

# Ứng dụng công nghệ ngăn mặn bằng tạo nguồn nước ngọt trên đảo Cát Bà

○ NGUYỄN MẠNH TÙNG

Viện Địa chất - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Đảo Cát Bà, huyện Cát Hải, TP. Hải Phòng có tổng diện khoảng 300 km<sup>2</sup>, lượng mưa trung bình năm trên đảo tương đối phong phú, khoảng 2.000 mm/năm. Tuy nhiên, nguồn nước ngọt phục vụ nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội trên đảo đang bị suy kiệt nghiêm trọng. Nguyên nhân của hiện tượng này là do khu vực có cấu trúc địa chất chủ yếu là đá vôi với hệ thống nứt nẻ, đập vỡ phát triển mạnh, hàng năm một lượng lớn nước từ đảo thoát trực tiếp ra biển theo các hệ thống này, đạt khoảng 200 triệu m<sup>3</sup>. Bên cạnh đó, khối nước biển cũng dịch chuyển trực tiếp vào các cấu trúc chứa nước thông qua hệ thống nứt nẻ, đập vỡ này, gây nên hiện tượng nhiễm mặn nguồn nước.

Trên thế giới, nhiều công trình ngăn mặn tạo nguồn nước ngọt đã được ứng dụng thử nghiệm thành công từ những năm 1800, góp ý nghĩa quan trọng trong việc bảo vệ và bổ cập nguồn nước cho những khu vực ven biển. Tại Việt Nam, vấn đề này cũng được đề cập tới trong một số các tài liệu khoa học và đa phần đều cho rằng giải pháp ngăn mặn có khả năng tạo nguồn nước ngọt cho các khu vực ven biển. Vì những lý do trên, việc “Ứng dụng công nghệ ngăn mặn tạo nguồn nước ngọt trên đảo Cát Bà” là rất cần thiết.

## Khái quát công nghệ ngăn mặn tạo nguồn nước ngọt

Trên thế giới, giải pháp ngăn mặn tạo nguồn nước ngọt cho các khu vực ven biển được sử dụng tương đối phổ biến từ những năm 1900. Nhìn chung, có 3 nhóm phương pháp phổ biến được sử dụng để ngăn mặn tạo nguồn nước gồm 3 nhóm: Phương pháp tạm thời, phương pháp đập, phương pháp ngăn bằng thủy lực.

### Nhóm phương pháp tạm thời

**Giảm công suất khai thác nước ngầm:** Nhằm mục đích duy trì cân bằng mực nước ngầm trong đất liền cao hơn mực nước biển, ngăn ngừa hiện tượng xâm nhập mặn.

**Bổ trí lại các giếng khoan khai thác:** Nhằm đưa các giếng khoan khai thác nước nằm sâu vào trong đất liền giúp tái thiết lập độ dốc thủy lực hướng biển phù hợp bằng cách duy trì mực nước ngầm trên mực nước biển trong các vùng lân cận đường bờ biển. Điều này giúp đẩy ranh giới mặn nhạt ra xa phía biển.

### Nhóm phương pháp đập

**Phương pháp đập ngầm:** Có tác dụng ngăn chặn sự dịch chuyển của khối nước biển vào trong các tầng chứa nước ngọt. Bên cạnh đó, đập ngầm còn có tác dụng ngăn sự thất thoát của khối nước ngọt chảy ra biển. Phương pháp này được ứng dụng thành công tại nhiều nơi trên thế giới từ những năm 1970 (Bảng 1).

**Bảng 1. Thống kê một số công trình đập ngầm ngăn mặn và nâng cao trữ lượng nước**

STT	Tên đập	Địa điểm	Chiều cao (m)	Chiều dài (m)	Dung tích (1.000 m <sup>3</sup> )	Thời gian hoàn thành
1	Port Miou	Pháp	3	-	-	1972
2	Kiven	Hy Lạp	1	-	-	1973
3	Almyros	Hy Lạp	6	-	-	-
4	Miyakojima	Nhật	50	-	20.000	2001
5	Komesu	Nhật	69,4	2.320	3.460	2003
6	Giiza	Nhật	53	969	390	2001
7	Balisha	Trung Quốc	-	756	-	1987

**Phương pháp đập nổi:** Có tác dụng ngăn chặn khối nước biển tiến sâu vào đất liền thông qua hệ thống các đối nứt nẻ, hàng động nằm trên mặt đất, liên thông với biển. Bên cạnh đó, đập nổi còn có tác dụng ngăn không cho nước mưa từ trong đối nứt nẻ, hàng động thoát ra biển, tăng dung tích khối nước ngọt trong hệ thống nứt nẻ đập vỡ hoặc hàng động.

**Phương pháp lấn biển:** Được thực hiện bằng cách tạo ra những vùng đất mới lấn biển, từ đó hình thành những tầng chứa NĐĐ mới, tạo nên một hệ thống cân bằng thủy lực mới giữa nước ngọt và nước biển, làm giảm tốc độ của hiện tượng xâm nhập mặn.

### Nhóm phương pháp ngăn bằng thủy lực

**Bổ cập nhân tạo bằng thu trữ nước mưa và nước mặt:** Có tác dụng dâng cao mực NĐĐ, giúp duy trì độ dốc thủy lực hướng ra biển, ngăn chặn hiện tượng xâm nhập mặn tiến sâu vào đất liền.

**Màng ngăn thủy lực:** Được thực hiện bằng cách bổ cập nước ngọt cho các tầng chứa NĐĐ bằng hệ thống các giếng khoan để tạo nên một màng ngăn

cách giữa nước ngọt và nước mặn. Trong một số trường hợp, có thể sử dụng khí bơm xuống các giếng tạo màng ngăn thay nước.

**Màng hút mặn:** Sử dụng hệ thống các giếng khoan ven biển để hút nước biển nằm sâu dưới lòng đất một cách liên tục. Điều này, giúp xây dựng chênh lệch độ dốc thủy lực giữa tầng chứa nước ngọt dưới đất và nước biển, đẩy ranh giới mặn nhạt ra xa phía biển.

**Kết hợp màng ngăn thủy lực và màng hút mặn:** Kết hợp hệ thống giếng bổ cập cho NĐĐ và hệ thống giếng hút nước mặn. Thêm vào đó, nước mặn có thể được khử mặn rồi sử dụng để bổ cập cho NĐĐ thông qua hệ thống giếng bổ cập.

### **Hiện trạng các nguồn nước trên đảo Cát Bà**

Nước mặt trên đảo Cát Bà tồn tại trong các sông suối và các hồ chứa, chi tiết các suối có lưu lượng trung bình như sau: Gôi (khoảng 1.500 m<sup>3</sup>/ngày); Thuồng Luồng (khoảng 500 m<sup>3</sup>/ngày); Hiền Hào (khoảng 800 m<sup>3</sup>/ngày); Xuân Đám (khoảng 1.800 m<sup>3</sup>/ngày); Hải Sơn (khoảng 400 m<sup>3</sup>/ngày); và các hồ như: Xuân Đám (dung tích 297.000 m<sup>3</sup>); Trân Châu (dung tích 295.000 m<sup>3</sup>); Hải Sơn (dung tích 24.000 m<sup>3</sup>); Hiền Hảo (dung tích 12.000 m<sup>3</sup>); Việt Hải (dung tích 24.000 m<sup>3</sup>).

Nước dưới đất (NĐĐ) trên đảo Cát Bà chủ yếu vận động trong hệ thống nứt nẻ, đập vỡ và hang động của đá vôi, một phần vận động trong các lỗ hổng của trầm tích Đệ tứ. Trữ lượng NĐĐ của các tầng chứa nước trên đảo như sau:

Tầng chứa nước trong các trầm tích Đệ tứ (Q): phân bố trong các trũng giữa núi và các bãi bồi ven biển. Trữ lượng tính của tầng chứa này là 9.707 m<sup>3</sup>/ngày.

Tầng chứa nước trong các thành tạo cacbonat Carbon - Permi hệ tầng Bắc Sơn (C<sub>2</sub> - P bs): Phân bố rộng rãi trên đảo Cát Bà, trữ lượng động tự nhiên của tầng chứa này là 23 m<sup>3</sup>/ngày, trữ lượng tĩnh là 1.302 m<sup>3</sup>/ngày.

Nước trong các thành tạo cacbonat phụ hệ tầng trên hệ tầng Phố Hàn (D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub> ph<sub>3</sub>): Phân bố rộng rãi trên đảo, nước trong tầng chứa này bị nhiễm mặn nghiêm trọng, lưu lượng khoảng 6l/s.

Nước trong các thành tạo cacbonat phụ hệ tầng giữa hệ tầng Phố Hàn (D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub> ph<sub>2</sub>): là nguồn cung cấp chủ yếu cho đảo, có trữ lượng động tự nhiên là 30.962m<sup>3</sup>, trữ lượng tĩnh là 162.768 m<sup>3</sup>/ngày.

Nước trong các thành tạo cacbonat phụ hệ tầng dưới hệ tầng Phố Hàn (D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub> ph<sub>1</sub>): Trữ lượng tĩnh là 12.582 m<sup>3</sup>/ngày.

Tổng lượng nước mặt và NĐĐ trên đảo không thực sự phong phú do phần lớn lượng nước mưa bổ cập bị thoát trực tiếp ra biển qua hệ thống nứt nẻ, đập vỡ của đá vôi. Bên cạnh đó, hiện tượng xâm nhập mặn đang làm suy kiệt nguồn nước trên đảo một cách nghiêm trọng. Các giải pháp ngăn mặn không những có thể nâng cao trữ lượng nước cho các tầng chứa nước trên đảo mà còn có khả năng ngăn chặn nguồn bổ cập từ nước mưa thoát trực tiếp ra biển, cấp bổ sung cho NĐĐ.

### **Khả năng ứng dụng công nghệ ngăn mặn tạo nguồn nước ngọt trên đảo Cát Bà**

Việc ngăn mặn tạo nguồn nước ngọt trên đảo Cát Bà là giải pháp hiệu quả nhằm bảo vệ, bổ cập và khai thác các nguồn nước trên đảo một cách bền vững. Khả năng ứng dụng từng công nghệ cụ thể như sau:

**Nhóm phương pháp tạm thời:** Giảm công suất khai thác: Phương pháp này đã được ứng dụng triển khai trên đảo Cát Bà, vào mùa khô, các giếng khoan khai thác nước ngầm tại thôn Hải Sơn chỉ triển khai khoảng 50% so với công suất khai thác vào mùa mưa. Trong nhiều năm qua, vào mùa mưa chỉ 3 - 4 giếng được khai thác nước ngầm trên tổng số 7 giếng trong khu vực. Tuy nhiên, việc điều chỉnh này khiến cho khả năng cấp nước sinh hoạt không đáp ứng được nhu cầu của người dân trên đảo. Đặc biệt, có những năm giảm công suất khai thác khoảng 50% nhưng vẫn có hiện tượng nhiễm mặn nguồn nước vào mùa khô. Như vậy, giải pháp này chỉ có thể thực hiện như một giải pháp bổ sung cho các giải pháp khác nhằm đảm bảo nhu cầu về nước sinh hoạt cũng như hạn chế hiện tượng xâm nhập mặn.

**Bổ trí lại các giếng khoan khai thác:** Trên đảo cũng đã ngừng khai thác một số giếng khoan, thay vào đó tiến hành khoan bổ sung các giếng khoan khai thác mới. Tuy nhiên, tại một số giếng khoan mới vẫn quan trắc thấy hiện tượng nhiễm mặn nguồn nước. Nguyên nhân là do quá trình khoan các giếng mới còn thiếu những tính toán về sự dịch chuyển của ranh giới mặn nhạt. Thêm vào đó, việc khai thác bổ sung sẽ khiến cho mực nước ngầm hạ thấp tạo điều kiện cho khối nước mặn tiến sâu vào trong đảo. Do đó, các giếng khoan khai thác mới cũng chỉ có khả năng khai thác nước trong mùa mưa hoặc khai thác một cách hạn chế. Vì vậy, giải pháp này cũng không phải là giải pháp bền vững.

**Nhóm phương pháp đập:** Phương pháp đập ngầm: Đảo Cát Bà có các hệ thống nứt nẻ đập vỡ, hang động ngầm phát triển mạnh mẽ. Đây là miền

thoát nước và cũng là một trong những nguyên nhân gây ra hiện tượng xâm nhập mặn trên đảo. Giải pháp đập ngầm không những có thể ngăn lượng lớn nước thất thoát ra biển mà còn có khả năng ngăn khối nước biển dịch chuyển vào các tầng chứa nước trên đảo qua các hệ thống nứt nẻ đập vỡ, hang động ngầm. Điều này sẽ giúp nâng cao dung tích NĐĐ trên đảo và đẩy ranh giới mặn nhạt ra phía biển. Đây là một giải pháp mang tính bền vững, có khả năng góp phần giải quyết triệt để nhu cầu về nước của người dân trên đảo. Phương pháp này cũng có thể được sử dụng cho các tầng chứa nước trong trầm tích Đệ tứ.

**Phương pháp đập nổi:** Một số hệ thống hang động, nứt nẻ nằm cao hơn so với bề mặt đất trên đảo, đây là những vị trí xuất lộ nước. Tại một số nơi, nước xuất lộ nhiều vào mùa mưa và rất nhỏ hoặc tắt hẳn vào mùa khô, tại một số vị trí, nước xuất lộ quanh năm với lưu lượng thay đổi mạnh theo mùa, đặc biệt là các tầng chứa nước karst trong thành tạo cacbonat phụ hệ tầng dưới hệ tầng Phố Hàn ( $D_3-C_1 ph_1$ ). Các vị trí này có thể thực hiện giải pháp đập nổi nhằm ngăn nước thất thoát ra biển và tạo thành các hồ chứa nước ngọt khu vực đảo Cát Bà. Đây là giải pháp có khả năng đẩy ranh giới mặn nhạt ra xa phía biển và bổ cập một phần cho NĐĐ cũng như nước trong lòng núi.

**Phương pháp lấn biển:** Có thể được thực hiện tại các khu vực ven đảo, đặc biệt là tại các vị trí đã được quy hoạch thành các khu dân cư mới, khu vui chơi giải trí. Quá trình san lấp mặt bằng có khả năng tạo ra tầng chứa NĐĐ mới, thay đổi cân bằng thủy lực giữa nước ngọt và nước biển giúp ngăn ngừa hiện tượng xâm nhập mặn. Tuy nhiên, quá trình triển khai thực hiện phương pháp này cần lưu ý chọn các loại vật liệu lấn biển không làm ảnh hưởng đến chất lượng nguồn nước. Ngoài ra, các tai biến địa chất phát sinh do giải pháp này như sụt lún, xói ngầm cũng cần được phân tích tính toán một cách chi tiết.

**Nhóm phương pháp ngăn bằng thủy lực:** Bổ cập nhân tạo bằng thu trữ nước mưa và nước mặt: Có thể được áp dụng tại một số nơi có nền là trầm tích Đệ tứ. Tuy nhiên, diện phân bố của các trầm tích này trên đảo Cát Bà là tương đối nhỏ, 90% diện tích đảo là các thành tạo đá vôi. Bên cạnh đó, các bãi bồi ven biển thường xuyên bị ngập trong nước biển do tác động của thủy triều. Hệ thống sông suối trên đảo không phát triển, thường chỉ tồn tại những dòng chảy tạm thời vào mùa mưa. Với cấu trúc nền là đá vôi nứt nẻ đập vỡ, có hang động ngầm việc thi công các hồ chứa nhân tạo đòi hỏi phải làm chống thấm

tương đối triệt để nên khó có khả năng bổ cập trực tiếp cho các tầng chứa NĐĐ. Vì vậy, phương pháp này có thể áp dụng một cách rất hạn chế trong khu vực nghiên cứu.

**Phương pháp màng ngăn thủy lực:** Khu vực đảo Cát Bà có địa hình phân cắt mạnh do các hoạt động địa chất kiến tạo. Việc khoan hệ thống các giếng khoan dò hỏi suất đầu tư lớn và có sự điều tra khảo sát chi tiết. Thêm vào đó, nguồn nước phục vụ cho công tác bơm bổ cập tương đối khan hiếm, đặc biệt là vào mùa khô. Ngoài ra, với đặc điểm địa chất gồm nhiều hệ thống nứt nẻ đập vỡ và hang động ngầm, lượng nước bổ cập bị thất thoát ra biển rất khó kiểm soát. Vì vậy, phương pháp này khó có thể thực hiện một cách phổ biến trên toàn đảo.

**Màng hút mặn:** Có thể ứng dụng tại các khu vực ven đảo Cát Bà nhằm tận dụng các giếng khoan đã ngừng khai thác do bị nhiễm mặn. Phương pháp này có thể ứng dụng thực hiện từng khu vực trên đảo, tại các trũng kín.

**Kết hợp màng ngăn thủy lực và màng hút mặn:** Phương pháp này đòi hỏi phải thực hiện 2 hệ thống giếng khoan. Tuy nhiên, đảo Cát Bà có đặc điểm địa hình phân cắt mạnh nên việc bố trí hệ thống giếng bổ cập sâu bên trong đảo khó thực hiện. Các đặc tính thủy văn và cấu trúc địa chất không phù hợp cho việc xây dựng hệ thống giếng bơm bổ cập. Vì vậy, phương pháp này khó triển khai trên đảo, thêm vào đó, chi phí thực hiện phương pháp này tương đối tốn kém.

**Kết luận:** Nguồn nước trên đảo Cát Bà đang bị suy kiệt nghiêm trọng do đặc điểm cấu trúc địa chất và tác động của hiện tượng xâm nhập mặn.

Các giải pháp ngăn mặn có khả năng tạo nguồn nước ngọt, cấp bổ sung cho các tầng chứa nước trên đảo. Nhóm phương pháp đập là giải pháp phù hợp nhất, có thể được ứng dụng triển khai trên đảo nhằm ngăn chặn hiện tượng xâm nhập mặn, nâng cao chất lượng và trữ lượng nước trên đảo.

**Lời cảm ơn:** Tác giả chân thành cảm ơn đề tài mã số UDNGDP.06/20-21; ĐT.HT.2019.01 đã cung cấp số liệu giúp chúng tôi thực hiện bài báo này.

#### **Tài liệu tham khảo**

1. Satoshi Ishida và nnk, 2011. *Review: Sustainable use of groundwater with underground dam*;
2. Trung tâm Thông tin - Kinh tế TNN, 2018. *Điều tra, đánh giá chi tiết TNN phục vụ xây dựng công trình cấp nước cho đảo Cát Bà*;
3. Vũ Cao Minh và nnk, 2005. *Nghiên cứu đánh giá nguồn nước ngọt để xuất biện pháp khai thác sử dụng bảo vệ phục phát triển KT-XH đảo Cát Bà*. ■