

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9402:2012

CHỈ DẪN KỸ THUẬT CÔNG TÁC KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH CHO XÂY DỰNG VÙNG CÁC-TƠ

Technical regulation of engineering geological investigation for construction in karst areas

Lời nói đầu

TCVN 9402:2012 được chuyển đổi từ TCXDVN 366:2006 theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 7 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

TCVN 9402:2012 do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng - Bộ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

CHỈ DẪN KỸ THUẬT CÔNG TÁC KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH CHO XÂY DỰNG VÙNG CÁC-TƠ

Technical regulation of engineering geological investigation for construction in karst areas

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này dùng làm cơ sở để lập nhiệm vụ khảo sát địa chất công trình (ĐCCT) cho xây dựng trong vùng các-tơ. Đối tượng áp dụng là các khu công nghiệp, các khu dân cư, đô thị (gọi tắt là công trình), không áp dụng cho khảo sát xây dựng các công trình đặc biệt như: các công trình dạng tuyến, các công trình thủy lợi, thủy điện, các công trình ngầm...

1.2 Khảo sát ĐCCT trong vùng các-tơ không tách rời công tác khảo sát chung cho xây dựng và được tiến hành trong 3 giai đoạn, tương ứng với 3 giai đoạn thiết kế xây dựng đã được quy định trong các quy chế hiện hành: thiết kế cơ sở (TKCS); thiết kế kỹ thuật (TKKT); thiết kế bản vẽ thi công (TKBVTCT). Trong trường hợp cần thiết phải bổ sung thêm giai đoạn khảo sát ĐCCT trước TKCS.

1.3 Công tác khảo sát ĐCCT phải được thực hiện trên cơ sở đề cương khảo sát ĐCCT. Nội dung của đề cương phải đảm bảo thỏa mãn các yêu cầu nghiên cứu, lập hồ sơ cho các giai đoạn thiết kế tương ứng. Tiêu chuẩn này có thể áp dụng để khảo sát phục vụ sửa chữa, mở rộng, nâng cấp xí nghiệp và công trình.

1.4 Các-tơ trên lãnh thổ Việt Nam phát triển chủ yếu trong các đá cacbonat, vì vậy trong phạm vi của chỉ dẫn này chỉ xét đến các vùng phát triển các-tơ trên đá cacbonat (đá vôi, dolômit, đá macrô). Các khu vực nếu có hang hốc loại khác (ví dụ các hang hốc trong đất sét hình thành do đất có khả năng tan rã mạnh) không phải là đối tượng được quan tâm trong tiêu chuẩn này.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 4419:1987, Khảo sát cho xây dựng - Nguyên tắc cơ bản.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này có sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa sau:

3.1

Các-tơ (Kast)

Tổ hợp các quá trình và hiện tượng địa chất xuất hiện trên bề mặt hoặc trong lòng đất chủ yếu là do hòa tan hóa học đất đá, tạo nên các hang rỗng, làm phá hủy và biến đổi cấu trúc, trạng thái đất đá, cơ chế nước ngầm, đặc thù địa hình, cơ chế mạng thủy văn.

3.2

Vùng các-tơ (Kast areas)

Các khu vực mà trên mặt cắt địa chất của chúng có mặt đất đá hòa tan (đá vôi, đolômit, đá macnơ, đá muối..) và có hoặc có thể xuất hiện các-tơ trên mặt và các-tơ ngầm.

3.3

Các-tơ trần và các-tơ phủ (Open karst and closed karst)

Hai loại các-tơ phân biệt theo đặc điểm phân bố của đá bị các-tơ hóa. Các-tơ trần (đá bị các-tơ hóa nằm ngay trên mặt) và các-tơ phủ (đá bị các-tơ hóa bị che phủ bởi các lớp đất đá không hòa tan, không thấm nước hoặc đất đá không hòa tan có thấm nước).

3.4

Sụt lở - các-tơ (Kast subsidence)

Hiện tượng sập mặt đất do hang các-tơ ở độ sâu không lớn, trần hang yếu.

3.5

Xói sụt lở - các-tơ (Karst underground erosion subsidence)

Hiện tượng sập mặt đất do dòng nước mang các vật liệu của tầng phủ nằm trên đưa xuống hang gây sập lớp phủ bên trên (dòng thấm đi xuống).

3.6

Sụt lở - xói sụt lở - các-tơ (Kast subsidence- underground erosion subsidence)

Tổ hợp của cả 2 loại hình sụt lở - các-tơ và xói sụt lở - các-tơ.

3.7

Lỗ khoan sâu (Deep holes)

Hố khoan để nghiên cứu các-tơ có chiều sâu vượt qua vùng bị các-tơ hóa vào tầng đá nằm dưới nguyên khối không nhỏ hơn 5 m.

4 Đặc điểm hình thành, phát triển các-tơ

4.1 Những yếu tố cơ bản phát triển các-tơ bao gồm: sự vận động của nước ngầm và nước mặt; tồn tại đất đá hòa tan; tính thấm nước của đất đá hòa tan (đất đá phải có khả năng thấm nước); khả năng hòa tan đất đá của nước.

Chỉ cần thiếu dù chỉ một trong các yếu tố kể trên thì các-tơ không phát triển và khi hội tụ cả bốn yếu tố thì sự phát triển của các-tơ là không tránh khỏi.

Các yếu tố ảnh hưởng đến sự phát triển các-tơ bao gồm: thành phần thạch học của đá hòa tan; chiều dày và đặc điểm nứt nẻ của lớp đá hòa tan; thành phần và chiều dày của lớp phủ; địa hình; điều kiện khí hậu.

4.2 Các-tơ có quy luật phát triển chung là: giảm dần theo chiều sâu; mạnh hơn ở thung lũng sông và yếu hơn ở khu vực phân thủy; phụ thuộc vào đặc điểm cấu trúc và lịch sử phát triển địa chất của khu vực.

Các loại hình các-tơ bề mặt phổ biến có thể kể đến như: hào, rãnh các-tơ, các bề mặt hòa tan sót với các hang nổi, hang chìm; phếu các-tơ (rửa trôi bề mặt, lún, sập tầng mặt); cánh đồng các-tơ (tập trung nhiều phếu các-tơ); thung lũng các-tơ (do hoạt động xâm thực bằng nước mặt và nước ngầm); vực các-tơ (do sập nóc các sông ngầm hoặc hợp nhất các hố sâu các-tơ tạo thành vực sâu khép kín có vách dựng đứng, đáy bằng phẳng); rừng đá các-tơ (tạo ra do sự kế tiếp liên tục của các rãnh sâu với những khối đá còn lại); sông, suối, hồ cạn, hồ nổi các-tơ; giếng các-tơ, hố thu nước các-tơ.

Các loại hình các-tơ ngầm phổ biến bao gồm: khe nứt mở rộng do hòa tan; lỗ rỗng hòa tan (nhỏ hơn 2 mm); lỗ hổng hòa tan (2 mm đến 20 mm); hang hốc các loại (lớn hơn 20 mm, trong đó có cả hang động, hồ và sông ngầm); các đới phá hủy và dỡ tải; bề mặt hòa tan các lớp đá các-tơ hóa; các phá hủy thể nằm của đất đá nằm trên các hang hốc và các đới phá hủy các-tơ; phế u và địa hình các-tơ cổ bị che khuất.

5 Đặc điểm điều kiện địa chất công trình (ĐCCT) trong vùng phát triển các-tơ

5.1 Khảo sát ĐCCT trong vùng phát triển các-tơ cần chú ý: khả năng phát sinh biến dạng đất nền và bề mặt đất do phát triển các-tơ; khả năng chịu tải của đất đá bị các-tơ hóa giảm không đều, có chỗ tồn tại các đới hoặc các thấu kính yếu trong tầng phủ; đặc điểm thủy văn và địa chất thủy văn (ĐCTV) liên quan với các-tơ biến đổi rất mạnh và phức tạp; khả năng kích thích phát triển các-tơ và các quá trình địa chất kéo theo khác do hoạt động kinh tế của con người.

5.2 Biến dạng đất nền và bề mặt đất trong vùng các-tơ chia làm các loại: sập mặt đất, lún mặt đất cục bộ, lún mặt đất khu vực. Các hố sập có thể xuất hiện đơn lẻ hoặc thành nhóm, có thể là mới, có thể là nhắc lại ở chỗ cũ trong đó có thể nhắc lại nhiều lần. Theo thời gian, các hố sập bị lấp dần.

Lún mặt đất cục bộ do các-tơ phát triển chậm hơn sập, từ vài giờ, vài ngày đến vài năm và hình thành trên mặt đất chỗ uốn võng, thung lũng, phế u đường kính từ vài mét đến vài chục mét, chiều sâu từ vài xentimét đến 1 m hoặc 2 m, thậm chí đôi khi vài mét. Cơ chế lún mặt đất cục bộ cũng như sập nhưng chậm hơn, thường hay xen kẽ với sập thứ sinh.

Lún mặt đất khu vực là quá trình địa chất lâu dài do dịch chuyển đất đá phía trên vùng phát triển các-tơ, đặc biệt là đất đá ở phía trên bề mặt đá bị xâm thực (hòa tan) và do mang dần vật liệu rời từ đất đá tầng phủ theo các khe nứt và hang hốc các-tơ. Lún mặt đất khu vực xảy ra với vận tốc quá nhỏ chỉ phải xét đến khi thiết kế các công trình đặc biệt, nhạy cảm với lún nền.

Trong vùng phát triển các-tơ ngoài sập, lún còn tồn tại các dạng địa hình các-tơ khác như đã kể ở phần trên: phế u, trũng, hào, rãnh...ở đó lắng đọng và tích chứa các vật liệu chịu tải kém, trong đó có cả đất san lấp, bùn.

5.3 Nếu trong vùng nén lún của công trình có đá gốc bị các-tơ hóa thì phải đánh giá khả năng chịu tải của chúng, phải tính đến mức độ nứt nẻ và không đồng nhất về nứt nẻ, sự có mặt của các đới đá gốc yếu do rửa lựa và do hang hốc (được lấp nhét hoặc không lấp nhét). Cũng cần phải tính đến khả năng tồn tại các phá hủy khác (do các-tơ) trong đất đá không hòa tan nằm trong vùng nén lún (hang hốc bị lấp nhét hoặc không bị lấp nhét, các đới dỡ tải, các đới dịch chuyển và đứt gãy).

5.4 Điều kiện ĐCTV và thủy văn trong vùng các-tơ đặc trưng bằng những tính chất rất riêng biệt (tính thấm của đá bị các-tơ hóa cao và rất không đồng nhất, đặc điểm phân chia dòng chảy mặt, dòng chảy ngầm, cơ chế mực nước, đặc điểm biến đổi thủy địa hóa rất phức tạp, tồn tại các hố thu nước mặt, các khu vực mất nước từ hồ chứa và các dòng chảy ngầm bất ngờ chảy vào hố đào) phải rất chú ý khi khảo sát đánh giá lãnh thổ. Những đặc trưng này có ý nghĩa quan trọng khi thiết kế các hồ chứa nước, hệ thống kênh mương, tưới tiêu, thải và giải quyết các nhiệm vụ khác, bao gồm cả các giải pháp xử lý các-tơ.

5.5 Điều kiện xây dựng và khảo sát trong vùng các-tơ phụ thuộc vào những quy luật và đặc điểm tự nhiên mang tính khu vực, địa phương và cục bộ. Những quy luật và đặc điểm này rất khác nhau đối với các loại các-tơ khác nhau theo thành phần thạch học, thể nằm của đá các-tơ hóa và cũng rất khác nhau cho các vùng kiến tạo, khí hậu khác nhau.

5.6 Vùng phát triển các-tơ trần có những đặc điểm sau: sự xuất lộ trên bề mặt các đá bị các-tơ hóa làm cho nước mặt thấm xuống, phát triển phong hóa, hình thành các khe nứt ngoại sinh và phát triển các-tơ; sập và hạ thấp mặt đất là do bị vỡ và sạt thành vách các hố các-tơ. Sập và lún mặt đất do xói ngầm - các-tơ chỉ quan sát thấy ở các vùng địa hình hạ thấp được lấp đầy bằng đất mềm rời; khả năng chịu tải của đá nói chung là cao nhưng không đều, đôi chỗ rất yếu. Do đá lộ ngay trên mặt nên tiến hành khảo sát ĐCCT trong trường hợp này rất hiệu quả, có thể phân vùng ĐCCT các-tơ một cách dễ dàng.

Vùng phát triển các-tơ kín bị che phủ bởi đất đá không hòa tan và không thấm nước thì đất đá không thấm nước bên trên ngăn cản quá trình phát triển các-tơ và các quá trình liên quan khác.

Khảo sát ĐCCT trong trường hợp này cần phải xác định khả năng thấm nước và chiều dày tầng phủ, đánh giá khả năng bảo vệ bề mặt đất của tầng phủ (độ bền) khỏi các hiện tượng các-tơ bề mặt.

Vùng phát triển các-tơ kín bị che phủ bởi đất đá thấm nước không hòa tan thì lớp đất đá thấm nước không ngăn cản quá trình phát triển các-tơ và các hiện tượng liên quan, nó còn gây khó khăn cho việc khảo sát và đánh giá phân loại lãnh thổ theo các-tơ, đặc biệt nguy hiểm là các khu vực mà lớp phủ là đất loại cát, sạn, sỏi. Trong trường hợp này các-tơ phát triển mạnh ở thung lũng sông, các dòng chảy ngầm có gradient rất lớn xuất lộ ở đáy sông và sườn thung lũng, quá trình xói ngầm - các-tơ phát triển mạnh, có thể hình thành các phếu các-tơ làm hư hại và phá hủy công trình. Những tác động nhân sinh trong các khu vực này (đặc biệt là những biến đổi về chế độ động lực nước dưới đất do khai thác nước ngầm) sẽ làm phát triển mạnh các quá trình xói sụt lở - các-tơ.

Khảo sát ĐCCT trong vùng các-tơ kín đối với tầng phủ phải xác định được: cấu trúc địa chất, thành phần thạch học, trạng thái, tính chất của đất đá, điều kiện ĐCCTV, các biểu hiện các-tơ bề mặt, các đới phá hủy và dỡ tải.

5.7 Khảo sát ĐCCT trong vùng các-tơ cần chú ý rằng thay đổi trạng thái tự nhiên do kết quả hoạt động kinh tế của con người có thể dẫn đến việc phát triển mạnh các-tơ cùng với các quá trình có liên quan, ví dụ: thay đổi điều kiện thủy động lực nước dưới đất do xây dựng thủy điện, khai thác mỏ, khai thác nước ngầm thường làm gia tăng đột ngột quá trình xói sụt lở - các-tơ; thay đổi tính ăn mòn của nước ngầm do nước thải công nghiệp cũng dẫn tới phát triển mạnh các-tơ; tải trọng động có thể gia tăng các quá trình sập mặt đất trong đá macnơ, làm giảm sức chịu tải của đá, thậm chí gây hóa lỏng đối với đá vớt...

5.8 Đánh giá sơ bộ mức độ phức tạp của điều kiện ĐCCT trong vùng các-tơ phục vụ thiết kế khảo sát có thể kết hợp bảng phân cấp mức độ phức tạp của điều kiện ĐCCT trong TCVN 4419:1987 với đánh giá mức độ và đặc điểm phát triển các-tơ theo Bảng A1, A2 của Phụ lục A.

Nhiệm vụ cơ bản của khảo sát ĐCCT trong vùng các-tơ là: xác định mức độ nguy hiểm của các-tơ tác động đến công trình, môi trường sinh thái và kinh tế xã hội; dự báo phát triển các-tơ trong giai đoạn xây dựng và sử dụng công trình; xác định khả năng kích hoạt các-tơ trong quá trình sử dụng công trình do các tác động nhân sinh; soạn thảo chiến lược và các kiến nghị cụ thể cho các giải pháp xử lý các-tơ.

Từ khi xây dựng kế hoạch, lập đề cương và tiến hành khảo sát cần chú ý những điểm sau: quá trình phát triển các-tơ và các hiện tượng đi kèm (xói ngầm, sập, hạ thấp mặt đất...) được quyết định bởi tổ hợp nhiều yếu tố có mối liên hệ tương tác và phức tạp; các-tơ phát triển và phân bố rất không đồng nhất theo thời gian và không gian; vùng phát triển hàng hốc các-tơ nguy hiểm cho công trình có thể nằm ở những độ sâu lớn (từ 50 m đến 100 m, đôi khi còn hơn) đòi hỏi phải có các lỗ khoan chuyên dụng để nghiên cứu; quy luật phân bố và phát triển các-tơ không thể làm rõ được khi tiến hành khảo sát trên một diện tích không đủ lớn.

6 Phương pháp khảo sát ĐCCT trong vùng các-tơ. Một số yêu cầu kỹ thuật

Khảo sát ĐCCT trong vùng các-tơ phải được tiến hành theo thứ tự công việc và kết hợp tối ưu các phương pháp khảo sát: thu thập, phân tích và tổng hợp tài liệu khảo sát của những năm trước (trong đó có cả các số liệu về kinh nghiệm xây dựng và sử dụng nhà, công trình trong vùng các-tơ); phân tích bản đồ địa hình tỷ lệ lớn và ảnh máy bay; trắc địa công trình; khí tượng thủy văn công trình; đo vẽ ĐCCT; địa vật lý (ĐVL); khoan - khai đào; ĐCCTV; thí nghiệm đất đá ngoài trời, bao gồm cả xuyên động, xuyên tĩnh và karota; thí nghiệm trong phòng và nghiên cứu thực nghiệm; quan trắc; xử lý số liệu.

6.1 Thu thập, phân tích và tổng hợp số liệu khảo sát đã có

Thu thập, phân tích, tổng hợp số liệu về các vùng các-tơ để giải quyết các nhiệm vụ sau: làm sáng tỏ cấu trúc kiến tạo, lịch sử địa chất khu vực, chiều sâu phân bố, loại hình và tuổi của các-tơ; nghiên cứu mặt cắt địa chất - thạch học khu vực thăm dò và vùng phụ cận trên toàn bộ chiều dày tầng phủ và chiều sâu đới phát triển các-tơ; phát hiện các đới kiến tạo yếu; nghiên cứu điều kiện địa chất thủy văn, thủy văn, địa mạo phát triển các-tơ; thu thập các bằng chứng và các đặc tính định lượng về các-tơ trên bề mặt và dưới sâu, về biến dạng các công trình xây dựng, nhà ở, khai thác nước, về những biến đổi trạng thái môi trường tự nhiên cũng như tác động của chúng

đến quá trình phát triển các-tơ trên lãnh thổ nghiên cứu. Chú trọng đến những biểu hiện của các hố sập các-tơ và biến dạng mặt đất trong khu vực.

Khi thu thập và hệ thống hóa tư liệu cần tiến hành đồng thời việc ghi chú danh mục tài liệu đã sử dụng, sao chép các bản đồ, mặt cắt, đồ thị, biểu bảng. Trên cơ sở thu thập, phân tích, tổng hợp tư liệu phải thành lập: bản đồ tài liệu thực tế; bảng tra cứu lỗ khoan khảo sát; các kết quả nghiên cứu địa vật lý, thủy văn, địa chất thủy văn, thí nghiệm trong phòng và ngoài trời, quan trắc định kỳ; catalo các dạng địa hình các-tơ (phễu, hố sập...) sơ đồ phân tích điều kiện phát triển và phân bố các-tơ; sơ đồ phân vùng sơ bộ lãnh thổ theo điều kiện, đặc điểm và mức độ phát triển các-tơ.

Thu thập số liệu phải được tiến hành trước mọi giai đoạn khảo sát. Những tài liệu thu thập kể trên làm cơ sở hoạch định kế hoạch khảo sát tiếp theo, lựa chọn nội dung và khối lượng hợp lý cũng như phương pháp khảo sát thích hợp.

6.2 Sử dụng các tài liệu viễn thám

Các tài liệu viễn thám được sử dụng ở giai đoạn đầu khảo sát cho các công trình có quy mô lớn. Các tư liệu viễn thám được sử dụng để đo vẽ địa chất, địa chất thủy văn và địa mạo ảnh hưởng đến quá trình phát triển các-tơ, đo vẽ các cấu trúc các-tơ và quan trắc quá trình phát triển của nó. Ảnh hàng không tỷ lệ 1:5 000 đến 1:20 000 cho phép giải đoán với độ tin cậy cao các dạng cấu trúc địa hình các-tơ tại những khu vực không có dân cư sinh sống (phễu, hố sập các-tơ...) với kích thước tương ứng lớn hơn 5 m đến 20 m. Trên ảnh hàng không cho phép xác định các hố sụt, phễu các-tơ đã bị lấp mà khảo sát mặt đất không nhận thấy. Tại các khu vực có dân cư sinh sống, tư liệu ảnh viễn thám có thể cho phép giải đoán các dạng địa hình hoặc một quần thể địa hình các-tơ có kích thước lớn.

6.3 Phương pháp đo vẽ trắc địa công trình

Đo đạc trắc địa công trình phục vụ nghiên cứu địa hình khu vực sẽ xây dựng và cung cấp số liệu để thiết kế các hạng mục xây dựng và khảo sát công trình. Trong vùng các-tơ phải đặc biệt chú trọng việc đo đạc và thể hiện được các biểu hiện các-tơ trên sơ đồ, bản đồ mặt bằng khu vực khảo sát, định vị tọa độ mặt bằng, cao trình của các công trình khoan đào, của các điểm quan trắc (địa vật lý, thủy văn...) khác, đo vẽ mặt cắt, mặt bằng địa hình cho từng cấu trúc các-tơ phức tạp, quan trắc trắc địa định kỳ về biến dạng công trình xây dựng, biến dạng bề mặt và các lớp đất.

6.4 Các phương pháp khí tượng thủy văn công trình

Khảo sát khí tượng thủy văn là bộ phận không thể thiếu đi kèm với các khảo sát địa chất thủy văn và các công tác khảo sát khác. Khảo sát khí tượng thủy văn không chỉ tiến hành trong các giai đoạn khảo sát mà còn trong hệ thống quan trắc định kỳ tiếp theo. Nhiệm vụ khảo sát khí tượng - thủy văn bao gồm: lập cân bằng nước và muối, đánh giá cường độ hoạt động các-tơ; làm sáng tỏ và định lượng các khu vực thu nước mặt và các khu vực nước mặt được bổ sung bằng nước ngầm; nghiên cứu chế độ động lực nước mặt và ảnh hưởng của nước mặt đến phát triển các-tơ; dự báo những quy luật thủy văn để đánh giá sự phát triển của các-tơ trong tương lai và tính toán ảnh hưởng của các tác động nhân sinh. Cần chú ý rằng trong vùng phát triển các-tơ, đặc điểm thủy văn biến đổi rất mạnh theo diện cũng như thời gian (các phễu thu nước mặt, các nguồn nuôi nước mặt bằng nước ngầm, sự dao động bất thường của chế độ nước mặt).

6.5 Phương pháp đo vẽ địa chất công trình

Đo vẽ ĐCCT trong vùng các-tơ, bên cạnh những nhiệm vụ ĐCCT thông thường còn phải giải quyết những nội dung đặc thù sau: xác định sự xuất hiện các loại hình các-tơ trên mặt đất; các biểu hiện thủy văn, ĐCTV phát triển các-tơ; mối quan hệ của các-tơ với các yếu tố địa chất kiến tạo, địa mạo, địa chất thủy văn; biến dạng nhà và công trình liên quan với các-tơ; kinh nghiệm và hiệu quả của các giải pháp xử lý các-tơ; các yếu tố tác động nhân sinh kích hoạt các-tơ (các trạm bơm nước ngầm, hệ thống dẫn nước, công trình thủy công). Tỷ lệ đo vẽ phụ thuộc vào: giai đoạn khảo sát, quy mô và tầm quan trọng của công trình, mức độ phức tạp của điều kiện ĐCCT và các kết quả đã nghiên cứu.

Tại những khu vực đã có nền địa chất, địa chất thủy văn cùng tỷ lệ đo vẽ ĐCCT thì đo vẽ ĐCCT được tiến hành chỉ để kiểm tra và chính xác hóa các tư liệu về điều kiện địa chất, ĐCTV, địa

mạo. Trong trường hợp không có các tư liệu này, cần phải tiến hành đo vẽ địa chất, địa chất thủy văn, địa mạo với nội dung đáp ứng yêu cầu của nhiệm vụ khảo sát ĐCCT đặt ra.

Việc nghiên cứu điều kiện phát triển các-tơ và mức độ các-tơ hóa tại các điểm lộ đá gốc tự nhiên và nhân tạo có ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Nghiên cứu các đới tiếp xúc giữa đất đá có nguồn gốc thạch học và thành phần khác nhau, nhằm xác định rõ lịch sử địa chất của khu vực, trong đó có vấn đề các-tơ cổ và cũng là làm sáng tỏ khả năng phát triển các-tơ trong thời điểm hiện tại. Đặc biệt chú ý nghiên cứu địa hình bề mặt của đá gốc và các thung lũng cổ, các biến đổi độ dày tầng đá và làm sáng tỏ mối liên quan của các biến đổi này với các-tơ. Phát hiện các phân lớp chắn nước và tầng đá không hòa tan. Xác định cấu trúc, thành phần đất đá, phân bố và tính chất của tầng phủ để làm rõ khả năng phát triển các quá trình phá hủy, sập, lún..., thúc đẩy biến dạng bề mặt. Nghiên cứu độ nứt nẻ của đất đá trong các vết lộ, hào, hố đào để tiến hành các phân tích thống kê sau này. Lấy mẫu đất, đá, nước mặt, nước ngầm cho các thí nghiệm trong phòng.

Đối với mỗi biểu hiện các-tơ trên mặt (phễu, hố sập) phải được mô tả đầy đủ các đặc tính: hình dạng trên mặt bằng (tròn, ô van, đa giác hay không); đường kính, độ sâu, phương trục dài, trục ngắn; đặc điểm miệng phễu (phẳng, góc cạnh, rõ hay mờ, nhẵn hay không); độ dốc của thành phễu; hình dạng đáy, mức độ chứa nước và lầy hóa; mức độ che phủ thực vật trên sườn dốc và đáy; mô tả các điểm xuất lộ đá gốc, mức độ nứt nẻ của chúng, các hố thu nước.

Khi điều tra các trũng lòng chảo, khe xói, thung lũng và cánh đồng các-tơ phải nghiên cứu hình hài của chúng và mối liên hệ với nước mặt, nước ngầm. Trong đó phải mô tả hình thái, kích thước, đặc điểm sườn dốc, đáy, các điểm lộ đá gốc, sự hiện diện của các phễu các-tơ, hố thu nước, nguồn nước xuất lộ, khu vực úng ngập vào mùa mưa. Cần phải điều tra, khẳng định yếu tố khép kín, nửa khép kín hay mở (có cửa trao đổi tự do với nước mặt), khoanh vùng các dạng các-tơ thu nước khép kín. Nên tiến hành phân tích lịch sử địa chất quá trình hình thành các loại hình các-tơ đang thị sát.

Trong quá trình mô tả hào - rãnh, cánh đồng các-tơ, phải thể hiện mật độ rãnh, hướng phát triển của chúng, hình hài, kích thước và có hay không các tàn tích tồn tại trong các rãnh, mối liên quan giữa hào-rãnh và thành phần thạch học, mức độ nứt nẻ và địa mạo.

Đối với các hang động các-tơ cần vẽ sơ đồ mặt bằng, mặt cắt ngang, mặt cắt dọc hang, xác định hiện trạng tồn tại của hang: địa chất - thạch học của hang, cấu trúc kiến tạo, địa mạo, cao độ hang, tuổi, thành phần, điều kiện thể nằm, đặc điểm cấu tạo và tính chất của đất đá trên tường, trên nóc và dưới đáy hang động, độ nứt nẻ, phân cắt, đặc điểm bề mặt vết nứt. Lưu ý đến các suối hồ ngầm, nước đọng trên thành và trần hang động, các nhũ cột, nhũ chuông, vật liệu cát, sét trong khe nứt và đáy hang động. Xác định mối liên quan giữa hang động với các phễu các-tơ có trong khu vực khảo sát.

Các hồ các-tơ cần mô tả vị trí, kích thước, độ sâu, hình dạng, làm rõ điều kiện thành tạo hồ, mối liên quan với tầng thạch học, điều kiện cấp nước (nước mặt, nước ngầm hay hỗn hợp), thoát nước, chế độ, mực nước và thành phần hóa học của nước trong hồ, có hay không phễu, nguồn nước ngầm dưới đáy hồ và trên bờ.

Các sông và hồ ngầm cần xác định kích thước của chúng, vận tốc dòng chảy, lưu lượng trên từng đoạn, nhiệt độ, thành phần hóa học, làm rõ nguồn cấp và đặc điểm chế độ nước. Xác định cao trình mực nước và mối liên hệ với địa tầng thạch học.

Các sông suối hiện hay ẩn cần ghi nhận chế độ động lực của chúng (thường xuyên, chu kỳ), lưu lượng dòng chảy, vị trí thu nước và đặc điểm vận chuyển từ nước mặt sang nước ngầm, thành phần hóa học và nhiệt độ nước.

Cần thu thập các số liệu về ảnh hưởng của các tác động nhân sinh đến chế độ và đặc tính ăn mòn của nước ngầm, các số liệu về phá hủy và mất ổn định của đất đá trên các hang hốc các-tơ ngầm do phụ tải của các công trình, do tác động của máy móc, hệ thống giao thông..., các số liệu về biến dạng nhà - công trình và mối liên hệ của chúng với các loại hình các-tơ trên mặt đất và dưới sâu, đặc điểm nứt nẻ của đất đá ..., các số liệu về các quá trình địa chất động lực khác và mối tương quan giữa những quá trình này với hiện tượng các-tơ.

Cần thu thập tài liệu của các cơ quan quản lý hành chính ở địa phương và trong dân cư, những chứng cứ về sụt, lún mặt đất, về biến dạng các công trình xây dựng, về kinh nghiệm xây dựng và sử dụng công trình, về các biện pháp phòng chống, xử lý các-tơ và hiệu quả của chúng.

Trong quá trình đo vẽ cần xác định các điều kiện cấp thoát nước ngầm, khoanh định vùng thu nước, mô tả và đo vẽ các nguồn xuất lộ nước (mạch nước, giếng, lỗ khoan, khu vực lầy hóa...). Lấy mẫu nước phân tích thành phần hóa học và đặc tính ăn mòn. Đặc biệt chú ý các mạch nước các-tơ, ổ thu nước mặt, hồ các-tơ, dòng chảy trong hang động. Nếu đã có sẵn nguồn tư liệu về ĐCTV, cần tiến hành kiểm tra, chính xác hóa và xem xét khả năng biến động điều kiện ĐCTV so với số liệu có trước. Khi mô tả các nguồn nước các-tơ cần chỉ rõ vị trí, yếu tố địa mạo mà chúng tồn tại trong đó, độ cao, kiểu (chảy ra, dồn lên hay đổ vào), lưu lượng và đặc điểm nguồn nước (thường xuyên, bất thường, có chu kỳ). Xác định mối quan hệ giữa nguồn nước với các tầng chứa nước và với các biểu hiện các-tơ khác. Nếu nguồn nước chảy từ các khe nứt, cần xác định nguồn gốc của các khe nứt đó, kích thước, góc dốc, phương vị.

Kết quả đo vẽ ĐCCT và các-tơ phải thể hiện trên bản đồ kể cả những biểu hiện các-tơ đã bị che phủ, những biểu hiện các-tơ đã khảo sát từ những năm trước.

6.6 Phương pháp thăm dò địa vật lý

Trong vùng các-tơ các phương pháp địa vật lý được sử dụng để giải quyết những nội dung sau: xác định chiều dày, thành phần và điều kiện thể nằm của lớp phủ và đá các-tơ, nghiên cứu địa hình các-tơ dạng trũng thấp; xác định chiều sâu mực nước, hướng và vận tốc dòng chảy của nước các-tơ, độ khoáng hóa, miền cấp, miền thoát của chúng; đo vẽ hang hốc và xác định mức độ các-tơ hóa, mức độ phá hủy của đất đá, các đới phá hủy kiến tạo và dập nát, các đới đỡ tải trong tầng phủ và trong tầng đá các-tơ và các dị thường khác

CHÚ THÍCH: Các phương pháp và thiết bị khảo sát địa vật lý trên mặt đất cho phép xác định hang hốc các-tơ khi quan hệ giữa độ sâu phân bố của chúng với đường kính (h/d) không vượt quá 1 đến 2 và nếu chúng nổi bật một cách đủ tương phản giữa các đá xung quanh bởi những tính chất vật lý của mình. Các phương pháp nghiên cứu khoảng không gần lỗ khoan, khoảng không giữa các lỗ khoan chưa được nghiên cứu đầy đủ và cũng có những hạn chế liên quan đến kích thước và độ tương phản thể hiện trong các trường địa vật lý của các hang hốc cần tìm.

Khảo sát ĐVL trong vùng các-tơ thường sử dụng các phương pháp sau: thăm đo điện (mặt cắt điện, đo sâu điện); thăm dò địa chấn; thăm dò trọng lực; thăm dò âm thanh; đo điện trở nước mặt, nước giếng; các loại carota lỗ khoan (điện, phóng xạ, âm thanh); đo độ hồng, lưu lượng, nhiệt độ và điện trở trong lỗ khoan; và các phương pháp khác.

6.6.1 Thăm dò điện

Thăm dò điện được coi là phương pháp cơ động, đơn giản, tiết kiệm và hiệu quả. Nguyên tắc của thăm dò điện là dựa trên cơ sở biến đổi điện trở suất của đất đá trong không gian, vì vậy các phương pháp cơ bản sử dụng trong thăm dò điện là đo mặt cắt điện, đo sâu điện, carota điện tổng hợp.

Đo mặt cắt điện (theo các tuyến mặt cắt) được sử dụng để nghiên cứu địa hình các-tơ dạng trũng thấp rãnh lược, phức tạp và khoanh vùng các hang hốc các-tơ, các đới xung yếu nằm ở độ sâu không lớn (dưới 10 m đến 15 m).

Đo sâu điện được sử dụng để nghiên cứu độ sâu, các yếu tố thể nằm, chiều dày và cấu trúc của tầng đá các-tơ và các biểu hiện các-tơ (hang hốc, nứt nẻ) đã được xác định bằng phương pháp đo mặt cắt điện.

Carota điện tổng hợp trong các lỗ khoan bao gồm: điện trở biểu kiến, điện trường tự nhiên, phân cực cưỡng bức, đo kháng trở, carota biên, carota biên lặp, vì thăm dò cho phép xác định chính xác mặt cắt địa chất-thạch học lỗ khoan, phân chia trong đó các đới phá hủy và nứt nẻ, xác định chính xác độ sâu, chiều cao và đặc điểm chất lấp nhét hang hốc các-tơ, phân đoạn theo chiều sâu lỗ khoan các khu vực hút nước, các khu vực nhà nước, xác định khoáng hóa của nước.

Ngoài ra để xác định các đới nứt nẻ, các hang hốc các-tơ, hướng và vận tốc chuyển động của nước ngầm trong khoảng không gian gần lỗ khoan, nên sử dụng phương pháp vật thể tích điện, còn đối với trường hợp giữa các lỗ khoan và giữa các công trình khai đào khác thì sử dụng phương pháp chiếu điện và chiếu sáng vô tuyến điện.

6.6.2 Thăm dò trọng lực

Thăm dò trọng lực để nghiên cứu các-tơ dựa vào sự khác nhau cơ bản về dung trọng của đất đá tầng phủ, chất lấp nhét, đá nứt nẻ - lỗ rỗng và đá nguyên khối. Vì vậy đo về trọng lực chính xác cao, thực hiện theo các chỉ dẫn hiện hành có thể giải quyết được các bài toán xác định các cấu trúc kiến tạo, các thung lũng sông bị chìm sâu, độ sâu phân bố của bề mặt đá các-tơ, các hang hốc lớn hoặc các đới phá hủy mạnh.

6.6.3 Thăm dò địa chấn

Thăm dò địa chấn dựa trên đặc điểm phân bố sóng đàn hồi trong đất đá có thành phần thạch học, trạng thái, độ nứt nẻ và phát triển các-tơ khác nhau. Thăm dò địa chấn bao gồm: thăm dò địa chấn từ mặt đất (đo mặt cắt địa chấn, đo sâu địa chấn) và thăm dò địa chấn trong lỗ khoan (carota địa chấn và truyền sóng địa chấn giữa các lỗ khoan). Thăm dò địa chấn giải quyết được các bài toán xác định cấu trúc địa chất (đặc biệt là ranh giới tầng phủ với đá gốc), độ dày tầng phủ, tầng đá các-tơ, mực nước ngầm, xác định hang hốc các-tơ trong điều kiện thuận lợi.

6.6.4 Thăm dò âm thanh

Thăm dò âm thanh bao gồm: carota siêu âm lỗ khoan và truyền âm giữa các lỗ khoan nhằm giải quyết các nhiệm vụ phân chia mặt cắt lỗ khoan theo thành phần thạch học, phát hiện các đới đứt tải, hang hốc các-tơ, trạng thái ứng suất của đất đá, mức độ không đẳng hướng của đất đá trên cơ sở phân tích đặc điểm sóng siêu âm (vận tốc sóng siêu âm bề mặt và sóng dọc, chu kỳ và biên độ sóng theo chiều sâu).

6.6.5 Thăm dò từ

Thăm dò từ có khả năng tìm kiếm hang hốc các-tơ được lấp nhét bởi các vật liệu có từ tính cao như bô-xít vốn có ở các phế truất các-tơ. Thăm dò từ là phương pháp thông thường có hiệu quả tốt trong khảo sát ĐCCT tại các khu vực mỏ khoáng sản.

6.6.6 Georada

Georada là phương pháp mới, có triển vọng trong nghiên cứu các-tơ, nhưng chưa được kiểm tra thực tế. Phương pháp Georada (GPR) sử dụng sóng rada ở dải tần 1 MHz đến 1 000 MHz để nghiên cứu cấu trúc và các đặc tính của vật chất bên dưới mặt đất với độ phân giải cao. Số liệu và kết quả khảo sát của GPR biểu diễn dưới dạng mặt cắt cấu trúc với những thông số vật lý đặc trưng cho môi trường địa chất như: độ điện thẩm, vận tốc và thời gian truyền sóng, độ dẫn điện, hệ số suy giảm của sóng điện từ. Phương pháp GPR sử dụng trong khảo sát ĐCCT ở vùng các-tơ với nhiệm vụ: xác định cấu trúc địa chất, xác định các đới xung yếu, các đới đứt tải, các hang hốc các-tơ.

6.6.7 Đo điện trở nước hồ và giếng

Cơ sở của phương pháp này là sự phụ thuộc rõ nét của điện trở suất riêng của nước vào độ khoáng hóa của nó, vì vậy theo hàm lượng tổng khoáng của nước có thể xác định miền thào nước ngầm và các khu vực thu nước bề mặt. Đây là phương pháp đo nhanh, năng suất cao và rất có hiệu quả trong khảo sát các-tơ.

6.6.8 Đo nhiệt độ

Trong các hồ chứa nước, sông suối, nguồn nước, giếng và trong lỗ khoan thường được tiến hành cùng với đo kháng trở và các nghiên cứu thủy địa hóa khác. Đây là phương pháp hiệu quả phát hiện các nguồn cấp và miền thoát ở dưới đáy hồ và đáy sông.

6.6.9 Nghiên cứu carota phóng xạ lỗ khoan

Có thể thực hiện tại bất kỳ lỗ khoan nào: ngập nước hay khô ráo, có ống chống hay không có ống chống và bao gồm các phiên bản khác nhau: Gamma - carota được áp dụng để đánh giá thành phần vật liệu sét của đất đá, Gamma-gamma-carota đánh giá dung trọng của đất đá, Notron - notron - carota và Notron - gamma - carota đánh giá độ ẩm của đất đá. Các số liệu này cho phép đánh giá mức độ nứt nẻ và mức độ các-tơ hóa của đá theo mặt cắt lỗ khoan, kể cả đặc tính vật liệu lấp nhét hang hốc và vết nứt, phân chia chi tiết mặt cắt địa chất - thạch học, đánh giá độ bão hòa nước của đất đá.

6.6.10 Khảo sát khí Radon - Toron

Trong các lớp cát - sét gần bề mặt đất (từ 0,5 m đến 1,0 m) trên khu vực khảo sát có thể xác định được các đới nguy hiểm do các-tơ. Sự xuất hiện các cực tiểu trên phòng khí bình thường chứng tỏ nhiều khả năng có đới nứt nẻ và phát triển các-tơ.

6.6.11 Đo đường kính lỗ khoan, đo lưu lượng nước

Trong hố khoan theo chiều sâu bằng các thiết bị chuyên dụng gọi là các thiết bị đo độ hồng và thiết bị đo lưu lượng cho phép đánh giá trạng thái đất đá thành hố khoan, xác định kích thước các hang hốc các-tơ và mức độ lấp nhét của chúng, đồng thời xác định các đới có khả năng thấm nước khác nhau và các thông số ĐCTV tương ứng.

6.7 Phương pháp khoan và khai đào

Công tác khoan - khai đào giải quyết những nhiệm vụ sau: nghiên cứu cấu trúc địa chất của khu vực; nghiên cứu điều kiện ĐCTV; nghiên cứu thành phần, trạng thái, tính chất của các loại đá các-tơ, đặc tính nứt nẻ, độ rỗng, mức độ phát triển các-tơ, làm rõ các hang hốc các-tơ, các đới phá hủy; nghiên cứu thành phần, trạng thái và tính chất của lớp phủ (bao gồm cả các hang hốc, các đới đỡ tải, thấu kính đất yếu); lấy mẫu đất đá và nước để thí nghiệm trong phòng; thí nghiệm ĐCTV, ĐCCT, ĐVL; quan trắc định kỳ; khoanh vùng các khu vực có mức độ phát triển các-tơ khác nhau.

Khối lượng khoan - khai đào được xem xét trong các giai đoạn khảo sát, trong số lượng tổng thể đó phải có một số hố khoan sâu dùng để nghiên cứu các-tơ (cũng được quy định trong các giai đoạn khảo sát). Chiều sâu các hố khoan phải vượt quá vùng ảnh hưởng dự kiến của công trình từ 1 m đến 2 m. Nếu chiều dày của vùng bị các-tơ hóa lớn hơn 5 m đến 10 m cho phép không cần khoan hết chiều dày đó nhưng phải có luận chứng trong đề cương. Trong những vùng có tầng phủ là đất đá không hòa tan, không thấm nước cần phải đánh giá mức độ thấm nước và khả năng bảo vệ của chúng khỏi các biểu hiện các-tơ trên mặt đất, nếu chiều dày tầng phủ bảo vệ được mặt đất khỏi các biểu hiện các-tơ thì cho phép không khoan vào đá các-tơ hóa mà chỉ giới hạn ở việc kiểm tra bề dày của lớp phủ bảo vệ, nhưng phải có luận chứng trong đề cương. Mạng lưới hố khoan phải được thiết kế theo kết quả đo vẽ ĐCCT, thăm dò ĐVL mặt đất và phụ thuộc vào mức độ phức tạp của điều kiện ĐCCT, cấp và quy mô của công trình xây dựng.

Công nghệ và phương pháp khoan phải đảm bảo lấy được tối đa lõi khoan đất đá tầng phủ, tầng đá các-tơ và vật liệu lấp nhét. Không được sử dụng phương pháp khoan phá, khoan guồng xoắn và bất kỳ kiểu khoan nào khác không đảm bảo thu nhận lõi khoan dưới dạng mẫu hình trụ.

Khoan lấy mẫu trong đá cứng thì tốt nhất bằng khoan rửa hoặc thổi khí, trong đất đá dễ bị rửa xói - khoan tuần hoàn ngược hoặc khoan khô và rút ngắn hiệp khoan xuống 0,5 m đến 1,0 m. Đối với đá yếu, bị phá hủy, nứt nẻ mạnh, vật liệu lấp nhét hang hốc cần áp dụng ống khoan nòng đôi và ống mẫu. Chỉ cho phép khoan với dung dịch sét trong trường hợp thật sự cần thiết, với điều kiện không mang lại thiệt hại cơ bản nào cho công tác nghiên cứu địa chất thủy văn. Đối với đất loại sét, đất loại cát không bão hòa hoặc ngậm ít nước thì phương pháp khoan đập với dao vòng rất có hiệu quả, các mẫu đất bờ rời phải được lấy bằng ống mẫu hoặc ống khoan nòng đôi.

Lấy mẫu và mô tả lõi khoan tiến hành theo các quy định bắt buộc hiện hành. Cần tiến hành mô tả lõi khoan một cách chi tiết theo từng lớp: mặt cắt địa chất - thạch học; đặc điểm nứt nẻ, độ rỗng, mức độ phong hóa và phá hủy; các biểu hiện các-tơ của đá, kích thước và hình dạng hang hốc, đặc điểm lấp nhét; các biểu hiện canxit hóa, đolômit hóa, thạch cao hóa. Mô tả trạng thái lõi khoan: mức độ đập vỡ, rửa xói...

Mô tả khe nứt phải chỉ ra hướng (thẳng đứng, nằm ngang, nghiêng với góc dốc tương ứng), quan hệ với mặt phân lớp, tần số và đặc điểm khe nứt (mở, đóng). Đo chiều rộng vết nứt, đặc điểm bề mặt vết nứt, thành phần, kiến trúc, cấu tạo và trạng thái vật liệu lấp nhét. Nếu lõi khoan được định hướng, tiến hành đo phương vị góc đổ của vết nứt. Trong trường hợp có nhiều kiểu vết nứt, mô tả từng kiểu một và đánh giá đặc điểm phân bố tương đối của chúng. Phải đặc biệt chú ý đến việc mô tả các hang hốc và lỗ hồng của đất đá theo những số liệu: độ sâu sập cần khoan, tốc độ khoan thay đổi đột ngột, tỷ lệ lõi khoan, mức độ và đặc điểm lấp nhét cũng như chế độ rửa xói, mất dung dịch khoan, thay đổi mực nước và những số liệu nghiên cứu địa vật lý lỗ khoan.

Mô tả vật liệu lấp hang hốc các-tơ tiến hành theo từng lớp: chiều dày, thành phần, cấu tạo và trạng thái, kích thước mảnh vỡ, mức độ mài mòn của chúng (đối với các sản phẩm đưa đến

bằng cơ học); hình dáng, kích thước và phân bố các tinh thể và các chất kết tụ (đối với các sản phẩm lắng xuống từ dung dịch nước bằng con đường kết tủa). Cũng bằng phương pháp đó, mô tả vật liệu lấp nhét cho lỗ hỏng, đánh giá mức độ lấp nhét của chúng.

Trong quá trình khoan nhất thiết phải có những quan trắc địa chất thủy văn: những khoảng độ sâu, mà ở đó dung dịch khoan luân chuyển khác nhau (luân chuyển bình thường, mất một phần dung dịch, mất toàn bộ dung dịch); độ sâu xuất hiện nước ngầm, quan trắc sự phục hồi và mức nước ổn định (đối với tầng chứa nước); mức nước ổn định (tĩnh) đối với từng khoảng bị mất dung dịch khoan; mực nước ngầm ở đầu ca và cuối ca khoan; những khoảng độ sâu (địa tầng) nước tự trào và áp lực của chúng; hiện tượng khí thoát ra từ lỗ khoan, nhiệt độ nước; lấy mẫu nước và khí để thí nghiệm trong phòng.

Trong tất cả các lỗ khoan nghiên cứu các-tơ nhất thiết phải tiến hành các khảo sát địa vật lý, ít nhất cũng phải là carota. Áp dụng tổ hợp các phương pháp địa vật lý trong việc nghiên cứu lỗ khoan và khoảng không lân cận lỗ khoan sẽ cho kết quả tốt nhất. Tất cả các lỗ khoan (trừ các lỗ khoan quan trắc) ngay sau khi khoan kết thúc các thí nghiệm cần thiết (carota, ĐCTV) cần phải được loại bỏ (trám lỗ khoan).

Các công trình khai đào (giếng, hào, rãnh thăm dò...) cho phép nghiên cứu một cách đầy đủ hơn, so với biện pháp khoan, về nứt nẻ, mức độ các-tơ hóa của đá, thành phần, tính chất và trạng thái của lớp phủ, các hang hốc, các đới bị suy yếu, các đới đỡ tải trong tầng phủ, nghiên cứu cấu trúc phổ các-tơ và các loại hình các-tơ khác. Phương pháp và nội dung mô tả đất đá, độ nứt nẻ, mức độ các-tơ hóa về cơ bản tương tự như đã mô tả ở trên. Trong các công trình khai đào cũng tiến hành tất cả các thí nghiệm hiện trường ĐCCT, ĐCTV, ĐVL, mà đã được luận chứng trong đề cương khảo sát. Trong một số trường hợp khi khảo sát phục vụ một số hạng mục công trình đặc biệt quan trọng thì hố đào sâu và hào thăm dò là quan trọng và hợp lý hơn cả.

6.8 Phương pháp nghiên cứu địa chất thủy văn

Nghiên cứu ĐCTV trong vùng các-tơ nhằm giải quyết các nhiệm vụ sau: đánh giá diện phân bố, điều kiện thể nằm, độ dày các tầng chứa nước thuộc tầng phủ, tầng đá các-tơ và đá nằm dưới, các thông số ĐCTV của chúng (hệ số thấm...), mức nước, nhiệt độ, thành phần hóa học, chế độ, quy luật chuyển động của nước ngầm, điều kiện cấp nước và thoát nước, mối quan hệ giữa các tầng chứa nước với nước mặt; đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố nhân sinh đến biến đổi điều kiện địa chất thủy văn và vai trò bảo vệ của các tầng cách nước; đánh giá khả năng hòa tan của nước ngầm và nước mặt đối với các đá các-tơ và vai trò của chúng trong phát triển các-tơ, sụt, lún các lớp và mặt đất.

Nội dung nghiên cứu ĐCTV bao gồm: thu thập, phân tích và tổng hợp số liệu địa chất thủy văn, điều tra ĐCTV các-tơ, thí nghiệm thăm, quan trắc ĐCTV, nghiên cứu ĐCTV chuyên dụng và thủy địa hóa. Điều tra và quan trắc ĐCTV được tiến hành theo các quy định chung hiện hành có chú ý thêm về đặc thù ĐCTV trong vùng các-tơ. Các thí nghiệm thăm hiện trường bao gồm: bơm hút thử, bơm hút thực nghiệm, bơm hút đơn, bơm hút chùm; ép nước, ép khí lỗ khoan; đổ nước hố khoan và hố đào; các phương pháp chỉ thị (hoá học, hóa điện, so màu, chỉ thị phóng xạ).

Bơm hút thử được thực hiện nhằm mục đích đánh giá sơ bộ tính sống nước và tính thấm nước, lựa chọn vị trí đặt bơm hút thực nghiệm và đánh giá sơ bộ mức độ phát triển các-tơ của các đới khác nhau.

Bơm hút thực nghiệm từ những lỗ khoan đơn nhằm mục đích xác định hệ số thấm trong các trường hợp không đòi hỏi độ chính xác quá cao. Trên cơ sở một số lượng lớn các đợt bơm hút thực nghiệm từ những lỗ khoan đơn có thể đánh giá được đặc tính thấm nước của các đới có mức độ phát triển các-tơ khác nhau cũng như những đặc điểm chung nhất về lãnh thổ nghiên cứu.

Bơm hút chùm thực nghiệm được tiến hành với mục đích xác định giá trị tính toán của hệ số thấm, hệ số dẫn nước và hệ số xả nước, mối quan hệ giữa các tầng chứa nước, mối quan hệ nước ngầm với nước mặt. Bơm hút chùm trong đá các-tơ nên có không dưới hai tia lỗ khoan quan trắc, ngoài ra với mục đích nghiên cứu dị hướng theo phương nằm ngang, một tia bố trí theo hướng nứt nẻ phổ biến nhất, còn tia kia thì vuông góc với hướng đó. Trong trường hợp nếu một lỗ khoan trung tâm không đủ để hạ thấp mức nước cần thiết thì tiến hành bơm hút theo

nhóm (từ hai lỗ khoan trở lên). Chú ý không bơm hút với thời gian dài, không đổ nước ở gần nhà và công trình để tránh các tác động gây mất ổn định.

Lựa chọn vị trí lỗ khoan và cụm lỗ khoan thí nghiệm thẩm thực nghiệm cần phải tiến hành trên cơ sở phân tích tính không đồng nhất về điều kiện ĐCTV theo số liệu điều tra các-tơ, khoan thăm dò, quan trắc ĐCTV trong khi khoan, bơm hút - đổ nước nhanh, theo kết quả carota và thí nghiệm ĐVL hiện trường.

Đổ và ép nước thực nghiệm để: đánh giá độ thấm nước của đất đá không chứa nước; đánh giá khả năng hút nước của đất đá phục vụ cho công tác phụt xi măng; thay thế các công tác bơm hút thử. Điều kiện thực hiện thí nghiệm đổ và ép nước trong vùng các-tơ về cơ bản cũng giống như đối với trường hợp bơm hút.

Xác định hướng và vận tốc chuyển động của nước ngầm thực hiện bằng cách sử dụng các chất chỉ thị đưa vào lỗ khoan và nơi thu nước bề mặt, sau đó thu nước ở những điểm khác trong lỗ khoan hoặc tại nguồn nước. Chất chỉ thị được dùng là các chất màu (vàng huỳnh quang, Eozin, Eritrozin, đỏ Công - gô, xanh Metilen, xanh lơ Anilin...), các chất hòa tan (Natri clorua, Liti clorua...), dầu hoà, các đồng vị phóng xạ (nếu đáp ứng các yêu cầu về vệ sinh) và mùn cưa. Việc thu hồi các chất chỉ thị thực hiện bằng trực quan, so màu, hóa học, điện hóa học, phóng xạ, cũng như phương pháp hấp thụ chất vàng huỳnh quang của than hoạt tính.

Trong trường hợp cần thiết, phải thực hiện những thí nghiệm ĐCTV chuyên dụng như: quan sát hiện trường quá trình hòa tan của đá do nước ngầm và nước mặt tại các vết lộ tự nhiên và vết lộ nhân tạo và trên các mẫu vật đưa vào lỗ khoan, vào những chỗ xuất lộ nước ngầm tại các hố đào và hang động, các nguồn nước các-tơ...; thí nghiệm ngoài trời nghiên cứu đặc điểm rửa trôi và xói ngầm mang vật liệu ra khỏi chỗ rỗng và khe nứt trong đất đá; thí nghiệm bơm phụt dung dịch xi măng, các vật liệu trơ ... vào đất đá nứt nẻ; nghiên cứu trong phòng thí nghiệm quá trình hòa tan trong đá các-tơ và trong tầng phủ, quá trình biến dạng thẩm - trọng lực trong đất đá nằm trên đá các-tơ; dựng mô hình thủy động lực trên các máy tính, các mô hình hòa tan thủy động lực của đất đá trên máy tính, các tính toán thủy địa cơ học.

6.9 Phương pháp thí nghiệm đất đá tại hiện trường

Trong vùng các-tơ có thể áp dụng những phương pháp nghiên cứu hiện trường: thí nghiệm bần nén, nén thành hố khoan, cắt và đẩy trong hố đào, cắt quay, vi xuyên... để xác định độ bền và biến dạng của đất đá tầng phủ nằm dưới móng dự kiến của công trình.

Với đặc tính không đồng nhất của môi trường địa chất trong vùng các-tơ phải sử dụng tối đa khả năng của xuyên động, xuyên tĩnh để giải quyết các bài toán đặc thù của vùng các-tơ: khoan vùng các đới dễ tải yếu và hang hốc trong tầng phủ; khoan vùng đất yếu thuộc các dạng địa hình các-tơ bề mặt và địa hình các-tơ trũng thấp; chính xác hóa mặt cắt địa chất, trong đó có việc xác định bề mặt đá cứng.

6.10 Phương pháp thí nghiệm trong phòng và nghiên cứu thử nghiệm

Thí nghiệm trong phòng bao gồm: xác định thành phần, trạng thái và tính chất cơ lý của đá hòa tan và không hòa tan của tầng các-tơ hóa và tầng phủ; nghiên cứu vật liệu lấp nhét hang hốc các-tơ và các vết nứt; xác định thành phần hóa học của nước ngầm, nước mặt, xác định khả năng ăn mòn của chúng đối với các đá các-tơ. Các nghiên cứu thực nghiệm (nếu cần) bao gồm: mô hình hóa học động để nghiên cứu quá trình hòa tan của đá cacbonat; mô hình vật liệu tương đương để nghiên cứu quá trình trọng lực ở trên các hang hốc; mô hình thủy địa cơ học để nghiên cứu các biến dạng thẩm trọng lực. Các phương pháp xác định tuổi của hang hốc và phế liệu các-tơ (nếu cần): thạch học - khoáng vật; bào tử phấn hoa; khảo cổ học và đồng vị phóng xạ.

Khi lấy mẫu nước, phải đo nhiệt độ của nó và xác định ngay tại hiện trường độ pH, thành phần CO_2 tự do và những thành phần không bền vững khác (HCO_3^- , CO_3^{2-} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , NO_2^- , NO_3^-). Các nội dung phân tích hóa học để đánh giá khả năng ăn mòn của nước đối với đá các-tơ và vận tốc hòa tan đá (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , SiO_2 , hàm lượng khoáng hóa) được xác định trong phòng thí nghiệm. Ngoài ra, còn phải xác định định lượng độ trong suốt, các chất lơ lửng, các chất kết tủa, màu, mùi vị.

Đối với đá phải xác định: tỷ trọng, độ ẩm tự nhiên và độ hút ẩm, dung trọng tự nhiên và dung trọng ở trạng thái khô và bão hoà nước, độ bền nén một trục trong trạng thái khô gió và bão hoà

nước, phải tính toán hệ số hóa mềm, độ rỗng mở và kín. Trong trường hợp cần thiết, phải xác định độ bền kéo, hệ số phong hóa, hệ số ổn định theo Protodiyakov, khả năng hòa tan trong nước (có tính đến thành phần hóa học và nhiệt độ nước ngầm), hệ số và vận tốc hòa tan.

Đối với đất loại sét, đất loại cát, đất hạt thô phải thực hiện các thí nghiệm trong phòng để xác định tính chất cơ lý của chúng bao gồm: thành phần hạt, tỷ trọng, dung trọng tự nhiên, dung trọng của đất cát ở 2 trạng thái nén giới hạn, độ ẩm tự nhiên và độ hút ẩm, các giới hạn, độ trương nở, độ co ngót, độ tan rã, góc nghỉ tự nhiên, hệ số thấm, sức bền nén một trục, sức chống cắt, sức kháng xuyên, hoạt tính ăn mòn và nhiều tính chất khác.

Các nghiên cứu thực nghiệm bao gồm cả mô hình hóa dùng để: xác định định lượng quy luật phát triển các-tơ; vận tốc hòa tan đá, cơ chế biến dạng do các-tơ...; dự báo sự phát triển các-tơ theo thời gian và không gian dưới tác động của các yếu tố tự nhiên và nhân sinh; đánh giá mức độ nguy hiểm của các hang hốc các-tơ đã được khám phá. Xác định các thông số để thiết kế các biện pháp xử lý các-tơ.

Mô hình hóa học động, dùng cho nghiên cứu thực nghiệm quá trình hòa tan trong đá các-tơ và đất đá tầng phủ (khử kiềm của muối, hòa tan xi măng cacbonat gắn kết đất mảnh vụn lớn...).

Mô hình vật liệu tương đương được sử dụng để nghiên cứu thực nghiệm các quá trình trọng lực khác nhau diễn ra ở phía trên các hang hốc các-tơ (gãy và nứt mái hang hốc các-tơ, dịch chuyển trọng lực đất đá vào hang hốc các-tơ). Vật liệu sử dụng là các hỗn hợp dạng bột khác nhau của các khoáng vật cứng được gắn kết bằng vazelin, dầu kỹ thuật, paraffin, thạch cao...

Mô hình thủy địa cơ học được áp dụng cho nghiên cứu thực nghiệm các biến dạng thấm - trọng lực, xảy ra trong các đất đá bão hòa nước nằm trên các hang hốc các-tơ hoặc nằm trên các chỗ bị phá hủy của tầng cách nước do các-tơ. Để lập mô hình nên sử dụng các máng thấm, có thể là vuông góc, rẽ quạt hoặc hình trụ.

Để xác định tuổi hang hốc và phếu các-tơ có thể sử dụng các nghiên cứu thạch học - khoáng vật (nghiên cứu các hợp thể khoáng), các phương pháp bào tử phấn hoa, cổ sinh, khảo cổ học và phóng xạ. Phân tích bào tử phấn hoa các mẫu vật lấy từ các trầm tích trong hang hốc hay phếu các-tơ cho phép thiết lập các giai đoạn thay đổi về giới thực vật xảy ra từ thời hình thành phếu (vật liệu lấp nhét hang hốc các-tơ) và xác định tuổi của nó. Phương pháp phóng xạ dựa trên việc xác định số lượng đồng vị phóng xạ C^{14} trong các trầm tích của phếu và trong vật liệu lấp nhét các hang hốc các-tơ.

Để dự đoán sự phát triển các-tơ trong điều kiện tự nhiên và trong điều kiện bị biến đổi do các yếu tố nhân sinh có thể sử dụng mô hình thủy động lực trên máy tính điện tử. Các nghiên cứu thử nghiệm trong phòng và mô hình hóa phải tiến hành theo đề cương bổ sung và thống nhất với chủ đầu tư.

6.11 Phương pháp quan trắc định kỳ

Khảo sát để thiết kế các công trình lớn và phức tạp, kể cả những công trình không lớn lắm nhưng khi có nhu cầu, phải tiến hành quan trắc định kỳ điều kiện và động thái phát triển các-tơ, những biểu hiện của chúng trên mặt đất, trong tầng đá các-tơ và trong tầng phủ. Thành phần quan trắc bao gồm: chế độ nước ngầm, nước mặt, lún mặt đất, biến đổi địa hình, biến dạng và hư hại công trình.

Quan sát chế độ nước mặt và nước ngầm được tiến hành không dưới một năm thủy văn nhằm mục đích: quy hoạch vùng lãnh thổ theo điều kiện phát triển các-tơ (phân chia các vùng theo loại hình chế độ nước ngầm); xác định mức độ các-tơ hóa, độ dẫn nước và khả năng chứa nước của đá trong môi trường địa chất; nghiên cứu mối quan hệ tương hỗ giữa các tầng nước ngầm và nước mặt; tính thấm từ các hồ chứa nước, tính khuếch tán dòng chảy vào hố móng; đánh giá khả năng ngập xung nước và tính toán các công trình thoát nước; xác định số lượng vật chất hòa tan bị mang khỏi khối đá các-tơ qua các khoảng thời gian nhất định. Số liệu này cần thiết để kiểm tra ảnh hưởng nhân sinh đối với sự phát triển các-tơ và dự báo phát triển các-tơ trong tương lai có tính đến những yếu tố tự nhiên và yếu tố nhân sinh.

Quan trắc chế độ nước ngầm được tiến hành tại nguồn nước, các tuyến lỗ khoan quan trắc, các lỗ và giếng khoan độc lập, trong hang động các-tơ và ở nhiều nơi khác. Quan trắc phải tiến hành cho từng tầng chứa nước trong đá các-tơ và trong tầng phủ, khi cần thiết quan trắc cả những

tầng chứa nước trong các đá lót đáy. Để làm được điều này cần trang bị các nhóm lỗ khoan quan trắc. Nội dung quan trắc chế độ bao gồm: đo mức nước, đo lưu lượng (nguồn và các lỗ khoan tự trào), xác định thành phần hóa học và đo nhiệt độ nước.

Để nghiên cứu chế độ nước mặt và mối quan hệ giữa chúng với nước ngầm phải sử dụng các số liệu khí tượng thủy văn: lượng mưa, dòng chảy, bay hơi, thấm, nhiệt độ không khí...

Khi tiến hành quan sát chế độ nước bề mặt và nước ngầm cần sử dụng các phương pháp địa vật lý. Đặc biệt là đo trở suất và đo nhiệt độ là phương pháp có hiệu quả cao. Trong một số trường hợp có thể phải thực hiện các thử nghiệm thả các chất chỉ thị để nghiên cứu vận tốc của nước ngầm vào những mùa và năm khác nhau.

Khi xây dựng mạng quan trắc chế độ nước mặt và nước ngầm cần tính đến các lỗ khoan khai thác và các công trình thủy công và sử dụng các số liệu đã quan trắc của chúng. Trong trường hợp các số liệu kể trên không đủ thì tổ chức quan trắc thêm về ảnh hưởng của các lỗ khoan khai thác và các công trình thủy công đến chế độ nước.

Để làm rõ vai trò của nước thải công nghiệp và các chất thải rắn đối với phát triển các-tơ, tại những nơi thu gom và chôn cất chúng phải tiến hành mạng quan trắc chuyên dụng bao gồm: quan trắc các dòng chảy công nghiệp (lưu lượng, nhiệt độ và thành phần hóa học), các dị thường ô nhiễm nước ngầm và nước mặt.

Quan trắc định kỳ các biểu hiện và phát triển các-tơ, biến dạng nhà và công trình được tổ chức trên cơ sở thị sát các-tơ tỷ lệ 1:2 000 hay lớn hơn, thị sát định kỳ nhà và các công trình, thiết lập quan trắc đối với các biến dạng phát hiện được. So sánh các số liệu quan trắc biến dạng theo các mốc biến dạng gắn trong kết cấu công trình, các mốc sâu, các mốc nông cho phép làm rõ nguyên nhân biến dạng nhà và công trình.

6.12 Xử lý số liệu

Trong giai đoạn thực địa phải thực hiện xử lý sơ bộ tài liệu để kiểm tra và đảm bảo tài liệu có chất lượng và đầy đủ, hệ thống hóa và sơ bộ tổng hợp nhằm hiệu chỉnh kịp thời hướng và nội dung công việc. Trong giai đoạn thực địa phải thiết lập bản đồ tài liệu thực tế và bản đồ này được bổ sung liên tục trong quá trình thực hiện. Trên bản đồ, thể hiện các số liệu thị sát trên mặt đất (điểm thị sát, các biểu hiện các-tơ, biểu hiện xuất lộ nước...), các hố khoan - khai đào, các điểm quan trắc định kỳ..., xây dựng sơ bộ các mặt cắt và bản đồ: địa vật lý, địa chất - thạch học, địa mạo, địa chất thủy văn, mức độ phát triển các-tơ bề mặt và dưới sâu, phân vùng địa chất công trình theo điều kiện, đặc điểm và mức độ phát triển các-tơ.

Xử lý nội nghiệp phải kết hợp các số liệu thực địa với các số liệu thí nghiệm trong phòng và mô hình. Tất cả số liệu phải được kiểm tra, hiệu chỉnh và hệ thống lại. Trên cơ sở phân tích và tổng hợp tài liệu tiến hành lập báo cáo kỹ thuật. Báo cáo kỹ thuật gồm phần thuyết minh, các phụ lục văn bản và đồ thị. Nội dung chi tiết của phần thuyết minh phụ thuộc vào mục tiêu, nhiệm vụ, thành phần, nội dung khảo sát của từng giai đoạn.

7 Khảo sát ĐCCT giai đoạn trước thiết kế cơ sở

7.1 Mục tiêu khảo sát

Mục tiêu khảo sát ĐCCT giai đoạn trước thiết kế cơ sở là nhằm đánh giá điều kiện ĐCCT lãnh thổ để: lựa chọn phương án đầu tư xây dựng công trình; định giá sơ bộ tổng chi phí công trình; dự kiến các vấn đề ĐCCT phải nghiên cứu kỹ ở giai đoạn sau (về nguyên tắc việc lựa chọn phương án đầu tư xây dựng công trình là do chính quyền các cấp hoặc các cơ quan quy hoạch của địa phương hoạch định).

7.2 Nhiệm vụ khảo sát

a) Cấu trúc địa chất: xác định sơ bộ đặc điểm phân bố, thành phần, trạng thái và thể nằm của đất đá tầng phủ và đá các-tơ.

b) Kiến tạo: sơ bộ về hệ thống đứt gãy và bậc của chúng.

c) Tân kiến tạo: sơ lược về các giai đoạn nâng hạ tân kiến tạo và đặc điểm lịch sử phát triển địa chất (nếu có).

d) Thủy văn: đặc điểm mạng sông suối và biến đổi lưu lượng, tổng khoáng hóa của chúng (nếu có).

e) Địa chất thủy văn: sơ bộ phân chia các tầng chứa nước trong khu vực và đặc điểm biến đổi động thái nước ngầm (nếu có).

f) Địa hình - địa mạo: sơ bộ phân chia các đơn vị cấu trúc địa mạo.

g) Các chỉ tiêu cơ lý đất đá: các chỉ tiêu cơ lý của đất đá xác định định tính bằng phương pháp tra bảng hoặc ngoại suy.

h) Liệt kê sơ lược các quá trình địa chất tự nhiên và nhân sinh khác có thể xảy ra trong khu vực.

Về hiện trạng phát triển các-tơ: phân định sơ bộ ranh giới các khu vực có mức độ phát triển các-tơ khác nhau (phân vùng các-tơ). Liệt kê sơ bộ các loại hình các-tơ có mặt trong khu vực; liệt kê các biểu hiện của các-tơ trên mặt đất (các hố sập, phễu, lún...).

7.3 Ranh giới khảo sát

Ranh giới khảo sát ĐCCT giai đoạn trước thiết kế cơ sở phụ thuộc vào quy mô và đặc điểm tác động của công trình, ranh giới khảo sát ĐCCT giai đoạn trước thiết kế cơ sở được xác định là ranh giới của vùng lãnh thổ dự kiến để tìm kiếm phương án xây dựng công trình trong đó hoặc từ phương án đã dự kiến để lựa chọn phương án tối ưu xây dựng công trình có mở rộng trên cơ sở xác định các yếu tố tự nhiên ảnh hưởng đến quá trình phát triển các-tơ.

7.4 Nội dung và khối lượng khảo sát

Các công tác khảo sát ĐCCT giai đoạn trước thiết kế cơ sở tập trung chủ yếu vào thu thập, phân tích, tổng hợp các tài liệu đã có, trong đó có cả các tài liệu ảnh máy bay, thị sát ĐCCT và xử lý số liệu, viết báo cáo. Các công tác khác chưa nên tiến hành.

7.4.1 Thu thập, phân tích, tổng hợp các tài liệu đã có

Cần thu thập và lập danh mục các tài liệu chuyên môn đã có sẵn trong phạm vi nghiên cứu bao gồm: các bản đồ địa hình và mạng sông suối; bản đồ địa chất chung; ảnh máy bay (đối với các công trình từ cấp II trở lên và không phải là đơn lẻ); các tài liệu khảo sát trước (nếu có): địa chất công trình, địa chất thủy văn, địa vật lý, khí tượng thủy văn.

7.4.2 Đo vẽ ĐCCT

Trên cơ sở các tài liệu thu thập được tiến hành công tác thị sát ĐCCT, trong điều kiện không đủ tài liệu thì tiến hành đo vẽ ĐCCT tỷ lệ 1:50 000 đến 1:25 000, tương ứng với mức độ chi tiết khảo sát ĐCCT và tỷ lệ bản đồ phân vùng ĐCCT cho giai đoạn trước thiết kế cơ sở. Lựa chọn tỷ lệ đo vẽ phụ thuộc vào diện tích khu vực nghiên cứu, mức độ phức tạp của điều kiện ĐCCT và đặc điểm của công trình dự kiến xây dựng.

Đo vẽ ĐCCT vùng lãnh thổ dự kiến hoặc các phương án đã dự kiến và khu vực lân cận phải được tiến hành trên nền địa chất hoặc thạch học-kiến tạo có địa hình với đầy đủ các yếu tố về thạch học đá các-tơ, các yếu tố uốn nếp chính, phá hủy kiến tạo và các thông số đi kèm: bậc, chiều sâu phân bố, chiều dài, chiều rộng vùng ảnh hưởng. Ngoài vùng dự kiến xây dựng đo vẽ ĐCCT được tiến hành ở tỷ lệ nhỏ hơn. Đo vẽ ĐCCT bao gồm cả nội dung đo vẽ thủy văn công trình, trong đó các chỉ tiêu hóa học của nước mặt được xác định ngay tại hiện trường (các chỉ tiêu có thể xác định nhanh).

7.4.3 Xử lý số liệu, viết báo cáo

Theo kết quả khảo sát, trong giai đoạn xử lý trong phòng phải tiến hành đánh giá sơ bộ điều kiện ĐCCT vùng lãnh thổ dự kiến để tìm kiếm phương án xây dựng hoặc các phương án đã dự kiến, cường độ phát triển các-tơ cũng như mức độ nguy hiểm của các-tơ với công trình dự kiến xây dựng, kiến nghị lựa chọn phương án tối ưu xây dựng công trình và định hướng những nhiệm vụ phải giải quyết ở giai đoạn khảo sát sau (thiết kế cơ sở). Tất cả số liệu khảo sát phải được kiểm tra, hiệu chỉnh và hệ thống hóa, trên cơ sở đó tiến hành lập báo cáo kỹ thuật. Báo cáo kỹ thuật gồm phần thuyết minh và phần phụ lục.

Nội dung của phần thuyết minh như sau:

a) Phần mở đầu bao gồm: cơ sở tiến hành công việc; nhiệm vụ khảo sát ĐCCT; vị trí và diện tích khu vực khảo sát (hoặc các phương án đã dự kiến); các thông số về công trình xây dựng; thành phần, khối lượng, thời hạn, phương pháp và trang thiết bị khảo sát; thành phần những người thực hiện; những điều chỉnh thay đổi so với đề cương khảo sát ĐCCT và thuyết minh cho sự điều chỉnh đó.

b) Phần tổng quan bao gồm: điều kiện địa lý tự nhiên: giới thiệu những thông tin về địa hình, khí hậu, mạng sông suối, điều kiện thủy văn, trạng thái vùng lãnh thổ; mức độ nghiên cứu điều kiện tự nhiên: khái quát về lịch sử và hiện trạng nghiên cứu địa chất, địa chất thủy văn và địa chất công trình, khí tượng thủy văn của khu vực; đánh giá mức độ đáp ứng yêu cầu nghiên cứu các-tơ trong khu vực của tất cả các tài liệu đã thu thập được, giới thiệu những kết quả cơ bản có ý nghĩa đối với việc đánh giá điều kiện địa chất công trình vùng lãnh thổ; giới thiệu các thông tin về lịch sử khai thác, sử dụng vùng lãnh thổ và về kinh nghiệm xây dựng ở địa phương (nếu có).

c) Điều kiện ĐCCT khu vực nghiên cứu: trình bày và phân tích các yếu tố điều kiện ĐCCT theo nhiệm vụ khảo sát ĐCCT giai đoạn trước thiết kế cơ sở (xem 7.2) bao gồm: đặc điểm địa mạo, cấu trúc địa chất, kiến tạo và tân kiến tạo, thủy văn, ĐCTV, đặc điểm phát triển các-tơ, các quá trình địa chất động lực tự nhiên và nhân sinh.

d) Đánh giá điều kiện địa chất công trình: tiến hành phân vùng sơ bộ ĐCCT lãnh thổ theo điều kiện, đặc điểm và mức độ phát triển các-tơ. Trên cơ sở chồng ghép các bản đồ thành phần kể trên tiến hành phân vùng sơ bộ ĐCCT chung cho lãnh thổ, đánh giá, so sánh các khu vực phân chia, dự báo sơ bộ biến đổi điều kiện ĐCCT dưới ảnh hưởng của các hoạt động xây dựng trên lãnh thổ và lựa chọn phương án xây dựng công trình.

e) Kết luận: trình bày ngắn gọn những dữ liệu cơ bản về điều kiện địa chất công trình và những luận điểm cơ bản để khuyến nghị lựa chọn phương án xây dựng công trình. Dự kiến các vấn đề ĐCCT phải nghiên cứu kỹ ở giai đoạn sau.

f) Danh mục tài liệu tham khảo.

Phần phụ lục cần có:

a) Các bản vẽ: bản đồ tài liệu thực tế; bản đồ địa chất; bản đồ địa chất đệ tứ (nếu có); bản đồ địa mạo; sơ đồ địa chất công trình; các sơ đồ phân vùng địa chất công trình theo điều kiện, đặc điểm và mức độ phát triển các-tơ; các mặt cắt địa chất - ĐCCT.

b) Các biểu bảng: các bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý đất đá, thành phần hóa học nước ngầm và nước mặt.

c) Tài liệu gốc: bản sao đề cương khảo sát ĐCCT; sổ thực địa đo vẽ ĐCCT; album ảnh khi đo vẽ ĐCCT; ảnh máy bay (nếu có); các tài liệu liên quan khác (nếu có).

8 Khảo sát ĐCCT giai đoạn thiết kế cơ sở

8.1 Mục tiêu khảo sát

Mục tiêu khảo sát ĐCCT giai đoạn thiết kế cơ sở là nhằm đánh giá điều kiện ĐCCT để: bố trí sơ bộ các hạng mục công trình; lựa chọn sơ bộ các giải pháp thi công, phương án gia cố nền móng và xử lý các-tơ; định giá tổng chi phí công trình; dự kiến các vấn đề ĐCCT phải nghiên cứu kỹ ở giai đoạn sau.

8.2 Nhiệm vụ khảo sát

Nhiệm vụ khảo sát ĐCCT giai đoạn thiết kế cơ sở là làm sáng tỏ các yếu tố điều kiện ĐCCT và hiện trạng phát triển các-tơ ở mức độ chi tiết khác nhau:

a) Cấu trúc địa chất:

Đối với đất đá tầng phủ: phân chia thành các đơn nguyên địa chất theo mức độ đồng nhất về tuổi - nguồn gốc và thành phần hạt.

Đối với đá gốc: Phân chia theo thành phần thạch học (đá vôi, đolômit, macnơ) và đặc biệt chú ý đến đặc điểm kiến trúc và cấu tạo của đá gốc (đá cacbonat có xen kẹp thấu kính hoặc lớp không liên tục; đá cacbonat xen kẹp nhiều lớp phi cacbonat; xen kẽ giữa đá cacbonat và phi cacbonat; đá cacbonat có cấu tạo hạt thô, hạt nhỏ, đều hạt...).

b) Kiến tạo: xác định đứt gãy và bậc của chúng, chiều dài và chiều rộng đới cà nát, tính chất của đới cà nát.

c) Tân kiến tạo: các giai đoạn nâng hạ tân kiến tạo và đặc điểm lịch sử phát triển địa chất.

d) Thủy văn: đặc điểm biến đổi lưu lượng và tổng khoáng hóa theo chiều dài phát triển mạng sông suối.

e) Địa chất thủy văn: quan hệ giữa nước mặt và nước ngầm, mực nước và thành phần hóa học, khả năng ăn mòn của nước dưới đất, tính thấm của đất đá tầng phủ và đá bị các-tơ hóa.

f) Địa hình - địa mạo: phân chia chính thức các đơn vị cấu trúc địa mạo.

g) Các chỉ tiêu cơ lý đất đá: các chỉ tiêu phân loại đất đá ở dạng max - min. Các chỉ tiêu cơ lý nhận được do thí nghiệm nhanh (dung trọng, tỷ trọng, độ ẩm, độ bền nén một trục, mô đun đàn hồi, thành phần thạch học, thành phần hạt, khả năng trương nở, đặc điểm biến đổi đất đá theo các chỉ tiêu phân loại).

h) Các quá trình địa chất tự nhiên và nhân sinh khác trong khu vực

Về hiện trạng phát triển các-tơ: xác định ranh giới các khu vực có mức độ phát triển các-tơ khác nhau (phân vùng các-tơ); liệt kê toàn bộ các loại hình các-tơ có mặt trong khu vực; liệt kê các biểu hiện của các-tơ trên mặt đất (các hố sập, phễu, lún.); liệt kê các biểu hiện và tồn tại các-tơ ngầm, các đới phá hủy và giảm tải trong đá các-tơ và tầng phủ, đặc điểm và thành phần chất lấp nhét.

8.3 Ranh giới khảo sát

Ranh giới khảo sát ĐCCT giai đoạn thiết kế cơ sở là ranh giới của phương án đã lựa chọn xây dựng công trình, các tuyến giao thông nằm ngoài công trình và có mở rộng trên cơ sở xác định các yếu tố tự nhiên ảnh hưởng đến quá trình phát triển các-tơ, điều kiện và lịch sử phát triển các-tơ, cũng như các yếu tố nhân sinh làm gia tăng sự phát triển các-tơ.

8.4 Nội dung và khối lượng khảo sát

Các công tác khảo sát ĐCCT giai đoạn thiết kế cơ sở được sắp xếp theo thứ tự như sau: thu thập, phân tích, tổng hợp các tài liệu đã có; đo vẽ ĐCCT; thăm dò địa vật lý mặt đất; khoan - khai đào; thăm dò địa vật lý lỗ khoan; thí nghiệm ĐCTV; thí nghiệm đất đá tại hiện trường; lấy mẫu thí nghiệm và thí nghiệm trong phòng; xử lý số liệu, viết báo cáo. Trong đó khối lượng công việc tập trung chủ yếu vào: thu thập, phân tích, tổng hợp các tài liệu đã có, đo vẽ ĐCCT, thăm dò địa vật lý mặt đất, còn các công tác khoan - khai đào, thí nghiệm ĐCTV, ĐVL lỗ khoan lấy mẫu thí nghiệm và thí nghiệm trong phòng nên tiến hành với khối lượng hạn chế.

Đặc điểm của giai đoạn thiết kế cơ sở là công tác khảo sát ĐCCT được tiến hành chủ yếu theo các tuyến đặc trưng.

8.4.1 Thu thập, phân tích, tổng hợp các tài liệu đã có

Cần thu thập và lập danh mục các tài liệu chuyên môn đã có trong phạm vi dự án bao gồm: các bản đồ địa hình và mạng sông suối; bản đồ địa chất chung; ảnh máy bay (đối với các công trình từ cấp II trở lên và không phải là đơn lẻ); các tài liệu khảo sát trước: địa chất công trình, địa chất thủy văn, địa vật lý, khí tượng-thủy văn, báo cáo khảo sát ĐCCT giai đoạn trước thiết kế cơ sở (nếu có).

8.4.2 Đo vẽ ĐCCT

Tỷ lệ đo vẽ ĐCCT tương ứng với mức độ chi tiết khảo sát ĐCCT và tỷ lệ bản đồ phân vùng ĐCCT cho giai đoạn thiết kế cơ sở là 1:10 000 đến 1:5 000. Lựa chọn tỷ lệ đo vẽ phụ thuộc vào diện tích khu vực nghiên cứu, mức độ phức tạp của điều kiện ĐCCT và đặc điểm của công trình dự kiến xây dựng.

Đo vẽ ĐCCT cho phương án đã lựa chọn để xây dựng công trình và khu vực lân cận phải được tiến hành trên nền địa chất hoặc thạch học - kiến tạo có địa hình với đầy đủ các yếu tố về thạch học đá các-tơ, các yếu tố uốn nếp chính, phá hủy kiến tạo và các thông số đi kèm: bậc, chiều sâu phân bố, chiều dài, chiều rộng vùng ảnh hưởng. Ngoài vùng dự kiến xây dựng, đo vẽ ĐCCT nên tiến hành ở tỷ lệ nhỏ hơn.

Đo vẽ ĐCCT bao gồm cả nội dung đo vẽ thủy văn công trình và đặc biệt chú ý tới nội dung điều tra các-tơ bề mặt.

8.4.3 Thăm dò địa vật lý

Các phương pháp địa vật lý mặt đất (mặt cắt điện, mặt cắt địa chấn) được sử dụng để khảo sát ĐCCT giai đoạn thiết kế cơ sở nhằm xác định và khoanh vùng các khu vực nứt nẻ và các-tơ hóa mạnh, các địa hình các-tơ trũng thấp, còn phương pháp đo sâu điện được sử dụng để xác định chiều sâu phân bố của các vùng đó và tìm kiếm các hang hốc các-tơ. Các phương pháp địa vật lý lỗ khoan (carota tổng thể, phóng xạ lỗ khoan, đo đường kính lỗ khoan) được tiến hành để nghiên cứu định lượng đặc điểm nứt nẻ của đất đá và hang hốc các-tơ.

Các phương pháp địa vật lý mặt đất được sử dụng có hiệu quả trong điều kiện chiều rộng của các đới bị các-tơ hóa không nhỏ hơn 80 m đến 100 m, chiều sâu không quá 30 m đến 40 m và chiều dày tầng phủ không quá 4 m đến 15 m. Theo kết quả thăm dò địa vật lý tiến hành xây dựng các mặt cắt địa vật lý, bản đồ dị thường, phân vùng khu vực theo mức độ phát triển các-tơ, xác định sơ bộ các loại hang hốc và các loại hình các-tơ khác, mà vị trí và kích thước của chúng sẽ được chính xác hóa ở các giai đoạn nghiên cứu tiếp theo.

Các phương pháp đo mặt cắt điện, mặt cắt địa chấn được tiến hành theo các tuyến khảo sát, vị trí của các tuyến được xác định trên cơ sở kết quả điều tra các-tơ bề mặt, tỷ lệ đo vẽ ĐCCT và chiều sâu dự kiến phát triển các-tơ. Khoảng cách giữa các tuyến thay đổi từ 25 m đến 100 m. Các phương pháp đo sâu điện được tiến hành chủ yếu tại các điểm dị thường địa vật lý theo tài liệu đo mặt cắt điện, mặt cắt địa chấn. Các phương pháp địa vật lý lỗ khoan phải được tiến hành ở tất cả các lỗ khoan sâu để nghiên cứu các-tơ.

8.4.4 Khoan - khai đào

Dựa vào kết quả đo vẽ ĐCCT, khảo sát ĐVL mặt đất công tác khoan - khai đào thăm dò sẽ được bố trí nhằm làm rõ thêm cấu trúc địa chất, các hang hốc các-tơ, các đới phá hủy, lấy mẫu đất đá và nước để thí nghiệm trong phòng, thí nghiệm ĐCTV và ĐVL lỗ khoan.

Khối lượng khoan - khai đào tối thiểu được kiến nghị theo Bảng 1:

Bảng 1 - Tỷ lệ đo vẽ ĐCCT và khối lượng khoan - khai đào tối thiểu trong vùng các-tơ

Tỷ lệ đo vẽ ĐCCT	Tổng khối lượng khoan và khai đào /khối lượng hố khoan sâu để nghiên cứu các-tơ trên 1 km ² (hố)	Khoảng cách giữa các hố khoan sâu (trung bình), (m)
1: 10 000	Từ 9 đến 16 / từ 2 đến 8	Từ 700 đến 350
1: 5 000	Từ 25 đến 50 / từ 8 đến 25	Từ 350 đến 200

CHÚ THÍCH:

Số lượng hố khoan và khoảng cách giữa chúng phụ thuộc vào mức độ phức tạp của điều kiện ĐCCT và đặc điểm của công trình xây dựng (cấp công trình, đặc điểm kết cấu và tải trọng tác động, công nghệ thi công, điều kiện xây dựng và khai thác sử dụng) và sẽ được chính xác hóa theo kết quả đo địa vật lý. Nếu cần thiết thì một số hố khoan cho giai đoạn thiết kế cơ sở sẽ được trang bị để quan trắc dài hạn.

Các hố khoan sâu trong giai đoạn thiết kế cơ sở vừa có chức năng thăm dò, vừa có chức năng lỗ khoan kỹ thuật và lỗ khoan chuyên dụng.

8.4.5 Thí nghiệm ĐCTV

Điều kiện ĐCTV được nghiên cứu ở mức độ chi tiết tương ứng với tỷ lệ khảo sát và đo vẽ. Đối với các công trình có mức độ quan trọng không quá cấp II, dự kiến xây dựng trên vùng các-tơ kém phát triển, thì mức độ xũng nước và tính thấm của đá bị các-tơ hóa nứt nẻ có thể xác định theo các dấu hiệu gián tiếp (mức độ nứt nẻ, mức độ các-tơ hóa, mức độ tiêu hao dung dịch khi khoan...).

Để đánh giá mức độ không đồng nhất về tính thấm của đá bị các-tơ hóa theo diện và chiều sâu, cũng như thành phần hóa học của nước phải tiến hành bơm hút hoặc đổ nước hố khoan đơn (thử và thực nghiệm) theo phương pháp thí nghiệm nhanh. Trong trường hợp cần thiết phải tiến

hành thí nghiệm trong các hố khoan ĐCTV theo từng khoảng. Số lượng và chiều dài các khoảng thí nghiệm cho mỗi lỗ khoan ĐCTV xác định theo kết quả nghiên cứu địa vật lý lỗ khoan. Số lượng hố khoan sâu được chọn để thí nghiệm ĐCTV bằng từ 1/2 đến 1/3 số hố khoan sâu nghiên cứu các-tơ. Trong các thí nghiệm ĐCTV phải lấy mẫu nước để phân tích hóa học.

8.4.6 Thí nghiệm đất đá tại hiện trường

Thí nghiệm đất đá tại hiện trường chủ yếu là xuyên động và xuyên tĩnh nhằm xác định các đới lỗ hổng và dõ tải trong đất đá loại cát và loại sét của tầng phủ. Khối lượng xuyên phụ thuộc vào kết quả đo vẽ ĐCCT và ĐVL mặt đất.

8.4.7 Lấy mẫu thí nghiệm và thí nghiệm trong phòng

Lấy mẫu đất đá cho thí nghiệm trong phòng từ tất cả các hố khoan khảo sát bao gồm: theo các dạng thạch học của đá các-tơ hóa, vật liệu lấp nhét và các đơn nguyên ĐCCT của tầng phủ, mỗi loại một mẫu thí nghiệm trong một hố khoan. Tổng thể không nhỏ hơn sáu mẫu trên một đơn vị địa tầng đã phân chia.

Mẫu nước lấy từ tất cả các tầng nước ngầm bắt gặp trong các hố khoan, các dòng chảy mặt, ao hồ và các dạng nước xuất hiện khác với khối lượng như sau:

- a) Trong các hố khoan: một mẫu thí nghiệm trên một tầng. Tổng thể không nhỏ hơn ba mẫu trên một tầng chứa nước.
- b) Các dòng chảy mặt: lấy mẫu thí nghiệm ở tất cả các vị trí của dòng chảy mặt thay đổi hướng chảy, thay đổi về lưu lượng dòng chảy, thay đổi về điều kiện địa mạo, mỗi vị trí một mẫu.
- c) Mỗi ao hồ và các dạng nước xuất hiện khác lấy một mẫu trên một vị trí, trừ trường hợp phát hiện trong ao hồ có các dị thường đặc biệt như mạch nước nóng, mạch nước lạnh, thì tại mỗi dị thường đó lấy một mẫu thí nghiệm.

8.4.8 Xử lý số liệu, viết báo cáo

Theo kết quả khảo sát trong giai đoạn xử lý nội nghiệp phải tiến hành đánh giá sơ bộ điều kiện, cường độ phát triển các-tơ cũng như mức độ nguy hiểm của các-tơ với công trình dự kiến xây dựng, kiến nghị sử dụng hợp lý lãnh thổ (trong đó có cả kiến nghị loại bỏ các khu vực đặc biệt nguy hiểm), bố trí hợp lý các hạng mục công trình, lựa chọn các giải pháp xử lý các-tơ, soạn thảo được những nhiệm vụ phải giải quyết ở giai đoạn khảo sát thiết kế kỹ thuật tiếp theo.

Tất cả số liệu khảo sát phải được kiểm tra, hiệu chỉnh và hệ thống hóa, trên cơ sở đó tiến hành lập báo cáo kỹ thuật. Báo cáo kỹ thuật gồm phần thuyết minh và phần phụ lục.

Nội dung của phần thuyết minh như sau:

- a) Phần mở đầu bao gồm: nội dung như 7.4.3a) và bổ sung thêm tóm tắt công tác khảo sát ĐCCT đã thực hiện ở giai đoạn trước thiết kế cơ sở (nếu có);
- b) Phần tổng quan: nội dung như 7.4.3b) trên cơ sở bổ sung thêm các số liệu khảo sát của giai đoạn trước;
- c) Điều kiện ĐCCT khu vực nghiên cứu: trình bày và phân tích các yếu tố điều kiện ĐCCT theo nhiệm vụ khảo sát ĐCCT giai đoạn thiết kế cơ sở (xem 8.2);
- d) Đánh giá điều kiện địa chất công trình: tiến hành phân vùng ĐCCT lãnh thổ theo điều kiện, đặc điểm và mức độ phát triển các-tơ;
- e) Kết luận: trình bày những luận điểm cơ bản để khuyến nghị bố trí sơ bộ các hạng mục công trình và sử dụng hợp lý, bảo vệ lãnh thổ, trong đó có những kết luận về đánh giá, dự báo các-tơ, việc sử dụng các khu vực các-tơ phát triển mạnh và những biện pháp phòng chống. Dự kiến các vấn đề ĐCCT phải nghiên cứu kỹ ở giai đoạn sau;
- f) Danh mục tài liệu tham khảo.

CHÚ THÍCH: Tùy thuộc vào tính chất tài liệu thu được trong quá trình khảo sát mà có thể sửa đổi cấu trúc báo cáo. Ví dụ, phương pháp khảo sát, kết quả khảo sát địa chất thủy văn, kết quả khảo sát địa vật lý... có thể đưa thành các phần riêng.

Phần phụ lục cần có:

a) Các bản vẽ bao gồm: như 7.4.3, phần phụ lục bổ sung thêm bản đồ địa hình bề mặt đá gốc; bản đồ địa hình bề mặt (hoặc đáy) và độ dày các tầng thạch học quan trọng (nếu cần); bản đồ mực nước, thành phần hóa học và khả năng ăn mòn của nước trong các tầng chứa nước khác nhau; bản đồ địa chất thủy văn.

b) Các biểu bảng bao gồm: như 7.4.3, phần phụ lục.

c) Tài liệu gốc bao gồm: như 7.4.3, phần phụ lục bổ sung thêm danh mục các lỗ khoan, hố đào, các điểm xuyên; các cột địa tầng lỗ khoan, mặt cắt hố đào, các đồ thị xuyên; các tài liệu khảo sát địa vật lý; kết quả thí nghiệm trong phòng; mẫu lưu của các lỗ khoan.

9 Khảo sát ĐCCT giai đoạn thiết kế kỹ thuật

9.1 Mục tiêu khảo sát

Mục tiêu khảo sát ĐCCT giai đoạn thiết kế kỹ thuật là đánh giá đầy đủ và chi tiết điều kiện ĐCCT trên diện tích đã bố trí sơ bộ các hạng mục công trình để: bố trí tối ưu và chính thức các công trình theo mặt bằng; tính toán thiết kế sơ bộ nền móng công trình; tính toán thiết kế sơ bộ xử lý các-tơ; lựa chọn loại móng hợp lý cho công trình; lựa chọn phương pháp khai đào hiệu quả nhất; dự báo quy mô phát triển các quá trình địa chất ảnh hưởng đến điều kiện xây dựng và sử dụng công trình; soạn thảo các giải pháp bảo vệ công trình và nền địa chất khỏi các quá trình địa chất nguy hiểm.

9.2 Nhiệm vụ khảo sát

Nhiệm vụ khảo sát ĐCCT giai đoạn thiết kế kỹ thuật là làm sáng tỏ các yếu tố điều kiện ĐCCT (tối ưu và tương đối đồng đều trên toàn bộ diện tích đã bố trí sơ bộ các hạng mục công trình) và hiện trạng phát triển các-tơ ở mức độ chi tiết như sau:

a) Cấu trúc địa chất: đối với đất đá tầng phủ: phân chia thành các đơn nguyên địa chất công trình như mục 8.2 và chi tiết hơn ở mức độ đồng nhất về trạng thái.

Đối với đá các-tơ: phân chia như ở 8.2 và bổ sung thêm phân chia các đới theo mức độ nứt nẻ và phát triển các-tơ. Đối với đá nằm dưới: thành phần khoáng vật và thể nằm.

b) Kiến tạo: như 8.2 và bổ sung thêm nội dung xác định các hệ thống khe nứt, mật độ, chất lấp nhét trong đới cà nát của các đứt gãy.

c) Thủy văn: như 8.2, trường hợp cần thiết phải bổ sung để có số liệu chi tiết hơn.

d) Địa chất thủy văn: như 8.2 nhưng chi tiết và chính xác hơn, bổ sung thêm nội dung xác định nhiệt độ và chế độ nước ngầm, nguồn cấp, nguồn thoát, miền vận động của nước dưới đất.

e) Địa hình - Địa mạo: như 8.2 và bổ sung thêm nội dung xác định các thung lũng cổ và thành phần lấp đầy của chúng.

f) Các chỉ tiêu cơ lý đất đá: các chỉ tiêu cơ lý của đất đá phải phản ánh đặc tính biến đổi theo không gian, các chỉ tiêu phân loại phải đủ để kiểm tra tính đồng nhất của chúng trong phạm vi phát triển các phân vị đất đá đã phân chia ở trên.

Tính toán các giá trị trung bình, độ lệch quân phương, các chỉ tiêu phân loại cho tất cả các đơn nguyên ĐCCT của tầng phủ, các đới nứt nẻ của đá các-tơ và đá nằm dưới để tìm kiếm giá trị tiêu chuẩn phục vụ cho tính toán sơ bộ công trình.

Về hiện trạng phát triển các-tơ và những biểu hiện của chúng: như 8.2 và bổ sung thêm nội dung xác định: biến dạng nhà và công trình có liên quan với các-tơ; hình dáng, kích thước và phân bố không gian của hang hốc các-tơ ngầm, phân bố các vùng ảnh hưởng và phá hủy đất đá do các-tơ, đặc điểm và thành phần chất lấp nhét.

Kết quả khảo sát phải đủ cơ sở để chính xác hóa phân vùng địa chất công trình khu vực xây dựng theo điều kiện, đặc điểm và mức độ phát triển các-tơ, đồng thời đánh giá khả năng kích hoạt phát triển các-tơ khi xây dựng và sử dụng công trình, dự báo phát triển các-tơ.

9.3 Ranh giới khảo sát

Ranh giới khảo sát ĐCCT giai đoạn thiết kế kỹ thuật là ranh giới đã bố trí sơ bộ các hạng mục công trình có tính đến vùng ảnh hưởng của công trình ngoài phạm vi diện tích xây dựng.

9.4 Nội dung và khối lượng khảo sát

Các công tác khảo sát ĐCCT giai đoạn thiết kế kỹ thuật được sắp xếp theo thứ tự như sau: Thu thập, tổng hợp số liệu; đo vẽ ĐCCT; thăm dò địa vật lý mặt đất, khoan - khai đào, địa vật lý lỗ khoan, thí nghiệm ĐCCT hiện trường, thí nghiệm ĐCTV, thí nghiệm trong phòng. Tất cả các công việc hiện trường và trong phòng đều được triển khai với khối lượng lớn. Bắt đầu triển khai quan trắc định kỳ.

Đặc điểm của giai đoạn thiết kế kỹ thuật là các công tác khảo sát ĐCCT được bố trí tối ưu và tương đối đồng đều trong phạm vi diện tích đã bố trí sơ bộ các hạng mục công trình sao cho theo bất kỳ hướng nào cũng có thể xây dựng được mặt cắt ĐCCT và các sơ đồ tính toán để đạt được các mục tiêu và nhiệm vụ của giai đoạn thiết kế kỹ thuật.

9.4.1 Thu thập, tổng hợp số liệu

Thu thập toàn bộ các số liệu, tài liệu và báo cáo của giai đoạn trước, khi tổng hợp số liệu cần đặc biệt chú ý đến các biểu hiện các-tơ trên bề mặt (hồ sập, phễu các-tơ...), kích thước của chúng, thậm chí cả tuổi tương đối, khoanh vùng các khu vực có biểu hiện sập, lún mới và các khu vực chỉ có dấu vết của các hồ sập cũ.

9.4.2 Đo vẽ ĐCCT

Đo vẽ ĐCCT giai đoạn thiết kế kỹ thuật được tiến hành ở tỷ lệ 1:2 000 đến 1:500. Điều tra các-tơ nằm trong nội dung đo vẽ ĐCCT và bao gồm: đo vẽ toàn bộ các biểu hiện các-tơ trên bề mặt đất (lún, sập, khe nứt) có thể liên quan với hang hốc các-tơ dưới sâu; thị sát hiện trạng của các nhà và công trình lân cận, đo vẽ biến dạng và lý giải nguyên nhân, làm rõ những biến đổi các yếu tố tự nhiên và nhân sinh ảnh hưởng đến phát triển các-tơ, đặc điểm phân bố và cường độ phát triển các-tơ từ lần khảo sát trước; mỗi biểu hiện các-tơ trên bề mặt đều được ghi chép, đo vẽ đầy đủ, có hồ sơ riêng, có đánh số trong hồ sơ và dùng trắc địa xác định tọa độ, đưa lên trên bản đồ.

9.4.3 Thăm dò địa vật lý

Trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật công tác thăm dò ĐVL sử dụng các phương pháp sau: đo mặt cắt điện để khoanh định các khu vực nứt nẻ và phát triển các-tơ khác nhau, phát hiện hang hốc các-tơ; đo sâu điện để xác định chiều sâu phát triển của hang hốc các-tơ; đo sâu vòng để xác định thể nằm và cấu trúc của hang hốc.

Địa vật lý lỗ khoan (đo lưu lượng nước lỗ khoan, đường kính lỗ khoan, phóng xạ lỗ khoan, carota lỗ khoan, nhiệt độ lỗ khoan, phương pháp vật thể nhiễm điện) để xác định chính xác đặc điểm phân đới nứt nẻ của đất đá và vị trí hang hốc các-tơ.

Mạng lưới thí nghiệm địa vật lý, chủng loại và kích thước thiết bị phụ thuộc vào tỷ lệ đo vẽ, chiều sâu phân bố đá các-tơ cũng như tính chất dẫn điện và các yếu tố gây nhiễu. Với tỷ lệ khảo sát 1:2 000 đến 1:500, khoảng cách giữa các điểm đo sâu điện tương ứng là 25 m x 25 m đến 10 m x 10 m, còn khoảng cách giữa các điểm đo mặt cắt điện tương ứng là 10 m x 10 m đến 5 m x 5 m, các điểm đo sâu vòng để xác định thể nằm và cấu trúc của hang hốc thường bằng 30 % đến 50 % các điểm đo sâu, khối lượng khảo sát ĐVL lỗ khoan phụ thuộc vào kết quả khoan khảo sát và ĐVL mặt đất. Khối lượng lỗ khoan thăm dò được chỉ định thí nghiệm ĐVL lỗ khoan chiếm 30 % đến 70 % tổng lỗ khoan thăm dò.

9.4.4 Khoan-khai đào

Khoan-khai đào phải được bố trí phụ thuộc và địa hình-địa mạo, mạng thủy văn, cấu trúc địa chất, đặc điểm cấu trúc - kiến tạo, đặc điểm phân bố các đới dị thường ĐCTV, ĐVL, đặc điểm phân bố không gian các hang hốc các-tơ theo kết quả đo vẽ ĐCCT và nghiên cứu ĐVL. Số lượng lỗ khoan sâu được chỉ định theo Bảng 2.

Bảng 2 - Tỷ lệ đo vẽ ĐCCT và khối lượng khoan-khai đào tối thiểu trong vùng các-tơ giai đoạn thiết kế kỹ thuật

Tỷ lệ đo vẽ ĐCCT	Tổng khối lượng khoan và khai đào /khối lượng hố khoan sâu để nghiên cứu các-tơ trên 1 km ² (hố)	Khoảng cách giữa các hố khoan sâu (trung bình), (m)
1: 2 000	Từ 100 đến 250/lớn hơn 25 (không hạn)	Từ 200 đến 100