

BỘ XÂY DỰNG**BỘ XÂY DỰNG****CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM****Độc lập - Tự do - Hạnh phúc**

Số: 04/2006/QĐ-BXD

*Hà Nội, ngày 28 tháng 02 năm 2006***QUYẾT ĐỊNH****Về việc ban hành TCXDVN 364: 2006 "Tiêu chuẩn kỹ thuật đo và xử lý số liệu GPS trong trắc địa công trình"****BỘ TRƯỞNG BỘ XÂY DỰNG**

Căn cứ Nghị định số 36/2003/NĐ-CP ngày 04/4/2003 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Xây dựng;

Xét đề nghị của Vụ trưởng Vụ Khoa học Công nghệ,

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Ban hành kèm theo Quyết định này 01 Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam: TCXDVN 364: 2006 "Tiêu chuẩn kỹ thuật đo và xử lý số liệu GPS trong trắc địa công trình".

Điều 2. Quyết định này có hiệu lực sau 15 ngày, kể từ ngày đăng Công báo.

Điều 3. Chánh văn phòng Bộ, Vụ trưởng Vụ Khoa học Công nghệ và Thủ trưởng các đơn vị có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

KT. BỘ TRƯỞNG**THỨ TRƯỞNG****Nguyễn Văn Liên**

TIÊU CHUẨN XÂY DỰNG VIỆT NAM

TCXDVN 364: 2006

**TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT ĐO VÀ XỬ LÝ
SỐ LIỆU GPS TRONG TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH**
*The technical specification for Engineering survey - GPS
monitoring and porocessing*

HÀ NỘI - 2006

09697908

Lời nói đầu

TCXDVN 364: 2006 "Tiêu chuẩn kỹ thuật đo và xử lý số liệu GPS trong Trắc địa công trình" do Bộ Xây dựng ban hành theo Quyết định số 04 ngày 28 tháng 02 năm 2006.

Tiêu chuẩn kỹ thuật đo và xử lý số liệu GPS trong trắc địa công trình.***The technical specification for Engineering survey - GPS monitoring and processing*****1. Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu kỹ thuật về việc đo và xử lý số liệu GPS khi thành lập lưới khảo sát công trình, lưới khống chế mặt bằng phục vụ thi công và quan trắc chuyển dịch ngang công trình.

2. Định nghĩa các thuật ngữ

- Ca đo: (Observation session) - Quãng thời gian thu tín hiệu liên tục trên trạm đo từ lúc bật máy đến lúc tắt máy;
- Đo đồng bộ (Simultaneous observation) - Trị số đo của 2 máy thu trở lên thu tín hiệu của cùng một vệ tinh;
- Vòng đo đồng bộ (Simultaneous observation loop) - Vòng khép của các véc tơ do 3 máy đo cùng ca trở lên hợp thành;
- Vòng khép độc lập: (Independent observation loop) - Vòng khép của các vectơ cạnh độc lập hợp thành;
- Độ cao ăngten: (Antenna height) - Độ cao tính từ tâm trung bình của pha ăng ten thu đến tâm mốc;
- Lịch vệ tinh: (Ephemeris) - Giá trị tọa độ trên quỹ đạo của vệ tinh ở các thời điểm khác nhau. Lịch vệ tinh được phát dưới hai loại: lịch vệ tinh quảng bá và lịch vệ tinh chính xác;
- Lịch vệ tinh quảng bá: (Broadcast Ephemeris) - Tín hiệu vô tuyến do vệ tinh phát ra chứa thông tin dự báo tham số quỹ đạo của vệ tinh ở thời gian nào đó;
- Lịch vệ tinh chính xác: (Precise Ephemeris) - Tham số quỹ đạo vệ tinh do một vài trạm theo dõi xác định qua xử lý tổng hợp dùng vào định vị vệ tinh chính xác;
- Véc tơ cạnh đơn: (Single baseline)-Véc tơ cạnh tính từ một cặp ăng ten thu ở 2 điểm bất kỳ cùng ca đo.
- Tổ hợp véc tơ cạnh độc lập: (Multiple baseline) - m-1 véc tơ cạnh độc lập được giải từ m-1 phương trình trị đo bất kỳ khi đo đồng bộ với m máy thu;

- Hiệu pha bậc một (sai phân bậc 1): (Single differential) - Hiệu trị đo pha đến cùng một vệ tinh của 2 trạm đo GPS cùng ca đo.
- Hiệu pha bậc hai (sai phân bậc 2): (Double differential) - Hiệu của 2 pha bậc một của hai vệ tinh đo được từ 2 trạm đo GPS cùng ca đo;
- Hiệu pha bậc 3 (sai phân bậc 3): (Tripel differential) - Hiệu của hai hiệu pha bậc hai của hai trạm đo đến một cặp vệ tinh ở hai thời điểm khác nhau;
- Tỷ lệ loại bỏ số liệu: (Percentage of data rejection) - Tỷ lệ giữa số lượng trị đo loại bỏ và số lượng trị đo cần có.

3. Quy định chung

- 3.1 Việc đo GPS trong trắc địa công trình cần được tiến hành theo một phương án kỹ thuật đã được phê duyệt nhằm xác định chính xác các giá trị tọa độ điểm GPS phục vụ cho việc thành lập lưới trắc địa công trình trong thời gian ngắn và đạt hiệu quả kinh tế cao;
- 3.2 Đo GPS trong trắc địa công trình được tiến hành theo các trình tự sau:
 - Thu thập tài liệu gốc và số liệu gốc;
 - Chọn hệ thống tọa độ và thời gian;
 - Lập phương án kỹ thuật và trình duyệt;
 - Chọn điểm và chôn mốc;
 - Lựa chọn máy móc và thiết bị
 - Đo ngắm;
 - Ghi sổ đo ngoại nghiệp;
 - Xử lý số liệu;
 - Báo cáo tổng kết và nộp thành quả.
- 3.3 Các cấp đo và phương pháp đo GPS nêu trong phương án kỹ thuật được chọn tùy thuộc vào yêu cầu độ chính xác xác định đại lượng cần bố trí, đại lượng dịch chuyển và đặc điểm của từng đối tượng công trình.
- 3.4 Khi sử dụng kết hợp công nghệ GPS và toàn đạc điện tử trong việc lập lưới khống chế thi công và quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình cần tham khảo thêm Tiêu chuẩn "Công tác trắc địa trong xây dựng nhà và công trình - Yêu cầu chung".

4. Hệ thống tọa độ và thời gian

4.1 Hệ thống tọa độ

4.1.1 Đo GPS sử dụng hệ thống tọa độ toàn cầu WGS - 84 (Hệ tọa độ trắc địa Quốc tế) khi có yêu cầu sử dụng hệ tọa độ HN-72 hoặc hệ tọa độ nào khác thì phải tính chuyển tọa độ. Các tham số hình học cơ bản của Elipsoid toàn cầu và Elipsoid tham khảo của các hệ tọa độ phải phù hợp với quy định ở bảng 1. Hệ tọa độ VN-2000 có các tham số hình học cơ bản của Elipsoid hoàn toàn giống với hệ tọa độ trắc địa Quốc tế WGS - 84.

4.1.2 Khi đo GPS có yêu cầu sử dụng hệ tọa độ địa phương hoặc hệ tọa độ độc lập thì phải tính chuyển đổi tọa độ và cần phải có các tham số kỹ thuật sau:

- Tham số hình học của Elipsoid tham khảo;
- Độ kinh của kinh tuyến giữa múi chiếu;
- Hằng số cộng vào tung độ, hoành độ;
- Độ cao thường của mặt chiếu;
- Tọa độ điểm khởi tính và phương vị khởi tính;

4.1.3 Khi tính chuyển từ hệ tọa độ trắc địa Quốc tế của lưới GPS sang hệ tọa độ khu vực, cần phải đảm bảo yêu cầu: Bình sai lưới GPS trong hệ tọa độ vuông góc phẳng theo phép chiếu Gauss ($K_0 = 1$), có kinh tuyến trục Lo cách khu đo không quá 20 km. Nếu sử dụng phép chiếu UTM 6 độ ($K_0 = 0.9996$) thì kinh tuyến trục cách khu đo trong giới hạn 160km đến 200km. Nếu sử dụng phép chiếu UTM 3 độ ($K_0 = 0.9999$) thì kinh tuyến trục cách khu đo trong giới hạn 70km đến 110km. Khi chọn phép chiếu Gauss phải sử dụng Ellipsoid Krasovskiy, còn nếu dùng phép chiếu UTM thì sử dụng Ellipsoid WGS - 84.

Bảng 1 - Tham số hình học cơ bản

	Elipsoid toàn cầu	Elipsoid tham khảo
Hệ tọa độ	WGS - 84	HN-72
Tham số		
Bán trục lớn a (m)	6378137	6378245
Bán trục nhỏ b (m)	6356752.3142	6356863.019
Độ zẹt α	1/298.257223563	1/298.3
Bình phương độ lệch tâm thứ nhất e^2	0.00669437999013	0.0066934216
Bình phương độ lệch tâm thứ hai e'^2	0.006739496742227	0.0067385254

- 4.1.4 Khi tính chuyển đổi độ cao đo GPS thành độ cao thường thì cần phải sử dụng hệ độ cao nhà nước với điểm gốc độ cao quốc gia.
- 4.1.5 Thời gian trong đo GPS được sử dụng là thời gian quốc tế UTC. Khi muốn dùng giờ Việt Nam thì phải tiến hành chuyển đổi (giờ Hà Nội = giờ GPS + 7).

5. Thiết kế kỹ thuật lưới GPS

5.1. Phân cấp hạng lưới GPS

- 5.1.1 Dựa vào chiều dài trung bình giữa 2 điểm lân cận và độ chính xác của nó, lưới GPS được chia thành các hạng II, III, IV và các cấp 1. Khi thành lập lưới có thể thực hiện theo phương án tuần tự bao gồm tất cả các cấp, hạng hoặc lưới vượt cấp, lưới cùng một cấp, hạng.

- 5.1.2 Độ chính xác chiều dài giữa hai điểm lân cận của các cấp lưới GPS được tính theo công thức

$$\sigma = \sqrt{a^2 + (b \cdot 10^{-6} \cdot D)^2} \quad (5.1)$$

Độ chính xác phương vị của cạnh được tính theo công thức:

$$m_\alpha = \sqrt{p''^2 + \frac{q''^2}{D^2}} \quad (5.2)$$

Trong đó:

a - sai số cố định (mm);

b - hệ số sai số tỷ lệ

D - chiều dài cạnh đo (km)

Với máy thu 4600 LS: a=5mm; b=1; p''=1; q''=5.

Hoặc

$$m_\alpha = \frac{m_D}{D} P'' \quad (5.3)$$

- 5.1.3 Các yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của các cấp lưới GPS phải phù hợp với quy định nêu ở bảng 2. Chiều dài cạnh ngắn nhất giữa 2 điểm lân cận bằng 1/2 đến 1/3 chiều dài cạnh trung bình; chiều dài cạnh lớn nhất bằng 2 ÷ 3 lần chiều dài cạnh trung bình. Khi chiều dài cạnh nhỏ hơn 200m, sai số trung phương chiều dài cạnh phải nhỏ hơn 20mm.

**Bảng 2- Yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của lưới GPS
được thành lập để phục vụ đo vẽ bản đồ**

Cấp hạng	Chiều dài cạnh trung bình (km)	a (mm)	b (1×10^{-6})	Sai số trung phương tương đối cạnh yếu nhất
II	9	≤ 10	≤ 2	1/120 000
III	5	≤ 10	≤ 5	1/80 000
IV	2	≤ 10	≤ 10	1/45 000
1	1	≤ 10	≤ 10	1/20 000
2	< 1	≤ 15	≤ 20	1/10 000

5.1.4. Đối với lưới GPS thiết lập để khống chế thi công và quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình thì phải dựa vào yêu cầu độ chính xác của từng công trình mà thiết kế lưới sao cho thỏa mãn các yêu cầu đó.

5.2. Nguyên tắc thành lập và thiết kế lưới

5.2.1. Trước khi thiết kế mạng lưới GPS cần phải thu thập các tài liệu sau:

- Bản đồ địa hình tỷ lệ lớn nhất đã có trong khu vực xây dựng công trình;
- Tài liệu về lưới khống chế mặt bằng và độ cao đã có trong khu đo, kèm theo báo cáo tổng kết về kỹ thuật thành lập lưới;
- Các tài liệu về địa chất công trình, địa chất thủy văn, giao thông, thủy hệ và các tài liệu liên quan đến quy hoạch phát triển của khu đo.

5.2.2 Việc thiết kế lưới GPS phải căn cứ vào yêu cầu thực tế và trên cơ sở điều tra nghiên cứu kỹ các tài liệu gốc, số liệu gốc hiện có tại khu vực xây dựng công trình. Trong lưới GPS giữa các điểm không cần nhìn thấy nhau, nhưng để có thể tăng dày lưới bằng phương pháp đo truyền thống, mỗi điểm GPS cần phải nhìn thông đến ít nhất một điểm khác.

5.2.3 Khi thiết kế lưới, để tận dụng các tư liệu trắc địa, bản đồ đã có, nên sử dụng hệ tọa độ đã có của khu đo. Các điểm khống chế đã có nếu phù hợp với yêu cầu của điểm lưới GPS thì tận dụng các mốc của chúng.

- 5.2.4 Lưới GPS phải được tạo thành 1 hoặc nhiều vòng đo độc lập, tuyến phù hợp. Số lượng cạnh trong vòng đo độc lập, tuyến phù hợp trong các cấp lưới GPS phải tuân theo quy định nêu trong Bảng 3.

Bảng 3- Quy định về số lượng cạnh trong vòng đo độc lập hoặc tuyến phù hợp đối với các cấp lưới GPS

Cấp hạng	II	III	IV	1	2
Số cạnh trong vòng đo độc lập hoặc tuyến phù hợp	≤ 6	≤ 8	≤ 10	≤ 10	≤ 10

Lưới GPS dùng để khống chế mặt bằng phục vụ thi công và quan trắc chuyển dịch ngang công trình cần tạo thành các vòng khép có số cạnh không lớn hơn 4.

- 5.2.5. Để tính tọa độ các điểm GPS trong hệ tọa độ mặt đất cần phải có số liệu khởi tính trong hệ tọa độ mặt đất và đo nối với một số điểm khống chế địa phương. Đối với các công trình lớn, số điểm đo nối cần phải lớn hơn 3, đối với các công trình nhỏ, số điểm đo nối từ 2 ÷ 3
- 5.2.6 Để tính độ cao thường của các điểm GPS cần dẫn độ cao tới các điểm GPS theo quy định sau:
- Để đo nối độ cao cần phải dùng phương pháp thủy chuẩn hình học có độ chính xác từ hạng IV trở lên hoặc dùng phương pháp đo cao khác có độ chính xác tương đương.
 - Độ cao thường của các điểm GPS, sau khi tính toán và phân tích, nếu phù hợp với yêu cầu về độ chính xác có thể dùng để đo vẽ bản đồ và các dạng trắc địa công trình nói chung (yêu cầu độ chính xác không cao).
- 5.2.7. Đối với lưới khống chế thi công có yêu cầu độ chính xác cao và lưới quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình, cần phải ước tính độ chính xác của yếu tố cần xét của lưới GPS thiết kế theo phương pháp chặt chẽ trên cơ sở bình sai gián tiếp và phải đảm bảo độ chính xác yêu cầu.

6. Chọn điểm và chôn mốc GPS

6.1. Chọn điểm GPS

6.1.1. Người chọn điểm phải tìm hiểu yêu cầu, mục đích nhiệm vụ, điều kiện tự nhiên và xã hội của khu đo, dựa vào thiết kế kỹ thuật đã được phê duyệt để tiến hành khảo sát, chọn điểm lưới GPS ngoài hiện trường.

6.1.2. Vị trí các điểm GPS được chọn phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Vị trí điểm được chọn phải phù hợp với yêu cầu của thiết kế kỹ thuật, thuận lợi cho việc đo nối và cho các công tác đo đạc tiếp theo.
- Điểm chọn phải được đặt ở nơi có nền đất, đá ổn định, sử dụng được lâu dài và an toàn khi đo đạc.
- Vị trí điểm chọn phải thuận tiện cho việc lắp đặt máy thu và thao tác khi đo, có khoảng không rộng và góc cao của vệ tinh phải lớn hơn 15° ;
- Vị trí điểm chọn phải thuận tiện cho việc thu tín hiệu vệ tinh, tránh hiện tượng nhiễu tín hiệu do quá gần các trạm phát sóng và sai số đa đường dẫn (Multipath) do phản xạ tín hiệu từ các địa vật xung quanh điểm đo. Vị trí điểm chọn phải cách xa nguồn phát sóng vô tuyến công suất lớn (như tháp truyền hình, trạm vi ba) lớn hơn 200m và cách xa cáp điện cao thế lớn hơn 50m;
- Đi lại thuận tiện cho đo ngắm.
- Cần tận dụng các mốc không chế đã có nếu chúng đảm bảo các yêu cầu nêu trên;

6.1.3. Công tác chọn điểm phải tuân theo các quy định sau:

- Vẽ sơ đồ ghi chú điểm ngay ở ngoài thực địa (kể cả các điểm đã có mốc cũ) đảm bảo mẫu ghi chú điểm GPS ở phụ lục A;
- Tên điểm GPS có thể đặt theo tên làng, tên núi, địa danh, tên đơn vị, công trình. Khi tận dụng điểm cũ không đổi tên điểm. Số hiệu điểm cần được biên tập tiện lợi cho máy tính;
- Khi điểm chọn cần đo nối thủy chuẩn, người chọn điểm phải khảo sát tuyến đo thủy chuẩn ngoài thực địa và đề xuất kiến nghị.
- Khi tận dụng điểm cũ phải kiểm tra tính ổn định, sự hoàn hảo, tính an toàn và phù hợp với các yêu cầu của điểm đo GPS;

6.2. Chôn mốc

- 6.2.1. Quy cách của dấu mốc và mốc điểm GPS các cấp phải phù hợp với yêu cầu quy phạm hiện hành của Nhà nước.
- 6.2.2. Điểm GPS các cấp đều chôn mốc vĩnh cửu, khi chôn mốc đáy hố phải đồ gạch, sỏi hoặc đổ một lớp bê tông lót.
- 6.2.3. Mốc có thể đúc sẵn bằng bê tông cốt thép theo quy cách trong Quy phạm hiện hành của Nhà nước rồi đem chôn, hoặc có thể đúc ở hiện trường, hoặc có thể lợi dụng nền đá, nền bê tông khoan gắn thêm dấu mốc ở hiện trường.
- 6.2.4. Đất dùng để chôn mốc GPS phải được sự đồng ý của cơ quan quản lý, người đang sử dụng đất cần làm thủ tục chuyển quyền sử dụng đất và làm các thủ tục ủy quyền bảo quản mốc.
- 6.2.5. Các tài liệu phải bàn giao sau khi chọn điểm chôn mốc
- Ghi chú điểm GPS.
 - Sơ đồ lưới chọn điểm GPS.
 - Hồ sơ cho phép sử dụng đất và giấy bảo quản mốc trắc địa.
 - Tổng kết công tác kỹ thuật chọn điểm, chôn mốc.

7. Yêu cầu kỹ thuật đối với máy mốc thiết bị

- 7.1. Chọn máy thu: Việc lựa chọn máy thu GPS được thực hiện theo các quy định trong bảng 4; trong đó các máy thu có thể một hoặc hai tần số, đại lượng đo đều là pha sóng tải

Bảng 4- Lựa chọn máy thu GPS

Cấp hạng Hạng mục	II	III	IV	1	2
Độ chính xác biểu trưng	$\leq 5\text{mm}$ $+2.10^{-6}\text{D}$	$\leq 5\text{mm}$ $+2.10^{-6}\text{D}$	$\leq 5\text{mm}$ $+2.10^{-6}\text{D}$	$\leq 5\text{mm}$ $+2.10^{-6}\text{D}$	$\leq 10\text{mm}$ $+2.10^{-6}\text{D}$
Số máy thu đo đồng bộ	≥ 3	≥ 3	≥ 2	≥ 2	≥ 2

7.2. Kiểm nghiệm máy thu

7.2.1. Máy thu GPS mới mua hoặc qua bảo dưỡng phải qua kiểm nghiệm toàn diện mới được dùng tiếp.

7.2.2. Nội dung kiểm nghiệm máy thu GPS

- Kiểm tra khái quát;
- Kiểm tra đường điện;
- Kiểm tra độ ẩm của máy
- Kiểm định kênh thu
- Đo kiểm tra.

7.2.3. Kiểm tra khái quát theo các quy định sau:

- Máy thu và ăng ten phải phù hợp. Máy và phụ kiện đầy đủ;
- Bề ngoài máy và ăng ten hoàn chỉnh; các bộ phận và các phụ kiện hoàn hảo, các ốc vít làm việc bình thường.
- Hướng dẫn sử dụng máy, hướng dẫn sử dụng phần mềm chuyên dùng.

7.2.4. Kiểm tra đường điện theo các nội dung sau:

- Kiểm tra cáp điện, nối chính xác ổ cắm, dắc cắm;
- Kiểm tra đèn tín hiệu, thử điện vào máy;
- Các nút ấn và hệ thống hiển thị làm việc bình thường;
- Đo thử xem tốc độ làm việc của bộ phận thu, quá trình thu có mất tín hiệu không.

7.2.5. Đo kiểm tra: Máy thu GPS sau khi kiểm tra khái quát và kiểm tra đường điện cần đo kiểm tra theo các nội dung sau:

- Đo kiểm tra độ ổn định trong máy thu theo phương pháp và quy định ở phụ lục C;
- Kiểm tra độ ổn định của tâm pha đo theo phương pháp và quy trình ở phụ lục D;
- Đo kiểm tra độ chính xác kết quả đo ở các khoảng cách đo khác nhau trên các chiều dài chuẩn. Khi kiểm tra máy thu cần cân và định tâm chính xác tới mức nhỏ hơn hoặc bằng $\pm 1\text{mm}$. Vạch chuẩn trên ăng ten thu hướng về phía Bắc. Độ cao ăngten đo chính xác đến 1mm. Kết quả đo so với chiều dài chuẩn có số chênh nhỏ hơn sai số tiêu chuẩn của máy.

- 7.2.6. Khi dùng máy đo ở các cấp hạng cao, hàng năm trước khi đi đo phải kiểm nghiệm theo phục lục C và D. Máy đã qua sửa chữa hoặc thay ở bộ phận nào thì các nội dung liên quan đến sự thay đổi cần được kiểm nghiệm.
- 7.2.7. Quá trình sử dụng cần phải thường xuyên kiểm nghiệm bộ phận định tâm quang học để đảm bảo độ chính xác định tâm. Phương pháp kiểm nghiệm theo quy định ở phụ lục E.
- 7.3. Bảo trì máy thu
- 7.3.1. Trong thời gian đo ở ngoại nghiệp máy thu GPS phải có người chuyên bảo quản. Khi vận chuyển người đó mang máy, có biện pháp phòng chấn động; phòng nắng, gió, bụi, ẩm ướt, ăn mòn. Máy điều khiển với các phím bấm, khi vận chuyển cần để trong hộp vận chuyển.
- 7.3.2. Các đầu cắm, chỗ tiếp nối của máy và dây dẫn cần giữ gìn sạch sẽ, khi nối máy với nguồn điện bên ngoài cần kiểm tra kỹ điện áp có phù hợp với điện áp của máy không. Khi lắp pin đo, cần chú ý lắp đúng cực. Dây dẫn của ăng ten thu không để vặn xoắn, không kéo dây dẫn trên bề mặt có độ cứng cao hoặc bề mặt thô, nửa năm kiểm tra lại độ bền của dây một lần.
- 7.3.3. Khi không sử dụng máy thu cần để trong hòm vận chuyển có đệm mút. Hòm máy cần để chỗ thông thoáng, khô ráo. Khi túi chống ẩm chuyển sang màu hồng, đỏ, cần thay thế ngay.
- 7.3.4. Máy thu để trong phòng lâu ngày thì một đến hai tháng phải cắm điện kiểm tra hoạt động một lần. Các pin được bảo quản nơi khô ráo tránh mất điện, từ một đến hai tháng phải nạp điện lại một lần và kiểm tra lại điện dung.
- 7.3.5. Nghiêm cấm tháo rời tùy tiện các bộ phận của máy thu, nếu có sự cố cần lập biên bản giao cho người có chuyên môn sửa chữa, bảo trì.

8. Công tác đo ngắm

8.1. Các yêu cầu kỹ thuật cơ bản

- 8.1.1. Yêu cầu kỹ thuật cơ bản khi đo GPS các cấp phải phù hợp với quy định được nêu trong Bảng 5.
- 8.1.2. Khi quan trắc GPS ở các cấp hệ số suy giảm độ chính xác vị trí không gian 3 chiều PDOP của các cấp hạng lưới GPS phải < 6 , (quy định số vệ tinh ≥ 6).
- 8.1.3. Trong trắc địa công trình, đo GPS không cần đo các yếu tố khí tượng nhưng nên ghi lại tình trạng thời tiết như nắng, râm, mát, có mây hoặc trời quang ...
- 8.2. Lập kế hoạch đo
- 8.2.1. Trước khi tiến hành đo cần sử dụng phần mềm PLAN hoặc QUICK PLAN để lập tịch đo và cần lập bảng dự báo các vệ tinh có thể quan sát được. Trong bảng có: Số hiệu vệ tinh, độ cao vệ tinh và góc phương vị thời gian quan sát tốt nhất để quan sát nhóm vệ tinh tốt nhất, hệ số suy giảm độ chính xác vị trí không gian 3 chiều. $SV \geq 6$. Khi xung quanh điểm đo có nhiều địa vật che chắn phải lập lịch đo theo điều kiện che chắn thực tế tại các điểm đo.
- 8.2.2. Tọa độ dùng để lập bảng dự báo cho các vệ tinh là độ kinh, độ vĩ trung bình của khu đo. Thời gian dự báo nên dùng thời gian trung bình khi đo ngắm. Khi khu đo lớn thời gian đo kéo dài thì cần lập bảng dự báo cho từng phân khu với thời gian đo khác nhau và dùng lịch vệ tinh quảng bá có tuổi không quá 20 ngày.
- 8.2.3. Căn cứ vào số lượng máy thu, đồ hình lưới GPS đã thiết kế và bảng dự báo vệ tinh. Lập bảng điều độ đo ngắm với nội dung: Thời gian đo, số liệu trạm đo, tên trạm đo, số liệu máy thu v.v... như yêu cầu của phụ lục F.
- 8.2.4. Độ dài ca đo không ít hơn 30 phút, với điều kiện số vệ tinh quan sát không ít hơn 6 và PDOP không lớn hơn 5. Thời gian đo có thể kéo dài thêm đôi với cạnh dài hoặc điều kiện thu tín hiệu tại điểm đo không tốt. Thời gian tối thiểu của ca đo nên tham khảo số liệu ở Bảng 6

Bảng 5- Yêu cầu kỹ thuật cơ bản khi đo GPS các cấp

Hạng mục	Cấp hạng Phương pháp đo	Hạng II	Hạng III	Hạng IV	Cấp 1	Cấp 2
Góc cao của vệ tinh ⁽⁰⁾	Đo tĩnh tĩnh nhanh	≥ 15	≥ 15	≥ 15	≥ 15	≥ 15
Số lượng vệ tinh quan trắc dùng được	Đo tĩnh tĩnh nhanh	≥ 4	≥ 4 ≥ 5	≥ 4 ≥ 5	≥ 4 ≥ 5	≥ 4 ≥ 5
Số lần đo lặp trung bình tại trạm	Đo tĩnh tĩnh nhanh	≥ 2	≥ 2 ≥ 2	≥ 1.6 ≥ 1.6	≥ 1.6 ≥ 1.6	≥ 1.6 ≥ 1.6
Thời gian quan trắc: Độ dài thời gian thu tín hiệu ngắn nhất (phút)	Đo tĩnh tĩnh nhanh	≥ 90	≥ 60 ≥ 20	≥ 45 ≥ 15	≥ 45 ≥ 15	≥ 45 ≥ 15
Tần suất thu tín hiệu (s)	Đo tĩnh tĩnh nhanh	10 ÷ 60	10 ÷ 60	10 ÷ 60	10 ÷ 60	10 ÷ 60

Bảng 6- Thời gian tối thiểu ca đo

Độ dài cạnh đo [km]	Độ dài thời gian ca đo [phút]
0 - 1	20 - 30
1 - 5	30 - 60
5 - 10	60 - 90
10 - 20	90 - 120

8.3. Chuẩn bị đo

- 8.3.1. Trước khi đi đo cần kiểm tra dung lượng của pin và ác quy. Máy và các phụ kiện đi kèm phải đầy đủ.
- 8.3.2. Trước khi thu tín hiệu cần kiểm tra dung lượng bộ nhớ trong của máy hoặc đĩa từ xem còn đủ chỗ dung nạp không.

- 8.3.3. Khi lắp ăngten cần đảm bảo các yêu cầu sau:
- Sau khi đến trạm đo, phải đặt máy thu ổn định sau đó mới đặt ăng ten (trường hợp máy thu và ăng ten tách rời nhau);
 - Ăng ten lắp trên giá 3 chân phải dọi tâm với sai số $< 1\text{mm}$, ăng ten cần được cân cho bọt thủy tròn vào giữa;
 - Khi đo trên mốc có định tâm bắt buộc, phải tháo nắp bảo vệ tâm mốc rồi mới lắp ăng ten;
 - Vạch định hướng ăng ten phải luôn luôn hướng về phía Bắc với sai số $\pm 5^0$. Những chỗ khó định hướng cần đặt trước cọc định hướng, mỗi lần đo dựa vào cọc định hướng để định hướng ăng ten.
- 8.4. Yêu cầu đo ngắm
- 8.4.1. Công tác đo ngắm trong lưới GPS bao gồm các thao tác: Khởi động máy thu GPS tại trạm đo và quy trình thu tín hiệu ghi vào bộ nhớ của máy.
- 8.4.2. Nên sử dụng ít nhất ba máy thu GPS một tần số hoặc hai tần số có tham số độ chính xác $a \leq 5\text{mm}$, $b \leq 2\text{ppm}$ và có định tâm quang học để đo lưới GPS.
- 8.4.3. Định tâm quang học của máy thu GPS cần được kiểm nghiệm trước khi sử dụng, bảo đảm sai số định tâm $\leq \pm 1\text{mm}$
- 8.4.4. Tổ đo phải nghiêm chỉnh tuân theo thời gian quy định trong bảng điều độ công tác, đảm bảo quan trắc đồng bộ cùng một nhóm các vệ tinh. Khi có sự thay đổi so với bảng điều độ phải được sự đồng ý của người phụ trách. Tổ đo không được tùy tiện thay đổi kế hoạch đo ngắm.
- 8.4.5. Các dây dẫn nối từ ăng ten đến máy thu và các thiết bị phụ trợ được kiểm tra không có sai sót, mới được tiến hành thu tín hiệu.
- 8.4.6. Trước khi mở máy cho một ca đo phải đo chiều cao ăngten bằng thước chuyên dùng đọc số đến 1mm , ghi tên trạm máy, ngày tháng năm, số hiệu ca đo, chiều cao ăngten. Sau khi tắt máy, đo lại chiều cao ăngten để kiểm tra, chênh lệch chiều cao ăngten giữa 2 lần đo không được vượt quá $\pm 2\text{mm}$ và lấy giá trị trung bình ghi vào sổ đo. Nếu như chênh lệch vượt quá hạn sai cho phép, thì phải tìm hiểu nguyên nhân, đề xuất ý kiến xử lý và ghi vào cột ghi chú trong sổ đo.

- 8.4.7. Sau khi máy thu bắt đầu ghi nhận số liệu, người đo có thể sử dụng các chức năng của bàn phím, chọn menu, tìm thông tin trạm đo, số vệ tinh thu được tín hiệu, số hiệu vệ tinh, tỷ số nhiễu tín hiệu, kết quả định vị tức thời, tình trạng ghi, giữ số liệu (đối với máy thu có bàn phím điều khiển).
- 8.4.8. Khi máy thu đang ghi kết quả, thông thường người đo ghi lần lượt các nội dung theo quy định trong sổ đo. Khi thời gian đo quá 60 phút thì cứ 30 phút lại ghi một lần. Mẫu sổ đo được nêu trong phụ lục H.
- 8.4.9. Trong quá trình đo của một ca đo không được tiến hành các thao tác sau: tắt máy thu và khởi động lại; tiến hành tự đo thử (trừ khi phát hiện có sự cố; thay đổi góc cao của vệ tinh; thay đổi tần xuất thu tín hiệu; thay đổi vị trí ăng ten; ấn phím đóng và xóa thông tin.
- 8.4.10. Trong thời gian đo người đo không được rời máy, thường xuyên theo dõi tình trạng làm việc của máy thu, theo dõi nguồn điện, tình hình vệ tinh và ghi số liệu; đồng thời đề phòng máy bị chấn động làm chuyển dịch, đề phòng người và vật thể khác gần ăng ten che chắn tín hiệu vệ tinh.
- 8.4.11. Trong khi máy thu đang làm việc không được dùng bộ đàm hoặc điện thoại di động ở gần máy thu. Khi có sấm chớp, mưa to phải tắt máy ngừng đo và thu cất ăng ten đề phòng sét đánh.
- 8.4.12. Trong khi đo phải bảo đảm máy thu hoạt động bình thường, ghi số liệu chính xác. Sau mỗi ngày đo nên kịp thời trút số liệu vào đĩa cứng, đĩa mềm của máy tính để tránh mất số liệu.

9. Ghi sổ đo ngoại nghiệp

9.1. Nội dung ghi sổ gồm các mục sau:

- Tên trạm đo, số hiệu trạm đo;
- Ngày, tháng đo/ngày của năm, điều kiện thời tiết, số hiệu ca đo;
- Thời gian bắt đầu đo, kết thúc đo, nên dùng thời gian UTC, ghi đến giờ, phút;
- Thiết bị thu ghi loại máy, ký hiệu, số máy, số hiệu ăng ten.

- Độ kinh, độ vĩ và độ cao gần đúng của trạm đo. Độ kinh độ vĩ ghi đến phút và độ cao ghi đến 0,1m;
- Chiều cao ăng ten ghi kết quả đo trung bình của lần đo trước và lần đo sau khi thu tín hiệu, lấy đến 0,001m;
- Điện áp của pin acquy, số lượng và số hiệu vệ tinh, tỷ số độ nhiễu tín hiệu (SNR), mức độ che chắn và những tình huống đáng ghi khác;

9.2. Các yêu cầu khi ghi sổ đo ngoại nghiệp

- Các số liệu gốc và các mục ghi chép theo quy định phải ghi ngay tại hiện trường thật rõ ràng, sạch sẽ, không được tẩy xóa hoặc chép lại;
- Kết quả thu tín hiệu vệ tinh của các ca đo sau mỗi ngày làm việc phải trút số liệu vào bộ nhớ ngoài hoặc máy tính;
- Các số liệu trút từ máy thu ra không được có bất kỳ một sự can thiệp hoặc xử lý nào.

10. Xử lý số liệu

10.1. Tính véc tơ cạnh

- 10.1.1. Kết quả đo GPS có thể xử lý bằng phần mềm GPSurvey 2.35 hoặc Trimble Geomatic Office hoặc các phần mềm khác cùng tính năng;
- 10.1.2. Đối với cạnh ngắn < 10km, chỉ cần sử dụng lịch vệ tinh quảng bá để giải cạnh. Chỉ chấp nhận các cạnh đạt lời giải FIX, với RATIO không nhỏ hơn 2. Trong trường hợp không đạt lời giải FIX cần lưu ý tới sai số đa đường dẫn tín hiệu (Multipath). Nếu tính cạnh ở chế độ tự động không đạt thì phải xử lý cạnh theo phương pháp can thiệp. Trong trường hợp xử lý can thiệp mà không nhận được lời giải FIX thì phải đo lại.
- 10.1.3. Khi xử lý can thiệp có thể cắt bỏ bởi vệ tinh có tình trạng xấu hoặc cắt bỏ bởi thời gian đo nhưng không được cắt bỏ quá 20% thời gian thu tín hiệu.
- 10.1.4. Tọa độ gốc dùng để tính véc tơ cạnh nên chọn là trị bình sai của tọa độ trong hệ WGS - 84 của các điểm định vị theo phương pháp định vị điểm đơn (tuyệt đối) trong khoảng thời gian thu tín hiệu lớn hơn 30 phút.

- 10.1.5. Trong một ca đo đồng bộ với nhiều máy thu, có thể tính riêng từng vectơ cạnh, cũng có thể chọn các vectơ cạnh độc lập và cùng tính theo cách xử lý nhiều vectơ cạnh.
- 10.1.6. Tất cả các vectơ cạnh được đo đồng bộ trong khoảng thời gian ngắn hơn 35 phút, cần phải lấy lời giải ấn định (fixed) sai phân bậc hai phù hợp yêu cầu làm kết quả cuối cùng.
- 10.2. Kiểm tra kết quả tính vectơ cạnh
- 10.2.1. Khi xử lý số liệu đo của một ca đo đối với lưới hạng II và hạng III tỷ lệ số liệu sử dụng không được thấp hơn 80%.
- 10.2.2. Trong khi chọn mô hình xử lý từng vectơ cạnh, đối với cùng một mô hình giải cạnh trong một ca đo thì sai số khép tương đối chiều dài cạnh của bất kỳ tam giác nào cũng không được vượt quá quy định nêu ở Bảng 7.

Bảng 7- Sai số khép tương đối giới hạn

D n	0,10 km	0,15 km	0,20 km	0,50 km	1,00 km	2,00 km	3,00 km	4,00 km
3	1:8160	1:12200	1:16300	1:40600	1:80000	1:151600	1:210000	1:255000
4	1:9430	1:14100	1:18800	1:46900	1:92400	1:175000	1:242500	1:294500
5	1:10500	1:15800	1:21000	1:52400	1:103400	1:195700	1:271200	1:329200
6	1:11500	1:17300	1:23000	1:57400	1:113200	1:214400	1:297000	1:360700

Giải thích: Trong bảng trên D là chiều dài trung bình các cạnh trong hình, n là số cạnh trong hình khép.

- 10.2.3. Bất luận dùng phương thức xử lý riêng từng cạnh hay xử lý nhiều cạnh, trong toàn lưới GPS, cũng đều phải chọn các cạnh độc lập tạo thành các vòng đo độc lập; sai số khép tương đối tọa độ thành phần và sai số khép tương đối chiều dài của các vòng đo độc lập phải phù hợp với các quy định sau đây:

$$\left. \begin{aligned} \omega_x &\leq 2\sqrt{n}\sigma \\ \omega_y &\leq 2\sqrt{n}\sigma \\ \omega_z &\leq 2\sqrt{n}\sigma \\ \omega &\leq 2\sqrt{3n}\sigma \end{aligned} \right\} \quad (10.1)$$

Trong đó: σ là độ chính xác chiều dài

ω là sai số khép vòng đo, $\omega = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2 + \omega_z^2}$

n là số cạnh trong vòng đo độc lập

$$\sigma = \sqrt{a^2 + (b \cdot 10^{-6} \cdot D)^2}$$

10.2.4. Chênh lệch chiều dài của vector cạnh đo không được vượt quá quy định

$$d_s \leq 2\sqrt{2}\sigma$$

10.3. Đo bổ sung và đo lại

10.3.1. Bất kỳ nguyên nhân nào tạo thành một điểm không chế không thể liên kết bởi hai vector cạnh độc lập đạt yêu cầu thì tại điểm đó phải đo bổ sung hoặc đo lại ít nhất là một vector cạnh độc lập.

10.3.2. Có thể loại bỏ vector cạnh mà chênh lệch chiều dài của vector cạnh đo lại, sai số khép vòng đo đồng bộ, sai số khép vòng đo độc lập vượt quá hạn sai khi kiểm tra, nhưng phải bảo đảm vòng đo độc lập sau khi loại bỏ vector cạnh vẫn có số cạnh không vượt quá quy định tại điều 5.2.4 của mục 5.2; nếu vượt quá quy định đó thì phải đo lại vector cạnh ấy hoặc hình đồng bộ có liên quan.

10.3.3. Nếu do vị trí điểm không thỏa mãn các yêu cầu đo GPS mà tại trạm máy đo lại nhiều lần vẫn không thể bảo đảm hạn sai quy định thì có thể dựa vào yêu cầu kỹ thuật chọn thêm điểm mới để tiến hành đo lại.

10.4. Bình sai lưới GPS

10.4.1. Khi các khoản kiểm tra chất lượng đã phù hợp với yêu cầu thì lấy tất cả các vector cạnh độc lập tạo thành hình khép kín, lấy vector 3 chiều của các cạnh và ma trận phương sai - hiệp phương sai của chúng làm thông tin trị đo, lấy tọa độ 3 chiều trong hệ WGS - 84 của một điểm làm số liệu khởi tính và tiến hành bình sai lưới GPS tự do. Kết quả bình sai lưới tự do sẽ cho tọa độ các điểm trong hệ tọa độ WGS - 84, số hiệu chỉnh trị đo của 3 số gia tọa độ của vector cạnh, chiều dài cạnh và thông tin về độ chính xác vị trí điểm. Quá trình này phải tính chuyển từ tọa độ vuông góc không gian XYZ về tọa độ và độ cao trắc địa BLH sau đó chuyển về tọa độ vuông góc phẳng x,y.

- 10.4.2. Có thể sử dụng tất cả các cạnh đo kể cả các cạnh phụ thuộc để bình sai lưới nếu khẳng định tất cả các cạnh không có sai số thô, (sai số do đo độ cao ăng ten, sai số nhiễu tín hiệu hoặc đa đường dẫn).
- 10.4.3. Trên cơ sở giá trị của các đại lượng đo đã được xác định qua bình sai lưới tự do, tiến hành bình sai phụ thuộc trong không gian 3 chiều hoặc 2 chiều, trong hệ tọa độ nhà nước hoặc hệ tọa độ khu vực.
- 10.4.4. Trong bình sai phụ thuộc, trị tuyệt đối của số hiệu chỉnh ($V_{\Delta x}$; $V_{\Delta y}$; $V_{\Delta z}$) của vector cạnh phải thỏa mãn các yêu cầu sau đây:

$$\left. \begin{array}{l} V_{\Delta x} \leq 3\sigma \\ V_{\Delta y} \leq 3\sigma \\ V_{\Delta z} \leq 3\sigma \end{array} \right\} \quad (10.2)$$

Khi vượt hạn sai có thể thấy rằng vector cạnh ấy hoặc lân cận có chứa sai số thô, cần phải dùng phương pháp đã có trong phần mềm hoặc phương pháp tự đưa ra để loại trừ vector cạnh có chứa sai số thô, cho đến khi thỏa mãn yêu cầu trên.

- 10.4.5. Chênh lệch của số hiệu chỉnh ($dV_{\Delta x}$, $dV_{\Delta y}$, $dV_{\Delta z}$) của vector cạnh cùng tên trong bình sai ràng buộc và trong bình sai lưới tự do sau khi đã loại trừ sai số thô phải thỏa mãn yêu cầu sau đây:

$$\left. \begin{array}{l} dV_{\Delta x} \leq 2\sigma \\ dV_{\Delta y} \leq 2\sigma \\ dV_{\Delta z} \leq 2\sigma \end{array} \right\} \quad (10.3)$$

- 10.4.6. Bình sai lưới GPS trong hệ tọa độ vuông góc phẳng cần thỏa mãn yêu cầu đã nêu ở điều 4.1.3.
- 10.4.7. Sử dụng điểm khởi tính tọa độ phải phù hợp với hệ quy chiếu sử dụng (về hệ tọa độ và múi chiếu). Đối với lưới GPS chỉ cần sử dụng 1 điểm khởi tính là đủ. Nếu sử dụng từ 2 điểm khởi tính trở lên cần xem xét kỹ lưỡng chất lượng của các điểm khởi tính. Sai số trung phương vị trí điểm yếu nhất sau bình sai lưới không được lớn hơn $\pm 10\text{mm}$.

- 10.4.8. Khi bình sai bằng phần mềm Trimnet Plus thuộc GPSurvey 2.35 có thể bình sai lưới GPS kết hợp với các trị đo cạnh hoặc trị đo góc bằng toàn đạc điện tử nhằm nâng cao độ chính xác và độ tin cậy của mạng lưới GPS.
- 10.4.9. Để xác định độ cao cho các điểm trong lưới GPS, khi bình sai lưới có thể sử dụng mô hình Geoid EGM - 96 hoặc OSU91A hoặc mô hình Geoid có đủ độ chính xác kết hợp với các điểm khởi tính độ cao là các điểm đã biết độ cao thủy chuẩn trong hệ độ cao Nhà nước.
- 10.4.10. Trong mạng lưới phải có ít nhất 3 điểm độ cao khởi tính bố trí về các phía khác nhau của mạng lưới. Trong phạm vi kích thước lưới không quá 2 km, độ chính xác xác định độ cao cho các điểm còn lại trong lưới sẽ đạt độ chính xác tương đương thủy chuẩn hạng IV nếu các điểm khởi tính độ cao được đo nối với độ chính xác thủy chuẩn hạng III.
- 10.4.11. Đối với lưới GPS ở vùng núi, độ chính xác xác định độ cao kém hơn vùng đồng bằng. Các điểm lưới có thể đạt độ chính xác thủy chuẩn kỹ thuật nếu các điểm khởi tính được đo nối độ cao với độ chính xác thủy chuẩn hạng IV.
- 10.4.12. Trong thành quả bình sai phải đầy đủ các thông tin sau:
- Thông tin về các véc tơ cạnh (baselines) $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$;
 - Sai số khép hình và sai số phép hình yếu nhất;
 - Các phương vị cạnh, chiều dài cạnh, hiệu số độ cao và các số hiệu chỉnh tương ứng;
 - Tọa độ vuông góc không gian XYZ;
 - Tọa độ và độ cao trắc địa B,L,H;
 - Tọa độ vuông góc phẳng và độ cao thủy chuẩn sau bình sai.
 - Đánh giá sai số cạnh, sai số tương đối cạnh và sai số phương vị cạnh sau bình sai.
- 10.4.13. Trong trường hợp hệ tọa độ công trình không theo hệ tọa độ nhà nước, tọa độ sau bình sai bằng phần mềm xử lý lưới GPS cần chuyển về hệ tọa độ công trình theo phương pháp định vị tối ưu nhờ ít nhất 3 điểm song trùng (là các điểm có tọa độ trong cả hai hệ). Các điểm song trùng cần bố trí đều về các phía trên vùng biên của mạng lưới.

- Tọa độ các điểm lưới GPS sau bình sai chuyển về hệ tọa độ của công trình theo phương pháp định vị tối ưu; có thể sử dụng công thức chuyển đổi tọa độ phẳng 4 tham số có dạng:

$$\begin{aligned} X_1 &= X_0 + m.x_i \cos \varphi - m.y_i \sin \varphi \\ Y_1 &= Y_0 + m.y_i \cos \varphi + m.x_i \sin \varphi \end{aligned} \quad (10.4)$$

- Để xác định các tham số chuyển đổi X_0 , Y_0 , φ và m trong các công thức (10.4) phải sử dụng phương pháp số bình phương nhỏ nhất.
- Có thể sử dụng công thức afin bậc nhất để chuyển đổi tọa độ giữa hai hệ tọa độ vuông góc phẳng. Công thức có dạng:

$$\begin{aligned} x_2 &= a_0 + a_1 x_1 + a_2 y_1 \\ y_2 &= b_0 + b_1 x_1 + b_2 y_1 \end{aligned} \quad (10.5)$$

Các tham số a_0 , a_1 , a_2 , b_0 , b_1 , b_2 trong công thức (10.5) cần phải xác định theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất dựa vào các điểm song trùng.

11. Báo cáo kết quả đo

11.1. Sau khi đã kết thúc toàn bộ công tác đo GPS, cần viết báo cáo tổng kết kỹ thuật với nội dung bao gồm:

- Tình hình khu đo, điều kiện địa lý, tự nhiên;
- Nhiệm vụ được giao, tài liệu trắc địa đã có của khu đo, mục đích đo và yêu cầu độ chính xác;
- Đơn vị thi công đo đạc, thời gian bắt đầu đo, luận cứ kỹ thuật, tình hình đội ngũ cán bộ kỹ thuật, loại hình và số lượng máy thu, tình trạng kiểm nghiệm, phương pháp đo, tình trạng đo bổ sung, đo lại, hoàn cảnh đo, các điểm trùng, khối lượng công việc và ngày công;
- Tình trạng kiểm tra số liệu ngoại nghiệp, số liệu gốc, nội dung phương pháp và phần mềm hậu xử lý số liệu;
- Phân tích số liệu đo ngoại nghiệp và tính toán kiểm tra tại thực địa.
- Tình hình thực hiện phương án và chấp hành quy trình kỹ thuật;
- Vấn đề tồn tại trong thành quả giao nộp và vấn đề cần phải thuyết minh;
- Các phụ lục kèm theo (bảng biểu, hình vẽ).

11.2. Tài liệu cần phải giao nộp

- Bản thiết kế kỹ thuật;
- Bản dự báo vệ tinh có thể nhìn thấy và kế hoạch đo
- Ghi chép ngoại nghiệp (bao gồm đĩa mềm, CD) sổ đo và các ghi chép khác;
- Các tài liệu, bảng thành quả hình thành trong tính toán xử lý số liệu;
- Sơ đồ lưới đo GPS;
- Báo cáo tổng kết kỹ thuật và nghiệm thu thành quả;
- Tài liệu chọn điểm chôn mốc phù hợp với yêu cầu quy định tại mục 6.3.

Phụ lục A
(Tham khảo)
Ghi chú điểm GPS

Ngày, tháng

Người ghi..... Người vẽ:.....

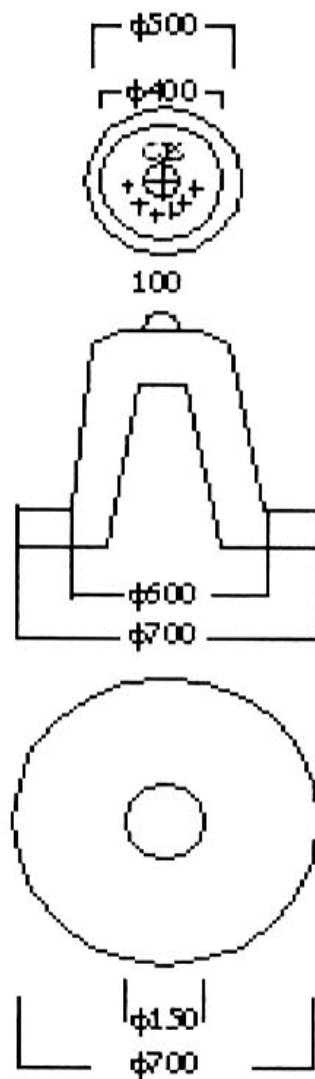
.....

Người kiểm tra:.....

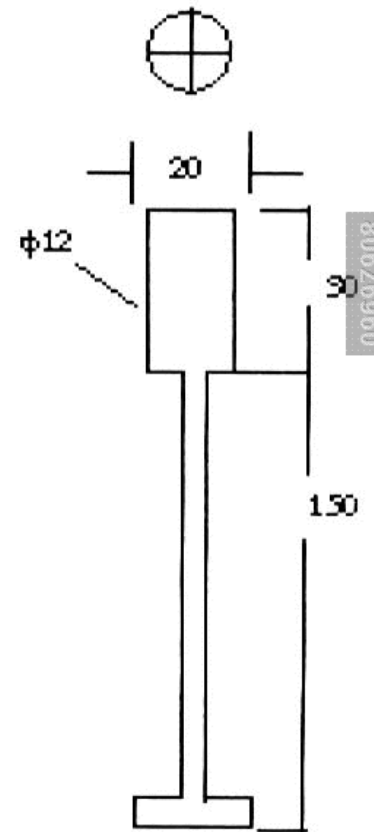
Tên điểm và cấp hạng	Điểm GPS	Tên		Chất đất	
		Số hiệu			
	Điểm lân cận (tên, số hiệu, khoảng cách, tình trạng ngầm thông)			Tình hình mốc (1 hay 2 tầng, mới chọn hay cũ)	
				Tên điểm cũ	
Tên địa phương có điểm					
Cách đi đến điểm					
Nằm trên tờ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:..... với ký hiệu mảnh				Tọa độ gần đúng	x: y:
					B: L:

09697908

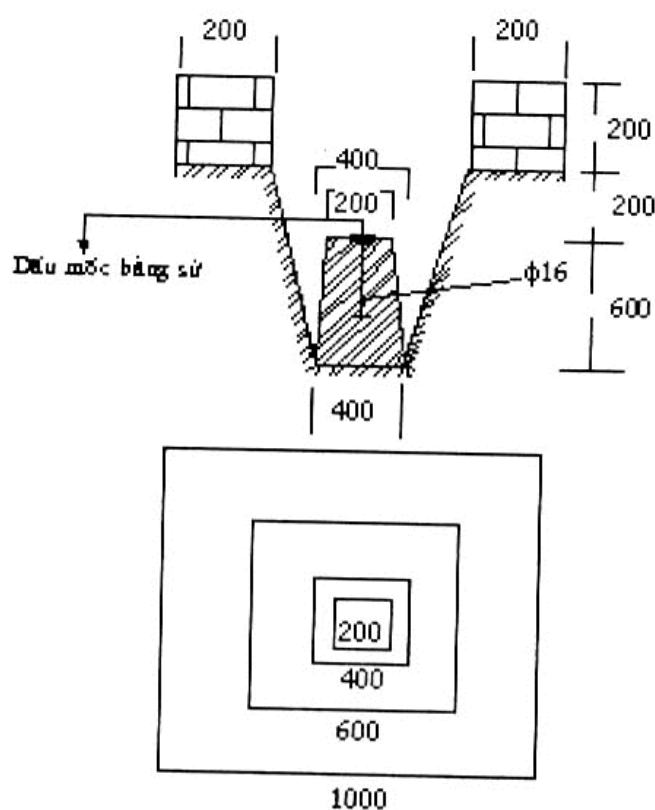
Phụ lục B
(Tham khảo)
Dấu mốc GPS các cấp và sơ đồ chôn mốc



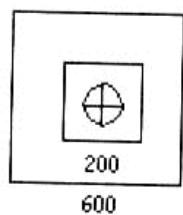
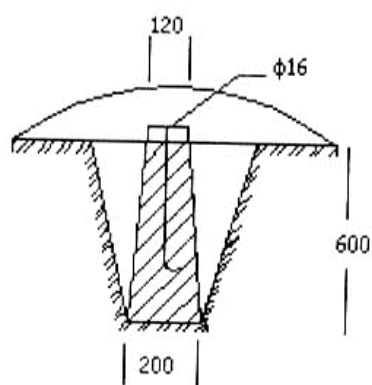
Hình B.1 - Dấu mốc GPS bằng sứ



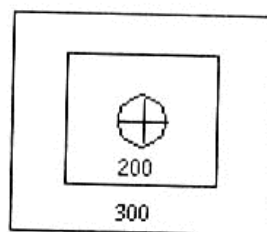
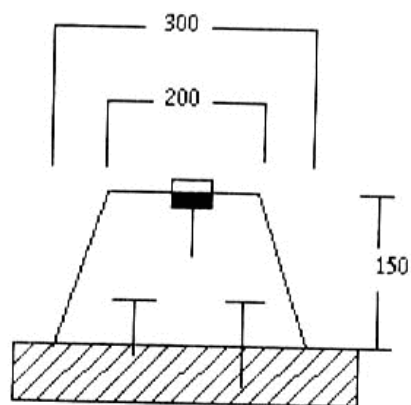
Hình B.2 - Dấu mốc bằng sắt



Hình B.3- Cấu tạo mốc GPS ở vùng trung du và vùng núi



Hình B.4 - Cấu tạo mốc GPS cấp I, cấp II



Hình B.4 - Cấu tạo mốc GPS gắn vào núi đá

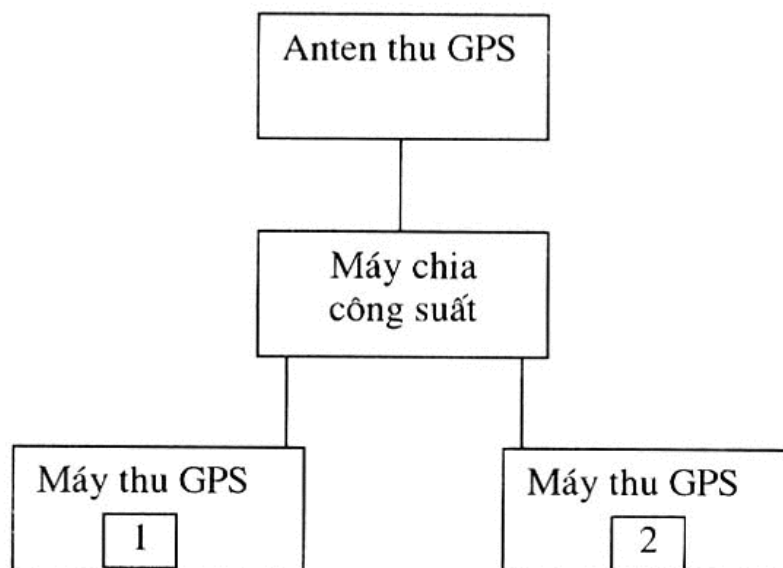
Phụ lục C

(Tham khảo)

Phương pháp kiểm định độ ổn định của máy bằng cách đo trên chiều dài chuẩn

C.1. Khi kiểm nghiệm có máy chia đều công suất (gọi tắt là máy chia công suất) để tách tín hiệu thu được của 1 ăngten thành hai hoặc nhiều đường có công suất pha như nhau sau đó dùng cách xử lý sai phân bậc hai để xử lý số liệu tính ra giá số tọa độ, tính ra chiều dài cạnh so với chiều dài chuẩn đã có để phát hiện ra sai số trong nội bộ máy thu. Với cách đo như vậy đã loại trừ sai số đồ hình vệ tinh, độ lệch của tâm ăngten, sai số trễ thời gian của tín hiệu, sai số của tín hiệu thứ phát, sai số dọi tâm máy vv... vì vậy cũng là phương pháp kiểm nghiệm sai số đồng hồ của máy thu, độ trễ thời gian của tín hiệu trong nội bộ máy và các sai số liên quan đến đường điện trong máy.

C.2. Cách bố trí đo



Hình C.2- Sơ đồ chia công suất

C.2.1 Chọn nơi có góc cao của vệ tinh lớn hơn 15^0 , không có vật che khuất để đặt ăngten. Nối giữa ăngten và máy chia công suất như hình C.2

- C.2.2. Nối điện hai máy thu ở hai đầu chiều dài chuẩn, cùng thu tín hiệu của bốn vệ tinh trở lên trong vòng 1^h đến 1,5^h.
- C.2.3. Đổi vị trí, nối điện từ máy chia công suất đến máy thu, đo một lần nữa.
- C.2.4. Dùng phần mềm chuyên dùng tính ra tọa độ, chiều dài của cạnh chuẩn, số chênh phải nhỏ hơn 1mm nếu lớn hơn đưa về xưởng sửa chữa hoặc hạ cấp dùng.

Phụ lục D
(Tham khảo)
Kiểm định độ ổn định của tâm pha ăngten

- D.1. Nội dung này thực hiện trên bãi có chiều dài chuẩn
- D.2. Khi kiểm định dùng hai máy và ăngten đặt ở hai đầu cạnh chuẩn. Dọi tâm chính xác, vạch mốc của ăngten hướng về phía Bắc. Đo một đoạn thời gian sau đó đổi máy và ăngten đo 1 lần nữa. Nếu bãi chuẩn có chiều dài vuông góc với chiều dài đã đo, đo 1 lần nữa như trên. Nếu không có chiều dài thứ 2 như trên thì 1 ăngten cố định chỉ hướng bắc, ăngten thứ 2 lần lượt thuận chiều kim đồng hồ quay 90^0 , 180^0 , 270^0 đo như trên.
- D.3. Dùng phần mềm chuyên dùng tính ra các thành phần tọa độ 3 chiều, gia số tọa độ và chiều dài cạnh, số chênh không được vượt quá 2 lần sai số tiêu chuẩn của máy. Nếu vượt quy định đưa về xưởng sửa chữa hoặc hạ cấp sử dụng.

Phụ lục E
(Tham khảo)
Kiểm nghiệm và hiệu chỉnh dọi tâm quang học

E.1. Phương pháp kiểm nghiệm

Đem đế máy đặt lên đế 3 chân, cân bằng. Dùng bút chì vẽ đường viền của máy lên trên mặt giá 3 chân. Trên nền đất để 1 tờ giấy kẻ li, đọc ra vị trí của trục quang học máy dọi điểm. Nới ốc hãm chuyển đế máy xuống vị trí khác sao cho đường viền trên giá 3 chân vẫn bao đế máy, cân lại máy, đọc ra vị trí trục quang học, chuyển đế máy đến vị trí thứ 3 làm như trên. Nếu 3 vị trí trục quang học trùng nhau là được, nếu có tam giác sai số phải hiệu chỉnh.

E.2. Phương pháp hiệu chỉnh

Xác định tâm của tam giác sai số, vặn 2 ốc giữa chữ thập của bộ phận dọi tâm, xê dịch nhẹ cho tâm chữ thập trùng với tâm tam giác sai số, làm đi làm lại cho tới khi chuẩn xác.

Phụ lục F
(Tham khảo)
Bảng điều độ đo GPS

Lần đo	Thời điểm đo từ..... đến...	Tên và số hiệu điểm đo	Tên và số hiệu điểm đo	Tên và số hiệu điểm đo	Tên và số hiệu điểm đo	Tên và số hiệu điểm đo	Tên và số hiệu điểm đo
		Số máy	Số máy	Số máy	Số máy	Số máy	Số máy
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

09697108

Phụ lục G

(Tham khảo)

Yêu cầu và phương pháp đo độ cao ăng ten

- G.1. Khi đặt ăng ten lên bộ máy dùng thước thép đã kiểm định đo 2 lần khoảng cách từ tâm móc đến mặt của bộ máy, 2 lần đo chênh nhau 2mm thì lấy trung bình được h_1 , đo độ dày của ăng ten h_2 , và đo từ cạnh phía trên ăng ten đến đỉnh cao nhất của ăng ten h_3 , độ cao ăng ten là

$$h = h_1 + h_2 + h_3 \quad (G.1)$$

- G.2. Khi lắp ăng ten lên giá 3 chân đo bằng que đo.

- G.2.1. Khi có que đo chuyên dùng trực tiếp đo chiều cao ăng ten từ tâm móc đến vạch chỉ định trên ăng ten.

- G.2.2. Có thể dùng que đo, đo 3 vị trí cách nhau 120^0 khoảng cách từ tâm móc đến vạch chỉ định trên ăng ten, 3 lần đo chênh nhau $< 2\text{mm}$ lấy trung bình được L , biết bán kính của ăng ten là R , độ cao ăng ten là:

$$h = \sqrt{L^2 - R^2} \quad (G.2)$$

- G.2.3. Khi không có thước chuyên dùng dùng thước thép nhỏ đo khoảng cách từ tâm móc đến 3 vị trí thành 120^0 trên giá 3 chân chênh nhau $< 2\text{mm}$ lấy trung bình được L , đo độ cao từ đáy ăng ten đến đỉnh ăng ten là h_3 biết bán kính ăng ten R thì độ cao ăng ten là

$$h = \sqrt{L^2 - R^2} + h_3 \quad (G.3)$$

- G.3. Khi đặt ăng ten trên bộ đo, dùng thước thép nhỏ đo khoảng cách từ tâm móc đến phía dưới ăng ten là h' , sau đó cộng thêm độ dày của ăng ten là h'' và có:

$$h = h' + h'' \quad (G.4)$$

Phụ lục H

(Tham khảo)

Ghi sổ ngoại nghiệp khi đo GPS**Ghi sổ ngoại nghiệp khi đo GPS của công trình**

Tên người đo..... Ngày đo:..... (session).....

Tên điểm đo..... Số hiệu điểm đo..... Số thứ tự lần đo.....

Điều kiện thời tiết ...

Tọa độ gần đúng của điểm

Thuyết minh điểm

Độ kinh E

Điểm mới

Độ vĩ N

Điểm không chế nhà nước
cấp:.....

Độ cao (m)

Điểm thủy chuẩn cấp:.....

Thời gian đo

Bắt đầu

Kết thúc

Máy đo số.....

ăngten số.....

Độ cao ăngten (m)

Số kiểm tra sau khi đo xong.....

1..... 2..... 3.....

Trung bình.....

Sơ đồ đo độ cao ăng ten

Lược đồ điểm đo và tình hình che khuất

Ghi chú về tình hình đo

1- Điện áp của pin

2- Thu tín hiệu của vệ tinh

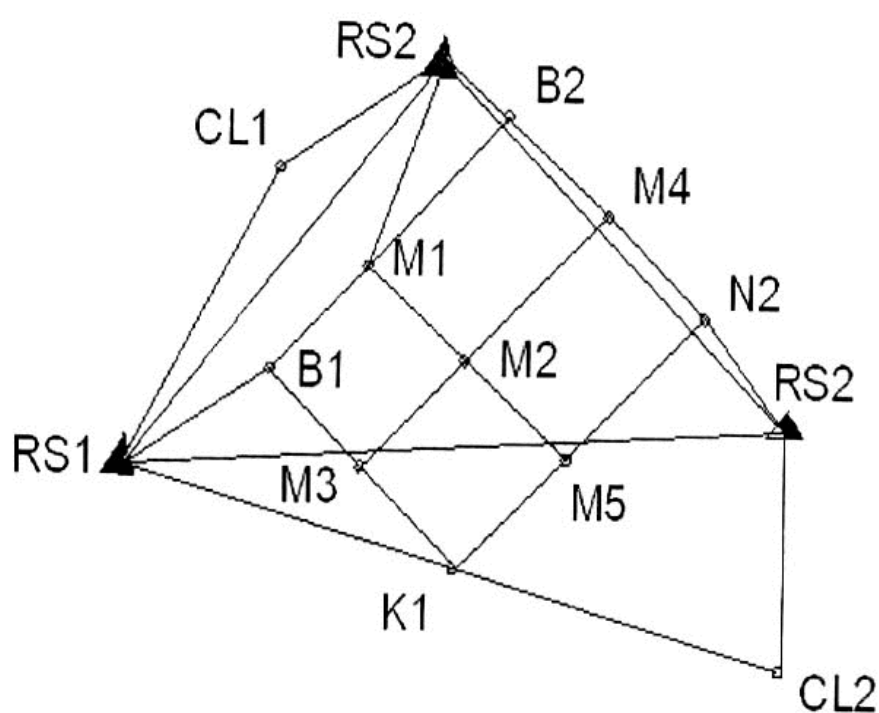
3- Tỷ số độ nhiễu tín hiệu SNR

4- Các sự cố

5- Ghi chú khác

Phụ lục I

(Tham khảo)

Ví dụ: Đo và xử lý số liệu GPS trong Trắc địa công trình**I. Sơ đồ mạng lưới đo GPS (đường chuyền hạng 4)**

II. Công tác đo đạc thực địa

Mạng lưới cơ sở RS1, RS2, RS3 được phát triển dựa vào 2 điểm địa chính cơ sở có số kiểu là 116444 và GPS-01, tọa độ của chúng được cho trong hệ tọa độ HN - 72, phép chiếu Gauss - Kruger, kinh tuyến trung ương $105^{\circ}45'$. Tọa độ của các điểm gốc và các điểm RS1, RS2, RS3, sau khi đo đạc tính toán được lập trong bảng sau:

TT	Tên điểm	Tọa độ		M _p (m)	H(m)
		X(m)	Y(m)		
1	116444	2319654.405	507188.070	0.0000	5.356
2	GPS-01	2326761.489	503083.271	0.0000	6.756
3	RS1	2323786.779	503559.500	0.0041	5.840
4	RS2	2324072.255	503787.489	0.0041	6.638
5	RS3	2323781.290	504010.160	0.0039	7.050

II.1. Lập lịch đo

Trước khi đo cần phải lập lịch đo theo điều kiện lựa chọn như sau

Khu đo	Hà Nội
Độ vĩ φ	$21^{\circ}10'00$
Độ kinh λ	$105^{\circ}45'00$
Độ cao H	10m
Số vệ tinh	> 6
PDOP	< 5
Thời gian thu tín hiệu	45 - 60 phút

II.2 Công tác đo đạc ngoài thực địa

Việc đo các điểm đường chuyền hạng 4 được thực hiện vào ngày 23 tháng 3 năm 2005 bằng 4 máy thu loại một tần số TRIMBLE 4600LS có số hiệu 0220105177, 0220105186, 0220292157 và 0220313121. Trước khi quan trắc vệ tinh đã tiến hành dẫn độ cao thủy chuẩn hình học hạng III cho tất cả các điểm của lưới đường chuyền và sử dụng các độ cao này như các điểm gốc để bình sai lưới GPS. Việc quan trắc các vệ tinh được thực hiện trong điều kiện thời tiết tốt, tất cả các cạnh được đo trong 07 ca đo (session). Theo sơ đồ mạng lưới đã nêu ở trang 29.

III. Kết quả tính toán và bình sai lưới

III.1. Tính cạnh

Các cạnh đo được xử lý bằng modul WAVE trong GPSurvey 2.35. Trước hết sử dụng chế độ xử lý mặc định “Default”, đối với những cạnh không đạt mới thực hiện tính toán can thiệp nâng cao “Advance Controls”.

Sau khi tính cạnh nhận được 43 cạnh, tất cả đều cho lời giải FIXED.

Tỷ số phương sai RATIO nhỏ nhất là 3.4. Phương sai lớn nhất là 14.89

III.2. Tính kiểm tra

Việc kiểm tra kết quả đo được thực hiện qua việc tính sai số khép của các hình khép kín. Kết quả tính sai số khép tọa độ f_x , f_y , f_z cho các hình tam giác được trình bày trong bảng 2. Sai số khép hình tương đối lớn nhất không vượt quá 1: 37223, như vậy tất cả các trị đo cạnh có chất lượng rất tốt, được chấp nhận để bình sai lưới.

Ngoài các trị đo GPS trong các ca đo, đối với các cạnh thông hướng còn được đo khoảng cách bằng máy TCR - 303, với mục đích kiểm tra kết quả đo GPS và trong trường hợp có sự phù hợp tốt, các chiều dài đo sẽ được tham gia bình sai lưới.

III.3. Bình sai lưới

Sau khi kiểm tra kết quả đo, công tác bình sai lưới được thực hiện bằng modul TRIMNET Plus thuộc GPSurvey 2.35. Lưới được bình sai trong hệ tọa độ HN-72 với phép chiếu Gauss- Kruger ($m_0 = 1$), trên Ellipsoid Krasovskiy, kinh tuyến trung ương là $105^{\circ}45'$. Độ cao xác định bằng thủy chuẩn hình học của tất cả các điểm trong lưới được coi là số liệu gốc, không thay đổi (FIX). Mạng lưới GPS được bình sai kết hợp với 25 trị đo cạnh bằng máy toàn đạc điện tử TCR - 303. Sai số trung phương đo cạnh là $2\text{mm} + 2\text{ppmD}$. Khi nhập số liệu, các cạnh đo được coi là Grid Distances.

Trọng số được tính đối với tất cả các trị đo GPS (All GPS Solution) theo phương pháp lựa chọn (alternative). Trọng số của các chiều dài cạnh đo bằng toàn đạc điện tử được tính dựa vào sai số trung phương đo cạnh của máy. Sau khi tính nhận được sai số trung phương đơn vị trọng số (Network Reference Factor) là 1.0 và kết quả thử χ^2 - bình phương (Chi - Square) với $\alpha = 95\%$ là PASS.

Tọa độ sau bình sai được trình bày ở Bảng 4. Tọa độ trắc địa được trình bày ở Bảng 5.

Bảng thành quả tọa độ phẳng và độ cao sau bình sai được nêu ở Bảng 6.

Quá trình xử lý số liệu GPS tham khảo các bảng: Từ Bảng 1 đến Bảng 7.

Các kết quả tính toán (từ trang 32 đến trang 42) được xử lý theo các phần mềm chuyên dụng.

BẢNG 1. BẢNG TRI ĐO GIA SỐ TOA ĐỘ VÀ CÁC CHỈ TIÊU SAI SỐ
HE TOA ĐỘ VUÔNG GÓC KHÔNG GIẢN ELIPSOID QUY CHIEU: WGS-84

SES.	D.DAU	D.CUOI	DX(m)	DY(m)	DZ(m)	RATIO	RE.VAR	RMS
0826	B1	H2	-237.031	-92.874	63.481	9.7	7.612	.012
0821	B1	M2	-151.821	-41.180	-2.503	12.6	2.746	.007
0821	B1	M3	-64.439	11.199	-72.298	12.2	3.085	.007
0826	B1	M4	-236.111	-92.943	64.660	5.2	14.891	.013
0826	B1	RS1	84.748	47.546	-63.210	10.6	6.969	.011
0822	B2	RS2	64.738	-8.536	66.424	17.2	2.184	.005
0820	CL1	M1	-52.739	9.530	-61.530	19.6	1.253	.004
0820	CL1	RS1	107.341	111.617	-207.990	3.9	4.337	.007
0826	K1	CL2	-240.146	-28.405	-100.931	23.2	3.129	.006
0826	K1	M3	66.111	-10.292	75.048	18.1	3.996	.006
0821	M1	B1	75.328	54.534	-83.240	17.6	2.378	.006
0821	M1	M2	-76.494	13.354	-85.743	18.1	1.771	.005
0821	M1	M3	10.889	65.733	-155.537	15.9	2.192	.005
0820	M1	RS1	160.079	102.086	-146.461	3.4	6.052	.008
0822	M2	B2	-19.981	-62.523	139.587	15.6	2.756	.006
0823	M2	H2	-85.218	-51.683	65.983	13.8	4.561	.007
0822	M2	M4	-84.294	-51.762	67.141	8.7	4.767	.008
0823	M2	N2	-150.549	-40.812	-7.588	19.9	3.219	.006
0822	M2	RS2	44.757	-71.059	206.011	12.4	3.262	.006
0825	M3	CL2	-306.257	-18.112	-175.978	29.3	2.496	.005
0821	M3	M2	-87.383	-52.378	69.795	20.4	1.666	.005
0822	M4	B2	64.313	-10.759	72.446	8.4	4.843	.008
0826	M4	H2	-.932	.090	-1.152	33.7	5.171	.009
0827	M4	H2	-.924	.074	-1.171	11.4	6.697	.008
0822	M4	RS2	129.051	-19.297	138.870	8.0	5.604	.009
0824	M5	CL2	-152.732	23.830	-170.806	15.8	3.028	.006
0825	M5	CL2	-152.734	23.831	-170.806	20.8	2.822	.005
0823	M5	H2	-19.076	-62.127	140.946	18.6	4.252	.007
0825	M5	K1	87.411	52.236	-69.875	18.4	3.494	.006
0823	M5	M2	66.142	-10.443	74.964	26.3	2.616	.005
0825	M5	M3	153.522	41.944	5.173	16.1	4.189	.007
0823	M5	N2	-84.407	-51.256	67.376	25.5	2.841	.006
0824	M5	N2	-84.408	-51.258	67.378	20.5	2.816	.006
0824	M5	RS3	-131.782	-41.321	9.439	20.5	2.199	.005
0824	N2	CL2	-68.325	75.090	-238.183	26.0	2.040	.005
0823	N2	H2	65.331	-10.872	73.570	18.2	3.804	.007
0824	N2	RS3	-47.377	9.934	-57.941	29.7	1.326	.004
0826	RS1	H2	-321.780	-140.419	126.693	17.2	4.094	.007
0826	RS1	M4	-320.857	-140.491	127.866	10.4	5.715	.008
0820	RS2	CL1	84.461	48.185	-58.738	29.2	.754	.003
0820	RS2	M1	31.722	57.716	-120.268	16.3	1.461	.005
0820	RS2	RS1	191.801	159.804	-266.727	4.4	4.580	.007
0825	RS3	CL2	-20.949	65.152	-180.244	24.9	1.638	.004

- RATIO lon nhất: (M4 -H2) RATIO= 33.700
 - RATIO nho nhất: (M1 -RS1) RATIO= 3.400
 - R.VARIANCE lon nhất: (B1 -M4) R.VA = 14.891
 - R.VARIANCE nho nhất: (RS2 -CL1) R.VA = .754
 - RMS lon nhất: (B1 -M4) RMS = .013
 - RMS nho nhất: (RS2 -CL1) RMS = .003

BANG 2. SAI SO KHEP HINH

TT	VONG KHEP			fx	fy	fz	fXYZ	[D] (m)	fXYZ: [D]
1	RS1	CL1	RS2	-.001	.002	.001	.002	738.243	1: 301386
2	RS1	RS2	M1	.000	-.002	-.002	.003	742.239	1: 262421
3	CL1	RS2	M1	.000	.001	.000	.001	332.320	1: 332320
4	RS1	M1	B1	-.003	-.006	.011	.013	480.519	1: 37295
5	B1	M1	M2	-.001	.000	.000	.001	397.814	1: 397813
6	B1	M2	M3	.001	-.001	.000	.001	378.312	1: 267507
7	M1	M2	M3	.000	-.001	-.001	.001	408.379	1: 288767
8	M2	M5	M3	-.003	.009	.004	.010	383.242	1: 37223
9	M2	RS2	B2	.000	.000	.000	.001	469.865	1: 469865
10	B2	M4	M2	.000	-.002	.000	.002	371.271	1: 185635
11	M2	H2	M5	.000	.001	.001	.001	375.252	1: 265343
12	H2	N2	M5	.000	.001	.000	.001	373.743	1: 373743
13	N2	RS3	M5	-.002	-.001	-.004	.005	333.478	1: 72770
14	M5	RS3	CL2	.001	.001	.001	.002	561.598	1: 324238
15	N2	RS3	CL2	-.001	-.004	-.002	.005	527.217	1: 115048
16	M5	CL2	K1	.003	-.001	.000	.003	615.905	1: 194766
17	M3	M5	CL2	.003	-.002	-.001	.004	743.281	1: 198650
18	M3	CL2	K1	.000	.001	.001	.001	716.261	1: 506472

- VONG KHEP TOT NHAT :M3 CL2 K1 DAT 1: 506472
 - VONG KHEP KEM NHAT :M2 M5 M3 DAT 1: 37223

BẢNG 3.1. BẢNG TRI ĐO, SỐ HIỆU CHÍNH VÀ TRI BÌNH SAI GÓC PHƯƠNG VI

HE TOA ĐỘ TRẠC ĐỊA				ELLIPSOID KRASOVSKI			
TT	Dau	Cuoi	PVdo	Ma	SHC	PVbs	
1	RS2	CL1	236010'21.440	3.482	5.867	236010'27.308	
2	RS2	M1	199041'21.882	3.493	9.328	199041'31.211	
3	CL1	RS1	211000'53.165	3.460	3.468	211000'56.633	
4	CL1	M1	143049'03.286	4.505	1.934	143049'05.221	
5	M1	RS1	229017'49.157	4.836	.821	229017'49.979	
6	M1	M2	142045'49.169	2.863	1.614	142045'50.784	
7	M1	M3	189038'09.672	3.048	4.911	189038'14.583	
8	M1	B1	224023'10.504	4.879	3.931	224023'14.436	
9	B1	M2	91003'25.448	3.696	-2.649	91003'22.798	
10	B1	M3	142046'23.442	4.452	-.649	142046'22.792	
11	M3	M2	52045'52.601	4.274	.556	52045'53.157	
12	M2	B2	13034'27.631	2.502	-2.009	13034'25.621	
13	M2	RS2	353051'42.824	1.831	-2.224	353051'40.600	
14	M2	M4	52045'56.765	4.235	-4.993	52045'51.772	
15	M4	B2	322045'53.582	4.978	1.605	322045'55.188	
16	M4	RS2	321022'03.797	2.723	-.010	321022'03.787	
17	B2	RS2	319054'20.251	3.483	-1.397	319054'18.854	
18	M5	M2	322045'41.677	3.518	-3.436	322045'38.240	
19	M5	H2	13007'02.840	2.924	-.422	13007'02.417	
20	M5	N2	52044'39.879	3.360	-1.833	52044'38.045	
21	M2	H2	53028'29.749	4.375	-.480	53028'29.269	
22	M2	N2	92048'30.799	2.758	-4.372	92048'26.426	
23	N2	H2	322044'35.254	4.222	-4.736	322044'30.518	
24	M5	RS3	85045'20.979	3.273	-3.458	85045'17.520	
25	M5	CL2	142024'30.900	1.894	-1.208	142024'29.691	
26	M5	N2	52044'38.948	4.020	-.902	52044'38.045	
27	N2	RS3	145022'23.927	4.586	-5.930	145022'17.997	
28	N2	CL2	169054'22.505	1.500	-1.718	169054'20.786	
29	RS3	CL2	179015'49.585	2.064	-.827	179015'48.757	
30	M5	CL2	142024'29.457	2.040	.233	142024'29.691	
31	M5	K1	232045'10.985	3.965	.491	232045'11.477	
32	M5	M3	271054'22.392	3.811	-1.838	271054'20.554	
33	K1	CL2	114017'24.350	2.055	-.180	114017'24.169	
34	K1	M3	322045'51.033	5.525	-1.889	322045'49.143	
35	M3	CL2	122004'45.036	1.328	-.746	122004'44.290	
36	M4	H2	143055'41.185	326.613	149.883	143058'11.068	
37	B1	RS1	234035'17.599	12.248	-14.530	234035'03.069	
38	B1	H2	74055'28.284	6.705	3.523	74055'31.807	
39	B1	M4	74037'07.595	9.432	13.813	74037'21.409	
40	RS1	H2	68043'42.329	3.381	-3.346	68043'38.982	
41	RS1	M4	68030'24.276	4.119	1.814	68030'26.091	
42	M4	H2	144016'06.181	971.838	75.112	143058'11.068	
43	RS2	RS1	218036'39.027	2.623	4.220	218036'43.248	

Sai số phương vị lớn nhất : M4 - H2 ma(max)=971.838
 Sai số phương vị nhỏ nhất : M3 - CL2 ma(min)= 1.328
 Số hiệu chỉnh phương vị lớn nhất : M4 - H2 Va(max)=149.883
 Số hiệu chỉnh phương vị nhỏ nhất : M4 - RS2 Va(min)= .010

BANG 3.2. BANG TRI DO, SO HIEU CHINH VA TRI BINH SAI CANH

HE TOA DO TRAC DIA				ELLIPSOID KRASOVSKI		
TT	Dau	Cuoi	Đdo	MD	SHC	Dbs
1	RS2	CL1	113.6004	.0014	.0014	113.6018
2	RS2	M1	137.1184	.0024	-.0017	137.1166
3	CL1	RS1	259.3035	.0046	.0039	259.3075
4	CL1	M1	81.5976	.0025	-.0027	81.5949
5	M1	RS1	239.7830	.0046	.0049	239.7879
6	M1	M2	115.6767	.0027	-.0046	115.6721
7	M1	M3	169.2075	.0024	-.0028	169.2046
8	M1	B1	124.8087	.0018	.0005	124.8093
9	B1	M2	157.3262	.0026	-.0017	157.3245
10	B1	M3	97.4911	.0035	-.0028	97.4882
11	M3	M2	123.4932	.0015	-.0003	123.4929
12	M2	B2	154.2459	.0017	-.0015	154.2444
13	M2	RS2	222.4672	.0019	-.0014	222.4658
14	M2	M4	119.5481	.0023	-.0028	119.5452
15	M4	B2	97.4696	.0026	-.0022	97.4673
16	M4	RS2	190.5559	.0027	-.0029	190.5530
17	B2	RS2	93.1452	.0017	-.0002	93.1450
18	M5	M2	100.5139	.0019	-.0013	100.5125
19	M5	H2	155.2079	.0022	-.0013	155.2065
20	M5	N2	119.5452	.0018	.0011	119.5464
21	M2	H2	119.5229	.0023	.0003	119.5232
22	M2	N2	156.1634	.0020	.0002	156.1637
23	N2	H2	98.9897	.0023	-.0019	98.9878
24	M5	RS3	138.4311	.0022	.0016	138.4328
25	M5	CL2	230.3669	.0024	.0002	230.3671
26	M5	N2	119.5478	.0020	-.0013	119.5464
27	N2	RS3	75.5008	.0020	-.0033	75.4975
28	N2	CL2	258.9168	.0019	-.0004	258.9164
29	RS3	CL2	192.7984	.0019	.0026	192.8010
30	M5	CL2	230.3685	.0021	-.0013	230.3671
31	M5	K1	123.4980	.0025	.0001	123.4982
32	M5	M3	159.2325	.0023	.0001	159.2327
33	K1	CL2	262.0378	.0020	-.0008	262.0370
34	K1	M3	100.5390	.0026	-.0015	100.5374
35	M3	CL2	353.6781	.0018	-.0019	353.6761
36	M4	H2	1.4855	.0023	-.0031	1.4823
37	B1	RS1	115.9148	.0066	.0149	115.9298
38	B1	H2	262.3727	.0050	.0019	262.3747
39	B1	M4	261.8548	.0072	-.0065	261.8482
40	RS1	H2	373.2436	.0042	.0131	373.2567
41	RS1	M4	372.8759	.0053	.0060	372.8819
42	M4	H2	1.4959	.0068	-.0136	1.4823
43	RS2	RS1	365.3330	.0044	.0056	365.3386

Sai so chieu dai lon nhat : B1 - M4 md(max)= .0072
 Sai so chieu dai nho nhat : RS2 - CL1 md(min)= .0014
 So hieu chinh chieu dai lon nhat : B1 - RS1 Vd(max)= .0149
 So hieu chinh chieu dai nho nhat : M5 - K1 Vd(min)= .0001

BANG 3.3. BANG TRI DO, SO HIEU CHINH VA TRI BINH SAI CHENH CAO

HE TOA DO TRAC DIA

ELLIPSOID KRASOVSKI

TT	Dau	Cuoi	dHdo	Mh	SHC	dHbs
1	RS2	CL1	.7774	.0037	-.0035	.7739
2	RS2	M1	.6753	.0051	-.0059	.6694
3	CL1	RS1	-1.5501	.0095	-.0094	-1.5595
4	CL1	M1	-.1028	.0047	-.0019	-.1047
5	M1	RS1	-1.4484	.0111	-.0067	-1.4551
6	M1	M2	.6868	.0049	-.0016	.6851
7	M1	M3	.5281	.0054	-.0001	.5279
8	M1	B1	.0196	.0053	.0040	.0236
9	B1	M2	.6669	.0062	-.0057	.6612
10	B1	M3	.5090	.0065	-.0049	.5041
11	M3	M2	.1590	.0048	-.0020	.1569
12	M2	B2	-1.0511	.0057	-.0043	-1.0554
13	M2	RS2	-1.3486	.0061	-.0065	-1.3552
14	M2	M4	-1.0209	.0075	-.0085	-1.0294
15	M4	B2	-.0291	.0078	.0028	-.0263
16	M4	RS2	-.3276	.0083	.0015	-.3260
17	B2	RS2	-.2970	.0051	-.0030	-.3000
18	M5	M2	.6921	.0051	.0036	.6958
19	M5	H2	-.4401	.0063	-.0012	-.4413
20	M5	N2	-.4528	.0053	.0013	-.4515
21	M2	H2	-1.1308	.0069	-.0066	-1.1374
22	M2	N2	-1.1444	.0059	-.0031	-1.1475
23	N2	H2	.0125	.0062	-.0026	.0099
24	M5	RS3	-.2629	.0062	.0038	-.2591
25	M5	CL2	-1.0239	.0062	.0003	-1.0235
26	M5	N2	-.4547	.0060	.0031	-.4515
27	N2	RS3	.1884	.0053	.0037	.1921
28	N2	CL2	-.5672	.0052	-.0050	-.5722
29	RS3	CL2	-.7595	.0054	-.0050	-.7646
30	M5	CL2	-1.0220	.0043	-.0014	-1.0235
31	M5	K1	-.3231	.0048	-.0016	-.3248
32	M5	M3	.5422	.0052	-.0035	.5386
33	K1	CL2	-.6989	.0045	.0000	-.6989
34	K1	M3	.8648	.0051	-.0016	.8632
35	M3	CL2	-1.5636	.0040	.0012	-1.5623
36	M4	H2	-.0954	.0079	-.0128	-.1082
37	B1	RS1	-1.4687	.0122	-.0102	-1.4789
38	B1	H2	-.4748	.0127	-.0011	-.4759
39	B1	M4	-.3478	.0181	-.0201	-.3680
40	RS1	H2	.9957	.0095	.0070	1.0028
41	RS1	M4	1.1170	.0119	-.0062	1.1107
42	M4	H2	-.1182	.0129	.0100	-.1082
43	RS2	RS1	-.7707	.0097	-.0147	-.7854

Sai so chenh cao lon nhat : B1 - M4 mH(max)= .0181

Sai so chenh cao nho nhat : RS2 - CL1 mH(min)= .0037

So hieu chinh chenh cao lon nhat : B1 - M4 VH(max)= .0201

So hieu chinh chenh cao nho nhat : K1 - CL2 VH(min)= .0000

BANG 3.4 DO CAO GEOID VA KET QUA BINH SAI DO CAO GEOID

HE TOA DO TRAC DIA				ELLIPSOID KRASOVSKI		
TT	Diem	Zdo	Mz	SHC	Zbs	MZbs
1	B1	-28.1117	.0046	-.0007	-28.1124	.0043
2	B2	-28.1114	.0046	.0008	-28.1106	.0043
3	CL1	-28.1150	.0046	.0004	-28.1145	.0044
4	CL2	-28.0966	.0046	.0004	-28.0961	.0045
5	H2	-28.1079	.0046	.0008	-28.1071	.0041
6	K1	-28.1048	.0046	.0002	-28.1046	.0041
7	M1	-28.1122	.0046	.0003	-28.1118	.0042
8	M2	-28.1081	.0046	-.0006	-28.1088	.0039
9	M3	-28.1083	.0046	.0006	-28.1077	.0041
10	M4	-28.1080	.0046	.0008	-28.1071	.0041
11	M5	-28.1046	.0046	-.0006	-28.1053	.0039
12	N2	-28.1045	.0046	-.0022	-28.1067	.0041
13	RS1	-28.1120	.0046	-.0009	-28.1129	.0045
14	RS2	-28.1146	.0046	.0009	-28.1137	.0045
15	RS3	-28.1018	.0046	-.0023	-28.1042	.0042

BANG 3.5.BANG TRI DO, SO HIEU CHINH VA TRI BINH SAI CANH DIEN QUANG

HE TOA DO TRAC DIA

ELIPSOID KRASOVSKI

TT	Dau	Cuoi	Do	MD	SHC	Dbs
1	B2	M2	154.2410	.0048	.0052	154.2462
2	B2	M4	97.4700	.0047	-.0014	97.4685
3	B2	RS2	93.1480	.0047	-.0019	93.1461
4	CL1	M1	81.5990	.0047	-.0031	81.5959
5	CL2	K1	262.0420	.0049	-.0018	262.0401
6	CL2	M5	230.3680	.0048	.0019	230.3699
7	H2	M2	119.5220	.0047	.0026	119.5246
8	H2	M4	1.4800	.0047	.0022	1.4823
9	K1	M5	123.4960	.0047	.0036	123.4997
10	M2	M4	119.5440	.0047	.0026	119.5466
11	M2	M5	100.5150	.0047	-.0013	100.5137
12	M2	N2	156.1610	.0048	.0045	156.1655
13	M5	N2	119.5480	.0047	-.0001	119.5479
14	M5	RS3	138.4340	.0047	.0004	138.4345
15	N2	RS3	75.5030	.0047	-.0045	75.4984
16	H2	CL2	349.9170	.0050	.0039	349.9210
17	M4	CL2	351.3190	.0050	.0078	351.3268
18	B2	CL2	444.3280	.0051	.0047	444.3328
19	H2	CL1	231.1390	.0048	-.0021	231.1369
20	M4	CL1	229.8840	.0048	-.0041	229.8799
21	CL1	M3	233.5240	.0048	-.0009	233.5231
22	CL1	B1	159.9140	.0048	.0017	159.9158
23	B2	M1	120.9250	.0047	.0019	120.9270
24	B2	CL1	154.5730	.0048	.0001	154.5731
25	H2	B2	98.9530	.0047	-.0025	98.9505

Sai so chieu dai lon nhat : B2 - CL2 md(max)= .0051

Sai so chieu dai nho nhat : B2 - M4 md(min)= .0047

So hieu chinh chieu dai lon nhat : M4 - CL2 Vd(max)= .0078

So hieu chinh chieu dai nho nhat : M5 - N2 Vd(min)= .0001

BANG 4. BANG TOA DO VUONG GOC KHONG GIAN SAU BINH SAI

HE TOA DO VUONG GOC KHONG GIAN		ELIPSOID QUY CHIEU : KRASOVSKI		
STT	KY HIEU	X(m)	Y(m)	Z(m)
1	B1	-1620455.4110	5732240.0874	2272114.4911
2	B2	-1620627.2084	5732136.3748	2272251.5733
3	CL1	-1620478.0028	5732176.0169	2272259.2578
4	CL2	-1620826.1101	5732233.1772	2271866.2193
5	H2	-1620692.4484	5732147.2130	2272177.9704
6	K1	-1620585.9611	5732261.5775	2271967.1487
7	M1	-1620530.7405	5732185.5472	2272197.7295
8	M2	-1620607.2317	5732198.9025	2272111.9882
9	M3	-1620519.8482	5732251.2827	2272042.1940
10	M4	-1620691.5201	5732147.1335	2272179.1286
11	M5	-1620673.3734	5732209.3436	2272037.0245
12	N2	-1620757.7820	5732158.0877	2272104.4036
13	RS1	-1620370.6536	5732287.6312	2272051.2622
14	RS2	-1620562.4686	5732127.8346	2272317.9966
15	RS3	-1620805.1604	5732168.0260	2272046.4684

BANG 5. BANG TOA DO TRAC DIA SAU BINH SAI

HE TOA DO TRAC DIA				ELLIPXOID QUY CHIEU: KRASOVXKI					
STT	KY HIEU	B		L			H (m)	h (m)	
1	B1	21	0	23.90677	105	47	6.52339	-20.780	7.332
2	B2	21	0	28.68625	105	47	13.22473	-21.175	6.936
3	CL1	21	0	28.94800	105	47	7.87968	-20.702	7.413
4	CL2	21	0	15.27276	105	47	18.94016	-21.832	6.264
5	H2	21	0	26.12367	105	47	15.29645	-21.255	6.852
6	K1	21	0	18.77937	105	47	10.67092	-21.137	6.968
7	M1	21	0	26.80626	105	47	9.54716	-20.805	7.307
8	M2	21	0	23.81133	105	47	11.97006	-20.118	7.991
9	M3	21	0	21.38239	105	47	8.56500	-20.275	7.833
10	M4	21	0	26.16266	105	47	15.26627	-21.147	6.960
11	M5	21	0	21.20905	105	47	14.07555	-20.812	7.293
12	N2	21	0	23.56147	105	47	17.37092	-21.264	6.843
13	RS1	21	0	21.72300	105	47	3.25141	-22.259	5.854
14	RS2	21	0	31.00354	105	47	11.14802	-21.476	6.638
15	RS3	21	0	21.54119	105	47	18.85593	-21.070	7.034

BANG 6. BANG THANH QUA TOA DO PHANG VA DO CAO SAU BINH SAI
HE HN-72,KINH TUYEN TRUNG UONG : 105 45 0.
TY LE CHIEU m0=1.0000
(PHUONG AN 3 DIEM GOC: RS1,RS2,RS3)

STT	Ký hiệu	X(m)	Y(m)	Mp(m)	Độ cao h
1	B1	2323853.962	503653.980	.0022	77.332
2	B2	2324001.000	503847.480	.0015	6.936
3	CL1	2324009.015	503693.115	.0017	7.413
4	CL2	2323588.503	504012.639	.0020	6.264
5	H2	2323922.201	503907.329	.0016	6.852
6	K1	2323696.294	503773.796	.0025	6.968
7	M1	2323943.156	503741.286	.0016	7.307
8	M2	2323851.062	503811.280	.0013	7.991
9	M3	2323776.337	503712.959	.0019	7.833
10	M4	2323923.400	503906.457	.0017	6.960
11	M5	2323771.042	503872.105	.0014	7.293
12	N2	2323843.414	503967.258	.0014	6.843
13	RS1	2323786.779	503559.500	.0000	5.854
14	RS2	2323072.255	503787.489	.0000	6.638
15	RS3	2323781.290	504010.160	.0000	7.034

- SAI SO VI TRI DIEM NHO NHAT : .000 m ; DIEM (RS1)
- SAI SO VI TRI DIEM LON NHAT : .003 m ; DIEM (K1)

BANG 7. BANG CHIEU DAI CANH, PHUONG VI CANH VA SAI SO TUONG HO

HE TOA DO PHANG GAUSS

ELLIPSOID KRASOVSKI

STT	D. DAU	D.CUOI	D (m)l	MD(m)	MD:D	P.VI	MfV
1	B1	CL1	159.916	.0017	1: 93109	14 ⁰ 09' 56"	2.21
2	B1	H2	262.378	.0016	1: 159541	74 ⁰ 55' 31"	1.48
3	B1	M1	124.811	.0012	1: 100920	44 ⁰ 23' 14"	2.85
4	B1	M2	157.326	.0014	1: 111623	91 ⁰ 03' 22"	1.99
5	B1	M3	97.489	.0017	1: 55863	142 ⁰ 46' 22"	2.65
6	B1	M4	261.851	.0017	1: 150090	74 ⁰ 37' 21"	1.53
7	B1	RS1	115.931	.0014	1: 84394	234 ⁰ 35' 02"	2.97
8	B2	CL1	154.573	.0015	1: 106559	272 ⁰ 58' 20"	2.26
9	B2	CL2	444.333	.0015	1: 287436	158 ⁰ 10' 46"	.78
10	B2	H2	98.950	.0014	1: 72750	142 ⁰ 46' 59"	2.96
11	B2	M1	120.927	.0013	1: 91670	241 ⁰ 25' 22"	2.77
12	B2	M2	154.246	.0011	1: 135908	193 ⁰ 34' 25"	1.62
13	B2	M4	97.469	.0013	1: 74559	142 ⁰ 45' 55"	2.89
14	B2	RS2	93.146	.0011	1: 85196	319 ⁰ 54' 18"	2.42
15	CL1	H2	231.137	.0015	1: 149300	112 ⁰ 03' 41"	1.51
16	CL1	M1	81.596	.0015	1: 54243	143 ⁰ 49' 05"	2.87
17	CL1	M2	233.523	.0017	1: 139050	175 ⁰ 07' 31"	1.30
18	CL1	M4	229.880	.0016	1: 143983	111 ⁰ 51' 58"	1.58
19	CL1	RS1	259.311	.0012	1: 213424	211 ⁰ 00' 56"	.97
20	CL1	RS2	113.603	.0011	1: 108143	56 ⁰ 10' 27"	1.48
21	CL2	H2	349.921	.0015	1: 232711	342 ⁰ 29' 06"	.97
22	CL2	M1	262.040	.0014	1: 181900	294 ⁰ 17' 24"	1.44
23	CL2	M2	353.680	.0014	1: 244615	302 ⁰ 04' 44"	.88
24	CL2	M4	351.327	.0015	1: 231433	342 ⁰ 24' 30"	.975
25	CL2	M5	230.370	.0011	1: 207075	322 ⁰ 24' 29"	1.07
26	CL2	N2	258.920	.0013	1: 201626	349 ⁰ 54' 20"	1.07
27	CL2	RS3	192.803	.0013	1: 145924	359 ⁰ 15' 48"	1.55
28	H2	M2	119.525	.0012	1: 103079	233 ⁰ 28' 29"	2.16
29	H2	M4	1.482	.0012	1: 1213	323 ⁰ 58' 10"	++ +
30	H2	M5	155.208	.0012	1: 126428	193 ⁰ 07' 02"	1.68
31	H2	N2	98.989	.0012	1: 82334	142 ⁰ 44' 30"	2.39
32	H2	RS1	373.261	.0011	1: 326337	248 ⁰ 43' 38"	.66
33	K1	M3	100.539	.0016	1: 63321	322 ⁰ 45' 48"	3.23
34	K1	M5	123.500	.0015	1: 81647	52 ⁰ 45' 11"	2.55
35	M1	M2	115.673	.0014	1: 82677	142 ⁰ 45' 50"	1.73
36	M1	M3	169.207	.0014	1: 123732	189 ⁰ 38' 14"	1.70
37	M1	RS1	239.791	.0010	1: 245349	229 ⁰ 17' 49"	1.14
38	M1	RS2	137.118	.0012	1: 118091	19 ⁰ 41' 31"	1.75
39	M2	M3	123.494	.0011	1: 117292	232 ⁰ 45' 52"	2.22
40	M2	M4	119.547	.0012	1: 96658	52 ⁰ 45' 51"	2.21
41	M2	M5	100.514	.0010	1: 100606	142 ⁰ 45' 38"	1.85
42	M2	N2	156.166	.0010	1: 150412	92 ⁰ 48' 26"	1.44
43	M2	RS2	222.468	.0010	1: 225342	353 ⁰ 51' 40"	.84
44	M3	M5	159.235	.0011	1: 139471	91 ⁰ 54' 20"	1.66
45	M4	RS1	372.886	.0012	1: 305252	248 ⁰ 30' 25"	.68
46	M4	RS2	190.555	.0012	1: 155783	321 ⁰ 22' 03"	1.33
47	M5	N2	119.548	.0009	1: 126948	52 ⁰ 44' 37"	1.78
48	M5	RS3	138.434	.0010	1: 140979	85 ⁰ 45' 17"	1.56
49	N2	RS3	75.498	.0010	1: 74199	145 ⁰ 22' 17"	2.63

KET QUA DANH GIA DO CHINH XAC

=====

- SAI SO TRUNG PHUONG TRONG SO DON VI : .94
- CANH NGAN NHAT : 1.482 m ; CANH (H2 -M4)
- CANH DAI NHAT : 444.333 m ; CANH (B2 -CL2)
- CHIEU DAI CANH TRUNG BINH : 181.716 m
- SS TUONG DOI NHO NHAT : 1/ 326337 ; CANH (H2 -RS1)
- SS TUONG DOI LON NHAT : 1/ 1213 ; CANH (H2 -M4)
- SS PHUONG VI NHO NHAT : .66" ; CANH (H2 -RS1)
- SS PHUONG VI LON NHAT : 184.14" ; CANH (H2 -M4)

MỤC LỤC

Tên đề mục	Nội dung	Trang
	Lời nói đầu	
1	Phạm vi áp dụng	45
2	Định nghĩa - Thuật ngữ	45
3	Quy định chung	46
4	Hệ thống tọa độ và thời gian	47
5	Thiết kế kỹ thuật lưới GPS	48
6	Chọn điểm và chôn mốc GPS	51
7	Yêu cầu kỹ thuật đối với máy móc thiết bị	52
8	Công tác đo ngắm	54
9	Ghi sổ đo ngoại nghiệp	58
10	Xử lý số liệu	59
11	Báo cáo tổng kết và giao nộp thành quả	64
Phụ lục A	Ghi chú điểm GPS	66
Phụ lục B	Dấu mốc GPS các cấp và sơ đồ chôn mốc	67
Phụ lục C	Phương pháp kiểm định độ ổn định của máy bằng cách đo trên chiều dài chuẩn	69
Phụ lục D	Kiểm định độ ổn định của tâm pha ăngten	71
Phụ lục E	Kiểm nghiệm và hiệu chỉnh dọi tâm quang học	72
Phụ lục F	Bảng điều độ đo GPS	73
Phụ lục G	Yêu cầu và phương pháp đo độ cao ăngten	74
Phụ lục H	Ghi sổ ngoại nghiệp khi đo GPS	75
Phụ lục I	Ví dụ: Đo và xử lý số liệu GPS trong Trắc địa công trình	76

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Technical Specification for Urban Surveying Using Global Positioning System - CJJ 73-97. NXB Công nghiệp xây dựng Trung Quốc, Bắc Kinh, 10/1997.
2. Báo cáo tổng kết đề tài : "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GPS trong trắc địa công trình công nghiệp và nhà cao tầng (mã số: RD - 02), Hà Nội - 2003; Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ (Bộ Xây dựng).
3. Báo cáo tổng kết đề tài cấp bộ (Bộ Giáo dục và Đào tạo; đề tài: "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GPS trong trắc địa công trình", mã số B2001 - 36 - 23. Hà Nội - 2003.
4. Kết quả thực nghiệm đo GPS tại nhà máy thủy điện IALy, nhà Chung cư 1 tầng Hoàng Quốc Việt, Trung tâm Hội nghị Quốc gia.