

目 次

表 次.....	1
圖 次.....	1
摘 要.....	1
第一章 前言.....	1
第二章 國內外基本控制點維護與管理方式之比較探討.....	5
第一節 控制測量方法及其作業規範.....	5
2-1-1 土地測量控制網系測設作業程序.....	6
2-1-2 控制測量作業規範探討.....	7
2-1-2-1 控制測量觀測作業規範.....	7
2-1-2-2 控制測量網形規畫作業規範.....	12
第二節 控制測量平差成果之品質指標與品質規範.....	15
第三節 控制測量成果維護與管理制度.....	18
第三章 控制測量成果品質指標與現有控制測量成果之探討.....	21
第一節 控制測量成果之品質指標.....	21
3-1-1 測量控制網點位精度與平差模式選擇之關係.....	21
3-1-2 測量控制網之可靠度.....	21
第二節 現有控制測量成果資料的分析探討.....	23
第四章 控制測量成果維護與管理制度設計.....	25
第一節 控制測量成果維護管理制度之設計原則.....	25
第二節 控制測量成果維護與管理制度初擬.....	26
4-2-1 品質驗證機制構成要素.....	27
4-2-2 控制測量品質驗證作業流程.....	28
4-2-3 應提供品質驗證之控制測量成果檔.....	30
4-2-4 控制測量成果驗證運作模式及執行機構之選擇.....	30
4-2-5 控制點成果異動管理.....	31
第五章 土地測量局控制點管理及查詢系統功能檢討.....	35
第一節 現有控制點管理及查詢系統特點.....	35
第二節 現有控制點管理及查詢系統功能.....	35
第三節 現有控制點管理及查詢系統目標功能調整.....	36

第四節 現有控制點資料庫管理系統程式修訂建議.....	38
第六章 基本控制點成果驗證.....	39
第一節 基本控制點成果驗證程序.....	39
第二節 基本控制測量提供驗證之成果內容.....	39
第三節 基本控制點成果驗證標準.....	39
第四節 基本控制點成果品質驗證案例說明.....	39
6-4-1 基本控制測量成果內部品質驗證案例說明.....	39
6-4-2 基本控制點成果外部精度驗證案例說明.....	41
第七章 研訂基本控制測量成果維護與管理要點草案.....	43
第一節 基本控制測量成果維護管理原則.....	43
7-1-1 基本控制測量加密作業原則.....	43
7-1-2 基本控制測量成果驗證作業原則.....	45
7-1-3 基本控制點樁標滅失毀損、查報、確認及其補建作業原則.....	45
第二節 TWD67基本控制測量成果整合.....	46
7-2-1 當前基本控制測量成果整合之背景.....	46
7-2-2 提供整合之TWD67基本控制測量成果.....	47
7-2-3 網系整合實際狀況之考量.....	48
第八章 結論與建議.....	49
附錄一 GPS 測量成果驗證所需之資料.....	51
附錄二 角邊測量成果驗證所需之資料.....	52
附錄三 衛星定位測量觀測成果可由程式自動檢核項目.....	53
附錄四 角邊觀測量成果可由程式自動檢核項目.....	54
附錄五 基本控制測量成果配合資料庫已驗證成果，可由程式自動驗證項目.....	55
附錄六 A：Skipro 程式平差成果輸出摘要.....	56
B：GPSurvey 程式平差成果輸出摘要.....	59
C：Turbonet 程式平差成果輸出摘要.....	63
附錄七 基本控制測量成果維護與管理要點.....	68
附錄八 基本控制點成果驗證標準作業程序.....	71
附錄九 「基本控制點維護與管理方法」委託研究案報告審查會會議紀錄.....	72

參考書目.....77

表 次

表 1-1 基本控制點維護與管理方法實際執行進度.....	3
表 2-1 網路上可擷取 GPS 星曆資料.....	8
表 2-2 GPS 的預估觀測精度.....	9
表 2-3 一等 GPS 測量觀測作業有關規定之比較.....	10
表 2-4 二等 GPS 測量觀測作業有關規定之比較.....	11
表 2-5 三等 GPS 測量觀測作業有關規定之比較.....	12
表 2-6 一等 GPS 測量網形規畫有關規定之比較.....	13
表 2-7 二等 GPS 測量網形規畫有關規定之比較.....	14
表 2-8 三等 GPS 測量網形規畫有關規定之比較.....	14
表 2-9 一等 GPS 測量部份中間成果品質指標之比較.....	17
表 2-10 二等 GPS 測量部份中間成果品質指標之比較.....	17
表 2-11 三等 GPS 測量部份中間成果品質指標之比較.....	17
表 3-1 單一時段平均多餘觀測數 r/n 與 GPS 接收器數目之關係.....	23
表 6-1 各級基本控制點相對標準誤差一覽表.....	40
表 6-2 三種 GPS 平差結果輸出項目比較.....	41
表 6-3 控制點成果外部精度驗證案例相對精度一覽.....	42

圖 次

圖 2-1 一般控制網平差流程.....	16
圖 2-2 美國 NGS 基本控制測量成果管理維護系統一覽.....	19
圖 4-1 控制測量成果品質驗證機制構成要素.....	27
圖 4-2 控制測量成果品質驗證作業流程圖.....	29
圖 4-3 控制點點位遺失處理流程.....	32
圖 4-4 控制測量成果品質瑕疵驗證確認處理流程.....	33
圖 5-1 土地測量局控制點資料庫管理系統資料供應模式.....	36
圖 5-2 控制測量成果驗證作業系統僅管理精確資料之主從架構.....	37
圖 5-3 控制測量成果驗證作業系統同時管理精確與粗略資料之主從架構.....	37
圖 6-1 控制點成果外部精度驗證案例網點及鄰近未連測已知控制點位分佈.....	42

摘 要

關鍵詞：基本控制測量、TWD97、TWD67、成果品質驗證

台灣地區植基於 TWD97 坐標系統之三等以上控制測量即將於九十年度完成，本計畫主要目的是提出一套構建基本控制點維護與管理的具體方法，期達成爾後各等級控制測量成果得以維繫土地測量控制功能、資源共享的目的。

為實質達成管理、驗證之目標，內政部土地測量局應將 TWD97 與原 TWD67 下之基本控制測量成果分別建置維護管理系統。

配合成果品質驗證制度的實施，對今後測設之基本控制測量成業成果嚴格執行成果驗證作業，有效維護管理應用控制測量新法統提供之控制功能。

應其他土地測量資訊整合之需求，舊有 TWD67 之基本控制測量成果可採簡易之方式整合至 TWD97 坐標系統。

根據原有 TWD67 完成之地籍測量成果，過渡時期宜維持原有坐標系統實施後續之地籍戶地測量作業，俟整區段之作業逐案整合至 TWD97 坐標系統。

第一章 前言

控制測量為一切後續細部測量的基礎，其目的在於提供空間統一的參考框架，以便協調區域內的各種測量活動，使其成果坐標系統一致，便於日後應用。土地控制測量網，特別是國家級的基本控制測量網的成果，提供了各種經濟建設所需的坐標基準。

近年來由於衛星測量技術的發展，控制測量網的建立較以往容易，特別是GPS衛星測量的快速進展，已廣泛的應用在各種測量的領域中，衛星測量方法不可行的地方，則仍然應用較傳統的角邊測量成果。

若測量成果品質不良，不僅造成後續使用者對控制測量成果品質的疑慮，形成單位間為了避免因引用其它單位控制測量成果折損自身測量成果品質的困擾，而不願意聯測或共用點位，各自為政，不僅浪費資源，亦進而造成測量坐標系統的混淆，影響不同圖籍的套合應用。

一個國家的坐標基準應唯一確定，任何土地測量活動與資訊，最後的成果應整合在同一個坐標基準之下，如此，爾後不同來源、先後產生的土地細部測量成果方有可能直接嚴密套合。

基於上述要求，控制測量成果的品質不良，其原因可能是個別控制網測量成果品質不佳，即控制網的內部點位精度問題；也可能是控制網系間聯繫不足、相鄰近的控制點間未直接或緊密連測，導致相對精度不合要求，即控制網的外部點位精度問題；因為目前仍缺乏一套完整的管理機制，尤其是後一原因導致控制測量成果品質不佳，其實相當普遍。

根據我們對本研究主題的相關研究與認知，我們認為達成本研究目標~基本控制點維護與管理的具體方案，即建立控制測量成果品質驗證制度並盡早實施。

本研究委託案主要研究範圍及內容包括:

- * 國外基本控制點維護與管理方式之蒐集分析
- * 六十九年後三、四等以上各等級控制測量資料成果
- * 建立控制測量資料成果之驗證程序與標準
- * 對現有控制點管理及查詢系統程式之修正訂建議

根據前面的背景敘述及相關研究之探討，其研究內容與方法包括：

- (1) 國外基本控制點維護與管理方式之蒐集分析
 - * 國外基本控制測量作業規範細則之蒐集分析
 - * 國外基本控制測量成果分級標準之蒐集分析
 - * 國外基本控制測量成果驗證制度之蒐集分析

- (2) 六十九年後三、四等以上各等級控制測量資料成果之維護與管理方法
 - * 基本控制測量成果資料的來源之蒐集分析
 - * 訂定基本控制測量成果品質評估的指標內容
 - * 研訂基本控制測量平差模式
 - * 訂定基本控制測量成果維護與管理要點草案
- (3) 建立基本控制測量成果之驗證程序
 - * 模擬基本控制測量成果品質標準
 - * 基本控制測量成果品質驗證程序初擬
 - * 基本控制測量案例成果品質驗證實驗
- (4) 對現有控制點管理及查詢系統程式之修正訂建議
 - * 現有控制點管理及查詢系統程式功能分析評估
 - * 研訂現有控制點管理及查詢系統程式修訂方案

依原計畫內容、進度，蒐集分析比較國內外基本控制測量有關作業規範，並由土地測量局提供自行開發維護之控制點資料管理系統，經建置使用後，除提供細節功能修訂建議，主要的建議是整體系統必須以達成成果驗證最為目標全面調整其功能與架構。

有關控制測量成果品質指標、成果維護管理制度之設計均以專章闡明。

控制網系成果之內部精度可由完整之平差結果充份顯示，外部精度驗證則必須以網系鄰近已知點為背景，逐點實施成果驗證，控制點成果驗證程序內容之案例佐證，以一、二等衛星定位測量成果為背景，對八十九年度南投縣三等控制點補建新建成果，選擇若干點位為例說明。

內政部土地測量局現有新舊坐標系統雜陳之控制測量成果如何有效維護管理應用，除技術問題，宜有策略考量，本研究試從較廣闊的角度，討論現有成果之維護管理及相關之成果整合問題。

實際執行進度如表 1-1 所示。

表 1-1 基本控制點維護與管理方法實際執行進度

工 作 項 目	第一月	第二月	第三月	第四月	第五月	第六月	第七月	第八月	第九月
國內外現行相關作業法規之檢討與分析									
試驗區基本控制測量成果資料的來源之蒐集、整理									
研訂基本控制測量平差模式									
模擬基本控制測量成果品質標準									
基本控制測量成果品質驗證程序初擬									
基本控制測量案例成果品質驗證實驗									
訂定基本控制測量成果維護與管理要點草案									
控制點管理及查詢系統程式功能分析評估									
研訂控制點管理及查詢系統程式修訂方案									
教育訓練									
簡報									
成果整理與撰寫報告									

第二章 國內外基本控制點維護與管理方式之比較探討

控制測量成果之管理維護，相關法令規章是必需的因素。一套良好完整的法令規章可勾勒出整體控制測量成果之管理維護運作的輪廓。國內現行控制測量之相關法令對土地控制測量而言應用上確有不足之處，檢討規範之不足，期其臻於完備，切合實際，方足以達成控制測量成果之管理維護之目標。

測量法規必須定期修訂以反映測量科技的演進、對成果品質需求定義或數字的改變，其對測量作業規劃與執行、品質要求等規定應力求周延，作業方法細節則應容有彈性。

依據蒐集的資料，配合對土地測量控制網系功能、需求的了解，綜合性的檢討國內外現行控制測量規範內容，主要著眼點為：內容周延：針對控制測量實際作業與規範未能搭配、不足處，建議增訂相關條文。

定義明確：現有規範定義不明、分際模糊的用語，追索本來面目。

規模標準一致：探索不同規範間之差異、同一規範相互矛盾、標準不一的規範內涵。可行性：探討品質有關規定是否普遍可行。

引導功能：技術規範應避免可能之誤導作用，建議對品質堪虞的作業方法應予限制使用。本章主要本著上面指出的原則，分析比較國內外相關作業規範之異同優劣，提供爾後研修之參考。

第一節 控制測量方法及其作業規範

目前常用於土地測量控制網系測設的方法有角、邊網或其混合網、衛星定位測量網，以及角邊和衛星定位測量混合網。

由於衛星定位測量的發展，尤其是全球定位系統(GPS)相關技術之普及，衛星定位測量近年來較角邊測量更廣泛地應用於各級平面控制測量。

全球定位系統 GPS 是由美國國防部自 1973 年開始發展的全球衛星定位系統，提供 24 小時、不受天候影響的高精度三維導航資訊。自 1993 年以後，已有超過 24 顆以上的 GPS 衛星在預定的軌道上運行，目的是使得全球幾乎任何地方、任何時刻都能接收到至少 4 顆以上的衛星訊號以即時定位。相較於其他的地面測量方法，GPS 有以下優點：

1. 全天候作業：可在任何地方、任何時刻連續地進行觀測，一般不受天候的影響。
2. 無測站間通視問題：傳統地面角邊測量最大的困難之一就是點位間的通視問題。GPS 測量則要求有良好的衛星訊號接收環境，即必須有良好的對空通視條件
3. 外業操作簡便：GPS 測量自動化程度很高，其後續的資料處理可能會比傳統地面角邊測量者花費較多的時間，惟觀測時之專業技術要求較低，外業人員訓練容易。

4. 自動觀測、資料完整：短時間之內即可自動獲得大量觀測量
5. 提供三維坐標：GPS 測量成果提供三維的坐標成果。一般而言，其平面定位精度高於程高精度。
6. 定位精度高：長時靜態相對定位可以達到 0.1~1ppm，短距離態動相對測量可達公分級精度。
7. 可即時定位：在數秒鐘之內即可得知點位的三維坐標。
8. 可全球連測：可以透過 IGS 觀測網與世界各個角落完成連測。

2-1-1 土地測量控制網系測設作業程序

不論採用何種方法測設土地測量控制網系，其作業程序大致為：

1. 確定目的需求：依使用或規畫單位的目的、需求訂定控制測量作業等級。例如作為國家一等衛星控制點，或作為地籍測量、都市計畫釘樁之圖根點使用。
網形規畫、選點、觀測計畫：按照需求先於圖上進行網形初步規畫。在此階段可依採用的觀測方法、網形分布狀況，事先評估所設計網形的品質優劣。經實地調查通視、交通、地質、地形等資料修訂原規畫網形，完成觀測計畫。網形規畫主要考量精度與可靠度高需求、與鄰近已知控制點緊密結合。
2. 埋設樁標：按照第二階段修訂完成的規畫網形、完成觀測計畫進行樁標埋設作業。
樁標埋設最主要的考量為：
點位能夠長久保存、控制點日後易於引用。
在都會區可將控制點位埋設在建築物的立面（牆壁）上，或埋設較不易遭破壞的輔助樁標為主，實際點位可以選擇埋設或不埋設樁標。
3. 實地觀測：標石埋設後待其穩定可進行觀測作業，如採用牆上標或輔助點位的方式，則可以縮短這項等待的期限。
4. 平差計算與分析：觀測結果經過必要之化算改正後進行平差計算與成果分析，並決定是否補測、重新平差。
5. 成果初步驗收：作業單位依一定的程序、標準提交控制測量成果完成初步驗收。
6. 成果驗證：經初步驗收的成果應可以滿足各別控制網之內部精度需求。控制測量作業可能由不同的單位完成，該測量網與其相鄰未連測的已知點位必須驗證其間的相對精度，通過後方可進入測量成果資料庫中，供其他單位後續引用。

2-1-2 控制測量作業規範探討

2-1-2-1 控制測量觀測作業規範

傳統的平面控制測量是以經緯儀、測距儀、全測儀等等以方向測量、角度測量、方位角測量、邊長測量等方式連繫控制網點，並將整個控制網強制附合於已知控制點，以維持坐標系統的一致。

角邊觀測要求點和點之間要能夠通視，雖然角邊混合網解除了夾角大小的限制，實地選擇、佈設點位時，仍舊難免遭遇一些困難。

角邊觀測主要的誤差來源有：

儀器誤差：如視準軸誤差、橫軸誤差、上盤偏心、度盤刻劃誤差、相位差讀定誤差、電磁波波速誤差等。

操作誤差：如對心誤差、定平誤差、瞄準誤差、讀數誤差等

環境因素誤差：如地球曲率誤差、折光誤差、大氣折射率誤差、大氣模式誤差等。

有些誤差可以透過適當的觀測方法加以消除，有些則必須對測量儀器加以率定，有些則可以平差統計的方法估計之。

傳統角邊觀測技術已十分成熟穩定，觀測成果精度受使用之儀器、方法、測回數、邊長……等因素影響。各國有關角邊觀測的作業規範大同小異，有些規範內容極其詳盡，例如中國大陸國家測繪局在其短程光電測距規範中，於儀器檢校保養維護、實地量測、計算、上交資料等等相關事項，均一一規定；而於測繪產品質量評定標準、測繪產品檢查驗收規定等規範中，對測量成果之評等，實施二級檢查一級驗收的制度，不論以文字敘述或以具體數字表達，其規定之詳盡，可謂不憚其煩。土地測量局於相關作業亦訂定檢查手冊，其內容大底反映了訂定單位對當前控制測量規範與實務的認知，是否合宜有待深入討論。

儘管規範繁簡寬嚴不一，實際觀測及其前後應有之舉措，是否嚴格遵循規範行事，才是提供觀測成果品質保證的重點。

GPS 定位由於觀測高度自動化，觀測過程中人為介入因素較少，但仍應對各種可能誤差來源及其影響充份了解，於觀測過程或後續處理中消除或降低其對最後成果之影響：

1. 和衛星有關的誤差

- (1) 衛星軌道誤差：廣播星曆、精密星曆或其它軌道資訊所給出的衛星位置和實際位置之間的差異。

星曆誤差對基線的影響約為 0.5ppm~ 0.002ppm。

表 2-1 網路上可擷取 GPS 星曆資料

軌道型式	中誤差	時效性
廣播星曆	3.0 m	即時
CODE 預估星曆	.25 m	即時
IGS 預估星曆	.25 m	即時
CODE 快速星曆	.10 m	12 小時以後
IGS 快速星曆	.07 m	24 小時以後
IGS 精密星曆	.05 m	11 天以後

CODE 為 Center for Orbit Determination in Europe 的縮寫

- (2) 衛星時錶的誤差：衛星上使用的原子鐘和理想的 GPS 時之間仍有 1ms 以內的誤差，其所引起的衛星到接收器距離的誤差約為 300km。經過鐘錶差的模式改正後，各衛星鐘錶間的不同步誤差可以維持 20ns 以內，由此所引起的衛星到接收器距離的誤差約 6m。在相對定位測量中透過差分方法加以消除。

2. 與訊號傳播有關的誤差

- (1) 電離層折射：衛星訊號通過電離層時傳播速度延遲。大約可以引起衛星到接收器距離的誤差在 30m 到 150m 間。在相位差分定位中，可藉由雙頻觀測量的線性組合加以消除；僅有單頻接收機的用戶，則以電離層模式減低其影響。對流層折射：衛星訊號通過對流層時傳播速度延遲，大約可以引起衛星到接收器距離的誤差 2.3m 到 30m，是目前對 GPS 定位精度影響最重要的因素。可以利用差分觀測減低其影響、或使用對流層模式、或引入描述對流層影響的附加參數，在數據處理一併求解。
- (2) 多重路徑效應：GPS 天線除了直接收到衛星的訊號外，還可收到經圍物體反射的衛星訊號，使得相位產生偏移。它非常的複雜而難以控制，可能會使得衛星到接收器距離的誤差數公分到 10m，嚴重者會導致訊號失鎖。減低其影響的方法有：選擇適宜且屏障良好的接收器，安置天線的週遭環境應避免較強的反射面。

3. 與觀測有關的誤差

- (1) 觀測誤差：根據經驗，觀測的分辨誤差約為訊號波長的 1%。觀測誤差屬於偶然性質的誤差，適當的增加觀測量會提高觀測精度。

表 2-2 GPS 的預估觀測精度

訊號	波長	預估觀測誤差
P 碼	29.3 m	0.3 m
C/A 碼	293 m	2.9 m
L_1 載波	19.05 cm	2.0 mm
L_2 載波	24.45 cm	2.5 mm

- (2) 接收器的鐘錶誤差：GPS 接收器石英鐘若其與衛星鐘之間的同步誤差為 $1\mu\text{s}$ ，則可引起接收器到衛星間的距誤差約 300m。一般處理接收器的鐘錶誤差的方式是視其為待定參數於平差時一併求解，也可以差分觀測的方法消除其影響。
- (3) 天線的相位中心：在 GPS 測量中，觀測值是以天線的相位中心的位置為準，實際上天線的相位中心會隨著輸入訊號強弱、方向不同而改變，因天線性能好壞可達數 mm 到數 cm。若使用同一類型 GPS 天線，且各觀測站的天線利用所附的方位標定向，於短基線可以差分法降低其影響。
- (4) 天線定心、定平誤差。

由於各國對應用 GPS 測量建立土地測量控制網系的觀點有異，對最後成果分級及其精度標準不一，其關於 GPS 測量觀測的一些要求也大異其趣，例如在中國大陸、美國的規範中要求 GPS 網要連測已知水準點，如長遠考慮一併提供有關高程系統的資訊，如美國之 NSRS，應是不錯的規定。

以下列表比較國內、中國大陸、美國、德國對一、二、三等或相近等級之平面控制網 GPS 測量觀測規範。

表 2-3 一等 GPS 測量觀測作業有關規定之比較

規範項目		國內(一等)	大陸(B 級)	美國(A 級)	德國
觀測時間 (小時)		≥ 4	≥ 2	≥ 4	
儀器		雙頻 10mm+1ppm	雙頻 5mm+1ppm	雙頻	雙頻 10mm+1ppm
同一時段所有接收器 連續且同步(a)/同時(b) 觀測時間 (小時)		≥ 2(a)		≥ 2(b)	
時段中任一衛星 有效觀測時間(分)			≥ 30		
觀測衛星數			≥ 9	≥ 4	
同步(a)/同時(b)觀測 之接收器數		≥ 4(a)	≥ 3(a)	≥ 5(b)	≥ 2
觀測取樣間隔 (秒)		15	15-60	30	15
點位遮蔽仰角		≤ 20°	≤ 15°	≤ 15°	≤ 15°
氣象觀測			Y	Y	Y
天線高量測	次數		2	≥ 3	
	限制值		≤ 3mm		
重複觀測站數(%)		≥ 100		80(2)/40(3)	Y
不同時段 重複觀測	銜接邊數	≥ 20%			Y
	銜接站數		≥ 3		Y
相鄰點間平均距離		20 km	70 km		20km-70km

表 2-4 二等 GPS 測量觀測作業有關規定之比較

規範項目		國內(二等)	大陸(C 級)	美國(B 級)	德國
觀測時間 (小時)		≥ 2	≥ 1.5	≥ 2	
儀器		雙頻 10mm+1ppm	雙頻/單頻 10mm+2ppm	雙頻	雙頻 10mm+1ppm
同一時段所有接收器 連續且同步(a)/同時(b) 觀測時間 (小時)		≥ 1(a)		≥ 1(b)	
時段中任一衛星 有效觀測時間(分)			≥ 20		
觀測衛星數			≥ 6	≥ 4	
同步(a)/同時(b)觀測 之接收器數		≥ 3(a)	≥ 2(a)	≥ 4(b)	≥ 2
觀測取樣間隔 (秒)		15	15-60	30	15
點位遮蔽仰角		≤ 30°	≤ 15°	≤ 20°	≤ 15°
氣象觀測			Y	Y	Y
天線高量測	次數		2	≥ 2	
	限制值		≤ 3mm		
重複觀測站數(%)		≥ 40		50(2)/20(3)	Y
不同時段 重複觀測	銜接邊數	≥ 10%			Y
	銜接站數		≥ 3		Y
相鄰點間平均距離		7 km	10~15 km		7~10 km

表 2-5 三等 GPS 測量觀測作業有關規定之比較

規範項目		國內(三等)	大陸(C 級)	美國(C-1 級)	德國
星 曆				精密/廣播	
觀測時間 (小時)		≥ 1	≥ 1.5	≥ 0.5~1	
儀器		雙頻/單頻 10mm+2ppm	雙頻/單頻 10mm+2ppm	雙頻/單頻	雙頻 10mm+1ppm
同一時段所有接收器 連續且同步(a)/同時(b) 觀測時間 (小時)		≥ 0.75(a)		≥ 0.3-0.5(b)	
時段中任一衛星 有效觀測時間(分)			≥ 20		
觀測衛星數			≥ 6	≥ 4	
同步(a)/同時(b)觀測 之接收器數		≥ 4(a)	≥ 3(a)	≥ 3(b)	≥ 2
觀測取樣間隔 (秒)		15	15-60	15-30	15
點位遮蔽仰角		≤ 40°	≤ 15°	≤ 20-40°	≤ 15°
氣象觀測			Y	N	Y
天線高量測	次數	2	2	≥ 2	
	限制值	≤ 5mm	≤ 3mm		
重複觀測站數(%)		≥ 20		30(2)/10(3)	Y
不同時段 重複觀測	銜接邊數	≥ 5%			
	銜接站數	≥ 2	≥ 3		
相鄰點間平均距離		5~10 km	15~10 km		2-3km

2-1-2-2 控制測量網形規畫作業規範

儘管衛星定位測量、角邊測量在選點、觀測方面有難易、精粗之異，個別控制測量網最後可能達到的品質，網形規畫良窳是最關鍵因素。

對於單一此控制網我們所關注的是網系內部相鄰近而未直接連測之點位間相對精度。角邊測量有關網形規畫之規範，寬嚴差異極大。

不論國內、中國大陸或其他國家，凡有關純三角測量、三邊測量或精密導線測量網形規畫之規範，仍依據以往對純三角測量、三邊測量或精密導線測量圖形強度片面的認知，以圖形強度因子加以限制，對靈活應用角邊觀測混合、多餘觀測數眾多之控制網已不能一體適用，此一問題只能以嚴密的網形品質預估尋求答案，無法以類似圖形強度因子等簡單的數字達到規範的目的。

現行三角、三邊測量與精密導線測量網形規畫作業規範主要存在兩個問題，一是使用規範所規定之量測儀器仍有無法達到規定之成果精度，另一則是觀測精度與成果精度是否應平衡相稱的問題。

例如對三角測量和三邊測量均嚴格規定高精度觀測，但對測量成果精度之要求卻不高；若能適當加強網形幾何強度，雖然降低觀測精度、使觀測作業較為容易，其成果品質同樣可能達到要求。現行規範對導線可能構成的形狀並未充份的描述或限制，尤其不易評估其網系測量成果內部精度。

有關 GPS 測量的網形規畫，由於觀測者對於單一測站可能接收之衛星顆數和分佈的可控制或自主性低，數部 GPS 測量接收儀同步觀測構成之 GPS 測量基本網形與基本網形間的銜結是規畫重點。

表 2-6、表 2-7 和表 2-8 為國內、中國大陸、美國、德國關於 GPS 測量網形規畫的一些要求。

表 2-6 一等 GPS 測量網形規畫有關規定之比較

規範項目		國內(一等)	大陸(B 級)	美國(A 級)	德國
觀測衛星數			≥ 9	≥ 4	
同步(a)/同時(b)觀測之接收器數		≥ 4(a)	≥ 3(a)	≥ 5(b)	≥ 2
點位遮蔽仰角		≤ 20°	≤ 15°	≤ 15°	≤ 15°
衛星分佈象限		≥ 3		4	
PDOP		≤ 10	≤ 6		
連測上級控制點數目		≥ 3	≥ 3	≥ 3	
重複觀測站數(%)		≥ 100		80(2)/40(3)	Y
不同時段 重複觀測	銜接邊數	≥ 20%			Y
	銜接站數		≥ 3		Y
連測上級控制點距離		≤ 10		≤ 10	
相鄰點間平均距離		20 km	70 km		20km-70km

表 2-7 二等 GPS 測量網形規畫有關規定之比較

規範項目		國內(二等)	大陸(C 級)	美國(B 級)	德國
觀測衛星數			≥ 6	≥ 4	
同步(a)/同時(b)觀測之接收器數		≥ 3(a)	≥ 2(a)	≥ 4(b)	≥ 2
點位遮蔽仰角		≤ 30°	≤ 15°	≤ 20°	≤ 15°
衛星分佈象限		≥ 3		≥ 3	
PDOP		≤ 10	≤ 8		
連測上級控制點數目		≥ 3	≥ 3	≥ 3	
重複觀測站數(%)		≥ 40		50(2)/20(3)	Y
不同時段 重複觀測	銜接邊數	≥ 10%			Y
	銜接站數		≥ 3		Y
連測上級控制點距離		≤ 3		≤ 5	
相鄰點間平均距離		7 km	10~15 km		7~10 km

表 2-8 三等 GPS 測量網形規畫有關規定之比較

規範項目		國內(三等)	大陸(C 級)	美國(C-1 級)	德國
觀測衛星數			≥ 6	≥ 4	
同步(a)/同時(b)觀測之接收器數		≥ 4(a)	≥ 3(a)	≥ 3(b)	≥ 2
點位遮蔽仰角		≤ 40°	≤ 15°	≤ 20-40°	≤ 15°
衛星分佈象限		≥ 3		3	
PDOP		≤ 10	≤ 8		
連測上級控制點數目		≥ 3	≥ 3	≥ 3	
重複觀測站數(%)		≥ 20		30(2)/10(3)	Y
不同時段 重複觀測	銜接邊數	≥ 5%			
	銜接站數	≥ 2	≥ 3		
連測上級控制點距離		≤ 1		≤ 3	
相鄰點間平均距離		5~10 km	15~10 km		2-3km

在這些表裡可以看出，德國的規定最少，基本上他們把 GPS 當作一種測量工具，放在傳統三角點裡分級，最主要的是要求測量最後成果堪用，當然這就必須於最後階段從平差結果才能評斷。

相對而言，中國大陸對所有接收器要連續、同步觀測，而且要有有效的衛星顆數，其所謂同步觀測時間是指 GPS 接收器同時對同一組衛星進行觀測的時

間，要求最為嚴苛。

國內規範在一等 GPS

測量的要求是至少要觀測 4 小時，而其中同步觀測時間至少要 2 個小時，這個要求是太嚴苛了一點。美國 FGCC 的規範則僅規定連續且同時觀測的時間，應是比較合理可行的規定。

另外，在國內、美國的作業規範中均有閉合差限制的規定，FGCC 更強調獨立基線的閉合差分析，同一個時段的基線要組成獨立基線或其閉合圈的方法有非常多種，這種緣於傳統三角形、導線閉合差的概念，固然不無意義，但與利用嚴密誤差傳播分析估計的方法比較，二者實無法對等並列，閉合差分析可不必再列為規範項目。

第二節 控制測量平差成果之品質指標與品質規範

控制測量作業的每一階段均和最後之測量成果品質息息相關；經過平差計算後，觀測值的誤差及其傳播給坐標的誤差散佈情形，才能估計出來。控制測量最後成果品質呈現在兩項主要的品質指標上：點位精度和網系可靠度。

以我國現行地籍測量實施規則有關控制測量的規定為例，該規則與控制測量有關者為第二編第一章基本控制測量及第二編第二章圖根測量。其對三角測量、三邊測量與精密導線測量，對其測量成果分別以『滿足角邊條件後』、『滿足幾何條件後』及『經方位角平差後』各『位置閉合差不得超過』若干為衡量之依據，經多次修訂之地籍測量實施規則，其以滿足位置閉合差為控制測量成果精度評估依據，迄今仍未述及各等級控制測量之精度標準。以現今平差方法及對成果品質之要求，其明顯不合時宜還是其次，而其是否合理尤其值得關切。

美國現行由 FGCC 於 1984 年修訂之規範中訂有三角測量、三邊測量與精密導線測量之精度標準，其規定之數字與原各等級控制測量成果以『位置閉合差不得超過』若干之衡量標準所規定的數字完全相同，實欠缺實務或學理依據。

因此不論採用衛星定位測量或傳統角邊測量，嚴密的網形品質預估及平差計算已成為管制控制測量成果品質的必要手段。

測量的觀測值除了具有隨機性質外，可能含有系統性誤差，也可能或大或小的錯誤，這些因素當然影響測量的最後成果。

平差計算實際作業常包含觀測量系統誤差改正、偵錯及其變方分析，因此除了觀測值必要的前處理，大部份的測量數據處理，都可劃歸於平差計算作業(圖 2-1)。

理想的平差計算成果除了明白充份顯示點位精度和網系可靠度，還有必要顯示一些中間成果品質，提供各階段作業檢查、成果驗收之需，表 2-9、2-10、2-11 為 GPS 測量平差部份中間成果標準之比較，單一網系的平差結果其最後之精度指標為點位內部精度。

平差計算理論與實務技術，迄今已相當成熟，但有關平差計算實際作業，諸如最後成果採用那種平差模式等，各國相關規範都無硬性規定，市場流通之平差計算程式適用與否，確實需要一套驗證機制，日本之國土地理院即對商家開發之測量專業程式提供驗證服務；美國 NGS 甚至由網路提供應用程式，或代為處理平差計算，其積極主動的策略，值得仿效。

控制測量最後成果的品質呈顯在點位精度和網系可靠度的估計值上，在土

地測量局的三等衛星測量規範缺乏點位精度指標或基線精度指標，有待補充。

圖 2-1 一般控制網平差流程

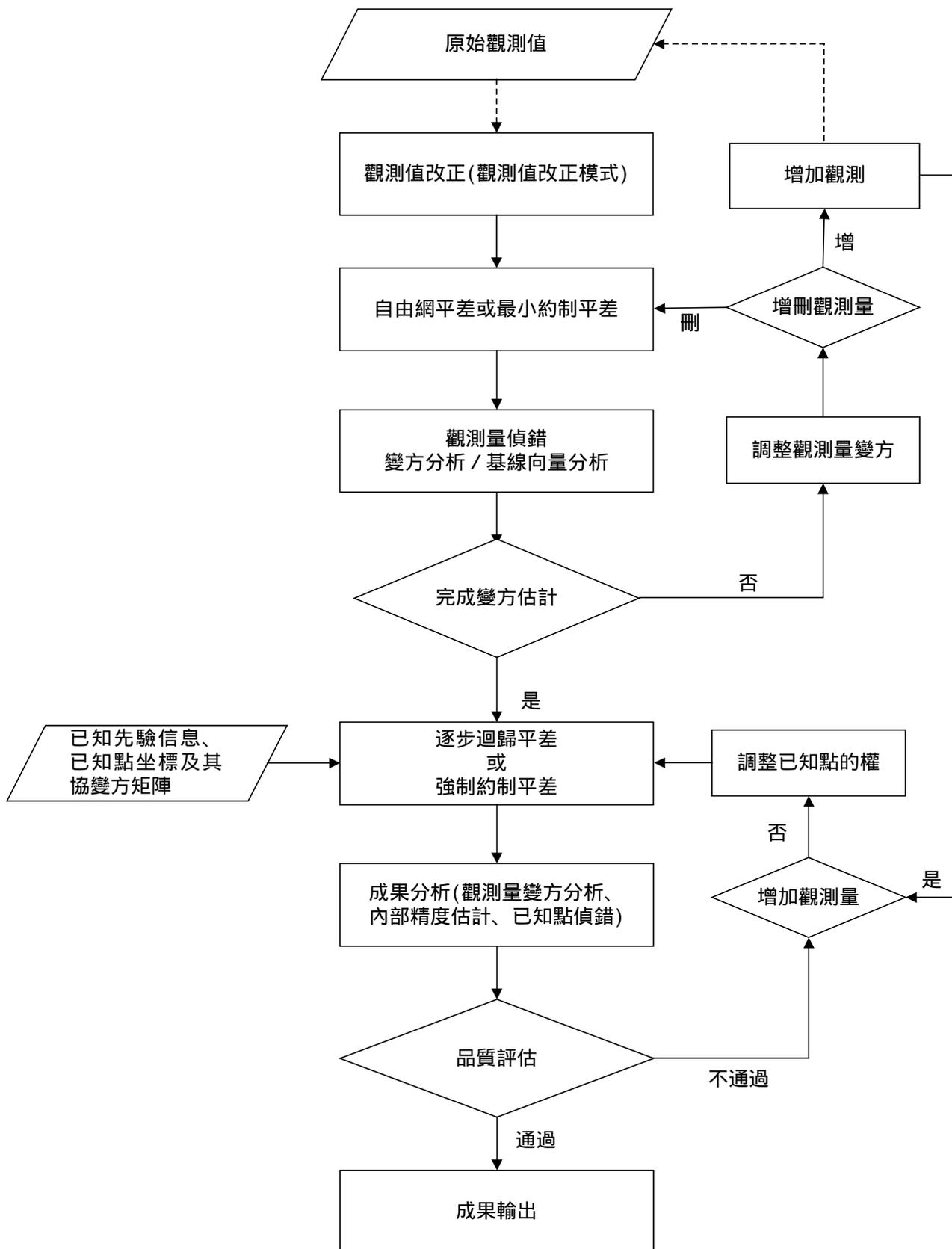


表 2-9 一等 GPS 測量部份中間成果品質指標之比較

規範項目		國內(一等)	大陸(B 級)	美國(A 級)	德國
基線重覆精度	水平	10mm+2ppm			
	高程	25mm+5ppm			
	分量			0.1 ppm	
	長度		14mm+1.4ppm		
同一時段觀測值剔除率		5%	≤ 10%		
相鄰點間平均距離		20 km	70 km		20km-70km
基線長標準誤差		5mm+1ppm	8mm+1ppm	5mm+0.04ppm	10mm+0.1ppm
				m	m(≤20cm)

表 2-10 二等 GPS 測量部份中間成果品質指標之比較

規範項目		國內(二等)	大陸(C 級)	美國(B 級)	德國
基線重覆精度	水平	20mm+4ppm			
	高程	50mm+10ppm			
	分量			1 ppm	
	長度		28mm+5.6ppm		
同一時段觀測值剔除率		≤15%	≤ 10%		
相鄰點間平均距離		7 km	10~15 km		7~10 km
基線長標準誤差		10mm+2ppm	10mm+5ppm	8mm+0.4ppm	10mm+0.1ppm
					m(≤20cm)

表 2-11 三等 GPS 測量部份中間成果品質指標之比較

規範項目		國內(三等)	大陸(C 級)	美國(C-1 級)	德國
基線重覆精度	水平	10mm+2ppm			
	高程	25mm+5ppm			
	分量	50 ppm		10 ppm	
	長度	20 ppm	28mm+14ppm m		
同一時段觀測值剔除率		40%	≤ 10%		
相鄰點間平均距離		5~10 km	15~10 km		2-3km
基線長標準誤差			10mm+5ppm	10mm+3.6ppm m	10mm+0.1ppm(≤20cm)

第三節 控制測量成果維護與管理制度

有關控制測量成果維護，過去由於資訊管理工具功能的限制，對於涵蓋廣大空間內控制測量成果管理與控制功能的維繫，端賴明確、一致的作業規範、良好的作業習慣及事權統一或不同測量作業單位間良好的橫向溝通，及對既有合乎品質要求測量成果的尊重。

歐陸德國、英國等測量科技進步、測繪成果應用廣泛的國家，其控制測量系統的測設，歷史久遠，成果品質均勻穩定。

英國的土地測量測量作業由中央級的 **The Ordnance Survey** 以一條鞭的組織分層管控，其各層級作業單位與相關機關如工務單位等橫向聯繫密切、合作無間，土地測量控制系統功能的維繫，自然較為容易。

德國聯邦級的基本控制測量由國家統一測設，各邦境內之控制點加密則由各邦測量局依規範實施，由於社會對測量專業的重視，作業人員專業素養優良、作業習慣良好，成果品質穩定均勻。

中國大陸由國家測繪區主導的測量作業，規範手冊齊備，且久已建立委由經認證合格的單位擔任丙方的機制，負責監驗乙方作業過程及成果。

有關控制測量成果維護與管理，除美國的 **National Geodetic Survey (NGS)**，其他如中國大陸、德國、英國、日本等國家，仍未能見有完整的、對控制網點外部精度採取動態、自動的管理機制及相關文獻。儘管每個國家幅員有大小之分，控制測量成果標準也不盡相同，其面臨的維護管理問題，本質上沒有差異。

美國幅員廣大，在 **GPS** 測量尚未普遍應用於基本控制點測設前，控制網涵蓋情形各州、各郡差異懸殊，由其傳統三角、三邊、導線等測量規範必列有天文觀測項目可見一般。

由於 **GPS** 測量技術的演進普及，近年大多數國家均以此測設國家級基本控制網，配合電腦網際網路通訊的無遠弗屆與迅捷，逐漸有較具規模的控制測量成果管理機制出現，其最顯著者，當推美國 **National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)** 下之 **NGS** 推動實施的連串相關舉措。

爲了因應近十年來測量製圖、**GIS/LIS** 等領域的蓬勃發展及其對國家空間參考框架的需求，美國 **NGS** 受命重估原有 **National Geodetic Reference System (NGRS)** 的角色功能，於 1992 年開始，經過兩年的密集籌劃評估，借 **Total Quality Management (TQM)** 技術之助，於 1994 年完成由 **NGRS** 演進爲 **National Spatial Reference System (NSRS)** 的計畫細節。

該計畫主要任務爲利用 **GPS** 高品質三維測量成果整合 **NGRS** 原有的 300,000 個平面控制點與 600,000 個高程控制點。

美國運用 **GPS** 技術提昇 **North American Datum of 1983 (NAD83)** 坐標系統下控制點成果精度的計畫，稱爲 **High Accuracy Reference Network (HARN)**，此計畫案以州、郡爲作業範圍，首宗合作計畫爲 1986 年田納西州交通部門的委辦案，

至 1997 年結束時共約完成了 16,000 個平面控制點的升級(合乎 A 或 B 級之精度標準)，NGS 選擇其中的 1400 點負責後續維護工作，間距約 75~125 公里，稱為 Federal Base Network(FBN)；其餘控制點構成間距約為 25~50 公里的控制網，則責成各州維護，遵循 FGCC(Federal Geodetic Control Committee)規範、併同根據 FBN 點位陸續加密的衛星控制點，稱為 Cooperative Base Network(CBN)。為鼓勵各州、郡參與 CBN 作業，NGS 提供技術支援及所需的平差程式、協調單位合作，並免費處理測量成果進入 NGS 資料庫及後續對外供應的相關事宜。

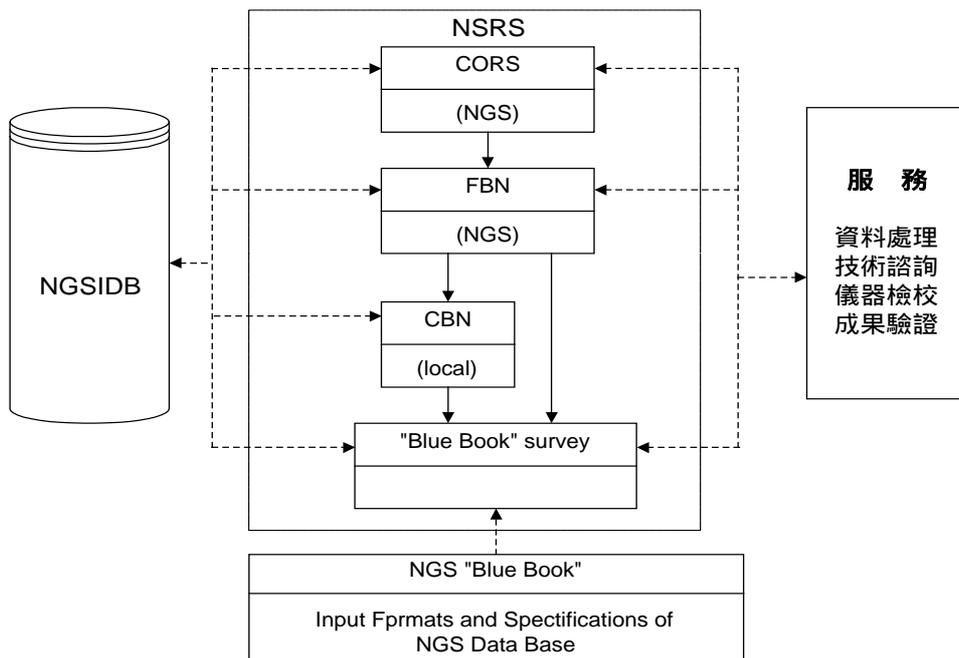
FBN 作業自 1997 開始，預計於 2003 年完成，一般平差結果顯示其平面相對精度達 1 公分(95% Confidence level)，高程精度則約為 2 公分。

一般由州、郡、市等階層從事之應用測量控制點加密作業經 NGS 驗證者，稱為“Blue Book” Survey，NGS 對此類作業提供品質確認、處理成果進入 NGS 資料庫及後續對外供應等服務，NGS 的驗證程序包括觀測前對作業計畫書的審核，其重點在檢核其網點與 FBN/CBN 點位是否緊密結合。

NGS Integrated Data Base(NGSIDB)堪稱世界上此一領域最完整的資料庫，內容包括 70，80 年代的原始觀測記錄，甚至遠溯至 1817 年測量作業的點之記，透過網路、CD-ROM、Floppy Disk、書面等方式，NGS 供應各種形式、內容的控制測量成果。

對 GPS 測量而言，Continuously Operating Reference Stations(CORS)，提供上游的控制測量成果，一般加密網點觀測資料與二個以上 CORS 聯解，可以節省很多作業成本，NGS 亦提供 CORS 觀測及衛星軌道相關數據。

圖 2-2 美國 NGS 基本控制測量成果管理維護系統一覽



第三章 控制測量成果品質指標與現有控制測量成果之探討

第一節 控制測量成果之品質指標

3-1-1 測量控制網點位精度與平差模式選擇之關係

控制網平差結果可得網點之絕對精度與網點間之相對精度(一般以誤差橢圓表示)，其意涵則須要由其所呈現的內部點位精度和外部點位精度來探討。

控制網內部精度指的是該控制網、真實的觀測精度、於不受基準選擇影響呈現的點位精度，是平差過程的中間成果資訊。

估計控制網內部精度最佳的平差方式為自由網平差或最小約制平差，所有已知點的先驗資訊(坐標及其協變方矩陣)對於網系的點位精度沒有影響。內部精度的評估除相鄰點位間之精度後驗估計，實際上包括除錯、觀測精度後驗估計。如果控制網內部精度和已知點的精度相近時，當已知點的先驗資訊有誤時，這種錯誤就可能在內部精度估計階段被發現。

將認為無誤的已知點先驗資訊當作約制條件實施網系平差，可以得到網系點位的外部精度，是平差最後成果的點位精度資訊。

在完全約制平差中，以和測量網直接連測的已知點當作約制條件，因為把原含有誤差的已知點視為無誤差，所以平差成果估得新點的點位精度偏好。

如把所有已知點的先驗資訊代入平差中，則造成平差後已知點的坐標改變，使得坐標系統隨之變動，在後續應用實務上形成困擾。針對此一難題，遂有逐步迴歸法平差之研發，該法可以維持坐標系統的一致性，而且使得已知點的協變方矩陣可以真實的反應在平差成果估計中，使得加密控制測量網的點位外部精度較接近實際。

和測量網點鄰近但沒有直接連測的已知點間，到底隱含怎樣的相對精度，在單一的加密控制測量網平差中，無法得到任何資訊，這些沒有直接連測的已知點，可能在該控制測量網的網系內部，也可能在網系外部，在後續的測量作業，這些未連測的已知點位可能與加密網點同時被連測引用，因此其間的點位相對精度也是一個非常重要的品質指標。因此需要有測量資料管理資料庫中保留所有已簽證過的已知點先驗資訊(坐標及其協變方矩陣)，在其提供的背景中進行外部精度評估。

3-1-2 測量控制網之可靠度

最小二乘法平差後可得觀測值改正數及其權係數，由完整的改正數權係數矩陣可推估每一觀測之多餘觀測數。當觀測值有錯誤時，錯誤值即透過每一觀測之

多餘觀測數傳播給改正數，藉此我們有機會來判定那一觀測可能出錯。

一個平差系統的總多餘觀測數為 r ，每一個觀測量所能分配到的多餘觀測數，稱為局部多餘觀測數 r_i 。網形幾何強度越好，則每個觀測值所分配到的局部多餘觀測數也越大；萬一某觀測值錯誤，錯誤量傳播在自己改正數上的值也越大，因此越容易以統計的方法偵測出來；而沒有被偵測出的錯誤觀測值對於平差結果的影響越小越好，這就是可靠度的問題。

可靠度問題分為內可靠度和外可靠度。觀測值的錯誤至少要有多大才能被偵測出，這是內可靠度問題：

$$\nabla_{0,i} l_i = \sigma_i \frac{\delta_0}{\sqrt{r_i}}$$

式中 σ_i 為觀測量的觀測精度， δ_0 為一個統計參數，它和犯第一類型錯誤的機率 $\alpha\%$ 及犯第二類型錯誤的機率 $1-\beta\%$ 有關/35/，通常取 $\alpha = 0.05$ 和 $\beta = 80$ ，此時統計參數 $\delta_0 = 3.6$ 。外可靠度問題即是沒有被偵測出的錯誤觀測值平差後對於未知數或未知數函數 G 的影響：

$$\nabla_{0,i} G \leq \sigma_G \frac{\delta_0 \sqrt{1-r_i}}{\sqrt{r_i}}$$

式中 σ_G 為未知數或未知數函數的中誤差。不管內可靠度或外可靠度都和觀測值的局部多餘觀測數 r_i 有關。一般而言，網系的可靠度評判標準如下：

$0.00 \leq r_i \leq 0.01$	無控制
$0.01 < r_i \leq 0.10$	低控制
$0.10 < r_i \leq 0.30$	尚可控制
$0.30 < r_i \leq 1.00$	良控制

整體而言，可以平均多餘觀測數來評估測量網系可靠度的好壞。

$$\text{整體內可靠度參考值} = \delta_0 \sqrt{\frac{n}{r}}$$

$$\text{整體外可靠度參考值} = \delta_0 \sqrt{\frac{n-r}{r}}$$

現今一般角邊混合網或較嚴密的導線網，其平均局部多餘觀測數 r_i 要達到 0.3 以上不是很困難。

對於 GPS 測量而言，數部接收儀同時觀測，短時間之內即可獲得大量的觀測數目和多餘觀測數，因此其相位觀測量的局部多餘觀測數不難大於 0.5 以上。在 GPS 測量中，若考慮每一時段的整體可靠度參考值是以基線向量和接收器的

多寡作為評估的依據。假設接收器有 m 個，則共可得全組合基線 C_2^m 條，則觀測總數為 $n = 3 \times C_2^m$ ，而每一點有 3 個坐標未知數，則共有未知參數 $3 \times m$ 個，因此 $r = 3 \times (C_2^m - m)$ 。要得到良好的整體可靠度參考值，則每一時段至少要有 4 台接收器同時觀測。

表 3-1 單一時段平均多餘觀測數 r/n 與 GPS 接收器數目之關係

接收器數目	3	4	5	6	7	8	9	10
r/n	0	0.33	0.50	0.60	0.66	0.71	0.75	0.78

第二節 現有控制測量成果資料的分析探討

土地測量局現有納入控制點資料查詢系統的資料內容包括：

- 中央機關辦理之控制測量成果
- 該局辦理之三等 GPS 控制點補建新建成果
- 該局辦理地籍重測區之四等控制點(精密導線點)
- 該局歷年辦理之三角點及精密導線點測量成果
- 其它單位辦理之測量成果

其資料來源則有：

- 內政部辦理之六十九年三角點成果簿,衛星追蹤站、一等及二等衛星控制點測量成果
- 該局依台灣省控制點補建,新建五年計畫辦理之三等 GPS 控制點成果
- 其它單位如內政部土地重劃局之測量成果。

本系統納入之控制測量成果其基準有 TWD97、TWD67 之分，顯圖時係以 TWD67 坐標為準，並將屬於 TWD97 之成果近似轉換後顯圖。

純就測量成果的查詢供應而言，除為顯圖之需實施近似整合，各作業測量成果仍維持其本來面目，各不相干，亦無所謂相容問題，惟若以提供後續控制點加密測量引用為目標，則新加密網系涵蓋兩個以上作業的測量成果時，必然面臨不同作業成果整合的難題。

上列包含的資料內容其來源、產生先後、測量方法各自不同；基準不同者，

必須以其一為準，整合其餘不同基準之成果。

即使不同作業依附於同一基準，其間連測關係是否緊密、加密過程對已知點

的取舍標準是否一致等等諸多原因，均足以使嚴密整合難行。

整合作業可不問原委，純由精度指標分析每一網點是否合乎內、外部點位精度需求，決定其是否納入整合。

整合作業面臨的最大難題為控制測量成果後續產生之細部測繪成果先後、多寡的差異，使各作業成果於整合作業中，其主從關係的選擇益趨複雜。

就技術層面而言，不同作業成果間如有共同點可供約制，則尋得原始觀測數據檔或平差輸入檔，以新的約制點坐標重新平差，最為容易可行。

第四章 控制測量成果維護與管理制度設計

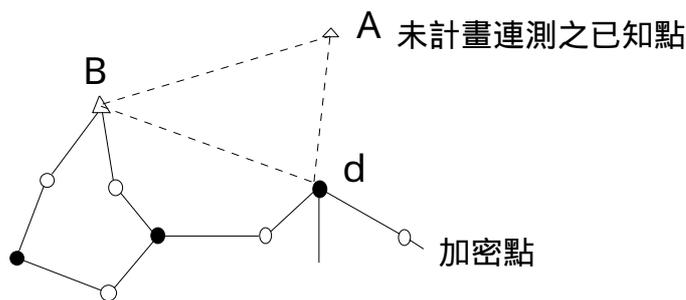
建立控制測量成果維護與管理制度目的在於確認控制測量成果的品質，實質維持控制系統之完整控制功能，並對使用者提供控制測量成果品質的保證。

全區域內控制系統之測設單位眾多，控制測量資訊來源不一，控制測量成果後續如何被各方面引用，也無法預測或限制，根據前面章節有關控制測量成果外部精度之論述，若缺乏完善的成果驗證機制及後續管理，我們無法有效評估個別控制測量成果間是否仍能維持一定的品質。

在控制測量作業階段，作業單位本身或委方可能訂定一些檢查規範，針對人員、儀器、埋石、觀測方法、平差計算，以及成果精度和可靠度估計等工作，就可以量化、有記錄可尋的項目，於實地或書面以抽樣或全數檢驗方式實施品質管理，分段完成初步驗收。

建立控制測量成果維護與管理制度則是希望透過一套完備的驗證程序對控制測量成果資訊做一正確的品質評判，確認其適用性，並透過各個資訊使用者的參與回饋，共同維繫控制系統的功能。

第一節 控制測量成果維護管理制度之設計原則



加密網點絕對誤差係依據該點與最鄰近未連測已知點間之相對誤差評估其外部點位精度

控制測量成果維護與管理係考慮任一控制點與相鄰控制點必須滿足法定的相對精度要求，就控制網系內相鄰點間及任一網點與周遭未連測已知控制點全面評估其相對精度，亦即控制測量成果外部點位精度評估驗證問題。

根據這樣的需求與內涵，必須先澄清幾個點原則議題：

1. 開放 vs. 封閉

構建基本控制點維護與管理是為了解達成維繫土地測量控制功能、資源共享的目的，在資訊供應方面，任何些微的封閉均足以折損其預期功能，美國 NGS 採用網際網路即時提供資訊及其他服務，其高度開放的原則，應值得借鏡。

2. 查詢 VS. 維護管理

控制測量成果維護管理系統必須具備完整的查詢功能，但控制測量成果資

料查詢功能不等同於各等級控制點之維護管理。

3. 各等級控制點 VS. 基本控制點

控制點既經建立，其等級僅是歷史意義，而無實質意義，控制點逐級加密後，任何高等級控制都可能連測鄰近的圖根點，其功能腳色與低等級控制點無異。

4. 成果驗證 VS. 過程/方法管制

控制測量成果驗證著重控制功能之維繫，控制測量方法不必定於一尊，各別方法之資料處理程序內容則以統一為宜。

5. 成果驗收 VS. 成果驗證

單一控制測量網系由作業單位完成，其提交委託單位之成果可能滿足其內部精度需求，但不必然可以通過全面考量之外部精度驗證。

6. 剛性驗證 VS. 柔性驗證

控制測量成果標準之訂定，以實務可行、滿足堪用之低限為宜，驗證執行則採剛性原則；有兩可地帶，難免人情介入，徒增困擾。

7. 清查 VS. 回饋

現有控制測量成果之維護，最重要的工作為減少控制點樁標的毀損，相關管理機關之清查補建固然重要，控制測量成果使用者發現樁標毀損即時回報、確認及後續之相關措施，尤其是維繫控制測量成果驗證運作不可或缺的一環。

8. 全區 VS. 分區

原則上，每一埋設樁標之控制測量成果均應納入管理，雖說電腦網路無界域，以台灣地區各等級控制點成果之有效維護管理，採全區或分區管理，宜就實地執行清查、確認等相關作業負荷審慎考量。

第二節 控制測量成果維護與管理制度初擬

根據前面控制測量成果維護與管理制度設計原則之論述，以當今資訊管理的環境和趨勢，必然是架構在電腦網際網路之上、導引使用者樂於參與的單向開放之管理系統；控制測量成果品質驗證機制是此一管理系統的核心。為達成控制測量成果品質驗證機制功能，其建立包括資料庫、提交品質驗證成果內容、規範標準、成果自動評估模組、清查回報確認機制等構成要素。

4-2-1 品質驗證機制構成要素

品質驗證機制之建立包括下列構成要素：

一、資料庫

品質驗證之進行，必須先將控制測量成果納入資料庫管理系統，資料庫提供待驗證控制測量網系任一網點周圍未連測已知點分布狀況，藉以實施成果品質驗證、評估其間相對精度。除此，利用電腦網際網路之便，提供技術諮詢、資料處理、甚至專業應用程式下載等積極作為，是促進此一制度儘速發揮預期功能的上策。

二、提交品質驗證成果內容

控制測量成果是品質驗證的對象，亦是資料庫系統管理及提供各方應用之內容，欲進入資料庫之控制測量成果必先通過品質驗證，控制測量作業單位應提交之必要成果內容、格式應明確訂定。

三、規範標準

規範用以提供測量作業一個作業準則，依循規範，控制測量成果應可達到一定的品質。標準為反映網系品質，提供使用者保證成果品質的指標。標準之確立為維繫控制測量品質的必要條件。

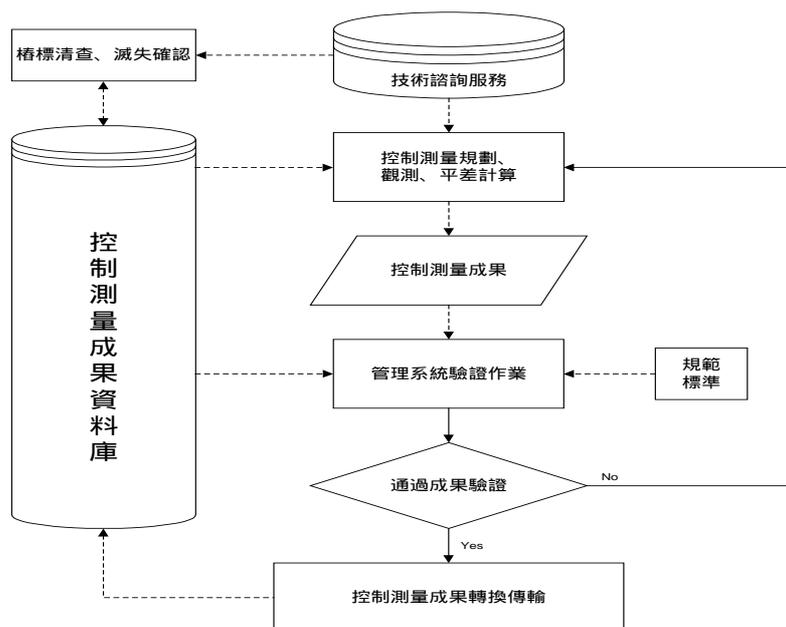
四、成果自動評估模組

特定區域內相鄰點位間之相對精度與成果可靠度為反映控制測量成果品質之指標。宜利用資料庫管理環境，建置成果評估模組，自動、快速執行品質驗證作業。

五、清查回報確認機制

控制點樁標難免毀損滅失，安排責成地緣接近之實施清查、毀損滅失確認，使用者發現樁標毀損即時回報應有靈活管道。

圖4-1 控制測量成果品質驗證機制構成要素



4-2-2 控制測量品質驗證作業流程

圖4-2 為控制測量成果品質驗證作業流程圖。控制測量作業單位於作業前或作業初期提交作業訊息給予管理單位，管理單位核定作業代碼後，隨即公布該訊息，方便與該測區有關之其它測量單位掌握測量作業訊息、積極配合或應變。

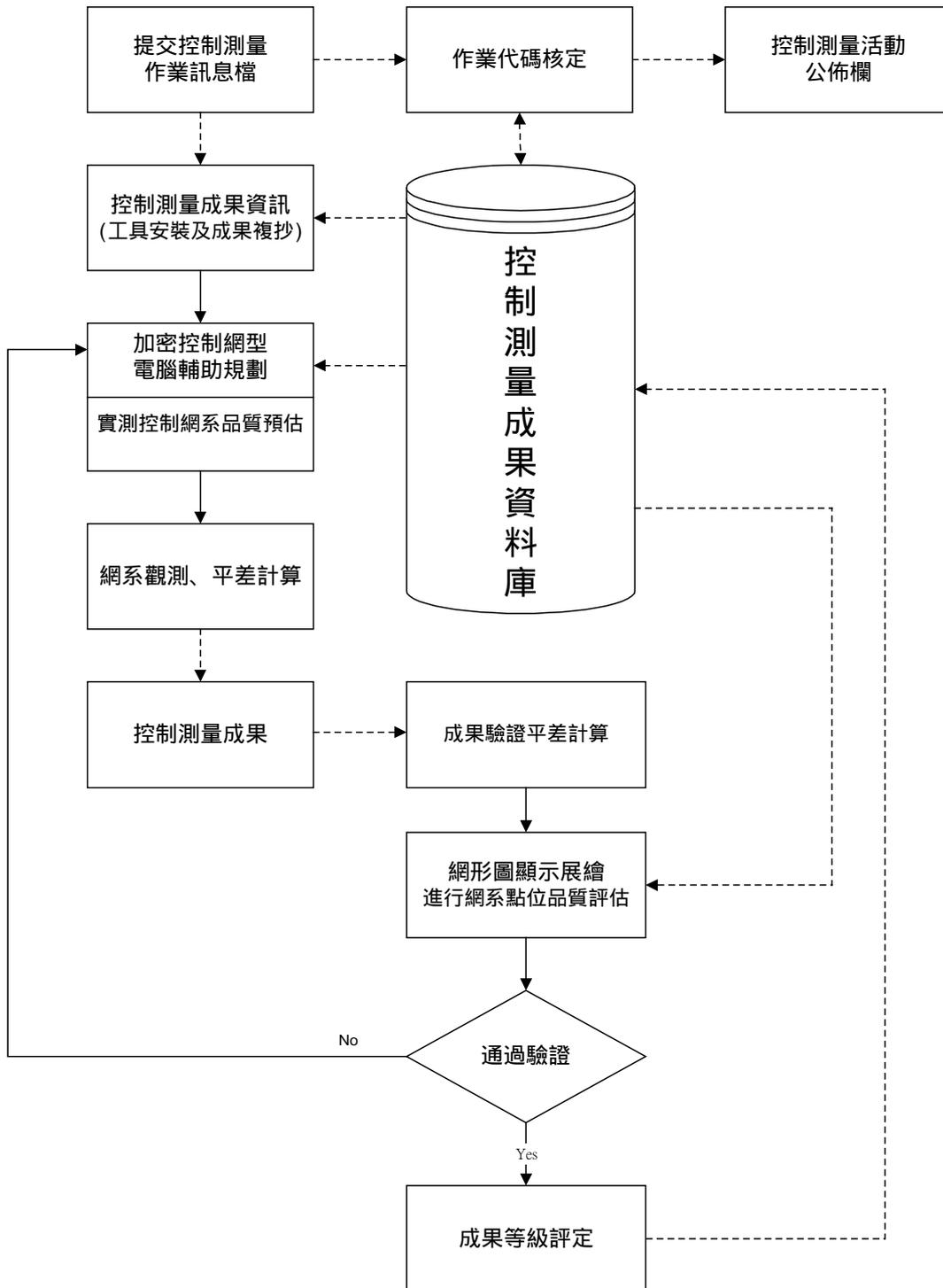
控制測量成果資料庫提供測區周圍之已知點分佈狀況資料給予控制測量作業單位，方便其預先規劃網形連測必要之鄰近已知點。

觀測作業完成後，後續作業包括觀測值化算、平差計算。採用之平差計算方法，應有能力對觀測品質、加密控制點位坐標成果及其品質客觀估計。

測量作業單位自行初步平差計算、顯示網系合乎品質要求後，即可匯整相關之控制測量成果送交管理機關執行測量成果之品質驗證。

品質驗證作業部門之主要工作為依規定程序、內容，實施交付成果之品質驗證。

圖4-2 控制測量成果品質驗證作業流程



4-2-3 應提供品質驗證之控制測量成果檔

為統一原始觀測化算程序內容、網系平差估計方法程序及方便後續查考應用，不論控制點屬於那一等級，其應依規定格式提交品質驗證之資料項目，應包括：

- 原始觀測成果檔
- 原始平差輸入檔
- 平差成果檔及網形圖檔
- 控制測量成果報告檔
- 點之記檔

原始觀測檔用以保存外業最原始之觀測數據，以備後續統一化算及錯誤查考。原始平差輸入檔方便驗證單位執行檢核平差計算。平差成果檔與網形圖檔之輸出應足以說明網系之品質與平差計算相關資訊。控制測量成果報告檔為控制測量作業之總結說明，內容應包含有施測成果報告、作業日期、申請品質驗證日期等。點之記用以描述點位之資訊，以利後續使用者之引用，點之記之內容應包括：點號、控制測量作業代碼、埋樁種類、施測方法、點位坐標、點位通視、交通狀況、點位簡圖等。

4-2-4 控制測量成果驗證運作模式及執行機構之選擇

作業單位依據作業規範、標準，將測量成果直接或由委託單位提交，實施成果評估、通過驗證後納入管理系統。

依據協定或申請，需求單位由管理系統獲取所需之控制測量成果資訊。

從控制測量成果後續管理應用之績效考量，管理機關本身運作與提供給使用者之時效，是選擇驗證制度實際執行機構之主要因素。

管理區域大小，對應資料量的多寡，亦管理機關之運作時效。資料對使用者的地緣、時效問題影響其使用意願與效能。資料量之多寡影響資料建置及後續維護更新負擔，當然亦影響使用者查詢之時效。

以下由二個不同層面或方向之機構探討實際執行驗證制度之可行性，地方機構則可能參與部份驗證作業之執行。

A. 由中央主管、機構執行控制測量成果驗證制度

一個階段的基本控制網系建立以後，隨即面臨後續加密控制測量成果資訊管理暨驗證作業的需求。就國內地區的土地控制測量而言，加密至三、四等間距的平面控制點僅約萬點，任一中央業務單位都能有效管理；一旦加密至一般土地

測量所需永久性圖根點（包括計劃樁），則任一縣市都可能有數以萬計的控制測量成果須納入管理系統，資料庫的維護更新、評估驗證，尤其是樁位查對回報確認，業務負荷不小。

中央層級宜有土地測量專責機構，負責大區域之基本控制網測設、中小比例尺基本圖測製與維護及測繪技術研究發展；若地方有中央測量專責機構的常駐地方分支作業單位，則亦可由其參與管理維護與執行驗證作業，而此一方案與整合縣市土地機構成立涵蓋業務較廣的縣市測量隊方案，基本上皆同屬負責地方性的控制測量成果管理與維護。

B.由學術單位執行控制測量成果驗證制度

一般而言，學術單位常扮演之角色為從事短期研究活動、人員或計劃的推廣訓練、書面審查、技術顧問及偶發的業務。

測量成果資訊的管理與維護屬長期、例行業務，又因管理系統作業涉及先後時效問題，地緣接近亦為選擇執行機構之重要因素。

若由學術單位負責成果管理驗證，其他如樁位查對、回報確認等維護事務，仍宜有地緣接近之測量作業單位襄助。

C.地方機構參與控制測量成果驗證作業

全區域性基本控制點檢測完成後，實際應用成果者為小區域加密控制測量作業單位，後續管理維護宜配合加密控制測量之驗證作業，地方土地測量業務單位中對加密控制點需求最殷切、作業涵蓋範圍最廣、涉足控制測量成果最深者最宜擇其參與執行控制測量成果管理部份業務。

縣市與土地控制測量有關的業務單位除地政事務所，缺乏測量專業人員之完整編制；地政事務所的複丈作業或都市計劃單位釘定計劃線，理應引用相同之控制測量成果，參與驗證作業業務與後續管理系統運作的企圖心、專業能力應是選擇的重要依據。

另可考量整合地方性之土地測量機構業務，於縣市地方區域成立涵蓋地政、工務、建設等測量業務之縣市土地測量機構，則控制測量樁標之定期清查、毀損滅失確認均由此一單位承擔，成果驗證與後續資訊管理應用的問題最容易解決。

4-2-5 控制點成果異動管理

控制測量成果因點位樁標遺失毀損，或經後續連測驗證原管理系統內之點位成果坐標不符標準，其異動管理為本小節討論之內容。

控制測量樁標毀損，其控制功能從此喪失，理論上補建的點位與原始點位不可能完全一致，實務上可能得到等同於原始樁位的補建樁位。

控制點位樁標因自然或人為因素，其位移超過限制值經連測驗證確定者，可視同原有控制測量成果滅失，雖然樁標刻劃內容依舊，為簡化管理作業，可視該點為新測點賦以新的系統點號，惟點之記內應加註採用舊樁標，配合新建成果之驗證日期使用新測算成果，以免前後成果混淆。圖4-3為加密控制測量實地選點或控制點位維護單位定期清理，發現點位遺失之處理流程。

已經通過驗證之控制測量成果，因驗證程序或內容不夠嚴密，部份成果實際隱含瑕疵，且其成果已有後續控制測量作業連測引用仍未發現瑕疵者，其異動牽涉所有已連測瑕疵成果之異動更正，作業最為複雜。圖4-4為已驗證控制測量成果經再次驗證確認其有瑕疵之處理流程。

圖4-3 控制點點位遺失處理流程

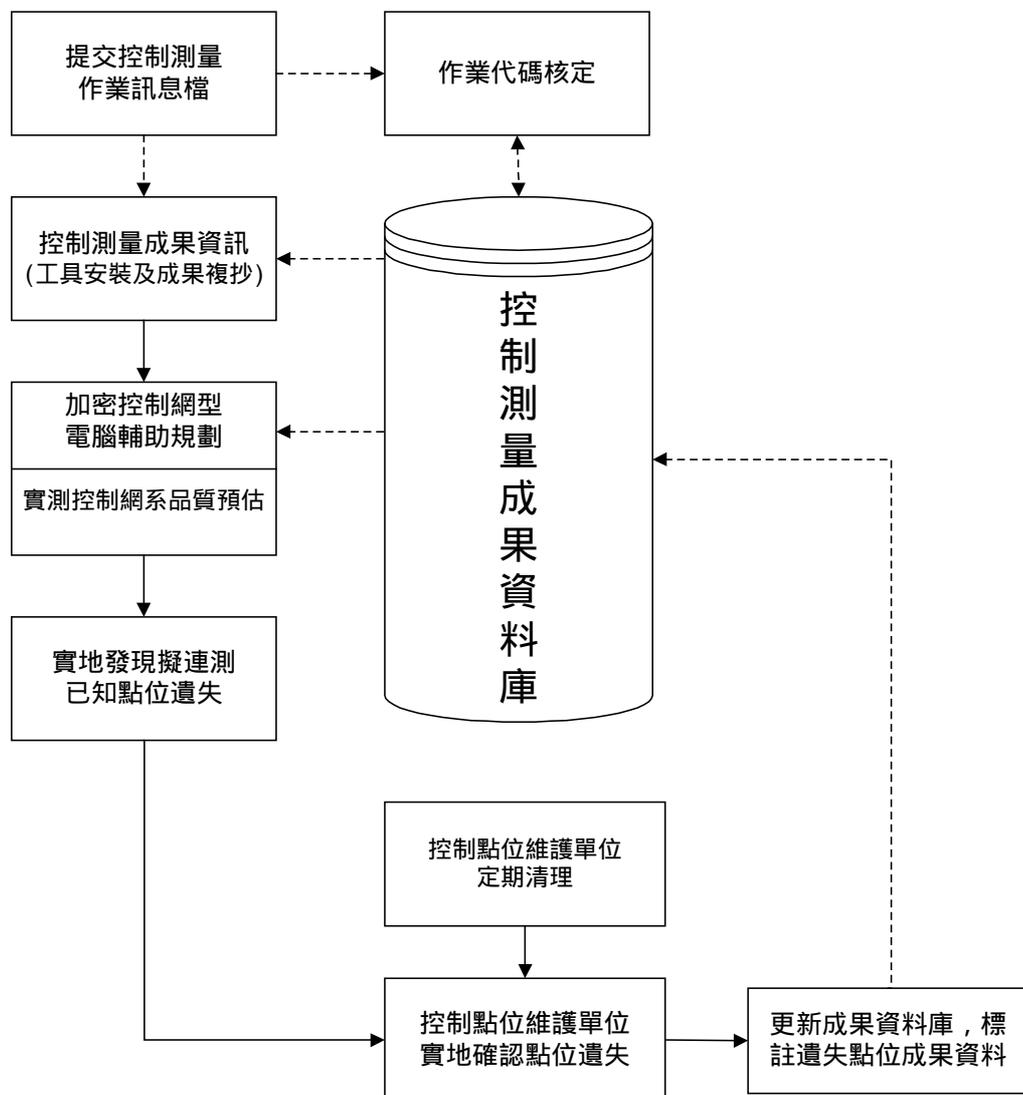
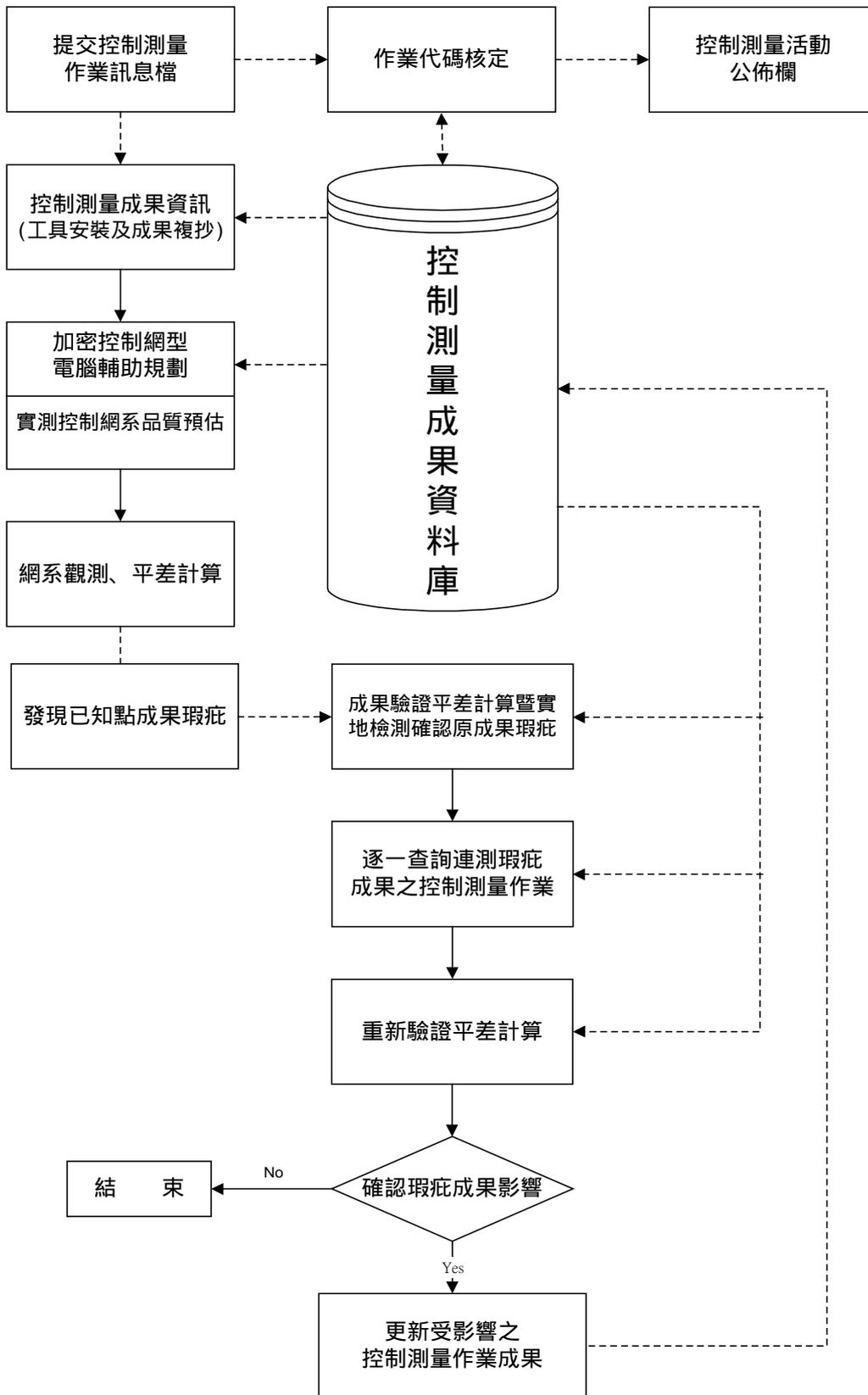


圖 4-4 控制測量成果品質瑕疵驗證確認處理流程



第五章 土地測量局控制點管理及查詢系統功能檢討

第一節 現有控制點管理及查詢系統特點

土地測量局自行開發維護的控制點資料庫管理系統，根據系統文件及實際操作經驗，可歸納出下列特點：

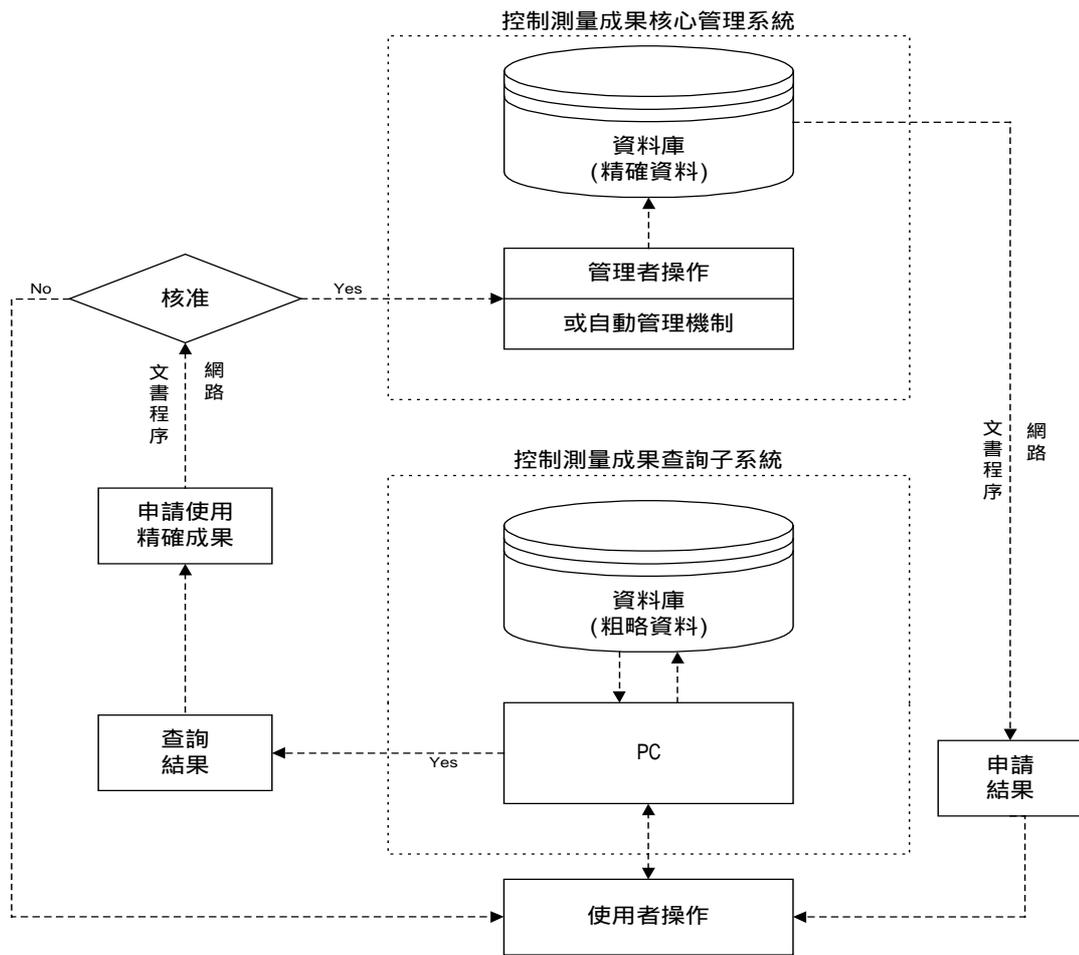
1. 資料內容:台灣地區 四等以上基本控制測量成果資料
2. 資料品質:坐標值個位數及十位數以零替代
3. 使用權限：機關內部使用
4. 系統架構：個人電腦+資料庫+光碟儲存
5. 使用界面：圖形化操作界面
6. 查詢模式：圖形與行政區、作業別、作業年度、點等級、點號（名）、基本圖圖號等屬性交叉查詢
7. 資料更新：最慢半年更新一次，光碟傳遞
8. 資料包容：允許外部資料依特定格式進入系統，便於與現存資料併呈現比較
9. 圖形呈現：可分色區隔作業別、點別，醒目易辨
10. 建置成本：自行開發單一系統圓滿俱足，建置維護成本低廉

第二節 現有控制點管理及查詢系統功能

根據上述的系統特點，架構在 PC 上的管理系統，在控制測量成果的供應流程中，實際擔任的是提供精確坐標成果、核心資料庫管理系統的外圍查詢子系統，根據子系統查詢結果經過申請核准，由核心資料庫取得精確測量成果實際連測引用申請使用、核准、資料傳輸等手續可能循文書一般程序完成，也可能循電腦網路自動完成。

就一般的常識認知，控制點位樁標或坐標成果或控制點樁標配合坐標成果，在地圖資訊高度流通的當今很難與所謂軍事或其他國家安全機密的顧慮產生關聯。不管土地測量局本身或外部使用者，以一般文書程序取得資料，徒增行政負擔，又曠時廢日，影響供需流通績效。若由可循網路快速自動完成，但因使用者付費的問題，不得不以約化坐標成果置於查詢子系統資料庫，或亦無可厚非，是否符合當初構建系統之初衷，則不無疑問。

圖 5-1 土地測量局控制點資料庫管理系統資料供應模式



第三節 現有控制點管理及查詢系統目標功能調整

就控制測量成果的本質而言，其供應、查詢系統應標舉的目的應包括：

1. 資料詳盡、精確
2. 供需管道直接便捷
3. 系統構建、維護成本低廉、方便推廣

土地測量局以該局直接有關的控制測量成果為管理範圍，以 PC 為建置平台，利用光碟供應系統軟體及成果資料，主要提供該局內部使用。

基本控制測量成果因細部測量需求，必然不斷加密，基本控制點與以下各級加密點間的關係勢必日益錯綜複雜，加以不能避免的樁標毀損滅失，其成果之管理維護，已非僅止於管理基本控制點成果資料可以奏其全功。

根據前面章節的相關論述，實務上基本控制點與以下各級加密控制點的維護管理，不可能是彼此完成獨立運作的管理系統。為了達成控制測量成果共享，全面維持控制功能的目標，上舉管理系統的三個目標，無一可以偏廢，以現今資訊管理的環境而言，利用網際網路構建系統應是唯一選擇。

依循此一構想，將現有查詢子系統的供應模式稍作調整，核心的測量成果(精確資料) 資料庫則擴充成為具實施測量成果品質驗證功能的管理中心(圖 5-2)，或同時管理供應粗略資料(圖 5-3)，其與分散各處的成果使用者透過網路形成主從架構。

圖 5-2 控制測量成果驗證作業系統僅管理精確資料之主從架構

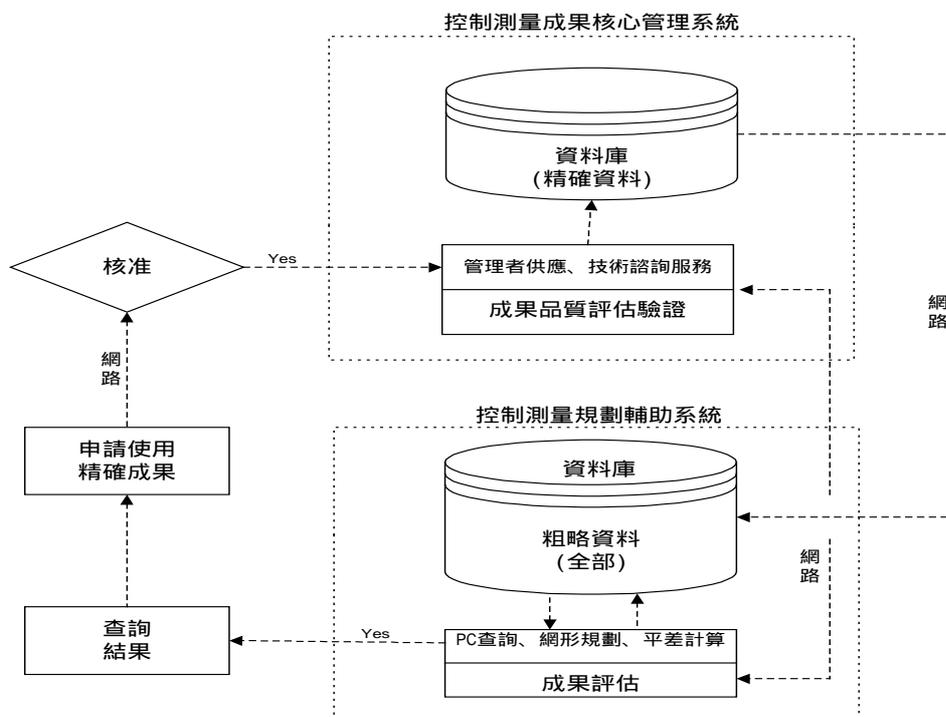
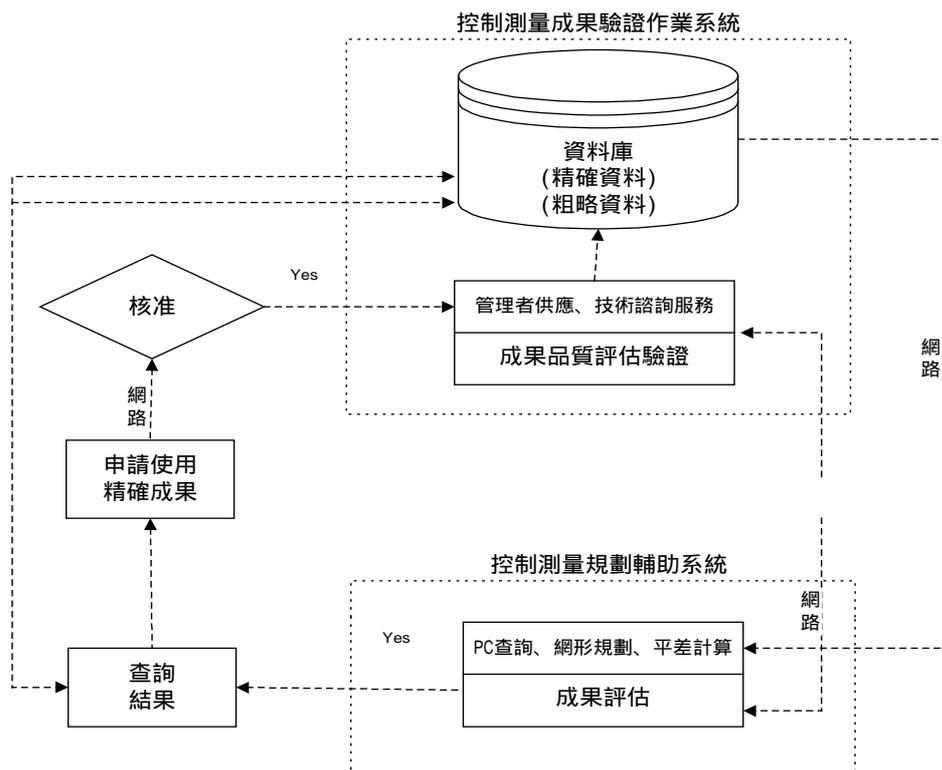


圖 5-3 控制測量成果驗證作業系統同時管理精確與粗略資料之主從架構



§控制測量作業規劃輔助系統

由原來架構在 PC 的查詢子系統調整部份功能，成為加密控制測量單位實施作業的輔助系統，加密網初步規劃所需的已知控制點位分佈情形由定期更新、架構其上、全區完整之粗略資料提供，再由網路申請取得相關範圍之精確成果資料，完成網形規劃。平差與網形規劃所需程式須由品質驗證作業單位經其直接供應，亦可由其代為實施最後階段之平差計算。依這樣的系統架構，現有的查詢子系統其功能仍可以充份發揮，不必棄置。

§控制測量成果驗證作業系統

目前土地測量局提供精確資料之核心資料庫將提升功能，擔任網路主從架構中的伺服器功能，為完成成果驗證作業，除供應精確測量成果資料，還應建置必要的平差計算、成果自動驗證相關程式，最好還能提供測量專業技術諮詢，甚至代為處理平差計算，提供誘因，吸引控制測量作業單位利用公部門提供之知識資源，必有助於全面提昇控制測量成果品質。

第四節 現有控制點資料庫管理系統程式修訂建議

該系統是一目標明確、架構簡單，功能堪稱完備實用的查詢系統，整體而言，其所提供的查詢方式綜合應用，應用滿足使用者達到查詢目的，就使用親和性而言，個別功能模組當然仍有待提昇改進之處，茲以使用者的觀點及操作時發現的問題，逐一列出，做為爾後程式修訂之參考。

§簡易操作手冊

該手冊內容堪稱詳盡。但操作手冊為一工具文書，其體例自宜完備、組織分明，雖然篇幅不多，必備之目錄、索引自不可少。雖說下拉式的選單功能已相當容易操作，各功能選項如能以不同層次的功能、選項關聯圖呈現，使用者較容易全面認識該系統的功能架構。系統安裝相關說明亦應列入操作手冊。

操作過程中，常常不預期的退出系統，必須重新開啓，影響操作使用效率甚鉅，對可能遭致退出系統的點選或設定，亦宜在操作手冊內一一敘明。

§個別操作模組

資料查詢，其行政區條件查詢僅允許單選，建議修訂為允許複選，其他仍有類此情形者，建議一併斟酌修訂。

同一作業項下諸多控制點，何者為已知點，何者為加密點，未見任何註記，此於相鄰近作業間同級加密點間是否連測，尤其未見任何訊息足供判斷，建議設法區隔呈顯。

§資料內容

誠如前述，坐標值約化除陡增使用者不便，無實質意義，建議解除約化。若因計價問題不得不如此，則建議約化至公尺以下一位，此於爾後納入圖根點成果查詢供應，尤其必要，以免影響實施傳統角邊網之網形規劃。

作業代碼表內容有權單位中誤差一欄，無實質意義，建議刪去。

第六章 基本控制點成果驗證

第一節 基本控制點成果驗證程序

成果驗證為基本控制測量成果保證成果品質、維繫控制功能的必要手段。成果驗證主要分為內部品質驗證與外部點位精度驗證，驗證作業實務上應包括一般控制測量成果之驗證及異常之成果異動驗證，其作業程序、內容與方法已分別於4-2-2，4-2-5兩小節詳細敘述，相關流程圖為4-2，圖4-3，圖4-4。

第二節 基本控制測量提供驗證之成果內容

基本控制測量提供驗證之成果內容隨擇用的測量方法而異。
應提交驗證之控制測量作業成果內容，已於4-2-3小節詳述。

第三節 基本控制測量成果驗證標準

隨著 GPS 測量方法日漸普及，今後之基本控制點已不太可能再選用傳統角邊方法測設。

測量作業單位必須提交完整的資料，方便執行驗證單位以功能較完善的程式重新平差，輸出必要的品質指標內容，據以檢核成果是否通過驗證。附錄一、附錄二分別為GPS及角邊測量提供成果驗證所需之資料。

觀測數據可由程式自動檢核是否符合作業規範要求。附錄三、附錄四為分別為GPS及角邊測量可由程式自動檢核之項目。

以衛星定位方法為主之基本控制測量，根據本研究前面章節之比較討論，並考慮傳統角邊測量可望達成，建議之成果精度標準如表6-1。

第四節 基本控制點成果品質驗證案例說明

6-4-1 基本控制點成果內部品質驗證案例說明

單一基本控制網系完整的平差輸出結果，可以充份呈顯網系的內部品質。由於現今公私測量單位使用之平差軟體功能不一，成果輸出項目、內容未盡相同，本研究試舉一案例由三種不同平差軟體比較其輸出內容異同，並列出應提供內部品質驗證作業之成果資料項內容。

為討論案例成果之檢核驗證，選用的Skipro、GPSurvey、Turbonet三套商用軟體，Turbonet未輸出點位相對誤差估值，而三者均未提供內可靠度指標相關數值，三者可提供之輸出項目如表6-2。

本案例實測數據以上舉之三套軟體，其平差結果均符合內部品質標準，可以通過第一階段之成果品質驗證，附錄六為摘錄三者平差成果輸出之重要內容及其說明。

表 6-1 各級基本控制點相對誤差標準一覽(建議案)

等級	A	B	C	D	E	F	G
相鄰點間之距離	不限 ----- 50 km 以上	15 km ~ 70 km	8 km ~ 20 km	3 km ~ 10 km	1 km ~ 3 km	0.5 km ~ 2 km	不限
相對標準誤差	5 mm + 0.1 ppm	10 mm + 1 ppm	10 mm + 3 ppm	10 mm + 10 ppm	10 mm + 20 ppm	20 mm + 50 ppm	50 mm + 100 ppm 但不低於 $\frac{1}{5,000}$
相對精度	$\frac{1}{5,000,000}$ (以 50 km 為例)	$\frac{1}{600,000} \sim \frac{1}{875,000}$	$\frac{1}{200,000} \sim \frac{1}{400,000}$	$\frac{1}{65,000} \sim \frac{1}{90,000}$	$\frac{1}{30,000} \sim \frac{1}{40,000}$	$\frac{1}{10,000} \sim \frac{1}{15,000}$	$\frac{1}{5,000}$ (以 0.5 km 為例)
備註	變形監測網 ----- 衛星追蹤網	一等網	二等網	三等網	四等網	工程測量網 (I)	工程測量網 (II)

表6-2 三種GPS軟體平差結果輸出項目比較

項 目		SkiPro	GPSurvey	TurboNet
觀測資料統計	各類觀測量數目	○	○	○
	已知及未知參數	○	○	○
參數設定	迭代次數及限度值	○	○	○
	統計測試參數	○	○	○
可靠度	內可靠度	×	×	×
	外可靠度	○	×	×
精 度	絕對誤差	○	○	○
	相對誤差	○	○	×
觀測量改正數	改正數	○	○	○
	標準偏差	○	○	○
統計測試結果	F 測試	○	×	×
	Tau 測試	○	○	○

6-4-2 基本控制點成果外部精度驗證案例說明

成果外部精度必須以網系鄰近經過驗證之已知點為背景，對新測設點位逐一驗證其與最鄰近未連測已知點之點位相對精度。

利用提供控制點資料庫管理系統之操作環境，配合土地測量局提供之一、二等衛星控制點暨八十九年度南投地區三等控制點新建成果為例案資料，說明控制點成果實施外部精度驗證的步驟。

假設該三等控制網鄰近地區，先前完成之一、二等基本控制測量成果均經檢核通過品質驗證。

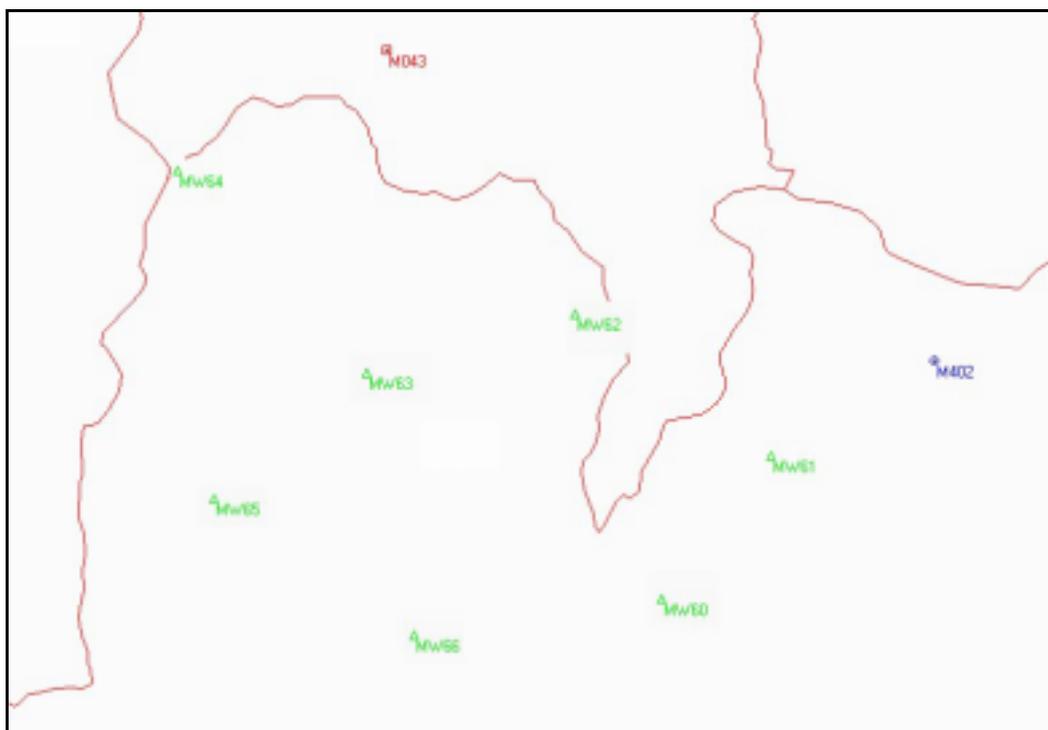
網系中，每一新測設之網點均需逐一檢核其與最鄰近未連測已知點之相對精度。

以新測設控制點MW64為例，其品質驗證步驟為：

- a. 搜尋得其最鄰近之未連測已知點為一等點M043，算得其間距離為 公尺。
- b. 搜尋得MW64與同網系內最鄰近之已知點為二等控制點M402，由三等控制網平差成果估算其間相對誤差。
- c. M043、M402兩點間之相對誤差，依原測設二等控制網平差成果之協變方資料算得，或依二等控制網該間距之堪用精度標準推估。
- d. 藉誤差傳播推算得MW64與M043兩點間之相對誤差估值，核定MW64是否通過成果外部精度驗證(詳表6-3)。

以上之檢核驗證步驟，必須以程式自動處理方見績效，

圖6-1 控制點成果外部精度驗證案例網點及鄰近未連測已知控制點位分佈



說明：M043為鄰近未連測之一等點，M402為三等加密網中之已知二等點

表6-3 控制點成果外部精度驗證案例相對精度一覽

點名	點名	誤差橢圓 長軸(m)	誤差橢圓 短軸(m)	誤差橢圓長軸 方位角(度分秒)	距離(m)	容許誤差(m)	驗證結果	資料來源
M043	M402	0.009	0.008	161-58-48	6249.748	0.012	通過內部驗證	二等加密網
M402	MW64	0.011	0.008	141-20-24	6879.131			三等加密網
MW64	M043	0.014	0.011	146-53-01	1368.659	0.023/0.037	通過外部驗證	驗證作業

說明：一、MW64為三等加密控制網待驗證網點，同網系內最鄰近之已知點為M402二等控制點，M403為MW64最鄰近之未連測已知點。

二、容許誤差係根據表6-1建議之基本控制點相對誤差標準，就各該控制網等級，依其間距算得。以本案例而言，MW64未連測鄰近之已知點M403，不論視MW64為三等加密網網點，或依其間距以四等加密網標準評估，0.023m或0.037m遠大於0.014m，均可通過外部精度驗證。

第七章 研訂基本控制測量成果維護與管理要點草案

國家最高等級基本控制點經中央政府測設完成公佈，即宣告一個控制網系新系統的建立，為維繫此一系統的正常功能，不僅已公佈的一級控制網系成果必須滿足精度標準，後續各級基本控制點之加密與成果管理，亦必須遵循一定的作業原則，使各級基本控制點，均能合乎所求，達成預期之控制功能。

台灣地區現有基本控制測量成果，除TWD97系統下以GPS方法新測設完成者，歷年分期以傳統或GPS方法完成、構建於TWD67系統下之控制測量成果，彼此間並未經過嚴密驗證與整合。新舊成果並陳，雖然同置於土地測量局控制點管理及查詢系統下，彼此之間欠缺嚴密關連，無法直接相互跨越引用。

研訂今後適用之基本控制測量成果管理要點，實務上必須面對成果是否必須整合、如何整合的問題。本章試從實務、過渡時間的作業策略等方面，考慮維護管理要點草案的研訂。

第一節 基本控制測量成果維護管理原則

就個別作業需求之控制測量作業而言，網系能滿足內部精度標準，即已達成其任務，惟考慮其測設成果納入既有控制測量成果成為整個系統的一部份，則必須滿足此加密作業任一網點與鄰近的既有控制點之相對精度標準，為達成此一目標，加密網應與未連測之最鄰近已知控制點實施相對精度分析、實測成果評估、確認。

研訂基本控制測量成果維護管理要點，考慮的課題包括基本控制點加密作業、成果驗證、樁標狀況回報確認等，列出作業原則，做為研擬要點草案之基礎。

7-1-1 基本控制測量加密作業原則

a. 擇用適當儀器方法訂定等級品質標準

測量傳統基本控制測量受限於儀器功能，測區本身大小及其周圍已知點分佈情形是決定加密點問題之重要因素。衛星定位測量技術突破此一限制。

法定可用之測量方法中選用最經濟容易者，方法既定，儀器之選擇、觀測之設計依規定之規定實施。

不同的方法、儀器組合，可望降低作業限制，以較容易方式達成預期成果品質。

b. 注意個別基本網形與整體網形之強度

加密網點與連測之已知控制點應形成內差型之控制網系。

即連測之已知點宜均勻分佈於加密網。

配合加密點等級適當限制基本網形個數，必要時一個網系可同時多個等級不同間距之網點。

採用衛星定位測量技術，仍不宜輕忽整體網形強度對最後成果品質之影響。

c.先埋石後觀測，審慎選樁標形制

先埋石後觀測，避免埋設永久樁標時折損精度，且可降低埋設費用。

副標與主點欲建立規則的幾何關係時，此一要點尤其重要。

樁標形制大者取其穩實，小者取者價廉容易埋設，各適其所擇地埋設。

考量不同地點之客觀條件，就實際可行之埋設方法，選擇最合適之樁標形制。

埋設位置顧及近期、未來周遭環境可能變化。

樁標之埋設以能永久提供控制功能、方便後續作業引用觀測為目的。對於埋設位置之選擇應考慮周遭環境之變遷對樁標控制功能可能造成之衝擊。

d.掌握觀測環境因素

慎選較佳之時段執行觀測作業，降低環境因素對測量作業可能之影響，從而掌握測量成果品質。

詳實記錄大氣及人為等環境參數，提供觀測值化算之依據。

e.統一觀測方法及成果處理程序

統一觀測記錄方法、格式內容

便於保存野外觀測記錄之真實性及資料後續處理。

統一數據整理格式

觀測數據之整理程序及其呈現與輸出方式劃一，便於後續處理及成果檢查除錯。

統一數據化算項目、方法

為使網系之評估有一相同之基礎，數據化算之項目、方法宜統一。

數據僅輸入一次，多元輸出，避免人工作業介入，增加錯誤機會。

f.確立品質標準

選用適當之品質指標

品質指標之選用以能確切地評估網系之品質為先決條件，以相對誤差橢圓表示之內外部點位精度及內外可靠度是描述網系品質之良好指標。

依法確立控制網點間之位置精度標準。

依法確立控制測量成果之可靠度標準。

g.遵循平差作業程序

以自由網或最少約制平差實施除錯及網形內部品質評估

其成果可顯示純因觀測誤差形成之網系品質。並據此平差成果對於誤差超過限度之觀測量予以偵除或檢視。

實施變方分量估計

約制平差

對土地控制測量而言，最終所採行之測量成果為約制平差或逐步迴歸平差計算成果，加密網點掛上已知控制點後，網系勢必受控制點之張力影響而有所扭曲，非自由網所呈現網系之成果純為觀測誤差之影響。對於最終精度指標之驗

證，約制平差較容易可行，逐步迴歸平差可得較合理之成果精度估計，惟實務上仍有若干執行層面的技術問題待克服。

7-1-2 基本控制測量成果驗證作業原則

a. 建立控制測量成果完整資訊

網系成果資訊應包括點之記、原始觀測記錄及其化算輸入檔。送交驗證之網系平差結果除輸入檔、輸出檔、網形圖、成果簡要報告及磁性檔案等，應包括原始觀測資料，便於驗證單位重新處理暨平差，獲得完整之品質資訊及爾後之疑義處理。

b. 嚴守評估驗證分際

網系成果內部點位精度以網系內點對之相對誤差為指標。

標準寬嚴合宜，成果驗證則須嚴格。

一旦標準訂定，成果之評估宜採剛性嚴格執行以維護控制網系之品質。

網系內任一網點與未連測鄰近已知點之相對誤差為評估網系整合之外部點位精度指標，必須以管理系統提供之鄰近已知基本控制點為背景實施驗證作業。

c. 暢通控制測量成果資訊

發行控制測量成果通報

以網際網路主動通知各公、私立測量機關最新之測量活動相關訊息，藉此增進縱向、橫向之聯繫與合作。

提供網際網路線上下載控制測量成果資料管道

成果資料應為其它土地測量單位分享使用，才益顯資料之價值。資料之查詢管道在網路資訊發達之今日，應能滿足使用者於線上查詢、申請及下載之需求。

接受其他土地測量作業單位成果納入控制測量成果管理系統之申請及相關技術支援

7-1-3 基本控制點樁標滅失毀損、查報、確認及其補建作業原則

當區域內最高等級之基本控制網測設後，以下各級控制測量均屬加密性質，任一控制點與四周鄰近的控制點均須維持適當的相對精度，因此一個一等三角點在二等加密網中其角色為二等點，一、二等三角點在三等加密網中之角色為三等點。依據上述，待補建的某一等級控制點欲得最接近原來系統之點位成果，應與最鄰近的現存點位優先連測。

控制點樁標之存續為維繫控制功能之必要條件，測量活動頻繁之地區，樁標狀況有異，作業單位應隨即回報，偏遠地區則有賴管理機關之定期清查。

樁標狀況之確認作業，考量作業成本，宜由地緣接近之地方政府相關業務單位執行。

a. 定期清查，及時補建

定期清查有助於及早發現控制點隨機性之毀損或喪失功能，及時補建點位，涉及範圍最小，問題簡單。因自然或人為災害造成大範圍之基本控制點移位或毀損，宜及時補建。

b.掌握先機不定期清查預防

工程施工可能造成相鄰多個控制樁標，宜平時建立機構間之橫向溝通管道，防患未然或於破壞毀損規模擴大前，及時制止或補建。

配合其他測量作業隨時注意樁標存廢情形，及時回報處理，預防毀損擴大，花費最少，成效最高。

依控制點之記逐一檢討原樁標埋設型式、位置，有毀損之虞者，及時另設樁標與此等控制點連測，納入同一系統。

c.最鄰近諸點優先連測

瀏覽毀損控制點過往於各別網系之連測情形，選擇原與其最鄰近諸點於補建作業中優先連測。

d.選擇較佳之樁標型式及埋設位置

補建作業主要在於維持系統的一致性，不必拘泥於於原坐標回復點位，原樁標型式不良或埋設位置不佳者，宜擇優更替。

第二節 TWD67基本控制測量成果整合

由於衛星定位測量作業與施測方式簡便，在控制測量之應用上日益普及，目前衛星定位測量已成為建立台閩地區基本控制測量的惟一方法，前此實施之各級基本控制測量成果，最終必須整合至此一土地測繪控制系統。由於資料使用目的之差異，由基本控制測量成果衍生的細部控制測量及相關土地測繪成果，是否必要實施嚴密、高標準的整合，是個值得再三斟酌的策略性課題。

7-2-1 當前基本控制測量成果整合之背景

論述網系之整合，首要便是確立網系該『整合至何處』？以前瞻的考量，當然是整合至新的GPS控制網系，在新的控制網系尚未完整建立，所有TWD67系統下完成的土地測繪成果尚未完全被新成果取代以前，過渡期間，舊有TWD67之控制測量成果應如何管理？首要之考量是如何使其能以較佳的方式平順提供應用。基於這個觀點，我們先對整合至新、舊不同網系之間作一探討：

(1) TWD67之基本控制網系

於現行規範中，沒有明確標準可供做為舊有控制測量成果取捨的依據，亦沒有一較明確、合宜之成果評估驗證作業程序，藉以維繫控制系統之品質。若決定網系整合至舊有之控制網系，我們無法預知是否可以順利的銜接相鄰的網系，能獲得那些可預期的優點。

(2) TWD97之基本控制網系

TWD97新的控制網系，完全拋棄舊有控制網系之包袱，重新定義一個高精度的新系統。如前所述，一旦TWD97控制網系測設完成，則後續之加密控制測量作業皆應納入此一系統。若策略上決定舊有TWD67控制測量成果整合至此一系統，則面對的，只是舊有TWD67各別網系與TWD97系統之銜接問題，情況較為單純易解。

7-2-2 提供整合之TWD67基本控制測量成果

a. 網形資料之獲取

欲整合既存之TWD67基本控制測量成果，最好能獲取下列資料：

- 網形保有原始的網系觀測資料。
- 網系平差之輸入檔或輸出成果檔。
- 原施測之網形圖。

b. 網形整合之方法

重新平差

相同之觀測量，可選擇不同系統的控制網點提供基準重新平差。現今可望以周延的觀測量改正和較嚴密的平差模式使平差結果更見精微。若可獲取觀測資料，無論是原始野外觀測資料、平差計算時觀測資料之輸入檔或是平差計算成果之輸出檔，重新平差將會是最容易可行的選擇。

座標參數轉換

純粹只有點位坐標，可利用參數式將欲整合之網形轉換到所選擇之坐標系統。欲整合之網系須有足夠、分佈均勻之對應點用以求出參數式之係數。

c. 網形整合之工具

依據前述之方法，在控制網系之整合系統中，至少應能提供下列之工具以進行網系之整合：

- 網形平差程式
- 參數轉換程式

現使用之網形平差程式應能提供網系整合之重新平差。參數轉換程式以能提供坐標參數之轉換與成果評估為原則，由於對應點經轉換後須維持原有之坐標值，最小二乘配置法(collocation)坐標轉換方便達成此一需求。

7-2-3 網系整合實際狀況之考量

a. 網形整合之狀況

由於區域實施各等級基本控制與加密作業時程之差異，未來網系整合可能面臨下列幾種情況：

- 不同施測方法網系之整合
- 分離區域不同網系之整合
- 相鄰區域不同網系之整合
- 相同區域不同時間不同網系之整合

考慮未來地籍測量資料進入土地資料庫與其它空間資料套疊的需求，整合至統一的控制系統勢所難免，至三、四等爲止的控制測量成果整合，未涉及具有法定特殊幾何關係的點位，問題較爲單純。以台灣地區地籍測量控制網系的整合而言，原來以段爲管理單元，各段自成系統似亦相安無事。現行使用中的複丈作業系統相關資料，是否整合轉換至統一的坐標系統，因影響層面太廣，有待斟酌。

b.基本控制測量成果整合個別網點取舍之考量

台閩地區基本控制新的系統已經建立，我們期望後續的基本控制測量成果均經評估驗證，納入成果管理系統。舊有網系的整合，若採用其原有觀測量重新平差，其成果品質評估與現今加密網系之成果評估無異，內政部土地測量局現有之控制點資料庫管理系統功能仍多欠缺，未來宜改善該管理系統配合明確的控制測量精度標準、自動化的成果驗證工具，方可望在以GPS方法構建的良好控制網系框架上達成整合的目的。

待整合之原控制網系若品質不良，不可能單純經由整合作業提昇內部品質，可期待者僅爲整合至一高品質之新控制網系統，實施整合約制平差時，其內部張力較小，不符精度需求的原有 TWD67 網系是否重測或增測補強，爲一策略性的實務問題，作業單位應斟酌其作業能量、業務輕重緩急，逐步更新。

第八章 結論與建議

本研究案之主要目的為針對內政部六十九年以後測設之三角點、一、二等衛星控制點成果、土地測量局歷年測設之三、四等控制點及今後測設產生之基本控制測量成果，研訂維護與管理方法。

以GPS方法測設建立之TWD97控制系統，將隨各級加密控制測量，成果日益充實完整，必然成為今後新舊控制測量暨各種土地測量成果整合之標的。

根據學理配合實務需求，以及對現有涵蓋TWD97、TWD67兩種坐標系統下之基本控制點成果及其管理方式、管理工具之檢視，可以歸納出下列現象：

- 一、目前之管理系統僅能提供成果查詢，無法有效達成基本控制點維護、管理之目標。
- 二、原有TWD67坐標系統下之控制測量成果未經嚴密驗證，且個別網系與鄰近網系間常連測不足，嚴密整合困難。

建立控制測量成果驗證制度落實執行，是整合測量成果、維繫控制功能的必要手段，相關課題包括：

- 一、健全相關技術法規
- 二、劃分維護管理權責
- 三、開發、充實控制測量作業平差、驗證必要工具
- 四、暢通成果及相關活動資訊管道
- 五、推廣成果驗證、資源共享理念

為達成現有TWD97、TWD67兩系統基本控制測量成果維護管理目標，具體建議為：

- 一、土地測量局現有TWD97、TWD67兩系統下之成果資料，必須分別構建維護管理系統，依不同的策略、方式實施維護管理。
- 二、TWD97坐標系統構建伊始，衍生之基本控制測量成果不多，為久遠計，構建TWD97系統下之成果維護管理系統，宜對現有已完成之TWD97基本控制之測量成果逐級實施驗證作業，必要時配合外業補測，使現有TWD97基本控制測量成果均通過驗證，納入管理系統。
- 三、今後新測設之基本控制測量作業，一律在TWD97之維護管理系統實施成果驗證作業。
- 四、衛星定位技術的日益精進、應用普及，惟現今廣泛、流通使用之GPS平差商業軟體，其處理功能與輸出成果內容仍有不足之處，建議藉建立成

果驗證制度之需，研發功能較為完善之平差軟體，除用以執行驗證平差，亦可提供服務，代為基本控制測量作業單位實施平差作業，藉此全面溝通觀念、提升作業成果品質。

五、基本控制點樁標滅失、毀損之回報可藉各級控制點加密作業，輔以獎懲辦法落實；其現場毀損確認工作，宜責成地方政府飭屬實施；移位之確認則必須經由驗證平差及後續之統計檢驗達成。

六、TWD97 基本控點之定期檢測，應由中央主管機關編列預算支應；中央研究院地球科學研究所之定期監測，作業週期短、成果精度高；整合 TWD97 基本控制測量與中央研究院監測作業二者之成果，容易達成土地測量基本控制點定期檢測之目的。

目前 TWD97、TWD67 兩系統基本控制測量成果並行，由 TWD97 坐標系成果完全取代 TWD67 坐標系成果之過度時期，基本控制測量成果及其衍生之空間資訊，其維護管理策略為：

- 一、因應國土資訊系統整合之需求，地籍測量資料及其他土地測量成果資料間，可採簡易方法藉坐標轉換達成目標。
- 二、地籍資料以段為單元實施複丈管理，原有 TWD67 控制測量成果衍生之地籍測量成果，在原歸屬之 TWD67 坐標系統下實施複丈作業，困擾不大，俟爾後整區段之地籍管理測量，納入 TWD97 系統管理。

附錄一 GPS 測量成果驗證所需之資料

原始觀測數據(raw data)：按日期分成不同之資料夾

改正後觀測數據之 RINEX data：按 session 分成不同之資料夾，
改正指的是儀高、點號等，即平差輸入檔

廣播 / 精密 星曆 raw data
及 RINEX data sp3 data

Receiver 率定檔

儀高資料檔：(ASCII 格式，包括 a.原始正確讀數、b.讀數處到相位中心之整 offset
值、c.讀數處到天線盤下方之高度、d.完整儀高等四個部分)

完整平差成果檔：(ASCII 格式，包含平差時使用的參數，基線向量及其改正
數，點位坐標及點位精度，統計測式等資料，坐標)

點位坐標檔：(ASCII 格式，投影坐標)

點位投影坐標完整的協變方矩陣檔：(ASCII 格式，順序與點位坐標相同)

說明檔：(ASCII 格式，說明協變方矩陣檔的儲存方式)

氣象資料檔：(RINEX 格式)

觀測時段圖/電腦檔

點之記電腦檔

測量成果報告電腦檔

附錄二 角邊測量成果驗證所需之資料

原始觀測數據檔

完整平差成果檔：(ASCII 格式，包含平差時使用的參數，觀測量及其改正數，後驗權單位中誤差，點位坐標及點位精度，局部多餘觀測數，統計測式等等資料，坐標為投影坐標)

網形圖/檔

點位坐標檔：(ASCII 格式，坐標為投影坐標)

點位投影坐標完整的協變方矩陣檔 (ASCII 格式，順序與點位坐標順序相同)

說明檔：(ASCII 格式，說明協變方矩陣檔的儲存方式)

點之記電腦檔

測量成果報告電腦檔

附錄三 衛星定位測量觀測成果可由程式自動檢核項目

等級	A	B	C	D	E	F		G	
星 曆	精 密	精 密	精密/廣播	精密/廣播	精密/廣播	精密/廣播		精密/廣播	
觀測時間 (小時)	≥ 6	≥ 4	≥ 2	≥ 1	≥ 0.5	≥ 1 / 3	(1)	≥ 1 / 3	(1)
同一時段連續且同步觀測時間(小時)	≥ 4	≥ 2	≥ 1	≥ 0.5	≥ 1 / 3	≥ 0 · 2 5	(1)	≥ 0 · 2 5	(1)
同一時段同步觀測之接收器數	≥ 6	≥ 6	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 2 (2)	≥ 2(3)	≥ 2 (2)	≥ 2(3)
觀測取樣間隔 (秒)	≤ 30	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15 (2)	≤ 5(3)	≤ 15 (2)	≤ 5(3)
衛星高度角	≥ 15°	≥ 15°	≥ 15°	≥ 15°	≥ 15°	≥ 15°		≥ 15°	
衛星分佈象限	4	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3		≥ 3	
不同時段銜接站數	≥ 3	≥ 3	≥ 2	≥ 2	≥ 2	≥ 1 (2)	≥ 2 (4)	≥ 1 (2)	≥ 2 (4)
重覆觀測站數	≥ 100%	≥ 100%	≥ 40%	≥ 30%	≥ 20%	≥ 10%	≥ 20%	≥ 10%	≥ 20%
備註	變形監測網 衛星追蹤網	一等網	二等網	三等網	四等網	工程測量網 (I)		工程測量網 (II)	

附錄四 角邊觀測量成果可由程式自動檢核項目

等級		E	F	G
角度觀測量	使用儀器最小讀數	≤ 1"	≤ 10"	≤ 10"
	測角精度	3"	5"	6"
	測回數	2	2	2
	測回間較差限度 (95%的信心區間)	8"	14"	17"
邊長觀測量	測邊精度	2mm+2ppm	3mm+3ppm	5mm+3ppm
	測回數	2	2	2
	測回間較差限度 (95%的信心區間)	4mm+4ppm	6mm+6ppm	10mm+6ppm
	局部多餘觀測數介於 0.1 和 0.2 間的觀測量檢核標 準(95%的信心區間)	20mm+40ppm	40mm+100ppm	100mm+200ppm
備註		四等網	工程測量網 (I)	工程測量網 (II)

附錄五 基本控制測量成果配合資料庫已驗證成果，可由程式自動驗證項目

等級	B	C	D	E	F	G
連測同等級(含)以上 已知平控點數目	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 3	≥ 3	≥ 3
連測已知水準點數目	≥ 4	≥ 4	≥ 4	op	op	op
和同等級(含)以上已知點連 測，當新測點距已知點之距離 (km)	≤ 15 km	≤ 5 km	≤ 2 km	≤ 1 km	≤ 0.5 km	≤ 0.2 km
外部精度	C、D、E 級	D、E 級	E 級			
備註	一等網	二等網	三等網	四等網	工程測量網 (I)	工程測量網 (II)

* 外部精度係指新測點和鄰近測區或測區內未直接連測已知點間的相對精度，該相對精度應達該已知點所屬等級之相對精度。

附錄六

A : **Skipro** 程式平差成果輸出摘要

M O V E 3 Version 3.0.2

**


```

**                Design and Adjustment                **
**                of                                    **
**                3D 2D and 1D Geodetic Networks        **
**                (c) 1993-2000 Grontmij Geogroep bv    **
**                Licensed to Leica Geosystems AG       **
** LTC0514                14-05-2001  11:44:30 **
*****

```

3D inner constrained network on WGS'84 ellipsoid

STATIONS

Number of (partly) known stations	0
Number of unknown stations	5
Total	5

OBSERVATIONS

<-- 各類觀測量數目的統計

Directions	0
Distances	0
Zenith angles	0
Azimuth angles	0
Height differences	0
GPS coordinate differences	30 (10 baselines)
Inner Constraints	3
GPS transformation parameters	0
Total	33

UNKNOWNNS

<-- 已知及未知參數的統計

Coordinates	15
Orientations	0
Scale factors	0
Vertical refraction coefficients	0
Azimuth offsets	0
GPS transformation parameters	0
Deflections of the vertical	0
Additional transformation parameters	0
Total	15

Degrees of freedom 18
 ADJUSTMENT <-- 迭代次數及限度值

Number of iterations 1
 Max coord correction in last iteration 0.0000 m

TESTING <-- 統計測試的參數設定值

Alfa (multi dimensional) 0.4041
 Alfa 0 (one dimensional) 0.0500
 Beta 0.80
 Critical value W-test 1.96
 Critical value T-test (3 dimensional) 1.89
 Critical value T-test (2 dimensional) 2.42
 Critical value F-test 1.04

F-test 0.113 accepted <-- 統計測試結果

Results based on a-posteriori variance factor

ELLIPSOID CONSTANTS

Ellipsoid WGS'84
 Semi major axis 6378137.0000 m
 Inverse flattening 298.257223563

EXTERNAL RELIABILITY <-- 外可靠度

Station	Ext Rel		Station	Target
80645 Latitude	-0.0019 m	DZ	80645	80806
Longitude	0.0025 m	DX	80645	80806
Height	-0.0024 m	DY	80645	80806
80805 Latitude	0.0017 m	DZ	91109	80805
Longitude	-0.0020 m	DX	91109	80805
Height	0.0022 m	DY	91109	80805

ABSOLUTE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) 2D - 39.4% 1D - 68.3% <-- 絕對精度

基本控制點維護與管理方法

Station	A	B	A/B	Psi	Hgt (68.3%)
80645	0.0011	0.0009 m	1.2	-89 deg	0.0028 m
80805	0.0010	0.0008 m	1.2	75 deg	0.0026 m

RELATIVE CONFIDENCE REGIONS (ERROR ELLIPSES) 2D - 39.4% <-- 相對精度

Station	Station	A	B	A/B	Psi	Hgt (68.3%)
80645	80805	0.0017	0.0014 m	1.2	-67 deg	0.0044 m
80645	80806	0.0014	0.0013 m	1.2	68 deg	0.0039 m

ADJUSTED OBSERVATIONS <-- 觀測量改正數

	Station	Target	Adj obs	Resid	Resid(ENH)	Sd
DX	80645	80805	1153.1546	-0.0028	-0.0006	0.0026 m
DY			-136.4075	0.0057	0.0018	0.0035 m
DZ			1529.8515	0.0049	0.0078	0.0022 m
DX	80645	80806	-331.3352	0.0039	-0.0013	0.0024 m
DY			-1181.5025	-0.0040	-0.0002	0.0031 m
DZ			1798.0835	-0.0028	-0.0061	0.0018 m

TEST OF OBSERVATIONS <-- 統計測試結果

	Station	Target	MDB	Red	BNR	W-test	T-test
DX	80645	80805	0.0118 m	75	1.7	0.43	0.71
DY			0.0142 m	69	1.8	0.20	

ESTIMATED ERRORS FOR OBSERVATIONS WITH REJECTED ANTENNA HGT W-TESTS (max 10)

Record	Station	Target	W-test	Fact	MDB	Est ant err
5 DX	80806	80805	-2.51	1.3	0.0224	-0.0200 m

ESTIMATED ERRORS FOR OBSERVATIONS WITH REJECTED T-TESTS (max 10)

Record	Station	Target	T-test	Fact	Est err	
5	DX	80806	80805	2.36	1.1	0.0113 m
	DY					-0.0135 m
	DZ					-0.0090 m

[End of file]

B : **GPSurvey 程式平差成果輸出摘要**

ADJUSTMENT ACTIVITY LOG

Sub-network 1: Fixed $y = 0$ Fixed $x = 0$ Fixed $H = 0$ Fixed $h = 0$.

Points included in sub-network 1:

80645
80805
80806
90654
91109

Initializing parameter group 1: GPS Observations.

<- - 觀測資料統計

20 horizontal observations
10 vertical observations
10 observed azimuths
10 observed distances
Located in sub-network 1.
0 fixed latitudes
0 fixed longitudes
0 fixed ellipsoid heights
0 fixed orthometric heights
Y rotation parameter ruled ineligible
X rotation parameter ruled ineligible
Azimuth rotation parameter ruled ineligible
Network scale parameter ruled ineligible
Omitting parameter 5 by user choice
Omitting parameter 6 by user choice
Omitting parameter 7 by user choice

Number of fixed horizontal coordinates = 0.

Number of fixed vertical coordinates = 0.

Number of observation equations = 30.

Number of vertical observation equations = 10.

Number of unknowns = 15.

Number of inner constraint equations = 3.

The following observations are excluded from the adjustment:

none

The following points were excluded from the adjustment:

none

OBSERVATION ADJUSTMENT SUMMARY

OBSERVATION ADJUSTMENT (Tau = 2.84)

<- 統計測試參數及結果
<- 改正數及標準偏差

OBS#	BLK#/ REF#	TYPE	BACKSIGHT/ INSTRUMENT/ FORESIGHT	UDVC/ UDPG/ SBNT	OBSERVED/ ADJUSTED/ RESIDUAL	1.00*/ 1.00*/ 1.00*	TAU
1	1	gpsaz	- ** -	- ** -	230*22'09.9595"	0.2767"	0.13
	1		80645	- ** -	230*22'09.8797"	0.1712"	
			90654	1	-0.079800"	0.2173"	
2	1	gpsht	- ** -	- ** -	+7.2196m	0.0072m	0.42
	1		80645	- ** -	+7.2262m	0.0046m	
			90654	1	+0.006694m	0.0056m	

COORDINATE ADJUSTMENT SU

<- 改正數及標準偏差

POINT	NAME	OLD COORDS	ADJUST	NEW COORDS	1.00*
1	80645				
		LAT= 25* 02' 43.712245"	-0.000045"	25* 02' 43.712200"	0.000975m
		LON= 121* 28' 08.573158"	-0.000127"	121* 28' 08.573031"	0.001394m
		ELL HT= 32.7881m	-0.0095m	32.7786m	0.003103m
		ORTHO HT= 0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
2	80805				
		LAT= 25* 03' 38.637330"	+0.000022"	25* 03' 38.637352"	0.000883m
		LON= 121* 27' 36.021990"	+0.000046"	121* 27' 36.022036"	0.001019m
		ELL HT= 29.9359m	+0.0050m	29.9409m	0.002386m
		ORTHO HT= 0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN

SUMMARY OF COVARIANCES

<- 相對精度

Definition of precision (E x S)* = C* + P*:
Horizontal:

Precision (P) expressed as: ratio
 Propagated linear error (E): U.S.
 (standard error of adjusted horizontal distance)
 Scalar (S) on propagated linear error: 1.0000
 Constant error term (C): 0.0000

3-Dimensional:

Precision (P) expressed as: ratio
 Propagated linear error (E): U.S.
 (standard error of adjusted slope distance)
 Scalar (S) on propagated linear error: 1.0000
 Constant error term (C): 0.0000
 Using orthometric height errors

FROM/ TO	AZIMUTH/ DELTA H	1.00* 1.00*	DISTANCE/ DELTA h	1.00* 1.00*	HOR PREC/ 3-D PREC
80645	331*38'22"	0.20"	1920.626m	0.0015m	1: 1309242
80805	-2.8377m	0.0042m	- ** -	- ** -	1: 1309242
80645	24*24'11"	0.19"	2176.876m	0.0018m	1: 1223044
80806	+5.3184m	0.0050m	- ** -	- ** -	1: 1223044

ADJUSTMENT STATISTICS SUMMARY

ADJUSTMENT SUMMARY

<- - 統計測試參數及結果

Network Reference Factor = 2.97
 Chi-Square Test (* = 95%) = FAIL
 Degrees of Freedom = 18.00

GPS OBSERVATIONS

Reference Factor = 2.97
 r = 18.00

GPS Solution	1	Reference Factor =	2.57	r =	1.69
GPS Solution	2	Reference Factor =	1.64	r =	2.49
GPS Solution	3	Reference Factor =	1.89	r =	1.34

基本控制點維護與管理方法

GPS Solution	4	Reference Factor =	3.71	r =	2.04
GPS Solution	5	Reference Factor =	3.82	r =	1.47
GPS Solution	6	Reference Factor =	2.17	r =	1.21
GPS Solution	7	Reference Factor =	4.96	r =	2.29
GPS Solution	8	Reference Factor =	1.34	r =	2.04
GPS Solution	9	Reference Factor =	3.20	r =	1.77
GPS Solution	10	Reference Factor =	1.25	r =	1.66

WEIGHTING STRATEGIES:

GPS OBSERVATIONS:

No scalar weighting strategy was used

No summation weighting strategy was used

Station Error Strategy:

H.I. error = 0.0000

Tribrach error = 0.0000

C : Turbonet 程式平差成果輸出摘要

Adjustment Summary

A-posteriori standard deviation of unit weight

SQRT[VtPV/df] = 2.946

Number of measurements used = 30 <-- 觀測數統計

Number measurements rejected = 0

Total number of measurements = 30

Degrees of freedom(df) = 18

Number of singularities = 3

Chi-Square test prob (alpha) = .050 <-- 統計測試的參數設定

Weighted sum of squares = 156.2

Lower limit Chi-Square test = 8.2

Upper limit Chi-Square test = 31.5

```

CARTESIAN
GEODETTIC
ERROR ELLIPSES
LONGITUDES EAST
Projection zone          TWD
Projection vectors
RATIO                   2.5
EDIT                    3.0
RESIDUAL HISTOGRAM     GEODETTIC 123
Flatinv                 298.257222101    !GRS80
semi major axis        6378137.00000    !GRS80
TYPE I ERROR           0.05
MAX ITERS               10                <-- 迭代次數
DISTANCE TOL           10000.0

```

```

$Defined Projection     TWD TM
  Central Latitude      NO 00
  Central Longitude     E121 00
  False Easting        250000d0
scale                  0.9999d0
$End Defined Projection

```

Adjusted Cartesian Coordinates <-- 坐標分量之標準偏差
Iteration Number 2

station num/name	x-coordinate(stdv)		y-coordinate(stdv)		z-coordinate(stdv)	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1 8064	-3018377.618	(.003)	4931522.545	(.003)	2683652.977	(.002)
2 8085	-3017224.472	(.000)	4931386.148	(.000)	2685182.846	(.000)
3 8086	-3018708.962	(.002)	4930341.054	(.003)	2685451.077	(.002)
4 9065	-3017314.355	(.003)	4932835.068	(.003)	2682461.365	(.002)

5 9110
 -3014036.463(.003) 4933728.686(.003) 2684724.392(.002)

Adjusted Geodetic Coordinates
 Iteration Number 2

station num/name	latitude(stdv) (d:m:s) (m)	longitude(stdv) (d:m:s) (m)	Height (stdv) (m) (m)
1 8064			
N 25 2	43.71229(.001)	E 121 28 8.57312(.002)	32.715(.004)
2 8085			
N 25 3	38.63745(.000)	E 121 27 36.02213(.000)	29.877(.000)
3 8086			
N 25 3	48.13659(.001)	E 121 28 40.66283(.002)	38.035(.004)
4 9065			
N 25 2	.85975(.002)	E 121 27 11.78301(.002)	39.942(.004)
5 9110			
N 25 3	20.52005(.002)	E 121 25 15.38660(.002)	139.814(.004)

Adjusted Projection Coordinates
 Iteration Number 2

station num/name	Northing (stdv) (m) (m)	Easting (stdv) (m) (m)	Height(stdv) (m) (m)	Scale Convergence ddd:mm:ss.s
1 8064				.999927653
	2770896.556(.001)	297328.612(.002)	32.715(.004)	0:11:54.8
2 8085				.999926591
	2772583.363(.000)	296410.490(.000)	29.877(.000)	0:11:41.4
3 8086				.999928706
	2772881.915(.001)	298221.057(.002)	38.035(.004)	0:12:8.92
4 9065				.999925830
	2769572.647(.002)	295741.248(.002)	39.942(.004)	0:11:30.5
5 9110				.999922268

2772013.093(.002) 292470.826(.002) 139.814(.004) 0:10:41.7

Error Ellipses in Local Horizon
Iteration Number 2

<-- 絕對精度

Station Num	Semi-Major Axis (m)	Semi-Minor Axis (m)	Major Axis Azimuth (deg)	Height Stdv (m)	Station Name
1	.002	.001	83.15	.004	8064
2	.000	.000	.00	.000	8085
3	.002	.001	67.42	.004	8086
4	.002	.001	70.87	.004	9065
5	.002	.002	71.67	.004	9110

Vector No./GPS Solution File/From Station->To Station

- 1 E:\YU\3191\00000180.SSF 8086(3) --> 8085(2)
- 2 E:\YU\3191\00000168.SSF 8064(1) --> 8085(2)
- 3 E:\YU\3191\00000160.SSF 8064(1) --> 9065(4)
- 4 E:\YU\3191\00000164.SSF 8064(1) --> 8086(3)
- 5 E:\YU\3191\00000188.SSF 9065(4) --> 8085(2)
- 6 E:\YU\3191\00000196.SSF 8085(2) --> 9110(5)
- 7 E:\YU\3191\00000192.SSF 9065(4) --> 9110(5)
- 8 E:\YU\3191\00000176.SSF 8086(3) --> 9065(4)
- 9 E:\YU\3191\00000172.SSF 8064(1) --> 9110(5)
- 10 E:\YU\3191\00000184.SSF 8086(3) --> 9110(5)

Measurements(Cartesian Vectors) <-- 觀測量改正數
Iteration Number 2

Vector No.	dx (m)	(vdx, v'dx) (m)	dy (m)	(vdy, v'dy) (m)	dz (m)	(vdz, v'dz) (m)
------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------

附錄七 基本控制測量成果維護與管理要點(草案)

[目的]

- 一、為維繫基本控制測量成果之控制功能，便利後續應用，達成資源共享目的，特訂定本要點。

[說明]：本條闡明本要點之訂定目的。

[控制測量基準]

- 二、基本控制測量之基準，採用 1997 台灣地區大地基準(簡稱 TWD97)。為配合原有基本控制測量成果及其衍生測量成果現階段之維護應用，得同時連測原有控制點，計算 TWD67 之基本控制測量成果。

[說明]：本條明定今後基本控制測量之基準，惟為因應過渡時期土地測量之需，於第二項規定同時測算 TWD67 成果。

[成果管理系統]

- 三、不同測量基準之基本控制測量成果應分別建置管理系統實施維護管理。

[說明]：本條闡明一套管理系統只能處理同一基準之控制測量成果。

[辦理機關]

- 四、一、二等基本控制測量由內政部辦理，三、四等基本控制測量由內政部、直轄市政府地政處辦理，測量成果統一納入內政部建置之基本控制測量成果管理系統實施維護管理。

[說明]：本條說明辦理基本控制測量及其成果之管理機關。

[標準處理程序、內容]

- 五、各級基本控制測量作業規範應明定成果品質標準，使用測量方法之觀測原始數據內容及其應改正項目，平差計算模式、平差成果報告書項目內容、點之記，暨成果驗證程序及其內容，俾便遵循。

[說明]：本條強調統一品質標準及成果處理、驗證程序、內容之重要。

[成果唯一系統一致]

- 六、各級基本控制測量成果之驗證作業由內政部統一執行，非經驗證合格，測量成果不得進入管理系統，納入管理系統之控制測量成果，非經驗證機關確認其原成果瑕疵或樁標滅失、移位，不得變更或刪除成果內容。

[說明]：本條闡明經驗證成果之唯一、權威之本質與必要，強調成果資料管理、驗證之嚴謹慎重。

[申請使用資訊及付費]

七、經驗證合格納入管理系統維護管理之基本控制測量成果，其相關資料之申請及提供方式、收費數額，由內政部定之。

[說明]：本條規定申請使用成果資訊相關事宜。

[控制點樁標毀損滅失回報權責]

八、各級基本控制測量作業單位，應就其執行作業範圍內之控制點樁標遺失、毀損或其他導致功能喪失之情況以書面方式回報至管理機關，管理機關得訂定辦法，依回報情形經確認後依法實施獎懲；公私作業單位未盡回報義務者，管理機關得限制其主辦或承辦基本控制測量作業。

[說明]：本條明定基本控制測量作業單位回報測量樁標狀況之義務，並考慮相關之獎懲事宜。

[控制點樁標狀況確認]

九、內政部應分區責成該管地方政府飭屬負責基本控制點樁標遺失、毀損回報之現場確認作業。

[說明]：本條明定由中央主管機關監督地方政府負責執行控制點樁標狀況確認事宜。

[控制點檢測]

十、內政部應研訂基本控制點檢測計畫，編列預算定期實施；為提高績效、節省資源，TWD97 基本控制測量成果應與中央研究院地球科學研究所之監測作業成果連測整合，達成定期檢測及天然災變大範圍基本控制點移位之檢測目的。

[說明]：本條闡明基本控制點檢測之重要，並強調機關間橫向聯繫合作、成果分享之益。

附錄八 基本控制點成果驗證標準作業程序(示例)

內政部土地測量局標準作業程序

編號：

工作項目：基本控制點成果品質評估確認

說明及法令依據：1.地籍測量實施規則(基本控制測量規範標準)

2.基本控制點成果管理維護要點

3.基本控制點管理維護系統操作手冊

主管、辦理機關：

1.內政部地政司：a.基本控制點成果驗證作業監督、指導

b.基本控制點全面檢測計畫研擬

2.土地測量局：a.基本控制點成果管理系統維護、更新

b.成果資料供應、受理資料使用申請

c.基本控制測量成果品質驗證

d.基本控制測量成果異常之異動處理

3.縣市測量隊：a.基本控制測量樁標狀況確認、清理

b.基本控制測量成果實地抽驗

c.基本控制測量成果異常變動之實地驗證測量

處理程序：1.基本控制測量作業單位向土地測量局提交測量作業計畫書，經核定作業代碼，於網路
公示測量作業計畫內容

2.基本控制測量作業單位完成作業，向土地測量局提交成果資料供成果品質驗證

3.土地測量局執行成果品質驗證，必要時退回原提交成果，責其增補再送交驗證

4.完成驗證之成果納入管理系統資料庫，並編目、公示，開始受理資料使用申請

5.測量作業單位回報測量樁標狀況異常時，由土地測量局轉知相關縣市政府，飭縣市測
量隊就近實地確認或檢測，更新資料庫內容

6.依計畫定期檢測成果，經驗證成果品質並確認影響

標準(合理)作業程序

控制測量成果品質驗證作業流程圖(如圖 4-2)

控制點點位遺失處理流程(如圖4-3)

控制測量成果品質瑕疵驗證確認處理流程(如圖 4-4)

辦理時應注意事項：

基本控制測量依測量方法應提交驗證成果內容分別為：

GPS 測量成果驗證所需之資料(如附錄一)

角邊測量成果驗證所需之資料(如附錄二)

根據基本控制點相對誤差標準，就各該控制網等級，依其間距算得容許誤差

備註：

附錄九「基本控制點維護與管理方法」委託研究案報告審查會會議紀錄

「基本控制點維護與管理方法」委託研究案期中報告審查會會議紀錄

委員發言重點：

一、何委員維信：

本案合約之規格說明書規定須提出三個以上國家(或地區)之基本控制點維護與管理方式之蒐集分析，期中報告書(初稿)中已提出大陸、美國、德國在基本控制點規範方面的差異，請增列管理及維護方式的比較分析。另由於台灣地區早期建立基本控制點之模式與日本雷同，建議考量增列日本在基本控制點維護與管理方面之實際作業方式。

執行情形：請參閱第二章第三節說明。

基本控制點點位遺失查報及處理方式，請增列流程圖。

執行情形：請參閱圖 4-3。

基本控制點成果的驗證程序，請提供明確的項目清單並依基本控制點等級將需驗證的項目及標準逐一系列出。

執行情形：請參閱圖 4-2、圖 4-3、圖 4-4 暨附錄一至附錄八內容。

二、郭委員英俊：

期中報告書(初稿)並未列出本案之研究計畫執行的概況及進度，請增列。

執行情形：請參閱第一章內容。

對於點之記及點位坐標成果的異動管理，請於期末報告中詳加說明。

執行情形：請參閱圖 4-2、圖 4-3、圖 4-4 暨相關內容。

期中報告書(初稿)第 頁圖 2-1 一般控制網平差流程圖中有關品質評估及增加觀測量部分，箭頭方向標示錯誤，請修正，另第 頁圖 2-1、第 頁表 2-9 至表 2-11，於期中報告書(初稿)第二章第二節並未對應敘明，請就以上相關圖表逐一於文字內容補充說明。

執行情形：請參閱第二章第二節。

目前控制點管理系統應比較偏向於分散式資料庫而非主從架構，建議將控制點資料庫置於土地測量局局本部 (Server 端)，另於台灣北中南部各設備份站，俾供各地 Client 端利用查詢程式或瀏覽器透過網路查詢，以利資料庫的管理維護。

執行情形：請參閱圖 5-2、圖 5-3。

三、吳委員信政：

有關何委員維信建議增列有關日本在基本控制點維護與管理方面的資料，請考量納入。

執行情形：請參閱第二章第三節說明。

請受託單位於期末報告中針對基本控制點管理查詢系統功能提出具體建議，並請內政部土地

測量局安排時間展示該系統功能，俾各位委員充分了解該系統功能後，對受託單位所提出之建議事項，評估是否妥適。

執行情形：請參閱第五章第三節，圖 5-2、圖 5-3 暨第八章、附錄七內容。

四、鄭委員彩堂：

有關規格說明書中「控制點成果的驗證程序及標準，並以實際案例佐證之」，請於期末報告加強補充說明。

執行情形：請參閱第六章內容。

結論：

一、請國立成功大學依照各委員意見包括研究計畫執行的概況及進度、基本控制點點位遺失查報及處理方式、點位資料異動管理、成果驗證之項目及標準、實際案例之佐證等各項，修正期中報告(初稿)，至於日本在基本控制點維護與管理方面相關資料，請考量納入。

執行情形：有關日本在基本控制點維護與管理，未能尋得相關文獻，其他各項，已依照各委員意見修正。

二、請國立成功大學依照合約規定期程，將修正後的期中報告書(二十份)送交土地測量局審定。

執行情形：期中報告修正本已通過土地測量局審定。

三、有關成果驗證之實際案例所需相關資料請土地測量局測量管理組配合提供，俾國立成功大學進行基本控制點成果驗證程序及標準之研究。

執行情形：已由土地測量局取得一、二等衛星定位控制點及八十九年度南投縣三等控制點新建成果做為案例。

「基本控制點維護與管理方法」委託研究案期末報告審查會會議紀錄

委員發言摘要：

一、何委員維信：

1. 有關所列基本控制點維護與管理之各工作項目，請明確訂定執行程序及方法。
執行情形：請參閱圖 4-2、圖 4-3、圖 4-4 暨附錄一至附錄八內容
2. 有關基本控制點成果驗證作業流程採 S.O.P.(Standard Operation Process 標準操作程序)方式並將其標準及項目清單列出，以利委託單位執行。
執行情形：請參閱附錄八。
3. 請詳列基本控制點遺失損毀之通報方式及查證程序。
執行情形：第四章 4-2-5 內容說明。
4. 請考慮增列日本對基本控制點維護與管理的方法。
執行情形：請參閱第二章第三節說明。

二、江委員渾欽：

1. 請詳列傳統三角三邊測量成果的驗證程序。
執行情形：基本控制測量方法差異，僅成果驗證內容不同，驗證作業程序則相同
2. 第五章請增列現階段基本控制點查詢系統的功能架構、資料內涵及人機介面後，再依未來環境的需求，詳列建議該系統增加的功能及資料項目。
執行情形：請參閱第五章第一節內容及土地測量局訂頒之控制點資料庫管理系統操作手冊。
3. 第六章標題請斟酌調整，並依成果驗證流程、驗證所需資料項目、驗證標準及案例說明等次序撰寫。
執行情形：已依江委員意見調整修正。
4. 基本控制測量成果維護與管理要點(草案)請考慮列入第七章內容。
執行情形：要點(草案)仍以列於附錄為宜。

三、容委員承明：

1. 第十七頁請詳列英國與德國基本控制點維護與管理制度值得本國仿效之處。
執行情形：請參閱第二章第三節內容說明。
2. 報告中英文縮寫，請增列中譯或原文全名。
執行情形：已增補。
3. 基本控制測量成果維護與管理要點(草案)請增列草案總說明。
執行情形：已增補說明。
4. 第八章具體的建議意見，請歸納並條列式列出。
執行情形：已修正。

四、吳委員信政：

1. 請詳列執行基本控制點維護與管理的方式。

執行情形：請參閱第六章暨附錄內容。

五、曾委員耀賢：

外部精度驗證部分，建議如下

1. 建議以本局辦理之三等控制點補建新建作業成果，擇某年度成果中某些點位為例，利用內政部一、二等衛星控制點之變方協變方矩陣進行實例驗證及說明。

執行情形：請參閱第六章第二節 6-4-2 內容說明。。

2. 無法取得鄰近已知點之變方協變方矩陣時，可否考量以選擇不同已知點強制附合平差計算後與原平差計算成果比較或採新測點與未聯測之已知點實地測角、邊或基線與坐標反算結果比較等方式進行，又其程序、檢驗標準為何。

執行情形：於驗證作業階段，已無從選擇，僅能以堪用標準之誤差上限替代變方協變方資訊。

六、地籍重測組：

1. 第八頁，L1、L2 載波的波長正確數值為 19.05 公分及 24.45 公分。

執行情形：已修正。

2. 第六頁操作誤差項下直立軸誤差請修正為定平誤差。

執行情形：已修正。

七、測量管理組：

1. 期末報告書格式請依合約書及「內政部委託研究計畫作業要點」規定修正。

執行情形：依規定格式撰寫。

2. 「基本控制測量成果維護與管理要點(草案)」請配合研究目標修正為「基本控制點維護與管理要點(草案)」。

執行情形：已修正。

3. 基本控制點並不包含圖根點，報告中提及圖根點的部分請刪除；另有關「由地方機構執行控制測量成果驗證制度」乙節，請刪除。

執行情形：已配合修正為地方機關參與控制測量成果驗證作業。

結論：

- 一、期末報告請依合約書規定格式撰寫。

執行情形：依規定格式撰寫。

- 二、請國立成功大學依照各委員所提意見及下列各項修正期末報告書，並依合約書規定期程，送交土地測量局辦理後續事宜：

1. 三個以上國家(或地區)之基本控制點維護與管理方法，請國立成功大學重新整理所蒐集的資料。

執行情形：請參閱第二章第三節內容說明。

2. 基本控制測量成果管理方法及驗證程序請詳列驗證項目及各項目驗證方法、檢驗標準。

執行情形：請參閱第六章及相關附錄內容。

3. 土地測量局基本控制測量成果查詢系統於往後應用需增加、修正的部分，請增列之。

執行情形：請參閱第五章第三、四兩節內容說明。

4. 請增列傳統角邊測量成果的驗證方法。

執行情形：控制測量成果驗證作業，其驗證之成果內容因測量方法而異，驗證方法、程序則無不同。

5. 第六章標題請修正並依成果驗證流程、驗證所需資料項目、驗證標準及案例說明等次序撰寫。

執行情形：已依審查意見修正。

6. 基本控制點維護與管理要點(草案)請增列草案總說明。

執行情形：已增列總說明。

7. 結論建議事項請歸納後以條列式列出。

執行情形：已修正。

參考書目

1. 內政部(1994)：一、二等衛星控制測量作業規範。
2. 內政部(1994)：地籍測量實施規則。
3. 內政部土地測量局：控制點資料庫管理系統操作手冊
4. 尤瑞哲(1984)：台灣基本三角網精度之研究，國立成功大學航空測量研究所碩士論文。
5. 尤瑞哲(1999)：研訂基本控制點—高程控制測量成果品質驗證制度。內政部八十八年度委託研究報告。
6. 王蜀嘉(1986)：加密網平差方法及品質分析方法的探討。第五屆測量學術及應用研討會論文集。
7. 台灣省地政處(1995)：台灣省三等控制點衛星測量作業手冊
8. 交通部台灣區國道新建工程局(1996)：高速公路航空及地面測量作業準則。
9. 李德仁(1989)：誤差處理和可靠度理論，測繪出版社，北京。
10. 李元墩(1992)：品質管制,復文書局，台南。
11. 於宗壽、魯林成(1982)：測量平差基礎,測繪出版社，北京。
12. 林文化、邱仲銘(1997)，控制網系整合方案之研究，地籍測量，第 16 卷，第 1 期
13. 吳智維(1996)：建立控制測量成果管理制度之研究，國立成功大學測量工程研究所碩士論文
14. 邱仲銘(1999)：圖解地籍圖數值化坐標整合及應用，台北市政府地政處
15. 邱仲銘：地籍測量作業及其成果檢查問題初探
16. 邱仲銘(1995)：控制網系整合方案之研究，土地測量局
17. 邱仲銘等人(1991)：建立土地測量資訊精度標準暨簽認制度之研究，內政部資料中心。
18. 武漢測繪學院控制測量教研組(1992)：控制測量學，上冊，測繪出版社,北京。
19. 國家測繪局(1989)：測繪產品質量評定標準，測繪出版社，北京。
20. 國家測繪局(1989)：測繪產品檢查驗收規定，測繪出版社，北京。
21. 國家測繪局(1988)：中短程光電測距規範，測繪出版社，北京。
22. 國家測繪局(1992)：全球定位系統(GPS)測量規範，測繪出版社，北京。
23. 國家測繪局(1975)：國家三角測量和精密導線測量規範暨說明，測繪出版社，北京。
24. 陳文彰 (2000)：不正確的已知點先驗信息對測量加密網逐步迴歸法平差成果之影響，國立成功大學測量工程研究所碩士論文
25. 曾清涼、余致義、尤瑞哲(1987)：個人電腦交感式控制網最佳設計及分析模式應用於工程測量之實用性研究，國科會專題研究報告 NSC 75-0410-E006-22。
26. Baarda, W. (1968): A Testing procedure for use in geodetic networks. Neth. Geod. Comm., New Series vol. 2, No. 5, Delft.
27. Baden-Wuerttembergsches Innenministerium (1982): Verwaltungsvorschrift des Innenministerium ueber das Nivellementpunktfeld, vom 22. Dezember 1983 Az. II 3.3/1.
28. Banks, J. (1989): Principles of quality control, John Wiley & Sons, New York.

29. Doyle, D., (1994): Development of the national spatial reference system, NGS.
30. Federal Geodetic Control Committee (1984) : “Standards and Specifications for Geodetic Control Networks”, NGS.
31. Federal Geodetic Control Committee (1988) : “Geometric geodetic accuracy standards and specifications for using GPS relative positioning techniques”, Maryland.
32. Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Collins, J. (1992): GPS Theory and Practice. Springer-Verlag, Wien.
33. Juran, J.M. (1988): Quality control handbook, 4., McGraw Hill Book Company, New York.
34. Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen Bonn-Bad Godesberg (1989): Richtlinien fuer GPS-Messungen in der Landesvermessung.
35. Leick, A. (1994): GPS satellite Surveying, 2.nd. Wiley, N.Y.
36. NGS., (1994): Policy of the national ocean service regarding the incorporation of geodetic data of other organizations into the national geodetic survey data base. NGS.
37. Van Mierlo, J. (1980) : “Fehlersuche und Zuverlaessigkeit in geodaetischen Netzen”, private communication.
38. Murle, M. and Bill, R. (1982): Zuverlaessigkeits und Genauigkeitsuntersuchung ebener geodaetischer Netze, AVN 2/1982.
39. Niedersaechsisches Landesvermessungsamt (1988): “Einrichtung, Nachweis und Erhaltung der Festpunkt-felder”.
40. Sachs, L. (1996) : “Angewandte Statistik”, Springer Verlag, Berlin.
Torge, W. (1991): Geodesy, Walter de Gruyter.