

108 年土木工程普考試試題

類科：土木工程

科目：測量學概要

一.繪圖並以文字說明磁偏角以及製圖角(或稱子午線收斂角)之定義及用途。(25 分)

【擬答】

【解題關鍵】

1.《考題難易》★★

2.《破題關鍵》關鍵字：磁偏角、子午線收斂角。重點提要：繪圖輔助說明定義。

【命中特區】

書名：測量學 上課教材(2019 年版)

作者：賴明

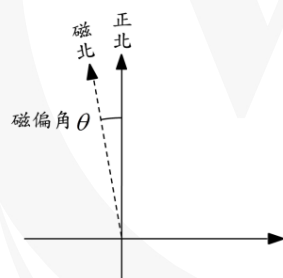
章節出處：第五章 導線測量之三

(一)磁偏角：

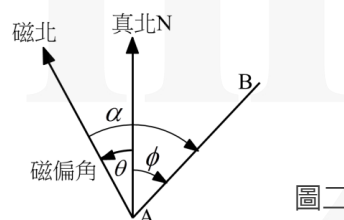
1.定義：

磁北對於真北(正北)之偏角，謂之。

如圖一所示，磁北在在正北的西側，設為 5° ，則磁偏角 $\theta = 5^\circ W$ 。



圖一



圖二

2.用途：如圖二，如觀測 AB 方向線之磁方位角 α ，經由磁偏角 θ ，可得到 AB 方向線之方位角 ϕ ，亦即， $\phi = \alpha - \theta$

(二)子午線收斂角：

1.定義：

真北(正北)與方格北(坐標北)之夾角。為投影平面上，子午線投影曲線與縱坐標線間之夾角。

2.用途：

在小範圍平面測量，通常將真北（正北）視為相互平行，且與方格北一致，此時的子午線收斂角 $= 0^\circ$ 。在大地測量時，真北（正北）與方格北並非一致，此時的子午線收斂角 $\neq 0^\circ$ 。

二、某全測站具備天頂距全圓周式之垂直角度盤，若其垂直角觀測誤差為 $\pm 5''$ 。以該儀器進行某方向線之垂直角觀測，正鏡讀數為 $78^{\circ}46'30''$ ，倒鏡讀數為 $281^{\circ}13'25''$ 則：

(一)進行指標差改正後之垂直角(天頂距)為若干？(15 分)

(二)試分析指標差是否顯著？(10 分)

【擬答】

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★

2. 《破題關鍵》關鍵字：天頂距、指標差。重點提要：天頂距與指標差之計算公式。

【命中特區】

書名：測量學 上課教材(2019 年版)

作者：賴明

章節出處：第四章 角度測量之三

(一)計算指標差改正後之垂直角(天頂距) $Z \pm \sigma_Z$

假設：正鏡讀數 $Z_1 = 78^{\circ}46'30''$ ，倒鏡讀數 $Z_2 = 281^{\circ}13'25''$

垂直角觀測誤差為 $\sigma_{Z_1} = \sigma_{Z_2} = \pm 5''$

天頂距 $= \frac{1}{2}(\text{正鏡讀數} + 360^{\circ} - \text{倒鏡讀數})$ ，亦即， $Z = \frac{1}{2}(Z_1 + 360^{\circ} - Z_2)$

$$Z = \frac{1}{2}(78^{\circ}46'30'' + 360^{\circ} - 281^{\circ}13'25'') = 78^{\circ}46'32.5''$$

$$\therefore \frac{\partial Z}{\partial Z_1} = \frac{1}{2}, \quad \frac{\partial Z}{\partial Z_2} = -\frac{1}{2}, \quad \text{由誤差傳播定律}$$

$$\sigma_Z = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial Z}{\partial Z_1}\right)^2 \times \sigma_{Z_1}^2 + \left(\frac{\partial Z}{\partial Z_2}\right)^2 \times \sigma_{Z_2}^2} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_{Z_1}^2 + \sigma_{Z_2}^2} = \pm \frac{5}{2} \sqrt{2} = \pm 3.54''$$

$$\therefore \text{天頂距 } Z \pm \sigma_Z = 78^{\circ}46'32.5'' \pm 3.54''$$

(二)指標差是否顯著之分析

此觀測之指標差 $i = \frac{1}{2}(Z_1 + Z_2 - 360^{\circ})$

$$i = \frac{1}{2}(78^{\circ}46'30'' + 281^{\circ}13'25'' - 360^{\circ}) = -2.5''$$

$$\therefore |i| = |-2.5''| = 2.5'' < 3.54'' = \sigma_Z, \quad \text{此觀測之指標差並非顯著。}$$

三.使用甲類水準儀器設備進行 1 公里水準測量，其高程差誤差為 ± 15 公厘；以乙類水準儀器設備進行 100 公尺的水準測量，其高程差誤差為 ± 5 公厘。假設水準測量之方差(或稱變方，Variance)與施測長度成正比，則：

(一)甲類或乙類水準儀器設備施測精度較高？(無計算過程者，不予計分)(15 分)

(二)在施測相同路線長度之條件下，若將甲類水準儀器設備所測得之高程差觀測品質其權(Weight)設為 1，則乙類水準儀器設備高程差觀測品質對應之權若干？(10 分)

【擬答】

【解題關鍵】

1.《考題難易》★★★

2.《破題關鍵》關鍵字：方差、標準差。重點提要：權與標準差的平方成反比。

【命中特區】

書名：測量學 上課教材(2019 年版)

作者：賴明

章節出處：第三章水準測量之九

$\therefore$ 方差 = 標準差²，且方差與施測長度 L 成正比

$\therefore$ 標準差與施測長度 L 之平方根成正比，即， $\sigma \propto \sqrt{L}$ ， L 以公里為單位

$\therefore$ 標準差 $\sigma = C^{mm} \sqrt{L}$ ，式中， C 值與精度(品質)有關。

C 值愈小，精度愈高，觀測品質愈佳。 C 值愈大，精度愈低，觀測品質愈差。

(一)甲類或乙類水準儀器設備施測精度之比較分析

甲類水準儀器設備： $15^{mm} = C^{mm} \times \sqrt{1}$ ， $C_{甲} = 15^{mm}$

乙類水準儀器設備： $5^{mm} = C^{mm} \times \sqrt{0.1}$ ， $C_{乙} = 15.8^{mm}$ 或 $C_{乙} = \frac{5}{\sqrt{0.1}}$

$\therefore 15^{mm} < 15.8^{mm}$

$\therefore$ 甲類之 C 值小於乙類之 C 值，甲類水準儀器設備施測精度較高

(二)計算乙類水準儀器設備之權值 $P_{乙}$

$\therefore$ 權與標準差的平方成反比， $P \propto \frac{1}{\sigma^2}$

$\therefore P_{甲} : P_{乙} = \frac{1}{\sigma_{甲}^2} : \frac{1}{\sigma_{乙}^2} = \frac{1}{(15\sqrt{L})^2} : \frac{1}{(15.8\sqrt{L})^2} = \frac{1}{225} : \frac{1}{250} = \frac{225}{225} : \frac{225}{250} = 1 : 0.9$

乙類水準儀器設備之權值 $P_{乙} = 0.9$

四、針對全球導航衛星系統(Global Navigation Satellite System,GNSS)：

(一)列舉三種衛星系統。(15 分)

(二)相較於單星系，以多星系進行衛星定位有哪些優勢？(10 分)

【擬答】**【解題關鍵】**

1.《考題難易》★★★

2.《破題關鍵》關鍵字：GNSS、多星系。重點提要：精度因子 DOP。

【命中特區】

書名：測量學 上課教材(2019 年版)

作者：賴明

章節出處：第九章之一、十二。

(一)列舉三種衛星系統：**1. 美國「全球定位系統」(Global Positioning System, GPS)**

GPS 衛星系統之組成為：衛星部分、地面控制部分

(1)衛星部分(太空部分)

- ① 24 顆衛星均載有銨或鉀原子鐘，以 4 顆為一組，分布於 6 個軌道面。另 3 顆備用。
- ② 衛星軌道近似圓形，軌道傾角為約 55° 。
- ③ 每個軌道面衛星各相距 120 度。
- ④ 各衛星之軌道面與其西側相鄰軌道面之衛星相距 40 度。
- ⑤ 軌道高度約 20183 公里。
- ⑥ 衛星繞轉地球一圈（軌道週期），約 11 小時 58 分鐘。

(2)地面控制部分：包括：主控站、地面控制站、監測站。

- ① 監測站(5 個)：坐標精密量測(已知)。每個監測站均含有：一部 GPS 雙頻接收儀、標準原子鐘、氣象感測器、資料處理器。每天 24 小時持續追蹤觀測每顆衛星，收集每顆衛星的信號資料，以及所搜集到的大氣資料等；將虛擬距離觀測量、氣象資料、電離層資料，聯合求解，得均化數據，再傳給主控制站。
- ② 主控制站(1 個)：主控站位於美國科羅拉多州，主要功能為綜合各監測器站所蒐集的資料，據以計算衛星星曆(一系列描述衛星運動、及其軌道之參數)、衛星時鐘改正量、電離層改正係數太陽輻射壓力、重力場、電子儀器之延遲、觀測系統之誤差等攝動因素，並將所得結果彙集成導航訊息，再傳給地面控制站。
- ③ 地面控制站(3 個)：位於美國關島、阿拉斯加及夏威夷。藉由專用天線，以無限電波傳遞資料至各衛星，每 8 小時更新衛星內的軌道諸元資料。

2. 俄羅斯「全球導航衛星系統」 (Global Navigation Satellites System, GLONASS)

- (1) 衛星數量：24 顆工作衛星
- (2) 軌道數量：3，每個軌道有 8 顆衛星
- (3) 軌道傾角：64.8 度
- (4) 軌道高度：19000 公里
- (5) 運行周期：11 小時 15 分 40 秒

3. 歐盟「伽利略系統」 (Galileo)

- (1) 衛星數量：30 顆
- (2) 軌道數量：3。每個軌道有 8 顆衛星，兩顆後備衛星。
- (3) 軌道傾角：56 度
- (4) 軌道高度：23222 公里

(二) 相較於單星系，以多星系進行衛星定位之優勢

單星系係指單一衛星系統，通常是美國的全球定位系統。

多星系係指多重衛星系統，通常是美國的全球定位系統、俄羅斯的全球導航衛星系統、歐盟的伽利略系統、中國大陸的北斗衛星導航系統。

以多星系進行衛星定位之優勢：

1. 可觀測的衛星數量至少有 4 顆：

如採用單點定位法進行定位，則至少需要觀測 4 顆衛星。如觀測單星系，有可能無法同時觀測到 4 顆衛星，因而無法進行單點定位。如觀測多星系，則可同時觀測的衛星數，遠遠超過 4 顆衛星，可順利進行定位。

2. 可進行 GNSS 觀測精度分析(DOP)

單點定位的誤差 m 與精度因子 DOP 成正比。

如 DOP 愈小，誤差 m 愈小，定位精度可提高。

又，DOP 與衛星的空間分布有關，設：四顆衛星與觀測站所構成的四面體積為 V 幾何精度因子 $GDOP \propto \frac{1}{V}$ ，亦即： V 愈大，衛星在空間的分布範圍愈大， $GDOP$ 愈小。

如衛星太過集中， V 愈小，則 $GDOP$ 值不佳。

在多星系，可同時觀測四個以上的衛星，則可選擇各種可能的組合，以計算 $GDOP$ ，取 $GDOP$ 最小者之衛星組合，作為計算基礎，以獲得最小的精度因子。

祝金榜題名
最新名師線上解題&開課

