



# 大地測量學

下 冊

(中等技術科講義)

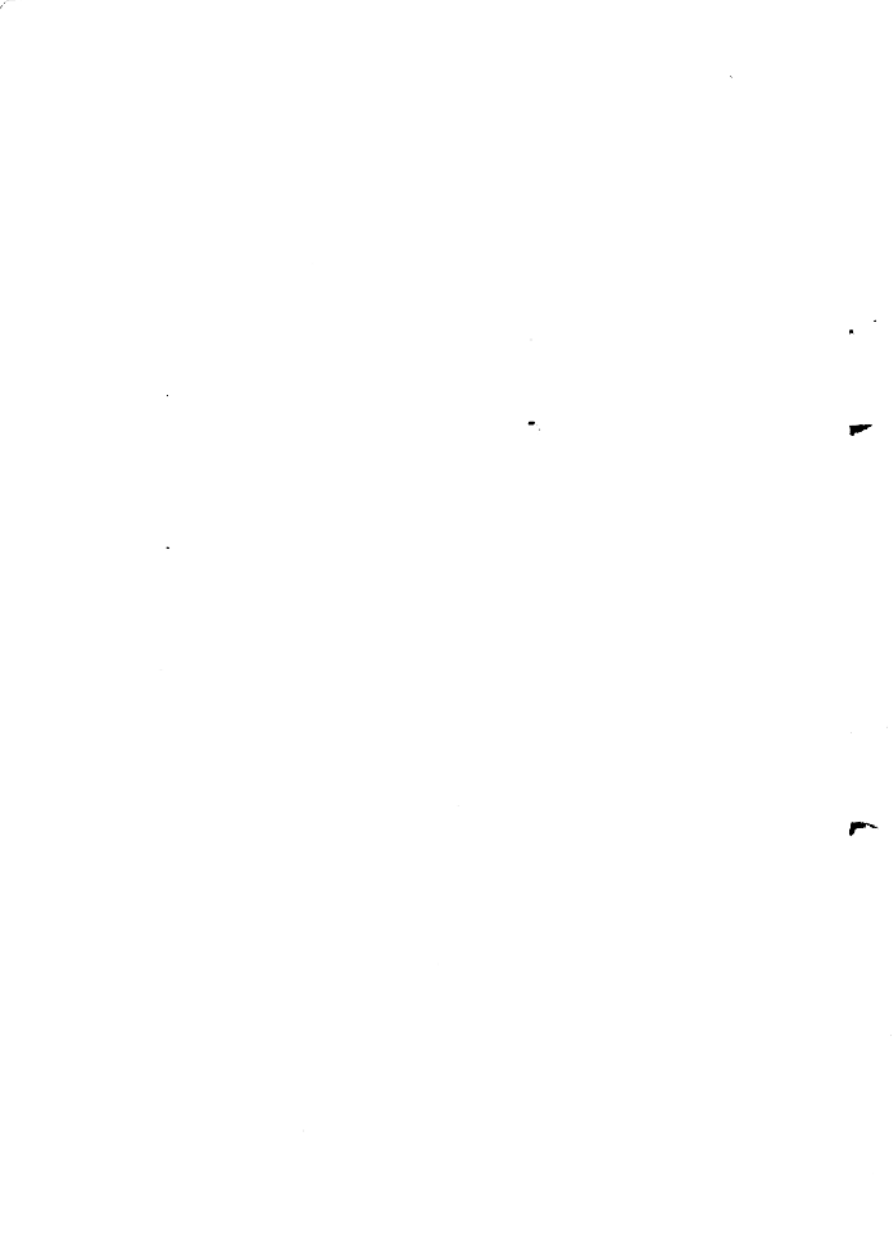
中國人民解放軍測繪學院編印



# 大地測量學

中國人民解放軍測繪學院編印

一九五六年二月於北京



## 下 冊 目 錄

### 第十二章 導綫測量

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| § (12.1) 導綫測量概述 .....    | ( 7 )  |
| § (12.2) 導綫測量的一般知識 ..... | ( 8 )  |
| § (12.3) 視差導綫測量 .....    | ( 12 ) |
| § (12.4) 導綫平差 .....      | ( 24 ) |

### 第十三章 地圖投影

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| § (13.1) 地圖投影的概念 .....  | ( 35 ) |
| § (13.2) 圓柱投影 .....     | ( 38 ) |
| § (13.3) 圓錐投影 .....     | ( 42 ) |
| § (13.4) 方位投影 .....     | ( 45 ) |
| § (13.5) 透視投影 .....     | ( 49 ) |
| § (13.6) 橫軸投影和斜投影 ..... | ( 50 ) |
| § (13.7) 偽圓柱及圓錐投影 ..... | ( 52 ) |
| § (13.8) 多圓錐投影 .....    | ( 54 ) |
| § (13.9) 地圖投影的選擇 .....  | ( 55 ) |
| § (13.10) 高斯投影 .....    | ( 56 ) |

### 第十四章 三角網概略計算

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| § (14.1) 外業資料的檢查 .....        | ( 70 ) |
| § (14.2) 填寫成果卡片 .....         | ( 71 ) |
| § (14.3) 三角形邊長概算及球面角超計算 ..... | ( 71 ) |
| § (14.4) 近似座標之計算 .....        | ( 73 ) |
| § (14.5) 測站歸心及照準點歸心之計算 .....  | ( 75 ) |

|                              |      |
|------------------------------|------|
| § (14.6) 大地綫投影之曲率改正數計算 ..... | (75) |
| § (14.7) 化算平面方向之計算 .....     | (76) |

## 第十五章 三角網座標平差

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| § (15.1) 誤差方程式 .....          | (80) |
| § (15.2) 誤差方程式自由項之計算 .....    | (85) |
| § (15.3) 誤差方程式圖之編製 .....      | (86) |
| § (15.4) 誤差方程式係數及自由項之檢算 ..... | (87) |
| § (15.5) 史賴伯法則的应用 .....       | (88) |
| § (15.6) 法方程式之組成與解算 .....     | (91) |
| § (15.7) 檢查計算與三角測量之精度估計 ..... | (94) |

## 第十六章 三角網的条件觀測平差

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| § (16.1) 条件平差的概念 .....        | (97)  |
| § (16.2) 条件的數目 .....          | (99)  |
| § (16.3) 条件方程式的組成 .....       | (104) |
| § (16.4) 条件方程式閉合差容許的限度 .....  | (113) |
| § (16.5) 根据天文方位角計算座標方位角 ..... | (115) |
| § (16.6) 条件平差的实施 .....        | (117) |
| § (16.7) 計算例 .....            | (120) |
| § (16.8) 三四等三角點的計算 .....      | (132) |

## 第十七章 旋轉橢圓体基本公式

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| § (17.1) 参考橢圓体在測量中的地位 ..... | (145) |
| § (17.2) 参考橢圓体的常數 .....     | (145) |
| § (17.3) 旋轉橢圓体之一般公式 .....   | (147) |
| § (17.4) 主法曲率半徑 .....       | (150) |
| § (17.5) 法截綫曲率半徑 .....      | (153) |
| § (17.6) 子午圈及平行圈弧長 .....    | (155) |

## 第十八章 大地綫

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| § (18.1) 大地綫的概念 ..... | (156) |
|-----------------------|-------|

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| § (18.2) 大地綫之微分方程式 ..... | (158) |
|--------------------------|-------|

## 第十九章 橢圓面三角形邊長之計算

|                      |       |
|----------------------|-------|
| § (19.1) 球面角超 .....  | (161) |
| § (19.2) 勒戎德定理 ..... | (162) |

## 第二十章 大地座標的計算

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| § (20.1) 大地座標計算概念 .....    | (166) |
| § (20.2) 史賴伯大地座標正算公式 ..... | (167) |

## 第二十一章 垂綫偏差

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| § (21.1) 垂綫偏差的概念 .....             | (177) |
| § (21.2) 垂綫偏差對於水平角及天頂距觀測值之影響 ..... | (180) |



## 第十二章 導綫測量

### § (12.1) 導綫測量概述

#### (一) 導綫測量的意義

一般在已知的兩三角點間佈置導綫點，分別量出相鄰點間的所有距離和所有折角，利用已知點的座標，從而求出各個導綫點的位置的方法稱為導綫測量，如圖 12—1。A, B 為已知的三角點， $P_2, P_3, \dots, P_n$  為佈置的導綫點，量出所有的邊長  $S_1, S_2, \dots, S_n$  及所有的折角  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{n+1}$ ，我們即可利用 A, B 兩點的座標及測定的邊長和折角求得  $P_2, P_3, \dots, P_n$  的位置來充作其他測量工作及地形測量工作的根據，亦即代替三角點的作用。在三角測量困難的區域，一般採用之。

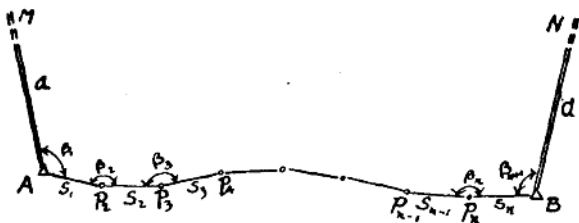


圖 12—1

#### (二) 導綫測量的基本原則

導綫測量和三角測量的任務既是一致的，故導綫測量也是由高



級的導綫網控制低級的導綫網，同樣一等導綫網的佈置也是沿子午圈和平行圈來進行的，其他低級導綫網的佈置也和同級三角網的佈置是相類似的。

為了能够保證提高導綫點的精度及工作的便利，故導綫測量中，應尽可能構成延伸直綫的形狀；同時根據望遠鏡對光的性能，敷設長邊的導綫比短邊的導綫具有較大的靈活性，例如對好 100 公尺處的焦距，僅在 109—92.4 公尺的範圍內是適合的；但對好 400 公尺處的焦距，則在 593—301 公尺的範圍內都是適合的，故在邊長比較短的導綫上，應力求邊長尽可能的相等。又視差導綫測量中，應尽可能的採用對稱的視差鎖部，才可獲得高的精度。

## § (12.2) 導綫測量的一般知識

### (一) 導綫測量的等級

導綫測量主要是用來代替三角測量，同時也是用來作為三角網內的加密因此導綫測量的等級是在與三角測量互換的基礎上來考慮的也就是說同一個等級的導綫測量與三角測量具有同樣的精度，所以導綫測量最主要的也分為四等，各級導綫的規定如下表。

表 12.1

| 等 級  | 導綫最主邊之平<br>大 全 長 均 長 度<br>(以公 以公里<br>里計) 計) |       | 中 誤 差         |                                 | 主邊之系 端點位置<br>統 誤 差 誤 差          |          |
|------|---------------------------------------------|-------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
|      |                                             |       | 主 折 角         | 主 邊                             |                                 |          |
| 一 等  | 250                                         | 15—20 | $\pm 0.5—0.7$ | 1:100000                        | 1:250000                        | 1:150000 |
| 二等基本 | 200                                         | 12—15 | $\pm 1.5$     | 1:50000                         | 1:150000                        | 1:75000  |
| 二等補充 | 50                                          | 8—15  | $\pm 2.0—2.5$ | 1:35000                         | 1:100000                        | 1:50000  |
| 三等補充 | 25                                          | 5—8   | $\pm 4.0—5.0$ | 1:25000                         | 1:50000                         | 1:30000  |
| 四 等  | 20                                          | 0.5—8 |               | $\frac{1}{1000}—\frac{1}{4000}$ | $\frac{1}{2000}—\frac{1}{8000}$ |          |



### (三) 佈置導綫的基本形式

圖(12—3)至圖(12—5)為佈置導綫網的一些基本形式。

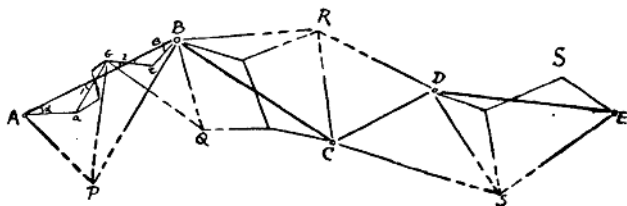


圖12—3 一般地區佈置導綫的形式

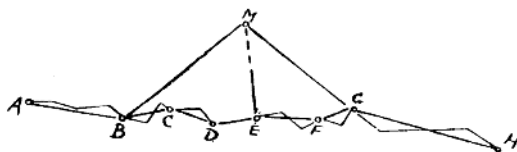


圖12—4 比較困難地區佈置導綫的形式

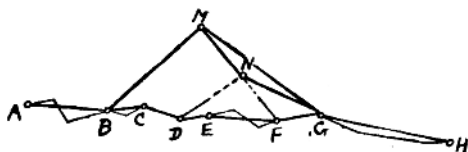


圖12—5 特殊困難地區佈置導綫的形式

上列各圖中的  $A, B, C, \dots$  為導綫主點； $AB, BC, \dots$  為導綫主邊；主點上的角即主邊與主邊間或已知邊與主邊間所夾的角為主折角，例如  $\angle ABC, \angle BCD, \dots$  又圖中的  $a, b, c, \dots$  為導綫點亦稱插點； $Aa, ab, \dots$  為插導綫；插導綫上的角稱為折角，又圖中的  $P, Q, R, \dots$  為旁點。

上邊應有一定的長度如表12.1所列，但在實際作業中很少能够直接量出，所以一般在主邊間都佈置插導綫，而在各個主邊間的插導綫應構成閉合鎖形，即主點必須是在導綫的轉折點上，且插導綫應尽可能的為直伸導綫，以便提高主邊的精度，且在主點上，除測折角外，仍須測定  $\alpha, \beta$  角如圖 12—3 第一鎖部中的  $\alpha, \beta$  角，作為檢核用。例如由測出的折角  $\angle Aab, \angle abc, \angle bcB$ ，又有  $\alpha, \beta$  則有  $\angle 1 = 180^\circ - (\angle Aab + \alpha)$ ， $\angle 2 = 180^\circ - (\angle bcB + \beta)$   $\therefore \angle abc + 180^\circ - (\angle Aab + \alpha) + 180^\circ - (\angle bcB + \beta) = 180^\circ$  即  $\angle abc + 180^\circ = \angle Aab + \angle bcB + \alpha + \beta$ 。

為了推求旁點，必須在與旁點通視的插點上測定  $\gamma_1, \gamma_2, \dots$  角，如圖 12—3' 的第一鎖部中測定  $\gamma_1, \gamma_2$  角，我們由  $\triangle Aab$  可求  $Ab$  邊，再由  $Ab$  邊及  $\angle aAb, \angle abA$ ，求  $AP, bP$ ，

亦即利用這些關係可以求得  $P$  點的位置。至於求得這些旁點的作用：一方面使導綫的兩旁增多控制點；一方面利用這些旁點對導綫本身有很好的檢核。如圖 12—3' 中計算  $P, Q$  兩點的座標時，都發現有不可容許的誤差，而且檢查計算結果沒有發現錯誤；那末這一錯誤一定發生在用以計算兩個旁點公用的一段導綫  $bcB$  上，這就必須對公用的一段導綫進行第二次的量度。

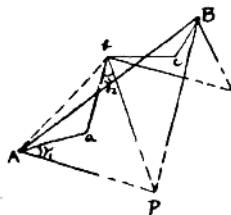


圖 12—3'

為了檢查折角之精度，一二等導綫每隔10—15個主點，即須測定天文經緯度及方位角；三等導綫每隔20—25個主點，應測定天文方位角。一二等導綫上所測的天文方位角應化算為大地方位角，三

等導線上所測的天文方位角就可当作大地方位角使用。

### § (12.3) 視差導線測量

#### (一) 基 本 圖 形

第一類型即基綫大致置於欲量直綫的中央，如圖 12-6 至圖 12-11。

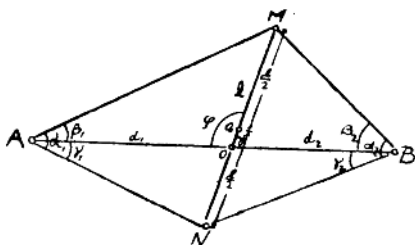


圖 12-6

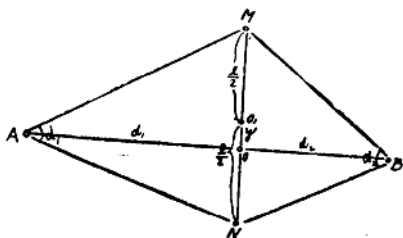


圖 12-7

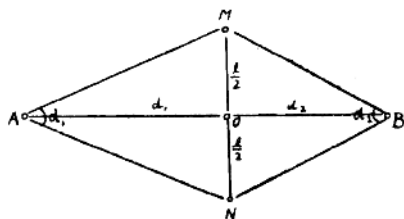


圖 12-8

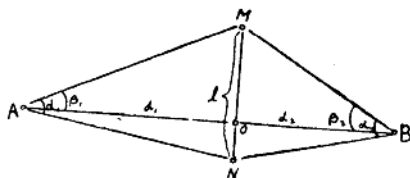


圖 12-9

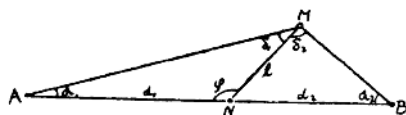


圖 12-10

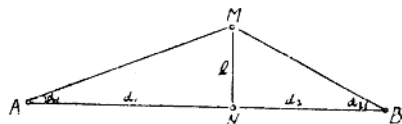


圖 12-11

第二類型即基綫在欲量直綫的一端上，如圖12—12至圖12—15。

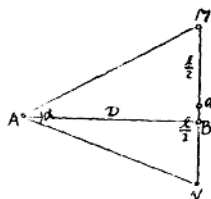


圖 12—12

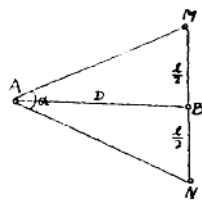


圖 12—13



圖 12—14

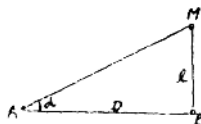


圖 12—15

如圖12—6中  $AB$  為需要求得之直綫長度； $\alpha_1, \alpha_2$  為以  $A, B$  作頂點之視差角； $M, N$  為從  $A, B$  兩點能看到的， $MN$  為獨立地測定的基綫長度； $d_1, d_2$  為  $AB$  被基綫所截的兩部分； $y$  為基綫的不对称量，即基綫中央點  $O_1$  與  $AB$  照準綫在基綫上交點  $O$  的長度； $q$  為基綫與欲量直綫間的夾角。

我們可由實際測得的原素導出視差鎖部的長度  $D$ 。

$$D = d_1 + d_2 \dots \dots \dots (12.2)$$

## (二) 第一、二類型的圖形比較

(1) 在實際作業中，第一類圖形可給予極高的準確性和靈活性。因為它可以通过非常狹小的路徑；同時可佈置較長的鎖部。

(2) 当作精密的或高精度的導綫測量時，一定採用第一類圖形，但当超越障礙和沿大河流佈置導綫時應為例外情況。

(3) 第二類圖形的工作迅速且較簡單，在有利的條件下，或有下列的情況是常採用的：如在視差導綫測量的路線中，有足夠精度的控制，同時需要把主要力量集中在工作的速度上，或基綫的丈量比視差角粗略得多的時候。

### (三) 選擇採用圖形的原則

(1) 在工作便利的地區，即容易通過的，如開闊的或半開闊的，且不須大規模掃除障礙時，那麼作精密的或高精度的導綫測量中，應採用具有高精度的圖形如圖 12-8。

(2) 由於地面的障礙影響，觀測基綫視標的視綫離地面很低，或需極大的清除工作，因而不可能佈置對稱基綫，此時可採用圖 12-7，但須力求不對稱量  $y$  尽可能地減小。

(3) 在不能在基綫上標出  $O$  點，即不能直接量出不對稱量  $y$ ，或  $y$  量超過視差鎖最近一端的距離的  $1/20$ ，即  $y > \text{基綫至欲量直綫最近端點距離的 } 1/20$ ，在這種情況下應加測  $\beta_1$  和  $\beta_2$  角來代替  $y$  值（圖 12-9），因為不對稱量不能精密量得而有誤差時，影響於視差角。如右圖基綫應佈置在  $MN$  位置，實際在  $M_1N_1$  位置，此時  $AB$  導綫邊應通過  $O_1$  點，而實際通過  $O$  點，其距離為  $y$ 。

設基綫在理想位置時視差角為  $\alpha$ ，在實際位置時為  $\alpha_1$ ，故由於基綫位置不當，使視差角蒙受的影響為  $\Delta\alpha_y = \alpha - \alpha_1$ ，

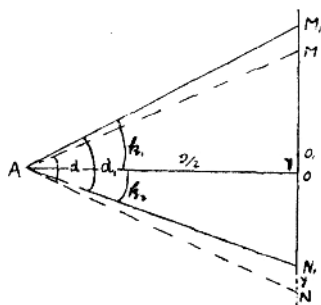


圖 12-16



由此可以求得  $\Delta\alpha'' = \rho'' \frac{8l}{D} y^2 \dots\dots\dots (12.3)$

由 (12.3)，知  $\Delta\alpha''$  顯然為系統性的誤差，因為不論基綫偏那一方都使  $\alpha_1$  比正確的  $\alpha$  小了。

(4) 當通過森林和灌木林時，為了減少照準基綫視標的清除工作，應採用圖 12-10 或圖 12-11，但當基綫的任一端，不便嚴格地置於欲量直綫的方向上，例如欲量直綫處於林間小道的範圍內時，可採用圖 12-7 或圖 12-9。

(5) 當越過大障礙如河流，湖泊，沼澤及低窪地時，亦應採用圖 12-10 或圖 12-11。當導綫沿河流敷設，而基綫須跨過河流時，則更為不可缺少，同時基綫是用附有水準標尺的視距儀，或間接地用補助基綫和建立基綫網的方法來進行測量。間接地用補助基綫如圖 12-17 的  $MN$  和  $MP$ ，間接測量視差基綫是比較好的，設置這兩補助基綫應與  $MB$  構成近於  $90^\circ$  的  $\gamma$ ；由  $\beta_1, \beta_2, \gamma$  就可推求視差基綫  $l$  即  $MB$  的兩次值，且使  $MN$  和  $MP$  很相接近（在 1—2 公尺甚至 0.1 公尺的範圍內）。

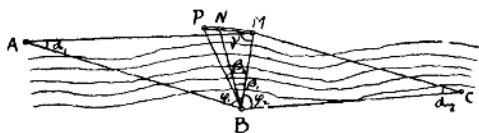


圖 12-17

(6) 在高精度的或低等的導綫測量中，特別是用視差法測定基綫長度時，都可以採用圖 12-18 或圖 12-19。