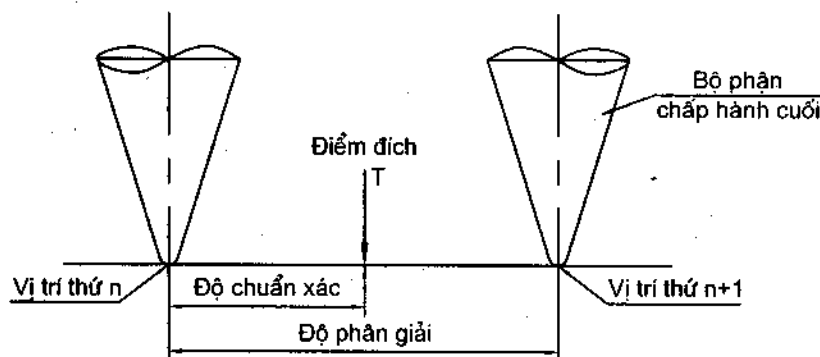
$$\text{Độ phân giải điều khiển} = \frac{0.4\text{m}}{1024} = 0.3906 \text{ mm}$$

Do có hai thanh trượt thẳng góc, nên độ phân giải điều khiển của rôbôt này sẽ là một hình vuông phẳng mỗi cạnh 0.39 mm. Sai lệch cơ học nào cũng được cộng vào con số này để thu được độ phân giải không gian.

Qua ví dụ trên ta thấy rằng, độ phân giải không gian có thể cải thiện được bằng cách nâng cao dung lượng *bit* của bộ nhớ điều khiển của rôbôt. Đồng thời, với một dung lượng nhớ đã cho thì rôbôt lớn hơn sẽ có độ phân giải không gian kém hơn so với rôbôt nhỏ. Trên thực tế, độ phân giải không gian sẽ kém hơn (lớn hơn) so với độ phân giải điều khiển tính được trong ví dụ trên vì còn có độ sai lệch (thiếu chính xác) cơ khí trong các thanh trượt.

b) Độ chuẩn xác

Đó là khả năng của rôbôt định vị đầu mút cổ tay (hoặc dụng cụ gắn vào cổ tay) tại một điểm đích đã cho trong không gian hoạt động của nó. Độ chuẩn xác có liên quan mật thiết với độ phân giải không gian, vì khả năng đạt tới một điểm cụ thể trong không gian phụ thuộc vào khả năng chia chuyển động của khớp nối thành những số gia nhỏ. Theo mối quan hệ này, độ chuẩn xác của rôbôt sẽ là một nửa khoảng cách giữa hai điểm phân giải đứng kế nhau (xem minh hoạ hình 4.7). Độ chuẩn xác của rôbôt đồng thời còn phụ thuộc vào độ sai lệch cơ khí như độ võng của các chi tiết, bánh răng ăn khớp thiếu chính xác, v.v...

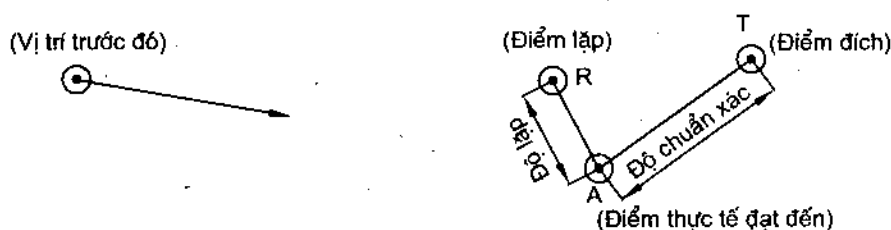


Hình 4.7. Minh hoạ độ chuẩn xác so với độ phân giải

c) Độ tái lập

Đó là khả năng rôbôt định vị lại đầu mút cổ tay của nó về một điểm trong không gian mà trước đó nó đã được đặt tới. Tái lập khác với độ chuẩn xác. Để phân biệt hai khái niệm này, chúng ta hãy xét minh hoạ ở hình 4.8. Giả sử ban đầu rôbôt được lập trình để chuyển động tới điểm đích T. Do bị giới hạn bởi độ chuẩn xác của nó, rôbôt chỉ có thể đạt tới điểm A. Khoảng cách giữa T và A là *độ chuẩn xác*. Sau đó, rôbôt được lệnh trở lại điểm A này thì do bị giới hạn bởi khả năng tái lập, nó lại chỉ có thể đạt tới điểm R. Vậy khoảng giữa điểm R và điểm A chính là *độ tái lập* của rôbôt. Khi rôbôt được lệnh trở lại cùng một vị trí trong các chu kỳ thao tác liên tiếp, nó sẽ không bao giờ trở lại điểm R mà hình thành một cụm vị trí quanh điểm A. Các lỗi tái lập đó tạo nên một biến ngẫu nhiên. Nói chung, độ tái lập nhỏ hơn độ chuẩn xác. Các sai lệch cơ khí

trong cánh tay rôbôt và các phần tử tạo nên cổ tay của nó là nguồn gốc chủ yếu của lỗi tái lập.



Hình 4.8

3. Tốc độ vận động

Đó là tốc độ mà rôbôt có thể điều khiển phần tử chấp hành cuối tới mức tối đa vào khoảng 1,5 m/s. Hầu hết các rôbôt đều có sự điều chỉnh để thiết lập tốc độ tối giá trị mong muốn để thực hiện một tác vụ tương ứng. Tốc độ này được quy định bởi các nhân tố như trọng lượng vật cần di chuyển, khoảng cách di chuyển và độ chính xác định vị mà vật cần đạt được trong chu trình thao tác. Rõ ràng không thể di chuyển vật nặng nhanh như vật nhẹ do vấn đề quán tính, mặt khác vật nặng cũng phải được dịch chuyển chậm hơn khi cần có độ chuẩn xác vị trí cao.

4. Khả năng mang tải

Các rôbôt có bán trên thị trường có khả năng mang tải trong phạm vi rất rộng, từ một vài kg đến trên 500kg. Ví dụ rôbôt FC của hãng Versatran có khả năng mang tải tối đa là 2000 bảng (mỗi bảng = 1b, bằng 0.453 g), còn rôbôt PUMA của hãng Unimate có khả năng tải chỉ 2.5 bảng, tức là chưa đến 1.2 kg. Vấn đề khó khăn đối với những rôbôt chỉ để mang tải nhẹ là ở chỗ tải đó còn bao gồm cả trọng lượng của phần tử chấp hành cuối. Chẳng hạn, nếu trọng lượng bộ kẹp của rôbôt PUMA 500 là 1 bảng thì khả năng mang tải hiệu dụng (có ích) chỉ còn 1.5 bảng.

5. Kiểu hệ thống truyền động

Có ba kiểu hệ thống truyền động cơ bản sau đây được dùng trong các rôbôt hiện đang có trên thị trường:

1. Thủy lực.
2. Động cơ điện.
3. Khí nén.

• *Rôbot seri 2000* của hãng Unimate (hình 4.2) và rôbot T3 của hãng Cincinnati Millacron (hình 4.4) là điển hình của *rôbot truyền động bằng thủy lực*. Kiểu hệ truyền động này thường được dùng cho rôbot lớn và làm tăng không gian cần thiết để lắp đặt rôbot. Ưu điểm của nó là đơn giản về mặt cơ khí (thợ bảo dưỡng đã quen thuộc với hệ này) và tốc độ lớn, độ bền cao.

• *Rôbot truyền động bằng động cơ điện* (động cơ bước, dòng điện một chiều hoặc động cơ servo) không có ưu điểm về độ bền hoặc tốc độ của rôbot truyền động bằng thủy lực, nhưng độ chuẩn xác và khả năng tái lập nói chung tốt hơn. Do không có bộ phận tạo thủy lực nên không gian lắp đặt cần cho rôbot loại này cũng ít hơn.

• *Rôbot truyền động bằng khí nén* nói chung kích thước nhỏ hơn và về mặt công nghệ ít phức tạp hơn so với hai loại nêu trên. Nó thường được dùng để thực hiện các thao tác “nhặt lên và đặt xuống” hoặc các nguyên công lắp lại nhanh và đơn giản.

V- LẬP TRÌNH CHO RÔBOT CÔNG NGHIỆP

Có nhiều phương pháp lập trình cho rôbot để thực hiện một chu kỳ làm việc được giao, nhưng tựu trung có thể chia làm bốn loại như sau:

- Phương pháp thủ công.
- Phương pháp duyệt suốt (Walkthrough).
- Phương pháp dẫn suốt (Leadthrough).
- Lập trình ngoại tuyến (Off-line).

1. Phương pháp thủ công

Thực ra phương pháp này không phải phương pháp lập trình nếu hiểu theo đúng nghĩa, nói chính xác là phương pháp lắp đặt máy. Đây là quy trình dùng cho những rôbot đơn giản và cần đến các công việc lắp

ráp các bộ phận cam, chuyển mạch, hãm dừng, rôlê, v.v... trong bộ điều khiển của chúng. Đối với những rôbôt công nghệ thấp dùng cho các chu kỳ làm việc ngắn (chẳng hạn như thao tác “nhặt và đặt”), thì phương pháp lập trình thủ công đủ đáp ứng yêu cầu.

2. Phương pháp duyệt suốt

Theo phương pháp này, lập trình viên dùng tay di chuyển cánh tay và bàn tay rôbôt từ đầu đến cuối dãy chuyển động của chu kỳ làm việc. Từng chuyển động đều được ghi vào bộ nhớ để sau đó phát lại trong quá trình sản xuất. Tốc độ chuyển động thường được điều khiển độc lập sao cho lập trình viên không cần quan tâm về thời gian chu kỳ trong quá trình duyệt suốt. Điều quan tâm chủ yếu là làm sao dãy vị trí được chính xác. Phương pháp duyệt suốt này thường thích hợp với các rôbôt sơn phun và hàn hồ quang.

3. Phương pháp dẫn suốt

Phương pháp này sử dụng một thiết bị điều khiển (tiếng Anh gọi là “Teach pendant”) để truyền dẫn năng lượng rôbôt trong suốt quá trình chuyển động của nó. Thiết bị này thường là một dụng cụ cầm tay nhỏ có các công tắc và đĩa số để điều khiển các chuyển động vật lý của rôbôt. Từng chuyển động đều được ghi vào bộ nhớ để sau đó phát lại trong suốt chu kỳ làm việc. Phương pháp này rất thông dụng vì thuận tiện và dễ lập trình.

4. Lập trình ngoại tuyến

Lập trình ngoại tuyến cho rôbôt cũng tương tự như lập trình vật làm cho máy NC. Công việc lập trình ngoại tuyến ở đây thường được thực hiện trên đầu cuối (terminal) của máy tính. Sau khi chương trình lập xong sẽ được nhập vào bộ nhớ của rôbôt để sử dụng trong quá trình làm việc. Ưu điểm của phương pháp lập trình ngoại tuyến là thời gian sản xuất của rôbôt không bị mất mát do phải dừng để hướng dẫn cho nó một nhiệm vụ mới. Có thể thực hiện phương pháp này trong khi rôbôt vẫn đang thực thi một nhiệm vụ cho trước, điều đó có nghĩa là hiệu năng sử dụng rôbôt và thiết bị mà nó phục vụ sẽ cao hơn.

Một ưu điểm nữa của lập trình ngoại tuyến là triển vọng tích hợp rôbot vào hệ cơ sở dữ liệu CAD/CAM của nhà máy. Trong các hệ thống sản xuất tương lai, lập trình rôbot sẽ do các hệ CAD/CAM tiên tiến thực hiện, cũng giống như công nghệ CAD/CAM hiện nay có thể tạo ra các chương trình vật làm NC vậy.

VI- CÁC NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH RÔBOT

Các rôbot không điều khiển bằng máy tính không cần đến ngôn ngữ lập trình. Chúng chỉ được lập trình bằng phương pháp duyệt suốt hoặc phương pháp dẫn suốt, nếu là rôbot đơn giản hơn nữa thì sử dụng phương pháp thủ công như ở trên đã trình bày. Khi máy tính ứng dụng vào điều khiển rôbot đã tạo ra cơ hội và nhu cầu thiết kế một ngôn ngữ lập trình rôbot – hướng máy tính. Dưới đây chúng ta sẽ xem xét hai trong số các ngôn ngữ này:

1. Ngôn ngữ Val™

Ngôn ngữ Val do Victor Sheinman phát triển, dùng cho rôbot PUMA™, một kiểu rôbot hợp ngữ của hãng Unimation. Vì thế VAL là chữ viết tắt của cụm từ "Victor's Assembly Language". Về cơ bản nó dựa trên một ngôn ngữ ngoại tuyến, trong đó chương trình xác định trình tự chuyển động của rôbot có thể viết theo cách ngoại tuyến (off line), nhưng các vị trí điểm khác nhau dùng trong chu kỳ làm việc thì được xác định theo cách "dẫn suốt" một cách thuận tiện nhất.

Có thể chia các lệnh của VAL thành hai loại: lệnh giám sát và lệnh chương trình.

a) Các lệnh giám sát (Monitor Commands) là một tập lệnh quản trị dùng để điều khiển sự vận hành của hệ rôbot. Chúng được sử dụng vào các chức năng sau đây:

- Chuẩn bị hệ thống để người dùng viết chương trình cho PUMA.
- Xác định các điểm trong không gian.
- Ra lệnh cho PUMA thực hiện một chương trình.

- Liệt kê chương trình lên màn hình CRT.

Bảng 4.1 giới thiệu một số lệnh giám sát quan trọng kèm theo mô tả và ví dụ cách nhập các lệnh đó.

Bảng 4.1. CÁC LỆNH GIÁM SÁT THÔNG DỤNG TRONG VAL

EDIT	Viết tắt là ED, dùng để tạo ra hoặc cải tiến chương trình được đặt tên trong lệnh. Ví dụ: EDIT TEST ED TOM
EXECUTE	Viết tắt là EX, dùng để ra lệnh cho rôbot xử lý các tên chương trình. Người dùng có thể xác định chương trình sẽ được thực hiện bao nhiêu lần tùy ý bằng cách đưa ra số lần sau tên chương trình. Ví dụ: EX TEST EX TEST, 5
SPEED	Viết tắt là SP, dùng để xác định tốc độ tất cả chuyển động tuần tự của rôbot dưới sự điều khiển của chương trình, lệnh này thường đặt trước lệnh EXECUTE. Ví dụ: SPEED 50 SP30
HERE	Dùng để xác định vị trí hiện thời của rôbot bằng một ký hiệu do người dùng xác định. Ví dụ: HERE A HERE PT1

Người sử dụng có thể di chuyển rôbot đến vị trí mong muốn bằng cách sử dụng thiết bị điều khiển vốn được dùng trong phương pháp "dẫn suốt" đã nói ở trên. Khi rôbot đã ở vị trí mong muốn, người dùng xác định vị trí đó bằng lệnh HERE. Màn hình CRT hiển thị các vị trí tương ứng với sáu trục của PUMA. Người dùng sau đó ấn nút CR (Carriage Return) để tiếp tục.

b) Các lệnh chương trình (Program Instructions) là một tập lệnh dùng để viết chương trình cho rôbot. Chương trình viết bằng ngôn ngữ VAL nhằm điều khiển trình tự chuyển động của rôbot PUMA. Mỗi lệnh thường tương ứng với một chuyển động của cánh tay hoặc cổ tay. Dưới đây là một số nhóm lệnh chương trình:

- Di chuyển tới điểm.
- Di chuyển tới một điểm nằm trong một chuyển động đường thẳng.
- Mở bộ kẹp.
- Khép bộ kẹp.

Các lệnh lập trình được nhập vào bộ nhớ để tạo nên chương trình bằng cách trước tiên sử dụng lệnh EDIT (thuộc nhóm lệnh giám sát). Nhờ vậy hệ thống được chuẩn bị để nhận các lệnh trong nhóm lập trình theo một trình tự thích hợp. Bảng 4.2 giới thiệu một số lệnh chương trình quan trọng, có mô tả và nêu ví dụ sử dụng từng lệnh tương ứng.

Bảng 4.2. CÁC LỆNH LẬP TRÌNH THÔNG DỤNG CỦA NGÔN NGỮ VAL

MOVE	Di chuyển rôbôt tới vị trí và hướng được xác định bởi ký hiệu. Ví dụ: MOVE A
MOVES	Di chuyển rôbôt dọc theo tia đường thẳng tới vị trí và hướng đã xác định bởi ký hiệu. Ví dụ: MOVES A
APPRO	Di chuyển phần tử chấp hành cuối hoặc dụng cụ tới vị trí đã xác định bởi ký hiệu, nhưng dịch vị nó dọc theo trục z của dụng cụ bởi một khoảng cách đã cho, tính theo mm. Ví dụ: APPRO A, 50
APPROS	Kết quả dụng cụ sẽ di chuyển quá 50 mm theo chiều z của dụng cụ, so với điểm A (vì thế được gọi là dịch vị – offset) Tương tự như lệnh APPRO ở trên, ngoại trừ đó là sự dịch chuyển tới vùng phụ cận điểm đã cho dọc theo quỹ đạo đường thẳng. Ví dụ: APPROS A, 50
DEPART	Di chuyển dụng cụ một khoảng đã cho dọc theo trục z hiện thời của nó. Ví dụ: DEPART 50
OPENI và CLOSEI	Kết quả dụng cụ sẽ được di chuyển trở về, tính từ vị trí hiện thời một khoảng 50 mm. Ra lệnh cho các van hơi điều khiển nhận tín hiệu để mở hoặc đóng bộ kẹp ngay tức khắc (I – Immediately). Ví dụ: OPENI CLOSEI
EXIT	Ra khỏi chương trình và điều khiển; trở về mode giám sát. EXIT phải được viết tắt bằng chữ E. Ví dụ: E

Các lệnh trong bảng 4.1 và bảng 4.2 chỉ là một số lệnh của VAL. Khi mua rôbôt PUMA của hãng Unimation, khách hàng sẽ được cung cấp tài liệu hướng dẫn (User's guide to VAL), trong đó có đầy đủ bộ lệnh của ngôn ngữ này. Ví dụ dưới đây sẽ minh họa cách sử dụng một số lệnh của VAL trong một chương trình cụ thể.

Ví dụ 2: Xử lý một thao tác “nhặt và đặt”, trong đó rôbôt được lệnh nhặt một vật làm từ băng chuyền này (điểm A) rồi đặt sang băng chuyền

khác (điểm B). Chương trình VAL phục vụ cho thấy chu kỳ làm việc này được trình bày ở hình 4.9. Hình 4.10 cho thấy các vị trí của rôbot PUMA đối với điểm A và điểm B trong chương trình. Đoạn liệt kê chương trình cung cấp các vị trí toạ độ x, y, z của PUMA (khớp 1, 2 và 3) cùng ba vị trí của khớp cổ tay (khớp 4, 5 và 6) đối với điểm A và điểm B.

- LISTP PICK
- PROGRAM PICK
 1. APPRO A, 50.00
 2. MOVE A
 3. CLOSEI 0.00
 4. DEPART 50.00
 5. APPRO B, 50.00
 6. MOVES B
 7. OPENI 0.00
 8. DEPART 50.00
- END

Hình 4.9. Đoạn chương trình rôbot dùng cho ví dụ trên viết bằng ngôn ngữ VAL của hãng Unimation.

• LISTL A

	X/JT1	Y/JT2	Z/JT3	O/JT4	A/JT5	T/JT6
A	-543.94	292.31	-370.00	-104.249	85.638	-179.956

• LISTL B

	X/JT1	Y/JT2	Z/JT3	O/JT4	A/JT5	T/JT6
B	-411.56	-355.41	-269.13	-104.480	85.622	179.819

Hình 4.10. Liệt kê các vị trí khớp nối của rôbot Unimate PUMA 600 trong ví dụ trên

2. Ngôn ngữ MCL

MCL là chữ viết tắt của Machine Control Language do Hãng Mc.Donnell Douglas Coporation, theo hợp đồng của hãng này ký với

ICAM (Integrated Computer-Aided Manufacturing) của Mỹ. Đây là ngôn ngữ dựa trên ngôn ngữ APT NC, nhưng được thiết kế để điều khiển một trạm công tác (chế tạo cắt gọt) hoàn chỉnh, có thể có cả rôbôt. MCL là một ngôn ngữ mở rộng của APT, trong đó có thêm các tùy chọn và các đặc điểm cần thiết để lập trình ngoại tuyến của một trạm công tác có rôbôt.

Các từ khoá được mở rộng thêm để bổ sung các khả năng phụ cho MCL. Đó là những khả năng hiển thị, kiểm tra và điều khiển tín hiệu tới (và từ) các thiết bị khác nhau tạo nên trạm công tác có rôbôt. Một số từ khoá này được giới thiệu ở bảng 4.3. Đồng thời MCL còn cho phép người dùng viết các lệnh MACRO, thuận tiện cho các ứng dụng chuyên biệt.

Bảng 4.3. MỘT SỐ TỪ KHOÁ LẬP TRÌNH TRONG NGÔN NGỮ MCL

DIVICE	Kích hoạt các thiết bị trong trạm công tác.
SEND	Làm cho một tín hiệu ra (output signal) được gửi tới nơi mong muốn.
RECEIVE	Giống lệnh SEND nhưng ở đây là làm cho một tín hiệu vào do nơi khác gửi đến được tiếp nhận.
WORKPT	Để xác định một mũi dao tinh vi (điểm công tác).
ABORT	Dừng (treo) toàn bộ hoạt động của tác vụ.
TAST	Cho phép chương trình xác định những đoạn nào đó của nó như là những tác vụ mà sau đó có thể gọi ra để xử lý một cách riêng rẽ hay kết hợp với các tác vụ khác.
REGION	Để xác định một quỹ đạo hai chiều khép kín dùng cho gia công khả kiến.
LOCATE	Lệnh này được dùng với một hệ gia công khả kiến (vision processing) để phát hiện và chỉ ra một quỹ đạo đã xác định trong vùng thấy được (thị trường), và để xác định vị trí và hướng của quỹ đạo.

Sau khi chương trình MCL được viết xong, nó sẽ được biên dịch để tạo ra CLFILE làm tệp ra (output). Phạm vi xác định của CLFILE đã được mở rộng để thích ứng với các đặc điểm mới của MCL – những đặc điểm đã làm cho MCL vượt ra ngoài khuôn khổ dữ liệu vị trí dao cắt truyền thống trong APT. Những mở rộng nói trên gồm các khả năng sau đây:

- Định nghĩa các thiết bị khác nhau trong trạm công tác, cùng các tác vụ do các thiết bị đó thực hiện.

- Các khuôn khổ định trước về tham chiếu có trong các máy móc và thiết bị trong trạm công tác (trạm cắt gọt).
- Các khuôn khổ do người dùng xác định về tham chiếu mà ta có thể dùng để xác định hình học của vật làm.
- Nhận biết và tiếp nhận vật làm trong phạm vi trạm cắt gọt.

MCL thể hiện một sự mở rộng quan trọng của ngôn ngữ APT, là ngôn ngữ có thể dùng để lập trình ngoại tuyến cho các trạm cắt gọt có rôbôt.

VII- PHẦN TỬ CHẤP HÀNH CUỐI

Trong công nghệ rôbôt, phần tử chấp hành cuối là một công cụ được gắn vào cổ tay rôbôt để thực hiện một tác vụ cụ thể. Tác vụ đó có thể là nâng chuyển vật làm, hàn điểm, sơn phun hay bất kỳ chức năng nào trong những chức năng có thể có, sự phong phú về chức năng này phụ thuộc chủ yếu vào khả năng và óc sáng tạo của những nhà thiết kế rôbôt, và chỉ phụ thuộc một phần nào đó vào kinh tế. Phần tử chấp hành cuối là một công cụ mục đích chuyên dùng, cho phép rôbôt thực hiện một công việc cụ thể. Nó thường được bên sở hữu hoặc bên bán rôbôt thiết kế tùy biến theo công việc đó. Hầu hết các nhà sản xuất đều có bộ phận chuyên thiết kế và chế tạo các phần tử chấp hành cuối hoặc cung cấp tư vấn cho khách hàng của mình về thiết kế phần tử này.

Xét về mặt cấu tạo, chúng ta có thể chia phần tử chấp hành cuối thành hai loại: đồ kẹp và dụng cụ.

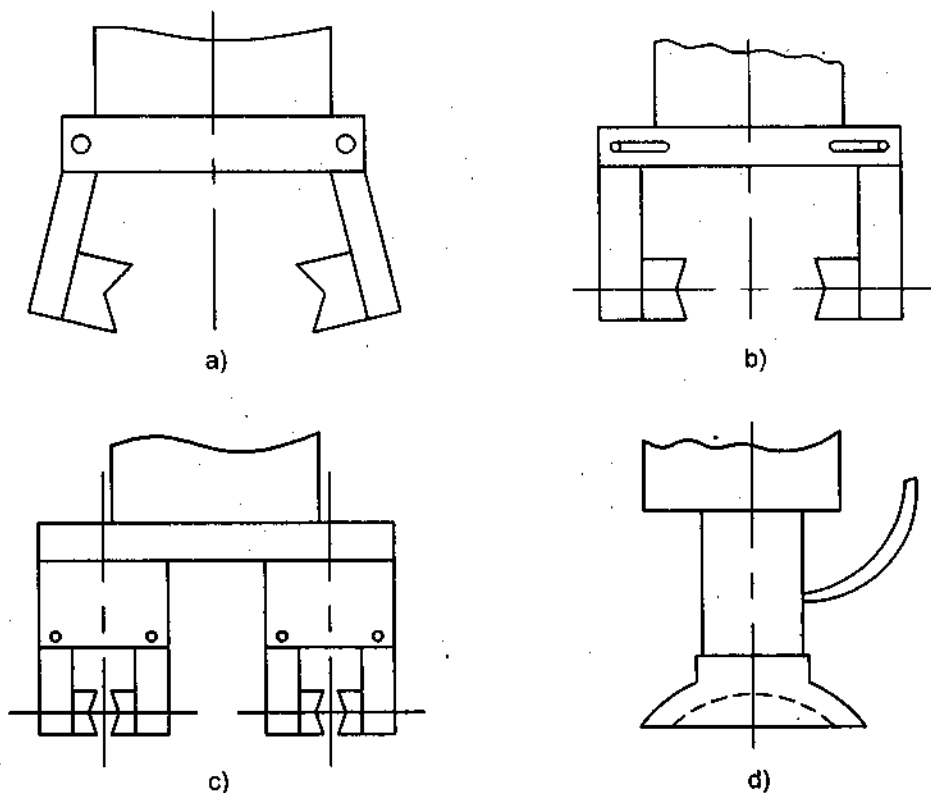
1. Đồ kẹp

Đồ kẹp dùng để kẹp vật làm (trong các nguyên công nhặt và đặt, đưa vật làm lên máy hoặc lắp ráp), hoặc để kẹp dụng cụ. Có rất nhiều cách thiết kế đồ kẹp, nhưng để thiết kế một cách hợp lý nhất thì phải căn cứ vào vật làm hay cái mà nó cần kẹp. Dưới đây là một số phương pháp kẹp thông dụng nhất được dùng trong đồ kẹp của rôbôt:

- *Đồ kẹp cơ khí*, trong đó vật cần kẹp được giữ nhờ ma sát hoặc cấu hình vật lý của đồ kẹp.
- *Phễu hút* (còn được gọi là phễu chân không), dùng cho vật thể phẳng.

- *Đồ kẹp từ tính*, dùng cho vật thể bằng sắt thép hoặc gang.
- *Móc treo*, dùng để nâng vật thể khỏi băng chuyền.
- *Gầu hoặc xẻng*, dùng cho chất lỏng, vật liệu dạng bột, viên, hạt.

Hình 4.11 trình bày một số mẫu thiết kế đồ kẹp thường gặp.



Hình 4.11. Một số mẫu thiết kế đồ kẹp

a) Đồ kẹp tác động bản lề; b) Đồ kẹp tác động trượt; c) Đồ kẹp đôi; d) Phễu hút

2. Dụng cụ

Có một số ít các ứng dụng mà trong đó một đồ kẹp được dùng để kẹp chặt một dụng cụ rồi sử dụng dụng cụ này trong suốt chu trình làm việc. Còn trong đa số ứng dụng, nơi mà rôbot điều khiển một dụng cụ (không qua đồ kẹp) trong suốt chu trình, thì dụng cụ đó trực tiếp được gắn chặt vào cổ tay của rôbot và trở thành phần tử chấp hành cuối. Ví dụ:

- Súng hàn điểm.
- Dụng cụ hàn hồ quang (và cơ cấu cấp dây hàn).
- Súng sơn phun.
- Trục khoan.
- Đá mài, bàn chải.
- Đèn sấy...

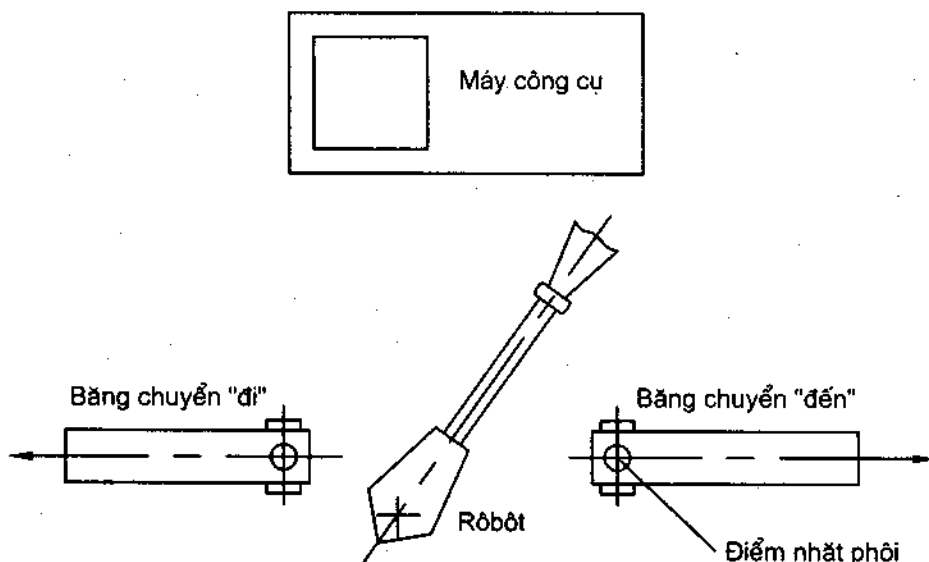
Ngoài ra, có thể thiết kế thêm cơ cấu tháo lắp nhanh gắn vào một số trong các dụng cụ nêu trên để dễ dàng thay đổi sang dụng cụ khác.

VIII- ĐIỀU KHIỂN TRẠM CÔNG TÁC VÀ KHOÁ LIÊN ĐỘNG

1. Điều khiển trạm công tác

Trạm công tác ở đây là một đơn vị gia công cắt gọt gồm một bộ máy công cụ và một số thiết bị phụ trợ khác. Các rôbot công nghiệp thường làm việc với các đối tượng khác nhau trong trạm như thiết bị gia công, vật làm, băng chuyển, và đôi khi bao gồm cả với người vận hành. Với một trạm công tác có rôbot, nhất thiết phải có một phương tiện để điều phối tất cả các hoạt động đang diễn ra trong đó. Một số trong các hoạt động này xảy ra theo cách tuần tự, trong khi số khác lại xảy ra đồng thời. Để các hoạt động được điều phối một cách chính xác và xảy ra theo đúng trình tự thì phương tiện đó chính là bộ điều khiển (còn có tên là bộ điều khiển trạm công tác). Thường thì bộ điều khiển này được đặt ngay trong rôbot và chịu toàn bộ trách nhiệm điều hoà các hoạt động của các bộ phận cấu thành trạm gia công mà rôbot phục vụ. Để minh hoạ một số vấn đề mà bộ điều khiển phải giải quyết, dưới đây chúng ta sẽ xem xét một ví dụ đơn giản về cấp phối cho máy công cụ.

Ví dụ 3: Một trạm công tác gồm có các bộ phận cấu thành sau đây: rôbot, máy công cụ vận hành theo một chu trình bán tự động, hai băng chuyển trong đó một băng đưa phôi đến, băng kia đưa thành phẩm đi. Trạm được bố trí như hình 4.12.



Hình 4.12. Bố trí làm việc cho trạm công tác trong ví dụ 3.

Chu trình làm việc gồm có các hoạt động như sau:

1. Băng chuyển "đến" có nhiệm vụ phân phối phôi cắt tới một vị trí cố định.
2. Rôbôt nhặt phôi ra khỏi băng chuyển rồi cấp cho máy công cụ.
3. Máy công cụ tiến hành gia công cắt gọt trên phôi.
4. Rôbôt lấy thành phẩm ra khỏi máy công cụ rồi đặt lên băng chuyển "đi".
5. Băng chuyển "đi" đưa thành phẩm ra khỏi trạm, còn rôbôt thì trở về tư thế sẵn sàng cạnh băng chuyển "đến".

Như trên đã mô tả, hầu hết các hoạt động của chu trình làm việc này đều xảy ra đồng thời. Bộ điều khiển của trạm công tác phải đảm bảo rằng một số bước nhất định nào đó phải được hoàn tất trước khi một số bước khác được bắt đầu. Ví dụ, máy công cụ phải gia công xong vật làm trước khi rôbôt chạm tới và cấp chặt lấy nó để lấy ra khỏi máy. Tương tự như vậy, chu kỳ cắt gọt chưa được phép bắt đầu khi rôbôt chưa hoàn tất việc cấp phôi cho máy và rút tay về. Rôbôt cũng chưa được phép nhặt phôi ra khỏi băng chuyển "đến" khi nào tay của nó chưa chạm tới phôi để kẹp chặt.

Qua ví dụ trên, ta thấy mục đích của bộ điều khiển là đảm bảo sao cho hoạt động của các thành tố trong trạm xảy ra theo đúng trình tự và từng bước được hoàn tất trước khi bước tiếp theo được bắt đầu.

Mặc dù hầu hết các hoạt động xảy ra theo cách tuần tự, tuy nhiên cũng có một số thiết bị thực hiện các chức năng của chúng một cách đồng thời. Ví dụ, các băng chuyền cứ tiếp tục đưa phôi đến và chuyển thành phẩm đi trong khi máy công cụ vẫn đang vận hành. Hai trong số các bài tập cuối chương này yêu cầu bạn đọc tìm cách cải thiện những gì có thể được trong chu trình làm việc ở ví dụ nêu trên nhằm nâng cao năng suất.

Ví dụ trên cho ta thấy một số chức năng mà bộ điều khiển của trạm công tác phải thực hiện, đó là:

1. Điều khiển trình tự các hoạt động trong chu trình làm việc.
2. Điều khiển các hoạt động xảy ra đồng thời.
3. Ra quyết định hoạt động tiếp theo dựa trên các tín hiệu nhận được.

Ngoài ra, đối với những trạm công tác phức tạp hơn có thể bộ điều khiển còn cần thêm một số chức năng sau đây:

4. Ra các quyết định logic.
5. Thực hiện các phép tính toán.
6. Xử lý các sự cố đặc biệt như mẻ dao, hỏng máy,...
7. Thực hiện các chu trình bất thường như thay dao định kỳ.

Để có thể thực hiện các chức năng nói trên, bộ điều khiển phải nhận được tín hiệu từ các thành phần trong trạm gửi tới, và phải truyền thông các tín hiệu đó tới các thành phần khác của trạm. Các tín hiệu đó đều được thực hiện nhờ khoá liên động và cảm biến.

2. Khoá liên động

Khoá liên động là một phương tiện riêng của điều khiển trạm công tác, có tác dụng ngăn trình tự của chu trình làm việc cứ tiếp tục nếu một số hoặc một nhóm điều kiện nào đó chưa được thoả mãn.

Trong một trạm công tác có rôbôt, tồn tại hai loại khoá liên động: khoá “ra” và khoá “vào”.

Khoá ra là một tín hiệu được phát ra từ bộ điều khiển để đưa tới một máy (hay thiết bị) ngoài, nhằm làm máy vận hành hay không vận hành. Ví dụ, ngăn không cho một máy công cụ bắt đầu gia công khi bộ điều khiển chưa ra lệnh cho nó.

Khoá vào là một tín hiệu được đưa đến bộ điều khiển từ một máy (hay thiết bị) ngoài, nhằm quyết định trình tự của chu kỳ làm việc có được tiếp tục hay không. Ví dụ, ngăn không cho chu trình làm việc được tiếp tục khi máy phát tín hiệu chưa gia công xong một vật làm.

IX- CÁC BỘ CẢM BIẾN RÔBÔT

Đối với một số ứng dụng có rôbôt tham gia, kiểu điều khiển trạm công tác dùng khoá liên động nói ở trên là chưa đủ. Rôbôt phải đảm trách nhiều cảm nhận và nhiều khả năng giống con người nhằm thực thi nhiệm vụ theo cách tốt nhất. Những cảm nhận và khả năng đó bao gồm thị giác và sự phối hợp giữa thị giác và xúc giác (mắt và tay), giữa xúc giác và thính giác. Do đó, chúng ta sẽ chia cảm biến dùng trong rôbôt thành ba loại sau đây:

- Cảm biến thị giác.
- Cảm biến xúc giác và cận xúc giác.
- Cảm biến thính giác.

1. Cảm biến thị giác

Đây là một trong những lĩnh vực rất được quan tâm trong nghiên cứu rôbôt học. Các hệ hiển thị được máy tính hoá sẽ là một công nghệ quan trọng trong các nhà máy tự động hoá trong tương lai. Thị giác của rôbôt được tạo ra nhờ một camera truyền hình, một nguồn sáng vừa đủ và một máy tính được lập trình để xử lý dữ liệu về hình ảnh. Camera thường được lắp lên rôbôt hoặc một vị trí cố định phía trên rôbôt sao cho thị trường của nó bao quát được mọi hoạt động của rôbôt. Phần mềm máy tính cho phép hệ thống truyền hình nhận biết được sự hiện diện

của một đối tượng cùng vị trí và chiều hướng của nó. Khả năng nhìn thấy cho phép rôbôt thực hiện các loại thao tác sau đây:

- Nhặt ra các vật làm đang nằm lộn xộn trên băng chuyền.
- Nhận biết các vật làm cụ thể đang lẫn lộn với các vật thể khác.
- Thực hiện các việc kiểm tra bằng thị giác.
- Thực hiện các nguyên công lắp ráp đòi hỏi sự căn chỉnh.

Tất cả các thao tác nói trên đều đã được thực hiện thành công trong phòng nghiên cứu thí nghiệm. Vấn đề chỉ còn là thời điểm và khả năng tài chính trước khi đưa các cảm biến thị giác vào ứng dụng rộng rãi trong ngành rôbôt học.

2. Cảm biến xúc giác và cận xúc giác

a) Cảm biến xúc giác đem lại cho rôbôt khả năng phản ứng lại các lực tiếp xúc giữa nó với các đối tượng trong quá trình làm việc. Có thể chia cảm biến xúc giác làm hai loại: cảm biến tiếp xúc và cảm biến ứng suất (còn được gọi là cảm biến lực).

Cảm biến tiếp xúc chỉ được dùng để cho biết có xảy ra tiếp xúc với một vật thể nào đó hay không. Một vi mạch đơn giản có thể phục vụ cho mục đích của một cảm biến tiếp xúc. Còn *cảm biến ứng suất* là công cụ đo độ lớn của lực tiếp xúc. Các thiết bị đo biến dạng thường được dùng trong cảm biến đo lực.

Rôbôt với khả năng cảm nhận xúc giác thường được dùng nhiều nhất trong các nguyên công lắp ráp và kiểm tra. Trong lắp ráp, rôbôt có thể thực hiện các thao tác căn chỉnh và kết nối những bộ phận mỏng manh, tinh xảo. Trong kiểm tra, nhờ khả năng xúc giác của nó, rôbôt có thể thực hiện các phép đo kích thước cùng các hoạt động đo lường khác.

b) Cảm biến cận xúc giác dùng để nhận biết khi một đối tượng ở gần một đối tượng khác. Khi lắp lên rôbôt, nó thường được đặt gần hoặc ngay tại phần tử chấp hành cuối. Có thể dùng thiết bị cận xúc giác kiểu quang học, bộ dò cận xúc giác kiểu dòng xoáy, cảm biến từ trường hoặc các thiết bị khác để tạo ra khả năng cảm nhận này.

Trong ngành rôbôt học, cảm biến cận xúc giác có thể giúp phát hiện sự hiện diện hay khiếm diện của một vật làm hay một đối tượng nào đó. Nó cũng khá hữu hiệu trong việc phòng ngừa tổn thương cho người công nhân cùng làm việc với rôbôt trong nhà máy.

3. Cảm biến thính giác

Một lĩnh vực nghiên cứu khác của ngành rôbôt học là cảm nhận âm thanh hoặc lập trình âm thanh. Có thể định nghĩa lập trình âm thanh là sự truyền thông các lệnh bằng miệng cho rôbôt hoặc cho máy (lập trình âm thanh còn được dùng trong lập trình vật làm NC). Bộ điều khiển của rôbôt được trang bị một hệ nhận dạng tiếng nói. Hệ này phân tích âm thanh từ đầu vào rồi so sánh với một bộ từ mẫu được trữ sẵn. Khi âm thanh đưa vào khớp với một từ mẫu trữ trong máy thì rôbôt sẽ thực hiện một thao tác tương ứng với từ đó.

Cảm biến thính giác giúp tăng nhanh thủ tục lập trình trong công tác lập trình rôbôt, giống như trong lập trình NC. Đồng thời nó cũng rất hữu hiệu khi được sử dụng trong môi trường làm việc đặc biệt nguy hiểm để thực thi các thao tác đơn độc như bảo trì và sửa chữa. Khi làm việc trong môi trường như vậy, rôbôt thường được đặt tại vị trí nguy hiểm và nhận lệnh từ xa để thực hiện những công việc bảo trì, sửa chữa đặc biệt theo cách tuần tự.

Trên đây là một số loại cảm biến thường được dùng trong rôbôt. Để đi sâu hơn về lĩnh vực máy, bạn đọc có thể tham khảo trong các tài liệu chuyên ngành về cảm biến và rôbôt học.

BÀI TẬP CHƯƠNG 4

1. Một trong các trục của rôbôt là một cánh tay kiểu kính viễn vọng, có khoảng hoạt động là 0.7 m. Bộ nhớ điều khiển của rôbôt có dung lượng nhớ 12-bit dành cho trục này. Hãy xác định độ phân giải điều khiển của rôbôt đối với trục đó.
2. Cánh tay kiểu kính viễn vọng của một rôbôt công nghiệp có chuyển động trong mặt phẳng thẳng đứng nhờ quay quanh một trục nằm ngang, phạm vi quay được là 120° . Rôbôt có dung lượng nhớ 12-bit dành cho trục chuyển động này. Hãy xác định độ phân giải điều khiển của rôbôt dành cho trục đó, tính theo độ.
3. Giả sử trong bài tập 2, khi cánh tay kiểu kính viễn vọng của rôbôt duỗi hết, thì chiều dài đo được 1.1 m tính từ điểm quay. Hãy xác định độ phân giải điều khiển của rôbôt tại vị trí duỗi hết này, tính theo đơn vị chiều dài.
4. Như bài tập 1, nhưng: a) dùng dung lượng nhớ 8-bit; b) dùng dung lượng nhớ 16-bit.
5. Một rôbôt lớn toạ độ Đề-các, vận hành bằng thuỷ lực, có một thanh trượt vuông góc, với tổng phạm vi hoạt động là 1.2 m. Theo thuyết minh kỹ thuật về độ chính xác chuyển động của rôbôt thì nó có độ phân giải điều khiển đối với thanh trượt này là 0.5 mm. Hãy xác định số bit nhớ mà bộ nhớ điều khiển của rôbôt cần phải có để đảm bảo độ chính xác đã cho.
6. Sử dụng các từ khoá lập trình của ngôn ngữ VAL đã cho ở bảng 4.2, hãy viết một chương trình để điều khiển rôbôt nhặt các vật làm từ một vị trí cố định trên băng chuyền (dùng cơ cấu dùng cơ khí để định vị vật làm tại một vị trí đã cho) rồi đặt các vật làm đó vào hộp các tông cao 127 mm, mỗi hộp đựng hai vật làm, các hộp rỗng được đưa đến rôbôt trên một băng chuyền kiểu chạy – dừng, sau đó băng chuyền chạy qua máy đóng nắp và gắn dấu niêm phong. Trước khi bắt tay viết chương trình, hãy vẽ phác hình chiếu bằng của trạm gia công. Giả sử một rôbôt kiểu PUMA (hình 4.5) được dùng trong trạm này.
(Ghi chú: Tất nhiên, không thể xác định được tất cả vị trí được sử dụng trong chương trình tuy nhiên bạn cần chỉ rõ và đặt tên các điểm này trong bản vẽ phác nói trên, giống như viết hướng dẫn chương trình cho kỹ thuật viên của mình để sau đó họ bắt tay vào công việc).
7. Viết chữ cái đầu của họ và tên bạn ở dạng hình chữ nhật lớn trên một tờ giấy khổ 150 mm, sau đó sử dụng các lệnh ngôn ngữ VAL đã cho ở bảng 4.2, để viết một chương trình di chuyển bút viết (bút này được gắn lên rôbôt thay cho

bộ phận chấp hành cuối) từ vị trí không (vị trí đứng yên) đến mặt giấy và viết hai chữ cái đó ra. Để làm được như vậy, trước hết phải xác định các góc và các điểm mút trên chữ cái rồi đặt tên cho các vị trí đó, sao cho có thể dẫn hướng rôbốt từ một vị trí sang vị trí tiếp theo.

8. Hãy lập danh sách gồm các khoá liên động và cảm biến khác nhau cần cho chu trình làm việc của một trạm công tác như trong bài tập 6 để vận hành trôi chảy theo đúng trình tự. Đối với từng mục trong danh sách, cần chỉ ra mục nào có thể gây ra hoạt động sai chức năng nhất nếu khoá liên động hoặc cảm biến trong mục đó không được sử dụng.
9. Hãy thiết kế lại mặt bằng trạm công tác cho trong ví dụ 3, sao cho khoảng di chuyển cần thiết của rôbốt được rút ngắn lại. Chiến lược thực hiện là khoảng di chuyển càng ngắn có nghĩa là thời gian thực hiện một chu kỳ càng ngắn. Vẽ phác bản bố trí mặt bằng của trạm, và cho thấy những cải tiến mà bạn có thể làm đối với cách bố trí thiết bị ở hình 4.12. Có thể bổ sung trang thiết bị mới (bàn để dụng cụ và vật làm, v.v...) và bố trí lại những gì hiện có nhưng không được bỏ bớt trang thiết bị nào. Với bản bố trí mặt bằng mới của bạn, hãy giải thích chu kỳ làm việc theo cách tuần tự các bước mà ví dụ 3 đã dùng.
10. Nếu như trong ví dụ 3 có sử dụng một bộ đồ kẹp đôi (có thể đồng thời giữ một phôi và một thành phẩm) thì thời gian thực hiện một chu kỳ có thể giảm đi rất nhiều. Hãy trình bày trình tự các hoạt động trong một chu kỳ làm việc của một trạm công tác có rôbốt với bộ kẹp đôi. Sử dụng cách mô tả chu kỳ làm việc theo các bước như ví dụ 3 đã thực hiện.

CÔNG NGHỆ NHÓM

1- GIỚI THIỆU

Công nghệ nhóm là một quy tắc sắp xếp, trong đó những vật làm (chi tiết gia công) tương tự nhau được chọn ra và sắp xếp thành nhóm để lợi dụng sự tương đồng đó vào việc thiết kế và chế tạo nhằm đạt được hiệu quả cao hơn. Những vật làm tương tự nhau sẽ được sắp xếp thành một “họ” vật làm. Ví dụ một nhà máy sản xuất 10.000 vật làm khác nhau có thể sắp xếp thành 50 hoặc 60 họ, mỗi họ có chung một hay một số nét tương đồng trong thiết kế và chế tạo. Do đó việc gia công các thành viên (vật làm) trong cùng một họ cũng có những nét tương đồng, và nhờ vậy đem lại hiệu quả cao trong sản xuất, chế tạo. Những hiệu quả đạt được thể hiện ở việc rút ngắn thời gian chuẩn bị, tiến độ sản xuất tốt hơn, kiểm soát dụng cụ được cải thiện hơn và sử dụng được các quy trình công nghệ tiêu chuẩn hoá. Ở những nhà máy có áp dụng công nghệ nhóm thì trang – thiết bị sản xuất đều được sắp xếp thành từng nhóm, hay trạm công tác, nhằm tạo cho dòng chảy sản xuất và nâng – chuyển vật liệu được thuận lợi hơn.

Trong thiết kế sản phẩm, việc nhóm các chi tiết thành từng họ cũng đem lại nhiều lợi ích. Ví dụ, một kỹ sư được giao nhiệm vụ thiết kế một chi tiết máy mới, người kỹ sư sẽ phải bắt đầu từ con số không hoặc là chọn một bản vẽ thiết kế chi tiết có sẵn trong cặp hồ sơ rồi thực hiện những thay đổi cần thiết cho phù hợp với các yêu cầu của chi tiết mới đó. Vấn đề là ở chỗ tìm ra một bản thiết kế có nét tương đồng sẽ khá khó khăn và mất thời gian, nếu không ứng dụng công nghệ nhóm. Với một phòng thiết kế lớn, có hàng nghìn bản vẽ trong nhiều cặp hồ sơ thì không có phương pháp có tính hệ thống nào để xác định đúng vị trí bản

vẽ cần tìm. Do vậy trong nhiều trường hợp có thể người thiết kế sẽ quyết định thiết kế chi tiết từ đầu. Một quyết định như vậy có thể xảy ra nhiều lần và ở nhiều người trong công ty, dẫn đến tiêu phí nhiều thời gian vào việc tạo ra những bản vẽ giống hoàn toàn hoặc gần như giống hoàn toàn bản vẽ đã có. Nhưng nếu công nghệ nhóm đã được áp dụng trước đó để có sẵn một hệ thống thiết kế có thể dùng lại (khả truy) thì sẽ loại trừ được sự lãng phí thời gian này, vì người thiết kế sẽ nhanh chóng tìm ra bản vẽ cần tìm. Tiến hành một thay đổi đơn giản trong bản vẽ đã có, sẽ tốn ít thời gian hơn nhiều so với thiết kế lại từ đầu. Hệ thiết kế – có thể dùng lại (khả truy) nói trên là biểu hiện của một nguyên tắc công nghệ nhóm được ứng dụng vào công tác thiết kế. Để có được một hệ như vậy, cần có một số hình thức phân loại và đánh mã vật làm.

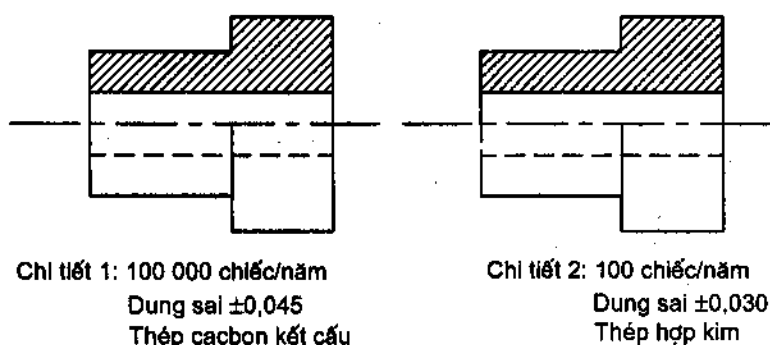
Phân loại và đánh mã vật làm gắn liền với việc chỉ ra các nét tương đồng giữa các vật làm, với việc liên kết những nét tương đồng đó vào một hệ thống ghi mã. Các nét tương đồng này gồm có hai loại: tương đồng về *thuộc tính thiết kế* (như hình dáng và kích thước) và tương đồng về *thuộc tính chế tạo* (như trình tự các bước gia công để tạo ra chi tiết). Mặc dù các bước gia công cần thiết để chế tạo một chi tiết thường tương quan với các thuộc tính thiết kế của chi tiết đó, tuy nhiên không phải bao giờ cũng như vậy. Vậy nên, thường phải có các hệ phân loại và đánh mã vật làm để đáp ứng sự khác nhau giữa thiết kế và chế tạo của cùng một chi tiết.

Một hệ phân loại và đánh mã vật làm không những cần cho một hệ thiết kế khả truy mà nó còn được dùng trong lập quy trình công nghệ có máy tính trợ giúp (viết tắt là CAPP: Computer – Aided Process Planning). CAPP gắn liền với việc tạo sinh tự động một bản quy trình công nghệ để gia công vật làm. Bản quy trình công nghệ được lập ra nhờ nhận ra những thuộc tính riêng của chi tiết đó và thể hiện những thuộc tính này vào các nguyên công chế tạo tương ứng.

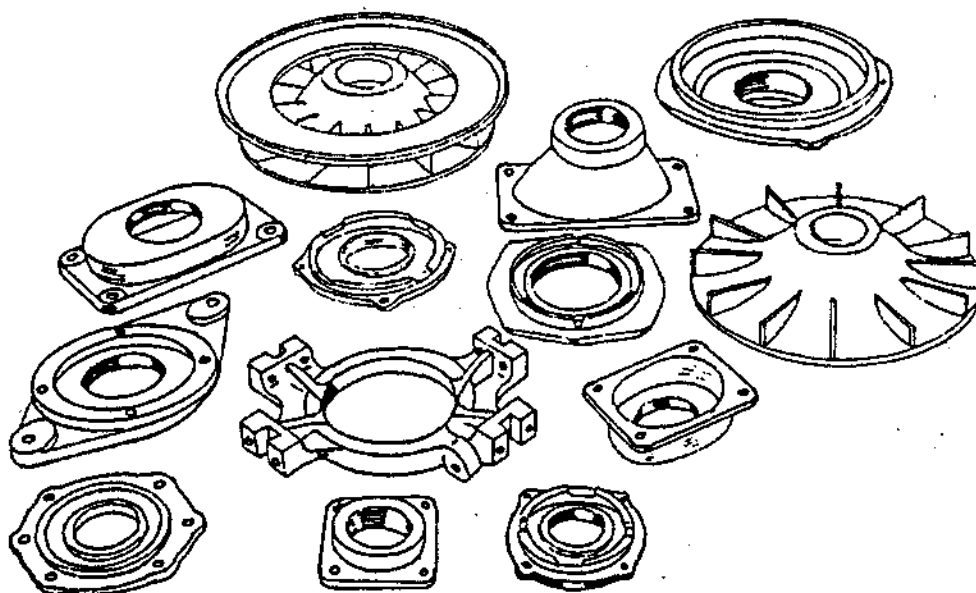
Chương này sẽ trình bày về công nghệ nhóm và về chủ đề phân loại, đánh mã vật làm. Chương tiếp theo được dành cho chủ đề lập quy trình công nghệ có máy tính trợ giúp cùng một số vấn đề liên quan. Công nghệ nhóm cũng như phân loại và đánh mã vật làm đều dựa trên khái niệm họ chi tiết gia công (vật làm).

II- HỌ VẬT LÀM

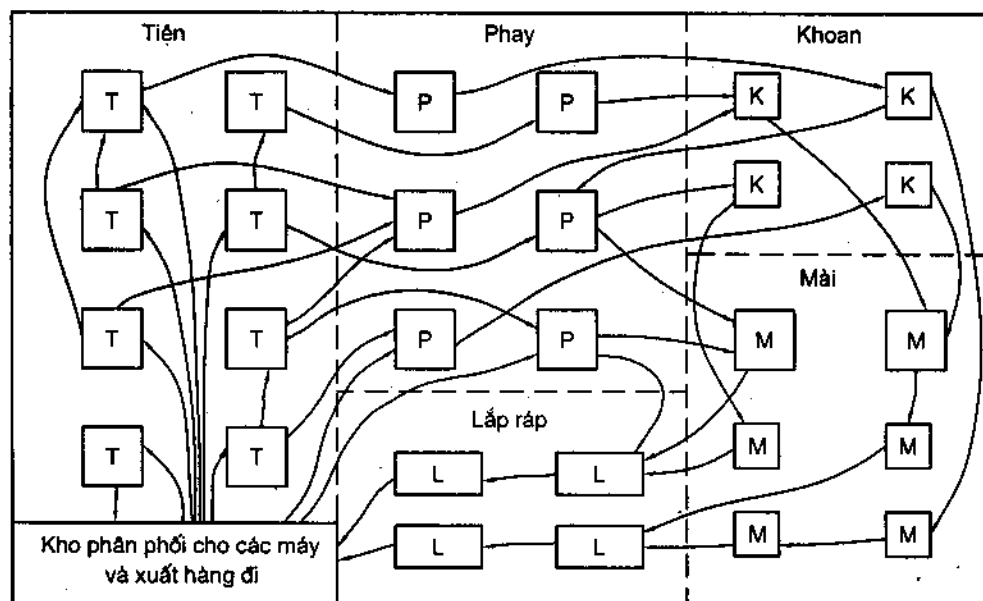
Một *họ vật làm* là một tập hợp các chi tiết gia công tương đồng với nhau hoặc về hình dáng, kích thước, hoặc về các bước gia công cần thiết để chế tạo ra chúng. Trong một họ, các vật làm có thể khác nhau nhưng các nét tương đồng của chúng đều đủ gần gũi để coi chúng là những thành viên trong cùng một họ. Hình 5.1 và hình 5.2 giới thiệu hai họ vật làm được hình thành theo quan điểm này. Hai vật làm ở hình 5.1 xét về mặt thiết kế thì giống nhau nhưng về mặt chế tạo thì rất khác nhau. Các vật làm ở hình 5.2 thì ngược lại, chúng cùng một họ về mặt chế tạo nhưng không cùng một họ về mặt thiết kế. Khái niệm họ vật làm là trọng tâm của các hệ thiết kế khả truy và các hệ lập quy trình công nghệ có máy tính trợ giúp. Việc nhóm các vật làm thành những họ với nhau còn mang lại một ưu điểm quan trọng về chế tạo như sẽ được minh họa ở hình 5.3, hình 5.4. Hình 5.3 trình bày mặt bằng bố trí theo loại gia công dùng cho sản xuất theo lô tại một phân xưởng máy công cụ, ở đây các máy được bố trí theo chức năng: công đoạn tiện, công đoạn phay, rồi đến công đoạn khoan, v.v... Trong quá trình gia công cắt gọt một chi tiết, vật làm để tạo ra chi tiết đó phải được di chuyển giữa các công đoạn, thậm chí trong cùng một công đoạn cũng phải chuyển đi, chuyển lại nhiều lần. Điều đó làm cho công việc nâng – chuyển tăng lên rất nhiều, kho trung chuyển lớn, công việc tháo dỡ và gá lắp nhiều hơn mức cần thiết, thời gian hướng dẫn gia công lâu hơn và chi phí cao hơn.



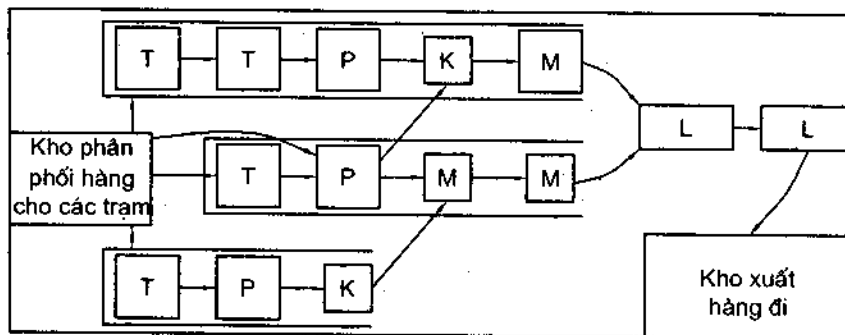
Hình 5.1. Hai vật làm giống nhau về hình dáng và kích thước nhưng khác nhau về yêu cầu chế tạo – Do vậy đây là họ thiết kế.



Hình 5.2. Mười ba vật làm tương tự nhau về yêu cầu chế tạo nhưng khác nhau về các thuộc tính thiết kế – Do vậy đây là họ chế tạo



Hình 5.3. Mặt bằng bố trí theo loại gia công
(T – tiện, P– phay, K– khoan, L – lắp ráp, M – Mài)



Hình 5.4. Mặt bằng bố trí theo công nghệ nhóm
(ý nghĩa các ký hiệu như ở hình 5.3)

Hình 5.4 giới thiệu một phân xưởng giả sử có khả năng sản xuất tương đương, nhưng máy móc được bố trí thành từng trạm (phòng), mỗi trạm (phòng) chỉ chuyên chế tạo một họ vật làm cụ thể. Ưu điểm thu được ở đây là: công việc nâng – chuyển giảm, thời gian gá lắp thấp hơn, kho trung chuyển ít hơn, mặt bằng phân xưởng nhỏ hơn và thời gian hướng dẫn gia công ngắn hơn. Một số phòng máy có thể thiết kế theo dạng sản xuất dây chuyền, có băng tải vận chuyển vật làm giữa các máy trong phòng.

Một trở ngại lớn nhất khi chuyển đổi từ một phân xưởng sản xuất theo lối truyền thống sang sản xuất theo công nghệ nhóm là vấn đề sắp xếp vật làm theo họ. Có ba phương pháp chính để giải quyết vấn đề này. Cả ba phương pháp đều tốn nhiều thời gian và liên quan tới việc phân tích nhiều dữ liệu đòi hỏi người phân tích phải được đào tạo cẩn thận. Ba phương pháp đó là.

- Kiểm duyệt bằng mắt.
- Phân tích lưu trình sản xuất.
- Phân loại và đánh mã vật làm.

1. Kiểm duyệt bằng mắt là phương pháp ít phức tạp và dễ tốn kém nhất. Bằng cách nhìn vào thực thể hoặc ảnh chụp của từng vật làm rồi phân loại chúng thành từng nhóm có đặc điểm giống nhau. Nói chung phương pháp này được coi là kém chính xác nhất trong ba phương pháp.

2. *Phân tích lưu trình sản xuất* là phương pháp nhận diện các họ vật làm cùng nhóm máy công cụ kèm theo, bằng cách phân tích bản thiết kế quy trình công nghệ của từng vật làm. Qua đó, các vật làm có cùng trình tự gia công và cùng lộ trình đi qua các máy cắt gọt sẽ được gộp chung vào một nhóm. Nhược điểm của phương pháp này là mặc nhiên chấp nhận các bản quy trình công nghệ hiện có mà không cần cân nhắc xem chúng còn có thể cải tiến được nữa hay không. Phương pháp này do J.L. Burbidge (Anh) đề xuất nhưng không được ứng dụng rộng rãi bên ngoài lãnh thổ của tác giả.

3. *Phân loại và đánh mã vật làm* là phương pháp tốn nhiều thời gian và phức tạp nhất trong ba phương pháp này. Tuy nhiên nó thường được áp dụng nhiều hơn, và nói chung được xem là mạnh nhất so với hai phương pháp còn lại.

III- PHÂN LOẠI VÀ ĐÁNH MÃ VẬT LÀM

Phương pháp này đòi hỏi phải xem xét thuộc tính thiết kế hoặc tính chế tạo (hoặc cả hai) của từng vật làm để nhóm chúng thành từng họ riêng. Các thuộc tính của vật làm được định danh một cách đơn nhất thông qua một mã số. Có thể tiến hành cách phân loại và đánh mã này trên toàn bộ danh sách gồm các vật làm cần dùng của hãng, hoặc có thể sử dụng một quá trình chọn mẫu để thiết lập các họ vật làm. Ví dụ, có thể xem xét các vật làm do phân xưởng sản xuất ra tại một giai đoạn nào đó để chỉ ra từng họ của chúng. Nhược điểm đối với thủ tục lấy mẫu là ở chỗ mẫu được chọn có thể không đại diện cho các vật làm. Tuy nhiên, sự rủi ro này cũng có thể chấp nhận nếu so với khối lượng công việc khổng lồ phải làm để đánh mã tất cả các vật làm của công ty.

Nhiều hệ thống phân loại và đánh mã vật làm đã được triển khai tại nhiều nước, và cũng có những hệ thống mang tính thương mại hiện có trên thị trường. Nhưng không có một hệ thống nào được coi là phổ quát vì nó có thể phù hợp với công ty này, song lại không phù hợp với thực tế sản xuất của công ty khác. Mục IV sẽ giới thiệu một số hệ thống quen thuộc nhất để minh họa, còn mục đích của mục này là giải thích cấu trúc tổng thể của các hệ phân loại và đánh mã vật làm nói chung.

1. Hệ thiết kế và hệ chế tạo

Các hệ thống phân loại và đánh mã vật làm được chia thành ba loại:

1. Hệ dựa trên thuộc tính thiết kế.
2. Hệ dựa trên thuộc tính chế tạo.
3. Hệ dựa trên cả hai thuộc tính thiết kế và chế tạo.

Loại hệ thống thứ nhất có lợi cho việc xúc tiến tiêu chuẩn hoá thiết kế; loại hệ thống thứ hai được dùng cho lập quy trình công nghệ có máy tính trợ giúp, thiết kế dao và các chức năng sản xuất có liên quan; loại hệ thứ ba được kết hợp các chức năng và các ưu điểm của cả hai loại trên. Bảng 5.1 giới thiệu một số thuộc tính thiết kế về chế tạo thường được xét đến trong một hệ thống phân loại. Rõ ràng có một sự gối đầu hai thuộc tính thiết kế và chế tạo của vật làm.

Bảng 5.1. CÁC THUỘC TÍNH THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO THƯỜNG ĐƯỢC XÉT ĐẾN TRONG MỘT HỆ PHÂN LOẠI

Thuộc tính thiết kế	Thuộc tính chế tạo
1. Hình dáng cơ bản bên ngoài	1. Các nguyên công lớn
2. Hình dáng cơ bản bên trong	2. Các nguyên công nhỏ
3. Tỷ số chiều dài/đường kính	3. Các kích thước lớn
4. Loại vật liệu	4. Tỷ số chiều dài/ đường kính
5. Chức năng của vật làm (chi tiết)	5. Gia công tinh bề mặt (độ bóng)
6. Các kích thước lớn	6. Máy công cụ
7. Các kích thước nhỏ	7. Trình tự các nguyên công
8. Dung sai	8. Thời gian sản xuất
9. Gia công tinh bề mặt (độ bóng)	9. Kích thước (cỡ) lô sản xuất
	10. Sản lượng hằng năm
	11. Dụng cụ gá kẹp cần thiết
	12. Dụng cụ cắt

2. Cấu trúc của hệ thống đánh mã vật làm

Lược đồ cấu trúc một hệ đánh mã vật làm gồm có một dãy các ký hiệu thể hiện thuộc tính thiết kế hoặc chế tạo, hoặc cả hai. Các ký hiệu này có thể là chữ số, là chữ cái hoặc phối hợp giữa chữ số và chữ cái. Tuy nhiên, hầu hết các hệ phân loại và hệ thống đánh mã thông dụng

nhất đều chỉ dùng chữ số. Có ba cấu trúc mã cơ bản được dùng trong các ứng dụng công nghệ nhóm, đó là:

1. Cấu trúc kiểu phân cấp.
2. Cấu trúc kiểu dây xích.
3. Cấu trúc lai ghép (phối hợp hai kiểu cấu trúc trên).

Trong *cấu trúc kiểu phân cấp*, sự diễn dịch về một ký hiệu đứng sau phụ thuộc vào giá trị của ký hiệu đứng trước nó. Cấu trúc này còn có các tên gọi khác là cấu trúc *đơn mã* và cấu trúc *cây*. Cấu trúc kiểu phân cấp tương đối chặt chẽ, cô đọng, cần ít chữ số mà lại mang nhiều thông tin về vật làm.

Trong *cấu trúc kiểu dây xích*, sự diễn dịch của mỗi ký hiệu trong dãy là cố định và không phụ thuộc vào giá trị của chữ số đứng trước. Bởi vậy nó còn có tên gọi khác là cấu trúc *đa mã*. Nhược điểm của cấu trúc này là có khuynh hướng khá dài, nhưng việc sử dụng cấu trúc đa mã lại cho phép định dạng tương đối thuận tiện về thuộc tính riêng của vật làm. Điều đó sẽ có lợi trong việc nhận ra các vật làm có cùng yêu cầu gia công giống nhau.

Để thấy được sự khác nhau giữa cấu trúc kiểu phân cấp và kiểu dây xích, hãy xem xét một mã hai số, ví dụ 15 hoặc 25. Giả sử chữ số đầu đại diện cho hình dáng chung của vật làm, ký hiệu 1 có nghĩa là vật làm hình tròn, số 2 là hình chữ nhật phẳng. Trong cấu trúc kiểu phân cấp, sự diễn dịch của chữ số thứ hai sẽ phụ thuộc vào giá trị của chữ số thứ nhất: nếu đứng sau chữ số 1 thì chữ số 5 thể hiện tỷ số chiều dài/đường kính; nếu đứng sau chữ số 2 thì chữ số 5 thể hiện chiều dài tổng. Còn trong cấu trúc kiểu dây xích, chữ số 5 đều được hiểu như nhau, bất kể nó đứng sau chữ số nào, ví dụ, nó có thể được hiểu là chiều dài tổng, dù cho vật làm là hình tròn hay hình chữ nhật.

Hầu hết các hệ thống đánh mã vật làm thương mại dùng trong công nghiệp đều là hệ *lai ghép*. Mục đích của cấu trúc lai ghép là nhằm đạt được những đặc điểm tốt nhất của cấu trúc đơn mã và đa mã. Mã lai ghép nói chung được xây dựng thành một dãy gồm các đa mã ngắn. Trong mỗi đa mã ngắn đó, các chữ số là độc lập với nhau, nhưng một hoặc một số ký hiệu trong toàn bộ mã số lại được dùng để phân loại vật

làm thành các nhóm, giống như trong cấu trúc kiểu phân cấp. Cách đánh mã kiểu lai ghép này sẽ phục vụ tốt nhất cho cả thiết kế cũng như về chế tạo.

IV- MỘT SỐ HỆ THỐNG PHÂN LOẠI VÀ ĐÁNH MÃ VẬT LÀM

Khi muốn có một hệ thống phân loại và đánh mã vật làm, các công ty thường chọn cách mua thương phẩm có sẵn thay vì tự làm lấy. Để mua một hệ như vậy, nên cân nhắc đến các yếu tố sau đây:

- *Mục tiêu:* Hệ sẽ được dùng cho thiết kế khả truy hay cho chế tạo họ vật làm, hay cho cả hai?

- *Phạm vi áp dụng:* Những đơn vị (phòng, phân xưởng, ...) nào trong công ty sẽ áp dụng nó? Các đơn vị đó có những yêu cầu riêng gì? Những thông tin nào cần được đánh mã? Lượng sản phẩm cần đánh mã là bao nhiêu? Vật làm, quá trình gia công, dụng cụ cắt, v.v... mức độ phức tạp như thế nào?

- *Chi phí và thời gian:* Cần cân nhắc chi phí cài đặt, đào tạo và bảo trì hệ thống mà công ty sẽ mua. Có cần thuê tư vấn không, nếu có thì chi phí là bao nhiêu? Cần bao nhiêu thời gian để cài đặt hệ thống và đào tạo đội ngũ vận hành và bảo trì? Sau bao nhiêu thời gian thì hệ thống đem lại lợi ích rõ ràng?

- *Khả năng thích nghi với các hệ thống khác:* Hệ thống định mua có thể sẵn sàng thích nghi với hệ thống máy tính và cơ sở dữ liệu sẵn có của công ty không? Nó có thể tích hợp ngay được với các thủ tục hiện có của công ty như quy trình công nghệ, lập trình NC, tiến độ sản xuất, v.v... không?

- *Các vấn đề về quản lý:* Điều quan trọng là những người lãnh đạo được biết và nhiệt tình ủng hộ hệ thống cần mua. Đồng thời có vấn đề gì về sự đồng thuận không? Liệu các phòng, ban, phân xưởng liên quan có hợp tác và nhiệt tình ủng hộ không?

Dưới đây sẽ giới thiệu ba hệ thống phân loại và đánh mã vật làm mà phần lớn những người ưa thích công nghệ nhóm đều biết, đó là:

- Hệ OPTIZ.
- Hệ MICLASS.
- Hệ CODE.

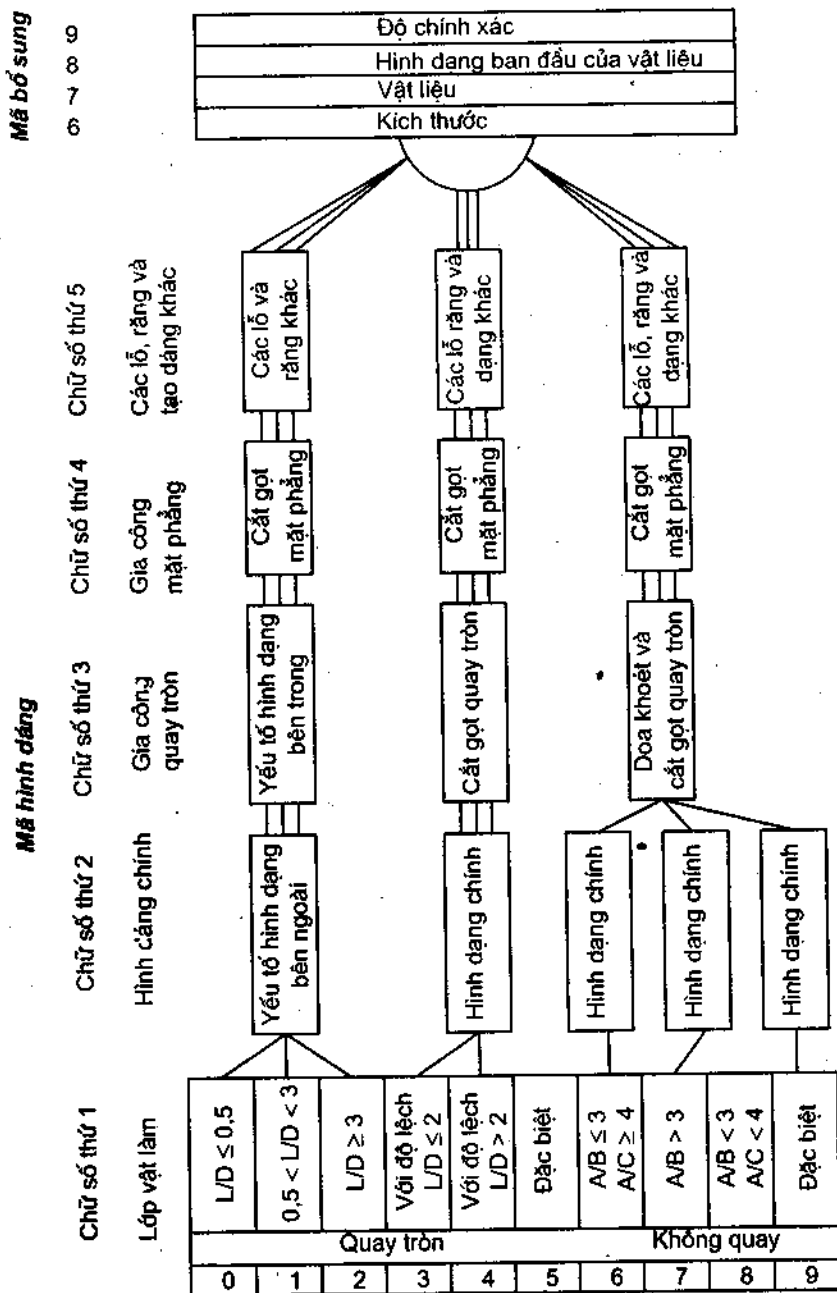
1. Hệ thống phân loại Optiz

Hệ này do H.Opitz ở Trường ĐH Tổng hợp Aachen, CHLB Đức thiết kế. Đây là bước đi tiên phong trong lĩnh vực công nghệ nhóm và có lẽ là một trong những hệ thống nổi tiếng nhất trong lĩnh vực này.

Opitz sử dụng dãy ký hiệu sau đây để đánh mã:

12345 6789 ABCD

Mã cơ bản gồm chín chữ số và có thể mở rộng bằng cách thêm bốn ký hiệu nữa (ABCD). Chín chữ số đầu dùng để tải thông tin về thiết kế, chế tạo và sự diễn dịch tổng quát của chúng được trình bày ở hình 5.5. Năm chữ số đầu (1 2 3 4 5) được gọi là “mã hình dáng”, dùng để mô tả các thuộc tính thiết kế ban đầu của vật làm. Bốn chữ số tiếp theo (6 7 8 9) tạo nên “mã bổ sung”, thể hiện một số thuộc tính dùng cho phần chế tạo (kích thước, vật liệu, hình dáng ban đầu và độ chính xác). Bốn ký hiệu bổ sung, ABCD, tạo nên “mã thứ cấp”, được dùng để chỉ rõ loại và trình tự nguyên công chế tạo. Người dùng có thể tự thiết kế mã thứ cấp này để phục vụ cho nhu cầu riêng của công ty mình. Hệ thống mã đầy đủ của Opitz khá phức tạp, ở đây không thể giải thích được cụ thể. Bạn đọc có thể tham khảo trong cuốn sách được trình bày riêng cho vấn đề này (Opitz, H., “A Classification System to Describe workpieces”, Pergamon Press Ltd., Oxford, England). Tuy nhiên để có được một ý niệm tổng quát về cách làm việc của hệ Opitz, chúng ta sẽ xem xét nhóm “mã hình dáng”, tức là nhóm năm chữ số đầu. Chữ số 1 cho biết vật làm là chi tiết quay hay không quay, đồng thời cũng cho biết hình dạng chung và tỷ lệ của chi tiết đó. Chúng ta sẽ chỉ khảo sát trong giới hạn các vật làm quay, hình dáng không đặc biệt, tức là những mã 0, 1, 2 (xem hình 5.5). Đối với lớp vật làm thường gặp này, việc đánh mã của năm chữ số đầu tiên được cho ở hình 5.6, đồng thời sẽ được minh họa trong ví dụ 1 dưới đây.

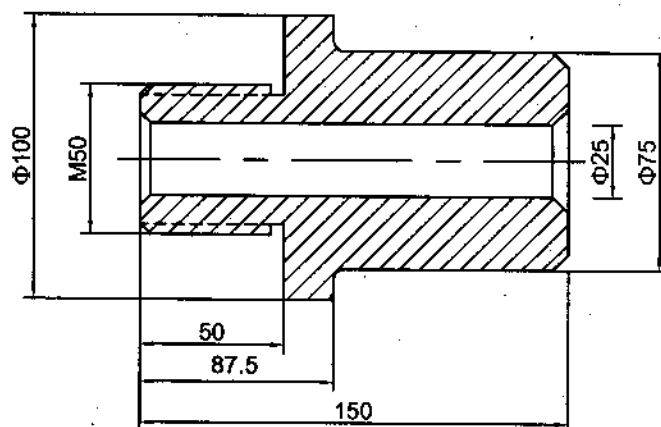


Hình 5.5. Cấu trúc cơ bản của hệ Opitz

Chữ số thứ 1		Chữ số thứ 2		Chữ số thứ 3		Chữ số thứ 4		Chữ số thứ 5	
Lớp vật làm		Hình dáng bên ngoài, các yếu tố hình dáng bên ngoài		Hình dáng bên trong, các yếu tố hình dáng bên trong		Gia công bề mặt phẳng		Răng, bánh răng và các lỗ phụ	
0	$L/D \leq 0,5$	0	Trơn nhẵn, không có các yếu tố hình dáng	0	Không có lỗ	0	Không gia công cắt gọt bề mặt	0	Không có lỗ phụ
1	$0,5 < L/D < 3$	1	Không có yếu tố hình dáng nào	1	Không có yếu tố hình dáng nào	1	Mặt phẳng và/hoặc cong về một chiều, mặt ngoài	1	Hướng trục, không nằm trên vòng tròn đỉnh
2	$L/D \geq 3$	2		2		2	Mặt phẳng ngoài quan hệ bởi độ chia quanh một vòng trong	2	Hướng trục, nằm trên vòng tròn đỉnh
3		3		3		3	Rãnh ngoài và/hoặc ngấn lỗm ngoài	3	Hướng trục, không nằm trên vòng tròn đỉnh
4		4	Làm bậc tới một đầu, hoặc tròn (không bậc)	4	Làm bậc tới một đầu, hoặc tròn (không bậc)	4	Mặt spline ngoài (đa giác)	4	Hướng trục và/hoặc hướng kính và/hoặc hướng khác
5		5		5		5	Mặt phẳng ngoài và/hoặc rãnh ngoài, mặt spline ngoài	5	Hướng trục và/hoặc hướng kính trên vòng tròn đỉnh và /hoặc các hướng khác
6		6		6		6	Mặt phẳng ngoài và/hoặc rãnh ngoài	6	Răng, bánh răng nghiêng
7		7	Côn chức năng	7	Côn chức năng	7	Mặt spline trong (đa giác)	7	Răng, bánh răng côn
8		8	Ren	8	Ren	8	Đa giác, ngấn lỗm và/hoặc rãnh trong và ngoài	8	Răng, các loại bánh răng khác
9		9	Khác	9	Khác	9	Khác	9	Khác

Hình 5.6. Nhóm mã hình dáng (chữ số thứ nhất đến thứ 5) đối với vật làm quay tròn, trong hệ Opitz

Ví dụ 1: Cho chi tiết thành phẩm như trên hình 5.7. Hãy sử dụng hệ Opitz để xác định mã hình dáng (năm chữ số đầu tiên).



Hình 5.7. Vật làm tròn ví dụ 1

Tỷ lệ kích thước bao là $L/D = 150/100 = 1.5$, do vậy chữ số đầu tiên là 1. Chi tiết có bậc ở hai đầu, một đầu có ren, do đó chữ số thứ hai là 5. Chữ số thứ ba là 1 vì có lỗ suốt. Chữ số thứ tư và thứ năm đều là 0 vì không cần gia công bề mặt và không có lỗ phụ hoặc răng bánh răng trên vật làm. “Mã hình dáng” đầy đủ trong hệ Opitz là 15100. Để thêm mã phụ, chúng ta sẽ phải đánh mã các chữ số thứ sáu đến thứ chín tương ứng với dữ liệu về kích thước, vật liệu, hình dạng ban đầu của vật liệu làm phôi và độ chính xác.

2. Hệ thống phân loại MICLASS

MICLASS (Metal Institute Classification system – Hệ thống phân loại vật làm của Viện Kim loại), do TNO thiết kế (TNO – Netherlands Organization for Applied Scientific Research – Cơ quan nghiên cứu khoa học ứng dụng của Netherlands). Hệ MICLASS được thiết kế nhằm góp phần tự động và tiêu chuẩn hoá một số chức năng thiết kế, sản xuất và quản lý bao gồm:

- Tiêu chuẩn hoá bản vẽ kỹ thuật.
- Truy cứu bản vẽ theo số hiệu phân loại.
- Tiêu chuẩn hoá bản quy trình công nghệ.

- Lựa chọn vật làm để gia công trên một nhóm máy công cụ cụ thể.
- Phân tích đầu tư máy công cụ.

Số hiệu phân loại của MICLASS có thể gồm từ 12 đến 30 chữ số. 12 chữ số đầu là mã vạn năng, có thể áp dụng cho bất kỳ vật làm nào. Từ chữ số thứ 13 trở đi dùng để đánh mã dữ liệu riêng cho từng công ty hoặc ngành công nghiệp cụ thể. Chẳng hạn kích thước lô, dữ liệu về chi phí, trình tự gia công..., có thể được đánh mã trong 18 chữ số bổ sung này.

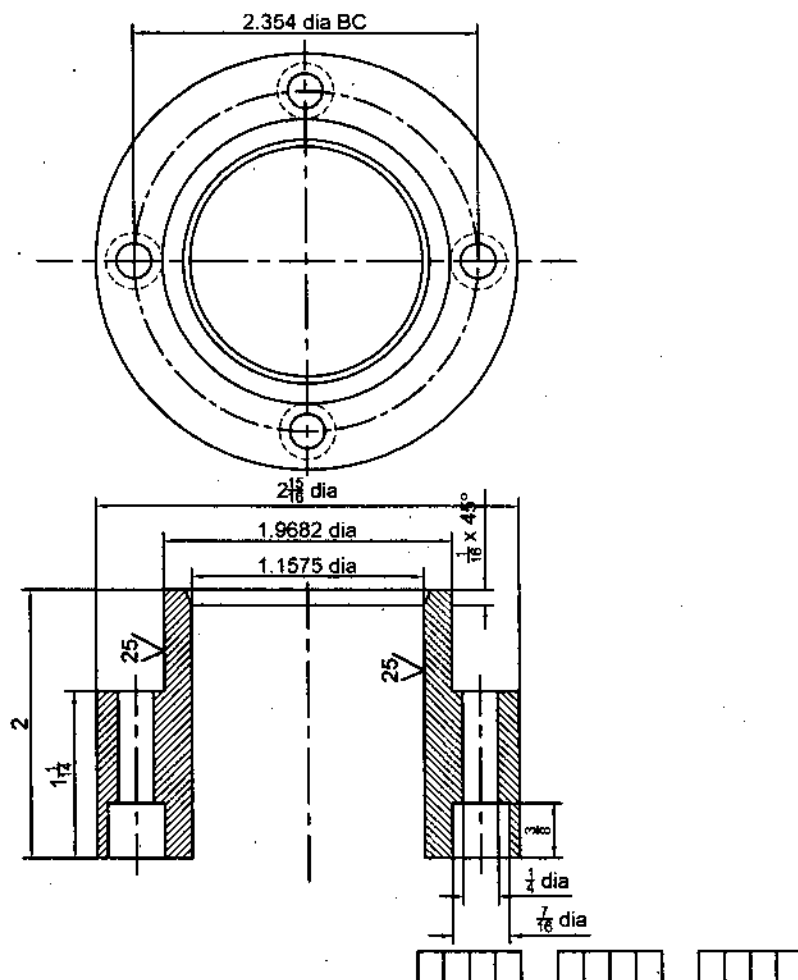
Thuộc tính vật làm được đánh mã trong 12 chữ số đầu tiên như sau:

Chữ số thứ 1	Hình dáng chung
2 và 3	Các yếu tố hình dáng
4	Vị trí của các yếu tố hình dáng
5 và 6	Các kích thước chủ yếu
7	Tỷ số kích thước
8	Kích thước phụ
9 và 10	Dung sai
11 và 12	Vật liệu.

Một trong những nét độc đáo của MICLASS là có thể dùng máy tính để đánh mã vật làm theo cách tương tác người – máy. Để phân loại một vật làm, ta phải đáp lại một loạt câu hỏi của máy. Số lượng câu hỏi tùy thuộc vào độ phức tạp của vật làm đó. Với vật làm đơn giản cũng cần đến 7 câu hỏi để phân loại. Với vật làm có độ phức tạp trung bình, số câu hỏi là 10 đến 20. Trên cơ sở câu trả lời của người sử dụng, máy tính sẽ gán một mã thích hợp. Vì nhà phát triển hệ thống – TNO là một tổ chức quốc tế, nên chương trình cho phép chuyển đổi sang một trong bốn thứ tiếng: Anh, Pháp, Đức và Hà Lan. Đồng thời nó cũng cho phép sử dụng cả hai đơn vị đo là inches (in) và mét. Dưới đây chúng ta sẽ xem xét một ví dụ minh họa.

Ví dụ 2. Hình 5.8 giới thiệu một bạc đồ hình trụ kích thước cho theo đơn vị in. Việc phân loại và đánh mã được thực hiện bằng phần mềm MICLASS trên máy tính. Hình 5.9 là bản sao cuộc hội thoại người máy do máy tính in ra. Hầu hết câu hỏi đều cần người sử dụng trả lời

“Yes” hoặc “No”. Khi cuộc hội thoại kết thúc, máy tính sẽ in ra kết quả (là một mã số). Với vật làm này, mã phổ quát (12 chữ số đầu) là 1271 3231 3144.



DRAWING	TOLERANCES	MATERIAL
TITLE	Fraction $\pm 1/64$ Decimal ± 0.003	CC15
BUSHING		$125 \sqrt{\quad}^{(25)}$ ALL OVER EXCEPT AS NOTED
DRAWING NO:		
7		

Hình 5.8. Vật làm trong ví dụ 2

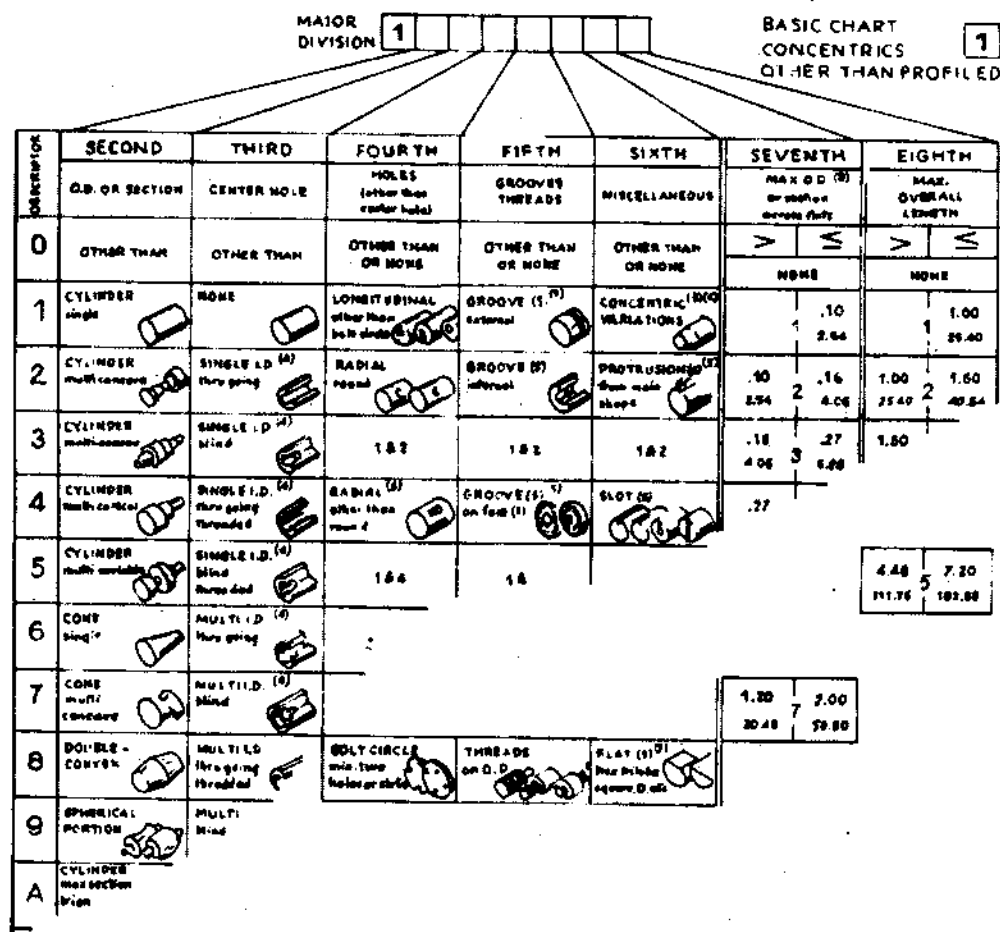
1	VERSION-A-
2	3 MAIN DIMENSIONS (WHEN ROT.PART D.L AND 0) <u>2.9375 2 0</u> DEVIATION OF ROTATIONAL FORM? <u>NO</u> CONCENTRIC SPIRAL GROOVES? <u>NO</u> TURNING ON OUTERCONTOUR (EXCEPT ENDFACES)? <u>YES</u> SPECIAL GROOVES OR CONE(S) IN UOTERCONTOUR? <u>NO</u> ALL MACH. DIAM. AND FACES VISIBLE FROM ONE END(EXC. ENDFACE + GROOVES) TYPING ERROR, ANSWER AGAIN? <u>YES</u> INTERNAL TURNING? <u>YES</u> INTERNAL SPECIAL GROOVES OR CONE(S)? <u>NO</u> ALL INT. DIAM. + FACES VISIBLE FROM 1 END (EXC.GROOVES)? <u>YES</u> ALL DIAM. + FACES(EXC. ENDFACE) VISIBLE FROM ONE SIDE? <u>YES</u> ECC. HOLING AND/OR FACING AND/OR SLOTTING? <u>YES</u> IN INERFORM AND/OR FACES (INC. ENDFACES)? <u>YES</u> IN OUTERFORM? <u>NO</u> ONLY KEYWAYING ETC.? <u>NO</u> MACHINED ONLY ONE SENSE? <u>YES</u> ONLY HOLES ON A BOLTCIRCLE AT LEAST 3 HOLES? <u>YES</u> FORM-OR THREADING TOLERANCE? <u>NO</u> DIAM. ROUGHNESS LESS THAN 33 RU (MICRO-INCHES)? <u>YES</u> SMALLEST POSITIONING TOL.FIELD?. <u>016</u> SMALLEST LENGTH TOL FIELD?. <u>0313</u>
3	MATERIAL NAME? <u>QC15</u> CLASS. NR = 1271 3231 3144
4	DRAWING NUMBER MAX 10 CHAR? 7 NOMENCLATURE MAX 15 CHAR? <u>BUSHING</u> CONTINUE (1), STOP (2), SECOND PART AGAIN (3)? 2 PROGRAM STOP AT 4690 USED _____ UNITS

Hình 5.9. Xác định mã số của vật làm trong ví dụ 2
bằng chương trình MICLASS trên máy tính

3. Hệ thống CODE

CODE là hệ phân loại và đánh mã vật làm do MISI (Manufacturing Data System, Inc), có trụ sở tại Michigan, USA thiết kế và chào bán trên thị trường. Ứng dụng phổ quát nhất của nó là trong thiết kế công nghiệp, nhưng nó vẫn có thể dùng trong lập quy trình công nghệ chế tạo, mua sắm, thiết kế dao và quản lý kho.

CODE có tám ký hiệu, mỗi ký hiệu có thể có 16 giá trị (từ 0 đến 9 và A đến F), dùng để thể hiện các đặc tính thiết kế và chế tạo của vật làm. Vị trí ký hiệu đầu tiên cho biết hình dáng cơ bản của vật làm và được gọi là “phân nhóm chính” (Major Division) của hệ CODE. Ký hiệu này được dùng để nhận biết hình dáng vật làm là trụ, tấm phẳng, khối,... Việc diễn dịch bảy ký hiệu còn lại phụ thuộc vào giá trị của ký hiệu thứ nhất, nhưng chúng tạo thành cấu trúc kiểu dây xích. Vì thế CODE có cấu trúc lai ghép.

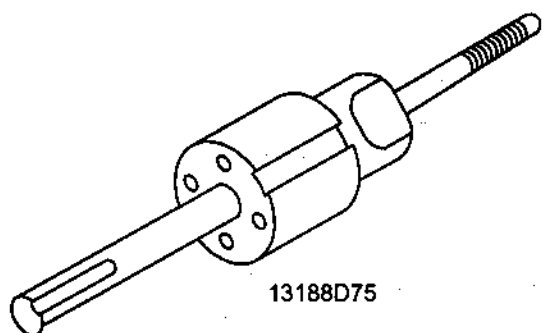


Hình 5.10. Một phần hệ thống CODE do MDSI tạo ra

Ký hiệu thứ hai và thứ ba cho biết thông tin bổ sung liên quan đến hình dáng cơ bản và quá trình chế tạo chủ yếu của vật làm. Ký hiệu thứ 4,

thứ 5 và thứ 6 cho biết các quá trình chế tạo thứ cấp như làm ren, tiện rãnh, làm khe, v.v... Ký hiệu thứ 7 và thứ 8 để xác định kích thước bao của vật làm (ví dụ đường kính và chiều dài của vật tiện) bằng cách nhận diện nó trong 16 khoảng của hai chiều kích thước bao. Hình 5.10 trình bày một phần tử của bảng xác định dùng cho ký hiệu từ thứ 2 đến thứ 8, còn ký hiệu thứ nhất đã cho biết rằng vật làm được phân loại vào nhóm hình trụ ("phân nhóm chính" 1 gồm các vật làm đồng tâm). Chúng ta sẽ lấy ví dụ sau đây làm minh họa.

Ví dụ 3. Hình 5.11 thể hiện một chi tiết quay sẽ được phân loại theo hệ CODE. Người phân tích để lập mã, phải xác định được vật làm này thuộc "Phân nhóm chính" nào. Trong trường hợp này, là một chi tiết quay nên rõ ràng nó thuộc phân nhóm chính 1. Sau đó căn cứ vào sơ đồ mã, chúng ta xác định được bảng ký hiệu còn lại (tra bảng trên hình 5.10 ta được ký hiệu thứ 2 là 1). Mã đầy đủ của chi tiết này là 13188D75.



Hình 5.11. Vật làm trong ví dụ 3

V- PHÒNG MÁY BỐ TRÍ THEO CÔNG NGHỆ NHÓM

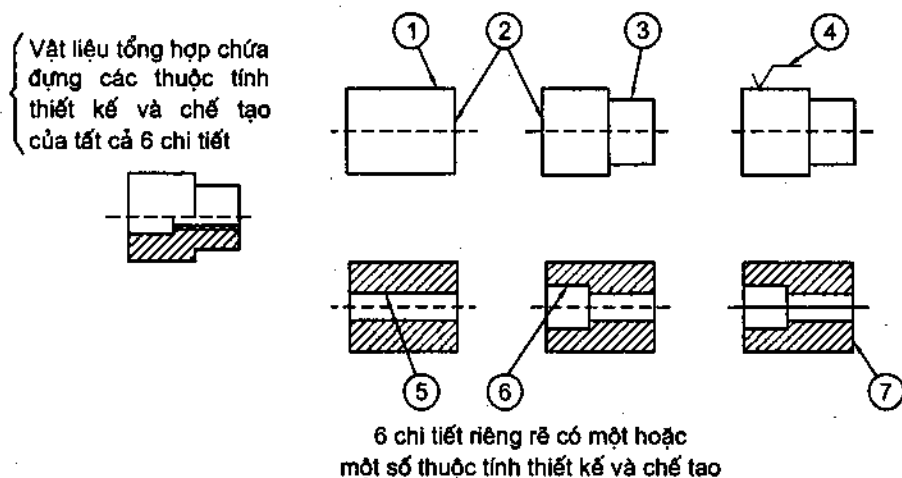
Quan điểm truyền thống về công nghệ nhóm là bao quát cả phòng máy bố trí theo công nghệ này, tức là nhóm máy được sắp xếp để chế tạo họ vật làm giống nhau. Sự sắp xếp đó được thiết kế sao cho dòng sản xuất trong từng phòng máy đạt hiệu quả tốt. Nó cũng tạo nên một sự chuyên môn hoá về lao động và máy móc trong phòng để sản xuất các họ vật làm cụ thể, làm cho năng suất của phòng máy được tăng lên.

Mặc dù có những ưu điểm như vậy, nhưng việc phá vỡ cấu trúc một phân xưởng được “bố trí theo loại gia công” truyền thống (hình 5.3) để tổ chức theo công nghệ nhóm (hình 5.4) lại là một vấn đề tương đối khó khăn. Đó là một trong những lý do làm hạn chế công nghệ nhóm được áp dụng rộng rãi trong công nghiệp chế tạo. Hiện có nhiều nhà thực hành biện hộ rằng không cần bố trí lại thiết bị máy móc trong xưởng thành nhiều phòng máy vẫn có thể tận dụng được các lợi ích của công nghệ nhóm. Dưới đây chúng ta sẽ xem xét một số khía cạnh quan trọng của các phòng máy bố trí theo công nghệ nhóm.

1. Khái niệm vật làm tổng hợp

Họ vật làm được xác định dựa trên một thực tế là các thành viên trong một họ đều có những thuộc tính thiết kế và chế tạo giống nhau. Khái niệm “vật làm tổng hợp” cũng xuất phát từ thực tế này để đưa ra một vật làm giả định, thể hiện tất cả các thuộc tính thiết kế và chế tạo mà mọi thành viên trong họ đều có. Một vật làm giả định như vậy được minh họa trên hình 5.12. Để sản xuất một trong các thành viên của họ, các nguyên công được thêm vào hoặc bớt đi tương ứng với các thuộc tính của thành viên đó. Ví dụ vật làm tổng hợp trên hình 5.12 là chi tiết quay được tạo bởi 7 đặc điểm thiết kế và chế tạo khác nhau, được liệt kê trong bảng 5.2.

Lúc đó một phòng máy nên được thiết kế sao cho có đủ 7 khả năng chế tạo này.



Hình 5.12. Ví dụ về một vật làm tổng hợp.

Bảng 5.2.

THUỘC TÍNH THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO CỦA VẬT LÀM TỔNG HỢP Ở HÌNH 5.12

STT	Thuộc tính thiết kế và chế tạo
1	Nguyên công tiện đối với mặt trụ ngoài
2	Nguyên công tiện xén hai mặt đầu
3	Nguyên công tiện đối với mặt trụ bậc
4	Nguyên công mài mặt trụ ngoài đạt đến độ bóng yêu cầu
5	Nguyên công khoan lỗ suốt
6	Nguyên công khoét rộng lỗ
7	Nguyên công ren lỗ

Máy công cụ, đồ gá kẹp và dao cắt sẽ được chuẩn bị và đặt sao cho dòng vật làm đi qua phòng máy được hợp lý. Một vật làm với 7 thuộc tính như vật làm tổng hợp cho trên hình 5.12 lúc đó sẽ đi qua tất cả 7 bước gia công. Với những vật làm không có đủ 7 thuộc tính trên thì chỉ cần bỏ bớt những nguyên công không cần thiết.

Trong thực tế, số thuộc tính thiết kế và chế tạo có thể nhiều hơn bảy và do đó phải có thêm nhiều nguyên công hơn, tương ứng với hình dáng và kích thước tổng thể của các vật làm trong họ. Tuy vậy, khái niệm vật làm tổng hợp sẽ giúp hình dung bài toán thiết kế phòng máy trở nên rõ ràng hơn.

2. Các loại phòng máy bố trí theo công nghệ nhóm

Phòng máy có thể bố trí theo ba mẫu sau:

- Phòng máy đơn,
- Bố trí máy theo nhóm,
- Bố trí máy theo dây chuyền.

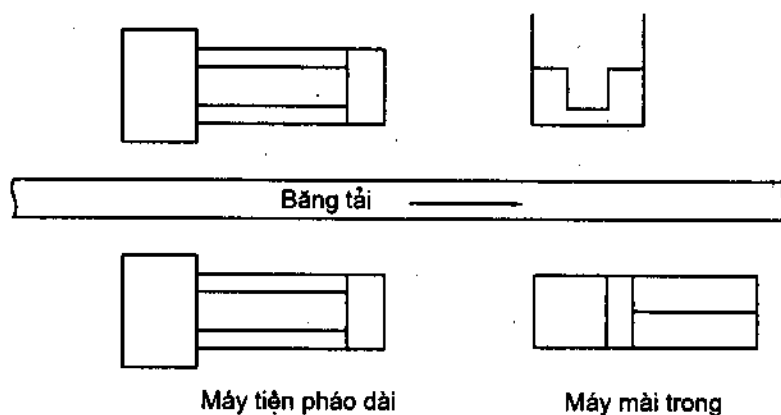
a) Phòng máy đơn

Phòng máy đơn được dùng cho những vật làm mà các thuộc tính của chúng có thể đạt được, về cơ bản, chỉ trên một kiểu gia công như tiện hay mài. Chẳng hạn, vật làm tổng hợp như trên hình 5.12 có thể chỉ cần gia công trên một máy tiện vạn năng, ngoại trừ nguyên công mài tròn ngoài (nguyên công số 4 trong bảng 5.2). Thậm chí nguyên công này vẫn có thể thực hiện trên máy tiện nếu chấp nhận một chút phiến toái.

b) Phòng máy bố trí theo nhóm

Ở đây từng nhóm làm việc với nhau, không có sẵn băng tải để vận chuyển vật làm giữa các máy trong nhóm. Phòng máy chỉ có những máy cần cho sản xuất một họ vật làm nhất định và chúng được tổ chức với các đồ gá kẹp, dụng cụ cắt và người vận hành thích hợp để sản xuất họ vật làm đó sao cho có hiệu quả.

c) Phòng máy bố trí theo dây chuyền, trong đó một nhóm máy liên quan với nhau thông qua một hệ thống băng chuyển. Mặc dù cách bố trí này phù hợp với dây chuyền vận chuyển tự động, nhưng có nhược điểm là tất cả các vật làm trong họ đều phải thông qua các máy theo một trình tự như nhau, mặc dù có những chi tiết không cần qua một vài nguyên công nào đó. Cũng có thể đảo chiều dòng vận chuyển vật làm bằng một cách bố trí máy phức tạp hơn, nhưng cách này không phù hợp với sản xuất theo dây chuyền. Hình 5.13 trình bày một phương án thiết kế phòng máy bố trí theo dây chuyền để sản xuất họ vật làm trên hình 5.12.



Hình 5.13. Phòng máy bố trí theo dây chuyền

VI- LỢI ÍCH CỦA CÔNG NGHỆ NHÓM

Mặc dù công nghệ nhóm được xem là một nguyên tắc quan trọng đối với các nhà máy sản xuất trong tương lai, nhưng hiện nó vẫn chưa được ứng dụng rộng rãi như mong đợi. Đó là do nhiều lý do: thứ nhất,

sắp xếp lại máy móc trong nhà máy thành các phòng máy làm việc theo công nghệ nhóm là việc làm khó khăn như đã nói, nhiều công ty chưa thể lựa chọn công nghệ nhóm vì vấn đề chi phí và xáo trộn sản xuất do dây chuyền thay đổi gây ra. Thứ hai là khó khăn trong việc phân loại và đánh mã vật làm, về mặt kỹ thuật cũng như về mặt tài chính. Không những đây là việc làm khó, mà nó còn đòi hỏi một sự đầu tư thoả đáng về thời gian và nhân lực. Có những quan điểm cho rằng, dành sự đầu tư đó cho một dự án nào khác sẽ tốt hơn là cho công nghệ nhóm mà lợi ích của nó chưa chắc chắn trong tương lai. Lý do cuối cùng là do các công ty thường gặp sự chống đối từ phía đội ngũ vận hành máy khi họ phải chuyển đổi sang một cách làm ăn mới.

Khi đã vượt qua những khó khăn trên và công nghệ nhóm được áp dụng thì nói chung công ty sẽ nhận ra lợi ích của nó trong các lĩnh vực sau đây:

- Thiết kế sản phẩm.
- Chuẩn bị dụng cụ và gá đặt.
- Nâng – chuyển vật liệu.
- Điều khiển sản xuất và quản lý kho.
- Sự hài lòng của người làm.
- Thiết kế quy trình công nghệ.

1. Các lợi ích về thiết kế sản phẩm

Trong lĩnh vực này, việc sử dụng một hệ thống phân loại và đánh mã vật làm cùng một hệ thiết kế khả truy chạy trên máy tính, sẽ đem lại những cải thiện và lợi ích đáng giá. Khi cần thiết kế một chi tiết mới, người thiết kế có thể dành ra ít phút để xác định mã cho chi tiết đó. Công việc tiếp theo là trích xuất những bản vẽ chi tiết có sẵn có cùng mã với chi tiết cần thiết kế để chọn lấy chi tiết nào phù hợp nhất và tìm hồ sơ thiết kế với sự trợ giúp của hệ thống phân loại và đánh mã, có thể tiết kiệm được nhiều giờ thiết kế. Nếu chi tiết chọn ra không hoàn toàn phù hợp thì cũng chỉ cần vài thay đổi nhỏ là có thể đạt yêu cầu. Hệ thiết kế

khả truy tự động giúp bỏ được sự thiết kế trùng lặp và tránh có quá nhiều bản vẽ mới không cần thiết.

Ưu điểm khác của công nghệ nhóm trong thiết kế là cải thiện được quy trình dự toán giá thành và thúc đẩy tiêu chuẩn hoá thiết kế. Các đặc điểm thiết kế như bán kính góc lượn, vát mép hay dung sai lắp ghép,... càng dễ được tiêu chuẩn hoá nhờ công nghệ nhóm.

2. Chuẩn bị dụng cụ và gá đặt

Công nghệ nhóm còn giúp thúc đẩy tiêu chuẩn hoá một số lĩnh vực trong chế tạo, trong đó phải kể đến tiêu chuẩn hoá dụng cụ và gá đặt.

Về dụng cụ, người ta đã tìm cách thiết kế các đồ gá và thiết bị kẹp theo nhóm sao cho phù hợp với tất cả các thành viên trong họ vật làm. Người ta cũng đã thiết kế những thiết bị tháo dỡ vật làm có thể dùng bộ điều hợp để chuyển đổi thiết bị kẹp thông thường thành thiết bị kẹp thích hợp cho tất cả chi tiết của họ vật làm.

Về gá đặt và chuẩn bị cắt gọt, các máy công cụ trong một phòng máy làm việc theo công nghệ nhóm không cần có những thay đổi lớn, vì các vật làm là tương tự nhau. Do đó thời gian gá đặt và chuẩn bị máy được rút ngắn, đồng thời tạo khả năng gia công vật làm theo một trình tự sao cho có thể giảm thiểu số lần thay đổi gá đặt ở mức có thể được.

3. Nâng chuyển vật liệu

Một ưu điểm khác của công nghệ nhóm là rút ngắn thời gian di chuyển vật làm và thời gian chờ đợi. Cách bố trí máy theo công nghệ nhóm tự nó cũng góp phần làm cho đường đi của dòng vật liệu qua phân xưởng trở nên có hiệu quả. Rõ nét nhất là khi so sánh dòng vật liệu đi trong mặt bằng bố trí theo công nghệ nhóm (hình 5.4) với dòng vật liệu đi trong mặt bằng bố trí theo loại gia công truyền thống (hình 5.3).

4. Điều khiển sản xuất và quản lý kho

Lợi ích của công nghệ nhóm đối với lĩnh vực này thể hiện ở một số điểm sau đây: Tiến độ sản xuất được giản tiện hơn, vì nhóm máy lại thành từng cụm sẽ giảm bớt lượng trạm gia công cần lập tiến độ. Nhóm vật làm lại thành từng họ còn giúp giảm bớt tính phức tạp và giảm bớt

mức độ của bài toán lập tiến độ của vật làm. Đối với những vật làm mà các phòng máy không thể gia công được thì cần dành nhiều quan tâm tới việc điều khiển, kiểm soát chúng. Do các phòng máy có thể làm giảm các công việc gá đặt và tăng hiệu quả các công việc nâng – chuyển, nên thời gian hướng dẫn gia công, các thao tác trong gia công và công tác phân phối vật làm sau gia công, đều được giảm xuống.

5. Sự hài lòng của người làm

Phòng máy trong công nghệ nhóm thường cho phép vật làm được gia công từ nguyên liệu thô đến khi thành thành phẩm do một nhóm nhỏ công nhân thực hiện. Do vậy họ có thể hình dung được sự đóng góp của mình cho công ty một cách rõ ràng hơn. Điều đó góp phần nâng cao ý thức và tình cảm cũng như sự hài lòng của công nhân đối với công việc.

Một lợi ích khác nữa là chất lượng sản phẩm sẽ được quan tâm tốt hơn. Chất lượng vật làm dễ được theo dõi hơn tại từng máy cụ thể, do vậy công nhân sẽ có trách nhiệm hơn đối với chất lượng công việc được giao. Cách bố trí máy theo loại gia công không có được ưu điểm đó vì rất khó theo dõi khuyết tật vật làm, do vậy tất yếu phải có công tác kiểm tra chất lượng.

6. Thiết kế quy trình công nghệ

Thời gian và chi phí dành cho việc thiết kế quy trình công nghệ có thể giảm bớt nhờ tiêu chuẩn hoá sinh ra từ công nghệ nhóm. Một bản vẽ chi tiết mới được chỉ ra nhờ mã số của nó, từ một họ vật làm cụ thể mà bản thiết kế quy trình công nghệ tổng quát của chúng đã có sẵn. Có thể viết logic của quá trình đó thành phần mềm để tạo nên một hệ thống thiết kế quy trình công nghệ tự động chạy trên máy tính. (Chương 6 sẽ trình bày chi tiết về vấn đề này).

BÀI TẬP CHƯƠNG 5

1. Xác định mã hình dáng (năm chữ số đầu) trong hệ Optiz cho vật làm trên hình 5.1. Giả sử vật làm có các kích thước như sau: chiều dài phủ bì = 65 mm, đường kính ngoài của bậc lớn và bậc nhỏ lần lượt là 55 mm và 40 mm, chiều dài của bậc lớn và bậc nhỏ lần lượt là 25 mm và 40 mm.
2. Cũng như bài tập 1 nhưng cho vật làm ở hình 5.12, với các kích thước như sau: chiều dài phủ bì 75mm, đường kính ngoài của bậc lớn và bậc nhỏ (nếu có) lần lượt là 60mm và 45mm. Chiều dài bậc lớn và bậc nhỏ (nếu có) lần lượt là 45mm và 30mm. Đường kính lỗ lớn và lỗ nhỏ lần lượt là 32mm và 10mm, làm ren M12.
3. Thiết kế một hệ thống phân loại và đánh mã vật làm gồm không quá bốn chữ số để có thể đánh số một cách đơn nhất các kiểu phối hợp khả dĩ khác nhau về các thuộc tính của vật làm tổng hợp ở hình 5.12. Hệ thống đánh mã này chỉ tính đến kích thước, các đặc điểm hình dáng, không xét đến vật liệu. Hệ đánh mã này thuộc cấu trúc gì: kiểu phân cấp, kiểu dây xích hay lai ghép? Ý nghĩa của từng chữ số trong mã là gì? Một chữ số có thể mang bao nhiêu giá trị khác nhau?

Chương 6

LẬP QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CÓ MÁY TÍNH TRỢ GIÚP

I- CHỨC NĂNG CỦA LẬP QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

Trong chương trình này chúng ta sẽ xem xét các chức năng của việc lập quy trình công nghệ trên máy tính. Để lập quy trình công nghệ, phải xác định trình tự các nguyên công chế tạo cần thiết khác nhau để sản xuất một vật làm (hay sản phẩm) đã cho. Trình tự các nguyên công đó sẽ được biên soạn dưới dạng một bản quy trình công nghệ. Đó là một bản liệt kê gồm các nguyên công chế tạo kèm theo máy công cụ tương ứng.

Quan hệ mật thiết với việc lập quy trình công nghệ là công tác xác định các điều kiện cắt gọt tương ứng với từng nguyên công chế tạo và công tác thiết lập định mức thời gian. Tất cả các công tác: lập quy trình công nghệ, xác định các điều kiện cắt gọt và thiết lập định mức thời gian theo truyền thống vẫn được tiến hành ở dạng rất thủ công, các quyết định gần giống hoặc thậm chí giống hệt nhau cứ lặp đi lặp lại. Ngày nay, với sự phát triển của công nghệ thông tin, những quyết định như vậy đã được tự động thực hiện nhờ sự trợ giúp của máy tính. Trong bốn mục đầu của chương này chúng ta sẽ xem xét các chức năng lập quy trình công nghệ và máy tính được sử dụng để thực hiện các chức năng đó như thế nào. Hai mục còn lại (V và VI) sẽ lần lượt trình bày các hệ dữ liệu chế tạo máy và vấn đề định mức thời gian trên máy tính.

1. Lập quy trình công nghệ theo cách truyền thống

Trong các bản quy trình công nghệ của các công ty và ngành sản xuất, ta có thể tìm thấy nhiều mức độ chi tiết khác nhau. Ở mức đơn giản nhất, bản quy trình công nghệ chỉ gói gọn trong bản in chi tiết căn gia công với lời chỉ dẫn: “làm theo bản vẽ”. Thông thường, các hãng đều đưa ra một bản liệt kê tỷ mỉ hơn gồm các bước mô tả từng nguyên công và chỉ rõ từng trạm công tác thực hiện nguyên công đó. Dù ở mức độ nào thì theo truyền thống, việc lập bản quy trình công nghệ để chế tạo vật làm là nhiệm vụ của người kỹ sư công nghệ hay kỹ sư chế tạo tại nhà máy. Trình tự của quy trình công nghệ phụ thuộc rất nhiều vào kinh nghiệm và sự xét đoán của người lập ra nó. Thiết lập ra một bản quy trình công nghệ hợp lý (tối ưu) cho từng chi tiết/ vật làm mới là nhiệm vụ của người kỹ sư công nghệ. Tuy nhiên, mỗi kỹ sư đều có ý kiến riêng của mình về việc thiết kế bản quy trình công nghệ đó như thế nào cho tốt nhất. Do vậy cũng sẽ có sự khác nhau về trình tự các nguyên công giữa các bản thiết kế. Hơn nữa, luôn có những khó khăn trong thủ tục lập quy trình công nghệ truyền thống. Các máy mới trong hãng thường phải thực hiện các bản quy trình công nghệ dưới mức tối ưu. Khi máy hỏng, cán bộ dưới xưởng phải sử dụng bản quy trình tạm thời, và sau đó nó lại trở thành văn bản chính thức ngay cả sau khi máy đã được sửa xong. Vì những lý do nói trên mà nhiều các bản quy trình công nghệ được dùng trong chế tạo đều không tối ưu.

2. Lập quy trình công nghệ tự động

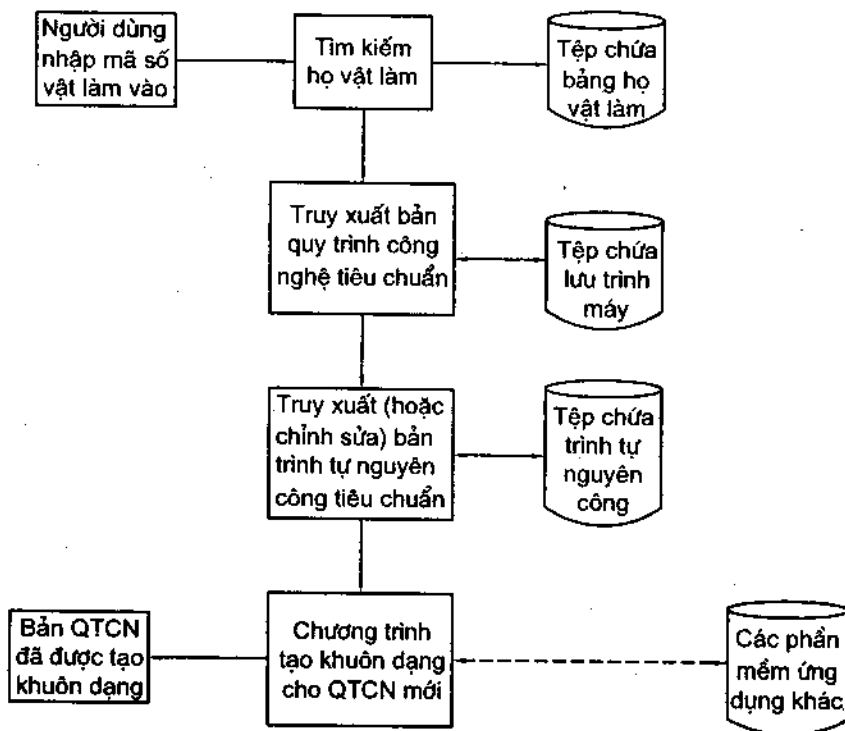
Do những vấn đề gặp phải khi lập quy trình công nghệ thủ công, nhiều năm qua người ta đã cố gắng cải thiện chức năng quan trọng này bằng cách nắm bắt tính logic, đầu óc phê phán và kinh nghiệm tích lũy được rồi kết hợp chúng vào chương trình máy tính. Trên cơ sở những đặc điểm của vật làm đã cho, chương trình đó sẽ tự động tạo ra trình tự các nguyên công chế tạo.

Một hệ lập quy trình công nghệ có máy tính trợ giúp sẽ là công cụ đầy tiềm năng để giảm nhẹ công việc văn phòng tẻ nhạt cho người kỹ sư công nghệ. Đồng thời nó còn tạo ra cơ hội lập nên các bản quy trình công nghệ hợp lý, nhất quán và tối ưu. Dưới đây chúng ta sẽ xem xét hai hệ như vậy, có tên là “hệ lập quy trình công nghệ khả truy” và “hệ quy trình công nghệ khả sinh”.

II- HỆ LẬP QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ KHẢ TRUY

Hệ này lấy hệ thống phân loại và đánh mã vật làm cũng như công nghệ nhóm làm nền tảng. Trong cách tiếp cận này, vật làm mà nhà máy cần sản xuất sẽ được nhóm lại thành từng *họ*, phân biệt nhau dựa trên các đặc điểm chế tạo. Mỗi họ được xây dựng một quy trình công nghệ tiêu chuẩn riêng. Các quy trình này được cất vào tệp (file) trong máy tính để sau đó sẽ được truy xuất ra phục vụ cho chi tiết mới có cùng đặc điểm với *họ* (vì thế được gọi là “*khả truy*”). Hệ phân loại và đánh mã vật làm cần có một hình thức nào đó để tổ chức thành tệp và cho phép truy xuất thuận lợi quy trình công nghệ tương ứng với vật làm cần thiết kế mới. Cũng có thể có những vật làm đòi hỏi phải chỉnh sửa lại quy trình công nghệ hiện hữu. Việc chỉnh sửa (edit) này xảy ra khi các yêu cầu chế tạo một vật làm mới hơi khác với tiêu chuẩn. Trình tự mà vật làm đó phải đi qua các máy có thể vẫn như vậy, nhưng các nguyên công cụ thể cần được thực hiện trên mỗi máy thì có thể thay đổi. Các nguyên công cần có cũng như trình tự các máy mà vật làm phải đi qua đều phải được biên soạn ra trong toàn bộ quy trình công nghệ. Do khả năng như vậy nên hệ này đôi khi còn được gọi là “hệ lập quy trình công nghệ khả biến”, hay nói gọn là “*hệ khả biến*”.

Hình 6.1 giới thiệu trình tự được sử dụng trong một hệ lập quy trình công nghệ khả truy. Đầu tiên, người dùng nhập mã vật làm vào máy tính thông qua bàn phím. Phần mềm lập quy trình công nghệ sẽ tìm đến tệp chứa bảng các họ vật làm để xác định xem mã ấy có khớp với một họ nào đó không. Nếu khớp, tức là họ đó có một mã trùng với mã số được nhập vào từ bàn phím, thì trình tự máy và trình tự nguyên công tiêu chuẩn được truy xuất ra từ các tệp tương ứng để hiển thị lên màn hình. Quy trình công nghệ tiêu chuẩn (mẫu) được người dùng xem xét để nếu cần thì có những chỉnh sửa (edit) cần thiết cho phù hợp với đặc điểm cụ thể của vật làm mới. Sau khi công việc chỉnh sửa hoàn tất, chương trình máy tính tạo khuôn dạng sẽ biên soạn quy trình này lên giấy theo một khuôn dạng thích hợp.



Hình 6.1. Dòng thông tin trong một hệ lập quy trình công nghệ khả truy

Nếu không thể tìm ra sự trùng hợp hoàn toàn giữa mã số của vật làm mới với một mã số nào có trong tệp máy tính, thì người dùng tìm kiếm trong máy tính tệp chứa bản lưu trình máy và tệp chứa trình tự nguyên công của những vật làm tương tự để lập quy trình công nghệ cho vật làm mới. Một khi bản quy trình công nghệ dùng cho vật làm mới đã được nhập vào máy tính thì nó sẽ trở thành bản quy trình tiêu chuẩn cho các vật làm cùng họ trong tương lai.

Trên hình 6.1, tệp chứa lưu trình máy tính được tách khỏi tệp chứa bảng họ vật làm để nhấn mạnh rằng lưu trình máy có thể áp dụng cho không chỉ một mà cho cả khoảng họ vật làm và mã số khác nhau. Việc tìm sự trùng hợp trong tệp chứa lưu trình máy dễ hơn là trong tệp chứa trình tự nguyên công. Một số hệ lập quy trình công nghệ khả truy thường sử dụng một tệp trong đó kết hợp tệp chứa trình tự nguyên công với tệp chứa lưu trình máy. Còn chương trình tạo khuôn dạng thì có thể sử dụng một số phần mềm ứng dụng khác nữa. Đó có thể là những phần

mềm tính toán điều khiển cắt, định mức lao động, định mức chi phí. Có thể sử dụng chương trình tính định mức chi phí để xác định tổng chi phí sản phẩm phục vụ cho mục đích tính giá thành.

Một số hệ lập quy trình công nghệ khả truy có máy tính trợ giúp hiện đã được ứng dụng như MIPLAN, CAPP, COMCAPP,... Dưới đây chúng ta sẽ dùng MIPLAN làm ví dụ minh họa cho các hệ nói trên.

Ví dụ 1. MIPLAN là một gói phần mềm dùng để lập quy trình công nghệ khả truy, chạy trên máy tính, gồm có nhiều môđun vận hành theo cách hội thoại người – máy.

Để chạy MIPLAN, người dùng có thể lựa một trong bốn tùy chọn khác nhau để tạo ra bản quy trình công nghệ đối với vật làm đã cho:

1. Khi lựa tùy chọn thứ nhất, người dùng sẽ phải nhập một mã số vật làm để truy xuất một bản quy trình công nghệ tiêu chuẩn từ trong máy tính ra sau đó chỉnh sửa theo yêu cầu. Để tạo ra mã số vật làm, người dùng có thể dựa vào hệ thống phân loại và đánh mã vật làm kiểu khả truy có tên MICLAS (xem mục IV – chương 5).

2. Với tùy chọn thứ hai, thông tin cần nhập vào là một mã số trùng với mã số đã có trong máy tính (không phải mã số chưa chắc có sẵn). Một quy trình công nghệ tương ứng sẽ được truy xuất ra và người dùng có thể dùng ngay, cũng có thể chỉnh sửa nó nếu cần.

3. Với tùy chọn này, người dùng có thể sử dụng mẫu soạn thảo có sẵn trong máy tính để phác thảo ra một bản quy trình công nghệ.

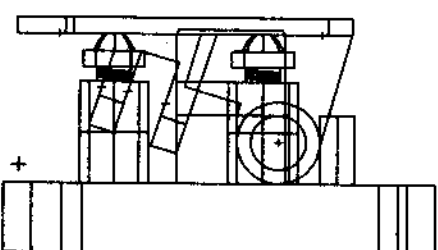
4. Với tùy chọn cuối cùng này, người dùng có thể gọi một bản thảo quy trình công nghệ (chưa hoàn thiện) trong máy tính ra để hoàn tất nó. Trường hợp này thường xảy ra khi phải dừng công việc giữa chừng để làm việc khác, người dùng cất tạm bản quy trình đang soạn vào máy để sau này gọi ra làm tiếp.

Sau khi bản quy trình công nghệ được hoàn tất bằng cách lựa chọn một trong bốn tùy chọn nói trên, máy tính sẽ in quy trình ra giấy để người dùng xem xét. Hình 6.2 là một bản in như vậy. Người dùng cũng có thể lưu trữ bản quy trình công nghệ đã hoàn tất (hoặc chưa hoàn tất như ở tùy chọn 4) vào tệp, hoặc xóa quy trình công nghệ có trong tệp khi không còn cần thiết.

ORGANIZATION FOR INDUSTRIAL RESEARCH, INC					FACILITY - F1		
PART NUMBER: A63799	S/O #	PRJ #	ORDER QTY	MINIMUM QTY	DUE DATES	PRI #	
PART NAME: SHAFT, ARM							
PLNG REV. 02 DWG REV 0	A34UB	45D3	1000	935	249	2	
PLANNER: ADAMS							
INSPECTIONS		CODE #: 1310-1181-2111-0000-0100-0000-0000-00					
#1	#2	#3	SPECIAL INSTRUCTIONS/HANDLING				
MFG	FHB						
ENG	PC		1/2" DIA MS-5000, H.R.STEEL (2" LGTHS)				
Q/A	AH						
OPER NO	MACH TOOL	OPERATION DESCRIPTION - ASSY INSTRUCTIONS			SETUP TIMES	PIECE TIMES	OPR
0010	5145	S/U COLLET			2.00	0.173	
		ROUGH TURN MACHINE PER TAPE NO. LS982A					
		0.44 DIA, BY 1.175 LENGTH					
		0.300 DIA, BY 0.8120 LENGTH					
		0.275 DIA, BY 0.4375 LENGTH					
		FINISH 3/64 GROOVES (TYP) AND CHEMFERS					
		0.270 DIA, BY 0.375 LENGTH					
		CHAMFER CUTOFF TO 1.906					
0015	1026	#2 CENTERS BOTH ENDES			0.25	0.004	
0020	9401	CARBURIZE AND HARDEN			0.50		
0030	4063	S/U BETWEEN CENTERS			1.25	0.0983	
		GREEN OD HOLD CONCENTRICITY					
		HOLD 0.4200 DIM, HOLD 0.2600 DIM					
		HOLD 0.2815 DIM, HOLD 0.2712 DIM					
0040	9501	BASS TO CLEAN				0.001	
0050	9201	CHROME PLATE PER PRINT			0.38		
0060	9805	FINAL INSPECT					

Hình 6.2. Một bản quy trình công nghệ được in từ phần mềm MIPLAN

Đồ hoạ máy tính cũng giúp nâng cao chất lượng và mở rộng khả năng của phần mềm MIPLAN. Hình 6.3 minh hoạ một phần khả năng này, trên đó cho thấy cách gá đặt dụng cụ (để gá kẹp) bên cạnh nguyên công cắt gọt tương ứng. Nhờ khả năng đồ hoạ của gói phần mềm mà quy trình công nghệ, bản vẽ chi tiết, quỹ đạo dao cắt và các thông tin khác đều được diễn đạt bằng hình ảnh, tạo thuận lợi cho việc truyền thông giữa các phân xưởng trong nhà máy.

PART NO: 190105		PART NAME: FRONT PLATE	PORMAT:
PLNG REV: 1		DWG REV: A	PLANNER: ADAMS
CODE #: 8798-3711-1189-3433-1400-0000-0000-00			
0040	5002		
		SET UP = 2.50	
		PIECE TIME = 0.350	

Hình 6.3. Một bản in quy trình công nghệ có đồ họa

III- HỆ LẬP QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ KHẢ SINH

Trong cách tiếp cận này, người lập quy trình sử dụng máy tính để tạo ra một quy trình công nghệ một cách tự động, không có sự can thiệp của con người. Máy tính sẽ sử dụng một bộ thuật toán để dẫn dắt qua các quyết định kỹ thuật cũng như logic khác nhau để đi đến một quy trình công nghệ chế tạo cuối cùng. Dữ liệu đầu vào là một bản mô tả đầy đủ về vật làm – có thể bằng cách sử dụng một dạng mã số vật làm để

tóm tắt đặc điểm về nó, nhưng không liên quan đến việc truy xuất bản quy trình tiêu chuẩn có trong máy. Thay vì việc đó, hệ lập quy trình công nghệ khả sinh trên máy tính sẽ tổng hợp ra một bản trình tự gia công tối ưu dựa trên sự phân tích về hình học vật làm, về vật liệu và các yếu tố khác có ảnh hưởng đến các quyết định chế tạo.

Trong một gói phần mềm lập quy trình công nghệ khả sinh lý tưởng, bản thiết kế vật làm nào cũng có thể đưa vào để tạo ra quy trình công nghệ tối ưu. Nhưng trên thực tế, các hệ thống lập quy trình công nghệ khả sinh hiện nay vẫn chưa có khả năng phổ quát, vạn năng như vậy. Chúng vẫn thiếu tính “khả sinh” thực sự, chỉ mới được thiết kế trong một phạm vi hạn chế về các quy trình gia công nhất định mà thôi.

Dưới đây chúng ta sẽ lấy gói phần mềm GENPLAN được thiết kế tại Công ty Lockheed-Georgia (Mỹ) để minh họa cho cách tiếp cận “khả sinh” trong lập quy trình công nghệ bằng máy tính.

Ví dụ 2. GENPLAN tuy gần gũi với một hệ lập quy trình công nghệ khả sinh, nhưng vẫn cần đến sự trợ giúp của người kỹ sư công nghệ để đưa ra một số quyết định về chế tạo. Mặt khác GENPLAN hiện có nhiều phiên bản (version) trong đó có phiên bản dùng cho chế tạo vật làm, phiên bản khác dùng cho lắp ráp, chúng tỏ nó chưa phải là gói phần mềm phổ quát.

Để chạy GENPLAN, người kỹ sư công nghệ dựa vào sơ đồ mã số do Lockheed thiết kế để nhập mã phân loại vật làm vào máy. Sau đó GENPLAN sẽ phân tích các đặc tính vật làm dựa trên mã số đã nhập (ví dụ hình dạng vật làm, vật liệu và các đặc điểm chế tạo khác có liên quan) để tổng hợp ra một bản quy trình công nghệ tối ưu. GENPLAN không lưu trữ các quy trình chế tạo tối ưu mà chỉ lưu trữ tính năng các máy công cụ, và chỉ dùng đến logic và khoa học công nghệ chế tạo mà thôi. Kết quả đưa ra là một tư liệu xác định trình tự các nguyên công, các máy công cụ tương ứng, và thời gian gia công tương ứng với các nguyên công đó. Hình 6.4 giới thiệu một bản quy trình công nghệ được tạo sinh trên máy tính do GENPLAN thực hiện. Thường một bản quy trình công nghệ nếu được lập theo lối thủ công phải mất nhiều giờ thì nói chung GENPLAN chỉ thực hiện trong 15 phút.

IV- LỢI ÍCH CỦA LẬP QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CÓ MÁY TÍNH TRỢ GIÚP

Dù thuộc hệ khả truy hay hệ khả sinh, lập quy trình công nghệ có sự trợ giúp của máy tính đều đem lại nhiều ưu điểm quan trọng so với lập quy trình công nghệ theo lối thủ công.

1. Hợp lý hoá quy trình

Soạn thảo tự động bằng máy tính chắc chắn làm cho các loại quy trình công nghệ nhất quán, logic và tối ưu hoá hơn soạn thảo theo kiểu thủ công. *Nhất quán hơn* bởi vì người lập quy trình công nghệ chỉ sử dụng cùng một phần mềm máy tính để soạn thảo, tránh được khuynh hướng sai khác rất lớn giữa các bản quy trình công nghệ do các kỹ sư công nghệ khác nhau soạn ra như đã nói ở mục I. *Logic hơn và tối ưu hoá hơn* vì kinh nghiệm và khả năng xét đoán của những chuyên gia chế tạo giỏi nhất, chắc chắn đã được hăng thiết kế phần mềm máy tính vận dụng vào trong sản phẩm của họ.

2. Năng suất của người lập quy trình công nghệ được tăng lên

Với việc lập quy trình công nghệ có sự trợ giúp của máy tính, công việc có tính văn phòng được giảm bớt, ít mắc lỗi hơn và người lập quy trình truy nhập được ngay vào cơ sở dữ liệu của quy trình công nghệ. Những lợi ích này dẫn đến nâng cao năng suất của người lập quy trình (có tài liệu nói rằng có thể tăng đến 600%).

3. Giảm thời gian hướng dẫn chế tạo

Làm việc với hệ lập quy trình công nghệ có máy tính trợ giúp, người lập quy trình có thể soạn thảo bản quy trình công nghệ chế tạo cho một chi tiết mới tốn ít thời gian hơn soạn thảo theo kiểu thủ công. Phần mềm lập quy trình công nghệ sử dụng văn bản tiêu chuẩn, tạo thuận lợi cho việc phổ biến quy trình công nghệ trong nhà máy.

4. Tính rõ ràng, dễ đọc của bản quy trình được nâng cao

Văn bản, tài liệu soạn thảo trên máy tính rõ ràng hơn, dễ đọc hơn so với soạn thảo theo kiểu thủ công. Phần mềm lập quy trình công nghệ

sử dụng văn bản tiêu chuẩn, tạo thuận lợi cho việc phổ biến quy trình công nghệ trong nhà máy.

5. Hợp nhất với các phần mềm ứng dụng khác

Có thể thiết kế phần mềm lập quy trình công nghệ sao cho kết hợp được với các gói phần mềm khác để tự động hoá một số chức năng hỗ trợ chế tạo tốn nhiều thời gian. Chúng ta sẽ xem xét hai trong số chức năng đó: dữ liệu chế tạo và định mức lao động (thời gian) trong mục V và mục VI.

V- CÁC HỆ CƠ SỞ DỮ LIỆU CHẾ TẠO

Trong phân xưởng gia công, bản quy trình công nghệ nên có phần lựa chọn các điều kiện cắt, là những thông số sẽ được dùng đến trong các nguyên công cắt gọt. Đó là tốc độ cắt, lượng chạy dao và chiều sâu cắt. Chiều sâu cắt thường được định trước, dựa theo hình dạng vật làm và trình tự nguyên công. Do đó vấn đề còn lại là xác định sự phối hợp tốc độ cắt và lượng chạy dao sao cho thoả đáng.

1. Xác định vấn đề

Mục tiêu của một hệ dữ liệu chế tạo là nhằm phục vụ cho việc lựa chọn tốc độ cắt và lượng chạy dao, khi đã biết các đặc điểm vận hành sau đây:

- Loại nguyên công cắt gọt.
- Loại máy công cụ.
- Dụng cụ cắt.
- Vật làm.
- Các thông số vận hành khác, ngoài tốc độ cắt và lượng chạy dao.

Có thể đánh giá tầm quan trọng của vấn đề một cách đầy đủ nhất bằng cách cân nhắc trước vô số thông số khác nhau vốn có trong năm đặc điểm nêu trên. Bảng 6.1 giới thiệu một phần danh sách các thông số đó.

Bảng 6.1. CÁC ĐẶC TÍNH CỦA MỘT NGUYÊN CÔNG CẮT GỌT

1. *Loại nguyên công cắt gọt:*
 - Loại gia công – tiện, phay, bào, khoét lỗ, làm ren, mài, v.v...
 - Gia công thô, gia công tinh.
2. *Các thông số máy công cụ:*
 - Kích thước và độ cứng vững.
 - Công suất (cv, kW).
 - Các cấp tốc độ cắt và lượng chạy dao.
 - Máy truyền thống hay NC.
 - Độ chính xác và chuẩn xác.
 - Các số liệu về thời gian vận hành.
3. *Dụng cụ cắt:*
 - Vật liệu làm dao (thép gió, thép hợp kim, gốm, v.v...).
 - Thành phần hoá học hoặc hợp chất của vật liệu làm dao.
 - Cơ-lý tính của vật liệu làm dao (độ cứng, độ chịu mòn,...).
 - Loại dao (lưỡi đơn, mũi khoan, dao phay,...).
 - Hình học dao (bán kính mũi dao, góc sát, góc thoát, số răng,...).
 - Các số liệu về giá tiền của dao.
4. *Các đặc tính của vật làm:*
 - Vật liệu – loại cơ bản hay phẩm chất đặc biệt.
 - Độ cứng và độ bền của vật liệu vật làm.
 - Hình dáng và kích thước hình học vật làm.
 - Dung sai.
 - Độ bóng bề mặt.
 - Điều kiện ban đầu của bề mặt vật làm.
5. *Các tham số vận hành khác, ngoài tốc độ cắt và lượng chạy dao:*
 - Chiều sâu cắt.
 - Chất làm nguội (nếu có).
 - Độ cứng của vật làm.
 - Đồ gá và dụng cụ kẹp được dùng.

Các phương pháp giải quyết bài toán lựa chọn tốc độ và lượng chạy dao gồm có:

1. Dựa vào kinh nghiệm và trí phán đoán của người lập quy trình, đốc công hay người vận hành máy.
2. Các lời khuyên trong sổ tay (công nghệ, vận hành,...).
3. Các hệ dữ liệu về chế tạo máy được máy tính hoá.

Dựa vào kinh nghiệm và trí phán đoán của một cá nhân duy nhất là cách tiếp cận kém tính hệ thống nhất và có nguy cơ rủi ro nhất. Rủi ro nằm ngay trong việc bỏ qua ý kiến những người đã có nhiều năm kinh nghiệm thực tế dưới xưởng. Óc phán đoán cá nhân cũng không phải là điều mong muốn vì nó thường không có một nền tảng khoa học vững chắc. Hơn nữa các điều kiện cắt dựa vào kinh nghiệm cá nhân thường không xuất phát từ các chỉ tiêu kinh tế.

Các lời khuyên trong sổ tay được đúc kết từ kinh nghiệm của không chỉ một cá nhân. Các sổ tay chế tạo máy nói chung đều được viết dựa trên những phân tích có hệ thống một khối lượng lớn các dữ liệu chế tạo. Những khuyến nghị về gia công cắt gọt thường dựa trên các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm mà mục tiêu của chúng là xác định tốc độ cắt và lượng ăn dao.

Mặc dù cách tiếp cận dùng sổ tay ưu việt hơn hẳn so với dựa vào óc phán đoán cá nhân, nhưng nó cũng thường mang một số khiếm khuyết khi được áp dụng vào hoàn cảnh cụ thể của một công ty. Trước hết đó là vì các khuyến nghị trong sổ tay thường có khuynh hướng bảo thủ, theo nghĩa tốc độ cắt và lượng ăn dao đều dựa trên những điều kiện xấu nhất. Thứ hai, sổ tay chỉ là tài liệu hướng dẫn chung, có thể không trùng khớp với dây chuyền sản xuất và thiết bị của một xưởng máy cụ thể. Thứ ba, việc sử dụng sổ tay thường không tương hợp với vấn đề tự động lập quy trình công nghệ trong đó sử dụng cơ sở dữ liệu dùng cho máy tính.

2. Cơ sở dữ liệu chế tạo máy dùng cho máy tính (được máy tính hoá)

Để khắc phục những khó khăn nói trên, người ta đã nghiên cứu thiết kế các hệ cơ sở dữ liệu chế tạo máy dùng cho máy tính. Các tính toán, nghiên cứu đầu tiên xuất hiện từ những năm đầu thập niên 60 của thế kỷ trước và hiện vẫn được nghiên cứu. Một số hãng đã tự thiết kế lấy cơ sở dữ liệu cho phù hợp với yêu cầu riêng của mình. Tầm quan trọng của các hệ cơ sở dữ liệu này ngày càng tăng cùng với sự gia tăng ứng dụng máy NC và yêu cầu kinh tế để vận hành các máy NC đó sao cho có hiệu quả nhất. Tầm quan trọng này sẽ còn tiếp tục tăng với sự phát triển của các cơ sở dữ liệu chế tạo máy tích hợp.

Có thể chia các hệ cơ sở dữ liệu chế tạo máy dùng cho máy tính làm hai loại:

- Các hệ cơ sở dữ liệu,
- Các hệ mô hình toán học.

a) Các hệ cơ sở dữ liệu

Các hệ này đòi hỏi thu thập và lưu trữ một lượng lớn dữ liệu thực nghiệm từ phòng thí nghiệm và kinh nghiệm từ phân xưởng. Cơ sở dữ liệu được bảo quản trong các tệp máy tính để có thể truy nhập từ các thiết bị tin học ở xa, hoặc in ngay ra giấy. Hình 6.5 là một bản in điển hình.

Để thu thập dữ liệu chế tạo máy phục vụ cho cơ sở dữ liệu, các thực nghiệm cắt gọt được thực hiện trên những điều kiện khả thi. Thông thường các thực nghiệm đó được tiến hành tại phòng thí nghiệm. Tuy vậy nhiều hệ cơ sở dữ liệu chế tạo máy cũng cho phép đưa các số liệu thực tế dưới xưởng vào các tệp cơ sở dữ liệu. Với mỗi bộ điều khiển, việc tính toán lại được thực hiện để xác định chi phí vận hành. Không chỉ tính toán tổng chi phí cho một chi tiết, mà các thành phần cấu thành tổng chi phí cũng được tính toán tỷ mỉ. Hình 6.5 cho thấy rõ điều đó.

COST AND PRODUCTION RATE FOR TURNING THROWAWAY CARBIDE TOOLS

DATA- SET NO	WORK MATERIAL	HARD-TOOL- NESS MATL	CUT- SPD F/M	FEED IN/REV	TOOL- LIFE MIN	FEED-RAPD COST-TRAV	LOAD- UNLD	SET INST	HLD- DEPR	INSERT- COST	TOTAL-PROD- COST \$/PC	PC/HR	
16	AISI 4340	515 C-8	300	0.0100	8	0.87	0.04	0.34	0.15	0.04	0.00	1.58	6.1
17	AISI 4340	515 C-8	200	0.0100	30	1.30	0.04	0.34	0.15	0.01	0.00	1.91	4.8
18	AISI 4340	515 C-8	150	0.0100	48	1.74	0.04	0.34	0.15	0.01	0.00	2.33	3.9
19	VASJET1000	52RC C-8	162	0.0100	15	1.61	0.04	0.34	0.15	0.04	0.00	2.32	4.0
20	VASJET1000	52RC C-8	133	0.0100	30	1.96	0.04	0.34	0.15	0.02	0.00	2.60	3.6
21	VASJET1000	52RC C-8	110	0.0100	45	2.37	0.04	0.34	0.15	0.02	0.00	2.99	3.0
22	VASJET1000	52RC C-8	95	0.0100	60	2.74	0.04	0.34	0.15	0.01	0.00	3.36	2.7
23	250 MARAGE	53RC C-3	345	0.0100	5	0.75	0.04	0.34	0.15	0.06	0.00	1.53	6.6
24	250 MARAGE	53RC C-3	315	0.0100	15	0.82	0.04	0.34	0.15	0.02	0.00	1.45	6.4
25	250 MARAGE	53RC C-3	275	0.0100	35	0.94	0.04	0.34	0.15	0.01	0.00	1.53	5.9

Hình: 6.5. Khung dạng một bản in điển hình từ một hệ cơ sở dữ liệu chế tạo máy dùng cho máy tính.

Các phép tính dựa trên quan niệm truyền thống về kinh tế chế tạo máy cho rằng tổng chi phí cho một chi tiết là tổng các chi phí thành phần, biểu diễn bởi công thức:

$$C_{ct} = C_0 T_m + C_0 T_{nc} + \frac{T_m}{T} (C_d + C_0 T_{td}) \dots \quad (6.1)$$

trong đó: C_{ct} – chi phí cho một chi tiết, đồng/chi tiết;

C_0 – chi phí cho vận hành máy cắt (công nhân, máy và phụ trội khả dụng), đồng/phút;

T_m – thời gian máy, phút;

T_{nc} – thời gian nâng chuyển vật liệu, phút;

T – tuổi thọ dụng cụ cắt, phút;

C_d – chi phí về dao cắt, đồng/lưỡi cắt;

T_{td} – thời gian thay dao, phút.

(*Ghi chú:* Đơn vị tiền tệ ở đây tính theo VND, trong hình 6.5 tính theo USD).

Tổ chức của một hệ cơ sở dữ liệu điển hình gồm các tệp dữ liệu không khác biệt với cách sắp xếp của bảng 6.1. Để truy nhập vào các tệp này, người dùng phải nhập vào máy các yêu cầu về loại nguyên công cắt gọt, vật liệu vật làm, dao cụ, v.v... Máy tính sẽ in ra một danh sách gồm các khuyến nghị tương ứng với các yêu cầu đã đưa vào.

b) Các hệ mô hình toán học

Các hệ này tiến xa hơn một bước so với các hệ cơ sở dữ liệu. Thay vì chỉ đơn giản truy xuất thông tin về chi phí cho các nguyên công đã thực hiện, các hệ mô hình toán học tìm cách dự đoán các điều kiện cắt tối ưu cho một nguyên công. Việc dự đoán này chỉ hạn chế ở tốc độ cắt tối ưu ứng với một lượng chạy dao đã cho trước. Sự tối ưu đó được xác định dựa trên mục tiêu chi phí nhỏ nhất hoặc năng suất cao nhất.

Một mô hình toán thông dụng để dự đoán tốc độ cắt tối ưu dựa trên công thức tính tuổi thọ dao của Taylor:

$$VT^n = C, \quad (6.2)$$

trong đó V – tốc độ tiếp tuyến, m/s;

T – tuổi thọ dao, phút;

C và n – các hằng số.

Kết hợp hai công thức (6.1) và (6.2) đồng thời để ý rằng thời gian máy T_m tỷ lệ nghịch với tốc độ cắt V , ta thu được công thức tính tốc độ cắt mà ở đó chi phí là nhỏ nhất như sau:

$$V_{\min} = \frac{C}{\left(\frac{1-n}{n} \cdot \frac{C_o T_{td} + C_d}{C_o} \right)^n} \quad (6.3)$$

Tương tự, tốc độ cắt mà ở đó năng suất là cao nhất:

$$V_{\max} = \frac{C}{\left(\frac{1-n}{n} T_{td} \right)^n} \quad (6.4)$$

Hai công thức (6.3) và (6.4) hoặc các công thức tương tự, được dùng để xác định các khuyến nghị gần với các điều kiện cắt tối ưu.

Điểm yếu nhất của các mô hình toán là ở chỗ xử lý công thức tính tuổi thọ dao của Taylor, tức là công thức (6.2). Đây là một công thức kinh nghiệm, xuất phát từ các số liệu thực nghiệm chứa đựng nhiều sai số ngẫu nhiên. Những biến số ngẫu nhiên này làm sai lệch độ chuẩn xác của các công thức (6.3) và (6.4). Ngoài ra, còn có sự thiếu tin cậy khi ngoại suy công thức Taylor ngoài phạm vi mà các số liệu thực nghiệm thu thập được.

Ví dụ 2. Một hệ cơ sở dữ liệu chế tạo máy dùng cho máy tính, được xây dựng tại Abex Corp, Mỹ. Hệ gồm có năm tệp dữ liệu để lưu trữ các số liệu chế tạo máy cần cho các phép tính.

1. Dữ liệu máy công cụ (tệp DB100): Chứa danh hiệu máy, công suất, tốc độ cắt và lượng chạy dao.

2. *Các điều kiện cắt gọt cơ bản (tệp DB200)*: Chứa các điều kiện cắt cơ bản đối với một số loại vật liệu và dao cacbit được xê măngtit hoá.

3. *Dữ liệu thực nghiệm (tệp DB300)*: Chứa kết quả thực nghiệm thu được từ phòng thí nghiệm để bổ sung cho tệp DB200. Số liệu có trong ngân hàng thực nghiệm gồm: loại nguyên công, dao cụ, vật liệu của vật làm, các điều kiện cắt, độ bóng bề mặt quan sát được và tuổi thọ của dao.

4. *Dữ liệu thu được tại phân xưởng (DB400)*: Chứa kết quả thu được từ thực tế sản xuất. Dữ liệu chứa trong DB400 cũng giống như trong DB300, chỉ khác là lấy từ phân xưởng, không phải từ phòng thí nghiệm.

5. *Dữ liệu chi phí của nhà máy (DB500)*: Chứa các thông số về chi phí, để tính chi phí trên một vật làm và tính các điều kiện tối ưu.

Đầu vào của phần mềm gồm: dữ liệu về vật làm, chiều sâu cắt, yêu cầu độ bóng bề mặt, cùng các dữ liệu khác liên quan tới vận hành phải soạn thảo trình tự gia công trước khi sử dụng phần mềm này). Khi chạy phần mềm, máy tính tìm kiếm các tệp dữ liệu và tiến hành tính toán để xác định các điều kiện cắt gọt nên theo. Hình 6.6 giới thiệu một bản in do máy tính đưa ra. Chú ý rằng nếu tìm được DB400, máy tính sẽ đưa ra lời khuyến nghị dựa trên tệp này. Nếu không có DB400, máy sẽ tìm đến DB300 và đưa ra khuyến nghị dựa trên DB300. Nếu không, nó sẽ tìm đến DB200 để trên cơ sở tệp này đưa ra khuyến nghị về tốc độ cắt và lượng chạy dao nên dùng.

MACHINABILITY ANALYSIS - COST SUMMARY AND CUTTING CONDITION DETAILS

PART NO. 03189-T

OPER NO 100

DATE 03/

MATERIAL DESCRIPTION - 4340S

0.06 HPCUM

OPERATION NAME - TURN

CUT DETAIL \$ - DIAMETER - 3.5000 LENGTH - 19.0000 DEPTH - 0.100

FINISH - 125 RMS

CALCULATIONS										SHOP DATA			
CUT	CUT	FEED	FEED	TOOL	WORK	TOOL DESCRIPTION	USING	SIZE	BURF	TIP	MACH	TOTAL	PROD
SPEED	SPEED	RATE	RATE	LIFE	DIAM	OP --- TH --- RAK --		TOLER	FIN	COST	COST	COST	RATE
RPM	SFPM	IPR	IPM	MIN	IN	--MATL-- NIR --LA		IN	URMS	\$/100	\$/100	\$/100	HRS/100
448	470	0.010	4.48	15	4.000	11 78 0103P0600		0.005	125	0.19	83.54	125.61	0.15
381	400	0.010	3.81	30	4.000	11 78 0103P0600		0.005	125	0.11	74.86	128.33	9.71
343	360	0.010	3.43	45	4.000	11 78 0103P0600		0.005	125	0.08	62.06	133.52	10.36
310	325	0.010	3.10	60	4.000	11 78 0103P0600		0.005	125	0.07	51.90	140.96	11.25
MINIMUM COST CONDITIONS										DATA			
512	470	0.010	5.12	15	3.500	11 78 0103P0600		0.005	125	0.19	83.54	125.61	9.15
MACH	NO.	APPR	RPD TRV	LOAD	LOAD	SETUP	SETUP	TIME	COST	MIN	\$/100	3.14	
OVHD	CUTS	TO WRK	COST	TIME	MIN	\$/100	MIN	21.0	3.14				
0.15	1	4.0	4.05	2.3	34.48								
MACHINE GROUPS - GROUP NO.										MACHINE DESCRIPTION			
										WARNER AND SWASEY NO. 2A TURRET LATHE 15			
										MACH HP			
										10.500			
1	RPM-	321 FPR-	0.0110 IPM-	3.53 HRS/100-				9.48					
2	RPM-	438 FPR-	0.0110 IPM-	4.82 HRS/100-				7.00					
3	RPM-	600 FPR-	0.0110 IPM-	6.59 HRS/100-				5.18					

Hình 6.6. Một bản in kết quả chạy phần mềm cơ sở dữ liệu chế tạo máy tại Abex Corp

VI- ĐỊNH MỨC THỜI GIAN TRÊN MÁY TÍNH

Có thể định nghĩa phép đo lao động là sự triển khai một bản định mức thời gian nhằm chỉ ra giá trị của một tác vụ. Có nhiều mục đích khác nhau khi dùng đến phép đo lao động, trong đó có:

- Khích lệ tiền lương.
- Dự toán và đánh giá việc làm.
- Tiến độ sản xuất, lập quy hoạch khả năng sản xuất.
- Đo hiệu suất của công nhân.

Phép đo lao động liên quan đến việc lập quy trình công nghệ, vì trong một hệ thống lập quy trình công nghệ được tổ chức tốt thì từng nguyên công có trong bản quy trình đó đều phải được định mức thời gian.

Việc xác định định mức thời gian trong chế tạo cơ khí gồm có các phương pháp sau đây:

1. Nghiên cứu thời gian trực tiếp.
2. Sử dụng số liệu định mức.
3. Các hệ định mức thời gian tiền định.
4. Ước lượng theo kinh nghiệm.
5. Lập mẫu lao động.

Cho đến nay, nghiên cứu thời gian trực tiếp là phương pháp thường được sử dụng nhiều nhất (ước tính có đến 46% định mức thời gian được xây dựng theo phương pháp này). Đây là phương pháp liên quan tới việc theo dõi trực tiếp công việc, bấm giờ các yếu tố trong một chu kỳ làm việc bằng đồng hồ bấm giờ, đánh giá hiệu năng vận hành, áp dụng các khấu hao cần thiết và tính toán thời gian định mức công việc.

Phương pháp nghiên cứu thời gian trực tiếp có một số nhược điểm sau đây:

- Công nhân thường bất đồng với cách xếp loại hiệu năng vận hành.

- Chỉ có thể thiết lập được định mức thời gian khi công việc đó được tiến hành, cũng có nghĩa là thời gian dưới xưởng bị lãng phí cho đến khi định mức được thiết lập.

- Có sự khác nhau giữa các định mức phụ thuộc vào những người nghiên cứu ra chúng.

- Người nghiên cứu định mức tốn nhiều thời gian để nghiên cứu và tính toán.

- Mặc dù đa số công việc được thực hiện trong cùng một nhà máy đều tương tự nhau, tuy nhiên thủ tục bấm giờ để nghiên cứu vẫn phải được áp dụng cho tất cả công việc mới (tất nhiên việc này còn phụ thuộc vào các điều khoản trong thoả ước giữa người quản lý và người lao động).

Những năm gần đây nhiều gói phần mềm dùng cho định mức lao động đã được giới thiệu trên thị trường. Mục đích những gói phần mềm này là giảm thời gian lập định mức lao động và khắc phục một số nhược điểm vốn có trong phương pháp nghiên cứu thời gian trực tiếp. Ngoài ra, các gói phần mềm đó còn cung cấp cơ sở dữ liệu chế tạo máy dựa trên định mức thời gian vận hành, dữ liệu về chi phí theo tiêu chuẩn, thông tin về dao cụ, các chỉ dẫn về công việc, v.v...

Các hệ định mức chạy trên máy tính đều dựa trên bộ *dữ liệu tiêu chuẩn* chứa trong các tệp. Thuật ngữ “dữ liệu tiêu chuẩn”, trong ngữ cảnh phép đo lao động được hiểu là các giá trị thời gian đã được xác định trước đây, tương ứng với các yếu tố (hay một nhóm các yếu tố) công việc cụ thể. Các yếu tố này bao gồm nhiều loại, kể cả lao động sản xuất thủ công trong nhà máy. Ví dụ, trong vận hành máy tiện, vật làm cần được đưa vào và lấy ra khỏi máy. Thời gian cần để đưa vật làm vào máy (hoặc lấy ra) phụ thuộc vào trọng lượng và cấu hình của vật làm đó, cách gá kẹp nó lên máy như thế nào v.v... Có thể xây dựng dữ liệu tiêu chuẩn để chỉ ra thời gian cần cho việc đưa vật làm lên máy cùng các yếu tố công việc khác trong chu kỳ vận hành. Thời gian chi phí cho từng yếu tố phụ thuộc vào đặc trưng của công việc (trọng lượng và kích thước vật làm, máy công cụ, v.v...). Máy tính lưu trữ các yếu tố thời gian này vào một tệp dữ liệu hay vào một dạng công thức toán học. Để sử dụng gói phần mềm, người nghiên cứu về chi phí thời gian phải phân tích công việc cần định thời gian bằng cách chia công việc đó thành các yếu tố và xác định các đặc trưng của nó cho từng

yếu tố. Sau đó máy tính sẽ truy xuất từ tệp, hoặc tính toán các yếu tố thời gian, tổng thời gian và áp các khấu hao cần thiết vào để xác định thời gian tiêu chuẩn cho toàn bộ chu kỳ.

Sử dụng hệ phần mềm máy tính để tạo ra các tiêu chuẩn thời gian có những ưu điểm sau đây:

- Giảm thời gian cần thiết để xây dựng tiêu chuẩn.
- Chuẩn xác hơn và các tiêu chuẩn thời gian có tính đồng nhất cao.
- Dễ bảo trì các phương pháp và các tệp tiêu chuẩn khi có sự thay đổi về mặt công nghệ và về phương pháp.
- Loại bỏ được bước xếp loại năng suất dễ gây tranh cãi.
- Các tiêu chuẩn thời gian thường được xác lập trước khi bước vào sản xuất.
- Cải thiện được cơ sở dữ liệu chế tạo máy dùng cho công tác lập kế hoạch và tiến độ sản xuất, dự đoán nhu cầu lao động, kiểm tra dao cụ, v.v...

Hiện đã có nhiều gói phần mềm thương phẩm trong lĩnh vực định mức lao động. Ví dụ 4 dựa trên tài liệu quảng cáo về gói phần mềm 4M DATA của MTM Association có trụ sở Fair Laun, New Jersey (Mỹ).

Ví dụ 4. Gói phần mềm 4M DATA là một hệ đo lao động chạy trên máy tính, áp dụng các định mức thời gian tiến định của MTM-1. Chuyển động trong MTM-1 là chuyển động của vật thể cơ bản được dùng trong các thao tác thủ công. Khoảng 90% công việc thực hiện bằng tay trong công nghiệp điển hình là các chuyển động REACH (áp sát), GRASP (kẹp chặt), MOVE (di chuyển), POSITION (định vị) và RELEASE (tháo ra). Các chuyển động này có thể kết hợp với hai nhóm chuyển động GET (lấy) và PLACE (đặt). Ký hiệu đặc biệt của hai nhóm chuyển động này chuyển tải dữ liệu cần thiết cho chương trình máy tính 4M để tính ra các giá trị định mức thời gian thích hợp. Bên cạnh hai nhóm chuyển động của GET và PLACE, chương trình máy tính cũng nhận ra các chuyển động khác của MIT-1 với các biến tương ứng của chúng. Người nghiên cứu định mức có thể xây dựng định mức thời gian cho một chu trình thao tác thủ công bằng cách gọi thành phần cần thiết trong gói phần mềm 4M DATA.

BÀI TẬP CHƯƠNG 6

1. Xây dựng một sơ đồ phân loại và đánh mã vật làm gồm không quá bốn ký hiệu để có thể đánh mã một cách đơn nhất các kiểu phối hợp có thể có về các thuộc tính của vật làm tổng hợp trên hình 5.12 (tham khảo bài tập 3 – chương 5). Lập một bản danh sách gồm các nguyên công cắt gọt cần thiết để tạo ra từng thuộc tính của vật làm. Sử dụng sơ đồ đánh mã và danh sách các nguyên công, hãy viết một chương trình máy tính để lập quy trình công nghệ tự động kiểu khả truy. Nên viết chương trình theo kiểu tương tác, người dùng nhập vào mã số của vật làm và chương trình tạo ra danh sách các nguyên công theo một trình tự chính xác để gia công vật làm đã cho.
2. Áp dụng công thức Taylor – công thức (5.2), để xác định tuổi thọ dao trong nguyên công tiện, với lượng chạy dao 0.3 mm/vòng, chiều sâu cắt 2mm. Cho biết ứng với vật liệu vật làm và dao trong trường hợp này, ta có $C = 1000$, $n = 0.25$. Đồng thời cho trước các số liệu sau đây:
 1. Chi phí máy và nhân công: 4.000 đồng/phút.
 2. Chi phí dao: 6.000 đồng/lưỡi cắt.
 3. Thời gian thay dao: 1.5 phút.
 4. Đường kính vật làm: 100 mm.
 5. Chiều dài vật làm: 450 mm.
 6. Thời gian nâng – chuyển vật làm: 4 phút.Viết một chương trình máy tính để thực hiện các phép tính cần thiết và in ra kết quả theo khuôn dạng chung như ở hình 6.5. Vật liệu vật làm là thép 45 (C45), độ cứng 410 – 420 HB. Dao thép gió. Sử dụng các tốc độ cắt sau đây để xây dựng bảng kết quả đầu ra: 120; 150; 165; 180; 195 và 210 m/phút. Các thành phần chi phí cần được tách riêng như đã làm với công thức (6.1).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vũ Hoài Ân
Nền sản xuất CNC
NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2003.
- [2] Nguyễn Bin, Phan Hữu Phúc
CAD/CAM trong công nghệ hoá chất và thực phẩm
Đại học Bách Khoa, Hà Nội, 1998
- [3] Trần Văn Địch
Công nghệ trên máy CNC
NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2000.
- [4] Tạ Duy Liêm
Máy công cụ CNC
NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2001.
- [5] Phan Hữu Phúc
CAD/CAM – Thiết kế chế tạo có máy tính trợ giúp
NXB Giáo dục, Hà Nội, 2000.
- [6] Trần Doãn Tiến
Tự động điều khiển các quá trình công nghệ
NXB Giáo dục, Hà Nội, 1998.
- [7] Allan JJ.
A Survey of Industrial Robots
Productivity International Inc., Dallas, Tex., 1980.
- [8] Carl Machover (& others)
The CAD/CAM Handbook
McGraw-Hill, New York, 1995.

- [9] Tien–Chien Chang, Richard A. Wysk, Hsu–Pin Wang
Computer – Aided Manufacturing
Second edition, Prentice Hall, International Series in Industrial and System Engineering, 1998.
- [10] Engenberger JF.
Robotics in Practice
AMACOM (Americal Management Associtations), New York, 1980.
- [11] Groover MP
Automation, Production System, and computer – Aided manufacturing
Prentice–Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1980.
- [12] Mikell P. Groover, Emory W – Zimmers Jr.
CAD/CAM – Computer – Aided Design and Manufacturing
Prentice Hall, of India Private Limited, New Delhi, 1987.
- [13] TK Kundra, PN Rao, NK Tewari
Numerical control and computer – Aided Manufacturing
Tata McGraw – Hill Publishing Company Ltd, New Delhi, 1987.
- [14] Reberts AD., Prentice RC.
Programming for Numerical Control Machines, 2nd edition.
McGraw – Hill Book Company, New York, 1978.
- [15] John Stark
Managing CAD/CAM – Implementation, Organization and Integration
McGraw – Hill Book Company, USA, 1988.

MỤC LỤC

Lời nói đầu.....	3
Chương 1. Điều khiển số truyền thống.....	5
I- Giới thiệu.....	5
II- Các thành phần cơ bản một hệ NC	7
III- Trình tự của máy NC	12
IV- Hệ tọa độ trong NC.....	14
V- Các hệ điều khiển chuyển động của NC.....	17
VI- Ứng dụng của điều khiển số.....	21
VII- Ý nghĩa kinh tế của điều khiển số.....	24
Câu hỏi ôn tập chương 1	27
Chương 2. Lập trình vật làm cho máy NC.....	28
I- Giới thiệu.....	28
II- Bảng có đục lỗ dùng cho máy NC.....	28
III- Khuôn dạng băng và mã hoá chương trình trên băng.....	30
IV- Lập trình vật làm theo kiểu thủ công	32
V- Lập trình vật làm có máy tính trợ giúp.....	35
VI- Đồ hoạ tương tác với hệ lập trình trên hệ cad/cam.....	42
VII- Lập trình vật làm NC bằng âm thanh.....	49
VIII- Nhập dữ liệu theo kiểu thủ công	51
Câu hỏi ôn tập và bài tập chương 2	52

Chương 3. Điều khiển bằng máy tính trong NC.....	55
I- Mở đầu.....	55
II- Một số vấn đề đối với NC truyền thống.....	56
III- Công nghệ của bộ điều khiển NC.....	57
IV- Điều khiển số bằng máy tính – CNC	60
V- Điều khiển số trực tiếp – DNC	65
VI- Các hệ DNC/CNC phối hợp	73
VII- Các hệ thống cắt gọt điều khiển thích nghi.....	74
VIII- Các khuynh hướng và những phát triển mới trong NC	83
IX- Các hệ chế tạo mềm dẻo	88
X- Rôbôt học.....	88
Chương 4. Công nghệ rôbôt.....	89
I- Giới thiệu.....	89
II- Cấu hình vật lý của rôbôt công nghiệp	90
III- Các chuyển động cơ bản của rôbôt công nghiệp.....	94
IV- Các đặc điểm kỹ thuật khác.....	96
V- Lập trình cho rôbôt công nghiệp.....	101
VI- Các ngôn ngữ lập trình rôbôt	103
VII- Phân tử chấp hành cuối.....	108
VIII- Điều khiển trạm công tác và khoá liên động	110
IX- Các bộ cảm biến rôbôt.....	113
Bài tập chương 4.....	115
Chương 5. Công nghệ nhóm	118
I- Giới thiệu.....	118
II- Họ vật làm	120
III- Phân loại và đánh mã vật làm.....	123
IV- Một số hệ thống phân loại và đánh mã vật làm	126
V- Phòng máy bố trí theo công nghệ nhóm	135
VI- Lợi ích của công nghệ nhóm	138
Bài tập chương 5.....	142

Chương 6. Lập quy trình công nghệ có máy tính trợ giúp.....	143
I- Chức năng của lập quy trình công nghệ.....	143
II- Hệ lập quy trình công nghệ khả truy.....	145
III- Hệ lập quy trình công nghệ khả sinh	149
IV- Lợi ích của lập quy trình công nghệ có máy tính trợ giúp.....	152
V- Các hệ cơ sở dữ liệu chế tạo	153
VI- Định mức thời gian trên máy tính	162
Bài tập chương 6.....	165
Tài liệu tham khảo	166

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI

Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung:

Chủ tịch HĐQT kiêm Giám đốc Công ty CP Sách ĐH – DN TRẦN NHẬT TÂN

Biên tập nội dung và sửa bản in:

BÙI MINH HIỂN

Trình bày bìa:

BÙI QUANG TUẤN

Chế bản:

TRẦN THỊ PHƯƠNG

GIÁO TRÌNH CAD/CAM

Mã số : 7K690M7 – DAI

In 1.000 cuốn (QĐ 83), khổ 16 x 24. In tại Nhà in Hà Nam.

Địa chỉ : Số 29, QL 1A, P. Quang Trung, TX. Phủ Lý, Hà Nam.

Số ĐKKH xuất bản : 125 – 2007/CXB/9 – 142/GD.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 10 năm 2007.



**CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ
HEVOBCO**

25 HÀN THUYỀN – HÀ NỘI

Website : www.hevobco.com.vn



VƯƠNG MIỀN KIM CƯƠNG
CHẤT LƯỢNG QUỐC TẾ

TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO MÔN TIN HỌC CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

- | | |
|---|--|
| 1. Giáo trình Vẽ cơ khí với AutoCAD 2004 | <i>Chu Văn Vượng</i> |
| 2. Giáo trình Lập trình Pascal (TCCN) | <i>Thạc Bình Cường - Lê Quốc Trung</i> |
| 3. Giáo trình Thiết kế Web (TCCN) | <i>Thạc Bình Cường</i> |
| 4. Giáo trình Hướng dẫn sử dụng Photoshop (TCCN) | <i>Nguyễn Phú Quảng</i> |
| 5. Giáo trình Cad/Cam | <i>TS. Phan Hữu Phúc</i> |

Bạn đọc có thể mua tại các Công ty Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương hoặc các Cửa hàng của Nhà xuất bản Giáo dục :

Tại Hà Nội : 25 Hàn Thuyên; 187B Giảng Võ; 232 Tây Sơn; 23 Tràng Tiền.

Tại Đà Nẵng : Số 15 Nguyễn Chí Thanh; Số 62 Nguyễn Chí Thanh.

Tại Thành phố Hồ Chí Minh : Cửa hàng 451B - 453, Hai Bà Trưng, Quận 3;

240 Trần Bình Trọng – Quận 5.

Tại Thành phố Cần Thơ : Số 5/5, đường 30/4.

Website : www.nxbgd.com.vn



8 934980 767801



Giá : 19.000 đ