

平面測量學講義

第一回

504900-1



社團
法人
考友社

考友社

出版
發行

平面測量學講義第一回 目錄

第一講 緒論	1
一、測量之定義	1
二、測量之特性與體系	1
三、測量之分類	2
四、測量之基準	3
五、測量定點之原理方法	5
六、測量單位	6
七、測量誤差及精度	7
八、比例尺	11
⊕精選試題⊕	13
第二講 高程測量	22
一、高程測量	22
二、水準測量	23
三、三角高程測量	52
⊕精選試題⊕	57

第一講 緒論

命題重點

一、測量之定義

- (一)所謂測量 (Surveying)，係用各種適當方法及儀器以決定點與點間相互之距離、方向及高度等關係之一門學術。
- (二)依據已知之距離、方向及高度，於實地設置點位者，稱為測設。
- (三)今之不論測量或測設，均可以「測量」一詞概括之。

二、測量之特性與體系

- (一)測量乃為利用各種適當之儀器與方法，以確定點與點之間之距離、方向、高程，並據以繪畫成圖之一種學術。

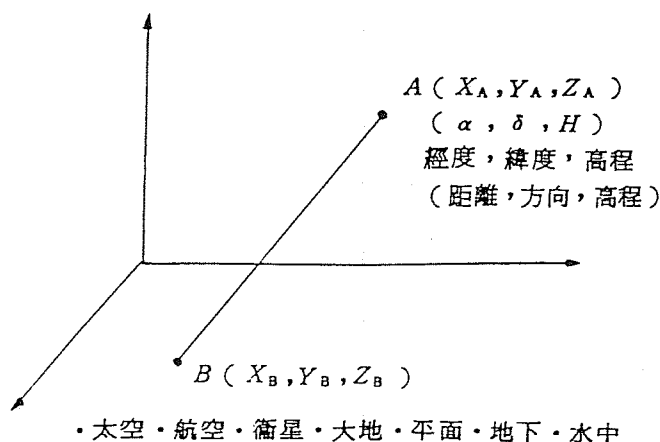


圖 1-2/1

- (二)求點與點間之距離→距離測量
- 方向→角度測量
- 高度→高程測量

至於三角、導線、平板及工程測量則為綜合以上三種測量者。

- (三)每一種測量皆有多種不同的方法，使用不同的儀器，且皆難免有誤差存在，故需視精度之需要而採用其儀器與方法。
- (四)各種測量之誤差來源皆包括儀器誤差、人為誤差、自然誤差三種。故須了解各種儀

- 器之構造、原理、使用法及其校正；自然誤差之影響及消除方法，人為誤差的避免。
- (五)三角、導線、平板，及工程測量因係綜合高程、角度、距離測量者，故須注意測角、測距精度之配合，以及儀器、方法與圖比例尺之配合。
- (六)測量計算之結果，其誤差須在精度要求之內，當誤差 $>$ 精度規範則需重測。當誤差 \leq 精度規範，則予平差。精度規範乃由誤差傳播定律推演而得。
- (七)工程測量乃距離、角度、高程三基本測量之應用，實測時依其特性、作業程序，所需精度，選擇使用儀器及方法即可。
- 由之建立之測量體系圖如下：

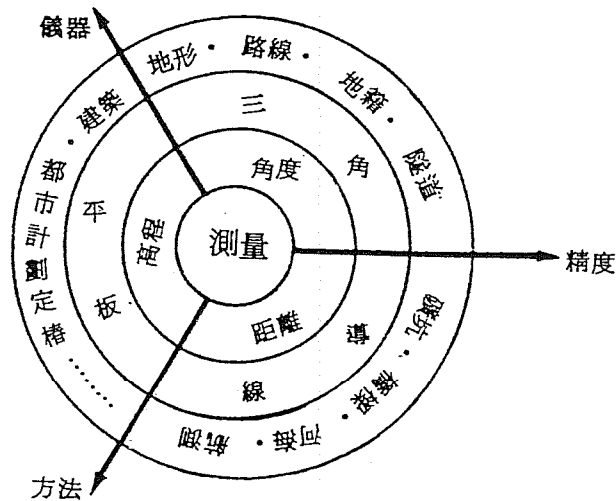


圖 1-2/2

三、測量之分類

(一)依範圍大小分類：

1. 平面測量 (Plane Surveying)

所測地區之大小與地球半徑相較為甚小時，此時地面上之測量，可視為平面處理，是為平面測量。

更具體言之，在二十公里之三角形邊長所成之面積內（約 170 平方公里土地）之測量，可視為平面測量。平面測量不考慮地球曲率影響。點與點之距離，視為水平直線距離，角度以平面角計算，唯對於高程測量，仍須顧及地球之曲率。

2. 大地測量 (Geodetic Survey)

所測地區較廣大（超過 170 平方公里），須顧及地球曲率及大氣折光等因素的測量作業稱為大地測量。大地測量之數理理論較為嚴密，作業要求精度較高，所用之儀器及方法均較精密。

(二)依使用之儀器分：

- | | |
|-------------|------------|
| 1. 測尺測量。 | 6. 經緯儀測量。 |
| 2. 電子測距儀測量。 | 7. 光學距離測量。 |
| 3. 水準儀測量。 | 8. 平板儀測量。 |
| 4. 氣壓計測量。 | 9. 六分儀測量。 |
| 5. 羅盤儀測量。 | 10. 攝影測量。 |

(三)依測量用途分類：

- | | |
|----------|-----------|
| 1. 地形測量。 | 8. 城市測量。 |
| 2. 路線測量。 | 9. 橋樑測量。 |
| 3. 地籍測量。 | 10. 隧道測量。 |
| 4. 水道測量。 | 11. 河海測量。 |
| 5. 礦區測量。 | 12. 水庫測量。 |
| 6. 森林測量。 | 13. 工程觀測。 |
| 7. 建築測量。 | |

四、測量之基準

為求得統一性的測量成果，一般各國皆規定有統一性的測量基準。茲分形狀基準、位置基準及高程基準敘述如下：

(一)形狀基準 (Reference Spheroid)

我國現採用之地球形狀基準，為1967年大地測量及地球物理學會在瑞士舉行會議時所決定的國際地球形狀基準值，此值係美國人W. W. Kuala根據重力、大地、天文及人造衛星洲際聯測等資料綜合計算而得，其數據為：

$$\text{長半徑：} a = 6378160 \text{ m}$$

$$\text{短半徑：} b = 6356774 \text{ m}$$

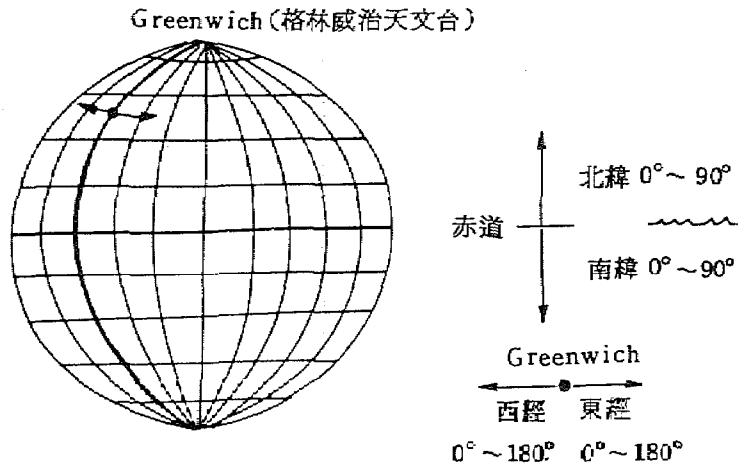
$$\text{扁平率：} f = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.25}$$

$$\text{離心率：} e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} = 0.0069454185$$

倘不考慮地球扁平率，則地球半徑的近似值， $R = 6371030 \text{ m}$ ，或採用概略值， $R = 6370 \text{ km}$ 。

(二)位置基準 (Geodetic Datum)

1. 地球上點位通常以經緯度表示。緯度以赤道為準，向南北極各為 90° 。經度以英國格林威治 (Greenwich) 天文台子午線為準，向東西各為 180° 如圖



2. 國際橫墨卡脫投影 (Universal Transverse Mercator Projection Grid System, U.T.M) :

我國自民國 38 年起採用國際橫墨卡托投影座標系統 (Universal Transverse Mercator Projection Grid System) 簡稱 U.T.M. 座標系統，係將南北緯 80° 間之區域，按經度每六度分爲一帶，沿赤道自西經 180° 起向東推算，而取每帶之中央經線與赤道交點爲該帶區內之座標原點，如此臺灣地區係屬於 50、51 帶之邊緣，若施測一萬分之一比例尺地圖，則 U.T.M. 座標系統對所測地圖上尺度比例之精度不敷，故於民國五十八年改用以經度 121° 爲中央子午線，三度分帶之橫墨卡托投影座標系統。至民國六十三年爲配合五千分一基本圖測製及地籍測量上座標應用，決定採用 2° 分帶之橫墨卡托投影座標系統。於是有 2°、3°、6° 分帶之三種橫墨卡托投影座標系統，茲將其特性、分帶方法及其應用之場合、精度等列述如下：

- (1) 2° 分帶：地籍測量及大比例尺 (含五千分一) 測圖應用之座標系統，中央子午線尺度比率爲 0.9999。臺灣區以 121° 爲中央子午線，尺度比率在 0.9999 至 1.00005 間，尺度誤差爲 1/10000 ~ 1/20000，座標原點爲中央子午線與赤道交點，橫座標西移 250,000 公尺。
- (2) 3° 分帶：五千分一 (不含) 至二萬分一測圖座標系統，中央子午線尺度比率爲 1。臺灣地區以 121° 爲中央子午線，最大尺度比率爲 1.00037，尺度誤差最大爲 1/3000，座標原點亦爲中央子午線與赤道之交點，橫座標西移 350,000 公尺。
- (3) 6° 分帶：U.T.M. 座標系統，小於二萬五千分一測圖應用，中央子午線尺度比率爲 0.9996，臺灣地區以 123° (本島, 51 帶) 及 117° (澎湖地區, 50 帶) 爲中央子午線，尺度比率爲 0.9996 ~ 1.0012 間，尺度誤差約爲 1/2500 ~ 1/1000。座標原點仍爲中央子午線與赤道之交點，橫座標西移 500,000 公尺。

由上述知，所以分爲三種座標系統之唯一原因，爲使適合某種比例尺測圖之精

精選試題

一、某段距離 AB ，甲量測 2 次，其平均值為 58.634m，乙量測 3 次，其平均值為 58.681m，丙量測 5 次，其平均值為 58.655m，求 AB 之長度為若干？

【答】最或是值 $l = \frac{[pl]}{[p]} = \frac{2 \times 58.634 + 3 \times 58.681 + 5 \times 58.655}{2 + 3 + 5}$
 $= 58.659\text{m}$

$$v_1 = 58.634 - 58.659 = -0.025$$

$$v_2 = 58.681 - 58.659 = +0.022$$

$$v_3 = 58.655 - 58.659 = -0.004$$

$$M = \pm \sqrt{\frac{[pVV]}{p(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{2 \times 0.025^2 + 3 \times 0.022^2 + 5 \times 0.004^2}{(2+3+5)(3-1)}}$$

$$= \pm 0.012\text{m}$$

$$\therefore \overline{AB} = 58.659 \pm 0.012\text{m}$$

二、設某量分別由甲、乙二人進行了五次等精度的觀測，該兩組觀測值之偶然誤差如下：

甲：-2, +5, -3, +4, -2

乙：-2, 0, +10, -3, -1

試求甲、乙二者之平均誤差、標準誤差、或是誤差。

【答】平均誤差

$$t_{\text{甲}} = \pm \frac{|-2| + |5| + |-3| + |4| + |-2|}{5} = \pm \frac{16}{5} = \pm 3.2$$

$$t_{\text{乙}} = \pm \frac{|-2| + |0| + |10| + |-3| + |-1|}{5} = \pm \frac{16}{5} = \pm 3.2$$

標準誤差

$$m_{\text{甲}} = \pm \sqrt{\frac{(-2)^2 + (5)^2 + (-3)^2 + (4)^2 + (-2)^2}{5}}$$

$$= \pm \sqrt{\frac{58}{5}} = \pm 3.4$$

$$m_{\text{乙}} = \pm \sqrt{\frac{(-2)^2 + 0^2 + (10)^2 + (-3)^2 + (-1)^2}{5}}$$

$$= \pm \sqrt{\frac{114}{5}} = \pm 4.8$$

或是誤差

$$r_{\text{甲}} = \pm 3$$

$$r_{\text{乙}} = \pm 2$$

- 三、(一)一段長 100 公尺，標準誤差 $m_1 = \pm 1$ 公分
 (二)一段長 200 公尺，標準誤差 $m_2 = \pm 1$ 公分
 試比較其精度。

【答】(一) $f_1 = \frac{|m_1|}{x} = \frac{0.01}{100} = \frac{1}{10,000}$

(二) $f_2 = \frac{|m_2|}{x} = \frac{0.01}{200} = \frac{1}{20,000}$

很顯然，後者精度比前者高。

- 四、應用 50m 長之鋼卷尺測量已知 200m 長之距離，量測四次，各次量測之結果為 200.001m, 199.995m, 200.003m, 200.004m，試求其較差 (discrepancy)。

【答】觀測二次結果之相差

$$200.001 - 199.995 = 0.006$$

$$200.001 - 200.003 = -0.002$$

$$200.001 - 200.004 = -0.003$$

$$199.995 - 200.003 = -0.008$$

$$199.995 - 200.004 = -0.009$$

$$200.003 - 200.004 = -0.001$$

由上知其較差大小在 0.001 ~ 0.009 之間，可據以推算觀測之精度。

- 五、 $\overline{AC} = \overline{AB} + \overline{BC}$ ，測得 \overline{AB} ， \overline{BC} 之最或是值及最或是值之中誤差分別為 100.97 ± 0.02m, 99.82 ± 0.02m，求 \overline{AC} 之最或是值及其中誤差。

【答】 $\overline{AB} = 100.97 \text{ m}$

$$m_{AB} = \pm 0.02 \text{ m}$$

$$\overline{BC} = 99.82 \text{ m}$$

$$m_{BC} = \pm 0.02 \text{ m}$$

$$\overline{AC} = \overline{AB} + \overline{BC} = 100.97 + 99.82 = 200.79 \text{ m}$$

$$m_{AC}^2 = m_{AB}^2 + m_{BC}^2 = (0.02)^2 + (0.02)^2 = 0.0008$$

$$m_{AC} = \pm \sqrt{0.0008} = \pm 0.028 \text{ m}$$

$$\therefore \overline{AC} \text{ 之最或是值為 } 200.79 \text{ m}$$