

測量平差概論 第二次修訂增補

一 前言

民國 101 年 9 月 3 日發表「測量平差概論 第一次修訂增補」之後，前年(民國 102 年)上網看到史天元教授在地籍學會會刊發表之論文:準確度與精密度(民國 102 年 9 月，第 32 卷第 3 期)。今年初上網查閱資料，有網友感謝邱仲銘教授對於電子測距中誤差之指導，特致電向邱老師請教。邱老師又轉傳數篇有關準確度與精密度之文章，因此再次修訂增補，獲得指導修正。本人對於前面兩次之疏忽，特此向讀者致歉，敬請海涵。

二、 測量平差概論 (民國 98 年 11 月 12 日)

.....

10. 權、單位權中誤差與先驗中誤差

.....

c. 觀測值的先驗中誤差與權

.....

例如電子測距儀之測距中誤差 σ_s

$$\sigma_s = \pm (2 \text{ mm} + 3 \text{ ppm} \cdot S) \dots\dots\dots (25)$$

此公式考慮了儀器與稜鏡之對心誤差，氣溫氣壓變化之誤差，電子測距儀頻率振盪器之誤差，稜鏡加常數之誤差等。※ 1 ppm = 1 / 1,000,000。

修訂增補如下

1. 公式 25 僅為電子測距儀本身之誤差，不包含電子測距儀及稜鏡之對心誤差也不包含氣溫氣壓變化之誤差

令電子測距儀本身之誤差為 σ_1

- (1) 某些作業規範或測距儀使用手冊通常採用下式

$$\sigma_1 = \pm (2 \text{ mm} + 3 \text{ ppm} \cdot S) \dots\dots\dots (\text{甲})$$

- (2) 依據誤差傳播定律則採用下式

$$\sigma_1 = \pm ((2 \text{ mm})^2 + (3 \text{ ppm} \cdot S)^2)^{0.5} \dots\dots\dots (\text{乙})$$

(甲)(乙)二式中 S 之單位為 mm。

(甲)(乙)二式均可。實務上應根據訂約雙方同意之作業規範選用。

(※補述：本人偏好(甲)式，因為由(甲)式算得之中誤差較大，再以之計算控制點座標之中誤差，若合格，則更為安心。)

2. 電子測距儀及稜鏡之對心誤差、令為 σ_2 、 σ_3

σ_2 、 σ_3 之誤差量，通常約為 $\pm 1\sim 10$ mm，外業測量人員應該注意檢校電子測距儀及稜鏡基座之光學對點器，使對心誤差為最小，儘量小於 2 mm。如為稜鏡桿，則要校正其圓水準器。

3. 電子測距儀之測距中誤差 σ_s 為

$$\sigma_s = \pm ((\sigma_1)^2 + (\sigma_2)^2 + (\sigma_3)^2)^{0.5} \dots\dots\dots(\text{丙})$$

用(丙)式取代(25)式。

&&額外之誤差

以上為理論或理想狀況下之誤差，實務上還有一些其他誤差來源，如果測量人員疏忽也會導致影響，簡要說明如下：

(1)稜鏡桿圓水準器之誤差

稜鏡桿圓水準器若有誤差且未校正，則會導致桿子傾斜，桿長愈大，對心誤差愈大，甚至超過 5 mm。(請對照 σ_3)

(2)稜鏡常數 PC 輸入值錯誤

一般稜鏡常數 PC = -30 mm，有一種迷你稜鏡組，稜鏡可以裝在框內或框外，其 PC 值各為 -30 mm、0 mm，若用反射貼紙，PC 值則是 0 mm。近十年來之新式全站儀，測距除了採用紅外線光波，更可以使用雷射光波，使用雷射光波測距時免用稜鏡，直接觀測目標物表面(所以稜鏡常數 PC = 0 mm)，其測程較短，若使用稜鏡，則測程較長(此時之 PC 值應為 -30 mm? 0 mm? 測量人員應試驗)。如果疏忽，就會導致 30 mm 之錯誤。

(3) 大氣因子改正欠當之誤差

大氣因子改正就是氣溫與氣壓之改正，通常輸入氣溫與氣壓(或 ppm)，電子測距時之氣溫與氣壓均會影響所測之距離，而以氣溫之影響較大。測距時應依照測距儀使用手冊之規定，輸入正確之氣溫與氣壓，尤其測量區域包括海邊與山地(高差大所以氣壓差也大)，測量時程跨越冬與夏(氣溫差距大)，如果沒有適當改正，也會影響測距成果，更甚者如果作業習慣不良，聯繫欠佳，更可能導致內外業人員重複改正(共改了兩次)，或未改正，亦導致誤差。

(4) 尺度比改正(SF) 欠當之誤差

(104.04.16修)
121

2° TM 投影，中央經線尺度比 SF = 0.9999，台灣本島 $\lambda_0 = 120^\circ E$ ，測量區域各點之經緯度不同，SF 就會不同。應該由後續使用的處理程式統一精確改正。有的測距儀使用手冊建議將它連同大氣因子合併，共同以

ppm 值輸入儀器自動改正，此種處理方式欠佳，應該避免。如果測量人員疏忽或其他原因，就會導致誤差。

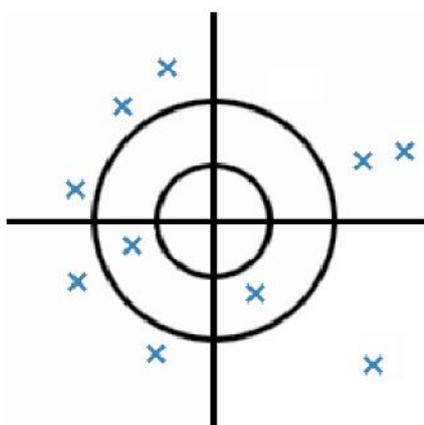
為了避免 SF 輸入錯誤值或重複改正，因此建議測量員於外業施測時一律輸入 SF=1，必要時再於內業精算改正。

工程施工放樣時，使用實長操作，方便直接與設計尺寸比較，此一階段可以將施工控制網重新平差計算，並且採用「不受投影干擾『影響』的局部坐標系統」，其 SF=1。

(SF=0.9999 時， $1-SF=0.0001$ ，距離每 100 公尺差 1 公分即 0.01 公尺)

三、測量平差概論 第一次修訂增補 (民國 101 年 9 月 3 日)

第 2 頁，打靶的例子，



修正之圖 2-1 (d)

(本圖之 \bar{r} 甚大於 (a) 圖之 \bar{r})

再說，令同一槍手重複射擊 100 回，每回射擊 10 顆子彈，100 回也難有 1 回得到 ($\bar{x} \doteq 0, \bar{y} \doteq 0$) 之結果，亦即重複發生 ($\bar{x} \doteq 0, \bar{y} \doteq 0$) 之機率甚低，總之，

沒有精密度就不能保證重複實現。此外，各回之 \bar{r} 總是甚大。

可是神槍手重複射擊 100 回，每回射擊 10 顆子彈，可以重複多次得到類同 (a) 圖之結果，且各回之 \bar{r} 總是甚小。只要有精密度就一定能保證重複實現。測量才有意義。

修訂增補如下

再說，令一般槍手重複射擊 100 回，每回射擊 10 顆子彈，欲得到 ($\bar{x} \doteq 0, \bar{y} \doteq 0$) 之結果，其重複發生之機率甚低，總之，

精密度低就不能保證重複實現。此外，各回之 \bar{r} 總是甚大。

改由神槍手重複射擊，比較可能多次得到類似 (a) 圖之結果，即各回之 \bar{r} 總是甚小。精密度高就比較可能使彈著點集中且重複出現。

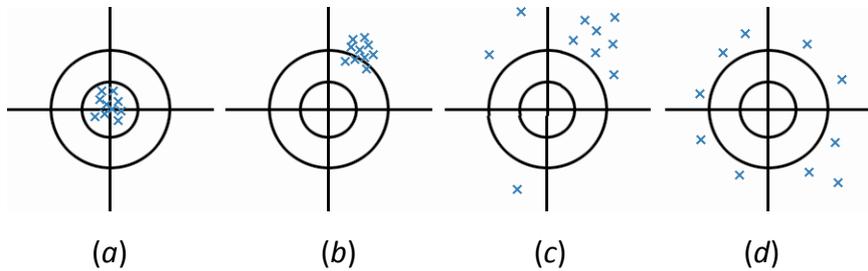


圖 2-1 打靶的正確度與精密度

(本圖為測量平差概論民國 98 年 11 月 12 日之圖，

其中(d)圖已修正，見民國 101 年 9 月 3 日修正之 2-1 (d) 圖)

圖 2-1 (b) 之狀況，可能是槍枝的準星歪了，或者槍手的習慣性偏向，若能修正，當可如圖 (a)，也就是平差所強調的『修正系統誤差』。

(※補述：若以射擊比賽為例，比的是 \bar{r} 為最小，
不是比 \bar{x} 為零、 \bar{y} 為零，

使用「正確度」一詞，多少有『對不對』之含意在內，只要彈著點偏離靶心小，仍可視之為正確，只是正確度稍低，如此，當能提醒測量人員，『管它三七二十一，所有觀測值取平均』之心態錯誤也。本人早期教書也犯過相同錯誤，隨著年齡增長才有所醒悟，特與讀者諸君共勉。)

特申述如上，僅為個人觀點，並請讀者留意為禱。如果仍有錯誤缺失，敬請測量賢達不吝指教。

四、致謝

本文(第二次修訂增補)由本系同仁協助處理，並請邱老師斧正，謹致十二萬分之謝意。

退休講師 白巨川 敬啟

民國 104 年 3 月 12 日