

# 台灣一等二級水準網之水準測量、衛星定位測量 及重力測量成果說明

## 壹、前言

近年來經濟蓬勃發展，政府積極推展重大經建工程，舉凡地層下陷之監測、地下水位之監控、河川整治、隧道開挖、捷運系統、高速公路、高速鐵路、防洪系統、橋樑、水庫之興建與維護等交通、經濟工程建設，均有賴於精確之高程控制點系統，致高程資料之需求日益殷切。

內政部為配合各界需求，重建高精度之基本控制點系統，並整合平面及高程控制系統，提供現代化三度空間控制資訊，便利各界使用，於八十六年擬定「國家基本測量控制點建立及應用計畫」，報奉行政院八十七年二月二十四日台八十七內○八四一二號函核定，自八十八年度起至九十一年度止，分四年在台灣本島施測二、○六五個一等水準點，並於一等水準點上加測衛星定位測量及重力測量。其中八十八及八十九年度先行辦理台灣環島路線一等一級水準網，計一、○一○個一等水準點測量工作（水準路線總長度約二、○二○公里），九十及九十一年度辦理一等二級水準網，計一、○五五個一等水準點測量工作（水準路線總長度約二、一一○公里）。

## 貳、台灣高程系統及高程基準之訂定

台灣高程基準係定義在 1990 年 1 月 1 日標準大氣環境情況下，並採用基隆驗潮站 1957 年至 1991 年之潮汐資料化算而得，並命名為 2001 台灣高程基準（Taiwan Vertical Datum 2001，簡稱 TWVD 2001），採用正高系統。

## 參、台灣水準原點之建立

內政部於九十年新設台灣水準原點，為高程控制點系統之基準，並據以辦理一等水準測量工作，為所有水準點之起源；採雙水準原點設計，一為主點（點號：K999），

屬地下點位，一為副點（點號：K998），屬地面點位，均位於基隆市海門公園內；水準原點之高程採用正高系統，以基隆平均海水面為參考依據，主點之高程值為 5.61560 公尺，副點之高程值為 6.19888 公尺，並據以訂定 2001 台灣高程基準（TWVD2001）。主點採用震波反射之地球物理探勘法，探測地底下之地質狀況及岩盤深度，選用不銹鋼棒以接續方式植入地下十七點五公尺；副點以花崗石製作，埋設於地面，便利各界引測。

肆、一等一級水準網之水準測量、衛星定位測量及重力測量  
內政部於完成一、〇一〇點一級的一等水準點之勘選埋設工作後，於水準點上進行水準測量、衛星定位測量及重力測量，其各項成果業於九十二年五月八日開始提供各界使用。

伍、一等二級水準網之水準測量

於完成一等水準點點位勘選、埋設及外業測量等工作後，外業原始觀測資料經過成果檢查、系統誤差改正、環線閉合差分析後，若未發現觀測資料含有粗差或錯誤並確定資料成果正確無誤時，即依附於一等一級水準測量成果，以 K999 等二十個節點為約制點，進行一等二級水準網之水準測量平差計算工作，台灣一等二級水準網共有一、〇五五個新設一等水準點，加上連測 4 個重力觀測點、1 個基隆水準原點、39 個一等一級水準點以及 38 個舊有水準點，共有一、一三七個點位，並以距離給權方式，進行一等二級水準網附合約制網平差（包括水準原點 K999 在內，共約制 20 個一等一級水準點之先驗資訊，其餘 20 個一等一級水準點，則視為新點），得到平差結果之相關統計資料如下：

一、先驗權單位中誤差：給定  $0.7 \text{ (mm} \cdot \sqrt{1\text{km}})$ 。

二、權矩陣 P：以測段距離的倒數為“權值”。

- 三、總觀測數目：1152 個。
- 四、水準點總數：1137 點。
- 五、已知高程水準點個數：40 個(約制 20 個一等一級水準點之先驗資訊,其餘 20 個一等一級水準點視為新點)。
- 六、多餘觀測數：55 (1152 - 1137 + 40)。
- 七、後驗權單位中誤差：1.05 (mm\*sqrt(1km))。
- 八、點位中誤差：最大值為水底寮一等水準點(X209)8.47 mm。
- 九、觀測量改正數：均在 -3.68 mm ~ +2.65 mm 之間。
- 十、網形可靠度分析(最小約制網):
  - (一) 觀測量的改正數大部分在 $\pm 0.4$  mm 以內，表示觀測品質佳。
  - (二) 多餘觀測數(16)及平均多餘觀測分量( $f_0 = 0.267$ )，表示整體網形結構雖不是布設密集，但尚可控制且觀測量之可靠度良好。
  - (三) 整體內可靠度參考值為 7.741，表示對於觀測量隱含粗差，且此粗差只要大於 $\delta'$  0 倍的觀測量中誤差，即可被偵測出來。
  - (四) 整體外可靠度值為 2.412，表示未被剔除的粗差對於未知數估值的影響量最大為 $\delta''$  0 倍的觀測量中誤差。

#### 陸、一等二級水準網之衛星定位測量

於一等二級水準網測量作業期間，內政部同時於一等水準點及其他點位，合計一、〇八七個點上施測衛星定位測量，本項測量作業以優於三等控制點施測規範之要求進行施測，點位可作為三等控制點使用，其各項成果係架構在 1997 台灣大地基準 (TWD97) 上，採用 1994 年公布之國際地球參考框架 (ITRF94)，並化算至 1980 年公布之參考橢球體 (GRS80)，施測時檢測一、二等衛星控制點四八

三點，採用 GPSurvey2.35 版軟體解算基線、TurboNet 網形平差軟體進行加權約制平差計算，新測點位於緯度、經度及高程方向之標準偏差平均值分別為±1.9 公分、±1.9 公分及±5.5 公分。

#### 柒、一等二級水準網之重力測量

於一等二級水準網測量作業期間，內政部亦於一等水準點上實施重力測量工作，採用 LCR-G 型相對重力儀施測，於檢測絕對重力點、一等重力點及已知一等水準點節點共六十五點後，據以進行新設一、○五五個一等水準點及其他點位，共計一、一一九個點位之相對重力測量，並採用交通大學開發之軟體進行平差，所得新測點位重力值之標準偏差平均值為 0.07mgal，最大值為 0.14mgal，其精度足以供一等水準測量正高改正之用。