

緒言

前言

直接與間接量測

觀測量的誤差來源

誤差定義(誤差種類)

精密度VS.準確度

測量中的多餘觀測與平差

最小自乘法平差的優點

前言

- 資訊時代中測量的技術與方法
 - GPS、數位量測攝影機、衛星成像系統、LIDAR
- GIS為測量的重要工具，也是規劃與決策的工具，被廣泛地應用於許多領域
- 測量資料在使用前均需先處理過
 - 所有的測量資料均含有不可避免的誤差，其差別只是誤差的大小
- 由於有誤差的存在，必須進行下列步驟
 - 對觀測量的統計分析，預估誤差大小並評估是否在容許範圍內
 - 若觀測量可接受，則進行平差處理，使其能滿足幾何條件或需要的約制

直接與間接量測

- 對未知量的量測有兩種
 - 直接量測
 - 如要知道某一個角度，可直接利用經緯儀量測該角度
 - 又如要獲得某一段距離，可直接以捲尺量測該段距離
 - 間接量測
 - 直接量測有時候很困難或甚至不可能，此時想要的未知量可利用其與直接量測的數學關係來獲得
 - 如可量測點之間的角度與距離，再以數學關係求得點位坐標，此時，該角度與距離即為間接觀測
 - 又如兩點之間的高差可由該兩點間的距離與垂直角獲得，而距離與垂直角即為間接觀測
 - 此情況中，直接量測的誤差將會分配給間接的未知量，因此，未知量的誤差將是直接觀測量的函數，此誤差的分配稱之為誤差傳播

觀測誤差來源

- 下列的情況恆為真
 - 沒有觀測量是完全正確的
 - 每一個觀測量均含有誤差
 - 觀測量的真值永遠無法知道
 - 誤差量的正確大小為未知數
- 觀測量誤差的因素(稱為觀測條件)
 - 儀器整體的精密度與可靠度
 - 觀測時的環境條件
 - 人類的限制
 - 如推估量尺刻畫的能力

觀測誤差來源

- 誤差是指觀測值與真值之差 $\varepsilon = y - \mu$
- 觀測誤差來源有
 - 儀器誤差(instrumental errors)
 - 由於儀器本身不完善所導致
 - 自然誤差(natural errors)
 - 風力、溫度、氣壓、重力以及磁力等條件不同所造成
 - 人為誤差(personal errors)
 - 由人類感官知能的限制、習慣等所造成

定義(誤差種類)

- 錯誤(Mistakes)
 - 又稱粗差或大誤差(Gross errors)
- 系統誤差(Systematic errors)
 - 是可以由數學模式表示的誤差
 - 有些系統誤差可藉由觀測程序來消除或減弱
- 偶然誤差(Random errors)

精密度vs.準確度

- 因為誤差的關係，同一個量觀測兩次可能會有不同的結果，而產生差異量或不符值(discrepancy)
- 差異量是指同一個量的兩次觀測值的代數差
 - 差異值小表示誤差較小或較精密，也表示有較高的可信度
 - 但精密並不表示一定準確

精密度VS.準確度

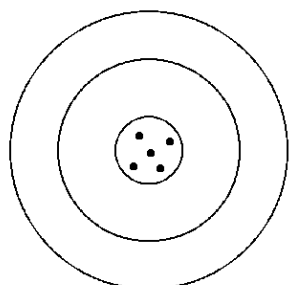
- 精密度(Precision)是指觀測量間一致性之程度，或觀測量間相互接近之程度
- 準確度(Accuracy)是指觀測量與其真值之絕對接近程度
 - 因真值未知，故準確度恆為未知數
- 兩者間之不同處，可由右表說明

| 觀測 | 步測, p | 卷尺, t | EDM, e |
|-----|---------|---------|----------|
| 1 | 571 | 567.17 | 567.133 |
| 2 | 563 | 567.08 | 567.124 |
| 3 | 566 | 567.12 | 567.129 |
| 4 | 588 | 567.38 | 567.165 |
| 5 | 557 | 567.01 | 567.114 |
| 平均 | 569 | 567.152 | 567.133 |
| 標準差 | 11.769 | 0.140 | 0.019 |

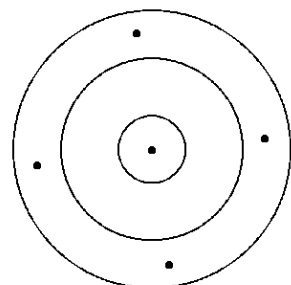
EDM與捲尺的精密度均高於步測，且EDM的標準差較小，故其精密度較高，但並不表示EDM的準確度就一定高於捲尺。

因為EDM的稜鏡常數若輸入錯誤，則其精密度一樣可以很高，但卻會有大的系統誤差存在。

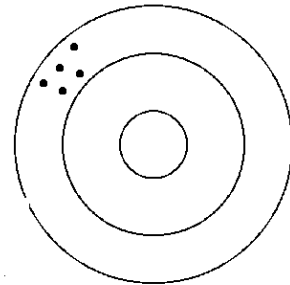
精密度VS.準確度



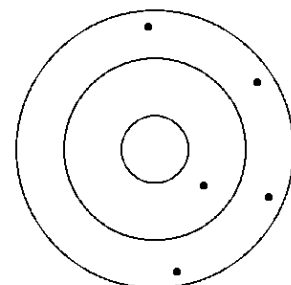
(a) 精密且準確



(b) 不精密但準確



(c) 精密但不準確



(d) 不精密不準確

測量中的多餘觀測量與其平差

- 測量中進行觀測時，常有下列情況
 - 閉合水準測量的高程差總和不為零
 - 三角形三個內角和不為180
 - 測站圓周水平角和不為360
 - 閉合導線的縱、橫坐標差代數和不為零
- 上述情況不僅證明有誤差存在，更說明多餘觀測量的重要
 - 多餘觀測量是指大於決定未知數所需的最小數量
 - 如丈量一段距離2次，其多餘觀測量為1

測量中的多餘觀測量與其平差

■ 多餘觀測量的重要性

- 檢查2個值之間的差異量，以評估觀測量的誤差大小
- 可平差求得未知線段的最終值
 - 此最終值就統計上要比任一個觀測量的精密度高
 - 若2個觀測量的精密度相同，則最終值為其算術平均

測量中的多餘觀測量與其平差

- 觀測三角形的3個內角，有1個多餘觀測量
 - 其中一個內角其實不用觀測，可由另外2個觀測量求得，如 $C=180-(A+B)$
 - 有多餘觀測量C時，就可評估角度之誤差，又可平差改正三個角度
- 在大型測量網形中，多餘觀測量就是觀測量的總數減去未知數的總數，其值會很大且其平差的處理也較為複雜
- 有經驗的測量員常採用多餘觀測量，其理由為
 - 評估誤差，決定接受或捨去量測
 - 讓未知數之最終值具較高之精密度

最小平乘平差之優點

- 有多餘觀測量就需要平差，測量中平差的方法很多，而最常採用的方法是最小平乘平差，其理由為
 - 它是最嚴謹的平差
 - 它較其他方法更容易應用
 - 它可以進行後驗的平差分析
 - 它可用來進行測量前的規劃(測量模擬 (surveying simulation))

最小自乘平差之優點

- 最小自乘平差係根據嚴謹的數學統計理論
 - 平差的結果要滿足誤差的平方和為最小
 - 誤差平方和為最小表示其出現的機率最大
 - 將所有的觀測量整體考量，是一個整體的平差
- 平差中測量觀測量種類很多，如水平角、垂直角、方位角、距離、甚至還有GPS的觀測量等，而最小自乘平差都是採用相同的原理來進行平差，比較容易實施
- 最小自乘平差最有利的特點是它只有一種嚴謹程序，不論誰來進行平差，結果都是一致的
- 最小自乘平差有完整的統計分析結果，根據誤差之大小與分佈，可以進行統計測試，找出可能的大誤差
- 最小自乘平差還可以在測量實施前，根據所擁有的設備、測量的方法、初選的網形以及需要的精度，進行事前的測量模擬。
 - 若平差結果不佳，則可調整網形、採用不同種類的觀測量或增減觀測量，再進行平差，直到獲得合理結果為止，最後才進行實際的測量作業，以節省時間與成本

本書綜攬

- Ch 2~4敘述應用於決定量測可靠度的方法
 - 說明多觀測量的誤差趨向分佈
 - 用來比較不同觀測量組品質的技術
- Ch 5~8及Ch 11說明觀測量與計算時的誤差傳播模式
 - 討論一些傳統測量技術中的誤差來源以及誤差傳播的方式
- 其餘各章說明根據隨機誤差理論，應用最小自乘原理進行觀測量平差，以及在觀測量中尋找錯誤的技術

問題

- 1.1、1.6、1.10