

Nghiên cứu động thái và cân bằng nước dưới đất

Đoàn Văn Cảnh.

Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Giới thiệu

Nghiên cứu động thái và cân bằng nước dưới đất là một trong những nhiệm vụ trọng tâm của địa chất thủy văn khu vực. Nghiên cứu động thái nước dưới đất là nghiên cứu sự biến động tài nguyên nước theo không gian và thời gian. Nghiên cứu cân bằng nước dưới đất cho ta biết các nguồn tham gia hình thành nước dưới đất – nguồn chính, nguồn phụ. Kết quả nghiên cứu động thái và cân bằng nước dưới đất cho chúng ta cơ sở để khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước dưới đất đồng thời đưa ra được các giải pháp bảo vệ tài nguyên nước dưới đất khỏi bị cạn kiệt và ô nhiễm.

Động thái và cân bằng nước dưới đất

Động thái nước dưới đất

Nước dưới đất là tài nguyên đặc biệt quan trọng, là thành phần thiết yếu của sự sống và môi trường. Tài nguyên nước dưới đất góp phần vào sự phát triển của xã hội và nhu cầu khai thác sử dụng nước dưới đất ngày càng gia tăng. Trong khi đó tài nguyên nước dưới đất không phải là vô hạn, việc khai thác ồ ạt đã gây ra nhiều tác động gây suy thoái, cạn kiệt và ô nhiễm nguồn nước dưới đất. Những thông tin, số liệu về sự biến động tài nguyên nước dưới đất là đặc biệt quan trọng để ra quyết định đúng đắn trong công tác quản lý tài nguyên nước dưới đất.

Sự biến động tài nguyên nước dưới đất theo thời gian gọi là động thái nước dưới đất. Cụ thể hơn – Động thái nước dưới đất là sự thay đổi (dao động) các đặc trưng về số lượng và chất lượng của nước dưới đất (mức nước, lưu lượng, nhiệt độ, thành phần hóa học và khí, v.v...) theo thời gian.

Nghiên cứu và phân tích động thái nước dưới đất cho phép xác định mối liên hệ giữa những nhân tố cơ bản hình thành động thái với các yếu tố động thái, làm sáng tỏ những quy luật thay đổi của chúng theo thời gian và không gian. Làm sáng tỏ những nguyên nhân dẫn đến sự thay đổi, cơ chế tương tác, quy luật xuất hiện để có thể dự báo đúng đắn sự thay đổi của dòng thấm theo thời gian, xây dựng mô hình tối ưu sử dụng nước dưới đất và điều tiết dòng thấm theo yêu cầu của con người.

Nghiên cứu động thái nước dưới đất còn cho phép giải quyết các bài toán thực tế trong Địa chất thủy văn, như xác định các thông số thấm, đánh giá điều kiện biên của tầng chứa nước, xác định giá trị cung cấp thấm cho nước dưới đất, xác định mối quan hệ thủy lực giữa nước trên mặt với nước dưới đất, giữa các tầng chứa nước với nhau, đánh giá ảnh hưởng tác động của con người tới điều kiện địa chất thủy văn và môi trường xung quanh.

Một trong những nhiệm vụ cơ bản khi nghiên cứu động thái nước dưới đất là xác định các nhân tố ảnh hưởng và điều kiện hình thành động thái nước dưới đất. Những nhân tố cơ bản hình thành động thái nước dưới đất có thể phân ra 6 nhóm – địa chất, vũ trụ, khí hậu, sinh vật - thổ nhưỡng, thủy văn, nhân tạo. Trong phân tích động thái nước dưới đất, việc xác định các nhân tố cơ bản hình thành động thái và khoảng thời gian tác động của chúng có ý nghĩa rất quan trọng. Đó chính là động lực quyết định đặc trưng hay một trong những nét đặc trưng của động thái nước dưới đất.

Thông tin về động thái nước dưới đất được thu thập từ mạng lưới quan trắc tài nguyên nước dưới đất. Mạng lưới quan trắc là tập hợp các trạm, điểm và công trình quan trắc được bố trí theo một trật tự nhất định và thực hiện việc đo đạc, quan trắc theo một quy trình thống nhất nhằm thu thập các thông tin, số liệu phục vụ các mục tiêu, nhiệm vụ quản lý nhà nước về tài nguyên nước và các mục đích khác. Năm 1845, mạng quan trắc mực nước dưới đất đã được thiết lập ở xứ Wales (nước Anh). Ở Pháp mạng lưới quan trắc chất lượng nước dưới đất được thiết lập năm 1902 và cũng là lần đầu tiên ở lục địa Châu Âu. Hệ thống quan trắc động thái nước dưới đất ở các nước khác thuộc Châu Âu bắt đầu trong giai đoạn 1950 - 1980. Nhiều dữ liệu mực nước dưới đất có chuỗi số liệu dài 20 - 30 năm.

Quan trắc nước dưới đất tại Hoa Kỳ được bắt đầu từ đầu của thế kỷ 20 (USGS, 1985). Nhằm đáp ứng nhu cầu mới và mạnh mẽ hơn cho cung cấp thông tin và việc sử dụng hiệu quả nguồn nước dưới đất, việc quan trắc mực nước dưới đất trong các giếng khoan bắt đầu ở New Jersey vào năm 1923 và ở Pennsylvania vào năm 1925. Bản đồ nước dưới đất đầu tiên, mang tên "Phân vùng nước dưới đất ở Mỹ" được Meinzer thành lập năm 1923. Mạng lưới lỗ khoan quan trắc mực nước dưới đất đã được mở rộng trên toàn nước Mỹ vào cuối những năm 1960.

Ở nhiều nước đang phát triển công tác quan trắc động thái nước dưới đất chỉ được bắt đầu bằng các dự án quốc tế về cấp nước đô thị từ nguồn nước dưới đất, đánh dấu bước đầu trong việc quan trắc nước dưới đất. Đáng tiếc, các dự án này thường chỉ thực hiện trong thời gian ngắn, chuỗi số liệu không dài và cũng ngừng hoạt động không lâu sau khi kết thúc dự án.

Hiện trạng và sự phát triển mạng lưới quan trắc nước dưới đất phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Một mặt, mạng lưới quan trắc được điều chỉnh để phát triển khai thác nguồn nước dưới đất và đánh giá các tác động ngày càng tăng đối với môi trường. Nhận thức vai trò quan trọng của công tác quan trắc động thái nước dưới đất, từ năm 1985 Nhà nước Việt Nam đã tiến hành đầu tư, xây dựng và đưa vào vận hành 3 mạng quốc gia quan trắc động thái nước dưới đất tại đồng bằng Bắc Bộ, đồng bằng Nam Bộ và Tây

Nguyên. Ngày nay mạng quan trắc này đang được đầu tư mở rộng ra các vùng khác.

Phân dạng mạng quan trắc tài nguyên nước dưới đất

Tùy thuộc vào quy mô mạng quan trắc, mục đích, ý nghĩa, nội dung quan trắc, tham khảo mạng quan trắc tại các nước khác; các mạng quan trắc động thái nước dưới đất khu vực và mạng quan trắc chuyên đã được đề xuất như dưới đây.

Mạng quan trắc khu vực (mạng quan trắc cơ sở) là mạng quan trắc được thiết lập để quan trắc, nghiên cứu động thái nước dưới đất trên một khu vực rộng lớn của một nước, một địa phương, một lưu vực, nhằm cung cấp những thông tin nền về động thái nước dưới đất.

Tùy thuộc vào mục đích quan trắc và quy mô mạng quan trắc, mạng quan trắc khu vực có thể là mạng quan trắc quốc gia hoặc mạng quan trắc địa phương.

Mạng quan trắc quốc gia là mạng quan trắc được thiết kế bao trùm toàn bộ diện tích lãnh thổ quốc gia, hay diện tích một cấu trúc địa chất, một bồn thu nước, một lưu vực sông, v.v... nhằm cung cấp thông tin nền cho nghiên cứu động thái tài nguyên nước dưới đất nói riêng và mối quan hệ giữa tài nguyên nước dưới đất với tài nguyên nước mưa, nước mặt nói chung. Mạng này được thiết kế có chú ý đến các mạng quan trắc tài nguyên nước mưa, nước mặt.

Mạng quan trắc địa phương là mạng quan trắc tài nguyên nước dưới đất tại một địa phương nhằm nghiên cứu đánh giá động thái tài nguyên nước dưới đất ở địa phương đó. Vì cùng chung một mục đích, nên mạng quan trắc này khi thiết kế phải trên nền mạng quan trắc quốc gia đã có trong vùng, hoặc làm nền cho xây dựng mạng quốc gia sau này để giảm thiểu chi phí xây dựng vận hành và quản lý mạng.

Mạng quan trắc chuyên (mạng quan trắc vận hành) là mạng quan trắc được thiết lập để quan trắc, nghiên cứu, giám sát sự biến đổi của một hoặc một vài thông số quan trắc mà sự biến đổi của các thông số này liên quan đến việc khai thác, sử dụng nước dưới đất hoặc các tác động của hoạt động kinh tế - xã hội của con người đến tài nguyên nước dưới đất. Ví dụ, mạng quan trắc động thái phá hủy do khai thác nước dưới đất trong các đô thị; mạng quan trắc động thái nước dưới đất trong vùng hoạt động của hồ chứa; mạng quan trắc trong vùng tưới, trong vùng khai thác mỏ, v.v...; quan trắc nước khoáng - nước nóng, mạng quan trắc được thiết lập trong các đề án, dự án điều tra nước dưới đất.

Mục tiêu của công tác quan trắc động thái nước dưới đất

Công tác quan trắc động thái nước dưới đất nhằm các mục tiêu dưới đây.

* Xác định quy luật biến đổi của các yếu tố động thái về số lượng, chất lượng nước theo thời gian, từ đó

xác định mối quan hệ giữa các yếu tố động thái với nhau, giữa các yếu tố động thái và các yếu tố hình thành động thái (hình thành nước dưới đất) như quan hệ với mưa, với nước mặt, quan hệ giữa các tầng chứa nước với nhau, v.v...

* Cung cấp thông tin cho tính toán cân bằng nước và từ đó giúp cho việc xác định các nguồn hình thành trữ lượng động tự nhiên của nước dưới đất.

* Đánh giá tác động của khai thác nước dưới đất và các hoạt động kinh tế đến số lượng, chất lượng nước dưới đất.

* Đánh giá xu thế, diễn biến số lượng, chất lượng nước dưới đất theo thời gian phục vụ quy hoạch khai thác sử dụng nước dưới đất một cách hợp lý, để xuất biện pháp phòng chống cạn kiệt, ô nhiễm nguồn nước dưới đất.

* Phục vụ việc cấp phép thăm dò, khai thác và điều chỉnh chế độ khai thác nước dưới đất.

Các thông số quan trắc

Các thông số quan trắc gồm thông số về chất lượng nước và thông số về số lượng nước.

Thông số về chất lượng nước

Tùy thuộc vào đặc điểm chất lượng nước và đặc điểm tự nhiên của diện tích quan trắc, các thông số vật lý, hóa học thông thường về chất lượng nước dưới đất được quan trắc có thể như sau – Nhiệt độ, độ dẫn điện, pH, tổng chất rắn hòa tan, NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Fe , F , CO_3^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Arsen, NO_2^- , NO_3^- , vi sinh (tổng coliform, *E.coli*.)

Tuy nhiên, tùy thuộc vào đặc điểm về chất lượng nước, hiện trạng ô nhiễm, tùy thuộc vào mục đích quan trắc có thể lựa chọn một số các thông số về chất lượng nước như đã liệt kê ở trên, nhưng phải đảm bảo quan trắc các thông số tối thiểu về nhiệt độ, pH, độ dẫn điện, tổng chất rắn hòa tan, Arsen, NH_4^+ , NO_3^- , *E.coli*.

Thông số về số lượng nước

Số lượng nước dưới đất được đặc trưng bởi hai thông số quan trắc – mực nước trong các công trình quan trắc và lưu lượng các mạch lộ, dòng chảy quan trắc.

- Mực nước dưới đất cần được quan trắc và tính toán theo độ cao tương đối và tuyệt đối. Trong trường hợp tầng chứa nước phân bố nông, cần thiết phải lắp đặt thiết bị đo mưa để *quan trắc lượng mưa* trên diện tích bố trí các trạm quan trắc nước dưới đất.

- *Quan trắc lưu lượng nguồn lộ* bằng cách đặt ván đo hoặc đo lưu lượng mạch lộ bằng thùng định lượng và đồng hồ bấm giây. Hướng dẫn chi tiết về đo mực nước và quan trắc nguồn lộ được trình bày trong các hướng dẫn hoặc quy phạm hiện hành.

Tần suất quan trắc

Nhìn chung cần hài hòa tần suất lấy mẫu chất lượng nước với tần suất quan trắc thủ công mực nước để thực hiện được cùng lúc cả hai nhiệm vụ nhằm tiết kiệm thời gian và nguồn lực (những trạm quan trắc mực nước tự động thì tần suất quan trắc được cài đặt trước).

Tần suất lấy mẫu và phân tích chất lượng nước tối thiểu: 2 lần một năm vào giữa mùa khô và cuối mùa mưa trong đa số trường hợp.

Tần suất 2 lần/năm vào cuối mùa mưa và mùa khô ở những nơi sau đây.

+ Chất lượng nước ít thay đổi về thành phần hóa học;

+ Các tầng chứa nước phân bố sâu (trên 100m), có mức độ trao đổi nước chậm.

Tần suất 4 lần/năm (cuối mùa mưa, giữa mùa khô, giữa mùa mưa và mùa khô, giữa mùa mưa) ở những nơi dưới đây.

+ Có sự ô nhiễm ở thượng nguồn (công nghiệp, nông nghiệp, chăn nuôi, làng nghề, nghĩa trang, v.v...);

+ Thành phần hóa học của nước thay đổi mạnh;

+ Các vùng đất ngập nước và vùng ảnh hưởng triều;

+ Trên những diện tích đang triển khai các dự án điều tra;

+ Trong các giếng khoan đồng thời sử dụng phục vụ cấp nước sinh hoạt.

Tại các điểm đặc biệt (tầng chứa dễ bị tổn thương), tần suất lấy mẫu nước có thể dày hơn.

Lấy mẫu nước phải thực hiện theo đúng quy trình đã được hướng dẫn trong các Quy chuẩn Việt Nam, Tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.

Cân bằng nước dưới đất

Khái niệm về cân bằng nước

Sự thay đổi khối lượng và năng lượng của nước trong một thể tích nào đó của hệ thống địa chất thủy văn diễn ra dưới tác động của các mối quan hệ bên trong và bên ngoài được gọi là trao đổi nước. Các mối quan hệ này liên quan đến sự xuất hiện áp lực thủy tĩnh và áp lực địa tĩnh gây ra bởi các yếu tố như: khí tượng, thủy văn, địa chất, kiến tạo, v.v... Các mối quan hệ này (quá trình ngấm, thấm) tạo ra 3 dạng trao đổi nước cơ bản. Trong nghiên cứu cân bằng nước, những dạng trao đổi nước là đối tượng nghiên cứu chính.

Cân bằng nước dưới đất là mối tương quan định lượng trong một khoảng thời gian nhất định giữa các thành phần đến và đi của dòng chảy. Các thành phần này được nghiên cứu trong một diện tích (khu) cân bằng tương ứng. Từ đó, để giải quyết bài toán cân bằng có thể sử dụng một phần hoặc toàn bộ tầng chứa nước, phức hệ chứa nước hay thậm chí cả bốn địa chất thủy văn. Khu cân bằng được chia theo bản đồ thủy đẳng cao/đẳng áp. Để phân chia khu cân bằng cần vạch ra những đường dòng vuông góc với các đường

thủy dâng cao/dâng áp làm ranh giới. Mặt cắt đứng trùng với những đường ranh giới này trên bình đồ và là giới hạn của các thể tích tính cân bằng. Môi tương quan giữa các thành phần đến và đi trong cân bằng nước sẽ xem xét trên những ranh giới tương đối này của thể tích nghiên cứu. Về mặt cấu trúc, các điều kiện địa chất thủy văn của khu cân bằng cần phải mang tính điển hình hoặc nói cách khác là có tính đại diện, nghĩa là phải thể hiện đầy đủ những đặc điểm và tính chất của toàn bộ hệ thống địa chất thủy văn.

Cân bằng nước dưới đất là sự thể hiện một cách định lượng các quá trình trao đổi nước diễn ra trong hệ thống địa chất thủy văn và mối tương quan của chúng với môi trường bên ngoài và với các hệ thống địa chất thủy văn khác. Cân bằng nước được thiết lập cho những chu kỳ/thời gian khác nhau như mùa, năm, nhiều năm. Cân bằng nhiều năm thường được nghiên cứu trong điều kiện vận động ổn định của nước dưới đất, còn cân bằng năm, mùa – áp dụng trong điều kiện vận động không ổn định. Cân bằng nước liên quan đến động thái và cũng thể hiện định lượng các yếu tố hình thành động thái cũng như mối quan hệ của chúng trong phương trình. Các yếu tố hình thành động thái tồn tại trong một hoàn cảnh địa chất thủy văn nhất định và thể hiện bằng sự dao động mực nước.

Các thành phần cân bằng là các yếu tố xác định sự thay đổi lượng nước trong một thể tích nào đó. Có thể phân chia thành thành phần đến và thành phần đi hoặc cung cấp và phá hủy. Chúng có thể là tự nhiên hoặc nhân tạo, trong số chúng có thể đặc trưng cho trao đổi nước ngang hoặc có thể trao đổi thẳng đứng trong một phạm vi thể tích cân bằng đã phân chia. Những thành phần cân bằng có thể đặc trưng cho mối tương quan giữa hệ thống địa chất thủy văn với khí quyển, với quyển nước mặt, có thể với hệ thống địa chất thủy văn bên cạnh. Như vậy, các thành phần cân bằng chính là những yếu tố hình thành động thái nước dưới đất. Chúng được biểu diễn dưới dạng thể tích nước (m^3) hay chiều cao lớp nước (mm, m) trên một đơn vị diện tích cho trước, hoặc là biểu diễn bằng m/ngày, m^3 /năm hoặc cường độ của các yếu tố (m/ngày, mm/năm, mm/ngày, m/năm).

Trong điều kiện vận động ổn định, lượng nước chảy đến bằng lượng nước thoát đi. Trong điều kiện vận động không ổn định, hai đại lượng này không bằng nhau và có thể được thể hiện qua sự dâng cao mực nước và lưu lượng dòng chảy gia tăng ($q_{đến} > q_{đi}$); hoặc giảm lưu lượng hoặc giảm mực nước diễn ra khi $q_{đến} < q_{đi}$. Do sự khác nhau giữa tổng lượng nước đến và đi trong một khoảng thời gian cân bằng đặc trưng cho lượng nước tăng lên hay giảm đi trong thể tích cân bằng. Lượng nước trong thể tích cân bằng này phụ thuộc vào tính nhà nước của đất đá trong hệ thống địa chất thủy văn và được xác định qua hệ số nhà nước trọng lực μ (S_V) đối với nước ngầm và hệ số nhà nước đàn hồi μ' .

Các thành phần cân bằng nước tham gia vào phương trình cân bằng được xác định một cách độc lập. Chính những thành phần này đánh giá định lượng các yếu tố hình thành động thái. Nếu tất cả các thành phần tham gia vào cân bằng được xem như 100% tương ứng với tổng lượng đến và đi, thì yếu tố nào chiếm tỷ lệ $> 50\%$ được xem như là yếu tố chủ yếu, và yếu tố nào chiếm tỷ lệ $< 10\%$ được xem như yếu tố thứ yếu.

Thành lập và phân tích phương trình cân bằng nước dưới đất

Mục đích

+ Làm sáng tỏ và đánh giá định lượng các thành phần cân bằng nước, tìm ra mối quan hệ giữa chúng, xác định các thành phần cân bằng chính, các yếu tố chính hình thành động thái nước dưới đất trong diện tích nghiên cứu cân bằng;

+ Làm sáng tỏ kiểu động thái nước dưới đất, phân tích xu thế động thái mực nước và lưu lượng, từ đó dự báo động thái mực nước và sự thay đổi các thành phần tham gia vào cân bằng nước dưới đất;

+ Xác định và tính toán định lượng các kiểu trao đổi nước, xác định mối quan hệ giữa cân bằng nước dưới đất với cân bằng nước trong đới thông khí và với cân bằng nước chung của lục địa.

Trình tự lập phương trình cân bằng nước dưới đất

Để nghiên cứu cân bằng nước trong mối quan hệ với nghiên cứu động thái nước dưới đất, chúng ta phải tiến hành theo trình tự các bước như sau.

Bước 1. Xác định diện tích cân bằng và khoảng thời gian nghiên cứu cân bằng.

Bước 2. Thành lập phương trình cân bằng dưới dạng số học các thành phần đến và đi trong khoảng thời gian nghiên cứu.

Bước 3. Với giá trị các thông số có được theo kết quả điều tra nước dưới đất, xác định định lượng các thành phần đến và đi tham gia vào phương trình cân bằng.

Bước 4. Đánh giá kết quả cân bằng, tức là đánh giá sự thay đổi trữ lượng trong khu cân bằng do tác động của tất cả các yếu tố. Trong điều kiện vận động ổn định, mực nước trong thời gian nghiên cứu cân bằng không thay đổi. Trong điều kiện vận động không ổn định sẽ xảy ra quá trình dâng cao hay suy giảm mực nước (hoặc trữ lượng nước dưới đất).

Bước 5. Làm sáng tỏ mối quan hệ giữa động thái và cân bằng nước dưới đất; phân tích mối quan hệ giữa thành phần đến và thành phần đi để rút ra yếu tố chính, yếu tố phụ hình thành động thái nước dưới đất trong khu cân bằng, từ đó dễ dàng xác định kiểu động thái nước dưới đất.

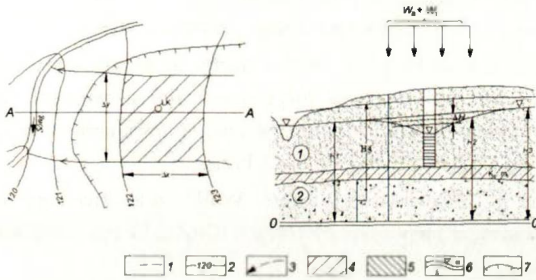
Bước 6. Phân tích hướng thay đổi/diễn biến động thái mực nước trong diện tích nghiên cứu (biến đổi trong quá trình khai thác sử dụng nước dưới đất, điều kiện cung cấp và thoát nước), ảnh hưởng của

những xu thế này tới cân bằng nước và với môi trường xung quanh.

Bước 7. Phân tích diễn biến trữ lượng chung của nước dưới đất.

Bước 8. Phân tích, phán đoán khả năng bổ sung trữ lượng nước dưới đất và nguồn hình thành trữ lượng tự nhiên. Đánh giá định lượng các quá trình trao đổi nước, các dạng quan hệ và tương tác giữa chúng.

Sự bổ sung trữ lượng nước dưới đất diễn ra trong suốt thời kỳ cân bằng nước. Chúng được chia thành các nguồn tự nhiên và nguồn nhân tạo liên quan đến hoạt động của con người.



Hình 1. Sơ đồ mặt bằng và mặt cắt diện tích nghiên cứu cân bằng.

Một trong những ưu điểm rất cơ bản của nghiên cứu cân bằng nước dưới đất là có thể xác định được những đại lượng mà trong điều tra địa chất thủy văn ở ngoài trời không thể xác định dễ dàng và chính xác. Đó là đại lượng thất thoát nước dưới đất do bốc hơi từ mặt nước ngầm. Trong thực tế, đại lượng này có thể đo đếm được trực tiếp tại các bãi thí nghiệm, thường gọi là “sân cân bằng”. Tuy nhiên các sân cân bằng không thể đại diện cho cả một diện tích rộng lớn nghiên cứu với điều kiện trên mặt đất rất khác nhau và lớp phủ thổ nhưỡng rất khác nhau. Vì vậy, đại lượng thoát nước dưới đất do bốc hơi xác định bằng nghiên cứu cân bằng nước dưới đất là phương pháp hiệu quả và ít tốn kém nhất.

Nghiên cứu lập phương trình cân bằng

Đữ kiện nghiên cứu cân bằng

Ví dụ về nghiên cứu cân bằng nước ngầm trên diện tích một thềm sông được thể hiện trên như hình 1. Trên diện tích nghiên cứu có canh tác hoa màu và sử dụng nước tưới với lưu lượng tưới được ký hiệu là Q_t , có lỗ khoan khai thác nước ngầm với lưu lượng là Q_{lk} . Độ sâu phân bố mực nước ngầm thay đổi theo mùa và trong một khoảng thời gian quan sát trong năm, có sự bốc hơi từ bề mặt nước ngầm. Tầng chứa nước ngầm có quan hệ thủy lực với tầng chứa nước có áp phân bố phía dưới và nhận được giá trị cung cấp bằng thấm xuyên qua lớp thấm nước yếu với bề dày m_0 , hệ số thấm k_0 . Trong hoàn cảnh có khai thác nước, mực nước ngầm giảm đi một đại lượng trung bình là ΔH sau một năm trên diện tích nghiên cứu. Giả thiết diện tích khu nghiên cứu cân bằng là F , bề

rộng trung bình của khu cân bằng ký hiệu là Δy , bề dài trung bình là Δx , thời gian nghiên cứu trong khoảng $\Delta t = 1$ năm.

Xây dựng phương trình cân bằng nước ngầm

Để giải bài toán cân bằng này, chúng ta sẽ tiến hành theo trình tự sau.

- Phân tích điều kiện hình thành cân bằng nước ngầm trên diện tích cân bằng thể hiện trên hình 1 và xác định các thành phần tham gia vào cân bằng nước ngầm.

Các thành phần đến gồm:

- Dòng ngầm đến (Q_m) là dòng ngầm chảy qua ranh giới bên phải của khu cân bằng;

- Cung cấp cho nước ngầm qua đới thông khí gồm: ngầm từ nước mưa (Q_m) và ngầm từ nước tưới (Q_t);

- Cung cấp cho tầng chứa nước ngầm phía trên từ tầng chứa nước có áp phía dưới do thấm xuyên (Q_{tx}).

Các thành phần chuyển đi gồm:

- Dòng ngầm chảy đi tự nhiên (Q_{out}) theo phương ngang về phía dòng chảy mặt;

- Mất đi do khai thác nước (Q_{lk});

- Bốc hơi từ mặt nước ngầm (Q_{bh}).

Hai thành phần đến và đi trong điều kiện bình thường trong cân bằng nước phải bằng nhau, nhưng theo đầu bài, kết quả quan trắc sau một năm mực nước ngầm giảm một đại lượng là ΔH , nghĩa là xảy ra quá trình tháo khô một phần tầng chứa nước. Lượng nước này được tính cho 1 năm và ký hiệu là Q_{tk} .

- Viết phương trình cân bằng chung của nước ngầm trong một năm:

$$(Q_{in} + Q_m + Q_t + Q_{tx}) - (Q_{out} + Q_{bh} + Q_{lk}) = Q_{tk} \quad (1)$$

Các thành phần trong phương trình cân bằng trên biểu diễn bằng $m^3/ngày$.

Giả dụ $Q_{in} = Q_{out}$ và mối quan hệ thủy lực giữa nước ngầm và nước có áp bên dưới không tồn tại ($Q_{tx} = 0$), đồng thời trong 1 năm tổng lượng dòng chảy đến bằng dòng chảy đi, mực nước ngầm gần như nằm ngang, trong điều kiện đó phương trình (1) sẽ có dạng: $Q_m + Q_t - Q_{bh} - Q_{lk} = 0 \quad (2)$

Phương trình (1) và (2) cho thấy thành phần tham gia trong đó phụ thuộc vào các yếu tố hình thành động thái nước ngầm. Nếu nhiều nguồn hình thành, đầy đủ các thành phần tham gia phương trình cân bằng thì sử dụng phương trình (1), ngược lại, khi có ít các nguồn hình thành hoặc hạn chế thành phần tham gia thì sử dụng phương trình (2), tức là phương trình cân bằng phụ thuộc vào các nguồn hình thành động thái nước dưới đất.

- Xác định các thành phần cân bằng nước bằng các phương pháp khác nhau

Những đại lượng như cung cấp do ngầm từ nước mưa, ngầm từ nước tưới, từ thấm xuyên, bốc hơi từ bề mặt nước ngầm, v.v... là những đại lượng rất khó xác định. Để đánh giá chúng, trong phương trình cân

bằng cần phải biết tất cả các thành phần còn lại. Kết quả tính toán sẽ mang tính gần đúng vì sai số xác định các thành phần đến và đi đều dựa trên những giá thiết nhất định.

Phương trình cân bằng (1) có thể biểu diễn thông qua chiều cao lớp nước (m) như sau: (3)

$$\frac{Q_m - Q_{out}}{F} \Delta t + (W_m - W_{bh}) \Delta t + W_i \Delta t + W_{ix} \Delta t - \frac{Q_{ik} \Delta t}{F} = \mu \Delta H$$

Nếu đặt $\Delta Q = Q_{in} - Q_{out}$, đại lượng cung cấp ngầm từ nước mưa xác định theo mực nước ngầm trong năm: $W_{pe} = W_m - W_{bh}$ (trong đó: W_m , W_{bh} là cường độ cung cấp và bốc hơi từ mặt nước ngầm, m/ngày). Cường độ khai thác trung bình của lỗ khoan trên diện tích F được ký hiệu $q_{ik} = \frac{Q_{ik}}{F}$ (m/ngày).

Phương trình (3) đưa về dạng:

$$\pm \frac{\Delta Q}{F} \Delta t \pm W_{pe} \Delta t + W_i \Delta t + W_{ix} \Delta t - q_{ik} \Delta t = \pm \mu \Delta H \quad (4)$$

W_i và W_{ix} là cường độ ngầm từ nước tươi và cường độ cung cấp do thấm xuyên được xác định theo công thức Darcy hoặc theo các phương pháp đo đạc trực tiếp.

Vế trái của phương trình (3) và (4) thể hiện những thành phần cân bằng nước hay các yếu tố hình thành động thái nước. Vế phải là sự biến đổi trữ lượng nước ngầm gây ra bởi sự suy giảm mực nước ngầm ΔH

trong 1 năm. μ là hệ số nhà nước của đất đá trong diện tích diễn ra suy giảm mực nước. Dấu \pm phụ thuộc vào điều kiện địa chất thủy văn cụ thể, tùy thuộc vào nguồn hình thành nước dưới đất ở vùng nghiên cứu. Nếu tổng các nguồn đến lớn hơn nguồn đi thì mang dấu (+); ngược lại tổng các nguồn thoát mà lớn hơn nguồn cung cấp thì mang dấu (-).

Tài liệu tham khảo

- A National Framework for Groundwater Monitoring in the United States. 2009. 74 pgs. USA.
- Gerrit Jousma, 2008. Guideline: on Groundwater monitoring for general reference purposes, IGRAC, *The Netherlands International Working Group I Utrecht*. 90 pgs. UNESCO. Paris.
- Jousma G., Roelofsen F. J., 2003. Utrecht. Inventory of existing guidelines and protocols for groundwater assessment and monitoring. IGRAC, *The Netherlands International Working Group I Utrecht*. 22 pgs. UNESCO. Paris.
- Jousma G., Roelofsen F.J., 2009. World-wide inventory on groundwater monitoring by Utrecht. IGRAC. 31 pgs. UNESCO. Paris.
- Шестаков В. М., 1989. Методическое руководство по ведению мониторинга ресурсов подземных вод. Воробьевы Горы, Москва. *Геологический факультет МГУ*. 27 стр. Москва