

# 精密水準觀測之資料品質及精度分析

周侑德<sup>1</sup> 景國恩<sup>1</sup> 饒瑞鈞<sup>1</sup> 劉啟清<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 國立成功大學地球科學研究所

<sup>2</sup> 中央研究院地球科學研究所

## 摘要

常用研究地殼垂直方向變動的方法有 GPS、InSAR 和精密水準測量。其中 GPS 求得高程精度為公分級；InSAR 以兩張相同區域的複數訊號雷達影像來記錄相位差進而求得地表高程變化量精度最高可達公厘級，但其精度成果好壞受限於地面覆蓋物、山區地形幾何效應及大氣因素等影響；而精密水準測量是直接對地表進行高程測量求得高程變化量，原理簡易不受地面因素影響，且其精度達公厘等級。地殼變化是相當細微的，經長年的累積而產生顯著的變化量，因此必須以極精密的測量方法進行監測。而精密水準測量之高精度的要求，使得從外業觀測到內業的誤差分析，都必須審慎評估其品質及精度。本研究利用經濟部中央地質調查所 2002 到 2006 年間全臺灣 24 條東西向水準測線精密水準測量資料(2343 筆)，單測段測量精度 87% 小於  $1.5 \text{ mm}\sqrt{K}$  (K 為測段的長度，單位為公里)，建立一完整從檢驗觀測資料到系統誤差分析流程。由研究結果得知，在外業觀測資料品質檢驗中，檢驗出 2002 年追加之水準觀測資料其觀測流程不符合規範規定，造成水準尺沉陷誤差的累積，分析其誤差量為  $-3.12 \times 10^{-4} \sim 2.27 \times 10^{-4} \text{ mm}$ ，影響並不顯著故不予修正。通過品質檢驗的資料，進行系統誤差分析，因有效縮短觀測時視距長度、控制前後視視距差等嚴密外業程序，所以誤差改正量都小於  $\pm 2 \text{ mm}$ ，其中以折射誤差及水準尺溫度誤差的改正量  $-1.629 \sim 1.519 \text{ mm}$  為最大，而鐵墊滑動誤差對閉合差影響最顯著。一般表示水準精度是以閉合差及傾斜率(tilt)和坡度(slope)的關係係數來表現。閉合差改正前平均值  $7.3 \times 10^{-1} \text{ mm}$ ，改正後平均值  $1.41 \times 10^{-3} \text{ mm}$ 。改正後 tilt 和 slope 之關係係數  $-0.41 \sim 0.33$ ，為低相關係數。表示系統誤差已獲得合理的修正並將其影響降至最低。在高程變化量結果中，系統誤差改正前、後垂直位移量差異平均值  $0.68 \text{ mm}$ ，而最大值為  $4.22 \text{ mm}$ 。由統計結果可發現系統誤差改正量與高程之相關性質很高，在平原地區其影響量較小，而在山區其影響量較大，若不做其誤差改正，累積 50 年後其差異最大甚至可達  $105.5 \text{ mm}$ ，所以在山區系統誤差改正顯得特別重要。因此本研究建立完整的品質檢驗及誤差分析可提高水準資料的精度，應用在分析地殼變動研究上，有效降低誤差的影響可必免產生錯誤判讀，增加其可信性。