

VIỆN THIẾT KẾ GIAO THÔNG VẬN TẢI  
ĐỀ TÀI 48B-20-03

QUY TRÌNH  
KHẢO SÁT SỰ VẬN CHUYỂN BÙN CÁT  
BẰNG PHƯƠNG PHÁP CHỤP ẢNH HẠT ĐẤT

HÀ NỘI 1990

TRUNG TÂM THÔNG TIN KỸ THUẬT  
KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐẤT ĐÁ

KH 00015/85  
CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU

CÁC CÁN BỘ THỰC HIỆN:

1. PTS. Nguyễn Đức Minh
2. KS. Trần Lê Quang
3. KS. Hoàng Lam Sơn
4. KS. Nguyễn Thị Tính

Phòng Địa Hình, Trung Tâm KHKT Trắc Địa Bản Đồ  
Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước

## MUC LUC

	Trang
<b>Mở đầu</b>	1
<b>Chương 1. Cơ sở lý thuyết của phương pháp chụp ảnh lập thể mặt đất Phototheodolite</b>	2
<b>Chương 2. Công tác ngoại nghiệp</b>	5
2.1 Thiết kế đường dây	5
2.2 Chôn mốc và làm dấu mốc điểm	6
2.3 Đặt máy và thao tác chụp	8
<b>Chương 3. Công tác nội nghiệp</b>	10
3.1 Tráng rửa phim và in ảnh	10
3.2 Đo ảnh trên máy đo lập thể	11
<b>Chương 4. Đảm bảo toán học cho lưới không chế mặt phẳng và độ cao</b>	13
4.1 Lưới không chế phẳng	13
4.2 Lưới không chế độ cao	14
4.3 Đánh giá độ chính xác lưới phẳng và độ cao	15
<b>Chương 5. Tính thể tích bằng phương pháp giải tích sử dụng máy vi tính</b>	17
5.1 Tổng quát một số phương pháp thường dùng để xác định thể tích	17
5.2 Tính thể tích bằng phương pháp giải tích sử dụng máy vi tính	19
5.3 Công thức đánh giá độ chính xác	22
<b>Tài liệu tham khảo</b>	23
<b>Phụ lục 1: Các chương trình tính</b>	24
Phụ lục P. 1.1 Chương trình tính chuyển tọa độ	25
Phụ lục P. 1.2 Chương trình tính chuyển tọa độ ảnh sang tọa độ trắc địa	27
Phụ lục P. 1.3 Chương trình tính thể tích sử dụng phương pháp bình phương tối thiểu	34
<b>Phụ lục 2: Thí dụ minh họa</b>	
<b>"Áp dụng quy trình CAMB để đo đạc thể tích bùn cát của mũi đất nổi phía trước Cảng Hà Nội"</b>	38
P. 2.1 Công tác ngoại nghiệp	38
P. 2.2 Công tác nội nghiệp	41
P. 2.3 Tính thể tích bùn cát mũi bãi nổi phía trước Cảng Hà Nội	46

**MƠ ĐÁU:**

Để nghiên cứu sự vận chuyển bùn cát ở các bãi cửa sông, bờ biển kế cận cảng cần khảo sát định kì sự biến động thể tích các khối bùn cát theo thời gian.

Do những nguyên nhân như nước lên xuống theo chu kì triều, các bãi sinh lầy hoặc nằm cách xa bờ khó tiếp cận trực tiếp nên việc sử dụng các phương tiện trực địa truyền thống gặp nhiều hạn chế.

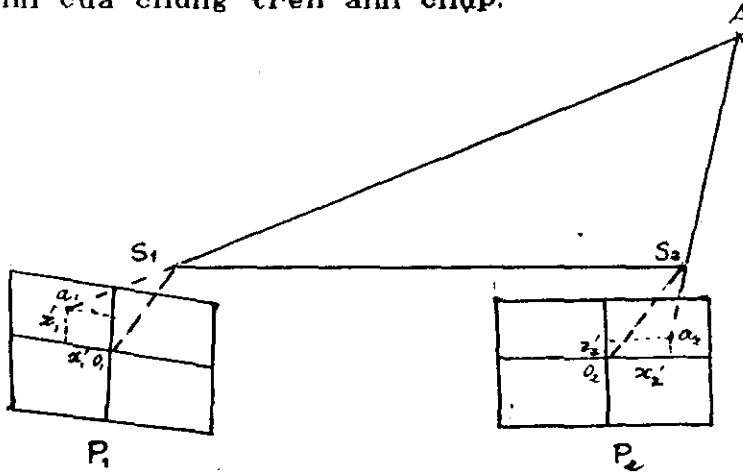
Để góp phần giảm bớt khó khăn và chi phí trong việc đo đạc các đối tượng vừa nêu, căn cứ kết quả đã thu được trong đề tài 48B-02-03 và các công trình nghiên cứu [1 - 5] đã biên soạn "Quy trình khảo sát sự vận chuyển bùn cát bằng phương pháp chụp ảnh mặt đất" gọi tắt là Quy trình CAMD.

Quy trình CAMD được xây dựng một cách tương đối hoàn chỉnh từ khâu đo đạc khống chế, chụp ảnh, xử lý ảnh, đo đạc ảnh, tính toán bình sai và thể tích các khối bùn cát.

Chúng tôi mong nhận được sự góp ý của các cán bộ nghiên cứu và các cán bộ kĩ thuật để có thể tiếp tục hoàn thiện quy trình đã biên soạn và tiến tới xây dựng một quy trình chính thức.

**Chương 1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA PHƯƠNG PHÁP CHỤP ẢNH LẬP THỂ MẶT ĐẤT PHOTO THEODOLITE**

Cơ sở lý thuyết của phương pháp chụp ảnh lập thể mặt đất là quy luật quan hệ toán học giữa các điểm của đối tượng chụp với hình ảnh của chúng trên ảnh chụp.



Hình 1.1: Liên hệ giữa đối tượng và cặp ảnh chụp

Tọa độ của điểm A bất kỳ trên mặt đất và tọa độ của nó trên hai ảnh P1 và P2 (hình 1.1) liên hệ với nhau bởi biểu thức:

$$\begin{aligned} X &= X_{S1} + NX_1' \\ Y &= Y_{S1} + NY_1' \\ Z &= Z_{S1} + NZ_1' + \Delta Z_R \end{aligned} \quad (1.1)$$

các giá trị  $N, X_1', Y_1', Z_1'$  được xác định bằng các công thức sau:

$$N = \frac{(Y_{S2} - Y_{S1}) X_2' - (X_{S2} - X_{S1}) Y_2'}{Y_1' X_2' - Y_2' X_1'} \quad (1.2)$$

$$\begin{aligned} X_1' &= a_1(x_1' - x_{01}) + a_2(z_1' - z_{01}) + a_3 f_1 \\ Y_1' &= b_1(x_1' - x_{01}) + b_2(z_1' - z_{01}) + b_3 f_1 \\ Z_1' &= c_1(x_1' - x_{01}) + c_2(z_1' - z_{01}) + c_3 f_1 \\ X_2' &= a_1'(x_2' - x_{02}) + a_2'(z_2' - z_{02}) + a_3' f_2 \\ Y_2' &= b_1'(x_2' - x_{02}) + b_2'(z_2' - z_{02}) + b_3' f_2 \end{aligned} \quad (1.3)$$

Trong đó:  $X_{S_1}, Y_{S_1}, Z_{S_1}$  - là tọa độ trực địa của điểm trạm  
 chụp trái,  
 $x_1', z_1'; x_2', z_2'$  - là tọa độ của điểm A trên ảnh P1  
 và P2,  
 $x_{01}, z_{01}, f_1; x_{02}, z_{02}, f_2$  - là nguyên tố định hướng trong  
 trong của ảnh P1 và P2.

$$\begin{aligned}
 a_1 &= -\sin\alpha, \cos\alpha, -\cos\alpha, \sin\omega, \sin\alpha, \\
 a_2 &= \sin\alpha, \sin\alpha, -\cos\alpha, \sin\omega, \cos\alpha, \\
 a_3 &= \cos\alpha, \cos\omega, \\
 b_1 &= \cos\alpha, \cos\alpha, -\sin\alpha, \sin\omega, \sin\alpha, \\
 b_2 &= -\cos\alpha, \sin\alpha, -\sin\alpha, \sin\omega, \sin\alpha, \\
 b_3 &= \sin\alpha, \cos\omega, \\
 c_1 &= \cos\omega, \sin\alpha, \\
 c_2 &= \cos\omega, \cos\alpha, \\
 c_3 &= \sin\omega, \\
 a_1' &= -\sin\alpha_2 \cos\alpha_2 - \cos\alpha_2 \sin\omega_2 \sin\alpha_2 \\
 a_2' &= \sin\alpha_2 \sin\alpha_2 - \cos\alpha_2 \sin\omega_2 \cos\alpha_2 \\
 a_3' &= \cos\alpha_2 \cos\omega_2 \\
 b_1' &= \cos\alpha_2 \cos\alpha_2 - \sin\alpha_2 \sin\omega_2 \sin\alpha_2 \\
 b_2' &= -\cos\alpha_2 \sin\alpha_2 - \sin\alpha_2 \sin\omega_2 \cos\alpha_2 \\
 b_3' &= \sin\alpha_2 \cos\omega_2
 \end{aligned}
 \tag{1.4}$$

$\alpha_1, \omega_1, \alpha_1; \alpha_2, \omega_2, \alpha_2$  - các góc quay (nguyên tố định hướng  
 ngoài) của ảnh P1 và P2

$\Delta Z_R$  - số cải chính độ cong trái đất

$$\Delta Z_R = \frac{X^2}{2R} \approx 0.0785 X^2 (m)$$

X - chiều dài (khoảng cách giữa hai điểm xa nhất) của lưới  
 tính toán bình sai tính bằng Km,

- Bán kính quả đất (R = 6370 Km)

Đối với các dạng chụp thẳng:  $\varphi_1 = \varphi_2 = \omega_1 = \omega_2 = \alpha_1 = \alpha_2 = 0$ ,

chụp lệch đều:  $\varphi_1 = \varphi_2 \neq 0, \omega_1 = \omega_2 = \alpha_1 = \alpha_2 = 0$ ,

chụp nghiêng đều:  $\varphi_1 = \varphi_2 = \alpha_1 = \alpha_2 = 0, \omega_1 = \omega_2 \neq 0$ ,

chụp giao nhau:  $\varphi_1 \neq \varphi_2, \omega_1 = \omega_2 = \alpha_1 = \alpha_2 = 0$ ,

Ta có các công thức sau bằng cách thay các giá trị góc vào  
 (1.2) - (1.4), sau vài phép biến đổi đơn giản

1. Chụp thẳng: 
$$Y^* = \frac{Bf}{P}; \quad X^* = \frac{Bx_1}{P} = \frac{Y^* x_1}{f}$$

$$Z^* = \frac{Bz_1}{P} = \frac{Y^* z_1}{f}
 \tag{1.5}$$

2. Chụp lệch đều: 
$$Y^* = \frac{f}{P} \left( Bx + \frac{\alpha_2}{f} By \right)$$

$$X^* = \frac{\alpha_1}{P} \left( Bx + \frac{\alpha_2}{f} By \right) = Y^* \frac{\alpha_1}{f}; \quad Z^* = \frac{z_1}{P} \left( Bx + \frac{\alpha_2}{f} By \right) \quad (1.6)$$

Trong đó:

$$Bx = B \cdot \cos \varphi; \quad By = B \cdot \sin \varphi \quad (1.7)$$

$\varphi$  - góc lệch

3. Chụp nghiêng đều: 
$$Y^* = k(f \cdot \cos \omega - z_1 \cdot \sin \omega);$$

$$X^* = k \cdot x_1; \quad Z^* = k(z_1 \cdot \cos \omega + f \cdot \sin \omega) \quad (1.8)$$

Trong đó: 
$$k = \frac{1}{f \cdot P} (B \cdot f - \alpha_2 \cdot Bz \cdot \sin \omega)$$

$Bz$  - Hiệu độ cao (chênh cao) của máy chụp tại trạm phải và trạm trái.

$\omega$  - Góc nghiêng.

4. Trường hợp chụp giao nhau:

$$Y^* = N \cdot f, \quad X^* = N \cdot x_1; \quad Z^* = N \cdot z_1 \quad (1.9)$$

$$N = B \frac{f \cdot \cos(\varphi_1 + \delta) + \alpha_2 \sin(\varphi_1 + \delta)}{P \cdot f \cos \delta + (\alpha_1 \alpha_2 + f^2) \sin \delta} \quad (1.10)$$

Trong các công thức (1.5) - (1.10)  $X^*, Y^*, Z^*$  - là tọa độ ảnh của điểm được đo;  $B$  - Chiều dài đường đáy;  $f$  - Tiêu cự máy chụp ảnh;  $\alpha_1, z_1$  - Tọa độ của điểm trên ảnh trái;  $P$  - Thị sai dọc

$$P = \alpha_1 - \alpha_2 \quad (1.11)$$

Tọa độ của các điểm được tính theo công thức

$$\begin{aligned} X &= X_{S1} + Y^* \cos \alpha_1 - X^* \sin \alpha_1 \\ Y &= Y_{S1} + Y^* \sin \alpha_1 + X^* \cos \alpha_1 \\ Z &= Z_{S1} + Z^* + \Delta Z_R \end{aligned} \quad (1.12)$$

Trong đó:  $X_{S1}, Y_{S1}, Z_{S1}$  - Tọa độ trắc địa tâm chiếu trái (trạm chụp trái)

$\alpha_1$  - Góc phương vị của tia chính (trục quang) ảnh trái

$\Delta Z_R$  - cải chính độ cong trái đất

## Chương 2. CÔNG TÁC NGOẠI NGHIỆP

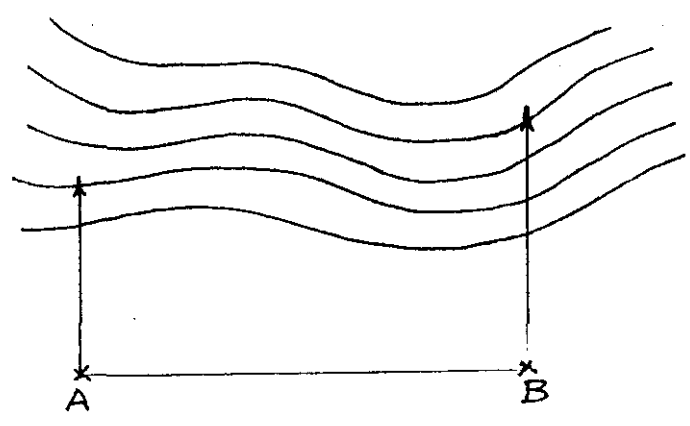
### 2.1 Thiết kế đường dây và trạm chụp

Để tiến hành công tác ngoại nghiệp trước hết phải thu thập tài liệu bản đồ, ảnh và các tư liệu, số liệu thuộc khu vực khảo sát để lập thiết kế sơ bộ. Thiết kế phân bố các điểm trắc địa của lưới khống chế, các điểm trạm chụp, điểm hiệu chỉnh phải dựa trên cơ sở nghiên cứu bản đồ, bởi vậy phải khảo sát địa hình để thay đổi và bổ sung những chỗ cần thiết trong thiết kế sơ bộ. Trong quá trình khảo sát thực địa phải xác định cho được khu vực chụp khảo sát, xác định chính xác vị trí đường dây, các điểm hiệu chỉnh, vị trí các điểm khống chế đo vẽ không trùng với điểm trạm chụp hoặc điểm hiệu chỉnh; xác định giới hạn diện tích đo vẽ của mỗi cặp ảnh; xác định ranh giới các khu vực không chụp ảnh được bởi một lý do nào đó; lập sơ đồ đo đạc ngoại nghiệp các điểm đường dây và các điểm hiệu chỉnh. Tất cả các đối tượng này phải dùng bút chì mềm đưa lên bản can của bản đồ địa hình đã dùng để thiết kế sơ bộ. Việc khảo sát ngoại nghiệp nên bắt đầu từ quan sát toàn bộ khu vực từ các điểm cao chủ đạo. Lúc đó có thể xác định được giới hạn khu vực chụp khảo sát bằng cách đối chiếu các địa vật dễ nhận ở trên bản đồ và ngoài hiện trường, sau đó xem xét lại ở hiện trường vị trí các trạm chụp, điểm hiệu chỉnh, các điểm lưới khống chế và lưới đo vẽ. Nếu thấy có những khu vực thuận lợi để chọn điểm trạm chụp và điểm hiệu chỉnh thì đánh dấu trên bản đồ, và các điểm trong thiết kế trước đó có thể loại bỏ.

Khi đặt đường dây phải chú ý các yêu cầu sau:

- Từ các dấu mốc phải nhìn thấy toàn bộ khu vực định chụp và không có một vật gì che khuất phần nào đó của khu chụp.
- Điểm trạm chụp phải thuận tiện cho việc đặt máy và mia và giữ được lâu dài do đó không được đặt ở chỗ đất sụt hoặc bồi xói.
- Điểm trạm chụp phải chọn ở chỗ cao thuận lợi cho việc đo đạc ở hiện trường
- Chiều dài thực tế của đường dây phải gần với chiều dài tính toán và các điểm trạm chụp không được chênh lệch độ cao quá 10 .
- Hướng của đường dây phải chọn sao khi chụp khu vực dự định tại đường dây đó có số lượng cặp ảnh là ít nhất. Thông thường đường dây phải chọn sao cho trường hợp chụp thẳng góc thì trục quang học của máy vuông góc với trường khu chụp (hướng chung của các đường bình độ).





Sau khi chọn được điểm trạm chụp (đường đáy) thì đóng cọc làm dấu các điểm đó. Dựa theo các địa vật rõ ràng để đưa các điểm trạm chụp lên bản đồ và dùng bản xác định ( Paletka ) phạm vi chụp để vạch giới hạn bao phủ.

Các điểm định hướng cặp ảnh cũng phải đóng cọc, làm dấu. Sơ đồ khảo sát thực địa phải làm thành hai bản, một để chụp ảnh thực địa và một bản để đo đạc thực địa.

Trên sơ đồ dùng để chụp ảnh phải vẽ ranh giới khu vực chụp, đường đáy và chiều dài của chúng, số thứ tự và dạng chụp. Trên sơ đồ đo đạc thực địa phải đưa vào các điểm trạm chụp, các điểm định hướng kèm theo số thứ tự và ghi chú phương pháp xác định. Phương pháp xác định các điểm đó chủ yếu là xây dựng lưới giới tích và giao hội. Cả hai sơ đồ này phải vẽ trên giấy can, can từ bản đồ địa hình.

**2.2 Chôn mốc và làm dấu mốc điểm**

Tất cả các điểm trạm chụp và điểm định hướng đều phải chôn mốc cố định hoặc tạm thời. Số lượng điểm phải chôn mốc cố định dựa theo yêu cầu cụ thể. Mốc tạm thời dùng cho các điểm trạm chụp và các điểm định hướng có thể làm bằng ống sắt dài 30 - 40 cm, đường kính 5 cm. Các điểm thứ hai (phải) của đường đáy thì dùng cọc gỗ. Để dọi tâm phải đóng đinh. Ống sắt hoặc cọc gỗ đều đóng ngang mặt đất. Cách 20 - 30 cm đóng một cọc dấu (có thể bằng gỗ) ghi số hiệu điểm, viết tắt tên cơ quan đo chụp. Để dễ tìm thì các điểm này phải làm dấu bằng cách đào hoặc xếp đá đường kính 1 m.

Để làm tiêu tại các điểm, có thể dùng ván mỏng, cốt ép, vải màu. Kích thước của tiêu phụ thuộc vào khoảng cách giữa đường đáy và điểm cắm tiêu. Kích thước hình ảnh của tiêu ở trên ảnh không được bé hơn 0.10 x 0.04mm. Để tính kích thước hình ảnh của tiêu sử dụng công thức:

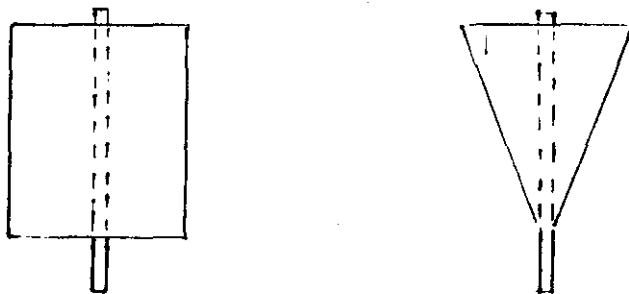
$$r = f \frac{y}{f_k}$$

- Trong đó:  $r$  - Độ dài chiều đứng hoặc chiều ngang của tiêu tính bằng mét.  
 $l$  - Độ dài tương ứng (đứng hoặc ngang) của hình ảnh tiêu trên ảnh tính bằng milimét (0.04 x 0.10 mm)  
 $y$  - Khoảng cách từ điểm cắm tiêu tới điểm đáy dọc theo trục quang của máy chụp tính bằng mét  
 $f_k$  - Tiêu cự máy chụp

Kích thước tối thiểu của tiêu đối với máy chụp ảnh có tiêu cự = 190 mm được tính trong bảng sau:

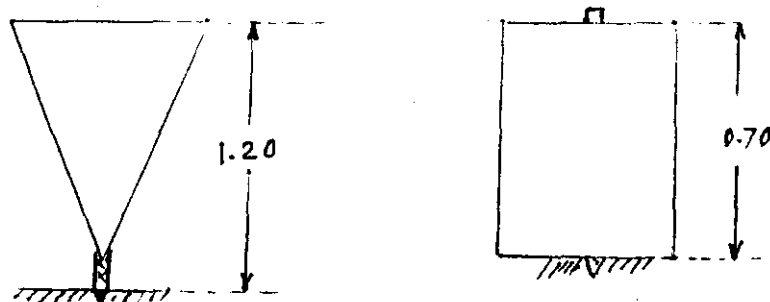
Khoảng cách (m)	600	800	1000	1500	2000	2500	3000
Chiều đứng	0.30	0.40	0.50	0.75	1.00	1.30	1.50
Chiều ngang	0.12	0.16	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60

Hình dạng tiêu có thể là hình chữ nhật hoặc hình tam giác cân gắn chặt vào cọc nhỏ nhô ra khoảng 20 - 30 Cm ở phía trên và phía dưới. Một đầu nhỏ sẽ cắm vào ống đã đóng tại điểm, đầu còn lại dùng làm tiêu ngấm khi đo. Tiêu có thể quét vôi, sơn trắng hoặc màu vàng sáng phụ thuộc vào phong nền.



Hình dạng tiêu chụp

Sau khi cắm tiêu phải đo chiều cao của tiêu (từ mặt trên của ống sắt hoặc cọc gỗ đến mép trên của tiêu) và ghi vào sổ.



Sơ đồ và chiều cao tiêu

Sau khi đóng cọc các điểm đáy (trạm chụp) và dựng tiêu các điểm định hướng thì tiến hành chụp ảnh.