

NGHIÊN CỨU HOÀN THIỆN MỘT SỐ VẤN ĐỀ THIẾT KẾ QUY HOẠCH, CẤU TẠO CÔNG TRÌNH NGẦM

GS.TS. VÕ TRỌNG HÙNG
Trường Đại học Mỏ-Địa Chất

1. Tổng quan

Thiết kế quy hoạch, cấu tạo công trình ngầm là công tác tổ chức không gian xây dựng dưới mặt đất-mặt nước nhằm khai thác, sử dụng hợp lý, hiệu quả không gian ngầm để đáp ứng các nhu cầu phát triển hợp lý, bền vững cho đô thị và vùng lãnh thổ.

Thiết kế quy hoạch, cấu tạo công trình ngầm thực hiện các vấn đề quy hoạch sắp đặt, bố trí, xác định cấu tạo cho các bộ phận cấu thành công trình ngầm, hệ thống công trình ngầm trong không gian và theo thời gian nhằm thỏa mãn tất cả các chức năng, nhiệm vụ đặt ra, phù hợp với các điều kiện của khu vực xây dựng và không làm phương hại đến các công trình ngầm, mặt đất và các công trình xây dựng lộ thiên liên quan khác.

Thiết kế quy hoạch không gian ngầm, công trình ngầm là một nội dung của công tác quy hoạch xây dựng đô thị. Khi lập quy hoạch xây dựng đô thị, cơ quan thiết kế phải tiến hành quy hoạch không gian ngầm, công trình ngầm căn cứ vào nhu cầu phát triển của thành phố. Công tác quy hoạch, xây dựng các công trình ngầm trong thành phố phải tiến hành một cách tổng thể nhằm đảm bảo sự liên kết hiệu quả giữa các công trình trên mặt đất-mặt nước và dưới mặt đất-mặt nước để tạo nên một thể thống nhất hợp lý cho tất cả các công trình xây dựng đô thị.

Trong thiết kế quy hoạch xây dựng đô thị, việc thiết lập các phương án cơ cấu, tổ chức phân khu chức năng chính cho đô thị cần tiến hành đồng thời với nhiệm vụ xác định các khu vực dự kiến bố trí công trình ngầm (vùng chức năng không gian ngầm), những định hướng cơ bản sử dụng không gian ngầm và các yêu cầu xây dựng khác [7], [8].

Công tác thiết kế quy hoạch, cấu tạo công trình ngầm được thực hiện dựa trên một số thông số cơ bản sau [5], [7], [8]:

- ❖ Các chức năng, công dụng, nhiệm vụ, yêu cầu cho các công trình ngầm, nhóm công trình ngầm và toàn bộ tổ hợp công trình ngầm;

- ❖ Các mối quan hệ vật chất, phi vật chất giữa các công trình ngầm và nhóm công trình ngầm trong hệ thống công trình ngầm;

- ❖ Các mối quan hệ vật chất, các mối quan hệ phi vật chất... giữa các công trình ngầm, nhóm công trình ngầm trong hệ thống công trình ngầm đang thiết kế với môi trường bao quanh (trong đó bao gồm các công trình ngầm khác đang tồn tại, có mối quan hệ trực tiếp hoặc gián tiếp với hệ thống công trình ngầm đang thiết kế);

- ❖ Các điều kiện xây dựng, sử dụng công trình (các công tác thông gió, thoát nước, vận tải, công nghệ xây dựng, tổ chức xây dựng, tổ chức sử dụng,...);

- ❖ Các điều kiện xây dựng của khu vực;...

Trên cơ sở những thông số cơ bản trên, quá trình thiết kế quy hoạch, cấu tạo công trình ngầm cần thực hiện một số vấn đề chủ yếu sau [4], [5], [6], [7], [8]:

- ❖ Thiết lập một số phương án bố trí, quy hoạch, cấu tạo và kết nối các công trình ngầm trong không gian và theo thời gian;

- ❖ Thiết kế quy hoạch, cấu tạo công trình ngầm, hệ thống công trình ngầm theo độ sâu tính từ mặt đất, theo các tầng cấu trúc ngầm trên từng độ sâu nhất định, theo mặt cắt dọc của tuyến cấu tạo;

- ❖ Thiết kế quy trình công nghệ vận hành hệ thống công trình ngầm;

- ❖ Thiết kế thành phần, chủng loại, số lượng công trình ngầm, mối liên hệ... giữa các công trình cấu thành hệ thống công trình ngầm;

- ❖ Thiết kế quy hoạch, cấu tạo tuyến công trình ngầm trên bình đồ, trên mặt cắt dọc, trên mặt cắt ngang;

- ❖ Thiết kế quy hoạch, cấu tạo cho một số bộ phận đặc trưng của công trình ngầm;

- ❖ Mỗi phương án thiết kế cần xem xét sử dụng tối đa các khả năng: tuyến công trình ngầm theo dạng đường thẳng; số lượng tối thiểu các mặt cắt ngang cấu tạo trong toàn bộ tuyến; số lượng tối thiểu các đoạn đường hầm nối, giao, cắt nhau;

❖ So sánh các chỉ tiêu kinh tế-kỹ thuật của các phương án thiết kế công trình ngầm;

❖ Lựa chọn phương án thiết kế tối ưu theo giá trị tổng chi phí xây dựng và vận hành nhỏ nhất có xét tới yếu tố sử dụng hợp lý không gian ngầm...

2. Thiết kế quy hoạch tổng thể cho công trình ngầm

Quá trình lựa chọn vị trí bố trí công trình ngầm phải được tiến hành trên cơ sở xem xét các yếu tố sau:

❖ Chức năng, nhiệm vụ của tổ hợp hệ thống công trình ngầm;

❖ Sơ đồ quy hoạch tổng thể tổ hợp hệ thống công trình ngầm;

❖ Mức độ ổn định của khối đá bao quanh công trình ngầm;

❖ Các điều kiện địa kỹ thuật, địa chất,... của khu vực xây dựng...

Không nên bố trí công trình ngầm tại những vị trí có điều kiện địa kỹ thuật kém thuận lợi, tại những khu vực có nhiều phá huỷ địa chất, kiến tạo.... Để cải thiện điều kiện chống giữ và đảm bảo trạng thái làm việc cần thiết cho công trình ngầm, cần cố gắng sử dụng tối đa khả năng bố trí chúng trong khối đá ổn định.

Vị trí của công trình ngầm, hệ thống công trình ngầm phải được chọn ở độ sâu nhỏ nhất có thể nhằm làm giảm chi phí xây dựng các công trình dẫn nối và tổng chi phí sử dụng hệ thống công trình ngầm.

Theo độ sâu tính từ mặt đất, hệ thống các công trình ngầm thành phố nên được thiết kế quy hoạch theo ba tầng cấu trúc công trình ngầm như sau [3]:

❖ Tầng thứ nhất từ mặt đất đến độ sâu 4÷5 m nên bố trí các loại công trình ngầm: các công trình ngầm phục vụ; các bãi đỗ xe ngầm; đường hầm dành cho người đi bộ; các trung tâm buôn bán, các kho chứa ngầm; mạng lưới đường hầm kỹ thuật,...;

❖ Tầng thứ hai từ độ sâu 4÷5 m xuống đến độ sâu 20 m nên bố trí các loại công trình ngầm: hệ thống tàu điện ngầm, các đường hầm ô tô ở độ sâu nhỏ; các bãi đỗ xe ngầm; bể chức ngầm,...;

❖ Tầng thứ ba có độ sâu lớn hơn 20 m nên bố trí các loại công trình ngầm: hệ thống tàu điện ngầm tại độ sâu lớn; các đường hầm giao thông đa công dụng; một số đường ngầm kỹ thuật chính,...

Hệ thống các công trình ngầm theo từng tầng ngầm trên mỗi độ sâu nhất định nên được thiết kế quy hoạch nhằm thỏa mãn các yêu cầu đồng bộ hóa các yêu cầu sử dụng và hướng phát triển hợp lý của tất cả các chủng loại công trình ngầm theo các tầng cấu trúc ngầm ở độ sâu cụ thể tính từ mặt đất.

3. Thiết kế thành phần, chủng loại, số lượng các công trình, mối liên hệ giữa các công trình cấu thành hệ thống công trình ngầm

Trên cơ sở chức năng, nhiệm vụ, quy trình công nghệ vận hành của hệ thống công trình ngầm, người thiết kế sẽ tiến hành xác định thành phần, chủng loại, số lượng các công trình hoặc các nhóm công trình cấu thành hệ thống công trình ngầm, xác định các mối liên hệ giữa các công trình hoặc các nhóm công trình cấu thành hệ thống công trình ngầm [8].

Thành phần, chủng loại, số lượng các công trình hoặc các nhóm công trình cấu thành hệ thống công trình ngầm phải thỏa mãn các nhiệm vụ, chức năng cần thiết theo yêu cầu của toàn bộ tổ hợp. Tại đây, một công trình, một nhóm công trình thứ "i" nào đó phải thực hiện một số nhiệm vụ, chức năng riêng biệt " $\Sigma(NV_i)$ " nhằm thỏa mãn cho quy trình công nghệ hoạt động thứ "i" " QC_i ", quá trình chuyển dịch vật chất thứ "i" " CV_i " trong hệ thống. Ngoài ra, chúng có thể đồng thời thực hiện một số nhiệm vụ, chức năng khác nhằm thỏa mãn cho các quy trình công nghệ hoạt động khác, các quá trình chuyển dịch vật chất khác trong hệ thống [7], [8].

Giữa các công trình trong cùng một nhóm luôn luôn tồn tại các mối quan hệ trực tiếp và gián tiếp. Ngoài ra, chúng có thể có nhiều mối quan hệ trực tiếp và gián tiếp khác với các công trình thuộc các nhóm khác trong hệ thống. Vì vậy, người thiết kế không chỉ xác định số lượng nhóm các công trình, số lượng, tính chất của các công trình trong nhóm mà còn phải xác định các mối quan hệ trực tiếp, gián tiếp giữa các nhóm công trình với nhau, giữa các công trình trong nhóm và khác nhóm với nhau [7], [8].

4. Thiết kế quy hoạch, cấu tạo hệ thống công trình ngầm

Công tác thiết kế quy hoạch, cấu tạo hệ thống công trình ngầm cần tiến hành giải quyết một số bài toán cơ bản sau:

❖ Thiết kế quy hoạch, cấu tạo các công trình trên mặt đất;

❖ Thiết kế quy hoạch, cấu tạo các công trình bán ngầm (một phần nổi, một phần ngầm) liên kết giữa mặt đất, các công trình lộ thiên trên mặt đất với các công trình ngầm, hệ thống công trình ngầm;

❖ Thiết kế quy hoạch, cấu tạo các công trình ngầm;

❖ Thiết kế quy hoạch, cấu tạo từng công trình ngầm trong hệ thống công trình ngầm.

Công tác thiết kế quy hoạch, cấu tạo các công trình lộ thiên trên mặt đất trong thành phần tổ hợp hệ thống công trình ngầm cụ thể phải được tiến hành với những lưu ý sau:

❖ Các yêu cầu về quy hoạch tương tự như cho các công trình xây dựng lộ thiên;

❖ Các yêu cầu đầu nối hợp lý với các công trình bán ngầm, các công trình ngầm cụ thể trong toàn bộ hệ thống công trình ngầm;

❖ Các yêu cầu vận hành các dây chuyền công nghệ cho toàn bộ hệ thống công trình ngầm;...

Công tác thiết kế quy hoạch, cấu tạo các công trình bán ngầm trong thành phần tổ hợp hệ thống công trình ngầm cụ thể phải được tiến hành với những lưu ý sau:

❖ Các yêu cầu về quy hoạch tương tự như cho các công trình xây dựng lộ thiên;

❖ Các yêu cầu đầu nối hợp lý với các công trình bán ngầm, các công trình ngầm cụ thể trong toàn bộ hệ thống công trình ngầm;

❖ Các yêu cầu vận hành các dây chuyền công nghệ cho toàn bộ hệ thống công trình ngầm;...

Công tác thiết kế quy hoạch, cấu tạo các công trình ngầm trong thành phần tổ hợp hệ thống công trình ngầm cụ thể phải được tiến hành lưu ý sau:

❖ Các yêu cầu quy hoạch các công trình ngầm theo độ sâu;

❖ Các yêu cầu quy hoạch các công trình ngầm theo từng tầng cấu trúc công trình ngầm trên các độ sâu nhất định;

❖ Các yêu cầu quy hoạch các công trình ngầm trong mối liên hệ với các công trình bán ngầm, các

công trình xây dựng lộ thiên trên mặt đất; các công trình ngầm lân cận khác;...

Công tác thiết kế quy hoạch từng công trình ngầm bao gồm những vấn đề cơ bản sau:

❖ Thiết kế quy hoạch, cấu tạo tuyến công trình ngầm trên bình đồ;

❖ Thiết kế quy hoạch, cấu tạo tuyến công trình ngầm trên mặt cắt dọc;

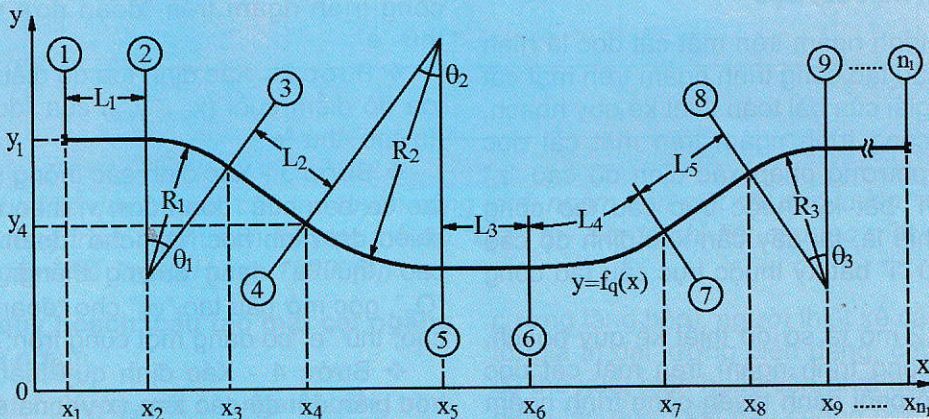
❖ Thiết kế quy hoạch, cấu tạo mặt cắt ngang cho công trình ngầm;

❖ Thiết kế quy hoạch, cấu tạo cho một số bộ phận đặc trưng của công trình ngầm.

Toàn bộ các công tác thiết kế quy hoạch, cấu tạo công trình ngầm và hệ thống công trình ngầm phải chú ý đến các điều kiện địa hình bề mặt, điều kiện địa chất, địa kỹ thuật của khu vực xây dựng...

5. Thiết kế quy hoạch, cấu tạo tuyến công trình ngầm trên bình đồ

Tuyến công trình ngầm trên bình đồ là hình chiếu của trục cấu tạo công trình ngầm trên bình đồ cụ thể. Lời giải của bài toán thiết kế quy hoạch, cấu tạo tuyến công trình ngầm trên bình đồ nhằm thiết lập phương pháp xác định tọa độ (x_i, y_i) cho điểm thứ "i" bất kỳ thuộc trục cấu tạo công trình ngầm. Nghĩa là, tại đây cần xác định đường vĩ tuyến, đường kinh tuyến đi qua điểm thứ "i" bất kỳ thuộc trục cấu tạo công trình ngầm (H.1) [5].



H.1. Sơ đồ thiết kế quy hoạch, cấu tạo tuyến công trình ngầm trên bình đồ: ①, ②, ③, ..., ⑨, ..., n₁ - Các điểm phân chia tuyến công trình ngầm thành các "đoạn đơn vị trên bình đồ"; x_i - Vĩ độ của điểm thứ "i" dọc tuyến công trình ngầm; y_i - Kinh độ của điểm thứ "i" dọc tuyến công trình ngầm; L_q, R_q, θ_q - Các thông số hình học cấu tạo cơ bản của "đoạn đơn vị trên bình đồ" thứ "q"; y=f_q(x) - Hàm số toán học mô phỏng mối quan hệ giữa kinh độ "y" và vĩ độ "x" cho "đoạn đơn vị trên bình đồ" thứ "q" bất kỳ (Võ Trọng Hùng, 1999, [5]).

Để giải quyết bài toán thiết kế quy hoạch, cấu tạo tuyến công trình ngầm trên bình đồ nhằm xác định tọa độ (x_i, y_i) cho điểm thứ "i" bất kỳ thuộc trục cấu tạo công trình ngầm, người thiết kế cần tìm ra

lời giải cho một số bài toán trên cơ sở các bước sau đây (H.1) [5]:

❖ Bước 1 - Phân chia toàn bộ tuyến công trình ngầm trên bình đồ thành "m" các "đoạn đơn vị trên

binh đồ". "Đoạn đơn vị trên bình đồ" là một đoạn có sự biến đổi tọa độ các điểm thứ "i" cấu thành theo một quy luật toán học (hình học) nhất định. Nghĩa là, nếu biết tọa độ điểm đầu, tọa độ điểm cuối của "đoạn đơn vị trên bình đồ" và quy luật toán học hình học biến đổi tọa độ của điểm thứ "i" bất kỳ của chúng ("đoạn đơn vị trên bình đồ" thứ q, $q=1÷m$) thì chúng ta có thể xác định được tọa độ (x_i, y_i) cho điểm thứ "i" bất kỳ thuộc trục cấu tạo công trình ngầm trên "đoạn đơn vị trên bình đồ" thứ "q";

❖ Bước 2 - Xác định tọa độ điểm đầu, tọa độ điểm cuối của "đoạn đơn vị trên bình đồ" thứ "q" bất kỳ; $q=1÷m$;

❖ Bước 3 - Xác định các thông số hình học cấu tạo cơ bản của "đoạn đơn vị trên bình đồ" thứ "q": chiều dài hình học "L_q" cho "đoạn đơn vị trên bình đồ" thứ "m" dạng đường thẳng; bán kính cong "R_q", góc mở cấu tạo "θ_q" cho "đoạn đơn vị trên bình đồ" thứ "q" có dạng một cung tròn;...;

❖ Bước 4 - Xác định quy luật toán học hình học biến đổi tọa độ $y=f_q(x)$ của điểm thứ "i" bất kỳ cho từng "đoạn đơn vị trên bình đồ" thứ "q" thuộc hình chiếu tuyến công trình ngầm trên bình đồ;

❖ Bước 5 - Xây dựng các phương pháp xác định các tọa độ (x_i, y_i) cho các điểm thứ "i" bất kỳ trên các "đoạn đơn vị trên bình đồ" thứ "q" cấu thành hình chiếu tuyến công trình ngầm trên bình đồ.

6. Thiết kế quy hoạch, cấu tạo tuyến công trình ngầm trên mặt cắt dọc

Tuyến công trình ngầm trên mặt cắt dọc là hình chiếu của trục cấu tạo công trình ngầm trên mặt cắt dọc cụ thể. Lời giải của bài toán thiết kế quy hoạch, cấu tạo tuyến công trình ngầm trên mặt cắt dọc nhằm thiết lập phương pháp xác định độ cao "z_i" cho điểm thứ "i" bất kỳ thuộc trục cấu tạo công trình ngầm. Nghĩa là, tại đây cần xác định độ cao "z_i" của điểm thứ "i" bất kỳ thuộc trục cấu tạo công trình ngầm [5].

Trên hình H.2 mô tả sơ đồ thiết kế quy hoạch, cấu tạo tuyến công trình ngầm trên mặt cắt dọc tuyến: a - Sơ đồ phối cảnh tuyến công trình ngầm trên hệ trục tọa độ "xyz"; b - Sơ đồ chi tiết cấu tạo tuyến công trình ngầm; I - Tuyến công trình ngầm trên thực tế; II - Hình chiếu tuyến công trình ngầm trên mặt phẳng nằm ngang "x0y"; III - Hình chiếu của tuyến công trình ngầm trên mặt phẳng thẳng đứng "y0z"; $y=f_q(x)$ - Hàm số toán học mô phỏng mối quan hệ giữa độ cao kinh độ "y" và vĩ độ "x" cho hình chiếu tuyến công trình ngầm trên mặt phẳng nằm ngang "x0y"; $z=u_r(y)$ - Hàm số toán học mô phỏng mối quan hệ giữa độ cao "z" và kinh độ "y" cho hình chiếu tuyến công trình ngầm trên mặt

phẳng thẳng đứng "y0z"; $z=p_e(x,y)$ - Hàm số toán học mô phỏng mối quan hệ giữa độ cao "z" và kinh độ "y", vĩ độ "x" cho "đoạn đơn vị theo độ cao" thứ "e" bất kỳ; ①, ②, ③, ..., ⑨, ..., n₂ - Các điểm phân chia tuyến công trình ngầm thành "k" các "đoạn đơn vị theo độ cao"; x_i - Vĩ độ của điểm thứ "i" bất kỳ dọc tuyến công trình ngầm; y_i - Kinh độ của điểm thứ "i" bất kỳ dọc tuyến công trình ngầm; z_i - Cao độ của điểm thứ "i" dọc tuyến công trình ngầm; D_e, Q_e, φ_e - Các thông số hình học cấu tạo cơ bản của "đoạn đơn vị theo độ cao" thứ "e" (Võ Trọng Hùng, 1999, [5]).

Để giải quyết bài toán thiết kế quy hoạch, cấu tạo tuyến công trình ngầm trên mặt cắt dọc nhằm xác định độ cao "z_i" cho điểm thứ "i" bất kỳ thuộc trục cấu tạo công trình ngầm, người thiết kế cần tìm ra lời giải cho một số bài toán trên cơ sở các bước sau đây (H.2) [5]:

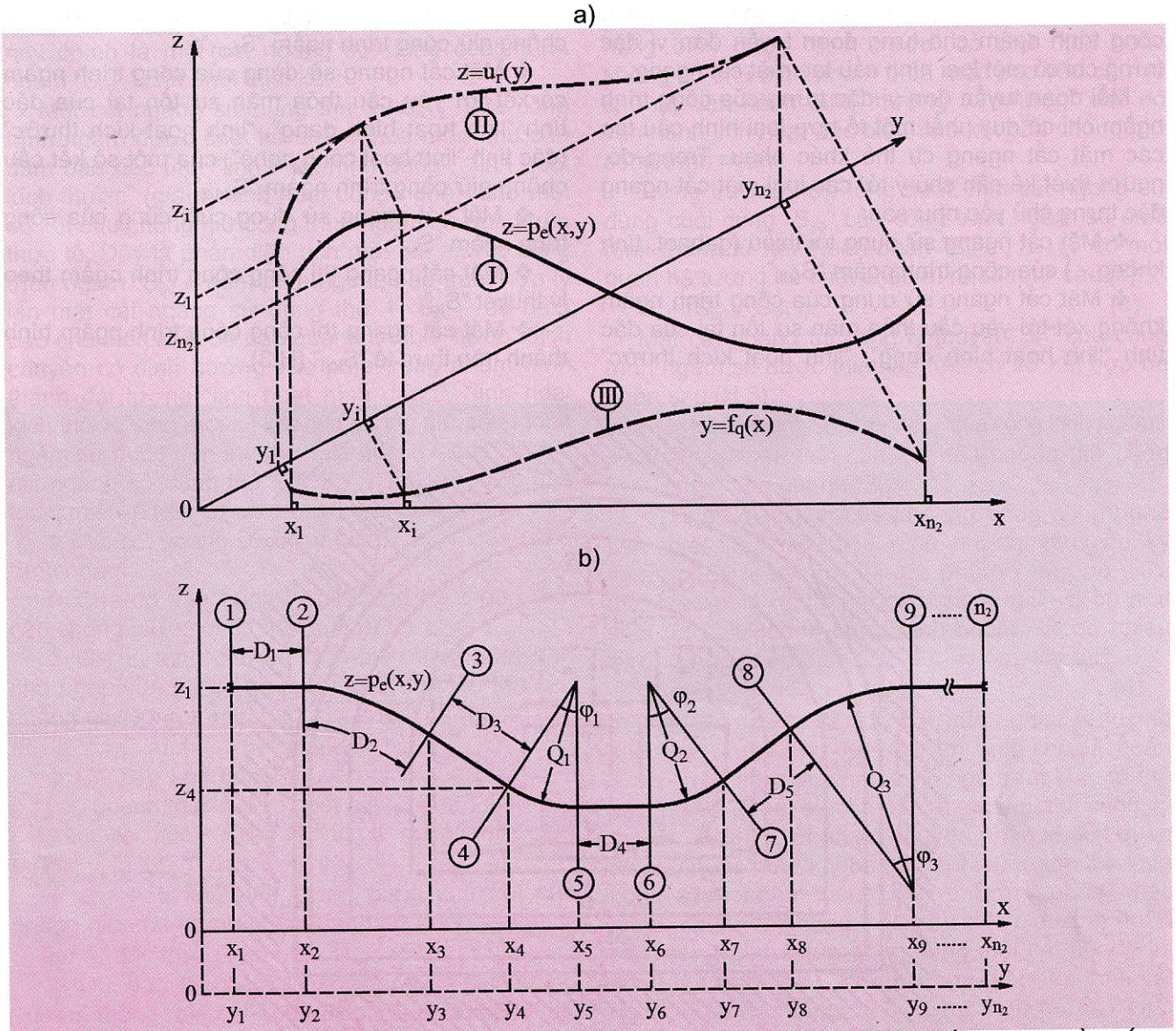
❖ Bước 1 - Phân chia toàn bộ tuyến công trình ngầm trên mặt cắt dọc thành "k" các "đoạn đơn vị theo độ cao". "Đoạn đơn vị theo độ cao" là một đoạn có sự biến đổi tọa độ các điểm thứ "i" cấu thành theo một quy luật toán học hình học nhất định. Nghĩa là, nếu biết tọa độ điểm đầu $(x_{đ.e}, y_{đ.e})$, tọa độ điểm cuối $(x_{c.e}, y_{c.e})$ của "đoạn đơn vị theo độ cao" thứ "e" và quy luật toán học hình học biến đổi tọa độ "z_i" của điểm thứ "i" bất kỳ thuộc chúng ("đoạn đơn vị theo độ cao" thứ "e"; $e=1÷k$) thì chúng ta có thể xác định được độ cao "z_i" cho điểm thứ "i" bất kỳ thuộc trục cấu tạo công trình ngầm trên "đoạn đơn vị theo độ cao" thứ "e";

❖ Bước 2 - Xác định tọa độ điểm đầu $(x_{đ.e}, y_{đ.e})$, tọa độ điểm cuối $(x_{c.e}, y_{c.e})$ của "đoạn đơn vị theo độ cao" thứ "e";

❖ Bước 3 - Xác định các thông số hình học cấu tạo cơ bản của "đoạn đơn vị theo độ cao" thứ "e": chiều dài hình học "D_e" cho "đoạn đơn vị theo độ cao" thứ "e" dạng đường thẳng; bán kính cong "Q_e", góc mở cấu tạo "φ_e" cho "đoạn đơn vị theo độ cao" thứ "e" có dạng một cung tròn;...;

❖ Bước 4 - Xác định quy luật toán học hình học biến đổi độ cao $z=p_e(x,y)$ của điểm bất kỳ cho từng "đoạn đơn vị theo độ cao" thứ "e" thuộc hình chiếu tuyến công trình ngầm trên mặt cắt dọc tuyến. Tại đây: p_e - Hàm số toán học mô phỏng quy luật biến đổi độ cao "z" của "đoạn đơn vị theo độ cao" thứ "e" tùy thuộc vào kinh độ "y", vĩ độ "x"; y - Kinh độ của điểm xem xét; x - Vĩ độ của điểm xem xét;

❖ Bước 5 - Xây dựng các phương pháp xác định các độ cao "z_e" cho các điểm thứ "i" bất kỳ trên các "đoạn đơn vị theo độ cao" thứ "e" cấu thành hình chiếu tuyến công trình ngầm trên mặt cắt dọc trục.



H.2. Sơ đồ thiết kế quy hoạch, cấu tạo tuyến công trình ngầm trên mặt cắt dọc tuyến: a - Sơ đồ phối cảnh tuyến công trình ngầm trên hệ trục tọa độ "xyz"; b - Sơ đồ chi tiết cấu tạo mặt cắt dọc tuyến công trình ngầm (Võ Trọng Hùng, 1999, [5]).

7. Thiết kế quy hoạch, cấu tạo mặt cắt ngang cho công trình ngầm

Hình dạng, kích thước mặt cắt ngang công trình ngầm phải đảm bảo các yếu tố: khả năng thông qua cần thiết trong các điều kiện xây dựng, sử dụng công trình; các điều kiện bố trí trong chúng các thiết bị kỹ thuật, thiết bị vệ sinh công nghiệp, hệ thống dây dẫn, cáp dẫn kỹ thuật...; thỏa mãn các yêu cầu cần thiết về vận tải, thoát nước, thông gió,...; phù hợp với các điều kiện địa cơ học của khu vực xây dựng;...

Trong quá trình thiết kế mặt cắt ngang cho công trình ngầm, ngoài phần mặt cắt ngang cho kết cấu chống giữ (kể cả lớp vật liệu chèn lấp đầy, gia

cường tăng bền), người thiết kế cần xét tới các yếu tố: giá trị đại lượng biến dạng, chuyển dịch đất đá có thể xuất hiện hoặc cần phải đảm bảo trước thời điểm lắp dựng kết cấu chống giữ; giá trị đại lượng biến dạng, chuyển dịch đất đá có thể xuất hiện trong toàn bộ giới hạn khả năng linh hoạt về kích thước, hình dạng của kết cấu chống giữ.

Vấn đề thiết kế quy hoạch, cấu tạo công trình ngầm trên mặt cắt ngang cần giải quyết hai bài toán thiết kế cơ bản sau [5]:

❖ Phân chia tuyến công trình ngầm thành các đoạn tuyến đơn vị đặc trưng khác nhau về loại hình cấu tạo mặt cắt ngang. Mỗi đoạn tuyến đơn vị chỉ có một loại hình cấu tạo mặt cắt ngang duy nhất;

❖ Thiết kế quy hoạch, cấu tạo mặt cắt ngang công trình ngầm cho từng đoạn tuyến đơn vị đặc trưng chỉ có một loại hình cấu tạo mặt cắt ngang.

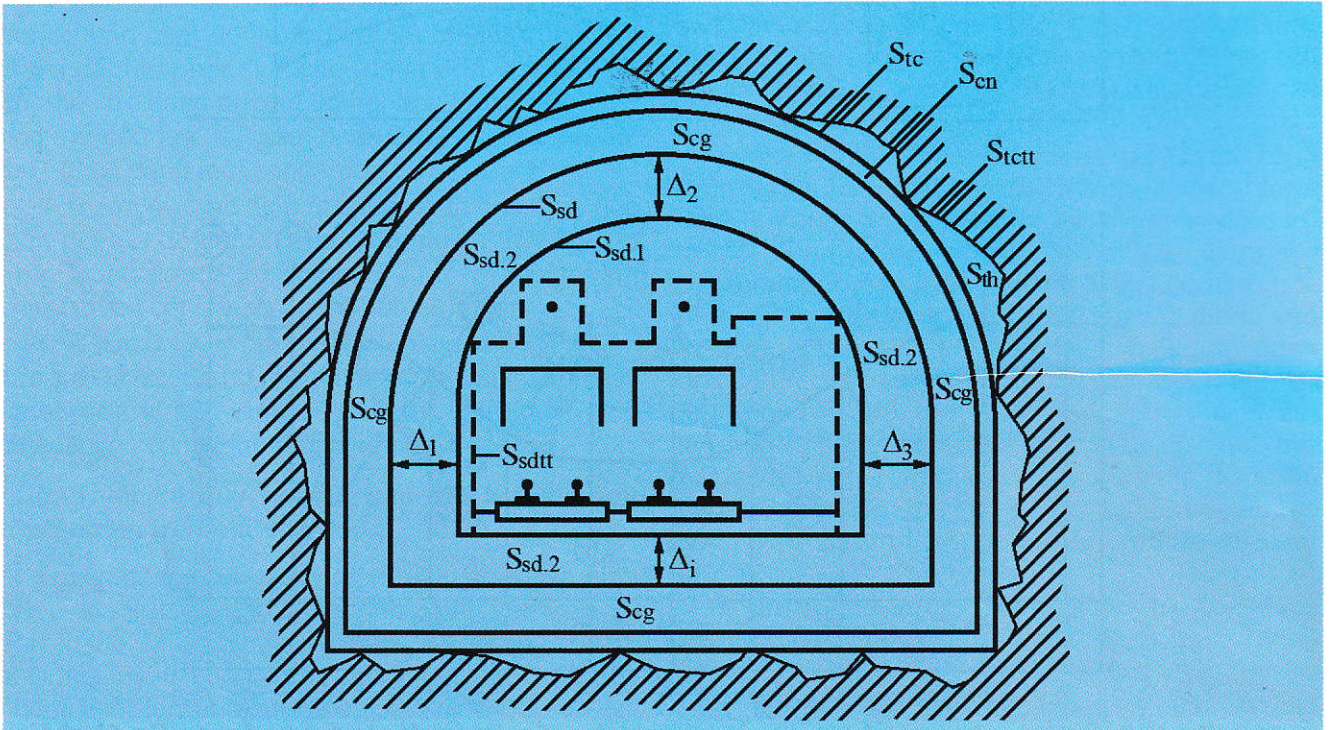
Mỗi đoạn tuyến đơn vị đặc trưng của công trình ngầm chỉ có duy nhất một tổ hợp loại hình cấu tạo các mặt cắt ngang cụ thể khác nhau. Trong đó, người thiết kế cần chú ý tới các loại mặt cắt ngang đặc trưng chủ yếu như sau:

- ❖ Mặt cắt ngang sử dụng tối thiểu (gabarit, tĩnh không...) của công trình ngầm “ S_{sdt} ”;
- ❖ Mặt cắt ngang sử dụng của công trình ngầm không xét tới yêu cầu thỏa mãn sự tồn tại của đặc tính “linh hoạt hình dạng”, “linh hoạt kích thước”

(đặc tính “linh hoạt công nghệ”) của một số kết cấu chống giữ công trình ngầm “ $S_{sd.1}$ ”;

❖ Mặt cắt ngang sử dụng của công trình ngầm có xét tới yêu cầu thỏa mãn sự tồn tại của đặc tính “linh hoạt hình dạng”, “linh hoạt kích thước” (đặc tính “linh hoạt công nghệ”) của một số kết cấu chống giữ công trình ngầm “ $S_{sd.2}$ ”;

- ❖ Mặt cắt ngang sử dụng cuối cùng của công trình ngầm “ S_{sd} ”;
- ❖ Mặt cắt ngang thi công công trình ngầm theo lý thuyết “ S_{tc} ”;
- ❖ Mặt cắt ngang thi công công trình ngầm hình thành trên thực tế “ S_{tct} ” (H.3).



H.3. Sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa các chủng loại mặt cắt ngang khác nhau của công trình ngầm (Võ Trọng Hùng, 1999, [5]).

Mặt cắt ngang sử dụng tối thiểu “ S_{sdt} ” của công trình ngầm (H.3) là một đường bao kín có diện tích tối thiểu và hình dạng không trơn, không đều, thỏa mãn các điều kiện vận tải, điều kiện an toàn và các công dụng khác của công trình ngầm. Mặt cắt ngang sử dụng tối thiểu “ S_{sdt} ” của công trình ngầm được thiết lập theo trình tự như sau [5] (H.3):

- ❖ Xác định các chức năng, nhiệm vụ của công trình ngầm “ CN_i ”;
- ❖ Xác định kích thước, hình dạng, diện tích cần thiết của từng mặt cắt ngang đơn vị riêng “ S_{CNi} ” phải thỏa mãn cho chức năng, nhiệm vụ thứ “i” của công trình ngầm “ CN_i ”;
- ❖ Xác định mối quan hệ kỹ thuật, công nghệ,... giữa tất cả các phần mặt cắt ngang đơn vị riêng

“ S_{CNi} ” trong toàn bộ mặt cắt ngang sử dụng của công trình ngầm;

❖ Định vị và liên kết tất cả các phần mặt cắt ngang đơn vị riêng “ S_{CNi} ” trong toàn bộ mặt cắt ngang sử dụng của công trình ngầm theo các mối quan hệ hợp lý giữa chúng với nhau để tạo nên mặt cắt ngang sử dụng tối thiểu “ S_{sdt} ”.

Mặt cắt ngang sử dụng thứ 1 “ $S_{sd.1}$ ” của công trình ngầm được hình thành trên cơ sở cơ sở mặt cắt ngang sử dụng tối thiểu “ S_{sdt} ” và hình dạng mặt cắt ngang của công trình ngầm đã chọn trước bằng phương pháp họa đồ: người thiết kế sẽ xác định đường bao (tương ứng với hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm đã chọn) có kích thước nhỏ nhất bao trùm lên mặt cắt ngang sử dụng tối thiểu

" S_{sdt} " của công trình ngầm; đường bao tối thiểu này chính là mặt cắt ngang sử dụng công trình ngầm " $S_{sd,1}$ " cần phải thiết kế.

Mặt cắt ngang sử dụng thứ 2 " $S_{sd,2}$ " của công trình ngầm được thiết kế nhằm thỏa mãn nhu cầu đảm bảo đặc tính "linh hoạt hình dạng", "linh hoạt kích thước" (giá trị "linh hoạt công nghệ") cho một số kết cấu chống giữ công trình ngầm sử dụng trên thực tế. Đây là phần diện tích mặt cắt ngang công trình ngầm " $S_{sd,2}$ " nằm phía ngoài, bao trùm hợp lý lên mặt cắt ngang sử dụng thứ 1 " $S_{sd,1}$ " để đảm bảo cho biên khối đá bao quanh có thể "tự do" dịch chuyển có định hướng vào phía trong nhằm hình thành đại lượng "linh hoạt hình dạng", "linh hoạt kích thước" cho một số kết cấu chống giữ công trình ngầm sử dụng trên thực tế. Giá trị của diện tích mặt cắt ngang sử dụng thứ 2 " $S_{sd,2}$ " (H.3) sẽ được tính toán, thiết kế trên cơ sở một số yếu tố sau:

❖ Mặt cắt ngang sử dụng thứ 1 " $S_{sd,1}$ " của công trình ngầm;

❖ Chế độ vận hành hợp lý cho hệ thống "kết cấu chống giữ-khối đá bao quanh";

❖ Giá trị tổng chuyển dịch-biến dạng giới hạn cho phép của hệ thống "biên khối đá-biên kết cấu chống giữ công trình ngầm" tại các vị trí thứ "i" đặc trưng " $\Delta_{gh,i}$ ", mm;

❖ Dự báo khả năng chuyển dịch của biên khối đá bao quanh (giá trị "linh hoạt công nghệ") theo yêu cầu làm việc của kết cấu chống giữ công trình ngầm tại các vị trí thứ "i" đặc trưng trên biên " $\Delta_{bd,i}$ ", mm;

❖ Dự báo khả năng biến dạng của kết cấu chống giữ công trình ngầm đang sử dụng tại các vị trí thứ "i" đặc trưng trên biên " $\Delta_{kc,i}$ ", mm;

❖ Dự báo tổng giá trị chuyển dịch-biến dạng của hệ thống "biên khối đá-biên kết cấu chống giữ công trình ngầm" tại các vị trí thứ "i" đặc trưng " Δ_i ":

$$\Delta_i = (\Delta_{bd,i} + \Delta_{kc,i}), \text{ mm}; \quad (1)$$

❖ Mối quan hệ giữa các giá trị chuyển dịch-biến dạng " $\Delta_{gh,i}$ " và " Δ_i " phải thỏa mãn điều kiện:

$$(\Delta_i) \leq (\Delta_{gh,i}); \quad (2)$$

❖ Khi điều kiện (2) không thỏa mãn, người thiết kế phải thay đổi kết cấu chống giữ theo hướng tăng bền, tăng khả năng mang tải hoặc sử dụng các biện pháp gia cường cho khối đá bao quanh công trình ngầm nhằm làm giảm các giá trị chuyển dịch-biến dạng " $\Delta_{bd,i}$ ", " $\Delta_{kc,i}$ " tương ứng đến thời điểm điều kiện (2) thỏa mãn.

Trên thực tế thường xảy ra hiện tượng: $S_{sd,2} \geq 0$. Trường hợp $S_{sd,2} = 0$ chỉ xảy ra khi sử dụng kết cấu chống giữ hoàn toàn cứng, không cho phép xuất hiện khả năng biến dạng của kết cấu chống giữ công trình ngầm (trường hợp gần như không xảy ra trên thực tế). Giá trị $S_{sd,2} > 0$ xảy ra khi sử dụng

các loại kết cấu chống giữ cho phép xuất hiện khả năng biến dạng "định trước" có chủ định hoặc không có chủ định nhằm thỏa mãn các yêu cầu về chế độ vận hành bình thường và những "chế độ vận hành linh hoạt đặc biệt" cho kết cấu chống giữ công trình ngầm.

Trong trường hợp tổng quát, mặt cắt ngang sử dụng cuối cùng " S_{sd} " của công trình ngầm sẽ phải hình thành từ hai thành phần " $S_{sd,1}$ ", " $S_{sd,2}$ " có mối quan hệ tương hỗ chặt chẽ với nhau như sau [5]:

$$S_{sd} = (S_{sd,1} + S_{sd,2}). \quad (3)$$

Mặt cắt ngang thi công lý thuyết " S_{tc} " của công trình ngầm sẽ được thiết lập trên cơ sở kết hợp ba phần sau (H.3):

❖ Mặt cắt ngang sử dụng " S_{sd} " của công trình ngầm;

❖ Phần diện tích của kết cấu chống giữ công trình ngầm bao quanh " S_{cg} ";

❖ Phần diện tích của khoảng trống công nghệ cần thiết " S_{cn} " để thỏa mãn những yêu cầu kỹ thuật, công nghệ, sử dụng... phụ trợ nào đó giữa mặt biên phía ngoài kết cấu chống giữ và bề mặt khối đá bao quanh công trình ngầm. Trong nhiều trường hợp phần diện tích " S_{cn} " không tồn tại.

$$S_{tc} = (S_{sd} + S_{cg} + S_{cn}). \quad (4)$$

Mặt cắt ngang " S_{tc} " là mặt cắt ngang lý tưởng cần thiết của công trình ngầm sau khi đã hoàn thiện. Trên thực tế, công trình ngầm rất khó có thể xây dựng đúng theo mặt cắt ngang thi công lý thuyết " S_{tc} ". Do rất nhiều nguyên nhân khách quan và chủ quan, sau khi hoàn thành công tác thi công công trình ngầm bằng các phương pháp khác nhau, chúng ta không thể nhận được đường (mặt) biên công trình ngầm theo đúng mặt cắt ngang thi công lý thuyết " S_{tc} ". Trường hợp diện tích mặt cắt ngang thi công công trình ngầm thực tế " S_{tctt} " nhỏ hơn giá trị diện tích thi công theo yêu cầu lý thuyết " S_{tc} " rất ít khi xảy ra. Chúng chỉ xuất hiện khi công tác thi công được thiết kế và thực hiện không đúng, không phù hợp với các điều kiện trên thực tế.

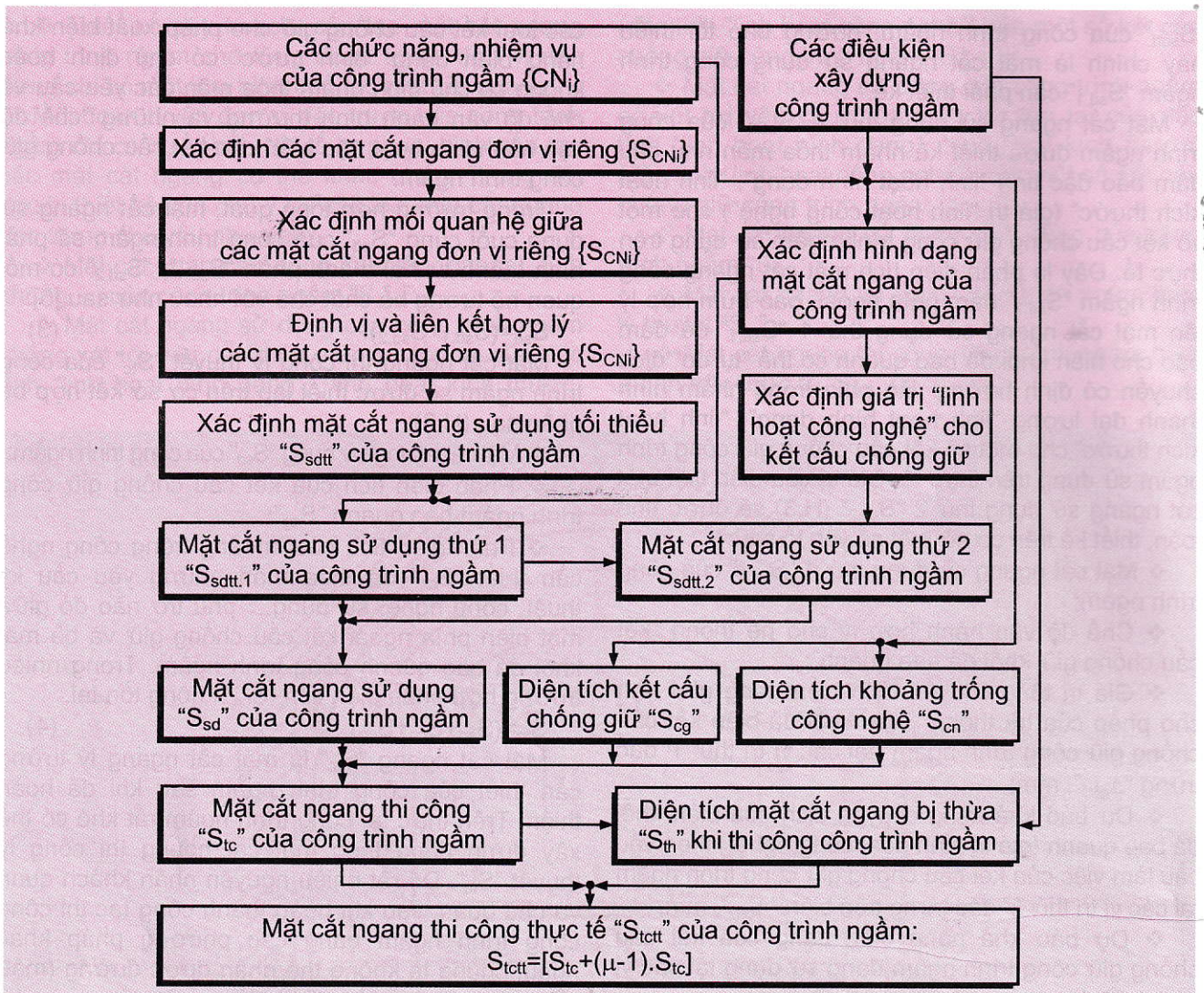
Thông thường mặt cắt ngang thi công công trình ngầm hình thành trên thực tế có diện tích " S_{tctt} " lớn hơn diện tích mặt cắt ngang thi công lý thuyết " S_{tc} " một giá trị bằng " $[(\mu-1) \cdot S_{tc}]$ ". Tại đây, hệ số thừa tiết diện (còn gọi là hệ số phá thừa, hệ số lẹm...) " μ " xác định theo công thức:

$$\mu = (S_{tctt} / S_{tc}). \quad (5)$$

Từ đây, diện tích mặt cắt ngang thi công công trình ngầm hình thành trên thực tế " S_{tctt} " sẽ được xác định theo công thức:

$$S_{tctt} = [S_{tc} + (\mu-1) \cdot S_{tc}]. \quad (6)$$

Sơ đồ mô tả trình tự xác định các loại mặt cắt ngang đặc trưng cho công trình ngầm và mối quan hệ giữa chúng thể hiện trên H.4.



H.4. Sơ đồ mô tả trình tự xác định các loại mặt cắt ngang đặc trưng cho công trình ngầm (Võ Trọng Hùng, 1999, [5]).

Mặt cắt ngang sử dụng tối thiểu “S_{sdt}” chỉ sử dụng trong quá trình xác định mặt cắt ngang sử dụng “S_{sd}” cho công trình ngầm. Mặt cắt ngang sử dụng “S_{sd}” là chủng loại mặt cắt ngang cơ bản nhất cho công trình ngầm và phải được thiết lập đầu tiên. Mặt cắt ngang thi công “S_{tc}” được sử dụng để thiết lập thiết kế quy trình đào-chống công trình ngầm (lựa chọn sơ đồ đào-chống, tính toán các thông số thi công, thiết lập các sơ đồ tổ chức thi công công trình ngầm...).

Mặt cắt ngang thi công thực tế “S_{tctt}” thay đổi liên tục, phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố cấu tạo của công trình ngầm, các điều kiện xây dựng và môi trường đất đá bao quanh. Mặt cắt ngang thi công thực tế “S_{tctt}” được sử dụng để tính toán một số thông số thi công (tính khối lượng đất đá nổ rời để xúc bốc, vận chuyển; tính khối lượng vật liệu chống giữ...) và đánh giá chất lượng của công tác thi công công trình ngầm.

8. Thiết kế quy hoạch, cấu tạo cho một số bộ phận đặc trưng của công trình ngầm

Ngoài các đoạn có chiều dài lớn, công trình ngầm còn có một số bộ phận đặc trưng phức tạp có cấu tạo hoàn toàn khác. Vì vậy, tại đây cần tiến hành thiết kế quy hoạch, cấu tạo cho một số bộ phận đặc trưng khác cho công trình ngầm như sau:

- ❖ Cổ giếng đứng, cổ giếng nghiêng, cửa hầm;
- ❖ Các đoạn hầm nối giữa các công trình ngầm với nhau (giữa giếng đứng và công trình ngầm nằm ngang hoặc nằm nghiêng, giữa các công trình ngầm nằm ngang với nhau, giữa công trình ngầm nằm ngang và công trình ngầm nằm nghiêng...);
- ❖ Phần đáy giếng đứng;...

Do các bộ phận cấu tạo này của công trình ngầm luôn có sự khác biệt nhau và phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác nhau, vì vậy chúng sẽ được thiết kế như những công trình xây dựng đặc chủng.

Việc thiết kế chúng đòi hỏi phải có những phương pháp tiếp cận riêng biệt cho từng công trình trong những điều kiện xây dựng cụ thể.

9. Kết luận

Lĩnh vực thiết kế quy hoạch, cấu tạo công trình ngầm rất phức tạp và bao gồm nhiều bài toán rất khác nhau. Tại đây, các vấn đề thiết kế không thể giải quyết đơn độc, độc lập với những bài toán liên quan khác. Lời giải của mỗi bài toán chỉ có thể trở nên hợp lý nếu chúng được xem xét trong mối quan hệ tổng thể với toàn bộ hệ thống công trình ngầm và môi trường bao quanh. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Картозия Б.А., Федунец Б.И., Шуплик М.Н. и др. Научное обоснование подземного строительства. Москва. Издательство Академии Горных Наук. 2001.
2. Попов В.Л. Проектирование строительства подземных сооружений. Москва. Издательство "Недра". 1989.
3. СНиП-II-94-80. Часть II. Глава 94. Подземные горные выработки. Москва. Строиздат. 1982. 31 стр.
4. Võ Trọng Hùng. Ổn định và bền vững công trình ngầm. Giáo trình Cao học. Trường Đại học

Mỏ-Địa chất. Hà Nội. 1996. 204 trang.

5. Võ Trọng Hùng. Tối ưu hoá thiết kế xây dựng công trình ngầm và hệ thống công trình ngầm. Giáo trình Cao học. Trường Đại học Mỏ-Địa chất. Hà Nội. 1999. 203 trang.

6. Võ Trọng Hùng. Thi công giếng đứng. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ. Hà Nội. 2012. 528 trang.

7. Võ Trọng Hùng. Công trình ngầm, không gian ngầm - Tương lai và thách thức của đô thị. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 3. Năm 2015. Trang 4÷8.

8. Võ Trọng Hùng. Thiết kế quy hoạch, cấu tạo công trình ngầm - Một số yêu cầu, khó khăn, điều kiện và quy trình thiết kế cơ bản. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 5. Năm 2015. Trang 1÷6.

Người biên tập: Hồ Sỹ Giao

SUMMARY

The paper offers some theory research results in the field of design for long-term plan, structure for underground construction. The paper's author also shows some principle problems for designing the plan, structure for underground construction.

NGHIÊN CỨU TUYỂN THAN...

(Tiếp theo trang 18)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Văn Luận. Jameson - Một thiết bị tối ưu để tuyển nổi bùn than. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 4. 2013.
2. Phạm Văn Luận. Một vài kết quả nghiên cứu tuyển nổi bùn than vùng Quảng Ninh bằng máy tuyển nổi Jameson. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 2. 2015.
3. Hasan Hacifazlioglu, Ihsan Toroglu. Optimization of design and operating parameters in a pilot scale Jameson cell for slime coal cleaning, Fuel Processing Technology Vol. 88, page 731-736. 2007.
4. T. Taşdemir, B. Öteyaka và A. Taşdemir. Air entrainment rate and holdup in the Jameson cell, Minerals Engineering, Vol. 20, page 761-765. 2007.
5. J. Cowburn, G. Harbort, E. Manlapig, Z. Pokrajcic (2006), Improving the recovery of coarse coal particles in a Jameson cell, Minerals Engineering, Vol. 19, page 609-618.
6. Matis, K. A, (1995), Flotation Science and Engineering, page 331-364, CRC Press.

Người biên tập: Trần Văn Trạch

SUMMARY

Jameson flotation machine has proved more advantages than other flotation columns when applied in froth flotation of coal slurry and this type of machines have been widely used in coal cleaning in many countries of the world. There are many factors that influence the results of coal slurry flotation of Jameson flotation machine. This paper presents the results of research on the effects of structural parameters and operating variables on the flotation performance of the Jameson flotation machine in case of Hòn Gai coal mud. Results of the research can be the premise for the next study, which aims to improve the technological regime and structural parameters of the Jameson flotation machine so that it can soon be put in coal cleaning practice of Vietnam.