

Địa chất thủy văn môi trường

Đoàn Văn Cảnh.

Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Giới thiệu

Theo luật tài nguyên nước hiện hành – “Ô nhiễm nguồn nước là sự biến đổi tính chất vật lý, tính chất hóa học và thành phần sinh học của nước không phù hợp với tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật cho phép, gây ảnh hưởng xấu đến con người và sinh vật”.

Ba tính chất quan trọng phân biệt các nguồn ô nhiễm nước dưới đất là: 1) mức độ cục bộ của chúng, 2) quá trình diễn biến ô nhiễm và 3) các loại ô nhiễm do chúng gây ra. Sự ô nhiễm nước dưới đất, kích thước nguồn ô nhiễm có thể biến đổi từ một giếng riêng biệt cho đến những vùng có diện tích hàng trăm km². Nguồn ô nhiễm tập trung là một nguồn có kích thước nhỏ và xác định, chẳng hạn như các bể chứa rò rỉ, các ao chứa chất thải, hoặc các vùng thu gom rác thải; thông thường nguồn này tạo ra điểm ô nhiễm xác định. Nguồn ô nhiễm không tập trung phân bố trên một diện tích lớn, ô nhiễm khuếch tán bắt nguồn từ rất nhiều nguồn nhỏ và vị trí của chúng thường không xác định. Ví dụ như thuốc bảo vệ thực vật được sử dụng trong nông nghiệp, nitrat trong hệ thống nước thải sinh hoạt, và mưa acid. Vị trí các nguồn ô nhiễm này không thể xác định được một cách chính xác; trong các trường hợp này, nguồn ô nhiễm nằm trên một diện rộng với các nồng độ biến đổi rất lớn.

Trong quá trình diễn biến ô nhiễm, nồng độ và tốc độ truyền của chất ô nhiễm biến đổi theo thời gian. Nguồn ô nhiễm xảy ra một lần và trong một thời gian ngắn với một nồng độ xác định được gọi là nguồn ô nhiễm ngắn hạn. Nguồn ô nhiễm xảy ra liên tục và lâu dài gọi là nguồn ô nhiễm liên tục. Nồng độ của các loại ô nhiễm này có thể không đổi hoặc thay đổi theo thời gian.

Hầu hết các nguồn ô nhiễm lâu dài không thể mô tả bằng một quá trình ổn định. Ví dụ, nồng độ hóa chất thải vào bể chứa tại một nhà máy có thể biến đổi theo thời gian do sự thay đổi của quá trình sản xuất, mùa vụ hoặc các yếu tố kinh tế hoặc do phản ứng phụ xảy ra giữa các chất thải. Tốc độ thu hồi của các chất thải rắn tại các vùng tập trung rác thải cũng có thể bị ảnh hưởng theo mùa liên quan đến lưu lượng bổ sung cho nước dưới đất hoặc sự giảm nồng độ nguồn khi các thành phần của phế thải bị phân huỷ, ví dụ như các chất hữu cơ. Các nguồn ô nhiễm nước dưới đất có thể gây ra bởi hoạt động khác nhau trong công nghiệp, nông nghiệp và trong sinh hoạt. Việc liệt kê và thể hiện danh sách các nguồn gây ô nhiễm là một điều hoàn toàn không đơn giản. Một phương pháp đã tập trung

vào từng mảng và đặc biệt chú ý vào các ô nhiễm gây ra những ảnh hưởng bất lợi cho sức khỏe hoặc ảnh hưởng đến chuỗi thức ăn. Ví dụ như Cơ quan bảo vệ môi trường của Mỹ đã liệt kê 129 chất ô nhiễm đáng quan tâm nhất bao gồm 114 hợp chất hữu cơ, 15 chất vô cơ chủ yếu là kim loại nặng. Các chất ô nhiễm hữu cơ lại có thể phân ra các loại: dễ bay hơi, trung tính có thể chiết xuất, acid có thể chiết xuất, và thuốc trừ sâu. Các chất ô nhiễm còn được phân loại dựa trên loại phản ứng và hình thức xảy ra, v.v... Fetter (1999) đã phân ra sáu loại nguồn ô nhiễm chính như sau.

- Các nguồn ô nhiễm do các chất ngấm vào đất như từ các bồn tự hoại, các nguồn nước thải.

- Các nguồn ô nhiễm từ các khu chứa và xử lý chất thải như những nơi tập trung rác thải, những nơi chứa để xử lý các chất thải, các chất thải từ khai thác quặng, chôn xác động vật chết, các bể chứa xăng dầu và các hóa chất nổi và ngấm dưới lòng đất, công ten nơ và các nơi thải chất phóng xạ.

- Các nguồn ô nhiễm xảy ra trong quá trình vận chuyển như vận chuyển bằng đường ống, vận chuyển các sản phẩm và các chất thải từ các phương tiện vận tải.

- Các nguồn ô nhiễm từ các chất thải từ các hoạt động khác như tưới, sử dụng thuốc trừ sâu, phân bón, phân của động vật, các chất làm giảm độ cứng của nước, các hệ thống thoát nước mưa từ các khu đô thị, nước thải khai thác mỏ.

- Các quá trình ô nhiễm tự nhiên xảy ra do các hoạt động của con người như quá trình trao đổi giữa nước mặt và nước dưới đất khi các nguồn nước mặt bị ô nhiễm, quá trình ô nhiễm do thau rửa đất và xâm nhập mặn...

Các dạng nhiễm bản

Tất cả các dạng nhiễm bản nước dưới đất, tùy theo nguồn gốc xuất hiện, hậu quả của nhiễm bản và biện pháp chống lại chúng, có thể chia ra làm 4 nhóm – vi trùng, hóa học, cơ học và phóng xạ.

Nhiễm bản vi trùng

Nhiễm bản vi trùng xảy ra do sự có mặt vi trùng gây bệnh ở trong nước dưới đất và trong các lớp đất đá nước thấm qua. Mức độ nhiễm bản phụ thuộc vào tốc độ xâm nhập của vi trùng vào trong nước và thời gian sinh trưởng của chúng ở trong nước và trong đới thông khí. Kinh nghiệm thực tế

cho thấy là những lớp cát có chiều dày 3 m thông khí tốt thì hoàn toàn có thể làm sạch nước bản do vi trùng do chúng sẽ chết khi nước vận động qua đó, hoặc là sẽ bị cát hấp phụ. Nếu vi trùng gây bệnh xâm nhập vào được nước dưới đất thì chúng có thể sống rất lâu và sẽ di chuyển theo dòng ngầm. Thời gian sinh trưởng của chúng trong nước dưới đất bao lâu cho đến nay vẫn chưa được biết vì điều kiện tồn tại của nước dưới đất rất khác nhau. Do đó, tốt nhất là bảo vệ nước dưới đất khỏi bị nhiễm bản vi trùng.

Nhiễm bản hóa học

Nhiễm bản hóa học nước dưới đất được thể hiện dưới dạng hoặc là xuất hiện thành phần mới trong nước dưới đất, hoặc là do tăng hàm lượng các nguyên tố có sẵn ở trong nước. Các hợp chất hóa học gây bản nước dưới đất có thể có nguồn gốc hữu cơ hoặc vô cơ. Chúng có thể tồn tại lâu dài trong nước dưới đất nếu không bị đất đá hấp phụ hoặc không tham gia vào các phản ứng với đất đá hoặc giữa chúng với nhau, không lắng đọng lại khi thay đổi hoàn cảnh hóa - lý trong tầng chứa nước khi có sự tác động qua lại giữa nước sạch và nước bản... Do đó, nhiễm bản hóa học là nguy hiểm nhất và cũng khó xác định nhất.

Nhiễm bản cơ học

Loại nhiễm bản này ít gặp hơn và cũng dễ xử lý hơn và có thể là dấu hiệu để dự đoán nhiễm bản vi trùng hoặc hóa học.

Nhiễm bản phóng xạ

Nhiễm bản phóng xạ liên quan với sự xuất hiện các vật chất có tính phóng xạ ở trong nước dưới đất. Các nguyên tố phóng xạ rất có hại đến cơ thể con người và có ý nghĩa lớn trong công nghiệp nên loại nhiễm bản này cần được đặc biệt chú ý.

Các nguồn nhiễm bản và phân kiểu điều kiện nhiễm bản

Các vật chất có thể xâm nhập vào nước dưới đất từ các nguồn khác nhau và bằng các con đường khác nhau khi khai thác. Theo đặc điểm xâm nhập của nước bản vào nước dưới đất, có các kiểu nhiễm bản như sau:

Kiểu 1 – Nước bản từ phía trên xâm nhập một cách định kỳ vào nước dưới đất qua đới thông khí. Đó là nước mưa, nước của các dòng chảy trên mặt và nước tưới.

Kiểu 2 – Nhiễm bản qua cửa sổ địa chất thủy văn.

Kiểu 3 – Nước bản xâm nhập vào nước dưới đất bằng cách chảy tràn trực tiếp qua lỗ khoan, đới phá hủy nứt nẻ, công trình khai thác mỏ nổi tầng khai thác với các tầng nằm trên hoặc dưới.

Kiểu 4 – Nhiễm bản từ phía các dòng nước mặt.

Kiểu 5 – Nhiễm bản từ chính lớp đá khi bị tháo khô. Khi các hợp chất dễ hoà tan được thành tạo do quá trình oxy hóa trong đới bị tháo khô chuyển vào dung dịch khi tầng chứa nước được bão hòa trở lại.

Các phương pháp đánh giá ô nhiễm

Tầm quan trọng của đánh giá ô nhiễm

Sẽ không thể làm sạch được nếu hệ thống khai thác nước dưới đất bị ô nhiễm. Giá thành của việc làm sạch nước dưới đất sẽ vượt quá rất nhiều so với kinh phí có thể chi trả cho việc này, đặc biệt là đối với những hệ thống khai thác riêng lẻ. Nếu việc khắc phục ô nhiễm bị hạn chế do thiếu nguồn kinh phí thì sẽ dẫn đến mối đe dọa khủng khiếp cho sức khoẻ cộng đồng. Nếu làm sạch hệ thống khai thác thì biện pháp cứu chữa này cũng chỉ làm giảm đi phần nào mối đe dọa đến sức khoẻ. Vì vậy, đánh giá ô nhiễm và mức độ nguy hiểm do nó gây ra đã trở thành vấn đề có ý nghĩa cấp thiết trong nghiên cứu sự ô nhiễm nguồn nước dưới đất.

Đánh giá mức độ nguy hiểm của ô nhiễm được hiểu là đánh giá ảnh hưởng của các nguồn chất thải hỗn hợp, như đồ bừa bãi chất thải hay các kho chứa chất thải phóng xạ (hạt nhân). Mặc dù đánh giá ô nhiễm thường dùng để nói về sự kiểm tra các mối nguy hiểm đối với sức khoẻ con người, nhưng cách tiếp cận thông thường cũng có thể ứng dụng kiểm tra cho cả động vật nhạy cảm trong thiên nhiên, ví dụ như chim hay cá. Cơ quan bảo vệ môi trường của Mỹ (U.S. EPA) đã phác thảo những nội dung cơ bản để kiểm tra các vị trí chất thải nguy hiểm nhằm đánh giá tác động đến sức khoẻ con người và môi trường. Những nội dung này có thể tóm tắt theo các bước – thu thập và kiểm định dữ liệu; đánh giá ô nhiễm trực tiếp, đánh giá nhiễm chất độc, đánh giá sự nguy hiểm cho sức khoẻ cộng đồng, đánh giá nguy hiểm cho môi trường.

Thu thập và kiểm định dữ liệu

Mục đích của việc thu thập và kiểm định dữ liệu là cung cấp những thông tin cơ bản cho việc đánh giá sự nguy hiểm. Quá trình này bao gồm việc xem xét lại thông tin có được từ các vị trí, nhận dạng hoạt động tiềm năng đang diễn ra của con người, giới hạn phạm vi thu thập các dữ liệu cần thiết khác và các dữ liệu hiện nay. Quá trình này cũng sẽ tổng hợp dữ liệu có được từ điều tra các vị trí để đánh giá phương pháp phân tích, các chất hóa học và phạm vi ô nhiễm, phát triển hệ thống dữ liệu hóa học và thông tin để sử dụng cho việc đánh giá các nguy hiểm, rủi ro.

Đánh giá ô nhiễm trực tiếp

Cần thiết phải tìm hiểu con đường mà các chất ô nhiễm đã lan truyền từ nguồn nước dưới đất vào cơ

thể con người. Đây là những lan truyền được thấy rõ từ nguồn ô nhiễm đến nơi chịu ảnh hưởng, đó là cơ sở để đánh giá mức độ nguy hiểm. Đường lan truyền này là lộ trình của các chất gây ô nhiễm xuất phát từ các điểm ô nhiễm đi tới các điểm trên cơ thể con người và từ đó các chất ô nhiễm bắt đầu phát tán. Đánh giá nguy hiểm đòi hỏi xác định được lượng các chất gây ô nhiễm hiện có và đôi khi cả việc định lượng chất gây ô nhiễm theo mỗi con đường lan truyền khác nhau, trong tương lai. Tuy nhiên tính định lượng này thường không có sẵn để sử dụng khi phân tích trong các điều kiện hiện nay. Có các mô hình có thể dự đoán trước sự di trú và tích tụ của bầu sinh quyển, ví dụ như mô hình đánh giá ô nhiễm của các chất phóng xạ. Một trong những con đường lan truyền ô nhiễm là qua sự hấp thụ của thực vật, đó là sự hấp thụ nước của rễ cây trồng trong đất bị ô nhiễm, sự hấp thụ của lá cây từ các bụi bẩn ô nhiễm đọng lại trên thực vật, sự hấp thụ nước tưới bị ô nhiễm của rễ cây và lá cây. Các mô hình tổng quan này cho phép mô tả chi tiết vùng ô nhiễm và cuộc sống của những cá nhân trong khu vực lân cận từ đó có được những đánh giá từng vùng cụ thể. Để cung cấp những nội dung cơ bản cho việc so sánh giữa các vùng, người điều tra dựa vào sự tham khảo các kịch bản. Ví dụ, kịch bản điển tả về trường hợp của một người nông dân đã sống trọn vẹn cuộc đời mình trong một trang trại thuộc phạm vi của vùng ô nhiễm. Người nông dân này uống và tắm, rửa bằng nước ô nhiễm, ăn các thức ăn làm từ thực vật bị ô nhiễm, lớn lên trong vùng và tiếp xúc hàng ngày với bụi ô nhiễm. Kịch bản này miêu tả trường hợp một cá nhân bị ảnh hưởng tối đa từ các chất gây ô nhiễm.

Phân tích sinh quyển sẽ có thể đánh giá về lượng chất ô nhiễm chứa trong môi trường trung gian (ví dụ như nước, sữa, thức ăn, bụi nhiễm phóng xạ, v.v...). Thông tin này giúp tính toán được lượng chất ô nhiễm bị hấp thụ qua chất trung gian hay xác định mức độ ô nhiễm cho mỗi môi trường trung gian tương ứng, cộng lại sẽ có tổng lượng chất ô nhiễm trực tiếp. Phương trình tính lượng chất ô nhiễm bị hấp thụ vào qua không khí, nước, sữa và thức ăn có dạng sau đây:

$$TI = EI_1 + EI_2 + \dots + EI_n$$

Trong đó: TI – tổng lượng các chất ô nhiễm bị cơ thể hấp thụ vào, mg/ngày; EI – lượng chất ô nhiễm hấp thụ vào qua mỗi môi trường trung gian ước tính cho 1 ngày, giá trị EI thông qua lượng ăn, uống được xác định bằng cách nhân hệ số C_i – là lượng chất ô nhiễm có trong môi trường trung gian thứ i , với R_i , là lượng chất trung gian đã hấp thụ. Đơn vị của C_i là mg/m^3 đối với không khí, mg/l đối với nước và sữa, mg/kg đối với thức ăn. Đơn vị của R_i thường là $l/ngày$ đối với nước, hoặc $kg/ngày$ đối với thức ăn. Trong một số trường hợp tổng lượng TI có thể được nhân với một hệ số nhỏ hơn 1, biểu thị cho khoảng

thời gian của 1 năm hay của một phần thời đoạn mà cá thể đó đã sống trong vùng ô nhiễm. Tổng lượng chất ô nhiễm TI được coi là lượng trung bình / ngày trong cả thời gian sống trung bình của các cá thể. Để tiện so sánh, giá trị TI có thể được chia trung bình cho 1kg trọng lượng cơ thể (BW). Vì vậy, lượng ô nhiễm hay mức độ ô nhiễm trực tiếp có đơn vị đo là $mg/ngày$ hay $mg/kg-BW$ ngày.

Ví dụ, một cá nhân tiêu thụ nước, sữa và thịt bò có chứa các chất ô nhiễm với lượng như sau: $3mg/l$ – nước, $0,003mg/l$ – sữa và $9,5 \cdot 10^{-8} mg/kg$ – thịt bò. Có thể xác định lượng chất ô nhiễm nếu người đó nặng 70kg và đã tiêu thụ trung bình mỗi ngày: nước – 1,5 $l/ngày$, sữa – 0,5 $l/ngày$, thịt bò – 0,2 $kg/ngày$.

$$TI = EI_{nước} + EI_{sữa} + EI_{thịt bò}$$

$$= C_{nước}R_{nước} + C_{sữa}R_{sữa} + C_{thịt bò}R_{thịt bò}$$

$$TI = [(3,0 \cdot 1,5) + (0,003 \cdot 0,5) + (9,5 \cdot 10^{-8} \cdot 0,2)] / 70,0$$

$$= 0,064 \text{ mg/kg-BW ngày}$$

Đánh giá nhiễm chất độc

Đánh giá nhiễm chất độc nhằm kiểm tra ảnh hưởng của các chất độc, khả năng ung thư do các chất hóa học và chất phóng xạ gây ra. Mục đích của đánh giá nhiễm chất độc là đánh giá độ độc của các chất gây ô nhiễm có trong vùng nghiên cứu và xác định được giá trị của độc tố (xác định liều lượng chất ô nhiễm không có khả năng gây ung thư và các yếu tố tác động gây ung thư) từ đó đánh giá về mức độ nguy hiểm, rủi ro. Liều lượng tham khảo là lượng chất ô nhiễm ước tính hàng ngày (mg/kg ngày) đối với toàn bộ dân cư trong khoảng thời gian sống ở vùng ô nhiễm mà không gây ung thư. Liều lượng này được ký hiệu là RfD. Các số liệu về độ độc có thể tham khảo trong những tài liệu chuyên môn.

Đánh giá sự nguy hiểm cho sức khỏe cộng đồng

Sự ảnh hưởng của chất ô nhiễm tới sức khỏe không phụ thuộc vào lượng chất ô nhiễm ngấm vào cơ thể con người mà phụ thuộc vào liều lượng mà cơ thể đã tiếp nhận được. Một số chất ô nhiễm đã thấm qua cơ thể nhưng không tích tụ lại ở các bộ phận khác nhau trong cơ thể con người. Một trong những cách đơn giản nhất để xác định liều lượng độc tố là nhân lượng chất ô nhiễm ngấm vào cơ thể ước tính cho 1 ngày với hệ số B_i – là hệ số sinh học có tác dụng. Hệ số B_i biểu thị cho phần độc tố nhiễm hàng ngày còn đọng lại trong cơ thể để gây ra những tác động bất lợi cho sức khỏe. Tổng liều lượng độc tố được xác định như sau.

$$TD = EI_1 \cdot B_1 + EI_2 \cdot B_2 + \dots + EI_n \cdot B_n$$

Trong đó: B_i - hệ số sinh học có tác dụng, giá trị của hệ số này có thể tra cứu trong các tài liệu y học.

Giá trị của TD có đơn vị là khối lượng/thời gian, thường chia giá trị này cho trọng lượng cơ thể nên nó còn có đơn vị là mg/kg-BW ngày.

Ở đây cần làm rõ hơn về khái niệm ngưỡng liều lượng, đó là một ngưỡng xác định, nếu liều lượng độc tố nhỏ hơn ngưỡng này thì không ảnh hưởng đến sức khoẻ. Đôi khi ngưỡng liều lượng không được xác định hoặc có giá trị rất nhỏ. Sự nguy hiểm của ung thư thường được diễn tả bằng mô hình là một phần tử của chất ô nhiễm đã tác động đến ADN của con người và dẫn đến sự phát triển dần dần của khối u.

Một trong những cách tiếp cận rõ ràng nhất để đánh giá mức độ nguy hiểm đối với sức khoẻ khi có ngưỡng liều lượng, là so sánh tổng liều lượng độc tố TD với liều lượng tham khảo RfD. Chỉ số nguy hiểm (HQ) đối với người nhiễm các chất độc riêng biệt được tính theo công thức:

$$HQ = \frac{TD}{RfD}$$

Khi chỉ số HQ > 1 báo hiệu có môi nguy hiểm đối với người nhiễm.

Bằng cách tương tự cũng có thể tính được đối với chất phóng xạ, mà liều lượng của nó được xác định phụ thuộc loại phóng xạ và vị trí của chất phóng xạ nằm trong hay ngoài cơ thể. Liều lượng hay mức độ nguy hiểm sẽ khác nhau và phụ thuộc vào các bộ phận cơ thể mà ở đó chất phóng xạ bị tích tụ lại.

Đánh giá nguy hiểm cho môi trường

Mục tiêu của đánh giá môi trường là nhằm xác định xem có hay không các chất gây ô nhiễm trong từng vùng riêng biệt và vùng phụ cận, các chất này có khả năng ảnh hưởng bất lợi đến tổ hợp sinh vật (như thực vật, động vật hoang dã và động vật nuôi) đang tồn tại hay không. Để thực hiện đánh giá này một cách định tính có thể sử dụng hướng dẫn của Cơ quan bảo vệ môi trường của Mỹ (U.S. EPA).

Khắc phục ô nhiễm

Khi nước dưới đất đã bị nhiễm bẩn hoặc có nguy cơ nhiễm bẩn, việc nghiên cứu biện pháp đối phó là cần thiết. Công việc gồm xác định các yếu tố gây bẩn, tìm ra nguồn gây bẩn, tìm các biện pháp để phòng nhiễm bẩn, khống chế nguồn ô nhiễm, xử lý dài ô nhiễm bảo vệ chất lượng nước dưới đất.

Biện pháp hữu dụng phòng nhiễm bẩn

- Cách ly nguồn gây bẩn với nước dưới đất, chẳng hạn các bãi rác phải xây dựng trên nền không thấm nước, các chất phóng xạ nguy hiểm hoặc các loại nước bẩn không thể xử lý được đều

phải chôn sâu trong tầng đất đá cách ly tốt với các tầng chứa nước đang sử dụng.

- Xử lý nước thải – Nước thải từ các nhà máy, bệnh viện, các khu dân cư thường có khối lượng rất lớn đòi hỏi phải xử lý để tránh gây nhiễm bẩn cho nước dưới đất. Do thành phần rất đa dạng nên mỗi nhà máy, bệnh viện phải có công trình xử lý riêng. Công trình này vừa có vai trò chống nhiễm bẩn, vừa phải có vai trò thu hồi những nguyên liệu quý do quá trình sản xuất gây ra. Điều đó có thể tăng thêm hiệu quả kinh tế bù vào chi phí xây dựng công trình. Nước thải từ các khu dân cư thường được xử lý trong một hệ thống chung.

- Trong nông nghiệp, nông dân không thể không sử dụng phân bón, thuốc trừ sâu, mà các loại này đều có khả năng gây nhiễm bẩn nước dưới đất. Cần thực hiện các biện pháp để phòng nhiễm bẩn. Ví dụ, đối với phân chuồng, nên bón phân đã ủ mục, nếu phải bón phân tươi thì chỉ được bón ở đất thoáng khí, không bón vào loại đất lầy hoặc cho lúa. Đối với phân vô cơ dễ tan như phân đạm – cần phải bón vào thời kỳ cây trồng cần nhiều chất dinh dưỡng, bón vừa phải, trộn phân với đất vo viên bón sát gốc cây. Đối với thuốc trừ sâu, hạn chế sử dụng ở mức tối thiểu, nhất là các loại thuốc trừ sâu đã bị cấm dùng ở nhiều nước. Cần tìm các biện pháp thay thế như bẫy đèn, bẫy siêu âm, biện pháp sinh học, v.v... Các cây họ đậu cũng có khả năng làm nhiễm bẩn nước dưới đất, do đó những vùng chuyên canh các loại cây này cũng cần có biện pháp luân canh.

Các biện pháp khống chế nguồn ô nhiễm

- Chôn lấp hoặc di chuyển nguồn ô nhiễm ra khỏi nguồn nước;

- Hướng dòng chảy mặt không chảy qua vùng có chất ô nhiễm nhằm giảm lượng nước mặt mang theo chất ô nhiễm ngấm vào nước dưới đất;

- Thay lớp lót đáy thấm nước yếu dưới nguồn ô nhiễm bằng đất sét, chất dẻo tổng hợp, bê tông, v.v...;

- Khi chất thải nằm thấp hơn mực nước dưới đất, có thể xây dựng tường chắn thẳng đứng thấm nước kém để ngăn và hạ thấp mực nước dưới đất không đi qua khu vực chất ô nhiễm [H.1];

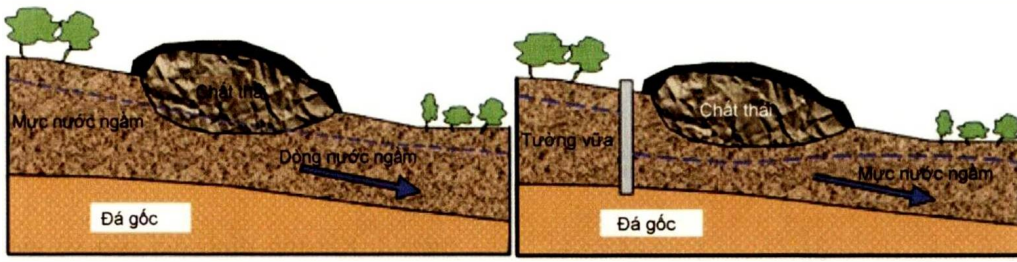
- Phụt vữa chống thấm quanh vùng gây ô nhiễm [H.2].

- Sử dụng giếng để hạ thấp mực nước dưới đất tránh qua vùng ô nhiễm [H.3].

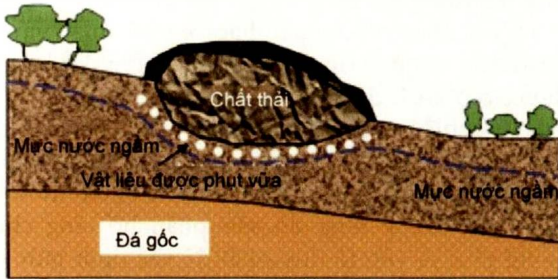
Bảo vệ nước dưới đất khỏi bị nhiễm bẩn

Phân chia đới phòng hộ vệ sinh

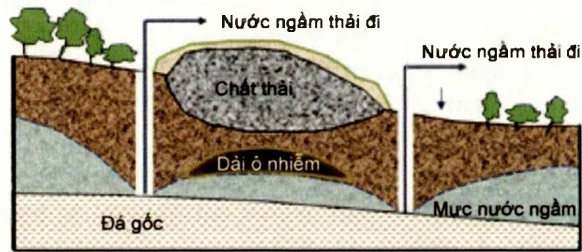
Bảo vệ nước dưới đất khỏi bị nhiễm bẩn là cách tốt nhất để phòng ngừa nước dưới đất bị nhiễm bẩn.



Hình 1. Xây dựng tường chắn thẳng đứng để hạ thấp mực nước ngầm khi mực nước ngầm nằm cao hơn nguồn thải.



Hình 2. Phụt vữa chống thấm quanh nguồn gây bẩn.



Hình 3. Sử dụng giếng hạ thấp mực nước ngầm hút nước bị ô nhiễm.

Ở Liên Xô trước đây, vào tháng 6 năm 1956 Nhà nước đã ban hành “Quy phạm về lập đới phòng hộ vệ sinh”. Theo đó, xung quanh công trình khai thác lập hai đới phòng hộ; đới thứ nhất – đới có chế độ nghiêm ngặt, đới thứ hai – đới giới hạn.

Trong đới thứ hai – nghiêm cấm mọi việc canh tác cũng như xây dựng các công trình có nguy cơ nhiễm bẩn; nhưng quy phạm không nêu kích thước của đới này.

Hai đới phòng hộ vệ sinh này cũng được Nhà nước Rumani quy định, trong đó đới thứ nhất được giới hạn bởi diện tích, mà thời gian vận động của chất bẩn từ ranh giới ngoài đới đó đến công trình khai thác là 30 ngày – thời gian đủ để làm sạch tự nhiên nước bẩn.

Ở Tây Đức, năm 1957 cũng ban hành luật bảo vệ với miễn bảo vệ gồm 3 đới – đới công trình, đới bảo vệ hẹp và đới bảo vệ rộng. Tùy thuộc vào điều kiện cụ thể mà đới công trình có bán kính từ 10 - 50m. Đới bảo vệ hẹp gồm vùng đất mà thời gian chuyển động từ ranh giới đới đó đến công trình khai thác đủ để làm chết các vi sinh vật. Khoảng thời gian này là 50 ngày đối với các đất đá hạt thô và nứt nẻ, 30 ngày đối với đất đá có khả năng làm sạch tốt. Bán kính đới đó khoảng 50m; đới với đá karst – khoảng 2km. Đới bảo vệ rộng phải ở khoảng cách đủ để tránh nhiễm bẩn phóng xạ và hóa học. Khi đó, nếu miễn cung cấp của tầng chứa nước gần hơn 2km kể từ công trình khai thác thì đới này phải bao gồm cả miễn cung cấp. Nếu miễn cung cấp nằm xa hơn, thì chia làm 2 phụ đới 3a và 3b. Trong đới 3a trong vòng bán kính 2km cần có biện pháp vệ sinh bảo vệ khỏi bị nhiễm bẩn khuẩn và hóa học. Trong đới 3b, gồm cả miễn cung cấp, cấm xây dựng những nhà máy gây nhiễm bẩn hóa học.

Việc phân chia đới phòng hộ vệ sinh cũng được ban hành ở Áo, Thụy Sĩ, Mỹ, v.v...

Ở Việt Nam, thông tư của Bộ Y tế số 39/BYT - TT (21/10/1971) ghi rõ:

- Trong vòng hạn chế 300 - 500m không được xây dựng công trình có thải ra chất hóa học có hại bằng bất kỳ đường nào và hình thức nào (khói, bụi, hơi, nước thải).

- Trong vòng nghiêm ngặt 300m cấm diễn tập, nghiên cứu thủy địa lý nếu không có lệnh của UBND địa phương.

Xuất phát từ kinh nghiệm và những phương pháp phân đới phòng hộ vệ sinh hiện hành, có thể lập những đới phòng hộ vệ sinh như sau.

Đới thứ nhất – đới có chế độ nghiêm ngặt, bao quanh công trình khai thác với bán kính 30m đối với nước có áp, và 50m đối với nước dưới đất. Đó là diện tích, được giới hạn bởi ranh giới mà vận động của nước từ đó đến công trình khai thác khoảng từ 30 đến 50 ngày. Trong đới này nghiêm cấm mọi việc xây dựng và canh tác, có rào bảo vệ xung quanh.

Đới thứ hai – đới giới hạn, đới bảo vệ và ngăn ngừa mọi khả năng có thể gây nhiễm bẩn nước dưới đất. Vì vậy, trong đới này, nghiêm cấm mọi sự canh tác có thể gây phá hủy lớp bảo vệ tầng chứa nước hoặc phải dùng nước tưới, nghiêm cấm xây dựng các nhà máy hóa chất hoặc các trại chăn nuôi. Nhưng hiện nay kích thước của đới này là vấn đề chưa được giải quyết. Cần lưu ý, trong những công trình lớn khai thác nước thường xuyên lâu dài trong điều kiện có thể bị nhiễm bẩn hóa học, nhất là khi những vật chất nhiễm bẩn này có thể tồn tại ở trong nước dưới đất lâu dài – kích thước đới thứ hai phải tính toán sao cho vật chất bẩn đi vào tầng chứa nước ở bên

ngoài ranh giới đới sẽ không đến được công trình khai thác. Điều này có thể thực hiện được khi ranh giới của đới thứ hai vạch theo "đường dòng trung lập" trong trường thấm của công trình.

Trình tự khoan định đới bảo vệ giếng khoan khai thác nước dưới đất

Để khoan định đới bảo vệ giếng khoan khai thác nước dưới đất cần tiến hành theo một trình tự các bước như sau.

Bước 1. Thu thập thông tin, dữ liệu. Những thông tin, dữ liệu chính cần thu thập gồm:

- Địa tầng và cấu trúc giếng khoan, trong đó mô tả chi tiết thành phần thạch học, thành phần hạt hoặc mức độ nứt nẻ các lớp đất đá khoan qua, kết cấu ống chống, ống lọc.

- Mức nước tĩnh từ mặt đất (mức nước tĩnh phải được xác định sau khi thời rửa sạch giếng khoan).

- Lưu lượng khai thác của giếng khoan, có thể là lưu lượng theo tài liệu thí nghiệm hoặc theo giấy phép. Dữ liệu này rất quan trọng để khoan định đới bảo vệ thứ II và thứ III.

- Hệ số thấm, độ rỗng của đất đá chứa nước, vận tốc dòng dưới đất. Vận tốc dòng ngầm được sử dụng để khoan định đới II ("đường 50 ngày").

- Dữ liệu chất lượng nước, đặc biệt là nitrate, nitrit, *E.coli*, độ dẫn điện. Tại các diện tích nhạy cảm, cần có tài liệu về arsen để đảm bảo rằng nguồn nước có thể được sử dụng ăn uống.

Các dữ liệu bổ sung, nếu có:

- Bản đồ ĐC - Bản đồ ĐCTV (1:50.000) để phân tích điều kiện ĐCTV vùng nghiên cứu (sự phân bố các tầng chứa nước theo diện và theo chiều sâu, hướng vận động của nước dưới đất, thành phần chất lượng nước, điểm nghiên cứu, v.v...).

- Bản đồ địa hình (1:50.000) để xác định vị trí giếng khoan phân bố trong diện tích bằng phẳng hay địa hình dốc. Đây là những thông tin cần thiết để khoan định các đới II và III có dạng trải dài về phía thượng lưu.

- Bản đồ hiện trạng sử dụng đất dùng để đánh giá đặc tính lớp phủ, sự nguy hiểm tiềm tàng đối với nguồn nước trong vùng nghiên cứu, từ đó điều chỉnh kích thước các đới bảo vệ.

- Lượng bổ cập nước dưới đất trong vùng nghiên cứu.

- Thông tin về hiện trạng khai thác sử dụng nước trong vùng nghiên cứu và vùng lân cận.

Bước 2. Đánh giá sự tổn thương tiềm tàng của công trình khai thác.

Trước khi đưa ra những quyết định về số lượng, kích thước và phạm vi của các đới bảo vệ, cần làm rõ mức độ tổn thương (mức độ tự bảo vệ) của công

trình khai thác nước dưới đất và nguồn nước dưới đất. Để đánh giá mức độ tự bảo vệ của nước dưới đất, hiện nay có rất nhiều phương pháp đang được sử dụng trên thế giới và ở Việt Nam. Trong số đó, phương pháp GOD được khuyến khích sử dụng vì tính đơn giản và tiện dụng của nó trong điều kiện Việt Nam.

Bước 3. Khoan định đới bảo vệ giếng khoan khai thác.

Thông thường, các giếng khoan khai thác nước dưới đất trong các tầng chứa nước phân bố ở độ sâu 100m hoặc lớn hơn có sự tự bảo vệ tốt hơn, vì vậy có thể không cần đầy đủ các đới bảo vệ, và đới bảo vệ không cần có kích thước lớn. Ngược lại, cần được bảo vệ nghiêm ngặt đối với các giếng khoan khai thác nước phân bố nông (ở khoảng độ sâu 10m) trong các tầng chứa nước dưới đất dễ bị tổn thương. Cũng cần lưu ý rằng độ sâu phân bố tầng chứa không phải là yếu tố duy nhất để xác định mức độ tổn thương, mà còn phụ thuộc vào thành phần thạch học, tính chất thủy lực của tầng chứa nước đang được khai thác sử dụng.

Bước 3a. Thiết kế đới bảo vệ thứ I có thể thực hiện theo một trong hai cách:

- Thực hiện theo Quyết định 15/2008/QĐ_BTNTM.

- Sử dụng các chỉ số theo phương pháp GOD để khoan định.

Bước 3b. Thiết kế đới bảo vệ thứ II – sử dụng công thức Darcy đối với tầng chứa nước lỗ hổng.

Bước 3c. Thiết kế đới bảo vệ thứ III.

- Sử dụng bản đồ thủy đẳng cao hoặc thủy đẳng áp;

- Sử dụng phương pháp Hoelting (khi không có bản đồ mực nước).

Trình tự khoan định đới bảo vệ mạch nước (điểm lộ nước)

Bước 1. Thu thập thông tin, dữ liệu;

Bước 2. Khoan định Đới bảo vệ thứ I;

Bước 3. Khoan định Đới bảo vệ thứ II.

Trường hợp thứ nhất – Mạch nước có áp - chi cần xác định Đới III theo bước thứ 4.

Trường hợp thứ hai – Mạch nước không áp - sử dụng công thức Darcy để xác định.

Bước 4. Khoan định đới bảo vệ thứ III.

Trường hợp thứ nhất – Khi có bản đồ mực nước: sử dụng công thức Darcy để xác định.

Trường hợp thứ hai – Không có bản đồ mực nước: sử dụng phương pháp Hoelting để xác định.

Tài liệu tham khảo

DIRECTIVE 2006/118/EC of the European parliament and of the council of 12 December 2006 on the protection of groundwater against pollution and deterioration.

- Foster S., Hirata R. 1988. *Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data*. WHO-PAHO/HPE-CEPIS Technical manual, Lima, Peru. 81 pgs.
- Groundwater Protection in Europe, *the new groundwater directive - consolidating the EU regulatory Framework*, 2006.
- Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 – a framework for Community action in the field of water policy: a) Guidance Document No. 2 Identification of Water Bodies (2003); b) Guidance Document No. 3 Analysis of Pressures and Impacts Impress (2003).
- Guidelines on Drinking Water Protection Areas, Part I: Groundwater Protection Areas, Technical Rule, Code of Practice W 101, June 2006, *DVGW German Technical and Scientific Association for Gas and Water*.
- Guideline on Protection Areas for Drinking Water Reservoirs (Richtlinie W 102 - *Schutzgebiete für Trinkwassertalsperren*, DVGW 2002).
- Guideline on the Treatment of Forests in Protection Areas for Drinking Water Reservoirs (Richtlinie W 105 - *Behandlung des Waldes in Schutzgebieten für Trinkwassertalsperren*, DVGW 1981).
- Hirata, R. & Rebouças, A. 1999. La protección de los recursos hídricos subterráneos: una visión integrada, basada en perímetros de protección de pozos y vulnerabilidad de acuíferos. *Boletín Geológico Minero*. Vol. 110(4):423-236.
- Johansson, P-O. & Hirata, R. 2001. Rating of groundwater contamination sources. In: Zaporozec, A. (editor) *Groundwater contamination inventory. A methodological guideline*. UNESCO. Paris. 87-105.
- World Health Organization. (WHO). 1982. Rapid assessment of sources of air, water, and land pollution. *WHO Offset Publication* 62: 113 pgs.