

# 103 年公務人員普通考試試題測量學概要參考解答

本科由實力專任教師莊致老師即時解答

一、「測距輪」(Odometer) 是一種常用的距離測量工具。請繪圖並配合文字說明「測距輪」的原理、一般構造部件、操作方式、與誤差因子。「測距輪」所量測之距離與以電子測距儀或捲尺所量的基本性質有何差異？(20 分)

【解題老師】莊致老師

•103 年土木普考試題•

## 問題剖析

- (一)本題為距離測量儀器之說明。
- (二)務需依照題目之要求，繪圖並配合文字說明。
- (三)建議以表格方式來比較不同儀器之差異。

## 參考解答

### (一)測距輪

#### 1. 原理：

推著測距輪沿欲測量之距離行進，以輪轉之次數乘上測距輪周長，可得距離。

#### 2. 一般構造部件：<http://www.idu.com.cn/>

主構造：附把手、伸縮桿、計數器之圓輪，現今之測距輪多配備電子讀數介面。

- (1) 把手：手持並推著測距輪沿欲測量之距離行進。
- (2) 伸縮桿：調整長度以配合測量員之高度。
- (3) 圓輪：接觸地面，使測距輪整體裝置沿欲測量之距離行進。
- (4) 計數器：圓輪軸上之計數器，可讀得輪轉之次數。
- (5) 電子讀數介面：儀器自動以輪轉次數乘上測距輪周長，得到並顯示距離。

#### 3. 操作方式：

- (1) 調整伸縮桿長度以配合測量員之高度。
- (2) 將計數器之讀數歸零。
- (3) 將測距輪置於欲測量之距離起點，開啓計數器。
- (4) 推著測距輪沿欲測量之距離行進，到終點時停止計數器。
- (5) 切換計數器之顯示為距離，讀出距離並記錄。
- (6) 如欲提高精度並檢核成果，則再測一次。當誤差在容許範圍內時取平均，若超過容許範圍則重測。

#### 4. 誤差因子：

- (1) 地面凹凸不平時，所得距離將變長。
- (2) 測距輪滾動不成直線時，所得距離將變長。
- (3) 兩點有傾斜高差時，測距輪無法測得平距。
- (4) 計數器若只計整數，則有小數圓輪周長之誤差。
- (5) 圓輪周長需經率定，否則將影響成果。

(二) 測距輪所量距離與電子測距儀或捲尺所量之基本性質上之差異：



項目	測距輪	捲尺	電子測距儀
1. 地面凹凸不平時	影響大	稍有影響	不影響
2. 維持直線距離	不易保持直線滾動	較易量得直線距離	可維持直線距離

3. 兩點傾斜時	無法測得平距	直接丈量平距，或測得斜距後化算為平距	測得斜距後，以垂直角化算為平距
4. 誤差	cm~dm	mm~cm	mm

※本題請參考“實力測量學精修班教材【第三章 測量儀器之 3.1 與 3.4】”

二、水準儀是測量高程差的主要儀器，依照儀器設計方式，其種類包含「定鏡水準儀」、「自動水準儀」、「微傾水準儀」、「電子水準儀 (Electronic Levels) 即數值水準儀 (Digital Levels)」，請分別說明以上四種類別儀器之特色，及作業時整置的程序 (20 分)

【解題老師】莊致老師

• 103 年土木普考試題 •

### 問題剖析

- (一)本題為高程測量儀器之說明。  
 (二)建議以表格方式來表現不同儀器之差異。

### 參考解答

#### (一)特色

##### 1. 定鏡水準儀

- (1)望遠鏡及水準器固定於支架上，與直立軸連成一體。數十年或更早前之水準儀為「轉鏡」水準儀，望遠鏡筒可分離掉頭，目前只見於博物館。
- (2)定鏡水準儀構造簡單結實，一經校正後能維持較久，目前使用的水準儀皆屬於定鏡水準儀與其改良型。

##### 2. 自動水準儀

- (1)無管狀水準器，僅設置一圓盒水準器，供儀器概略定平時參考。
- (2)配備補正器 (Compensator)，在有效補正範圍內 (一般約 15')，可自動導引視準線水平。

##### 3. 微傾水準儀

- (1)在望遠鏡下方加裝微傾螺旋 (Tilting screw)，負責水平之微調，使儀器精確整平。
- (2)整置儀器時，先根據圓盒水準器使儀器概略水平。瞄準水準標尺後，旋轉微傾螺旋，使管狀水準器水準氣泡居中，視準線即呈精確水平。
- (3)為便於觀察氣泡是否位於水準器中央，另設置一折光菱鏡於水準器上方，在目鏡內可見到氣泡兩端半像相符合時，氣泡即居於水準器中央，儀器視準線亦呈水平。
- (4)使用微傾水準儀讀數之前，務必藉微傾螺旋使半像氣泡符合，儀器方得精確水平，才能讀數。

##### 4. 電子水準儀 (又稱數值水準儀)

- (1)搭配條碼水準尺，操作者只要在照準條碼尺後按鈕，儀器將可自動讀數、儲存，而所儲存之資料可下載至電腦，較人工登錄迅速、正確。
- (2)可一併取得儀器至水準尺之距離。

#### (二)作業時整置之程序

1. 各種水準儀之整置程序可分為「概略整平」與「精確整平」。
2. 不同型式水準儀之「概略整平」方式皆相同：  
調整腳架位置、伸縮腳架腿長度、旋轉腳螺旋，使圓盒氣泡居中。
3. 不同型式水準儀在「精確整平」方式上則有差異，如表所示：

種類	精確整平
定鏡水準儀	旋轉腳螺旋，使兩方向水準管之氣泡居中
自動水準儀	補正器自動導引，使視準線水平
微傾水準儀	旋轉傾斜螺旋，使目鏡內半像氣泡符合
電子水準儀	補正器自動導引，使視準線水平

※本題請參考“實力測量學精修班教材【第三章 測量儀器之 3.2-4】”

三、經緯儀與水準儀的照準部分通常會使用望遠鏡系統，包含內、外調焦。請繪圖並配合文字說明儀器照準部分之構造、各部元件及其功能、以及相關儀器規格項目。(20 分)

【解題老師】莊致老師

•103 年土木普考試題•

**問題剖析**

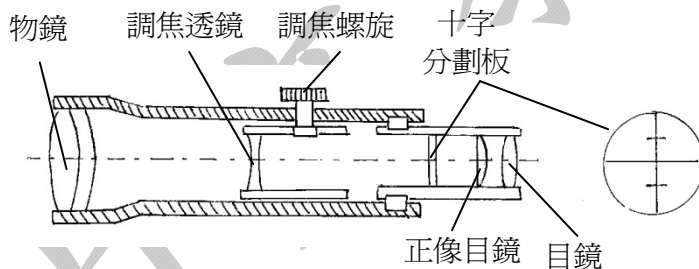
- (一)本題為儀器構造之說明。
- (二)務需依照題目之要求，繪圖並配合文字說明。
- (三)建議以表格方式來表現儀器規格之差異。

**參考解答**

(一)照準部分之構造、各部元件及其功能

1. 望遠鏡

(1)內部組成鏡片如下：



(2)物鏡、目鏡：將遠方影像折射成像以供觀測。

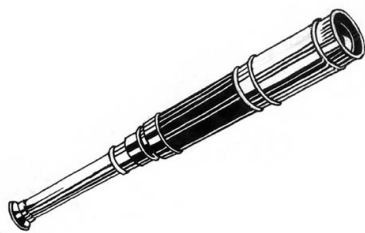
(3) 正像目鏡：

只有一套物鏡、目鏡時，所得影像為倒像，增加正像目鏡後將可得正像。

(4) 調焦透鏡：調整焦距，將影像折射於十字絲上。

早年之外調焦方式係採用伸縮鏡筒來處理，鏡筒長度會改變。如左圖。(www.techbang.com)

現今之內調焦方式則在鏡筒內設置調焦透鏡來處理，鏡筒長度不變。如右圖。(www.skic.com.tw)



2. 粗瞄器

因為望遠鏡視野較窄，不易迅速找到目標；所以在望遠鏡筒上方設置粗瞄器，粗瞄器無放大影像裝置，供迅速概略對準目標。

## 3. 制動及微動螺旋：

## (1) 水平制動螺旋及水平微動螺旋：

鬆開水平制動螺旋，可自由水平旋轉儀器，迅速概略對準目標；  
鎖緊水平制動螺旋後，續旋轉水平微動螺旋，來精確對準目標。

## (2) 垂直制動螺旋及垂直微動螺旋

經緯儀另配備垂直制動螺旋及垂直微動螺旋，  
鬆開垂直制動螺旋，可自由垂直旋轉儀器，迅速概略對準目標；  
鎖緊垂直制動螺旋後，續旋轉垂直微動螺旋，來精確對準目標。(search.pchome.com.tw)

## (3) 摩擦制動裝置及微動螺旋：

採用摩擦制動裝置者，無制動螺旋元件，可隨意旋轉儀器並能無限微動。(www.skic.com.tw)



## (二) 經緯儀、水準儀照準部分之規格如表所示：

1. 望遠鏡倍率：影響影像放大程度，但太大則視野將較窄。
2. 最短焦距：影響最短可視距離。
3. 物鏡孔徑：影響光線進入量，越大孔徑則光線進入量越多。

項目	普通水準儀	精密水準儀	經緯儀
望遠鏡倍率	約 30 倍以下	約 30 倍以上	約 30 倍以上
最短焦距	約 1m 以下	約 1m 以下	約 1m 以下
物鏡孔徑	約 40mm 以下	約 40mm 以上	約 40mm 以上

※本題請參考“實力測量學精修班教材【第三章 測量儀器之 3.2-3】”

四、控制測量之施作中，「全球導航衛星系統」(GNSS, Global Navigation Satellite System)，例如全球定位系統 (GPS, Global Positioning System)，是近年來常使用之儀器。請分別說明應用「全球導航衛星系統」、與應用全測站經緯儀，從事控制測量時之選點方式與要點，並請交互比較。(20 分)

【解題老師】莊致老師

• 103 年土木普考試題 •

## 問題剖析

- (一) 本題為儀器之比較。
- (二) 建議以表格方式來表現儀器之差異。
- (三) 建議除比較儀器之差異外，另說明可否互補來提升測量工作效益。

## 參考解答

## (一) 從事控制測量之兩種主要儀器：

1. 全球導航衛星系統：

以在太空運行之衛星為已知點，觀測者在測點上安置接收儀，於取得接收儀到至少 4 顆衛星之距離後，可解算接收儀之三度空間坐標與接收儀之時間。

**2. 全測站經緯儀：**

(1)組成元件與功能包括 電子經緯儀（測角）、電子測距儀（測距）、內建記憶體（記錄）、內建程式（計算、傳輸、資料處理）。

(2)測量地面各點間之距離、夾角，以導線、三角、角邊網之方式，平差解算各未知點之座標。

**(二)選點方式與要點**

**1. 相同處：**

- (1) 選擇現有點位。
- (2) 點位分佈均勻。
- (3) 點位儘量處於公有土地，以便於進出。
- (4) 地表狀況穩定。
- (5) 點位可長期保持。
- (6) 交通方便。

**2. 差異處：**

項目	全球導航衛星系統	全測站經緯儀
1. 對空通視	須對空通視良好	不須考慮對空通視
2. 各測線地面點位間	不需與地面點通視	需通視組成測線之地面點
3. 電波及反射體	需遠離	不需遠離

**【實力讀書會-大家一起來討論】**

實力每週精選考題，隔週公佈解答。

先透過獨立思考及自我演練，

再藉由讀書會做線上觀念交流及經驗分享。

有效複習才能厚植實力，

讓您的學習更精進！歡迎大家一起來加入！

※本題請參考“實力測量學精修班教材【第七章 衛星定位測量之 7-1-4】”

**五、使用座標法計算面積時，有時會發生計算所得面積為負值之情況。請具體說明座標法之計算方式及公式，並進而推論面積為負值之原因。(20 分)**

【解題老師】莊致老師

•103 年土木普考試題•

**問題剖析**

(一)本題為計算公式之推演，建議舉例並繪圖說明。

**參考解答**

(一)直接代入多邊形各點座標來計算面積之三種常見方法：

**1. 座標法：**

$$\frac{1}{2} \cdot \left| \begin{array}{ccccccc} X_1 & X_2 & X_3 & \cdots & X_{n-1} & X_n & X_1 \\ Y_1 & Y_2 & Y_3 & \cdots & Y_{n-1} & Y_n & Y_1 \end{array} \right|$$

點位需逆鐘向→交叉相乘→累加（實線方向為正、虛線方向為負）

**2. 倍橫距法：**  $\frac{1}{2} \cdot \sum_1^n \{(X_i + X_{i+1}) \cdot (Y_i - Y_{i+1})\}$

又稱倍經距法（Double Meridian Distance），點位需順鐘向

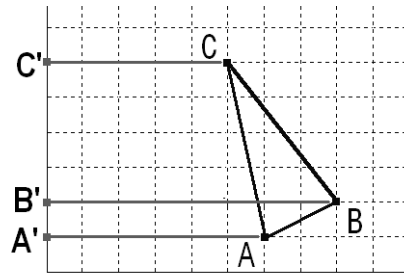
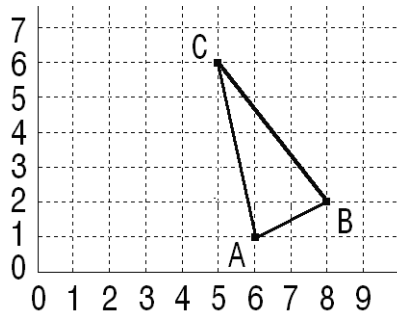
**3. 倍縱距法：**  $\frac{1}{2} \cdot \sum_1^n \{(Y_i + Y_{i+1}) \cdot (X_i - X_{i+1})\}$

又稱倍緯距法（Double Parallel Distance），點位需逆鐘向

(二)有時會發生所得面積為負值之情況：

1. 以座標來計算面積時（包括座標法、倍橫距法、倍縱距法），若未循正確方向，則將得到負值。
2. 以座標法計算三邊形面積為例，推論有時會發生所得面積為負值之情況：

(1) 各點之 XY 座標為 A(6,1)、B(8,2)、C(5,6)，參考左圖：



(2) 點位採逆鐘向時 (A→B→C→A)，計算式如下：

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} * \begin{vmatrix} 6 & 8 & 5 & 6 \\ 1 & 2 & 6 & 1 \end{vmatrix} &= \frac{1}{2} * |(6*2+8*6+5*1)-(8*1+5*2+6*6)| \\ &= \frac{1}{2} * |(12+48+5)-(8+10+36)| = \frac{1}{2} * |65-54| = \frac{1}{2} * 11 = 5.5 \end{aligned}$$

(3) 點位採順鐘向時 (A→C→B→A)，計算式如下：

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} * \begin{vmatrix} 6 & 5 & 8 & 6 \\ 1 & 6 & 2 & 1 \end{vmatrix} &= \frac{1}{2} * |(6*6+5*2+8*1)-(5*1+8*6+6*2)| \\ &= \frac{1}{2} * |(36+10+8)-(5+48+12)| = \frac{1}{2} * |54-65| = \frac{1}{2} * -11 = -5.5 \end{aligned}$$

(4) 座標法之公式係將倍橫距法、倍縱距法之梯形面積計算式予以簡化。

參考右圖：

三角形面積 ABC = 梯形面積 ABB'A' + 梯形面積 BCC'B' - 梯形面積 CAA'C'

如果點位順序相反，則算式都將變號，其面積將為負值。

所得者將成為：-梯形面積 ABB'A' - 梯形面積 BCC'B' + 梯形面積 CAA'C'

雖然由於面積不得為負，所以可用加絕對值的方式來處理，但建議仍採正規方向之排序為宜。

※本題請參考“實力測量學精修班教材【第二章 坐標幾何之 2-8-1】”

### 【實力題型班熱力登場】

- 您是考場老生嗎？每次差個 3~5 分的，不想再年復一年吧！讓實力題型班為您補上臨門一腳，助您順利過關！
  - 您是考場新手嗎？感覺時間不夠用，進度嚴重落後，怎麼辦？實力題型班幫您精準抓題，讓您輕鬆達陣！
  - 9/9 起各科陸續開課，敬請把握舊制最後機會，先搶先贏喔！
  - 台中班、高雄班“題型總複習班”即將開課囉～
- 詳細課表請洽實力櫃檯。

### 【講求效率創造實力】

- 籃球比賽不是比誰上場最久，也不是比誰出手最多，而是比誰“進球得分”最多！
- 參加考試不是比誰唸書最久，也不是比誰寫得最多，而是比誰“答對得分”最多！
- 用最短的時間獲取最高的分數，實力題型班讓您高效率得分才是王道！