

臺灣土地測量

60年回顧

■內政部土地測量局 地籍重測課 課長 蔡立信

壹、前言

測量是將我們生活環境的表徵，經由地圖、數據等各種不同的方法予以表現，就一般生活來說，最常接觸的測量成果就是「地圖」，地圖直接提供人們一個環境的縮影；此外，重力、變形量、高程值等數據也是我們經常涉及的測量成果。

就國家管理之立場而言，測量是最基礎的建設，有完整的測量成果，方能夠對國土做整體規劃，也才能對經濟發展、國防準備、交通建設等各項政事擬具短、中、長程的整體計畫。正因為測量成果如此之重要，所以韓非將地圖比作國家的領土，奉獻出地圖，就是獻出江山。公元前227年，荊軻借獻督亢地圖，刺殺秦王的事件，都說明地圖(也就是測量)對政治、軍事具有重要的意義。

臺灣的測量始自荷、西統治時期，歷經了明鄭、清朝及日治時期，國民政府治臺後，基於上述的理由，對測量成果亦有急迫之需求，惟當時測量工作，因受限於科技、測量工具、計算能力等，大規模之重新測量並非短時間內即可完成之工作，因此早期係延用日治時期之測繪成果，這其中包含了控制測量(三角點成果)、地形測量(堡圖)及地籍測量(地籍圖)等成果。

其後，配合時代的演進，政府陸續針對臺灣地區之測量工作予以規劃、推動，以下，儘將這六十年來，臺灣地區土地測量之情形做一簡介。



台灣省政府民政廳地政司地籍測量隊全體合影 1951年

民國40年臺灣省政府民政廳地政司地籍測量隊全體照

貳、六十年代以前

政府治臺初期，臺灣各級三角點成果可分為由地籍、水利、農林機構延用日據時代測設之地籍坐標，與軍方測設之大地位位置(經緯度方位角)二種系統。民國五十六年全國製圖測量聯繫會議中決議將大地位位置系統改算為國際橫梅氏投影坐標系統，地籍坐標系統原單位「間」改算為「公尺」，並將前述四種成果加以彙整併列成冊(台灣省三角點成果表)；高程控制則曾於民國五十年至五十九年加以檢測，計全長一千六百七十六公里，惟因整體作業歷時十年之久，其間因受地層下陷或人為因素影響，其平差成果並無法符合一等水準精度之規範。

另基本地形圖部分，除日治時期所遺留之堡圖外，軍方基於戰略考量，已重新測製五萬分之一及部份二萬五千分之一地形圖。

在地籍測量方面，於民國三十六年二月，成立臺灣省行政長官公署民政處地政局荒地勘測總隊(四十二年更名為測量總隊，八十一年七月改制為土地測量局，九十年改隸內政部)，主要業務為辦理未登記土地清理測量暨配合政策性之地籍測量工作。沿用日據時期之地籍圖，因使用頻繁，圖紙破損，難以因應需求，乃於民國四十五年至六十一年間辦理地籍圖修正測量。

此一時期主要之測量工具，在測角方面為二十秒讀游標式經緯儀；至距離之量測，如為平地則使用竹尺、鋼捲尺量距，高山地區或起伏不平地區受地形所限，則使用經緯儀配合標尺以視距法測取兩點間傾斜距離，再換算為水平距離。而計算工具則以人工為主，利用數學公式、三角函數表、對數表配合算盤或手搖式計算機，計算得到各控制點坐標。



平水度量的仪器



中国传统的水平尺



现代水平仪



手推式



手推式水车



手推式水车 (改良式)



竹席



手推式水车



1954年平水度量的场景



1957年平水度量的场景



1958年平水度量的场景



1962年平水度量的场景

參·臺灣地區土地測量計畫

民國六十年初，全面檢討當時之測量成果狀態，獲至結論如下：

一、控制測量部分：全臺海拔五百公尺以下之各級三角點，損失率高達百分之二十八，毀損情形嚴重；且地籍測量所作之三、四等三角點，自成一坐標系統，且東西部份未聯接，以致各地精度不一；一等水準點精度已無法符合規範要求。

二、基本地形圖部分：軍方測製之五萬分之一及部份二萬五千分之一地形圖，比例尺過小，不適宜作為國家經濟建設規劃之依據。

三、地籍圖部分：日治時期測製之地籍圖，因精度較低，且使用已久，折損嚴重，圖紙伸縮嚴重，難以複丈，經常發生界址糾紛。

於是，內政部研訂「臺灣地區土地測量計畫」，預計自六十五年七十七年，以三年十三年之期按辦理下列各項工作：

一、基本控制點檢測工作：由聯動測量署主辦，自民國六十五年七月起辦理，能測時為統一坐標系統，將以台中公園為原點之地籍測量系統與南投虎子



電子式計算機

山為原點之陸軍系統，予以合併以陸測系統為準，於虎子山重建原點，並為適應臺灣地區南北狹長之地形，將投影帶由六度改為二度分帶，以提高測量精度，共計測設一、二、三等三角點及三等精密導線點共二千六百七十點，至六十九年辦理完竣；另水準測量部分，一等水準測量高程計算則以基隆平均海水面為起算點，共計測設一等水準點九百零四點，水準路線共長一千八百三十六公里。

二、基本圖測製：採用航空攝影測量方法辦理，並首次將以往所使用之測畫地形圖，改按於正射投影像片上加繪等高線及相關註記之像片地形圖，此種圖籍，因像片圖能顯示地面之地物，形態逼真，提升辨識與閱讀之可視性，於海拔一千公尺以下之平面丘陵地，比例尺為五千分之一，計三千二百零九幅圖；中央山脈地區，測圖比例尺則為一萬分之一，計五百六十四幅。

三、地籍圖重測：為推展本項工作，內政部首先修正土地法，增列四十六條之一、之二、之三等三條，並修訂地籍測量實施規則，增訂重測相關條文，以取得法源依據，並規劃由臺北市、高雄市及臺灣省分別就轄區內，日治時期測製之地籍圖予以重新測量，建立新的地籍成果。另配合科技之演進，自六十七年起研就採數位法方式辦理地籍圖重測工作，以期同時將地籍測量成果同時重測時，



ZISS JENA 45電子式測距儀



CANON F-100計算機

即完成資訊化作業。自六十九年起，陸續採購相關儀器設備，並逐步推廣辦理。

此一階段之測量工具，較前一期已有進步，在測角部分使用一吋讀碼儀；測距部分，則引進電子測距儀測距，但其單價甚高，主要使用於控制測量工作，至野外測量之測距工作，仍以捲尺為主；在計算工具部分，六十年代引進電子計算機計算，其後又引進具有程式功能之計算機，處理各項運算工作，七十年代則陸續採購電腦、繪圖機等相關資訊設備。



圖四一號 GT-1 2310型
電子式測距儀

肆、八零年代

臺灣地區土地測量計畫，就臺灣土地測量而言，是個成果豐碩的，也是個觀念革新的創舉，它對後續的測量工作奠定了堅實的基礎。

八零年代後測量工作而言，是個科技起飛的年代，無論是儀器設備、作業方式、計算及輸出工具，與以往比較，都有大幅的變化。

在控制測量上，全球定位系統(GPS)完全改變了傳統的平面控制測量作業形態，以往的三角測點觀念，為配合經緯儀的施測，著重於對平面方向之通視，點位之間需能相互通視，方可完成作業，所以傳統之三角點均布設於山嶺上，取其登



玉山GPS接收器攝影

高望遠之效果。但因交通不便，點位到達困難，造成日後引用困難，更因其點位間距離較遠，受制於天候及儀器功能等影響，必須在晴朗無雲的天氣才能施測，造成很大的不便。而GPS定位之訊號來自於導航衛星，點位之間並無需直接通視，測點限制條件大幅降低，觀念上改以便於到達，且更能符合後續測量為主要考量。此外，外業觀測不受天候影響，更能有效掌握作業時程，且其施測精度也優於傳統之地面測量。

內政部自八十二年度起實施「應用全球定位系統實施臺灣地區基本控制點測量計畫」，分五年採用全球定位系統(GPS)衛星測量技術，設置完成八個衛星追蹤站，並施測一等衛星控制點一百



精確GPS測量作業



精確GPS測量作業

零五點及二等衛星控制點六百二十一點。八十七年並依此成果，公布新臺灣大地基準(TWD97)，並已取代六十九年所公布之三角點成果，為現行測量作業標準系統之依據。

另土地測量局為提升臺灣地區基本控制測量網系之完整性與一致性，自84年度起，配合內政部實施「應用全球定位系統實施臺灣地區基本控制點測量計畫」，研訂「臺灣省控制點補建、新建五年計畫」及「臺灣省控制點補建、新建後續計畫」，規劃以縣市為實施單位，採用GPS衛星定位測量技術，逐年分區辦理臺灣地區三等控制點補建、新建工作，提供臺灣地區高精度之三等控制點測量成果，做為各項測量作業之依據，有效提升土地測量及工程建設品質與效率。

台灣高程系統由日據時期至今均採用正高系統，均以基隆驗潮站所測得的平均海面為起算點，目前使用的高程基準定義在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年之潮沙資料化算而得，命名為2001台灣高程基準(TWVD 2001)，並以距離驗潮站最近的一等水準點K999為源點，且於八十八年開始辦理台灣本島之高程控制系統之建立工作(一等一級水準點，於九十一年建置完成。

在基本圖測繪工作上，內政部仍延續「臺灣地區土地測量計畫」中基本圖測製工作之原則，定期採航空攝影測量之方式，重新測製，自86年起全面改採用數位航測方式辦理。



民國第二高等測量學校畢業生於宜蘭縣利澤簡鄉



民國第二高等測量學校畢業生於利澤簡鄉

在地籍圖重測部分，「臺灣地區土地測量計畫」期程內，北、高兩州之地籍圖重測工作業已全部完成，但臺灣省部分，因範圍遼闊，多數地區仍有待辦理重測工作，取代日治時期測繪之地籍圖，以釐整地籍，確保人民產權，乃再訂定七十八年度計畫及臺灣省地籍圖重測後續計畫，積極辦理重測工作。

地籍圖重測工作，在技術面上，自七十八年度起，全面採用數位測量之方式辦理，使每一界址點均有坐標數據，可輸入電腦展繪各種不同比例尺之地籍圖提供應用，提升行政效率。另土地測量局並自行研究開發具圖形介面之地籍圖重測系統、地籍圖去處理系統、外業自動化系統等，對測量作業自動化又向前邁進了一大步。



臺北府地籍圖

圖形數位化



數位化地籍圖

伍、國家基本測量發展計畫

一國之基本測量包括大地控制網、高程控制網、重力控制網等三大測量工作。範圍涵蓋陸域及海域。以往僅辦理陸域部分之基本測量，並無完整之海域基本圖，僅有少數沿岸海域基本圖，且其坐標系統與陸地坐標系統並不一致。為建構陸域、海域一致之現代化完整基本控制測量系統，完成包括海域基本圖之測繪、重力控制網之建立、離島高程控制系統之建立以及大地控制網、高程控制網之維護更新等重要工作，提供各級政府施政應用，改善民間投資環境，提升國家競爭力，內政部爰訂定「國家基本測量發展計畫」，予以推動執行。

此一計畫，為政府在「臺灣地區土地測量計畫」之後，又一個針對臺灣未來發展所需，經驗討後的全面性測量工作，且其涵蓋之領域也更加擴大，針對臺灣海洋立國之型態，首度將測量的觸角伸入大海。在海洋測量部分，除建立六個多用途驗測站外，並訂定完成領海及鄰接區海域基本圖測量規範，以供後續實際辦理相關作業之依據。在技術面上，引進了測深光達，利用其具穿透水體特性之綠光段光束，可測繪清澈水域水下地形資料，並考量海水透明度係屬測深光達是否能成功用於海水測繪作業重要因素，自94年度起辦理沿岸海水透明度分析，以建立分析海水透明

度半變基變資料，作為後續海域地形資料規劃區域之建置基礎資料。

除海洋測量外，重力測量亦為首度指點之作業，在本計畫中設立絕對重力點十九點，其中離島四點，本島十五點。在推動重力測量工作中，臺灣的地形特色必需特別予以考量，其中中央山脈所占比例甚高，另臺灣四面環海，這兩點地形現象，都非以傳統重力測量方式，能夠施行，所以引進了空載及船載重力測量作業方式，希望更廣闊的收集資料，建立台灣地區高精度絕對重力變化改正模式。

另考慮離島地區之需求，其平面控制系統，於八零年代已於「應用全球定位系統實施臺灣地區基本控制點測量計畫」中建置完竣，但高程控制系統，仍未更新，乃於九十二年辦理離島驗測站資料蒐集及分析工作，九十三年辦理澎湖、金



基隆港驗測作業（已於基隆資料中重繪度）