

第一章 前言

§1-1 緣起

隨著衛星定位技術的快速發展，人們對快速高精度位置資訊的需求也日益強烈。而目前使用最為廣泛的高精度定位技術就是即時動態定位，RTK(Real-Time Kinematic)，RTK 技術的關鍵在於使用了 GPS 的載波相位觀測量，並利用了基準站和移動站之間觀測誤差的空間相關性，通過差分的方式除去移動站觀測資料中的大部分誤差，從而實現高精度(公分級)的定位。

RTK 技術在應用中遇到的最大問題就是電子基準站(以下簡稱基準站，BS)改正資料的有效作用距離。GPS 誤差的空間相關性隨基準站和移動站距離的增加而逐漸失去線性，因此在較長距離下，經過差分處理後的移動站資料仍然含有很大的殘餘誤差，從而導致定位精度的降低和無法正確解算載波相位的整數週波未定值(Integer Ambiguity)。為了保證得到預期的定位精度，傳統單主站 RTK 的作業距離都非常有限，大約都在 10 公里的基線長度以內。

為了克服傳統 RTK 技術的缺陷，成功大學衛星資訊研究中心曾清涼教授提出”e-GPS”之網絡 RTK 技術[曾清涼 2002,2003]。在網路 RTK 技術中，線性衰減的單點 GPS 誤差模型被區域型的 GPS 網絡誤差模型所取代，即用多個基準站組成的 GPS 網路來估計一個地區的 GPS 誤差模型，並為 GPS 網絡覆蓋地區的 RTK 用戶提供系統誤差即時內插的數據。用戶收到的並不是某個實際基準站的觀測資料，而是一個虛擬基準站的 GPS 觀測數據，而這些觀測數據已經加入即時內插的系統誤差數據在內。這種做法的網絡 RTK 技術又被稱為虛擬基準站 VRS(Virtual Reference Station)或虛擬基準站(VBS，Virtual Base Station)如圖 1-1、圖 1-2，這種做法可大量節省建置基準站的成本。

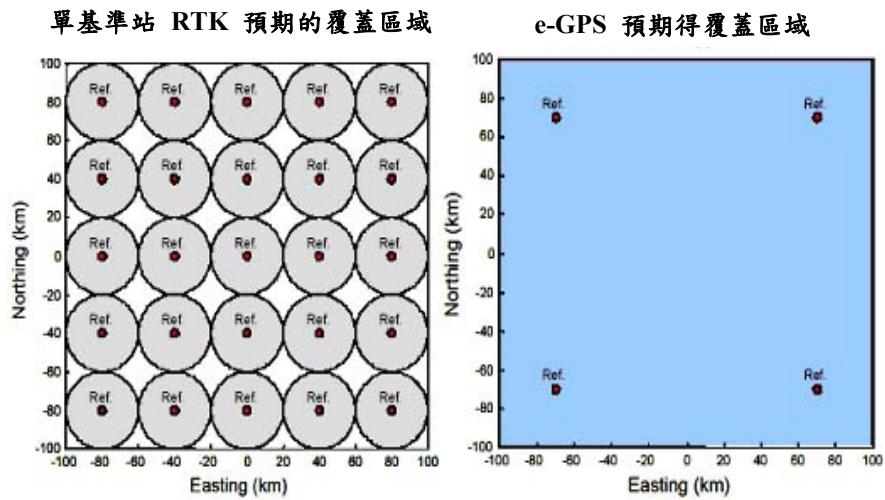


圖 1-1 單基準站 RTK 與多基準站 RTK 覆蓋區域示意圖

[參考來源：成都加訊科技網頁]

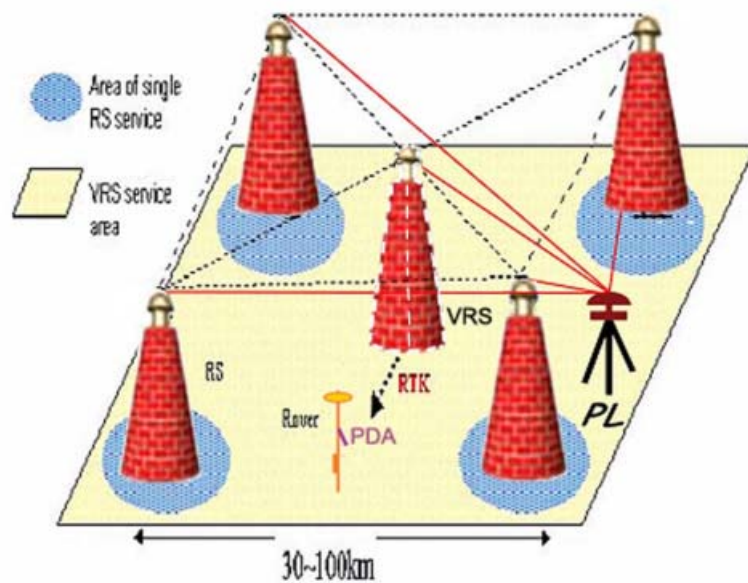


圖 1-2 VRS (VBS)作業概念圖

內政部土地測量局為因應科技進步及業務職掌推動，配合 e-政務提升國家競爭力，而有建立台灣地區電子基準站之構想，提供建立以訂定測量基準、維護坐標框架、監測地殼變動、計算 GPS 精密軌道、地球科學及大氣科學學術研究、發展長距離即時動態測量系統及其他定位或導航等基於位置的空間資訊服務之多目標功能使用。

§1-2 背景分析及國外相關研究

■ 國際 GPS 追蹤站網和 IGS 綜合服務系統的發展

國際大地測量發展的一個特點是建立全天候、全球覆蓋、高精度、動態、即時定位的衛星導航系統，在地面則建立相應的永久性連續運行的導航衛星(如 GPS)追蹤站。前者最突出的例子是美國的 GPS、俄羅斯的 GLONASS 系統和歐洲正在建立和發展的 GALELIO 系統，後者如美國的 CORS(Continuously Operation Reference Station)系統、日本的 GeoNet、英國的 COGRS，及德國的 VRS 系統等。

以跨國性之 GPS 追蹤站為基礎所組成的 IGS 服務組織(international GPS service)，是國際性 GPS 追蹤站網和綜合服務系統的 GPS 網路服務範例。它向全球用戶無償提供各種 GPS 訊息：如 GPS 精密星曆、快速星曆、預報星曆、IGS 站坐標及其運動速率、IGS 站所接收的 GPS 信號的相位和虛擬距離數據、地球自轉速率等。這個 IGS 組織在大地測量和地球動力學方面提供了許多科學研究項目，包括電離層、氣象、參考框架、精密時間傳遞、地球自轉速率及其變化、地殼運動等。每年並公布一組 ITRF 坐標參考框架站之坐標值及其速度分量，可供各國進行參考框架維護等應用。

■ 美國 GPS 追蹤站網和綜合服務系統的發展

在美國佈設了 GPS "連續運行基準站系統(CORS)"，它由美國大地測量局(NGS)負責。該系統的當前目標是：①使全部美國領土內的用戶能利用該系統來達到 cm 級精度的定位和導航；②促進用戶利用 CORS 來發展類似 IGS 的功能；③監測地殼變動；④支持遙測的應用；⑤求定大氣中水汽分布；⑥解算電離層中電子密度和時空分布。

迄 2001 年 5 月，CORS 已有 160 餘個站。美國 NGS 宣布，為了完成 CORS 系統，以每個月建置 3 個站的速度來改善該系統的空間覆蓋率。CORS 的數據和訊息包括 GPS 星曆、接收虛擬距離和載波相位訊息、GPS 站坐標、站移動速率、站四周的氣象數據等，用戶可以透過網際網路(如 Internet)下載所需資料。

■ 英國 GPS 追蹤站網和綜合服務系統的發展

英國建立的"連續運行 GPS 基準站系統(COGRS)"的功能和目標類似於 CORS，目前已建置了 30 多個 GPS 連續運行基準站。除了提供即時導航及定位服務之外，這個系統也肩負監測英倫三島周圍海平面的相對和絕對變化的任務。

■ 德國 GPS 追蹤站網和綜合服務系統的發展

德國已建立由 100 多個永久性 GPS 追蹤站所組成的全國衛星定位網。它提供 4 個不同層次的服務：①公尺級即時 DGPS(精度為 1~3m)；②cm 級 GPS RTK(精度為 1~5cm)；③精度為 1cm 的近即時定位；④高精度後處理大地定位(精度優於 1cm)。另外也發展虛擬基準站(VRS)的 RTK 定位服務功能。

■ 歐洲其他國家 GPS 追蹤站網和綜合服務系統的發展

歐洲其他國家，即使領土面積比較小的芬蘭、瑞士等也已建成具有類似功能的永久性 GPS 追蹤站網，作為國家地球空間資訊系統的參考框架與大地測量坐標基準，並做為 GPS 差分定位、導航服務之基地站，亦提供各國從事地球動力學、GPS 和大氣學研究人士所需之連續觀測數據。

■ 日本 GPS 追蹤站網和綜合服務系統的發展

亞洲地區日本則已建成約 1200 個 GPS 連續運行追蹤站網的綜合服務系統—GeoNet。它原以監測地殼運動、地震預報為主要

目的，但也結合氣象部門開展 GPS 大氣學的服務，現在也在積極發展成為 GPS RTK 定位服務網，以及聯合驗潮站進行海面傾斜等研究。

■ 香港 GPS 追蹤站網和綜合服務系統的發展

香港地政總署正在建立香港動態基準站控制網，總共 13 個基準站，站間距離為 10~15km 目前建立的 6 個基準站(見圖 1-3)已投入使用，每天進行 24h 的觀測記錄，數據傳送到數據處理中心進行即時的完整性監測(integrity monitoring)。主要是為大地測量提供參考基準，其他功能則為 DGPS、RTK、GPS 快速靜態定位之服務以及支援相關之科學研究。

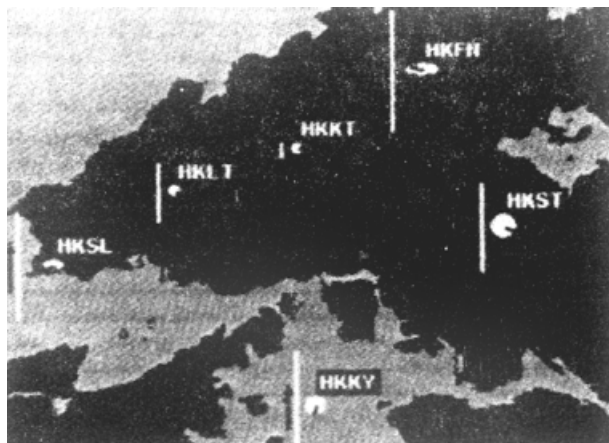


圖 1-3 香港 GPS 基準網點位分布圖(第一期)

根據訪問香港理工大學陳武及丁曉利兩位教授等所獲得的初期研究結果得知，通過計算基準網改正數及其空間分布，利用內插方法求出用戶站的模型誤差改正數，不僅可以提高 GPS 整周未定值的可靠性，而且能夠大大改善 GPS 測量的精度。利用香港 GPS 基準站網 2001 年 3 月的實測數據進行解算，發現香港地區在該時間段內受強電離層活動的影響，採用常規 GPS 測量方法很難求定整週波未定值。利用傳統的快速靜態定位方法對香港 GPS 基準站網其中一條邊(9.2km)24h 的觀測數據，並按每 15min 計算，整周未定值求定的準確率僅為 45%；但採用 GPS

基準站網內插而得的改正數後，僅利用 L1 的觀測數據來求解整周未定值，其準確率可提高到 100%。而就點位精度來說，平面位置由 2cm 提高到 5mm，高程精度則由 4cm 提高到 3cm。

■ 中國 GPS 追蹤站網和綜合服務系統的發展

上海將建置約 20 個連續運行的 GPS 追蹤站、含 50 個點的高精度 GPS 3D 大地測量控制網、20 個地層下陷 GPS 監測網，以期改變傳統的平面和高程控制測量模式。並將以這 20 個 GPS 追蹤基準站來建立高精度、高效益、高覆蓋率的 GPS 綜合服務網，預期可將 GPS 技術廣泛應用於氣象服務，以及大地測量、工程測量、地殼變形、地層下陷、GPS RTK 等高精度定位之應用服務。

中國大陸地區則將建成以 270 個左右永久性追蹤站的基準點，以及分布於各地的 5,000 個高精度 GPS 2000 加密網點，構成現代三維、地心、高精度、動態和實用的大地坐標框架。未來將會以 GPS 永久性追蹤站網為主體來建立中國大陸地區的 GPS 綜合服務系統。在建立大地坐標框架的同時，還考慮到 GPS 綜合服務的功能，如動態即時定位(導航)、地殼變動、電離層電子密度和對流層大氣可降水分測定等。

中國大陸於深訓地區經過二年努力，終於建立一個實用化的及時動態 CORS—深峻連續運行衛星定為服務系統 (Shenzhen continuous operational reference system, SZCORS)，其及時定位精度達到平面 3cm，垂直 5cm。SZCORS 由五個衛星追蹤基準站、系統控制中心、用戶數據中心、用戶應用、數據通信等五個子系統組成。主要功能包含 (1) 使用 VRS 技術提供 GPS 及時測量數據服務，滿足非遮蔽區工程測量、地圖修測等要求，利用一台測量型 GPS 接收儀進行城市各級控制點測量。(2) 採用 GSM 數據通信技術進行及時定位數據服務，利用 INTERNET 實現事后精密定位的數據服務。(3) 完成了永久性的基準站網路系統，可升級為國家級追蹤站、國家地殼變形監測站。

■ 新加坡 GPS 追蹤站網和綜合服務系統的發展

新加坡已建置完成 4 個站的 GPS 連續追蹤站網，已開始提供 GPS RTK 定位服務，其主要應用為地籍測量、城市測量以及營建工程測量等，功能上可歸類為一個典型的都市形態 GPS 即時定位服務網。

■ 馬來西亞 GPS 追蹤站網和綜合服務系統的發展

馬來西亞在西馬及沙勞越、沙巴之領土內共建置了 11 個 GPS 追蹤站，進行 24 小時的連續觀測，主要目的為維護國家的基本控制框架並做為地籍測量等國家控制網引測的基準站，迄今尚未具備 e-GPS 定位系統基準站之功能。

§1-3 蒐集土地測量局相關資訊

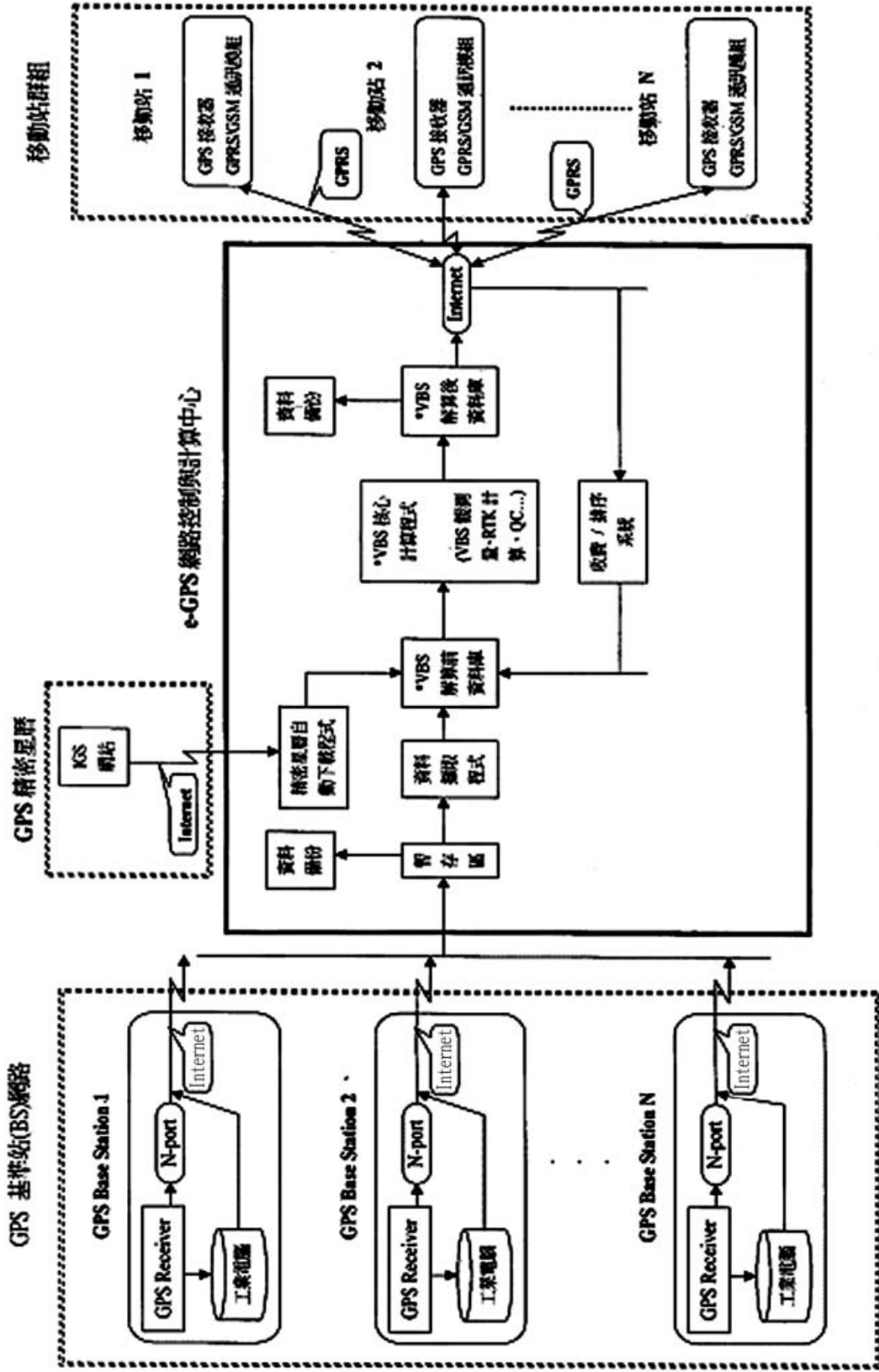
經調查 貴局目前擁有儀器計有 TRIMBLE 4000SSE 六部（82 年度購置）、ASHTECH Z12 六部（85 年度購置）、NOVATEL DL2 十一部（88 年度購置）、TRIMBLE 4800 六部（89 購置）、LEICA SR530 二十部（90 年度購置）、TOPCON Odensy 六部（90 年度購置），考量 貴局目前儀器作業需求與時程，借用 NOVATEL DL2 八部，作為本案實地測試使用。

§1-4 目的

- 提供網路化 VBS-RTK 理論分析與可行性評估
- 建立 VBS-RTK 環境與相關程式組研發模式
- 完成虛擬參考站(VBS)觀測量建立程式
- 就效率、成果精度及應用層面等因素，分析設立電子基準站之最佳間距，含30-50KM、50-70KM、70-90KM
- 建立適宜區域(如60 km x 60 km)內電離層與對流層誤差模式分析與對策

- 完成六個BS站之測試基本網建置與精度分析
- 無線通訊整合測試
- 移動站與虛擬基準站定位計算分析
- 建立伺服器與遠端GPS儀器連通與控制程式集

本計劃目的在於完成由土地測量局各轄區測量隊或適合地政事務所上裝置GPS儀器成為e-GPS多基準站，透過網際網路與GPRS/GSM 數值輸送取代一般無線電作長距離(由研究後分析可得)近即時高精度(公分級)衛星動態定位服務(e-GPS RTK)，所須要之程式組成與軟硬體整合測試，並進一步提出整合國內各相關機構所設置隻GPS衛星追蹤站可行性分析及實施策略，從而提供除近即時高精度測量定位服務外，也提供地殼變形監測、對流層、電離層大變化等模式分析之科學研究用途，其作業流程架構圖如圖1-4所示。



* VBS: 虛擬基準站(Virtual Base Station)

圖 1-4 作業系統架構圖

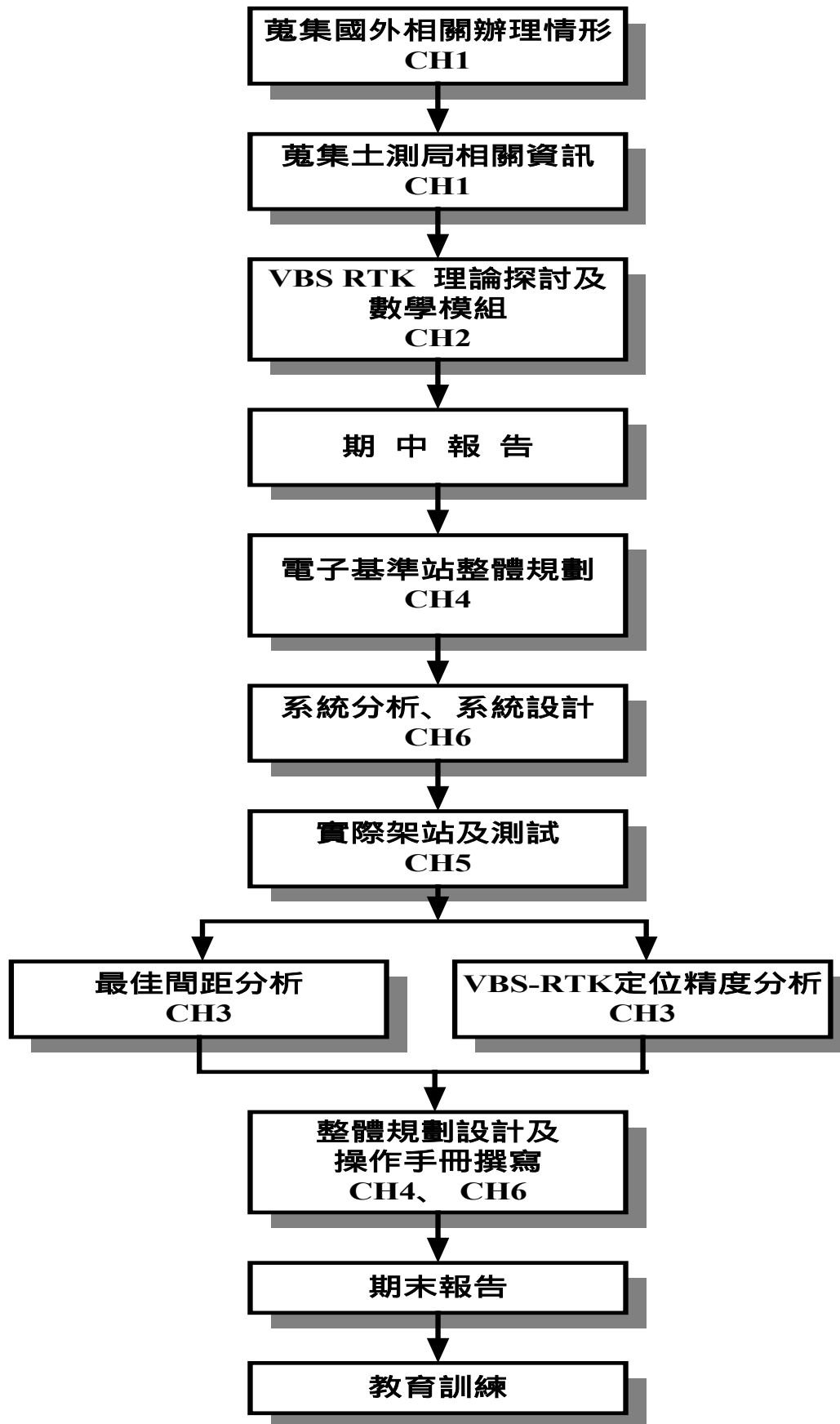
§1-5 工作進度

工作項目	期程(日曆天)										
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	
蒐集國外相關辦理情形	■	■									
2. 蒐集土地測量局相關資訊	■	■									
3. VBS RTK 理論探討	■	■									
4. VBS RTK 模組系統設計及程式開發			■	■	■	■	■	■	■	■	
5. 期中報告				■	■						
6. 實地測試				■	■	■	■	■	■	■	
7. 資料測試及成果分析					■	■	■	■	■	■	■
8. 最佳間距分析				■			■	■	■	■	■
9. 整體規劃設計及操作手冊撰寫								■	■	■	■
10. 期末報告								■	■	■	■
11. 教育訓練										■	■

■: 預定進度

■: 實際進度

§1-6 工作流程



第二章 電子基準站相關理論基礎及數學模式

§2-1 RTK 與 VBS 定位原理概述

近年由於 GPS 發展快速，已普遍被應用於基本控制測量、地殼變位監測、汽車導航等等各方面，尤其是 GPS 衛星靜態 (Static) 定位應用在控制測量方面，已漸趨普遍，精度並已證實可達到公分級之精度[龔昶榮，1989；劉正倫與梁旭文，1994]。在實際作業方面，除要求適當點位透空度外，另亦具有選取點位不須考慮相互通視、網形強度之特性、外業測量不受天候限制及測量時間縮短等優點，如目前台灣地區地籍圖重測四等控制測量部分已全面採用 GPS 衛星定位方法辦理[曾德福，1997]。

隨著 GPS 衛星顆數的增多，以及整週波未定值求解理論的進步，使得 GPS 衛星定位的方法亦不斷的演進，從靜態測量、快速靜態測量、動態測量一直到目前結合無線電通訊設備之即時動態測量，已大幅提昇 GPS 定位效率。目前 GPS 靜態測量大都應用在基本控制測量方面，需要較長的觀測後續內業資料計算的時間，而即時動態測量則只需在點位上觀測片刻，就可即時解算點位坐標，除了提昇 GPS 測量的效率外，更可嘗試將 GPS 推廣至細部測量的應用上[余致義，1994]。

應用 RTK 技術時最大的瓶頸在於基準站系統之誤差改正數的有效作用距離，GPS 誤差的空間相關性隨著基準站與移動站距離的增加而逐漸失去線型誤差模型的有效性，因此在較長距離的情況下(大於 10 km)，經過差分處理後的觀測數據仍然含有很大的系統誤差，尤其是電離層的殘餘誤差將導致整週波未定值求解的困難，甚至無法求解，造成定位成果不佳。

為了克服上述傳統 RTK 技術的缺陷，在 e 世紀來臨之際，利用 e-GPS 網絡 RTK 的技術[曾清涼，2002，2003]，求解區域性 GPS 多基準站網絡誤差模型將取代傳統單站的 GPS 基準站誤差模型，亦即採用多個基準站所組成的 GPS 網絡來評估該基準站涵蓋地區的 GPS 誤差模型，以此建立一虛擬基準站(virtual Base Station, VBS)或稱虛擬基準站(Virtual Reference Stations, VRS)的模型觀測數據，並提供該地區內的 RTK 用戶，作為 RTK 的主站之用。該 VBS 的觀測數據將會與 RTK 用戶觀測數據的誤差模型具有極高的相關性，當進行 VBS-RTK 的差分處理後，系統誤差可徹底地消除，RTK 定位精度因而得以提高。

§2-1-1 虛擬基準站原理

進行即時動態定位測量時，倘若施測的範圍過大，往往會因電離層效應而無法精確定位。雖然可經由建立高密度基準站網以提供全面性之 RTK 服務，但是卻極不符合經濟效益。因此，要如何提昇 RTK 定位的效能，擴增即時動態定位技術在中、長距離施測使用，為眾多學者專家研究的方向[Herbert Landau，2000a； Ulrich Vollath，2000； Guenter Seeber，2000； L.P.Fortes，2000]。目前較可行之方案為發展虛擬基準站及區域改正參數(Area Correction Parameters, ACP)之技術，以改善即時動態定位在中、長距離時之定位效能。

VBS 的基本觀念係由多個 GPS 基準站之間全天候連續地接收衛星資料，並經由網路或其它通訊設備與控制計算中心連接，控制計算中心彙整所有基準站所接收之資料，並產生區域改正參數之資料庫，藉以計算出任一移動站附近之虛擬基準站的相關資料[Guenter Seeber，2000； Herbert Landau，2000b]。在基準站所構成的基線網內，使用者只需在移動站上擺設接收儀，並把接收儀所得到的觀測資料，透過手機介面依 NMEA 格式傳回控制計算中心，控制中心經過資料

計算後，便會算出虛擬主站之模擬觀測量，進而求得移動站之點位坐標。圖 2-1 所示為虛擬基準站技術之系統架構圖。

VBS 的技術使得我們毋需自己架設基準站，僅需在移動站撥打手機給控制計算中心，控制計算中心就會回饋給使用者一個以虛擬主站計算所得之相關成果，就彷彿在移動站的附近架設基準站一樣，達到快速、方便且高精度的施測效果。

此外，VBS 技術的應用需藉由控制計算中心作有效的計算處理工作，其主要的工作項目應包含下列幾項 [Ulrich Vollath, 2000]：各基準站原始觀測量之載入與品質檢驗、RINEX 及 RINEX 壓縮資料之儲存與管理、天線相位中心改正(IGS 模式)、系統誤差之計算模組與更新、移動站近似位置之計算、產生虛擬主站之觀測資料、傳送 RTCM 資料（或 CMR 資料格式）至移動站。

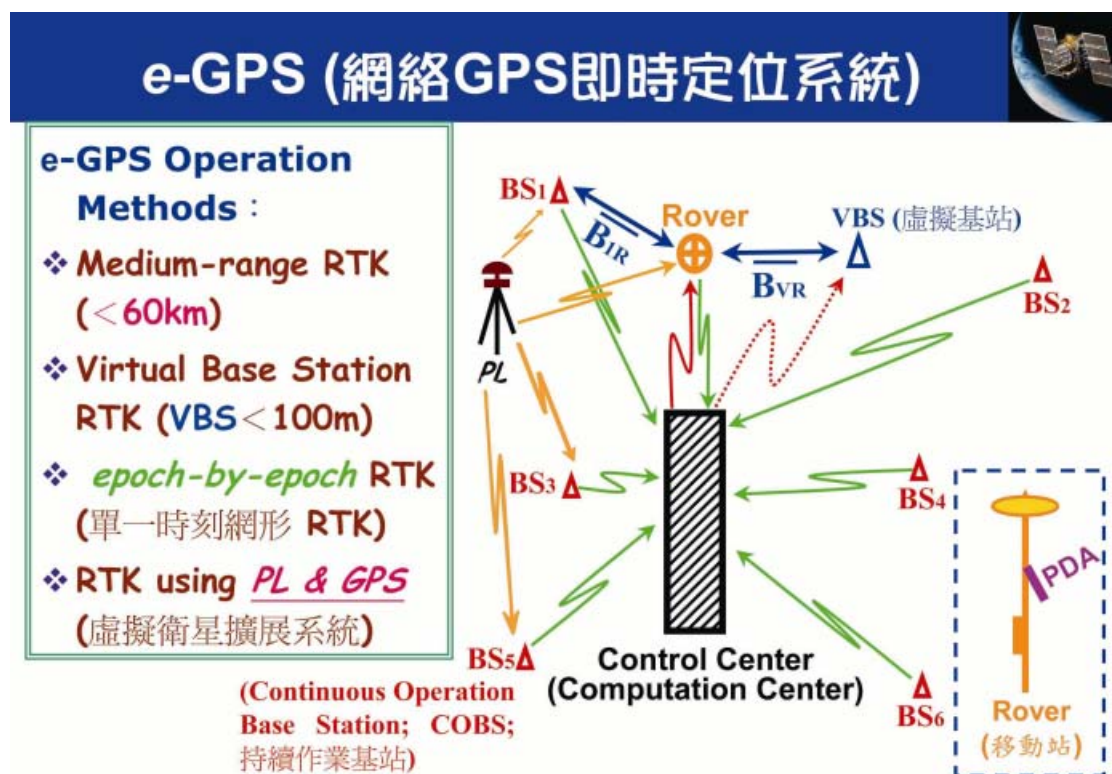


圖 2-1 虛擬基準站技術之系統架構圖

§2-1-2 電子基準站之建置

台灣地區目前初步規劃以 50-70 公里為間距，全省大約需設置 24 個電子基準站，位置詳如圖 2-2，設立電子基準站所具備之基本要件為(i)可連續運作之 GPS 接收儀，(ii)儲存設備設備，(iii)遠端控制設備，(iv)相關支援設備。其建置目的的主要為：

- (1) 以原始相位或電碼資料應用於大地動力幾何之研究
- (2) 加強對坐標參考框架之維護，
- (3) 提升靜態測量或動態測量後處理之應用，
- (4) 輔助 RTK 或 DGPS 在導航上的應用，
- (5)其他整合應用。

本研究由內政部土地測量局提供儀器，規劃在彰化、南投、嘉義、台南、高雄等縣市選擇適當地點架設電子基準站，作為實地測試用，其站與站之間距大約為 50 km。

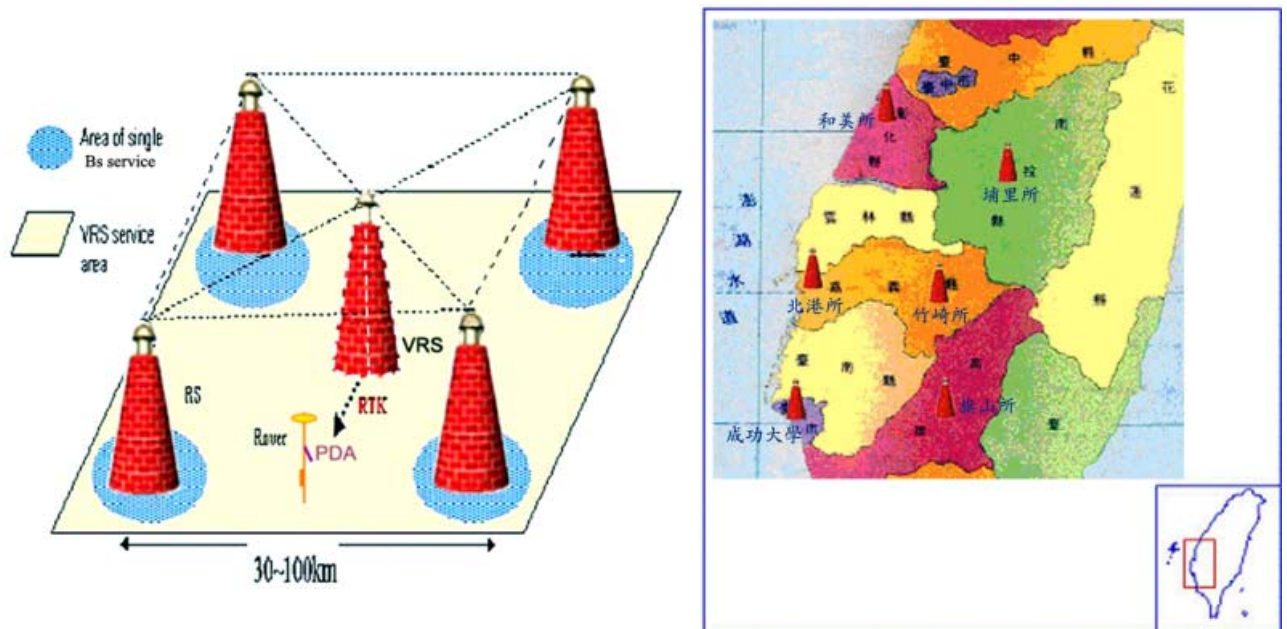


圖 2-2 測試之電子基準站位置概略分布圖

§2-1-3 控制及計算中心之建置

建置控制及計算中心伺服器的目的為集中管理各衛星基準站的 GPS 資料，為求節省處理時間，引入多工運算（multi-thread）的機制，平行處理由各衛星基準站傳來之 GPS 資料，即六個衛星基準站可同時傳輸資料至伺服器，如圖 2-3 所示。一個中介軟體設計來管理這些資料的流向，考慮系統的穩定性與複雜性，該軟體建立為 Java Servlet 的型式，依 java.sun.com 的標準，一個 Java Servlet 至少具有兩個副程式：第一個為 doPost()，其負責執行向伺服器傳輸資料時相對應的動作；另一個為 doGet()則負責執行向伺服器請求資料時相對應的動作。根據此一特性，當任一衛星基準站於線上傳來 GPS 資料時，即可由 doPost()副程式處理，處理的動作為將資料歸入適當的位置。而任一移動站向計算中心伺服器請求衛星基準站的 GPS 資料時，即可由 doGet()副程式處理，處理的動作為將衛星基準站的 GPS 資料加以適當的組合。

中介軟體的使用為計算中心帶來許多附帶的效益：（一）定位的計算或 GPS 訊號的接收必有一定時間的間隔，Servlet 程式可利用此一時間間隔管理線上各移動站詢問其位置，必要時更可與移動站進行雙向溝通，即具有任務派遣的功能；（二）因為 Java 具有意外（Exception）處理的機制、系統可靠性的檢查與相對應的處置，這其中包括網路連線狀況的檢查和 GPS 資料可靠性的檢查；（三）負責分派定位計算工作：為使移動站的裝備能夠簡化，伺服器勢必負擔定位計算工作，考慮未來的擴充性應採用分散式(Distributed computing)計算的方式，Servlet 可以用來管理這些工作的進行；（四）系統控制的功能，中介軟體的設計中可置入系統控制的模組，於遠端管理衛星基準站或調派虛擬衛星加入定位服務的提供。

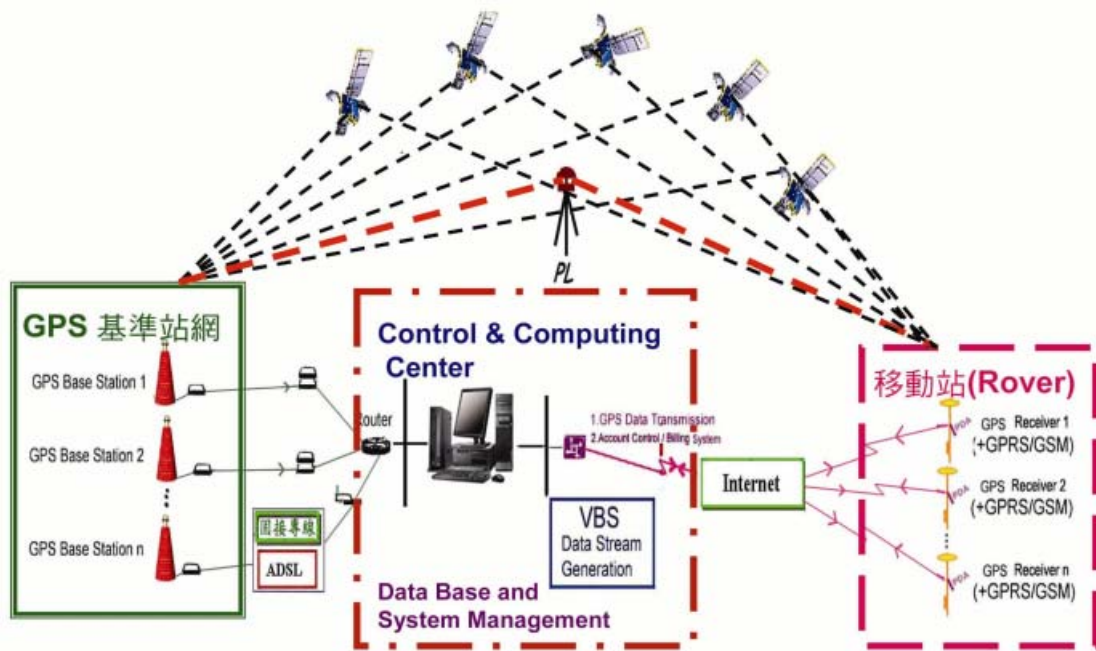


圖 2-3 e-GPS RTK 通訊網路示意圖

§2-2 辦理方法與過程

本計劃主要辦理項目計有：（1）建置電子基準站整體規劃設計報告；（2）電子基準站最佳間距分析；（3）擇一適當測區辦理實地建置與 VRS 定位測試作業；（4）教育訓練與技術轉移等四個要項，經整理歸納可轉化為下列細項：

§2-2-1 電子基準站之整體規劃設計

1. 電子基準站網路的規劃係以涵蓋區域內各 VBS-RTK 用戶施測點位坐標之精度應小於下列規範為依據：

$$\left| \sigma_N \right|, \left| \sigma_E \right| < 3^{\text{cm}} \quad ; \quad \left| \sigma_h \right| < 6^{\text{cm}}$$

2. 電子基準站優先考慮該在地政事務所等公家機構，基準站四周在仰角 15° 以上應有全方位良好的透空度。

3. 再依 $50^{\text{km}} \sim 70^{\text{km}}$ 間距規劃電子基準站其規劃台灣電子基準站之分布構想圖如圖 2-4 所示。
4. 了解土地測量局儀器設備及相關測量隊隊部及地政事務所之位置，本工作主要想了解土地測量局各測量隊駐地位置對衛星接收情形及相關機構（如地政事務所）等資訊，以作為規劃台灣地區電子基準站設站之參考，另對於本次由土地測量局可提供儀器設備作進一步了解，以作為實地測試之依據。
5. 電子基準站最佳間距測試，由測試蒐集之資料就 30 至 50 公里，50 至 70 公里，70 至 90 公里等三種不同組合，依其效率、成果精度及應用等層面，進而出分析電子基準站建置之最佳間距。以此為依據來修正規劃電子基準站之分布構想圖。

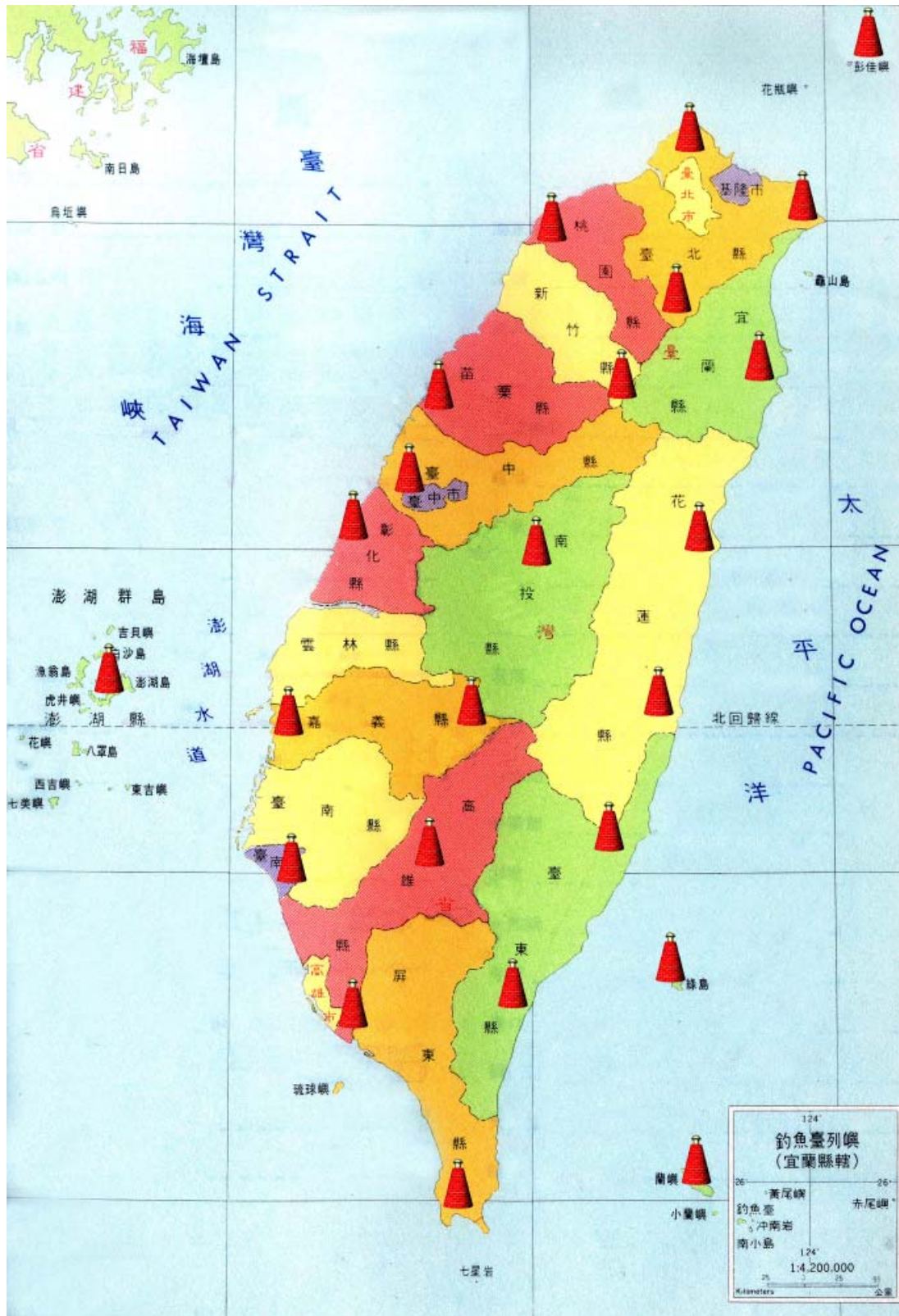


圖 2-4 台灣電子基準站之分布構想圖

§2-2-2 e-GPS 及 VBS 定位技術數學模式

VBS 定位技術主要是透過基準站網絡即時解算涵蓋區域內的 GPS 系統誤差模型，利用這些資訊根據移動站的位置建立虛擬基準站(VBS)的模擬觀測數據，再與移動站的觀測數據進行單一時刻短基線即時定位。從各基準站資料的處理、解算到 VBS 觀測數據之建立及移動站之定位，整個解算過程可分為四大部分如圖 2-5 所示：

- (1) 基準站區域網資料前級處理：基準站觀測資料庫之建置並同時進行基準站之網形平差計算。
- (2) 基準站區域網資料解算：以卡爾曼濾波估計基站間二次差分週波未定值及建立系統誤差模型。
- (3) 建立虛擬基準站的觀測數據：利用系統誤差模型內插出虛擬基準站位置上的系統誤差改正量並產生虛擬觀測數據。
- (4) 移動站站標之求解：以標準的短基線 RTK 定位技術進行單一時刻動態定位。

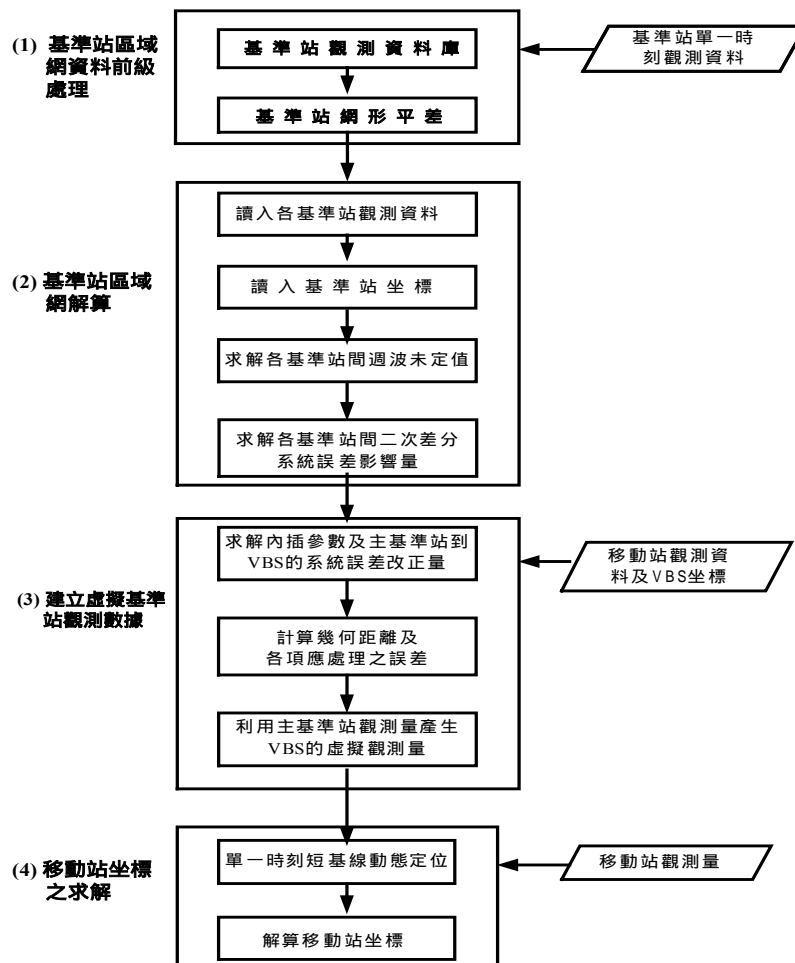


圖 2-5 解算過程流程圖

§2-2-3 基準站資料解算

在介紹基準網資料解算過程前，先介紹所使用的觀測方程式及相關的處理方式，以及電離層及對流層影響量的特性。

§2-2-3-1 GPS 觀測方程式

在原始的電碼觀測量和載波相位觀測量中，包含有許多系統性的誤差，例如地面接收器及衛星的時錶誤差等一些我們所不感興趣的未知數，為了降低系統性誤差所造成的影響，因此我們將採用差分技術消除這些誤差，以上標 k, l 表示衛星，下標 i, j 表示測站，GPS 二次差觀測方程式為〔Yang et al., 1999〕：

$$\begin{aligned}\Phi_{ij,1}^{kl} &= \rho_{ij}^{kl} - \frac{I_{ij}^{kl}}{f_1^2} + T_{ij}^{kl} + \lambda_1 N_{ij,1}^{kl} + \varepsilon_{\Phi_{ij,1}^{kl}} \\ \Phi_{ij,2}^{kl} &= \rho_{ij}^{kl} - \frac{I_{ij}^{kl}}{f_2^2} + T_{ij}^{kl} + \lambda_2 N_{ij,2}^{kl} + \varepsilon_{\Phi_{ij,2}^{kl}} \\ P_{ij,1}^{kl} &= \rho_{ij}^{kl} + \frac{I_{ij}^{kl}}{f_1^2} + T_{ij}^{kl} + e_{P_{ij,1}^{kl}} \\ P_{ij,2}^{kl} &= \rho_{ij}^{kl} + \frac{I_{ij}^{kl}}{f_2^2} + T_{ij}^{kl} + e_{P_{ij,2}^{kl}}\end{aligned}\quad (1)$$

其中

Φ_{ij}^{kl} ：二次差載波相位觀測量(以公尺為單位)，

P_{ij}^{kl} ：二次差虛擬距離觀測量(以公尺為單位)

ρ_{ij}^{kl} ：衛星與測站間之二次差幾何距離，

$\frac{I_{ij}^{kl}}{f^2}$ 、 T_{ij}^{kl} ：二次差電離層效應與對流層效應，

f ：載波之頻率，

λ ：載波之波長，

N_{ij}^{kl} ：二次差整數週波未定值，

$e_{P_{ij}^{kl}}$ 、 $\varepsilon_{\Phi_{ij}^{kl}}$ ：二次差電碼、載波觀測量的雜訊

式中 Φ_1 與 Φ_2 分別為二次差 L1、L2 載波相位觀測量，而 P_1 與 P_2 則為二次差 L1、L2 虛擬距離觀測量。(1)式中之主要誤差來源為電離層與對流層效應，為正確求解整數週波未定值，則必須妥善處理這些誤差項。在對流層效應方面，一般均以地面之氣象資料(溫度、溼度、壓力)配合對流層改正模式可將對流層之影響修正至 2-3 公分等級，例如改良之 Hopfield 模式等 [Goad et al., 1974]。

而電離層的影響比對流層大，且與頻率相關，因此可以雙頻觀測之方式處理並進行模式化以消除其影響。利用 GPS 的 L1 和 L2 雙頻觀測量中幾何距相同的特性，可經由簡單的線性組合將 (1) 式中載波觀測方程式的幾何距相消，形成無幾何距線性組合觀測量，表示如下：

$$\left(\Phi_{ij,1}^{kl} - \Phi_{ij,2}^{kl}\right) = \left(-1 + \frac{f_1^2}{f_2^2}\right) \cdot \frac{I_{ij}^{kl}}{f_1^2} + \left(\lambda_1 N_{ij,1}^{kl} - \lambda_2 N_{ij,2}^{kl}\right) + \varepsilon_4 \quad (2)$$

由於 (1) 式中的對流層影響與 GPS 觀測量的頻率無關，因此在組無幾何距線性組合時將一併消去對流層誤差，使得無幾何距觀測量僅與電離層影響量和整數週波未定值有關。所以如果能先求得不同載波頻率的整數週波未定值，則可以將其代回 (2) 式中反算出該衛星訊號路徑上的電離層延遲量，該延遲量將不受幾何距離和對流層誤差的影響。

§2-2-3-2 電離層的影響

電離層是由於在大氣層中氣體分子受到太陽輻射之影響而離子化，其約略分布於 50 至 1000 公里的高度，並隨著時間和空間位置的異動而改變，而電離層對 GPS 觀測量的影響量與時間及基線距離有關，因此可以藉由自相關函數 (autocorrelation function) 來描述其與時間和空間的相關性 [Goad and Yang, 1997]：

$$f_{ij}^{kl}(\tau, \delta) = \sigma_{\infty}^2 \cdot e^{-|\tau|/T} \cdot e^{-|\delta|/D} = \sigma_{\infty}^2 \cdot e^{-(|\tau|D+|\delta|T)/TD} \quad (3)$$

其中 T 和 D 分別代表時間和基線距離的高斯一階相關項，而 τ 是觀測量的取樣間隔， δ 是基線距離的變化量； σ_{∞}^2 則是當時間間隔 τ 和基線距離變化 δ 皆為獨立變數時的變方值，而指數函數則適切地反應出當基線距離越長和取樣間隔越久，則先後兩個電離層影響量的相關性就越低。對於二次差電離層效應而言，若假設時間間隔 τ 和基線距離變化量 δ 兩者是獨立的變數，則可將 $|\tau|D+|\delta|T$ 視為一個新的獨立變數，而 TD 則相對應的成為一個新的一階相關項，經過了時間 τ 和距離 δ 的變化之後，我們可以將電離層效應的預估值表示如下〔Goad and Yang, 1997〕：

$$\left(\frac{I}{f_1^2}\right)_{ij,t_{k+1},d_{k+1}}^{kl} = e^{-(|\tau|/T+|\delta|/D)} \cdot \left(\frac{I}{f_1^2}\right)_{ij,t_k,d_k}^{kl} + w_t, w_t \sim N(0, \sigma_{w_t}^2) \quad (4)$$

而預估誤差項 w_t 的變方為：

$$\sigma_{ij}^{2kl}(\tau, \delta) = \sigma_{\infty}^2 \cdot (1 - e^{-2(|\tau|/T+|\delta|/D)}) \quad (5)$$

其中 σ_{∞}^2 可設為 $2.0 m^2$ ，且可令時間相關項 T 等於 64 分鐘以及距離相關項 D 等於 1500 公里〔Goad and Yang, 1997〕。

§2-2-3-3 對流層的影響

對流層是地面上 10 公里以內的大氣層部分，其對 GPS 訊號的影響量與頻率無關，其影響一般可以分成乾空氣和濕空氣兩部分，其中乾空氣影響量大概佔了對流層折射影響的 90%，乾空氣的運動是依照理想氣體的規律，故此部分通常可有效地利用地面的氣壓、溫度等氣

象資訊配合對流層改正模式加以修正至 2-3 公分等級；而濕空氣影響量部分由於受到水氣的影響，較難預測或模式化，且其在一天的中變化量亦比乾空氣部分大。雖然此部分只佔對流層折射影響總量的 10%，但在潮濕地區也會達到 35 公分，直接影響到週波未定值之解算〔Leick, 1995；Zhang, 1999〕。

根據〔Zhang, 1999〕二次差對流層的殘餘影響量(經模式修正後的殘餘量)可以表示成相對對流層天頂延遲(relative tropospheric zenith delay, RTZD)及衛星仰角之函數，如(6)式所示：

$$T_{i,j}^{k,l} = RTZD_{i,j} [MF(e^k) - MF(e^l)] \quad (6)$$

其中 $RTZD_{i,j}$ 為 i,j 兩站間的相對對流層天頂延遲， $MF(\cdot)$ 為將天頂方向的延遲對應到某一仰角延遲量的 Mapping Function，而 e^k, e^l 分別為兩基準站對衛星 k, l 之平均仰角。

§2-2-3-4 基準站之間週波未定值及系統誤差改正量求解 – 即時動態濾波估計

本案因實地設置基準站在網絡 e-GPS 即時定位系統運作前已，均透過精密的方法求解出所有基準站的三維坐標，因此在網絡 e-GPS 定位系統運作時，可利用基線向量已知的特性，只需要精密地求解出各站間二次差分的週波未定值，即可求解出每一個時刻各基準站間的二次差系統誤差影響量，用以建立區域內系統誤差模型；但是因為預計的基準站間距至少在 30 公里以上，因基準站本身也受到電離層誤差之影響，所以必須採用一些策略快速地求解二次差整數週波未定值。

另卡爾曼濾波普遍被用以作為動態估計的工具，因為其係以一個動態方程式（dynamic equation）表示參數隨著時間改變而更新的狀況，並以一組觀測方程式（observation equation）來修正動態方程式所預估的參數，表示如下〔Gelb，1979〕：

$$x_{k+1}(-) = \phi_{k+1,k} \cdot x_k(+) + w_k, w_k \sim N(0, Q_k) \quad (7)$$

$$z_{k+1} = H_{k+1} \cdot x_{k+1} + v_{k+1}, v_{k+1} \sim N(0, R_{k+1}) \quad (8)$$

(7)式稱為動態方程式，方程式中之（+）、（-）分別表示參數的更新和預估，而下標 k 、 $k+1$ 則是分別表示第 k 和 $k+1$ 個時刻，其中 x 為未知參數，而 $\phi_{k+1,k}$ 矩陣稱為狀態轉移矩陣（state transition matrix）， w 為濾波器之系統性誤差（動態方程的誤差）。(8)式則是觀測方程式，其中 z 表示觀測量， H 為設計矩陣，而 v 則為觀測量之殘差。

在前面已說明我們主要使用二次差的觀測量作為參數估計的依據，當組成二次差時，兩個二次差觀測量若有共同基準站或是共同衛星時，此兩二次差之間便具有相關性，所以以網形平差的形式給定二次差觀測量的協變方矩陣進行各整數週波未定值及電離層影響量的求解，是較為合理的處理方式。

在網形平差前先選定一個狀況較為穩定的基準站作為主基準站（圖 2-6），並根據(1)式分別與其他各站之觀測量組成二次差分觀測量，以組成 Z_{k+1} 觀測量向量。

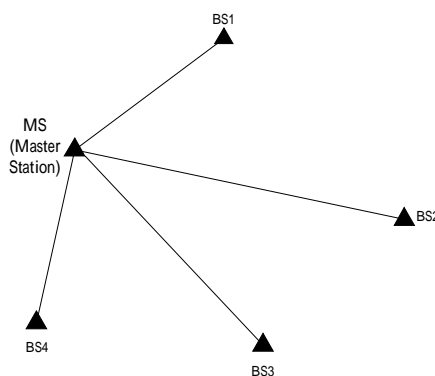


圖 2-6 網平差形式

未知參數方面，對每一組二次差基準站及衛星組合，均包括了二次差電離層影響量、L1 載波及以寬巷線性組合的週波未定值，引入寬巷目的為可迅速地搜尋到正確的週波未定值；另外根據(6)式，對每一基準站的未知參數還包括一個相對於主基準站的相對對流層天頂延遲(relative tropospheric zenith delay, RTZD)，其未知參數向量表示如下：

$$x_{k+1} = \begin{bmatrix} RTZD_{MS,1} \\ \vdots \\ RTZD_{MS,n-1} \\ I_{MS,1}^{k,l} / f_1^2 \\ N_{MS,1L1}^{k,l} \\ N_{MS,1L1}^{k,l} - N_{MS,1L2}^{k,l} \\ \vdots \\ I_{MS,n-1}^{k,l} / f_1^2 \\ N_{MS,n-1L1}^{k,l} \\ N_{MS,n-1L1}^{k,l} - N_{MS,n-1L2}^{k,l} \\ \vdots \end{bmatrix} \quad (9)$$

經過濾波估計及以適當方式求解得網絡中所有二次差週波未定值的整數解後，必須以(10)式求得各基準站相對於主基準站的整體系統誤差改正量，以建立系統誤差模型：

$$Corr_{MS,i}^{k,l} = \Phi_{MS,i}^{k,l} - \rho_{MS,i}^{k,l} - \lambda N_{MS,i}^{k,l} = -\frac{I_{MS,i}^{k,l}}{f^2} + T_{MS,i}^{k,l} + \Delta\rho_{MS,i}^{k,l} \quad (10)$$

其中 $Corr_{MS,i}^{k,l}$ 為 i 基準站相對於主基準站 MS 之整數系統誤差改正量，當中包括了電離層、對流層及軌道誤差的改正量。

§2-2-4 建立虛擬基準站的觀測數據

我們得到網絡中的系統誤差資訊後，必須內插到虛擬基準站的位置上，再顧及觀測方程式中各項系統誤差及幾何距離等以產生虛擬觀測量，以下將介紹內插模式及如何利用各種有用的資訊(如從移動站得到的位置及主基準站時錶誤差等)組成虛擬觀測量。

§2-2-4-1 系統誤差內插模式

若要將區域網中各基準站所求得的系統誤差資訊以內插的方式求解區域內任一點的系統誤差，必須先定義內插模式，由於 GPS 觀測量中的系統誤差與距離相關，其與區域內基準站的空間位置有高相關性，因此可以一多項式表示系統誤差與位置的關係：

$$Corr_{VRS} = a \cdot \Delta E_{VRS} + b \cdot \Delta N_{VRS} + c \cdot \Delta E_{VRS} \Delta N_{VRS} + d \cdot \Delta E_{VRS}^2 + e \cdot \Delta N_{VRS}^2 + \dots \quad (11)$$

其中 $Corr_{VRS}$ ：主基準站與虛擬基準站間的二次差系統誤差改正量，

a 、 b 、 c 、 d 、 e ：多項式係數，

ΔE_{VRS} 、 ΔN_{VRS} ：某一位置(虛擬基準站)與主基準站的平面坐標差。

多項式的型式與所需的最少基準站數目(不含主基準站)及所構成的表面形式之間的關係如表 2-1：

表 2-1 表面形式與多項式形式之關係

表面形式	所需最少基準站數目	多項式型式
線性平面	2	ΔE 、 ΔN
雙線性曲面	3	ΔE 、 ΔN 、 $\Delta E \Delta N$
二次曲面	5	ΔE 、 ΔN 、 ΔE^2 、 $\Delta E \Delta N$ 、 ΔN^2

一般來說在區域中不同位置上系統誤差的變化量不會很大，且其變化亦應為平滑的，故可以選用雙線性曲面來表示其變化情形；但系統誤差中的對流層影響量的變化量則對基準站間的高程差較為敏感，因此應在多項式中引入高程相關的部分，系統誤差改正量內插模式為：

$$Corr_{VRS} = a \cdot \Delta E_{VRS} + b \cdot \Delta N_{VRS} + c \cdot \Delta E_{VRS} \Delta N_{VRS} + d \cdot \Delta E_{VRS} \Delta N_{VRS} + d \Delta H_{VRS} \quad (12)$$

(12)式中的內插參數共有 4 個，故所需的最少基準站數目(包括基準站)為 5，若基準站數目多於 5 個時，必須以最少二乘的方式進行內插，如(13)式所示：

$$Corr_{VRS} = [\Delta E_{VRS} \quad \Delta N_{VRS} \quad \Delta E_{VRS} \Delta N_{VRS} \quad \Delta H_{VRS}] (A^T A)^{-1} A^T \begin{bmatrix} Corr_1 \\ \vdots \\ Corr_{n-1} \end{bmatrix} \quad (13)$$

其中

$$A = \begin{bmatrix} \Delta E_1 & \Delta N_1 & \Delta E_1 \Delta N_1 & \Delta H_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \Delta E_{n-1} & \Delta N_{n-1} & \Delta E_{n-1} \Delta N_{n-1} & \Delta H_{n-1} \end{bmatrix},$$

$\Delta E_i, \Delta N_i, \Delta H_i$ ：主基準站與基準站 i 間的平面及高程方向坐標差，

$Corr_i$ ：主基準站與基準站 i 間的二次差系統誤差改正量。

§2-2-4-2 組成虛擬觀測量

在上一節中得到了虛擬基準站相對於主基準站的二次差系統誤差改正量，可配合虛擬基準站坐標及衛星軌道為已知的條件，根據(1)式組成兩站間的二次差虛擬觀測量，組成的方式如(14)式的前半部分所示，上標 k, l 表示衛星，下標 MS, VBS 分別表示主基準站及虛擬基準站：

$$\Phi_{MS,VRS}^{k,l} = \rho_{MS,VRS}^{k,l} + Corr_{VRS} + \lambda N_{MS,VRS}^{k,l} = \Phi_{MS}^k - \Phi_{MS}^l - \Phi_{VRS}^k + \Phi_{VRS}^l \quad (14)$$

其中 $Corr_{VRS}$ 為從區域網中內插得的系統誤差改正量，而幾何距離 $\rho_{MS,VRS}^{k,l}$ 可以直接利用虛擬基準站坐標及衛星軌道求得，唯一不知道的是 GPS 訊號的傳送時間，但可利用主基準站的接收時間所推估的訊號傳送時間作為初始值以疊代的方式同時求得幾何距離及訊號傳送時間，而由於此為虛擬的觀測量，週波未定值的大小並不重要，只要其為整數即可，故可設定為 0。二次差分的觀測量是由四個原始的觀測量所組成，如(14)式的後半部分所示，其中 Φ_{MS}^k, Φ_{MS}^l 為主基準站的實際觀測量， $\Phi_{VRS}^k, \Phi_{VRS}^l$ 為待求的虛擬基準站觀測量。

由於二次差分技術能有效地降低系統性誤差所造成的影響，因此最後在求解移動站坐標時，也是以移動站與虛擬基準站間的二次差觀測量作為依據 (§2-2-4-3 中介紹)，在這個前題下，以下假設 k 為組二次差分時的主衛星(仰角最高者)，並假設虛擬基準站到主衛星的 one-way 觀測量中只包含幾何距離及時錶誤差，如(15)式所示，這樣虛擬基準站到其他衛星的 one-way 觀測量則可利用(14)式經過簡單的移項得到，如(16)式所示。

主衛星虛擬觀測量：

$$\Phi_{VRS}^k = \rho_{VRS}^k + c(dt_{VRS} - dt^k) \quad (15)$$

其他衛星虛擬觀測量：

$$\Phi_{VRS}^l = \rho_{MS,VRS}^{k,l} + Corr_{VRS} + \lambda N_{MS,VRS}^{k,l} - \Phi_{MS}^k + \Phi_{MS}^l + \Phi_{VRS}^k \quad (16)$$

雖然在虛擬觀測量中主衛星的觀測量沒有包括系統誤差改正量，而將所有與 VBS 相關的系統誤差改正量都改正在其他衛星上，但因為在求解移動站坐標的過程中，如前所述，在虛擬觀測量與移動站觀測量組成二次差後，系統誤差改正量將會變得正確，所以利用以

上方式去產生虛擬觀測量是可行的，其並不會影響最後移動站定位的成果。

利用以上所述的方式分別組成虛擬基準站的載波相位及電碼虛擬距離觀測量，這些觀測量將如同來自於一個在移動站附近的基準站一樣。

§2-2-4-3 移動站坐標之求解

當我們得到 VBS 之虛擬觀測量後，就可以與移動站的觀測量組成二次差分觀測量，由於這是一非常短的基線，兩站的電離層及對流層影響量可以認為是高相關的，故在組二次差時，它們就如同時錶誤差般可以互相抵消，以下標 v 表示 VBS，r 表示移動站，上標 k,l 表示衛星，所組成的二次差方程式如下所示：

$$\begin{aligned}
 \Phi_{vr,1}^{kl} &= \rho_{vr}^{kl} + \lambda_1 N_{vr,1}^{kl} + \varepsilon_{\Phi_{vr,1}^{kl}} \\
 \Phi_{vr,2}^{kl} &= \rho_{vr}^{kl} + \lambda_2 N_{vr,2}^{kl} + \varepsilon_{\Phi_{vr,2}^{kl}} \\
 P_{vr,1}^{kl} &= \rho_{vr}^{kl} + e_{P_{vr,1}^{kl}} \\
 P_{vr,2}^{kl} &= \rho_{vr}^{kl} + e_{P_{vr,2}^{kl}}
 \end{aligned} \tag{17}$$

其中

Φ_1 、 Φ_2 ：L1、L2 二次差載波相位觀測量(以公尺為單位)，

P_1 、 P_2 ：P1、P2 電碼虛擬距離觀測量(以公尺為單位)，

ρ ：衛星與測站間之二次差幾何距離，

λ_1 、 λ_2 ：L1、L2 載波之波長，

N_1 、 N_2 ：L1、L2 二次差整數週波未定值，

e_{P_1} 、 e_{P_2} ：P1、P2 二次差電碼量的雜訊，

ε_{Φ_1} 、 ε_{Φ_2} ：L1、L2 二次差載波觀測量的雜訊。

(17)式中未知參數只有移動站的坐標及整數週波未定值，這時我們可以使用楊名(1997)之 OTF 相位未定值解算法進行短基線動態定位，快速地求解出整數週波未值及移動站的 epoch-by-epoch 坐標。

利用一個包含三個以上基準站的區域網以線性平面的方式內插 VBS 點位上的系統誤差並產生所產生 VBS 虛擬觀測資料，以此 VBS 虛擬觀測資料與相同於 VBS 位置點位上所接收的真實觀測量資料以 OTF 方式進行短基線之求解，以評估動態定位的精度及檢証產生 VBS 虛擬觀測量的演算的正確性；實驗中所使用的真實觀測量為靜態資料，但以模擬動態解算之方式產生 epoch-by-epoch 之基線向量。圖 2-7 為平面及高程的定位成果，平面的精度在 2 公分以內，而高程精度則約為 3-4 公分。

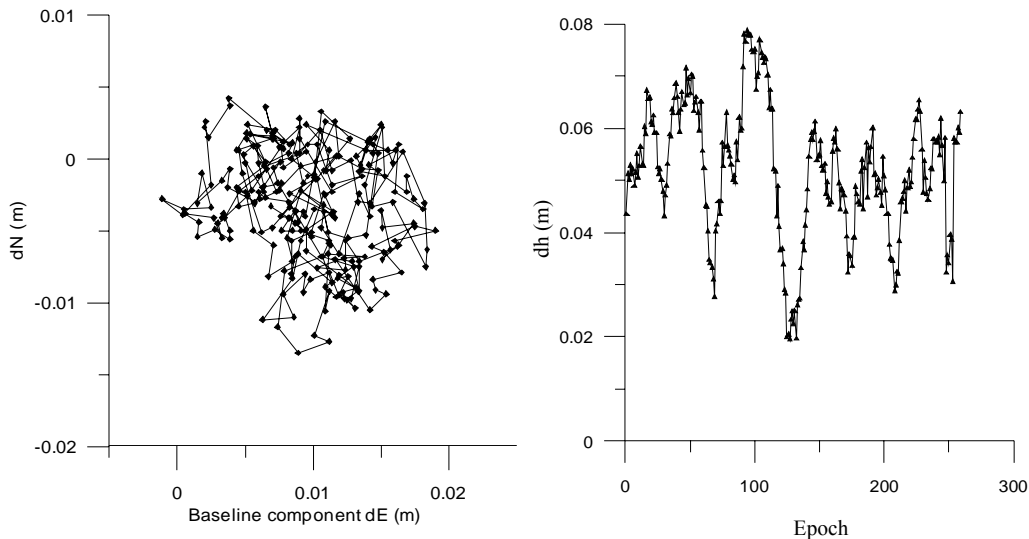


圖 2-7 VBS 虛擬觀測量與相同點位的真實觀測量之動態定位成果

§2-3 電子基準站之資料處理運作方式

本節依據§2-1 與§2-2 節所述之相關理論基礎與數學模式，開發以 VBS/VRS(Virtual Reference Station)技術為主體之軟體，名為 NETRTK.EXE 之執行程式。NETRTK.EXE 可架構於 Windows NT 4.0 以及 Windows 2000 Professional、Windows 98 等中文作業系統上，其主要功能為讀取設定之電子基準站觀測資料(本節使用 6 個已架站完成之主站資料)，依據觀測資料以 Kalman Filter 技術進行網形平差計算，並求解

各觀測基線之二次差整數週波未定值，由於各電子基準站之坐標位置已知，所以，當獲得各基線正確之整數週波未定值後，即能推求其相應之系統誤差改正量，包括有：電離層誤差、對流層誤差以及軌道誤差等，並以§2-2-4-1 節所述之系統誤差內插模式(加入高程相關部份之雙線性曲面模式)求解各項內插參數。當使用者賦予 NETRTK 軟體一虛擬基準站(VBS)之坐標後，NETRTK 即可根據該位置點進行系統誤差量之內插計算，並據以產生該坐標位置之虛擬觀測資料。

圖 2-8 為電子基準站之資料處理運作流程圖，在基準站觀測資料之輸入部份，本研究配合一讀取與寫入程式--- DRIVER.EXE 進行 GPS 觀測資料之讀取，並計算各接收儀於各時刻之時錶修正量(Receiver Clock Offsets)，併同讀入之觀測資料建立各相應之資料庫檔案(*.osu 檔)提供 NETRTK 使用，圖 2-9 即為 DRIVER.EXE 之執行畫面，得知其主要功能有讀取觀測資料檔，即標準交換格式(RINEX)之 O 檔以及星曆資料檔，即 RINEX 之 N 檔或 IGS 之 SP3 檔以及計算接收儀時錶修正值等。

圖 2-10 為 NETRTK 軟體之執行畫面，主要處理圖 2-8 之「基準站網資料解算」以及「產生虛擬基準站觀測資料」兩個部份。使用者可選擇使用何種星曆資料庫檔案(由 DRIVER.EXE 產生)進行資料之處理，選取星曆檔後，執行畫面即顯示所使用之主站數目、起迄時間、時間間隔、內插模式、VBS/VRS 位置、VBS/VRS 天線盤高度以及每個單位時間之處理序列，以便於瞭解軟體之即時處理狀況。

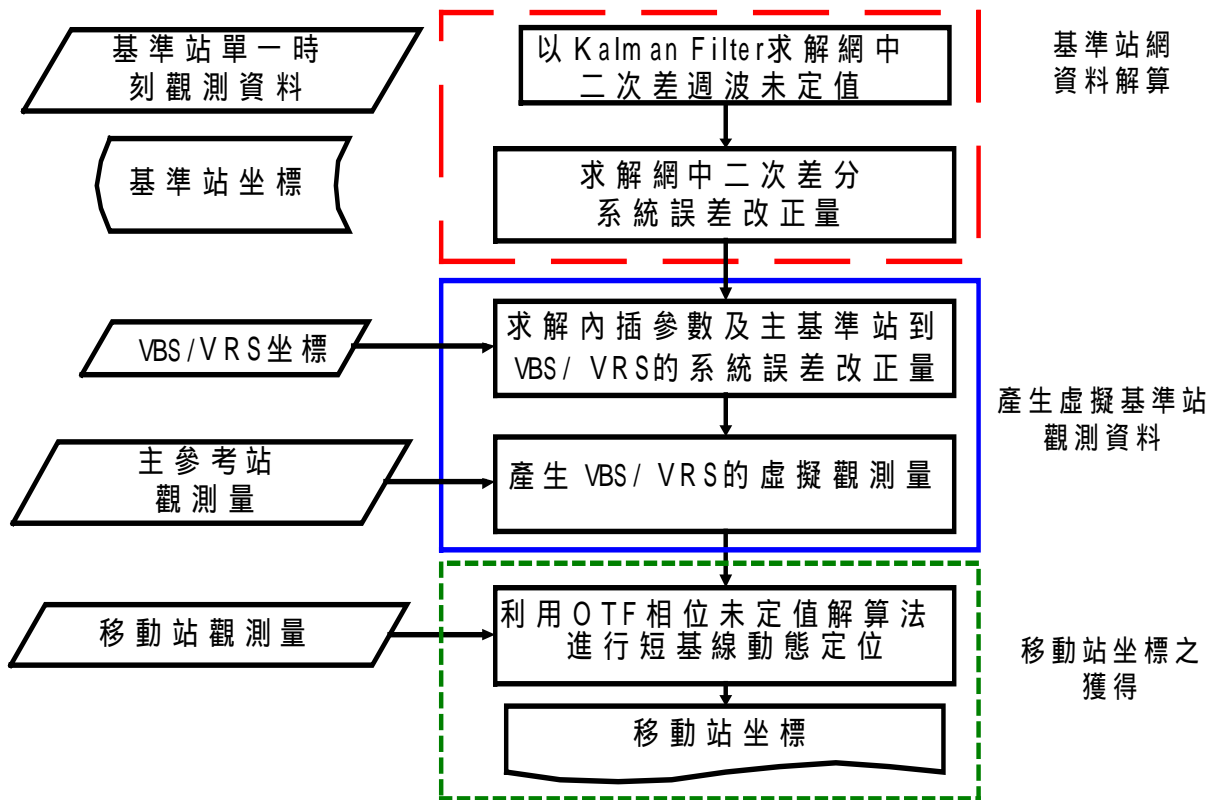


圖 2-8 電子基準站資料處理運作流程圖

```

Pick one -- 1 Load one RINEX observation file into data base
            2 Load broadcast navigation file
            3 Load precise ephemeris file
            4 Calculate receiver clock offsets
            5 Cal. rec clock by QK
            6 Pseudorange kinematic positioning
            7 Check for cycle slips in the phase measurements
            8 Phase real-time kinematic positioning
            9 DOS commands
           99 STOP

1
starting program: newstore
Enter a RINEX obs file name CK130510.04o
CK130510.04o
loading station      1
data interval in seconds  1.0
record 2100
  
```

圖 2-9 觀測資料讀取軟體(DRIVER.EXE)之執行畫面

```

LF95 Console Prompt
Pick One:  1 -- broadcast navigation information
          2 -- precise ephemeris
          3 -- quit
1
1
主站數目 : 6
開始時間 : 2004/02/20 03:06:55.000
間隔      : 1.0000000000000000
結束時間 : 2004/02/20 03:47: 0.000
內插計算模式: 3
VRS 位置 : -2956555.5600  5076051.2130  2476395.9670
VRS 天線分量 : 1.7050  0.0000  0.0000
Press Enter to Continue.
Epoch 4583963215.0
Epoch 4583963216.0
Epoch 4583963217.0
Epoch 4583963218.0
Epoch 4583963219.0
Epoch 4583963220.0

```

圖 2-10 NETRTK 資料處理軟體之執行畫面

對應於圖 2-8 之「移動站站標之獲得」資料處理部份，本研究以一 RTK(Real Time Kinematic)計算程式進行移動站之坐標計算，圖 2-11 即為 RTK 處理軟體之執行畫面，可由該畫面即時獲得移動站之各項坐標值。

```

Rover      8 channels      Base      6 channels
03:46:60 20  8 11 31  4  7 28 27  0  0  0  0 11 28  8 20 27 31  0  0  0  0  0  0
WGS84 X, Y, Z:  -2956545.553  5076061.232  2476385.973
WGS84 緯度:  22  59  47.42237
      經度:  120 13  6.98761
      橢球高:  58.374
二度分帶 縱坐標:  2544312.976
      橫坐標:  169061.863
台灣高程 正高:  41.989
WGS84基線精度 (公分):  .2
面積 =  .000000
北移(m)  -2544312.976  東移(m)  -169061.863
End of RINEX files

```

圖 2-11 RTK 處理軟體之執行畫面

第三章 測試分析台灣地區電子基準站之最佳間距

§3-1 BS 電子基準站選址規劃原則

電子基準站的選取原則除如衛星控制點方式選取外，尚需特別考量到點位是否可連接網際網路設備、永久性電源及保護儀器設備的設備，因此，吾人可將電子基準站選址規劃原則羅列如下：

- (一) 點位儘量分布均勻，並能涵蓋全島。
- (二) 電子基準站之選點，以設置於公務機關、學校、海防部隊，未登記土地及公有土地為原則。
- (三) 對空通視良好。
- (四) 地質穩固，無局部滑動之虞。
- (五) 點位附近可長期保持現狀，不做其他用途。
- (六) 遠離廣播電台、電視轉播站、雷達站、微波站、高壓電線及其他電磁波源，以避免無線電波干擾衛星訊號之接收。
- (七) 近距離內無電磁波反射體(例如金屬板、鐵絲網、及平面狀反射體等)，以減低多路徑效應。
- (八) 以交通便捷，易到達處為原則。
- (九) 徵得土地所有人或土地管理機關之同意。
- (十) 是否具備永久電力及接收儀保護設備(如房舍)。
- (十一) 是否具備 ADSL 以上網路接線，可連接網際網路。

綜上原則，吾人可製作下列點位審查表及相關附件資料，以作為選址規劃之參考。

§3-2 電子基準站選址勘查作業程序

(一) 室內圖上作業

根據內政部出版之二萬伍仟分之一地形圖或其他圖籍資料，進行圖上選點作業，原則上以地政事務所或土地測量局測量隊隊部樓頂為原則，惟仍應考量國內各單位已設置 GPS 追蹤站而定。

(二) 實地勘查：

由圖上選出的電子基準站預定選址位置赴現地勘查，勘查電子基準站時應繪製點位附近詳圖，描述如何到達點位及拍照存查並填寫表 3-1 內政部土地測量局 eGPS 電子基準站點位勘選審查紀錄表、表 3-2 電子基準站點之記及圖 3-1 點位透空圖。

(三) 原先規劃地點若不適當，則在其附近另覓新點替代之。

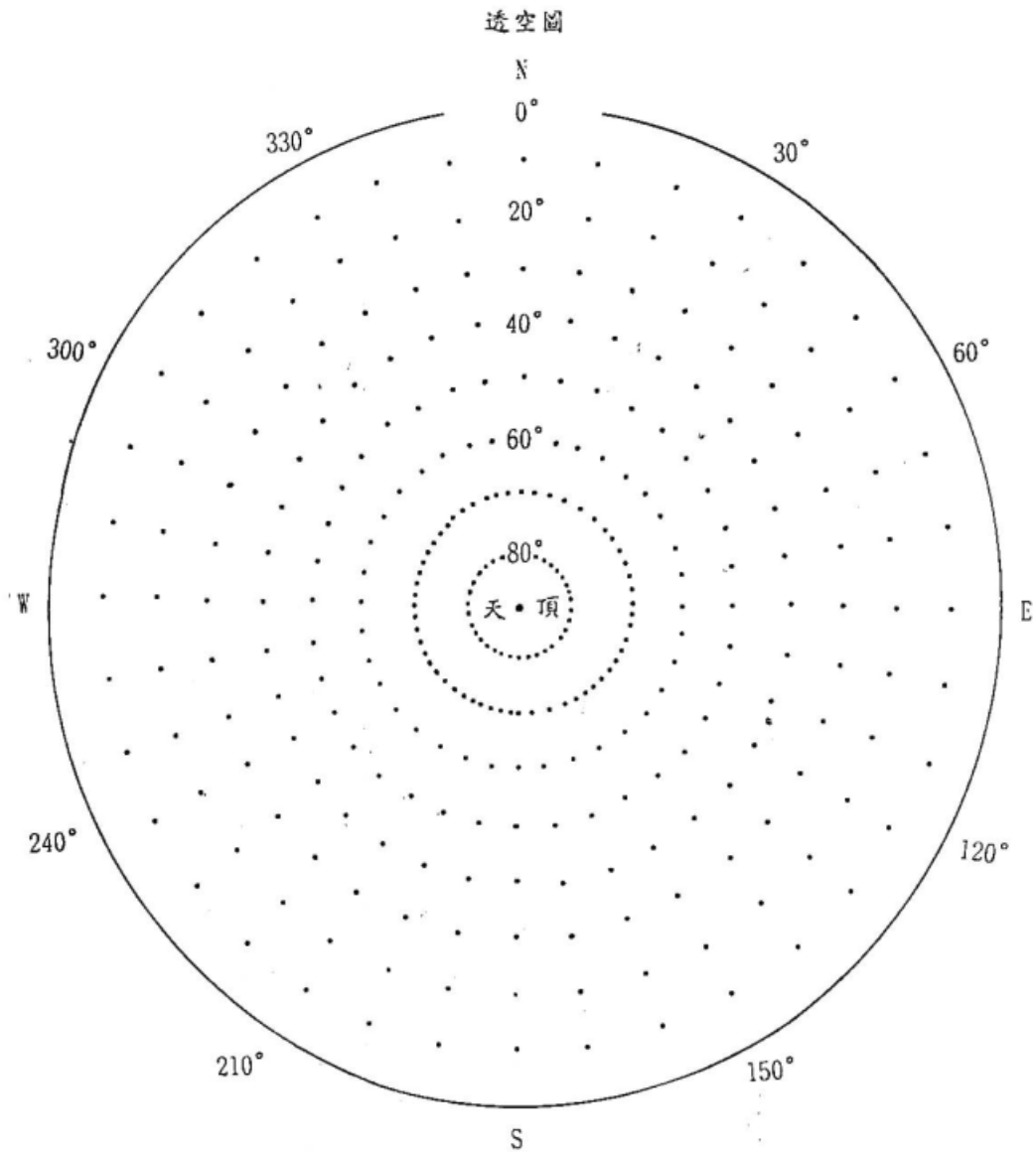
表 3-1 內政部土地測量局 e-GPS 電子基準站點位勘選審查紀錄表

日	期	人		員		
點	名					
點	號					
點位位置 概略描述	(請填寫點號並以文字說明)					
選	點	內	容	符合	不符合	複檢結果
一、點位是否能永久保存且透空度良好，適合GPS觀測？【透空圖如圖3-1】						年 月 日
二、點位所在地點辦理地面觀測時，是否考量安全性及便利性？						
三、點位是否位於交通便利、容易到達之處？						
四、點位是否具備永久電力及接收儀保護設備（如房舍）？						
五、點位是否具備ADSL以上網路接線，且徵得土地所有權人同意？【是否附同意書或其他文件】						
六、點位是否位於地質穩固、無滑（移）動地區？						
七、點之記記載是否詳實【詳如附表】？						
八、點位是否遠離大功率無線電發射源（如廣播電臺、電視轉播站、雷達站、微波站等）？						
九、點位是否避免位於巨大金屬結構物、建築物及大面積水域附近，以減少訊號反射造成多路徑效應之影響？						
檢 查 結 果				選點人員處理意見： 年 月 日		

檢查人員： 年 月 日

表 3-2 電子基準站點之記

點名				點號		
TWD97 經度	° ' "	TWD97 緯度	° ' "	高程	m	
WGS84 經度	° ' "	WGS84 緯度	° ' "	WGS84 幾何高	m	
WGS84 X 坐標	m		WGS84 Y 坐標	m		WGS84 Z 坐標
TWD97 二度分帶	橫坐標			縱坐標	高程	m
<p style="text-align: center;">省 縣 鄉 村 路 (街) 號</p> <p>所在地：</p> <p style="text-align: center;">市 市 鎮</p>						
點位略圖						
點位詳情						



觀測參考高度_____M

說明：

- 1.請註明遮蔽物為何？距離？方位角？仰角(15 度以上才記錄)？
- 2.請註明雷達、高壓電塔、電台等電訊設施為何？距離？方位角？

圖 3-1 點位透空圖

§3-3 最佳間距測試規劃

最佳間距測試乃以台灣目前現存之交通部中央氣象局、中央研究院地球科學研究所、內政部衛星中心及成大等單位之 GPS 連續追蹤站為主，其分布情形如圖 3-2，並收集土地測量局九十二年十二月一日於台灣中部地區辦理之基本控制點部分資料作測試分析，擬就最佳間距規劃部分辦理測試如下：

(一) 30-50 公里

預計使用 G092、M906、S016 料模擬程為電子基準站固定站，其餘在此範圍區內點位則視為移動站監測（至少選擇 M428、M916、AF21 等站可視為移動站）。

(二) 50-70 公里

預計使用 G092、CHIU、CHUA 資料模擬程為電子基準站固定站，其餘在此範圍區內點位則視為移動站監測（希望選和 30KM 相同點為為主）。

(三) 70-90 公里

預計使用 G092、S167、ERLN 資料模擬程為電子基準站固定站，其餘在此範圍區內點位則視為移動站監測（選點原則同前）。

原則上會先行以市面上商業軟體為先行測試用軟體分析各種間距問題，待本研究自行開發程式完竣後，再使用自行開發軟體用再次分析間距問題，並以 BERNESE 靜態解算成果和使用自行開發 OTF 解算成果進行比較，以作為比較之參考依據。

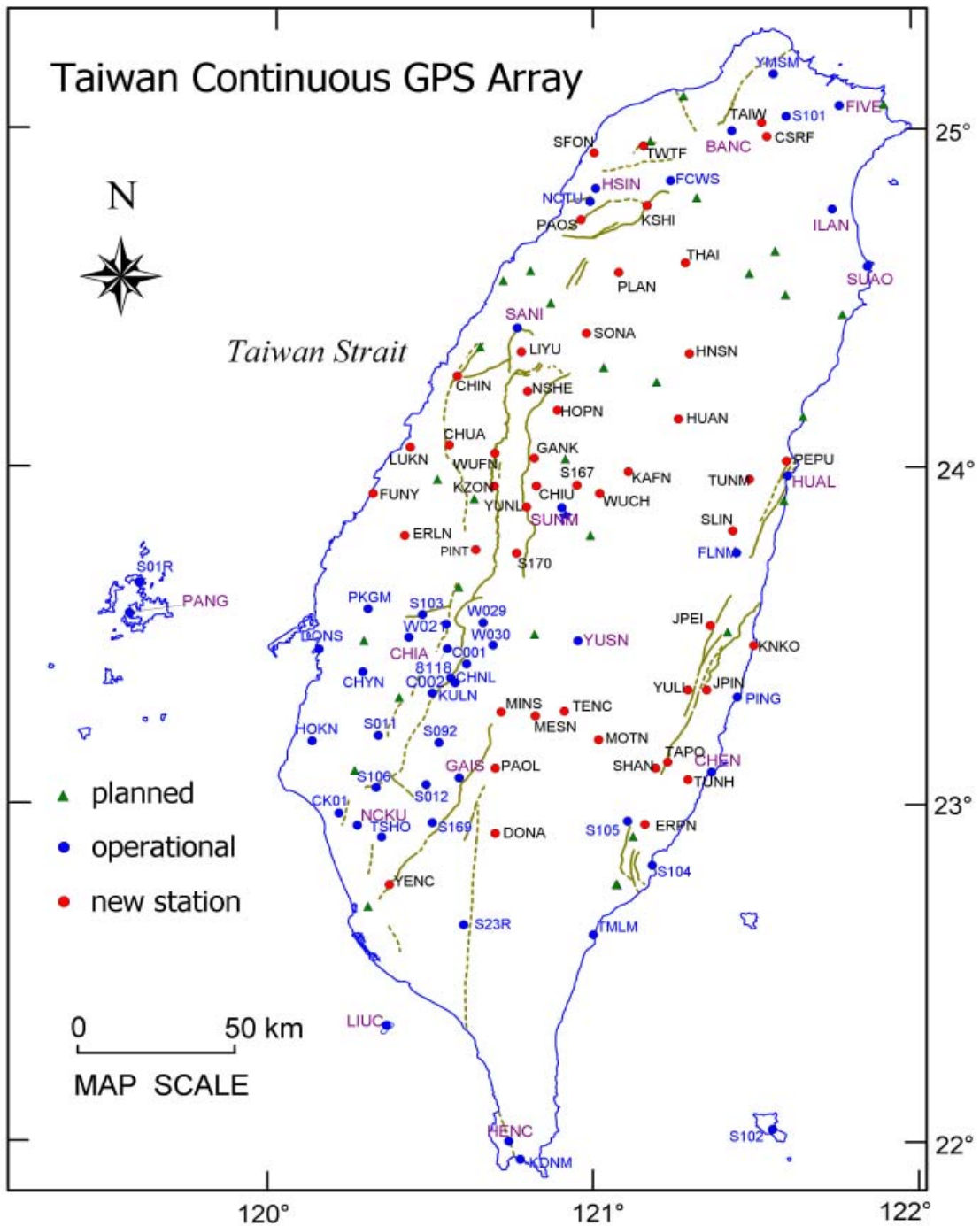


圖 3-2 最佳間距測試資料分布圖 (陳宏宇, 2003)

§3-4 最佳間距測試及精度分析

本次最佳間距測試係採用 92 年 12 月 1 日內政部土地測量局、中央研究院地球科學研究所、中央氣象局等九站收集之原始觀測資料為主（各測站資料如表 3-3），利用具有後處理方式產生虛擬基準站（Virtual Reference Station, 簡稱 VRS）功能之 Trimble Total Control v2.71（以下簡稱 TTC）軟體為最佳間距測試工具。

表 3-3 最佳間距測試 GPS 觀測資料

點名	接收儀	時間間隔	接收時間(UTC)	接收時間(分)
AF21	Leica SR530	15	2003/12/1 AM 01:51:25~ AM09:00:45	422.00
CHUA	Leica RS500	30	2003/12/1 AM 12:00:00~PM 11:59:30	1439.50
ERLN	Leica RS500	15	2003/12/1 AM 12:00:00~PM 11:59:30	113.50
G092	Leica SR530	15	2003/12/1 AM 05:24:15~AM 09:02:45	218.50
M428	Leica SR530	15	2003/12/1 AM 01:58:15~ AM 09:00:30	422.25
M906	Leica SR530	15	2003/12/1 AM 02:01:30~AM 08:59:15	417.75
M916	Leica SR530	15	2003/12/1 AM 01:56:30~AM 09:01:00	424.50
S016	Leica MC500	30	2003/12/1 AM 12:00:00~PM 11:59:30	1439.50
CHIU	Leica CRS1000	30	2003/12/1 AM 12:00:00~PM 11:59:30	1439.50

為測試不同間距固定站產生 VBS 之精度，規劃了 30Km、50km、70km 等三個不同間距區域，並使用三個移動站（M428、M916、AF21）針對三個區域分別進行測試，其計算流程簡述如下：

(1) 參數設定

■ 選定固定站：

TTC 之 VBS 功能最少需設定三個已知點，程式本身會自動搜尋離移動站最近之三個固定站，進行 VBS 相關之計算。

■ 設定資料品質門檻值：

資料品質之門檻值有兩項，基線 RMS 與三角形閉合差，程式內定值為基線 RMS<100mm、三角形閉合差<20mm。

■ 輸入移動站(Rover)坐標：

TTC 提供兩種輸入 Rover 坐標的方式，一種是自該 project 內之已知點位挑選，另一種為手動輸入坐標，輸入之坐標形式有三種平面坐標(N,E,H)、三維卡式坐標(X,Y,Z)及大地坐標(Lat, Lon, H)等三種。

■ 設定 VBS 參數：

VBS 檔案的起迄時間、資料儲存時間間隔、點名及存放路徑等。

(2) 產生 VBS

參數設定完後，TTC 程式本身會對離移動站最近之三個固定站間進行基線計算，並對此三條基線測試是否符合上述 RMS 門檻值之判斷，假若其中一條基線無法符合門檻值，程式會自動結束計算。

基線通過測試後，程式依設定之時間間隔於移動站坐標處產生一 VBS 檔案觀測檔，程式並對 VBS 站與三個固定站中進行閉和差門檻值之偵測，無法通過門檻值之衛星資料即被刪除。

VBS 輸出的格式有兩種，一種是 TTC 內部之觀測資料檔格式 (*.obs)，另一種為 RINEX 檔。

(3) VBS 精度評估

為了解 TTC 產生之 VBS 正確性，乃將該 VBS 點位坐標固定，並與外業實際接收資料以 OTF (On The Fly) 運算法則解算出實際資料每一個 epoch 之坐標，該坐標不僅與 Berense 軟體（以約六小時整體觀測量使用靜態測量方式計算）計算得到之坐標進行比較，亦對三個不同區域所得到之同一點位坐標進行比較以了解間距對 VBS 精度之影響。

§3-4-1 30 公里間距測試

設定 G092、M906 及 S016 等三個點位為固定站，分別測試 05:30 至 06:30 期間 M428、M916、AF21 等三個移動站；其點位分布圖如圖 3-3，三個移動站高程、PDOP、衛星顆數統計表、NEH 三個向量與 Bernese 解之較差等統計表如表 3-4 至表 3-6 所示。

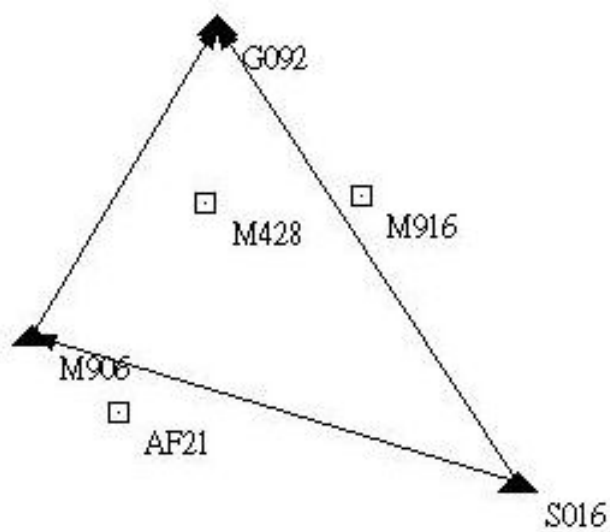
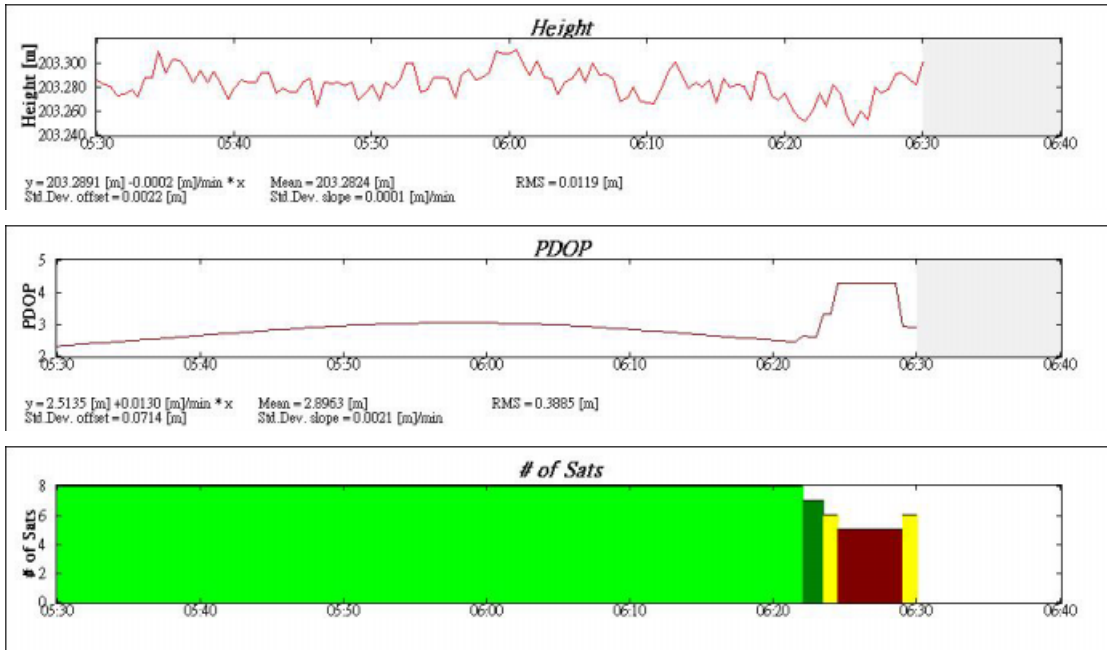


圖 3-3 30 公里間距測試點位分布圖

表 3-4 第一測試區 M428 各項統計值



M428- case 1

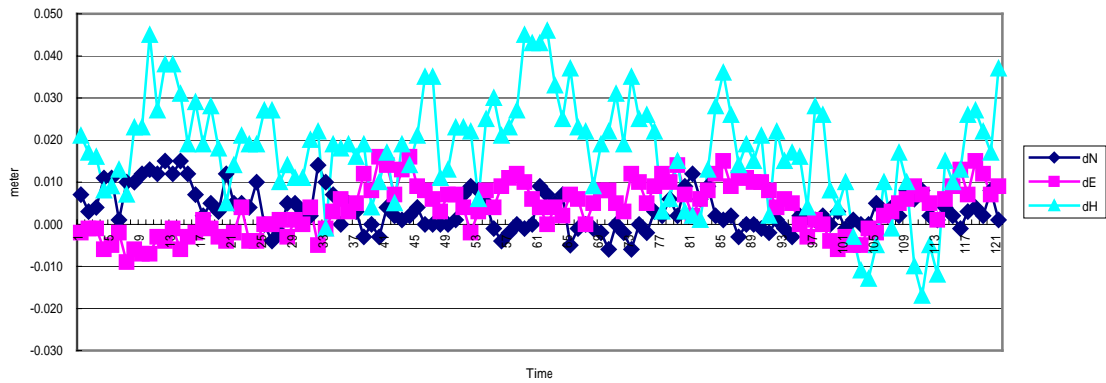
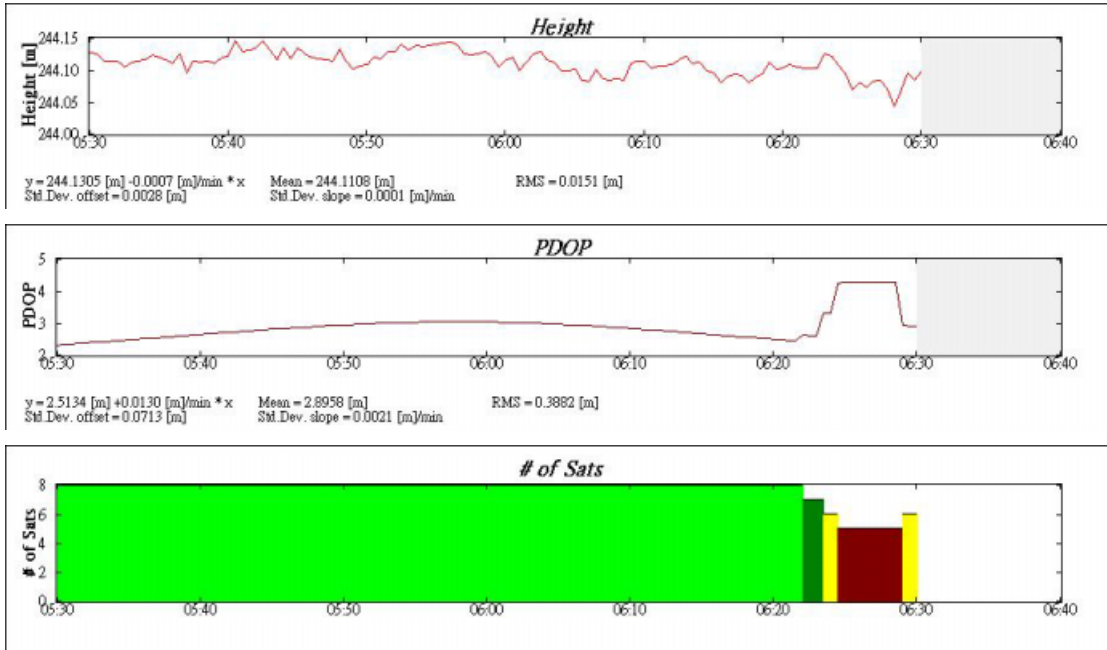


表 3-5 第一測試區 M916 各項統計值



M916- case 1

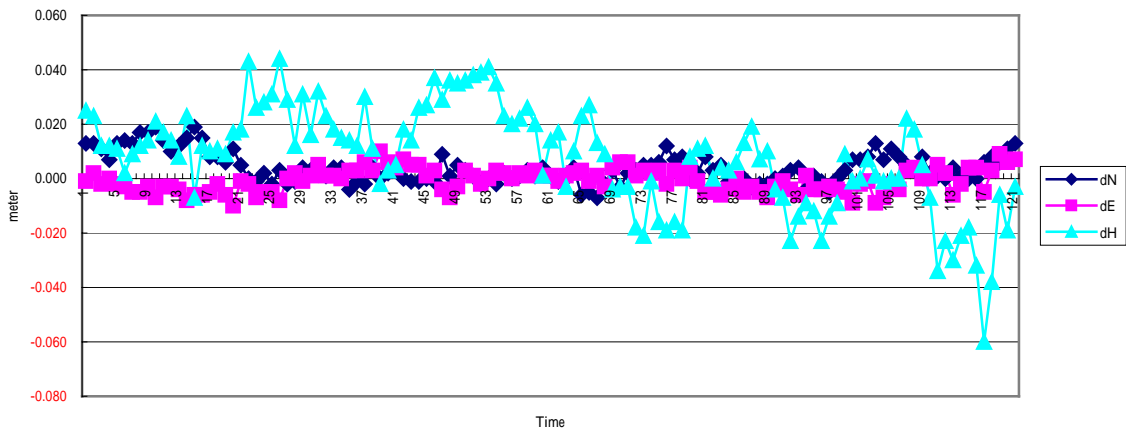
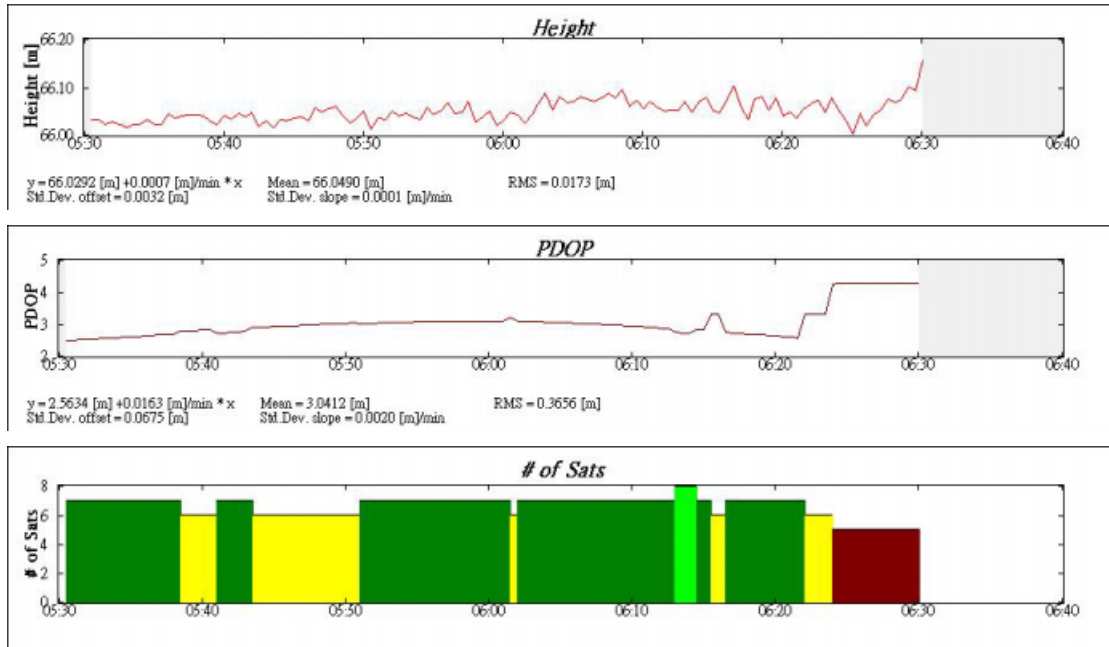
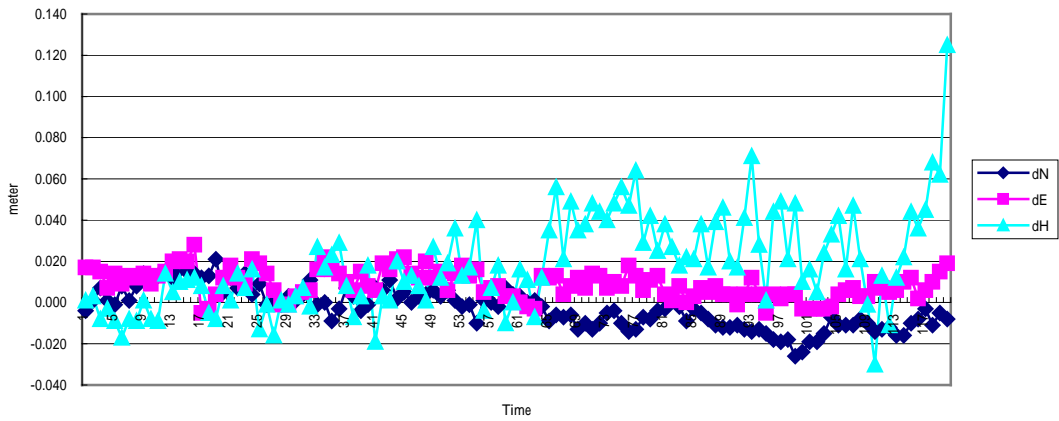


表 3-6 第一測試區 AF21 各項統計值



AF21- case1



§3-4-2 50 公里間距測試

設定 G092、CHIU 及 CHUA 等三個點位為固定站，分別測試 05:30 至 06:30 期間 M428、M916、AF21 等三個移動站；點位分布圖如圖 3-4，三個移動站高程、PDOP、衛星顆數統計表、NEH 三個向量與 Bernese 解之較差等統計表如表 3-7 至表 3-9 所示。

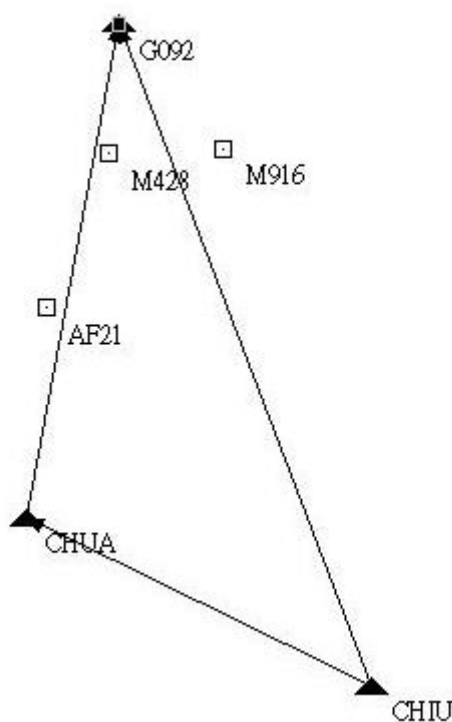
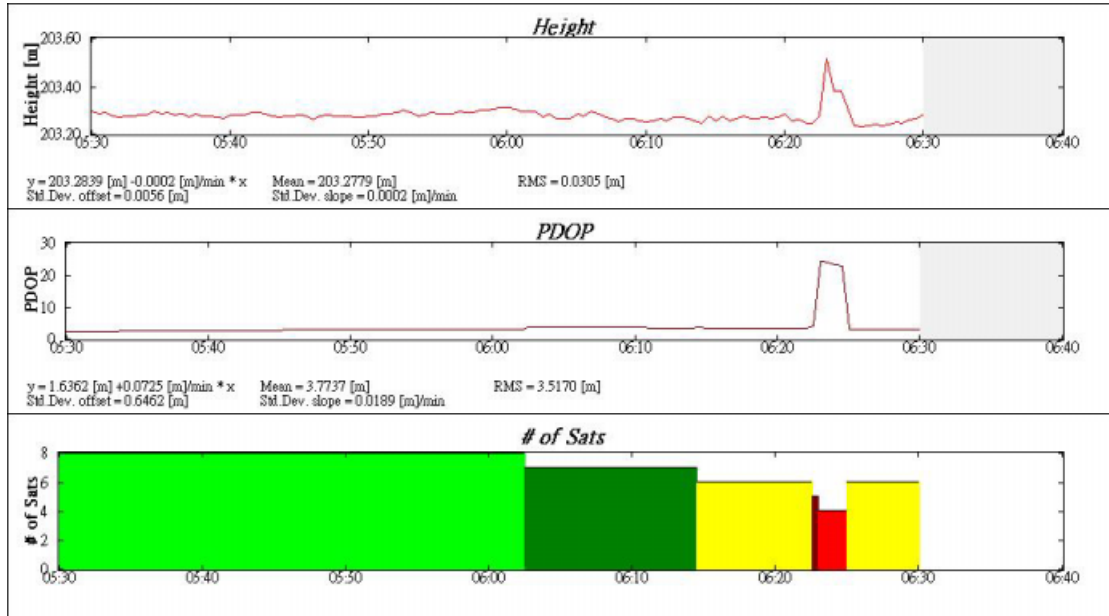


圖 3-4 50 公里間距測試點位分布圖

表 3-7 第二測試區 M428 各項統計值



M428-case 2

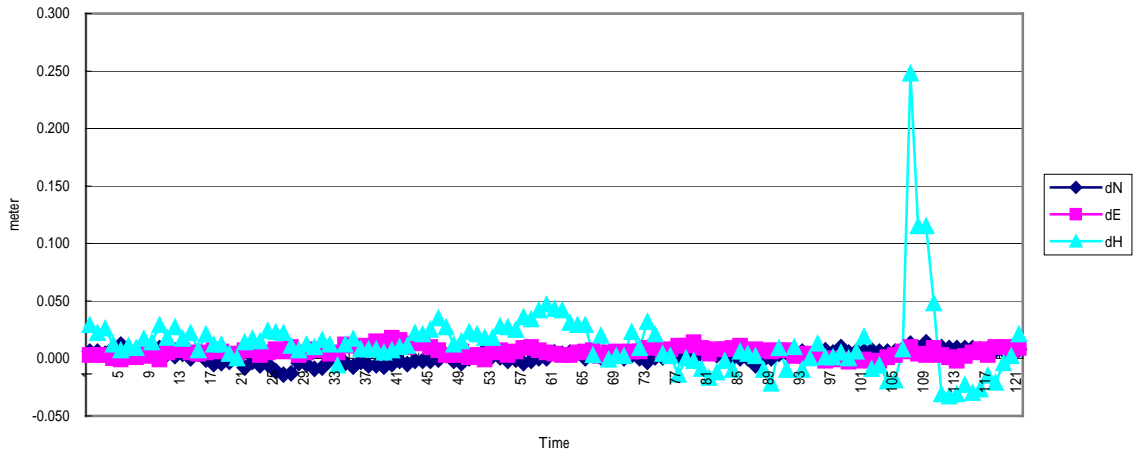
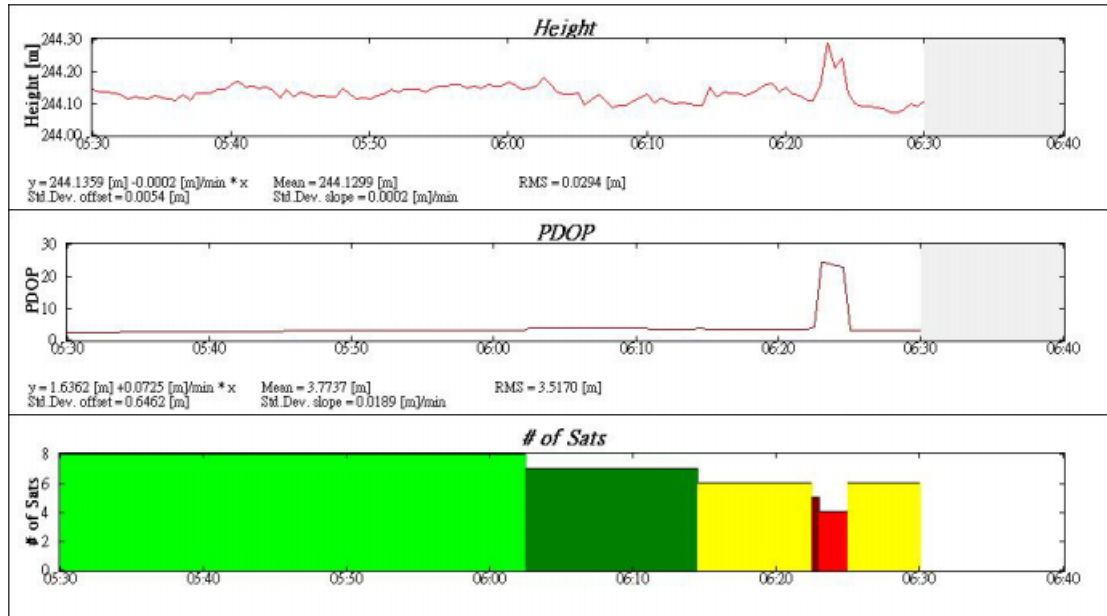


表 3-8 第二測試區 M916 各項統計值



M916- case 2

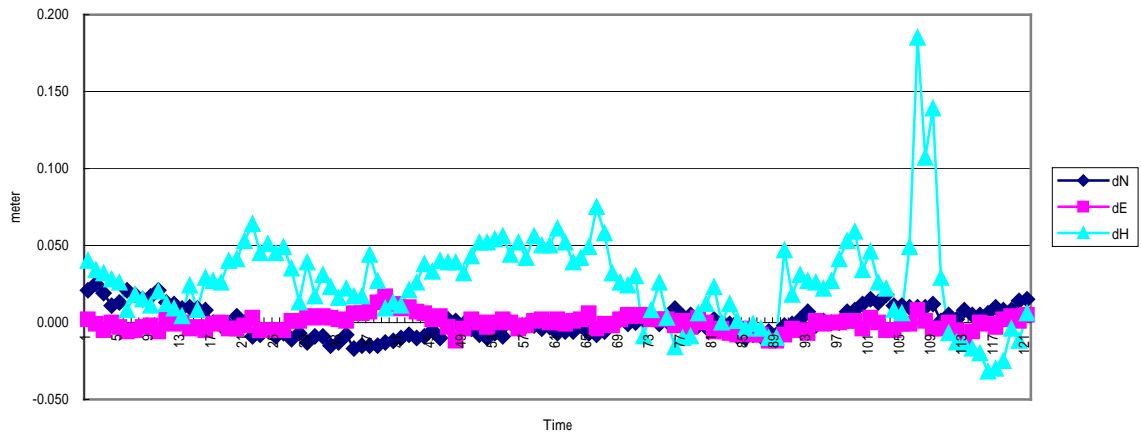
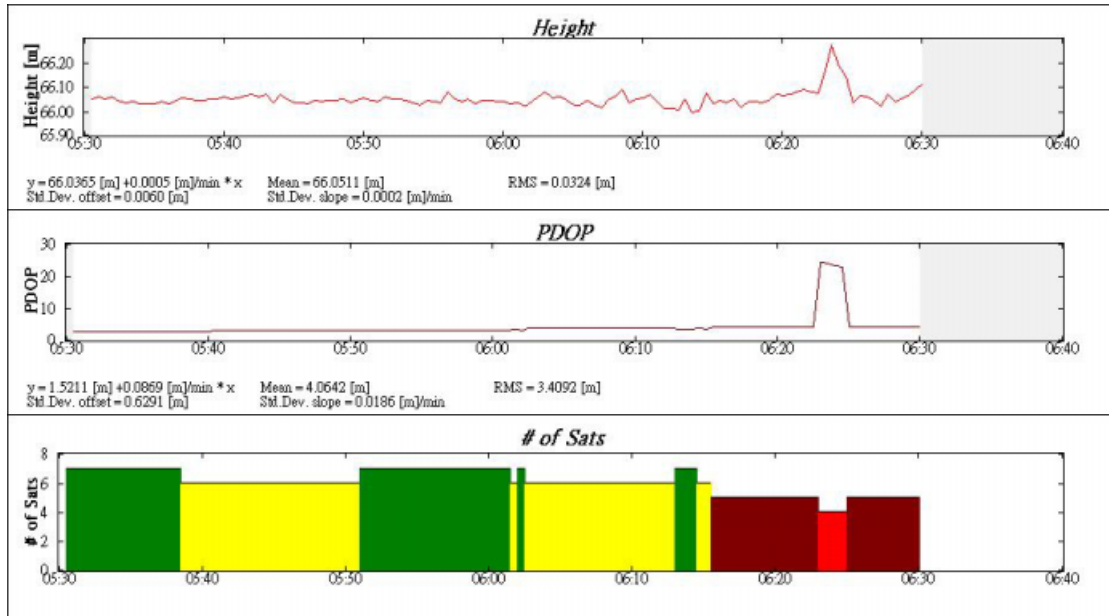
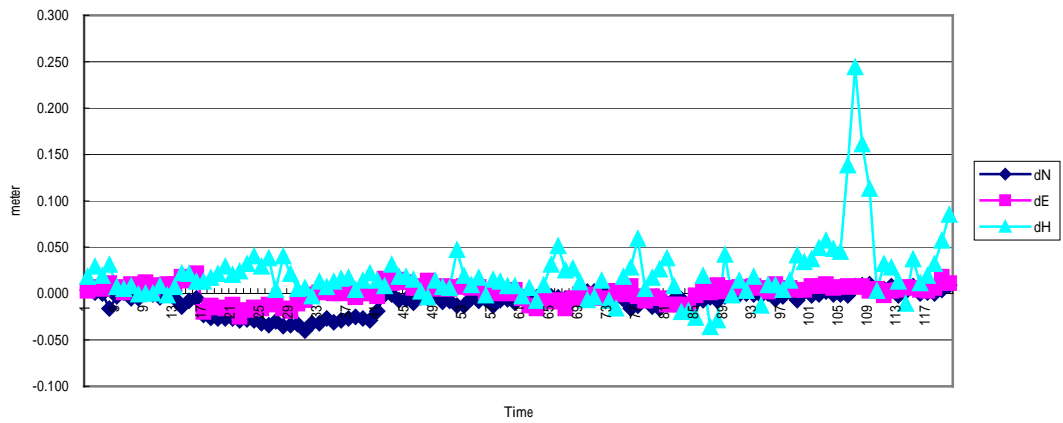


表 3-9 第二測試區 AF21 各項統計值



Af21- case 2



§3-4-3 70 公里間距測試

設定 G092、S167 及 ERLN 等三個點位為固定站，分別測試 05:30 至 06:30 期間 M428、M916、AF21 等三個移動站；點位分布圖如圖 3-5，三個移動站高程、PDOP、衛星顆數統計表、NEH 三個向量與 Bernese 解之較差等統計表如表 3-10 至表 3-12 所示。

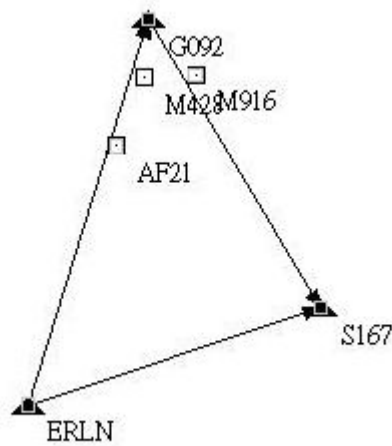
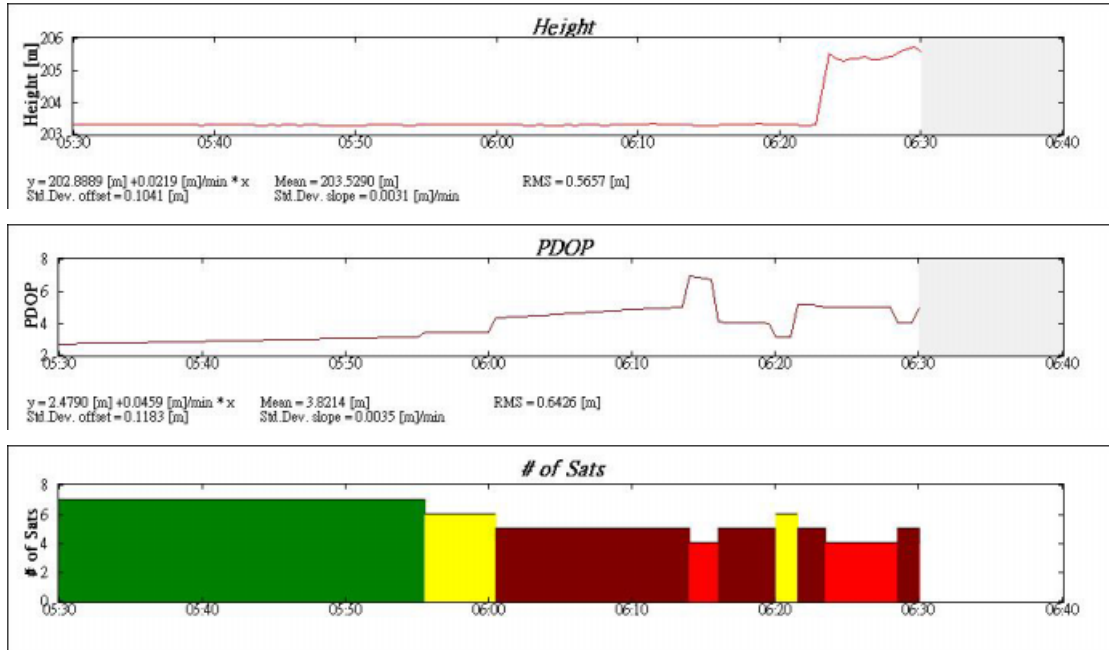


圖 3-5 50-70 公里間距測試點位分布圖

表 3-10 第三測試區 M428 各項統計值



M428-case 3

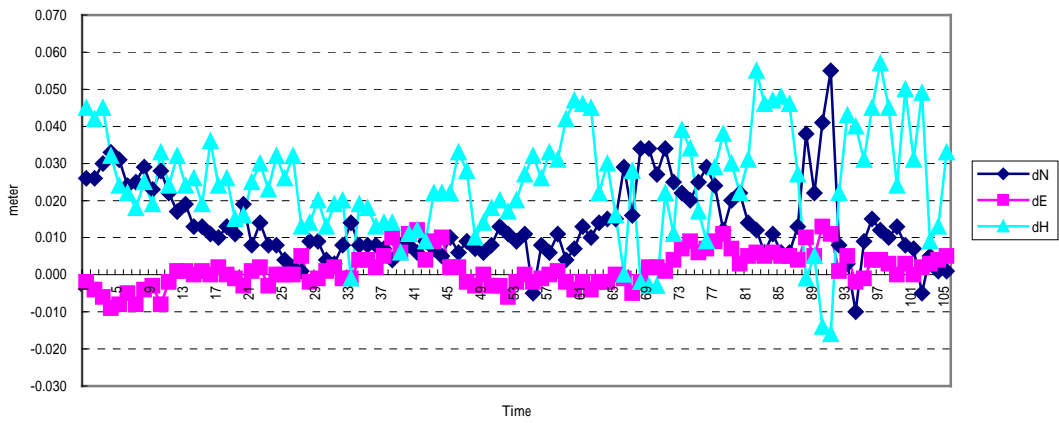
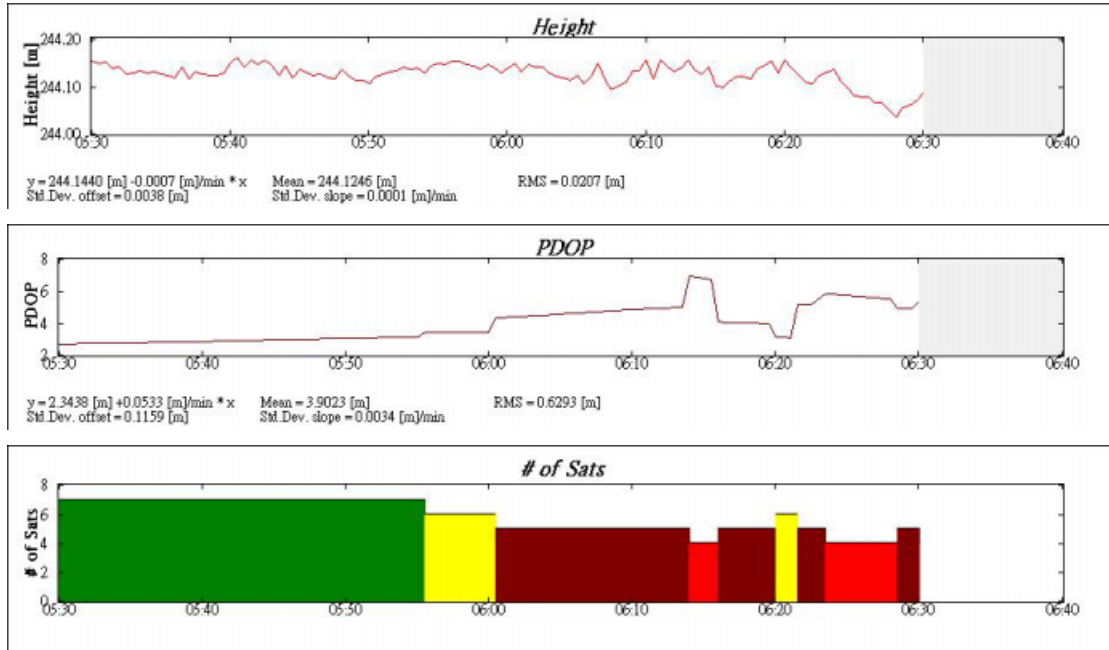


表 3-11 第三測試區 M916 各項統計值



M916-case 3

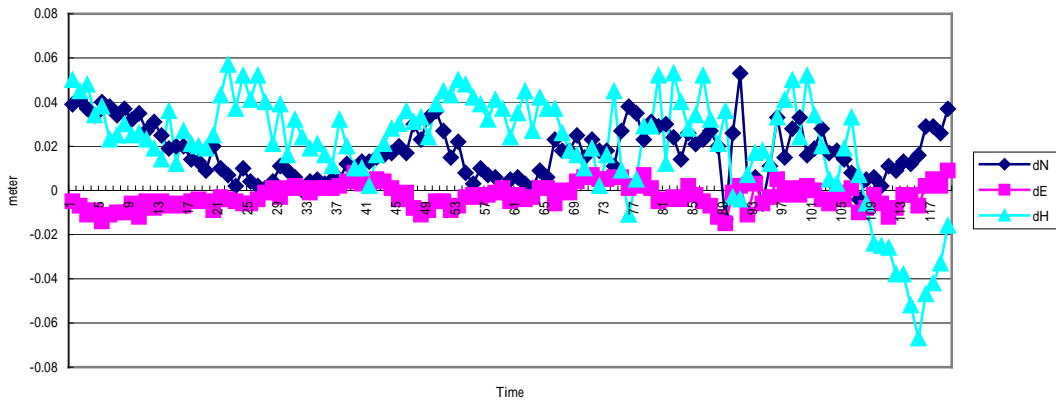
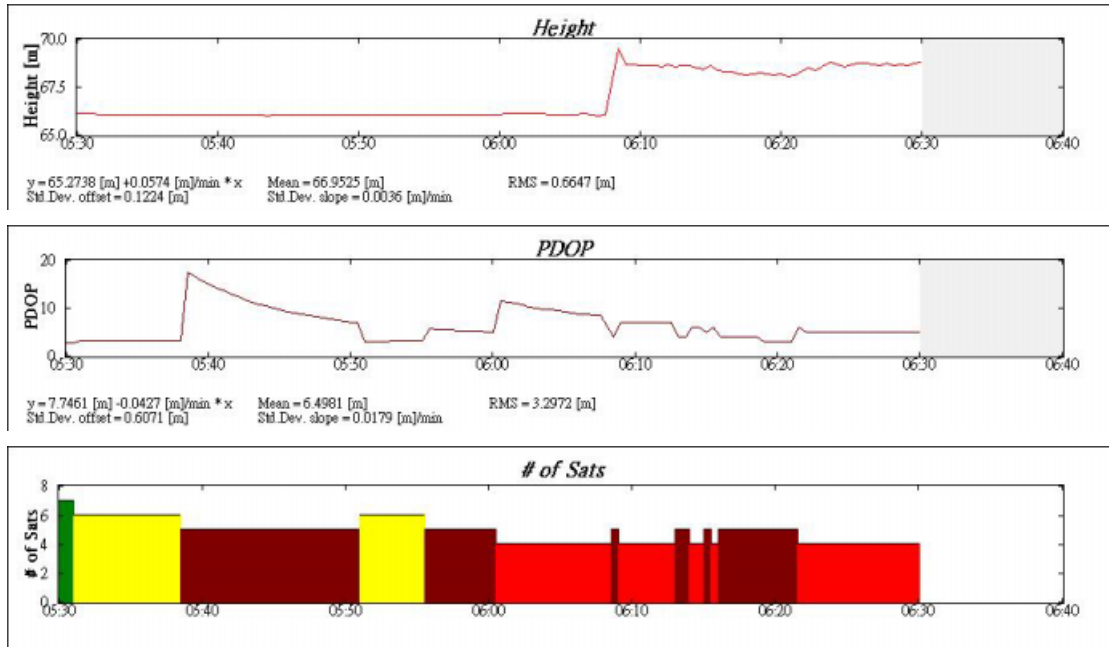
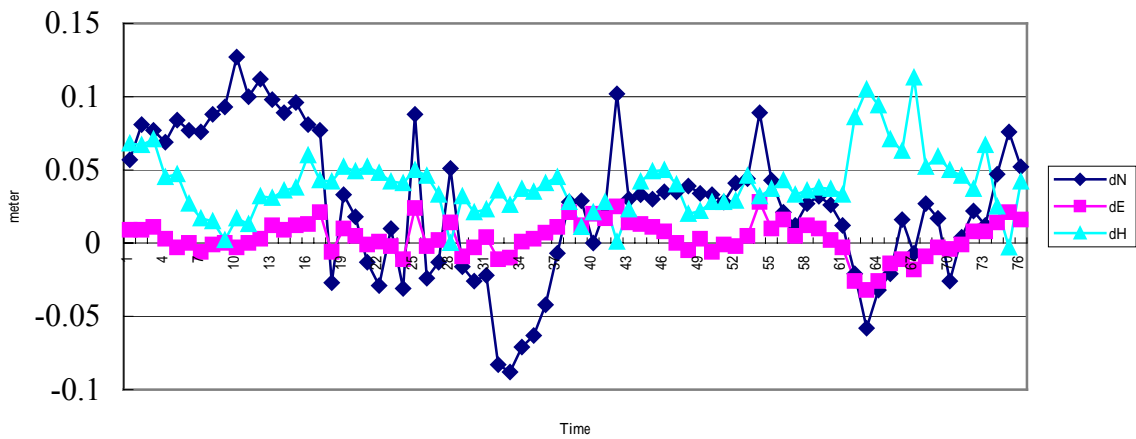


表 3-12 第三測試區 AF21 各項統計值



AF21- case 3



§3-4-4 測試結果

(1) 第一測試區

- A. 固定站間距小，產生 VBS 觀測資料檔，共同衛星顆數較多，該測試時段內 121 個 epoch 之坐標均為 FIXED。
- B. 06:23 PDOP 變大時，M916 與 AF21 高程分量之精度也變差，但在 N 與 E 向量之變化卻不及 H 向量大，顯然 PDOP 對高程精度影響較大。
- C. 整體而言，dn 方向最大值出現在 AF21 約為 0.021M，dn 方向最小值出現在 AF21 約為 -0.026M，de 方向最大值出現在 AF21 約為 0.028M，dn 方向最小值出現在 M428 約為 -0.009M，dh 方向最大值出現在 AF21 約為 0.125M，dn 方向最小值出現在 M916 約為 -0.06M，似乎符合點位位於外差，成果較差觀念，但因均符合要求規範且成果較差量級尚不明顯，另高程方向超出規範者約 5%（詳如下表 3-13）大多位於 06:23 時刻 PDOP 變大，顯示成果精度受與衛星分布幾何性因有關聯。

表 3-13 第一測試區各方向較差值統計表

第一測試區			UNIT:M
點號	AF21	M428	M916
dn_max	0.021	0.015	0.019
dn_min	-0.026	-0.006	-0.008
>3cm 比例	3/121	0/121	0/121
de_max	0.028	0.016	0.01
de_min	-0.005	-0.009	-0.01
>3cm 比例	0/121	0/121	0/121
dh_max	0.125	0.045	0.044
dh_min	-0.03	-0.017	-0.06
>5cm 比例	7/121	0/121	1/121

(2) 第二測試區

- A. 測試時刻內 121 個 epoch 之解均 FIXED。
- B. 06:23 衛星顆數降至 4 顆、PDOP 高到 23.4，三個移動站之 NEH 方向之精度均變差，尤其是高程方向最差。
- C. 整體而言，dn 方向最大值出現在 M916 約為 0.019M，dn 方向最小值出現在 M428 約為-0.014M，de 方向最大值出現在 AF21 約為 0.022M，dn 方向最小值出現在 AF21 約為 -0.025M，dh 方向最大值出現在 M428 約為 0.248M，dh 方向最小值出現在 M916 約為-0.06M，似乎符合點位位於外差，成果較差觀念，但因均符合要求規範且成果較差量級尚不明顯，另同樣在整體計算結果中發現，121 筆測試資料中超過規範者大多位於高程方向且為外差者，為所佔比例 14%（詳如下表 3-14），同樣位 PDOP 值發生變化之時間段。

表 3-14 第二測試區各方向較差值統計表

第二測試區			UNIT:M
點號	AF21	M428	M916
dn_max	0.01	0.012	0.025
dn_min	-0.004	-0.014	-0.017
>3cm 比例	9/121	0/121	0/121
de_max	0.022	0.018	0.017
de_min	-0.025	-0.002	-0.012
>3cm 比例	0/121	0/121	0/121
dh_max	0.244	0.248	0.185
dh_min	-0.036	-0.033	-0.032
>5cm 比例	9/121	4/121	18/121

(3) 第三測試區

- A. 測試時刻內僅 M916 之 121 個 epoch 之解均為 FIXED，其餘 M428 與 AF21 分別於 06:23 及 06:08 時刻後即無法得到 FIXED 解。
- B. 在 FIXED 解中 M428 與 AF21 在 N 方向與 H 方向之誤差較 E 方向大。
- C. 整體而言，dn 方向最大值出現在 M428 約為 0.055M，dn 方向最小值出現在 AF21 約為 -0.013M，de 方向最大值出現在 M428 約為 0.013M，de 方向最小值出現在 AF21 約為 -0.019M，dh 方向最大值出現在 M428 約為 0.057M，dh 方向最小值出現在 M916 約為 -0.067M，為本測試區在 dn、de 方向超出規範者甚多，顯示該項結果無法滿足規範要求（詳如下表 3-15）。

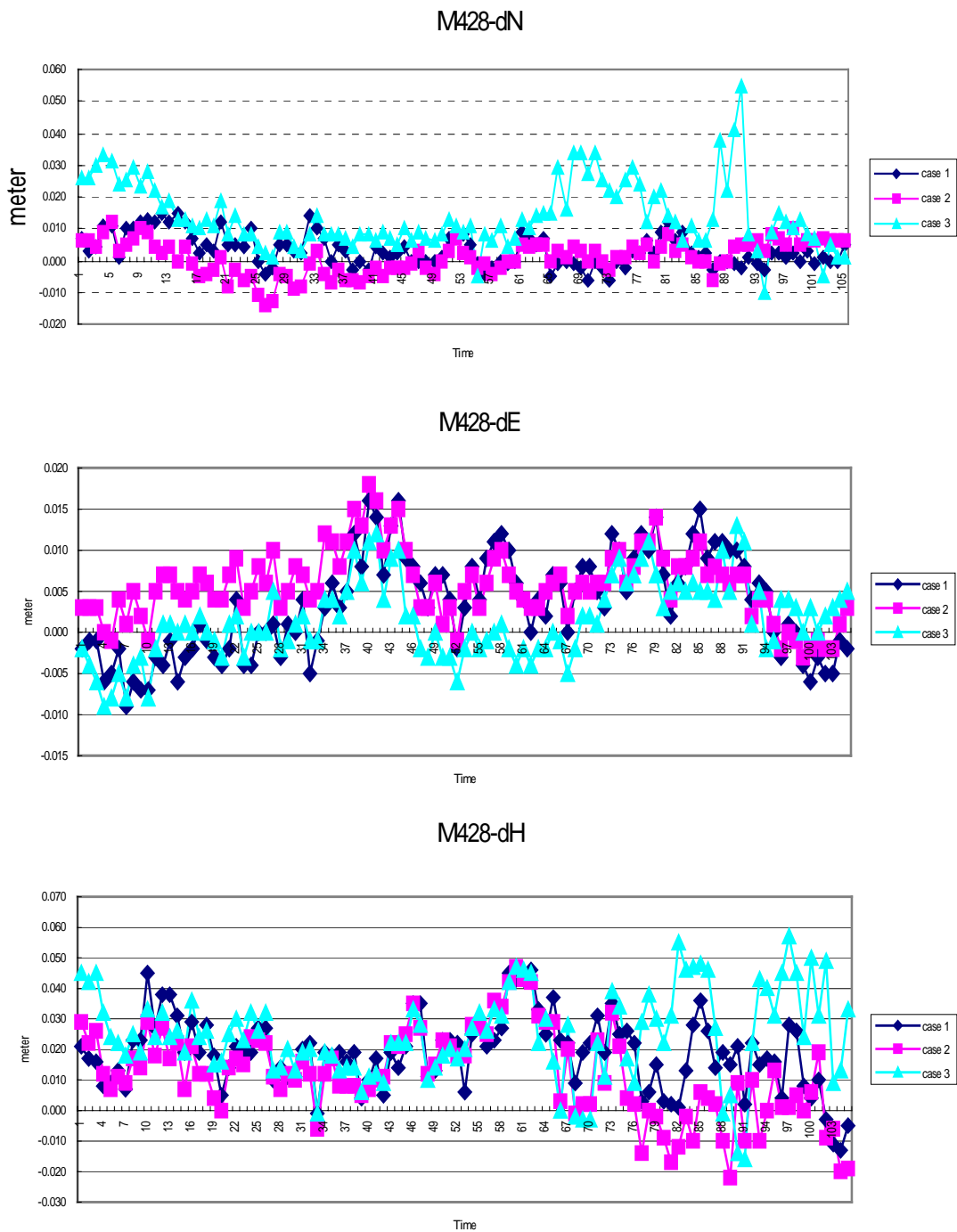
表 3-15 第三測試區各方向較差值統計表

第三測試區			UNIT:M
點號	AF21	M428	M916
dn_max	0.041	0.055	0.053
dn_min	-0.013	-0.01	-0.009
>3cm 比例	22/121	9/121	55/121
de_max	0.009	0.013	0.01
de_min	-0.019	-0.009	-0.015
>3cm 比例	0/121	9/121	0/121
dh_max	0.057	0.057	0.057
dh_min	-0.067	-0.016	0.067
>5cm 比例	9/121	3/121	11/121

(4) M428

因第三測試區中 M428 測站於 06:23 後並無 FIXED 解，故表 3-11 僅列出 05:30 至 06:23 間之 106 個 epoch 之 NEH 三個方向與 Bernese 坐標之較差統計表，由表 3-16 可知，結果顯示 dn 在第三測試區時，超出 3cm 要求者甚多，將無法符合規範要求。

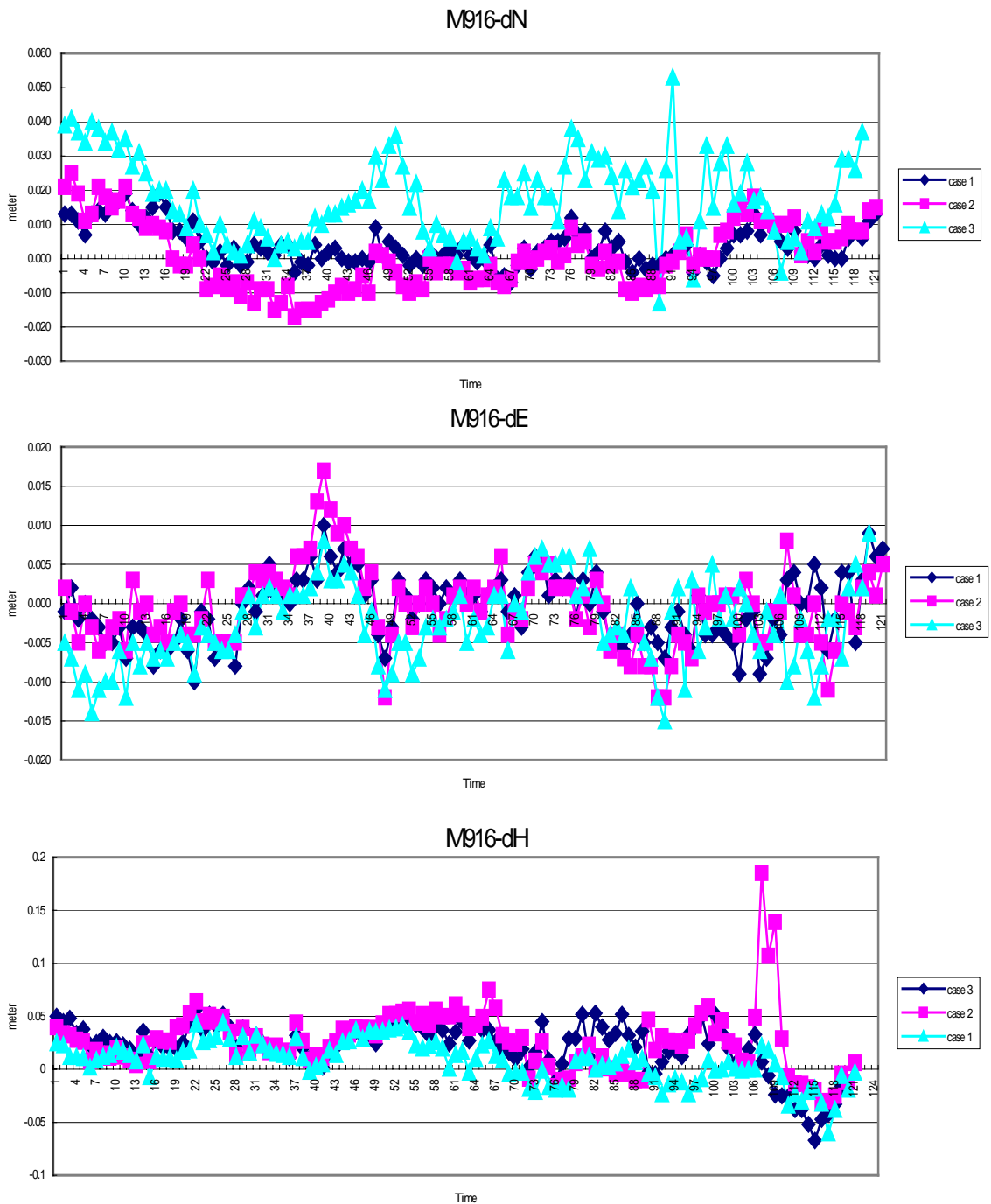
表 3-16 M428 於三個測試區之坐標分量較差



(5) M916

結果顯示，三個方向在個測試區的整體結果趨勢是一致的，而 dN 方向在第三測試區中較差，顯示該誤差內插模式已無法滿足實地需求，故此間距不符需求，且整體成果顯示，DH 方向在此點雖然誤差較大，但離散程度不若相較於 DN 方向為小（詳如下表 3-17）。

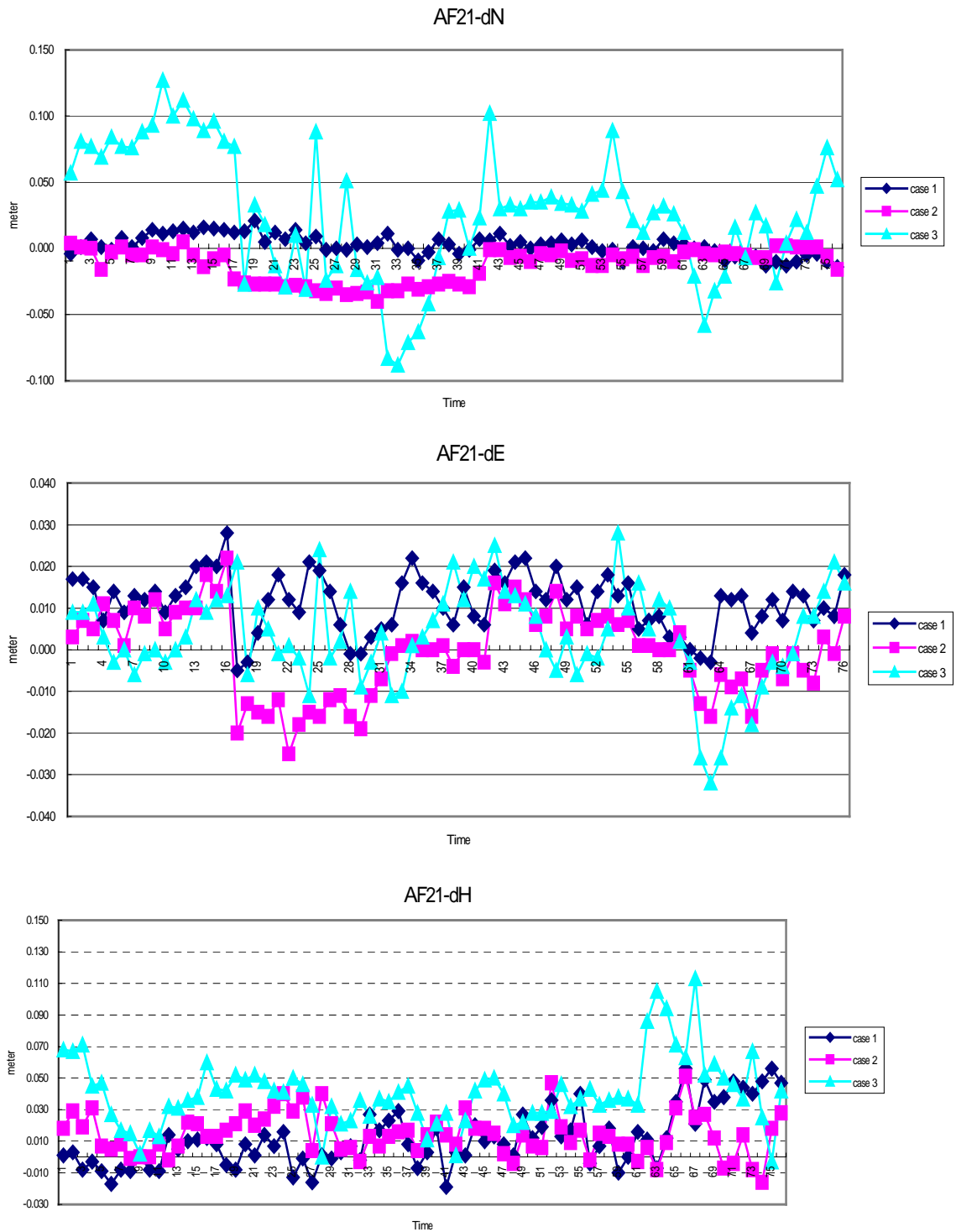
表 3-17 M916 於三個測試區之坐標分量較差



(6) AF21

結果顯示，DN、DE、DH 三個方向在第三測試區中均較差，且點位較差離散性大，顯示該誤差內插模式已無法滿足實地需求，故此間距不符需求。（詳如表 3-18）

表 3-18 AF21 於三個測試區之坐標分量較差



§3-4-5 自行開發程式間距成果測試

本次研究中，另採用自行開發程式與商業用軟體進行測試比較，下列表格中，分別採用 Bernese、TTC、YANG（自行研發）等三種軟體進行比較，其中 BERNESE 採用靜態解算模式，以連續解算七小時之成果為參考值，而 TTC、YANG 則以 OTF 方式解算，成果比較如表 3-19 所示。

成果中發現，在平面方向上 TTC、YANG 與 Bernese 成果較差均小於 3 公分，顯示計算成果值得信賴，在高程方向，YANG 與 TTC 或 Bernese 均約有 10 公分差值，經檢視分析成果及觀測資料發現，應是在高程方向 YANG 程式中未化算至相位中心所致，經查證以 LEICA AT504 天線盤為例，在美國大地測量局網頁上（[Http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/](http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/)）公佈資料顯示，由 O 檔內之天線盤儀器高參考平面（ARP）至相位中心位置平移差值量 L1:11.8cm，L2:12.0cm。

表 3-19 BERNESE、TTC 與 YANG 計算成果差值(1)

				單位:M
	N_COORDS	E_COORDS	HEIGHT	METHOD
AF21				
TTC	2679060.601	206582.042	66.050	OTF
BERNESE	2679060.604	206582.033	66.031	STATIC
較差	(0.003)	0.009	0.019	
M428				
TTC	2691339.904	211640.251	203.283	OTF
BERNESE	2691339.901	211640.247	203.265	STATIC
較差	0.003	0.004	0.018	
M916				
TTC	2691765.221	220765.663	244.111	OTF
BERNESE	2691765.217	220765.664	244.103	STATIC
較差	0.004	(0.001)	0.008	

表 3-19 BERNESE、TTC 與 YANG 計算成果差值(2)

				單位:M
	N_COORDS	E_COORDS	HEIGHT	METHOD
AF21				
TTC	2679060.601	206582.042	66.050	OTF
YANG	2679060.603	206582.039	66.143	OTF
較差	0.002	(0.003)	0.094	
M428				
TTC	2691339.904	211640.251	203.283	OTF
YANG	2691339.901	211640.241	203.204	OTF
較差	(0.003)	(0.009)	(0.079)	
M916				
TTC	2691765.221	220765.663	244.111	OTF
YANG	2691765.215	220765.669	244.182	OTF
較差	(0.006)	0.006	0.071	

表 3-19 BERNESE、TTC 與 YANG 計算成果差值(3)

				單位:M
	N_COORDS	E_COORDS	HEIGHT	METHOD
AF21				
BERNESE	2679060.604	206582.033	66.031	STATIC
YANG	2679060.603	206582.039	66.143	OTF
較差	(0.001)	0.006	0.112	
M428				
BERNESE	2691339.901	211640.247	203.265	STATIC
YANG	2691339.901	211640.241	203.204	OTF
較差	(0.000)	(0.006)	(0.061)	
M916				
BERNESE	2691765.217	220765.664	244.103	STATIC
YANG	2691765.215	220765.669	244.182	OTF
較差	(0.002)	0.005	0.079	

其次，再以 LIYU、CHIN、CHIU、ERLN 及 S167 等五個追蹤站資料為例，使用自行開發程式 OTF 解法(YANG)與 BERNESE 隻 STATIC 解法作比較，發現在 M916、AF21 及 M428 所組成之虛擬基準站之虛擬觀測資料檔[VBSRINEX.OUT]中，往往常因常因虛擬觀測衛星數小於五顆[僅三、四顆]而無法求解，經排序觀測時間發現上開三站均位於白天，疑是因台灣地區電離層白天活動頻繁肇致無法短時間資料予以模式化，另外計算過程中發現因衛星起落造成儀器接收資料有周波脫落 (CYCLE SLIP)。

另外再使用連續追蹤站資料進行計算，以 CHUA、KZN1、WUFN 及 PINT 等四站資料發現 (詳如下圖 3-6~圖 3-9)，雖然可組成虛擬參考站且超過五顆衛星資料，但進行成果計算時卻發現成果與靜態求解相差甚大，經分析發現四個測站均有 "區間" 的現象，意指在謀些

時刻內成果是穩定的，但一段時刻則改變，經分析比較發現應與組成過程中有衛星起落，造成資料誤判為周波脫落，其次因追蹤站資料為三十秒一筆，並不完全適合以 OTF 方式求解成果，倘又因各參考站間距離甚遠，無共同衛星且穩定接收衛星資料，造成組成虛擬參考站找不到合適的觀測量（指在各參考站間均無 Cycle slip 現象發生），而無法完成計算。

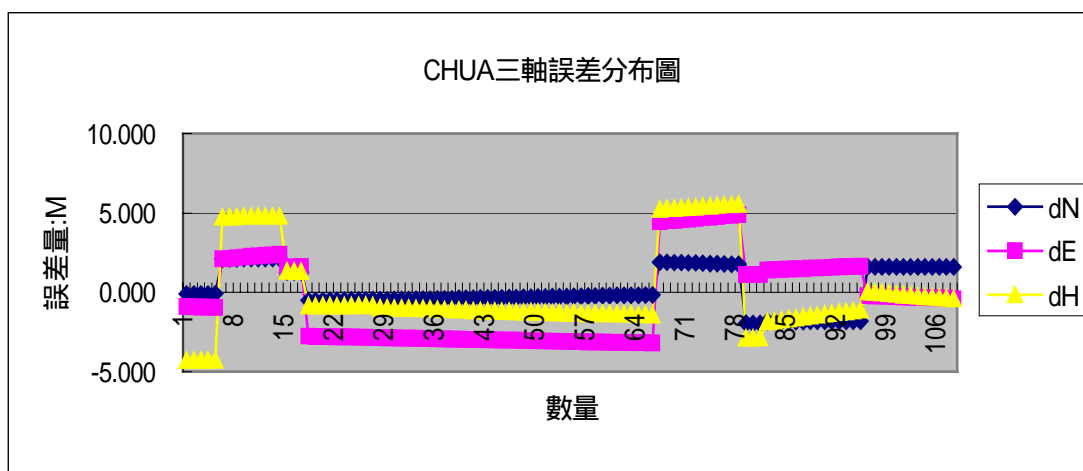


圖 3-6 CHUA 與連續追蹤站資料計算成果分布圖

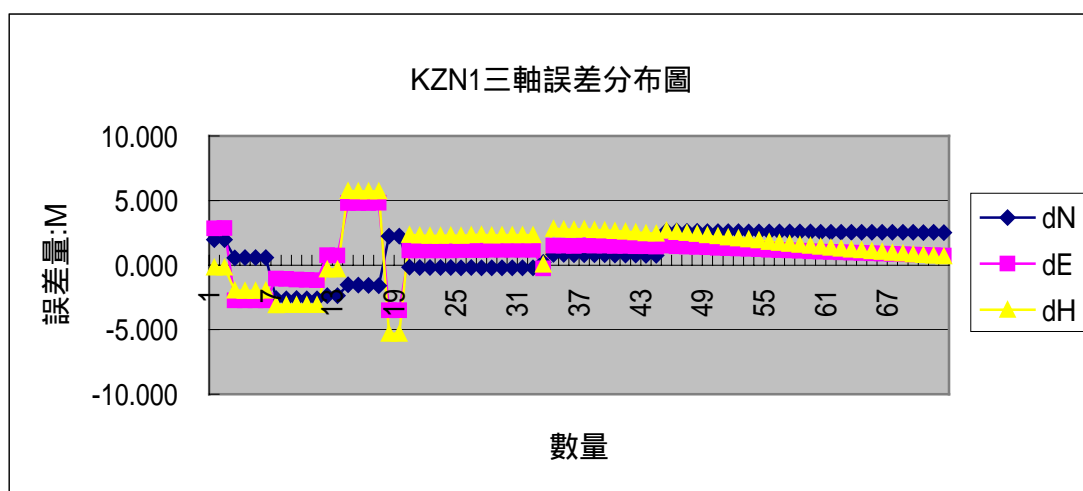


圖 3-7 KZN1 與連續追蹤站資料計算成果分布圖

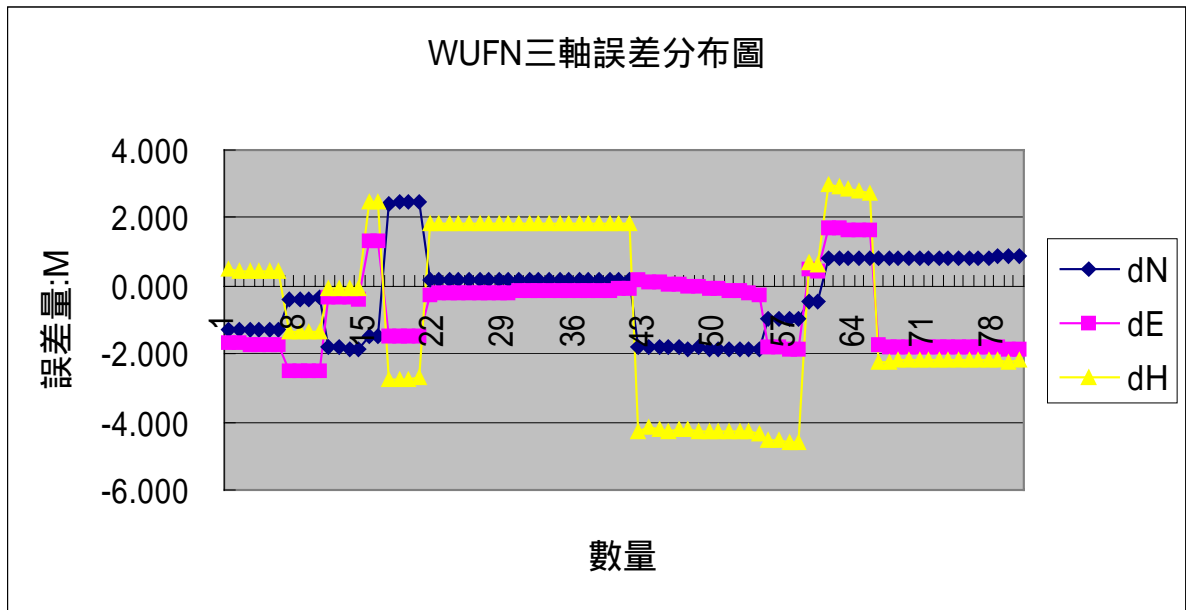


圖 3-8 WUFN 與連續追蹤站資料計算成果分布圖

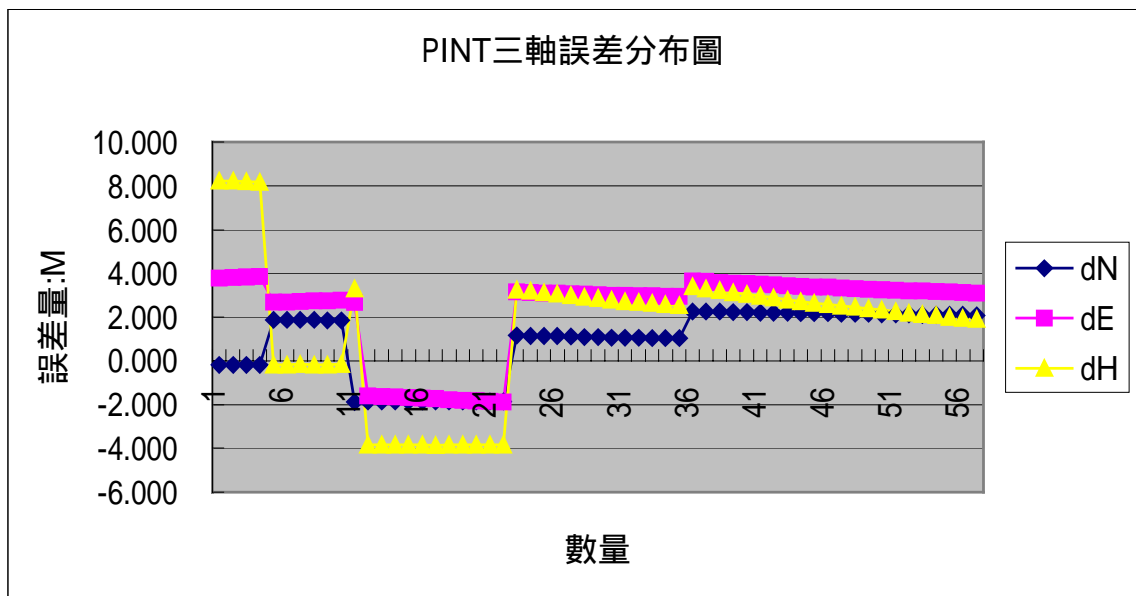


圖 3-9 PINT 與連續追蹤站資料計算成果分布圖

§3-4-6 自行開發程式實地間距成果測試

本研究乃依據 TTC 測試以 30 秒一筆資料測試出之 50-70 公里間距，實地設置六個固定站和美地政事務所 (HEMI)、埔里地政事務所 (PULI)、北港地政事務所 (BAGA)、竹崎地政事務所 (JUCH)、成大衛星中心 (CK13) 及旗山地政事務所 (CHIS)，接收一秒之觀測資料，並於 2004 年 4 月 27 日於嘉義鹿草地區接收外業資料，實地辦理測試作業，點位接收時間約 10-100 分鐘不等，時間約 08:50—11:30 (gps time 00:50—03:30)。惟部分固定站因故，接收資料未如預期正常運作，故本次測試資料僅採用 PULI、BAGA、CK13 及 CHIS 等四個固定站資料，觀測時間為 GPS TIME 00:22-03:00，點位分布如下圖 3-10：

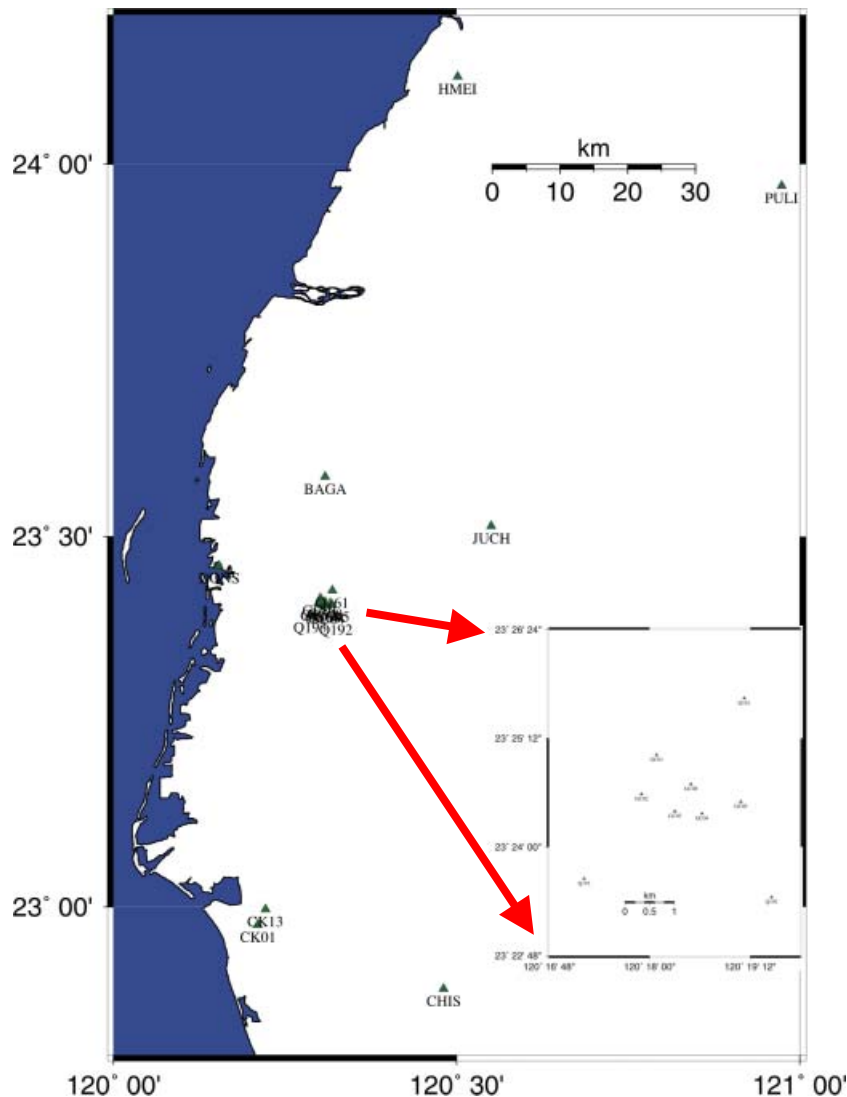


圖 3-10 e-GPS 測試點位分布圖

使用計算工具軟體為自行開發 VBS 程式，以後處理 (POST PROCESS) 方式進行分析，共計進行九個點位資料分析，結果如下：

(1) GC01

測試結果發現，觀測成果計算起始時間約為 01:51:58 (GPS TIME)，結束時間為 02:05:09，所有觀測成果蓋分為兩群：

- 第一組約為 01: :51:58—01:55:44，計解算出 227 筆成果，詳圖 3-11A (UNIT:M)，所得三軸方向平均值 (N、E、h) 及中誤差 (σ_N 、 σ_E 、 σ_h) 分別為：

三軸方向平均值			中誤差		
N	E	h	σ_N	σ_E	σ_h
2590629.092	178604.662	33.975	0.014	0.007	0.046

- 第二組約為 01: :58:03—02:05:09，計解算出 426 筆成果，詳如圖 3-11B (UNIT:M)，所得三軸方向平均值 (N、E、h) 及中誤差 (σ_N 、 σ_E 、 σ_h) 分別為：

三軸方向平均值			中誤差		
N	E	h	σ_N	σ_E	σ_h
2590627.597	178604.762	33.108	0.008	0.009	0.018

兩組 DN、DE、Dh 較差分別約為：1.495、-0.100、0.867M，推測產生結果有差異應為主衛星異動有關，乃使用精密星曆 (IGS12682.SP3) 重新繪製測站 GC01 的實際對空透視圖 (圖 3-11C)，應是原本主衛星下降 (SV11) 所造成之影響。

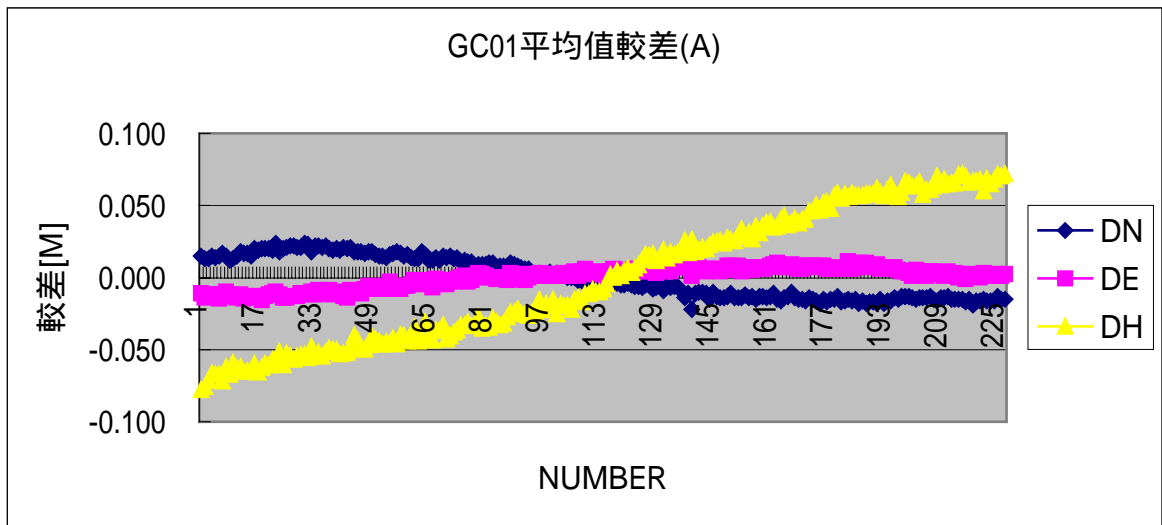


圖 3-11A GC01 第一組計算成果與平均值較差之三軸分布圖

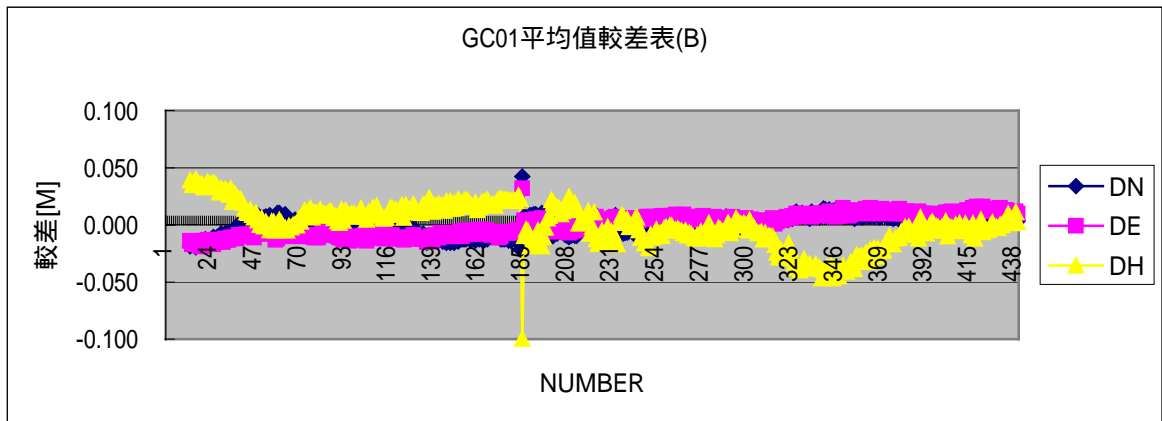


圖 3-11B GC01 第二組計算成果與平均值較差之三軸分布圖

GC01

Lat: 120.3014° Lon: 23.4169° Ell Ht: 33.1 (m)
GPS Time: Start 2004/04/27 00:30:00 Stop 2004/04/27 03:00:00

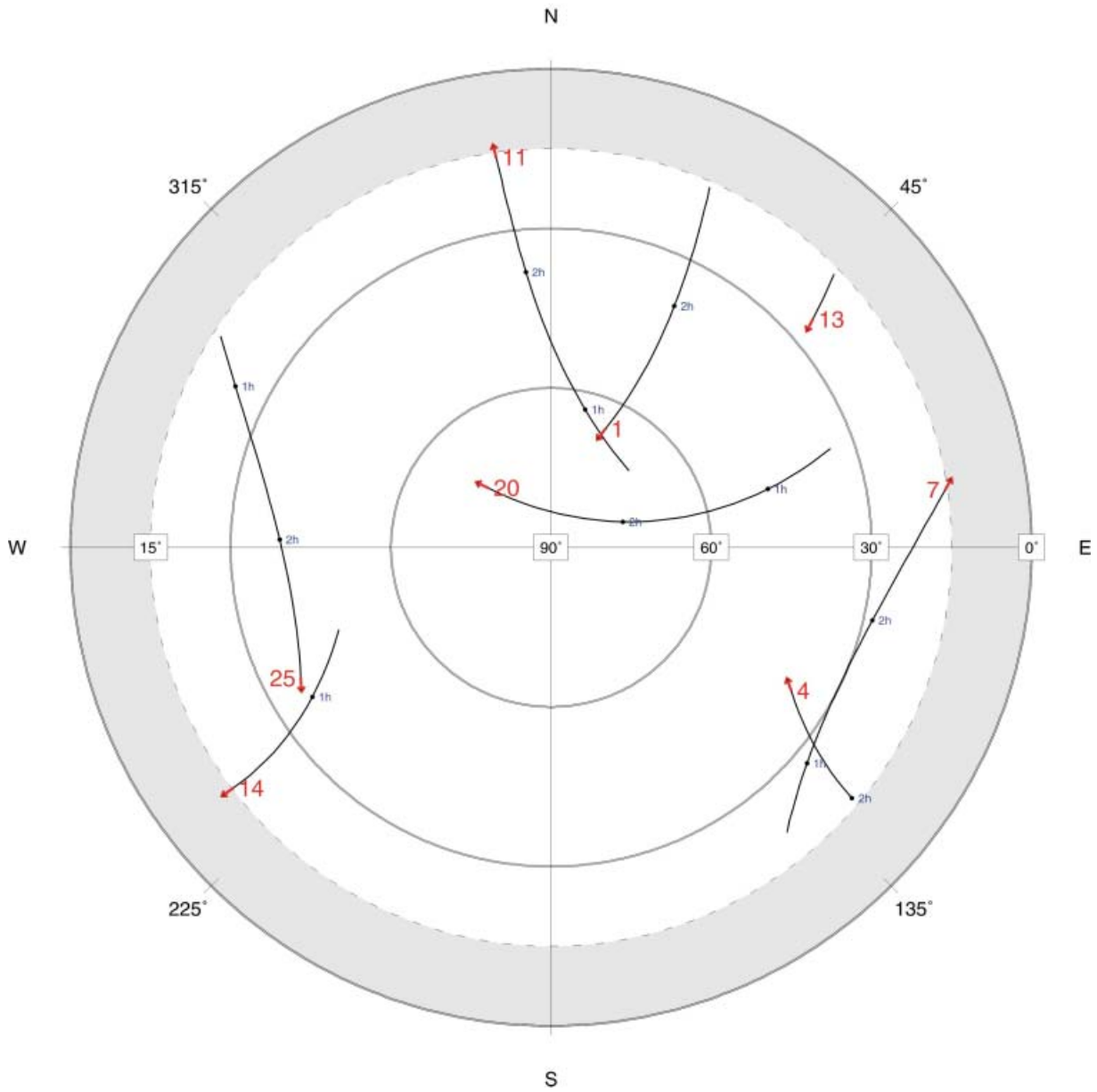


圖 3-11C GC01 測站實際對空透視圖(SKYVIEW PLOT)

(2) GC02

測試結果發現，觀測成果計算起始時間約為 02:47:59 (GPS TIME)，結束時間為 02:58:28，所有觀測成果計解算出 630 筆成果，詳如圖 3-12 (UNIT:M)，所得三軸方向平均值 (N、E、h) 及中誤差 (σ_N 、 σ_E 、 σ_h) 分別為：

三軸方向平均值			中誤差		
N	E	h	σ_N	σ_E	σ_h
2589827.092	178294.309	32.245	0.008	0.006	0.029

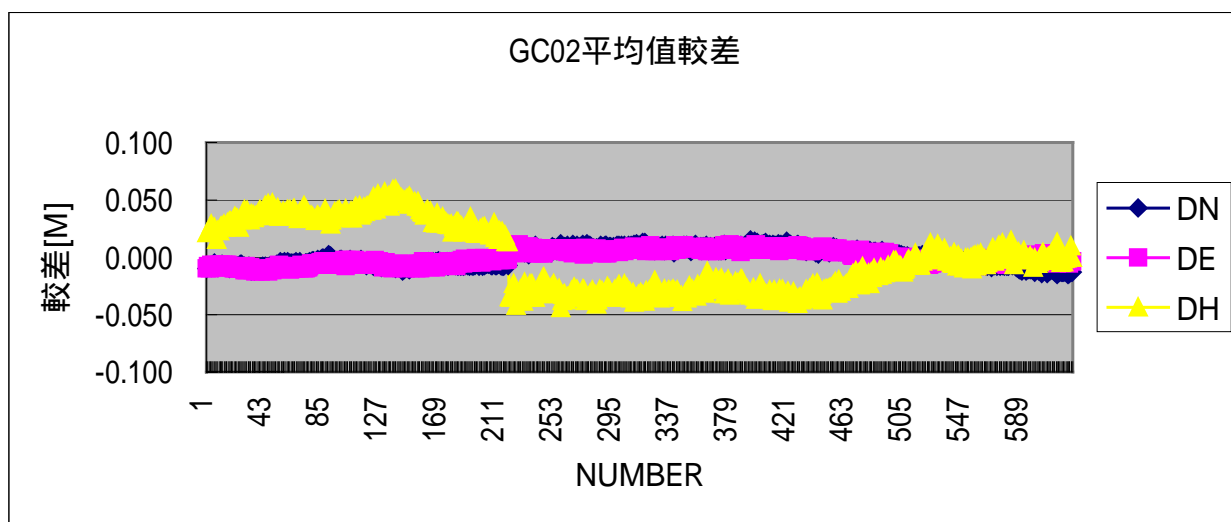


圖 3-12 GC02 計算成果與平均值較差之三軸分布圖

(3) GC03

測試結果發現，觀測成果計算起始時間約為 02:51:11 (GPS TIME)，結束時間為 03:00:14，所有觀測成果蓋分為兩群：

- 第一組約為 02:51:11—02:55:08，計解算出 241 筆成果，詳如圖 3-13A (UNIT:M)，所得三軸方向平均值 (N、E、h) 及中誤差 (σ_N 、 σ_E 、 σ_h) 分別為：

三軸方向平均值			中誤差		
N	E	h	σ_N	σ_E	σ_h
2589475.795	178967.602	34.555	0.008	0.005	0.035

- 第二組約為 02: :56:56—03:00:14，計解算出 198 筆成果，詳如圖 3-13B(UNIT:M)，所得三軸方向平均值(N、E、h) 及中誤差 (σ_N 、 σ_E 、 σ_h) 分別為：

三軸方向平均值			中誤差		
N	E	h	σ_N	σ_E	σ_h
2589477.638	178970.425	32.207	0.020	0.003	0.076

兩組 DN、DE、Dh 較差分別約為：1.842、-2.819、2.316M，推測產生結果有差異應為主衛星異動有關，乃使用精密星曆 (IGS12682.SP3) 重新繪製測站 GC01 的實際對空透視圖 (圖 3-13C)，應是原本主衛星下降 (SV11) 所造成之影響。

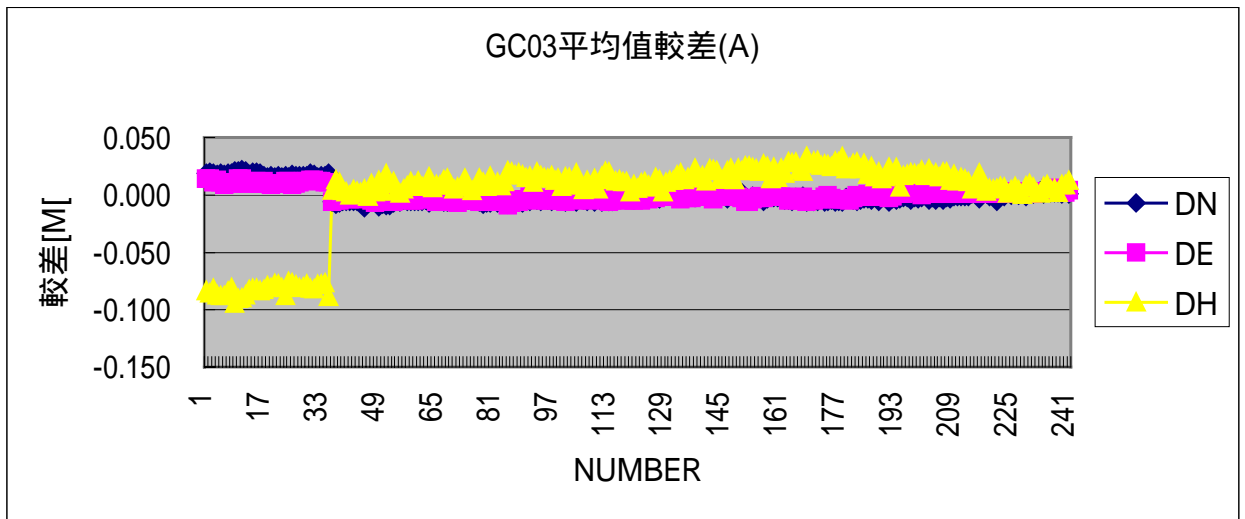


圖 3-13A GC03 第一組計算成果與平均值較差之三軸分布圖

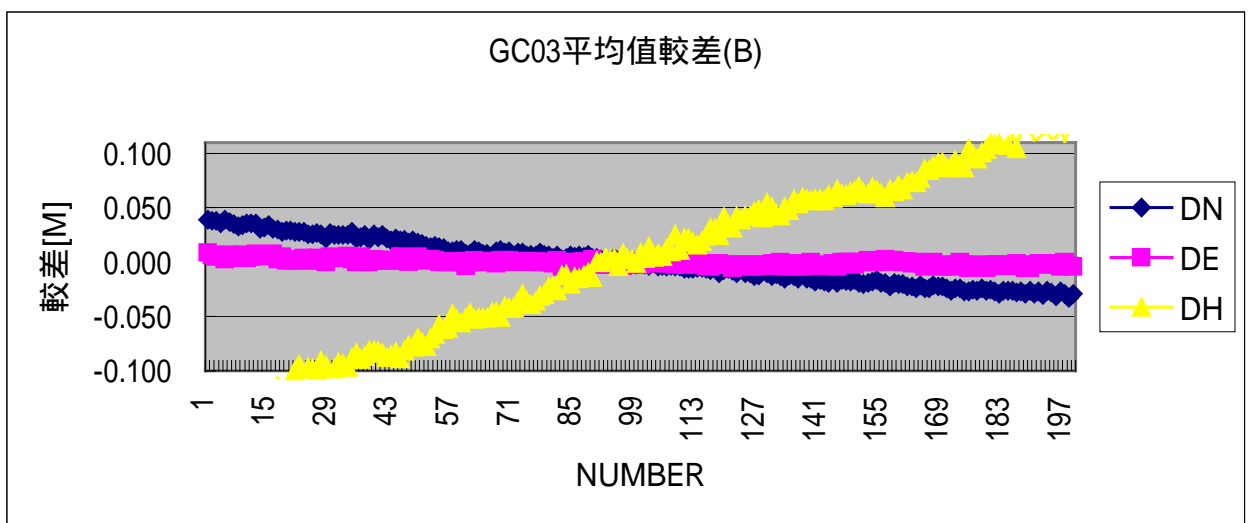


圖 3-13B GC03 第二組計算成果與平均值較差之三軸分布圖

GC03
 Lat: 120.3050° Lon: 23.4066° Ell Ht: 32.3 (m)
 GPS Time: Start 2004/04/27 00:30:00 Stop 2004/04/27 03:00:00

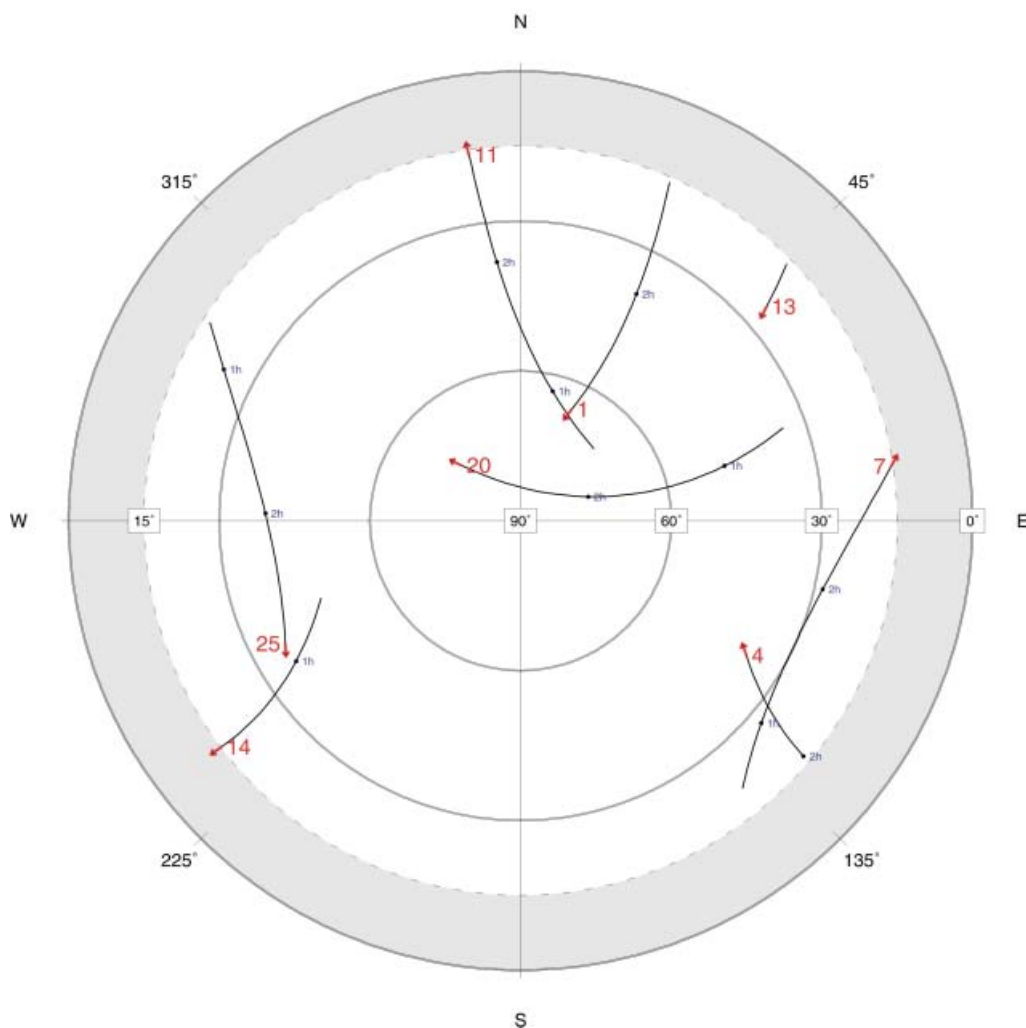


圖 3-13C GC03 測站實際對空透視圖(SKYVIEW PLOT)

(4) GC04

測試結果發現，觀測成果計算起始時間約為 02:30:59 (GPS TIME)，結束時間為 02:41:37，所有觀測成果蓋分為兩群：

- 第一組約為 02:30:59—02:40:30，計解算出 212 筆成果，詳如圖 3-14A (UNIT:M)，所得三軸方向平均值 (N、E、h) 及中誤差 (σ_N 、 σ_E 、 σ_h) 分別為：

三軸方向平均值			中誤差		
N	E	h	σ_N	σ_E	σ_h
2589427.847	179521.657	34.946	0.007	0.003	0.010

- 第二組約為 02:34:43—02:41:14，計解算出 414 筆成果，詳如圖 3-14B (UNIT:M)，所得三軸方向平均值 (N、E、h) 及中誤差 (σ_N 、 σ_E 、 σ_h) 分別為：

三軸方向平均值			中誤差		
N	E	h	σ_N	σ_E	σ_h
2589428.065	179520.609	33.347	0.004	0.005	0.008

兩組 DN、DE、Dh 較差分別約為：-0.218、-1.408、1.599M，推測產生結果有差異應為主衛星異動有關，原因同前。

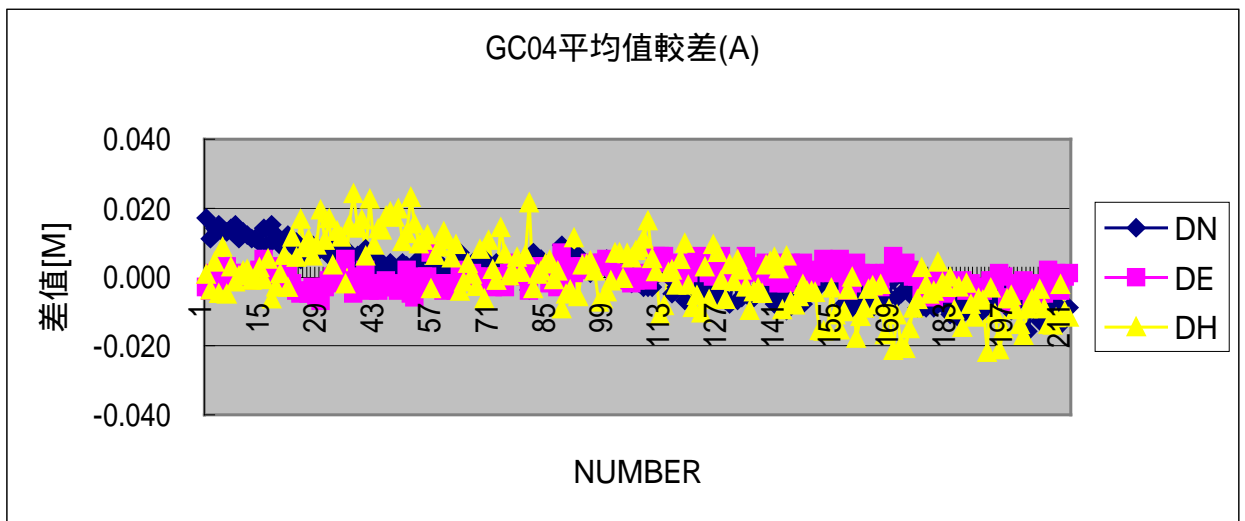


圖 3-14A GC04 第一組計算成果與平均值較差之三軸分布圖

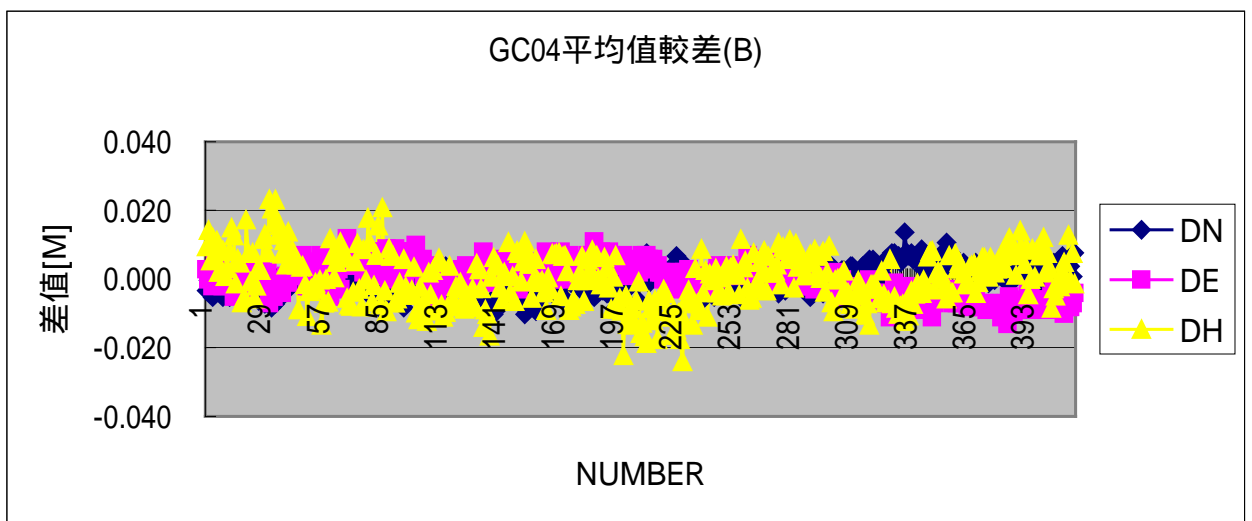


圖 3-14B GC04 第一組計算成果與平均值較差之三軸分布圖

(5) GC05

測試結果發現，觀測成果計算起始時間約為 02:47:59 (GPS TIME)，結束時間為 02:58:28，所有觀測成果計解算出 630 筆成果，詳如圖 3-15 (UNIT:M)，所得三軸方向平均值 (N、E、h) 及中誤差 (σ_N 、 σ_E 、 σ_h) 分別為：

三軸方向平均值			中誤差		
N	E	h	σ_N	σ_E	σ_h
2589666.135	180310.803	34.917	0.007	0.006	0.012

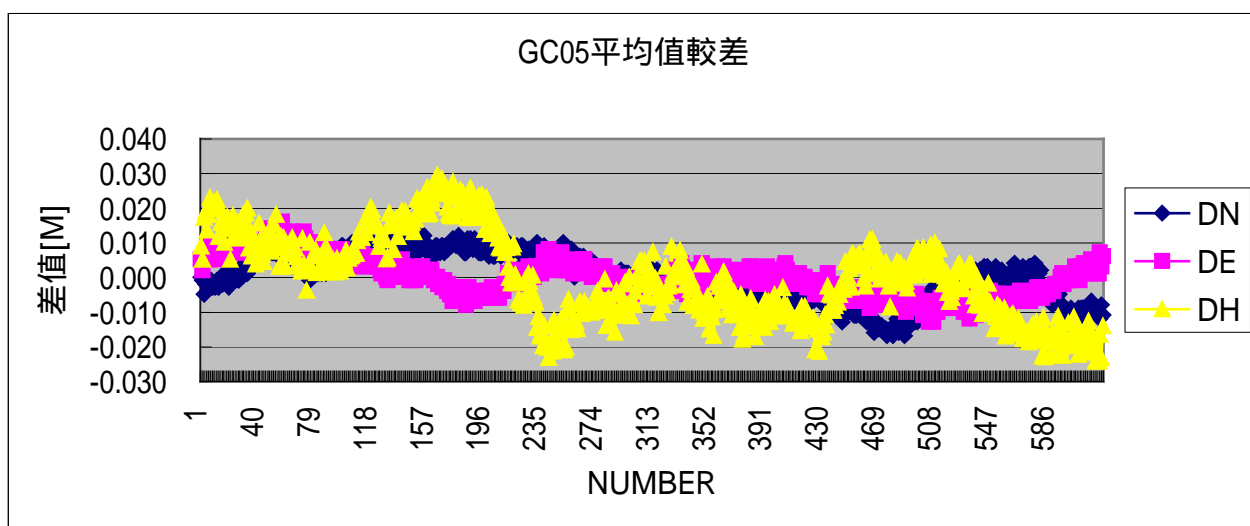


圖 3-15 GC05 計算成果與平均值較差之三軸分布圖

(6) GC08

測試結果發現，觀測成果計算起始時間約為 01:43:51 (GPS TIME)，結束時間為 01:54:14，所有觀測成果計解算出 624 筆成果，詳如圖 3-16 (UNIT:M)，所得三軸方向平均值 (N、E、h) 及中誤差 (σ_N 、 σ_E 、 σ_h) 分別為：

三軸方向平均值			中誤差		
N	E	h	σ_N	σ_E	σ_h
2589666.135	180310.803	34.917	0.007	0.006	0.012

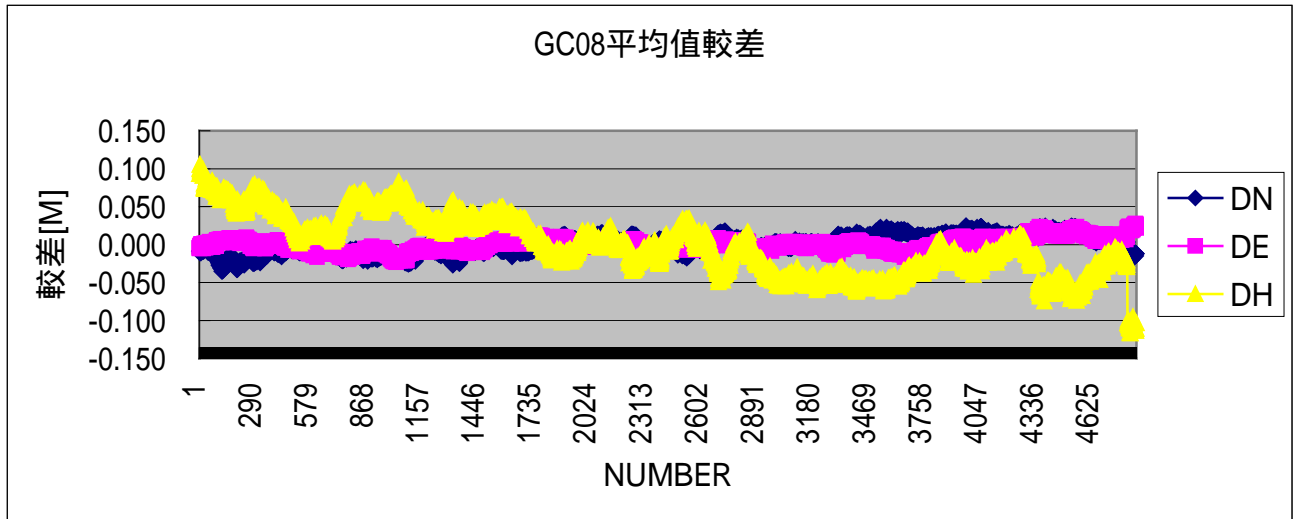


圖 3-16 GC08 計算成果與平均值較差之三軸分布圖

(7) Q161

測試結果發現，觀測成果計算起始時間約為 01:31:20 (GPS TIME)，結束時間為 03:00:15，所有觀測成果計解算出 4956 筆成果，詳如圖 3-17 (UNIT:M)，所得三軸方向平均值 (N、E、h) 及中誤差 (σ_N 、 σ_E 、 σ_h) 分別為：

三軸方向平均值			中誤差		
N	E	h	σ_N	σ_E	σ_h
2591773.884	180389.083	33.869	0.014	0.011	0.029

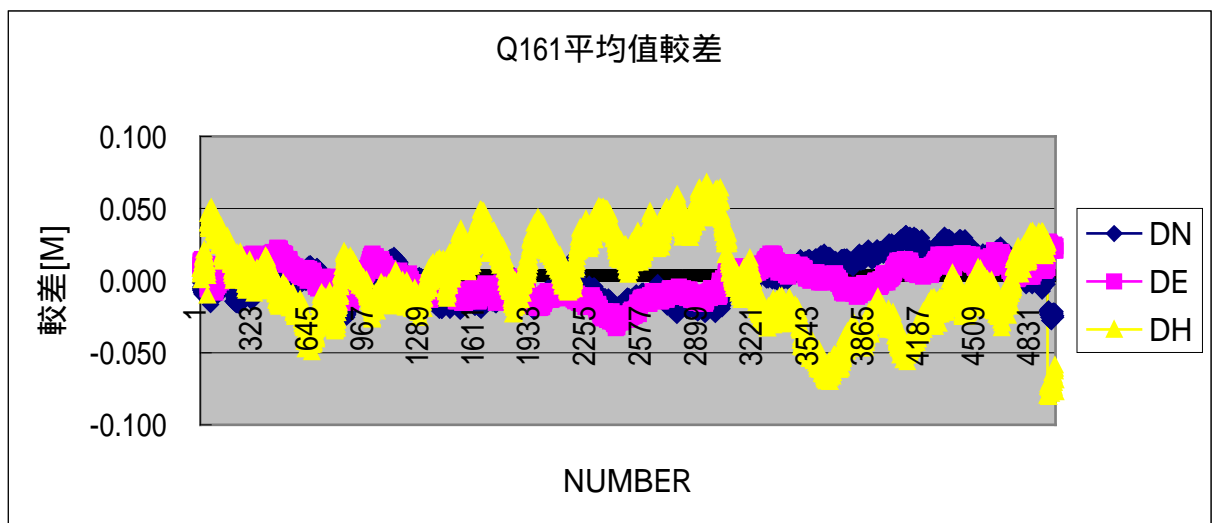


圖 3-17 Q161 計算成果與平均值較差之三軸分布圖

(8) Q192

測試結果發現，觀測成果計算起始時間約為 01:39:27 (GPS TIME)，結束時間為 03:00:14，所有觀測成果計解算出 4683 筆成果，詳如圖 3-18 (UNIT:M)，所得三軸方向平均值 (N、E、h) 及中誤差 (σ_N 、 σ_E 、 σ_h) 分別為：

三軸方向平均值			中誤差		
N	E	h	σ_N	σ_E	σ_h
2587712.682	180924.847	36.543	0.011	0.009	0.037

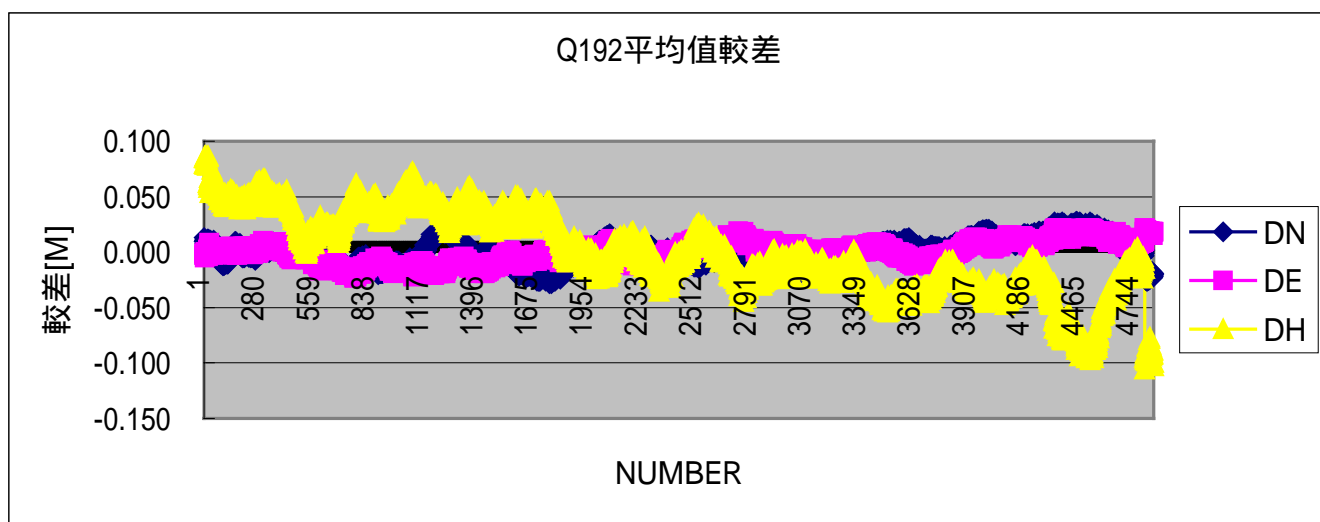


圖 3-18 Q192 計算成果與平均值較差之三軸分布圖

(9) Q193

測試結果發現，觀測成果計算起始時間約為 01:15:27 (GPS TIME)，結束時間為 01:21:15，所有觀測成果計解算出 349 筆成果，詳如圖 3-19 (UNIT:M)，所得三軸方向平均值 (N、E、h) 及中誤差 (σ_N 、 σ_E 、 σ_h) 分別為：

三軸方向平均值			中誤差		
N	E	h	σ_N	σ_E	σ_h
2588104.259	177118.262	40.314	0.011	0.006	0.054

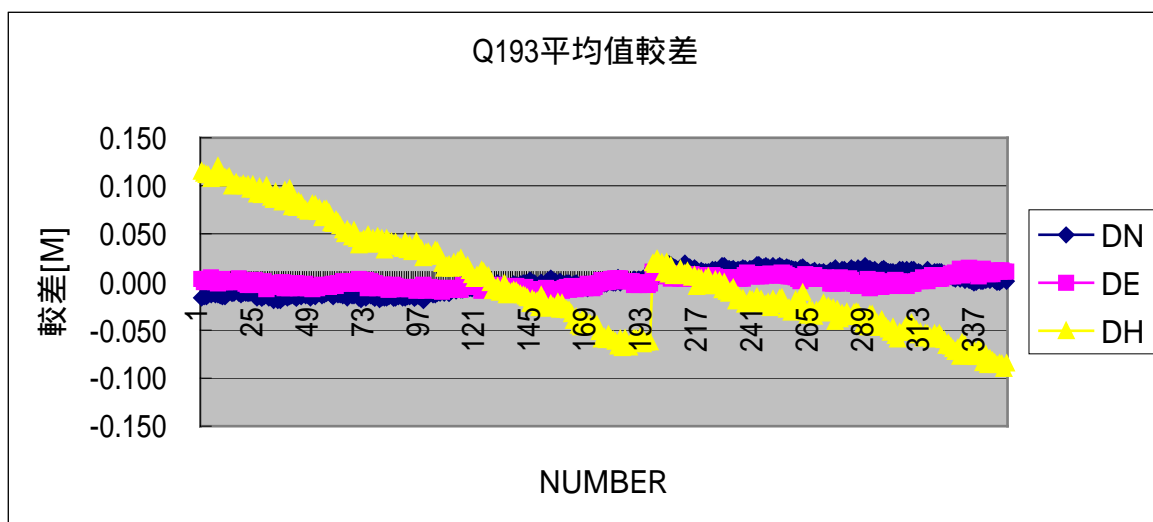


圖 3-19 Q193 計算成果與平均值較差之三軸分布圖

經過本次作業測試發現，所有點位之平面精度均符合 2 公分精度，而部分高程精度略大於五公分，推測應為主衛星異動之影響，證實本研究可在目前規劃約五十公里間距內正常運作計算，足可作為台灣地區設置虛擬基準站（VBS）計算中心之使用，另有關於台灣地區電離層、對流層及高程等相關影響定位精度，值得爾後再繼續研究精進。故本研究中發現，使用自行開發與商業用軟體（TTC）以 OTF 解算方法與 BERNESE 以 STATIC 解算方法作比較，為適應台灣地區電離層活躍特性，台灣地區電子基準站設置原則應以 50KM 為原則，以符合成果精度及設置成本。並且應以本章前節選點原則辦理選點規劃事宜，避免透空度不佳及有遮蔽地區，以免影響各基準站接收資料品質及衛星數量，以容易找到相同衛星，組出虛擬參考站資料，並以提高計算成果品質。

§3-5 VBS-RTK 定位精度分析

本節使用 6 個電子基準站，分別為：和美(HMEI)、埔里(PULI)、北港(BAGA)、竹崎(JUCH)、旗山(CHIS)以及成大(CK13)等站，另配合移動站(PL02)的外業觀測資料進行 VBS-RTK 定位技術的精度分析，點位分布如圖 3-20 所示。

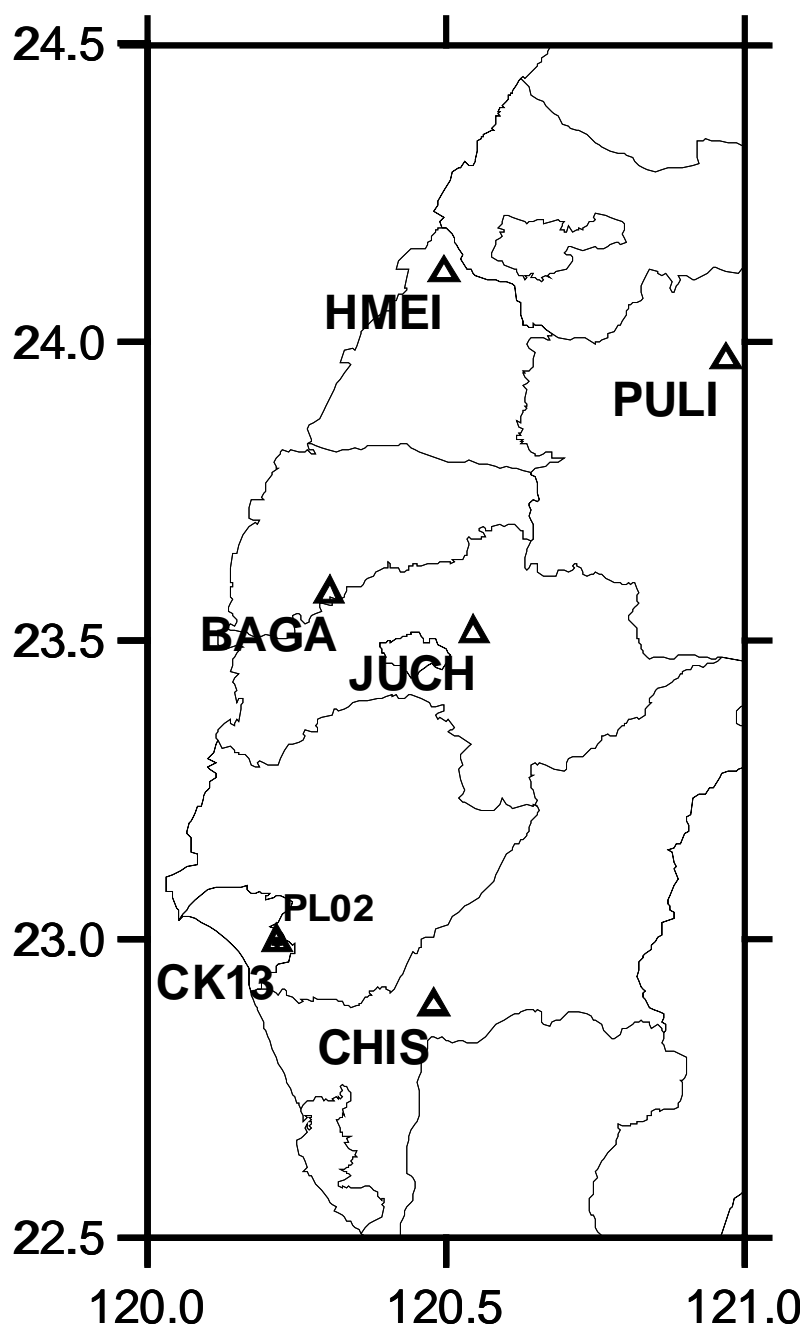


圖 3-20 電子基準站及移動站點位分布圖

精度分析使用的資料為民國 93 年 02 月 20 日各觀測站每秒接收 1 筆之 GPS 觀測資料。首先，以 Bernese Ver. 4.2 GPS 資料處理軟體進行 GPS 網形平差計算，最小約制於 CK01(成功大學架設於台南市體育公園之衛星追蹤站)的 TWD97 坐標，得到各電子基準站以及移動站 PL02 相對於 CK01 之網形平差坐標值，如表 3-20 所列，其將作為各電子基準站之起算精確坐標以及移動站(PL02)定位精度分析之參考對照坐標使用。

表 3-20 各電子基準站以及移動站 PL02 之網形平差成果坐標

點號		X 坐標 (m)	Y 坐標 (m)	Z 坐標 (m)
約制點 CK01		-2956266.150	5077239.846	2474278.360
電子 基 準 站	HMEI	-2956113.834	5018805.575	2590159.299
	PLUI	-3000976.082	5000290.524	2575562.612
	BAGA	-2951339.931	5049505.128	2535734.748
	JUCH	-2974183.082	5039603.900	2529046.720
	CHIS	-2982137.928	5066458.003	2465494.585
	CK13	-2956542.922	5076062.731	2476385.933
移動站 PL02		-2956545.560	5076061.213	2476385.967

由 GPS 衛星定位測量之相關文獻可以得知，在無 SA(Selective Availability)效應作用下，GPS 單點定位之導航坐標精度約為 30 m，本節以表 3-20 所列移動站 PL02 的網形平差精確坐標為基礎，顧及虛擬基準站(VBS)之位置宜位於各電子基準站內插範圍之內以及單點定位坐標精度等因素之考量，模擬了 9 個不同位置之 VBS 起算坐標進行精度分析，如表 3-21 以及圖 3-21 所示：

表 3-21 不同位置之 VBS 模擬起算坐標值

點號	X 坐標 (m)	Y 坐標 (m)	Z 坐標 (m)	備註
PL02	-2956545.560	5076061.213	2476385.967	表 3-4 之 Bernese 解算坐標
VBS1	-2956555.560	5076051.213	2476395.967	PL02 坐標於 X,Y 方向各減 10 m，Z 方向加 10 m
VBS2	-2956575.560	5076031.213	2476415.967	PL02 坐標於 X,Y 方向各減 30 m，Z 方向加 30 m
VBS3	-2956595.560	5076011.213	2476435.967	PL02 坐標於 X,Y 方向各減 50 m，Z 方向加 50 m
VBS4	-2956645.560	5075961.213	2476485.967	PL02 坐標於 X,Y 方向各減 100 m，Z 方向加 100 m
VBS5	-2956745.560	5075861.213	2476585.967	PL02 坐標於 X,Y 方向各減 200 m，Z 方向加 200 m
VBS6	-2956845.560	5075761.213	2476685.967	PL02 坐標於 X,Y 方向各減 300 m，Z 方向加 300 m
VBS7	-2956945.560	5075661.213	2476785.967	PL02 坐標於 X,Y 方向各減 400 m，Z 方向加 400 m
VBS8	-2957045.560	5075561.213	2476885.967	PL02 坐標於 X,Y 方向各減 500 m，Z 方向加 500 m
VBS9	-2957545.560	5075061.213	2477385.967	PL02 坐標於 X,Y 方向各減 1000 m，Z 方向加 1000 m

註：畫底線部份即為以 PL02 之網形平差坐標為參考依據所更換之坐標值。

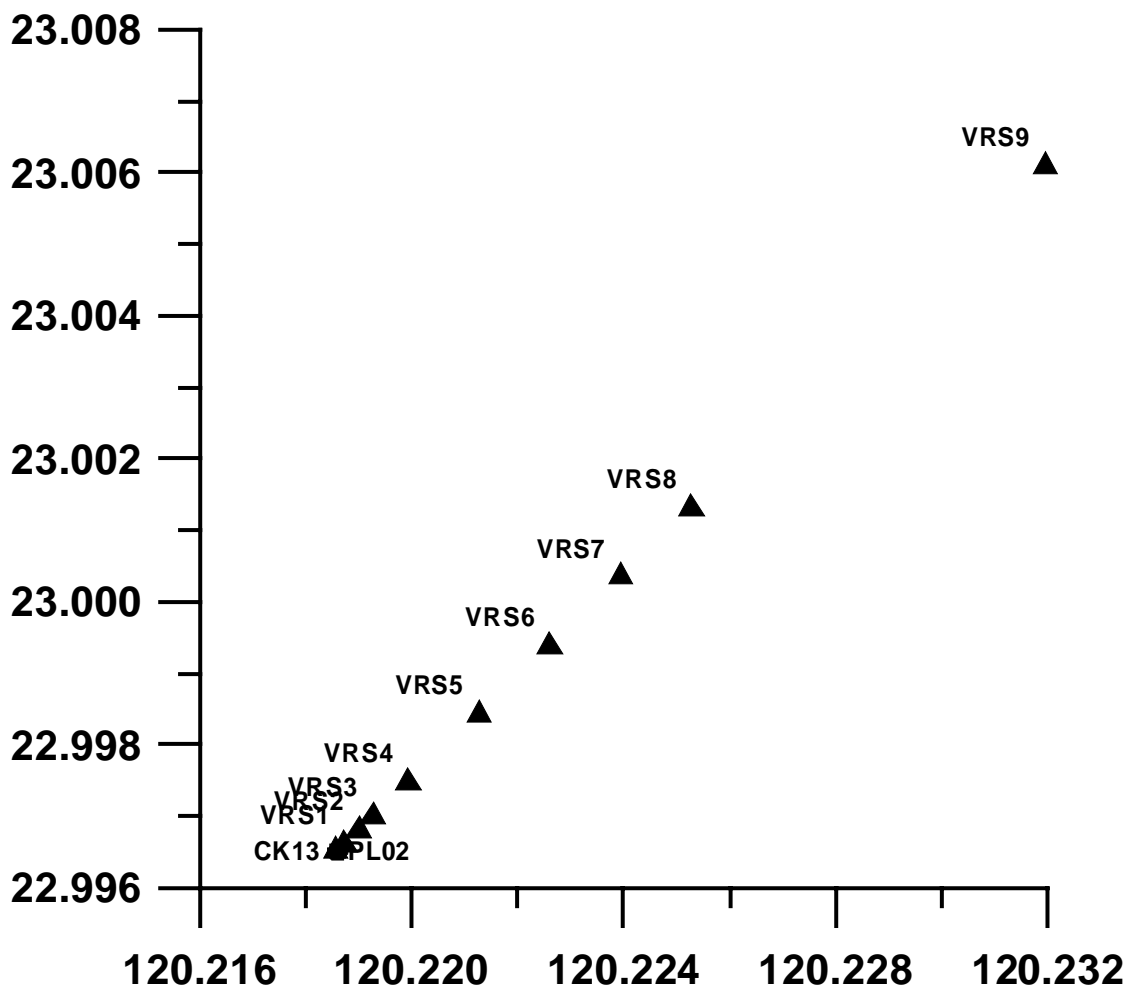


圖 3-21 不同位置之 VBS 虛擬基準站分布圖

另外，為了與短基線 RTK 之定位成果進行精度比較，本節使用 CK13(主站)與 PL02(移動站)的觀測資料，以 RTK 處理程式固定 CK13 的已知坐標進行 PL02 坐標之解算，將此成果與 Bernese 網形平差之成果以及利用各 VBS 站之虛擬觀測量解算得的 PL02 坐標成果進行交叉比較，得到表 3-22 ~ 表 3-24 以及圖 3-22 ~ 圖 3-31 等成果。

表 3-22 移動站 PL02 之 RTK 坐標計算成果比較表

點號	X 坐標 (m)	Y 坐標 (m)	Z 坐標 (m)	備註
PL02	-2956545.560	5076061.213	2476385.967	Bernese 之坐標解算成果
	-2956545.556	5076061.233	2476385.973	CK13 → PL02 [距離約 3 m]
	-2956545.553	5076061.231	2476385.972	VBS1 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 10^2)}$ m]
	-2956545.552	5076061.230	2476385.971	VBS2 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 30^2)}$ m]
	-2956545.551	5076061.229	2476385.971	VBS3 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 50^2)}$ m]
	-2956545.548	5076061.226	2476385.969	VBS4 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 100^2)}$ m]
	-2956545.542	5076061.221	2476385.967	VBS5 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 200^2)}$ m]
	-2956545.536	5076061.216	2476385.964	VBS6 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 300^2)}$ m]
	-2956545.529	5076061.211	2476385.962	VBS7 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 400^2)}$ m]
	-2956545.523	5076061.206	2476385.959	VBS8 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 500^2)}$ m]
	-2956545.493	5076061.181	2476385.946	VBS9 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 1000^2)}$ m]

表 3-23 移動站 PL02 之 RTK 坐標計算成果較差表(XYZ 方向)

點號	X 坐標 (cm)	Y 坐標 (cm)	Z 坐標 (cm)	備註
PL02	0.0	0.0	0.0	Bernese 之坐標解算成果
	0.4	2.0	0.6	CK13 → PL02 [距離約 3 m]
	0.7	1.8	0.5	VBS1 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 10^2)}$ m]
	0.8	1.7	0.4	VBS2 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 30^2)}$ m]
	0.9	1.6	0.4	VBS3 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 50^2)}$ m]
	1.2	1.3	0.2	VBS4 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 100^2)}$ m]
	1.8	0.8	0.0	VBS5 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 200^2)}$ m]
	2.4	0.3	-0.3	VBS6 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 300^2)}$ m]
	3.1	-0.2	-0.5	VBS7 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 400^2)}$ m]
	3.7	-0.7	-0.8	VBS8 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 500^2)}$ m]
	6.7	-3.2	-2.1	VBS9 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 1000^2)}$ m]

註：以 PL02 網形平差之坐標成果為依據，計算各坐標之相對較差值。

表 3-24 移動站 PL02 之 RTK 坐標計算成果較差表(NEh 方向)

點號	N 坐標 (cm)	E 坐標 (cm)	h 坐標 (cm)	備註
PL02	0.0	0.0	0.0	Bernese 之坐標解算成果
	0.0	-1.4	1.6	CK13 → PL02 [距離約 3 m]
	0.0	-1.5	1.3	VBS1 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 10^2)}$ m]
	0.0	-1.6	1.1	VBS2 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 30^2)}$ m]
	0.0	-1.6	1.0	VBS3 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 50^2)}$ m]
	0.0	-1.7	0.6	VBS4 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 100^2)}$ m]
	0.1	-2.0	-0.2	VBS5 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 200^2)}$ m]
	0.1	-2.2	-1.0	VBS6 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 300^2)}$ m]
	0.2	-2.6	-1.8	VBS7 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 400^2)}$ m]
	0.2	-2.9	-2.6	VBS8 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 500^2)}$ m]
	0.5	-4.2	-6.5	VBS9 → PL02 [距離 $\sqrt{(3 \times 1000^2)}$ m]

註：以 PL02 網形平差之坐標成果為依據，計算各坐標之相對較差值。

由表 3-22 之較差比較可以得知，以 VBS 技術進行移動站 PL02 之定位求解，其與網形平差成果之差異，當 VBS 與移動站(Rover)之距離在 $\sqrt{(3 \times 500^2)}$ m 範圍內時，其平面與高程之定位精度均可在 ± 3 cm 之內，但若 VBS 與 Rover 之距離達 $\sqrt{(3 \times 1000^2)}$ m 時，其相應的平面與高程精度均無法達於合約的要求，故進行 e-GPS 測量時，移動站的導航坐標誤差應小於 ± 500 m，在一般的作業情況下，均可符合此項要求。各電子基準站、移動站 PL02 之觀測資料以及 VBS1 ~ VBS9 之虛擬觀測資料部份內容如附錄所示。

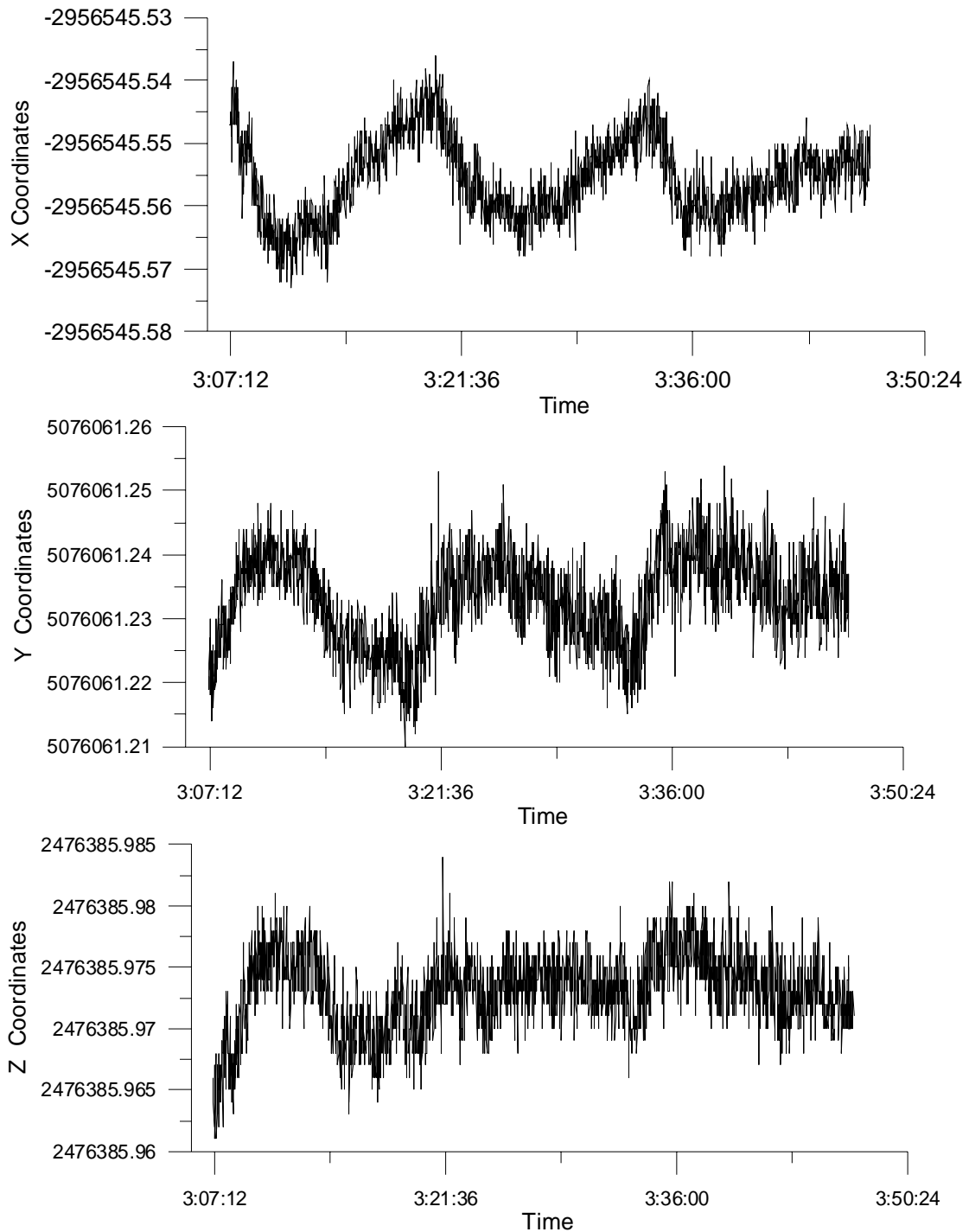


圖 3-22 基線 CK13~PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-22 於各觀測時間 CK13 → PL02 基線之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 X, Y, Z 坐標之標準偏差分別為 $\pm 6 \text{ mm}$ 、 $\pm 7 \text{ mm}$ 以及 $\pm 3 \text{ mm}$ 。

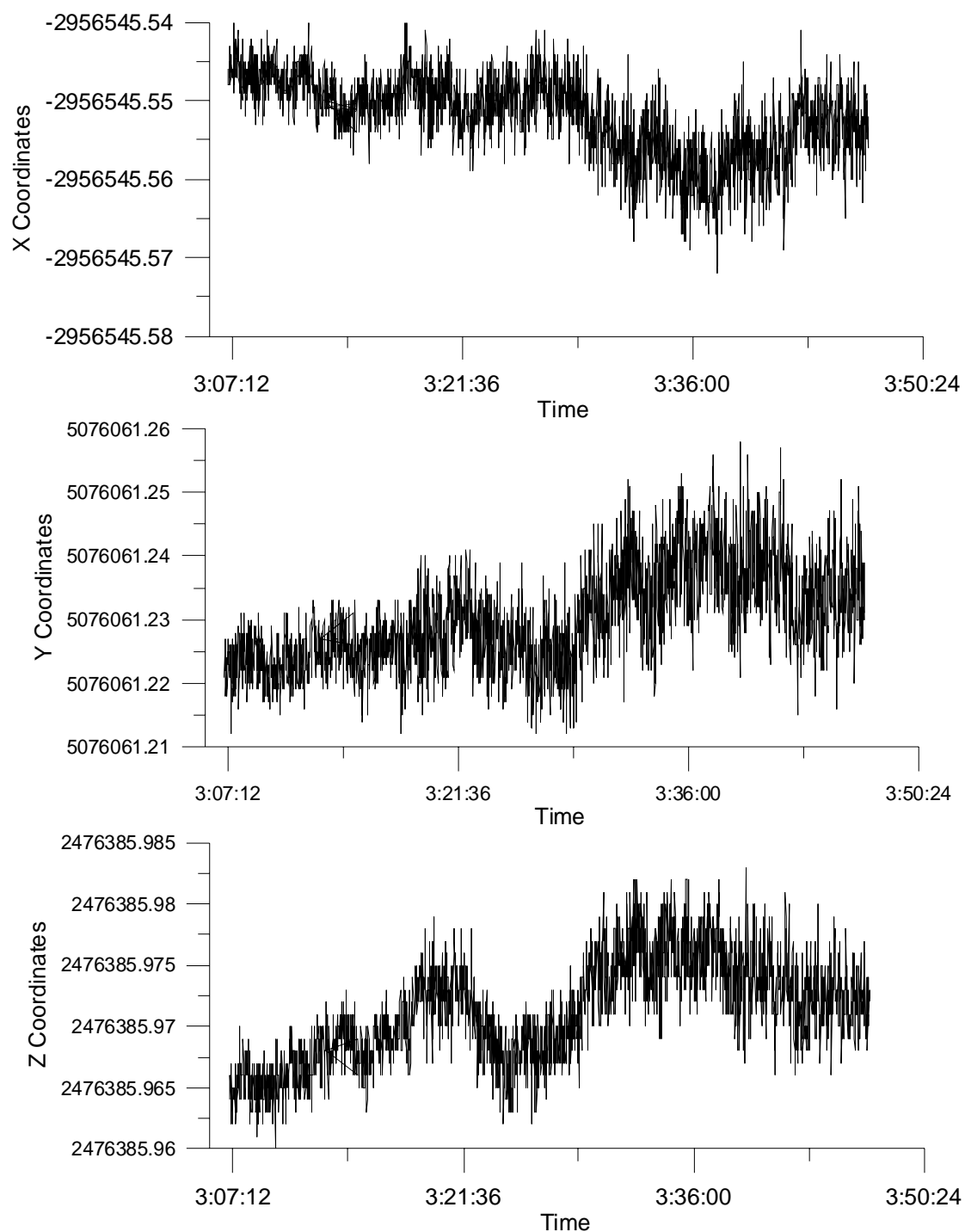


圖 3-23 基線 VBS1 ~ PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-23 於各觀測時間 VBS1 → PL02 基線之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 X, Y, Z 坐標之標準偏差分別為 $\pm 5 \text{ mm}$ 、 $\pm 8 \text{ mm}$ 以及 $\pm 4 \text{ mm}$ 。

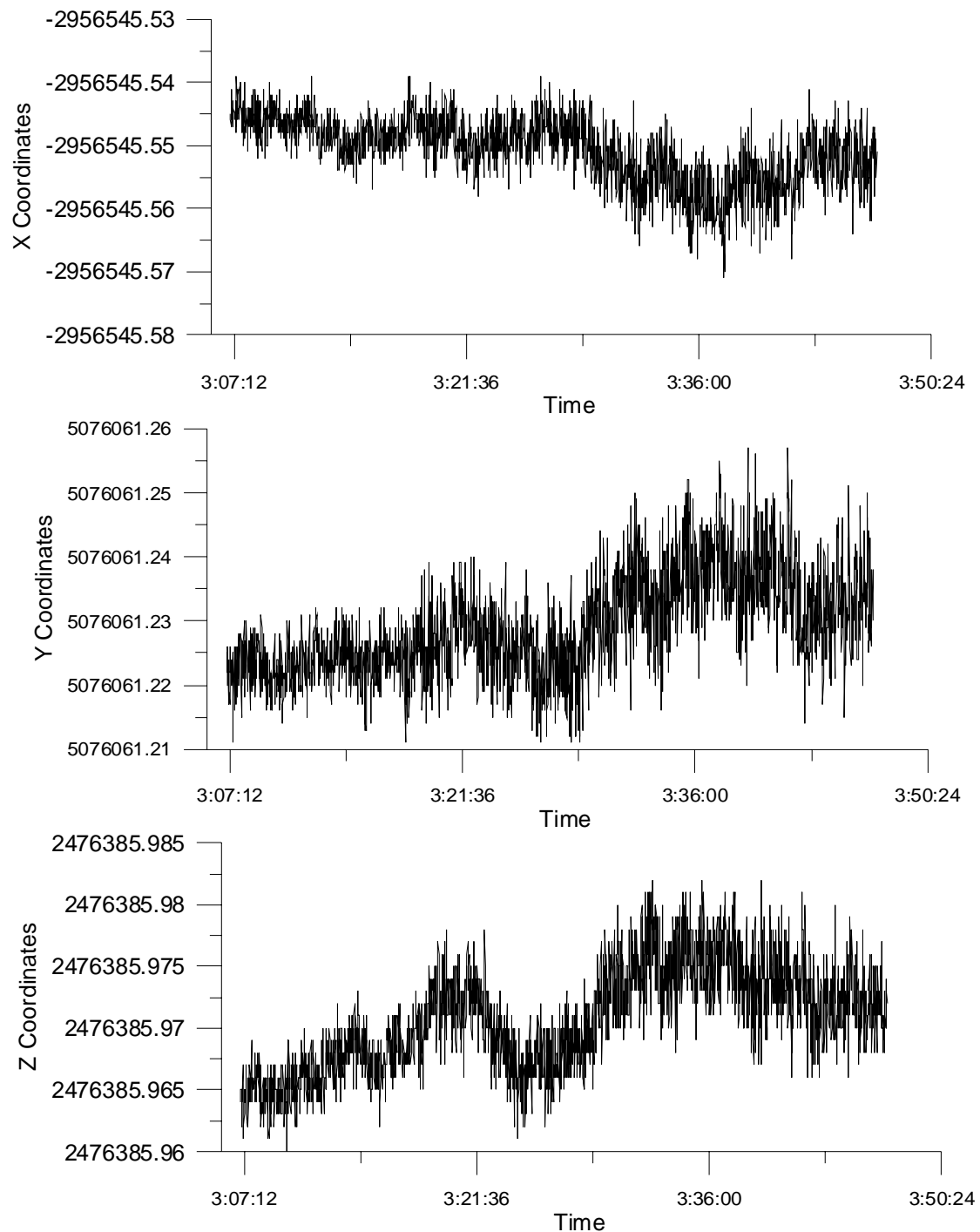


圖 3-24 基線 VBS2 ~ PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-24 於各觀測時間 VBS2 → PL02 基線之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 X, Y, Z 坐標之標準偏差分別為 $\pm 5 \text{ mm}$ 、 $\pm 8 \text{ mm}$ 以及 $\pm 4 \text{ mm}$ 。

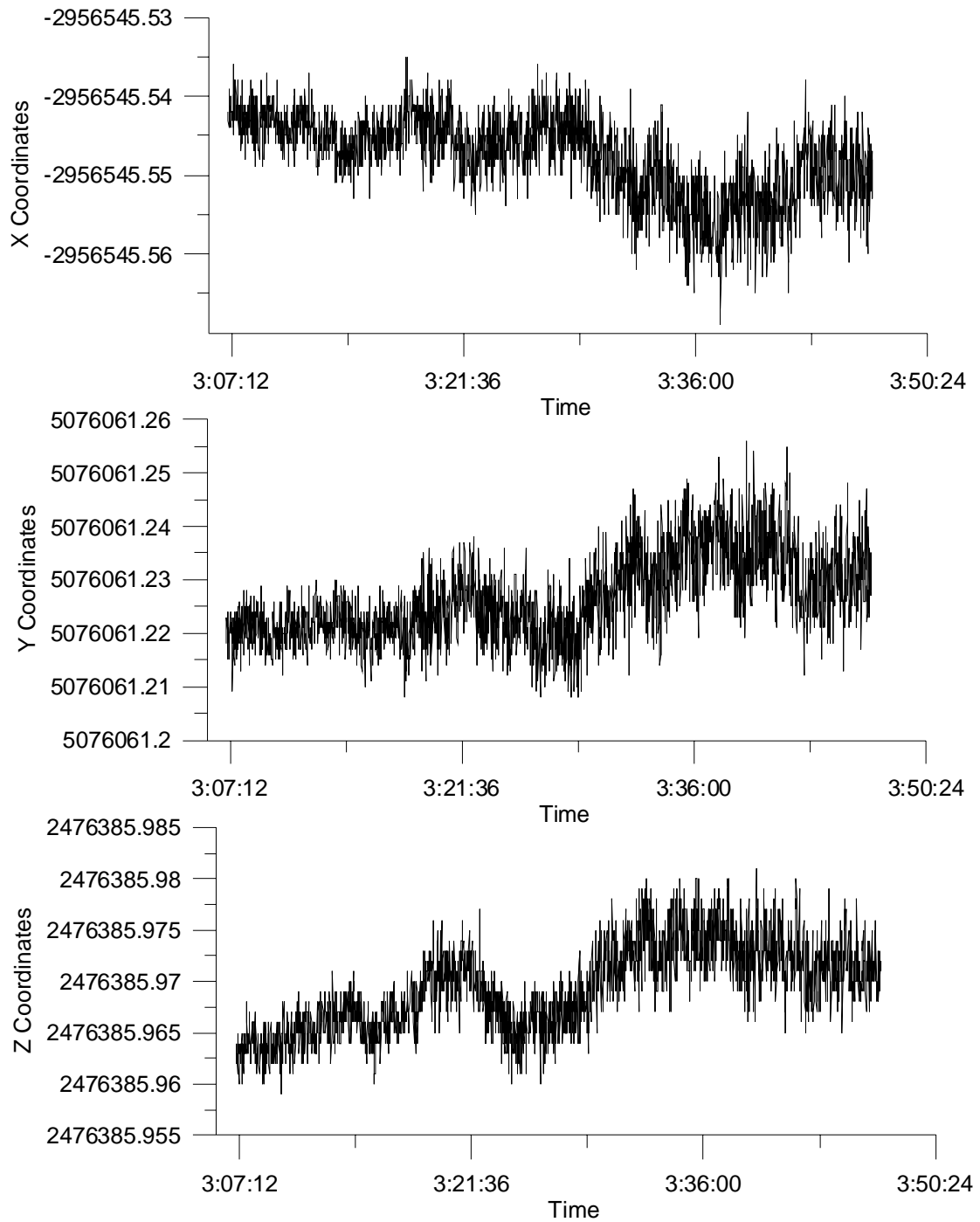


圖 3-25 基線 VBS3 ~ PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-25 於各觀測時間 VBS3 → PL02 基線之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 X, Y, Z 坐標之標準偏差分別為 $\pm 5 \text{ mm}$ 、 $\pm 8 \text{ mm}$ 以及 $\pm 4 \text{ mm}$ 。

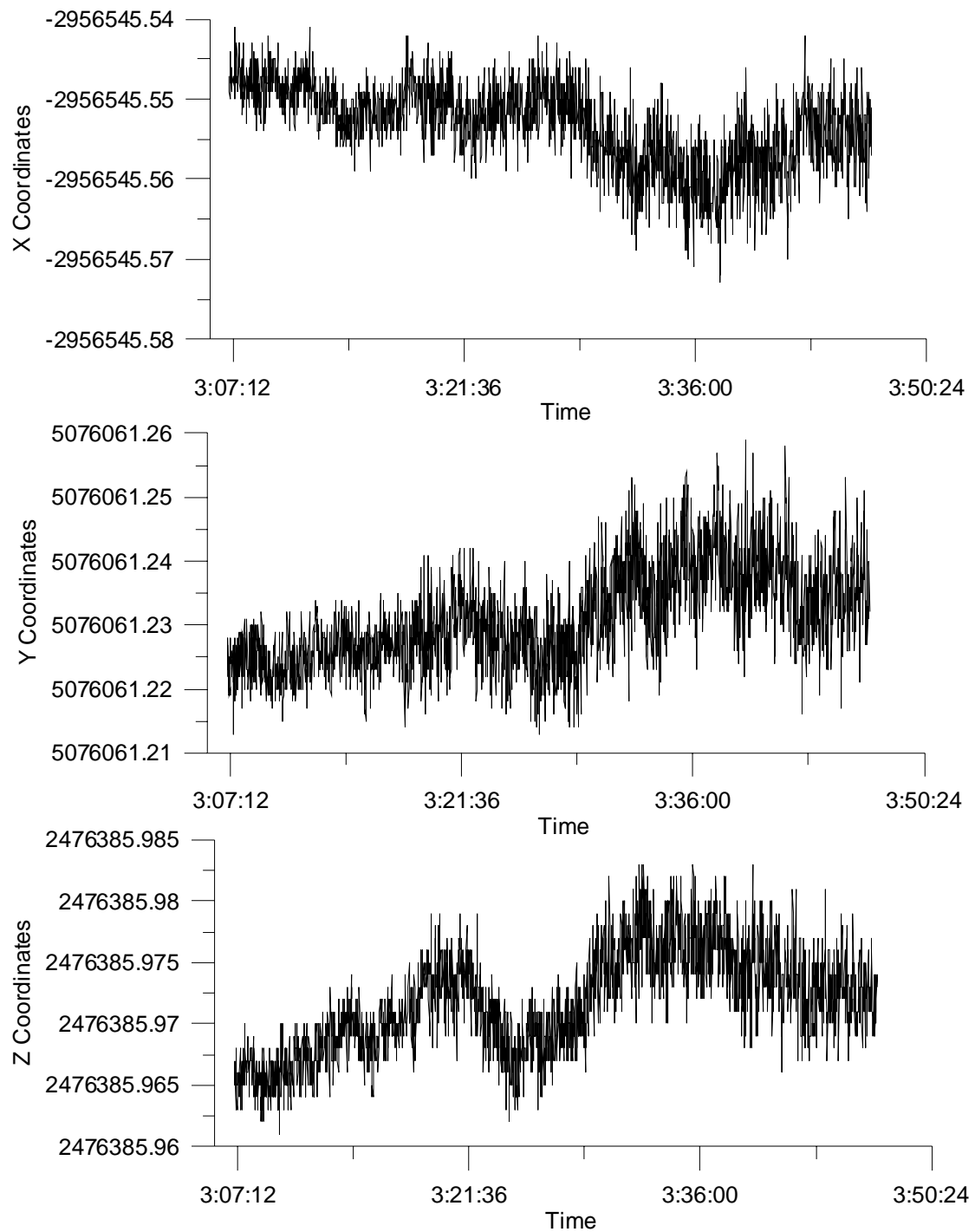


圖 3-26 基線 VBS4 ~ PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-26 於各觀測時間 VBS4 → PL02 基線之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 X, Y, Z 坐標之標準偏差分別為 $\pm 5 \text{ mm}$ 、 $\pm 8 \text{ mm}$ 以及 $\pm 4 \text{ mm}$ 。

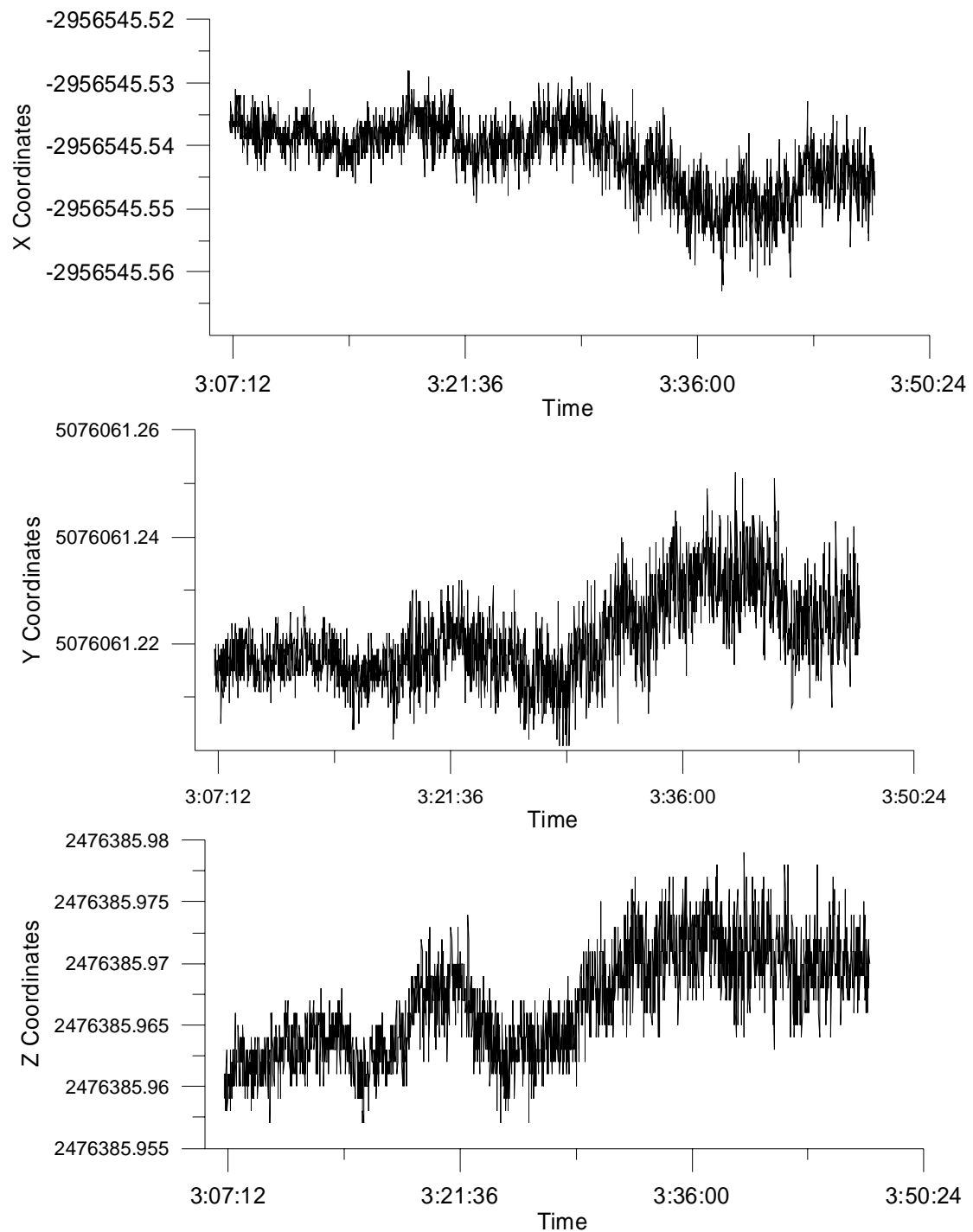


圖 3-27 基線 VBS5 ~ PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-27 於各觀測時間 VBS5 → PL02 基線之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 X, Y, Z 坐標之標準偏差分別為 $\pm 6 \text{ mm}$ 、 $\pm 8 \text{ mm}$ 以及 $\pm 4 \text{ mm}$ 。

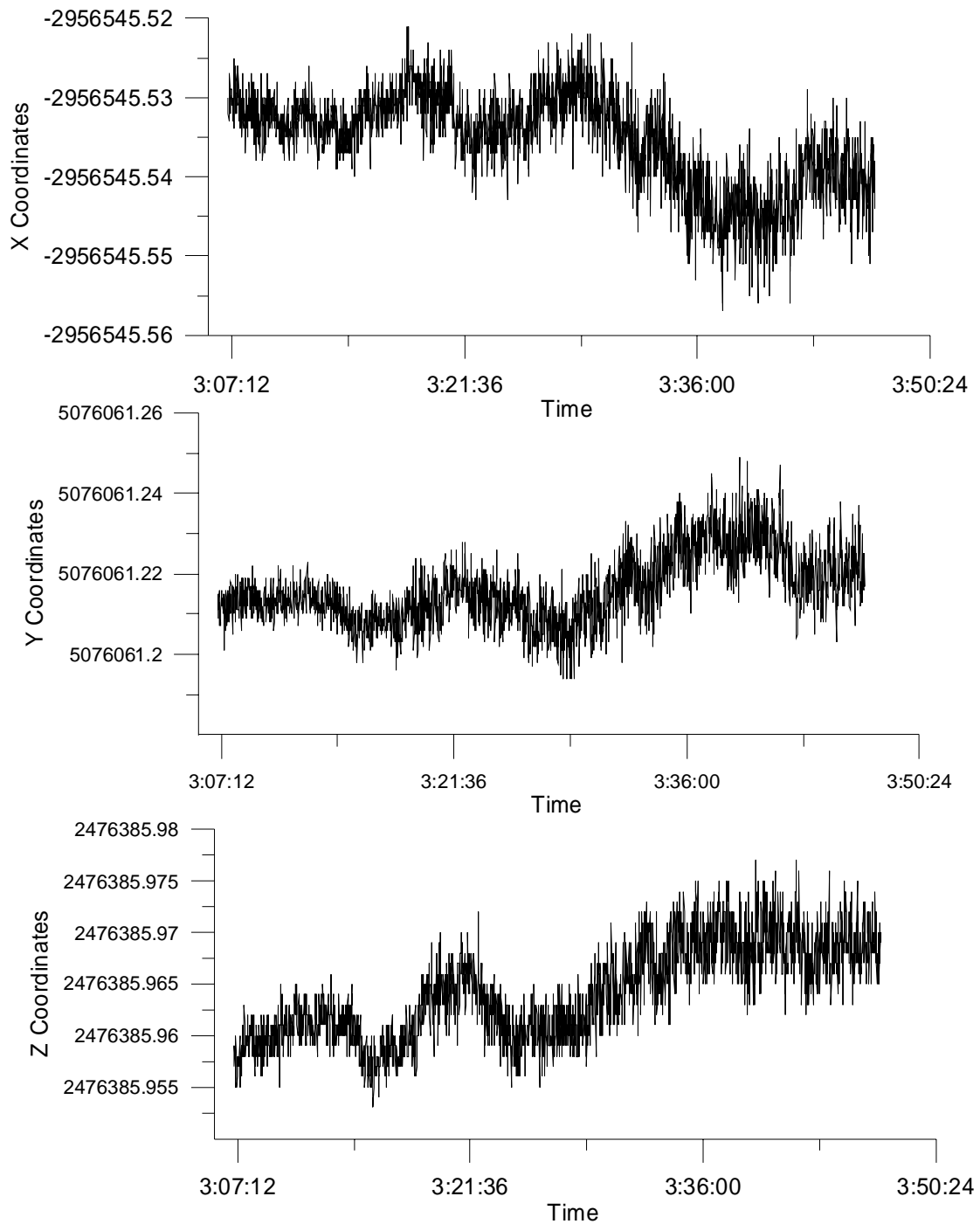


圖 3-28 基線 VBS6 ~ PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-28 於各觀測時間 VBS6 → PL02 基線之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 X, Y, Z 坐標之標準偏差分別為 $\pm 6 \text{ mm}$ 、 $\pm 9 \text{ mm}$ 以及 $\pm 5 \text{ mm}$ 。

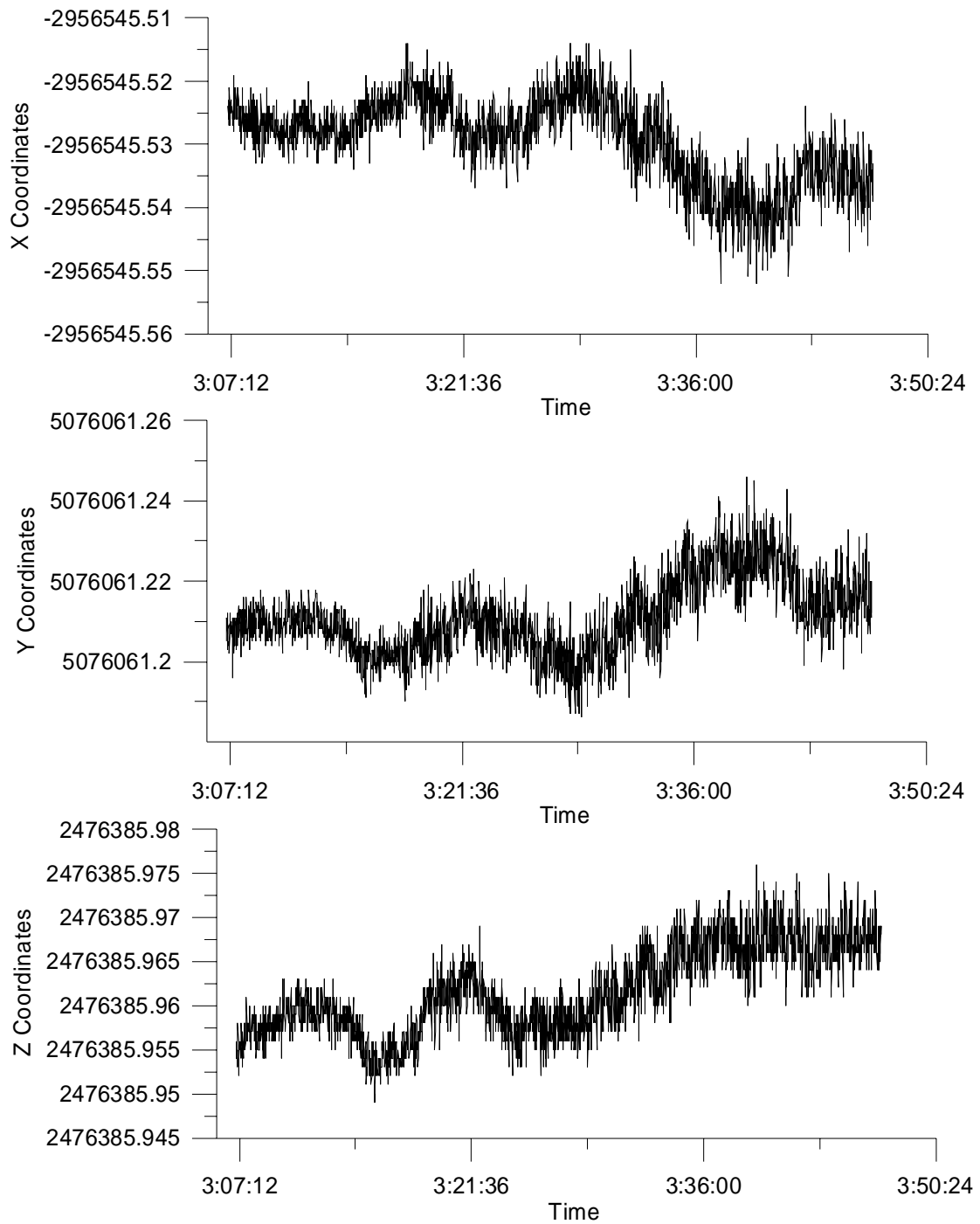


圖 3-29 基線 VBS7 ~ PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-29 於各觀測時間 VBS7 → PL02 基線之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 X, Y, Z 坐標之標準偏差分別為 $\pm 7 \text{ mm}$ 、 $\pm 9 \text{ mm}$ 以及 $\pm 5 \text{ mm}$ 。

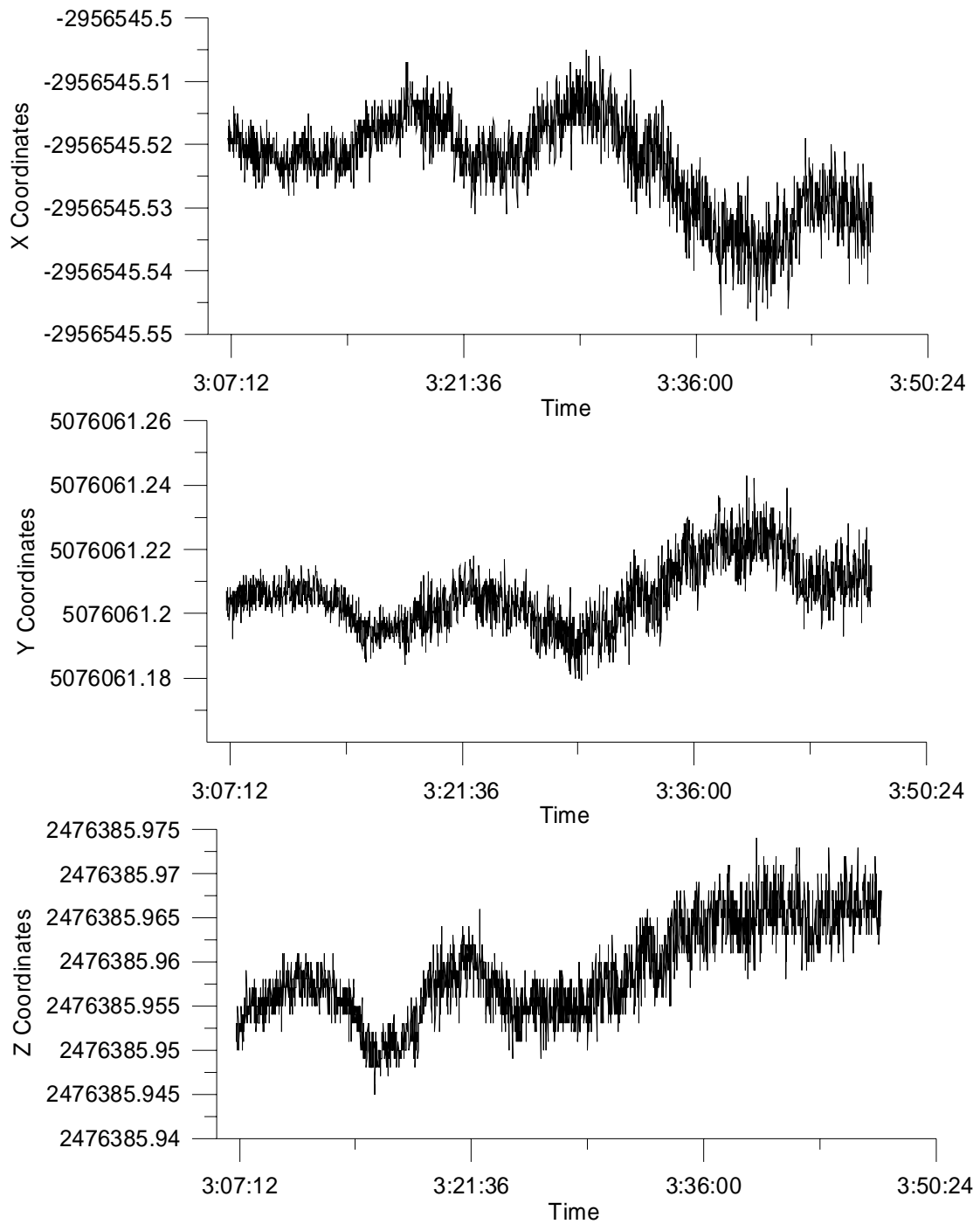


圖 3-30 基線 VBS8 ~ PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-30 於各觀測時間 VBS8 → PL02 基線之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 X, Y, Z 坐標之標準偏差分別為 $\pm 7 \text{ mm}$ 、 $\pm 10 \text{ mm}$ 以及 $\pm 5 \text{ mm}$ 。

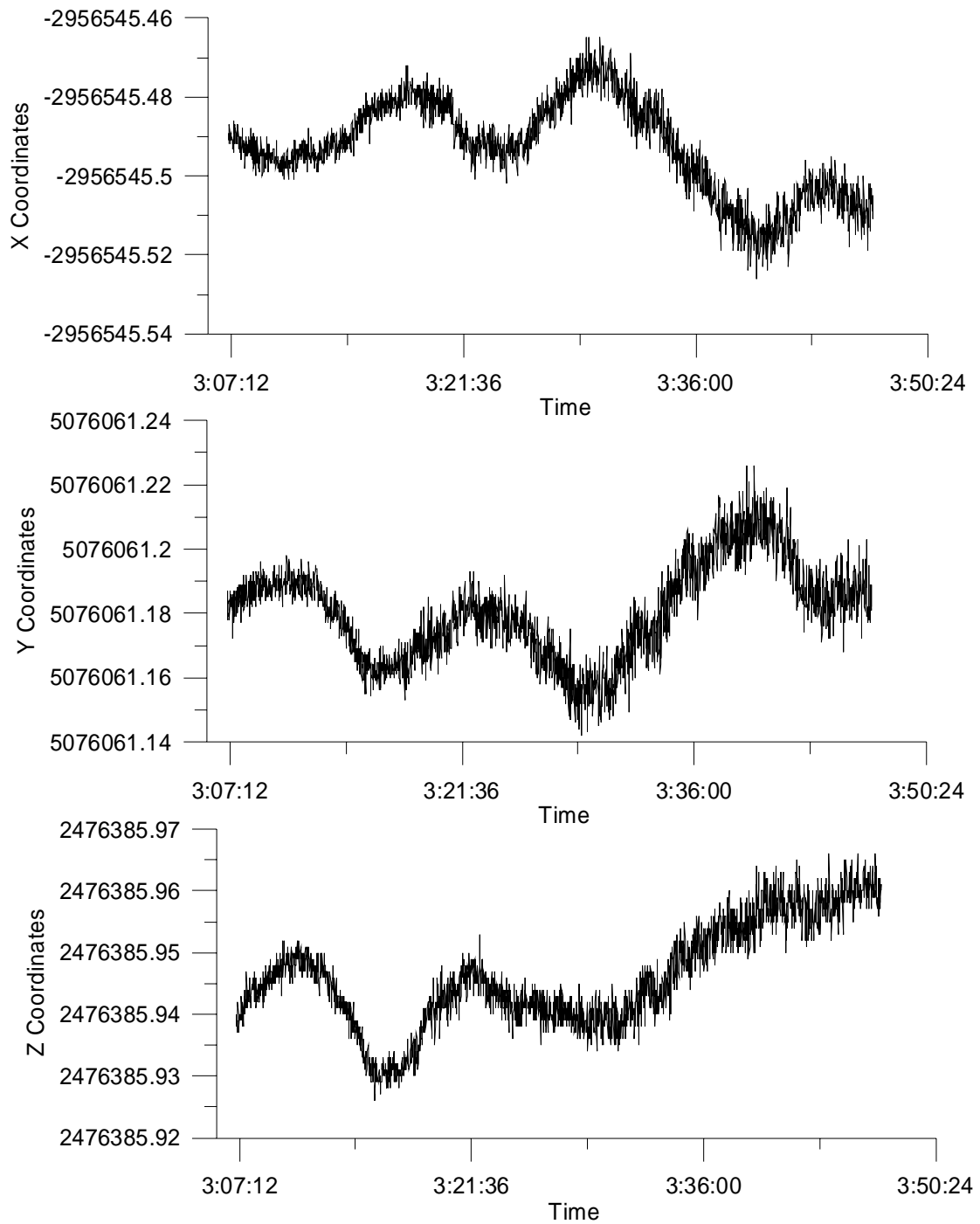


圖 3-31 基線 VBS9 ~ PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-31 於各觀測時間 VBS9 → PL02 基線之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 X, Y, Z 坐標之標準偏差分別為 ± 12 mm、 ± 15 mm 以及 ± 8 mm。

表 3-22 ~ 表 3-24 以及圖 3-22 ~ 圖 3-31 等成果均是以成功大學架設之基準站(CK13)作為計算 VBS 虛擬資料之參考主站，接下來本節將更換計算的參考主站至竹崎站(JUCH)，進行下列各項相關分析：

- (1) 更換參考主站以產生 VBS 資料之成果精度分析，
- (2) 基準站個數對 VBS-RTK 計算成果之影響分析，
- (3) 虛擬主站(VBS)外插情形之成果分析。

圖 3-32 為運用圖 3-20 所示之 6 個基準站觀測資料，並將計算的參考主站更換至竹崎(JUCH)，以移動站 PL02 的網形平差成果坐標(表 3-20 所列)，在 X, Y 方向各減 10 m，Z 方向加 10 m 作為虛擬主站之計算坐標，據以產生虛擬主站的觀測資料，利用 RTK 程式配合 PL02 站的實測觀測資料計算 PL02 的 RTK 坐標成果，Delta N、Delta E 與 Delta h 分別表示所得 PL02 RTK 計算成果坐標與網形平差成果坐標在 N、E 與 h 方向上的差異，可得知平均值分別是 -2.1 cm、1.0 cm 以及 3.1 cm，標準偏差則分別為 ± 0.3 cm、 ± 0.3 cm 與 ± 1.3 cm，顯示出，即使是更換計算的參考主站位置，其 VBS-RTK 成果之精度仍符合規範要求。

接下來分析基準站個數對 VBS-RTK 計算成果的影響，這裡仍是以竹崎(JUCH)為計算參考主站，分別分析僅剩 5 個基準站(使用 4 個參數)、4 個基準站(使用 3 個參數)以及 3 個基準站(使用 2 個參數)的 PL02 RTK 解算成果，如圖 3-33 至圖 3-38 所示，虛擬主站的計算坐標亦均是以移動站 PL02 的網形平差成果坐標(表 3-20 所列)，在 X, Y 方向各減 10 m，Z 方向加 10 m 進行分析計算，並比較 PL02 的 RTK 計算成果與網形平差坐標之差異，得到在 N、E 與 h 方向差異的平均值均分別為 -1.4 cm、0.0 cm 與 2.6 cm，標準偏差亦分別為 ± 0.3 cm、 ± 0.2 cm 以及 ± 0.9 cm，顯示出對於移動站 PL02(其僅與 CK13 基準站相距約 3 m)的 RTK 計算成果而言，基準站個數對其成果的影響並不大。綜合而論，對於短基線，如 CK13-PL02 僅相距約 3m 之 GPS 基線來說，不論是使用何種內插模式(4 參數、3 參數或 2 參數)，其於成果上均未有顯著之差異。

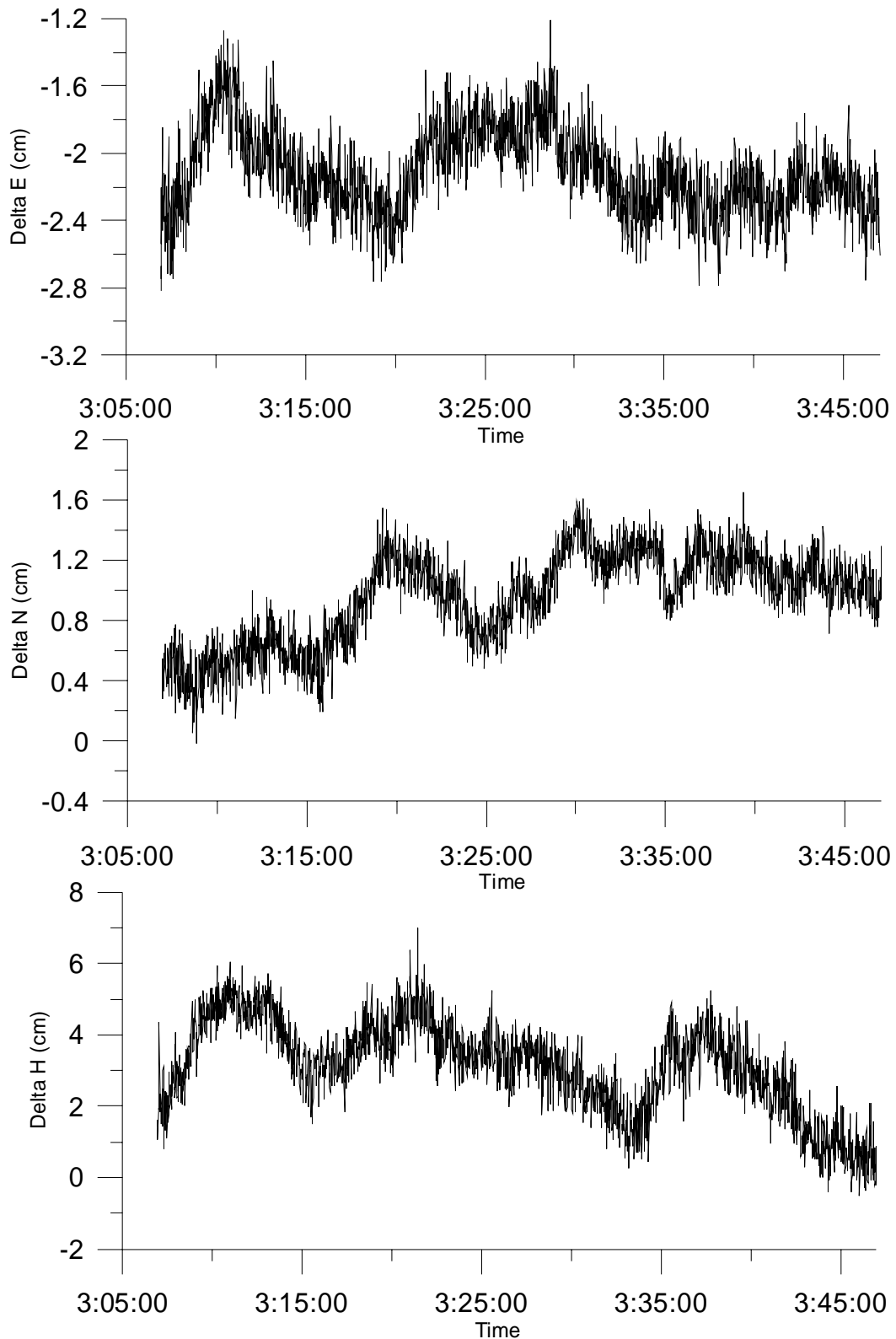


圖 3-32 更換主站至竹崎(JUCH)之 PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-32 依各觀測時間之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 N, E, h 坐標之標準偏差分別為 $\pm 3 \text{ mm}$ 、 $\pm 3 \text{ mm}$ 以及 $\pm 13 \text{ mm}$ 。

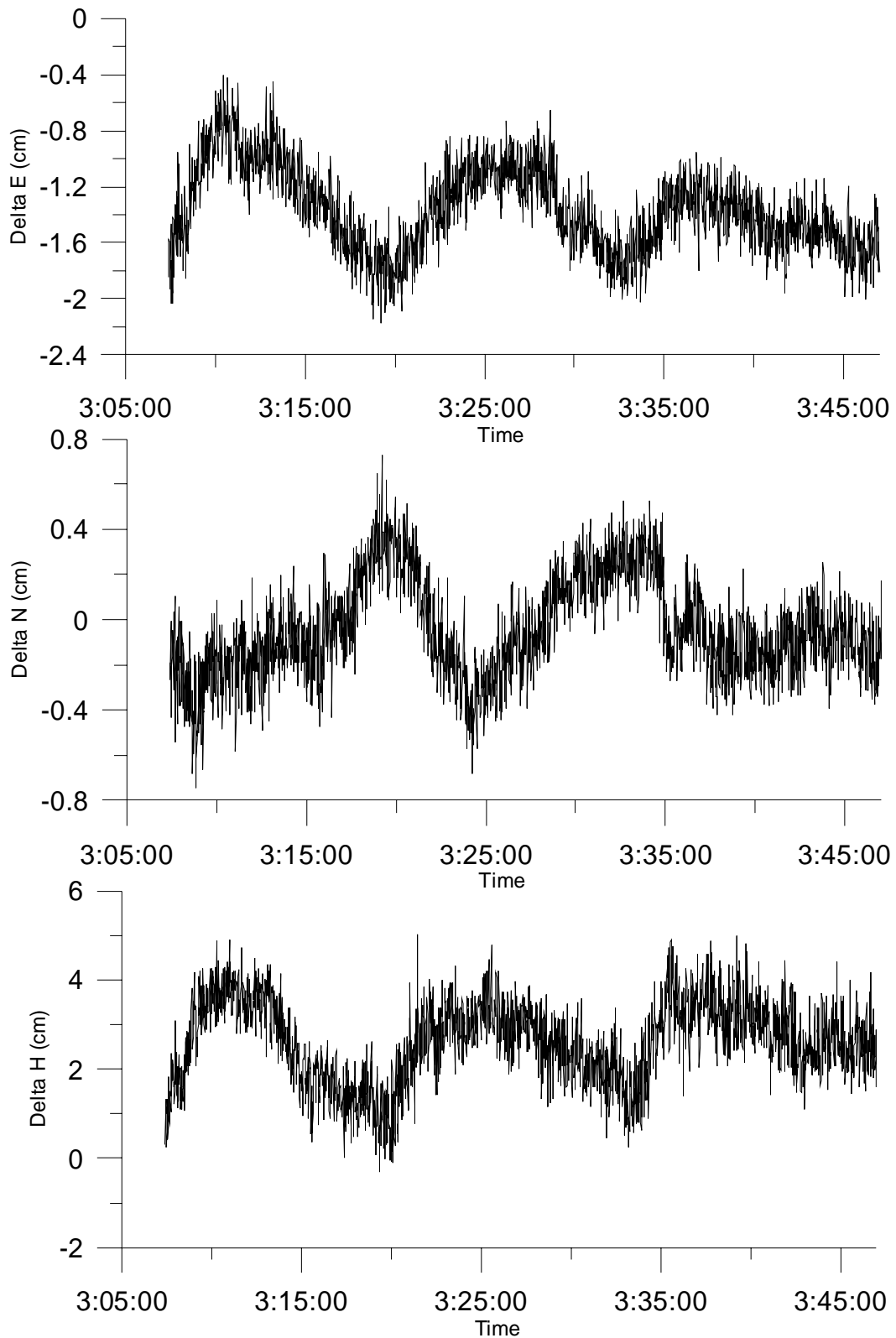


圖 3-33 缺少和美(HMEI)基準站之 PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-33 依各觀測時間之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 N, E, h 坐標之標準偏差分別為 $\pm 3 \text{ mm}$ 、 $\pm 2 \text{ mm}$ 以及 $\pm 9 \text{ mm}$ 。

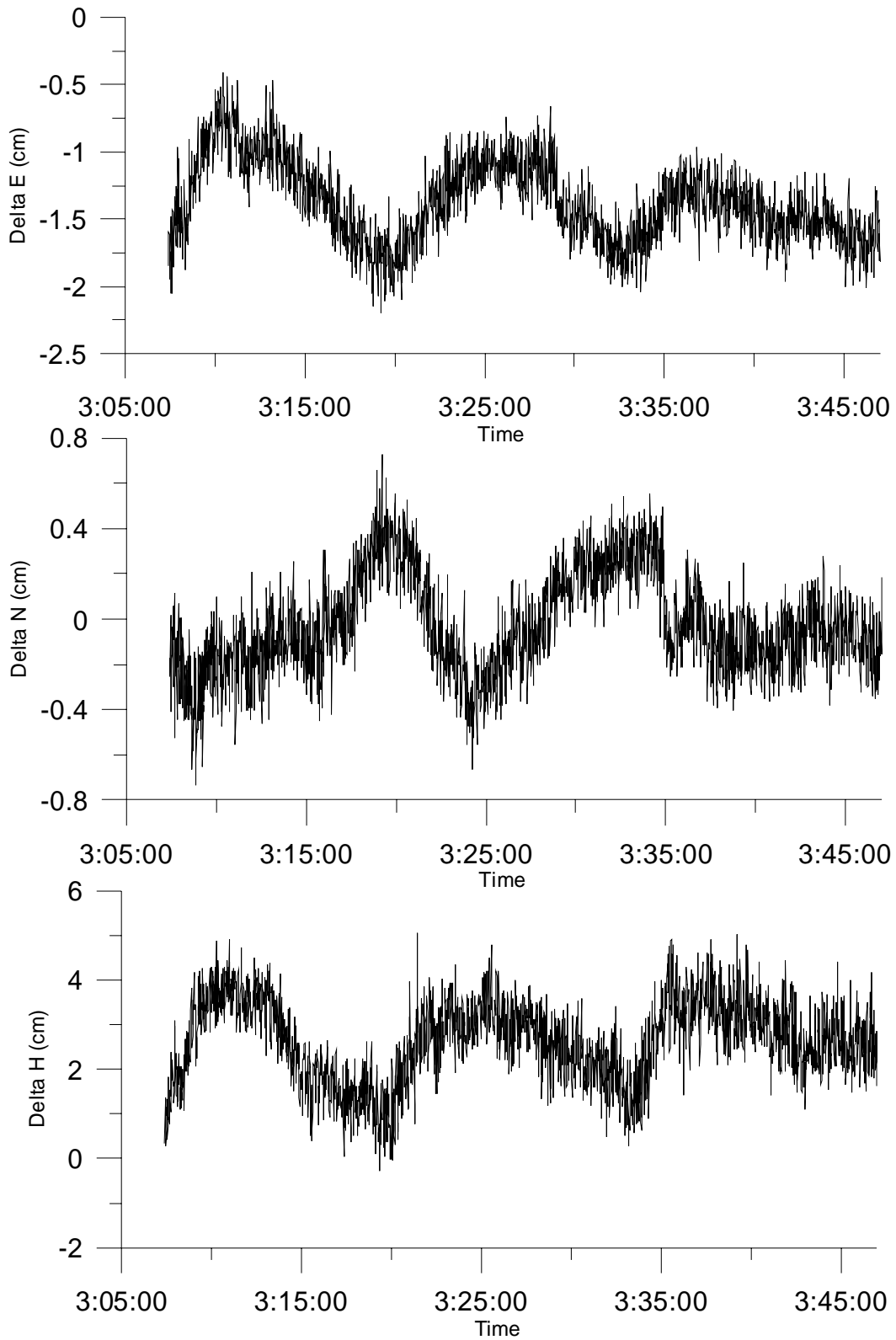


圖 3-34 缺少北港(BAGA)基準站之 PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-34 依各觀測時間之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 N, E, h 坐標之標準偏差分別為 $\pm 3 \text{ mm}$ 、 $\pm 2 \text{ mm}$ 以及 $\pm 9 \text{ mm}$ 。

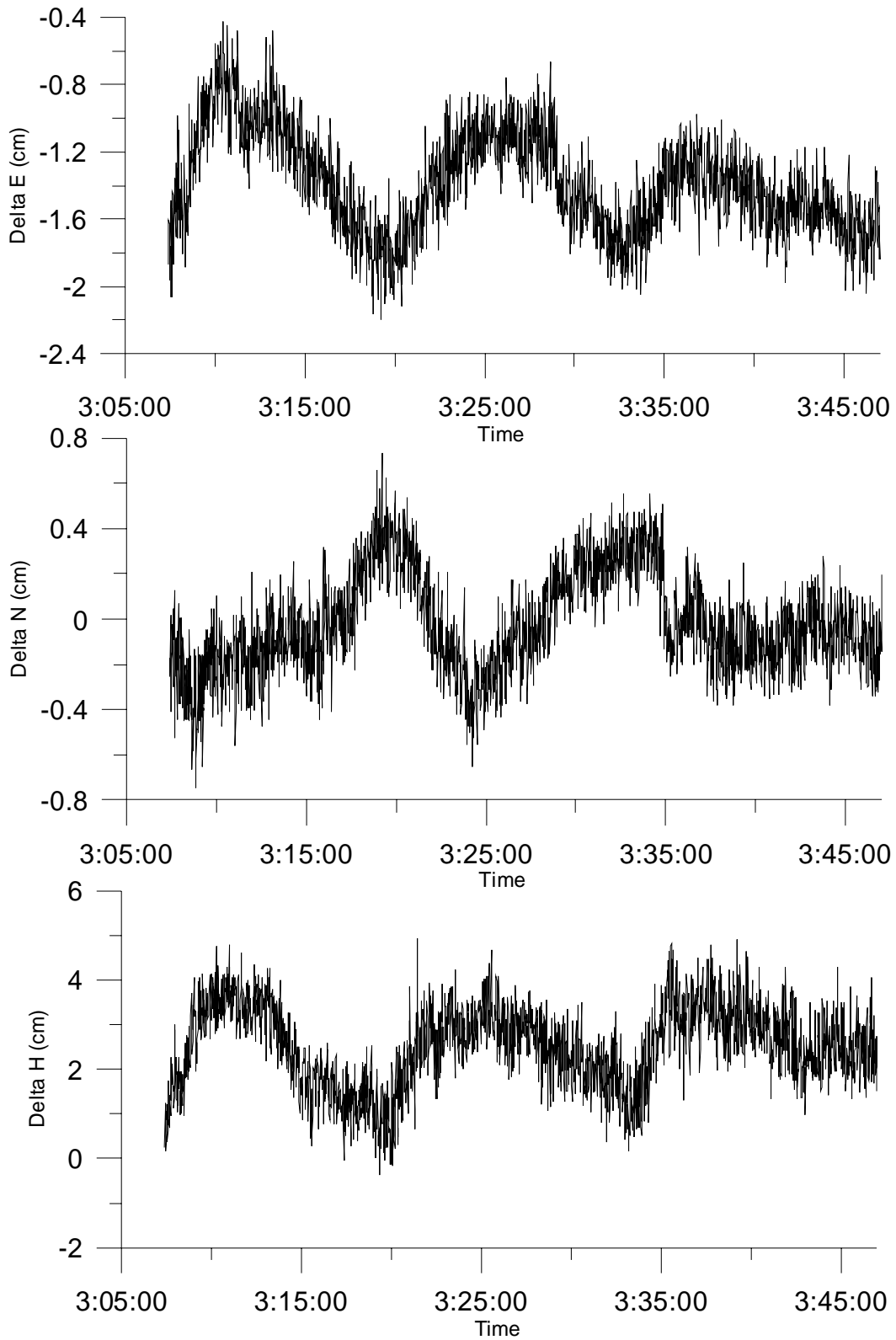


圖 3-35 缺少和美、埔里基準站之 PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-35 依各觀測時間之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 N, E, h 坐標之標準偏差分別為 $\pm 3 \text{ mm}$ 、 $\pm 2 \text{ mm}$ 以及 $\pm 9 \text{ mm}$ 。

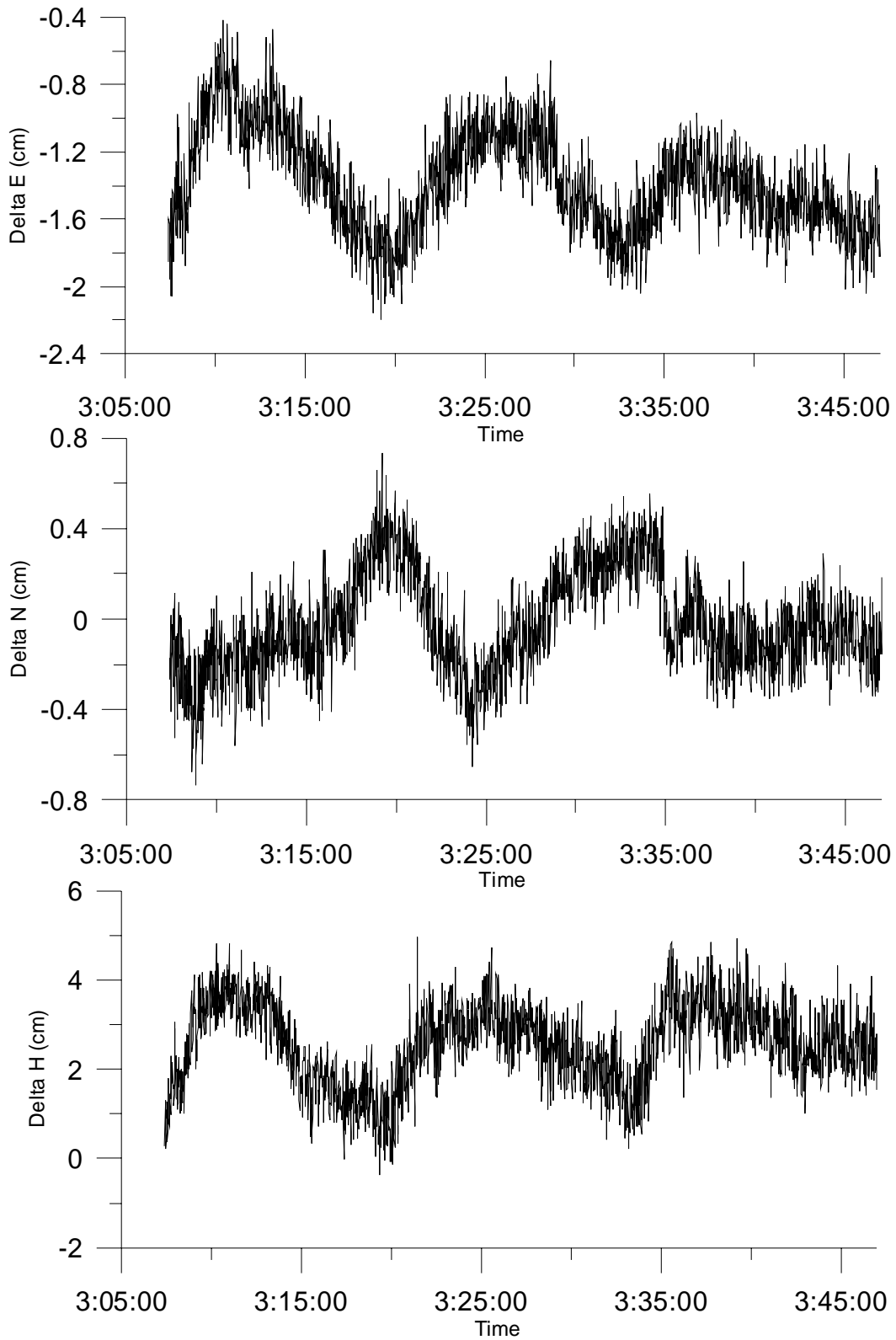


圖 3-36 缺少北港、旗山基準站之 PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-36 依各觀測時間之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 N, E, h 坐標之標準偏差分別為 $\pm 3 \text{ mm}$ 、 $\pm 2 \text{ mm}$ 以及 $\pm 9 \text{ mm}$ 。

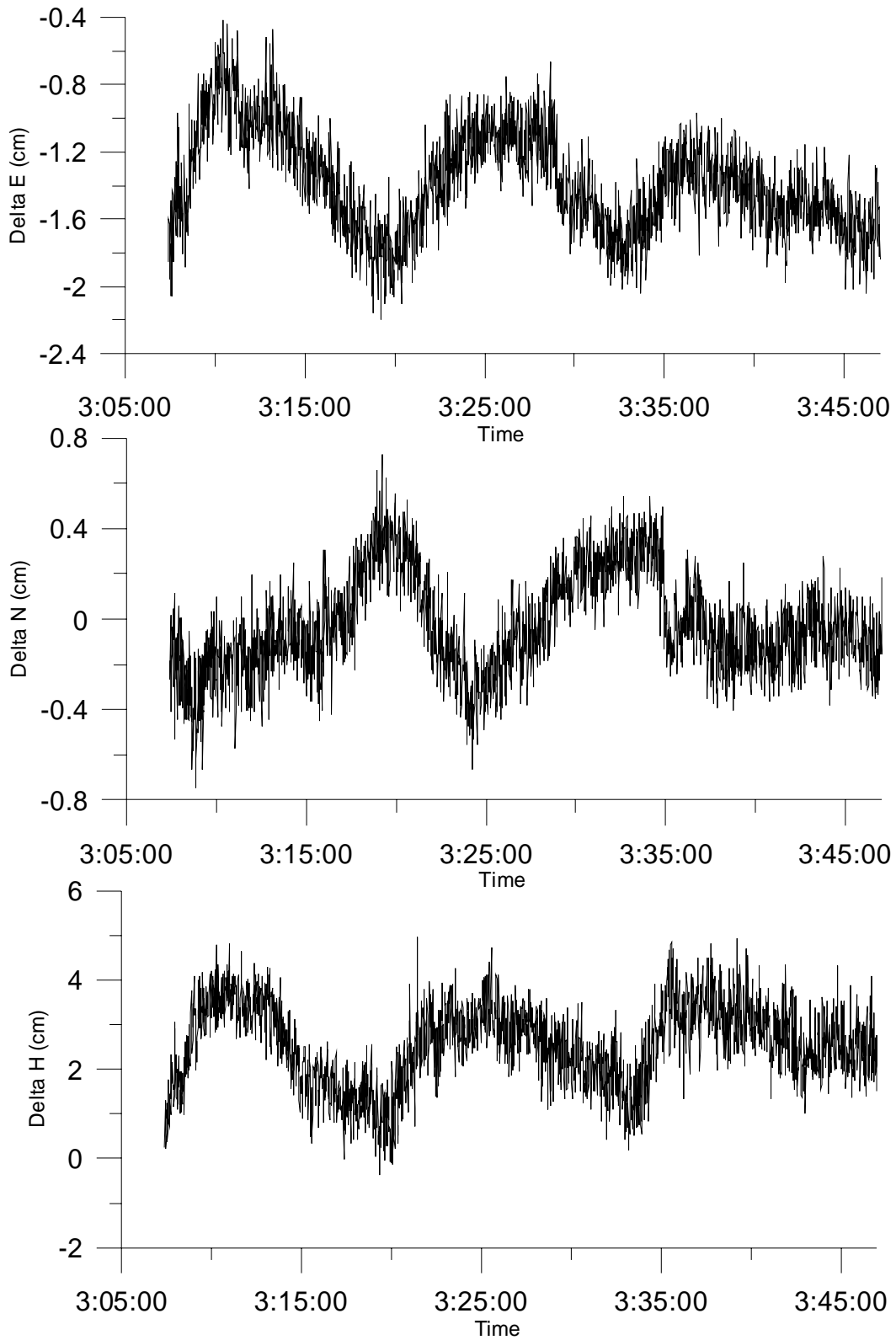


圖 3-37 缺少和美、埔里、旗山等站之 PL02 筆資料解算成果分布圖

由圖 3-37 依各觀測時間之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 N, E, h 坐標之標準偏差分別為 $\pm 3 \text{ mm}$ 、 $\pm 2 \text{ mm}$ 以及 $\pm 9 \text{ mm}$ 。

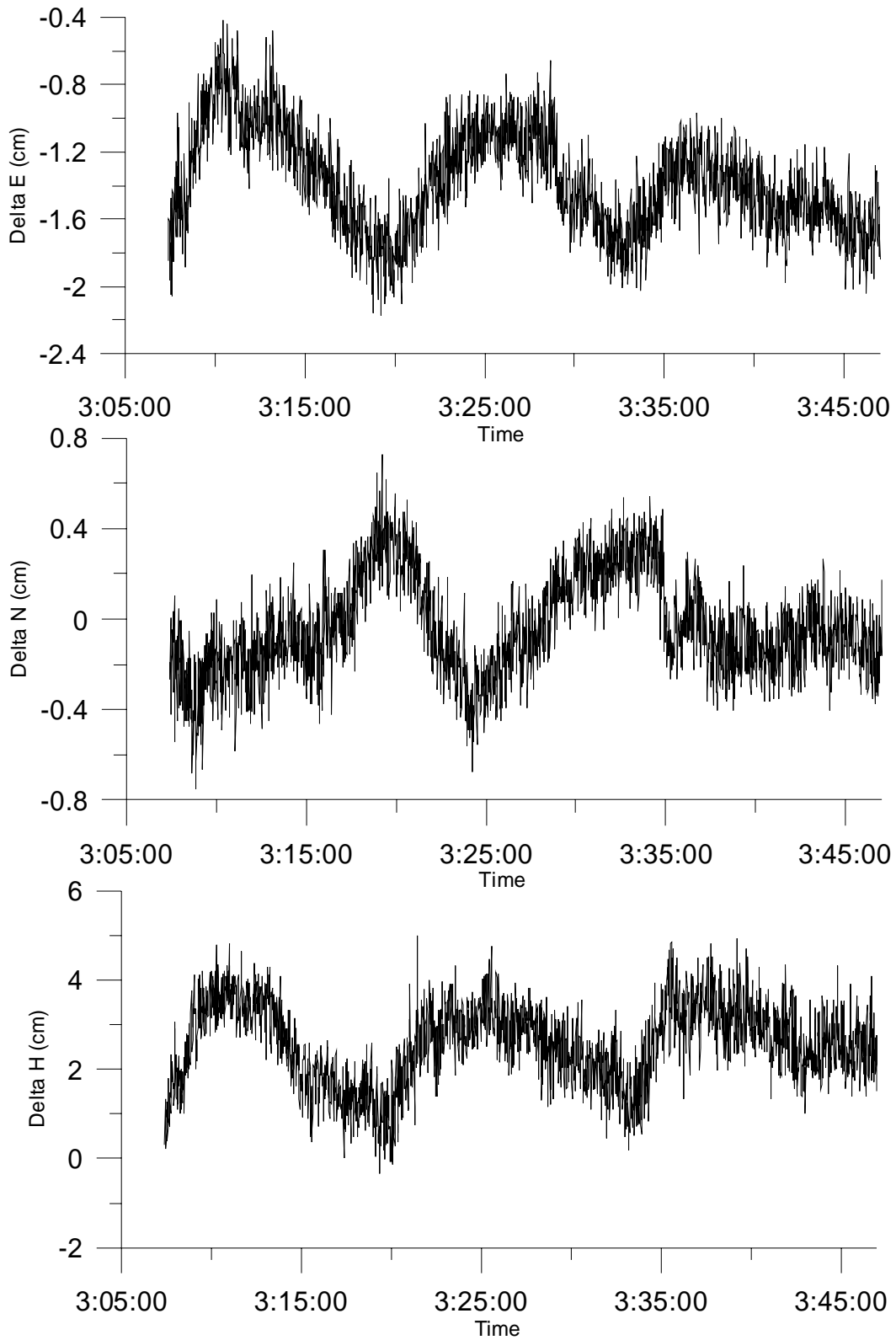


圖 3-38 缺少北港、旗山、和美等站之 PL02 筆資料解算成果分布圖

由圖 3-38 依各觀測時間之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 N, E, h 坐標之標準偏差分別為 $\pm 3 \text{ mm}$ 、 $\pm 2 \text{ mm}$ 以及 $\pm 9 \text{ mm}$ 。

另外，為分析虛擬主站外插解算成果之精度，本節另以 PL02 的網形平差成果坐標規劃 2 個外插的虛擬主站，分別是：(1)於 X, Y 方向各加上 100 m，Z 方向減去 100 m 之 VBSA 虛擬主站；(2) 於 X, Y 方向各加上 1000 m，Z 方向減去 1000 m 之 VBSB 虛擬主站，點位分布圖如圖 3-39 所示。

圖 3-40 與圖 3-41 分別為以 VBSA 與 VBSB 作為虛擬主站之 PL02 的 RTK 解算成果，其亦是以竹崎(JUCH)為計算參考主站，使用 6 個基準站的觀測資料計算而得。將此計算成果與 PL02 的網形平差成果進行比較，得到 VBSA-PL02 在 N、E 以及 h 方向的較差分別為 -2.3 cm、0.8 cm 與 3.2 cm，標準偏差分別為 ± 0.3 cm、 ± 0.3 cm 以及 ± 1.2 cm。而 VBSB-PL02 部份，N、E 以及 h 方向的較差分別為 -3.7 cm、-0.1 cm 與 3.9 cm，標準偏差分別為 ± 0.5 cm、 ± 0.6 cm 以及 ± 1.5 cm。由於 VBSB-PL02 在 N 方向的較差達 -3.7 cm，據此可知，當外插的虛擬主站距離達 1000 m 時，其 RTK 成果將無法符合要求。

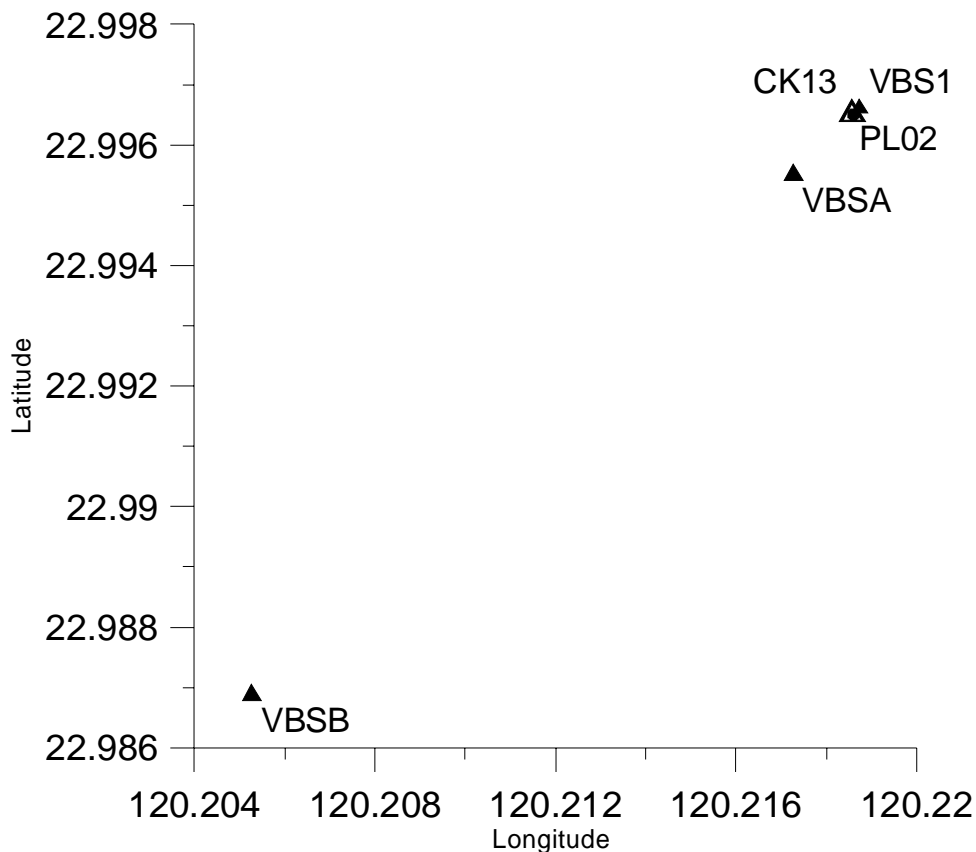


圖 3-39 外插虛擬主站 VBSA 與 VBSB 位置分布圖

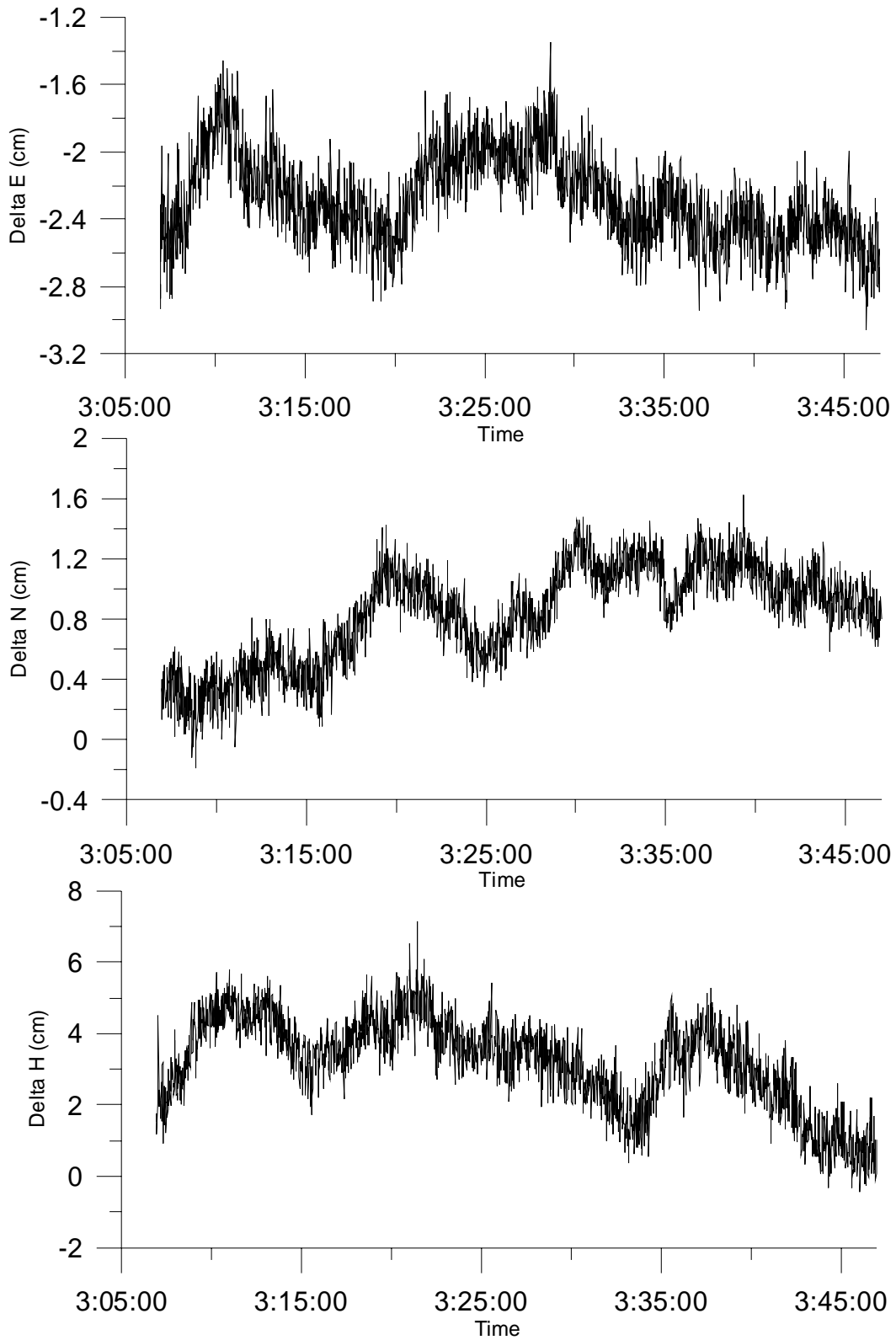


圖 3-40 外插虛擬主站 VBSA 之 PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-40 依各觀測時間之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 N, E, h 坐標之標準偏差分別為 $\pm 3 \text{ mm}$ 、 $\pm 2 \text{ mm}$ 以及 $\pm 12 \text{ mm}$ 。

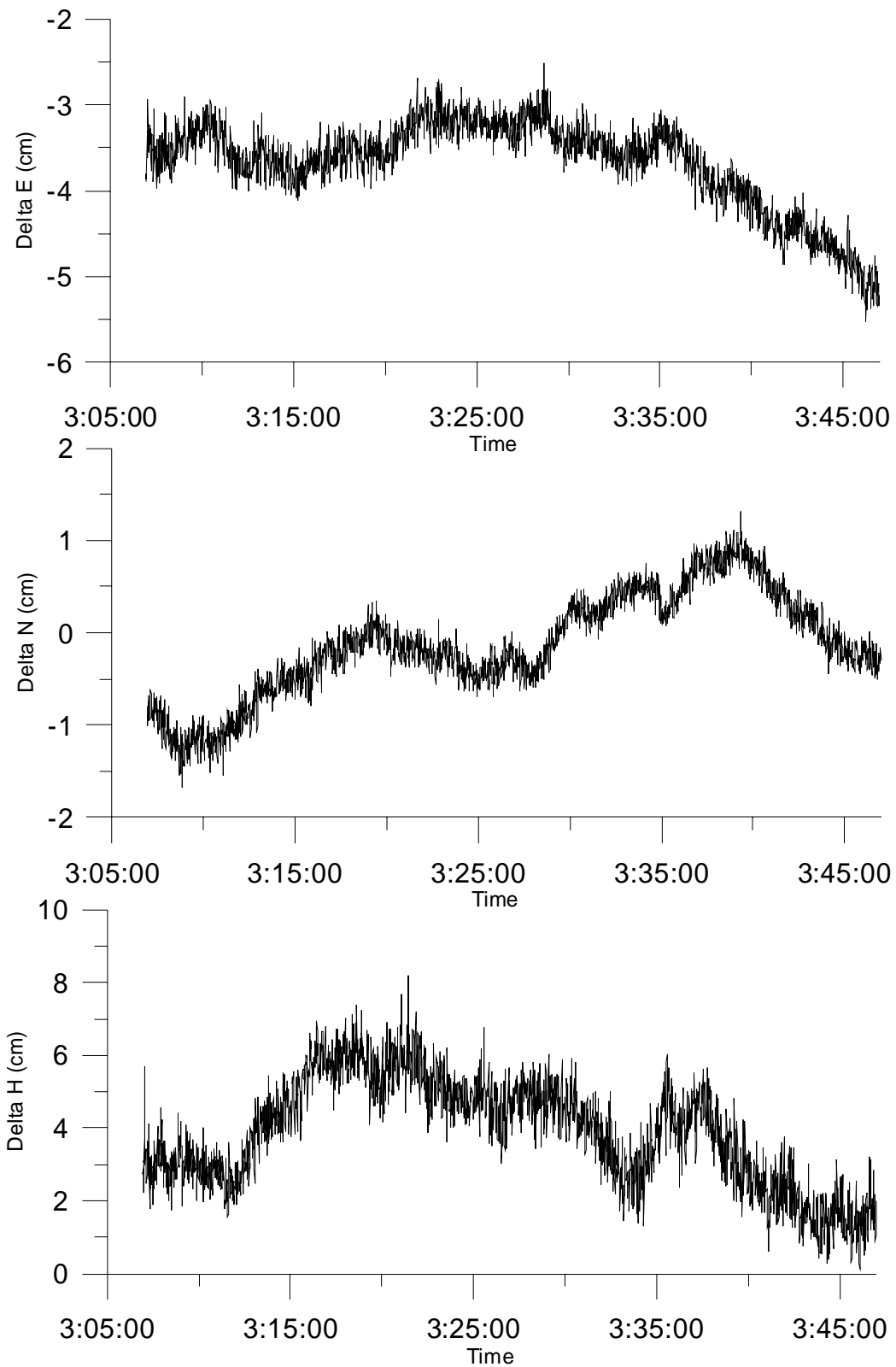


圖 3-41 外插虛擬主站 VBSB 之 PL02 各筆資料解算成果分布圖

由圖 3-41 依各觀測時間之 RTK 計算成果分布圖可以估計得其 N, E, h 坐標之標準偏差分別為 $\pm 5 \text{ mm}$ 、 $\pm 6 \text{ mm}$ 以及 $\pm 15 \text{ mm}$ 。

綜合以上成果，可整理得統計表格如表 3-25 所列，各解算成果之相對的對流層天頂方向延遲量的估值與二次差電離層誤差量的估值之部份內容如附錄所列。

表 3-25 移動站 PL02 之 RTK 坐標計算成果較差表

點號	N (cm)	E (cm)	h (cm)	備註
PL02	-2.1 ± 0.3	1.0 ± 0.3	3.1 ± 1.3	圖 3-18 更換主站至竹崎之成果
	-1.4 ± 0.3	0.0 ± 0.2	2.6 ± 0.9	圖 3-19 少和美站之解算成果
	-1.4 ± 0.3	0.0 ± 0.2	2.6 ± 0.9	圖 3-20 少北港站之解算成果
	-1.4 ± 0.3	0.0 ± 0.2	2.6 ± 0.9	圖 3-21 少和美、埔里站之解算成果
	-1.4 ± 0.3	0.0 ± 0.2	2.6 ± 0.9	圖 3-22 少北港、旗山站之解算成果
	-1.4 ± 0.3	0.0 ± 0.2	2.5 ± 0.9	圖 3-23 少和美、埔里與旗山站之成果
	-1.4 ± 0.3	0.0 ± 0.2	2.6 ± 0.9	圖 3-24 少北港、旗山與和美站之成果
	-2.3 ± 0.3	0.8 ± 0.3	3.2 ± 1.2	圖 3-26 VBSA-PL02 之解算成果
	-3.7 ± 0.5	-0.1 ± 0.6	3.9 ± 1.5	圖 3-27 VBSB-PL02 之解算成果

第四章 電子基準站整體規劃

§4-1 電子基準站之 GPS 接收儀

電子基準站型 GPS 接收儀除應具備追蹤站型功能之外，亦應兼顧到 GPS 的現代化，Galileo 以及 GLONASS 等相似系統之發展，預為因應，諸如：

1. 儀器穩定性：因接收儀為提供基準觀測資料者，並須針對儀器各項子系統（如接收儀時表穩定性）特別加強。
2. 長期作業的能力：針對一天二十四小時每年三百六十五天，每分每秒提供資料，接收儀的作業性能及長期工作能力，就應特別加以注意。
3. 大量即時資料的傳輸：對於每秒均產生的資料觀測量，支援 INTERBET 相關設備能力意識考慮要項。
4. 其他輔助觀測資料：電子基準站除紀錄 GPS 觀測資料外，亦可紀錄當測當時該測站的相關氣象資料，如溫度、大氣壓力及濕度等其他資料，提供後續各項計算改正及研究之用。因此，額外的輸出/入外接埠（COM）數量亦是須考量的重點。
5. GPS 未來發展趨勢：目前 GPS 衛星所發射訊號為雙頻雙 P 的訊號資料，在美國對「GPS 現代化」的計畫中（如圖 4-1 所示），從 2004 年起將在 Block IIM 型 GPS 衛星上開始在 L2 上調制軍用電碼（M-code）如圖 4-2 所示，及一般俗稱 L2C（L2 civil）的民用電碼如圖 4-4 所示，預計到 2005 年將會有五顆新發射衛星上被調制有 L2C 電碼，另從 2006 年第四季開始，另將在 Block IIF 型 GPS 衛星上增加發射第三種載頻（L5）如圖 4-3 所示，GPS 現代化各階段期程作業內容如圖 4-5 所示。
6. Galileo 定位系統：歐洲太空總署已對外正式公告將在 2006 年發射第一顆伽利略衛星（Galileo），並於 2008 年開始商業運轉，故針

對上述購置電子基準站之 GPS 接收儀則必須願景，符合時代潮流趨勢。

7. GALILEO 定位系統：除了原型 4 顆外，至 2003 年底俄國已試射具有 L2C 民用雙頻電碼的 M 型 GPS 衛星達 7 顆，並預計在 2004 年至 2011 年全面更新具有 3 種 L 載頻的 K 型 GPS 衛星，多頻多星不但改善大氣模式處理，並提供地籍測量最需要的可靠度改善與檢核。本計劃中電子基準站的後段處理軟體必需自行研發落實本土化，即是為此一新發展預留空間，不受廠商品牌限制。

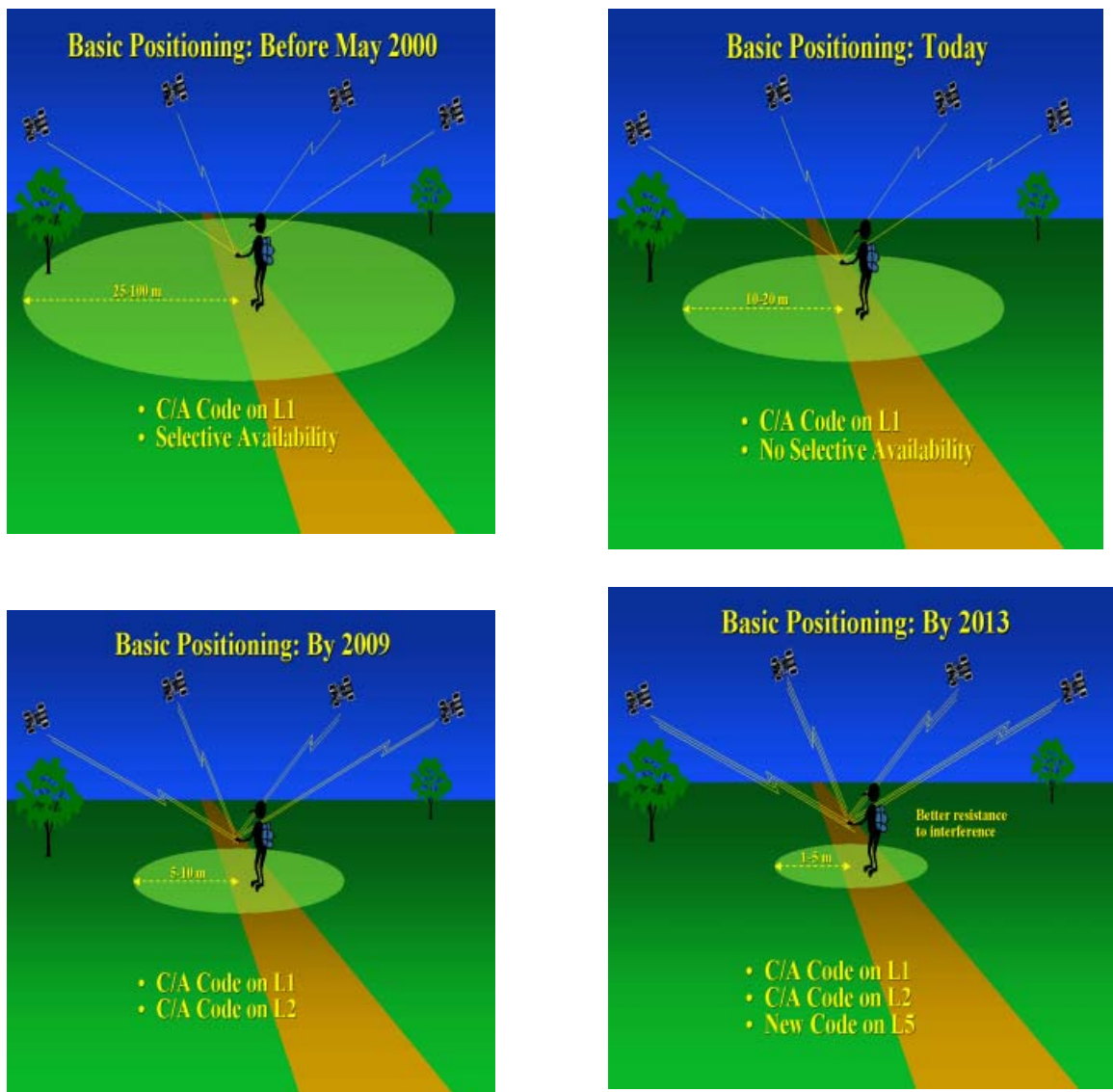
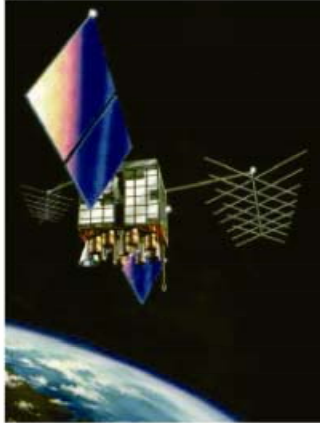


圖 4-1 GPS 現代化之各階段單點定位精度示意圖

Block IIR Modernization

Pre-Modernization

- **Heritage Signals**
 - L1 C/A
 - L1, L2 P(Y)
- **Design Life**
 - 10 Years



Post Modernization

- **Modernized Signals**
 - Higher Power
 - L1 C/A, L2C*
 - L1, L2 P(Y)
 - L1, L2 M-Code
- **Design Life**
 - 10 Years

* L2 Second Civil signal design supports varying code length and data structure

圖 4-2 GPS Block IIRV 現代化訊號內容示意圖

Block IIF Modernization

Pre-Modernization

- **Heritage Signals**
 - L1, L2 C/A
 - L1, L2 P(Y)
- **Design Life**
 - 15 Years



Post Modernization

- **Modernized Signals**
 - Similar Power
 - L1 C/A, L2C*
 - L1, L2 P(Y)
 - L1, L2 M-Code
 - L5 Third Civil**
- **Design Life**
 - 12 Years
 - 10 Year MMD

* L2 Second Civil signal design supports varying code length and data structure

** L5 Third Civil signal design provides better jamming resistance than P(Y)-code

圖 4-3 GPS Block IIF 型衛星現代化訊號內容示意圖

Modernized Signal Evolution

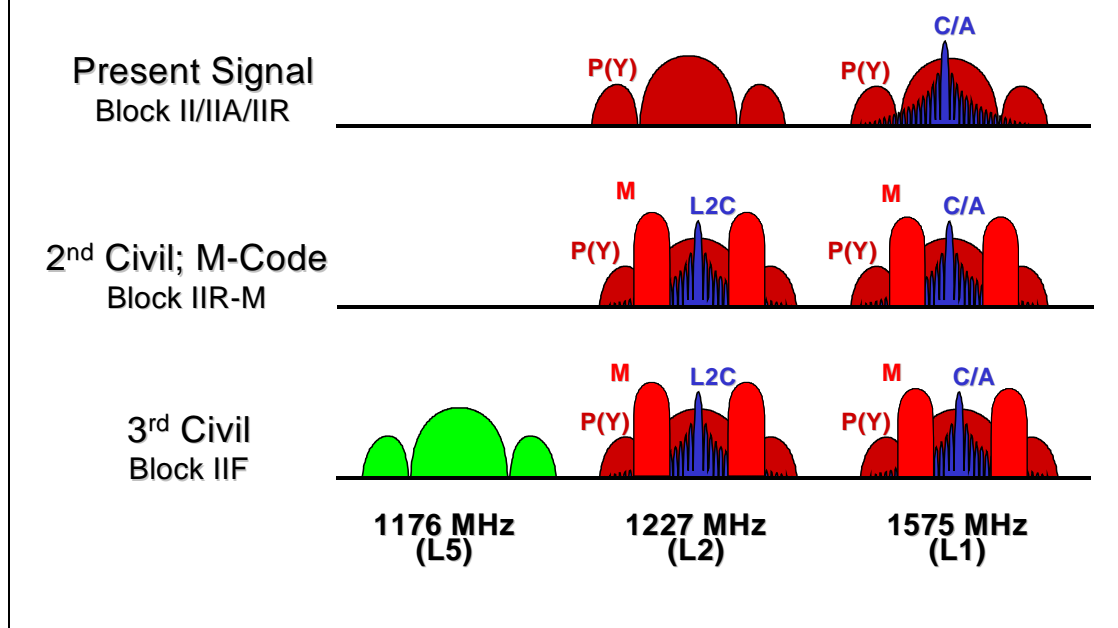


圖 4-4 GPS 現代化之各階段訊號示意圖

GPS Modernization Schedule

Activity	Implementation Date
SA set to zero	May 2000
GPS IIR-M Enhancements (Up to 8 satellites) <ul style="list-style-type: none"> < New L2 Civil (L2C) Signal < M-code on L1 & L2 	2004 – 2006
GPS IIF Enhancements (Up to 12 satellites) <ul style="list-style-type: none"> < New L2 Civil (L2C) Signal < M-code on L1 & L2 < L5 	2005 – 2011
GPS III Enhancements <ul style="list-style-type: none"> < New L2 Civil (L2C) Signal < M-code on L1 & L2 < L5 < Future Capabilities 	2011 – TBD
OCS Enhancements	2000 – 2008

圖 4-5 GPS 現代化各階段期程作業內容示意圖

針對目前市面上 GPS 衛星接收儀追蹤站型儀器，本作業收集部分型號，並比較功能如表 4-1：

表 4-1 市售 GPS 衛星接收儀追蹤站型儀器功能比較表

功 能 項 目	Trimble (NetRS)	LEICA (RS500)	Thales (原 Ashtech) (I-CGRS)	AOA (BenchMark)
一、信號接收：在任何狀態下均能接收 L1、L2 全波長載波相位資料。	○	○	○	○
二、資料輸出：				
(一) 在任何狀態下均能輸出 L1、L2 全波長載波相位原始觀測資料及其 RINEX2.1 格式資料。	○	○	○	○
(二) 在任何狀態下均能輸出虛擬距離之原始觀測資料及其 RINEX2.1 格式資料，其須包含 L1-C/A 電碼、L2-C 電碼、L1-P 電碼、L2-P 電碼等資料。	○	無 L2-C 電碼	無 L2-C 電碼	無 L2-C 電碼
(三) 前二項所述之輸出原始觀測資料，均須檢具格式說明，且其 RINEX2.1 格式資料，應可直接輸出或於下載過程自動轉換。	○	○	○	○
(四) 載波相位精度須優(含)於 1mm。	小於 1mm	0.2mm	0.9mm(AS off)	0.1mm
三、接收儀資料記憶體：內建或單片外插記憶卡應大於 128 MB (含) 以上。	內 建 150MB	外插 PC-Card 128 Mbs 以上	內建 128MB	外插可擴充至 128MB 以上
四、可同時輸出二種(含)以上之取樣間隔資料。	○	○	○	○
五、可同時追蹤及記錄 12 顆(含)以上之 GPS 衛星訊號。	12 顆	12 顆	12 顆	12 顆
六、接收儀及天線之總耗電功率。	低於 3 瓦	7 瓦	•最大 8 瓦 •平時 6.6 瓦	15 瓦 (Field Unit) 低於 19 瓦 (Rackmount)

功 能 項 目	Trimble (NetRS)	LEICA (RS500)	Thales (原 Ashtech) (I-CGRS)	AOA (BenchMark)
七、GPS 衛星接收儀之螢幕或與其連接之電腦需能顯示下列訊息：				
(一) 衛星代碼：PRN#。	○	○	○	○
(二) 雜訊比：SNR 值。	○	○	○	○
(三) 衛星鎖定與否。	○	○	○	○
(四) 衛星之高度及方位角。	○	○	○	○
(五) 點位精度因子：至少須顯示 PDOP 值。	○	○	○	○
(六) 記憶體內各顆衛星資料之記錄狀況。	○	○	○	○
(七) 點位坐標顯示：至少須顯示 WGS84 系統單點定位經緯度坐標。	○	○	○	○
八、靜態測量之基線長精度須達 5mm+1ppm (含) 以內。	5mm+1ppm	3mm+0.5ppm	5mm+1ppm	--
九、具即時性動態測量 (Real-Time Kinematic, RTK) 及即時性差分定位 (Real-Time Differential GPS) 之主站功能，其輸出之資料格式符合 RTCM SC104 之規範。	RTCM 2x	RTCM 2x	RTCM 2x	RTCM 2x
十、傳輸埠：每部接收儀需具有至少 3 個(含) 以上 RS-232 雙向傳輸埠，其傳輸速率至少達 115,200bps (含) 以上。	<ul style="list-style-type: none"> •4 個 RS232 Ports •1LAN port 10/100Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> •3 個 RS232 Ports •115,200bps 	<ul style="list-style-type: none"> •4 個 RS232 Ports •1 個 Ethernet connector (5 個 IP) •115,200bps 	<ul style="list-style-type: none"> •可擴充至 4 個 外 接 式 RS232C Ports •115,200bps
十一、接收儀可連接外部感測器，如溫度計、氣壓計及濕度計等，並記錄其觀測資料。	○	○	○	○
十二、用交流及直流電源：當交流電源故障時，可自動 (不中斷) 轉由直流電源供電，或當交流電恢復時，可自動轉由交流電源供電，但在轉換過程中，不可中斷衛星訊號之接收、傳輸與儲存。	--	--	--	--

功 能 項 目	Trimble (NetRS)	LEICA (RS500)	Thales (原 Ashtech) (I-CGRS)	AOA (BenchMark)
十三、衛星接收儀一秒可記錄及輸出至少十筆 GPS 衛星資料，並須不透過電腦，可直接由遠端中心站透過遠端控制及自動資料下載軟體，進行遠端遙控及觀測資料下載。	10Hz(0.1秒)	10Hz(0.1 秒)	5 Hz(0.2 秒) 可升級至 10Hz(0.1 秒)	50Hz (0.02 秒)
十四、衛星接收儀及天線為分離式且均能防水、防震及防塵，並能在下列環境下正常運作：	○	○	○	○
(一) 衛星接收儀可操作之溫度：-20 至 +55 。	-40 至 65	-20 至+55	-40 至+55	-20 至+55
(二) 衛星接收儀可操作之相對濕度達 100%。	100%	100%	100%	100% (Field Unit) 95% (Rackmount)
(三) 天線可操作之溫度：-20 至+65 。	-40 至 70 (ZEPHYR)	-40 至+75	-40 至+65	-40 至+65
(四) 天線盤需為具抑制多路徑效應及抗高干擾之 IGS 標準扼流圈 (Choke-Ring) 型式；或搭配衛星接收儀主體之效果優於 IGS 標準扼流圈天線，並有證明者。	ZEPHYR Geodetic or Dor ne & Margolin Choke-Ring C-146-10	AT504 Dor ne & Margolin Choke-Ring C-146-10	Ashtech Dor ne & Margolin Choke-Ring C-146-10	AOA Dor ne & Margolin Choke-Ring C-146-10
(五) 無干擾密封天線防護遮罩一個，其規格如下：				
1.具防水、防塵設計。	---	---	---	---
2.結合器中心軸須與天線盤機械中心同軸向。	---	---	---	---
3.衛星訊號接收仰角應大於水平零度。	---	---	---	---
4.設計等級應比照 SCIGN Radome 設計基準。	---	---	---	---

功 能 項 目	Trimble (NetRS)	LEICA (RS500)	Thales (原 Ashtech) (I-CGRS)	AOA (BenchMark)
十五、系統作業軟體	VBS	Spider 及 CRNet	RTD	KINECORS
(一)、具可由直接透過電腦或網路傳輸設備進行資料傳輸功能，其規格及功能如下：				
1.可依設定執行中心站與每部衛星接收儀間連線，並自動下載觀測資料。	○	○	○	○
2.可顯示第壹-六項所列之各項訊息。	○	○	○	○
3.進行資料傳輸時，衛星接收儀內部記憶體仍須正常儲存觀測資料。	○	○	○	○
(二) 具可由中心站執行遠端控制及自動資料下載功能，其應具有執行遠端控制及自動資料下載九個(含)以上測站之軟體執照(Site License，若不需測站軟體執照，應出具合法授權使用證明)，其功能及規格如下：	Site License	Site License	Site License	Site License
1.自動或手動下載資料過程中，不得中斷衛星訊號之接收、傳輸與儲存。	○	○	○	○
2.可自動將下載資料轉換成RINEX2.1格式。	○	○	○	○
3.可即時監控遠端任一GPS衛星接收儀狀態及設定衛星接收儀作業所須之各項條件，如觀測切割角度，接收時間間隔等。	○	○	○	○

功 能 項 目	Trimble (NetRS)	LEICA (RS500)	Thales (原 Ashtech) (I-CGRS)	AOA (BenchMark)
4.可自動管理、貯存原始及處理後的資料。分段時間(例如每小時)傳回之資料須能自動整合為每一測站每天一個資料檔，並自動傳送至指定的資料庫。每筆資料或一段時間之坐標差及相關統計資料須建檔儲存，並可使用 IGS 精密星曆，依設定之時間段自動由資料庫擷取必須之相關資料，做後處理(Post-Processing)計算，進行長時間段(如每日)之資料處理與分析。	○	○	○	○
5.當測站觀測資料即時或定時(例如每小時)由中心站自動下載後，可使用廣播星曆或 IGS 預測星曆，立即藉全網整體分析 (Network Analysis) 方法，由取樣間隔不大於三十秒之每筆資料 (epoch by epoch)，快速計算各測站坐標，並可顯示單獨測站或全部測站相對於單一參考主站 (Master Site) 之每筆坐標差、一段時間之平均值及其時間系列。	○	○	○	X
6.具單一時刻及一段時間之點位變形計算分析功能，並以圖表形式詳細顯示各測站之點位坐標變化及基線之變化；並可設定異常變化量之大小，當超過設定範圍時，應以圖像或聲光示警。	○	○	○	X
7.可下載測站所連接之外部感測器，如溫度計、氣壓計及濕度計等，並記錄其觀測資料。	○	○	○	○
備 註				

雖然部分廠商目前尚無提出具 L2C 功能，惟如 LEICA、NOVATEL 等儀器製造商，均已在其網頁上公告新一代 GPS 接收儀將具備接收 L2C 資料的功能，儀器上市時程約在 2004 年第二、三季左右，可預期著經由美國 GPS 現代化計畫的推行與刺激，個 GPS 儀器製造商將積極研發具 L2C、L5 功能之 GPS 接收儀，甚至可結合接收歐盟的 Galileo 衛星資料之接收儀，使得定位儀精度更高、更快且更具效率。

§4-2 電子基準站站址位置規劃

考量到設置電子基準站所需硬體、軟體、通訊等相關設施問題，電子基準站仍應以各地政事務所及土地測量局各隊隊部為佳，其次在考量其他公家機關，經考量第三章測試間距約 50—60 公里，台灣地區設置電子基準站可概略選擇如下：

- (1) 台北縣石門國中。
- (2) 台北縣水產種苗繁殖場。
- (3) 台北縣新店地政事務所。
- (4) 新竹縣新湖地政事務所。
- (5) 基隆市彭佳嶼。(離島)
- (6) 苗栗縣通霄地政事務所。
- (7) 新竹縣五峰鄉林務局觀霧工作站。(觀霧森林遊樂區附近)
- (8) 宜蘭縣蘇澳。(交通部中央氣象局點位)
- (9) 彰化縣和美地政事務所。
- (10) 南投縣埔里地政事務所。
- (11) 內政部土地測量局
- (12) 土地測量局第一測量隊吉安分部。
- (13) 澎湖縣澎湖地政事務所。
- (14) 嘉義縣北港地政事務所。
- (15) 嘉義縣竹崎地政事務所。
- (16) 花蓮縣玉里地政事務所。
- (17) 台南市安南地政事務所。
- (18) 高雄縣旗山地政事務所。
- (19) 台東縣關山地政事務所。
- (20) 屏東縣東港地政事務所。
- (21) 台東縣太麻里地政事務所
- (22) 屏東縣恆春地政事務所。

- (23) 台東縣綠島鄉公所。(離島)
- (24) 台東縣蘭嶼鄉公所。(離島)
- (25) 土地測量局第六測量隊隊部。

上列為原則規劃，倘須依據電子基準站選擇規範實地勘查後，方能確認。

§4-3 可能遭遇問題

依據本次實地測試作業及蒐集台灣目前已設置基準站資訊，可能遭遇問題如下：

1. 網路傳輸問題：本次作業中，發現各地政事務所基於安全考量均設置有防火牆等實體及軟體保護措施，如何與設置地點各單位取得網路使用授權及相關安全設定等問題將是一大重點。
2. 資料整合問題：經查訪發現，目前除內政部衛星中心設置有 16 個（8 個設置在驗潮站上）、交通部中央氣象局設置約 120 個，中央研究院地球科學研究所約 40 個，台中市政府設置 6 個，花蓮縣政府設置 4 個等等固定站，另外經濟部地質調查所也即將設置，如何整合或是否將其全部或部分納入台灣電子基準站網，已取得更精確修正資料，也將是問題所在。
3. 設備更新問題：對於系統運作過程中，設備是否一次購足，以利系統完整性及資料整合，或者是分批採購，為可能遭遇各廠牌硬體整合問題，其次，設備購足後，是否可因應未來美國 GPS 現代化過程中各項新增功能，亦是值得加以考量。
4. 資料備援問題：對於各項觀測資料，除回傳計算中心，進行及時解算外，包含計算中心及各電子基準觀站測資料等等，均須有第二備援及異地備援的觀念，以符合現代化資訊安全的原則。
5. 費用收取問題：當系統建制完成，終端使用者該透過怎樣的認證機制來享用 e-GPS 成果，或者毋須收費等等均重新加以釐清。

§4-4 經費預估

建制 e-GPS 所需經費大略可分為設站房舍費用、GPS 接收儀購置費用、管理維護費用、網路設施通訊費用、計算中心設置費用等等，各項費用分析如下表：

(一) 初期設置費用

單位：萬元

項 目	說 明	單價	數量	小計	備註
設置基準站房舍費用	包含架站所需土木設施及相關機房冷氣、不斷電系統、ADSL 等設備	15	24	360	僅設站花費一次
GPS 接收儀購置費用	包含 GPS 接收儀 (100 萬)、氣象設備 (MET3A, 20 萬)、電腦伺服器 (10 萬)、鈷原子鐘 (20 萬)	150	26	3900	僅設站花費一次，包含兩套備援設備
管理維護費用	包含該站清潔維護管理費用 (每站每年)	3	24	72	每年支出
網路設施通訊費用	ADSL 傳輸費用 (固定式 IP, 每站每年)	3.6	24	86	每年支出
計算中心設置費用	包含伺服器 (2 套)、計算軟體、相關所需軟體	400	1	400	移動站使用數量須另計
移動站使用費用	每增加使用者授權使用所需費用 (以 30 個使用者估算)	5	30	150	視使用者數量而定
雜費支出	包含水電、硬碟等等費用	10	1	10	每年支出
資料分析費用	對於追蹤站每年成果分析	10	1	10	每年支出
	合計			4988	

(二) 系統穩定後其所需續用

單位：萬元

項 目	說 明	單價	數量	小計	備註
維護基準站房舍費用	維護相關設施	2	24	48	每年支出
維護 GPS 接收儀費用	包含 GPS 接收儀 (100 萬)、氣象設備 (MET3A, 20 萬)、電腦伺服器 (10 萬)、鈷原子鐘 (20 萬)	2	26	52	每年支出
管理維護費用	包含該站清潔維護管理費用 (每站每年)	3	24	72	每年支出
網路設施通訊費用	ADSL 傳輸費用 (固定式 IP, 每站每年)	3.6	24	86	每年支出
維護計算中心電腦設施	包含伺服器 (2 套)、計算軟體、安全防護軟體更新	5	2	10	每年支出
雜費支出	包含水電、硬碟等等費用	10	1	10	每年支出
資料分析費用	對於追蹤站每年成果分析	10	1	10	每年支出
	合計			288	

§4-5 e-GPS 網路系統建置規劃

§4-5-1 區域網路

§4-5-1-1 區域網路標準

在探討網路的架構時，一般採用 ISO 所提出的 OSI (Open System Interconnection) 參考模式。OSI 參考模式將網路分為七個層次 (Layer)，分別是：

(1) 實體層(Physical Layer)

定義傳輸媒體的實際連接介面規格，例如 RS-232C、RS-449、X.21 等。

(2) 資料鏈結層(Data Link Layer)

負責傳送訊框(Frame)及錯誤控制等，例如 HDLC、X.25 LAPB、IEEE 802.3 等協定。此層又可分為邏輯鏈結控制層(Logical Link Control, LLC)與媒介存取控制層(Medium Access Control, MAC)。以區域網路為例，LLC 提供與實體網路無關的資料連接功能，如 IEEE 802.2。MAC 則制定各種裝置共享媒體的方法，如 IEEE 802.3、IEEE 802.4、IEEE 802.5 等。

(3) 網路層(Network Layer)

訂定網路位址，選擇路徑，建立連線等。網路層常使用的協定有 IP、X.25 等。

(4) 傳輸層(Transport Layer)

訂定點對點(Peer to peer)的通訊方式。傳輸層常使用的通訊協定有 TCP 等。

(5) 會話層(Session Layer)

負責兩應用程式間的對話與同步控制。

(6) 表現層(Presentation Layer)

負責傳送語法的轉換。

(7) 應用層(Application Layer)

提供使用者的應用服務，如 FTP、E-mail 等。

本節探討的區域網路主要是指資料鏈結層中的網路進出控制方式，目前較常使用的有以下數種：Ethernet、Token Ring、FDDI 等。此外，ATM 則是受矚目的高速網路標準。以下針對此數種網路介面加以介紹。

(1) Ethernet (乙太網路)

Ethernet，中文一般稱之為乙太網路，是目前最廣為使用的區域網路介面。其標準是遵循 IEEE 802.3 CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 之規定。Ethernet 之基本結構為一匯流排架構。然而為滿足各種不同的需求，Ethernet 在實體層部分提供了多種不同的版本，計有 10Base5、10Base2、1Base5、10BaseT、10Broad36 及 100BaseT 等。其中目前較常使用的為 10Base5、10Base2、10BaseT 與 100BaseT 數種規格，其餘則較不常被使用。以下說明 CSMA/CD 之原理並針對 10Base5、10Base2、10BaseT、100BaseT 等數種 Ethernet 與 Gigabit Ethernet 及 Wireless LAN 進行介紹。

A. CSMA/CD 工作原理

每個工作站在傳送資料之前必須先監聽網路上是否有其他訊號正在傳送，若無則認為沒有其他工作站正在傳送資料，並且開始將訊框傳送出去。若發現已有訊號在網路上傳遞，則持續監聽網路直到訊號消失，此時便開始傳送訊框。在傳送訊框時仍需監聽網路，以檢查是否有發生碰撞的情形發生。若察覺有碰撞的情形發生，則停止傳送訊框，並且發出一「擾亂信號」(Jamming Signal)，造成更嚴重的碰撞，以使所有的工作站均能發覺此一碰撞情形。發生碰撞的工作站則各自等待一段隨機延遲時間(Random Delay Time)之後，再重新嘗試傳送資料。

B. 10Base5、10Base2、10BaseT、100BaseT

10Base5、10Base2、10BaseT、100BaseT(Fast Ethernet)等數種 Ethernet 之特性比較如下表 4-2。

表 4-2 10Base5、10Base2、10BaseT、100BaseT 特性比較表

特性	10Base5	10Base2	10BaseT	100BaseT
傳輸媒體	粗同軸電纜 RG-11	細同軸電纜 RG-58	(1)10BaseT- Cat.3,4,5 UTP (2)10BaseFL- 光纖	(1)100BaseT4- Cat.3,4,5 UTP (2)100BaseTX- Cat.5 UTP/STP (3)100BaseFX- 光纖
傳輸速率	10Mbps	10Mbps	10Mbps	10/100Mbps 自動判斷
最大網路段長度	(電腦至電腦) 500 公尺	(電腦至電腦) 185 公尺	(電腦至 Hub) 100 公尺	(電腦至 Hub) 100 公尺
每段網路節點數	100	30	-	-
網路延伸長度	2.5 公里	925 公尺	500 公尺	210 公尺
其他特性	採用 AUI 型接頭，需要終端電阻。	採用 BNC 型接頭，需要終端電阻。	採用 RJ-45 接頭，需要集線器 (Hub)，不需要終端電阻。	採用 RJ-45 接頭，需要集線器 (Hub)，不需要終端電阻。

C. Gigabit Ethernet

目前最新的 Ethernet 標準為 IEEE 802.3z，即 Gigabit Ethernet，可提供 1Gbps 的速度。而資料擷取方式與傳統 Ethernet 相同採用 CSMA/CD，最大網路段長度為 50 公尺，最大的網路距離則為 200 公尺，而所使用的傳輸媒介有三種方式：4 對線的 Category 5 UTP、光纖(850nm 短波長及 1300nm 長波長)。Gigabit Ethernet 具有讓乙太網路方便升級的優點，很有可能成為未來區域網路架構的主流。

D. Wireless LAN

目前的無線電區域網路的通信規格主要有兩種：美規的 IEEE 802.11 與歐規的 Hiper LAN。

兩種規格皆採用非同步封包傳輸方式，具有 DTBS(Distributed Time-Bounded Services)及能量管理的特點。

在差異上，IEEE 802.11 使用 2.4GHz 的無線電及紅外線，結構為單一個 MAC 可支援數個 PHYs(無線電直接序列展頻通訊、無線電跳頻展頻通訊及紅外線通訊)，資料傳輸速率可達 2~4Mbps。而 HiperLAN 則是使用 5.2GHz 及 17GHz 的無線電，而傳輸速率為 1Mbps ~ 20Mbps，但是其電腦與電腦間卻只能相隔 50m 內才可使用。

無線電網路由於傳輸速率並不是很快，無線電波容易受到干擾與受到環境限制，且使用的傳輸方式也並不是非常統一，所以目前僅使用於特定領域，例如佈線成本高昂的地區。

(2) *Token Ring*

Token Ring 為一環狀網路結構。每個工作站的網路卡都相當於一個訊號增益器。其特性如下：

- A. 傳輸速度為 4M 或 16Mbps。
- B. 訊框格式為 IEEE 802.5 Token Ring 訊框。
- C. 採用「訊標傳遞」通訊模式，並提供 8 種優先權。
- D. 公平的使用頻寬。由於網路上只有一個訊標，每個工作站必須得到訊標才能傳送訊框，並且傳送完訊框後必須將訊框傳送給下一個工作站，因此每個工作站使用訊標的時間均受到限制，故能公平的使用頻寬。
- E. 主動式訊號增益器。收到訊號後主動將衰減的訊號回覆為原來的訊號，或改變其值，因此可傳送較長之距離。

Token Ring 速度及使用普及率雖不如 Ethernet，然而其提供公平的使用環境與較長的連接距離，因此仍有使用的價值。

(3) *FDDI*

FDDI(Fiber Distributed Data Interface，光纖分散數據介面)是 ANSI 所制定的標準。其網路以中樞器(Concentrator)為基本架構，

工作站以光纖或雙絞線與中樞器相連接。網路架構為雙環。較小的網路可僅使用一個中樞器，較大的網路則可包含多個中樞器。其特性如下：

- A. 傳輸速度為 100Mbps。
- B. 訊框為 FDDI 訊框。
- C. 傳輸媒介為光纖。
- D. 採訊標傳遞模式。
- E. 提供同步傳輸與非同步傳輸兩種服務。同步傳輸為保證傳送延遲時間的服務。非同步傳輸為一般資料的傳送，並提供 8 種優先權等級。
- F. 公平使用頻寬。
- G. 高頻寬使用率，允許兩個以上的工作站同時傳送訊框。
- H. 高容錯性。由於使用雙環，因此網路故障時可經由網路重組由雙環變為單環繼續運作。

一般來說，架設 FDDI 網路的成本較高，因此較常被使用為校園或企業的骨幹網路(Backbone)。

(4) ATM 網路

ATM(Asynchronous Transfer Mode, 非同步傳輸模式)網路為新一代的高速網路。其架構是以交換機(Switch)為主體。每個交換機以若干個埠與數個工作站或其他的交換機相連接。簡單的 ATM 網路可包含一個交換機與數個工作站。亦可以與許多交換機互連成一個大型的網路。其特性如下：

- A. 傳輸資料以固定長度(53 bytes)之 cell 為基準，傳輸速率至少為 155.52Mbps。
- B. 增加兩端點間的頻寬。
- C. 可整合 LAN/MAN/WAN。
- D. 連線導向(Connection-Oriented)通訊模式。兩工作站通訊前必須先建立連線才能進行通訊。
- E. 提供服務品質保證(Quality of Service, QoS)。

F. 提供多元化的傳輸服務。計有 CBR(Constant Bit Rate)、VBR(Variable Bit Rate)與 ABR(available Bit Rate)等服務。CBR 使用於類似專線之服務。VBR 則可以不同速度傳送。ABR 則是使用於不需即時傳送的應用軟體中。

雖然 ATM 具有許多的優點，但價格昂貴並與目前較常使用的網路架構不同，尤其 Gigabit Ethernet 出現後，其在區域網路上的使用性亦受到挑戰。然而 Gigabit Ethernet 仍不適合成為骨幹網路之架構，且 FDDI 相較於 ATM 速度仍屬於較慢者，因此 ATM 仍可能在骨幹網路方面成為主流。

§4-5-1-2 區域網路設備

(1) 傳輸線材介紹

A. 同軸電纜

同軸電纜是一種絕緣效果佳、頻寬高、傳遞資料穩定的線材。同軸電纜又可分為細同軸電纜及粗同軸電纜，粗同軸電纜使用的導線是 RG-11，細同軸電纜使用的導線為 RG-58，兩者網路拓撲屬於 Bus 型式，因此兩端都需使用 50 歐姆終端電阻(Terminator)，終端電阻的目的是用來終止電器信號，以免產生反射信號而干擾正常信號傳遞。

粗同軸電纜(Thick coax medium, 10Base5)，直徑為 10 釐米，一般用在網路骨幹上，不過事實上，這種纜線並不多見。

細同軸電纜(Thin coax medium, 10Base2)，使用的是一般的同軸電纜，形式為 RG-58，每個區段間距離可達 185 公尺；10Base2 使用扭轉式 BNC 接頭來連接一連串的設備，每個設備都要使用 T 型的 BNC 接頭連接上同軸電纜，在纜線的最外兩端也就是兩個終端)，須使用終端器(Terminator)；任何一個地方的斷線，會造成網路無法運作。

B. 雙絞線

一般的電話線即屬雙絞線，頻寬較低。雙絞線依其組成方式可分為無遮蔽式雙絞線 (Unshielded Twisted Pair, UTP)及遮蔽式雙絞線(Shielded Twisted Pair, STP)；遮蔽式雙絞線，是絞線多了一層金屬遮蔽物及一條接地銅線，因此有較好的防止雜訊電磁波干擾能力，但是價格較為昂貴，安裝上也比較困難。

無遮蔽式雙絞線由於少了金屬遮蔽物，因此防干擾能力較差，但是由於價格與安裝上之優勢，因此受到廣泛採用，現在一般人提到雙絞線大多泛指無遮蔽式雙絞線。

對絞的目的就是要減少雜音(Noise)、串音(Crosstalk)等干擾，因為當線上的電流流動時會產生電磁場，因而干擾其他導線，若把正信號和負信號對絞，則兩者產生之磁場互相抵消，可減少干擾。目前乙太網路中大部份都是使用 UTP 架設，由於 UTP 價格低廉安裝容易，不論 10BaseT 或 100BaseT 的網路都是採用雙絞線。

目前的 UTP 標準以 EIA/TIA Category 最為廣泛，以往 UL(Underwriter Laboratories)的 Level 系統，目前也都改為 Catogory 系統，常見的 UTP 分類及特性如下：

- 、 Category 3：此特性的規格最高到 16 MHz。典型的使用於聲音及資料傳輸速率包括 16 Mbps，如 IEEE 802.5，4 Mbps 環型網路及 IEEE 802.3 乙太網路。
- 、 Category 4：此特性的規格最高到 20 MHz。典型的使用於聲音及資料傳輸速率包括 20 Mbps，如 IEEE 802.5，4/16 Mbps 環型網路非隔屏蔽雙絞線。
- 、 Category 5：此特性的規格最高到 100 MHz。典型的使用於聲音及資料傳輸速率包括 100 Mbps，如 IEEE 802.5，環型網路非隔屏蔽雙絞線 16 Mbps，ANSI X3T9.5 100Mbps TPDDI，

100Base-TX， 100Base-VG AnyLan 及 155Mbps ATM。

- 、 Category 6：此特性的規格最高到 200 MHz。典型的使用於聲音及資料傳輸速率包括 200 Mbps，如 IEEE 802.5，環型網路非隔屏蔽雙絞線 16 Mbps，ANSI X3T9.5 100Mbps TPDDI，100Base-TX, 100Base-VG AnyLan 及 155 Mbps ATM。
- 、 Category 7：此特性的規格最高到 600 MHz。典型的使用於聲音及資料傳輸速率包括 600 Mbps，如 IEEE 802.5，環型網路非隔屏蔽雙絞線 16 Mbps，ANSI X3T9.5 100Mbps TPDDI，100Base-TX, 100Base-VG AnyLan 及 155/622 Mbps ATM。

C. 光纖

能隔絕外在的干擾、傳輸品質穩定、頻寬極高，適合用於高速網路上。光纖的頻寬約 2GHz 左右，基本上包含三種同心的同心材質；外層被覆(Jacket)、中層纖覆(Cladding)及內層纖核(Core)。內層纖核的折射率比中層纖覆大，當光波進入纖核後，在纖核/纖覆介面處被反射回來，因此，光波沿著光纖軸線一直彈彈撞撞，隨著光纖媒體通往接收端。適合作較遠距離的室外纜線，若室外超過 100 公尺以上線路連接，頻寬 100Mbps 的高速網路，可使用光纖電纜。一般多模光纖距離可達 2 公里，單模光纖可達 20 公里以上。

(2) 網路介面卡

目前 Ethernet 廣為市面上所接受，其價格佔了重要的因素，因為區域網路中網路介面卡使用的量最多。網路介面卡最重要的功能便是將資料送出至網路，同時也從網路上接受資料，每片網路介面卡中皆存有一個 ID，全球網路介面卡的 ID 都是須唯一的，因為網路收取網路上屬於本身的資料皆是由此 ID 來判斷。選擇網路介面卡須注意以下四個部份：

A. 網路線材連接部份

網路介面卡使用三種接頭 BNC、RJ-45 及 AUI 與網路線材連接，選擇網路介面卡時可選擇提供多個接頭者，方便在不同的網路連接方式下皆可使用，但不能同時併用。

B. 電腦連接部份

電腦連接部份主要是 BUS 的差異，網路介面卡的 BUS 介面目前有 ISA、EISA、VESA、PCI 等，就速度而言以 PCI 最快。若為筆記型電腦，則可採用 PCMCIA 的網路介面卡。

C. 網路設定部份

網路設定部份是指設定其 Interrupt 及 I/O Address 等的方式，早期皆是使用 Jumper 來設定網路介面卡的設定，後來則以 Jumperless 的網路介面卡為主。Jumperless 的網路介面卡是指網路介面卡的設定不需使用 Jumper，而是使用軟體直接在電腦上執行便可更改其設定。隨後 Microsoft 提出 Plug and Play 的規格，Plug and Play 簡稱 PNP，其設定是由系統來調整的，因此可避免介面卡相衝的現象。而 PNP 的網路介面卡也很快的成為主流。

D. 傳輸速率部分

由於 Fast Ethernet 及 Gigabit Ethernet 的快速發展，所能提供的網路頻寬也相對提昇，因此符合 10/100 雙速網路卡將可滿足現在與未來的需求。

(3) 中繼器(Repeater)

中繼器主要是工作在實體層，如果網路的距離太遠，超過規定的標準長度，只用一段纜線的話，信號在纜線中受到的干擾及衰減就會增大，所以必須在規定的長度內加入中繼器，將一段纜線分為兩段纜線，如此不僅纜線長度不會太長，並可藉中繼器對信號作放大及整流，使信號更安全可靠。

(4) 集線器(Hub)

集線器的功能是讓網路上的節點可以集中在集線器上，如此可讓發生問題的節點不至於影響到整個網路的運作。一般集線器可提供 8 或 16 個埠，以大於 16 個埠的集線器價格較高，有的集線器甚至還有一個 MDI 埠。因為一般集線器為共同分享頻寬，在資料傳輸上比較沒有效率，只適合作為各工作群組之集線設備；近年集線器發展是採用交換技術，以提供每一個 port 有獨立之頻寬，下節中將詳細說明。

(5) 交換器(Switch)

A. Ethernet Switch (乙太網路交換機)

乙太網路交換機可視為一 Multi-port Bridge，由於應用硬體 (ASIC)來處理封包傳送(Packet Forwarding)，故其效能可達到線速(Wire Speed)。因此使用乙太網路交換器可使任意兩個 ports 有專屬的 10Mbps，故可以改善以往乙太網路頻寬不足的現象。

使用集線器時，網路並沒有實際碰撞的情形發生，而是將不同雙絞線上同時傳送之訊號視為碰撞，以保持 Ethernet 的特性。為了能讓多個工作站能同時傳送訊框，因此有了 Ether-Switch 的出現。其工作原理是集線器—在目前的狀況應稱之為「交換器」較為適當—必須記憶哪個工作站連接於哪個埠上。當收到一個訊框時，首先查詢目的工作站所在的連接埠，若有則將訊框輸出至該連接埠；若無則廣播至所有的埠上，以保證所有工作站均可以收到此一訊框。而集線器亦可紀錄此目的地工作站之 MAC(資料鏈結層的一種分層)位址與連接埠。當所有工作站的 MAC 位址與連接埠都被紀錄時，集線器便可以最快的速度運作。但由於每個連接埠不可能同時傳送與接收訊框，因此最多可同時傳送訊框之工作站數為通訊埠數量的二分之一。

B. 路由交換器(Routing Switch)

具備繞徑(Routing)功能之交換器，通常為大型網路或多主機環境所使用；大型乙太網路因為採用 CSMA/CD(碰撞偵測原理)所造成的網路交通非常頻繁，大型網路因此傳輸效能很差。

早期是利用路由器將網路切為幾個子網路(Subnet)以減低碰撞。但以路由器來切割子網路，會造成路由器本身的工作負擔，且 Routing 的速度比 Switching 的速度慢很多。故有 Routing Switch 的新一代產品問世，將 Routing 的功能加入 Switching 中，再利用 VLAN(虛擬網路)的功能，將不同工作群組切開，減低碰撞機率，以提高網路效能。

(6) 橋接器(Bridge)

橋接器主要藉由檢視第二層的 MAC 位址，將 LAN 區隔成一段段的區段(Segment)，使得不同區域的流量不互相影響(廣播封包除外)。橋接器可分兩大類：一、本地橋接器(Local Bridge)-直接連接 802 系列區域網路(包括 Ethernet)。二、遠端橋接器(Remote Bridge)-經由 I/O 埠介面將區域網路連接到長程(或廣域)主幹線路。

(7) 閘道器(Gateway)

用來連結二個完全不同的網路架構，作通訊協定轉換的工作。其功能包含訊息格式的轉置、地址的轉置及協定的轉置。例如，一個網路區段中是用 IPX/SPX 協定，而另一個網路區段中是用 TCP/IP 協定，在這兩個不同協定的區段間傳送封包，就要靠閘道器，當然閘道器的功能比路由器強，所以它也能做相同封包的繞徑。由於製作的難度高，因此價格亦最為昂貴。

(8) 網路管理系統

在大型的網路上，會有很多不同的通訊協定和不同廠牌的各種網際網路連結器材將區域網路 (LAN) 和廣域網路 (WAN) 連接在一起，要使這個網路能夠滿足使用者的需求，就必須要有一個網路管理 (Integrated Network Management) 系統來做資訊的集中和統一指揮管理的工作。而目前網路的管理，以簡易網路管理通訊協定(Simple Network Management Protocol:SNMP)較為普遍，而簡單的 SNMP 運作方式說明如下：

當一個設備安裝網管應用程式，則此設備被稱為網路管理系統(NetWork Management System: NMS)，管理代理(agent)則安裝於被管理設備的軟體模組上。MIB (Management Information Base) 將

被管理設備的資料項目加以編號，NMS 透過網路取得被管理設備的資料。然而，每個被管理設備對於資料型態的表現方式各有不同，在系統間進行資料會有不相容的現象，因此 SNMP 應用 ASN(Abstract Syntax Notation)作為資料封包格式及被管理物件的標準規範。透過 ASN 可以達到不同設備間資料的溝通。被管理物件即是物件資料庫，儲存在 MIB 中。

而一般網路管理系統，則希望達到下列的功能：

- A. 設定管理 (Configuration Management)
- B. 效能及統計管理 (Performance and Accounting Management)
- C. 問題管理 (Problem Management)
- D. 操作管理 (Operation Management)
- E. 改變管理 (Change Management)
- F. 安全管理 (Security Management)

§4-5-1-3 廣域網路設備

(1) 路由器(Router)

路由器是網路通訊設備中非常重要的產品。它主要在處理 OSI 網路參考模式中的第三層，亦即網路層的動作。依據網路層通訊協定 (IP、IPX) 的位址來決定資料封包的傳送路徑，即對不同網路內工作站的資料提供路徑選擇及資料傳遞的服務，並提供安全性的機能。路由器即是將各式各樣的同、異質的網路連接，達到通訊的目的。

藉而路由器傳送訊息，路由器主要任務有：一、尋找路徑。二、各種通訊協定之轉換，目前以 TCP/IP 最為廣泛被使用。三、隔離不同網路區段的廣播效應。路由器上有一 Routing Table 記載 IP 傳送的位址，以決定每一個 IP 要送到那裡。

而一般路由器具有下列各項的功能：

A. 網路層的連接

具有區域網路及廣域網路連接的能力。路由器可以有效整合乙太網路、環狀網路等各類型的區域網路。並可支援各類型網路的連接，如乙太網路、FDDI、高速乙太網路、ATM 網路等。

B. 可支援各類型通訊協定

可支援 TCP/IP、SPX/IPX、APPLETALK、DECNET、VINES、SNA 等，使得各種系統可藉由路由器的連接達到各系統開放的目的。

C. 傳輸路徑的選擇

路由器是由路由表格(routing table)來維護網路路由器之間的關係，其中最重要的是路徑的選擇；路由器會定時維持路徑表格的更新，以提供最佳的傳輸路徑。

(2) 防火牆(Firewall)

為了避免系統遭受駭客侵入破壞，必須裝設防火牆。防火牆根據不同的防護要求有不同的拓樸邏輯設計，它可能是一部電腦主機加上防火牆軟體，也可能是數台路由器及主機裝置組成的架構(Architecture)，它最主要的功能是将 Internet 這種不信任網路(Untrusted Network)和內部信任網路(Trusted Network)互連，限制網路使用者的存取權限，以達到保護內部網路的目的。

防火牆有三種主要的架構，第一種架構是 Dual-homed Host Architecture，也是目前使用最廣的防火牆架構，最主要的原因在於架設簡單，價格便宜。Dual-homed Host 在擴充槽上有兩片網路卡，一片網路卡連接外部網路，另一片網路卡連接內部網路。

第二種架構是 Screened Host Architecture，這種架構主要由路由器及 Bastion Host 架構成的。Internet 的進入點是路由器，另一方面，內部網路的進入點則是 Bastion Host，這種架構是 Dual-homed Host Architecture 的改良版。

第三種架構稱之為屏蔽式子網路架構(Screened Subnet Architecture)，它最主要是由兩台路由器及 Dual-Homed Host 架構組成，Internet 的進入點為外部路由器，內部網路的進入點為內部路由器，所有存取都需要經過確認手續，以達到保護內部網路的功能。

另外，代理(Proxy)伺服器則是在防火牆主機上執行的一種儲存轉送系統，它就像代理經紀人一樣，Internet 上的服務均由代理伺服器來處理轉送，Proxy Server 是防火牆的軟體解決方案。

內部路由器用以保護內部網路，避免來自外界和防禦主機的攻擊。防禦主機和內部路由器之間的網路，用以隔絕外部網路，如果防禦主機遭到破壞，不會立即影響到內部網路。防禦主機可由 Proxy Server 提供封包過濾及代理開道服務。外部路由器亦為防禦主機提供一些保護功能。其架構如圖 4-6 所示。

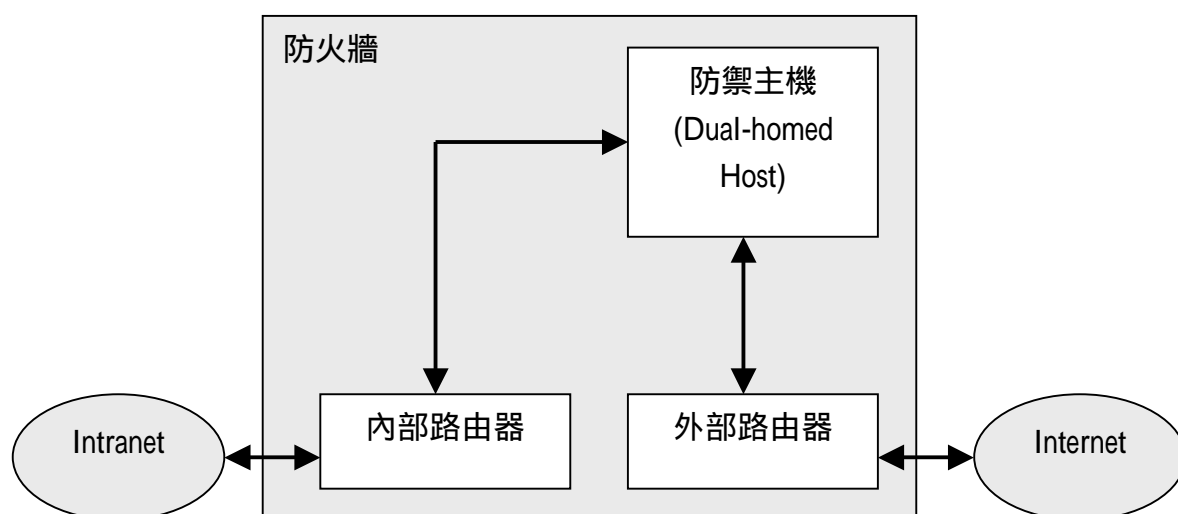


圖 4-6 屏蔽式子網路防火牆架構

§4-5-1-4 負載平衡

負載平衡是在所有伺服器的前面加一台 Load Balance 的設備，讓網路的流量平均分攤在伺服器群組上，能輕鬆且安全的解決網路資料壅塞的情形，以提高伺服器和網路頻寬效能並縮短用戶回應時間，提供更多、更穩、更安全可靠的服务。負載平衡有效導引跨網域伺服器之間資料流量整合，以及應用硬體與頻寬資源，提昇資料管理效率。其負載平衡器可以預防伺服器的負擔過重。它們把大量的存取要求，分散給多台伺服器，以達成負載平衡目的。

負載平衡服務:避免單主機故障時無法提供服务,且多主機時又面臨負載不均衡的問題：

- 一、採用高效能負載平衡交換器，可自動將故障的主機隱藏並引導至有效的運作主機進行傳輸流量分配，同時避免傳輸流量集中在少數幾台伺服器上，為企業打造可靠穩定、高效率的電子商務平台。
- 二、依據連線記錄及設定比率等數值分析，讓網路的流量平均分攤在伺服器群組上，使用戶可以在最短時間內得到網站回應。
- 三、可依用戶實際環境需求定義每部伺服器最大連線數目，確保伺服器運作效能。
- 四、伺服器的負載平衡主要是針對連結在該交換器的多台伺服器做量的負載平衡，但對於分散在不同地方的伺服器而言，可以應同樣的原理將流量導入到不同地方的主機以做到彼此間的負載平衡及備援，特別是對於當地的使用者而言，廣域網路的負載平衡可以大量節省跨廣域網路存取的頻寬使用。

A. 伺服器的負載平衡

伺服器負載平衡交換器(Server Load Balancing;LB)，主要是連結許多的伺服主機，當使用者傳來內容需求時，SLB 可依預設的法則，如靜態的平均、加權的輪流服務、或是動態

的偵測後端每一部伺服器、應用程式的狀況來分配流量。此外，負載平衡器針對不同層級的也有不同的應用方式，Layer2-4 的負載平衡可依據網路層的協定，如 TCP UDP，來分配流量，如 Web(http)FTP、Mail 等可分散到不同主機上;而 Layer5-7 的負載平衡功能更可以直接依具使用者要求的 URL、動態 cookie、檔案的附檔名來決定由哪一台主機來提供服務。負載平衡器有效管理主機的負荷狀況，也等於是有效利用頻寬資源，不僅提昇網站伺服器的服務品質及客戶滿意度，更保障了既有的網路投資，最適合多媒體服務的提供者及大企業總部的內部伺服器來使用。

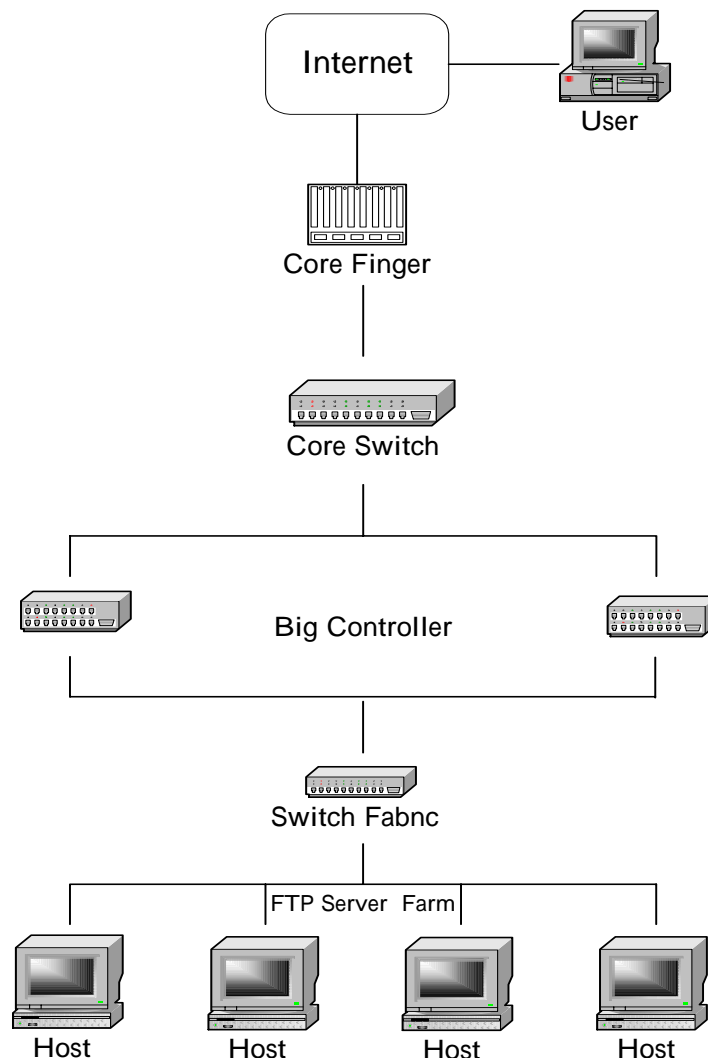


圖 4-7 虛擬通道的畫面

B. 廣域網路的負載平衡

伺服器的負載平衡主要是針對連結在該交換器的多台伺服器做流量的負載平衡，但對於分散在不同地方的伺服器而言，可以應用同樣的原理將流量導入到不同地方的主機以做到彼此間的負載平衡及備援，特別是對於當地的使用者而言，廣域網路的負載平衡可以大量節省跨廣域網路存取的頻寬使用。F5 的 3-DNS 產品提供了廣域網路的負載平衡最佳的解決方案。

就遍佈世界的網際網路與資料中心而言，3-DNS 是一個高使用性的智慧型負載平衡解決方法。不論平台類型或組合為何，也不需要您的伺服器上安裝額外的軟體，3-DNS 就能夠在多重且繁冗的伺服器網站上，管理及分散網際網路、內部網路與電子商務使用者的需求。最終使用者需求可根據資料中心與網路條件狀況(例如來回時間、使用中的伺服器數目、及封包流失等)來分配。3-DNS 可按照貴企業所排定的優先順序來設定，以決定資料流如何分配，3-DNS 也支援多種應用程式，例如 Web、e-mail、FTP、多媒體串流、與其它 IP 協定資料流等，來為最終使用者提供具有高使用性的連接。

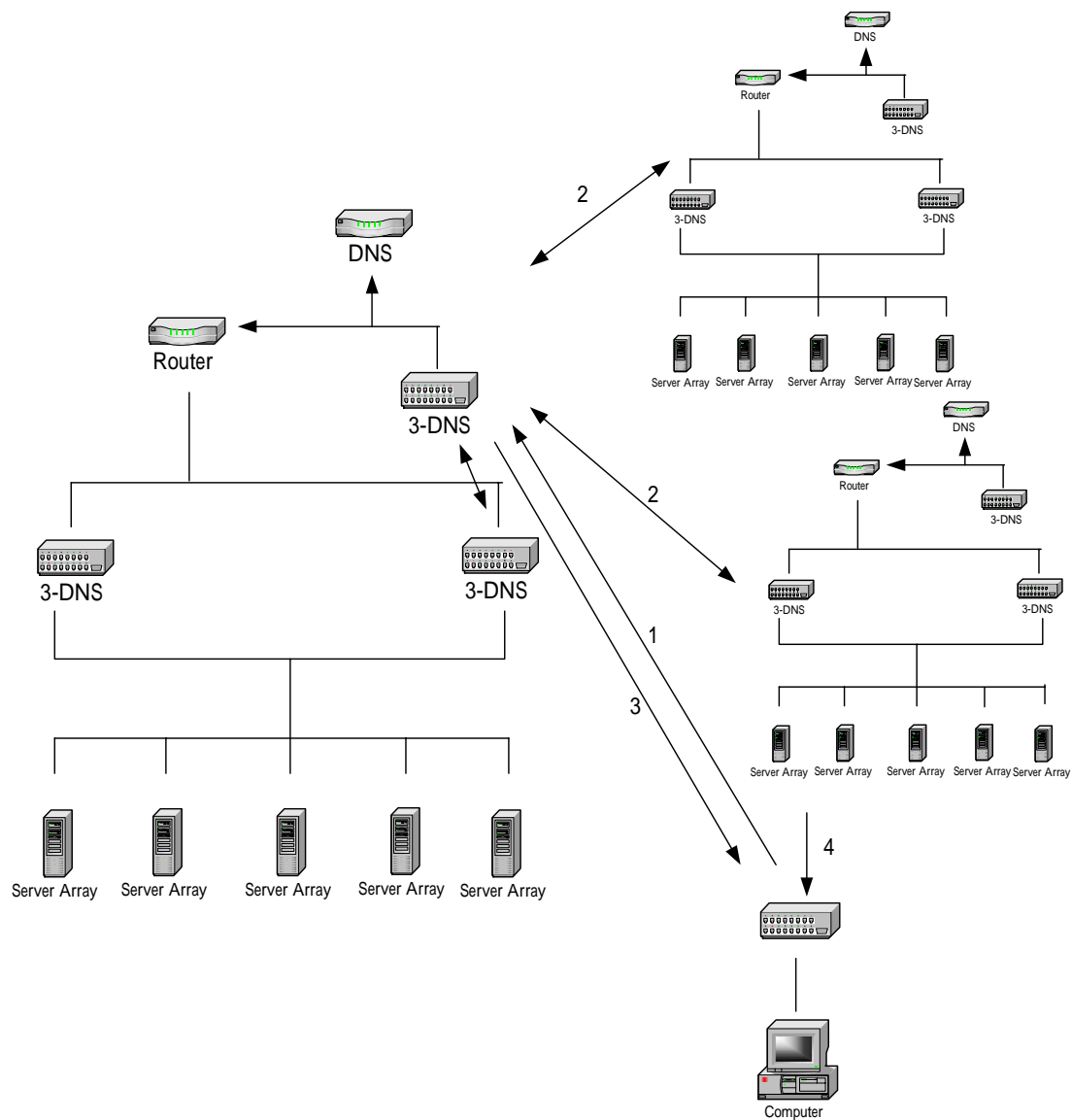


圖 4-8 廣域網路的負載平衡

C. 防火牆的負載平衡

隨著許多重要關鍵性的應用都是透過網際網路來完成，因此網路安全是不可忽視的觀念，架設防火牆已成了企業對外連結必備的基本設備。然而由於其位於連外交通要道，必定要能具備穩定可靠性，因此企業往往會用兩台防火牆，其中一台做備援來確保可靠的運作。這種機制雖然看似完善，但備援的機器平時處於閒置狀態，不僅無法充份有效利用資源，更不能達成分散防火牆處理流量的功能。可針對相同或不同的防火牆間做到流量的負載平衡，以有效利用兩或多台防火牆的資源。參考圖 4-9 所示，設計上會採用三明治的架構，以做到兩個方向的負載平衡及確保同一連線進出是在同一防火牆。

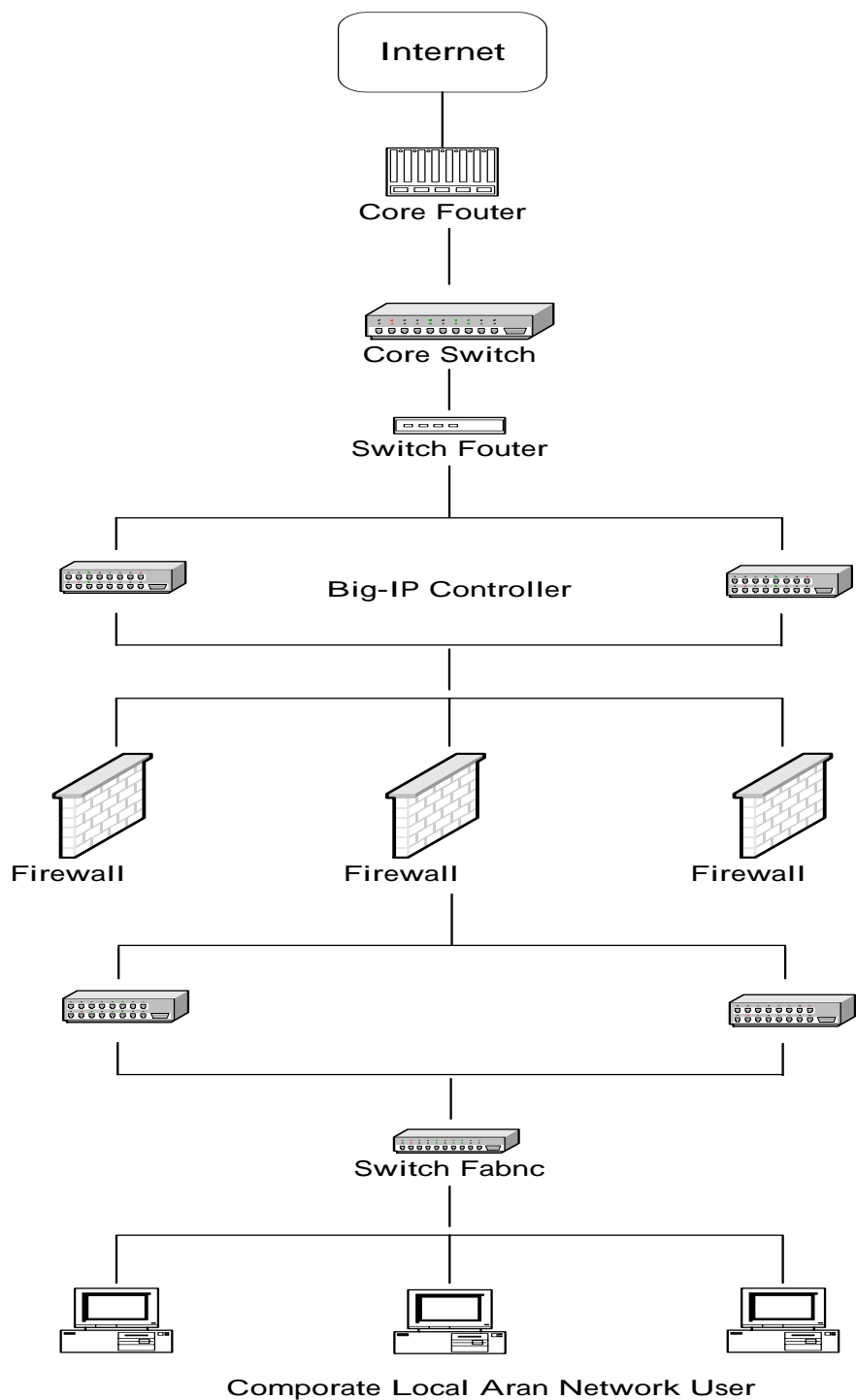


圖 4-9 防火牆的負載平衡

D. WAN 連線的負載平衡

隨著多家 ISP 的連線備援機制以分散企業專線斷線風險的倡導，加上用 ADSL 成本相對固接專線低廉，往往申請多條相同或不同 ISP 的專線或 ADSL 連線以彈性的控制對外連

線的頻寬需求，然而如何追求連線的品質及使用的效率就得依靠 WAN 連線的負載平衡器。其原理是經由定期對公司至 ISP 網路連線節點健康狀況的偵測，並循著多個 ISP 路徑進行負載平衡，以決定由最佳的線路來提供連線服務。另外應用的例子是可以將昂貴而穩定的專線提供給對外服務的伺服器使用，而企業員工的上網則使用成本較低的 ADSL，並可依實際使用狀況增減 ADSL 的數量或頻寬。跟一般廣域網路的負載平衡器相比，可做 WAN 連線流入(inbound)及流出(outbound)的負載平衡外，其對內區域網路部份，可直接做含伺服器或防火牆的負載平衡而不需額外增購不同的設備。

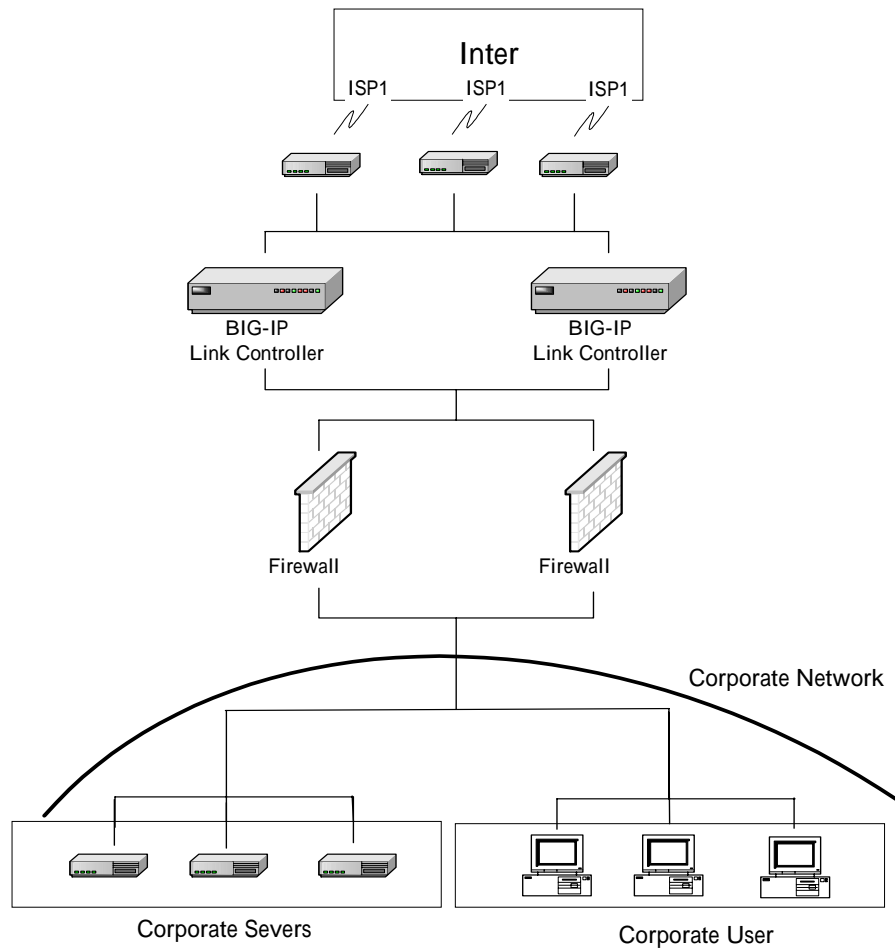


圖 4-10 WAN 連線的負載平衡

§4-6 e-GPS 網路系統規劃

§4-6-1 因應電子基準站的新增

本計劃案原規劃 6 站基準站作為 *e*-GPS 的測試站點，因應電子基準站的新增或加入地政司衛星測量中心及交通部中央氣象局已設置之 GPS 衛星追蹤站的資料，多主機的方式處理，就電子基準站的設置位置與網路架構，設立分散式及多站的資料處理中心。

§4-6-2 因應 *e*-GPS 服務範圍

本計劃案僅規劃單一移動站作為 *e*-GPS 的測試之移動站，未來正式營運後移動站將會分布於台灣各地，故宜規劃利用單一服務站點，多主機背景服務的方式來為用戶做 RTK 定位處理。

§4-6-3 設計主機託管方式

主機託管可節省機房建置、維護和管理人力、頻寬建置等高昂費用負擔，無須再擔心網路設備管理及路由管理。可視網站需求機動調整頻寬，運用彈性靈活並提供一個優質的機房環境、乾淨快速的頻寬及專業管理技術，可讓 *e*-GPS 上的使用者透過高速的網路骨架到達服務網站。這類主機系統最常運用於 WWW server、SQL server、MAIL server、FTP server 等資訊服務系統。

目前全球提供主機託管的最大 ISP 為美國的 AOL。而臺灣較具代表性的主機託管 ISP 為台灣學術網路(TANet)、中華電信網際資訊網路(Hinet)與數位聯合電信(seednet)。建議內政部土地測量局採用主機託管這項服務。若採用主機託管方式內政部土地測量局則必須自備主機系統，將系統放置於 ISP 之機房由 ISP 業者提供系統之維護與保全。

§4-6-4 網路架構

政府網際服務網 GSN 示意圖如 4-11 所示。

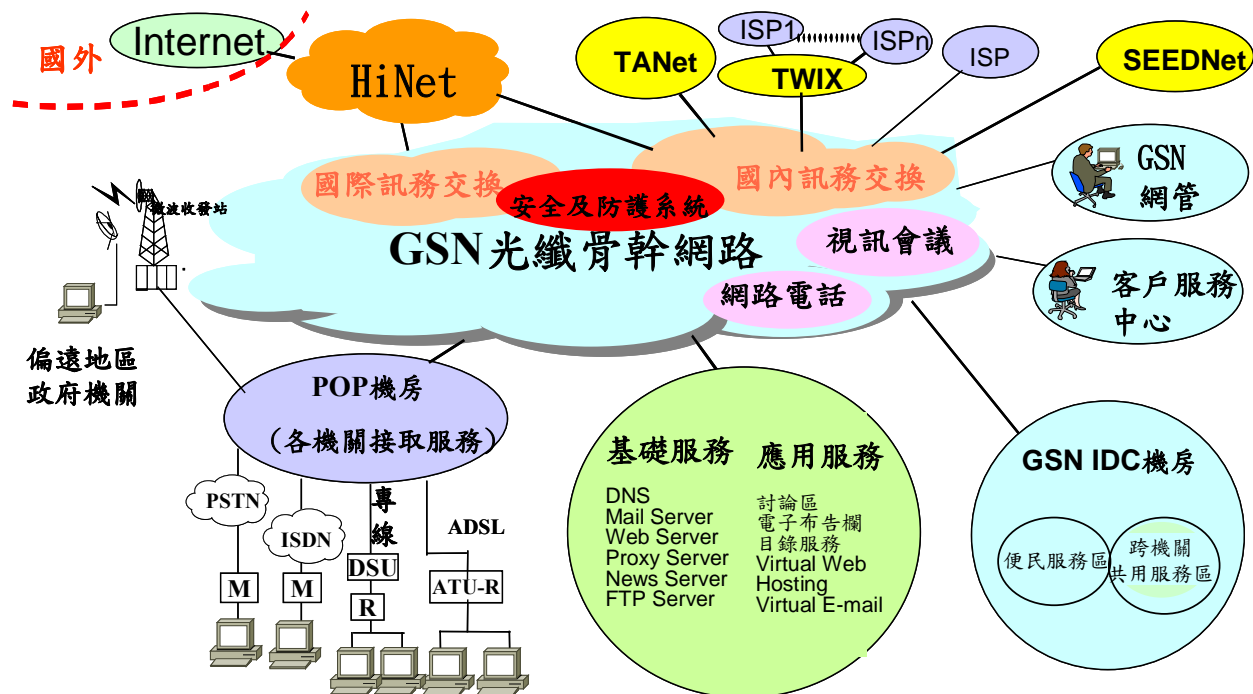


圖 4-11 政府網際服務網 GSN 示意圖

中華電信為配合政府政策，提昇國家整體競爭力，中華電信 HiNet 接受行政院研考會委託建置維運政府機關專屬的 IP 寬頻骨幹網路，除提供網路接取，各項基礎及應用服務外，特別強調多功能、高品質及高安全措施。GSN 於 86 年 7 月開始服務，截至 90 年 3 月底已有 18 個網路節點及超過 1200 條固接連線用戶，為目前國內第四大規模 ISP，僅次於 TANet、HiNet 及 SEEDNet。目前應用服務內容：1. 政府網站、電子郵件服務，2. 網路電話，3. 討論區服務，4. 電子公佈欄，5. 政府機關目錄服務。

電子基準站網路系統的建立與主機託管的事宜，建議交由 ISP(網際網路服務公司(如委託中華電信 HiNet)來建置與維護，已建立 4 個網路節點，於網路節點上建置電子基準站的資料處理中心，接收電子基準站的資料與處理 e-GPS 的服務，並定時將資料傳回內政部土地測量局的資料處理總中心。

§4-7 e-GPS 網路系統經費預估

網路系統設置估計費用如表 4-3 所示。

表 4-3 網路系統設置估計費用

項 目	數 量	複 價
e-GPS 全球資訊網伺服器	1	200,000 元
印表機等周邊裝置	2	50,000 元
集線器等區域網路設備	3	10,000 元
網路管理工作站	1	150,000 元
路由器	1	30,000 元
防火牆	1	150,000 元
合計(新台幣/元)		590,000 元

第五章 重要工作記錄

為有效掌握計劃執行過程，除委託單位不定期派員至本中心查核各工作項目外，成大衛星資訊研究中心內部亦針對各項主要工作項目進行工作說明及進度查核。

§5-1 成大衛星資訊研究中心內部之工作進度會議

本中心依工作執行進度及需要，每二至四周召開工作進度說明及管控會議，並聯繫委託單位於必要時參與會議了解工作執行情形、遭遇困難及相關處理措施，各次會議說明如下：

- 1.第一次工作會議於九十二年七月二日合約簽訂後召開，主要目的為確定各工作項目分組、工作內容及相關進度管控。
- 2.第二次工作會議於九十二年七月廿三日召開，主要目的為確定各工作小組對初步工作內容準備狀況及了解程度，並就及所分配之工作內容中可能遭遇問題提出說明並訂定相關解決方案。
- 3.第三次工作會議於九十二年七月卅一日召開，主要目的為就第二次會議中所提問題之處理方式可行性進行說明，並確認處理結果及工作進度管控。
- 4.第四次工作會議於九十二年八月十三日召開，主要目的為確認本計劃系統架構及工作進度管控。
- 5.第五次工作會議於九十二年八月廿八日召開，主要目的為工作進度管控，並責成各工作小組就本計劃所需各項相關技術，各依需要自行召開相關討論會議及計劃執行人員訓練。
- 6.第六次工作會議於九十二年九月廿五日召開，主要目的為工作進度管控，另就本計劃期中報告架構及章節內容進行討論說

明，由各工作小組準備期中報告相關書面內容，統一彙整後提送委託單位審查。

- 7.第七次工作會議於九十二年十月廿三日召開，主要目的為工作進度管控，另就電子基準站架站作業提出討論，訂定相關架站作業及行政作業聯繫事項。
- 8.第八次工作會議於九十二年十一月廿四日召開，主要目的為工作進度管控，並就期中報告審查所提建議進行確認，配合審查建議修正工作執行方式。
- 9.第九次工作會議於九十二年十二月廿二日召開，主要目的為工作進度管控，確認電子基準站架設行政作業及相關器材準備情形。
- 10.第十次工作會議於九十三年一月七日召開，主要目的為工作進度管控，電子基準站架設工作訂於本月十四至十六日進行。
- 11.第十一次工作會議於九十三年一月廿六日召開，主要目的為工作進度管控及說明電子基準站架設結果及接收情形，因原定鹿港地政事務所場地不符需求更換為和美地政事務所，並決定於本月廿七日至和美地政事務所進行架站工作。
- 12.第十二次工作會議於九十三年二月十一日召開，主要目的為工作進度管控，各項測試成果說明及電子基準站接收情形，另確認期末報告撰寫章節及內容。
- 13.第十三次工作會議於九十三年二月十八日召開，主要目的為工作進度管控及期末報告撰寫進度。
- 14.第十四次工作會議於九十三年二月廿六日召開，主要目的為工作進度管控及期末報告撰寫進度。
- 15.第十五次工作會議於九十三年三月二日召開，主要目的為工作進度管控、期末報告撰寫進度及準備委託單位查核簡報。

§5-2 內政部土地測量局承辦單位之查核

內政部土地測量局於本計劃執行期間為有效控管計劃執行情形，除依合約規定提供相關行政協助，並多次派員至本中心進行查核。

1. 多次參加本中心召開之工作會議查核工作進度及互相配合協調事項，提供計劃執行相關建議供計劃執行參考，並針對計劃執行時所遭遇之行政困難提供解決方案。
2. 內政部土地測量局於合約簽訂後除一般性業務聯繫外，另提供電子基準站測試專用 GPS 接收儀、儀器相關說明文件及儀器使用方法細節等，增加電子基準站測試之便利性。
3. 多次以正式公文協助協調電子基準站預定架設位址之管理單位，提供工作空間及部分網際網路軟硬體設備，提昇架站效率。
4. 於九十二年十一月廿日邀請多位審查委員召開期中審查會議，會中除查核工作進度及成果外，另提出多項具體建議供本中心檢討及修正，並訂定後續執行目標。
5. 於九十三年一月十四日至十六日實地查核電子基準站架設實況並提供相關架站建議，且於電子基準站架設完成後，多次至電子基準站實地查核運作情形，並協助儀器測試及困難排除。
6. 於九十三年三月四日至本中心實地查核，聽取本計劃執行進度及多項測試成果簡報，並提出多項修正建議供本中心執行人員參考修正；另至電子基準站實地查核電子基準站運作情形。

§5-3 電子基準站架設概要

電子基準站位置依第三章所述之規劃原則及勘查作業程序選定完成後，本中心於實驗室預先模擬相關架設之可能狀況並透過委託單位的居間協調努力，實地架設作業於九十三年一月十四日起開始實地架設作業，本計劃因受限於設站經費，乃採用較為經濟之架設方法，相關作業情形說明如下。

- 1.位於頂樓透空度良好同時考慮天線電纜長度不超過 50 公尺之位置設置天線盤，並固定在穩固結構上，於必要時可適度提昇天線盤高度。
- 2.將電腦設備及 GPS 接收儀設置於與建築物管理單位協調後之空間，該空間除應有電源供應設施外，另請管理單位提供網際網路連接設施供遠端遙控電腦及 GPS 接收儀。
- 3.設定 GPS 接收儀及電腦，測設軟硬體功能是否正常並進行必要之困難排除，包含 GPS 接收儀之正常操作、電腦軟體之運作及網際網路連線功能等。

§5-3-1 各電子基準站架設情形況

1. 安南地政事務所：設置日期為九十三年一月十四日，電腦、GPS 接收儀設置地點、天線盤設置地點及設站情形詳如圖 5-1。惟電子基準站設置後，經多次測試結果發現，該地政事務所提供之網際網路連線通路，係通過該所維護網路安全之防火牆，致測試時無法自實驗室順利與該地點之電腦設備及 GPS 接收儀取得聯繫，經與該所網管人員聯繫後，無法跳脫該所防火牆管控，故將本站移回本中心頂樓繼續運作。



圖 5-1 安南地政事務所電腦、接收儀、天線盤設置地點及設站情形

2. 旗山地政事務所：設置日期為九十三年一月十四日，電腦、GPS 接收儀設置地點、天線盤設置地點及設站情形詳如圖 5-2。



圖 5-2 旗山地政事務所電腦、接收儀、天線盤設置地點及設站情形

3.竹崎地政事務所：設置日期為九十三年一月十五日，電腦、GPS接收儀設置地點、天線盤設置地點及設站情形詳如圖 5-3。



圖 5-3 竹崎地政事務所電腦、接收儀、天線盤設置地點及設站情形

4.北港地政事務所：設置日期為九十三年一月十五日，電腦、GPS接收儀設置地點、天線盤設置地點及設站情形詳如圖 5-4。



圖 5-4 北港地政事務所電腦、接收儀、天線盤設置地點及設站情形

5.埔里地政事務所：設置日期為九十三年一月十六日，電腦、GPS接收儀設置地點、天線盤設置地點及設站情形詳如圖 5-5。



圖 5-5 埔里地政事務所電腦、接收儀、天線盤設置地點及設站情形

6.和美地政事務所：設置日期為九十三年一月廿七日，電腦、GPS接收儀設置地點、天線盤設置地點及設站情形詳如圖 5-6。



圖 5-6 和美地政事務所電腦、接收儀、天線盤設置地點及設站情形

7.國立成功大學：因安南地政事務所無法設站而轉至於此，設置日期為九十三年二月廿三日，電腦、GPS 接收儀設置地點、天線盤設置地點及設站情形詳如圖 5-7。



圖 5-7 國立成功大學電腦、接收儀、天線盤設置地點

第六章 系統分析、系統設計及測試成果

本計劃採模組化設計，定義模組間資料流傳輸的規格後，再分別進行模組程式的開發與撰寫。

§6-1 系統現況

本計劃目前分 3 部分進行系統的建置與測試，其系統現況如圖 6-1 所示。

- 1. 追蹤站的遠端監控與資料批次下載：**此模組建立的目的是能於計算中心監控電子基準站的訊號接收情況與儀器的狀態，目前利用成功大學衛星資訊研究中心的衛星追蹤站(CK01 與東石)，GPS 型號 Turbo Rogue，之衛星訊號接受站作為模組開發的雛形設計的，其架構為利用 T1 專線建立 TCP/IP 的通訊連接，以 PC_ANYWHERE 作為遠端遙控的工具，並利用 FTP 來下載 GPS 資料。目前進行方式以人工介入操作為主，未來將以自動化下載與即時遠端監控為開發目標。
- 2. 電子基準站即時下載模組：**此模組建立的目的是能於計算中心即時下載電子基準站的 GPS 訊號與儀器運作的狀態。作為進行模組開發的雛形設計，於成大衛星資訊中心的頂樓建立兩個測試站(GPS 型號 NOVATEL D12)為衛星訊號接受站，並進行網路傳輸速率及資料封包的穩定性測試。其架構為利用 T1 專線建立 TCP/IP 的通訊連接，以 N-PORT 為 RS232 轉 TCP/IP 的工具，並利用自行開發的即時下載軟體來下載 GPS 資料。目前進行方式以兩個測試站的即時操作為主，未來將逐步增加測試站的數量至六站以上，且以整個系統的效率於 10 秒內處理完成為開發目標。

3. 控制及計算中心的 *SERVER GPS*：內含三個主要的單元，一為 GPS 追蹤站的控制單元，其次為即時下載的 GPS 控制單元，最後為 GPS VBS_RTK 計算控制單元。GPS 追蹤站的控制單元與即時下載的 GPS 控制單元的主要功能如上述 1,2 所說明。GPS VBS_RTK 計算控制單元的目的為計算單一時刻的電離層等相關誤差及模擬 VBS 觀測量的產生。為整個計劃的核心。目前利用成大衛星資訊研究中心擁有的觀測量進行程式的開發與設計，並進行其精度與可靠度的測試。

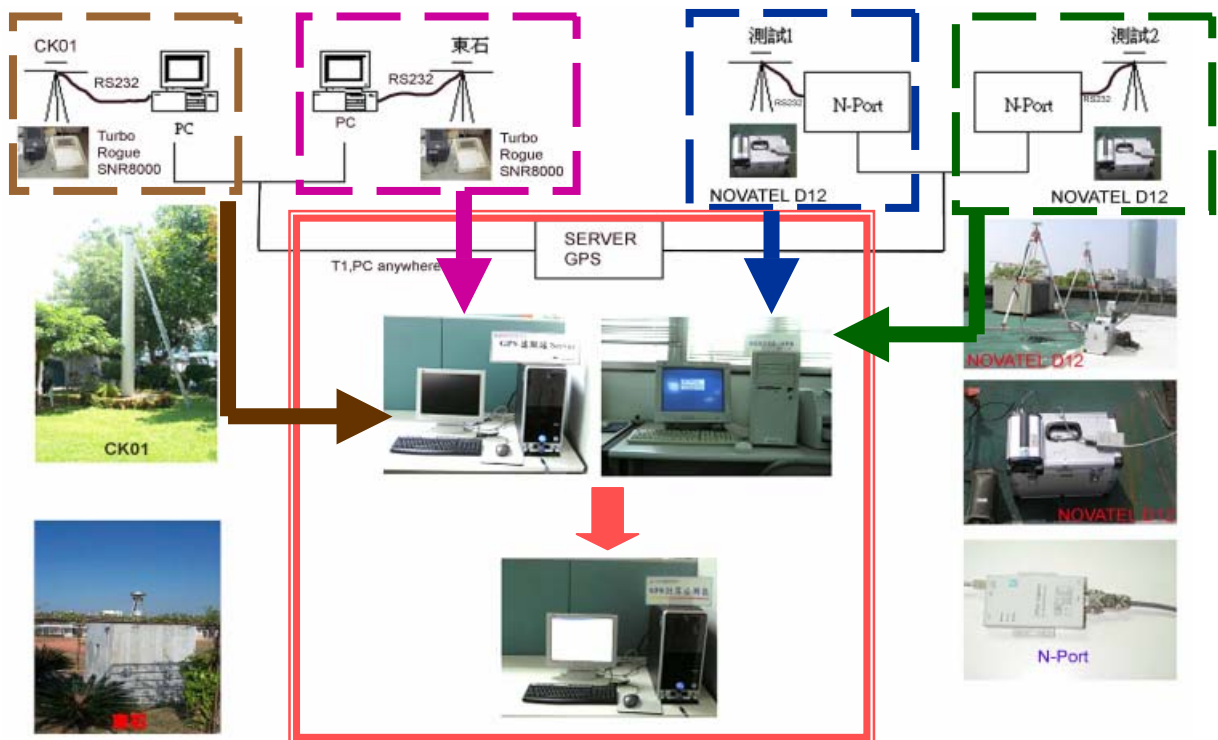


圖 6-1 系統現況圖

§6-2 e-GPS 系統硬體架構

整個 e-GPS 系統硬體設計架構可分為 3 部份說明:1.基準站(BS)、2.控制及計算中心(C&C)、3.移動站(ROVER)等其硬體架構如圖 6-2 所示。

1. 基準站(BS)：

目的：建立持續觀測的電子基準站。

硬體架構：GPS 接收器（雙頻全波長）、N_PORT、工業級電腦、HUB、T1(ADSL)、IP_Address(2 個)、UPS 不斷電系統。

2. 控制及計算中心(C & C)：

目的：建立 VBS_RTK 計算中心。

硬體架構：伺服器級電腦(2 部)、一般級電腦(4 部)、HUB、T1(ADSL)、IP_Address(1~10 個隨使用系統而定)、UPS 不斷電系統。

3. 移動站(ROVER)：

目的：建立移動站(ROVER)資料傳輸系統。

硬體架構：GPS 接收器（雙頻全波長）、PDA(WINDOWS CE)、無線通訊(GPRS,GSM)。

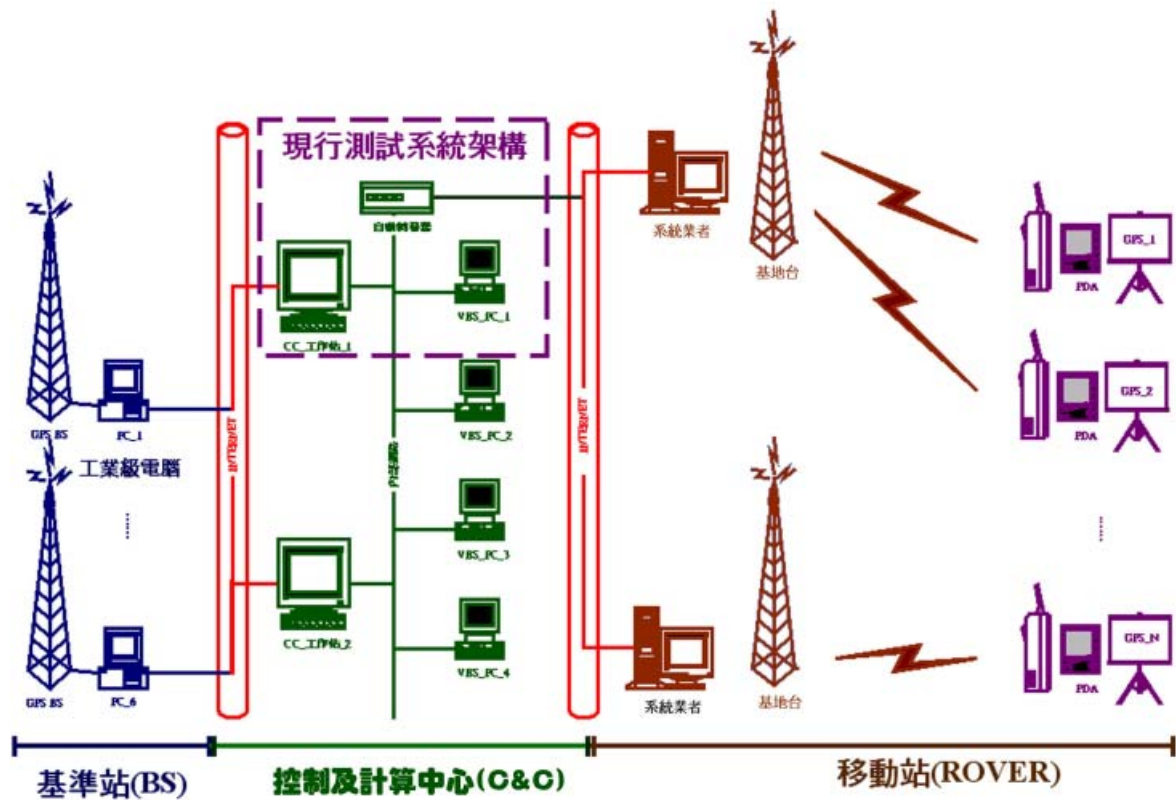


圖 6-2 e-GPS 系統硬體架構圖

§6-2-1 e-GPS 電腦系統經費預估

項 目	數 量	單 價
控制中心伺服器	4	200,000 元
操作工作站 ^{*2}	8	150,000 元
印表機等周邊裝置	2	50,000 元
集線器等區域網路設備	3	10,000 元
網路管理工作站	1	150,000 元
路由器	1	30,000 元
防火牆	1	150,000 元
合計(新台幣/元)		740,000 元

§6-3 控制及計算中心軟體架構

控制及計算中心(C&C)為整個計劃的重心，所有的資料全部匯集於計算中心來儲存與處理，整個計算中心(C&C)的軟體架構如圖 6-3 所示，其說明如下：

- 作業系統：採 WINDOWS 2000 SERVER 架構，另需 SQL SERVER、FTP SERVER、WEB SERVER 等系統軟體。
- 自動備份模組：目的為自動下載電子基準站中 GPS 的備份資料，為 FTP 架構，以檔案方式儲存。
- 即時下載 DECODE 軟體模組：目的為自動下載電子基準站中 GPS 的即時資料，並解碼成 RINEX 格式，儲存於資料庫中。作為 VBS-RTK 計算時使用。
- BS 監控站模組：目的為監控電子基準站(BS)接受 GPS 資料的狀況及進行遠端遙控。
- 自動轉撥器移動站下載模組：目的為接受移動站的 GPS 資料，並組成 VBS_RTK 計算所需的格式，並協調 VBS_RTK 計算電腦的排程，並將計算後的坐標回傳給移動站。程式為 WEB SERVER 架構，以檔案型態儲存。

■e-GPS 網管程式模組：目的為建議計算中心與移動站間的介面，為 WEB SERVER 架構。

■VBS-RTK 計算模組：目的為計算電子基準站間的電離層等改正量，並依據移動站的近似位置(可小於 100 公尺)的模擬出虛擬基準站的觀測量，然後進行 VBS 與移動站間的 RTK 定位計算。以 Fortran 為開發工具，以檔案型態儲存。

■自動下載精密星曆模組：目的為定時自動下載 IGS 精密星曆資料，以檔案型態儲存，為 VBS-RTK 計算模組所使用。

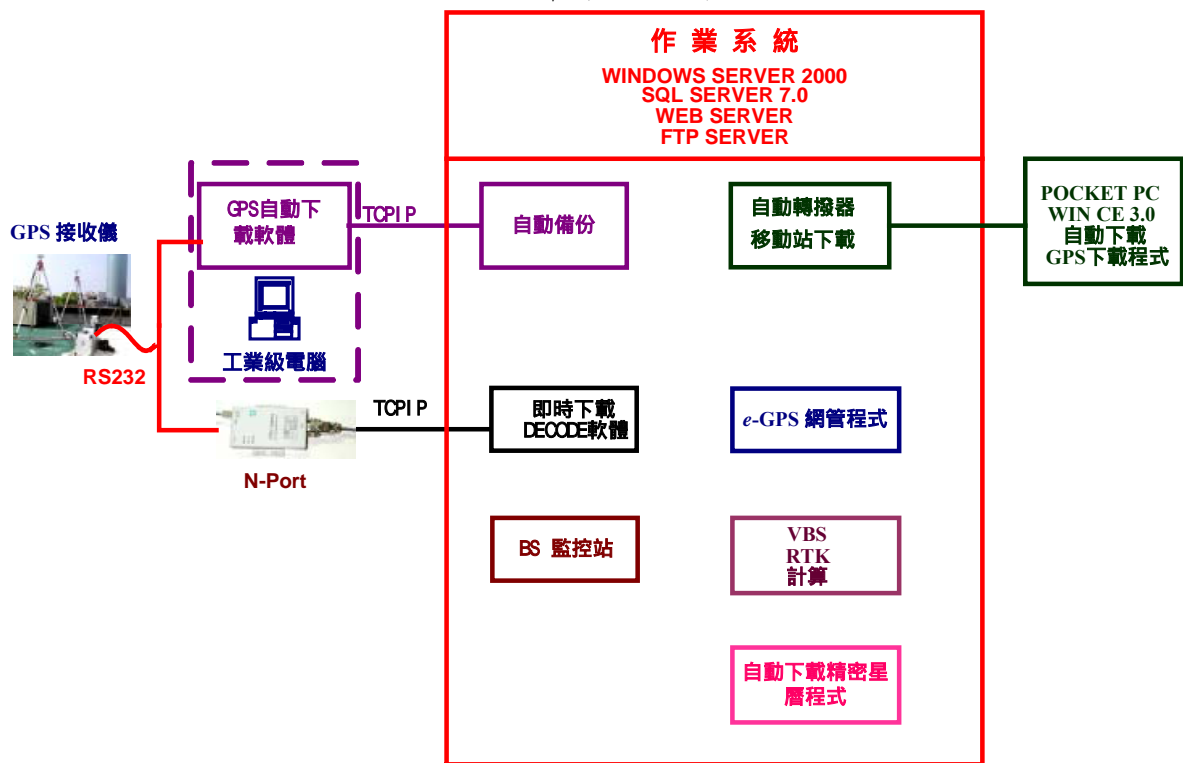


圖 6-3 控制及計算中心軟體架構圖

控制及計算機中心管理系統係採用 Windows 2000 SERVER 中文視窗作業環境，除了完整且富親和力的圖形使用者人機界面 (GUI)，附屬的應用程式及資源管理方式(如輸入法,字型,剪貼簿,OLE...)可使操作者很快的熟悉視窗作業環境。

由於整個圖形平台是採用 Microsoft Visual Studio 6.0 的工具開發，不僅承繼了視覺化設計的良好圖形環境，更使用了新版本的 Windows 生動活潑的操作介面設計，例如：Tool tips 的設計會在滑鼠指標移動並暫停到圖像上面時，就彈出指令說明。類似這種線上操作輔助設計，將可以使操作者在最短的時間就可以了解並執行所有的功能。

本系統的畫面設計及操作程序不再使用傳統的條列式選單逐層詢問及處理，而是整合設計成為「**由事件啟動**」的操作模式。使用者可以依照自己的作業習慣和需求，自由選擇要執行的程序以啟動事件(移動滑鼠選擇功能表單、圖像鈕、對話盒,或是從鍵盤輸入指令)，系統再根據各種狀態記錄迅速作出正確的回應。

在事件啟動作業模式下，系統畫面將是以多視窗的方式展示，而且為了配合不同使用者的操作習慣、需求及嗜好，部份的畫面規劃、各元件的形式及顏色也開放給使用者定義修改。在功能表的設計方面，本系統除了與一般視窗應用軟體一樣提供了下拉功能表之外，並將常用的指令部份組成圖像功能表（用滑鼠左鍵點按），而使用頻率最高的部份再抽出組成彈出功能表（按滑鼠右鍵啟動），整個操作介面完全考慮到使用者的需求而設計。

§6-4 軟硬體需求

(一) 硬體設備

1. 電子基準站:

- GPS 接收儀及電線盤（雙頻全波長）
- 氣象量測設備（可選擇設置）

- 外部高精度原子鐘（可選擇設置）
- 工業電腦、大容量儲存設備及相關串列埠(X_PORT)
- 網路通訊設備（如 ADSL,T1）
- 不斷電系統（UPS）

2.移動站:

- 衛星接收儀（雙頻全波長）
- 通訊設備（如 GPRS）
- 使用者控制介面（如 PDA）

3.計算中心:

- 電腦伺服器、大容量儲存設備及相關串列埠
- 網路通訊設備（如 T1,HUB,ROUTER）
- 不斷電系統（UPS）

(二) 軟體需求

- MS-Windows NT 4.0 +SP6（包括 Server 版及 Workstation 中文版）、MS-Windows 2000（包括 Server 版及 Profession 中文版）或 MS-Windows XP。
- ODBC 2.5

(三) 資料庫環境

db2、SQL Server、Oracle、Access

§6-5 系統基本功能

開發以 VBS 技術為主體之軟體，採用後處理計算方式，該軟體應架構於 Windows NT SERVER 或 Windows 2000 SERVER 或較新版

本之中文作業系統，操作介面及相關說明文件一律中文化，其功能模組至少包含下列功能：

- 可批次輸入及讀取電子基準站及使用者之資料檔案。
- 可設定不同電子基準站數計算電離層、對流層、軌道誤差及相位整數值等參數，計算所得之參數需能存檔及輸出列印。
- 配合 VBS 技術進行電離層、對流層誤差之內差計算並產生虛擬觀測資料（計算結果需能紀錄存檔及列印）。
- 以 VBS 技術計算使用者單一筆資料之點位坐標及計算同一點位數筆連續資料之平差後坐標，計算之成果需能存檔及輸出列印。
- 系統管理：包含各功能模組使用權限管理、檔案管理與備份、硬碟容量管理機制及安全認證機制等。

§6-6 系統目標

- (一) 提供 e-GPS 網路化 RTK 理論分析與可行性評估
- (二) 建立 e-GPS 環境與相關程式組研發模式
- (三) 完成虛擬基準站(VBS)觀測量建立程式
- (四) 完成六個站之測試基本網建置與精度分析
- (五) 無線通訊整合測試
- (六) 移動站與虛擬基準站定位計算分析
- (七) 建立伺服器與遠端 GPS 儀器連通與控制程式集

§6-7 系統限制

§6-7-1 硬體限制

(一) 個人電腦

- (1) 中央處理器 (CPU)： Intel Pentium 4 2.4GHz(含)以上。
- (2) 記憶體容量 (RAM)： 512 MB(含)以上，建議 1024 MB。

- (3)硬式磁碟機：可用空間 120GB（含）以上。
- (4)軟式磁碟機 3.5 吋（容量 1.44MB）一坐、52 倍數（含）以上 CD-ROM 一部。
- (5)AGP 圖形顯示卡，至少 RAM 64MB 以上。
- (6)彩色顯示器。
- (7)具網路連線功能。

(二) 繪圖機

須支援 HP-GL 或 GP-GL 命令格式。

(三) 印表機

須提供支援前端作業系統的驅動程式。

§6-7-2 軟體限制

(一) 作業系統

(1) 移動站端

Pocket PC WINCE 3.0 以上

(2) Server 端

Microsoft Windows NT 4.0 Server SP6 或 Windows 2000 Server 中文版或 MS-Windows XP。

(3) WEB Server

(二) 資料庫軟體

使用支援 ODBC 驅動程式的關連式資料庫軟體，含 SQL Server，ORACLE，IBM DB2。

(三) 檔案限制

本系統為關聯式資料庫，資料檔格式依循後端資料庫管理系統使用之格式。

(四)資料限制



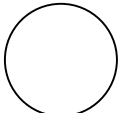
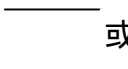
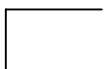
- (1) 中文內碼：中文內碼採用 BIG-5 碼。
- (2) 罕用字：罕用字採用 EUDC 造字檔。

(五)使用者權限制

由功能表啟動本系統各應用軟體之功能，並且直接使用該系統授權之使用人員代碼及密碼進行系統安全管制。

§6-8 資料流程圖

資料流程圖(DFD)是一種表示作業流程的模型工具，以網狀的方式表示出作業(PROCESS)的轉換，以及進出作業的資料流，並藉由資料流來連接各個不同的作業。資料流程圖的組件說明如下：

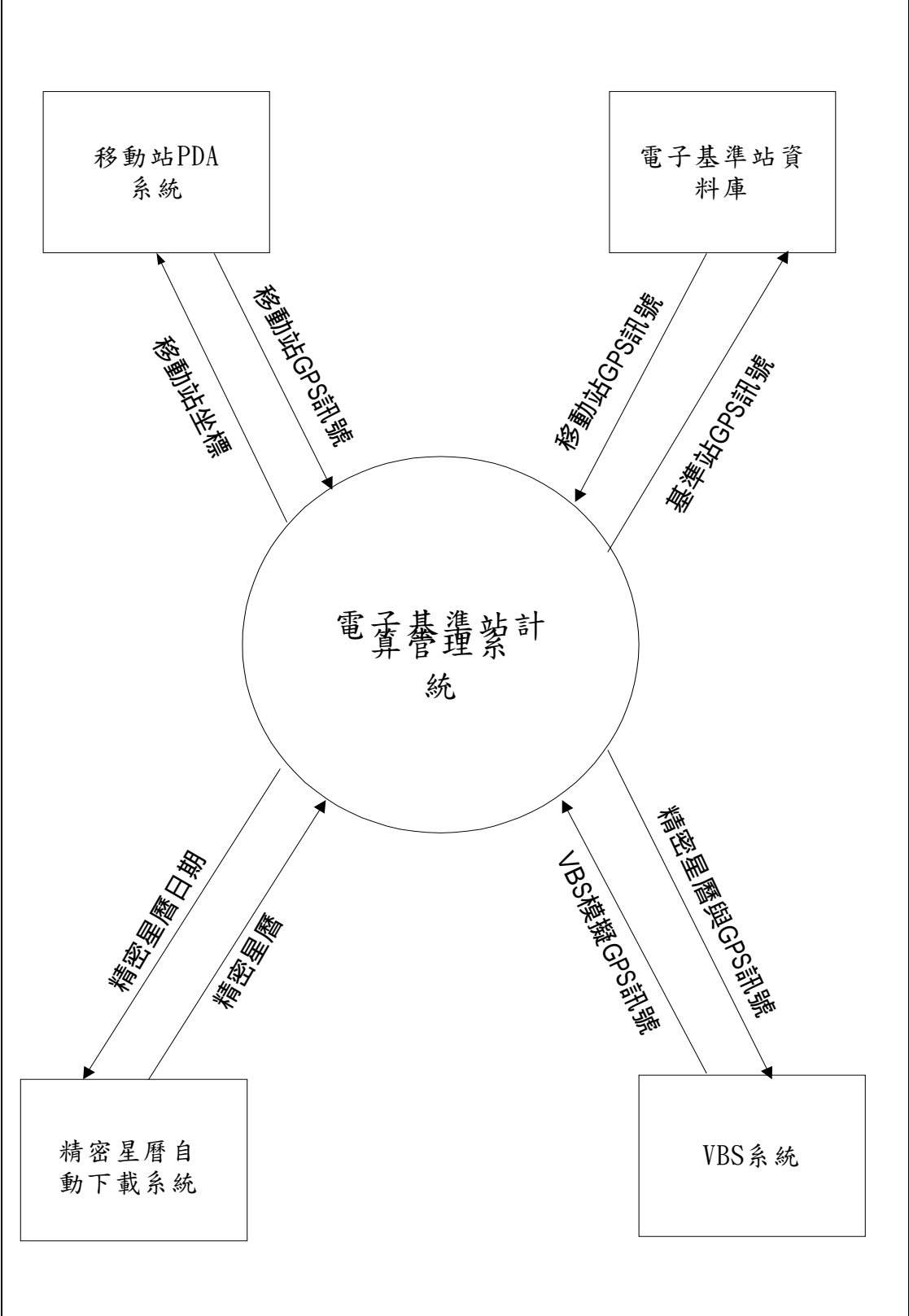
圖 形	名 稱	意 義
(方形) 	外界實體 (External Entity)	代表與系統有關的其他外界機構、單位或個人
(箭頭) 	資料流 (Data Flow)	表示資料或表報的流動方向
(圓形) 	程序 (Process)	表示處理資料的作業單元
 或  (兩平行線或匚字形)	資料儲存所 (Data Store)	表示儲存資料或表單的處所

資料流程圖要明確的表達資料在系統中的流向，以及在資料上所作的轉換(Transformation)，而且應該是把注意力集中在資料與其轉換的過程上，不用在資料流程圖表達次序性、控制、程序演算法。

資料流程圖首先要建構環境模型，在這一個步驟中須製作概圖、研討系統目標、決定系統範圍，概圖中應描述外界實體與本系統的關係、系統需要輸入什麼資料、系統需要輸出什麼資料，概圖中畫清了環境與系統的界線，但是無須說明系統內部的細節。接下來要建構初步行為模型，再以事件為主、以資料為主的整合後，彙整事件的回應並完成資料字典與作業規格。

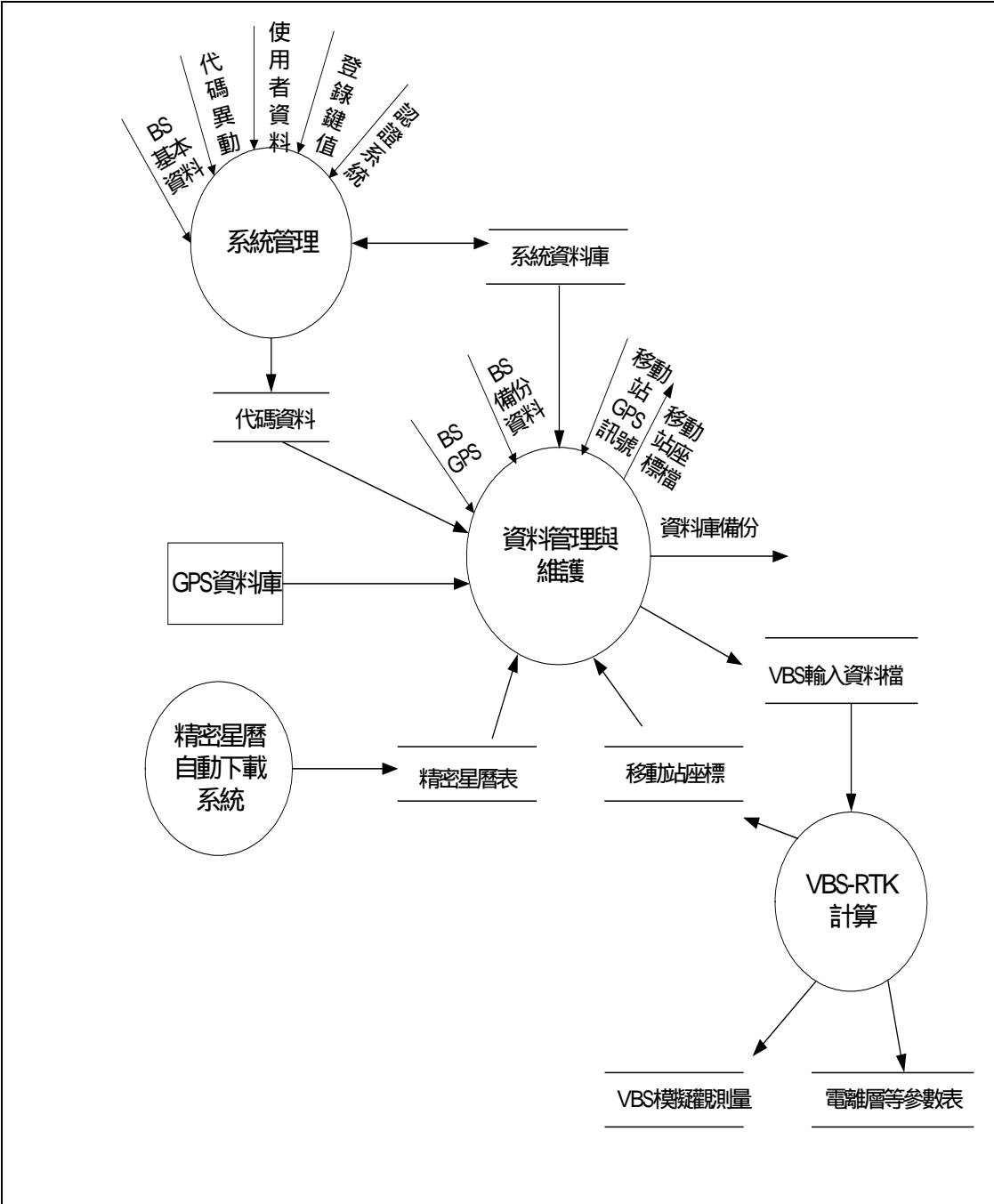
電子基準站計算管理系統

日期	92/10/03	資料流程圖—概圖	頁次	1
----	----------	----------	----	---



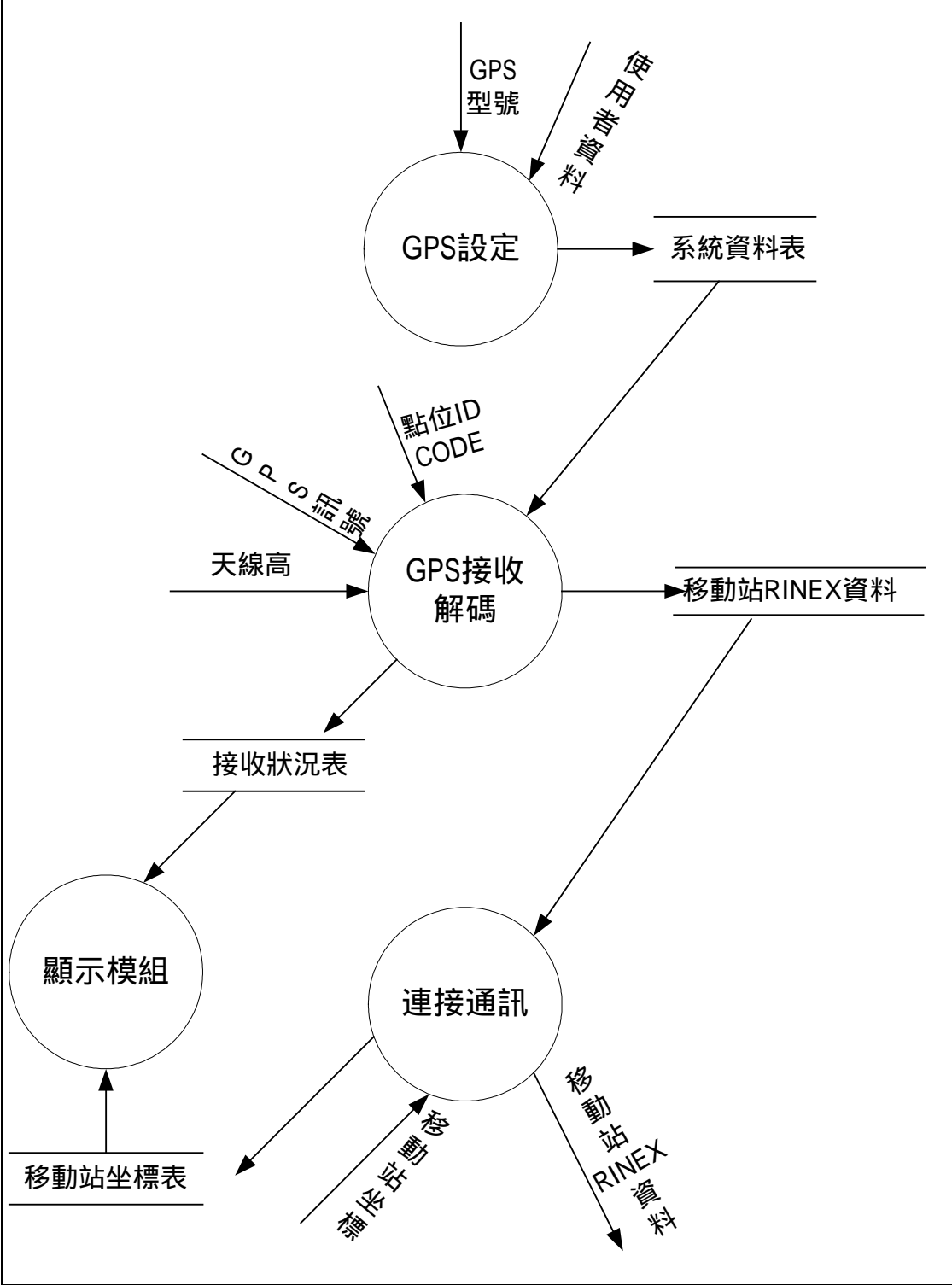
電子基準站計算管理系統

日期	92/10/03	資料流程圖-資料管理與維護	頁次	2
----	----------	---------------	----	---



電子基準站計算管理系統

日期	92/10/03	資料流程圖—移動站 PDA	頁次	3
----	----------	---------------	----	---



。

電子基準站計算管理系統

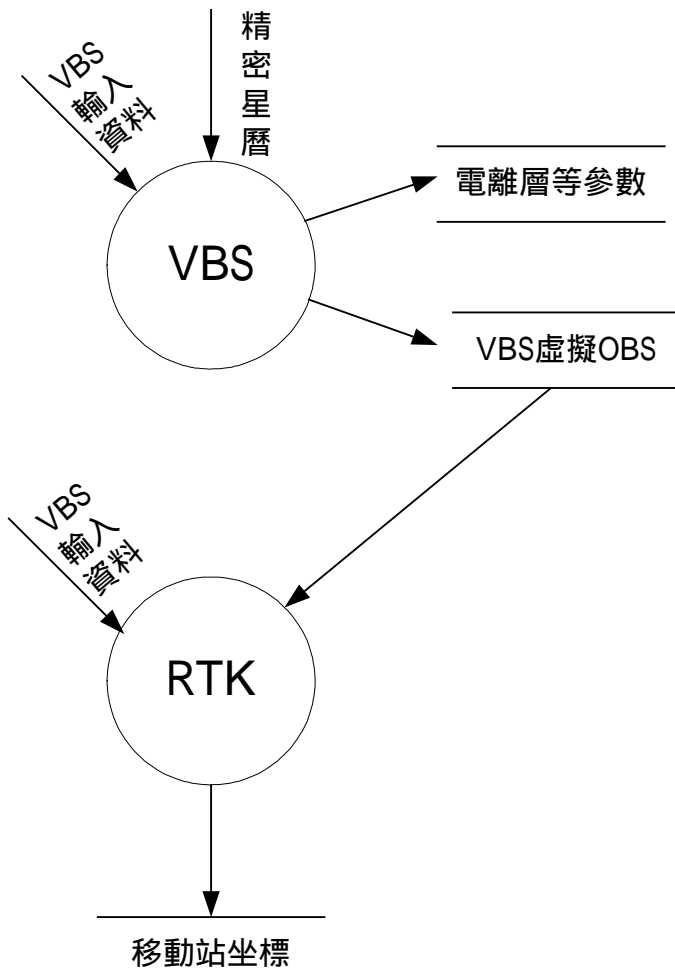
日期

92/10/03

資料流程圖—VBS_RTK 計算

頁次

4



電子基準站計算管理系統			
日期	92/10/03	資料流程圖—精密星曆自動 下載系統	頁次 5
<pre> graph TD A[目錄] --> B((精密星曆自動下載模組)) C[IGS精密星曆] <--> B B --> D[精密星曆檔] </pre>			

§6-9 資料字典

資料字典(Data Dictionary, DD)是用來表示所有作業，以及作業間之介面關係。內容包括下列各項：

- 1.說明資料流(Data Flow)與資料儲存體(Data Store)之意義。
- 2.說明資料流與資料儲存體之組成份子。
- 3.說明資料元素(Data Element)之單位(Units)與值(Value)。

資料組成(Data Composition)所使用之符號	
=	由...組成(composed of)
+	及(and)
{ }	重複(iteration)
[]	選擇其中之一(select one of)
()	額外的(optional)
底線	資料元素

資料字典主要的目的是在定義資料，以減輕混淆並說明資料流程圖的細節。因此，在資料流程圖中的資料流與資料儲存體，必須全部在資料字典中有所定義。

參考資料：財團法人資訊工業策進會·教育訓練處·結構化分析資料字典的資料代號係從 A1 開始編列流水號，以利資料流程圖的閱讀。為了方便資料字典的檢索，並在字典的最前端依資料名稱的筆劃順序製作目錄。

資料名稱	資料代號
GPS 型號	A17
IGS 精密星曆	A22
BS 基本資料	A8
VBS 模擬 GPS 訊號	A5
VBS 模擬觀測量	A15
VBS 輸入資料檔	A13
天線高	A18
代碼異動	A9
使用者資料	A10
基準站 GPS 訊號	A4
接收狀況表	A19
移動站 GPS 時刻	A3
移動站 GPS 訊號	A1
移動站 RINEX 資料	A20
移動站坐標	A2
移動站坐標表	A21
登錄鍵值	A11
電離層等參數表	A16
精密星曆	A6
精密星曆日期	A7
精密星曆與 GPS 訊號	A14
認證系統	A12

資料代號：	A1
資料名稱：	移動站 GPS 訊號
組成：	手機機號 + 編碼 + GPS 型號 + 天線高 + GPS-RINEX-FILE
說明：	

資料代號：	A2
資料名稱：	移動站坐標
組成：	編碼 + N+E+H
說明：	

資料代號：	A3
資料名稱：	移動站 GPS 時刻
組成：	GPS TIME
說明：	

資料代號：	A4
資料名稱：	基準站 GPS 訊號
組成：	VBS 站碼 + 接收時刻 + GP-RINEX-ILE
說明：	

資料代號：	A5
資料名稱：	VBS 模擬 GPS 訊號
組成：	GPS 觀測量 RINEX FORMAT
說明：	

資料代號：	A6
資料名稱：	精密星曆
組成：	精密星曆檔
說明：	由 IGS 下載

資料代號：	A7
資料名稱：	精密星曆日期
組成：	GPS DATE
說明：	下載 IGS 資料使用。

資料代號：	A8
資料名稱：	BS 基本資料
組成：	BS 站名 + BS 代碼 + BS GPS 型號 + BS 天線高等資料
說明：	

資料代號：	A9
資料名稱：	代碼異動
組成：	VBS 站名 + VBS 代碼 + VBS GPS 型號 + VBS 天線高等資料
說明：	

資料代號：	A10
資料名稱：	使用者資料
組成：	使用者人員代號 + 密碼 + 使用者種類 + 姓名 + 可使用否
說明：	

資料代號：	A11
資料名稱：	登錄鍵值
組成：	VBS 代碼
說明：	

資料代號：	A12
資料名稱：	認證系統
組成：	使用者人員代號＋密碼＋使用者種類＋姓名＋可使用 否
說明：	

資料代號：	A13
資料名稱：	VBS 輸入資料檔
組成：	移動站 GPS 資料＋VBSGPS 資料
說明：	以檔案方式儲存

資料代號：	A14
資料名稱：	精密星曆與 GPS 訊號
組成：	精密星曆＋VBS 輸入資料檔
說明：	

資料代號：	A15
資料名稱：	VBS 模擬觀測量
組成：	VBS 模擬觀測量 RINEX FORMAT
說明：	

資料代號：	A16
資料名稱：	電離層等參數表
組成：	電離層+對流層+軌道誤差+相位整數值
說明：	

資料代號：	A17
資料名稱：	GPS 型號
組成：	GPS 型號+GPS 天線型號
說明：	

資料代號：	A18
資料名稱：	天線高
組成：	移動站 GPS 天線高
說明：	

資料代號：	A19
資料名稱：	接收狀況表
組成：	衛星顆數+PDOP+GDOP+衛星編號
說明：	

資料代號：	A20
資料名稱：	移動站 RINEX 資料
組成：	移動站代碼+RINEX 資料
說明：	

資料代號：	A21
資料名稱：	移動站坐標表
組成：	編碼+N+E+H
說明：	

資料代號：	A22
資料名稱：	IGS 精密星曆
組成：	IGS 精密星曆
說明：	

§6-10 系統測試成果

§6-10-1 測試目的

- (一) 訂定軟體測試各項任務及準備事項。
- (二) 說明軟體測試的工作項目及時程。
- (三) 說明製作測試計畫時所依據之資料及文件。
- (四) 說明測試所須工具及準則。

§6-10-2 測試完成準則

系統功能所界定的每一特性，均須通過其測試個案，才視為通過測試。

§6-10-3 測試策略

(一) 測試方法

測試方法採用漸增式 (Incremental Approach) 的整合方法，進行應用軟體的整合及測試。測試進行時，採用的技術包括：

- (1) 路徑測試 (Path Testing)
- (2) 邊界值分析 (Boundary Value Analysis)
- (3) 績效評估 (Performance Measurement)
- (4) 重覆測試 (Regression Testing)

又因本案由整合系統啟動各應用軟體之功能，針對單一功能項所進行之單元測試及整合系統之測試方法如下：

(1) 單元測試

- 、人力配賦：同程式撰寫人員。
- 、測試時程：程式撰寫完成時同時進行單元測試。
- 、測試方法：由程式撰寫人員自行執行所負責系統之單元測試工作。

(2) 整合測試

- 、人力配賦：系統分析人員
- 、測試時程：於系統模組開發完成後開始
- 、測試方法：按功能進行測試，產生之紀錄包括測試紀錄及測試報告。如測試個案未通過時，將測試紀錄異常點予以紀錄。
- 、測試程序：
 - A.準備測試資料
 - B.建置測試環境
 - C.執行測試並填寫「系統測試紀錄」
 - D.異常部分之程式修改
 - E.重測後測試紀錄異常說明欄加確認說明
 - F.撰寫測試報告

系統測試由貴局指定地點，於實機安裝本系統，依測試計畫書所列項目，實際進行各項功能測試，於測試期間，派員協助測試工作。

§6-10-4 測試需求

- (一) 涵蓋測試
- (二) 黑箱測試
 - 1. 壓力測試
 - 2. 正規路徑測試
 - 3. 錯誤路徑測試
 - 4. 其他

所有管理系統的操作介面，均在測試之列，包括：

- (一) 圖形使用者介面
- (二) 中文提示者介面

- (三) 錯誤訊息的處理
- (四) 網路通訊介面
- (五) 輸出資料的格式

§6-10-5 測試交付項目

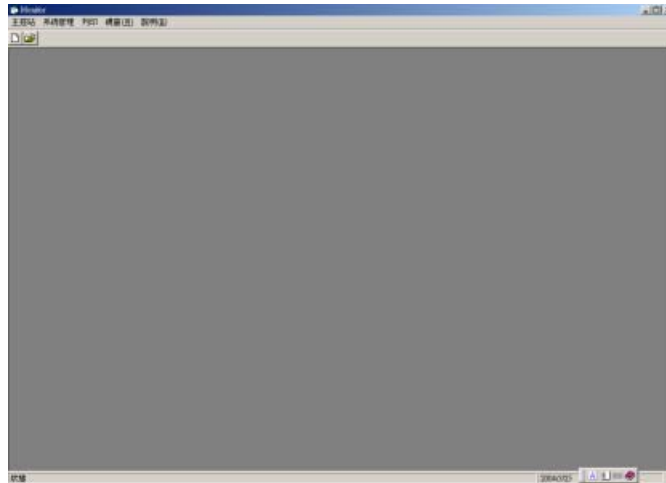
軟體測試工程師將製作下列各項文件，並於測試完成後，交付軟體測試負責人：

- (一) 軟體測試文件
 - 1. 軟體測試計畫
 - 2. 軟體測試報告
- (二) 測試資料
 - 1. 輸入／輸出螢幕
 - 2. 輸入／輸出檔案
 - 3. 繪圖輸出

軟體測試負責人於彙整相關文件，並依循土地測量局資訊作業規範所附之範例格式，製作測試報告書，並將該報告書提送專案經理審核，確認無誤後將該檔案附於應繳交資料光碟中。

§6-11 測試成果

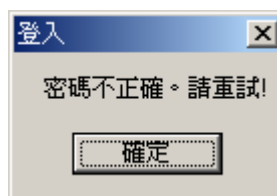
本軟體測試成果符合需求，電子基準站與控制中心之資料傳輸及自動下載測試自九十三年四月四日起至九十三年四月廿二日止，計完成十九日之測試，另移動站資料接收測試，計傳輸接收資料二十五分鐘，成功傳輸及接收資料計 66 組。程式執行畫面及主程式畫面如下圖，並分別就測試結果說明如後：



(一) 驗證使用者及密碼---使用者名稱及密碼驗證不符時，程式即自動跳離。

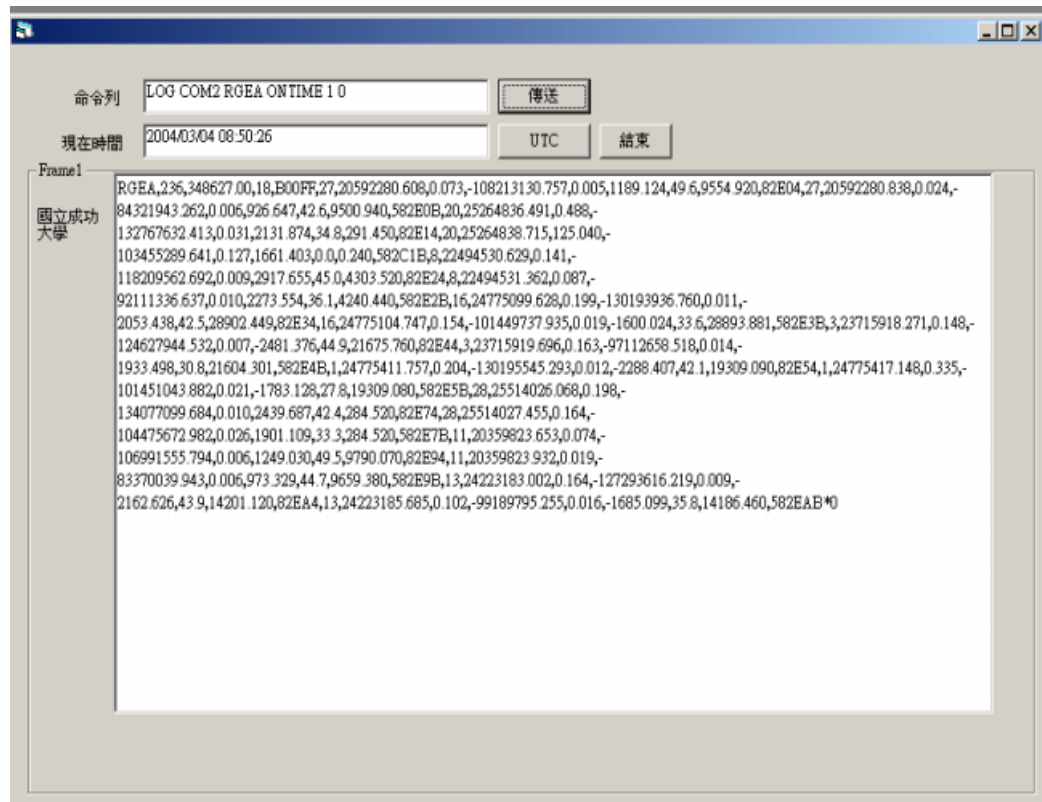


登入錯誤訊息

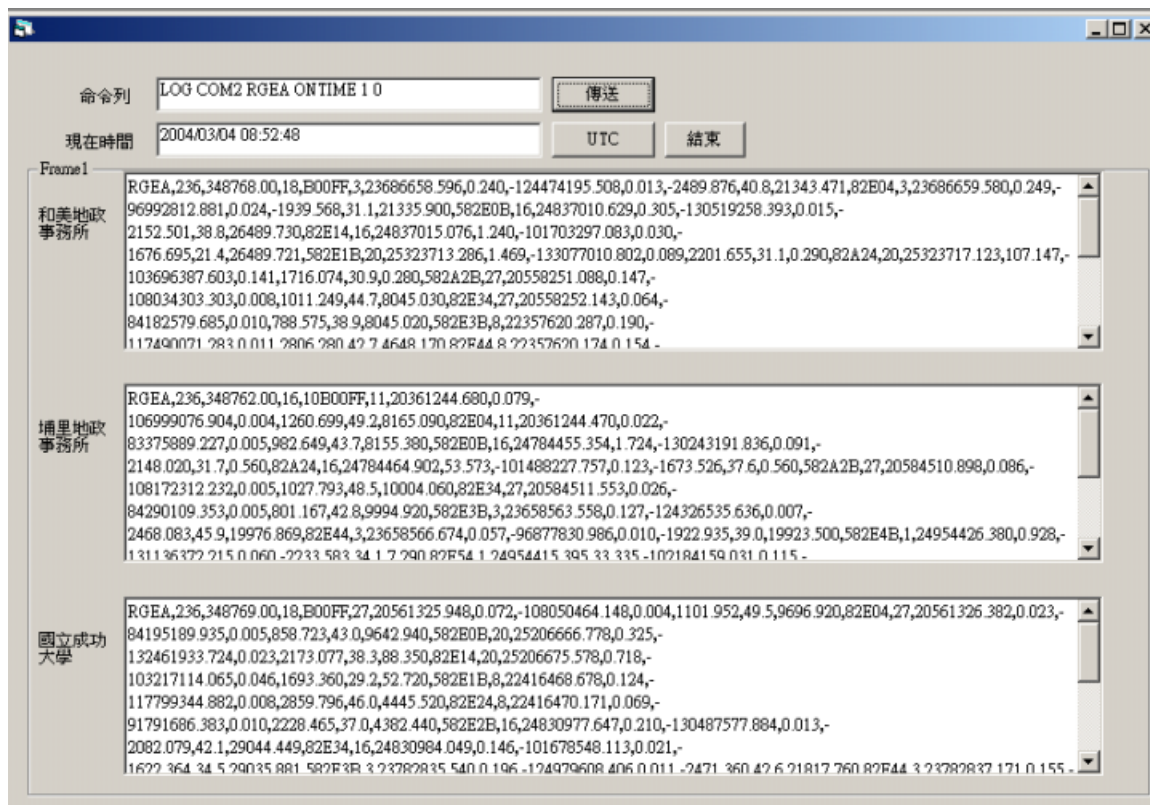


(二) 電子基準站監控畫面---單站，監控單一 GPS 接收儀傳送之觀測資料，同時在程式執行背景中將所示之觀測資料轉換成 RINEX 格式，並以檔案方式儲存。並可藉由畫面中

之命令列下達指令，控制 GPS 接收儀運作，如圖中”LOG COM2 RGEA ONTIME 1 0 “即表示要求 GPS 接收儀自 COM2 以每一秒一筆的速率，輸出格式為 RGEA 的原始相位觀測量。

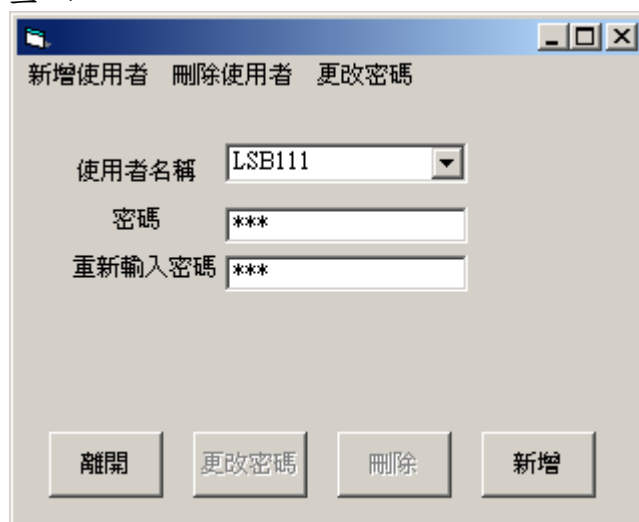


(三) 電子基準站監控畫面---多站，同時監控多部 GPS 接收儀傳送之觀測資料，同時在程式執行背景中將多部 GPS 接收儀所傳送之觀測資料轉換成 RINEX 格式，並以檔案方式儲存，並組成基準站資料檔供程式模擬 VBS 資料使用。可藉由畫面中之命令列下達指令，同時控制多部 GPS 接收儀運作，每筆資料延遲時間，在各站網路頻寬一致，且沒有移動站要求計算成果時，其延遲時間約為 1 秒。



(四) 使用者管理畫面---新增使用者、刪除使用者、更改密碼等畫面及相關錯誤訊息，如密碼長度不可少於五個字元及多於十六個字元、更改密碼及新增使用者時重複密碼需一致或密碼為空格時。

新增使用者畫面



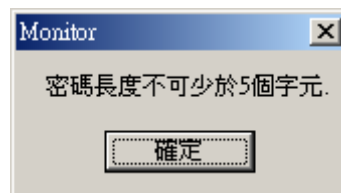
刪除使用者畫面

The dialog box has a title bar with a close button (X) and a menu bar containing '新增使用者', '刪除使用者', and '更改密碼'. The main area contains a dropdown menu for '使用者名稱' with 'LSB111' selected, and a text input field for '密碼'. At the bottom, there are four buttons: '離開', '更改密碼', '刪除', and '新增'.

更改密碼畫面

The dialog box has a title bar with a close button (X) and a menu bar containing '新增使用者', '刪除使用者', and '更改密碼'. The main area contains a dropdown menu for '使用者名稱' with 'LSB111' selected, and three text input fields for '舊密碼', '輸入新密碼', and '重新輸入密碼', all containing asterisks. At the bottom, there are four buttons: '離開', '更改密碼', '刪除', and '新增'.

密碼長度錯誤訊息



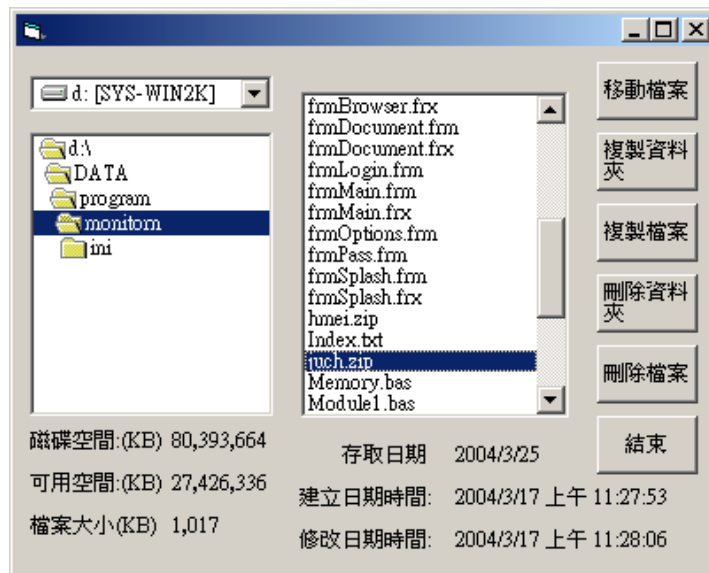
重複密碼不一致錯誤訊息



密碼為空格時錯誤訊息

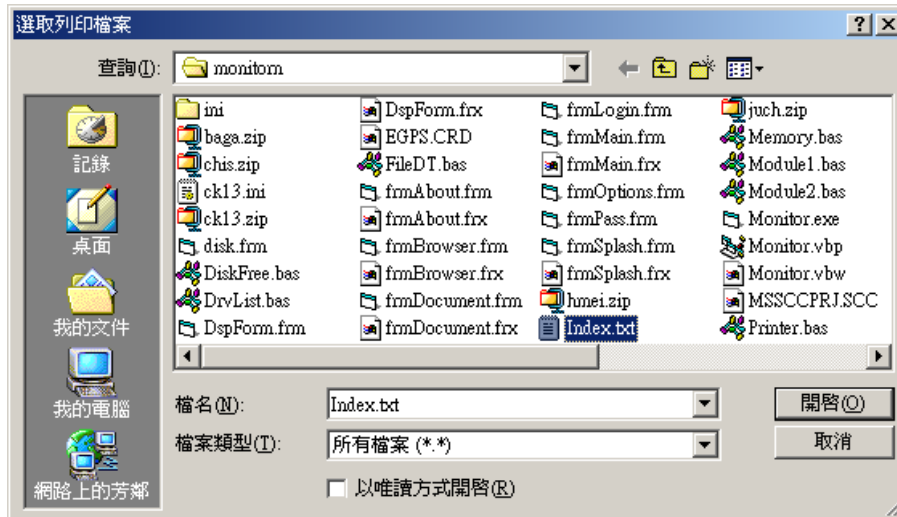


(五) 電腦管理畫面---執行電腦硬碟及檔案系統管理，包含磁碟空間、磁碟可用空間、選取之檔案大小、選取之檔案存取、修改及建立時間等、檔案移動、複製及刪除、資料夾刪除複製等功能。



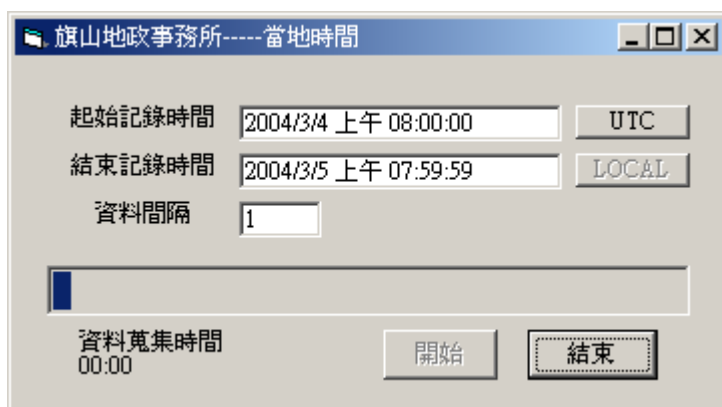
(六) 印表機選擇設定及選取列印檔案畫面---選取系統具備之印表機供列印使用。



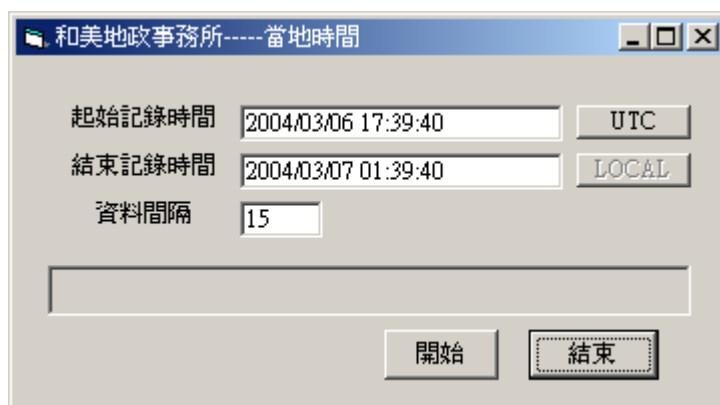


(七)各電子基準站自行備份原始觀測資料畫面---程式執行中可選擇記錄個別獨立之觀測時段的觀測資料或採用自動執行方式記錄每天 8 時 AM 起至隔天 7 時 59 分 59 秒 AM 之觀測資料（時間為中原標準時間，即每日 0 時 UTC）並儲存為檔案。如下圖畫面上若不”取消自動化”，則採自動化情形，開始記錄每天 8 時 AM 起至隔天 7 時 59 分 59 秒 AM 之觀測資料，並於觀測完畢後自動傳回預設之 ftp 站 ；





(八) 若選擇”取消自動化”，則出現下一畫面要求輸入觀測時段後，開始觀測記錄。



(九) 自動下載精密星曆功能，則出現如下畫面，若保持主程式持續運作時，自動下載精密星曆程式將於系統時間每日 8 時 AM (時間為中原標準時間，即每日 0 時 UTC) 自行下載 IGS 超快速預估星曆。




```
D:\WINNT\System32\cmd.exe
D:\DATA\program\realtime>ftp -s:igs.txt 137.79.24.21
Connected to 137.79.24.21.
220-This computer is funded by the United States Government and
220-operated by the California Institute of Technology in support
220-of ongoing U.S. Government programs and activities. If you are
220-not authorized to access this system disconnect now. Users of
220-this system have no expectation of privacy, by continuing, you
220-consent to your keystrokes and data content being monitored.
220
User <137.79.24.21:(none)>:
331 Enter your complete email address as password.

230 Login successful.
ftp>
ftp> binary
200 Switching to Binary mode.
ftp> cd /pub/product/1260
250 Directory successfully changed.
ftp> get igu12603_12.sp3.Z 12603.Z
200 PORT command successful. Consider using PASV.
150 Opening BINARY mode data connection for igu12603_12.sp3.Z (137075 bytes).
=
新注半：
```

(十) 程式自行自 WEB 中搜尋移動站資料，若有移動站資料進入，則與同一時刻基準站資料結合提交 VBS-RTK 程式執行計算，成果計算畫面如下：

Rinex 資料讀取畫面

```

Pick one -- 1 Load one RINEX observation file into data base
            2 Load broadcast navigation file
            3 Load precise ephemeris file
            4 Calculate receiver clock offsets
            5 Cal. rec clock by OK
            6 Pseudorange kinematic positioning
            7 Check for cycle slips in the phase measurements
            8 Phase real-time kinematic positioning
            9 DOS commands
           99 STOP

1
starting program: newstore
Enter a RINEX obs file name CK130510.04o
CK130510.04o
loading station      1
data interval in seconds  1.0
record 2100
    
```

NETRTK 資料處理畫面

```

Pick One: 1 -- broadcast navigation information
          2 -- precise ephemeris
          3 -- quit

1
1
站數數目 : 6
開始時間 : 2004/02/20 03:06:55.000
時間隔 : 1.0000000000000000
結束時間 : 2004/02/20 03:47: 0.000

內插計算模式: 3
VRS 位置 : -2956555.5600  5076051.2130  2476395.9670
VRS 天線分量 : 1.7050      0.0000      0.0000

Press Enter to Continue.

Epoch 4583963215.0
Epoch 4583963216.0
Epoch 4583963217.0
Epoch 4583963218.0
Epoch 4583963219.0
Epoch 4583963220.0
    
```

利用 VBS 觀測量進行 RTK 計算畫面

```

Rover      8 channels      Base      6 channels
03:46:60 20 8 11 31 4 7 28 27 0 0 0 0 11 28 8 20 27 31 0 0 0 0 0 0
WGS84 X, Y, Z: -2956545.553  5076061.232  2476385.973

WGS84 緯度: 22 59 47.42237
      經度: 120 13 6.98761
      橢球高: 58.374

二度分帶 縱坐標: 2544312.976
      橫坐標: 169061.863
台灣高程 正高: 41.989

WGS84基線精度 (公分): .2

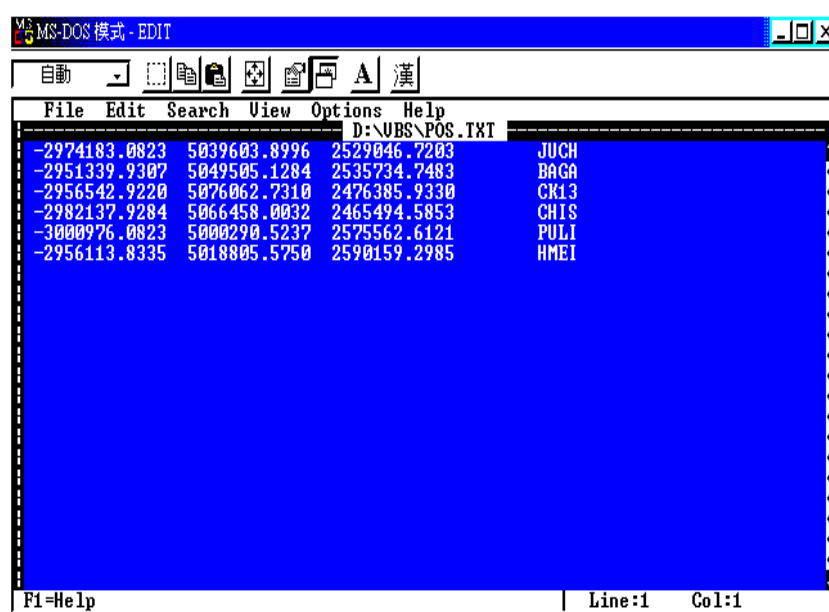
面積 = .000000

北移(m) -2544312.976 東移(m) -169061.863
End of RINEX files
    
```

(十一) 基站網資料解算程式

後處理之基站網資料解算程式 NETSOL.EXE 可直接在 Windows 98、Windows 2000、Windows NT 以及 Windows XP 等操作系統環境下執行，因亦屬於已編譯完成之 DOS 執行程式，所以毋需要嚴密的 Windows 安裝步驟，可直接將其複製到上一節資料庫檔案所在的工作目錄中即能執行，在執行 NETSOL.EXE 之前，須事先完成下列檔案的編輯，分別說明如下：

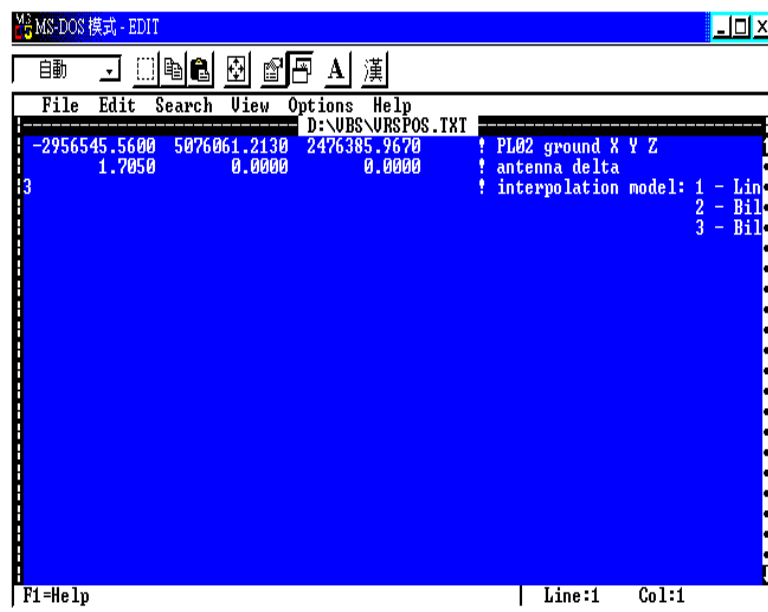
(1) Pos.txt (基準站坐標檔)：儲存各基準站的已知坐標值。須注意的是，其存放位置須與 Driver.exe 觀測量之輸入順序一致，NETSOL.EXE 會自動將第 1 個輸入之基準站作為網形計算的參考主站，例如，此次範例的第 1 個輸入站為竹崎(JUCH)基準站，則網形計算時，即會以竹崎站為參考主站。



```
MS-DOS 模式 - EDIT
自動
File Edit Search View Options Help
D:\NBS\POS.TXT
-2974183.0823 5039603.8996 2529046.7203 JUCH
-2951339.9307 5049505.1284 2535734.7483 BAGA
-2956542.9220 5076062.7310 2476385.9330 CK13
-2982137.9284 5066458.0032 2465494.5853 CH1S
-3000976.0823 5000290.5237 2575562.6121 PULI
-2956113.8335 5018805.5750 2590159.2985 HMEI
F1=Help | Line:1 Col:1
```

Pos.txt 內容範例

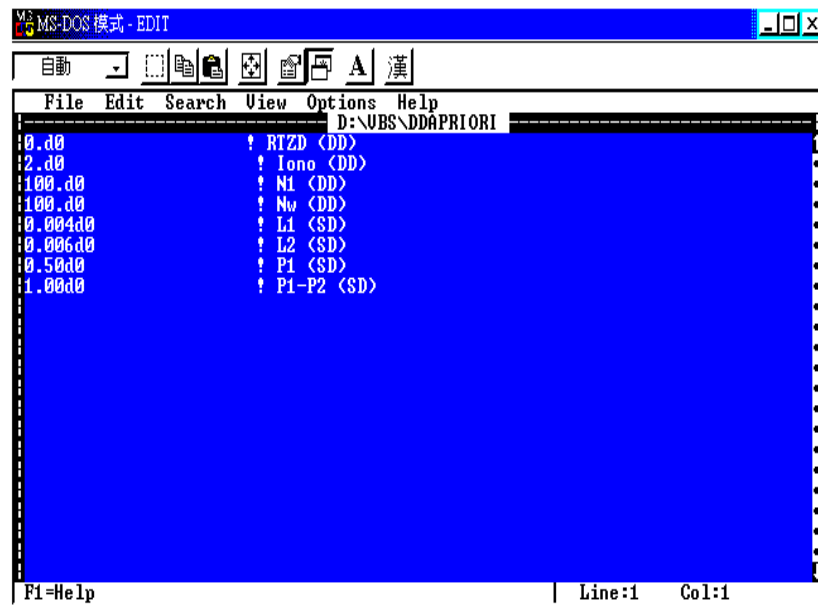
(2) Vrspos.txt (VRS 坐標值及內插模式設定檔): 儲存虛擬主站的坐標值，並選擇內插計算時所採用的內插模式。檔案中的第一列為虛擬主站之坐標，第二列為虛擬主站的天線盤高度，第三列為所選擇的內插計算模式。其中，1. 為 2 參數之線性內插模式，2. 為 3 參數之平面內插模式，3. 為 4 參數之雙線性(加入高程)內插模式。



Vrspos.txt 內容範例

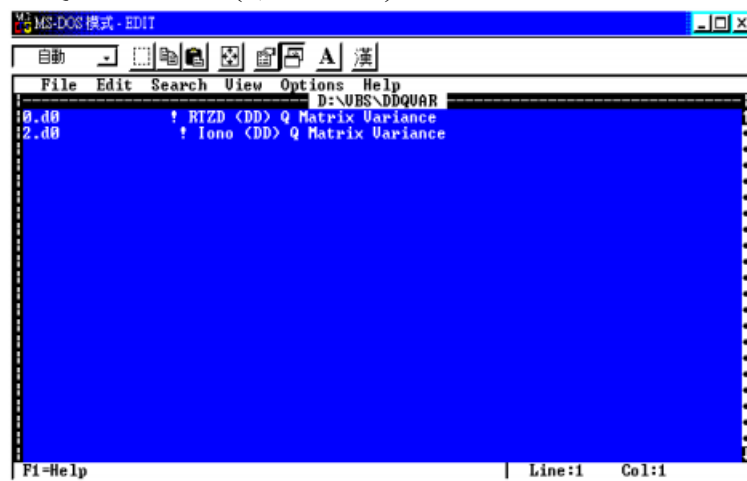
(3) DDApriori (觀測資料以及參數估値之先驗精度檔): 檔案中的第一列為二次差相對對流層延遲估計量的先驗精度(單位: m)，第二列為二次差電離層延遲估計量的先驗精度(單位: m)，第三列為二次差 L1 載波相位觀測量整數週波未定值的先驗精度(單位: Cycle)，第四列為二次差 Lw 寬巷載波相位觀測量整數週波未定值的先驗精度(單位: Cycle)，第五列為一次差 L1 載波相位觀測量的先驗精度(單位: m)，第六列為一次差 L2 載波相位觀測量的先

驗精度(單位：m)，第七列為一次差 P1 電碼觀測量的先驗精度(單位：m)，第八列為一次差 P1-P2 電碼觀測量的先驗精度(單位：m)。



DDApriori 內容範例

(4)DDQvar (Kalman Filter 的 Q 矩陣資訊檔):檔案中的第一列為二次差相對對流層延遲估計量的 Q 矩陣資訊(單位：m)，第二列為二次差電離層延遲估計量的 Q 矩陣資訊(單位：m)。



DDQvar 內容範例

(5) DDEps (參數解算收斂標準設定檔)：檔案中的第一列為二次差 Lw 寬巷載波相位觀測量整數週波未定值的收斂精度標準(單位：Cycle)，第二列為二次差 L1 載波相位觀測量整數週波未定值的收斂精度標準(單位：Cycle)，第三列為距最近整數值之最大間距判斷閾值(單位：Cycle)，例如：14.28，其與整數 14 的間距為 0.28，小於範例中的 0.5 設定閾值，故判斷其整數解為 14 而非 15，若為 14.75，則其與整數 15 的間距為 0.25，小於 0.5，故判斷其整數解為 15 而非 14，判斷閾值設定為 0.5，其意義即為四捨五入之意，第四列為統計測試之 Ratio 設定值(無單位)。

```

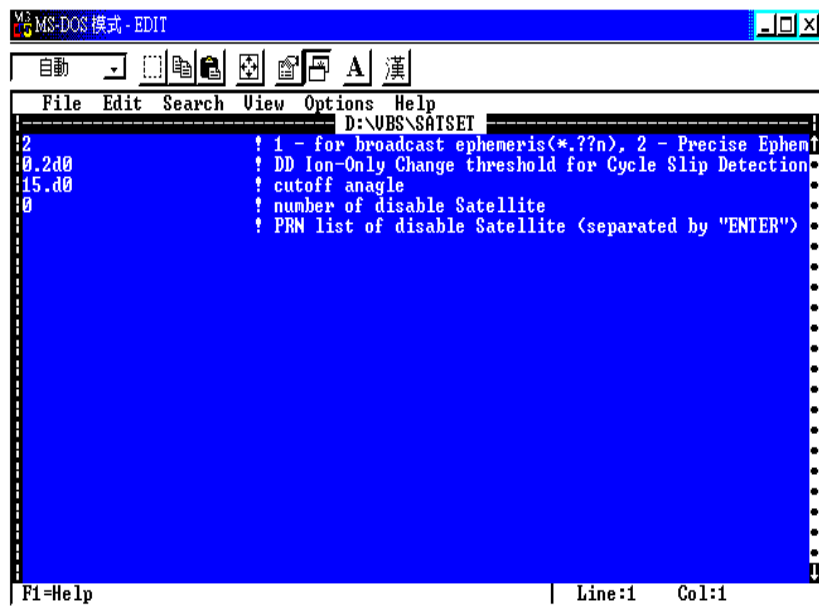
MS-DOS 模式 - EDIT
自動
File Edit Search View Options Help
D:\UBS\DDEPS
0.15d0 ! sigma of decorrelated DDNM
0.15d0 ! sigma of decorrelated DDNI
0.5d0 ! DDN - int(DDN) threshold
1.5d0 ! Sec./Min. squared norm Ratio
F1=Help | Line:1 Col:1

```

DDEps 內容範例

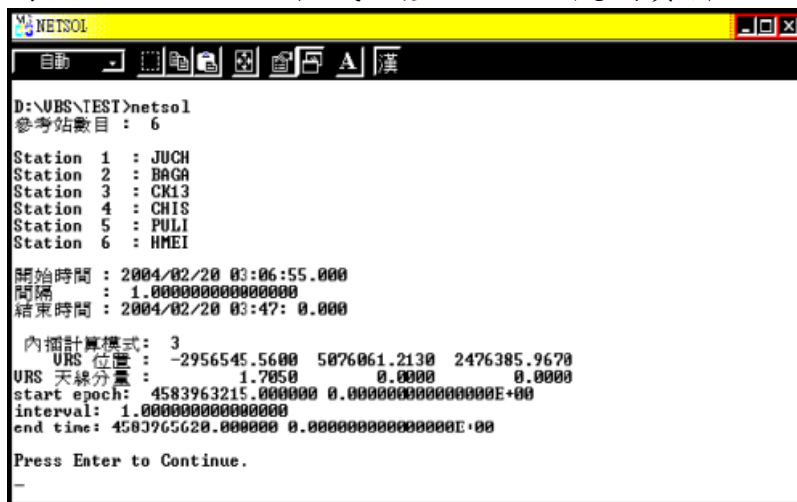
(6) SatSet (星曆及衛星使用資訊設定檔)：檔案中的第一列為採用何種星曆之設定值，1.為採用廣播星曆，2.為採用精密星曆。第二列為二次差載波相位觀測量 Cycle Slip 之判斷閾值(單位：Cycle)，第三

列為觀測資料之仰角截角設定值(單位：度)，第四列為未使用的衛星個數(單位：個)，第五列為未使用的衛星 PRN 編號，依序向下排列，空白表示全數使用。



SatSet 內容範例

(7) 編輯完上述 6 個檔案後，將其放置於與 Driver.exe 產生的資料庫檔案同一工作目錄之中，即可直接執行 NETSOL.EXE 程式以產生 VBS 觀測資料。



NETSOL.EXE 執行情形(1)

```

NETSOL
自動
URS 天線分置 : 1.7050 0.0000 0.0000
start epoch: 4583963215.000000 0.000000000000000E+00
interval: 1.000000000000000
end time: 4583965620.000000 0.000000000000000E+00

Press Enter to Continue.

Epoch 03:06:55
Epoch 03:06:56
Epoch 03:06:57
Epoch 03:06:58
Epoch 03:06:59
Epoch 03:07: 0
Epoch 03:07: 1
Epoch 03:07: 2
Epoch 03:07: 3
Epoch 03:07: 4
Epoch 03:07: 5
Epoch 03:07: 6
Epoch 03:07: 7
Epoch 03:07: 8
Epoch 03:07: 9
Epoch 03:07:10
Epoch 03:07:11
Epoch 03:07:12

```

NETSOL.EXE 執行情形(2)

完成 NETSOL.EXE 之執行，主要可以得到 VBS 虛擬主站的觀測資料(檔名為 VRSRINEX.OUT)，用以提供§4-3 短基線動態定位解算程式 Rogue32.exe 進行 VBS-RTK 解算使用。

```

MS-DOS 模式 - EDIT
自動
File dit earch iew ptions elp
D:\UBS\URSRinex.out
2 OBSERVATION DATA G (GPS) RINEX VERSION / TY
NetRTK-URS 2004-05-06 PGM / RUN BY / DAT
URSR1 MARKER NAME
URSR1 MARKER NUMBER
Virtual Reference Station OBSERVER / AGENCY
REC # / TYPE / UER
ANI # / TYPE
APPROX POSITION XY
ANTENNA: DELTA H/E
WAVELENGTH FACT L1
# / TYPES OF OBSER
INTERVAL
TIME OF FIRST OBS
END OF HEADER
-2956545.5600 5076061.2130 2476385.9670
1.7050 0.0000 0.0000
1 1
5 C1 L1 L2 P1 P2
1 1
2004 2 20 3 26 55.000000 GPS
4 2 20 3 26 55.000000 0 7 11 8 28 27 20 31 7 0.000000
20976088.97100 110230091.53200 85893577.81700 0.00000 20976088.971
21112063.10700 110944651.07000 86450363.00600 0.00000 21112066.214
22231365.05500 116826656.93000 91033701.91200 0.00000 22231367.560
21469041.99900 112820513.69600 87912063.35500 0.00000 21469047.150
22300310.72700 117189003.08700 91316114.72100 0.00000 22300315.550
23328958.59900 122594427.31500 95528041.34400 0.00000 23328962.939
23754135.67100 124828846.79200 97269233.09100 0.00000 23754139.765
Commands for manipulating files

```

VRSRINEX.OUT 內容範例

(十二) 短基線動態定位解算程式

後處理之短基線動態定位解算程式 Rogue32.exe 亦可以直接在 Windows 98、Windows 2000、Windows NT 以及 Windows XP 等操作系統環境下執行，由於也是屬於已編譯完成的 DOS 執行程式，所以亦不需要嚴密的 Windows 安裝步驟，直接將其複製到資料所在的工作目錄即能執行，在執行 Rogue32.exe 之前，須事先完成下列檔案的編輯，分別說明如下：

- (1) Kontrl.dat (RTK 計算參數輸入檔)：共有 37 列，用以儲存各計算參數，參數之意義詳檔案內容之說明。主要輸入部份為第七列須賦予虛擬主站的檔案名稱(此處為 VRSRINEX.OUT)，第八列之移動站檔案名稱(此處為 PL020510.04O)，以及第二十列的廣播星曆檔案名稱(此處為 BRDC0510.04N)。其餘參數均可採用內定值即可，毋需改變。

```
MS-DOS 模式 - EDIT
自動
File Edit Search View Options Help
D:\UBS\IT\KONTRL.DAT
0. False point de
0. dn
0. du
999999.d0 reject cycles,300.d0
700000. pauses after this time in rover
VRSRinex.out stationary station
PL020510.04o rover
f ignore_gap ?
result result file name, blank if none req'd
15.0 minimum elevation angle
9. minimum radar circle radius
t consecutive triple difference
base station coordinates at roof
0. E searching range
0. N
0. U
BRDC0510.04n navigation message
f transmitted time
Coord coordinates file name,blank if not
F1=Help | Line:1 Col:1
```

Kontrl.dat 內容範例(1~22 列)

```

MS-DOS 模式 - EDIT
自動
File Edit Search View Options Help
D:\UBS\IT\KONTRL.DAT
0. E searching range
0. N
0. U
BRDC0510.04n navigation message
f transmitted time
Coord coordinates file name,blank if not
0. type of phase used
0. State plane year (1983 or 1927)
3401. zone number (3401->north,3402->south)
final.bin digital elevation height gridfile
1939000.d0 base station plane east coord in ft
576000.d0 base station plane north coord in ft
1000.d0 base station height coord in ft
0.00d0 antenna height of base station in mete
0.00d0 antenna ht of blade's phase center(m)
0.d0 start time for base station
17.0 lon-condition search range in cycles
2.0 widelane search range in cycles
1.d0 i=full cycle, 2=half cycle
0.000 base station antenna height
0.000 rover station antenna height
F1=Help | Line:37 Col:5

```

Kontrl.dat 內容範例(16~37 列)

(2) Trans.dat (坐標基準轉換參數檔)：共有 10 列，用以儲存坐標基準轉換參數之各類設定值，第 1~3 列為測區之重心坐標值，第 4~6 列為三維坐標之平移參數值，第 7~9 列為三維坐標軸之旋轉量，第 10 列為尺度參數值。

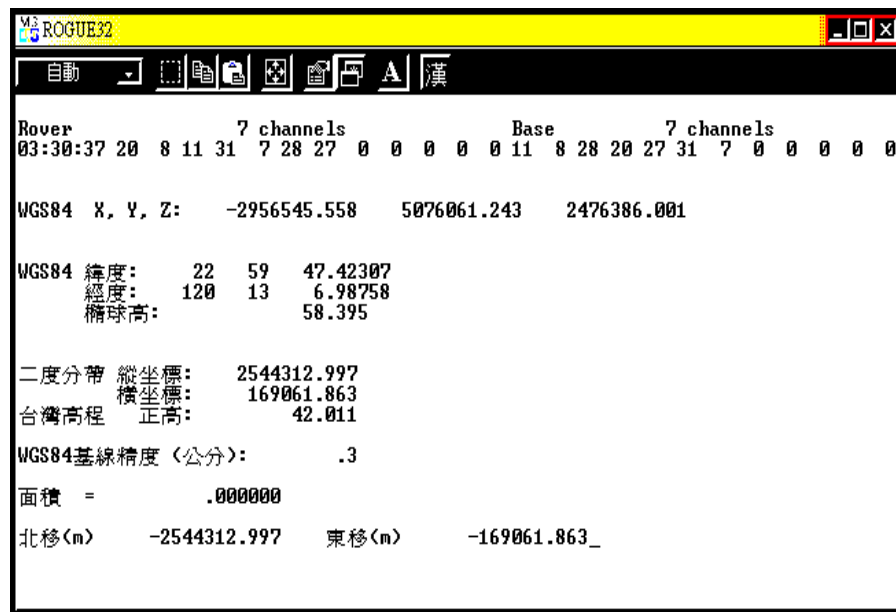
```

MS-DOS 模式 - EDIT
自動
File Edit Search View Options Help
D:\UBS\IT\TRANS.DAT
-2947639.8876d0 ? Xm
5077253.8890d0 ? Yn
2484408.9058d0 ? Zm
753.8133d0 ? dX
360.2074d0 ? dY
177.0995d0 ? dZ
-.246208851E-05 ? Wx
.427896225E-05 ? Wy
.215128277E-05 ? Wz
.99999225507d0 ? S
F1=Help | Line:10 Col:15

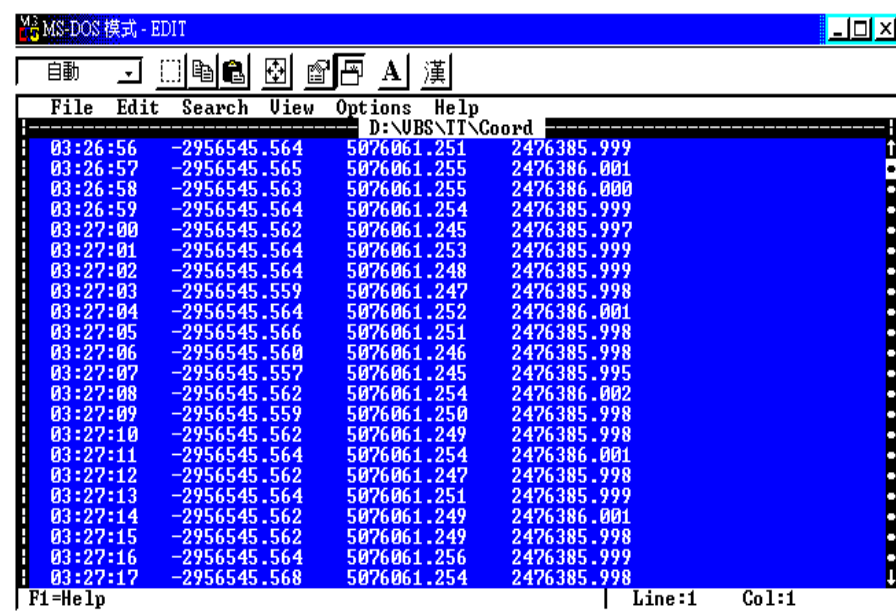
```

Trans.dat 內容範例

編輯完上述 2 個檔案後，將其放置於與 VBS 虛擬主站觀測資料(VRSRINEX.OUT)以及移動站(此處為 PL020510.04O) 觀測資料、星曆資料(此處為 BRDC0510.04N)等同一工作目錄之中，即可直接執行 Rogue32.exe 程式進行 VBS-RTK 計算，以產生每筆觀測量之 RTK 坐標成果資料(儲存於 Coord 檔案中)。



Rogue32.exe 的執行情形



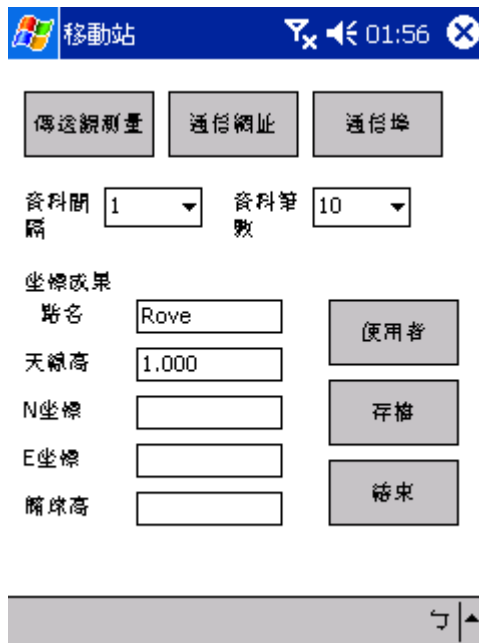
Coord 內容範例

(十三)移動站 GPS 資料下載及傳輸程式---在 Pocket PC Win CE 3.0 系統下執行，具有使用者登入功能、GPS 接收儀下載功能、設定計算中心傳輸埠功能及資料傳輸功能等，畫面如下：

Pocket PC 起始畫面



程式執行畫面



GPS 接收儀下載通信埠設定畫面

Form2 01:57

PDA 傳輸埠: Com1

接收儀傳輸埠: Com1

傳輸速率: 9600

資料位元: 8

阿位元檢查: None

停止位元: 1

取消 確定

計算中心傳輸埠設定畫面

移動站 01:58

eMbedded VB

請輸入計算中心 IP 位址.

140.116.45.215

OK Cancel

N坐標: [] 存檔

E坐標: []

橢球高: [] 結束

使用者登入畫面

登入 01:59

使用者名稱: egps

密碼: 1234

取消 登入

~ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 - = <

Tab q w e r t y u i o p []

Shift a s d f g h j k l ; ' <

Ctrl z x c v b n m , . / <

注 英 符 全 ↓ ↑ ← →

移動站 GPS 接收儀資料下載畫面



移動站 GPS 資料傳回計算中心畫面



移動站 GPS 資料傳送完成，等候結果畫面



計算中心傳回成果畫面

Windows 任務列: 坐標傳送完成 02:33

傳送網測量 通信網址 通信埠

資料類別: Visual Basic

坐標成果: 計算中心傳回坐標.

天線高: 1,000

N坐標:

E坐標:

簡線高:

儲存 結束

Windows 任務列: 等候成果 02:34

傳送網測量 通信網址 通信埠

資料類別: 1 資料筆數: 10

坐標成果: Rove

天線高: 1,000

N坐標: 2544109.662

E坐標: 169893.911

簡線高: 58.335

使用者 儲存 結束

坐標成果存檔畫面

Windows 任務列: 移動站 02:00

另存新檔

名稱: My Documents

資料夾: 無

類型: 成果檔 (*.txt)

位置: 主記憶體

確定 取消

~	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	-	=	←
Tab	q	w	e	r	t	y	u	i	o	p	[]	
Shift	a	s	d	f	g	h	j	k	l	;	'		
Ctrl	z	x	c	v	b	n	m	,	.	/	←	↵	
注英符全											↓	↑	←

第七章 用戶系統規劃

§7-1 e-GPS 用戶系統建置規劃

目的：建立移動站(ROVER)資料傳輸系統。

硬體架構：GPS 接收器(雙頻全波長)、PDA(WINDOWS CE)、
無線通訊(GPRS,GSM)。

§7-2 e-GPS 用戶系統設備規劃

衛星接收儀(雙頻全波長)
通訊設備(如 GPRS)
使用者控制介面(如 PDA)
移動站 e-GPS 測量作業模組

§7-3 e-GPS 用戶系統經費預估

項目	數量	單價
衛星接收儀(雙頻全波長)	1	500,000 元
通訊設備(如 GPRS)	1	5,000 元
使用者控制介面(如 PDA)	1	25,000 元
移動站 e-GPS 測量作業模組	1	50,000 元
合計(新台幣/元)		580,000 元

第八章 BOT 的可行性規劃

所謂 BOT 即以興建(Build)、營運(Operate)、移轉(Transfer)方式，推動民間參與公共工程，係指政府規劃之公共工程計畫，經一定特許程序由民間機構投資興建及營運其中一部份或全部，並由民間機構於一定期限內經營服務，特許經營期限屆滿時，民間機構應將當時所有全部營運資產，依原許可條件有償或無償概括移轉與主管機關。B.O.T. 的運作方式，這些年來已經蔚為風潮，成為許多國家執行基礎（公共）建設的一種重要方式，如英、法之間的連通隧道，香港西區過港隧道，馬來西亞南北高速公路...等不勝枚舉。

§8-1 BOT 成功的條件

1. 潛在的利基

政府把經營權交給民間時需有相當的獲利條件，民間才有繼續投入更多資金的意願，以追求更高獲利的誘因。

2. 充份的授權

一般官方和民間的看法都會有出入，當政府把經營權交給民間時，常會覺得民間有些想法太過火了點，所以就會限制民間權利，當民間權利獲利不多時，就會對整個 BOT 案失去信心及再繼續投入更多資金的意願，整體下來就會變惡性循環。另一個角度來看，當官方給予民間足夠的空間去發揮，讓民間有獲得他們想要的利益，自然會增加投資金額，讓整個環境設施更好，達到雙贏的目的。

3. 完整的監督

讓民間發揮民間企業的 IDEA 和各種方法，不過內部也有一個專門的部門來監督民間企業。

4. 良好的溝通

很多 BOT 案會失敗大部分都是官方跟民間不能夠協調完整，有的單位可能會認為民間的政策推行下去會使系統失去它原有要展示給人的風貌，所以對民間企業提出來的政策實行的不多，這樣會使原本採用 BOT 案的效果大打折扣。

以 *e*-GPS 系統建置而言，因初期開發費用對一般的測量公司而言太過龐大，且初期並無明顯的客層可規劃未來的收益，故認為 *e*-GPS 系統建置與營運利用 BOT 的方式可行性不高。

第九章 委外經營的可行性規劃

許多各領域中堪稱翹楚的國際大企業，都積極將非事業競爭核心的事務委包出去，從 IT 基礎設施、網路處理運算能力，甚至是人力資源業務，都紛紛委由專業廠商打點。如果連一個財大勢大的國際企業都不認為自己需要養一批人馬來從事這些事務，甚至可強化鞏固自己的核心競爭能力。

「資訊委外服務」目前在全球企業中，堪稱是個熱門話題。雖然資訊委外服務已被視為企業經營必然的手段；然而企業經營者及資訊部門主管大部分仍僅視資訊委外服務為降低企業成本的方法，而不是從策略的觀點，規劃整個委外的流程，達成策略目標。

若是以單純的成本觀念來看待資訊委外服務，一般多半是為了控制 IT 投資成本與削減資訊人員。然而在資訊科技與網際網路如此發達，以及處處講求電子化的時代，企業講求的是專注、速度及創新，選擇委外服務已不單是為了消極的省錢，而是希望在專注於核心能力的同時，更能策略性地透過外部資源及專業知識的協助，迅速提升企業競爭力。

由於網際網路的盛行，資訊系統的架構由集中式的管理走向開放式的應用與管理，1990 年代委外重點在於降低營運成本，2000 年代則轉為專注企業核心本業，強化競爭力；委外的項目也從 1990 年代的偏向資訊服務管理及軟硬體維護，到了 2000 年代則轉向軟體租賃及企業流程整合；1990 年代委外廠商大部分擔任的是企業營運支援角色，2000 年代委外的廠商則很可能成為企業的夥伴，未來委外的趨勢更強調系統的整合、強化企業核心的競爭力。

根據 Seednet 參與政府委外標案與中小企業資訊服務委外的經驗與成果，所提供下列 6 點建議：

1. 策略性分析

企業在作緊縮成本的考量時，不應僅減少應用開發的規模與暫停新的軟硬體採購，還必須搭配長期成本控管策略執行，特別

重要的是，有時與 IT 架構相關的成本縮減不會有立即的成效，說不定一開始的支出反而會增加，長期效益慢慢才會出現。企業在考慮委外服務時，必須要有明確的策略方向。企業可以藉由委外的價值、委外的效率、委外的資源、委外的風險...等，擬定策略。例如：企業本身有哪些項目是需要委外的？目前市場上的委外服務與附屬產品有哪些？品牌知名度是否可以提高企業的社經地位與群體認同等。

2. 找出最適合委外的項目

一般而言，對於委外不熟悉的中小企業可從小處做起，非核心業務是最適合測試委外的項目之一，不過真正適合委外的項目，應該是那些對商業目標貢獻最大、而相對風險較低的項目。在以達成「規模經濟」的目標前提下，如何找到「最適規模」，就需要辨別該委外項目的技術特質，以及相關產業應用。因此，建議應從下列 4 項著手：

- A. 確認並評估現有資源。
- B. 檢測價值，設定核心資源。
- C. 制定企業未來的發展策略。
- D. 強化核心資源。

3. 定義各項需求

雖然清楚、完整定義出可供衡量的需求相當困難，但卻是最重要的任務。藉由評估現有資源、檢測價值，設定核心資源、制定企業未來的發展策略，與強化核心資源，就可定義出委外服務項目的各項需求。或者，您也可以與信任的委外廠商討論並共同擬定。

4. 挑選委外服務提供者

由於每個不同產業類別均有其特性，例如飯店業可能就需要 24 小時的服務，因此除了考量提供者的整體能力，還必須考量雙方文化上的配合與彈性。

5. 營運移轉

企業必須重視移轉初期時之宣導，當移轉過程中發生問題時，必需儘速發覺並解決。如有需要，也可以委外廠商進行教育訓練或其他協助。

6. 關係管理

建立委外關係後，必須進行委外廠商的績效監控與評估。重要的是，企業必須要能將 IT 工具效能轉換成在商業上所代表的數據，量化 IT 投資的效益，這部份並不容易，IT 主管很難獨自達成，通常必須由 CIO 與 CEO/CFO 共同達成，但這是必要的，唯有讓 IT 部門從商業角度來建立財務可信度，如此才能真正評估委外的效益。也可以藉由業者提供的報表與統計資料來進行初步評估。整體而言，企業應將委外視為持續性的流程，對於合作雙方之間的關係及對企業所產生的影響必須不斷的重新評估、加以改善。

若採用 GEOINFO ENGINE 的概念，系統的目的定義於提供地理資訊而不僅是地理坐標後，資訊服務的範圍已從點擴大到面，e-GPS 定位服務僅是其中的一環，如此透過委外經營的方式，交由民間公司來進行系統的維護與營運，內政部土地測量局可專注於系統的改善與研究，且民間公司亦不會積壓系統建置費用的資金壓力，達到雙營的局面，建議內政部土地測量局可由『委外經營』的方向來考慮。

第十章 結論與建議

1. 本研究案選擇彰化縣和美、南投縣埔里、雲林縣北港、嘉義縣竹崎、高雄縣旗山等地政事務所及國立成功大學衛星資訊研究中心等六處建置完成6個電子基準站，同時研發Novatel DL2 型GPS接收儀控制程式及接收儀資料下載備份程式，建置完成主控中心與電子基準站遠端控制程式，並成功測試遠端遙控Novatel DL2 型GPS接收儀；同時建置移動站Novatel GPS接收儀PDA資料下載軟體及GPRS無線資料傳送模組程式開發。
2. 控制及計算中心管理系統係採用Windows 2000 SERVER 中文視窗作業環境，採用富親和力的圖形使用者人機界面(GUI)及視覺化設計的良好圖形環境，而非使用傳統的條列式選單逐層詢問及處理，操作介面完全考慮到使用者的需求而設計。
3. 在使用現行地政事務所網際網路頻寬（一般為ADSL 1.5 Mega Bits，並與事務所內部共享）及同時管理6個基準站資料以每秒一筆GPS觀測資料且沒有移動站要求計算成果的條件下，其延遲時間約為1秒。若考慮計算移動站資料時，其延遲時間約2-3秒。
4. 電子基準站最佳間距應以50公里為原則較為合理，由實驗數據顯示當基準站間距大於50公里時，VBS-RTK成果將大於合約書規範值或無法求得成果。
5. 由 VBS-RTK 之定位精度分析成果得知，當虛擬基準站 VBS 與移動站(Rover)位置相距在 500 m 之內時，以 VBS 定位技術進行移動站之 RTK 定位解算，其精度可符合平面精度中誤差應小於(含) 3 cm 以及高程精度中誤差應小於(含) 6 cm 之合約要求，即 $|\sigma_N| \leq 3$ cm， $|\sigma_E| \leq 3$ cm 以及 $|\sigma_h| \leq 6$ cm。但若虛擬基準站與移動站之距離達 1000 m 時，則其平面與高程之定位精度分別降至約 4 cm 與 6.5 cm，而無法符合合約之規定要求。

6. 由各虛擬基準站與移動站之 RTK 基線每筆連續觀測資料之解算成果得知，在 X, Y, Z 坐標向量之解算精度分別介於 $\pm 5 \sim 12$ mm、 $\pm 8 \sim 15$ mm 以及 $\pm 4 \sim 8$ mm，顯示出以 VBS 定位技術進行移動站之 RTK 相對定位，可獲得穩定、可靠之成果。
7. 在台灣地區電離層屬於活躍地區，因此電子基準站的設置間距宜考慮加入安全係數，故應以理想值為宜，以不超過 50 km 為最適合。電子基準站的設置地點亦以優先考慮依內政部地政司8個衛星追蹤站的方式建置為宜。若為考慮節省經費，則以借用地政事務所設置亦可，惟網路系統與地政事務所分開獨立設置為宜，以維護作業之正常運算及營運效率。
8. 電子基準站的追蹤站 GPS 接收儀其功能應考慮近10年由 GPS 現代化問題以及歐盟之 Galileo，俄羅斯之 GLONASS 等相似系統的相容性，以免除採購的 GPS 接收儀快速過時、老化之可能造成營運以及時效性的缺失。
9. 本委託研究案依現有設備與環境來建置測試者隨著通訊、電子科技的快速進步，若干軟硬體環境亦隨之快速更新，故建議內政部土地測量局於全面建置 e-GPS 之前，仍然必需繼續探索更新、e-GPS 之相關技術，俾避免原地停留，貽誤研究成果的應用良機。
10. 有關電子基準站觀測資料傳輸，建議採用專屬網際網路線路，即專為電子基準站設置專用之網際網路線路，其頻寬大小應至少 64K bytes 以上。
11. 控制與計算中心應採用分散式的設計方式，並由網管伺服器自動分派移動站定位計算工作，以因應 RTK 用戶的成長。

12. 電子基準站網路系統的建立與主機託管的事宜，建議建立於GSN上，一方面它本身即為政府網路，委託中華電信建置與維護，已建立18個網路節點，於網路節點上建置電子基準站的資料處理中心，接收電子基準站的資料與處理e-GPS的服務，並定時將資料傳回內政部土地測量局的資料處理總中心。如此內政部土地測量局不需要自行建置或委託ISP廠商來架構e-GPS的網路系統，可委由行政院研考會一併納入GSN的網路系統規劃與建置。

13. 為配合內政部土地測量局其他相關業務的e 化作業，尤其是 Data Ware house 的建置，本 e-GPS 系統的規劃與建置亦可做適度的配合，服務站改為以『單一入口』(one-stop) 之 Geoinfo Agent 的概念來建置其未來之規劃概念如圖7-1所示，如此亦可與其他類型的圖資整合共同開發 Data Fusion 的技術，並對業界做更完整更有效的服務。

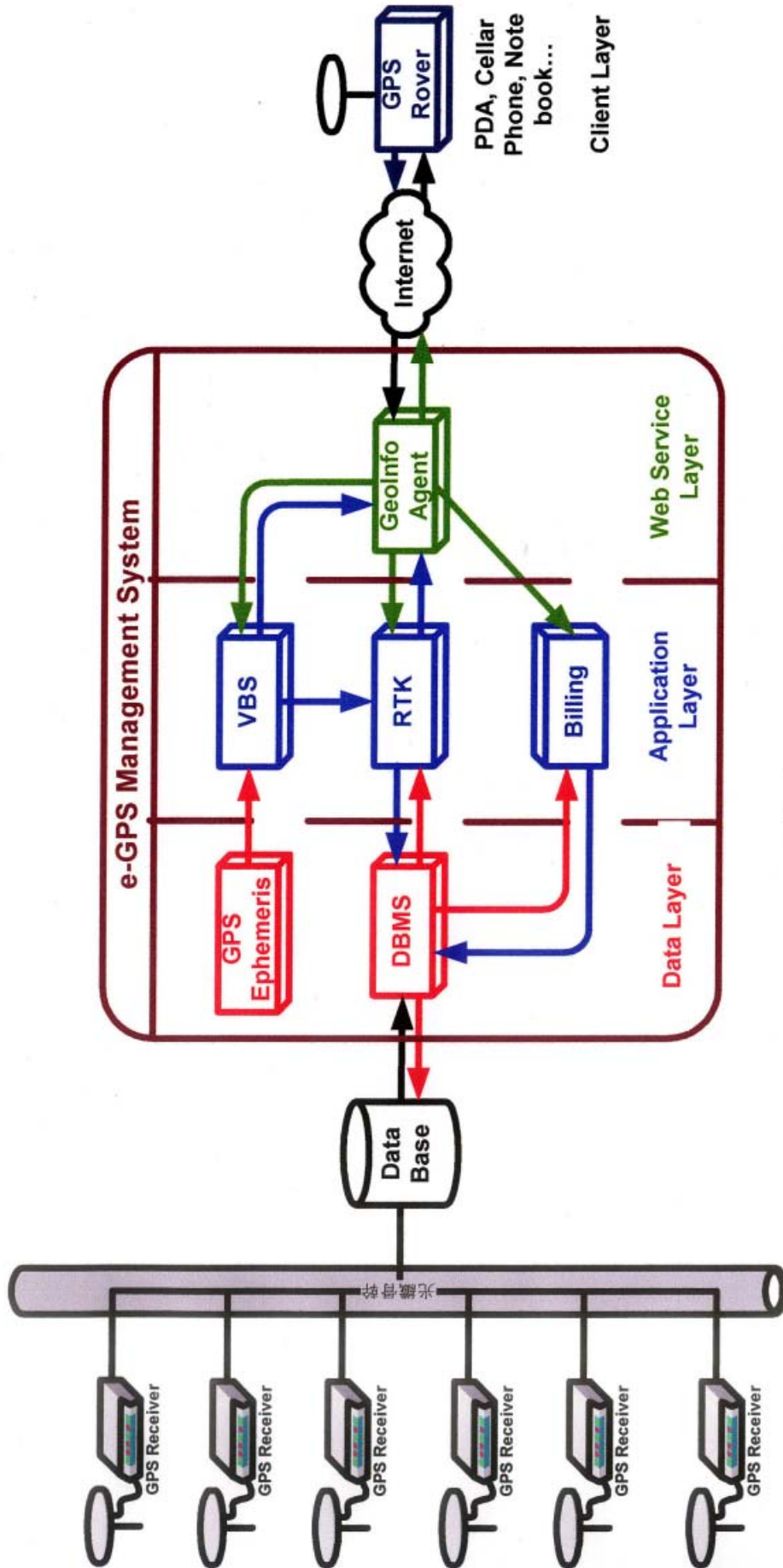


圖 10-1 未來規劃設計架構圖

第十一章 期末報告審查委員意見及修正辦理情形

有關委員建議部分將依實際情形個別考量採納，並詳實記錄於期末報告中。

發言委員	審查委員意見	修正辦理情形
李召集人彥弘	<p>一、有關電子基準站後續建置工作，土地測量局目前除積極籌劃與其他單位建置之固定參考主站進行整合之相關事宜，增加電子基準站分布密度外，並已規劃相關動態定位之試辦性示範作業，希望可藉以提升土地測量局辦理各項測繪業務應用層面。</p>	<p>照案辦理。</p>
	<p>二、本案期末報告修正本及整體規劃設計報告書，請成大團隊依據採購契約規定之項目、數量及期程，送交土地測量局辦理驗收。</p>	<p>照案辦理。</p>

發言委員	審查委員意見	修正辦理情形
何委員維信	<p>一、依據成大團隊提列之執行成果顯示，有關電子基準站及即時性動態定位系統建置與推動之關鍵，當取決於資料傳輸問題，目前控制計算中心係採用一部電腦控制六個電子基準站，另移動站與控制計算中心間，則採進行動通訊及網際網路進行數據傳輸，在目前測試數量不多之情況下，基本上尚可在三秒內順利完成資料傳輸工作，惟後續系統實際建置運作時，電子基準站之數量及動態定位服務對象勢必大幅增加，其連帶引發之處理序列及時間延遲問題，建議應增列可能發生之模擬狀況及可行之解決策略，以做為系統建置評估參考。</p>	<p>照案辦理，詳見第四章、第六章、第七章、第八章及第九章。</p>
	<p>二、期末報告初稿中引用「虛擬基準站」之英文名詞計有「Virtual Reference Station, VRS」及「Virtual Base Station, VBS」二種，建議應予以統一。</p>	<p>已依委員意見統一修正完竣。</p>
	<p>三、期末報告書初稿第 41 頁表 3-2 及第 42 頁表 3-3 所列電子基準站間距測試成果統計表，有關「RMS」及「Ratio」值之具體意義及其單位為何，請於期末報告修正本中補充說明。</p>	<p>已於審查會口頭補充報告完畢，並於期末報告§3-4 章節增列。</p>

發言委員	審查委員意見	修正辦理情形
何委員維信	四、本系統因牽涉層面相當複雜廣泛，建議土地測量局在經費預算許可範圍，再行委託學術單位辦理相關示範作業，以協助瞭解本系統在運作過程中可能遭遇之問題，並藉以研究相關解決因應方法，以提供後續系統改善及功能強化之參考。	照案辦理，詳見第四章、第六章、第七章、第八章及第九章。
陳委員春盛	一、按成大團隊建議電子基準站最佳設置間距為五十公里，其主要理由為何？請於期末報告修正本中加強補充說明。	間距設置主要考量求解精度、效能及設站成本，已於審查會場口頭補充，詳見§3-4章節補充。
	二、期末報告書初稿中提列之電子基準站最佳設置間距及移動站動態定位解算之測試成果分析等數據資料，稍嫌不足，建議再蒐集相關測試資料，並就其解算成果予以整合分析其精度及可靠度後，補列於期末報告修正本。	照案辦理，已於詳見§3-4 章節增列補充分析數據。
	三、目前國內許多產官學界均已積極推動 GPS 連續觀測站及即時性動態定位測量技術，有關本案規劃之電子基準站及動態定位系統，建議於期末報告修正本中，就其所需軟硬體設備之購置及更新期程，並參酌各單位研究辦理領域及現有儀器設備、系統軟體及作業程序與方法、模式等，提出具體可行之規劃與執行方案，提供後續整合應用及經費編列參考。	照案辦理，詳見第四章、第六章、第七章、第八章及第九章。

發言委員	審查委員意見	修正辦理情形
陳 委員 春 盛	四、本案規劃建置之動態定位服務系統如可順利完成營運，其後續涉及定位資料之應用、申請、供應、服務、計費等事項，建議於期末報告修正本中提出中長程規劃方案。	照案辦理，詳見第四章、第六章、第七章、第八章及第九章。
余 委員 水 倍	一、本案電子基準站設置間距及移動站實地測試資料，其中如測試使用之點數、計算之差值、平均值、測點之內外插情形及其他可能影響測試成果之主次要原因，在期末報告書初稿中不論在整體文字描述或成果數據分析上，並不十分清楚明確，建議就實際執行成果予以彙整補充，俾增加期末報告之可讀性。	照案辦理，詳見§3-4 章節補充。
	二、在動態定位系統測試中，僅獲得一組完全測試數據，不僅成功率偏低且並未進一步進行定位精度與可靠度分析，建議成大團隊再增加測試數據，必要時應再改善相關軟硬體系統，以提高動態定位之精度、可靠度及成功率。	已依委員意見增加補充第三章補充。

發言委員	審查委員意見	修正辦理情形
余委員水倍	<p>三、目前國內如中央研究院地球科學研究所、內政部地政司及交通部中央氣象局等單位，均已陸續建置衛星追蹤站或 GPS 連續觀測站，如後續可予以適度整合，屆時可大符提高電子基準站之分布密度，其設置間距將不再是影響動態定位成果之主要因素，而是各單位應如何整合之關鍵性議題，建議再予評估說明。</p>	<p>各單位儀器觀測資料整合問題涉及各單位資料整合、儀器使用年限、效能、設置目的等等不同用途而定，已於研究部分建議問題中提及。</p>
江委員渾欽	<p>一、由期末報告初稿及簡報資料顯示，成大團隊似已完成系統測試、運作及管理部分，惟測試資料及定位數據似嫌不足，且定位成功率明顯偏低，建議再增加測試數據，提升測試成果分析之完整性。</p> <p>二、本案既為臺灣地區電子基準站規劃設計與測試分析，其辦理成果之重點在於階段性規劃與建置執行方面，建議期末報告修正本應加強著重於「整體性規劃」部分，就未來整體測繪環境趨勢，做分年式的規劃建議，例如可包括經費估算、設置程序、作業方法、收費機制及採行 BOT 或直接委託民間營運之可行性評估等理想狀況，提供土地測量局推動建置最佳化系統之參考。</p>	<p>照案辦理，已於§3-4 與§3-5 章節補充分析數據。</p> <p>照案辦理，詳見第四章、第六章、第七章、第八章及第九章。</p>

發言委員	審查委員意見	修正辦理情形
江委員渾欽	三、本系統因目前尚處於規劃雛形階段，後續不論在系統運作及功能強化與整合上，均仍有甚大幅度之改善空間，建議成大團隊及土地測量局繼續研究規劃。	照案辦理。
王委員成機	一、電子基準站最佳化間距測試及動態定位系統實地測試為本案最重要之二個測試項目，為何於期末報告初稿中，僅採用 Trimble Total Control v2.7 商用套裝軟體進行數據處理分析，且對於測試資料之來源、項目、測試方法及精度與動態定位成功率偏低問題，均未明確說明，建議相關測試資料再採用本案研發之系統作業軟體重新處理。	照案辦理，詳見§3-4-5 自行開發程式間距成果測試章節。
	二、期末報告初稿第 47、48 頁所列表 3-6、表 3-7 及表 3-8 有關移動站 PL02 之 RTK 坐標計算成果，其擷取之觀測資料時間，是否符合原先預期在十分鐘內即可計算獲得，請加以補充說明。	照案辦理，已於§3-5 章節補充說明。
	三、本案各類資料傳輸之成功率，為系統順利運作之主要關鍵，且在實際測試作業中，並未引用現有 GPS 衛星追蹤站或連續觀測等固定站之動態觀測資料，如後續須利用上開動態資料時，在軟體設備上應如何配合調整與應用，請於期末報告修正本補充說明	照案辦理，詳見照案辦理，詳見第四章、第六章及第七章。

發言委員	審查委員意見	修正辦理情形
王委員成機	四、本案依期末報告初稿所列，在動態定位實地測試中計測試七個移動站，惟測試成功者僅有 I085 乙站，測試成功率偏低，此將對土地測量局後續實務應用產生衝擊，建議成大團隊能儘速予以研究改善。	照案辦理，已於§3-4 與§3-5 章節補充說明。
王委員乃卿	一、本案所研發之本土化 e-GPS 系統作業軟體，就整體規劃之執行面，例如系統作業程序、方法、經費及軟硬體設備規格等需求，建議採分年方式，於期末報告修正本中補列較為細部之規劃及建議事項，提供土地測量局業務單位及資訊作業單位做為系統建置之參考。	照案辦理，詳見第四章、第六章、第七章、第八章及第九章。
	二、本案規劃之控制計算中心機房設計及其設備存放方式，係建議採用分散式設備代管（Co-location）之管理模式，其與土地測量局即將於九十四年度起推動執行之「國土測繪資訊整合流通系統建置計畫（草案）」所規劃採集中式（Centralized）管理模式不同，其間是否可建立適當之因應機制，請一併於期末報告修正本提出具體可行方案供土地測量局參考。	照案辦理，詳見第四章、第六章、第七章、第八章及第九章。

發言委員	審查委員意見	修正辦理情形
業務單位補充建議	<p>一、本案有關電子基準站規劃設計及測試成果分析等部分建議事項，於期末報告初稿中僅做大方向之描述，對於後續系統建置及動態定位服務應用等相關細節，並未進一步說明，請修正補列。</p>	<p>照案辦理，詳見第四章、第六章、第七章、第八章及第九章。</p>
	<p>二、有關選擇測試地區實際建置與測試電子基準站之系統作業軟體部分，成大團隊雖已研發相關功能模組，並提列執行及測試成果，惟電離層、對流層、軌道誤差、相位整數值等參數、移動站採用虛擬基準站技術所產生之虛擬觀測資料、動態定位坐標成果及電子基準站監控模組與使用者申請及回覆功能模組等，並未明確提出紀錄、存檔及列印功能及相關文字描述，請補列。</p>	<p>照案辦理，已於§3-4 與§3-5 章節補充說明。</p>
	<p>三、有關使用者及控制計算中心之雙向無線數據傳輸功能模組及資料數據傳輸與動態定位成果解算部分，僅於簡報資料中提列相關靜態畫面，請再就實際測試成果予以彙整，並詳列於期末報告修正本。</p>	<p>照案辦理，詳見§6-11 測試成果。</p>

發言委員	審查委員意見	修正辦理情形
業務單位補充建議	<p>四、本案六個測試用電子基準站與控制計算中心間資料傳輸作業，均於九十三年一月底前建置完成，並實際進行觀測資料傳輸，惟各基準站觀測資料之接收狀況、品質、成果測試分析情形及所遭遇困難與解決方法，請增列相關圖表文字補充說明。</p>	<p>照案辦理，詳見§6-11 測試成果。</p>
	<p>五、實際建置電子基準站及即時性動態定位服務系統，除應詳細彙整相關測試資料及成果數據分析外，為能兼具理論與實務基礎，請成大團隊再就本案研發之系統作業軟體特性，提出固定站及移動站觀測及定位資料之精度閾值指標及相關限制條件說明等，俾提供後續運作參考。</p>	<p>照案辦理，已於§3-4 與§3-5 章節補充說明。</p>
	<p>六、期末報告初稿第 38 頁所列規劃電子基準站各級間距測試擬採用之固定站，為何未納入後續實際測試作業？另期末報告初稿第 41 頁所列辦理三十至五十公里測試作業中，G091 及 AF21 等點位均為外插情形，為何定位精度明顯優於其他內插點位？又期末報告初稿第 43 頁所列辦理七十至九十公里測試作業中，係何原因造成系統無法產生移動站之虛擬觀測資料，請一併就理論及實務執行面分析探討。</p>	<p>照案辦理，詳見§3-4 章節。</p>

發言委員	審查委員意見	修正辦理情形
業務單位補充建議	七、本案相關測試資料數據分析僅採用 TTC 商用軟體處理，建議再採用本案研發之系統作業軟體重新處理，並進一步比較分析其優劣異同。	照案辦理，詳見§3-4-5 自行開發程式間距成果測試章節。

參考文獻

1. 成都加訊科技網頁。
2. 曾清涼等，2003.12，台灣 e-GPS 電子基準站規劃設計及測試分析，期中報告，內政部土地測量局，台中。
3. 張希黔、黃聲享、姚剛，2003.11，GPS 在建築施工中的應用，中國建築工業出版社，北京。
4. 曾清涼，2003.10，LBS 與行動勤務，2003 國土資訊系統成果展示研討會，內政部，台北國際會議中心。
5. 曾清涼，2003.05，e-世紀之 GPS 技術與商機，國立成功大學，台南。
6. 曾清涼、莊智清，2003，虛擬衛星 e-GPS 動態定位擴增系統(2/2)，行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告。
7. 曾清涼，2003，e-GPS/PL 擴增系統及其應用，水下搜尋及測量技術研討會，中山大學，高雄。
8. 曾清涼，2002，虛擬衛星即時動態擴增系統之 e-GPS 研究，成功大學 90 年度休假研究報告。
9. 劉經南、劉暉，2003，武漢大學學報第 28 卷第 3 期，P259-264。
10. 楊名，余致義，2001，即時動態 GPS 測量應用於控制測量與戶地測量之設計與實驗，測量工程。
11. 許光毅、余騰鐸、曾清涼，2001，利用網際網路提供 GPS 定位服務，第二十屆測量學術及應用研討會，p465-p472。
12. 崔國強，游佩諭、陳冠翔，2001，參考站網於 GPS 定位應用之研究，第五屆 GPS 衛星科技研討會，台北，p227-p233。
13. 楊名，唐進賢，2000，區域性 GPS 即時動態定位效益與精度之評估，第四屆 GPS 衛星科技研討會，台南，p85-p92。
14. 張毓偉、曾清涼、余致義，2000，GPS 多主站中距離單一時刻即時動態定位，第十九屆測量學術及應用研討會，p228-p237。
15. 曾清涼、儲慶美，1999，GPS 衛星測量原理與應用，國立成功大學 衛星資訊研究中心。
16. 陳明華、曾清涼、余致義，1999，GPS 結合 GLONASS 衛星單一時刻單頻觀測量之及時動態定位研究，第十八屆測量學術及應用研討會論文集，宜蘭技術學院，宜蘭，第 75-86 頁。

- 17.曾德福，1997。台灣省八十六年度地籍圖重測工作簡報，台灣省政府地政處土地測量局，台中。
- 18.孫連水，1997。即時動態 GPS 測量應用於控制測量與戶地測量之研究，國立成功大學測量研究所碩士論文，台南。
- 19.楊名，1997，公分級 GPS 衛星即時動態定位系統，測量工程，in review。
- 20.蕭志書，1996。快速強鈍即時性 GPS 動態測量系統之研究，國立成功大學測量研究所碩士論文，台南。
- 21.盧金胡，1994：“動態 GPS 衛星測量之載波相位未定值搜尋演算法”，國立成功大學測量工程研究所碩士論文，台南。
- 22.劉正倫、梁旭文，1994。GPS 衛星控制測量應用於地籍圖重測，第一屆 GPS 衛星定位技術研討會論文集，國立成功大學，台南，pp. 231-254。
- 23.台灣省政府地政處，1994，台灣省控制點新建、補建五年計畫。余致義，1994，GPS 衛星即時動態測量系統的設計和試驗，測量工程，第三十六卷，第三期，pp. 23-40。
- 24.龔昶榮，1989，GPS 衛星測量應用於控制測量，國立成功大學航空測量研究所碩士論文，台南。
25. The New L2 Civil Signal---LCDR Richard D. Fontana, GPS Joint Program Office Wai Cheung, Science Applications International Corporation Paul M. Novak, Science Applications International Corporation Thomas A Stansell, Jr., Stansell Consulting。
- 26.The Global Positioning System:Present Status and Modernization Plans ---24, 03,2003
- 27.Guochang Xu, Dr.-Ing，2003，GPS. Theory, Algorithms and Applications，ISBN 3-540-67812-3 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- 28.Euler, H.,J and B. E. Zebhauser,2003，The use of standardized network RTK messages in rover applications fro surveying, ION NTM,22-24 January 2003,Anaheim,CA.

29. The Global Positioning System A Worldwide Information Utility---NAVSAT 2002 Nice, France November 12, 2002
Jason Y. Kim , Executive Secretariat Interagency GPS Executive Board.
30. GPS Modernization --- ATCA Symposium, Washington, D.C. , 15, 01, 2002.
31. Tseng, Ching-Liang, Jyh-Ching Juang and Cheng-Fan Lo , 2002 .
Establishment of e-GPS Real Time Kinematic Positioning Network ,
2002 International Symposium on GPS/GNSS , Wuhan .
32. Wahlund, S., 2002 , Production measurements with Network RTK—Tests and analysis, LMV-report, Sweden.
33. Nicholas Talbot, Gang Lu, Timo Allison, Ulrich Vollath, Broadcast Network RTK – Transmission Standards and Results, ION GPS 2002, Portland, OR, page 2379-2387
34. Fotopoulos, G. and M.E. Cannon , 2001 , An overview of multi-reference station methods for cm-level Positioning, GPS Solution, vol.4, No.3, PP.1-10
35. Civil User Benefits of the Modernized Global Positioning System---Office of Space Commercialization U.S. Department of Commerce, August 2000
36. Fortes , L.P., 2000 , Testing a Multi ---Reference GPS Station Network for OTF Positioning in Brazil , The 13th International Technical Meeting September 19-22 , 2000 , Salt Lake City , Utah , ION GPS2000 .
37. Guenter Seeber , 2000 , Real-Time Satellite Positioning on the Centimeter Level in the 21st Century using Permanent Reference Stations , The 13th International Technical Meeting September 19-22 , 2000 , Salt Lake City , Utah , ION GPS2000 .
38. Herbert Landau(2000a) , GPS/GLONASS Reference Station Networks .
39. Herbert Landau(2000b) , Virtual Reference Station Networks --- Recent Innovations by Trimble .
40. Landau, H., 2000a , GPS/GLONASS Reference Station Networks .
41. Landau , H., 2000b , Virtual Reference Station Networks --- Recent Innovations by Trimble .

- 42.L.P.Fortes , 2000 , Testing a Multi ---Reference GPS Station Network for OTF Positioning in Brazil , The 13th International Technical Meeting September 19-22 , 2000 , Salt Lake City , Utah , ION GPS2000 .
- 43.Seeber, G., 2000 , Real-Time Satellite Positioning on the Centimeter Level in the 21st Century using Permanent Reference Stations , The 13th International Technical Meeting September 19-22 , 2000 , Salt Lake City , Utah , ION GPS2000 .
- 44.Vollath, U., A., Buecherl , H. Landau,2000 , Long – Range RTK Positioning Using Virtual Reference Stations , The 13th International Technical Meeting September 19-22 , 2000 , Salt Lake City , Utah , ION GPS2000 .
- 45.Ulrich Vollath , Alois Buecherl , Herbert Landau(2000) , Long – Range RTK Positioning Using Virtual Reference Stations , The 13th International Technical Meeting September 19-22 , 2000 , Salt Lake City , Utah , ION GPS2000 .
- 46.Yang , M. and C. F. Lo , 1999 , Real-Time Kinematic GPS Positioning for Centimeter Level Ocean Surface Monitoring , *Proc. NSC (A) Physical Science and Engineering* , in press .
47. Zhang JH , 1999 , Investigations into the Estimation of Residual Tropospheric Delays in a GPS Network , UCGE Rep. 20132 , University of Calgary.
- 48.Teunissen, P.J. , A. Kleusberg ,1998 , GPS for Geodesy , 2nd , p389—p435 .
- 49.Goad ,C. and Yang ,M. ,1997 , A New Approach to Precision Airborne GPS Positioning for Photogrammetry , *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* , Vol.63 , No.9 , pp. 1067-1077 .
- 50.Han, S., 1997 , Carrier Phase-Based Long-Range GPS Kinematic Positioning. PhD Dissertation, UNISURV S-49 , School of Geomatic Engineering , The University of New South Wales , Sydney , Australia.
- Leick , A. , 1995 , GPS Satellite Surveying , Second Edition , John Wiley & Sons , New York .

51. Yang, Ming, 1995, New GPS Measurement Modeling Techniques of Orbit Determination and Precise Kinematic Positioning, Department Report No. 431, Department of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University.
52. Yang, M., C. C. Goad, and B. Schaffrin, 1994, Real-time On-the-fly Ambiguity Resolution Over Short Baselines in the Presence of Anti-Spoofing, Proceedings of the 7th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, pp. 519-525.
53. Wu, J. T., 1994, Weighted Differential GPS Method for Reducing Ephemeris Error. Manuscripta Geodaetica, 20, pp.1-7.
54. Euler, H.-J. and C. C. Goad, 1991, On Optimal Filtering of GPS Dual Frequency Observations Without Orbit Information, Bulletin Geodesique, 65, 2, pp. 130-143.
55. Hatch, R., 1990, Instantaneous Ambiguity Resolution, Kinematic Systems in Geodesy, Surveying, and Remote Sensing, IAG Symposium No. 107, pp. 285-295.
56. Goad, C. and Goodman, L., 1974, A Modified Hopfield Tropospheric Refraction Correction Model, Fall Annual Meeting of the American Geophysical Union, San Francisco, California, U.S.A.