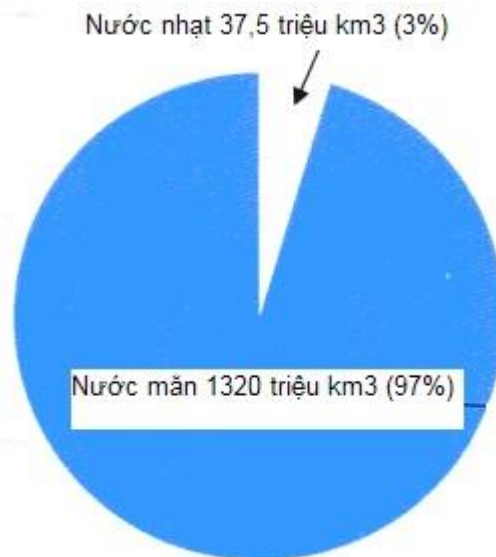


TÀI NGUYÊN VÀ TRỮ LƯỢNG NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Biên soạn: PGS TS Đoàn Văn Cảnh

1. Tổng quan về nước dưới đất

Tổng lượng nước có trên trái đất là bao nhiêu? Theo tính toán của các nhà địa chất Mỹ toàn trái đất có khoảng 1357,5 triệu km^3 nước, thì chỉ có 3% là nước ngọt (ngọt), phần còn lại (97%) là nước mặn trong các đại dương. Trong số 3% tổng nước ngọt trên trái đất thì có tới 77% nằm ở vùng đóng băng vĩnh cửu (các khối băng vùng bắc cực, nam cực), còn lại chỉ 1% nước chứa trong sông, hồ trên khắp các châu lục và 11% nước dưới đất ở độ sâu từ 800m trở lại có thể khai thác sử dụng được, còn 11% nước dưới đất ở độ sâu từ 800m trở xuống không thể khai thác sử dụng trong điều kiện kỹ thuật hiện nay.



Hình 1. Phân bố nước trên trái đất

Thế nhưng, thế giới hiện nay khai thác sử dụng nước dưới đất mạnh mẽ như thế nào? Các nước trên thế giới khai thác sử dụng nước dưới đất không đồng đều. Toàn thế giới, hàng năm khai thác khoảng 800 km^3 (2.191.781.000,0 m^3 /ngày) từ nước dưới đất. Trong đó Châu Phi là 35 km^3 /năm (95.890.411 m^3 /ngày); Bắc và Trung Mỹ: 150 (410.959.000); Nam Mỹ: 25; Châu Á: 500; Châu Âu: 80; Châu Úc và Châu Đại Dương: 10 km^3 /năm.

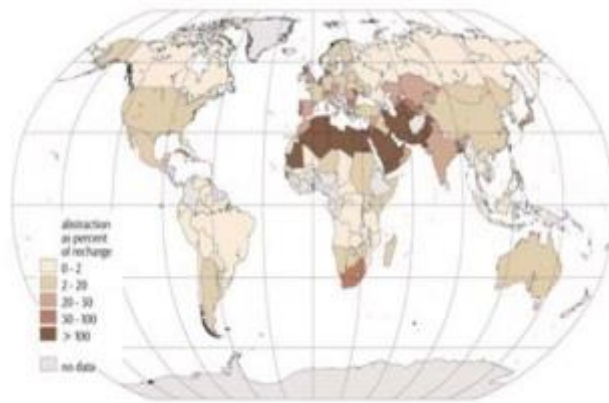
Có 10 nước khai thác nước dưới đất lớn nhất (chiếm 74% trữ lượng nước dưới đất khai thác trên toàn thế giới) là Ấn Độ: 190 km^3 /năm; Mỹ: 115; Trung Quốc: 97; Pakistan: 55; Iran: 53; Mexico: 25; Arabia Saudi: 21; Nhật Bản: 13,2; Indonesia: 12,5 và Nga: 11,6 (Theo Exploitation and Utilization of Groundwater around the World. Jean Margat. UNESCO. 10/2000 [4]).

Nước dưới đất ở Mỹ được khai thác từ các tầng chứa nước trong 6 thành tạo chứa nước cơ bản là thành tạo bở rời, thành tạo cát-bột kết, thành tạo carbonat, thành

tạo lục nguyên-carbonat, thành tạo phun trào-biến chất và nước trong các loại thành tạo khác (US Geological Survey).

Ở Nga, khai thác sử dụng nước dưới đất gần 15 triệu m³/ngày. Ở các thành phố lớn (hơn 100 ngàn dân) tỷ trọng nước dưới đất chỉ chiếm 29%, thậm chí các thành phố lớn như Matxcova, San Peterburg, Roctop Na Đon, Vladivostok.. hoàn toàn sử dụng nước mặt. Tỷ trọng sử dụng nước dưới đất ở nông thôn chiếm tới 85%.

Nếu lấy chỉ số là tỷ số giữa tổng lượng khai thác so với trữ lượng nước dưới đất có thể được tái sinh (renewal resources) thì sao? Bản đồ do các nhà ĐCTV Hà Lan thuộc tổ chức IAH thành lập năm 2006 gây cho ta những ấn tượng sâu sắc về số liệu đó trên toàn thế giới [5]. Chỉ số có giá trị < 20% cho biết lãnh thổ đó còn dư dật nước dưới đất và có thể khai thác bền vững. Những nước có chỉ số 100% và lớn hơn nằm ở Trung cận Đông và Bắc Phi, nước dưới đất đang bị cạn kiệt dần. Những nước có chỉ số từ 20% đến 100% là những nước mà ở đây việc khai thác nước dưới đất chỉ có thể bền vững nếu kiểm soát chặt chẽ việc khai thác nước và có kế hoạch bổ sung nhân tạo nước dưới đất. Việt Nam nằm trong những nước có chỉ số trung bình.



Hình 2. Bản đồ chỉ số nước dưới đất toàn cầu

Tuy nhiên, những khu vực có tài nguyên nước dưới đất ổn định trên thế giới đang từng ngày thu nhỏ lại. Có 3 vấn đề chính ảnh hưởng đến việc sử dụng nước dưới đất: *nước dưới đất cạn kiệt* do sử dụng quá mức, do quy hoạch khai thác không đúng và do bị ngập úng, *nước dưới đất bị nhiễm mặn* do việc khai thác nước chưa hợp lý và việc sử dụng liên tục không có hiệu quả, và *nước dưới đất bị ô nhiễm* do các hoạt động nông nghiệp, công nghiệp và các hoạt động khác của con người gây ra [5].

Ở Việt Nam, tài nguyên dự báo nước dưới đất trong các thành tạo chứa nước chính (thành tạo bờ rời, đá vôi, lục nguyên, bazan...) ước tính khoảng 172,6 triệu m³/ngày, trong khi đó tỷ trọng sử dụng nước dưới đất chưa nhiều. (nguồn [3] theo tài liệu điều tra thống kê của Cục Quản lý tài nguyên nước, liên đoàn QH và ĐT TNN miền Bắc, miền Nam. 2013).

TT	Thành phố, vùng	Lượng nước đang khai thác, m ³ /ngày	Tài nguyên dự báo, m ³ /ngày	% khai thác so với tài nguyên
1	Đồng bằng Bắc Bộ	2.264.898,00	17.191.102,00	13,17
	Trong đó Hà nội	1.779.398,00	8.362.000,00	21,27
2	Đồng bằng Nam Bộ	3.602.447,00	23.843.731,00	15,11
	Trong đó T.P Hồ Chí Minh	850.000,00	2.501.059,00	33,98
3	Tây Nguyên	985.000,00	18.489.000,00	5,33
4	Tây Bắc Bộ	5.000,00	15.521.338,00	0,30
5	Đông Bắc Bộ	20.000,00	27.995.378,00	0,07
6	Bắc Trung Bộ (từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế)	1.000.000,00	17.101.539,00	5,84
7	Nam Trung Bộ (từ Đà Nẵng đến Bình Thuận)	24.500,00	8.941.093,00	0,27
	Toàn lãnh thổ Việt Nam	10.531.243,00	172.599.897,00	6,10

Một trong những chỉ tiêu để đánh giá sự ổn định của nguồn nước là thời hạn phục hồi nguồn nước, nghĩa là thời gian cần thiết để nước vận động từ miền hình thành đến miền phá hủy. Đối với dòng chảy trên mặt tính trung bình cho toàn địa cầu, thời gian đó cỡ khoảng 16 ngày đêm, còn đối với dòng ngầm - 1,5 ngàn năm. Tất nhiên bạn đọc có thể hoài nghi sự chính xác của con số về dòng ngầm, nhưng con số đó đủ để so sánh với dòng chảy trên mặt.

Do giới hạn về phục hồi nguồn nước cho nên phải đặc biệt chú ý đến bảo vệ tầng chứa nước khỏi bị cạn kiệt và ô nhiễm.

Từ đây nảy sinh một vấn đề quan trọng nhất của ĐCTV khu vực là đánh giá tài nguyên và trữ lượng nước dưới đất.

Nên phân biệt hai hình thức đánh giá tài nguyên và trữ lượng khai thác nước dưới đất, mỗi một hình thức đánh giá có những tiêu chí khác nhau.

Đánh giá tài nguyên dự báo nước dưới đất khu vực để biết được tiềm năng nước dưới đất một lãnh thổ nghiên cứu (một vùng thăm dò, một cấu trúc địa chất chứa nước, một lưu vực sông...). Việc đánh giá này không phải thực hiện thường xuyên mà chỉ tiến hành theo đơn đặt hàng của các tổ chức quy hoạch và quản lý lãnh thổ để biết được tiềm năng tài nguyên nước dưới đất lãnh thổ nghiên cứu.

Tài nguyên dự báo là lượng nước có chất lượng và giá trị xác định có thể nhận được trong giới hạn một cấu trúc địa chất thủy văn, một lưu vực sông hay một vùng lãnh thổ có tiềm năng khai thác sử dụng sau này.

Đối tượng *đánh giá tài nguyên dự báo nước dưới đất* là các tầng chứa nước trong giới hạn một cấu trúc địa chất thủy văn hay trong một thung lũng sông theo kết quả mô hình hóa điều kiện địa chất thủy văn khu vực, bằng phương pháp tính toán cân

bằng, tính toán thủy động lực hoặc có thể bằng phương pháp tương tự địa chất thủy văn. (Khái niệm *Tài nguyên dự báo nước dưới đất* thay cho *Trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất* hiện nay đang sử dụng)

Tài nguyên dự báo nước dưới đất thể hiện bằng khối lượng (m^3 , km^3) hoặc lưu lượng ($km^3/năm$, $m^3/ngày$) có thể nhận được từ tầng chứa nước bằng thể tích nước trữ trong đó, hoặc bằng các *công trình khai thác quy ước* trong giới hạn một cấu trúc chứa nước, hay trong một thung lũng sông, một địa giới hành chính xác định.

Đánh giá trữ lượng nước dưới đất (trữ lượng khai thác nước dưới đất) được tiến hành theo công suất của công trình khai thác cụ thể do tổ chức yêu cầu về nước đặt hàng, trên cơ sở lập luận về sơ đồ bố trí công trình khai thác, có sự thỏa thuận với cơ quan phòng hộ vệ sinh, bảo vệ môi trường.

Trữ lượng khai thác nước dưới đất là gì? Chúng không phải là khối lượng, trọng lượng như khoáng sản rắn, mà là lưu lượng, nghĩa là lượng nước có thể lấy được theo thời gian bằng các công trình khai thác.

Định nghĩa cổ điển : Trữ lượng khai thác nước dưới đất là lưu lượng công trình khai thác hợp lý về mặt kinh tế kỹ thuật tuân thủ điều kiện khai thác theo đặt hàng.

Định nghĩa đầy đủ: Trữ lượng nước dưới đất (trữ lượng khai thác nước dưới đất) là lượng nước có thể nhận được từ mỏ nước hay một phần mỏ nước bởi các công trình khai thác nước hợp lý về mặt địa chất, kinh tế kỹ thuật trong điều kiện và chế độ khai thác đã cho với chất lượng nước thỏa mãn yêu cầu sử dụng trong suốt thời gian khai thác, không gây tác động môi trường

Trữ lượng nước dưới đất được tính toán theo kết quả công tác thăm dò địa chất thủy văn cũng như theo tài liệu khai thác nước dưới đất trong diện tích mỏ nước. Đối tượng *tính toán trữ lượng nước dưới đất* là mỏ nước dưới đất dùng cho ăn uống sinh hoạt, kỹ thuật và mỏ nước khoáng.

Để tính toán trữ lượng khai thác công trình, khi tìm kiếm thăm dò phải xác định:

- Số lượng lỗ khoan
- Vị trí phân bố công trình
- Cấu trúc của công trình
- Kích thước đới phòng hộ vệ sinh

Khi đó cần phải chứng minh được công trình làm việc với :

- Đúng số lượng giếng khoan như thế
- Đúng cấu trúc như thế
- Phân bố với sơ đồ như thế
- Làm việc ổn định trong thời gian tính toán

Trong điều kiện như thế mực nước hạ thấp không vượt quá giới hạn cho phép, chất lượng đảm bảo theo yêu cầu, không có tác động xấu đến môi trường.

2. Lý thuyết cơ bản về tài nguyên và trữ lượng

Trước khi khai thác : Đánh giá cân bằng trung bình nhiều năm của tầng chứa nước : Tổng đến được hình thành từ tất cả các nguồn cung cấp bằng tổng đi được hình thành từ các thành phần thoát (phá hủy) :

$$Q_{cc} = Q_{ph}$$

Trong quá trình khai thác : Công trình khai thác được xem như một thành phần thoát của cấu trúc cân bằng. Vì thế, khi công trình đi vào hoạt động sẽ xuất hiện một thành phần cân bằng mới làm thay đổi về chất của cấu trúc cân bằng. Sự thay đổi đó thể hiện ở :

- Làm giảm thể tích nước trong tầng chứa nước một lượng bằng ΔV
- Làm tăng tổng lượng cung cấp đến đại lượng bằng $Q_{cc} + \Delta Q_{cc}$
- Làm giảm tổng lượng phá hủy đến đại lượng bằng $Q_{ph} - \Delta Q_{ph}$

Tại sao cung cấp lại tăng và phá hủy lại giảm ? Có thể giải thích như sau :

- Nếu sự cung cấp có tính chất tiềm năng, thì do chênh lệch áp lực mà có thể diễn ra quá trình thấm xuyên từ các tầng chứa nước khác, lôi kéo nước từ sông...

- Nếu cung cấp có tính chất thấm, thì khi hạ thấp mực nước không áp, sự thấm cũng gia tăng do giảm thoát do bay hơi.

- Nếu phá hủy tự nhiên diễn ra với sự chênh áp lực nào đấy trên ranh giới phá hủy (thoát nước vào sông, ao hồ, mạch lộ...) thì khi khai thác sẽ làm cho sự thoát ấy giảm dần và đi đến ngừng thoát

- Nếu sự thoát là do bốc hơi thì khi khai thác do hạ thấp mực nước mà sự bốc hơi cũng giảm, đến một độ sâu nào đấy thì bốc hơi ngừng hẳn.

Quá trình làm giảm sự thoát tự nhiên khi khai thác được gọi là quá trình nghịch đảo.

Như vậy phương trình cân bằng tầng chứa nước khi công trình khai thác làm việc về nguyên tắc được viết như sau :

$$\Delta V + (Q_{cc} + \Delta Q_{cc})t_{kt} = (Q_{ph} - \Delta Q_{ph})t_{kt} + Q_{kt}t_{kt}$$

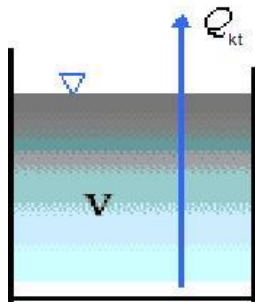
Nếu tính đến $Q_{cc} = Q_{ph}$

Thì phương trình cơ bản cân bằng trữ lượng khai thác có dạng:

$$Q_{kt} = \frac{\Delta V}{t_{kt}} + \Delta Q_{ph} + \Delta Q_{cc}$$

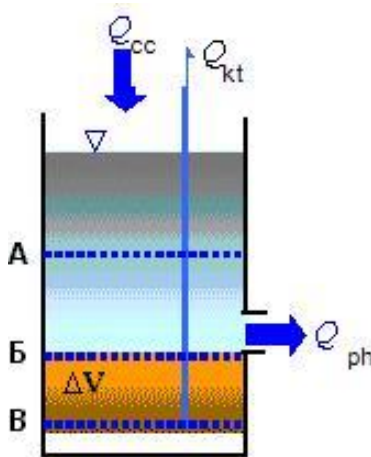
Về nguyên tắc mỗi một đại lượng trong phương trình cân bằng TLKT được xác định tùy thuộc vào điều kiện TĐL cụ thể, nghĩa là phụ thuộc vào thông số, điều kiện biên, thời gian tính toán, sơ đồ bố trí công trình...

Phương trình cân bằng đơn giản trong trường hợp tầng chứa nước dưới dạng bình nước như sau [6].



Hình 3

- Tầng chứa nước chỉ có thể tích V ; cung cấp, dòng chảy và phá hủy không có (hình 3)
 - Chế độ vận động luôn luôn không ổn định
 - lưu lượng khai thác chỉ tồn tại một thời gian ngắn $t = \frac{V}{Q_{kt}}$



Hình 4

- Lưu lượng cung cấp Q_{cc} không phụ thuộc vào vị trí mực nước (hình 4)
 - Vấn đề là lưu lượng thoát Q_{ph} phụ thuộc vào cái gì ?

Các phương án quan hệ giữa lưu lượng khai thác và sự cung cấp:

a) $Q_{kt} < Q_{cc}$

- Động thái mực nước theo chế độ nào ? Trong giới hạn ổn định.
- Mực nước phân bố ở đâu ? Cao hơn mực nước miền thoát.
- Sự thay đổi phương trình cân bằng sẽ diễn ra như thế nào ? Giảm lưu lượng thoát đi một đại lượng ΔQ_{ph} (phần phá hủy ngược)

- Phương trình cân bằng khi xuất hiện động thái ổn định có dạng : $Q_{cc} = Q_{kt} + (Q_{ph} - \Delta Q_{ph})$, nghĩa là $Q_{kt} = \Delta Q_{ph}$

b) $Q_{kt} = Q_{cc}$

Tất cả đều như trường hợp nêu trên: động thái ổn định, nhưng mực nước sẽ phân bố đến mực nước miền thoát, còn sự phá hủy nghịch hoàn toàn, nghĩa là $\Delta Q_{ph} = Q_{ph}$, tuy nhiên phương trình cân bằng nguyên tắc được bảo tồn : $Q_{kt} = \Delta Q_{ph}$

c) Trong trường hợp lưu lượng khai thác vượt quá lượng cung cấp $Q_{kt} > Q_{cc}$ động thái mực nước sẽ luôn luôn không ổn định và sự thoát nước hoàn toàn đảo ngược. Khai thác nước với lưu lượng như thế chỉ được bảo đảm (diễn ra) trong khoảng thời gian $t = \frac{\Delta V}{Q_{kt} - Q_{cc}}$, sau đó lưu lượng khai thác

sẽ giảm dần. Phương trình cân bằng nước trở lại trạng thái cân bằng sau khi đảo ngược sự phá hủy có

$$\text{dạng } Q_{kt} = \Delta Q_{ph} + \frac{\Delta V}{t}$$

3. Lưu lượng cung cấp Q_{cc} phụ thuộc vào vị trí mực nước.
Sơ đồ hóa cơ chế cung cấp như thế bằng cách thêm một bình nước có mực nước cao hơn (tương tự như có một tầng chứa nước bên cạnh). Sự cung cấp diễn ra do sự chênh lệch mực nước - trong điều kiện không bị phá hủy khi ΔH_m đại lượng cung cấp Q_{cc}^0 (hình 5).

Các kiểu quan hệ giữa lưu lượng khai thác và lượng cung cấp có thể :

a) $Q_{kt} < Q_{cc}^0$

- Động thái mực nước khi khai thác sẽ như thế nào? Ổn định.

- Mực nước sẽ phân bố ở đâu? Cao hơn mực nước vùng thoát (nhưng cao hơn kiểu II. Vì sao?)

- Cân bằng cân bằng nước sẽ thay đổi như thế nào ?

Lượng thoát sẽ giảm đi một đại lượng ΔQ_{ph} (thoát ngược một phần). Ngoài ra, cường độ cung cấp sẽ tăng lên một đại lượng ΔQ_{ph} , bởi vì có sự gia tăng chênh lệch mực nước ΔH_{kt} .

- Phương trình cân bằng trữ lượng khai thác có dạng chung như sau :

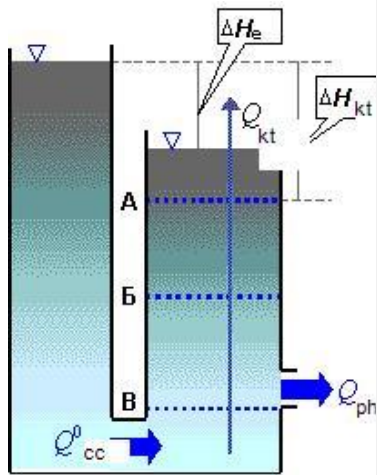
$$Q_{cc}^0 + \Delta Q_{cc} = \Delta Q_{kt} + (Q_{ph} - \Delta Q_{ph}) , \text{ hoặc}$$

$$Q_{kt} = \Delta Q_{ph} + \Delta Q_{cc}$$

b) $Q_{kt} = Q_{cc}^0$. Vận động ổn định, nhưng mực nước sẽ phân bố cao hơn mực nước miền thoát, nghĩa là sự thoát nước sẽ không nghịch đảo hoàn toàn.

Dạng cơ bản của phương trình cân bằng được bảo tồn : $Q_{kt} = \Delta Q_{ph} + \Delta Q_{cc}$

c) Cuối cùng, thậm chí trong trường hợp lượng khai thác (ở mức nào đấy) lớn hơn lượng cung cấp $Q_{kt} > Q_{cc}^0$ cũng có thể diễn ra vận động ổn định. Phương trình cân bằng có dạng như trường hợp trước : $Q_{kt} = \Delta Q_{ph} + \Delta Q_{cc}$



Hình 5

Có thể bạn đọc sẽ hỏi tại sao mực nước trong bình bên cạnh ở trạng thái ổn định? Thực ra bức tranh trên hình 5 không chứa đựng thông tin về cơ chế cung cấp của bình hai. Những cơ chế nào có thể diễn ra.

- Nếu không có cung cấp thì trong điều kiện tự nhiên không thể tồn tại hiệu số mực nước ΔH_m , còn khi khai thác mực nước trong cả hai bình tương đương nhau.

- Còn nếu có cung cấp tự nhiên, thì cơ chế như thế nào?

Như vậy, động thái thấm ổn định khi công trình làm việc, chỉ có thể được xác lập trong trường hợp nếu trong miền ảnh hưởng của khai thác có biên giới cung cấp và (hay) biên giới thoát nước, mà trên biên đó diễn ra sự thay đổi tổng cộng giá trị cung cấp tự nhiên (hay phá hủy tự nhiên) bằng với giá trị khai thác : $Q_{kt} = \Delta Q_{cc} + \Delta Q_{ph} = \Delta Q_b$, ở đây $\Delta Q_b = Q_b^{kt} - Q_b^m$ - tổng thay đổi lưu lượng qua tất cả các biên.

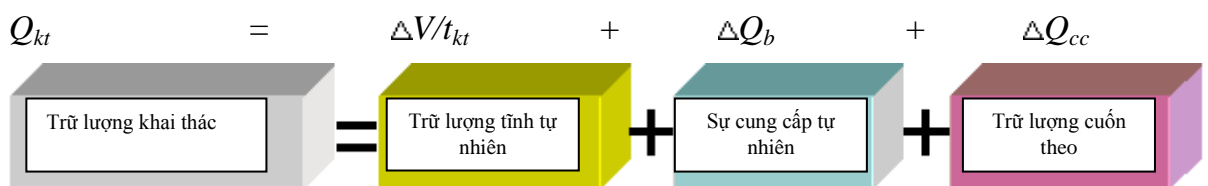
Trong thực tế tính toán cần lưu ý dấu của lưu lượng : cung cấp : mang dấu (+), phá hủy : mang dấu (-). Để không nhầm lẫn và nói chung không phải nghĩ về dấu thì trong các công thức thủy động lực luôn luôn đặt mực nước trên biên H_b :

$$Q_b^m = (H_b - H_m) / \Phi \Rightarrow \Delta Q_b = (H_m - H_{kt}) / \Phi$$

$$Q_b^{kt} = (H_b - H_m) / \Phi \text{ (luôn luôn lớn hơn không)}$$

Trong các công thức trên H_m, H_{kt} - mực nước trên biên của lớp, Φ là sức cản thấm nào đó của biên.

Chúng ta quay lại phương trình cân bằng chung trữ lượng khai thác:



Trữ lượng tĩnh tự nhiên Q_{tm} - số lượng nước trong lớp (về nguyên tắc thì là trọng lượng, nhưng đối với nước nhạt là khối lượng). Có phụ thuộc vào vận động hay không? Đại lượng Q_{tm} phụ thuộc vào kích thước của thành tạo chứa nước (diện tích, chiều dày) và các thông số chứa (độ nhả nước). Tùy thuộc vào đất đá mà độ nhả nước được phân ra làm độ nhả nước dung tích và độ nhả nước đàn hồi. Đơn vị đo là khối lượng, nhưng trong phương trình được xác định như lưu lượng (lấy ra theo thời gian khai thác).

Trữ lượng động tự nhiên - tổng đại lượng cung cấp của tầng chứa nước trong điều kiện tự nhiên (dĩ nhiên cả đại lượng thoát tự nhiên). Cần lưu ý là trong phương trình cân bằng trữ lượng khai thác, không phải là tổng trữ lượng động tự nhiên được hình thành từ diện tích thu nước nào đó của công trình, mà chỉ là sự thay đổi lưu lượng thoát, nghĩa là chỉ một phần đại lượng trữ lượng động tự nhiên mà công trình khai thác thu hồi được do phễu hạ thấp áp lực lan đến miền thoát tự nhiên.

Trữ lượng cuốn theo – một thành phần trong cân bằng trữ lượng phát sinh trong quá trình khai thác công trình. Đó là tổng lưu lượng cung cấp bổ sung cho tầng chứa nước khai thác (bổ sung tới bao nhiêu? tới giá trị cường độ bổ sung tự nhiên). Có hai khả năng phát sinh nguồn trữ lượng cuốn theo.

- Trong miền cung cấp tự nhiên - được tăng cường do hạ thấp mực nước khai thác (ví dụ như đã trình bày ở trên, tăng cường thấm xuyên, tăng cường thấm thẳng đứng);

- Trong miền thoát nước tự nhiên - thu hồi dần phần thoát của nước dưới đất từ các mạch lộ, thoát do bay hơi.

Một vấn đề quan trọng cần lưu ý là, các thành phần tham gia vào phương trình cân bằng trữ lượng khai thác có thể thay đổi theo thời gian tùy thuộc vào khoảng cách từ công trình khai thác đến các ranh giới tự nhiên.

3. Tiêu chí về quản lý lưu vực

3.1. Khái niệm về tài nguyên và trữ lượng nước dưới đất

Nước dưới đất là loại khoáng sản lưu động, khác với khoáng sản rắn sẽ hết dần đi trong quá trình khai thác, nước dưới đất có thể sẽ không bao giờ hết nếu biết khai thác hợp lý. Hơn nữa, trữ lượng nước dưới đất có thể tăng thêm khi biết cách khai thác. Đối với nước dưới đất có các loại tài nguyên và trữ lượng sau đây:

Tài nguyên và trữ lượng tĩnh là lượng nước có thường xuyên trong các tầng chứa nước. Tài nguyên và trữ lượng tĩnh của nước dưới đất tương tự với tài nguyên và trữ lượng của khoáng sản rắn.

Trữ lượng động là lượng nước lưu thông trong đất đá, lượng nước chảy qua tiết diện dòng thấm trong 1 đơn vị thời gian hay lượng nước được cung cấp hàng năm của tầng chứa nước. Ví dụ như nước mưa hay nước mặt ngấm xuống bổ sung cho nước dưới đất. Ngoài ra, để cho nước dưới đất có thể lưu thông được ngoài nguồn bổ sung cần có miền thoát. Nước thoát đi thường chậm hơn so với nguồn bổ sung, lượng nước thoát đi không kịp sẽ nâng cao mực nước của tầng chứa nước. Ngược lại, khi nguồn bổ sung ngừng, quá trình thoát nước sẽ làm cho mực nước của tầng chứa nước thấp dần xuống. Do đó lượng nước lưu thông trong tầng chứa nước luôn luôn thay đổi theo thời gian.

Trữ lượng cuốn theo: Khi khai thác, mực nước của tầng chứa nước hạ thấp xuống có thể lôi cuốn nguồn nước khác vào trong tầng chứa nước và tham gia vào lượng nước khai thác. Lượng nước bị lôi cuốn vào do quá trình khai thác gây ra, gọi là trữ lượng cuốn theo. Trong thực tế bao giờ cũng mong muốn chất lượng nước cuốn theo phải tốt để không ảnh hưởng tới chất lượng nước khai thác. Nhiều khi trữ lượng cuốn theo này vô cùng quan trọng, nó làm tăng đáng kể lượng nước khai thác. Tất nhiên để làm được như vậy thì các lỗ khoan khai thác nước phải bố trí gần sông, nếu

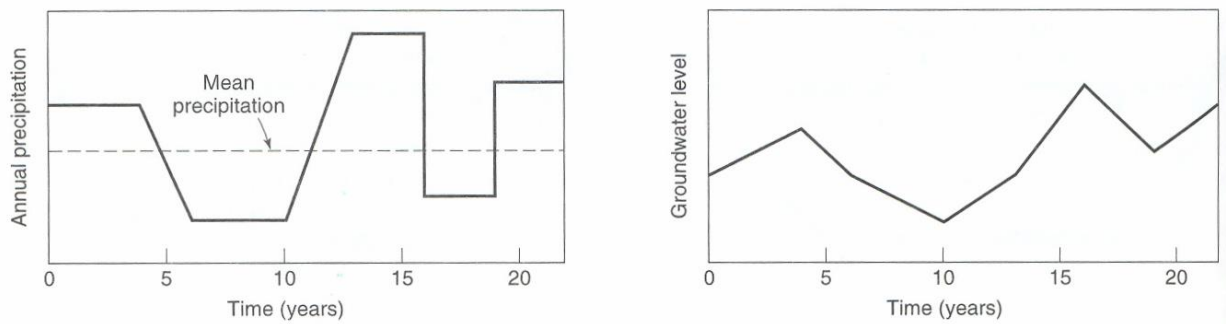
bố trí trong khu vực dân cư, nước cuốn theo từ các lớp chứa nước nằm nông sẽ không đảm bảo chất lượng vì lớp nước nằm nông thường dễ bị ô nhiễm.

Lượng nước dưới đất có thể khai thác được từ lỗ khoan phụ thuộc vào các nguồn hình thành trữ lượng. Cần triệt để tận dụng trữ lượng động vì nếu không khai thác hết nó sẽ chuyển thành dòng mặt và mất đi không thể lợi dụng được. Muốn tận dụng trữ lượng động phải bố trí các cụm khai thác trên tuyến thẳng góc với hướng nước chảy. Ngoài ra, để tăng trữ lượng khai thác cần cố gắng tạo ra và tăng trữ lượng cuốn theo có chất lượng tốt, đặc biệt là sử dụng dòng nước mặt từ sông suối..., khi đó cần bố trí các lỗ khoan ven theo bờ sông, suối. Ví dụ, ở Hà Nội nếu không có lượng nước cuốn theo từ sông Hồng vào thì toàn bộ khu vực nội thành chỉ có thể khai thác vài trăm nghìn mét khối một ngày, nhưng nhờ có lượng nước cuốn theo mà có thể khai thác hơn một triệu mét khối trong một ngày. Nếu trữ lượng cuốn theo là nước thấm xuyên từ tầng chứa nước này sang tầng chứa nước khác... thì cần bố trí cụm lỗ khoan khai thác làm sao gây ra sự chênh áp đáng kể giữa hai tầng chứa nước để kích thích thấm xuyên. Cuối cùng, là xét đến nguồn tài nguyên và trữ lượng tĩnh. Không nên xâm phạm vào tài nguyên nước tĩnh. Nếu vì lý do nào đó phải khai thác vào nguồn tài nguyên và trữ lượng tĩnh thì cần tính toán lượng khai thác cho hợp lý để nó có thời gian phục hồi, nếu không nó sẽ hao hụt dần và có thể dẫn đến cạn kiệt.

3.2. Quản lý lưu vực bằng việc sử dụng luân phiên nguồn nước

Trong các lưu vực, để phát triển toàn diện nguồn nước thì sử dụng luân phiên nguồn nước là cách sử dụng nước tối ưu và có lợi nhất. Nó bao gồm cả sử dụng nguồn nước mặt và nước dưới đất nhằm đáp ứng yêu cầu, trong một chừng mực nào đó, nhờ vậy các nguồn nước sẽ được bảo toàn. Sự khác nhau cơ bản giữa việc mở rộng thường xuyên nguồn nước mặt hay nguồn nước dưới đất với việc kết hợp mở rộng và sử dụng luân phiên cả hai nguồn này là ở chỗ: những trữ lượng bền vững riêng rẽ sẽ được thay thế bằng trữ lượng chung rộng lớn hơn và kinh tế hơn. Cơ sở để đảm bảo cho việc sử dụng luân phiên nguồn nước mặt và nguồn nước dưới đất là dựa vào các hồ chứa nước mặt, nơi tập chung nước từ các sông suối để sau đó nước sẽ được chuyển với trữ lượng tối đa vào các kho chứa dưới đất. Vào những năm lượng mưa đạt dưới trung bình thì lượng nước trữ trong các hồ chứa là nguồn cung cấp chính do yêu cầu nước hàng năm, khi đó nước dưới đất được giữ lại chỉ phục vụ cho vòng tuần hoàn của kho nước dưới đất mà thôi. Thực vậy, mực nước dưới đất sẽ dao động và bị hạ thấp xuống trong suốt chu kỳ của vòng tuần hoàn vào những năm ít mưa và sau đó lại được nâng lên vào thời kỳ mưa nhiều tiếp theo. Điều này được thể hiện trong hình 6 dưới đây. Trong giai đoạn mà lượng nước mưa dưới trung bình hàng năm thì nước mặt được tận dụng trong phạm vi lớn nhất có thể và đó là nguồn bổ sung nhân tạo để cung cấp thêm vào kho chứa nước dưới đất cũng như làm tăng mực nước dưới đất. Ngược lại, vào mùa hạn hán khi

nguồn nước mặt bị hạn chế thì nó lại được bổ sung bởi nguồn nước dưới đất từ các giếng khoan và làm cho mực nước dưới đất lại hạ thấp xuống. Tính khả thi để sử dụng luân phiên nguồn nước phụ thuộc vào sự hoạt động của lưu vực nước dưới đất nhiều hơn là vào sự dao động của mực nước dưới đất, nghĩa là cần có thể tích đủ lớn chứa nước khi có bổ sung để có thể hút khi cần thiết.



Hình 6. Thay đổi của mực nước dưới đất khi sử dụng luân phiên nguồn nước, tương ứng với lượng mưa năm

Quản lý nước dưới đất bằng cách sử dụng luân phiên nguồn nước đòi hỏi có các điều kiện tự nhiên thuận lợi cho việc phân bổ nước, bổ sung nhân tạo nguồn nước và hút nước. Nó đòi hỏi có kế hoạch cẩn thận, chính xác để sử dụng hiệu quả các nguồn nước mặt và nước dưới đất. Quá trình hoạt động này có thể là tập hợp của nhiều bộ phận khác nhau với các ứng dụng kỹ thuật cao. Nó đòi hỏi những nhân viên giỏi, có kiến thức sâu về địa chất thủy văn lưu vực. Ngoài ra cần phải luôn ghi lại trữ lượng nước hút lên và lượng nước bổ sung vào lưu vực, thường xuyên cập nhật thông tin về mực nước dưới đất và chất lượng nước. Sơ đồ về cách tiếp cận hệ thống khi phân tích sử dụng luân phiên nguồn nước được thực hiện trong hình 7 và 8.

Để nghiên cứu sử dụng luân phiên nguồn nước cần thu thập đủ các dữ liệu về nguồn nước mặt và nước dưới đất, các điều kiện địa chất, các dữ liệu về hệ thống phân bổ nước và sử dụng nước, các tài liệu về tiêu thoát nước thải. Trên hình 7 mô tả sơ đồ gồm nhiều pha khác nhau và các bước trong quản lý lưu vực, được nghiên cứu thử nghiệm ở California. Có thể thấy rằng các mô hình tính toán thường được sử dụng kết hợp với nhau trong nghiên cứu. Mô hình lưu vực mô phỏng sự biến đổi của một lưu vực theo sự thay đổi của các nguồn bổ sung tự nhiên, bổ sung nhân tạo và hút nước từ các giếng. Nhờ mô hình có thể tiến hành được các hoạt động hiệu quả nhất trong quản lý lưu vực. Ứng dụng mô hình vào thực tế sẽ góp phần tối ưu hóa việc cấp và hút nước từ các lưu vực.

Bảng 1. So sánh ưu nhược điểm khi sử dụng luân phiên nguồn nước với khi chỉ sử dụng nguồn nước mặt cho mục đích tưới là chính.

TT	Ưu điểm	Nhược điểm
1	Bảo tồn nước nhiều hơn	Tiềm năng thủy điện giảm xuống
2	Dự trữ nước mặt nhỏ hơn	Tiêu thụ năng lượng lớn hơn
3	Hệ thống phân phối nước mặt nhỏ hơn	Hiệu suất hút nước giảm
4	Hệ thống thoát nước nhỏ hơn	Nhiễm mặn nước dưới đất tăng lên
5	Lớp bảo vệ mái kênh giảm xuống	Kế hoạch hoạt động phức hợp nhiều hơn
6	Tăng khả năng kiểm soát lũ	Đòi hỏi nguồn bổ sung nhân tạo
7	Có thể hợp nhất các hướng phát triển hiện có	Gây nguy hiểm do lún sụt mặt đất
8	Các giai đoạn phát triển trở nên dễ dàng hơn	Khó khăn cho việc phân bổ vốn
9	Tồn thất nước do bốc hơi nhỏ hơn	
10	Kiểm soát tốt hơn lượng nước chảy đi mất	
11	Cải thiện hệ số sử dụng trạm bơm và công suất máy bơm	
12	Giảm bớt nguy hiểm từ sự chấp vá, ghép nối các điểm thiếu hụt	
13	Giảm bớt những điểm phân phối yếu kém	
14	Điều hòa thời gian phân phối nước tốt hơn	

Tổng lượng nước cung cấp có thể được tăng lên nếu xác định đúng đặc điểm, khả năng của các nguồn nước mặt và nước dưới đất. Một phương án tối ưu có thể làm cho giá thành cấp nước và phân phối nước giảm xuống thấp nhất. Các yêu cầu cơ bản về lưu vực nước dưới đất để có thể quản lý tối ưu nguồn nước gồm có:

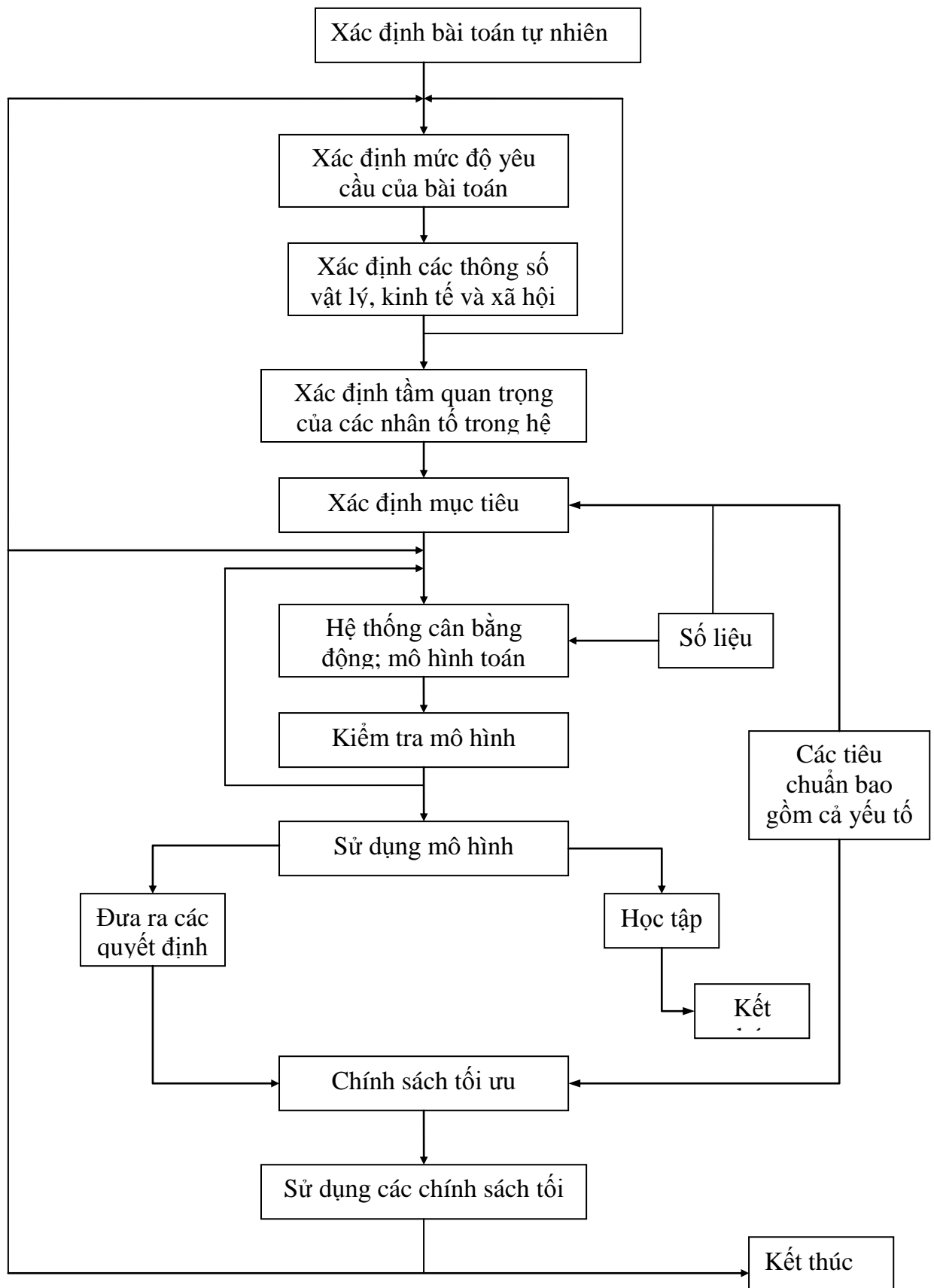
1. Khả năng chứa nước của các khối nước mặt và các tầng chứa nước dưới đất cần phải kết hợp với nhau để đạt được tính sử dụng kinh tế nhất của nguồn nước tại chỗ và có được trữ lượng tối ưu đảm bảo cho khả năng bảo tồn nguồn nước.

2. Hệ thống phân phối nước mặt cần phải kết hợp được với các đặc tính truyền dẫn của lưu vực nước dưới đất nhằm tạo ra giá rẻ nhất cho hệ thống phân phối.

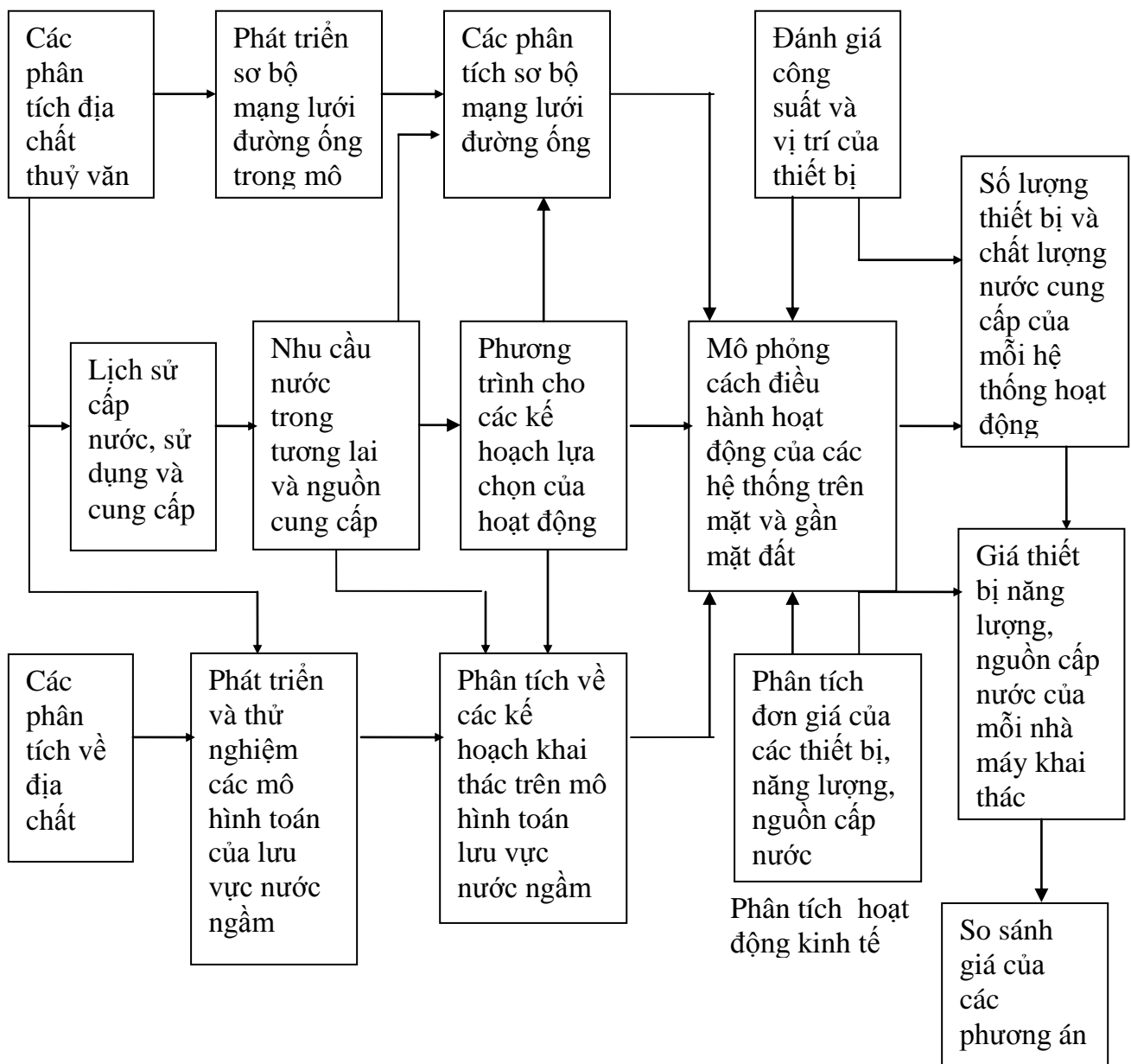
3. Các cơ quan điều hành phải có đầy đủ quyền lực trong việc quản lý các nguồn nước mặt, các nguồn cấp bổ sung cho nước dưới đất, các hệ thống phân phối nước mặt và khai thác nước dưới đất.

Cơ sở để phát triển việc sử dụng luân phiên nguồn nước trong lưu vực là sự đánh giá các thành phần khác nhau trong việc cung cấp và phân phối nước. Việc sử

dụng tối ưu các nguồn nước mặt và nước dưới đất thường được xem xét theo những điều kiện bất lợi, xảy ra vào những thời kỳ hạn hán nặng nề nhất đã quan trắc được.



Hình 7. Sơ đồ cách tiếp cận hệ thống nghiên cứu vấn đề sử dụng luân phiên nguồn nước



Hình 8. Sơ đồ các bước nghiên cứu quản lý lưu vực nước dưới đất

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đoàn Văn Cảnh, Nguyễn Thị Thanh Thủy. Thu gom nước mưa đưa vào lòng đất. Bổ sung nhân tạo nước dưới đất và chống úng ngập thành phố. Nhà Xuất bản khoa học và kỹ thuật. Năm 2008. 108 trang.
2. Đoàn Văn Cảnh và nnk. Báo cáo tổng kế đề tài KC.08.06/11-15
3. Nguyễn Thu Hiền, Hồ Việt Hùng, Trịnh Minh Thụ. Giáo trình Phát triển và quản lý tài nguyên nước dưới đất. Dự án tăng cường năng lực đào tạo cho Trường Đại học Thủy lợi của Chính phủ Đan Mạch - Danida. Wru/Scb. Nhà xuất bản Giáo dục. Tháng 12 năm 2007. 255 trang .
4. Jean Margat. Exploitation and Utilization of Groundwater around the World. Co-published by UNESCO et BRGH. Paris, 2007.
5. Managed Aquifer Recharge and Storage: Making better use of ours largest reservoir. Netherlands National Committee of the Dutch Chapter of the IAH. IAH-UNESCO, 2006.
6. Методические рекомендации по применению Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод, утвержденной приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 30 июля 2007 г. № 195.
7. Р.С.Штенгелов. Курс лекций «Поиски и разведка подземных вод» (для студентов кафедры гидрогеологии геологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова). (переработанная и дополненная редакция, 2014)