TCVN **TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

TCVN 13576:2022

Xuất bản lần 1

HỆ THỐNG DỮ LIỆU ẢNH HÀNG KHÔNG - TĂNG DÀY KHỐNG CHẾ ẢNH

Aerial Photo data system – Block Triangulation

HÀ NỘI – 2022

Mục lục **Trang**

Lời giới thiệu 4

Lời nói đầu 5

1 Phạm vi áp dụng 7

2 Tài liệu viện dẫn 7

3 Thuật ngữ và định nghĩa 7

4 Qui định chung 8

5 Tài liệu, tư liệu 11

6 Thiết bị, dụng cụ, nhân lực 12

7 Qui định tăng dày khống chế ảnh 12

8 Đánh giá chất lượng tăng dày khống chế ảnh 20

9 Đóng gói giao nộp sản phẩm 23

Phụ lục A (Quy định) Sơ đồ tổng thể quy trình công nghệ đo ảnh hàng không 25

Phụ lục B (Quy định) Chỉ tiêu độ chính xác tăng dày lưới tam giác ảnh không gian 26

Phụ lục C (Tham khảo) Mật độ điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp 29

Thư mục tài liệu tham khảo 31

Lời giới thiệu

Tăng dày khống chế ảnh là nhiệm vụ không thể thiếu trong quy trình đo vẽ đối tượng địa lý, thành lập bản đồ bằng công nghệ đo ảnh. Kết quả tăng dày có vai trò quyết định đến độ chính xác đo vẽ bản đồ, thu nhận dữ liệu địa lý trong hệ tọa độ, độ cao nhất định. Thực hiện quá trình tăng dày theo tiêu chuẩn kỹ thuật một trong những căn cứ quan trọng để đánh giá chất lượng dữ liệu địa lý theo phương pháp gián tiếp.

TCVN 13576:2022, *Hệ thống dữ liệu ảnh hàng không - Tăng dày khống chế ảnh* bao gồm các quy định về độ chính xác tăng dày, các quy trình đo ảnh, xây dựng lưới tam giác ảnh không gian, tính toán bình sai và đánh giá độ chính xác tăng dày.

TCVN 13576:2022, *Hệ thống dữ liệu ảnh hàng không - Tăng dày khống chế ảnh* được xây dựng trên cơ sở kế thừa các văn bản quy định kỹ thuật hiện hành về thành lập bản đồ địa hình bằng ảnh hàng không và kết quả nghiên cứu, ứng dụng công nghệ ảnh kỹ thuật số tại Việt Nam.

Lời nói đầu

TCVN 13576:2022 *Hệ thống dữ liệu ảnh hàng không - Tăng dày khống chế ảnh* do Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam biên soạn, Bộ Tài nguyên và Môi trường đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Hệ thống dữ liệu ảnh hàng không - Tăng dày khống chế ảnh

Aerial Photo data system – Block Triangulation

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng đối với quá trình tăng dày khống chế ảnh hàng không sử dụng máy ảnh kỹ thuật số công nghệ chụp khung, tọa độ tâm chiếu hình xác định bằng công nghệ định vị vệ tinh toàn cầu (GNSS) tích hợp với thiết bị đo quán tính IMU.

2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 13574-3:2022, Thu nhận dữ liệu ảnh hàng không kỹ thuật số - Phần 3: Chất lượng ảnh kỹ thuật số.

TCVN 13575:2022, Thu nhận dữ liệu không gian địa lý – Đo vẽ ảnh hàng không kỹ thuật số

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Ảnh đo

Ảnh/tấm ảnh sử dụng trong đo vẽ bản đồ, thu nhận dữ liệu địa lý bằng công nghệ đo ảnh

3.2

Độ phủ dọc

Độ phủ giữa hai tấm ảnh liên tiếp trong cùng tuyến bay.

3.3

Độ phủ ngang

Độ phủ giữa hai tấm ảnh thuộc hai tuyến bay kế cận.

3.4

Môi trường làm việc (Project)

Tương tự như đối với các phần mềm đo ảnh, khái niệm môi trường làm việc dùng trong văn bản này được hiểu như một ứng dụng do phần mềm xử lý ảnh sử dụng để xác lập các thông số kỹ thuật như đường dẫn, thư mục lưu trữ ảnh thô, ảnh đã qua xử lý, các thông số kỹ thuật trong quá trình thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh số. Môi trường làm việc là một trong những sản phẩm tăng dày cần được nghiệm thu, bàn giao, lưu kho để dữ liệu ảnh có thể tiếp tục được sử dụng sau này. Đối với một số hệ thống đo ảnh khái niệm môi trường làm việc có thể dùng từ Workspace, Job...

3.5

Phương tiện đo quán tính (Inertifal Measurement Unit)

Phương tiện đo quán tính gồm gia tốc kế và con quay hồi chuyển để đo vận tốc góc và gia tốc, từ đó xác định được gia tốc và góc xoay theo hệ tọa độ không gian 3 chiều gắn với thiết bị trên một thang thời gian nhất định

3.6

Công nghệ định vị kết hợp (GNSS/IMU)

Tổ hợp công nghệ định vị toàn cầu (GNSS) có sử dụng phương tiện đo quán tính (IMU) được sử dụng trong thu nhận dữ liệu ảnh hàng không để xác định trực tiếp các nguyên tố định hướng ngoài tại thời điểm chụp ảnh như: tọa độ, độ cao của tâm chụp và các góc xoay của tấm ảnh

3.7

Tăng dày độ cao chính xác

Tăng dày đáp ứng các yêu cầu đo vẽ địa hình với sai số độ cao 1,0m hoặc nhỏ hơn.

4 Qui định chung

4.1 Yêu cầu về độ chính xác tăng dày

4.1.1 Yêu cầu về độ chính xác kết quả tăng dày luôn gắn liền với chỉ tiêu độ chính xác của dữ liệu địa lý cần được đo vẽ, thu nhận hoặc độ chính xác của bản đồ, bình đồ ảnh cần thành lập. Trường hợp tăng dày độ cao chính xác, tiêu chí về độ chính xác độ cao của kết quả tăng dày là cần được ưu tiên đáp ứng.

4.1.2 Để nâng cao độ chính xác tăng dày cần phải hạn chế tối đa ảnh hưởng của các nguồn sai số trong quá trình đo nối khống chế ảnh ngoại nghiệp, đo tọa độ ảnh, xây dựng lưới tam giác ảnh không

gian và những tồn tại của nguồn dữ liệu ảnh hàng không. Theo đó, trong kết quả bình sai lưới tam giác ảnh không gian, độ chính xác tăng dày thể hiện như một thuộc tính của nguồn dữ liệu đầu vào và được sử dụng để đánh giá độ chính xác của kết quả đo vẽ ảnh bằng cách gián tiếp qua kết quả tăng dày.

4.1.3 Sai số trung phương mặt phẳng, độ cao của điểm tăng dày được xác định theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất, trong đó tập trị đo thực là tọa độ, độ cao các điểm kiểm tra ngoại nghiệp theo quy định tại tiêu chuẩn này.

4.1.4 Độ chính xác tăng dày với sự phụ thuộc vào yêu cầu độ chính xác đo vẽ ảnh được quy định như sau:

4.1.4.1 Trường hợp tăng dày cho thu nhận dữ liệu mặt phẳng hoặc thành lập bình đồ ảnh:

$$m_{x,y(td)} = 1/2\ m_{x,y(ct)}$$

$m_{h(td)} = m_{x,y(ct)}$ đối với ảnh nắn trực giao

4.1.4.2 Trường hợp tăng dày cho thu nhận cả dữ liệu mặt phẳng và độ cao:

$$m_{x,y(td)} = 1/2\ m_{x,y(ct)}$$

$$m_{h(td)} = 1/2\ m_{h(ct)}$$

4.1.5 Độ chính xác đo nối khống chế ảnh ngoại nghiệp với với sự phụ thuộc vào yêu cầu độ chính xác đo vẽ ảnh được quy định như sau:

4.1.5.1 Trường hợp tăng dày chỉ phục vụ thu nhận dữ liệu mặt phẳng hoặc thành lập bình đồ ảnh:

$$m_{x,y(kc)} = 1/4\ m_{x,y(ct)}$$

$$m_{h(kc)} = 1/2\ m_{x,y(ct)}$$

4.1.5.2 Trường hợp tăng dày phục vụ thu nhận cả dữ liệu mặt phẳng và độ cao:

$$m_{x,y(kc)} = 1/4\ m_{x,y(ct)}$$

$$m_{h(kc)} = 1/4\ m_{h(ct)}$$

Trong đó:

$m_{x,y(td)}$ là sai số trung phương theo hướng X hoặc hướng Y của điểm tăng dày, đánh giá thông qua sai số trung phương các điểm kiểm tra tăng dày $m_{x,y(kt)}$; $m_{z(kt)}$;

$m_{x,y(ct)}$ là sai số trung phương theo hướng X hoặc hướng Y của điểm chi tiết đo vẽ khi sử dụng kết quả tăng dày;

$m_{h(td)}$ là sai số trung phương độ cao điểm tăng dày

$m_{h(ct)}$ là sai số trung phương đo vẽ đối tượng độ cao khi xây dựng mô hình số độ cao. Trường hợp đo vẽ đối tượng bản đồ địa hình, sai số này ước tính bằng 1/3 giá trị khoảng cao đều đường bình độ cơ bản.

$m_{x,y(kc)}$ là sai số trung phương theo hướng X hoặc hướng Y của điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp

$m_{h(kc)}$ là sai số trung phương xác định độ cao của điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp

Chi tiết tại B.1, phụ lục B

4.2 Yêu cầu về chất lượng tăng dày

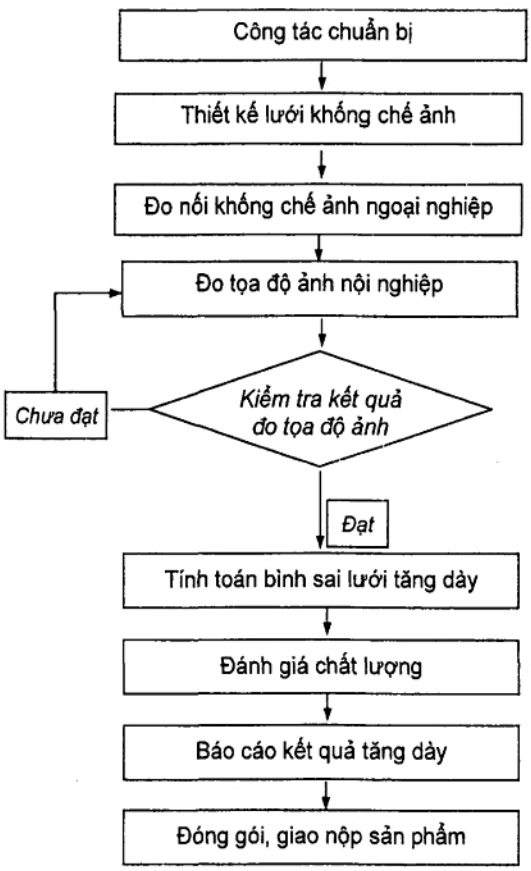
4.2.1 Nhiệm vụ tăng dày bao gồm các công việc bắt đầu từ thiết kế lưới khống chế ảnh và kết thúc bằng kết quả bình sai lưới tam giác ảnh không gian để chuyển sang nhiệm vụ đo vẽ ảnh. Sơ đồ tổng thể quy trình đo vẽ ảnh hàng không tại phụ lục A tiêu chuẩn này

4.2.2 Chất lượng tăng dày khống chế ảnh có vai trò quyết định đối với độ chính xác của kết quả đo vẽ ảnh. Việc sử dụng kết quả tăng dày chưa đảm bảo chất lượng để đo vẽ có thể dẫn đến rủi ro về khối lượng hoàn thành và tiến độ thi công do kết quả đo vẽ phải hủy để làm lại. Theo đó, kết quả tăng dày cần phải được kiểm tra, đánh giá chất lượng đạt tiêu chuẩn trước khi đưa vào sử dụng.

4.3 Quy trình tăng dày

4.3.1 Sơ đồ quy trình

Các bước của quy trình tăng dày như hình 1.



Hình 1. Sơ đồ quy trình tăng dày

4.3.2 Mô tả tóm tắt quy trình

- Công tác chuẩn bị bao gồm: Thu thập thông tin tài liệu phục vụ tăng dày, các văn bản quy định, chuẩn bị thiết bị, nguồn nhân lực để thực hiện.

- Thiết kế lưới khống chế ảnh được thực hiện trong điều kiện nội nghiệp, kết quả được thể hiện trên sơ đồ đo nối khống chế ảnh, sơ đồ khối ảnh và trên các tờ ảnh khống chế.

- Đo nối khống chế ảnh ngoại nghiệp là nhiệm vụ xác định tọa độ, độ cao điểm khống chế ảnh đã thiết kế bằng các phương pháp đo đạc thông thường và thực hiện bình sai lưới khống chế để cho kết quả với độ chính xác quy định tại 4.1. Thực tế nhiệm vụ đo điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp bao gồm cả việc đo điểm kiểm tra phục vụ đánh giá độ chính xác tăng dày.

- Đo tọa độ ảnh nội nghiệp bao gồm đo điểm để liên kết ảnh và các điểm khống chế, điểm kiểm tra. Kết quả đo được đánh giá chất lượng để đưa vào lưới tam giác ảnh không gian.

- Tính toán bình sai lưới tam giác ảnh không gian được thực hiện bằng phần mềm. Người thực hiện nhiệm vụ này cần có kinh nghiệm để lựa chọn được phương án tối ưu, phát hiện và loại trừ được tối đa các lỗi tồn tại của các công đoạn trước để cho kết quả tăng dày tốt nhất.

- Đánh giá chất lượng tăng dày được tổng hợp từ kết quả giám sát việc tuân thủ quy trình xây dựng lưới và kết quả bình sai lưới tam giác ảnh không gian. Lập báo cáo khối lượng nhiệm vụ hoàn thành.

- Đóng gói, giao nộp sản phẩm theo quy định.

5. Tài liệu, tư liệu

Tài liệu sử dụng để tăng dày bao gồm:

5.1 Tài liệu, dữ liệu trắc địa:

- Tọa độ các điểm khống chế trắc địa, điểm địa chính cơ sở sử dụng cho đo khống chế ảnh ngoại nghiệp kèm theo sơ đồ ghi chú điểm.

- Thông tin về hệ thống trạm định vị vệ tinh có trong khu vực, mô hình Geoid địa phương

5.2 Kết quả bay chụp và xử lý ảnh đã được xác nhận chất lượng, bao gồm:

- Dữ liệu ảnh kèm theo sơ đồ khối ảnh, tâm ảnh, tuyến bay, báo cáo kết quả bay chụp ảnh;

- Tọa độ tâm chụp ảnh;

- Các thông số kiểm định máy chụp ảnh của nhà sản xuất liên quan đến độ chính xác xác định các nguyên tố định hướng ngoài;

- Thông số phục vụ xác định gía trị độ lệch giữa tâm ăng ten GNSS và tâm máy chụp ảnh;

- Số liệu đo GNSS;

- Các tài liệu liên quan khác.

6 Thiết bị, dụng cụ, nhân lực

6.1 Thiết bị đo điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp, điểm kiểm tra; thiết bị đo tọa độ ảnh là các trạm xử lý ảnh kỹ thuật số bao gồm máy tính cấu hình phù hợp, kèm theo các dụng cụ chuyên biệt để đo tọa độ ảnh (màn hình, kính lập thể, chuột 3D) với độ tin cậy phù hợp với yêu cầu;

6.2 Phần mềm tính toán bình sai lưới khống chế ảnh ngoại nghiệp.

6.3 Hệ thống phần mềm phù hợp với thiết bị phần cứng kèm theo các chức năng đo và xử lý các trị đo ảnh, trị đo khống chế; phần mềm tính toán bình sai tăng dày, các phần mềm xử lý dữ liệu ảnh hàng không kỹ thuật số có sử dụng định vị tâm chiếu bằng công nghệ GNSS/IMU.

6.4 Sử dụng hệ thống thiết bị lưu trữ dữ liệu, mạng LAN phục vụ tổ chức sản xuất, kết nối với công đoạn đo vẽ ảnh kỹ thuật số.

6.5 Người làm nhiệm vụ tăng dày là người có trách nhiệm và tinh kỷ luật cao, cẩn thẩn, tỉ mỉ trong thực thi nhiệm vụ, được đào tạo chuyên sâu, có khả năng lập thể tốt, có kiến thức và kinh nghiệm về đo ảnh. Người chủ trì nhiệm vụ tăng dày phải chịu trách nhiệm về phân công công việc và ảnh hưởng của các sai sót trong tăng dày đối với các công đoạn tiếp theo.

7 Qui định tăng dày khống chế ảnh

7.1 Công tác chuẩn bị

7.1.1 Thu thập thông tin cần biết về chất lượng nguồn dữ liệu ảnh sẽ sử dụng để tăng dày và những thông tin liên quan đến kết quả xác định các nguyên tố định hướng ngoài của ảnh.

7.1.2 Tiếp cận, khảo sát nguồn dữ liệu đầu vào nhận được từ kết quả bay chụp ảnh hàng không, phát hiện những tồn tại (nếu có), lựa chọn phương án đo tăng dày phù hợp.

7.1.3 Lập sơ đồ thiết kế khối tăng dày: trên sơ đồ tâm ảnh, khối ảnh tăng dày bổ sung đường bao phạm vi khu vực đo vẽ để đảm bảo phạm vi khống chế tăng dày luôn phủ chờm. Biên tập trình bày các thông số như: số hiệu tuyến bay, tờ ảnh và một số thông tin cần thiết cho từng khu bay.

7.1.4 Thu thập ảnh, kết quả tăng dày, điểm khống chế ảnh của các khu vực kế cận (nếu có) phục vụ tiếp biên, chuyển vị trí các điểm khống chế ngoại nghiệp và khống chế tăng dày từ các khối ảnh kế cận ghi chú số hiệu tờ ảnh các tuyến bay có điểm khống chế.

7.1.5 Thiết lập sổ tay điện tử để ghi nhận những vấn đề phát sinh, sổ tay này được duy trì đến cho công đoạn đo vẽ. Sổ tay khởi tạo gồm những thông tin cơ bản của khối ảnh, các văn bản kỹ thuật liên quan kèm theo một số hướng dẫn cụ thể, phù hợp với thực tế.

7.1.6 Chuẩn bị máy móc, thiết bị và những điều kiện thuận lợi cho việc sử dụng dữ liệu ảnh trong quá trình tăng dày. Lập kế hoạch, phân công công việc đo tăng dày, chọn phương án đo liên kết ảnh (tự động/thủ công)

7.2 Thiết kế lưới tăng dày

7.2.1 Thiết kế lưới tăng dày hay còn gọi là lưới tam giác ảnh không gian phải do người có kinh nghiệm tăng dày nhiều năm thực hiện đồng thời đề xuất phương án đo đạc, thông qua người chủ trì kỹ thuật của nhiệm vụ trước khi triển khai.

7.2.2 Đồ hình một khối ảnh thông thường có kích thước không nên vượt quá 10 tuyến x 50 ảnh. Trường hợp khu bay có dạng hình tuyến hoặc đồ hình phức tạp nên chia thành một vài khối nhỏ theo tiêu chí: Tạo ra những đồ hình khối nhỏ và vuông vắn hơn, góc mỗi khối phải có khả năng chọn và đo điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp, hạn chế việc tiếp biên khối hoặc khối ảnh có những tờ ảnh "treo" ra ngoài đường bao khối được nối bởi các điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp.

7.2.3 Đồ hình khống chế ảnh ngoại nghiệp cần phải phủ chờm đường biên phạm vi đo vẽ ít nhất 1km và phải khống chế toàn bộ khối ảnh. Trường hợp khó khăn giá trị này cũng phải đạt 0,5km. Khi thiết kế điểm khống chế ảnh, ngoài yêu cầu về vị trí điểm trên sơ đồ khối tăng dày còn phải đảm bảo khả năng khớp ảnh chính xác trên các tờ ảnh cùng tên.

7.2.4 Điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp được đánh giá là đạt chuẩn khi thỏa mãn các điều kiện sau:

- Điểm được chọn vào đối tượng cho phép khớp ảnh tốt đồng thời có khả năng đặt máy và định tâm chính xác khi đo khống chế tại thực địa. Vị trí điểm trên khối ảnh cần thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Điểm được bố trí vào các vị trí ít nhất là độ phủ 2 với các điểm nằm góc khối, độ phủ 5 với các điểm nằm trên phần phủ giữa hai tuyến bay và cách mép ảnh không nhỏ hơn 1cm. (khái niệm độ phủ 2,3,4,5 kế thừa quy định trong các tài liệu tham khảo [3], [4]).

- Điểm được chọn có hình ảnh sắc nét, đồng đều tại tất cả các ảnh, đảm bảo khả năng khớp ảnh đạt độ chính xác cao nhất. Tránh chọn vào địa vật có độ cao đột xuất (dễ gây sai số khi khớp ảnh) ví dụ góc chân tường, góc bậc tam cấp... Điểm lý tưởng để chọn thường là vạch kẻ đường hoặc các vệt sắc nét, dễ phân biệt với nền ảnh; Khu vực dân cư nên chọn vào các điểm không bị lóa như: địa vật cố định trên bề mặt sân thượng, nóc nhà. Trường hợp khó khăn (góc khối, biên khối) có thể không đảm bảo yêu cầu về độ phủ, phải ưu tiên về độ sắc nét và phải thuyết minh rõ ràng.

7.2.5 Đối với khối ảnh có thể sử dụng tối đa các trị đo tâm chiếu hình xác định bằng công nghệ định vị GNSS/IMU, trong điều kiện điểm khống chế ảnh đạt chuẩn thì số điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp của một khối ảnh có kích thước trung bình tối thiểu là năm (05) điểm.

7.2.6 Tùy thuộc vào những đặc thù của khối tăng dày, số điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp cần tăng thêm để thỏa mãn yêu cầu độ chính xác tăng dày tại 4.1. Sau đây là những trường hợp điển hình:

- Trường hợp khả năng đo nối khống chế ảnh khó đạt chuẩn do điểm không được đánh dấu mốc hoặc rải tiêu trước khi bay chụp, điểm chọn vào vị trí khó khớp ảnh chính xác, điểm tại các vị trí đồ hình yếu... cần bố trí thêm các điểm khống chế bổ trợ, hoặc tăng cường độ tin cậy bằng các điểm kiểm tra.

- Trường hợp khu vực đo vẽ có đồ hình phức tạp, khối ảnh có nhiều góc cạnh, điểm khống chế ngoại nghiệp cần được bố trí tại góc ngoặt của đồ hình khối, biên khối.

- Trường hợp tăng dày độ cao chính xác: Chọn điểm khống chế ảnh tại tất cả các vị trí đầu/cuối đoạn dải bay, điểm tiếp biên khu bay, tiếp biên khối. Ở những dải bay dài, mật độ điểm khống chế cần tăng lên theo yêu cầu về độ chính xác. Đối với mỗi loại ảnh số lượng điểm khống chế tối ưu được đưa ra dựa trên những kết quả thực nghiệm trong các điều kiện cụ thể tại mỗi khu vực, lãnh thổ như: mật độ các trạm định vị mặt đất, kết quả cải chính độ cao theo mô hình Geoid địa phương ... Theo quy định tại 4.1, để có được điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp đáp ứng yêu cầu đo vẽ độ cao với sai số 1m hoặc nhỏ hơn ($m_{h(ct)}$= 1m) các điểm khống chế cần được đo với độ chính xác độ cao 0,25m ($m_{h(kc)}$ = 1/4 $m_{h(ct)}$).

- Khi yêu cầu độ chính xác độ cao càng tăng thì yêu cầu về mật độ điểm khống chế và độ chính xác đo nối càng tăng (nếu như độ cao bay chụp cho phép). Giãn cách giữa các điểm khống chế được tính theo khoảng cách thực địa, phụ thuộc vào các yêu tố như: sai số đo thị sai cần đạt (ước tính theo độ phân giải ảnh), kích thước ảnh, tiêu cự, độ cao bay. Tham khảo ví dụ tại phụ lục C được tính cho trường hợp sử dụng hệ thống thiết bị ảnh kỹ thuật số Vexcel Ultracam XP w/a, cỡ ảnh 10,4cmx 6,8cm, tiêu cự f=70.5mm; Tuy nhiên cần lưu ý việc tăng mật độ điểm khống chế phải gắn liền với khả năng chọn được điểm đạt chuẩn. Trường hợp cần tăng điểm nhưng khó chọn điểm đạt chuẩn thì cần phải chọn thêm điểm bổ trợ ở xung quanh điểm đã chọn và ghi chú tỉ mỉ về cách nhận dạng điểm khi đo trong nhà.

7.2.7 Việc thiết kế khống chế ảnh ngoại nghiệp được lồng ghép với bố trí điểm kiểm tra tăng dày. Trong quá trình tính toán bình sai, căn cứ vào tình hình thực tế, tại một số vị trí của khối có thể sử dụng một cách linh hoạt để cho kết quả tin cậy nhất. Số lượng và mất độ điểm kiểm tra tăng dày đáp ứng yêu cầu đánh giá độ chính xác sau bình sai theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất.

7.2.8 Kết quả thiết kế lưới khống chế ảnh được thể hiện trên sơ đồ lưới khống chế ảnh bao gồm các điểm trắc địa cơ sở, sơ đồ phát triển lưới, đồ hình đo nối kèm theo thuyết minh về phương án đo, yêu cầu về loại máy, thời gian đo và các yêu cầu về độ chính xác sau bình sai. Mỗi điểm khống chế cần phải kèm theo một tờ ảnh khống chế được in trên giấy để định vị điểm tại thực địa và vẽ sơ đồ ghi chú điểm. Tờ ảnh khống chế có thể là toàn bộ hoặc một phần của tờ ảnh gốc thu nhận được, kích thước tối thiểu phải cho phép quan sát được tương quan giữa các đối tượng định hướng xung quanh và vẽ sơ họa sơ đồ ghi chú điểm khống chế được rõ ràng.

Nguyên tắc thiết kế điểm khống chế ảnh và điểm kiểm tra ngoại nghiệp tại sơ đồ phụ lục B.

7.3. Đo khống chế ảnh ngoại nghiệp

7.3.1 Trường hợp có đánh dấu mốc, công việc này được thực hiện trước khi bay chụp;

7.3.2 Căn cứ vào thiết kế lưới khống chế ảnh, lựa chọn thiết bị, công nghệ phù hợp, thực hiện di chuyển đến địa bàn và đo nối khống chế ảnh. Tại từng vị trí đã thiết kế, tìm điểm, định vị và đặt máy

đo. Điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp phải được đo nối với ít nhất 2 điểm có tọa độ và độ cao quốc gia. Trường hợp không thể chọn và đo điểm theo thiết kế cần có sự chấp thuận của người chịu trách nhiệm kỹ thuật công trình, dự án.

- Việc đo nối điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp sử dụng các loại thiết bị như: máy đo GNSS, máy đo đạc điện tử hoặc các thiết bị đo đạc có tính năng kỹ thuật đáp ứng yêu cầu. Quy trình đo tuân theo các tiêu chuẩn kỹ thuật áp dụng đối với từng loại thiết bị.

7.3.3 Các điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp phải đóng cọc gỗ hoặc dùng sơn đánh dấu vị trí ở thực địa, đảm bảo tồn tại ổn định trong thời gian thi công và kiểm tra, nghiệm thu.

7.3.4 Tại mỗi điểm khống chế, sơ đồ ghi chú điểm được thể hiện chính xác ở mặt sau của bản in trên giấy đã được chuẩn bị ở nội nghiệp. Sơ đồ ghi chú điểm bao gồm sơ đồ tổng quan và sơ đồ mô tả chi tiết vị trí điểm. Các điểm tọa độ và độ cao cấp hạng cao có trong phạm vi khối ảnh cũng cần có sơ đồ ghi chú điểm để có thể sử dụng như điểm kiểm tra. Khi ca đo kết thúc cần chụp ảnh phối cảnh vị trí điểm khống chế ngoại nghiệp bằng máy chụp ảnh phổ thông kèm theo mô tả thêm thông tin mang tính định hướng để đảm bảo nhận biết và đo chính xác trong nhà.

Chi tiết tại B3, phụ lục B.

7.3.5 Tính toán bình sai tọa độ, độ cao điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp và điểm kiểm tra trong hệ tọa độ quốc gia VN-2000, hệ độ cao quốc gia theo các quy định hiện hành. Các trường hợp khối ảnh lớn và để đáp ứng yêu cầu tăng dày độ cao chính xác cần tính toán cải chính độ cao h theo mô hình Geoid địa phương theo các thông số được cơ quan thẩm quyền công bố.

7.3.6 Kết quả đo khống chế ảnh, đo điểm kiểm tra ngoại nghiệp bao gồm:

- Dữ liệu ghi nhận kết quả đo theo thời gian thực

- Dữ liệu tính toán bình sai lưới khống chế ảnh ngoại nghiệp bao gồm đầy đủ các thông số về độ chính xác mặt phẳng, độ cao sau bình sai.

- Bảng thống kê kết quả tính toán bình sai lưới tọa độ, độ cao

- Sơ đồ ghi chú điểm kèm theo ảnh chụp phối cảnh khu vực đặt máy tại thực địa kèm theo thuyết minh.

- Báo cáo kết quả đo, tính toán bình sai, kết quả cải chính độ cao (nếu có) bao gồm những thông tin cơ bản lấy từ sổ tay điện tử như: Tên đơn vị thực hiên, số người thực hiện, ngày, tháng, năm thực hiện, tên người kiểm tra, loại máy móc thiết bị, ngày, tháng, năm kiểm tra

7.4 Đo tọa độ ảnh nội nghiệp

7.4.1 Công việc đo tọa độ ảnh được thực hiện trên các hệ thống thiết bị chuyên dụng được cài đặt phần mềm đo ảnh, kết nối với thiết bị lưu trữ ảnh hàng không và các thông số kỹ thuật kèm theo. Quy trình đo phụ thuộc vào phương pháp lựa chọn là thủ công, tự động hoặc kết hợp giữa hai phương pháp. Đo tọa độ ảnh cần người có kinh nghiệm, cẩn thận, tỷ mỉ và trách nhiệm.

7.4.2 Nội dung nhiệm vụ đo tọa độ ảnh bao gồm: đo liên kết ảnh (đo tọa độ điểm nối giữa các tờ ảnh); đo điểm khống chế ảnh, điểm kiểm tra tăng dày, điểm kiểm tra đo vẽ. Kết quả là tạo ra tập trị đo cho ma trận lưới tam giác ảnh không gian, phục vụ thực hiện bài toán chuyển độ tọa độ, độ cao của điểm trong hệ tọa độ tăng dày về hệ tọa độ, độ cao quốc gia hoặc hệ tọa độ theo yêu cầu.

7.4.3 Nguồn tài liệu sử dụng để đo tọa độ ảnh bao gồm:

- Kết quả thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh kỹ thuật số đã được xác nhận phù hợp với TCVN 13574-3:2022; các thông số kỹ thuật của ảnh, kết quả xử lý ảnh và các nguyên tố định hướng ngoài có được từ kết quả đo GNSS/IMU.

- Kết quả đo khống chế ảnh, đo điểm kiểm tra ngoại nghiệp đã được bình sai, đánh giá độ chính xác theo quy định tại 4.1.

- Tài liệu kiểm định thiết bị đo tọa độ ảnh gần nhất hoặc thông tin về mức độ ổn định của thiết bị.

- Các văn bản kỹ thuật sử dụng trong thi công.

- Sổ tay điện tử đã lập theo quy định tại 7.1 tiêu chuẩn này

7.4.4 Nhập các thông số đo ảnh

Phần mềm đo ảnh cho phép nhập vào Project các thông số sau đây:

- Thông số kỹ thuật về dữ liệu ảnh, thông số của máy chụp ảnh theo số liệu kiểm định gần nhất;

- Thông số về hệ toạ độ, đơn vị đo dài, đơn vị đo góc;

- Thông số bán kính trái đất, độ cao bay chụp và độ cao trung bình của khu chụp;

- Các tuỳ chọn để hiệu chỉnh ảnh hưởng của độ cong trái đất và chiết quang khí quyển;

- Sai số tiêu chuẩn đo toạ độ điểm ảnh;

- Ngưỡng giới hạn hội tụ của bài toán bình sai theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất;

- Hạn sai của định hướng trong, định hướng tương đối, định hướng tuyệt đối;

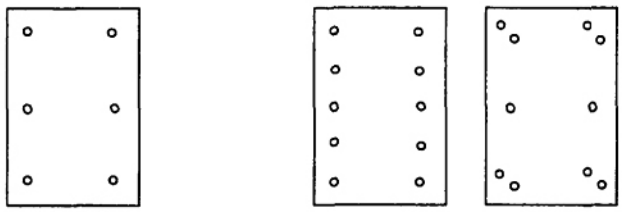
- Thông số kỹ thuật về tâm chụp: Tọa độ X. Y, Z; góc xoay Omega, Phi, Kappa; thời gian GNSS (Time Stamp) được nhập cho từng tờ ảnh.

7.4.5 Đo liên kết ảnh

- Thực hiện đo hoặc khớp ảnh tại tất cả các điểm liên kết ảnh tại vị trí tiêu chuẩn bằng các thiết bị chuyên dụng với sự hỗ trợ của các phần mềm.

- Căn cứ vào điều kiện cụ thể về chất lượng ảnh, thiết bị, công nghệ và nhân lực hiện có, phương pháp đo có thể áp dụng thủ công đối với từng mô hình theo truyền thống hoặc khớp ảnh tự động đối với toàn khối ảnh.

7.4.6 Điểm liên kết ảnh là những điểm có hình ảnh rõ nét, có khả năng khớp ảnh chính xác, hiệu ứng lập thể tốt. Không chọn vào các địa vật có độ cao đột xuất hoặc địa vật chịu ảnh hưởng của các khuyết tật khi chụp ảnh như bóng đổ, mây che, lóa hoặc các địa vật di động ở thời điểm chụp ảnh. Sơ đồ tiêu chuẩn như trong Hình 2.



Phương án 6 điểm Phương án 10 điểm

Hình 2. Sơ đồ vị trí chuẩn của điểm liên kết ảnh

- Trong cùng dải bay điểm liên kết ảnh tối thiểu phải nằm trong độ phủ 3, phân bố dọc theo đường chia đôi phần chờm phủ giữa hai mô hình kế cận;

- Giữa hai dải bay, điểm liên kết ảnh tối thiểu phải nằm trong độ phủ 5 (trừ ảnh đầu/cuối tuyến), phân bố dọc theo đường chia đôi phần chờm phủ giữa hai đường bay kế cận.

- Trong trường hợp khó khăn, điểm liên kết cũng không cách mép ảnh dưới 1cm.

7.4.7 Mật độ điểm liên kết ảnh phụ thuộc vào yêu cầu độ chính xác tăng dày, phương án 10 điểm thường áp dụng trong các trường hợp đáp ứng yêu cầu tăng dày độ cao chính xác. Giữa hai dải bay kế cận, điểm liên kết ảnh tối thiểu cần thiết là mỗi mô hình một điểm. Trường hợp khó khăn, phương án xử lý được đưa ra ngay từ khi khảo sát khối ảnh để tăng cường độ tin cậy của khối tam giác ảnh bằng các điểm kiểm tra ngoại nghiệp.

- Trường hợp khối ảnh có đoạn bay bù hoặc khối ảnh có sự cộng thêm ảnh khác phân khu bay chụp thì phải đo chờm phủ lên nhau ít nhất một mô hình, chọn ít nhất một hàng điểm tại dọc theo phần chờm phủ đó.

- Dọc theo đường biên của hai khối tăng dày liền kề, mỗi mô hình phải đo trùng ít nhất 1 điểm chung làm điểm kiểm tra tiếp biên. Trường hợp khó khăn cũng phải chọn theo giãn cách không quá 3 mô hình một điểm.

7.4.8 Kiểm tra đo liên kết ảnh

- Kiểm tra liên kết ảnh bắt buộc thực hiện đối với từng mô hình bằng cách chọn điểm bất kỳ tại tất cả các vị trí tiêu chuẩn và đo lập thể, kiểm tra độ chính xác theo hiển thị trên hệ thống thiết bị.

- Cho dù lựa chọn phương pháp đo nào, kết quả đo liên kết ảnh được phần mềm tính toán và hiển thị cho từng mô hình. Sai số tồn tại tại điểm được chọn không được vượt quá 1 giá trị pixcel (ví dụ đối với ảnh Vexcel giá trị này là 6µm). Trường hợp dữ liệu ảnh xấu hoặc khó khăn giá trị này cũng không vượt quá 10µm.

- Kết quả kiểm tra đạt yêu cầu được ghi nhận trong sổ tay điện tử.

7.4.9 Đo tọa độ ảnh tại các điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp

- Đo tọa độ ảnh tại các điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp được thực hiện khi kết quả đo liên kết ảnh đã đạt yêu cầu.

- Tiến hành đo lần lượt từng điểm khống chế ảnh, điểm kiểm tra có trên tất cả các mô hình. Căn cứ vào sơ đồ ghi chú điểm và ảnh chụp tại thực địa, nhận dạng chính xác địa vật, tiến hành khớp ảnh, quan sát lập thể và ghi nhận kết quả đo khi sai số tồn tại tại điểm đo không vượt quá 15 µm. Trường hợp khó khăn giá trị này cũng không vượt quá 20 µm, ghi chú thuyết minh trong sổ tay điện tử về những vấn đề liên quan đến khả năng nhận dạng, quan sát lập thể tại điểm đo để cung cấp thông tin cho tính toán bình sai sau này.

- Tiến hành đo điểm cùng tên tại tất cả các mô hình và kiểm soát sự thay đổi sai số định hướng ảnh theo thông báo hiển thị trên hệ thống, tìm cách loại trừ tối đa các sai số hệ thống.

-Trường hợp sử dụng các điểm tọa độ và độ cao cấp hạng cao làm điểm khống chế, tùy thuộc vào khả năng đo điểm trên mô hình lập thể và sơ đồ ghi chú điểm để thuyết minh, ghi chú những vấn đề liên quan đến tỷ cao/tỷ sâu trong sổ tay điện tử để phục vụ cho xử lý trong tính toán, bình sai sau này.

7.4.10 Đo tọa độ ảnh tại các điểm kiểm tra tăng dày được thực hiện tương tự các điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp. Số lượng, mật độ điểm kiểm tra được thiết kế theo yêu cầu đánh giá độ chính xác tăng dày

7.4.11 Chọn và đo điểm kiểm tra đo vẽ

- Số lượng, mật độ, phân bố điểm kiểm tra đo vẽ đáp ứng yêu cầu lấy mẫu, đánh giá chất lượng đo vẽ theo tiêu chuẩn TCVN 13575:2022. Trong các trường hợp sử dụng tọa độ điểm cho các mục đích khác, mật độ điểm kiểm tra được thiết kế, phê duyệt theo yêu cầu của dự án, nhiệm vụ cụ thể.

- Điểm kiểm tra đo vẽ được chọn vào những địa vật có chất lượng hình ảnh rõ nét, yêu cầu khớp ảnh với độ chính xác tương đương với điểm tăng dày, được chọn, đo và đặt tên lần lượt theo số tự nhiên gắn với ký tự khởi đầu bằng hai ký tự "KT". Danh sách điểm được lập ở dạng số kèm theo ghi chú vị trí điểm để đảm bảo khả năng nhận dạng điểm chính xác khi đọc điểm kiểm tra đo vẽ. Trường hợp khó khăn cần gắn kèm hình ảnh được phóng to kèm theo thuyết minh cụ thể. Tọa độ, độ cao của điểm kiểm tra đo vẽ được xuất ra từ kết quả bình sai khối ảnh.

- Đối với yêu cầu kiểm tra độ cao cần tránh các địa vật chịu ảnh hưởng của tỷ cao hoặc tỷ sâu như góc bờ tường, góc bậc tam cấp... Trường hợp chọn điểm tại các đối tượng độ cao đặc trưng như đường mô tả địa hình, đỉnh núi, yên ngựa, nơi đường giao nhau... cần ghi chú thuyết minh rõ ràng.

7.4.12 Kiểm tra kết quả đo tọa độ ảnh cần được thực hiện bằng phương pháp đo lập thể trên trạm đo vẽ ảnh số đối với tất cả các điểm khống chế, điểm kiểm tra. Kết quả được ghi nhận vào sổ tay đo vẽ kèm theo những thông tin về: Người kiểm tra, ngày kiểm tra, sai số lớn nhất ..., tại điểm ...

7.5 Tính toán bình sai và báo cáo kết quả

7.5.1 Rà soát, chuẩn hóa lại các tệp tin (file) dữ liệu đầu vào: tệp tin điểm khống chế, điểm kiểm tra theo đúng sơ đồ khối tính, kết quả đo liên kết, đo tọa độ ảnh đã loại trừ các sai số hệ thống... Trường hợp sử dụng các điểm tọa độ và độ cao cấp hạng cao làm điểm khống chế hoặc điểm kiểm tra cần phải sử dụng chính xác giá trị tọa độ, độ cao có được từ tài liệu trắc địa được cơ quan thẩm quyền cung cấp kèm theo sơ đồ ghi chú điểm, giá trị tỷ cao/tỷ sâu (nếu có). Xem thông tin trên sơ đồ ghi chú điểm để thấy được sự cần thiết phải điều chỉnh giá trị tỷ cao/tỷ sâu (nếu có).

7.5.2 Phát hiện những tồn tại trong kết quả thu nhận dữ liệu ảnh như độ ổn định của tín hiệu vệ tinh trong đo động (GNSS); ảnh hưởng của địa hình, thời tiết đến chất lượng dữ liệu ảnh, đưa ra biện pháp khắc phục hoặc ghi nhận tồn tại.

7.5.3 Tiến hành định hướng tương đối cho tất cả các mô hình của khối ảnh, phát hiện và loại trừ tối đa các sai số hệ thống trong đo ảnh sao cho kết quả đo tọa độ ảnh của khối tam giác ảnh không gian chỉ còn lại các sai số ngẫu nhiên. Kiểm tra sai số trung phương đo ảnh của toàn bộ khối ảnh (sigma naught σ_0) không được vượt quá 1 giá trị pixcel (đối với ảnh Vexcel là 6µm quy đổi theo tỷ lệ ảnh). Trường hợp dữ liệu ảnh xấu hoặc đo điểm khống chế ngoại nghiệp khó khăn, giá trị này cũng không vượt quá 10µm. Trường hợp cá biệt cũng không vượt quá giá trị 15µm.

7.5.4 Quá trình tính toán bình sai cần phải loại trừ tối đa các sai số hệ thống trong quá trình xây dựng lưới và sai số biến dạng lưới tam giác ảnh không gian. Chọn những phương án tính toán mang tính thăm dò nhằm phát hiện các nguồn sai số số liệu gốc (nếu có), loại trừ sai số thô, sai số khớp ảnh, sai số hệ thống, kiểm tra biên. Sau mỗi phương án tính cần đánh giá vai trò và sự ảnh hưởng của từng điểm khống chế ảnh đến lưới tăng dày được hiển thị trên sơ đồ phân tích sai số của phần mềm tăng dày. Theo đó có thể phát hiện, loại trừ điểm sai, chọn các phương án tối ưu. Trường hợp thay đổi vai trò điểm khống chế và điểm kiểm tra cần được ghi vào sổ tay. Ghi nhận sơ đồ khống chế đối với phương án lựa chọn cuối cùng, đề nghị kiểm tra trước khi bình sai (nếu cần thiết)

7.5.5 Thực hiện bình sai và xuất báo cáo bằng phần mềm từ kết quả của phương án tính toán bình sai cuối cùng. Kết quả tính toán bình sai lưới tam giác ảnh không gian được hiệu chỉnh vào giá trị các nguyên tố định hướng ngoài của từng tấm ảnh.

7.5.6 Báo cáo kết quả bình sai được xuất tự động từ phần mềm kèm theo độ chính xác tăng dày thể hiện qua giá trị sai số trung phương xác định các thành phần X/Omega; Y/Phi; Z/Kappa của khối tăng dày được tính với số điểm tham gia bình sai là điểm khống chế và số điểm tham gia bình sai là điểm kiểm tra như phương án đã lựa chọn. Trong đó: X/Omega; Y/Phi; Z/Kappa là các thành phần tọa độ, độ cao tương ứng với các góc nghiêng dọc, nghêng ngang và góc xoay của ảnh. Những kết quả trung gian kèm theo như sau:

- Sai số số liệu gốc: các trạm GNSS mặt đất, mô hình Geoid...

- Sai số xác định các nguyên tố định hướng ngoài của ảnh trong quá trình bay chụp và xử lý ảnh

- Sai số đo tọa độ tại các điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp.

- Sai số đo tọa độ liên kết ảnh (đo nội nghiệp)

- Biến dạng lưới do tổng hợp các nguồn sai số.

- Danh sách tọa độ, độ cao của điểm kiểm tra kết quả đo vẽ ảnh hàng không sử dụng kết quả tăng dày này.

8. Đánh giá chất lượng tăng dày khống chế ảnh

8.1 Mức độ tuân thủ quy trình và kết quả tăng dày

8.1.1 Kiểm soát việc tuân thủ quy trình thực hiện đối với từng công đoạn quy định tại Điều 7 tiêu chuẩn này được ghi nhận trong sổ tay điện tử, tài liệu giám sát, kiểm tra theo quy định.

8.1.2 Mức độ tự kiểm tra kết quả thực hiện từng công đoạn theo tiêu chuẩn này.

8.1.3 Kiểm tra việc lựa chọn phương án tính thông qua các sơ đồ sơ đồ phân tích sai số của phần mềm được ghi nhận lại

8.2 Chỉ tiêu kỹ thuật trong đánh giá chất lượng tăng dày

8.2.1 Chỉ tiêu đánh giá chất lượng tăng dày

- Sai số trung phương trị đo tăng dày theo quy định tại 7.5.3

- Chỉ tiêu đánh giá độ chính xác khối tăng dày sau bình sai theo quy định tại Điều 4 tiêu chuẩn này.

8.2.2 Phương pháp kiểm tra độ chính xác tăng dày

8.2.2.1 Kiểm tra trực quan trên sơ đồ và giá trị các sai số sau bình sai theo thông báo của phần mềm tăng dày.

8.2.2.2 Kiểm tra bằng phương pháp thực nghiệm trên mô hình lập thể:

- Lựa chọn các mô hình có các điểm khống chế, điểm kiểm tra ngoại nghiệp, điểm tọa độ, độ cao hạng cao, đo lập thể. Khi giá trị thị sai thực tế còn lại dưới 1/2 tiêu đo, ghi nhận giá trị tọa độ, độ cao theo hiển thị trên hệ thống

- Lấy số chênh tọa độ, độ cao đối với từng điểm, tính sai số theo nguyên tắc số bình phương nhỏ nhất.

8.2.2.3 Kiểm tra thông qua phương pháp tiếp biên

- Sai số tiếp biên trung bình về mặt phẳng được lấy theo chỉ tiêu về độ chính xác đo vẽ, thu nhận dữ liệu mặt phẳng.

- Sai số tiếp biên trung bình về độ cao không vượt quá 1/2 khoảng cao đều đường bình độ cơ bản trong trường hợp tăng dày để thành lập bản đồ địa hình. Đối với trường hợp đo vẽ đối tượng mô tả địa hình giá trị này phụ thuộc vào yêu cầu độ chính xác của mô hình số địa hình cần phải xây dựng.

8.2.3 Đánh giá kết quả tăng dày

8.2.3.1 Kết quả tăng dày được đánh giá thông qua các thông số sau đây:

- Sai số trung phương trung bình, sai số lớn nhất của các điểm khống chế sau bình sai theo từng thành phần tọa độ X, Y, Z;

- Sai số trung phương trung bình, sai số lớn nhất theo từng thành phần tọa độ X, Y, Z của các điểm kiểm tra (không tham gia bình sai) ;

8.2.3.2 So sánh giá trị sai số trung phương trung bình với chỉ tiêu được quy định tại Điều 4 tiêu chuẩn này,để đưa ra sự phù hợp về độ chính xác kết quả bình sai. Giá trị sai số lớn nhất cũng không vượt quá 2 lần giá trị sai số giới hạn như thông báo do phần mềm xuất ra.

8.2.3.3 Đánh giá kết luận về khả năng đáp ứng yêu cầu đo vẽ ảnh.

8.2.4 Lập báo cáo tổng hợp kết quả tăng dày

Báo cáo kết quả tăng dày bao gồm những nội dung cơ bản sau:

8.2.4.1 Một số thông tin cơ bản về đặc điểm khu vực tăng dày và nguồn dữ liệu đầu vào:

- Thông tin về hệ tọa độ độ cao quốc gia, hiện trạng mạng lưới khống chế cơ sở, khả năng đáp ứng các yêu cầu xử lý trị đo GNSS theo yêu cầu độ chính xác mặt phẳng, độ cao. Hiện trạng mô hình Geoid địa phương, quy mô khối tăng dày, có hay không thực hiện hiệu chỉnh độ cao h, lý do;

- Thông số về khối ảnh (theo kết quả kiểm định mới nhất): Loại máy chụp ảnh, tiêu cự, độ phân giải ảnh, Độ cao bay chụp trung bình, tỷ lệ ảnh trung bình, Độ phủ dọc, độ phủ ngang và một số thông tin về kết quả thu nhận, xác định tọa độ tâm chiếu thể hiện qua sai số trung phương, các tham số phục vụ tính toán bình sai khác;

8.2.4.2 Báo cáo về chất lượng về mức độ phù hợp với tiêu chuẩn về quy trình tăng dày:

- Công tác thiết kế, đo nối điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp (có đánh dấu mốc hay chọn điểm tự nhiên), số lượng khối tăng dày, quy mô, đồ hình các khối tính, số điểm mặt phẳng, độ cao; số lượng điểm tiếp biên khối, khu đo (nếu có).

- Chất lượng liên kết khối ảnh, chất lượng đo nối tọa độ điểm khống chế, điểm kiểm tra thể hiện thông qua sai số trung phương trung bình/ lớn nhất.

- Chất lượng lưới khống chế ảnh ngoại nghiệp, khả năng đo tọa độ ảnh trong nhà, thống kê số điểm được đánh giá là khó khăn, độ tin cậy thấp, giải pháp khắc phục. Kết luận chất lượng toàn khối thông qua sai số trung phương trung bình của lưới điểm kiểm tra, sai số lớn nhất, nhỏ nhất.

- Tên phần mềm sử dụng để bình sai lưới tam giác ảnh không gian, sự thay đổi phương án bình sai so với thiết kế, hạn sai tính toán xử lý bình sai, đồ hình sai số tương ứng với phương án tính cuối cùng.

8.2.4.3 Báo cáo về chất lượng thể hiện trên kết quả bình sai khối tăng dày: bao gồm báo cáo về các phương pháp phương pháp kiểm tra; phương pháp đánh giá chất lượng gián tiếp thông qua kết quả giám sát các công đoạn của quy trình tăng dày theo ghi nhận trong sổ tay điện tử theo quy định tại 7.1 và được duy trì trong suốt quá trình thực hiện, phương pháp trực tiếp được thể hiện ở các thông số khối tăng dày sau bình sai được xuất ra từ phần mềm.

- Những vấn đề phát sinh so với thiết kế kỹ thuật đã phê duyệt hoặc hợp đồng, biện pháp khắc phục, những tồn tại được xác nhận của chủ đầu tư (trong trường hợp ảnh hưởng đến khối lượng và thời gian hoàn thành công trình).

8.2.4.4 Kết luận về chất lượng tăng dày khống chế ảnh so với tiêu chí đặt ra, khả năng sử dụng, những khuyến cáo cần chú ý (nếu có)

8.2.4.5 Kết quả bình sai lưới tam giác ảnh không gian và sơ đồ sai số được xuất ra từ phần mềm (không bao gồm kết quả đo liên kết).

9. Đóng gói giao nộp sản phẩm

9.1 Sản phẩm tăng dày

9.1.1 Sản phẩm tăng dày là tập hợp dữ liệu dạng số bao gồm kết quả xây dựng lưới tam giác ảnh không gian kèm theo sơ đồ khối ảnh, sổ tay điện tử, báo cáo đánh giá khối lượng, chất lượng hoàn thành theo quy định tại Điều 8 tiêu chuẩn này

9.1.2 Kết quả xây dựng lưới tam giác ảnh không gian được ghi nhận trong Project bao gồm tất cả các thông số định hướng chùm tia chiếu của từng tấm ảnh đã được bình sai trong hệ tọa độ trắc địa, độ cao quốc gia với độ chính xác nhất định. Đây là nguồn dữ liệu đầu vào được sử dụng cho đo vẽ lập thể trên trạm đo vẽ ảnh số, nắn ảnh trực giao và được lưu trữ cùng với dữ liệu ảnh để sử dụng khi cần thiết.

9.1.3 Sản phẩm tăng dày thuộc về tài liệu đo đạc bản đồ quốc gia được quản lý, lưu trữ cùng với dữ liệu ảnh để khai thác sử dụng theo quy định hiện hành.

9.2 Đóng gói sản phẩm phục vụ kiểm tra, nghiệm thu

9.2.1 Sản phẩm dạng số như quy định tại 9.1 được ghi đĩa CD, gắn nhãn theo 9.2.3

9.2.2 Sản phẩm in trên giấy bao gồm:

- Báo cáo tăng dày theo quy định tại Điều 8 kèm theo sơ đồ khối tính được lập theo 7.1 tiêu chuẩn này

- Danh sách điểm kiểm tra sau bình sai sử dụng cho đánh giá chất lượng đo vẽ ảnh.

- Một số tài liệu khác đã sử dụng trong quá trình thi công như: sơ đồ lưới khống chế ảnh ngoại nghiệp, hồ sơ nghiệm thu sản phẩm thu nhận và xử lý ảnh hàng không kỹ thuật số...

9.2.3 Ghi nhãn sản phẩm bao gồm các nội dung sau:

- Tên khối tăng dày, thuộc dự án....

- Kích thước khối (số dải bay x số ảnh trên 1 dải bay)

- Tên khu bay, một số địa danh chính

- Thông tin về khối ảnh (độ phân giải, tiêu cự, độ cao bay...)

- Tên đơn vị thực hiện, ngày tháng năm...

- Tên đơn vị giám sát, nghiệm thu, ngày tháng năm...

- Sai số trung phương mặt phẳng, độ cao (trung bình, lớn nhất)

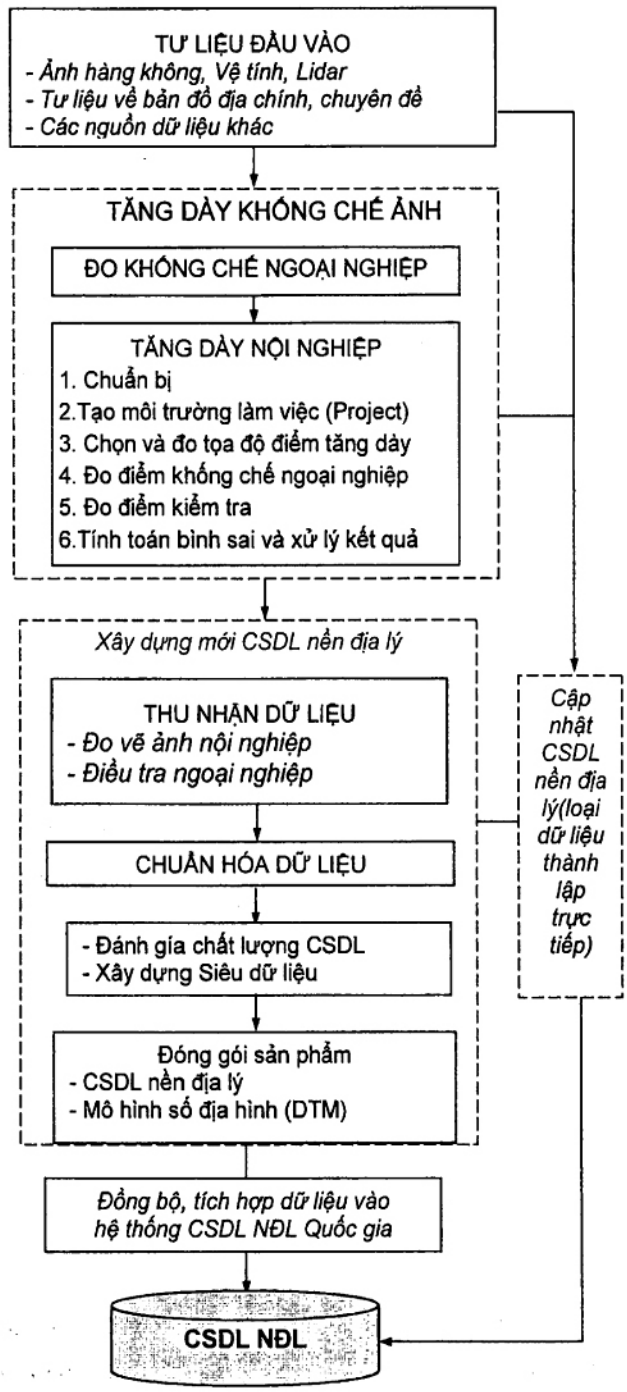
- Phương pháp, phần mềm sử dụng trong tính toán bình sai

- Thông tin về chủ đầu tư dự án (cơ quan quản lý sản phẩm)

Phụ lục A

(Quy định)

Sơ đồ tổng thể quy trình công nghệ đo ảnh hàng không



Phụ lục B
(Quy định)

Chỉ tiêu độ chính xác tăng dày lưới tam giác ảnh không gian

B.1 Chỉ tiêu độ chính xác tăng dày tương ứng với chỉ tiêu độ chính xác thu nhận dữ liệu địa lý

Phân loại dữ liệu	SSTP mặt phẳng của đối tượng đo vẽ (m)	SSTPtăng dày mặt phẳng (m)	SSTP mặt phẳng điểm KCNN (m)	SSTP độ cao của đối tượng đo vẽ (m)	Sai số TP tăng dày độ cao (m)	SSTP độ cao điểm KCNN (m)	Tương đương với bản đồ ở tỷ lệ
	$m_{x,y(ct)}$	$m_{x,y(td)}$	$m_{x,y(kc)}$	$(m_{h(DEM)})$	$m_{h(td)}$	$m_{h(kc)}$	
I	0,25	0,13	0,06	0,12	0,06	0,03	1:2 000 (kcđ 0,5; 1m)
II	0,50	0,25	0,13	0,25	0,13	0,06	
III	0,75	0,38	0,19	0,50	0,25	0,12	
I	0,63	0,32	0,16	0,66	0,33	0,17	1:5 000 (kcđ 1m, 2,5m; 5m
II	1,26	0,63	0,32	0,84	0,42	0,21	
III	1,89	0,95	0,47	1,66	0,83	0,42	
I	1,25	0,63	0,31	2,00	1,00	0,50	1:10 000 (kcđ 5m, 10m)
II	2,50	1,25	0,63	2,50	1,25	0,62	
III	3,75	1,88	0,94	3,33	1,66	0,83	
I	3,13	1,56	0,78	3,33	1,66	0,83	1:25 000 (kcđ 10m, 20m)
II	6,25	3,13	1,56	4,00	2,00	1,00	
III	9,38	4,69	2,34	6,66	3,33	1,66	
I	6,25	3,13	1,56	-	-	-	1:50 000
II	12,50	6,25	3,13	-	-	-	
III	18,75	9,38	4,69	-	-	-	

Trong đó:

- Sai số trung mặt phẳng của đối tượng đo vẽ $m_{x,y(ct)}$ tương ứng với chỉ tiêu độ chính xác của loại dữ liệu địa lý thu nhận khi sử dụng kết quả tăng dày

- Độ chính xác tăng dày được tính toán dựa trên nguyên tắc số bình phương nhỏ nhất, cụ thể như sau:

Sai số trung phương tăng dày mặt phẳng $m_{mp(td)}$ được tính theo công thức:

$$m_{xy}(td) = \sqrt{(m_x^2 + m_y^2)}$$

Trong đó:

- m_x là sai số trung phương vị trí mặt phẳng theo thành phần x tính theo công thức:

$$m_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_{d,i} - x_{k,i})^2}{n}}$$

- m_y là sai số trung phương vị trí mặt phẳng theo thành

Sai số trung phương tăng dày độ cao được tính theo công thức:

$$m_h\ (td) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(h_{d,i} - h_{k,i})^2}{n}}$$

Trong đó:

- m_h là sai số trung phương độ cao

- $h_{d,i}$ là giá trị độ cao của điểm kiểm tra thứ i trong tập dữ liệu

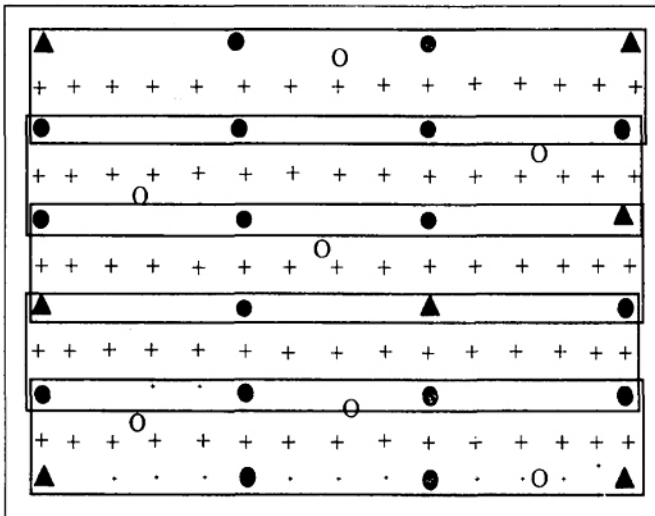
phần y tính theo công thức:

$$m_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_{d,i} - y_{k,i})^2}{n}}$$

- $x_{d,i}$, $y_{d,i}$ là toạ độ của điểm thứ i trong tập điểm dữ liệu
- $x_{k,i}$, $y_{k,i}$ là toạ độ của điểm thứ i trong tập điểm kiểm tra
- n là số điểm được kiểm tra
- i là số nguyên dương từ 1 đến n
- $h_{k,i}$ là giá trị độ cao của điểm thứ i trong tập kiểm tra
- n là số điểm được kiểm tra
- i là số nguyên dương từ 1 đến n

Các mức chỉ tiêu độ chính xác trong bảng B1 được đề xuất cho các khu vực rõ ràng, khu vực ẩn khuất, khó khăn các mức chỉ tiêu độ chính xác có thể thay đổi theo khả năng thực tế và yêu cầu sử dụng

B.2 Mẫu sơ đồ bố trí điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp và điểm kiểm tra



▲ điểm khống chế tổng hợp (X, Y, H);

● điểm khống chế độ cao;

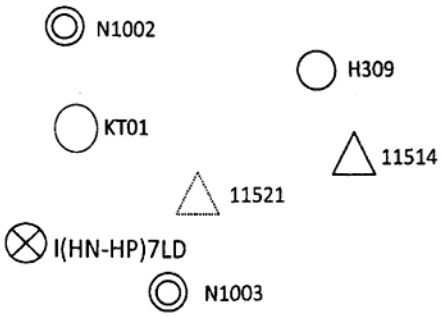
\+ tâm ảnh

O điểm kiểm tra ngoại nghiệp

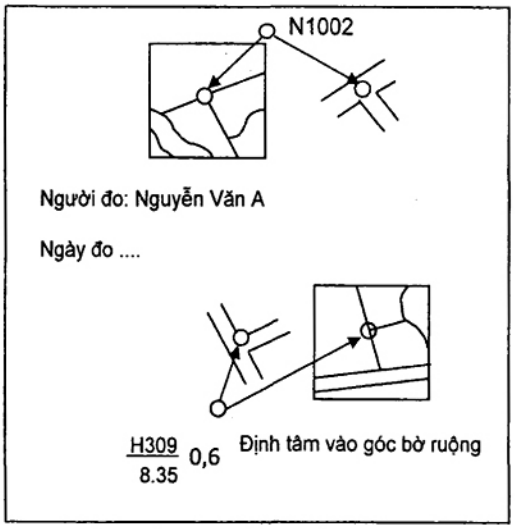
Theo kết quả nghiên cứu trên market chuẩn, giãn cách giữa các điểm khống chế độ cao phục vụ tăng dày khống chế ảnh đo vẽ độ chính xác từ 0,3 đến 0,5m là 3,5km;

Thực tế, với nguồn dữ liệu ảnh thu nhận trong điều kiện Việt Nam, tham khảo giãn cách điểm khống chế đối với khối ảnh Vexcel tại phụ lục C

B.3 Mẫu ghi chú điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp và điểm kiểm tra



a) Ký hiệu và tên điểm



b) Sơ đồ thuyết minh điểm khống chế (trên mặt sau của tờ ảnh in khu vực chọn điểm)

Trong đó:

N1003 - Điểm khống chế ảnh tổng hợp (vòng tròn ngoài màu đỏ đường kính 1cm, vòng tròn trong màu xanh đường kính 0,6cm và số hiệu điểm màu đỏ).

H309 - Điểm khống chế ảnh độ cao tăng cường trong trường hợp cần tăng dày độ cao chính xác (vòng tròn màu xanh đường kính 1 cm, số hiệu điểm màu xanh).

11514 - Điểm toạ độ quốc gia (tam giác màu đỏ cạnh 1 cm, số hiệu điểm màu đỏ).

11521 - Điểm toạ độ quốc gia chích không chính xác (tam giác cạnh 1 cm màu đỏ; số hiệu điểm màu đỏ).

I(HN-HP)7LD - Điểm độ cao quốc gia (vòng tròn màu xanh lá cây đường kính 1 cm, số hiệu điểm màu xanh lá cây).

KT01 - Điểm kiểm tra (vòng tròn màu đen đường kính 0,8 cm và số hiệu điểm màu đen).

Phụ lục C
(Tham khảo)
Mật độ điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp

Bảng sau đây được áp dụng đối với trường hợp: độ phân giải mặt đất của ảnh chụp đáp ứng yêu cầu độ chính xác mô hình số độ cao (DEM), với việc sử dụng máy chụp ảnh Vexcel Ultracam XP w/a, tiêu cự f=70.5 mm, sai số đo thị sai ngang bằng 1 pixel (tương đương mΔp = 6 µm), độ phủ dọc P = 60%, mΔp = 6 µm.

Chỉ tiêu độ chính xác độ cao đo chi tiết	**Độ cao bay chụp**	**Độ phân giải mặt đất**	**Cạnh đáy ảnh(trên mặt đất)**	**Mẫu số tỷ lệ ảnh với p=60%**	**Chỉ tiêu độ chính xác tăng dày độ cao**	**Tương đương với khoảng cao đều cơ bản**	**Mật độ KC theo dải bay hoặc theo khối**
m_h	H	**GSD**	B	m_a	m_{td}	h	
(m)	(m)	**(m)**	(m)		**(m)**	(m)	
0.30	1357	**0,12**	523	19,251	**0,150**	1,0	3,5 km
0.50					*0,250*		
0.83					*0,415*	2,5	7 km
1.00					*0,500*	-	10km (40km^2/đ)
0.40	1810	**0,15**	697	25,668	**0,200**	1,0	4,5 km
0.50					*0,250*	-	7-10km (35-40km^2/đ)
0.83					*0,415*	2,5	64km^2/đ
1.00	4524	**0,39**	1742	64,170	**0,500**		15km (70-80km^2/đ
0.83					*0,415*	-	13-15km 90-100km^2/đ
0.50					*0,250*	2,5	13-15km

Kết quả từ dự án thử nghiệm trên một số khối tăng dày khống chế ảnh Vexcel Ultracam XP w/a với điều kiện bay chụp tại Việt Nam, ưu tiên chỉ tiêu độ chính xác độ cao)

Trong đó:

- Đối với ảnh độ phân giải cao (GSD =12-15cm) có thể bố tri điểm khống chế ngoại nghiệp để tăng dày cho đo vẽ độ cao chính xác dưới 0.3m với các mức 0.35, 0.4, 0.5, 0.8m với giãn cách điểm khống chế theo dải bay trong khoảng: 3,5-5km, 7,0km. Trong trường hợp chất lượng khống chế đạt chuẩn (bao gồm cả tọa độ tâm chụp và KCMĐ), giãn cách đến 10km vẫn cho phép đạt tới chỉ tiêu độ chính xác này. Với các chỉ tiêu độ chính xác thấp hơn (0.85m, 1.0m) điểm khống chế được bố trí rải

đều theo mật độ khoảng từ 40-50 km^2/điểm. Trong trường hợp chất lượng khống chế ảnh đạt chuẩn mật độ này có thể tăng lên đến 80km^2

- Đối với ảnh độ phân giải trung bình (GSD =40cm) về lý thuyết có thể thiết kế phương án bay chụp ảnh số để đo vẽ độ chính xác độ cao đến 1.0m. Trên thực tế, sau khi đo vẽ mô tả địa hình, độ chính xác độ cao tại khu vực rõ ràng, không thực phủ có thể đo được tới 0.5m.

+ Đối với địa hình đơn giản (đồng bằng, ít địa vật che khuất như nhà cao tầng, vật kiến trúc), khả năng chọn và đo điểm dễ dàng, độ chính xác có thể đạt mức 0.5m với giãn cách khống chế 10 - 13km theo dải bay (mật độ trung bình khoảng 250-280km^2/điểm KCMĐ).

+ Đối với địa hình đồi núi, ven biển khả năng chọn và đo điểm khó khăn, chỉ tiêu độ chính xác từ 0.8-1,0m với mật độ điểm khống chế 10-15km theo dải bay (mật độ trung bình khoảng 280km^2 – 300km^2/điểm KCMĐ)

Thư mục tài liệu tham khảo

[1] Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chuẩn thông tin địa lý cơ sở (QCVN42: 2020/BTNMT) do Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành theo Thông tư số 06 /2020/TT-BTNMT ngày 31 tháng 08 năm 2020, hiệu lực thi hành ngày 01 tháng 3 năm 2021)

[2] Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/5000 (phần ngoài trời) (96 TCN 43-90) do Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước ban hành theo Quyết định số 248/KT ngày 09/8/1990,

[3] Quy định kỹ thuật thành lập BĐĐH tỷ lệ 1:10 000, 1:25 000 và 1:50 000 bằng công nghệ ảnh số ban hành theo Quyết định số 15/2005/QĐ-BTNMT ngày 13/12/2005 của Bộ Tài nguyên và Môi trường

[4] Quy định kỹ thuật thành lập BĐĐH tỷ lệ 1:2 000 và 1:5 000 bằng công nghệ ảnh số ban hành theo Quyết định số 17/2005/QĐ-BTNMT ngày 21/12/2005 của Bộ Tài nguyên và Môi trường;

[5] Nguyễn Thị Bích Ngọc, "Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn phục vụ đổi mới chỉ tiêu đánh giá độ chính xác mặt phẳng và độ cao trong đo đạc địa hình ở Việt Nam trên nền công nghệ không ảnh và đo đạc trực tiếp toàn số hiện nay" Mã số TNMT.2015.07.01, Bộ Tài nguyên và Môi trường – Hà nội 2017;

[6] Đào Ngọc Long, Nghiên cứu cơ sở khoa học công tác bay chụp ảnh hàng không và đề xuất qui định bay chụp, tỷ lệ bay chụp, kiểm tra, đánh giá chất lượng ảnh chụp từ máy bay phục vụ công tác đo vẽ và hiện chỉnh bản đồ, Viện khoa học Đo đạc và Bản đồ - Hà Nội 2015;

[7] ThS. Phạm Ngọc Sơn, Cục Bản đồ Bộ Tổng tham mưu - 2012. Hệ thống máy chụp ảnh số VEXCEL ULTRACAM XP W/A và các ứng dụng

[8] TS Đào Ngọc Long, Viện khoa học Đo đạc và Bản đồ .KS. Đào Ngọc Dũng Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam, Một số giải pháp nâng cao hiệu quả sử dụng máy chụp ảnh hàng không kỹ thuật số Vexcel UltraCam XP W/A

[9] The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing Approval by the ASPRS Professional Practicing Division, March, 1990. ASPRS American Society of Photogrammetry and Remote Sensing 2014.

[10] F. Ackermann, Institute of Photogrammetry, University of Stuttgart Keplerstr, Operational Rules and Accuracy Models for GPS Aerotriangulation,.