

Môi trường địa chất

Phạm Văn Ty
Trường Đại học Mỏ - Địa chất
Đông Ngạc, Từ Liêm, Hà Nội.

1. Giới thiệu

Thạch quyển (TQ) và môi trường địa chất (MTĐC) là vật chất địa chất cùng với các trường vật lý (TVL) vốn có của nó, có các tính chất cơ bản đặc thù. Giống như vật chất bất kỳ, TQ/MTĐC luôn vận động dẫn tới quá trình (QT) địa chất. Trong QT đó cấu trúc và tính chất của vật thể địa chất bị biến đổi, làm mất đi và phát sinh mới các đối tượng (ĐT) địa chất, biến cải một số ĐT này thành các ĐT khác phức tạp hơn, mới về chất, hình thành các cấp độ tổ chức mới, các cấp mới của các ĐT – các thể địa chất (TĐC), tạo nên tổ chức của TQ/MTĐC. TQ và các TĐC xét theo quan điểm hệ thống (HT), là các HT địa chất – địa hệ/thạch hệ.

2. Các tính chất cơ bản của thạch quyển (TQ) và môi trường địa chất (MTĐC)

TQ/MTĐC có những tính chất cơ bản phải xét tới khi phân tích các quá trình địa chất (QTĐC) cũng như tiến hóa của TQ, khi xác định nội dung và phương pháp nghiên cứu địa chất công trình (ĐCCT) MTĐC.

2.1. Tính biến đổi (TBD)

Biến đổi (BD) là đặc tính chung của vật chất, cũng là tính chất của TQ/MTĐC, là khả năng TQ/MTĐC bị biến đổi theo không gian (KG) và thời gian (TG). Tính chất này phản ánh xu thế tiến hóa của vật chất. Sự BD của MTĐC theo TG thể hiện ở BD các yếu tố hợp phần của nó, ở BD tính chất và quan hệ giữa các hợp phần này. Đó là quá trình (QT) phát triển địa chất của Trái đất. Sự vận động của TQ/MTĐC gây ra tính không ổn định của các trường vật lý (TVL), đến lượt mình, không ổn định của các TVL là nguyên nhân sự vận động của TQ.

Sự BD theo KG của TQ – cấu trúc KG của nó phản ánh TBD KG của tổ hợp các TVL mà TQ/MTĐC được hình thành và bị biến đổi dưới ảnh hưởng của chúng. Địa chất lịch sử xem xét TBD của TQ theo TG địa chất. TBD của MTĐC theo TG vật lý là đối tượng nghiên cứu (ĐTNC) của ĐCCT và Địa động lực học. TBD cấu trúc và tính chất của TQ theo KG là ĐTNC của Địa chất khu vực và ĐCCT khu vực.

Nghiên cứu TBD của MTĐC ở một vùng lãnh thổ nhằm thu nhận trường KG-TG các thông số địa chất của vùng đó.

2.2. Tính không đồng nhất (TKĐN)

Tính không đồng nhất thể hiện ở sự khác nhau trong tính chất của đối tượng (ĐT) ở các điểm khác nhau. Do vậy, TKĐN là sự thể hiện của TBD, là hệ quả của nó. Nếu các hợp phần của một ĐT địa chất không khác nhau về tính chất (mức độ giống nhau cao) thì ĐT đó là đồng nhất (ĐN) về tính chất nghiên cứu. Ngược lại, nếu mức độ giống nhau thấp và đặc điểm liên kết giữa các hợp phần không giống nhau thì ĐT là không đồng nhất (KĐN). Như vậy, việc đánh giá ĐT là KĐN/ĐN luôn mang tính chủ quan, không có ĐT ĐN lý tưởng, nhất là với các ĐT địa chất. Một ĐT địa chất được xem là KĐN hoặc ĐN (chính xác hơn là tựa đồng nhất) theo một dấu hiệu nào đó phụ thuộc vào mục đích nghiên cứu.

TKĐN của TQ thể hiện ở các cấp độ tổ chức (CĐTC) của nó. Mỗi CĐTC của TQ như thành hệ, phức hệ nguồn gốc, ... có mức độ KĐN tương ứng. TKĐN được xét tới khi phân loại các thể địa chất (TĐC).

2.3. Tính bất đẳng hướng (TBDH)

TBDH có thể được định nghĩa một cách hình thức như là sự phụ thuộc của một vài hàm thông số địa chất vào chuyển dịch xoay. Tính chất này thể hiện ở tất cả các CĐTC của TQ khi xét theo các phương biến đổi chính và theo chiều sâu. TBDH là kết quả của TBD KG-TG của trường lithogenez, đó là trường tác dụng đều của các TVL tạo ra các quá trình trầm tích, thành đá và phá hủy đá. TBDH của MTĐC được xác định không chỉ bằng cách so sánh đánh giá tính chất của nó được xác định theo các phương khác nhau, mà còn bằng phân tích các hàm biến đổi các thông số địa chất, các mặt cắt của các trường địa chất có hướng khác nhau. TBDH của MTĐC là rất phổ quát, khi cần phân chia ra các vùng tựa đẳng hướng phải dùng công cụ toán học thống kê và các chuẩn thống kê tương ứng.

2.4. Tính đối xứng – bất đối xứng (TĐX-BĐX)

TQ/MTĐC không đơn giản BDH theo cấu trúc (CT) và tính chất (TC). Hình thức cao của TBDH là TĐX-BĐX. Cần xem đối xứng (ĐX) là TC cơ bản của TQ, thể hiện ở tất cả các CĐTC của quyển này, bắt đầu từ cấp khoáng vật (đối xứng của mạng tinh thể), cuối cùng là cấp địa quyển (đối xứng của Địa cầu).

Sự vắng mặt trong môi trường các yếu tố đối xứng ở một CĐTC nào đó thì đó là BĐX. BĐX tạo ra hiện tượng. Từ các nguyên tắc tổng quát của P.Kiuri về đối xứng rút ra: BĐX được thể hiện không chỉ trong hiện tượng mà còn trong nguyên nhân của nó, tức là trong các TVL gây ra hình thành CT và TC của TQ, cuối cùng là trong trường lithogenez; BĐX của trường lithogenez là kết quả cấu tạo BĐX của các TVL hợp phần của trường này; ĐX-BĐX là trạng thái hình thành các khuyết tật của các TVL (các yếu tố BĐX). Đó là cơ sở để xem xét vấn đề vận động, tiến hóa của TQ.

Nghiên cứu ĐX-BĐX là cơ sở để giải quyết nhiều nhiệm vụ khoa học và thực tiễn quan trọng như: tái tạo quá trình hình thành các ĐT địa chất; chuẩn đoán nguồn gốc ĐT; xây dựng phương pháp luận chứng khoa học thăm dò và lấy mẫu các ĐT địa chất,...

2.5. Tính liên tục – không liên tục (TLT-KLT)

Liên tục (LT) và KLT là hai mặt thống nhất đặc trưng trạng thái KG của TQ, trạng thái này được thể hiện ở tất cả các CĐTC của nó. TLT của TQ được giải thích bởi tổ chức chung của quyển này. KG của toàn TQ là LT, nhưng lại thể hiện tính KLT ở mức các mảng TQ. Những đứt gãy sâu và đứt gãy đẳng cấp khác nhau biểu hiện rõ ràng tính KLT của TQ.

Tính KLT của vật chất TQ ở mức tổ chức khoáng vật và đá thể hiện ở dạng lỗ hổng, hang hốc, khe nứt,... Tính KLT của pha rắn dẫn tới sự có mặt các pha lỏng, khí và sinh vật trong MTĐC. TC của pha lỏng, khí và độ linh động, CT, hoạt tính hóa lý của các pha này phụ thuộc vào đặc điểm KLT của vật chất khoáng rắn. Chính đặc điểm này quyết định sự tương tác giữa các pha rắn, lỏng và khí, dẫn tới hình thành các TC quan trọng của MTĐC mà ĐCCT cần nghiên cứu.

Như vậy, tính KLT của vật chất khoáng rắn quyết định: quan hệ KG của các hợp phần lỏng, khí và sinh vật; các tính chất quan trọng của MTĐC cần xét tới khi đánh giá ĐCCT; hiệu ứng tỷ lệ trong các TC; giới hạn phân chia các yếu tố của TQ/MTĐC.

2.6. Tính tổ chức (TTC)

Là TC quan trọng của TQ/MTĐC, làm phân biệt nó với các vật chất đơn giản. TTC được thể hiện trước hết ở các CĐTC của vật chất TQ: khoáng vật, đá, thành hệ; ở sự có mặt các cấu trúc đẳng cấp (CTĐC) khác nhau gây ra TBDH, TĐX-BĐX của TQ.

Một biểu hiện khác TTC của vật chất địa chất ở chỗ, do các tính chất thông tin của quá trình địa chất mà trong những vùng khác nhau, vào thời gian khác nhau các yếu tố/hợp phần của TQ/MTĐC với các quan hệ và tính chất giống nhau được thành tạo. Trong quá trình tiến hóa theo hướng ngày càng phức tạp thêm của TQ, CTĐC của các ĐT địa chất và những tổ hợp cộng sinh các yếu tố/hợp phần của chúng được thành tạo. CTĐC và sự cộng sinh là hệ quả TTC của TQ.

3. Thể địa chất

3.1. Định nghĩa

Khi nghiên cứu và khảo sát ĐCCT thường phải phân chia môi trường địa chất (MTĐC) ra thành các phần – các thể địa chất (TĐC) đẳng cấp khác nhau.

TĐC là vật thể thuộc một cấp độ tổ chức địa chất của vật chất, trong đó các dấu hiệu/tính chất (TC) của nó dùng để vạch ranh giới của TĐC được giữ nguyên liên tục. Toàn thạch quyển (TQ), quyển địa tầng,... cho tới lớp mỏng, thấu kính địa chất, tinh thể khoáng vật riêng lẻ là TĐC. Các TĐC có trong không gian – thời gian (KG-TG) của TQ, bản thân chúng có KG-TG của mình. Phân biệt TĐC tự nhiên và TĐC nhân tạo. TĐC tự nhiên có thành phần và cấu trúc (CT) riêng, có KG-TG của mình, có tính cá thể. Thể xâm nhập, thể đất đá nguồn gốc aluvi,... là TĐC tự nhiên.

TĐC nhân tạo được hình thành do hoạt động của con người như: quyển tương tác (TT) của MTĐC với công trình xây dựng, các đẳng cấp TĐC trong hệ thống phân vùng ĐCCT, TĐC được phân định theo giới hạn chỉ số dèo,...

Thảo luận về TĐC cần làm rõ khái niệm “ranh giới địa chất (RGĐC)”. RGĐC là bề mặt mà khi đi qua mặt ấy các dấu hiệu nào đó bị mất đi sự liên tục, hơn nữa những dấu hiệu này ở tất cả các điểm về một phía của bề mặt ấy và dọc theo nó giữ nguyên liên tục. Chính các dấu hiệu này được dùng làm cơ sở để phân chia TĐC.

Toàn bộ RGĐC là hệ thống đẳng cấp. Đầu tiên phân chia RGĐC theo nguồn gốc: tự nhiên, nhân tạo.

Trong RGĐC tự nhiên phân ra: theo TC của TĐC được phân chia, như thạch học, địa mạo, kiến tạo; theo đặc điểm biến đổi của dấu hiệu phân ranh giới: biến đổi đột ngột, chuyển tiếp dần dần.

Trong RGĐC nhân tạo phân biệt: khách quan, chủ quan. RGĐC khách quan như ranh giới quyển/vùng TT của MTĐC với công trình/tập hợp công trình, phễu hạ thấp mực nước, đới nửa ngập,... RGĐC chủ quan được sử dụng để phân chia các khối lượng của MTĐC theo ý nghĩa/mục đích định trước, có thể là RGĐC phức hợp hoặc quy ước. RGĐC phức hợp phân chia các TĐC theo một loạt các dấu hiệu, như ranh giới phân vùng ĐCCT. RGĐC quy ước là bề mặt, trên đó dấu hiệu phân chia có một giá trị định trước, thí dụ theo giá trị chỉ số dèo 0,07 để vạch ranh giới giữa cát pha và sét pha.

3.2. Phân chia các TĐC tự nhiên theo tổ chức vật chất

3.2.1. Nguyên tắc phân chia

Phân chia MTĐC ra các TĐC đẳng cấp khác nhau được thực hiện theo nguyên tắc tính đồng nhất (ĐN), TĐC được phân chia ở mỗi đẳng cấp phải ĐN về một vài phương diện. Tiêu chí ĐN thay đổi khi chuyển từ TĐC đẳng cấp cao đến TĐC đẳng cấp thấp, TĐC đẳng cấp thấp nằm trong TĐC đẳng cấp cao hơn, do đó có mức độ ĐN cao hơn. Phân chia như thế dựa vào luận

điểm: CT và TC của TĐC phản ánh và kế thừa cấu trúc của trường quá trình địa chất hình thành nó (G.K. Bondarik).

3.2.2. Dấu hiệu phân loại

Cần xác định bộ dấu hiệu phân loại các TĐC từ đẳng cấp cao đến đẳng cấp thấp.

ĐN về chế độ kiến tạo và hoàn cảnh vật lý – địa lý là điều kiện hình thành một phức hệ đá đặc trưng cho thành hệ. Các đá trong một thành hệ gắn bó với nhau bằng quan hệ (QH) cộng sinh (CS). Chọn dấu hiệu CS đá cho khả năng phân chia MTĐC ra các TĐC cấp thành hệ.

Tùy thuộc đặc điểm của các quá trình (QT) biểu sinh đối với các phần khác nhau của một thành hệ, I.V. Popov đề nghị xem mỗi thành phần này là á thành hệ, các á thành hệ trải qua QT lithogenez khác nhau. QH CS đá cũng đặc trưng đối với á thành hệ, QH này được dùng làm dấu hiệu phân chia các TĐC cấp thành hệ và á thành hệ.

Sự phân chia tiếp theo dựa vào tiêu chí ĐN điều kiện thành tạo – nguồn gốc (NG). ĐN NG dẫn tới thống nhất quá trình (QT) trầm tích và diagenез, giống nhau về động thái biến đổi KG các tính chất của MTĐC được thành tạo và quyết định một tập hợp xác định các đá cùng NG. ĐN NG tiên quyết ĐN cấu trúc của TĐC. Dùng dấu hiệu ĐN NG cho phép phân chia ra các TĐC mà các hợp phần của chúng có cùng NG. Đó là TĐC cấp phức hệ NG (kiểu NG).

QT trầm tích luôn biến đổi theo TG, động thái không cố định, do đó ảnh hưởng tới CT và TC của TĐC ĐN về NG do QT đó tạo ra. Những phần riêng của TĐC này được hình thành trong một khoảng TG nhất định – cùng tuổi địa chất nên ĐN hơn so với toàn thể, phổ tính chất của chúng hẹp hơn, CT các trường đồng sinh chúng có độ ĐN cao hơn. TĐC được phân ra theo dấu hiệu ĐN NG và tuổi địa chất thuộc đẳng cấp phức hệ địa tầng – nguồn gốc. Đây là TĐC đa đá có đẳng cấp thấp nhất.

Phân chia tiếp theo sẽ nhận được các TĐC đơn đá. Pha rắn của chúng chỉ có một kiểu thành phần khoáng vật. Đó là một loại đá (loại thạch học). Dùng dấu hiệu ĐN thành phần khoáng vật – tổ hợp CS khoáng vật để phân chia sẽ nhận được TĐC đơn đá. Sự phân chia MTĐC theo mục đích địa chất chung thường dừng lại ở cấp TĐC đơn đá.

Trong ĐCCT, nhằm đáp ứng mục đích thiết kế công trình, phải phân chia MTĐC ra các TĐC có độ ĐN cao hơn so với TĐC đơn đá. Để phân chia một thể địa chất đơn đá (TĐC đơn đá cấp 1) ra các thành phần nhỏ hơn, ĐN hơn – TĐC đơn đá cấp 2, dùng dấu hiệu phân loại (G.K. Bondarik). Trong TĐC đơn đá cấp 2 các giá trị chỉ tiêu phân loại nằm trong khoảng phân loại. Từ TĐC đơn đá cấp 2 phân ra các TĐC đơn đá cấp 3 theo dấu hiệu trạng thái, trong các thể này chỉ tiêu phân loại và các chỉ tiêu dùng trong tính toán đồng nhất thống kê.

Bộ dấu hiệu và hệ thống đẳng cấp các TĐC nêu trên đáp ứng nguyên tắc đề ra.

3.3. Quan hệ các TĐC cùng mức tổ chức

Quan hệ (QH) này có thể là cộng sinh (CS), cùng tồn tại hoặc nguồn gốc (NG).

CS là sự tập hợp KG-TG của các TĐC ở cùng mức độ tổ chức: khoáng vật, đá, thành hệ địa chất. Coi là CS khi cùng tồn tại và đại thể cùng tuổi hình thành (hoặc kế tiếp theo TG) của các TĐC trong tổ hợp CS. Hiện tượng CS thể hiện rộng rãi ở các cấp độ tổ chức (CĐTC) của vật chất địa chất (khoáng vật, đá, thành hệ địa chất) và ở các mức thượng tầng vật chất.

Theo A.E. Ferxman, hiện tượng CS cần phải có: tính chỉnh thể của tổ hợp định trước các hợp phần (tính hệ thống); các mối QH KG xác định của các hợp phần; QH TG quy định tính liên tục về niên biểu thành tạo các hợp phần của tổ hợp CS: đồng thời, trùng nhau một phần, liên tiếp hoặc giao thoa.

Cùng tồn tại là tổ hợp có quy luật của các thành viên/hợp phần liên hệ với nhau chỉ bởi QH KG. Thí dụ, nước ngầm và đất đá bao quanh.

QH NG là sự giống nhau (chung) NG của các TĐC thành viên cùng CĐTC trong tập hợp NG. Thí dụ, các trầm tích aluvi thành tạo trong một thung lũng sông thống nhất về NG. QH NG thường phổ biến ở mức đá và các mức cao hơn của tổ chức vật chất địa chất. Mức độ chặt chẽ của QH NG rất khác nhau, phụ thuộc vào: CT của QT địa chất, độ không ĐN KG đặc tính của QT địa chất, động thái TG của QT.

3.4. Các TĐC trong ĐCCT

ĐCCT sử dụng/vận dụng hệ thống đẳng cấp (HTĐC) các TĐC tự nhiên chuyên ĐCCT (TĐC đơn đá cấp 2, cấp 3). Các TĐC chuyên ĐCCT được vạch theo RGĐC quy ước, để phân chia chúng phải sử dụng tài liệu về tính chất cơ lý của đất, do vậy cơ sở để phân chia chính là QH CS của các khoáng vật và QH cùng tồn tại giữa các pha của đất.

ĐCCT còn phân chia các TĐC nhân tạo, chúng được khoanh định bằng các RGĐC phức hợp. Chỉ tiêu phân chia chúng là tài liệu đánh giá ĐCCT khi phân tích chuyên môn. Các TĐC này thuộc các HTĐC phân vùng ĐCCT.

Ngoài ra, trong ĐCCT còn phổ biến HTĐC các TĐC nhân tạo có ý nghĩa chuyên môn được phân chia theo tính toán. Đó là các thể ĐCCT thuộc quyền/vùng tương tác của MTĐC với công trình/tập hợp công trình xây dựng.

4. Tổ chức của thạch quyển

Khi nghiên cứu TQ cần phân chia nó ra các TĐC theo những dấu hiệu vật chất, tuổi, kiến tạo. Các TĐC được phân chia theo các dấu hiệu đó ứng với các CĐTC của TQ và tạo thành hệ thống (HT) mô hình hóa cấu trúc đẳng cấp của TQ. HTĐC các TĐC được phân chia theo một loại dấu hiệu được gọi là tuyến tổ chức (TTC) của TQ. Đó là mô hình cấu trúc xây dựng ở dạng phân loại các TĐC.

Ba TTC địa chất chung của TQ là TTC vật chất (TVC), TTC địa tầng (TĐT) và TTC kiến tạo (TKT), ngoài ra trong các ngành khoa học riêng còn xây dựng các TTC chuyên biệt.

TVC được bắt đầu từ khoáng vật. Tinh thể khoáng vật tự nhiên không phải là hợp chất hóa học đơn giản, mà thuộc về CĐTC địa chất mới về chất của vật chất, cao hơn mức tổ chức vật lý và hóa học. Một số đông tự nhiên các tinh thể khoáng vật liên kết NG hoặc CS với nhau tạo ra TĐC đá. Đó là tổ hợp CS các khoáng vật, tạo thành TĐC đơn đá. Tổ hợp CS các đá và thường là các kiểu NG đá, là TĐC mức cao của TVC. Đó là thành hệ địa chất (THĐC). Trong các định nghĩa về THĐC đều nhấn mạnh đó là tổ hợp CS của các đá được thành tạo trong những điều kiện, chế độ giống nhau của QT kiến tạo quy mô khu vực và trong cùng một hoàn cảnh vật lý – địa lý. G.K.Boondarik đưa ra định nghĩa sau về THĐC với mong muốn bổ sung tiêu chí cho phép loại trừ chủ quan trong phân chia các THĐC và xác lập ranh giới của chúng. THĐC là TĐC đa đá, là CS của các TĐC đơn đá: được hình thành trong những hoàn cảnh kiến tạo và khí hậu giống nhau; được đặc trưng bởi tổng sơ đồ thống nhất các hướng biến đổi chính phản ánh bình đồ kiến trúc – cấu tạo; có mối liên hệ tương hỗ giữa các hàm ngẫu nhiên theo chiều sâu của các thông số địa chất đặc trưng tính chất ban đầu của các TĐC đơn đá và có sự giống nhau về cấu trúc thống kê của các thông số đó.

TĐT là HTĐC các phân vị địa tầng đặc trưng cấu trúc của phần gần mặt đất của TQ cấu tạo chủ yếu bởi các đá trầm tích (xem thêm phần địa tầng).

TKT là HTĐC các TĐC chuyên biệt – các phức hệ kiến tạo. Trong tuyến này phân biệt hai loại phức hệ kiến tạo: loại chuẩn các phức hệ kiến tạo, tức là các vùng TQ với lịch sử phát triển kiến tạo khác nhau, và loại các khối kiến tạo thuộc các mức khác nhau, từ mức toàn cầu đến vi mô. Giữa hai loại này có QH bao trùm và giao cắt nhau (xem thêm phần kiến tạo).

Các TĐT và TKT thuộc thượng tầng vật chất địa chất.

5. Địa hệ

5.1. Khái niệm

TQ, MTĐC và các phần bất kỳ của nó là những đối tượng (ĐT) động lực, lịch sử, có cấu trúc (CT) đẳng cấp rõ rệt, do vậy cần được xem là các hệ thống (HT) và tiếp cận hệ thống (TCHT) với chúng. TCHT là sự vận dụng cơ sở khoa học của phép biện chứng duy vật (BCDV) về sự thống nhất vật chất của thế giới, về các tương tác (TT) và về mối liên hệ chung của các vật thể như là phương thức phát triển vào biện luận, nghiên cứu và phân tích. Nó là khâu nối giữa phép BCDV và quyền nhận thức của khoa học cụ thể, đảm bảo thực hiện phương pháp biện chứng trong các phương pháp khoa học cụ thể đó, là khái niệm phương pháp luận chung có trong quan hệ giao thoa giữa triết học và khoa học cụ thể. HT mà các yếu tố của nó hoàn toàn hoặc cơ bản là vật thể địa chất được tổ chức ở mức khoáng vật, đá, thành hệ gọi là hệ thống địa chất hay địa hệ (ĐH)/thạch hệ (TH). Cách khác, HT mà các hợp phần của nó là các thành phần rắn, lỏng, khí của TQ cùng với các trường vật lý vốn có của nó là ĐH. Trong thực tế sản xuất và nghiên cứu, nhà địa chất luôn làm việc với các ĐT địa chất cụ thể - các thể địa chất (TĐC), đó là các ĐH. Khi nghiên cứu ĐH, tùy theo quan điểm xem xét, có thể vận dụng các phương diện khác nhau của TCHT như cấu trúc – phân loại, lịch sử, bản thể - phân loại, động lực, chức năng.

5.2. Cấu trúc và tính chất của ĐH

Các phần của HT – các phụ hệ là các hợp phần (yếu tố) của HT. Tổng thể các quan hệ (QH) và các mối liên hệ giữa các ĐT – phụ hệ là cấu trúc (CT) của HT. Khi nghiên cứu ĐH luôn phải phân tách nó ra thành các hợp phần/phụ hệ và xem xét CT của nó. Có thể tách ĐH theo các tiêu chí khác nhau, khi đó nhận được từ một ĐH vài CT khác nhau. Nếu sử dụng yếu tố vật chất để phân tách ĐH thì tùy quy mô ĐH và tỷ lệ nghiên cứu có thể phân tách ĐH ra thành các thành hệ, kiểu nguồn gốc, hoặc TĐC đẳng cấp thấp hơn. QH giữa các hợp phần này tạo ra CT địa chất của ĐH. Nếu phân tách ĐH thành các khối CT đẳng cấp nào đó được giới hạn bởi các phá hủy kiến tạo sẽ nhận được CT kiến tạo, tương tự có CT địa chất thủy văn, CT địa mạo,... CT được xác lập tương ứng với mục đích nghiên cứu. CT của ĐH có đặc điểm không gian (KG) và thời gian (TG). ĐH là HT động, CT và tính chất (TC) của nó biến đổi theo TG, cũng chính là trạng thái của ĐH biến đổi. Đó là do biến đổi đặc điểm tương tác (TT) của HT với các HT khác và TT giữa các yếu tố của HT. Không có ĐH mà trạng thái không biến đổi. Những chỉ tiêu định lượng về CT và TC của ĐH có ý nghĩa quyết định sự vận động của nó gọi là chỉ tiêu trạng thái (CTTT) của ĐH. Trạng thái của ĐH tại một thời điểm được đặc trưng bằng một tập hợp CTTT của ĐH tại thời điểm đó. Sự vận động của ĐH là sự thay thế liên tục trạng thái của nó, tức là diễn ra quá trình (QT) địa chất.

ĐH có thể là đồng nhất (ĐN) hoặc không ĐN, là ĐN nếu các CTTT của nó không biến đổi theo KG, không ĐN khi tập hợp các giá trị CTTT là một hàm số.

ĐH là HT mở, có trao đổi khối năng lượng (KNL) với MTĐC ở ngoài ranh giới của ĐH (vùng nghiên cứu). Với các ĐH ở cận bề mặt, tức là có ranh giới với môi trường (MT) khác,

thực hiện trao đổi KNL với các MT thuộc quyền khí, quyền nước, quyền sinh vật, quyền kỹ thuật và MTĐC xung quanh.

Động thái của các ĐH có thể là tựa cân bằng (TCB), tựa chu kỳ (TCK) hoặc chuyển tiếp. Động thái TCB và TCK chủ yếu thuộc ĐH sâu. Các TĐC mà ĐCCT nghiên cứu là các ĐH tích cực, chúng TT mạnh mẽ với MT khác, trong nhiều trường hợp cần xem chúng là HT có động thái chuyển tiếp, hướng tới cân bằng hoặc chu kỳ. Sự biến đổi trạng thái (vận động) của HT là do QT vận chuyển và chuyển biến KNL. Ở HT động thái TCB hoặc TCK QT trao đổi KNL của HT với MT bên ngoài là TCB, ở HT động thái chuyển tiếp QT này chủ yếu là đi vào hoặc đi ra khỏi HT.

Cần xem xét tính tổ chức (TTC) và phản entropi của ĐH. HT có tổ chức là HT bảo tồn được TTC của mình theo TG. Những biến đổi ở HT bị cách ly làm cho entropi của HT tăng lên, dẫn tới giảm tính trật tự (TTT), TTC. Để duy trì TTC của mình HT cần không ngừng hấp thu năng lượng và trật tự từ bên ngoài (entropi âm hay phản entropi). Phản entropi được thâm nhập ở dạng thông tin về các QT trong MT bên ngoài, trong bản thân HT và được dùng để khôi phục TTT của HT. Ở HT hỗn loạn lý tưởng Độ dư thừa (entropi) $R=0$, còn trật tự lý tưởng $R=1$. Nếu trong QT vận động của HT mà R tăng lên thì HT là tự tổ chức. Sự có mặt trong HT các yếu tố khác nhau về CT chức năng và đặc điểm TT với nhau với MT bên ngoài là dấu hiệu quan trọng của TTC. Các HT có tổ chức có tính thích nghi.

Ở các ĐH mà R luôn lớn hơn không (0), thì các TT đầu vào không chỉ thể hiện vận chuyển KNL, mà cả thông tin về tính chất của MT bên ngoài, sự thông tin này cho phép ĐH duy trì TTT chủ yếu. Trong QT phát triển Trái đất, cấu trúc đẳng cấp của TQ ngày càng gia tăng. Tuy nhiên, chưa có cơ sở để khẳng định trong ĐH có mặt các yếu tố TT khác nhau về chức năng. Có lẽ chỉ có thể nói về sự có mặt của các yếu tố tích cực hơn và kém tích cực hơn. Có thể coi ĐH là HT có tổ chức, tuy nhiên nó khác cơ bản với HT sinh học và HT điều khiển nhân tạo, khả năng thích nghi của ĐH khi các điều kiện bên ngoài biến đổi được thể hiện yếu.

Tài liệu đọc thêm

1. Phạm Văn Ty, 2000. Cơ sở lý thuyết phương pháp hệ nghiên cứu Địa chất công trình *Đại học Mở - Địa chất*: 67tr. Hà Nội.
2. Бондарик Г.К., 1971. О методике исследований систем в инженерной геологии. *Пути дальнейшего развития инженерной геологии*: с. 11-17. Недра. Москва.
3. Бондарик Г.К., 1981. Общая теория инженерной (физической) геологии: 256 с. Недра. Москва.
4. Бондарик Г.К., 2009. Теория геологического поля. Философские и методологические основы геологии: 128 с. КДУ. Москва.
5. Рац М.В., 1968. Неоднородность горных пород и их физических свойств: 105 с., Наука. Москва.
6. Рац М.В., 1973. Структурные модели в инженерной геологии: 214 с., Недра. Москва.
7. Сергеев Е.М. (Ответственный редактор), 1985. Теоретические основы инженерной геологии. Геологические основы: 332 с. Недра. Москва.