



[www.mientayvn.com](http://www.mientayvn.com)

Khi đọc qua tài liệu này, nếu phát hiện sai sót hoặc nội dung kém chất lượng xin hãy thông báo để chúng tôi sửa chữa hoặc thay thế bằng một tài liệu cùng chủ đề của tác giả khác. Tài liệu này bao gồm nhiều tài liệu nhỏ có cùng chủ đề bên trong nó. Phần nội dung bạn cần có thể nằm ở giữa hoặc ở cuối tài liệu này, hãy sử dụng chức năng Search để tìm chúng.

Bạn có thể tham khảo nguồn tài liệu được dịch từ tiếng Anh tại đây:

[http://mientayvn.com/Tai\\_lieu\\_da\\_dich.html](http://mientayvn.com/Tai_lieu_da_dich.html)

Thông tin liên hệ:

Yahoo mail: [thanhlam1910\\_2006@yahoo.com](mailto:thanhlam1910_2006@yahoo.com)

Gmail: [frbwrthes@gmail.com](mailto:frbwrthes@gmail.com)

**Theo yêu cầu của khách hàng, trong một năm qua, chúng tôi đã dịch qua 16 môn học, 34 cuốn sách, 43 bài báo, 5 sổ tay (chưa tính các tài liệu từ năm 2010 trở về trước) Xem ở đây**

**DỊCH VỤ  
DỊCH  
TIẾNG  
ANH  
CHUYÊN  
NGÀNH  
NHANH  
NHẤT VÀ  
CHÍNH  
XÁC  
NHẤT**

Chỉ sau một lần liên lạc, việc dịch được tiến hành

Giá cả: có thể giảm đến 10 nghìn/1 trang

Chất lượng: Tạo dựng niềm tin cho khách hàng bằng công nghệ 1. Bạn thấy được toàn bộ bản dịch; 2. Bạn đánh giá chất lượng. 3. Bạn quyết định thanh toán.

**NHÓM XÂY DỰNG  
QUY CHUẨN CÔNG NGHỆ NHÀ CAO TẦNG**

**NHỮNG KIẾN THỨC CƠ BẢN  
VỀ CÔNG TÁC ĐO ĐẠC TRONG  
XÂY DỰNG**

Trưởng nhóm : PGS Lê Kiều ,  
Thành viên: TS Đỗ Đình Đức  
TS Trịnh Quang Vinh  
TS Ngô Văn Hợi  
Ths Nguyễn Văn Minh

## **I. NHIỆM VỤ CỦA CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA TRONG XÂY DỰNG**

Trắc địa là một khâu công việc rất quan trọng trong toàn bộ quá trình xây dựng công trình. Trong giai đoạn hiện nay, các nhà máy, xí nghiệp công nghệ cao đều bao gồm các dây chuyền sản xuất rất hiện đại liên hệ với nhau một cách chặt chẽ, chính xác vì vậy đòi hỏi về mặt độ chính xác đối với công tác trắc địa không ngừng tăng cao. Trong xây dựng dân dụng, thủy lợi và giao thông vận tải cũng tương tự như vậy. Việc xây dựng hàng loạt các nhà cao tầng ở các thành phố lớn, việc xây dựng các cầu lớn bằng công nghệ đúc hẫng, các công trình đầu mối thủy lợi, thủy điện đều đặt ra những yêu cầu rất mới về độ chính xác đối với công tác trắc địa .

Nhiệm vụ chủ yếu của công tác trắc địa trong xây dựng là: Đảm bảo cho công trình được xây dựng đúng kích thước hình học và đúng vị trí thiết kế. Chỉ khi hai yêu cầu cơ bản này được đáp ứng thì công trình mới có thể vận hành an toàn.

Để thực hiện được các nhiệm vụ trên đây cần phải tiến hành các công đoạn sau:

- Công tác khảo sát địa hình.
- Thành lập lưới khống chế cơ sở phục vụ bố trí công trình
- Thực hiện công tác bố trí chi tiết công trình .
- Kiểm tra vị trí và các kích thước hình học và độ thẳng đứng (hoặc độ dốc của các hạng mục công trình).
- Quan trắc chuyển dịch công trình

Do yêu cầu về độ chính xác của các công tác trắc địa địa hình ngày càng tăng cao cộng với các điều kiện đo đạc trên mặt bằng xây dựng thường khó khăn hơn so với các điều kiện đo đạc trong trắc địa thông thường vì phải thực hiện việc đo đạc trong một không gian chật hẹp, có nhiều thiết bị và phương tiện vận tải hoạt động gây ra các chấn động và các vùng khí hậu có gradient nhiệt độ đôi khi rất lớn. Trong điều kiện như vậy, nhiều máy móc trắc địa thông thường không đáp ứng được các yêu cầu độ chính xác đặt ra. Vì lý do trên nên trong xây dựng thường phải sử dụng các thiết bị hiện đại có độ chính xác và ổn định cao và đôi khi phải chế tạo các thiết bị chuyên dùng.

Đi đôi với việc nâng cao chất lượng công tác trắc địa công trình trên các mặt bằng xây dựng cần có các cán bộ tư vấn giám sát chuyên sâu về trắc địa. Cũng như các cán bộ tư vấn giám sát thuộc các bộ môn khác, các cán bộ tư vấn giám sát về trắc địa có nhiệm vụ thay mặt bên A giám sát chất lượng thi công công tác trắc địa của các nhà thầu trên công trình và tư vấn cho các cán bộ kỹ thuật trắc địa của các nhà thầu về giải pháp kỹ thuật để hoàn thành tốt các nhiệm vụ đặt ra góp phần đảm bảo cho việc thi công xây dựng công trình đúng tiến độ với chất lượng cao nhất.

## II. CÁC HỆ TOẠ ĐỘ DÙNG TRONG XÂY DỰNG

Trong xây dựng vị trí của các hạng mục công trình, các kết cấu... đều được cho trên các bản vẽ thiết kế bằng các giá trị toạ độ X, Y, H trong đó toạ độ X và Y xác định vị trí của một điểm trên mặt phẳng, H là độ cao của điểm đó so với một mặt chuẩn nào đó. Mặt chuẩn này có thể là mặt nước biển dùng trong hệ độ cao nhà nước (sea level) nó cũng có thể là mặt đất trung bình của mặt bằng thi công xây dựng (ground level) hoặc độ cao theo mặt phẳng được quy định là ( 0 của nhà máy hoặc công trình (plan level).

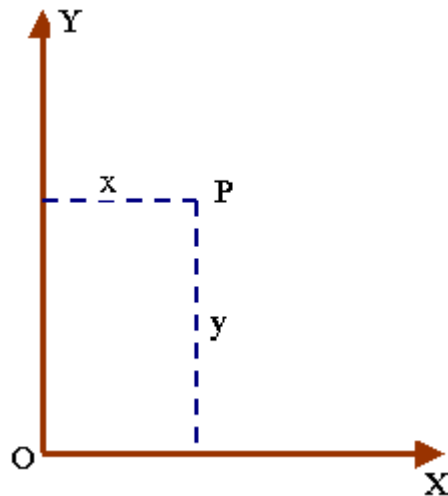
Hiện nay trong thực tế xây dựng có hai hệ thống toạ độ được sử dụng đó là: hệ toạ độ độc lập và hệ toạ độ quốc gia.

### 1 Hệ toạ độ độc lập

#### 1.1 Cách dựng hệ toạ độ độc lập

Hệ toạ độ độc lập hay còn gọi là hệ toạ độ qui ước hay hệ toạ độ giả định được xác lập bởi hai đường thẳng vuông góc với nhau, trục đứng ký hiệu là Y (trục tung), trục ngang ký hiệu là X (trục hoành). Giao điểm của hai trục này (thường ký hiệu là O) gọi là gốc toạ độ (H.II.1.1)

Với hệ trục toạ độ nh- trên, bất kỳ một điểm P nào trên mặt phẳng cũng đ- ợc xác định bởi một cặp số thực (x,y) - chính là khoảng cách từ điểm đang xét tới các trục t- ong ứng, và gọi là toạ độ phẳng vuông góc của của nó. Trong cặp số thực này giá trị hoành độ x đ- ợc viết tr- ớc còn tung độ y đ- ợc viết sau.



H.II.1.1 Hệ toạ độ độc lập

#### 1.2 Tính chất của hệ toạ độ độc lập

Hệ toạ độ độc lập có một số tính chất quan trọng sau đây:

a. Hệ toạ độ độc lập có thể được định hướng tùy ý trong mặt phẳng.

Vì đây là hệ toạ độ độc lập nên ban đầu chúng ta có thể định hướng một trong hai trục (X hoặc Y) một cách tùy ý. Thông thường người ta thường định hướng trục X hoặc Y song song hoặc vuông góc với trục chính của công trình. Với cách định hướng các trục toạ độ như vậy việc tính toán toạ độ của các điểm trên mặt bằng sẽ trở nên đơn giản rất nhiều.

b. *Gốc tọa độ của hệ tọa độ độc lập có thể được chọn tùy ý*

Thực chất của vấn đề này là sau khi chúng ta đã chọn định hướng cho các trục tọa độ chúng ta có thể tịnh tiến chúng đi một lượng tùy ý. Thông thường người ta thường tịnh tiến gốc tọa độ xuống điểm thấp nhất ở góc bên trái và phía dưới của công trình và gán cho nó một giá trị tọa độ chẵn. Với gốc tọa độ như vậy thì giá trị tọa độ của tất cả các điểm trên mặt bằng xây dựng đều mang dấu (+) điều này hạn chế được các sai lầm trong việc tính toán và ghi chép tọa độ của các điểm.

### **1.3 Phạm vi ứng dụng của hệ tọa độ độc lập**

Hệ tọa độ độc lập rất tiện lợi nhưng nó chỉ có thể được sử dụng trong một phạm vi hẹp khoảng vài km<sup>2</sup> trở lại tức là trong khuôn khổ một khu vực đủ nhỏ mà ở đó mặt cầu của trái đất có thể coi là mặt phẳng. Trong các khu vực có quy mô lớn hơn sẽ không sử dụng hệ tọa độ qui ước được mà phải sử dụng hệ tọa độ quốc gia.

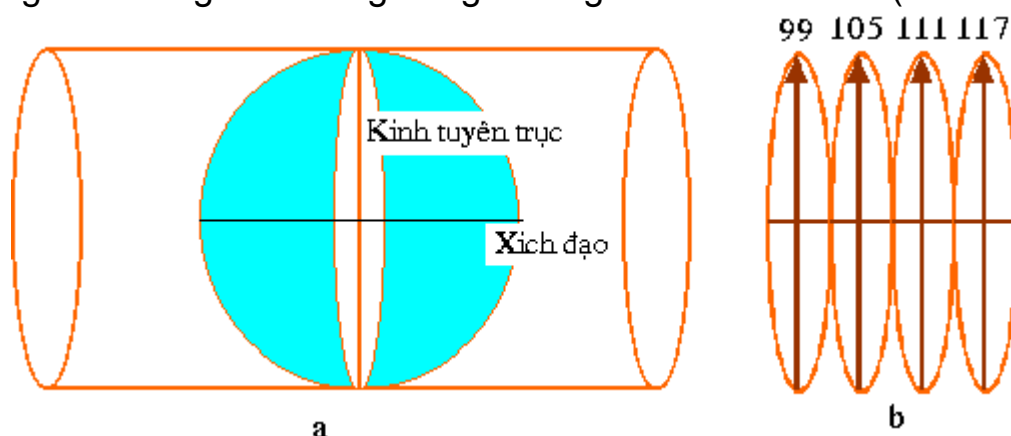
## **2 Hệ tọa độ quốc gia**

### **2.1 Thiết lập hệ tọa độ quốc gia**

Hệ tọa độ quốc gia là hệ tọa độ thống nhất sử dụng chung trong phạm vi toàn quốc. Trước năm 2000 ở nước ta sử dụng hệ tọa độ HN-72, elipxoit WGS-84, lưới chiếu Gauss Kriugher. Từ năm 2000 trở lại đây chúng ta chuyển sang sử dụng hệ tọa độ VN-2000 lưới chiếu UTM.

Vì trái đất của chúng ta là hình cầu trong khi đó các bản vẽ thiết kế công trình xây dựng, các bản đồ địa hình vv... đều được thể hiện trên một mặt phẳng là mặt tờ giấy vì vậy người ta phải chiếu mặt đất lên một mặt phẳng.

Trong hệ tọa độ HN-72 chúng ta sử dụng phép chiếu Gauss Kriugher. Đây là phép chiếu hình trụ ngang đồng góc, nghĩa là để biểu diễn mặt đất trên mặt phẳng người ta lồng trái đất vào trong một hình trụ ngang có đường kính đúng bằng đường kính của trái đất (Hình II.2.2a)



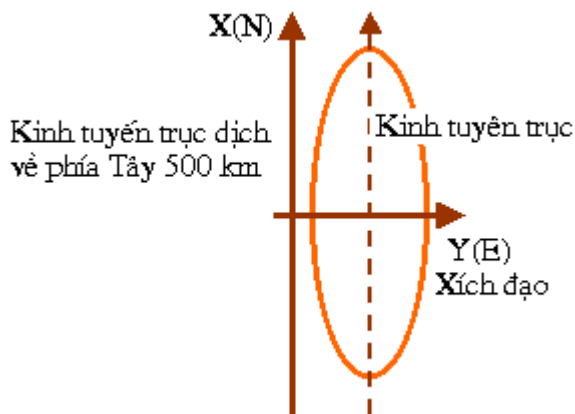
#### **H.II.2.1 Phép chiếu hình trụ ngang**

Như vậy trái đất sẽ tiếp xúc với hình trụ này và giao của mặt hình trụ sẽ là đường tròn, đường tròn này đi qua hai cực của trái đất và được gọi là kinh tuyến trục. Để biểu diễn các điểm của mặt đất lên mặt phẳng

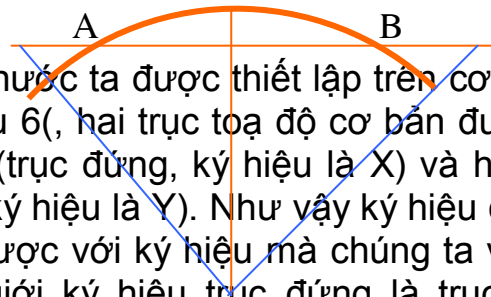
trước tiên người ta chiếu từ tâm trái đất ra mặt hình trụ sau đó mở trải hình trụ ra chúng ta sẽ được mặt phẳng

Đĩ nhiên với cách chiếu như trên thì chỉ có các điểm nằm trên kinh tuyến trục là không bị biến dạng còn lại tất cả các điểm khác đều bị biến dạng. Các điểm càng cách xa kinh tuyến trục càng bị biến dạng nhiều.

Để hạn chế biến dạng khi biểu diễn mặt đất lên mặt phẳng người ta chỉ chiếu riêng từng phần mặt đất lên mặt phẳng. Thông thường người ta chia mặt đất bằng các đường kinh tuyến thành các múi có bề rộng 60 (hoặc 30) và lần lượt chiếu các múi này lên mặt phẳng ta sẽ



được hình dạng bề mặt trái đất biểu diễn trên mặt phẳng h.II.2b



Hệ tọa độ vuông góc cơ bản của nước ta được thiết lập trên cơ sở phép chiếu hình trụ ngang với múi chiếu 6(, hai trục tọa độ cơ bản được chọn là hình chiếu của kinh tuyến trục (trục đứng, ký hiệu là X) và hình chiếu của đường xích đạo (trục ngang, ký hiệu là Y). Như vậy ký hiệu các trục tọa độ trong hệ tọa độ quốc gia ngược với ký hiệu mà chúng ta vẫn thường dùng. Một số nước trên thế giới ký hiệu trục đứng là trục N (hướng bắc) và trục ngang là E (hướng Đông) để tránh nhầm lẫn.

Nếu gán giá trị  $X_0=0, Y_0=0$  cho giao điểm của kinh tuyến trục và đường xích đạo thì toàn bộ các điểm nằm phía tây của kinh tuyến trục sẽ có giá trị Y(E) mang dấu (-). Để tránh điều này người ta gán cho điểm O giá trị  $Y_0 = 500.000m$ . Như vậy tất cả các điểm sẽ có giá trị tọa độ (+) điều này tránh được phiền phức và nhầm lẫn trong ghi chép và tính toán.

Hệ tọa độ vuông góc chúng ta xét trên đây chính là hệ tọa độ HN-72. Toàn bộ lãnh thổ nước ta (kể cả phần thêm lục địa) gồm 3 múi 6( với kinh tuyến trục 105, 111 và 117. Để giảm độ biến dạng người ta còn sử dụng các múi 3( với kinh tuyến trục 105( , 108( , 111(, 114( và 117(. Các số liệu tọa độ của các điểm khống chế nhà nước và các bản đồ địa hình đều do tổng cục địa chính quản lý thống nhất. Khi cấp tọa độ ngoài

các giá trị tọa độ x và y của các điểm bao giờ người ta cũng cấp thêm các thông tin như kinh tuyến trực và lưới chiếu của hệ tọa độ đang dùng.

Hệ tọa độ VN-2000 mà chúng ta sử dụng hiện nay thực chất cũng là phép chiếu hình trụ ngang. Phép chiếu này chỉ khác phép chiếu Gauss ở chỗ là hệ số chiều dài ở kinh tuyến trực  $m_0$  không phải bằng 1,000 như phép chiếu Gauss mà bằng 0,9996 nghĩa là ở kinh tuyến trực chiều dài đo trên bản vẽ sẽ nhỏ hơn chiều dài thực trên mặt đất. Trong phép chiếu này có hai vị trí A và B không bị biến dạng, các điểm nằm giữa A và B có biến dạng âm (kích thước của các đối tượng trên bản vẽ nhỏ hơn kích thước của chúng trên mặt đất) ngược lại các điểm nằm ngoài A và B có biến dạng dương nghĩa là kích thước đo trên bản vẽ sẽ lớn hơn kích thước trên mặt đất trong khi đó đối với phép chiếu Gauss trừ các điểm nằm trên kinh tuyến trực ở tất cả các vị trí khác kích thước của các yếu tố trên bản vẽ đều lớn hơn kích thước thực tế trên mặt đất. Độ biến dạng do phép chiếu được xác định theo công thức:

Trong đó  $y_m$  là giá trị tọa độ y trung bình của đoạn thẳng đang xét.

R- Bán kính của trái đất ( $R = 6371\text{km}$ )

Có thể coi phép chiếu UTM dùng trong hệ tọa độ VN-2000 hiện nay là phép chiếu hình trụ ngang tổng quát với hệ số chiều dài  $m = G$ , trong đó  $m_0$  là hệ số chiều dài tại kinh tuyến trực ( $m_0=1$  trong phép chiếu Gauss Kriugher dùng trong hệ tọa độ HN-72).

Từ đây chúng ta có thể rút ra một tính chất đặc biệt của hệ tọa độ Nhà nước đó là hệ số chiều dài tại các điểm khác nhau trên mặt đất là không giống nhau. Tính chất này của hệ tọa độ nhà nước gây ra rất nhiều phiền toái cho người sử dụng đặc biệt là những người không hiểu thật sự sâu sắc về hệ tọa độ này.

## **2.2 Những vấn đề trực trặc thường gặp phải khi sử dụng hệ tọa độ nhà nước trên các công trình xây dựng**

Thông thường khi lập dự án xây dựng một công trình nào đó chủ yếu đầu tư thường yêu cầu một cơ quan đo đạc thực hiện công tác đo đạc khảo sát trắc địa - địa hình để lấy số liệu lập báo cáo khả thi và phục vụ thiết kế công trình. Đối với công trình có qui mô nhỏ người ta sử dụng hệ tọa độ độc lập, đối với các công trình có qui mô lớn bắt buộc phải sử dụng hệ tọa độ quốc gia.

Khi sử dụng hệ tọa độ quốc gia do chủ đầu tư và cơ quan thiết kế không am hiểu sâu sắc về hệ tọa độ này nên không lưu ý đến biến dạng của nó dẫn đến không có sự tương thích giữa khoảng cách thực trên mặt đất và khoảng cách thiết kế trên bản vẽ. Nếu biến dạng do lưới chiếu quá lớn thì sẽ gây rất nhiều phiền phức trong quá trình thi công xây lắp công trình. Vấn đề rắc rối này thực tế chúng tôi đã phải đối mặt rất nhiều lần trên một số mặt bằng xây dựng các nhà máy và các cầu lớn ở nước ta.



Quy phạm công tác trắc địa trong xây dựng có nêu rõ: Hệ tọa độ dùng trong xây dựng phải đảm bảo sao cho biến dạng chiều dài do lưới chiếu không vượt quá 1/200.000. Để đảm bảo được điều này cần phải chọn kinh tuyến trục cho hợp lý. Đối với hệ tọa độ VN-2000 hoặc HN-72 nên chọn hệ số chiều dài tại kinh tuyến trục  $m_0 = 1$  và chọn lưới chiếu sao cho khu vực xây dựng nằm cách kinh tuyến trục không quá 20km việc tính chuyển có thể được thực hiện bằng một chương trình do chúng tôi đã lập sẵn.

Như vậy để đảm bảo biến dạng chiều dài do lưới chiếu không vượt quá 1/200.000 trước hết cần xem xét giá trị tọa độ Y (E) của các điểm trên mặt bằng xây dựng. Nếu  $(Y-500.000) < 20.000$  nghĩa là khu vực xây dựng cách kinh tuyến trục không quá 20km và sai lệch chiều dài giữa 2 điểm đo trên mặt đất và chiều dài của nó trên bản vẽ không vượt quá giá trị 1/200000. Ngược lại nếu  $(Y-500.000) > 20.000$  thì cần phải tính chuyển tọa độ sao cho kinh tuyến trục đi vào giữa hoặc sát mặt bằng xây dựng.

Trong xây dựng các tuyến đường giao thông đôi khi vấn đề lại xảy ra ở một khía cạnh khác đó là cùng một điểm trên thực tế (thường là chỗ tiếp giáp của hai nhà thầu khác nhau) nhưng tọa độ do hai nhà thầu xác định lại sai khác nhau rất lớn. Điều này xảy ra khi hai nhà thầu sử dụng hai kinh tuyến trục khác nhau. Để giải quyết vấn đề này chỉ cần tính chuyển tọa độ của hai nhà thầu về cùng một kinh tuyến trục.

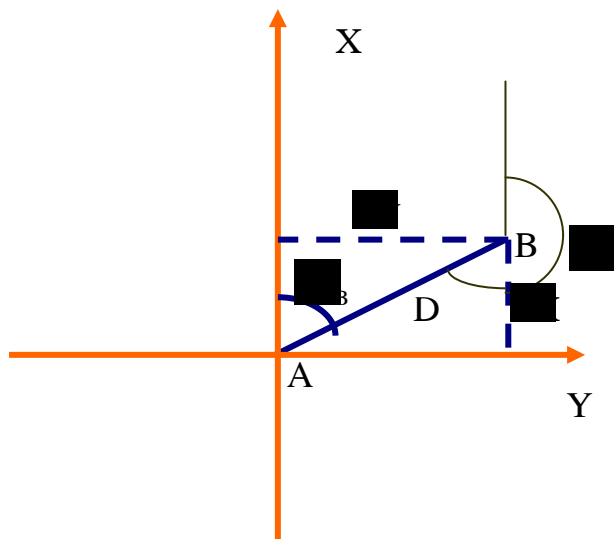
Nhìn chung nếu mặt bằng xây dựng không lớn lắm thì tốt nhất nên sử dụng hệ tọa độ qui ước (độc lập). Còn trong trường hợp sử dụng tọa độ quốc gia cho các công trình xây dựng thì cần lưu ý đến độ biến dạng do lưới chiếu của hệ tọa độ này.

### III. CÁC BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN TỌA ĐỘ CỦA CÁC ĐIỂM

Trong thực tế xây dựng các công trình, trong quá trình làm công tác tư vấn giám sát các kỹ sư xây dựng, kỹ sư tư vấn giám sát thường xuyên phải sử dụng đến tọa độ của các điểm. Dưới đây chúng tôi xin giới thiệu một số bài toán cơ bản liên quan đến tọa độ của các điểm.

#### 1. Bài toán xác định tọa độ của các điểm theo chiều dài và góc phương vị (bài toán thuận)

Để xác định tọa độ của các điểm chúng ta cần đưa thêm vào một khái niệm mới đó là góc phương vị.



### Hình III.1.1 Xác định tọa độ của một điểm

Góc phương vị của một đoạn thẳng là góc theo chiều kim đồng hồ hợp bởi hướng bắc của hệ trục tọa độ (hoặc đường thẳng song song với nó) và đoạn thẳng đang xét.

Với đoạn thẳng AB như hình III.1, muốn xác định phương vị của đoạn AB (ký hiệu là  $(AB)$ ) thì từ điểm A ta kẻ một đoạn thẳng song song với trục N và ta có được góc phương vị  $(AB)$  như hình vẽ.

Giả sử ta đứng tại điểm B nhìn về phía điểm A, Theo quy tắc nói trên ta sẽ xác định được  $(BA)$  bằng cách kẻ từ B một đoạn thẳng song song với trục N như cách làm khi xác định phương vị  $(AB)$  ta sẽ có được góc  $(BA)$ . Góc  $(BA)$  gọi là phương vị ngược của  $(AB)$ .

Từ hình vẽ ta thấy  $(BA) = (AB) + 180^\circ$  nghĩa là góc phương vị ngược của một cạnh nào đó bằng góc phương vị xuôi của nó cộng thêm 180°.

Giả sử điểm A đã biết trước tọa độ  $(N_A, E_A)$ , ngoài ra chúng ta cũng biết góc  $(AB)$  và chiều dài  $S_{AB}$ . Theo hình vẽ ta sẽ có:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X_{AB} &= S_{AB} \cos \alpha_{AB} \\ \Delta Y_{AB} &= S_{AB} \sin \alpha_{AB} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

(N và E là số gia tọa độ của điểm B so với điểm A.

Tọa độ của điểm B sẽ được xác định theo công thức:

$$\left. \begin{aligned} X_B &= X_A + \Delta X_{AB} \\ Y_B &= Y_A + \Delta Y_{AB} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Như vậy chúng ta đã xác định được tọa độ của điểm B. Điều kiện cần thiết để xác định được tọa độ là phải biết khoảng cách S và góc phương vị  $(\alpha)$ . Khoảng cách S chúng ta có thể dùng các phương tiện đo chiều dài để đo còn việc tính góc phương vị chúng tôi sẽ đề cập ở phần sau.

## 2. Bài toán xác định góc phương vị và chiều dài theo tọa độ của các điểm (bài toán nghịch).

Bài toán ngược rất hay được sử dụng để bố trí các điểm từ bản vẽ ra thực tế. Ngoài ra nó còn được sử dụng trong kiểm tra, nghiệm thu công trình.

Từ công thức (2) ta có

$$\begin{aligned} \Delta X_{AB}^2 &= D^2 \cos^2 \alpha_{AB} \\ \Delta Y_{AB}^2 &= D^2 \sin^2 \alpha_{AB} \end{aligned}$$

$$D = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2} \quad (4)$$

$$\alpha_{AB} = \text{Arctg} \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} \quad (5)$$

Khi giải bài toán này cần chú ý xét dấu của (N và E để tránh các sai lầm. Từ hệ trục tọa độ vuông góc và định nghĩa góc phương vị ta có bảng xét dấu như sau:

$0 < \alpha < 90^\circ$	+	+
$90^\circ < \alpha < 180^\circ$	-	+
$180^\circ < \alpha < 270^\circ$	-	-
$270^\circ < \alpha < 360^\circ$	+	-

Các bài toán xuôi và ngược đã được lập trình sẵn cài vào trong các máy tính cầm tay loại kỹ thuật (Scientific calculator). Các kỹ sư tư vấn giám sát, các cán bộ kỹ thuật trên công trường nên mang theo nó ra ngoài hiện trường và cần biết sử dụng thành thạo các chương trình này.

#### IV. LƯỚI KHÔNG CHẾ TỌA ĐỘ TRÊN CÁC MẶT BẰNG XÂY DỰNG

##### 1. Vai trò của lưới khống chế

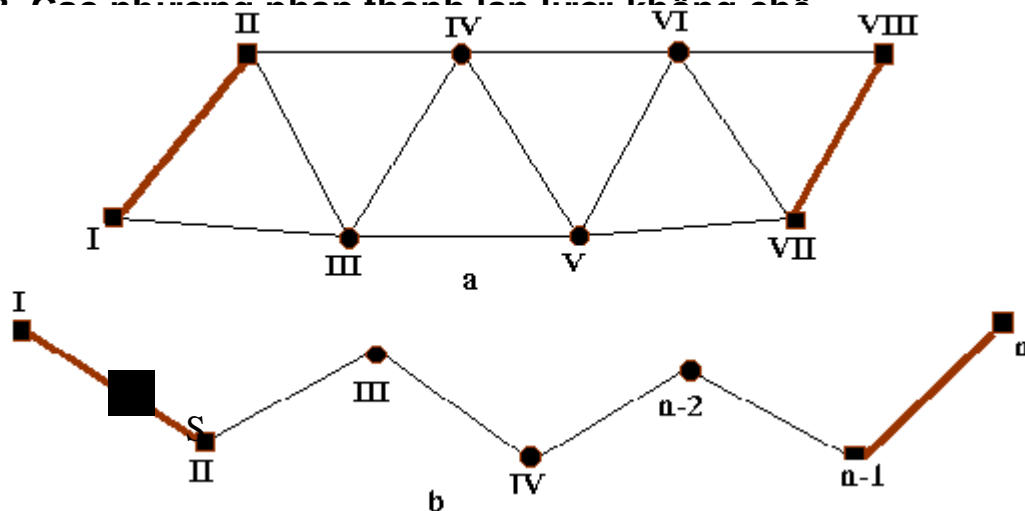
Để đảm bảo cho công trình được xây dựng đúng vị trí và đúng kích thước hình học đã thiết kế thì trên mặt bằng xây dựng phải có một hệ thống các điểm có tọa độ, được đánh dấu chính xác và kiên cố bằng các mốc bê tông. Các điểm này tạo nên một lưới gọi là lưới khống chế tọa độ trên mặt bằng xây dựng. Ngoài tọa độ X(N) và Y(E) người ta còn dẫn cả độ cao vào các điểm này.

Như vậy, dựa vào các điểm của lưới khống chế mặt bằng và độ cao chúng ta có thể thực hiện các công tác bố trí, đo đạc kiểm tra, nghiệm thu và đo vẽ hoàn công công trình.

##### 2. Mật độ của các điểm khống chế

Mật độ của các điểm trong lưới khống chế tùy thuộc vào yêu cầu độ chính xác bố trí và mật độ của các hạng mục trên mặt bằng. Theo TCVN, nếu không có những yêu cầu đặc biệt thì đối với các công trình xây dựng công nghiệp, cứ 2-3 ha có một điểm khống chế nhưng tối thiểu trên mặt bằng phải có 4 điểm. Nhìn chung các điểm được phân bố rải đều trên mặt bằng. Những khu vực có hạng mục với các dây chuyền chính xác mật độ các điểm khống chế phải dày hơn, ngược lại ở các khu vực khác mật độ, điểm khống chế có thể thưa hơn.

2. Các phương pháp thành lập lưới khống chế



ng người  
đo tất cả  
n giác đo

### **Hình IV.1 Sơ đồ lưới khống chế mặt bằng**

Muốn xác định được tọa độ của các điểm trên mặt bằng thì ít nhất chúng ta phải biết được tọa độ của một điểm (ví dụ điểm I) chiều dài của một cạnh (ví dụ  $I-II = D$ ) và phương vị của một cạnh (ví dụ  $(\alpha)$  khi đó giải các tam giác ta sẽ xác định được chiều dài của tất cả các cạnh còn lại và dựa vào các góc đo và góc  $(\alpha)$  ta có thể xác định được phương vị của chúng lúc đó chúng ta dễ dàng xác định được tọa độ của tất cả các điểm còn lại trên mặt bằng bằng cách giải bài toán xuôi như đã trình bày ở trên.

Thông thường lưới khống chế dựa vào một cạnh khởi đầu gồm 2 điểm đã biết tọa độ (ví dụ điểm I và II) dựa vào tọa độ của cặp điểm này chúng ta có thể xác định được chiều dài  $D$  và góc phương vị  $(\alpha)$  của cạnh khởi đầu bằng bài toán ngược và từ đó xác định được tọa độ của các điểm khác.

Với một cặp điểm gốc như vậy chúng ta chỉ có thể đủ dữ liệu để tính toán tọa độ cho mạng lưới. Nếu vì một lý do nào đó tọa độ của một trong 2 điểm (I hoặc II) bị sai thì chúng ta không có cách nào phát hiện ra vì vậy để kiểm tra kết quả thành lập lưới khống chế tọa độ ít nhất phải có hai cặp điểm đã biết trước, một cặp ở đầu này còn một cặp ở đầu kia của lưới.

Cũng với mục đích kiểm tra kết quả đo đạc, tuy mỗi tam giác chỉ cần đo hai góc là đủ nhưng trong quy định bắt buộc phải đo cả 3 góc. Việc đo thêm góc thứ 3 gọi là đại lượng đo thừa nhưng tạo điều kiện cho việc kiểm tra kết quả đo thực địa mà còn tạo điều kiện cho việc áp dụng các thuật toán xử lý số liệu nâng cao độ tin cậy của các kết quả đo.

#### **3.1.2. Lưới tam giác đo cạnh**

Lưới tam giác đo cạnh có kết cấu giống lưới tam giác đo góc. Tuy nhiên trong lưới thay vì đo tất cả các góc người ta đo tất cả các cạnh. Dựa vào các cạnh đo người ta tính ra được tất cả các góc trong tam giác. Tiếp theo việc xác định tọa độ của các điểm sẽ giống như lưới tam giác đo góc.

Nhược điểm của lưới tam giác đo cạnh là không có đại lượng đo thừa vì vậy không có thể kiểm tra và phát hiện được sai sót trong quá trình đo đạc. Muốn kiểm tra được cần phải tạo ra các đồ hình phức tạp hơn như lưới tứ giác đo 2 đường chéo hoặc hệ thống trung tâm.

Đối với các mạng lưới khống chế yêu cầu độ chính xác cao người ta sử dụng lưới tam giác đo góc cạnh kết hợp nghĩa là trong các tam giác người ta đo tất cả các góc và các cạnh.

#### **3.2. Phương pháp đường chuyền**

Đường chuyền là một dạng cơ bản của lưới khống chế mặt bằng nhất là trong giai đoạn hiện nay các máy đo xa điện tử và toàn đạc điện tử đang ngày càng trở nên phổ biến rộng rãi.

Theo định nghĩa đường chuyền là một đường gãy khúc bao gồm các cạnh và các góc đo nối tiếp với nhau như H. IV.1b

Cũng như lưới tam giác, muốn xác định được tọa độ của các điểm trong lưới thì đường chuyền phải xuất phát từ một cạnh gốc có tọa độ đã biết (cạnh I-II) gọi là cạnh gốc. Để kiểm tra, đường chuyền phải kết thúc tại một cạnh gốc gồm 2 điểm đã biết trước tọa độ giống hệt như lưới tam giác.

Đối với một mặt bằng xây dựng có thể thành lập lưới khống chế mặt bằng dưới dạng một đường chuyền khép kín

Đối với đường chuyền như H.IV.1b ta có:

$$\begin{aligned} \alpha_{III} &= \alpha_{II} + \beta_{II} - 180^{\circ} \\ \alpha_{IV} &= \alpha_{III} + \beta_{III} - 180^{\circ} \\ &\dots\dots\dots \\ \alpha_{V-XV} &= \alpha_{II-XIV} + \beta_{II-XIV} - 180^{\circ} \end{aligned}$$

Như vậy chúng ta tính được góc phương vị của tất cả các cạnh trong đường chuyền, cộng thêm các cạnh đo trực tiếp D1, D2,.....DN có thể tính được số gia tọa độ (X và Y) cho tất cả các cạnh và từ đó tính được tọa độ của tất cả các điểm trong lưới.

Ưu điểm của phương pháp đường chuyền là rất linh hoạt, từ một điểm chỉ cần nhìn thông đến 2 điểm lân cận vì vậy rất tiện lợi cho việc sử dụng trên các mặt bằng xây dựng .

### **3.3 Phương pháp sử dụng công nghệ GPS**

Hệ thống định vị toàn cầu (Global Positioning System - GPS) là kết quả ứng dụng thành tựu mới nhất của khoa học công nghệ trong lĩnh vực đo đạc. Hiện nay hệ thống này đã được ứng dụng rất rộng rãi trong việc thành lập lưới khống chế tọa độ quốc gia và trong các lĩnh vực trắc địa công trình .

Ưu điểm của công nghệ GPS là có thể xác định tọa độ của các điểm mà không cần tầm nhìn thông đến các điểm lân cận như phương pháp tam giác hoặc phương pháp đường chuyền. Trong những phương pháp này cũng có nhược điểm là phải có tầm thông thoáng tới các vệ tinh ở trên trời, điều kiện này đôi khi khó đảm bảo đối với các mặt bằng đang xây dựng. Mặt khác, giá thành của công nghệ này hiện đang còn cao nên việc sử dụng nó còn hạn chế.

## **4. Đặc điểm của lưới khống chế tọa độ trên mặt bằng xây dựng công trình**

Lưới khống chế tọa độ trên mặt bằng xây dựng có một số đặc điểm riêng so với lưới khống chế tọa độ quốc gia. Các đặc điểm đó là:

- So với lưới khống chế toạ độ quốc gia cùng cấp hạng, lưới khống chế toạ độ trên mặt bằng xây dựng công trình (gọi tắt là lưới trắc địa công trình ) thường có cạnh ngắn hơn. Việc đo đạc các yếu tố trong lưới được thực hiện trong điều kiện khó khăn hơn và yêu cầu về sai số vị trí điểm trong lưới lại chặt chẽ hơn.

- Về hình dạng của lưới tùy thuộc vào phương pháp bố trí công trình và trang thiết bị của đơn vị thi công. Nếu đơn vị thi công không có các thiết bị hiện đại như máy móc TĐĐT thì lưới TĐCT được lập dưới dạng các hình vuông hoặc hình chữ nhật có các cạnh song song với trục chính của công trình để các đơn vị thi công có thể bố trí công trình theo phương pháp toạ độ vuông góc. Nếu các đơn vị thi công có thiết bị hiện đại thì có thể thành lập lưới khống chế có hình dạng tùy ý miễn là đảm bảo độ chính xác và đủ mật độ để bố trí công trình.

### **5. Quy trình thành lập lưới khống chế trắc địa công trình**

Việc thành lập lưới khống chế TĐCT được thực hiện sau khi đã sơ bộ san lấp và vệ sinh mặt bằng. Trình tự thành lập lưới như sau:

- \*. Lập phương án kỹ thuật gồm các nội dung chính sau:
  - Mục đích, yêu cầu của việc thành lập lưới TĐCT .
  - Thiết kế kỹ thuật lưới TĐCT .
  - Đánh giá phương án thiết kế
  - Thiết kế các mốc của lưới TĐCT
- \*. Khảo sát thực địa để chính xác hoá lại phương án thiết kế
- \*. Chọn điểm và chôn mốc ngoài thực địa
- \*. Đo góc và đo cạnh và đo độ cao trong lưới.
- \*. Xử lý toán học các kết quả đo đạc trong lưới, xuất bản toạ độ và độ cao của các mốc.
- \*. Bàn giao lưới và các tài liệu liên quan cho các đơn vị thi công.

TCXDVN quy định việc thành lập lưới khống chế toạ độ trên mặt bằng xây dựng là trách nhiệm của chủ đầu tư. Chủ đầu tư phải bàn giao lưới khống chế toạ độ cho các nhà thầu chậm nhất là 2 tuần trước khi tiến hành thi công công trình.

### **V. ĐO ĐẠC KIỂM TRA TRÊN CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG**

Đo đạc kiểm tra đóng một vai trò rất quan trọng trong quá trình thi công xây lắp công trình. Dựa vào đo đạc kiểm tra chúng ta có khả năng kịp thời phát hiện các sai lệch vượt quá dung sai cho phép để tiến hành chỉnh sửa và rút kinh nghiệm cho công tác xây lắp trong các giai đoạn tiếp theo.

Nội dung công tác đo đạc kiểm tra gồm:

- Đo đạc kiểm tra độ ổn định của các mốc khống chế mặt bằng và độ cao.
- Đo đạc kiểm tra vị trí mặt bằng của các hạng mục đã bố trí.
- Đo đạc kiểm tra kích thước hình học của các hạng mục.

- Đo đạc kiểm tra độ thẳng đứng của các hạng mục và các kết cấu.
- Đo đạc kiểm tra độ phẳng của các bề mặt.

## **1. Đo đạc kiểm tra độ ổn định của các mốc khống chế mặt bằng và độ cao.**

Theo quy định của quy phạm, phải tiến hành đo đạc kiểm tra độ ổn định của các mốc khống chế mặt bằng một cách định kỳ. Thông thường trước khi khởi công xây dựng công trình cần đo đạc kiểm tra các mốc chuẩn sau đó cứ sáu tháng một lần cần tiến hành đo kiểm tra các mốc này, thời điểm đo nên chọn vào đầu mùa mưa và đầu mùa khô. Ngoài ra cần phải đo kiểm tra đột xuất, bất thường nếu có dấu hiệu hoặc xuất hiện nguy cơ có thể làm mốc bị dịch chuyển như: mốc bị các phương tiện vận tải đè lên, mốc nằm ở khu vực thi công móng, gần khu vực đóng cọc vv... Việc đo kiểm tra có thể thực hiện cho toàn bộ mạng lưới hoặc chỉ cần kiểm tra sát xuất một số khu vực cần thiết.

Để thực hiện việc đo kiểm tra độ ổn định của các mốc khống chế mặt bằng và độ cao được thực hiện bằng các thiết bị và các phương pháp đo có độ chính xác tương đương với khi thành lập lưới khống chế. Tất cả các máy sử dụng để đo đạc kiểm tra đều phải được kiểm nghiệm và hiệu chỉnh theo đúng yêu cầu của qui phạm chuyên ngành.

Các điểm được coi là ổn định nếu sai lệch về tọa độ hoặc độ cao của nó không vượt quá 2 lần sai số trung phương vị trí điểm (hoặc cao độ) được đánh giá dựa vào kết quả bình sai chằng chẽ mạng lưới.

## **2. Đo đạc kiểm tra vị trí mặt bằng của các hạng mục.**

Trong một nhà máy hiện đại, các hạng mục liên quan với nhau trong một dây chuyền công nghệ chặt chẽ, chính xác. Bất kỳ một sự sai lệch nào vượt quá dung sai cho phép cũng dẫn đến những trục trặc khó khăn trong khâu lắp máy, thậm chí làm cho toàn bộ dây chuyền không chế hoạt động bình thường được. Vì vậy, việc đo đạc kiểm tra vị trí mặt bằng của các hạng mục đóng một vai trò hết sức quan trọng.

Vị trí mặt bằng của các hạng mục công trình được đo bằng tọa độ của các điểm đặc trưng cụ thể như sau:

- Vị trí của các hạng mục là hình vuông hoặc hình chữ nhật được cho bằng tọa độ của 4 góc.

- Vị trí của các hạng mục hình tuyến (đường giao thông, hệ thống ống dẫn nổi hoặc ngầm) được cho bằng tọa độ của các điểm đặc trưng như các đỉnh góc ngoặt, các chỗ giao cắt nhau, các điểm cơ bản của đường cong tròn và đường cong chuyển tiếp (nếu có).

- Vị trí của các hạng mục có dạng hình tròn (ống khói, silô chứa vật liệu rời) được cho bởi tọa độ tâm của hạng mục vv...

Vị trí mặt bằng của các hạng mục tốt nhất nên kiểm tra bằng máy toàn đạc điện tử. Trong trường hợp không có máy toàn đạc điện tử thì có thể sử dụng phương pháp tọa độ cực hoặc phương pháp tọa độ

vuông góc bằng cách sử dụng máy kinh vĩ và thước thép đã kiểm nghiệm. Hạn sai cho phép khi kiểm tra vị trí mặt bằng của các hạng mục được cho trong các tài liệu thiết kế hoặc các tiêu chuẩn, quy phạm chuyên ngành.

Cần lưu ý rằng độ chính xác xác định toạ độ bằng các máy TĐĐT hoặc phương pháp toạ độ cực bằng máy kinh vĩ và thước thép phụ thuộc rất nhiều vào khoảng cách từ điểm đặt máy tới vị trí điểm kiểm tra. Nếu muốn kiểm tra toạ độ của các điểm với sai số không vượt quá (10 mm thì không nên đặt máy cách xa điểm kiểm tra quá 100m điều này có nghĩa là lưới khống chế mặt bằng phải có mật độ hợp lý như đã nêu ở phần trên.

Đối với các hạng mục ở các tầng lắp ráp trên cao trước khi kiểm tra vị trí mặt bằng cần phải chuyển toạ độ từ mặt bằng cần phải chuyển toạ độ từ mặt bằng cơ sở lên mặt bằng lắp ráp đang làm việc. Phương pháp chuyển toạ độ sẽ được đề cập đến trong phần sau.

### **3. Kiểm tra kích thước hình học của các hạng mục, các cấu kiện**

Kích thước hình học của các hạng mục, các cấu kiện cần kiểm tra gồm:

- Chiều dài, chiều rộng của các hạng mục hoặc các cấu kiện đổ tại chỗ (nhà xưởng, cột, tường, dầm)...
- Khoảng cách giữa các trục
- Bán kính của các hạng mục hoặc cấu kiện hình tròn (silô, ống khói, đường ống dẫn nước vv...).

Chiều dài, chiều rộng, khoảng cách giữa các trục, bề dày của các cấu kiện tốt nhất nên kiểm tra bằng thước thép chuẩn đã được kiểm nghiệm nếu điều kiện cho phép. Trường hợp không thể kiểm tra được bằng thước thép các yếu tố trên do bị vướng các gờ, vướng máy móc thiết bị hay bề mặt đo gồ ghề, không bằng phẳng, bùn đất bẩn vv... thì nên sử dụng máy toàn đạc điện tử. Khi dùng máy toàn đạc điện tử có thể sử dụng chương trình đo trực tiếp hoặc chương trình đo gián tiếp (RDM -Remote Distance Measurement hay MLM-Missing Line Measurement). Cũng có thể kiểm tra kích thước hình học thông qua việc xác định toạ độ của điểm đầu và điểm cuối của cạnh cần kiểm tra.

Dung sai cho phép khi kiểm tra kích thước hình học của các cấu kiện được cho trong hồ sơ thiết kế hoặc qui phạm, tiêu chuẩn chuyên ngành

### **4. Kiểm tra độ thẳng đứng của các hạng mục và các cấu kiện**

Là dạng công việc thường gặp nhất trên công trường xây dựng. Các hạng mục hoặc các kết cấu phải kiểm tra độ thẳng đứng là:

- Cột chịu lực, tường chắn
- Các toà nhà cao tầng
- Các silô chứa vật liệu rời
- ống khói...



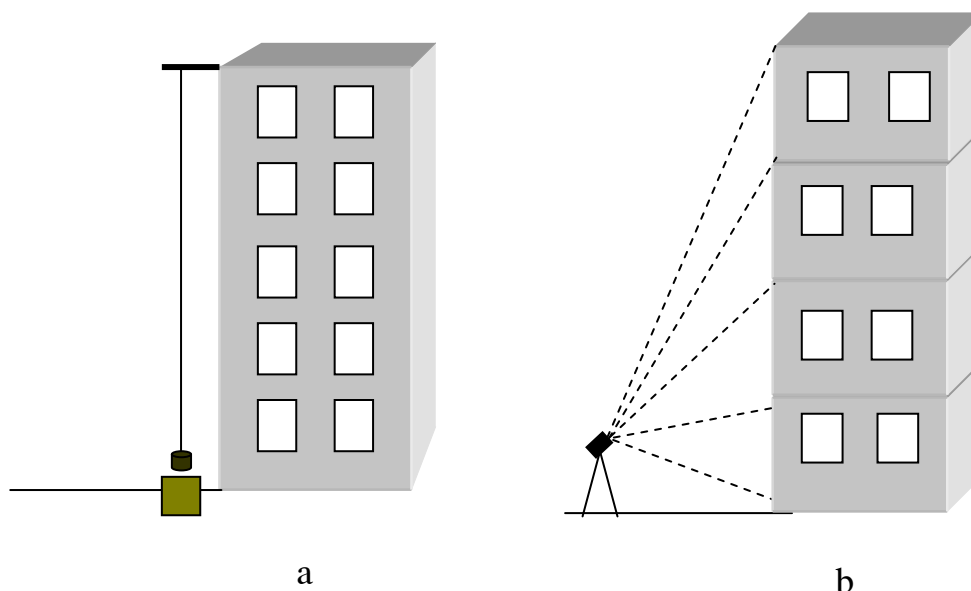
- Ăng ten vô tuyến viễn thông, tháp truyền hình vv....

Yêu cầu độ chính xác đo kiểm tra độ nghiêng được quy định cụ thể trong hồ sơ thiết kế hoặc trong các tiêu chuẩn, quy phạm chuyên ngành.

#### 4.1 Phương pháp kiểm tra

##### a. Kiểm tra bằng dây dọi

Phương pháp này được sử dụng để kiểm tra độ thẳng đứng của các cột hoặc các bức tường với độ cao không lớn lắm (25m) có thể sử dụng các quả dọi thông thường. Đối với các kết cấu có độ cao lớn phải sử dụng các quả dọi có trọng lượng nặng hơn (trọng lượng quả dọi có thể tới 10 kg hoặc nặng hơn). Để hạn chế ảnh hưởng do dao động của quả dọi có thể thả quả dọi vào một thùng dầu ở phía dưới. Trong trường hợp sử dụng dây dọi, độ thẳng đứng của cấu kiện công trình được đánh giá thông qua chênh lệch khoảng cách từ dây dọi tới các điểm đo trên bề mặt của cấu kiện H 5.1a



H.5.1 Kiểm tra độ thẳng đứng của các ngôi nhà

##### b. Kiểm tra bằng máy toàn đạc điện tử

Hiện nay trên thị trường xuất hiện các loại máy có chế độ đo không cần gương. Với các loại máy này việc kiểm tra độ thẳng đứng của các cột, các bức tường, các toà nhà cao tầng và các silô, ống khói trở nên cực kỳ đơn giản.

Đối với các cột vuông, các toà nhà cao tầng chỉ cần đặt máy và đo khoảng cách ngang đến các điểm ở các tầng khác nhau (H 5.1b) chúng ta sẽ xác định ngay được độ nghiêng thông qua chênh lệch khoảng cách ngang của các tầng so với khoảng cách đo ở tầng 1.

Để hiểu nguyên lý xác định độ nghiêng của các silô và ống khói bằng các máy toàn đạc điện tử chúng ta hãy tưởng tượng là silô hoặc ống khói được cắt bằng các mặt phẳng nằm ngang cách đều nhau 2m,

5m hoặc 10m (H.5.2a). Nếu chiếu các giao tuyến này xuống một mặt phẳng ngang bất kỳ thì chúng ta sẽ được các đường tròn giống như các đường đồng mức trên bản đồ địa hình. Nếu silô thẳng đứng thì các đường tròn sẽ trùng khít lên nhau, ngược lại nếu silô không thẳng thì các vòng tròn sẽ không trùng khít nhau tức là tâm của chúng sẽ lệch nhau. Đối với ống khói có hình côn thì hình chiếu của giao tuyến lên mặt phẳng sẽ là các đường tròn đồng tâm nếu như ống khói thẳng đứng và lệch tâm nếu như nó bị nghiêng. Theo độ lệch tâm của các đường tròn trên các độ cao khác nhau so với vòng tròn dưới mặt đất chúng ta sẽ đánh giá được độ lệch của silô hoặc ống khói.

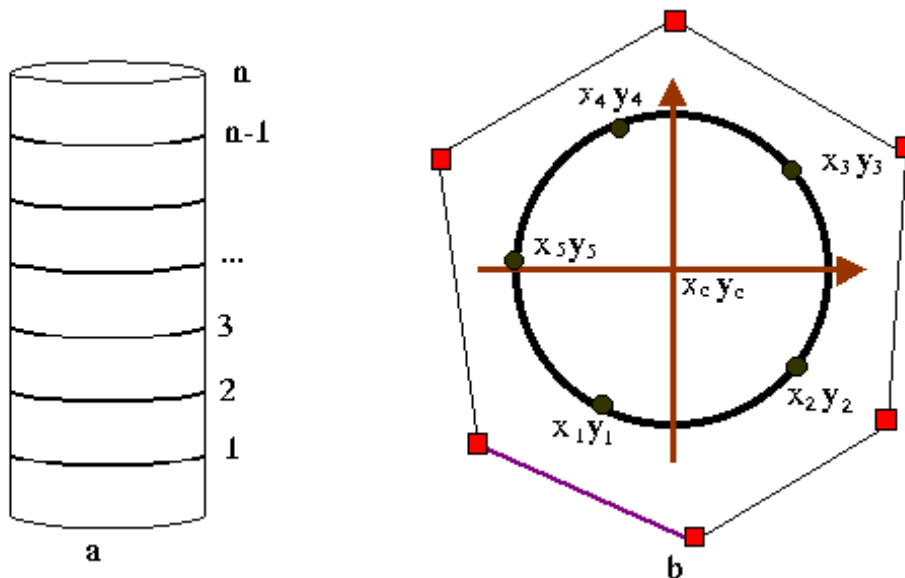
Như vậy, để đánh giá được độ nghiêng của các công trình có dạng hình trụ hoặc hình côn chỉ cần xác định tọa độ tâm của các vòng tròn ở các độ cao khác nhau.

H.5.2b minh họa phương pháp sử dụng máy toàn đạc điện tử loại có chế độ đo không cần gương để xác định độ lệch của công trình dạng hình trụ hoặc hình côn (silô, ống khói). Việc xác định độ nghiêng được thực hiện qua các bước sau:

- Thiết lập một hệ thống các điểm có tọa độ (tọa độ giả định) bằng một đường chuyền khép kín xung quanh silô và xác định tọa độ và độ cao của chúng.

- Lần lượt đặt máy tại các điểm của đường chuyền, chia silô hoặc ống khói thành các thớt cách đều nhau (2, 5 hoặc 10m tùy theo yêu cầu độ chính xác) và xác định tọa độ của các điểm nằm trên thớt.

Trên mỗi thớt, số điểm đo tối thiểu để xác định tọa độ tâm và bán kính là 3 điểm. Nếu chỉ có 3 điểm ta sẽ xác định được tọa độ tâm và bán kính theo phương pháp hình học thuần túy dựa vào phương trình của đường tròn trong hình học vi phân hoặc phương pháp đồ thị vì tâm của đường tròn ngoại tiếp một tam giác là giao điểm của ba đường trung tuyến của 3 cạnh của tam giác. Từ tọa độ của tâm và tọa độ của một trong 3 đỉnh tam giác có thể dễ dàng tính được bán kính của đường tròn.



H.5.2 Sử dụng máy toàn đạc điện tử để kiểm tra độ nghiêng

Nếu số điểm đo trên mỗi thốt lớn hơn 3 thì có thể sử dụng phương pháp số bình phương nhỏ nhất để xác định tọa độ tâm và bán kính của đường tròn.

Nếu số điểm đo trên mỗi thốt lớn hơn 3 thì có thể sử dụng phương pháp số bình phương nhỏ nhất để xác định tọa độ tâm và bán kính dựa vào phương trình của đường tròn như sau:

$$R = \sqrt{(X_c - X_i)^2 + (Y_c - Y_i)^2} \quad (6)$$

Do các kết quả đo có sai số đo và sai số trong thi công xây dựng silô hoặc ống khói nên không thể có một đường tròn ngoại tiếp hoàn hảo chứa tất cả các điểm đo mà chỉ có thể xác định được một đường tròn gần ngoại tiếp có bán kính R thỏa mãn điều kiện  $[v] = \min$  trong đó:

$$v = R_i - R$$

$$R_i = \sqrt{(X_c - X_i)^2 + (Y_c - Y_i)^2} \quad (7)$$

Trong các công thức 1, 2 và 3

R: Giá trị chính xác của bán kính vòng tròn ngoại tiếp

R<sub>i</sub>: Giá trị bán kính của đường tròn gần ngoại tiếp

X<sub>i</sub>, Y<sub>i</sub>: Tọa độ chính xác của điểm đo (có thể xác định được)

x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>: Giá trị tọa độ của các điểm đo thực tế

Thay (3) và (1) vào (2) ta có:

$$V_i = \sqrt{(X_c - X_i)^2 + (Y_c - Y_i)^2} - R \quad (8)$$

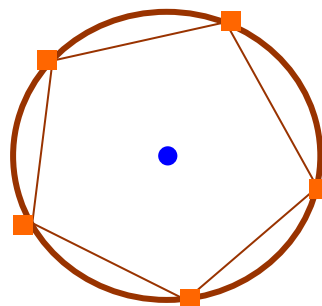
Nếu ký hiệu tọa độ gần đúng của tâm vòng tròn là X<sub>0c</sub> và Y<sub>0c</sub> với số hiệu

chính tương ứng là dx và dy ta có quan hệ sau:

$$\left. \begin{aligned} X_c &= X_{0c} + dx \\ Y_c &= Y_{0c} + dy \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Thay (5) vào (4) và đưa phương trình về dạng tuyến tính bằng cách khai triển chuỗi Taylor giới hạn ở thành phần bậc nhất ta có:

Giả sử n điểm đo trên một thốt tạo thành một đa giác nội tiếp trong một đường tròn có tâm là X<sub>c</sub>, Y<sub>c</sub> và bán kính R. Với giả thiết nh- trên tọa độ của các điểm đo sẽ thỏa mãn phương trình sau



H.5.3 Kiểm tra độ nghiêng của các hạng mục hình trụ tròn

$$V_i = -R + \cos \alpha_i x + \sin \alpha_i y + \sqrt{(X_c^o - x_i)^2 + (Y_c^o - y_i)^2} \quad (10)$$

Ký hiệu số hạng tự do của phương trình về dạng tuyến tính bằng cách khai triển chuỗi Taylor giới hạn ở thành phần bậc nhất ta có:

$$R' = \sqrt{(X_c^o - x_i)^2 + (Y_c^o - y_i)^2} \quad (11)$$

ta có thể viết được phương trình số hiệu chỉnh dưới dạng:

$$V = AX + L \quad (12)$$

trong đó

$$A = \begin{bmatrix} \cos \alpha_1 & \sin \alpha_1 \\ \cos \alpha_2 & \sin \alpha_2 \\ \vdots & \vdots \\ \cos \alpha_n & \sin \alpha_n \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$X = \begin{bmatrix} R \\ dx \\ dy \end{bmatrix} \quad (14)$$

$$\text{và } L = G \quad (15)$$

ở đây A gọi là ma trận hệ số phương trình số hiệu chỉnh có kích thước n x 3 (n hàng và 3 cột)

$$G = \text{Arctg} \frac{y_i - Y_c^n}{x_i - X_c^n} \quad (11)$$

X – Véc tơ ẩn số (có 3 phần tử)

L – Véc tơ số hạng tự do (có n phần tử)

Hệ phương trình (8) gồm n phương trình với 3 ẩn số vì vậy sẽ có vô số nghiệm. Theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất, nghiệm tốt nhất của hệ phương trình này là nghiệm thoả mãn điều kiện  $\|vv\| = \min$ . Để xác định nghiệm này thì từ hệ phương trình số hiệu chỉnh cần lập hệ phương trình chuẩn như sau:

$$A^T \cdot A \cdot X + A^T L = 0 \quad (12)$$

Giải hệ phương trình này ta xác định được cả 3 ẩn số R, dx và dy.

Toạ độ tâm của thốt được xác định như sau:

$$X_c = X_c^o + dx \quad (13)$$

$$Y_c = Y_c^0 + dy$$

Nếu toạ độ tâm của các thốt đều giống nhau có nghĩa là silô hoặc ống khói không bị nghiêng. Nếu toạ độ tâm của các thốt khác nhau nghĩa là đối tượng quan trắc đã bị nghiêng.

Độ lớn của vectơ nghiêng của thốt thứ i được tính theo công thức:

$$e_i = \sqrt{(X_c^i - X_c^1)^2 + (Y_c^i - Y_c^1)^2} \quad (14)$$

trong đó:

$X_c^i, Y_c^i$  toạ độ tâm của thốt thứ i

$X_c^1, Y_c^1$  toạ độ tâm của thốt thứ 1

Hướng của vectơ e được tính như sau:

$$\text{artang} \frac{Y_c^i - Y_c^1}{X_c^i - X_c^1} \quad (15)$$

Góc nghiêng của thốt thứ i được tính theo công thức

$$\alpha_i = \frac{e_i}{h_i} \quad (16)$$

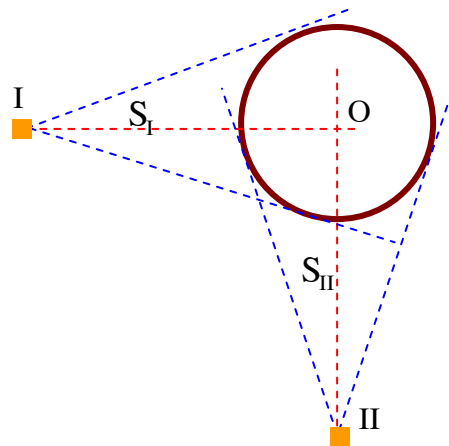
Trong đó  $h_i$  là độ cao của thốt thứ i.

Nếu xung quanh hạng mục cần kiểm tra có một không gian đủ rộng để thao tác, một khoảng trống đủ để đặt máy cách xa hạng mục cần kiểm tra một khoảng bằng chiều cao (hoặc tốt nhất bằng 1.5 lần chiều cao) thì có thể sử dụng các máy kinh vĩ thông thường có độ chính xác cấp giây để xác định độ nghiêng.

Hình 5.4 là sơ đồ đo độ nghiêng bằng các máy kinh vĩ thông thường. Phương pháp thực hiện như sau:

Chọn hai điểm đặt máy I và II sao cho góc IOII xấp xỉ là góc vuông.

Đặt máy tại I, đo sơ bộ khoảng cách từ I tới chân hạng mục cần kiểm tra bằng thước thép. Chia đối tượng cần kiểm tra thành các thốt cách đều nhau và tính giá trị góc nghiêng tương ứng với các thốt đã chia.



H.5.4 Đo độ nghiêng bằng máy kinh vĩ thông thường

Đặt máy tại I, cân bằng máy cẩn thận và lần lượt đặt các số đọc trên bàn độ đứng bằng các giá trị đã tính được cho các thốt, ngắm cạnh phía trái và phía phải của công trình cần kiểm tra ta được 2 trị số ( $T_i$  và  $P_i$ ). Trị trung bình ( $i$ ) được tính theo công thức;

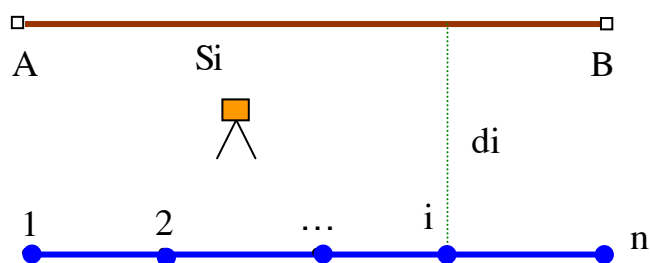


Với các thiết bị thông thường như máy kinh vĩ và thước thép thì độ song song của các cấu kiện có thể được kiểm tra bằng cách đo khoảng cách giữa hai cấu kiện song song với nhau. Nếu khoảng cách tại các điểm kiểm tra bằng nhau nghĩa là 2 cấu kiện song song với nhau.

Phương pháp này đơn giản nhưng chỉ áp dụng được trong điều kiện 2 cấu kiện cần kiểm tra nằm trên mặt đất có thể đặt máy kinh vĩ và đi lại thao tác đo một cách dễ dàng.

**b. Kiểm tra bằng máy toàn đạc điện tử.**

Nếu có máy toàn đạc điện tử thì có thể kiểm tra độ song song của hai cấu kiện bằng nhiều cách như kiểm tra bằng tọa độ, kiểm tra bằng đo khoảng cách nhưng hầu hết các máy đều có cài đặt sẵn một chương trình chuyên dùng cho việc này, chương trình có tên là Reference Line. Thực hiện chương trình như sau:



*H.5.5 Kiểm tra độ song song của các chi tiết*

Đặt máy toàn đạc điện tử tại một điểm bất kỳ, khởi động chương trình Reference Line và ngắm lần lượt lên 2 điểm A và B (A và B chính là đường quy chiếu) tiếp theo lần lượt ngắm máy tới các điểm kiểm tra 1, 2,...i,n máy toàn đạc điện tử thông báo trên màn hình 2 đại lượng: Si và di trong đó Si là khoảng cách từ điểm A tới chân đường vuông góc hạ từ điểm i xuống hướng quy chiếu, di là khoảng cách từ điểm i tới hướng quy chiếu.

**VI. ĐO VẼ HOÀN CÔNG, VÀ THIẾT LẬP BẢN VẼ HOÀN CÔNG**

**1. Các khái niệm cơ bản**

**1.1 Đo vẽ hoàn công**

Là việc xác định vị trí kích thước các đối tượng xây dựng đã hoàn thành trên cơ sở hệ tọa độ độ cao đã dùng cho thi công.

Đo hoàn công gồm các loại sau

- Đo vẽ hoàn công các bộ máy và các chi tiết máy đã lắp đặt xong
- Đo vẽ hoàn công san nền, nạo vét, hoàn công phần móng
- Đo vẽ hoàn công từng hạng mục hoặc từng bộ phận công trình

**1.2 Thiết lập bản vẽ hoàn công**

Là xử lý tổng hợp các thông tin nhận được trong quá trình đo vẽ hoàn công ở mục 1.1 để thiết lập một bản vẽ chính thức đúng tiêu chuẩn, trên đó thể hiện đầy đủ vị trí và kích thước của các đối tượng đã xây dựng trong hệ toạ độ và độ cao thi công và các sai lệch của chúng so với thiết kế

Tuỳ theo quy mô công trình, tuỳ theo tính phức tạp của công trình người ta có thể chia ra các bản vẽ hoàn công sau:

- Bản vẽ hoàn công từng hạng mục công trình.
- Bản vẽ hoàn công lắp đặt máy thiết bị.
- Bản đồ hoàn công tổng thể công trình.

Về nguyên tắc đo vẽ hoàn công phải thực hiện ngay sau khi kết thúc từng loại công việc (móng, tầng ngầm, từng tầng nhà, từng loại công trình kỹ thuật hạ tầng).

Kết quả công tác đo vẽ hoàn công kịp thời từng loại công việc, từng phần công trình kết hợp với kết quả quan trắc theo dõi lún giúp cho nhà thiết kế chỉnh lý kịp thời các khiếm khuyết hay sai sót thiết kế, giúp cho người xây lắp rút kinh nghiệm và sửa chữa kịp thời các khiếm khuyết xây lắp tránh được thiệt hại về kinh tế do do thi công không đúng gây nên.

Bản đồ hoàn công tổng thể là cơ sở để nghiệm thu đưa công trình vào sử dụng. Ngoài ra nó còn là tài liệu rất quan trọng phục vụ cho việc thiết kế cải tạo mở rộng và nâng cấp công trình và cuối cùng là để thiết kế phương án bảo vệ công trình.

## **2. Phương pháp đo hoàn công**

Đo vẽ mặt bằng có thể áp dụng các phương pháp sau: toạ độ vuông góc, toạ độ cực, giao hội góc hoặc phương pháp toàn đạc. Ngày nay với sự xuất hiện của các máy toàn đạc điện tử thì việc đo vẽ hoàn công bằng phương pháp toàn đạc là thuận tiện hơn cả

## **3. Nội dung đo vẽ hoàn công và các điểm cần lưu ý.**

### **3.1 Hệ thống công trình kỹ thuật hạ tầng dưới mặt đất gồm:**

- Vị trí các điểm ngoặt.
- Tâm các giếng
- Điểm giao nhau của các công trình kỹ thuật hạ tầng ngầm.
- Đường kính ống dẫn.
- Khoảng cách và chênh cao giữa các giếng
- Nơi dẫn của từng loại hệ thống công trình kỹ thuật hạ tầng vào công trình.
- Độ cao của đáy, nắp hố móng, máng rãnh, nắp giếng, đỉnh ống dẫn.

### **3.2 Hệ thống công trình kỹ thuật hạ tầng trên không gồm:**

- Vị trí các cột
- Khoảng cách giữa tâm các cột
- Độ cao của các dầm xà ngang



- Khoảng cách dây dẫn đến các công trình ở gần đó
- Độ võng của dây

### 3.3 Đo vẽ hoàn công san nền gồm:

- Các mốc toạ độ và độ cao dùng để đo đạc điều khiển san nền
- Đo vẽ mặt đất san nền tỷ lệ 1:200; 1:500; 1:1000 tùy theo diện tích (kèm theo bản đồ gốc để đối chứng).

### 3.4 Đo vẽ hoàn công nạo vét gồm:

- Các mốc toạ độ và độ cao (hệ toạ độ độ cao nào) dùng để đo đạc điều khiển nạo vét.
- Đo vẽ mặt đáy đã nạo vét theo tỷ lệ 1/500

### 3.5 Đo vẽ móng gồm:

- Xác định vị trí của từng phần đã đặt, các kích thước của các khối, các lỗ cửa, các giếng đứng.
- Cao độ mặt móng.
- Riêng đối với nhà cần đo nội các góc móng nhà đến các điểm khống chế trắc địa để xác định toạ độ chung, đo vẽ kích thước chu vi tầng ngầm, đo vẽ các chỗ nhô ra thụt vào.

### 3.6 Đo vẽ công trình dạng tròn

- Xác định tâm đáy.
- Xác định độ lệch tâm đỉnh và đáy
- Xác định bán kính đáy, đỉnh và các chỗ đặc trưng

### 3.7. Đo vẽ đường giao thông

- Đo vẽ các đỉnh góc ngoặt
- Đo vẽ đường cong
- Đo vẽ các điểm giao nhau
- Đo vẽ vùng tiếp cận
- Đo vẽ tâm ghi đường sắt
- Đo vẽ độ cao mặt đường hoàn thành với lưới ô vuông độ cao 10m
- Đo vẽ độ cao vỉa hè chỗ giao nhau, chỗ thay đổi độ dốc của mặt đường.
- Đo vẽ chỗ nhô ra, lõm vào trên vỉa hè.
- Đo vẽ lòng đường, đáy rãnh, kênh thoát
- Đo vẽ giếng và cửa thoát nước mưa
- Đo vẽ cầu cống trên đoạn đường vừa hoàn thành

## VII. QUAN TRẮC LÚN VÀ CHUYỂN DỊCH NGANG CÔNG TRÌNH

### 1. Khái niệm cơ bản về chuyển dịch công trình và các nguyên nhân gây ra chuyển dịch công trình

#### 1.1 Phân loại chuyển dịch công trình

Sự chuyển dịch của công trình được hiểu là sự thay đổi vị trí nguyên thủy của nó trong không gian dưới sự tác động của các yếu tố tự

nhiên, của tải trọng, của các hoạt động khác. Có thể phân loại chuyển dịch công trình thành hai loại chính sau đây:

- Chuyển dịch theo phương thẳng đứng (sự trồi hoặc lún của công trình )
- Chuyển dịch theo phương nằm ngang

Tổng hợp của hai loại chuyển dịch này của công trình nhất là khi nó xảy ra không đồng đều tạo nên các biến dạng nguy hiểm củ công trình như cong, nghiêng, vặn xoắn, vết nứt vv. Nếu đại lượng biến dạng lớn sẽ dẫn đến các sự cố công trình.

### 1.2 Các nguyên nhân gây ra chuyển dịch và biến dạng công trình

Có hai loại nguyên nhân chủ yếu dẫn đến chuyển dịch biến dạng công trình

- Do các yếu tố tự nhiên
- Do các yếu tố nhân tạo

Nguyên nhân do các yếu tố tự nhiên bao gồm

- Sự co dãn của các lớp đất đá dưới nền móng công trình
- Sự thay đổi của nhiệt độ, độ ẩm, mực nước ngầm vv
- ảnh hưởng của các hiện tượng địa chất công trình, địa chất thủy văn, của các hoạt động kiến tạo của vỏ trái đất

Nguyên nhân do các yếu tố nhân tạo bao gồm

- ảnh hưởng của trọng lượng bản thân công trình
- Các sai sót trong quá trình khảo sát địa chất công trình
- Sự thay đổi các tính chất cơ lý của đất đá do qui hoạch cấp thoát nước, do thi công hệ thống công trình ngầm
- Sự rung động của nền móng do hoạt động của các thiết bị trong thời gian thi công xây dựng cũng như trong giai đoạn khai thác vận hành công trình
- Sự thay đổi áp lực lên nền móng cũng như điều kiện địa chất thủy văn do việc thi công xây dựng các công trình lân cận.

## 2. Các tham số đặc trưng cho chuyển dịch công trình

### 2.1 Các tham số đặc trưng cho chuyển dịch thẳng đứng (độ lún)

- Độ lún tuyệt đối là khoảng cách theo phương thẳng đứng từ mặt phẳng nguyên thủy của nền móng đến mặt phẳng của nó ở thời điểm quan trắc
- Độ lún tương đối giữa hai thời điểm  $t_1$  và  $t_2$  là khoảng cách theo phương thẳng đứng từ mặt phẳng của nền móng tại các thời điểm nói trên
- Độ lún trung bình là giá trị trung bình của độ lún trên toàn bộ mặt bằng của nền móng. Độ lún trung bình của công trình thường được xác định một cách gần đúng sau bằng tổng độ lún của các mốc chia cho số mốc được quan trắc

$$s_{tb} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_i \quad (23)$$

Trong đó si- Độ lún của mốc thứ i (i=1, 2,... n)  
n – Số mốc quan trắc

- Tốc độ lún của công trình là tỷ số giữa độ lún và thời khoảng thời gian quan trắc (tính bằng táng hoặc năm)
- Độ lún lệch giữa hai điểm là chênh lệch độ lún của hai điểm đang xét tại cùng một thời điểm

## 2.2 Các tham số đặc trưng cho chuyển dịch ngang

Đối với chuyển dịch ngang chúng ta cũng có thể đưa ra các tham số chuyển dịch theo hướng dọc (t) và ngang (u) của công trình. Giá trị tương đối, tuyệt đối và tốc độ chuyển dịch được xác định tương tự như chuyển dịch thẳng đứng.

## 3. Yêu cầu độ chính xác và chu kỳ quan trắc

### 3.1 Đối với quan trắc độ lún

Độ chính xác đo lún công trình được qui định cụ thể đối với từng loại công trình trong TCXDVN 271:2002.

Việc đo lún được tiến hành lặp đi lặp lại nhiều lần gọi là chu kỳ đo. Có thể phân chia quá trình đo lún thành 3 giai đoạn trong đó các chu kỳ đo được lựa chọn như sau:

#### a. Giai đoạn thi công

Chu kỳ quan trắc đầu tiên được tiến hành đo sau khi đã xây dựng xong phần móng công trình

Các chu kỳ tiếp theo được thực hiện tùy theo tiến độ xây dựng. Thông thường chúng được thực hiện sau khi công trình đã đạt được 25%, 50% và 100% tải trọng. Đối với các công trình quan trọng xây dựng trên khu vực có điều kiện địa chất phức tạp có thể tăng chu kỳ đo trong quá trình thi công xây dựng.

#### b. Giai đoạn đầu khi đưa công trình vào khai tác sử dụng

Trong giai đoạn này các chu kỳ quan trắc được ấn định tùy thuộc vào tốc độ lún của công trình. Tốc độ lún càng lớn thì số chu kỳ đo phải ấn định càng dày, ngược lại tốc độ lún càng nhỏ thì số chu kỳ đo ấn định càng thưa. Trong thường trong giai đoạn này chu kỳ đo dao động trong khoảng 1-6 tháng.

#### c. Giai đoạn công trình đi vào ổn định

Chu kỳ đo trong giai đoạn này có thể ấn định từ 6 tháng đến 1 năm

Việc quan trắc sẽ kết thúc khi tốc độ lún của công trình nhỏ hơn 2mm/năm

### 3.2 Đối với quan trắc dịch chuyển ngang

Yêu cầu độ chính xác quan trắc dịch chuyển ngang cũng tùy thuộc vào tính chất của công trình và nền móng của chúng. Sai số giới hạn khi quan trắc dịch chuyển ngang được qui định như trong bảng sau

### **Bảng VIII.1 Sai số giới hạn quan trắc chuyển dịch ngang công trình**

Thứ tự	Loại nền móng công trình	Sai số giới hạn
1	Công trình xây dựng trên nền đá gốc	1 mm
2	Công trình xây dựng trên nền đất sét, đất cát	3 mm
3	Công trình xây dựng trên nền đất đá chịu áp lực cao	5 mm
4	Công trình xây dựng trên nền đất đắp, đất sinh lầy	10 mm

Các chu kỳ quan trắc

*a. Trong giai đoạn thi công xây dựng công trình*

Chu kỳ quan trắc đầu tiên được thực hiện ngay sau khi xây dựng xong phần móng trước khi có áp lực ngang tác động vào công trình.

Các chu kỳ tiếp theo được ấn định tùy theo mức độ tăng hoặc giảm áp lực ngang lên công trình

*b. Trong giai đoạn đầu vận hành công trình*

Thực hiện hai chu kỳ quan trắc trong những điều kiện khác biệt nhất  
 Khi tốc độ chuyển dịch < 2mm/năm có thể ngừng quan trắc

**4. Phương pháp quan trắc**

*4.1 Quan trắc độ lún*

Có nhiều phương pháp quan trắc độ lún nhưng hiện nay có hai phương pháp chủ yếu được áp dụng đó là phương pháp thủy chuẩn hình học và phương pháp thủy chuẩn thủy tĩnh. Phương pháp thủy chuẩn hình học được áp dụng rộng rãi nhất do nó có nhiều ưu điểm như cho phép đo nhanh, độ tin cậy cao. Phương pháp thủy chuẩn thủy tĩnh chỉ áp dụng trong các trường hợp đặc biệt như không gian thao tác chật hẹp không thể đặt máy và mia được.

*4.2 Quan trắc dịch chuyển ngang*

Hiện nay người ta sử dụng các phương pháp sau đây để quan trắc dịch chuyển ngang

- Phương pháp hướng chuẩn
- Phương pháp toạ độ

Phương pháp hướng chuẩn để quan trắc dịch chuyển ngang khá tiện lợi nhưng nó chỉ áp dụng được cho các công trình có dạng thẳng. Ngày nay, với sự trợ giúp của công nghệ GPS và các máy toàn đạc điện tử phương pháp toạ độ đang ngày càng được sử dụng rộng rãi.

**5. Quy trình quan trắc chuyển dịch và biến dạng**

Việc quan trắc chuyển dịch (lún hoặc chuyển dịch ngang) của công trình được thực hiện theo quy trình sau đây

*a. Lập phương án kỹ thuật*

Trong phương án kỹ thuật cần nêu rõ các đặc điểm nền móng và kiến trúc của công trình, các điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn trong khu vực xây dựng trên cơ sở phân tích các đặc điểm trên để có

phương án bố trí các mốc chuẩn và các mốc quan trắc (mốc đo lún hoặc các mốc quan trắc dịch chuyển ngang), ấn định phương pháp và độ chính xác đo, chọn chu kỳ đo cũng như các máy móc, thiết bị đo đạc.

**b. Bố trí mốc chuẩn**

Các mốc chuẩn có vai trò quan trọng quyết định đến độ chính xác của kết quả qua trắc chuyển dịch của công trình. Các mốc chuẩn phải được thiết kế phù hợp và phải được đặt tại các vị trí ổn định lâu dài.

**c. Bố trí các mốc quan trắc**

Các mốc quan trắc (mốc đo lún hoặc mốc quan trắc dịch chuyển ngang) được bố trí tại các vị trí nhạy cảm của công trình với số lượng thích hợp để có thể đánh giá được một cách đầy đủ, đặc trưng nhất cho độ dịch chuyển của nó.

**d. Tổ chức thực hiện đo đạc đại lượng chuyển dịch theo phương pháp đã chọn**

Việc tổ chức đo đạc được tiến hành theo đúng đề cương đã được phê duyệt trong phương án kỹ thuật

**e. Xử lý số liệu, đóng gói và giao nộp hồ sơ**

Sau khi tiến hành đo đạc cần khẩn trương xử lý số liệu và giao nộp cho chủ đầu tư công trình

**VIII một số máy móc trắc địa chuyên dùng trong xây dựng**

**1 Các máy đo góc**

Các máy đo góc được gọi là các máy kinh vĩ (Theo dolite) được dùng để đo góc ngang và góc đứng trong lưới khống chế và trong quá trình thi công xây dựng công trình nói chung và NCT nói riêng đây là một trong những loại thiết bị quan trọng không thể thiếu và độ chính xác của nó ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác xây dựng công trình.

**1.1 Phân loại các máy kinh vĩ**

1.1.1 Phân loại các máy kinh vĩ theo cấu tạo và cách đọc số theo đặc tính này có thể chia máy kinh vĩ thành 3 loại:

a. Máy kinh vĩ cơ học: Cấu tạo bàn độ bằng kim loại vạch khắc được chia trực tiếp trên bàn độ và đọc số bằng kính lúp. Đây là loại máy cũ hiện nay không được sản xuất vì quá lạc hậu.

b. Máy kinh vĩ quang học: Bàn độ của máy được chế tạo bằng thủy tinh, có thiết bị đọc số trực tiếp gắn trong máy. Đây là các loại máy kinh vĩ hiện đại hiện nay đang được sử dụng rộng rãi. Nhược điểm của loại máy này là người sử dụng máy phải trực tiếp đọc số nên không có điều kiện truyền số liệu trực tiếp từ máy kinh vĩ ra các thiết bị khác và không có khả năng tự động hoá quá trình đo.

c. Máy kinh vĩ số (Digital Theodolite). Đây là loại máy kinh vĩ hiện đại nhất mới xuất hiện trong những năm gần đây. Ưu điểm của loại máy này là xuất kết quả ra màn hình tinh thể lỏng nên việc đọc số rất dễ

dàng. N goài ra, máy còn có thể kết nối với các thiết bị khác. Phần lớn thao tác đo được thực hiện tự động.

#### 1.1.2 Phân loại máy kinh vĩ theo đơn vị đo góc

Theo đơn vị đo góc có thể phân máy kinh vĩ thành 3 loại sau:

##### a. Loại sử dụng đơn vị Độ - Phút - giây

Đây là loại máy được sử dụng phổ biến ở nước ta đối với loại máy này, một vòng tròn (bàn độ ngang hoặc bàn độ đứng) được chia thành 3600. Mỗi độ chia thành 60' và mỗi phút chia thành 60".

##### b. Loại máy kinh vĩ sử dụng đơn vị grad (gon)

Đối với máy loại này một vòng tròn (bàn độ ngang) theo mỗi grad chia thành 10 đề xi grad, 1 đề xi grad được chia thành 10 xăng ti grad vv....Hệ grad rất tiện dụng trong việc lập trình trên máy tính nhưng ở nước ta, do thói quen nên các máy hệ grad không được ưa dùng nhưng rất phổ biến ở châu Âu.

##### c. Loại máy kinh vĩ sử dụng đơn vị li giác (mil)

Một vòng tròn trong máy này được chia thành 6400 li giác. Loại máy này hay được dùng ở Mỹ, ở nước ta loại máy này rất hiếm.

#### 1.1.3 Phân loại máy kinh vĩ theo độ chính xác

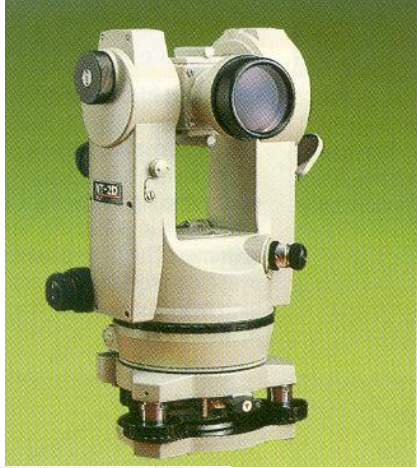
Độ chính xác của máy kinh vĩ là tham số quan trọng nhất của máy. Độ chính xác của máy kinh vĩ được hiểu là sai số trung phương đo góc (góc ngang hay góc đứng) khi thực hiện một vòng đo hoàn chỉnh. Theo độ chính xác của máy có thể phân các máy kinh vĩ thành 3 loại:

a. Máy kinh vĩ độ chính xác cao là máy có độ chính xác đo góc nhỏ hơn 2"

b. Máy kinh vĩ chính xác: Là máy kinh vĩ có độ chính xác đo góc từ 3-5"

c. Máy kinh vĩ chính xác trung bình: Sai số trung phương đo góc > 5"

Hình 8.1 .là một số máy kinh vĩ của các hãng nổi tiếng trên thế giới.



*H.8.1 Máy kinh vĩ cơ học và máy kinh vĩ điện tử của hãng NIKON, Nhật Bản*

## **2. Thiết bị đo chiều dài**

### **2.1 Thước thép**

Thước thép là loại thiết bị đo chiều dài khá tiện lợi, rẻ tiền và cho độ chính xác rất tốt trong thi công xây dựng nhà cao tầng. Đặc điểm của đo chiều dài trong xây dựng nhà cao tầng là chỉ cần đo các khoảng cách tương đối ngắn (khoảng cách giữa các trục của NCT nằm trong khoảng từ 5(20m), với điều kiện đo đạc trên các sàn bê tông khá bằng phẳng. Đây là điều kiện lý tưởng để thực hiện việc đo khoảng cách bằng thước thép.

Hiện nay trên thị trường có bán nhiều loại thước với giá từ 250.000VNĐ đến 1.500.000đ tùy theo chất lượng và chiều dài của thước. Đã xuất hiện các loại thước bằng sợi thủy tinh - carbon có độ bền cao và hệ số giãn nở nhiệt thấp.

Khi sử dụng thước thép cần kéo thước với lực căng ổn định và phải định kỳ kiểm tra thước để phát hiện các sai số hệ thống của nó và loại trừ sai số này ra khỏi các kết quả đo.

### **2.2 Các máy đo xa ánh sáng**

Ngay từ thập kỷ 60 đã xuất hiện các máy đo khoảng cách bằng sóng ánh sáng nhưng các máy này thường cồng kềnh nên ít được sử dụng trong thi công xây dựng công trình. Từ những năm 90 đã xuất hiện các máy đo xa cỡ nhỏ có thể lắp gọn trên các máy kinh vĩ điện tử đo góc nên chúng dần dần được ứng dụng



*H.8.2 Các máy đo xa ánh sáng cỡ nhỏ lắp trên máy kinh vĩ điện tử số*

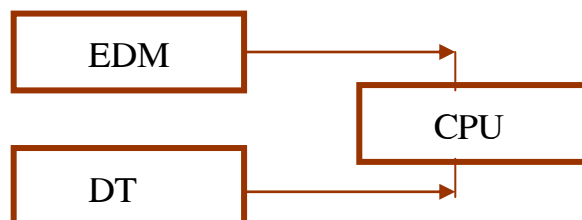
trong thi công xây dựng công trình. H.8.2 là một số máy đo xa được lắp trên máy kinh vĩ điện tử của Nhật Bản.

Xu hướng hiện nay là người ta không sản xuất các máy đo xa riêng mà lắp chung máy đo xa vào trong máy kinh vĩ tạo thành một loại máy đa chức năng rất mạnh gọi là máy Toàn đạc điện tử mà chúng ta sẽ nói tới ở phần sau

Trong những năm gần đây xuất hiện loại máy đo khoảng cách cỡ nhỏ bằng LASER cho phép đo khoảng cách này dùng để kiểm tra nghiệm thu công trình rất nhanh chóng và thuận tiện.

### 3. Các máy toàn đạc điện tử

Máy toàn đạc điện tử là tổ hợp của 3 modul chính đó là: Máy kinh vĩ điện tử số DT (Digital Theodolite), máy đo xa điện tử EDM (Electronic Distance Meter) và CPU như hình 8.3



*H.8.3 Sơ đồ khối tổng quát của máy toàn đạc điện tử*



Các máy toàn đạc điện tử thực sự là một công cụ mạnh trên công trình xây dựng, ngoài việc đo cạnh đo góc thông thường máy còn cho phép thực hiện các chức năng khác một cách nhanh chóng chính xác như xác định tọa độ không gian 3 chiều của các điểm, bố trí điểm thiết kế ra thực địa, xác định diện tích của các thửa kín và rất nhiều chương trình tiện ích khác. Đặc biệt là gần đây đã xuất hiện các máy toàn đạc điện tử có chế độ đo trực tiếp bằng LASER không cần gương. Các máy này đã biệt tiện lợi trong việc xây dựng các công trình cao. Hình 8.4 là một số máy toàn đạc điện tử thông dụng hiện nay



*H.8.4 Máy toàn đạc điện tử NIKON DTM-750 của Nhật Bản và LEICA TCR-303 của Thụy Sĩ*

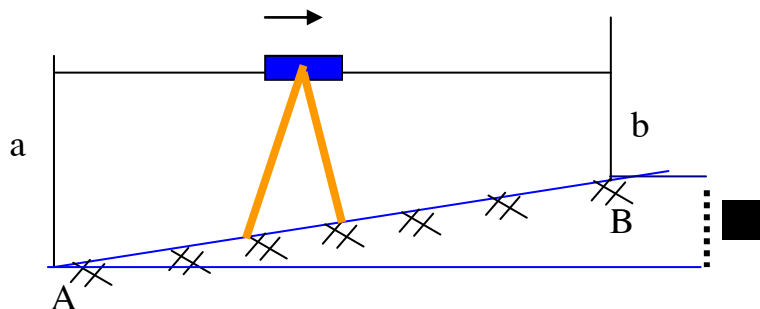
#### 4. Các máy đo độ cao

##### 4.1. Nguyên tắc đo độ cao

Có hai nguyên tắc đo độ cao chính hiện nay đang được sử dụng đó là: Đo cao hình học và đo cao lượng giác.

##### 4.1.1 Đo cao hình học

Nguyên lý cơ bản của đo cao hình học là xác định chênh cao giữa hai điểm bằng một tia ngắm nằm ngang như hình:



*H.II.3 Nguyên lý đo cao hình học*

Giả sử có hai điểm A và B trong đó biết độ cao của điểm A là  $H_A$  cần xác định độ cao điểm B ( $H_B$ ).

Giả sử từ các điểm A và B ta dựng hai mặt phẳng hoàn toàn nằm ngang (ví dụ như mặt nước) gọi là mặt thủy chuẩn đi qua các điểm nói trên, khoảng cách giữa hai mặt phẳng đó gọi là chênh cao của điểm B so với điểm A.

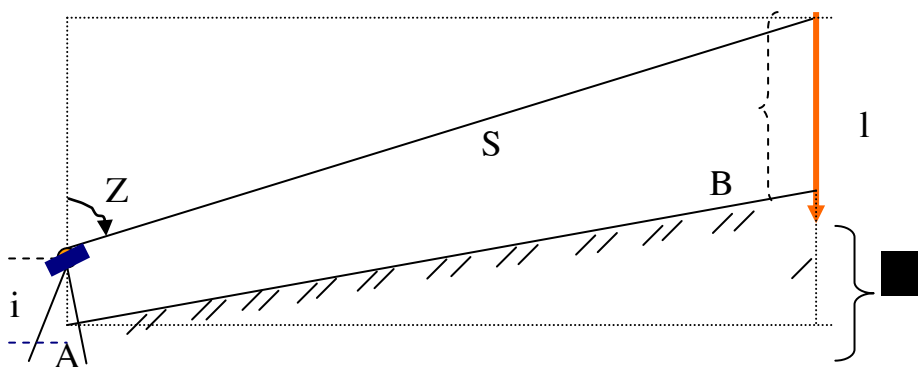
Tại một điểm bất kỳ nằm giữa A và B chúng ta dựng một mặt thủy chuẩn thứ 3 và tại các điểm A và B đặt 2 mia vuông góc với mặt nằm ngang. Giả sử mặt thủy chuẩn thứ 3 cắt mia tại A ở vị trí a và mia ở vị trí B tại b (a và b chính là số đọc trên các mia tại A và B).

Từ hình vẽ ta sẽ có biểu thức sau:

$$\left. \begin{aligned} a &= b + \blacksquare \\ \text{hay } \blacksquare &= a - b \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

Như vậy chênh cao của điểm B so với điểm A chính là hiệu số đọc tại mia A và mia B.

Trong thực tế, các mặt phẳng ngang đi qua A và B (mặt thủy chuẩn qua A và B) chỉ là 2 mặt tưởng tượng và chúng ta không cần phải dựng nó. Để xác định được chênh cao giữa hai điểm A và B chỉ cần dựng một mặt phẳng đi qua điểm trung gian giữa A và B. Mặt phẳng này dễ dàng dựng được nhờ một máy thủy bình mà bộ phận quan trọng nhất của nó là một ống thủy nằm ngang và mấu chốt của việc đo thủy chuẩn (đo độ cao) là đưa tia ngắm vào vị trí nằm ngang.



H.8.5 Nguyên lý đo cao lượng giác

#### 4.1.2 Đo cao lượng giác

Đo cao lượng giác là việc xác định chênh cao giữa hai điểm bằng cách đo góc nghiêng (góc đứng) và các công thức lượng giác quen thuộc.

H.II.4 giải thích nguyên lý của đo cao lượng giác.

Giả sử máy được đặt tại điểm A và tại B người ta đặt một tiêu ngắm có chiều cao là  $l$ . Giả sử góc hợp bởi giữa đường thẳng đứng và tia ngắm từ máy tới tiêu ngắm là  $Z$  (góc thiên đỉnh).

Từ hình II.4 ta có thể viết đẳng thức

$$S \sin Z + l = S \cos Z + i$$

(24)

Trong đó  $i$  là chiều cao đặt máy

$$\text{hay } S = \frac{i - l}{\cos Z - \sin Z} \quad (25)$$

Như vậy để xác định được chênh cao theo nguyên lý đo cao lượng giác, ngoài góc thiên đỉnh  $Z$  còn cần phải đo cả khoảng cách nghiêng giữa hai điểm A và B điều đó giải thích tại sao phương pháp này chỉ có thể được sử dụng đối với các máy toàn đạc điện tử vì các máy này cho phép đo góc  $Z$  và đo cả khoảng cách giữa hai điểm.

Phương pháp thủy chuẩn hình học có độ chính xác rất cao và rất dễ thực hiện nhưng nó có nhược điểm là mỗi một trạm đo nó chỉ xác định được một giá trị chênh cao hạn chế (về lý thuyết chênh cao tối đa nó có thể xác định được bằng chiều dài của tia ngắm) thực tế người ta cũng chỉ xác định chênh cao ở một trạm khoảng 2-2.5m. Vì vậy sử dụng phương pháp này trong xây dựng nhà cao tầng cũng có những khó khăn nhất định nhưng không vì thế mà không sử dụng phương pháp này mà phải tìm các biện pháp để khắc phục những khó khăn trên.

Phương pháp thủy chuẩn lượng giác nhìn bề ngoài thì có thể rất thích hợp cho việc sử dụng để chuyển độ cao lên nhà cao tầng. Tuy nhiên khi sử dụng phương pháp này phải hết sức thận trọng vì độ chính xác của phương pháp này không được cao lắm.

## 4.2 Các loại máy đo độ cao thông dụng hiện nay

### 4.2.1 Máy thủy chuẩn thông thường

Các máy thủy chuẩn không tự động cân bằng là các máy mà khi sử dụng người vận hành máy phải điều chỉnh tia ngắm về vị trí nằm ngang bằng cách vặn ốc chỉnh để đưa bọt nước về vị trí cân bằng.

- Ưu điểm của loại máy này là cho kết quả ổn định có độ tin cậy cao.

- Nhược điểm là thời gian thao tác lâu, đôi khi xảy ra trường hợp quên (đối với các cán bộ còn ít kinh nghiệm).

### 4.2.2 Máy thủy bình tự động

Đây là loại máy thủy bình mà tia ngắm của nó được tự động điều chỉnh vào vị trí nằm ngang nhờ một con lắc (cơ học hoặc con lắc từ tính).

- Ưu điểm của loại máy này là thời gian thao tác nhanh.

- Nhược điểm: Cơ cấu con lắc có thể bị hỏng mà không có dấu hiệu gì để cảnh báo cho người sử dụng để đề phòng vì vậy khi sử dụng loại máy này phải hết sức thận trọng.

### 4.2.3 Máy đo thủy chuẩn lượng giác

Không có loại máy riêng, bất kỳ máy kinh vĩ cơ học, kinh vĩ điện tử hoặc toàn đạc điện tử nào có thể đo được góc đứng đều có thể sử dụng được để xác định độ cao theo nguyên lý đo cao lượng giác.

- Ưu điểm: Rất linh hoạt, nhanh chóng, có thể cho phép đo các chênh cao lớn.

- Nhược điểm: Độ chính xác không cao lắm, để đạt được độ chính xác tương đương hạng IV hoặc tiêu chuẩn kỹ thuật cần phải có kinh nghiệm và chương trình đo đặc biệt.

Hil.4 là một số máy thủy chuẩn tự động cân bằng NA-724 của Thụy Sĩ thường được dùng trên các công trình xây dựng nhà cao tầng.



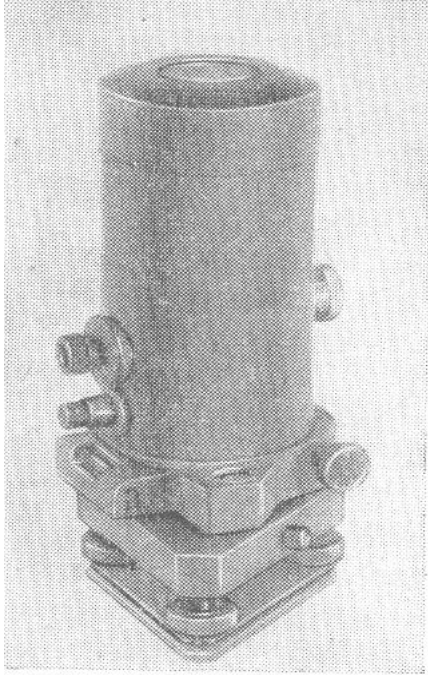
*H.8.6a Máy thủy chuẩn tự động cân bằng NA-724 và NAK-2, Thụy Sĩ*

## **4 một số máy móc khác dùng trong xây dựng**

### **4.1 Máy chiếu đứng ZL**

Máy chiếu đứng ZL là loại máy chuyên dùng để tạo ra tia ngắm thẳng đứng (giống như một dây dọi) để chiếu từ dưới lên trên. Các máy này được sử dụng để chuyển toạ độ từ tầng lắp ráp cơ sở lên các tầng trên. Hiện nay trên thị trường có một số loại máy như PZL (Đức) ZL và NZL của LEICA (Thụy Sĩ) trong đó NZL có thể chiếu được hai chiều: chiều từ dưới lên trên hoặc chiếu từ trên xuống dưới.

H.8.6 là máy chiếu đứng PZL của Đức cho phép chiếu các điểm lên cao 100 m với sai số 1mm.



*H.8.6 Máy chiếu đứng PZL-100*

#### **4.2 Hệ thống định vị GPS**

Hệ thống định vị GPS (Global Positioning System) là hệ thống định vị toàn cầu bằng cách thu tín hiệu từ các vệ tinh bay trên các quỹ đạo ổn định và có tọa độ chính xác. Hiện nay ở nước ta đang sử dụng hệ thống GPS của Mỹ. Ngoài Mỹ ra ở Nga cũng có hệ thống định vị riêng gọi là GLONAS. Từ 2006 trở đi, Liên minh Châu Âu cũng dự kiến đưa vào khai thác sử dụng hệ thống định vị toàn cầu GALILEO bằng các vệ tinh của mình.

Trong xây dựng NCT, các hệ thống định vị có thể được sử dụng để chuyển tọa độ từ dưới mặt đất lên các tầng cao mà không cần đục lỗ như trong phương pháp máy chiếu đứng.

H 8.7 là hệ thống định vị GR của hãng LEICA (Thụy Sĩ).



*H.8.7 Hệ thống định vị GP-R1 của hãng LEICA, Thụy Sĩ*

*Ghi chú : Phần I,II,III do GV-KS Nguyễn Tấn Lộc biên soạn.*

*Phần IV do GV-KS Trần Thúc Tài bổ sung*

## ***Phần I***

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

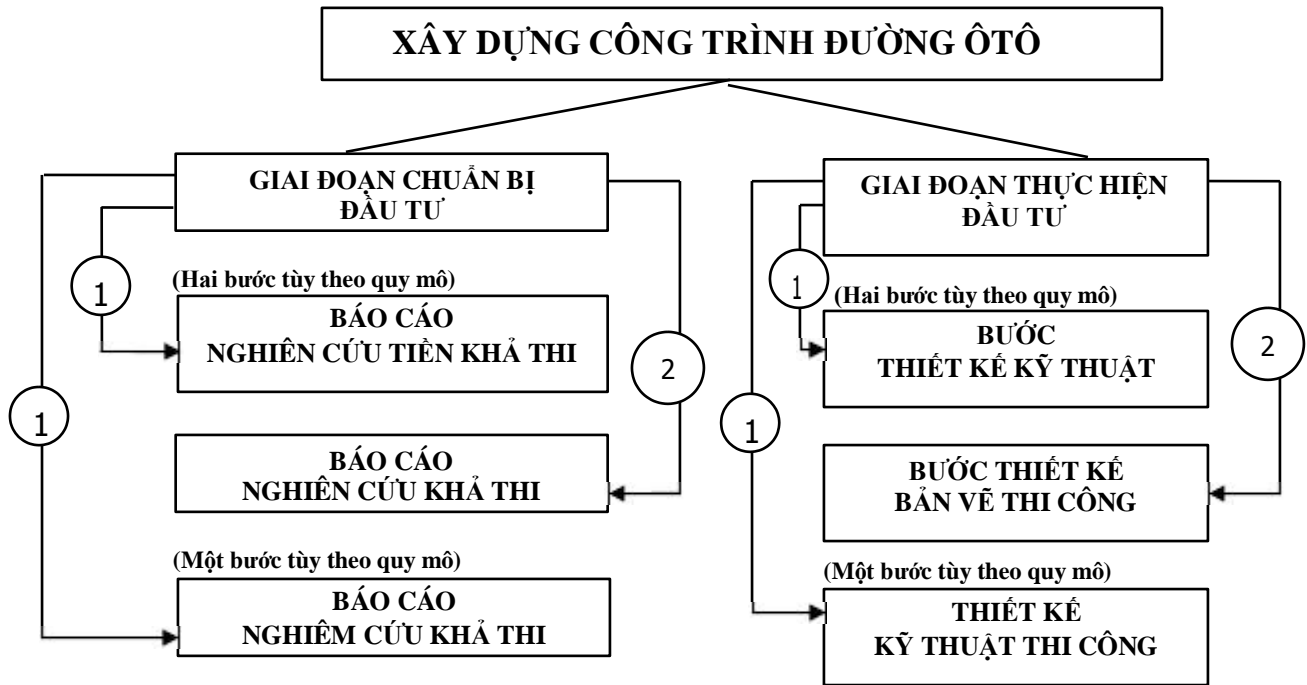
1. Giáo trình Trắc địa ứng dụng – ĐHBK TPHCM
2. Tiêu chuẩn ngành 22TCN 263-2000 – Quy trình khảo sát đường Ô tô
3. Tiêu chuẩn ngành TCN 20-84 – Quy trình khảo sát, thiết kế, sửa chữa, cải thiện, nâng cấp đường Ô tô. Chương II. Công tác khảo sát tuyến.
4. Tiêu chuẩn ngành TCN 262-2000 – Quy trình khảo sát nền đường Ô tô đắp trên đất yếu.
  - II.2.5 Yêu cầu về quan trắc dự báo lún
  - II.3 Các yêu cầu về thiết kế và bố trí hệ thống quan trắc trong quá trình thi công nền đắp trên đất yếu.
5. Tiêu chuẩn ngành số 166-QĐ – Quy trình thi công và nghiệm thu cầu công. Chương II. Công tác đo đạc và định vị
6. Sách Trắc Địa NXB GD (tác giả Đỗ Hữu Hình, Đào Duy Liêm, Lê Duy Ngụ, Nguyễn Trọng San)

*Phần II*

**GIÁM SÁT CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA  
X.D CÔNG TRÌNH ĐƯỜNG**



## § 2-1 NHIỆM VỤ CỦA CÁC GIAI ĐOẠN KHẢO SÁT ĐƯỜNG ÔTÔ



(Theo tiêu chuẩn khảo sát đường ô tô 22TCN 262-2000  
22TCN263-2000)

### 1. Khảo sát để lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi :

Thu thập những tài liệu cần thiết để sơ bộ đánh giá về sự cần thiết phải đầu tư công trình, các thuận lợi khó khăn, sơ bộ xác định vị trí quy mô công trình, ước đoán tổng mức đầu tư, chọn hình thức đầu tư, sơ bộ đánh giá hiệu quả đầu tư về mặt kinh tế, xã hội của dự án.

### 2. Khảo sát để lập báo cáo nghiên cứu khả thi :

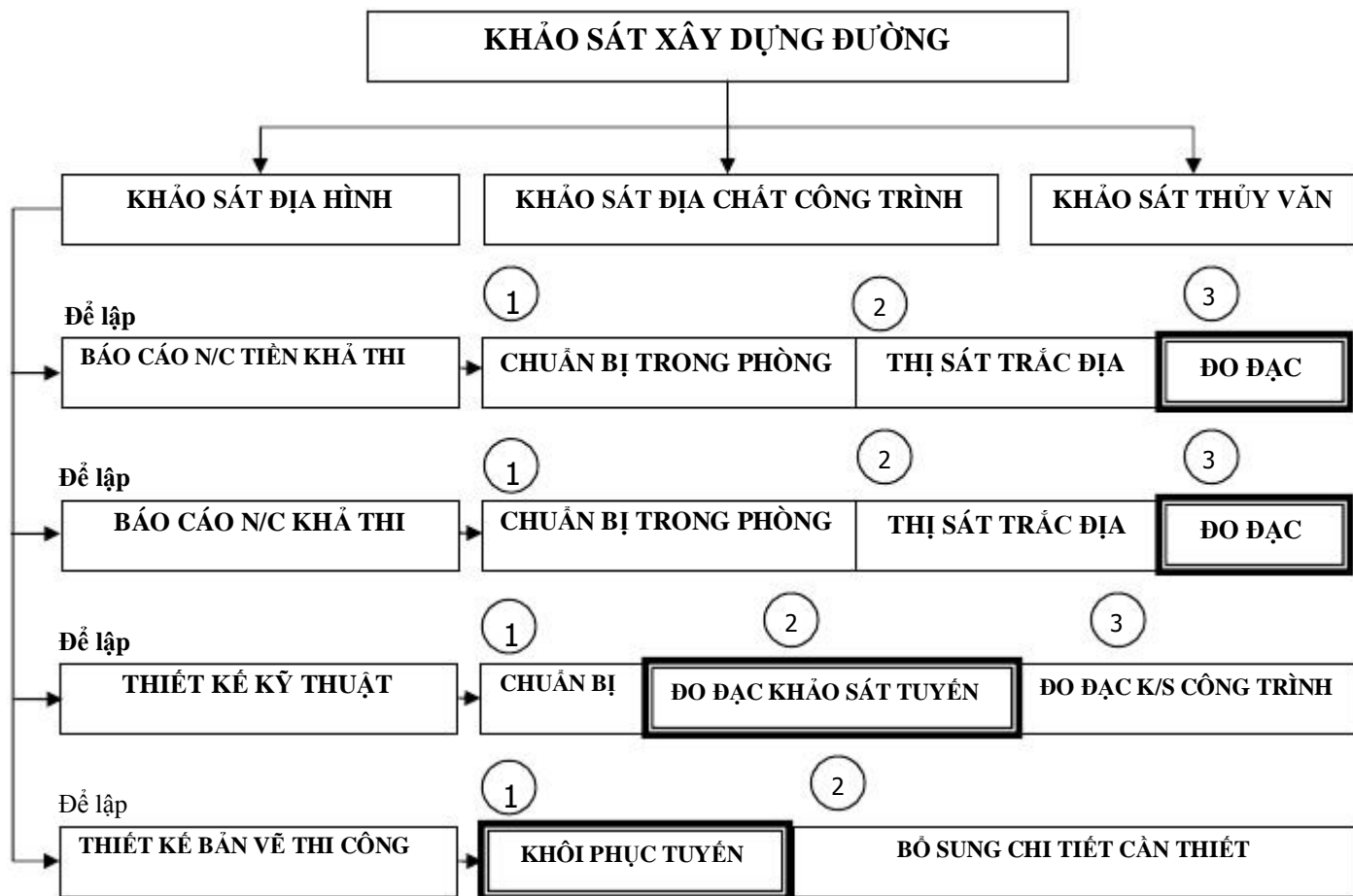
Thu thập tài liệu xác định sự cần thiết phải đầu tư công trình, lựa chọn hình thức đầu tư, xác định vị trí cụ thể, quy mô công trình, lựa chọn phương án tối ưu, đề xuất giải pháp hợp lý, tính tổng mức đầu tư, đánh giá hiệu quả đầu tư về mặt kinh tế và xã hội của dự án.

### 3. Khảo sát để lập thiết kế kỹ thuật :

Thu thập tài liệu cần thiết cho phương án công trình đã được cấp có thẩm quyền phê duyệt để lập hồ sơ thiết kế kỹ thuật và dự toán công trình, lập hồ sơ đấu thầu phục vụ cho công tác mời thầu hoặc chỉ định thầu.

### 4. Khảo sát để lập thiết kế bản vẽ thi công :

Được thực hiện để phục vụ cho thi công cầu, đường của đường ô tô theo các phương án đã được duyệt (Khi thiết kế kỹ thuật và đấu thầu xây dựng)



**Nhận xét:** Trong giai đoạn nào cũng phải tiến hành đo đạc ở thực địa.

## **§ 2-2 NỘI DUNG CÔNG TÁC VÀ TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT ĐO ĐẠC TRẮC ĐỊA TRONG CÁC GIAI ĐOẠN THIẾT KẾ.**

### **A. Giai đoạn báo cáo nghiên cứu tiền khả thi:**

**1. Lập bình đồ địa hình 1:5000, mặt cắt dọc các phương án tuyến tỉ lệ 1:5000 – 1:10000, mặt cắt ngang cho từng đoạn tỉ lệ đứng và ngang 1:5000.** (Nếu trong khu vực tuyến khảo sát có bản đồ tỉ lệ 1:5000 – 1:10000 thì sử dụng nó để thiết kế, không cần tiến hành đo mới.)

**2. Dụng cụ, độ chính xác đo và trình tự đo:**

Đo độ dốc tuyến bằng dụng cụ đo dốc đơn giản có độ chính xác thấp.

Đo góc bằng địa bàn hoặc Păngtômét.

Đo dài bằng thước dây vải 1 lần đo.

Đo cao bằng máy đo dốc đơn giản (2 lần thuận nghịch).

Đo mặt cắt ngang bằng thước chữ A hoặc máy đo dốc đơn giản.

**Nhận xét: Dụng cụ đơn giản, độ chính xác thấp**  
**Các cọc tuyến là cọc tạm bằng tre, cừ tràm... không cần bảo vệ**

## **B. Giai đoạn báo cáo nghiên cứu khả thi:**

**1. Lập bình đồ khu vực dự định đặt tuyến** (của phương án đã chọn vạch trên bản đồ) tỉ lệ 1:2000 (vùng núi), 1:5000 (vùng đồi), 1:10000 (vùng đồng bằng)

**2. Công việc bao gồm:** định đỉnh, đo góc, rải cọc chi tiết, đo dài, đo cao, đo mặt cắt ngang.

a./ Đối với đường có cấp kỹ thuật 20-40-60 (cấp quản lý IV, V theo bảng phân loại cấp đường trong TCVN 4054-98)

■ Đo góc tại các đỉnh chuyển với độ chính xác  $\pm 30''$  bằng máy kinh vĩ Theo 020 (hoặc máy có độ chính xác tương đương)

■ Đo cao tổng quát (các điểm tiêu chuẩn kỹ thuật, các cọc đỉnh chuyển, hố khoan địa chất) 2 lần đo đi, đo về có sai số khép độ cao nhỏ hơn sai số cho phép

$$f_h = \pm 30 \sqrt{L_{km}} \quad (mm) \quad (2-1)$$

■ Đo cao cấp thủy chuẩn kỹ thuật các cọc chi tiết (cọc lộ trình, cọc phụ, các cọc trắc ngang), một lần đo và khép vào mốc với sai số khép độ cao < sai số cho phép

$$f_h = \pm 30 \sqrt{L_{km}} \quad (mm) \quad (2-2)$$

■ Các mốc thủy chuẩn kỹ thuật cách nhau 2-4Km

■ Nếu tuyến đường dài hơn 50Km phải xây dựng lưới khống chế tọa độ hạng IV dọc theo tuyến có các mốc cách nhau 2-6Km (Để đo nối và đưa tuyến đường mới lên bản đồ giao thông và địa hình)

b./ Đối với đường có cấp kỹ thuật 60-80 hoặc đường cao tốc

Để đảm bảo bình đồ cao độ dọc tuyến tính theo hệ thống tọa độ và cao độ quốc gia ta phải xây hệ thống lưới khống chế tọa độ và cao độ trên toàn tuyến:

■ Lưới khống chế tọa độ hạng IV bằng công nghệ GPS.

■ Lưới đường chuyển cấp II bằng máy toàn đạc điện tử:

\* Sai số đo góc  $m_{\beta} = \pm 10''$  (2-3)

\* Sai số đo dài  $\frac{m_s}{S} = 1:5000$  (2-4)

\* Sai số khép tương đối đường chuyển  $\frac{f_h}{S} = \frac{1}{5000}$  (2-5)

\* Sai số khép góc  $f_{\beta} = \pm 30'' \sqrt{n}$  (n-số góc trong tuyến) (2-6)

\* Sai số vị trí điểm  $\pm 30 mm$  (2-7)

■ Lưới khống chế độ cao hạng IV với sai số khép độ cao

$$f_h = \pm 20 \sqrt{L_{km}} \quad (mm) \quad (2-8)$$

■ Lưới độ cao cấp kỹ thuật có sai số khép độ cao thỏa mãn yêu cầu

$$f_h \leq 30 \sqrt{L_{Km}} \quad (\text{ở vùng đồng bằng}) \quad (2-9)$$

$$f_h \leq 50 \sqrt{L_{Km}} \quad (\text{ở vùng núi}) \quad (2-10)$$

**Nhận xét:** Độ chính xác của công tác trắc địa trong giai đoạn này cao nhất

### **C. Giai đoạn thiết kế kỹ thuật thi công:**

**1. Thu thập các số liệu cần thiết để lập thiết kế kỹ thuật và dự toán (trên cơ sở báo cáo nghiên cứu khả thi đã được duyệt) gồm:**

- Bình đồ cao độ tuyến 1:1000 – 1:2000
- Bình đồ cao độ tỉ lệ 1:500 – 1:1000 các công trình trên tuyến, những đoạn khó khăn phức tạp, chỗ giao với đường ô tô, đường sắt hiện hữu v.v...
- Mặt cắt dọc tuyến  $\begin{matrix} \text{---} & 1000 \\ \text{---} & 2000 \end{matrix}$  hoặc  $\begin{matrix} \text{---} & 2000 \\ \text{---} & 200 \end{matrix}$
- Mặt cắt ngang tỉ lệ 1:200

#### **2. Công việc cụ thể:**

■ **Cổ định cọc đỉnh** đã định vị ở bước nghiên cứu khả thi, đóng cọc dấu cọc đỉnh (nằm ngoài phạm vi thi công)

■ Nếu tuyến có lập lưới khống chế tọa độ và độ cao thì **lập đường chuyền kinh vĩ có sai số khép tương đối 1:2000** đi qua các đỉnh chuyển, lấy 2 cạnh đường chuyền ở 2 đầu làm cạnh góc. Chiều dài đường chuyền này < 3Km khi đo vẽ bản đồ dọc tuyến tỉ lệ 1:2000 và < 4Km khi đo vẽ bản đồ dọc tuyến tỉ lệ 1:5000.

- Sai số khép góc cho phép  $f_{\alpha} = 45'' \sqrt{n}$  (n-số góc đo) (2-11)

- Sai số trung phương đo góc  $m_{\alpha} = 30''$  (2-12)

■ **Bố trí các điểm chính** của đường cong tròn và đường cong chuyển tiếp.

■ Nếu thực hiện “thiết kế kỹ thuật thi công” phải **bổ trí tiếp các cọc chi tiết** của đường cong.

■ **Cắm thêm các cọc chi tiết** (để rõ thêm địa hình và tính khối lượng nền đường) với khoảng cách giữa các cọc:

\* 40m ở đồng bằng và đồi

\* 20m ở vùng núi

\* 40m ở đồng bằng và đồi

\* 20m ở vùng núi

**Khi lập thiết kế kỹ thuật**

**Khi lập thiết kế kỹ thuật thi công**

■ **Đo cao tổng quát**

$$f_h = 30 \sqrt{L_{Km}} \quad (mm) \quad (2-13)$$

và **đo cao chi tiết kỹ thuật**

$$f_h = 50 \sqrt{L_{Km}} \quad (mm)$$

■ **Chêm dày mốc đo cao kỹ thuật** ở bước báo cáo nghiên cứu khả thi (2-4Km) đảm bảo 1-2Km có 1 mốc.

■ **Đo dài bằng thước thép hoặc máy toàn đạc điện tử** bố trí các cọc lộ trình, cọc km 2 lần đi về với sai số giữa 2 lần đo < 1:1000

Đo dài bố trí các cọc chi tiết 1 lần đo đi, khép vào cọc lộ trình hoặc cọc Km với



(2-15)

Đo mặt cắt ngang bằng máy kinh vĩ, ni vô, thước thép.

## **D. Giai đoạn thiết kế bản vẽ thi công:**

### **1. Khôi phục tuyến đường trên thực địa**

- Đảm bảo vị trí tuyến khôi phục đúng đồ án đã được duyệt trong bước thiết kế kỹ thuật.

### **2. Công việc cụ thể:**

- Khôi phục và cố định các cọc đỉnh đã đóng ở bước thiết kế kỹ thuật, đóng cọc dấu.

- Đo góc tại các cọc đỉnh với  $m = 30''$

- Bố trí các điểm chính và các điểm chi tiết đường cong tròn và đường cong chuyển tiếp.

- Khôi phục các cọc lộ trình và các cọc chi tiết trên đường thẳng và đường cong. Tiến hành đồng thời với đo dài với đo dài khoảng cách giữa 2 đỉnh chuyển.

- Chỉ đo cao chi tiết (cọc lộ trình, cọc chi tiết) khép vào các mốc thủy chuẩn đã đặt trong bước

khảo sát kỹ thuật. Cấp kỹ thuật  $f_h = 50 \sqrt{L_{km}} \text{ (mm)}$

- Đo mặt cắt ngang tại các cọc bổ sung, chỗ địa hình phức tạp (sườn dốc, đầm lầy, khu dân cư).

## **§ 2-3 CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA ĐỊNH TUYẾN Ở THỰC ĐỊA**

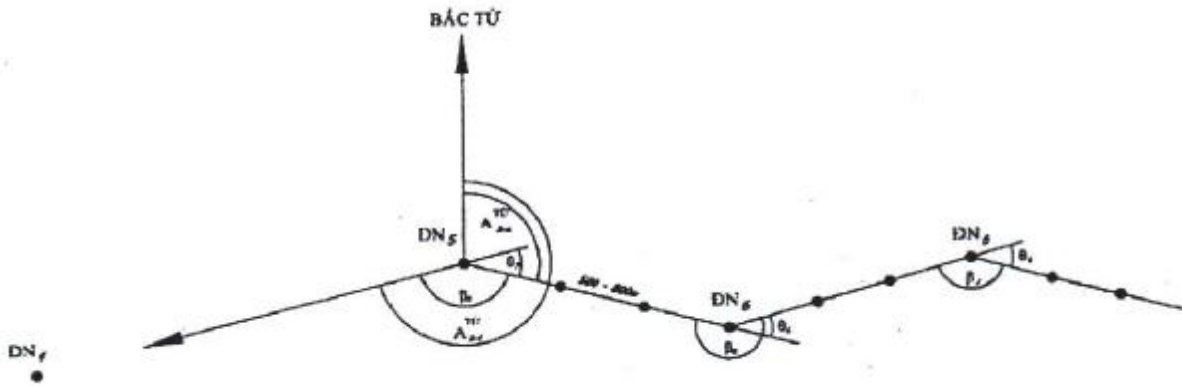
### **A. Bố trí các đỉnh chuyển và khảo sát hướng tuyến**

- Bằng phương pháp tọa độ cực, sử dụng máy toàn đạc điện tử, dựa vào các điểm trắc địa (2 điểm trắc địa cho một đỉnh)
- Bằng phương pháp tọa độ vuông góc dựa vào địa vật rõ, gần (tọa độ của đỉnh chuyển và địa vật xác định trên bản đồ)
- Để khảo sát tuyến, ta cắm một số tiêu trên tuyến giữa 2 đỉnh chuyển, đặc biệt ở các chỗ vượt sông, nương xói, chỗ giao với đường lớn, chỗ địa hình phức tạp.

*Nếu thấy hướng tuyến không tốt, khối lượng đào đắp lớn thì xác định tiêu thay đổi hướng và xác định lại đỉnh chuyển và thay cọc gỗ bằng mốc bê tông,*

## B. Đo góc giữa các đỉnh

Đo góc bên phải, K bằng máy kinh vĩ kỹ thuật độ chính xác  $m = 30''$



Tính các góc ngoặt theo công thức:

Khi đường ngoặt sang phải  $180^\circ - \alpha$  (2-16)

Khi đường ngoặt sang trái  $180^\circ + \alpha$  (2-17)

Đo góc phương vị từ thuận, nghịch của tất cả các cạnh bằng la bàn.

Bố trí các điểm thẳng hàng nằm trên đường nối các đỉnh chuyển cách nhau 500-800m bằng cách bố trí các góc  $180^\circ$  theo 2 vị trí ống kính.

## C. Đo dài

### 1. Đo dài giữa các đỉnh chuyển và các điểm thẳng hàng

Chủ yếu đo bằng máy đo dài điện quang

Tiến hành song song với công tác đo góc

Hiệu chỉnh độ dốc khi góc nghiêng  $> 2^\circ$ .

Độ chính xác yêu cầu đo cạnh 1:1000-1:2000 tùy theo điều kiện địa hình

Dựa vào kết quả đo dài, đo góc, đo góc nối với các điểm tọa độ cơ sở tiến hành bình sai tính tọa độ các đỉnh chuyển.

### 2. Đo dài bố trí các cọc lộ trình và các điểm trên mặt cắt ngang

Chủ yếu dùng thước thép, có thể đo bằng máy đo dài điện quang để bố trí các cọc lộ trình cách nhau 100m

Bằng thước thép đo khoảng cách từ cọc lộ trình đến điểm phụ (điểm đặc trưng địa hình) và các điểm trên mặt cắt ngang.

Khoảng cách 100m giữa các cọc lộ trình là khoảng cách ngang nên khi bố trí phải đo độ dốc mặt đất để hiệu chỉnh.

Khi sử dụng máy đo dài điện quang định tuyến ngoài thực địa, thường không bố trí các cọc lộ trình 100m mà đo khoảng cách giữa các cọc phụ. Khi đó lý trình (số hiệu cọc) của các cọc phụ được xác định bằng cách cộng dồn các khoảng cách giữa chúng.

Sau khi vẽ các cọc phụ lên mặt cắt, ta xác định các cọc lộ trình bằng cách bố trí trên mặt cắt các khoảng cách 100m, còn cao độ của các cọc này được xác định bằng cách nội suy đồ thị

Khi thi công tuyến đường ta sẽ bố trí các cọc lộ trình ra thực địa trong quá trình khôi phục tuyến đường.

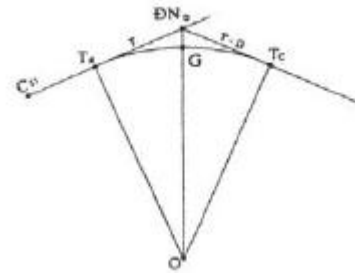
## D. Bố trí các điểm chính của đường cong chuyển cộc lộ trình và cộc phụ sang đường cong.

### I. Bố trí các điểm chính của đường cong

Đường cong có thể là đường cong tròn hoặc đường cong tổng hợp (đường cong chuyển tiếp + đường cong tròn). Để đơn giản ta chỉ đề cập tới đường cong tròn

#### 1. Ký hiệu số hiệu cộc (lý trình) của

- Đỉnh ngoặt  $C_{ĐN}$
- Điểm đầu  $C_{Td}$
- Điểm giữa  $C_G$
- Điểm cuối  $C_{Tc}$



#### 2. Tính lý trình các điểm chính

Nếu biết lý trình  $C_{ĐN}$  của đỉnh ngoặt ta tính lý trình của các điểm khác như sau:

$$C_{Td} = C_{ĐN} - T \quad (2-18)$$

$$C_{Tc} = C_{Td} + K \text{ hoặc } C_{Tc} = C_{ĐN} + (T - D) \quad (2-19)$$

$$C_G = C_{Td} + \frac{1}{2}K \text{ hoặc } C_G = C_{Tc} - \frac{1}{2}K \quad (2-20)$$

Trong đó:  $T = R \tan \frac{\alpha}{2}$  và  $K = \frac{2R \sin \alpha}{\alpha}$  (2-21)

T - tiếp cự, K - chiều dài đường cong tròn,  
R - bán kính đường cong tròn,  $\alpha$  - góc chuyển.

#### 3. Cách bố trí

■ Bố trí điểm đầu  $T_d$  từ cộc lộ trình phía trước gần nhất

■ Bố trí các cộc lộ trình trên hướng mới ĐN -  $T_c$  kéo dài bằng cách:

Từ đỉnh ngoặt ĐN bố trí đoạn  $D = 2T - K$ , coi cộc nút cuối của đoạn đo dư D có lý trình là  $C_{ĐN}$ , tiếp tục bố trí điểm cuối đường cong và các cộc lộ trình theo lý trình của nó.

■ Bố trí điểm giữa đường cong bằng cách đặt máy kinh vĩ tại ĐN, ngắm chuẩn đến  $T_d$ , mở một góc bằng  $\frac{\alpha}{2}$ , trên hướng mới bằng thước thép đo đoạn phân cự

■ Kiểm tra khoảng cách giữa 2 đỉnh chuyển (đỉnh ngoặt) bằng công thức:

$$S_{ĐN_1 - ĐN_2} = C_{ĐN_1} + C_{ĐN_2} - D_n \quad (2-22)$$

### II. Chuyển các cộc lộ trình và cộc phụ lên đường cong.

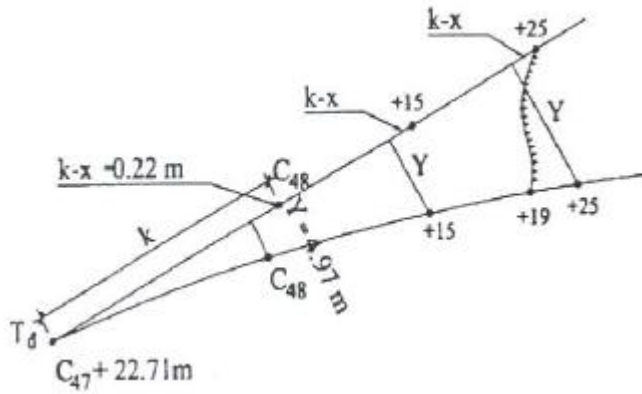
■ Các cộc lộ trình và các cộc phụ trên tiếp cự phải được chuyển lên đường cong bằng phương pháp tọa độ vuông góc sử dụng các công thức:

$$X = R \sin \alpha \quad (2-23)$$

$$Y = 2R \sin^2 \frac{\alpha}{2} \quad (2-24)$$

Trong đó:  $k = \frac{kp}{R}$  (2-25)

k : là cung tròn được tính từ điểm đầu đường cong  $T_d$  đến cộc lộ trình hoặc cộc phụ cần chuyển (theo lý trình của chúng).



**Ví dụ:** Chuyển  $C_{48}$  từ tiếp cự lên đường cong có  $R = 600m$

$$k = C_{48} - C_{47+22.71} = 77.29 \text{ m}$$

$$\frac{77.29 \cdot 57.3}{600} = 7.38$$

$$600 \sin 7.38 = 77.07 \text{ m}$$

$$\frac{2 \cdot 600 \sin^2 \frac{7.38}{2}}{2} = 4.97 \text{ m}$$

$$k - x = 77.29 - 77.07 = 0.22 \text{ m}$$

Điểm phụ  $C_{48+25m}$  là điểm đặc trưng địa hình trên tiếp tuyến nên không chuyển lên đường cong mà phải xác định điểm đặc trưng địa hình (điểm phụ) trên đường cong.

Để làm việc này ngoài việc chuyển lên đường cong cọc  $C_{48+25m}$  ta chuyển thêm cọc  $C_{48+15m}$  (chọn). Sau đó xác định điểm phụ trên đường chuyển  $C_{48+15+4} = C_{48+19m}$  nằm giữa A.

## E. Đo cao tuyến đường

### 1. Bố trí, chôn các mốc thủy chuẩn nằm cách tim đường 20-30m

Mốc cố định bằng bê tông chôn cách nhau 20-30km và một số chỗ đặc biệt (chỗ giao với đường ô tô, khe lở, gần cầu lớn, tại các điểm dân cư).

Mốc tạm thời đóng bằng cọc gỗ hoặc gắn trên địa vật ổn định (nền nhà, chân cột điện, hố ga, mồ mã...) cách nhau 2-3km.

### 2. Phương pháp, độ chính xác.

Đo cao hình học kỹ thuật, tầm ngắm 150-200m, sai số khép độ cao cho phép:

$$f_{hsh} \leq 0 \sqrt{L} \text{ (mm)}$$

Đo bằng 2 máy Nivô (đối với tuyến đường dài > 50km)

+ Máy Nivô 1: (máy chính) Đo các cọc trình, các cọc phụ, các mốc tiêu chuẩn cố định, tạm thời và các hố khoan địa chất.

+ Máy Nivô 2: Đo các điểm thủy chuẩn cố định, tạm thời và các cọc trên mặt cắt ngang.

Đo bằng 1 máy Nivô mia hai mặt (đối với tuyến < 50km) đo cao các điểm nói trên.

## F. Đo nối tuyến đường vào các mốc tọa độ và cao độ quốc gia.

### 1. Mục đích:

Kiểm tra đánh giá độ chính xác kết quả đo trên tuyến.

Tăng cường độ chính xác xác định tọa độ và độ cao các điểm.

Lập bình đồ và mặt cắt trong hệ thống tọa độ và độ cao quốc gia.

### 2. Đo nối với các điểm khống chế tọa độ quốc gia.

Thường qui định:

- Nếu điểm trắc địa cơ sở nằm cách tuyến < 3km  $L \leq 25km$

- Nếu điểm trắc địa cơ sở nằm cách tuyến 3-10km  $L \leq 50km$



- Nếu không có hoặc các điểm trắc địa cơ sở nằm cách xa tuyến đường thì cứ cách 32 cạnh hay 16-25km (với  $s = 500 \text{--} 800\text{m}$ ) phải đo 2 điểm thiên văn ở mỗi đầu.
- Ngày nay có thể sử dụng kỹ thuật GPS thay thế cho kỹ thuật đo thiên văn.

### 3. Đo nối tuyến với các điểm khống chế độ cao quốc gia.

Từ qui định “Sai số khép giới hạn của tuyến đo cao không được vượt quá  $20\text{cm}$ ” nếu tiến hành đo cao kỹ thuật trên tuyến đường ta có:

$$f_h = \pm 50 \sqrt{L_{\text{km}}} \text{ mm} \quad (2-26)$$

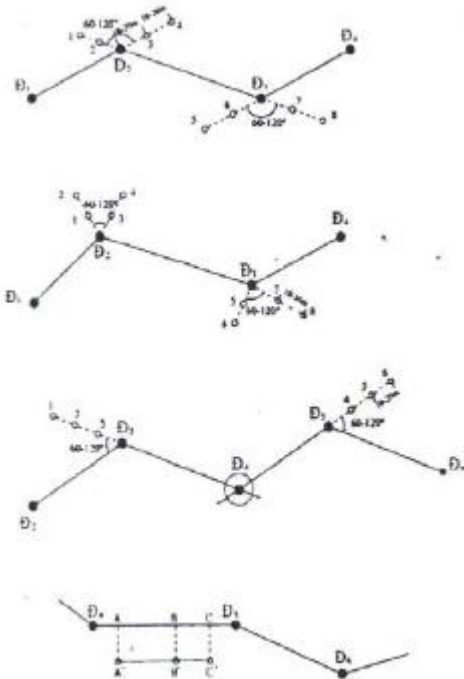
thì chiều dài của tuyến giữa hai điểm đo nối là  $L = \frac{f_h}{50} \text{ km}$  (2-27)

## § 2-4 ĐÁNH DẤU CÁC TUYẾN ĐƯỜNG VÀ CẤU TẠO CÁC LOẠI CỌC

### A. Đánh dấu tuyến đường

- Tuyến đường đã chọn trên thực địa phải được đánh dấu để khi cần dễ tìm hoặc khôi phục khi bị phá hủy.

#### 1. Đánh dấu đỉnh chuyển và hướng tuyến.



#### a. Đánh dấu đỉnh chuyển kết hợp với đánh dấu hướng tuyến:

Bằng 4 điểm tại mỗi đỉnh trên hai hướng tuyến kéo dài.

#### b. Đánh dấu đỉnh chuyển:

Bằng 4 điểm tại mỗi đỉnh không nằm trên tuyến kéo dài (vì không thể). Góc giữa hai hướng:  $60\text{--}120^\circ$ .

#### c. Đánh dấu đỉnh chuyển tại vị trí có địa hình phức tạp (vách đá, vực sâu)

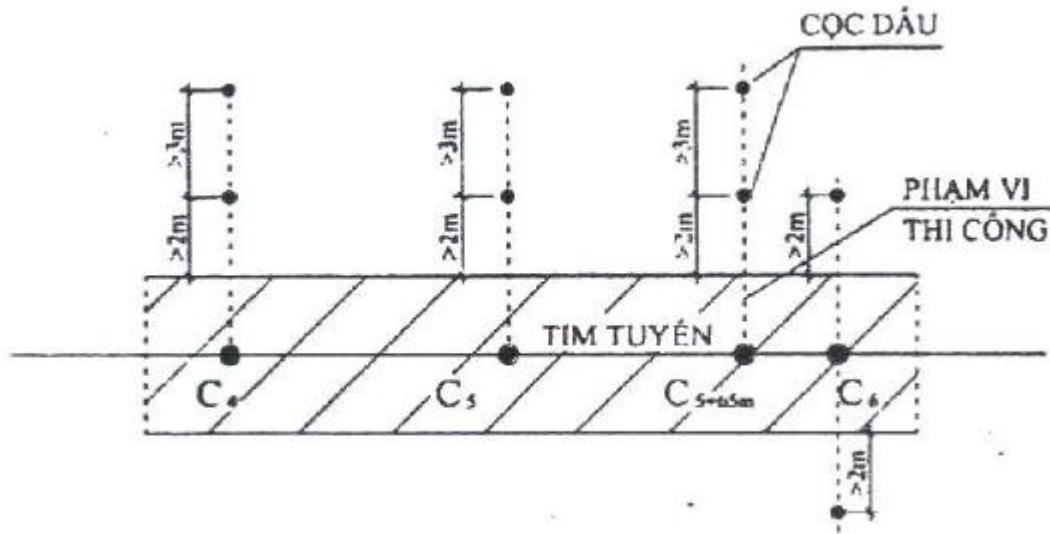
Đề đánh dấu đỉnh  $D_4$  ta chôn 3 mốc 1, 2, 3 trên hướng  $D_4D_3$  kéo dài và 4, 5, 6 trên hướng  $D_4D_5$  kéo dài.

#### d. Đánh dấu hướng tuyến: Chôn 3 mốc $A', B', C'$ tạo thành đường song song với tuyến $D_4D_5$ thỏa mãn điều kiện

$$\begin{aligned} AB &> BC, \\ AB &< 2BC, \\ AC &> \frac{2}{3} D_4D_5. \end{aligned} \quad (2-28)$$

Các cọc đầu cố định đỉnh chuyên và hướng tuyến phải cách phạm vi thi công ít nhất 5m, cách cọc đỉnh và cách nhau 10-20m, được xác định bằng máy kinh vĩ và thước thép.

## 2. Đánh dấu cọc chi tiết (cọc 100m và cọc phụ)



- Nếu thi công cơ giới: Đánh dấu cọc 100m và cọc phụ bằng 2 cọc đầu hướng tuyến một bên hoặc hai bên, cách nhau  $> 3m$  và cách phạm vi thi công  $> 2m$
- Nếu thi công thủ công : Không cần đánh dấu cọc chi tiết, chỉ cần để lại ụ đất xung quanh cọc (đường kính 0.5m, mái dốc  $< 1:0.5$ )

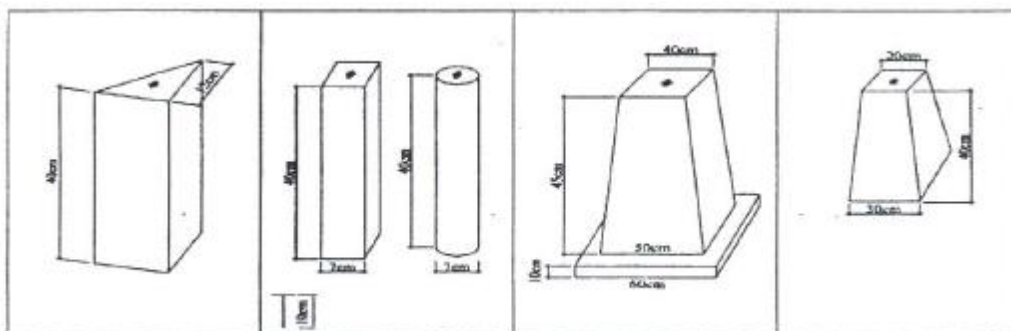
## B. Cấu tạo các loại cọc

### 1. Trong bước khảo sát lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi và báo cáo nghiên cứu khả thi :

Đóng các cọc bằng gỗ hoặc cừ tràm.

### 2. Trong bước khảo sát lập thiết kế kỹ thuật và bản vẽ thi công :

Cọc đỉnh, cọc đầu đỉnh, cọc mốc cao độ : làm bằng bê tông, mặt cắt hình tam giác cạnh 12cm, dài 40cm (hình 1)



■ **Cọc tim tuyến** (cọc 100m, cọc phụ) :

- Cho đường mới : cọc vuông bê tông 7cm x 7cm x 70cm

cọc tròn bê tông  $\phi = 7\text{cm}$ , dài 40cm (hình 2)

- Cho đường hiện hữu : Đinh sắt  $\phi = 1,5\text{cm}$ , dài 10cm đóng chìm xuống đường có “cọc báo” như cọc tim đường mới.

■ **Mốc toa đô và cao độ hạng IV (GPS hạng IV)** : Mốc bê tông mặt 40cm x 40cm, đáy 50cm x 50cm, cao 45cm. Đặt trên bệ mốc 60cm x 60cm x 10cm (hạng 3)

■ **Mốc đường chuyên cấp 2 (Mốc độ cao cấp kỹ thuật)**: Mốc bê tông, mặt 20cm x 20cm, đáy 30cm x 30cm, cao 40cm, không có bệ mốc (hình 4).

## § 2-5 KHÔI PHỤC TUYẾN ĐƯỜNG

### A. Lý do

Khoảng thời gian giữa khảo sát thiết kế tuyến và bắt đầu xây dựng tuyến ngoài thực địa khá dài nên một số cọc chuyển, các cọc 100m và cọc phụ có thể bị hư hỏng mất mát trước khi thi công phải khôi phục tuyến đường.

### B. Nội dung công tác

1. Khôi phục các cọc 100m, đo kiểm tra chiều dài giữa các đỉnh chuyển, góc chuyển hướng và cắm chi tiết các đường cong.
2. Đo kiểm tra cao độ các mốc cơ sở độ cao và các điểm cọc 100m, tăng dày các mốc thủy chuẩn thi công.
3. Đánh dấu tuyến và chuyển những mốc đánh dấu ra ngoài khu vực đào đất.
4. Sửa đổi và hoàn chỉnh vị trí tuyến.

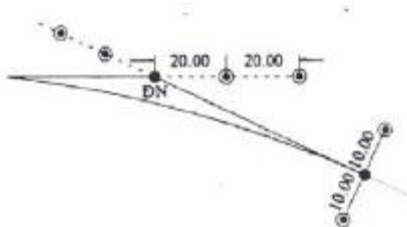
### C. Cơ sở khôi phục tuyến đường

1. Tuyến đã chọn và đánh dấu trên thực địa trong giai đoạn khảo sát chi tiết.
2. Các tài liệu thiết kế thi công bao gồm bình đồ, mặt cắt tuyến, các số liệu về đường thẳng và đường cong, sơ đồ đánh dấu tuyến.

### D. Quá trình tiến hành

#### 1. Tìm và khôi phục các đỉnh chuyển

■ Nếu đỉnh chuyển bị mất và các điểm đánh dấu cũng không còn thì khôi phục đỉnh chuyển bằng cách sau đây :



\*Đo khoảng cách từ các địa vật cố định (ghi trong sơ đồ đánh dấu mốc)

\*Giao hội góc thuận từ 2 đỉnh lân cận (theo trị số góc thiết kế)

■ Nếu các mốc chuyển (và các mốc đánh dấu) bị mất hàng loạt liên tiếp không khôi phục được thì phải định tuyến lại theo trị số góc và khoảng cách thiết kế.

■ Đồng thời với việc khôi phục đỉnh chuyển, xác định lại các góc chuyển và so với góc thiết kế.

#### 2. Đo kiểm tra khoảng cách của các cọc 100m và cọc phụ

Nếu phát hiện sai lầm (sai 1 lần thước) hoặc sai số tích lũy lớn trong kết quả đo dài bố trí các cọc 100m và cọc phụ khi định tuyến ngoài trời thì không đóng lại (nhưng cần ghi chú lại số hiệu cọc, khoảng cách cần hiệu chỉnh cọc) và sẽ coi cọc sai là cọc phụ để chuyển độ cao thi công trong bản thiết kế tương ứng với độ cao thực địa.

### **3. Cắm chi tiết các đường cong chuyển tiếp và đường cong tròn**

Các điểm chi tiết cách nhau  $20m$  nếu  $R \geq 500m$   
 $10m$  nếu  $R < 500m$

### **4. Đánh dấu tuyến đường**

Sau khi đã khôi phục các điểm chuyển, các cọc 100m và các cọc phụ tiến hành đánh dấu tuyến đường.

■ Đinh chuyển, chỗ vượt sông, chỗ giao với đường ô tô hoặc xe lửa đóng bằng cột bê tông dài 40cm, mặt tam giác đều cách 12cm (xem § 2-7)

■ Các cọc 100m, cọc phụ, các điểm chính và điểm chi tiết đường cọc đóng bằng cọc bê tông 7cm x 7cm x 40cm.

Các cọc phải được đóng ngoài vùng đào đắp đất để tồn tại trong suốt thời gian thi công.

### **5. Đo kiểm tra độ cao các cọc mốc và bố trí thêm (tăng dày) các mốc độ cao thi công**

■ Đo kiểm tra các độ cao các mốc cố định (20-30Km), các mốc tạm thời (2-3Km) tất cả các cọc 100m và cọc phụ.

■ Tăng dày các mốc độ cao thi công (cách 4-5 cọc 100m – khoảng 400-500m 1 điểm)

■ Cắm bổ các trắc ngang tại vị trí có độ dốc ngang  $i > 10\%$  ( $6_0$ ) để tính khối lượng đào đất chính xác hơn.

### **6. Độ chính xác đo đạc khôi phục tuyến đường**

Tương tự như định tuyến trong giai đoạn khảo sát thiết kế chi tiết.

Tất cả những thay đổi của tuyến khi khôi phục tuyến trước khi thi công phải chuyển đến đơn vị thiết kế xem xét giải quyết.

*Phần III*

**GIÁM SÁT CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA  
XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH CẦU**

## **§ 3-1 NHIỆM VỤ CỦA CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA XÂY DỰNG CẦU**

### Nhiệm vụ:

- Cung cấp tài liệu đo đạc địa hình và thủy văn cho thiết kế.
- Chuyển thiết kế ra hiện trường.
- Đo vẽ hoàn công.
- Đo biến dạng công trình.

### **A. Công tác trắc địa trong giai đoạn thiết kế cầu**

#### **1. Trong giai đoạn lập báo cáo nghiên cứu tiền khả nghi**

- Cung cấp bản đồ địa hình khu vực tuyến đường có cầu cho thiết kế tỉ lệ 1: 50000 – 1: 25000 (hoặc 1: 10000)

#### **2. Trong giai đoạn báo cáo nghiên cứu khả thi và thiết kế kỹ thuật**

- Cung cấp bản đồ khu vực cầu TL 1:10000 hoặc 1: 5000 cho thiết kế.
- Đo đạc thủy văn cung cấp cho thiết kế các tài liệu : độ dốc mặt nước hướng và tốc độ dòng chảy, bản đồ địa hình đáy sông, mặt cắt thủy văn khu vực xây dựng cầu.

#### **3. Trong giai đoạn thiết kế thi công**

- Đo vẽ cung cấp cho thiết kế bản đồ địa hình TL 1: 2000 hoặc 1: 1000, 1: 500 địa điểm xây dựng cầu.
- Xác định độ dài cầu chính, bổ sung các tài liệu về đo đạc thủy văn, xác định vị trí các hố khoan địa chất công trình thể hiện trên bản đồ.
- 

### **B. Công tác trắc địa trong giai đoạn thi công cầu**

#### **1. Lập lưới cơ sở tọa độ và độ cao thi công cầu**

- Đề bố trí tâm móng và tâm trụ cầu
- Lưới tọa độ độc lập, lưới độ cao móc nối vào lưới quốc gia.

#### **2. Bố trí tâm móng và tâm trụ cầu, đo vẽ hoàn công các móng và trụ cầu**

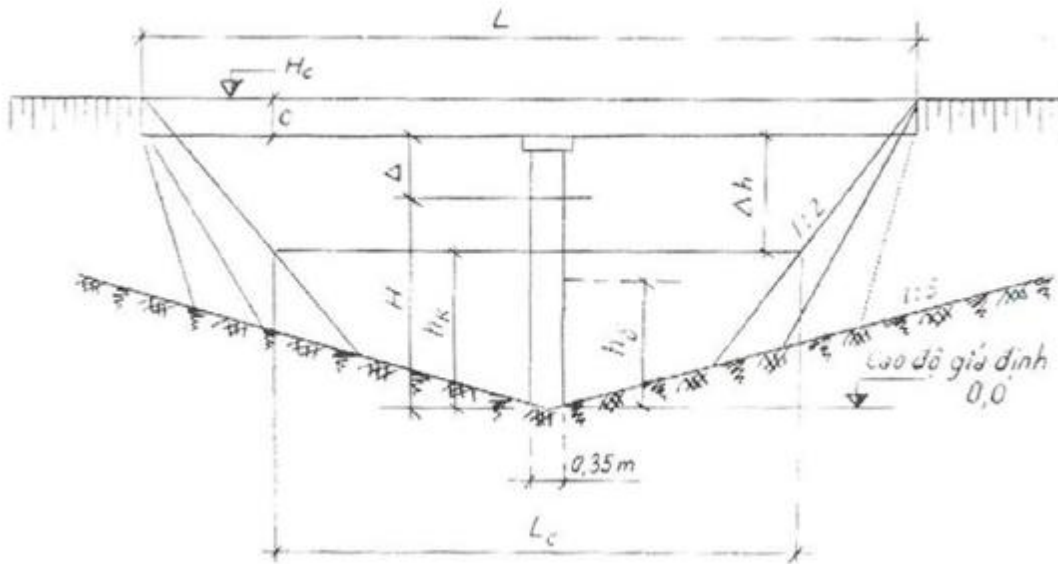
- #### **3. Theo dõi công tác lắp ráp cầu và giàn cầu :** kiểm tra vị trí gối cầu, độ thẳng hàng của các thanh dầm cọc, độ nghiêng của các thanh dầm đứng, độ cong thi công của giàn cầu và độ lệch của trục hình học giàn cầu so với trục chính của trụ cầu.

### **C. Công tác trắc địa trong giai đoạn sử dụng cầu**

#### **1. Xác định độ lún của các trụ cầu**

- #### **2. Xác định độ chuyển dịch của cầu theo 2 hướng dọc và ngang cầu (theo hướng dòng nước).**

## § 3-2 KHẢO SÁT VỊ TRÍ XÂY DỰNG CẦU VƯỢT SÔNG



### A. Các công tác khảo sát

#### 1. Khảo sát địa hình

■ Vạch phương án tuyến đường đến bờ sông kết hợp với việc chọn chỗ vượt sông (đóng cọc đánh dấu).

■ Xác định độ dài chỗ vượt sông, đo nối điểm đánh dấu chỗ cầu vượt sông vào các cọc lộ trình.

■ Xây dựng lưới khống chế tọa độ cơ sở phục vụ đo vẽ bản đồ

■ Lập lưới khống chế độ cao (chuyên độ cao qua sông)

■ Đo vẽ bình đồ trên bờ và dưới đáy sông

#### 2. Khảo sát thủy văn công trình

■ Xác định cao độ các mực nước sông đặc trưng (thấp nhất, mực nước lũ cao nhất trong lịch sử và trong thời gian khảo sát)

■ Đo lưu tốc, lưu hướng của dòng chảy

■ Xác định tiết diện ướt, tính lưu lượng

#### 3. Khảo sát địa chất công trình

■ Đo vẽ địa chất diện rộng vùng vượt sông

■ Thăm dò chi tiết địa chất chỗ vượt sông, lập mặt cắt địa hình (trên bờ, dưới sông)

■ Thăm dò chỗ khai thác vật liệu xây dựng (đất, đá, cát)

### B. Chọn vị trí chỗ vượt sông

1. Đoạn sông thẳng, dòng chảy chính và bãi bồi song song nhau, bãi hẹp đất, không có sông nhánh, không có bãi cạn hoặc đảo, tránh chỗ lòng sông ngoặt đột ngột.

2. Tim cầu phải vuông góc dòng chảy, có thể lệch  $<10^\circ$  trong trường hợp đặc biệt, lệch  $5^\circ$  ở sông có nhiều tàu bè qua lại.

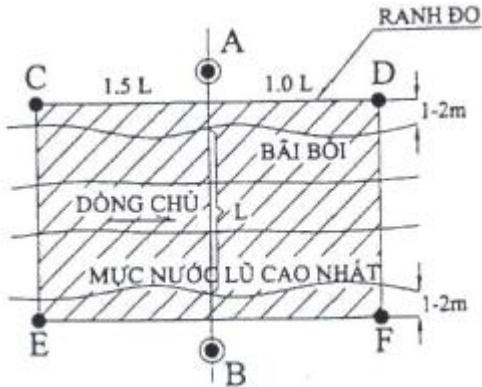
3. Nơi có điều kiện địa chất thuận lợi, có lớp đá gốc gần mặt đất, lòng sông ổn định, tránh nơi trượt lở.

4. Vị trí cầu và đường lên cầu đã chọn phải được cố định bằng mốc bê tông và xác định lý trình.

### C. Đo vẽ chỗ cầu vượt sông

#### 1. Đo vẽ bình đồ vùng vượt sông

Phạm vi đo vẽ (xem hình vẽ)



L : Chiều rộng sông lúc nước lũ cao nhất

Tỉ lệ đo vẽ: 1:5000 sông rộng < 50m  
1:10000 sông rộng > 500m

Hệ thống tọa độ giả định (lấy trục AB làm trục YZ), hệ thống cao độ quốc gia (nhất thiết)

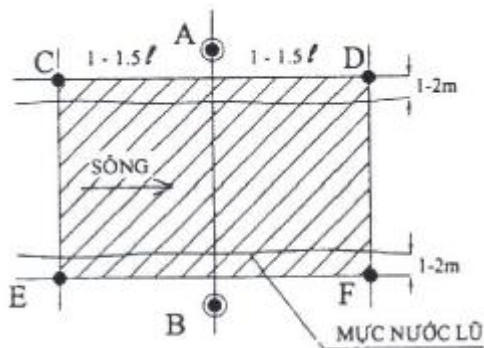
Nội dung bình đồ: địa vật, dáng đất (đặc trưng: vị trí sụt lở, vực bãi bồi, mũi đất, công trình trên sông, bến tàu, bến phà...), các trạm thủy văn, các phương án chỗ vượt sông, ranh nước lũ cao nhất trong lịch sử và ranh nước lũ trong thời gian khảo sát, hướng dòng chảy.

Bình đồ vùng vượt sông được sử dụng để thiết kế kỹ thuật, thiết kế tổ chức thi công, thiết kế lưới tọa độ cơ sở thi công

#### 2. Đo vẽ bình đồ khu vực xây dựng cầu

Phạm vi đo vẽ (xem hình vẽ)

l : Khẩu độ thoát nước của cầu (tổng chiều dài các nhịp tĩnh)



Tỉ lệ đo vẽ:

1:500 (h = 0,5m)

1:1000 (h = 0,5m)

Sông nhỏ, cầu ngắn

DT < 10ha

Cầu dài 300-500m

DT < 50ha



1:2000 (h = 1,0m)

Cầu dài > 500m

DT > 50ha

Sử dụng hệ thống toạ độ và cao độ khi đo vẽ vùng vượt sông

Dùng để thiết kế chi tiết lập bản vẽ thi công cầu và đường lên cầu.

### § 3-3 XÁC ĐỊNH ĐỘ DÀI CHỖ CẦU VƯỢT SÔNG

#### A. Khái niệm chung

**Định nghĩa :** Độ dài chỗ cầu vượt sông là khoảng cách giữa 2 điểm cố định nằm ở hai bên bờ sông, ngoài vùng ngập, đánh dấu vị trí tìm cầu tương lai (Điểm A và B ở hình vẽ trước)

Hai điểm này được đo nối với các điểm tọa độ cơ sở và các cọc lộ trình của tuyến đường để xác định vị trí tương đối của cầu tương lai với địa hình địa vật và với tuyến đường.

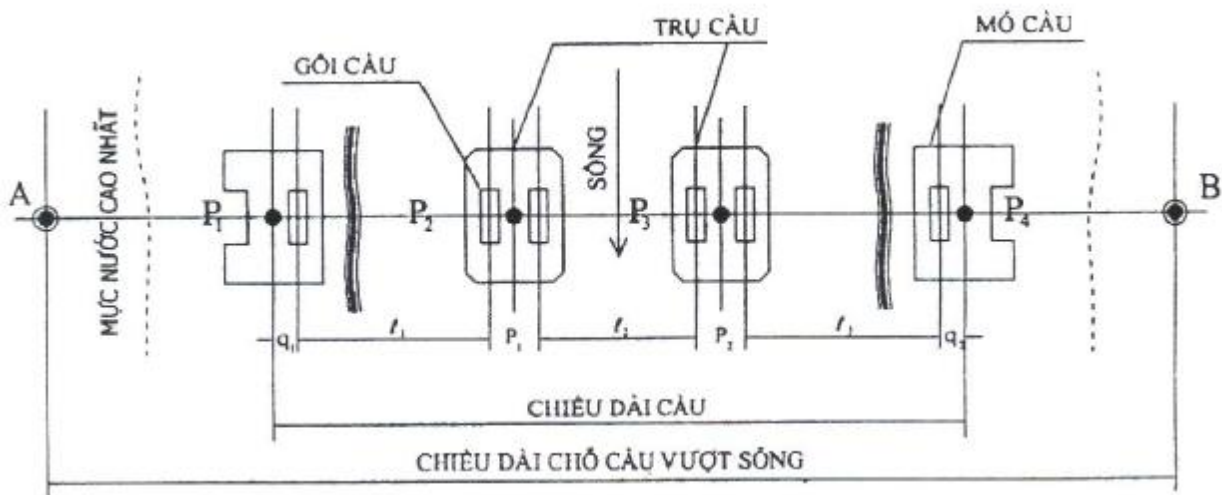
#### B. Trong giai đoạn khảo sát

- Yêu cầu các định độ dài chỗ cầu vượt sông với độ chính xác không quá 1:5000

- Trước đây sử dụng các phương pháp đo dài gián tiếp: thị sai Đanhilốp, thị sai đáy ngắn sử dụng mia Bala. Ngày nay: **đo dài điện quang**.

#### C. Trong giai đoạn xây dựng cầu

Độ chính xác định độ dài chỗ cầu vượt sông phụ thuộc vào độ chính xác xây dựng cầu (sai số chế tạo và lắp ráp các kết cấu nhịp)



Chiều dài cầu được tính theo công thức (xem hình)

$$L = \sum_{i=1}^n l_i + \sum_{i=1}^{n-1} p_i$$

(3-1)

$l_i$  : Chiều dài tính toán từng kết cấu cầu nhịp

$p_i$  : Khoảng cách giữa 2 trụ gối

$q$  : Khoảng cách giữa trục gối và tim mố cầu  
 $n$  : Số nhịp cầu

Sai số trung phương xác định chiều dài cầu  
 Từ (3-1) ta có:

$$m_L = \sqrt{m_l^2 + m_p^2 + m_q^2} \quad (3-2)$$

$m_l = \frac{l_i}{T}$  - Sai số trung phương chế tạo và lắp ráp các kết cấu nhịp

Đối với cầu có kết cấu phức tạp  $T = 10000$

Đối với cầu có kết cấu đơn giản  $T = 6000$

$m_p$  - SSTP vị trí tương hỗ theo hướng dọc giữa 2 tim gối kế nhau trên 1 trụ.

$$m_p = 0,5 \sqrt{L} \text{ cm}$$

(vì các gối cầu được bố trí từ tâm trụ cầu về 2 phía và sai số lắp đặt gối cầu là 0,5cm)

$m_q$  - Sai số trung phương bố trí gối cầu từ tâm mố cầu bằng 0,5cm.

Thay các trị số  $m_l$ ,  $m_p$ ,  $m_q$  vào công thức (3-2) ta được:

$$m_L = \sqrt{\left(\frac{l_i}{T}\right)^2 + (0,5 \sqrt{L})^2 + 0,5^2}$$

$$m_L = \sqrt{\left(\frac{l_i}{T}\right)^2 + 0,25 L + 0,25}$$

$$m_L = \sqrt{\left(\frac{l_i}{T}\right)^2 + 0,25 L + 0,25} \quad (3-3)$$

**Ví dụ:** Cầu có 12 nhịp ( $n = 12$ ), chiều dài trung bình của nhịp là 100m, thuộc loại có kết cấu phức tạp

$$m_L = \sqrt{\left(\frac{10000}{10000}\right)^2 + 0,25 \cdot 100 + 0,25} = 4,2 \text{ cm}$$

Độ chính xác xác định chiều dài cầu cũng là độ chính xác xác định chỗ cầu vượt sông  
 Sai số tương đối sẽ là:

$$\frac{m_L}{L} = \frac{4,2 \text{ cm}}{120000} = \frac{1}{28571} \quad (3-4)$$

**Đo bằng máy đo dài điện quang**

### § 3-4 LƯỚI TỌA ĐỘ CƠ SỞ THI CÔNG CẦU

#### A. Độ chính xác

- Sai số trung phương vị trí điểm tâm trụ cầu được xác định từ các điểm trắc địa cơ sở

$$m_{tc} = 20 \text{ mm} \quad (3-5)$$

- Từ đó, sai số trung phương vị trí điểm lưới tọa độ cơ sở

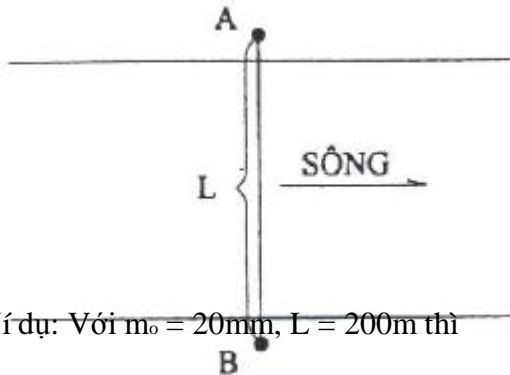
$$M = \frac{m_{tc}}{2} = \frac{20 \text{ mm}}{2} = 10 \text{ mm} \quad (3-6)$$

- Suy ra sai số trung phương thành phần  $m_x = m_y = \frac{10}{\sqrt{2}} = 7 \text{ mm} \quad (3-7)$

## B. Hình thức lưới

### 1. Đo khoảng cách giữa hai điểm đánh dấu tim cầu.

Khi xây dựng cầu cỡ trung bình và nhỏ để làm cơ sở thi công cần đo chính xác khoảng cách giữa hai điểm đánh dấu tim cầu ở hai bên bờ sông với độ chính xác được tính theo:



$$\frac{l}{l} = \frac{m_0}{\sqrt{2}L} \quad (3-8)$$

$m_0$  – SSTP xác định tâm trụ cầu  
L – Chiều dài chỗ cầu vượt sông

Ví dụ: Với  $m_0 = 20 \text{ mm}$ ,  $L = 200 \text{ m}$  thì

$$\frac{l}{l} = \frac{20}{\sqrt{2} \cdot 200000} = \frac{1}{14000} \quad (3-9)$$

### Đo bằng máy đo dài điện quang

### 2. Lưới tam giác thi công cầu:

#### a. Các dạng lưới:

■ Lưới đo góc:

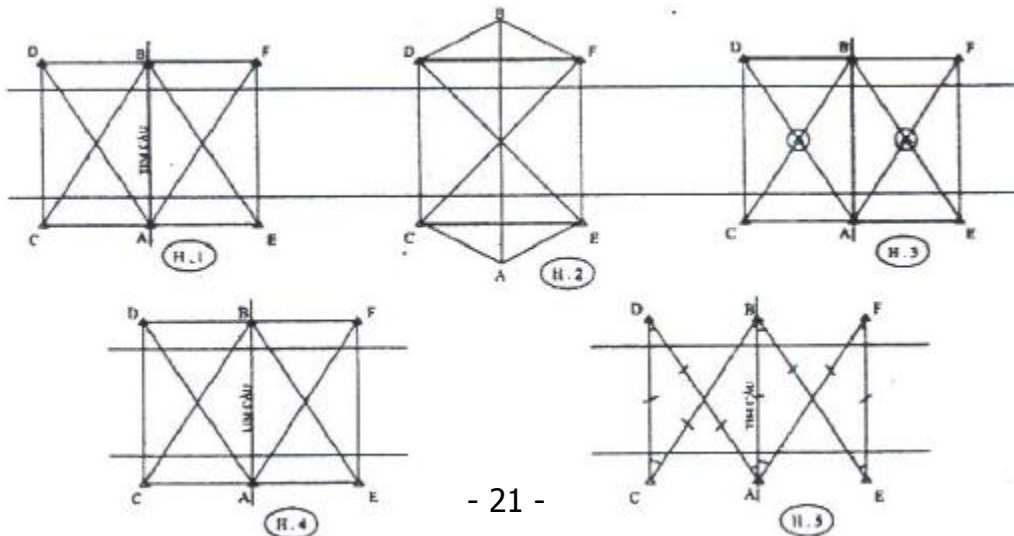
- Lưới tứ giác trắc địa kép (H.1)

- Lưới tứ giác trắc địa + 2 lưới tam giác (H.2)

- Lưới trung tâm kép (H.3)

- Lưới tứ giác trắc địa đo cạnh kép (H.4)

- Lưới tứ giác chéo đo góc cạnh (H.5)



Việc chọn dạng lưới tam giác thi công cầu xuất phát từ yêu cầu bố trí tâm các trụ cầu từ các điểm của nó bằng phương pháp giao hội góc thuận đảm bảo độ chính xác  $m_0 = 20\text{mm}$

Dù ở dạng nào các góc trong tam giác nên  $> 27^\circ$ .

Tỉ số giữa cạnh trên bờ (ví dụ AE) với cạnh qua sông AB được gọi là độ dẹt l và tốt nhất là bằng 0,5:

$$\frac{AE}{AB} = 0,5 \quad (3-10)$$

### b. Độ chính xác đo góc, cạnh trong lưới tam giác đo góc

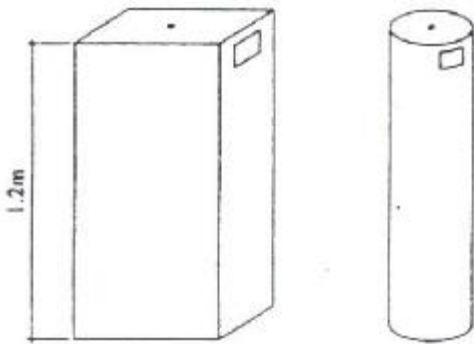
\*  $m_{\text{góc}}$  (Độ chính xác cao, cạnh ngắn, có cạnh đo dọc sông)

$$\frac{m_b}{b} \approx \frac{1}{200000} \text{ đến } \frac{1}{300000}$$

Trước đây đo bằng dây Inva, bây giờ đo bằng đo dài điện quang

### C. Một số đặc điểm cần lưu ý:

1. Đo yêu cầu độ chính xác đo góc cao cạnh lại ngắn nên phải lưu ý đến sai số định tâm máy và định tâm bản ngắm  $\text{TM}$  làm mốc định tâm trực tiếp bằng bê tông hoặc ống thép.

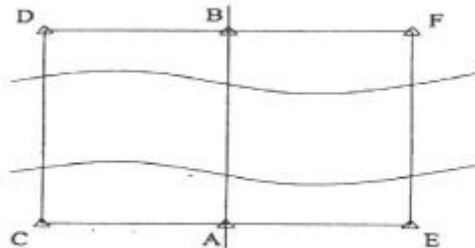


2. Lưới được sử dụng để bố trí công trình tính theo hệ tọa độ giả định lấy tim cầu làm trục X và điểm A đầu tim cầu làm gốc tọa độ.

3. Hạn chế ảnh hưởng của chiết quang ngang bằng cách:

- Nâng tia ngắm lên khỏi mặt đất  $> 2\text{m}$
- Thay đổi thời gian đo góc: Ban ngày, ban đêm, lúc trời râm mát, gió nhẹ.

4. Lưới tam giác thi công cầu được bình sai chặt chẽ và tính toán theo lưới độc lập lấy tim cầu làm trục X và điểm A của tim cầu làm gốc tọa độ.



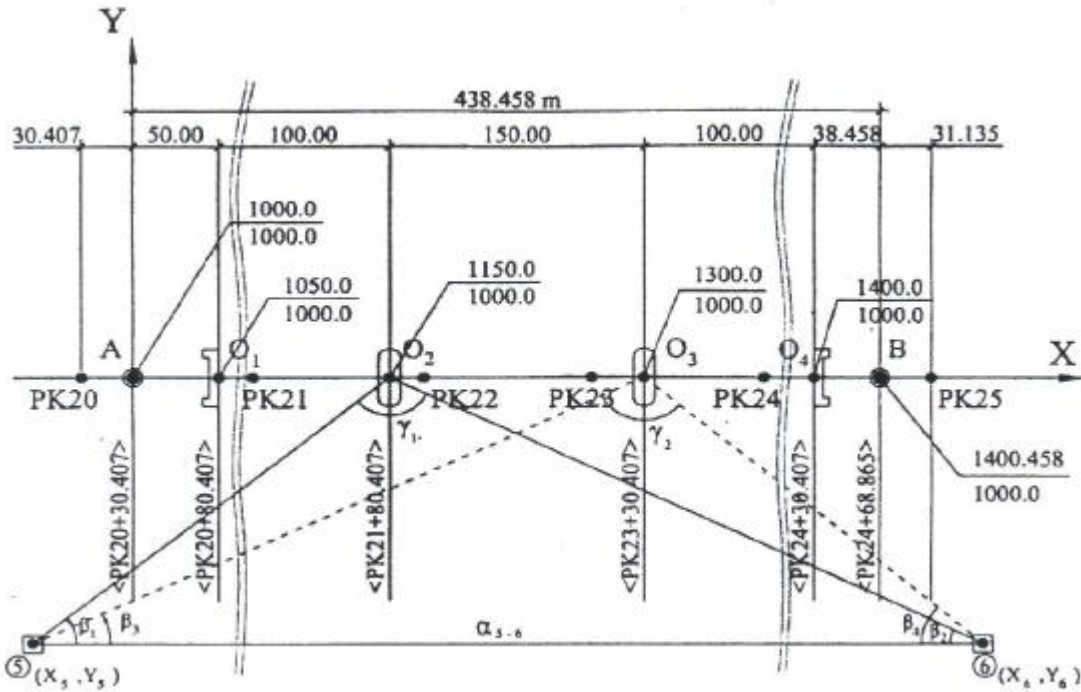
#### Lưu ý:

Ngày nay sử dụng kỹ thuật GPS (hệ thống định vị toàn cầu) để lập lưới cơ sở thi công cầu khá thuận lợi, đơn giản và chính xác.

## § 3-5 BỐ TRÍ TÂM MỐC CẦU VÀ TÂM TRỤ CẦU

### A. Phương pháp giao hội góc thuận

# 1. Lập bản vẽ thi công

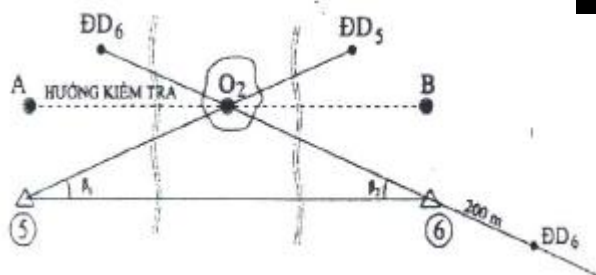


## Bản vẽ thể hiện:

- Điểm khởi đầu A, B có đo nối với các cọc lộ trình.
- Các cọc lộ trình
- Lý trình của các mố cầu, trụ cầu
- Tọa độ các điểm A, B, O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>...O<sub>4</sub> và khoảng cách giữa chúng
- Các điểm tam giác thi công cầu
- Từ điểm tam giác nào bố trí trụ cầu nào với trị số các góc giao hội ít nhất từ 3 điểm trong đó có 2 điểm tam giác và 1 điểm A hoặc B.

## 2. Tiến hành bố trí

### a. Trường hợp sông cạn, hẹp



### Bố trí:

- Bố trí sơ bộ O<sub>2</sub> để đắp thành đảo nhỏ.
- Bố trí chính xác tâm trụ cầu O<sub>2</sub> bằng phương pháp giao hội góc thuận, xác định để đánh dấu điểm bằng bảng ngắm cố định tâm quang học.
- Giao hội bằng hai vị trí ống kính, dời xuống đất được 2 điểm, xác định điểm giữa O<sub>2</sub>.

Kiểm tra bằng máy kinh vĩ xem O<sub>2</sub> đã bố trí có nằm trên hướng AB ?

- Nếu độ lệch < 1,5 – 2,0cm thì dời lên xuống AB
- Nếu độ lệch > 1,5 – 2,0cm thì Chính xác hóa bằng phương pháp tam giác

**Đánh dấu hướng giao hội:**

Để tiện khôi phục tâm O<sub>2</sub> khi cần thiết, ta đánh dấu các hướng giao hội bằng cách: Đóng thêm điểm (ĐD6) bên kia bờ hoặc cùng bờ với điểm đứng máy (6)

**Ước tính độ chính xác góc giao hội**

Sử dụng công thức:

$$M_{gh2} = \frac{m^2}{2} + \frac{m^2}{b^2} + \frac{1}{2} l_1 l_2 \cos \alpha \quad (3-11)$$

Trong đó:

$l_1, l_2$  : Chiều dài cạnh giao hội

$m$  : Sai số trung phương bố trí góc giao hội

$\alpha$  : Góc giao hội

$m_{5-6}$  : Sai số trung phương vị trí tương hỗ giữa 2 điểm góc 5 và 6:

Bằng sai số trung phương vị trí một điểm 5 hoặc 6.

Nếu:  $\alpha = 90^\circ$ ,  $l_1 = 2l_2$  và  $b = 2l_2$ ,  $l_1 l_2 = 2l_2^2$ ,  $\cos \alpha = 0$ ,  $\cos^2 \alpha = 0$  thì công thức (A) sẽ có dạng:

$$M_{gh2} = \frac{m^2}{2} + \frac{1}{2} m_{5-6}^2 \quad (3-12)$$

Từ (3-12) ta được công thức tính sai số trung phương bố trí góc giao hội:

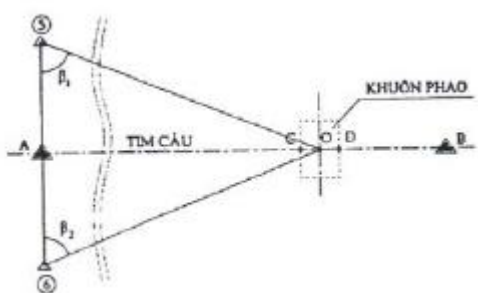
$$m = \frac{b}{\sqrt{2}} \sqrt{M_{gh2} + n_{5-6}^2} \quad (3-13)$$

**Ví dụ:**

$b = 1200m$ ,  $m_{5-6} = 10mm$ ,  $M_{gh} = 20mm_{TM}$   $m = 3''$ , 2

Để đảm bảo bố trí tâm trụ cầu với độ chính xác 20mm ta phải bố trí góc giao hội với  $m = 3''$

**b. Trường hợp sông rộng và sâu:**



Đầu tiên khuôn phao được kéo đến vị trí thi công. Hai máy kinh vĩ đặt tại hai điểm toạ độ cơ sở 5,6. Bằng hai vị trí ống kính mở các góc giao hội

, điều khiển cho tâm O của khuôn phao vào đúng vị trí tâm trụ thiết kế (sử dụng bộ đàm).

Máy kinh vĩ thứ 3 đặt tại A ngắm chuẩn về B điều khiển đưa trục ngang CD của khuôn phao trùng hướng tim cầu AB.

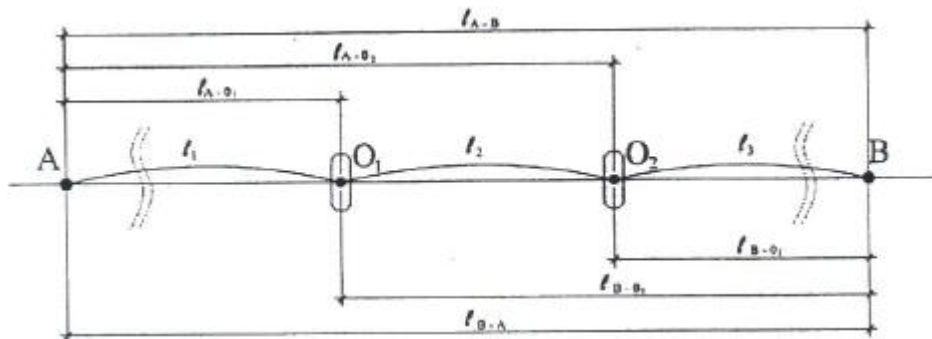
Trong thời gian thi công cầu công việc trên cần thường xuyên lặp lại để hướng dẫn và kiểm tra quá trình thi công.

## B. Phương pháp bố trí trực tiếp

### 1. Bằng thước thép chính xác

Khi bố trí cầu trên can sử dụng thước thép chính xác (kiểm nghiệm thước, đo nhiệt độ, căng thước bằng lực kế, đo trên sàn công tác nằm ngang...) bố trí các khoảng cách thiết kế giữa các tâm trụ cầu từ điểm khởi đầu A theo tim cầu.

### 3. Bằng máy đo dài điện quang.



Đầu tiên trên hướng AB bố trí sơ bộ tâm các trụ cầu để đắp đảo nhỏ hoặc đóng cọc bê tông. Sau đó bố trí chính xác khoảng cách nằm ngang lần lượt từ A đến các điểm  $O_1, O_2$  và B. Để kiểm tra đem máy sang B lần lượt đo các khoảng cách nằm ngang đến các điểm  $O_1, O_2, A$ . Theo hiệu số các khoảng cách đo được tính độ dài các nhịp cầu, so sánh với độ dài thiết kế, nếu không vượt quá trị số cho phép thì cố định tâm mố, trụ cầu chính thức để chuyển sang bố trí chi tiết mố trụ cầu.

*Phần IV*

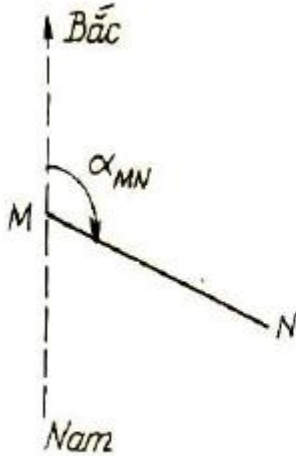
**NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN TRONG CÔNG TÁC  
GIÁM SÁT TRẮC ĐỊA**



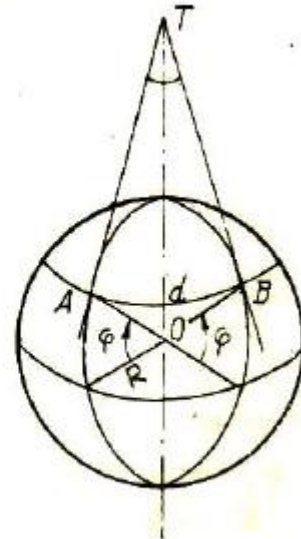
## § 4-1 GÓC PHƯƠNG VỊ & PP ĐỊNH HƯỚNG ĐƯỜNG THẲNG

Một đường thẳng muốn được xác định lên bản đồ cần phải biết chiều dài và hướng của nó. Trong trắc địa, để định hướng một đường thẳng, người ta đã quy ước chọn một hướng làm chuẩn: đó là hướng Nam - Bắc của đường kinh tuyến quả đất. Dựa vào hướng chuẩn này để xác định hướng của một đường thẳng.

1. **Góc phương vị của một đường thẳng:** là góc kể từ hướng Bắc của đường kinh tuyến tính thuận chiều kim đồng hồ tới đường thẳng đó.



HÌNH 2 - 5



HÌNH 2 - 6

Trên hình 2 – 5, góc phương vị của đường MN là  $\alpha_{MN}$ . Góc phương vị biến thiên từ  $0^{\circ}$  tới  $360^{\circ}$ .

2. **Góc thu hẹp kinh tuyến  $\gamma$ :** Xét 2 điểm A và B trên mặt đất có cùng vĩ độ  $\varphi$  vì các đường kinh tuyến gặp nhau ở 2 cực của quả đất nên các kinh tuyến qua A và B không song song với nhau mà hợp với nhau một góc  $\gamma$  (hình 2 – 6). Góc  $\gamma$  được gọi là góc thu hẹp kinh tuyến.

Vì  $AB = d$  là một cung rất nhỏ so với kích thước của quả đất nên có thể coi  $AB$  là một cung của vòng tròn tâm T bán kính AT, vì thế:

$$\gamma = \frac{d}{AT}$$

Xét tam giác vuông góc ATO vuông tại A, ta có:

$$AT = AO \cdot \operatorname{tg}(90^\circ - \varphi) = R \cdot \operatorname{cotg} \varphi = \frac{R}{\operatorname{tg} \varphi}$$

Vậy 
$$\gamma = \frac{1}{R} \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

Tại vùng Hà Nội ( $\varphi = 21^\circ$ ), với  $d = 1 \text{ km}$  thì

$$\gamma'' = \frac{1}{6371} \cdot \operatorname{tg} 21^\circ \cdot 206265'' = 12''/\text{km}$$

Kết quả tính toán trên đây cho thấy rằng khi đo đạc trong một khu vực nhỏ, khoảng cách giữa các điểm không lớn lắm, có thể coi đường kinh tuyến tại mọi điểm trên mặt đất đều song song với nhau.

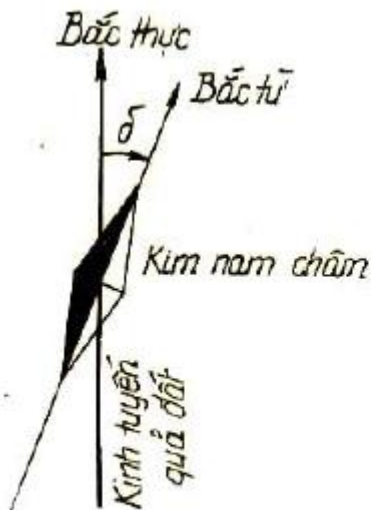
### 3. Góc phương vị thực và góc phương vị từ :

Góc phương vị lấy kinh tuyến của quả đất là căn cứ gọi là **góc phương vị thực**. Muốn có góc phương vị thực của một đường thẳng phải tiến hành đo đạc thiên văn.

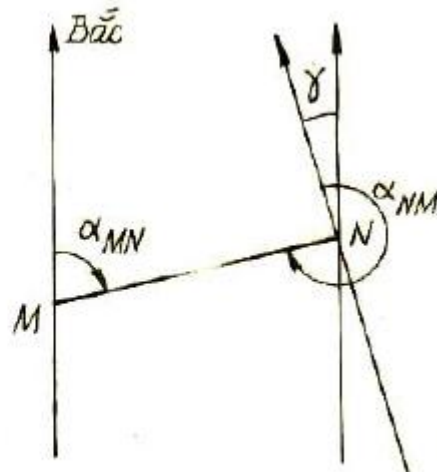
Qua nghiên cứu về tính chất của một kim nam châm mỏng, nhẹ dao động tự do trên một trục thẳng đứng, người ta thấy rằng khi kim đứng im, trục kim nằm theo một hướng cố định; phương của trục kim gọi là phương của đường kinh tuyến từ (hình 2 – 7). Vậy **Góc phương vị từ của một đường thẳng** là góc kể từ hướng Bắc của đường kinh tuyến từ, tính thuận chiều kim đồng hồ tới đường thẳng đó.

Kinh tuyến từ và kinh tuyến thực không trùng nhau mà tạo với nhau thành một góc  $\delta$ , góc lệch  $\delta$  gọi là độ từ thiên. Nếu kim nam châm lệch sang phía đông của kinh tuyến thực,  $\delta$  có tên gọi là “**góc từ thiên đông**”; nếu lệch sang phía tây,  $\delta$  có tên gọi “**góc từ thiên tây**”.

Độ từ thiên  $\delta$  biến động theo vị trí địa lý của điểm mặt đất, theo tình hình hoạt động của núi lửa, động đất, tình hình xuất hiện các vết đen trên mặt trời. Giá trị và dấu của  $\delta$  thường được ghi chú vào dưới mỗi tấm bản đồ: đó là giá trị trung bình của  $\delta$  trong vùng nằm trong giới hạn tờ bản đồ.



HÌNH 2 – 7



HÌNH 2 – 8

## § 4-2 KHÁI NIỆM VỀ SAI SỐ

### Các dạng đo và sai số đo

Muốn biết giá trị một đại lượng nào đó như chiều dài một đoạn thẳng hay độ lớn của một góc, phải tiến hành đo, đó chính là quá trình so sánh đại lượng.

Trong thực tế có khi không thể hay không tiện so sánh trực tiếp đại lượng cần đo với đơn vị cùng loại. Khi đó người ta đo trực tiếp những đại lượng liên quan rồi tính ra đại lượng cần tìm. Chính vì thế mà trong trắc địa người ta chia làm hai dạng đo.

**1. Đo trực tiếp:** là phép đo cho ngay giá trị bằng số của đại lượng cần đo. Đo chiều dài một đoạn thẳng bằng thước thép, đo góc bằng máy kinh vĩ, đo góc phương vị từ bằng địa bàn, đo chênh cao bằng máy thủy bình, mà ta có dịp nói đến những chương sau đều là những phép đo trực tiếp.

Kết quả mỗi lần đo một đại lượng chỉ là giá trị gần đúng của nó. Độ lệch của giá trị đo được và giá trị đúng của chính đại lượng đó gọi là sai số đo. Nếu gọi  $X$  là giá trị thực (giá trị đúng) và  $l$  là giá trị đo thì  $\Delta = l - X$  sẽ là sai số thực của kết quả đo  $l$  của đại lượng đó.

**2. Đo gián tiếp:** là trường hợp đo trực tiếp những đại lượng khác rồi thông qua tính toán mà tìm giá trị gián tiếp cần tìm. Ta thấy rõ ràng đại lượng đo gián tiếp là hàm của những đại lượng đo trực tiếp. Ví dụ muốn biết chu vi một vòng tròn ta đo trực tiếp đường kính rồi tính theo công thức  $L = \pi D$ . Rõ ràng  $L$  là hàm của  $D$ .

Nếu đường kính  $d$  có sai số là  $\Delta D$  thì chu vi vòng tròn  $L$  sẽ có sai số là  $\Delta L$ , cụ thể là

$$L + \Delta L = \pi(D + \Delta D)$$

Do đó 
$$\Delta L = \pi \Delta D$$

Như vậy sai số thực của đại lượng đo gián tiếp cũng là hàm của sai số thực của các đặc trưng đo trực tiếp có liên quan.

## § 4-3 NHỮNG NGUYÊN NHÂN SINH RA SAI SỐ VÀ CÁCH PHÂN LOẠI SAI SỐ

### 1. Nguyên nhân sinh ra sai số

Như chúng ta đã biết hầu hết các phép đo trong trắc địa đều tiến hành trong những điều kiện phức tạp nên có nhiều nguyên nhân sinh ra sai số trong các kết quả đo. Các nguyên nhân chính là:

a. Do dụng cụ, máy móc đo. Nguyên nhân này chủ yếu là do bản thân dụng cụ đo kém chính xác. Ví dụ như một thước thép có chiều dài danh nghĩa là  $20m$  nhưng khi so sánh với thước mẫu, thước chỉ dài là  $19,99m$ . Như vậy nếu không kiểm nghiệm thước thì cứ mỗi lần đo đều phạm phải sai số là  $+1cm$ .

b. Do người đo. Nguyên nhân này chủ yếu là do giác quan của người đo gây nên.

c. Do môi trường. Nguyên nhân này chủ yếu là do thời tiết và địa hình vùng đo làm ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả đo.

## 2. Phân loại sai số

Có thể phân loại sai số theo nguyên nhân và tính chất của sai số. Trong thực tế không thể tách được sai số do từng nguyên nhân sinh ra sai số. Vì thế chỉ nên phân loại theo tính chất của sai số.

Theo tính chất của sai số đo, ta có thể chia sai số ra làm 3 loại:

a. *Sai số thô* – Sai số này chủ yếu là do sự nhầm lẫn hay do thiếu thận trọng lúc đo hay lúc tính kết quả đo sinh ra. Sai số thô thường có giá trị rất lớn và rất dễ phát hiện nếu tiến hành đo hay tính kiểm tra.

b. *Sai số hệ thống* – Sai số này sinh ra do những nguyên nhân xác định về trị số cũng như về dấu. Sai số hệ thống thường do máy móc, dụng cụ đo gây ra. Ví dụ khi dùng thước thép có chiều dài ngắn hơn so với thước tiêu chuẩn 1cm để đo một đoạn thẳng thì cứ mỗi lần đặt thước sẽ phạm phải sai số là -1cm. như vậy nếu phải đặt thước 5 lần mới hết chiều dài đoạn đo thì kết quả nhận được của phép đo này có sai số là

$$5 \times (-1\text{cm}) = -5\text{cm}$$

Sai số hệ thống cũng có thể do nhiệt độ thay đổi gây nên trường hợp kiểm nghiệm thước ở nhiệt độ 20°C nhưng khi đo thực tế nhiệt độ lại là 25°C. Ở nhiệt độ 25°C bản thân thước đã dài thêm một lượng là

$$\Delta l = al (25^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$$

trong đó  $a$  là hệ số nở dài của thước và  $l$  là chiều dài của thước.

Nhìn chung, ta thấy đa số sai số hệ thống đều có thể biết được nếu trước khi đo đều kiểm nghiệm lại dụng cụ, máy móc đo.

c. *Sai số ngẫu nhiên* – Sai số này sinh ra do những nguyên nhân khác nhau tác động đến kết quả đo theo những chiều hướng và độ lớn khác nhau. Vì thế sai số ngẫu nhiên xuất hiện không có qui luật nhất định. Ví dụ khi đo chiều dài bằng thước thép thì ngoài nguyên nhân do thước sai hay kém chính xác, nhiệt độ lúc đo khác lúc kiểm nghiệm còn có thể có nguyên nhân khác nữa là lực kéo thước không đều hay không đúng với lực cân và đủ để làm căng thước, thước được kéo trên đất bằng phẳng hay gồ ghề, gió thổi mạnh hay yếu, người đọc số đo ở 2 đầu thước có kịp thời và chính xác hay không v.v... Tất cả những nguyên nhân đó tác động đồng thời trong khoảnh khắc lên số đọc ở 2 đầu thước theo những chiều hướng và độ lớn khác nhau. Chính vì thế mà ta không thể biết được sai số ngẫu nhiên sẽ xuất hiện như thế nào, nên không thể có biện pháp loại trừ sai số ngẫu nhiên. Như vậy sai số ngẫu nhiên là sai số không thể tránh được trong kết quả đo. Nó đóng vai trò quyết định độ chính xác của kết quả đo. Sai số tuy xuất hiện trong các kết quả không có qui luật nhưng khi nghiên cứu nhiều dãy kết quả đo có số lần đo khá lớn thì thường có sai số ngẫu nhiên tuân theo luật thống kê và có những tính chất đặc biệt là:

1. Về trị số tuyệt đối, sai số ngẫu nhiên không vượt quá một giới hạn nhất định. Giới hạn này phụ thuộc vào điều kiện đo và phương pháp đo.
2. Những sai số ngẫu nhiên có trị tuyệt đối nhỏ thường xuất hiện nhiều hơn những sai số ngẫu nhiên có trị tuyệt đối lớn.

3. Những sai số ngẫu nhiên có dấu dương và những sai số ngẫu nhiên có dấu âm thường xuất hiện với số lần và độ lớn như nhau khi số lần đo khá lớn.

4. Số trung bình cộng của sai số ngẫu nhiên sẽ tiến đến “0” khi số lần đo tăng lên vô hạn.

Tính chất thứ tư là kết quả của 3 tính chất đầu và có thể viết dưới dạng biểu thức

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i}{n} = 0$$

Trong sai số thường dùng dấu tổng trị số là  $\Sigma$  thay dấu  $\Sigma$

## § 4-4 TIÊU CHUẨN ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐO TRỰC TIẾP

Trong trắc địa, một đại lượng thường được đo nhiều lần. Mỗi lần đo cho một kết quả và những kết quả đo thường khác nhau chút ít. Muốn biết mức độ chính xác của phép đo và độ tin cậy của giá trị cuối cùng lựa chọn cho đại lượng đo đó, ta có thể dựa vào các tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác sau đây:

1. Sai số trung bình là trị trung bình của trị tuyệt đối các sai số thực trong dãy kết quả đo, nghĩa là

$$\frac{|\Delta_1| + |\Delta_2| + \dots + |\Delta_n|}{n}$$

hay là

$$\frac{\sum_{i=1}^n |\Delta_i|}{n}$$

2. Sai số trung phương ta có bình phương sai số trung phương là trị trung bình của bình phương các sai số thực trong dãy đo, nghĩa là

$$m^2 = \frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}$$

hay là

$$m^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}$$

Do đó

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}}$$

Sai số trung phương cũng như sai số trung bình đều là sai số đại diện cho mỗi lần đo. Thực tế, trong một dãy đo thì kết quả đo thứ nhất có sai số là  $\Delta_1$ , kết quả thứ hai  $-\Delta_2$ , v.v... nhưng nhìn chung thì mỗi kết quả đo đều có sai số là  $m$  hay  $\theta$ . Vì thế khi so sánh kết quả đo của đại lượng này với kết quả đo của một đại lượng khác hay so sánh kết quả của nhóm này với kết quả đo cũng đại lượng đó nhưng của nhóm khác, chúng ta không thể so sánh kết quả của từng lần đo cụ thể với nhau mà chỉ có thể so sánh các đại diện của chúng với nhau mà thôi.

Sai số trung bình và sai số trung phương đều là tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác của một dãy đo nhưng sai số trung phương làm nổi bật những sai số có trị số lớn, nghĩa là làm nổi bật được tính tản mạn của kết quả đo hơn, nên được dùng nhiều hơn.

---o0o---

### **Thay Lời Kết :**

**Những sai sót trong công tác trắc địa thường dẫn đến những hậu quả nghiêm trọng, những sai lệch về tọa độ dẫn đến việc định vị sai hố móng, sai tim, những sai lệch về cao độ dẫn đến việc lệch lạc không gian kiến trúc, ảnh hưởng đến công tác đào đắp nền hoặc thi công lao lắp cấu kiện...Do đó giám sát công tác trắc địa nói riêng cũng như công tác giám sát thi công nói chung trong xây dựng công trình là một công tác khó khăn và phức tạp đòi hỏi người tư vấn giám sát phải nắm vững kiến thức, có kinh nghiệm thực tế, có đức tính kiên trì và cẩn trọng, có tinh thần trách nhiệm cao trong công việc, để công trình luôn thi công đúng quy trình quy phạm, hoàn thành với chất lượng cao, đáp ứng tốt công năng sử dụng và đạt tuổi thọ lâu bền !**

---o0o---

# GIÁM SÁT CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA THI CÔNG

## I. Vai trò và nhiệm vụ của công tác trắc địa và Tư vấn giám sát Trắc địa trong xây dựng

### 1.1 Vai trò và nhiệm vụ của công tác Trắc địa trong xây dựng

Trắc địa là một khâu công việc rất quan trọng trong toàn bộ quá trình xây dựng công trình. Trong giai đoạn hiện nay, các nhà máy, xí nghiệp công nghệ cao đều bao gồm các dây chuyền sản xuất rất hiện đại liên hệ với nhau một cách chặt chẽ, chính xác vì vậy đòi hỏi về mặt độ chính xác đối với công tác trắc địa không ngừng tăng cao. Trong xây dựng dân dụng, thuỷ lợi và giao thông vận tải cũng tương tự như vậy. Việc xây dựng hàng loạt các nhà cao tầng ở các thành phố lớn, việc xây dựng các cầu lớn bằng công nghệ đúc hẫng, các công trình đầu mối thuỷ lợi, thuỷ điện đều đặt ra những yêu cầu rất mới về độ chính xác đối với công tác trắc địa .

Nhiệm vụ chủ yếu của công tác trắc địa trong xây dựng là: Đảm bảo cho công trình được xây dựng đúng kích thước hình học và đúng vị trí thiết kế. Chỉ khi hai yêu cầu cơ bản này được đáp ứng thì công trình mới có thể vận hành an toàn. Nội dung cả các công tác Trắc địa phục vụ cho xây dựng công trình có thể phân chia thành các công đoạn sau:

#### · Công tác khảo sát địa hình phục vụ thiết kế công trình

Công tác khảo sát địa hình do nhà thầu khảo sát thực hiện. Nhiệm vụ chủ yếu của công đoạn này là đo vẽ bản đồ địa hình (thông thường là tỷ lệ lớn) phục vụ cho việc thiết kế công trình. Đây là một công đoạn công việc hết sức quan trọng. Bất kỳ một quyết định không hợp lý nào của giai đoạn này cũng gây ra những trục trặc rất lớn trong quá trình xây dựng công trình sau này. Trong thực tế đã xảy ra rất nhiều trục trặc không đáng có trong quá trình xây dựng các công trình do những quyết định không hợp lý trong quá trình khảo sát địa hình gây nên. Trong những phần sau chúng tôi sẽ nói đến các nguyên nhân gây ra các trục trặc và cách ngăn ngừa chúng.

#### · Lập lưới khống chế mặt bằng và độ cao phục vụ thi công

Lưới khống chế mặt bằng và độ cao là cơ sở để tiến hành bố trí chi tiết công trình trong quá trình thi công xây dựng. Việc xây dựng lưới khống chế mặt bằng và độ cao là trách nhiệm của chủ đầu tư và phải được hoàn thành chậm nhất là 2 tuần trước khi khởi công xây dựng công trình. Mật độ các điểm và độ chính xác của lưới phải đảm bảo để có thể bố trí được các hạng mục công trình với độ chính xác yêu cầu. Theo quy định của TCXDVN 309:2004 đối với các công trình dân dụng và công nghiệp thì mật độ điểm hợp lưu là 2-3 ha diện tích mặt bằng có một điểm. Độ chính xác của lưới được tính toán cụ thể theo yêu cầu độ chính xác cần thiết phải bố trí chi tiết các hạng mục công trình.

#### · Công tác Trắc địa hiện trường

Đây là các công tác Trắc địa do nhà thầu thi công xây lắp thực hiện trên mặt bằng gồm các công việc chính như sau:

- Thực hiện công tác bố trí chi tiết công trình;
- Đo vẽ hoàn công công trình.

Việc bố trí chi tiết công trình hay đưa bản vẽ thiết kế ra hiện trường là công việc có khối lượng lớn nhất trong giai đoạn thi công. Yêu cầu độ chính xác bố trí các hạng mục cũng không đồng đều vì vậy trước khi bố trí cần nghiên cứu kỹ hồ sơ thiết kế, các bản vẽ có liên quan để tránh những sai sót đáng tiếc. Cần lưu ý rằng mọi sai sót của công tác bố trí gây ra các sai số về vị trí của các hạng mục vượt quá dung sai cho phép đều dẫn đến một hậu quả rất xấu đấy là không thể lắp đặt thiết bị được và phải đập bỏ do đó công việc này cần phải được thực hiện với mức độ cẩn thận tối đa cũng như cần phải được kiểm tra giám sát một cách chặt chẽ.

Đo vẽ hoàn công công trình có thể phân thành hai loại: Hoàn công giai đoạn (khi hoàn thành một giai đoạn xây dựng nào đó) và hoàn công tổng thể khi hoàn tất việc xây dựng toàn bộ công trình. Bản vẽ hoàn công là một tài liệu kỹ thuật rất quan trọng trong hồ sơ nghiệm thu công trình.

· Quan trắc chuyển dịch công trình

Việc quan trắc dịch chuyển công trình do một nhà thầu độc lập thực hiện trong cả giai đoạn thi công xây lắp và giai đoạn khai thác sử dụng cả đối với công trình đang xây dựng và các công trình lân cận trong phạm vi ảnh hưởng của nó bao gồm các công việc sau

- Quan trắc độ lún của công trình;
- Quan trắc dịch chuyển ngang của công trình;
- Quan trắc độ nghiêng của công trình ;
- Theo dõi các vết nứt.

Do yêu cầu về độ chính xác của các công tác trắc địa ngày càng tăng cao cộng với các điều kiện đo đạc trên mặt bằng xây dựng thường khó khăn hơn so với các điều kiện đo đạc trong trắc địa thông thường vì phải thực hiện việc đo đạc trong một không gian chật hẹp, có nhiều thiết bị và phương tiện vận tải hoạt động gây ra các chấn động và các vùng khí hậu có gradient nhiệt độ đôi khi rất lớn. Trong điều kiện như vậy, nhiều máy móc trắc địa thông thường không đáp ứng được các yêu cầu độ chính xác đặt ra. Vì lý do trên nên trong xây dựng thường phải sử dụng các thiết bị hiện đại có độ chính xác và ổn định cao và đôi khi phải chế tạo các thiết bị chuyên dùng.

## 1.2 Vai trò và nhiệm vụ của Tư vấn Trắc địa trong xây dựng

Trong giai đoạn thi công xây dựng chúng ta có thể trình bày vắn tắt sơ đồ tổ chức như sau:

CHỦ ĐẦU TƯ ----> TƯ VẤN GIÁM SÁT (kết cấu, vật liệu, trắc địa.... ) ---> ĐƠN VỊ THI CÔNG

Chức năng nhiệm vụ của các đơn vị này như sau:

Chủ đầu tư: Tổ chức quản lý trực tiếp dự án, chịu trách nhiệm toàn diện về chất lượng xây dựng dự án cũng như hiệu quả sử dụng nó

Nhà thầu thi công: Trực tiếp thi công dự án, chịu trách nhiệm trực tiếp về chất lượng của các sản phẩm do mình làm ra.



Tư vấn giám sát thi công: Thay mặt chủ đầu tư giám sát các nhà thầu thi công đảm bảo chất lượng và tiến độ. Chịu trách nhiệm về kinh tế và hành chính trước chủ đầu tư về chất lượng công việc của mình.

Chức năng của giám sát Trắc địa

- Giám sát-kiểm tra các công tác Trắc địa của Nhà thầu theo quy trình kỹ thuật, tiêu chuẩn và chỉ dẫn kỹ thuật như phương án và hợp đồng đã được phê duyệt.
- Tư vấn giải pháp hoặc xem xét kiểm tra và chấp thuận hoặc không chấp thuận giải pháp do Nhà thầu đề xuất.
- Chịu trách nhiệm, trong phạm vi chức trách ghi trong hợp đồng, trước Chủ đầu tư về chất lượng, tiến độ thực hiện.

Nhiệm vụ

- Tổ chức nhận sự đủ về số lượng, đúng chuyên môn và có năng lực thực hiện công tác giám sát kiểm tra theo chuyên môn công việc.
- Trang bị đầy đủ các máy móc, thiết bị, vật tư, kỹ thuật cần thiết cho công tác giám sát- kiểm tra.
- Tổ chức giám sát, kiểm tra thường xuyên mọi hoạt động chuyên môn của Nhà thầu tại hiện trường.

Quyền hạn

Thực thi các quyền hạn đã thoả thuận với Chủ đầu tư trong hợp đồng đã ký. Cụ thể:

- Có quyền không chấp nhận bất kỳ công việc khảo sát, vật tư, thiết bị, máy móc hoặc một sản phẩm khảo sát không tuân theo chỉ dẫn kỹ thuật, tiêu chuẩn, quy trình đã công bố trong phương án khảo sát hoặc trong yêu cầu kỹ thuật khảo sát đã được phê duyệt đi kèm theo hợp đồng đã ký.
- Có quyền thay mặt chủ đầu tư (sau khi trình và được chấp nhận) lập chỉ dẫn kỹ thuật hoặc các yêu cầu kỹ thuật bổ xung... cho những vấn đề mới nảy sinh có nguy cơ không an toàn và chậm tiến độ.

Trách nhiệm

Chịu trách nhiệm về chất lượng kỹ thuật, tiến độ công tác khảo sát trước Chủ đầu tư trong phạm vi chức trách nêu trong hợp đồng đã ký.

## II. Một số vấn đề trong công tác giám sát công tác Trắc đạc thi công

### 2.1 Các nội dung cơ bản của công tác giám sát Trắc đạc thi công

- Kiểm chứng pháp nhân các nhà thầu
- Kiểm chứng máy móc thiết bị của nhà thầu
- Giám sát biện pháp thi công các công tác trắc đạc của nhà thầu
- Giám sát công tác Trắc địa hiện trường của các nhà thầu
- Kiểm chứng pháp nhân của nhà thầu

Để thi công các công trình nhà thầu thi công cần có cơ hữ bộ phận kỹ thuật làm công tác Trắc địa gồm các cán bộ kỹ thuật được đào tạo đúng chuyên ngành và có đủ kinh nghiệm để thực hiện các công tác Trắc địa hiện trường. Tổ chức

TVSG cần điều tra, xác định tính phù hợp của nhà thầu thi công theo các tiêu chuẩn hiện hành của Nhà nước về pháp nhân nhà thầu thi công và theo hồ sơ dự thầu của nhà thầu.

· Kiểm chứng trang thiết bị của nhà thầu

Việc kiểm chứng các trang thiết bị của nhà thầu nhằm đảm bảo khi mang vào sử dụng trên công trường chúng phải đáp ứng những chỉ tiêu kỹ thuật cần thiết. Việc kiểm chứng các thiết bị được thực hiện thông qua chứng chỉ kiểm định. Tất cả các thiết bị khi mang vào sử dụng trên công trường phải có chứng chỉ kiểm định còn hiệu lực. Chứng chỉ kiểm định các thiết bị phải do các cơ quan có chức năng kiểm định và có đầy đủ điều kiện kiểm định cấp.

· Giám sát công tác Trắc địa hiện trường

Công tác Trắc địa hiện trường khi thi công xây lắp các công trình khá đa dạng và có thể việc triển khai bản vẽ thiết kế ra hiện trường, giám sát việc căn chỉnh các kết cấu vào vị trí thiết kế, giám sát đo vẽ hoàn công và giám sát quan trắc chuyển dịch công trình.

o Giám sát triển khai bản vẽ thiết kế ra hiện trường

Nội dung công tác giám sát này gồm

- Giám sát chêm dày các điểm khống chế

Thông thường trên mặt bằng tróc khi khởi công xây dựng công trình chủ đầu tư đã triển khai một lưới khống chế mặt bằng chung. Tuy nhiên mật độ của các điểm khống chế do chủ đầu tư cấp có thể không đủ, vị trí các điểm khống chế có thể không thuận tiện cho việc triển khai bản vẽ thiết kế ra hiện trường. Vì vậy để đảm bảo độ chính xác yêu cầu và thuận tiện cho công việc của mình các nhà thầu có thể chêm dày các điểm khống chế trong phạm vi thi công của mình. Việc giám sát này gồm:

+ Đánh giá đồ hình hệ thống mốc chêm dày

+ Xem xét các kết quả đo khi triển khai lưới chêm dày

+ Xem xét kết quả bình sai lưới chêm dày

+ Xem xét cấu tạo các mốc và vị trí của chúng ngoài hiện trường

- Giám sát biện pháp thi công

Trước khi triển khai các hạng mục từ bản vẽ thiết kế ra hiện trường cán bộ kỹ thuật của nhà thầu phải lập biện pháp thi công cụ thể để trình cho TVSG. Cán bộ KT giám sát cần xem xét các vấn đề sau:

+ xem xét dung sai của hạng mục cần bố trí. Với các hạng mục đặc biệt dung sai có thể được ghi ngay trên bản vẽ trong hồ sơ thiết kế. Đối với các hạng mục

thông thường dung sai thường được cho trong các tiêu chuẩn chuyên ngành

+ Xem xét sơ đồ triển khai có đủ điều kiện để đảm bảo việc triển khai với dung sai cho phép hay không

+ Xem xét thiết bị sử dụng để triển khai

- Giám sát qua trình thi công ngoài hiện trường

Cán bộ kỹ thuật có thể trực tiếp giám sát qua trình triển khai bản vẽ thiết kế ra hiện trường hoặc có thể chỉ kiểm tra kết quả cuối cùng là vị trí của các hạng mục ngoài mặt bằng.

- Giám sát căn chỉnh một số kết cấu hoặc một số hạng mục đặc biệt

Trong xây dựng các công trình công nghiệp và dân dụng có một số hạng mục khá đặc biệt cần căn chỉnh vào các vị trí đặc biệt: vị trí thẳng đứng (các sil lô, ống khói, nhà cao tầng), vị trí nằm ngang (bàn cán kính tinh), căn chỉnh theo

một góc nghiêng nhất định (lò nung của nhà máy Xi măng) vv. Đây là các hạng mục đòi hỏi khắt khe về dung sai. Khi giám sát các hạng mục này cần đặc biệt lưu ý các vấn đề sau:

- + Biện pháp thi công: Biện pháp thi công khi căn chỉnh các hạng mục trên có thể rất khác nhau tùy thuộc vào công nghệ thi công và điều kiện cụ thể trên công trường. Trước khi căn chỉnh các hạng mục này TVGS cần yêu cầu các nhà thầu lập biện pháp thi công chi tiết đối với từng hạng mục. Biện pháp thi công cần phải được gửi trước cho TVGS để xem xét.
- + Xem xét máy móc thiết bị để căn chỉnh: Để căn chỉnh các hạng mục này đôi khi phải có những thiết bị chuyên dùng đặc biệt. Trước khi đưa vào sử dụng các thiết bị cần phải được kiểm nghiệm và hiệu chỉnh đúng qui định.
- + Giám sát đo đạc hiện trường: Việc đo đạc hiện trường khi căn chỉnh các hạng mục này được thực hiện với tần suất khác nhau tùy thuộc vào tiến độ thi công. TVGS cần có kế hoạch để theo dõi sát quá trình đo đạc ngoài hiện trường.
- + Giám sát việc tính toán xử lý số liệu: Trong nhiều trường hợp việc căn chỉnh ngoài hiện trường phụ thuộc trực tiếp vào số liệu đo đạc thực tế vì vậy các số liệu cần phải được xử lý nhanh để kịp thời có những chỉ dẫn cần thiết cho đơn vị thi công căn chỉnh. TVGS cần kiểm tra việc xử lý số liệu để tránh nhầm lẫn.

o Giám sát công tác quan trắc độ lún công trình

- Xem xét phương án kỹ thuật quan trắc độ lún

Việc quan trắc độ lún là một dạng công việc đặc biệt vì vậy trước khi triển khai nhà thầu cần phải lập phương án kỹ thuật chi tiết. Một số nội dung chủ yếu của phương án kỹ thuật cần xem xét là:

- + Mục đích, yêu cầu của việc quan trắc độ lún
- + Sơ đồ bố trí mốc chuẩn và mốc độ lún
- + Ước tính độ chính xác của lưới đo lún
- + Chu kỳ đo
- + Thiết bị sử dụng và phương pháp đo
- + Phương pháp xử lý số liệu đo lún
- + Cấu tạo của mốc chuẩn và mốc đo lún

- Giám sát hiện trường

+ Giám sát việc thi công mốc chuẩn

Khi quan trắc độ lún chất lượng của mốc chuẩn đóng vai trò quyết định đối với chất lượng của công tác độ lún vì vậy TVGS cần đặc biệt lưu ý giám sát quá trình thi công mốc chuẩn để đảm bảo nhà thầu đo lún thi công mốc chuẩn theo đúng phương án đã được phê duyệt.

+ Giám sát các máy móc thiết bị và quá trình đo lún

Quá trình độ lún thực chất là là định kỳ đo độ cao chỉ có điều yêu cầu về độ chính xác thường cao hơn đối với việc đo thủy chuẩn thông thường. Máy sử dụng để đo lún là máy thủy bình có độ chính xác cao và mia Invar. Tất cả máy và mia trước khi đưa vào sử dụng cần phải được kiểm nghiệm đúng theo các qui định của tiêu chuẩn hiện hành.

o Giám sát đo vẽ hoàn công

- Hoàn công hệ thống công trình kỹ thuật hạ tầng dưới mặt đất gồm:

- + Vị trí các điểm ngoặt.
- + Tâm các giếng
- + Điểm giao nhau của các công trình kỹ thuật hạ tầng ngầm.
- + Đường kính ống dẫn.
- + Khoảng cách và chênh cao giữa các giếng
- + Nơi dẫn của từng loại hệ thống công trình kỹ thuật hạ tầng vào công trình.
- + Độ cao của đáy, nắp hố móng, máng rãnh, nắp giếng, đỉnh ống dẫn.
- Hoàn công hệ thống công trình kỹ thuật hạ tầng trên không
- + Vị trí các cột
- + Khoảng cách giữa tâm các cột
- + Độ cao của các dầm xà ngang
- + Khoảng cách dây dẫn đến các công trình ở gần đó
- + Độ võng của dây
- Đo vẽ hoàn công san nền
- + Các mốc toạ độ và độ cao dùng để đo đạc điều khiển san nền
- + Đo vẽ mặt đất san nền tỷ lệ 1:200; 1:500; 1:1000 tùy theo diện tích (kèm theo bản đồ gốc để đối chứng).
- Đo vẽ hoàn công nạo vét
- + Các mốc toạ độ và độ cao (hệ toạ độ độ cao nào) dùng để đo đạc điều khiển nạo vét.
- + Đo vẽ mặt đáy đã nạo vét theo tỷ lệ 1/500
- Hoàn công phần móng gồm
- + Xác định vị trí của từng phần đã đặt, các kích thước của các khối
- + Cao độ mặt móng.
- + Riêng đối với nhà cần đo nối các góc móng nhà đến các điểm khống chế trắc địa để xác định toạ độ chung, đo vẽ kích thước chu vi tầng ngầm.
- Đo vẽ hoàn công công trình dạng tròn
- + Xác định tâm đáy.
- + Xác định độ lệch tâm đỉnh và đáy
- + Xác định bán kính đáy, đỉnh và các chỗ đặc trưng
- Đo vẽ hoàn công đường giao thông
- + Đo vẽ các đỉnh góc ngoặt
- + Đo vẽ đường cong (các yếu tố cơ bản của đường cong)
- + Đo vẽ các điểm giao cắt (giao cắt đồng mức và giao cắt lập thể)
- + Đo vẽ vùng tiếp cận
- + Đo vẽ tâm ghi đường sắt
- + Đo vẽ độ cao mặt đường hoàn thành với lưới ô vuông độ cao 10m, dựng mặt cắt dọc và cắt ngang
- + Đo vẽ độ cao vỉa hè chỗ giao nhau, chỗ thay đổi độ dốc của mặt đường.
- + Đo vẽ chỗ nhô ra, lõm vào trên vỉa hè.
- + Đo vẽ lòng đường, đáy rãnh, kênh thoát
- + Đo vẽ giếng và cửa thoát nước mưa
- + Đo vẽ cầu cống trên đoạn đường vừa hoàn thành

# **Trường Đại học xây dựng**

Bài giảng - Bồi dưỡng nghiệp vụ giám sát thi công xây dựng  
công trình

**Công tác trắc địa trong xây dựng công trình**

***Giảng viên: TS. Nguyễn Thạc Dũng***

## **Giám sát chất lượng thi công công trình**

**1. Tên bài : Giám sát công tác Trắc địa trong xây dựng**

**2. Giảng viên: TS. Nguyễn Thạc Dũng**

**3. Nội dung chi tiết**

### **1. Mở đầu**

#### **1.1. Những qui định chung**

Công tác Trắc địa là một bộ phận không thể thiếu được trong toàn bộ qui trình công nghệ trên mặt bằng xây dựng. Chúng phải được thực hiện theo một tiến độ thống nhất với tiến độ chung của các công tác khảo sát thiết kế xây lắp và các dạng công tác khác.

**Nội dung công tác trắc địa trong xây dựng công trình bao gồm:**

- **Khảo sát: Cung cấp số liệu về địa hình (hình dáng mặt đất và các địa vật trên đó) dưới dạng bản đồ hoặc mặt cắt địa hình.**
- **Thiết kế: Khai thác, sử dụng các số liệu địa hình được cung cấp và thiết kế công tác trắc địa.**
- **Thi công: Đảm bảo công trình và các chi tiết trên công trình được xây dựng theo đúng vị trí, đúng hình dáng, đúng kích thước như thiết kế.**
- **Khai thác: Quan trắc biến dạng**

Bốn công đoạn trên có liên quan mật thiết với nhau và cần phải được thực hiện theo một trình tự qui định.

- Việc xác định nội dung và qui mô công tác khảo sát đo đạc địa hình, yêu cầu độ chính xác thành lập lưới khống chế thi công và nội dung quan trắc biến dạng công trình là nhiệm vụ của tổ chức thiết kế.

- Việc tiến hành khảo sát đo đạc - địa hình, thành lập lưới khống chế phục vụ thi công và việc tổ chức quan trắc biến dạng công trình là nhiệm vụ của chủ đầu tư.

- Công tác đo đạc bố trí công trình kiểm tra chất lượng thi công xây lắp công trình và đo vẽ hoàn công là nhiệm vụ của đơn vị xây lắp.

Để giải quyết các vấn đề trên Trắc địa đi từ việc xác định vị trí điểm bao gồm:

Vị trí mặt bằng (toạ độ x, y) và vị trí độ cao (H)

**Toạ độ và độ cao dùng để đo đạc khảo sát trắc địa - địa hình, thiết kế, thi công xây lắp công trình phải nằm trong cùng một hệ thống nhất. Nếu sử dụng hệ toạ độ giả định thì gốc toạ độ phải được chọn sao cho toạ độ tất cả các điểm trên mặt bằng xây dựng đều có dấu dương, nếu sử dụng toạ độ Quốc gia thì kinh tuyến trục phải được chọn sao cho biến dạng chiều dài của các cạnh không vượt quá 1/200 000, nếu vượt quá thì phải tính chuyển. Mặt chiếu được chọn trong đo đạc xây dựng công trình là mặt có độ cao trung bình của khu vực xây dựng. Khi**

hiệu số độ cao mặt đất và mặt chiếu nhỏ hơn 32m thì có thể bỏ qua số hiệu chỉnh (Lh, nếu lớn hơn thì phải tính số hiệu chỉnh do độ cao.

Các hệ toạ độ và độ cao thường gặp:

- Hệ toạ độ Nhà nước HN-72: Ellipsoide Krasovsky + Phép chiếu Gauss
- Hệ toạ độ Nhà nước VN-2000: Ellipsoide WGS-84 + Phép chiếu UTM
- Hệ độ cao Nhà nước: Geoide Hòn Dấu
- Hệ độ cao trắc địa, cao độ hải đồ
- Hệ toạ độ và độ cao giả định (qui ước)

**Những trục trắc thường gặp phải khi sử dụng hệ toạ độ Nhà nước trên các công trình xây dựng**

Khi xây dựng các công trình có qui mô lớn bắt buộc phải sử dụng hệ toạ độ Nhà nước. Toạ độ này do Tổng cục Địa chính (nay thuộc Bộ Tài nguyên và môi trường) thống nhất quản lý và cấp cho các đơn vị sử dụng trong hệ HN-72 hoặc VN – 2000 với kinh tuyến trục 105<sup>0</sup>E (các tỉnh phía Bắc và Nam bộ) và kinh tuyến trục 108<sup>0</sup>E hoặc 111<sup>0</sup>E (các tỉnh miền Trung). Với số liệu toạ độ được cấp như vậy sẽ xảy ra hiện tượng biến dạng lớn về kích thước (bảng)

**Giá trị biến dạng của một số công trình**

TT	Tên công trình	HTĐ và kinh tuyến trục sử dụng	K.cách từ mặt bằng đến K.TT	Giá trị biến dạng chiều dài
1	NM lọc dầu Dung Quất	HN-72, 108 <sup>0</sup> E	102km	128mm/km
2	Cầu Bãi Cháy	HN-72, 105 <sup>0</sup> E	210km	540 mm/km
3	Cầu Tân Đệ	HN-72, 105 <sup>0</sup> E	150km	277 mm/km
4	Thủy điện A Vương	HN-72, 105 <sup>0</sup> E	280km	966 mm/km

Như vậy về tổng thể giá trị biến dạng phụ thuộc vào chiều dài và khoảng cách từ nó đến kinh tuyến trục của múi chiếu và công thức tính là:

$$y_{tb} = y_{tb}^2 D / 2R^2$$

TCXDVN 309:2004 nêu rõ: Hệ toạ độ dùng trong xây dựng phải đảm bảo sao cho biến dạng chiều dài do lưới chiếu không vượt quá 1/200 000 (5mm/km)

Như vậy khi sử dụng hệ toạ độ Nhà nước để đảm bảo không có những trục trắc về biến dạng chiều dài cần lưu ý kiểm tra giá trị ytb của khu vực xây dựng. Nếu không thoả mãn thì phải tính chuyển toạ độ sao cho tại khu vực mặt bằng xây dựng biến dạng kích thước trên bản vẽ phải nằm trong giới hạn cho phép. Tuy nhiên việc chuyển toạ độ từ múi này sang múi khác là một vấn đề phức tạp.

Để hạn chế những trục trắc đáng tiếc xảy ra trong quá trình khảo sát và xây dựng các công trình có qui mô lớn có sử dụng hệ toạ độ Nhà nước cần nghiên cứu

kỹ thông tư 973 TT/TCĐC của Bộ Tài nguyên và Môi trường hướng dẫn sử dụng hệ toạ độ VN – 2000 trong đó có chỉ dẫn cụ thể kinh tuyến trực hợp lý cho tất cả các tỉnh, thành trong cả nước

**Kinh tuyến trực khuyến cáo**

TT	Tỉnh, Th.phố	K.tuyến trực	TT	Tỉnh, Th.phố	K.tuyến trực
1	Lai Châu	103 <sup>o</sup> 00	31	Long An	105 <sup>o</sup> 45
2	Sơn La	104 <sup>o</sup> 00	32	Tiền Giang	105 <sup>o</sup> 45
3	Kiên Giang	104 <sup>o</sup> 30	33	Bến Tre	105 <sup>o</sup> 45
4	Cà Mau	104 <sup>o</sup> 30	34	Hải Phòng	105 <sup>o</sup> 45
5	Lào Cai	104 <sup>o</sup> 45	35	Th.p. HCM	105 <sup>o</sup> 45
6	Yên Bái	104 <sup>o</sup> 45	36	Bình Dương	105 <sup>o</sup> 45
7	Nghệ An	104 <sup>o</sup> 45	37	Tuyên Quang	106 <sup>o</sup> 00
8	Phú Thọ	104 <sup>o</sup> 45	38	Hoà bình	106 <sup>o</sup> 00
9	An Giang	104 <sup>o</sup> 45	39	Quảng bình	106 <sup>o</sup> 00
10	Thanh Hoá	105 <sup>o</sup> 00	40	Quảng Trị	106 <sup>o</sup> 15
11	Vĩnh Phúc	105 <sup>o</sup> 00	41	Bình Phước	106 <sup>o</sup> 15
12	Hà Tây	105 <sup>o</sup> 00	42	Bắc Kạn	106 <sup>o</sup> 30
13	Đồng Tháp	105 <sup>o</sup> 00	43	Thái Nguyên	106 <sup>o</sup> 30
14	Cần Thơ	105 <sup>o</sup> 00	44	Bắc Giang	107 <sup>o</sup> 00
15	Bạc Liêu	105 <sup>o</sup> 00	45	Thừa Thiên-Huế	107 <sup>o</sup> 00
16	Hà Nội	105 <sup>o</sup> 00	46	Lạng Sơn	107 <sup>o</sup> 15
17	Ninh Bình	105 <sup>o</sup> 00	47	KonTum	107 <sup>o</sup> 30
18	Hà Nam	105 <sup>o</sup> 00	48	Quảng Ninh	107 <sup>o</sup> 45
25	Nam Định	105 <sup>o</sup> 30	55	Ninh Thuận	108 <sup>o</sup> 15
26	Tây Ninh	105 <sup>o</sup> 30	56	Khánh Hoà	108 <sup>o</sup> 15
27	Vĩnh Long	105 <sup>o</sup> 30	57	Bình Định	108 <sup>o</sup> 15
28	Sóc trăng	105 <sup>o</sup> 30	58	Đắc Lắc	108 <sup>o</sup> 30
29	Trà Vinh	105 <sup>o</sup> 30	59	Phú Yên	108 <sup>o</sup> 30
30	Cao Bằng	105 <sup>o</sup> 45	60	Gia Lai	108 <sup>o</sup> 30

**Để phục vụ xây dựng các công trình lớn, phức tạp và các nhà cao tầng** đơn vị thi công phải lập phương án kỹ thuật bao gồm các nội dung chính sau:

- Giới thiệu chung về công trình, yêu cầu độ chính xác của công tác trắc địa phục vụ thi công xây dựng công trình, các tài liệu trắc địa địa hình đã có trong khu vực.

- Thiết kế lưới khống chế mặt bằng và độ cao (đưa ra một số phương án và chọn phương án tối ưu)

- Tổ chức thực hiện đo đạc



- Phương án xử lý số liệu đo đạc
- Phương án xử lý các vấn đề phức tạp như căn chỉnh độ phẳng, độ thẳng đứng của các thiết bị, đo kiểm tra các khu vực quan trọng v.v..
- Sơ đồ bố trí các loại dấu mốc.

Trước khi tiến hành các công tác trắc địa trên mặt bằng xây dựng cần nghiên cứu tổng bình đồ công trình, kiểm tra các bản vẽ chi tiết sẽ sử dụng cho việc bố trí các công trình như : khoảng cách giữa các trục, khoảng cách tổng thể, toạ độ và độ cao của các điểm và được sự phê duyệt của bộ phận giám sát kỹ thuật của chủ đầu tư.

Đối với các công trình lớn có dây chuyền công nghệ phức tạp và công trình cao tầng cần phải sử dụng các máy móc thiết bị có độ chính xác cao như máy toàn đạc điện tử, thuỷ chuẩn tự động cân bằng có bộ đo cực nhỏ và mia invar, máy chiếu đứngng...Để thành lập lưới khống chế có thể sử dụng công nghệ GPS kết hợp với máy toàn đạc điện tử.

### 1.2. Một số khái niệm về đánh giá độ chính xác đo đạc

- Sai số trung phương một lần đo. Đây là tiêu chuẩn để đánh giá độ chính xác của công tác đo đạc đã tiến hành.

Công thức của Gauss (  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i^2}$  )

Công thức Bessel (  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n v_i^2}$  )

Trong đó:  $e_i = x_i - X$   $v_i = x_i - \bar{x}$

$x_i$  - các giá trị đo;  $X$  - giá thực của đại lượng đo;  $\bar{x}$  - giá trị đo trung bình

- Sai số giới hạn  $E_{gh} = (2 - 3) \sigma$  . Đây chính là sai số cho phép được đưa ra trong các qui phạm. TCXDVN 309-2004 lấy bằng  $2\sigma$ .

- Sai số của giá trị trung bình  $\bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$  nó đặc trưng độ chính xác của kết quả đo

- Sai số của hàm các đại lượng đo trực tiếp  $y = f(t_1, t_2, \dots, t_n)$

- trong đó  $t_i$  là các đại lượng đo trực tiếp có các sai số trung phương tương ứng là  $\sigma_i$  sẽ là:

$$\sigma_y = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2}$$

- Sai số tương đối (thường sử dụng khi đo dài): Là tỷ số giữa sai số tuyệt đối và giá trị của đại lượng đo, chúng được biểu diễn dưới dạng phân số có tử số là 1 và mẫu số là các số chẵn trăm, nghìn .Ví dụ: 1: 500, 1: 2 000, 1: 10 000.. hoặc dưới dạng một phân số có mẫu số là 1 000 000 ký hiệu là p.p.m (ví dụ: 2p.p.m.)

### Một số nguyên tắc chính kiểm tra công tác đo đạc và hạn chế các sai số:

- Luôn luôn đo có kiểm tra bằng cách đo nhiều lần hoặc đo một đại lượng bằng các phương pháp khác nhau sẽ tránh được nhầm lẫn.

- Với các sai số hệ thống có thể loại trừ bằng cách tính toán rồi điều chỉnh vào kết quả đo hoặc là dùng phương pháp đo thích hợp.

- Muốn giảm các sai số ngẫu nhiên phải tăng số lần đo.

- Luôn luôn tạo lượng đo dư để kiểm tra và nâng cao độ chính xác kết quả đo

- Nguyên tắc bình sai chặt chẽ và bình sai gần đúng

### **1.3. Phân loại máy trắc địa thường dùng trong xây dựng**

#### **Máy kinh vĩ có 3 loại: Kim loại, quang học, điện tử**

Theo độ chính xác chúng được chia ra:

Chính xác cao: sai số trung phương đo góc nhỏ hơn hoặc bằng (1"

Chính xác : sai số trung phương đo góc từ ( 5" đến (10"

Kỹ thuật : sai số trung phương đo góc từ ( 15" đến (30"

#### **Máy thủy bình có 2 loại: quang học và điện tử**

Theo độ chính xác chúng được chia ra:

Chính xác cao: Sai số giới hạn đo chênh cao 3mm/ km

Chính xác : Sai số giới hạn đo chênh cao 13mm/ km

Kỹ thuật: Sai số giới hạn đo chênh cao 24mm/ km

**Dụng cụ đo độ dài: Các loại thước: Vải 1: 1 000; Thép 1 : 2 000; Invar 1 : 1 000 000; Các loại máy đo độ dài bằng sóng radio và sóng ánh sáng có độ chính xác từ 3ppm đến 8ppm.**

**Toàn đạc điện tử: Đo kết hợp cả góc bằng góc nghiêng, độ dài và tính ra tọa độ x, y và độ cao H. Máy có thể phân loại như sau (Bảng 1):**

*Bảng 1: Phân loại toàn đạc điện tử*

<b>Loại máy</b>	<b>SSTP đo góc bằng/đứng</b>	<b>SSTP đo cạnh</b>	<b>Ghi chú</b>
Chính xác trung bình (TC307 – Leica)	7"/7"	±2mm + 2ppm	Sử dụng để bố trí công trình, đo vẽ hoàn công
Chính xác (TC- 303 Leica)	3"/3"	±2mm + 2ppm	Để đo lưới khống chế mặt bằng
Chính xác cao (TCA-2003 Leica)	1"/1"	±1mm +1ppm	Để đo lưới khống chế mặt bằng, quan trắc biến dạng

## **2. Trắc địa phục vụ khảo sát, thiết kế**

Tài liệu khảo sát địa hình là bản đồ địa hình và mặt cắt địa hình đối với các công trình dạng tuyến. Để sử dụng tốt bản đồ sao cho vừa đáp ứng được yêu cầu công tác, vừa tránh được lãng phí trong việc đo vẽ hay biên vẽ bản đồ chúng ta cần phải phân tích và đánh giá chất lượng bản đồ. Cơ sở để đánh giá là các qui phạm

đo vẽ bản đồ nói chung của Nhà nước hay của từng ngành, các văn bản qui định cụ thể biên tập bản đồ, sửa chữa bổ sung các địa vật và dáng đất.

### **2.1. Đặc điểm và yêu cầu chung về bản đồ tỷ lệ lớn**

Trên khu vực xây dựng hoặc qui hoạch xây dựng thường đo vẽ bản đồ tỷ lệ từ 1: 200; 1: 500 đến 1: 5 000.

Dựa vào ý nghĩa và mục đích sử dụng bản đồ tỷ lệ lớn có thể phân thành 2 loại:

- Bản đồ địa hình tỷ lệ lớn cơ bản: thành lập theo các qui định chung của cơ quan quản lý Nhà nước để giải quyết những nhiệm vụ địa hình cơ bản. Nội dung thể hiện theo qui định của qui phạm hiện hành.

- Bản đồ địa hình chuyên ngành: chủ yếu là loại bản đồ địa hình công trình. Loại bản đồ này được thành lập dưới dạng bản đồ và mặt cắt có độ chi tiết cao, dùng làm tài liệu cơ sở về địa hình, địa vật phục vụ cho khảo sát, thiết kế, xây dựng và sử dụng công trình.

#### **Các phương pháp chủ yếu được sử dụng để thành lập bản đồ địa hình:**

- Đo vẽ lập thể và đo vẽ tổng hợp bằng ảnh  
- Đo vẽ trực tiếp ngoài thực địa bằng phương pháp toàn đạc, toàn đạc điện tử hoặc kinh vĩ kết hợp đo cao bề mặt.

- Bản đồ địa hình có thể vẽ trên giấy hoặc thể hiện dưới dạng bản đồ số. Nội dung của bản đồ này được lưu giữ dưới dạng tệp dữ liệu về dáng đất, địa vật, toạ độ và độ cao.

**Việc lựa chọn tỷ lệ bản đồ cần đo vẽ cho khu vực xây dựng được qui định tùy** thuộc vào các yếu tố như : Nhiệm vụ thiết kế phải giải quyết trên bản đồ; giai đoạn thiết kế; mức độ phức tạp của địa vật địa hình; mật độ các đường cống ngầm, dây dẫn.. Trong đó có tính đến yêu cầu về độ chính xác, độ chi tiết và độ đầy đủ của bản đồ, các phương pháp thiết kế và bố trí công trình.

- Giai đoạn lập luận chứng kinh tế kỹ thuật và thiết kế sơ bộ cần có bản đồ tỷ lệ 1: 10 000 hoặc 1: 5 000.

- Giai đoạn thiết kế qui hoạch chi tiết, thiết kế kỹ thuật cần sử dụng các loại bản đồ tỷ lệ: + 1: 5 000, h = 0,5 - 1m để thành lập bản đồ cơ sở, tổng bình đồ khu vực thành phố, công nghiệp, thiết kế đồ án khu vực xây dựng;

+ 1: 2 000, h = 0,5 - 1m để thiết kế kỹ thuật công trình công nghiệp, dân dụng, thủy lợi, hệ thống ống dẫn, bản vẽ thi công các công trình thủy lợi;

- Giai đoạn thiết kế kỹ thuật thi công cần các loại bản đồ sau:

+ Bản đồ tỷ lệ 1: 1000, h = 0,5m được dùng để thiết kế thi công công trình ở khu vực chưa xây dựng, tổng bình đồ khu vực xây dựng thành phố, thiết kế chi tiết công trình ngầm, thiết kế qui hoạch đứng;

+ Bản đồ tỷ lệ 1: 500, h = 0,5m được dùng để thiết kế thi công công trình ở thành phố, khu công nghiệp, đo vẽ hoàn công các công trình.

+ Bản đồ tỷ lệ 1: 200, h = 0,2 - 0,5m được dùng để thiết kế thi công công trình có diện tích nhỏ nhưng đòi hỏi độ chính xác cao, đo vẽ hoàn công công trình.

## 2.2. Các bước đo vẽ bản đồ địa hình

### 1. Xây dựng lưới khống chế đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn

Cơ sở trắc địa để đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn là lưới trắc địa Nhà nước các cấp hạng và lưới khống chế đo vẽ về mặt bằng và độ cao.

**Lưới khống chế trắc địa là tập hợp các điểm được cố định kiên cố trên mặt đất có tọa độ x, y (khống chế mặt bằng) và độ cao H (khống chế độ cao) được xác định trong một hệ thống nhất nhờ các phép đo (góc, độ dài, độ cao) được tiến hành trên mặt đất.**

- Các phương pháp chính xây dựng lưới mặt bằng là: Đường chuyền, tam giác đo góc, tam giác đo cạnh, GPS, giao hội góc, giao hội cạnh, giao hội ngược.

**-Lưới khống chế độ cao được xây dựng dưới dạng các đường chuyền độ cao.**

- Lưới khống chế trắc địa được phân thành các cấp hạng theo nguyên tắc đi từ tổng quát đến chi tiết với độ chính xác giảm dần, lưới cấp dưới được phát triển dựa vào lưới cấp trên

*Bảng2: Phân cấp lưới khống chế tọa độ (mặt bằng)*

Các cấp Các chỉ tiêu	Lưới khống chế Trắc địa Nhà nước	Lưới khống chế khu vực	Lưới cơ sở đo vẽ
Mục đích xây dựng lưới	Xác định hình dạng và kích thước trái đất, NCKH, làm kh. chế đo vẽ tất cả các loại bản đồ	Tăng thêm số lượng điểm khống chế cho một khu vực	Tăng mật độ điểm được xác định tọa độ để trực tiếp đo vẽ bản đồ
Các phương pháp x.d. lưới	Đường chuyền, tam giác, GPS	Đường chuyền, tam giác, GPS	Tất cả các phương pháp trừ GPS
Số hạng	4	2	2
Kích thước (tương đối)	5 ■ 0 km	0,5 ■ km	■ 0,5 km

Các chỉ tiêu kỹ thuật lại được qui định chi tiết cho từng cấp hạng đối với từng phương pháp xây dựng lưới khác nhau và được ghi trong các quy phạm. ở đây chỉ trích để làm ví dụ cho các hạng lưới nhà nước và lưới khu vực.

*Bảng 3: Các chỉ tiêu kỹ thuật của lưới TĐNN phương pháp tam giác đo góc*

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Hạng 1	Hạng 2	Hạng 3	Hạng 4
1. Chiều dài cạnh,km	20 - 30	07 - 20	5 - 10	2 - 6
2. Độ chính xác đo cạnh đáy	1:400 000	1:300 000	1:200 000	1:200 000

3. Sai số trung phương đo góc	0",7	1",0	1",8	2",5
4. Góc nhỏ nhất trong tam giác	40°	30°	30°	30°

*Bảng4: Các chỉ tiêu kỹ thuật của lưới khu vực (tăng dày) p.p. tam giác đo góc*

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Cấp 1	Cấp 2
1.Số lượng tam giác giữa các cạnh đáy	10	10
2. Chiều dài cạnh tam giác, km	1 - 5	1 - 3
3. Góc giữa các hướng cùng cấp không nhỏ hơn	20°	20°
4. Sai số trung phương đo góc	5"	10"
5. Sai số đo cạnh đáy	1: 50 000	1: 20 000
6. Sai số cạnh yếu nhất	1: 20 000	1: 10 000

**Lưới độ cao được xây dựng dưới dạng các đường chuyên: nối, khép kín, treo và tạo thành điểm nút .**

- Lưới độ cao Nhà nước hạng I, II, III, IV được xây dựng trên toàn lãnh thổ Quốc gia bằng phương pháp đo cao hình học, bình sai chặt chẽ trong một hệ thống nhất.

- Lưới đo cao kỹ thuật được phát triển dựa vào độ cao Nhà nước hạng I đến IV với mục đích làm lưới cơ sở đo vẽ.

*Bảng5: Một số chỉ tiêu kỹ thuật lưới khống chế độ cao*

Hạng	sai số trung phương 1 trạm (mm)	Tầm ngắm lớn nhất (m)	Chênh lệch tầm ngắm (m)	Sai số khép (mm)	Diện tích đo vẽ (km2)
I	0.15	50	0.5	$3\sqrt{L}$	
II	0.30	65	1.0	$5\sqrt{L}$	50 - 200
III	0.65	75	2.0	$10\sqrt{L}$	10 - 50
IV	3.0	100	5.0	$20\sqrt{L}$	1 - 10
Kỹ thuật	8.0	150	-	$50\sqrt{L}$	■

Lưới hạng II được thành lập ở khu vực rộng có chu vi hơn 40 km, chiều dài tuyến giữa các điểm nút không lớn hơn 10 km. Lưới được tăng dày bằng các tuyến độ cao hạng III. Chiều dài tuyến hạng III được bố trí giữa các điểm hạng II không được vượt quá 15 km; chiều dài giữa các điểm nút không được vượt quá 5 km. Lưới hạng III được tăng dày bằng các tuyến độ cao hạng IV. Chiều dài tuyến bố trí giữa các điểm hạng II và III không được vượt quá 5 km. Chiều dài tuyến giữa các điểm nút không được vượt quá 2 - 3 km. Các điểm hạng IV cách nhau 400 - 500 m ở khu vực xây dựng và 1 km ở khu vực chưa xây dựng.

Độ cao của các điểm thuộc lưới khống chế đo vẽ thường được xác định bằng phương pháp đo cao kỹ thuật dưới dạng đo cao hình học hoặc đo cao lượng giác. Sai số độ cao của các điểm khống chế đo vẽ so với điểm độ cao cơ sở gần nhất không được vượt quá 1/10 khoảng cao đều ở vùng đồng bằng và 1/ 6 khoảng cao đều ở vùng núi.

**Các bước xây dựng lưới khống chế trắc địa mặt bằng và độ cao:**

+ Thiết kế và khảo sát chọn điểm. Tùy theo địa hình khu vực đo vẽ, diện tích đo vẽ, tỷ lệ bản đồ đo vẽ mà người ta quyết định cấp hạng lưới, phương pháp xây dựng lưới và tiến hành khảo sát để chọn vị trí đặt các điểm mốc sao cho đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật và ở những vị trí ổn định lâu dài.

Trên khu vực thành phố và khu công nghiệp lưới trắc địa được thiết kế phải **đảm bảo các chỉ tiêu sau:**

Độ chính xác của mạng lưới khống chế ở cấp trên phải đảm bảo cho việc tăng dày cho cấp dưới nhằm thoả mãn yêu cầu đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn nhất và các yêu cầu của công tác bố trí công trình.

Mật độ điểm khống chế phải thoả mãn các yêu cầu của tỷ lệ đo vẽ

Số cấp hạng của lưới tùy thuộc vào diện tích khu vực đo vẽ và được qui định như trong bảng 6 hoặc đảm bảo độ chính xác tương đương

*Bảng 6*

Diện tích đo vẽ, km <sup>2</sup>	Khống chế cơ sở			Khống chế đo vẽ	
	Mặt bằng		Độ cao	Mặt bằng	Độ cao
	Lưới NN	Lưới tầng dày			
200	II, III, IV	1,2	II, III, IV	Tam	
50	III, IV	1,2	II, III, IV	giác	
10	IV	1,2	III, IV	nhỏ,	Đo
5	IV	1,2	IV	đường	cao
2,5	-	1,2	IV	chuyên	kỹ
1	-	2	IV	kinh	thuật
	-	-		vĩ	

+ Chôn mốc. Các mốc trắc địa cũng được thiết kế tùy thuộc vào nền đất, cấp hạng lưới, thời gian sử dụng. Chúng cần được kiểm tra trước khi đo.

+ Đo đạc. Đo góc, đo độ dài, đo độ chênh cao tùy theo yêu cầu về độ chính xác của cấp lưới được nêu trong các qui trình qui phạm.

+ Bình sai và tính toán. Đối với các lưới thuộc cấp Nhà nước và cấp khu vực cần bình sai chặt chẽ theo phương pháp bình phương nhỏ nhất, với các lưới cấp đo vẽ thì chỉ cần bình sai theo các phương pháp gần đúng .

**2) Đo vẽ chi tiết địa vật và dáng đất**

## Nội dung cần đo vẽ xem tài liệu tham khảo số 1

### Đo vẽ chi tiết địa vật

### Đo vẽ chi tiết dáng đất

#### 3) Tính toán và thể hiện bản đồ

Từ các số liệu đo đạc tiến hành tính toán tọa độ của các điểm chi tiết địa vật, tọa độ và độ cao của các điểm chi tiết dáng đất. Các địa vật sau khi được chấm lên bản vẽ dựa vào tọa độ các điểm chi tiết, người ta dùng các dấu hiệu qui ước để thể hiện chúng, còn hình dáng của mặt đất thì được thể hiện bằng các đường đồng mức. Bản đồ địa hình còn được thể hiện dưới dạng mô hình kỹ thuật số (bản đồ số) được lưu giữ trong máy tính.

#### Hệ thống phần mềm dùng để thành lập bản đồ số bao gồm:

- Phần mềm xử lý số liệu lưới khống chế khu vực đo vẽ
- Phần mềm biên vẽ các ký hiệu và ghi chú trên bản đồ địa hình
- Phần mềm vẽ đường đồng mức
- Phần mềm số hóa bản đồ địa hình

#### 4) Kiểm tra độ chính xác của bản đồ địa hình

- Đối chiếu sự trung thực, sự đầy đủ của bản đồ
- Độ chính xác vị trí điểm và đoạn thẳng trên bản đồ địa hình

Độ chính xác vị trí điểm trên bản đồ địa hình phụ thuộc vào quá trình đo vẽ, nó là tổng hợp các nguồn sai số:

Xây dựng lưới khống chế

Đo chi tiết

Vẽ điểm khống chế

Vẽ điểm chi tiết

Can, In, Giấy co dãn

Nếu các sai số trên nhỏ hơn hoặc bằng sai số đồ họa (0,1mm) thì sai số vị trí điểm trên bản đồ sẽ là

$$(đ = 0,1G = 0,26 \text{ mm})$$

Sai số đoạn thẳng trên bản đồ sẽ là  $(L = 0,26G = 0,36 \text{ mm})$

- Độ chính xác của đường đồng mức



Bảng 8. Sai số điểm và đoạn thẳng

Tỷ lệ bản đồ	Sai số trung phương, m		Sai số cho phép, m	
	Điểm	Đoạn thẳng	Điểm	Đoạn thẳng
1: 200	0,05	0,07	0,10	0,14
1: 500	0,13	0,20	0,26	0,40
1:1 000	0,26	0,36	0,52	0,72

1: 2 000	0,52	0,73	1,04	1,46
1: 5 000	1,30	1,82	2,60	3,64

Bảng9: Sai số độ cao

Tỷ lệ bản đồ	Khoảng cao điều		Sai số cho phép,m
	max	min	
1: 500	0,5	0,25	0,2
1:1 000	1,0	0,5	0,3-0,4
1: 2 000	2,0	1,0	0,7-1,0
1: 5 000	5,0	2,0	1,7-2,0

Để kiểm tra người ta có thể đo độ dài giữa 2 điểm rõ nét trên bản đồ rồi đo lại chúng trên mặt đất để so sánh

Cũng có thể từ các sai số yêu cầu để đưa ra tỷ lệ bản đồ cần phải có.

### 3. công tác Trắc địa phục vụ thi công

#### 3.1. Bố trí công trình

**Bố trí công trình hay chuyển đồ án thiết kế ra thực địa là các công tác trắc địa được tiến hành trên mặt đất nhằm xác định vị trí mặt bằng và độ cao của các điểm, các đường, các mặt của công trình xây dựng theo bản vẽ thiết kế.**

**Về nội dung, công tác bố trí là ngược với đo vẽ bản đồ.** Nếu như khi đo vẽ trên cơ sở đo đạc trên thực địa người ta thành lập bản đồ, mặt cắt địa hình và độ chính xác của công tác trắc địa phụ thuộc vào tỷ lệ đo vẽ thì trong bố trí ngược lại theo các bình đồ và mặt cắt đã được thiết kế người ta phải xác định trên thực địa vị trí các trục, các điểm của công trình để xây dựng chúng với độ chính xác đã được quy định trong các văn bản quy phạm. Vì vậy công tác bố trí có phần khác công tác đo vẽ và độ chính xác của công tác bố trí thường cao hơn.

**Cơ sở hình học của các đồ án thiết kế là các hệ trục bao gồm các trục chính** và trục cơ bản xác định hình dáng, kích thước tổng thể của toàn công trình và các trục chi tiết dùng để xác định vị trí của các cấu kiện hoặc các phần riêng biệt của công trình.

**Chiều cao của các mặt hoặc các điểm trên công trình được tính từ một mặt** quy ước. Ví dụ đối với nhà, sàn của tầng một được chọn là mặt 0 quy ước.

**Trình tự bố trí công trình được tiến hành theo các nội dung sau:**

Lập lưới bố trí trục công trình

Định vị công trình

Chuyển trục công trình ra thực địa và giác móng công trình



Bố trí các trục phụ của công trình dựa trên các trục chính đã được bố trí

Bố trí chi tiết các trục dọc và trục ngang của các hạng mục công trình,  
Chuyển trục và độ cao xuống đáy móng và lên các tầng xây lắp  
Bố trí các điểm chi tiết của công trình dựa vào bản vẽ thiết kế.

Tổ chức thiết kế cần giao cho nhà thầu các bản vẽ cần thiết như:

Bản vẽ tổng mặt bằng công trình

Bản vẽ bố trí các trục chính của công trình (có ghi đủ kích thước, tọa độ giao điểm giữa các trục),

Bản vẽ móng của công trình (các trục móng, kích thước móng và độ sâu)

Bản vẽ mặt cắt công trình (có các kích thước và độ cao thiết kế).

Trước khi tiến hành bố trí công trình phải kiểm tra cẩn thận các số liệu thiết kế giữa các bản vẽ chi tiết so với mặt bằng tổng thể, kích thước từng phần và kích thước toàn thể. Mọi sai lệch cần phải được báo cáo cho cơ quan thiết kế để xem xét và chỉnh sửa.

### **1. Lưới khống chế thi công**

Lưới khống chế thi công là một mạng lưới gồm các điểm có tọa độ được xác định chính xác và được đánh dấu bằng các mốc kiên cố trên mặt bằng xây dựng và được sử dụng làm cơ sở bố trí các hạng mục công trình từ bản vẽ thiết kế ra thực địa. Lưới khống chế thi công được xây dựng sau khi đã giải phóng và san lấp mặt bằng.

Trước khi thiết kế lưới khống chế thi công cần nghiên cứu kỹ bản thuyết minh về nhiệm vụ của công tác trắc địa, yêu cầu độ chính xác cần thiết đối với việc bố trí công trình, phải nghiên cứu kỹ tổng mặt bằng công trình để chọn các vị trí đặt các mốc khống chế sao cho chúng thuận tiện tối đa trong quá trình sử dụng và ổn định lâu dài trong suốt quá trình thi công công trình.

**Hệ tọa độ của lưới khống chế thi công phải thống nhất với hệ tọa độ đã dùng trong các giai đoạn khảo sát và thiết kế công trình.** Tốt nhất đối với các công trình có qui mô nhỏ hơn 100 ha nên sử dụng hệ tọa độ giả định, đối công trình có qui mô lớn phải sử dụng hệ tọa độ Nhà nước phải chọn kinh tuyến trục hợp lý để độ biến dạng chiều dài không vượt quá 1/ 200 000 (tức là ( 5 mm/ km), nếu vượt quá thì phải tính chuyển.

Khi điểm khống chế đã có của lưới trên khu vực xây dựng không đáp ứng được yêu cầu thì có thể chọn tọa độ một điểm và góc định hướng một cạnh của lưới đã có làm số liệu khởi tính cho khống chế mặt bằng thi công công trình.

Tuỳ thuộc vào mật độ xây dựng các hạng mục công trình và điều kiện trang thiết bị trắc địa của các đơn vị thi công, lưới phục vụ thi công có thể có các dạng chính như sau:

Lưới ô vuông xây dựng: là hệ thống các điểm tạo nên các hình vuông hoặc chữ nhật mà cạnh của chúng song song với các trục tọa độ và song song với các trục chính của công trình. Chiều dài các cạnh có thể thay đổi từ 50 đến 400 m.

### **Lưới đường chuyên**

Lưới tam giác đo góc cạnh kết hợp

Số bậc phát triển lưới khống chế mặt bằng tối đa là 4 bậc.

Căn cứ vào yêu cầu độ chính xác bố trí công trình để chọn mật độ của điểm lưới khống chế. Đối với các công trình xây dựng công nghiệp mật độ các điểm nên chọn là 1 điểm / 1,5 - 2 ha. Cạnh trung bình của đường chuyên hoặc tam giác từ 200 đến 300 m. Đối với lưới khống chế mặt bằng phục vụ xây dựng nhà cao tầng, mật độ các điểm phải dày hơn. Số điểm khống chế mặt bằng tối thiểu là 4 điểm.

**Lưới khống chế độ cao phục vụ thi công các công trình lớn có diện tích trên 100ha** được thành lập bằng phương pháp đo cao hình học với độ chính xác tương đương với thủy chuẩn hạng III Nhà nước. Đối với các mặt bằng xây dựng có diện tích dưới 100ha lưới khống chế độ cao được thành lập bằng phương pháp đo cao hình học với độ chính xác tương đương với thủy chuẩn hạng IV Nhà nước. Lưới độ cao được thành lập dưới dạng các tuyến đơn dựa vào ít nhất 2 mốc độ cao cấp cao hơn hoặc tạo thành vòng khép kín. Các tuyến độ cao phải được dẫn đi qua tất cả các điểm của lưới khống chế mặt bằng. Lưới khống chế mặt bằng và độ cao cần phải được ước tính độ chính xác một cách chặt chẽ theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất. Trình tự đánh giá và kết quả đánh giá được nêu trong các đề cương hoặc phương án kỹ thuật và phải được phê duyệt trước khi thi công.

Độ chính xác của lưới khống chế mặt bằng và độ cao phục vụ xây lắp công trình được ghi trong bảng.

*Bảng 10: Sai số trung phương cho phép khi lập lưới khống chế thi công*

Cấp chính xác	Đặc điểm của công trình xây dựng	Sai trung phương cho phép khi lập lưới		
		Đo góc (")	Đo cạnh	Đo cao mm/km
1	Xí nghiệp, các cụm nhà ở và công trình xây dựng trên phạm vi lớn hơn 100ha, từng ngôi nhà và công trình riêng biệt trên diện tích hơn 100ha	3	1/25 000	4

2	Xí nghiệp, các cụm nhà ở và công trình xây dựng trên phạm vi nhỏ hơn 100ha, từng ngôi nhà và công trình riêng biệt trên diện tích từ 1 đến 10ha	5	1/10 000	6
3	Nhà và công trình xây dựng trên nhỏ hơn 1ha. Đường trên mặt đất và các đường ống ngầm trong phạm vi xây dựng	10	1/5 000	10
4	Đường trên mặt đất và các đường ống ngầm ngoài phạm vi xây dựng	30	1/2 000	15

**Các mốc phải được đặt ở vị trí thuận lợi cho việc đặt máy và thao tác đo đạc** và được bảo quản lâu dài để sử dụng trong suốt thời gian thi công xây lắp cũng như sửa chữa và mở rộng sau này. Khi đặt mốc nên tránh các vị trí có điều kiện địa chất không ổn định, các vị trí có các thiết bị tải trọng động lớn, các vị trí gần các nguồn nhiệt.

Vị trí các mốc của lưới khống chế mặt bằng phục vụ thi công phải được đánh dấu trên tổng bình đồ xây dựng.

Việc thành lập lưới khống chế mặt bằng phục vụ thi công là trách nhiệm của **chủ đầu tư. Việc thành lập lưới phải được hoàn thành và bàn giao cho các nhà thầu** chậm nhất là 2 tuần trước khi khởi công xây dựng công trình. Hồ sơ bàn giao gồm:

- Sơ đồ khống chế mặt bằng và độ cao (vẽ trên nền tổng bình đồ mặt bằng của công trình xây dựng);
- Kết quả tính toán bình sai lưới khống chế mặt bằng
- Kết quả tính toán bình sai lưới khống chế độ cao
- Bảng thống kê toạ độ và độ cao của các điểm trong lưới.

Sơ hoạ vị trí các mốc của lưới khống chế khi bàn giao phải lập biên bản và chữ ký của bên giao và bên nhận. Mẫu biên bản trong tiêu chuẩn ngành 96TCN43-90

## **2. Công tác bố trí công trình**

**Việc bố trí công trình được tiến hành theo ba giai đoạn:**

Trước hết từ các điểm khống chế và theo các số liệu đã tính toán bố trí các trục chính của công trình. Giai đoạn này có thể tiến hành với độ chính xác 3 - 5 cm.

Tiếp theo từ các trục chính người ta bố trí tiếp các trục chi tiết. Các trục này cần bố trí với độ chính xác 2 - 3mm.

Giai đoạn cuối cùng là xây lắp các cấu kiện hoặc chi tiết công trình theo vị trí các trục đã xác định. Giai đoạn này đòi hỏi độ chính xác cao nhất từ 1 - 0,1 mm.

Như vậy trong bố trí công trình công tác trắc địa cũng được tiến hành theo nguyên tắc từ tổng quát đến chi tiết nhưng là với độ chính xác cao dần từ giai đoạn 1 đến giai đoạn 3.

**a. Độ chính xác yêu cầu của công tác bố trí**

Độ chính xác yêu cầu của công tác bố trí phụ thuộc vào dạng công trình xây dựng

**Bảng 11**

Loại công trình	Sai số trung phương đo đạc khi bố trí		
	Đo góc	Đo dài	Đo cao, mm
1. Kết cấu thép liên kết nút, kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép.	10"	1/15 000	1
2. Công trình cao hơn 60m, nhà trên 60 tầng hoặc khẩu độ hơn 30m	10"	1/10 000	2
3. Nhà 5 đến 16 tầng, công trình cao từ 15 đến 60m, khẩu độ từ 6 - 30m	20"	1/5 000	2
4. Nhà dưới 5 tầng, khẩu độ dưới 6m công trình cao dưới 15m	30"	1/3 000	5
5. Công trình bằng đất	45"	1/1 000	10

Cơ quan tiêu chuẩn quốc tế (ISO) đã đưa ra các công thức xác định sai số bố trí như sau:

- Độ chính xác bố trí độ dài giữa 2 điểm thuộc công trình xây dựng tính bằng mm

$$\sigma_L = \frac{K}{2,5} \sqrt{L}$$

Trong đó: L - khoảng cách giữa 2 điểm tính bằng mét

K - hệ số phụ thuộc vào phương pháp thi công, với công trình lắp ghép K=1; công trình đổ tại chỗ K = 2

- Độ chính xác bố trí góc được tính theo công thức

$$\sigma_\alpha = \frac{0,03K}{\sqrt{L}} \quad (\sigma_\alpha'' = 206 265'' = 1 \text{ rad})$$

- Độ chính xác bố trí độ cao

(H = ±2,0mm với công trình đổ tại chỗ

(H = ±0,8mm với công trình lắp ghép

- Khi chuyển trục lên tầng cao

$$\sigma_r = \pm 0,8 \sqrt{L} \quad (\text{mm})$$

**b. Lên phương án tính toán số liệu cho công tác bố trí và các công tác trắc địa khác trong quá trình xây dựng**

Dựa vào bản vẽ thiết kế và phương pháp bố trí sẽ lựa chọn người ta tính các yếu tố cần thiết

**c. Xác định vị trí của công trình trên thực địa bằng cách bố trí các trục chính**

Để định vị công trình chúng ta có thể sử dụng các phương pháp bố trí điểm như tọa độ cực, tọa độ vuông góc, giao hội góc, giao hội cạnh. Muốn vậy trước hết chúng ta phải tính toán chuẩn bị các số liệu về góc và độ dài. Số liệu có thể được tính bằng các phương pháp: giải tích, đồ thị, đồ thị kết hợp với giải tích (đồ giải), trong đó giải tích là phương pháp chính xác hơn cả. Trong các phương pháp bố trí điểm vừa kể trên, phương pháp tọa độ cực là phương pháp thường được sử dụng nhất.

**d. Xác định đường biên hố móng**

Khi đào hố móng người ta phải luôn tạo các ta luy, do vậy để đáy móng đảm bảo được kích thước công trình phải mở rộng đường biên móng. Kích thước cần mở rộng phụ thuộc vào loại móng, loại đất nền, độ sâu.

**e. Xây dựng khung bố trí trục**

Cách đường biên hố móng một khoảng người ta dựng một khung bao quanh công trình để bố trí các trục một cách chính xác. Khung thường được làm bằng gỗ tạo thành một mặt bằng phẳng để có thể đo dài bằng cách đặt thước trên đó và cho kết quả chính xác.

Từ các trục chính, dựa vào khung dùng thước thép bố trí các trục chi tiết và đánh dấu lên khung bằng đinh. Các trục được đóng ra ngoài công trình và cố định chúng bằng các cọc kiên cố.

**3. Công tác trắc địa khi xây dựng móng**

Độ sâu của móng được xác định từ các mốc độ cao gần nhất.

Các trục của công trình được chuyển xuống đáy móng nhờ các dây thép căng theo các trục và quả dọi hoặc sử dụng máy kinh vĩ

**4. Chuyển trục lên tầng**

Như chúng ta biết vị trí của tất cả các cấu kiện của công trình đều được xác định từ các trục, do vậy sau khi xây lắp xong từng sàn phải tiến hành chuyển trục lên để xây tiếp tầng mới. Việc chuyển trục đơn giản có thể dùng dây dọi khi xây dựng các công trình không cao (nhà dưới 4 tầng) và bằng phương pháp đổ tại chỗ.

Với các công trình dưới 10 tầng người ta thường dùng máy kinh vĩ để chuyền trục. Khi chuyền trục theo phương pháp này ta luôn chú ý thao tác với hai vị trí vành độ đứng trái và phải ống kính để hạn chế các sai số do máy móc

Trong trường hợp xây chen, nếu không thể đặt máy phía ngoài công trình được có thể sử dụng định tâm quang học của máy kinh vĩ. Muốn vậy trên phương thẳng đứng của điểm trục cần chuyền người ta trừ một lỗ sàn 20 x 20 cm và tiến hành định tâm máy theo điểm đánh dấu trục

Đối với nhà trên 10 tầng và công trình tương đương người ta phải sử dụng máy chiếu thiên đỉnh quang học hoặc lazer. Cách làm cũng giống như trường hợp trên nhưng đặt máy tại tầng 1 trên điểm đánh dấu trục và chuyền nó thẳng đứng lên các tầng trên nhờ tia ngắm đứng của máy.

### 5. Chuyền độ cao lên tầng cao

Xuất phát từ độ cao một điểm đã biết, để chuyền các độ cao lên tầng cao người ta sử dụng máy thủy bình, mia và thước thép.

Sai số chuyền tọa độ và độ cao từ các điểm của lưới trục cơ sở lên các tầng thi công được ghi trong bảng

*Bảng 13: Sai số trung phương cho phép chuyền trục và độ cao lên các tầng*

Các sai số	Chiều cao mặt bằng thi công (m)			
	■ 5	15 ■ 60	60 ■ 100	100 ■ 200
Sai số chuyền các điểm, các trục theo phương thẳng đứng (mm)	2	2,5	3	4
Sai số xác định độ cao mặt bằng thi công so với bằng gốc (mm)	3	4	5	5

### 6. Chỉnh cột thẳng đứng

Trong quá trình đóng cọc móng, xây nhà khung, nhà công nghiệp cần thiết phải chỉnh các cột vào vị trí thẳng đứng. Muốn đảm bảo cột được thẳng đứng trong trường hợp cột không cao và thi công đồ tại chỗ đơn giản người ta có thể dùng dây dọi hoặc ống nivô đứng. Khi yêu cầu độ chính xác cao hơn người ta thường sử dụng hai máy kinh vĩ vuông góc nhau để chỉnh cột theo hai hướng. Tim cột được đánh dấu ở hai đầu chân và đỉnh. Khi lắp ta cần chỉnh cho hai điểm đánh dấu tim cùng nằm trong một mặt phẳng ngắm.

Trường hợp cột được lắp thành hàng, ngoài việc chỉnh cột thẳng đứng còn cần kiểm tra sự thẳng hàng của các cột, lúc đó dùng mia ngang để "kéo dài" trục một đoạn  $a$  (thường là 1m)

### **3.2. Đo vẽ hoàn công**

Mục đích của đo vẽ hoàn công là xác định lại vị trí mặt bằng, độ cao, kích thước thực tế của công trình vừa xây dựng xong trong từng công đoạn. Nó là cơ sở để giải quyết mọi vấn đề trong quá trình xây dựng như tổ chức biện pháp khắc phục những hiện tượng sai hỏng, bố trí những công trình mới không vi phạm những công trình cũ đã có, nhất là khi xây dựng các công trình ngầm. Bản vẽ hoàn công toàn phần cũng được hoàn thành cùng lúc khi xây dựng xong công trình. Đây là cơ sở, là số liệu pháp quy để giải quyết những nhiệm vụ kỹ thuật khác nhau trong quá trình khai thác, sửa chữa, mở rộng công trình v.v...

Do vậy trong quá trình thi công công trình các nhà thầu (tổng thầu và các nhà thầu phụ) phải tiến hành đo đạc kiểm tra vị trí kích thước hình học của các hạng mục xây dựng. Đây là công đoạn bắt buộc của quá trình xây dựng và kiểm tra chất lượng sản phẩm.

Vị trí tổng thể của công trình được xác định từ lưới khống chế trắc địa bằng các phương pháp đo vẽ bản đồ thông thường. Kích thước giữa các trục, vị trí các cấu kiện, các chi tiết của công trình được xác định độc lập trong phạm vi công trình.

**Phương pháp đo vẽ hoàn công về mặt bằng áp dụng các phương pháp như** toạ độ cực, toạ độ vuông góc, giao hội góc, giao hội cạnh. Về độ cao áp dụng phương pháp đo cao hình học.

**Các yếu tố cần kiểm tra trong quá trình thi công xây lắp, phương pháp, trình tự** và khối lượng công tác kiểm tra phải được xác định trước trong phương án kỹ thuật thi công các công tác trắc địa phục vụ xây dựng.

**Danh sách các hạng mục quan trọng, các kết cấu và các khu vực cần đo vẽ hoàn công** khi kiểm tra nghiệm thu do đơn vị thiết kế xác định.

Việc kiểm tra các kích thước hình học kể cả đo vẽ hoàn công công trình trong tất cả các giai đoạn thi công xây dựng công trình do các nhà thầu thực hiện

Về nguyên tắc, tất cả các số liệu ghi trên bản vẽ thiết kế đều được xác định lại trên thực tế đã xây dựng và được ghi trực tiếp lên bản vẽ để trong dấu ngoặc đơn. Trong đó cần đặc biệt chú ý các trường hợp sau:

- Đối với các công trình ngầm phải tiến hành đo vẽ kịp thời trước khi lấp đất. Chú ý xác định vị trí các đỉnh góc ngoặt, tâm các giếng thăm, chỗ giao nhau với các

công trình khác, độ cao của đáy công trình v.v...(xem Nghị định 41-2007/NĐCP của Chính phủ về xây dựng công trình ngầm).

- Vị trí các trục móng, các cấu kiện của móng cần được xác định ngay sau khi xây dựng xong và kịp thời có những nhận xét, kết luận về sai số cho phép.

- Độ chính xác của công tác đo vẽ hoàn công tối thiểu phải đạt được tương đương với độ chính xác của công tác bố trí đã tiến hành.

Kết quả đo đạc kiểm tra kích thước hình học của các công trình và đo vẽ hoàn công phải được đưa vào hồ sơ báo cáo nộp cho cơ quan tư vấn giám sát và chủ đầu tư.

Các sơ đồ và các bản vẽ hoàn công lập ra theo kết quả đo đạc sẽ được sử dụng trong quá trình bàn giao và nghiệm thu công trình và một phần của hồ sơ tài liệu bắt buộc phải có để đánh giá chất lượng xây lắp công trình.

#### **4. Quan trắc biến dạng kết cấu công trình**

##### **4.1. Những khái niệm chung**

Như chúng ta biết một công trình xây dựng khi thiết kế được tính toán dựa vào các số liệu khảo sát và tải trọng làm việc. Những số liệu khảo sát gồm có điều kiện địa chất, thủy văn, tính chất cơ lý của đất nền, chế độ mưa, gió, động đất v.v... Các tải trọng tác động lên công trình gồm có trọng lượng bản thân công trình, trọng lượng các thiết bị, người, đồ vật khi sử dụng công trình ...

Các yếu tố trên mặc dầu đã được tính đến nhưng người ta cũng không thể tính hết được một cách hoàn toàn chính xác. Trong quá trình xây dựng và khai thác còn rất nhiều yếu tố ngẫu nhiên tác động lên công trình.

Các công trình nếu chịu quá tải trọng cho phép sẽ bị biến dạng, hậu quả là **công trình bị lún, nghiêng, cong, võng, nứt hoặc có thể nghiêm trọng hơn là bị sập đổ. Do vậy trong quá trình thi công và thời kỳ đầu của quá trình khai thác người ta cần phải quan trắc biến dạng để xem xét khả năng làm việc ổn định của công trình.** Các số liệu quan trắc trong quá trình xây dựng sẽ giúp người xây dựng xử lý kịp thời các trường hợp bất thường. Thí dụ Có thể điều chỉnh tiến độ thi công nếu tốc độ lún quá nhanh; thay đổi thiết kế hoặc có biện pháp gia cố kịp thời nếu thấy mức độ biến dạng của công trình không phù hợp với những dự tính ban đầu trong thiết kế.

Để xác định được độ biến dạng của công trình có rất nhiều phương pháp, trong đó trắc địa là một trong những phương pháp được áp dụng nhiều. Trong trắc địa cũng có thể sử dụng hai phương pháp khác nhau:



- Phương pháp ảnh mặt đất: bằng kỹ thuật đo ảnh mặt đất người ta tiến hành chụp ảnh công trình qua các thời điểm, đo chúng để xác định độ biến dạng. Phương pháp này được áp dụng cho những công trình lớn như đập nước, nhà máy thủy điện.

- Phương pháp chọn các điểm quan trắc trên công trình, dùng các kỹ thuật đo (góc, độ dài, độ cao) trong trắc địa để xác định vị trí của chúng qua các chu kỳ, so sánh chúng và tính được độ biến dạng.

**Biến dạng thực chất là chuyển vị không gian của các điểm trên công trình qua một chu kỳ thời gian.** Vì chúng ta không thể quan trắc hết được tất cả các điểm của công trình nên cần thiết phải chọn một số điểm có khả năng chuyển vị nhiều nhất. Ví dụ với nhà khung chịu lực, các điểm trên cột chắc chắn sẽ bị lún nhiều nhất. Những điểm trên công trình được chọn để theo dõi chuyển vị qua các chu kỳ thời gian được gọi là các điểm quan trắc.

Để xác định vị trí của các điểm quan trắc người ta phải đo nối chúng với một hệ thống điểm được cố định kiên cố gọi là các mốc chuẩn. Các mốc này được định kỳ đo và tính toán bình sai trong một hệ tọa độ thống nhất. Từ hệ thống mốc này và các kết quả đo tính được tọa độ của các điểm quan trắc. Công tác quan trắc biến dạng được tiến hành với độ chính xác đo đạc rất cao và tính toán bình sai chặt chẽ.

**Việc đo độ lún, đo chuyển dịch nhà và công trình cần được tiến hành theo một chương trình cụ thể nhằm các mục đích sau:**

- Xác định giá trị độ lún, độ chuyển dịch tuyệt đối và tương đối của nhà và công trình so với giá trị tính toán theo thiết kế

- Tìm ra những nguyên nhân gây ra lún, chuyển dịch và mức độ nguy hiểm của chúng đối với quá trình làm việc bình thường của nhà và công trình trên cơ sở đó đưa ra các giải pháp phù hợp nhằm phòng ngừa các sự cố có thể xảy ra.

- Xác định các thông số đặc trưng cần thiết về ổn định của nền móng và công trình.

- Làm chính xác thêm các số liệu đặc trưng cho tính chất cơ lý của nền đất.

- Dùng làm số liệu kiểm tra các phương pháp tính toán, xác định các giá trị độ lún, độ chuyển dịch giới hạn đối với các loại nền đất và các công trình khác nhau.

Công việc đo độ lún và độ chuyển dịch nền móng của nhà và công trình được tiến hành trong thời gian xây dựng và sử dụng cho đến khi đạt đến độ ổn định về độ lún và chuyển dịch. Việc đo chuyển dịch trong thời gian sử dụng công trình còn được tiến hành khi phát hiện thấy công trình xuất hiện vết nứt lớn hoặc có sự thay đổi rõ nét về điều kiện làm việc của nhà và công trình.

Trong quá trình đo chuyển dịch nhà và công trình cần phải xác định (độc lập hoặc đồng thời) các đại lượng sau:

- Chuyển dịch thẳng đứng (độ lún, độ võng, độ trôi)
- Chuyển dịch ngang (độ chuyển dịch)
- Độ nghiêng
- Vết nứt

Việc đo độ lún và chuyển dịch công trình được tiến hành theo các trình tự sau:

- Nghiên cứu đồ án thiết kế móng và kết cấu của công trình, khảo sát hiện trường làm cơ sở cho việc lập kế hoạch và thiết kế công tác đo đạc.

- Lập kế hoạch quan trắc trong đó trình bày những mục đích và nhiệm vụ, bố trí các mốc quan trắc, mốc chuẩn và lập lịch đo.

- Thiết kế công tác đo đạc, các mốc chuẩn và mốc quan trắc, chọn máy móc và dụng cụ đo.

- Tiến hành công tác đo đạc trực tiếp theo quy trình và lịch trình đã thiết kế.

- Xử lý các kết quả đo, thành lập bảng số liệu và đánh giá độ chính xác của các kết quả đo.

- Viết tổng kết, thể hiện các kết quả đo bằng đồ thị và có các nhận xét.

Việc xác định sơ bộ độ chính xác đo độ lún, đo chuyển dịch ngang được thực hiện phù hợp với các giá trị độ lún và chuyển dịch ngang dự tính theo thiết kế được ghi trong bảng 14.

Dựa trên cơ sở sai số cho phép đo chuyển dịch để xác định độ chính xác của các cấp đo; khi không có các số liệu dự tính theo thiết kế thì việc lựa chọn các cấp đo dựa vào đặc điểm của nền đất và tầm quan trọng của công trình (bảng 15).

*Bảng 14: Sai số cho phép đo chuyển dịch đối với các giai đoạn xây dựng và sử dụng công trình. (Đơn vị tính mm)*

Giá trị dự tính độ lún và độ chuyển dịch ngang theo thiết kế	Giai đoạn xây dựng công trình		Giai đoạn sử dụng công trình	
	Loại đất nền			
	Cát	Sét	Cát	Sét
0	1	1	1	1
50 - 100	2	1	1	1

100 ■ 250	5	2	1	2
250 ■ 500	10	5	2	5
■ 00	15	10	5	10

Bảng 15: Sai số giới hạn cho phép đo chuyển dịch và độ chính xác của các cấp đo

Đơn vị tính mm

Độ chính xác của các cấp đo	Sai số cho phép đo chuyển vị	
	Độ lún	Độ chuyển dịch ngang
1	1	2
2	3	5
3	5	10

Cấp 1: Đo lún và chuyển dịch ngang của nhà và công trình được xây dựng trên nền đất cứng và nửa cứng (thời gian sử dụng trên 50 năm), các công trình quan trọng, các công trình có ý nghĩa đặc biệt

Cấp 2: Đo lún và chuyển dịch ngang của nhà và công trình được xây dựng trên nền cát, đất sét và trên nền đất có tính biến dạng cao, các công trình được đo để xác định nguyên nhân hư hỏng

Cấp 3: Đo lún và chuyển dịch ngang của nhà và công trình được xây dựng trên nền đất đắp, nền đất yếu và trên nền đất bị nén mạnh.

#### 4.2. Đo độ lún công trình

Khi đo độ lún nhà và công trình có thể sử dụng một trong các phương pháp sau:

- Đo cao hình học
- Đo cao lượng giác
- Đo cao thủy tĩnh
- Chụp ảnh

Tuy nhiên phương pháp phổ biến nhất là đo cao hình học. Qui trình kỹ thuật để đo và xác định độ lún theo phương pháp này được nêu trong TCXDVN271:2002.

\* Để đo được độ lún của công trình cần phải có những mốc quan trắc lún. Các mốc này được gắn trên các cấu kiện truyền lực của công trình. Đồng thời phải có những mốc so sánh gọi là các mốc chuẩn được xây dựng ở ngoài phạm vi ảnh hưởng lún của công trình và đảm bảo cho độ cao không bị thay đổi trong thời gian sử dụng. Các mốc này cũng định kỳ đo kiểm tra và phân tích để xác định mốc ổn định nhất làm cơ sở tính toán. Khoảng cách giữa các chu kỳ đo được xác định dựa vào tiến độ thi công, tầm cỡ công trình, tốc độ lún, cũng như điều kiện nền đất. Mỗi chu kỳ đo xác định độ cao của các mốc quan trắc thông qua việc dẫn độ cao từ các mốc chuẩn. Chênh lệch về độ cao giữa các chu kỳ đo sẽ là độ lún của điểm quan trắc. Từ đó biết được độ lún tổng cộng và độ lún lệch của công trình.

\* Theo quy phạm quy định sai số tuyệt đối giới hạn khi xác định độ lún SQ được quy định như sau:

- Công trình xây dựng trên nền đá: 1mm
- Công trình xây dựng trên nền cát, sét: 2mm
- Công trình xây dựng trên nền đất đắp: 5mm

Độ lún tuyệt đối được xác định theo công thức:  $S_i = H_i - H_1$

Trong đó  $H_i$ ,  $H_1$  tương ứng là độ cao của các mốc quan trắc yếu nhất trong đường đo ở chu kỳ thứ  $i$  và chu kỳ 1. Từ đó sai số xác định độ lún là

$$S_i^2 = H_i^2 + H_1^2$$

ở đây ( $H_i$  , ( $H_1$  là các sai số trung phương xác định độ cao mốc quan trắc ở chu kỳ thứ  $i$  và chu kỳ 1. Khi các chu kỳ đo cùng độ chính xác thì ( $H_i = (H_1 = (H$  .

Và do vậy  $(S = (H ( 2$

Nếu gọi SQ là sai số giới hạn của độ lún tuyệt đối và lấy hệ số chuẩn  $t = 2,5$  thì chúng ta có  $SQ = 2,5 (S$

Do vậy  $(H = \frac{SQ}{2,5} = \frac{0,3 SQ}{2}$

Từ giá trị ( $H$  tính được, chúng ta chọn máy, mìn và tính toán các yêu cầu kỹ thuật về đo cao như chiều dài tầm ngắm, chênh lệch tầm ngắm v.v...

Để xác định tốc độ lún người ta sử dụng công thức:  $V = S_{tb} / T$

$S_{tb}$  là độ lún trung bình của công trình trong thời gian  $T$  tính theo công thức

$$S_{tb} = \frac{S_1F_1 + S_2F_2 + \dots + S_nF_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n}$$

Trong đó  $S_1, S_2, \dots, S_n$  là độ lún của các mốc 1, 2, ...,  $n$

$F_1, F_2, \dots, F_n$  là diện tích móng của công trình mà phía trên gắn các mốc 1,2,...,n

Sai số trung phương xác định tốc độ lún sẽ là

$$S = S_{tb} / T \text{ hay } S = \frac{S_{tb}}{T}$$

\* Số liệu đo được tính toán bình sai chặt chẽ, thành lập bảng số liệu

### 4.3. Đo chuyển dịch

#### 1. Độ chính xác đo chuyển dịch

Việc đo chuyển vị của công trình được thực hiện bằng các phương pháp dóng hướng, đo hướng, tam giác, đường chuyền hoặc chụp ảnh.

Giá trị chuyển vị của các điểm quan trắc được xác định từ các mốc chuẩn đặt phía ngoài công trình. Theo quy phạm hiện hành sai số cho phép đo chuyển vị được quy định như sau:

- 1 mm với nhà và công trình xây trên nền đá hoặc nửa đá
- 3 mm với nhà và công trình xây trên nền cát, sét
- 5 mm với các đập cao xây đá
- 10 mm với nhà và công trình xây trên nền đất đắp
- 15 mm với các công trình bằng đất.

Chu kỳ đo tùy thuộc vào loại nền đất, dạng công trình và giá trị biến dạng dự tính, tiến độ thi công v.v...khi công trình đã xây xong có thể chỉ cần đo hai lần trong năm vào các thời điểm mực nước ngầm cao nhất và thấp nhất.

Khi giá trị biến dạng có xu hướng tắt và chỉ còn 1-2mm / năm thì có thể ngừng quan trắc. Nhưng việc quan trắc cũng có thể được nói lại nếu điều kiện làm việc của công trình bị thay đổi, hoặc xuất hiện những biến dạng mà trong thiết kế không tính đến.

Các mốc quan trắc được gắn trên công trình sao cho càng gần các mốc chuẩn càng tốt. Theo chu vi nhà và công trình các mốc quan trắc đặt cách nhau khoảng 20 m, những chỗ đặc biệt có thể là 10 - 15m.

Các mốc chuẩn được đặt tại những nơi ổn định bên ngoài công trình. Theo các chu kỳ người ta cũng đo các mốc chuẩn để kiểm tra.

Khi quan trắc chuyển vị cần phải sử dụng các tiêu ngắm, bảng ngắm đặc biệt để nâng cao độ chính xác đo.

## **2. Các phương pháp đo chuyển dịch**

### **a. Phương pháp dóng hướng.**

Trong phương pháp này người ta sử dụng mặt phẳng ngắm thẳng đứng của máy kinh vĩ đi qua hai điểm mốc chuẩn rồi đo các độ lệch của các mốc quan trắc với mặt phẳng ngắm này. Thông thường dọc theo mặt phẳng ngắm chọn làm trục x và như vậy các độ lệch sẽ là các giá trị y.

Dùng kỹ thuật đo góc nhỏ, đặt máy tại điểm I, định hướng về điểm II đo các góc ( và các khoảng cách l. Từ đó tính được các độ chuyển vị

$$y_i = l_i \begin{array}{c} \blacksquare \\ \text{---} \\ \blacksquare \end{array}$$

Từ công thức này có thể thấy rằng : vì giá trị  $\epsilon$  ( rất bé nên sai số ảnh hưởng đến độ chính xác xác định giá trị  $y$  chủ yếu là sai số đo góc. Các khoảng cách  $l$  có thể đo bình thường bằng thước thép, sai số có thể bỏ qua. Khi đó sai số xác định  $y$  sẽ là

$$\Delta y = l \frac{\Delta \epsilon}{\epsilon^2}$$

( $\epsilon$  là sai số trung phương đo góc, thí dụ với  $l = 200\text{m}$ , ( $\epsilon = 0",7$  thì ( $y = 0,7\text{mm}$ .

### **b. Phương pháp đo hướng**

Phương pháp này được sử dụng khi không thể dùng phương pháp đóng hướng được, nghĩa là không thể cố định được một hướng trên công trình và số điểm quan trắc không nhiều (3 - 5 điểm). Để xác định được giá trị chuyển vị của các điểm quan trắc bằng phương pháp đo hướng cần phải đặt ít nhất ba mốc chuẩn. Khoảng cách từ mốc chuẩn đến các điểm quan trắc trên công trình không được lớn hơn 1000m. Giá trị chuyển vị của một điểm quan trắc  $q$  được tính theo công thức

$$q = l \frac{\Delta \alpha}{\alpha}$$

$l$  - Khoảng cách từ mốc chuẩn đến điểm quan trắc

( $\alpha$  - Giá trị thay đổi về hướng giữa các chu kỳ đo.

Để kiểm tra mức độ ổn định của các mốc chuẩn, từ các mốc này lại đo nối với các mốc chuẩn khác O1, O2... bằng phương pháp giao hội ngược, phương pháp tam giác v.v...và chỉ sử dụng mốc ổn định để làm cơ sở tính toán.

### **c. Phương pháp tam giác.**

Phương pháp tam giác (đo cả 3 góc trong tam giác) hoặc phương pháp giao hội góc (đo hai góc trong tam giác) được sử dụng để xác định độ chuyển vị của các công trình xây dựng ở vùng núi như các đập bê tông. Các điểm quan trắc trên công trình có thể được đặt ở các độ cao khác nhau. Chúng có thể được gắn với các mốc chuẩn thành một lưới tam giác nếu tại điểm quan trắc có thể đặt máy để đo góc được. Trường hợp ngược lại chúng được xác định bằng giao hội góc.

Trong lưới, đo các cạnh đáy và các góc. Sau khi bình sai tính được tọa độ các điểm quan trắc. Giá trị và hướng của chuyển vị của các điểm trên công trình được xác định từ sự thay đổi về tọa độ giữa các chu kỳ đo.

### **d. Phương pháp đường chuyền**

Trong những điều kiện xây dựng chật hẹp, để đo chuyển vị người ta sử dụng phương pháp đường chuyền thì sẽ có nhiều thuận lợi hơn. Phương pháp này đặc biệt được sử dụng khi nghiên cứu chuyển vị của công trình hầm, đập vòm bê tông và các công trình có dạng cong khác.

#### 4.4. Quan trắc độ nghiêng

Những công trình có chiều cao lớn như nhà cao tầng, ống khói, tháp nước, tháp truyền hình v.v...dưới tác động của các yếu tố khác nhau trong quá trình xây dựng và khai thác có thể bị nghiêng.

$$\text{Sin} \alpha = \frac{l}{H}$$

Sai số giới hạn khi đo độ nghiêng được quy định như sau:

- Xác định độ nghiêng của các móng máy: 0,00001 L
- Với các tường nhà : 0,0001 H
- Đối với ống khói, tháp : 0,0005 H

##### 1. Phương pháp dây dọi.

Trong nhiều trường hợp thực tế có thể sử dụng dây dọi để đo trực tiếp độ nghiêng của công trình. Dây dọi được treo tại điểm phía trên công trình, độ nghiêng tổng cộng và hướng của nó được xác định trực tiếp tại chân công trình bằng cách đo đoạn l bằng một thước chuyên dụng. Đây là phương pháp đơn giản cả về thiết bị và cách đo. Trong điều kiện thuận lợi phương pháp dây dọi có thể đảm bảo độ chính xác đo độ nghiêng cho các công trình có chiều cao dưới 15m.

##### 2. Phương pháp dùng máy chiếu đứng

**Máy chiếu đứng có thể là máy quang học hoặc lazer.** Về nguyên lý phương pháp này cũng giống phương pháp đo bằng dây dọi. Nhưng ở đây phương chuẩn thẳng đứng được thiết lập nhờ trục ngắm của máy chiếu thiên đỉnh.

Trong điều kiện thuận lợi phương pháp này có thể đo độ nghiêng của các công trình cao 100m với sai số (1mm

##### 3. Phương pháp tọa độ.

Về nguyên lý phương pháp này giống các phương pháp đo chuyển vị. Xung quanh công trình người ta xây dựng 3-4 mốc chuẩn và đo tính chúng trong một hệ tọa độ thống nhất.

Từ các mốc chuẩn này theo chu kỳ thời gian đo tính các điểm quan trắc trên phía cao của công trình bằng phương pháp giao hội góc. Từ chênh lệch về tọa độ giữa các chu kỳ đo so với lần đo đầu tiên người ta xác định được các giá trị về độ nghiêng.

$$Q_x = x_i - x_0; \quad Q_y = y_i - y_0$$

$Q_x, Q_y$  - tương ứng là các giá trị của độ nghiêng theo phương trục x và y (hệ trục giả định của các mốc chuẩn).

Giá trị độ nghiêng tổng cộng là  $Q = \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2}$

và phương của độ nghiêng tổng cộng là  $(Q = \arctg(Q_y / Q_x))$

#### 4. Phương pháp đo góc bằng

Đối với các công trình cao mà phần chân của nó bị che khuất thì có thể quan trắc nghiêng theo phương pháp định kỳ đo các góc bằng từ các mốc chuẩn I, II giữa các hướng cố định IN, IIM và hướng tới điểm quan trắc trên công trình.

Từ các giá trị thay đổi về góc giữa các chu kỳ đo người ta tính được các độ nghiêng thành phần QI và QII

$$Q_I = \frac{l_1 \Delta \alpha}{H}; \quad Q_{II} = \frac{l_2 \Delta \beta}{H}$$

và giá trị độ nghiêng toàn phần sẽ là:

$$Q = \sqrt{Q_I^2 + Q_{II}^2}$$

và giá trị của góc nghiêng có thể tính được là

$$\alpha = \arctg \frac{Q}{H}$$

Độ chính xác của phương pháp này hoàn toàn phụ thuộc vào độ chính xác đo góc bằng. Thông thường các góc bằng phải đo với sai số trung phương ( $\pm 1''$ ).

### Tóm tắt một số vấn đề cần chú ý khi giám sát công tác trắc địa:

#### I. Các tài liệu nhà thầu xây lắp và tư vấn giám sát cần giao cho chủ đầu tư:

1. Phương án kỹ thuật lập lưới khống chế trắc địa công trình (tọa độ và độ cao) do nhà thầu lập.

Kèm theo phương án này là thoả thuận bằng văn bản của chủ đầu tư và các phản biện của các cơ quan chuyên môn hay chuyên gia chuyên ngành (đối với các công trình đặc biệt và các công trình đòi hỏi độ chính xác cao về xây lắp và lắp đặt thiết bị kỹ thuật). Phương án kỹ thuật phải có chữ ký của người lập phương án và ký tên đóng dấu của nhà thầu xây lắp.

2. Sơ đồ lưới khống chế tọa độ, độ cao kèm theo bảng thống kê với độ chính xác, độ tin cậy và sơ đồ vị trí điểm.



3. Bảng tính toán các yếu tố góc, cạnh, chênh cao phục vụ cho việc bố trí điểm
4. Sổ kiểm tra, kiểm nghiệm, kiểm định các thiết bị, máy móc và dụng cụ phục vụ các công tác đo đạc.
5. Sổ đo vẽ hoàn công từng hạng mục, từng bộ phận và toàn bộ công trình.
6. Bản vẽ hoàn công từng hạng mục, từng bộ phận và toàn bộ công trình.
7. Kết quả ghép biên bản vẽ hoàn công, tọa độ, độ cao thuộc các hạng mục khác nhau, thuộc các gói thầu do các nhà thầu phụ khác nhau thực hiện.
8. Bản thống kê độ chênh lệch giữa đo vẽ hoàn công và đo biến dạng cùng thời điểm, cùng hạng mục.
9. Kết quả xử lý toán học các kết quả đo kiểm xây lắp và lắp đặt thiết bị.

10. Báo cáo kỹ thuật các phần việc:

- Đo đạc phục vụ thi công
- Đo đạc phục vụ lắp đặt thiết bị kỹ thuật, dây chuyền công nghệ
- Đo vẽ hoàn công và lập bản vẽ hoàn công

Tất cả các tài liệu ghi trong mục 10 cần phải có chữ ký của người thực hiện, dấu xác nhận của cơ quan quản lý và xác nhận của kỹ sư giám sát của chủ đầu tư.

Riêng bản vẽ hoàn công toàn công trình phải ghi người thực hiện, tổ chức thực hiện, chữ ký và dấu của nhà thầu chính đồng thời có xác nhận của chủ đầu tư.

Tất cả sổ đo đều phải đánh số trang, tổ chức thực hiện phải xác nhận tổng số trang và đóng dấu giáp lai các trang trước khi sử dụng.

## **II. Quy trình giám sát công tác xác định địa điểm xây dựng công trình, định vị công trình, cắm tim cốt và đo đạc điều khiển thi công và đo kiểm xây lắp**

### **1. Quy trình giám sát việc xác định địa điểm xây dựng công trình phải tiến hành các khâu:**

- Xác định chất lượng bản đồ sử dụng để lựa chọn phương án địa điểm
- Tình trạng của bản đồ cũ đã lập trước đó
- Sự phù hợp của hệ tọa độ và độ cao đã dùng đối với tính chất công trình và các qui định hiện hành.
- Độ chính xác xác định diện tích, độ dài, độ dốc...trên bản đồ và ngoài thực địa.

2. Quy trình giám sát việc định vị công trình và cắm tim, trục, cốt ra thực **địa phải qua các khâu:**

- Chất lượng của bản đồ hay bản vẽ và số liệu chuẩn bị để xác định các số liệu phục vụ cho việc định vị công trình.

- Độ tin cậy của các mốc chuẩn về toạ độ, độ cao.

- Độ chuẩn xác của việc áp dụng phương pháp trắc địa, thiết bị đo đạc dùng cho việc định vị, cắm tim, cốt.

- Các kết quả kiểm nghiệm cơ bản các thiết bị đo.

- Độ chính xác của các số liệu đo định vị

- Độ chính xác của các kết quả tính toán, bình sai

Các kết quả kiểm tra nội nghiệp không cho phép đánh giá thống nhất chất lượng đo đạc phục vụ định vị công trình thì phải sử dụng các thiết bị đo và phương pháp đo chính xác cao hơn để đo kiểm tra ngoài thực địa.

**3. Quy trình giám sát đo kiểm xây lắp cần được tiến hành các khâu sau:**

- Lập phương án kỹ thuật quan trắc theo dõi thi công xây lắp và đo kiểm xây lắp.

- Kiểm tra việc chấp hành các quyết định trong phương án kỹ thuật được duyệt và trong qui phạm và trong qui phạm tiêu chuẩn hiện hành.

- Kiểm tra các kết quả kiểm tra kiểm định, kiểm chuẩn và hiệu chỉnh máy móc thiết bị đo.

- Kiểm tra các sổ đo và các kết quả đánh giá độ chính xác đo.

- Kiểm tra các kết quả tính và đánh giá độ chính xác các đại lượng bình sai.

- Giám sát các thông tin các tham số báo cáo kỹ thuật quan trắc theo dõi thi công xây lắp.

- Thẩm định báo cáo kỹ thuật đo kiểm tra xây lắp.

- Các khâu kiểm tra nội nghiệp chưa có thể đưa ra các kết quả đáng tin cậy thì phải sử dụng các thiết bị đo có độ chính xác cao hơn độ chính xác thiết bị đã dùng để đo kiểm tra chất lượng.

**III. Quy trình giám sát đo vẽ hoàn công lập bản đồ hoàn công**

- Nội dung bản đồ hoàn công có đầy đủ theo qui định không

- Hệ tọa độ và độ cao có phù hợp với các tiêu chuẩn qui phạm không, có phù hợp với hệ tọa độ và độ cao thi công không: Hệ tọa độ và hệ độ cao của các nhà thầu phụ có ghép biên và có thống nhất với hệ được cấp cho toàn công trình không.

- Sự hợp lý của thời điểm tiến hành đo vẽ hoàn công

- Sự ăn khớp giữa kết quả đo vẽ hoàn công và các kết quả quan trắc lún và biến dạng khác ứng với cùng thời điểm (hay cùng thời kỳ chất tải).

- Sự hợp lý của các phương pháp đo vẽ hoàn công.

- Sự hợp lý của việc chọn phương pháp toán học để xử lý tổng hợp các kết quả đo vẽ hoàn công.

- Thẩm định báo cáo kỹ thuật đo vẽ hoàn công và lập bản đồ hoàn công.

#### **IV. Các quy định giám sát đo đạc phục vụ lắp máy và thiết bị kỹ thuật công nghệ.**

- Giám sát các thông tin đầu vào chỗ phương án kỹ thuật đo đạc điều khiển lắp đặt máy móc thiết bị và kỹ thuật công nghệ.

- Thẩm tra các cơ sở khoa học và phương pháp đo đã lựa chọn

- Kiểm tra sự hợp lý của các dung sai hình học cho phép nêu trong nhiệm vụ kỹ thuật so với katalo máy móc thiết bị và quy phạm tiêu chuẩn hiện hành.

- Kiểm tra việc chấp hành các quy định kĩ thuật trong tiêu chuẩn hiện hành, trong phương án kỹ thuật và thiết kế xây dựng được duyệt khi triển khai ngoài hiện trường.

- Kiểm tra các kết quả kiểm định cơ bản và kiểm nghiệm định kỳ kiểm chuẩn máy móc thiết bị đo điều khiển lắp đặt máy móc thiết bị kỹ thuật công nghệ.

- Giám sát việc hình thành cơ sở khoa học kỹ thuật để lập báo cáo kỹ thuật đo đạc điều khiển lắp đặt máy móc thiết bị kỹ thuật và công nghệ.

#### **V. Qui trình giám sát công tác theo dõi lún và biến dạng công trình**

##### **1. Đối tượng quan trắc lún và biến dạng**

Đối với mọi công trình kỹ thuật, công trình nhà (từ 5 tầng trở lên), công trình công nghiệp việc quan trắc trời hố móng, lún hố móng phải tiến hành ngay từ khi triển khai móng, đặt móng và vào thời điểm: tải trọng công trình lên móng bằng không, tải trọng đạt 25%,50%,75% và 100%, vận hành thử không tải, vận hành thử có tải và tiếp theo 3-5 năm sau khi bắt đầu vận hành cho đến khi báo được ngừng (1-2mm/năm). Đối với công trình nhà ở từ 3 tầng trở lên trên những vùng đất kém thuận lợi cho việc xây dựng, trên vùng đất yếu và trên vùng đất có cấu tạo địa chất

phức tạp cần phải theo dõi lún từ đặt xong móng, khi xây dựng xong mỗi tầng, năm đầu tiên khai thác sử dụng cho đến khi dự báo được ngừng.

Các biến dạng khác sẽ được quan trắc theo yêu cầu của thiết kế hoặc căn cứ vào các kết quả lún lệch toàn phần hoặc lún lệch cục bộ mà quyết định, ở các khu công nghiệp và thành phố, có chương trình khai thác nước ngầm lớn phải quan trắc định kỳ hiện tượng và lún hệ thống nhà và lún nền đô thị, ở các khu đô thị và các khu dân cư, các khu vực xây dựng công trình có xuất hiện hiện tượng trượt lở thì phải quan trắc theo dõi kịp thời và hệ thống hiện tượng trượt lở đất đá.

**2. Quy trình giám sát quan trắc theo dõi lún ngôi nhà và công trình cần thực hiện các khâu sau:**

**a. Giám sát việc thu nhận các thông tin đầu vào để làm cơ sở khoa học cho xác định của nhiệm vụ kỹ thuật quan trắc theo dõi lún**

**b. Giám sát phương án kỹ thuật quan trắc theo dõi lún.**

- Giám sát việc đo và tính khách quan của các tài liệu, số liệu đo
- Giám sát độ ổn định của các mốc chuẩn
- Kiểm tra các kết quả xử lý toán học các số liệu đo.
- Giám sát việc báo cáo quan trắc theo dõi lún

Trong giám sát việc báo cáo kỹ thuật quan trắc theo dõi lún một xí nghiệp hay một khu nhà ở thì ngoài những nội dung nêu ở các điều trên cần chú ý thêm các khâu sau:

- Giám sát độ ổn định của hệ thống mốc độ cao chuẩn dùng để đánh giá lún.
- Kiểm tra lại kết cấu hình học và sự hợp lý của mạng lưới thủy chuẩn đo lún nối giữa các nhà trong khu và nối giữa các khu công trình trong xí nghiệp.

- Trong giám sát việc quan trắc theo dõi lún hệ thống nhà - công trình đô thị thì ngoài việc thực hiện các điều ở trên cần chú trọng các khâu sau:

- Giám sát sự ổn định của mạng lưới thủy chuẩn cơ bản (lưới thủy chuẩn gốc) đô thị.

- Kiểm tra cơ sở khoa học của phương án phát hiện sự bất ổn định của các mốc cao đô thị theo định kỳ.

- Kiểm tra cơ sở khoa học của việc xác định các số hiệu chỉnh (do sự bất ổn định của chúng) vào các điểm độ cao cơ bản của thành phố.

#### **4. Tài liệu tham khảo**

1. Nghị định số 209/2004/NĐ-CP ngày 16 - 12 - 2004 của Chính phủ về Quản lý chất lượng công trình.

2. 96 TCN 43-90 Qui phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1 000, 1:2 000, 1:5 000 (phần ngoài trời)
3. 96 TCN 42-90. Qui phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1 000, 1:2 000, 1:5 000, 1: 10 000, 1:25 000 (phần trong nhà)
4. TCXDVN 309 :2004. Công tác trắc địa trong xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp - Yêu cầu chung
5. TCXDVN 271-2002. Qui trình kỹ thuật xác định độ lún công trình dân dụng và công nghiệp bằng phương pháp đo cao hình học.
- 6.TCXDVN 351:2005 Qui trình kỹ thuật quan trắc chuyển dịch ngang nhà và công trình.
7. TCXDVN 352:2005. Nhà và công trình dạng tháp. Qui trình quan trắc độ nghiêng công trình bằng phương pháp trắc địa.
8. TCXDVN 364:2006. Tiêu chuẩn kỹ thuật đo và xử lý số liệu GPS trong trắc địa công trình.
9. TCXDVN 203:1997. Nhà cao tầng-Kỹ thuật đo đạc phục vụ thi công
10. Nghị định 41-2007/NĐCP về xây dựng công trình ngầm.
11. Viện công nghệ xây dựng. Giáo trình bồi dưỡng nghiệp vụ đo đạc trong xây dựng. Hà nội 2007.

#### **5. Trang thiết bị dạy học Máy chiếu + máy tính**

#### **6. Kế hoạch tư vấn và giúp đỡ học viên**

Tiếp học viên và trả lời các hỏi vào chiều thứ 3 hằng tuần từ 14 giờ đến 17 giờ tại phòng 113 nhà A1 hoặc qua Email:ngthacdung@yahoo.com.vn

#### **7. Câu hỏi ôn tập**

1. Nêu vai trò của công tác trắc địa trong các giai đoạn xây dựng công trình và các nội dung cần giám sát?
2. Để đánh giá độ chính xác của công tác đo đạc đã tiến hành người ta dùng chỉ số gì?
3. Sai số cho phép trong các qui trình, qui phạm về đo đạc được thiết lập trên cơ sở nào và người giám sát dùng nó để làm gì?
4. Khi sử dụng bản đồ địa hình để thiết kế cần kiểm tra những nội dung gì?
5. Vì sao lại phải tiến hành quan trắc biến dạng của các công trình xây dựng?
6. Trên công trường xây dựng người trắc địa phải đảm nhận những công việc gì, và những yêu cầu cần phải đáp ứng?
7. Đo vẽ hoàn công nhằm mục đích gì và được tiến hành như thế nào?

8. Những điều cần chú ý khi xây dựng các mốc chuẩn và mốc quan trắc trong quá trình đo lún?

9. Các phương pháp chính đo chuyển dịch công trình và những yêu cầu kỹ thuật cần phải đáp ứng?

10. Các phương pháp chính khi đo độ nghiêng của các công trình?

## Câu hỏi thi

(Phần giám sát công tác đo đạc trong thi công công trình)

1. Để xây dựng một công trình thường phải trải qua 4 giai đoạn chính: Khảo sát, thiết kế, thi công, khai thác và sử dụng. Giai đoạn nào có vai trò của công tác trắc địa mà người làm giám sát phải quan tâm:

- A. Khảo sát, thiết kế,
- B. Thi công,
- C. Khai thác và sử dụng
- D. Tất cả các giai đoạn

2. Một trong những nội dung chính của giám sát công tác trắc địa trong thi công trình là phải đảm bảo độ chính xác yêu cầu theo tiêu chuẩn. Để đánh giá độ chính xác của công tác đo đạc đã tiến hành người ta dùng chỉ số gì?

- A. Sai số trung phương một lần đo
- B. Sai số tuyệt đối
- C. Sai số tương đối

3. Sai số cho phép trong các qui trình, qui phạm của Bộ xây dựng Việt Nam về đo đạc được thiết lập trên cơ sở nào ?

- A. Lấy từ 2 đến 3 lần sai số trung phương một lần đo tùy theo công việc.
- B. Lấy bằng 2 lần sai số trung phương một lần đo.
- C. Lấy bằng 2,7 lần sai số trung phương một lần đo.

4. Khi sử dụng bản đồ địa hình để chọn địa điểm xây dựng công trình và thiết kế cần kiểm tra những nội dung gì?

- A. Tỷ lệ của bản đồ có phù hợp với yêu cầu không?
- B. Sự phù hợp của hệ tọa độ và độ cao đã dùng đối với tính chất công trình và các qui định hiện hành.

C. Độ chính xác xác định diện tích, độ dài, độ dốc...trên bản đồ và ngoài thực địa.

D. Tất cả các nội dung trên.

5. Vì sao lại phải tiến hành quan trắc biến dạng của các công trình xây dựng?

A. Để xác định giá trị độ lún, độ chuyển dịch tuyệt đối và tương đối của nhà và công trình so với giá trị tính toán theo thiết kế

B. Làm chính xác thêm các số liệu đặc trưng cho tính chất cơ lý của nền đất.

C. Dùng làm số liệu kiểm tra các phương pháp tính toán, xác định các giá trị độ lún, độ chuyển dịch giới hạn đối với các loại nền đất và các công trình khác nhau.

D. Tất cả các mục đích trên

6. Quy trình giám sát quan trắc theo dõi lún ngôi nhà và công trình cần thực hiện các khâu sau:

A. Giám sát việc thu nhận các thông tin đầu vào để làm cơ sở khoa học cho xác định của nhiệm vụ kỹ thuật quan trắc theo dõi lún

B. Giám sát phương án kỹ thuật quan trắc theo dõi lún.

C. Giám sát việc đo và tính khách quan của các tài liệu, số liệu đo, độ ổn định của các mốc chuẩn, kiểm tra các kết quả xử lý toán học các số liệu đo, và báo cáo kết quả

D. Tất cả các nội dung trên

7. Đo vẽ hoàn công nhằm mục đích gì?

A. Xác định lại vị trí, hình dáng, kích thước của công trình vừa xây dựng xong.

B. Đo lại độ cao của các điểm trên công trình.

C. Kiểm tra công tác đo đạc đã tiến hành.

D. Kiểm tra chất lượng thi công

8. Khi nhận bàn giao các điểm mốc Trắc địa cần chú ý:

A. Giá trị toạ và độ cao của các điểm mốc

B. Giá trị toạ và độ cao của các điểm mốc kèm theo độ chính xác

C. Giá trị toạ và độ cao của các điểm mốc kèm theo độ chính xác và phương pháp xây dựng lưới, số liệu tính toán bình sai.

Đáp án: 1D; 2A; 3B, 4D; 5D; 6D; 7A; 8C.

## PHẦN 4. TRẮC ĐỊA TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH

### CHƯƠNG 8. TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH

#### PHẦN A. BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH

##### 8.1. Khái quát công tác bố trí công trình

###### 8.1.1. Khái niệm

Bố trí công trình là công tác trắc địa thực hiện trên mặt đất nhằm xác định vị trí mặt bằng và độ cao của các điểm, các đường thẳng, các mặt phẳng đặc trưng của công trình xây dựng theo thiết kế.

Nội dung công tác bố trí công trình ngược lại so với công tác đo vẽ bản đồ. Khi đo vẽ bản đồ, ngoài thực địa người ta đo đạc mặt đất, sau đó tiến hành xử lý số liệu đo đạc để vẽ lên bản đồ. Còn khi bố trí công trình, ở trong phòng căn cứ vào bản thiết kế tính toán các số liệu bố trí cần thiết, sau đó dùng máy móc và các dụng cụ trắc địa định vị công trình trên mặt đất theo đúng thiết kế.

Độ chính xác đo vẽ bình đồ phụ thuộc vào tỷ lệ bản đồ, còn độ chính xác bố trí công trình thuộc vào tài liệu thiết kế. Độ chính xác công tác bố trí công trình thường yêu cầu cao hơn độ chính xác đo góc, đo dài giữa các điểm đánh dấu ngoài thực địa. Trong công tác bố trí công trình thường cho trước một hướng hoặc một điểm, hướng và điểm khác tìm bằng cách đặt góc và khoảng cách thiết kế. Vì vậy trong bố trí công trình thường khó áp dụng phương pháp đo nhiều lần.

###### 8.1.2. Cơ sở để thực hiện công tác bố trí công trình

Cơ sở hình học để thực hiện việc bố trí công trình là các trục dọc, ngang của công trình bao gồm:

- Trục chính (4-4) là đối xứng của công trình. Ví dụ: Trục chính của nhà là trục đối xứng của nó, còn trục chính của các công trình dạng tuyến là trục dọc của công trình đó.

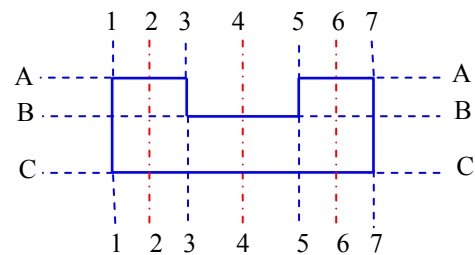
- Trục phụ (2-2, 6-6) là trục đối xứng của các phần, các bộ phận riêng biệt của công trình. Chỉ có các công trình lớn, hình dáng phức tạp mới có trục phụ.

- Trục cơ bản là trục bao quanh hình dạng tổng quát của công trình.

- Trục dọc là trục nằm theo chiều dọc của công trình, thường ký hiệu bằng những chữ cái Latinh in hoa (A-A, B-B...).

- Trục ngang là trục nằm theo chiều ngang của công trình, thường được ký hiệu bằng chữ số Ả Rập (1-1, 2-2...).

- Điểm đóng là các điểm nằm trên các trục nhưng thường là các điểm nằm ngoài phạm vi công trình, chúng dùng để cố định các trục ở trên mặt đất. Cốt 0 là độ cao mặt bằng gốc thường được chọn là mặt nền tầng một.



Hình 8.1



### 8.1.3. Trình tự công tác bố trí công trình

#### 8.1.3.1. Bố trí cơ bản

Căn cứ vào điểm khống chế trắc địa, theo các số liệu đo nối giải tích, người ta bố trí trên thực địa vị trí các trục chính. Khi bố trí các trục chính, chỉ xác định vị trí tổng quát của công trình trên khu vực và định hướng nó với các vật kiến trúc và địa vật xung quanh.

#### 8.1.3.2. Bố trí chi tiết

Căn cứ vào trục chính, tùy theo các giai đoạn thi công mà bố trí các trục dọc, trục ngang của các khối, các chi tiết, các bộ phận chôn lấp. Xác định vị trí mặt bằng và độ cao của tất cả các điểm đặc trưng, các mặt cắt ngang, các cấu kiện. Bố trí trong giai đoạn này nhằm xác định vị trí tương hỗ giữa các yếu tố của công trình và tiến hành chính xác hơn công tác bố trí trục chính.

#### 8.1.3.3. Bố trí trục công nghệ

Khi kết thúc thi công máy và lắp ráp các cấu kiện, ta tiến hành bố trí và chọn mốc các trục lắp ráp và đặt các thiết bị công nghệ vào vị trí thiết kế. Giai đoạn này công tác trắc địa đòi hỏi độ chính xác cao nhất.

### 8.1.4. Cơ sở độ chính xác công tác bố trí công trình

Độ chính xác bố trí công trình phụ thuộc vào tính chất phức tạp của công trình, quy mô công trình, vật liệu xây dựng công trình và phương pháp thi công....

Để thực hiện công tác bố trí trước hết phải thành lập độ chính xác, trong đó phân thành hai loại :

#### 8.1.4.1. Độ chính xác của công tác bố trí các trục chính trên thực địa

Công tác bố trí trục chính thường yêu cầu không cao. Nếu công trình nằm giữa các vật kiến trúc địa phương thì độ chính xác yêu cầu so với sai số  $\pm(0,5m \div 1m)$ . Nếu công trình nằm giữa các công trình hiện có thì nâng cao lên 0,1m và cao hơn nữa.

#### 8.1.4.2. Độ chính xác bố trí chi tiết

Độ chính xác công tác bố trí chi tiết thường yêu cầu cao hơn độ chính xác công tác bố trí trục chính và phụ thuộc vào các yếu tố:

+ Độ chính xác xác định các yếu tố riêng biệt của công trình trong quá trình thiết kế ; thiết kế bằng phương pháp giải tích độ chính xác cao hơn phương pháp đồ giải.

+ Môi liên hệ giữa các bộ phận sản xuất: các công trình có các dây chuyền sản xuất tự động, các máy liên hợp đòi hỏi độ chính xác đến 0,1mm. Còn các công trình có các biện pháp sản xuất độc lập đòi hỏi độ chính xác thấp hơn.

+ Quy mô công trình: công trình có qui mô, kích thước, chiều cao càng lớn thì độ chính xác công tác bố trí đòi hỏi càng cao.

+ Thời gian sử dụng: công trình xây dựng vĩnh cửu độ chính xác công tác bố trí cao hơn công trình xây dựng tạm thời.

+ Thi công đồng loạt yêu cầu độ chính xác bố trí cao hơn thi công tuần tự.

Độ chính xác bố trí công trình thường cho trong các tiêu chuẩn xây dựng. Tuy nhiên không ít trường hợp phải tự tính toán để phù hợp với đặc thù của công trình. Cũng như công tác đo vẽ bản đồ, công tác bố trí công trình được xây dựng từ toàn thể đến từng phần,

nhưng độ chính xác trong các giai đoạn bố trí lại tăng dần để đảm bảo tính chặt chẽ của kích thước công trình.

### **8.1.5. Đặc điểm khống chế lưới trắc địa công trình**

#### **8.1.5.1. Lưới khống chế mặt bằng trắc địa công trình**

Lưới khống chế mặt bằng trắc địa công trình là cơ sở trắc địa quan trọng cho cả ba giai đoạn xây dựng công trình: giai đoạn khảo sát-thiết kế, giai đoạn thi công và giai đoạn sử dụng công trình.

Trong giai đoạn khảo sát - thiết kế, lưới trắc địa là cơ sở phục vụ cho công tác đo vẽ bản đồ, bình đồ và mặt cắt địa hình. Đó là tài liệu trắc địa không thể thiếu được trong việc chọn vị trí xây dựng công trình, viết phương án tiền khả thi, phương án khả thi và thiết kế kỹ thuật công trình.

Trong giai đoạn thi công, lưới trắc địa công trình là cơ sở trắc địa phục vụ cho thi công xây dựng công trình như bố trí công trình ngoài thực địa theo đúng thiết kế, kiểm tra - theo dõi quá trình thi công, đo biến dạng và đo vẽ hoàn công công trình.

Trong giai đoạn quản lý và khai thác sử dụng công trình, lưới khống chế trắc địa công trình là cơ sở trắc địa quan trọng nhằm xác định biến dạng công trình như độ trôi lún, độ nghiêng và độ chuyển dịch ngang công trình. Từ các thông số biến dạng này người kiểm chứng công tác khảo sát - thiết kế, đánh giá mức độ ổn định và chất lượng thi công công trình.

Lưới trắc địa công trình có thể được thành lập ở những khu vực đầu mối của các công trình điện-thủy lợi; đường giao thông, hầm đào, cầu vượt; khu vực thành phố, khu công nghiệp; sân bay, bến cảng...Tùy thuộc vào yêu cầu nhiệm vụ đặt ra trong từng giai đoạn xây dựng công trình mà yêu cầu độ chính xác của lưới khống chế có khác nhau, giai đoạn sau cao hơn giai đoạn trước.

Đối với việc đo vẽ bản đồ, cơ sở để ước tính độ chính xác cần thiết của lưới khống chế mặt bằng là yêu cầu về độ chính xác của lưới đo vẽ. Yêu cầu đó là sai số giới hạn vị trí điểm của lưới đo vẽ so với điểm của lưới nhà nước và lưới tầng dày không được vượt quá 0.2mm trên bản đồ ở khu vực chưa xây dựng. Đối với khu vực đã xây dựng rồi thì sai số này không được vượt quá giới hạn tùy theo tỷ lệ bản đồ.

Lưới khống chế mặt bằng trắc địa công trình còn phải đảm bảo độ chính xác để bố trí công trình và quan trắc biến dạng công trình. Tùy theo yêu cầu độ chính xác của lưới bố trí công trình mà lưới trắc địa công trình cần phát triển cho phù hợp. Khi yêu cầu về độ chính xác của lưới bố trí công trình tương đương độ chính xác của lưới đo vẽ thì lưới trắc địa công trình có thể dựa vào các điểm của lưới nhà nước đã có trên khu vực xây dựng công trình để phát triển, nguyên tắc phát triển lưới cũng giống như lưới nhà nước.

Khi yêu cầu về độ chính xác của lưới bố trí công trình cao hơn hẳn độ chính xác của lưới đo vẽ, thì lưới trắc địa công trình cần phải thành lập chuyên dùng riêng cho công trình. Trong trường hợp này yêu cầu độ chính xác lưới tăng dần theo từng giai đoạn xây dựng công trình và phụ thuộc vào đặc điểm công trình xây dựng. Các điểm của lưới khống chế nhà nước ở đây chỉ có ý nghĩa là số liệu gốc tối thiểu để thống nhất lưới trắc địa công trình trong hệ thống toạ độ nhà nước.

#### **8.1.5.2. Lưới khống chế độ cao trong trắc địa công trình**

Lưới khống chế độ cao trắc địa công trình là cơ sở trắc địa quan trọng phục vụ cho khảo sát - thiết kế công trình, bố trí độ cao các hạng mục và quan trắc độ lún công trình. Lưới độ cao trắc địa công trình được thành lập ở những khu vực đầu mối của các công trình điện - thủy lợi; đường giao thông, hầm đào, cầu vượt; khu vực thành phố, khu công nghiệp; sân bay, bến cảng...

Độ chính xác và mật độ điểm của lưới độ cao phụ thuộc vào yêu cầu độ chính xác của công tác đo vẽ, công tác bố trí công trình và độ lớn của diện tích khu xây dựng.

Lưới độ cao hạng III được tăng dày từ các điểm hạng II, được thành lập lưới dạng tuyến, vòng khép kín hoặc lưới có điểm nút. Còn lưới độ cao hạng IV được tăng dày từ lưới độ cao hạng III và đồ hình lưới cũng được phát triển như lưới hạng III.

Yêu cầu cao nhất về độ chính xác đo cao là công tác bố trí các hệ thống tự chảy và bố trí cơ bản đường xe điện ngầm. Để đào thông hầm đối hướng thì cần phải lập lưới độ cao hạng II, hạng III. Trong xây dựng các công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện, các tuyến kênh, hệ thống tưới tiêu cần phải lập lưới độ cao hạng II, III, IV.

Hệ thống đường ống tự chảy có kích thước lớn thường có độ dốc thiết kế là 0,00005. Yêu cầu độ chính xác đặt ống phụ thuộc độ dốc thiết kế, khoảng cách giữa các giếng ga và kích thước của hệ thống ống ngầm. Từ những yếu tố đó thường phải lập lưới độ cao hạng II, hoặc hạng III. Trong xây dựng các công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện, các tuyến kênh, hệ thống tưới tiêu ... cần lập lưới độ cao hạng II, III, IV.

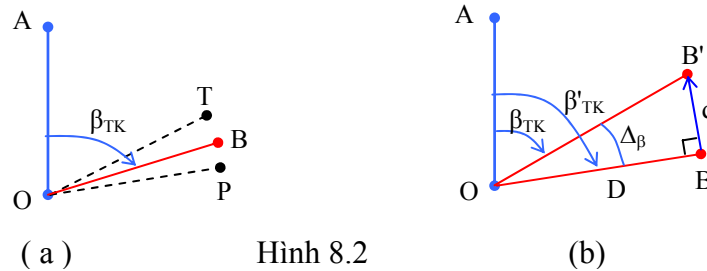
Đặc điểm của lưới độ cao trong trắc địa công trình là khoảng cách giữa các mốc và chiều dài tuyến được rút ngắn, còn phương pháp đo vẫn như lưới độ cao nhà nước.

Phương pháp xây dựng và phát triển lưới khống chế trắc địa công trình về cơ bản giống như lưới khống chế trắc địa như đã trình bày ở chương 6.

## 8.2. Bố trí các yếu tố cơ bản

### 8.2.1. Bố trí góc bằng theo thiết kế.

Việc xác định trên mặt đất một góc có trị số cho trước xuất phát từ hướng đã biết gọi là bố trí góc. Giả sử cần bố trí góc AOB có giá trị  $\beta_{TK}$  ngoài thực địa từ hướng AO cho trước. Thông thường người dùng máy kinh vĩ mở góc  $\beta_{TK}$  ở hai vị trí bàn độ được hai hướng OT và OP. Hướng OB là hướng trung bình giữa hướng OT và OP. Góc AOB chính là góc cần bố trí ( hình 8.2a).



Để kiểm tra và nâng cao độ chính xác ta đo lại góc vừa bố trí nhiều vòng đo được  $\beta'_{tk}$ , so sánh với  $\beta_{TK}$  tìm độ lệch  $\Delta\beta = \beta'_{tk} - \beta_{TK}$  từ đây tính được đại lượng  $d$  (8.2b):

$$d = \frac{\Delta\beta}{\rho} \cdot D \quad (8.1)$$

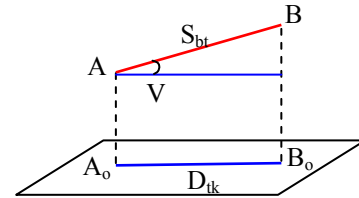
Để tìm hướng thiết kế ta đặt trên đường vòng góc với OB về hướng cần thiết đoạn  $d$  vừa tính, ta sẽ được góc bố trí với độ chính xác rất cao hơn.

Trị số của góc cần bố trí không ảnh hưởng của sai số định tâm máy và tiêu ngắm. Các nguồn sai số chủ yếu là: sai số do máy ( $m_1$ ) sai số do điều kiện ngoại cảnh ( $m_2$ ), sai số do đạc ( $m_3$ ).

### 8.2.2. Bố trí đoạn thẳng theo thiết kế

Tùy theo yêu cầu độ chính xác bố trí mà ta có thể dùng thước thép hoặc máy đo dài có độ chính xác tương đương để thực hiện công tác bố trí. Trên bản thiết kế, lấy độ dài  $D_{tk}$  của đoạn thẳng cần bố trí (hình 8.3), nếu dùng thước thép để bố trí thì cần đưa vào chiều dài thiết kế các số hiệu chỉnh:

- Số hiệu chỉnh sai số chiều dài thước dùng để bố trí  $\Delta l_0$
- Số hiệu chỉnh độ nghiêng mặt đất tại nơi bố trí  $\Delta l_V$
- Số hiệu chỉnh do nhiệt độ khi bố trí khác với nhiệt độ lúc kiểm nghiệm  $\Delta l_t$ .



Hình 8.3

Từ chiều dài thiết kế của đoạn thẳng và các số hiệu chỉnh ta có chiều dài bố trí của nó trên mặt đất:

$$S_{bt} = D_{tk} + \Delta l_0 + \Delta l_V + \Delta l_t \quad (8.2)$$

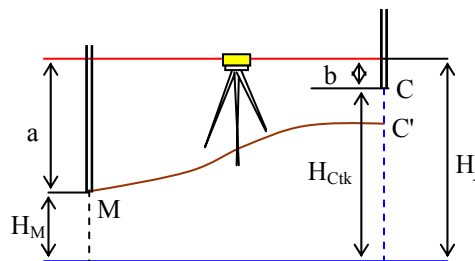
Để bố trí đoạn thẳng ta dùng máy kinh vĩ định hướng theo hướng đã biết, dùng thước thép đặt từ điểm đầu trên hướng này đoạn  $S_{bt}$  như đã tính ở trên được điểm thứ hai hợp với điểm đầu đoạn thẳng cần bố trí  $D_{tk}$ .

Sai số bố trí đoạn thẳng theo thiết kế ảnh hưởng bởi các nguồn sai số: sai số kiểm nghiệm thước, sai số do đo nhiệt độ, sai số do lực kéo lúc đo khác lúc kiểm nghiệm, sai số do đo độ dốc mặt đất, sai số do thước võng, sai số do đọc số trên thước. Trong các sai số đó có sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên ( $m_\lambda$ ,  $m_\mu$ )

$$M = \sqrt{m_\lambda^2 + m_\mu^2} \quad (8.3)$$

### 8.2.3. bố trí điểm vào độ cao thiết kế

Giả sử M là mốc độ cao khống chế ( hoặc điểm gửi độ cao) có độ cao  $H_M$  nằm gần công trình; điểm công trình C cần bố trí vào đúng độ cao  $H_{Ctk}$  của nó (hình 8.4).



Hình 8.4

Để bố trí, máy thủy chuẩn đặt giữa MC, mia đặt tại M. Sau khi cân máy cân thận ngắm mia tại mốc M đọc số chỉ giữa được trị số ký hiệu là a. Từ số đọc này và độ cao mốc M ta tìm được độ cao trực ngắm  $H_j$ .

$$H_j = H_M + a \quad (8.4)$$

Từ độ cao trực ngắm và độ cao thiết kế  $H_{Ctk}$  của điểm C ta tìm được số đọc cần thiết trên mia tại điểm C.

$$b = H_j - H_{Ctk} \quad (8.5)$$

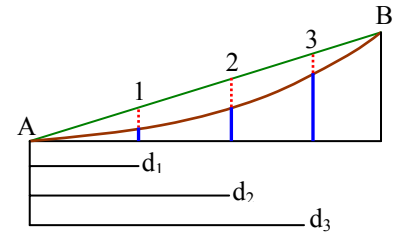
Khi bố trí, tại C người giữ mia nâng hạ mia theo sự điều khiển của người đứng máy, khi số đọc chỉ giữa trên mia đúng bằng b thì để mia có độ cao đúng bằng độ cao thiết kế của điểm C.

Các nguồn sai số trong bố trí độ cao về cơ bản giống như các nguồn sai số trong đo cao hình học, ngoài ra còn có sai số cố định điểm.

**8.2.4. Bố trí đường thẳng thiết kế**

Giả sử cần bố trí trên mặt đất đoạn AB có chiều dài ngang là D và có độ dốc là i. Ta có thực hiện bố trí theo tình tự như sau:

- Chia D thành n đoạn bằng nhau và đóng cọc cố định đầu mút các đoạn (hình 8.5). Dùng máy thủy chuẩn đo độ cao các đầu cọc, ta được độ cao đen của chúng ký hiệu là  $H_{i\_đen}$



Hình 8.5

- Tính độ cao thiết kế của các điểm ( $H_{i\_đỏ}$ ):

$$H_{1\_đỏ} = H_A + i \cdot d_1$$

$$H_{2\_đỏ} = H_A + i \cdot d_2$$

.....

$$H_{n\_đỏ} = H_A + i \cdot d_n$$

- Tính chiều cao công tác  $h_i$  tại các cọc:

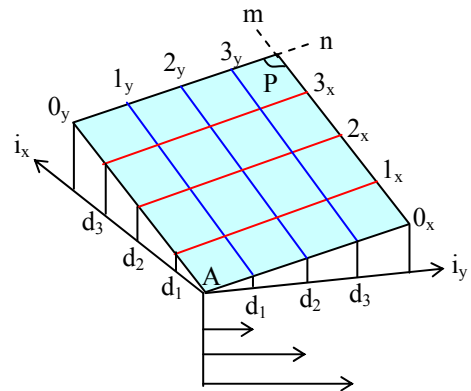
$$h_i = H_{i\_đỏ} - H_{i\_đen}$$

Nếu  $h_i > 0$  thì từ đầu cọc i phải đo lên cao một đoạn bằng  $h_i$  sẽ cho điểm i trên đường AB; ngược lại nếu  $h_i < 0$  cần phải đo xuống thấp một đoạn bằng  $h_i$  sẽ được điểm thiết kế trên đường AB.

**8.2.5. Bố trí mặt phẳng thiết kế**

Giả sử cần bố trí trên mặt đất mặt phẳng P có độ dốc theo phương X là  $i_x$  và theo phương Y là  $i_y$ . Ta thực hiện bố trí theo trình tự sau:

- Chia mặt phẳng P thành n ô vuông cạnh d, đóng cọc cố định các đỉnh ô vuông (hình 8.6). Dùng máy thủy chuẩn đo độ cao các đầu cọc, ta được độ cao đen của chúng ký hiệu là  $H_{đen}$



Hình 8.6

- Tính độ cao thiết kế của các điểm ( $H_{đỏ}$ ):

$$H_{nm\_đỏ} = H_A + d_n \cdot i_x + d_m \cdot i_y$$

- Tính chiều cao công tác  $h_i$  tại các cọc:

$$h = H_{đỏ} - H_{đen}$$

Nếu  $h > 0$  thì từ đầu cọc phải đo lên cao một đoạn bằng  $h_i$  sẽ cho điểm i trên mặt phẳng P; ngược lại nếu  $h_i < 0$  cần phải đo xuống thấp một đoạn bằng  $h$  sẽ được điểm thiết kế trên mặt phẳng P.

### 8.3. Bố trí chi tiết công trình

Để bố trí các điểm đặc trưng của công trình, tùy theo điều kiện cụ thể có thể sử dụng một trong các phương pháp sau: phương pháp tọa độ cực, phương pháp tọa độ vuông góc, phương pháp giao hội.

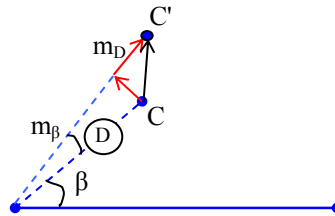
#### 8.3.1. Phương pháp tọa độ cực

Phương pháp được ứng dụng tương đối phổ biến, thích hợp khi khu vực xây dựng quang đãng, bằng phẳng và khoảng cách bố trí nhỏ hơn chiều dài thước. Điểm công trình C được định vị trên mặt đất thông qua hai thành phần cực là góc cực  $\beta$  và khoảng cách cực D (hình 8.7), gọi là số liệu bố trí theo phương pháp tọa độ cực.

Để tính số liệu bố trí có thể dùng phương pháp đồ giải hoặc giải tích:

- Phương pháp giải tích là phương pháp tính toán, dựa vào tọa độ hai điểm khống chế I, II và tọa độ thiết kế của điểm công trình C, áp dụng bài toán trắc địa ngược có:  $\alpha_{I-II}$ ,  $D_{I-C} \Rightarrow \beta = \alpha_{I-II} - \alpha_{I-C}$ . Phương pháp này cho độ chính xác cao.

- Phương pháp đồ giải là đo trực tiếp số liệu bố trí trên bình đồ thiết kế công trình. Độ chính xác phương pháp này không cao nếu bình đồ trên giấy và tỷ lệ nhỏ.



Hình 8.7

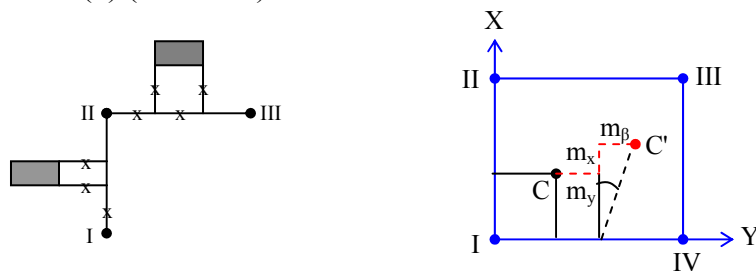
Độ chính xác phương pháp được xác định bởi công thức (8.6).

$$m_C^2 = m_g^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho} D\right)^2 + m_D^2 + m_{cr}^2 + m_f^2 \quad (8.6)$$

Trong đó:  $m_g$  - sai số liệu gốc;  $m_\beta$  - sai số bố trí góc  $\beta$ ;  $m_D$  - sai số bố trí cạnh D;  $m_{c,r}$  - sai số quy tâm trạm đo và điểm ngắm;  $m_f$  - sai số cố định điểm.

#### 8.3.2. Phương pháp tọa độ vuông góc

Nếu bố trí những công trình công trình dân dụng và công nghiệp quy mô nhỏ, đơn giản ta có thể dựa vào cạnh của lưới đường chuyên hoặc lưới tam giác để bố trí. Số liệu bố trí là các đoạn đánh dấu (x) (hình 8.7a).



(a)

Hình 8.8

(b)

Những công trình quy mô lớn, phức tạp phải dùng lưới ô vuông xây dựng để bố trí. Khi xây dựng lưới vuông thì một trục của lưới phải song song hoặc trùng với trục chính công trình. Vị trí các điểm công trình và đỉnh ô vuông phải được xác định trong hệ này. Từ tọa độ các điểm đỉnh ô vuông và tọa độ các điểm đặc trưng của công trình ta tính được các số liệu bố trí gồm các giá số tọa độ  $\Delta_{xi}$ ,  $\Delta_{yi}$  của chúng. Vị trí các điểm công trình được xác định ngoài thực địa qua việc bố trí góc vuông và các đoạn  $\Delta_{xi}$ ,  $\Delta_{yi}$  bằng máy kinh vĩ và thước thép ( hình 8.7b). Độ chính xác của phương pháp xác định bởi công thức (8.7), (8.8):

$$\text{Nếu bố trí } \Delta_y \text{ trước: } m_C^2 = m_g^2 + m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2 + \left(\frac{m\beta}{\rho}\Delta x\right)^2 + m_{cr}^2 + m_f^2 \quad (8.7)$$

$$\text{Nếu bố trí } \Delta_x \text{ trước: } m_C^2 = m_g^2 + m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2 + \left(\frac{m\beta}{\rho}\Delta y\right)^2 + m_{cr}^2 + m_f^2 \quad (8.8)$$

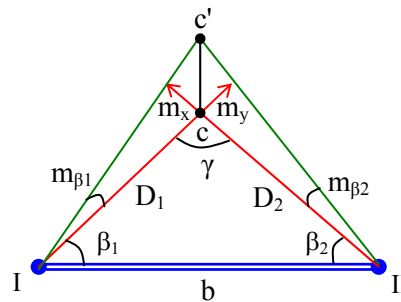
Trong đó :  $m_g$  - sai số liệu gốc ;  $m_\beta$  - sai số bố trí góc vuông ;  $m_{\Delta x}$ ,  $m_{\Delta y}$  - sai số bố trí thành phần giá số tọa độ  $\Delta x$  và  $\Delta y$  ;  $m_{c.r}$  - Sai số quy tâm trạm đo và điểm ngắm;  $m_f$  - sai số cố định điểm.

### 8.3.3. Phương pháp giao hội

#### 8.3.3.1. Phương pháp giao hội góc

Số liệu bố trí là góc giao hội  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , số liệu này được tính từ tọa độ các điểm khống chế I, II và điểm công trình C theo bài toán trắc địa ngược. Vị trí điểm công trình C là giao của hai hướng IC và IIC khi bố trí góc giao hội  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  từ cạnh đáy giao hội I-II.

Để có điều kiện kiểm tra và tăng độ chính xác công tác bố trí người ta còn thực hiện giao hội thêm hướng trục chính của công trình. Kết quả giao hội là tam giác sai số hợp bởi ba hướng giao hội, vị trí điểm giao hội là trọng tâm của tam giác sai số (hình 8.8). Phương pháp này ứng dụng phổ biến trong việc bố trí công trình cầu, đập thủy điện - thủy lợi.



Hình 8.9

Độ chính xác :

$$m_c = \frac{m_\beta}{\rho \cdot \sin \gamma} \sqrt{D_1^2 + D_2^2} \quad \text{hoặc} \quad m_c = \frac{b \cdot m_\beta}{\rho \cdot \sin^2 \gamma} \sqrt{\sin \beta_1^2 + \sin \beta_2^2} \quad (8.9)$$

#### 8.3.3.2. Phương pháp giao hội cạnh

Khi khoảng cách từ điểm công trình đến điểm khống chế nhỏ hơn chiều dài thước, thì ta có thể dùng phương pháp giao hội cạnh. Vị trí điểm công trình C là giao đầu mút của hai cạnh  $s_1$  và  $s_2$  từ hai đầu cạnh đáy giao hội I-II.

## **PHẦN B. TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH CẦU ĐƯỜNG**

### **8.4. Khái niệm về tuyến đường và định tuyến đường**

#### **8.4.1. Các yếu tố của tuyến**

Tuyến đường là trục thiết kế của công trình đường được đánh dấu ngoài thực địa, trên bản đồ bình đồ, cho trước bởi toạ độ các điểm cơ bản trên mô hình số của bề mặt thực địa.

Tuyến đường nhìn chung là một đường cong không gian phức tạp. Trong mặt phẳng, tuyến gồm các đoạn thẳng có hướng khác nhau và chêm giữa chúng là các đường cong có bán kính cố định hoặc thay đổi. Trong mặt cắt dọc tuyến bao gồm các đoạn thẳng có độ dốc khác nhau và nối giữa chúng là những đường cong đứng có bán kính không đổi.

Các tài liệu trắc địa cơ bản của tuyến gồm bình đồ tuyến, mặt cắt dọc và mặt cắt ngang tuyến ( xem phần 7.7).

#### **8.4.2. Các thông số của việc định tuyến**

Tập hợp tất cả các công tác khảo sát, xây dựng theo tuyến được chọn, đáp ứng những yêu cầu của các điều kiện kỹ thuật về độ dốc, bán kính cong và đòi hỏi chi phí cho việc xây dựng tuyến thấp nhất gọi là công tác định tuyến đường. Trong việc định tuyến bao gồm các thông số sau đây:

- Thông số mặt phẳng: Góc ngoặt, bán kính cong phẳng, chiều dài các đường cong, các đoạn thẳng chêm.

- Thông số độ cao: các độ dốc dọc, chiều dài các đoạn trong mặt cắt và bán kính cong đứng.

#### **8.4.3. Định tuyến đường ở miền núi và đồng bằng**

Ở đồng bằng vì độ dốc trung bình của mặt đất vùng đồng bằng thường nhỏ hơn độ dốc thiết kế cho phép cho nên công tác định tuyến chủ yếu dựa vào địa vật.

Ở miền núi do độ dốc lớn hơn đáng kể so với độ dốc thiết kế của tuyến đường, cho nên việc định tuyến được chọn chủ yếu dựa vào địa hình trên cơ sở độ dốc giới hạn của từng đoạn tuyến. Để đảm bảo độ dốc đó người ta buộc phải kéo dài tuyến bằng cách làm lệch tuyến đường đi những góc khá lớn so với đường thẳng.

#### **8.4.4. Khái quát các công tác trắc địa trong khảo sát thiết kế tuyến đường**

##### **8.4.4.1. Khảo Sát Sơ Bộ**

Trên bản đồ tỷ lệ nhỏ và trung bình, đánh dấu những điểm khống chế tuyến bao gồm điểm đầu, điểm cuối, những điểm trung gian theo ý đồ thiết kế. Các đường thẳng nối những điểm khống chế tuyến cho ta đường gần nhất.

Dựa vào đường gần nhất, trên cơ sở phân tích địa hình địa vật, địa chất công trình, địa chất thuỷ văn, kết hợp thăm quan ngoài thực địa đề xuất các phương án tuyến, không bỏ qua một phương án nào. Đối với mỗi phương án phải đánh dấu những điểm cố định tuyến.

Trong từng phương án tuyến, trên bản đồ địa hình thành lập trắc dọc, xác định chiều dài tuyến, đếm số lượng các điểm cố định tuyến.... Từ đó ước tính khối lượng công tác, hoạch toán kinh tế sơ bộ, đề ra các biện pháp đặc tuyến, các biện pháp kỹ thuật cho từng phương án. Từ các số liệu đó, so sánh giữa các phương án, chọn ra phương án tối ưu.



Giai đoạn này, khối lượng công việc tương đối lớn. Số liệu yêu cầu độ chính xác không cao nhưng đòi hỏi phải đầy đủ và nhanh chóng.

#### 8.4.4.2. Khảo Sát chi tiết

Giai đoạn này về cơ bản là công tác khảo sát ngoài thực địa theo phương án đã chọn, các nhiệm vụ chủ yếu:

- Định vị tuyến tối ưu đã được phê duyệt trên mặt đất.

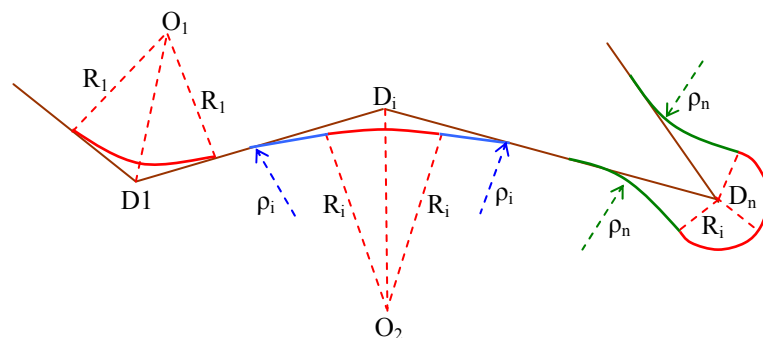
- Trên hướng tuyến đã định vị tiến hành đo đạc và thu thập các số liệu phục vụ cho công tác thiết kế kỹ thuật theo tuyến gồm: đo trắc dọc theo tim tuyến và trắc ngang tuyến đường ( xem mục 7.7); đo bình đồ tuyến ( xem mục 7.3); điều tra và đo nối những vùng có liên quan vào tuyến. Trong giai đoạn này yêu cầu số liệu phải chính xác và đầy đủ.

### 8.5. Các dạng đường cong bố trí

#### 8.5.1. Khái niệm

Các tuyến đường do địa hình địa vật cản trở nên tuyến phải đổi hướng ở nhiều đoạn. Để đảm bảo an toàn cho các phương tiện giao thông di chuyển trên các đoạn đó, tại vị trí tuyến đổi hướng (các đỉnh) người ta phải bố trí các đường cong nối giữa các đoạn thẳng khác hướng.

Trong các loại đường cong, đơn giản nhất là đường cong tròn có bán kính  $R$  không đổi. Để tránh điểm gãy giữa đường cong tròn và đường thẳng người ta bố trí các đường cong chuyển tiếp có bán kính thay đổi từ vô cùng tới  $R$ . Ở những khu vực có địa hình chênh cao lớn tại đỉnh hai đoạn thẳng nối với nhau tạo thành góc nhọn người ta dùng đường cong quay đầu ( hình 8.10). Trong mặt phẳng thẳng đứng dùng đường cong đứng. Trong phạm vi giáo trình này chỉ nghiên cứu việc bố trí đường cong tròn.

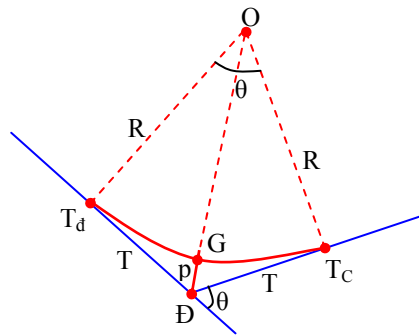


Hình 8.10

#### 8.5.2. Bố trí đường cong tròn trong mặt phẳng ngang

##### 8.5.2.1. Bố trí những điểm chính trên đường cong tròn

Các điểm chính của đường cong tròn gồm điểm đầu ( $T_d$ ), điểm phân cự ( $G$ ) và điểm cuối ( $T_c$ ). Khi bố trí các điểm chính trên đường cong ta mới chỉ xác định được vị trí tổng quát của đường cong đó trên mặt đất (hình 8.11). Các số liệu bố trí đường cong bao gồm: đoạn tiếp tuyến  $T$ , đoạn phân cự  $p$ , chiều dài đường cong  $S$  và độ chênh hai lần tiếp tuyến với chiều dài đường cong  $\Delta_d$ .



Hình 8.11

$$T = R \cdot \text{tg} \frac{\theta}{2}$$

$$p = R \cdot (\sec \frac{\theta}{2} - 1) \tag{8.10}$$

$$S = \theta \cdot \frac{\pi R}{180}$$

$$\Delta_d = 2T - S$$

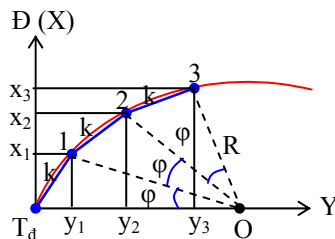
Trong đó:  $\theta$  - góc chuyển hướng;  $R$  - bán kính đường cong tròn.

Để bố trí các điểm chính đường cong trên mặt đất, tại đỉnh Đ ta đặt mắt kinh vĩ. Định hướng về đỉnh phía sau, dùng thước thép bố trí đoạn T ta được điểm T<sub>d</sub>; định hướng về đỉnh phía trước bố trí đoạn T ta được điểm T<sub>c</sub>; xác định hướng đường phân giác của góc T<sub>d</sub> Đ T<sub>c</sub>, trên đường này từ đỉnh Đ bố trí đoạn p ta có điểm G.

**8.5.2.2. bố trí các điểm chi tiết trên đường cong tròn**

Để cụ thể đường cong tròn trên mặt đất thì cứ cách một đoạn k nào đó ( 5m hoặc 10m hoặc 15m...) người ta phải bố trí một cọc trên đường cong tròn, các cọc này gọi là cọc chi tiết. Để bố trí các điểm chi tiết có thể dùng một trong các phương pháp sau:

**a. Phương pháp tọa độ vuông góc**



Hình 8.12

Hệ tọa độ vuông góc lấy T<sub>d</sub> hoặc T<sub>c</sub> làm góc tọa độ. Tiếp tuyến với đường cong tròn nối góc tọa độ với đỉnh làm trục X và bán kính đường cong tròn nối góc tọa độ làm trục y (hình 8.12).

Tọa độ x<sub>i</sub> và y<sub>i</sub> của các điểm chi tiết được tính như sau:

$$\varphi = k \cdot \frac{180}{\pi R}; X_i = R \cdot \sin(i \cdot \varphi); Y_i = R - R \cdot \cos(i \cdot \varphi) \tag{8.11}$$

Công tác bố trí các điểm chi tiết trên mặt đất được thực hiện tương tự như phần ( 8.3.2 ).

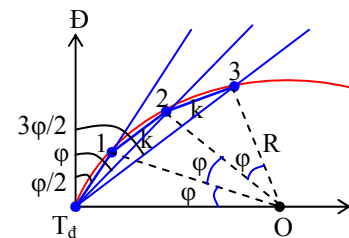
**b. Phương pháp tọa độ cực mở rộng**

Hệ tọa độ cực lấy tâm cực là điểm T<sub>d</sub> hoặc T<sub>c</sub>, trục cực là đường tiếp tuyến nối tâm cực với đỉnh (hình 8.13).

Số liệu bố trí theo phương pháp tọa độ cực mở rộng là các đoạn k giao với hướng của các góc cực của các điểm chi tiết và được tính như sau:

$$\varphi = k \cdot \frac{180}{\pi R}$$

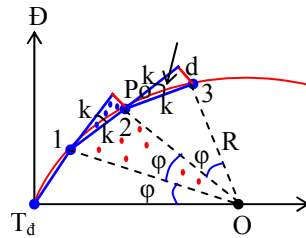
Góc cực của các điểm chi tiết 1, 2, 3...n tương ứng là  $\varphi/2, 2\varphi/2, 3\varphi/2 \dots n\varphi/2$ .



Hình 8.13

### c. Phương pháp dây cung kéo dài

Khi bố trí bằng phương pháp này thì điểm 1 được bố trí theo một trong hai phương pháp như đã trình bày ở trên. Từ điểm thứ hai trở đi, ta kéo dài dây cung  $k$  của điểm sau về phía trước một đoạn bằng  $k$ , lấy đầu mút của đoạn kéo dài này là tâm quay một cung có bán kính bằng  $d$ , lấy điểm phía sau quay một cung có bán kính bằng  $k$ , hai cung cắt nhau cho vị trí của điểm chi tiết trên đường cong tròn ( hình 8.14). Từ hai tam giác đồng dạng trên hình 8.14 ta tính được đoạn  $d$ :



Hình 8.14

$$\frac{d}{k} = \frac{k}{R} \rightarrow d = \frac{k^2}{R} \quad (8.12)$$

### 8.5.3. Bố trí đường cong đứng

Trên mặt cắt dọc, để tránh những điểm gãy khúc ở đỉnh dốc hay chân dốc người ta phải bố trí đường cong đứng. đường cong đứng thường là đường cong tròn do đó tính toán đường cong đứng cũng tương tự như đường cong tròn. Tuy nhiên do góc chuyển hướng của đường cong tròn nhỏ nên có thể tính đơn giản hơn bằng công thức gần đúng.

#### - Tính số liệu bố trí các điểm chính trên đường cong đứng

$$T = R \frac{i_1 - i_2}{2}; \quad P = \frac{T^2}{2R}; \quad S = 2T \quad (8.13)$$

#### - Tính số liệu bố trí các điểm chi tiết trên đường cong đứng

Để bố trí chi tiết đường cong đứng người ta áp dụng phương pháp tọa độ vuông góc. Hệ tọa độ vuông góc lấy điểm gốc là điểm đầu  $T_d$  hoặc điểm cuối  $T_c$  làm gốc. Trục  $x$  là đoạn tiếp tuyến nối gốc với đỉnh đường cong, trục  $y$  vuông góc với trục  $x$ .

Thành phần tọa độ  $x_i$  của các điểm chi tiết tính tương tự như đường cong tròn theo công thức (8.11), còn  $y_i$  được tính gần đúng bởi công thức 8.13.

$$y = \frac{x^2}{2.R} \quad (8.14)$$

Độ cao thi công của các điểm chi tiết trên đường cong đứng:

$$\begin{aligned} h_i &= H_{ido} - y \quad (\text{đường cong lồi}) \\ h_i &= H_{itk} + y \quad (\text{đường cong lõm}) \end{aligned} \quad (8.15)$$

Trong đó  $H_{id}$  là độ cao đo thiết kế của điểm  $i$  trên đường dốc tương ứng.

Dụng cụ dùng để bố trí chi tiết đường cong đứng là máy thủy chuẩn và thước thép.

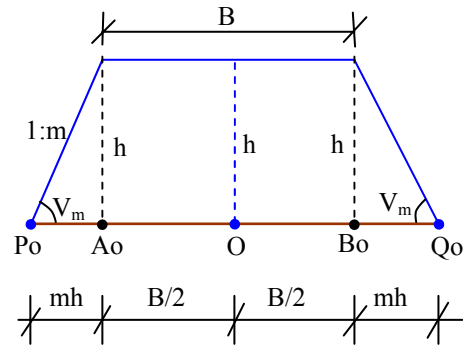
## 8.6. Bố trí các mặt cắt ngang thi công

Để tiến hành công tác đào đắp cần phải bố trí mặt cắt ngang thi công mà nội dung là đánh dấu trên thực địa vị trí mặt bằng và độ cao các điểm đặc trưng của mặt cắt như : tìm đường, mép đường, rãnh thoát nước, chân nề đắp. Trên các đoạn thẳng khoảng cách giữa các mặt cắt ngang từ 20 ~ 40m, các đoạn cong từ 10-20m theo hướng bán kính của đường cong.

**8.6.1. Bố trí mặt cắt ngang ở chỗ đắp nền đất đắp**

- Khi góc nghiêng địa hình  $V \leq 4^\circ$ :

Nếu góc dốc mặt đất  $V \leq 4^\circ$  có thể coi mặt đất là mặt phẳng, khi đó từ tim đường ta đặt về hai bên một đoạn bằng nửa độ rộng mặt đường (B/2) ta sẽ được hai mép đường A<sub>o</sub> và B<sub>o</sub>; đặt kế tiếp với hai mép đường một đoạn (m.h) là hai chân mái dốc P<sub>o</sub> và Q<sub>o</sub> (hình 8.15).



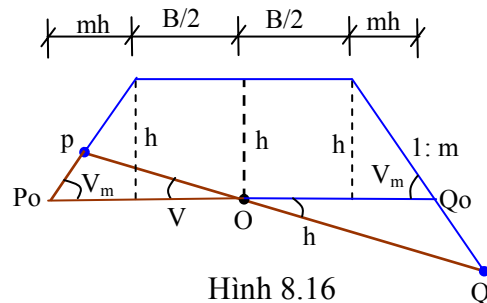
Hình 8.15

Trong hình 8.14: h - chiều cao đất đắp;  $i_m = 1 : m$  độ dốc mái dốc;  $V_m$  góc nghiêng mái dốc.

- Khi góc nghiêng địa hình  $V > 4^\circ$

$$op = \left(mh + \frac{B}{2}\right) \frac{\sin V_m}{\sin(V_m + V)} \quad (8.16)$$

$$oQ = \left(mh + \frac{B}{2}\right) \frac{\sin V_m}{\sin(V_m - V)}$$



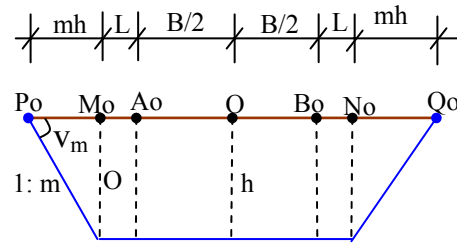
Hình 8.16

**8.6.2. Bố trí mặt cắt ngang ở chỗ đắp nền đất đào**

- Khi góc nghiêng địa hình  $\beta \leq 4^\circ$

Trong hình 8.16: B - độ rộng mặt đường; h - chiều cao đất đào; 1 : m độ dốc mái dốc;  $V_m$  - góc nghiêng mái dốc; L - chiều rộng rãnh thoát nước.

$$Op_o = OQ_o = mh + L + B/2$$

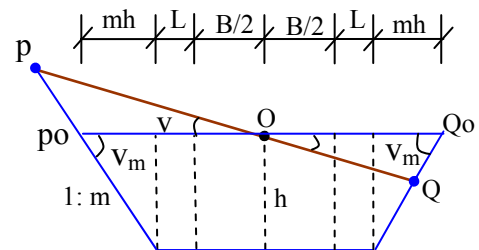


Hình 8.17

- Khi góc nghiêng địa hình  $\beta > 4^\circ$

$$op = \left(mh + \frac{B}{2} + L\right) \frac{\sin V_m}{\sin(V_m - V)} \quad (8.17)$$

$$oQ = \left(mh + \frac{B}{2} + L\right) \frac{\sin V_m}{\sin(V_m + V)}$$



Hình 8.18

## 8.5. Đo và tính khối lượng san nền

Mặt đất tự nhiên gồ ghề và có độ dốc khác với độ dốc thiết kế, để xây dựng phải tiến hành công tác san nền. Nội dung của công tác san nền:

Bố trí mạng lưới ô vuông cạnh (a) phủ trùm lên khu vực xây dựng, đóng cọc sát mặt đất tại các đỉnh ô vuông. Dùng máy thủy chuẩn đo độ cao các đầu cọc của các đỉnh ô vuông (hoặc có thể xác định trên bản đồ địa hình), độ cao này là độ cao mặt đất tự nhiên và được ký hiệu là  $H_{den}$ . Cao độ thiết kế của các đỉnh ô vuông theo quy hoạch gọi là độ cao đồ, ký hiệu là  $H_{do}$ . Từ các số liệu trên ta có:

- Chiều cao công tác ở từng đỉnh ô vuông:

$$h_i = H_i^{den} - H_i^{do} \quad (8.10)$$

Khi  $h_i > 0$  công tác đào,  $h_i < 0$  công tác đắp.

- Chiều cao công tác trung bình ở một khối ô vuông:

$$h_{i-tb} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \quad (8.11)$$

- Thể tích gần đúng của mỗi khối ô vuông:

$$V_i = a^2 h_{i-tb} \quad (8.12)$$

- Thể tích công tác đất trong toàn khu vực:

$$V = \sum_1^n V_i = a^2 \cdot \sum_1^n h_{i-tb} = a^2 \frac{(\sum h^I + \sum h^{II} + \sum h^{III} + \sum h^{IV})}{4} \quad (8.13)$$

Trong đó:  $h^I, h^{II}, h^{III}, h^{IV}$  tương ứng là chiều cao công tác ở đỉnh chỉ thuộc về một ô vuông, hai ô vuông, ba ô vuông và bốn ô vuông. Từ thể tích V, căn cứ vào hệ số đầm chặt ... sẽ tính được khối lượng đất đào, đắp trên khu vực xây dựng.

Độ chính xác công tác san nền phụ thuộc chủ yếu vào cạnh ô vuông (a) và độ chính xác xác định chiều cao công tác h. Cụ thể:

- Cạnh lưới ô vuông (a) càng nhỏ thì mặt cong giới hạn bởi 4 đỉnh ô vuông càng gần mặt phẳng. Thể tích các khối ô vuông càng gần với thể tích khối lăng trụ mà ta đã tính ở trên. Thông thường (a) thường lấy bằng 2cm trên bản đồ.

- Độ chính xác của việc xác định chiều cao công tác "h". Trước hết phụ thuộc vào việc xác định độ cao  $H_{den}$ ; Khi dùng phương pháp đo cao hình học hạng IV để xác định thì độ chính xác đo cao là  $\pm 5\sqrt{n}(mm)$ , còn khi đo cao bằng thủy chuẩn kỹ thuật thì độ chính xác là  $\pm 10\sqrt{n}(mm)$ . Độ chính xác xác định "h" còn phụ thuộc vào việc đặt mia đo cao, vị trí đặt mia ảnh hưởng tương đối lớn đến độ chính xác xác định khối lượng công tác san nền.

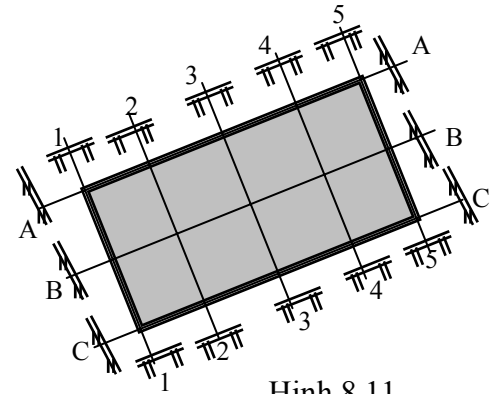
## 8.6. Công tác trắc địa trong xây dựng nhà dân dụng và công nghiệp

### 8.6.1. Định vị công trình

Công tác định vị móng nhà thực chất là bố trí trên thực địa các hệ trục của nhà; trong đó trục chính, trục phụ, trục cơ bản, trục ngang và trục dọc là cơ sở để tiến hành bố trí chi tiết công trình. Đầu tiên dựa vào điểm khống chế trắc địa hoặc các địa vật rõ nét tiến hành bố trí trục chính, trục phụ và trục cơ bản của nhà; sau đó từ các trục này bố trí các trục dọc, trục ngang để định vị các điểm chi tiết công trình. Phương pháp bố trí chi tiết đơn

giản nhất là đặt khoảng cách thiết kế theo hướng chuẩn của trục cơ bản. Các trục đều phải được đánh dấu ra ngoài khu vực đào móng bằng các điểm đóng.

Để đánh dấu trục và sử dụng thuận lợi trong quá trình thi công, cần chuyển các điểm đóng trục lên khung định vị làm bằng gỗ gắn nằm ngang trên các cọc gỗ bao quanh công trình. Các cọc đóng cách mặt đất khoảng 40 đến 60cm. Đánh dấu các điểm đóng trục bằng các đinh nhỏ có ghi ký hiệu bằng sơn trên khung định vị (hình 8.11).

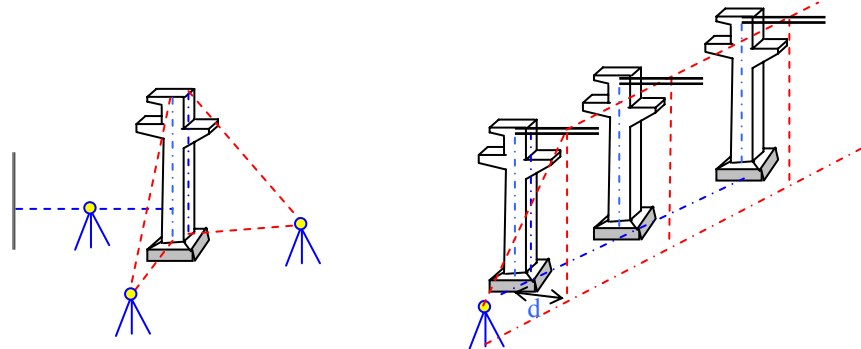


Hình 8.11

### 8.6.2. Công tác trắc địa khi dựng cột

Kiểm tra móng cột: dùng máy kinh vĩ kiểm tra các dấu trục ở mép trong móng, có thể dùng thước đo khoảng cách giữa các trục móng hoặc dùng dây chằng giữa các điểm đóng hai đầu trục tương ứng trên khung định vị. Dùng máy thủy chuẩn kiểm tra độ cao đáy móng.

Dựng cột thẳng đứng và đúng cao độ thiết kế: muốn đảm bảo cho cột thẳng đứng phải dùng hai máy kinh vĩ đặt ở hai hướng vuông góc với nhau để kiểm tra ở hai mặt cột. Khi kiểm tra độ thẳng đứng của dẫy cột ở một phía nào đó, người ta đặt máy kinh vĩ cách dẫy cột một đoạn bằng  $d$ , đọc số trên mia ngang gắn vào cột ta sẽ phát hiện ra cột bị nghiêng (hình 8.12). Dùng máy thủy bình để kiểm tra độ cao cột theo phương pháp bố trí độ cao.



Hình 8.12

## 8.7. Công tác trắc địa trong xây dựng nhà cao tầng

### 8.7.1. Chuyển trục

Để tránh sai số tích lũy, trục dưới các đáy hố móng hoặc trên các tầng được chuyển từ dấu trục ở tầng 1. Tùy theo điều kiện thiết bị, cấu trúc công trình, số tầng mà chọn phương pháp cho thích hợp.

Giả sử phải chuyển điểm dấu trục A từ móng lên sàn tầng thứ T nào đó. Trên hướng trục đi qua A tại điểm đóng hướng  $A_1$  đặt máy kinh vĩ; sau khi định tâm và cân máy tiến hành ngắm chuẩn điểm A, cố định vành độ ngang, ngóc ống kính ngắm sàn tầng T đánh dấu điểm  $A'$ ; đảo kính thực hiện tương tự được điểm  $A''$ . Điểm giữa của  $A'$  và  $A''$  là dấu trục A đã được chuyển lên tầng T (hình 8.13).

các loại bản đồ địa hình 1/1.000, 1/500 và mặt cắt địa hình. Tiến hành thu thập các tài liệu liên quan như: nguồn nguyên vật liệu, nhu cầu trang thiết bị vật tư, nhân lực...

- Trong giai đoạn thi công, tương ứng với tiến độ xây dựng công trình, công tác trắc địa thực hiện việc tính toán số liệu và bố trí công trình trên mặt đất theo đúng thiết kế đã được phê duyệt (xem phần 8.2, 8.3). Kiểm tra, theo dõi quá trình thi công công trình về vị trí mặt bằng, độ cao, độ dốc. Đo vẽ bản đồ hoàn công 1/1.000 ~ 1/500 để kiểm tra, đánh giá chất lượng thi công và làm tài liệu gốc công trình. Trong giai đoạn này trắc địa còn phải tiến hành công tác đo biến dạng công trình để theo dõi độ trôi lún, độ nghiêng và độ dịch vị công trình.

- Trong giai đoạn quản lý và khai thác sử dụng, công tác trắc địa tiếp tục quan trắc biến dạng công trình cho đến khi công trình thực sự ổn định.

## 8.5. Công tác trắc địa vùng hồ chứa nước

Khi đắp đập ngăn dòng nước ở vị trí thích hợp sẽ tạo về phía thượng lưu một vùng ngập nước gọi là hồ chứa nước.

### 8.5.1. Đặc điểm lưới khống chế trắc ở vùng hồ chứa nước

Lưới trắc địa xây dựng trên phạm vi khu vực hồ chứa nước cần đảm bảo mật độ, độ chính xác cần thiết cho việc đo vẽ bản đồ hồ phục vụ tính dung tích hồ, xác định biên giới ngập nước, thiết kế công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện. Tùy theo diện tích, quy mô và tính chất hồ chứa mà lưới khống chế có thể xây dựng theo các dạng đã học trong chương 6. Cơ sở độ cao được lập dưới dạng đường chuyền độ cao hạng III, hạng IV với mật độ các từ 1 ~ 3km, tăng dày bởi các đường chuyền độ cao kỹ thuật. Khi thiết kế mạng lưới mặt bằng và độ cao cần chú ý rằng chúng không chỉ là cơ sở để đo vẽ mà còn là cơ sở để chuyển ra thực địa biên giới ngập nước của hồ chứa tương lai. Bởi vậy cần chú ý sao cho các điểm lưới cơ sở bố trí ngoài vùng ngập nước và càng gần biên giới hồ chứa càng tốt.

### 8.5.2. Một số công tác trắc địa ở vùng hồ chứa nước

- Đo vẽ bản đồ, bình đồ và mặt cắt địa hình tỷ lệ các loại phục vụ thiết kế hồ chứa. Công tác đo đạc trên cạn đã nghiên cứu ở phần 3 và phần 4. Đo vẽ bản đồ và mặt cắt dưới nước về cơ bản giống như đo trên cạn, tuy nhiên khi đo phần đất ngập nước được tiến hành với việc đo cao mặt nước và độ sâu từ mặt nước tới đáy; đo cao mặt nước thực hiện từng trạm đo vào những khoảng thời gian nhất định; đo độ sâu từ mặt nước tới đáy có thể thực hiện bằng bằng sào đo sâu, thả dọi hoặc đo bằng máy đo sâu hồi âm.

- Xác định biên giới ngập nước của hồ chứa. Từ các điểm của lưới khống chế độ cao khu vực hồ và cao độ thiết kế mặt nước hồ, áp dụng phương pháp bố trí độ cao để xác định biên giới ngập nước ( xem phần 8.2.3 chương 8). Mật độ các điểm trên biên giới ngập nước là 20m ở những nơi địa hình phức tạp, vùng dân cư và 50m nơi quang. Chỉ rõ các điểm dân cư, các đường dây liên lạc, các tuyến dẫn điện và các công trình khác nằm trong vùng ngập. Tính toán tổn thất ngập. Đề xuất các điểm dân cư, các tuyến dẫn điện mới.

- Thiết kế các tuyến giao thông thủy trên hồ, nơi nuôi trồng thủy sản; chọn địa điểm xây dựng các cảng, bến tàu, nơi trú ẩn cho tàu bè.

- Xác định dung tích hồ chứa. Dung tích chung hồ chứa xác định bằng cách lấy tổng các dung tích con của hồ chứa giữa hai đường đồng mức kế tiếp, kể từ độ cao nhỏ nhất của hồ đến độ cao của bề mặt ngập lụt theo công thức:

$$V = \sum_{H_{\min}}^{H_{\max}} v_i \quad \text{với:} \quad v_i = \frac{s_i + s_{i+1}}{2} \Delta_H \quad (8.10)$$

Trong đó:  $s_i, s_{i+1}$  - diện tích giới hạn bởi hai đường đồng mức kế tiếp trên bản đồ;  
 $\Delta_H$  - khoảng cao đều đường đồng mức.

## 8.6. Công tác trắc địa vùng đập ngăn nước

### 8.6.1. Đặc điểm lưới khống chế trắc địa vùng đập ngăn nước

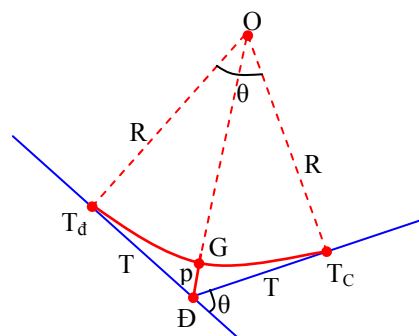
Lưới khống chế khu vực đập ngăn nước không những phục vụ đo vẽ bản đồ, bình đồ tỷ lệ lớn phục vụ thiết kế thi công đập mà còn đảm bảo để quan trắc biến dạng đập. Do vậy, lưới khống chế phải được đo đạc, tính toán bình sai chặt chẽ, mốc có cấu tạo đặc biệt và bố trí ở những nơi ổn định, bảo quản được lâu dài. Lưới được thành lập dưới dạng lưới tam giác đo góc và các cạnh đáy hoặc lưới đo góc - cạnh kết hợp gọi là lưới thủy công. Lưới được xây dựng như một mạng lưới độc lập và được tính toán bình sai trong hệ thống tọa độ của khu vực, thông thường lấy trục đập làm trục hoành.

Các điểm của lưới khống chế độ cao cần phải phân bố đều trên khu vực xây dựng, khoảng cách giữa chúng từ 100 - 300m để sao cho từ 2-3 trạm máy là có thể chuyển độ cao thiết kế tới công trình.

### 8.6.2. Một số công tác trắc địa vùng đập ngăn nước

Các trục chính, trục phụ và đường biên giới hạn các đoạn thân đập tạo thành một hệ thống phức tạp. Việc bố trí trục chính của đập trên thực địa được tiến hành bằng các phương pháp đã nghiên cứu ở phần 4 mục 8.3, trong đó phương pháp giao hội góc thường được dùng nhiều hơn cả. Nếu bố trí trục cong thì phải xác định các điểm chính và các điểm chi tiết trên đường cong.

Các điểm chính của đường cong tròn gồm điểm đầu ( $T_d$ ), điểm phân cự ( $G$ ) và điểm cuối ( $T_c$ ). Khi bố trí các điểm chính trên đường cong ta mới chỉ xác định được vị trí tổng quát của đường cong đó trên mặt đất (hình 8.10). Các số liệu bố trí đường cong bao gồm: đoạn tiếp tuyến  $T$ , đoạn phân cự  $p$ , chiều dài đường cong  $S$  và độ chênh hai lần tiếp tuyến với chiều dài đường cong  $\Delta_d$ .



Hình 8.10

$$\begin{aligned} T &= R \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \\ p &= R \cdot (\sec \frac{\theta}{2} - 1) \\ S &= \theta \cdot \frac{\pi R}{180} \\ \Delta_d &= 2 \cdot T - S \end{aligned} \quad (8.11)$$

Trong đó:  $\theta$  - góc chuyển hướng;  $R$  - bán kính đường cong tròn.

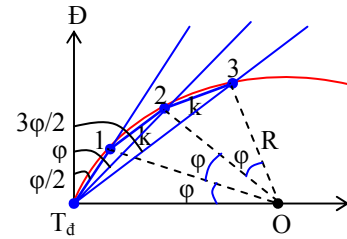


Để cụ thể đường cong tròn trên mặt đất thì cứ cách một đoạn  $k$  nào đó ( 5m hoặc 10m hoặc 15m...) người ta phải bố trí một cọc trên đường cong tròn, các cọc này gọi là cọc chi tiết. Để bố trí các điểm chi tiết có thể dùng phương pháp tọa độ cực mở rộng. Hệ tọa độ cực lấy tâm cực là điểm  $T_d$  hoặc  $T_c$ , trục cực là đường tiếp tuyến nối tâm cực với đỉnh (hình 8.11).

Số liệu bố trí theo phương pháp tọa độ cực mở rộng là các đoạn  $k$  giao với hướng của các góc cực của các điểm chi tiết và được tính như sau:

$$\varphi = k \cdot \frac{180}{\pi R} \quad (8.12)$$

Góc cực của các điểm chi tiết 1, 2, 3...n tương ứng là  $\varphi/2, 2\varphi/2, 3\varphi/2 \dots n\varphi/2$ .



Hình 8.11

Bố trí thân đập: từ trục chính, bố trí các trục phụ và căn cứ vào đường giới hạn thân đập để bố trí các điểm, các mặt cắt đặc trưng của đập thân đập.

Bố trí móng đập: Căn cứ vào trục chính của đập và bản vẽ thi công để bố trí mặt bằng móng đập, còn về độ cao xác định từ tầng đá góc đến độ cao đập theo thiết kế.

## 8.7. Công tác trắc địa trong khảo sát đo đạc các tuyến kênh mương

### 8.7.1. Đặc điểm lưới khống chế trắc cho các tuyến kênh mương

Lưới khống chế cho các tuyến kênh mương thành lập để thực hiện các công tác đo vẽ và bố trí kênh mương. Vì các tuyến kênh mương phát triển theo một dải hẹp và tương đối dài, cho nên lưới khống chế mặt bằng tốt nhất là các đường chuyền đa giác điện quang. Phụ thuộc vào mật độ điểm của các lưới tam giác nhà nước trong khu vực xây dựng kênh mương mà các đường chuyền đa giác nói trên có thể là các đường đa giác hạng IV có chiều dài tới 30km hoặc các đường đa giác cấp 1 có chiều dài đến 15km. Từ các điểm của mạng lưới đa giác người ta chuyển ra thực địa các điểm góc ngoặt thiết kế của tuyến kênh mương bằng cách đặt các đa giác thiết kế có độ chính xác cấp đường chuyền kinh vĩ.

Lưới khống chế độ cao phải có đủ độ chính xác và mật độ điểm để tiến hành các công tác đo vẽ, chuyển bản thiết kế kênh mương bao gồm độ dốc đáy kênh, các mặt cắt ngang và thi công tuyến kênh mương. Việc lựa chọn cấp hạng của lưới độ cao phụ thuộc vào khoảng cách giữa các điểm thủy chuẩn gốc và độ dốc thiết kế đáy kênh; độ dốc của đáy kênh càng lớn thì độ chính xác của lưới khống chế độ cao càng thấp và ngược lại. Đối với những kênh lớn có thể đặt dọc theo tuyến kênh tuyến thủy chuẩn cơ sở hạng III được tăng dày từ các điểm hạng I, II nhà nước. Chêm dày bằng lưới thủy chuẩn hạng IV hoặc kỹ thuật.

### 8.7.2. Các tài liệu cần thiết phục vụ khảo sát thiết kế các tuyến kênh mương

Để lập báo cáo kinh tế kỹ thuật cần phải có bản đồ địa hình tỷ lệ 1/100.000 trên toàn bộ khu vực khảo sát và bản đồ tỷ lệ 1/25.000 trên một dải rộng từ 2-3km để cụ thể hóa tuyến đã đánh dấu sơ bộ.

Để thiết kế kỹ thuật các tuyến kênh mương cần phải có:

- Các bình đồ địa hình tỷ lệ 1/10.000 đến 1/5.000 với khoảng cao đều đường đồng mức 1-2m.

- Các bình đồ tỷ lệ 1/10.000 với khoảng cao đều 1m khu vực hồ chứa nước; đường biên hồ chứa ở độ cao trên mực nước chuẩn 2-3m.

- Các bình đồ tỷ lệ 1/2.000 với khoảng cao đều 0,5-1,0m khu vực xây dựng công trình thoát nước.
- Bình đồ tỷ lệ 1/5.000 hay 1/2.000 với khoảng cao đều 1m khu vực khai thác vật liệu xây dựng.
- Các mặt cắt dọc và ngang các trục kênh và công trình thiết kế.

Trong thời kỳ khảo sát thiết kế thi công, công tác trắc địa bao gồm các nội dung sau:

- Xây dựng lưới khống chế mặt bằng, độ cao cho các tuyến kênh mương.
- Định tuyến trên mặt đất tuyến kênh mương đã chọn. Đo vẽ mặt cắt dọc, ngang và đánh dấu các điểm cơ bản, các công trình trên kênh.
- Đo vẽ bình đồ địa hình tỷ lệ 1/1.000 - 1/2.000 với khoảng cao đều 0,5-1,0m ở những vùng tuyến có địa hình phức tạp, vùng sẽ xây dựng trạm cấp nước, đập và âu thuyền trên kênh, chỗ giao nhau, khu vực xây dựng điểm dân cư và cơ sở sản xuất.

## **PHẦN E. ĐO HOÀN CÔNG VÀ QUAN TRẮC BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH**

### **8.8. Đo vẽ hoàn công**

Mục đích của đo vẽ hoàn công là xác định độ chính xác chuyển thiết kế công trình ra thực địa và những độ lệch cho phép trong quá trình xây dựng. Muốn vậy, cần xác định tọa độ những điểm đặc trưng của công trình đã xây dựng, các kích thước hình học của chúng và các số liệu cần thiết khác.

Đo vẽ hoàn công được tiến hành trong từng giai đoạn xây dựng và kết thúc khi hoàn tất công trình. Đo vẽ hoàn công từng phần, từng hạng mục công trình từ hố móng đến sàn nhà, từng hạng mục trong công trình để cung cấp các số liệu cần thiết, kịp thời điều chỉnh quá trình xây lắp nhằm đảm bảo chất lượng thi công công trình. Ở đây, cần đặc biệt chú ý tới các chi tiết sẽ nằm ngầm trong móng hoặc sẽ bị lấp đất, vị trí lồi ra vào của công trình ngầm.

Khi đo vẽ hoàn công xây móng, cần chú ý đến vị trí mặt bằng, độ cao của các chi tiết móng. Khi lên tầng, cần chú ý vị trí và độ thẳng đứng của cột, kích thước bên trong và độ thẳng đứng của khoang thang máy. Đối với nhà công nghiệp cần chú ý tới các vị trí bu lông chờ, hệ thống cột và đường cần trục. Trong công trình cầu vượt, đo kích thước các nhịp; vị trí mặt bằng, độ cao các đế gối, bệ tựa; chiều dài các nhịp và chiều dài toàn bộ cầu; đo trắc dọc và ngang đặc trưng của cầu, độ võng của dầm, giàn...

Đo vẽ hoàn công khi kết thúc hoàn tất xây dựng thực hiện trên toàn phạm vi công trình; kết quả đo vẽ được sử dụng trong thời gian vận hành cũng như sửa chữa và mở rộng công trình. Đo vẽ kết thúc có thể sử dụng kết quả của đo vẽ từng phần trước đó.

Cơ sở để đo vẽ hoàn công là các điểm khống chế mặt bằng và độ cao sẵn có trên khu vực, vị trí các điểm trục, độ cao trên móng. Khi không đủ mật độ điểm khống chế cần phát triển bổ sung. Các phương pháp đo vẽ hoàn công giống như phương pháp đo vẽ thông thường. Kết quả đo vẽ được thể hiện trên bản vẽ hoàn công, trên đó chỉ rõ kích thước thực tế của các chi tiết, kết cấu xây dựng và giá trị độ lệch nếu có.


### **8.9. Quan trắc biến dạng công trình**

#### **8.9.1. Khái niệm**

Trong quá trình thi công và sử dụng công trình, dưới tác động của tải trọng công trình và các ngoại lực khác công trình sẽ bị biến dạng so với trạng thái ban đầu. Biến dạng công trình gồm: trôi lún, nghiêng, dịch vị, võng, nứt rạn. Đo biến dạng công trình nhằm đánh giá chất lượng xây dựng công trình, theo dõi mức độ an toàn công trình, phát hiện những sự cố từ đó có biện pháp xử lý kịp thời.

Đối với các đập có trục là đường cong thì dùng phương pháp giao hội để xác định độ dịch vị. Để thực hiện phương pháp này phải cố định đường đáy giao hội b phía hạ lưu ở nơi ổn định, chắc chắn và ngoài vùng biến dạng. Từ cạnh đáy giao hội b, áp dụng phương pháp giao hội góc để xác định tọa độ các điểm kiểm tra gắn trên công trình ở chu kỳ (0) và các chu kỳ tiếp theo (hình 8.22b). Từ tọa độ này ta sẽ tính được độ chuyển vị tổng hợp .

$$q_x = X_i^1 - X_0^1; \quad q_y = Y_i^1 - Y_0^1; \quad q = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (8.23)$$



*QUAN TRẮC ĐỘ NGHIÊNG*  
*BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRẮC*  
*ĐỊA*

**TIÊU CHUẨN XÂY DỰNG VIỆT NAM:**  
**TCXDVN 357: 2005**  
**NHÀ VÀ CÔNG TRÌNH DẠNG THÁP - QUY TRÌNH**  
**QUAN TRẮC ĐỘ NGHIÊNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRẮC ĐỊA**  
**High-rise building and structures – Tilt monitoring procedure**  
**by surveying method**

**Biên soạn lần 1**

***Nhà và công trình dạng tháp - Quy trình quan trắc độ nghiêng công trình bằng phương pháp trắc địa.***

***High-rise building and structures - Tilt Monitoring by surveying method***

**1. Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này áp dụng để quan sát độ nghiêng của các nhà cao tầng, các hạng mục và các kết cấu trên các công trình công nghiệp như các silô chứa vật liệu rời, các bồn chứa nhiên liệu, ống khói nhà máy, tháp truyền hình, ăng ten vô tuyến viễn thông và các công trình khác trong giai đoạn thi công xây dựng cũng như trong giai đoạn khai thác sử dụng.

**2. Tiêu chuẩn viện dẫn**

- TCXDVN 271: 2002. Quy trình kỹ thuật xác định độ lún công trình dân dụng và công nghiệp bằng phương pháp đo cao hình học.
- TCXDVN 309: 2004. Công tác Trắc địa trong xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp - Yêu cầu chung.

**3. Ký hiệu dùng trong tiêu chuẩn**

■	Góc phương vị, hướng nghiêng
■	Góc đo
C	Sai số trục ngắm của máy kinh vĩ
D	Khoảng cách giữa hai điểm, Định thức
e	Véc tơ độ lệch (độ nghiêng) tổng hợp của một điểm so với chân công trình
■	Góc nghiêng của công trình
$e_y$	Véc tơ độ lệch (độ nghiêng) của một điểm so với chân công trình theo hướng trục Y (trục tung)
$e_x$	Véc tơ độ lệch (độ nghiêng) của một điểm so với chân công trình theo hướng trục X (trục hoành)
■, ■	Gia số toạ độ
■	Chênh lệch độ cao giữa hai điểm
H, h	Độ cao của một điểm, chiều cao của công trình
m	Sai số trung phương của một đại lượng đo
m■	Sai số trung phương đo góc
$m_D$	Sai số trung phương đo chiều dài
$m_P$	Sai số trung phương vị trí điểm
MO	Sai số vạch chỉ tiêu bàn độ đứng của máy kinh vĩ
Z	Góc thiên đỉnh của điểm quan trắc

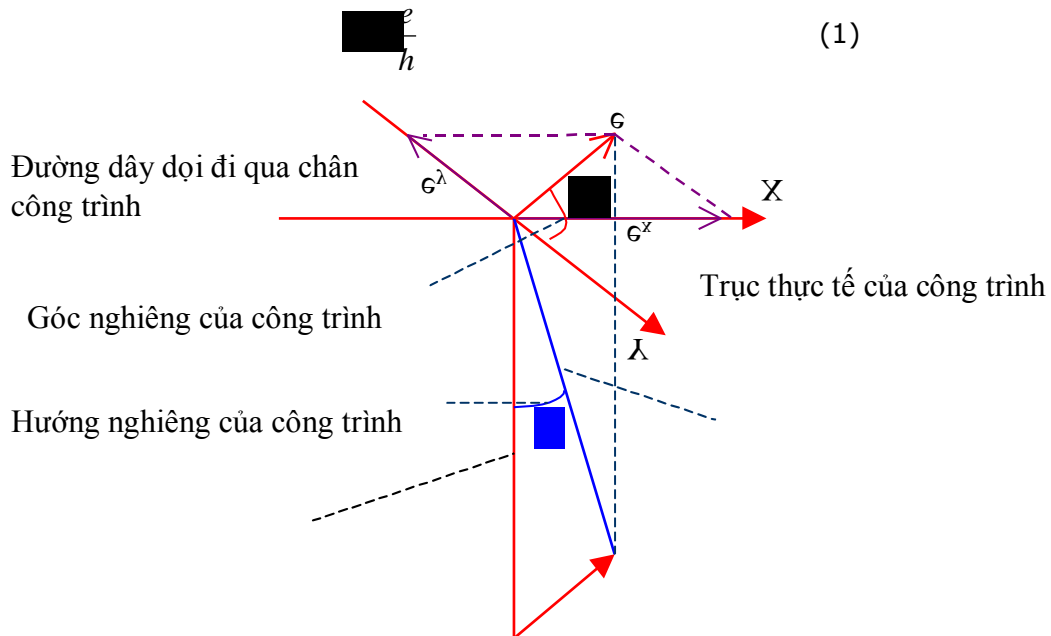
**4. Qui định chung**

- 4.1. Việc đo độ nghiêng được thực hiện đối với tất cả các công trình như đã nêu trong phần phạm vi áp dụng theo quyết định của cơ quan thiết kế hoặc Ban quản lý công trình.
- 4.2. Phương pháp đo độ nghiêng sẽ được lựa chọn tùy theo độ chính xác yêu cầu, điều kiện đo ngắm và trang thiết bị của đơn vị tiến hành đo đạc.
- 4.3. Để biểu diễn độ nghiêng và hướng nghiêng đối với mỗi công trình cần xác lập một hệ toạ độ thống nhất. Hệ toạ độ này có thể là chung cho toàn bộ công trình hoặc cũng có thể là cục bộ đối với từng hạng mục riêng biệt. Việc chọn hệ toạ độ do cán bộ kỹ thuật chủ trì quan trắc quyết định.
- 4.4. Đối với các công trình có trục đứng duy nhất và rõ ràng như ống khói nhà máy, tháp truyền hình, ăng ten VTVT, silô, bồn chứa nhiên liệu vv.. thì độ nghiêng của công trình được hiểu là sự sai lệch của trục đứng thực tế của nó tại điểm đang xét so với đường thẳng đứng được xác định bằng đường dây dọi. Độ nghiêng của công trình được đặc

trung bởi véc tơ độ lệch tổng hợp  $e$  (hình 1). Thông thường người ta thường phân tích véc tơ này thành hai thành phần vuông góc với nhau. Thành phần theo trục X (ký hiệu là  $e_x$ ) và thành phần theo trục Y (ký hiệu là  $e_y$ ). Đối với các công trình không có trục đứng duy nhất và rõ ràng như các toà nhà cao tầng thì độ nghiêng của nó được đánh giá qua độ nghiêng của các bức tường và của các cột chịu lực chính.

4.5. Độ nghiêng của công trình còn được thể hiện bằng góc nghiêng  $\alpha$  và hướng nghiêng  $\beta$

Góc nghiêng là góc hợp bởi trục đứng lý tưởng (đường dây dọi) và trục đứng thực tế của công trình. Góc nghiêng  $\alpha$  (hình 1) được xác định theo công thức



**Hình 1. Những yếu tố về độ nghiêng của công trình**

Hướng nghiêng  $\beta$  là góc định hướng của véc tơ  $e$ , là góc hợp bởi nửa trên của trục Y và hình chiếu của véc tơ  $e$  trên mặt phẳng (H.1). Hướng nghiêng sẽ được xác định theo công thức

$$\beta = \text{Arctg} \left| \frac{e_y}{e_x} \right| \quad (2)$$

4.6. Việc quan trắc độ nghiêng phải được thực hiện bằng các máy móc, thiết bị phù hợp với từng phương pháp và độ chính xác yêu cầu. Trước khi đưa vào sử dụng các máy móc thiết bị phải được kiểm nghiệm và hiệu chỉnh theo đúng các qui định của tiêu chuẩn hoặc qui phạm chuyên ngành.

4.7. Trong giai đoạn thi công xây dựng độ nghiêng của công trình xuất hiện do lỗi của người thi công, vì vậy nó cần phải được phát hiện kịp thời để bên thi công có biện pháp chỉnh sửa.

4.8. Độ nghiêng của công trình trong giai đoạn khai thác sử dụng xuất hiện do nhiều nguyên nhân: Do tác động của tải trọng, tác động của gió, do ảnh hưởng của độ lún không đều v.v... Vì vậy việc xác định độ nghiêng của công trình trong giai đoạn này cần phải được thực hiện lặp đi lặp lại theo các chu kỳ để theo dõi và đánh giá sự phát triển của nó theo thời gian. Chu kỳ đo được chọn dài hay ngắn tùy thuộc vào tốc độ phát triển của độ nghiêng và do cơ quan thiết kế hoặc Ban quản lý công trình quyết định.

4.9. Sự phát triển của độ nghiêng của công trình trong giai đoạn khai thác sử dụng có liên quan trực tiếp với sự lún lệch của nó, vì vậy song song với sự theo dõi độ nghiêng cần tiến hành theo dõi cả độ lún của công trình bằng phương pháp thủy chuẩn hình học chính xác theo TCXDVN 271:2002.

4.10. Khi quan trắc độ nghiêng của các công trình trong điều kiện không có không gian thao tác đủ rộng thì máy kinh vĩ hoặc máy toàn đạc điện tử cần phải được trang bị thêm kính ngắm vuông góc và phải sử dụng loại máy có con lắc điện tử để bù sai cho hai trục và con lắc này phải được kích hoạt ở chế độ hoạt động.

4.11. Sai số giới hạn khi quan trắc độ nghiêng của một số công trình được cho trong bảng 1.

**Bảng 1- Sai số giới hạn khi quan sát độ nghiêng công trình**

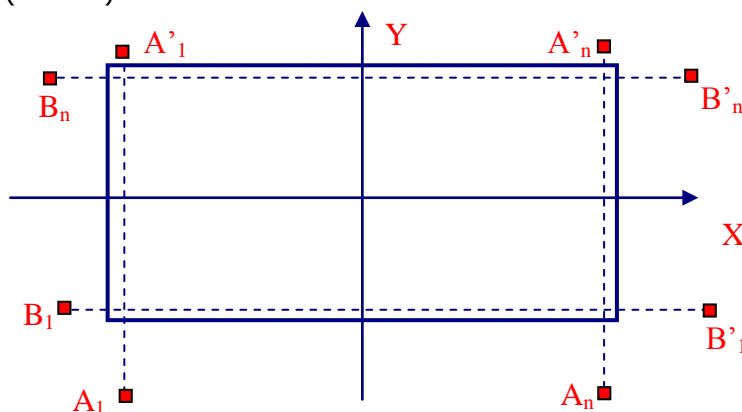
Loại công trình	Sai số giới hạn
Nhà ở cao tầng	0,0001H
Ổng khói nhà máy	0,0005H
Các silô chứa vật liệu rời, bồn chứa dầu, khí hoá lỏng	0,001H
Tháp truyền hình, ăng ten VTVT	0,0001H

## 5. Quan trắc độ nghiêng của các nhà cao tầng

5.1. Hệ tọa độ qui ước dùng để quan trắc độ nghiêng các toà nhà cao tầng tốt nhất nên chọn sao cho các trục của nó song song hoặc vuông góc với các cạnh của toà nhà (hình 2).

5.2. Các điểm quan trắc độ nghiêng nên chọn tại các khu vực có thể đặc trưng tốt nhất cho sự dịch chuyển của toà nhà như: các góc nhà, khu vực khe lún, khu vực có xuất hiện các vết nứt và các khu vực do cơ quan thiết kế hoặc ban quản lý công trình yêu cầu.

5.3. Để xác định độ nghiêng của nhà cao tầng cần bố trí các điểm đo cố định  $A_1, A_2, A_n$  và  $B_1, B_2, B_n$ . Khi đặt máy tại các điểm  $A_i$  sẽ ngắm tới công trình theo hướng song song với trục Y còn khi đặt máy tại các điểm  $B_i$  thì ngắm máy tới công trình theo hướng song song với trục X (Hình 2).



**Hình 2 - Hệ trục tọa độ và các điểm quan trắc độ nghiêng nhà cao tầng**

5.4. Đo độ nghiêng của các nhà cao tầng trong giai đoạn thi công xây dựng.

5.4.1. Trong giai đoạn thi công xây dựng nhà cao tầng độ thẳng đứng tổng thể của nó được đảm bảo bằng các dụng cụ chiếu đứng để chuyển tọa độ từ mặt bằng cơ sở (mặt bằng tầng 1) lên các tầng. Vì vậy trong giai đoạn này chỉ đo độ nghiêng cục bộ của các yếu tố trên từng tầng. Các yếu tố cần xác định độ nghiêng là cốp-pha để đổ bê tông các cột, tường chịu lực, buồng thang máy và các yếu tố khác.

5.4.2. Phương pháp đơn giản nhất để xác định độ nghiêng của các yếu tố của nhà cao tầng trong giai đoạn thi công là treo dây dọi và dùng thước để đo khoảng cách từ dây dọi đến yếu tố cần kiểm tra ở phía trên và phía dưới. Độ nghiêng của yếu tố cần quan trắc được đánh giá thông qua chênh lệch khoảng cách đo được ở phía trên và phía dưới (Hình A.1, phụ lục A).

5.5. Đo độ nghiêng của các toà nhà cao tầng trong giai đoạn khai thác sử dụng

5.5.1. Độ nghiêng của các toà nhà cao tầng trong giai đoạn khai thác sử dụng có thể được đo bằng các máy toàn đạc điện tử có chế độ đo trực tiếp không cần gương, các máy toàn đạc điện tử thông thường hoặc các máy kinh vĩ.

5.5.2. Việc đo độ nghiêng của các toà nhà cao tầng trong giai đoạn khai thác sử dụng bắt đầu bằng việc đánh dấu các điểm đặt máy cố định như hình 2 và các điểm đo tại các vị trí được xem xét cẩn thận theo yêu cầu của Ban quản lý công trình và cơ quan thiết kế. Các điểm đặt máy được cố định bằng các mốc bê tông kiên cố trên mặt đất cách công trình một khoảng cách phù hợp để đo ngắm một cách thuận lợi và đảm bảo độ chính xác (nếu điều kiện cho phép thì nên chọn khoảng cách từ điểm đặt máy tới chân công trình bằng chiều cao của nó). Các điểm quan trắc có thể làm bằng kim loại gắn cố định vào công trình, cũng có thể đánh dấu các điểm quan trắc bằng sơn hoặc dán vào đó gương giấy đặc biệt.

5.5.3. Đo độ nghiêng của nhà cao tầng bằng máy toàn đạc điện tử có chế độ đo trực tiếp bằng LASER không cần gương được thực hiện theo trình tự sau:

a. Đặt máy tại điểm  $A_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$  - các điểm cố định đánh dấu trên mặt đất) sao cho mặt phẳng chuẩn trực của máy vuông góc với hướng X. Từ  $A_i$  lần lượt ngắm máy tới các điểm  $A^j$  ( $j=1, 2, \dots, k$  - các điểm quan trắc được đánh dấu trên thân công trình) và đo các khoảng cách ngang tương ứng là  $D_{A_i}^{(1)}, D_{A_i}^{(2)} \dots D_{A_i}^{(k)}$  (hình A3, phụ lục A);

b. Chuyển máy ra điểm  $B_i$  làm tương tự như ở điểm  $A_i$  và đo được các khoảng cách  $D_{B_i}^{(1)}, D_{B_i}^{(2)} \dots D_{B_i}^{(k)}$ ;

c. Tính thành phần độ nghiêng của công trình dọc theo hướng X bằng công thức

$$e_x = D_{A_i}^{(j)} - D_{B_i}^{(j)} \quad (3)$$

d. Tính thành phần độ nghiêng của công trình dọc theo hướng Y bằng công thức

$$e_y^{(j)} = D_{B_i}^{(j)} - D_{A_i}^{(j)} \quad (4)$$

e. Tính độ lớn của véc tơ tổng hợp e

$$e = \sqrt{e_x^2 + e_y^2} \quad (5)$$

f. Tính góc nghiêng theo công thức (1) và hướng nghiêng của công trình theo công thức (2).

5.5.4. Nếu không có máy toàn đạc điện tử có chế độ đo trực tiếp bằng LASER thì có thể sử dụng máy toàn đạc điện tử thông thường nhưng trong trường hợp này tại các điểm  $A_i^j$  và  $B_i^j$  cần phải dán các gương giấy chuyên dùng. Trình tự đo và tính các yếu tố đặc trưng cho độ nghiêng của công trình tương tự như trong mục 5.5.3.

5.5.5. Nếu không có máy toàn đạc điện tử và điều kiện đo ngắm cho phép thì có thể sử dụng máy kinh vĩ thông thường, tốt nhất nên dùng máy kinh vĩ điện tử có hệ thống con lắc điện tử để hiệu chỉnh độ nghiêng của hai trục (dual axis correction). Trình tự đo ngắm và xác định yếu tố đặc trưng cho độ nghiêng như sau:

a) Đặt máy kinh vĩ tại điểm  $A_i$  cân máy cẩn thận bằng bọt thủy điện tử, đặt Dual - axis correction ở chế độ mở;

b) Lần lượt ngắm máy lên các điểm  $A_i^j$  đã đánh dấu ở chu kỳ 1 và đọc được các góc  $\alpha_i^1, \alpha_i^2 \dots \alpha_i^k$ ;

c) Chuyển máy sang điểm  $B_i$  và làm tương tự sẽ đọc được các góc  $\alpha_i^1, \alpha_i^2 \dots \alpha_i^k$

Tính độ lệch theo hướng X bằng công thức:

$$e_x^j = (\alpha_i^j - \alpha_i^1) D_{A_i} \quad (6)$$

d) Tính độ lệch theo hướng Y bằng công thức:

$$e_y^j = (\alpha_i^j - \alpha_i^1) D_{B_i} \quad (7)$$

Véc tơ độ lệch tổng hợp được tính theo công thức (5), hướng nghiêng được tính theo công thức (2) tương tự như trong mục 5.5.3. Các khoảng cách từ các điểm  $A_i$  và  $B_i$  tới công trình được đo với sai số không vượt quá 1cm.

5.5.6. Có thể sử dụng máy kinh vĩ và một thước nhựa hoặc thước kim loại thông thường để đo độ nghiêng theo trình tự sau:

a) Đặt máy tại điểm  $A_i$  tương tự như trong mục 5.5.3;

b) Lần lượt ngắm máy lên các điểm  $A_i^j$  và hạ dẫn ống kính xuống để có thể đọc số trên thước đặt tại điểm  $A_i^1$  theo chỉ đúng của máy kinh vĩ. Khoảng cách từ điểm  $A_i^1$  trên thước tới vị trí chiếu của điểm  $A_i^j$  chính là thành phần độ lệch theo hướng X ( $e_x$ ) của điểm  $A_i^j$  như hình A.2 trong phụ lục A;

c) Chuyển máy sang điểm  $B_i$  và làm tương tự sẽ xác định được thành phần độ lệch theo hướng Y ( $e_y$ ); Các yếu tố khác được xác định theo các công thức (5) và (6).

## 6. Quan trắc độ nghiêng của các công trình có dạng hình trụ tròn

6.1. Hiện nay việc thi công các công trình dạng hình trụ tròn bằng bê tông cốt thép như si lô chứa vật liệu rời, ống khói nhà máy v.v..., chủ yếu được thực hiện bằng phương pháp cô-phá trượt, vì vậy việc đo độ nghiêng của nó trong giai đoạn thi công xây dựng tốt nhất nên thực hiện bằng các máy chiếu chuyên dùng. Các máy chiếu thích hợp cho loại công việc này được giới thiệu trong Phụ lục F.

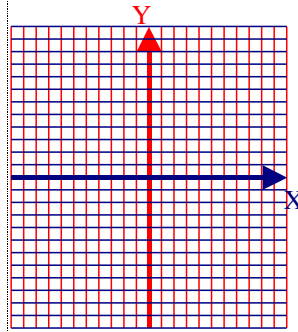
6.2. Tùy theo kết cấu của mâm sàng (sàn công tác) và tùy điều kiện đo ngắm cụ thể mà có thể sử dụng phương pháp chiếu từ tâm lên hoặc chiếu từ bên ngoài.

6.3. Quy trình xác định độ nghiêng theo phương pháp chiếu từ tâm lên được thực hiện theo trình tự sau:

a) Trước khi thi công xây dựng công trình bằng phương pháp cô-phá trượt cần bố trí chính xác vị trí tâm của công trình (si lô hoặc ống khói) ngoài hiện trường, cố định nó



- bằng một mốc kiên cố trên đó có lắp đặt bộ phận định tâm bắt buộc để đặt máy chiếu như trình bày trong phần Phụ lục G;
- b) Dựng một hệ tọa độ giả định có gốc tọa độ là điểm vừa được đánh dấu như đã nêu ở phần trên, hai trục X và Y của nó được đánh dấu trên thực địa bằng các mốc bê tông kiên cố;
- c) Dựng hệ trục tọa độ vuông góc thứ hai trên mặt một tấm mica kích thước khoảng 60 x 60 cm (hình.3) trên đó các trục X và Y được chia thành các vạch 1cm bằng hai loại mực khác nhau để dễ nhận biết tránh nhầm lẫn. Trong hệ tọa độ này để tiện cho việc tính toán vị trí thực tế của mâm sàng nên ghi các vạch khắc có dấu (-) theo hướng từ gốc tọa độ lên phía trên và sang bên phải và ngược lại giá trị vạch khắc có dấu dương bên trái và phía dưới gốc tọa độ tăng dần từ trên xuống dưới và từ phải qua trái.
- d) Đặt tấm mica có hệ tọa độ này vào tâm mâm sàng sao cho điểm O' của hệ tọa độ trên tấm mica trùng với gốc tọa độ O trên mặt đất và các trục X' và Y' trùng với các trục X và Y đã đánh dấu như nói ở phần trên;



**Hình 3- Tấm Mica có khắc hệ tọa độ gắn trên mâm sàng**

- e) Trong quá trình thi công xây dựng công trình bằng phương pháp cô-pha trượt, sau mỗi lần trượt cần đặt máy chiếu tại điểm đã đánh dấu ở tâm công trình và ngắm vào tấm mica đặt ở mặt dưới mâm sàng đọc các số đọc  $e_x$  và  $e_y$  trên hệ trục tọa độ, đây chính là thành phần độ lệch tâm của công trình tại điểm đang quan sát ( $e_x$  và  $e_y$ ) so với vị trí tâm chính xác của nó dưới mặt đất;
- f) Véc tơ tổng hợp độ nghiêng tổng hợp và hướng nghiêng được tính theo các công thức (5) và (2);
- g) Độ lệch thành phần, véc tơ độ lệch tổng hợp và hướng lệch phải được thông báo kịp thời cho đơn vị thi công để chỉnh mâm sàng về vị trí thẳng đứng.
- 6.4. Nếu kết cấu của công trình không cho phép chiếu trực tiếp từ tâm lên thì có thể thực hiện việc xác định độ nghiêng bằng phương pháp chiếu từ bên ngoài theo quy trình sau đây:
- a) Bố trí điểm tâm của công trình và dựng hệ tọa độ giả định XOY giống như mục 6.3 nhưng không cần đánh dấu điểm O bằng mốc kiên cố và cũng không cần xây dựng mốc dọi tâm bắt buộc. Mốc O ở tâm của công trình chỉ sử dụng tạm thời;
- b) Từ tâm của công trình bố trí bốn điểm  $O_1, O_2, O_3, O_4$  sao cho điểm này nằm nằm trên các trục tọa độ và cách mép ngoài của công trình từ 0,8m - 1m (hình A8, phụ lục A). Các điểm được đánh dấu bằng các mốc bê tông kiên cố có hệ thống dọi tâm bắt buộc để đặt máy chiếu loại ZL;
- c) Dựng trên 4 tấm mica 4 hệ tọa độ  $X'O_1Y', X'O_2Y', X'O_3Y'$  và  $X'O_4Y'$  giống như làm trong mục 6.3;
- d) Đặt máy chiếu ZL tại điểm  $O_1$  và gắn tấm mica có chia vạch như hình 3 lên mâm sàng ở vòng đầu tiên sao cho điểm  $O_1$  trùng với điểm  $O'_1$  và các trục  $O_1X', O_1Y'$  song song với các trục  $O_1X$  và  $O_1Y$ . Cũng làm tương tự như vậy đối với các điểm  $O_2, O_3$  và  $O_4$ ;
- e) Trong quá trình thi công silo bằng phương pháp cô pha trượt, sau mỗi lần trượt cần bộ kỹ thuật lần lượt đặt máy chiếu ZL tại các điểm  $O_1, O_2, O_3,$  và  $O_4$ , đọc các giá trị  $e_x$  và  $e_y$  trên các thang số tương ứng. Dựa vào các số đọc này tính được tọa độ thực tế của các điểm  $O_1', O_2', O_3'$  và  $O_4'$  trên cơ sở đó tính ra tọa độ thực tế của tâm công trình;
- f) Tính được độ nghiêng của thực tế của nó để đơn vị thi công kịp thời điều chỉnh. Trình tự xử lý số liệu xác định độ nghiêng bằng phương pháp này được trình bày trong phụ lục E;
- 6.5. Trong giai đoạn khai thác sử dụng đối với các công trình có dạng hình côn hoặc hình trụ tròn có bán kính lớn thì tốt nhất nên xác định độ nghiêng của chúng bằng phương

pháp đo tọa độ bên ngoài công trình sử dụng các máy toàn đạc điện tử có chế độ đo trực tiếp bằng LASER không cần gương phản xạ. Trình tự thực hiện việc đo độ nghiêng trong trường hợp này như sau:

- Lập một đường chuyền khép kín xung quanh đối tượng cần xác định độ nghiêng (hình A6, phụ lục A). Số điểm đường chuyền tối thiểu là 3, khuyến cáo từ 5 ÷ 9 điểm. Tọa độ và độ cao của các điểm được xác định trong một hệ giả định;
- Lần lượt đặt các máy toàn đạc điện tử tại các điểm của đường chuyền, nhập tọa độ và độ cao của điểm đặt máy, định hướng máy theo tọa độ của một điểm đường chuyền khác;
- Khởi động chế độ xác định tọa độ không gian ba chiều và ngắm máy vào đối tượng cần xác định độ nghiêng ở vòng sát mặt đất (chân của công trình) theo hướng vuông góc với bề mặt của đối tượng, xác định tọa độ  $x^{(1)}_A, y^{(1)}_A, H^{(1)}_A$ ;
- Đưa ống kính lên cao dần và đo tọa độ cho đến khi  $H^{(2)}_A = H^{(1)}_A + h$  trong đó  $h = 2m, 5m$  hoặc  $10m$  tùy theo yêu cầu của cơ quan thiết kế hoặc ban quản lý công trình, đo các giá trị  $x^{(2)}_A, y^{(2)}_A$  và  $H^{(2)}_A$  và lần lượt làm như vậy cho đến hết chiều cao của công trình;
- Chuyển máy sang điểm đường chuyền tiếp theo và lặp lại các thao tác như bước b, c và d như tại điểm A;
- Dựa vào tọa độ của các điểm được đo trên từng vòng xác định ra tọa độ  $x^{(i)}_c, y^{(i)}_c$  và bán kính  $R_i$  của vòng đó;
- So sánh tọa độ  $x^{(i)}_c, y^{(i)}_c$  của từng vòng với vòng gốc ở sát mặt đất sẽ xác định được độ nghiêng của công trình. Trình tự tính toán số liệu xác định độ nghiêng của công trình được trình bày trong phụ lục B;

6.6. Nếu không có máy toàn đạc điện tử với chế độ đo trực tiếp bằng LASER thì có thể sử dụng máy kinh vĩ thông thường để xác định tọa độ tâm công trình bằng phương pháp giao hội thuận. Bài toán giao hội thuận có thể thực hiện từ 2, 3 hoặc 4 điểm ở đây chỉ trình bày qui trình giao hội từ 2 điểm. Việc mở rộng ra giao hội từ 3 hoặc 4 điểm được thực hiện tương tự như đối với trường hợp 2 điểm. Trình tự thực hiện như sau:

- Triển khai một đường chuyền khép kín 3 - 4 điểm xung quanh đối tượng cần kiểm tra độ nghiêng như mục 6.5. Vị trí các điểm phải chọn cách công trình một khoảng tối thiểu bằng chiều cao của nó. Tọa độ và độ cao của các điểm được tính trong một hệ giả định;
- Đặt máy tại điểm A đo chiều cao máy và hướng máy lên đối tượng tại điểm nằm sát mặt đất đo các giá trị  $\alpha^T_1, \alpha^P_1, \alpha_1$  và  $Z_1$ .

Trong đó:

$\alpha^T_1$  - Số đọc trên mặt bàn độ ngang khi tia ngắm tiếp xúc với đối tượng ở mép bên trái của vòng 1

$\alpha^P_1$  - Số đọc trên mặt độ ngang khi tia ngắm tiếp xúc với đối tượng ở mép phải

$Z_1$  - Góc thiên đỉnh khi ngắm vòng 1;

c) Dựa vào khoảng cách từ điểm đặt máy tới công trình tính các giá trị  $Z_i$  ứng với các vòng trên đối tượng cần quan trắc theo công thức

$$Z_i = \arctg \left( \frac{D}{H_{st} + D \cdot \text{ctg} Z_1 + dH} \right) \quad (8)$$

Trong đó:

D - khoảng cách từ điểm đặt máy tới công trình ;

dH - Chênh cao giữa các vòng (2m, 5m hoặc 10m tùy theo yêu cầu của cơ quan thiết kế hoặc Ban quản lý công trình);

$H_{st}$  - Chiều cao máy tại điểm A.

d) Lần lượt đặt giá trị của bàn độ đúng bằng góc  $Z_i$  vừa tính được và ngắm máy vào mép trái hoặc mép phải của đối tượng và đọc các số đọc  $\alpha^T_i, \alpha^P_i$  và  $\alpha_i$  như đối với vòng 1;

e) Chuyển máy sang điểm B và lại các thao tác như ở điểm A. Các số đọc trên bàn độ ngang kí hiệu là  $\alpha^T, \alpha^P$  và  $\alpha$ ,

Trong đó:

$\alpha^T$  - Số đọc trên mặt bàn độ ngang khi tia ngắm tiếp xúc với đối tượng ở mép bên trái của vòng 1

$\alpha^P$  - Số đọc trên bàn độ ngang khi tia ngắm tiếp xúc với đối tượng ở mép phải góc thiên đỉnh khi ngắm vòng 1;

$\alpha$  - Số đọc trên bàn độ ngang khi ngắm tới tiêu ngắm đặt tại điểm A.

f) Tính các góc  $\alpha^T, \alpha^P$  theo công thức:

$$\alpha_i = \alpha - \frac{1}{2}(\alpha_{T_i} + \alpha_{P_i}) \quad (9)$$

$$\alpha_i = \frac{1}{2}(\alpha_{T_i} + \alpha_{P_i}) - \alpha \quad (10)$$

g) Tính tọa độ  $(x_c)_i$  và  $(y_c)_i$  (tọa độ tâm của vòng thứ i) theo công thức:

$$(x_c)_i = \frac{x_A \operatorname{ctg} \alpha_B \operatorname{ctg} \alpha_A + x_B \operatorname{ctg} \alpha_A \operatorname{ctg} \alpha_B}{\operatorname{ctg} \alpha_A + \operatorname{ctg} \alpha_B} \quad (11)$$

$$(y_c)_i = \frac{y_A \operatorname{ctg} \alpha_B \operatorname{ctg} \alpha_A + y_B \operatorname{ctg} \alpha_A \operatorname{ctg} \alpha_B}{\operatorname{ctg} \alpha_A + \operatorname{ctg} \alpha_B} \quad (12)$$

h) Tính các thành phần độ lệch theo các trục X và Y theo các công thức

$$(e_x)_i = (x_c)_i - (x_c)_1 \quad (13)$$

$$(e_y)_i = (y_c)_i - (y_c)_1 \quad (14)$$

Véc tơ độ nghiêng tổng hợp và góc nghiêng được tính theo các công thức (5) và (1)

6.7. Nếu có thể chọn được hai điểm đặt máy sao cho chúng tạo thành hai hướng vuông góc với nhau như hình A.5 (phụ lục A) thì có thể xác định độ nghiêng của đối tượng bằng phương pháp đo hướng như theo trình tự sau:

a) Đặt máy tại điểm A cân bằng máy chính xác, đo khoảng cách từ máy tới đối tượng  $D_A$  và chiều cao máy  $i_A$  sau đó ngắm theo hướng tiếp tuyến với 2 mép của đối tượng ở vòng sát mặt đất (chân công trình) đọc các số đọc  $\alpha_{T_1}$ ,  $\alpha_{P_1}$  và  $Z_1$  (hình A5, phụ lục A).

b) Tính giá trị các góc thiên đỉnh  $Z_i$  của các vòng cách nhau 2,5 hoặc 10m tùy theo yêu cầu của ban quản lý công trình theo công thức (8);

c) Đặt bàn độ đứng của máy lần lượt vào các giá trị góc  $Z_i$  tính được của các vòng, tại mỗi vòng đọc các giá trị  $\alpha_{T_i}$  và  $\alpha_{P_i}$ ;

d) Chuyển máy sang điểm B và lặp lại các thao tác như tại điểm A;

e) Độ nghiêng của công trình theo hướng X tại vòng thứ i được tính theo công thức sau :

$$(e_x)_i = (\alpha_{T_i} - \alpha_{P_i}) \cdot D_A \quad (15)$$

Trong đó:

$$\alpha_i = (\alpha_{T_i} + \alpha_{P_i})/2 \quad (16)$$

Thành phần độ nghiêng của công trình theo hướng Y được xác định theo công thức

$$(e_y)_i = (\alpha_{T_i} - \alpha_{P_i}) \cdot D_B \quad (17)$$

Trong đó:

$$\alpha_i = \frac{1}{2}(\alpha_{T_i} + \alpha_{P_i}) \quad (18)$$

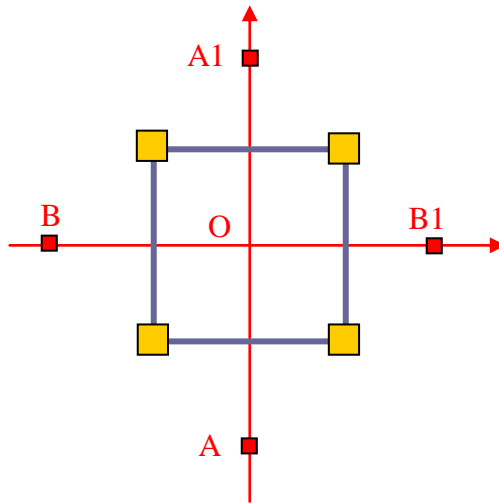
Véc tơ độ nghiêng tổng hợp và góc nghiêng được tính theo các công thức (5) và (1). Hướng nghiêng được tính theo công thức (2).

## 7. Quan trắc độ nghiêng của các tháp truyền hình và tháp ăng ten vô tuyến viễn thông.

7.1. Các tháp truyền hình và tháp ăng ten vô tuyến viễn thông hiện nay đều có tiết diện ngang là hình vuông và được lắp ráp bằng các loại thép ống và thép hình. Chiều cao tối đa của các tháp hiện nay ở nước ta <200m vì vậy phương pháp chính hợp nhất để quan trắc độ nghiêng của tháp là phương pháp đo góc nhỏ bằng máy kinh vĩ theo trình tự sau đây:

a) Khôi phục vị trí tâm của tháp truyền hình hoặc ăng ten VTTT, đánh dấu nó bằng một điểm cố định trên mặt đất và đặt tại đây một tiêu ngắm;

b) Dựng hệ trục tọa độ giả định có gốc tọa độ là tâm của tháp vừa được xác định trong mục a và hai trục X và Y vuông góc với các cạnh của tháp như hình 4;



**Hình 4. Sơ đồ xác định độ nghiêng của tháp truyền hình và ăng ten VTVT**

- c) Trên hai hướng X và Y chọn mỗi hướng 2 điểm A, A1 và B, B1. nếu điều kiện cho phép thì chọn các điểm này sao cho khoảng cách từ chúng tới tâm tháp xấp xỉ bằng chiều cao của tháp. Dùng máy TĐĐT hoặc thước thép xác định các khoảng cách này;
- d) Đặt máy kinh vĩ hoặc máy TĐĐT tại A và đo góc tạo bởi điểm giữa của từng tầng và tâm tháp để xác định các góc  $\alpha_i$ ;
- e) Chuyển máy sang các điểm A1, B, B1 và thực hiện quá trình đo đạc tương tự như tại điểm A đo được các góc  $\alpha_{i1}$ ,  $\beta_i$  và  $\beta_{i1}$  tạo bởi điểm giữa của từng tầng tháp với tâm tháp;
- f) Độ nghiêng của tầng tháp thứ i theo hướng các trục X và Y được tính theo công thức:

$$(e_x)_i = \frac{1}{2} \left( \frac{D_{A1x} - D_{Ax}}{D_{A1x} + D_{Ax}} \right)$$

$$(e_y)_i = \frac{1}{2} \left( \frac{D_{B1y} - D_{By}}{D_{B1y} + D_{By}} \right)$$

$$D_{Ax} = \frac{D_{A1x} + D_{Ax}}{2}$$

$$D_{A1x} = \frac{D_{A1x} - D_{Ax}}{2}$$

$$D_{By} = \frac{D_{B1y} + D_{By}}{2}$$

$$D_{B1y} = \frac{D_{B1y} - D_{By}}{2}$$

Trong đó:

$D_{Ax}$  – Số đọc trên bàn độ ngang khi ngắm máy lên điểm giữa của đốt thứ i khi đặt máy tại điểm A;

$D_{A1x}$  – Số đọc trên bàn độ ngang khi ngắm máy lên điểm giữa của đốt thứ i khi đặt máy tại điểm A1

$D_{By}$  – Số đọc trên bàn độ ngang khi ngắm máy lên điểm giữa của đốt thứ i khi đặt máy tại điểm B

$D_{B1y}$  – Số đọc trên bàn độ ngang khi ngắm máy lên điểm giữa của đốt thứ i khi đặt máy tại điểm B1

Theo các công thức trên đây, ngoài độ nghiêng còn có thể đánh giá được độ vặn xoắn của tháp. Nếu các cặp giá trị  $(e_x^A)_i$  và  $(e_x^{A1})_i$ ,  $(e_y^B)_i$  và  $(e_y^{B1})_i$  có dấu ngược nhau hoặc có giá trị không bằng nhau nghĩa là tháp bị vặn xoắn.  
Véc tơ độ lệch tổng hợp và góc nghiêng được xác định theo công thức (5) và (6).

## Phụ lục A

(Tham khảo)

### Các phương pháp xác định độ nghiêng, độ chính xác và khả năng áp dụng của chúng

Có rất nhiều phương pháp xác định độ nghiêng của các công trình, hiện nay có một số phương pháp chủ yếu thường được áp dụng như sau:

#### A.1. Phương pháp cơ học

##### A.1.1. Nội dung

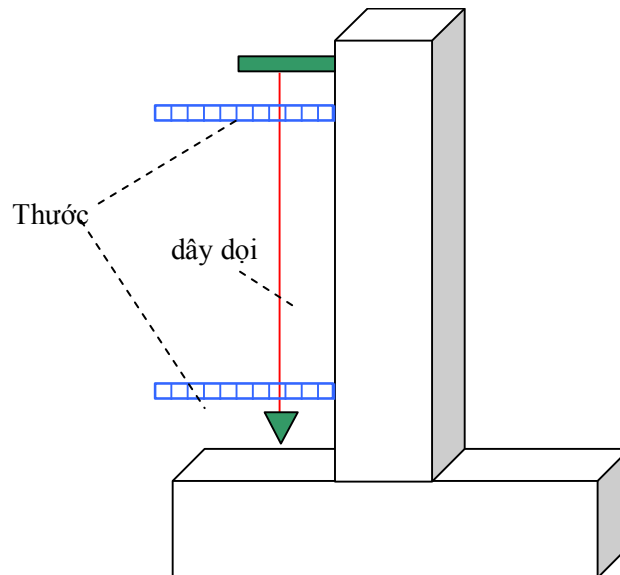
Đây là phương pháp đơn giản nhất để xác định độ nghiêng của công trình. Để xác định độ nghiêng người ta treo một dây dọi và đo khoảng cách từ dây dọi đến bề mặt của công trình ở phía trên (đỉnh) và phía dưới (gốc) như hình A.1. Độ nghiêng thành phần ( $e_x$ ) của công trình theo hướng thước đo sẽ được xác định dựa vào chênh lệch của hai khoảng cách nói trên. Muốn xác định độ nghiêng thành phần  $e_y$  cần treo dọi và thực hiện đo ở hướng vuông góc với mặt vừa đo  $e_x$ .

##### A.1.2. Độ chính xác của phương pháp

Phương pháp cơ học dùng dây dọi có độ chính xác không cao. Do dây dọi bị dao động nên khó đo được khoảng cách chính xác từ dây dọi đến bề mặt của công trình. Đặc biệt là công trình càng cao thì độ chính xác càng giảm. Với các công trình có độ cao từ 3 - 5 m thì sai số đo khoảng cách nằm trong khoảng từ 2 - 3mm trong điều kiện không có gió.

##### A.1.3. Phạm vi áp dụng:

Phương pháp chỉ có thể sử dụng để kiểm tra độ nghiêng của các cột trong phạm vi từng tầng nhà hoặc kiểm tra độ nghiêng của các bức tường.



Hình A.1 Xác định độ nghiêng của các cột bằng dây dọi

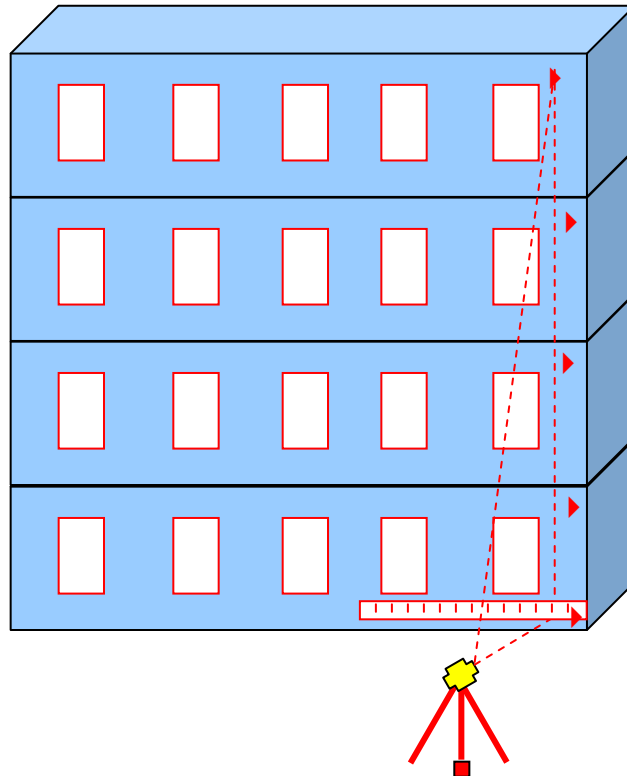
#### A.2. Phương pháp chiếu bằng chỉ dứng của máy kinh vĩ

A.2.1. Nội dung của phương pháp: Để thực hiện phương pháp này có thể sử dụng bất kỳ loại máy kinh vĩ nào. Tuy nhiên để tăng độ chính xác của phương pháp, khi sử dụng máy quang cơ thông thường cần có bọt thủy vắt ngang (đặt trên trục quay của ống kính). Nếu sử dụng máy kinh vĩ điện tử hoặc toàn đạc điện tử thì chế độ bù xiên của hai trục cần phải đặt ở trạng thái hoạt động. Việc xác định độ nghiêng thành phần bằng phương pháp này được thực hiện như sau:

Máy kinh vĩ đặt tại điểm cố định (ví dụ điểm  $A_1$ , hình A2) cách công trình một khoảng bằng chiều cao của nó, cân máy bằng bọt thủy dài (đối với máy kinh vĩ quang cơ) hoặc

bằng bọt thủy điện tử (đối với máy kinh vĩ điện tử). Đánh dấu các điểm  $A^{(1)}$ ,  $A^{(2)}$ ,  $A^{(k)}$  trên công trình (dán hoặc vẽ các tiêu ngắm). Tại điểm  $A^{(1)}$  ở sát mặt đất, đặt một thước có khắc vạch milimet nằm ngang. Chiếu các điểm  $A^{(j)}$  ( $j=1, 2, k$ ) bằng chỉ đứng của máy kinh vĩ xuống thước đặt ở phía dưới ta sẽ đọc được khoảng cách  $d_j$  tính từ điểm  $A^{(j)}$  tới hình chiếu của điểm  $A^{(1)}$ . Chênh lệch khoảng cách  $d_j$  trong các chu kỳ đo so với khoảng cách  $(d_j)_1$  đo được trong chu kỳ đầu cho phép đánh giá được độ nghiêng của công trình theo hướng vuông góc với tia ngắm. Độ nghiêng của công trình theo hướng thứ hai cũng được xác định tương tự.

Nếu không có điều kiện đặt thước đo trực tiếp, thì độ lệch có thể được xác định một cách gián tiếp thông qua việc đo các hướng tới các điểm  $A^{(1)}$ ,  $A^{(2)}$ , ...  $A^{(j)}$ . Trong trường hợp này để tính được độ lệch thành phần cần phải biết cả khoảng cách từ điểm đặt máy tới công trình. Công thức để xác định độ lệch thành phần được nêu trong mục 5.5.5.



**Hình A2. Đo độ nghiêng bằng máy kinh vĩ và thước**

#### A.2.2. Độ chính xác của phương pháp

Nguồn sai số chủ yếu trong phương pháp này là sai số ngắm chuẩn điểm A. Sai số này nằm trong khoảng từ 5-10". Với khoảng cách từ điểm đặt máy tới công trình khoảng 100m thì sai số xác định độ nghiêng thành phần do sai số ngắm chuẩn gây ra nằm trong khoảng từ 3 ÷ 5 mm. Ngoài ra cũng phải kể đến sai số làm trùng vạch chuẩn của thước với vạch chuẩn tại điểm B và sai số đọc số trên thước. Tổng hợp hai nguồn sai số này xấp xỉ 1 mm. Như vậy sai số xác định độ nghiêng theo một hướng sẽ xấp xỉ 5 mm; Sai số xác định véc tơ tổng hợp là  $5\sqrt{2} \approx 7$  mm.

A.2.3. Phạm vi ứng dụng: Phương pháp này nên ứng dụng để xác định độ nghiêng của các tòa nhà cao tầng.

### A.3. Phương pháp sử dụng máy toàn đạc điện tử

#### A.3.1. Nội dung của phương pháp:

Chuẩn bị các điểm đặt máy và các điểm đo giống như trong trường hợp đo độ nghiêng bằng máy kinh vĩ thông thường. Nếu máy có chế độ đo trực tiếp không cần gương thì các điểm đo nên đánh dấu bằng các vòng tròn. Nếu dùng máy toàn đạc điện tử thông thường thì các điểm đo cần phải được gia cố sao cho có thể lắp được các gương chuyên dùng hoặc dán các gương giấy. Việc xác định độ nghiêng thành phần trong trường hợp này rất đơn giản bằng các đo khoảng các ngang từ điểm đặt máy tới các điểm quan trắc. Chênh lệch khoảng cách ngang từ điểm đặt máy tới các điểm đo so với khoảng cách từ điểm đặt

máy tới điểm đo đầu tiên trên mặt bằng tầng 1 chính là độ nghiêng thành phần của điểm đo này theo hướng tia ngắm.

**A.3.2. Độ chính xác của phương pháp:**

Độ chính xác đo độ nghiêng bằng máy TĐĐT chủ yếu phụ thuộc vào độ chính xác của loại máy được sử dụng. Đối với máy TĐĐT độ chính xác đo khoảng cách được xác định theo công thức

$$m_D = \pm(a + b.D) \tag{19}$$

trong đó:

a) Thành phần sai số không phụ thuộc khoảng cách, gồm ảnh hưởng của sai số đo hiệu pha và sai số xác định hằng số K của máy (đối với đa số các máy toàn đạc điện tử thành phần  $a = 2\text{mm}$  )

b) Thành phần sai số phụ thuộc khoảng cách, gồm ảnh hưởng của sai số xác định tốc độ truyền sóng điện từ và sai số xác định tần số điều biến của máy của máy (đối với đa số các máy toàn đạc điện tử thành phần  $b = 2 \cdot 10^{-6}$ ).

Khi đo độ nghiêng khoảng cách từ máy tới các điểm đo thường ngắn (khoảng vài chục mét) vì vậy sai số đo khoảng cách chủ yếu là thành phần a, hơn nữa ảnh hưởng của sai số xác định hằng số K của máy và của gương cũng sẽ bị loại trừ vì vậy sai số xác định khoảng cách chỉ nằm trong khoảng từ 1mm - 2mm.

Sai số xác định độ nghiêng 1 lần đo sẽ là:

$$m_{ex} = m_{ey} = 2\text{mm} \sqrt{2} = 3\text{mm}$$

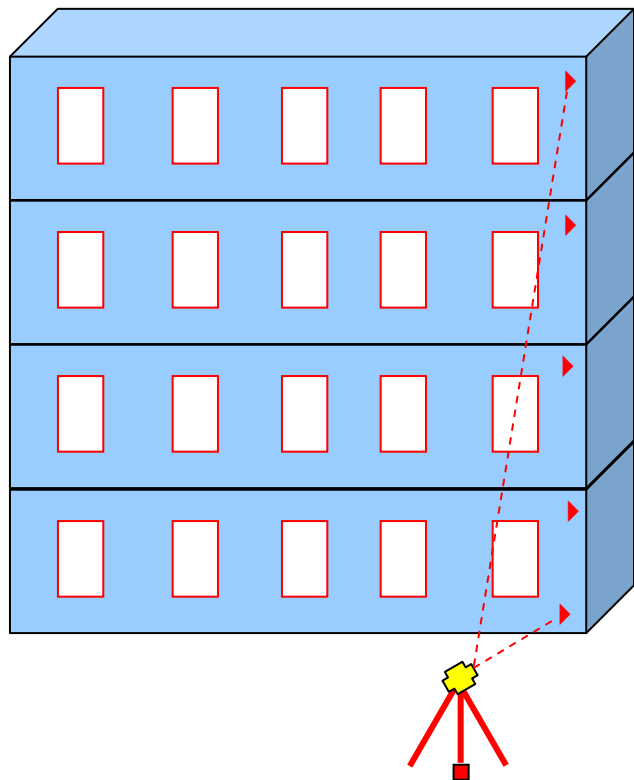
Sai số xác định véc tơ tổng hợp một lần đo là:

$$m_e = 3\text{mm} \sqrt{2} = 4.5\text{mm}$$

Thông thường tại mỗi điểm đo người ta xác định các yếu tố bằng cách đo ít nhất là 3 lần vì vậy sai số xác định giá trị xác xuất nhất của véc tơ tổng hợp sẽ là:

$$m_e = \frac{4.5\text{mm}}{\sqrt{3}} = 2.6\text{mm}$$

► Dấu sơn



**H.A.3 Đo độ nghiêng bằng máy toàn đạc điện tử**

**A.3.3. Phạm vi áp dụng:**

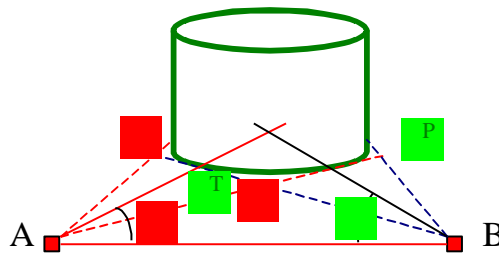
Phương pháp này rất thuận tiện cho việc quan trắc độ nghiêng của các nhà cao tầng. Hiệu quả kinh tế đặc biệt cao nếu các máy toàn đạc điện tử được tích hợp chế độ đo trực tiếp không cần gương.

#### A.4. Phương pháp giao hội góc thuận

##### A.4.1. Nội dung của phương pháp

Khi tiến hành các thao tác đo cần thực hiện các điểm sau:

- Vì không trực tiếp ngắm tới tâm của công trình tại đỉnh và đáy vì vậy thay cho việc ngắm vào tâm của công trình có thể ngắm vào mép của công trình theo đường tiếp tuyến bên phải và bên trái. Giá trị của hướng đo từ điểm đặt máy tới tâm công trình được lấy là giá trị trung bình khi ngắm theo đường tiếp tuyến mép bên trái và mép bên phải;
- Việc xác định góc  $\alpha$  và  $\beta$  trong sơ đồ giao hội được thực hiện ít nhất là 3 vòng đo đầy đủ, mỗi vòng đo thực hiện các thao tác sau:
  - Đặt máy tại điểm A;
  - Ngắm đường tiếp tuyến bên trái công trình ở vị trí bàn độ trái, đọc số trên bàn độ ngang;
  - Ngắm đường tiếp tuyến bên phải công trình ở vị trí bàn độ trái đọc số trên bàn độ ngang;
  - Ngắm vào tiêu đặt tại điểm B ở vị trí bàn độ trái, đọc số trên bàn độ ngang;
  - Đảo kính sang bàn độ phải và thực hiện trình tự ngắm và đọc số ngược lại bắt đầu từ điểm B và kết thúc là đường tiếp tuyến phía bên trái của công trình;
- Để tăng độ chính xác xác định tọa độ tâm của công trình cần chọn thêm một điểm cố định C với điều kiện tương tự như các điểm A và B. Việc chọn thêm điểm C và chương trình đo cho phép xác định từng tọa độ tâm công trình 2 lần độc lập với nhau. Giá trị tọa độ chính thức được lấy là trung bình của hai giá trị tọa độ thu được và độ chính xác xác định tọa độ tăng xấp xỉ 1.5 lần;



Hình A.4 Đo độ nghiêng của công trình bằng phương pháp giao hội thuận

##### A.4.2. Độ chính xác của phương pháp:

Độ chính xác xác định tọa độ tâm của công trình ở phía trên và ở phía dưới được xác định theo công thức của giao hội thuận như sau:

$$m_p = \frac{m_p}{\sin \alpha} \sqrt{S_1^2 \sin^2 \beta + S_2^2 \sin^2 \alpha} \quad (20)$$

Trong đó:

$$\alpha = 180^\circ - (\beta + \gamma);$$

$S_1, S_2$ : khoảng cách từ hai điểm đặt máy tới tâm công trình;

Với  $S_1 = S_2 = 100\text{m}$ ,  $m_{\alpha} = \pm 10''$ ,  $\alpha = 90^\circ$  ta có  $m_p = \pm 7\text{mm}$ .

Nếu chọn 3 điểm cố định có tọa độ A, B và C thì tọa độ tâm công trình sẽ được xác định 2 lần độc lập nhau nghĩa là độ chính xác tăng lên  $\sqrt{2}$  lần, trong trường hợp này:

$$m_p = \pm 7\text{mm} / \sqrt{2} = \pm 5\text{mm}$$

#### A.5. Phương pháp đo hướng

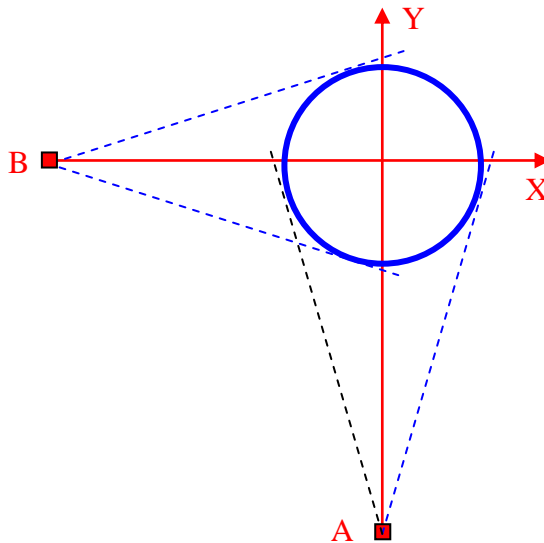
##### A.5.1. Nội dung của phương pháp

Nội dung của phương pháp đo hướng để xác định độ nghiêng cũng gần giống phương pháp giao hội góc thuận. Phương pháp này chỉ có một số điểm khác biệt sau đây:

- Nếu trong phương pháp giao hội thuận góc ở tâm tạo bởi hai tia ngắm tới hai điểm cố định không nhất thiết phải là góc vuông thì trong trường hợp xác định độ nghiêng bằng phương pháp đo hướng góc này bắt buộc phải là góc vuông;



- b) Nếu trong phương pháp giao hội thuận tọa độ của các điểm cố định phải được biết trước thì trong phương pháp này hướng tọa độ của các điểm này là không cần thiết mà chỉ cần xác định khoảng cách từ các điểm cố định trên tâm công trình.
- c) Nếu trong phương pháp giao hội góc thuận phải đo góc hợp bởi hướng tại điểm đặt máy tới điểm cố định khác và hướng tới tâm công trình thì trong phương pháp đo hướng tại mỗi điểm đứng máy chỉ cần đo duy nhất hướng tới tâm công trình ở trên và ở dưới.



**Hình A.5 Đo độ nghiêng của công trình hình trụ hoặc hình côn theo phương pháp đo hướng**

A.5.2. Độ chính xác của phương pháp:

Sai số xác định độ lệch thành phần được tính theo công thức:

$$m_{ex} = \frac{m \cdot D}{\sqrt{2}} \quad (21)$$

Với khoảng cách từ điểm đặt máy tới công trình  $D=100m$ , sai số đo góc  $m=10''$  thì sai số xác định độ nghiêng thành phần  $m_{ex}$  và  $m_{ey}$  tính theo công thức (5.1) là  $5mm$ . Sai số xác định véc tơ độ nghiêng tổng hợp  $m_e = 5mm \cdot \sqrt{2} = 7mm$ .

A.5.3. Phạm vi áp dụng: Phương pháp này có thể được ứng dụng tốt cho các công trình có tiết diện hình trụ tròn hoặc hình côn có bán kính nhỏ.

### **A.6. Phương pháp đo tọa độ bên ngoài công trình**

A.6.1. Nội dung của phương pháp

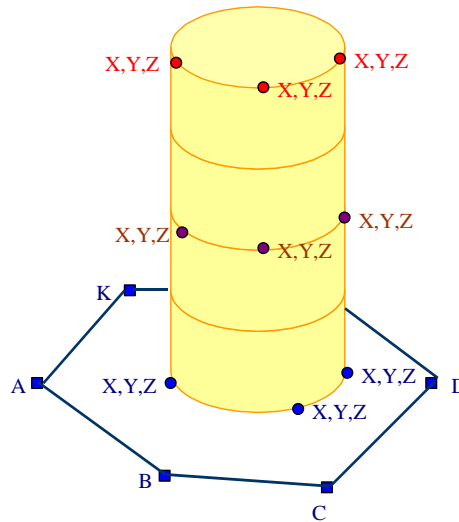
Nội dung của phương pháp này là xác định tọa độ tâm của công trình trên các độ cao khác nhau dựa vào tọa độ đo thực tế của các điểm trên thân ở phía trong hoặc phía ngoài công trình (hình A6)

A.6.2. Độ chính xác của phương pháp

Độ chính xác xác định độ nghiêng của công trình bằng phương pháp này phụ thuộc vào độ chính xác xác định tọa độ tâm của nó trên các độ cao khác nhau. Độ chính xác xác định tâm của công trình không những phụ thuộc vào số điểm đo tọa độ trên từng vòng mà còn phụ thuộc vào phân bố các điểm này theo vòng tròn. Trường hợp số điểm đo tọa độ  $>6$  và các điểm phân bố tương đối đều thì độ chính xác xác định tọa độ tâm vòng tròn bằng phương pháp số bình phương nhỏ nhất tương đương với độ chính xác xác định tọa độ của các điểm bằng máy toàn đạc điện tử;

A.6.3. Phạm vi áp dụng

Phương pháp này nên áp dụng cho các công trình có tiết diện là hình tròn có đường kính lớn như silô chứa vật liệu rời, bồn chứa xăng dầu hoặc khí hoá lỏng LPG, ống khói nhà máy vv.



**Hình A.6 Xác định độ nghiêng bằng phương pháp đo tọa độ bên ngoài**

**A.7. Xác định độ nghiêng bằng phương pháp chiếu đứng từ tâm công trình**

**A.7.1. Nội dung của phương pháp**

Sử dụng máy chiếu đứng loại ZL chiếu trực tiếp từ tâm công trình lên các vòng ở trên cao để xác định tọa độ tâm thực tế của nó tại vòng đang xét. Độ nghiêng của công trình được xác định thông qua giá trị chênh lệch tọa độ tâm thực tế của vòng đang xét và tâm của công trình ở chân của nó

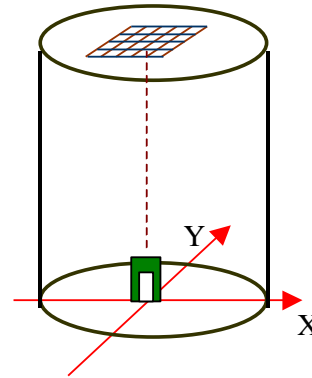
**A.7.2. Độ chính xác của phương pháp**

Đây là phương pháp xác định độ nghiêng có độ chính xác cao. Nếu sử dụng các máy chiếu loại PZL (Đức) hoặc NZL (Thụy sĩ) để xác định độ nghiêng của công trình có chiều cao không quá 100m thì sai số nằm trong khoảng vài milimét.

**A.7.3. Phạm vi áp dụng**

Phương pháp này nên sử dụng cho các công trình có dạng hình tròn hoặc hình côn trong giai đoạn thi công xây dựng có khả năng chiếu trực tiếp từ tâm lên.

**Hình A7. Xác định độ nghiêng bằng phương pháp chiếu đứng từ tâm công trình**



**A.8. Xác định độ nghiêng bằng phương pháp chiếu từ bên ngoài công trình**

**A.8.1. Nội dung của phương pháp**

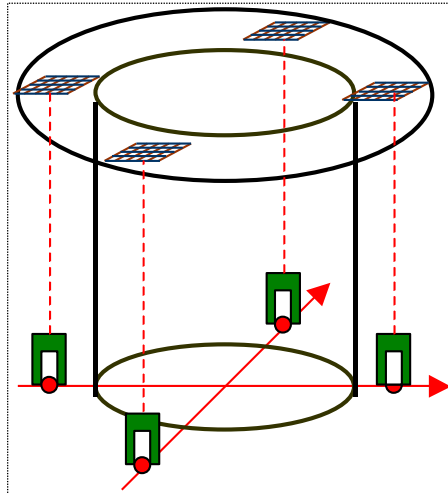
Nội dung của phương pháp này là sử dụng máy chiếu đứng để xác định tọa độ thực tế của các điểm  $O_1'$ ,  $O_2'$ ,  $O_3'$  và  $O_4'$  nằm trên các trục tọa độ, thông qua chúng xác định được tọa độ thực tế của tâm công trình tại vòng đang xét và xác định được độ nghiêng của nó.

**A.8.2. Độ chính xác của phương pháp**

Phương pháp này có độ chính xác gần tương đương với phương pháp chiếu từ tâm lên nghĩa là cung cho phép xác định được độ nghiêng với sai số khoảng vài milimét.

**A.8.3. Phạm vi ứng dụng**

Phương pháp này ứng dụng để xác định độ nghiêng của các si lô hoặc ống khói trong giai đoạn thi công bằng phương pháp cô-pha trượt nhưng không có khả năng chiếu trực tiếp từ tâm công trình lên.



**Hình A.8 Xác định độ nghiêng bằng phương pháp chiếu đứng từ bên ngoài công trình**

## Phụ lục B

(Tham khảo)

### Xử lý số liệu đo đạc xác định độ nghiêng công trình có thiết diện hình tròn bằng phương pháp đo toạ độ bên ngoài

Sơ đồ bố trí các điểm đo được thể hiện tên H.A6

**Các bước thực hiện:**

Bước 1. Tính toạ độ gần đúng của tâm công trình theo công thức:

$$x_c^0 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j^0 \quad (b.1)$$

$$y_c^0 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_j^0 \quad (b.2)$$

Trong đó:

$(x^0)_i, (y^0)_i$  - Toạ độ gần đúng của tâm công trình ở vòng thứ  $i$  ;

$x^{(j)}_i, y^{(j)}_i$  - Toạ độ của các điểm đo thực tế trên công trình ở vòng thứ  $i$

$j = 1, 2, \dots, k$  - Số điểm đo trên vòng đang xét.

Bước 2: Lập hệ phương trình số hiệu chỉnh theo công thức:

$$V = AX + L \quad (b.3)$$

Trong đó:

$V$  - Véc tơ số hiệu chỉnh;

$$V^T = V_1, V_2, \dots, V_n \quad (b.4)$$

$A$  - Ma trận hệ số phương trình số hiệu chỉnh;

$$A = \begin{pmatrix} \frac{x_c^0 - x_1^0}{R'_1} & \frac{y_c^0 - y_1^0}{R'_1} \\ \frac{x_c^0 - x_2^0}{R'_2} & \frac{y_c^0 - y_2^0}{R'_2} \\ \dots & \dots \\ \frac{x_c^0 - x_n^0}{R'_n} & \frac{y_c^0 - y_n^0}{R'_n} \end{pmatrix} \quad (b.5)$$

$X$  - Véc tơ ẩn số

$$X^T = R, dx, dy \quad (b.6)$$

$L$  - Véc tơ số hạng tự do

$$L^T = R'_1, R'_2, \dots, R'_n \quad (b.7)$$

Bước 3: Lập hệ phương trình chuẩn theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất  $[vv] = \min$

$$A^T A X + A^T L = 0 \quad (b.8)$$

Bước 4: Giải hệ phương trình tuyến tính (b.8) sẽ nhận được 3 ẩn số  $dx, dy$  và  $R$ .

Bước 5: Tính toạ độ tâm

$$x_c = x_c^0 + dx \quad (b.9)$$

$$y_c = y_c^0 + dy \quad (b.10)$$

Lặp lại các bước từ (2) đến (5) cho đến khi sai lệch  $x_c, y_c$  và  $R$  sau hai lần lặp liên tiếp không sai lệch quá 1mm thì dừng lại sẽ được toạ độ  $x_c, y_c$  chính xác cho vòng đang xét.

Quy trình trên đây được thực hiện cho từng vòng của công trình.

Có toạ độ tâm của các vòng có thể dễ dàng xác định được độ nghiêng theo các công thức (1) và (2).

**Ví dụ minh họa:**

Dưới đây là quá trình xử lý số liệu quan trắc độ nghiêng của silô bột liệu nhà máy xi măng X thực hiện bằng máy toàn đạc điện tử TCR - 303 để đo theo phương pháp đo toạ độ từ bên ngoài

**Bảng B1: Toạ độ các điểm trên vòng 1, H=4.73**

Điểm	Toạ độ của các điểm đo trực tiếp	
	X	Y
1	946.609	964.045
2	948.512	952.047

3	950.453	951.185
4	945.083	956.431
5	944.974	956.755
6	947.324	964.788
7	947.640	965.065
8	951.891	966.832
9	946.348	963.694

Toạ độ gần đúng tâm của vòng 1 xác định theo công thức (b.1) và (b.2) là:

$$(x^{(1)}_c)_0 = 947.648 \text{ m}; \quad (y^{(1)}_c)_0 = 90.094 \text{ m};$$

Với các giá trị này ta có ma trận hệ phương trình số hiệu chỉnh theo công thức (b.5) như sau

$$A = \begin{pmatrix} 1.0000+0.2543-0.9671 \\ -1.0000-0.1067+0.9943 \\ -1.0000-0.3003+0.9538 \\ -1.0000+0.5737+0.8191 \\ -1.0000+0.6252+0.7805 \\ -1.0000+0.0689-0.9976 \\ -1.0000+0.0017-1.0000 \\ -1.0000-0.5328-0.8462 \\ 1.0000+0.3397-0.9405 \end{pmatrix} \quad L = \begin{pmatrix} +4.0858 \\ +8.0928 \\ +9.3397 \\ +4.4715 \\ +4.2775 \\ +4.7056 \\ +4.9715 \\ +7.9629 \\ +3.8280 \end{pmatrix}$$

Hệ phương trình chuẩn theo công thức b.8 có dạng:

$$\begin{array}{rcll} 9.0000R & - & 0.9236dx & + & 1.2038dy & - & 51.7353 & = & 0.0000 \\ - & 0.9236R & + & 1.2902dx & + & 0.3803dy & + & 0.0000 & = & 0.0000 \\ & 1.2038R & + & 0.3803dx & + & 7.7098dy & - & 0.0000 & = & 0.0000 \end{array}$$

Giải hệ phương trình này ta được:

$$R = +6.4250$$

$$dx = +4.9670$$

$$dy = -1.2482$$

Như vậy các ẩn số cần xác định của vòng tròn sau lần lặp thứ nhất là:

$$R = 6.4250$$

$$(x^{(1)}_c)_1 = 952.6150$$

$$(y^{(1)}_c)_1 = 958.8458$$

Sử dụng  $(x^1_c)_1$  và  $(y^1_c)_1$  để tính lặp cho lần thứ hai ta có ma trận hệ số phương trình số hiệu chỉnh như sau

$$A = \begin{pmatrix} -1.0000+0.7560-0.6545 \\ -1.0000+0.5167+0.8561 \\ -1.0000+0.2716+0.9624 \\ -1.0000+0.9523+0.3052 \\ -1.0000+0.9646-0.2639 \\ -1.0000+0.6650-0.7469 \\ -1.0000+0.6247-0.7809 \\ -1.0000+0.0903-0.9959 \\ -1.0000+0.7909-0.6119 \end{pmatrix} \quad L = \begin{pmatrix} +7.9442 \\ +7.9406 \\ +7.9596 \\ +7.9097 \\ +7.9220 \\ +7.9569 \\ +7.9647 \\ +8.0194 \\ +7.9239 \end{pmatrix}$$

Hệ phương trình chuẩn của lần lặp thứ 2 có dạng

$$\begin{array}{rcll} +9.0000R & - & 5.6321dx & + & 1.4025dy & - & 71.5411 & = & 0.0000 \\ - & 5.6321R & + & 4.2157dx & - & 0.8042dy & + & 44.7028 & = & 0.0000 \\ & + & 1.4025R & - & 0.8042dx & + & 4.7843dy & - & 11.2340 & = & 0.0000 \end{array}$$

Giải hệ phương trình này ta được:

$$R = +8.0059$$

$$dx = +0.0952$$

$$dy = +0.0173$$

Các tham số cần xác định của vòng tròn sau lần lặp thứ hai là:

$$R = +8.0059$$

$$(x_c^{(1)})_2 = 952.7102,$$

$$(y_c^{(1)})_2 = 958.8631$$

Sử dụng  $x_c^2$  và  $y_c^2$  để tính lập cho lần thứ ba ta có ma trận hệ số phương trình số hiệu chỉnh như sau

$$A = \begin{pmatrix} -1.0000+0.7622-0.6474 \\ -1.0000+0.5245+0.8514 \\ -1.0000+0.2821+0.9594 \\ -1.0000+0.9528+0.3037 \\ -1.0000+0.9648-0.2628 \\ -1.0000+0.6725-0.7400 \\ -1.0000+0.6329-0.7742 \\ -1.0000+0.1023-0.9948 \\ -1.0000+0.7964-0.6048 \end{pmatrix} \quad L = \begin{pmatrix} +8.0052 \\ +8.0049 \\ +8.0026 \\ +8.0056 \\ +8.0183 \\ +8.0077 \\ +8.0111 \\ +8.0114 \\ +7.9889 \end{pmatrix}$$

Hệ phương trình chuẩn của lần lặp thứ 3 là:

$$\begin{array}{cccccc} +9.0000R & -5.6906dx & +1.3837dy & -72.0558 & = & 0.0000 \\ -5.6906R & +4.2720dx & -0.8044dy & +45.5593 & = & 0.0000 \\ +1.3837R & -0.8044dx & +4.7280dy & -11.0785 & = & 0.0000 \end{array}$$

Giải hệ phương trình này được:

$$R = +8.0066$$

$$dx = +0.0006$$

$$dy = +0.0001$$

Các tham số cần xác định của vòng tròn sau lần lặp thứ hai là:

$$R^{(1)} = +8.007m$$

$$(x_c^{(1)})_3 = 952.711m$$

$$(y_c^{(1)})_3 = 958.863m$$

Sau lần lặp thứ 3 các ẩn số không thay đổi so với lần lặp thứ 2 quá 1mm vì vậy quá trình lặp sẽ dừng lại và các tham số trên sẽ được lấy là các tham số chính thức của vòng 1.

Đối với các vòng tiếp theo cũng làm tương tự nên trong các bảng dưới đây chỉ thống kê các số liệu đo và kết quả cuối cùng

**Bảng B.2 Toạ độ các điểm đo trên vòng thứ 2, H=15.0m**

Điểm đo	X	Y
1	958.731	964.102
2	952.902	966.797
3	960.644	958.132
4	956.622	951.859
5	946.616	964.020
6	948.433	951.919
7	946.353	963.690

Các tham số của vòng thứ 2 sẽ là:

$$R^{(2)} = +8.017m$$

$$x_c^{(2)} = 952.669m$$

$$y_c^{(2)} = 958.785m$$

**Bảng B.3 Toạ độ các điểm đo trên vòng thứ 3, H=20.0m**

Điểm đo	X	Y
1	958.725	964.096
2	952.865	966.772
3	960.628	958.133
4	956.684	951.865
5	946.623	963.997
6	948.442	951.865
7	946.370	963.677

Các tham số của vòng thứ 3 sẽ là:

$$R^{(3)} = +8.019m$$

$$x_c^{(3)} = 952.663\text{m}$$

$$y_c^{(3)} = 958.753\text{m}$$

**Bảng B.4 Toạ độ các điểm đo trên vòng thứ 4, H=25.0m**

Điểm đo	X	Y
1	958.748	964.117
2	952.953	966.833
3	960.643	958.132
4	956.527	951.850
5	946.610	964.039
6	948.450	951.885
7	946.337	963.702

Các tham số của vòng thứ 4 sẽ là:

$$R^{(4)} = +8.025\text{m}$$

$$x_c^{(4)} = 952.659\text{m}$$

$$y_c^{(4)} = 958.807\text{m}$$

**Bảng B.5 Toạ độ các điểm đo trên vòng thứ 5, H=30.0m**

Điểm đo	X	Y
1	958.762	964.129
2	952.968	966.844
3	960.642	958.132
4	956.596	951.856
5	946.604	964.061
6	948.470	951.935
7	946.329	963.707

Các tham số của vòng thứ 5 sẽ là:

$$R^{(5)} = +8.027\text{m}$$

$$x_c^{(5)} = 952.672\text{m}$$

$$y_c^{(5)} = 958.825\text{m}$$

**Bảng B.6 Toạ độ các điểm đo trên vòng thứ 6, H=35.0m**

Điểm đo	X	Y
1	958.786	964.150
2	952.981	966.854
3	960.662	958.130
4	956.622	951.859
5	946.606	964.054
6	948.335	951.703

Các tham số của vòng thứ 6 sẽ là:

$$R^{(6)} = +8.011\text{m}$$

$$x_c^{(6)} = 952.717\text{m}$$

$$y_c^{(6)} = 958.866\text{m}$$

**Bảng B.7 Toạ độ các điểm đo trên vòng thứ 7, H=40.0m**

Điểm đo	X	Y
1	958.750	964.118
2	953.000	966.868
3	960.601	958.135
4	956.665	951.863
5	946.595	964.091
6	948.463	951.917
7	946.312	963.720

Các tham số của vòng thứ 7 sẽ là:

$$R^{(7)} = +8.037\text{m}$$

$$x_c^{(7)} = 952.645\text{m}$$

$$y_c^{(7)} = 958.820\text{m}$$

**Bảng B.8 Toạ độ các điểm đo trên vòng thứ 8, H=45.0m**

Điểm đo	X	Y
1	958.747	964.116
2	952.923	966.813
3	960.631	958.133
4	956.608	951.858
5	946.609	964.043
6	948.442	951.865
7	946.344	963.696

Các tham số của vòng thứ 8 sẽ là:

$$R^{(8)} = +8.031\text{m}$$

$$x_c^{(8)} = 952.654\text{m}$$

$$y_c^{(8)} = 958.785\text{m}$$

**Bảng B.9 Toạ độ các điểm đo trên vòng thứ 9, H=50.0m**

Điểm đo	X	Y
1	958.714	964.088
2	952.628	958.133
3	956.664	951.863
4	946.598	964.082
5	948.434	951.844
6	946.326	963.710

Các tham số của vòng thứ 9 sẽ là:

$$R^{(9)} = +8.041\text{m}$$

$$x_c^{(9)} = 952.626\text{m}$$

$$y_c^{(9)} = 958.767\text{m}$$

**Bảng B.10 Toạ độ các điểm đo trên vòng thứ 10, H=55.0m**

Điểm đo	X	Y
1	958.699	964.076
2	952.749	966.62
3	960.541	958.140
4	956.710	951.868
5	946.593	964.099
6	948.410	951.781
7	946.313	963.720

Các tham số của vòng thứ 10 sẽ là:

$$R^{(10)} = +8.037\text{m}$$

$$x_c^{(10)} = 952.571\text{m}$$

$$y_c^{(10)} = 958.713\text{m}$$

**Bảng B.11 Toạ độ các điểm đo trên vòng thứ 11, H=60.0m**

Điểm đo	X	Y
1	958.724	964.098
2	960.574	958.138
3	956.592	951.856
4	946.562	964.200
5	948.423	951.813
6	946.258	963.762

Các tham số của vòng thứ 11 sẽ là:

$$R^{(11)} = +8.068\text{m}$$

$$x_c^{(11)} = 952.563\text{m}$$

$$y_c^{(11)} = 958.801\text{m}$$



**Bảng B.12 Toạ độ các điểm đo trên vòng thứ 12, H=70.0m**

Điểm đo	X	Y
1	960.604	958.135
2	946.558	964.213
3	948.433	951.840
4	945.716	962.980

Các tham số của vòng thứ 12 sẽ là:

$$R^{(12)} = +8.069\text{m}$$

$$x_c^{(12)} = 952.564\text{m}$$

$$y_c^{(12)} = 958.777\text{m}$$

**Bảng B13. Bảng tính độ nghiêng và hướng nghiêng của silô**

Thứ tự	Độ cao so với chân silô(m)	Véc tơ độ lệch tổng hợp (m)	Góc nghiêng	Hướng nghiêng
1	0.00	0.000	0°0'00"	0°0'00"
2	10.27	0.088(1/120)	0°29'00"	241°16'
3	15.27	0.119(1/130)	0°26'10"	246°29'
4	20.27	0.076(1/270)	0°12'00"	227°20'
5	25.27	0.054(1/470)	0°07'00"	224°21'
6	30.27	0.006(1/5000)	0°00'40"	200°00'
7	35.27	0.079(1/450)	0°07'00"	212°56'
8	40.27	0.096(1/420)	0°08'00"	233°45'
9	45.27	0.128(1/350)	0°09'00"	228°30'
10	50.27	0.205(1/250)	0°14'00"	226°08'
11	60.27	0.160(1/380)	0°09'00"	202°27'
12	70.27	0.171(1/400)	0°08'00"	210°17'

### Phụ lục C

(Tham khảo)

#### Xử lý kết quả xác định độ nghiêng bằng phương pháp đo hướng

Sơ đồ bố trí các điểm đo được thể hiện trên H.A.5

Số liệu quan trắc độ nghiêng của một công trình hình trụ cao 62m theo phương pháp đo hướng được ghi trong các bảng C1 và bảng C2 (từ cột 1 đến cột 4)

**Bảng C1: Số liệu đo tại điểm A, D = 51.132m**

Điểm ngắm	Độ cao	Số đọc trên máy		Trung bình	Độ lệch	
		M. trái (L)	M. phải (R)		Góc	Dài (mm)
1	2	3	4	5	6	7
1	0.0	0°00'03"	1°21'20"	0°40'42"	0'0"	0.000
2	25.0	0°00'10"	1°21'08"	0°40'29"	-0'12"	-3.0
3	48.0	0°08'10"	1°24'26"	0°48'48"	+8'06"	+120.5
4	62.0	0°41'17"	1°02'20"	0°51'48"	+11.07"	+165.3

**Bảng C2: Số liệu đo tại điểm B, D = 54.820m**

Điểm ngắm	Độ cao	Số đọc trên máy		Trung bình	Độ lệch	
		M. trái (L)	M.phải(R)		Góc	Dài (mm)
1	2	3	4	5	6	7
1	0.0	359°59'57"	1°16'20"	38'08"	0'0"	0.00
2	25.0	359°58'45"	1°15'13"	36'59"	-1'09"	-18.3
3	48.0	359°51'50"	1°08'02"	29'56"	+8'12"	-130.8
4	62.0	0°12'04"	0°31'10"	21'40"	+16'.28"	-262.6

Các số liệu ghi trong các cột còn lại từ cột 4 đến cột 6 được tính theo trình tự sau:

Bước 1: Tính giá trị của hướng đi từ điểm A qua tâm của công trình (cột 5) bằng giá trị trung bình của cột (3) và cột (4).

$$(\text{cột } 5) = (Li + Ri)/2 \quad (\text{Số liệu tính trong bảng 1})$$

$$(\text{cột } 6) = (Li + Ri)/2 \quad (\text{Số liệu tính trong bảng 2})$$

Bước 2: Tính độ lệch ở đơn vị góc của các vòng so với chân cột (cột 6) theo công thức:

$$d_{\text{cột } 7} = (\text{cột } 5) - (\text{cột } 6)$$

$$d_{\text{cột } 8} = (\text{cột } 5) - (\text{cột } 6)$$

Trong đó  $d_{\text{cột } 7}$  và  $d_{\text{cột } 8}$  độ lệch của vòng thứ i ở đơn vị góc theo hướng vuông góc với tia ngắm của máy kinh vĩ.

Bước 3: Tính độ lệch của tâm vòng thứ i so với chân cột (theo hướng vuông góc với tia ngắm của máy kinh vĩ) theo công thức 5:

$$e_x = \frac{d_{\text{cột } 7} \cdot P_A}{\dots}$$

$$e_y = \frac{d_{\text{cột } 8} \cdot P_B}{\dots}$$

**Phụ lục D**

(Tham khảo)

**Xử lý số liệu xác định độ nghiêng bằng phương pháp giao hội**

Sơ đồ đo theo phương pháp giao hội từ 2 điểm A và B được trình bày trên HA.4

Các số liệu đo thực địa của vòng đầu tiên (chân công trình) được ghi trong các bảng 1 và 2 từ cột 1 đến cột 4

**Bảng D1: Số liệu đo trên trạm máy A**

Vòng đo	Điểm ngắm	CL	CR	2C	Hướng trung bình	Trị hướng qui 0	Trị hướng tới tâm	Góc
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	L <sub>A</sub>	0°00'00"	180°00'00"	-6"	0°00'03"	0°00'00"	16°36'30"	59°02'10"
	R <sub>A</sub>	33°13'01"	213°13'05"	-4"	33°13'03"	33°13'00"		
	B	75°38'41"	255°38'45"	-4"	75°38'43"	75°38'40"		
2	L <sub>A</sub>	60°00'00"	240°00'08"	-8	60°00'04"	0°00'00"	16°36'32"	59°02'06"
	R <sub>A</sub>	93°13'04"	273°13'10"	-6	93°13'07"	33°13'03"		
	B	135°38'38"	315°38'48"	-10	135°38'43"	75°39'38"		
3	L <sub>A</sub>	120°00'00"	300°00'10"	-10	120°00'05"	0°00'00"	16°36'34"	59°02'04"
	R <sub>A</sub>	153°13'12"	333°13'16"	-4	153°13'14"	33°13'09"		
	B	195°38'40"	15°38'46"	-6	195°38'43"	75°38'38"		

■ = 59°02'07"

**Bảng D2: Số liệu đo trên trạm máy B**

Vòng đo	Điểm ngắm	BL	CR	2C	Trị hướng trung bình	Trị hướng qui 0	Trị hướng tới tâm	Góc
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	A	0°00'00"	180°00'10"	-10	0°00'05"	0°00'00"	56°18'40"	56°18'40"
	L <sub>B</sub>	40°12'28"	220°12'36"	-8	40°12'32"	40°12'37"		
	R <sub>B</sub>	72°24'43"	252°24'50"	-7	72°24'47"	72°24'42"		
2	A	60°00'00"	240°00'12"	-12	60°00'06"	0°00'00"	56°18'36"	56°18'36"
	L <sub>B</sub>	100°12'30"	280°12'12"	-10	100°12'35"	40°12'29"		
	R <sub>B</sub>	132°24'45"	312°24'56"	-11	132°24'50"	72°24'44"		
3	A	120°00'00"	300°00'10"	-10	120°00'05"	0°00'00"	56°18'36"	56°18'36"
	L <sub>B</sub>	160°12'26"	340°12'56"	-10	160°12'31"	40°12'26"		
	R <sub>B</sub>	192°24'45"	12°24'58"	-12	192°24'51"	72°24'46"		

■ = 56°18'37"

Toạ độ của các điểm cố định A và B được cho trong bảng D3

**Bảng D3: Toạ độ của các điểm cố định**

Điểm	Y(m)	X(m)
A	982.000	970.000
B	1020.000	970.000

Tính giá trị hướng từ điểm đặt máy tới tâm của công trình

1. Các số liệu đo ngoại nghiệp được ghi từ cột 1 đến cột 4

2. Tích sai số 2C của máy kinh vĩ (cột 5) theo công thức

$$2C = CL + 180 - CR$$

biến động sai số 2C trong một vòng đo không được vượt quá 12"

3. Trị số hướng trung bình (cột 6) được tính theo công thức

$$A_{TB} = CL - C = CR - 180 + C$$

4. Trị số hướng trung bình qui 0 (cột 7) được tính theo công thức

$$A_i^0 = A_{TB} - A_{TB}^0$$

Trong đó:

i = 0,1, 2 - số lượng hướng đo trên một trạm máy

5. Trị số hướng tới tâm công trình (cột 8) được tính theo công thức

$$A_c = \frac{1}{2}(A_I + A_{II})$$

6. Góc mở tại điểm đặt máy được tính theo công thức (cột 4)

$$\alpha = A_B - A_{tâm}$$

$$\beta = B_A - B_{tâm}$$

7. Tính tọa độ tâm công trình (điểm giao hội) theo công thức

$$x_c = \frac{x_A \operatorname{ctg} \alpha + x_B \operatorname{ctg} \beta + r_A + r_B}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}$$

$$y_c = \frac{y_A \operatorname{ctg} \alpha + y_B \operatorname{ctg} \beta + r_A + r_B}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}$$

Với các số liệu đã tính được như trong bảng D1 và D2 trên tọa độ tâm của công trình ở vòng 1 tính theo công thức trên sẽ có giá trị như sau

$$x_1 = 1000.000 \text{ m}$$

$$y_1 = 1000.000 \text{ m}$$

Đối với các vòng còn lại cũng thực hiện tính toán theo trình tự các bước như trình bày ở trên. Sau khi tính được tọa độ tâm của các vòng chúng ta có thể tính được độ nghiêng của đối tượng quan trắc theo các công thức đã ghi ở phần trên.

**Phụ lục E**

(Tham khảo)

**Xử lý số liệu quan trắc độ nghiêng của công trình  
trong giai đoạn thi công xây dựng bằng phương pháp chiếu từ ngoài.**

Sơ đồ bố trí các điểm đo xem trong phụ lục A, H.A8

**Bảng E1 - Tọa độ của các điểm cố định**

Thứ tự	Tên điểm	Tọa độ		Ghi chú
		X	Y	
1	O <sub>1</sub>	1000.000	988.800	Điểm đo mép bên trái
2	O <sub>2</sub>	1011.200	1000.000	Điểm đo mép bên trên
3	O <sub>3</sub>	1000.000	1011.200	Điểm đo mép bên phải
4	O <sub>4</sub>	988.800	1000.000	Điểm đo mép bên dưới
5	O	1000.000	1000.000	Tâm công trình trên mặt đất

**Bảng E2- Kết quả tính toán**

Thứ tự	Điểm đặt máy	Số đọc		Tọa độ	
		X (mm)	Y (mm)	X' (m)	Y' (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	O <sub>1</sub>	-123	+166	999.877	988.966
2	O <sub>2</sub>	+82	+140	1011.282	1000.140
3	O <sub>3</sub>	-84	+95	999.916	1011.295
4	O <sub>4</sub>	+141	+122	988.941	1000.122

1. Các số liệu quan trắc thực tế của vòng thứ i được ghi trong bảng E2 từ cột 1 đến cột 4
2. Số liệu trong các cột (5) và (6) được tính theo các công thức

$$x_{s'} = x_s + \dots$$

$$y_{s'} = y_s + \dots$$

3. Tính hệ số A, B, C của phương trình đường thẳng  $Ax + By + C = 0$  đi qua hai điểm Đ (đầu) có tọa độ  $x_d, y_d$  và C (cuối) có tọa độ  $x_c, y_c$  theo các công thức sau

$$A = -(y_c - y_d)$$

$$B = -(x_c - x_d)$$

$$C = x_c y_d - x_d y_c$$

Hệ số của phương trình đường thẳng nối 2 điểm O<sub>1</sub> và O<sub>3</sub> là

$$A_1 = -22.329; \quad B_1 = +0.039; \quad C_1 = -22287.684$$

Hệ số của phương trình đường thẳng nối 2 điểm O<sub>2</sub> và O<sub>4</sub> là

$$A_2 = +0.018; \quad B_2 = -22.341; \quad C_2 = -22325.925$$

4. Tính các định thức

$$D = A_1 B_2 - A_2 B_1 = 498.851$$

$$D_x = C_1 B_2 - C_2 B_1 = 498799.859$$

$$D_y = A_1 C_2 - A_2 C_1 = 498916.758$$

Tính tọa độ tâm thực tế của công trình tại vòng thứ i (chính là giao điểm của hai đường thẳng nối O<sub>1</sub> với O<sub>3</sub> và O<sub>2</sub> với O<sub>4</sub>)

$$(x_c)_8 = D_x / D = 999.897m$$

$$(y_c)_8 = D_y / D = 1000.132m$$

5. Tính độ lệch của tâm vòng thứ i theo hướng trục X

$$e_x = (x_c)_8 - (x_c)_1 = 999.897m - 1000.000m = -0.103m$$

Tính độ lệch của tâm vòng thứ i theo hướng trục Y

$$e_y = (y_c)_8 - (y_c)_1 = 1000.132m - 1000.000m = +0.132m$$

6. Tính véc tơ độ lệch tổng hợp của tâm vòng thứ i so với vòng thứ nhất (trên mặt đất)

$$e = \sqrt{e_x^2 + e_y^2} = 0.167 m$$

7. Tính hướng nghiêng của tâm công trình tại vòng thứ i

$$\arctg \frac{e_y}{e_x} = 322^\circ 02' 06''$$

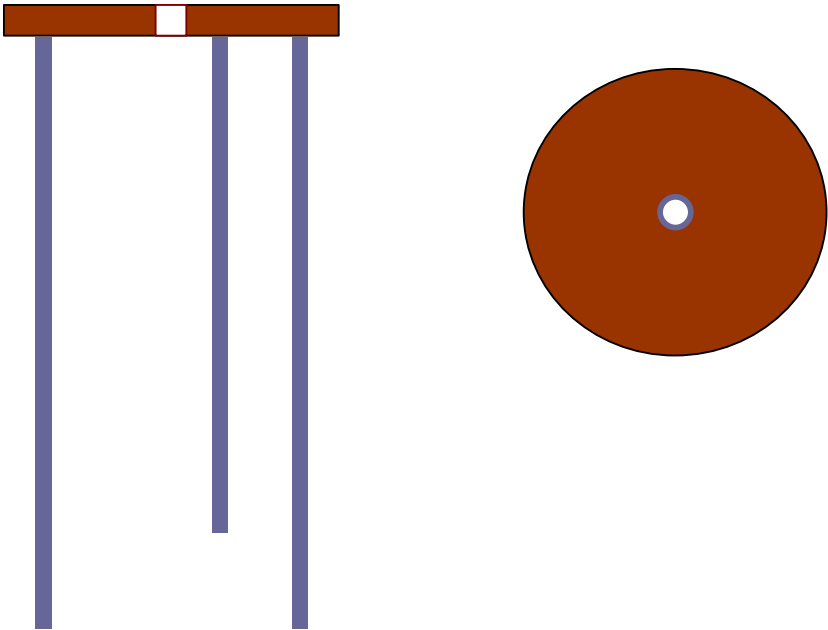
8. Tính góc nghiêng của công trình tại vòng thứ i

$$\frac{e_i}{h_i} = \frac{0.167}{56} 57.3 \times 10^4$$

**Phụ lục F**  
(Tham khảo)  
**Tính năng kỹ thuật của một số máy sử dụng để  
đo độ nghiêng công trình**

Thứ tự	Tên máy	Hãng và nước chế tạo	Độ chính xác đo góc		Độ chính xác đo cạnh (mm)	Tầm hoạt động xa nhất (km)	Trọng lượng, kích thước (kg,mm)
			ngang	đứng			
<b>Các máy toàn đạc điện tử thông thường đo bằng gương phản xạ</b>							
1	DTM-750	Nicol Nhật Bản	2"	2"	2+2.10 <sup>-6</sup> D)	4.4	6.9kg 175x182x367
2	SET-2B	SOKKIA Nhật Bản	2"	2"	3+2.10 <sup>-6</sup> D)	3.5	7.5kg 181x177x371
3	TC-600	LEICA Thụy Sĩ	5"	5"	3+3.10 <sup>-6</sup> D)	2.4	4.2
4	TC-705	LEICA Thụy Sĩ	10"	10"	5+5.10 <sup>-6</sup> D)	1.3	4.2
<b>Các máy toàn đạc điện tử có chế độ đo không cần gương phản xạ</b>							
1	TCR-303	LEICA Thụy Sĩ	3"	3"	2+2.10 <sup>-6</sup> D)	2.0 0.080(5)	7.2
2	TCR-703	LEICA Thụy Sĩ	3"	3"	2+2.10 <sup>-6</sup> D)	2.0 0.080(5)	7.2
3	NPL-350	NIKON Nhật Bản	5"	5"	3+3.10 <sup>-6</sup> D)	2.0 0.080(5)	7.2
4	TRIMBLE 5602 - DR 300+	TRIMBLE Mỹ	2"	2"	2+2.10 <sup>-6</sup> D)	2.0 0.300	10.2
<b>Các máy kinh vĩ điện tử</b>							
1	NE-10H	NIKON Nhật Bản	5"	5"			3.6
2	ETL1	TOPCON Nhật Bản	2"	2"			3.6
3	DT-2E	SOKKIA Nhật Bản	2"	2"			4.8
<b>Các máy chiếu đứng</b>							
1	PZL	Đức			1mm/100m		3.2
2	NZL	LEICA Thụy Sĩ			0.5mm/100m		3.5

**Phụ lục G**  
(Tham khảo)  
**Cấu tạo mố c cố định dọi tâm bắt buộc**





# CHƯƠNG 1. MỘT SỐ VẤN ĐỀ CHUNG

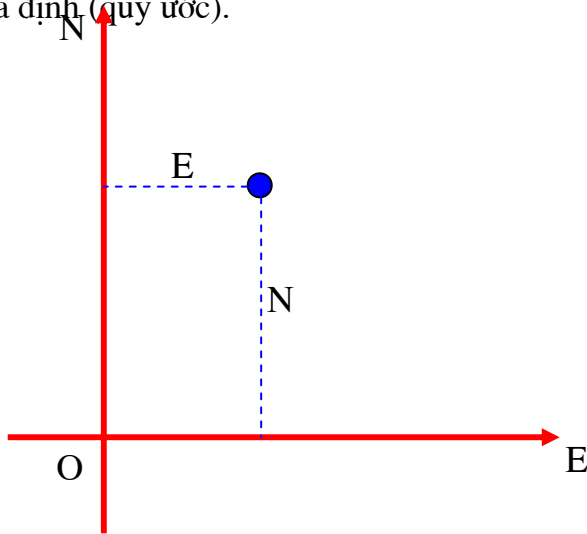
## I. Hệ tọa độ sử dụng trong xây dựng nhà cao tầng

Nhà cao tầng là một loại công trình dân dụng phức tạp. Để thể hiện các yếu tố của loại công trình này người ta thường sử dụng hệ tọa độ vuông góc.

Theo quy định, các NCT trong thành phố được quy hoạch trên một bản đồ quy hoạch tổng thể. Mỗi khi triển khai dự án xây dựng Nhà cao tầng các cơ quan chức năng của thành phố như Sở địa chính, văn phòng kiến trúc sư trưởng thành phố sẽ tiến hành làm các thủ tục cấp đất, giao đất. Ban quản lý dự án có trách nhiệm xây dựng nhà cao tầng theo đúng quy hoạch đã được duyệt.

Thông thường, trong biên bản bàn giao đất sở địa chính thành phố sẽ giao cho Ban quản lý dự án một bản vẽ ranh giới khu đất với đầy đủ tọa độ của các điểm đặc trưng. Tọa độ của các điểm này thường được cho trong hệ tọa độ chung của quốc gia (Hệ tọa độ chung của thành phố). Nói chung hệ tọa độ này không thích hợp với việc xây dựng nhà cao tầng vì các trục tọa độ thường không song song với các trục chính của tòa nhà và các giá trị tọa độ rất lớn gây ra những phiền phức nhất định trong việc ghi tọa độ trên các bản vẽ.

Do diện tích mặt bằng xây dựng nhà cao tầng thường không lớn lắm (khoảng từ vài nghìn mét vuông) đến một vài hecta. Vì vậy trong trường hợp này tốt nhất nên sử dụng hệ tọa độ vuông góc giả định (quy ước).



*H.1 Hệ tọa độ độc lập*

### I.1 Hệ tọa độ độc lập

#### I.1.1 Cách xác lập hệ tọa độ độc lập

Hệ tọa độ vuông góc độc lập hay còn gọi là hệ tọa độ giả định hoặc hệ tọa độ qui ước (H.1) được xác lập bởi hai đường thẳng vuông góc với nhau. Đường nằm ngang (trục X) gọi là trục hoành và đường thẳng đứng (trục Y) gọi là trục tung. Do ở nước ta hệ tọa độ quốc gia lấy trục đứng là trục X và trục ngang là trục Y vì vậy tốt nhất nên ký hiệu các trục đứng của hệ tọa độ là N (hướng Bắc) và trục ngang là E (hướng Đông)

Với hệ trục tọa độ và cách ký hiệu như trên như trên, bất kỳ một điểm P nào trên mặt phẳng cũng được xác định bởi một cặp số thực (N, E) - chính là khoảng cách từ điểm đang xét tới các trục tương ứng, và gọi là tọa độ phẳng vuông góc của của nó. Trong cặp số thực này giá trị hoành độ N được viết trước còn tung độ E được viết sau.



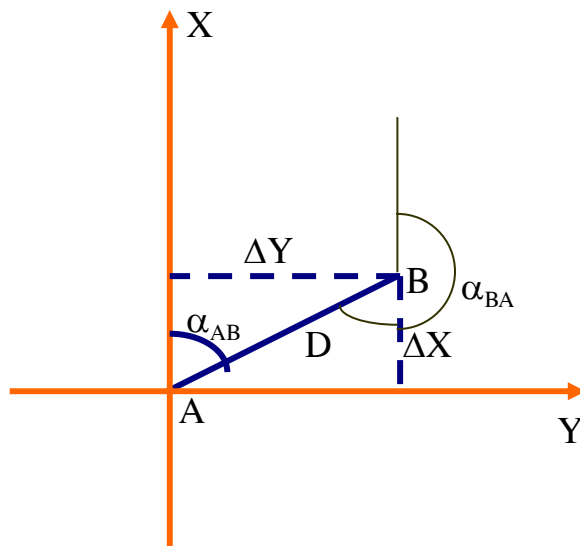
### H.3 Chọn góc của HTĐ không hợp lý (a) và Chọn góc của HTĐ hợp lý (a)

## II. Các bài toán liên quan đến tọa độ của các điểm

Trong thực tế xây dựng các công trình, trong quá trình làm công tác tư vấn giám sát chúng ta thường xuyên phải xác định tọa độ của các điểm nào đó vì vậy bài toán xác định tọa độ của các điểm là bài toán rất thông dụng trên công trường. Dưới đây chúng tôi xin giới thiệu một số bài toán cơ bản liên quan đến tọa độ của các điểm.

### II.1 Bài toán xác định tọa độ của các điểm theo chiều dài và góc phương vị (bài toán thuận)

Để xác định tọa độ của các điểm chúng ta cần đưa thêm vào một khái niệm mới đó là góc phương vị.



Hình.4 Xác định tọa độ của một điểm

Góc phương vị của một đoạn thẳng là góc theo chiều kim đồng hồ hợp bởi hướng bắc của hệ trục tọa độ (hoặc đường thẳng song song với nó) và đoạn thẳng đang xét.

Với đoạn thẳng AB như hình I.2, muốn xác định phương vị của đoạn AB (ký hiệu là  $\alpha_{AB}$ ) thì từ điểm A ta kẻ một đoạn thẳng song song với trục N và ta có được góc phương vị  $\alpha_{AB}$  như hình vẽ.

Giả sử ta đứng tại điểm B nhìn về phía điểm A, Theo quy tắc nói trên ta sẽ xác định được  $\alpha_{BA}$  bằng cách kẻ từ B một đoạn thẳng song song với trục N như cách làm khi xác định phương vị  $\alpha_{AB}$  ta sẽ có được góc  $\alpha_{BA}$ . Góc  $\alpha_{BA}$  gọi là phương vị ngược của  $\alpha_{AB}$ .

Từ hình vẽ ta thấy  $\alpha_{BA} = \alpha_{AB} + 180^\circ$  nghĩa là góc phương vị ngược của một cạnh nào đó bằng góc phương vị xuôi của nó cộng thêm  $180^\circ$ .

Giả sử điểm A đã biết trước tọa độ ( $N_A E_A$ ), ngoài ra chúng ta cũng biết góc  $\alpha_{AB}$  và chiều dài  $S_{AB}$ . Theo hình vẽ ta sẽ có:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X_{AB} &= S_{AB} \cos \alpha_{AB} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\Delta Y_{AB} = S_{AB} \sin \alpha_{AB}$$

$\Delta N$  và  $\Delta E$  là số gia toạ độ của điểm B so với điểm A.

Toạ độ của điểm B sẽ được xác định theo công thức:

$$\left. \begin{aligned} X_B &= X_A + \Delta X_{AB} \\ Y_B &= Y_A + \Delta Y_{AB} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Như vậy chúng ta đã xác định được toạ độ của điểm B. Điều kiện cần thiết để xác định được toạ độ là phải biết khoảng cách S và góc phương vị  $\alpha$ . Khoảng cách S chúng ta có thể dùng các phương tiện đo chiều dài để đo còn việc tính góc phương vị chúng tôi sẽ đề cập ở phần sau.

Bài toán xác định toạ độ của các điểm đã được lập trình và cài sẵn trong các máy tính bỏ túi loại kỹ thuật (Scientific calculator). Nếu sử dụng máy loại CASIO fx thì chương trình tính sẽ được thực hiện như sau:

Bước 1: Nhập D, ấn  + 

Bước 2: Nhập góc  $\alpha$

Bước 3: Ấn phím  được  $\Delta N$

Bước 4: Ấn phím  được  $\Delta E$

## II.2 Bài toán xác định góc phương vị và chiều dài theo toạ độ của các điểm (bài toán nghịch).

Bài toán ngược rất hay được sử dụng để bố trí các điểm từ bản vẽ ra thực tế. Ngoài ra nó còn được sử dụng trong kiểm tra, nghiệm thu công trình.

Từ công thức (2) ta có

$$\Delta N^2 = D^2 \cos^2 \alpha$$

$$\Delta E^2 = D^2 \sin^2 \alpha$$

Suy ra

$$D = \sqrt{\Delta N^2 + \Delta E^2} \quad (3)$$

$$\alpha_{AB} = \text{Arctg} \frac{\Delta E}{\Delta N} \quad (4)$$

Khi giải bài toán này cần chú ý xét dấu của  $\Delta N$  và  $\Delta E$  để tránh các sai lầm. Từ hệ trục toạ độ vuông góc và định nghĩa góc phương vị ta có bảng xét dấu như sau:

$\alpha$	$\Delta N$	$\Delta E$
$0 < \alpha < 90^0$	+	+
$90^0 < \alpha < 180^0$	-	+
$180^0 < \alpha < 270^0$	-	-
$270^0 < \alpha < 360^0$	+	-

Bài toán ngược cũng được lập trình sẵn cài vào trong các máy tính bỏ túi loại kỹ thuật (Scientific calculator). Các kỹ sư tư vấn giám sát, các cán bộ kỹ thuật trên công

trường nên mang theo nó ra ngoài hiện trường và cần biết sử dụng thành thạo các chương trình này.

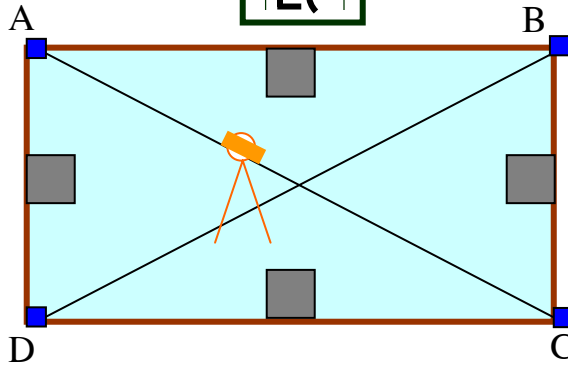
Nếu sử dụng máy loại CASIO fx thì chương trình tính sẽ được thực hiện như sau:

Bước 1: Nhập  $\Delta N$ , ấn **SHIFT** + **+**

Bước 2: Nhập  $\Delta N$

Bước 3: Ấn phím **=** được D

Bước 4: Ấn phím **□(** Được  $\alpha$



Các kỹ sư Trắc địa hoặc kỹ sư xây dựng có thể sử dụng các bài toán trên đây một cách rất có hiệu quả trong quá trình thi công xây dựng nhà cao tầng trong ví dụ sau đây:

Giả sử cần kiểm tra kích thước hình học (gồm chiều dài và các góc của một toà nhà) trong điều kiện các hướng trực tiếp đều bị vướng không thể thực hiện việc đo trực tiếp các cạnh và các góc. Nếu sử dụng máy toàn đạc điện tử chúng ta chỉ cần đặt máy tại một điểm bất kỳ máy sẽ tự xác lập một hệ toạ độ giả định để xác định toạ độ của các điểm. Sau khi có toạ độ chúng ta có thể tính được chiều dài và góc phương vị của tất cả các cạnh (kể cả các đường chéo). Các cạnh được kiểm tra bằng cách so sánh chúng với các kích thước thiết kế, các góc thực tế được xác định bằng hiệu của hai góc phương vị liên tiếp và so sánh với các góc thiết kế để kiểm tra.

### III. Quy trình công nghệ công tác Trắc địa phục vụ thi công nhà cao tầng

Để hình dung được toàn bộ các công tác Trắc địa phục vụ thi công nhà cao tầng chúng tôi xin nêu ra đây quy trình đầy đủ của công tác này.

Quy trình công tác Trắc địa phục vụ thi công nhà cao tầng gồm 4 bước chính sau:

- + Bước 1: Thành lập lưới khống chế mặt bằng, độ cao.
- + Bước 2: Công tác Trắc địa phục vụ xây dựng phần móng công trình.
- + Bước 3: Công tác Trắc địa phục vụ xây dựng phần thân công trình.
- + Bước 4: Công tác Trắc địa phục vụ quan trắc dịch chuyển công trình.

#### 3.1 Thành lập lưới khống chế mặt bằng, độ cao:

##### 3.1.1 Thành lập lưới khống chế mặt bằng

a. Lập phương án kỹ thuật

- Mục đích yêu cầu của lưới.
- Thiết kế các phương án của lưới trên tờ bình đồ và dự kiến các đại lượng đo.
- Đánh giá các phương án thiết kế để chọn ra phương án có lợi nhất.

b. Khảo sát hiện trường, chọn điểm, chôn mốc

- Khảo sát chi tiết tại hiện trường.
  - Đào hố chôn mốc
  - Đổ bê tông các mốc.
  - Hoàn thiện đầu mốc và xây tường bảo vệ.
- c. Đo đạc các yếu tố trong lưới theo phương án đã được phê duyệt
- Chuẩn bị máy móc thiết bị, kiểm nghiệm máy.
  - Đo các góc trong lưới.
  - Đo các cạnh trong lưới.
- d. Xử lý số liệu đo đạc
- Kiểm tra các số liệu đo đạc ngoại nghiệp để loại trừ sai số thô.
  - Tính toán bình sai và đánh giá độ chính xác của lưới.
  - Tính tọa độ của các điểm trong lưới.
- e. Hoàn chỉnh hồ sơ giao nộp tài liệu
- 3.1.2 Thành lập lưới khống chế độ cao:
- a. Đo lưới khống chế độ cao.
- Kiểm nghiệm máy và mia trước khi đo.
  - Truyền độ cao tới cụm mốc chuẩn và các điểm của lưới khống chế mặt bằng.
- b. Xử lý số liệu đo đạc.
- Kiểm tra các số liệu đo đạc ngoại nghiệp để loại trừ sai số thô.
  - Tính toán bình sai và xác định độ cao các điểm lưới.
- c. Hoàn chỉnh hồ sơ giao nộp tài liệu.

### **3.2 Công tác Trắc địa phục vụ thi công cọc và phân dưới mặt đất:**

#### 3.2.1. Công tác Trắc địa phục vụ thi công phân cọc.

- a. Theo dõi thi công ép cọc.
- Căn chỉnh vị trí dàn máy ép.
  - Căn chỉnh độ thẳng bằng của dàn máy.
  - Truyền độ cao vào dàn máy.
  - Đo vẽ hoàn công phân cọc.
- b. Theo dõi thi công đóng cọc.
- Căn chỉnh vị trí búa máy.
  - Căn chỉnh độ thẳng đứng của cần búa.
  - Xác định độ chồi của búa.
  - Đo vẽ hoàn công phân cọc.
- c. Theo dõi thi công cọc khoan nhồi.
- Căn chỉnh vị trí máy khoan.
  - Căn chỉnh độ thẳng bằng của cần khoan.
  - Truyền độ cao vào miệng casing và kiểm tra độ sâu và độ thẳng đứng của hố khoan.
  - Đo vẽ hoàn công phân cọc.

### **3.3 Công tác Trắc địa phục vụ xây dựng phân thân công trình:**

#### 3.3.1 Xây dựng lưới bố trí bên trong công trình.

- Chọn điểm bố trí và đánh dấu sơ bộ trên mặt đất bằng cơ sở.
- Đo đạc các yếu tố trong lưới.
- Xử lý các số liệu đo.
- Hoàn nguyên các điểm của lưới về vị trí thiết kế.

- Đo đạc kiểm tra các yếu tố của lưới sau khi hoàn nguyên.
- 3.3.2 Bố trí chi tiết các trục kết cấu.
- Bố trí các trục chính của công trình từ các điểm của lưới bố trí bên trong.
  - Bố trí các trục chi tiết của công trình.
  - Định vị các cột, các kết cấu và chi tiết khác.
- 3.3.3 Truyền toạ độ từ mặt bằng cơ sở lên các tầng.
- a. Truyền bằng máy kinh vĩ với các nhà có số tầng <5
- Gửi các điểm đầu trục trên mặt bằng cơ sở ra ngoài.
  - Gửi các điểm định hướng ra ngoài.
  - Truyền toạ độ bằng phương pháp giao hội vuông góc.
  - Đo đạc kiểm tra sau khi truyền toạ độ.
- b. Truyền bằng máy toàn đạc điện tử với các nhà có số tầng <10.
- Gửi các điểm từ lưới khống chế cơ sở ra mặt bằng.
  - Bố trí gôn đúng các điểm khống chế bên trong lên mặt bằng xây dựng
  - Xác định chính xác toạ độ các điểm vừa được bố trí trên mặt bằng xây dựng
  - Hoàn nguyên các điểm vừa được bố trí về vị trí thiết kế, Đo đạc kiểm tra sau khi hoàn nguyên.
- c. Truyền bằng máy chiếu đứng loại ZL.
- Đặt lỗ chiếu tại các vị trí thích hợp.
  - Thực hiện chiếu điểm bằng máy chiếu ZL.
  - Đánh dấu các điểm sau khi chiếu.
  - Đo đạc kiểm tra sau khi truyền toạ độ.
- d. Truyền bằng công nghệ GPS.
- Xác định các điểm trên mặt sàn xây dựng bằng công nghệ GPS.
  - Chuyển các điểm của lưới bố trí bên trong công trình lên mặt sàn xây dựng.
  - Đo đạc kiểm tra sau khi truyền toạ độ.
- 3.3.4 Truyền độ cao từ mặt bằng cơ sở lên các tầng.
- Dẫn cốt  $\pm 0,0$  vào mặt bằng.
  - Truyền độ cao lên mặt bằng đang xây dựng (bằng 2 điểm riêng biệt).
  - Đo kiểm tra độ cao giữa 2 điểm.
  - Vạch dấu cốt lên cột để ghép cốt pha sàn.
- 3.3.5 Đo đạc kiểm tra các yếu tố trên mặt sàn.
- Kiểm tra khoảng cách và góc giữa các trục của công trình.
  - Kiểm tra khoảng cách từ các trục đến các cấu kiện và giữa các cấu kiện với nhau.
  - Đo kiểm tra độ thẳng đứng của các cột, lồng thang máy...
  - Đo kiểm tra cốt sàn.
- 3.3.6 Công tác Trắc địa phục vụ hoàn thiện công trình.
- Lấy dấu để xây các tường ngăn .
  - Lấy dấu độ cao để lát nền và lắp cửa.
  - Lấy dấu để trát tường.
  - Lấy dấu để ốp gạch trang trí.
- 3.3.7 Đo vẽ hoàn công công trình.
- 3.4 Công tác Trắc địa phục vụ quan trắc dịch chuyển công trình:**

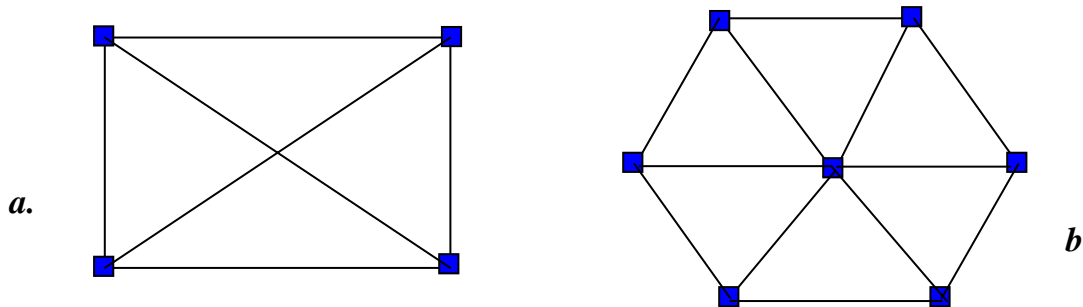
- 3.4.1 Quan trắc hiện tượng trôi lún của hố móng và dịch chuyển ngang của bờ cừ.
- 3.4.2 Quan trắc lún và độ nghiêng của nhà cao tầng trong quá trình thi công.
- 3.4.3 Quan trắc lún và độ nghiêng của nhà cao tầng trong quá trình khai thác sử dụng.
- 3.4.4 Quan trắc biến dạng các công trình lân cận.

#### IV Lưới khống chế mặt bằng và độ cao phục vụ xây dựng nhà cao tầng

##### IV.1 Lưới khống chế mặt bằng

##### IV.1.1 Những vấn đề chung về lưới khống chế mặt bằng

Như chúng ta đã nói ở phần trên, để xác định toạ độ của một hoặc nhiều điểm trên mặt bằng xây dựng công trình tối thiểu chúng ta phải có hai điểm đã biết trước toạ độ. Như vậy, các điểm đã biết trước toạ độ đóng một vai trò vô cùng quan trọng vì dựa vào nó người ta mới bố trí được các trục của nhà cao tầng ra thực địa vì vậy các điểm này được gọi là các điểm khống chế mặt bằng. Trong TCXDVN 309:2004 “Công tác trắc địa trong xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp” có quy định rõ: Đối với công trình công nghiệp mật độ các điểm khống chế mặt bằng từ 2-3ha/1điểm nhưng không ít hơn 4 điểm. Như vậy đối với một nhà cao tầng đều phải xây dựng một lưới khống chế mặt bằng số lượng điểm khống chế nhiều hay ít phụ thuộc vào diện tích xây dựng và tính phức tạp của công trình nhưng không được ít hơn 4 điểm.



**H.6 Lưới khống chế mặt bằng phục vụ xây dựng NCT**  
**a. Đối với nhà hình chữ nhật;      b. Nhà hình tròn**

Thông thường, hình dạng của lưới khống chế mặt bằng phụ thuộc chủ yếu vào hình dạng của toà nhà tương lai. Nếu toà nhà có dạng hình vuông hoặc hình chữ nhật thì lưới khống chế cũng có dạng hình vuông hoặc hình chữ nhật nếu toà nhà tương lai có dạng hình tròn thì lưới khống chế sẽ được thành lập dưới dạng một đa giác trung tâm.

Nói chung lưới khống chế sẽ được thành lập dưới một dạng nào đó sao cho nó được sử dụng một cách thuận tiện nhất cho quá trình thi công xây dựng công trình.

Trước đây các máy toàn đạc điện tử còn chưa được thông dụng như hiện nay thì người ta phải xây dựng lưới khống chế sao cho cạnh của nó song song (hoặc vuông góc) với trục chính của công trình, điều này làm cho việc bố trí các trục của công trình được thuận tiện và chính xác nhưng cũng gây rất nhiều phiền phức trong việc bố trí chọn điểm và nhất là vấn đề bảo vệ các mốc khống chế trong quá trình thi công xây dựng. Ngày nay, với sự xuất hiện của các máy toàn đạc điện tử trên các công trình xây dựng nhà cao tầng việc chọn các điểm sao cho các cạnh của lưới khống chế song song với trục chính của công trình không còn là yêu cầu bắt buộc vì vậy chúng ta luôn luôn có thể



chọn các điểm khống chế ở các vị trí an toàn không bị phá huỷ trong suốt quá trình xây dựng.

Các điểm khống chế phải được đánh dấu bằng các mốc kiên cố. Cấu tạo của các mốc được thể hiện trên hình 8

#### **IV.1.2 Quy trình thành lập lưới khống chế mặt bằng**

Quy trình thành lập lưới khống chế mặt bằng gồm các bước sau:

Bước 1: Thiết kế sơ bộ (2 hoặc 3 phương án)

Bước 2: Đánh giá các phương án thiết kế và chọn phương án có lợi nhất

Bước 3: Khảo sát và chọn vị trí các điểm khống chế

Bước 4: Xây dựng các mốc khống chế ngoài hiện trường

Bước 5: Đo các yếu tố trong lưới theo phương án đã chọn

Bước 6: Xử lý kết quả đo đạc, tính toạ độ của các điểm khống chế

Bước 7: Hoàn chỉnh hồ sơ báo cáo, xuất bản số liệu cho các đơn vị thi công sử dụng.

Sau đây chúng ta sẽ xem xét chi tiết từng bước thực hiện

**Bước 1: Thiết kế sơ bộ**

Để làm được việc này, trước hết cần phải có bản vẽ mặt bằng tổng thể của công trình cùng với tất cả các mốc cấp đất, ranh giới thửa đất do sở địa chính cung cấp, dựa vào các tài liệu trên đây cán bộ kỹ thuật sẽ vạch ra vài phương án thiết kế lưới cho phù hợp với quy mô và tính chất của công trình xây dựng.

**Bước 2: Đánh giá phương án thiết kế và chọn phương án có lợi nhất**

Đây là một khâu cực kỳ quan trọng và cũng là khâu khó khăn nhất đối với cán bộ kỹ thuật vì nó đòi hỏi phải thực hiện một khối lượng công tác tính toán rất lớn. Việc đánh giá phương án thiết kế được thực hiện theo trình tự sau đây:

- Dựa vào năng lực thiết bị của đơn vị mình để chọn máy móc và thiết bị đo góc và đo chiều dài.

- Dự kiến các đại lượng đo trực tiếp trong lưới (góc và cạnh đo).

- Đánh giá độ chính xác của lưới, theo các dữ liệu đã có.

Sau khi đánh giá, nếu thấy độ chính xác của lưới quá thấp so với yêu cầu của quy phạm (lưới không đáp ứng yêu cầu kỹ thuật) thì phải tăng cường các đại lượng đo hoặc sử dụng các thiết bị có độ chính xác cao hơn cho đến khi đạt yêu cầu kỹ thuật. Ngược lại, nếu kết quả đánh giá cho độ chính xác của lưới quá cao thì có thể giảm bớt các đại lượng đo trong lưới để giảm bớt chi phí xây dựng lưới.

Tóm lại, việc đánh giá phương án thiết kế nhằm mục đích chọn ra một phương án tối ưu đáp ứng các yêu cầu kinh tế và kỹ thuật.

Hiện nay chúng tôi đã hoàn thành các chương trình đánh giá phương án thiết kế đảm bảo có thể đánh giá nhanh chóng và chính xác một lưới có hình dạng bất kỳ. Các chương trình này sẽ được tập hợp trong một phần mềm mang tên TĐCT ver 1.0 và sẽ được chuyển giao cho các đơn vị sản xuất.

**Bước 3. Khảo sát hiện trường.**

Sau khi đã sơ bộ thiết kế lưới trên bản vẽ cần tiến hành khảo sát thực tế trên hiện trường để kịp thời phát hiện những vướng mắc để chỉnh sửa. Trong bước này cần lưu ý xem xét tính ổn định của các vị trí chôn mốc đã chọn trên bản vẽ, tầm nhìn thông giữa các điểm và điều kiện thực hiện việc đo đạc. Nếu phát hiện những vấn đề bất hợp lý cần phải chỉnh sửa lại cho phù hợp.

**Bước 4. Xây dựng các mốc ngoài hiện trường**

Sau khi đã chọn được phương án xây dựng lưới thích hợp thì tiến hành xây dựng các mốc khống chế ngoài hiện trường. Việc xây dựng các mốc cần phải được giám sát một cách chặt chẽ sau khi xây dựng xong các mốc cần phải được rào lại và ghi số liệu đi kèm cùng với biển cảnh báo để mọi người có ý thức giữ gìn.



H.7 Mốc khống chế mặt bằng và độ cao

#### Bước 5. Đo đạc các yếu tố trong lưới

Các yếu tố trong lưới khống chế sẽ được đo bằng các thiết bị và các phương pháp đo nêu trong phương án đã được duyệt. Việc đo đạc phải do những người có chuyên môn thực hiện và phải tuân thủ các quy định ghi trong các tiêu chuẩn chuyên ngành.

#### Bước 6: Xử lý số liệu đo đạc

Việc xử lý các số liệu đo đạc được thực hiện theo các bước sau đây:

- Kiểm tra số liệu đo đạc hiện trường: Tất cả các số liệu đo đạc hiện trường phải được kiểm tra để phát hiện các sai số thô (sai lầm). Việc kiểm tra phải do hai người thực hiện độc lập với nhau. Nếu phát hiện các sai lầm thì phải tìm nguyên nhân sửa chữa, nếu có phép đo không đạt yêu cầu thì phải đo lại.

- Xử lý toán học các số liệu đo

Sau khi kiểm tra nếu không còn sai lầm và tất cả các phép đo đều đạt các chỉ tiêu kỹ thuật thì tiến hành xử lý toán học các kết quả đo. Đây là bước cần phải thực hiện tính toán các yếu tố trong lưới, xác định tọa độ của các điểm đánh giá độ chính xác thực tế của các điểm trong lưới. Hiện nay chúng tôi đã lập trình xong các chương trình tính toán cho mạng lưới có hình dạng bất kỳ nên việc xử lý số liệu đã được thực hiện một cách dễ dàng, nhanh chóng và chính xác.

#### Bước 7: Lập hồ sơ báo cáo.

Sau khi hoàn thành các công đoạn xây dựng lưới khống chế cần hoàn chỉnh hồ sơ, lập báo cáo kỹ thuật theo quy định. Ngoài ra cán bộ kỹ thuật cần xuất bản danh sách tọa độ của các điểm khống chế để giao cho các đơn vị theo công sử dụng.

## II. Lưới khống chế độ cao phục vụ xây dựng nhà cao tầng

### II.1 Các loại độ cao sử dụng trong xây dựng nhà cao tầng

1. Độ cao tuyệt đối . Độ cao tuyệt đối là độ cao của các điểm so với mực nước biển trung bình được quy ước trong hệ độ cao quốc gia. Lưới độ cao quốc gia của CNXH Việt Nam được tính theo mức độ cao chuẩn Hòn Dấu - Đồ Sơn - Hải Phòng và được dùng thống nhất trong phạm vi toàn quốc.

Độ cao từ mốc quốc gia lần lượt được dẫn lan toả ra khắp nước bằng các đường chuyên thuỷ chuẩn hạng I, II, III và IV trong lưới độ cao quốc gia với mật độ các mốc độ cao đủ để thực hiện các công tác đo vẽ bản đồ, quy hoạch và xây dựng trong phạm vi toàn quốc.

Khi làm việc tại một khu vực nào đó nếu muốn được cấp độ cao quốc gia, cơ quan chủ đầu tư cần có công văn yêu cầu gửi trung tâm lưu trữ số liệu của TCĐC (nay là bộ tài nguyên môi trường) yêu cầu cấp số liệu. Sau khi được cấp, các số liệu phải được bảo quản theo yêu cầu bảo mật của Nhà nước.

## 2. Độ cao tương đối

Độ cao tương đối là độ cao của các điểm so với một điểm chuẩn quy ước nào đó. Trong xây dựng công trình người ta hay quy ước lấy mặt sàn tầng một có cao độ là  $\pm 0,0$  (gọi là cốt 0) và độ cao của các điểm được tính theo mức 0. Cốt  $\pm 0,0$  được đơn vị thiết kế chọn để phù hợp với quy hoạch cấp thoát nước tổng thể của thành phố. Như vậy, trước khi triển khai xây dựng nhà cao tầng, các cán bộ kỹ thuật phải nghiên cứu kỹ hồ sơ thiết kế xem cốt 0,0 ứng với cao độ quốc gia là bao nhiêu và chuyển vào công trình.

### *II.2 Thành lập lưới khống chế độ cao phục vụ xây dựng nhà cao tầng*

Tương tự như vai trò của lưới khống chế mặt bằng, lưới khống chế độ cao có nhiệm vụ đảm bảo cho việc xây dựng nhà cao tầng đúng cao độ thiết kế trong quy hoạch chung của đô thị. Thông thường với các nhà cao tầng trong thành phố lưới khống chế độ cao được xây dựng có độ chính xác tương đương với thuỷ chuẩn Nhà nước hạng IV là đủ. Người ta cũng không xây dựng các mốc độ cao riêng mà thường dẫn độ cao từ mốc độ cao quốc gia vào tất cả các mốc của lưới khống chế mặt bằng. Ngoài ra, để tiện sử dụng người ta thường vạch các mốc độ cao  $\pm 0,0$  (cốt 0.0) trên các vật kiến trúc kiên cố.

Việc dẫn độ cao được thực hiện bằng các máy móc chuyên dụng và tuân theo các hạn sai của quy phạm hoặc tiêu chuẩn chuyên ngành

## CHƯƠNG 2

# MỘT SỐ MÁY MÓC PHỤC VỤ XÂY DỰNG NHÀ CAO TẦNG

### **☞ 1 Các máy đo góc**

Các máy đo góc được gọi là cá máy kinh vĩ (Theodolite) được dùng để đo góc ngang và góc đứng trong lưới khống chế và trong quá trình thi công xây dựng công trình nói chung và NCT nói riêng đây là một trong những loại thiết bị quan trọng không thể thiếu và độ chính xác của nó ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác xây dựng công trình.

#### **1.1 Phân loại các máy kinh vĩ**

##### **1.1.1 Phân loại các máy kinh vĩ theo cấu tạo và cách đọc số**

Theo đặc tính này có thể chia máy kinh vĩ thành 3 loại:

a. Máy kinh vĩ cơ học: Cấu tạo bàn độ bằng kim loại vạch khắc được chia trực tiếp trên bàn độ và đọc số bằng kính lúp. Đây là loại máy cũ hiện nay không được sản xuất vì quá lạc hậu.

b. Máy kinh vĩ quang học: Bàn độ của máy được chế tạo bằng thủy tinh, có thiết bị đọc số trực tiếp gắn trong máy. Đây là các loại máy kinh vĩ hiện đại hiện nay đang được sử dụng rộng rãi. Nhược điểm của loại máy này là người sử dụng máy phải trực tiếp đọc số nên không có điều kiện truyền số liệu trực tiếp từ máy kinh vĩ ra các thiết bị khác và không có khả năng tự động hoá quá trình đo.

c. Máy kinh vĩ số (Digital Theodolite). Đây là loại máy kinh vĩ hiện đại nhất mới xuất hiện trong những năm gần đây. Ưu điểm của loại máy này là xuất kết quả ra màn hình tinh thể lỏng nên việc đọc số rất dễ dàng. Ngoài ra, máy còn có thể kết nối với các thiết bị khác. Phần lớn thao tác đo được thực hiện tự động.

### 1.1.2 Phân loại máy kinh vĩ theo đơn vị đo góc

Theo đơn vị đo góc có thể phân máy kinh vĩ thành 3 loại sau:

a. Loại sử dụng đơn vị Độ - Phút - giây

Đây là loại máy được sử dụng phổ biến ở nước ta đối với loại máy này, một vòng tròn (bàn độ ngang hoặc bàn độ đứng) được chia thành  $360^{\circ}$ . Mỗi độ chia thành  $60'$  và mỗi phút chia thành  $60''$ .

b. Loại máy kinh vĩ sử dụng đơn vị grad (gon)

Đối với máy loại này một vòng tròn (bàn độ ngang) theo mỗi grad chia thành 10 đề xi grad, 1 đề xi grad được chia thành 10 xăng ti grad vv... Hệ grad rất tiện dụng trong việc lập trình trên máy tính nhưng ở nước ta, do thói quen nên các máy hệ grad không được ưa dùng nhưng rất phổ biến ở châu Âu.

c. Loại máy kinh vĩ sử dụng đơn vị li giác (mil)

Một vòng tròn trong máy này được chia thành 6400 li giác. Loại máy này hay được dùng ở Mỹ, ở nước ta loại máy này rất hiếm.

### 1.1.3 Phân loại máy kinh vĩ theo độ chính xác

Độ chính xác của máy kinh vĩ là tham số quan trọng nhất của máy. Độ chính xác của máy kinh vĩ được hiểu là sai số trung phương đo góc (góc ngang hay góc đứng) khi thực hiện một vòng đo hoàn chỉnh. Theo độ chính xác của máy có thể phân các máy kinh vĩ thành 3 loại:

a. Máy kinh vĩ độ chính xác cao là máy có độ chính xác đo góc nhỏ hơn  $2''$

b. Máy kinh vĩ chính xác: Là máy kinh vĩ có độ chính xác đo góc từ  $3-5''$

c. Máy kinh vĩ chính xác trung bình: Sai số trung phương đo góc  $> 5''$

Hình II.1 là một số máy kinh vĩ của các hãng nổi tiếng trên thế giới.



*H.II.1 Máy kinh vĩ cơ học và máy kinh vĩ điện tử của hãng NIKON, Nhật Bản*

## 2 Thiết bị đo chiều dài

### 1. Thước thép

Thước thép là loại thiết bị đo chiều dài khá tiện lợi, rẻ tiền và cho độ chính xác rất tốt trong thi công xây dựng nhà cao tầng. Đặc điểm của đo chiều dài trong xây dựng nhà cao tầng là chỉ cần đo các khoảng cách tương đối ngắn (khoảng cách giữa các trục của NCT nằm trong khoảng từ 5÷20m), với điều kiện đo đạc trên các sàn bê tông khá bằng phẳng. Đây là điều kiện lý tưởng để thực hiện việc đo khoảng cách bằng thước thép.

Hiện nay trên thị trường có bán nhiều loại thước với giá từ 250.000VNĐ đến 1.500.000đ tùy theo chất lượng và chiều dài của thước. Đã xuất hiện các loại thước bằng sợi thủy tinh - carbon có độ bền cao và hệ số giãn nở nhiệt thấp.

Khi sử dụng thước thép cần kéo thước với lực căng ổn định và phải định kỳ kiểm tra thước để phát hiện các sai số hệ thống của nó và loại trừ sai số này ra khỏi các kết quả đo. Cần lưu ý rằng thước thép sau một thời gian sử dụng sẽ bị thay đổi chiều dài vì thường có xu hướng bị kéo dãn ra. Vì vậy để đảm bảo độ chính xác của các kết quả đo cần phải định kỳ kiểm nghiệm chiều dài của thước.

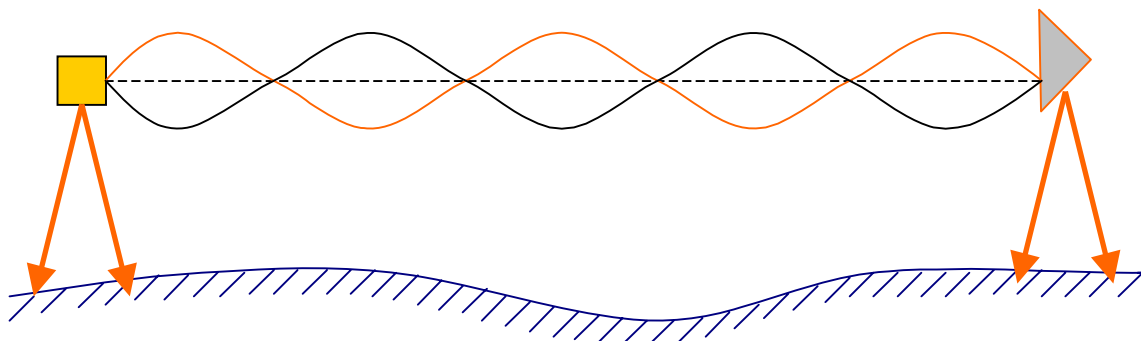
### 2. Các máy đo khoảng cách điện tử

Ngay từ thập kỷ 60 đã xuất hiện các máy đo khoảng cách bằng sóng ánh sáng nhưng các máy này thường cồng kềnh nên ít được sử dụng trong thi công xây dựng công trình. Từ những năm 90 đã xuất hiện các máy đo xa cỡ nhỏ có thể lắp gọn trên các máy kinh vĩ điện tử đo góc nên chúng dần dần được ứng dụng trong thi công xây dựng NCT. H.II.2.1 là một số máy đo xa được lắp trên máy kinh vĩ điện tử của Nhật Bản.



*H.2.2.1 Các máy đo xa điện tử cỡ nhỏ lắp trên các máy kinh vĩ điện tử*

### 2.1 Nguyên lý hoạt động của các máy đo xa điện tử



### *h.1.2.1 Nguyên lý cơ sở của phương pháp đo xa điện tử*

Giả sử cần đo khoảng cách  $AB = D$  người ta đặt tại một đầu của khoảng cách cần đo bộ phận thu-phát tín hiệu (Transmitter-receiver TR) còn ở đầu kia đặt hệ thống phản hồi tín hiệu (Reflector R). Bộ phận phát tín hiệu của máy phát tín hiệu về phía hệ thống phản hồi, đến lượt mình hệ thống phản hồi sẽ phản hồi tín hiệu quay trở lại bộ phận thu của máy (h.1.2.1)

Nếu đo được thời gian tín hiệu lan truyền đi và về trên khoảng cách cần đo  $\tau$  chúng ta sẽ xác định được khoảng cách theo công thức

$$D = \frac{1}{2} v \tau \quad (1.2.1)$$

Trong đó

$D$  - Khoảng cách cần đo

$v$  - Vận tốc lan truyền tín hiệu

$\tau$  - Thời gian tín hiệu lan truyền đi và về trên khoảng cách cần đo

Tín hiệu sử dụng để đo khoảng cách có thể là sóng âm hoặc sóng điện từ. Tuy nhiên vận tốc của sóng âm thanh trong không khí phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố khí tượng vì vậy sóng âm chỉ được sử dụng để chế tạo các thiết bị đo khoảng cách có độ chính xác không cao lắm (ví dụ dùng trong mục đích quân sự). Để đo được các khoảng cách với độ chính xác cao dùng trong trắc địa (sai số trung phản hồi ương cỡ vài mm đến vài cm) người ta phải sử dụng sóng điện từ. Vì lí do đó nên các máy đo xa loại này được gọi là các máy đo xa điện tử.

Tất cả các máy đo xa điện tử đều xác định thời gian lan truyền tín hiệu  $\tau$  còn tốc độ truyền tín hiệu  $v$  trong trường hợp này chúng ta giả thiết là đã biết. Thực tế tốc độ truyền tín hiệu  $v$  được xác định thông qua vận tốc ánh sáng trong chân không và chiết suất của môi trường. Vấn đề này chúng tôi sẽ đề cập đến trong phần sau.

Vì vận tốc lan truyền sóng điện từ trong không gian có trị số rất lớn nó xấp xỉ bằng  $3.10^8$ m/s vì vậy chỉ một sai số đo thời gian  $\Delta \tau$  rất nhỏ cũng sẽ gây ra một sai số rất lớn trong kết quả đo khoảng cách như trong bảng dưới đây

<b>Sai số đo thời gian</b> $\Delta \tau$ (s)	<b>Sai số đo khoảng cách</b> $\Delta D$ (cm)
1.0	$1.5.10^{10}$
0.01	$1.5.10^8$
0.001 ( $10^{-3}$ )	$1.5.10^7$
0.000001( $10^{-6}$ )	$1.5.10^5$
0.000000001( $10^{-9}$ )	$1.5.10^1$
0.0000000001( $10^{-10}$ )	1.5

Như vậy chúng ta thấy để đo được khoảng cách với độ chính xác khoảng 1.5cm, một độ chính xác không phải là quá cao trong trắc địa cần phải đo thời gian lan truyền

sóng điện từ với độ chính xác cỡ  $10^{-10}s$  (một phần mười tỷ giây) một độ chính xác rất cao phải dùng các thiết bị và phương pháp đặc biệt mới có thể đạt được. Dưới đây chúng ta sẽ nghiên cứu các phương pháp này

Thời gian lan truyền tín hiệu có thể được đo một cách trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua một tham số nào đó của dao động điện từ (ví dụ như pha hoặc tần số của dao động). Tùy thuộc vào cách đo thời gian người ta chia các máy đo xa điện từ thành các loại khác nhau như máy loại xung (đo trực tiếp thời gian), máy loại pha (đo thời gian thông qua hiệu pha giữa tín hiệu gốc và tín hiệu phản hồi phản hồi) vv.

Thực chất của việc đo khoảng cách bằng máy đo xa điện từ là so sánh cùng một tham số của sóng điện từ trước và sau khi đi qua khoảng cách cần đo và thông qua đó xác định được thời gian lan truyền tín hiệu  $\tau$ . Để thực hiện điều đó, như chúng ta đã nói ở trên, tại một đầu của khoảng cách cần đo chúng ta đặt hệ thống thu- phát tín hiệu còn tại đầu kia - hệ thống phản hồi tín hiệu (reflector). Mỗi tín hiệu phát đi sẽ đến bộ phận thu theo hai đường : Đường thứ nhất - đi qua khoảng cách cần đo tới gương rồi phản xạ trở lại (tín hiệu này được gọi là tín hiệu đo hay tín hiệu phản hồi). Đường thứ hai - đi thẳng từ bộ phận phát tới bộ phận thu (tín hiệu đi theo đường này được gọi là tín hiệu gốc).

Ở bộ phận thu máy sẽ tiến hành so sánh tín hiệu gốc với tín hiệu phản hồi theo tham số đã được chọn hay nói cách khác là đo độ chênh lệch của chúng. Việc lựa chọn tham số này hay tham số khác để tiến hành so sánh tín hiệu gốc và tín hiệu phản hồi sẽ xác định loại máy đo xa điện từ. Hiện nay có các loại máy sau:

- Máy loại xung : Tín hiệu là các xung điện từ siêu cao tần hoặc các xung ánh sáng cực ngắn. Thời gian được xác định trực tiếp
- Phương pháp pha : Tín hiệu là dao động hình sin liên tục, thời gian được xác định gián tiếp thông qua hiệu pha giữa tín hiệu gốc và tín hiệu phản hồi
- Phương pháp giao thoa: Tín hiệu là dao động hình sin liên tục, thời gian được xác định bằng cách ghi các vân giao thoa của tín hiệu gốc và tín hiệu phản hồi
- Phương pháp tần số : Tín hiệu là dao động hình sin liên tục điều biến theo tần số, thời gian được xác định thông qua việc so sánh tần số của tín hiệu gốc và tín hiệu phản hồi.

Phương pháp xung và phương pháp pha đang được sử dụng rộng rãi trong các máy đo xa điện từ hiện đại độ chính xác cao. Cũng cần phải nói thêm rằng nếu cách đây khoảng 20 năm phương pháp pha là phương pháp chủ yếu để chế tạo các máy đo xa điện từ thì hiện nay phương pháp xung lại chiếm ưu thế hơn hẳn. Nguyên nhân chủ yếu của sự thay đổi này là những tiến bộ vượt bậc của khoa học công nghệ trong các lĩnh vực kỹ thuật xung và kỹ thuật số trong những năm gần đây.

### **3 Các máy toàn đạc điện tử**

#### **1. Công dụng của máy toàn đạc điện tử**

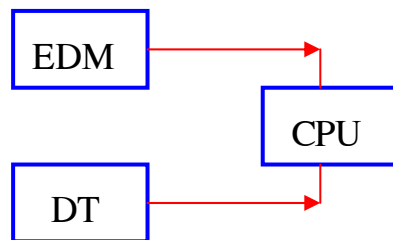
Trên mặt bằng thi công xây dựng nhà cao tầng máy toàn đạc điện tử có thể thực hiện được các nhiệm vụ say đây

- Đo vẽ bản đồ địa hình phục vụ cho thiết kế
- Thành lập lưới khống chế mặt bằng
- Triển khai các bản vẽ thiết kế ra hiện trường
- Truyền tọa độ và độ cao từ mặt bằng cơ sở lên các tầng
- Kiểm tra các kích thước hình học của toà nhà
- Kiểm tra độ nghiêng của toà nhà, độ phẳng của các bức tường



## 2. Sơ đồ khối tổng quát của máy toàn đạc điện tử

Máy toàn đạc điện tử là một loại máy trắc địa đa chức năng cho phép giải quyết rất nhiều bài toán của chuyên ngành ngoài thực địa. Hiện nay trên thế giới có rất nhiều hãng chế tạo các máy toàn đạc điện tử, chúng có hình dạng, kích thước và tính năng kỹ thuật hết sức khác nhau nhưng chúng ta có thể biểu diễn chúng dưới dạng một sơ đồ khối tổng quát như sau:



*Hình 2-3 -1. Sơ đồ khối tổng quát của máy toàn đạc điện tử*

Tên gọi và chức năng của các khối như sau:

**Khối 1:** Máy đo xa điện tử (Electronic Distance Meter - EDM)

Chức năng: Thực hiện việc tự động đo khoảng cách từ điểm đặt máy đến gương (hoặc các bề mặt phản xạ).

**Khối 2:** Máy kinh vĩ số (Digital Theodolite - DT).

Chức năng: Thực hiện tự động quá trình đo góc ngang và góc đứng. Kết quả đo góc hiện ra dưới dạng số trên màn hình của máy hoặc chuyển vào bộ vi xử lý của máy toàn đạc điện tử.

**Khối 3:** Khối xử lý trung tâm (CPU).

Chức năng:

- \*. Xử lý các số liệu đo cạnh và đo góc để tính toán các đại lượng cần thiết.
- \*. Thực hiện chức năng giao tiếp giữa máy toàn đạc điện tử và máy tính và ngược lại.
- \*. Thực hiện chức năng quản lý dữ liệu.

## 3. Giao tiếp giữa người sử dụng và máy toàn đạc điện tử

Muốn máy toàn đạc điện tử thực hiện một công việc nào đó thì người sử dụng phải ra lệnh cho máy thông qua một công cụ trung gian nào đó để máy cảm nhận được. Công cụ trung gian đó là phương thức giao tiếp giữa người và máy. Hiện nay trong các máy toàn đạc điện tử phổ biến có các phương thức sau đây:

### 3.1 Giao tiếp qua các phím cứng

Các máy loại này được thiết kế có nhiều các phím cứng cố định, mỗi phím tương đương với một chức năng cố định và được gán một biểu tượng (Icon). Để các máy không có quá nhiều phím và tiết kiệm không gian thông thường người ta gán cho mỗi phím 3 chức

năng: Chức năng chính (Main Function, biểu tượng được in trực tiếp trên phím) được khởi động trực tiếp khi ấn phím; chức năng SHIFT (SHIFT- Function, biểu tượng ghi trên board của máy) được khởi động cùng với phím SHIFT còn chức năng thứ ba để nhập dữ liệu (Input Function) máy sẽ tự khởi động khi cần.

Giao tiếp qua phím cứng đơn giản và dễ học nhưng nó có nhược điểm là các máy loại này có rất nhiều phím.

### 3.2 *Giao tiếp qua các phím mềm*

Thông thường các máy loại này có rất ít phím chức năng (4 hoặc 5) phím và chức năng của chúng cũng không cố định. Máy có thể gán cho các phím này các chức năng khác nhau trong quá trình làm việc bằng các biểu tượng phím và tên gọi hiện ra trên màn hình ngay phía trên của phím chức năng vì vậy các phím này có tên gọi là các phím mềm (Soft-Key)

Ưu điểm của phương án giao tiếp này là máy có ít phím nên gọn gàng hơn. Nhược điểm của nó là tên các phím (thể hiện chức năng của chúng được viết tắt bằng tiếng Anh nên hơi khó hiểu đối với người mới sử dụng và trình độ tiếng Anh hạn chế)

### 3.1 *Giao tiếp qua thư mục (Menu)*

Các chức năng của máy giao tiếp theo phương án này được sắp xếp trong một cây thư mục (Menu Tree) giống như các thư mục trong máy tính. Khởi động các chức năng bằng cách đưa con trỏ vào thư mục cần thiết và nhấn ENTER.

Trong một số máy hiện nay người ta thường sử dụng hỗn hợp hai phương án phím mềm và thư mục. Phương án phím cứng ít được sử dụng hơn.

## **4. Các chương trình tiện ích của các máy toàn đạc điện tử.**

Trong các máy toàn đạc điện tử người ta thường cài đặt sẵn các chương trình tiện ích có thể sử dụng rất tiện lợi cho các công việc khác nhau. Sau đây chúng tôi nêu một vài chương trình chính phổ biến trong các máy toàn đạc điện tử thường sử dụng trong thi công xây dựng nhà cao tầng.

### 4.1 *Chương trình xác định tọa độ (Co-ordinates Measurement)*

- Công dụng của chương trình: Để xác định tọa độ không gian 2 hoặc 3 chiều của các điểm trên mặt bằng.
- Điều kiện để thực hiện chương trình: Máy phải được đặt tại một điểm đã có tọa độ (Station) và đã được định hướng (Vạch '0' của bàn độ ngang của máy kinh vĩ trùng với hướng Bắc của hệ trục tọa độ)
- Độ chính xác xác định tọa độ: Với khoảng cách từ máy tới gương không quá 100m có thể xác định được tọa độ với sai số không vượt quá 10mm. Muốn xác định tọa độ với độ chính xác cao hơn thì phải đo theo chương trình đặc biệt

### 4.2 *Chương trình bố trí điểm (Stake-Out Measurement)*

- Công dụng của chương trình: Để triển khai các điểm từ bản vẽ thiết kế ra mặt bằng.
- Điều kiện để thực hiện chương trình: Máy phải được đặt tại một điểm đã có tọa độ (Station) và đã được định hướng (Vạch '0' của bàn độ ngang của máy kinh vĩ trùng với hướng Bắc của hệ trục tọa độ)
- Độ chính xác: Với khoảng cách từ máy tới gương không quá 100m có thể bố trí các điểm với sai số không vượt quá 10mm. Muốn bố trí với độ chính xác cao hơn thì phải đo theo chương trình đặc biệt

### 4.3 *Chương trình giao hội nghịch (Resection Measurement)*

- Công dụng của chương trình: Xác định tọa độ điểm đặt máy theo tọa độ của các điểm khống chế.
- Điều kiện để thực hiện chương trình: Máy phải được đặt tại một điểm có thể nhìn thấy ít nhất là 2 điểm khống chế
- Độ chính xác: Với khoảng cách từ máy tới gương không quá 100m và đồ hình tốt có thể xác định được tọa độ của điểm đặt máy với sai số không vượt quá  $\pm 5\text{mm}$

#### 4.4 Chương trình đo khoảng cách gián tiếp (Remote Distance Measurement)

- Công dụng của chương trình: Dùng để đo khoảng cách giữa 2 điểm không có tầm nhìn thông với nhau, để kiểm tra kích thước hình học của nhà cao tầng.
- Điều kiện để thực hiện chương trình: Máy phải được đặt tại một điểm có thể nhìn thấy 2 điểm mà khoảng cách giữa chúng cần phải xác định
- Độ chính xác: Nếu đặt máy ở gần giữa của khoảng cách cần đo và cách nó theo hướng vuông góc một đoạn  $< 1/4$  của khoảng cách cần đo thì độ chính xác đo gián tiếp cũng xấp xỉ bằng độ chính xác đo trực tiếp.

#### 4.5 Chương trình hướng qui chiếu (Reference Line)

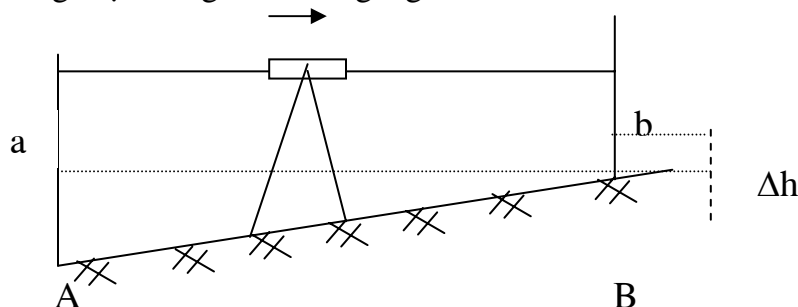
- Công dụng của chương trình: Dùng để dựng một đường thẳng song song với một đường thẳng song song với một đường thẳng cho trước và cách nó một khoảng cho trước, để kiểm tra tính song song của 2 hoặc nhiều đường thẳng, độ thẳng đứng của các bức tường v.v.
- Điều kiện để thực hiện chương trình: Máy đặt tại một điểm bất kỳ ở gần giữa đoạn thẳng cần kiểm tra.
- Độ chính xác: Có thể đạt được độ chính xác khoảng  $\pm 5\text{mm}$

### 4 Các máy đo độ cao

#### 1. Nguyên tắc đo độ cao

Có hai nguyên tắc đo độ cao chính hiện nay đang được sử dụng đó là: Đo cao hình học và đo cao lượng giác.

**1.1 Đo cao hình học:** Nguyên lý cơ bản của đo cao hình học là xác định chênh cao giữa hai điểm bằng một tia ngắm nằm ngang như hình:



H.2.4.1 Nguyên lý đo cao hình học

Giả sử có hai điểm A và B trong đó biết độ cao của điểm A là  $H_A$  cần xác định độ cao điểm B ( $H_B$ ).

Giả sử từ các điểm A và B ta dựng hai mặt phẳng hoàn toàn nằm ngang (ví dụ như mặt nước) gọi là mặt thủy chuẩn đi qua các điểm nói trên, khoảng cách giữa hai mặt phẳng đó gọi là chênh cao của điểm B so với điểm A.

Tại một điểm bất kỳ nằm giữa A và B chúng ta dựng một mặt thủy chuẩn thứ 3 và tại các điểm A và B đặt 2 mia vuông góc với mặt nằm ngang. Giả sử mặt thủy chuẩn thứ 3 cắt mia tại A ở vị trí a và mia ở vị trí B tại b (a và b chính là số đọc trên các mia tại A và B).

Từ hình vẽ ta sẽ có biểu thức sau:

$$\left. \begin{aligned} a &= b + \Delta h \\ \text{hay } \Delta h &= a - b \end{aligned} \right\} \quad (2.4.1)$$

Như vậy chênh cao của điểm B so với điểm A chính là hiệu số đọc tại mia A và mia

B.

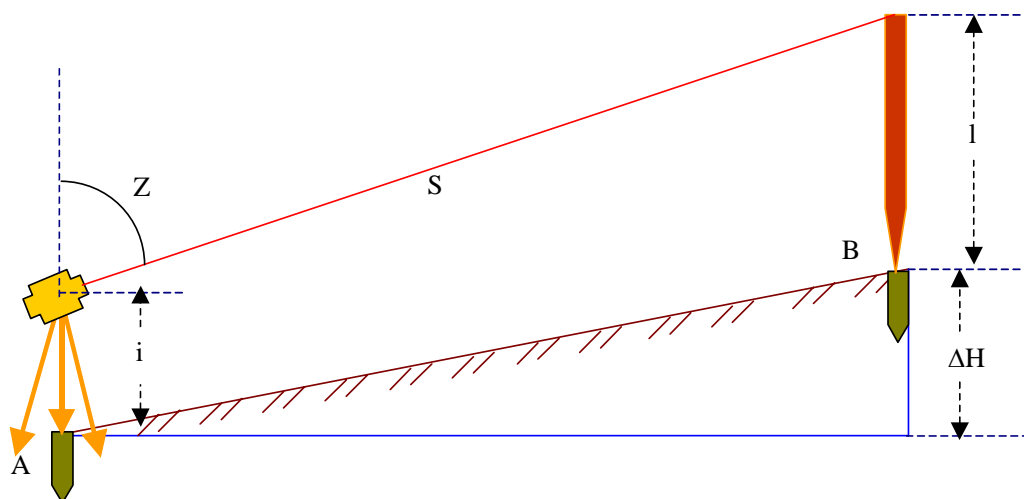
Trong thực tế, các mặt phẳng ngang đi qua A và B (mặt thủy chuẩn qua A và B) chỉ là 2 mặt tưởng tượng và chúng ta không cần phải dựng nó. Để xác định được chênh cao giữa hai điểm A và B chỉ cần dựng một mặt phẳng đi qua điểm trung gian giữa A và B. Mặt phẳng này dễ dàng dựng được nhờ một máy thủy bình mà bộ phận quan trọng nhất của nó là một ống thủy nằm ngang và mấu chốt của việc đo thủy chuẩn (đo độ cao) là đưa tia ngắm vào vị trí nằm ngang.

## 1.2 Đo cao lượng giác

Đo cao lượng giác là việc xác định chênh cao giữa hai điểm bằng cách đo góc nghiêng (góc đứng) và các công thức lượng giác quen thuộc.

H.2.4.2 giải thích nguyên lý của đo cao lượng giác.

Giả sử máy được đặt tại điểm A và tại B người ta đặt một tiêu ngắm có chiều cao là l. Giả sử góc hợp bởi giữa đường thẳng đứng và tia ngắm từ máy tới tiêu ngắm là Z (góc thiên đỉnh).



Giả sử máy được đặt tại điểm A và tại B người ta đặt một tiêu ngắm có chiều cao là l. Giả sử góc hợp bởi giữa đường thẳng đứng và tia ngắm từ máy tới tiêu ngắm là Z (góc thiên đỉnh).

Từ hình II.4.2 ta có thể viết đẳng thức

$$S \cos_Z + i = \Delta h + l, \quad (2)$$

Trong đó i là chiều cao đặt máy

$$\text{Hay} \quad \Delta h = S \cdot \cos_Z + i - l \quad (3)$$

Như vậy để xác định được chênh cao theo nguyên lý đo cao lượng giác, ngoài góc thiên đỉnh Z còn cần phải đo cả khoảng cách nghiêng giữa hai điểm A và B điều đó giải thích tại sao phương pháp này chỉ có thể được sử dụng đối với các máy toàn đạc điện tử vì các máy này cho phép đo góc Z và đo cả khoảng cách giữa hai điểm.

Phương pháp thủy chuẩn hình học có độ chính xác rất cao và rất dễ thực hiện nhưng nó có nhược điểm là mỗi một trạm đo nó chỉ xác định được một giá trị chênh cao hạn chế (về lý thuyết chênh cao tối đa nó có thể xác định được bằng chiều dài của mia) thực tế người ta cũng chỉ xác định chênh cao ở một trạm khoảng 2-2.5m. Vì vậy sử dụng phương pháp này trong xây dựng nhà cao tầng cũng có những khó khăn nhất định nhưng không vì thế mà không sử dụng phương pháp này mà phải tìm các biện pháp để khắc phục những khó khăn trên.

Phương pháp thủy chuẩn lượng giác nhìn bề ngoài thì có thể rất thích hợp cho việc sử dụng để chuyên độ cao lên nhà cao tầng. Tuy nhiên khi sử dụng phương pháp này phải hết sức thận trọng vì độ chính xác của phương pháp này không được cao lắm.

## **2. Các loại máy đo độ cao**

### **2.1 Máy thủy chuẩn không tự động cân bằng**

Các máy thủy chuẩn không tự động cân bằng là các máy mà khi sử dụng người vận hành máy phải điều chỉnh tia ngắm về vị trí nằm ngang bằng cách vận ốc chỉnh để đưa bọt nước về vị trí cân bằng.

- Ưu điểm của loại máy này là cho kết quả ổn định có độ tin cậy cao.
- Nhược điểm là thời gian thao tác lâu, đôi khi xảy ra trường hợp quên (đối với các cán bộ còn ít kinh nghiệm).

### **2.2 Máy thủy bình tự động**

Đây là loại máy thủy bình mà tia ngắm của nó được tự động điều chỉnh vào vị trí nằm ngang nhờ một con lắc (cơ học hoặc con lắc từ tính).

- Ưu điểm của loại máy này là thời gian thao tác nhanh.
- Nhược điểm: Cơ cấu con lắc có thể bị hỏng mà không có dấu hiệu gì để cảnh báo cho người sử dụng để đề phòng vì vậy khi sử dụng loại máy này phải hết sức thận trọng.

### **2.3 Máy đo thủy chuẩn lượng giác**

Không có loại máy riêng, bất kỳ máy kinh vĩ cơ học, kinh vĩ điện tử hoặc toàn đạc điện tử nào có thể đo được góc đứng đều có thể sử dụng được để xác định độ cao theo nguyên lý đo cao lượng giác.

- Ưu điểm: Rất linh hoạt, nhanh chóng, có thể cho phép đo các chênh cao lớn.
- Nhược điểm: Độ chính xác không cao lắm, để đạt được độ chính xác tương đương hạng IV hoặc tiêu chuẩn kỹ thuật cần phải có kinh nghiệm và chương trình đo đặc biệt.

H.2.4.3 là một số máy thủy chuẩn tự động cân bằng NA-724 của Thụy Sĩ thường được dùng trên các công trình xây dựng nhà cao tầng.



### ***H.2.4.3 Máy thủy chuẩn tự động cân bằng NA-724, Thụy***

## **\$5 Một số máy móc khác dùng trong xây dựng nhà cao tầng**

### ***I. Máy chiếu đứng ZL***

Máy chiếu đứng ZL là loại máy chuyên dùng để tạo ra tia ngắm thẳng đứng (giống như một dây dọi) để chiếu từ dưới lên trên. Các máy này được sử dụng để chuyển tọa độ từ tầng lắp ráp cơ sở lên các tầng trên. Hiện nay trên thị trường có một số loại máy như PZL (Đức) ZL và NZL của LEICA (Thụy Sĩ) trong đó NZL có thể chiếu được hai chiều: chiếu từ dưới lên trên hoặc chiếu từ trên xuống dưới.

H.II.5 là máy chiếu đứng PZL của Đức cho phép chiếu các điểm lên cao 100 m với sai số 1mm.

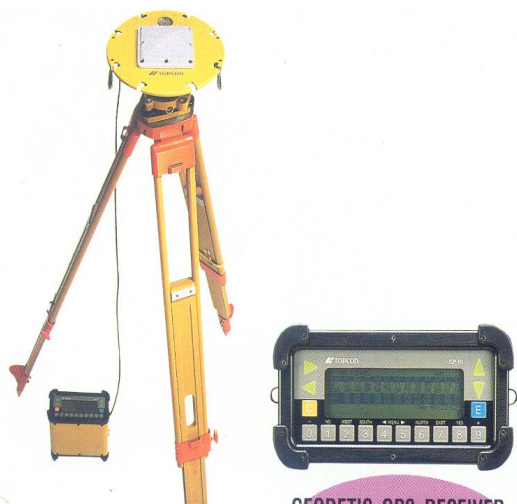
### ***H.2.5.1 Máy chiếu đứng PZL-100***

### ***2. Hệ thống định vị GPS***

Hệ thống định vị GPS (Global Positioning System) là hệ thống định vị toàn cầu bằng cách thu tín hiệu từ các vệ tinh bay trên các quỹ đạo ổn định và có tọa độ chính xác. Hiện nay ở nước ta đang sử dụng hệ thống GPS của Mỹ. Ngoài Mỹ ra ở Nga cũng có hệ thống định vị riêng gọi là GLONAS. Từ 2006 trở đi, Liên minh Châu Âu cũng dự kiến đưa vào khai thác sử dụng hệ thống định vị toàn cầu GALILEO bằng các vệ tinh của mình.

Trong xây dựng NCT, các hệ thống định vị có thể được sử dụng để chuyển toạ độ từ dưới mặt đất lên các tầng cao mà không cần đục lỗ như trong phương pháp máy chiếu đứng.

H II.6 là hệ thống định vị GR của hãng LEICA (Thụy Sĩ).



***H.2.5..2 Hệ thống định vị GP-R1 của hãng LEICA, Thụy Sĩ***

## CHƯƠNG 3

### CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA PHỤC VỤ XÂY DỰNG PHẦN MÓNG CÔNG TRÌNH

#### **§1. Công tác trắc địa phục vụ khoan cọc nhồi.**

Cọc khoan nhồi hiện nay là loại móng chủ yếu để xây dựng nhà cao tầng trong phạm vi thành phố, vì vậy bố trí các loại khoan cọc nhồi là dạng công việc thường gặp nhất trong việc xây dựng phần móng công trình.

#### **I. Yêu cầu về độ chính xác vị trí cọc khoan nhồi:**

Yêu cầu độ chính xác vị trí của cọc khoan nhồi tùy thuộc vào công nghệ khoan, phương pháp giữ thành vị trí của cọc trong hệ thống móng vv... Dưới đây chúng tôi xin trích dẫn một số hạn sai trong một số tài liệu khác nhau.

<i>Phương pháp tạo lỗ cọc</i>		<i>Sai số cho phép vị trí cọc</i>	
		Cọc đơn, cọc dưới móng băng theo trục ngang, cọc biên trong nhóm cọc (mm)	Cọc đơn, cọc dưới móng băng theo trục dọc, cọc ở trong nhóm cọc (mm)
1. Cọc khoan, giữ thành bằng dung dịch sét	$D \leq 1000$ $D > 100$	D/6 nhưng không vượt quá $100 + 0,01H$	D/4 nhưng không vượt quá 150 $150 + 0,01H$
2. Làm lỗ cọc bằng cách đóng ống hoặc rung	$D \leq 500$ $D > 500$	70 100	150 150
3. Khoan guồng xoắn có mở rộng đóng cọc		70	150

Trong tuyển tập TCXDVN tập VII cũng đưa ra các hạn sai trong nghiệm thu cọc nhồi cũng gần giống với các số liệu cho trong bảng trên đây.

Cần lưu ý rằng sai số lớn nhất ảnh hưởng đến vị trí cọc nhồi là sự cố hạ gầu khoan và hạ ống casing. Vì vậy cần phải giảm thiểu tối đa ảnh hưởng của sai số đo đạc. Nhìn chung trong giai đoạn khoan cọc nhồi sai số đo đạc bố trí lỗ khoan có thể cho phép từ 15 ÷ 20 mm.

#### **II. Công tác chuẩn bị để bố trí hố khoan cọc nhồi**

Trước khi tiến hành bố trí hố khoan cọc nhồi cần tiến hành tính toán tọa độ tất cả các lỗ khoan

Để xác định tọa độ của các hố khoan cần thiết phải có lưới khống chế mặt bằng và bản vẽ định vị các lỗ khoan.

Việc tính toán tọa độ các lỗ khoan được thực hiện bằng cách giải bài toán thuận (xác định tọa độ của các điểm theo khoảng cách và góc phương vị, trong đó khoảng cách và góc phương vị được xác định trực tiếp trên bản vẽ).

Cần lưu ý rằng việc tính toán tọa độ của các hố khoan là một việc làm đặc biệt quan trọng. Mọi sai sót trong công đoạn này phải được loại trừ vì sai lầm trong việc tính toán có thể dẫn đến việc cho sai vị trí lỗ khoan và dẫn đến tổn thất kinh phí rất lớn. Tốt nhất,

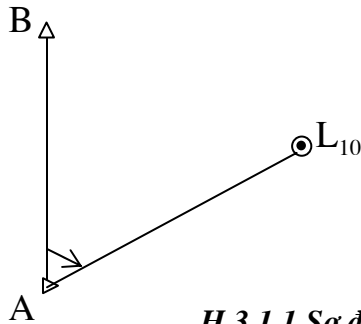


việc tính tọa độ các lỗ khoan cọc nhồi phải được hai người tính độc lập sau đó một người thứ ba sẽ kiểm tra. Kết quả của việc tính toán tọa độ phải được hoàn thành trước khi khởi công khoan cọc nhồi 3 ngày. Tọa độ của các lỗ khoan phải được in và cấp cho các cán bộ kỹ thuật trực tiếp thực hiện.

### III. Bố trí chi tiết lỗ khoan cọc nhồi

#### 1. Bố trí bằng máy kinh vĩ và thước thép

Nếu đơn vị sản xuất chỉ có máy kinh vĩ thông thường và thước thép thì việc bố trí được thực hiện theo phương pháp tọa độ cực.



H.3.1.1 Sơ đồ bố trí lỗ khoan

Giả sử cần bố trí lỗ khoan  $L_{10}$  có tọa độ  $N_{10}$ ,  $E_{10}$  thì trình tự tiến hành sẽ như sau:

- Theo bản vẽ định vị lỗ khoan chọn 2 điểm khống chế mặt bằng ở gần khu vực lỗ khoan cần bố trí và thuận tiện cho việc đặt máy và thao tác đo. Ví dụ điểm A và B.

- Tính khoảng cách từ A tới  $L_{10}$  theo bài toán ngược.

- Tính góc mở  $\beta$  từ hướng AB tới hướng  $AL_{10}$  bằng cách:

+ Tính góc  $\alpha_{AB}$  và  $\alpha_{L_{10}}$  theo bài toán ngược.

+ Tính góc  $\beta = \alpha_{AL_{10}} - \alpha_{AB}$

- Sau khi tính xong các yếu tố bố trí cần phải vẽ sơ đồ bố trí cho từng mốc.

Có thể thay điểm B (điểm định hướng) bằng một vật chuyển kiên cố, rõ nét và ít bị che khuất trên mặt bằng để định hướng (ví dụ các cột ăng ten VTVT, cột thu lôi trên nóc nhà xung quanh vv...)

Thực hiện việc bố trí bằng cách:

- Đặt máy tại điểm A

- Ngắm chuẩn máy tới điểm B hoặc vật chuẩn đã chọn

- Mở góc  $\beta$  bằng giá trị đã tính và ghi trên sơ đồ

- Từ điểm A đo theo hướng vừa mở chiều dài D bằng giá trị đã tính ghi trong sơ đồ sẽ được vị trí lỗ khoan cần bố trí.

Thông thường mỗi ngày các cán bộ kỹ thuật phải bố trí từ 3 đến 5 lỗ khoan. Sau khi bố trí xong cần tiến hành kiểm tra cẩn thận. Cách tốt nhất là kiểm tra khoảng cách từ lỗ khoan cần kiểm tra tới các lỗ khoan khác và so sánh khoảng cách này với giá trị tính được theo tọa độ. Nếu sai lệch khoảng cách thực tế với khoảng cách lý thuyết không vượt quá 2 - 3 cm thì việc bố trí lỗ khoan được coi là đạt yêu cầu. Nếu sai khác quá 3cm thì phải kiểm tra lại quá trình bố trí để phát hiện sai sót và sửa lại.

#### 2. Bố trí lỗ khoan cọc nhồi bằng máy toàn đạc điện tử

Việc bố trí lỗ khoan cọc nhồi có thể được dễ dàng thực hiện bằng các máy toàn đạc điện tử vì trong tất cả các máy đều có chương trình bố trí điểm set - out hoặc stake-out. Trình tự thực hiện chương trình như sau:

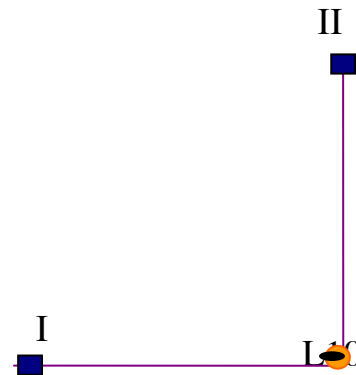
- Đặt máy tại điểm khống chế (điểm A) nhập tọa độ điểm A vào máy
- Nhập tọa độ điểm định hướng để định hướng máy hoặc định hướng tới một vật chuẩn nào đó theo góc phương vị đã biết trước.
- Nhập tọa độ điểm cân bố trí vào máy (ví dụ tọa độ thiết kế của  $L_{10}$ )
- Thực hiện chương trình bố trí điểm bằng các thao tác theo hướng dẫn của máy.
- Kiểm tra vị trí các điểm vừa bố trí bằng cách đo khoảng cách từ nó tới các điểm đã có tọa độ hoặc các điểm lỗ khoan khác. Việc đo khoảng cách có thể được thực hiện một cách nhanh chóng bằng chương trình đo khoảng cách gián tiếp có sẵn trong các máy TĐĐT (Chương trình RDM Remote Distance Measurement trong các máy của hãng NIKON hoặc chương trình MLM-Missing Line Measurement trong các máy của hãng SOKKIA).

Sau khi bố trí xong vị trí lỗ khoan phải được đánh dấu bằng các cọc thép  $\phi$  16-20 dài 40 - 50cm bằng cách đóng chặt xuống đất. Cạnh hố khoan có biển báo vừa có tác dụng ghi tên lỗ khoan vừa cảnh báo cho các phương tiện để bảo vệ.

#### IV. Công tác trắc địa khi hạ gầu khoan

Khi hạ gầu khoan phải đạt được hai yêu cầu cơ bản đó là gầu khoan phải được hạ đúng vị trí và cân khoan phải thẳng. Việc này có thể được thực hiện một cách dễ dàng nhờ hai máy kinh vĩ theo các bước sau:

- Chọn hai vị trí I và II sao cho góc  $I-L_{10}-II$  xấp xỉ là góc vuông.
- Đặt 2 máy kinh vĩ tại 2 vị trí nói trên, cân máy và ngắm vào điểm đánh dấu vị trí lỗ khoan. H....
- Điều chỉnh máy khoan sao cho trục đứng của cân khoan nằm trên chỉ đứng của hai máy kinh vĩ



#### H.3.1.2 Sơ đồ đặt máy để theo dõi khi hạ gầu khoan

#### V. Xác định độ sâu của lỗ khoan

Việc xác định độ sâu của lỗ khoan được thực hiện theo trình tự sau:

- Xác định cao độ mặt casing bằng cách dẫn độ cao từ các điểm khống chế độ cao hoặc từ điểm có đánh dấu mức  $\pm 0,0$  vào mặt casing.
- Dùng thước dây và quả nặng thả xuống lỗ khoan để xác định độ sâu của lỗ khoan.
- Cao độ đáy lỗ khoan bằng cao độ mặt casing trừ đi độ sâu của lỗ khoan.

#### VI. Đo hoàn công vị trí lỗ khoan sau khi khoan xong.

Sau khi khoan xong tất cả các cọc nhồi cần tiến hành đo hoàn công. Bản vẽ hoàn công là một trong những tài liệu quan trọng trong giai đoạn thi công cọc khoan nhồi.

Việc đo hoàn công tốt nhất nên được tiến hành bằng máy toàn đạc điện tử. Trên mặt bằng trước hết cần xác định sơ bộ vị trí tâm cọc nhồi và dùng máy toàn đạc điện tử

xác định toạ độ của nó. Nếu không có máy toàn đạc điện tử thì có thể sử dụng máy kinh vĩ thông thường để đo góc, còn cạnh có thể đo bằng thước thép.

## **§2 Công tác trắc địa khi thi công các đài cọc và móng công trình.**

Sau khi đã hoàn thành việc khoan cọc nhồi người ta tiến hành đào móng công trình đến độ sâu thiết kế của móng, đập đầu cọc, đổ bê tông lót, thi công các đài móng và tầng hầm của công trình.

### **1. Truyền độ cao xuống hố móng.**

Công việc đầu tiên của người trắc địa phải làm là truyền độ cao xuống móng công trình. Việc này tuy đơn giản nhưng khá quan trọng vì việc đào móng hiện nay thường được thực hiện bằng phương pháp cơ giới vì vậy việc xác định độ cao sai có thể dẫn đến việc đào móng quá sâu hoặc chưa đến cốt thiết kế. Cả hai trường hợp đều dẫn đến chậm tiến độ và tốn kém kinh phí.

Thông thường đối với các nhà cao tầng ở nước ta móng có độ sâu từ 3-6m vì vậy việc chuyển độ cao từ trên mặt đất xuống hố móng được thực hiện bằng máy thuỷ bình và mia thông thường mà không cần áp dụng bất kỳ một biện pháp đặc biệt nào. Sai số chuyển độ cao xuống hố móng không vượt quá  $\pm 5\text{mm}$ . Độ cao dưới hố móng sẽ được đánh dấu bằng các dấu sơn đỏ trên thân cọc nhồi, trên các tấm cừ hoặc những vật ổn định khác.

### **2. Chuyển các trục xuống hố móng**

Sau khi đào móng đến độ sâu thiết kế người ta tiến hành đập đầu các cọc, xử lý đầu cọc (pile head treatment) đổ bê tông lót và đổ các đài cọc.

Để làm các công việc trên cần thiết phải chuyển các trục của công trình xuống hố móng.

Việc chuyển các trục xuống hố móng được thực hiện từ các điểm của lưới khống chế mặt bằng gần nhất. Mỗi trục dưới hố móng được cố định bằng các cọc gỗ chắc chắn trên có đóng đinh nhỏ đánh dấu vị trí của trục để đơn vị thi công có thể căng dây thép nhỏ lấy vị trí của từng trục trên thực tế phục vụ cho việc ghép cốt-pha đổ bê tông lót hoặc đổ bê tông đài cọc. Sai số cho phép đánh dấu trục dưới hố móng không vượt quá  $\pm 5\text{mm}$ .

Sau khi hoàn thành việc đổ bê tông lót và các đài cọc cần chuyển trục tiếp các trục chính của công trình lên mặt bê tông. Thông thường người ta không chuyển trục tiếp các trục mà tịnh tiến chúng sang phải hoặc sang trái từ 60-100cm tùy theo điều kiện cụ thể. Sai số cho phép chuyển các trục nằm trong giới hạn 2-3mm. Mỗi trục được đánh dấu trên mặt bê tông bằng 2 dấu sơn đỏ hình tam giác (đáy của tam giác trùng với vị trí của trục đưa ra).

Sau khi kết thúc xây dựng phần móng và tầng hầm cần tiến hành đo vẽ hoàn công. Việc đo vẽ hoàn công có thể được thực hiện bằng thước thép và máy kinh vĩ hoặc máy toàn đạc điện tử. Trên bản vẽ hoàn công có ghi kích thước thực tế giữa các trục và các bộ phận lắp đặt. Sai số đo đạc các yếu tố này cho phép từ 1-2mm. Kích thước của các phần bê tông được đo với độ chính xác  $\pm 10\text{mm}$ . Kết quả đo vẽ hoàn công phần móng được vẽ thành bản vẽ tỷ lệ 1/500-1/200 tùy theo quy mô của toà nhà và tính chất phức tạp của các chi tiết kèm theo bản kê độ sai lệch của các bộ phận so với thiết kế.

## CHƯƠNG 4

### CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA PHỤC VỤ THI CÔNG PHẦN THÂN CÔNG TRÌNH

#### **1 xây dựng lưới bố trí bên trong công trình**

Hệ thống các mốc cố định các trục ở phía ngoài toà nhà sẽ dần bị mất tác dụng khi công trình được xây cao khỏi mặt đất, che khuất hướng ngắm thông giữa các mốc cùng một trục nằm trên 2 phía đối diện của công trình. Do vậy ngay khi hoàn thành việc đổ bê tông mặt sàn tầng trệt ( còn gọi là mặt bằng gốc). Cần phải nhanh chóng thành lập ngay trên đó một lưới bố trí cơ sở nằm ở phía trong công trình. Việc xây dựng lưới này được tiến hành tuân tự như sau:

##### **1.1 Chọn điểm sơ bộ đánh dấu trên mặt bằng cơ sở.**

Lưới bố trí cơ sở nằm phía trong công trình thường có dạng đồ hình cân xứng và tương tự hình dạng chung về mặt bằng của toà nhà vì vậy việc chọn các điểm này phải thoả mãn các yêu cầu:

- Các điểm chọn sơ bộ phải gần với các điểm dự định ( đã được thiết kế) được tính trước dựa trên cơ sở bản vẽ thiết kế và các trục của chúng trong toà nhà.
- Vị trí các điểm của lưới phải đủ rộng để có thể đặt máy thao tác đồng thời cách các trục tương ứng gần nhất từ 0.6m đến 1.0 m . Điều này cũng tạo thuận lợi cho việc bố trí chi tiết tất cả các trục trên mặt bằng đang thi công xây dựng.
- Các cạnh của lưới phải được bố trí song song với các trục dọc và ngang của toà nhà.
- Có thể chọn các điểm này tại các vị trí lỗ kỹ thuật của toà nhà để thuận tiện cho việc chiếu lên các tầng.
- Đồ hình của lưới được bố trí dưới dạng tứ giác Trắc địa hai đường chéo tốt nhất là có dạng hình chữ nhật, hình vuông hoặc hình thoi hoặc hình đa giác trung tâm với các công trình dạng hình tròn hay hình tháp.

Việc chuyển các điểm khống chế vào bên trong công trình được thực hiện sau khi đã xây dựng xong mặt bằng tầng một. Vì vậy việc bố trí sơ bộ các điểm khống chế bên trong công trình có thể thực hiện bằng thước thép từ trục đã có, trong trường hợp cần thiết có thể sử dụng máy toàn đạc điện tử. Vị trí các điểm sơ bộ cần được xác định với sai số <3-5 cm so với toạ độ thiết kế để đảm bảo việc hoàn nguyên có thể thực hiện một cách chính xác bằng thước Eke. Các điểm sơ bộ được đánh dấu trên nền bê tông bằng sơn xanh hoặc sơn trắng (khác với màu chính thức) sau khi hoàn nguyên thường được đánh dấu bằng sơn đỏ.

##### **1.2 Đo đạc các yếu tố trong của lưới.**

Thông thường người ta đo tất cả các góc và cạnh. Lưới bên trong được đo nối với các điểm của mạng lưới bên ngoài được xây dựng ở giai đoạn đầu. Số vòng đo và các đại lượng nào sẽ được đo tùy theo kết quả ước tính độ chính xác của đồ hình đã thiết kế. Trong quá trình đo cần tuân thủ các quy định ghi trong tiêu chuẩn và quy phạm của chuyên ngành.

Với trường hợp số góc đo lớn hơn 2 vòng cần phải tính ngay giá trị góc trung bình sau mỗi trạm đo, đồng thời kiểm tra biến động của sai số 2C, độ chênh lệch góc giữa các vòng đo, độ chênh lệch khoảng các giữa lần thuận và đảo và chênh lệch khoảng cách giữa đo đi đo về đối hướng.

##### **1.3 Xử lý số liệu đo đạc.**

Việc xử lý các số liệu đo đạc được thực hiện theo các bước sau đây:

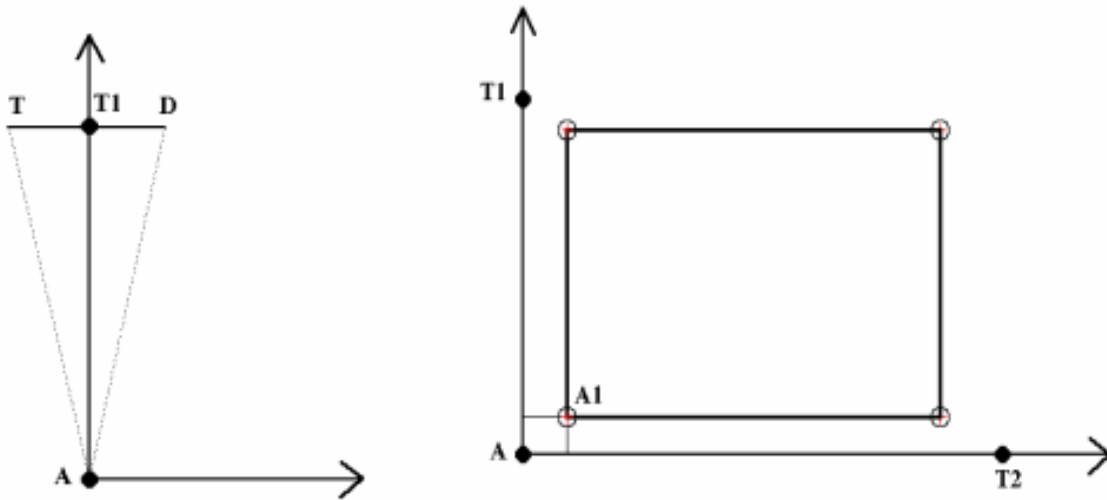
- Kiểm tra số liệu đo đạc hiện trường : Bao gồm kiểm tra sổ đo, kiểm tra sai số khép góc, kiểm tra các cạnh trung bình giữa các lần đo đi đo về. Mục đích phát hiện sai số thô tìm ra nguyên nhân để có biện pháp khắc phục sửa chữa hoặc đo lại nếu không đạt yêu cầu, việc kiểm tra cần có 2 người độc lập với nhau.
- Tính toán số liệu đo : sau khi không còn sai số thô tiến hành tính toán xử lý toán học các trị đo để xác định toạ độ, độ chính xác vị trí các điểm trong lưới. Công việc này được thực hiện một cách dễ dàng, nhanh chóng. Dưới sự hỗ trợ của máy tính bằng các chương trình đã được lập sẵn hiện nay.
- In ấn toạ độ các điểm sau khi tính toán phục vụ cho công tác hoàn nguyên.

#### 1.4 Hoàn nguyên điểm của lưới về vị trí thiết kế.

Sau khi tính toán bình sai lưới vừa đo cần hoàn nguyên các điểm khống chế về vị trí cách trục biên của công trình từ 0.5 m đến 0.8 m. Do phạm vi công trình nhỏ việc bố trí việc bố trí sơ bộ được thực hiện khá chính xác nên yếu tố hoàn nguyên là rất nhỏ. Hơn nữa hệ toạ độ được chọn cho việc thi công nhà cao tầng thường là hệ trục toạ độ giả định song song với trục của công trình. Vì vậy việc hoàn nguyên có thể thực hiện với độ chính xác cao theo trình tự theo ví dụ sau đây:

Ví dụ : Điểm A của lưới được bố trí sơ bộ và đo đạc và tính toán toạ độ yêu cầu phải hoàn nguyên về vị trí thiết kế A1 trình tự thực hiện như sau:

- Đặt máy điện tử tại điểm A đối tâm cân bằng máy chính xác ngắm về một điểm khác trong lưới thực hiện bài toán định hướng trạm máy.



Hình 4.1.1 Hoàn nguyên điểm về vị trí thiết kế

+ Quay máy sao cho số đọc trên vành độ ngang là  $0^{\circ}00'00''$  đánh dấu được điểm T1 cách máy từ 5 đến 10 m .( Trường hợp máy có sai số 2C cần phải đo thuận đảo bằng cách sau khi định hướng ở vị trí thuận quay máy sao cho số đọc trên vành độ ngang là  $0^{\circ}00'00''$  đánh dấu trên hướng ngắm cách điểm A từ 5 đến 10m một điểm T. Sau đó đảo kính quay máy sao cho số đọc trên vành độ ngang là  $180^{\circ}00'00''$  cũng đánh dấu trên hướng ngắm này cách điểm A từ 5 đến 10m một điểm D. Nếu không có sai số 2C thì điểm T và D phải trùng nhau, nhưng có sai số 2C nên 2 điểm này không trùng nhau vì vậy điểm T1 sẽ là điểm giữa của đoạn T và D).

+ Dùng dây bật mực bật một đường thẳng nối A và T1. đây chính là phương song song với trục X hay N.

+ Quay máy đi  $90^{\circ}00'00''$  trên hướng này với khoảng cách 5 đến 10 m ta đánh dấu được điểm T2 ( trường hợp máy có sai số 2C các thực hiện như trên sau khi quay máy đi  $90^{\circ}00'00''$  ở lần thuận thì lần đảo chúng ta quay máy sao cho số đọc trên vành độ ngang là  $270^{\circ}00'00''$ ).

+ Dùng dây bật mực bật một đường thẳng nối A và T2 đây chính là phương song song với trục Y hay E.

+ Xác định các yếu tố hoàn nguyên:

$$\begin{aligned}\Delta X &= X_{A1} - X_A \\ \Delta Y &= Y_{A1} - Y_A\end{aligned}\quad (4.1.1)$$

+ Đặt các giá trị hoàn nguyên lên các trục tọa độ xác định điểm A1 bằng eke và thước thẳng. Với phương pháp này có thể đạt được độ chính xác hoàn nguyên khoảng  $\pm 1\text{mm}$

+ Các tọa độ sau khi hoàn nguyên sẽ được đánh dấu lại trên mặt sàn bê tông bằng các dấu mốc kim loại được khoan đặt vào trong bê tông hoặc dấu chữ thập đục mảnh trên tấm kim loại đã gắn chặt vào sàn bê tông. Các mốc này được khoan bằng đồ ghi rõ tên mốc bên cạnh để tiện cho việc sử dụng.

### 1.5 Đo kiểm tra các yếu tố của lưới sau khi hoàn nguyên.

Dùng máy toàn đạc điện tử dùng chế độ đo tọa độ để kiểm tra các tọa độ của lưới, kiểm tra các góc và các cạnh trường hợp các điểm bị sai số vượt quá hạn sai cho phép thì phải hoàn nguyên lại . Có thể dùng máy kinh vĩ và thước thép để đo đạc kiểm tra các yếu tố sau khi hoàn nguyên. Ghi chép cẩn thận tọa độ các vị trí bị sai lệch để có cơ sở phục vụ xây dựng báo cáo sau này.

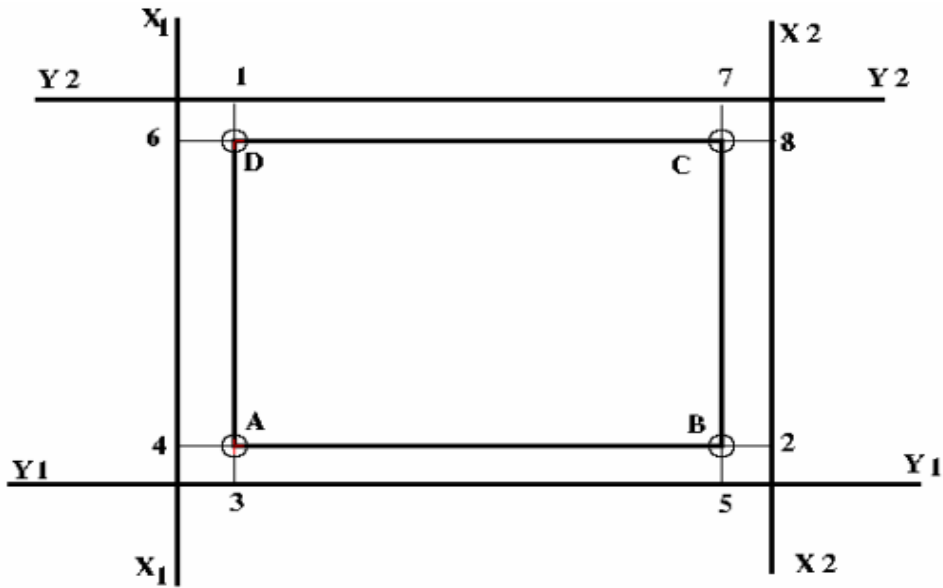
## 2 Bố trí các trục chi tiết của công trình:

### 2.1 Bố trí các trục chính của công trình từ các điểm của lưới bố trí bên trong.

Sau khi xây dựng lưới bố trí bên trong công trình chúng ta xử dụng ngay các điểm này của lưới để bố trí các trục chính. Do mỗi đơn nguyên hay mỗi khối nhà đều có 4 điểm khống chế với các cạnh song song (hoặc vuông góc) với các trục chính vì vậy việc bố trí khá dễ dàng có thể dùng máy kinh vĩ điện tử hoặc máy quang cơ phối hợp với thước thép.

Quá trình bố trí các trục chính rất đơn giản nên chúng tôi không trình bày. Ở đây chỉ nêu một số điểm cần lưu ý.

- Khi bố trí các trục chính của công trình cần lưu ý loại trừ sai số 2C bằng cách thực hiện việc dựng góc vuông ở 2 vị trí bàn độ và lấy vị trí trung bình
- Sau khi bố trí xong các trục chính cần kiểm tra vị trí của chúng so với thiết kế. Việc kiểm tra tốt nhất nên thực hiện bằng cách kiểm tra khoảng cách giữa các trục đã bố trí và so sánh với giá trị thiết kế. Việc kiểm tra có thể được thực hiện bằng thước thép hoặc bằng máy toàn đạc điện tử. Nếu dùng máy toàn đạc điện tử thì phải sử dụng gương mini với chiều cao gương không quá 15 cm để giảm ảnh hưởng của sai số do bọt nước của gương.



Hình 4.1.1 Lưới bên trong công trình

c. Ngoài việc kiểm tra khoảng cách giữa các trục cần phải kiểm tra tọa độ của một số giao điểm của các trục chính. Việc kiểm tra này được thực hiện bằng máy điện tử và gương mini.

## 2.2 Bố trí các trục chi tiết của công trình

### a. Bố trí bằng máy kinh vĩ và thước thép

Đặt máy kinh vĩ (hay máy toàn đạc điện tử) tại một điểm khống chế, định hướng máy tới điểm khống chế thứ 2 (cùng nằm trên một trục). Trên hướng ngắm này dùng thước thép để đo khoảng cách giữa các trục chúng ta xác định được vị trí các trục trên mặt bằng cơ sở.

Lần lượt làm như vậy với các cạnh khác của lưới tại các điểm giao cắt của các trục sẽ được đánh dấu lại trên mặt sàn bê tông bằng các dấu mốc kim loại được khoan đặt vào bê tông, hoặc có thể dùng các đỉnh bê tông có dấu tâm tròn ở đầu mũ đóng hoặc gắn trục tiếp lên sàn bê tông. Các điểm dấu mốc này được khoanh bằng sơn đỏ và ghi ký hiệu bên cạnh để tiện cho việc sử dụng. Vị trí của các trục chi tiết trên mặt bằng được cố định bằng cách bật mực.

### b. Sử dụng máy toàn đạc điện tử để bố trí chi tiết các trục

Có một số ý kiến cho rằng máy toàn đạc điện tử không đủ độ chính xác để bố trí chi tiết các trục chính của công trình với lý luận sau:

Sai số xác định khoảng cách bằng máy toàn đạc điện tử  $m_D = \pm(a + b.D.10^{-6})$ . Với loại máy bình thường hiện nay như TC-600, DTM 350, DTM520, TC-750, SET2C ... thành phần a của công thức trên xấp xỉ 3mm. Với phạm vi hoạt động của máy toàn đạc điện tử trên mặt bằng xây dựng nhà cao tầng  $D < 100$  m vì vậy thành phần thứ 2 của công thức này có thể bỏ qua nhưng nếu chỉ xét riêng thành phần đầu cũng đã là 3mm. Nếu sử dụng máy toàn đạc điện tử để bố trí trục chi tiết các nhà > 12 tầng trong trường hợp khoảng cách giữa các trục < 9m (dung sai cho phép là 2mm) thì phải đảm bảo độ chính xác đo khoảng cách giữa 2 điểm là 0.5mm. Rõ ràng trường hợp này máy toàn đạc điện tử không thể đáp ứng được. Tuy nhiên theo ý kiến của chúng tôi vẫn có thể sử dụng máy toàn

đặc điện tử để bố trí chi tiết các trục của nhà cao tầng ngay cả trong trường hợp khuất khe nhất vấn đề là phải có các biện pháp thích hợp.

Để lý giải vấn đề này trước hết chúng ta hãy phân tích ảnh hưởng của các nguồn sai số trong máy đo xa điện tử đến kết quả đo khoảng cách

Chúng ta biết rằng khoảng cách đo bằng các máy đo xa điện tử được xác định theo công thức sau:

$$D = \frac{\varphi}{2\pi} \frac{v}{2F} + K, \quad (4.2.1)$$

- Trong đó:
- $\Psi$  là hiệu pha giữa tín hiệu gốc và tín hiệu phản hồi.
  - $v$  là vận tốc truyền sóng điện từ.
  - $F$  là tần số điều biến.
  - $K$  là hằng số của máy.

Theo lý thuyết sai số chúng ta có :

$$m_D^2 = \left(\frac{\partial D}{\partial \Psi}\right)^2 m_\Psi^2 + \left(\frac{\partial D}{\partial v}\right)^2 m_v^2 + \left(\frac{\partial D}{\partial F}\right)^2 m_F^2 + \left(\frac{\partial D}{\partial K}\right)^2 m_K^2 \quad (4.2.2)$$

Trong công thức này: -  $\left(\frac{\partial D}{\partial \Psi}\right)$  Là đạo hàm riêng của D theo  $\Psi$  .

-  $\left(\frac{\partial D}{\partial v}\right)$  Là đạo hàm riêng của D theo  $v$  .

-  $\left(\frac{\partial D}{\partial F}\right)$  Là đạo hàm riêng của D theo  $F$  .

-  $\left(\frac{\partial D}{\partial K}\right)$  Là đạo hàm riêng của D theo  $K$  .

Để dàng thấy rằng:

$$- \left(\frac{\partial D}{\partial \Psi}\right) = \frac{1}{2\pi} \frac{v}{2F}$$

$$- \left(\frac{\partial D}{\partial v}\right) = \frac{\Psi}{2\pi} \frac{1}{2F}$$

$$- \left(\frac{\partial D}{\partial F}\right) = -\frac{\Psi}{2\pi} \frac{v}{2F^2}$$

$$- \left(\frac{\partial D}{\partial K}\right) = 1$$

$$(4.2.3)$$

Thay các giá trị đạo hàm riêng này vào công thức (4.3) và thực hiện các phép biến

đổi ta có :

$$m_D^2 = \left(\frac{m_\Psi^2}{4\pi^2} \frac{v^2}{4F^2} + m_K^2\right) + \left(\frac{m_v^2}{v^2} + \frac{m_F^2}{F^2}\right) D^2. \quad (4.2.4)$$

$$\text{Ký hiệu: } \left(\frac{m_\Psi^2}{4\pi^2} \frac{v^2}{4F^2} + m_K^2\right) = a^2 \quad \text{và} \quad \left(\frac{m_v^2}{v^2} + \frac{m_F^2}{F^2}\right) = b^2 \quad (4.2.5)$$

$$\text{Ta có : } m_D^2 = a^2 + b^2 D^2 \quad (4.2.6)$$

Đây là công thức chính xác xác định sai số đo khoảng cách bằng các máy toàn đạc điện tử. Trong các sách giáo khoa hoặc trong lý lịch của các máy thường người ta sử dụng các công thức gần đúng.

$$m_D = \pm(a + b.D) \quad (4.2.7)$$

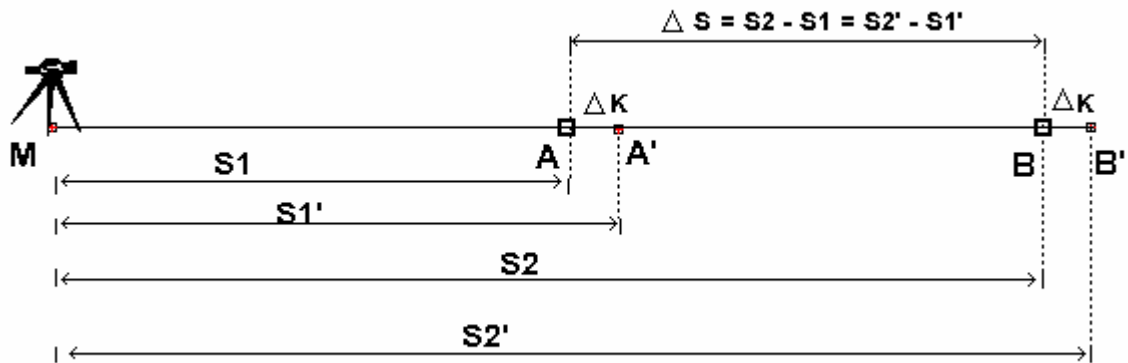


Như vậy thành phần a của công thức (4.8) gồm 2 yếu tố :

- Ảnh hưởng của sai số đo hiệu pha.
- Ảnh hưởng của sai số xác định hằng số K của máy.

Sai số xác định hằng số K của máy thực chất là sai số ngẫu nhiên vì nó có đủ tính chất của sai số này như : Giá trị biến thiên ngẫu nhiên và dấu có thể (+) hoặc (-) nhưng ảnh hưởng của nó đến kết quả đo khoảng cách lại giống như một sai số hệ thống. Giả sử hằng số K của một máy nào đó có giá trị thực là 18mm nhưng khi xác định nó, do có sai số là  $\Delta K = 2\text{mm}$  nên giá trị hằng số K nhập vào máy là 20 mm . Như vậy nếu các nguồn sai số khác không đáng kể thì kết quả đo bằng máy của chúng ta từ điểm đặt máy đến một điểm đo nào đó luôn lớn hơn khoảng cách thực là 2mm. Nhưng hiệu của hai khoảng cách từ máy đến 2 điểm sẽ là một giá trị không chứa sai số do xác định hằng số K và luôn là một giá trị đúng.

Ví dụ: Đặt máy toàn đạc điện tử tại mốc M và đo khoảng cách đến điểm A và B, do tồn tại sai số do xác định hằng số K vì vậy điểm đo của chúng ta không phải là A và B mà là điểm A' và B' cùng bị tịnh tiến đi một lượng bằng  $\Delta K$  (Hình 4.3)



Hình 4.2.2 Bố trí chi tiết bằng máy điện tử

Như vậy để bố trí các điểm chi tiết bằng máy điện tử chúng ta có thể thực hiện theo quy trình sau:

- Xác định chính xác 2 điểm đầu mỗi trục.
- Đặt máy toàn đạc điện tử tại một điểm trên đường trục kéo dài, sau khi dọi tâm cân bằng máy chính xác lấy hướng chuẩn về phía đầu trục bên kia. Sau đó khoá máy để cố định hướng ngắm.
- Thay vì đo trực tiếp các điểm trục chi tiết bằng cách xác định hiệu khoảng cách của các điểm trục chi tiết, so với một trong hai điểm đầu trục đã được xác định chính xác. Thông qua việc xử dụng chương trình đo MLM ( missing line) đã được cài đặt sẵn trong máy. Trong trường hợp góc bằng giữa 2 điểm bằng 0 và điểm bắt đầu được lấy để so sánh là một trong 2 điểm trục đã được xác định chính xác.

### Ξ3. Đo đạc kiểm tra các yếu tố trên mặt sàn.

### **1. Kiểm tra khoảng cách và góc giữa các trục của công trình.**

Đây là công việc phải được tiến hành ngay sau khi hoàn thành việc chuyển toàn bộ các điểm lưới bên trong và các trục của toà nhà lên mặt bằng thi công. Trước khi tiến hành đổ bê tông hoặc lắp ghép cần kiểm tra các góc của lưới có bằng góc thiết kế hay không, các góc giao nhau giữa các trục có vuông góc không. Công việc này được tiến hành bằng máy kinh vĩ hoặc máy toàn đạc điện tử trường trường hợp bị lệch phải hoàn nguyên lại cho đúng với thiết kế bằng cách dựa vào các điểm lưới đã chuyển lên mặt sàn thi công làm cơ sở. Đo khoảng cách giữa các trục công trình và các điểm trục bằng thước thép trên hướng ngắm đã xác định bằng máy kinh vĩ. Sau đó so sánh kết quả đo được với khoảng cách thiết kế. Nếu sai lệch lớn hơn dung sai cho phép trong tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam thì phải xem xét lại tìm ra nguyên nhân gây ra sai số và thực hiện việc bố trí lại.

### **2. Kiểm tra khoảng cách từ các trục đến các cấu kiện và giữa các cấu kiện với nhau.**

Trước khi đổ bê tông cần phải kiểm tra các ván khuôn định hình các cấu kiện. kiểm tra khoảng cách của các đường vuông góc hạ từ các điểm thuộc cấu kiện xuống các trục dọc và ngang gần nhất. Đối với các cấu kiện là hình tròn cần phải xác định tâm hình tròn, sau đó đo khoảng cách từ tâm đến các điểm trong của cốt pha. Tất cả giá trị đo kiểm tra cần phải được so sánh với giá trị thiết kế được ghi trên bản vẽ thi công và so sánh với dung sai cho phép nếu sai lệch nhỏ hơn dung sai cho phép thì được đổ bê tông trong trường hợp ngược lại thì cần phải sửa chữa.

Khi đổ bê tông cần kiểm tra vị trí trục của ván khuôn độ thẳng đứng của thành ván khuôn kích thước và hình dạng của các đoạn ván khuôn, độ nghiêng và hướng nghiêng . Thông báo cho đơn vị thi công biết để thể dừng đổ bê tông sửa chữa trong trường hợp có biến dạng thay đổi.

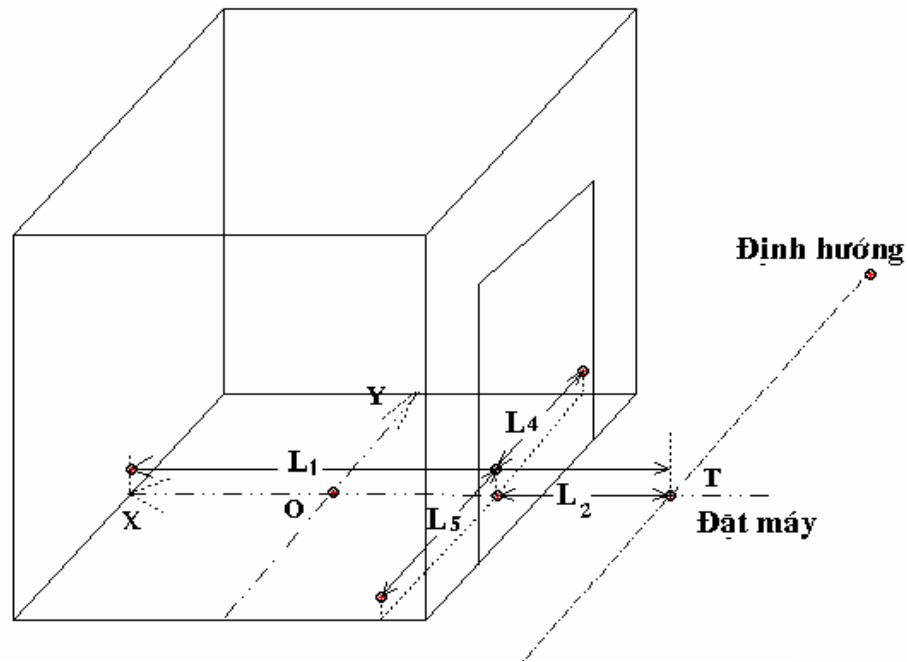
Sau khi đổ bê tông cần đo đạc kiểm tra lại lần nữa và kết quả kiểm tra này được ghi trong hồ sơ hoàn công.

### **3. Đo kiểm tra độ thẳng đứng của các cột, lồng thang máy.**

Lồng thang máy là một hạng mục rất quan trọng đối với nhà cao tầng. Để thang máy vận hành được an toàn thì các bức tường phía trong lồng thang máy phải thẳng đứng. Theo tiêu chuẩn Việt Nam về lắp ráp thiết bị, độ dung sai không thẳng đứng của các bức tường cho phép từ 2-3cm.

Lồng thang máy là một hạng mục có kích thước nhỏ (thường là 2x1,2m). Có một cửa duy nhất dưới đáy của nó, trong quá trình thi công thường có rất nhiều nước và phế liệu vì vậy kiểm tra độ thẳng đứng của mặt phía trong các bức tường là khá phức tạp . Chúng tôi kiến nghị một phương pháp khá đơn giản như (Hình: 4.4).

Trên mặt sàn tầng một (mặt bằng cơ sở) chọn 1 điểm T ( $X_T, Y_T$ ) cách điểm O (giao của 2 trục X và Y của lồng thang máy) một khoảng từ 1-1,2m sao cho điểm T nằm cách mép cửa lồng thang máy 50-60cm. Sau khi có điểm T tiến hành đo các khoảng cách sau:



Hình 4.3.1 Kiểm tra độ thẳng đứng của lồng thang máy

- $L_1$ : từ điểm đặt máy T tới bức tường phía trong theo hướng trục X
- $L_2$  từ điểm đặt máy T tới bức tường phía ngoài theo hướng trục X
- $L_3$  là khoảng cách từ trục X tới bức tường bên trái
- $L_4$  là khoảng cách từ trục X tới bức tường bên phải.

Sau khi đổ bê tông mỗi sàn lại tiến hành bố trí điểm T theo đúng tọa độ  $(X_T, Y_T)$  đã có ở tầng một và đo các khoảng cách  $L_1, L_2, L_3, L_4$ . Sai lệch của các khoảng cách đo được trên mỗi tầng với giá trị của chúng ở tầng một cho phép chúng ta đánh giá độ nghiêng của lồng thang máy trên từng tầng.

Khoảng cách  $L_1$  tốt nhất đo bằng các máy có chế độ đo trực tiếp không cần gương,  $L_2$  đo trực tiếp bằng thước thép trên mặt sàn bê tông,  $L_3, L_4$  đo bằng thước rút hoặc mia rút có kèm theo một thước nivô để chỉnh nó về vị trí nằm ngang.

Độ chính xác của phương pháp dễ dàng nhận thấy rằng sai số đo các đoạn  $L_1, L_2, L_3, L_4$  nằm trong khoảng từ 1-2mm. Vì vậy nguồn sai số chủ yếu trong phương pháp kiểm tra này là sai số bố trí điểm đặt máy T so với các điểm khống chế gây ra. Bằng máy toàn đạc điện tử và gương mini có thể dễ dàng bố trí điểm T từ các điểm khống chế đã được chuyển lên các tầng với sai số  $< \pm 5\text{mm}$  vì vậy nếu kể cả sai số của các điểm khống chế đã chuyển lên thì sai số điểm T nằm trong khoảng từ 6-7mm đảm bảo cho việc kiểm tra độ tin cậy cần thiết.

#### 4. Đo kiểm tra cốt sàn.

Công việc đo đạc kiểm tra về độ cao đối với mỗi tầng được bắt đầu bằng việc đo kiểm tra độ cao mặt sàn trước khi đổ bê tông. Để làm việc này sử dụng máy thủy chuẩn đặt tại vị trí ổn định. Đặt mia tại điểm khống chế độ cao đã chuyển lên mặt sàn thì công sau khi đo dựa vào số đọc trên mia, độ cao thiết kế mặt sàn, độ cao điểm lưới khống chế độ cao. Theo nguyên tắc độ cao tia ngắm tính trước số đọc trên mia để mặt sàn có độ cao đúng với độ cao thiết kế. Lần lượt đo kiểm tra theo tuyến song song với các trục phân bố

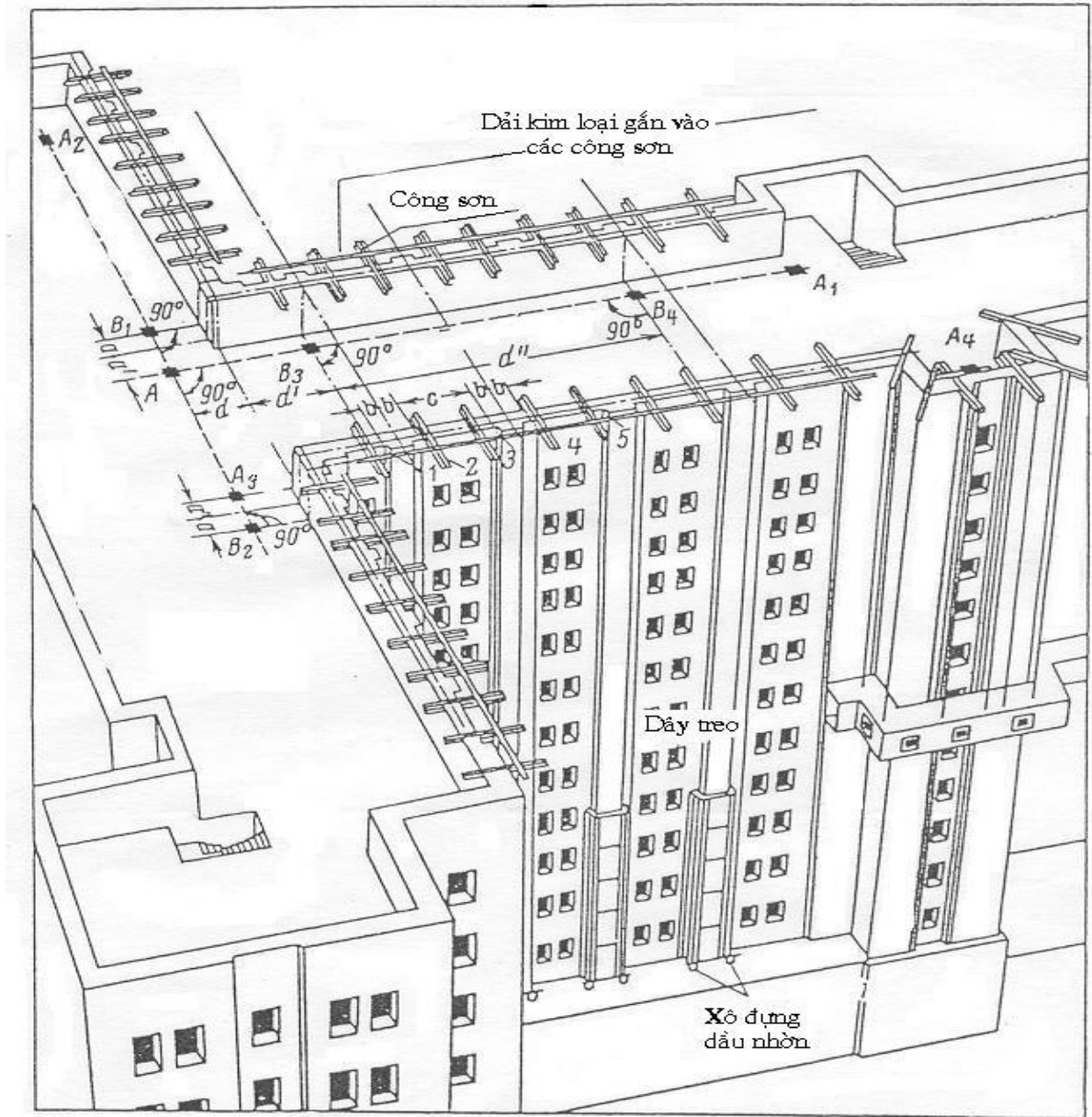
đều trên toàn bộ phạm vi sàn dưới dạng các mắt lưới ô vuông có kích thước từ 1 đến 2 m. Tại những nơi số đọc trên mìa khác với số đọc đã tính cần phải điều chỉnh lại độ cao mặt sàn bằng cách vắn vào ốc điều chỉnh để nâng hoặc hạ độ cao của dàn sắt chống đỡ phía dưới. Sau khi đổ bê tông công việc kiểm tra này lại được lặp lại để kịp thời sửa chữa các chỗ võng cao hoặc võng cao hơn độ cao mặt sàn trước khi bê tông đông cứng.

#### **4. Công tác Trắc địa phục vụ hoàn thiện công trình.**

Công việc hoàn thiện khi xây dựng nhà cao tầng là một loại công việc có khối lượng rất lớn và rất phức tạp. Ngoài ra, quá trình hoàn thiện được thực hiện song song với quá trình khắc phục các sai sót trong giai đoạn xây thô nên tính chất phức tạp công việc lại tăng lên gấp nhiều lần. Các công việc hoàn thiện đơn giản như lấy cốt để lát nền, để lắp cửa .v.v... sẽ không được trình bày ở đây. Trong phần này chúng tôi sẽ trình bày các vấn đề hoàn thiện mặt tiền của toà nhà cao tầng.

Việc hoàn thiện mặt tiền của nhà cao tầng đòi hỏi phải được thực hiện rất cẩn thận. Sự không phẳng của các lớp trát, sự cong vênh của các đường chỉ trang trí, sự gãy khúc của các khối hoặc các đường phân trang trí là không thể chấp nhận.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam độ lệch giới hạn bề mặt của các tấm ốp bằng đá tự nhiên hay nhân tạo so với mặt phẳng đứng của mỗi tầng không được phép vượt quá  $\pm 35\text{mm}$ , sai lệch các đường chỉ ngang hoặc dọc so với phương nằm ngang (hoặc phương thẳng đứng) không quá  $\pm 3\text{mm}$ . Các dung sai này phải được kiểm tra cho từng tầng một của nhà cao tầng.

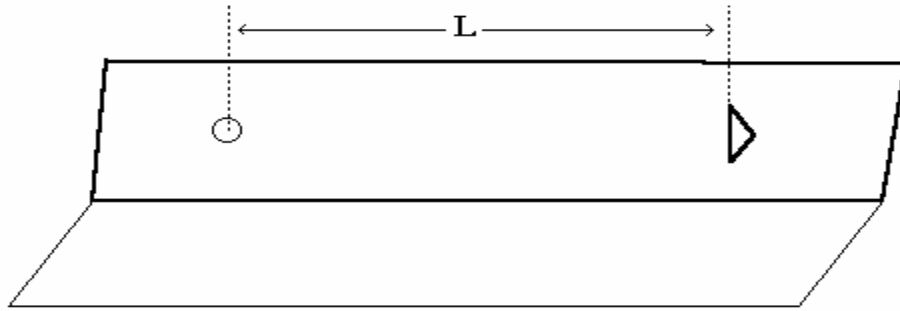


Hình 4.4.1 Lấy dấu phục vụ cho công tác hoàn thiện bằng các trục phụ

Việc trát tường của các toà nhà cao tầng là bước chuẩn bị cho việc lắp đặt các tấm trang trí như: gạch men, đá ốp, khung cửa. Trong những năm gần đây đã xuất hiện ngày càng nhiều khung cửa nhôm kính được chế tạo sẵn. Các dung sai chế tạo và lắp ráp các chi tiết này là rất nhỏ vì vậy yêu cầu về độ chính xác của các công tác trắc địa phục vụ cho hoàn thiện cũng được nâng lên rất cao vì các chi tiết lắp đặt được ra công sản chính xác rất khó sửa chữa khi có sai sót về kích thước.

Trước đây khi chưa có thiết bị hiện đại (máy toàn đạc điện tử có chế độ đo trực tiếp) để thực hiện công tác hoàn thiện người ta phải chuẩn bị rất công phu. Thông thường trên tầng mái phải hàn một khung thép chạy viền xung quanh tường. Trên khung đó người ta hàn các công son đặc biệt bằng thép góc. Hình: 4.5. Mỗi công son có một dấu trục và một

lỗ khoan để treo dây rọi, khoảng cách giữa 2 chi tiết này bằng  $L$  và được tính toán trước (ví dụ  $L=50\text{cm}$ ). Hình: 4.6

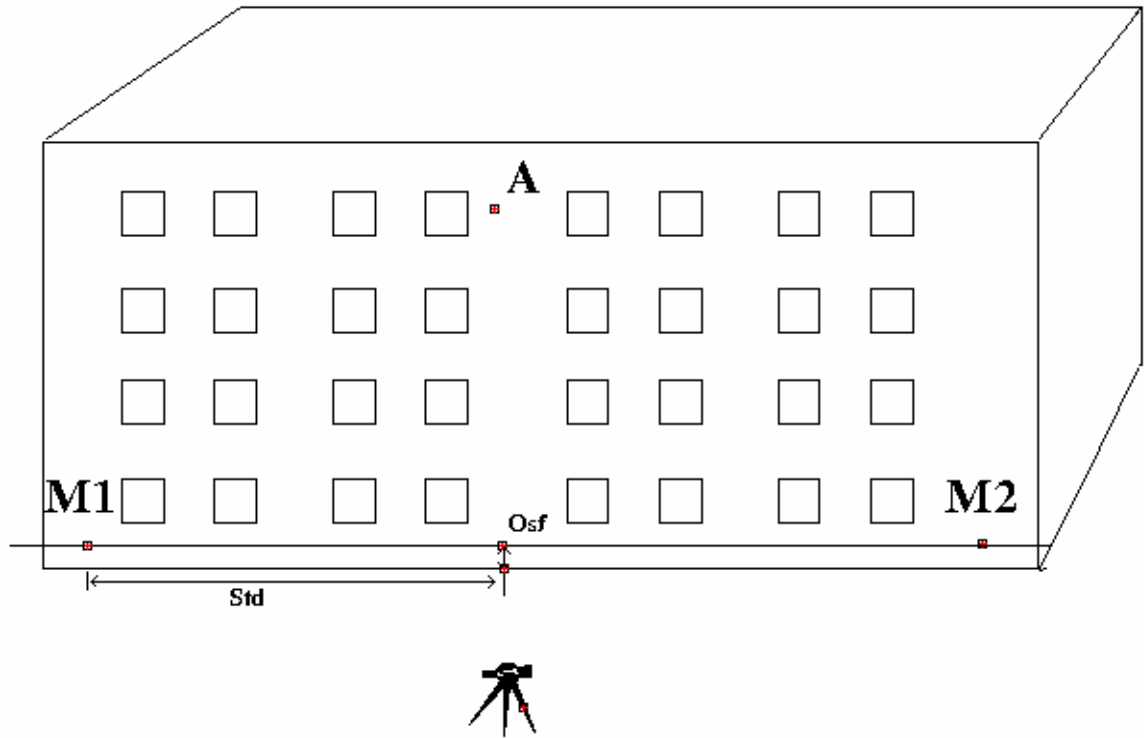


Hình 4.4.2 Công son được hàn sẵn

Trên mái của toà nhà người ta đánh dấu các đường thẳng song song với trục của các bức tường cần hoàn thiện (ví dụ: A-A1, A-A2,... gọi là các trục phụ) Đặt máy kinh vĩ tại một điểm của đường thẳng này định hướng máy theo điểm đầu kia của trục và đặt các công son sao cho vạch trục trùng với đường chỉ thẳng đứng của máy kinh vĩ. Như vậy tất cả các lỗ buộc giầy của các công son sẽ nằm trên một mặt phẳng thẳng đứng. Khoảng cách giữa các công son được đặt tùy thuộc vào các chi tiết trên bức tường, nó thường trùng với các đường chỉ đứng, mép cửa sổ v.v.v... Sau khi chỉnh chính xác vị trí của các công son người ta hàn chúng vào khung thép và treo dọi. Như vậy các dây dọi sẽ cho chúng ta một mặt phẳng đứng song song với mặt phẳng đứng của bức tường cần hoàn thiện. Để giảm giao động của các dây dọi các quả dọi được nhúng vào trong các xô đựng nước trộn mùn cưa hoặc dầu nhờn. Mặt phẳng do các dây dọi tạo nên sẽ là mặt tham chiếu để hoàn thiện bề mặt bức tường.

Phương pháp này sẽ rất tốn kém về kinh tế, thời gian thi công lâu, hiệu quả kinh tế rất thấp, phát sinh nhiều nhân công và tiền bạc.

Trong những năm gần đây trên thị trường xuất hiện các máy toàn đạc điện tử đời mới có chức năng đo trực tiếp không cần gương (hoặc có thể thực hiện quá trình đo bằng các gương giấy) Các máy này được cài đặt sẵn một chương trình tiện ích có tên là Reference Line như sau:



Hình 4.4.3 Lấy dấu trát tường và trang trí bằng máy toàn đạc điện tử hiện đại

Đặt máy tại một điểm bất kỳ nhìn thấy 2 điểm M1 và M2 hai điểm này tạo ra một đường quy chiếu (Reference Line). Nếu hai điểm M1 và M2 có tọa độ thì nhập tọa độ vào một file trong máy để sau này gọi ra để xác lập đường thẳng quy chiếu. Nếu chưa có tọa độ thì đặt gương vào các điểm M1, M2 nói trên, khởi động chương trình để máy tự xác lập một hệ tọa độ giả định và xác định tọa độ 2 điểm này để xác lập đường tham chiếu.

Sau khi xác lập đường tham chiếu nếu tiến hành đo tới một điểm A bất kỳ nào đó máy sẽ cho ta đại lượng:

- $S_{td}$  là khoảng cách từ điểm đầu của đường tham chiếu đến chân đường vuông góc hoặc từ điểm A tới đường tham chiếu.
- $ofs$  là khoảng cách từ điểm A đến đường tham chiếu như vậy nếu điểm A có đại lượng  $ofs = 0$  có nghĩa là nó nằm trên mặt phẳng thẳng đứng đi qua điểm M1M2.

Như vậy sử dụng chương trình này trong quá trình hoàn thiện có thể dễ dàng lấy dấu các điểm trên mặt phẳng thẳng đứng để tạo ra độ phẳng cho bức tường hoặc các chi tiết ốp trang trí. Chương trình này cho phép kiểm tra một cách nhanh chóng và rất tiện lợi.

## CHƯƠNG 5

### TRUYỀN TOẠ ĐỘ VÀ ĐỘ CAO TỪ MẶT BẰNG CƠ SỞ LÊN CÁC TẦNG

Truyền toạ độ và độ cao là công việc phải được thực hiện thường xuyên trong quá trình xây dựng phần thân nhà cao tầng. Tuy nhiên đây là một dạng công việc rất đặc thù vì vậy chúng tôi chuyển toàn bộ nội dung này thành một chương để tiện theo dõi. Để đảm bảo độ thẳng đứng của toà nhà trên suốt chiều cao, các trục công trình tại tất cả các tầng xây dựng đều phải được định vị sao cho cùng nằm trong một mặt phẳng thẳng đứng đi qua các trục tương ứng trên mặt bằng gốc. Tức là các điểm toạ độ của lưới bố trí cơ sở đã lập trên mặt bằng gốc sẽ được chuyển lên mặt sàn thi công xây dựng của các tầng theo một đường thẳng đứng. Để đảm bảo điều kiện này cần thiết phải truyền toạ độ từ mặt bằng cơ sở lên tất cả các tầng còn lại của toà nhà. Quá trình truyền toạ độ từ mặt bằng cơ sở lên các mặt bằng xây dựng là một dạng công việc rất quan trọng khi xây dựng công trình có chiều cao lớn. Công việc này sẽ được thực hiện bằng nhiều phương án và có thể lựa chọn bằng một trong các phương án sau:

#### **☞1. Truyền toạ độ bằng máy kinh vĩ**

Thực chất của việc truyền toạ độ từ mặt bằng cơ sở lên các tầng bằng máy kinh vĩ là phương pháp sử dụng mặt phẳng đứng của máy kinh vĩ. Đây là phương pháp chiếu điểm bằng tia ngắm nghiêng, có thể thực hiện ở những nơi điều kiện xây dựng rộng rãi, công trình xây dựng có số tầng ít hơn 4. Hoàn toàn không phù hợp cho những nhà có số tầng cao hơn và những nhà xây chen mặt bằng xung quanh chật hẹp. Quy trình thực hiện được tiến hành theo các bước :

##### **1. Gửi các điểm đầu trục trên mặt bằng cơ sở ra ngoài**

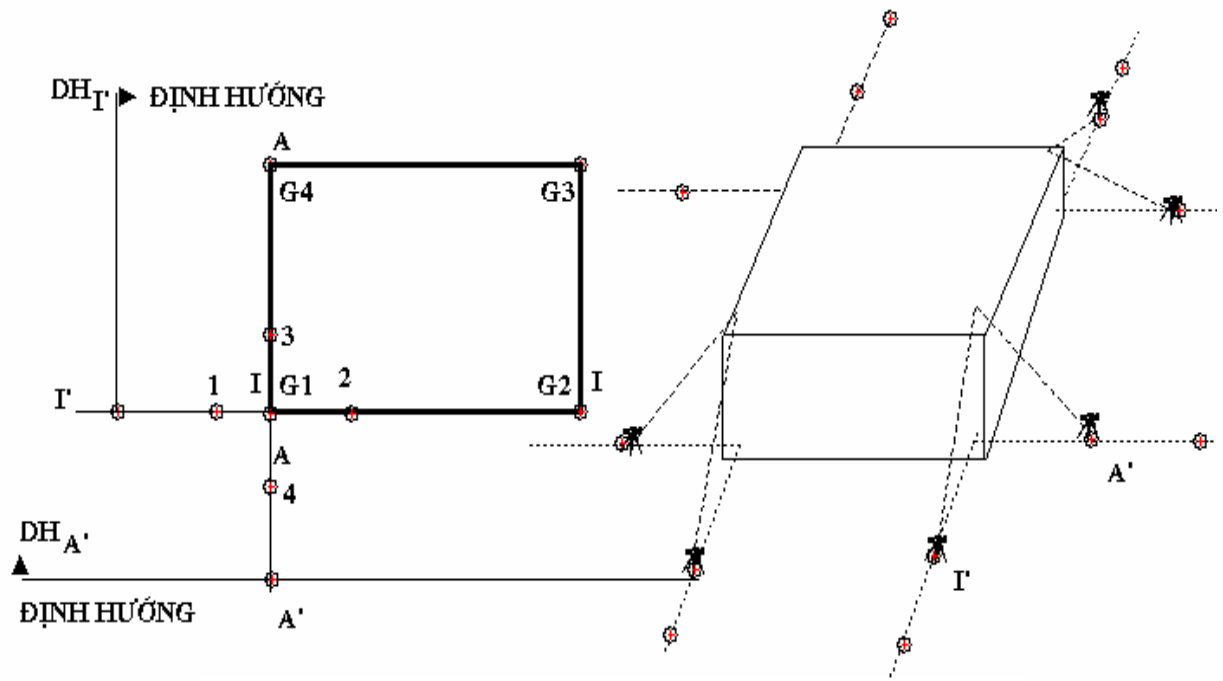
Do quá trình xây dựng toà nhà cao dần lên thì các hướng ngắm dần bị che lấp và mất tác dụng. Vì vậy để truyền toạ độ bằng máy kinh vĩ lên các tầng việc đầu tiên là phải gửi các điểm đầu trục ra ngoài. Khoảng cách từ điểm gửi đến chân công trình tốt nhất nên chọn xấp xỉ bằng chiều cao của nó, để góc đứng  $< 45^\circ$ . Quá trình gửi điểm được tiến hành bằng máy kinh vĩ và thước thép dựa vào các điểm lưới khống chế bên trong. Các điểm gửi được đánh dấu cẩn thận đổ bê tông và gắn dấu mốc để bảo quản cho quá trình sử dụng sau này. Thông thường các điểm đầu trục thường được gửi lệch so với trục một khoảng cách từ 50 cm đến 80 cm để tiện cho quá trình thực hiện và thi công .

##### **2. Gửi các điểm định hướng ra ngoài**

Sau khi đã gửi các điểm đầu trục cần tiếp tục gửi các điểm định hướng ra ngoài. Các điểm này thường nằm trên đường kéo dài hoặc vuông góc của các trục chính. Theo hướng mỗi trục chính cần đặt một cặp mốc thẳng hàng như hình vẽ :

Các điểm định hướng không cần chôn mốc mà chỉ cần đánh dấu bằng sơn lên các địa vật xung quanh khu vực xây dựng như tường của các toà nhà lân cận, hàng rào hoặc vỉa hè. Khi đánh dấu cần đặc biệt lưu ý chọn các đối tượng địa vật ổn định không bị thay đổi vị trí. Các điểm định hướng phải bố trí các xa máy một khoảng tối thiểu bằng khoảng cách từ điểm đặt máy đến chân công trình.





Hình: 5.1.1 Gửi điểm định hướng ra ngoài công trình

### 3. Quá trình truyền tọa độ bằng máy kinh vĩ.

#### 3.1 Nội dung của phương pháp

Giả sử cân chuyển điểm G1 là giao điểm của các trục I-I và A-A (hoặc giao điểm của những đường thẳng song song với các trục này). Trong giai đoạn chuẩn bị chúng ta đã đánh dấu được 2 điểm đặt máy I' nằm trên trục I-I kéo dài và A' nằm trên trục A-A kéo dài và các điểm định hướng  $DH_I$  và  $DH_A$  (Hình 3-4). Quá trình chuyển điểm G1 từ mặt bằng cơ sở lên các tầng trên được thực hiện như sau:

- Đặt máy tại điểm I', cân bằng máy và dọi tâm chính xác sau đó định hướng máy về điểm  $DH_I$  và mở một góc bằng  $90^\circ$ , trên hướng vuông góc này đánh dấu 2 điểm tạm thời 1 và 2 cách nhau 60-100 cm sao cho điểm G1 cân chuyển nằm giữa 2 điểm này. Để loại trừ ảnh hưởng của sai số 2C cân thực hiện việc ngắm chuẩn và dựng góc vuông ở hai vị trí bàn độ: bàn độ trái và bàn độ phải rồi sau đó lấy vị trí trung bình. Để tăng độ chính xác dựng góc vuông sau khi đánh dấu sơ bộ vị trí điểm 1 và điểm 2 thì tiến hành đo góc vừa dựng được 3-4 vòng đo sau đó tính giá trị chính xác của góc và hiệu chỉnh nó về góc vuông. Lượng hiệu chỉnh được tính theo công thức

$$e = \frac{\varepsilon D}{\rho} \quad (5.1.1)$$

trong đó:

$\varepsilon$  - chênh lệch giá trị góc chính xác so với  $90^\circ$

$\rho$  - Khoảng cách từ điểm đặt máy tới điểm đánh dấu

Chuyển máy sang điểm A' và cũng thực hiện các thao tác tương tự như tại điểm I' đánh dấu được hai điểm 3 và 4. Giao điểm của hai đoạn thẳng 1-2 và 3-4 cho chúng ta vị trí điểm G1 trên mặt sàn mới.

Cũng làm tương tự như đối với điểm G1 chúng ta có thể chiếu được tất cả các điểm G2, G3 và G4 từ mặt bằng cơ sở lên các tầng trên.

#### 3.2 Độ chính xác của phương pháp

Độ chính xác của phương pháp này phụ thuộc vào độ chính xác dựng góc vuông. Sai số này phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Sai số ngắm chuẩn.
- Sai số 2C.
- Sai số đo độ nghiêng của trục chính của máy.
- Khả năng dọi tâm, độ phóng đại, sai số do đánh dấu điểm .

Ảnh hưởng của sai số 2C có thể loại trừ bằng cách đo ở 2 vị trí bàn độ: bàn độ trái và bàn độ phải. ảnh hưởng của sai số dọi tâm máy tới sai số dựng góc vuông cũng chỉ nằm trong phạm vi từ 2"-3". Như vậy nếu không kể đến sai số do độ nghiêng của trục máy thì với một chương trình đo cẩn thận chúng ta có thể dựng được góc vuông với sai số nằm trong khoảng từ 2" ÷ 3" bằng một chương trình đo đơn giản cũng có thể dựng được một góc vuông với sai số khoảng 5", Sai số đánh dấu điểm sẽ nằm trong khoảng 1 ÷ 1,5mm.

Bảng: 5.1.1 Độ nhạy của bọt nước một số máy kinh vĩ và toàn đạc điện tử

Tên máy	Nước sản xuất	$\tau''/2\text{mm}$	Ghi chú
0T-02	Liên xô (cũ)	6"	
Theo 010A	Đức	20"	
Theo 20	Đức	30"	
T2	Liên xô (cũ)	15"	
SET-2B	SOKKIA nhật	20"	
SET-3B	SOKKIA nhật	30"	
TC-600	LEICA Thụy sĩ	30"	
TC-1800	LEICA Thụy sĩ	12"	
TCR-303	LEICA Thụy sĩ	20"	
DTM-350	NIKON Nhật	30"	
DTM-730	NIKON Nhật	30"	
GTS-225	TOPCON Nhật	30"	
D104	TOPCON Nhật	60"	

Nguồn sai số nguy hiểm nhất trong phương pháp này, theo ý kiến của chúng tôi đó là ảnh hưởng độ nghiêng của trục đứng của máy kinh vĩ. Chúng ta biết rằng, khi làm việc với máy kinh vĩ chúng ta phải đặt máy tại điểm đo sao cho tâm của nó trùng với tâm của dấu mốc và trục đứng của máy trùng với đường dây dọi đi qua dấu mốc này. Việc làm cho trục đứng của máy trùng với đường dây dọi được gọi là quá trình cân máy, quá trình này được thực hiện nhờ các loại bọt nước. Trên thực tế trục đứng của máy và phương của đường dây dọi thường không trùng nhau do chất lượng (độ nhạy) của bọt nước sử dụng trong máy và các điều kiện ngoại cảnh tác động đến. Độ nhạy của bọt nước được ký hiệu là  $\tau$ , đơn vị là " (giây góc) biểu thị góc ở tâm ứng với 1 cung có chiều dài là 2mm của mặt cong của bọt

nước. Bảng 5.1 ở trên thể hiện các giá trị độ nhạy của bọt thủy trong một số máy kinh vĩ và máy toàn đạc điện tử.

Có thể dễ dàng xác định được góc nghiêng của trục đứng của máy kinh vĩ hoặc máy toàn đạc điện tử bằng cách đọc số trên biên độ đứng của máy ở các vị trí khác nhau của bàn độ ngang. Thực nghiệm sau đây được thực hiện với một số máy toàn đạc điện tử của phòng TĐCT viện KHCN Xây dựng.

Bảng: 5.1.2 Kết quả khảo sát góc nghiêng của trục đứng của máy TĐĐT  
( Máy LEICA TC-1800 N<sup>o</sup>422424 Thủy Sỹ)

Số đọc bàn độ ngang	Góc Z	Góc Z	Góc Z
0 <sup>o</sup>	90 <sup>o</sup> 00' 19	75 <sup>o</sup> 24' 22	50 <sup>o</sup> 43' 49
60	90 <sup>o</sup> 00' 15	75 <sup>o</sup> 24' 19	50 <sup>o</sup> 43' 47
120	90 <sup>o</sup> 00' 12	75 <sup>o</sup> 24' 16	50 <sup>o</sup> 43' 44
180	90 <sup>o</sup> 00' 12	75 <sup>o</sup> 24' 15	50 <sup>o</sup> 43' 43
240	90 <sup>o</sup> 00' 14	75 <sup>o</sup> 24' 18	50 <sup>o</sup> 43' 44
300	90 <sup>o</sup> 00' 18	75 <sup>o</sup> 24' 21	50 <sup>o</sup> 43' 48
360	90 <sup>o</sup> 00' 19	75 <sup>o</sup> 24' 22	50 <sup>o</sup> 43' 49

$$Z_{\max} - Z_{\min} = 7''$$

Bảng: 5.1.3 Kết quả khảo sát góc nghiêng của trục đứng của máy TĐĐT  
(SET2C SOKKIA số 37631 Nhật)

Số đọc bàn độ ngang	Góc Z	Góc Z	Góc Z
0 <sup>o</sup>	91 <sup>o</sup> 00' 23	55 <sup>o</sup> 35' 45	70 <sup>o</sup> 32' 55
60	91 <sup>o</sup> 00' 20	55 <sup>o</sup> 35' 39	70 <sup>o</sup> 32' 53
120	91 <sup>o</sup> 00' 31	55 <sup>o</sup> 35' 46	70 <sup>o</sup> 32' 54
180	91 <sup>o</sup> 00' 32	55 <sup>o</sup> 35' 39	70 <sup>o</sup> 32' 53
240	91 <sup>o</sup> 00' 27	55 <sup>o</sup> 35' 47	70 <sup>o</sup> 32' 42
300	91 <sup>o</sup> 00' 24	55 <sup>o</sup> 35' 43	70 <sup>o</sup> 32' 41
360	91 <sup>o</sup> 00' 21	55 <sup>o</sup> 35' 43	70 <sup>o</sup> 32' 48

$$Z_{\max} - Z_{\min} = 14''$$

Khi trục đứng của máy bị nghiêng đi một góc  $\delta$  thì trục quay của ống kính (trục ngang) bị nghiêng 1 góc là  $i$

$$i = \delta \cos\alpha \quad (5.1.2)$$

$\alpha$  là góc phương vị của vectơ nghiêng của trục đứng

Sai số trong số đọc của bàn độ ngang do độ nghiêng của trục ngang được tính theo công thức:

$$\Delta_{\delta} = \delta \cos\alpha \operatorname{tg}V \quad (5.1.3)$$

Trong đó  $V$  là góc nghiêng của tia ngắm

Sai số  $\Delta_\delta$  không thể loại trừ bằng cách đọc số ở hai vị trí bàn độ

Sai số  $\Delta_\delta$  sẽ dẫn đến sai số dịch ngang của điểm chiếu lên mặt sàn

$$q = \Delta_\delta \frac{D}{\rho''} = \delta \cos \alpha \operatorname{tg} V \frac{D}{\rho''} \quad (5.1.4)$$

Bảng: 5.1.4 Sai số dịch ngang khi độ nghiêng trực đứng ( $\delta = 30''$  và  $\delta = 10''$ )

Góc $\gamma$	$\delta = 30''$		$\delta = 10''$	
	$\Delta_\delta$	q (mm)	$\Delta_\delta$	q (mm)
$5^\circ$	2.6	1.3	0.86	0.43
$10^\circ$	5.3	2.6	1.77	0.86
$15^\circ$	8.0	3.9	2.67	1.30
$20^\circ$	10.9	5.3	3.63	1.77
$25^\circ$	14.0	6.8	4.67	2.27
$30^\circ$	17.3	8.4	5.77	2.80
$35^\circ$	21.0	10.2	7.00	3.40
$40^\circ$	25.2	12.2	8.40	4.07
$45^\circ$	30.0	14.5	10.00	4.83
$50^\circ$	35.8	17.3	11.93	5.77
$55^\circ$	42.8	20.7	14.27	6.90
$60^\circ$	52.0	25.2	17.33	8.40

Các số liệu trong bảng 5.1.4 trên đây được tính cho 2 trường hợp: trường hợp 1 máy kinh vĩ có góc nghiêng của trực đứng  $\delta = 30''$  và trường hợp hai  $\delta = 10''$ , khoảng cách từ máy đến điểm chiếu cho cả 2 trường hợp là 100m.

Như vậy, nếu giới hạn sai số chiếu điểm là 5mm thì sai số theo mỗi hướng được pháp là  $\frac{5}{\sqrt{2}} \approx 4\text{mm}$ . Như vậy nếu sử dụng loại máy có góc nghiêng của trực đứng là  $30''$  thì góc nghiêng của tia ngắm không lớn hơn  $15^\circ$ . Nếu sử dụng máy có góc nghiêng  $< 10''$  thì góc nghiêng của tia ngắm có thể cho phép tới  $45^\circ$  trong trường hợp khoảng cách từ máy đến điểm chiếu = 100m.

Như vậy phương pháp ngắm nghiêng bằng máy kinh vĩ thường gặp sai số lớn khi số tầng nhiều lên do giá trị của góc đứng tăng lên. Ngoài ra phương pháp ngắm nghiêng có thể chuyển lên trên đường viền ngoài của sàn ngang hay mặt cột đường viền chỉ một điểm của đường trực. Không thể chuyển điểm thứ 2 vào bên trong công trình bằng phép ngắm trực tiếp vì bị các yếu tố khung sàn ngăn cản và tương tự. Các điểm của đường trực thiết kế ở trên sàn thường phải lấy theo các điểm chuyển lên đường viền sàn của các tầng. Điều

này giảm độ chính xác vốn đã thiếu, các điểm trục bố trí bên trong phải chịu sai số một lần nữa. Vì vậy phương pháp này chỉ áp dụng cho nhà nhà thấp tầng (nhỏ hơn 4 tầng). Ít áp dụng cho nhà cao tầng.

### **1.5 Đo đạc kiểm tra sau khi truyền toạ độ.**

Sau khi đã đánh dấu các điểm trục chính trên mặt sàn tầng cần bố trí. Chúng ta phải đo đạc kiểm tra trước khi sử dụng các điểm này để bố trí các điểm trục chi tiết bên trong của mặt sàn. Công việc này bao gồm các công đoạn như sau:

- Kiểm tra các góc : Đặt máy tại các điểm trục đã đánh dấu dọi tâm cân bằng máy định hướng vào điểm trục đánh dấu thứ 2 kiểm tra các góc có đúng  $90^{\circ}00'00''$  hay không. Sai lệch cho phép không vượt quá  $\pm 20''$ .
- Kiểm tra các cạnh có đúng với thiết kế hay không, quá trình này được thực hiện bằng thước thép , theo hướng ngắm của máy kinh vĩ. Sai lệch cho phép không vượt quá  $\pm 7\text{mm}$ .
- Trường hợp bị sai lệch quá phạm vi cho phép cần phải đo đạc tính toán bình sai đồng thời hoàn nguyên các điểm này về đúng vị trí thiết kế.

## **2 Truyền bằng máy toàn đạc điện tử**

Đối với các công trình nhà cao tầng xây dựng trên mặt bằng tương đối rộng rãi, chiều cao công trình không vượt quá 10 tầng, có thể sử dụng máy toàn đạc điện tử để chuyển vị trí các điểm lưới cơ sở lên mặt sàn. Thực chất là chuyển toạ độ từ điểm đã đánh dấu ở mặt bằng gốc lên sàn thi công. Các máy điện tử được sử dụng để chuyển điểm lên cao phải có sai số đo cạnh  $< \pm 5\text{mm}$  , sai số đo góc  $< \pm 5''$ . Quá trình thực hiện được lần lượt mô tả ở dưới đây:

### **1. Gửi các điểm từ lưới khống chế cơ sở ra mặt bằng.**

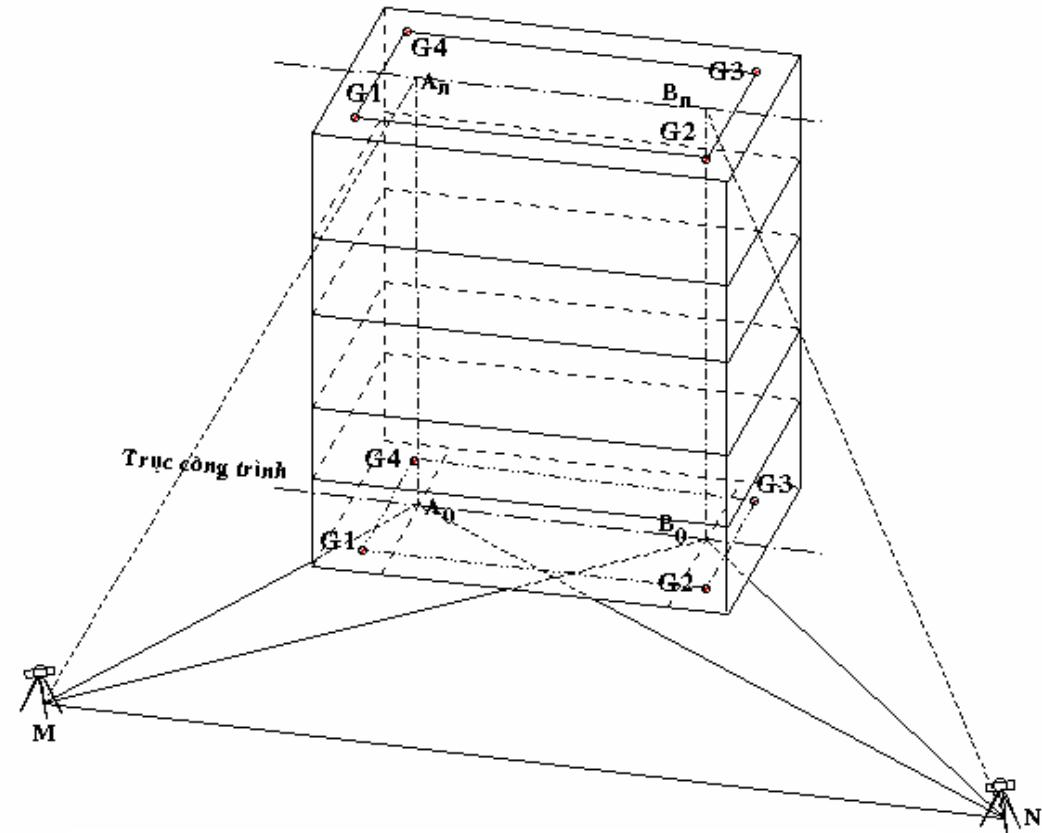
Để thực hiện phương pháp này cần đảm bảo điều kiện thông hướng giữa các điểm trên mặt đất và điểm trên các sàn của công trình, đồng thời phải đảm bảo góc ngóc ống kính không quá lớn ( $< 45^{\circ}$ ). Khoảng cách từ máy đến điểm trên sàn của công trình được chọn phải nhỏ hơn 300 m và phải lớn hơn hoặc bằng chiều cao công trình. Có thể sử dụng nóc nhà mái bằng của các công trình thấp tầng lân cận để bố trí điểm gửi thay cho các điểm bố trí trên mặt đất. Tuy nhiên các điểm chọn cần lưu ý tới sự ổn định có thể bị thay đổi trong quá trình toà nhà được xây cao và ảnh hưởng do quá trình thi công. Các điểm này được chôn sâu và gia cố cẩn thận chắc chắn tâm mốc được cố định bằng dấu chữ thập hoặc lỗ khoan nhỏ trên tấm thép ở đầu bê tông, bên cạnh có ghi rõ tên mốc.

### **2. Quá trình truyền toạ độ từ các điểm gửi lên mặt bằng xây dựng.**

Thực tế cho thấy rằng không thể sử dụng chương trình Set-out của một máy toàn đạc điện tử và gương sào để chuyển các điểm từ mặt bằng cơ sở lên các tầng vì lý do sau đây:

- Chương trình Set-out chỉ được thực hiện đo ngắm ở một vị trí bàn độ mặc dù khi tính toạ độ của các điểm Set-out máy có sử dụng giá trị 2C lưu trữ trong bộ nhớ của nó nhưng không loại trừ được biến động của 2C vốn rất nhạy cảm với điều kiện ngoại cảnh như nhiệt độ, áp suất, kể cả điện áp của nguồn.

- Gương sào lớn với bọt nước tròn có độ nhạy rất kém và không có thiết bị giữ cố định vì vậy độ chính xác rất kém.



Hình: 5.2.1 Truyền tọa độ lên mặt bằng xây dựng

Vì 2 lý do nêu trên nên chương trình Set-out của các máy toàn đạc điện tử chỉ cho phép bố trí với độ chính xác 10-15mm đủ để phục vụ việc xây thô không đủ độ chính xác để chuyển tọa độ các điểm khống chế từ mặt sàn cơ sở lên các tầng. Để thực hiện việc này bằng máy toàn đạc điện tử chúng tôi kiến nghị phương án đo như sau:

1. Đặt máy dưới đất dùng chương trình Set-out để bố trí sơ bộ các điểm G1, G2, G3, G4 trên mặt sàn mới đổ bê tông. đánh dấu sơ bộ các điểm này bằng đầu bút chì.

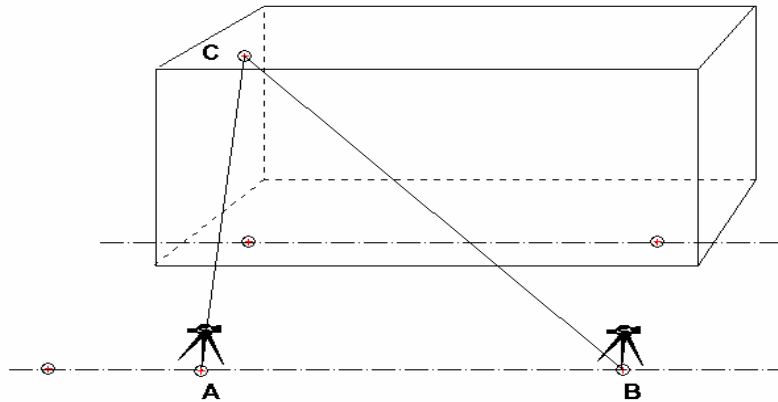
2. Đặt gương chòm có độ dọi tâm chính xác tại các điểm này và thực hiện chương trình giao hội thuận đo góc cạnh kết hợp bằng máy toàn đạc điện tử đặt tại các điểm khống chế trên mặt đất hoặc các điểm gửi.

3. Xác định tọa độ chính xác các điểm giao hội G1, G2, G3, G4 theo kết quả đo.

4. Hoàn nguyên các điểm giao hội về đúng tọa độ của các điểm G1, G2, G3, G4 ở mặt bằng cơ sở. Như vậy chúng ta đã đưa được các điểm G1, G2, G3, G4 từ mặt bằng cơ sở lên tầng trên.

### 5.2.3. Độ chính xác của phương pháp

Để khảo sát độ chính xác của phương pháp chuyển điểm này chúng tôi sử dụng phương pháp ước tính độ chính xác chặt chẽ cho trường hợp khoảng cách giữa 2 điểm khống chế trên mặt đất là 100m. Khoảng cách từ điểm G1 đến 2 điểm đặt máy là 70m đến 200m và được các kết quả ghi trong bảng sau:



Hình: 5.2.2 Truyền tọa độ lên mặt sàn xây dựng bằng máy toàn đạc điện tử

Bảng: 5.2.1 Kết quả đánh giá độ chính xác điểm C ( Giao hội góc - cạnh )

Thứ tự	Sai số trung phương đo góc	Sai số trung phương đo cạnh	Sai số vị trí điểm (mm)		
			$m_{X(mm)}$	$m_{Y(mm)}$	$m_{P(mm)}$
1	15"	$\pm 3 + 3 \cdot 10^{-6} D$ (mm)	0.0026	0.0031	0.0040
2	20"	$\pm 3 + 3 \cdot 10^{-6} D$ (mm)	0.0027	0.0034	0.0043
3	25"	$\pm 3 + 3 \cdot 10^{-6} D$ (mm)	0.0027	0.0036	0.0045
4	30"	$\pm 3 + 3 \cdot 10^{-6} D$ (mm)	0.0027	0.0037	0.0046
5	60"	$\pm 3 + 3 \cdot 10^{-6} D$ (mm)	0.0028	0.0040	0.0048

Số liệu ước tính trên đây cho thấy sai số xác định điểm C có thể đạt được giá trị  $< \pm 5$  mm ngay cả trong trường hợp sai số góc ngang khoảng 30" hoặc hơn một chút. Do có đo thêm 2 cạnh nên ảnh hưởng của sai số đo góc ngang đến độ chính xác xác định tọa độ điểm giao hội là không lớn lắm.

Các số liệu trên đây cho thấy hoàn toàn có thể sử dụng chương trình giao hội góc cạnh để truyền tọa độ từ mặt bằng cơ sở lên các tầng cao với độ chính xác  $< \pm 5$  mm

#### 4. Sử dụng máy toàn đạc điện tử và kính ngắm vuông góc để chuyên tọa độ.

Phương pháp truyền tọa độ bằng máy toàn đạc điện tử cần có không gian tương đối rộng, do đó nhiều khi không phù hợp với các nhà xây chen tại các thành phố. Mặt khác phương pháp này cũng chưa đạt được độ chính xác mong muốn vì phải thực hiện đo góc trong trường hợp góc đứng rất lớn, do vậy độ chính xác đo góc sẽ giảm đáng kể do ảnh hưởng của sai số trục ngang của máy không vuông góc với trục đứng của nó. Tuy nhiên khắc phục đặc điểm này người ta lắp thêm hệ thống kính vuông góc để chiếu. Máy được đặt tại các điểm lưới bên trong của mặt bằng cơ sở được lắp ráp như máy chiếu thông thường. Nhưng trình tự các bước thực hiện như sau:

Định tâm máy chính xác tại điểm đánh dấu trên mặt bằng cơ sở.

Xác lập tia ngắm thẳng đứng bằng cách đặt số đọc trên bàn độ đứng của máy toàn đạc điện tử  $Z=0^{\circ}00'00''$ .

Đặt số đọc trên vành độ ngang là  $0^{\circ}00'00''$  và chiếu điểm thứ nhất.

Lần lượt xoay máy sao cho số đọc trên vành độ ngang là  $90^{\circ}00'00''$ ;  $180^{\circ}00'00''$ ;  $270^{\circ}00'00''$  chiếu tương tự ta được các điểm thứ 2, thứ 3 và thứ 4. Các điểm này được đánh dấu trên kính tại các lỗ chờ của các tầng lắp ráp. Bốn điểm 1,2,3,4 sẽ tạo thành một hình vuông. Giao điểm của 2 đường chéo của hình vuông sẽ là điểm cuối cùng cần chiếu.

Trên mỗi tầng lắp ráp cần chiếu ít nhất 3 điểm tạo với nhau thành 2 trục vuông góc với nhau tại một điểm để có thể kiểm tra được kết quả chiếu.

Sau khi chiếu cần kiểm tra góc vuông và cạnh trước khi làm các công việc bố trí tiếp theo.

Sai số của phương pháp này:

$$m_{\text{Chiếu}} = \sqrt{m_{\text{d.t.A}}^2 + m_{\text{C}}^2 + m_{\text{h.số}}^2 + m_{\text{ng.diểm}}^2 + m_{\text{d.dấu}}^2} \quad (5.2.1)$$

Với:  $m_{\text{Chiếu}}$  - sai số chiếu điểm.

$m_{\text{d.t.A}}$  - Sai số định tâm = (0.2 đến 0.5 mm).

$m_{\text{C}}$  - Sai số cân máy chính là sai số đưa ống kính vào vị trí thẳng đứng ( $Z=0^{\circ}00'00''$ ).

$$m_{\text{C}} = \frac{0,2 \cdot \tau'' \cdot H_m}{\rho''} \quad (5.2.2)$$

$m_{\text{h.số}}$  - Sai số hiện số phụ thuộc vào độ chính xác của máy =  $\frac{t}{\rho''}$

$m_{\text{ng.diểm}}$  - Sai số ngắm điểm =  $\frac{t}{V} \frac{H_m}{\rho''}$  (5.2.3)

$m_{\text{d.dấu}}$  - Sai số đánh dấu điểm trên tấm kính =(0.1 đến 0.2mm).

$V$  - Độ phóng đại của máy

$t, \tau''$  - Độ chính xác của máy và độ nhảy của ống thủy dài

$H_m$  - Độ cao từ máy đến điểm chiếu

Kết quả sử dụng ống ngắm vuông góc và máy toàn đạc điện tử TC 600 của hãng LEICA để chiếu điểm từ mặt bằng cơ sở lên các tầng trên tại toà nhà 14 tầng thuộc trung tâm điều hành viễn thông di động phía nam và tại khu Đô thị mới Trung Hoà Nhân chính cho thấy thiết bị này có độ chính xác khá tốt so sánh kết quả chiếu điểm bằng kính ngắm vuông góc cùng máy toàn đạc điện tử và truyền tọa độ bằng công nghệ GPS chỉ sai khác nhau  $\pm 4\text{mm}$ .

### **3 Truyền bằng máy chiếu đứng loại ZL**

Do điều kiện các nhà cao tầng được xây dựng trong các thành phố chủ yếu là xây chen, điều kiện thi công là chật hẹp. Mặt khác do quỹ đất có hạn vì vậy nhà cao tầng ngày càng phải xây cao hơn, nhiều tầng hơn, phục vụ nhiều mục đích sử dụng hơn. Do đó các phương pháp Trắc địa phục vụ thi công nhà cao tầng cụ thể là đưa các điểm lưới lên các tầng đòi hỏi độ chính xác cao hơn. Phương pháp chiếu trực bằng tia ngắm nghiêng của máy kinh vĩ, chuyển tọa độ lên cao theo phương pháp đo tọa độ của máy toàn đạc điện tử đều gặp khó khăn không thể áp dụng được. Giải pháp thông dụng và chắc chắn nhất là sử dụng các máy chiếu đứng để chuyển tâm tọa độ lên cao theo phương pháp thẳng đứng.

Hiện nay có hai loại máy chiếu đứng đang được sử dụng trong các công tác Trắc địa công trình: Đó là loại máy tạo ra đường thẳng đứng bằng tia laze và loại máy tạo ra đường



thẳng đứng bằng tia ngắm quang học. Trong hai loại máy này thì loại máy chiếu đứng bằng quang học có độ chính xác cao hơn và thường được áp dụng vào công việc chiếu chuyển các tâm toạ độ lên các tầng có độ cao lớn với độ chính xác cao. Quy trình chiếu và công nghệ chiếu cơ bản các loại máy đều được thực hiện như nhau trong phần này chúng ta sẽ tập trung giới thiệu công nghệ chiếu của máy chiếu loại ZL.

### **1. Đặt lỗ chiếu.**

Công việc này được tiến hành ngay sau khi đơn vị thi công ghép ván khuôn trước khi đổ bê tông sàn. Quá trình thực hiện tuân tự theo các bước sau:

Đầu tiên kỹ thuật viên Trắc địa phải đánh dấu tương đối chính xác các vị trí lỗ hổng trên mặt sàn tầng thi công, để theo đó người ta sẽ cắt ván khuôn sàn và lắp đặt vào đó các hộp khuôn bằng gỗ có kích thước (20x20cm). Mục đích chứa các lỗ hổng dùng cho việc chiếu các điểm sau khi đổ bê tông.

Đặt máy chiếu đứng tại các điểm cơ sở cần chiếu trên mặt bằng cơ sở chiếu kiểm tra vị trí đặt lỗ chiếu. Đồng thời đánh dấu vị trí các điểm chiếu được lên trên lưới chiếu. Điểm này sẽ được dùng để định tâm máy kinh vĩ phục vụ cho việc bố trí sơ bộ các trục, đo khoảng cách thiết kế để định dạng mép trong của ván khuôn, đường biên của mặt sàn tầng và đường biên của các vị trí khác.

Do độ chính xác các kích thước phân bê tông có thể cho phép đến 1cm. Cho nên có thể dùng máy kinh vĩ hoặc máy toàn đạc điện tử có bộ phận định tâm quang học tốt. Để thay việc chiếu kiểm tra và đánh dấu sơ bộ bằng việc đặt máy ngay lên lỗ hổng của sàn cốt pha, định tâm trục tiếp xuống vị trí tâm điểm của lưới bố trí cơ sở đã được đánh dấu tại mặt bằng tầng liền trước đó, sau đó bố trí vị trí cốt pha và biên tầng theo các phương pháp thông thường. Việc chiếu điểm để truyền toạ độ các điểm một cách chính xác sẽ được thực hiện lại với quy trình và thao tác chặt chẽ sau khi đã hoàn thiện quá trình đổ bê tông mặt sàn.

### **2. Thực hiện chiếu điểm bằng máy chiếu ZL.**

Các máy chiếu đứng nói trên đều làm việc theo nguyên tắc tự động với cơ cấu tự điều chỉnh để tạo ra đường thẳng đứng trong máy bằng cách dựa trên nguyên lý con lắc treo, phạm vi hoạt động theo cơ cấu tự điều chỉnh với máy chiếu ZL là  $\pm 10'$ . Đầu tiên người ta phải đặt máy tại các điểm cơ sở trên mặt bằng tầng gốc, để chiếu thông qua lưới chiếu toạ độ ( Tấm Paletka) được đặt tại các lỗ hổng chứa ra tại các sàn tầng phía trên. Sau khi điều chỉnh cho máy vào đứng tâm mốc, cân bằng bọt nước. Ở vị trí số đọc  $0^{\circ}$  trên thị kính qua tia chiếu thẳng đứng ta đánh dấu được 1 điểm trên tấm Paletka, tương tự tại các vị trí  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $270^{\circ}$  trên thị kính ta lần lượt đánh dấu tiếp được các điểm 2,3,4 thông qua đường ngắm thẳng đứng trên tấm Paletka. Nối các điểm đối xứng lại giao của chúng cho ta điểm cần chiếu. Đó chính là vị trí tương ứng của điểm lưới cơ sở tại mặt sàn của tầng thi công. Tuy nhiên trong quá trình chiếu điểm bằng máy chiếu đứng cần có các điểm lưu ý sau:

- Các máy chiếu đứng loại ZL việc chiếu thẳng đứng xuống tâm mốc ở phía dưới được thực hiện thông qua hệ thống lăng kính của bộ phận định tâm quang học được lắp ráp tách biệt với hệ thống lăng kính chiếu điểm trong máy. Điều này dẫn đến sự trùng hợp giữa 2 tia chiếu thiên đỉnh và thiên đế là khó hoàn toàn đảm bảo được do có các sai số lắp ráp chế tạo. Do vậy khi chiếu trong trường hợp cần chiếu điểm với độ chính xác cao, tại

mỗi điểm chiếu ta cần thực hiện chiếu ở 3 vị trí để máy sau khi lần lượt quay để máy đi 120°

- Các máy chiếu đứng tự động tạo ra tia ngấm đứng bằng cơ cấu điều hoà làm việc theo nguyên lý con lắc treo, trong đó bộ phận cơ bản là lăng kính tam giác được treo trên sợi kim loại mảnh. Với máy chiếu đã qua sử dụng, vận chuyển, sự vận xoắn và biến dạng của các sợi dây kim loại có thể làm cho độ chính xác chiếu điểm không còn đúng với lý lịch máy. Thêm vào đó chiều cao tăng lên thì hình ảnh của lưới chiếu cũng kém rõ ràng hơn. Vì vậy không nên chiếu xuyên suốt từ mặt bàn gốc lên. Mà nên chia đoạn từ 8 đến 10 tầng để chiếu, tuần tự chiếu để chuyển trục công trình lên cao.

- Sau khi chiếu cần kiểm tra các điểm trước khi bố trí chi tiết các trục của công trình. Do đặc điểm trong thi công xây dựng dễ bị vật liệu che lấp do đó mọi công việc chiếu và bố trí trục chi tiết phải làm khẩn trương. Để có cơ sở làm căn cứ cho các đơn vị thi công và đỡ bị che lấp.

### 3. Đánh dấu các điểm sau khi chiếu.

Trong quá trình chiếu ở mỗi lần quay để máy đi 120° sau 4 vị trí chiếu người ta xác định được 1 điểm trên tấm Paletka được xác định bằng giao của 2 đường nối qua 2 vị trí đối xứng của 4 điểm chiếu trên. Như vậy qua 3 lần quay để máy ta xác định được 3 điểm và cuối cùng điểm chiếu cần xác định sẽ là trọng tâm của tam giác đi qua 3 điểm này. Điểm cuối cùng được xác định này sau khi kiểm tra lại cần phải đánh dấu bảo quản cho suốt qua trình bố trí chi tiết tại sàn thi công và phục vụ việc chiếu tiếp theo. Do tấm lưới chiếu sẽ được tháo ra sau khi quá trình chiếu kết thúc vì vậy các điểm chiếu được xác định cuối cùng này phải được gửi lên mặt sàn bê tông bằng 4 điểm cách tâm chiếu 20 đến 30 cm bằng cách căng 2 sợi chỉ sao cho giao của 2 sợi chỉ này trùng với điểm chiếu. Khoan đánh dấu 4 điểm này lên sàn bằng các đinh có dấu chữ thập ở tâm, dùng sơn đỏ khoanh tròn và ghi chú bên cạnh để tiện tìm kiếm sử dụng. khi cần khôi phục lại điểm chiếu để sử dụng ta chỉ việc căng lại 2 sợi chỉ theo từng cặp qua 4 vị trí đánh dấu này.

### 4. Độ chính xác của phương pháp.

Sai số của phương pháp này :

$$m_{\text{Chiếu}} = \sqrt{m_{\text{d.tA}}^2 + m_{\text{C}}^2 + m_{\text{doc.số}}^2 + m_{\text{ng.diểm}}^2 + m_{\text{d.dấu}}^2 + m_{\text{ngcảnh}}^2} \quad (5.3.1)$$

Với:  $m_{\text{Chiếu}}$  - sai số chiếu điểm.

$m_{\text{d.tA}}$  - Sai số định tâm = (0.2 đến 0.5 mm).

$m_{\text{C}}$  - Sai số cân máy thẳng đứng;  $m_{\text{C}} = \frac{0,2 \cdot \tau'' \cdot H_m}{\rho''}$

$m_{\text{ng.diểm}}$  - Sai số ngấm điểm =  $\frac{t}{V} \frac{H_m}{\rho''}$

$m_{\text{d.dấu}}$  - Sai số đánh dấu điểm trên tấm kính =(0.1 đến 0.2mm).

$m_{\text{doc.Số}}$  - Sai số đọc số xác định bằng thực nghiệm

$m_{\text{ng.cảnh}}$  sai số do ngoại cảnh như ảnh hưởng chiết qua, dao động hình ảnh, độ sáng không tốt...

Theo kết quả khảo sát của Tiến Sỹ Nguyễn Quang Tác trường Đại học Kiến Trúc thì sai số đọc số phụ thuộc vào chiều cao cần chiếu:

$$m_{\text{d.số}} = (0.05 + 0.0061H_m) \quad (5.3.2)$$

Sai số do ảnh hưởng ngoại cảnh

$$m_{ng.cảnh} = \sqrt{(0.0141H_m)^2 - (m_C^2 + m_{ng.diểm}^2 + m_{d.số}^2)} \quad (5.3.3)$$

V - Độ phóng đại của máy

t, τ" - Độ chính xác của máy và độ nhạy của ống thủy dài

H<sub>m</sub>- Độ cao từ máy đến điểm chiếu

Sai số cho phép :  $m_{C.phép} = \pm 3 \cdot \sqrt{n}$  (mm) với n là số tầng

## ≡ 4. Truyền bằng công nghệ GPS

### 1. Giới thiệu chung.

Khi xây dựng các nhà cao tầng số tầng càng cao lên thì công nghệ chuyển các điểm khống chế cơ sở bên trong lên các mặt sàn tầng xây dựng bằng cách sử dụng máy kinh vĩ và máy toàn đạc điện tử không còn phù hợp nữa. Công nghệ chiếu bằng máy chiếu đứng có độ chính xác cao nhưng nhược điểm phải để lại các lỗ hổng thủng trên sàn theo phương thẳng đứng, ảnh hưởng đến kết cấu xây dựng. Hơn nữa khi chiếu cần phải có nhiều người trông coi vị trí lỗ thủng, để phòng các vật rơi xuống gây tai nạn cho người và máy chiếu. Số tầng càng cao thì phải phân thành nhiều đoạn chiếu như vậy mất khá nhiều thời gian và phức tạp về thao tác cho người vận hành.

Năm 1990 công nghệ GPS chính thức gia nhập vào nước ta bằng việc khởi đầu là ba máy GPS một tần số 4000 của liên hiệp khoa học trắc địa bản đồ thuộc Cục đo đạc bản đồ nhà nước, nay là Viện Công Nghệ Địa Chính thuộc Bộ Tài Nguyên Môi Trường. Cho đến nay công nghệ GPS được ứng dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực Trắc địa với các máy móc và phương tiện xử lý vô cùng hiện đại và thường xuyên được cập nhật các công nghệ và thiết bị mới. Từ công nghệ máy 1 tần số, máy 2 tần số, các hệ thống DGPS có tính năng đo động và cải chính thời gian thực RTK phục vụ cho việc đo vẽ chi tiết bản đồ một cách nhanh chóng chỉ cần 1 vài giây đã xác định được một điểm mà không cần điều kiện thông hướng. Thiết bị GPS mới nhất là thiết bị có thể thu nhận tín hiệu của cả hai hệ thống định vị toàn cầu GPS (Global Position System) của Mỹ và GLONASS (Global Navigation System) của Nga, số lượng vệ tinh thu được trong cùng thời điểm nhiều hơn, Số kênh thu của máy cũng nhiều hơn độ chính xác cũng cao hơn. Ví dụ các loại máy HIPER của hãng Topcon có số kênh thu là 50 kênh và ngay ở chế độ đo động, đo chi tiết chỉ trong 1 vài giây có cải chính thời gian thực RTK đã đạt được độ chính xác 10mm + 1ppm. Còn chế độ đo đường dây tần số kép độ chính xác lên đến 3mm + 0.5ppm.

Tuy nhiên qua quá trình đo đạc và thử nghiệm chỉ bằng công nghệ GPS ra đời trước năm 1998 với các cạnh ngắn dưới 1km thời gian đo không dài chỉ bằng GPS 1 tần số, kết quả sau xử lý là ổn định và có độ chính xác cao. Ngay trong trường hợp chỉ sử dụng lịch vệ tinh quảng bá chưa cải chính thời gian thực (RTK) chiều dài cạnh cũng chỉ sai số ± 5mm.

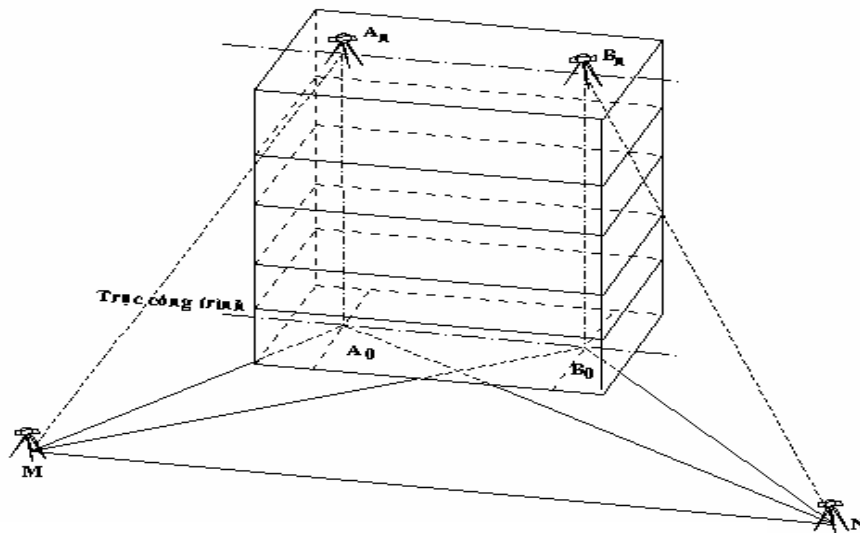
Công nghệ GPS giữa các điểm đo không cần thông hướng với nhau, thuận tiện cho việc đo đạc, phục vụ thi công nhà cao tầng. Do điều kiện đo đạc chật hẹp và bị che khuất tầm nhìn bởi chiều cao của chính tòa nhà đang xây và các công trình lân cận.

Công nghệ GPS với việc đo cạnh ngắn với việc liên kết trong một mạng lưới chặt chẽ, cùng với các công nghệ GPS mới nhất tiên tiến hiện nay chắc chắn sẽ đảm bảo được độ chính xác tương hỗ cao hơn ± 5mm thỏa mãn được một số yêu cầu độ chính xác trong Trắc địa công trình, như xây dựng lưới Trắc địa công trình, chuyển trục lên cao ...

## 2. Xác định các điểm trên mặt sàn xây dựng bằng công nghệ GPS.

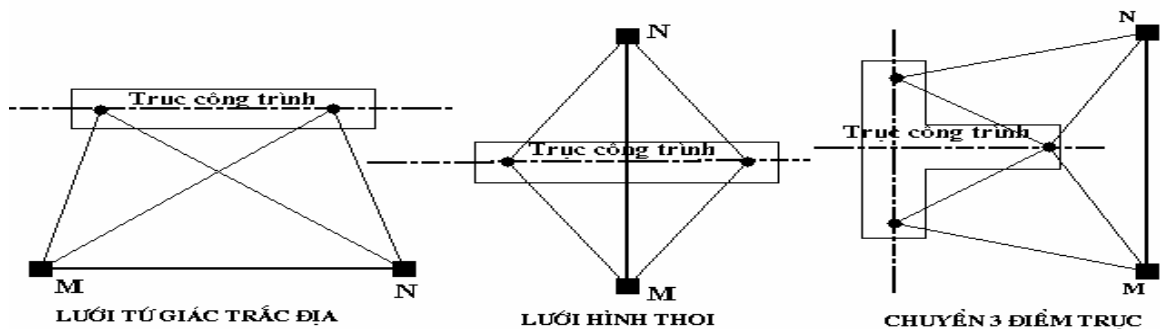
### 2.1 Chọn và đánh dấu điểm trên mặt sàn thi công

Khi chuyển trục lên cao cần lập lưới GPS cạnh ngắn với chiều dài <500m. Mạng lưới gồm 2 đến 3 điểm cố định và từ 2 đến 3 điểm thuộc trục công trình. Các điểm cố định nằm trên mặt đất thường là các điểm lưới khống chế bên ngoài và được định tâm bắt buộc. Các điểm trục được đánh dấu bằng cách sử dụng máy kinh vĩ hoặc máy chiếu lên biên của tầng cần đo GPS. Sau đó dùng phương pháp căng dây hoặc bạt mực để xác định hướng của trục cần đặt máy GPS. Tiếp theo là dùng thước thép để xác định vị trí đặt máy thu GPS vị trí này sẽ được xác định gần với vị trí điểm lưới bố trí bên trong cần chuyển lên mặt bằng thi công theo hướng thẳng đứng. Đánh dấu vị trí này lại bằng cách khoan và đóng đinh (có khắc chữ thập ở giữa) trực tiếp xuống sàn bê tông. Dùng sơn đỏ khoanh tròn quanh vị trí đánh dấu để dễ tìm kiếm khi tiến hành đo GPS.

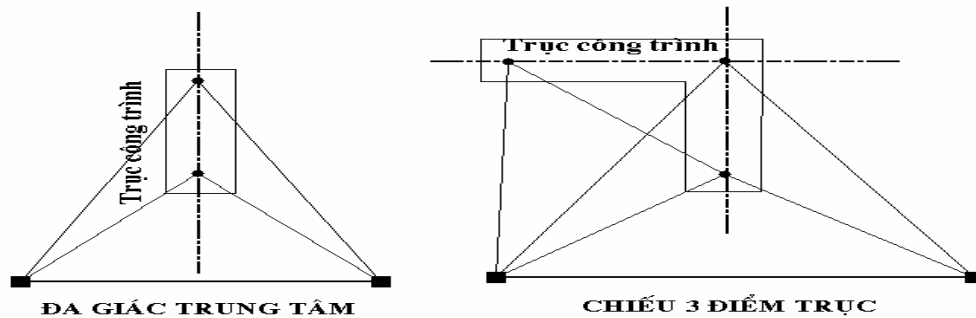


Hình: 5.4.1 Xác định điểm trên mặt sàn bằng công nghệ GPS

Các điểm được chọn tùy theo vị trí điểm cố định mà có thể chọn một trong các dạng đồ hình sau:



Hình: 5.4.2a Các dạng đồ hình đo bằng công nghệ GPS



Hình: 5.4.2b Các dạng đồ hình đo bằng công nghệ GPS

Các điểm này cũng có thể được chọn bằng cách chuyển các điểm lưới bên trong công trình về hệ tọa độ GPS sau đó nạp vào máy sử dụng chế độ Navigation ( dẫn đường) để xác định vị trí đặt máy trên mặt sàn thi công.

## 2.2 Xác định vị trí các điểm trên mặt sàn thi công bằng công nghệ GPS.

### a. Chọn thời điểm đo

Máy đo GPS sau khi đã được kiểm nghiệm được đo khoảng 60 phút sau đó được trút số liệu về lịch vệ tinh mới nhất xuống máy tính xử dụng chúng để lập kế hoạch và thời điểm đo bằng chương trình PPlan/Quick Plan.

Thời gian đo có thể chọn 30 phút 25 phút hoặc nhỏ hơn tùy thuộc vào độ chính xác của máy và đồ hình của vệ tinh tại thời điểm đo. Thời điểm đo phụ thuộc vào tiến độ và kế hoạch thi công của công trình, theo tiến độ và kế hoạch thi công ta có được thời gian cần chuyển các điểm khống chế lên mặt sàn thi công. Bằng chương trình PPlan/Quick Plan lập lịch đo cho 24 giờ trong ngày dự định đo với mỗi ca đo 30 phút. Sau đó chọn thời điểm đo theo các tiêu chí:

Đồ hình vệ tinh phân bố đều cân xứng dưới dạng các đa giác đều.

Số vệ tinh tại thời điểm đo là nhiều nhất tốt nhất là lớn hơn 6 vệ tinh.

Các vệ tinh phải có góc mọc lớn hơn  $15^{\circ}$  để loại trừ sai số do khúc xạ,

Các chuẩn hạng PDOP (sai số vị trí điểm) phải nhỏ hơn 4,  $RATIO > 3$ .

Nên chọn nhiều hơn 4 thời điểm đo trong ngày để có cơ sở lựa chọn.

Đối chiếu hiện trường công trình tùy thuộc khả năng che chắn của các địa vật ở góc cao bao nhiêu, Các tác nhân có thể gây nhiễu như các trạm phát sóng, các đường dây cao thế để chọn ra thời điểm đo tốt nhất, phù hợp với hoàn cảnh do tác động của môi trường xung quanh. Trường hợp công trình không bị che chắn và không bị ảnh hưởng của các tác nhân gây nhiễu có thể chọn thời điểm đo phù hợp với thời gian tiến độ yêu cầu của đơn vị thi công.

### b. Tiến hành đo

Nên sử dụng ít nhất là 3 máy Tốt nhất là sử dụng từ 4 máy trở lên để mỗi ca đo ta thể xác định được 1 trục. Đặt 2 máy tại 2 điểm cố định trên mặt đất, tốt nhất là chúng ta định tâm bắt buộc với 2 máy này. Hai máy còn lại đặt tại 2 điểm trực đã được đánh dấu trên sàn mặt thi công. Sau khi định tâm chính xác cân bằng máy đo chiều cao ăng ten, nhiệt độ và áp suất tại thời điểm đo. Các số liệu này được nạp ngay vào máy đồng thời phải ghi chép

lại để phục vụ quá trình xử lý sau khi đo. Đến thời điểm đã chọn trong quá trình lập lịch tất cả các máy đều bật chế độ ghi số liệu. Đến giữa ca đo cần đo lại nhiệt độ áp suất đồng thời ghi chép vào sổ để phục vụ cho quá trình xử lý sau khi đo.

c. *Xử lý sau khi đo. Sau khi đo xong cần phải làm các công việc sau:*

- Trút số liệu xuống máy tính.
- Tính cạnh (Baseline) bao gồm các việc vào lại độ cao ang ten và nhiệt độ áp suất. Có thể xử lý tự động hoặc bán tự động để can thiệp cắt bỏ vệ tinh có tín hiệu kém, cắt bỏ bớt thời gian hoặc tăng góc ngưỡng.
- Kiểm tra chất lượng cạnh và lưới thông qua chỉ tiêu RDOP và RMS, Ratio >3.

Trong trường hợp các chỉ tiêu không đạt thì phải tính lại hoặc đo lại. Các lời giải sau xử lý cạnh (Baseline) chỉ lấy nghiệm có lời giải FIX. Còn các máy có kết hợp giữa GPS và GLONASS thì có thể chọn lời giải tối ưu nhất.

- Bình sai lưới GPS đồng thời tính chuyển tọa độ GPS về hệ tọa độ của công trình hiện tại.

- In ấn kết quả sau tính toán xử lý.

### 2.3 Chuyển các điểm của lưới bố trí bên trong lên mặt sàn xây dựng.

Sau khi đã đưa được 2 điểm lên mặt sàn xây dựng bằng công nghệ GPS. Từ 2 điểm này chúng ta phải tiến hành chuyển các điểm của lưới bố trí bên trong công trình lên mặt sàn xây dựng. Quá trình thực hiện trải qua các bước như sau:

a. *Hoàn nguyên vị trí điểm trực thực chất là dựa vào điểm GPS đo được trên sàn*

Để xác định chính xác vị trí điểm trực và đánh dấu nó trên mặt bằng sàn thi công. Công việc này gần giống như trong hoàn nguyên các điểm trong lưới ô vuông xây dựng.

Gọi  $X_{GPS}, Y_{GPS}$  là tọa độ đo bằng GPS,  $X_T, Y_T$  là tọa độ các điểm trực của công trình đã được thiết kế và đã được xây dựng tại mặt bằng tầng cơ sở gần với điểm  $X_{GPS}, Y_{GPS}$  theo phương thẳng đứng. Từ giá trị này ta có độ lệch về tọa độ, về phương vị và về khoảng cách như sau:

$$\begin{aligned} \Delta X &= X_T - X_{GPS} \\ \Delta Y &= Y_T - Y_{GPS} \end{aligned} \quad ; \quad \alpha_{hng} = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad ; \quad d_{hng} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \quad (5.4.1)$$

$\alpha_{hng}$  là góc phương vị hoàn nguyên,  $d_{hng}$  là khoảng cách hoàn nguyên.

Thực hiện hoàn nguyên với khoảng cách  $d_{hng}$  lớn hơn 0.3m có thể dùng máy kinh vĩ và thước thép. Bằng cách đặt máy kinh vĩ tại 1 điểm GPS cần hoàn nguyên, dọi tâm cân bằng máy ngắm về điểm GPS thứ 2 lấy hướng ban đầu là  $0^00'00''$  tính góc hoàn nguyên ( $\beta$ )

$\beta = \alpha_{hng} - \alpha_o$  ( với  $\alpha_o$  là phương vị từ điểm GPS cần hoàn nguyên tới điểm định hướng)

Mở một góc bằng  $\beta$  theo chiều thuận kim đồng hồ nếu  $\beta > 0$  và ngược lại nếu  $\beta < 0$ . Trên hướng này dùng thước thép đo một đoạn bằng  $d_{hng}$  ta xác định được điểm trực cần chuyển. kiểm tra bằng cách hoàn nguyên lại lần thứ hai. Đánh dấu cẩn thận và cố định điểm vừa hoàn nguyên xuống sàn bê tông.

Trường hợp khoảng cách  $d_{hng} < 0.3m$  có thể hoàn nguyên bằng đo độ và thước thẳng.

### 2.4 Độ chính xác của phương pháp.

$$\text{Sai số của phương pháp này : } m_{\text{TH}} = \sqrt{m_{\text{hng}}^2 + m_{\text{bố trí}}^2 + m_{\text{GPS}}^2} \quad (5.4.2)$$

Với:  $m_{\text{TH}}$  - sai số của điểm sau khi được chuyển lên mặt sàn thi công  
 $m_{\text{hng}}$  - Sai số do hoàn nguyên các điểm GPS về vị trí thực

$$m_{\text{hng}} = \sqrt{m_{d_{\text{hng}}}^2 + \frac{m_{\alpha_{\text{hng}}}^2}{\rho''^2} d_{\text{hng}}^2} \quad (5.4.3)$$

$m_{\text{bố trí}}$  Là sai số do quá trình bố trí bằng máy kinh vĩ và thước thép

$$m_{\text{Bố trí}} = \sqrt{m_d^2 + \frac{m_{\beta}^2}{\rho''^2} d^2} \quad (5.4.4)$$

$m_{\text{GPS}}$  - Sai số chuyển các điểm lên sàn thi công bằng máy GPS

$m_{d_{\text{hng}}}$  - Sai số đo khoảng cách khi hoàn nguyên

$m_d$  - Sai số đo khoảng cách khi chuyển các điểm khống chế bên trong còn lại lên mặt sàn thi công

$m_{\alpha_{\text{hng}}}$  Sai số đo góc khi hoàn nguyên

$m_{\beta}$  Sai số đo góc khi chuyển các điểm khống chế bên trong còn lại lên mặt sàn thi công

$\rho''$  - Hệ số quy đổi sang đơn vị radian = 206265

$$m_{\text{C.phép}} = \pm 3 \cdot \sqrt{n} \quad (\text{mm}) \quad \text{với } n \text{ là số tầng} \quad (5.4.5)$$

## 5 Truyền độ cao từ mặt bằng cơ sở lên các tầng

### 1. Hệ độ cao sử dụng cho xây dựng nhà cao tầng.

Trong xây dựng nhà cao tầng người ta thống nhất sử dụng hệ độ cao quốc gia nhưng để tiện cho việc thi công người ta quy định mặt sàn tầng 1 có độ cao là 0,0m (cốt ±0,0m) độ cao của tất cả các điểm khác trong toà nhà đều tính theo cốt ±0,0 tức là độ cao tương đối so với mặt sàn tầng một.

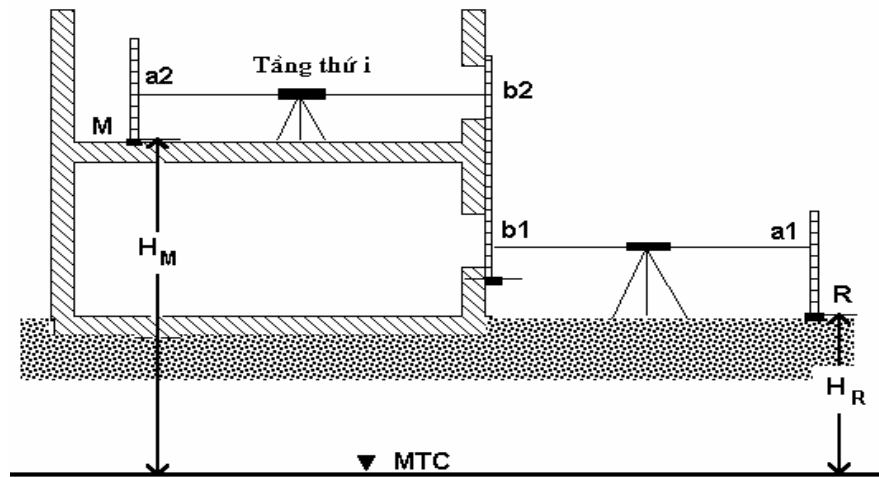
Việc chọn cốt ±0,0 cho một toà nhà cao tầng do cơ quan thiết kế làm tùy thuộc vào quy hoạch cấp thoát nước ở khu vực xây dựng. Giá trị tương đương với độ cao trong hệ thống độ cao quốc gia của cốt ±0,0 được ghi trong hồ sơ thiết kế của công trình.

Trước khi tiến hành khởi công xây dựng công trình bộ phận trắc địa của công trường phải thực hiện nhiệm vụ dẫn độ cao quốc gia của các mốc nhà nước (thấp nhất là hạng III hoặc hạng IV). Việc dẫn độ cao phải được thực hiện ít nhất từ 2 mốc riêng biệt để có điều kiện kiểm tra, trường hợp chỉ có 1 mốc độ cao ở khu vực thì phải tiến hành đo đi đo về. Độ cao được dẫn với độ chính xác tương đương với thủy chuẩn hạng IV vào tất cả các điểm của lưới khống chế mặt bằng đã được xây dựng. Cốt ±0,0 được đánh dấu bằng sơn đỏ lên các địa vật kiên cố trên mặt bằng để các đơn vị thi công tiện sử dụng. Ngay sau khi đổ bê tông các cột chịu lực chính của tầng 1 cần phải đánh dấu cốt ±0,0 lên các cột này.

### 2. Truyền độ cao lên mặt bằng đang xây dựng (bằng 2 điểm riêng biệt).

Để truyền độ cao lên các tầng thi công người ta có thể dùng 2 cách: Dùng máy thủy bình và mia theo đường cầu thang hoặc có thể truyền độ cao lên tầng bằng thủy chuẩn hình học kết hợp với thước thép treo thẳng đứng. Trong xây dựng nhà cao tầng hiện nay,

biện pháp thông dụng nhất và chắc chắn nhất là thủy chuẩn hình học kết hợp với thước thép treo thẳng đứng. Sơ đồ chuyên độ cao lên tầng được thể hiện trên hình vẽ dưới đây:



Hình: 5.5.1 Truyền độ cao lên mặt sàn xây

Theo sơ đồ này cần sử dụng 2 máy thủy bình đặt tại mặt bằng gốc ( hoặc mức sàn nào đó ) và đặt tại sàn tầng thứ i cần phải chuyển độ cao lên. Thước thép được treo thẳng đứng và kéo căng, Đồng thời để hạn chế sự rung động của thước thép do tác động của gió, có thể chọn vị trí khuất gió phía trong của công trình để thả thước thép treo. Các vị trí đó có thể buồng thang máy, giếng gió, khe cầu thang bộ... Trong điều kiện nếu ánh sáng toà nhà không đủ có thể chiếu sáng mia bằng thước thép và bằng đèn pin. Máy thủy bình tại mặt sàn gốc đọc số trên mia dựng tại điểm mốc độ cao R là  $a_1$  và trên thước thép treo là  $b_1$ . Máy thủy bình còn lại đọc số trên thước thép treo là  $b_2$  và trên mia dựng tại điểm cần chuyển độ cao (M) trên tầng thứ i là  $a_2$ . Vậy độ cao ( $H_M$ ) của tầng thứ i sẽ được xác định theo công thức:

$$H_M = H_R + a_1 + (b_1 + b_2) - a_2 \quad (5.5.1)$$

Tương tự như trên cần chuyển thêm một điểm độ cao độ cao nữa lên tầng thì công thức thứ i. Để tạo điều kiện kiểm tra và nâng cao độ chính xác cũng như thuận lợi cho việc chuyển độ cao lên tầng tiếp theo.

Trong quá trình đo cần đặt máy thủy bình tại giữa mia và thước thép để loại trừ sai số do trục ngắm không song với trục của ống thủy dài.

Sai số cho phép việc truyền độ cao lên các tầng phụ thuộc vào chiều cao của tầng cần chuyển độ cao. Theo kinh nghiệm của Nhật bản sai số cho phép việc truyền độ cao quy định như sau:

Bảng: 5.5.1 Quy định của N về sai số truyền độ cao cho phép lên các tầng.

Độ cao công trình	$H < 8 \text{ m}$	$8 \text{ m} < H < 15 \text{ m}$	$H > 15 \text{ m}$
Sai số cho phép	$\pm 5 \text{ mm}$	$\pm 10 \text{ mm}$	$\pm 15 \text{ mm}$

### 3. Đo kiểm tra độ cao giữa 2 điểm.

Việc đo kiểm tra độ cao giữa 2 điểm đã được truyền lên mặt sàn thì công thức i, được tiến hành bằng một mốc độ cao thứ 2 khác tại mặt sàn gốc ( hoặc mức sàn nào đó ), đồng thời thay đổi chiều cao máy hoặc vị trí của thước thép treo. Cũng lần lượt lại chuyển độ cao theo phương pháp thủy chuẩn hình học kết hợp với thước thép treo thẳng đứng. Để tạo



các dạng đường đo mốc khép mốc thuận lợi cho việc kiểm tra tính toán bình sai nâng cao độ chính xác.

## CHƯƠNG 6

### QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH

#### **§1. Công tác quan trắc dịch chuyển trong giai đoạn thi công .**

##### **1. Quan trắc hiện tượng trôi lún của hố móng :**

Khi xây dựng phần móng của các nhà cao tầng người ta phải lấy một khối lượng rất lớn đất đá ở dưới hố móng đi. áp lực của khối đất đá này lên bề mặt có độ sâu bằng độ sâu thiết kế của hố móng gọi là áp lực bề mặt. Sau khi lấy hết đất đá ở hố móng, do không còn áp lực bề mặt nên nền hố móng sẽ bị trôi lên. Trong giai đoạn xây dựng phần móng khi tải trọng của toà nhà dần dần tăng lên thì sự trôi của nền hố móng cũng dần dần giảm đi. Để phân tích quá trình lún của các toà nhà cao tầng cần thiết phải theo dõi đánh giá hiện tượng trôi của nền móng từ khi mở móng cho tới khi nó bị dập tắt hoàn toàn.

Để theo dõi hiện tượng này, trước khi mở móng phải tiến hành khoan một số lỗ khoan đường kính từ 100-200mm đến độ sâu thấp hơn mặt móng khoảng 50cm sau đó để nguyên ống thép và đổ bê tông vào trong ống, trên đầu có gắn đầu nước để quan trắc. Để xác định độ trôi lên của hố móng phải tiến hành quan trắc xác định độ cao của các mốc trước và sau khi mở hố móng. Đối với các nhà cao tầng có diện tích > 2000m<sup>2</sup> có thể đặt 4 mốc, các nhà có diện tích nhỏ hơn chỉ cần 2 hoặc 1 mốc.

Hiện tượng trôi hố móng xảy ra với tất cả các loại đất đá, tuy nhiên đối với móng là đất khô, rời giá trị trôi lên nhỏ hơn (ở địa bàn Hà Nội quan sát được giá trị  $\approx 3\text{cm}$ ). Đối với đất ướt và cát giá trị trôi lên lớn hơn (ở địa bàn Hà Nội quan trắc được giá trị  $\approx 5\text{cm}$ , đối với hố móng sâu  $\approx 4,5\text{cm}$ ).

Sau khi lấy hoàn toàn đất đá ở dưới móng đi người ta bắt đầu thi công phần móng và các tầng ngầm. Trong giai đoạn này, do tải trọng của công trình tăng dần nên mặt hố móng lại dần dần lún xuống, vì vậy phải thường xuyên kiểm tra độ cao của mốc quan trắc. Hiện tượng trôi của mặt hố móng được coi là tắt hoàn toàn khi độ cao của mốc quan trắc trở lại giá trị ban đầu và chỉ sau giai đoạn này mới bắt đầu gấc mốc và quan trắc độ lún của công trình.

##### **2. Quan trắc dịch chuyển ngang của bờ cừ.**

Khi xây dựng các nhà cao tầng hoặc các công trình khác nhất là trong các thành phố lớn, để bảo vệ các công trình xung quanh người ta thường xây dựng các bờ cừ bao quanh công trình. Trong thực tế hiện nay loại cừ LASEN là loại được sử dụng rộng rãi nhất. Đây là các thanh thép có tiết diện hình chữ U dài từ 8 – 12m. Các cọc cừ được cắm bằng các máy nén rung. Sơ đồ cắm các cọc cừ được thể hiện trên hình 6-1.1



Hình 6.1.1 Sơ đồ cắm cọc LASEN



Hình 6.1.2 Cừ LASEN trên công trình xây dựng nhà 124 Minh Khai  
( Tổng công ty xây lắp máy Việt Nam LILAMA )

Khi chưa lấy đất đá từ hố móng đi áp lực đất đá lên cọc cừ theo mọi phương là cân bằng. Sau khi lấy đất đá đi sự cân bằng sẽ bị phá vỡ làm cho các cọc cừ có xu hướng bị di chuyển và nghiêng về phía trong của hố móng. Giá của độ dịch chuyển này có thể đạt tới 10cm hoặc lớn hơn. Vì vậy trong quá trình đào hố móng, bộ phận trắc địa phải tiến hành quan trắc dịch chuyển ngang của bờ cừ để kịp thời có các biện pháp xử lý đảm bảo an toàn cho công trình đang xây dựng cũng như công trình lân cận

Để quan trắc dịch chuyển ngang của bờ cừ có thể sử dụng nhiều phương pháp như phương pháp hướng chuẩn đo góc nhỏ, phương pháp xác định tọa độ của các điểm trên bờ cừ .v.v.. Tuy nhiên các phương pháp trên đều có nhược điểm là thao tác lâu, phải tính toán phức tạp mới ra kết quả. Trong trường hợp này chúng tôi kiến nghị sử dụng chương trình “đường thẳng tham chiếu” (Reference Line) được cài đặt trong các máy toàn đạc điện tử.

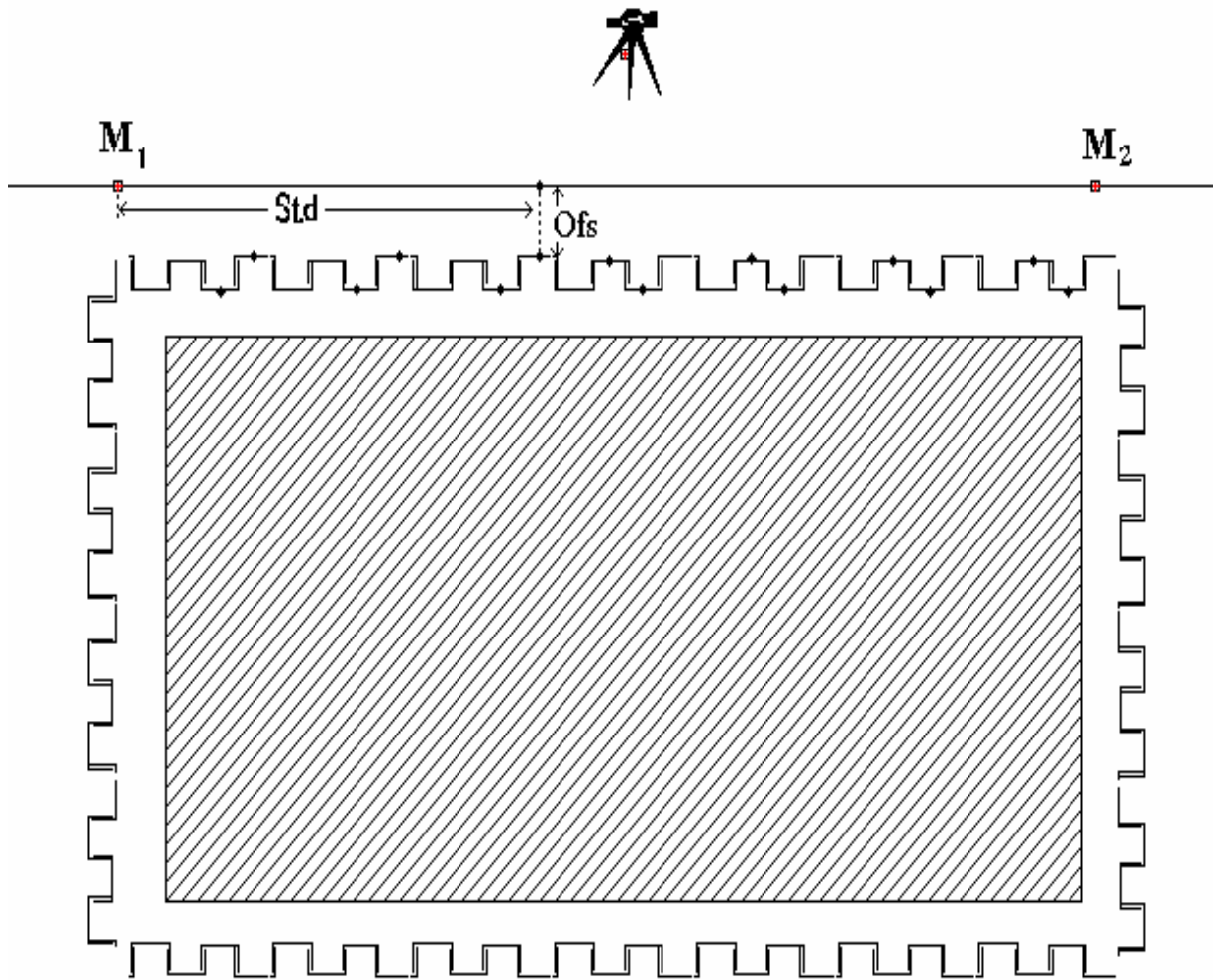


Hình 6.1.3 Cừ LASER trong quá trình đào hố móng

Để thực hiện được chương trình này trước hết đối với mỗi bờ cừ cần đánh dấu 2 điểm (Ví dụ M1 – M2) ở các vị trí chắc chắn không bị dịch chuyển khi đào hố móng và đương nhiên nằm phía ngoài hố móng, tốt nhất nên song song với các trục của công trình hoặc song song với bờ cừ

Đặt máy tại một điểm bất kỳ, khởi động chương trình Reference Line, ngắm máy lên các điểm M1 và M2 máy sẽ nhận đường thẳng đi qua 2 điểm này là đường tham chiếu (Reference Line). Tiếp theo đặt gương lên các điểm trên bờ cừ và thực hiện chương trình Reference Line máy sẽ cho trực tiếp 2 đại lượng Std. Khoảng cách từ điểm M1 tới chân đường vuông góc hạ từ điểm đo đến đường tham chiếu và ofs – khoảng cách từ điểm quan trắc đến đường tham chiếu. So sánh đại lượng Std và ofs của các lần đo với lần đo đầu tiên sẽ nhận được giá trị dịch chuyển của bờ cừ.

Ưu điểm của chương trình Reference Line là thực hiện rất nhanh, điểm đặt máy linh hoạt không gò bó và cho kết quả trực tiếp trên màn hình hoặc có thể ghi vào bộ nhớ của máy. Nếu sử dụng gương mini của hãng LEICA có thể đạt độ chính xác khoảng 3mm và rất thích hợp cho trường hợp này.



Hình 6.1.4 Sơ đồ quan trắc chuyển dịch từ LASER bằng chương trình Reference Line

## **2. Quan trắc độ nghiêng của nhà cao tầng trong quá trình thi công.**

Quan trắc độ nghiêng của các toà nhà cao tầng trong giai đoạn thi công gồm 2 công đoạn

- + Quan trắc vị trí thực tế của các trục chi tiết và các kết cấu độ nghiêng của công trình
- + Quan trắc độ nghiêng thực tế của hệ khung.

### **1. Quan trắc vị trí thực tế của các trục chi tiết và các kết cấu độ nghiêng của công trình.**

Như đã nêu ở phần trên là sự không trùng khớp của các trục ở các tầng trên khi chiếu xuống tầng 1 (mặt bằng cơ sở). Trong giai đoạn thi công, độ nghiêng của một công trình xuất hiện do các sai số của người thi công gây nên vì vậy việc kiểm tra độ nghiêng trong quá trình thi công (hay quan trắc độ nghiêng) thực tế là xác định vị trí của các trục và các kết cấu so với vị trí của chúng ở mặt bằng cơ sở

Việc quan trắc được thực hiện bằng các thiết bị đo thông thường như thước thép đã kiểm định, máy toàn đạc điện tử.

### **2. Quan trắc độ nghiêng thực tế của hệ khung.**

Sau khi kiểm tra vị trí các trục và các cấu kiện cần tiến hành quan trắc độ nghiêng thực tế của hệ khung của toà nhà. Việc này tốt nhất nên sử dụng các máy toàn đạc điện tử có chế độ đo trực tiếp không cần gương. Vị trí đo thường là các góc nhà và các điểm đặc trưng của toà nhà.

Kết quả quan trắc độ nghiêng thực tế toàn nhà CT3 và CT4 khu đô thị mới Mê Trì Hà Nội (tầng 3 và tầng 6) thực hiện bằng máy toàn đạc điện tử TRIMBLE 5602 DR 300+ của Mỹ được thể hiện trong bảng sau:

Bảng 6.2.1 Kết quả đo độ nghiêng từ tầng 1(Cốt 0.00) đến tầng 03 nhà CT4-2

Vị trí đo	N ( m )	E ( m )	Độ nghiêng tổng hợp	Hướng nghiêng (Tầng 03 so với cốt 0.00)
Điểm đo số 1				
Cốt 0.00 Tầng 03 +9.60	0.000 -0.020	0.000 0.000	0.020	
Điểm đo số 2				
Cốt 0.00 Tầng 03 +9.60	0.000 -0.032	0.000 0.000	0.032	
Điểm đo số 3				
Cốt 0.00 Tầng 03 +9.60	0.000 -0.013	0.000 -0.012	0.018	
Điểm đo số 4				
Cốt 0.00 Tầng 03 +9.60	0.000 -0.031	0.000 -0.029	0.042	
Điểm đo số 5				
Cốt 0.00 Tầng 03 +9.60	0.000 +0.006	0.000 +0.010	0.012	
Điểm đo số 6				
Cốt 0.00 Tầng 03 +9.60	0.000 -0.009	0.000 +0.013	0.016	

Bảng 6.2.2 Kết quả đo độ nghiêng từ tầng 1(Cốt 0.00) đến tầng 06 nhà CT4-2

Vị trí đo	N ( m )	E ( m )	Độ nghiêng tổng hợp	Hướng nghiêng (Tầng 03 so với cốt 0.00)
Điểm đo số 1				
Cốt 0.00 Tầng 06 +18.60	0.000 +0.015	0.000 +0.033	0.036	
Điểm đo số 2				
Cốt 0.00 Tầng 06 +18.60	0.000 -0.053	0.000 +0.020	0.057	
Điểm đo số 3				
Cốt 0.00 Tầng 06 +18.60	0.000 -0.027	0.000 +0.008	0.028	
Điểm đo số 4				
Cốt 0.00 Tầng 06 +18.60	0.000 -0.005	0.000 +0.035	0.035	
Điểm đo số 5				
Cốt 0.00 Tầng 06 +18.600	0.000 +0.006	0.000 +0.023	0.024	
Điểm đo số 6				
Cốt 0.00 Tầng 06 +18.60	0.000 -0.005	0.000 0.000	0.005	

### ☞ 3. Quan trắc độ lún của nhà cao tầng trong quá trình thi công.

#### 1. Xây dựng hệ thống mốc chuẩn và mốc đo lún

Sau khi thi công xong phần móng cần phải xây dựng các mốc chuẩn và gắn các mốc đo lún vào các vị trí chịu lực của công trình theo đúng thiết kế.

- Mốc chuẩn là hệ thống các mốc chuẩn cố định, có độ cao không thay đổi theo thời gian. Thông thường được các mốc chuẩn được đặt vào lớp đất ổn định bằng cách khoan sâu vào lòng đất đến tầng đá gốc và cách chân móng của toà nhà một khoảng > 1,5 lần chiều cao của toà nhà. Tuy nhiên do tác động của nhiều nguyên nhân mà mốc chuẩn nhiều trường hợp có thể cũng bị lún. Vì vậy khi xây dựng hệ thống mốc chuẩn cần nghiên cứu kỹ tài liệu địa chất công trình, địa chất thuỷ văn. Đồng thời phải xây dựng mốc chuẩn thành từng cụm mỗi cụm 3 mốc, số lượng cụm mốc chuẩn tùy theo diện tích và số lượng của các toà nhà mà xây dựng một cách hợp lý tiện cho việc kiểm tra sự ổn định của cụm mốc chuẩn sau này.

- Các mốc đo lún được xây dựng với số lượng mốc tùy theo kết cấu của toà nhà, với nhà kết cấu không có khung chịu lực chịu lực bởi tường gạch và móng băng. Các mốc được chôn cách nhau 10 đến 15 m tại vị trí tường giao nhau cần phải đặt thêm mốc. Với nhà khung chịu lực mốc đo lún được đặt tại các vị trí cột chịu lực của công trình phân bố theo trục ngang dọc của công trình và các vị trí tiếp giáp của các đơn nguyên. Với các nhà vách cứng được đặt theo chu vi công trình với khoảng cách từ 15 đến 20 m có một mốc. Các mốc được đặt cao hơn mặt nền từ 15 cm đến 20 cm với các mốc có thể dựng được mia lên mặt mốc và 0.8m đến 2m với mốc sử dụng mia treo. khoảng cách từ mốc tới tường từ 3 đến 4cm.

## 2. Quá trình đo lún, chu kỳ đo

-Tiến hành đo lún chu trình đầu tiên bằng phương pháp thủy chuẩn hình học sử dụng các máy có độ chính xác trên bộ đo cực nhỏ từ 0.05 mm đến 0.1mm. Độ phóng đại từ 35<sup>x</sup> đến 40<sup>x</sup>, ống thủy dài có giá trị vạch khắc nhỏ hơn 12"/2mm. Các mia được sử dụng là mia in va có chiều dài từ 1 đến 3 m vạch chia từ 5mm đến 10 mm. Tất cả đã được kiểm nghiệm và hiệu chỉnh. Đo theo phương pháp thủy chuẩn hình học với vòng đo khép kín sai số cho phép không được vượt quá  $f_n = \pm 0.5\sqrt{n}$  với n là số trạm máy. Sử lý bình sai in kết quả độ cao các mốc lún chu kỳ đầu tiên. Hoàn thiện hồ sơ cho chu kỳ đo đầu tiên.

- Các chu kỳ tiếp theo được tiến hành khi trọng tải của công trình được 25%, 50%, 75%, 100% tải trọng công trình. Các chu kỳ này cần kiểm tra độ ổn định của mốc chuẩn, lựa chọn những mốc ổn định để làm cơ sở cho việc tính lún. Khi phục các mốc bị mất hư hỏng đo quá trình thi công đồng thời ghi chú riêng vào nhật ký đo lún.

**Xử lý kết quả đo lún.** Việc tính toán bình sai các kết quả đo lún của từng chu kỳ và toàn bộ quá trình đo được tiến hành bằng phương pháp số bình phương nhỏ nhất. Kết quả sau khi bình sai của mỗi chu kỳ cần được sử lý so sánh với chu kỳ đầu tiên để tìm ra độ trôi lún của mỗi mốc, tốc độ lún, độ lún tương đối, độ lún tổng cộng, độ lún trung bình. Lập bảng thống kê độ cao và lún tổng cộng của các mốc trong chu kỳ hiện tại độ lún tổng cộng của các mốc, tính độ lún trung bình của công trình trong chu kỳ đang xét và độ lún tổng cộng của công trình. Chỉ rõ các mốc có diễn biến đặc biệt ( mốc có độ lún lớn nhất, mốc có độ lún nhỏ nhất). Vẽ biểu đồ lún theo thời gian, theo các trục chính, vẽ đường đồng mức lún chu mỗi chu kỳ tiếp theo. Hoàn thiện hồ sơ và bàn giao kết quả đo lún khi đo xong từng chu kỳ cho đơn vị thiết kế và thi công để có biện pháp xử lý theo dõi.

## ☞ 4. Quan trắc độ lún và độ nghiêng trong quá trình khai thác sử dụng

### 1. Quan trắc độ lún của nhà cao tầng trong quá trình khai thác sử dụng

Việc quan trắc độ lún của nhà cao tầng trong quá trình khai thác sử dụng là sự kế tục quá trình này trong giai đoạn thi công vì vậy về phương pháp đo, yêu cầu độ chính xác và phương pháp xử lý số liệu không có gì khác biệt so với giai đoạn thi công. ở đây chúng tôi chỉ xin trình bày một số điểm cần lưu ý và một vài khác biệt nhỏ:

**a. Các mốc đo lún:** Trong giai đoạn hoàn thiện có thể một số mốc bị mất hoặc một số mốc bị hỏng không thể sử dụng được vì vậy sau khi hoàn thiện công trình xong phải kiểm tra lại các mốc lún. Mốc nào bị mất hoặc bị hỏng thì gắn thêm hoặc gắn lại để tiếp tục đo trong giai đoạn sau. Như vậy các mốc mới gắn lại sẽ có độ cao khác với độ cao của các mốc đã mất và không có số liệu ít nhất là của một chu kỳ quan trắc.



Để có thể xử lý một cách liên tục số liệu của các mốc gắn lại cần liên kết số liệu đo mới với các số liệu cũ chúng tôi đề xuất giải pháp sau đây:

+ Trường hợp chu kỳ quan trắc cho mốc đã bị mất đủ để có thể thực hiện bài toán nội suy (đã đo được > 4 chu kỳ) thì sử dụng độ lún trong các chu kỳ trước để nội suy ra độ lún của chu kỳ bị mất.

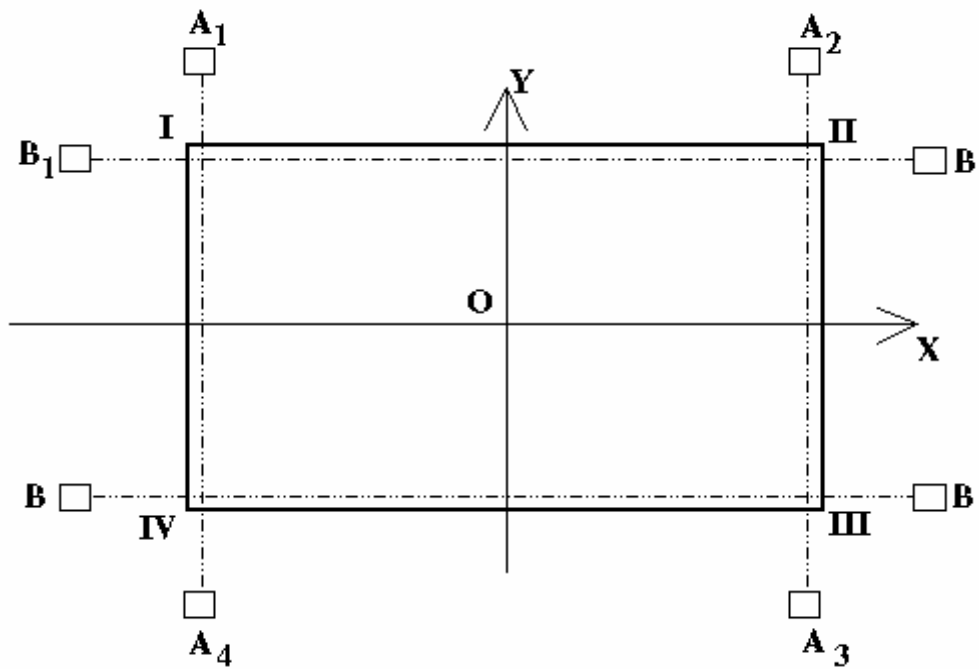
+ Trường hợp số chu kỳ quan trắc không đủ để thực hiện nội suy như trên thì có thể dựa vào bình độ lún của chu kỳ vừa đo và các mốc đo lún lân cận để có thể nội suy ra độ lún của mốc bị mất trong chu kỳ đó.

+ Trường hợp số lượng mốc bị mất quá nhiều, cả hai cách trên đều không có khả năng đảm bảo độ chính xác cho việc nội suy độ lún của các mốc trong chu kỳ bị mất. Thì cần ghi chú và xử lý thêm trường hợp coi tất cả các mốc tại chu kỳ đang quan trắc là chu kỳ đầu tiên.

**b. Chu kỳ đo:** Quá trình này được tiến hành trong nhiều năm và chỉ dừng qua sát khi tốc độ lún đã ổn định và hoàn toàn tắt lún. Như vậy qua trình đo lún sau khi hoàn thiện công trình cần được phân định rõ hai giai đoạn đó là giai đoạn lún giảm dần, giai đoạn ổn định và tắt lún. Giai đoạn lún giảm dần từ 1 đến 2 năm, chu kỳ đầu tiên của giai đoạn này từ 3 đến 6 tháng sau khi công trình hoàn thiện, chu kỳ tiếp theo mỗi tháng một lần tùy theo tốc độ lún của công trình mà quyết định. Giai đoạn ổn định và tắt lún được đo theo chu kỳ từ 1 đến 2 năm cho đến khi giá trị lún hoàn toàn nằm trong giới hạn ổn định.

## **2. Quan trắc độ nghiêng của nhà cao tầng trong quá trình khai thác sử dụng:**

Việc đo độ nghiêng của các tòa nhà cao tầng trong giai đoạn khai thác sử dụng bắt đầu bằng việc đánh dấu các điểm đặt máy cố định như hình 5-5, và các điểm đo tại các vị trí được xem xét cẩn thận theo yêu cầu của Ban quản lý công trình và cơ quan thiết kế. Các điểm quan trắc có thể làm bằng kim loại và gắn cố định vào công trình, cũng có thể đánh dấu các điểm quan trắc bằng sơn hoặc dán vào đó các gương giấy đặc biệt. Các điểm đặt máy được cố định bằng mốc bê tông kiên cố trên mặt đất cách công trình một khoảng phù hợp để đo ngắm một cách thuận lợi và đảm bảo độ chính xác. Nếu điều kiện cho phép thì nên chọn khoảng cách từ máy tới chân công trình xấp xỉ bằng chiều cao của nó. Để xác định độ nghiêng của nhà cao tầng cần bố trí các điểm đo cố định  $A_1, A_2, \dots, A_n$  và  $B_1, B_2, \dots, B_n$ . Khi đặt máy tại cá điểm  $A_i$  sẽ ngắm tới công trình theo hướng song song với trục  $Y$  còn khi đặt máy tại  $B_i$  thì ngắm tới công trình theo hướng song song với trục  $X$ .

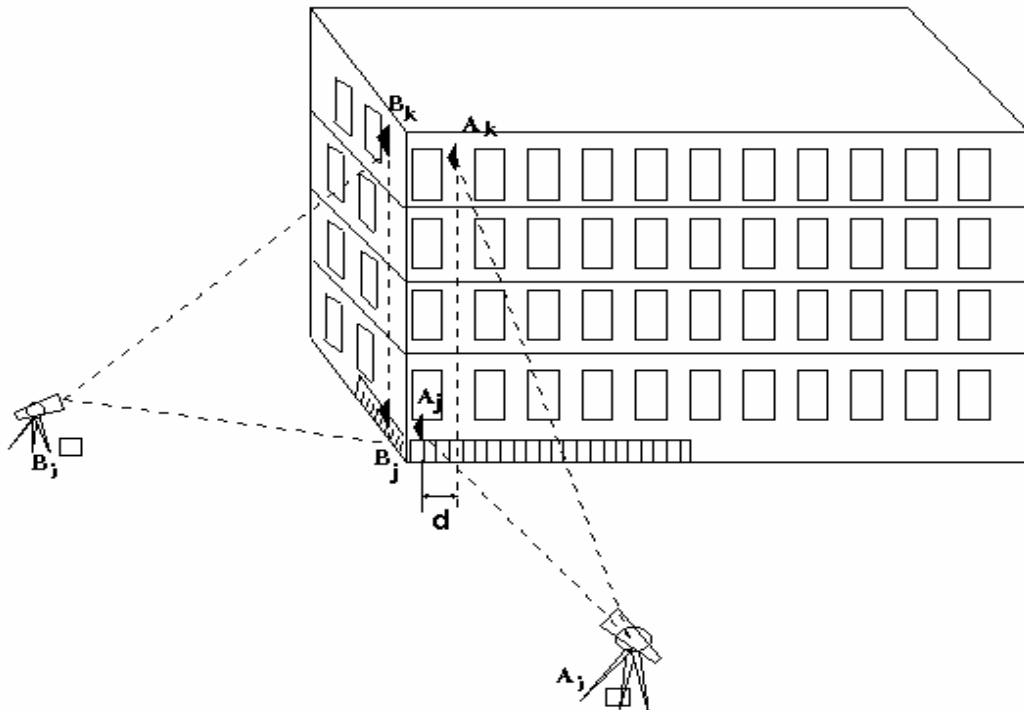


Hình 6.4.1 Đánh dấu điểm đặt máy

Các phương pháp xác định độ nghiêng và phẳng của tường có thể sử dụng một trong các cách sau:

**a. Phương pháp chiếu bằng chỉ đứng của máy kinh vĩ**

Để thực hiện phương pháp này có thể sử dụng bất kỳ loại máy kinh vĩ nào. Tuy nhiên để tăng độ chính xác của phương pháp, khi sử dụng máy quang cơ thông thường cần có bọt thủy dài gắn trên trục quay của ống kính. Nếu sử dụng máy kinh vĩ điện tử thì chế độ bù xiên của hai trục phải được đặt ở chế độ làm việc. Việc xác định độ nghiêng các thành phần bằng phương pháp này thực hiện như sau:



Hình 6.4.2 Quan Trắc độ nghiêng bằng máy kinh vĩ

Máy kinh vĩ đặt tại điểm cố định (ví dụ điểm  $A_1$ , Hình 5-6) cách công trình một khoảng bằng  $H - 1,5H$ , cân máy bằng bọt nước vắt ngang với máy kinh vĩ quang cơ hoặc bằng bọt thủy điện tử với máy kinh vĩ điện tử. Đánh dấu các điểm  $A^1, A^2, \dots, A^k$  trên công trình (dán hoặc vẽ các tiêu ngắm). Tại điểm  $A^1$  ở chân công trình đặt một thước có khắc vạch đến mm nằm ngang. Chiếu các điểm  $A^j$  ( $j=1,2,\dots,k$ ) bằng chỉ đứng của máy kinh vĩ xuống thước ở phía dưới ta sẽ đọc được khoảng cách  $d_j$  từ điểm  $A^j$  tới hình chiếu của điểm  $A^1$ . Chênh lệch khoảng cách  $d_j$  trong các chu kỳ đo so với khoảng cách  $(d_1)_1$  đo được trong chu kỳ đầu cho phép đánh giá được độ nghiêng của công trình theo hướng vuông góc với tia ngắm. Độ nghiêng của công trình theo hướng thứ 2 cũng được xác định tương tự. Nếu không có điều kiện đặt thước đo trực tiếp, thì độ lệch có thể xác định một cách gián tiếp thông qua việc đo hướng tới các điểm  $A_1, A_2, \dots, A_n$ . Trong trường hợp này để tính được độ chênh lệch thành phần cần phải biết cả khoảng cách từ điểm đặt máy tới công trình.

*Độ chính xác của phương pháp:*

Nguồn sai số chủ yếu trong phương pháp này là sai số ngắm chuẩn điểm A. Sai số này nằm trong khoảng từ 5" - 10". Với khoảng cách từ điểm đặt máy tới công trình khoảng 100m thì sai số xác định độ nghiêng thành phần do sai số ngắm chuẩn gây ra nằm trong khoảng từ 3-5mm. Ngoài ra cũng phải kể đến sai số làm trùng vạch chuẩn của thước với vạch chuẩn tại điểm B và sai số đọc số trên thước. Tổng hợp 2 nguồn sai số này  $\approx 1\text{mm}$ . Như vậy sai số độ nghiêng theo 1 hướng sẽ  $\approx 5\text{mm}$ ; sai số xác định véc tơ tổng hợp là  $5\sqrt{2} \approx 7\text{mm}$ .

Phương pháp này hiện nay cũng đang được sử dụng để xác định độ nghiêng của các tòa nhà cao tầng.

**b. Phương pháp sử dụng máy toàn đạc điện tử:**

Hiện nay hầu hết các máy toàn đạc điện tử đã được sử dụng rộng rãi trong ngành trắc địa tại Việt Nam. Đầu tiên phải chuẩn bị các điểm đặt máy và các điểm đo giống như trong trường hợp đo độ nghiêng bằng máy kinh vĩ thông thường (hình 5-7). Nếu máy có chế độ đo trực tiếp không cần gương thì các điểm đo nên đánh dấu bằng các vòng tròn. Nếu dùng máy toàn đạc điện tử thông thường thì các điểm đo cần phải được gia cố sao cho có thể lắp được các gương chuyên dùng hoặc dán các gương giấy. Việc xác định độ nghiêng thành phần trong trường hợp này rất đơn giản bằng cách đo khoảng cách ngang từ điểm đặt máy tới các điểm quan trắc. Chênh lệch khoảng cách ngang từ điểm đặt máy tới các điểm đo so với khoảng cách từ điểm đặt máy tới điểm đo đầu tiên trên mặt bằng tầng 1 chính là độ nghiêng thành phần của điểm đo này theo hướng tia ngắm.

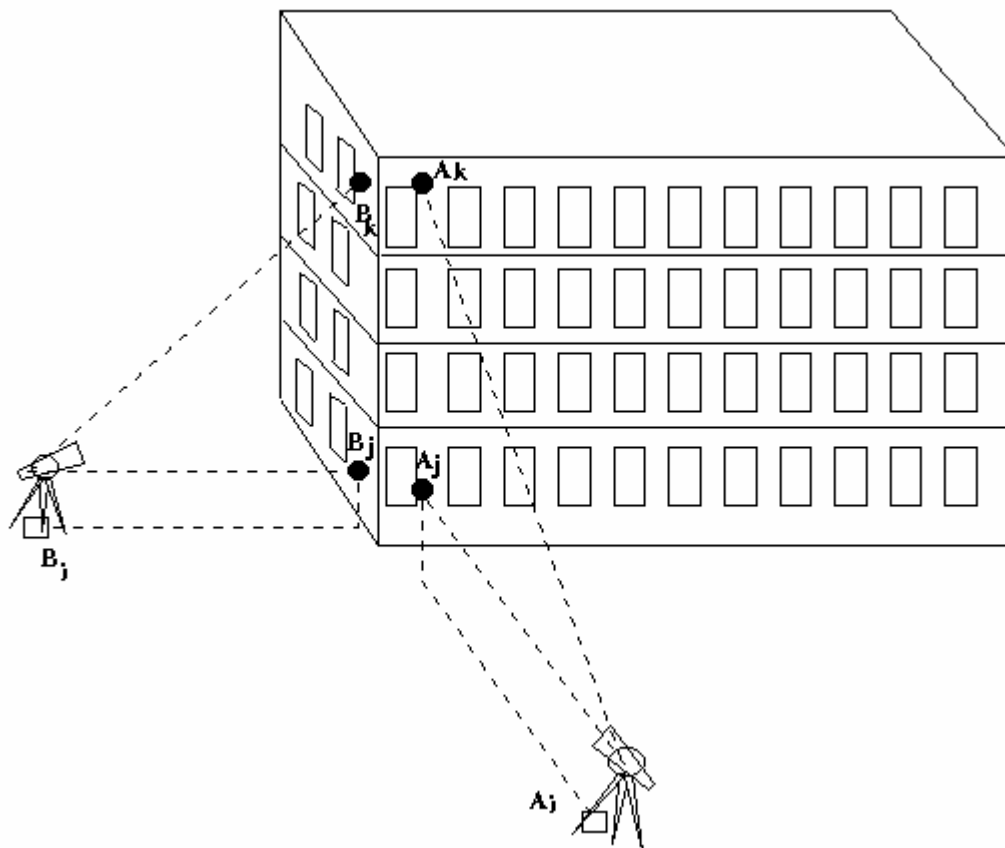
Độ chính xác của phương pháp: Độ chính xác đo độ nghiêng bằng máy toàn đạc điện tử chủ yếu phụ thuộc vào độ chính xác đo khoảng cách bằng máy được sử dụng. Đối với máy toàn đạc điện tử độ chính xác được tính theo công thức

$$m_D = \pm (a+b.D)$$

Trong đó:

- a là thành phần sai số không phụ thuộc khoảng cách, gồm ảnh hưởng của sai số đo hiệu pha và sai số xác định hằng số K của máy (Đối với đa số các máy toàn đạc điện tử thành phần  $a = \pm 2\text{mm}$ )

- b là thành phần sai số phụ thuộc khoảng cách, gồm ảnh hưởng của sai số xác định tốc độ truyền sóng điện từ và sai số xác định tần số điều biến của máy (Đối với đa số các máy toàn đạc điện tử thành phần  $b = \pm 3 \cdot 10^{-6}$ ).



Hình 6.4.3 Quan Trắc độ nghiêng bằng máy toàn đạc điện tử hiện

Khi đo độ nghiêng, khoảng cách từ máy tới các điểm đo thường ngắn (khoảng vài chục mét) vì vậy sai số đo khoảng cách chủ yếu là thành phần a, hơn nửa ảnh hưởng của sai số xác định hằng số K của máy và của gương cũng sẽ bị loại trừ vì vậy sai số xác định khoảng cách chỉ nằm trong khoảng từ 1mm-2mm.

Sai số xác định độ nghiêng 1 lần đo sẽ là:

$$m_{\bar{e}} = m_{ey} = 2\text{mm}\sqrt{2} = 3\text{mm}$$

Sai số xác định véc tơ tổng hợp một lần đo là:

$$m_e = 3\text{mm}\sqrt{2} = 4,5\text{mm}$$

Thông thường tại mỗi điểm đo người ta xác định các yếu tố bằng cách đo ít nhất là 3 lần vì vậy sai số xác định giá trị xác xuất nhất véc tơ tổng hợp sẽ là:

$$m_e = \frac{4,5\text{mm}}{\sqrt{3}} = 3\text{mm}$$

Phương pháp này rất thuận tiện cho việc quan trắc độ nghiêng của nhà cao tầng. Hiệu quả kinh tế sẽ được nâng cao khi sử dụng các máy toàn đạc điện tử có chế độ đo không cần gương.

## ≡ 5. Quan trắc biến dạng của các công trình lân cận :

Xây dựng nhà cao tầng trên một khu vực nào đó là vì thay đổi một loạt các tính chất Cơ lý của đất đá, chế độ nước ngầm, các chỉ tiêu của địa chất công trình, địa chất thủy văn không những của riêng khu vực nền móng của toàn nhà cao tầng những thay đổi này còn lan toả ra khu vực xung quanh. Hơn nữa hoạt động của các thiết bị động lực, thiết bị khoan, việc lấy một khối lượng đất lớn ra khỏi nền móng nhà sẽ gây ra các biến dạng đáng kể cho các công trình xung quanh vì vậy việc quan trắc biến dạng cho các công trình xung quanh là một việc làm hết sức cần thiết.

### **1. Nội dung quan trắc biến dạng của các công trình xung quanh bao gồm**

- a. Đo đạc xác định các vết nứt.
- b. Quan trắc độ lún của các công trình.
- c. Quan trắc độ nghiêng của các công trình.

### **2. Phạm vi quan trắc:**

Theo khảo sát của các chuyên gia mức độ biến dạng của các công trình trong khu vực xây dựng không đồng đều. Nếu vẽ đường đồng mức thì nó sẽ tạo ra một hình phỏng có tâm phỏng là công trình xây dựng giảm dần ra biên. Phạm vi ảnh hưởng phụ thuộc và độ cao của công trình. Kết quả khảo sát cho thấy phạm vi ảnh hưởng của công trình nằm trong một vòng tròn có bán kính bằng  $1.5H$  trong đó  $H$  là chiều cao của công trình. Như vậy các công trình nằm trong vòng tròn này là thuộc đối tượng quan trắc biến dạng.

### **3. Độ chính xác quan trắc**

Độ chính xác quan trắc phụ thuộc vào các yếu tố sau đây.

- Tính chất của công trình . Nếu đối tượng quan trắc là các công trình đặc biệt quan trọng về chính trị, văn hóa như các di sản văn hoá quý hiếm. Các toà nhà quan trọng của quốc gia thì độ chính xác yêu cầu sẽ rất cao. Nếu không phải là các công trình đặc biệt thì độ chính xác theo dõi như đối với công trình đang xét

### **4. Thời điểm quan trắc.**

Việc quan trắc phải được bắt đầu từ khi chưa khởi công xây dựng công trình cụ thể như sau:

- Các hiện trạng, các vết nứt phải được xác định trước khi khởi công xây dựng công trình và trong thời gian thi công phải theo dõi diễn biến của các vết nứt.
- Độ lún và độ nghiêng của công trình phải được xác định hai hoặc ba chu kỳ trước khi khởi công xây dựng công trình. Trong thời gian thi công xây dựng nếu không có những diễn biến đột xuất thì chu kỳ quan trắc các công trình lân cận trùng với chu kỳ quan trắc công trình chính. Nếu có những diễn biến đột xuất thì phải thực hiện các chu kỳ quan trắc đặc biệt theo yêu cầu của ban quản lý công trình.

### **5. Đóng gói hồ sơ:**

Hồ sơ theo dõi biến dạng công trình phải được xử lý và đóng gói riêng