

*Cơ sở dữ liệu văn bản quy phạm pháp luật  
lĩnh vực Nông nghiệp và phát triển nông thôn*

**QUYẾT ĐỊNH CỦA BỘ TRƯỞNG  
BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**

**Số 03/2002/QĐ-BNN, ngày 07 tháng 01 năm 2002**

**V/v Ban hành tiêu chuẩn ngành: 14TCN 102-2002- Quy phạm khống chế cao độ cơ sở trong công trình thủy lợi**

**BỘ TRƯỞNG BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**

- Căn cứ Nghị định số 73/CP ngày 01 tháng 11 năm 1995 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và tổ chức bộ máy của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.
- Căn cứ vào Pháp lệnh chất lượng hàng hoá ngày 24 tháng 12 năm 1999;
- Căn cứ vào Quy chế lập, xét duyệt và ban hành tiêu chuẩn ngành ban hành kèm theo quyết định số 135/1999/QĐ-BNN-KHCN ngày 01 tháng 10 năm 1999;
- Xét đề nghị của ông Vụ trưởng Vụ Khoa học Công nghệ và Chất lượng sản phẩm,

**QUYẾT ĐỊNH**

**Điều 1:** Nay ban hành kèm theo quyết định này tiêu chuẩn ngành: 14TCN 102-2002- Quy phạm khống chế cao độ cơ sở trong công trình thủy lợi.

**Điều 2:** Tiêu chuẩn này có hiệu lực sau 15 ngày, kể từ ngày ký ban hành.

**Điều 3:** Các ông Chánh Văn phòng, Vụ trưởng Vụ Khoa học Công nghệ và Chất lượng sản phẩm, Lãnh đạo các tổ chức, cá nhân có liên quan chịu trách nhiệm thi hành quyết định này.

**KT BỘ TRƯỞNG BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**

**Thứ trưởng Phạm Hồng Giang : Đã ký**

\*\*\*\*\*

**TIÊU CHUẨN NGÀNH**

**14 TCN 102 - 2002**

**QUY PHẠM KHỐNG CHẾ CAO ĐỘ CƠ SỞ  
TRONG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI**

***(Standards for Basic Elevation Network in Hydraulic Engineering Projects)***

(Ban hành theo quyết định số: 03/2002/QĐ-BNN, ngày 07 tháng 01 năm 2002  
của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn)

**1. QUY ĐỊNH CHUNG**

**1.1.** Tiêu chuẩn này được áp dụng cho việc khống chế cao độ cơ sở trong các công trình thủy lợi ở Việt Nam.

**1.2.** Lưới khống chế cao độ cơ sở trong các công trình thủy lợi được xây dựng là lưới hạng 3, 4 và lưới kỹ thuật theo phương pháp cao đặc hình học, lượng giác độ chính xác cao và GPS (hệ thống định vị toàn cầu), nối từ các điểm hạng 1, 2 Quốc gia.

**1.3.** Hệ cao độ trong công trình thủy lợi quy định như sau:

1. Từ Đà Nẵng vào Nam theo hệ Mũi Nai - Hà Tiên;
2. Từ Thừa Thiên Huế ra Bắc theo hệ Hòn Dấu - Hải Phòng;
3. Hệ số chuyển đổi hai hệ:

$$H_{\text{Mũi Nai}} = H_{\text{Hải Phòng}} + 0,167\text{m}$$

**1.4.** Lưới cao độ hạng 3 làm cơ sở xây dựng lưới cao độ hạng 4, lưới cao độ hạng 4 làm cơ sở xây dựng lưới thủy chuẩn kỹ thuật.

**1.5.** Trong trường hợp đặc biệt, khi công trình ở vùng sâu vùng xa, biên giới hải đảo chưa có điểm độ cao quốc gia thì lưới cao độ công trình được phép giả định cao độ theo bản đồ 1: 50.000 đã bổ sung nội dung và chuyển đổi sang lưới chiếu Gauss từ năm 1997, nhưng khi có số liệu dẫn truyền cao độ quốc gia thì phải hiệu chỉnh cao độ giả định sang cao độ thực của lưới quốc gia cho các điểm đo của công trình.

**1.6.** Lưới cao độ hạng 3 gồm các điểm hạng 3 nối với nhau hoặc đường hạng 2 và hạng 3 nối thành vòng khép.

Lưới cao độ hạng 4 gồm các điểm hạng 4 nối với nhau hoặc đường hạng 3 và hạng 4 nối thành vòng khép.

Lưới cao độ thủy chuẩn kỹ thuật gồm các điểm kỹ thuật nối với nhau hoặc đường hạng 4 và kỹ thuật nối thành vòng khép.

**1.7.** Lưới thủy chuẩn hạng 3 xác định cao độ cho các đối tượng sau:

1. Các điểm tim tuyến công trình đầu mối thuộc cấp 1, 2, 3;
2. Các điểm khống chế cao độ dọc theo kênh và các công trình trên kênh có độ dốc  $i \leq 1/10.000$  và các hệ thống đê sông, biển có chiều dài  $\geq 20\text{Km}$ ;
3. Nối cao độ cho các công trình cấp 4, 5 khi xa các điểm hạng 2, 1 quốc gia.

**1.8.** L- ới thủy chuẩn hạng 4 xác định cao độ cho các đối tượng sau:

1. Các điểm tìm tuyến công trình đầu mối thuộc cấp 4, 5;
2. Các điểm khống chế cao độ dọc theo kênh, các công trình trên kênh có độ dốc  $1/2000 \geq i > 1/10.000$  và các hệ thống đê sông, biển có chiều dài  $\leq 20\text{Km}$ ;
3. Các điểm tìm đ- ờng quản lý, thi công là đ- ờng nhựa hoặc bê tông;
4. Các điểm khống chế mặt bằng từ GT1, GT2, hạng 4, các điểm thủy văn.

**1.9.** L- ới thủy chuẩn kỹ thuật xác định cao độ các điểm trạm nghiệm triều, khống chế đo vẽ, các điểm trạm máy, cắt dọc công trình, tìm kênh có độ dốc  $i > 1/2000$ , các hố khoan đào, điểm lộ địa chất; những điểm tìm tuyến các hạng mục công trình khác không quy định ở Điều 1.7 và 1.8.

**1.10.** Chiều dài đ- ờng thủy chuẩn hạng 3, 4, kỹ thuật không đ- ợc dài quá quy định bảng 1.1 (độ dài L tính bằng km).

Bảng 1.1. Quy định chiều dài đ- ờng thủy chuẩn hạng 3, 4, kỹ thuật

| <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Đ- ờng</div> <div style="margin-left: 10px;">Cấp hạng</div> </div> | Vùng      |        |          |          |        |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|----------|----------|--------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                  | Đồng bằng |        |          | Miền núi |        |          |
|                                                                                                                                                                                                                  | Hạng 3    | Hạng 4 | Kỹ thuật | Hạng 3   | Hạng 4 | Kỹ thuật |
| Giữa hai điểm gốc                                                                                                                                                                                                | 65-70     | 16-20  | 8-10     | 200      | 100    | 50       |
| Giữa điểm gốc đến điểm nút                                                                                                                                                                                       | 40-45     | 9-15   | 4-7      | 150      | 75     | 40       |
| Giữa hai điểm nút                                                                                                                                                                                                | 25-30     | 6-10   | 3-5      | 100      | 50     | 25       |

Trong đó:

- Điểm gốc của l- ới hạng 3 là điểm hạng 2;
- Điểm gốc của l- ới hạng 4 là điểm hạng 3;
- Điểm gốc của l- ới kỹ thuật là điểm hạng 4;
- Điểm nút là điểm giao nhau từ 3 đ- ờng thủy chuẩn cùng hạng tạo ra.

**1.11.** Đ- ờng cao độ hạng 3 đ- ợc đo đi, đo về khép giữa các điểm hạng 2. Nếu vì điều kiện chỉ có thể nối từ 1 điểm hạng 2 thì phải đo đi, đo về để khép kín với khoảng cách giữa chúng bằng 2/3 khoảng cách quy định ở bảng 1. Đ- ờng cao độ hạng 4 đ- ợc đo 1 chiều giữa 2 điểm hạng 3. Nếu chỉ có 1 điểm hạng 3 phải đo đi, đo về để khép kín.

**1.12.** Sai số khép đ- ờng hoặc khép vòng của hạng 3, hạng 4 quy định.

1. Hạng 3:

- Vùng đồng bằng :  $f_h \leq \pm 10\sqrt{L}_{\text{mm}}$
- Vùng núi :  $f_h \leq \pm 12\sqrt{L}_{\text{mm}}$

2. Hạng 4:

- Vùng đồng bằng :  $f_h \leq \pm 20\sqrt{L}_{\text{mm}}$

- Vùng núi :  $f_h \leq \pm 25 \sqrt{L}_{mm}$

3. Kỹ thuật:

- Vùng đồng bằng :  $f_h \leq \pm 50 \sqrt{L}_{mm}$

- Vùng núi :  $f_h \leq \pm 60 \sqrt{L}_{mm}$

Trong đó :

L - Độ dài tuyến thuỷ chuẩn tính bằng Km;

Quy định khi số trạm máy  $\geq 25$  trạm trong 1Km đối với vùng núi.

### **1.13. Mốc thuỷ chuẩn.**

1. Tại đầu mỗi các công trình cấp 1, 2, 3 phải đúc 1 mốc hạng 3 dạng lâu dài (hình D.1- Phụ lục D), có ghi tên đơn vị thực hiện, thời gian.

2. Đ-ờng cao độ hạng 3: trung bình 4 đến 5 km đúc 1 mốc dạng tạm thời (hình D.2 - Phụ lục D), có ghi tên đơn vị thực hiện, thời gian.

3. Đ-ờng cao độ hạng 4: trung bình 2 đến 3 km đúc 1 mốc dạng mốc th-ờng (hình D.4 - Phụ lục D) ghi tên đơn vị thực hiện, thời gian.

4. Các điểm đ-ờng thuỷ chuẩn kỹ thuật th-ờng chung với các điểm khống chế đ-ờng chuyên cấp 2, l-ới đo vẽ, các trạm máy v.v...

### **1.14. Thuật ngữ dùng trong thuỷ chuẩn.**

1. Thuỷ chuẩn hình học (TCHH): cao độ đ-ờng thuỷ chuẩn đo qua ph-ơng pháp hình học bởi các máy thuỷ chuẩn đ-ọc sử dụng nhiều nhất trong công trình thuỷ lợi.

2. Thuỷ chuẩn l-ợng giác chính xác cao (TCLGCXC): cao độ đ-ờng thuỷ chuẩn đ-ọc đo qua các máy toàn đạc điện tử khi địa hình có độ dốc lớn  $\geq 25^\circ$ .

3. Thuỷ chuẩn GPS (TCGPS): cao độ điểm đo qua hệ thống GPS toàn cầu (GPS: Global Positioning System: hệ thống định vị toàn cầu) sử dụng khi nối cao độ những vùng xa, khó tuyến đi, độ thực phủ nhiều, độ dốc địa hình lớn khó đo thuỷ chuẩn hình học, thuỷ chuẩn l-ợng giác.

4. Tuyến thuỷ chuẩn phù hợp (TCPH): là tuyến xuất phát từ điểm hạng cao hơn khép về điểm hạng cao khác.

5. Tuyến thuỷ chuẩn khép kín (TCKK): là tuyến xuất phát từ 1 điểm hạng cao khép về ngay điểm đo .

6. L-ới thuỷ chuẩn điểm nút (LTCĐN): là l-ới tạo bởi nhiều tuyến cắt nhau (từ 3 tuyến trở lên) theo các điểm nút.

7. Tuyến thuỷ chuẩn treo (TCTr): là tuyến xuất phát từ điểm gốc, phát triển đến điểm cuối không khép kín, loại tuyến này chỉ dùng trong tr-ờng hợp đặc biệt với độ tin cậy cho phép thấp.

## **2. PHƯƠNG PHÁP THUỶ CHUẨN HÌNH HỌC**

### **2.1. Yêu cầu kỹ thuật đo thuỷ chuẩn hạng 3.**

#### **2.1.1. Máy, mia, kiểm định và hiệu chỉnh.**

1. Máy thuỷ chuẩn: máy thuỷ chuẩn dùng để đo chênh cao thuỷ chuẩn hạng 3 hiện nay là các máy cân bằng tự động NI025, K0NI007, AT-G6, AS-2C và các loại máy có độ chính xác t-ơng đ-ơng, phải thoả mãn những điều kiện sau:

a. Hệ số phóng đại ống ngắm  $V > 24$  lần;

b. Giá trị khoảng chia trên ống thủy dài để cân bằng máy  $\delta_i \leq 15''/2\text{mm}$ . Nếu là bọt n-óc tiếp xúc thì  $\delta_i \leq 20''/2\text{mm}$ ;

c. L-ới chữ thập phải có 3 dây: trên, giữa, d-ới.

2. Mía đo : mía phải là mía có 2 mặt đen, đỏ, dài 3m (bằng gỗ hay nhôm rút). Trên mỗi mặt khắc đến 1cm. Mặt đen và đỏ mỗi mía khắc chên nhau hệ số  $K \geq 40\text{cm}$ . Mặt đỏ của hai mía trong một cặp mía chên nhau  $100\text{mm}$ .

a. Sai số ngẫu nhiên dm và m của cặp mía không v-ợt quá  $0,05\text{mm}$ .

b. Khi dùng ở vùng núi, công trình bê tông, công trình đặc biệt, có thể đo bằng mía in-va, khi đó phải đo bằng máy KONI007, hoặc máy có bộ đo cực nhỏ t-ơng đ-ơng.

3. Kiểm định và hiệu chỉnh:

a. Máy mới xuất x-ởng, máy sau khi sửa chữa hoặc sau thời gian 3 tháng đo ngoài thực địa ch- a kiểm định phải kiểm định và hiệu chỉnh toàn diện theo quy định ở phụ lục A.

b. Máy đang đo ngoài thực địa phải kiểm định theo thứ tự sau mỗi khi tiến hành (kiểm tra, hiệu chỉnh th-ờng kỳ), bao gồm:

- Kiểm tra và hiệu chỉnh bọt thủy tròn;

- Kiểm tra bộ phận cân bằng tự động;

- Kiểm tra giá trị góc i mỗi ngày 1 lần. Nếu tuần lễ đầu ổn định thì từ 10 đến 15 ngày mới kiểm tra 1 lần. Bắt đầu và kết thúc tuyến đo phải kiểm tra góc i. Mỗi lần di chuyển nơi công tác hoặc bị chấn động mạnh cũng phải kiểm tra hiệu chỉnh góc i;

- Tr-ớc và sau mùa sản xuất phải kiểm tra trị số độ dài khắc trên mía bằng th-ớc Giơ-ne-vơ có độ chính xác  $0,02\text{mm}$  (Theo Phụ lục A).

**2.1.2. Đo chênh cao thủy chuẩn hạng 3.**

1. Đ-ờng đo chênh cao hạng 3 phải đo đi, về, cùng một đ-ờng đo, phải cùng ng-ời đo, máy, mía và đệm mía (cóc mía).

2. Đo chênh cao qua dây chỉ giữa với máy tự cân bằng. Máy có bộ đo cực nhỏ và mía in-va thì đo theo ph-ơng pháp chụp dọc (trùng vạch).

3. Thứ tự thao tác trên một trạm đo nh- sau:

a. Đọc số mặt đen (hoặc thang chính với máy có bộ đo cực nhỏ - gọi tắt là thang chính) của mía sau;

b. Đọc số mặt đen (thang chính) của mía tr-ớc;

c. Đọc số mặt đỏ (thang phụ) của mía tr-ớc;

d. Đọc số mặt đỏ (thang phụ) của mía sau.

**2.1.3.** Khi đo đ-ờng thủy chuẩn đi và về phải thay đổi vị trí đặt máy và thay đổi chiều cao giá 3 chân tại trạm đo để khắc phục sai số lớn. Phải bố trí trạm chặn lần đo đi cũng nh- lần đo về. Nếu vì điều kiện số trạm máy của tuyến bị lẻ phải cộng thêm vào trị chênh cao đoạn đo số cải chính chênh lệch điểm 0 của cặp mía.

**2.1.4.** Chiều dài tia ngắm từ máy đến mía  $\leq 60\text{m}$  với hệ số phóng đại  $\geq 24$  lần. Nếu hệ số phóng đại  $\geq 30$  lần, có thể kéo dài tia ngắm từ  $75\text{m}$  đến  $100\text{m}$ . Khoảng cách từ máy đến mía có thể đo bằng th-ớc dây  $50\text{m}$ ,  $100\text{m}$  hoặc đo qua dây chỉ trên d-ới của máy. Khoảng cách chên trong một trạm  $\leq 2\text{m}$ . Tổng chên khoảng cách cả tuyến  $\leq 5\text{m}$ .

Đo trong một đoạn, máy không đ-ợc điều quang lại (không thay đổi tiêu cự ống ngắm).

**2.1.5.** Chiều cao tia ngắm cách ch- ống ngại vật (mặt đất, ch- ống ngại vật v.v...)  $\geq 0,3\text{m}$ . Khi đo vùng núi, nếu chiều dài tia ngắm  $\leq 30\text{m}$ , khoảng cách ch- ống ngại vật  $\geq 0,2\text{m}$ .

**2.1.6.** Khi đo phải đặt đệm mìa vào vùng đất chắc chắn. Nếu vùng đất bị lún, phải dùng cọc sắt hoặc gỗ đóng để đo.

Nếu cọc gỗ thì phải có kích th- ớc  $10 \times 10 \times 40\text{cm}$  có đóng đinh sắt mũ tròn.

**2.1.7.** Trong quá trình đo phải che ô cho máy và chọn thời gian đo nh- sau:

1. Chỉ đo khi mặt trời đã mọc  $30'$  và tr- ớc khi lặn  $30'$ ;
2. Tr- a nắng, hình ảnh rung động phải nghỉ;
3. Không đ- ợc đo khi gió cấp 5 hoặc sau trận m- a rào đột ngột.

**2.1.8.** Th- ờng đ- ợc nghỉ đo khi đã đo cao độ vào mốc bê tông. Tr- ờng hợp không thực hiện đ- ợc, phải chọn 2 điểm đánh dấu sơn chắc chắn hoặc đóng cọc gỗ  $10 \times 10 \times 40\text{ cm}$ , có đinh mũ tròn để gửi cao độ. Sau khi nghỉ phải kiểm tra lại nếu sai số  $\leq \pm 3\text{mm}$  thì lấy trị trung bình. Nếu v- ợt quá phải đo lại tuyến.

**2.1.9.** Sai số khép tuyến đo ngoài thực địa tuân theo trị số quy định ở Điều 1.12 cho thuỷ chuẩn hạng 3.

**2.1.10.** Kết quả đo đ- ợc lập thành bảng tính chênh cao khái l- ợc ngoài thực địa (Phụ lục B).

Kết quả cuối cùng của các tuyến độ cao phải đ- ợc bình sai trên máy vì tính theo ph- ơng pháp gián tiếp có điều kiện (Phụ lục C).

## **2.2. Yêu cầu kỹ thuật đo thuỷ chuẩn hạng 4.**

**2.2.1.** Máy, mìa, kiểm định và hiệu chỉnh.

1. Máy thuỷ chuẩn đo chênh cao hạng 4 giống nh- máy đo chênh cao thuỷ chuẩn hạng 3. Những giá trị khoảng chia trên ống thuỷ dài  $\leq 25''/2\text{mm}$ .

2. Mìa dùng đo thuỷ chuẩn hạng 4 giống nh- đo thuỷ chuẩn hạng 3. Tr- ờng hợp đặc biệt có thể dùng mìa dài 4 m một mặt số, nh- ng không dùng mìa gấp.

Sai số ngẫu nhiên khoảng chia đm không đ- ợc v- ợt quá 1mm. Khi đo phải dùng đệm mìa bằng cọc sắt hoặc cọc gỗ có đinh mũ để dựng mìa. Mìa phải đ- ợc kiểm định bằng th- ớc Giơ-ne-vơ hoặc Đrô-b- -sép với độ chính xác đến 0,1mm.

3. Kiểm định, hiệu chỉnh máy mìa nh- trình bày ở Phụ lục A.

**2.2.2.** Đo chênh lệch độ cao hạng 4.

1. Đ- ờng cao độ hạng 4 dạng phù hợp, khép kín hoặc điểm nút chỉ đo theo 1 chiều. Đối với các đ- ờng thuỷ chuẩn treo phải đo đi, về hoặc đo một chiều theo 2 hàng mìa (2 chiều cao máy).

2. Đo chênh cao hạng 4 theo ph- ơng pháp dây giữa. Thao tác đo tại 1 trạm máy giống nh- trạm máy thuỷ chuẩn hạng 3.

3. Chênh cao giữa số đọc chỉ giữa và trị số trung bình từ hai chỉ trên, d- ới mặt đen  $\leq 5^{\text{mm}}$  trong 1 trạm đo.

4. Hiệu số chênh lệch độ cao giữa mặt đen và mặt đỏ  $\leq 0,5^{\text{mm}}$ .

**2.2.3.** Chiều cao tia ngắm phải cách ch- ống ngại vật  $\geq 0,2\text{m}$ . Khi ở vùng núi, do v- ớng địa hình, địa vật, chiều dài tia ngắm  $\leq 30\text{m}$ , chiều cao tia ngắm cách ch- ống ngại vật  $\geq 0,1\text{m}$ .

**2.2.4.** Khoảng cách từ máy đến mĩa trung bình 100m. Nếu độ phóng đại của máy  $\geq 30$  lần, có thể đọc đ-ợc đến 150m. Số chênh lệch chiều dài đến mĩa từ trạm máy trong một trạm  $\leq 5$ m. Tổng số chênh chiều dài toàn tuyến  $\leq 10$ m.

**2.2.5.** Sai số khép tuyến hạng 4 giữa 2 điểm hạng cao hoặc khép kín ở :

1. Vùng đồng bằng :  $f_h \leq \pm 20 \sqrt{L}_{mm}$ ;

2. Vùng núi:  $f_h \leq \pm 25 \sqrt{L}_{mm}$  .

Trong đó: L - chiều dài tuyến thuỷ chuẩn, tính bằng Km.

Nếu sai số v-ợt hạn sai phải đo lại toàn tuyến.

**2.2.6.** Kết quả đo tuyến thuỷ chuẩn hạng 4 đ-ợc thống kê theo mẫu Phụ lục B và phải đ-ợc bình sai trên máy vi tính theo ph-ơng pháp gián tiếp có điều kiện (Phụ lục C).

### 2.3. Đo chênh cao qua vật ch-ớng ngại.

**2.3.1.** Khi gặp ch-ớng ngại trên tuyến đo nh- sông, hồ, vực sâu, đầm, phá v.v... nên lợi dụng các công trình xây dựng nh- : Thuỷ lợi, giao thông, thuỷ điện, cầu, cống v.v... đảm bảo độ vững chắc, tiến hành đo theo quy định sau:

1. Nếu dùng đ-ợc xe cơ giới thì đo bình th-ờng;

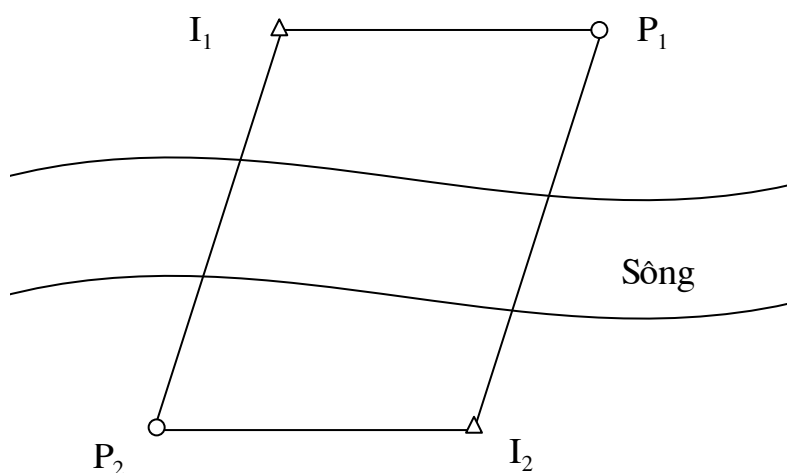
2. Khi không dùng đ-ợc xe cơ giới thì phải đo lần đi, lần về ngay, lấy kết quả trung bình. Trong tr-ờng hợp này phải gắn mốc tạm thời ở hai bờ hai bên cầu.

Nếu không đo nh- trên đ-ợc, phải dùng bãi đo qua ch-ớng ngại vật.

**2.3.2.** Khi sông rộng d-ới 100m trên tuyến hạng 3, d-ới 150m trên tuyến hạng 4, việc đo chênh cao tiến hành nh- trạm máy bình th-ờng.

**2.3.3.** Khi sông rộng từ 100 đến 300m với hạng 3, 150 đến 300m với hạng 4, không lợi dụng đ-ợc các công trình xây dựng thì tiến hành theo ph-ơng pháp sau:

1. Chọn 2 bên bờ 2 vị trí ổn định, đóng cọc sâu 40cm, đ-ờng kính cọc  $\geq 10$ cm, trên đỉnh có đỉnh sắt mũ tròn. Cách cọc khoảng 5 đến 10m chọn 2 vị trí đặt máy sao cho  $I_1P_1 = I_2P_2$ ,  $I_1P_2 = I_2P_1$  (hình 2.1.)



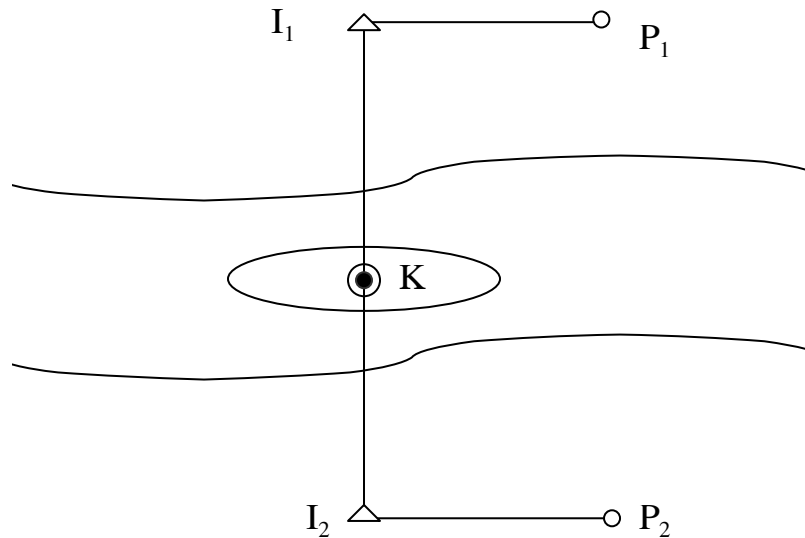
Hình 2.1. Sơ đồ bố trí tuyến đo v-ợt ch-ớng ngại

2. Tại trạm máy  $I_1$ , ngắm mĩa tại  $P_1$ , đọc số mặt đen, đở theo dây giữa. Sau đó ngắm mĩa ở  $P_2$ , đọc mặt đen, đở 2 lần;

3. Chuyển máy sang trạm  $I_2$ , tuần tự nh- trên đọc mĩa tại  $P_2$  rồi chuyển sang đọc mĩa tại  $P_1$ .

Nên dùng 2 máy đo đồng thời tại trạm  $I_1, I_2$ . Kết quả chênh cao  $P_1, P_2$  được lấy là trị trung bình, khi sai số giữa hai trị đo  $\leq \pm 10\sqrt{L}_{mm}$  với thủy chuẩn hạng 3;  $\leq \pm 20\sqrt{L}_{mm}$  với thủy chuẩn hạng 4,  $L$  là chiều dài cạnh đo tính bằng Km.

**2.3.4.** Khi sông rộng từ 300 đến 600m, trên sông có bãi bồi nổi, đất chắc (hình 2.2), có thể tiến hành nh- sau :



Hình 2.2. Sơ đồ bố trí tuyến đo v- ợt ch- óng ngại (qua sông có bãi giữa)

1. Nếu bãi bồi ở giữa sông, đặt đ- ợc máy thì đặt mia ở hai điểm trên bờ, tiến hành 8 lần đo theo ph- ơng pháp thông th- ờng vào buổi sáng 4 lần, buổi chiều 4 lần. Giữa hai lần đo của từng cặp phải thay đổi chiều cao máy và thứ tự ngắm mia.

2. Nếu bãi bồi không đặt máy đ- ợc thì phải đóng cọc  $K$  để dựng mia, cách bố trí nh- hình 2 sao cho :  $I_1P_1 = I_2P_2$  có khoảng cách từ 5 đến 10m,  $I_1K = I_2K$  (chênh độ dài  $I_1K$  và  $I_2K$  không quá  $1/10$ ). Máy đặt tại  $I_1$ , ngắm mặt đen mia đặt  $P_1$  đọc số. Sau đó máy ở  $I_1$  đọc sang mặt đen mia đặt ở  $K$  hai lần và máy ở  $I_2$  đọc mia mặt đỏ ở  $K$  hai lần. Xoay mặt đỏ của mia ở  $K$  về  $I_1$  và tiến hành đọc số 2 lần từ  $I_1$ , từ  $I_2$  đọc số mặt đen tại  $K$  hai lần. Sau đó quay máy về mia gần, máy  $I_1$  đọc mặt đỏ tại  $P_1$ , máy  $I_2$  đọc mặt đen tại  $P_2$ . Các b- ớc trên gọi là 1 lần đo. Chuyển sang lần đo thứ 2 cũng nh- vậy đổi máy từ  $I_1$  sang  $I_2$ . Phải tiến hành đo 4 lần nh- vậy. Chênh lệch cao độ giữa  $P_1, P_2$  chính là tổng chênh cao giữa  $P_1 - K$  và  $P_2 - K$ .

**2.3.5.** Khi sông rộng từ 300 đến 600m nh- ng không có bãi giữa.

1. Phải dùng máy có bộ đo cực nhỏ nh- KONI007 và bảng ngắm đo theo ph- ơng pháp trùng hợp, chụp vạch đọc mia xa 3 lần. Đo 2 lần đo.

Bảng ngắm phải có vạch ngắm màu trắng rộng  $0,06mm \times S$  ( $S$  chiều rộng tính bằng m).

2. Khi sông rộng trên 600m trên tuyến hạng 3 và 4, việc đo cao độ qua sông quy định giống nh- hạng 2 quốc gia (Quy phạm xây dựng l- ối nhà n- ớc hạng 1,2,3 và 4. Ban hành theo Quyết định số 112/KT ngày 15/5/1989 của Cục Đo đạc Bản đồ Nhà n- ớc — nay là Tổng cục Địa chính).

3. Chênh cao giữa đo đi và về phải  $\leq \pm 8mm$  với hạng 3;  $\leq \pm 10mm$  với hạng 4.

**2.4. Yêu cầu kỹ thuật đo thủy chuẩn kỹ thuật.**

**2.4.1.** Thủy chuẩn kỹ thuật đo bằng các loại máy, mia nh- thủy chuẩn hạng 4, với độ phóng đại  $\geq 20$  lần.

**2.4.2.** Thủy chuẩn kỹ thuật xuất phát và khép về từ các điểm hạng 4. Tuyến thủy chuẩn kỹ thuật th- ờng xác định cao độ cho các điểm l- ới khống chế đo vẽ, điểm trạm máy vẽ bình đồ, các điểm cắt dọc công trình.

**2.4.3.** Thứ tự đo trong trạm máy nh- sau (đọc qua dây giữa):

- Đọc mặt đen mia sau;
- Đọc mặt đỏ mia sau;
- Đọc mặt đen mia tr- ớc;
- Đọc mặt đỏ mia tr- ớc.

Khi dùng mia một mặt số, đọc theo thứ tự:

- Đọc số mia sau;
- Đọc số mia tr- ớc;
- Thay chiều cao máy  $\geq 10\text{cm}$ ;
- Đọc số mia tr- ớc;
- Đọc số mia sau.

**2.4.4.** Chiều dài ngắm từ máy đến mia trung bình 120m, dài nhất không quá 200m. Chênh khoảng cách trong một trạm máy  $\leq 5\text{m}$ , chênh khoảng cách toàn tuyến  $\leq 50\text{m}$ .

Chênh cao tại một trạm tính theo 2 mặt mia không quá 5mm.

**2.4.5.** Sai số khép tuyến cao độ phải đạt.

$$f_h \leq \pm 50 \sqrt{L} \text{ mm}$$

Trong đó: L - chiều dài tuyến đo tính bằng km.

- Nếu vùng núi, 1km lớn hơn 25 trạm máy, tính sai số khép theo công thức:

$$f_h \leq \pm 10 \sqrt{N} \text{ (mm)}.$$

Trong đó: N - số trạm máy.

$$\text{hoặc } f_h \leq \pm 60 \sqrt{L} \text{ mm}$$

Trong đó: L- chiều dài tuyến đo tính bằng Km (theo Điều 1.11)

**2.4.6.** Tính toán khái l- ợc nh- tuyến thủy chuẩn hạng 4 và bình sai qua máy vi tính theo ph- ơng pháp gián tiếp có điều kiện (Phụ lục B, C).

**2.5. Mốc thủy chuẩn hạng 3, hạng 4.**

Mốc đ- ờng thủy chuẩn hạng 3, 4 là mốc th- ờng. Ký hiệu mốc quy định:

1. Hạng 3 là  $3R_i$  ( $i = 1 \div n$ );
2. Hạng 4 là  $4R_i$  ( $i = 1 \div n$ ).

(Hình dạng và kích th- ớc mốc xem Phụ lục D)

**2.6. Sản phẩm giao nộp.**

1. Sản phẩm giao nộp l- ới thủy chuẩn hạng 3, hạng 4 bao gồm:

- a. Sơ đồ l- ới, sơ đồ mốc;
- b. Số hiệu gốc qua sổ đo hoặc card qua máy tự động;
- c. Tài liệu tính khái l- ợc;
- d. Tài liệu bình sai và kết quả cuối cùng.

2. Thành quả l- ới thủy chuẩn kỹ thuật nằm trong cao độ l- ới giải tích 1,2, đ- ờng chuyên cấp 1, cấp 2, điểm đo vẽ v.v...

### 3. PHƯƠNG PHÁP GPS

**3.1. Phương pháp đo:** Đo GPS xác định cao độ chỉ cho các tuyến hạng 3, hạng 4 theo phương pháp đo tương đối dạng đo tĩnh qua các điểm đặt máy đã có cao độ hạng 2, hạng 3 (Phụ lục G giới thiệu máy thu GPS).

**3.2. Các loại máy thu:** Phải sử dụng đồng thời 3 máy thu loại 1 tần hoặc 2 máy thu loại 2 tần.

1. Nếu dùng loại 1 tần, máy thu đặt ở 2 điểm có cao độ cho trước ở hạng cao hơn (đo hạng 3 thì phải đặt điểm hạng 2, đo hạng 4 phải đặt điểm hạng 3) một máy thu đặt ở điểm cần xác định cao độ. Nếu đo hạng 4 có thể chỉ cần một điểm có cao độ cho trước.

Tiến hành cùng thu tín hiệu từ 3 đến 4 vệ tinh trở lên với góc tà  $\geq 10^\circ$  trong thời gian từ 2 đến 3 giờ liên.

2. Nếu dùng loại 2 tần, chỉ cần 2 trạm máy thu. Một máy đặt tại điểm đã có cao độ, máy kia đặt tại điểm cần xác định cao độ. Mọi quy định về số vệ tinh, thời gian đo máy 1 tần.

**3.3. Khoảng cách đo và mật độ điểm trọng lực:** Khoảng cách đo giữa các điểm từ vài km đến hàng chục km.

1. Khi mật độ điểm trọng lực tăng lên 3km x 3km có 1 điểm, độ chính xác cao độ trên chiều dài 20km, có thể đạt 0,05m, đạt yêu cầu thủy chuẩn hạng 3.

2. Khi mật độ điểm trọng lực là 9km x 9km có 1 điểm, độ chính xác cao độ đạt 0,1m theo chiều dài 20 km, tương đương thủy chuẩn hạng 4.

**3.4. Quy trình đo tại trạm máy:**

1. Đặt máy thu và ăng ten:
  - a. Cân bằng chân máy bằng bọt thủy tròn. Định tâm chân máy bằng bộ định tâm trùng với tâm mốc. Sau đó lắp anten lên chân máy
  - b. Nối ăng ten với máy thu qua cáp chuyên dùng (máy thu có thể đặt xa ăng ten đến 30m để tránh nắng, m- a).
  - c. Đo độ cao ăng ten
  - d. Dùng nguồn điện từ ổ quy của máy hoặc nối máy thu với nguồn điện bằng dây cáp chuyên dùng.
  - e. Mở điện bằng nút "ON" ở mặt sau của máy thu.

2. Tiến hành thu tín hiệu từ vệ tinh.

Khi bấm nút "ON", máy tự tiến hành kiểm tra nội bộ. Nếu có trục trặc, màn hình hiển thị Code lỗi và ngừng hoạt động. Nếu máy tốt, màn hình hiển thị dòng chữ "Ashtech" và sau một lát sẽ chuyển sang màn hình số 0 (xem Phụ lục G giới thiệu máy).

Về nguyên tắc, sau khi mở, máy tự động đo, ghi theo thứ tự:

- a. Tìm và thu bắt các vệ tinh có thể quan sát;
- b. Thực hiện các phép đo GPS, tính ra tọa độ, cao độ;
- c. Mở tệp và lưu nạp tất cả dữ kiện đo vào tệp. Khi máy ngừng đo, sẽ tự ghi tệp và bảo vệ số liệu đo vào đĩa ghi.

3. Người thao tác, khi vận hành máy phải theo các bước sau:

- a. □ màn hình hiển thị số 0, nếu hình ảnh mờ, phải điều chỉnh độ tương phản cho rõ nhờ các nút có mũi tên chỉ lên xuống;
- b. Chuyển sang màn hình thị số 4 bằng cách ấn nút "4". Khi đo thường không cần can thiệp mà giữ nguyên tham số chuẩn đã chấp nhận trên đó và nên chuyển sang màn hình thị số 9. Tuy nhiên nếu cần thì ấn vào nút "E" rồi dùng các nút có mũi tên để con trỏ đến chữ cần thay đổi tham số. Sau đó ấn nút "E" để ghi hoặc dùng nút "C" để xóa các trị số mới thay đổi của tham số.

Chuyển sang màn hình thị số 9 bằng cách ấn nút số "9".

- Nhập tên điểm đo: Sau khi bấm nút "E" màn hình hiển thị các dòng chữ

|          |   |   |   |   |   |   |   |       |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| To enter | A | B | C | D | E | F | G | H?    |
| Press    |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 8 9 |

Ta ấn các nút tương ứng để nhập tên điểm đo, tên điểm chỉ được biểu diễn tối đa bằng 4 chữ cái.

- Nhập tên đợt đo: ở vị trí SESS (SESSION) cũng có thể để máy tính tự ghi đợt đo.
- Nhập số hiệu máy thu RCV #: 3 chữ số.
- Nhập số hiệuăng ten ANT #: 3 chữ số.

Hai số liệu này lấy trong 3 số cuối của số mã máy trong lý lịch của máy. Việc này có thể thực hiện khi nhập dữ kiện đo vào máy tính.

Các tham số khác trên màn hình không cần sửa đổi.

Cuối cùng ấn nút "E" để ghi vào bộ nhớ hoặc nút "C" để xóa dữ kiện vừa nhập.

Nhìn vào vị trí CNT nếu thấy có số 99 là đã đo xong.

### 3.5. Xử lý kết quả đo.

1. Xử lý số liệu đo GPS đều theo các phần mềm chuyên dụng của các hãng sản xuất máy. Song các phần mềm đều có 3 chức năng chủ yếu.

- a. Nhập số liệu từ máy thu sang máy tính.
- b. Xử lý cặp điểm để tính ra hiệu tọa, cao độ giữa chúng.
- c. Bình sai mạng với nhiều cặp điểm đo.

2. Hiện nay, ở nước ta đang sử dụng phần mềm tự động TRIMVEC - PLUS, SPSSurvey của hãng Trimble Navigation và Modul Geoid trong phần mềm TRIM LINE+ được đặt tên là: VNGEO - 96B, được sử dụng rộng rãi ở Bộ Tổng Tham mưu quân đội và Tổng cục Địa chính. Phụ lục G giới thiệu sơ đồ xử lý của phần mềm TRIMVEC - PLUS.

### 3.6. Quy định chọn vị trí đo GPS.

Nhìn chung, các điểm đo GPS có thể đặt dễ dàng, không phụ thuộc vào độ phức tạp địa hình, địa vật. Nhưng nên tránh những vị trí sau:

1. Những vị trí ở vùng có phản xạ lớn như: điểm gần mặt nước, vùng đồi trọc, vùng có khoáng sản, hàm lượng muối cao;
2. Những vị trí có phản xạ nhiều chiều như: thung lũng nhiều vách đá, đường phố có nhiều nhà cao tầng v.v..;
3. Có nguồn phát điện từ mạnh như: gần trạm ra đa, đường điện cao thế v.v..;
4. Góc nhìn lên bầu trời xung quanh đều  $\leq 15^\circ$ .

### 3.7. Sản phẩm giao nộp.

Sản phẩm giao nộp kết quả đo GPS gồm:

1. Đã ghi dữ liệu đo qua máy thu;
2. Kết quả xử lý, bình sai tệp đo;
3. Sơ họa tuyến, mốc 1-ới GPS.

#### 4. PHƯƠNG PHÁP THỦY CHUẨN LỢNG GIÁC ĐỘ CHÍNH XÁC CAO

**4.1. Máy đo:** Phương pháp thủy chuẩn l-ợng giác độ chính xác cao đ-ợc gọi tắt là phương pháp l-ợng giác chính xác cao (LGCXC) đ-ợc sử dụng qua các máy toàn đạc điện tử (Total Station) có độ chính xác cao ( $\delta_\beta \leq 3''$ ,  $\Delta S/S \leq 1/100.000$ ) (Phụ lục H).

##### 4.2. Thứ tự tiến hành đo thủy chuẩn l-ợng giác (TCLG) hạng 4.

Thứ tự đo tại trạm máy nh- sau:

1. Cân bằng máy qua ống thủy dài có độ chính xác  $15''/2\text{mm}$ ;
2. Dọi tâm mốc qua bộ chiếu tâm quang học với độ tin cậy  $0,1\text{mm}$ ;
3. Đo chiều cao máy qua thước đo tự động có trong đế máy với độ tin cậy đến  $1\text{mm}$ . Những máy không có loại thước đo tự động, sử dụng nguyên lý đo chênh cao qua 2 trạm để không phải đo chiều cao máy;
4. Đo góc nghiêng theo hai chiều thuận nghịch với số lần đọc 3 lần qua 3 dây chỉ, đảm bảo góc  $\alpha$  tính từ 3 dây chỉ lệch nhau  $\leq \pm 3''$ . Trị số góc nghiêng theo hai chiều thuận, nghịch sai khác nhau  $\leq \pm 5''$  khi đó đ-ợc lấy góc là trị trung bình;
5. Đo khoảng cách theo hai chiều thuận, nghịch mỗi chiều đọc 3 lần. Sai số t-ơng đối giữa hai lần thuận nghịch phải đảm bảo:
  - $\Delta s/s \leq 1/10.000$  với  $S = 100\text{m}$ ;
  - $\Delta s/s \leq 1/20.000$  với  $S = 200\text{m}$ ;
  - $\Delta s/s \leq 1/50.000$  với  $S = 500\text{m}$ .

Độ dài giới hạn đo TCLG hạng 4 là  $500\text{m}$ .

##### 4.3. Thứ tự tiến hành trạm đo TCLG kỹ thuật.

Thứ tự tiến hành nh- đo thủy chuẩn hạng 4 với độ chính xác quy định nh- sau:

1. Đo góc nghiêng theo hai chiều thuận, nghịch qua 1 dây chỉ giữa với sai số góc  $\leq 5''$  giữa 3 lần đo 1 chiều và  $\leq 10''$  khi đo thuận, nghịch. Trị góc nghiêng là trị trung bình.
2. Đo cạnh theo hai chiều thuận, nghịch. Mỗi chiều đọc 3 lần với sai số giữa đo thuận, đảo phải đạt :
  - $\Delta s/s \leq 1/5.000$  khi độ dài  $100\text{m}$  ;
  - $\Delta s/s \leq 1/10.000$  khi độ dài  $250\text{m}$  ;
  - $\Delta s/s \leq 1/20.000$  khi độ dài  $500\text{m}$  ;
  - $\Delta s/s \leq 1/40.000$  khi độ dài  $1000\text{m}$  .

Độ dài xa nhất đo thủy chuẩn l-ợng giác kỹ thuật là  $1000\text{m}$ .

**4.4. G- ơng đo:** G- ơng đặt tại điểm đo cao trình l-ợng giác th- ờng là g- ơng đơn, kép, chùm có giá 3 chân đ-ợc cân bằng qua bọt thủy. Chiều cao g- ơng đ-ợc xác định với độ chính xác  $0,1\text{mm}$ .

**4.5. Sổ đo thực địa:** theo mẫu ở Phụ lục I.

**4.6. Ph- ơng pháp bình sai:** kết quả tuyến thuỷ chuẩn hạng 4, kỹ thuật đ- ọc bình sai theo ph- ơng pháp gián tiếp có điều kiện nh- tuyến thuỷ chuẩn hình học. Lấy trọng số theo công thức tỷ lệ nghịch với bình ph- ơng cạnh (Phụ lục C).

$$P_i = C / S_i^2$$

Trong đó:  $S_i$  - khoảng cách từ máy đến điểm đo  
C - hằng số tùy chọn.

**4.7. Sản phẩm giao nộp.**

Sản phẩm giao nộp gồm:

1. Sơ đồ tuyến thuỷ chuẩn;
2. Sổ đo (điện tử hoặc ghi tay) ngoài thực địa;
3. Kết quả tính toán bình sai;
4. Sơ họa các mốc cao độ.

**KT. BỘ TRƯỞNG BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT  
THỨ TRƯỞNG**

**PHỤ LỤC A  
KIỂM TRA VÀ HIỆU CHỈNH CÁC BỘ PHẬN CỦA MÁY THUỶ CHUẨN**

**A.1. Kiểm tra sơ bộ các bộ phận.**

Khi tiến hành đo tuyến cao độ phải kiểm tra sơ bộ các bộ phận sau:

1. Độ rõ ràng và sạch sẽ của ống kính ngắm, kính hiển vi nhìn bàn độ;

2. Độ rõ nét của l-ới chỉ, độ trơn và quay đều của các ốc hãm;
3. Chân máy, mia phải chắc chắn, đồng bộ;
4. Xem xét và điều chỉnh 3 ốc chân đế để cân máy rõ ràng;
5. Kiểm tra độ trơn và quay vòng tròn trục quay của ống kính máy;
6. Kiểm tra và hiệu chỉnh bọt thủy tròn qua 3 ốc cân bằng. Trong các máy tự động, vì độ chính xác cân bằng tự động của con lắc hoặc con quay phụ thuộc vào độ chính xác của việc cân bằng bọt thủy tròn nên phải kiểm tra và hiệu chỉnh rất cẩn thận b-ớc này.

## **A.2. Kiểm tra và hiệu chỉnh l-ới chỉ.**

1. Chỉ đứng của l-ới chỉ phải trùng với ph-ơng đ-ờng dây dọi. Cách kiểm tra và hiệu chỉnh nh- sau:

- a. Chọn nơi khuất gió hoặc trong phòng kín, treo quả dọi bằng dây chỉ. Để cho dây chỉ thẳng đứng và yên tĩnh, cần đặt quả dọi vào chậu n-ớc. Cách dây chỉ khoảng 20 đến 25m, đặt máy thủy chuẩn. Sau khi đã cân bằng máy, cho đầu dây chỉ trên máy trùng với đ-ờng dây dọi, nhìn qua ống kính xem dây chỉ máy đã trùng với dây dọi ch- a. Nếu đầu kia của dây chỉ lệch khỏi 0,5mm thì phải chỉnh nh- sau:
- b. Vặn lỏng các ốc điều chỉnh l-ới chỉ trên máy (ốc trái, phải của l-ới chỉ), nhẹ nhàng xoay l-ới chỉ sao cho trùng khít với đ-ờng dây dọi. Sau đó xiết chặt ốc lại;
- c. Tiếp tục kiểm tra 2,3 lần để hiệu chỉnh hoàn toàn dây chỉ đứng trùng với dây dọi.

2. Khi dây chỉ đứng trùng theo ph-ơng dây dọi thì dây chỉ ngang là nằm ngang song song với mặt thủy chuẩn của trái đất (vì máy cấu tạo dây chỉ ngang vuông góc với dây chỉ đứng đ-ợc khắc trong tấm kính không co giãn).

## **A.3. Kiểm tra và hiệu chỉnh góc i.**

Góc i là góc tạo bởi hình chiếu lên mặt phẳng thẳng đứng giữa trục ống thủy dài và trục ống ngắm. Về lý thuyết các máy thủy chuẩn hình học đ-ợc cấu tạo là  $i = 0$ . Nh-ng thực tế, góc i luôn tồn tại. Do vậy phải kiểm tra và hiệu chỉnh để giá trị của chúng nằm trong hạn sai cho phép đo cao độ các cấp. Với l-ới thủy chuẩn hạng 3, 4 góc  $i \leq 20''$ .

Quá trình kiểm tra và hiệu chỉnh nh- sau:

1. Kiểm tra:

Chọn bãi kiểm tra t-ơng đối bằng phẳng. Đóng hai cọc A,B cách nhau 40 đến 50m. Đóng cọc có đỉnh mũ tròn để dựng mia. ở giữa AB đặt trạm máy  $I_1$  và kéo dài AB một đoạn bằng  $1/10AB$  đặt máy  $I_2$  ( $I_2A=1/10AB$ ), (xem hình A.1)

Lần l-ợt đặt máy tại  $I_1, I_2$ . Dùng ph-ơng pháp chụp vạch đọc số  $a_1, b_1, a_2, b_2$  trên mia A,B.

Góc i tính theo công thức:  $i = \frac{S''}{D} \Delta h$

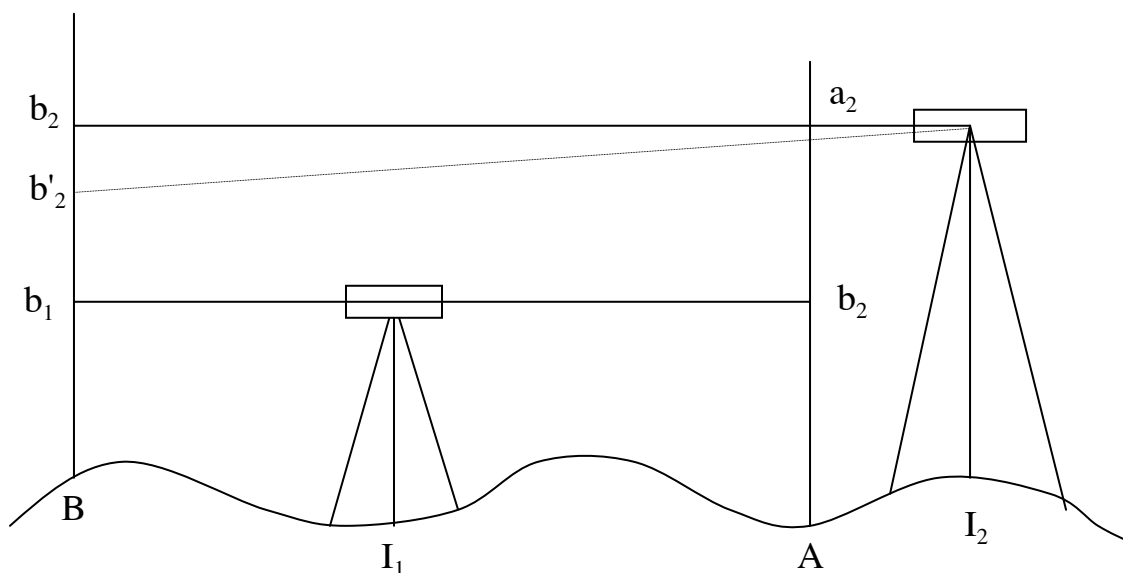
Trong đó :

- $\Delta h = (b_1 - a_1) + (a_2 - b_2)$ ;
- $S'' = 206265$ ;
- $D = 40m - 50m$ .

Nếu  $i > 20''$  phải tiến hành hiệu chỉnh

2. Hiệu chỉnh:

Tính số đọc mia xa (B)  $b_2' = b_2 + 1,1 \Delta h$



Hình A.1. Sơ đồ bố trí kiểm tra và hiệu chỉnh máy.

Máy đang đặt tại  $I_2$ , dùng vi động đ- a đ- ờng chỉ ngang về số đọc  $b_2'$  trên mĩa dựng ở B, khi đó bọt n- ớc thuỷ dài lệch, ta chỉnh ốc cân bằng bọt thuỷ cho về giữa. Nếu máy tự động nh- NI025, K0NI007 v.v... việc hiệu chỉnh phải sử dụng hai ốc trên, d- ới của thập tự tuyến sao cho dây chỉ ngang chỉ đúng trị số  $b_2'$  trên mĩa B. Phải kiểm tra và hiệu chỉnh hai, ba lần cho đến khi đạt yêu cầu.

#### A.4. Xác định giá trị vạch chia trên ống thuỷ dài.

Với các máy thuỷ chuẩn chính xác có ống thuỷ dài để cân bằng ống kính nh- NI030, NI004 v.v... phải xác định giá trị vạch chia ống thuỷ dài.

Cách làm nh- sau:

1. Chọn bãi phẳng dài từ 50m đến 60m. Độ dài đo chính xác đến 0,1m. Dựng mĩa có bọt thuỷ tròn cân bằng ở một đầu. Đặt máy sao cho hai ốc cân theo ph- ơng pháp vuông góc với ph- ơng từ máy đến mĩa, nghĩa là ốc cân thứ 3 nằm trùng ph- ơng từ máy đến mĩa. Sau khi cân bằng máy, vận ốc cân thứ 3 cho bọt thuỷ chạy về 1 đầu ống. Đọc số ở hai đầu bọt n- ớc và trên mĩa theo dây giữa. Chuyển bọt n- ớc sang đầu bên kia và cũng đọc nh- vậy (có thể dùng vít nghiêng để vận cho bọt n- ớc lệch về 2 đầu thay cho ốc cân 3);

2. Giá trị khoảng vạch chia trên ống thuỷ dài (đến 0,1") tính theo công thức:

$$\tau'' = \frac{2061}{\eta \cdot D}$$

Trong đó :

l - hiệu số đọc trên mĩa tính đến mm;

$\eta$  - số khoảng chia của bọt n- ớc di động;

D - Khoảng cách từ máy đến mĩa (m).

3. Giá trị  $\tau''$  đ- ọc xác định 2 đến 3 lần trên các khoảng cách khác nhau vào buổi trời lặng gió hoặc trong phòng kiểm nghiệm;

4. Các giá trị khoảng chia  $\tau''$  đ- ọc ghi vào lý lịch của máy. Nếu khoảng chia bọt thuỷ không đạt yêu cầu (hạng 4:  $\tau'' > 25''$ , hạng 3:  $\tau'' > 20''$ ) thì phải thay đổi ống thuỷ dài chính xác hơn.

### A.5. Kiểm nghiệm sự hoạt động của bộ đo cực nhỏ (vi sai) và xác định khoảng chia của nó.

Khi sử dụng máy KONI007 hoặc các máy t-ơng đ-ơng có bộ đo cực nhỏ, để đo thủy chuẩn hạng 3, phải tiến hành kiểm nghiệm và xác định khoảng chia.

Sử dụng th-ớc kẹp theo mia có vạch khắc đến 1mm khoảng cách giữa các trục vạch dấu kề nhau từ 4 đến 5cm. Th-ớc dài khoảng 20cm, có thể di chuyển dọc theo mia. Độ chính xác các khoảng chia của th-ớc phải đạt độ chính xác 0,05mm và phải kiểm tra tr-ớc khi kiểm nghiệm bằng th-ớc Giơ ne vơ.

Chọn một bãi kiểm nghiệm có chiều dài từ 50 đến 70m, đóng 3 cọc (với hạng 4 có thể sử dụng địa vật cố định đánh dấu sơn nh- điểm trên bê tông, mỏm đá v.v...).

Quá trình kiểm nghiệm nh- sau:

1. Đặt lần l-ợt mia có kẹp th-ớc qua các vị trí cách 30, 50, 70 m rồi quay lại 30m - gọi là l-ợt đo đi. Sau đó lại đo từ 70, 50, 30m và quay lại 70m- gọi là đo về. Sau khi cân bằng máy (1 lần trong 1 chiều đo), đọc trị số trên mia có kẹp th-ớc mm và đọc trị số trên bộ đo cực nhỏ. Nếu khí hậu phức tạp, nhiệt độ thay đổi, phải đo nhiệt độ, lúc bắt đầu và kết thúc.

2. Theo khu công trình mà chọn nhiệt độ trung bình th-ờng xảy ra để xác định khoảng chia, xác định độ ổn định của bộ đo cực nhỏ. Th-ờng chọn 3 thời gian khác nhau khi có nhiệt độ thay đổi nhất trong ngày (24h) để chọn khoảng đo có sự ổn định trị đọc trên bộ đo cực nhỏ.

### A.6. Kiểm nghiệm độ chính xác trực ngắm khi điều chỉnh tiêu cự.

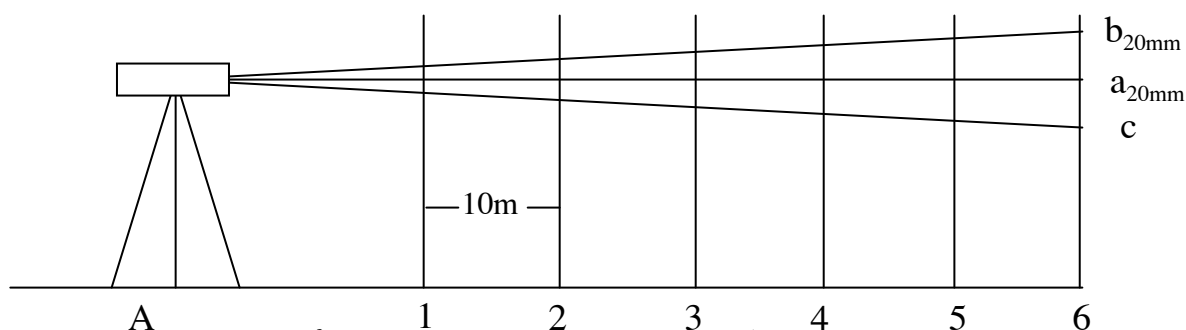
#### A.6.1. Kiểm nghiệm độ chắc chắn của thấu kính tiêu cự.

Chọn vị trí A bằng phẳng, đóng 3 cọc để cố định chân máy. Đ-ờng thẳng từ A theo h-ớng bằng phẳng chọn 6 cọc, mỗi cọc cách nhau 10m. Mỗi cọc đều phải đóng đỉnh có mũ để dựng mia (xem hình A.2)

Ph-ơng pháp đo:

1. Đặt máy tại A với 3 chân giá định vị trên 3 cọc, cân bằng máy, ngắm về mia lần l-ợt đặt tại các cọc (hình A.2)

2. Vặn vít nghiêng cho bọt n-ớc thật trùng hợp



Hình A.2. Sơ đồ kiểm nghiệm chính xác trực ngắm khi điều chỉnh tiêu cự.

Giữ nguyên vị trí vít nghiêng. Dùng 1 mia đặt lần l-ợt tất cả các cọc 1, 2, 3, 4, 5, 6. Mỗi lần ngắm mia phải điều chỉnh tiêu cự thật rõ. Dùng bộ đo cực nhỏ kẹp vạch (hoặc chỉ giữa) đọc số đọc trên mia, ký hiệu là a.

3. Dùng vít nghiêng nâng số đọc ở cọc 6 lên khoảng 20mm, rồi lần lượt đọc các trị số nh- mục b trên qua các vị trí cọc, ký hiệu là b.

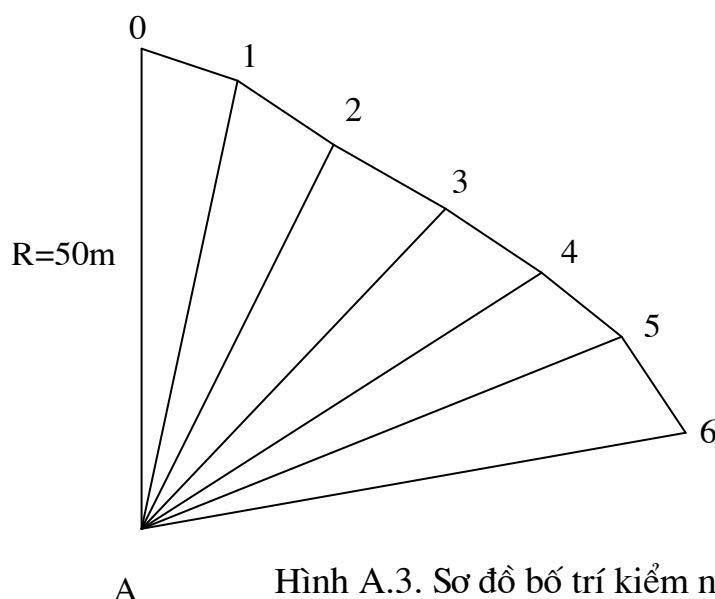
4. Dùng vít nghiêng hạ số đọc tại cọc 6 xuống 20mm so với vị trí nằm ngang và thao tác nh- mục c, ký hiệu là c.

Nếu thấu kính không bị lắc l- , rung động thì hiệu số giữa các vị trí trên mìa khi đặt ở tr- ởng hợp c,d với trị xác suất (tr- ởng hợp b) phải bằng không. Nếu trị lệch  $\leq 1,5\text{mm}$  đối với hạng 3,4 coi là đ- ợc. Tr- ởng hợp lớn hơn phải đ- a về nơi sản xuất hoặc sửa chữa lắp ráp hiệu chỉnh lại.

**A.6.2. Kiểm nghiệm độ di động song song với trục ngắm của thấu kính điều chỉnh tiêu cự.**

1. Chọn bãi.

Tại bãi đất bằng phẳng, chọn vị trí A, đóng 3 cọc đặt chân máy. Lấy A làm tâm, vẽ một vòng tròn bán kính 50m. Trên cung tròn đóng 8 cọc gỗ trên có đỉnh mũ để dựng mìa Tại điểm O cũng đóng 3 cọc để đặt chân máy, khoảng cách các cọc từ 0, 1, 2, ...,7 là 10, 20, 30, 40, ..., 70m (đo chính xác qua thước thép khắc đến mm) (xem hình A.3)



Hình A.3. Sơ đồ bố trí kiểm nghiệm độ di động.

2. Ph- ơng pháp đo.

a. Đặt máy tại A, điều chỉnh tiêu cự thật rõ sau khi cân bằng máy. Sau đó tiến hành đo trị số của mìa đặt theo thứ tự 0, 1, 2, ...,7 qua chỉ giữa và bộ đo cực nhỏ, đo từ 7,6, v.v... về 0 nh- trên. Hai lượt đo nh- vậy gọi là 1 lần. Phải tiến hành đo 4 lần nh- vậy với hai điều kiện:

- Trong 1 lần đo không thay đổi tiêu cự;
- Phải thay đổi chiều cao máy trong các lần đo qua giá 3 chân.

2. Chuyển máy đến điểm 0. Trình tự thao tác giống trạm A qua các vị trí của mìa 1, 2, ...,7.

Giá trị chênh giữa các lần đo gọi là  $V \leq 1\text{mm}$  với hạng 3,4 là đ- ợc. Nếu v- ợt hạn thì không đ- ợc dùng khi đo qua sông (L- u ý: phải hiệu chỉnh góc i tr- ớc khi làm b- ớc này).

**A.7. Xác định hệ số khoảng cách và sự không đối xứng của l- ới chỉ.**

**A.7.1.** Hệ số khoảng cách: hầu hết các máy đo thuỷ chuẩn hạng 3,4 hiện nay là dùng loại không có bộ đo cực nhỏ. Phương pháp xác định hệ số khoảng cách như sau:

Chọn bãi bằng phẳng, lấy khoảng cách từ máy đến mìa 75m đến 100m. Sau khi cân bằng máy, tiến hành đọc trị số trên mặt đen mìa qua dây chỉ trên d-ới, trị số gọi là l (l = d-ới - trên khi máy ảnh ng-ợc, l = trên - d-ới khi máy ảnh thuận).

Đọc trị số l qua 3 lần, mỗi lần thay đổi chiều cao máy, khoảng cách giữa máy và mìa đ-ợc xác định qua th-ớc thép với sai số  $\Delta D/D \leq 1/500$ .

Hệ số khoảng cách đ-ợc tính qua công thức:

$$K = \frac{D}{l}$$

Trong đó: D- Chiều dài tuyến đo bằng th-ớc thép với sai số  $m_D/D \leq 1/500$ .

Nếu máy có bộ đo cực nhỏ nh- KONI007, xác định hệ số K theo quy phạm xây dựng l-ới nhà n-ớc hạng 1, 2, 3 và 4 ban hành theo Quyết định số 112/KT ngày 15/5/1989 Cục Đo đạc Bản đồ Nhà n-ớc nay là Tổng cục Địa chính.

**A.7.2.** Sự không đối xứng của l-ới chỉ.

Trên bãi kiểm nghiệm nh- mục A.7.1. ta đọc 3 lần trị số đọc dây trên, giữa, d-ới. Từ tính toán đ-ợc lấy trung bình từ 3 trị trên.

Tính sự đối xứng theo công thức.

$$a = (\text{giữa} - \text{trên}) - (\text{d-ới} - \text{giữa}) \leq 1,4\text{mm}$$

Nếu v-ợt quá 1,4mm phải thay đổi l-ới chỉ khác tại x-ởng chế tạo.

**A.8. Kiểm nghiệm xác định các thông số của mìa.**

**A.8.1.** Xác định chiều dài trung bình 1 m trên mìa.

Đặt mìa và th-ớc Giơ-ne-vơ trong cùng mặt phẳng với nhiệt độ 20°C, độ ẩm 60%.

Đặt mìa song song với th-ớc Giơ-ne-vơ, kẹp sát khoảng cách từ 1 đến 10, 10 đến 20, 20 đến 29 dm với mìa gỗ. ở hai đầu mỗi đoạn, đọc trị số 2 lần. Khi chuyển lần đọc phải dịch th-ớc đi một chút. Đọc số trên th-ớc Giơ-ne-vơ đến 0,1 của vạch chia (mỗi vạch chia 0,02mm). Chênh lệch giữa hai hiệu số của hai lần đọc trên th-ớc Giơ-ne-vơ đối với khoảng cách 1 m của mìa  $\leq 0,06\text{mm}$ . Nếu v-ợt quá thì phải xê dịch th-ớc và đọc lại 2 lần nh- trên. Nếu 3 lần liên kế đạt yêu cầu mới lấy trị số là giá trị thực của 1m trên mìa. Trị số của khoảng cách trên mìa đo đi, đo về khác nhau  $\leq 0,1\text{mm}$  đ-ợc phép lấy trị trung bình.

**A.8.2.** Kiểm nghiệm mặt đáy của mìa có trùng với vạch số 0 không.

Vạch "0" mặt đen của mìa gỗ hoặc vạch "0" của thang chính trên mìa in va phải trùng với mặt đáy của mìa.

Cách kiểm nghiệm : dán vào đáy mìa l-ới dao cạo, sử dụng th-ớc Giơ-ne-vơ đo từ l-ới dao cạo lên vạch chia trên mìa. Sự trùng hợp hoặc khác biệt giữa trị đo qua th-ớc với trị trên mìa cho ta xác định đ-ợc "độ không trùng hợp điểm 0" của mìa.

**A.8.3.** Kiểm nghiệm mặt đáy mìa có vuông góc với trụ đứng của mìa không.

Lấy 3 cọc sắt hoặc 3 cọc gỗ có mũ đỉnh, đóng trên cùng một khoảng cách máy từ 20 đến 30m. Chênh cao giữa các đỉnh cọc phải từ 10cm đến 20cm.

Đọc máy đến mìa qua 2 lần đo theo các vị trí của đế mìa nh- sau:

- Trung tâm mìa (1);
- Rìa sau giữa mìa (2);
- Rìa sau trái mìa (3);
- Rìa tr- ớc trái mìa (4);
- Rìa tr- ớc giữa mìa (5);
- Rìa tr- ớc phải mìa (6);
- Rìa sau phải mìa (7).

|    |    |    |
|----|----|----|
| .4 | .5 | .6 |
|    | .1 |    |
| .3 | .2 | .7 |

Mỗi lần đọc mìa qua dây giữa phải giữ nguyên vị trí ống kính.

Với trị số 3 cọc, ta đ- ọc 21 trị số qua 7 vị trí của mặt đáy mìa. Nếu các trị số chênh nhau đều nhỏ hơn 0,1mm, chúng tỏ mặt đáy mìa vuông góc với trục đứng của mìa. Nếu v- ợt quá 0,1mm thì khi đo thuỷ chuẩn hạng 3, 4 phải luôn đặt giữa mìa trên điểm đo.

#### **A.8.4. Xác định hằng số K giữa mặt đen, đỏ của cặp mìa.**

1. Đóng 3 cọc sắt hoặc gỗ có mũ đỉnh theo hàng ngang cách máy từ 20 đến 30m. Độ chênh cao giữa các cọc từ 10cm đến 20cm. Đối với mìa gỗ, chỉ cần đóng 1 cọc và đo 4 lần.

2. Thứ tự đo mỗi lần nh- sau: Cân máy thật chính xác và giữ nguyên trong 1 lần đo, dựng mìa thứ nhất lần l- ợt qua các vị trí của cọc, đọc trị số dây giữa qua mặt đen, đỏ. Tiếp tục với mìa thứ 2 cũng nh- trên.

3. Thay đổi chiều cao máy đọc tiếp lần 2,3,4, t- ơng tự nh- lần 1 với 2 mìa.

4. Hiệu số giữa số đọc mặt đen, mặt đỏ chính là K. Lập thành bảng trị số K qua 4 lần đọc qua cặp mìa (mìa 1, mìa 2). Sau đó lấy trị trung bình làm trị đo thực tế (thông th- ờng với mìa gỗ, K = 4473, 4573, với mìa in - va K = 60).

#### **A.8.5. Xác định độ võng của mìa.**

Mặt khắc số của mìa phải là mặt phẳng. Kiểm nghiệm độ võng f qua dây chỉ căng từ đầu mìa về cuối mìa. Sau đó dùng th- ớc thép độ chính xác đến mm đo các khoảng cách  $a_1$  ( $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ) từ đầu này, qua giữa và đến đầu kia.

$$\text{Độ võng tính theo công thức : } f = a_2 - \frac{a_1 + a_3}{2}$$

Nếu  $f > 8\text{mm}$  với 1 mìa gỗ,  $f > 4\text{mm}$  mìa in-va thì phải đổi lấy mìa khác. nếu không có mìa đổi thì phải tính số cải chính mìa theo công thức:

$$\Delta f = \frac{8.f^2}{3l}$$

Trong đó:

$\Delta f$  - số cải chính chiều dài mìa (mm);

f - độ võng của mìa (mm);

l - chiều dài mìa (m).

#### **A.9. Một số máy thuỷ chuẩn (tham khảo).**

**A.9.1.** Một số máy thuỷ chuẩn đo hạng 3, 4 của Đức.

**A.9.2.** Một số máy thuỷ chuẩn của Nhật.

**A.9.3.** Một số loại mìa.

### **MỘT SỐ MÁY THUỶ CHUẨN ĐO HẠNG 3, 4 CỦA ĐỨC**

KONI007

NI030



NI 025

### ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT

| STT | Các thông số kỹ thuật             | NI007   | NI025    | NI030    | Ghi chú                                            |
|-----|-----------------------------------|---------|----------|----------|----------------------------------------------------|
| 1   | Độ phóng đại ống ngắm (lần)       | 31,5    | 20       | 25       | *NI007 có bộ đo cực nhỏ<br>*NI025 cân bằng tự động |
| 2   | Đ- ờng kính ống kính vật (mm)     | 40      | 35       | 35       |                                                    |
| 3   | Khoảng cách nhìn gần nhất (m)     | 2,2     | 2,0      | 1,8      |                                                    |
| 4   | Hình ảnh                          | Ng- ợc  | Thuận    | Thuận    |                                                    |
| 5   | Độ chính xác ngắm hình nét        | 0,5''   | 0,5÷1''  | 0,5÷1''  | *NI030 cân bằng qua bọt thủy dài                   |
| 6   | Độ chính xác khoảng chia ống thủy | 8''/2mm | 25''/2mm | 30''/2mm |                                                    |
| 7   | Sai số trùng ph- ơng (mm/1km)     | 0,7     | 0,8÷2    | 0,8÷2    |                                                    |

### MỘT SỐ MÁY THỦY CHUẨN CỦA NHẬT



**Phụ lục B**  
**SỔ ĐO VÀ BẢNG TÍNH CHÊNH LỆCH CAO ĐỘ KHÁI LẠC**



**SỔ GHI TÍNH THUYẾT  
CHUẨN HẠNG III, IV**

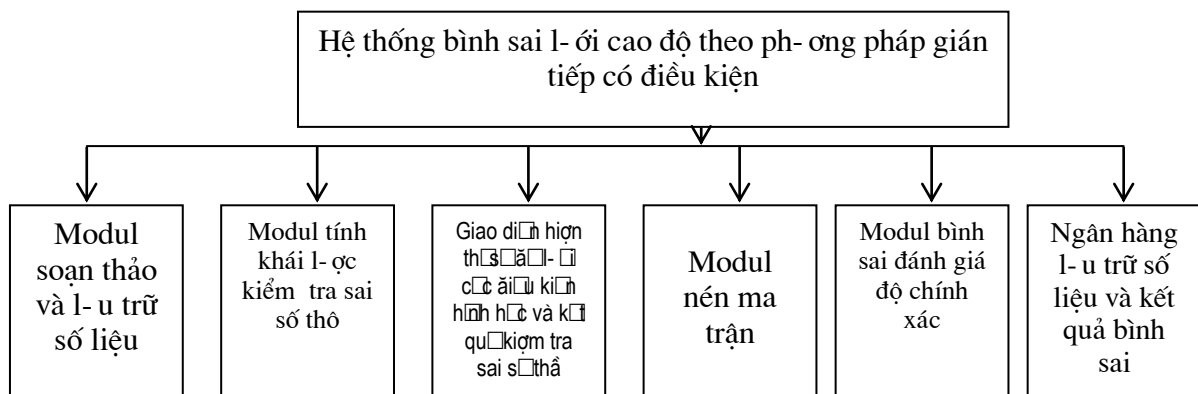
Hạng mục(vùng) : ..... Máy đo : .....  
 Đơn vị thực hiện : Tổ : ..... XNKS. ....  
 Thời gian đo : Bắt đầu : .....Kết thúc : .....  
 Ng- ời đo : .....Ng- ời tính : .....Ng- ời kiểm tra : .....

| Số<br>trạm<br>đo | Mĩa<br>sau         | Chỉ D | Mĩa<br>tr- ớc         | Chỉ D | Ký<br>hiệu<br>mĩa | Số đọc trên mĩa |                | K +<br>đen-đ<br>ỏ | Chênh<br>cao<br>trung<br>bình | Ghi chú          |
|------------------|--------------------|-------|-----------------------|-------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
|                  | Chỉ T              |       | Chỉ T                 |       |                   |                 |                |                   |                               |                  |
|                  | Khoảng cách<br>sau |       | Khoảng cách<br>tr- ớc |       |                   |                 |                |                   |                               |                  |
|                  | Chênh d            |       | [ d ]                 |       |                   |                 |                |                   |                               |                  |
| 1                | 2                  |       | 3                     |       | 4                 | 5               | 6              | 7                 | 8                             | 9                |
| 1                | (1) 2975           |       | (4) 0529              |       | S                 | (3)2795         | (8)7369        | (10)-1            | (14) +<br>2444                | Số mĩa<br>sau 37 |
|                  | (2) 2616           |       | (5) 0172              |       | T                 | (6)0351         | (7)4825        | (9)-1             |                               |                  |
|                  | (15) 359           |       | (16) 357              |       | S - T             | (11) +<br>2444  | (12) +<br>2544 | (13) 0            |                               |                  |
|                  | (17) + 02          |       | (18) + 02             |       |                   |                 |                |                   |                               |                  |
| 2                | 1517               |       | 1442                  |       | S                 | 1227            | 5701           | - 1               | +00745                        |                  |
|                  | 0936               |       | 0865                  |       | T                 | 1153            | 5726           | 0                 |                               |                  |
|                  | 581                |       | 577                   |       | S - T             | 0074            | -0025          | - 1               |                               |                  |
|                  | + 04               |       | + 06                  |       |                   |                 |                |                   |                               |                  |
| 3                |                    |       |                       |       |                   |                 |                |                   |                               |                  |
| 4                |                    |       |                       |       |                   |                 |                |                   |                               |                  |
| 5                |                    |       |                       |       |                   |                 |                |                   |                               |                  |
| 6                |                    |       |                       |       |                   |                 |                |                   |                               |                  |
| 7                |                    |       |                       |       |                   |                 |                |                   |                               |                  |
| 8                |                    |       |                       |       |                   |                 |                |                   |                               |                  |
| 9                |                    |       |                       |       |                   |                 |                |                   |                               |                  |

**Phụ lục C**

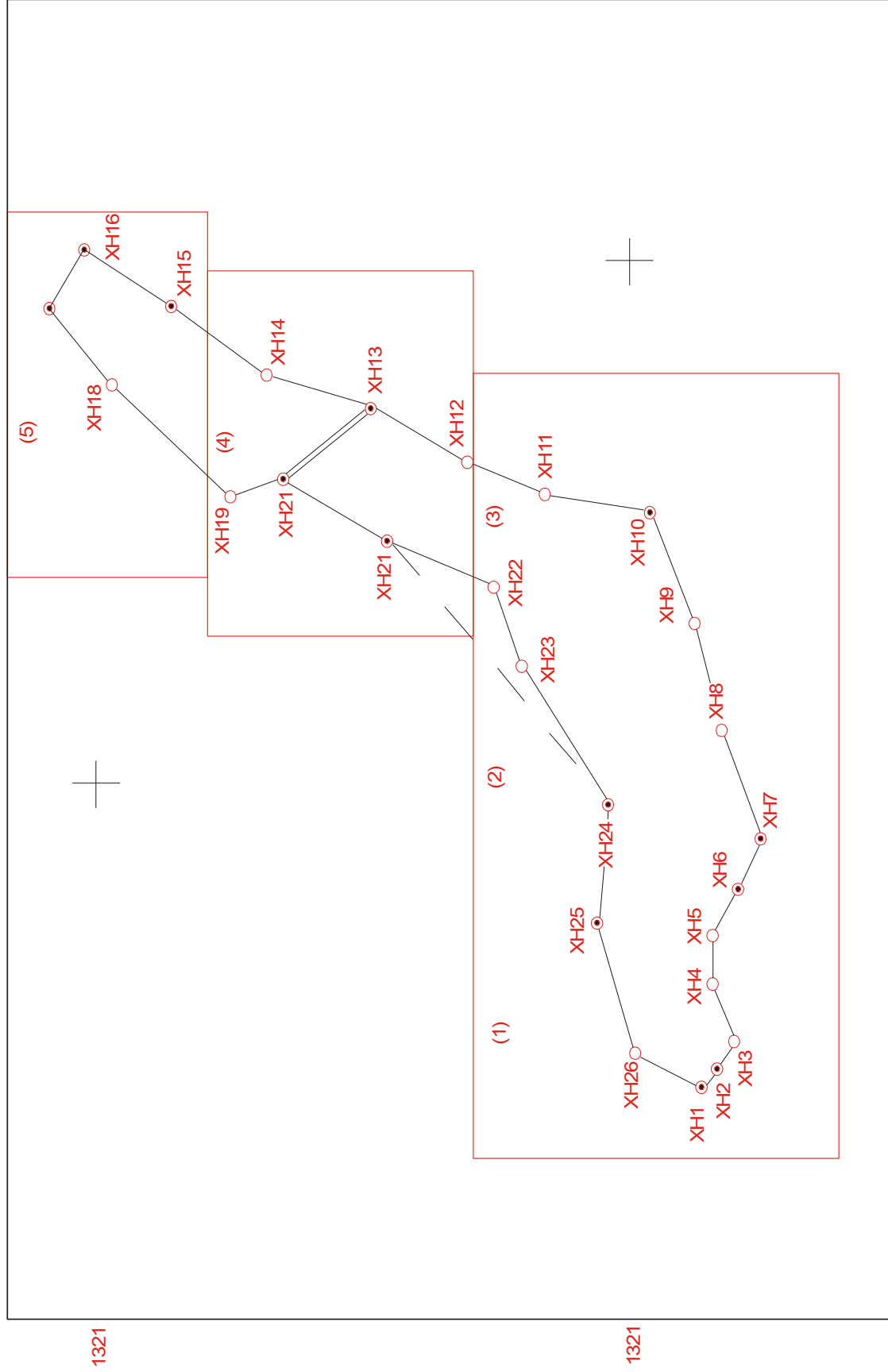
**XỬ LÝ VÀ BÌNH SAI LỖI CAO ĐỘ THUYẾT CHUẨN HÌNH HỌC**

**C.1. Sơ đồ chung hệ thống phần mềm bình sai không chế cao độ.**



**C.2. Ví dụ kết quả bình sai l-ới cao độ hạng 4 theo ph-ơng pháp gián tiếp có điều kiện của ch-ơng trình BS - HEC 1-1998. Tại khu vực Hồ Xuân H-ơng - Thành phố Đà Lạt (Tham khảo).**

# S M NG THU CHU N H NG 4



## THÀNH QUẢ TÍNH TOÁN BÌNH SAI THUYẾT CHUẨN HẠNG 4

### CÁC CHỈ TIÊU CẢM LẠC

1. Tổng số điểm: 30
2. Số điểm gốc: 2
3. Số lượng mới lập: 28
4. Số lượng trị đo: 30

### SỐ LƯỢNG KHỐI TÍNH

| STT | Tên điểm    | Độ cao   |
|-----|-------------|----------|
| 1   | LA.II.III.5 | 1479.924 |
| 2   | LA.II.III.3 | 1531.393 |

Tuyến:

LA\_II.5\_XH24\_XH23\_XH22\_XH21\_XH19\_XH18\_XH17\_R1\_XH16\_XH15\_XH14\_R2\_X

- Số đoạn đo N = 15
- Chiều dài tuyến đo [S] = 2.555 (km)
- Sai số khép Wh = -15.0 (mm)
- Sai số khép giới hạn Wh (gh) = 32.0 (mm)

### KẾT QUẢ CÁC CAO BÌNH SAI

| STT | Kí hiệu điểm | Độ cao   | S.S.T.P |
|-----|--------------|----------|---------|
| 1   | XH24         | 1479.167 | .008    |
| 2   | XH23         | 1478.913 | .008    |
| 3   | XH22         | 1478.926 | .008    |
| 4   | XH21         | 1478.990 | .008    |
| 5   | XH20         | 1478.980 | .008    |
| 6   | XH19         | 1497.465 | .008    |
| 7   | XH18         | 1479.382 | .007    |
| 8   | XH17         | 1479.526 | .007    |
| 9   | R1           | 1480.615 | .007    |
| 10  | XH16         | 1479.628 | .006    |
| 11  | XH15         | 1481.302 | .006    |
| 12  | XH14         | 1480.563 | .005    |
| 13  | R2           | 1480.936 | .004    |
| 14  | XH13         | 1479.142 | .003    |
| 15  | XH12         | 1478.747 | .003    |
| 16  | XH11         | 1478.795 | .004    |
| 17  | XH10         | 1479.340 | .005    |
| 18  | XH9          | 1479.047 | .006    |
| 19  | XH8          | 1481.585 | .007    |
| 20  | XH7          | 1482.363 | .007    |
| 21  | R3           | 1479.555 | .007    |
| 22  | XH6          | 1479.432 | .007    |
| 23  | XH5          | 1479.359 | .007    |
| 24  | XH4          | 1479.265 | .007    |
| 25  | XH3          | 1478.985 | .007    |
| 26  | XH2          | 1479.150 | .008    |
| 27  | XH1          | 1479.302 | .008    |
| 28  | XH26         | 1479.202 | .008    |

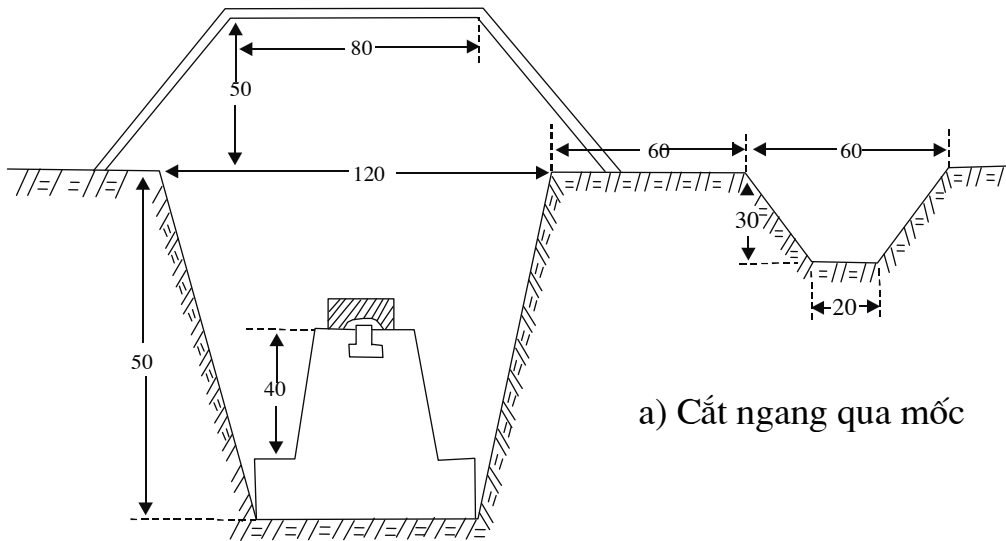
TRẠNG O VÀ CỖC O I L- O NG B NH SAI

| STT | Tên đoạn đo<br>Từ-đến | Chênh cao đo<br>(m) | Chiều dài L<br>(m) | Số H.C<br>V (m) | Chênh cao<br>B/s (m) |
|-----|-----------------------|---------------------|--------------------|-----------------|----------------------|
| 1   | LA-II.5_XH24          | -.764               | 1.25               | .007            | -.757                |
| 2   | XH24_XH23             | -.255               | .15                | .001            | -.254                |
| 3   | XH23_XH22             | .012                | .08                | .000            | .012                 |
| 4   | XH22_XH21             | .064                | .11                | .001            | .065                 |
| 5   | XH21_XH20             | -.011               | .12                | .001            | -.010                |
| 6   | XH20_XH19             | .485                | .05                | .000            | .485                 |
| 7   | XH19_XH18             | -.084               | .16                | .001            | -.083                |
| 8   | XH18_XH17             | .143                | .10                | .001            | .144                 |
| 9   | XH17_R1               | 1.089               | .05                | .000            | 1.089                |
| 10  | R1_XH16               | -.987               | .04                | .000            | -.987                |
| 11  | XH16_XH15             | 1.673               | .11                | .001            | 1.674                |
| 12  | XH15_XH14             | -.740               | .12                | .001            | -.739                |
| 13  | XH14_R2               | .373                | .04                | .000            | .373                 |
| 14  | R2_XH13               | -1.794              | .07                | .000            | -1.794               |
| 15  | XH13_XH12             | -.058               | .11                | .001            | -.507                |
| 16  | XH12_XH11             | .111                | .09                | .001            | .112                 |
| 17  | XH11_XH10             | .047                | .11                | .001            | .048                 |
| 18  | XH10_XH9              | .545                | .12                | .001            | .546                 |
| 19  | XH9_XH8               | -.267               | .11                | .001            | -.266                |
| 20  | XH8_XH7               | 2.510               | .11                | .001            | 2.511                |
| 21  | XH7_R3                | .778                | .02                | .000            | .778                 |
| 22  | R3_XH6                | -2.809              | .06                | .000            | -2.809               |
| 23  | XH6_XH5               | -.123               | .06                | .000            | -.123                |
| 24  | XH5_XH4               | -.074               | .05                | .000            | -.074                |
| 25  | XH4_XH3               | -.094               | .06                | .000            | -.094                |
| 26  | XH3_XH2               | -.280               | .03                | .000            | -.280                |
| 27  | XH2_XH1               | .165                | .03                | .000            | .165                 |
| 28  | XH1_XH26              | .151                | .08                | .001            | .152                 |
| 29  | XH26_XH25             | -.083               | .13                | .001            | -.082                |
| 30  | XH25_LA-II.3          | 52.164              | 1.18               | .009            | 52.173               |

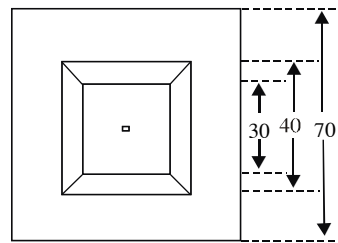
Sai số đơn vị trọng số  $M_h = .010$  m

## Phụ lục D

### MỐC THỦY CHUẨN HẠNG 3,4

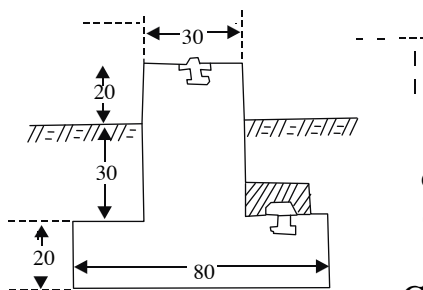


a) Cắt ngang qua mốc



b) Mặt bằng mốc

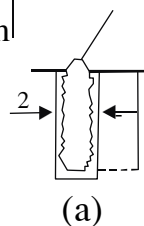
Hình D.1: Mốc hạng 3 vùng đất chắc



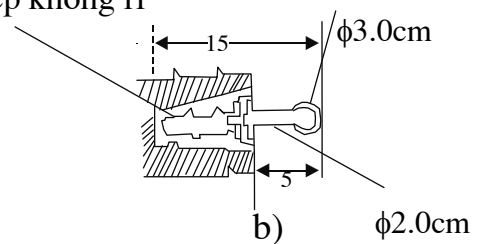
□ những nơi có vữa đá cứng nhô lên cũng có thể gắn dấu mốc vào đá ( xem hình D.5 )

Hình D.2: Mốc hạng 3 chôn nửa chìm nửa nổi dạng tạm thời

Gang hoặc thép không rỉ



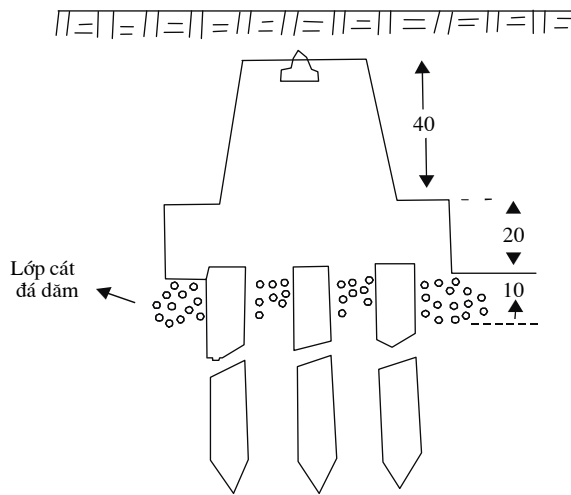
(a)



(b)

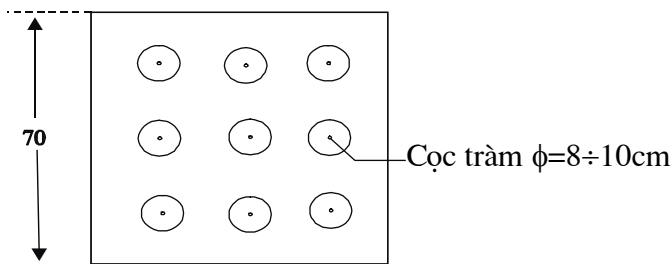
Hình D.6

Mốc gắn trên bê tông, nhà xây v.v...



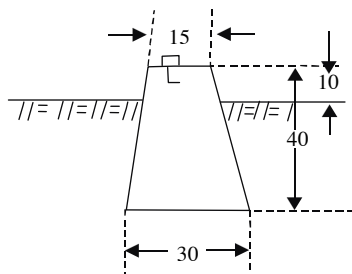
□ vùng đất yếu: đất phù sa, đất mùn, cát chảy v.v... dùng loại móng th-ờng vùng đất yếu (xem hình D.3)

Các loại móng trên những đ-ờng độ cao cũ nếu xét thấy chắc chắn, đảm bảo chất l-ợng thì có thể lợi dụng các loại móng đó thay thế cho các loại móng th-ờng và móng tạm thời

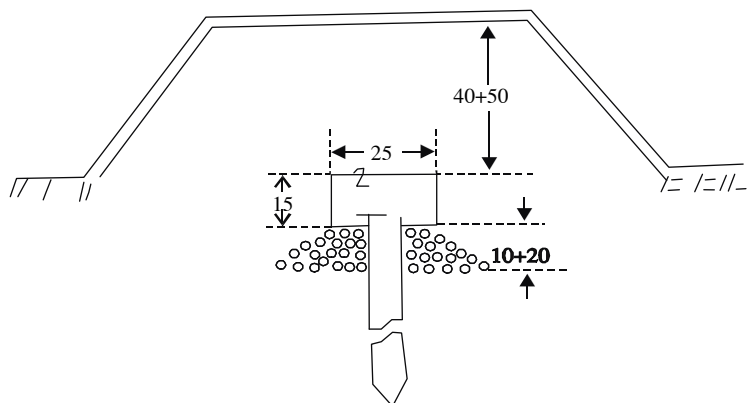


Hình D. 3. Móng hạng 3 vùng đất yếu

Móng tạm thời có hình dạng và kích th-ớc đ-ợc quy định trên hình D.2 (đối với vùng đất chắc) và hình 3 (đối với vùng đất yếu). Dấu móng là loại đinh mũ có đ-ờng kính từ 15 đến 20 mm, dài 100mm. Dấu này còn dùng để gắn vào các công trình kiên cố



Hình D.4. Móng hạng 4 dạng th-ờng đất chắc chắn



Hình D.5. Móng hạng 4 vùng đất yếu yếu

Dấu móng có 3 loại: dấu bằng sứ (hình D.1, 2) dùng gắn vào móng một tầng hoặc tầng d-ới của móng hai tầng. Dấu bằng kim loại (hình D.2,3,4,5) gắn vào tầng d-ới của móng hai tầng hoặc móng vùng yếu, móng hạng 4 (vùng chắc, vùng yếu). Dấu gắn vào vật kiến trúc kiên cố (hình D.6).

**PHỤ LỤC E**  
**SƠ HOẠ MỐC THỦY CHUẨN**

| STT | TÊN MỐC | ĐỊA CHỈ MỐC                                                                                              | SƠ HOẠ MỐC |
|-----|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1   | 4R1     | Mốc bê tông trụ đèn giữa bùng binh ngã ba Nguyễn Thái Học, Nguyễn Từ Lược và Bà Huyện Thanh Quan, Đà Lạt |            |
| 2   | 4R2     | Mốc bê tông trụ điện trước quán “Xuân Hương Quán” số 24 Bà Huyện Thanh Quan Đà Lạt                       |            |
| 3   | 4R3     | Mốc bê tông trụ điện tr-ớc cổng khách sạn Long Ngasố 2 đ-ờng Yersin, Đà Lạt                              |            |
| 4   | 4R4     | Mốc bê tông trụ điện tr-ớc hiệu ảnh Konicasố 1 đ-ờng Nguyễn Thị Minh Khai, Đà Lạt                        |            |

## **Phụ lục G**

### **GIỚI THIỆU MÁY THU GPS (THAM KHẢO)**

#### **G.1. Giới thiệu tóm tắt máy thu GPS.**

Hiện nay, nước ta đã nhập khá nhiều máy thu GPS của các nước như: Mỹ, Pháp, Nhật v.v...

Nhìn chung các loại máy đều có cấu tạo giống nhau về cơ bản. Phần riêng biệt thuộc về chi tiết của từng hãng theo nhu cầu sử dụng. Dưới đây giới thiệu các bộ phận của máy thu GPS - Ashtech P-12

##### **G.1.1. Cấu tạo của máy thu.**

Bộ máy thu có 3 bộ phận cơ bản: Ăng ten, máy thu, nguồn điện.

1. Ăng ten bộ thu dài cực hẹp, có hộp nhựa chống ẩm - ướt bảo vệ, được đặt trên đĩa cơ chính xác làm bằng kim loại. Phía dưới có bộ tiểu khuếch đại đảm bảo cho tín hiệu đủ mạnh để truyền với máy thu qua cáp nối dài đến 30m. Trên đĩa có 8 lỗ hình chân chó dùng để luồn thanh chuyên dụng và đo độ cao ăng ten khi nó được định tâm trên giá ba chân tại điểm đo.

2. Nguồn điện là một cặp acquy. Mỗi chiếc đảm bảo điện thế từ 10 đến 30volt. Chiếc thứ hai được lắp tiếp khi điện thế của chiếc kia bị tụt xuống dưới 10 volt để đảm bảo cho máy thu làm việc liên tục trong thời gian đo. Cũng có thể lắp cả hai máy thu vào cùng một lần.

3. Máy thu có màn hình thủy tinh thể ở mặt trước với 8 hàng hiển thị. Mỗi hàng 40 ký tự để thông báo tin tức hướng dẫn sử dụng máy theo cách đối thoại Người - Máy. Phía dưới màn hình có hai nút chỉ chiều chuyển động phải, trái và một nút có chữ "C" dùng để xóa dữ kiện đang nhập. Bên dưới màn hình có hai nút chỉ chiều chuyển động lên xuống và một nút có chữ "E" dùng để nhập dữ liệu và chuyển về màn hình hiển thị chính (tương tự như nút ENTER của máy vi tính). Mặt sau của máy thu có hai cổng nối nguồn điện vào, có nút tắt, bật máy có cổng nhập tín hiệu phát từ máy chụp ảnh (khi dùng phối hợp máy thu GPS và máy chụp ảnh hàng không để xác định tọa độ không gian tâm chiếu ảnh).

Cổng nối ăng ten và hai cổng loại RS - 232C để truyền dữ liệu thu được từ máy thu sang máy tính, cũng như dùng để trao đổi các tín hiệu truyền thông khác với máy thu.

Màn hình của máy thu có 13 màn hiển thị chính, trong đó có 6 màn hiển thị dùng để điều khiển, còn 7 màn hình dùng để thông báo tin tức. Sau đây giới thiệu chức năng của các màn hình hiển thị chính:

- *Màn hiển thị số 0:*

Thông tin về tình hình thu, bắt vệ tinh trên bầu trời. Nó cho biết vệ tinh đã bắt được và các kênh thu tương ứng, chất lượng của các tín hiệu thu được.

- *Màn hiển thị số 1:*

Thông tin về quỹ đạo vệ tinh, cho biết phương vị và độ cao của vệ tinh so với mặt phẳng chân trời của điểm quan sát. Tình trạng hoạt động của vệ tinh, tỷ số giữa cường độ tín hiệu và độ nhiễu, độ chính xác của khoảng cách đo được giữa vệ tinh và máy thu.

- *Màn hiển thị số 2:*

Cho biết độ vĩ, độ kinh của điểm quan sát đến độ, phút tới 4 số lẻ, độ cao đến m, tốc độ chuyển động so với mặt đất. Thời gian và khoảng cách tới điểm cần đến, độ lệch so với h-ớng nối điểm xuất phát và điểm cần đến.

- *Màn hiển thị số 3:*

Thông tin về tình hình thu dữ liệu. Nó cho biết số vệ tinh đang đ-ợc quan sát, khoảng thời gian mà tín hiệu vệ tinh đã thu hay bị gián đoạn.

- *Màn hiển thị số 4:*

Điều hành chế độ hoạt động của máy thu: đo phạm vi phát sóng, đặt ch-ơng trình đo, sử dụng tần số ngoại vi.

- *Màn hiển thị số 5:*

Điều hành chế độ đo vĩ phân thời gian thực.

- *Màn hiển thị số 6:*

Điều hành đi theo các điểm cho tr-ớc. Có thể l-ưu nạp vào bộ nhớ của máy thu 99 điểm cho tr-ớc trên tuyến đi.

- *Màn hiển thị số 7:*

Chọn vệ tinh: nó cho phép chọn các vệ tinh mà ta muốn sử dụng. Theo chế độ tự động thì máy thu tự chọn và thông báo vệ tinh nào đã đ-ợc chọn để thu bắt. Nếu đã chọn nh-ưng không thu bắt đ-ợc thì máy thu sẽ chọn vệ tinh khác thay thế. Nếu theo chế độ ấn nút thì ng-ời đo ấn nút chủ động đánh dấu các vệ tinh cần thu bắt sử dụng.

- *Màn hiển thị số 8:*

Điều hành hệ thống, nó tiếp nhận một số lệnh điều hành hệ thống, đồng thời hiển thị danh mục các tệp dữ kiện nên trong bộ nhớ của máy có các lệnh xử lý tệp nh- sau: lập tệp, mở tệp, xóa tệp.

- *Màn hiển thị số 9:*

Điều hành thông tin về điểm đặt máy và đợt đo (Session).

- *Màn hiển thị số 10:*

Thông tin toàn cảnh về vệ tinh trên bầu trời. Nó cho biết toàn cảnh phân bố hiện thời của các vệ tinh trên bầu trời của điểm đặt máy cũng nh- vết quỹ đạo của chúng trên sơ đồ hình chiếu cực. Sơ đồ gồm 3 vòng tròn đồng tâm, đặc tr-ưng cho 3 vòng tròn đồng cao  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  và hai đ-ờng vuông góc với nhau đặc tr-ưng cho các h-ớng Đông, Tây, Nam, Bắc. Tâm vòng tròn ứng với vị trí thiên đỉnh của điểm quan sát. Vị trí của vệ tinh đ-ợc thể hiện bằng ký hiệu. Khi nó mất tín hiệu trên bầu trời của điểm quan sát và bằng ký hiệu H khi nó đ-ợc thu bắt.

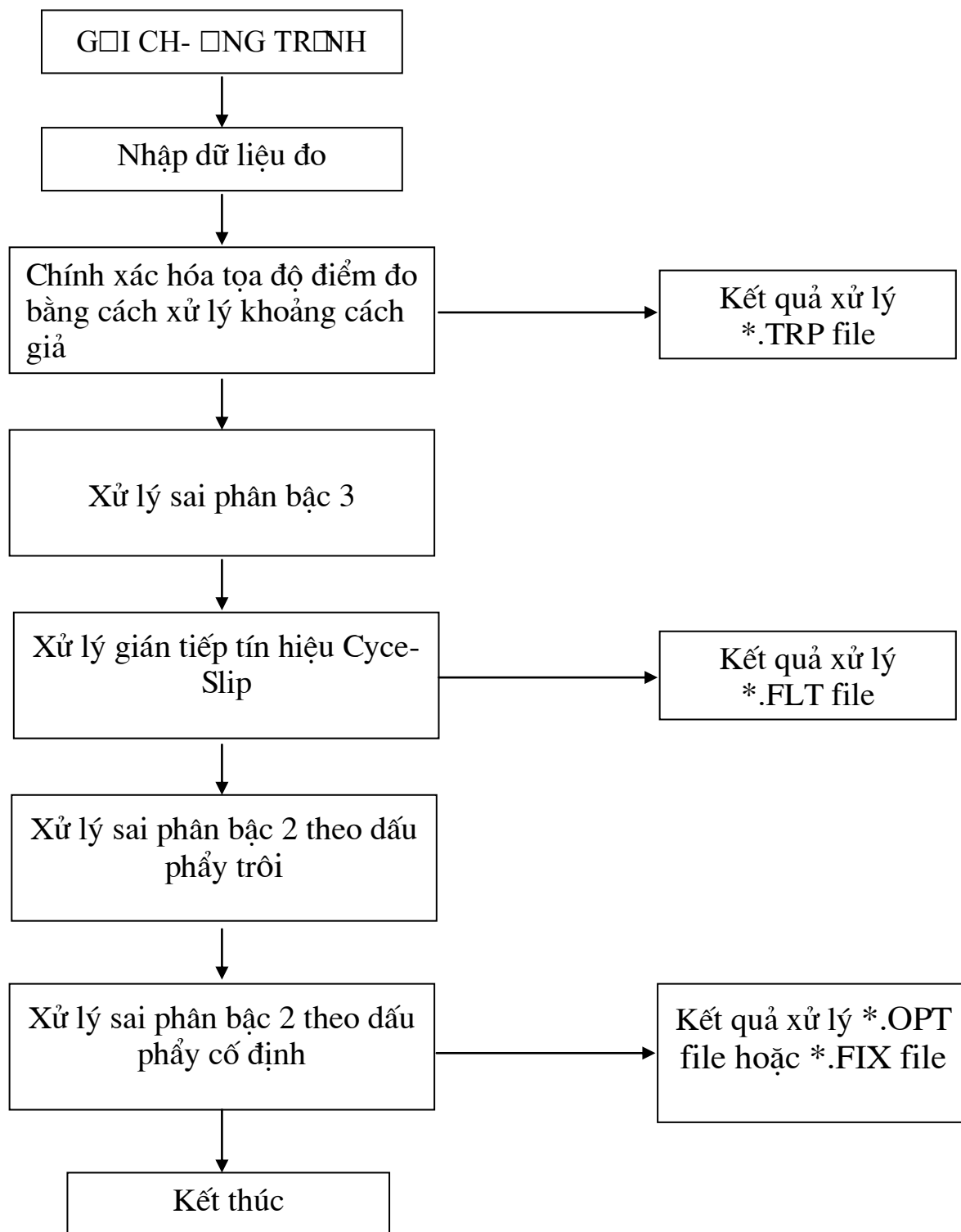
- *Màn hiển thị số 11:*

Thông tin về thời gian "nhìn thấy" vệ tinh. Nó cho biết những vệ tinh sẽ xuất hiện trên bầu trời của điểm quan sát và khoảng thời gian nhìn thấy chúng tính theo trục thời gian từ 0h đến 24h. Nếu vị trí của điểm quan sát đã đ-ợc nhập từ tr-ớc của bộ nhớ vào máy thu (theo màn hiển thị số 4) thì màn hình số 11 sẽ cho ngay các thông tin này, còn nếu không thì phải chờ khoảng 12 phút để máy thu kịp tích lũy dữ kiện đo mà tính ra vị trí của điểm quan sát và trên cơ sở đó sẽ cho ra thông tin cần thiết của màn hiển thị.

- *Màn hiển thị số 12:* Điều hành Bar code.

## G.2. Sơ đồ xử lý cấp điểm của chương trình TRIMVEC - Plus của hãng Trimble Navigation.

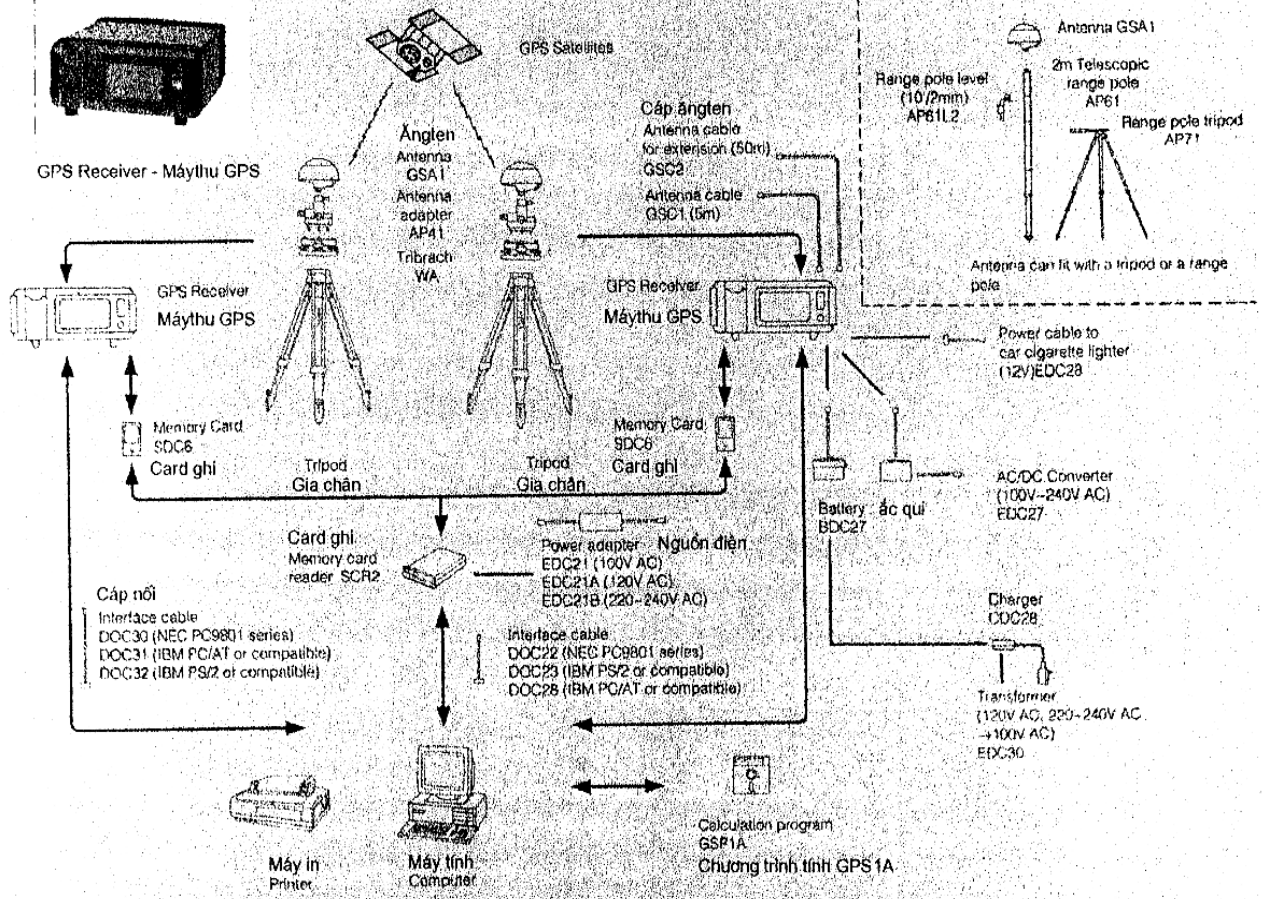
Sơ đồ dưới đây được sử dụng rộng rãi ở nước ta là sơ đồ xử lý tự động. Sơ đồ được tóm tắt qua sơ đồ dưới đây:



Việc tính chuyển tọa độ giữa hệ thống WGS 84 (đo qua GPS) và các hệ thống tọa độ trắc địa đã biết khác được thực hiện nhờ chương trình tính chuyển của bộ chương trình xử lý tương ứng.

# HỆ THỐNG XỬ LÝ GPS

GSS1 System Diagram



## Phụ lục H

### MÁY TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ

#### **H.1. Một số máy toàn đạc điện tử độ chính xác cao (tham khảo).**

Hiện nay ở nước ta và trong ngành thủy lợi đã nhập khá nhiều máy toàn đạc điện tử có độ chính xác cao đến siêu chính xác (về góc  $m_\beta \leq 3''$ , về cạnh  $mS/s \leq 1/100.000$ ) như: TC 720, DTM 700, DTM 520, SET 3B v.v... của Thụy Sĩ, Nhật.

Nhìn chung các máy toàn đạc đều có một số bộ phận chính sau:

##### **1. Máy kinh vĩ định vị:**

Giống như các máy kinh vĩ khác, như quá trình đo góc bằng, đứng, khoảng cách để nối kết quang học với các mạch IC để chuyển qua bộ máy tính tự động bởi nguồn hồng ngoại.

2. Máy phát nguồn hồng ngoại do nguồn điện của acquy có điện thế từ 6 đến 12V. Acquy dạng khô và có bộ nạp chuyên dùng. Bộ phát quang hồng ngoại theo nguyên lý lệch pha đến mặt gương và để phản hồi. Bộ phận nhận phản hồi qua IC tính, hiển thị lên màn hình của bộ phận tính các trị số góc ngang (HAR), góc thiên đỉnh (ZA), khoảng cách hiện (D,S), tự chênh cao ( $\Delta h$ ).

3. Bộ phận máy tính nhận và tính trị số góc ngang, đứng, khoảng cách nghiêng, bằng, chênh cao, tọa độ E(y), N(x).

Kết quả là qua máy toàn đạc điện tử xác định để đọc các trị số góc ngang với độ chính xác đến  $1''-3''$ , khoảng cách đến mm, tọa độ xác định đến cm. Trị số khoảng cách chênh nhau giữa 3 lần đo đi, đo về đạt:

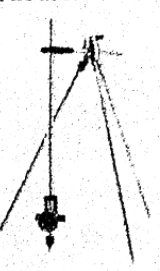
$$\Delta S/s \leq 1/100.000.$$

Sau đó lấy trị trung bình.

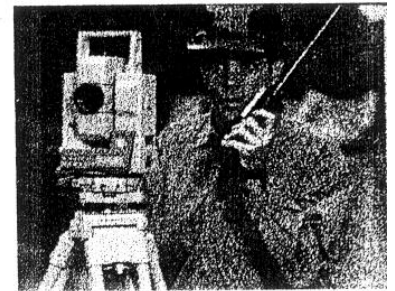
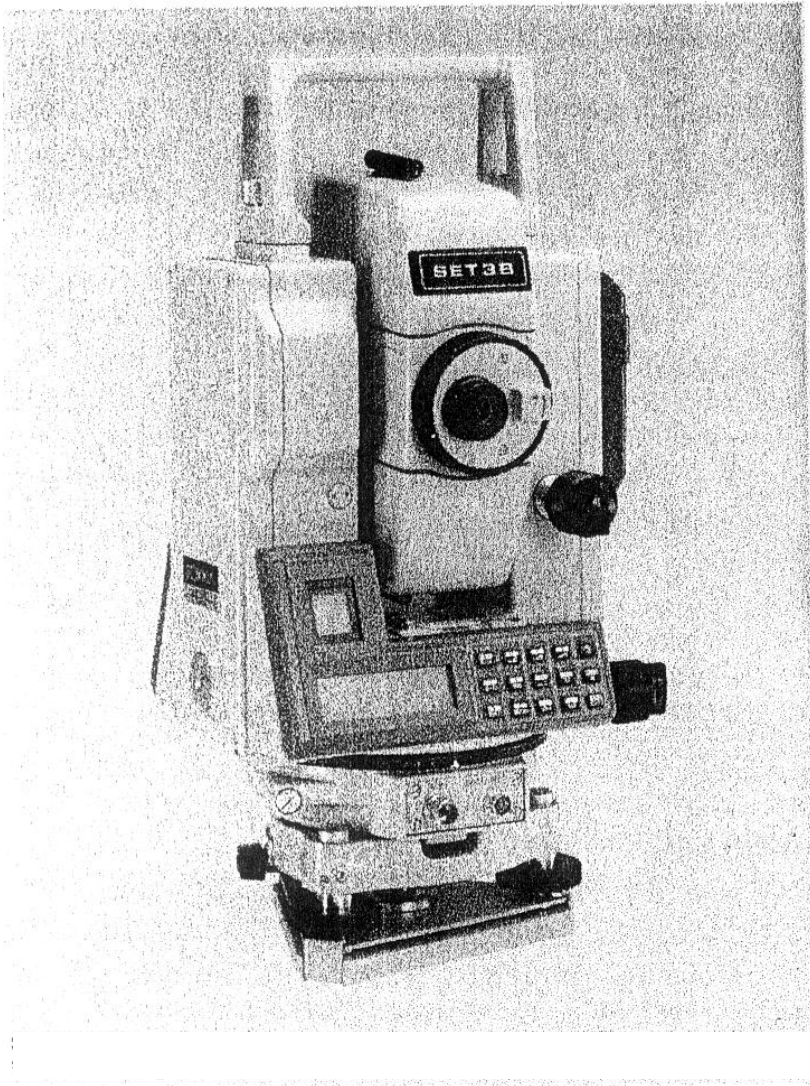
Các trị cao độ  $H_t$ , X(N), Y(E) để ghi trên đĩa dạng SDC hoặc fieldbook, trút qua máy tính để vẽ trực tiếp ra bản đồ địa hình, mặt cắt, tính khối lượng v.v... Theo các phần mềm: SDR của Nhật, SUFFER của Mỹ hoặc Autocad lan development v.v...

Cao độ xác định qua các máy toàn đạc điện tử sau khi bình sai có thể đạt thủy chuẩn hạng 4, phục vụ đo vẽ bình đồ tỷ lệ lớn từ 1:1000 đến 1:200

## CÁC LOẠI GƯƠNG VÀ GIÁ ĐỖ

| Complete prism sets provided with WA tribrach                                       |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| for Total station and Azimuth base system EDM                                       |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       | for Telescope mounting system EDM                                                   |
|    |    |    |     |      |    |  |
| APS11                                                                               | APS12                                                                               | APS31                                                                               | APS33                                                                                | APS32                                                                                 | APS34                                                                                 | APS14                                                                               |
| for Standard yoke mounting system EDM                                               |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      | for long distance range                                                               |                                                                                       |                                                                                     |
|   |   |   |                                                                                      |    |   |                                                                                     |
| APS13                                                                               | APS35                                                                               | APS36                                                                               |                                                                                      | APS31                                                                                 | APS151                                                                                |                                                                                     |
| Complete range pole sets for topographic surveying                                  |                                                                                     |                                                                                     | Complete mini-prism sets                                                             |                                                                                       | Compact prism                                                                         |                                                                                     |
| for Total station                                                                   |                                                                                     | for Telescope mounting system EDM                                                   |                                                                                      |                                                                                       | for short-range measurement                                                           |                                                                                     |
|  |  |  |  |  |  |                                                                                     |
| APS11P                                                                              | APS12P                                                                              | APS13P                                                                              | OR1PA                                                                                | PR1PF                                                                                 | CPS11P                                                                                |                                                                                     |

# MÁY TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ



Đo qua bộ đàm

Đo qua bộ đàm



Đo địa hình bằng số điện tử

Đo địa hình bằng số điện tử

SET2B, SET3B and SET4B are identical in design concept and operation differing only in performance specifications

## H.2. Kiểm nghiệm, hiệu chỉnh máy.

Mỗi máy toàn đạc điện tử đều có một số cấu tạo riêng biệt. Việc hiệu chỉnh và kiểm nghiệm cho từng loại máy đều phải tuân theo catalog kỹ thuật kèm theo. Dưới đây quy định những bước chung cho các loại máy toàn đạc điện tử hiệu chỉnh các yếu tố góc, độ dài qua bãi tuyến gốc quốc gia.

Như ta hiện nay có 4 bãi tuyến gốc: gần cầu Thăng Long Hà Nội, Xuân Mai Hoà Bình, Đà Lạt và Phú Thọ thành phố Hồ Chí Minh.

1. Kiểm nghiệm trị đo góc qua bãi tuyến gốc, qua những phương pháp đo toàn vòng với 9 vòng đo. Kết quả sai số trong phương pháp đo tính theo công thức:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[pvv]}{n-1}} \leq 3''$$

Trong đó: p - trọng số đo góc

v- số hiệu chỉnh giữa trị góc đo và trị góc gốc tính từ tọa độ l- ới;

n- số lần đo.

2. Kiểm nghiệm độ dài g- ơng đo (g- ơng sào, g- ơng đơn, g- ơng kép, g- ơng 3, g- ơng chùm).

a. Kiểm nghiệm hệ thống g- ơng qua bãi kiểm nghiệm quốc gia (sai số góc đến 0.1", sai số đo cạnh đến  $ms/s \leq 1/1.000.000$  ). Với các điểm chuẩn: g- ơng sào với khoảng cách  $D \leq 1000m$ , g- ơng đôi (ba) với  $D \leq 3000m$ .

b. Quá trình tiến hành nh- sau:

- Dọi tâm g- ơng và cân bằng qua giá, bọt thuỷ.

- Cân bằng và dọi chân máy qua 3 ốc chân.

- Bật nút “Starts” khởi động máy khi đã định h- ớng đến g- ơng qua bộ phận ngắm kính vĩ. Khi qua máy kêu “tít, tít” đều cùng với đèn đỏ tín hiệu, chứng tỏ máy hoạt động tốt.

- Lần l- ợt đo góc ngang, đứng, chênh cao  $\Delta h$ , khoảng cách nghiêng (D), ngang (S) ba lần với sai số trong hạn sai:

$$\beta \leq 1'' \div 3'' \text{ (tùy loại máy)}$$

$$\Delta h \leq 3mm$$

$$\Delta D/D \leq 1/100.000$$

- Đọc tọa độ E(y), N(x) của các điểm chuẩn trong l- ới gốc. So sánh với trị gốc đảm bảo  $\Delta x = \Delta y \leq 0,005^m$

- Tính diện tích kiểm tra theo công thức:

$$2S = \sum x_i (y_{i+1} - y_{i-1}) = \sum y_i (x_{i-1} - x_{i+1})$$

- Tính thể tích kiểm tra theo công thức.

$$V = \int_{H_{gh}}^{H^m} (b = aH^m) dH = bHgh + \frac{a}{nH} \times H^{nH}$$

Trong đó :

$H_{gh}$ -cao độ giới hạn của mức thiết kế;

a, b- là hằng số.

3. Hiệu chỉnh trị đo dài

Hiệu chỉnh độ dài cạnh đo qua máy toàn đạc điện tử gồm có:

a. Hiệu chỉnh độ dài do chênh cao giữa chiều cao g- ơng đo ( $J_g$ ) và chiều cao máy ( $J_m$ ):

$$h = J_g - J_m$$

$$\delta S_1 = - \frac{h^2}{2D}$$

Trong đó :

D - Khoảng cách đọc trên máy.

b. Hiệu chỉnh độ dài do độ cao trung bình của cạnh đo với mặt n- ớc biển.

$$\delta S_2 = - D \frac{H_m}{N_m}$$

$$N_m = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}}$$

Trong đó :

B- Vĩ độ;

$a = 6378248\text{m}$  - bán kính trục lớn elipxoid Trái đất ;

$e = 0,006893421623$  - độ dẹt elipxoid Trái đất ;

$H_m = (H_A + H_B)/2$  - A,B là hai đầu cạnh đo.

c. Hiệu chỉnh độ dài khi chuyển về kinh tuyến giữa của l- ới chiều GAUSS.

$$\delta S_3 = D \cdot \frac{Y_m^2}{2R^2}$$

Trong đó :

$Y_m$  - tung độ tính bằng km từ khu đo so với kinh tuyến giữa;

$R$  - bán kính trái đất.

d. Độ dài cuối cùng của chiều dài cạnh bằng:

$$S^0 = D_{do} + \delta S_1 + \delta S_2 + \delta S_3.$$

# Phụ lục I

## SỔ ĐO THỦY CHUẨN LƯỢNG GIÁC

**Cơ quan thực hiện** Công trình: ..... Tỉnh.....Mã l- u trữ... Trang....  
**SỔ ĐO** Hạng mục (vùng): ..... Máy đo.....  
**THỦY CHUẨN** Đơn vị thực hiện: Tổ: ..... XNKS.....  
**LƯU GIÁC** Điểm đặt máy: ..... Cao độ điểm đặt máy : .....  
H- óng KT: Thứ nhất : ..... Thứ 2: .....  
Máy đo: ..... Ng- ời đo: .....Ng- ời kiểm tra : .....

| Tên điểm | Khoảng cách nghiêng | Khoảng cách bằng | Góc ngang | Góc đứng $\alpha$ | Chênh cao (h) | Cao độ điểm | Ghi chú  |
|----------|---------------------|------------------|-----------|-------------------|---------------|-------------|----------|
| <i>1</i> | <i>2</i>            | <i>3</i>         | <i>4</i>  | <i>5</i>          | <i>6</i>      | <i>7</i>    | <i>8</i> |
|          |                     |                  |           |                   |               |             |          |

## **Phụ lục K**

### **PHẠM VI ỨNG DỤNG CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP (THAM KHẢO)**

#### **K.1. Phương pháp thủy chuẩn hình học.**

Phương pháp thủy chuẩn hình học là phương pháp có độ chính xác cao nhất và ổn định, sử dụng dễ dàng với số kinh phí mua thiết bị nhỏ nhất, là phương pháp ứng dụng thuận lợi trong các trường hợp sau:

- Vùng bằng phẳng có độ dốc  $\leq 6^0$ ;
- Vùng dân cư có thành phố đông đúc khi xác định cao độ ở dưới mặt bằng đường phố;
- Xác định cao độ các công trình xây dựng đòi hỏi độ chính xác cao như đo độ lún công trình, đường bay sân bay các đường giao thông, khống chế cao độ các vùng đồng bằng v.v...

Hạn chế trong các địa hình sau :

- Vùng đồi núi có độ dốc  $> 6^0$  đặc biệt vùng có độ dốc  $> 25^0$  thực hiện rất khó khăn và năng suất lao động rất thấp, kinh phí tốn kém;
- Chuyển cao độ lên các công trình cao: nhà cao tầng, ống khói công nghiệp, đài khí tượng v.v...;
- Vùng cây cối rậm rạp, có phóng xạ độc hại, vùng bom mìn v.v...

#### **K.2. Phương pháp GPS.**

Phương pháp đo cao độ qua hệ thống GPS ngày càng được sử dụng rộng rãi và năng suất chất lượng ngày càng cao. Song kinh phí mua thiết bị ban đầu khá lớn. Phương pháp ứng dụng thuận lợi trong các trường hợp sau:

- Có thể chuyển cao độ đến khoảng cách xa từ vài km đến hàng ngàn km;
- Vùng cây cối rậm rạp, địa hình phân chia phức tạp, không phải phát cây hoặc bố trí đồ hình chặt chẽ như các phương pháp khác;
- Vùng sa mạc, sông, biển, phân cách địa hình nhiều, giao thông đi lại khó khăn.

Hạn chế của phương pháp là hiện nay, do mật độ điểm trọng lực của nước ta còn thưa (dày nhất có tới  $3\text{km} \times 3\text{km}$ ) nên độ chính xác mới đạt đến thủy chuẩn hạng 3. Khu vực công trình kiến trúc cao, không thể đặt máy được.

#### **K.3. Phương pháp thủy chuẩn lượng giác chính xác cao.**

Phương pháp sử dụng thuận lợi trong các trường hợp sau:

- Chuyển cao độ từ thấp lên các công trình cao mà không phải chuyển máy lên;
- Những vùng núi, núi cao khó đi lại;
- Xác định độ lún nghiêng các công trình cao tầng, ống khói, lò cao v.v...

Hạn chế của phương pháp là độ chính xác thấp, chỉ đảm bảo thủy chuẩn hạng 4, kỹ thuật.