

《測量學》

- 一、請試述偶然誤差和系統誤差的差異性，又儀器誤差、讀數誤差、縱角指標差、水準尺尺長誤差、瞄準誤差各可歸類為何種誤差？並請說明如何減低或消除偶然誤差或系統誤差對測量成果的影響。(25分)

試題評析 已經明白敘述誤差的來源，就應從誤差的三個種類特性去分析。

考點命中 《高點土木測量學講義》第01章測量概論-Page04

解：

(一) 偶然誤差與系統誤差的特性如下：

系統誤差：1. 多為常差。 2. 小。 3. 會累積。(檢測並改正)

偶然誤差：1. 自然環境。2. 儀器精度。3. 習慣。4. 小。5. 正負號次數近。

6. 較小者次數多且成常態分布。

主要差別在系統性累積與偶然性發生。

(二) 題目所述各種誤差之種類。

1. 儀器誤差、縱角指標差、水準尺尺長誤差：

其來源為儀器誤差，屬於系統誤差，具有累積性。

2. 讀數誤差、瞄準誤差：

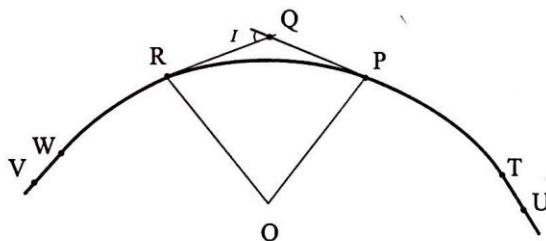
其來源為人為誤差，一般屬於偶然誤差。但是若發生較大偏差，應歸類於錯誤，而非誤差。

(三) 如何減低或消除

系統誤差要消除或減低，儀器應定期檢驗並改正其誤差

偶然誤差無法完全消除，必須透過觀測程序的設計、人為操作的謹慎降低偶然誤差的影響

- 二、克羅梭曲線(clothoid curve)上，某一點的曲率半徑 r 和從曲線起點(和直線段接壤處)到該點的曲線長 l 之乘積為一個常數 C 的平方，即 $r \times l = C^2$ ，它常做為緩和曲線使用。今一條公路(示意圖如下)，在圓弧曲線 PR 兩端各設置一條克羅梭曲線做為緩和曲線，兩條克羅梭曲線 TR 和 RW 的參數 C 分別為600公尺和450公尺， T 點為其中一條克羅梭曲線的起點，其里程數為 $120^k + 330$ ，而圓弧曲線的切線長 $PQ = QR$ 等於288.68公尺，圓弧曲線兩切線之交角 $I = 60^\circ$ ， O 為圓心， UT 和 WV 為直線段，其中 U 的里程為 $120^k + 100$ 。試求圓弧曲線半徑、 TP 和 RW 克羅梭曲線長度， P 、 Q 、 R 、 W 四點的里程數。(註：所有長度計算至公分，公分以下四捨五入)(25分)



試題評析	本題關於克羅梭的部分僅為克羅梭參數式之應用，重點仍著重於單曲線元素之計算。
考點命中	《高點土木測量學講義》第09章道路測量-Page06-10

解：

(一)先求圓弧曲線半徑 r

$$\text{公式: 圓弧曲線切線長 } T = r \cdot \tan\left(\frac{\angle POR}{2}\right)$$

圓弧曲線的切線長 $T=PQ=QR$ 等於288.68公尺

圓弧曲線兩切線的交角 $I=60^\circ$ 。即圓心角 $\angle POR=60^\circ$ 。

$$\text{所以, } r = \frac{T}{\tan\left(\frac{\angle POR}{2}\right)} = \frac{288.68}{\tan(30^\circ)} = 500.01 \cdots (1) \text{ 圓弧曲線半徑}$$

(二)計算曲線長 l

$$\text{公式: } r \times l = C^2$$

1. 克羅梭曲線TR

參數 C 為600公尺、 $r=500.01$

$$\text{故 } l_{TP} = C_{TP}^2 / r = 719.99 \cdots (2) \text{ TR克羅梭曲線長度}$$

2. 克羅梭曲線RW

參數 C 為450公尺、 $r=500.01$

$$\text{故 } l_{RW} = C_{RW}^2 / r = 404.99 \cdots (3) \text{ RW克羅梭曲線長度}$$

(三)計算圓弧曲線弧長

$$\text{弧長公式: } S = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot \frac{\angle POR}{360} = 523.61 \text{ 公尺}$$

(四)計算各測點里程數

T點里程數為 $120^k + 330$

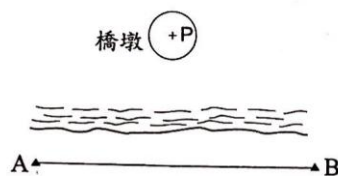
$$P \text{ 的里程數} = T \text{ 的里程} + l_{TP} = 120^k + 330 + 719.99 = 121^k + 049.99 \cdots (4)$$

$$Q \text{ 的里程數} = P \text{ 的里程數} + \text{切線長} T = 121^k + 049.99 + 288.68 = 121^k + 338.67 \cdots (5)$$

$$R \text{ 的里程數} = P \text{ 的里程數} + \text{圓弧曲線弧長} S = 121^k + 049.99 + 523.61 = 121^k + 573.60 \cdots (6)$$

$$W \text{ 的里程數} = R \text{ 的里程數} + l_{RW} = 121^k + 573.60 + 404.99 = 121^k + 978.59 \cdots (7)$$

三、如圖所示，A、B為已知平面坐標的控制點。P點為欲測設的橋墩中心點，其設計的平面坐標已知。今以全測站儀由A、B兩點欲定出P點的平面位置，請從計算、施測方法等說明如何放樣P點？(25分)



試題評析	本題為河道中的放樣測量作業，須對現況進行假設，方可規劃作業。
考點命中	《高點土木測量學講義》第07章導線測量，Page11

解：

(一) 假設

P點位於河道中，但因其為橋墩位置，必須能夠到達，後續才能進行橋墩的埋設工程。因此可預設，P點為人員可到達之位置。

(二) 計算

1. A、B、P均已知坐標，可以計算距離AB、AP、BP及夾角 $\angle PAB$ 、 $\angle PBA$

$$2. \text{距離 } \overline{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

$$\text{距離 } \overline{AP} = \sqrt{(X_P - X_A)^2 + (Y_P - Y_A)^2}$$

$$\text{距離 } \overline{BP} = \sqrt{(X_P - X_B)^2 + (Y_P - Y_B)^2}$$

$$\text{夾角 } \angle PAB = \cos^{-1} \frac{\overline{AP}^2 + \overline{AB}^2 - \overline{BP}^2}{2 \cdot \overline{AP} \cdot \overline{AB}}$$

$$\text{夾角 } \angle PBA = \cos^{-1} \frac{\overline{BP}^2 + \overline{BA}^2 - \overline{AP}^2}{2 \cdot \overline{BP} \cdot \overline{BA}}$$

(三) 施測方式有兩方法

1. 光線法:(可從A點施測，或從B點施測)

(1) 從A點施測:於A點架設全站儀，後視B點，逆時針轉 $\angle PAB$ ，距離 \overline{AP} 之位置即為P點。

(2) 從B點施測:於B點架設全站儀，後視A點，順時針轉 $\angle PBA$ ，距離 \overline{BP} 之位置即為P點。

2. 前方交會法:(同時於A、B進行施測)

於A點架設全站儀，後視B點，逆時針轉 $\angle PAB$ ， \overline{AP} 之方向即為P點之方向。

同時於B點架設全站儀，後視A點，順時針轉 $\angle PBA$ ， \overline{BP} 之方向即為P點之方向。

兩台全站儀所交會之位置，即為P點。

四、何謂地形測量？並請從儀器設備和定位方法申論3D雷射掃描儀使用於地形測量的可行性。(25分)

試題評析	本題引入較新的地形測量技術，即3D雷射掃描。須從該儀器之特性與地形測量結合，方可解題。
考點命中	《高點土木測量學講義》第08章地形測量，Page01

解：

(一) 地形測量之定義

依控制測量成果，將地貌、地物依比例相似測繪並以記號表示。

一般較小區域採用地面(經緯儀或全測站經緯儀)測量，較大範圍則採用航空攝影測量方式進行。

(二) 欲使用3D雷射掃描儀於地形測量，通常採用的空載的雷射掃描儀。其特性敘述如下：

1. 儀器設備，基本上包含三大類

(1) 雷射掃描系統:高速且大量發出雷射，計算雷射撞擊待測點後，反射回感應器之往返飛行時間，求得掃描頭至待測點之距離觀測量，並可推算每一道雷射發射的方向。

(2) 衛星定位系統:提供設備的三維空間坐標

- (3) 慣性量測系統:提供設備的方位資訊
2. 定位方式
- (1) 衛星定位系統可提供掃描頭的空間坐標(X, Y, Z)
 - (2) 慣性量測系統可提供掃描頭方位資訊
 - (3) 雷射掃描系統可提供兩項定位資訊:
 - A. 每道雷射發射方向, 搭配慣性量測系統, 可推算每道雷射的方位角與仰俯角。
 - B. 每道雷射之掃描頭至待測點之距離觀測量。
 - (4) 依據前三項資訊可計算每個待測點的空間三圍坐標。其中,
 - 掃描頭(X, Y)平面坐標、方位角資訊、距離觀測量, 可推算待測點的平面坐標。
 - 掃描頭(Z)高程值、仰俯角資訊、距離觀測量, 可推算待測點的高程值。
3. 可行性
- (1) 由於雷射掃描所掃描道的測點多為地表樹木、結構物的表面因此, 若需得到地表面的資訊, 則需要另行人工或撰寫程式過濾不需要的測點資訊。
 - (2) 越遠的掃描距離, 雷射掃描的誤差隨之增加, 因此需計算誤差量以決定掃描的距離, 避免誤差量過大而無法符合精度要求。
 - (3) 掃描的點位, 通常不會恰好落在結構物的邊角。若需要獲得結構物邊角的坐標, 則需要人工或撰寫程式進行計算。
 - (4) 雷射掃描為快速解大量密集獲得空間坐標之技術, 可用於地形測量, 仍需大量的室內人工處理點雲資料, 並且需對於測點精度進行管控。

黑點