

臺灣地區發展高程現代化作 業技術先期研究

期末報告

計畫主持人：楊名 教授
國立成功大學測量及空間資訊學系

共同主持人：黃金維 教授
國立交通大學土木工程學系

共同主持人：陳國華 副教授
國立臺北大學不動產與城鄉環境學系

委託單位：內政部國土測繪中心
執行單位：財團法人成大研究發展基金會

中華民國 100 年 12 月 28 日

目 錄

圖目錄	III
表目錄	IV
摘要	V
ABSTRACT	V
第一章 研究背景	1
第二章 參與人員任務配置	10
第三章 臺灣地區辦理高程現代化發展策略及具體做法	12
§3.1 美國高程現代化發展策略及作為	13
§3.2 紐西蘭高程現代化發展策略及作為	19
§3.3 中國大陸高程現代化發展策略及作為	21
§3.4 國外高程現代化發展策略之比較分析	25
§3.5 臺灣大地起伏模式之建立與分析	28
§3.6 高程現代化作業精度評估與作業規範草案	48
§3.7 國內未來高程現代化發展策略建議	53
第四章 從大地測量觀點看臺灣地區未來測繪科技發展策略	56
§4.1 中國大陸未來測繪發展策略藍圖	58
§4.2 日本未來測繪發展策略藍圖	64
§4.3 美國未來測繪發展策略藍圖	70
§4.4 紐西蘭未來測繪發展策略藍圖	78
§4.5 近年國內測繪業務發展相關計畫	83
§4.6 國內外測繪發展策略之比較	96
§4.7 國內未來測繪發展規劃建議	102
第五章 測繪業務問卷調查及實地訪談	105
§5.1 問卷調查結果統計	106
§5.2 實地訪談	113
§5.3 小結	114
第六章 結論與建議	117
§6.1 結論	117
§6.2 建議	118
參考文獻	122

附錄 1 問卷內容.....	128
附錄 2 問卷回覆統計.....	138
附錄 3 實地訪談紀錄.....	159
附錄 4 專家論壇紀錄.....	170
附錄 5 GPS 高程測量規範草案.....	183
附錄 6 建立臺灣高程現代化芻議.....	194
附錄 7 蒐集書面資料之清單.....	196
附錄 8 中國大陸江蘇省 GPS 高程測量規範.....	199
附錄 9 SATELLITE LASER RANGING 補充資料.....	207
附錄 10 期中、期末報告委員意見及修正辦理情形.....	224

圖目錄

圖 1.1 E-GPS 衛星定位基準站分佈略圖	5
圖 1.2 GPS 水準測量示意圖	6
圖 2.1 研究人員組織架構圖	11
圖 3.1 正高、橢球高及大地起伏幾何關係示意圖	13
圖 3.2 正常高(H^N)與 NORMAL-ORTHOMETRIC HEIGHT(H^{N-O})幾何關係 示意圖(FEATHERSTONE AND KUHN, 2006)	19
圖 3.3 (A)陸測重力點位分佈圖(1980~2003)；(B)陸測重力點位分佈圖 (2004~2006)	29
圖 3.4 (A)近岸船載重力資料分佈圖；(B)臺灣環海船載重力資料分佈圖 ..	31
圖 3.5 (A) CAMPAIGN 1 (B) CAMPAIGN 2 (C) CAMPAIGN 3	35
圖 3.6 平差處理後的空載重力網格. (A) CAMPAIGN 1 (B) CAMPAIGN 2..37 (C) CAMPAIGN 3	37
圖 3.7 測高海洋重力異常圖	39
全球重力模式	39
圖 3.8 DATAA 的分布	41
圖 3.9 5000 公尺航高空載重力資料 (DATA B)對應於地形高度變化的分布情形 (A) $0 \text{ KM} < E < 1 \text{ KM}$, (B) $1 \text{ KM} < E < 2 \text{ KM}$, (C) $2 \text{ KM} < E < 3 \text{ KM}$ AND (D) $3 \text{ KM} < E < 4 \text{ KM}$	42
圖 3.10 六條檢核線的分布情形	43
圖 3.11 四個不同階段之重力法大地起伏模型與六條檢核線的差異分布圖 ..	44
圖 3.12(A) 內政部所提供之一等一級、一等二級水準點上之 GPS 點位分布圖 (B) GPS/LEVEING 與相對應位置上的重力法大地起伏值的差異量修正面(C) GPS/LEVEING 與相對應位置上的混合型大地起伏值之差異網格資料	47
圖 3.13 恆春半島 122 個檢核水準點之位置分布圖	48
圖 5.1 測繪業務問卷調查及實地訪談作業流程圖	105

表目錄

表 3.1 NAVD2009 與 13LVDS 間的 OFFSETS 及其標準偏差(AMOS, 2010)	21
表 3.2 各國發展高程現代化策略分析比較表	27
表 3.3 陸測重力資料比較表	30
表 3.4 船測重力資料比較表	32
表 3.5 空載重力資料比較表	35
表 3.6 四個不同階段之重力法大地起伏模型與六條檢核線的差異統計	45
表 3.7 混合型大地起伏檢核成果統計	47
表 3.8 122 個檢核水準點之正高值差異統計表	49
表 3.9 橢球高精度與觀測時間長短、基線長度統計表(MM)	52
表 3.10 GPS/LEVELING 之正高推估精度初步分析統計表(MM)	52
表 4.1 中國大陸國家測繪地理資訊局近程及中遠程擬執行的重大測繪項目	59
表 4.2 日本國土地院(GSI)近程及中遠程測繪發展主要項目	66
表 4.3 內政部「基本測量及圖資測製實施計畫」主要工作項目	85
表 4.4 國內外測繪發展策略主要工作項目比較表	99
表 5.1 問卷數量統計	106
表 5.2 問卷 B1 大題之統計結果	107
表 5.3 問卷 B2 大題之統計結果	108
表 5.4 問卷 B3 大題之統計結果	109
表 5.5 問卷 B4 大題之統計結果	111

摘要

高程參考系統現代化，簡稱高程現代化(Height Modernization)，是發展、執行與推動以重力為基礎(Gravity-based)之高程參考系統的過程，具體來說，即是透過全球定位系統(GPS)與新興的全球導航衛星系統(GNSS)技術結合大地水準面模式來決定橫跨整個國家、對應相同高程基準的高程觀測量。內政部及國土測繪中心已於臺灣地區及部分離島陸續完成多項重力測量、衛星定位測量及水準測量工作，本計畫基於這些基礎資料以及高精度之臺灣地區混合型大地起伏模式評估 GPS 高程測量作業之效益。同時蒐集與分析美國、紐西蘭、中國大陸及日本等國家之未來測繪科技發展策略，並與國內相關測繪發展計畫比較以及辦理專家論壇、問卷調查與實地訪談。最後提出 GPS 高程測量作業參考程序及規範草案，並從大地測量觀點提出國家測繪相關發展策略之建議，作為國內擬定各項測繪業務計畫之參考。

關鍵字：高程現代化、混合型大地起伏模式、GPS 高程測量

Abstract

Height Modernization is the process to develop, execute and promote reliable heights with traditional leveling and gravity information. That is using Global Positioning System (GPS) and the innovative Global Navigation Satellite System (GNSS) technology combined with Geoid model to determine the reliable heights over a nation from the reference. Ministry of the Interior (MOI) and National Land Surveying and Mapping Center (NLSC) have conducted much gravity, satellite positioning and leveling projects. This project is based on the data collected in the past and the high-accuracy Taiwan Hybrid Geoid model to estimate the performance of GPS leveling. Meanwhile, we analyzed the future Geomatics strategies collected from United States, New Zealand, China and Japan and compare to those in the Geomatics field in Taiwan. The Experts Forum, interviews and questionnaires were also conducted in this project to provide related strategy information. And we proposed the GPS leveling process, the draft of regulation and suggestions to the Geomatics field in Taiwan in order to serve as references for future related projects.

Keywords: Height Modernization, Hybrid Geoid Model, GPS Leveling

第一章 研究背景

高程現代化(Height Modernization)，是發展、執行與推動以重力為基礎(Gravity-based)之高程參考系統的過程，具體來說，即是透過全球定位系統(GPS)與新興的全球導航衛星系統(GNSS)技術結合大地起伏模式來決定橫跨整個國家、對應相同高程基準的高程觀測量 (<http://www.ngs.noaa.gov/heightmod/Definition.shtml>)。

全球導航衛星系統 GNSS (Global Navigation Satellite System) 的發展在近年來逐漸的被重視，其最大的優點就是包含了數個不同的衛星系統，並且藉由不同的衛星系統整合，衛星顆數相較於單系統而言也有所提升。而隨著技術的進步，各國舊有的測繪資料也將隨之更新，例如美國就將高程現代化的工作列為爾後的工作重點，有鑒於 GNSS 技術將以更經濟的方式會幫助定位工作，因此各先進國家進行未來計畫時都會將 GNSS 技術視為重要的工具之一。臺灣目前非常廣泛地使用 GPS 精密定位於國家測量工作，包含靜態與動態定位。隨著 GNSS 的到來，衛星定位使用之硬體設備與軟體計算程式也正大幅改變，對於資料處理之作業技術發展也正在迅速進行。

內政部於民國 68 年與民國 77 年陸續公布一等水準點高程，然而因臺灣所在區域其地殼變動等自然情況相當活躍，又樁位遺失、損毀或超抽地下水等人為因素也同樣地影響了水準點成果。隨著時間的變化以及上述因素影響之下，一等水準點之高程精度及成果也已不敷使用。有鑒於此，內政部於民國 86 年擬定「國家基本測量控制點建立及應用計畫」，自民國 89 年至 92 年期間，分兩階段於臺灣本島實施一等水準點之精密水準測量工作，此外，也逐點進行重力測量及 GPS 衛星測量，藉由整合不同來源資料建立一個高精度之臺灣高程基準 TWVD2001 (Taiwan Vertical Datum 2001) (曾清涼等，2001；曾清涼

等，2003)。

傳統水準測量可以達到公厘等級的精度，然而其存在花費大量人力及財力等缺點，新的高程參考系統的應用解決了現今以傳統水準測量為基礎的限制，透過以太空為基礎(Space-based)的技術例如 GPS、GNSS，不僅可大幅節省預算，也可於離島或山區等較難施測的區域進行測量，且不易受到地殼活動的影響。然而，發展新一代高程參考系統則必須建構在高精度的大地起伏模式的基礎上。

在海洋中，大地起伏 (Geoid) 為一近似於平均海水面之等位面，而在陸地上，geoid 則視質量分佈而定。就幾何而言，Geoid 視為最接近地形平均形狀的面。某點的海拔高(正高)，即為自 Geoid 沿反鉛垂線方向到該點之幾何距。決定 Geoid 面的主要資料為重力場之函數值，如重力及垂線偏差等 (Heiskanen and Moritz, 1967)，輔助資料為數值地形模型(DEM) 及全球重力模式 (GM)。國際大地測量學會(IAG)成立了 Geoid 的服務組織，稱 International Geoid Service (IGeS, <http://www.iges.polimi.it/>)，提供計算 Geoid 的資料及軟體，並經常舉辦國際講習班，IAG 的 Commission 2 (gravity field)，推動許多大型跨國 Geoid 計畫，預期完成歐盟、非洲、東南亞、南美等區域之高精度 Geoid。中國大陸則預計於 2011 年前更新現有(於 1999 年完成)之中國大陸 Geoid 模式。日本最新的 Geoid 於 2005 年完成 (Kuroishi and Keller, 2005)，美國則正推動全國空載重力，預計 2021 完成一新的美國 Geoid 模式。

Geoid 模式受到重視的原因為(1)新的測繪技術需要 Geoid (2)測繪資料在防災及環境監測之重要性日增。新的測繪科技包括 GPS、LiDAR、InSAR 及重力等。測繪科技用於防災及監測之例子如 GPS 監測邊坡滑動及地層下陷 (Hwang et al., 2008)、GPS 監測大樓震動及

沉陷、LiDAR 監測大規模邊坡變動及大範圍地層下陷、LiDAR 監測海岸線變遷等。新測繪科技應用中，Geoid 扮演重要角色，例如以 GPS 高控法航測製作 digital elevation model (DEM) 及 LiDAR 方法製作 DEM 時，需要高精度的 Geoid 以推求正高。又如，GPS 水準測量中，需要 Geoid 將橢球高轉為正高。Geoid 在地球物理及板塊理論亦有重要的應用。

最近 (自 2002 年起算)，由於國際上的若干重要的衛星重力任務如 CHAMP(http://op.gfz-potsdam.de/champ/index_CHAMP.html) 及 GRACE(<http://www.csr.utexas.edu/grace/>) 任務，及 GOCE (http://www.esa.int/esaLP/ESABQK1VMOC_LPgoce_0.html) 任務的發射，將大幅提昇 Geoid 的長波長基準。在短波長方面，內政部的 5m 解析度 DEM 已完成，未來可能提升短波長分量的精度。目前內政部及國科會提供在 north、center、south、east、Tai3 及 Tai6 等 6 條 GPS/Leveling 資料用於重力法大地起伏模型精度評估之用，GPS/Leveling 資料一般是透過水準點上已有正高及相同點位上的 GPS 橢球高來得到幾何法大地起伏值($N=h-H$)，之後再利用此幾何法大地起伏值驗證重力法大地起伏模型的精度，然而此 6 條水準線並不足以代表臺灣全區，未來必須收集更多的驗證資料來進行模型的精度評估。內政部近年來已陸續辦理臺灣地區西部及東部地區部分陸上重力測量、空載重力測量，內政部國土測繪中心(以下簡稱國土測繪中心)亦辦理臺灣地區與部分離島之海上重力測量，未來更將完成環臺灣本島近岸 12 海浬之船載重力測量、花東及山區陸上重力測量作業及大規模於水準點上進行長時間 GPS 連續觀測，臺灣大地起伏模型的空間密度及精度將大幅改善。

過去 (2007 年前) 的 Taiwan Geoid 模式 (如 Hwang et al., 2007), 因資料的密度及精度的增加而逐年改善。Geoid 精度與重力密度及高程相關, 在平地約為數公分, 在山區 (高程>2000m) 約為 10-20 公分。然而由於缺乏全面的 Geoid 精度檢核資料, 正確的 Geoid 精度與空間的關係無法知悉。

e-GPS 系統是國土測繪中心架構於網際網路通訊及無線數據傳輸技術之 GPS 即時動態定位系統, 此系統已於民國 98 年 1 月 1 日起正式營運啟用, 目前已連線運作基準站共有 78 站, 建置完成之 e-GPS 衛星定位基準網分佈略圖可參考圖 1.1。經由控制及計算中心對於各基準站每天 24 小時每 1 秒之連續性衛星觀測資料進行整合計算處理後, 目前除在臺灣本島 (含綠島、蘭嶼) 及澎湖、金門、馬祖地區, 只要在可以同時接收 5 顆 GPS 衛星訊號的地方, 都可以利用 GPRS 等無線上網的方式, 在極短的時間內, 獲得高精度之定位坐標成果。除即時性動態定位解算之外, 每日的連續觀測之衛星資料亦可以輔助作為其他非即時性且高精度定位使用, 可加值應用的領域如下(國土測繪中心 e-GPS 即時動態定位系統入口網站):

- (一) 測量基準訂定。
- (二) 國家坐標系統維護。
- (三) 各級基本控制點補建與檢測。
- (四) 地殼變形監測。
- (五) GPS 精密軌道計算。
- (六) 地球科學、大氣科學等學術研究。

e-GPS 衛星定位基準網

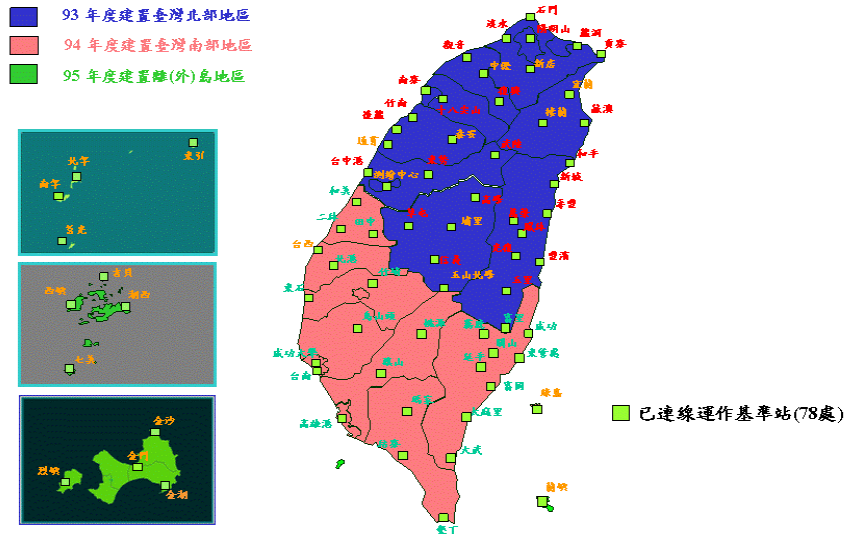


圖 1.1 e-GPS 衛星定位基準站分佈略圖

由於 e-GPS 的發展及 RTK 的廣泛應用，在臺灣進行即時高精度 (cm 級)GPS 定位已變得非常方便。在高程部分，e-GPS 及 RTK 必須仰賴 Geoid 獲得正高，而一般的靜態(static) GPS 測量亦需 Geoid 來進行正高轉換。GPS 橢球高與大地起伏間轉換公式如下：

$$H = h - N \tag{1-1}$$

其中

H ：正高

h ：橢球高

N ：大地起伏

於 GPS 水準測量的應用中 (如圖 1.2)，透過 GPS 測量與高程基準間的關係求得未知水準點的正高，公式如下：

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = H_A + (h_B - N_B) - (h_A - N_A) \tag{1-2}$$

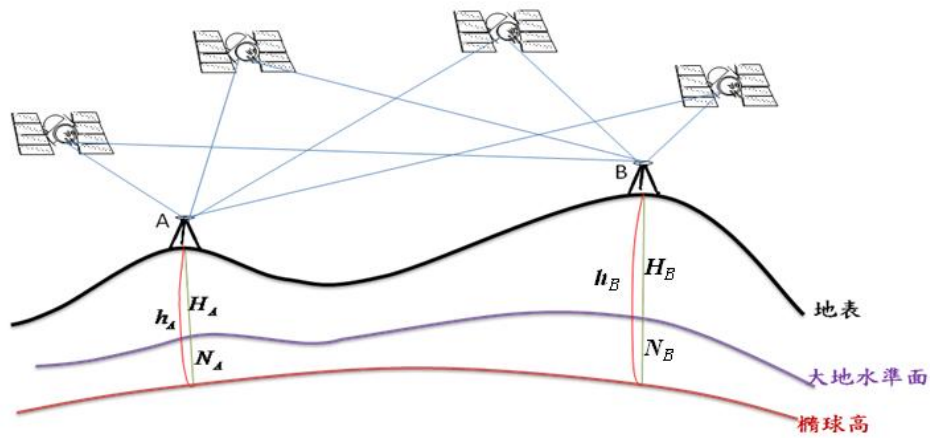


圖 1.2 GPS 水準測量示意圖

近年來內政部及繪中心於臺灣地區及部分離島陸續完成多項重力測量，至今已具有相當完善之重力資料，本作業模擬預期未來基於這些完善的基礎資料以及高精度之臺灣地區大地起伏模式進一步發展高程現代化的技術。另外透過蒐集、分析其他先進國家未來測繪科技發展策略，同時針對如何建立所需要精度的 GPS 或 GNSS 衛星高程作業程序或規範加以討論，並從大地測量觀點探討國家基本控制測量發展趨勢，以提供未來國家發展及制定各項基本測量計畫參考。

本案執行工作項目如下：

一、 臺灣地區辦理高程現代化發展策略及具體作法

臺灣地區近年來已陸續辦理西部陸上重力測量及東部地區部分陸上重力測量、空載重力測量，國土測繪中心亦辦理臺灣地區與部分離島之海上重力測量，未來更將完成環臺灣本島近岸 12 浬之重力測量、花東及山區陸上重力測量作業，透過完善之重力資料可建構高精度之臺灣地區大地起伏模式，為利發展

高程現代化作業技術及後續應用推行，規劃蒐集至少包含美國、中國大陸及紐西蘭等 3 個國家對於高程現代作業技術發展策略及作為，諸如蒐集已辦理高程現代化國家之相關作業文件，包含計畫書、報告書、作業手冊與相關規範或要點，分析其可能應用範圍及效益，蒐集後應與國內現有資料進行分析比較，並提出臺灣地區發展高程現代化作業技術評估報告及衛星高程測量作業程序規範草案，藉以作為臺灣地區辦理高程現代化作業技術發展策略及具體可行作業程序。

二、 從大地測量觀點探討臺灣地區未來測繪科技發展策略

國土測繪中心測繪科技發展後續計畫執行期程為 100-103 年，為順利推行下一階段科技計畫執行，規劃蒐集其他先進國家對於未來測繪科技發展策略及具體作法（如美國大地測量局、日本國土地理院、中國大陸國家測繪地理資訊局...等至少 4 個(含)以上國家），並針對國內測繪機關業務需求及執行現況提出規劃策略，所規劃項目應包含具體作法、時程及可能效益。

1. 測繪科技業務現況調查

為了解國內測繪科技業務執行現況及各機關未來需求，廠商至少需問卷方式調查內政部地政司、資訊中心、城鄉發展分署、經濟部中央地質調查所、水利署、各水資源局、各河川局、交通部高速公路局、公路總局、農委會林務局航空測量所、國土測繪中心及各直轄市政府之地政局（處）或都市發展局（城鄉發展局）、各縣（市）政府地政處等機關單位，針對所執行測繪業務提出問卷調查並彙整及分析後，提出歸納未來建議，納入各期報告。

2. 辦理專家技術論壇

為利了解所規劃高程現代化技術作業及測繪科技發展策略等項目是否符合需求，並廣納各界意見，並於彙整第一、二項工作項目初步成果後，辦理至少 1 場次技術論壇，須邀集各相關政府機關、學界及業界代表至少 20 人次召開 3 小時以上之技術論壇，並製作論壇紀錄，納入期末報告。

三、 成果報告

包含作業計畫書、期中及期末成果報告書、各期登錄國科會政府研究資訊系統 (GRB) 資料。

四、 提送與本案相關研究成果之國內外期刊或研討會論文 1 篇 (含) 以上 (至少 8 頁)。

五、 進度報告：自決標次日起，廠商應於每月 10 日前提出前一個月工作執行情形報告(以電子郵件方式寄送)，內容包含實際工作進度、工作協調事項及工作遭遇困難等。

測繪科技業務現況調查時所遭遇的困難主要是不易獲得與各單位溝通管道，需要費時確認承辦窗口，導致無法有效與承辦人協調。問卷調查時名詞定義不夠明確，導致問卷填寫時填寫人須釐清問題內容；此外不同領域人員編制不同也會導致問卷填寫不易。估計測繪業務預算有時會因單位不同而無法獨立計算測繪相關預算金額，如土木相關單位。提供高頻重力訊號所需要的 5 公尺解析度 DEM 因為涉及國家機密資料，所以資料取得不易，來源及管道都受到限制。因此，不僅測繪領域受到此限制，其他相關應用如水資源規劃也會受其限制。

本計畫工作進度甘梯圖如下

工作項目	月次	100年4月	100年5月	100年6月	100年7月	100年8月	100年9月	100年10月	100年11月	100年12月	101年1月
作業計畫書(5%)		完成 100%									
蒐集其他先進國家對於高程現代作業技術發展、未來測繪科技發展策略及具體作法(15%)						完成 100%					
測繪業務問卷調查及實地訪談(10%)							完成 100%				
臺灣地區辦理高程現代化發展策略及具體作法(15%)								完成 100%			
從大地測量觀點看臺灣地區未來測繪科技發展策略(20%)										完成 100%	
期中報告(5%)							完成 100%				
衛星高程測量作業程序規範草案(15%)									完成 100%		
臺灣地區高程現代化作業技術評估報告(3%)										完成 100%	
專家技術論壇(8%)								完成 100%			
研討會論文投稿(2%)									完成 100%		
期末報告(3%)									完成 100%		

■：預期工作進度

■：已完成工作進度

第二章 參與人員任務配置

本計畫人員配置除計畫主持人一人（楊名教授）、共同主持人兩人（黃金維教授、陳國華副教授）外、並包含碩士級專任助理一人（吳曉雯）、博士班研究生一人（許宏銳）、碩士班研究生三人（吳夢伶、張詒翔、蘇文毅）、以及國立成功大學衛星資訊研究中心行政與資訊管理組助理三人（郭俐慧、陳敏玉、李嘉玲）協助計畫控管及相關行政事務上之聯繫。

在人力分工方面，計畫主持人以及共同主持人將共同規劃與指導計畫執行並督導各項工作依照預定進度完成、繳交各項工作成果、以及專家技術論壇與期中報告、期末報告。

在研究生人力工作分配方面，博士班研究生許宏銳與碩士班研究生張詒翔、蘇文毅將共同進行蒐集其他國家對於高程現代作業發展策略之相關資料，並且分析臺灣地區高程現代化之策略以及規劃具體做法。此外，專任助理吳曉雯及碩士班研究生吳夢伶將進行測繪業務相關單位之問卷調查以及實地訪談，彙整各相關單位之意見並納入各期報告中。五人並將與成功大學衛星資訊研究中心行政與資訊管理組共同協助籌辦專家技術論壇，其相關研究人員組織架構圖如圖 2.1 所示。

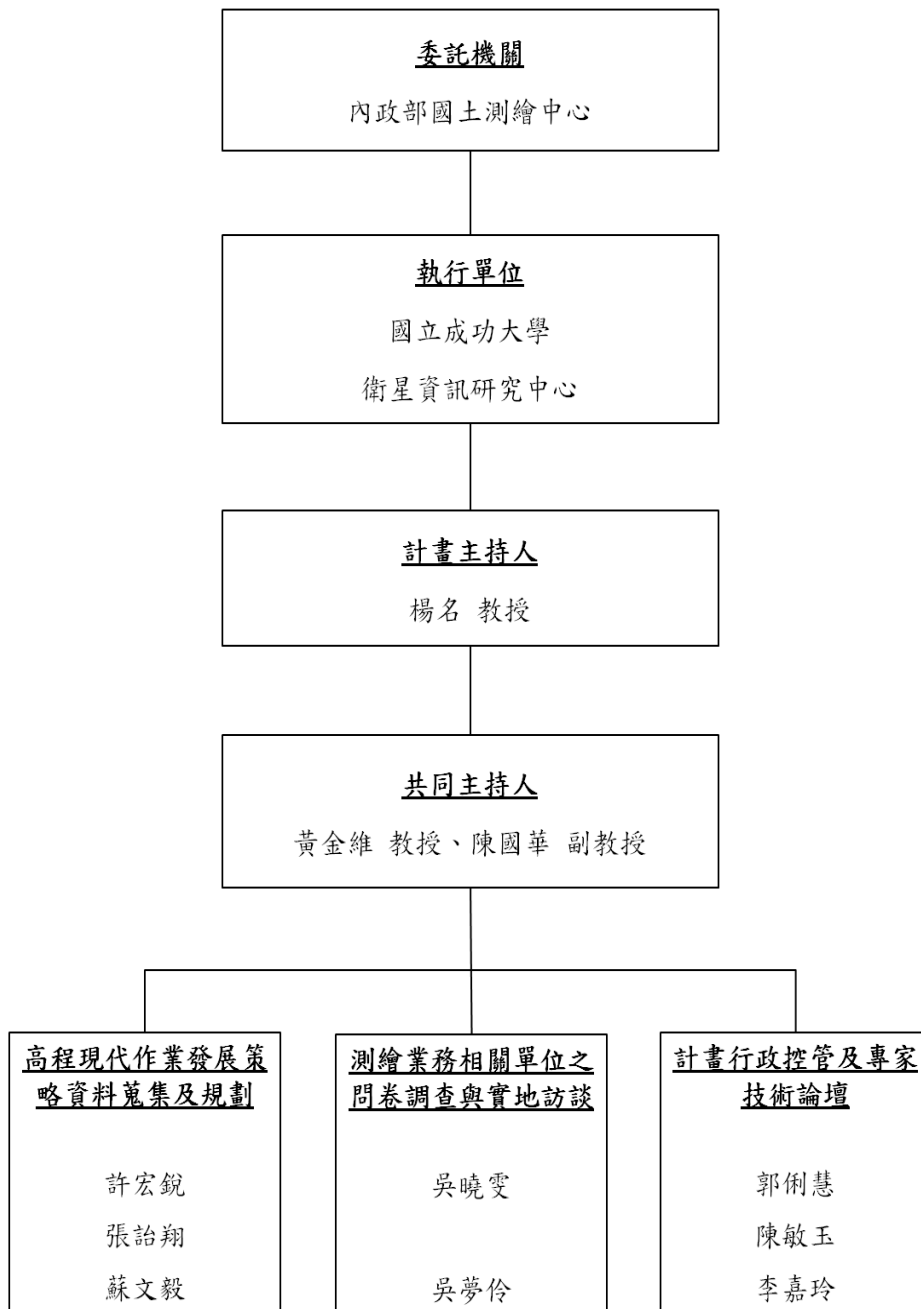


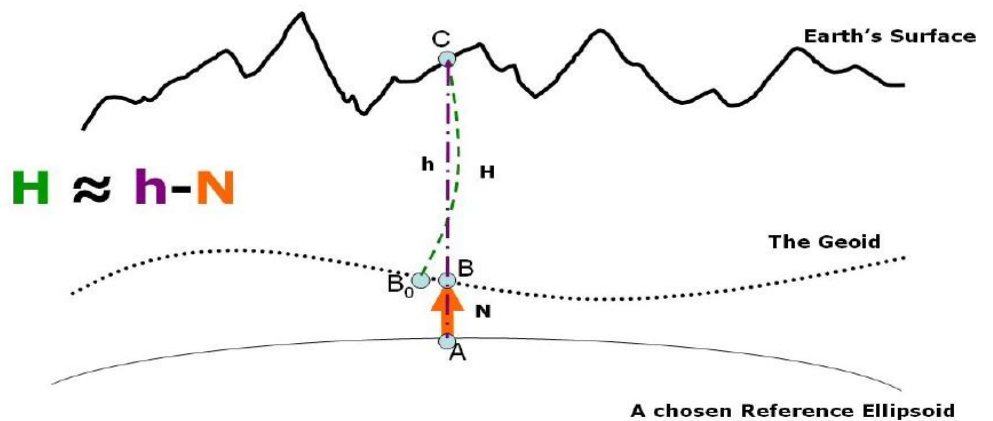
圖 2.1 研究人員組織架構圖

第三章 臺灣地區辦理高程現代化發展策略及具體做法

高程現代化是發展、執行與推動以重力為基礎之高程參考系統的過程(<http://www.ngs.noaa.gov/heightmod/Definition.shtml>)。隨著 GPS 的迅速發展，其定位精度已經能取代地面控制測量的平面精度，然而 GPS 正高的決定，其最關鍵的問題就是得到一個足夠精度的大地起伏模式將橢球高差轉換成高精度的正高差(Zilkoski and Hothem, 1989; Hajela, 1990; Milbert, 1991)，過去十幾年國際上發展高精度 GPS 正高的研究很多，例如 Parks and Milbert (1995)、Kuang et al (1996)、Satalich (1996)、Martin (1998)、EI-Mowafy (2006)、Tranes (2007)，其 GPS 正高精度皆需建構於一個高精度及高解析度之大地起伏模式基礎上，美國 NGS 目前也積極發展專門用於 North American Datum of 1983(NAD 83)橢球高及 NAVD88 之 Helmert 正高的大地起伏轉換模式(Smith and Roman, 2001; Roman et. al, 2009)。

正高(H)即為自 Geoid 沿反鉛垂線方向到該點之幾何距，橢球高(h)為從參考橢球體起算，沿著垂直於此面的直線至地面的幾何距離，大地起伏模式(N)為從參考橢球體起算，沿著垂直於此面的直線至大地起伏的幾何距離，H、h 及 N 在空間中的關係如圖 3.1 所示。雖然計算正高的鉛垂線與計算橢球高的垂直線在空間中並不一致，以美國為例，其不一致性所帶來的誤差甚小可以忽略(Zilkoski et. al, 2008)。

國際上任何推行高程現代化的國家，皆視大地起伏模式為推動高程現代化發展的關鍵技術，以下將列舉包含美國、紐西蘭與中國大陸等國家於決定高精度大地起伏模式的策略，並與臺灣發展大地起伏模式策略進行比較。



H (Orthometric Height; B₀ to C)
 = Distance along plumb line from the geoid to the surface

h (Ellipsoid Height; A to C)
 = Distance along ellipsoidal normal from the reference ellipsoid to the surface

N (Geoid Undulation; A to B)
 = Distance along ellipsoidal normal from the reference ellipsoid to the geoid

(摘錄自 Zilkoski et. al (2008))

圖 3.1 正高、橢球高及大地起伏幾何關係示意圖

§3.1 美國高程現代化發展策略及作為

美國國家大地測量局(National Geodetic Survey, NGS)提出的十年計畫(2008-2018)中提到利用精密水準測量方式定義大陸尺度等級(continent-scale)的垂直高程基準的時代已經結束。利用重力及地形資料計算重力大地起伏模式或利用重力大地起伏模式及 GPS/Leveling 計算混合式大地起伏模式，已為美國發展高程現代化最關鍵模型。此外，為了整體提升境內大地起伏模式的精度，十年計畫中還包含蒐集重新定義美國高程基準的重力計畫(Gravity for the Redefinition of the American Vertical Datum , GRAV-D)，此計畫預計要完成的項目分別為(1)短時間高解析度的重力測量、(2)低解析度的重力變動與 GNSS 高程變動、(3)大地起伏的梯度驗證、(4)垂線偏差及(5)與 GRACE 衛星比較低階重力或大地起伏。NGS 早從 1990 年代 GPS 定位技術的來臨就已經開始著手於發展大地起伏模式，此項技術直接提供改善國家空間參考系統(National Spatial Reference System, NSRS)的資源。隨著水準點持續受

到毀損及遺失，國家高程基準維護非常不易，透過大地起伏模式求定正高成為可能替代的機制。

面對 GPS 橢球高與大地起伏模式兩者現代化技術的改善，下一階段所將面臨的挑戰即是 GPS 正高差的精度是否足夠作為傳統水準測量的另外一個選擇呢？隨著 North American Datum of 1983(NAD 83) 的建立、涵蓋全國的高精度且高解析度大地起伏模式的計算及 NGS 認為 GPS 正高差在很多應用方面可以取代傳統水準測量。NGS 發表的 GPS 橢球高計算的指導方針(Guidelines for Estalishing GPS-derived Ellipsoid Heights) (Zilkoski et. al, 1997)，內容擇要如下：

一、 GPS 觀測資料

1. 使用雙頻全波長接收儀
2. 最少套和至三個已知的國家系統
3. 對於主控制站，其三天內至少需有 3 個五小時的觀測時段，且須蒐集氣象資料。
4. 觀測時間至少須達 30 分鐘
5. 橢球高精度至少 2-5 公分
6. 至少聯測兩個以上主控制站
7. 在 30 分鐘觀測時間內，90%的 VDOP 值須小於 6
8. 衛星仰角高度須大於 10 度，天線盤保持水平

二、 基線解算

1. 使用 NGS 提供的科學解算軟體，如 OMNI 或其他。
2. 使用精密星曆
3. 觀測時間大於 30 分鐘，取樣間隔為 30 秒；觀測時間小於 30 分鐘，取樣間隔為 5 秒；衛星仰角 15 度以上
4. 最後結果須為週波未定值整數解，須使用大氣修正模式
5. 須做重複基線與閉合圈之殘差分析
6. 基線 RMS 值不得超過 1.5 公分

Roman et.al(2009)發展的美國重力大地起伏模式(USGG2009)所使用的資料為過去數十年來由不同單位所蒐集的陸測及船測重力資料，共約 2 百萬個觀測值。採用 Anderson (2009) 所發展的測高重力模型來增加沿岸重力資料的密度，此模型利用波形重定技術有效的改善測高資料於近岸區域的品質，更進一步改善近岸及離島的大地起伏模式，例如 Puerto Rico、the Virgin island、Guam 和 Northern Mariana Island。使用 SRTM-DTED1 3 秒解析度的數值地形模型(DEM)進行地形約化，採用的參考重力場為 EGM08。由於重力資料分別於不同時期所蒐集而得，每次蒐集資料所採用的儀器、技術、坐標系統以及參考橢球體都不同，因而存在許多系統及隨機性的誤差，特別是陸測重力資料。因此，為了將可能的粗差剔除，採用高達 5 分解析度的 EGM08 全球重力模型來進行重力資料的編輯，將重力資料與 EGM08 相減，視超過三倍中誤差之觀測量為粗差並剔除。編輯的過程中發現，差異較大的重力資料幾乎出現於地勢較高的區域，且判斷其誤差主要是來自於高程的誤差，主要是因為年代較為久遠的重力資料其高程資訊並非透過 GPS 來定位，而是來自於地形圖。

NGS 過去都是運用 Helmert's 2nd condensation 理論進行大地水準面模式的計算，先將地形壓縮至 Geoid 上(形成 Helmert 重力異常)，並將其向下延續至 Geoid 上，再利用 Stokes 公式搭配間接效應的影響即可決定大地水準面。然而，高精度且高解析度 EGM08 的出現，使得 NGS 對大地水準面模式的計算策略與過去有著些許的不同，主要的差異摘要如下：

1. USGG2009 長波長分量的貢獻主要來自於 GRACE 任務而不是地面及測高重力資料的長波長分量，可透過核截斷法(kernel truncation)來執行。
2. 利用諧和延續法(harmonic continuation)計算大地水準面模式
3. 所有地形約化皆使用 3 秒 DEM 來完成

過去計算大地水準面模式皆忽略”地形約化不一致性(topographic reduction inconsistency)”的影響，原因是其他誤差相對較大，例如大地水準面模式的長波長誤差。然而，此狀況也因高精度 EGM08 模型的出現有著戲劇性的改變，使得地形約化不一致性產生的誤差無法忽略，且必須進行修正，以下有兩種方法可以解決：

1. 透過地形的諧和分析(harmonic analysis)所得的諧和係數(harmonic coefficients)與間接地形效應的諧和係數來修正大地位模型(geopotential model)，使其與 Helmert's 2nd condensation 相容。
 2. 捨棄 Helmert's 2nd condensation 方法，採用諧和延續法(harmonic continuation)計算大地水準面模式
- 上述兩種方法的結果類似，但方法二的結果略佳。

計算出重力法大地水準面(USGG2009)之後，為了將此重力法大地水準面修正至水準測量的參考面，計算所有 GPSBM's(GPSBM2009)與相對位置上的重力法大地起伏值(內差自 USGG2009)的差異量，這些差異量主要為重力法大地水準面與 NAVD88 間的偏移量，使用多矩陣最小二乘配置法(Multi-Matrix Least Squares Collocation)將這些點位上的差異量進行網格化並擬合至重力法大地水準面(USGG2009)而得到混合型大地水準面模式(GEOID09)

一般來說，影響相鄰兩點之正高、橢球高及大地起伏的系統誤差來源是相同的，也因為相鄰兩點的誤差來源相同，經過相鄰兩點高程相減之後，其高差的誤差(uncertainty)理論上會顯著小於單點絕對高程的誤差(uncertainty)。正高差(ΔH)可以透過橢球高差(Δh)減去大地起伏高(ΔN)差來求得：

$$\Delta H \approx \Delta h - \Delta N$$

根據 NGS 早期發表求解 GPS 橢球高的作業程序提到(Zilkoski et. al, 1997 ; http://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/NGS-58.html)，在衛星顆數足夠的情況下，加上高精度的定軌、雙頻載波相位觀測量、天線設計的改善及資料處理技術的提升等條件來計算不超過 10 公里短基線的橢球高差精度可達約 1.4cm(更詳細的資料可參考 Zilkoski et. al (1997))，此外，當基線長少於 10 km、20 km 及 20-50 km 則大地起伏高差的相對誤差則分別小於 0.5 cm、1 cm 及 2-3 cm (至少觀測 30 分鐘) (Zilkoski and D’Onofrio, 1996; Henning et. al, 1998)，因此當基線長控制在 10 km 以內則可能求得高達 2cm 精度的 GPS 正高(至少觀測 30 分鐘)。

美國 NGS 提出求解 GPS 正高的指導方針，3-4-5 系統(The 3-4-5 System)。其中包含三條規定(three rules)、四個控制建議(four control suggestions) 及五項程序(five procedures)。

三條規定(three rules)如下：

1. 當執行 GPS 測量時必須遵循 NGS 提出的求解 GPS 橢球高的作業程序(Zilkoski et. al, 1997)。遵循具體作業程序來求得欲測量之正高，例如欲求解 2cm 精度的 GPS 正高則必須使用可達 2cm 精度 GPS 橢球高的具體作業程序；欲求解 5cm 精度的 GPS 正高則必須使用可達 5cm 精度 GPS 橢球高的具體作業程序。
2. 當計算 GPS 正高時必須使用 NGS 最新發表的混合型大地起伏模型，目前最新的混合型大地起伏模型為 GEOID09(Roman et al., 2009)。
3. 使用最新的國家高程系統(NAVD88)的高程值來作為網形中修正後正高(adjusted orthometric height)的控制點

四個控制建議(four control suggestions) 如下：

1. 控制站必須為擁有有效的 NAVD88 正高值，此種控制站必須均勻的

分布於網形中，此網形如果之前有測過高達 2cm 精度之 GPS 正高的點位，可視為擁有有效的 NAVD88 正高值的點位並做為高程控制之用。

2. 網形如有一邊小於 20 公里，則網形的各角落都必須擁有有效的 NAVD88 正高的水準點，整個網形至少要有四個水準點。
3. 網形如有一邊大於 20 公里，則網形裡相鄰兩點擁有有效的 NAVD88 正高的水準點必須維持其距離不超過 20 公里
4. 網形如位於於山區，則網形必須擁有此區最低及最高高程位置上有效的 NAVD88 正高水準點，可考慮增加水準點來得到較好的高程變化之資訊

五項程序(five procedures) 如下：

1. 使用最小約制(minimum-constrain)平差法來進行三維 GPS 解算，約制網形裡其中一個建構於國家空間參考系統(National Spatial Reference System, NSRS)控制點的平面位置(經度、緯度)及其正高值(Helmert orthometric height)
2. 偵測並移除所有粗差，例如將程序一的平差結果進行檢查，並移除殘差太大的基線
Note:使用者需重複執程序一與程序二直到沒有粗差為止
3. 計算最小約制平差法所求得的 GPS 正高(使用最新發表的混合型大地水準面模式, GEOID09)與相對位置上的水準正高差
4. 得到程序三的結果之後，使用者必須決定哪個 NAVD88 控制站的殘差量小到足以符合此次測量的精度需求。此為這些程序中最重要的一部分，決定哪個控制站的高程為有效的對於求解 GPS 正高為至關重要的
5. 使用程序四的結果，固定網形裡其中一個 NAD83 控制點的平面位置(經度、緯度)及所有程序四中所決定之有效正高控制點來執行正高約制平差。

§3.2 紐西蘭高程現代化發展策略及作為

由於紐西蘭在所有一等水準路線沒有重力觀測值，因而無法透過大地位數(geopotential numbers)計算嚴密的正高(H)或正常高(H^N)，為了克服這個限制，則採用 normal-orthometric height(H^{N-o})(Rapp, 1961)為其高程系統的高程，幾何上來說，normal-orthometric height 與正常高是相同的，如圖 3.2 所示。

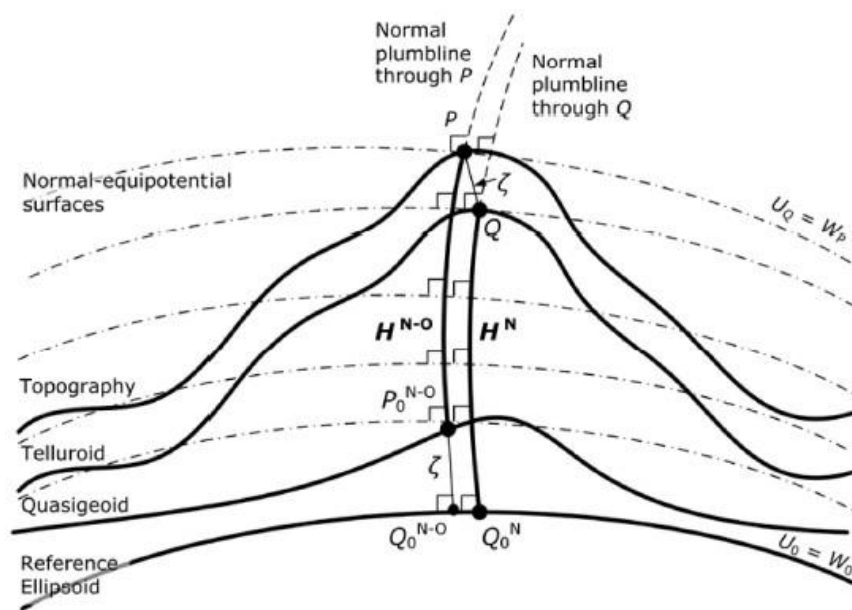


圖 3.2 正常高(H^N)與 normal-orthometric height(H^{N-o})幾何關係示意圖(Featherstone and Kuhn, 2006)

過去紐西蘭境內的高程系統並非參考於單一的高程基準，而是擁有 13 個不同的區域性高程基準(Local vertical datums (LVDs))，並假設這些區域性高程基準是穩定的且可透過高精度的水準資料將其連結起來作為國家的高程基準。然而近年來，不僅各個潮位站的位置受到地殼運動的影響產生偏移、海水面斜率的事實(各個潮位站附近的平均海水面並無法連結成單一的等位面)等，都能證實這些基準是存在不穩定性的，因此想要透過長時間監測的潮汐資料及高精度的水準資料來結連所有區域性的高程基準的想法隨著時間越來越難。

為了解決境內不同區域性高程基準之間的偏移量(LVD offsets)，Amos and Featherstone (2009) 提出一個稱做”迭代重力法擬大地起伏計算(Iterative gravimetric quasigeoid computations)”的新概念來連結所有不同 LVDs，實際的做法是先將參考於不同 LVD 的”扭曲的(distorted)重力異常資料”來計算每個 LVD 位置的擬大地起伏值，再導入 LVD 位置的 GPS/leveling 資料可求得每個基準位置的初始 LVD offsets，然後透過這些 LVD offsets 重新約化重力異常，使得重力異常資料更為接近同一個基準面，再透過這些新約化過的重力異常來計算擬大地起伏模型，透過上述步驟迭代至收斂為止。

Western Australian Centre for Geodesy (Claessens et.al, 2011)發表紐西蘭最新的 1'X 1' 擬大地起伏模型(NZGeoid09)，計算的程序中考慮了 Amos and Featherstone (2009)所提出的迭代策略來處理 13 個 LVD offsets。使用的參考重力場為 EGM2008 (Pavlis et. al, 2008)展開至 2160 階。陸測重力資料主要涵蓋 North Island、South Island、Stewart Island 與 Chatham Island 共 40737 個觀測量，觀測精度約為 0.1-0.5 mGal。由於近岸附近的重力資料蒐集不易，資料量相對較為稀少且分布不均勻，因而採用 DNSC08 海洋重力異常資料來避免沿岸附近內插重力網格時產生假的結果。對於南北兩島，利用 56m 解析度的數值地形模型搭配稜柱積分法(prism integration)來計算重力地形改正量並優化布格異常網格。此模型利用以 FFT 技術為基礎的 Modified Stokes 公式搭配去除回復法來計算大地起伏(Featherstone et.al, 1998)。

The New Zealand Vertical Datum (NZVD2009)為 2009 年 9 月紐西蘭官方發布的高程系統，也是其初次完成橫跨紐西蘭全境及其大陸礁層的單一垂直高程系統，值得一提是，此高程系統採用重力法大地水準面模式(NZGeoid09)為其參考面而不是傳統驗潮站推估的平均海水面，也是世界上第一個實施以大地水準面為基礎的國家垂直參考面。New

Zealand geodetic datum (NZGD2000)為目前紐西蘭官方的三維大地基準，此基準建構於 ITRF96 坐標框架下，採用的參考橢球體為 GRS80。由於紐西蘭擁有 13 個 LVDs，為了作為後續高程轉換用途，使用分布於 13 區域內的 GPS/Leveling 資料(共 1422 筆)來進行各區域的 datum offset 計算，結果如表 3.1 所示。

表 3.1 NAVD2009 與 13LVDs 間的 offsets 及其標準偏差(Amos, 2010)

Local vertical datum	Number of points	Offset from NZVD2009	Standard deviation
One Tree Point 1964	51	0.06	0.03
Auckland 1946	137	0.34	0.05
Moturiki 1953	258	0.24	0.06
Gisborne 1926	61	0.34	0.02
Napier 1962	54	0.20	0.05
Taranaki 1970	70	0.32	0.05
Wellington 1953	78	0.44	0.04
Nelson 1955	111	0.29	0.07
Lyttelton 1937	251	0.47	0.09
Dunedin 1958	73	0.49	0.07
Dunedin-Bluff 1960	181	0.38	0.04
Bluff 1955	92	0.36	0.05
Stewart Island 1977	5	0.39	0.15

§3.3 中國大陸高程現代化發展策略及作為

中國大陸採用的高程系統是正常高系統，參考面是擬大地水準面，這個面相對參考橢球面的起伏為高程異常，是橢球高與該點正常高之差異。正常高、高程異常及擬大地水準面模式是 Molodensky 理論中的概念。目前擬大地水準面模式的計算也是利用高解析地面重力資料搭配 Molodensky 公式計算高程異常，由此得到重力擬大地水準面模式，再使用 GPS/Leveling 得到的幾何法高程異常進行擬合，即可獲得混合型擬大地水準面模式

現今中國大陸高程控制網面臨的問題主要突顯在兩個部分，其一是隨著經濟的快速增長，基礎建設快速發展，沿著交通路線埋設的一等水準點位平均毀損、遺失率達 40% 以上，一些嚴重的地段更高達 50% 以上。此外，受到地震、地殼運動及人類的各種活動，例如地下礦產的開採、抽地下水等因素造成地面出現大範圍的沉降。

另一方面，中國大陸提供使用者的高程數據來源為傳統的水準測量。雖然利用 GPS 技術可以在任意一點測得高程，但是其測得的高程為大地高(橢球高)，並非使用者需要的正常高，因此，使用者常常要求將 GPS 定位所獲得的大地高轉換成正常高。其中最方便且快速的的解決方法就是依照使用者所要求的精度提供相對應區域的擬大地水準面，透過 GPS 及擬大地水準面的技術，使用者能快速的得到所需點位的正常高。採用此技術的優點為：

1. 相對於大區域水準測量的逐站聯測，可節省大量的人力、財力和時間。
2. 測得之點位高程在精度上相對較均勻且一致
3. 於離島、山區等困難或無法進行水準測量的區域，此一技術可以快速的測得高程，其成果與國家高程基準、高程系統是一致的。

陳俊勇等(2007)認為中國大陸高程控制網進行現代化的具體策略有兩點，即是在維持中國大陸國家高程基準和正常高系統不變的基礎上，其一是施測新的高程控制網，即國家第三期一等水準網；二是計算中國大陸 cm 級精度的擬大地水準面。

過去中國大陸發展擬大地水準面模式 (China Quasi-Geoid 2000, CQG2000)常面臨地面重力測量數據的解析度偏低且分布不均勻的情況，因而採用以下的計算策略：

1. 採用 5'X 5' 平均重力異常做為計算重力擬大地水準面的基礎數據
2. 利用地形均衡模型進行重力歸算
3. 以經典 Stokes 公式和 Molodensky 級數計算重力擬大地水準面模式
4. 搭配去除回復法技術進行重力擬大地水準面模式的計算
5. 採用 EGM96 為參考地球重力場模型

全部計算以嚴格的一維 FFT 計算技術為基礎，並在計算中考慮橢球改正。此模式的精度在東經 102 度以東地區，中誤差為 0.3m；在東經 102 度以西且北緯 36 度以北和以南區域的中誤差分別為 0.4m 和 0.6m，近幾年來中國大陸利用高精度區域性擬大地水準面於工程上應用的例子很多，例如：

(1) 建橋工程(Bridge engineering)

- A. 2008 年，青島海灣大橋的擬大地水準面運用 Helmert's 2nd condensation 理論進行計算，使用了 1364 點重力資料，採用的參考重力場為 EIG04C，重力法擬大地水準面結合 15 個高精度 GPS/Leveling 資料的精度約為 0.004m。
- B. 於建設港珠澳大橋時，Li Jiancheng et.al(2009)計算橫跨香港-珠海-澳門區域的擬大地水準面的，使用了 106 點重力資料及 3" X 3" SRTM 的數值地形資料，採用結合 GGM02C 與 WDM94 全球重力場模型作為參考重力場，使用 Stokes 公式搭配 Helmert's 2nd condensation 理論來進行擬大地水準面的計算，重力法擬大地水準面與 16 個高精度的 GPS/Leveling 比較後精度約為 0.016m，其混合型擬大地水準面(整合 GPS/Leveling 後)的精度約為 0.006m。

於大尺度跨海大橋建設的應用中，透過結合高精度區域性擬大地水準面與 GPS 技術來決定高程，已經變成中國大陸目前最新的趨勢。

(2) 公路工程(Highway engineering)

- A. Li Jiancheng et.al(2009)計算了橫跨義烏-明水-駱駝涓子(Yiwu-Mingshui- Luotuojuanzi)三個城市的區域性擬大地水準面來輔助應用於公路工程的建設，使用了 3360 點重力資料及 7 個高精度的 GPS/Leveling 資料，採用 EGM08 作為參考重力場，重力法擬大地水準面的精度約為 0.040m。
- B. 應用於綿竹-茂縣(Mianzhu-Maoxian)公路建設所計算的區域性擬大地水準面使用了 576 點重力資料及 20 點 GPS/Leveling 資料，參考重力場為 EIGEN04C，重力法擬大地水準面與混合型擬大地水準面精度分別約為 0.045m 與 0.015m (Li Jiancheng et.al, 2009)。

(3) 災區重建(Disaster area reconstruction)

- A. 為了提供 2008 年汶川(Wenchuan)地震災區擬大地水準面模型作為災區快速重建的資源，汶川災區的擬大地水準面分別使用 2997 點重力資料及 122 個高精度的 GPS/Leveling 資料進行計算，採用的參考重力場為 EIGEN04C，重力法擬大地水準面與混合型擬大地水準面精度分別約為 0.051m 與 0.020m。
- B. 2010 年，玉樹地震災區的擬大地水準面分別使用了 729 個重力資料與 7 個高精度的 GPS/Leveling 資料進行計算，採用的參考重力場為 EIGEN03C，重力法擬大地水準面的精度約為 0.046m。

中國大陸國家測繪地理資訊局(National Administration of Surveying, Mapping and Geoinformation) 認為汶川、玉樹兩個災區的區域性擬大地水準面模型可作為災區快速重建進行基本測繪的資源。於災區重建的應用上，汶川災區的擬大地水準面提供了高精度的高程參考面來進行基本的測繪工作，相較於傳統的水準測量，不僅耗費大量人力、物力且相當沒有效率，反觀結合 GPS 與高精度的擬大地水準面模型既經濟又有效率。

近年來，中國大陸省內各縣市陸續完成高精度區域性擬大地起伏模式的精化研究，部分已達 1cm 的精度，為 GPS 高程測量奠定了基礎。中國大陸江蘇省結合江蘇省擬大地起伏及省內部分城市擬大地起伏成果應用實踐經驗，參考”全球定位系統(GPS)測量規範”及”國家三、四等水準測量規範”編寫出其 GPS 高程測量規範。其規範包含 GPS 高程測量的術語、定義、縮略語、參考基準、基本要求、應用方式、GPS 大地高測量、成果資料提交及品質控制等。適用於 GPS 高程測量所涉及之水準測量、GPS 測量、小區域 GPS 高程擬合及擬大地起伏成果應用等，規範中最高 GPS 高程測量正常高精度可達 50mm，可應用在大比例尺地形圖相片控制測量及圖根控制測量，更詳細的內容可參考(江蘇省測繪局, 2008)。

§3.4 國外高程現代化發展策略之比較分析

因應現代科技發展快速的衝擊，測繪科技之相關技術的提升是必要的，不僅紐西蘭、美國及中國大陸等國家，皆面臨 cm 級大地起伏模式的挑戰。因先天地理條件、資料收集的狀況（例如重力及地形資料）、國防安全等因素的考量，大地起伏模式的計算策略皆不相同。例如美國為了整體提升境內大地起伏模式的精度，大規模進行空載重力測量。為了有效的整合 EGM08 的優點，採用了與過去以往不同的諧和延續法來進行大地起伏模式計算。計算出重力法大地起伏

(USGG2009)之後，為了將此重力法大地起伏修正至水準測量的參考面以利後續的高程現代化應用，使用多矩陣最小二乘配置法來求得混合型大地起伏模式(GEOID09)。美國 NGS 提出求解 GPS 正高的指導方針，3-4-5 系統。其中包含三條規定(three rules)、四個控制建議(four control suggestions)及五項程序(five procedures)。

紐西蘭境內的高程系統並非參考於單一的高程基準，而是擁有 13 個不同的區域性高程基準。Amos and Featherstone (2009) 提出一個稱做”迭代重力法擬大地起伏計算(Iterative gravimetric quasigeoid computations)”的方法來連結所有不同 LVDs 並計算紐西蘭大地起伏模式(NZGeoid09)。由於紐西蘭擁有 13 個 LVDs，為了作為後續高程現代化發展及其他高程轉換之應用，使用分布於 13 區域內的 GPS/Leveling 資料(共 1422 筆)來進行各區域的 datum offset 計算。

中國大陸發展涵蓋全境之擬大地起伏模式常面臨地面重力測量數據的解析度偏低且分布不均勻的情況，模式的平均精度約數十公分。近幾年來各省市地區也積極發展高精度區域性大地起伏模式並應用於各種工程上的建設，此外，中國大陸各區域因應高程現代化的快速發展皆陸續擬定其區域性之 GPS 高程測量規範，例如：江蘇省結合江蘇省擬大地起伏及省內部分城市擬大地起伏成果應用實踐經驗，參考”全球定位系統(GPS)測量規範”及”國家三、四等水準測量規範”編寫出其 GPS 高程測量規範。

應用 Stokes 公式和 Molodensky 級數計算重力擬大地起伏模式，主要是由於 FFT 應用於這兩類公式的計算技術已很成熟，所以它們仍然是目前國際上絕大多數國家計算重力擬大地起伏的首選公式。只有歐洲少數國家，如德國和丹麥(國土面積小)，採用最小二乘頻譜組合法和最小二乘配置法，但其計算的複雜程度一般比 Stokes 公式大的多，耗時也比較多。

表 3.2 各國發展高程現代化策略分析比較表

	美國	紐西蘭	中國大陸
高程系統	正高	Normal-Orthometric Height(幾何上與正常高相同)	正常高
最新重力法大地起伏模式(僅列大尺度的模式)	USGG2009	NZGeoid09	CQG2000
重力法大地起伏模式計算方法	Stokes 公式	Stokes 公式	Stokes 公式
重力法大地起伏模式與 GPS/Leveling 資料間差異的網格化方法	多矩陣最小二乘配置法 (Multi-Matrix Least Squares Collocation)	N/A	四次多項式
GPS 高程測量規範	3-4-5 系統 (The 3-4-5 System)	N/A	中國大陸江蘇省制定的 GPS 高程測量規範(無大尺度 GPS 高程測量規範)

§3.5 臺灣大地起伏模式之建立與分析

臺灣目前擁有各種不同空間解析度與精度的重力資料，例如每 2-3 公里約 0.03mgal 精度的陸測重力資料、沿軌跡每十公里約 2-3mgal 精度的空載重力資料、每數百公尺約 2-10mgal 精度的船測重力資料及每 6-7 公里約 7-10mgal 精度的測高重力資料。然而，臺灣地理環境特殊，中央山區重力資料收集困難，因而陸測重力資料幾乎位於地勢較低的東西部區域，因此，為了發展臺灣高精度(公分級)的大地起伏模式，勢必要將所有不同來源的重力資料進行有效的整合。

本節的目的是發展一個有效的重力整合方法來整合頻段限制 (band-limited) 的重力資料(空載、船載及測高重力資料)及陸測重力資料來提升山區重力資料的訊號，並決定一個高精度的大地起伏模型。

§ 3.5.1 資料編輯

§ 3.5.1.1 陸測重力資料

現有的陸測重力點為臺灣近二十年來(1980~2006)，由中央研究院 (Yen et al., 1990; Yen et al., 1995)、中國測量工程學會 (黃金維等, 1998) 和內政部國土測繪中心 (黃金維, 2001; 陳春盛, 2003) 等單位所蒐集，本節依資料蒐集的時空將陸測重力資料區分為兩組，其中一組為 1980~2003 年期間所蒐集的資料，由於此組資料包含不同時期所蒐集的資料，存在系統性的偏差與坐標系統不一致的問題，因此透過嚴密的資料處理及編輯不僅將明顯的粗差去除，所有重力異常資料皆轉換至同一坐標系統且相對於 Geodetic Reference System 1980 (GRS80) (Hwang, 2002)，共 3641 點重力觀測值，分布如 (圖 3.3(a)) 所示。另外一組為內政部委託中興測量公司於 2004~2006 年間辦理的臺灣一、二等重力測量，其中包括 655 個一等重力點及 3690 個二等重力點，並約制其中 19 個絕對重力點，經過資料編輯與網形平差後之平均精度約為 0.05mgal，重力異常資料皆相對於 GRS80 系統，分布如(圖 3.3 (b))所示，使

用的儀器為 L&R Graviton EG 、Scintrex CG-5 相對重力儀及 FG5 絕對重力儀。

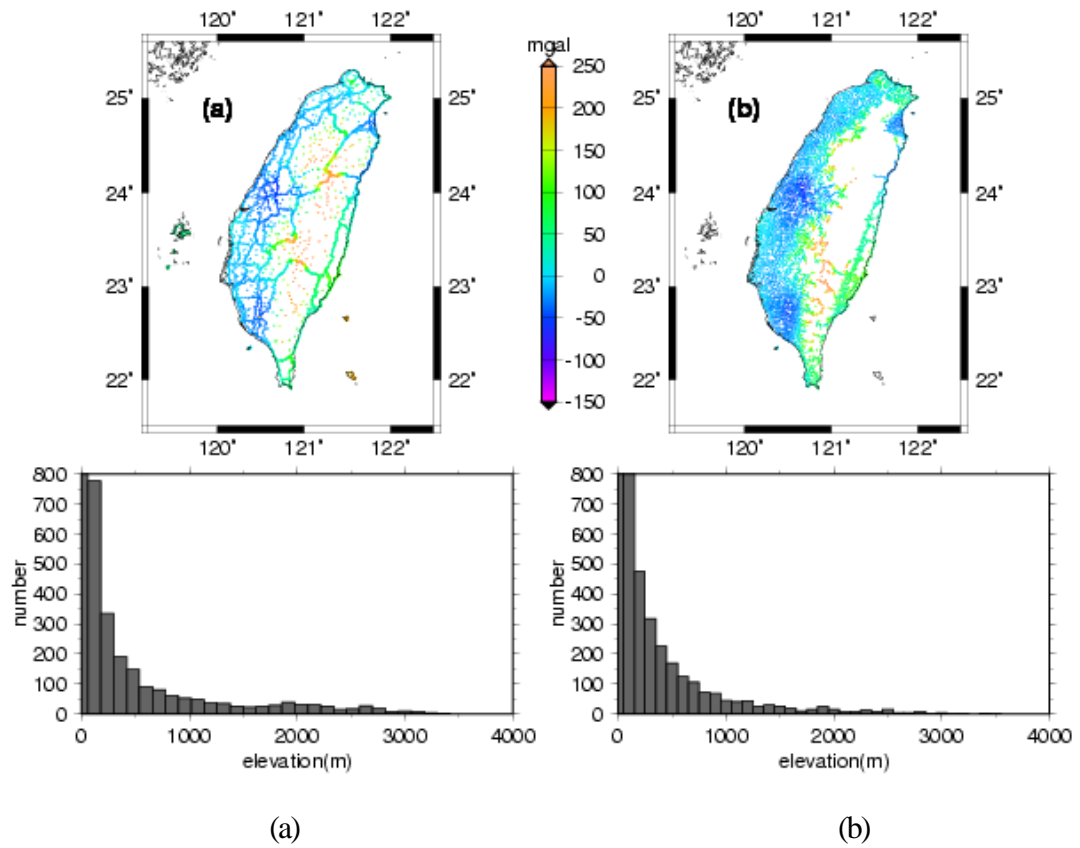


圖 3.3 (a)陸測重力點位分佈圖(1980~2003);(b)陸測重力點位分佈圖(2004~2006)

表 3.3 陸測重力資料比較表

陸測重力資料	Land1	Land2	Land3	Land4	Land5
時間	1980~1987	(1) 1986~1988 (2) 1997~1999	2000~2001	2001~2003	2004~2006
儀器	LCR-G	LCR-G	LCR-G	LCR-G	Graviton EG/ CG-5
重力資料數量	603	(1) 276 (2) 747	1020	1092	4356
平均精度 (mGal)	N/A	N/A	0.070	0.070	0.039
參考文獻	Yen et al. (1990); Yen et al. (1995)	(黃金維等, 1998)	(黃金維, 2001)	(陳春盛, 2003)	
備註	中央研究院地 球科學研究所	中國測量工程學會	內政部, 一等 一級水準點重 力資料	內政部, 一等二 級水準點重力資 料	內政部, 臺灣 一、二等重力點 重力資料

§ 3.5.1.2 船測重力資料

(1) 近岸船載重力測量

臺灣本島目前是使用以基隆為起算原點的高程系統 (TWVD2001), 然而各離島之高程基準則因海域的阻隔均為各自獨立之區域性高程系統, 為了改善各離島周圍的大地起伏模型精度進而解決臺灣本島與離島間的高程系統不一致的問題, 國土測繪中心於 95-98 年於本島基隆沿岸及澎湖、小琉球、綠島和蘭嶼等離島周圍進行船載重力測量, 如圖 3.4(a)所示, 儀器為 L&R Air-Sea II (LCR, 2003)、ZLS Dynamic Gravity Meter, 取樣頻率為 1Hz, 為了蒐集近岸的重力資料, 使用噸數較小的漁船, 卻因小型載具易於受到海浪的影響使得重力資料產生噪聲誤差, 因而使用單窗寬度約 120-150 秒之高斯濾波器來消除高頻訊號誤差, 使得沿軌跡之空間解析度下降至約 500 公尺。此外, 為了提升重力資料的精度, 對每一航次進行編輯, 將各條航線轉彎處資料拿掉, 並使用 linear drift model 來吸收交叉點誤差並組成觀測方程式, 再利用最小二乘法求解進而改善每一條航線的船測重力精度。

(2) 臺灣環海船載重力測量

此組重力資料為臺灣環海船載重力資料(如圖 3.4 (b))，主要是取自 National Geophysical Data Center (NGDC)所下載之船測重力資料，由於資料皆為 1990 年前所蒐集，GPS 定位技術甚差，因而本節以衛星測高資料計算得之海洋重力修正此船測重力資料(Hwang and Parsons, 1996)，修正時假設船測重力系統誤差為時間的線性函數，並以最小二乘法解算每一航次的參數來修正該航次蒐集的重力。而較為靠近岸邊的船測重力資料主要取自中央大學於 1996 年使用 R/VI' Atalante KSS30 船載重力儀所蒐集之重力資料(Hsu et al., 1998)，經篩選後共約 4 千多點。經交叉點平差後，R/VI' Atalante KSS30 資料的交叉點差值的標準偏差為 2.6 mgal，全部船測資料則為 11.2 mgal。

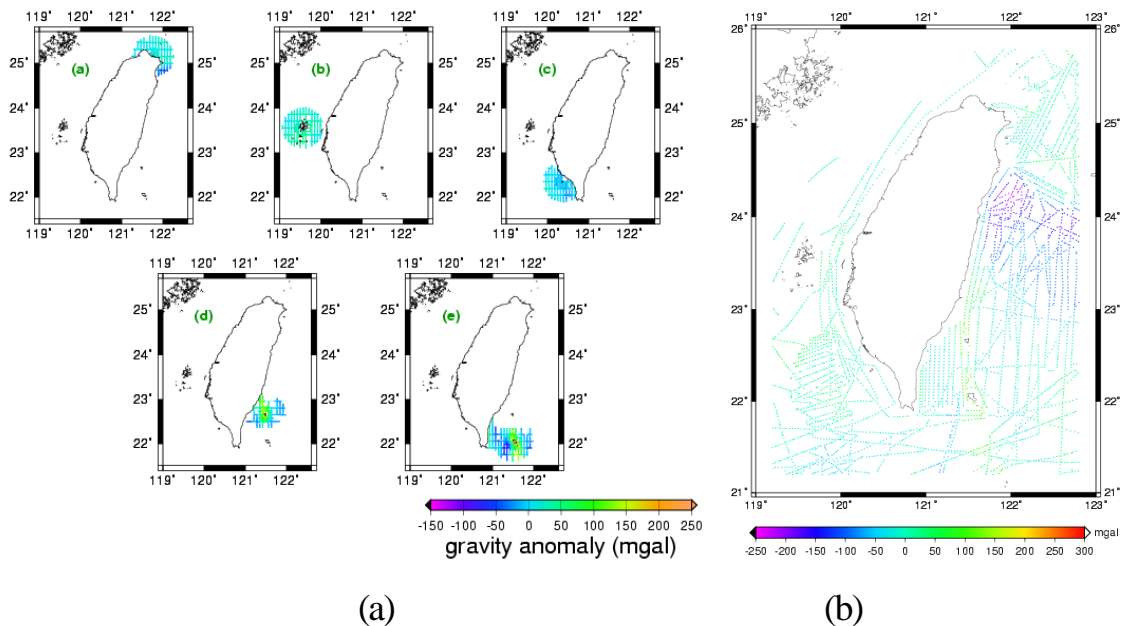


圖 3.4 (a)近岸船載重力資料分佈圖；(b)臺灣環海船載重力資料分佈圖

表 3.4 船測重力資料比較表

船測重力資料	臺灣環海	基隆近岸	小琉球近岸	綠島近岸	蘭嶼近岸	澎湖近岸
時間	1996 之前	2006	2006	2007-2008	2008-2009	2010
儀器	R/VI' Atalante KSS30	L&R Air-Sea II	L&R Air-Sea II	L&R Air-Sea II	ZLS Dynamic Gravimeter	ZLS Dynamic Gravimeter
Filter 半徑	N/A	120~150 seconds	120~150 seconds	120~150 seconds	120~150 seconds	120~150 seconds
交叉點分析精 度 (mGal)	11.2	1.895	1.944	0.653	1.593	0.882
參考文獻	Hsu et al. (1998)	95 年度臺 灣本島與 離島高程 基準連測 計畫	95 年度臺 灣本島與離 島高程基準 連測計畫	95 年度臺灣 本島與離島 高程基準連 測計畫	95 年度臺 灣本島與離 島高程基準 連測計畫	95 年度臺 灣本島與離 島高程基準 連測計畫
備註	本組資料 包含 NGDC 重 力資料	內政部國 土測繪中 心	內政部國土 測繪中心	內政部國土 測繪中心	內政部國土 測繪中心	內政部國土 測繪中心

§ 3.5.1.3 空載重力資料

臺灣本島為地勢狹長且崎嶇複雜的地形，四周環海，且境內超過 70% 為高山或丘陵所覆蓋，尤以中央山脈超過三千多公尺之地勢為最，自由空間重力異常最高可達 450mgal，臺灣東部海域地形構造較為複雜且為斷層帶交接處，自由空間重力異常驟降至 -250mgal，為臺灣附近重力變化較大的區域，此外還有黑潮經過此區域。臺灣海峽為典型的淺水區域，船測重力資料較為稀少，過去皆以測高重力為主要的重力資料來源，然而此區域的地形較淺，海潮、濕對流層參數無法

精確估計(Hwang and Hsu, 2004)，測高波容易受到複雜地形及近岸陸地的干擾導致測距精度不佳(Deng, 2003)。受限於此地理環境，重力測量工作難以在山區、部分海域及海陸交接處實行，導致重力資料分布不均，因而內政部於 2004~2009 年辦理 3 次空載重力測量工作計畫，分別為(a) Campaign 1 (island-wide over Taiwan): average altitude is 5156m，(b) Campaign 2 (Kuroshio Current): average altitude is 1620m，(c) Campaign 3 (Taiwan Strait and South China Sea): average altitude is 1620m，如圖 3.5 所示，並由交通大學執行之。

Campaign 1 已於 2005 年 5 月結案(黃金維，2005)。計畫從 2004 的 7 月 6 日第一次施測起，至 2005 年 3 月 21 日為止，共進行了 43 個測量工作天，總時數將近 200 小時，儀器為 L&R Air-Sea II (LCR, 2003)。施測航線圖如圖 3.5(a)，北向航線共 64 條、航線間隔 4.5 公里；東西向航線共 22 條、航線間隔 20 公里；東北-西南向航線共 10 條、航線間隔 5 公里；西北-東南向航線共 6 條、航線間隔 30 公里。測量之航高為 16000 英尺，即約 5156 公尺；航速為每小時 160 海浬，約每小時 306 公里。每秒觀測一筆資料(1Hz)，若配合飛機航速 306 km/hr，約每 85 公尺測得一筆重力值，並使用單窗寬度約 150-180 秒之高斯濾波器處理。

Campaign 2 主要的測量區域為臺灣東部海域，該海域有地球重要的洋流「黑潮」經過，藉由空載重力測量的方式，取得黑潮流域的重力資料，則有助決定黑潮區域之大地水準面，且若能結合衛星測高資料，則可用於決定黑潮之平均海流與季節、跨年變化，並可作為臺灣本島及離島高程基準聯測之重要數據。自 2006 年 3 月 6 日第一次施測起，至 2008 年 8 月初為止，因內政部所提供之飛機故障維修、重力儀儀器調度及天候

影響等因素，經展期三次，始完成約 30 個空載外業測量工作天，飛行總時數約 130 小時，儀器為純量式 L&R Air-Sea Gravity System II 重力儀。施測航線圖如圖 3.5(b)，南北向航線共 36 條、航線間隔 5 公里；東西向航線共 7 條、航線間隔 60 公里。考慮到地形起伏、施測精度、施測時間、飛航安全等因素，飛行航高定為 1620 公尺(5000 英呎)，航速以不超過 280 km/hr 為原則。每秒觀測一筆資料(1Hz)，若配合飛機航速 280 km/hr，約每 77 公尺能測得一筆重力值，並使用單窗寬度約 150-180 秒之高斯濾波器處理。

Campaign 3 測量區域為臺灣西部海域與東沙群島，除了可補足西部沿岸的重力資料，其成果對於臺灣西部海域大陸棚的研究亦有所貢獻。外業測量工作時程始於 2008 年 12 月 9 日至 2008 年 9 月 13 止，共 27 個工作天，飛行總時數約 115 小時，儀器為純量式 L&R Air-Sea Gravity System II 重力儀。規劃之航線圖如圖 3.5(c)，南北向航線共 54 條、航線間隔 5 公里；東西向航線共 15 條、航線間隔 25 公里。飛行航高定為 1620 公尺(5000 英呎)，航速以不超過 280 km/hr 為原則。每秒觀測一筆資料(1Hz)，若配合飛機航速 280 km/hr，約每 77 公尺能測得一筆重力值並使用單窗寬度約 150-180 秒之高斯濾波器處理。

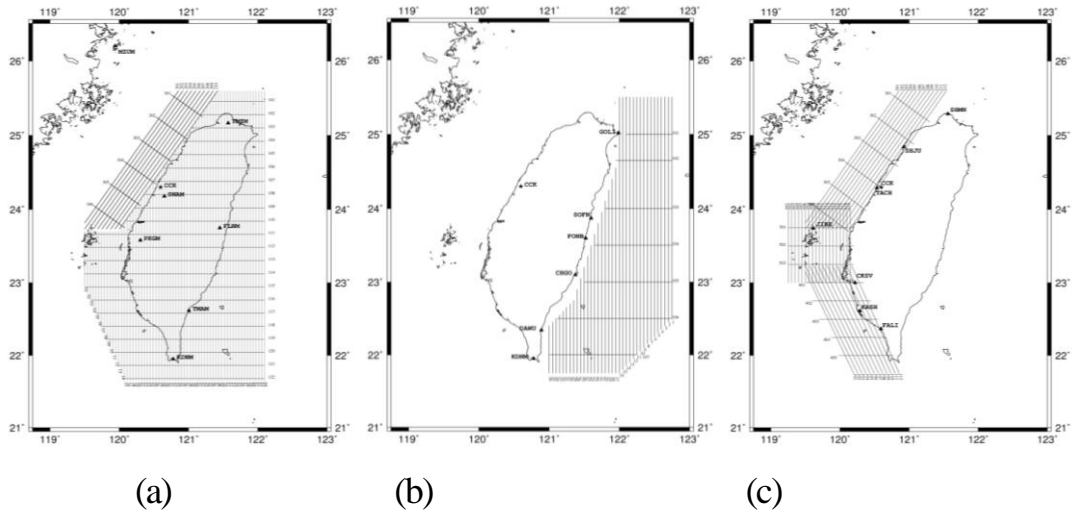


圖 3.5 (a) Campaign 1 (b) Campaign 2 (c) Campaign 3

表 3.5 空載重力資料比較表

空載重力資料	Campaign 1	Campaign 2	Campaign 3
時間	2004~2005	2006-2008	2008-2009
儀器	L&R Air-Sea II	L&R Air-Sea II	L&R Air-Sea II
Filter 半徑	150~180 seconds	150~180 seconds	150~180 seconds
交叉點分析精(mGal)	2.792	2.675	2.573
航高(公尺)	5000	1500	1500
參考文獻	空載重力測量工作	臺灣東部海域空載重力測量工作	西部及東沙海域空載重力測量工作

空載重力資料含有諸多系統誤差，如 E_{votov} 效應所造成的誤差、重力儀的漂移誤差、重力基準誤差、重力參考場的不一致等(Wessel and Watts, 1988)。為了減少測量時產生的系統誤差，發展交叉點平差法模式化每條航線重力異常的偏差值(bias)及漂移值(shift)，雖然成功吸收了部分的系統誤差，然而沿著測線的重力訊號依然存在著帶狀的系統誤差(如圖 3.6)，造成的原因可能是交叉點太少導致多餘觀測量不足，使得無法非常有效的估計系統誤差。以 Campaign 1 其中一條測線為為例，然後將一測高重力網格向上延續至空載資料的高度並內插出相對於空載重力位置的重力異常。向上延續的公式如下：

$$G(u, v)|_{z=h} = e^{-2\pi f_r} G(u, v)|_{z=0} \quad (3-1)$$

其中 $f_r = \sqrt{u^2 + v^2}$ 為徑向頻率 (radial frequency)， $G(u, v)|_{z=h}$ 和 $G(u, v)|_{z=0}$ 分別為重力在 h 高度及海水面上的傅立葉變換，為了修正此偏移量，假設其誤差來源皆由儀器漂移、基站、基準偏移所造成，再假設空載重力系統誤差為時間的二次多項式，公式如下：

$$\delta g = d_0 + d_1 t + d_2 t^2 \quad (3-2)$$

其中 d_0 為常差 (bias)， t 為自某一參考時刻起算之時間。然後利用最小二乘法求解後，再以平差後的差值來改正原有的空載重力。利用 (3-2) 式擬合空載重力和測高重力的差值，經平差後，獲得 d_0 、 d_1 及 d_2 等係數分別為 3.347、-0.215 及 0.017，且空載重力和測高重力差值的平均值和標準差從平差前的 4.368 和 2.795mgal 降到平差後的 0.000 和 2.048mgal。

為了後續的重力整合，本節使用向下延續方法 (downward continuation) 搭配去除回復法將空載重力異常資料約化至海平面上 (Hsiao and Hwang, 2010)，向下延續法的公式如下：

$$G(u, v)|_{z=0} = e^{2\pi h f_r} S_G(f_r) G(u, v)|_{z=h} \quad (3-3)$$

其中 $S_G(f_r)$: 高斯濾波

為了使空載重力異常向下延續至海平面後仍然可以得到穩定的結果，先移除透過參考重力場求得之長波長重力分量及透過地形資料求得之短波長重力分量而得到殘餘重力異常，再將此殘餘重力異常透過公式 (3-3) 向下延續至海平面，再將海平面之長短波長之重力分量回

復之。地形重力效應是使用 Gaussian quadrature 逐點計算其重力效應 (Hwang et al., 2003)。(Hsiao and Hwang, 2010)認為地形重力效應的考量於向下延續的應用中，只有在地勢變化較大的區域才有明顯的效果，海面上之空載重力應用此法進行向下延續反而有可能會使結果變差，因此本節只有橫跨臺灣中央山脈的 Campaign 1 在其向下延續時才有考慮地形重力效應，然而，測區幾乎在海平面上的 Campaign 2 及 Campaign 3 在其向下延續時則並沒有考慮地形重力效應。

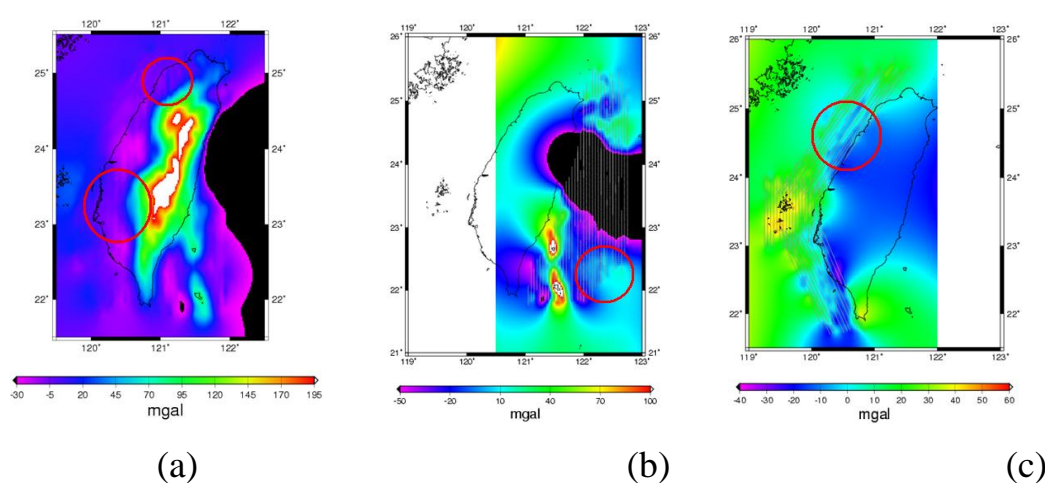


圖 3.6 平差處理後的空載重力網格. (a) Campaign 1 (b) Campaign 2
(c) Campaign 3

§ 3.5.1.4 測高重力資料

為了填補海上及沿岸船載重力資料之不足，本節發展多測高數據反演臺灣附近測高海洋重力異常模型，並比較幾種不同波形重定技術，試圖找出此區域最理想之 retracker 來改善沿岸因波形不佳導致測距精度不良的情形。測高數據分為重複週期與非重覆週期數據兩類，重複週期資料包括 Geosat/ERM、ERS-1/35d(1.5-year mean)、ERS-2/35d(2-year mean)和 T/P(5.6-year mean)，並將其週期資料進行平均以減少其噪聲誤差及時變效應，處理細節詳見(黃金維、王成機，2002)，而非重複週期資料則為 retracked-Geosat/GM 和

retracked-ERS-1/GM 測高數據。為了決定臺灣附近最理想的波形重定演算法，比較 sub-waveform threshold (Yang et al., 2011)、threshold and beta-5 等波形重定演算法，並採用 Yang et al.(2011)所提出的延軌跡海水面高差異的標準偏差(Standard deviations of differenced SSHs)當作選取指標來評估此研究區最理想的 retracker，以門檻值為 0.2 的 sub-waveform threshold retracker (Yang et al., 2011)為臺灣附近最理想之波形重定演算法。

本節使用 inverse Vening Meinesz formula (IVM) formula (Hwang, 1998) 搭配去除回復法(remove-compute-restore procedure)來進行 2'×2' 測高海洋重力異常的計算，以 NCTUA 表示(如圖 3.7)。使用的參考重力場為 EGM08 展開至 2190 階。重力反演的程序是先將 10HZ retraced-Geosat/GM 及 20HZ retraced-ERS-1/GM 之測高觀測數據進行多項式擬合成 2Hz 資料來提高單點精度及計算的效率，取樣的細節可參考 Hwang et al. (2006)，並將所有沿軌跡之海水面高做大地梯度計算，再將其組成南北、東西垂線偏差分量來進行測高海洋重力異常的反演。使用 Hsu et al. (1998) 所收集的船測重力資料來進行精度評估，結果顯示 NCTUA 的精度與 Sanwell V18.1 (Sandwell and Smith, 2009)及 DNSC08 (Anderson et al., 2009) 全球重力異常網格精度相當。

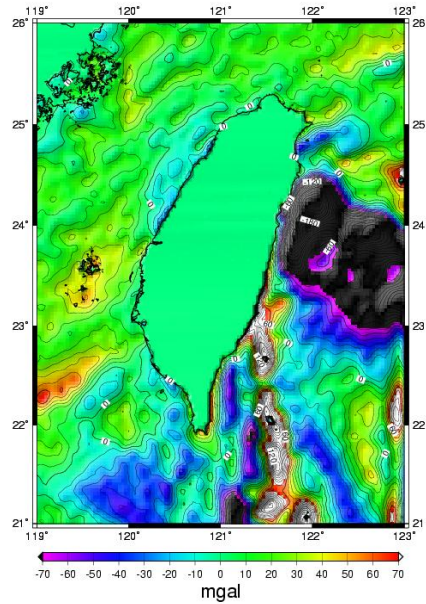


圖 3.7 測高海洋重力異常圖

全球重力模式

目前所使用的全球重力位模式為 2008 年推出 EGM08 模式，其球諧階數為 2190 階，相當於地面 5 分的解析度。EGM08 之低階(小於球諧 120 階)主要是仰賴 CHAMP 及 GRACE 資料。

臺灣的 DEM 模式

使用的地形資料為結合陸地及海底地形之數值高程模型，陸地上原始數值地形資料為農林航測所提供，為了優化此數值地形模型，使用諧和面法建立原始 DEM 與水準點及衛星點高程間之平滑修正面，並整合出一平面解析度約為 90 公尺，精度約為 4 公尺之 3" X 3" 規則網格(Hwang et al. 2003a)，海底地形資料則為 ETOPO1 所提供 1'X1' 之規則網格，可於 National Geophysical Data Center(NGDC)地形資料庫下載。

§ 3.5.2 重力整合

本節所採用的重力整合策略為事先將所有重力資料分為兩組，其中一組為 包含陸測重力、船測重力、向下延續至海水面之 1500 公尺

航高東西部空載重力(campaign 2&3)及測高重力資料，此組資料被稱做 Data A ，如圖 3.8 所示，另外一組為向下延續至海水面之 5000 公尺航高空載重力資料，並將此組資料根據其對應臺灣地形高度分類成四組資料，對應的地形高度分別為 0-1km、1-2km、2-3km 及 3-4km，其中僅使用對應地形高度超過 1km 以上的空載重力資料，此組資料被稱做 Data B。如此分類的想法是基於考慮 5000 公尺航高空載重力主要是貢獻於重力資料稀少之中央山脈區域，然而其任務涵蓋範圍涉及臺灣全島，為了避免於所有重力資料整合過程中，平地區域之頻帶限制(band-limited)的空載重力資料降低高精度的陸測重力資料，因而採用 ”漸進式整合法(progressive combination)” 將 Data A 與 Data B 進行整合來提升山區大地起伏模型精度。本節主要根據上述的 Data A 及 Data B 兩組資料進行漸進式整合，並且分別測試了四個階段不同重力資料的整合，如下所示：

階段一：使用最小二乘配置法將 Data A 進行網格化 (圖 3.9(a))，其中假設測高重力網格與向下延續至海水面的空載重力網格為點資料，此外，由於 Data A 包含各種不同空間解析度與精度的重力資料，為了消除各種資料間的不一致性，簡單的採用 GMT 軟體所提供的 “blockmedian” 演算法來處理每單一網格內不同的重力資料。最小二乘配置法公式如下所示 (Moritz, 1980)：

$$\Delta\hat{g} = C_{\Delta\hat{g}\Delta g} (C_{\Delta g\Delta g} + D)^{-1} \Delta g \quad (3-4)$$

其中 $\Delta\hat{g}$ 和 Δg 分別為預估值及觀測值的向量。 $C_{\Delta g\Delta g}$ 為觀測值間的協變方矩陣， $C_{\Delta\hat{g}\Delta g}$ 為預估值與觀測值之協變方矩陣， D 為觀測值誤差量之間的協變方矩陣。在此階段中，假設陸測、船測、測高及空載重力資料的精度分別為 0.1, 1.0, 5.0, and 3.0。採用的異常階數變方(anomaly degree variance)為結合 EGM08 模型與 Tscherning and Rapp (1974)所發展的異常

階數變方，其中低階的部分為 EGM08 模型展開至 360 階，高階部分為 Tscherning and Rapp (1974)所發展的 T/R 模型裡的模型四。

階段二：整合前，事先將階段一的結果輸出成點資料，然後採用簡單的直接整合法將階段一的結果與對應於地形高度 1-2km 變化的 5000 公尺航高空載重力資料進行整合，如圖 3.9(b)所示，之後再一次的使用 bockmedian 演算法將兩組資料進行濾波處理，最後再透過最小二乘法配置法進行網格化。

階段三：此組所使用的方法與階段二類似，不同的地方為透過整合輸出成點資料的階段二與對應於地形高度 2-3km 變化的 5000 公尺航高空載重力資料，如圖 3.9(c)，進行整合。

階段四：此組所使用的方法與階段三類似，不同的地方為透過整合輸出成點資料的階段三與對應於地形高度 3-4km 變化的 5000 公尺航高空載重力資料，圖 3.9(d)，進行整合。

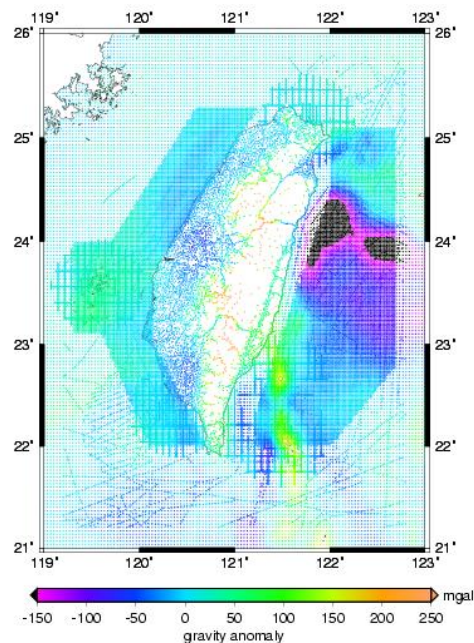


圖 3.8 Data A 的分布

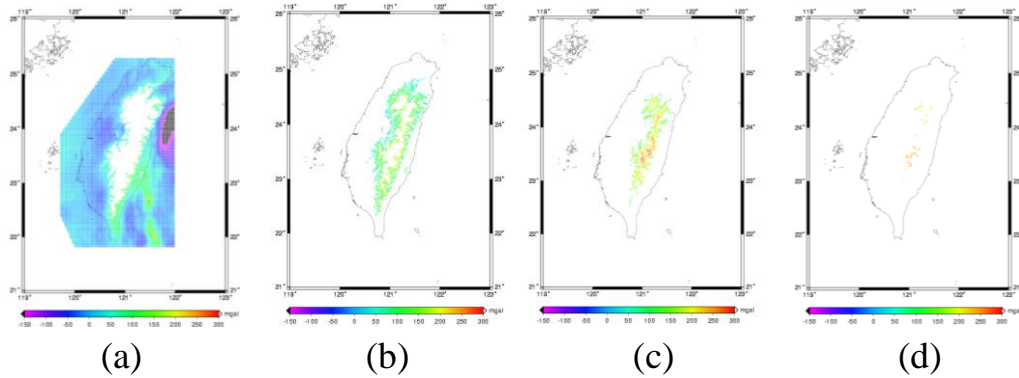


圖 3.9 5000 公尺航高空載重力資料 (Data B) 對應於地形高度變化的分布情形 (a) $0 \text{ km} < E < 1\text{km}$, (b) $1 \text{ km} < E < 2\text{km}$, (c) $2 \text{ km} < E < 3\text{km}$ and (d) $3 \text{ km} < E < 4\text{km}$

§ 3.5.3 大地起伏計算

由於整合後之重力異常為網格資料，考慮大地起伏計算效率，使用以 FFT 為基礎的 Stokes 公式來計算大地起伏模式，本節所使用的 FFT 方法參考 Hwang et al. (2007) 及 Hsiao and Hwang (2011)。使用 Stoke's 積分搭配去除回復法分別將上述四組重力模型進行重力法大地起伏的計算，長波長分量使用 EGM08 模型展開 720 階，短波長分量則考慮殘餘地形模型(RTM) (Forsberg, 1984) 如圖 3.10 所示。最後透過六條檢核線進行重力法大地起伏模型的精度評估，表 3.6 為 4 個不同階段之重力法大地起伏模型與六條檢核線的差異統計，結果顯示隨著整合對應地形高度由低至高的空載資料(圖 3.9(b)-(c))，不僅於六條檢核線上皆有改善，更成功的改善中橫檢核線(Central)的大地起伏精度至 2cm。圖 3.11 分別為四個不同階段之重力法大地起伏模型與六條檢核線的差異分布圖，雖然各條檢核線在不同階段的差異平均值可能不同，例如 south 檢核線在階段一的平均值為 0.007，其於階段二卻為-0.204，然而各條檢核線差異量的變化隨著不同階段的整合越來越小。

透過整合臺灣各種不同類型的重力資料，一個 1'x1' 自由空間重力網格已經建立起來，此重力網格不僅擁有最新的陸測重力資料，透過整合空載重力資料，山區及東西部沿海的重力訊號也更為詳細。考慮對應不同高度的 5000 公尺航高空載重力資料，測試了 4 個不同階段的大地起伏模型，結果顯示空載重力資料可以改善山區的大地起伏精度。

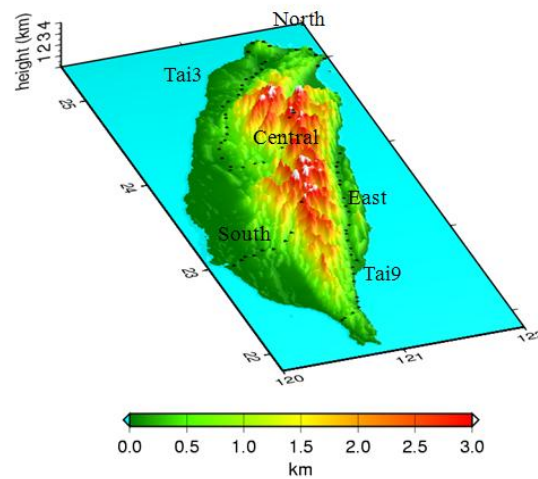
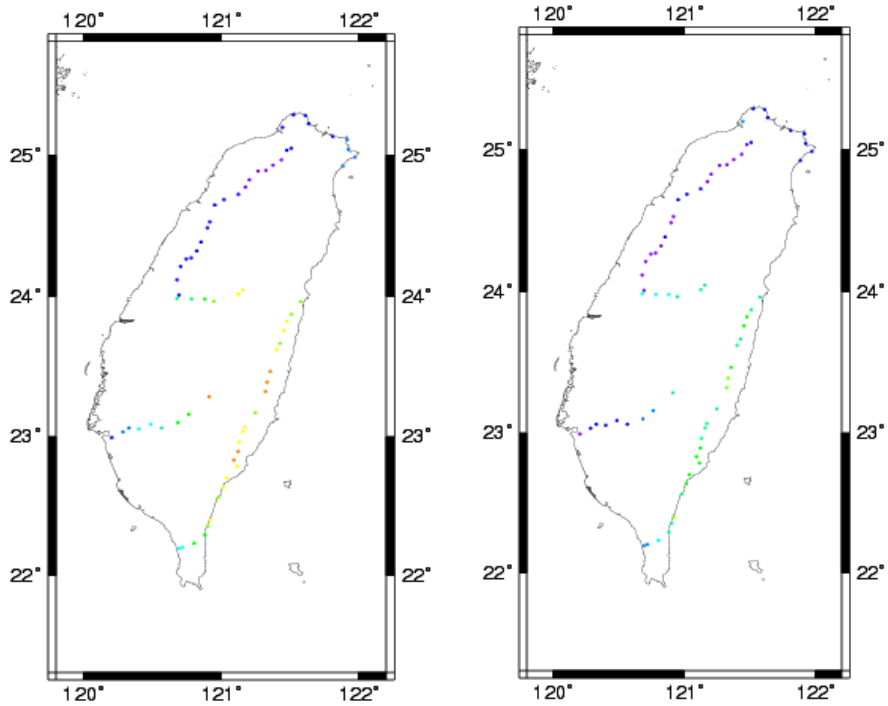
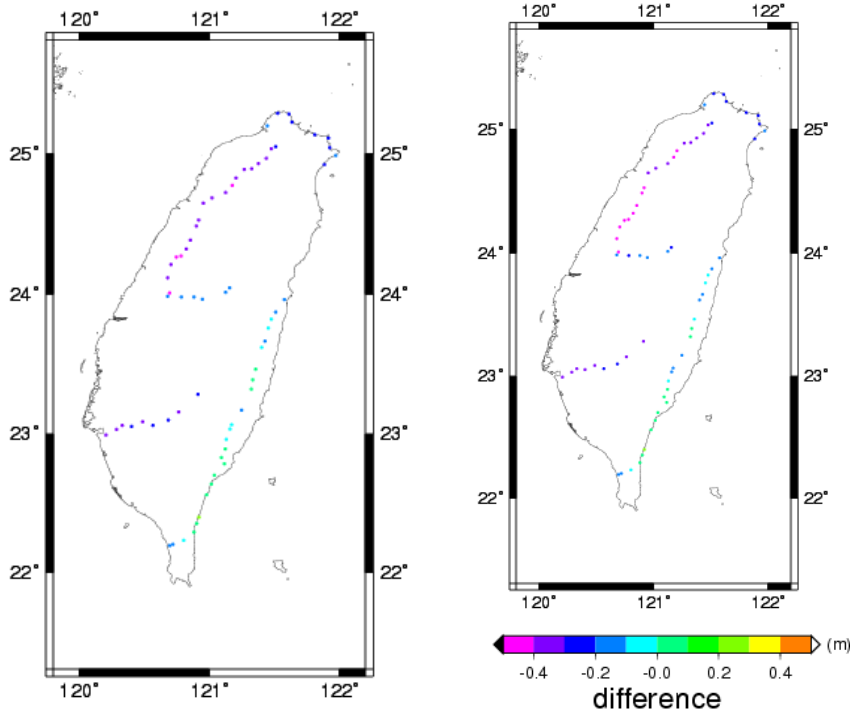


圖 3.10 六條檢核線的分布情形



(a)

(b)



(c)

(d)

圖 3.11 四個不同階段之重力法大地起伏模型與六條檢核線的差異分布圖

表 3.6 四個不同階段之重力法大地起伏模型與六條檢核線的差異統計
(單位:m)

階段	Leveling route	Mean	Std	Max	Min
一	north	-0.203	0.038	-0.149	-0.254
	east	0.356	0.102	0.498	0.201
	central	0.119	0.169	0.388	-0.132
	south	0.007	0.199	0.428	-0.212
	Tai3	-0.279	0.043	-0.223	-0.344
	Tai9	0.263	0.153	0.437	-0.049
二	north	-0.220	0.019	-0.188	-0.251
	east	0.106	0.079	0.220	0.016
	central	-0.102	0.154	0.081	-0.341
	south	-0.204	0.125	0.079	-0.338
	Tai3	-0.316	0.031	-0.254	-0.364
	Tai9	0.061	0.105	0.226	-0.159
三	north	-0.211	0.016	-0.180	-0.236
	east	-0.044	0.074	0.071	-0.123
	central	-0.147	0.020	-0.129	-0.182
	south	-0.301	0.038	-0.238	-0.353
	Tai3	-0.370	0.039	-0.286	-0.413
	Tai9	0.016	0.098	0.222	-0.146
四	north	-0.209	0.015	-0.180	-0.233
	east	-0.089	0.070	0.025	-0.161
	central	-0.147	0.020	-0.129	-0.182
	south	-0.325	0.036	-0.264	-0.387
	Tai3	-0.370	0.039	-0.286	-0.413
	Tai9	0.016	0.097	0.220	-0.142

§ 3.5.4 臺灣混合型 (HYBRID) 大地起伏模型

為了於高程現代化的應用中提供 Global Navigation Satellite System (GNSS)使用者具信賴的 Geoid 模型來進行橢球高與正高的高程轉換介面，解決重力法大地起伏模型與觀測法大地起伏(GPS/leveling)之系統性的偏移量，吾人利用除了上述的 6 條檢核線外，還包含內政部所提供之一等一級、一等二級水準點上之 GPS 資料(陳國華，2004)，共約兩千點觀測法大地起伏來進行系統性偏移的修正(如圖 3.12(a) 所

示)。具體做法為透過這些觀測法大地起伏的平面位置資訊內插出重力法大地起伏的值，將相對應位置上的所有觀測法大地起伏值與重力法大地起伏值相減，並透過 GMT 軟體中的”surface”指令將此差異量製作成一網格修正面(如圖 3.12(b)所示)，以此網格修正面資料修正至原重力法大地起伏模型，稱此模型為混合型 (hybrid) 大地起伏模型。組成網格修正面所使用的方法 (surface 指令) 包括最小曲率法與諧和面法，使用最小曲率法與諧和函數法內插時，內插值 z 必須滿足下列偏微分方程式：

$$(1-T) \times L(L(z)) + T \times L(z) = 0 \quad (3-5)$$

其中

T : tension factor, $0 \leq T \leq 1$

L : Laplace 運算子，即 $\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$

當 $T=0$ 時，(3-5)式提供了最小曲率解(minimum curvature solution); $T=1$ 時，(3-5)式提供一諧和面解(harmonic surface solution)。

此模型是將階段四的結果與所有 GPS/Leveling 資料進行整合，檢核成果如表 3.7，此表說明此模型的精度。然而，由於 GPS/Leveling 資料分布不夠均勻，因而可能於網格化時產生系統誤差。由表 3.6 及表 3.7 可發現，以內政部所提供之一等一級、一等二級水準點上之 GPS 資料作為約制條件，可將大地水準面之精度提升至 1 至 5 cm。但同樣由兩表可發現，約制前後最大值與最小值差異雖在其中幾條路線上略為減小，但是整體而言還是有改善空間，這表示約制後之成果雖然消除了重力法大地水準面長波長系統誤差，但重力法大地水準面在山區之波動較大，原因應為山區重力密度及精度較為不足所造成。此外，由圖 3.12(c)顯示混合型大地起伏模型平均精度約為 4 cm(圖示以綠色色階表示)，但於中部區域約經度 120.8 度、緯度 23.5 度的位置產生約 6-8 cm 的誤差，原因應為採用的最小曲率法無法在 GPS/Leveling 資料分布

不均的情況下有效的網格化差異量所造成的誤差。

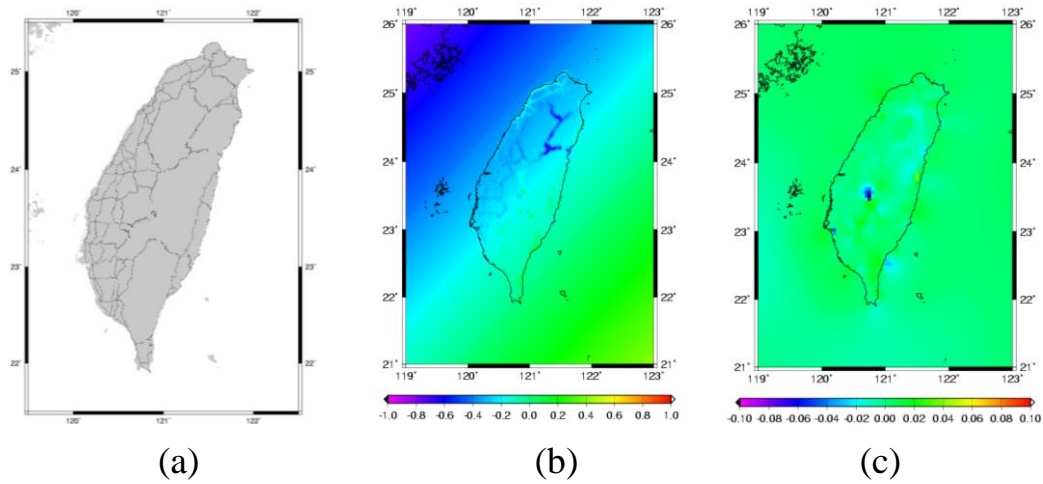


圖 3.12(a) 內政部所提供之一等一級、一等二級水準點上之 GPS 點位分布圖(b) GPS/Leveling 與相對應位置上的重力法大地起伏值的差異量修正面(c) GPS/Leveling 與相對應位置上的混合型大地起伏值之差異網格資料

表 3.7 混合型大地起伏檢核成果統計(單位:m)

Leveling route	Max	Min	Mean	Std dev
north	0.037	0.001	0.015	0.011
east	0.073	0.000	0.028	0.029
center	0.024	0.001	0.010	0.009
south	-0.005	-0.141	-0.052	0.052
Tai3	0.001	-0.042	-0.015	0.014
Tai9	0.114	-0.072	0.004	0.050
all	0.114	-0.141	0.001	0.041

§3.6 高程現代化作業精度評估與作業規範草案

由§3.5 節臺灣大地起伏模式之建立與精度評估結果，可以獲知現階段臺灣地區最佳且較客觀的模式為§3.5.4 節得到的混合型(hybrid)大地起伏模型，其精度檢核結果如表 3.7 所示，約可達到 ± 5 cm 的推估精度(雖然部分驗證點位分布在山區，但目前直觀上判斷此精度仍以丘陵平原地區較為可行)。本次作業採用國土測繪中心所提供 122 個已知正高值之水準點進行 GPS 衛星高程作業之精度評估，各水準點精度為 $2.5 \text{ mm}/\sqrt{K}$ 符合一等水準測量作業規範，其位置分佈如圖 3.13 所示。

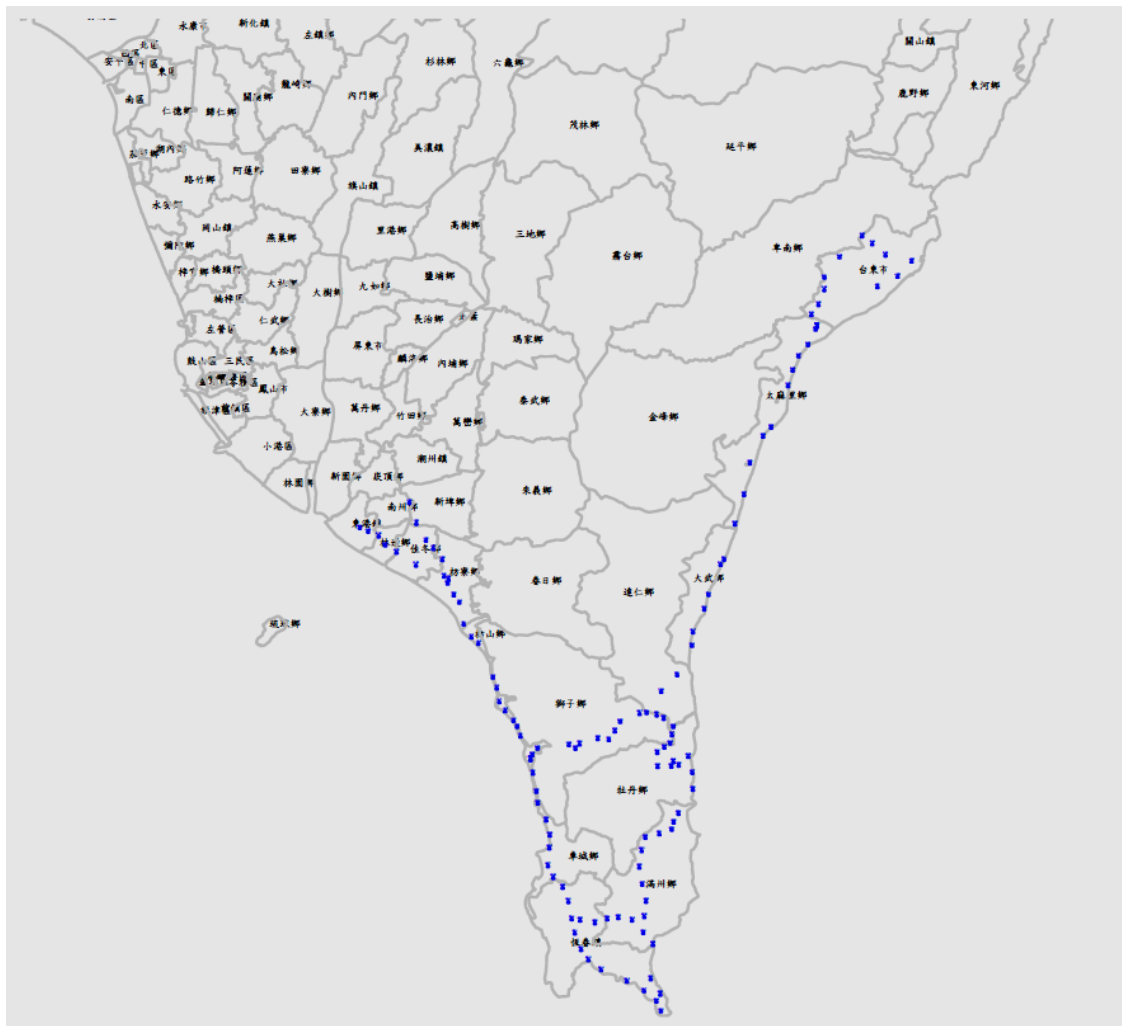


圖 3.13 恆春半島 122 個檢核水準點之位置分布圖

作業精度評估程序如下：

- (1) 應用 e-GPS 服務系統，依據國土測繪中心訂頒之「採用虛擬基準站即時動態定位技術辦理加密控制及圖根測量作業手冊」規範（以下簡稱 VBSRTK 方式），每個點位均重複觀測（至少 2 測回）且至少間隔 60 分鐘，每次作業資料紀錄速率為 1Hz，連續測量 180 筆固定解成果，資料品質（QC）為平面精度小於 2 公分高程精度小於 5 公分，使用上述方法測得這 122 個檢核水準點的經緯度與橢球高值。（按：此經緯度、橢球高等三維坐標均為相對於 e-GPS 定位系統下的坐標值。）
- (2) 將步驟(1)得到的平面經緯度坐標代入混合型(hybrid)大地起伏模型中，推估得各水準點位的大地起伏值 N_{Hybrid} 。
- (3) 應用(3-6)式推求得各點位的正高值 H_g

$$h_{e-GPS} - N_{Hybrid} = H_g \quad (3-6)$$

其中， h_{e-GPS} 為經由 e-GPS 系統得到的橢球高， N_{Hybrid} 為經由混合型(hybrid)大地起伏模型得到的大地起伏值， H_g 即為推算得的點位正高。

- (4) 將步驟(3)得到的 H_g 與檢核水準點的已知正高值進行比較，得到兩者差異值之統計如表 3.8 所列：

表 3.8 122 個檢核水準點之正高值差異統計表

平均值	-0.011 m
標準差	± 0.077 m
均方根誤差 (r.m.s.)	± 0.078 m

由表 3.8 可以得知，在如本檢核區（恆春半島），應用本章提供的混合型(hybrid)大地起伏模型，進行 GPS/Leveling 作業，其獲得的正

高推估精度約為 ± 7.8 cm。

另外，依據誤差傳播理論，可以得到(3-6)式的誤差傳播相關式如(3-7)式所示：

$$\sigma_{h_{e-GPS}}^2 + \sigma_{N_{Hybrid}}^2 = \sigma_{H_g}^2 \quad (3-7)$$

依據(3-7)式，若假設 h_{e-GPS} 的精度 $\sigma_{h_{e-GPS}}$ 約為 ± 5 cm（國土測繪中心 97-99 年三等精度控制點速度場測量作業工作報告成果顯示約 90%在小於 5cm），並已獲得了表 3.8 的恆春半島 122 個檢核水準點的推估正高值 H_g 之推估精度 σ_{H_g} 為 ± 7.8 cm，依此可以推得恆春半島地區的混合型(hybrid)大地起伏模型精度 $\sigma_{N_{Hybrid}}$ 約為 ± 5.9 cm，此結果與表 3.6 之結果大致相符，再次驗證並且說明在丘陵平原地區，混合型(hybrid)大地起伏模型約可達到 ± 5 cm 等級之精度，其為目前臺灣地區較佳且最具代表性的大地起伏模型推估精度。此混合型(hybrid)大地起伏模型於其他地形(例如山區)的精度，仍須藉由分佈於不同地形區域的更多檢核點進行分析與評估，才能獲得全面性的推估精度資訊，提供實務作業應用之參考，對於混合型(hybrid)大地起伏模型精度的全區域評估，建議可由國土測繪中心逐年完成各 e-GPS 連續站正高測量後，利用現有三等精度控制點速度場案成果（VBS-RTK 施測方式），進行 e-GPS 動態成果檢核，至於山區部分，因大地起伏模式在此地區精度較差，建議在已開發之居住部落地區或敏感地區進行 8 小時 GPS 靜態測量作業，點位分布建議不大於 10 公里，以滿足大地起伏模式整體精度檢核。

根據(3-7)式，影響 GPS 正高測量精度之因素，除了混合型(hybrid)大地起伏模型的精度 $\sigma_{N_{Hybrid}}$ 外(在丘陵平原地區大致約為 ± 5 cm)，e-GPS 服務系統提供的橢球高定位精度 $\sigma_{h_{e-GPS}}$ ，亦扮演另一重要的角

色，亦即，在混合型(hybrid)大地起伏模型精度尚未有更精進之成果提供時，現階段影響高程現代化作業成果之精度，主要因素乃在於橢球高精度之優劣。所以，如何獲得較佳的高程現代化作業之正高推估精度，實應取決於 GPS 測量橢球高的施測作業方式及其對應可獲得的橢球高精度。因此，高程現代化之實施作業規範應以橢球高的測量程序、相關系統誤差之修正以及對應的作業準則為主，未來如何搭配國土測繪中心以完善之 e-GPS 連續參考站資料，在 30-50 公里內基線靜態測量（eGPS 服務網之點位密度，平地約 30 公里，山區約 50 公里），評估不同觀測時間長度之精度（如 1~4 小時），或以現有作業規範下各地區 e-GPS 之 VBS-RTK 作業方式之作業精度為何？（可利用國土測繪中心既有成果進行分析），以了解不同作業方式（靜態、動態測量）可達到之橢球高精度，以提供全區精度評估分析。

為初步驗證上開想法及使資料品質統一，且本計畫原本即無規劃經費辦理外業測量作業，經洽內政部國土測繪中心提供現有資料進行分析，本文直接採用國土測繪中心於2010年發表「衛星定位接收儀觀測時間對超短基線精度之研究」以及「97-99年三等精度控制點速度場測量及管理維護作業工作總報告」內所提供之e-GPS橢球高資料，因為該中心原資料是為進行GPS衛星接收儀校正靜態測量使用，點位分別為LS01、LS08（國土測繪中心樓頂）、TWTF（新竹工研院）及TWTF（桃園楊梅），所以距離分佈略顯不均勻。使用Bernese軟體進行靜態後處理解算，初步整理得到在靜態測量方式不同觀測時間及基線長度之橢球高精度(如表3.9)，以分析混合法大地起伏模型於不同距離之GPS靜態測量方式下，相應之正高精度統計表(如表3.10)

表 3.9 橢球高精度與觀測時間長短、基線長度統計表(mm)

基線長度	18m		80km		100km	
	σ_h	r.m.s.	σ_h	r.m.s.	σ_h	r.m.s.
觀測時間長度(hr)						
24	0.2	9.90	1.1	31.52	1.1	34.82
8	0.6	9.62	2.0	30.53	2.0	31.83
4	1.0	9.87	3.5	33.39	3.5	33.47

表 3.9 所列的 σ_h 為經由 GPS 解算得到的橢球高內部精度，r.m.s. 則為橢球高的外部精度(即 $\sigma_{h_{e-GPS}}$)，在實務應用以及 GPS/Leveling 正高成果之推估精度評估時，應以外部精度為依據較為客觀，故根據表 3.5 所列的 r.m.s. 值($\sigma_{h_{e-GPS}}$)，代入(3-7)式可以得到 σ_{H_g} 推估之統計結果如表 3.10 所示。

表 3.10 GPS/Leveling 之正高推估精度初步分析統計表(mm)

觀測時間長度(hr)	基線長度		
	18m	80km	100km
4	59.5	67.7	67.8
8	59.4	66.2	66.8
24	59.4	66.5	68.2

由表 3.10 可以初步得知，在同一基線長度下，4 小時觀測量得到的橢球高精度($\sigma_{h_{e-GPS}}$)與 24 小時觀測量獲得的橢球高精度，其彼此間的差異並不顯著。而對於更短的觀測時間，例如 4 小時以內，甚或近即時動態定位(數個觀測曆元)之橢球高成果精度評估，可以作為下一階段推動的探討分析工作項目。

另外，根據表 3.10 的基線長度對橢球高的影響可知，隨著基線長度的增加，經由 GPS/Leveling 作業獲得的 σ_{H_g} 有放大的趨勢，然而，其放大的幅度尚可以達到約 ± 7 cm 的正高精度等級，亦能夠支援一般 1/5000 以下之小比例尺測圖或地形測量之應用。

因此，就 GPS/Leveling 作業之各項可能影響因素的精度分析作業，諸如：大地起伏模型的全區性推估精度分析、大地起伏模型的更精進計算、GPS 觀測時間以及基線長度對於橢球高定位精度之影響，以及 e-GPS 站的分佈密度(隨著不同區域，可有不同的分佈密度)、e-GPS 站的正高測量作業、區域性系統誤差模型之建立(如對流層、電離層修正模式之估計)與定期公布...等分析評估，均可以作為國內測繪相關業務關於 GPS 高程現代化作業之下一階段工作項目。

依據本節之各項分析結果以及未來可規劃執行之探討分析內容，本節初擬 GPS 高程測量作業 (GPS/Leveling) 之規範草案如附錄 5 所示，包含高程基準的定義、GPS 坐標參考系統、參考框架、GPS 資料接收時間、基線長度、施測環境規範、使用訊號頻率、與高程測量有關的系統誤差改正...等相關內容，提供後續建立完善作業規範之起始開端。

§3.7 國內未來高程現代化發展策略建議

臺灣特殊的地理條件相對於國土廣闊的美國（或中國大陸）擁有高密度的重力資料覆蓋，例如陸測、船測（包含近岸船測）、空載及測高重力資料，過去臺灣大地水準面模式採用可以結合各種不同形態與精度重力值的最小二乘配置法（Least Squares Collocation, LSC）來計算。此外，為了有效的整合各種不同類型的重力資料，本計畫嘗試使用漸進式整合法來提升陸測重力資料相對稀少的中央山區，進而採用經典 Stokes 公式計算大地水準面模式。然而目前臺灣僅擁有六條 GPS/Leveling 資料且分布不均，即使臺灣大地水準面模式在現有的檢核資料上有不錯的表現，並無法證明其整體的精度。

臺灣本島與離島間也存在不同高程基準的問題，為了將各個區域性高程基準進行連結，過去幾年國土測繪中心委託交通大學蒐集各個離島附近的近岸船測重力資料來提升本島與離島間區域性大地起伏的精度。

大地水準面模式計算成果的精度與解析度主要取決於重力數據及 GPS/Leveling 資料的精度與解析度。為了進一步的提升臺灣大地水準面模式精度並提升高程現代化作業之正高推估精度，綜合其他先進國家資料以及專家論壇相關意見，本節提出下列幾點具體的建議：

1. 持續蒐集山區陸測重力資料：提升山區大地水準面模式精度的根本做法即是改善山區重力資料的精度及解析度，臺灣地區陸上重力資料在中央山脈等山區較為缺乏，不利模式精度提升，惟經了解國土測繪中心已規劃 100-101 年度完成約 500 點山區陸測重力測量，屆時應可改善此地區大地起伏模式精度。並且可一步分析山區的大地起伏模型精度較差的原因是重力資料稀少或是 GPS/leveling 資料的不足。
2. GPS/leveling 資料的蒐集：目前臺灣公分級精度的 GPS/Leveling 資料不足且皆為線狀分布，對於評估大地水準面模式整體的精度及臺灣混合型大地水準面模式的計算皆嫌不足，因而收集高精度且分布均勻的 GPS/Leveling 資料是必要的，建議可利用國土測繪中心既有資料，如 97-99 年之三等精度控制點速度場成果或者其他測繪業務，加測部分正高或橢球高資訊。並藉以分析臺灣大地起伏模型的全區性精度，可提供後續一般 1/5000 以下之小比例尺測圖或地形測量之應用。
3. 地層下陷時變對模式使用精度分析：未來在實務運用中，因臺灣部分地區地層下陷嚴重，如彰化雲林沿海地區，每年下陷量約 5-10 公分，若直接使用全區模式將會造成因「下陷速度場」之時

間差問題而影響橢球高與正高轉換精度，或者可改用小區域套合轉換方式以適用小區域作業，未來應進一步將以分析比對。

4. GPS 觀測方式、觀測時間以及基線長度對於橢球高定位精度之影響評估，可提供使用者於 GPS 正高測量或其他高程應用之參考。
5. 國土測繪中心目前 e-GPS 連續參考站的分佈密度約 30-50 公里，GPS 連續站分布位置與密度(按：隨著不同區域，可有不同的分佈密度，山區宜均勻，丘陵平原地區等經濟效益較大的區域，宜加密)對於高程現代化作業之影響評估。
6. 建立並長期維護臺灣區域性 GPS 系統誤差改正模型(如對流層、電離層修正模式)，進行長期之估計並定期公布各界使用。
7. 由於臺灣本島及離島的高程基準不同，因而可參考紐西蘭解決不同高程基準差異的方法。
8. 參考美國 NGS 發表的 GPS 正高指導方針 3-4-5 系統(The 3-4-5 System)並研究此作業程序於臺灣發展高程現代化的適用性。

第四章 從大地測量觀點看臺灣地區未來測繪科技發展策略

測繪科技刻正不斷地以全球性宏觀的角度快速發展，縱觀歐美亞各先進國家，其在測繪科技的發展與長程規劃上，大多著重於全方位的圖資應用以及相互交流等長遠規劃，並在相關的測繪技術上尋求突破，以達到便民、利民，而且節省作業經費與作業時間之目標，並藉由擴展與世界潮流之接軌以及強化國際間的交流，以提升該國於國際間的能見度而可順應世界測繪產業的發展趨勢，均為現階段各科技發達國家發展其測繪科技的主要軸線。現今科技發達，航太產業、電腦軟硬體以及網絡通訊等技術快速發展，對於測繪科技亦產生重大的衝擊與演變，此可由下列三個面向得到其演進之概廓：

- (1)傳統大地測量，其已從靜態定位進展到動態定位、從地面定位延展到衛星定位、從區域測繪推廣到全球性之測繪，其精度亦相對地大幅提升；建置重力場模型所需的重力資料來源，也從地面的陸測、海面的船測，延伸至空載與衛星觀測等，有效擴展其分佈的覆蓋面積、密度以及成果的精度；另一方面，全球導航衛星系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)已進入多系統整合並精化之時代，美國 GPS 正實施其現代化進程，俄羅斯 GLONASS 亦正補建中，歐盟 GALILEO 與中國大陸的北斗二代 COMPASS-2 均在逐步建置完善之階段，各導航衛星定位系統之間的相容與互補已為現今 GNSS 技術應用發展的主軸，應用多元的大地測量方法與技術蒐集宏觀的全球性資料已是下一階段的發展趨勢。

(2) 傳統的航空攝影測量與遙感探測技術，亦已朝向多感測器、多載台、多視角，並引進光達技術(Light Detection And Ranging, LiDAR)，提供高空間解析度、多光譜解析、高光譜解析、多時相解析等方面發展，其觀測載具、系統逐漸精緻化，並能夠全天候觀測已為主要趨勢。遙感探測資料(尤指衛星)，已成為部分地形圖、數值高程模型與數值表面模型更新的主要來源，並可應用於近景、都會區三維模型的建置，其資料可以提供不同的空間解析度，對於國土資源的管理與災害應變處理，提供及時的有效資訊。而遙感資料的處理，亦已有突破性的發展，可支援自動化、即時、快速之需求。

(3)傳統空間資訊的處理與管理在電腦科技、網路技術的蓬勃發展下，不但已能近自動化的處理，更能夠朝向智慧化處理之方向發展。其中，三維空間資料的處理與管理乃為未來趨勢，透過網格資料的計算，雲端技術/理論以及雲端計算方式的推展，點雲式空間資料的處理及管理，空間、屬性詮釋資料庫的建置，已成為下一階段的發展重點。近年，Google Earth、Skyline、Virtual Earth...等互動式網路平台的推出與多層面的應用，即為一項顯著的三維空間資料管理之實例。所以，全球性空間資訊之提供、獲取與應用服務，為全球性的共同重要發展方向。

綜合此三個面向的未來發展趨勢，本章蒐集並彙整 4 個國家 (包括中國大陸、日本、美國以及紐西蘭) 的測繪科技未來發展策略分述於 §4.1 ~ §4.4 節，提供臺灣相關測繪部門於規劃辦理下一階段測繪科技業務及其發展策略之參考。

§4.1 中國大陸未來測繪發展策略藍圖

藉由中國大陸當局所謂的”十五”、”十一五”計畫的推動與執行以來，中國大陸測繪科技奠定了基礎的發展，主要的成就之一即為其自主創新能力的增強，使中國大陸能夠逐步地脫離受制於國外科技產品或定位系統之限制，其測繪領域亦擴展至島礁測繪、環境與災害監測等，同時增強了與其他領域的整合與交流。另一方面，中國大陸在基準訂定方面，亦積極辦理大地基準現代化以及結合地殼變動資訊的動態基準，建立全國性的平面、高程、重力等大地控制網；在資料蒐集、處理以及管理服務等技術方面，亦引用了較先進且較自動化的蒐集器具，建立遙感衛星資料接收與服務系統，並研製了空間地理資料庫管理系統、數位城市資訊平台、國土資源環境動態監測服務系統等。中國大陸測繪科技面臨的衝擊與挑戰，不外乎此3點，亦即：1.現今科技發達帶給測繪科技的衝擊；2.國家重大建設發展對於測繪科技的更精進要求；以及3.全球普及的資訊化程度為其測繪科技帶來的挑戰。中國大陸審視其目前測繪業發展之現況，得知在測繪基準訂定、即時性的資料獲取、自動化的資料處理以及空間資訊的管理與服務等方面，尚處於基礎的發展階段，需要更多相關理論的更深入探討以及與更多相關技術的再精進與提升，因此，中國大陸提出所謂的”十二五”規劃(資料來源：中國大陸中央人民政府官方網站)，大綱如下：

- (1) 加強測繪科學的基礎研究
- (2) 訂定測繪科技標準化規範與產製流程
- (3) 開發並推動測繪核心與生產技術
- (4) 鼓勵及引導民間企業投入技術創新、成果加值應用
- (5) 擬定近程及中遠程擬執行的測繪科技工作

從測繪科學基礎的理論與方法著手，探討大地測量、攝影測量、遙感探測、地圖學、地理資訊系統等學門新的概念、新的理論、新的方法與新的技術，此為提升中國大陸整體測繪科技的根本方式，並藉以研究制定測繪基準與參考框架，統籌建立標準化的空間資訊交流標準。其核心發展的關鍵技術包括有動態 GNSS 現代 3 維地心坐標框架資料之處理、高精度地球重力場模型與大地水準面之計算、全方位的全球性衛星導航增強系統，以提供無間斷的導航服務，以及網路 RTK 服務(亦即臺灣的 e-GPS 服務系統)等，另一方面，在空間資料蒐集技術部分，推動近即時航空主動式遙感測圖，以及國家突發性災害應變救援能力之提升、3 維航空攝影測量等。並推展空間資料的自動化處理、高性能計算、多層次判釋以及圖資的動態更新。此外，藉由多元的網路地理資訊系統以建構地理資訊資料庫，提供數位城市與區域空間資訊等服務，並鼓勵民間企業積極投入參與相關測繪工作，強化國家整體測繪科技之能量，均為中國大陸亟欲推展的測繪發展方向。據此，中國大陸國家測繪地理資訊局擬定其近程以及中遠程將執行的測繪項目如下：

表 4.1 中國大陸國家測繪地理資訊局近程及中遠程擬執行的重大測繪項目
(擷自中國大陸國家測繪地理資訊局測繪科技發展“十二五”規劃)

序號	項目名稱	主要研究內容
1	中國大陸釐米級大地水準面建立與高程基準現代化關鍵技術與應用	研究陸海一致的多源重力場資料融合與統一方法，提高陸海重力歸算精度；研究重力場資料處理和似大地水準面計算的精密理論；開發重力場大地水準面計算軟體平臺；研究局部與全球高程基準統一理論與方法，結合基礎測繪項目，研製中國大陸自主高階地球重力場模型和中國大陸陸海統一的釐米級似大地水準面，構建以似大地水準面為參考面的中國大陸無縫高程基準框架，在測繪領域實現衛星精密定位代替水準測量，推進中國大陸高程基準現代化建

序號	項目名稱	主要研究內容
		設。
2	GNSS 現代測繪綜合服務關鍵技術與應用	<p>構建中國大陸北斗系統/GNSS 的國家連續運行參考站 CORS 網路，以 CORS 網路資料處理和資料分析為核心，研製開發面向多種衛星定位系統的地心坐標框架資料處理軟體與綜合服務軟體，搭建 CORS 系統自動化資料處理，資料分析和資料服務軟體平臺，實現服務範圍覆蓋中國大陸及周邊地區的釐米級即時、無縫、高精度的空間定位與導航。</p>
3	高精度工程測量與變形分析技術	<p>研究利用衛星定位技術和測量機器人技術建立高精度工程測量參考框架的理論方法與關鍵技術；研究測量觀測值系統誤差模型，提高工程測量參考框架的準確度；建立滿足中國大陸重大工程施工測量要求的三維地理空間參考框架，研製參考框架資料處理與資訊分析軟體；研究多感測器(包括距離、角度、影像等感測器)集成的重大工程高精度時空資訊快速獲取技術；重點解決重大工程全過程動態監測、即時資料處理和時空建模的關鍵技術。</p>
4	中國大陸測繪系列衛星應用關鍵技術與系統	<p>結合中國大陸高解析度對地觀測系統重大專項和資源三號衛星應用系統建設，研究全天候、全球化、多資料源高解析度測繪衛星技術框架體系，編制測繪衛星中長期發展戰略和規劃；開展光學立體測圖衛星、干涉雷達衛星、鐳射測高衛星和重力衛星等測繪衛星需求分析與技術指標論證；開展中國大陸自產衛星測繪應用關鍵技術研究，包括國產測繪衛星精密定軌和定姿、衛星影像品質分析與地面幾何檢校、衛星影像高精度幾何、輻射處理、產品研製、海量衛星資料管理與分發服務、衛星產品品質監督與評價等，形成衛星測繪應用技術體系。</p>

序號	項目名稱	主要研究內容
5	面向物件的高可信 SAR 處理系統	<p>瞄準國際中國大陸的 SAR 資料源，突破基於知識的 SAR 影像精準處理與解譯等核心技術，研發 SAR 圖像核心處理功能加速單元，開發能處理中國大陸境內外航空航太 SAR 資料、功能齊全、具有 PB 級影像資料管理和並行處理解譯能力的 SAR 影像處理解譯系統，開展地形測繪、土地利用分類與植被覆蓋監測等應用示範，並在相關行業推廣應用，提升 SAR 遙感資料處理解譯及應用的技術水準。</p>
6	攝影測量智慧化與三維向量資料處理技術	<p>解決攝影測量資料處理過程中的人工編輯問題，研究三維向量資料的採集、三維資訊的拓撲關係的建立、三維資料的編輯、入庫和三維向量地圖要素的表達，以及它在三維景觀建模中的應用，研發智慧化攝影測量工作站(smart work photogrammetric station)，實現攝影測量資料全自動生產。</p>
7	地理國情監測與分析關鍵技術	<p>建立中國大陸地理國情要素分類編碼體系，基於空、天、地、海等多種對地觀測技術手段，建立中國大陸地理國情資訊動態變化監測的技術體系，實現中國大陸地理國情資訊變化自動檢測和資訊自動提取，開展地理國情資訊的統計分析、關聯分析和預測分析研究，研究地理國情資訊的融合與同化技術，構建地理國情資訊時空資料庫，實現中國大陸地理國情動態監測服務，為科學管理決策提供綜合的、客觀的和及時的測繪保障。</p>

序號	項目名稱	主要研究內容
8	全球測繪關鍵技術	<p>研究全球多源資料獲取和集成處理技術；研究少量(無)控制點地區高精度遙感影像處理、海量遙感資料自動化處理與遙感參數外推處理技術，境外目標區域遙感真實性驗證與特殊目標變化檢測技術，重點熱點區域的地理資訊持續監測和更大比例尺測圖技術等；研究全球地理空間資料無縫管理、全球基礎地理資訊服務等技術，為全球環境保護、氣候監測、節能減排、應急處置、反恐維安等提供必要的基礎地理資訊服務。</p>
9	極地測繪科考關鍵技術	<p>研究極地環境中多源天空地觀測技術集成應用，極地冰下探測技術，南極海底地形成圖技術，南極冰裂隙分佈識別技術，南極大陸及近海冰區高精度高解析度重力異常確定技術，與中國大陸一致的極地高程基準傳遞技術，南極板塊運動和冰蓋三維空間變化及品質變化分析技術，極區冰蓋冰架冰川動態過程連續自動監測技術，極區電離層時空變化特徵提取技術等；整合極地歷史和新增空間資料，匯交多學科南北極綜合考察獲得的物理及時空資料，研究集成遠端資料交換和通訊技術、極地資料庫管理技術，建立極地動態空間資料集成應用平臺；深入開展極地資料挖掘研究，開發二維、三維的視覺化表達以及多種類極地專題資料產品和服務，為南北極考察和管理提供空間資料支撐和決策支援。</p>

序號	項目名稱	主要研究內容
10	月球測繪關鍵技術	開展月球測繪與深空測繪技術研究，充分利用中國大陸探月工程資料，最大程度地整合國際已有的月球探測資料和月球科學資料，研究確定月球坐標基準框架構建和更新技術、方法和軟體，確定月球衛星軌道、月球重力場和月球高程系統，開展稀少控制點情況下的月球衛星遙感影像幾何糾正與定位方法研究，開展月球表面地形測繪和地形圖編制技術研究，開展月球表面數位高程庫和月球資料庫共用平臺和月球空間資訊系統建設技術研究。
11	應急地理資訊網格技術及示範應用	面向應急測繪保障需要，研究應急地理資訊快速獲取、網格處理、災情解譯與服務技術，解決各種應急地理資訊快速提取、集成、時空分析與共用服務關鍵技術，實現各種應急地理資訊網格資源和感測器的集成，形成覆蓋全中國大陸、中央與地方互動的應急地理快速獲取、整合、分析、服務技術體系，為各種突發處置提供直接的測繪技術服務和應急地理資訊資源服務。
12	測繪與地理資訊安全監管與處理	研究建立測繪與地理資訊安全監管與處理技術，解決涉密地理資訊語義分析、互聯網地理資訊自動判別與爬行優化演算法與模型、高魯棒性基礎地理資訊驗證、多模式存儲條件下地理資訊安全監控、涉密地理資訊自動發現與跟蹤等核心技術，自主研製開發測繪與地理資訊安全監管與處理平臺軟體，實現對測繪生產安全監管、互聯網涉密地理資訊的自動發現與跟蹤，為測繪與地理資訊安全監管與處理行政監管提供有力的技術保障，確保中國大陸涉密地理資訊的安全。

序號	項目名稱	主要研究內容
13	中國大陸測繪裝備自產化	面向測繪儀器國產化以及資訊化測繪體現建設需求，通過聯合攻關和引進消化，逐步實現進口替代，研製國產的外業測量裝備、導航定位裝備、集成的對地觀測感測器、多模式機載主動遙感系統、地下空間探測儀器、海洋測繪高精度測深儀等；研發國產大地測量資料處理軟體、綜合導航定位軟體、遙感資料綜合處理系統、海量資料庫管理系統和大型 GIS 應用軟體，並開展應用示範，逐步推廣並實現裝備。
14	資訊化測繪示範基地建設試點	統一部署，遴選具備條件的測繪單位開展“資訊化測繪示範基地”建設試點，進一步完善資訊化測繪標準和技術體系，開展地理資訊即時化獲取、自動化處理、網格化服務等技術成果的示範應用，帶動測繪技術裝備建設與基礎設施改造。

§4.2 日本未來測繪發展策略藍圖

日本國土地理院 (GSI, Geographical Survey Institute)於 2009 年 6 月提出其”Long-Term Plan for Basic Surveys” 計畫，自 2009 年開始至 2018 年，長達 10 年。此中遠程計畫發展的重點(主要角色)為地理空間資訊(Geospatial Information)系統(資料)之建制發展與應用服務，期望藉由這個計畫將空間資訊系統與社會、民生、交通、防救災、醫療支援...等領域更緊密結合，不論是政府單位或是民間企業乃至於個人應用都能將空間資訊視為日常生活的一部分。而隨著網路以及電腦科技的發展，日本國內不論是個人使用者、私人公司、地方政府或是中央政府本身，對於空間資訊的使用量越來越多，可預期其未來對於空間資訊的需求將與日俱增。除此之外，科技資訊的傳遞速度亦越來越快，日本在考量此中遠程發展計畫之同時，也以全球觀的角度規劃其國內各項空間資訊相關計畫，預期將日本社會提升至一個穩定並且能

永續發展與廣泛地應用空間資訊之遠景。GSI 認為若要達到發展成一個能充分應用空間資訊的新社會的目標，應該從不同的角度來考量，例如 1.建構一個安全而且穩固的社會環境；2.提升空間資訊使用者的方便性與普及性；3.國土資訊的監測與維護；以及 4.空間資訊相關企業之發展與推廣等，其彼此之間息息相關，故應全面併行考量。

首先，建構安全而且穩固的社會環境意味著針對自然災害、意外或犯罪發生時能藉由不同來源的空間資訊與電子地圖之整合，快速掌握情況並應變處理。在這樣的前提下，空間資訊的即時性即相當地重要。亦唯有當空間資訊能即時且正確地傳遞給相關單位時，政府部門才能夠準確地提供受害者適當有效的協助。除了即時的協助可以立即幫助意外災害的受害者外，如何在災害中快速的復原也是相當重要的課題，例如災後能否快速提供房屋或公共設施之重建...等。

藉由定位技術的精進發展以及高品質電子地圖的整合，將使得生活更加便利。為此，GSI 期望擴展便利服務的適用範圍，亦即使得更多領域以及更多的使用者能享受更方便的便利生活。而此空間資訊技術也可以應用於國土的環境監測，對於環境變遷可以提供相當程度的了解，其亦可協助制訂各項與環境相關的政策議題或法律，並使其落實而能符合實際需求，例如降低環境汙染、生態保育或其設施的規劃...等，均需要有長期的環境監測資訊以提供制訂時的參考。

另一方面，亦可以藉由空間資訊科技提供的資料了解各地區的地形以及歷史的變遷，可幫助當地居民了解自己所居住的區域。此外政府各種與公眾相關的資訊透過地理資訊系統亦能夠更加透明化，增加讓當地民眾參與公共事務的機會。不僅在行政方面可以將相關資訊推廣或公布給當地民眾，善用地理資訊系統也能夠發展並且促進觀光產業，讓各地方更加的活躍。

GSI 亦認為在未來對於空間資訊的需求逐漸增加的情況下，日後的空間定位成果不僅只包含位置的資訊，更需要開展其他與民生相關的資訊，並彼此相互結合應用，藉此創造新興的企業並且協助既有企業的發展，這亦也是未來規劃發展的一項重要課題。除了前述所提，藉由空間資訊系統的建置發展與應用服務，將民生環境提升至一個新的層次，並使其在國內得以永續、穩定的發展外，其”Long-Term Plan for Basic Surveys”計畫的後續目標亦將走向國際化，將其推展至其他國家相互交流，以增加國際合作的機會。因此，日本國土地理院擬定下列近程及中遠程測繪發展之 3 個主要方向與細項如下：

表 4.2 日本國土地理院(GSI)近程及中遠程測繪發展主要項目
(擷自日本國土地理院”Long-Term Plan for Basic Surveys”計畫)

1. 空間資訊的發展為一項基礎的公共建設

(1) 發展空間資訊作為空間位置的參考依據		
	(1-1) 建立具有大地參考資訊的公共基礎建設(Geo-Referencing Infrastructure, GRI)	
	(a)建置 GPS 觀測站的地殼板塊變形之連續觀測資料，並獲得定位的參考資訊	
		*境內 1240 個 GPS 連續站的觀測
		*境內 25 個潮位站的持續觀測
		*高精度 3 維量測(地震災區的增強觀測，約 1200 km [每季至每 2 年循環週期];高優先觀測地區，約 1350 km [每年至每 2 年的循環週期];其餘地區，約 17500 km [每 8 年之循環週期])
		*精華區域的控制測量(10 km 間隔 [每 5 年或 10 年循環週期])
		*重力測量(37 個區域 [10 年循環週期])
		*半動態修正(更新及傳遞地殼板塊變形參數 [每年 1 次])
	(b)維護參考坐標系統及其對應不同時期的坐標值	
		*取得國際 VLBI 服務(國際性的觀測資料，其主要目的在於維護 ITRF 框架 [每年 50 次];取得地球自轉

		觀測資料 [每年 150 次])
		* VLBI-GPS 整合資料蒐集(Tsukuba 站 [每 3 年循環週期], Shin-Totsukawa, Chichi-jima 及 Aira 等站 [每 5 年 1 個循環週期])
		* 大地水準面測定(27 個區域)
		* 大地磁場測量(連續的大地磁場資料有 11 點, 連續的多頻地磁資料:2 觀測點, 一級大地磁場測量計有 20 觀測點 [每 2 年循環週期])
		(c) 下一代 GNSS 系統之利用與應用服務
		* GPS 站的更新(更新與優化使其可以提供下一代的 GNSS 資料)
		* 分析傳送電離層延遲與對流層延遲等資訊
		(1-2) 建立並更新基本地理資料(Fundamental Geospatial Data, FGD) (持續性的精度改善)
		* FGD 的建置與發展(1/2500 或更高比例尺之精度:100000 平方公里之都市計畫圖, 1/5000 或更高比例尺精度: 90000 平方公里的都市外平原地區圖)
		* 更新 FGD (透過精度之改善進行更新)
		(2) 發展空間資訊作為展現國家土地的地圖參考資訊
		(2-1) 發展並更新數值日本基本地圖(Digital Japan Basic Map, DJ Base)
		(a)地圖資訊(Digital Japan Map, DJ Map)
		* 發展 DJ Map
		* 更新 DJ Map
		(b)正射影像製作(Digital Japan Ortho, DJ Ortho)
		* 發展 DJ Ortho (平原地區 190000 平方公里)
		* 更新 DJ Ortho (平原地區 190000 平方公里 [利用航空攝影方式每 5 年更新週期或每年針對重大改變區域進行更新])
		* 建置及更新影像控制點(併同更新 DJ Ortho 之時, 同步更新此資訊)
		(c)建置地名資訊(Digital Japan Name, DJ Name)
		* 建立並更新 DJ Name
		(2-2)建置及更新地形圖與區域性地圖
		* 紙本地圖與數值地圖的更新(1/25000 地形圖、1/200000 地區圖、1/500000 區域圖、1/1000000 日本全圖、1/5000000 包含日本及其相鄰地區圖, 與所有對應的數值圖的更新)

	[依據 DJ Base 分別進行更新]
	*湖泊水系流向圖的建置與更新 (50 平方公里)
	*建置數值高程地形圖 (5700 平方公里)
	*建置並更新日本全圖 [每 5 年循環週期]
	*建置並更新官方行政管轄區域資訊(各地方政府行政轄區資訊的建置與更新 [每年])
	*數位化既存的紙本地圖與航拍像片
(3) 發展空間資訊提供國土資訊之管理(包含防災)	
(3-1)建置及更新基本災害的預防資訊	
	*空載 LIDAR 測量(5700 平方公里)
	*地殼板塊運動的連續觀測資料(應用伸張儀 strainmeter, 傾斜儀 tiltmeter, GPS 資料...等監測地殼板塊之變形)
	*地表運動的高精度量測(應用 INSAR 監測地殼板塊變形與地表運動 [1 年 2 次])
	*量測地形的變化(使用電子量距儀等監測活動斷層帶的地殼板塊變形, 42 個地區 [自 1 至 5 年的循環週期])
	*火山地區的地表運動測量(15 座火山 [5 年循環週期])
	*建置活動斷層資訊(20 個斷層帶)
	*建置火山災害基本資訊(建置: 1000 平方公里, 更新: 重大變化的地區)
	*建置洪災基本資訊(建置: 18000 平方公里, 更新: 10000 平方公里之都市地區)
(3-2)建置土地使用資訊	
	*建置發展土地使用資訊(14000 平方公里之大都市地區 [5 年循環週期], 1000 平方公里之湖泊、沼澤地區, 全國性的環境監測)
(3-3)災害事件中的國土現況之即時瞭解	
	*行動觀測資料(機動性的 GPS 測量、距離測量、高程測量...等 [災後或當有災害的可能性發生時])
	*GPS 資料的快速分析 [災後(例如地震後) 3 小時之內]
	*應用 INSAR 量測地殼板塊變形 [災後(例如地震後) 46 天之內]
	*快速的航空攝影測量 [災後 1 天之內]
	*災害地區的綜觀圖資 [災後 3 小時之內]

2. 建立一個提供空間資訊利用的環境

(1) 促進衛星定位技術的利用	
	* 建立應用 GNSS 的有效測量技術
	* 電離層延遲與對流層延遲等資訊與傳遞格式的研發
	* 單頻 GPS 接收儀品質檢查以及檢查方式的標準化
	* 室內定位測量的標準化量測方法
(2) 建立一個促進基本地理資料(FGD)發展與利用的環境	
	* 發展制式化地圖之技術支援
	* 舉辦基本地理資料的連繫會議(全國性)
	* 尋求地方政府的合作，例如 FGD 的發展與應用
	* 促進公共測量成果的交流
	* 建立經由 FGD 建置空間資訊的簡易並且有效的方法
(3) 促進空間資訊的有效發展與分享	
(3-1) 操作法則、空間資訊標準化的普及	
	* 促進公共測量成果的電子化傳遞(所有量測成果之傳遞)
	* 完成地方政府、私人公司的教育訓練及推廣
(3-2) 規劃正射影像發展與分享之技術	
	* 經由國家機構與地方政府的合作規劃正射影像發展與分享之技術
(3-3) 發展空間辨識應用之標準化技術	
	* 必要標準化規範的開發
(4) 促進空間資訊的均勻分佈與利用	
(4-1) 儀器設備之建置以促進空間資訊的推廣與利用	
	* 發展網頁版的國家圖集
	* 藉由數位日本網站系統(Digital Japan Web System)促進空間資訊的流通與利用
(4-2) 空間資訊處理之導引手冊的準備	
	* 個人資訊保護與智慧財產法導引手冊之準備
(4-3) 迅速的空間資訊(包含防救災)散佈	
	* 藉由 GSI 網站與出版品的空間資訊傳遞
	* 災害事件相關單位的空間資訊傳遞
(5) 人力資源的開發與知識提升	
	* 舉辦會議、講座等
	* 對於地方政府促進利用空間資訊的技術支援
	* 測量人員資格認證系統之修正

3. 促進合作以及學術發展，強化空間資訊之利用

(1) 促進業界、學術界以及政府部門的合作	
	* 建立業界、學術界與政府部門合作的區域性討論會議
(2) 促進國際合作	
(2-1) 促進藉由全區測圖計畫(Global Mapping project)之空間資訊的國際化發展	
	* 建置及更新全區圖 [5 年循環週期]
(2-2) 促進參與國際觀測工作例如參與國際 VLBI 服務、維護 ITRF 框架、參與國際 GNSS 服務、亞太地殼板塊監測計畫等	
	* 國際 VLBI 服務(國際觀測資料的主要目的為維護 ITRF 框架 [每年 50 次]; 取得地球自轉觀測資料 [每年 150 次])
	* 國際 GNSS 服務(7 個連續觀測站)
	* 亞太地殼板塊監測計畫(6 個連續觀測站)
(2-3) 地名與空間資訊標準之國際化修訂	
	* 標準化地理名稱之國家級會議的決議修訂等
(3) 促進研究與發展	
	* 完成研究與發展需要政府部門對於空間資訊利用的推動

§4.3 美國未來測繪發展策略藍圖

美國國家大地測量局(National Geodetic Survey, NGS)提出其未來 10 年(自 2008 年至 2018 年)之國家大地測量發展計畫(相關資訊可詳 <http://www.ngs.noaa.gov/INFO/tenyearfinal.shtml>)，內容包含計畫願景、計畫任務以及各項策略之實施方向。在現今科技不斷演進，公眾以及民生應用需求顯著提升的趨勢下，美國整體的測繪發展方向需要重新檢視並修訂。NGS 規劃的任務大致可分為兩項，第一項為國家空間參考系統 (National Spatial Reference System, NSRS)之定義、維持與提供，並使得 NSRS 能夠符合國家經濟、社會以及環境的需求。第二項任務為促使美國成為空間資訊領域的世界領導者，包含促進與發展空間資訊的標準化，制訂規範以及使用者導引資訊等。NGS 計畫進一步指出，為達成上述兩項任務，可以從 5 個方向著手，分別為(1)建置現代化的 3 維幾何

參考基準；(2)建立現代化的大地位(垂直向)基準；(3)將近海岸地區的製圖作業轉移至整合海洋與近岸地區的製圖業務(Integrated Ocean and Coastal Mapping, IOCM)；(4)發展核心能力；(5)提升政府的能見度與可視性。

(1) 建置現代化的 3 維幾何參考基準

1983 年的北美大地基準(North American Datum of 1983, NAD83)已使用超過 25 年，其已包含許多系統性的誤差，從精度與各項應用面來看，NAD83 均需要更新，而主要的更新方式即為應用 GNSS 技術建置連續操作的參考站(Continuously Operating Reference Stations, CORS)觀測網。CORS 觀測網必須具有自動地：1.即時或非常近即時地提供其觀測資料至 NGS 的功能；2. 檢查觀測資料品質以自動提供 NGS；3.坐標的計算與一致性檢查。經由每日觀測資料的長期蒐集與計算分析，NGS 規劃在 2018 年之前定義一個新的、現代化的 3 維幾何參考基準以取代 NAD83，並與國際參考框架 (International Terrestrial Reference Frame, ITRF) 銜接。所以，其規劃的 5 年發展里程碑 (至 2013 年之中程計畫) 如下：

1. NGS 可以擁有或運作一個完整的 CORS 觀測網。
2. NGS 能夠提供不論是在美國境內或是在美國其他境外領土內的 GPS 使用者(使用大地型等級的接收儀，接收時間在 1 小時之內)接近 1 cm 精度等級的國家空間參考系統 (NSRS) 的大地緯度、經度與幾何高(此坐標均為相對於 NSRS 而言)。
3. 所有的 CORS 觀測站均有每個時刻套合在最新的聯邦基準與最新的 ITRF 框架的 3 維坐標值與速度量。
4. 提供送繳不同類型 GNSS 資料的 GNSS 線上定位使用者服務 (Online Positioning User Service for GNSS, OPUS-GNSS)。

5. NGS 能夠運作完整的軌道軟體的更新，使能計算得到約 1 cm 絕對精度等級的 GLONASS 與 GPS 軌道精度。
6. NGS 的產品與服務可支持直接獲得即時的 NSRS 大地坐標。
7. 可擁有完整的地殼板塊運動模型，以顯示美國境內所有地區的橢球緯度、經度、高程的速度量(即地心地固坐標系統的緯度、經度與高程的速度量或稱地理緯度、地理經度以及橢球高的速度量)。

而對應的 10 年發展里程碑(至 2018 年之遠程計畫)如下：

1. NGS 能夠提供不論是在美國境內或是在美國其他境外領土內的 GPS 使用者(使用大地型等級的接收儀，接收時間在 15 分鐘之內)接近 1 cm 精度等級的國家空間參考系統(NSRS)的大地緯度、經度與幾何高。
2. 在不考慮觀測星系的情況下，對於不論是在美國境內或是在美國其他境外領土內，接收時間在 4 小時之內的 GNSS 使用者，NGS 提供接近 1 cm 精度等級的 NSRS 大地緯度、經度與幾何高。
3. 所有已存在的國家海水面高觀測網(National Water Level Observation Network, NWLON)的觀測站均應用 GNSS 技術以及 CORS 的天線進行資料蒐集並且連繫至 ITRF 框架。
4. NGS 可以提供 1 cm 精度等級的 GPS、GLONASS 與 Galileo 軌道。
5. NGS 的產品與服務可支持直接獲得即時的 NSRS 所有類型的定位坐標。

(2) 建立現代化的大地位 (垂直向) 基準

如其計畫書內容所述，利用精密水準測量方式定義大陸尺度

等級(continent-scale)的垂直高程基準的時代已經結束。重力大地水準面模式或混合式大地水準面模式的建立，已為 NGS 產製的最關鍵模型。

在 2018 年之前，NGS 將證實 1 cm 精度等級的大地水準面是可以計算的（或顯示何處無法達到此精度等級及其原因），以及產製出最精確的、大陸尺度等級的重力大地水準面，其涵蓋範圍（至少）自北極到赤道以及自阿留申群島到紐芬蘭島，這個大地水準面模式將提供作為建立新的垂直基準使用（垂直基準的範圍如果無法涵蓋整個北美洲陸地，至少涵蓋美國領土）。為達到此目的，NGS 必須完成整個現代化的重力觀測、模型建立、監測、分析以及成果的宣傳、公布(此由名為 GRAV-D 之計畫負責執行)，重力場資訊將成為 NSRS 時間序列監測的一個部分，重力場的時間變化將考慮在所有 NGS 的產品與服務之中，其將促進達到應用 GPS 進行快速、精確的高程測量之目標，此亦稱為「高程現代化」。

NGS 亦將於 2018 年之前定義一個新的大地位基準（針對正高與力高系統），並經由結合 GNSS 技術與重力場的模式化予以實現。為了提供 NAVD88(North American Vertical Datum of 1988)的使用者足夠的高程資訊，NGS 將提供新的基準與 NAVD88 之間的轉換工具(經由在 88 個水準點上的數千個 GPS 橢球高觀測量來完成)。

所以，就第 (2) 項-建立現代化的大地位（垂直向）基準而言，其規劃的 5 年發展里程碑（至 2013 年之中程計畫）如下：

1. NGS 重新產製一個新的重力內插工具，以提供在美國境內或是在美國其他境外領土內的工作者可以獲得足夠的重力場資

訊(大地水準面高度、重力值以及大地位)，同時並能夠獲得該項資料的時間變化率。

2. NGS 將證實 1 cm 精度等級的重力大地水準面是可以計算得到的(或者說明何處無法達到此精度及其原因)
3. NGS 在 2018 年之前將推展一個應用 GNSS 技術以及大地水準面模型以重新定義垂直基準的計畫。
4. NGS 將尋求加拿大的合作，以計算一個標準化的北美重力大地水準面模式。

而對應的 10 年發展里程碑(至 2018 年之遠程計畫)如下：

1. NGS 將計算一個範圍涵蓋自北極到赤道、阿拉斯加到紐芬蘭島的大地水準面模式，最好能結合墨西哥、加拿大以及其他有興趣的國家政府，以提供儘可能在任何北美地區均可以獲得 1 cm 等級精度的大地水準面模式。
2. NGS 將基於 GNSS 技術與重力大地水準面模型以重新定義其垂直基準。
3. NGS 將重新定義一個國家平面基準以移除與 ITRF 之間較明顯不一致的差異處。

(3) 將近海岸地區的製圖作業轉移至整合海洋與近岸地區的製圖業務 (Integrated Ocean and Coastal Mapping, IOCM)

就趨勢演變的觀點來說，現今海岸線的描繪已採應用大量自動化處理之現代工具的方式，傳統的航空攝影底片已經被新的技術取代，例如數位相機 (Digital Camera)、LIDAR (Light Detection and Ranging) 系統、熱影像以及多樣式的衛星感測器。在不久的未來，NGS 將利用多感測器之間的互補與結合，在各單次的飛行任務中，即可以提供不同的資料給不同的美國國家海洋及大氣機構 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 計畫使用，並藉此有效率地達到 IOCM 計畫的精度需求。要達到此目的的成功關鍵在於垂直基準已完成並已可以作為海岸線測繪計畫使

用的基礎。

現階段，NGS 正在測試並發展一個垂直基準的轉換工具，稱為 VDatum。目前 VDatum 可以提供 29 個垂直基準轉換到 3 種不同類型高程系統之功能，此 3 類高程系統分別為 1. 3 維幾何的高程(經由太空承載系統測得的資料)；2. 正高(定義相對於平均海水面的高度)；3. 潮高(基於潮汐變化的高度)系統。因此，其規劃的 5 年發展里程碑(至 2013 年之中程計畫)如下：

1. NGS 完成 VDatum 陸地部分的所有更新。
2. NGS 完成自傳統底片成果至數位感測器資料的轉換。
3. 每隔 4 年對於港口地區以及每隔 15 年對於全部海岸線的有效率地重新測繪。

而對應的 10 年發展里程碑(至 2018 年之遠程計畫)如下：

1. 完成高度自動化的海岸線測繪系統。
2. NGS 的海岸測繪任務將與 IOCM, GGOS(Global Geodetic Observing System) 以及 GEOSS(Global Earth Observation System of Systems)強制整合在一起。

(4)發展核心能力

NGS 將維護並改善其與任務相關的核心能力，同時，NGS 將現代化它的基礎業務、更新所有規範(說明)、使用手冊以及工具，以強化 NGS 的資料管理使用者能夠儘可能輕易地將成果整合至 NSRS 系統之中。為達到這項目標，必須經由一些次任務來完成，包括 NGS 成員的教育與訓練、提供即時的應用服務、評估或是否接受外業工作者提送到 NGS 資料庫的資料、現代化所有使用工具並公布、更新所有延伸及訓練的教材，以及改善所有 NGS 產品與服務的品質等次任務計畫。

更進一步，NGS 將發展一個強而有效的跨政府部門的產品與服務委員會，賦予其責任並追蹤所有 NGS 官方的產品與服務、規範的訂定、改善或汰換現存的產品與服務等。

最後，NGS 將更積極訓練其工作者與其工具應用之能力，包括連續的訓練、長期的訓練、拜訪科學家以提供技術移轉等。因此，其規劃的 5 年發展里程碑(至 2013 年之中程計畫)如下：

1. 所有的點資料將經由一個訂做的、色彩化的超連結網頁，並至少包含影像以及文字資訊提供給公眾使用。
2. NGS 將有一個時常會更新文件、文章以及展現方式的生動網頁，並可以有線上學習的教育教材，可更容易的蒐尋任意特定的主題。
3. NGS 可以藉由網頁服務提供多樣的產品以及即時資料。
4. 提供現代化的資料處理工具以及方法，使得外業工作者能有效的提交其外業資料至 NGS，並經由處理工具的使用而套合至 NSRS 系統。
5. 讓超過 90 % 的全美城鎮可以完全的或本質上的使用測繪工具以及 NGS 的基礎服務，並有能力進行精確定位。
6. 所有的 NGS 操作手冊以及技術手冊均透過能夠反映現代化技術以及製程的更新而提供數位化使用。

其對應的 10 年發展里程碑(至 2018 年之遠程計畫)為如下的單項重要規劃：

所有的 NGS 標準流程、規範以及導引操作手冊均更新到最新的技術並已為數位格式的檔案，同時亦進行常年及可能性的週期更新。

(5) 提升政府的能見度與可視性

NGS 期望達到在大地空間資訊領域中，成為世界領導者的目標，增加美國參與各大學、聯邦機構、州政府及其他使用者的國際競爭以及相關應用機會。包含廣泛教育的倡導、固定的參訪科學家行程、改善學術出版的紀錄資料、參與並領導國家及國際的科學組織、發展具備世界標準的大地空間標準以及規範，並尋求週邊國家以及世界的相關交流合作。據此，其規劃的 5 年發展里程碑(至 2013 年之中程計畫)如下：

1. NGS 將資助及主辦訪問國際科學家之計畫，並展現其成果。
2. NGS 員工將直接參與 IGS (International GNSS Service), IERS (International Earth Rotation and Reference System Service), ION (Institute of Navigation), AGU (American Geophysical Union), FIG (Federation Internationale des Geometres), ACSM (American Congress on Surveying and Mapping), ASPRS (American Society for Photogrammetry & Remote Sensing), FGCS (Federal Geodetic Control Subcommittee), PNTCO (Position, Navigation and Timing Coordination Office) 以及 IAG (International Association of Geodesy) 等技術與管理會議。
3. 一份針對科學教師在課堂上使用的完善的教育工具可以在 NGS 網頁上下載使用。

而對應的 10 年發展里程碑(至 2018 年之遠程計畫)如下：

1. NGS 與大學、研究機構建立緊密連繫，並提供研究的應用成果至任務之中。
2. NGS 取得在大地空間領域中的世界領導者地位。
3. NGS 至少提供兩個國家於發展其重要的大地測量基礎建設時的技術支援。

§4.4 紐西蘭未來測繪發展策略藍圖

紐西蘭國土資訊部(Land Information New Zealand, LINZ)為紐西蘭的一個官方政府部門，主要掌管土地的所有權、大地及地籍測量系統、國土地形資訊、水文資訊、王室土地資產的管理及其他多樣的與土地相關之資訊...等。LINZ 的主要業務為維護並建立受到信任(保護)的土地所有權以及地理圖資所有權之權利，並鼓勵、促進土地資訊市場之發展與穩定。

LINZ 定期公布其未來 3 個財政年度規劃推動與國土資訊發展有關的推展意向說明書(Statement of Intent)，近期的意向說明書有(2010年~2013年)與(2011年~2014年)等公開之官方文件，敘述其國土資訊發展的策略與方向、預期成果以及關鍵目標...等。

LINZ 分別均在 2010 年 5 月以及 2011 年 5 月公布的(2010 年~2013 年)及(2011 年~2014 年)國土空間資訊發展意向說明書中，強烈指出振興紐西蘭的經濟表現為政府部門的首要任務，而國土資訊部在提供空間資訊產製產業以及供給就業機會與相關經營事業給紐西蘭民眾的過程中，扮演重要的角色，並希望藉此改善提供給民眾的各種相關服務的品質。因此，LINZ 提供一系列架構在社會以及經濟等活動基礎下之政策措施，並提供有助於紐西蘭民眾每日所需的公眾服務，例如多變的房屋土地交易、海上導航，並傳送緊急救援服務至正確位置等。

LINZ 部門運作的主要目的為 1.建立並維護土地所有權以及地理圖資所有權權利的信心；2.鼓勵建立可使用的以及可分享的紐西蘭地理空間資訊；以及 3.王室資產的有效管理。

為達到上述 3 項主要之目的，LINZ 將透過並運用：(1)房市交易市場的管理；(2)地理空間資訊的管理與維護；以及(3)土地經營的管

理等方式來完成。並藉此獲得 4 項執行成果—(a)建立及維護所有權權利之正確性；(b)提供地理空間資訊的可用性與分享交流；(c)建立土地資訊的可信度；以及(d)有效管理王室資產等。

不動產的交易買賣為紐西蘭民眾以及海外投資者的最大投資項目，其中，最重要的是整個市場交易之資訊必須清晰以及透明可用，對於投資者而言，需要正確地清楚其買賣的標地物、銷售或交易價格以及對應的法律條文與相關責任等資訊，投資者必須要能夠輕易的在合理的價格下進行不動產的交易，而活絡不動產交易市場乃為振興紐西蘭經濟力的最大來源之一。

在 LINZ 規劃的方法策略中，與測繪發展相關者為—地理空間資訊的管理與維護，其主要的執行單位為一隸屬於 LINZ 的執行部門—紐西蘭空間資訊辦公室(New Zealand Geospatial Office, NZGO)，此部門負責執行 LINZ 於測繪業務的發展策略(A New Zealand Geospatial Strategy, NZGS)，其策略遠景為確認空間資訊為可用的且可以分享的，並可以提供作為紐西蘭的安全與穩私維護、提供一個具包容性、創新性的經濟成長以及維持與強化紐西蘭的社會、文化與環境。而為達到上述遠景，該發展策略提出其原則、目標以及管理結構，藉以達到下列的推展方向：

- 一、訂定需要能確保紐西蘭的空間資訊建置與政府的業務需求為一致的方法。
- 二、提供對於管理空間資訊需求的領導原則與方向之架構。
- 三、在公眾投資的空間資訊建置任務中，取得最佳的效益。
- 四、確保可用的空間資訊產品的品質。

並提出其關鍵原則為：

- I. 空間資訊蒐集之標準化，並使其可提供多方面使用。
- II. 生產及處理空間資訊是容易的。
- III. 在適合的說明文字中，空間資訊是容易被瞭解的、被整合的、被說明的以及被使用的。
- IV. 政府部門需要的空間資訊是實際可用的，且不會被過度的約束使用。
- V. 空間資訊的內容是被適當的保存與保護的。

依據以上的內容，NZGO 提出的測繪發展策略 (NZGS)，可以從 4 個主要目標來說明，分別為 (一)管理方面；(二)資料方面；(三)處理使用方面；(四)數位化資訊交流方面等。

(一)管理方面

其目標為建置讓政府的空間資訊來源具有最佳效益的管理架構，方法如下：

- a) 發展並完成一個適當的管理架構使能有效的以及支持決策與跨部會空間部門的協調。
- b) 建立發展策略、策略目標以及支援工作的管理與協調。
- c) 提供任意跨部門的空間資訊需求之建議，例如對於基礎空間資料庫的管理、處理與交流應用。
- d) 監控任一策略目標的推展，包括原則管理及政府空間資訊使用客戶群的評估。
- e) 完成策略之推展與遠景執行之程度的分析報告。
- f) 通知並教育使用者對於空間資訊的使用與獲益以及方案之推展，均視為其發展策略的一部分。
- g) 鼓勵地方政府對發展策略的參與。
- h) 提供購置可蒐集空間資訊的儀器設備。

(二)資料方面

其目標為確保基本空間資料庫的獲取、保存以及維護，並建立空間資料庫的使用手冊，其方法如下：

- a) 在空間資訊的管理與客戶需求等諮詢中，確認並評估紐西蘭民眾需要的基礎重要的空間資料庫，並排列其順位。
- b) 確認對每個空間資料庫的管理、保管、服務與責任等原則。
- c) 評估每個基礎重要的空間資料庫可以符合標準及品質，並定訂基本資料或蒐集資料的起始點。
- d) 確認基礎資料庫的蒐集符合紐西蘭民眾的需求，包括詮釋資料的需求、維護程序、權利變更、需要的標準與品質、保存的需求以及可能防礙使用的隱私權約束等。
- e) 發展並促進最佳的實用策略、導引手冊以及對於非基礎空間資料庫的管理使用之練習。

(三)處理使用方面

其目標為確保政府的空間資訊及其服務能夠即時的更新、評估以及處理，其方式如下：

- a) 發展並維護詮釋資料使其符合空間詮釋資料之標準，並與國際的標準一致。
- b) 使得基礎重要的空間資料庫可以依據發展策略及其標準被蒐集與處理。
- c) 鼓勵公部門依據最實用的策略與標準產置及處理其所屬的非基礎資料庫。
- d) 促進產業具有處理基礎重要空間資料庫的能力並能加以加值應用。

(四)數位化資訊交流方面

其目標為確保不同政府部門的空間資料庫、服務及其系統能夠整合以及多目標的再使用，其方法如下：

- a) 在數位化的政府資訊交流架構(e-Government Interoperability Framework, e-GIF)下，依照最佳的實用性，建立一個策略(包括任何的立法責任)、標準化以及開發、處理與應用空間資訊之架構。
- b) 透過資訊與建議的教育、宣導，以促進 e-GIF 架構的利用。
- c) 提供任意地點的技術支援予參與資訊交流的部門機構。
- d) 促進經由導引方案與個案研究獲得的資訊交流規範與技術的使用。

除了上述 4 項主要目標外，NZGS 的下一階段遠程目標為：

- (1) 基本的空間資料庫是清楚確定的。
- (2) 當一個使用空間資訊的部門需要一個資訊來源，或是當一個部門開始蒐集一個新的資料庫時，其將有一個明確的程序去評估這新的空間資料庫是基礎重要的。
- (3) 關於紐西蘭的任何空間資料庫的資訊是容易被發現的。
- (4) 有關於空間資料庫、服務、標準化、策略、使用手冊以及建置等，是可以即時使用的且易於推動的。
- (5) 基礎重要的空間資料庫是容易獲得的。
- (6) 每個基礎重要的空間資料庫均來自單一的官方來源。
- (7) 基礎重要的空間資料庫將維持其一致性，並訂定符合其所需的規範。
- (8) 從不同來源得到的空間資訊能夠容易的被應用。
- (9) 地方、區域以及中央政府部門能夠快速容易地交流彼此的空間資訊。

- (10)在特定的政府方案或服務中，其在交互應用基礎重要的空間資料時，不需要重置或複製該資料。
- (11)生產及維持空間資訊的機構能夠明瞭並遵循明確的標準及使用手冊。
- (12)政府部門可以針對空間資訊的使用獲得技術支援。
- (13)對空間資訊及其服務有興趣的民眾可以擁有一個可以分享資訊以及開發構想的討論廣場。
- (14)政府部門可以定期收到有關空間資訊現況及其發展目標的報告資訊。

§4.5 近年國內測繪業務發展相關計畫

回顧國內與測繪業務相關之推動與發展方向，本節列舉國內近年主要之執行計畫，初計有(一)內政部「基本測量及圖資測製實施計畫」(99年~104年)；(二)內政部地政司的「應用先進航遙測技術發展空間資訊計畫」(100年01月~104年12月)；(三)內政部國土測繪中心「測繪科技發展後續計畫」(100年01月01日~103年12月31日)；以及(四)經濟部中央地質調查所「國土保育之地質敏感區調查分析計畫」，各計畫的主要內容分述如下：

(一) 內政部「基本測量及圖資測製實施計畫」，其計畫目標包括：

- (1) 建構國家測量基準及參考系統，包括大地基準(衛星追蹤站)及坐標系統、高程基準(潮位站、水準原點)及高程系統、重力基準(重力基準站、絕對重力點)及重力系統等，作為全國實施國土測繪之基本準據。
- (2) 辦理全國衛星控制點測量、水準點測量、重力點測量等基本控制測量工作，維持其必要精度，避免各機關重複佈設，作為地方政府依法實施加密控制測量及各主管機關實施應用測量之

依據。

- (3) 永久測量標按國土測繪法規定，係指辦理測繪業務所設置之控制點需永久保存，並於現場設有明確標示者。因其非依規定不得移動或損壞，並禁止堆積雜物、懸掛繩索或塗抹污損；如有違者，依規定處以罰鍰。為避免有當事人違反規定須受處罰之爭議情事產生，本計畫將就永久測量標之標示牌進行設置。
- (4) 發行基本地形圖，包括製圖比例尺 1/5,000、1/25,000、1/50,000 等基本圖之測製工作，供實施國家建設、規劃土地利用及保障人民權利之重要依據。
- (5) 發行海域基本圖測量工作，並測製臺灣地區高低潮位線圖，供海洋資源開發、規劃管理等運用，據以確定國家海域，減少海事、漁業糾紛；整合陸地及海洋測量圖資，以利國土整體規劃，永續經營。
- (6) 建立臺灣地區高精度大地水準面模式，更新橢球高系統、正高系統之轉換程式，提供 GPS 水準測量取代傳統水準測量，節省社會成本，增加經濟效益。
- (7) 建置基本測量、基本圖、加密控制測量、應用測量等成果資料庫，健全國土基本資料，並透過網際網路提供快速便利之基本測繪圖資，提昇測繪品質，節省公共建設成本，達成測繪成果共享目的，提升國家競爭力。
- (8) 辦理有關測量基準、參考系統、測量基準之測量、基本控制測量之技術規範或手冊修訂評估工作，使測繪技術與成果標準化，得以有效流通並整合運用。
- (9) 參與或舉辦國內外測繪技術交流會議，邀請國內外測繪專家學者共同研討，並進行國際測繪合作，使我國測量基準、參考系統與全球一致接軌，俾利衛星科技、環境變遷、交通導航、科學研究等領域運用。

並據此規劃預定完成的主要工作項目如表 4.3 所列。

表 4.3 內政部「基本測量及圖資測製實施計畫」主要工作項目

(擷自內政部「基本測量及圖資測製實施計畫」)

工作內容	主要工作項目	重點項目說明	施作篩選原則
基本測量	測量基準及參考系統	1.國家測量基準及參考系統之修訂評估工作	以全國本島及離島地區為處理範圍
		2.基本測量規範手冊之修訂評估工作	
		3.大地水準面模式之修訂評估工作	
	測量基準之測量	1.辦理國際測繪合作事務	以全國測量基準所在地為施作範圍
		2.國際絕對重力聯測及重力比對工作	
	基本控制測量	基本控制測量	1.衛星控制點測量工作
2.水準點測量工作			
3.重力點測量工作			
基本圖測製	基本地形圖	1.基本地形圖修測工作	以陸域為範圍並優先施作需求度高及現況變異大之地區
		2.基本地形圖修測成果監審工作	
	海域基本圖	1.海域基本圖測繪工作	以領海區為範圍並優先施作東部海域
		2.海域基本圖測繪成果監審工作	
		2.海域基本圖成果管理系統開發工作	
	3.國土利用調查相關成果整編轉製工作		
測繪成果管理	基本測量	1.測繪成果規範或手冊修訂評估工作	以基本測量相關成果為範圍
		2.全國衛星追蹤站資料整合系統開發工作	
		3.永久測量標標示牌設置工作	
	基本圖	1.基本地形圖資料庫建置工作	以基本圖相關成果為範圍

根據上述計畫與工作項目，本計畫預期達到之效益以及影響可分為 3 個面向說明：

(i)基本測量

- 甲、蒐集各國參考系統及測量基準之訂定情形及變動資訊，評估修訂我國坐標系統、高程系統、重力系統內容，持續維護與全球參考系統接軌並建構國家大地基準(衛星追蹤站)、高程基準(潮位站、水準原點)及重力基準(重力基準站、絕對重力點)，作為全國實施國土測繪之基本準據。
- 乙、依國土測繪法第 8 條第 1 項及基本測量實施規則第 2 條規定，定期辦理全國一、二等衛星控制點、一等水準點及一、二等重力點之基本控制點測量工作，長期確保其完整、統一及必要精度，並計算各點位速度量，避免各機關零星、重複佈設之浪費，作為地方政府依法實施加密控制測量及各主管機關實施應用測量之依據。
- 丙、建立臺灣地區高精度大地水準面模式，更新橢球高系統、正高系統之轉換程式，提供 GPS 水準測量取代傳統水準測量，節省社會成本，增加經濟效益。
- 丁、辦理有關測量基準、參考系統、測量基準之測量、基本控制測量之技術規範或手冊修訂評估工作，使測繪技術與成果標準化，得以有效流通並整合運用。
- 戊、參與或舉辦國內外測繪技術交流會議，邀請國內外測繪專家學者共同研討，並進行國際測繪合作，使我國基本測量與全球一致接軌，俾利全球衛星科技、環境變遷、交通導航、科學研究等運用，提升國際測繪科技地位。

(ii)基本圖測製

- 1、發行基本地形圖，包括製圖比例尺 1/5,000、1/25,000、1/50,000 等基本圖之測製工作，作為實施國家建設、規劃土地利用及保

障人民權利之重要依據，同時提供國土資訊系統建置計畫使用，減少重複支出浪費。

- 2、辦理海域基本圖測量工作，提供海圖製作參考、海洋政策規劃、海洋事務管理及開發等運用，據以確定國家海域，減少海事、漁業糾紛，並測製臺灣地區高低潮位線圖，促進海岸資源合理利用與保育；另將整合陸地及海洋測量圖資，以利國土整體規劃，永續經營。

(iii)測繪成果供應管理

- 1、建置測量基準之測量成果資料庫，包括內政部衛星追蹤站、潮位站、重力基準站等連續觀測成果及水準原點、絕對重力點等準據成果，除可作為全國實施國土測繪之基本準據外，亦可長期提供空間變異分析，快速掌握國土變異資訊，更精準地應用於環境變遷及監測分析上。
- 2、建置基本測量、基本圖、陸海域基本圖、國土利用調查、加密控制測量、應用測量等成果資料庫，健全國土基本資料，並透過網際網路提供快速便利之基本測繪圖資，提昇測繪品質，節省公共建設成本，達成測繪成果共享目的，提升國家競爭力。
- 3、基本測繪圖資提供建構綠色臺灣—推動高山保育、加強造林、森林永續經營、生態旅遊、水土保持、河川整治、防洪所需之基礎資訊。
- 4、提供建構活力臺灣—輸配電工程、科學園區之規劃開發、水庫工程及變形監測所需之基礎資訊。
- 5、提供建構速度臺灣—規劃建設海空港聯合運作、高鐵工程及監測、興建快捷鐵路網、捷運系統、生活圈道路系統、高速公路、快速道路及公路系統改善所需之基礎資訊。
- 6、提供建構優質臺灣—污水下水道建設、排水設施、地下水位之監測、農田水利建設、強化農村發展規劃及建設、推動漁港功能多元化、都市更新所需之基礎資訊。

- 7、提供建構魅力臺灣—推動觀光、沿海遊憩、國家風景區建設、發展文化生態旅遊、強化海域管理所需之基礎資訊。
- 8、提供建構科技臺灣—發展衛星科技、航空太空、地震測報、地球科學、資源探勘、海洋科學、度量衡標準所需之基礎資訊。
- 9、依國土測繪法第3條第11款及其施行細則第2條規定，於永久測量標基坐或相鄰之適當位置，設置明確標示牌，可避免有非依規定移動或損壞、堆積雜物、懸掛繩索或塗抹污損而須受處罰之爭議情事產生。
- 10、辦理應用測量之技術規範或手冊修訂評估工作，使相關測繪技術與成果標準化，確保各項圖資資料及測繪成果得以有效相互流通並整合運用，以創造各項成果之最大應用與效益。

(二) 內政部地政司的「應用先進航遙測技術發展空間資訊計畫」

本計畫實施之定位以及功能為(1)延續前期「高精度及高解析度數值地形模型後續計畫」，發展先進航遙測技術，配合國家科技政策，結合科技能量強化國土規劃及環境監測能力；(2)配合內政部中程施政目標(98至101年)之「建構優質的國土管理與利用」，研發尖端測量技術提供國家整體建設及規劃使用；(3)進行相關科技與工作流程研析，提供內政部「基本測量及圖資測製實施計畫」相關技術應用，與國家災害防救科技中心「全國災害管理平台建構方案」合作，進行重點敏感地區災後調查技術更新與基本圖資更新機制研析；(4)參與行政院「災害防救應用科技方案」，就災害應變所需基礎圖資之先進測製技術進行研發，以提升我國測繪技術，增進相關產業基礎研發效能。其計畫之重點有四：

(a)發展與應用多平台遙測製圖技術

發展即時移動式測量及空間資料收集平台-移動式的遙測及製圖系統(Mobile Mapping System, MMS)，取得國內自主生產MMS的關

鍵技術，使能快速獲取並儲存感測資料，並透過自動化軟體系統進行資料處理，獲得所需空間資訊，如地形圖與三維城市模型，以提供大比例尺及高精度的製圖品質，並能迅速掌握國土現況，提供決策及救災規劃使用。

(b)強化都會區三維模型

為延伸傳統二維模式國土管理概念至三維立體空間，以更符合真實世界需求，本計畫將進行三維外形實體、三維細部實體及建物資訊模型建置，並建立都市與建築數位內容應用平台及其資料更新技術與機制，以完整蒐集立體國土資訊，促進測量科技升級，提升人民生活品質。

(c)數值地形模型成果維護、管理機制、推廣及修測

「高精度及高解析度數值地形模型後續計畫」執行經驗修正相關測製規範草案，完成訂定相關規範，並進行高精度及高解析度數值地形模型資料更新研析，修訂妥適資料提供規定，在國家安全與先進科技發展取得平衡，達成雙贏目標。

(d)發展高光譜技術結合光達科技之應用研究

提升相關光達技術及加值工作，進行空載高光譜與熱紅外影像之資料獲取研析，建立空載高光譜與空載光達整合作業模式，以增進我國測繪技術，進而提升國土規劃能力。

依據上述之本計畫定位、功能與實施重點，可以歸納預期達到的效益與評估項目為：

(1)數值地形模型成果維護、管理機制、推廣及修測

1.制定「LIDAR測製數值高程模型及數值表面模型作業標準程序草案」。

2. 制定「三維房屋模型建置作業規範」。
3. 制定「三維房屋模型資料標準格式」。
4. 持續修正內政部數值地形模型資料成果。
5. 提升資料庫及網路安全性與效率，兼顧國家安全及各界應用。
6. 訂定數值地形成果維護、推廣及管理機制。

(2) 發展與應用多平台遙測製圖技術

1. 完成多平台遙測系統率定及測試中心評估。
2. 完成人工智慧嵌入式非線性多元感測器融合定位定向軟體。
3. 完成自行發展戰術等級慣性測量儀評估。
4. 完成發展空載傾斜攝影與個人攜行遙測製圖技術評估。

(3) 發展高光譜技術結合光達科技之應用研究

1. 研析空載高光譜與熱紅外影像之資料獲取技術。
2. 建立空載高光譜與空載光達整合作業模式。
3. 以高光譜先進航遙測技術，完成火山活動與碳積存等重要議題之評估。

(4) 強化都會區三維模型工作

1. 研發三維細部實體模型之相關技術。
2. 規劃三維實體模型精度驗證方法。
3. 研訂三維實體模型擬真評估指標。
4. 完成三維實體模型更新機制之可行性評估。

(三) 內政部國土測繪中心「測繪科技發展後續計畫」

本計畫的前期計畫為「測繪科技發展計畫」與「國家基本發展計畫」，國土測繪中心為加速各項空間地形資料之測繪作業，引進新測繪技術，並成為數位化政府之重要資料提供者，其範圍擴及國土永續

規劃管理、防救災、測繪工程、物理大地、國土資訊、海洋、導航等研究及民生建設應用領域之用，計畫目標計有：

- (1) 發展空間定位技術，提升國內測繪水準。
- (2) 利用空間定位資訊，了解環境變遷，達到防災減災目的。
- (3) 建立高解析度高精度大地起伏模式，提供後續各項工程、製圖及防災減災使用。
- (4) 擴充測量儀器校正實驗室營運能量，提供各項儀器校正服務。
- (5) 建置國家之航遙測設備檢校場，建立國家航測相機及光達檢校標準作業程序及標準，健全航遙測設備校正制度。
- (6) 培養檢校人員，引入民間機構力量，強化政府與業界合作，提昇業界測繪能力，並可增加就業機會。
- (7) 結合 GNSS 衛星測量技術與大地起伏模式，發展高精度衛星高程測量技術作業規範，提升國內各界測繪效能並節省經費。
- (8) 發展無人飛行載具(UAV)航拍技術及建置無人飛行載具(UAV)航拍作業系統，輔助衛星遙測與航空攝影資料獲取，以提升航拍作業機動性、安全性及降低作業成本，提供各類圖資更新及防救災應用。

預定完成的主要作業項目有：

- (1) 建立航遙測感應器校正作業。
- (2) 辦理山區重力測量作業。
- (3) 辦理近岸海面重力測量作業。
- (4) 發展高程現代化作業。
- (5) 提升測量儀器校正實驗室效能作業。
- (6) 發展空間定位技術作業。
- (7) 發展無人飛行載具(UAV)航拍技術作業。

依據前述內容，本計畫預期可以達到的績效指標為：

- (1) 建置遙測感應器檢校場。
 - 1.完成 1.5 km * 1.5 km 大小之檢校場規格設計。
 - 2.測製控制點及檢校點，250 個以上。
 - 3.測製 220 公頃以上地形圖等資料。
 - 4.測製 220 公頃以上 DTM 資料。

- (2) 研訂遙測感應器檢校標準作業程序。
 - 1.完成研擬航測相機檢校標準作業程序。
 - 2.完成研擬 LIDAR 儀器之檢校標準作業程序。
 - 3.完成研擬航遙測感應器之檢校認證程序。

- (3) 遙測感應器檢校場使用管理。
 - 1.定期維護檢校場設施。
 - 2.定期發佈檢校場使用說明書。

- (4) 山區加密重力測量。
 - 1.訂定山區重力測量作業規範。
 - 2.每年辦理山區約 200 點重力測量作業。

- (5) 近岸加密重力測量。
 - 1.訂定近岸重力測量作業規範及方法測試評估。
 - 2.每年辦理近岸海岸線約 400 公里重力測量作業，離岸約 0-20 公里，測線間隔約 3 公里。

- (6) 發展高解析力高精度大地起伏模式。
 - 1.研析臺灣地區重力測量、數值地形模型及水準測量資料。
 - 2.重新計算臺灣地區大地起伏模式。

(7) 發展現代化高程測量技術與規範。

- 1.研提臺灣地區高程現代化衛星高程測量可行性作業及規範。
- 2.辦理現代化衛星高程測量技術與水準測量技術結合應用測試。

(8) 提升測量儀器校正實驗室效能作業。

- 1.增加測量儀器校正實驗室能量。
- 2.設置 GPS 頻率校正及經緯儀校正設備及能量。
- 3.擴充測量儀器實驗室長度校正能力。

(9) 發展空間定位技術作業。

- 1.發展衛星雷射測距技術建立臺灣地區絕對坐標系統可行性。
- 2.發展結合 GPS/INS/RFID 的室內外整合定位。
- 3.發展結合 GPS 與姿態感測器之即時定向系統。
- 4.運用 GPS 定位與攝影機影像的 GIS 空間資料自動調繪系統。
- 5.發展低價 GPS 之 e-GPS 與 PPP 精密定位技術
- 6.發展 e-GPS 行車測定幾何高程技術
- 7.辦理臺灣地區平均海水面監測作業。
- 8 辦理臺灣地區海底大地測量作業。
- 9.本土化 GNSS 教學套件之開發
- 10.發展臺灣地區動態坐標系統可行性。

(10) 發展無人飛行載具(UAV)航拍技術作業。

1. 引進無人飛行載具(UAV)新技術及軟硬體更新。
2. 辦理無人飛行載具(UAV)不定期不定點航拍測試作業。
3. 建立無人飛行載具(UAV)航拍、航拍影像製圖及災區影像快速拼接標準作業流程，提升航拍任務執行效率。
4. 培訓國土測繪中心無人飛行載具(UAV)作業人員。
5. 辦理無人飛行載具(UAV)航拍成果應用於各類圖資製作更新。
6. 實現快速及低成本航拍影像獲取目標，應用於國家基礎測繪工作，建立全國性測繪成果。

(四) 經濟部中央地質調查所「國土保育之地質敏感區調查分析計畫」

本計畫基於98年8月5日至8月10日莫拉克颱風期間對於南部地區產生重大的水災損害(又稱八八水災)，災區出現許多新的崩塌地，其地形地貌亦有大幅度的改變，為有效快速進行災後重建工作，須即刻對災區之地質進行災害調查以及地質敏感區的圈繪，為達此迅速獲取地面相關資訊之目的，本計畫引用空載雷射掃瞄技術(Airborne LiDAR)，建立完整的國土保育指標資料，以達到國土永續利用之目標。因此，本計畫列有2大工作項目：

(1)空載雷射掃瞄技術高解析度數值地形製作、檢核與資料庫建置

為了精確表達大地的三維立體形貌，除了需要高解析度的航空照片或衛星影像外，更需要高精度及高解析度之數值高程模型(Digital Elevation Model, DEM)。數值高程模型可依應用需要，呈現平面或立體的模型。利用數值高程模型，可輕易地繪製地形剖面，而且地質與地形的重要特徵也都能很快的加以檢視與量化。目前以空載雷射掃瞄技術所製成的數值地形，在解析度、精確度、方便性、與去除因建物與樹木遮蔽等方面都極為優越，且符合未來各種地形特徵研究應用之要求。其細項工作如下：

- 1.分年分區規劃飛航區域、提出申請及施測空載雷射掃瞄。有關作業規劃準備與空中掃瞄部分，分年之區域劃分依序為莫拉克颱風災害最為嚴重之南部、中部及東部地區，平均每年約完成7,400平方公里之測製範圍，掃瞄作業包括同步正射影像之產製。
- 2.地面控制測量；必要時設置標準檢驗場，進行不同設備之比對與校正。
- 3.雷射掃瞄點雲資料獲取與各階段資料之處理。
- 4.數值表面模型(DSM)與數值高程模型(DEM)製作。高程精度應符合內政部相關規範標準。

5.成果驗證與品質管制，對於地面抽樣點實測檢核及數據之檢核。

6.開發與建置數值地形資料庫。

(2)應用空載雷射掃瞄數值地形與影像，進行地質敏感區分析、地質特性與地形分析、地質災害潛勢分析

利用空載雷射掃瞄數值地形與影像，所測製完成之大面積國土之高解析度及高精度數值高程資料(DEM、DSM)，除可以提高國土開發利用之精確度；在地質科學上更可應用於研究岩石性質變化、辨識地質構造與地形特徵，分析地質特性與地形，藉以對於災區之地質敏感區、地質災害潛勢區能有更精確、更完整的評估，並適切討論相關地質災害之成因、影響範圍、影響程度與未來可能之發展。LiDAR 成果加值處理之細項工作如下：

- 1.應用數值地形與遙測影像，分析地質敏感區。繪製底圖比例尺不低於 1:5,000。本項工作將參考經建會訂定之災區聚落安全評估準則，邀集相關單位進行討論確立敏感區建置之資料及呈現方式。
- 2.應用數值地形與遙測影像，進行地質特性與地形分析(例如地表線形、河流域水系)。繪製底圖比例尺不低於 1:5,000。
- 3.應用數值地形、蒐集之遙測影像與地調所歷年完成之山崩潛勢分析資料，進行山崩地質災害潛勢分析。繪製底圖比例尺不低於 1:5,000。

本計畫預計達成的效益及影響如下：

- (1)完成計畫範圍內之地面 GPS 基地站測量及雷射掃瞄資料。原則上，原始點雲平均密度，在海拔 800 公尺以下，應不小於每平方公尺 2 點，在海拔 800 公尺以上，其密度不小於每平方公尺 1.5 點。
- (2)製作平面解析度 1 公尺數值表面模型(DSM)與數值高程模型(DEM)。高程精度應符合內政部相關規範標準。

- (3)依據內政部比例尺 1/5,000 圖幅分幅標準，分年分區抽樣 5%之圖幅進行地面實測點檢核。
- (4)完成比例尺 1/25,000 地質敏感區分布圖(底圖為 1/5,000；資料庫建置內容以 1/5,000 為原則；為出版使用方便，採用 1/25,000)。
- (5)完成比例尺 1/25,000 地表線形與地質構造特徵分析圖(底圖為 1/5,000；資料庫建置內容以 1/5,000 為原則；為出版使用方便，採用 1/25,000)。
- (6)完成比例尺 1/25,000 地形水系分布圖(底圖為 1/5,000；資料庫建置內容以 1/5,000 為原則；為出版使用方便，採用 1/25,000)。
- (7)完成比例尺 1/5,000 山區聚落及重要保全對象鄰近區域之地質敏感區的詳細分析(每年調查約 700 平方公里)及應用手冊，並參考經建會災害聚落安全評估準則圈繪敏感區。
- (8)建置數值地形資料庫系統。

§4.6 國內外測繪發展策略之比較

綜合§4.1~§4.4 節內容，可以瞭解中國大陸、日本、美國以及紐西蘭等國的測繪發展策略均強調國際的交流合作以及測繪成果的展現與流通應用，並藉由不同的途徑提升其在國際之間的可視程度。除此之外，4 個國家均意識到現代科技發展迅速，使得其必須儘速提升測繪科技產業的相關技術。新科技的發展，除了能夠輔助、更新各類型的空間資訊之蒐集外，同時亦可以讓資料的維護與保存相較於傳統方式更加容易，均是這 4 個國家一致的未來測繪科技發展策略。

由§4.5 節所述之近年國內測繪業務發展相關計畫內容可以瞭解，國內近年於測繪相關業務之規劃是符合國際趨勢且是完善的，就各執行計畫預定完成的目標可以大致歸納三個部分，並整理於表 4.4：

(1)國家基礎(基準、控制系統)測量部分：

預期完成國內測量坐標系統、高程系統、重力系統之修正與維護工作，提升大地測量定位技術，並透過各項國家級定期辦理之基礎測量以及衛星定位測量連續站的資料計算與分析，持續並維護與全球參考系統之接軌，從而修訂及建構國家大地基準(衛星追蹤站)、高程基準(潮位站、水準原點)及重力基準(重力基準站、絕對重力點)，以作為全國實施國土測繪之基本準據。另一方面，在法規部分，落實國土測繪法，避免各級機關零星、重複佈設測量網之浪費，作為地方政府依法實施加密控制測量及各主管機關實施應用測量之依據。同時，建立臺灣地區高精度大地水準面模式，更新橢球高系統、正高系統之轉換模式，提升 GPS 高程測量之精度，以局部取代傳統水準測量，增加整體經濟效益。

另外，各項計畫均規劃辦理有關測量基準、參考系統、測量基準之測量、基本控制測量之技術規範或手冊修訂評估工作，使測繪技術與成果標準化，得以有效流通並整合運用。

最主要的預期目標為積極參與或舉辦國內外測繪技術交流會議，邀請國內外測繪專家學者共同研討，並進行國際測繪合作，使得我國基本測量與全球一致接軌，提升國際測繪科技地位。

(2)基本圖測繪與圖資建置部分：

國內各項主要測繪發展計畫，均以製作基本測繪圖為主，同時產製 3 維立體圖資，包括各項基本製圖比例尺，例如 1/5,000、1/25,000、1/50,000 等，以提供實施國家建設、規劃土地利用及保障人民權利的依據，同時提供國土資訊系統建置計畫使用，減少重複支出浪費。

另一方面，臺灣四週環海，海域基本圖之測量為重點工作，其圖資可以提供海圖製作參考、海洋政策規劃、海洋事務管理及開發等運用，據以確定國家海域，減少海事、漁業糾紛；並可以藉此測製臺灣地區高低潮位線圖，以促進海岸資源合理利用與保育；另整合陸地圖資，將有利於國土整體的規劃。

(3)測繪成果資料庫的供應與管理部分：

各計畫的主要目標均在於空間測繪成果之供應與交流管理方面，測量基準成果資料庫可包括內政部衛星追蹤站、潮位站、重力基準站等連續觀測成果及水準原點、絕對重力點等準據成果。基本圖資料庫的建置與管理，透過網際網路提供快速便利之基本測繪圖資，提升品質，節省公共成本，達成測繪成果共享的目的。

各項計畫預期完成的基本測繪圖資提供建構綠色臺灣、速度臺灣、活力臺灣、優質臺灣、魅力臺灣、科技臺灣等方面之基礎資訊。而建立測量相關之技術規範或手冊，使相關測繪技術與成果能夠標準化，確保各項圖資資料及測繪成果得以有效相互流通並整合運用，為預期完成的主要計畫目標。

表 4.4 國內外測繪發展策略主要工作項目比較表

工作內容	主要工作項目	重點項目說明	與中國大陸、日本、美國、紐西蘭測繪發展策略之比較
1. 國家基礎測量	基準及坐標系統	1. 國家測量基準(坐標系統、高程系統、重力系統)之修訂評估工作	相符
		2. 基本測量規範、手冊之修訂評估工作	
		3. 大地水準面模式之精度評估工作，更新橢球高系統、正高系統之轉換模式，提升GPS高程測量精度	
	測量基準之測量	1. 辦理國際測繪交流合作事務	相符
		2. 國際框架網、絕對重力聯測以及重力比對工作	
	基本控制測量		1. 衛星控制點測量工作
2. 水準點測量工作			
3. 重力點測量工作			
2. 基本圖測繪與圖資建製	基本地形圖	1. 基本地形圖修測工作	相符
		2. 基本地形圖修測成果監審工作	
	海域基本圖	1. 海域基本圖測繪工作	相符
		2. 海域基本圖測繪成果監審工作	
		2. 資料更新	

工作內容	主要工作項目	重點項目說明	與中國大陸、日本、美國、紐西蘭測繪發展策略之比較
3.測繪成果資料庫的供應與管理	基本測量	1.測繪成果規範或手冊修訂評估工作	相符
		2.全國衛星追蹤站資料整合系統開發工作	
		3.永久測量標標示牌設置工作	
	基本圖	1.基本地形圖資料庫建置工作	相符
		2.海域基本圖成果管理系統開發工作	
		3.國土利用調查相關成果整編轉製工作	
空間資訊成果交流與應用	1.政府跨部會、跨縣市之交流應用	尚待具體發展	
	2.政府與民間企業之資訊交流應用		
4.測繪人力之養成與培訓	教育與訓練	1.大專院校及技職學校測繪人員之養成與師資、課程檢討	尚待具體發展
		2.政府部門與私部門測繪人員之教育與訓練	
	交流合作	1.產、官、學教育及理論之發展合作	尚待具體發展
		2.與國際機構合作	
5.防救災機制之建置	空間資訊之提供	1.即時供應系統資料庫	尚待具體發展
		2.最新資訊之動態更新	
	及時應變系統	1.決策處理	尚待具體發展
		2.災害應變機制	
	災後重建支援	1.資訊更新提供	尚待具體發展
		2.重建參考資訊	
6.民生應用	空間資訊獲取	1.即時資訊取得	尚待具體發展
		2.資料更新	

縱觀以上 4 個國家以及國內的測繪科技發展策略與重點方向，並由表 4.4 之整理可以得知，國內外測繪發展策略與計畫的預期目標是大致相符的，若從預定完成的工作項目來看，受限於執行預算之考量，在實務面上，可有若干項目可以作為下一階段預算規劃的參考，例如：空間資訊的交流應用，實為未來測繪科技發展的重要目標，國外各先進國家均將此視為重點發展的計畫，目前國內需要有較具體的跨部會以及與民間企業資訊交流、相互分享、互助與協助資料處理等平台的建置規劃。

另外，對於空間資訊產製流程的標準化與相關使用(應用)規範、手冊的訂定與建立，應是未來要加強落實的發展方向。另一方面，對於國內從事測繪科技相關人員的相關教育訓練與空間資訊利用的教育與培訓，應從各地方政府、中央政府部門以及民間企業等測繪人才的養成與觀念培養等方面著手並且落實。

除此之外，在促進國際交流方面，亦是下一階段的主要思考方向，透過與國際的交流合作，為促進國內測繪科技深根發展之基礎且是重要理論與應用基礎的來源。另外，促使並落實政府部門、學術研發單位以及民間企業的合作，也是促進國內測繪產業與技術發展進步的一項重要方法，均可列為國內測繪業務發展的遠程方向之一。

最後，在災害的預防與災後重建機制之建置方面，亦需要國內完善可用的空間資訊系統的建置與廣泛的交流應用，以使能夠充分提供民眾日常生活所需的各項需求資訊，例如災變頻繁地區的監測與即時資訊之提供、災害預防觀念之教育訓練...等。而在民生應用方面，亦可以廣泛提供各項生活所需的空間資訊，例如道路導航、交通路況的即時訊息、治安、救援、不動產價格、都市計畫...等相關資訊的即時更新與即時服務等，亦可以列為長程的發展方向。

§4.7 國內未來測繪發展規劃建議

除了國內外測繪發展現況與策略之比較外，本計畫案亦已於 100 年 10 月 19 日 14:00~17:00，在國土測繪中心第一會議室舉辦專家學者論壇，與會之產、官、學界人士，均給予寶貴的未來發展建議，會議紀錄及發言重點詳如附錄 4。綜合各項歸納參考資料以及分析比較，本節對於國內未來測繪相關業務之發展，初擬下列幾點建議方向：

(一)中程規劃(3~5 年)：

- (1)發展動態（半動態）坐標系統：臺灣位於地殼變動頻繁地區，坐標參考框架維護不易，有鑑於此，半動態基準(區域性框架)之概念不僅能符合學術之論點，於實務上，亦能兼顧測量控制點的法定權力與效益，故推動臺灣半動態基準之建置，從而建立完善的與時間相關之區域坐標轉換參數，並擴展至鄰近的亞太地區，連繫成一區域性的動態參考框架。其具體作法可由中央單位整合各相關單位所屬的 GPS 連續站資料以及國際框架站觀測資料，進行資料之計算與成果分析，以獲得與全球框架連繫並精化於區域變動量的區域性參考框架。
- (2)提升 e-GPS 服務網為 GNSS 服務網：國土測繪中心現有 e-GPS 之 VBS-RTK 定位技術，其核心定位系統目前僅 GPS 一個定位系統，未來應更新至 GNSS 服務網，在資料計算中心可處理連續站包含 GPS、GLONASS、Galileo 及 Compass 等觀測資料，另一般使用者，可發展高精度 GNSS L1 定位技術及接收儀，達到加密控制測量精度，以節省作業成本。

- (3) 建置政府網際通用地理資訊平台：「服務」是政府施政重要目標，在地理資訊服務方面，可考量利用國土測繪中心既有之通用版電子地圖平台，結合基本地形圖資、國土地用調查等資訊為基礎地理資訊，構建一個類似 Google Earth 的 Web 介面平台，以展現各項政府施政績效，使國土測繪中心成為雲端上各級政府網際基礎圖資供應者，並避免之私人企業壟斷政府公共服務地理圖資。至特定目的需求單位（如防救災需求），則配合提供核心圖資，以達防災減災救災目標。甚至可考量開放提供民眾使用，從事各項地理訊息交換作業。
- (4) 積極參與測繪相關國際重要會議，例如參與 IUGG、FIG、ION GNSS 及 AGU 等國際會議，並成為常態的參與會員，與國際交流分享。
- (5) 於國內 e-GPS 站，除了各站既有的橢球高資訊外，亦輔以水準測量或間接測量方式以獲得各 e-GPS 站的正高值（正高精度至少應小於 2 公分），提供 GPS/Leveling 高程現代化作業之應用基礎。具體作法為採逐年編列施測經費方式，自鄰近 e-GPS 連續參考站的國家一等水準點連測，建置完善的三維及正高之 e-GPS 定位服務系統。
- (6) 為因應未來高程現代化作業，評估現有混合型大地起伏模式下（假設精度約 7-8 公分），進一步分析 GPS 靜態測量橢球高精度需求，若結合目前 e-GPS 連續參考站，合理基線長度或是 e-GPS 是否有應予加密，另評估 VBS-RTK 動態作業精度需求如何與模式精度搭配，未來在全區使用可直接由橢球高轉換為正高或者需套合至小區域已知點，並且應研提相關運用原則及程序。
- (7) 發展臺灣區域性對流層及電離層模式：對於衛星測量高程精度而言，受大氣影響甚鉅，國土測繪中心可運用既有 e-GPS 連續參考站資訊，長期反演臺灣區域模式，以提升高程方向定位精度。

(二)遠程規劃(5~10 年)：

- (1) 持續維護臺灣地區坐標系統：臺灣位於地殼變動頻繁地區，坐標參考框架維護不易，除近程期往半動態基準(區域性框架)方向規劃外，長期而言，「Dynamic Earth」需被嚴正看待，真實地表環境就是一個時時變動的世界，所以測量控制點在學術上的動態真實變化與實務上靜態管理維護，如何兼顧測量控制點的法定權力與效益，將是臺灣地區推動動態（或半動態）基準之建置的重要考量因素。
- (2) 發展海洋大地測量：臺灣四周鄰海，發展海洋大地測量為下一階段中遠程的發展方向，如此可與陸地測量成果整合，建立三維空間的大地測量資訊，提供國際上與國內相關領域研究分析與相關產業之應用。而面對未來海平面不斷的上升，代表國土海陸交界的海岸線亦須被精確定線，已明確知道國土位置及釐整各行政區界線。
- (3) 建置國家級絕對坐標向量資訊：為使臺灣地區具有絕對坐標向量資訊，應用衛星雷射測距(SLR)觀測資料是一項可以思考之方向，建議臺灣未來應於適當位置進行 SLR 或整合式觀測站之建站，具體作法可透過國科會或太空計畫室，尋求國際合作的可行性，並結合防救災監測...等與民生相關對議題，提升其服務效益，相關資料如其原理及科學應用可參考附錄 9。
- (4) 統整國內各項地理測繪成果：目前國內與測繪相關對業務單位眾多，除國土測繪中心產出成果外，農委會農林航測所有正射影像及空載雷達干涉影像 (inSAR)、經濟部地調所有大量 LiDAR 資料，未來國土測繪中心應發展高新技術，擷取及融合各項有效地理資訊，作為週期性更新各項基礎圖資的背景資料。
- (5) 持續辦理臺灣地區各 GNSS 追蹤站監測作業，作為維護國家坐標框架參考資訊，未來甚至可考量建置整合式國家基準站，可包含如 GNSS、SLR、重力、高程及氣象站等觀測資訊。

第五章 測繪業務問卷調查及實地訪談

為利於了解國內測繪科技業務執行之現況以及各機關未來的需求，本計畫以問卷方式(問卷內容詳附錄 1)調查國內與測繪業務相關的政府單位(詳如附錄 2 所列)，另外，亦實地訪談了 3 個主要執行測繪業務之機構，流程如圖 5.1 所示。實地訪談內容詳如附錄 3 所列，本章針對問卷調查之結果以及訪談資料進行彙整並統計如下。

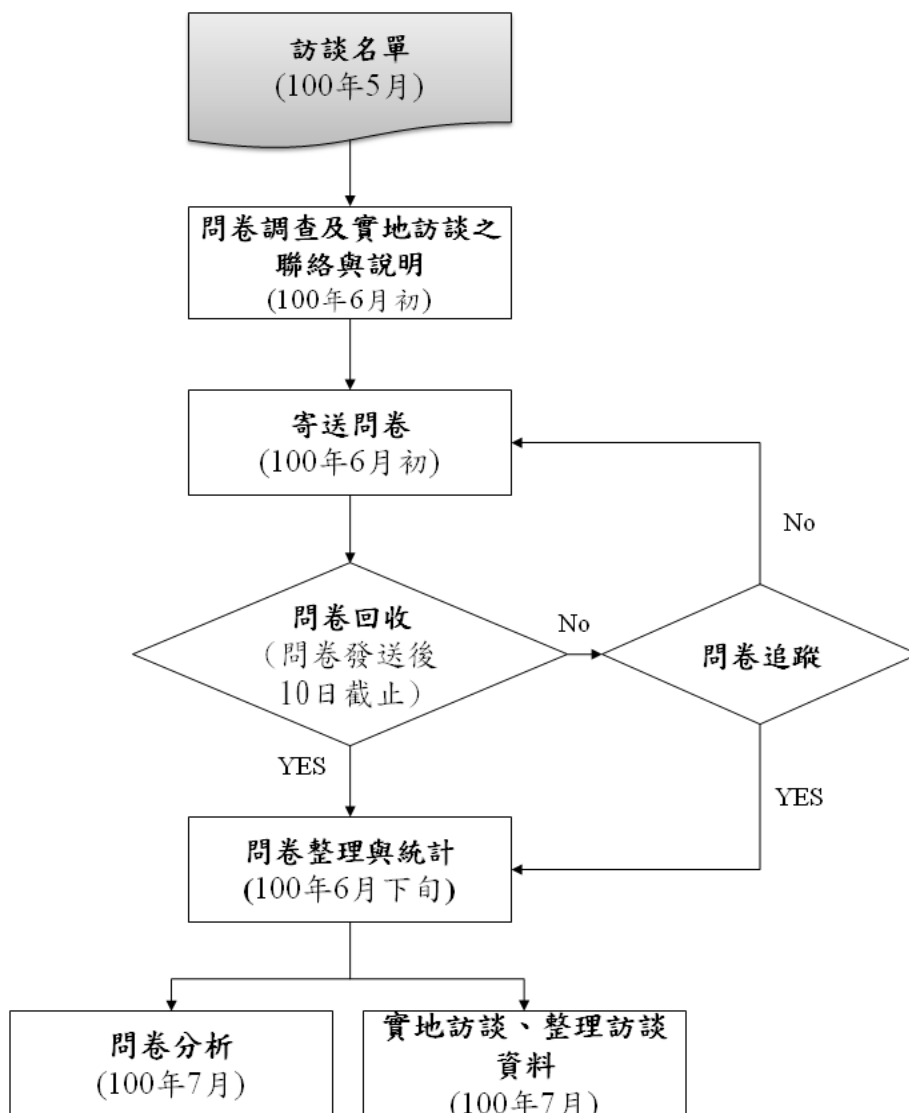


圖 5.1 測繪業務問卷調查及實地訪談作業流程圖

§5.1 問卷調查結果統計

本計畫之問卷內容於 100 年 6 月 15 日完成修訂，共寄發 70 份問卷，其中，未回覆的問卷有 33 份，已回覆的問卷計有 37 份，問卷回收率為 52.8%，本節所有統計結果皆依照已回收的問卷進行統計。

表 5.1 問卷數量統計

回覆狀況	回覆方式	數量 (份)
已回覆	電子郵件	26
	傳真	7
	紙本(含公文及郵寄)	4
未回覆		33
		70

問卷內容分為兩部分(A)為問卷填寫說明、(B)為問卷調查題目；B 部分依照調查主題不同而分為 4 大部分，分別為(B1)基本資料普查、(B2)現有測繪相關業務調查(2009 年至 2011 年)、(B3)未來測繪相關業務調查、(B4)中央單位服務與資料提供相關業務，完整內容可參考附錄 1。

基本資料普查主要為各單位基本資料之調查，調查各單位內人員編制情況、每年與測繪相關支業務預算以及儀器現況。而根據調查結果顯示各單位目前目前負責測繪相關業務人力編制狀況在 37 個單位中員級編制總額為 349 人，其中男性約為 289 人，占總人數 82.8%；女性為 60 人，占總人數 17.2%。測助編制總額為 298 人，男性占 250 人，占總數 83.9%；女性為 48 人，占總人數 16.1%。

各單位每年與測繪相關業務總預算 81807.9 萬元，其中相關費用為 73068.5 萬元，占總數 89.3%；行政支出為 8739.4 萬元，占總數 10.7%。目前所使用的測繪儀器現況相關調查，結果顯示在 37 份問卷

中 e-GPS 儀器共計有 121 台、GPS 共計 203 台、水準儀共計有 31 台、經緯儀共計有 171 台、全站儀共計有 94 台、影像工作站共計有 4 台、其他 10 台。

表 5.2 問卷 B1 大題之統計結果

B1. 基本資料普查		
1-1 請填寫 貴單位目前負責測繪相關業務人力編制狀況。(單位:人)	員級	349
	男	289
	女	60
	測助	298
	男	250
	女	48
1-2 請填寫 貴單位每年與測繪相關業務預算。(單位:萬元)	總預算	81807.9
	相關費用	73068.5
	行政支出	8739.4
1-3 請問 貴單位目前所使用的測繪儀器現況。(單位:台)	e-GPS	121
	GPS	203
	水準儀	31
	經緯儀	171
	全站儀	94
	影像工作站	4
	其他	10

第二項調查主題為現有測繪相關業務調查，目的是要調查 2009 年-2011 年與測繪相關業務之統計，調查項目細分為四項，分別為業務類型、產出成果、作業目的及預算。問卷統計結果顯示業務類型以地形測量最多，占 27.5%，次者為地籍測量共計有 23.2%，最少的部分則為海洋測量，共計 1.4%。產出成果以控制點及地圖成果占多數，分別占了 39.6%及 39.3%，最少則為導航數據，僅有 1.2%。若以作業目的為區分，規劃設計是所有選項中的最多數占有 35.9%，最少則為以系統開發作為目的之工作，占有總數量 4%。

表 5.3 問卷 B2 大題之統計結果

B2. 2009-2011 工作調查 (共計 109 件)		
問題	選項	統計成果(%)
業務類型	平面控制	16.2
	高程控制	7.9
	地籍測量	23.2
	地形測量	27.5
	海洋測量	1.4
	工程測量	10.1
	其他	13.7
產出成果	控制點	39.6
	三維模型	5.1
	光達點雲	1.3
	地圖(圖資)	39.3
	導航數據	1.2
	專題系統	4.6
	其他	8.9
作業目的	管理決策	19.2
	工程建設	8.7
	科學研究	5.7
	規劃設計	35.9
	系統開發	4.0
	生產服務	14.4
	其他	12.1
預算		216973.8(萬元)

第三項調查主題為為未來(2012 年至 2014 年)測繪相關業務之調查，亦分為四類，分別為業務類型、產出成果、作業目的及預算。問卷調查結果顯示業務類型同樣以其他類及地形地籍測量為多數，分別占有 25.5%及 23.2%。最少的部分則為工程測量，共計 5.4%。產出成果以地圖成果為最多數，占了 38.8%。最少則為光達點雲，僅為 0%，此調查成果與實際上各單位公布的測繪成果有所差異，實務上光達點雲資料是有產出的，不過因為此資料是被列為機密資料，不便於任意公開；另一原因則與問卷調查樣本有關，首先問卷調查對象幾乎為公

家單位，所以所執行的業務多為與國家或民生相關之基本測量，如地圖或控制點成果，二則是回收的樣本數不足，無法完全反映實際情況。最後，若以作業目的為區分，管理決策占有最高百分比，其為27.4%。最低則為以科學研究作為目的之工作，占有總數量5.8%。此大題調查40件工作中，總預算為60728.8萬元，如表5.4所列。

表 5.4 問卷 B3 大題之統計結果

B3. 2012-2014 工作調查(共計 40 件)		
問題	選項	統計成果(%)
業務類型	平面控制	13.0
	高程控制	5.9
	地籍測量	25.0
	地形測量	19.3
	海洋測量	5.9
	工程測量	5.4
	其他	25.5
產出成果	控制點	22.1
	三維模型	11.3
	光達點雲	0
	地圖(圖資)	38.8
	導航數據	0.8
	專題系統	10.0
	其他	17.1
作業目的	管理決策	27.4
	工程建設	18.7
	科學研究	5.8
	規劃設計	16.2
	系統開發	6.3
	生產服務	10.8
	其他	15.0
預算		60728.8(萬元)

第四項調查主題主要調查國土測繪中心提供的資料與相關服務知悉之程度，目前國土測繪中心所提供的服務有測量儀器校正服務以及線上圖資查詢及申購服務。共計有效問卷為 35 份，2 份問卷無填答。統計成果顯示明瞭國土測繪中心提供測量儀器校正服務共有 23 人，其中使用過此服務共計有 7 人，在使用過測量儀器校正服務的人員中，有 3 人認為可以更進一步提供儀器校正訓練，6 人認為可以提供了解校正報告的相關服務。相對的，不知道有此項服務則共計有 12 人。

另外，在知道國土測繪中心提供測量儀器校正服務的 23 人之中，計有 16 人未使用過此服務，多數人員是因為將儀器送往其他單位或是交由廠商校正。不知道國土測繪中心提供測量儀器校正服務共計 12 人，若已知這項服務日後有需求時，願意考慮將儀器送該中心校正的共有 9 人，其餘 3 人則是因為並無此項需求。不知道國土測繪中心已提供線上圖資查詢及申購服務共有 9 人，若往後需測繪圖資時，計有 8 人願意考慮使用該入口網，並且建議採用針對特定使用族群辦理說明會或多提供學習課程之方式推廣該入口網。

在知道國土測繪中心已提供線上圖資查詢及申購服務的 26 人之中，未使用過此服務的人共計有 13 人，大多數是因為並無此項需求。另外的 13 人具有使用過此服務之經驗，多數人員是透過國土測繪中心宣導、研習會及網站知道此項服務。使用過此服務的人中最需要申請之資料為地籍圖資料，其次是控制測量成果資料以及通用版電子地圖成果資料、土地段籍資料；而使用此服務的人大多是因為辦理測量工程所需而使用，並且都覺得此服務是有助益的，對於此服務感到滿意及非常滿意的共有 10 人。使用此服務的人中，最常上網使用此入口網相關服務之時間為上午 8-12 點，此大題內各細項統計資料詳如表 5.5。

表 5.5 問卷 B4 大題之統計結果

B4. 中央單位服務與資料提供相關業務 (此大題有效答題問卷共 35 份)		
題目	選項	總計(人)
4-1 是否知道目前國土測繪中心已提供的測量儀器校正服務	是(請續填 4-2)	23
	否(請續填 4-4)	12
4-2 是否有使用過國土測繪中心所提供的測量儀器校正服務之相關經驗	是(請續填 4-3)	7
	否(請續填 4-5)	16
4-3 您認為，國土測繪中心除提供儀器校正之服務外，應再提供那些附加服務？	儀器校正訓練	3
	如何了解校正報告	6
	其他	0
4-4 若您已知國土測繪中心有提供測量儀器校正服務，往後有儀器校正需求時，是否考慮將儀器送該中心校正？	是	9
	否(請續填 4-6)	3
4-5 您未曾使用過國土測繪中心所提供的測量儀器校正服務之原因	送其他單位校正	8
	儀器自行校正	1
	儀器不曾校正	2
	其他	5
4-6 您不將儀器送國土測繪中心所校正之原因	送其他單位校正	0
	儀器自行校正	0
	其他	3
4-7 請問 您是否知道目前國土測繪中心已提供線上圖資查詢及申購服務？	是(請續填 4-8)	26
	否(請續填 4-16)	9
4-8 請問 您是否有使用過國土測繪中心所提供的線上圖資查詢及申購服務之相關經驗？	是(請續填 4-9)	13
	否(請續填 4-15)	13
4-9 (複選+6) 請問 您如何得知國土測繪中心「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」？(可複選)	國土測繪中心網站	9
	機關指定使用	2
	朋友告知	0
	國土測繪中心宣導或研習會	6
	其他	1

題目	選項	總計(人)
4-10 請問 您最需要向國土測繪中心查詢或申購之測繪圖資為何？(可複選)	土地段籍資料	5
	控制測量成果資料	6
	地籍圖資料	8
	臺灣地區地形圖	3
	國土利用調查成果資料	3
	相片基本圖數值資料	4
	通用版電子地圖成果資料	5
	其他	0
4-11 請問 您向國土測繪中心查詢或申購測繪圖資之用途為何？(可複選)	辦理測量工程	8
	辦理工程規劃	2
	辦理研究計畫	3
	教學使用	0
	自行研究參考	2
	軍事使用	0
	其他	2
4-12 您認為，國土測繪中心「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」之相關服務是否對於您的需求有助益？	很有助益	6
	有助益	6
	普通有助益	1
	其他	0
4-13 您對於國土測繪中心「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」之相關服務是否滿意？	非常滿意	3
	滿意	7
	沒意見	3
	不滿意	0
	非常不滿意	0
4-14 您最常上網使用國土測繪中心「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」相關服務之時間為：	早上 8 點前	0
	上午 8-12 點	10
	中午 12-14 點	0
	14-17 點	5
	17-19 點	0
	19-22 點	0
	22 點以後	0

題目	選項	總計(人)
4-15 您未曾使用國土測繪中心所提供「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」相關服務之原因為何？	使用其他機關提供支免費服務	2
	沒有需要	8
	不習慣使用線上服務	1
	其他	2
4-16 若 您已知國土測繪中心提供「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」相關服務，往後需測繪圖資時，是否考慮使用該入口網？	是(請續填 4-17)	8
	否	1
4-17 您建議用什麼方式推廣國土測繪中心「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」？	針對特定使用客群辦理說明會	6
	廣發書面宣導資料	4
	多提供學習課程	6
	其他	2

§5.2 實地訪談

本計畫案分別於 100 年 7 月 27 日、8 月 1 日、8 月 2 日以及 8 月 3 日等 4 日，完成國土測繪中心 6 個執行業務課與劉主任正倫之訪談、內政部地政司測量科之訪談以及農林航空測量所吳副所長水吉之訪談，訪談內容詳如附錄 3。

由訪談內容可以得知，各受訪談單位均對於現今國家財政分配於測繪相關業務之額度感到不足，以致影響各項業務之推廣。另外，在有限的國家經費下，實仍存在各測繪單位各自執行具有相關性(重覆性)或彼此共同具有重疊區域、重疊點位，甚或重疊圖資的測繪工作，導致浪費整體測繪資源，降低測繪業務執行的整體效益。

因此，各受訪單位均主張應該整合國內所有與測繪相關的部門與機構，統籌整體經費，執行單一化的測繪業務，並同時建立具有一致性的測繪成果，以利成果的交流分享。

另外，國土測繪法已經公布實施有年，依照此法，國內與測繪相關的測繪成果均應該受到該測繪法相關法條的約束，並且以內政部為主管機關，然而，在這新舊交替時期，在實務執行面上，國土測繪法實仍有許多待釐清的實行問題存在，此有賴於各有關單位之協調與定位，並應訂定相關的施行細則以因應業務之所需。

所以，各測繪單位未來的業務規劃，大部分仍依循其既有且已承辦多時的基礎業務，而在新增少數擴展之新興業務的同時，綜觀國內目前的測繪環境，影響國內測繪業務未來發展方向的主要因素，仍是國土測繪法及其所有相關子法的落實，以及相關測繪業務執行單位之業務整合，此為現階段迫切急需解決的課題。

§5.3 小結

本章藉由問卷調查以及實地訪談過程，瞭解目前國內主要辦理測繪業務單位(機構)之現況、觀點以及對於未來測繪發展的看法，據此，問卷相關統計數據為：

- (1)問卷回收率約 53 %，其結果仍具有參考價值。
- (2)各單位從事測繪相關業務人員仍以男性居多(約 82 ~83 %)。
- (3)各測繪單位主辦的業務以地形測量、地籍測量居多，各約占 27 %及 23 %。
- (4)產出的成果亦是以地形測量以及地籍測量的成果為主。
- (5)明瞭、知悉國土測繪中心提供的校正與圖資查詢服務約有 74 ~ 80 %的比例。
- (6)由訪談紀錄得知，各測繪單位未來的業務規劃，多仍依照其常年辦理的基礎業務為主。

經由訪談及問卷調查成果，本計畫可以獲得下列結論：

- (1) 測繪相關單位測繪成果產出最大宗與國土測繪法目的相符合，各單位主要依其職掌執行業務工作，而公家機關所執行的業務多數與地籍測量相關，也因此產出成果最大宗也就是地圖成果。
- (2) 作業目的也因為其業務職掌的特性，主要為規劃設計、管理決策以及生產服務。
- (3) 各測繪單位成果圖資流通方式仍有改善空間，需要提高資料流通性及使用率，此外也可進一步考慮應用於不同領域之可能性，例如水資源規劃。
- (4) 國土測繪中心所提供相關資料服務及業務在測繪領域中，具有相當大比例的人員知悉相關服務，但是具有實際使用經驗的人卻相對較少。除了沒有此需求的人以外，多數的人可能會因為其具有收費機制而多加考慮是否有使用之必要性。因此，除了可以藉由提供學習課程以及針對不同客群辦理說明會，增加服務客群以提升其使用率之外，了解並發掘潛在客群是未來進行推廣時的重要考量之一。另外，目前現行的收費機制也可進一步檢討或改善，以吸引更多不同種類的客群使用相關服務。
- (5) 依據訪談結果並綜合以上內容，建議臺灣未來測繪相關業務之規劃應朝向各相關單位整合辦理相關或性質雷同業務之方向發展，以節省國家整體測繪資源，提升執行效益。然而，檢視目前與測繪相關的各層級政府組織與架構，唯有透過類似政府組織再造的通盤檢討，否則實不易達成此項測繪業務整合的目標，較實務面之考量，可以從落實國土測繪法的立法精神著手，將國內與測繪相關的業務與成果統一交由專職的機構辦理(現今的專職機構為內政部地政司)，但是現階段仍有多項待釐清的執行面問題存在。因此，目前較可行且較易於達成之目標為國土測繪法實施細則的檢討與落實，建

議國內各測繪相關單位針對彼此的看法或意見須釐清之處，建立常態的溝通以及協調管道，定期檢討與修正，以盡法條與實務面之完備，達到發揮最佳效益以及最少測繪成本之階段。

第六章 結論與建議

根據本案所蒐集及分析之資料及綜合前述各章結論將於本章初步匯整於§6.1 結論中，針對高程現代化與未來測繪科技發展等議題，經由分析其他先進國家做法並回顧國內相關資料後將其相關建議整理於§6.2 中。

§6.1 結論

本研究主要議題在高程現代化及國內未來測繪科技發展 2 大主軸，分別蒐集國外先進國家作法及發展策略，參照國內現有測繪發展現況及特性，獲致初步結論如下：

1. 改善重力測量精度：國土測繪中心已規劃至 103 年完成臺灣山區及近岸沿海重力測量作業，應可提升大地水準面模式精度，另外藉由用漸進式整合法整合不同來源重力資料，其結果顯示空載重力資料可以有效改善山區的大地起伏精度。
2. 混合型大地水準面：各國發展重力法大地水準面模式的計算方法不盡相同，所使用的理論皆趨成熟階段，然而鑽研不同的計算方法對於模式精度的改善非常有限，最有效的解決辦法即是改善資料的精度及解析度，本研究顯示採用混合型大地水準面模式應用於臺灣 GPS 高程測量作業，該模式在平坦地區精度約 5 公分。
3. 中國大陸未來測繪科技發展可供國內測繪業務未來發展參考較高者，包含建立公分級大地水準面及高程現代化基準關鍵技術、GNSS 現代化測繪綜合服務關鍵技術、面向物件的 SAR 處理系統、攝影測量智慧化及三維向量資料處理技術、地理國情監測與分析技術、緊急地理資訊網格技術、測繪與地理資訊安全監測與處理及發展自主測繪產品等。
4. 日本未來測繪發展藍圖可供未來測繪業務發展參考性較高者，包含確認空間資訊建設為國土基礎公共建設、持續建置

GPS 觀測技術及維護國家參考坐標系統及時變坐標值、建置下一代 GNSS 系統之利用及更新及發展空間資訊作為國家土地的地圖參考資訊並提供國土資訊管理等。

5. 美國 NGS 未來測繪發展藍圖可供未來測繪業務發展參考性較高者，主要包含建置現代化的 3 維幾何參考基準、建立現代化的大地位(垂直向)基準、將近海岸地區的製圖作業轉移至整合海洋與近岸地區的製圖業務、發展核心能力及提升政府能見度與可視性等。

§6.2 建議

在高程現代化議題上，經分析中國、美國及紐西蘭發展作法，及回顧國內辦理大地起伏作業各項背景資訊，綜整建議分述如下：

1. GPS/leveling 資料的蒐集：目前臺灣公分級精度的 GPS/Leveling 資料不足且皆為線狀分布，因而收集高精度且分布均勻的 GPS/Leveling 資料是必要的，建議可利用國土測繪中心既有資料，如 97-99 年之三等精度控制點速度場成果或者其他測繪業務，加測部分正高或橢球高資訊。
2. 衛星高程測量作業規範研訂：探討 GPS 觀測方式(靜態、動態)、觀測時間以及基線距離長度對於橢球高程定位精度之影響評估，可提供使用者於 GPS 正高測量或高程轉換應用之參考。另可參考國土測繪中心現有 e-GPS 連續參考站，進行各項因素分析，以擴大 e-GPS 服務項目。
3. e-GPS 站正高測量作業：臺灣目前 e-GPS 系統各連續參考站具有分布均勻且連續觀測的特性，應全面建立參考站各點正高成果，併將該點正高、橢球高及重力成果納入混合法大地起伏模式，讓橢球高及正高轉換成果作業可直接引入該項成果。
4. 地層下陷時變對大地起伏模式精度分析：臺灣部分地區地層下陷嚴重，如彰化雲林沿海地區，每年下陷量約 5-10 公分，若直接使

用全區模式將會造成因「下陷速度場」之時間差問題而影響橢球高與正高轉換精度，未來應進一步將以分析比對。

5. 建立及維護臺灣區域性大氣誤差模式：對於衛星測量高程精度而言，受大氣影響甚鉅，國土測繪中心可運用既有 e-GPS 連續參考站資訊，長期反演臺灣區域模式，建立並長期維護臺灣區域性 GPS 系統誤差改正模型(如對流層、電離層修正模式)，以提升高程方向定位精度，進行長期之估計並定期公布各界使用。
6. 由於臺灣本島及離島的高程基準不同，因而可參考紐西蘭解決不同高程基準差異的方法。
7. 參考美國 NGS 發表的 GPS 高程測量指導方針 3-4-5 系統(The 3-4-5 System)，研究此作業程序於臺灣發展高程現代化的適用性，諸如應用在局部小區域衛星高程測量作業，藉由聯測區域性具 TWD97（平面控制點）及 TWVD2001（高程控制點）成果之已知點，透過大地起伏轉換，達到高精度正高成果。

在未來測繪科技發展議題上，經分析中國、日本、美國及紐西蘭發展作法，及回顧國內相關測繪辦理現況，綜整建議分述如下：

1. 持續維護臺灣地區坐標系統：臺灣位於地殼變動頻繁地區，坐標參考框架維護不易，除近程期往半動態基準(區域性框架)方向規劃外，長期而言，「Dynamic Earth」需被嚴正看待，真實地表環境就是一個時時變動的世界，所以測量控制點在學術上的動態真實變化與實務上靜態管理維護，如何兼顧測量控制點的法定權力與效益，將是臺灣地區推動動態(或半動態)基準之建置的重要考量因素。
2. 提升 e-GPS 服務網為 GNSS 服務網：國土測繪中心現有 e-GPS 之 VBS-RTK 定位技術，其核心定位系統目前僅 GPS 一個定位系統，未來應更新至 GNSS 服務網，在資料計算中心可處理連續站包含 GPS、GLONASS、Galileo 及 Compass 等觀測資料，另一般

使用者，可發展高精度 GNSS L1 定位技術及接收儀，達到加密控制測量精度，以節省作業成本。

3. 建置政府網際通用地理資訊平台：「服務」是政府施政重要目標，在地理資訊服務方面，可考量利用國土測繪中心既有之通用版電子地圖平台，結合基本地形圖資、國土地用調查等資訊為基礎地理資訊，構建一個類似 Google Earth 的 Web 介面平台，以展現各項政府施政績效，使國土測繪中心成為雲端上各級政府網際基礎圖資供應者，並避免之私人企業壟斷政府公共服務地理圖資。至特定目的需求單位（如防救災需求），則配合提供核心圖資，以達防災減災救災目標。甚至未來可考量開放提供民眾使用，從事各項地理訊息交換作業。
4. 積極參與測繪相關國際重要會議，例如參與 IUGG、FIG、ION GNSS 及 AGU 等國際會議，並成為常態的參與會員，與國際交流分享。
5. 為因應未來高程現代化作業，評估現有混合型大地起伏模式下（假設精度約 7-8 公分），進一步分析 GPS 靜態測量橢球高精度需求，若結合目前 e-GPS 連續參考站，合理基線長度或是 e-GPS 是否有應予加密，另評估 VBS-RTK 動態作業精度需求如何與模式精度搭配，未來在全區使用可直接由橢球高轉換為正高或者需套合至小區域已知點，並且應研提相關運用原則及程序。
6. 發展海洋大地測量：臺灣四周鄰海，發展海洋大地測量為下一階段中遠程的發展方向，如此可與陸地測量成果整合，建立三維空間的大地測量資訊，提供國際上與國內相關領域研究分析與相關產業之應用。而面對未來海平面不斷的上升，代表國土海陸交界的海岸線亦須被精確定線，已明確知道國土位置及釐整各行政區界線。
7. 建置國家級絕對坐標向量資訊：為使臺灣地區具有絕對坐標向量資訊，應用衛星雷射測距(SLR)觀測資料是一項可以思考之方向，建議臺灣未來應於適當位置進行 SLR 或整合式觀測站之建站，具體作法可透過國科會

或太空計畫室，尋求國際合作的可行性，並結合防救災監測...等與民生相關對議題，提升其服務效益。

8. 持續辦理臺灣地區各 GNSS 追蹤站監測作業，作為維護國家坐標框架參考資訊，未來甚至可考量建置整合式國家基準站，可包含如 GNSS、SLR、重力、高程及氣象站等觀測資訊。

參考文獻

內政部國土測繪中心 e-GPS 即時動態定位系統入口網站：

<http://www.egps.nlsc.gov.tw/index.html>

江蘇省測繪局 (2008)。GPS 高程測量規範。江蘇省：江蘇省測繪局

黃金維、郭重言、儲慶美、甯方璽，1998，臺灣重力網平差及重力
資料整合，測量工程，第 40 卷，第三期，第 71-82 頁。

黃金維，2001，一等一級水準點上實施重力測量工作報告書，內政部。

黃金維、王成機，2002，臺灣新自由空間重力異常網格，測量工程，
第 44 卷，第二期，第 1-22 頁。

黃金維，2005，空載重力技術研究工作報告書，內政部。

曾清涼、楊名、劉啟清、余致義、林宏麟，2001，一等一級水準網
測量督導查核工作總報告書，國立成功大學衛星資訊研究中
心，臺南。

曾清涼、楊名、劉啟清、余致義、林宏麟，2003，一等二級水準網
測量督導查核工作總報告書，國立成功大學衛星資訊研究中
心，臺南。

陳春盛，2003，一等二級水準點上實施重力測量工作報告書，內政
部。

陳俊勇、張全德、張鵬，2007，對中國高程控制往現代化工作的思
考，武漢大學學報-信息科學版，第 32 卷，第 11 期。

陳國華，2004，整合 TWVD2001 水準及 GPS 資料改進臺灣區域性大
地水準面模式以應用於 GPS 高程測量，國立成功大學測量及空
間資訊學系博士論文，台南。

Anderson, O. B., Knudsen, P., and Berry, P.A.M., 2009, The
DNSC08GRA global marine gravity field from double retraced
satellite altimetry, Journal of Geodesy,
DOI:10.1007/s00190-009-0355-9

Amos, M.J. and Featherstone, W.E., 2009, Unification of New Zealand's
local vertical datums: iterative gravimetric quasigeoid computations,
Journal of Geodesy 83(1): 57-68, doi: 10.1007/s00190-008-0232-y

- Amos, M., 2010, New Zealand Vertical Datum 2009, New Zealand Surveyor, No. 300, pp. 5-16
- Claessens, S.J., Hirt, C., Amos, M.J., Featherstone, W.E., and Kirby, J.F., 2011, The NZGEOID09 model of New Zealand, Survey Review 43(319): 2-15, doi: 10.1179/003962610X12747001420780
- Deng X., 2003, Improvement of Geodetic Parameter Estimation in Coastal Regions from Satellite Radar Altimetry, PhD. dissertation, Curtin University of Technology, Australia.
- El-Mowafy, A., Fashir, H., Habbai, A.A., Marzooqi, Y.A., and Babiker, T., 2006, Real-Time Determination of Orthometric Heights Accurate to the Centimeter Level using a Single GPS Receiver: Case Study, Journal of Surveying Engineering, vol. 132, pp. 1-6.
- Forsberg R., 1984, A Study of Terrain Reductions, Density Anomalies and Geophysical inversion Methods in Gravity Field Modelling, Rept. 355, Dept. of Geod. Sci. and Surv., The Ohio State University, Columbus.
- Featherstone, W.E., Evans, J.D., and Olliver, J.G., (1998) A Meissl-modified Vanicek and Kleusberg kernel to reduce the truncation error in gravimetric geoid computations, Journal of Geodesy, 72(3): 154-160, doi: 10.1007/s001900050157
- Featherstone, W. E. and Kuhn, M., 2006. Height systems and vertical datums: a review in the Australian context. Journal of Spatial Science, 51(1):21-41
- Geographical Survey Institute Long-Term Plan for Basic Survey, http://www.gsi.go.jp/ENGLISH/page_e30008.html
- Hajela, D. 1990: Obtaining Centimeter Precision Heights by GPS Observations Over Small Areas, GPS World, January/February, pp.55-59.
- Henning, W. E., E. E. Carlson, and D. B. Zilkoski, 1998: Baltimore County, Maryland, NAVD88 GPS-derived Orthometric Height Project, Surveying and Land Information System, Vol.58,

- No.2,1998, pp. 99-113
- Heiskanen, W.A., Moritz, H., 1967, *Physical Geodesy*, W.H. Fredman and company, San Francisco and London.
- Hsiao, Y.S., and Hwang, C., 2011, Topography-Assisted Downward Continuation of Airborne Gravity: Application to Geoid Determination in Taiwan, *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences(TAO)*, Vol.21, No.4,. doi: 10.3319/TAO.2009.07.09.01(T)
- Hsu, S.K., Liu, C.S., Shyu, C.T., Liu, S.Y., Sibuet, J.C., Lallemand, S., Wang, C., Reed, D., 1998, New Gravity and Magnetic Anomaly Maps in the Taiwan-Luzon Region and their Preliminary Interpretation, *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, 9, pp. 509-532.
- Hwang, C., and Parsons, B., 1996, An optimal procedure for deriving marine gravity from multi-satellite, European Geophysical Society XXI General Assembly, The Hague, Netherlands, 6-10 May.
- Hwang, C., 1998, Inverse Vening Meinesz formula and deflection-geoid formula: applications to the predictions of gravity and geoid over the South China Sea, *Journal of Geodesy*, 72, 304-312.
- Hwang, C., Wang, C.G., and Hsiao, Y.S., 2003, Terrain correction computation using Gaussian quadrature: effect of innermost zone, submitted to *Computers and Geosciences*, 29 (10), pp. 1259-1268.
- Hwang, C., and Hsin-Ying Hsu, 2004, Improved determination of shallow-water gravity from altimetry: use of differenced heights and optimal parameters, *Gravity, Geoid and Space Missions - GGSM2004*, Porto, Portugal, August 30 - Sept. 3.
- Hwang, C., Guo, J., Deng, X., Hsu, H.Y., and Liu, Y., 2006, Coastal gravity anomaly from retracked Geosat/GM altimetry: improvement, limitation and the role of airborne gravity data, DOI10.1007/s00190-062-0052-x, *Journal of Geodesy*.
- Hwang, C., Hsiao, Y.S., Shih, H.C., Yang, M., Chen, K.H., Forsberg, R., Olesen, A.V., 2007, Geodetic and geophysical results from a Taiwan airborne gravity survey: Data reduction and accuracy

- assessment, *J. Geophys. Res.*, 112, B04407, doi:10.1029/2005JB004220.
- Hwang, C., Hung WC, Liu CH, 2008, Results of geodetic and geotechnical monitoring of subsidence for Taiwan High Speed Rail operation. in press, *Natural Hazards*.
- IGeS website, <http://www.iges.polimi.it/>
- Kuang, S., C. Fidis, and F. Thomas, 1996: Modeling of Local Geoid with GPS and Leveling: A Case Study, *Surveying and Land Information Systems*, 56(2), pp. 75-88.
- Kuroishi, Y., Keller, W., 2005, Wavelet approach to improvement of gravity field-geoid modeling for Japan. *J Geophys. Res.* 110 (B3): Art. No. B03402.
- Li, Jiancheng, Ning, Jinsheng, and Chao Dingbo, Evaluation of the Earth Gravitational Model 2008 using GPS/leveling and gravity data in China. *Newton's bulletin*, 2009(4): p. 252-275.
- LCR, 2003, Instruction manual for Lacoste & Romberg model S air-sea dynamic gravity meter system II, Lacoste & Romberg Inc., Austin, Texas.
- Rapp, R.H., 1961. The orthometric height. Unpublished Master of Science Thesis, Department of Geodetic Science, Ohio State University, Columbus, USA.
- Parks, W. and D. Milbert, 1995: A Geoid Height Model for San Diego County, California, to Test the Effect of Densifying Gravity Measurements on Accuracy of GPS Derived Orthometric Heights, *Surveying and Land Information Systems*, 55(1), pp. 21-38.
- Pavlis, N.K., Holmes, S.A., Kenyon, S.C., Factor, J.K., 2008, An earth gravitational model to degree 2160: EGM2008. Presented at the 2008 General Assembly of the European Geosciences Union, Vienna, Austria, April 13-18.
- Moritz, H., 1980, *Advanced Physical Geodesy*, Karlsruhe: Wichmann, Abacus Press.

- Martin, D. J., 1998: An Evaluation of GPS-derived Orthometric Heights for First-Order Horizontal Control Surveys, *Surveying and Land Information Systems*, Vol. 58, No. 2, pp. 67-82.
- Milbert, D. G., 1991: Computing GPS-derived Orthometric Heights with the GEOID90 Geoid Height Model, *Proceedings of GIS/LIS '91 Annual Conference*, Bethesda, MD.
- Roman, D. R., Wang, Y.M., Jarir Saleh, Xiaopeng Li, 2009, National Geoid height Models for the United States: USGG2009 and GEOID09, *ACSM-MARLS-UCLS-WFPS Conference 2009*, 20-23 FEB 2009, Salt Lake City, UT.
- Satalich, J., 1996: Optimal Selection of Constraints in GPS-derived Orthometric Heights, *Surveying and Land Information Systems*, 56(2), pp. 103-118.
- Smith, D. A. and D. Roman, 2001: GEOID99 and G99SSS: 1-arc-minute Geoid Models for the United States. *Journal of Geodesy*, Vol. 75, No. 9-10, pp. 469-490.
- Sandwell, D.T., Smith, W.H.F., 2009, Global marine gravity from retracked Geosat and ERS-1 altimetry: Ridge Segmentation versus spreading rate, *Journal of Geophysical Research*, 114, B01411, doi:10.1029/2008JB006008.
- Tranes, M. D., Meyer, T. H., and Massalski, D., 2007, Comparisons of GPS-Derived Orthometric Heights Using Local Geometric Geoid Models, *Journal of Surveying Engineering*, Vol. 133, pp. 6-13.
- Tscherning, CC., Rapp, R.H., 1974, Closed Covariance Expressions for Gravity Anomalies. Geoid Undulations, and the Deflections of the Vertical Implied by Anomaly Degree-Variance Models, *Reports of the Department of Geodetic Science*, 208, Ohio State University.
- Wessel, P., and Watts, A.B., 1998, On the accuracy of marine gravity measurements, *J. Geophys. Res.*, 93, 393-413.
- Yang, Y.C. Hwang, Hsu, HJ, D E and H Wang, 2011, A sub-waveform threshold retracker for ERS-1 altimetry: a case study in the

- Antarctic Ocean, Computers & Geosciences, December.
- Yen HY, Yeh YH, Lin CH, Yu GK, Tsai YB, 1990, Free-Air Gravity Map of Taiwan and Its Applications, Terr. Atmos. Ocean. Sci., 1, pp.143-156.
- Yen HY, Yeh YH, Lin CH, Chen KJ, Tsai YB, 1995, Gravity Survey of Taiwan, J. Phys. Earth., 43, pp. 685-696.
- Zilkoski, D. and L. Hothem, 1989: GPS Satellite Surveys and Vertical Control, Journal of Surveying Engineering, Vol. 115, No. 2, May, pp. 262-282.
- Zilkoski, D. B. and J. D. D'Onofrio, 1996: "Geodetic Phase of NOS' San Francisco Bay Demonstration Project," Proceedings of GIS/LIS '96 Annual Conference, Denver, CO, November 19-21, pp. 116-127.
- Zilkoski, D., J. D. D'Onofrio, and S. Frakes, 1997: Guidelines for Establishing GPS-Derived Ellipsoid Heights (Standards: 2 cm and 5 cm), Version 4.3, NOAA Technical Memorandum NOS NGS-58, National Geodetic Survey Information Center, Silver Spring, MD 20910.
- Zilkoski, D., E. Carlson and C. Smith, 2008: Guidelines for Establishing GPS-Derived Orthometric Heights, NOAA Technical Memorandum NOS NGS-59, National Geodetic Survey Information Center, Silver Spring, Maryland 20910.

附錄 1 問卷內容

測繪科技業務執行現況及未來需求調查問卷

A. 填表說明

- (1) 為利於了解國內測繪科技業務執行現況及各機關未來需求進行調查，本研究團隊接受內政部國土測繪中心之委託，進行需求問卷調查，敬請惠予指派相關業務人員協助辦理。本問卷回答各項資料僅供規劃國內未來測繪業務使用，不會移作他用或公開個別填答資料。本問卷亦可經由網路下載：<http://140.116.47.140/1000615-100Y.doc>
- (2) 懇請您能撥允在收到本問卷 **10 日內** 完成填答，回傳可由以下三種方式擇一進行，以利彙整，希望能藉此減輕您回件之負擔。
- E-mail：hswenwu@gmail.com
 - 傳真：06-2375764
 - 郵寄：70101 台南市東區大學路1號 測量及空間資訊學系
吳曉雯小姐收
- (3) 本問卷調查執行單位為國立成功大學測量及空間資訊學系 楊名 教授，若有任何問卷填寫之問題請洽以下人員諮詢：
- 內政部國土測繪中心 陳鶴欽 技正（電話：04-22522966 ext 202, e-mail: 23012@mail.nlsc.gov.tw）
 - 國立成功大學測量及空間資訊學系 吳曉雯 小姐（電話：06-2370876 ext.832, e-mail: hswenwu@gmail.com）

在此，先向您致上最誠摯的謝意！非常感謝您花費寶貴的時間與心神完成這份問卷。

若您對這份問卷有任何意見，敬請批評指正。並祝您

順心如意!

B. 問卷內容

問卷內容包含四個部分，分別為基本資料普查、現有測繪相關業務調查、未來測繪相關業務調查、中央單位資料與服務提供相關業務。煩請就 貴單位現況進行勾選或填寫，若選項符合現況，請填 ■。

1. 基本資料普查

1-1、 請填寫 貴單位目前負責測繪相關業務人力編制狀況。

i. 員級(含約、聘僱)_____人，男女比例_____。

ii. 測量助理(或技工)_____人，男女比例_____。

1-2、 請填寫 貴單位每年與測繪相關業務預算。

2011 年預算約_____萬元。其中直接相關費用約_____萬元。

間接相關費用(如行政支出)約_____萬元。

1-3、 請問 貴單位目前所使用的測繪儀器現況？

e-GPS_____ (具動態 RTK 功能)

GPS _____台 (含靜態及連續站)

水準儀 _____台

經緯儀 _____台

全站儀 _____台

影像工作站 _____台

其它: _____，_____台。_____，_____台

_____，_____台。_____，_____台

2. 現有測繪相關業務調查

2-1、 請問 貴單位於**2009年**至**2011年**執行測繪業務相關計畫或工作項目數量為何？
數量為：_____

2-2、 請問 貴單位於**2009年**至**2011年**所執行計畫或工作為何？

計畫或工作名稱			
執行期間			
業務類型	<input type="checkbox"/> 平面控制	<input type="checkbox"/> 高程控制	<input type="checkbox"/> 地籍測量
	<input type="checkbox"/> 地形測量	<input type="checkbox"/> 海洋測量	<input type="checkbox"/> 工程測量
	<input type="checkbox"/> 其他 _____		
產出成果	<input type="checkbox"/> 控制點	<input type="checkbox"/> 三維模型	<input type="checkbox"/> 光達點雲
	<input type="checkbox"/> 地圖(圖資)	<input type="checkbox"/> 導航數據	<input type="checkbox"/> 專題系統
	<input type="checkbox"/> 其他 _____		
作業目的	<input type="checkbox"/> 管理決策	<input type="checkbox"/> 工程建設	<input type="checkbox"/> 科學研究
	<input type="checkbox"/> 規劃設計	<input type="checkbox"/> 系統開發	<input type="checkbox"/> 生產服務
	<input type="checkbox"/> 其他 _____		
預算	約_____萬元。		

計畫或工作名稱			
執行期間			
業務類型	<input type="checkbox"/> 平面控制	<input type="checkbox"/> 高程控制	<input type="checkbox"/> 地籍測量
	<input type="checkbox"/> 地形測量	<input type="checkbox"/> 海洋測量	<input type="checkbox"/> 工程測量
	<input type="checkbox"/> 其他 _____		
產出成果	<input type="checkbox"/> 控制點	<input type="checkbox"/> 三維模型	<input type="checkbox"/> 光達點雲
	<input type="checkbox"/> 地圖(圖資)	<input type="checkbox"/> 導航數據	<input type="checkbox"/> 專題系統
	<input type="checkbox"/> 其他 _____		
作業目的	<input type="checkbox"/> 管理決策	<input type="checkbox"/> 工程建設	<input type="checkbox"/> 科學研究
	<input type="checkbox"/> 規劃設計	<input type="checkbox"/> 系統開發	<input type="checkbox"/> 生產服務
	<input type="checkbox"/> 其他 _____		
預算	約_____萬元。		

(本表若不敷使用可自行複製或影印)

計畫或工作名稱	
執行期間	
業務類型	<input type="checkbox"/> 平面控制 <input type="checkbox"/> 高程控制 <input type="checkbox"/> 地籍測量 <input type="checkbox"/> 地形測量 <input type="checkbox"/> 海洋測量 <input type="checkbox"/> 工程測量 <input type="checkbox"/> 其他 _____
產出成果	<input type="checkbox"/> 控制點 <input type="checkbox"/> 三維模型 <input type="checkbox"/> 光達點雲 <input type="checkbox"/> 地圖(圖資) <input type="checkbox"/> 導航數據 <input type="checkbox"/> 專題系統 <input type="checkbox"/> 其他 _____
作業目的	<input type="checkbox"/> 管理決策 <input type="checkbox"/> 工程建設 <input type="checkbox"/> 科學研究 <input type="checkbox"/> 規劃設計 <input type="checkbox"/> 系統開發 <input type="checkbox"/> 生產服務 <input type="checkbox"/> 其他 _____
預算	約_____萬元。

計畫或工作名稱	
執行期間	
業務類型	<input type="checkbox"/> 平面控制 <input type="checkbox"/> 高程控制 <input type="checkbox"/> 地籍測量 <input type="checkbox"/> 地形測量 <input type="checkbox"/> 海洋測量 <input type="checkbox"/> 工程測量 <input type="checkbox"/> 其他 _____
產出成果	<input type="checkbox"/> 控制點 <input type="checkbox"/> 三維模型 <input type="checkbox"/> 光達點雲 <input type="checkbox"/> 地圖(圖資) <input type="checkbox"/> 導航數據 <input type="checkbox"/> 專題系統 <input type="checkbox"/> 其他 _____
作業目的	<input type="checkbox"/> 管理決策 <input type="checkbox"/> 工程建設 <input type="checkbox"/> 科學研究 <input type="checkbox"/> 規劃設計 <input type="checkbox"/> 系統開發 <input type="checkbox"/> 生產服務 <input type="checkbox"/> 其他 _____
預算	約_____萬元。

(本表若不敷使用可自行複製或影印)

計畫或工作名稱	
執行期間	
業務類型	<input type="checkbox"/> 平面控制 <input type="checkbox"/> 高程控制 <input type="checkbox"/> 地籍測量 <input type="checkbox"/> 地形測量 <input type="checkbox"/> 海洋測量 <input type="checkbox"/> 工程測量 <input type="checkbox"/> 其他 _____
產出成果	<input type="checkbox"/> 控制點 <input type="checkbox"/> 三維模型 <input type="checkbox"/> 光達點雲 <input type="checkbox"/> 地圖(圖資) <input type="checkbox"/> 導航數據 <input type="checkbox"/> 專題系統 <input type="checkbox"/> 其他 _____
作業目的	<input type="checkbox"/> 管理決策 <input type="checkbox"/> 工程建設 <input type="checkbox"/> 科學研究 <input type="checkbox"/> 規劃設計 <input type="checkbox"/> 系統開發 <input type="checkbox"/> 生產服務 <input type="checkbox"/> 其他 _____
預算	約_____萬元。

2-3、 其他 (有關測繪業務建議或補充說明)

3. 未來測繪相關業務調查

3-1、 請問 貴單位於**2012年至2014年**是否預計執行測繪相關計畫或工作？

是 (請續填 3-2) 否 (請續填 3-3)

3-2、 請問 貴單位於**2012年至2014年**預計執行計畫或工作為何？

計畫或工作名稱	
執行期間	
業務類型	<input type="checkbox"/> 平面控制 <input type="checkbox"/> 高程控制 <input type="checkbox"/> 地籍測量 <input type="checkbox"/> 地形測量 <input type="checkbox"/> 海洋測量 <input type="checkbox"/> 工程測量 <input type="checkbox"/> 其他 _____
產出成果	<input type="checkbox"/> 控制點 <input type="checkbox"/> 三維模型 <input type="checkbox"/> 光達點雲 <input type="checkbox"/> 地圖(圖資) <input type="checkbox"/> 導航數據 <input type="checkbox"/> 專題系統 <input type="checkbox"/> 其他 _____
作業目的	<input type="checkbox"/> 管理決策 <input type="checkbox"/> 工程建設 <input type="checkbox"/> 科學研究 <input type="checkbox"/> 規劃設計 <input type="checkbox"/> 系統開發 <input type="checkbox"/> 生產服務 <input type="checkbox"/> 其他 _____
預算	約_____萬元。

(本表若不敷使用可自行複製或影印)

計畫或工作名稱	
執行期間	
業務類型	<input type="checkbox"/> 平面控制 <input type="checkbox"/> 高程控制 <input type="checkbox"/> 地籍測量 <input type="checkbox"/> 地形測量 <input type="checkbox"/> 海洋測量 <input type="checkbox"/> 工程測量 <input type="checkbox"/> 其他 _____
產出成果	<input type="checkbox"/> 控制點 <input type="checkbox"/> 三維模型 <input type="checkbox"/> 光達點雲 <input type="checkbox"/> 地圖(圖資) <input type="checkbox"/> 導航數據 <input type="checkbox"/> 專題系統 <input type="checkbox"/> 其他 _____
作業目的	<input type="checkbox"/> 管理決策 <input type="checkbox"/> 工程建設 <input type="checkbox"/> 科學研究 <input type="checkbox"/> 規劃設計 <input type="checkbox"/> 系統開發 <input type="checkbox"/> 生產服務 <input type="checkbox"/> 其他 _____
預算	約_____萬元。

3-3、 其他(有關測繪業務建議或補充說明)

4. 中央單位服務與資料提供相關業務

- 4-1、 國土測繪中心為中央測繪機關，為落實儀器校正制度並符合相關法規所規定之辦理測量業務之儀器均應定期送校，於99年通過全國認證基金會（TAF）認證，實驗室編號2218。請問 您是否知道目前國土測繪中心已提供的測量儀器校正服務？
 是(請續填4-2) 否(請續填4-4)
- 4-2、 請問 您是否有使用過國土測繪中心所提供的測量儀器校正服務之相關經驗？
 是(請續填4-3) 否(請續填4-5)
- 4-3、 您認為，國土測繪中心除提供儀器校正之服務外，應再提供那些附加服務？
 儀器校正訓練 如何了解校正報告 其它 _____
- 4-4、 若 您已知國土測繪中心有提供測量儀器校正服務，往後有儀器校正需求時，是否考慮將儀器送該中心校正？
 是 否(請續填4-6)
- 4-5、 您未曾使用過國土測繪中心所提供的測量儀器校正服務之原因
 送其它單位校正 儀器自行校正 儀器不曾校正
 其它 _____
- 4-6、 您不將儀器送國土測繪中心所校正之原因
 送其它單位校正 儀器自行校正 其它 _____
- 4-7、 國土測繪中心為服務各界，已整合多項測繪圖資，並完成開發「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」，以提供網際網路線上查詢及申購服務。請問 您是否知道目前國土測繪中心已提供線上圖資查詢及申購服務？
 是(請續填4-8) 否(請續填4-16)
- 4-8、 請問 您是否有使用過國土測繪中心所提供的線上圖資查詢及申購服務之相關經驗？
 是(請續填4-9) 否(請續填4-15)
- 4-9、 請問 您如何得知國土測繪中心「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」？（可複選）
 國土測繪中心網站 機關指定使用 朋友告知
 國土測繪中心宣導或研習會 其它 _____
- 4-10、 請問 您最需要向國土測繪中心查詢或申購之測繪圖資為何？（可複選）
 土地段籍資料 控制測量成果資料 地籍圖資料
 臺灣地區地形圖（比例尺1/25,000、1/50,000及100,000）
 國土利用調查成果資料 像片基本圖數值資料
 通用版電子地圖成果資料 其它 _____
- 4-11、 請問 您向國土測繪中心查詢或申購測繪圖資之用途為何？（可複選）
 辦理測量工程 辦理工程規劃 辦理研究計畫
 教學使用 自行研究參考 軍事使用
 其它 _____
- 4-12、 您認為，國土測繪中心「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」之相關服務是否對於您的需求有助益？
 很有助益 有助益 普通有助益

- 沒助益
- 4-13、 您對於國土測繪中心「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」之相關服務是否滿意？
- 非常滿意 滿意 沒意見
- 不滿意 非常不滿意
- 4-14、 您最常上網使用國土測繪中心「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」相關服務之時間為：
- 早上 8 點以前 上午 8-12 點 中午 12-14 點
- 下午 14-17 點 下午 17-19 點 晚上 19-22 點
- 晚上 22 點以後
- 4-15、 您未曾使用國土測繪中心所提供「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」相關服務之原因為何？
- 使用其他機關提供之免費服務 沒有需要
- 不習慣使用線上服務 其它 _____
- 4-16、 若 您已知國土測繪中心提供「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」相關服務，往後需測繪圖資時，是否考慮使用該入口網？
- 是(請續填 4-17) 否
- 4-17、 您建議用什麼方式推廣國土測繪中心「測繪圖資整合資料查詢申購入口網」？
- 針對特定使用客群辦理說明會 廣發書面宣導資料
- 多提供學習課程 其它 _____
- 4-18、 請問 您希望未來中央單位可以提供何種測繪資料或服務？

C. 填寫人資料

填寫日期	中華民國 年 月 日		
單位名稱			
單位地址			
填寫人姓名		職稱	
連絡電話		傳真電話	
電子郵件			

本問卷到此結束，再次感謝您花費寶貴的時間與精神完成這份問卷！煩請您務必檢視是否所有題目已完全填答，謝謝您！

附錄 2 問卷回覆統計

編號	類別	單位	回傳方式
1	國土測繪中心	企劃課	電子郵件
2	國土測繪中心	控制測量課	電子郵件
3	國土測繪中心	地籍測量課	電子郵件
4	國土測繪中心	地籍圖重測課	紙本
5	國土測繪中心	地形及海洋測量課	電子郵件
6	國土測繪中心	測繪資訊課	未回覆
7	內政部資訊中心	內政部資訊中心	未回覆
8	城鄉發展分署	區域發展課	電子郵件
9	城鄉發展分署	城鄉規劃課	電子郵件
10	城鄉發展分署	北區規劃隊	未回覆
11	城鄉發展分署	中區規劃隊	未回覆
12	城鄉發展分署	南區規劃隊	電子郵件
13	城鄉發展分署	東區規劃隊	電子郵件
14	經濟部中央地質調查所		電子郵件
15	經濟部水利署	工程事務組	電子郵件
16	經濟部水利署	水源經營組	傳真
17	經濟部水利署	河川海岸組	未回覆
18	經濟部水利署	河川探勘隊	未回覆
19	經濟部水利署	水利防災中心	傳真
20	經濟部水資源局	北區水資源局	未回覆
21	經濟部水資源局	中區水資源局	未回覆
22	經濟部水資源局	南區水資源局	未回覆

編號	類別	單位	回傳方式
23	經濟部水利署	第一河川局	傳真
24	經濟部水利署	第二河川局	傳真
25	經濟部水利署	第三河川局	未回覆
26	經濟部水利署	第四河川局	未回覆
27	經濟部水利署	第五河川局	電子郵件
28	經濟部水利署	第六河川局	未回覆
29	經濟部水利署	第七河川局	未回覆
30	經濟部水利署	第八河川局	未回覆
31	經濟部水利署	第九河川局	未回覆
32	經濟部水利署	第十河川局	未回覆
33	交通部臺灣區國道高速公路局		未回覆
34	交通部公路總局		電子郵件
35	行政院農業委員會林務局農林航空測量所	計畫管制課	電子郵件
36	行政院農業委員會林務局農林航空測量所	測量課	電子郵件
37	行政院農業委員會林務局農林航空測量所	立體製圖課	電子郵件
38	行政院農業委員會林務局農林航空測量所	編繪課	未回覆
39	行政院農業委員會林務局農林航空測量所	資源調查課	未回覆
40	各直轄市政府之地政局（處）	高雄市政府地政局	電子郵件

編號	類別	單位	回傳方式
41	各直轄市政府之地政局（處）	高雄市政府地政局土地開發處	電子郵件
42	各直轄市政府之地政局（處）	新北市政府地政局	電子郵件
43	各直轄市政府之地政局（處）	臺中市政府地政局	電子郵件
44	各直轄市政府之地政局（處）	台南市政府地政局	未回覆
45	各直轄市政府之地政局（處）	台北市政府地政處	電子郵件
46	各直轄市政府之地政局（處）	臺北市政府地政處土地開發總隊	電子郵件
47	都市發展局（城鄉發展局）	台北市政府都市發展局	紙本
48	都市發展局（城鄉發展局）	高雄市政府都市發展局	未回覆
49	都市發展局（城鄉發展局）	台南市政府都市發展局	未回覆
50	都市發展局（城鄉發展局）	台中市政府都市發展局	未回覆
51	都市發展局（城鄉發展局）	新竹市政府都市發展局	未回覆
52	都市發展局（城鄉發展局）	新北市政府城鄉發展局	電子郵件
53	都市發展局（城鄉發展局）	桃園縣政府城鄉發展局	未回覆
54	各縣（市）政府地政處	嘉義市政府地政處	電子郵件
55	各縣（市）政府地政處	彰化縣政府地政處	電子郵件
56	各縣（市）政府地政處	新竹縣政府地政處	紙本
57	各縣（市）政府地政處	屏東縣政府地政處	未回覆
58	各縣（市）政府地政處	花蓮縣政府地政處	傳真
59	各縣（市）政府地政處	宜蘭縣政府地政處	未回覆
60	各縣（市）政府地政處	台東縣政府地政處	未回覆
61	各縣（市）政府地政處	嘉義縣政府地政處	傳真

編號	類別	單位	回傳方式
62	各縣(市)政府地政處	基隆市政府地政處	電子郵件
63	各縣(市)政府地政處	新竹市政府地政處	電子郵件
64	台北市捷運工程局		未回覆
65	交通部國道新建工程局		未回覆
66	交通部運輸研究所		未回覆
67	海軍大氣海洋局		紙本
68	財政部國有財產局	臺灣北區辦事處	未回覆
69	財政部國有財產局	臺灣中區辦事處	傳真
70	財政部國有財產局	臺灣南區辦事處	未回覆

■ 細項統計資料

編號	單位	B1. 基本資料普查								
		1-1						1-2		
		員級	男	女	測助	男	女	總預算	相關費用	行政支出
總統計		349	289	60	298	250	48	81808	73069	8739
1	國土測繪中心企劃課	10	7	9	4	4	0	1386	1386	0
2	國土測繪中心控制測量課	9	9	0	1	1	0	2045.6	1948.9	96.7
3	國土測繪中心地籍測量課	12	11	1	0			1570	1204	366
4	國土測繪中心地籍圖重測課	9	8	1	0	0	0	30000	30000	0
5	國土測繪中心地形及海洋測量課	14	9	5	1	1	0	9800	9708	92
8	內政部營建署城鄉發展分署區域發展課	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課	10	9	1	0	0	0			
12	內政部營建署城鄉發展分署南區規劃隊									
13	內政部營建署城鄉發展分署東區規劃隊	3	3	0	3	3	0			
14	經濟部中央地質調查所	4	3	1	4	2	2	2700	2600	100
15	經濟部水利署工程事務組	0			0			0		0
16	水利署水源經營組	0			0			0	0	0
19	水利署水利防災中心	0			0			0	0	0
23	第一河川局	8	8	0	2	2	0			
24	第二河川局	0			0			420	336	84
27	第五河川局	10	9	1	6	6	0	50	40	10
34	交通部公路總局規劃組	0			0					
35	農航所計劃管制課	9	7	2	2	2	0			
36	農航所測量課	4	4	0	2	2	0			
37	農航所立體制圖課	7	4	3	0			227	94	133
40	高雄市政府地政局	15	13	2	18	18	0	2557.5	2390	167.5
41	高雄市政府地政局土地開發	28	21	7	15	14	1	2152	1471	681
42	新北市政府地政局	36	28	8	64	46	18	4109	3660	449
43	台中市政府地政局	15	11	4	31	31	0	835	828	7
45	臺北市府地政處	3	2	1	4	1	3	24	24	
46	臺北市府地政處土地開發總隊	30	24	6	36	28	8	7062	828	6234
47	台北市政府都市發展局	25	23	2	22	21	1	10000	10000	0
52	新北市政府城鄉發展局	6	4	2	0			1945	1945	0
54	嘉義市地政處(事務所)	11	10	1	23	17	6	390.3	390.3	
55	彰化縣政府地政處	5	5	0	16	12	4	3131.5	2843.3	288.2
56	新竹縣政府地政處	3	2	1	11	7	4	146	130	16
58	花蓮縣政府地政處									
61	嘉義縣政府地政處	9	8	1	9	8	1	1066	1066	
62	基隆市政府地政處	11	10	1	20	20	0			
63	新竹市政府地政處	3	3	0	4	4	0	191	176	15
67	海軍大氣海洋局	24	24	0	0					
69	財政部國有財產局臺灣中區辦事處	10	10	0	0			0		

編號	單位	B1. 基本資料普查						
		1-3						
		e-GPS	GPS	水準儀	經緯儀	全站儀	影像工作站	其他
總統計		121	203	31	171	94	4	10
1	國土測繪中心企劃課	72	25	6	123	0	0	
2	國土測繪中心控制測量課	0	0	6	0	0	0	
3	國土測繪中心地籍測量課	0	0	0	0	0	0	0
4	國土測繪中心地籍圖重測課							
5	國土測繪中心地形及海洋測量課	0	0	0	0	0	2	
8	內政部營建署城鄉發展分署區域發展課	0	0	0	0	0	0	
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課	0	3	1	0	5	0	
12	內政部營建署城鄉發展分署南區規劃隊							
13	內政部營建署城鄉發展分署東區規劃隊	0	0	7	2	0	0	
14	經濟部中央地質調查所	1	75	2	1	1	0	
15	經濟部水利署工程事務組	0	0	0	0	0	0	
16	水利署水源經營組	0	0	0	0	0	0	
19	水利署水利防災中心	0	1	0	0	0	0	
23	第一河川局	3	4	2	5	0	0	
24	第二河川局	0	0	0	0	0	0	
27	第五河川局	0	1	3	3	2	0	
34	交通部公路總局規劃組							
35	農航所計劃管制課	0	3	0	0	0	0	
36	農航所測量課	3	0	0	0	0	0	
37	農航所立體制圖課							SSK數值航測繪圖工作站*5 OrthoStation數值正射影像產製工作站*3 ImageStation數值航測影像工作站*2
40	高雄市政府地政局	2	4	0	4	3		
41	高雄市政府地政局土地開發	5	11	0	3	0	0	
42	新北市政府地政局	0	10	0	0	34	0	0
43	台中市政府地政局	4	13	0	7	2	0	
45	臺北市政府地政處	0	0	0	0	0	0	0
46	臺北市政府地政處土地開發總隊	2	7	0	0	21	0	0
47	台北市政府都市發展局	0	0	2	0	3		
52	新北市政府城鄉發展局	0	0	0	1	0	0	0
54	嘉義市地政處(事務所)	1	4	0	5	3	0	
55	彰化縣政府地政處	16	12	0	4	0	0	0
56	新竹縣政府地政處	2	5	0	5	0	0	0
58	花蓮縣政府地政處							
61	嘉義縣政府地政處	5	3	0	0	6	0	
62	基隆市政府地政處	0	5	0	0	9	0	0
63	新竹市政府地政處	0	9	0	0	1	0	
67	海軍大氣海洋局	0	8	2	3	3	2	
69	財政部國有財產局臺灣中區辦事處	5	0	0	5	1	0	0

編號	單位	B2.		B3.	
		2009-2011工作項目數量	補充	2012-2014工作項目數量	補充
總統計		109		40	
1	國土測繪中心企劃課	6		4	
2	國土測繪中心控制測量課	2		0	
3	國土測繪中心地籍測量課	3		3	
4	國土測繪中心地籍圖重測課				
5	國土測繪中心地形及海洋測量課	7		6	
8	內政部營建署城鄉發展分署區域發展課	0		0	
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課	25		3	
12	內政部營建署城鄉發展分署南區規劃隊	4		1	
13	內政部營建署城鄉發展分署東區規劃隊	1		0	
14	經濟部中央地質調查所	4		3	
15	經濟部水利署工程事務組	0		0	
16	水利署水源經營組	0		0	
19	水利署水利防災中心	0		0	
23	第一河川局	2		0	
24	第二河川局	4		0	
27	第五河川局	1		1	
34	交通部公路總局規劃組	3	本局測量作業均附屬於工程規劃、設計工作，並併於工程規劃、設計業務採購合併發包；測量作業之工作項目，主要在辦理道路規劃路廊之細部地形測量以供辦理紙上定線作業，並依紙上定線成果，進行後續現地中線放樣及縱橫斷面實測工作。		
35	農航所計劃管制課	0		0	
36	農航所測量課	1		1	
37	農航所立體制圖課	3		0	
40	高雄市政府地政局	6		9	
41	高雄市政府地政局土地開發	3		0	
42	新北市政府地政局	1		1	
43	台中市政府地政局	5		1	
45	臺北市府地政處	1		0	
46	臺北市府地政處土地開發總隊	6			相關計畫刻正研擬中，故暫無相關計畫名稱。
47	台北市政府都市發展局	4		2	
52	新北市政府城鄉發展局	2		1	
54	嘉義市地政處(事務所)	4		1	
55	彰化縣政府地政處	1		0	
56	新竹縣政府地政處				
58	花蓮縣政府地政處	3			
61	嘉義縣政府地政處	2		1	
62	基隆市政府地政處	2		0	
63	新竹市政府地政處	2		1	
67	海軍大氣海洋局	1		1	
69	財政部國有財產局臺灣中區辦事處	0		0	

編號	單位	地件數/編號	計畫名稱	執行期間	業務類型						
					平面控制	高程控制	地籍測量	地形測量	海洋測量	工程測量	其他
總統計					17.65	8.57	26.25	29.98	1.57	11.00	14.98
1	國土測繪中心企劃課	6/1	發展高程現代化作業技術可行性先期研究	2011	0	1	0	0	0	0	
		6/2	花東及山區重力測量工作	2011	0	0	0	0	0	0	1 重力測量
		6/3	臺灣本島近岸船載重力測量作業	2011	0	0	0	0	0	0	1 重力測量
		6/4	微波輻射計資料品質校正作業	2010	0	0	0	0	0	1	
		6/5	發展合成孔徑雷達干涉技術於測繪領域應用先期規劃	2009	0	0	0	0	0	1	
		6/6	發展臺灣區域性對流層延遲修正模式先期研究作業	2009	0	0	0	0	0	1	
2	內政部國土測繪中心控制測量課	2/1	測繪控制點管理維護	2009-2011	0.5	0.5	0	0	0	0	
		2/2	e-GPS即時動態定位系統營運與推動	2009-2011	0.25	0	0.25	0.25	0	0.25	
3	國土測繪中心地籍測量課	3/1	國解數位化地籍圖整合建置及都市計畫地形圖套疊計畫	2009-2011	0	0	0.5	0.5	0	0	
		3/2	法院囑託測量案件	2009-2011	0	0	1	0	0	0	
		3/3	空電磁場用地權屬分割測量	2009-2011	0	0	1	0	0	0	
4	國土測繪中心地籍圖重測課	1/1	地籍圖		0	0	1	0	0	0	
5	國土測繪中心地形及海洋測量課	7/1	臺灣地區基本圖修測工作	2009-2011	0	0	0	1	0	0	
		7/2	莫拉克災區基本地形圖修測工作	2010-2011	0	0	0	1	0	0	
		7/3	通用版電子地圖建置計畫	2009-2011	0	0	0	1	0	0	
		7/4	國土利用調查作業	2009-2011	0	0	0	0	0	0	1 國土利用調查成果
		7/5	海峽基本圖測繪工作	2011	0	0	0	0	1	0	
		7/6	潮間帶資料整合處理	2009-2011	0	0	0	1	0	0	
		7/7	以空載光達技術建立數值地形模型工作	2009	0	0	0	1	0	0	
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課	25/1	大雅鄉都市計畫數值地形測量	2008-2009	0	0	0	1	0	0	
		25/2	大肚鄉都市計畫數值地形測量	2008-2009	0	0	0	1	0	0	
		25/3	竹北市都市計畫數值地形測量	2008-2009	0	0	0	1	0	0	
		25/4	茄竹鄉(大竹地區)都市計畫數值地形測量	2009	0	0	0	1	0	0	
		25/5	苗栗縣1/1000地形圖測製第一期計畫(三義、造橋、後龍)	2009	0	0	0	1	0	0	
		25/6	新竹市都市計畫控制系統建置及格位、地形圖整合作業	2009	0.33333333	0.33333333	0	0	0	0.33333333	
		25/7	九如鄉都市計畫數值地形測量	2009-2010	0	0	0	1	0	0	
		25/8	苗栗縣1/1000地形圖測製(地測)第二期計畫(南庄、獅尾、公館、銅鑼、通霄、苑裡)	2009-2010	0	0	0	1	0	0	
		25/9	大甲鎮都市計畫數值地形測量	2009-2010	0	0	0	1	0	0	
		25/10	變更淡海新市鎮特定區主要計畫(第二次通盤檢討)案,都市計畫地形圖測量	2009-2010	0	0	0	1	0	0	
		25/11	變更豐原都市計畫(配合921震災重建-鐵路用地銜接36米外環道以東地區)格位測定	2010	0	0	0	0	0	1	
		25/12	變更竹東都市計畫第五次通盤檢討	2009-2010	0	0	0	1	0	0	
		25/13	嘉義縣蒜寮交關區都市計畫區	2010-2011	0	0	0	1	0	0	
		25/14	台南縣蒜寮交關區都市計畫區	2010-2011	0	0	0	1	0	0	
		25/15	屏東縣蒜寮交關區都市計畫區	2010-2011	0	0	0	1	0	0	
		25/16	台東縣蒜寮交關區都市計畫區	2010-2011	0	0	0	1	0	0	
		25/17	金門特定區都市計畫控制測量	2010-2011	0.5	0	0	0	0	0.5	
		25/18	臺北角風區特定區計畫(戲院、機場捷運沿線地區周邊土地開發)	2010-2011	0	0	0	1	0	0	
		25/19	機場捷運沿線地區周邊土地開發	2010-2011	0	0	0	0	0	1	
		25/20	新竹科學工業園區特定區都市計畫	2010-2011	0	0	0	0	0	1	
		25/21	台中縣地形圖測製第三期計畫	2010-2011	0	0	0	1	0	0	
		25/22	配合南投縣易交流道區邊界聯測	2011	0	0	0	0	0	1	
		25/23	金門特定區主控制點水準測量	2011	0	0.5	0	0.5	0	0	
25/24	台中縣特定區都市計畫重製修訂	2011	0	0	0	0	0	1			
25/25	新竹市一十分之一數值地形圖	2011	0	0	0	1	0	0			
12	內政部營建署城鄉發展分署南區規劃課	4/1	變更台東縣都市計畫(配合莫拉克災災後重建)計畫圖重測暨轉通檢	2010-2012	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	0	0	
		4/2	變更台東縣都市計畫(配合莫拉克災災後重建)計畫圖重測暨轉通檢檢對(1)	2010-2011	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	0	0	
		4/3	變更仁德及台南交流道(配合莫拉克災災後重建)計畫圖重製暨轉通盤檢討	2010-2012	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	0	0	
		4/4	金門縣地區都市計畫控制測量及格位測定	2010-2011	0.33333333	0.33333333	0	0	0	0	0.33333333 格位測量

編號	單位	條件款/編號	計劃名稱	執行期間	業務類型							
					平面控制	高程控制	地籍測量	地形測量	海洋測量	工程測量	其他	
13	內政部營建署城鄉發展分署東區規劃隊	1/1	台東紅葉、知本溫泉、大麻里、大武、台東鐵路新站都市計畫塗重製。	2010	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	0	0		
14	經濟部中央地質調查所	4/1	地震地質與地變動潛勢分析-地變動監測分析	2007-2010	0	0	0	0	0	0	1	斷層活動性觀測與研究
		4/2	斷層活動性觀測研究第二階段-斷層監測與潛勢分析研究	2009-2011	0	0	0	0	0	0	1	斷層活動性觀測與研究
		4/3	活動斷層帶地表變形測量	2011-2014	0	0	0	0	0	0	1	GPS與精密水準測量
		4/4	GPS連續追蹤站設置	2011-2014	0	0	0	0	0	0	1	GPS連續性的變形觀測
23	第一河川局	2/1	國陽溪大断面測量	2010-2011	0.5	0.5	0	0	0	0		
		2/2	國陽溪河川公地清查計畫	2010-2011	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	0	0		
24	第二河川局	4/1	中港溪河川環境航空數值資料製作	2009-2010	0.25	0.25	0	0.25	0	0	0.25	
		4/2	後龍溪河川環境航空數值資料製作	2009-2010	0.2	0.2	0	0.2	0.2	0	0.2	
		4/3	後龍溪支流大湖溪河川流域檢討變更及前溪河川區域局部變更勘測計畫	2011-2012	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0		
		4/4	後龍溪支流汛水溪河川區域檢討變更勘測計畫	2011-2012	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0		
27	第五河川局	1/1	河川、排水及海岸測量	2009-2011	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667		
		3/1	98年度附屬於工程規劃、設計	2009	0.25	0.25	0	0.25	0	0.25		
34	公路總局規劃組	3/2	99年度附屬於工程規劃、設計	2010	0.25	0.25	0	0.25	0	0.25		
		3/3	100年度附屬於工程規劃、設計等委託服務案之測量預算總數	2011	0.25	0.25	0	0.25	0	0.25		
		1/1	修測及控制測量	2009-2011	0.5	0.5	0	0	0	0		
37	農林航空測量所立體製圖課	3/1	林區基本圖之地形資料測繪	2009-2011	0	0	0	0	0	0	1	地形圖立體測繪
		3/2	航照影像批次正射糾正處理	2009-2011	0	0	0	0	0	0	1	航照影像處理
		3/3	空中三角測量手差與後測	2009-2011	0	0	0	0	0	0	1	航照影像處理
40	高雄市政府地政局	6/1	e-GPS基準站建置	2010-2011	1	0	0	0	0	0		
		6/2	多目標三維立體圖資建置	2010-2011	0	0	0	0	0	0	1	建物量測相關
		6/3	高雄都市土地利用調查及規劃管	2010	0	0	0	0	0	0	1	土地利用調查
		6/4	地籍圖坐標系統轉換作業計畫	2009-2011	0	0	1	0	0	0		
		6/5	1/1000彩色正射影像編製	2010-2011	0	0	0	0	0	0	1	各項業務參考應用
		6/6	三圖合一圖資整合建置計畫	2011	0	0	1	0	0	0		
41	高雄市政府地政局土地開發處	3/1	地籍圖重測	2009	0	0	1	0	0	0		
		3/2	地籍圖重測	2010	0	0	1	0	0	0		
		3/3	地籍圖重測	2011	0	0	1	0	0	0		
42	新北市府地政局	1/1	臺北縣地籍圖重測計畫	2008-2011	0.5	0	0.5	0	0	0		
		5/1	地籍圖重測	2009-2011	0.33333333	0	0.33333333	0.33333333	0	0		
43	臺中市政府地政局	3/2	市地重測(基地重測、區段復收)	2009-2011	0.5	0	0.5	0	0	0		
		3/3	圖根點補建	2011	1	0	0	0	0	0		
		3/4	水丈測量標清理	2011	0	0	0	0	0	0	1	控制點清理
		3/5	加密控制點布設	2012	1	0	0	0	0	0		
		3/5	地籍測量圖資資料掃描建檔作	2008-2012	0	0	1	0	0	0		
46	臺北市政府地政局土地開發處	6/1	臺北縣地籍圖都市計畫之控制網與應用測量整合研究計畫	2011-2012	0	0	1	0	0	0		
		6/2	水丈測量標整對計畫	2011	0.5	0	0.5	0	0	0		
		6/3	水丈測量標告示牌設置計畫	2011	0.5	0	0.5	0	0	0		
		6/4	遠東本(臺北)市圖根點KML資料	2011	0.5	0	0.5	0	0	0		
		6/5	臺北市多目標地籍圖資料查對	2009	0	0	1	0	0	0		
		6/6	開發臺北市多目標地籍圖資料	2010	0	0	1	0	0	0		
47	臺北市政府都市發展局	4/1	都市計畫格位測設、查對及控制點維護	2009-2011	0.5	0.5	0	0	0	0		
		4/2	台北市歷史類比圖資掃描建檔計畫	2010-2011	1	0	0	0	0	0		
		4/3	台北市航測正射影像圖製作及數值地形圖更新	2009-2010	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	0	0		
		4/4	台北市3D航測數值地形圖重製	2010-2012	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	0	0		
52	新北市政府地政局	2/1	臺北縣1/1000數值地形圖重製	2009-2011	0	0	0	1	0	0		
		2/2	新北市1/1000數值地形圖重製	2011-2014	0	0	0	1	0	0		
54	嘉義市政府地政局	4/1	全面修設嘉義市TW99加密控制點	2010-2011	0	0	1	0	0	0		
		4/2	觀音橋建管加密測量作業	2010-2011	0	0	1	0	0	0		
		4/3	99年度「圖解數化地籍圖整合	2010	0	0	1	0	0	0		
		4/4	100年度「圖解數化地籍圖整合	2011	0	0	1	0	0	0		
55	彰化縣政府地政局	1/1	彰化縣控制點補建	2010-2011	0	0	0	0	0	1		
		3/1	花蓮都市計畫格位補建工作	2009	1	0	0	0	0	0		
58	花蓮縣政府	3/2	吉安都市計畫格位補建工作	2011	1	0	0	0	0	0		
		3/3	地籍圖重測第二期計畫	2010-2014	0	0	1	0	0	0		
		2/1	莫拉克颱風災後重建地籍測量計畫	2009-2010	0	0	1	0	0	0		
61	嘉義縣政府地政局	2/2	地籍圖重測計畫	2009-2011	0	0	1	0	0	0		
		2/1	基隆市信義地政事務所委外繪	2010	0	0	1	0	0	0		
62	基隆市政府地政局	2/2	基隆市安樂地政事務所委外繪	2010	0	0	1	0	0	0		
		2/1	圖解數化地籍圖整合建置及都	2009-2011	0	0	1	0	0	0		
63	新竹市政府地政局	2/1	圖根點補建	2009-2011	1	0	0	0	0	0		
		2/2	圖根點補建	2009-2011	1	0	0	0	0	0		
67	海軍大氣海洋局	1/1	年度海洋測量工作	2009-2011	0.2	0.2	0	0.2	0.2	0	0.2	海洋探測(物理性質)

編號	單位	案件數/編號	計劃名稱	執行期間	產出成果						
					控制點	三維模型	光達點雲	地圖(圖資)	導航數據	專題系統	其他
總統計					43.20	5.53	1.37	43.87	1.33	5.00	9.70
1	國土測繪中心企劃課	6/1	發展高程現代化作業技術可行性先期研究	2011	0	1	0	0	0	0	
		6/2	花東及山區重力測量工作	2011	0	1	0	0	0	0	
		6/3	臺灣本島近岸船載重力測量作業	2011	0	1	0	0	0	0	
		6/4	微波輻射計資料品質校正作業	2010	0	0	0	0	0	1	
		6/5	發展合成孔徑雷達干涉技術於測繪領域應用先期規劃	2009	0	0	0	0	0	1	
		6/6	發展臺灣區域性對流層延遲修正模式先期研究作業	2009	0	0	0	0	0	1	
2	內政部國土測繪中心控制測量課	2/1	測繪控制點管理維護	2009-2011	1	0	0	0	0	0	
		2/2	e-GPS即時動態定位系統營運與推廣	2009-2011	0	0	0	0	1	0	
3	國土測繪中心地籍測量課	3/1	圖解數位地籍圖整合建置及都市計畫地形圖套疊計畫	2009-2011	0.5	0	0	0.5	0	0	
		3/2	法屬屬地測量案件	2009-2011	0	0	0	0	0	0	1 鑑定書圖
		3/3	臺灣鐵路用地權屬分類測量	2009-2011	0.5	0	0	0.5	0	0	
4	國土測繪中心地籍圖重測課	1/1	地籍圖		0	0	0	1	0	0	
5	國土測繪中心地形及海洋測量課	7/1	臺灣地區基本圖修測工作	2009-2011	0	0	0	1	0	0	
		7/2	莫拉克災區基本地形圖修測工作	2010-2011	0	0	0	1	0	0	
		7/3	通用版電子地圖建置計畫	2009-2011	0	0	0	1	0	0	
		7/4	國土利用調查作業	2009-2011	0	0	0	1	0	0	
		7/5	海域基本圖測繪工作	2011	0	0	0	1	0	0	
		7/6	潮間帶資料整合處理	2009-2011	0	0	0	1	0	0	
		7/7	以空載光達技術建立數值地形模型工作	2009	0	0	0	1	0	0	
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課	25/1	大肚鄉都市計畫數值地形測量	2008-2009	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/2	大肚鄉都市計畫數值地形測量	2008-2009	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/3	竹北市都市計畫數值地形測量	2008-2009	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/4	鹿竹鄉(大竹地區)都市計畫數值地形測量	2009	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/5	苗栗縣1/1000地形圖測製第一期計畫(三義、造橋、後龍)	2009	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/6	新竹市都市計畫控制系統建置及格位、地形圖整合作業	2009	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/7	九如鄉都市計畫數值地形測量	2009-2010	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/8	苗栗縣1/1000地形圖測製(航測)第二期計畫(南庄、獅潭、公館、銅鑼、通霄、苑裡)	2009-2010	0.333333333	0.333333333	0	0.333333333	0	0	
		25/9	大甲鎮都市計畫數值地形測量	2009-2010	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/10	變更淡海新市鎮特定區主要計畫(第二次通盤檢討)案,都市計畫地形圖測量	2009-2010	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/11	變更臺南都市計畫(配合921震災重建-鐵路用地併歸36米外環道(東地區)格位測定)	2010	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/12	變更竹東都市計畫第五次通盤檢討	2009-2010	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/13	嘉義縣民治鄉都市計畫區	2010-2011	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/14	台南縣新化鄉都市計畫區	2010-2011	0.333333333	0	0.333333333	0.333333333	0	0	
		25/15	屏東縣麟蹄鄉都市計畫區	2010-2011	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/16	台東縣卑南鄉都市計畫區	2010-2011	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/17	金門特定區都市計畫控制測量	2010-2011	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/18	臺北角風車特定區計畫(航測)	2010-2011	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/19	機場捷運沿線地區開發土地調查	2010-2011	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/20	新竹科學工業區特定區都市計畫	2010-2011	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/21	台中縣地形圖測製第三期計畫	2010-2011	0.5	0	0	0.5	0	0	
		25/22	配合南投國貿交流道區道及聯	2011	0.5	0	0	0.5	0	0	
25/23	金門特定區主控制點水準測量	2011	0.5	0	0	0.5	0	0			
25/24	台中縣特定區都市計畫重製作業	2011	0.5	0	0	0.5	0	0			
25/25	新竹市一十分之一數值地形圖	2011	0.5	0	0	0.5	0	0			
12	內政部營建署城鄉發展分署高區規劃課	4/1	變更台東縣都市計畫(配合莫拉克災後重建)計畫圖重測暨轉送檢核	2010-2012	0.5	0	0	0.5	0	0	
		4/2	變更台東縣都市計畫(配合莫拉克災後重建)計畫圖重測暨轉送檢核(1)	2010-2011	0.5	0	0	0.5	0	0	
		4/3	變更仁德及台南交流道(配合莫拉克災後重建)計畫圖重測暨轉送檢核	2010-2012	0.333333333	0	0.333333333	0.333333333	0	0	
		4/4	金門科地區都市計畫控制測量及格位測定	2010-2011	0.5	0	0	0	0	0	0.5 格位成果

編號	單位	案件數/編號	計劃名稱	執行期間	產出成果							
					控制點	三維模型	光達點雲	地圖(圖資)	導航數據	專題系統	其他	
13	內政部營建署城鄉發展分署東區規劃隊	1/1	台東紅茶、知本溫泉、太麻里、大武、台東鐵路新站都市計畫塗塗重製。	2010	1	0	0	0	0	0		
14	經濟部中央地質調查所	4/1	地震地質與地殼形勢分析-地殼形勢分析	2007-2010	0	0.5	0	0	0	0	0.5	遠景場與斷層活動季報
		4/2	斷層活動性觀測研究第二階段-斷層監測與形勢分析研究	2009-2011	0	0	0	0	0	0	1	遠景場與斷層活動季報
		4/3	活動斷層帶地殼形勢測繪	2011-2014	0	0	0	0	0	0	1	平面與高程方向遠景場
		4/4	GPS連續追蹤站設置	2011-2014	0	0	0	0	0	0	1	平面與高程方向變動時間序列
23	第一河川局	2/1	蘭陽溪大断面測量	2010-2011	0.5	0	0	0	0	0	0.5	大断面資料
		2/2	蘭陽溪河川公地清查計畫	2010-2011	0.5	0	0	0.5	0	0		
24	第二河川局	4/1	中港溪河川環境航空數值資料製作	2009-2010	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0		
		4/2	後龍溪河川環境航空數值資料製作	2009-2010	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0		
24	第二河川局	4/3	後龍溪支流大湖溪河川流域檢討變更及蘭陽溪河川區域局變更測測計畫	2011-2012	0.333333333	0	0	0.333333333	0	0	0.333333333	河川圖籍製作及成果報告
		4/4	後龍溪支流次水溪河川流域檢討變更測測計畫	2011-2012	0.333333333	0	0	0.333333333	0	0	0.333333333	河川圖籍製作及成果報告
27	第五河川局	1/1	河川、排水及海岸測量	2009-2011	0.5	0	0	0.5	0	0		
34	公路總局規劃組	3/1	98年度附屬於工程規劃、設計	2009	0.5	0	0	0.5	0	0		
		3/2	99年度附屬於工程規劃、設計	2010	0.5	0	0	0.5	0	0		
		3/3	100年度附屬於工程規劃、設計等委託服務費之測繪預算總數	2011	0.5	0	0	0.5	0	0		
36	農林所測繪課	1/1	佈橋及控制測繪	2009-2011	1	0	0	0	0	0		
37	農林航空測繪所立體製圖課	1/1	林區基本圖之地形資料測繪	2009-2011	0	0	0	1	0	0		
		3/2	航照影像校正射測正處理	2009-2011	0	0	0	1	0	0		
		3/3	空中三角測量平差與偵測	2009-2011	0	0	0	1	0	0		
40	高雄市政府地政局	6/1	e-GPS基準站建置	2010-2011	1	0	0	0	0	0		
		6/2	多目標三維立體圖資建置	2010-2011	0	1	0	0	0	0		
		6/3	高雄市土地利用調查及規劃管理	2010	0	0	0	0	0	1		
		6/4	地籍圖坐標系統轉換作業計畫	2009-2011	0	0	0	0	0	1		
		6/5	1/1000彩色正射影像測繪	2010-2011	0	0	0	1	0	0		
		6/6	三圖合一圖資整合建置計畫	2011	0	0	0	1	0	0		
41	高雄市政府地政局土地開發處	3/1	地籍圖重測	2009	0.5	0	0	0.5	0	0		
		3/2	地籍圖重測	2010	0.5	0	0	0.5	0	0		
		3/3	地籍圖重測	2011	0.5	0	0	0.5	0	0		
42	新北市政府地政局	1/1	臺北縣地籍圖重測計畫	2008-2011	0.5	0	0	0.5	0	0		
43	臺中市政府地政局	5/1	地籍圖重測	2009-2011	0.5	0	0	0.5	0	0		
		5/2	市地重測(基地重測、區段徵收)	2009-2011	0.5	0	0	0.5	0	0		
		5/3	圖根點補建	2011	1	0	0	0	0	0		
		5/4	永久測量標清理	2011	1	0	0	0	0	0		
		5/5	加密控制點布設	2012	1	0	0	0	0	0		
45	臺北市政府地政局	1/1	地籍測量圖籍資料持續檢核作業	2008-2012	0	0	0	1	0	0		
46	臺北市政府地政局土地開發處	6/1	臺北市地籍都市計畫之控制網系統應用測繪整合研究計畫	2011-2012	0.5	0	0	0	0	0	0.5	地籍資料
		6/2	永久測量標查對計畫	2011	1	0	0	0	0	0		
		6/3	永久測量標告示牌設置計畫	2011	0	0	0	0	0	0	1	
		6/4	建置本(臺北)市圖根點ICML資料	2011	0.5	0	0	0.5	0	0		
		6/5	臺北市多目標地籍圖資料查對	2009	0	0	0	0	0	0	1	圖資更新
		6/6	開發臺北多目標地籍圖圖資	2010	0	0	0	1	0	0		
47	臺北市政府都市發展局	4/1	都市計畫格位測設、量測及控制點維護	2009-2011	1	0	0	0	0	0		
		4/2	台北市歷史類比圖資掃描檢核計畫	2010-2011	0	0	0	0.5	0	0	0.5	航照正射影像
		4/3	台北市航測正射影像圖製作及數值地形圖更新	2009-2010	0.5	0	0	0.5	0	0		
		4/4	台北市3D航測數值地形圖重製	2010-2012	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0.2	DEM、DSM正射影像
52	新北市政府城鄉發展局	2/1	臺北縣1/1000數值地形圖測繪	2009-2011	0	0	0	1	0	0		
		2/2	新北縣1/1000數值地形圖測繪	2011-2014	0	0	0	1	0	0		
54	嘉義市政府地政局	4/1	全國航空攝影測量TWD97加密校核	2010-2011	1	0	0	0	0	0		
		4/2	航照補建暨加密測量作業	2010-2011	1	0	0	0	0	0		
		4/3	99年度「圖籍數化地籍圖整合」	2010	0	0	0	1	0	0		
		4/4	100年度「圖籍數化地籍圖整合」	2011	0	0	0	1	0	0		
55	彰化縣政府地政局	1/1	彰化縣控制點補建	2010-2011	1	0	0	0	0	0		
58	花蓮縣政府	3/1	花蓮都市計畫格位補建工作	2009	1	0	0	0	0	0		
		3/2	吉安都市計畫格位補建工作	2011	1	0	0	0	0	0		
		3/3	地籍圖重測第二期計畫	2010-2014	1	0	0	0	0	0	數值化地籍圖	
61	嘉義縣政府地政局	2/1	笨拉克颶風災後重建地籍測量計畫	2009-2010	0.5	0	0	0.5	0	0		
		2/2	地籍圖重測計畫	2009-2011	0.5	0	0	0.5	0	0		
62	基隆市政府地政局	2/1	基隆市信義地政事務所委外辦	2010	1	0	0	0	0	0		
		2/2	基隆市安樂地政事務所委外辦	2010	1	0	0	0	0	0		
63	新竹市政府地政局	2/1	圖籍數化地籍圖整合建置及都	2009-2011	0	0	0	1	0	0		
		2/2	圖根點補建	2009-2011	1	0	0	0	0	0		
67	海軍天氣海洋局	1/1	年度海洋測量工作	2009-2011	0.3	0	0	0	0.3	0	0.3	海圖

編號	單位	總件數/編號	計劃名稱	執行期間	作業目的							預算
					管理決策	工程建設	科學研究	規劃設計	系統開發	生產服務	其他	
		總統計			21.97	9.47	6.18	39.13	4.33	15.72	13.2	248973.8
1	國土測繪中心企劃課	6/1	發展高程現代化作業技術可行性先期	2011	0	0	0	0	1	0	0	110
		6/2	花東及山區重力測繪工作	2011	0	0	0	0	1	0	0	300
		6/3	臺灣本島近岸船載重力測繪作業	2011	0	0	0	0	1	0	0	490
		6/4	假波幅射計資料品質校正作業	2010	0	0	1	0	0	0	0	95
		6/5	發展合成孔徑雷達干涉技術於測繪領域應用先期規劃	2009	0	0	1	0	0	0	0	150
		6/6	發展臺灣區域性對流層延遲估算模式先期研究作業	2009	0	0	1	0	0	0	0	150
2	內政部國土測繪中心控制測量課	2/1	測繪控制點管理維護	2009-2011	1	0	0	0	0	0	0	5522.5
		2/2	e-GPS即時動態定位系統營運推動	2009-2011	0	0	0	0	0	1	0	600
3	國土測繪中心地籍測量課	3/1	圖解數位地籍圖整合建置及都市計畫	2009-2011	0.5	0	0	0	0	0.5	0	1300
		3/2	法院審訊圖測案件	2009-2011	0	0	0	0	0	0	1	2025
		3/3	委實地籍用地務	2009-2011	0.5	0.5	0	0	0	0	0	按法院審訊參考
4	國土測繪中心地籍圖量測課	1/1	地籍圖		1	0	0	0	0	0	0	32000
5	國土測繪中心地形及海洋測繪課	7/1	臺灣地區基本圖修測工程	2009-2011	0.25	0.25	0	0.25	0	0.25	0	1315
		7/2	莫拉克災區基本地形圖修測工程	2010-2011	0.25	0.25	0	0.25	0	0.25	0	1008
		7/3	適用版電子地圖建置計畫	2009-2011	0.25	0.25	0	0.25	0	0.25	0	9309
		7/4	國土利用調查作業	2009-2011	0.25	0.25	0	0.25	0	0.25	0	1769
		7/5	海峽基本圖修測工程	2011	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.2	0	1201
		7/6	網際網路資料整合處理	2009-2011	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.2	0	515
		7/7	以空載光達技術建立數值地形模型工程	2009	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.2	0	685
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課	25/1	大雅鄉都市計畫數值地形測量	2008-2009	0	0	0	1	0	0	0	740
		25/2	大肚鄉都市計畫數值地形測量	2008-2009	0	0	0	1	0	0	0	597
		25/3	竹北市都市計畫數值地形測量	2008-2009	0	0	0	1	0	0	0	1775
		25/4	鹿竹鄉(大竹地區)都市計畫數值地形測量	2009	0	0	0	1	0	0	0	384
		25/5	苗栗縣1/1000地形圖測製第一期計畫(三義、造橋、後龍)	2009	0	0	0	1	0	0	0	768
		25/6	新竹市都市計畫控制系統建置及地位、地形圖整合作業	2009	0	0	0	1	0	0	0	972
		25/7	九如鄉都市計畫數值地形圖測製(1/1000)	2009-2010	0	0	0	1	0	0	0	480
		25/8	苗栗縣1/1000地形圖測製(測測)第二期計畫(內山、獅潭、公館、銅鑼、通霄、苑裡)	2009-2010	0	0	0	1	0	0	0	968
		25/9	大甲鎮都市計畫數值地形圖測製	2009-2010	0	0	0	1	0	0	0	520
		25/10	雙溪法海鄉都市計畫區主要計畫(第二次通盤檢討)案,都市計畫地形圖測製	2009-2010	0	0	0	1	0	0	0	2315
		25/11	雙溪豐原都市計畫(配合921震災重建-鐵路用地防排36米外環道(以東地區)地位測定	2010	0	0	0	1	0	0	0	425
25/12	雙溪竹東都市計畫	2009-2010	0	0	0	1	0	0	0	1145		
25/13	嘉義縣鹿寮鄉	2010-2011	0	0	0	1	0	0	0	922		
25/14	台南縣新化鄉	2010-2011	0	0	0	1	0	0	0	1750		
25/15	屏東縣麟寮鄉	2010-2011	0	0	0	1	0	0	0	2369		
25/16	台東縣新港鄉	2010-2011	0	0	0	1	0	0	0	2760		
25/17	金門縣定區都市計畫	2010-2011	0	0	0	1	0	0	0	1967		
25/18	東北角風景特定區	2010-2011	0	0	0	1	0	0	0	472		
25/19	機捷捷運沿線地區	2010-2011	0	0	0	1	0	0	0	212		
25/20	新竹科學工業園區	2010-2011	0	0	0	1	0	0	0	1369		
25/21	台中縣地形圖測製	2010-2011	0	0	0	1	0	0	0	476		
25/22	配合台股股票上市	2011	0	0	0	1	0	0	0	71		
25/23	金門縣定區都市計畫	2011	0	0	0	1	0	0	0	195		
25/24	台中縣定區都市計畫	2011	0	0	0	1	0	0	0	2830		
25/25	新竹市一千分之一	2011	0	0	0	1	0	0	0	1385		
12	內政部營建署城鄉發展分署市區規劃課	4/1	雙溪台東縣都市計畫(配合莫拉克災後重建)計畫圖重測暨修繕	2010-2012	0	0	0	1	0	0	0	2760
		4/2	雙溪台東縣都市計畫(配合莫拉克災後重建)計畫圖重測暨修繕檢核(1)	2010-2011	0	0	0	1	0	0	0	2996
		4/3	雙溪仁德及台南空汙道(配合莫拉克災後重建)計畫圖重測暨修繕檢核	2010-2012	0	0	0	1	0	0	0	1658
		4/4	金門縣地區都市計畫控制測量及地位測定	2010-2011	0	1	0	0	0	0	0	1967

編號	單位	總件數/編號	計劃名稱	執行期間	作業目的							預算		
					管理決策	工程建設	科學研究	規劃設計	系統開發	生產服務	其他			
13	內政部營建署城鄉發展分署東區規劃隊	1/1	台東紅葉、知本溫泉、太麻里、大武、台東鐵路新站都市計畫塗塗重製。	2010	0	0	0	1	0	0	0	0	800	
14	經濟部中央地質調查所	4/1	地震地質與地盤動靜態分析-地盤動	2007-2010	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0	600	
		4/2	斷層活動性觀測研究第二階段-斷層監測點暨整合分析	2009-2011	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0	3168	
		4/3	活動斷層帶地表變形測量	2011-2014	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0	5028	
		4/4	GPS連續追蹤站設置	2011-2014	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0	600	
23	第一河川局	2/1	蘇厝港大斷面測量	2010-2011	0	0	0	1	0	0	0	0	632	
		2/2	蘇厝港河川公地測量計畫	2010-2011	1	0	0	0	0	0	0	0	635	
24	第二河川局	4/1	中港溪河川環境航空數值資料製作	2009-2010	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	0	0	0	0	960	
		4/2	後龍溪河川環境航空數值資料製作	2009-2010	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	0	0	0	0	900	
		4/3	後龍溪支流大湖溪河川區域檢討變更及上游河川區域局部變更勘測計畫	2011-2012	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	0	0	0	0	178	
		4/4	後龍溪支流汶水河川區域檢討變更勘測計畫	2011-2012	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	0	0	0	0	242	
27	第五河川局	1/1	河川、排水及海岸測量	2009-2011	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0	0	1000	
		3/1	98年度附屬於工程	2009	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	3555	
34	公路總局規劃組	3/2	99年度附屬於工程	2010	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	2141	
		3/3	100年度附屬於工程規劃、設計等委託服務費之測費預算總數	2011	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	602	
		1/1	傳統及控制測量	2009-2011	0	0	0	0	0	1	0	0	350	
36	農林所測量課	3/1	林區基本圖之地形	2009-2011	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
		3/2	航照影像校正正射	2009-2011	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
		3/3	空中三角測量平差與後測	2009-2011	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
40	高雄市政府地政局	6/1	6-GPS基準站建置	2010-2011	0	1	0	0	0	0	0	0	360	
		6/2	多目標三維立體圖	2010-2011	1	0	0	0	0	0	0	0	560	
		6/3	高雄市土地利用	2010	1	0	0	0	0	0	0	0	250	
		6/4	地籍圖坐標系統轉	2009-2011	0	0	0	0	0	0	1	0	400	
		6/5	1/1000彩色正射影	2010-2011	1	0	0	0	0	0	0	0	920	
		6/6	三圖合一圖資整合	2011	1	0	0	0	0	0	0	0	980	
41	高雄市政府地政局土地開發處	3/1	地籍圖重測	2009	0	0	0	0	0	0	1	0	27522	
		3/2	地籍圖重測	2010	0	0	0	0	0	0	1	0	25423	
		3/3	地籍圖重測	2011	0	0	0	0	0	0	1	0	24790	
42	新北市府地政局	1/1	臺北縣地籍圖重測	2008-2011	0	0	0	0	0	0	1	0	9719	
		5/1	地籍圖重測	2009-2011	0	0	0	0	0	0	1	0	3060	
43	臺中市政府地政局	5/2	市地重測(農地重測)	2009-2011	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
		5/3	圖根點補建	2011	0	0	0	0	0	0	1	0	375	
		5/4	永久測量標清理	2011	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
		5/5	加密控制點布設	2012	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
		5/5	加密控制點布設	2012	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
45	臺北市政府地政局	1/1	地籍測量圖籍資料	2008-2012	0.5	0	0	0	0	0.5	0	0	24	
		6/1	臺北地籍圖都市計畫之控制網與專用測量整合研究計畫	2011-2012	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	0	0	0	0	0	
46	臺北市政府地政局土地開發處	6/2	永久測量標查對	2011	0.33333333	0.33333333	0	0.33333333	0	0	0	0	0	
		6/3	永久測量標告示牌	2011	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
		6/4	建豐水(臺北)市圖籍	2011	0.33333333	0.33333333	0	0	0	0.33333333	0	0	0	
		6/5	臺北市多目標地籍	2009	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
		6/6	調整臺北多目標	2010	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	89.8
		6/6	調整臺北多目標	2010	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	89.8
47	臺北市政府都市發展局	4/1	都市計畫格位測設、查對及控制網維護	2009-2011	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	1335	
		4/2	台北市原光顧比圖管理維護計畫	2010-2011	0.5	0	0	0	0.5	0	0	0	176	
		4/3	台北市航測正射影像圖製作及數值地形圖更新	2009-2010	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0	0	1980	
		4/4	台北市3D地籍數值地形圖重製	2010-2012	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0	0	2700	
52	新北市府地籍處	2/1	臺北縣1/1000數值	2009-2011	0	0	0	1	0	0	0	0	4000	
		2/2	新北市1/1000數值	2011-2014	0	0	0	1	0	0	0	0	6300	
		4/1	全面修設嘉義市T	2010-2011	0.5	0	0	0	0	0.5	0	0	254.6	
54	嘉義市政府地政局	4/2	航照補建暨加密測	2010-2011	1	0	0	0	0	0	0	0	100	
		4/3	99年度「圖籍數化	2010	0.5	0	0	0	0	0.5	0	0	134.6	
		4/4	100年度「圖籍數化	2011	0.5	0	0	0	0	0.5	0	0	157.3	
		4/4	100年度「圖籍數化	2011	0.5	0	0	0	0	0.5	0	0	157.3	
55	彰化縣政府地政局	1/1	實施地籍圖籍維護	2010-2011	0.25	0.25	0	0.25	0	0.25	0	0	2171.5	
		3/1	花蓮都市計畫格位補遺工作	2009	0	0	0	0	0	1	0	0	100	
		3/2	吉安都市計畫格位補遺工作	2011	0	0	0	0	0	1	0	0	100	
61	嘉義縣政府地政局	3/3	地籍圖重測第二期計畫	2010-2014	0	0	0	0	0	0	1	0	8300	
		2/1	莫拉克颱風災後重建地籍測量計畫	2009-2010	0	0	0	0	0	1	0	0	5103	
62	基隆市政府地政局	2/2	地籍圖重測計畫	2009-2011	0	0	0	0	0	1	0	0	2374	
		2/1	基隆市陸地地籍	2010	1	0	0	0	0	0	0	0	43.5	
63	新竹市政府地政局	2/2	基隆市空架地籍	2010	1	0	0	0	0	0	0	0	80	
		2/1	圖籍數化地籍圖籍	2009-2011	1	0	0	0	0	0	0	0	240	
67	海軍大氣海洋局	2/2	圖根點補建	2009-2011	0	0	0	0	0	0	1	0	21	
		1/1	年度海洋測量工作	2009-2011	0.2	0.2	0	0.2	0	0.2	0.2	0	450	

編號	單位	總件數/編號	計劃名稱	執行期間	業務類型							
					平面控制	高程控制	地籍測量	地形測量	海洋測量	工程測量	其他	
總統計					5.20	2.37	10.00	7.70	2.37	2.17	10.20	
1	國土測繪中心企劃課	4/1	臺灣本島近岸船載重力測量作業	2012-2014	0	0	0	0	0	0	1	重力測量
		4/2	花東及山區重力測量工作	2012	0	0	0	0	0	0	1	重力測量
		4/3	提升測量儀器校正實驗效能作業	2012-2014	0	0	0	0	0	1	0	
		4/4	發展高程現代化作業	2013-2014	0	1	0	0	0	0	0	
3	國土測繪中心地籍測量課	3/1	國解數化地籍圖整合建置及都市計畫地形圖套疊計畫	2012-2014	0	0	0.5	0.5	0	0	0	
		3/2	法經囑託鑑測案件	2012-2014	0	0	1	0	0	0	0	
		3/3	臺電核容用地預為分割測量	2012-2014	0	0	1	0	0	0	0	
4	地籍圖重測課	1/1	地籍圖	2012-2014	0	0	0	0	0	0	0	
5	國土測繪中心地形及海洋測量課	6/1	海域基本圖測繪工作	2012	0	0	0	0	1	0	0	
		6/2	海域基本圖測繪工作	2013-2014	0	0	0	0	1	0	0	
		6/3	通用版電子地圖建置計畫	2012	0	0	0	1	0	0	0	
		6/4	通用版電子地圖建置計畫	2013-2014	0	0	0	1	0	0	0	
		6/5	國土利用調查計畫	2012	0	0	0	0	0	0	1	1
		6/6	國土利用調查計畫	2013-2014	0	0	0	0	0	0	1	1
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課	3/1	曾文水庫特定區數值地形測量工程	2011-2012	0	0	0	1	0	0	0	
		3/2	大埔都市計畫區數值地形測量工程	2011-2012	0	0	0	1	0	0	0	
		3/3	烏山嶺水庫風景特定區數值地形測量工程	2011-2012	0	0	0	1	0	0	0	
12	內政部營建署城鄉發展分署市區規劃課	1/1	建屋都會區千分之一數值地形圖計畫	2013-2012	0	0	0.5	0.5	0	0	0	
14	經濟部中央地質調查所	3/1	斷層活動性觀測研究第二階段斷層監測與遷移分析研究	2009-2012	0	0	0	0	0	0	1	斷層活動性觀測與研究
		3/2	活動斷層帶地表面形測量	2011-2014	0	0	0	0	0	0	1	GPS與精密水準測量
		3/3	GPS連續追蹤站設置	2011-2014	0	0	0	0	0	0	1	GPS連續性的變形觀測
27	第五河川局	1/1	河川、排水及海岸測量	2012-2014	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	
36	農航所測量課	1/1	佈標及控制測量	2012-2014	0.5	0.5	0	0	0	0	0	
40	高雄市政府地政局	9/1	多目標三維立體圖資建置	2012	0	0	0	0	0	0	1	建物測量相關
		9/2	e-GPS基準站建置	2012	1	0	0	0	0	0	0	
		9/3	1/1000彩色正射影像建置	2012	0	0	0	0	0	0	1	各項業務參考應用
		9/4	地籍圖坐標系統轉換作業計畫	2012	0	0	1	0	0	0	0	
		9/5	三圖合一圖資整合建置計畫	2012	0	0	1	0	0	0	0	
		9/6	控制點管理系統	2012	1	0	0	0	0	0	0	
		9/7	土地權文外業系統 (PD/A版)	2012	0	0	1	0	0	0	0	
		9/8	應用多平台移動式製圖技術於土地利用調查之研究	2012	0	0	0	0	0	0.5	0.5	各項業務參考應用
		9/9	土地使用現況圖資建檔作業	2012	0	0	0	0	0	0.5	0.5	各項業務參考應用
42	新北市政府地政局地籍測量科	1/1	新北市地籍圖重測計畫	2012-2014	0.5	0	0.5	0	0	0	0	
43	臺中市政府地政局	1/1	地籍圖重測	2012-2014	0.3	0	0.3	0.3	0	0	0	
47	台北市政府都市發展局	2/1	都市計畫格位測設、查對及控制點維護	2012-2014	0.5	0.5	0	0	0	0	0	
		2/2	台北市歷史類比圖資掃描建檔計畫	2012-2014	1	0	0	0	0	0	0	
52	新北市政府城鄉發展局	1/1	新北市1/1000數值航測地形圖測製(第四期)與全市1/5000地形圖製作建置案及監審案	2012-2014	0	0	0	1	0	0	0	
54	嘉義市政府地政處	1/1	101年度「國解數化地籍圖整合建置及都市計畫地形圖套疊計畫」	2012	0	0	1	0	0	0	0	
61	嘉義縣政府地政處	1/1	地籍圖重測	2012-2014	0	0	1	0	0	0	0	
63	新竹市政府地政處	1/1	地籍圖重測	2013	0	0	1	0	0	0	0	
67	海軍大氣海洋局	1/1	年度海洋測量工作	2012-2014	0.2	0.2	0	0.2	0.2	0	0.2	海洋探測(物理性質)

編號	單位	總件數/編號	計劃名稱	執行期間	產出成果							
					控制點	三維模型	光達點雲	地圖(圖資)	導航數據	專題系統	其他	
總統計					8.83	4.50	0.00	16.50	0.33	4.00	6.83	
1	國土測繪中心企劃課	4/1	臺灣本島近岸船載重力測量作業	2012-2014	0	1	0	0	0	0	0	
		4/2	花東及山區重力測量工作	2012	0.5	0.5	0	0	0	0	0	
		4/3	提升測量儀器校正實驗室效能作業	2012-2014	0	0	0	0	0	0	1	校正報告
		4/4	發展高程現代化作業	2013-2014	0	1	0	0	0	0	0	
3	國土測繪中心地籍測量課	3/1	國解數位地籍圖整合建置及都市計畫地形圖套疊計畫	2012-2014	0.5	0	0	0.5	0	0	0	
		3/2	法經囑託地籍測量	2012-2014	0	0	0	0	0	0	1	鑑定書圖
		3/3	臺電核塔用地預為分割測量	2012-2014	0.5	0	0	0.5	0	0	0	
4	地籍圖重測課	1/1	地籍圖	2012-2014	0	0	0	1	0	0	0	
5	國土測繪中心地形及海洋測量課	6/1	海域基本圖測繪工作	2012	0	0	0	1	0	0	0	
		6/2	海域基本圖測繪工作	2013-2014	0	0	0	1	0	0	0	0
		6/3	通用版電子地圖建置計畫	2012	0	0	0	1	0	0	0	
		6/4	通用版電子地圖建置計畫	2013-2014	0	0	0	1	0	0	0	
		6/5	國土利用調查計畫	2012	0	0	0	1	0	0	0	0
		6/6	國土利用調查計畫	2013-2014	0	0	0	1	0	0	0	0
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課	3/1	曾文水庫特定區數值地形測量工程	2011-2012	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0	
		3/2	大埔都市計畫區數值地形測量工程	2011-2012	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0	
		3/3	烏山頭水庫風景特定區數值地形測量工程	2011-2012	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0	
12	內政部營建署城鄉發展分署南區規劃課	1/1	建夏都會區千分之一數值地形圖計畫	2013-2012	0.5	0	0	0.5	0	0	0	
14	經濟部中央地質調查所	3/1	斷層活動性觀測研究第二階段-斷層監測與潛勢分析研究	2009-2012	0	0	0	0	0	0	1	與斷層活
		3/2	活動斷層帶地表變形測量	2011-2014	0	0	0	0	0	0	1	高程方向
		3/3	GPS連續追蹤站設置	2011-2014	0	0	0	0	0	0	1	水平方向變
27	第五河川局	1/1	河川、排水及海岸測量	2012-2014	0	0	0	0	0	0	1	
36	農航所測量課	1/1	條樑及控制測量	2012-2014	1	0	0	0	0	0	0	
40	高雄市政府地政局	9/1	多目標三維立體圖資建置	2012	0	1	0	0	0	0	0	
		9/2	e-GPS基準站建置	2012	1	0	0	0	0	0	0	
		9/3	1/1000彩色正射影像繪製	2012	0	0	0	1	0	0	0	
		9/4	地籍圖坐標系統轉換作業計畫	2012	0	0	0	0	0	1	0	
		9/5	三圖合一圖資整合建置計畫	2012	0	0	0	1	0	0	0	
		9/6	控制點管理系統	2012	1	0	0	0	0	0	0	
		9/7	土地權文外業系統(PDA版)	2012	0	0	0	0	0	1	0	
		9/8	應用多平台移動式製圖技術於土地利用調查之研究	2012	0	0	0	0	0	1	0	
		9/9	土地使用現況圖資建檔作業	2012	0	0	0	0	0	1	0	
42	新北市政府地政局地籍測量科	1/1	新北市地籍圖重測計畫	2012-2014	0.5	0	0	0.5	0	0	0	
43	臺中市政府地政局	1/1	地籍圖重測	2012-2014	0.5	0	0	0.5	0	0	0	
47	台北市政府都市發展局	2/1	都市計畫格位測設、套對及控制點維護	2012-2014	1	0	0	0	0	0	0	
		2/2	台北市歷史類比圖資掃描建檔計畫	2012-2014	0	0	0	0.5	0	0	0.5	修正射影
52	新北市政府城鄉發展局	1/1	新北市1/1000數值航測地形圖測製(第四期)與全市1/5000地形圖製作建置案及監審案	2012-2014	0	0	0	1	0	0	0	
54	嘉義市政府地政處	1/1	101年度「國解數位地籍圖整合建置及都市計畫地形圖套疊計畫」	2012	0	0	0	1	0	0	0	
61	嘉義縣政府地政處	1/1	地籍圖重測	2012-2014	0.5	0	0	0.5	0	0	0	
63	新竹市政府地政處	1/1	地籍圖重測	2013	0	0	0	1	0	0	0	
67	海軍大氣海洋局	1/1	年度海洋測量工作	2012-2014	0.3	0	0	0	0.3	0	0.3	海圖

編號	單位	機件數/編號	計劃名稱	執行期間	作業目的								預算	
					管理決策	工程建設	科學研究	規劃設計	系統開發	生產服務	其他			
總統計					11.97	7.47	2.30	6.47	2.50	4.30	6.00		92728.76	
1	國土測繪中心空測課	4/1	臺灣本島近岸船載重力測著作業	2012-2014	0	0	0	0	1	0	0		1980	
		4/2	花東及山區重力測量工作	2012	0	1	0	0	0	0	0		480	
		4/3	提升測量儀器校正實驗效能作業	2012-2014	0	0	0	0	0	1	0		750	
		4/4	發展高程現代化作業	2013-2014	0	0	0	0	1	0	0		800	
3	國土測繪中心地籍測量課	3/1	國解數化地籍圖整合建置及都市計畫地形圖套疊計畫	2012-2014	0.5	0	0	0	0	0.5	0		5000	
		3/2	法院囑託地籍測量案件	2012-2014	0	0	0	0	0	0	1	提供法院審判參考	1800	
		3/3	臺電核廢用地預勘分割測量	2012-2014	0.5	0	0	0.5	0	0	0		1080	
4	地籍圖重測課	1/1	地籍圖	2012-2014	1	0	0	0	0	0	0		32000	
5	國土測繪中心地形及海洋測量課	6/1	海域基本圖測繪工作	2012	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.2	0		311	
		6/2	海域基本圖測繪工作	2013-2014	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.2	0		6180	
		6/3	通用版電子地圖建置計畫	2012	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.2	0		804	
		6/4	通用版電子地圖建置計畫	2013-2014	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.2	0		2400	
		6/5	國土利用調查計畫	2012	0.3	0.3	0	0.3	0	0.3	0		1005	
		6/6	國土利用調查計畫	2013-2014	0.3	0.3	0	0.3	0	0.3	0		3000	
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課	3/1	曾文水庫特定區數值地形測量工程	2011-2012	0	0	0	1	0	0	0			
		3/2	大埔都市計畫區數值地形測量工程	2011-2012	0	0	0	1	0	0	0			
		3/3	烏山嶺水庫風景特定區數值地形測量工程	2011-2012	0	0	0	1	0	0	0			
12	內政部營建署城鄉發展分署南區測繪課	1/1	建築都會區千分之一數值地形圖計畫	2013-2012	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0		148.757	
14	經濟部中央地質調查所	3/1	斷層活動性觀測研究第二階段斷層監測與趨勢分析研究	2009-2012	0.5	0	0.5	0	0	0	0		792	
		3/2	活動斷層帶地表變形測量	2011-2014	0.5	0	0.5	0	0	0	0		5028	
		3/3	GPS連續追蹤站設置	2011-2014	0.5	0	0.5	0	0	0	0		600	
27	第五河川局	1/1	河川、排水及海岸測量	2012-2014	0	1	0	0	0	0	0		1000	
36	農航所測量課	1/1	條線及控制測量	2012-2014	0	0	0	0	0	1	0		350	
40	高雄市政府地政局	9/1	多目標三維立體圖資建置	2012	1	0	0	0	0	0	0	0		280
		9/2	e-GPS基準站建置	2012	0	1	0	0	0	0	0	0		180
		9/3	1/1000彩色正射影像建置	2012	1	0	0	0	0	0	0	0		750
		9/4	地籍圖坐標系統轉換作業計畫	2012	0	0	0	0	0	0	0	1	1	200
		9/5	三圖合一圖資整合建置計畫	2012	1	0	0	0	0	0	0	0		980
		9/6	控制點管理系統	2012	0	1	0	0	0	0	0	0		
		9/7	土地複丈外業系統(FDA版)	2012	0	1	0	0	0	0	0	0		
		9/8	應用多平台移動式製圖技術於土地利用調查之研究	2012	1	0	0	0	0	0	0	0		95
		9/9	土地使用現況圖資建權作業	2012	1	0	0	0	0	0	0	0		80
42	新北市府地政局地籍測量科	1/1	新北市地籍圖重測計畫	2012-2014	0	0	0	0	0	0	1	法方式重新建立地籍	13555	
43	臺中市政府地政局	1/1	地籍圖重測	2012-2014	0	0	0	0	0	0	1	地籍整理	3000	
47	台北市政府都市發展局	2/1	都市計畫格位測設、查對及控制點維護	2012-2014	0.5	0.5	0	0	0	0	0		1350	
		2/2	台北市歷史類比圖資標建權計畫	2012-2014	0.5	0	0	0	0.5	0	0		450	
52	新北市政府城鄉發展局	1/1	新北市1/1000數值航測地形圖測製(第四期)與全市1/5000地形圖製作建置案及監案案	2012-2014	0	0	0	1	0	0	0		6300	
54	嘉義市政府地政處	1/1	101年度「國解數化地籍圖整合建置及都市計畫地形圖套疊計畫」	2012	0.5	0	0	0	0	0.5	0			
61	嘉義縣政府地政處	1/1	地籍圖重測	2012-2014	0	0	0	0	0	0	1			
63	新竹市政府地政處	1/1	地籍圖重測	2013	0	0	0	0	0	0	1	地籍圖重製		
67	海軍大氣海洋局	1/1	年度海洋測量工作	2012-2014	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0		150	

編號	單位	4-1		4-2		4-3			4-4		4-5			
		是	否	是	否	儀器校正訓練	如何了解校正報告	其他	是	否	送其他單位校正	儀器自行校正	儀器不曾校正	其他
總統計		23	12	7	16	3	6	0	9	3	8	1	2	5
1	國土測繪中心企劃課	1	0	1	0	0	1							
2	國土測繪中心控制測量課	1	0	1	0	1	1							
3	國土測繪中心地籍測量課	1	0	1	0	0	1							
5	國土測繪中心地形及海洋測量課	1	0	0	1						0	0	0	尚無此需求
8	內政部營建署城鄉發展分署區域發展課	1	0	0	1						0	0	0	無測繪業務
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課	1	0	0	1						0	1	0	
12	內政部營建署城鄉發展分署南區規劃隊	0	1						1	0				
13	內政部營建署城鄉發展分署東區規劃隊	0	1						0	1				
14	經濟部中央地質調查所	1	0	0	1						1	0	0	
32	經濟部水利署工程事務組	0	1						1	0				
16	經濟部水利署水源經營組	0	1						0	1				
19	水利署水利防災中心	0	1						1	0				
23	第一河川局	0	1						1	0				
24	第二河川局	0	1						1	0				
27	第五河川局	0	1						1	0				
34	交通部公路總局規劃組	1	0	0	1						1	0	0	
35	農航所計劃管制課	1	0	0	1						0	0	1	
36	農航所測量課	1	0	0	1						0	0	0	目前使用儀器皆為近3年來新購置而未曾辦理儀器校正
37	農航所立體制圖課	0	1						0	1				
40	高雄市政府地政局	1	0	0	1						1	0	0	
41	高雄市政府地政局土地開發處	1	0	0	1						0	0	0	儀器廠商校正
42	新北市政府地政局	1	0	1	0	1	1							
43	台中市政府地政局	1	0	0	1						1	0	0	
45	臺北市政府地政處	1	0	0	1						0	0	0	無儀器
46	臺北市政府地政處	1	0	0	1						1	0	0	
47	台北市政府都市	1	0	0	1						1	0	0	
52	新北市政府城鄉發展局	0	1						1	0				
54	嘉義市地政處(事務所)	1	0	0	1						1	0	0	
55	彰化縣政府	1	0	1	0	0	1							
56	新竹縣政府地政處	0	1						1	0				
61	嘉義縣政府地政處	1	0	1	0	0	1							
62	基隆市政府地政處	1	0	0	1						1	0	0	
63	新竹市政府地政處	1	0	1	0	1	0							
67	海軍大氣海洋局	0	1						1	0				
69	財政部國有財產局臺灣中區辦事處	1	0	0	1						0	0	1	

編號	單位	4-6			4-7		4-8		4-9				
		送其他 單位校正	儀器自 行校正	其他	是	否	是	否	國土測 繪中心 網站	機關指 定使用	朋友告知	國土測 繪中心 宣導	其他
總統計		0	0	3	26	9	13	13	9	2	0	6	1
1	國土測繪中心企劃課				1	0	1	0	1	0	0	0	
2	國土測繪中心控制測量課												
3	國土測繪中心地籍測量課				1	0	1	0	1	1	0	0	
5	國土測繪中心地形及海洋測量課				1	0	1	0	1	1	0	1	
8	內政部營建署城鄉發展分署區域發展課				1	0	1	0	1	0	0	1	
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課				1	0	1	0	0	0	0	1	
12	內政部營建署城鄉發展分署南區規劃隊				0	1							
13	內政部營建署城鄉發展分署東區規劃隊	0	0	距離太遠	1	0	0	1					
14	經濟部中央地質調查所				1	0	1	0	1	0	0	0	
32	經濟部水利署工程事務組				1	0	0	1					
16	經濟部水利署水源經營組			無測量儀器	0	1							
19	水利署水利防災中心					1							
23	第一河川局				1	0	0	1					
24	第二河川局				0	1							
27	第五河川局				0	1							
34	交通部公路總局規劃組				1	0	0	1					
35	農航所計劃管制課				1	0	0	1					
36	農航所測量課			經洽詢該中心目前並無提供衛星定位接收儀RTK模式之校正服務	1	0	0	1					
37	農航所立體制圖課	0	0	本課僅管有相關影像處理工作站，非屬需校正之量儀器項目。	1	0	0	1					
40	高雄市政府地政局				1	0	1	0	1	0	0	0	
41	高雄市政府地政局土地開發處				1	0	0	1					
42	新北市政府地政局				0	1							
43	台中市政府地政局				1	0	1	0	0	0	0	1	
45	臺北市政府地政處				1	0	0	1					
46	臺北市政府地政處				1	0	0	1					
47	臺北市政府都市發展局				1	0	1	0	1	0	0	0	
52	新北市政府城鄉發展局				0	1							
54	嘉義市地政處(事務所)				1	0	1	0	1	0	0	0	
55	彰化縣政府				1	0	0	1					
56	新竹縣政府地政處				1	1	0	1					
61	嘉義縣政府地政處				1	0	1	0	0	0	0	1	
62	基隆市政府地政處				1	0	1	0	0	0	0	1	
63	新竹市政府地政處				1	0	0	1					
67	海軍大氣海洋局				0	1							
69	財政部國有財產局臺灣中區辦事處				1	0	1	0	1	0	0	0	同事使用

編號	單位	4-10								4-11						
		土地段籍資料	控制測量成果資料	地籍圖資料	臺灣地區地形圖	國土利用調查成果資料	相片基本圖數值資料	通用版電子地圖成果	其他	辦理測量工程	辦理工程規劃	辦理研究計畫	教學使用	自行研究參考	軍事使用	其他
總統計		5	6	8	3	3	4	5	0	8	2	3	0	2	0	2
1	國土測繪中心企劃課	1	1	1	0	0	0	0		1	1	0	0	0	0	
2	國土測繪中心控制測量課															
3	國土測繪中心地籍測量課	1	0	1	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	
5	國土測繪中心地形及海洋測量課	1	1	1	1	1	1	1		1	0	0	0	0	0	
8	內政部營建署城鄉發展分署區域發展課	0	0	1	1	1	0	1		0	0	1	0	0	0	
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課	0	1	1	0	1	1	0		1	1	1	0	0	0	
12	內政部營建署城鄉發展分署南區規劃隊															
13	內政部營建署城鄉發展分署東區規劃隊															
14	經濟部中央地質調查所	0	0	0	1	0	1	1		0	0	1	0	0	0	增製地質敏感區使用
32	經濟部水利署工程事務組															
16	經濟部水利署水源經營組															
19	水利署水利防災中心															
23	第一河川局															
24	第二河川局															
27	第五河川局															
34	交通部公路總局規劃組															
35	農航所計劃管制課															
36	農航所測量課															
37	農航所立體制圖課															
40	高雄市政府地政局	0	0	0	0	0	1	1		1	0	0	0	1	0	
41	高雄市政府地政局土地開發處															
42	新北市政府地政局															
43	台中市政府地政局	1	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
45	臺北市政府地政處															
46	臺北市政府地政處															
47	臺北市政府都市發展局	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	
52	新北市政府城鄉發展局															
54	嘉義市地政處(事務所)	0	1	1	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	
55	彰化縣政府															
56	新竹縣政府地政處															
61	嘉義縣政府地政處	0	1	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	
62	基隆市政府地政處	0	1	1	0	0	0	1		1	0	0	0	0	0	
63	新竹市政府地政處															
67	海軍大氣海洋局															
69	財政部國有財產局臺灣中區辦事處	1	0	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	勘查現況

編號	單位	4-12				4-13					4-14						
		很有助益	有助益	普通有助益	其他	非常滿意	滿意	沒意見	不滿意	非常不滿意	早上8點前	上午8-12	中午12-14	14-17	17-19	19-22	22以後
總統計		6	6	1	0	3	7	3	0	0	0	10	0	5	0	0	0
1	國土測繪中心企劃課	0	1	0		0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
2	國土測繪中心控制測量課																
3	國土測繪中心地籍測量課	1	0	0		0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
5	國土測繪中心地形及海洋測量課	1	0	0		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	內政部營建署城鄉發展分署區域發展課	1	0	0		0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課	1	0	0		0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
12	內政部營建署城鄉發展分署南區規劃隊																
13	內政部營建署城鄉發展分署東區規劃隊																
14	經濟部中央地質調查所	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
32	經濟部水利署工程事務組																
16	經濟部水利署水源經營組																
19	水利署水利防災中心																
23	第一河川局																
24	第二河川局																
27	第五河川局																
34	交通部公路總局規劃組																
35	農航所計劃管制課																
36	農航所測量課																
37	農航所立體制圖課																
40	高雄市政府地政局	1	0	0		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
41	高雄市政府地政局土地開發處																
42	新北市政府地政局																
43	台中市政府地政局	0	1	0		0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
45	臺北市府地政處																
46	臺北市府地政處																
47	台北市政府都市	0	1	0		0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
52	新北市政府城鄉發展局																
54	嘉義市地政處(事務所)	0	1	0		0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
55	彰化縣政府																
56	新竹縣政府地政處																
61	嘉義縣政府地政處	0	0	1		0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
62	基隆市政府地政處	1	0	0		1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
63	新竹市政府地政處																
67	海軍大氣海洋局																
69	財政部國有財產局臺灣中區辦事處	0	1	0		0	0	1	0	0							

編號	單位	4-15				4-16		4-17				4-18
		使用其他機關提供	沒有需要	不習慣使用線上服務	其他	是	否	針對特定使用系統	開發者面宣導資料	多提供學習課程	其他	
總統計		2	8	1	2	8	1	6	4	6	2	
1	國土測繪中心企劃課											
2	國土測繪中心控制測量課											
3	國土測繪中心地籍測量課											
5	國土測繪中心地形及海洋測量課											
8	內政部營建署城鄉發展分署區域發展課											
9	內政部營建署城鄉發展分署城鄉規劃課											
12	內政部營建署城鄉發展分署南區規劃課					1	0	0	1	1		基礎測量資料提供
13	內政部營建署城鄉發展分署東區規劃課				由分署辦理							
14	經濟部中央地質調查所											
32	經濟部水利署工程事務組	0	1	0								
16	經濟部水利署水源經營組					1	0	1	1	1		能提高精度DTM, DEM資料供水資源規劃使用，並解除其機密限制以提高規畫成果之精度
19	水利署水利防災中心					1	0	1	0	0		
23	第一河川局	1	0	0								
24	第二河川局					0	1					
27	第五河川局					1	0	1	1	1		
34	交通部公路總局規劃組	0	1	0								
35	農航所計劃管制課	0	1	0								
36	農航所測量課	0	1	0								
37	農航所立體制圖課	0	1	0								
40	高雄市政府地政局											無
41	高雄市政府地政局土地開發處	0	0	0	無自然人憑證							
42	新北市政府地政局					1	0	1	0	0		提供公務機關免費帳號使用。
43	台中市政府地政局											
45	臺北市府地政處	0	1	0								
46	臺北市府地政處	0	1	0								
47	臺北市府都市											
52	新北市政府城鄉發展局					1	0	1	1	1		
54	嘉義市地政處(事務所)											
55	彰化縣政府	1	0	0								
56	新竹縣政府地政處	0	1	0		1	0	0	0	1		
61	嘉義縣政府地政處											
62	基隆市政府地政處					1	0	1	0	1		
63	新竹市政府地政處	0	0	1								
67	海軍大氣海洋局											
69	財政部國有財產局臺灣中區辦事處										提供中央機關免費使用。	希望能提供地形圖套繪地籍圖

附錄 3 實地訪談紀錄

(一) 第一次實地訪談紀錄

訪談日期：100 年 07 月 27 日(三) 10:00 ~ 15:30

受訪單位：內政部國土測繪中心地形及海洋測量課、控制測量課、
地籍測量課、地籍圖重測課、測繪資訊課、企劃課

受訪人員：蔡課長季欣、劉課長致忠、歐技正立中、陳技正昆成、
游技正豐銘、陳技正鶴欽

訪談人員：陳國華(國立臺北大學)、吳曉雯(國立成功大學)

本案訪談之內容主要分為兩個部分如下，藉以瞭解受訪單位目前以及未來對於相關測繪業務之看法與建議：

- 一、請問 貴單位目前正在執行(或近程規劃將執行)的測繪相關業務有哪些?面臨的問題與困難為何?
- 二、請問 貴單位中(遠)程規劃擬優先執行的測繪相關業務有哪些?對於業務之執行有何看法或意見提供?

(1) 地形及海洋測量課

本課主要的法定業務為基本圖籍的產製與更新維護，包括海域及陸域基本圖資建置作業與上級交辦之測繪業務等。對於未來發展的主要思維為回歸基本面，依據國土測繪法的法定職掌辦理相關工作，本課期望未來能發展並建置基本圖籍產製與更新維護之獨立生產作業線，使可獨立完成立體製圖與空中三角平差計算等工作，並提供圖資成果予各領域之加值應用。

檢視目前國內測繪業務之現況，常見諸多測繪相關單位同時辦理性質雷同的測繪業務，使得國家整體測繪資源分散，且亦有

經費分配不足之現象；期望未來國內測繪相關單位能將彼此共同相關或同質性高的業務進行整合，以提升整體經費執行之成效。而圖資成果的流通與供應亦將是未來更重要且值得探討與整合的議題。另外，國內總體測繪人力之分配與訓練亦是另一項需要重視的課題。

(2) 控制測量課

本課主要的法定業務為國內測量控制點(由內政部建置之一、二、三以及四等圖根點)之管理、樁位清查、坐標成果維護以及 e-GPS 即時動態定位系統的管理、營運與更新等，本課未來的發展方向仍應依據國土測繪法的法定業務職掌辦理相關測繪工作。

國內未來測繪業務之發展，近程(99~104 年)即應以內政部提出的「基本測量及圖資測製實施計畫」為主，遠程則應參酌國外測繪業之整體發展趨勢，並通盤檢視國內的政府財政與相關測繪單位之執行現況，以規劃更符合以民生效益為前提的中遠程計畫。

(3) 地籍測量課

本課主要的法定業務為地籍圖、都市計畫圖、1/1000 地形圖的整合、套疊與地籍清理等業務，另尚有較「被動性」委辦之常態業務，例如法院囑託重測之異議案件等，近年亦支援臺灣電力公司辦理高壓鐵塔線下土地之分割作業，其均為較被動性的交辦業務，故工作量與人力較難以事先整體評估。

未來各主題地圖之整合套疊應為一發展重點，思考如何進行整合與應用，應為下一階段中遠程發展計畫的主軸，而國內具有地籍圖資需求的各測繪相關單位之委辦業務，如國有財產局之地籍測繪業務，各縣市政府的相關測繪業務，應整體評估與整併，並應與相關資訊業務單位彙整，以達最大應用成效之目標。

(4) 地籍圖重測課

本課主要的法定業務為地籍圖之重測工作。目前主要的辦理單位為各縣市政府之相關測繪單位，僅剩小部分的重測業務仍為本課辦理或進行委辦工作之查核工作。至 104 年之後，重測業務將完全規劃由各地方政府辦理，屆時本課的核心業務即需要調整，各重測工作隊的人力勢必重新規劃，其可以支援基本控制測量作業、圖資更新維護以及重測業務之檢查等工作，未來，中遠程發展的人力規劃應是一項需要思考的重點。

(5) 測繪資訊課

本課主要的法定業務為本中心相關測繪成果之管理、流通與加值運用。測繪成果主要包括地籍圖資與地形圖資兩項，其皆為常態性之業務。未來的發展方向仍會以這些承辦業務為主要，而前述各課所提的相關測繪成果的整合、管理，實為中遠程計畫的重要方向。對於國內相關測繪單位之執行狀況，建議可至公告招標或業務介紹網站蒐集相關資訊，以獲得更正確客觀的統計資料。

(6) 企劃課

本課的主要業務為綜合規劃、統計評估本中心現階段執行與近程即將執行之各項辦理業務，並參酌國內外相關測繪發展之現況與趨勢，擬定中遠程測繪發展計畫，提供本中心各階段業務執行之依據。

另負責測繪科技發展計畫之統籌集部分業務執行，主要為「高程現代化作業」及「測量儀器校正作業」，其中高程現代化作業之外業重力測量及技術發展作業可在 103 年度結束，以精化臺灣地區大地起伏模式提供各界使用，測量儀器校正實驗室則為本課長遠執行項目，辦理儀器校正服務以提升國內測量成果品質。

國內測繪業未來發展之方向應以國土測繪法為依歸，但現階

段各相關測繪單位之間，實仍存在許多待整合與實務面執行之困難與矛盾處，所以，建議未來各相關測繪單位應更有具體之討論、溝通以及協調，以獲最佳化的測繪相關業務整併效益。

(二) 第二次實地訪談紀錄

訪談日期：100 年 08 月 01 日(一) 14:00 ~ 15:00

受訪單位：內政部國土測繪中心

受訪人員：劉主任正倫

訪談人員：陳國華(國立臺北大學)、吳曉雯(國立成功大學)

本案訪談之內容主要分為兩個部分如下，藉以瞭解受訪單位目前以及未來對於相關測繪業務之看法與建議：

- 一、請問 貴單位目前正在執行(或近程規劃將執行)的測繪相關業務有哪些?面臨的問題與困難為何?
- 二、請問 貴單位中(遠)程規劃擬優先執行的測繪相關業務有哪些?對於業務之執行有何看法或意見提供?

本單位各業務承辦課均依其既定之規劃辦理相關測繪業務，而整體面臨的主要困難實為執行經費之多寡以及人力的有效整合應用。然而，針對此次的訪談作業，個人認為—公職人員在尚未經過其服務單位之授權，甚至其發表之內容並未是經過官方正式之流程以產生的規劃計畫，個人實無法以其個人的看法發表任何與其服務單位未來執行計畫有關之意見與評述。當然，若為學界之學者或專家，其可獨立發表、暢所欲言地對於測繪科技之未來發展闡述其己見，但是，對於行政機關而言，應於其內部所有相關評估討論之流程完成後，再由統一的對外窗口或單位主官予以公開表述。

本中心近程(99 年至 104 年)將執行的計畫均已定案，其主要內容即按內政部之「基本測量及圖資測製實施計畫」規劃辦理，對於未來中遠程之計畫，可以參考中國大陸的十二五計畫，以發展符合臺灣實用需求之測繪作業成果，例如：精化後的大地起伏模型以及動態框架基準或半動態框架基準等。本人期望本中心未來辦理之計畫，其結案成果應為較具實務應用面之成果，而不僅僅是研究色彩較濃的成果，

當然，研究型計畫仍應佔一定之比例，但本中心希望能將大部分的重心移向測繪工作的實際應用面上。

至於本中心未來中遠程擬定將執行的計畫內容，將待本中心完成內部之各項評估作業程序後，對外提供。

(三) 第三次實地訪談紀錄

訪談日期：100 年 08 月 02 日(二) 10:00 ~ 11:20

受訪單位：內政部地政司測量科

受訪人員：陳科長杰宗、陳技正南松、黃技正鉅富

訪談人員：陳國華(國立臺北大學)

本案訪談之內容主要分為兩個部分如下，藉以瞭解受訪單位目前以及未來對於相關測繪業務之看法與建議：

- 一、請問 貴單位目前正在執行(或近程規劃將執行)的測繪相關業務有哪些?面臨的問題與困難為何?
- 二、請問 貴單位中(遠)程規劃擬優先執行的測繪相關業務有哪些?對於業務之執行有何看法或意見提供?

內政部地政司(測量科及衛星測量中心)近程(99 年至 104 年)主要的執行計畫有「基本測量及圖資測製實施計畫」(總經費需求共約 6 億 603 萬元)與「應用先進航遙測技術發展空間資訊計畫」(總經費需求共約 3 億 7000 萬元)等，「基本測量及圖資測製實施計畫」包括三大主要工作項目-基本測量(包含各測量基準以及參考系統之修訂、基本控制測量作業如衛星控制點、水準點、重力點測量等)、基本圖測製(主要為基本地形圖以及海域基本圖測製)與測繪成果管理(主要項目為基本測量成果與基本圖成果之管理)等，對應於 貴計畫案問卷所列之業務類型為平面控制、高程控制、地形測量、海洋測量以及其他(重力測量)等，產出成果的主要項目應有控制點以及地圖(圖資)，作業目的則可包含有生產服務與工程建設等。「應用先進航遙測技術發展空間資訊計畫」對應之業務類型主要為地形測量，其產出的成果為三維模型、光達點雲以及地圖(圖資)等，而作業目的則可以歸類至科學研究與生產服務。除了上述兩項主要的辦理業務外，本單位常年例行辦理的業務尚有設施及機械設備維護與資訊設備維護等，每年的辦理經費約 900 萬元。

內政部地政司所屬主要管理與執行測繪業務之單位為測量科(衛星測量中心)與國土測繪中心，在分工方面，本單位辦理之業務性質應較偏向法定面，例如各測量基準與相關法規、作業規範之修訂等，國土測繪中心之角色則應較偏向執行面，諸如各項測量業務之執行與監督查核等，目前兩單位之間似尚有少部分的定位問題待釐清，這方面可以經由雙方的多向討論、溝通以協調獲得最適當的配合模式。

對於中遠程(104 年之後)可預期的擬辦業務，除了常年例行辦理的設施及機械設備維護(此項業務可思考未來委由國土測繪中心接續辦理)與資本設備維護等業務外，本單位規劃未來擬將執行之計畫時，其規劃案的主要宗旨皆會與其他各政府部門之軸向一致，亦即均將會以提升民生效益、改善產業、經濟現況，強化防救災功能等目標為依歸。

在實務面上，臺灣衛星雷射測距觀測站(SLR)之建站計畫應為下一階段的規劃工作之一，同時，除了現階段的 TWD97 基準之修訂外，高程基準(包括各平均海水面高度之訂定)、重力基準的修訂，總言之，亦即訂定可靠的國家大地基準，應將是下階段的工作項目。國土測繪中心近年已完成各離島高程測量，持續辦理高程基準網之量測工作，並探討各離島平均海水面之計算，其執行成果對於國家未來高程基準之修訂將有許多助益。

目前政府整體財政困難，相應於測繪業務之執行亦受到影響，除了多方爭取經費來源外，例如國家科技預算等。國內各相關測繪單位應以國土測繪法為基礎，各單位之間應力求整合，以節省重覆辦理類似業務之情形發生，並應促進各項測繪成果之流通與加值應用，以發揮最大效益。

(四) 第四次實地訪談紀錄

訪談日期：100 年 08 月 03 日(三) 13:40 ~ 15:00

受訪單位：行政院農委會林務局農林航空測量所

受訪人員：吳副所長水吉

訪談人員：陳國華(國立臺北大學)

本案訪談之內容主要分為兩個部分如下，藉以瞭解受訪單位目前以及未來對於相關測繪業務之看法與建議：

- 一、請問 貴單位目前正在執行(或近程規劃將執行)的測繪相關業務有哪些?面臨的問題與困難為何?
- 二、請問 貴單位中(遠)程規劃擬優先執行的測繪相關業務有哪些?對於業務之執行有何看法或意見提供?

農林航空測量所近程或常態性辦理之業務如 貴計畫案問卷調查所述，即包括林區基本圖之地形資料測繪、航照影像批次正射糾正處理、空中三角測量平差與偵測，以及佈標及控制測量等業務，其分別由本所的立體製圖課與計畫管制課辦理，除此之外，尚有編繪課之人工編繪、現地調查等業務，未來鑲嵌與調色業務將納入編繪課辦理。農林航空測量所已不接受委託辦理像片基本圖之繪製業務，目前主要透過常態性的影像正射糾正業務，一併提供空中三角測量平差成果之方位參數作為影像立體判釋使用，此航照影像檔案為農林航空測量所現階段主要提供的圖資，其亦可以作為國土資訊系統 (NGIS) 的基本圖源。

本所配合農糧署稻作面積調查及林務局林業經營之需求，採週期性、區域性之航攝影像收集，提供作為農林業判釋使用，並配合林業資源調查主題圖製作，提供精確的影像方位參數，作為立體判釋與三維數化之用。

本單位中遠程擬辦理的業務仍是以上述之常態性業務為主，除此之外，未來將發展空載 InSAR 影像建製生產線，將規劃 1 年約 2 梯次的例行性飛行以及機動性災害需求之任務性飛行，以快速提供地面圖資供分析使用。現階段以及未來可預期面臨的問題如同 史天元教授刊登於近期的航遙測期刊(99 年 6 月刊)所述之主要議題，首先即是測量基準的問題，這個部分牽涉到法源依據以及圖資整合等問題，為一亟需面對並解決的議題，本單位的圖資均已採用 TWD97 系統。其二為飛航許可申請之問題，現階段存在內政部與國防部兩單位溝通與責任歸屬問題，個人認為內政部應肩負較多的主導責任，國防部應僅是配合提供具有軍事考量因素的區域，所以，許可核定之主導權應仍在內政部。第三，關於目前臺灣公、民營的空載測量機具過多(如 Lidar 機具)，但國內卻無相對應之業務量需求，使得現有機具無法發揮該有的效益之問題，這個部分確實是空載測量未來面臨的問題，而此問題形成的主因應是規劃初期相關測繪單位未能有效整合所致，所以，這項議題亦應是下一階段國內相關測繪單位一併探討的重要議題。

除了同意上述 史教授的看法之外，尚有國土測繪法如何落實之問題。其將嚴重影響未來相關測繪單位在實務面上之執行效益與法源認定的問題。舉凡圖資所有權與著作權的問題，就國土測繪法而言，國內的所有圖資的主管單位為內政部，亦即內政部具有圖資的所有權與著作權之同意權，但若該圖資的出資單位非為內政部，例如農糧署，那麼為何農糧署發包完成的圖資成果仍要送內政部核備並經其同意始能提供使用呢？其間亦有圖資收費管理上的實務問題。同時，依據國土測繪法，測繪相關業務的法定職掌單位為內政部，那麼內政部是否具備足夠的能量以收回其所有的法定業務，亦應是一重要考量。

另一方面，此項圖資所有權之歸屬問題，應該是僅對於測繪業務所需之原始影像及測繪成果。若是其他途徑(非測繪用途)所獲取的影像資料，是否也須受國土測繪法的約束，其實這是一件值得探討的問題。例如國家太空中心的福衛二號影像，其他民間公司引進的高解析度衛星影像，難道也須送一份給內政部嗎？尤其國外衛星影像部分受

國際法相關規範約束。又如其他載具或其他類型的攝影器材拍攝的影像，要如何跟航攝飛機所拍攝而不做測繪使用的影像作區隔，同樣都是對於國土做影像紀錄，所以國土測繪法不應該對影像獲取作約束，應該是對於測繪成果作約束會比較合理。

另外，國土測繪法是個法，適用性應該是全國性的，不能只是針對特定的族群，例如內政部對於民間圖資的取得與管理則無法可管，那國土測繪法立法的目的何在。

除此之外，依據國土測繪法之條文，執行測繪相關業務者(或單位)必須具有測繪專業之資格，例如具有測量技師身份，據此，相關的公部門測繪機關亦存在適法性的問題。以上諸多關於國土測繪法實務面上將會面臨的待釐清細項，實乃是國內未來測繪發展的一大重要影響因素，建議應積極訂定相關的施行細則，建立相關的配套措施，以求完善。

附錄 4 專家論壇紀錄

一、論壇主題及時程表

日期：100 年 10 月 19 日

地點：國土測繪中心第一會議室

議程：

- Session 1. [14:00-15:10] 臺灣地區辦理高程現代化發展策略及具體作法
(引言人：交通大學 黃金維老師)
- (1) 國外高程現代化發展策略及作為
 - (2) 臺灣最新大地起伏模型之建立與分析
 - (3) 臺灣大地起伏模型之實務應用及其效益
 - (4) 建立臺灣高程現代化機制芻議
 - (5) 衛星雷射測距(SLR)技術發展
- Session 2. [15:10-16:20] 從大地測量觀點看臺灣地區未來測繪科技發展策略
(引言人：台北大學 陳國華老師)
- (1) 國外未來測繪發展策略
 - (2) 國內測繪發展現況
 - (3) 臺灣未來測繪發展之具體作法(時程)及可能效益
- [16:20-16:30] 休息時間(10 分鐘)
- Session 3. [16:30-17:00] 綜合討論(30 分鐘)

二、論壇紀錄

● Session 1-臺灣地區辦理高程現代化發展策略及具體作法

發言人	意見
<p>楊名 教授</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 交大已經建立目前最精確的大地起伏，且利用 126 測試點進行比較，其 STD 約為 7-8cm。 2. 日本規定要以正高呈現成果，所以如果要規定單一高程系統需要長期的規劃。目前具體建議是國內 e-GPS 需要全面施測正高。
<p>高書屏 副教授</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 決定平均海水面是採用驗潮站 18.6 年連續不中斷觀測資料進行計算，臺灣 TWVD2001 系統是以相對高程基準計算，然而基隆平均海水面卻從未被真正決定過，因此討論未來發展前是否需要重新考慮擬定基隆平均海水面。 2. 專有名詞是否有釐清之必要，例如中國採用擬大地水準面及正常高系統，臺灣採用大地水準面及正高系統，臺灣於發展高程現代化之前是否先把這些專有名詞先定義清楚，並說明臺灣採用大地水準面及正高系統的理由，之後再來談後續的發展是否比較妥當。
<p>張嘉強 教授</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 正高系統傳統上是結合基隆基準面與水準測量所建立的水準點高程，GPS 有可能於未來取代水準測量，則需要一個好的大地水準面模式來做幾何高與正高間的轉換，GPS 與大地水準面皆屬於高程現代化的部分。討論高程基準點放置於基隆的適切性，對於臺灣這種島嶼型的國家，只有一個基準點夠不夠？Sea Surface Topography (SST)對高程現代化是否有影響？此外，離島與本島之間 offset 也需納入考量。高程現代化也應該討論是否一個模式就可以通用，若於區域的應用時，例如縣市的工程應用，是否需要 local fitting 的模式或是有其他更好的做法？ 2. 分析資料面、技術面及供應面是否有補強的必要： <ol style="list-style-type: none"> (a) 資料面如陸測重力、船測重力資料、GPS/Leveling 或 SLR 建站。 (b) 供應面如以何種方式供應給使用者或是區域性情況時使用者如何使用。 (c) 技術面如大地水準面模式及驗潮站平均海水面的決定使否有進一步的考量。 3. 前瞻性看法如世界上曾討論新的高程系統如以大地位數或幾何高可思考其應用領域，也可納入國家級標準資料。 4. 資料維護機制的考量如資料可使用多久，或考慮每個區塊的垂直變動模型等都可能使高程系統更加完善。

發言人	意見
劉啟清 副研究員	<ol style="list-style-type: none"> 1. 會選擇基隆的原因，是因為該處附近的水準面，長期監測下來很穩定，沒有明顯沉陷或抬升現象，因此雖然其它地方也有驗潮站的監測，但基隆驗潮站是目前最好的選擇。 2. 美國 NGS 過去將各種資料整合並且未來仍考慮增進山區 Geoid 精度，亦有 10 年計畫於各洲進行。在臺灣現有的 Geoid model 是否可以再改善的空間，可以從兩方面著手空中重力測量及進行水準測量時加測 GPS，但重要的是需要先訂定 GPS heighting 的方法，並將 e-GPS 精度一併考慮，應可於 3-5 年內完成。
余致義 技術長	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國土測繪中心 24 小時的 GPS 橢球高可達到多少精度？若要達到 2cm 精度該如何進行？以上兩點是首要解決的問題 2. Geoid 是在地表上，若向上延伸應該如何修正？由於正高沒有標準，因此只能使用橢球高。 3. 既然國土測繪中心要維護橢球高，可考慮於每 20km 加密 e-GPS 站。
黃金維 教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目前各國在平均海水面的算法依然無法真正訂出，最大差異約為 10-20cm。以基隆的平均海面作為近似的臺灣區域大地水準面起算點，目前是可行的，其實大地水準面從來就沒有被真正決定過，能實行的是去近似它，雖然可能與真值會相差公分級的差異，但是這個基準的使用目前沒有問題。 2. 目前使用的起算面的確有偏移量在內，不過大地水準面是一個正高的起算面，對區域來講，是用其相對性的特性。在澎湖等外島，即使起算面有些微偏移，但以區域來說，他們的排水系統等都沒有問題，因為用的是同一個起算面。 3. LIDAR 應用於實用面的技術考量，例如透過 LIDAR 得到正高的過程中，由地面控制點與空中載具做一次差分來進行飛機位置的定位，之後再對空中載具與地面待定正高點做另外一次差分，過程中的兩次差分可消除橢球高與大地起伏模型的大部分系統誤差。(1:08)

發言人	意見
侯進雄 科長	LiDAR 掃描資料、控制點平差或地形檢核點測量皆是用橢球高，在最後產出之 DEM 定義之高程為正高。但檢核高程時不能用正高，因為進行外業時 GPS 採用橢球高，若要轉換為正高則會受到 Geoid 模型影響，因此在航帶平差沒有問題的情況下，不論用幾何高或正高沒有差別。
吳究 教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. 若是將水準重測一次，在 e-GPS 站全面施測正高不是一個現代化或較為經濟的做法。 2. 面狀資料內插通常可以採用最小二乘配置方法，在許多領域內，若參考點夠多的話是可以得到相當優化的結果。 3. 新的技術除了 SLR，也可以考慮使用干涉雷達，此技術可提供高差訊息可提供混和平差使用，可以參考提供做為可能的資料來源。

● Session2-從大地測量觀點看臺灣地區未來測繪科技發展策略

發言人	意見
高書屏 副教授	簡報資料內容所蒐集四個國家相關資料，較偏重從空間資料討論，應該從大地測量相關的各子題內進一步蒐集資料會較為切題，以及從使用者角度討論。
張嘉強 教授	<p>IUG 會議中與國家發展有關的重點</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 參考框架：定義框架標準，以及每?年提供轉換參數可以轉換到框架 2. 鼓勵地區建立區域性框架，如亞太框架 3. 防災：鼓勵各國建立防災監測測試場以融合和發展監測模式，另一個是發展多感測器融合。 4. 重力場：國際資料庫建立、教育訓練 5. 以德國 integrated station 為例 6. 紐西蘭依板塊不同進行坐標轉換 7. 67 及 97 坐標在資料方面需要有良好的保存及管制
黃金維 教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. SLR 站的設置是與國際接軌的實際行動，拓寬臺灣發展大地測量研究的視野，可提供 SLR 資料於參考框架的求定，增加與國際合作的機會，讓國際上其他國家可以注意到臺灣。 2. 臺灣可參考德國 wetzell 站、西班牙及日本建構 integrated station 的方式將所有跟大地測量有關的設備集中放置於一個適當的地點並建立測試區，可直接提高其重要性。
劉啟清 副研究員	<ol style="list-style-type: none"> 1. 如果僅以測量觀點要建立 SLR 有點困難，以工程應用，應該考慮方便性及維護的便利，可從以下三個方向考慮： <ul style="list-style-type: none"> A:配合世界趨勢 B:配合國家需求，以臺灣情形如災難問題 C:配合地區特色，以紐西蘭為例，另外臺灣也適合研究大區域以及小區域的變動。 2. 建議四年以後參加 IUGG 3. Geoid 模型 app

發言人	意見
余致義 技術長	<ol style="list-style-type: none"> 1. 控制點不落地 2. 未來 Galileo 衛星及 GPS 現代化的發展，平面定位精度可達令一階段的水準，但高程方向的定位努力卻永不止息。高程現代化應該是面特性的測量，不在是點，例如防災、沉陷的應用。 3. 國土測繪中心應該提供國家的電離層及對流層模型，可以即時提供臺灣地區服務
洪本善 副教授	RFID 新技術或是如日本以 GPS 技術關心老人位置
吳究 教授	地基資料提供模型(對流層、電離層)發展非國土測繪中心管轄的固定追蹤站要如何整合與運用。
徐明鎰 總經理	e-GPS 使用普遍並且使用量大，建議可增加收費金額但要提升服務，因為 e-GPS 系統誤差需要有分佈良好且數量足夠的共同點。
劉至忠 課長	<ol style="list-style-type: none"> 1. e-GPS 資料整合一直有在進行，預計跟中央氣象局及高雄市政府等單位接洽。但目前在經費方面有考量，所以無法在短時間內增加太多。 2. 坐標系統將考慮日本及紐西蘭半動態方式，提供平面及高程坐標系統變位模型進行修正，Geoid 模型精進

● Session3-綜合討論

發言人	意見
鄭彩堂 副主任	<ol style="list-style-type: none"> 1. e-GPS 目前已有部分縣市政府連續站納入系統 2. 對外提供服務，都被納入內政部所訂的有關國土資訊服務收費標準。
高書屏 副教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. 考慮將維護連續基準站逐漸移轉給縣市政府。
內政部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 對外供應的部分，目前選了 220 站預計做為一等衛星控制點，目前正在偵詢各機關的意願且是否同意對外公告，以各機關自行處理、自行公告及供應為主。水準資料來自水利署，也是未來可以考慮的方向。資料共享問題一直都是被考慮的。
吳究 教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國家進步的程度與空間資訊開放的條件、共享程度成正比，是大家未來共同努力的方向。 2. 海洋大地測量也是一個可以思考的方向，因為臺灣地形特殊。
國家災害 防救中 心	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目前考慮在減災及災害應變時的應用，災害應變時主要會需要快速提供災害相關模型，例如淹水區域模型。相關的服務? 2. 預計年底提供資料共享平台可提供個部會流通資料。
李旭志 課長	<ol style="list-style-type: none"> 1. 與災害防救中心的資料共享可以往雙向溝通發展 2. 即時災害現況蒐集，國土測繪中心已採購 UAV，未來是可以提供快速且即時相關資料。

三、論壇照片



四、簽到表

**臺灣地區高程現代化作業技術先期研究
內政部國土測繪中心
專家技術論壇**

日期：100年10月19日

單位	職稱	姓名	簽到
國立中央大學太空及遙測研究中心	教授	吳 究	吳究
國立中興大學土木工程學系	副教授	高書屏	高書屏
逢甲大學土地管理學系(所)	副教授	洪本善	洪本善
國立政治大學地政學系	副教授	黃灝雄	黃灝雄
國立高雄應用科技大學土木工程系	副教授	李良輝	
清雲科技大學應用空間資訊系	教授	張嘉強	張嘉強
中央研究院地球科學研究所	副研究員	劉啓清	劉啓清
台北科技大學土木工程系與防災研究所	副教授	張哲豪	

**臺灣地區高程現代化作業技術先期研究
內政部國土測繪中心
專家技術論壇**

日期：100年10月19日

單位	職稱	姓名	簽到
彰化縣政府	技士	洪定助	洪定助
彰化縣政府			
高雄市政府地政局	技士	李昭諒	李昭諒
高雄市政府地政局			
台南市政府地政局	技士	林佳駒	林佳駒
台南市政府地政局			
國家災害防救科技中心	助理研究員	張子瑩	張子瑩
國家災害防救科技中心			
農委會林務局農林航測所	技士	李茂園	李茂園
農委會林務局農林航測所	技士	劉致岡	劉致岡
台北市政府地政局			
台北市政府地政局			
台中市政府地政局			
台中市政府地政局			邱元岳
高雄市政府地政局			
高雄市政府地政局			
內政部地政司	技士		葉全鴻
內政部地政司	技正		陳南松
內政部國土測繪中心	課長		李旭志
內政部國土測繪中心	技正		陳鵬欽
內政部國土測繪中心	課員		林長青

臺灣地區高程現代化作業技術先期研究
內政部國土測繪中心
專家技術論壇

日期：100年10月19日

單位	職稱	姓名	簽到
內政部國土測繪中心		陳中	陳中
內政部營建署城鄉發展分署			
內政部營建署城鄉發展分署			
農委會水保局			
農委會水保局			
經濟部地調所	科長	侯進維	侯進維
經濟部地調所	技正	邱禎祐	邱禎祐
經濟部水利署			
經濟部水利署			
經濟部地調所	助理	李雅茹	李雅茹
經 理	=	陳鈺禧	陳鈺禧

臺灣地區高程現代化作業技術先期研究
內政部國土測繪中心
專家技術論壇

日期：100年10月19日

單位	職稱	姓名	簽到
自強工程顧問有限公司	總經理	賴泳成	賴泳成
自強工程顧問有限公司			
自強工程顧問有限公司			
詮華國土測繪有限公司	副理	蘇哲民	蘇哲民
詮華國土測繪有限公司			
詮華國土測繪有限公司			
台灣世曦工程顧問空資部	工程師	關文鍵	關文鍵
台灣世曦工程顧問空資部			
台灣世曦工程顧問空資部			
中華民國航空測量及遙感探測學會			
中華民國航空測量及遙感探測學會			
中華民國航空測量及遙感探測學會			
中興測量有限公司	經理	葉祥耀	
中興測量有限公司			
中興測量有限公司			
亞新國土科技股份有限公司			
亞新國土科技股份有限公司	總經理	江朝銘	
亞新國土科技股份有限公司			
經緯衛星資訊股份有限公司	技術長	梁以成	
經緯衛星資訊股份有限公司			
經緯衛星資訊股份有限公司			

臺灣地區高程現代化作業技術先期研究
內政部國土測繪中心
專家技術論壇

日期：100年10月19日

單位	簽到
內政部國土測繪中心	鄭判堂
內政部國土測繪中心	
內政部國土測繪中心	
內政部國土測繪中心	
內政部國土測繪中心	
內政部國土測繪中心	
內政部國土測繪中心	
內政部國土測繪中心	
內政部國土測繪中心	
內政部國土測繪中心	蔡李欣
內政部國土測繪中心	劉元忠
財團法人成大研究發展基金會	李國雄
財團法人成大研究發展基金會	許宏鏡
財團法人成大研究發展基金會	楊名
財團法人成大研究發展基金會	鄭俐慧
財團法人成大研究發展基金會	蘇文毅
財團法人成大研究發展基金會	吳曉雲
財團法人成大研究發展基金會	李嘉玲
財團法人成大研究發展基金會	陳國華
財團法人成大研究發展基金會	
財團法人成大研究發展基金會	

附錄 5 GPS 高程測量規範草案

GPS 高程測量規範草案

中華民國 XXX 年 XX 月

目 錄

壹、	前言	185
貳、	引用規範.....	185
參、	高程系統與基準.....	186
肆、	衛星定位測量坐標系統與框架	186
伍、	觀測儀器.....	187
陸、	施測環境.....	187
柒、	儀器裝備之定期檢查保養.....	187
捌、	觀測精度要求	188
玖、	資料處理與計算.....	192
壹拾、	繳交成果.....	193

壹、前言

(初擬)

高程參考系統現代化，簡稱高程現代化(Height Modernization)，是發展、執行與推動以重力為基礎(Gravity-based)之高程參考系統的過程，具體來說，即是透過全球定位系統(GPS)與新興的全球導航衛星系統(GNSS)技術結合大地水準面模式來決定橫跨整個國家、對應相同高程基準的高程觀測量。

常用的高程系統依其參考基準之不同，可分為以大地水準面為參考面之正高(orthometric height)系統及以參考橢球面為基準之隨球高(ellipsoidal height)系統。內政部於民國 68 年與民國 77 年陸續公布一等水準點高程，然而因臺灣所在區域其地殼變動等自然情況相當活躍，又樁位遺失、損毀或超抽地下水等人為因素也同樣地影響了水準點成果。隨著時間的變化以及上述因素影響之下，一等水準點之高程精度及成果也已不敷使用。有鑒於此，內政部於民國 86 年擬定「國家基本測量控制點建立及應用計畫」，自民國 89 年至 92 年期間，分兩階段於臺灣本島實施一等水準點之精密水準測量工作，此外，也逐點進行重力測量及 GPS 衛星測量，藉由整合不同來源資料建立一個高精度之臺灣高程基準 TWVD2001 (Taiwan Vertical Datum 2001)。

全球導航衛星系統 GNSS (Global Navigation Satellite System)的發展在近年來逐漸的被重視，其最大的優點就是包含了數個不同的衛星系統，並且藉由不同的衛星系統整合，衛星顆數相較於單系統而言也有所提升，而獲得更佳的高程定位精度。相較於傳統的正高測量，新的高程參考系統解決了傳統水準測量作業的限制，不僅可大幅節省預算，也可於離島或山區等較難施測的區域進行測量，且不易受到地殼活動的影響。茲為使高程現代化作業順利並確保其成果品質，訂定本作業規範，以為遵循。

貳、引用規範

- i. 內政部「一等水準測量作業規範」。
- ii. 內政部「國土測繪法—基本測量實施規則」，附表七「以衛星定位測量方法實施加密控制測量之精度規範」。
- iii. 內政部「國土測繪法—基本測量實施規則」，附表十一「以水準測量方法實施加密控制測量之精度規範」。

參、高程系統與基準

- 一、本作業規範之高程採用正高系統與橢球高系統。
- 二、正高系統以一九九〇年一月一日標準大氣環境情況下，採用基隆潮位站一九五七年至一九九一年之潮汐資料化算而得之平均海水面高度為基準，並以 TWVD2001 高程系統作為正高資料之計算依據。
- 三、橢球高系統採用一九八〇年國際大地測量與地球物理聯合會(International Union of Geodesy and Geophysics, 簡稱 IUGG)公布之參考橢球體(GRS80)為基準。

肆、衛星定位測量坐標系統與框架

- 一、本作業規範之衛星定位測量坐標系統為 TWD97 坐標系統。
- 二、本作業規範之坐標參考框架依國際地球參考框架(International Terrestrial Reference Frame, 簡稱 ITRF)而建構，其方位採國際時間局(Bureau International del' Heure, 簡稱 BIH)定義在一九八四年時刻之方位。

伍、觀測儀器

- 一、應採用雙頻以上的大地型衛星接收儀。
- 二、應採用具減緩電磁波、無線電波以及多路徑效應等影響之大地型衛星接收天線盤。

陸、施測環境

- 一、對空通視良好，點位仰角遮蔽在三百六十度之水平角度中至少有百分之六十以上應小於四十度。
- 二、應遠離廣播電臺、電視轉播站、雷達站、微波站、高壓電線及其他電磁波源，以避免無線電波干擾衛星訊號之接收。
- 三、近距離內無電磁波反射體(例如金屬板、鐵絲網及平面狀反射體)，以減低多路徑效應。

柒、儀器裝備之定期檢查保養

- 一、儀器裝備之定期檢校
衛星定位測量設備之定期檢校，必須具有度量衡國家標準實驗室、通過國際標準組織(ISO)或中華民國實驗室認證體系(CNLA)驗證合格之檢校單位或實驗室出具之檢校報告，按檢校時程定期檢校。
- 二、儀器裝備之定期檢查保養
各項儀器裝備應辦理定期之施測前檢查保養，以及施測後之保管維護。

捌、觀測精度要求

- 一、GPS 靜態(或快速靜態)衛星定位測量作業應符合內政部「國土測繪法-基本測量實施規則」，附表一「以衛星定位測量方法實施一、二等基本控制測量之精度規範」及附表七「以衛星定位測量方法實施加密控制測量之精度規範」之要求。

以衛星定位測量方法實施一、二等基本控制測量之精度規範

衛 星 定 位 測 量		等 級	一 等	二 等
項 目				
星 曆	使用之星曆		精密星曆	精密星曆
形 閉 合 差	閉合圈中之基線源自不同觀測時間數		≥ 3	≥ 3
	閉合圈中獨立觀測之基線數		≥ 2	≥ 2
	各閉合圈中之基線數		≤ 6	≤ 10
	閉合圈總邊長(單位:公里)		≤ 500	≤ 300
	可剔除之基線數目佔總獨立基線數比例		$\leq 5\%$	$\leq 15\%$
	各分量之平均閉合差($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)(單位:公分)		≤ 15	≤ 25
	各分量之閉合差($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)對閉合圈總邊長之比數		$\leq 2.5 \times 10^{-6}$	$\leq 5 \times 10^{-6}$
	全系各分量之平均閉合差($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)對閉合圈總邊長之比數		$\leq 1.8 \times 10^{-6}$	$\leq 3.5 \times 10^{-6}$
基 線 重 複 性	重複觀測基線水平分量之差值(單位:毫米)		$\leq (10 + 2 \times 10^{-6}L)$	$\leq (20 + 4 \times 10^{-6}L)$
	重複觀測基線垂直分量之差值(單位:毫米)		$\leq (25 + 5 \times 10^{-6}L)$	$\leq (50 + 10 \times 10^{-6}L)$

成果精度	邊長標準誤差(單位:毫米)	$\leq(50+1\times 10^6L)$	$\leq(10+2\times 10^6L)$
	95% 信心區間(單位:毫米)	$\leq(10+2\times 10^6L)$	$\leq(20+4\times 10^6L)$

L—單一基線長度之公里數。

以衛星定位測量方法實施加密控制測量之精度規範

星曆	使用之星曆	精密星曆或廣播星曆	
形閉合差	閉合圈中之基線源自不同觀測時間數	≥ 3	
	閉合圈中獨立觀測之基線數	≥ 2	
	各閉合圈中之基線數	≤ 15	
	閉合圈總邊長(單位:公里)	≤ 50	
	可剔除之基線數目佔總獨立基線數比例	$\leq 40\%$	
	各分量之平均閉合差($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)(單位:公分)	≤ 80	
	各分量之閉合差($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)對閉合圈總邊長之比數	$\leq 7.5\times 10^6$	
	全系各分量之平均閉合差($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)對閉合圈總邊長之比數	$\leq 5.5\times 10^6$	
	基線重複性	重複觀測基線水平分量之差值(單位:毫米)	$\leq(30+6\times 10^6L)$
		重複觀測基線垂直分量之差值(單位:毫米)	$\leq(75+15\times 10^6L)$
成果精度	邊長標準誤差(單位:毫米)	$\leq(15+3\times 10^6L)$	

95% 信心區間 (單位: 毫米)	$\leq(30+6\times 10^6L)$
-------------------	--------------------------

L—單一基線長度之公里數。

二、 GPS 動態衛星定位測量作業應符合內政部國土測繪中心訂頒「採用虛擬基準站即時動態定位技術辦理加密控制及圖根測量作業手冊」之要求 (簡稱 VBS-RTK 方式)。

1、 VRS-RTK 方式辦理加密控制測量：

OTF (On The Fly) 後處理計算：

- (1) 產製每個觀測點位同時段的虛擬基站衛星觀測資料 (附件 2)，採用 OTF 計算模式，搭配實際接收的衛星觀測資料，以計算軟體解算出各已知控制點每秒 1 筆的 VBS-RTK 時刻坐標成果 (附件 3、4)，作為後續已知控制點檢核使用。
- (2) OTF 模式計算各已知控制點 VBS-RTK 坐標成果時，計算參數設定及規範如下：

觀測資料	每一點位 1Hz 連續靜態觀測資料 1200 筆以上
星曆資料	廣播星曆
品質控制設定 (Ratio)	2.5，並且須為固定 (FIXED) 解
各點位計算得到之坐標中誤差大小規範	$\sigma_N < 2$ 厘米 $\sigma_E < 2$ 厘米 $\sigma_h < 5$ 厘米
粗差偵錯	依常態分布 99% 信心區間進行粗差偵錯，將大於 3 倍中誤差之時刻坐標剔除

VBS-RTK 坐標成果	通過檢核之時刻坐標成果，其平均值即為該點位之 VBS-RTK 坐標成果，各點位納入計算之時刻坐標須達 900 筆以上
--------------	---

2、 VRS-RTK 方式辦理圖根測量：

外業（即時動態定位）觀測：

- (1) 使用具備 RTK 功能 L1、L2 雙頻衛星訊號接收儀，動態測量時其精度應至少符合：水平分量 10mm+1ppm、垂直分量 20mm+1ppm。
- (2) 須採用鋁製或木製三腳架並搭配基座進行觀測，基座搬運時應避免撞擊，作業前先檢查並製作檢校紀錄，如發現對點誤差超出規範（2 毫米）時，應立即更換。
- (3) 架設接收儀應確實定心定平，並量測天線高，天線高依各廠牌接收儀規定方式量測至天線盤指定位置，重複量測（讀數至毫米）後再取平均值至毫米，各讀數及平均值均應記錄之。
- (4) 打開接收儀電源，按儀器正常操作程序開機，確定資料記錄速率(1 Hz)、最少接收衛星顆數及記憶體空間，開啟無線數據通訊，並檢查登入伺服器之帳號密碼、使用分區是否正確。
- (5) 須於測量控制器上輸入作業名稱、點號、平均儀器（天線）高，並依下列規定辦理外業觀測：

資料記錄速率	1 Hz，每秒連續記錄坐標成果
資料記錄筆數	每測回記錄固定解至少 180 筆以上
坐標成果品質控制 (QC 值) 設定	平面分量 <2 厘米 高程分量 <5 厘米
點位觀測重複率	100%，不同測回至少須間隔 60 分鐘以上

- (6) 於觀測紀錄表(如附件1)詳實填寫儀器高、觀測起始及結束時間、接收衛星資料顆數、PDOP值及備註事項等項目,供內業計算使用,動態定位測量坐標紀錄檔範例如附件13。

VBS-RTK 成果精度檢核：

- (1) 採用即時動態定位測量施測之圖根點(每測回)觀測成果應符合下列規範,不符合者應辦理補測：

粗差偵錯	依常態分布 99%信心區間進行粗差偵錯,將大於 3 倍中誤差等之時刻坐標剔除,並計算中誤差。
坐標中誤差規範	平面坐標分量 中誤差 $\sigma_H < 2$ 厘米。 高程坐標分量 中誤差 $\sigma_V < 5$ 厘米。
觀測筆數限制	單一測回剔除之時刻坐標比例 $< 50\%$ 。
2 測回坐標成果較差	平面位置較差 < 3 厘米 高程分量較差 < 5 厘米

- (2) 通過檢核後,將 2 測回坐標成果取平均值,即得到該圖根點 VBS-RTK 成果坐標。

玖、資料處理與計算

- 一、 GPS 觀測資料應進行衛星軌道誤差、衛星時鐘誤差、電離層延遲誤差、對流層延遲誤差、接收儀時鐘誤差、天線相位中心誤差等系統誤差之改正。
- 二、 大地起伏模型內插計算
應採用內政部公告的大地起伏模型進行大地起伏值之內插計算。

三、 利用 GPS 衛星定位測量得到的橢球高(h)與大地起伏模型內插計算得到的大地起伏值(N)，可以推求正高值(H)。橢球高、大地起伏值、正高值之間的關係為： $h = H + N$ 。因此，三者之間的精度關係為 $\sigma_h^2 = \sigma_H^2 + \sigma_N^2$ 。GPS 高程測量時，可以根據正高精度 σ_H 的需求與已有的大地水準面模型內插精度 σ_N ，推算需要的橢球高精度 σ_h ，經計算分析後，符合橢球高精度要求者可提供使用。

四、 計算後應製作 GPS 高程測量作業計算成果報告書，成果資料前端必須加註說明，包括工作名稱、檔案名稱、公司名稱、計算日期、計算程式、計算人員、欄位及格式等。

壹拾、 繳交成果

GPS 高程測量作業完成後，應繳交下列各項成果：

- 一、 GPS 衛星定位測量成果報告書。
- 二、 大地起伏模型內插計算成果報告書
- 三、 正高推算成果報告書。

附錄 6 建立臺灣高程現代化芻議

臺灣擁有高密度的重力資料覆蓋，例如本島的陸測重力資料、空載重力資料、離島周圍海域船測及測高重力資料等，國土測繪中心未來更將完成環臺灣本島近岸 12 海浬之船載重力測量、花東及山區陸上重力測量作業及大規模於水準點上進行長時間 GPS 連續觀測，因而高程現代化即將面臨的挑戰是高精度的臺灣大地水準面的發展與維護。大地水準面是長時間穩定的高程參考面，但是受到長時間地震、地殼運動等現象影響的修正也是必須的。臺灣大地水準面模式的發展與維護將參考國際發展大地水準面模式的標準，例如美國的 NGS。本計畫發展的大地水準面模式是以 EGM2008 重力參考場為基礎所計算出來的，然而對於發展精度約 1-2 cm 的新高程基準來說稍嫌不足，GOCE 衛星任務號稱可提供精度為 1cm 之 geoid，未來可採用此任務所提供之重力參考場。大地水準面模式的驗證與維護是一項持續性的工作，未來需要人力來判斷並進行適當的平差與修正。根據地球動力因素，例如地震、板塊運動等，來決定大地水準面的長時間變化。

e-GPS 系統是內政部國土測繪中心架構於網際網路通訊及無線數據傳輸技術之 GPS 即時動態定位系統，目前已連線運作基準站共有 78 站，建置完成之 e-GPS 衛星定位基準網分佈略圖可參考圖 1.1。

e-GPS 站的 GPS/Leveling 資料除了有助於全面性的檢核大地水準面模式的精度，其高精度且分布均勻的特性對於臺灣混合型大地水準面模式的發展與維護有著很大的幫助。此外，短基線差分橢球高與大地起伏可以移除橢球高與大地水準面模式的長波長的誤差，可透過 e-GPS 站的正高搭配高程的相對定位技術來決定移動站高精度的正高(cm 級)

I. 政府部分:

1. 發展與維護大地水準面模式

- 蒐集與更新重力資料庫
- 使用最新的全球重力參考場模型

- 建立全臺灣大地水準面模式的誤差模型
- 根據地球動力估計大地水準面模式的變化

2. 決定所有 e-GPS 站的傳統正高

- 定義及維護基隆與離島高程基準並決定高程基準差異
- 採用傳統水準測量來決定所有 e-GPS 的正高，測量規範達最高標準
- 利用連續 GPS 決定 e-GPS 站垂直速度場
- 增加下列 e-GPS 軟體的數據處理能力
 1. 透過差分 e-GPS 站與使用者間的橢球高與大地起伏差來決定兩者間的正高差
 2. 利用使用者的 GPS 定位誤差(基線長度或其他等因素)、大地水準面模式誤差模型來估計使用者的正高精度
- 修正離島與本島之高程基準差異

	Δh	ΔN	ΔH_g	ΔH_p	基準差異
琉球-基隆	3.140	0.230	2.910	2.732	0.178
綠島-基隆	6.633	4.062	2.571	2.241	0.330
蘭嶼-基隆	10.977	4.388	6.588	5.715	0.873
澎湖-基隆	-1.231	-2.135	2.492	1.924	0.568

單位：m

II. 使用者部分:

1. 視所需之橢球高精度來決定所採用的 GPS 定位時間長短；其橢球高精度可另行估計
2. 使用 e-GPS 計算軟體來決定正高及其誤差

附錄 7 蒐集書面資料之清單

完整之電子檔資料收錄於光碟內

編號	標題
1	對中國高程控制網現代化工作的思考
2	GPS 高程測量精度淺析
3	Using of GPS and Leveling Techniques for Determining the Orthometric Heights inside Mosul University
4	Global Geoid Modeling and Height Determination For Engineering application
5	Can RTK GPS Be Used to improved Cadastral Infrastructure
6	Real-Time Determination of Orthometric Heights Accurate to the Centimeter Level Using a Single GPS Receiver: Case Study
7	New Zealand Vertical Datum 2009-A Geoid Based Height System for the Unification of Disparate Local Vertical Datums
8	GPS Derived Heights: A Height Modernization Primer
9	Real-Time Determination of Cm-Level Orthometric Heights Using a Single GPS Receiver in Dubai
10	An automated height transformation using precise geoid model
11	Unification of New Zealand's local vertical datums : iterative gravimetric quasigeoid computations
12	The AUSGeoid09 model of the Australian Height Datum
13	National Geoid height Model for the United States: USGG2009 and Geoid09
14	National Height Modernization: Cost comparison of conducting a vertical survey by leveling versus by GPS in western North Carolina
15	Guidelines for Establishing GPS-Derived Orthometric Heights
16	GPS 大地高轉化為正高的方法討論
17	GPS 高程測量應用
18	GPS 高程轉換的應用研究
19	GPS 測定正高的方法及誤差分析
20	關於於全球定位系統(GPS)測定正高問題的討論
21	GPS-確定正高的手段
22	GPS 觀測值配合有限分佈的水準點和地面高程模型確定正高高差的方法
23	Height Challenges in New Zealand
24	Computing GPS-derived Orthometric heights with the geoid height model
25	The Development and Testing of a Hight precision ellipsoid-australiam height datum deformation grid for real time GPS application
26	The National Geodetic Survey Ten-Year Plan: Mission, Vision and Strategy 2008-2018
27	Precision assessment of the orthometric heights determination in northern part of Algeria by combining the GPS data and the local geoid model

編號	標題
28	Comparisons of GPS-derived orthometric heights using local geometric geoid models
29	Orthometric height derivation from GPS observations
30	Modeling GPS-derived Orthometric Heights for a Small and Dense Network
31	用 GPS 確定正高的方法討論
32	利用 GPS 相位觀測值和重力場資料解算正高
33	把 GPS 大地高轉換為正高時的曲面內插技術
34	利用 GPS 確定正高
35	高程現代化問題
36	對中國高程控制網現代化工作的思考
37	Tuning a gravimetric quasigeoid to GPS-leveling by non-stationary least-squares collocation
38	Refinement of a gravimetric geoid using GPS and Leveling data
39	A hybrid method to determine the Hong-Kong geoid
40	Fitting AUSgeoid98 to the Australian height datum using GPS-leveling and Least-squares collocation: application of a cross-validation technique
41	建立全國 CORS 更新國家地心動態參考框架的幾點思考
42	伽利略地球參考框架對建立我國自主的地球參考框架的啟示
43	與動態地球和資訊時代相應的中國現代大地基準
44	中國現代大地基準—中國大地坐標系統 2000(CGCS 2000)及其框架
45	我國海域大地水準面的計算及其與大陸大地水準面拼接的研究和實施
46	連續運行衛星定位服務系統--城市空間資料的基礎設施
47	A gravimetric geoid model as a vertical datum in Canada
48	The quasigeoid modelling in New Zealand using the boundary element method
49	CQG2000 似大地水準面模型在青藏高原地區區域重力調查中的應用
50	2007-2010China National Report on Geodesy
51	Canadian Height Reference System Modernization:Rational, Status and Plans
52	Canadian Geodetic Reference System Committee Report: Height ModernizationConsultation Results (preliminary)
53	Guidelines for Establishing GPS-Derived Ellipsoid and Orthometric Heights
54	National Geoid Height Models for the United States: USGG2009 and GEOID09
55	Final National Models for the United States: Development of GEOID09
56	GNSS Heighting and Its Potential Use in Malaysia
57	GNSS HEIGHTING AND ITS POTENTIAL USE IN MALAYSIA
58	Guidelines for Establishing GPS-Derived Orthometric Heights (Standards: 2 cm and 5 cm)
59	江蘇省 GPS 高程測量規範
60	GPS 高程測量規範詳解
61	GPS 控制網正常高精度與可靠性指標評定

編號	標題
62	An assessment of new zealand's height systems and options for a future height datum
63	Stakeholders Consultation for the Development of the Canadian Height Reference System Modernization Implementation Plan
64	Progress in developing local geoid with high resolution and high accuracy in china
65	Regional quasi-geoid determination in china
66	Possible Specification of a Local or Regional Vertical Datum
67	Report to the Canadian Council On Geomatics (CCOG) on the Modernization of the Canadian Height Reference System
68	Historical development of the gravity method in exploration
69	External Quality Evaluation Reports of EGM08
70	National Geodetic Survey National Height ModernizationUpdate
71 (投影片)	Application of Back Propagation Artificial Neural Network for Modelling Local GPS Levelling Geoid Undulations A Comparative Study
72 (文章)	Application of Back Propagation Artificial Neural Network for Modelling Local GPS Levelling Geoid Undulations A Comparative Study
73	Comparing Global Geoids over Morocco area for GNSS altimetry determination
74 (投影片)	Comparing Global Geoids over Morocco area for GNSS altimetry determination
75 (文章)	Fast and Convenient Determination of Geoid Undulation N in an Urban Area
76 (投影片)	Fast and Convenient Determination of Geoid Undulation N in an Urban Area
77	GPS for Orthometric Heights Determination of Long Lines: Egyptian Case Study
78 (文章)	The Geoid Geopotential Value for Unification of Vertical Datums
79 (投影片)	The Geoid Geopotential Value for Unification of Vertical Datums
80	A Gravimetric Geoid Model for the United States: The Development and Evaluation of USGG2009
81	Determination of the Quasi-Geoid of Xinjiang and Tibet Areas and the Normal Height of Mt. Everest Based on EGM2008
82	全國及部分省市地區高精度、高解析度大地水準面的研究及其實施
83	似大地水準面在 GPS 高程測量中的應用
84	我國現代化高程測定關鍵技術若干問題的研究及進展
85	Tuolumne County GPS Network Final Report
86	Baltimore County, Maryland, NAVD 88 CPS-derived Orthometric Height Project
87	Guidelines for Establishing GPS-Derived Orthometric Heights
88	Computation of a new gravimetric quasigeoid model for New Zealand- Technical Report

附錄 8 中國大陸江蘇省 GPS 高程測量規範

ICS 07.040

A 75

备案号：

—
DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB32/T 1223—2008

GPS 高程测量规范

Specifications for global positioning system (GPS) height survey

2008-07-01 发布

2008-09-01 实施

江苏省质量技术监督局 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 缩略语.....	2
5 GPS 高程测量参考基准.....	2
5.1 坐标系.....	2
5.2 时间系统.....	2
5.3 高程基准.....	2
6 GPS 高程测量基本要求.....	2
6.1 框架和历元.....	2
6.2 GPS 大地高测量基本精度要求.....	2
6.3 似大地水准面成果精度要求.....	3
6.4 起算成果.....	3
6.5 GPS 高程拟合.....	3
7 GPS 高程测量应用方式.....	3
7.1 分类.....	3
7.2 GPS 大地高高差的变化量代替正常高高差的变化量.....	3
7.3 GPS 正常高差代替水准高差.....	3
7.4 GPS 正常高代替普通水准正常高.....	3
8 GPS 大地高测量.....	4
8.1 (快速) 静态测量.....	4
8.2 (网络) RTK 测量.....	4
9 成果资料提交.....	5
10 质量控制.....	5

前 言

本标准是在综合江苏省似大地水准面与江苏省部分城市似大地水准面成果应用实践经验的基础上，结合江苏省测绘局测绘科技基金项目《江苏省域 GPS 测高技术应用》的研究成果，依据 GPS 高程测量要求，参照 GB/T18314-2001《全球定位系统（GPS）测量规范》、GB 12898—1991《国家三、四等水准测量规范》编写。

本标准按 GB/T 1.1-2000《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》、GB/T 1.2-2002《标准化工作导则 第 2 部分：标准中规范性技术要素内容的确定方法》编制。

本标准由江苏省测绘产品质量监督检验站提出。

本标准由江苏省测绘局归口。

本标准起草单位：江苏省测绘工程院、江苏省测绘产品质量监督检验站。

本标准主要起草人：宋玉兵、吴炳友、佟洞、沈飞、杨胜万、丁玉平、王勇、薛崢、方位达、李晓华、安艳辉。

GPS 高程测量规范

1 范围

本标准规定了 GPS 高程测量的术语和定义、缩略语、参考基准、基本要求、应用方式、GPS 大地高测量、成果资料提交、质量控制等内容。

本标准适用于 GPS 高程测量的应用。用于 GPS 高程测量所涉及的水准测量、GPS 测量、小区域 GPS 高程拟合、似大地水准面成果应用等内容。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 12897 国家一、二等水准测量规范
- GB 12898 国家三、四等水准测量规范
- GB/T 14911 测绘基本术语
- GB/T 18314 全球定位系统（GPS）测量规范
- GB/T 19391 全球定位系统（GPS）术语及定义
- CH/T 1004 测绘技术设计规定
- CH 1002 测绘产品检查验收规定
- CH 1003 测绘产品质量评定标准
- CH 8016 全球定位系统（GPS）测量型接收机检定规程
- CJJ 73 全球定位系统城市测量技术规程

3 术语和定义

GB/T 14911、GB/T 19391 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

似大地水准面 quasi-geoid

由地面沿垂线向下量取正常高所得的点形成的连续曲面。

3.2

高程异常 height anomaly

似大地水准面至平均地球椭球面的距离。

3.3

GPS 高程测量 GPS leveling

利用 GPS 卫星定位技术测定点位大地坐标，利用似大地水准面成果和点位坐标获得该点的高程异常，根据大地高和高程异常求解点位的正常高。或在小区域范围内，采用 GPS 高程拟合方法计算得到点位的正常高。

3.4

GPS/水准点 GPS/leveling point

大地坐标由 GPS 卫星定位技术测定、正常高由水准测量测定的点。

3.5

网络 RTK network real time kinematic

在 GNSS 连续运行参考站模式下进行的基于载波相位观测值的实时动态差分定位技术。

3.6

GPS 正常高差 GPS normal height difference

相邻 GPS 点间的大地高差，减去两点间的高程异常差得到的数值。

4 缩略语

下列缩略语适用于本标准。

GPS-全球定位系统

Global Positioning System

GNSS-全球导航卫星系统

Global Navigation Satellite System

WGS84-世界大地坐标系 1984

World Geodetic System 1984

RTK-实时动态测量

Real Time Kinematic

ITRF-国际地球参考框架

International Terrestrial Reference Frame

ISCORS-江苏省全球导航卫星连续运行参考站综合服务系统

Jiangsu Continuously Operating Reference Stations

5 GPS 高程测量参考基准

5.1 坐标系

5.1.1 GPS 测量采用广播星历时，其坐标系为世界大地坐标系 WGS84。

5.1.2 GPS 测量采用精密星历时，其坐标系为相应历元的国际地球参考框架 ITRF YY。当换算为大地坐标系时，可采用与 WGS84 相同的地球椭球基本参数以及主要几何和物理常数。

5.2 时间系统

GPS 外业测量宜采用协调世界时 (UTC) 记录。当采用北京标准时 (BST) 时，应与 UTC 进行换算。

5.3 高程基准

高程采用正常高系统，按照 1985 国家高程基准起算。青岛国家原点高程为 72.260m。

6 GPS 高程测量基本要求

6.1 框架和历元

应用 GPS 测量和似大地水准面成果求定正常高时，GPS 测量结果使用的地心坐标框架和历元应与似大地水准面确定时 GPS 测量使用的框架和历元一致。

6.2 GPS 大地高测量基本精度要求

6.2.1 静态和快速静态 GPS 测量相邻点间大地高高差精度，应满足相应等级 GPS 网规定的

弦长精度的要求。

6.2.2 网络 RTK 测量点相对于邻近 JSCORS 站点大地高中误差应小于等于 0.05m, 单基站 RTK 测量点相对于参考站点大地高中误差应小于等于 0.05m。

6.3 似大地水准面成果精度要求

拟使用的似大地水准面, 其分辨率和精度应不低于江苏省似大地水准面指标。

6.4 起算成果

采用 GPS 静态和快速静态模式观测宜优先与邻近的 JSCORS 站连测; 采用 GPS RTK 模式观测宜选用 JSCORS 网络 RTK, 若采用单基站 RTK 模式, 基准站点宜选用 JSCORS 站点、国家 A、B 级 GPS 点、江苏省 C 级 GPS 网点。

6.5 GPS 高程拟合

当采用 GPS 高程拟合方法计算 GPS 高程时, GPS/水准点应按照 GB 12898 中不低于四等水准测量的方法水准连测。平原地区 GPS/水准点不宜少于 7 个, 并应均匀分布于网中; 丘陵或山地, 应按测区地形特征, 适当增加 GPS/水准点, 其点数不宜少于 10 个。

7 GPS 高程测量应用方式

7.1 分类:

- 以 GPS 大地高高差变化量代替正常高高差变化量, 传递精密水准正常高;
- 以 GPS 正常高差代替三、四等、等外水准高差, 进行水准网平差;
- 以似大地水准面成果计算的 GPS 正常高直接代替普通水准正常高。

7.2 GPS 大地高高差的变化量代替正常高高差的变化量

7.2.1 当两 GPS 点间距离小于 100km 时, 两点间大地高高差的变化量与正常高高差的变化量可以认为是相当的。在控制网观测同时, 对水准点进行同步 GPS 观测, 再通过周期性的 GPS 复测, 可以实现水准点正常高的更新。

7.2.2 按照 GB/T 18314 中 B 级 GPS 测量技术要求求定的大地高高差变化量, 可代替 GB/T 12897 中规定的二等水准测量得到的正常高高差变化量。

7.3 GPS 正常高差代替水准高差

使用 GPS 正常高差代替等级水准高差时, GPS 测量模式应采用静态模式。

采用静态测量模式进行 GPS 相对定位, 可求定相邻 GPS 点间的大地高差, 减去利用似大地水准面成果计算的 GPS 点间的高程异常差, 可得到相邻 GPS 点间 GPS 正常高差。按照不同等级 GPS 网施测得到的 GPS 正常高差, 所能代替的水准高差的情况见表 1。

表 1 GPS 正常高差代替水准高差情况一览表

GPS 网等级	固定误差 mm	比例误差系数 mm/km	平均距离 km	基线向量弦长中误差 mm	达到的水准 高差的精度
C 级	10	5	12.5	63.29	四等水准
D 级	10	10	7.5	75.66	等外水准
E 级	10	20	2.5	50.99	测图水准
二等	10	2	9	20.59	三等水准
三等	10	5	5	26.93	四等水准
四等	10	10	2	22.36	等外水准
一级	10	10	1	14.14	等外水准
二级	15	20	0.5	18.03	测图水准

7.4 GPS 正常高代替普通水准正常高

7.4.1 GPS 高程测量正常高精度和应用领域见表 2。

表 2 GPS 高程测量正常高精度和应用领域

正常高精度 mm	应用领域
≤50	大比例尺地形图像片控制测量、图根控制测量等
≤100	地形测量、线路测量等
≤150	碎部点高程测量、水域地形测量等
≥150	小比例尺地形图碎部点测量等

7.4.2 利用似大地水准面成果计算正常高成果精度

利用似大地水准面成果计算正常高的精度取决于 GPS 大地高测量精度和似大地水准面精度。正常高、大地高和高程异常间的关系为： $h = H - \zeta$ 。因而三者间的精度关系为：

$\sigma_h^2 = \sigma_H^2 + \sigma_\zeta^2$ 。在 GPS 高程测量时，可根据正常高精度 σ_h 的需求和已有的似大地水准面成果 σ_ζ 的精度，确定 GPS 大地高需要达到的精度 σ_H ，即 $\sigma_H^2 = \sigma_h^2 - \sigma_\zeta^2$ 。经计算分析和已知点成果检核后，符合精度要求的可供使用。

7.4.3 利用 GPS 高程拟合计算正常高

采用 GPS 高程拟合得到的正常高，经计算分析和已知点成果检核后，符合精度要求的可供使用。

8 GPS 大地高测量

8.1 （快速）静态测量

（快速）静态测量的仪器设备、观测要求、数据测量等按 GB/T 18314 或 CJJ 73 执行。

8.2 （网络）RTK 测量

8.2.1 接收机的选择与检验

用于 RTK 测量的 GPS 接收机应选用双频 GPS 接收机。接收机应按照 CH 8016 的要求检定。

8.2.2 基本技术规定

RTK 测量时截止高度角在不低于 15° 的有效卫星数应不少于 5 颗，PDOP 值不大于 6。GPS 观测数据采样率为 1s。

8.2.3 基准站与流动站点位要求

点位应便于安置接收设备和操作，视野应开阔，地平高度角不低于 15° 无障碍物。

点位与大功率无线电发射源间的距离应不小于 200m，与高压输电线的距离应不小于 50m。

点位附近不应有强烈干扰接收卫星信号的物体。

8.2.4 单基站 RTK 作业距离

单基站 RTK 作业距离视当地环境而定，应小于 10km。

8.2.5 观测

为保证测量成果精确和可靠，应在初始化稳定后才能开始观测，一般观测历元应大于 6 个并取平均值。在测量精度要求较高时，观测时应使用脚架固定移动站天线，严格对中、整平再进行观测，并且在重新初始化后观测两次，取平均值作为最终结果。

8.2.6 作业成果检验

在（网络）RTK 测量时，应及时检验成果精度和可靠性，外业检验可以采用与已知点

成果对比检验、对同一点重复测量检验、已知基线长度测量检验、不同参考站观测同一测点检验等。

9 成果资料提交

GPS 测高成果包括以下内容：

- a) GPS 高程测量技术设计书；
- b) GPS 观测数据；
- c) GPS 成果表（含正常高）；
- d) GPS 高程测量技术总结；
- e) GPS 高程测量检查验收报告。

10 质量控制

10.1 GPS 高程测量质量控制应参照 CH/T 1004、CH 1002 和 CH 1003 对技术设计、生产流程、作业方法、成果交付等实施全过程质量控制。

10.2 GPS 高程测量成果的可靠性可通过对 GPS 测量、仪器高丈量、控制点及大地水准面成果的选用、数据处理方式等方面的严格控制来提高。

10.3 GPS 高程测量的外业连测和数据处理工作应执行国家标准和行业标准，承担任务的单位所提交的各项成果应是合格品，并对成果承担质量责任。

10.4 GPS 高程测量成果实行过程检查、最终检查和项目验收。

附錄 9 Satellite Laser Ranging 補充資料

1. SLR 原理與現況

SLR 是 Satellite Laser Ranging 的簡稱，它主要可以分成兩個部分：(a)衛星部分：在衛星上裝置一個反射稜鏡(圖 1)，提供反射地面發射的雷射脈衝的界面。(b)地面部分：主要是有處理訊號的地面基站(圖 2)，並且隨著時間進行距離的計算和有著發射器及接收器的大型望遠鏡(圖 3)，藉此來發射和接收雷射脈衝。

SLR 的定位精度十分地高，它的定位精度和雷射脈衝有關，現今雷射脈衝的波長約為 0.1~0.2ns，因此定位精度達到 1~3cm，除了定位精度高之外，由於在衛星裝置稜鏡並不耗費電力，因此越來越多的衛星都會裝置反射稜鏡，供 SLR 使用。而且它也不會影響到衛星的壽命。另外 SLR 的缺點為須在天氣晴朗的狀況下才會得到好的觀測量及妥善維護地面基站。

SLR 主要應用的衛星種類大致分為地球動力學衛星(Geodynamics)、地球遙感衛星(Earth Sensing) 及定位衛星(Positioning)三種。地球動力學衛星包括了 Ajisai、Etalon-1&2、LAGEOS-1&2、GFZ-1、Starlette、Stella 及 WESTPAC 等，這些衛星任務是 SLR 的主要觀測目標，衛星形狀通常是實心球體，表面上布滿雷射反射稜鏡，衛星軌道高且體積較小，由於這些衛星形狀規則和反射均勻，使得對衛星的距離測量可以高精度歸算到衛星質心，同時也使大氣阻力和輻射壓效應與衛星的指向無關，所以衛星軌道可以非常精確被測定。地球遙感衛星通常酬載科學研究儀器進行地球監測任務，衛星形狀較不規則，除了以 GPS 精密測定衛星軌道外，SLR 可提供另一種精密定軌驗證，此外亦提供雷達高度計觀測數據的精密標定，以及以海洋水準面的角動量變化中提取出觀測儀器的長期漂移等功能。定位衛星包括 GPS-35&36，GLONASS 系統，衛星軌道高度位於 2 萬公里左右，GPS 系統上只在 GPS-35 和 36 衛星上安裝了雷射反射稜鏡，可藉由 SLR 高精度觀測提高 GPS 系列衛星的定軌精度，此外，也可以利用 SLR 對 GPS 上的時間與地面觀測站的時間進行比對，進而研究相對論。

目前最新的 SLR 觀測系統為由 NASA 開發之 SLR 2000 系統，SLR2000 系統是一種單光子探測衛星雷射測距系統，不需要操作人員，使用新開發的扇形微通道板雷射電倍增管接收器和一個二級管注入式微芯片雷射器，脈衝式雷射以兩千赫茲頻率工作，激發出的雷射脈衝傳播覆蓋望遠鏡 10 釐米出口孔徑，此系統擁有信號識別軟體算法，用於識別噪音中隱藏的信號，此系統網絡能夠測量位於高達 22000 公里軌道上配置反射稜鏡的衛星，且

能夠日夜追蹤。此外，此系統網絡採用 532 奈米波長綠光雷射、高效探測器和濾波器，這些與全球多數衛星雷射測距系統相容，這種雷射的波長與相對廉價的手機式雷射指示器使用的相同，因為這種雷射在地面水平上相對較寬，所以不會對地面上的人類或動物造成傷害，只在衛星高度上聚焦到一個很小的點，目前針對 LAGEOS 衛星 normal point 觀測量後定位精度可達到 1mm 量級。

目前全球共有約 68 個 SLR 站，分別屬於美國 NASA Network、歐洲 Eurolas Network 和西太平洋 WPLTN，1998 年 11 月，國際雷射測距服務組織（International Laser Ranging Service, ILRS）成立，總部設在美國 NASA 所屬的 GSFC。目前，全球主要的 SLR 資料分析中心主要有美國 NASA、Texas 大學、德國 GFZ、DGFI、荷蘭 TUD、中國大陸 SHAO 等。



圖 1 CHAMP 衛星上裝設之 SLR 雷射反射稜鏡



圖 2 SLR 地面基站(San Juan, Argentina)



圖 3 SLR 望遠鏡與雷射發射器(San Juan, Argentina)

2. SLR 之科學應用

SLR 的科學應用部分主要有精密測定衛星軌道、解算地球重力場模型、測定測站的地心坐標、確定地球自轉參數、研究地球質心位置變化、驗證廣義相對論等。本計畫主要針對精密測定衛星軌道、決定絕對坐標參考框架以及時變重力場三方面進行研究。

在近30年來，衛星雷射測距 (SLR)技術已經相當地成熟，此技術常用於確認低軌衛星軌道之外部精度，其被應用於LAGEO和TOPEX/Poseidon(T/P) 等衛星軌道的檢核。對於T/P衛星而言，SLR 和DORIS為其主要之觀測量，而目前利用SLR測定其徑向(radial)軌道的精度可達2公分。而新一代的測高衛星Jason-1，利用SLR的觀測，在徑向軌道的精度已經可以達到1公分。然而為了符合高效率地精密定軌(POD)的目的，目前低軌衛星均裝載雙頻高精度GPS接收儀，以接收高精度的GPS載波相位觀測量，如Jason-1, CHAMP, ICESat 和 GRACE等低軌衛星。而SLR扮演著不同的角色，主要是為了檢驗GPS的定位結果。

由於地球形狀不斷的改變，因此需建立一地球參考框架，此參考框架可提供一組地表的參考點位以方便用於測量板塊構造、區域性沉澱負載及地球旋轉參數等，成立於1988年之國際地球自轉服務(The International Earth Rotation and Reference Systems Service, IERS)建立了兩個坐標參考框架-國際慣性參考框架(International Celestial Reference Frame, ICRF)及國際地球參考框架(International Terrestrial Reference Frame, ITRF)。ITRF 為利用分佈在全球的觀測站採用衛星雷射測距(SLR, Satellite Laser Ranging)、超長基線干涉(VLBI, Very Long Baseline Interferometry)和 GPS 全球定位系統等觀測資料所決定 (McCarthy, 1996)。

地球重力場是地球質量分佈的表現，而地球質量是在不斷運動、變化和重新分佈，地球重力場時變之研究，可追溯到 1970 年代末至今，利用 SLR 技術加上 DORIS、T/P 等衛星持續探討低階係數之變化，之後，超導重力測量、絕對重力測量、GPS 及 KBR(K-band ranging)等量測技術也陸續加入了觀測地球重力場時變行列，但目前較為可靠的長時間全球時變重力場研究所使用之觀測資料主要仍靠 SLR 技術。

2.1 以 SLR 驗證 GPS 及福衛七號軌道

目前利用 27 顆 GPS 衛星進行精密的低軌衛星軌道求解，其需要估計大量的接收儀時錶誤差，周波未定值和對流層參數等等。為了完全地利用 GPS 觀測資料，吾人使用簡動力(reduced dynamic)技術求解低軌衛星軌道，該技術之中心思想是利用虛擬隨機參數或經驗參數，去吸收非保守力對衛星所造成的影響，如大氣阻力和太陽輻射壓等等。我國的福爾摩沙衛星三號(FORMOSAT-3/COSMIC)正是以此技術解算其精密軌道。由於 FORMOSAT-3/COSMIC 衛星並未裝載 SLR 反射稜鏡，因此其軌道精度僅能以兩個軌道弧長進行重疊分析當成軌道的內部精度。然而此方式並非唯一地客觀，因為如果在簡動力方法當中隨機參數設定的越多，基於統計數學的理論，其軌道越密合，也就是說其 GPS 觀測量的殘差會越小，其並非越接近真實的軌道，該軌道並非有真實的意義，因為其軌道所隱含的物理意義已經不明顯，反而只是一種統計或數學方式所計算出的軌道，因此隨機參數設定的多寡與解算出的軌道真實性，應做合理的評估與取其平衡。而較為客觀的檢驗低軌衛星的軌道就是利用 SLR 觀測，進行外部軌道的精度評估，其提供獨立地觀測方式檢核由 GPS 觀測量所導出的軌道解。以 Jason-1 POD 為例，利用 SLR 資料檢核其簡動力軌道，其在徑向軌道上可達 1 公分的精度。

SLR 不僅可以率定簡動力軌道的參數，還可以率定 GPS 量測模式。以 Jason-1 衛星為例，在 Jason-1 POD 資料分析其間，吾人可利用 SLR 觀測量檢驗 POD 天線盤的相位中心(APC)偏差以及姿態角之率定等科學性的研究。圖 4 利用 170 天的 SLR 觀測資料進行 Jason-1 軌道率定並且分析利用天線盤相位中心偏差的修正與否進行精密定軌。結果得出利用此天線盤相位中心偏差的修正可使得 SLR 的觀測殘差變小。因此 SLR 可以當成一種獨立性檢核低軌衛星軌道精度的方式。

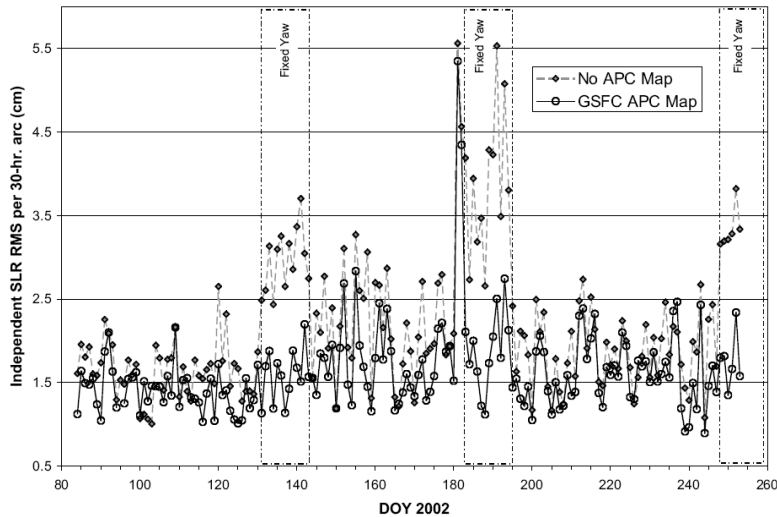


圖 4 利用 170 天的 SLR 觀測資料進行 Jason-1 軌道率定(Scott et al., 2002)

2.2 建立臺灣地區絕對坐標框架

目前定義臺灣大地基準 (TWD97) 時所使用之 ITRF94, 其中各測站分類成 A、B、C 三個等級, 且分別提供其在 1993.00 時刻之坐標及其相應之速度場。定義 ITRF94 之全球測站則係分別採用 VLBI、SLR、DORIS 及 GPS 所進行觀測之坐標成果資料, ITRF94 基準原點是由 SLR 與 GPS 觀測資料之加權平均, 尺度由 VLBI、SLR 與 GPS 資料之加權平均, 而當前最新一組之 ITRF 系列稱之為 ITRF2008。

目前全球共有 3885 個 ITRF 追蹤站(圖 8), 臺灣僅有三個 IGS GPS 追蹤站(圖 9), 且僅提供長時間連續 GPS 觀測資料, 此三追蹤站分別分佈在台北、桃園及新竹, SLR 可提供另一種觀測方式測定基站坐標; 由於 SLR 可由(1)式中, 固定 GPS 衛星軌道及地球自轉參數之後進而求得 mm 量級之基站坐標, 水平分量精度與 GPS 連續觀測精度相仿, 但垂直分量可較 GPS 公分級觀測精度較高一層級, 因此, 可為臺灣地區之絕對坐標基準。

因 SLR 使用可見光作為觀測訊號, 多雲、陰雨、濕度大時會造成觀測品質不佳或無法觀測, 而目前臺灣地區並無 SLR 追蹤站, 臺灣高山地區夜晚冷空氣下沉, 形成空氣純淨、水氣少的天空, 相當適宜 SLR 觀測。在山頂展望佳之處, 透空範圍廣闊, 有利於追蹤更多衛星。因此優先選擇海拔超過兩千公尺、上方面積足以建造 SLR 站之山頭。考量維護之便利性, 僅考慮公路可及之處, 因此以合歡山群與阿里山區域為優先選址方向, 臺灣為潮濕多雲之海島氣候, 建站選址可參考類似環境之夏威夷站, 選擇高山山頂展望優良, 交通車輛可及之處, 作為建站候選位置。

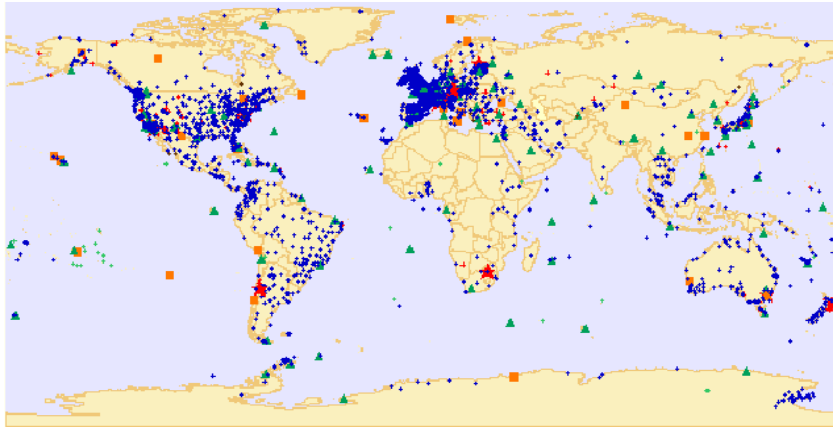


圖 8 全球 ITRF 追蹤站

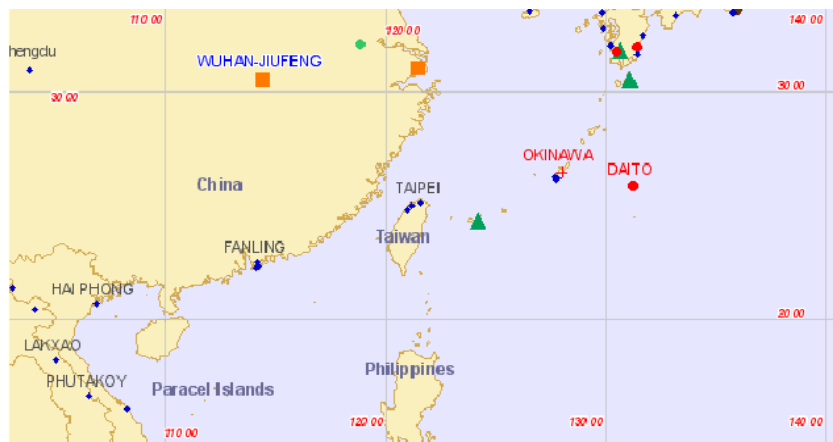


圖 9 鄰近臺灣地區之 ITRF 追蹤站

2.3 以 SLR 觀測資料反衍時變重力場

重力場低階係數 J_2 和 J_3 的長期變化可以用於研究和解釋地幔滯彈性和冰後回彈問題， J_2 和 J_3 的周期和短周期變化與固體地球、海洋和大氣的潮汐和非潮汐變化以及季節變化有關。 J_2 又稱為重力扁率，因而從 J_2 的變化可以了解到地球內部或表面質量的重新分佈、大氣質量的改變、地下水位的變化、地幔流動方向及地球內部密度的變化等。科學家利用衛星資料及 SLR 資料發現低階地位係數的變化投入研究地球重力場之時變，尤其是 J_2 在一年當中都有規則的變化，圖 11 由 GRACE KBR(上)及 GPS 不同觀測資料所解算之 5 階大地起伏異常，由 SLR、GRACE 及 GPS 不同觀測資料所解出之 $\Delta\bar{C}_{20}$ 時間序列。Cox and Chao 於 2002 Science 期刊中分析 1979 年到 2001 年之 SLR 資料，發現 1979~1997， J_2 呈現穩定的下降，但於 1998 後其趨勢反轉，一般相信與地球暖化相關。

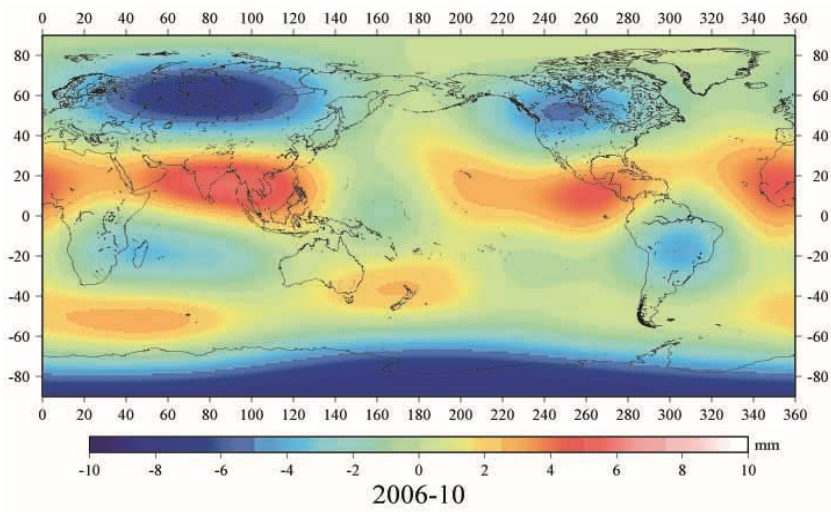
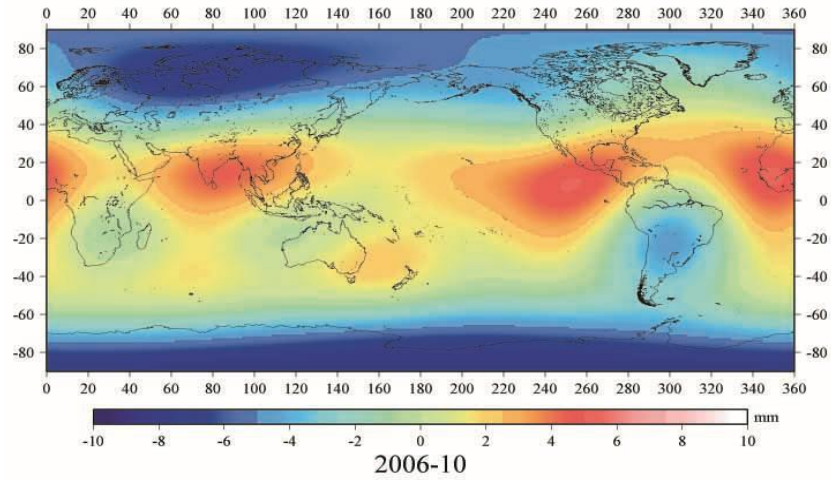


圖 11 由 GRACE KBR(上)及 GPS 不同觀測資料所解算之 5 階大地起伏異常

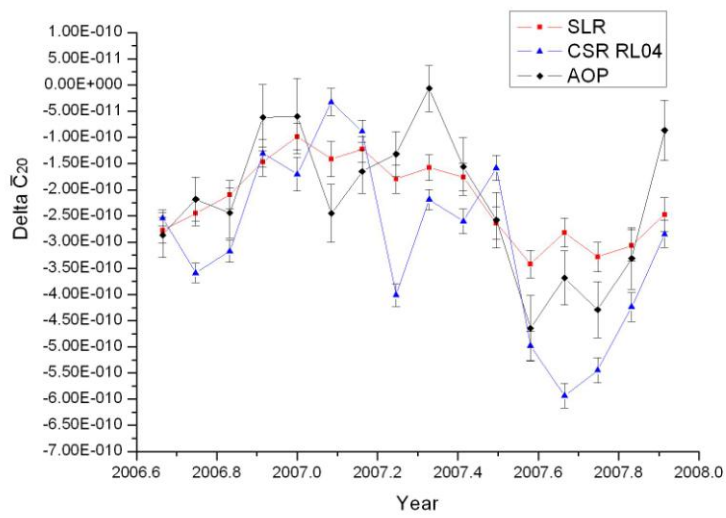


圖 12 由 SLR、GRACE 及 GPS 不同觀測資料所解出之 $\overline{\Delta C}_{20}$ 時間序列

附錄 A SLR 新站選址

臺灣地區 SLR 追蹤站以合歡山群與阿里山區域為優先選址方向，候選點列於下表。

表 A1 SLR 候選站址評估

	阿里山氣象站	昆陽	合歡主峰	小雪山
高度	2413m	3070m	3390m	2997m
行政區	嘉義	南投	南投	台中
交通	好	好	好	差
電力	好	可	可	未知
施工難易	未知	易	易	難
人煙干擾	低	高	中	極低

選址一：阿里山氣象站

位於阿里山森林鐵路沼平車站上方萬歲山之北側，標高 2413 公尺。由嘉義市區到阿里山經省道台十八線，約兩個半小時可抵達，全線為柏油路面。

優點：氣象站隨時有人員維護，電力供應穩定。

缺點：1. 夏天阿里山公路及新中橫公路時常因風災中斷。

2. 木造房屋是否能增建或改建，不能改建周邊是否有適合建站之空間。



圖 A1a 阿里山氣象站位置地形圖



圖 A1b 遠眺萬歲山



圖 A1c 阿里山氣象站一側入口



圖 A1d 阿里山氣象站正門



圖 A1e 阿里山氣象站後方

選址二：昆陽(合歡山)

合歡山雪季管制站，靠近全台公路最高點武嶺，於太魯閣國家公園園區內，標高約 3070 公尺。自埔里經台十四甲線車程約需兩小時，全線為柏油路面。

優點：雪季管制入口，降雪較山頂少。

缺點：遊客眾多，攤販聚集於此停車場。

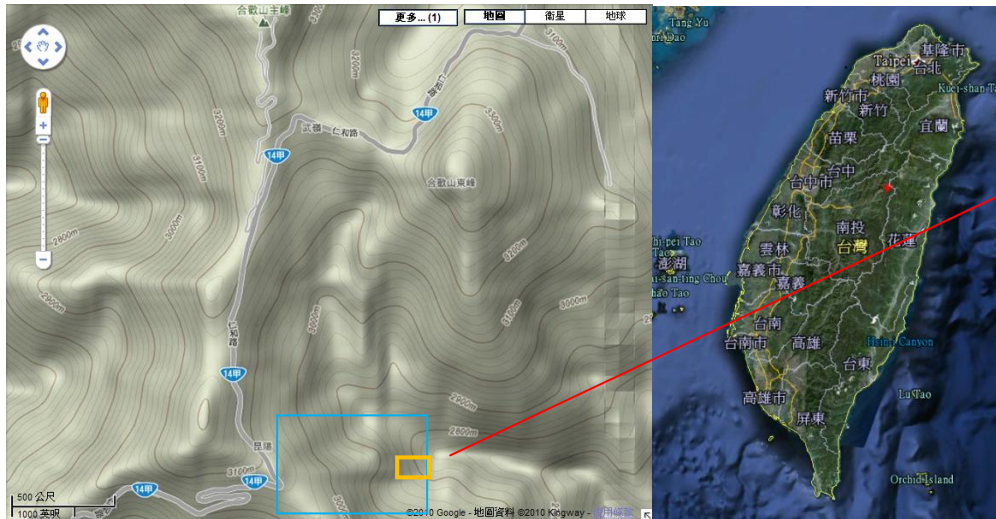


圖 A2a 昆陽位置地形圖

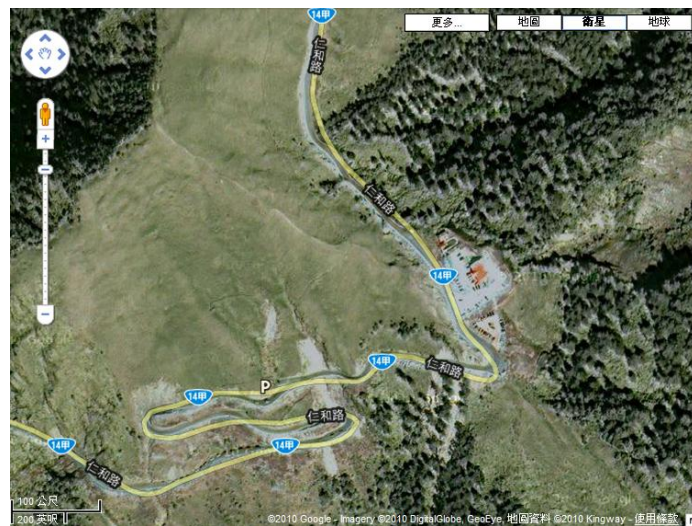


圖 A2b 昆陽空照圖



圖 A2c 自合歡主峰登山道遙望昆陽



圖 A2d 昆陽

選址三：合歡山主峰附近

合歡山主峰附近空曠平台或廢棄碉堡適當處，於太魯閣國家公園園區內，標高約 3390 公尺。自埔里經台十四甲線車程約需兩小時，全線為柏油路面，進入主峰道路入口有開門管制，為水泥路面。

優點：車輛管制進入，車輛可及處之最高高度。

缺點：登合歡山主峰遊客多。

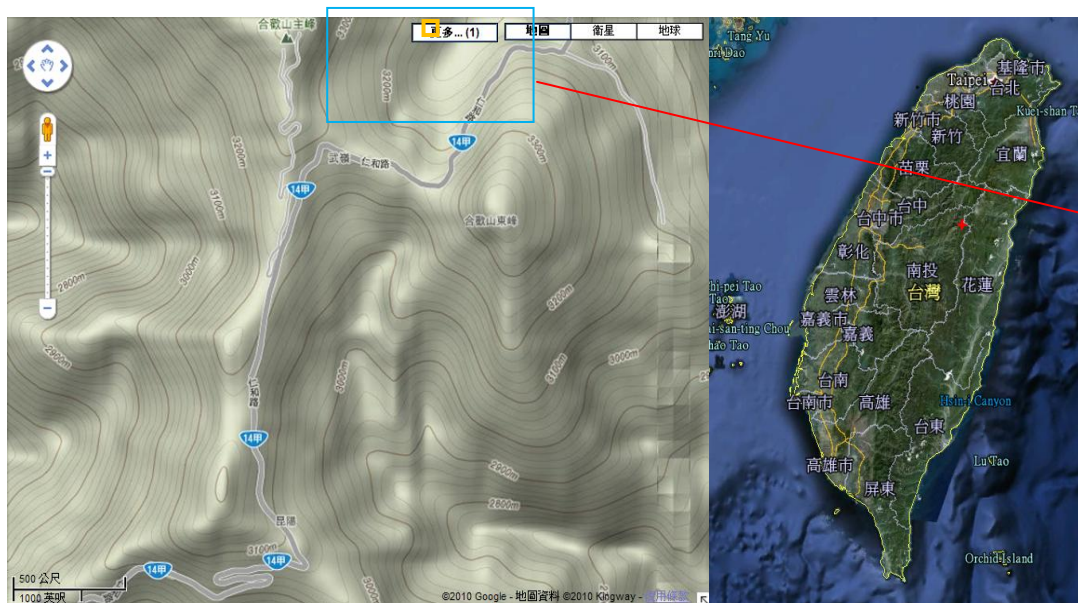


圖 A3a 合歡山主峰位置地形圖



圖 A3b 合歡山主峰空照圖



圖 A3c 合歡山主峰俯瞰候選區域之一

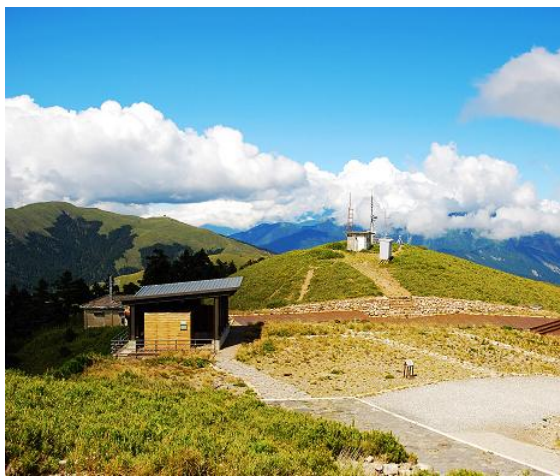


圖 A3d 候選區域之一



圖 A3e 候選區域之一

選址四：小雪山雷達站(大雪山林道)

小雪山標高 2997 公尺，位於大雪山林道 50K 上之大雪山林道 200 線，由台中東勢經大雪山林道進入大雪山森林遊樂區，車程約兩小時。登頂前為泥土道路，山頂有華視轉播站。

優點：人煙較少。

缺點：1.雷達站多，需現地勘查適合處，可能需整地作業。

2.林道需較高底盤車輛行駛，坡度大。

3.其上有華視轉播站，待查證土地權屬是否為林務局所有。



圖 A4a 小雪山位置地形圖

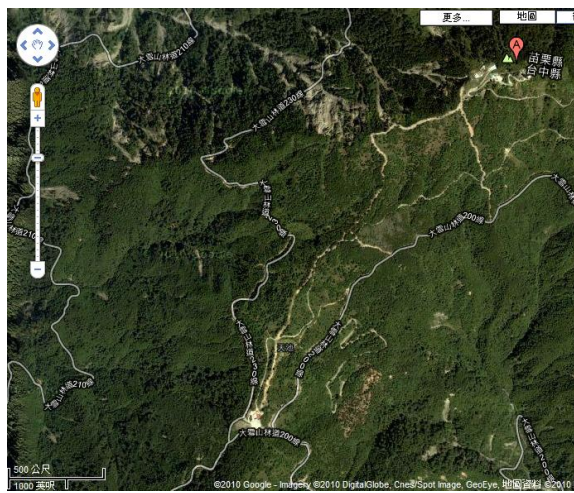


圖 A4b 小雪山空照圖



圖 A4c 台中東勢與小雪山相對位置



圖 A4d 小雪山



圖 A4e 小雪山遙望雷達站

世界 SLR 建站現況

現今可獲得 SLR 資料之觀測站約 68 站，其中亞洲佔 21 個，北半球觀測站有 60 個遠比南半球多；各站之建站環境各有不同，包括高山、海島、城市、森林、荒漠等；建站之型式有大型望遠鏡固定站或小型臨時移動站等等。茲整理如下圖表。(ILRS website)

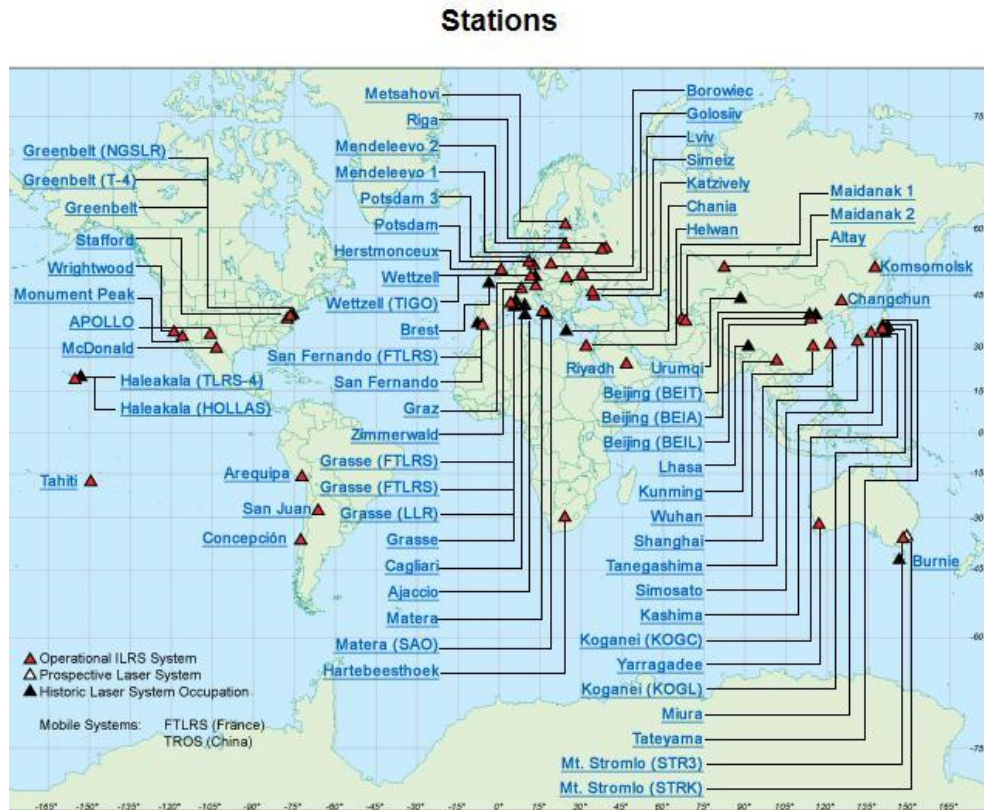


圖 A5 世界 SLR 各站分布圖

表 A2 世界 SLR 各站資料一覽表

站名	國家	位置			型式
		經度	緯度	高程	
Asia					
Tateyama	Japan	139.8481 E	35.9369 N	120.4	8*8(獨立室內天文望遠鏡型)
Miura	Japan	139.6504 E	35.2067 N	99.1	無照片
Koganei(KOGL)	Japan	139.4879 E	35.7102 N	114.4	無照片
Koganei(KOGC)	Japan	139.489 E	35.710 N	121.8	8*8(獨立室內天文望遠鏡型)
Kashima	Japan	140.6575 E	35.9561 N	66.5	10*10(貨櫃型)
Simosato	Japan	135.9370 E	33.5777 N	62.4	無法判別

Tanegashima	Japan	131.015412 E	30.556513 N	141.4	一層樓建築內
Shanghai	China	121.1866 E	31.0961 N	99.961	兩層樓天文台
Wuhan	China	114.4897 E	30.5157 N	86.551	8*8(圓形二層獨立室內天文望遠鏡型)
Kunming	China	102.7972 E	25.0299 N	1991.83	一層樓屋頂增建 8*8 獨立室內天文望遠鏡型
Lhasa	China	91.0377 E	29.6349 N	3604.144	箱型車拖運小型臨時站
Beijing(BEIL)	China	115.8920 E	39.6069 N	81.666	8*8(室內天文望遠鏡型)
Beijing(BELA)	China	115.8927 E	39.6077 N	71.9809	無照片
Beijing(BEIT)	China	115.8921 E	39.6076 N	75.159	無法判別
Urumqi	China	87.71 E	43.81 N	845.517	箱型車托運小型臨時站
Changchun	China	125.4433 E	43.7905 N	268.38	二層樓屋頂增建 8*8 獨立室內天文望遠鏡型
Komsomolsk	Russia	136.74383 E	50.69461 N	269.4027	二層樓屋頂增建 8*8 圓形獨立室內天文望遠鏡型
Atlay	Russia	82.3 E	51.2 N	270	二層樓屋頂加蓋獨立室內天文望遠鏡型
Maidanak1	Russia (Uzbekistan)	66.94309 E	38.6849 N	2713.5991	8*8(獨立室內天文望遠鏡型)(Maidanak2 旁)
Maidanak2	Russia(Uzbekistan)	66.9431 E	38.6857 N	2713.866	8*8(獨立室內天文望遠鏡型)(Maidanak1 旁)
Riyadh	Saudi Arabia	46.4004 E	24.9102 N	773	8*8(圓形獨立室內天文望遠鏡型)
Europe					
Borowiec	Poland	17.0746 E	52.2770 N	123.4	無法判別
Golosiv	Ukraine	30.4961 E	50.3633 N	212.9	一層樓屋頂增建 8*8 獨立室內天文望遠鏡型
Lviv	Ukraine	23.9572 E	49.9176 N	359.368	無法判別(大型)
Simeiz	Ukraine	33.9931 E	44.4128 N	361.2	二層樓高戶外獨立
Katsively	Ukraine	33.9757 E	44.3844 N	43.859	一層樓屋頂增建 8*8 獨立室內天文望遠鏡型

Chania	France(Crete, Greece)	24.0705 E	35.5331 N	157	小型臨時站
Metsahovi2	Finland	24.3946 E	60.2172 N	74.042	無法判別(大型)
Riga	Latvia	24.059075 E	56.948551 N	31.3367	無法判別(大型)
Mendeleevo	Russia	37.2234 E	56.0267 N	256.7	一層樓無屋頂
Mendeleevo2	Russia	37.2249 E	56.0277 N	228.3	無照片
Potsdam	Germany	13.0649 E	52.3800 N	133.7	貨櫃屋活動式屋頂
Potsdam3	Germany	13.0614 E	52.3830 N	123.5	四層樓建物外增建燈塔狀
Wetzell	Germany	12.8780 E	49.1444 N	665	一層樓屋頂增建 8*8 獨立室內天文 望遠鏡型
Wetzell (TIGO)	Germany	12.8773 E	49.1443 N	658.417	貨櫃屋地面站
Brest	France	4.503833 W	48.4078611 N	104.8	小型臨時站
San Fernando(FTLRS)	France	6.20619 W	36.46273 N	64	小型臨時站
San Fernando	France	6.2055 W	36.4650 N	98.177	二層樓屋頂增建 8*8 圓形獨立室內 天文望遠鏡型
Grasse (FTLRS)	France	6.9208 E	43.7547 N	1320.8	一層樓增建活動式屋頂
Grasse	France	6.92112 E	43.75468 N	1321.3	一層樓增建活動式屋頂小型
Grasse (MeO)	France	6.9216 E	43.7546 N	1323.1	一層樓 8*8 獨立室內天文望遠鏡型
Grasse	France	6.9211 E	43.7548 N	1322.8	一層樓增建活動式屋頂
Ajaccio	Corsica(France)	8.7627 E	41.9274 N	96.8169	小型臨時站
Graz	Austria	15.4942 E	47.0678 N	495	一層樓屋頂增建 8*8 獨立室內天文 望遠鏡型
Herstmonceux	UK	0.3361 E	50.8674 N	75	8*8 室內天文望遠鏡型
Zimmerwald	Schweiz	7.4652 E	46.8772 N	951.2	一層樓建築內
Cagliari	Italy	8.9724 E	39.1361 N	206.4	無法判別
Matera (MLRO)	Italy	16.7046 E	40.6486 N	536.9	一層樓屋頂增建 8*8 獨立室內天文 望遠鏡型
Matera	Italy	16.7046 E	40.6486 N	536.9	一層樓屋頂上露天中型站
Africa & Southern Hemisphere					
Helwan	Egypt	31.3427 E	29.8590 N	145.46	無法判別
Hartebeesthoek	South Africa	27.6861 E	25.8897 S	1406.822	雙貨櫃車

Arequipa	Peru	71.4930 W	16.4657 S	2489.05	雙貨櫃車
San Juan	Argentina	68.6231602 W	31.5086249 S	727.221	一層樓 8*8 獨立建築
Concepcion	Chile	73.0253 W	36.8430 S	169.288	單貨櫃小型地面站
Tahiti	Tahiti - French Polynesia	210.3937 E	17.5768 S	82.171	三貨櫃車加防曬屋頂
Yarragadee	Australia	115.3467 E	29.0464 S	244	貨櫃車
Mt. Stromlo(STR3)	Australia	149.0099 E	35.3161 S	805	一層樓屋頂加蓋獨立室內天文望遠 鏡型(STRK 旁)
Mt. Stromlo(STRK)	Australia	149.0098 E	35.3163 S	806.6	一層樓屋頂加蓋獨立室內天文望遠 鏡型(STRA 旁)
North America					
Greenbelt (NGSLR)	USA				同下
Greenbelt (TLRS-4)	USA	76.8275 W	39.0209 N	18.632	雙貨櫃型
Greenbelt	USA	76.6610 W	39.0056 N	19.195	雙貨櫃型
Stafford	USA	77.371107 W	38.499215 N	23.9185	無照片
Wrightwood	USA	117.683 W	34.382 N	2200	一層樓屋頂增建 8*8 獨立室內天文 望遠鏡型
Monument Peak	USA	243.5773 E	32.8917 N	1837.564	三貨櫃車
APOLLO	USA	105.820417 W	32.780361 N	2788	一層樓屋頂增建 10*10 獨立室內天 文望遠鏡型
McDonald	USA	255.9848 E	30.6802 N	2006.221	無法判別
Haleakala(TLRS-4)	USA(Hawaii)	203.743084 E	20.706486 N	3056.277	雙貨櫃型
Haleakala(HOLLAS)	USA(Hawaii)	203.7441 E	20.7072 N	3062.658	一層樓屋頂增建 8*8 獨立室內天文 望遠鏡型

附錄 10 期中、期末報告委員意見及修正辦理情形

● 期中報告

審查委員	審查意見	期中報告修正辦理情形	期末報告辦理情形
甯博士方璽	1. 本文中英文專有名詞的大小寫請一致。	謝謝委員意見，已照案辦理。	同期中報告。
	2. 衛星高程測量作業程序規範草案之規劃 (P67) 為何？請補充說明。	謝謝委員意見，目前正進行檢核與分析以及前期研究，衛星高程測量作業初步檢核成果如 P47 表 3.7 所述，與 e-GPS 結合後續分析與成果將於期末報告內呈現，並整作業程序於草案內。	相關內容詳見期末報告 §3.6(P48)，草案內容如附錄 5(P183-193)
	3. 訪談內容應於整理納入報告中，並提出相關建議作為未來發展參考。	謝謝委員意見，訪談內容已列於附錄 3 供參考，相關建議已補充於 §5.3 中 (P114-116)	同期中報告。
	4. NCTUA 為何 (P18)？請補充說明。	已於會場答覆，委員已有所了解(P38)。	同期中報告。
	5. 圖 3.7 之圖例說明「 $0 < E < 1\text{km}$ 」等項目建議修正為「 $0\text{km} < E < 1\text{km}$ 」，以利閱讀。	圖 3.9(原圖 3.7)已照案辦理(P42)	同期中報告。
	6. 表 3.2 中 east 之 max「0.110。」請修正為「0.110」。	已照案辦理(P45)	同期中報告。

審查委員	審查意見	期中報告修正辦理情形	期末報告辦理情形
甯博士方璽	7. P39 第 7 行中何謂橢球緯度、經度、高程？請補充說明。	謝謝委員意見，已補充說明於 P72。	同期中報告。
李教授振燾	1. 第三章，臺灣地區辦理高程現代化發展策略及具體作法：請將蒐集資料彙整後，依統一做寫作標達格式，說明各國高程現代化發展策略及作法，比較分析並研擬具體建議。	謝謝委員意見，各國高程現代化發展策略及作法、比較分析已補充於第三章(P25-27)，研擬具體建議(P53-55)。	已蒐集資料並彙整於各章節中，並針對各國高程現代化的發展策略及作法進行詳細說明，最後已研擬具體建議於§3-7(P53-55)
	2. 第四章，從大地測量觀點看臺灣地區未來測繪科技發展策略：請將蒐集資料彙整比對分析後，說明具體技術實務應用建議。	謝謝委員意見，已補充內容於(P96-104)。	第四章分析比較相關內容詳見期末報告 §4.6(P96-101)，具體建議請參閱期末報告 §4.7(P102-104)
	3. 第五章，測繪業務問卷調查及實地訪談請協調國土測繪中心，視需要補列測繪業務建議或服務內容？	謝謝委員意見，已補充內容於 P114-116。	同期中報告。

審查委員	審查意見	期中報告修正辦理情形	期末報告辦理情形
李教授振燾	4. 建議實地訪談結論與後續專家技術論壇成果一併彙整撰寫報告。	謝謝委員意見，相關內容將會納入期末報告中。	實地訪談記錄已匯整於附錄 3(P159-169)，專家論壇紀錄已匯整於附錄 4(P170-176)。
陳技正南松	1. 從報告看出研究團隊用心，應予肯定。	謝謝委員意見。	同期中報告。
	2. 第三章之臺灣地區辦理高程現代化發展策略及具體作法可再詳述具體建議，俾供行政部門施政參考依據。	謝謝委員意見，已補充於第三章 (P53-55)。	具體建議相關內容詳見期末報告§3.7(P53-55) 及附錄 6 建立臺灣高程現代化芻議(P194-195)。
陳技正南松	3. 請說明重力整合的四個組合用意為何？	謝謝委員意見，分類的想法是基於考慮 5000 公尺航高空載重力主要是貢獻於重力資料稀少之中央山脈區域，然而其任務涵蓋範圍涉及臺灣全島，為了避免於所有重力資料整合過程中，平地區域之頻帶限制 (band-limited) 的空載重力資料降低高精度的陸測重力資料，已補充內容於 P40。	同期中報告。

審查委員	審查意見	期中報告修正辦理情形	期末報告辦理情形
劉 課 長 至 忠	<p>1. P25, 3.4.2 節中重力整合有關重力資料整合部分, 其用語組合一、組合二、組合三及組合四, 分階段處理和一次處理有何差別? 最後應做的資料整合方式為何? 又資料上有何問題存在? 又為來有無改善或精進的地方? 建議於期末報告補充。</p>	<p>謝謝委員意見, 相關內容將會納入期末報告中。</p>	<p>1. 由於陸測重力資料的精度甚高, 如果直接將涵蓋全島的五千公尺航高空載重力進行與地面重力資料進行整合將影響平地大地水準面的精度, 此外, 缺乏高頻訊號的空載重力資料無法有效反演山區的大地水準面的精度。本計畫所使用的漸進式整合法所計算出來的大地水準面模式可提升中橫檢核線精度至 2cm。</p> <p>2. 改善山區大地水準面模式精度最直接的方法就是增加山區的陸測重力資料。</p> <p>3. 未來可以增加山區 GPS/Leveling 資料來檢核此大地起伏模式山區的精度。</p>
	<p>2. P27, 3.4.3 大地起伏計算, 外部精度檢覈所下之結論, 與 P28 差異統計表所顯示之訊息, 請再了解分析? 又檢核點數量是否足夠反映此模型之真正精</p>	<p>謝謝委員意見, 相關內容</p> <p>1. 已按照意見修正如下: 重力法大地起伏模型不僅於 6 條檢核線上皆有改善, 更成功的改善中橫檢核線(Central)的大地起伏精度至 2cm。</p> <p>2. 檢核點數量不夠反映模型的真正精度, 未來將</p>	<p>同期中報告。</p>

審查委員	審查意見	期中報告修正辦理情形	期末報告辦理情形
	度？	蒐集更多的 GPS/Leveling 檢核點進行精度驗證(P46-47)	
劉課長至忠	3. P28, 3.4.4 有關混合型大地起伏模型中差異量之模型網格精度為何？	謝謝委員意見，將於期末報告中詳述	混合型大地起伏模式中使用的差異量分布如圖 3.12(b)所示，混合型大地起伏模式精度分析已於表 3.7(P47)說明
	4. 整個大地起伏之資料處理、混合型大地起伏之作業程序應完整紀錄，並儘可能編成一份手冊供中心參考使用。	謝謝委員意見，本計畫尚屬研究階段，未來可由他案相關研究成果彙整提供參考使用。	重力法及混合型大地起伏模式處理已於內文 §3.5(P28-47)中闡述
業務單位	1. P12, Line 4, 建議內政部更正為內政部國土測繪中心。	已照案辦理(P30)。	同期中報告。
	2. P14, Line 3, 參考文獻格式 (黃??, 2005), 另部分本文中提及文獻在參考文獻中未見, 參考文獻中部分內容建議直接書寫中文。	已照案辦理(P33)。	同期中報告。
	3. P14-P15, 3 個	已照案辦理(P33-34)。	同期中報告。

審查委員	審查意見	期中報告修正辦理情形	期末報告辦理情形
業務單位	campaign 所使用儀器是否相同，若相同請統一儀器名稱，L&R Air-Sea II (L&R,2003)或 L&R Air-Sea Gravity System II。		
	4. P14-P15，campaign2 及 campaign3 飛航速度相同，為何獲得重力資料的間距不同，請說明。	謝謝委員意見，campaign2 及 campaign3 皆為每 77 公尺獲取一筆資料，已按照意見修正錯誤(P34)	同期中報告。
	5. P23，Table 3.2，所代表意義為何？臺灣未來使用那一種組合模式？另是否有系統誤差。	照案辦理，相關說明已補充於 P42-45。 1. 混合型大地起伏模式是將階段 4 的結果與所有 GPS/Leveling 資料進行整合，表 3.6(原表 3.2)代表此模型的精度 2. 臺灣未來將採用混合型大地起伏模式	同期中報告。
	6. Ch3，已描述 3 個國家之高程現代化之作業內容，惟對於實際之計畫書、報告書或作業手冊、要點...等書面資料，及臺灣未	謝謝委員意見，相關內容將會納入期末報告中。	相關內容詳細內容請參考期末報告§3.1-§3.4 (P12-27)，蒐集資料清單請參考附錄 7 (P196-198)。

審查委員	審查意見	期中報告修正辦理情形	期末報告辦理情形
業務單位	來發展方向、項目、效益等等。建議在期末報告要增加本章節內容。		
	7. Ch3，規定應提出臺灣地區發展高程現代化作業技術評估報告，建議再 P66 增加一個工作項目，並請補充說明。	謝謝委員意見，目前正進行檢核與分析以及前期研究，謝謝委員意見，衛星高程測量作業初步檢核成果如 P47 所述，與 e-GPS 結合後相關成果將於期末報告內呈現，已增加至第一章工作項目中 (P9)。	臺灣地區發展高程現代化作業技術評估報告相關內容詳細內容請參考期末報告§3.6(P48-53)。
	8. Ch4，本章僅說明美國、日本、中國大陸及紐西蘭對未來測繪科技發展策略及具體作法，尚缺『針對國內測繪機關業務需求及執行現況提出規劃策略(具體作法、時程及可能效益)。	謝謝委員意見，已補充內容於 P102-104。	規劃策略詳細內容請參考期末報告§4.7(P102-104)。
	9. P54，國內未來3-5年內測繪計畫除所提內政部「基本測量及圖資測至實施計畫」外，至少尚有地政司應	謝謝委員意見，已補充內容於 P83-96。	國內未來3-5年內測繪詳細內容請參考期末報告§4.5(P83-96)

審查委員	審查意見	期中報告修正辦理情形	期末報告辦理情形
業務單位	用先進航遙測技術發展空間資訊計畫、本中心測繪科技發展後續計畫，農委會林務局農林航測所有雷達影像相關計畫及經濟部中央地質調查所有空載光達測置計畫，建議未來應一併納入考量比較。		
	10. P65，規格中另要求應於分析問卷後提出，應歸納未來建議，請補充說明。	謝謝委員意見，已補充內容於 P114-116。	同期中報告。
	11. P66，工作進度及時程中並未提及將本案相關成果之國內外期刊或研討會論文之作業項目，請說明工作現況並於進度表內補充，另部份項目內容尚為完備，建議勿填列 100% 完成。	謝謝委員意見，已修改內容於 P9。	同期中報告。
	12. 『衛星高程測量作業程序規範草	謝謝委員意見，目前正進行檢核與分析以及前期	詳細內容及成果請參考期末報告§3.6(P48-53)

審查委員	審查意見	期中報告修正辦理情形	期末報告辦理情形
業務單位	案』目前完成 20 %，惟前面未提及，請補充說明。	研究，衛星高程測量作業初步檢核成果如 P45-47 所述，與 e-GPS 結合後續分析與成果將於期末報告內呈現，並整作業程序於草案內。	
	13. 實地訪談之內容與建議稍嫌薄弱，應與問卷內容及未來發展作呼應。	謝謝委員意見，相關建議已補充於§5.2、§5.3 中 (P113-116)。	同期中報告。
	14. 有關專家技術論壇之題綱，建議應提前提供本中心參考。	謝謝委員意見。	已於專家論壇舉行前送國土測繪中心。
	15. 本報告多數章節僅就資料做初步彙整，缺乏綜整比較及對內政部(或國土測繪中心)之未來業務發展意見，建議期末報告應加強。	謝謝委員意見，相關內容將會納入期末報告中。	相關比較已納入各章節，具體建議詳細內容請參考 §3.7 國內未來高程現代化發展策略建議(P53-55)及 §4.7 國內未來測繪發展規劃建議(P102-104)
	16. 錯別字部分詳如附件。	照案辦理。	同期中報告。

1. 請增加圖目錄及表目錄以方便閱讀。
2. 目錄及主文頁次應分別編列，主文頁次由 1 起編。
3. P4 「海涇」請修正為「海里」或「涇」，P14，Line9，「海哩」請修正為「涇」。
4. P5 「做為國家測量基準」請修正為「作為國家測量基準」。
5. P5，ch2，e-GPS 站數量請確認?
6. P8 「計劃」請修正為「計畫」。
7. P10、P12、P13、P14、P15、P17... 「台灣」請修正為「臺灣」；P10 「坐標系統」請修正為「坐標系統」。
8. P12 「取自台灣中央大學」請修正為「取自中央大學」。
9. P13 「尤以中央山脈超過四千多公尺之地勢為最」請修正為「尤以中央山脈超過三千多公尺之地勢為最」。
10. P14 「做為」請修正為「作為」；「民國 2008 年」請修正為「2008 年」。
11. P24，倒數 Line 6，何謂「多「全球定位系統」(慣用語意上是指 GPS)」。
12. P40 「此頁由名為 CRAV-D 之計畫負責執行」請修正為「此由名為 CRAV-D 之計畫負責執行」。
13. P49、P50 「產出最少則為光達點雲，僅有 0%」？光達點雲列為機密資料，雖有產製但不得對外提供。
14. P64 「國土測繪法已公佈實施有年」請修正為「國土測繪法已公布實施有年」；「佔 27%」請修正為「占 27%」。
15. P68 「佔有 7 成以上」請修正為「占 7 成以上」。

● 期末報告

審查委員	期末報告 審查意見	期末報告 辦理情形
洪 副 教 授 本 善	1. P48, 國外測繪發展資料蒐集方面皆提及LiDAR的發展與應用, 建議在第4章前言部分, 於航空攝影測量及遙測技術上, 增加減數LiDAR的應用, 以呼應國外測繪發展的趨勢概況。	感謝委員的意見, 已修正至內文中(P57)。
	2. P50, 請增列國外測繪發展資料來源的出處, 以利未來持續搜集參考。	感謝委員的意見, 已修正至內文中(P59, 66, 70)。
	3. P88, 國內外測繪發展策略比較, 建議以矩陣方式列表比較(將主要方向列表比較), 如此方能一目瞭然各國發展策略比較, 如此亦能清晰了解我國欠缺那些方向, 故可規劃未來發展方向, 使決策者明瞭並同意編列預算執行。	感謝委員的意見, 已修正至內文中(P99-100)。
	4. P92, 第3行, 「建議國內e-GPS全面施測正高」, 上述建議再詳述, 否則一讓閱讀者誤解e-GPS可直接施測正高值(而非橢球高)。	感謝委員的意見, 已修正至內文中(P103)。
侯 科 長 進 雄	1. 請加上摘要一節, 並於第1章補充本案之工作項目、內容。	感謝委員的意見, 已補充摘要及工作項目於第一章(P6-8)
	2. P22, 第3-4節之內容看不到國外高程現代化發展策略之比較分析, 請製表比較, 以利閱讀。	感謝委員的意見, 已依照委員意見補充至內文中§3.4(P27)
	3. P35, 圖3.10及圖3.11, 請增加描述6條檢核線之說明、意義, 差異為何?	感謝委員的意見, 已依照委員

審查委員	期末報告 審查意見	期末報告 辦理情形
		意見補充至內文中(P42)
侯 科 長 進 雄	<p>4. P42, GPS 觀測之橢球球高精度與不同觀測時段之統計, 以 18m、80km 及 100km 作為基線長度之樣本, 惟基線長度似乎相差太懸殊, 是否考量配合 e-GPS 測站之密度及後續加密之參考距離做為分析樣本並建議分析觀測時間段長短影響。</p>	<p>感謝委員的意見, 然而, 此處為直接引用國土測繪中心之分析成果, 其不為本計畫執行的工作內容, 相關之後續分析成果可待由國土測繪中心接續完成。</p>
	<p>5. P87, 有關地調所之 LiDAR 測製案, 其點雲密度「在海拔 800 公尺以下, 其密度不小於每平方公尺 2 點, 在海拔 800 公尺以上, 其密度不小於每平方公尺 1.5 點」, 請更正; 另製作平面解析度 1 公尺之 DEM/DSM 亦請更正。</p>	<p>感謝委員的意見, 已依照委員意見修正至內文中(P95)。</p>
	<p>6. P109, 請簡述 NGS 之 GPS 政高指導方針 (P13 所提 3-4-5 系統), 使閱讀者從結論就可知道指導方針為何。</p>	<p>感謝委員的意見, 已依照委員意見修正至結論中(P119)。</p>
劉 副 研 究 員	<p>1. 第 1 章第 1 節介紹「高程參考系統現代化」語意與原來 NGS 的定義不同, 首先「高程參考系統」維持原來的參考系統, 在美國仍是『北美高程系統 88(NAVD88)』只是「高程測量方法」的現代化。除非像紐西蘭採用動態基準, 系統的理論仍是一樣, 只是參考的方式不同。其次, 這個高程現代化的成敗仍然決定在 (1) 大地起伏模式的</p>	<p>感謝委員的意見, 已根據委員意見修正至 §1.1(P1)</p>

審查委員	期末報告 審查意見	期末報告 辦理情形
啟清	<p>精度(2)大地水準面的精度。所以 TWVD2001 是否仍合乎大地水準面的精度，後續值得加以探討，另傳統水準測量在完成高精度大地起伏模式之前，仍不可棄之不用(第一段語意容易讓人誤解)。</p>	
劉副研究員啟清	<p>2. 美國在「高程現代化」之後，又提一個 10 年的「GRAV-D」的計畫，主要完成：</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 短時間高解析度的重力測量。 (2) 低解析度的重力變動與 GNSS 高程變動。 (3) 大地起伏的梯度驗證。 (4) 垂線偏差。 (5) 與 GRACE 衛星比較低階重力或大地起伏。 	<p>感謝委員的意見，已根據委員意見補充至 §3.1(P13)</p>
啟清	<p>3. 本計畫在傳統水準+GNSS 高程之測點(或測網)之密度與如何結合未有完整的規劃。請補充說明。</p>	<p>感謝委員的意見，傳統水準+GNSS 高程測網之密度，實應經由實證分析後，始較能獲得較具體之整合規劃，未來可參考國土測繪中心對於 GNSS 橢球高精度與不同觀測時段、不同基線長度的關係之分析成果，進行完整且具體之規劃。</p>

審查委員	<p style="text-align: center;">期末報告 審查意見</p>	<p style="text-align: center;">期末報告 辦理情形</p>
	<p>4. 本計畫除高程現代化以外，又提供了全面性的測量系統的規劃，相當不容易。尤其在檢校場建置更可應加速進行，否則往往一個新的儀器用了10年，尚無測量規範及檢校方法，會影響新儀器的引進。</p>	<p>感謝委員的意見，經與測繪中心討論檢校場已有相關計畫正在執行中。</p>
劉副研究員啟清	<p>5. 若要推動 SLR，應多著墨於它的必要性與可達成的成果，如科學意義、經濟價值或外交價值。</p>	<p>感謝委員的意見，相關資料已補充於附錄9(P207-223)。</p>
	<p>6. 正高適否要考慮加入重力位？請補充說明。</p>	<p>點位的正高值即是以各點的大地位數為基礎，並結合各點的平均實測重力值推算而得，故各正高值均已加入重力位的資訊。</p>
	<p>7. P195-196，是否可參考現有的規範？另以較低等級水準方法檢核較高等級水準點，其檢核標準是否應該符合誤差傳播理論？</p>	<p>感謝委員的意見，該建議規範是以一等水準測量規範為參考基礎，而其檢核標準亦是以誤差傳播理論初步推估而得。本計畫僅先行擬定草案，確切的檢核標準可於未來訂定規範工作時詳加討論分析。</p>
李副	<p>1. 本案報告第3、4、5章接列諸多重要建議，建議彙整列於第7章結論與建議。</p>	<p>已依照委員意見修正至內文中</p>

審查委員	期末報告 審查意見	期末報告 辦理情形
教授 振 燾		(P117-121)。
	2. P42, 表 3.5 觀測時段請補充說明為地方時制或 GPS 時制。	已重新修正表格為表 3.9(P52)。
	3. P191, 高程現代化芻議之說明部份, 建議加強其背景說明。	感謝委員的意見, 已依照委員意見修正至內文中(P194-195)。
王 科 長 成 機	1. 報告中有關「中國」建議修正為「中國大陸」。	感謝委員的意見, 已依照委員意見修正至內文中。
	2. P45, 第 5、6、9 項請再補充說明。	感謝委員的意見, 已補充至 §3.7(P54-55)
	3. P187-188, 高程現代化作業規範草案中, (柒) 觀測精度似乎不像規範。(捌) 觀測中應注意之事項中, 所述符合規範部分, 並未說明何種規範? (玖) 資料處理計算中, (一) 系統誤差改並不只有電離層及對流層誤差。(二) 大地起伏模式計算是否修正為大地起伏內插計算。請補充說明。	感謝委員的意見, 已修正於附錄 5 中(P183-193)。
梁 隊 長 旭 文	1. 名詞定義, 前後會有不一致, 例 P2 正高與 P9 正高, 請修正。Geoid 有時寫大地水準面, 有時為大地起伏, 且大小寫不一致, 請統一。	已依照委員意見修正至內文中。
	2. P3 提到各種衛星測量任務, 將大幅提升 Geoid 的長波長基準。在短波長部分, 內政部的 5M 解析度 DEM 將完成。語意不清請補充說明。	已依照委員意見修正內文(P3)。
	3. P11, 第 2 段第 4 行, 何謂「波形重定技術」, 請	感謝委員的意見, 已依照委員

審查委員	期末報告 審查意見	期末報告 辦理情形
	<p>補充說明。</p> <p>4. P186，規範草案提到觀測儀器為雙頻 GNSS 大地接收儀，惟 P204 提到 GPS 儀器，請問何種能符合需求？請修正報告。</p>	<p>意見引用相關文獻(P15, 38)。</p> <p>感謝委員的意見，已修正於內文中(P 187)。</p>
葉技士全德	<p>1. 請執行單位就訪談各政府業務單位及蒐集世界各先進國家規劃未來測繪發展政策中，審視國內是否有迫切亟需解決的問題，需要測繪協助之面向，予於補充，以提供未來業務規劃參考。</p>	<p>感謝委員的意見，已修正於內文中(P102-104)。</p>
業務單位	<p>1. 請於文章前段增補中英文摘要及關鍵字。</p> <p>2. P43，所提附錄 5，「高程現代化作業規範」草案名稱定義不正確，請重新研提。P45，所提附錄 8，所使用測量方法或規範所參考其他規範者，可使用參考或引用，不用從頭一一詳列，另本段與附錄 5 差異為何？請合併為本研究原規劃之「衛星高程測量作業程序規範」草案。</p> <p>3. P45，有關第 3.7 節，請重新歸納出幾個方向及實務作業內容，以利本中心未來執行。</p> <p>4. P90，有關 4.7 節，請參照蒐集其他國家資訊及專家技術論壇意見，以表列或條列方式，將未來需辦理作業內容分門別類，列出明確可行項目。</p> <p>5. P108，第七章，請彙整第三、四、五章內容及國外測繪科技發展現況及未來發展現況，就國內發展項目、內容，聚焦在國內測繪科技獲國</p>	<p>感謝委員的意見，已補充於文章前段中。</p> <p>感謝委員的意見，已依照委員意見修正至附錄 5(P183-193)。</p> <p>已依照委員意見修正至內文(P53-55)。</p> <p>已依照委員意見修正至內文(P102-104)。</p> <p>已依照委員意見修正至第六章內文中(P117-121)。</p>

審查委員	期末報告 審查意見	期末報告 辦理情形
業務單位	家基礎測繪項目。	
	6. P2, 新的高程參考系統解決現今以傳統水準測量為基礎的限制, 語意不清, 請補充說明。	已補充至第一章 (P2)
	7. P11, 第 6 行, 請將 NGS Zilkoski 1997 所發表指導方針內容擇要列出, 以增閱讀性, 另於 P13 (Line11-13) 所提 10KM、20KM 等不同距離之基線精度之觀測時間為何? 是否與「3-4-5 系統」相關, 請補充說明。	已依照委員意見修正至內文 (P14), 其與 3-4-5 系統內容相符。
	8. P13, 第 14 行, 3-4-5 系統, 建議提供英文原文。	已依照委員意見增加英文原文 (P17)。
	9. P17, 倒數第 2 行, GPS/Leveling 定義為何? 本報告後文重複出現多次, 請正確定義。	已依照委員意見補充至第一章研究背景 (P3)。
	10. P21, 倒數最後 1 段, 有關中國江蘇省制定之「GPS 高程測量規範」應為重要參考依據, 請擇要描述相關觀測精度、時間及基線距離等量化資訊或於附錄增列原文。	已依照委員意見增列原文於附錄 8 (P199-206)
	11. P22, 請製表比較不同國家的高程現代化作為為何?	已依照委員意見修正至內文中 §3.4 (P27)。
	12. P23, 有關臺灣地區重力資料蒐集部分, 請以列表方式描寫, 各項重力作業點數、精度等資料, 以增加資料閱讀性。	已依照委員意見分別列表補充至 §3.5.1 (P30, 32, 35)。
	13. P24, 倒數第 2 行, 本中心辦理部分為 92 年各離島陸上重力測量, 及 95-98 年基隆與澎湖... 等離島船載重力測量, 請更正。	已依照委員意見更正 §3.5.1.2 (P30)。

審查委員	期末報告 審查意見	期末報告 辦理情形
業務單位	14. P32，倒數第3行「本計畫所使用漸進式...可提升中橫檢核精度至2cm」，與P35重複，且尚未進行計算如何得到成果？建議本段刪除，改於P35中描述。	已依照委員意見刪除重複之內文(P40)。
	15. P35，圖3.11建議放大，以利閱讀，另本文中未提及圖3.11。	已依照委員意見將圖3.11放大，且已補充敘述至§3.5.3(P42, 44)
	16. P35，請補充說明目前所發展之臺灣HyBird大地起伏模式的各項背景引用資訊為何（如地形資訊、適用範圍...）？未來成果會是如何應用？另長波長由360階提升至720階之改善成果精度幅度為何？未來如繼續提昇在國家公布大地起伏模式成果是否需常常更新？	<p>1. 臺灣HyBird大地起伏模式使用到的資料，例如重力資料、全球重力模式及地形資料等，於內文中皆有說明。</p> <p>2. 未來成果之應用可參考§3.6(P48-53)。</p> <p>3. 施亘昶的博士論文「多重高度空載重力測量應用於計算大地起伏和黑潮」提到長波長由360階提升至720階有顯著的改善，其精度可由0.632m改善至0.261m。</p> <p>4. 目前沒有相關文獻提到臺灣大地起伏模式會隨著環境或時間有重大的改變，然而</p>

審查委員	期末報告 審查意見	期末報告 辦理情形
業務單位		未來如全面改善山區重力資料的密度及精度可考慮進行模式的更新。
	17. P36, 第 3.5.4 小節, 何謂「觀測法大地起伏 (GPS/Leveling)」(第 3.7 節重複出現)? 內政部所提供約 2000 點一等水準點上 GPS 資料觀測方法、成果精度為何? 請加以說明。圖 3.12(a)請增加補充說明或放大利閱讀。	1. 所有「觀測法」大地起伏皆統一改成「幾何法」大地起伏, 且已定義於至第一章研究背景中 (P3)。 2. 已增列參考文獻於內文中, 以補充觀測方法與成果精度等說明 (P45)。 3. 圖 3.12(a)已依照委員意見補充說明 (P45)。
	18. P36, 表 3.2 與表 3.3 表格欄位用詞請一致, 另所代表意義為何? 請補充說明。	1. 表 3.6(原表 3.2)與表 3.7(原表 3.3)表格欄位用詞已修正為一致 (P45, 47)。 2. 所代表之意義已補充於內文中 (P42)。
	19. P37, 最後 1 段第 2 行, 「表 3.2」應為誤植? 請更正。	已更正 § 3.5.4 (P46)
	20. P38, 最後 1 段是否為 P36 第 3.5.3 小節之結論, 請更正至正確位置。	已更正至 § 3.5.3 (P43)
21. P39, 第 3 行, 「推估精度」意義為何? 請說明。	已更正內文所有「推估精度」為「精度」。	

審查委員	期末報告 審查意見	期末報告 辦理情形
業務單位	22. P39，所使用之 122 點如何得到？請增加說明觀測方法。	已補充說明於內文(P48-49)
	23. P40，122 點所得之正高推估精度約為 7.8 公分，與表 3.3 所提 5 公分是否相當？且成果可應用之一般工程測量，符合基本需求所指實務作業為何？請明確述明。	1.表 3.7(原表 3.3)所提 5 公分為混合法大地起伏模型的檢核精度，而表 3.8(原表 3.4)的 7.8 公分為正高的推估精度，兩者之精度差異為橢球高的定位精度，若橢球高之精度假設約為 5 公分，則表 3.7 與表 3.8 之成果可稱相符(P47-50)。 2.已於內文中刪除此文字敘述。(P50)
	24. P41，第 1 段最後 3 行說明，請明確建議如何驗證全區精度？第 2 段第 1 行說明，影響「高程現代化作業」成果精度之因素，請使用正確用語。	已增加建議方法及更正內文用語至§ 3.6(P50-51)。
	25. P41，最後 1 段所使用本中心之研究報告部分，請說明為何引用此研究報告目的、欲解決問題及施測方法為何？	已補充說明於內文(P51)
	26. P50，中國「國家測繪地理資訊局」已於 2011 年 5 月更名為「國家測繪地理資訊局」，建議於適當位置更新。	已依照委員意見修正至內文中。

審查 委員	期末報告 審查意見	期末報告 辦理情形
業 務 單 位	27. P107，請增加說明各項作業項目遭遇困難及解決方式，提供未來辦理參考。	已依照委員意見補充至第一章中(P6-8)。
	28. P111，期中報告委員意見及處理情形請列為附錄。	已依照委員意見修正至附錄 10 中(P224-244)。
	29. 錯別字修正 <ul style="list-style-type: none"> ● 全文中請將「台灣」全數修正為「臺灣」，「公佈」修正為「公布」。 ● P13，倒數第 3 行，UGS，應為誤植，請更正。 ● P109，第 2 行，美國「NGC」請更正為「NGS」 	已依照委員意見修正至內文中。