

摘要

國家各項建設皆需仰賴高精度之國家基本控制測量系統為基礎，而一國之基本測量包括大地控制網、高程控制網、重力控制網等三大測量工作。重力測量為國家基本測量工作之一環，舉凡正高系統之建立、大地水準面之計算、天然資源之探勘及開採、人造衛星之發射及軌道計算、海洋資源之開發及地球科學之研究及應用等，均需有精確詳實之重力資料以資應用。內政部自 92 年起陸續辦理「一等一級水準點上實施重力測量工作」及「一等二級水準點上實施重力測量工作」，所觀測的點位主要是沿重要省道之“線”的分布。內政部自 93 年度起辦理「一、二等重力工作」及內政部國土測繪中心於 93 年辦理「九十三年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作」，已於臺灣本島平地及離島地區建制測設完成約 4,000 點重力測量點，惟在山區部分受限於經費並未完成。本計畫辦理臺灣山區及部分平地地區重力測量作業，分 2 年度辦理，以補足前述計畫未能辦理之地區，並銜接絕對重力點與一、二等重力網，以構築嚴密之全國重力網。

本計畫接續辦理後續山區部分之測量，相較之前多為道路或平地區域，其困難度亦大幅之提昇，惟仍能順利完成本年度之工作內容，計施測臺灣東北部及中央山脈地區 271 個點位之一等重力觀測成果（其中 216 點為新測點位），補足原一、二等重力網中本島東北部之缺漏，故全國重力網僅餘東南部地區（預定 101 年度施測）外，已建立完整而嚴密之重力觀測資料。新觀測之重力成果，合併原有一、二等重力網進行計算，其平差成果為，最小約制平差計算成果經約制 HCHG（重力值 978913.960）及粗差偵錯後計有 12,947 個觀測量，4,653 個重力點，後驗單位權變方為 0.91669， χ^2 分布之臨界值為 8508.038， χ^2 分布統計測試結果為 6970.526 小於臨界值，通過 χ^2 分布統計測試；在自由度為 8,295 時， τ_c 臨界值為 4.61，觀測量最大 τ 測試值為 4.57，均小於 τ_c 臨界值，平差後觀測量粗差符合統計測試結果。加權約制平差計算成果係採用強制套合平差方式進行，共約制於 HCHG 等 10 點成果上，粗差偵錯後計有 12,947 個觀測量，4,653 個重力點，後驗單位權變方為 0.91774， χ^2 分布之臨界值為 8522.217， χ^2 分布統計測試結果為 6998.302 小於臨界值，通過 χ^2 分布統計測試；在自由度為 8,309 時， τ_c 臨界值為 4.61，前述觀測量最大 τ 測試值為 4.46，均小於 τ_c 臨界值，平差後觀測量粗差符合統計測試結果。

101 年度賡續辦理臺灣東南部地區重力測量工作及部分臺灣離島絕對重力點與一等重力網聯測。期藉由 100 及 101 年度獲取之重力觀測資料，補足 93 年度計畫未完成部分，建立國內完整陸域測量資料，其後配合已完成之空載重力資料及同步進行的近岸海域重力資料，建立國內完整之重力控制網，以供後續各界加以應用。

目 錄

摘要

第一章 前言

- §1-1 計畫背景 1
- §1-2 工作項目及內容 3
- §1-3 作業流程 5
- §1-4 工作進度與期程 6

第二章 規劃準備

- §2-1 點位清查作業 7
 - §2-1-1 點位清查內容與方法 7
 - §2-1-2 點位清查結果 10
- §2-2 人員及器材準備 13
 - §2-2-1 作業人員及設備編組 13
 - §2-2-2 儀器設備檢校 14
- §2-3 測線規劃 15
 - §2-3-1 山區路線規劃與安排 15
 - §2-3-2 重力點編號原則 17
 - §2-3-3 重力測線規劃 18

第三章 重力外業測量

- §3-1 外業測量方法與規範 22
- §3-2 外業測量 24
 - §3-2-1 行前教育訓練 24
 - §3-2-2 外業測量步驟 25
 - §3-2-3 重力外業測量施測過程 27

第四章 觀測資料處理與計算

- §4-1 重力測量資料處理流程 29
- §4-2 觀測資料處理與檢核 30
 - §4-2-1 觀測資料檢核 30
 - §4-2-2 資料格式轉換與測線表製作 32
 - §4-2-3 山區臨時點 GPS 資料處理 34
- §4-3 系統誤差改正 36
 - §4-3-1 系統誤差的處理方式 36
 - §4-3-2 日月潮位引力產生之重力變化 38
 - §4-3-3 海潮質量引起之重力變化 39
 - §4-3-4 極移改正 41
 - §4-3-5 大氣壓力改正 42
 - §4-3-6 儀器高改正 43
 - §4-3-7 漂移改正 44

目 錄

§4-4 測線成果檢核與分析	46
§4-4-1 往返閉合差分析	46
§4-4-2 環線閉合差分析	48
§4-5 重力網平差計算	51
§4-5-1 重力網平差計算的原理與方法	51
§4-5-2 重力網平差成果	59
第五章 結論與建議	
§5-1 成果討論	67
§5-2 後續執行之建議	68
附錄 A 重力點清查成果表	69
附錄 B 重力測量測段往返閉合差成果表	75
附錄 C 重力測量測線往返閉合差成果表	81
附錄 D 第一次工作會報會議紀錄辦理情形	83
附錄 E 工作計畫書審查會議紀錄辦理情形	85
附錄 F 成果審查會議紀錄辦理情形	87

圖 目 錄

圖 1-1	計畫辦理範圍圖	2
圖 1-2	重力測量工作流程圖	5
圖 2-1	臨時點設置	8
圖 2-2	山區臨時點位設置	8
圖 2-3	因山區坍塌遺失點位	10
圖 2-4	因工程施工而遺失之點位	10
圖 2-5	100 年度施測重力點位分布圖	12
圖 2-6	重力儀檢校作業情形	14
圖 2-7	山區步行路線規劃示意圖	16
圖 2-8	花東重力測線規劃圖	21
圖 3-1	階梯式重力測量示意圖	22
圖 3-2	重力測量教育訓練	24
圖 3-3	重力外業測量流程圖	26
圖 3-4	重力外業測量觀測相片	27
圖 4-1	重力測量資料處理流程圖	29
圖 4-2	使用簡易腳架觀測	34
圖 4-3	潮高與 p 點所受之引力	40
圖 4-4	測段往返閉合差統計圖	46
圖 4-5	測線往返閉合差統計圖	47
圖 4-6	內政部已施測絕對重力點位分布圖	56
圖 4-7	自由網平差後觀測量改正數分布圖	61
圖 4-8	自由網平差後標準偏差分布圖	61
圖 4-9	最小約制平差後觀測量改正數分布圖	62
圖 4-10	最小約制平差後標準偏差分布圖	63
圖 4-11	加權約制平差後觀測量改正數分布圖	64
圖 4-12	加權約制平差後標準偏差分布圖	65
圖 4-13	平差後點位重力較差分布圖	65

表 目 錄

表 1-1	預定與實際工作進度表	6
表 2-1	清查之絕對重力點一覽表	7
表 2-2	重力點清理統計成果表	11
表 2-3	工作人員任務編組表	13
表 2-4	使用之重力儀編組一覽表	13
表 2-5	重力儀檢校率定成果表	14
表 2-6	山區臨時點位設置一覽表	16
表 2-7	施測點位編號一覽表	17
表 2-8	指定之一等重力測線表	18
表 2-9	重力規劃測線表	19
表 3-1	第一次外業驗收成果表	28
表 3-2	第二次外業驗收成果表	28
表 4-1	重力觀測資料計算標準格式環境資料檔	32
表 4-2	重力觀測資料計算標準格式觀測資料檔	33
表 4-3	重力測量測線表	33
表 4-4	山區臨時點位坐標成果表	35
表 4-5	重力環線閉合差分析成果表	48
表 4-6	已知重力點重力值成果表	64
表 4-7	已知點比對較差表	66

第一章 前言

§1-1 計畫背景

國家各項建設皆需仰賴高精度之國家基本控制測量系統為基礎，而一國之基本測量包括大地控制網、高程控制網、重力控制網等三大測量工作。內政部於 1993 年首先開始建立臺灣地區的大地控制網，並於 1998 年公告國家坐標系統 (Taiwan Geodetic Datum 1997, TWD97)。並於 1999 年、2004 年分別進行局部與全面性的檢測工作，而內政部國土測繪中心承續前述基礎，於 2003 年全面辦理完成臺灣地區三等控制點補建、新建工作，新的國家基本控制測量框架已建立完成，為有效管理各級基本控制點，2004 年至 2008 年期間，亦配合內政部一、二等衛星控制點、水準點及重力點檢測，分年度規劃辦理三等控制點檢測作業，以維護完整且高精度的國家坐標系統。

重力測量為國家基本測量工作之一環，舉凡正高系統之建立、大地水準面之計算、天然資源之探勘及開採、人造衛星之發射及軌道計算、海洋資源之開發及地球科學之研究及應用等，均需有精確詳實之重力資料以資應用。先進國家，如美國、英國、日本、加拿大及澳大利亞等均已建立完整之國家重力網 (Torge, 1989)，已如同三角網或衛星控制網一樣，廣為政府民間等單位在測量、導航、地球物理研究、高程基準等方面之應用。而中國大陸亦有經常性的業務單位負責重力網之測量、平差、加密、維護及應用推廣等工作 (Jiang et al., 1987; Qiu and Wen, 1998)。

反觀我國之重力測量，內政部自 2004 年至 2006 年度間辦理「一、二等重力工作」，已於臺灣本島平地及離島地區建制測設完成約 4,000 點重力測量點，惟在山區部分受限於經費並未完成。因此本計畫計畫辦理臺灣山區及部分平地地區重力測量作業，分 2 年度辦理 (圖 1-1)，以補足前述計畫未能辦理之地區，並銜接絕對重力點與一、二等重力網，以構築嚴密之全國重力網。

本 (2011) 年度計畫辦理臺灣東北部地區重力測量工作 (主要涵蓋新北、桃園、新竹、苗栗、宜蘭、臺中、南投及花蓮等 8 個縣市，作業面積約 8,900) 及部分臺灣本島絕對重力點與一等重力網聯測，2012 年度計畫

§1-2 工作項目及內容

本年度辦理重力測量內容包括絕對、一等及二等重力點，共計施測 271 點，各種點位施測數量如下：

- (1) 絕對重力點：含 AG06、AG08、HS01、PKG G、TLGG 及 YHEG 共 6 點。
- (2) 一等重力點：含 E091 等共 7 點。
- (3) 二等重力點：含 N309 等共 258 點(包括 5 條一等重力測線中 20 點，既存點位 197 點，標石遺失補設之臨時點 17 點，及山區加設之臨時點 24 點)。

各項工作項目內容如下

1. 一、二等重力測量：

- (1) 清查點位：本計畫重力測量辦理點位應先進行點位清查工作，製作各點位之點位調查表，若有點位毀損致無法施測，應更換點位或研議處理方式。
- (2) 外業規劃：點位依清查狀況規劃施測路線及網形，編訂測線表，並製作觀測規劃圖電子檔。
- (3) 外業測量：依重力測量施測規範各項規定，進行各測線及點位之外業測量作業，並量測溫度、溼度及大氣壓力，製作重力測量觀測紀錄表。
- (4) 外業觀測時，每點應以數位相機拍攝解析度二百萬像素以上 2 張觀測作業情形相片，並貼於重力測量觀測紀錄表。
- (5) 製作實際測線表。
- (6) 重力儀定期檢核，並製作重力儀定期檢校表。

2. 資料處理及分析工作

- (1) 系統誤差改正：製作系統誤差改正報表，包含固體潮引力產生之重力變化改正、海潮負載引起之重力變化改正、極移引起之重力變化改正、大氣壓力引起之重力變化改正、儀器飄移改正、儀器高改正。
- (2) 閉合差分析：製作閉合差分析報表，包括測線往返閉合差、環線閉合差等。
- (3) 平差及重力成果計算：製作最小約制平差及強制套合平差成果計算報表，其內容包括先驗中誤差及權、已知重力點之點名、點號及重

力值、重力點點名、點號、重力值、中誤差、觀測量之內可靠度、外可靠度、改正數、標準化改正數、多餘觀測數及後驗權單位中誤差。

3. 工作報告：製作工作報告書 20 份，其內容至少應包含前言、規劃準備、測線及網形規劃、外業測量執行情形及成果、儀器校正報告、外業觀測點數、各項改正、已知點分析、平差成果及分析（改正數最大值、點位中誤差、給權方式、各項統計測試）、檢討與建議及相關圖表。
4. 進度報告：每一個月提出一次工作執行情形書面報告，內容包含實際工作進度、工作協調事項及工作遭遇困難等，並視實際需要隨時召開工作會報。
5. 工作作業說明書：併第 2 期及第 3 期成果繳交，內容應說明該期成果之觀測日期、時程、數量及平差計算等相關資訊摘要，並製作應繳交表格及成果之目錄。

§1-3 作業流程

本次計畫工作流程參照圖 1-2 進行，各項工作執行內容則分述於爾後各章節。

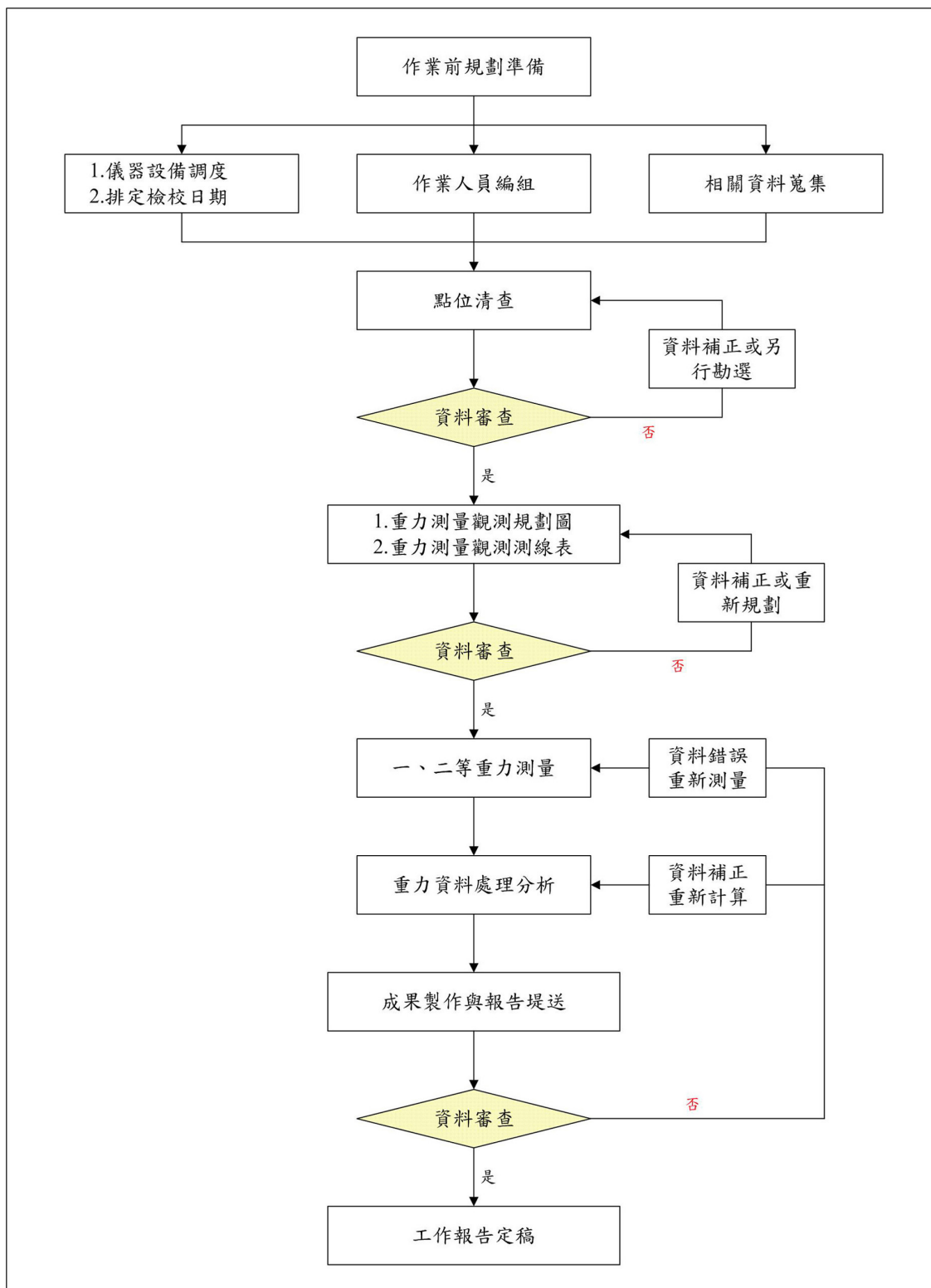


圖 1-2 重力測量工作流程圖

§1-4 工作進度與期程

本計畫的重力測量工作，自 2011 年 3 月 12 日起至 11 月 4 日止，合計共 238 個工作天完成，符合合約規定之 240 個工作天之要求，各項工作預定進度與實際進度參照表 1-1。

表 1-1 預定與實際工作進度表

工作項目	2011年																					
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月													
作業準備與規劃	■	■																				
西部地區重力測量		■		■	■	■																
東部地區重力測量		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■											
中央山脈地區重力測量		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■											
重力測量資料處理						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
重力測量工作報告書																					■	■

第二章 規劃準備

§2-1 點位清查作業

§2-1-1 點位清查內容與方法

本計畫點位清查作業包括絕對重力點、一等重力點、二等重力點的清查與山區臨時重力點的布設，各項內容說明如下：

1. 絕對重力點：本計畫原先規劃利用 5 條一等重力測線銜接 5 個絕對重力點至一、二等重力網上，後於工作會議中為加強本次臺灣東北部觀測網之精度與品質，於觀測網中加測絕對重力點 YHEG（點名：爺亨），合計共觀測 6 個絕對重力點（表 2-1）。此外，表 2-1 中，絕對重力點 TCHG（點名：台中），僅利用與 PKGG（點名：北港）之重力差值作為本計畫重力儀的率定使用，後續並不加入其觀測量進行計算。

表 2-1 清查之絕對重力點一覽表

序號	點號	點名	備註
1	AG06	寶來	未約制
2	AG08	台南	
3	HS01	新竹主點	
4	PKGG	北港	
5	TCHG	台中	率定用
6	TLGG	太魯閣	
7	YHEG	爺亨	

2. 一、二等重力點：

合計共清查 241 點（不含山區加設之臨時點 24 點），較原先合約規劃 215 點增加 26 點，增加的點位主要在於規劃本次觀測網時，增加已知點（原一、二等重力網已觀測點位）的觀測數量，而原點位若於清查時發現標石遺失或損毀時，則仍於原位置設置臨時點位（圖 2-1；於原點號後加註「A」區分），以供後續觀測時使用，但若遺失之點位為已知點時，則不補設臨時點，需於原點點位附近尋找尚存之已知點替代。



圖 2-1 臨時點設置

3. 山區臨時重力點

本計畫在山區的點位由於分布較為稀疏，因此在通往點位的路徑中，選擇適當距離設置山區臨時點位（圖 2-2；自 GR01 開始流水編號），供後續重力觀測使用，並併入重力網中計算，其設置原則如下：

- (1) 於山區 2 個不同重力點間之步行路徑中設置。
- (2) 點位間相距約 2~5 km 左右。
- (3) 山區臨時點設置於地形起伏變化較大的地點。
- (4) 山區臨時點定位採 GPS 方式施測。



圖 2-2 山區臨時點位設置

實際清查作業時，先取得點之記等相關資料，輔以其他資料（如道路交通狀況等），於 1/50,000 地形圖上展點標示，且依照區域及交通動線等資訊加以分類，以作為後續相關作業的依據。接著分配人員，攜帶相關圖表、設備至點位實地清查，以了解點位現況，並核對是否與點之記內容相符，便於日後重力測量的規劃作業。而在進行點位清理的過程中，需注意如下的事項：

- (1) 核對點位的標石號碼是否與點之記所載相符，標石種類、形式是否相同，以確定所清理的點位是否正確。
- (2) 核對點之記所載略圖及說明是否與現地相符，含公路里程數，道路轉折位置及附近明顯地標等，若否則於點之記上進行修正，以利後續觀測時使用。
- (3) 查看是否有其他較易抵達之交通動線，路線上之交通流量及其他可幫助到達點位的事項，並註記於點之記上。
- (4) 清理點位上的障礙物（如雜草、土堆等影響測量的物品），使點位維持良好狀態。若遇特殊原因無法進行清理障礙物時，需於點之記上註明原因並回報。
- (5) 若遇點位有損毀、遺失的情況，則於點之記上註明，並於點位周遭環境拍攝相片，以確保點位是否真的損毀或遺失。
- (6) 將清查出的交通動線繪製於 1/50,000 地形圖上，以利後續觀測作業的安排。

§2-1-2 點位清查結果

經外業清查作業，點位損毀或遺失的原因，依照現場狀況判斷，主要如后 2 項原因：

- (1) 山區坍塌而損毀（如圖 2-3）。
- (2) 點位所在位置管理單位工程施工破壞（如圖 2-4）。



圖 2-3 因山區坍塌遺失點位



圖 2-4 因工程施工而遺失之點位

依照前述原則與方法，本年度共計清查設置 271 個重力點，其點位分類統計如表 2-2，分布如圖 2-5，詳細點位資訊參照附錄 A。

表 2-2 重力點清理統計成果表

序號	種類	清查數量	損毀遺失	預定觀測	備註
1	絕對重力點	7	0	6	TCHG 僅作率定使用
2	一等重力點	7	0	7	
3	二等重力點	234	17	217	
4	臨時重力點	17	0	17	
5	山區臨時點	24	0	24	
合計				271	

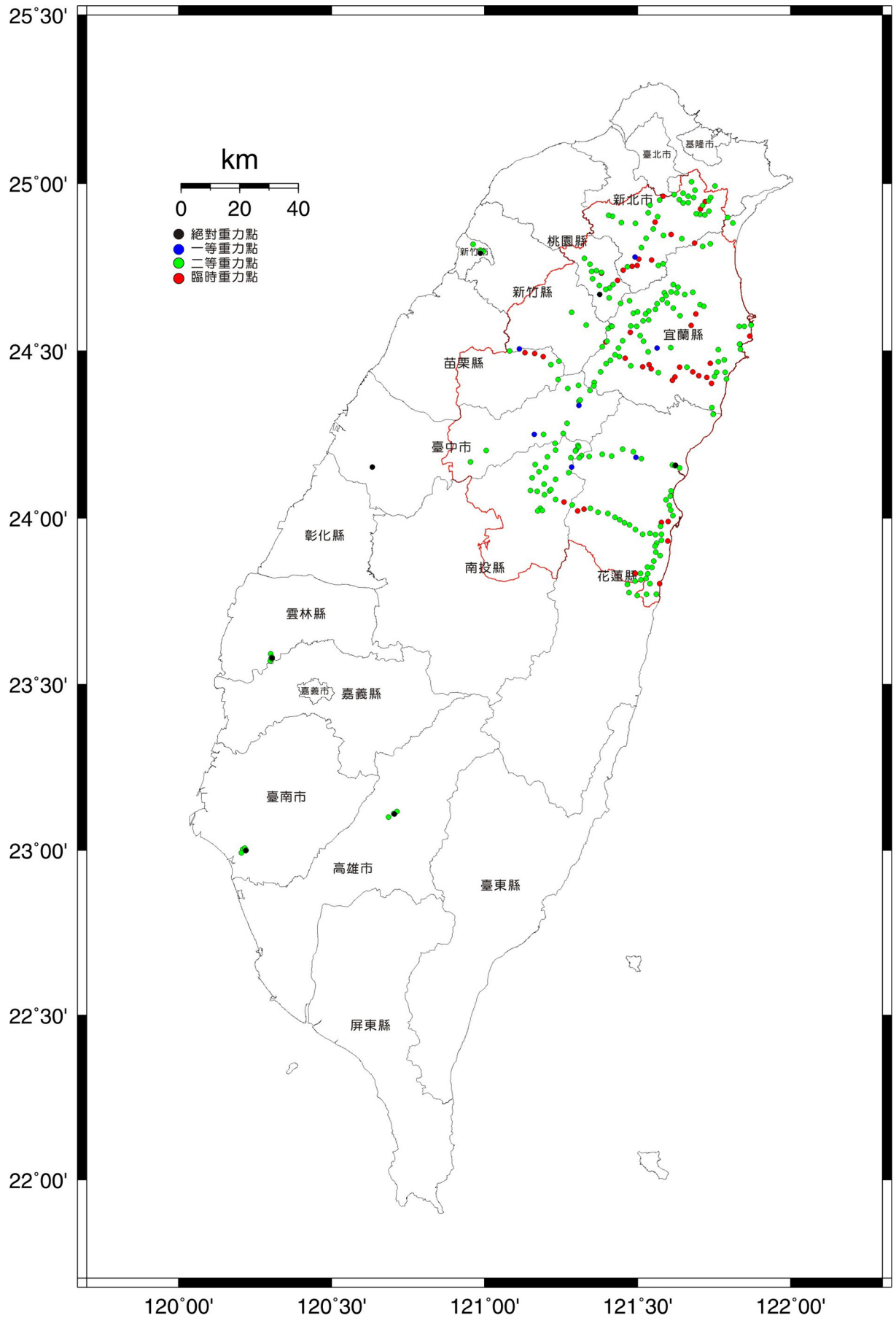


圖 2-5 100 年度施測重力點位分布圖

§2-2 人員及器材準備

§2-2-1 作業人員及設備編組

經過前述相關的準備動作後，接著進行作業人員及使用設備的編組，人員及設備的編組除考量測區的範圍、路線及工程時程外，最重要在於作業人員搭配使用設備的效能，及各組間完善的溝通與聯繫，經詳細評估本計畫的工作內容後，實際投入本次計畫人數為 15 名，各組主要工作人員及工作項目如表 2-3。另本計畫共準備 2 組儀器，其編組情形如表 2-4。

表 2-3 工作人員任務編組表

組別	人數	負責人	工作內容	備註
計畫主持人	1	鄭鼎耀	統籌本計畫執行	
協同主持人	1	黃偉城	協助執行計畫與成果統合分析	
品質管制組	2	張坤樹	重力測量作業、觀測資料查核	
資料處理組	3	王珮琳	觀測資料檢核、計算與分析	
重力測量 1 組	4	陳明達	點位清查、重力外業測量	不含臨時雇工
重力測量 2 組	4	劉佳昌	點位清查、重力外業測量	不含臨時雇工

表 2-4 使用之重力儀編組一覽表

組別	重力儀型式	重力儀型號	備註
1	LaCoste&Romberg Graviton EG	1193	自有
2	LaCoste&Romberg Graviton EG	1195	自有

使用之相對重力測量儀係利用美國 LaCoste&Romberg Graviton EG 相對重力儀，為一高精度之精密儀器，且已於國內實際利用進行施測大型重力網作業，其規格如下：

- (1) 重複性：在完美狀態下： 0.001mgal ；在野外實際量測時： 0.003mgal 。
- (2) 溫度範圍： $0^{\circ}\text{to}+45^{\circ}\text{C}$ （極寒選項下可至 -40°C ）。
- (3) 絕對漂移率（每月）： $<1.0\text{mgal}$ ；老化後 $<0.5\text{mgal}$ 。
- (4) 固體潮改正與氣壓改正：即時修正。
- (5) 水平方式：自動水平（最高可至 13° 傾斜）。
- (6) 水平感應器：固體陶製品。
- (7) 電池：野外使用在 25°C 時超過 8 小時（9 安培小時膠體電池）。
- (8) 尺寸大小： $21.5\times 22\times 31\text{cm}$ 、 15000cm^3 、 9kg 。

§2-2-2 儀器設備檢校

為了使本計畫能達到高精度、高效能之預期目標，對於使用之儀器設備需經過嚴密檢校措施，以確保其施測成果的可靠性。本計畫所使用之設備依照合約及「一、二等重力測量工作作業規範」規定，分別均須進行檢校工作，以重力儀檢校而言，展開測量作業前，必須至指定地點辦理重力儀檢核，其測段往返閉合差及往返平均值與原重力差值之較差必須小於 0.1 mgal；檢核不合格者，不得使用；檢核時程為一個月辦理一次。所有檢校結果均符合儀器本身應有之精度，各組設備檢校時程參照表 2-5，其檢校情形參照圖 2-6。

由於外業測量過程中，2 組儀器均自 3 月底開始施測，故首次率定為 3 月下旬，而 6 月份開始僅餘部分山區路線未施測，故僅使用 EG-1195 一部儀器作業，故 5 月底僅率定該儀器。

表 2-5 重力儀檢校率定成果表

組別	起點測站	終點測站	施測日期	較差值 (mgal)	備註
EG-1193	TCHG	PKGG	2011/03/22	-0.0347	合格
EG-1195	TCHG	PKGG	2011/03/22	+0.0062	合格
EG-1193	TCHG	PKGG	2011/04/22	-0.0360	合格
EG-1195	TCHG	PKGG	2011/04/22	+0.0294	合格
EG-1195	TCHG	PKGG	2011/05/31	-0.0092	合格



圖 2-6 重力儀檢校作業情形

§2-3 測線規劃

§2-3-1 山區路線規劃與安排

本計畫作業在數量上並非相當龐大，惟其點位相當分散，幾達 1/3 個臺灣，另外最大的困難點便是在於山區點位的施測，故山區點位主要規劃以下幾條步行路線來進行施測（參照圖 2-7），並於路徑中設置山區臨時點位觀測。其餘少數點位（如能高山），其點位夾雜於現有道路中間，採直接縱切山稜線以連接測線的方式進行施測。

- (1) 烏來-巴陵線：第 1 條路線由烏來入山，沿福巴越嶺國家步道前行，經福山、插天山、達觀山等保護區至巴陵，並銜接至絕對重力點 YHEG（點名：爺亨），由於本路線行走均為國家步道，因此路況較佳，估計約 22km。
- (2) 司馬庫斯-棲蘭線：第 2 條路線由司馬庫斯入山，沿司馬庫斯古道至鴛鴦湖後接 100 林道，分別至眉有岩與馬告後，至棲蘭接現有路線，本路線除前段司馬庫斯古道路況較差外，後段 100 林道路況尚可，估計約 42km。
- (3) 觀霧-武陵線：第 3 條路線由觀霧入山，初期沿大鹿林道東線行走，至雪霸後開始直接沿山稜線縱走，直至武陵農場，本段自初期大鹿林道東線開始即路況不佳，後段約有 2/3 路線均直接切山稜線行走，估計約 53km。
- (4) 四季-金洋線：第 4 條路線由四季入山，初期沿廢棄之四季林道行走，後接廢棄之嘉平林道，至獨立山後開始直接沿山稜線縱走，直至金洋，本段自初期林道東線路線由於均已廢棄，因此路況不佳，後段約有 3/4 路線均直接切山稜線行走，估計約 59km。

而前述章節說明設置之山區臨時重力點共計設置 24 點，除司馬庫斯-棲蘭線上多已有三角點等舊有點位外，主要分布其餘 3 條路線，另有部分點位設置於縱切山稜線之路線中，各路線設置之數量與點號參照表 2-6。

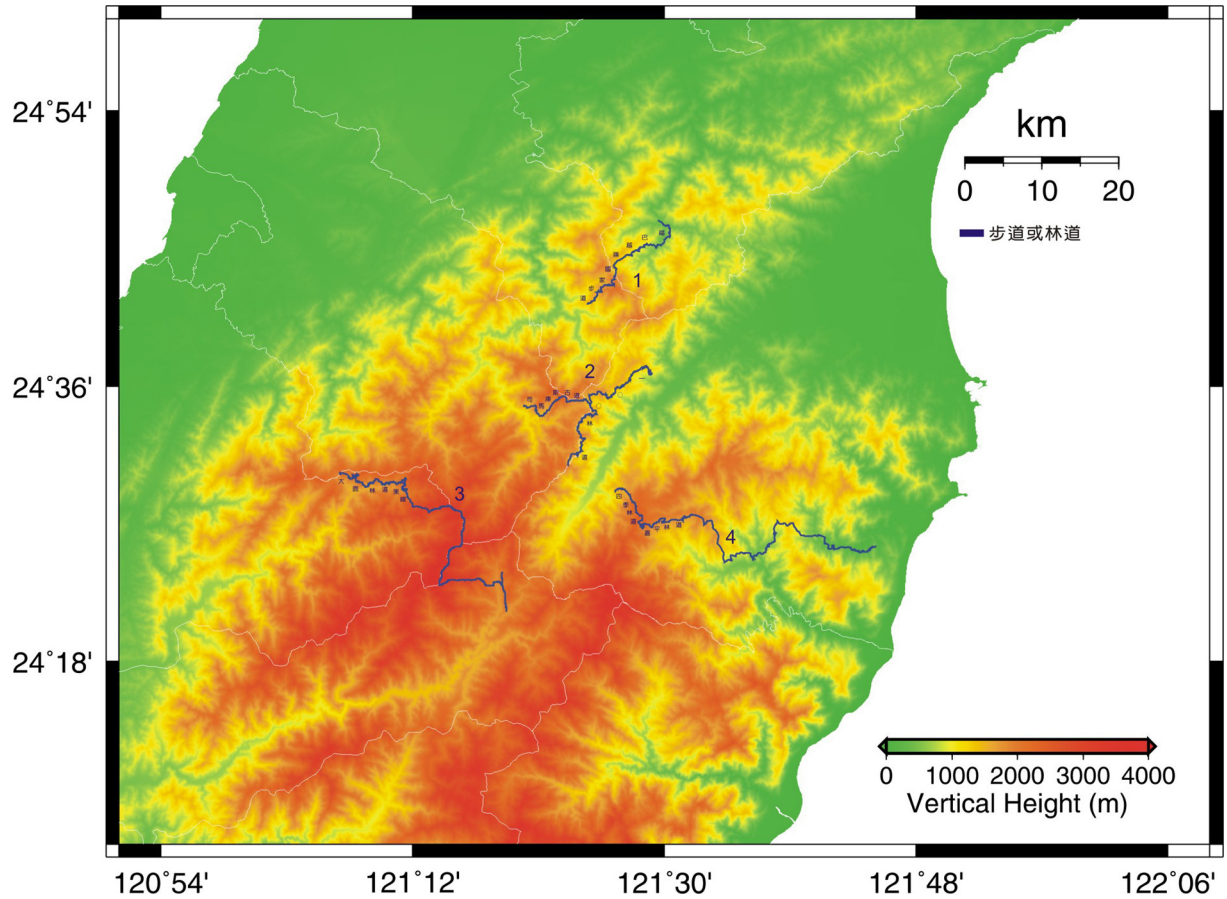


圖 2-7 山區步行路線規劃示意圖

表 2-6 山區臨時點位設置一覽表

序號	路線名稱	點數	山區臨時點號
1	烏來-巴陵	5	GR01、GR02、GR03、GR11、GR12
2	司馬庫斯-棲蘭	0	
3	觀霧-武陵	3	GR15、GR16、GR17
4	四季-金洋	10	GR07、GR08、GR09、GR19、GR20、GR21、GR22、GR23、GR24
5	其它	6	GR04、GR05、GR06、GR13、GR14、GR18

§2-3-2 重力點編號原則

本次計畫完成施測之點位總計達 271 個重力點，點位來源分屬多個不同單位，為避免產生資料混淆情形，增加後續資料計算分析的困難度，因此需對所有施測點號予以統一的編號，利於推行整個重力測量工作，其點號來源及命名編碼參照表 2-7。

表 2-7 施測點位編號一覽表

項次	點位種類	點位來源	點位編號原則
1	絕對重力點	內政部	點號為 4 碼，採原點號
2	一、二等衛星控制點	內政部	點號為 4 碼，採原點號
3	三等衛星控制點	內政部國土測繪中心	點號為 4 碼，採原點號
4	重力點	內政部	點號為 5 碼，採原點號
5	一等水準點	內政部	點號為 4 碼，採原點號
6	一、二、三等三角點	內政部	點號為 4 碼，採原點號
7	地殼變動基準點	經濟部中央地質調查所	點號為 4 碼，採原點號
8	臨時點	本計畫新設	點號為 5 碼，原點號後加 1 碼英文字母 A
9	山區臨時點	本計畫新設	點號為 4 碼，前 2 碼 GR，後 2 碼為流水碼

§2-3-3 重力測線規劃

本計畫原先依照合約計畫測線為擬定一等重力測線後，再行擬定二等重力測線，惟本計畫擬施測之一等重力點較少，且極為分散，因此經工作會議討論決議後，將所有一、二等重力點均合併規劃施測，並採用一等重力測量規範作業。

其中原先合約已指定 5 條一等重力測線，用以進行絕對重力點與一、二等重力網銜接使用，其中原指定之一等水準點 J038（點名：綠茂橋）遺失，改以 J035（點名：妙通寺）替代外，其餘均按指定點位規劃，5 條指定之一等重力測線參照表 2-8。

表 2-8 指定之一等重力測線表

項次	測線名稱	施測點位
1	TLGG-TLGG-1	TLGG-TLGA-X302-8090-9092-TLGG
2	AG08-AG08-1	AG08-X009-J001-I072-X210-AG08
3	HS01-HS01-1	HS01-HCHA-6017-6016-6015-HS01
4	PKGG-PKGG-1	PKGG-PKGA-PKGB-PKGC-I031-I032-PKGG
5	AG06-AG06-1	AG06-J035-J036-J037-AG06

而其餘位於東北部及山區之點位，由於本計畫主要在於補足原一、二等重力網之不足，因此外圍點位均銜接至已知點（原一、二等重力點）上，故不再考慮外圍環線閉合圈的問題，故實際測線多呈葉狀分布，總計共規劃 79 條測線，其測線參照表 2-9，分布情況如圖 2-8。

表 2-9 重力規劃測線表 (1/2)

項次	測線名稱	施測點位
1	U228-U020-1	U228-E091-U229-U230-U020
2	M905-L225-1	M905-M323-M031-L224-L225
3	MZ25-M451-1	MZ25-M089-M451
4	L205-M905-1	L205-M091-M599-M905
5	GE052-M551-1	GE052-N032-GR15-GR16-GR17-M619-M551
6	G134-G144-1	G134-G162-G141-G018-N040-G144
7	GE024-GR01-1	GE024-N054-GR01
8	GE014-N309-1	GE014-N309
9	N309-F278A-1	N309-F266-F278A
10	F023-F278A-1	F023-F278A
11	F023-F298-1	F023-F280A-N328-F297-F298
12	F298-G017-1	F298-N816-G157-G017
13	F227-N392-1	F227-F239-F264-F263-F277-N392
14	9008-N392-1	9008-F262A-N701-GE012-F267-N392
15	F281-9008-1	F281-9008
16	F281-F299-1	F281-F292-F299
17	F299-F021-1	F299-F307A-F021
18	F302-F311-1	F302-F301-F311
19	F021-F311-1	F021-F310-F311
20	F021-GR05-1	F021-GE022-GR04-GE023-GR05
21	G030-GR05-1	G030-G031-GR05
22	F021-GE021-1	F021-GE021
23	GE021-GE024-1	GE021-GE024
24	GR01-6253-1	GR01-GR02-GR03-6253
25	GR11-6253-1	GR11-GR12-6253
26	N467-GR11-1	N467-H246-GE038-GR11
27	H240A-N467-1	H240A-N467
28	H238-H240A-1	H238-GE040-H239-H240A
29	GE046-H238-1	GE046-7015-H238-
30	H238-7027-1	H238-7020-7023-YHEG-7027
31	N467-7027-1	N467-7027
32	GE024-4172-1	GE024-GR06-4172
33	G070-4172-1	G070-G159-4172
34	G087-G070-1	G087-G003-G088-G153-G070
35	G070-GP05-1	G070-G081-GP04-GP05
36	G098-GP05-1	G098-GP05
37	G098-G156-1	G098-G152-G154-GP08-G131A-G122A-G155-G156
38	GP07-G098-1	GP07-G110-G139-G108-G098
39	7027-G119-1	7027-G109-G099-G119
40	G119-GP07-1	G119-N429-GP07

表 2-9 重力規劃測線表 (2/2)

項次	測線名稱	施測點位
41	GE172-S273-1	GE172-GE161-S273
42	G119-S275-1	G119-S273-S274-N445-S275
43	S275-G025-1	S275-S276A-N553-G025
44	GP07-G025-1	GP07-G133-G126-G134-G135-G136A-GP10-G145-G025
45	G143-G144-1	G143-G144
46	G143-GP12-1	G143-G008-G111-G079A-G046-GP12
47	9058-G130-1	9058-N547-G142-G137A-GP09-G129-G130
48	9066-9077-1	9066-G092-GP12-G115A-G103-9077
49	GP12-1551-1	GP12-GR19-GR20-GR21-4327-GR22-GR23-GR24-1551
50	GR07-1551-1	GR07-GR08-GR09-1551
51	GR07-1550-1	GR07-1550
52	G025-1550-1	G025-G022-GR10-1550
53	G025-L225-1	G025-G089-G100-G048-G082-L229-L228-L225
54	L225-M551-1	L225-L230-6304-6305-M551
55	M905-MW01-1	M905-MW01
56	MW01-MW02-1	MW01-MW02
57	MW02-X301-1	MW02-MW03-MZ24-X301
58	X301-U020-1	X301-M477-U186-U249-U020
59	X301-M451-1	X301-M451
60	MZ25-MW09-1	MZ25-M487-MW10-MW07-MW06-MW09
61	GE076-L205-1	GE076-L205
62	M491-M905-1	M491-MP59-GE115-M425-M905
63	MW14-M491-1	MW14-MW12-M494-M491
64	GE114-MW14-1	GE114-MW14
65	MW15-GE114-1	MW15-GE114
66	MW15-MW09-1	MW15-MW09
67	MW09-MW29-1	MW09-M959-MW20-MW29
68	MW29-M939-1	MW29-M939
69	M939-GR14-1	M939-GR18-5942-GR14
70	U235-GR14-1	U235-GR13-GR14
71	U235-U232-1	U235-U234-U232
72	G981-U232-1	G981-U240-U047-G986-G988-U194-U232
73	G981-U057-1	G981-U055-U227-U057
74	U057-U027-1	U057-U050-U045A-U044A-U038-U032-U030-U028-9098-U027
75	U057-U233-1	U057-U226A-U060-U061-U065-U071-U233
76	U233-U085-1	U233-U077-U082-U231-U085
77	U085-U093-1	U085-U093
78	U085-U093-2	U085-U086-U087A-U091-U092-U093
79	U093-U007-1	U093-U095-U094A-U107-U108-U104-U103-U007

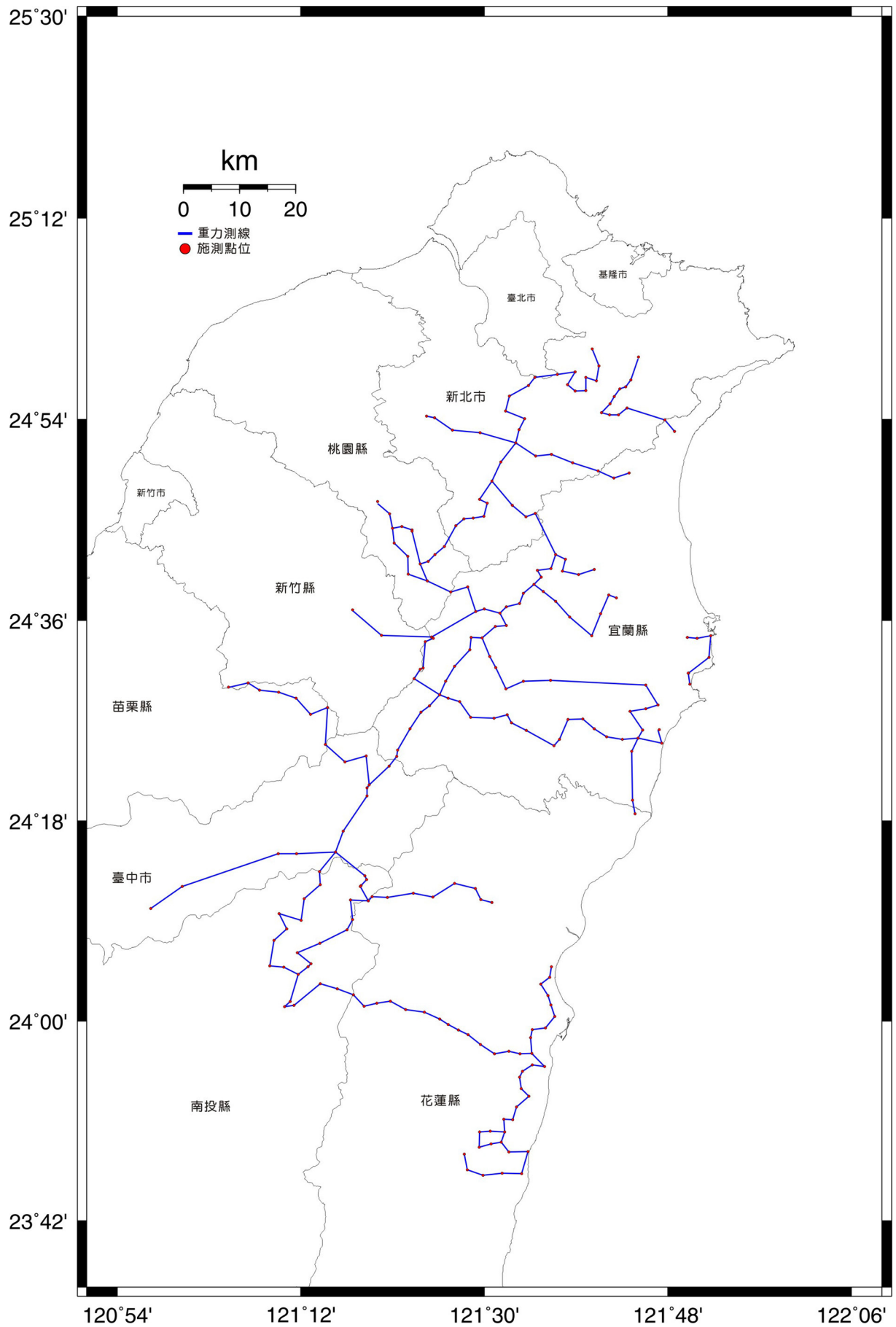


圖 2-8 花東重力測線規劃圖

第三章 重力外業測量

§3-1 外業測量方法與規範

相對重力測量時，測線的佈置方法很多，它與交通工具、要求精度和儀器性能等許多具體條件有關，但主要的還是儀器零點變化問題（即儀器零點漂移）。基本上採用兩種方法：單向觀測和重複觀測法。單向觀測無法察覺錯誤，對儀器零點變化也無法控制，故近年來較少採用；而重複觀測對於錯誤和儀器零點變化的控制均優於單向觀測。

重複觀測因測線中重力點的觀測順序不同而各有其名稱，其中較常見的為測量環線，主要是因為它對儀器零點變化有充分的控制，其方法為從一已知重力點經過一連串在未知重力值點上觀測，最後閉合至原已知重力點或另一已知重力點。

由於本計畫點位規劃上主要呈線狀，且規範要求需實施往返測，因此在施測過程中將採取「階梯式（Ladder）」的方式（圖 3-1）施測，易於察覺觀測時所發生錯誤，以提高精度。

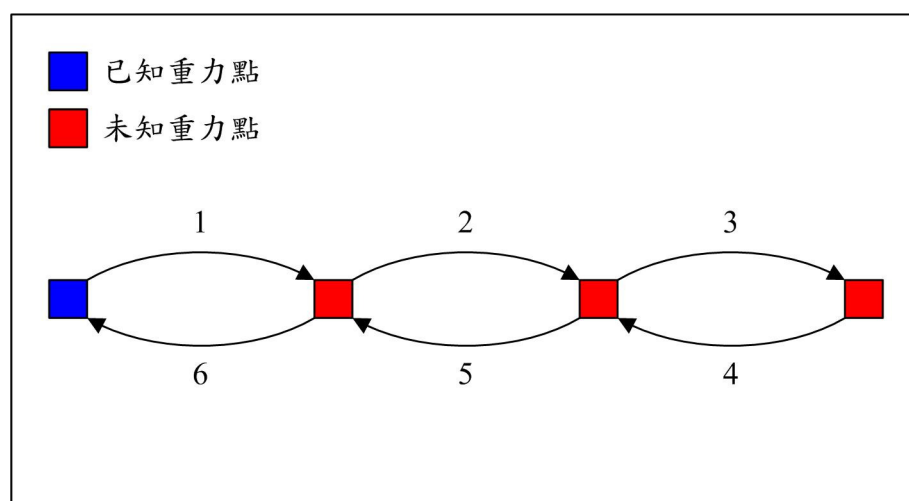


圖 3-1 階梯式重力測量示意圖

而相關測量規範如下：

- (1) 網形規劃以一等、二等重力網合併規劃為原則，且重力網須附合於絕對重力網或已知之一等重力網，惟中央山脈等深山地區施測確有困難者，經同意後不在此限。

- (2) 作業時，須從一重力點經過一系列重力點上觀測，閉合至該重力點或另一重力點，稱為測線。
- (3) 依規劃測線施測，各測線中之每一測段皆需實施重力測量往返觀測，站與站測段施測時間間隔以不超過 2 小時為原則，往返測量應於 24 小時內完成，惟中央山脈等深山地區施測確有困難者，經同意後得調整辦理。
- (4) 每一測線之起點及終點應再與至少 1 個已知重力點聯測，且每經過 10 個待測點需至少聯測 1 個已知重力點，聯測點選取原則以直線距離近者為優先（以欲聯測點為中心，於半徑 5 公里所成圓形內選取已知點聯測，若該圓形範圍內無已知點可聯測，每次增加半徑 1 公里直至所成圓內有已知點可聯測為止），惟山區測線可依路程考量選取容易聯測點位施測，另中央山脈地區測線需步行抵達者，經同意後得免。
- (5) 重力點測線應選擇絕對重力點、一等重力點或二等重力點聯測。
- (6) 重力測量觀測點位與點位之間應採往、返觀測，每個點位重力值以每 5 至 10 秒觀測 1 次，連續觀測至少 3 分鐘得 1 筆平均觀測值，以此法觀測得 2 筆平均觀測值，此 2 筆平均觀測值之差值需小於 0.05 mgal ；每筆平均值觀測結束時間與下一筆平均值觀測開始時間至少需間隔 1 分鐘以上。
- (7) 觀測紀錄表至少含以下項目：點號、觀測者、儀器型號、儀器高（標準偏差應小於 10 mm ）、日期（_年_月_日）、時間（_時_分_秒）、讀數值、經緯度及高程、溫度、溼度及大氣壓力。
- (8) 本計畫重力測量均採用一等重力測線規範方式進行。

§3-2 外業測量

§3-2-1 行前教育訓練

對於執行本次計畫能否順利圓滿成功的主要因素，便是在於所有的工作人員是否充分了解計畫的執行內容，及明瞭各項步驟的作業規範。此外，由於本計畫使用之相對重力測量儀係利用美國 LaCoste&Romberg Graviton EG 相對重力儀，為一高精度之精密儀器，為使作業進行順遂，本公司特針對此次作業與此儀器之操作方式與特性，進行系列之教育訓練，以確保外業工作人員確實了解儀器操作作業。



圖 3-2 重力測量教育訓練

§3-2-2 外業測量步驟

本計畫使用 LaCoste&Romberg Graviton EG 相對重力儀，其外業測量測量流程如圖 3-3，相關步驟說明如后：

- (1) 將重力儀取出置於待測點位正上方，開啟電源並經啟動程序後，依需求設定觀測模式、每次觀測之時間、觀測值誤差容許範圍。
- (2) 在設定選單中，將自動水平項目改為起動模式，並啟動水平校正之重力修正，並依環境需求設定水平校正的範圍允許值。
- (3) 輸入該測點之名稱、經、緯度值(做全球海潮模式的重力值修正用)。
- (4) 按下功能鍵進入自動量測的步驟，要注意從此時起不要再觸動儀器。
- (5) 觀測的過程中首先儀器會自動調整水平，接下來會自動鬆開內部彈簧的固定螺旋，接著調整彈簧的「range」，然後自動讀數，完畢後會自動再鎖上固定螺旋、自動存檔後完成該站的觀測。
- (6) 在觀測的過程中，若是該儀器所在位置與前一次讀數之的重力值有很大的改變時(例如由平原地帶移至高山區)，為了使儀器調整至電子補償系統許可的狀態下，可能會調整超過 100mgal ，此時會跳出一個對話視窗詢問是不是要中止「re range」的工作，此時該選擇取消，讓儀器繼續進行「re range」的調整，此項工作約需費時 40 分鐘左右。若非上述情形者，則直接中止「re range」的工作即可。
- (7) 每一次觀測完後，會出現該測點觀測的觀測資訊，可提供做為該次觀測資料取選的參考，若不滿意可以重新進行觀測。
- (8) 第一次觀測後，等待超過 1 分鐘後，重覆進行儀器自動觀測 1 次。
- (9) 檢核 2 次觀測值較差是否小於 0.05mgal ，若否則再重覆進行觀測，直至符合相關規定為止。
- (10) 用鋼捲尺量儀器高(由待測點算起，儀器面板最上緣止)，記錄外在環境溫度、氣壓及觀測時間。

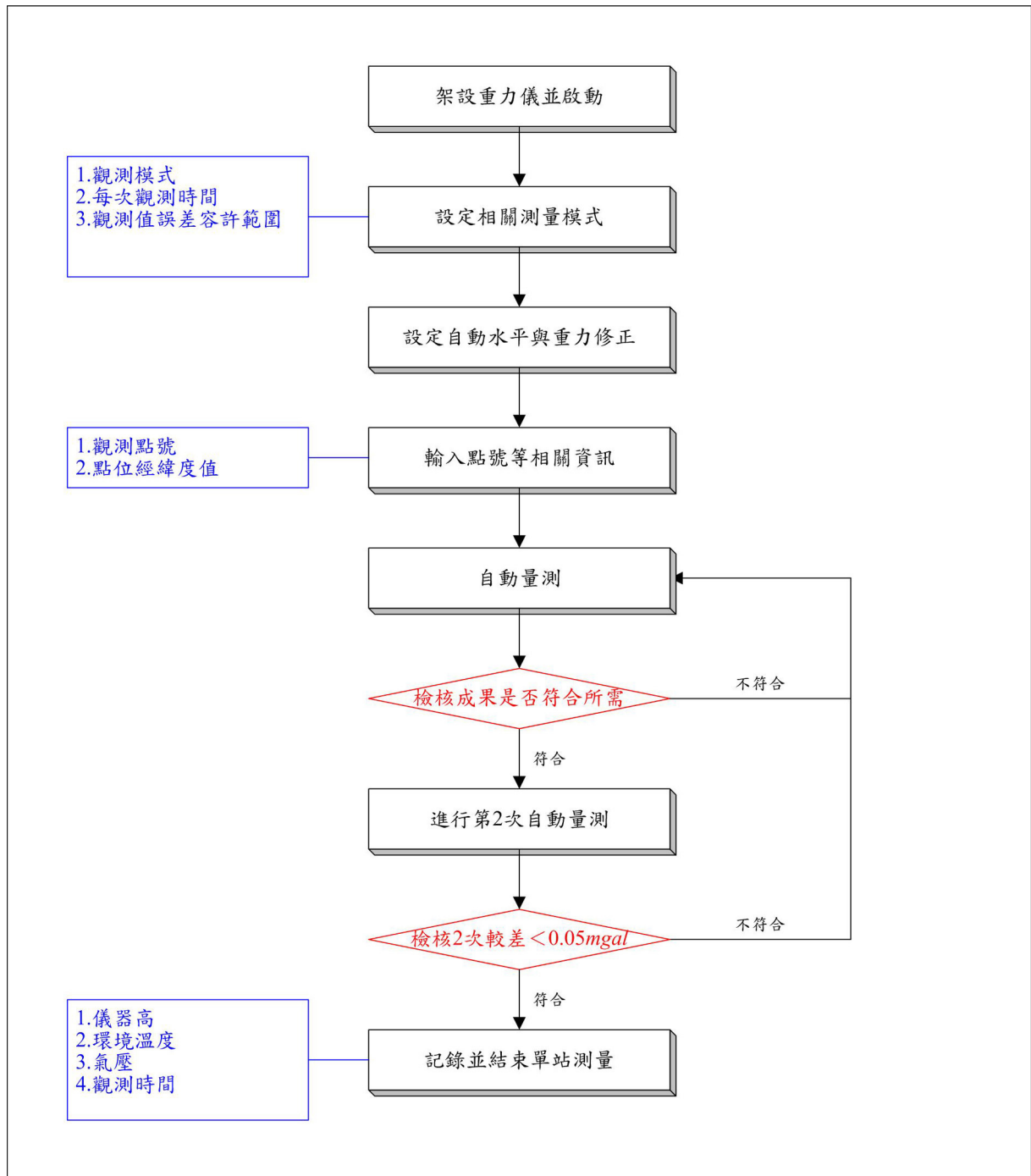


圖 3-3 重力外業測量流程圖

§3-2-3 重力外業測量施測過程

依前述方法與步驟進行重力外業測量，重力外業測量實際作業情形如圖 3-4。實際進行相對重力測量時，依據合約之規定，於每一重力點上實施重力測量，至少連續五分鐘觀測一筆資料，至少觀測二次，兩次差值需小於 0.05 mgal ，記錄施測時之點號、觀測者、儀器型號、儀器高、日期、時間讀數值、經緯度及高程、溫度及大氣壓力於觀測記錄表上；並以數位相機於施測點位拍攝二張作業情形之全彩相片，其中一張須儘可能拍攝儀器與觀測點號，另一張應拍攝重力儀在點位上施測情形及週遭環境（圖 3-4）。站與站之施測時間間隔不超過一小時，往返測量應於一天內完成。作業時，從一重力點位出發經過一系列在重力點上之觀測，再依原施測路線返測，閉合至原出發重力點位。



圖 3-4 重力外業測量觀測相片

本計畫施測所使用之 LaCoste&Romberg Graviton EG 相對重力儀，儀器本身之靈敏度極高，受周遭環境之影響，其 RMS 值亦相對變化。以離島地區與台灣本島之比較，除了地質條件不同外，台灣之人口密度、建物密度與交通流量皆遠大於離島地區，因此有較大之 RMS 實為正常之現象。以本公司實際外業施測之經驗，在台灣本島施測時，不同時間之環境噪聲影響程度不一。兩者間較明顯之差異，台灣本島人口較多，建築物與車輛分布密度遠較離島地區為高；相對地，環境噪聲亦遠較離島地區嚴重。在實際觀測上之困難則造成儀器讀數重覆性之不穩定，增加重覆觀測之情形；但仔細觀察讀數變化之情形，發現其於 5 分鐘觀測時間中之最後階段，讀數值之變化跳動僅在 0.001 mgal 間，且比較測段間之重力差值均小於合約之要求，亦與儀器之性能相符，因此將環境噪聲之影響當成客觀判斷因素。

根據上述的作業程序及規範進行重力測量野外觀測，外業觀測日期自2011年3月23日至6月26日止，期間，主要外業工作多已於5月8日前完成，後續1個半月的時間，因天候造成山區道路中斷，故僅斷斷續續施測，以補足全部測線的觀測資料。

而根據前述施測結果，內政部國土測繪中心分別於100年7月13及14日、100年11月22及23日進行書面審查與赴實地進行外業驗收，兩次驗收作業分別抽測3條測線(每一測線2測段)，其驗收結果均能符合合約相關規定之要求(參照表3-1、表3-2)。

表 3-1 第一次外業驗收成果表 (7月13、14日)

抽驗成果-系統誤差改正後(單位: mgal)				繳交成果-系統誤差改正後(單位: mgal)				驗收成果(單位: mgal)	
點號	觀測值	重力差值	重力差平均值	點號	觀測值	重力差值	重力差平均值	較差值	判斷(小於0.2)
G098	2582.984470			G139	2404.423851				
G108	2569.518054	-13.466416	-13.478621	G108	2442.589799	38.165948	38.164865	-0.061187	符合
G139	2531.336219	-38.181835	-38.226053	G098	2456.121179	13.531380	13.525873	0.047252	符合
G139	2531.318630	-0.017589		G098	2456.125958	0.004779			
G108	2569.588900	38.270270		G108	2442.605592	-13.520366			
G098	2583.079727	13.490827		G139	2404.441809	-38.163783			
點號	觀測值	重力差值	重力差平均值	點號	觀測值	重力差值	重力差平均值	較差值	判斷(小於0.2)
GP05	2589.558050			G081	2469.714296				
GP04	2535.842966	-53.715084	-53.689422	GP04	2408.985382	-60.728914	-60.740023	-0.096667	符合
G081	2596.479625	60.636659	60.643356	GP05	2462.733689	53.748307	53.750545	0.061123	符合
G081	2596.500540	0.020915		GP05	2462.730667	-0.003022			
GP04	2535.850487	-60.650053		GP04	2408.977885	-53.752782			
GP05	2589.514246	53.663759		G081	2469.729017	60.751132			
點號	觀測值	重力差值	重力差平均值	點號	觀測值	重力差值	重力差平均值	較差值	判斷(小於0.2)
GP10	2478.195508			GP10	2351.742665				
G145	2460.944825	-17.250683	-17.267879	G145	2334.436572	-17.306093	-17.304527	0.036647	符合
G025	2437.002817	-23.942008	-23.962449	G025	2310.271310	-24.165262	-24.113157	0.150707	符合
G025	2437.027851	0.025034		G025	2310.342740	0.071430			
G145	2461.010741	23.982890		G145	2334.403791	24.061051			
GP10	2478.295817	17.285076		GP10	2351.706751	17.302960			

表 3-2 第二次外業驗收成果表 (11月22、23日)

抽驗成果-系統誤差改正後(單位: mgal)				繳交成果-系統誤差改正後(單位: mgal)				驗收成果(單位: mgal)	
點號	觀測值	重力差值	重力差平均值	點號	觀測值	重力差值	重力差平均值	較差值	判斷(小於0.2)
M959	2264.146006			M959	2264.466941				
MW20	2302.635775	38.489769	38.491383	MW20	2302.969122	38.502181	38.515822	-0.024439	符合
MW29	2335.555130	32.919355	32.927103	MW29	2336.008563	33.039441	33.034209	-0.107106	符合
MW29	2335.563607	0.008477		MW29	2336.015882	0.007319			
MW20	2302.628757	-32.934850		MW20	2302.986906	-33.028976			
M959	2264.135760	-38.492997		M959	2264.457443	-38.529463			
點號	觀測值	重力差值	重力差平均值	點號	觀測值	重力差值	重力差平均值	較差值	判斷(小於0.2)
MW09	2292.182534			MW09	2163.643361				
MW06	2280.813404	-11.369130	-11.380525	MW06	2152.211351	-11.432010	-11.452010	0.071485	符合
MW07	2278.016513	-2.796891	-2.793181	MW07	2149.495055	-2.716296	-2.712405	-0.080776	符合
MW07	2278.022959	0.006446		MW07	2149.442120	-0.052935			
MW06	2280.812431	2.789472		MW06	2152.150635	2.708515			
MW09	2292.204350	11.391919		MW09	2163.622644	11.472009			
點號	觀測值	重力差值	重力差平均值	點號	觀測值	重力差值	重力差平均值	較差值	判斷(小於0.2)
MW10	2106.655135			MW10	1978.072911				
M487	1990.068795	-116.586340	-116.582594	M487	1861.563341	-116.509570	-116.478588	-0.104006	符合
MZ25	1909.761293	-80.307502	-80.302689	MZ25	1781.273555	-80.289786	-80.312864	0.010174	符合
MZ25	1909.773159	0.011866		MZ25	1781.427861	0.154306			
M487	1990.071036	80.297877		M487	1861.763802	80.335941			
MW10	2106.649884	116.578848		MW10	1978.211407	116.447605			

第四章 觀測資料處理與計算

§4-1 重力測量資料處理流程

於重力外業測量完成後，必須先針對觀測資料加以整理、檢查，以確定資料是否合乎規範要求，因此必須設計一套處理的流程，依照本計畫合約規範內容對資料進行檢核，以確保施測成果品質完善，並且製作各項成果圖表，及後續重力網平差計算與相關成果分析。圖 4-1 為本計畫重力資料處理的流程，後續將利用程式自動化處理各階段的工作，詳細內容將於爾後各節加以說明。

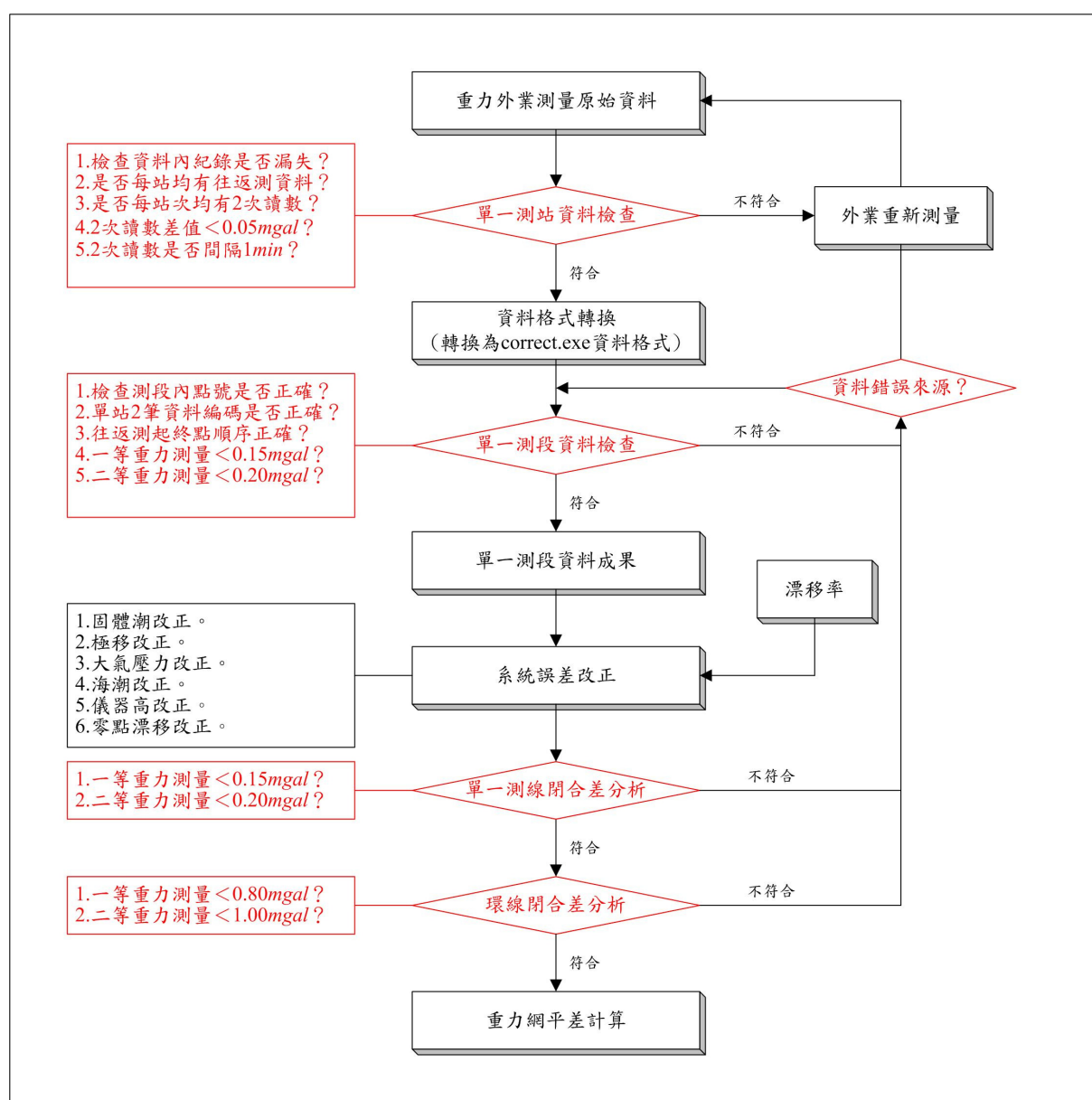


圖 4-1 重力測量資料處理流程圖

§4-2 觀測資料處理與檢核

§4-2-1 觀測資料檢核

針對原始重力觀測資料的檢核，將每日每組的原始觀測資料下載後，為避免程式輸出錯誤成果，導致整條測線分析錯誤、重算，並方便實際作業期程的掌控，於獲取得原始觀測數據後，先檢核每一測線的外業觀測成果，主要分為如下二部分：

- (1) 檢查單一測站之觀測資料：內容包括往返測站名編碼、測站二次讀數經儀器內固體潮改正後讀數差值、儀器高等項目；這些檢查項目中，須經由外業觀測人員人工輸入各測站及觀測時之資訊，在測量過程中，由於天候及人為因素影響下，錯誤站名編碼及輸入資料錯誤實屬平常，為避免重跑資料改正等程式而浪費時間，仍由人工先行檢核、剔錯。
- (2) 檢查單一測線之觀測資料：內容包括測站數是否為偶數、測線中各測站之前後順序（觀測進行順序）、起終點號是否相符等項目，亦先以人工進行約略檢核，始利用程式進行轉檔作業。

對於重力觀測資料的檢查，除了檢核出人工輸入造成的測誤外，最重要的便是檢核原始觀測資料的品質；檢核品質的標準主要依照本按合約作業規範，其要點如下：

- (1) 前後 2 站施測時間間隔以不超過 2 小時為原則。
- (2) 往返測量應於 24 小時內完成。
- (3) 每測站 2 次重力讀數之最大較差不得大於 0.05 mgal 。
- (4) 儀器面板上 RMS Error 值，如其值大於 0.1 mgal ，應注意環境雜訊（Noise）是否過大導致觀測量差值亦過大。

當原始資料檢查完成後，方利用程式自動轉換成「correct.exe」（系統誤差改正程式）所需相關觀測資料檔，其內容包括：

- (1) 測站經緯度坐標、高程、溫度、溼度及壓力等項目。
- (2) 測站讀數觀測時間、儀器原始觀測量、儀器高等項目。

經由 correct.exe 便可獲得改正後測線內各測站之測站站名、觀測時間（儒略日）、原始觀測相對重力值及經系統誤差改正後之相對重力值，以之進行測線閉合差分析及後續平差計算。

在資料的檢查過程中，針對觀測數據部分，因為均採用儀器自動記錄的方式儲存，若依照本計畫規定施測，基本上不容易產生錯誤，但觀測資料內仍有部分資料需由人工輸入記錄的資料，常是需要進行修正的部分，經歸納後以下幾項通常是較易產生的問題：

- (1) 測線起、終點號輸入錯誤：通常容易發生在不同等級的點位上。例如：起點點號 M094 記錄成點位標石號碼 M994。
- (2) 測站編碼輸入錯誤：本計畫於單一測站須紀錄 2 筆觀測數據，往返測觀測量便需記錄 4 筆數據，且須依時間順序排列測段順序，因此常易發生於測站編碼往返測輸入錯誤，如返測編碼末兩碼應為 B1 及 B2，常紀錄為 A1 及 A2。
- (3) 單一測站施測時溼度、溫度、儀器高記錄錯誤：雖然施測時之溫度可由儀器自動讀取紀錄，但該筆資料為儀器感應器旁之溫度偵測，較野外實際測量時之溫度為高，因此仍需另行紀錄溫度，但儀器內可供紀錄環境資料的欄位僅有一欄，該欄便需同時記錄溼度、溫度、儀器高，如觀測人員記錄資料順序錯誤，則得出之環境改正資料便產生錯誤，如溼度-溫度-儀器高順序記為溫度-溼度-儀器高。
- (4) 儀器高輸入錯誤：如小數位數不足或負號忘記輸入等現象。

§4-2-2 資料格式轉換與測線表製作

當完成每日單一測線觀測資料後，需進行資料計算格式轉換。重力觀測資料之標準儲存格式，需每一測線儲存 2 個檔案：環境及觀測資料檔，每個檔案分為 2 部分，即檔頭、觀測資料，其詳細格式內容說明如下：

- (1) 環境資料檔（表 4-1）第一部分為檔頭，共儲存 11 個欄位資料，全為文字記錄。例如表中第 1 列所儲存的資料中依序為(a)測站名：以文數字表示。(b)~(d)為經度值：單位為度、分、秒。(e)~(g)為緯度值：單位為度、分、秒。(h)測站高程：單位為 m。(i)、(j)分別為溫度及溼度，單位均為度。(k)為大氣壓力資料，單位為毫巴。其餘各列為實際記錄資料。

表 4-1 重力觀測資料計算標準格式環境資料檔

ID	經度			緯度			高程 (M)	溫度	溼度	氣壓 (毫巴)
GP12	121	45	06.2	24	25	27.4	147.61	66.00	33	994.38
GR19	121	43	33.6	24	25	20.0	183.00	74.00	31	987.78
GR20	121	42	00.6	24	25	34.5	356.00	88.00	26	971.75
GR21	121	40	48.5	24	26	17.6	564.00	85.00	28	949.45
4327	121	39	39.5	24	27	09.4	1373.71	74.00	29	864.94
GR22	121	38	13.2	24	27	06.8	1073.00	86.00	20	894.01
GR23	121	37	22.3	24	25	21.4	423.00	71.00	30	959.47
GR24	121	36	50.8	24	24	45.4	421.00	82.00	29	959.88
1551	121	34	06.5	24	26	08.6	1895.09	83.00	22	814.40
1551	121	34	06.5	24	26	08.6	1895.09	83.00	22	814.18
GR24	121	34	06.5	24	26	08.6	1895.09	85.00	27	956.06
GR23	121	37	22.3	24	25	21.4	423.00	76.00	26	961.72
GR22	121	38	13.2	24	27	06.8	1073.00	81.00	25	900.03
4327	121	39	39.5	24	27	09.4	1373.71	86.00	25	855.48
GR21	121	40	48.5	24	26	17.6	564.00	80.00	27	938.60
GR20	121	42	00.6	24	25	34.5	356.00	82.00	28	913.14
GR19	121	43	33.6	24	25	20.0	183.00	82.00	29	892.85
GP12	121	45	06.2	24	25	27.4	147.61	79.00	30	881.68

- (2) 觀測資料檔（表 4-2）第一部分為檔頭，共儲存 13 個欄位資料，全為文字記錄。例如表中第 1 列所儲存的資料中依序為(a)測站名：以文數字表示。(b)~(d)為日期：單位為西洋年、月、日。(e)~(g)為 utc 時間：單位為時、分、秒。(h)、(i)均為原始相對重力值：單位為 $mgal$ 。(j)為比較相對重力值，用於偵測儀器高錯誤之用，單位亦為 $mgal$ 。(k)為儀器高資料，單位為 m 。(l)為固體潮改正量，單位為 $mgal$ 。(m)為儀器零點漂移改正量，單位為 $mgal$ 。其餘各列為實際記錄資料。

表 4-2 重力觀測資料計算標準格式觀測資料檔

ID	Date	Time	InstValue	RawGrav	ObsGrav	InstHeight	TideCorr	DirftCorr
GP12	2011 06 12	09 01 17	2592.8613	2592.8613	2592.9572	0.120	0.0589	0
GR19	2011 06 12	09 31 42	2577.2158	2577.2158	2577.2968	0.106	0.0483	0
GR20	2011 06 12	22 49 19	2548.6589	2548.6589	2548.5834	-0.036	-0.0644	0
GR21	2011 06 13	02 18 35	2511.9614	2511.9614	2511.7446	-0.142	-0.1730	0
4327	2011 06 14	04 28 21	2343.3962	2343.3962	2343.2336	-0.060	-0.1441	0
GR22	2011 06 14	22 51 26	2415.1575	2415.1575	2415.2016	0.069	0.0228	0
GR23	2011 06 15	06 27 02	2527.6308	2527.6308	2527.4983	-0.190	-0.0740	0
GR24	2011 06 15	08 57 15	2526.9707	2526.9707	2527.0006	-0.129	0.0697	0
1551	2011 06 18	06 23 38	2218.9714	2218.9714	2218.7787	-0.139	-0.1499	0
1551	2011 06 18	06 39 49	2219.0233	2219.0233	2218.8383	-0.139	-0.1421	0
GR24	2011 06 19	09 53 09	2526.8728	2526.8728	2526.8214	-0.128	-0.0120	0
GR23	2011 06 20	00 48 33	2527.8369	2527.8369	2527.8199	-0.188	0.0410	0
GR22	2011 06 20	04 02 06	2415.1563	2415.1563	2415.1106	0.067	-0.0665	0
4327	2011 06 20	06 50 16	2343.4825	2343.4825	2343.3451	-0.058	-0.1196	0
GR21	2011 06 20	08 31 17	2512.0984	2512.0984	2511.9682	-0.145	-0.0855	0
GR20	2011 06 21	02 08 37	2548.8220	2548.8220	2548.8270	-0.033	0.0152	0
GR19	2011 06 21	06 21 10	2577.2643	2577.2643	2577.3156	0.109	0.0176	0
GP12	2011 06 21	08 04 36	2592.7913	2592.7913	2592.7255	0.118	-0.1022	0

若前述資料檢核無誤後，除輸出觀測資料的標準格式檔外，並製作測線表（表 4-3），其內容包括：地區、測線序號、測線名稱、觀測日期、測線中各測站站名、儀器序號、觀測人員、備註等相關資訊。

表 4-3 重力測量測線表

地區	序號	測線名稱	觀測日期	點位01	點位02	點位03	點位04	點位05	點位06	點位07	點位08	點位09	點位10	點位11	點位12	儀器序號	觀測人員	備註
花蓮縣	001	TLGG-TLGG-1	20110412	TLGG	TLGA	X302	8090	9092	TLGG							EG-1193	劉佳昌	第二期
臺南市	002	AG08-AG08-1	20110329	AG08	X009	J001	I072	X210	AG08							EG-1195	陳明達	第二期
新竹市	003	HS01-HS01-1	20110328	HS01	HCHA	6017	6016	6015	HS01							EG-1193	劉佳昌	第二期
雲林縣	004	PKGG-PKGG-1	20110330	PKGG	PKGA	PKGB	PKGC	I031	I032	PKGG						EG-1195	陳明達	第二期
高雄市	005	AG06-AG06-1	20110330	AG06	J035	J036	J037	AG06								EG-1195	陳明達	第二期
花蓮縣	006	U228-U020-1	20110412	U228	E091	U229	U230	U020								EG-1193	劉佳昌	第二期
臺中市	007	M905-L225-1	20110331	M905	M323	M031	L224	L225								EG-1195	陳明達	第二期
南投縣	008	MZ25-M451-1	20110324	MZ25	M089	M451										EG-1193	劉佳昌	第二期
臺中市	009	L205-M905-1	20110406	L205	M091	M599	M905									EG-1193	劉佳昌	第二期
新竹縣	010	GE052-M551-1	20110508	GE052	N032	GR15	GR16	GR17	M619	M551						EG-1195	陳明達	第二期
宜蘭縣	011	G134-G144-1	20110428	G134	G162	G141	G018	N040	G144							EG-1193	劉佳昌	第二期
新北市	012	GE024-GR01-1	20110406	GE024	N054	GR01										EG-1195	陳明達	第二期
新北市	013	GE014-N309-1	20110626	GE014	N309											EG-1195	陳明達	第二期
新北市	014	N309-F278A-1	20110331	N309	F266	F278A										EG-1193	劉佳昌	第二期
新北市	015	F023-F278A-1	20110413	F023	F278A											EG-1193	劉佳昌	第二期
新北市	016	F023-F298-1	20110331	F023	F280A	N328	F297	F298								EG-1193	劉佳昌	第二期
新北市	017	F298-G017-1	20110401	F298	N816	G157	G017									EG-1193	劉佳昌	第二期
新北市	018	F227-N392-1	20110329	F227	F239	F264	F263	F277	N392							EG-1193	劉佳昌	第二期
新北市	019	9008-N392-1	20110330	9008	F262A	N701	GE012	F267	N392							EG-1193	劉佳昌	第二期
新北市	020	F281-9008-1	20110626	F281	9008											EG-1195	陳明達	第二期
新北市	021	F281-F299-1	20110409	F281	F292	F299										EG-1195	陳明達	第二期
新北市	022	F299-F021-1	20110412	F299	F307A	F021										EG-1195	陳明達	第二期
新北市	023	F302-F311-1	20110410	F302	F301	F311										EG-1195	陳明達	第二期
新北市	024	F021-F311-1	20110412	F021	F310	F311										EG-1195	陳明達	第二期
新北市	025	F021-GR05-1	20110407	F021	GE022	GR04	GE023	GR05								EG-1195	陳明達	第二期
宜蘭縣	026	G030-GR05-1	20110413	G030	G031	GR05										EG-1195	陳明達	第二期
新北市	027	F021-GE021-1	20110406	F021	GE021											EG-1195	陳明達	第二期

§4-2-3 山區臨時點 GPS 資料處理

本計畫山區共計布設 24 個臨時重力點，原規劃採用手持式 GPS 測定其概略坐標，惟經工作會議討論後，為有效提昇點位坐標精度，故改採靜態方式進行測量，其施測方式概述如下：

- (1) 各組採用 Trimble 5700 (搭配 Zephyr 天線盤) 1 部施測。
- (2) 各臨時點施測時，採單點施測，觀測時間約 30 分鐘，資料間隔為 5 秒。
- (3) 考量山區道路運送不易，使用簡易型腳架架設天線盤 (圖 4-2)。
- (4) 靜態觀測資料採後處理方式計算點位坐標。



圖 4-2 使用簡易腳架觀測

而各點的 GPS 觀測資料採取後處理方式進行，其處理步驟如下：

- (1) 下載原始觀測資料並檢核修正錯誤。
- (2) 截取各點單點定位資料，並利用單點定位坐標向內政部國土測繪中心申請虛擬主站的觀測資料 (<http://www.egps.nlsc.gov.tw>)。
- (3) 各點虛擬主站資料與原始觀測資料，利用商用軟體 GPSurvey 進行基線向量的計算。
- (4) 將基線向量代入商用軟體 Turbo-NET 中，進行各點的坐標平差計算。

經由前述方式處理後，24 個臨時重力點坐標成果如表 4-4。

表 4-4 山區臨時點位坐標成果表

序號	點號	緯度	經度	橢球高(m)	備註
1	GR01	N 24°46'30.98545"	E 121°30'16.65026"	412.964	
2	GR02	N 24°45'20.33357"	E 121°29'56.65918"	709.285	
3	GR03	N 24°45'12.19983"	E 121°28'55.25749"	1070.994	
4	GR04	N 24°50'52.56029"	E 121°36'35.89590"	359.619	
5	GR05	N 24°49'24.39604"	E 121°41'09.67214"	750.737	
6	GR06	N 24°46'18.70530"	E 121°32'45.86070"	525.075	
7	GR07	N 24°27'14.25585"	E 121°30'57.86775"	1889.164	
8	GR08	N 24°27'33.69010"	E 121°32'15.74121"	1892.810	
9	GR09	N 24°26'48.63413"	E 121°32'39.46197"	1894.431	
10	GR10	N 24°28'44.72011"	E 121°27'36.00616"	1743.444	
11	GR11	N 24°42'39.15497"	E 121°26'05.27910"	1586.562	
12	GR12	N 24°44'30.77419"	E 121°27'11.37442"	1512.412	
13	GR13	N 24°01'36.26262"	E 121°19'27.93490"	2032.369	
14	GR14	N 24°01'20.12790"	E 121°18'13.63580"	2142.679	
15	GR15	N 24°29'45.21365"	E 121°07'56.71382"	1993.639	
16	GR16	N 24°29'33.17903"	E 121°09'50.67743"	1990.377	
17	GR17	N 24°29'03.16409"	E 121°11'31.64768"	1821.037	
18	GR18	N 24°02'54.50949"	E 121°15'36.06282"	2719.987	
19	GR19	N 24°25'19.94492"	E 121°43'33.58344"	204.167	
20	GR20	N 24°25'34.41173"	E 121°42'00.68386"	362.412	
21	GR21	N 24°26'17.46672"	E 121°40'48.44638"	573.505	
22	GR22	N 24°27'06.68082"	E 121°38'13.19655"	1087.936	
23	GR23	N 24°25'21.24501"	E 121°37'22.14757"	448.296	
24	GR24	N 24°24'45.51935"	E 121°36'50.59994"	444.138	

§4-3 系統誤差改正

§4-3-1 系統誤差的處理方式

重力測量的每一測段，都必須由人員攜帶儀器設備實地進行測量，因此在觀測作業中，因為人為的因素、觀測儀器的誤差及外在環境因素的干擾，導致觀測量隱含誤差量的存在。若依誤差之性質可以分為偶然誤差、系統誤差與粗差。其中，觀測量的粗差可藉由嚴密的測量步驟與完整的檢核方式發現，並由觀測量中加以剔除，因此剩餘的系統誤差的大小，將直接影響水準測量成果之良窳。重力控制網為國家基本控制網，其重力值不隨時間而變。然而，地球上任何一點之重力值會隨時間而變化；而引起變化的環境因素有日、月之潮位引力（tidal attraction），海潮引力（attraction of ocean tide），氣壓改變，地球之極移（polar motion），地下水位變化，土壤濕度改變等。

對於上述的種種影響重力值的系統誤差，我們利用下列不同的方式來加以處理，目的均是使系統誤差對觀測量的影響降至最小，以求得不隨時間而變重力值成果。並以下列兩種方式個別處理，其中利用系統誤差改正模式進行修正將於後續小節進行說明。

- (1) 利用系統誤差改正模式進行修正：如日、月之潮位引力（tidal attraction），海潮引力（attraction of ocean tide），氣壓改變，地球之極移（polar motion）等。
- (2) 忽略微小系統誤差之影響：利用系統誤差改正模式其實並無法完全消除系統誤差的存在，僅是將其誤差的影響量消弭至最小，而重力測量中有許多的系統誤差存在，當我們確定其量值對成果之影響微乎其微，甚至遠低於觀測之精度時，若大費周章地處理這類系統誤差，不僅耗費大量成本，實際上更可能無法完善最終的成果精度，因此實際作業上將忽略這類誤差的影響，將其視為偶然誤差。如地下水位變化、土壤濕度改變等變化值甚小（ $1\mu gal$ 以下），而且為一長週期之變化（週期數 10 年），對相對重力觀測影響不大。

為求得一不隨時間而變化之重力值，須定義一「標準化」之地球狀態，此狀態為無日、月之潮位引力、無海潮（即海水面為平均海水面）、氣壓為標準大氣壓、無極移、地下水位為一長時間平均位及土壤濕度值為一長時間平均值。本計畫作業所考慮環境引起之重力變化僅為前述日、月之潮位引力（tidal attraction），海潮引力（attraction of ocean tide），氣壓改變，地球之極移（polar motion）等 4 項，其所涉及之模式可於 Torge(1989), Vanicek and Krakiwsky (1986), Moritz and Mueller (1987), Melchoir (1983) 之文獻中得知。

§4-3-2 日月潮位引力產生之重力變化

日月潮位引力對地表一點產生兩種重力變化：(1)由引力產生之重力變化；(2)由地球變形而產生之重力變化。

(1) 因直接引力造成之重力變化為：

$$g_t^1 = -\frac{\partial(W_m + W_s)}{\partial r} = -\frac{GM_m r}{R_m^3}(3\cos^2 \psi_m - 1) - \frac{3}{2} \frac{GM_m r^2}{R_m^4}(5\cos^2 \psi_m - 3\cos \psi_m) - \frac{GM_s r}{R_s^3}(3\cos^2 \psi_s - 1) \quad (4-1)$$

其中 GM_m ：牛頓萬有引力常數乘月球質量 ($4902.778\text{km}^3\text{s}^{-2}$)

GM_s ：牛頓萬有引力常數乘太陽質量 ($1.327124399 \times 10^{11}\text{km}^3\text{s}^{-2}$)

r ：該點與地心之距

R_m ：地心與月球中心之距

R_s ：地心與太陽中心之距

ψ_m ：該點與月球在地心之夾角

ψ_s ：該點與太陽在地心之夾角

(2) 按 Moritz and Mueller (1987)，此引力造成地表變形而再次引起重力變化，其大小為：

$$g_t^2 = (h - \frac{3}{2}k)g_t^1 \quad (4-2)$$

其中 h 、 k 為 Love number。因 $h=0.6$ ， $k=0.3$ ，故總重力變化為：

$$g_t = g_t^1 + g_t^2 = (1 + h - \frac{3}{2}h)g_t^1 = 1.15g_t^1 \quad (4-3)$$

採用 (4-3) 式之 g_t 值。所需之日、月坐標及 ψ_m 、 ψ_s 均由 JPL 之 DE200 星曆嚴密計算而得，較之一般之簡易公式，如 Dehlinger (1978) 較為準確，本計畫使用程式適用時間為 1990-2020 年， g_t 之最大值約為 0.3mgal 。

§4-3-3 海潮質量引起之重力變化

如圖 4-3 中，p 為地表一點，q 為海面一點，潮高為 h，則因海潮之起伏引起地球質量重新分佈（相對於一平均海水面），而產生之位（potential）為：

$$T = G\rho_w \int_{\phi=-\pi/2}^{\pi/2} \int_{\lambda=0}^{2\pi} \frac{hr^2}{s} d\sigma = G\rho_w \int_{\phi} \int_{\lambda} \frac{hr^2}{\sqrt{r_q^2 + r_p^2 - 2r_p r_q \cos\psi}} d\sigma \quad (4-4)$$

其中 ρ_w 為海水之密度（約 $1.03 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ）， $d\sigma = \cos\phi d\phi d\lambda$ 。
令 $r_q = r$ ， $r_p = r_q + h_p = r + h_p$ ，則海潮產生之重力變化為：

$$g_o(\phi_p, \lambda_p) = -\frac{\partial T}{\partial r_p} = GP_w \int_{\phi} \int_{\lambda} \frac{h(\beta - u)}{(1 + \beta^2 - 2\beta u)^{3/2}} d\sigma \quad (4-5)$$

其中

$$\beta = \frac{r + h_p}{r} \quad (4-6)$$

$$u = \cos\psi = \sin\phi \sin\phi_p + \cos\phi \cos\phi_p \cos(\lambda - \lambda_p) \quad (4-7)$$

式 (4-5) 之全球積分可以數值方法算得，潮高 h 可由一全球海潮模式算得。此項改正以 Gauss quadrature 方法 (Press et al., 1993) 計算 (4-5) 式之積分。潮高則來自 NA099b 海潮模式 (Matsumoto et al., 2000)，計算時分內圈及外圈效應。內圈涵蓋以重力站為中心經、緯度之範圍，且於網格上計算潮高而積分，外圈涵蓋全球（此時內圈之潮均設為零），且於網格上計算潮高而積分。一般而言，潮高愈大則 (4-5) 式之愈大，而離海岸愈遠則愈小。

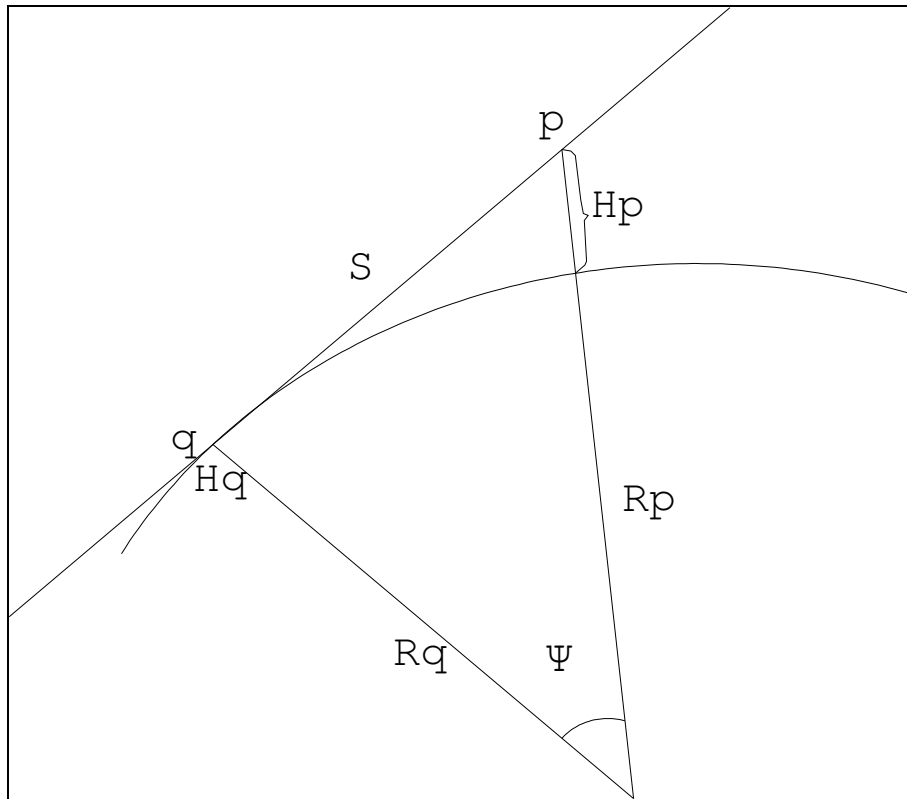


圖 4-3 潮高與 p 點所受之引力 (q 點為海面上任一點)

§4-3-4 極移改正

地球自轉引起離心位 (centrifugal potential) 可表為：

$$W_c = \frac{1}{2} \omega_e^2 r^2 \cos^2 \phi \quad (4-8)$$

其中 ω_e ：地球自轉速度 ($7.291215147 \times 10^{-5} \text{ rad s}^{-1}$)

r ：點位離地心距

ϕ ：緯度

極移將使緯度產生變化而引起 ω_e 之變化，即

$$\delta W_c = W_p = \frac{\partial W_c}{\partial \phi} \delta \phi = -\frac{1}{2} r^2 \omega_e^2 \sin 2\phi \delta \phi = -\frac{1}{2} r^2 \omega_e^2 \sin 2\phi (x_p \cos \lambda - y_p \sin \lambda) \quad (4-9)$$

其中 x_p ， y_p 為極移之分量，其符號定義見 Moritz and Mueller (1987)。
而極移引起之重力變化：

$$g_m = -\frac{\partial W_p}{\partial r} = r \omega_e^2 \sin 2\phi (x_p \cos \lambda - y_p \sin \lambda) \quad (4-10)$$

x_p ， y_p 自 IERS (國際地球自轉服務) 取得而計算 g_m ， g_m 之數量級為數 μgal ，且變化緩慢。

§4-3-5 大氣壓力改正

此變化量為 (Torge, 1989) :

$$g_p = -3(P - P_n) \times 10^{-4} \text{ mgal} \quad (4-11)$$

其中 P : 觀測時之壓力 (hPa , 百帕)

P_n : 標準壓力

而標準壓力與海拔有關, 其公式為:

$$P_n = 1013.25 \left(1 - \frac{0.0065H}{288.15} \right)^{5.2559} \quad (\text{百帕}) \quad (4-12)$$

其中 H 為重力點之海拔高 (單位: m)。若觀測兩站時壓力差為 $10 hPa$, 則此兩站相對重力值由壓力引起之誤差為 $3 \mu gal$ 。

§4-3-6 儀器高改正

經過以上各項改正後得到的重力值是落體質量頂部位置的重力值，一般需將該重力值轉換到地面重力標誌上，計算公式為：

$$\delta_g = V_g H \quad (4-13)$$

其中， V_h 為測點重力垂直梯度，一般之自由空間梯度值約為 0.3086 mgal/m ，亦可實際測得加以運用； H 為儀器高度。

§4-3-7 漂移改正

實際施行重力測量時，影響重力觀測量之因素除環境改正因素外，尚有重力儀本身彈簧之零點漂移影響重力觀測值，而造成儀器漂移的原因，主要有彈簧的彈性疲乏和無法補償的外部因素。依儀器漂移類型與影響大小可分為：

- (1) 重力儀的特性與類型。
- (2) 儀器的使用年齡及使用習慣。
- (3) 無法補償的大氣壓力和電源供應器電壓之改變。

此種重力儀引起之系統誤差必須以適當數學函數模式化，而模式中所需的參數則於重力平差計算時求解。本計畫所使用之重力儀系統誤差—重力儀漂移(drift)以讀數 z 和時間 t 之間的關係作泰勒函數展開(Taylor series expansion)來模擬重力儀漂移，其公式如下：

$$z(t) = z(t_0) + \left(\frac{\partial z}{\partial t}\right)_0(t-t_0) + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2 z}{\partial t^2}\right)(t-t_0)^2 + \frac{1}{6}\left(\frac{\partial^3 z}{\partial t^3}\right)(t-t_0)^3 + \dots \quad (4-14)$$

其中 t_0 為各個量測時段的參考時間。

上(2-14)式可轉換成漂移多項式：

$$\begin{aligned} z(t) &= z(t_0) + d_1(t-t_0) + d_2(t-t_0)^2 + d_3(t-t_0)^3 + \Lambda \\ &= z(t_0) + \sum_{p=1}^s d_p(t-t_0)^p = z(t_0) + D(t) \end{aligned} \quad (4-15)$$

其中 $z(t_0)$ 表示參考時刻 t_0 時的近似儀器零點漂移。

一原始重力觀測值(為儀器讀數)，經過初步的率定、化算和率定函數與儀器漂移改正及重力變化改正後，可組成觀測方程式：

$$l + v = g + N_0 + \Delta F(z) + D(t) \quad (4-16)$$

其中 v 為 l (約化後重力觀測值) 之改正數, N_0 為未知基準。按 (4-16) 式則 i, j 兩站的約化後的重力觀測組成方程式為:

$$\Delta l_{i,j} + v_{i,j} = g_j - g_i + (\Delta F(z_j) - \Delta F(z_i)) + (D(t_j) - D(t_i)) \quad (4-17)$$

其中 v_{ij} 為 Δl_{ij} 之殘差, (4-17) 式中未知基準 N_0 及 $Z(t_0)$ 因相減而消除, t_i 、 t_j 為觀測時間。

若有 n 個觀測量, 則可以矩陣表示為:

$$L^b + V = AX, \quad L^b \text{ 之權矩陣} = P = \sigma_0^2 \Sigma^{-1} \quad (4-18)$$

其中 L^b : 相對重力觀測量, 矩陣大小為 $n \times 1$

V : 觀測量之殘差, 矩陣大小為 $n \times 1$

A : 係數矩陣

X : 未知數, 矩陣大小為 $u \times 1$, u 為未知數個數。未知數包括重力值 g_i 、儀器參數及漂移率 d_p

令 $V^T P V = \text{最小}$, 則得法方程式 (Koch, 1988):

$$(A^T P A) X = A^T P L \quad (4-19)$$

§4-4 測線成果檢核與分析

§4-4-1 往返閉合差分析

在重力測量中，每一測線與測段的觀測值均應先經過前述系統誤差改正後，再利用規範每一測線與測段系統誤差改正後往返閉合差的數值，為控制重力測量精度及檢核測量成果品質最有效及最直接的方法；本計畫依照合約中一等重力測量規範規定，其測線與測段往返閉合差應小於 0.15mgal 。理論上，兩地間的重力差值應為一固定值，若沒有大錯誤及系統誤差存在，則往返閉合差之均值期望值應等於零且趨於常態分布，圖 4-4、圖 4-5、圖 4-6 分別顯示測段與測線閉合差的統計結果（詳細成果參照附錄 B、附錄 C），由圖中可知本次重力測量其測線閉合差均能滿足一等重力測量規範中小於 0.15mgal 的要求，且多數遠小於規範之要求，顯示外業觀測的品質良好。但由於本計畫測線數量不多（樣本數少），故呈現的結果較不符合預期。

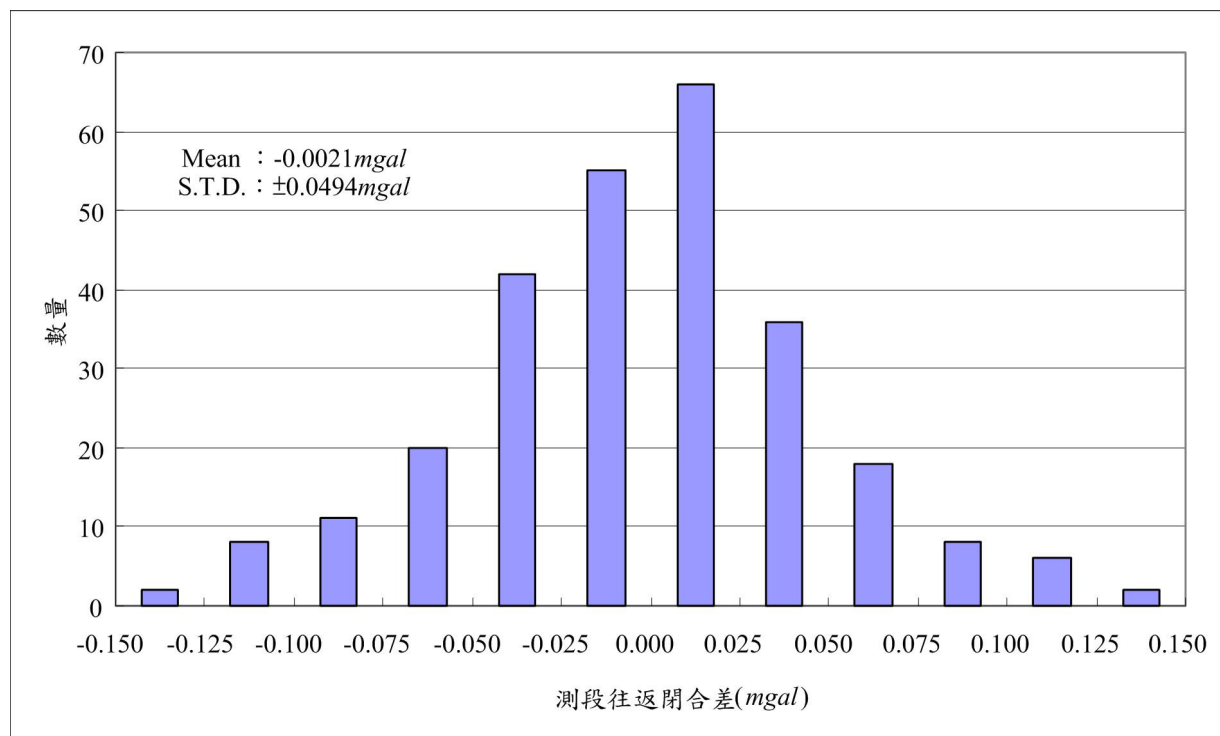


圖 4-4 測段往返閉合差統計圖

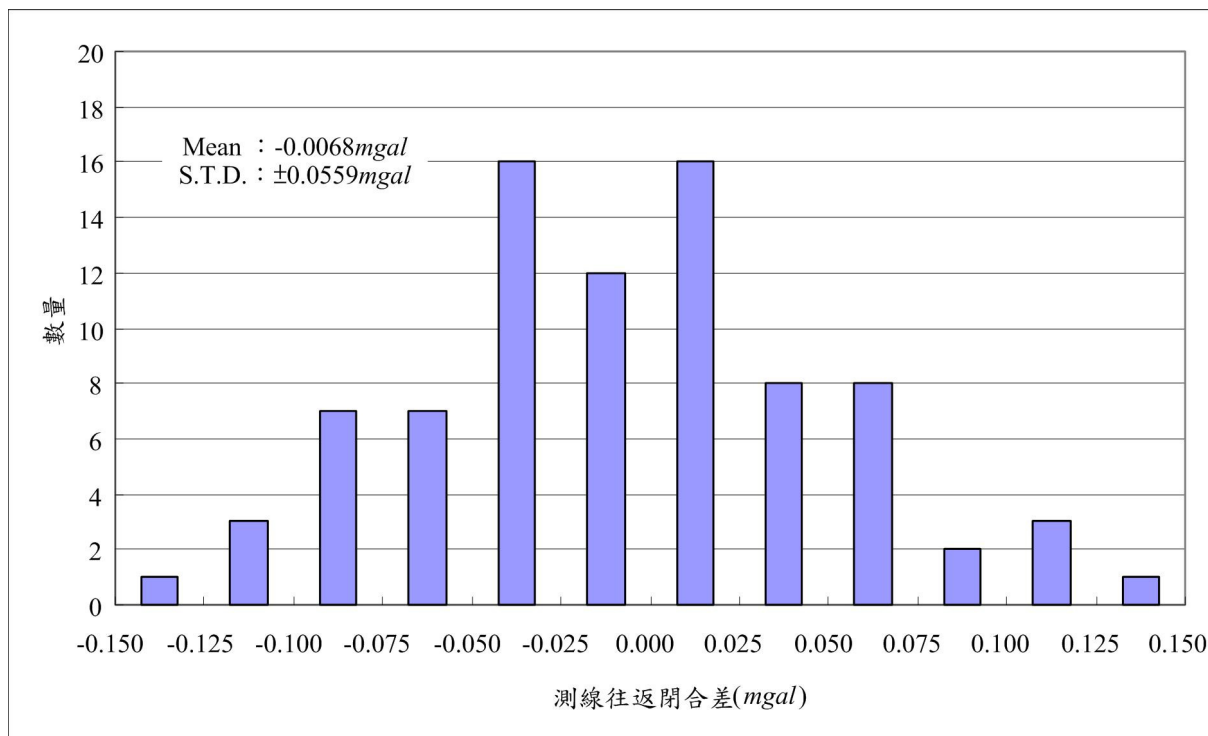


圖 4-5 測線往返閉合差統計圖

§4-4-2 環線閉合差分析

每一測線觀測資料經過上述流程檢核後，再經系統誤差改正，理論上已經將每一測線資料的人為錯誤與系統誤差修正完畢，僅剩偶然誤差存在，則由其組成的環線閉合圈之閉合差理當為零，但每一條測段來說，由於施測先後的順序不同，各測段的觀測日期自無法相同，由於臺灣地區位處地殼活動頻繁的區域，西南沿海地區又有嚴重的地層下陷問題，因此當環線閉合圈各測段因觀測日期不同時，其環線閉合差自然不可能為零，因此必須界定環線閉合差的容許範圍，以避免因地殼變動或環境噪聲影響造成誤差的累積，影響到後續的重力網平差計算。

針對重力測量的環線閉合差檢查，基本上除了可檢核組成環線的測段中，是否尚有人為的錯誤存在，如點號、測段方向或是缺失遺漏的測段等，或是前述因觀測日期的影響所產生非人為因素的偏差。本計畫依照合約規範規定，其環線閉合差一等重力測量應小於 0.80mgal ，表 4-5 顯示本計畫之環線閉合差成果（其中外圍開放之測線，加入原一二等重力網成果以進行環線閉合圈計算）。

表 4-5 重力環線閉合差分析成果表 (1/3)

編號	測站總數	環線路徑	系統誤差改正前環線閉合差(mgal)	系統誤差改正後環線閉合差(mgal)
1	4	F227-N307-F239-F227	-0.1403	-0.1256
2	41	N307-GE013-GT093-GE014-N309-F266-F278A-F023-F280A-N328-F297-F298-N816-G157-G017-N096-TG040-N839-TG146-G030-G031-GR05-GE023-GR04-GE022-F021-F307A-F299-F292-F281-9008-F262A-N701-GE012-F267-N392-F277-F263-F264-F239-N307	0.8671	0.7200
3	21	F262A-9008-F281-F292-F299-F307A-F021-F310-F311-F301-F302-TF304-GT125-N424-N399-N654-N301-N372-N043-N395-F262A	-0.0421	-0.3113
4	26	F021-GE022-GR04-GE023-GR05-G031-G030-TG146-N839-N096-N425-N629-N431-N496-N637-G087-G003-G088-G153-G070-G159-4172-GR06-GE024-GE021-F021	-0.9836	-0.6902
5	20	G070-G153-G088-G003-G087-N637-N971-N366-G156-G155-G122A-G131A-GP08-G154-G152-G098-GP05-GP04-G081-G070	-0.7788	-0.6969

表 4-5 重力環線閉合差分析成果表 (2/3)

編號	測站總數	環線路徑	系統誤差改正前環線閉合差(mgal)	系統誤差改正後環線閉合差(mgal)
6	29	GE024-GR06-4172-G159-G070-G081-GP04-GP05-G098-G108-G139-G110-GP07-N429-G119-G099-G109-7027-N467-H246-GE038-GR11-GR12-6253-GR03-GR02-GR01-N054-GE024	1.2256	0.7544
7	24	G098-G152-G154-GP08-G131A-G122A-G155-G156-N366-N041-G143-G144-N040-G018-G141-G162-G134-G126-G133-GP07-G110-G139-G108-G098	0.3554	0.5762
8	31	F302-F301-F311-F310-F021-GE021-GE024-N054-GR01-GR02-GR03-6253-GR12-GR11-GE038-H246-N467-H240A-H239-GE040-H238-7015-GE046-GT148-N085-N916-N503-N424-GT125-TF304-F302	-0.7653	-0.6154
9	8	H238-GE040-H239-H240A-N467-7023-7020-H238	-0.1702	-0.0972
10	5	7023-N467-7027-YHEG-7023	0.2070	0.2123
11	10	7015-H238-7020-7023-YHEGt-N388-N022-N585-GT146-7015	0.2381	0.1393
12	18	N307-F239-F264-F263-F277-N392-F267-GE012-N701-F262A-N395-N043-N385-I0695-LT118-N003-N683-N307	-0.0774	-0.1094
13	17	N309-N550-N339-N581-N626-N470-G017-G157-N816-F298-F297-N328-F280A-F023-F278A-F266-N309	-0.4102	-0.2517
14	7	GP09-G137A-G142-N547-G130-G129-GP09	0.1073	0.0805
15	8	G129-G130-TG127-X002-N052-TG128-9052A-G129	0.0234	0.0208
16	25	G142-N547-9058-TG013-TG107A-TG106-TG015-9066-G092-GP12-G046-G079A-G111-G008-G143-N041-GT245-GT244-TG138-GT243-TG161-TG006-G130-N547-G142	-0.1168	-0.2576
17	32	G134-G162-G141-G018-N040-G144-G143-G008-G111-G079A-G046-GP12-GR19-GR20-GR21-4327-GR22-GR23-GR24-1551-GR09-GR08-GR07-1550-GR10-G022-G025-G145-GP10-G136A-G135-G134	0.4666	0.4962
18	18	G119-N429-GP07-G133-G126-G134-G135-G136A-GP10-G145-G025-N553-S276A-S275-N445-S274-S273-G119	-0.9117	-0.7016
19	32	S273-S274-N445-S275-S276A-N553-G025-G089-G100-G048-G082-L229-L228-L225-L230-6304-6305-M551-M619-GR17-GR16-GR15-N032-N837-N640-N534-GT196-GE162A-GT197-GE172-GE161-S273	0.0359	-0.4535
20	50	G025-G022-GR10-1550-GR07-GR08-GR09-1551-GR24-GR23-GR22-4327-GR21-GR20-GR19-GP12-G115A-G103-9077-9087-TLGA-TLGG-8089-TU022-8085-U228-E091-U229-U230-U020-U249-U186-M477-X301-MZ24-MW03-MW02-MW01-M905-M323-M031-L224-L225-L228-L229-G082-G048-G100-G089-G025	-0.6348	-0.7276
21	8	G092-9070-TG114-9077-G103-G115A-GP12-G092	-0.1422	-0.0763

表 4-4 重力環線閉合差分析成果表 (3/3)

編號	測站總數	環線路徑	系統誤差改正前環線閉合差(mgal)	系統誤差改正後環線閉合差(mgal)
22	81	M089-M451-X301-M477-U186-U249-U020-U230-U229-E091-TLGG-TLGA-N053-N547-N041-N366-N971-N637-N496-N431-N039-N839-N096-N470-N626-N581-N339-N550-WFSG-N365-N989-N832-N345-N673-N364-N385-N043-N395-N337-N951-N399-N424-N503-N916-DSIA-DSIG-N917-N910-N499-N398-N333-N585-N022-N538-N534-N640-N837-N032-M051-M382-M311-M902-M635-M628-M590-M430-M600-M583-M406-M547-M043-M402-M517-M403-PLIC-M053-M585-M036-M938-M487-M089	-1.0690	-0.4866
23	45	E091-U228-8085-TU022-8089-TLGGt-TLGA-E902-U027-9098-U028-U030-U032-U038-U044-U045-U050-U057-U227-U055-G981-U240-U047-G986-G988-U194-U232-U234-U235-GR13-GR14-5942-GR18-M939-MW29-MW20-M959-MW09-MW06-MW07-MW10-M487-MZ25-M089-E091	0.0341	0.0309
24	24	M905-MW01-MW02-MW03-MZ24-X301-M451-M089-MZ25-M487-MW10-MW07-MW06-MW09-MW15-GE114-MW14-MW12-M494-M491-MP59-GE115-M425-M905	-0.3213	-0.2280
25	5	M089-MZ25-M487-M089	0.1399	0.1360
26	24	M905-M425-GE115-MP59-M491-M494-MW12-MW14-GE114-MW15-M938-M036-M585-M053-PLIC-M403-M517-M402-M699-GE076-L205-M091-M599-M905	0.4876	0.7513
27	4	N032-GE052-M051-N032	-0.2678	-0.3031
28	28	N032-GR15-GR16-GR17-M619-M551-6305-6304-L230-L225-L224-M031-M323-M905-M599-M091-L205-M583-M600-M430-M590-M628-M635-M902-M311-M382-M051-N032	0.6729	0.5650
29	5	E902-E319-9098-U027-E902	0.1044	0.0875
30	5	9098-E319-U030-U028-9098	-0.0654	-0.0995
31	14	U030-U032-U038-U044A-U045A-U050-U057-U227-U055-E331-E415-TU039-TU033-U030	-0.0571	-0.1338
32	10	U055-U227-U057-U226A-U060-U061-U065-TU064-TU062-U055	0.1195	0.1070
33	18	E319-E637-E970-TU066-TU069-U071-U065-U061-U060-U226A-U057-U050-U045A-U044A-U038-U032-U030-E319	0.1492	0.0839
34	12	U071-U233-U077-U082-U231-U085-U086-U087A-E316-E544-E549-U071	0.0814	0.0470
35	18	U071-E549-E544-E316-FLNC-FLNB-E361-TU107-A012-U094A-U095-U093-U085-U231-U082-U077-U233-U071	0.7445	0.6804
36	7	U087A-U086-U085-U093-U092-U091-U087A	-0.0426	-0.0784
37	13	U093-U095-U094A-U107-U108-U104-U103-U007-E316-U087A-U091-U092-U093	-0.1194	-0.0070
38	5	E316-U007-U103-FLNC-E316	0.0274	0.0187
39	8	U103-U104-U108-U107-E361-FLNB-FLNC-U103	-0.0332	-0.0332

§4-5 重力網平差計算

§4-5-1 重力網平差計算的原理與方法

本計畫使用重力網平差計算軟體為由國立交通大學土木系所開發之 gravnet 計算程式，利用進行各項平差工作與偵錯，其平差計算與原理如以下所敘：

1. 最小二乘平差計算

在進行平差作業計算時，將原始重力觀測值（為儀器讀數），經過初步的率定、化算和率定函數與儀器零點漂移改正及重力變化改正後，組成之觀測方程式如下：

$$l + v = g + N_0 + \Delta F(z) + D(t) \quad (4-20)$$

其中 v 為 l （約化後重力觀測值）之改正數， N_0 為未知基準。按 (4-20) 式則 i, j 兩站的約化後的重力觀測組成方程式為：

$$\Delta l_{i,j} + v_{i,j} = g_j - g_i + (\Delta F(z_i)) + (D(t_j) - D(t_i)) \quad (4-21)$$

其中 v_{ij} 為 Δl_{ij} 之殘差，(4-21) 式中未知基準 N_0 及 $Z(t_0)$ 因相減而消除， t_i 、 t_j 為觀測時間。

若有 n 個觀測量，則可以矩陣表示為：

$$L^b + V = AX, \quad L^b \text{之權矩陣} = P = \sigma_0^2 \Sigma^{-1} \quad (4-22)$$

其中 L^b ：相對重力觀測量，矩陣大小為 $n \times 1$

V ：觀測量之殘差，矩陣大小為 $n \times 1$

A ：係數矩陣

X ：未知數，矩陣大小為 $u \times 1$ ， u 為未知數個數。未知數包括重力值 g_i 、儀器參數 b_l, x_l, y_l 及漂移率 d_p 。

令 $V^T P V = \text{最小}$ ，則得法方程式（Koch, 1988）：

$$(A^T PA)X = A^T PL \quad (4-23)$$

2. 自由網平差

以(4-22)式所建構之觀測方程式，若無加約制條件，排除圖形缺失，則系統之秩虧度 (rank defect) 為 1，說明如下：假設重力點數為 k 個則重力儀之參數為 $(u-k)$ 個，重力觀測方程式之係數矩陣 A 之每一列之前 k 個元素由 0、-1、1 組成 (其中 -1、1 只出現一次)，因此：

$$Ay = 0 \quad (4-24)$$

$$y^T = c \begin{bmatrix} 1 & \underbrace{1 \ 2 \ \dots \ k}_{k} & 1 & 0 & \underbrace{0 \ 2 \ \dots \ u-k}_{u-k} & 0 \end{bmatrix} \quad (4-25)$$

其中 c 為任一非零之常數，因此 A 之 Null Space 有一非零元素，即表示 A 之秩虧度為 1，若不採加權約制平差而欲使法方程式 (4-23) 有唯一解，可令 \hat{X} 的解必須滿足下列基準條件 (Koch, 1988)：

$$S^T \hat{X} = 0 \quad (4-26)$$

且

$$AS = 0 \quad (4-27)$$

因此(4-25)式中之 y 矩陣恰可為(4-26)之 S 向量。為方便，可令 $c=1$ ，則：

$$S^T = [1 \ 1A \ 100A \ 0] \quad (4-28)$$

滿足(4-23)及(4-25)之解為最小範數解 (minimum norm solution) 或自由網解 (datum-free solution，因不需固定任何點位)：

$$\hat{X}^+ = (A^T PA + SS^T)^{-1} A^T PL^b = (N + SS^T)^{-1} U \quad (4-29)$$

經誤差傳播得 \hat{X}^+ 後驗協變方矩陣為：

$$\hat{\Sigma}_{\hat{X}^+} = \hat{\sigma}_0^2 (N + SS^T)^{-1} N (N + SS^T)^{-1} = \hat{\sigma}_0^2 N^+ \quad (4-30)$$

而後驗單位權變方為：

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{V^T P V}{n+1-u} \quad (4-31)$$

由上述解出之 \hat{X}^+ ，因滿足 (2-25) 式，故：

$$\sum_{i=1}^k \hat{g}_i = 0 \quad (4-32)$$

其中 \hat{g}_i 為第 i 站之重力估值（含於向量 \hat{X}^+ 中）。(4-31) 式可解釋為所有點的重力值之平均為零。因此，由自由基準解得之 \hat{g}_i 值非真正之重力，然而，自由基準之改正數 V 為唯一解且有意義 (Koch, 1988)。令：

$$\hat{X}^+ = \begin{bmatrix} \hat{X}_g \\ \hat{X}_l \end{bmatrix} \quad A = [A_{11} \ A_{12}] \quad (4-33)$$

其中 \hat{X}_g 含重力值， \hat{X}_l 含儀器參數，則兩站間改正後之相對重力 ΔG 為唯一，且可表為：

$$\Delta G = A_{11} \hat{X}_g = V + L - A_{12} \hat{X}_l \quad (4-34)$$

故可由平差後兩者間之相對重力值，以一個固定重力值推求重力網中所有點之重力值。

3. 加權約制平差

另一克服重力網平差系統奇異之方法為加入未知數之觀測方程式（或稱加權約制方程式），做為約制條件，即利用已知重力點之重力值及其先驗標準偏差進行加權約制平差，其未知數（重力）觀測方程式為：

$$V_X + L_X = A_X X, \quad L_X \text{ 權矩陣} = P_X \quad (4-35)$$

以 L 和 L_X 組成之觀測方程式為：

$$\bar{V} = \begin{bmatrix} V \\ V_X \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A \\ A_X \end{bmatrix} \hat{X}^a - \begin{bmatrix} L \\ L_X \end{bmatrix} = \bar{A}X - \bar{L} \quad \text{權矩陣} = \bar{P} = \begin{bmatrix} P & 0 \\ 0 & P_X \end{bmatrix} \quad (4-36)$$

令 $\bar{V}^T \bar{P} \bar{V} = \text{最小值}$ ，則利用最小二乘法解出未知參數之估值 \hat{X}^a 為：

$$\hat{X}^a = (A^T P A + A_X^T P_X A_X)^{-1} (A^T P L + A_X^T P_X L_X) \quad (4-37)$$

觀測量之改正數的加權平方和為：

$$\bar{V}^T \bar{P} \bar{V} = V^T P V + V_X^T P_X V_X \quad (4-38)$$

後驗單位權變方為：

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{\bar{V}^T \bar{P} \bar{V}}{n - u + r} \quad (4-39)$$

其中 n 為相對重力觀測之數目； u 為未知參數的個數； r 為約制點之數目（即（4-35）式中之方程式個數）

令 $A_X^T P_X A_X = \bar{P}_X$ ，則（2-37）式可改寫為

$$\hat{X}^a = (A^T P A + \bar{P}_X)^{-1} (A^T P L + A_X^T P_X L_X) \quad (4-40)$$

經誤差傳播得未知參數 \hat{X}^a 之變方-協變方矩陣（variance-covariance matrix）為：

$$\Sigma_{\hat{X}^a} = \hat{\sigma}_0^2 (A^T P A + \bar{P}_X)^{-1} \quad (4-41)$$

在加權約制平差的過程中，約制用控制點之設計矩陣 A_x 為一特殊類型矩陣，其行數（columns）和列數（rows）皆等於未知參數個數（令為 u ），除了相對於約制用控制點之未知參數的對角線元素值為+1 外，其餘元素都為零的 $u \times u$ 矩陣。而 P_x 為約制用已知點之權值所組成的對角線矩陣，其維數為 $u \times u$ ，所以 \bar{P}_x 與 $A^T P A$ 皆為 $u \times u$ 矩陣。而 \bar{P}_x 為一個除了相對於約制用控制點未知參數的對角線上元素值為控制點權值外，其餘元素都為零的 $u \times u$ 對角線矩陣。例如，若僅以第 2, 3 點為約制點，且其先驗權值分別為 P_2 和 P_3 ，則

$$\bar{P}_x = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \Lambda & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & \Lambda & 0 \\ 0 & 0 & P_3 & \Lambda & 0 \\ M & M & M & O & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \Lambda & 0 \end{bmatrix} \quad (4-42)$$

由上式得知，約制點的權值可直接加入由相對重力觀測所組成之法方程矩陣（ $A^T P A$ ）相對於約制用控制點之未知參數的對角線元素。當約制點之權值為無限大時，平差後之值會與平差前所給予的控制點值相同，且相應之殘差為零，即固定該點。當約制點之權介於 0 與 ∞ 之間時，先驗值變動之大小與權成反比。再者，若無圖形缺失則本平差系統只需約制一點即可。僅約制一點而平差時，稱之為最小約制平差（minimum constraint adjustment）。

本計畫觀測資料若經計算檢核無誤後，將把觀測量併入原有一、二等重力網中進行平差計算，其已知點來自內政部絕對重力點（參照圖 4-6），利用絕對重力點之重力值與其先驗標準偏差進行加權約制平差，強制套合至絕對重力點，求得所有一、二等重力點之重力值。

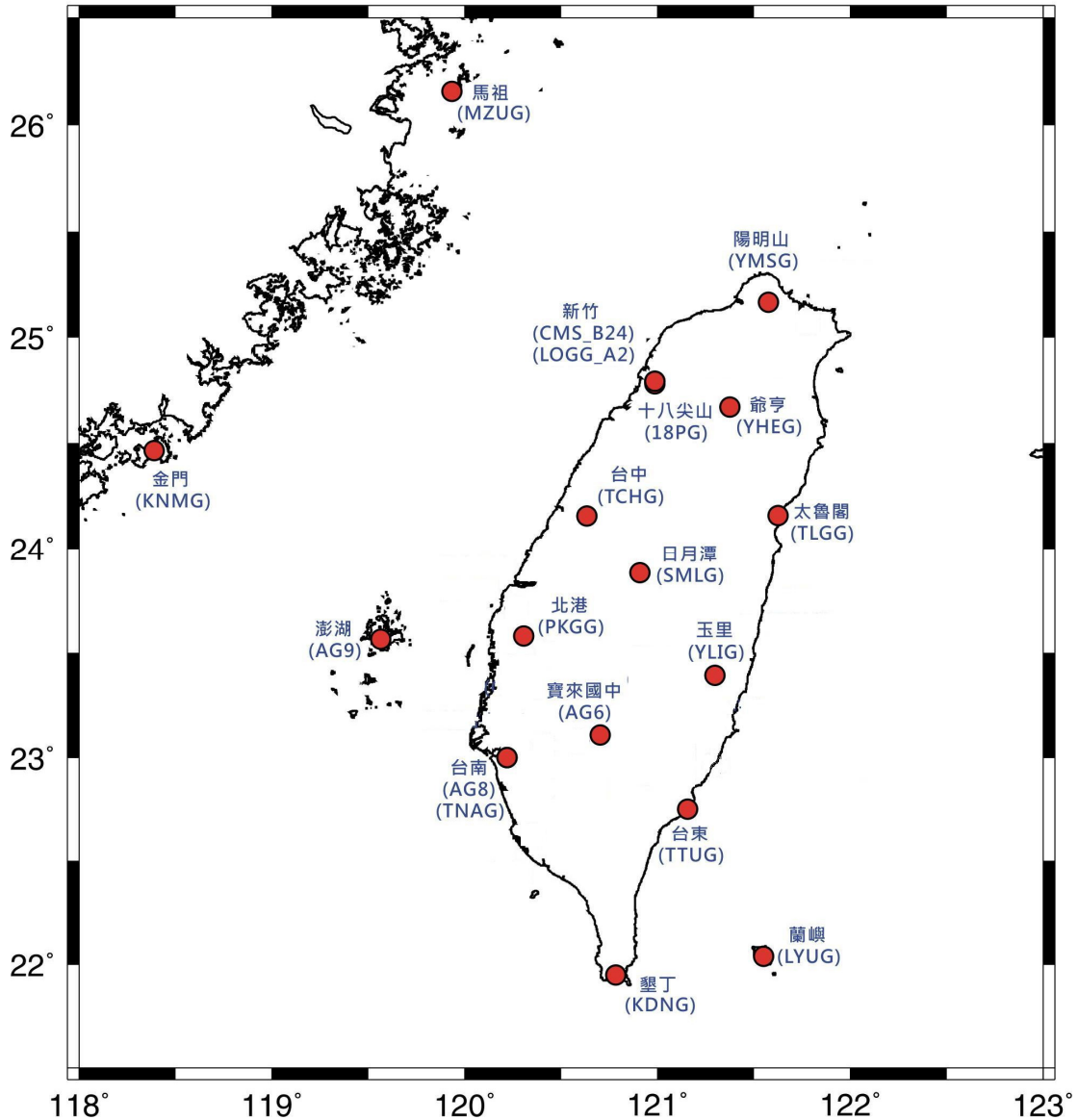


圖 4-6 內政部已施測絕對重力點位分布圖

4. 平差之粗差偵錯分析

當粗差存在於資料中時，是無法以平差的方式來改正，此時所得之平差結果必會不正確。再者，若所使用的數學模式及隨機模式不正確亦會得到錯誤的平差結果。根據下列之條件式 (Koch, 1988)，若成立則表示所用之模式是正確且完整的 (Koch, 1988)。

$$\chi^2 = \frac{m\hat{\sigma}_0^2}{\sigma_0^2} < \chi_c^2(1-\alpha; m) \quad (4-43)$$

其中 σ_0^2 、 $\hat{\sigma}_0^2$ 分別為先驗、後驗單位權變方， m 為平差之自由度， $\chi_c^2(1-\alpha; m)$ 為當信心水平為 $(1-\alpha)$ ，自由度為 m 時之 χ^2 分布之臨界值。反之，若 (4-43) 式不成立即表示：

- (1) 有粗差存在於資料中：檢核所有觀測資料並藉由粗差偵錯之測試進行資料之偵錯及剔除。
- (2) 隨機模式不適當。
- (3) 數學模式不適當：須針對所使用之模式加以分析並重新修正。
- (4) 所用之權值不正確：檢核是否有差一個尺度之關係。
- (5) 先驗權值 σ_0^2 估計不當。

粗差偵測有很多個方法，如 Baarda's data snooping 方法 (Baarda, 1968)、Pope's τ -test 方法 (Pope, 1976) 等，根據 Caspary (1987) 實驗結果顯示，上述兩種方法對於偵錯的能力都很好，在本次作業偵錯方式乃採用 Pope's τ -test 方法，使用此法時需計算殘差之協變方矩陣，由於解算時牽涉到法方程式，因此兩平差法之計算公式有所不同，故分別說明之。

(1) 自由網：

首先將 (2-22) 式表示為：

$$V^+ = [A(N + SS^T)^{-1} A^T P - I] L^b = KL^b \quad (4-44)$$

經誤差傳播及 $AS = NS = 0$ 性質即可得殘差之協變方矩陣：

$$\Sigma_{V^+} = \hat{\sigma}_0^2 K P^{-1} K^T = \hat{\sigma}_0^2 (P^{-1} - AN^+ A^T) = \hat{\sigma}_0^2 [P^{-1} - A(N + SS^T)^{-1} A^T] \quad (4-45)$$

(2) 加權約制：

首先將 (2-25) 式表示為：

$$V = \begin{bmatrix} A \\ A_x \end{bmatrix} \left[\bar{N}^{-1} \begin{pmatrix} A^T P & A_x P_x \end{pmatrix} - I \right] \begin{bmatrix} L \\ L_x \end{bmatrix} = G \begin{bmatrix} L \\ L_x \end{bmatrix} \quad (4-46)$$

令 $\bar{N} = A^T P A + A_X^T P_X A_X$ ， $z = [V \ V_X]^T$ 經誤差傳播即可得殘差之協變方矩陣：

$$\Sigma_z = \hat{\sigma}_0^2 G \begin{bmatrix} P^{-1} & 0 \\ 0 & P_X^{-1} \end{bmatrix} G^T = \hat{\sigma}_0^2 \begin{bmatrix} P^{-1} - A\bar{N}^{-1}A^T & -A\bar{N}^{-1}A_X^T \\ -A_X\bar{N}^{-1}A^T & P_X^{-1} - A_X\bar{N}^{-1}A_X^T \end{bmatrix} \quad (4-47)$$

令 v_i 為第 i 個觀測量之殘差，由 Σ_{v_i} 或 Σ_z 之對角元素開方即可求得 v_i 之標準差 σ_{v_i} 。若

$$\frac{|v_i|}{\sigma_{v_i}} > \tau_c \left(1 - \frac{\alpha}{n}; 1, m\right) \quad (4-48)$$

則第 i 個觀測量即為粗差。(4-48) 式中 n 為觀測量之數目， α 及 m 如同 (4-43) 式定義， τ_c 為當信心水平為 $(1 - \alpha/n)$ ，平差之自由度為 1 及 m 時之臨界值 (Pope, 1976)。平差時若以加權約制解算，則 (4-48) 式可測試其約制之值是否合理。若 (4-48) 式成立則該觀測量應於資料中剔除再做計算。當殘差之協變方矩陣不易計算時，可採用下列近似公式：

$$\sigma_{v_i} \approx \sqrt{\frac{n-u}{n}} \times \frac{\hat{\sigma}_0}{\sqrt{P_i}} \quad (4-49)$$

但其先決條件是觀測量之間彼此為不相關， P_i 為第 i 個觀測量之權值。

§4-5-2 重力網平差成果

1. 100 年度觀測資料平差成果

依據本計畫觀測所得相對重力觀測量計有 548 個觀測量，並結合內政部 93 年度一二等重力測量案觀測資料組成環線並結合已知重力點觀測量計有已知點相對重力觀測量 56 個、一等重力點相對重力觀測量 1,654 個及二等重力點相對重力觀測量 326 個等，合計共 2,584 個觀測量。依據前節所述平差計算方法及粗差偵錯方式，信心水平設定為 95%，分別進行自由網、最小約制及加權約制平差計算，經平差後已知點相對重力觀測量 55 個、一等重力點相對重力觀測量 1,558 個及二等重力點相對重力觀測量 294 個等，合計共 2,455 個觀測量，計 974 個重力點，其平差計算成果如以下所述：

(1) 自由網平差

自由網平差計算成果經粗差偵錯後，將 Pope's τ 值計算後大於臨界值之觀測量刪除，計刪除已知點相對重力觀測量 1 個、一等重力點相對重力觀測量 96 個及二等重力點相對重力觀測量 32 個等，合計共 129 個觀測量，觀測量刪除率為 5.0%。平差後計有 2,455 個觀測量，974 個重力點，後驗單位權變方為 1.00319， χ^2 分布之臨界值為 1572.693， χ^2 分布統計測試結果為 1491.459 小於臨界值，通過 χ^2 分布統計測試；在自由度為 1,482 時，Pope's τ_c 臨界值為 4.24，前述觀測量最大 Pope's τ 測試值為 4.18 (N372-N301，93 年度一二等重力測量案觀測資料)，均小於臨界值，顯示平差後觀測量粗差已符合統計測試結果。平差後重力值標準偏差最大為 0.084 mgal (點號 GR13 處)。

(2) 最小約制平差

最小約制平差計算成果經約制 HCHG (重力值 978913.960) 及粗差偵錯後，計刪除已知點相對重力觀測量 1 個、一等重力點相對重力觀測量 96 個及二等重力點相對重力觀測量 32 個等，合計共 129 個觀測量，觀測量刪除率為 5.0%。平差後計有 2,455 個觀測量，974 個重力點，後驗單位權變方為 1.00319， χ^2 分布之臨界值為 1572.693， χ^2 分布統計測試結果為 1491.459 小於臨界值，通過 χ^2 分布統計測試；在自由度為 1,482 時，Pope's τ_c 臨界值為 4.24，前述觀測量最大 Pope's τ 測試值為 4.18 (N372-N301，93 年度一二等重力測量案觀測資料)，均小於臨界值，顯示平差後觀測量粗差已符合統計測試結果。平差後重力值標準偏差最大為 0.084 mgal (點號

GR13 處)。

(3) 加權約制平差

加權約制平差計算成果係依據 93 年度已施測已知重力點重力值進行，計約制 HCHG、PKGG、YLLG、SMLG、AG08、TLGG、YMSG、TCHG、WFSG、DSIG、JSIG 等已知點，採用前述 Pope's τ 測試進行已知點檢測，其中 JSIG Pope's τ 值為 4.33 大於臨界值 4.25 判定不通過，不予固定。其後套合 HCHG 等 9 點及粗差偵錯後計有 2,455 個觀測量，974 個重力點，後驗單位權變方為 1.01785， χ^2 分布之臨界值為 1582.994， χ^2 分布統計測試結果為 1545.727 小於臨界值，通過 χ^2 分布統計測試；在自由度為 1,492 時，Pope's τ_c 臨界值為 4.25，前述觀測量最大 Pope's τ 測試值為 4.14 (N372-N301，93 年度一二等重力測量案觀測資料)，均小於臨界值，顯示平差後觀測量粗差已符合統計測試結果。平差後重力值標準偏差最大為 0.087 mgal (點號 GR13 處)。

2. 結合 93 年度重力觀測資料平差成果

重力網平差計算係依據本計畫觀測所得相對重力觀測量計有 548 個觀測量，並結合內政部 93 年度一二等重力測量案觀測資料計有已知點相對重力觀測量 56 個、一等重力點相對重力觀測量 1,914 個及二等重力點相對重力觀測量 10,786 個、一等水準點相對重力觀測量 80 個等，合計共 13,384 個觀測量。依據前節所述平差計算方法及粗差偵錯方式，信心水平設定為 95%，分別進行自由網、最小約制及加權約制平差計算，經平差後已知點相對重力觀測量 55 個、一等重力點相對重力觀測量 1,686 個及二等重力點相對重力觀測量 10,583 個、一等水準點相對重力觀測量 71 個等，合計共 12,943 個觀測量，計 4,653 個重力點，其平差計算成果如以下所述：

(1) 自由網平差

自由網平差計算成果經粗差偵錯後，將 Pope's τ 值計算後大於臨界值之觀測量刪除，計刪除已知點相對重力觀測量 1 個、一等重力點相對重力觀測量 228 個及二等重力點相對重力觀測量 203 個等及一等水準點相對重力觀測量 9 個，合計共 441 個觀測量，觀測量刪除率為 3.3%。自由網平差計算成果經粗差偵錯後計有 12,943 個觀測量，4,653 個重力點，後驗單位權變方為 0.91669， χ^2 分布之臨界值為 8508.038， χ^2 分布統計測試結果為

6970.526 小於臨界值，通過 χ^2 分布統計測試；在自由度為 8,295 時，Pope's τ_c 臨界值為 4.61，前述觀測量最大 Pope's τ 測試值為 4.57 (X024-4006，93 年度一二等重力測量案觀測資料)，均小於臨界值，顯示平差後觀測量粗差已符合統計測試結果。觀測量改正數分布如圖 4-7 所示。平差後重力值標準偏差最大為 0.160mgal (點號 U007 處)，標準偏差分布圖如 4-8。

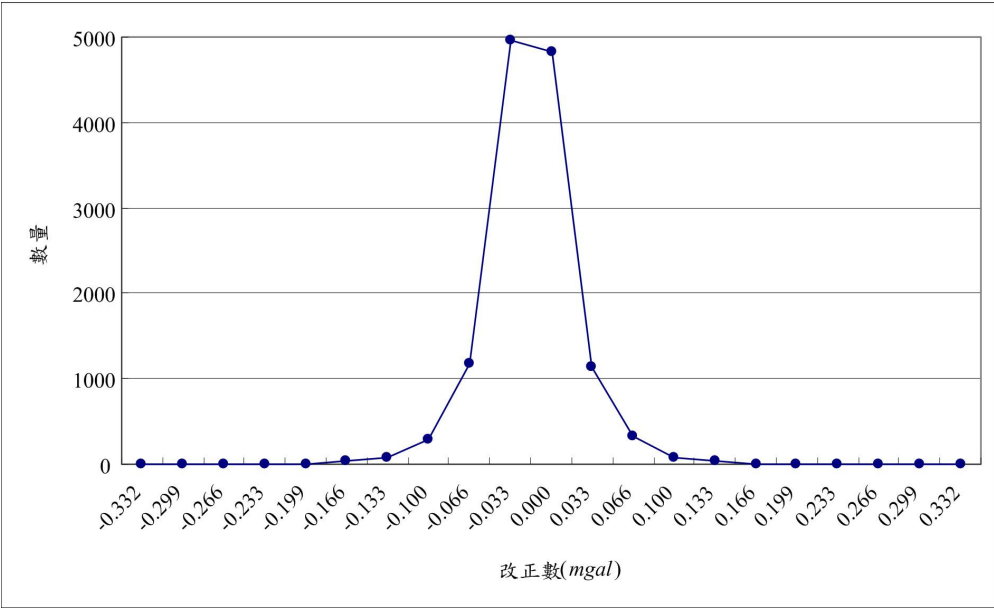


圖 4-7 自由網平差後觀測量改正數分布圖

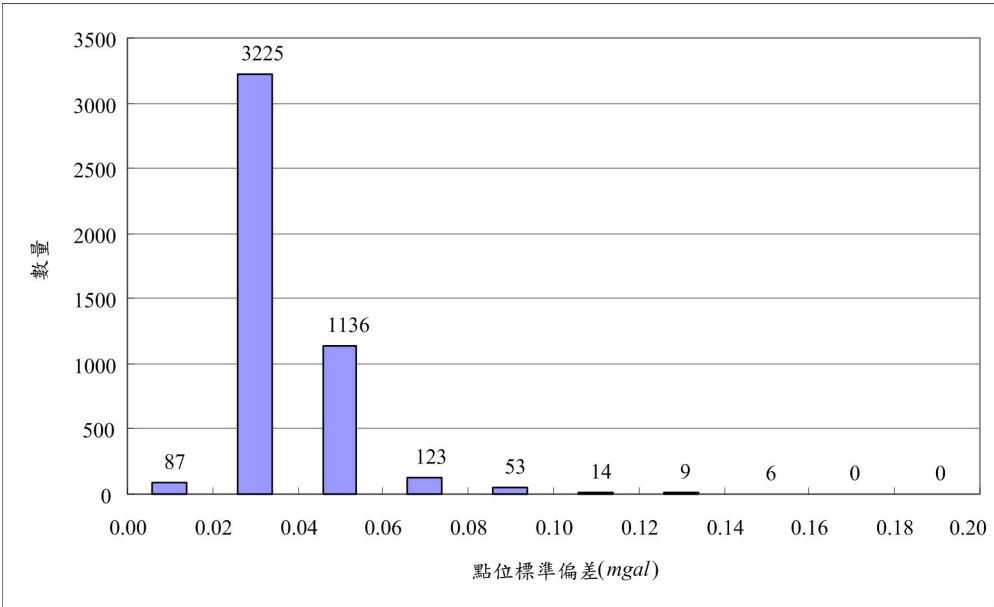


圖 4-8 自由網平差後標準偏差分布圖

(2) 最小約制平差

最小約制平差計算成果經約制 HCHG (重力值 978913.960) 及粗差偵錯後,計刪除已知點相對重力觀測量 1 個、一等重力點相對重力觀測量 228 個及二等重力點相對重力觀測量 203 個等及一等水準點相對重力觀測量 9 個,合計共 441 個觀測量,觀測量刪除率為 3.3%。平差後計有 12,943 個觀測量,4,653 個重力點,後驗單位權變方為 0.91669, χ^2 分布之臨界值為 8508.038, χ^2 分布統計測試結果為 6970.526 小於臨界值,通過 χ^2 分布統計測試;在自由度為 8,295 時,Pope's τ_c 臨界值為 4.61,前述觀測量最大 Pope's τ 測試值為 4.57 (X024-4006, 93 年度一二等重力測量案觀測資料),均小於臨界值,顯示平差後觀測量粗差已符合統計測試結果。觀測量改正數分布如圖 4-9 所示。平差後重力值標準偏差最大為 0.161 mgal (點號 U007 處),標準偏差分布圖如 4-10。

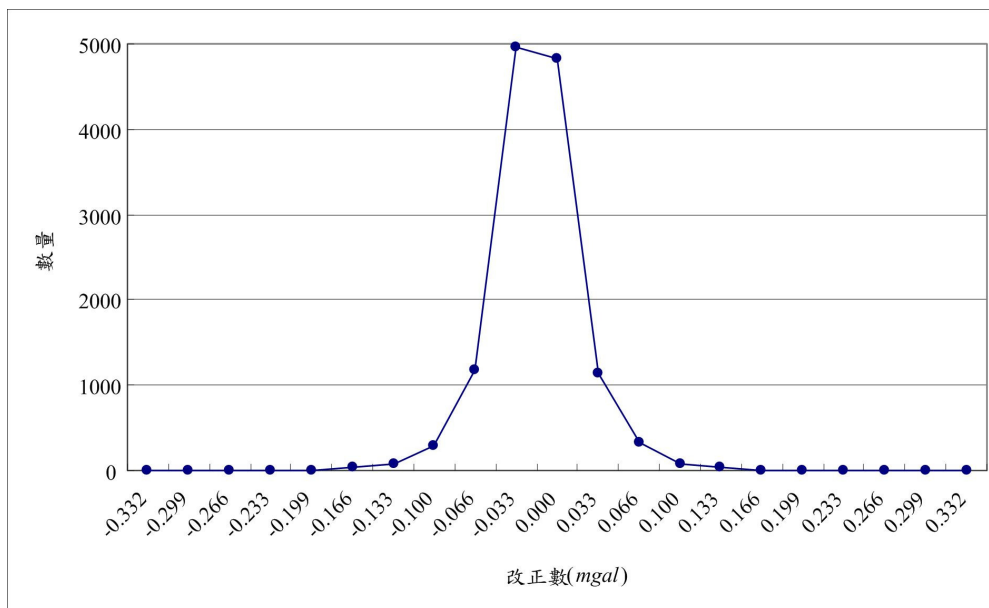


圖 4-9 最小約制平差後觀測量改正數分布圖

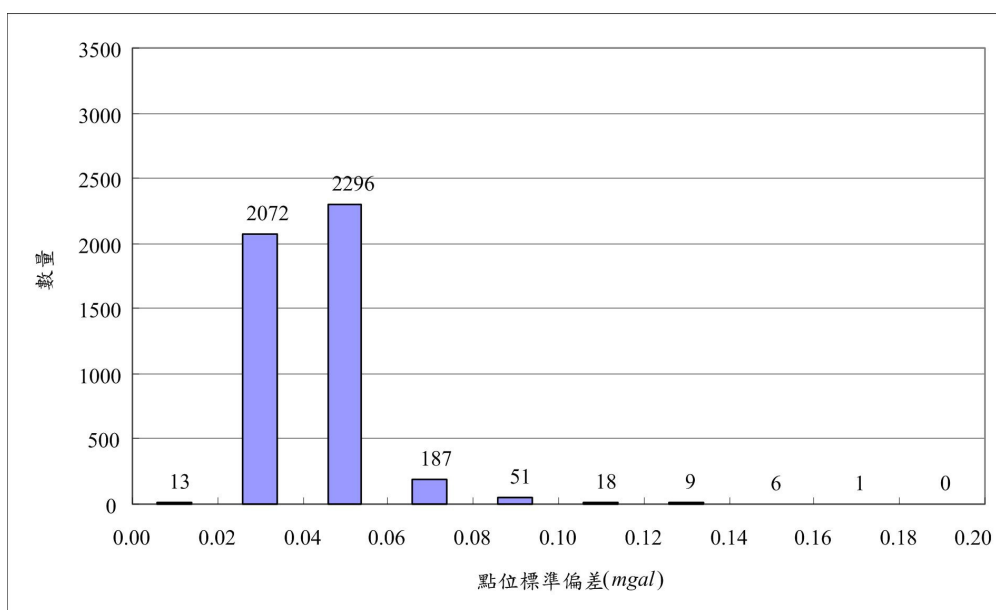


圖 4-10 最小約制平差後標準偏差分布圖

(3) 加權約制平差

加權約制平差計算成果係依據現有已知重力點重力值進行，如表 4-6 所示，採用前述 Pope's τ 測試進行已知點檢測，其中 YLIG、YMSG、HS01、YHEG 及 FSHG 等點 Pope's τ 值大於 Pope's τ_c 臨界值 4.61 判定不通過，不予固定。且因各已知重力點重力值精度係由各不同計畫及時間觀測而得，因此乃採用強制套合平差方式進行。其後約制 HCHG 等 10 點及粗差偵錯後計有 12,943 個觀測量，4,653 個重力點，後驗單位權變方為 0.91774， χ^2 分布之臨界值為 8522.217， χ^2 分布統計測試結果為 6998.302 小於臨界值，通過 χ^2 分布統計測試；在自由度為 8,309 時，Pope's τ_c 臨界值為 4.61，前述觀測量最大 Pope's τ 測試值為 4.46 (X024-4006，93 年度一二等重力測量案觀測資料)，均小於臨界值，顯示平差後觀測量粗差已符合統計測試結果。觀測量改正數分布如圖 4-11 所示。平差後重力值標準偏差最大為 0.160mgal (點號 U007 處)，標準偏差分布圖如 4-12。

表 4-6 已知重力點重力值成果表

項次	點號	已知重力值(mgal)	平差後較差(mgal)	先驗精度(mgal)	Pope's τ 值
1	HCHG	978913.960	0.00000	0.00001	1.450656
2	PKGG	978850.132	0.00000	0.00001	0.027025
3	YLIG	978807.125	-0.18893	1.00000	6.137897
4	SMLG	978607.794	0.00000	0.00001	1.364889
5	TLGG	978855.813	0.00000	0.00001	0.947722
6	YMSG	978814.266	0.18847	1.00000	6.604814
7	TCHG	978839.749	0.00000	0.00001	2.439043
8	WFSG	978806.291	0.00000	0.00001	2.432257
9	DSIG	978878.011	0.00000	0.00001	0.967662
10	JSIG	978746.909	0.00000	0.00001	3.531960
11	HS01	978901.910	0.42204	1.00000	13.528703
12	AG06	978713.816	0.00000	0.00001	0.000000
13	YHEG	978746.955	-0.20610	1.00000	6.695045
14	AG08	978810.215	0.00000	0.00001	1.372000
15	FSHG	978765.921	-0.08057	1.00000	5.413317

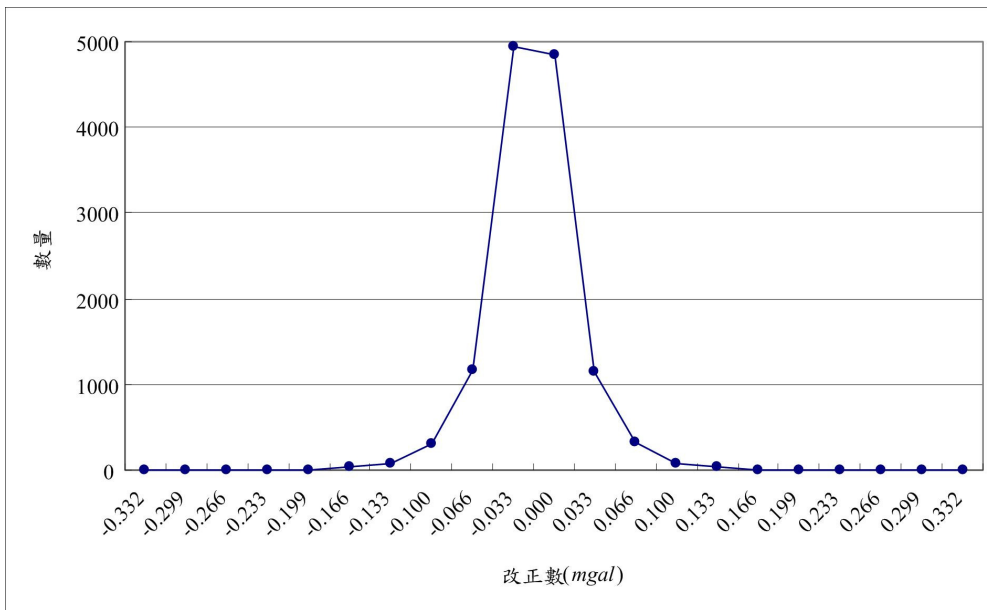


圖 4-11 加權約制平差後觀測量改正數分布圖

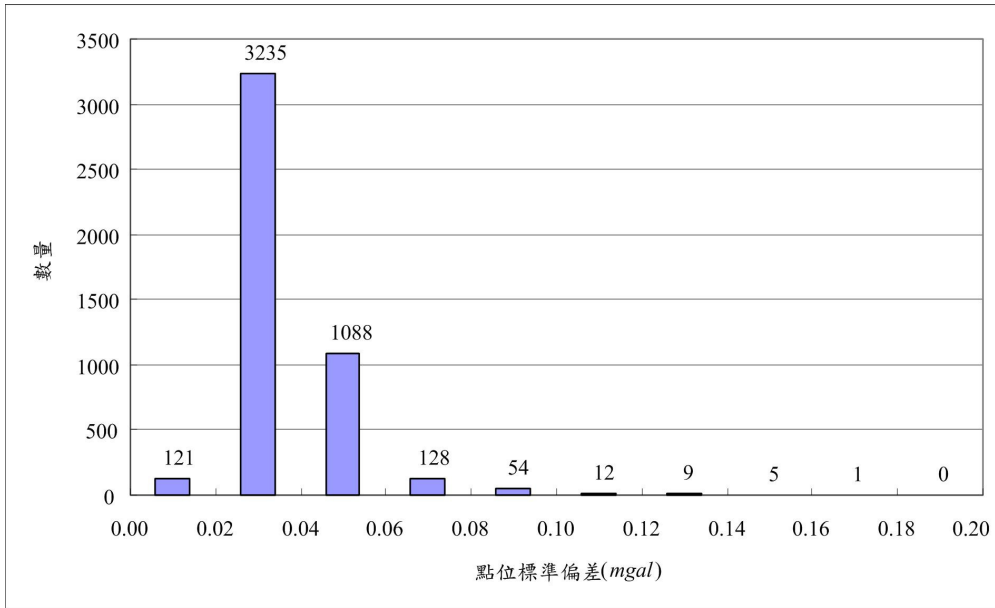


圖 4-12 加權約制平差後標準偏差分布圖

3. 平差成果比對

本年度整體重力網平差後，與原 93 年度重力測量平差成果進行比對，在已知重力點上重力較差值如表 4-7 所示，其中最大者係本年度整體平差已知點檢核不符之點位。同時統計所有重力點之較差結果如圖 4-13 所示，兩次平差皆計算重力值計有 4,343 點，其中較差值超過 $\pm 0.2\text{mgal}$ 的點位計有 219 點，佔所有點比例為 5.0%，顯示絕大部分點位本年度平差前後未有明顯變動。

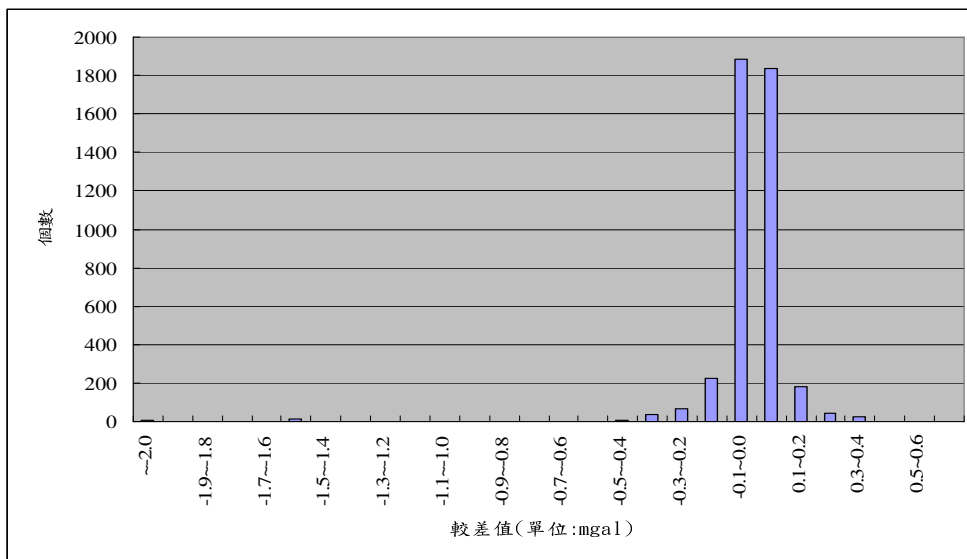


圖 4-13 平差後點位重力較差分布圖

表 4-7 已知點比對較差表

點號	點名	93 年度重力測量平差成果	較差	備註
FSHA	鳳山絕對重力點副點	978765.374	0.130901	
FSHG	鳳山絕對重力點正點	978765.940	-0.107665	
HCHA	新竹絕對重力點副點	978912.059	-0.029500	
HCHG	新竹絕對重力點正點	978913.979	-0.018650	
TLGA	花蓮絕對重力點副點	978855.870	-0.000740	
TLGG	花蓮絕對重力點正點	978855.821	-0.007731	
TCHA	台中絕對重力點副點	978839.666	-0.074447	
TCHG	台中絕對重力點正點	978839.789	-0.040436	
DSIA	大溪絕對重力點副點	978878.536	-0.001988	
DSIG	大溪絕對重力點正點	978878.024	-0.000170	
YLIG	玉里絕對重力點正點	978806.985	0.140085	
SMLG	日月潭絕對重力點正點	978607.761	0.033317	
YMSG	陽明山絕對重力點正點	978814.303	-0.036747	
WFSG	五分山絕對重力點正點	978806.236	0.055469	
JSIG	甲仙絕對重力點正點	978746.791	0.118297	
YHEG	爺亨絕對重力點正點	978746.441	0.095601	

單位：mgal

第五章 結論與建議

§5-1 成果討論

內政部自 92 年起開始辦理重力測量工作，所觀測的點位由線狀逐漸擴展至網狀的分布，幾已拓展之全國範圍，本計畫接續辦理後續山區部分之測量，相較之前多為道路或平地區域，其困難度亦大幅之提昇，惟仍能順利完成本年度之工作內容，故初步可獲致以下成果：

1. 施測臺灣東北部及中央山脈地區 271 個點位之一等重力觀測成果（其中 216 點為新測點位），補足原一、二等重力網中本島東北部之缺漏，故全國重力網僅餘東南部地區（預定 101 年度施測）外，已建立完整而嚴密之重力觀測資料。
2. 新觀測之重力成果，合併原有一、二等重力網進行計算，其平差成果分別如下：
 - (1) 自由網平差：自由網平差計算成果經粗差偵錯後計有 12,947 個觀測量，4,653 個重力點，後驗單位權變方為 0.91669， χ^2 分布之臨界值為 8508.038， χ^2 分布統計測試結果為 6970.526 小於臨界值，通過 χ^2 分布統計測試；在自由度為 8,295 時， τ_c 臨界值為 4.61，觀測量最大 τ 測試值為 4.57，均小於 τ_c 臨界值，平差後觀測量粗差符合統計測試結果。
 - (2) 最小約制平差：最小約制平差計算成果經約制 HCHG（重力值 978913.960）及粗差偵錯後計有 12,947 個觀測量，4,653 個重力點，後驗單位權變方為 0.91669， χ^2 分布之臨界值為 8508.038， χ^2 分布統計測試結果為 6970.526 小於臨界值，通過 χ^2 分布統計測試；在自由度為 8,295 時， τ_c 臨界值為 4.61，觀測量最大 τ 測試值為 4.57，均小於 τ_c 臨界值，平差後觀測量粗差符合統計測試結果。
 - (3) 加權約制平差計算成果係採用強制套合平差方式進行，共約制於 HCHG 等 10 點成果上，粗差偵錯後計有 12,947 個觀測量，4,653 個重力點，後驗單位權變方為 0.91774， χ^2 分布之臨界值為 8522.217， χ^2 分布統計測試結果為 6998.302 小於臨界值，通過 χ^2 分布統計測試；在自由度為 8,309 時， τ_c 臨界值為 4.61，前述觀測量最大 τ 測試值為 4.46，均小於 τ_c 臨界值，平差後觀測量粗差符合統計測試結果。

§5-2 後續執行之建議

依照本年度執行之過程與內容，對於往後（含明年度計畫）執行上，提出以下 2 點建議，供主管單位參考：

1. 山區點位之重力測量工作，取決於山區環境與天候的影響，以本年度為例，相對於以往來說，實際下雨的天數及雨量已較為稀少（且颱風侵襲的次數亦明顯較少），但山區極少數點位仍因此拖延達 1 個半月之久，作業人員均只能待命而無法入山作業，故執行山區重力作業仍應儘量考量於冬季進行（建議於 4 月底梅雨季來臨之前），以避免延誤整個計畫的期程。
2. 本計畫之平差作業的進行，雖經主辦單位與諸委員建議合併內政部已建置完成之各項重力成果計算，但實際執行作業時，由於各計畫精度、來源及時程不同，造成實際處理需相當大人力與時間，對本計畫的經費與時程造成相當大的負擔，以本年度執行上，僅勉力完成本島一、二等重力網的銜接（幾占總工期的 2/5 時程），若明年度再加入新的觀測資料及其它原有重力資料，則時程上恐相當吃力，亦無法得到最佳之整合成果，故建議主管單位可另行獨立開設計畫，專責處理相關資料整合平差工作，以使兩者均能順利達成並得到最佳的品質結果。

附錄 A 重力點清查成果表

序號	點名	點號	類別及等級	點位來源	椿標種類	標石號碼	所在地點	備註
1	寶來	AG06	絕對重力點	絕對重力點	鋼標	AG06	高雄市六龜區	一等重力測線
2	台南	AG08	絕對重力點	絕對重力點	鋼標	AG08	臺南市東區	一等重力測線
3	新竹主點	HS01	絕對重力點	絕對重力點	鋼釘	無	新竹市東區	一等重力測線
4	北港	PKGG	絕對重力點	絕對重力點	鋼標	無	雲林縣北港鎮	一等重力測線
5	台中	TCHG	絕對重力點	絕對重力點	鋼標	TCHG	臺中市南屯區	率定用
6	太魯閣	TLGG	絕對重力點	絕對重力點	鋼釘	無	花蓮縣秀林鄉	一等重力測線
7	爺亨	YHEG	絕對重力點	絕對重力點	鋼標	YHEG	桃園縣復興鄉	已知點
8	天祥	E091	一等重力點	一等衛星控制點	鋼標	無	花蓮縣秀林鄉	已知點
9	環山	M031	一等重力點	一等衛星控制點	鋼標	S031	臺中市和平區	
10	石門山	M089	一等重力點	一等衛星控制點	花崗石	6389	南投縣仁愛鄉	已知點
11	達見	M091	一等重力點	一等衛星控制點	鋼標	無	臺中市和平區	
12	觀霧	N032	一等重力點	一等衛星控制點	花崗石	S032	新竹縣五峰鄉	已知點
13	三星山	N040	一等重力點	一等衛星控制點	花崗石	無	宜蘭縣南澳鄉	
14	林望眼山	N054	一等重力點	一等衛星控制點	花崗石	6254	新北市烏來區	
15	新竹	HCHA	二等重力點	絕對重力點副點	鋼標	無	新竹市東區	一等重力測線
16	北港追蹤站副點 A	PKGA	二等重力點	絕對重力點副點	鋼標	PKGA	雲林縣北港鎮	一等重力測線
17	北港追蹤站副點 B	PKGB	二等重力點	絕對重力點副點	鋼標	PKGB	雲林縣北港鎮	一等重力測線
18	北港追蹤站副點 C	PKGK	二等重力點	絕對重力點副點	鋼標	PKGK	雲林縣北港鎮	一等重力測線
19	太魯閣	TLGA	二等重力點	絕對重力點副點	鋼標	無	花蓮縣秀林鄉	一等重力測線
20	成功大學	X009	二等重力點	絕對重力點副點	鋼標	X009	臺南市東區	一等重力測線
21	戴熙國小	6015	二等重力點	一等水準點	鋼標	6015	新竹市北區	一等重力測線
22	新竹圍管區	6016	二等重力點	一等水準點	鋼標	6016	新竹市東區	一等重力測線
23	赤土崎	6017	二等重力點	一等水準點	鋼標	6017	新竹市東區	一等重力測線
24	大彎村	7015	二等重力點	一等水準點	鋼標	7015	桃園縣復興鄉	已知點
25	高義	7020	二等重力點	一等水準點	鋼標	7020	桃園縣復興鄉	
26	蘇樂	7023	二等重力點	一等水準點	鋼標	7023	桃園縣復興鄉	已知點
27	大漢橋北	7027	二等重力點	一等水準點	鋼標	7027	桃園縣復興鄉	
28	禪光寺	8090	二等重力點	一等水準點	鋼標	8090	花蓮縣秀林鄉	一等重力測線
29	六分子	9008	二等重力點	一等水準點	鋼標	9008	新北市新店區	已知點
30	粉鳥北	9058	二等重力點	一等水準點	鋼標	9058	宜蘭縣蘇澳鎮	已知點
31	海岸山	9066	二等重力點	一等水準點	鋼標	9066	宜蘭縣南澳鄉	已知點
32	和平北	9077	二等重力點	一等水準點	鋼標	9077	花蓮縣秀林鄉	已知點
33	第 119 號橋	9092	二等重力點	一等水準點	鋼標	9092	花蓮縣秀林鄉	一等重力測線
34	變電所	9098	二等重力點	一等水準點	鋼標	9098	花蓮縣秀林鄉	已知點
35	僑美國小	I031	二等重力點	一等水準點	鋼標	I031	雲林縣北港鎮	一等重力測線
36	北港停車場	I032	二等重力點	一等水準點	鋼標	I032	雲林縣北港鎮	一等重力測線
37	台南公園	I072	二等重力點	一等水準點	鋼標	I072	臺南市北區	一等重力測線
38	開元陸橋	J001	二等重力點	一等水準點	鋼標	J001	臺南市北區	一等重力測線
39	妙通寺	J035	二等重力點	一等水準點	鋼標	J035	高雄市六龜區	一等重力測線
40	寶來國中	J036	二等重力點	一等水準點	鋼標	J036	高雄市六龜區	一等重力測線
41	囉囉埔	J037	二等重力點	一等水準點	鋼標	J037	高雄市六龜區	一等重力測線
42	台南節點	X210	二等重力點	一等水準點	鋼標	X210	臺南市東區	一等重力測線
43	大禹嶺節點	X301	二等重力點	一等水準點	鋼標	X301	花蓮縣秀林鄉	
44	太魯閣節點	X302	二等重力點	一等水準點	鋼標	X302	花蓮縣秀林鄉	一等重力測線
45	見晴山	1550	二等重力點	二等三角點	花崗石	1550	宜蘭縣大同鄉	
46	山櫻	1551	二等重力點	二等三角點	花崗石	1551	宜蘭縣南澳鄉	
47	太保久	M323	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	6323	臺中市和平區	
48	更孟山	M425	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	1225	臺中市和平區	
49	北合歡山	M451	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	1451	南投縣仁愛鄉	
50	卯木山	M477	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	6377	南投縣仁愛鄉	

序號	點名	點號	類別及等級	點位來源	椿標種類	標石號碼	所在地點	備註
51	櫻櫻峰	M487	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	6387	南投縣仁愛鄉	已知點
52	真烈巴	M491	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	6391	南投縣仁愛鄉	
53	麻加拉路	M494	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	6394	南投縣仁愛鄉	
54	江澤山	M551	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	6251	苗栗縣泰安鄉	
55	吹上山	M599	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	6599	臺中市和平區	
56	加利山	M619	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	6619	苗栗縣泰安鄉	
57	梨山	M905	二等重力點	二等衛星控制點	鋼標	M905	臺中市和平區	
58	尾上山	M939	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	5939	南投縣仁愛鄉	
59	母安山	M959	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	5959	南投縣仁愛鄉	
60	大舌湖山	N309	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	1009	新北市坪林區	已知點
61	倒吊蓮山	N328	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	1128	新北市坪林區	
62	直潭山	N392	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	1092	新北市石碇區	
63	旗山	N429	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	6229	宜蘭縣大同鄉	
64	東保津寒	N445	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	內補 445	宜蘭縣大同鄉	
65	馬崙砲台	N467	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	6267	桃園縣復興鄉	已知點
66	東澳國小	N547	二等重力點	二等衛星控制點	鋼標	G247	宜蘭縣蘇澳鎮	已知點
67	眉有岩	N553	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	1553	宜蘭縣大同鄉	
68	石尖山	N701	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	701	新北市石碇區	
69	樟桔坑山	N816	二等重力點	二等衛星控制點	花崗石	816	新北市坪林區	
70	志良久	4172	二等重力點	三等三角點	花崗石	4172	新北市烏來區	
71	富太山	4327	二等重力點	三等三角點	花崗石	4327	宜蘭縣南澳鄉	
72	能高	5942	二等重力點	三等三角點	花崗石	5942	花蓮縣秀林鄉	
73	檜山	6253	二等重力點	三等三角點	花崗石	6253	新北市烏來區	
74	明間山	6304	二等重力點	三等三角點	花崗石	6304	臺中市和平區	
75	羽利羽利山	6305	二等重力點	三等三角點	花崗石	6305	苗栗縣泰安鄉	
76	烏來停車場	F021	二等重力點	三等衛星控制點	黑花崗石	F021	新北市烏來區	
77	坪林茶葉博物館	F023	二等重力點	三等衛星控制點	黑花崗石	F023	新北市坪林區	
78	中央坑	F227	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	F227	新北市石碇區	已知點
79	大崙	F239	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F239	新北市石碇區	已知點
80	樟空子	F263	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F263	新北市石碇區	
81	觀音	F264	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F264	新北市石碇區	
82	北勢	F266	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F266	新北市坪林區	
83	雲海茶園	F267	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F267	新北市石碇區	
84	永安社區	F277	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F277	新北市石碇區	
85	文山農場	F281	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F281	新北市新店區	已知點
86	印月禪寺	F292	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F292	新北市新店區	已知點
87	石槽	F297	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F297	新北市坪林區	
88	溝乾子	F298	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F298	新北市坪林區	
89	大粗坑	F299	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F299	新北市新店區	
90	七寮	F301	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	F301	新北市三峽鎮	已知點
91	禪光寺	F302	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F302	新北市三峽區	已知點
92	青欣農場	F310	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F310	新北市新店區	
93	竹崙	F311	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	F311	新北市三峽區	
94	三星	G003	二等重力點	三等衛星控制點	黑花崗石	G003	宜蘭縣三星鄉	已知點
95	碧候	G008	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	G008	宜蘭縣南澳鄉	已知點
96	福德坑	G017	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G017	宜蘭縣頭城鎮	已知點
97	平元	G018	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	S142	宜蘭縣大同鄉	
98	碧水	G022	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G022	宜蘭縣大同鄉	
99	四季	G025	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	G025	宜蘭縣大同鄉	
100	草湳	G030	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G030	宜蘭縣礁溪鄉	已知點

序號	點名	點號	類別及等級	點位來源	椿標種類	標石號碼	所在地點	備註
101	蛇仔崙	G031	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G031	宜蘭縣礁溪鄉	已知點
102	南溪	G046	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	G046	宜蘭縣南澳鄉	
103	南山	G048	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G048	宜蘭縣大同鄉	
104	長嶺	G070	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	G070	宜蘭縣員山鄉	
105	崙埤	G081	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G081	宜蘭縣大同鄉	
106	馬當	G082	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G082	宜蘭縣大同鄉	
107	萬富	G087	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	G087	宜蘭縣三星鄉	已知點
108	人和	G088	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G088	宜蘭縣三星鄉	
109	馬諾源	G089	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G089	宜蘭縣大同鄉	
110	長水引	G092	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G092	宜蘭縣南澳鄉	已知點
111	松蘿	G098	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	G098	宜蘭縣大同鄉	
112	明池	G099	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G4087	宜蘭縣大同鄉	
113	則前	G100	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G100	宜蘭縣大同鄉	
114	澳花	G103	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G103	宜蘭縣南澳鄉	已知點
115	牛鬥	G108	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G108	宜蘭縣大同鄉	
116	西村	G109	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G4088	宜蘭縣大同鄉	
117	赤水	G110	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G110	宜蘭縣大同鄉	
118	金岳	G111	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	G111	宜蘭縣南澳鄉	
119	棲蘭	G119	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G119	宜蘭縣大同鄉	
120	智腦	G126	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	G126	宜蘭縣大同鄉	
121	埤尾	G129	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G129	宜蘭縣蘇澳鎮	已知點
122	永樂	G130	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G130	宜蘭縣蘇澳鎮	已知點
123	樂水	G133	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	G133	宜蘭縣大同鄉	
124	土場	G134	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G134	宜蘭縣大同鄉	
125	嘉羅	G135	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G135	宜蘭縣大同鄉	
126	水門	G139	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G139	宜蘭縣大同鄉	
127	白嶺	G141	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G141	宜蘭縣大同鄉	
128	東澳	G142	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G142	宜蘭縣南澳鄉	
129	四區	G143	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G143	宜蘭縣南澳鄉	已知點
130	翠峰	G144	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G144	宜蘭縣南澳鄉	
131	敦厚	G145	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	G145	宜蘭縣大同鄉	
132	清水湖	G152	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	G235	宜蘭縣大同鄉	
133	冷水坑	G153	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	0	宜蘭縣員山鄉	
134	石門	G154	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	左斷 6-1	宜蘭縣大同鄉	
135	淋漓	G155	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	0	宜蘭縣冬山鄉	已知點
136	大進	G156	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	G238	宜蘭縣冬山鄉	已知點
137	鷹嘴嶺	G157	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標		宜蘭縣頭城鎮	已知點
138	福山	G159	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G001	宜蘭縣員山鄉	已知點
139	仁澤	G162	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	1	宜蘭縣大同鄉	
140	南拳母山	GP04	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	GP04	宜蘭縣大同鄉	
141	玉蘭	GP05	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	8728	宜蘭縣大同鄉	
142	英士	GP07	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	8725	宜蘭縣大同鄉	
143	溫龍	GP08	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	GP08	宜蘭縣三星鄉	
144	北濱	GP09	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	GB07	宜蘭縣蘇澳鎮	
145	留茂安	GP10	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	GP10	宜蘭縣大同鄉	
146	金洋	GP12	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	GP12	宜蘭縣南澳鄉	
147	榮華大壩	H238	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	H238	桃園縣復興鄉	
148	雪霧閣一	H239	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	H239	桃園縣復興鄉	
149	上巴陵	H246	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	H246	桃園縣復興鄉	
150	博愛國小谷關分校	L205	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	L205	臺中市和平區	已知點

序號	點名	點號	類別及等級	點位來源	椿標種類	標石號碼	所在地點	備註
151	武陵	L224	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	L224	臺中市和平區	
152	武陵農場	L225	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	L225	臺中市和平區	
153	思源站牌	L228	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	L228	臺中市和平區	
154	思源埡口	L229	二等重力點	三等衛星控制點	花崗石	L229	臺中市和平區	
155	武陵山莊	L230	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	NO13	臺中市和平區	
156	翠巒	MP59	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	MP59	南投縣仁愛鄉	
157	智遠莊	MW01	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	MW01	南投縣仁愛鄉	
158	史宅	MW02	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	MW02	南投縣仁愛鄉	
159	松泉岡二	MW03	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	MW03	南投縣仁愛鄉	
160	合作	MW06	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	MW06	南投縣仁愛鄉	
161	靜觀	MW07	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	MW07	南投縣仁愛鄉	
162	平靜二	MW09	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	MW09	南投縣仁愛鄉	
163	翠峰	MW10	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	MW10	南投縣仁愛鄉	
164	白狗二	MW12	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	MW12	南投縣仁愛鄉	
165	手比倫	MW14	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	MW14	南投縣仁愛鄉	
166	立鷹	MW15	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	MW15	南投縣仁愛鄉	已知點
167	武令山	MW20	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	MW20	南投縣仁愛鄉	
168	廬山溫泉	MW29	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	MW29	南投縣仁愛鄉	
169	松泉岡一	MZ24	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	MZ24	南投縣仁愛鄉	
170	武嶺	MZ25	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	8523	南投縣仁愛鄉	
171	鴛鴦湖一	S273	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	S271	新竹縣尖石鄉	
172	鴛鴦湖二	S274	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	S272	新竹縣尖石鄉	
173	工作站一	S275	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	S275	新竹縣尖石鄉	
174	兆豐	U007	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	GB07	花蓮縣鳳林鎮	已知點
175	列柏克	U020	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U020	花蓮縣秀林鄉	
176	加灣	U027	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U027	花蓮縣秀林鄉	已知點
177	佳民	U028	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U028	花蓮縣秀林鄉	
178	新城	U030	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U030	花蓮縣新城鄉	已知點
179	嘉里	U032	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U032	花蓮縣新城鄉	
180	嘉新	U038	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U038	花蓮縣新城鄉	
181	銅門(一)	U047	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U047	花蓮縣秀林鄉	
182	南昌	U050	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U050	花蓮縣吉安鄉	
183	南華	U055	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	U055	花蓮縣吉安鄉	已知點
184	廣賢	U057	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U057	花蓮縣吉安鄉	
185	光華	U060	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U060	花蓮縣吉安鄉	
186	光華四村	U061	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	U061	花蓮縣吉安鄉	
187	忠孝新村	U065	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U065	花蓮縣壽豐鄉	已知點
188	吳全(二)	U071	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U071	花蓮縣壽豐鄉	已知點
189	月眉	U077	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	U077	花蓮縣壽豐鄉	
190	上月眉	U082	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U082	花蓮縣壽豐鄉	
191	朝保	U085	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U085	花蓮縣壽豐鄉	
192	豐坪	U086	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U086	花蓮縣壽豐鄉	
193	溪口	U091	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	U091	花蓮縣壽豐鄉	
194	豐坪南	U092	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	U092	花蓮縣壽豐鄉	
195	米棧(一)	U093	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U093	花蓮縣壽豐鄉	
196	北坑	U095	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U095	花蓮縣壽豐鄉	
197	北林	U103	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	U103	花蓮縣鳳林鎮	已知點
198	中興	U104	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U104	花蓮縣壽豐鄉	
199	牛山	U107	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U107	花蓮縣壽豐鄉	已知點
200	南坑頭	U108	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	U108	花蓮縣壽豐鄉	

序號	點名	點號	類別及等級	點位來源	椿標種類	標石號碼	所在地點	備註
201	關原	U186	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	GD11	花蓮縣秀林鄉	
202	龍潤	U194	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	GB04	花蓮縣秀林鄉	
203	成源	U227	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	GA05	花蓮縣吉安鄉	
204	合流	U228	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	T2	花蓮縣秀林鄉	已知點
205	西寶	U229	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	NO.3	花蓮縣秀林鄉	
206	洛韶	U230	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G4050	花蓮縣秀林鄉	
207	壽豐	U231	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	L24	花蓮縣壽豐鄉	
208	龍溪	U232	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	HM907	花蓮縣秀林鄉	
209	崩坎	U233	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	GA15	花蓮縣壽豐鄉	
210	磐石	U234	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	HM009	花蓮縣秀林鄉	
211	奇萊	U235	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	109	花蓮縣秀林鄉	
212	銅門	U240	二等重力點	三等衛星控制點	鋼標	N670	花蓮縣秀林鄉	
213	慈恩	U249	二等重力點	三等衛星控制點	石椿	G4048	花蓮縣秀林鄉	
214	論外	G981	二等重力點	地殼變動基準點	鋼標	G981	花蓮縣吉安鄉	
215	烏帽子	G986	二等重力點	地殼變動基準點	鋼標	G986	花蓮縣秀林鄉	
216	可樂派	G988	二等重力點	地殼變動基準點	鋼標	G988	花蓮縣秀林鄉	
217	半路店	GE012	二等重力點	重力點	鋼標	GE012	新北市石碇區	
218	火燒寮	GE014	二等重力點	重力點	鋼標	GE014	新北市平溪區	已知點
219	信賢	GE021	二等重力點	重力點	鋼標	GE021	新北市烏來區	
220	孝義	GE022	二等重力點	重力點	鋼標	GE022	新北市烏來區	
221	桶后	GE023	二等重力點	重力點	鋼標	GE023	新北市烏來區	
222	屯鹿	GE024	二等重力點	重力點	鋼標	GE024	新北市烏來區	
223	卡拉東	GE038	二等重力點	重力點	鋼標	GE038	桃園縣復興鄉	
224	雪霧閣	GE040	二等重力點	重力點	鋼標	GE040	桃園縣復興鄉	
225	卡色關三橋	GE046	二等重力點	重力點	鋼標	GE046	桃園縣復興鄉	已知點
226	樂山	GE052	二等重力點	重力點	鋼標	GE052	新竹縣五峰鄉	已知點
227	裡冷巷	GE076	二等重力點	重力點	鋼標	GE076	臺中市和平區	已知點
228	松崗西	GE114	二等重力點	重力點	鋼標	GE114	南投縣仁愛鄉	
229	松嶺山	GE115	二等重力點	重力點	鋼標	GE115	南投縣仁愛鄉	
230	司馬庫斯	GE161	二等重力點	重力點	鋼標	GE161	新竹縣尖石鄉	已知點
231	秀巒	GE172	二等重力點	重力點	鋼標	GE172	新竹縣尖石鄉	已知點
232		F262A	二等重力點	臨時點	鋼釘		新北市新店區	F262 遺失
233		F278A	二等重力點	臨時點	鋼釘		新北市坪林區	F278 遺失
234		F280A	二等重力點	臨時點	鋼釘		新北市坪林區	F280 遺失
235		F307A	二等重力點	臨時點	鋼釘		新北市烏來區	F307 遺失
236		G079A	二等重力點	臨時點	鋼釘		宜蘭縣南澳鄉	G079 遺失
237		G115A	二等重力點	臨時點	鋼釘		宜蘭縣南澳鄉	G115 遺失
238		G122A	二等重力點	臨時點	鋼釘		宜蘭縣大同鄉	G122 遺失
239		G131A	二等重力點	臨時點	鋼釘		宜蘭縣大同鄉	G131 遺失
240		G136A	二等重力點	臨時點	鋼釘		宜蘭縣大同鄉	G136 遺失
241		G137A	二等重力點	臨時點	鋼釘		宜蘭縣蘇澳鎮	G137 遺失
242		H240A	二等重力點	臨時點	鋼釘		桃園縣復興鄉	H240 遺失
243		S276A	二等重力點	臨時點	鋼釘		新竹縣尖石鄉	S276 遺失
244		U044A	二等重力點	臨時點	鋼釘		花蓮縣花蓮市	U044 遺失
245		U045A	二等重力點	臨時點	鋼釘		花蓮縣吉安鄉	U045 遺失
246		U087A	二等重力點	臨時點	鋼釘		花蓮縣壽豐鄉	U087 遺失
247		U094A	二等重力點	臨時點	鋼釘		花蓮縣壽豐鄉	U094 遺失
248		U226A	二等重力點	臨時點	鋼釘		花蓮縣吉安鄉	U226 遺失
249		GR01	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		新北市烏來區	
250		GR02	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		新北市烏來區	

序號	點名	點號	類別及等級	點位來源	椿標種類	標石號碼	所在地點	備註
251		GR03	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		新北市烏來區	
252		GR04	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		新北市烏來區	
253		GR05	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		新北市烏來區	
254		GR06	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		新北市烏來區	
255		GR07	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		宜蘭縣南澳鄉	
256		GR08	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		宜蘭縣南澳鄉	
257		GR09	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		宜蘭縣南澳鄉	
258		GR10	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		宜蘭縣大同鄉	
259		GR11	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		桃園縣復興鄉	
260		GR12	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		新北市烏來區	
261		GR13	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		花蓮縣秀林鄉	
262		GR14	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		花蓮縣秀林鄉	
263		GR15	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		苗栗縣泰安鄉	
264		GR16	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		苗栗縣泰安鄉	
265		GR17	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		苗栗縣泰安鄉	
266		GR18	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		南投縣仁愛鄉	
267		GR19	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		宜蘭縣南澳鄉	
268		GR20	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		宜蘭縣南澳鄉	
269		GR21	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		宜蘭縣南澳鄉	
270		GR22	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		宜蘭縣南澳鄉	
271		GR23	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		宜蘭縣南澳鄉	
272		GR24	二等重力點	山區臨時點	鋼釘		宜蘭縣南澳鄉	

附錄 B 重力測量測段往返閉合差成果表

序號	測線名稱	起點站名	終點站名	觀測日期	原始重力差 (mgal)			系統誤差改正後重力差 (mgal)		
					往測	返測	閉合差	往測	返測	閉合差
1	7027-G119-1	7027	G109	100/04/19	-55.6276	55.6640	0.0364	-55.6413	55.6821	0.0409
2	7027-G119-1	G109	G099	100/04/19	-2.2721	2.2408	-0.0313	-2.2984	2.2645	-0.0339
3	7027-G119-1	G099	G119	100/04/19	21.2281	-21.2373	-0.0092	21.2265	-21.2320	-0.0054
4	9008-N392-1	9008	F262A	100/03/30	-33.8404	33.8292	-0.0112	-33.8564	33.8558	-0.0006
5	9008-N392-1	F262A	N701	100/03/30	-86.5965	86.5812	-0.0153	-86.6721	86.6637	-0.0084
6	9008-N392-1	N701	GE012	100/03/30	116.5394	-116.4835	0.0559	116.5951	-116.5638	0.0312
7	9008-N392-1	GE012	F267	100/03/30	-83.6771	83.6328	-0.0443	-83.7491	83.6836	-0.0655
8	9008-N392-1	F267	N392	100/03/30	-2.2040	2.2442	0.0402	-2.2660	2.2330	-0.0330
9	9058-G130-1	9058	N547	100/05/02	29.5316	-29.5270	0.0046	29.5764	-29.5848	-0.0084
10	9058-G130-1	N547	G142	100/05/02	-0.3271	0.3403	0.0132	-0.4162	0.4202	0.0039
11	9058-G130-1	G142	G137A	100/05/02	-67.6494	67.6739	0.0245	-67.5888	67.6113	0.0225
12	9058-G130-1	G137A	GP09	100/05/02	65.5610	-65.5306	0.0304	65.5446	-65.5624	-0.0178
13	9058-G130-1	GP09	G129	100/05/02	-7.1462	7.1991	0.0529	-7.2459	7.2461	0.0003
14	9058-G130-1	G129	G130	100/05/02	-9.9734	9.9934	0.0200	-9.9792	9.9709	-0.0083
15	9066-9077-1	9066	G092	100/05/03	-39.8736	39.8867	0.0131	-39.9848	40.0400	0.0552
16	9066-9077-1	G092	GP12	100/05/03	18.0795	-17.9689	0.1106	18.1236	-18.0862	0.0374
17	9066-9077-1	GP12	G115A	100/05/03	-113.1106	113.0850	-0.0256	-113.1744	113.1125	-0.0619
18	9066-9077-1	G115A	G103	100/05/03	123.9490	-123.8338	0.1152	123.8630	-123.8538	0.0092
19	9066-9077-1	G103	9077	100/05/03	-0.8573	0.8856	0.0283	-0.7860	0.7859	-0.0002
20	AG06-AG06-1	AG06	J035	100/03/30	-8.5402	8.5318	-0.0084	-8.5030	8.5017	-0.0014
21	AG06-AG06-1	J035	J036	100/03/30	7.8656	-7.7998	0.0658	7.8560	-7.7845	0.0715
22	AG06-AG06-1	J036	J037	100/03/30	-17.3037	17.1988	-0.1049	-17.2864	17.1817	-0.1048
23	AG06-AG06-1	J037	AG06	100/03/30	17.9007	-17.9107	-0.0100	17.8881	-17.8960	-0.0078
24	AG08-AG08-1	AG08	X009	100/03/29	-0.5261	0.5936	0.0675	-0.5067	0.5754	0.0688
25	AG08-AG08-1	X009	J001	100/03/29	0.3073	-0.3279	-0.0206	0.3378	-0.3643	-0.0264
26	AG08-AG08-1	J001	I072	100/03/29	0.0738	-0.0046	0.0692	0.0298	0.0233	0.0530
27	AG08-AG08-1	I072	X210	100/03/29	0.7029	-0.6829	0.0200	0.6957	-0.6943	0.0014
28	AG08-AG08-1	X210	AG08	100/03/29	-0.5734	0.5083	-0.0651	-0.6259	0.5205	-0.1053
29	F021-F311-1	F021	F310	100/04/12	-23.6754	23.5573	-0.1181	-23.6439	23.5411	-0.1028
30	F021-F311-1	F310	F311	100/04/12	-46.4320	46.4978	0.0658	-46.3815	46.5034	0.1219
31	F021-GE021-1	F021	GE021	100/04/06	-28.5947	28.7344	0.1397	-28.4966	28.6278	0.1312
32	F021-GR05-1	F021	GE022	100/04/07	-22.9092	22.8962	-0.0130	-22.8136	22.8773	0.0637
33	F021-GR05-1	GE022	GR04	100/04/08	-18.0019	18.1097	0.1078	-18.0531	18.0810	0.0278
34	F021-GR05-1	GR04	GE023	100/04/08	-20.0687	20.0492	-0.0195	-19.9847	19.9729	-0.0119
35	F021-GR05-1	GE023	GR05	100/04/08	-59.9811	59.8126	-0.1685	-59.9035	59.8772	-0.0263
36	F023-F278A-1	F023	F278A	100/04/13	-9.3764	9.3612	-0.0152	-9.2095	9.1931	-0.0164
37	F023-F298-1	F023	F280	100/03/31	-2.7011	2.5681	-0.1330	-2.5389	2.3985	-0.1404
38	F023-F298-1	F280	N328	100/03/31	-59.7458	59.8791	0.1333	-59.8418	59.9362	0.0944
39	F023-F298-1	N328	F297	100/03/31	38.3558	-38.3263	0.0295	38.3447	-38.3601	-0.0154
40	F023-F298-1	F297	F298	100/03/31	-13.1650	13.2224	0.0574	-13.2327	13.2409	0.0082
41	F227-N392-1	F227	F239	100/03/29	-40.9928	41.0117	0.0189	-40.9710	40.9932	0.0223
42	F227-N392-1	F239	F264	100/03/29	-38.5374	38.4900	-0.0474	-38.4686	38.4162	-0.0523
43	F227-N392-1	F264	F263	100/03/29	39.3978	-39.3562	0.0416	39.2816	-39.2696	0.0120
44	F227-N392-1	F263	F277	100/03/29	-7.9505	8.0016	0.0511	-7.9417	7.9759	0.0342
45	F227-N392-1	F277	N392	100/03/29	-29.9468	29.9122	-0.0346	-29.9966	29.9449	-0.0517
46	F281-9008-1	F281	9008	100/06/26	0.6081	-0.6175	-0.0094	0.6562	-0.6802	-0.0240
47	F281-F299-1	F281	F292	100/04/09	11.6354	-11.6233	0.0121	11.6065	-11.5874	0.0191
48	F281-F299-1	F292	F299	100/04/10	-27.0153	27.0205	0.0052	-26.9920	27.0359	0.0439

序號	測線名稱	起點站名	終點站名	觀測日期	原始重力差 (mgal)			系統誤差改正後重力差 (mgal)		
					往測	返測	閉合差	往測	返測	閉合差
49	F298-G017-1	F298	N816	100/04/01	-112.7769	112.6505	-0.1264	-112.7328	112.6201	-0.1127
50	F298-G017-1	N816	G157	100/04/01	-26.8901	26.9485	0.0584	-26.8647	26.8518	-0.0128
51	F298-G017-1	G157	G017	100/04/01	176.5864	-176.4833	0.1031	176.4624	-176.4553	0.0071
52	F299-F021-1	F299	F307A	100/04/12	-25.5538	25.5666	0.0128	-25.5692	25.5922	0.0230
53	F299-F021-1	F307A	F021	100/04/12	21.5164	-21.5328	-0.0164	21.4686	-21.4712	-0.0026
54	F302-F311-1	F302	F301	100/04/10	-33.6572	33.5806	-0.0766	-33.5953	33.5269	-0.0683
55	F302-F311-1	F301	F311	100/04/10	-5.0951	5.0881	-0.0070	-5.1088	5.1101	0.0013
56	G025-1550-1	G025	G022	100/04/17	-92.9751	92.9408	-0.0343	-92.9493	92.9466	-0.0027
57	G025-1550-1	G022	GR10	100/04/17	-85.2663	85.2190	-0.0473	-85.2112	85.1918	-0.0194
58	G025-1550-1	GR10	1550	100/04/17	-167.2479	167.3941	0.1462	-167.2937	167.2178	-0.0759
59	G025-L225-1	G025	G089	100/04/27	-16.8694	16.8945	0.0251	-16.8976	16.9256	0.0280
60	G025-L225-1	G089	G100	100/04/27	-18.8173	18.7928	-0.0245	-18.7972	18.7737	-0.0235
61	G025-L225-1	G100	G048	100/04/27	-46.6712	46.6817	0.0105	-46.6996	46.7119	0.0123
62	G025-L225-1	G048	G082	100/04/27	-76.0904	76.1207	0.0303	-76.1217	76.1597	0.0380
63	G025-L225-1	G082	L229	100/04/27	-72.6787	72.6851	0.0064	-72.7537	72.7503	-0.0035
64	G025-L225-1	L229	L228	100/04/27	11.5482	-11.5315	0.0167	11.6440	-11.6347	0.0094
65	G025-L225-1	L228	L225	100/04/27	26.2016	-26.2241	-0.0225	26.0672	-26.1031	-0.0360
66	G030-GR05-1	G030	G031	100/04/13	-11.8528	11.8716	0.0188	-11.8319	11.8289	-0.0030
67	G030-GR05-1	G031	GR05	100/04/13	-91.8492	91.8513	0.0021	-91.8826	91.8492	-0.0335
68	G070-4172-1	G070	G159	100/04/17	-81.6819	81.7935	0.1116	-81.7312	81.8686	0.1373
69	G070-4172-1	G159	4172	100/04/18	-27.6296	27.3310	-0.2986	-27.4000	27.2549	-0.1451
70	G070-GP05-1	G070	G081	100/04/21	5.7571	-5.7834	-0.0263	5.7158	-5.7176	-0.0019
71	G070-GP05-1	G081	GP04	100/04/21	-60.8115	60.8046	-0.0069	-60.7289	60.7511	0.0222
72	G070-GP05-1	GP04	GP05	100/04/21	53.8204	-53.8757	-0.0553	53.7483	-53.7528	-0.0045
73	G087-G070-1	G087	G003	100/04/21	-5.1605	5.1623	0.0018	-5.2846	5.2861	0.0014
74	G087-G070-1	G003	G088	100/04/21	-11.8337	11.8076	-0.0261	-11.7474	11.7416	-0.0058
75	G087-G070-1	G088	G153	100/04/21	5.9056	-5.9374	-0.0318	5.9761	-5.9834	-0.0073
76	G087-G070-1	G153	G070	100/04/21	-16.1992	16.1611	-0.0381	-16.1715	16.1544	-0.0170
77	G098-G156-1	G098	G152	100/04/29	5.4305	-5.4199	0.0106	5.5760	-5.5584	0.0176
78	G098-G156-1	G152	G154	100/04/29	-6.7325	6.7044	-0.0281	-6.8559	6.8234	-0.0324
79	G098-G156-1	G154	GP08	100/04/29	-13.6957	13.7319	0.0362	-13.6766	13.7005	0.0239
80	G098-G156-1	GP08	G131A	100/04/29	2.1151	-2.0514	0.0637	2.1146	-2.1058	0.0089
81	G098-G156-1	G131A	G122A	100/04/29	28.0090	-28.0460	-0.0370	27.9642	-28.0205	-0.0563
82	G098-G156-1	G122A	G155	100/04/29	16.0456	-15.9885	0.0571	15.9998	-15.9679	0.0319
83	G098-G156-1	G155	G156	100/04/29	0.7634	-0.7214	0.0420	0.8832	-0.8796	0.0036
84	G098-GP05-1	G098	GP05	100/04/20	6.4990	-6.4525	0.0465	6.4968	-6.4877	0.0091
85	G119-GP07-1	G119	N429	100/04/20	-36.6447	36.6437	-0.0010	-36.5666	36.6086	0.0420
86	G119-GP07-1	N429	GP07	100/04/20	176.0671	-176.0534	0.0137	176.0889	-176.0677	0.0212
87	G119-S275-1	G119	S273	100/04/26	-143.6502	143.6227	-0.0275	-143.6025	143.5943	-0.0082
88	G119-S275-1	S273	S274	100/04/26	-12.1913	12.3066	0.1153	-12.2123	12.3302	0.1179
89	G119-S275-1	S274	N445	100/04/26	-50.0421	49.9229	-0.1192	-49.9605	49.9674	0.0070
90	G119-S275-1	N445	S275	100/04/26	28.5347	-28.4901	0.0446	28.4307	-28.5211	-0.0904
91	G134-G144-1	G134	G162	100/04/28	-35.3874	35.3866	-0.0008	-35.3616	35.3679	0.0063
92	G134-G144-1	G162	G141	100/04/28	-159.2054	159.1935	-0.0119	-159.2336	159.2279	-0.0057
93	G134-G144-1	G141	G018	100/04/28	-108.8980	108.9108	0.0128	-108.8348	108.8465	0.0117
94	G134-G144-1	G018	N040	100/04/28	-112.2949	112.2850	-0.0099	-112.3890	112.3447	-0.0443
95	G134-G144-1	N040	G144	100/04/28	127.4150	-127.4302	-0.0152	127.3846	-127.4489	-0.0643
96	G143-G144-1	G143	G144	100/05/04	-366.7950	366.8515	0.0565	-366.6728	366.7129	0.0401

序號	測線名稱	起點站名	終點站名	觀測日期	原始重力差 (mgal)			系統誤差改正後重力差 (mgal)		
					往測	返測	閉合差	往測	返測	閉合差
97	G143-GP12-1	G143	G008	100/05/03	9.6430	-9.6469	-0.0039	9.7254	-9.7154	0.0100
98	G143-GP12-1	G008	G111	100/05/03	-16.7184	16.6773	-0.0411	-16.6969	16.6701	-0.0267
99	G143-GP12-1	G111	G079A	100/05/03	-83.7064	83.6561	-0.0503	-83.6945	83.6818	-0.0127
100	G143-GP12-1	G079A	G046	100/05/03	85.1888	-85.2686	-0.0798	85.2415	-85.2872	-0.0458
101	G143-GP12-1	G046	GP12	100/05/03	-14.6810	14.6907	0.0097	-14.6714	14.6996	0.0282
102	G981-U057-1	G981	U055	100/04/10	12.4420	-12.4501	-0.0081	12.4170	-12.4263	-0.0094
103	G981-U057-1	U055	U227	100/04/10	4.3646	-4.4036	-0.0390	4.3212	-4.3554	-0.0342
104	G981-U057-1	U227	U057	100/04/10	0.7713	-0.7536	0.0177	0.7635	-0.7342	0.0293
105	G981-U232-1	G981	U240	100/04/30	-21.2036	21.0727	-0.1309	-21.1588	21.0880	-0.0708
106	G981-U232-1	U240	U047	100/05/01	-19.4711	19.5079	0.0368	-19.4983	19.5343	0.0360
107	G981-U232-1	U047	G986	100/05/01	-17.9639	18.0113	0.0474	-17.8644	17.9054	0.0410
108	G981-U232-1	G986	G988	100/05/01	-23.5418	23.5312	-0.0106	-23.5574	23.5317	-0.0257
109	G981-U232-1	G988	U194	100/05/01	-9.9458	9.9607	0.0149	-9.9678	9.9247	-0.0431
110	G981-U232-1	U194	U232	100/05/01	-157.6500	157.7238	0.0738	-157.7020	157.7196	0.0176
111	GE014-N309-1	GE014	N309	100/06/26	-54.3801	54.3541	-0.0260	-54.4664	54.4320	-0.0345
112	GE021-GE024-1	GE021	GE024	100/06/26	-37.7254	37.7364	0.0110	-37.7404	37.7232	-0.0172
113	GE024-4172-1	GE024	GR06	100/04/09	-24.0257	24.0412	0.0155	-24.0292	24.0237	-0.0055
114	GE024-4172-1	GR06	4172	100/04/09	-49.2198	49.0730	-0.1468	-49.1465	49.1185	-0.0280
115	GE024-GR01-1	GE024	N054	100/04/06	-70.4907	70.6439	0.1532	-70.5676	70.6622	0.0945
116	GE024-GR01-1	N054	GR01	100/04/06	68.9935	-68.9113	0.0822	68.9572	-68.9502	0.0070
117	GE046-H238-1	GE046	7015	100/04/18	23.6632	-23.5634	0.0998	23.6639	-23.6151	0.0488
118	GE046-H238-1	7015	H238	100/04/18	-14.5213	14.5286	0.0073	-14.5947	14.5615	-0.0332
119	GE052-M551-1	GE052	N032	100/05/08	62.5436	-62.5294	0.0142	62.5761	-62.5036	0.0726
120	GE052-M551-1	N032	GR15	100/05/08	26.7573	-26.8284	-0.0711	26.7277	-26.7617	-0.0340
121	GE052-M551-1	GR15	GR16	100/05/08	-0.2472	0.2178	-0.0294	-0.2471	0.2318	-0.0153
122	GE052-M551-1	GR16	GR17	100/05/08	26.2829	-26.2509	0.0320	26.2809	-26.3340	-0.0531
123	GE052-M551-1	GR17	M619	100/05/08	-286.5963	286.7705	0.1742	-286.7215	286.7302	0.0086
124	GE052-M551-1	M619	M551	100/05/09	-39.3062	39.2429	-0.0633	-39.2392	39.2677	0.0285
125	GE076-L205-1	GE076	L205	100/04/14	-31.8556	31.7946	-0.0610	-31.9131	31.8212	-0.0919
126	GE114-MW14-1	GE114	MW14	100/06/23	137.3866	-137.4092	-0.0226	137.2965	-137.3232	-0.0267
127	GE172-S273-1	GE172	GE161	100/04/24	-139.7564	139.6812	-0.0752	-139.8017	139.7036	-0.0981
128	GE172-S273-1	GE161	S273	100/04/25	-29.7627	29.7168	-0.0459	-29.7562	29.7572	0.0010
129	GP07-G025-1	GP07	G133	100/04/26	-12.5372	12.5123	-0.0249	-12.4762	12.4550	-0.0212
130	GP07-G025-1	G133	G126	100/04/26	6.0366	-6.0497	-0.0131	6.0351	-6.0505	-0.0155
131	GP07-G025-1	G126	G134	100/04/26	-14.0310	14.0725	0.0415	-14.1028	14.1653	0.0625
132	GP07-G025-1	G134	G135	100/04/26	-16.9025	16.9043	0.0018	-16.9018	16.9060	0.0042
133	GP07-G025-1	G135	G136A	100/04/26	-9.7711	9.7873	0.0162	-9.7259	9.7379	0.0120
134	GP07-G025-1	G136A	GP10	100/04/26	-27.7575	27.7959	0.0384	-27.8109	27.8568	0.0459
135	GP07-G025-1	GP10	G145	100/04/26	-17.2446	17.2322	-0.0124	-17.3061	17.3030	-0.0031
136	GP07-G025-1	G145	G025	100/04/26	-24.2547	24.1428	-0.1119	-24.1653	24.0610	-0.1042
137	GP07-G098-1	GP07	G110	100/04/20	2.6270	-2.6443	-0.0173	2.6419	-2.6628	-0.0210
138	GP07-G098-1	G110	G139	100/04/20	-24.5832	24.5840	0.0008	-24.6081	24.5692	-0.0389
139	GP07-G098-1	G139	G108	100/04/20	38.1541	-38.1310	0.0231	38.1660	-38.1638	0.0022
140	GP07-G098-1	G108	G098	100/04/20	13.5522	-13.5291	0.0231	13.5314	-13.5204	0.0110
141	GP12-1551-1	GP12	GR19	100/06/12	-15.6455	15.5270	-0.1185	-15.6398	15.5241	-0.1157
142	GP12-1551-1	GR19	GR20	100/06/12	-28.5569	28.4423	-0.1146	-28.4871	28.5805	0.0934
143	GP12-1551-1	GR20	GR21	100/06/12	-36.6975	36.7236	0.0261	-36.6203	36.6416	0.0213
144	GP12-1551-1	GR21	4327	100/06/13	-168.5652	168.6159	0.0507	-168.5650	168.5536	-0.0115

序號	測線名稱	起點站名	終點站名	觀測日期	原始重力差 (mgal)			系統誤差改正後重力差 (mgal)		
					往測	返測	閉合差	往測	返測	閉合差
145	GP12-1551-1	4327	GR22	100/06/14	71.7613	-71.6738	0.0875	71.6298	-71.6614	-0.0316
146	GP12-1551-1	GR22	GR23	100/06/14	112.4733	-112.6806	-0.2073	112.4903	-112.4919	-0.0016
147	GP12-1551-1	GR23	GR24	100/06/15	-0.6601	0.9641	0.3040	-0.7855	0.8435	0.0579
148	GP12-1551-1	GR24	1551	100/06/15	-307.9993	307.8495	-0.1498	-307.7753	307.7672	-0.0081
149	GR01-6253-1	GR01	GR02	100/04/06	-58.7008	58.6910	-0.0098	-58.6243	58.6465	0.0222
150	GR01-6253-1	GR02	GR03	100/04/07	-73.4301	73.2659	-0.1642	-73.2712	73.1714	-0.0998
151	GR01-6253-1	GR03	6253	100/04/07	-89.8338	89.8977	0.0639	-89.8514	89.9009	0.0496
152	GR07-1550-1	GR07	1550	100/04/16	-141.0274	141.2624	0.2350	-141.2208	141.2415	0.0207
153	GR07-1551-1	GR07	GR08	100/04/14	1.8241	-1.9805	-0.1564	1.9144	-1.9077	0.0067
154	GR07-1551-1	GR08	GR09	100/04/15	-7.4038	7.4093	0.0055	-7.3449	7.4172	0.0723
155	GR07-1551-1	GR09	1551	100/04/15	-10.2499	10.3390	0.0891	-10.4921	10.4780	-0.0141
156	GR11-6253-1	GR11	GR12	100/04/23	12.5994	-12.5858	0.0136	12.5742	-12.5161	0.0582
157	GR11-6253-1	GR12	6253	100/04/24	4.4309	-4.4878	-0.0569	4.4314	-4.4346	-0.0032
158	H238-7027-1	H238	7020	100/04/25	-7.5581	7.5334	-0.0247	-7.5003	7.5017	0.0014
159	H238-7027-1	7020	7023	100/04/25	-21.4231	21.4069	-0.0162	-21.4076	21.4084	0.0008
160	H238-7027-1	7023	YHEG	100/04/25	-22.8999	22.9617	0.0618	-22.9160	22.9985	0.0825
161	H238-7027-1	YHEG	7027	100/04/25	-20.7873	20.7429	-0.0444	-20.7744	20.7377	-0.0367
162	H238-H240A-1	H238	GE040	100/04/18	-25.2716	25.3601	0.0885	-25.2727	25.3031	0.0304
163	H238-H240A-1	GE040	H239	100/04/18	-48.2906	48.3018	0.0112	-48.3441	48.2993	-0.0448
164	H238-H240A-1	H239	H240A	100/04/18	-5.8846	5.9416	0.0570	-5.9119	5.8992	-0.0127
165	H240A-N467-1	H240A	N467	100/04/19	-74.8049	74.8382	0.0333	-74.7575	74.7657	0.0082
166	HS01-HS01-1	HS01	HCHA	100/03/28	9.7427	-9.6857	0.0570	9.7318	-9.6715	0.0602
167	HS01-HS01-1	HCHA	6017	100/03/28	-1.4674	1.4520	-0.0154	-1.4492	1.4371	-0.0121
168	HS01-HS01-1	6017	6016	100/03/28	5.0218	-5.0132	0.0086	5.0228	-5.0099	0.0129
169	HS01-HS01-1	6016	6015	100/03/28	6.7838	-6.7566	0.0272	6.7886	-6.7550	0.0336
170	HS01-HS01-1	6015	HS01	100/03/28	-20.0197	19.9473	-0.0724	-20.0355	19.9792	-0.0562
171	L205-M905-1	L205	M091	100/04/06	-136.3925	136.4309	0.0384	-136.2865	136.2899	0.0034
172	L205-M905-1	M091	M599	100/04/06	-105.8756	105.8400	-0.0356	-105.9610	105.8968	-0.0642
173	L205-M905-1	M599	M905	100/04/06	10.2207	-10.1430	0.0777	10.2902	-10.2498	0.0404
174	L225-M551-1	L225	L230	100/06/01	-34.4702	34.4871	0.0169	-34.4047	34.3209	-0.0839
175	L225-M551-1	L230	6304	100/06/01	-294.0427	293.9112	-0.1315	-293.9196	294.0110	0.0914
176	L225-M551-1	6304	6305	100/06/02	-124.9084	124.8340	-0.0744	-124.8949	124.8955	0.0006
177	L225-M551-1	6305	M551	100/06/03	111.1814	-111.0651	0.1163	111.0022	-111.0980	-0.0957
178	M491-M905-1	M491	MP59	100/03/24	74.9907	-74.9764	0.0143	74.9896	-74.9892	0.0004
179	M491-M905-1	MP59	GE115	100/03/25	-158.4715	158.4690	-0.0025	-158.3961	158.4035	0.0074
180	M491-M905-1	GE115	M425	100/03/25	-16.9348	16.7863	-0.1485	-16.9335	16.8133	-0.1202
181	M491-M905-1	M425	M905	100/03/25	105.9734	-106.0189	-0.0455	106.0742	-106.0147	0.0595
182	M905-L225-1	M905	M323	100/03/31	54.8968	-54.8250	0.0718	54.8123	-54.7497	0.0626
183	M905-L225-1	M323	M031	100/03/31	-29.3516	29.3647	0.0131	-29.3372	29.3035	-0.0336
184	M905-L225-1	M031	L224	100/03/31	53.8881	-53.7712	0.1169	53.8589	-53.7763	0.0825
185	M905-L225-1	L224	L225	100/03/31	-1.2343	1.1767	-0.0576	-1.3943	1.3129	-0.0814
186	M905-MW01-1	M905	MW01	100/03/31	-56.3581	56.2632	-0.0949	-56.3562	56.3839	0.0277
187	M939-GR14-1	M939	GR18	100/05/10	16.9524	-17.0361	-0.0837	16.8815	-16.8968	-0.0153
188	M939-GR14-1	GR18	5942	100/05/11	-115.9988	116.1038	0.1050	-115.8897	115.9192	0.0295
189	M939-GR14-1	5942	GR14	100/05/11	239.1337	-239.1820	-0.0483	239.0650	-239.0401	0.0249
190	MW01-MW02-1	MW01	MW02	100/06/23	-6.6302	6.6456	0.0154	-6.6324	6.6539	0.0214
191	MW02-X301-1	MW02	MW03	100/04/01	-16.6269	16.7197	0.0928	-16.5954	16.7195	0.1241
192	MW02-X301-1	MW03	MZ24	100/04/01	0.5220	-0.6155	-0.0935	0.6206	-0.7035	-0.0829

序號	測線名稱	起點站名	終點站名	觀測日期	原始重力差 (mgal)			系統誤差改正後重力差 (mgal)		
					往測	返測	閉合差	往測	返測	閉合差
193	MW02-X301-1	MZ24	X301	100/04/01	-14.1643	14.1841	0.0198	-14.1711	14.1903	0.0191
194	MW09-MW29-1	MW09	M959	100/03/24	-28.0078	28.0029	-0.0049	-27.9862	27.9894	0.0032
195	MW09-MW29-1	M959	MW20	100/03/24	38.4204	-38.4655	-0.0451	38.5022	-38.5295	-0.0273
196	MW09-MW29-1	MW20	MW29	100/03/24	33.0766	-33.0783	-0.0017	33.0394	-33.0290	0.0105
197	MW14-M491-1	MW14	MW12	100/03/22	-52.4599	52.3917	-0.0682	-52.4152	52.4393	0.0242
198	MW14-M491-1	MW12	M494	100/03/22	-76.9133	76.9969	0.0836	-77.0158	77.1159	0.1001
199	MW14-M491-1	M494	M491	100/03/22	-66.2679	66.2116	-0.0563	-66.2363	66.2170	-0.0194
200	MW15-GE114-1	MW15	GE114	100/03/23	110.7995	-110.8112	-0.0117	110.9643	-110.8717	0.0926
201	MW15-MW09-1	MW15	MW09	100/04/02	183.4689	-183.3002	0.1687	183.5057	-183.3868	0.1189
202	MW29-M939-1	MW29	M939	100/06/24	-325.8167	325.7981	-0.0186	-325.7893	325.7381	-0.0512
203	MZ25-M451-1	MZ25	M089	100/03/24	8.2892	-8.2726	0.0166	8.3284	-8.2974	0.0310
204	MZ25-M451-1	M089	M451	100/03/24	-50.3450	50.3372	-0.0078	-50.3848	50.4322	0.0474
205	MZ25-MW09-1	MZ25	M487	100/03/23	80.3006	-80.2856	0.0150	80.3359	-80.2898	0.0461
206	MZ25-MW09-1	M487	MW10	100/03/23	116.3956	-116.4382	-0.0426	116.4476	-116.5096	-0.0620
207	MZ25-MW09-1	MW10	MW07	100/03/23	171.3472	-171.3489	-0.0017	171.2837	-171.3692	-0.0856
208	MZ25-MW09-1	MW07	MW06	100/03/23	2.6830	-2.6507	0.0323	2.7163	-2.7085	0.0078
209	MZ25-MW09-1	MW06	MW09	100/03/23	11.3405	-11.3471	-0.0066	11.4320	-11.4720	-0.0400
210	N309-F278A-1	N309	F266	100/03/31	52.6660	-52.7434	-0.0774	52.7281	-52.7884	-0.0603
211	N309-F278A-1	F266	F278A	100/03/31	2.6516	-2.6958	-0.0442	2.6773	-2.7179	-0.0407
212	N467-7027-1	N467	7027	100/04/19	81.6867	-81.7671	-0.0804	81.7375	-81.8017	-0.0643
213	N467-GR11-1	N467	H246	100/04/23	-13.8541	13.8348	-0.0193	-13.8681	13.8620	-0.0060
214	N467-GR11-1	H246	GE038	100/04/23	5.4693	-5.5145	-0.0452	5.5103	-5.5491	-0.0389
215	N467-GR11-1	GE038	GR11	100/04/23	-45.1928	45.1319	-0.0609	-45.2015	45.1655	-0.0360
216	PKGG-PKGG-1	PKGG	PKGA	100/03/30	-0.3270	0.3178	-0.0092	-0.3375	0.3328	-0.0047
217	PKGG-PKGG-1	PKGA	PKGB	100/03/30	0.1756	-0.1400	0.0356	0.1694	-0.1286	0.0408
218	PKGG-PKGG-1	PKGB	PKGC	100/03/30	-0.9569	0.9178	-0.0391	-0.9239	0.8952	-0.0287
219	PKGG-PKGG-1	PKGC	I031	100/03/30	2.6779	-2.7592	-0.0813	2.6805	-2.7453	-0.0648
220	PKGG-PKGG-1	I031	I032	100/03/30	-2.5866	2.6213	0.0347	-2.5898	2.6457	0.0560
221	PKGG-PKGG-1	I032	PKGG	100/03/30	1.0569	-1.0093	0.0476	1.0487	-0.9834	0.0652
222	S275-G025-1	S275	S276A	100/04/27	4.4113	-4.3989	0.0124	4.4112	-4.4000	0.0112
223	S275-G025-1	S276A	N553	100/04/27	-133.4989	133.5089	0.0100	-133.5850	133.5803	-0.0047
224	S275-G025-1	N553	G025	100/04/27	330.3023	-330.4021	-0.0998	330.2686	-330.3005	-0.0318
225	TLGG-TLGG-1	TLGG	TLGA	100/04/12	0.0574	-0.0749	-0.0175	0.0428	-0.0692	-0.0264
226	TLGG-TLGG-1	TLGA	X302	100/04/12	7.9754	-7.9579	0.0175	8.0132	-7.9890	0.0242
227	TLGG-TLGG-1	X302	8090	100/04/12	-7.6043	7.5904	-0.0139	-7.7306	7.6146	-0.1160
228	TLGG-TLGG-1	8090	9092	100/04/12	13.7872	-13.7803	0.0069	13.8945	-13.7931	0.1014
229	TLGG-TLGG-1	9092	TLGG	100/04/12	-14.1848	14.2193	0.0345	-14.2145	14.2389	0.0245
230	U057-U027-1	U057	U050	100/04/11	-0.8935	0.9120	0.0185	-0.8871	0.9067	0.0196
231	U057-U027-1	U050	U045A	100/04/11	-0.5503	0.5204	-0.0299	-0.5244	0.4705	-0.0539
232	U057-U027-1	U045A	U044A	100/04/11	-3.0223	2.9953	-0.0270	-2.9988	3.0024	0.0036
233	U057-U027-1	U044A	U038	100/04/11	2.4882	-2.4376	0.0506	2.4473	-2.3855	0.0617
234	U057-U027-1	U038	U032	100/04/11	0.2781	-0.3293	-0.0512	0.2501	-0.2926	-0.0425
235	U057-U027-1	U032	U030	100/04/11	0.7071	-0.6692	0.0379	0.7280	-0.6799	0.0481
236	U057-U027-1	U030	U028	100/04/11	-9.8005	9.7534	-0.0471	-9.8053	9.7726	-0.0327
237	U057-U027-1	U028	9098	100/04/11	9.7072	-9.7252	-0.0180	9.7986	-9.8095	-0.0109
238	U057-U027-1	9098	U027	100/04/11	0.9081	-0.9207	-0.0126	0.8191	-0.8186	0.0005
239	U057-U233-1	U057	U226A	100/04/10	-2.7786	2.7712	-0.0074	-2.7383	2.7337	-0.0045
240	U057-U233-1	U226A	U060	100/04/10	3.0890	-3.0664	0.0226	3.1027	-3.0473	0.0555

序號	測線名稱	起點站名	終點站名	觀測日期	原始重力差 (mgal)			系統誤差改正後重力差 (mgal)		
					往測	返測	閉合差	往測	返測	閉合差
241	U057-U233-1	U060	U061	100/04/10	-0.0377	-0.0173	-0.0550	0.0043	-0.0492	-0.0449
242	U057-U233-1	U061	U065	100/04/10	0.7885	-0.7811	0.0074	0.7333	-0.7066	0.0267
243	U057-U233-1	U065	U071	100/04/10	1.7389	-1.7969	-0.0580	1.7550	-1.7965	-0.0414
244	U057-U233-1	U071	U233	100/04/10	-4.5181	4.5099	-0.0082	-4.4574	4.4895	0.0321
245	U085-U093-1	U085	U093	100/04/08	4.4329	-4.4234	0.0095	4.4226	-4.4216	0.0011
246	U085-U093-2	U085	U086	100/04/09	8.9346	-8.9176	0.0170	8.9644	-8.9302	0.0342
247	U085-U093-2	U086	U087A	100/04/09	-1.3870	1.3212	-0.0658	-1.3170	1.2621	-0.0549
248	U085-U093-2	U087A	U091	100/04/09	-4.6673	4.6212	-0.0461	-4.6497	4.6245	-0.0251
249	U085-U093-2	U091	U092	100/04/09	3.0054	-2.9260	0.0794	3.0156	-2.9241	0.0915
250	U085-U093-2	U092	U093	100/04/09	-1.4779	1.3675	-0.1104	-1.5260	1.4540	-0.0721
251	U093-U007-1	U093	U095	100/04/08	-73.0098	73.0108	0.0010	-72.9691	72.9743	0.0052
252	U093-U007-1	U095	U094A	100/04/08	64.2982	-64.3846	-0.0864	64.3884	-64.4642	-0.0758
253	U093-U007-1	U094A	U107	100/04/08	-8.5792	8.5841	0.0049	-8.6299	8.6392	0.0093
254	U093-U007-1	U107	U108	100/04/08	-8.0755	8.0896	0.0141	-8.0367	8.0778	0.0411
255	U093-U007-1	U108	U104	100/04/08	22.4689	-22.5656	-0.0967	22.5275	-22.5880	-0.0605
256	U093-U007-1	U104	U103	100/04/08	1.9603	-1.9544	0.0059	2.0219	-2.0119	0.0100
257	U093-U007-1	U103	U007	100/04/08	-6.2281	6.2321	0.0040	-6.3763	6.3921	0.0159
258	U228-U020-1	U228	E091	100/04/12	-8.5777	8.5342	-0.0435	-8.5160	8.4861	-0.0299
259	U228-U020-1	E091	U229	100/04/12	-82.4445	82.4045	-0.0400	-82.5391	82.5205	-0.0185
260	U228-U020-1	U229	U230	100/04/12	-42.7018	42.7147	0.0129	-42.6829	42.7177	0.0349
261	U228-U020-1	U230	U020	100/04/12	-134.7316	134.6746	-0.0570	-134.6864	134.6711	-0.0153
262	U233-U085-1	U233	U077	100/04/09	-1.4645	1.4682	0.0037	-1.4357	1.4393	0.0036
263	U233-U085-1	U077	U082	100/04/09	-30.7276	30.6770	-0.0506	-30.7844	30.7490	-0.0354
264	U233-U085-1	U082	U231	100/04/09	29.6762	-29.6614	0.0148	29.7624	-29.7359	0.0264
265	U233-U085-1	U231	U085	100/04/09	-7.0447	7.0479	0.0032	-7.1050	7.1303	0.0252
266	U235-GR14-1	U235	GR13	100/04/29	-136.8186	136.7368	-0.0818	-136.7245	136.6792	-0.0452
267	U235-GR14-1	GR13	GR14	100/04/30	-18.4827	18.4659	-0.0168	-18.3756	18.3617	-0.0139
268	U235-U232-1	U235	U234	100/04/30	8.7547	-8.7702	-0.0155	8.7013	-8.7444	-0.0431
269	U235-U232-1	U234	U232	100/04/30	32.7323	-32.7019	0.0304	32.7128	-32.7088	0.0040
270	X301-M451-1	X301	M451	100/04/01	-205.9542	206.1855	0.2313	-206.2043	206.2662	0.0619
271	X301-U020-1	X301	M477	100/04/07	-59.8561	59.7967	-0.0594	-59.8917	59.8514	-0.0403
272	X301-U020-1	M477	U186	100/04/07	107.6111	-107.6202	-0.0091	107.6681	-107.6734	-0.0054
273	X301-U020-1	U186	U249	100/04/07	66.3864	-66.4055	-0.0191	66.3830	-66.3903	-0.0073
274	X301-U020-1	U249	U020	100/04/07	45.9303	-45.9930	-0.0627	45.9524	-46.0008	-0.0484

附錄 C 重力測量測線往返閉合差成果表

序號	測線名稱	觀測日期	原始測線閉合差 (mgal)	系統誤差改正後測線閉合差 (mgal)
1	7027-G119-1	100/04/19	-0.0041	0.0015
2	9008-N392-1	100/03/30	0.0253	-0.0763
3	9058-G130-1	100/05/02	0.1456	-0.0078
4	9066-9077-1	100/05/03	0.2416	0.0397
5	AG06-AG06-1	100/03/30	-0.0575	-0.0424
6	AG08-AG08-1	100/03/29	0.0710	-0.0085
7	F021-F311-1	100/04/12	-0.0523	0.0191
8	F021-GE021-1	100/04/06	0.1397	0.1312
9	F021-GR05-1	100/04/07	-0.0932	0.0534
10	F023-F278A-1	100/04/13	-0.0152	-0.0164
11	F023-F298-1	100/03/31	0.0872	-0.0533
12	F227-N392-1	100/03/29	0.0296	-0.0357
13	F281-9008-1	100/06/26	-0.0094	-0.0240
14	F281-F299-1	100/04/09	0.0173	0.0630
15	F298-G017-1	100/04/01	0.0351	-0.1184
16	F299-F021-1	100/04/12	-0.0036	0.0204
17	F302-F311-1	100/04/10	-0.0836	-0.0670
18	G025-1550-1	100/04/17	0.0646	-0.0981
19	G025-L225-1	100/04/27	0.0420	0.0247
20	G030-GR05-1	100/04/13	0.0209	-0.0364
21	G070-4172-1	100/04/17	-0.1870	-0.0078
22	G070-GP05-1	100/04/21	-0.0885	0.0159
23	G087-G070-1	100/04/21	-0.0942	-0.0287
24	G098-G156-1	100/04/29	0.1445	-0.0029
25	G098-GP05-1	100/04/20	0.0465	0.0091
26	G119-GP07-1	100/04/20	0.0127	0.0632
27	G119-S275-1	100/04/26	0.0132	0.0263
28	G134-G144-1	100/04/28	-0.0250	-0.0963
29	G143-G144-1	100/05/04	0.0565	0.0401
30	G143-GP12-1	100/05/03	-0.1654	-0.0470
31	G981-U057-1	100/04/10	-0.0294	-0.0143
32	G981-U232-1	100/04/30	0.0314	-0.0450
33	GE014-N309-1	100/06/26	-0.0260	-0.0345
34	GE021-GE024-1	100/06/26	0.0110	-0.0172
35	GE024-4172-1	100/04/09	-0.1313	-0.0334
36	GE024-GR01-1	100/04/06	0.2354	0.1015
37	GE046-H238-1	100/04/18	0.1071	0.0156
38	GE052-M551-1	100/05/08	0.0566	0.0074
39	GE076-L205-1	100/04/14	-0.0610	-0.0919
40	GE114-MW14-1	100/06/23	-0.0226	-0.0267
41	GE172-S273-1	100/04/24	-0.1211	-0.0971
42	GP07-G025-1	100/04/26	-0.0644	-0.0194
43	GP07-G098-1	100/04/20	0.0297	-0.0467
44	GP12-1551-1	100/06/12	-0.1219	0.0043
45	GR01-6253-1	100/04/06	-0.1101	-0.0280
46	GR07-1550-1	100/04/16	0.2350	0.0207
47	GR07-1551-1	100/04/14	-0.0618	0.0648
48	GR11-6253-1	100/04/23	-0.0433	0.0549
49	H238-7027-1	100/04/25	-0.0235	0.0479
50	H238-H240A-1	100/04/18	0.1567	-0.0270

序號	測線名稱	觀測日期	原始測線閉合差 (mgal)	系統誤差改正後測線閉合差 (mgal)
51	H240A-N467-1	100/04/19	0.0333	0.0082
52	HS01-HS01-1	100/03/28	0.0050	0.0384
53	L205-M905-1	100/04/06	0.0805	-0.0204
54	L225-M551-1	100/06/01	-0.0727	-0.0877
55	M491-M905-1	100/03/24	-0.1822	-0.0529
56	M905-L225-1	100/03/31	0.1442	0.0301
57	M905-MW01-1	100/03/31	-0.0949	0.0277
58	M939-GR14-1	100/05/10	-0.0270	0.0392
59	MW01-MW02-1	100/06/23	0.0154	0.0214
60	MW02-X301-1	100/04/01	0.0191	0.0604
61	MW09-MW29-1	100/03/24	-0.0517	-0.0136
62	MW14-M491-1	100/03/22	-0.0409	0.1049
63	MW15-GE114-1	100/03/23	-0.0117	0.0926
64	MW15-MW09-1	100/04/02	0.1687	0.1189
65	MW29-M939-1	100/06/24	-0.0186	-0.0512
66	MZ25-M451-1	100/03/24	0.0088	0.0784
67	MZ25-MW09-1	100/03/23	-0.0036	-0.1336
68	N309-F278A-1	100/03/31	-0.1216	-0.1009
69	N467-7027-1	100/04/19	-0.0804	-0.0642
70	N467-GR11-1	100/04/23	-0.1254	-0.0809
71	PKGG-PKGG-1	100/03/30	-0.0117	0.0637
72	S275-G025-1	100/04/27	-0.0774	-0.0253
73	TLGG-TLGG-1	100/04/12	0.0275	0.0077
74	U057-U027-1	100/04/11	-0.0788	-0.0066
75	U057-U233-1	100/04/10	-0.0986	0.0233
76	U085-U093-1	100/04/08	0.0095	0.0010
77	U085-U093-2	100/04/09	-0.1259	-0.0264
78	U093-U007-1	100/04/08	-0.1532	-0.0549
79	U228-U020-1	100/04/12	-0.1276	-0.0288
80	U233-U085-1	100/04/09	-0.0289	0.0198
81	U235-GR14-1	100/04/29	-0.0986	-0.0592
82	U235-U232-1	100/04/30	0.0149	-0.0392
83	X301-M451-1	100/04/01	0.2313	0.0619
84	X301-U020-1	100/04/07	-0.1503	-0.1014

附錄 D 第一次工作會報會議紀錄辦理情形

討論提案：

1. 內政部自 93 年度至 95 年度辦理之一、二等重力測量工作已於台灣地區平地及離島地區建制測設完成約 4,000 個重力點，惟在東部及中央山脈部分地區受限於經費並未辦理完成，本案為補足未完成部分，於東部地區及中央山脈地區分別辦理 176 個及 24 個重力點，因所辦理之點位分佈較為零散，故本案廠商規劃之測線並未形成環形重力網，是否會影響未來平差成果品質，請提出建議。
2. 本案待測重力點位於中央山脈地區共計 24 點，車輛無法到達，點位實地狀況不明，若抵達現場發現樁標遺失，是否需要重新埋樁並實施 GPS 觀測，或僅用掌上型 GPS 測定概略坐標即可？若僅測定概略坐標可否滿足重力網平差計算之需求？請提出建議。
3. 採購評選委員於規格標審查會議中建議將本案成果於平差計算時納入部分 93 年度內政部一、二等重力測量案成果進行平差計算，請就平差計算辦理方式提供意見。
4. 請就台灣地區目前已測重力點分佈情形（包含本案待測點），有無尚需加測區域或應增加點位密度區域，請提出建議。

會議結論：

1. (1)本案於作業規範中已明定所有測線起點及終點尚須至少再與 2 已知點聯測，廠商所規劃測線可符合本案規範要求；(2) 請廠商將所規劃之第 1 條山區施測路線（由烏來入山沿福巴越嶺國家步道施測），烏來端的起點由絕對重力點（爺亨）出發。
2. 本案部分重力點位於中央山脈等深山地區，若到達現場發現原樁標遺失，請廠商於現場尋找固定物釘入鋼釘，並製作點之記，於鋼釘位置觀測重力值並實施簡易型靜態 GPS 觀測，採後處理方式計算點位坐標。
3. 本中心規劃 100 及 101 兩年度辦理之重力點，與 93 年度成果（於 95 年完成）有 5~6 年之時間間隔，為避免這段期間內地球外在因素的改變影響重力值，請廠商針對欲納入平差之 93 年度成果點位進行檢核後再納入平差計算。
4. 本中心規劃 100 及 101 兩年度預計辦理之重力點已將 93 年度尚未辦理之重力點納入，除部分難以到達之深山地區外，應足以涵蓋台灣地區。

辦理情形：

1. 已依會議結論辦理，修正第 1 條山區施測路線由絕對重力點（YHEG；點名：爺亨）出發，參見工作計畫書第 5 頁第 5 行、第 9 頁表 2-1、第 42 頁附錄 A 及附圖。
2. 已依會議結論辦理，參見工作計畫書第 6 頁倒數 1、2 行。
3. 由於本案成果將併入原有一、二等重力網進行平差計算，故測段將經檢核後直接加入後續平差，參照工作計畫書第 31 頁倒數第 3 行。
4. 將依會議結論辦理，視 貴中心決定次年度辦理點位。

附錄 E 工作計畫書審查會議紀錄辦理情形

審查意見：

1. 第 9 頁表 2-1 規劃重力測線表及附錄 B 重力規劃測線圖，計畫將一等及二等重力點納入同一重力網進行施測；因本案所列 7 個待測一等重力點皆位於高山地區，位置分散且彼此間移動路程較長，不易將一等重力點單獨與絕對重力點聯測，為避免移動距離與往返施測時間過長影響測量成果品質，依本案第 1 次工作會報會議結論，本中心原則同意將本案所有待測點（一、二等重力點）納入同一重力網內施測，惟所有測線請依照本案一等重力測線作業規範要求進行測量，以獲得較佳之成果精度。
2. 依本案第 1 次工作會報會議結論，請廠商將所規劃之第 1 條山區施測路線（由烏來入山沿福巴越嶺國家步道施測），烏來端的起點由絕對重力點（爺亨）出發；上述要求廠商已於表 2-1 規劃重力測線表中將絕對重力點（爺亨）納入規劃測線內，請於第 5 頁第 1-3 節第 1 條路線中補充文字說明。
3. 第 2-4-4 節重力網平差計算中僅提到自由網平差及加權約制平差（最小約制平差），請針對強制套合平差補充說明，並將最小約制平差後之成果強制套合於所規劃重力網之外圍已知點，進行強制套合平差計算。
4. 第 8 頁倒數第 2 行；……於花東及中央山脈另行規劃「41」條重力測線，總計「46」條；應為……另規劃「40」重力測線，總計「45」條，請修正。
5. 第 41 頁表 4-2；重力資料檢核軟體及重力網形平差軟體未說明廠牌及形式，請補充說明。
6. 請將本案第 1 次工作會報會議結論及本次工作計畫書審查意見改善情形列表，納入工作計畫書修正本之附錄內，表中應包含會議結論（審查意見）、執行情形及改善情形於工作計畫書中所在頁數。
7. 第 12 頁第 4 點第 3 行；…若該圓型「範為」內無已知點…，請修正錯別字：「範圍」。
8. 第 11 頁第 2 行、第 25 頁最後 1 行、第 27 頁第 4 行；「儀器漂移」請改為「儀器零點漂移」。

辦理情形：

1. 已依審查意見辦理，參見工作計畫書第 12 頁倒數第 1 行。
2. 已依審查意見辦理，參見工作計畫書第 5 頁數 5 行。
3. 由於本案成果將併入原有一、二等重力網進行平差計算，將由絕對重力點作為已知點計算重力點成果，參照工作計畫書第 31 頁倒數第 3 行。
4. 已依審查意見辦理，參見工作計畫書第 8 頁倒數第 1、2 行。
5. 已依審查意見辦理，參見工作計畫書第 41 頁表 4-2。
6. 已依審查意見辦理，參見工作計畫書第 49 頁附錄 B 及第 50 頁附錄 C。
7. 已依審查意見辦理，參見工作計畫書第 12 頁第 4 點第 3 行。
8. 已依審查意見辦理，參見工作計畫書第 11 頁第 2 行、第 25 頁最後 1 行、第 27 頁第 4 行。

附錄 F 成果審查會議紀錄辦理情形

洪委員本善：

1. P33 及 P38，儀器參數 b_l, x_l, y_l ，雖說明為儀器參數，待估算；但於本文內並未加以介紹，為求報告之完整性，建議於 P33 頁前，於適當章節內大致說明。
2. 本案施測 272 點（新設 216 點），與原一、二等重力網進行整體平差作業（整網 4653 點），建議將今年度整體平差結果，與先前結果進行比較，成果有否改變，若無改變，建議沒有必要進行整體平差工作，僅進行區域平差計算即可。
3. 山區重力測線建議採 stepwise（階段式）方法施測。

辦理情形：

1. 已依委員意見辦理，參見工作報告書第 44 頁§4-3-7。
2. 已依委員意見辦理，參見工作報告書第 65 頁§4-5-2 第 3 點。
3. 由於採 stepwise（階段式）方法施測與合約規定有差異，後續將與主辦單位研商後，再行決定是否採用。

侯委員進雄：

1. 請加摘要一節，建議報告以 14 號字體為準，俾利閱讀。
2. 請加上工作進度甘梯圖。
3. P6，圖 2-2 山區臨時點施測 GPS，依圖觀之，該點透空環境似乎不太好，以後請避免。
4. P7，點位清查作業敘明點位毀損遺失之原因有 3 項，但只列出 2 項，請再敘明。
5. P17，重力測量規範第（3）點，測段時間間隔以不超過 2 小時為原則，往返測量應於 24 小時內完成，惟深地區確有困難者，經同意調整辦理等，請加以描述如何調整，是否不必施測？或是超過上述時間內完成者，仍可接受？其影響如何？施測結果是否仍在規範之內？
6. 附錄 B、C，應補上重力之單位。
7. P38 以後重力網平差之程序，似乎應先進行粗差偵錯後在進行平差，所以第 4 點應放在前面做為第 1 點。

辦理情形：

1. 已依委員意見辦理，已撰寫摘要於報告書內。
2. 已依委員意見辦理，參見工作報告書第 6 頁表 1-1。
3. 因山區步道內，透空環境無法達到相當良好之要求，惟臨時重力點主要考慮分布與是否為地形變化點，故設置仍以重力測量需求為優先。
4. 原文係誤植，已修正，參見工作報告書第 10 頁第 2 行。
5. 其規範之描述主要允許山區點位可於不受「規定時間」內完成測量，其餘仍應依相關規範作業。
6. 已依委員意見辦理，參見附錄 B、C。
7. 粗差偵錯係檢核資料中的粗差及使用的數學模式及隨機模式是否正確。且其條件式 $\chi^2 = \frac{m\hat{\sigma}_0^2}{\sigma_0^2} < \chi_c^2(1-\alpha; m)$ (4-43) 係依據平差前後單位權變方是否符合信心水平為 $(1-\alpha)$ ，自由度為 m 時之 χ^2 分布，因此粗差偵錯時仍須完成該次平差計算後進行統計測試，故仍建議放置於第 4 點。

李委員彥弘：

1. P5，本次合計共觀測 6 個絕對重力點，其中寶來、台南兩點距離本次測區距離較遠納入施測，惟日月潭 (SMLG) 距本次測區較近，反而未納入，請敘明原因？
2. P10 重力儀檢核時程為 1 個月辦理 1 次，依表 2-5 觀之，EG-1193 自 2011/04/22 檢測後，5 月份並無檢測，其原因為何？
3. P14 按測線須從已知重力點閉合至該已知重力點或另一已知重力點 (P17)，惟表 2-9 所列測線與上開規範似有未符，其原因為何？
4. P22，本次重力測線往返閉合差均小於 0.15mgal 內，且多數遠小於規範要求，則本次精度規範是否合理？請說明。
5. P24，文中提及單一測線之測站數應為偶數，其原因為何？本案各測線是否均符合該規範？
6. P26，表 4-2 中 InstValue、RawGrav、ObsGrav 其意義為何？請補充。
7. P26 表 4-3 之測線名稱與 P14~P15 表 2-9 並不一致，其原因為何？
8. 本案重力網平差，其觀測量為何？本案有 274 個測段，何以會有 552 個觀測量？
9. P46，本案已實施自由網平差，再進行最小約制平差，其意義為何？
10. P47，加權約制平差的內容過於簡單，請再補充內容。表 4-5 項次 10，

JSIG 的重力值似有錯誤請再查證。

辦理情形：

1. 本次觀測之絕對重力點中 5 點為合約指定，另 1 點為工作會議加入，其目的為銜接一、二等重力網至絕對重力點上，而非考量與測區之遠近。
2. 已依委員意見辦理，參見工作報告書第 14 頁§2-2-2。
3. 各測線均以實際出發與結束的點位（往返測）作為測線之起終點，已修正相關文字，參見工作報告書第 23 頁第(2)點。
4. 「一等重力測量測線中 56.6%測線閉合差小於 0.025mgal（符於合約規範），95.1%測線閉合差小於 0.125mgal。……二等重力測量測線中 80.0%測線閉合差小於 0.050mgal（符於合約規範），96.0%測線閉合差小於 0.150mgal。」係 93 年度重力測量工作報告書第四章所統計，比對本次作業成果 95.6%測段閉合差小於 0.125mgal，顯示本次作業規範與作業成果搭配，且與 93 年度重力測量工作作業成果相符。
5. 因規範均需有往返測資料，而資料紀錄均為單向測站資料，故需為偶數，故本年度資料均符合其要求。
6. InstValue、RawGrav 均為原始相對重力值：單位為 mgal。ObsGrav 為比較相對重力值，用於偵測儀器高錯誤之用，若與原始相對重力值差值極大，則可能儀器高輸入錯誤，單位為 mgal。參見工作報告書第 32 頁第(2)點。
7. 表 4-3 為測線表之範例，其顯示包括本年度指定 5 條之一等重力測線，故應合併第 18 頁表 2-8 及第 19 頁表 2-9 檢視即相符。
8. 本案係使用各測段往返觀測值作為重力網平差觀測量，主要因重力平差程式可進行儀器漂移率估計，故觀測量除點位間重力差值外，仍紀錄往返施測 UTC 時間，因此將測段往返觀測值視為獨立觀測量進行平差。故合計 274 個測段的往測及返測觀測量為 548 個重力差值，另外 4 個觀測量為儀器檢校觀測量，剔除不納入。
9. 依本案使用之 gravnet 程式均可進行，惟其通常要求順序多為自由網平差方式，而最小約制平差為契約規範要求，因此依主辦單位要求兩者均進行計算。
10. JSIG 重力值修正如工作報告書第 64 頁表 4-6，加權約制平差詳述工作報告書第 59 頁§4-5-2。

劉委員至忠：

1. P22，圖 3-5 及文字內容出現較為突兀，是否應放於第 4 章觀測資料處理計算內較為合適。
2. 第 4 章，觀測資料處理與計算，所使用之相關軟體名稱，模式名稱及其系統誤差之修正時機未敘明，建議詳予敘明於該章節。
3. 環線閉合差分析中，是否曾因修正後閉合差未符合規範而重新測量之情形？
4. P44，重力網平差成果，是否僅就本案所組成之環線資料進行平差作業？另抽驗成果是否加入平差？平差過程之相關成果統計未作說明，如剔除比例…等，請加以說明。
5. P47，加權約制平差之已知點位變動判別標準為何？如何決定？哪些點可用或不可用？
6. P50，第 2 項建議，對後續年度作業如何調整？是否有其他興革之具體建議？
7. 資料處理章節中，相關重要之統計分析圖表，應加強補充本報告之內容。另本章所規定之精度標準對山區而言，是否適合？請說明。

辦理情形：

1. 原圖統計資料已在工作報告書第 47 頁圖 4-5 中顯示，故原文中刪除。
2. 相關資料及說明如第 30 頁§4-2-1 觀測資料檢核明列「當原始資料檢查完成後，方利用程式自動轉換成「correct.exe」(系統誤差改正程式)所需相關觀測資料檔，」及第 36 頁§4-3 系統誤差改正計算原理、第 51 頁§4-5-1 重力網平差計算的原理與方法「本計畫使用重力網平差計算軟體為由國立交通大學土木系所開發之 gravnet 計算程式，」等。
3. 本次環線閉合差計算並無因環線閉合差不符致重新測量案例。
4. 本計畫除台灣東北部山區重力測線外，另包含數條聯測已知重力點的獨立測線，因此欲進行重力網平差除組成環線外，亦須結合 93 年度一等重力網資料。抽驗結果為檢覈實作資料，若加入重力網平差則會使驗收點與鄰近點之觀測量權及平差後點位精度不一致，故不予加入平差。平差過程相關成果統計補充於第 59 頁§4-5-2。
5. 詳如第 60 頁及第 63 頁，係採用 Gravnet 程式計算所得 Pope's τ 值判斷。
6. 目前仍由學術單位統合執行為佳，惟後續將與主辦單位研商後決定。

7. 「一等重力測量測線中 56.6%測線閉合差小於 0.025mgal (符於合約規範), 95.1%測線閉合差小於 0.125mgal。.....二等重力測量測線中 80.0%測線閉合差小於 0.050mgal (符於合約規範), 96.0%測線閉合差小於 0.150mgal。」係 93 年度重力測量工作報告書第四章所統計, 比對本次作業成果 95.6%測段閉合差小於 0.125mgal, 顯示本次作業規範與作業成果搭配, 且與 93 年度重力測量工作作業成果相符。

業務單位：

1. 報告內辦理點位數量有不同之處請修正或補充說明, P.3 (絕對重力點: 6 點+一等重力點: 7 點+二等重力點: 258 點=271 點, 其中二等重力點 258 點與後述括號內說明點數加總共 278 點不同), P.5 (清查 234 點), P.7 (清查設置 272 點), P.49 (結論: 施測 272 點)。
2. 請統一報告內使用儀器名稱爲『LaCoste&Romberg Gravition EG』: P.9、P.19 及 P.21 儀器名稱不相同
3. P.10, 成果所付儀器檢校紀錄僅實施至 5 月份, 請補充說明各重力點實際觀測日期、時間供核對。
4. P.23, 圖 4-1 流程圖內『修正輸入錯誤』是否應改爲判斷式『資料錯誤來源』? 請說明。
5. P.27, 山區臨時點共 24 個, 報告中僅說明觀測及計算方法, 未列出坐標計算成果, 請補充靜態觀測資料後處理成果列表, 並說明後處理所需相關資料來源。
6. P.44, 重力網平差成果僅列出本年度成果結合內政部 93 年度一二等重力測量成果共計 4,653 個點之平差結果, 請增列本年度成果單獨平差成果及其內容說明, 並於結論中補充相關內容。
7. P.47, 表 4-5 內點號 FSHF 先驗精度是否應爲 1.00000, 請說明。
8. 請增加本案第 2 期及第 3 期成果書面驗收及實地檢測說明。
9. 請將本案工作計畫書審查會及工作會報之會議記錄納入成果報告附錄, 並於報告中回復審查意見、列表說明回復審查意見於報告中對應之位置。
10. 本案係廣續內政部 93 年度一二等重力測量工作, 補足花東及山區之未測重力點, 爲建立台灣整體重力資料之一部分, 請補充本案與前揭工作案之關聯性, 針對前案成果與本案現階段與後續工作做一整體性說明。

- 11.請將成果審查會委員建議事項及本初審意見修正表列於工作報告書附錄中、應包含各修正建議之改進概略情形說明及對應於工作報告書中的所在位置(頁數)。
- 12.P.5, L9 及表 2-1 內,『台』中、『台』南請修正為『臺』中、『臺』南。
- 13.P.9, 倒數 L8, 重『覆』性請修正為重『複』性。
- 14.P.11, L1, …『唯』其點位相當分散…,請修正為『惟』,另同頁及下頁多處提及山『峻』線,請修正為山『稜』線。
- 15.P.13, 倒數 L2, …故實際測線多『程』葉狀分布,請修正為『呈』。
- 16.P.24, L1, …為『節省』程式輸出錯誤成果…,請修正為…為『避免』程式輸出錯誤成果…。
- 17.P.28, 倒數 L7, …須定義依『正常』之地球狀態…,請修正為…須定義依『標準化』之地球狀態…。

辦理情形：

1. 本案實測為 271 點,文字修正參見工作報告書第 3、10、11、17、67 頁。
2. 已依審查意見修改,應為「LaCoste&Romberg Graviton EG」,參見工作報告書第 13、25、27 頁。
3. 已依審查意見辦理,參見工作報告書第 14 頁§2-2-2 及附錄 B。
4. 已依審查意見修改,參見工作報告書第 29 頁圖 4-1。
5. 已依審查意見辦理,參見工作報告書第 34 頁及第 35 頁表 4-4。
6. 已依審查意見辦理,參見工作報告書第 59 頁§4-5-2。
7. 已依審查意見修改,參見工作報告書第 64 頁表 4-6。
8. 已依審查意見辦理,參見工作報告書第 28 頁。
9. 已依審查意見辦理,參見附錄 D、E。
- 10.已依審查意見辦理,參見摘要與工作報告書第 1 頁§1-1。
- 11.已依審查意見辦理,參見附錄 F。
- 12.經洽內政部後,該「台」字為原點名即命名,故不修正。
- 13.已依審查意見修改,參見工作報告書第 13 頁第(1)點。
- 14.已依審查意見修改,參見工作報告書第 15 頁。
- 15.已依審查意見修改,參見工作報告書第 18 頁。
- 16.已依審查意見修改,參見工作報告書第 30 頁。
- 17.已依審查意見修改,參見工作報告書第 37 頁。