

099-301000100G005

衛星定位接收儀觀測時間對超短基線精度之研究



內政部國土測繪中心自行研究報告

中華民國 99 年 12 月

099-301000100G005

衛星定位接收儀觀測時間對超短基線精度之研究

研究人員

企劃課課員 林 長 青

企劃課技正 陳 鶴 欽

地籍測量課課長 曾 耀 賢

副 主 任 劉 正 倫

主 任 林 燕 山

內政部國土測繪中心自行研究報告

中 華 民 國 99 年 12 月

099-301000100G005

MINISTRY OF INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

**A Study of Precision of Short Baseline on
Observation Period**

By

Lin , Chang-Ching

Chen , He-Chin

Tseng , Yao-Hsien

Liu , Jeng-Lun

Lin , Yen-Shan

December , 2010

主 文 目 錄

圖目錄.....	III
表目錄.....	IV
摘要.....	V
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 計畫目標.....	2
第三節 研究方法.....	3
第四節 研究計畫工作進度.....	4
第五節 研究人員編組.....	5
第二章 靜態觀測相對定位技術.....	6
第一節 概述.....	6
第二節 基本定位原理.....	7
第三節 靜態觀測相對定位技術之優點.....	8
第三章 衛星定位儀校正系統建置與作業程序.....	10
第一節 衛星定位儀校正場.....	10
第二節 校正實驗室機房.....	15
第三節 TopNET 定位系統軟體.....	15
第四節 校正作業程序與管理事項.....	16
第五節 資料分析.....	18

第六節 參考值計算程序.....	21
第四章 衛星定位儀校正系統評估.....	22
第一節 概述.....	22
第二節 量測系統追溯.....	23
第三節 不確定度來源分析.....	24
第四節 組合標準不確定度.....	34
第五節 擴充不確定度.....	35
第六節 最佳校正能力.....	36
第五章 測試資料處理與分析.....	37
第一節 測試資料處理.....	37
第二節 天線盤方位朝北朝南之數據分析.....	38
第三節 不同基線距離之數據分析.....	39
第四節 不同觀測時間段之數據分析.....	40
第五節 不同廠牌儀器之數據分析.....	43
第六章 結論與建議.....	46
第一節 結論.....	46
第二節 建議.....	47
參考文獻.....	49
附錄.....	50

圖目錄

圖2-1 靜態觀測相對定位技術示意圖.....	9
圖3-1 衛星定位儀校正場點位分布圖.....	10
圖3-2 國土測繪中心超短基線衛星定位儀校正場點位分布圖.....	12
圖3-3 本中心頂樓衛星定位儀校正場.....	12
圖3-4 固定基點LS08基樁設置型式.....	13
圖3-5 校正基點LS01&2&3&4&5&6&7基樁設置型式.....	14
圖3-6 衛星定位儀校正基點.....	14
圖3-7 測量儀器校正實驗室機房實景相片.....	15
圖4-1 LS08_ITRF2000地心坐標較差量折線圖(TNML)	28
圖4-2 LS08_ITRF2000地心坐標較差量折線圖(TCMS)	31

表目錄

表1-1 研究計畫工作進度表.....	4
表1-2 研究人員編組表.....	5
表3-1 校正系統各單元.....	11
表4-1 校正基點LS01&2&3&4&5&6&7三軸向標準差.....	25
表4-2 校正基點LS01&2&3&4&5&6&7相對於LS08之不確定度分析表.....	27
表4-3 固定基點LS08三軸向標準差(TNML)	29
表4-4 校正基點LS01&2&3&4&5&6&7相對於TNML之不確定度分析表.....	30
表4-5 固定基點LS08三軸向標準差(TCMS)	32
表4-6 校正基點LS01&2&3&4&5&6&7相對於TCMS之不確定度分析表...	33
表5-1 辦理本研究衛星定位儀一覽表.....	37
表5-2 天線盤方位朝北朝南差異表(單位: mm)	38
表5-3 不同基線距離差異表(單位: mm)	39
表5-4 不同觀測時間段差異表(固定LS08)(單位: mm)	40
表5-5 不同觀測時間段差異表(固定TCMS)(單位: mm)	41
表5-6 不同觀測時間段差異表(固定TWTF)(單位: mm)	41
表5-7 不同廠牌儀器差異表(固定LS08)(單位: mm)	43
表5-8 不同廠牌儀器差異表(固定TCMS)(單位: mm)	43
表5-9 不同廠牌儀器差異表(固定TWTF)(單位: mm).....	44
表5-10 各儀器廠牌型錄所標示STATIC之精度.....	45

摘 要

內政部國土測繪中心自 96 年設置衛星定位儀校正場，成立測量儀器校正實驗室，發展校正作業，並於 99 年 3 月 20 日通過認證。因校正實驗室之中基線固定站 TNML 儀器老舊，資料偶有遺漏，無法辦理校正作業，為不受限於 TNML 影響，乃規劃中基線固定站新增 TCMS（新竹，約 80KM）及 TWTF（楊梅，約 100KM），以增加備援資料。又為了解不同參考站基線距離、觀測時間段長短、儀器廠牌及型態樣式等因素，是否影響校正結果，以供後續作業程序評估及參考使用。

成果顯示，以 TCMS 為中基線參考站之最佳校正能力為 12mm、以 TWTF 為中基線參考站之最佳校正能力為 14mm。原實驗室校正系統之中基線最佳校正能力以 TNML 所評估之 13mm 提出認證評鑑，為不變更本實驗室最佳校正能力，採保守估計，仍取 13mm 作為本系統靜態相對定位中基線最佳校正能力。

另本研究採 4 種狀況分析接收儀時間差異，分別為(1)天線盤方位朝北朝南：無明顯差異，可不需特別施作天線盤朝北朝南之觀測。(2)不同基線距離：長距離基線，點位平面中誤差變化不大，但高程坐標差由 9.9 mm (LS08) 增加至 34.8 mm (TWTF)，隨基線距離增長而加大。(3)不同觀測時間段：在格林威治時間 0-4 時(等同於臺灣時間上午 8-12 時)與其他時間段相比，其點位高程中誤差(σ_h)及高程坐標差(Δh)為最大值。(4)不同廠牌型態儀器：以固定 LS08 為例，在高程坐標差(Δh)方面，主機與天線盤分離式儀器約 3.0 mm，整合式儀器約 13mm，顯示分離式儀器在高程方向成果較整合式為佳。

關鍵字：校正、坐標差、天線盤方位、基線、時間段

Abstract

In this study, the 24 hours of observation on antenna North and the 24 hours of observation on antenna South of raw data were received from GPS satellite system. We can calculate 138 raw datas with 69 receivers observations to output 138 coordinates. It has 3 groups of different distance (LS08 : 18m 、TCMS : 80km 、TWTF : 100m). Each group has 10 sets of different period (0-24 、0-8 、8-16 、16-24 、0-4 、4-8 、8-12 、12-16 、16-20 、20-24). We class with 4140($3 \times 10 \times 138$) coordinates(include σ_N 、 σ_E 、 σ_h 、 ΔN 、 ΔE 、 Δh) by 4 kinds of analysis ways. (1)antenna direction, (2)baseline distance (3)observation period (4)receiver type.

It is not different on antenna North and South. The value of Δh is bigger and bigger with distance. The value of σ_h & Δh of GPS time 0-4 period is the biggest.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

內政部國土測繪中心(以下簡稱本中心)測量儀器校正實驗室(以下簡稱本實驗室)已於99年3月20日TAF(Taiwan Accreditation Foundation,財團法人全國認證基金會)認證通過,校正項目分別為電子測距、經緯儀及衛星定位儀,於此僅就衛星定位儀校正系統作說明,衛星定位儀校正系統,初期於96年即建置校正基樁,設置超短基線衛星定位儀校正場(以下簡稱校正場)辦理衛星定位儀之校正前置作業、97年辦理系統評估觀測作業,經資料分析及系統評估後,98年撰寫系統評估及校正作業報告,99年申請認證並通過。

本實驗室衛星定位儀校正系統,經系統評估後,短基線擴充不確定度為3.1mm、中基線擴充不確定度為13mm。故本實驗室將可提供各界儀器校正依據,目前本中心校正實驗室已正式對各縣市政府提供校正服務,開放提供各級公務機關。實驗室已開始運作,且獲各縣市政府肯定。另為配合國土測繪法,載明儀器需定期辦理校正,本中心乃建置校正實驗室,本中心衛星定位儀繁多,成立校正實驗室確有其必要。國土測繪法基本測量實施規則第24條第1項規定:「基本控制測量所使用之儀器裝備,應依實施計畫之校正項目及週期辦理校正」,基於法條規定,故本中心自96及97年設置超短基線衛星定位儀校正場,發展衛星定位接收儀校正作業,98年研擬衛星定位儀校正作業與系統評估,成立本中心測量儀器校正實驗室,並於98年11月向TAF全國認證基金會提出認證申請,於99年1月20日接受TAF認證評鑑,並於99年3月20日通過認證。

本研究起初由於(1)本實驗室衛星定位儀校正系統之中基線固定站TNML之觀測資料偶而出現遺漏之情形,若遺漏之日期正好本實驗室辦理校正作業,不僅校正報告無法產生,且需再重新辦理校正作業,故工業技術研究院所建之IGS(International GNSS Service)國際追

蹤站TNML的資料良窳，關係到本實驗室的運作。為不受限於TNML的影響，乃規劃中基線固定站新增TCMS及TWTF(皆為IGS國際追蹤站，分別距本中心80km及100km，TCMS為新竹工業技術研究院建置、TWTF為桃園楊梅國家時間及頻率標準實驗室建置)，以及(2)本實驗室產出校正報告時，會顯示校正儀器之器差(坐標差)，且建議在95%信心區間，一般器差應在 $\pm[(2\text{倍儀器規格})^2+(\text{擴充不確定度})^2]^{1/2}$ 區間。亦即每部儀器校正時皆計算基線，並求出坐標差，故研究以不同基線距離並分割不同時間段(包括24、8、4小時3種)，求取每部儀器之坐標差以及基線精度，以分析不同狀況及時間段所產生的差異性。

為使中基線固定站新增TCMS及TWTF，必需先行辦理系統評估，經評估後，以TCMS為中基線參考站之最佳校正能力為12mm、以TWTF為中基線參考站之最佳校正能力為14mm。原以TNML所評估之13mm提出認證評鑑，為不變更本實驗室中基線最佳校正能力，故不納入TWTF(14mm)而納入TCMS(12mm)為中基線參考站。而對TWTF辦理系統評估所求得之校正基點坐標參考值，仍作為本研究數據比對分析之用。對TWTF系統評估之過程則不列入第四章，第四章則敘述對LS08、TNML及TCMS之系統評估。

第二節 計畫目標

本研究計畫目標規劃以本中心99年度新增中基線固定站TCMS及TWTF辦理相關測試作業所獲得初步成果為基礎，其工作有：

- 一、採用後處理靜態相對定位觀測資料求得基線精度與坐標。
- 二、統計分析求得TCMS及TWTF的不確定度，提供本系統評估另一中基線校正作業之研究，並重新評估中基線不確定度可行性。
- 三、採用TCMS或TWTF中基線站系統評估之不確定度精度與可靠度等可行性評估。
- 四、利用系統評估的資料，採用最小二乘配置法坐標套合技術，將各校正基點的極坐標系統轉換為TWD97坐標系統，針對N、E及h坐標

差與基線精度進行分析。

五、對TCMS或TWTF中基線固定站可行性評估，研究衛星定位儀觀測時間段對超短基線精度之影響。

第三節 研究方法

一、資料蒐集：

- (一) 中基線固定站TCMS及TWTF皆為衛星定位基準站，每天24小時每30秒連續接收之原始衛星觀測資料。
- (二) 固定基點(LS08)，每天24小時每15秒連續接收之原始衛星觀測資料。
- (三) 校正基點(LS01~07)，為本研究測試儀器擺放之點位，每種儀器置於點位上皆觀測48小時，前24小時天線盤朝北每15秒連續接收，後24小時天線盤朝南每15秒連續接收之原始衛星觀測資料。
- (四) 求解各校正基點坐標參考值，以衛星定位儀標準件辦理觀測及系統評估求解精密坐標成果，再將坐標成果以等權方式，計算求得最終成果。

二、資料處理

本研究觀測日期計有22天，另區分固定點LS08、TCMS及TWTF三組不同基線距離，故需建立 $22 \times 3 = 66$ 個Campaign資料夾，將各資料夾內\ORB放入精密星曆資料等4個檔案、\RAW內放入衛星觀測資料RINEX檔案(相關點位皆納入)及\STA放入點位相關檔案後，採Bernese軟體計算，順利解算成果後將點位中誤差及坐標值(XYZ)擷取出，再將坐標值透過坐標轉換為(NEh)，並求得坐標差。

三、解算軟體：

衛星定位基準站(TCMS及TWTF)、固定基點(LS08)及校正基點(LS01~07)坐標及基線精度分析：採用瑞士伯恩大學天文所研

發之Bernese 研究型基線及網形平差計算軟體，配合國際GNSS 服務組織（International GNSS Service，IGS）所公布之最終精密星曆（IGS Final，約於當天衛星資料接收2週後於該組織官方網站公布提供使用者下載），解算各校正基點坐標。

四、分析：

主要擷取各點位中誤差及坐標差，再加以分類不同狀況下的差異性進行分析，計分類為(1)天線盤方位朝北朝南。(2)不同基線距離。(3)不同觀測時間段及(4)不同廠牌儀器。

第四節 研究計畫工作進度

本研究計畫執行時間自99 年1 月至99 年12 月，在計畫研究人員及作業人員積極協同辦理各項研究事務下，各項工作均按原計畫目標順利完成。有關研究計畫之工作進度表如表1-1，其中黑色線為預定工作進度，紅色線為實際工作進度。

表1-1 研究計畫工作進度表

辦理期程 工作項目	99 01	99 02	99 03	99 04	99 05	99 06	99 07	99 08	99 09	99 10	99 11	99 12
資料收集												
資料處理												
成果分析												
撰寫研究報告												
研究報告報部												

第五節 研究人員編組

表1-2 研究人員編組表

姓名	現職	職等	分工	備註
林燕山	主任	簡任第11 職等	督導計畫執行事宜	
劉正倫	副主任	簡任第10 職等	督導及綜理本計畫執行 相關事宜	
曾耀賢	課長	薦任第9 職等	計畫進度控管、成果研 究報告修訂	
陳鶴欽	技正	薦任第9 職等	資料蒐集、資料計算處 理、行政事務、研究報 告修訂	
林長青	課員	薦任第7 職等	資料蒐集、資料計算處 理分析、撰寫研究報告	本案連絡人

第二章 靜態觀測相對定位技術

第一節 概述

衛星定位測量相對定位是目前衛星定位測量中精度最高的一種定位方法，它廣泛地應用於大地測量、高精度的變形測量、精密工程測量以及地球動力學的研究。

目前我們僅需利用 GPS 接收儀接收 GPS 衛星所發出的電波訊號即可於地球表面上任何時間、任何地點，精確地計算出欲測點的時間、位置及其運動的速度。GPS 衛星佈署在離地球表面上約為 20200 公里上空的圓形軌道上，採用圓形軌道的目的在於可增大地面可見範圍及增強全球均勻覆蓋。GPS 衛星每 11 小時 58 分即能繞地球一周，在地球的任何角落，均能時時收到至少 4 顆以上衛星所傳送的電波，因此，我們可藉各種電波的特性及衛星的位置，利用電腦算出接受訊號一方的正確位置。

一般 GPS 觀測量包含 C/A、P1、P2 電碼及 L1、L2 載波相位觀測量，依據空中衛星、地面測站接收儀等不同組合，可組合成差分觀測方程式，消除各項系統誤差。

由於 GPS 全球定位系統具有全球地面連續覆蓋、即時定位速度快、抗干擾性能好，保密性強、同時多數使用者的需求、即時空間定位、高精度測定速度和位置等特色及功能，所以被引進在測量作業上使用。GPS 定位技術的高度自動化和所達到的定位精度及其潛力，使廣大測量工作者產生了極大的興趣，相對於傳統的測量技術，GPS 定位測量技術具有觀測站之間無須通視、定位精度高、觀測時間短、提供三維坐標、操作簡便、全天候作業及經濟效益高等特點。

第二節 基本定位原理

衛星定位測量相對定位簡單的說，就是求解兩測站之間相對位置的一種定位方法，其目的就是從已知坐標之參考點推求出未知點的坐標。換句話說，相對定位的目標乃在於決定兩點間之基線向量，如圖 4 所示。

假設在某一坐標系中參考測站 A 的位置向量 R_A 為已知，若可利用衛星決定出在相同坐標系中兩點間的基線向量 ΔR_{AB} ，而根據向量方程式：

$$R_B = R_A + \Delta R_{AB}$$

則可求得在相同坐標系中未知測站 B 的位置向量 R_B 。

其中：

$$R_A = R^j - e_A^j r_A^j$$

$$R_B = R^j - e_B^j r_B^j$$

$$\Delta R_{AB} = R_B - R_A = \begin{bmatrix} X_B - X_A \\ Y_B - Y_A \\ Z_B - Z_A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X_{AB} \\ \Delta Y_{AB} \\ \Delta Z_{AB} \end{bmatrix} = e_A^j r_A^j - e_B^j r_B^j$$

R^j ：為各衛星之位置向量（已知）

e_A^j 、 e_B^j ：為各衛星之單位向量

r_A^j ：為測站 A 至各衛星之距離

r_B^j ：為測站 B 至各衛星之距離

j ：為衛星編號，例如：1、2、3……

相對定位最有效的方法是在參考點與未知點間作同時觀測，「同時」的意義乃是指參考點與未知點必須有足夠相同時段的觀測時間，而在解算基線向量時，常將原始的相位觀測量進行線性組合而產生新的準觀測量，即所謂的「一次差(Single-Difference)」、「二次差(Double-Difference)」、「三次差(Triple-Difference)」。

其主要目

的為藉由差分過程以抵銷大部分的系統性誤差以提昇求解精度，一般最常用的為二次差觀測量，其中除有基線向量三個坐標差未知數外，尚存在一個整數週波數未定值「N」。在短基線的求解中，因大氣折射對於基線兩端點的影響量相似，絕大部分也因此相互抵銷，故N值所受其他誤差混合之影響較小而仍近似為一整數，故求解時有所謂「Fix」解；但若為長基線則不易求得整數解，此時將N值視為實數，或更為貼切而有所謂的「Float」解。

利用衛星定位接收儀同時接收3顆以上衛星所發射之無線電訊號，測量出各該衛星到接收儀之距離（空間向量），及量測距離瞬間各該衛星之位置，則以各該衛星之位置為測站，向接收儀方向交會，即得接收儀之位置。衛星訊號隱含有很多項系統誤差，誤差需要排除，如原子鐘誤差、星曆誤差、大氣電離層誤差、大氣對流層誤差，故必須觀測到較多顆之衛星，以消除上述誤差，達到高精度，且待測點位與點位不需如其他測量方式般需要相互通視，僅視是否可接收到相同衛星即可。

第三節 靜態觀測相對定位技術之優點

- 一、可擴大有效作業範圍，測量精度高且可靠度亦高。
- 二、觀測距離長、觀測時間短。
- 三、佈點靈活、測站之間無須通視。
- 四、操作簡單、容易觀測，單人單機即可作業。
- 五、氣候影響小、工作效率高，與傳統三角三邊控制測量相比，可縮短作業時間，增加產能，降低作業成本。

上述載波相位原始觀測量的不同組合，都可作為相對定位的準觀測量，它們的優點主要有二：(1)可消除或減弱一些具有系統性的誤差，如衛星和衛星定位儀的時錶誤差、衛星星曆的誤差、大氣折射誤差等。(2)可減少平差計算中未知數的數量。因此，原始觀測量的差分模型在工程應用以及科學研究，皆被廣泛的應用。

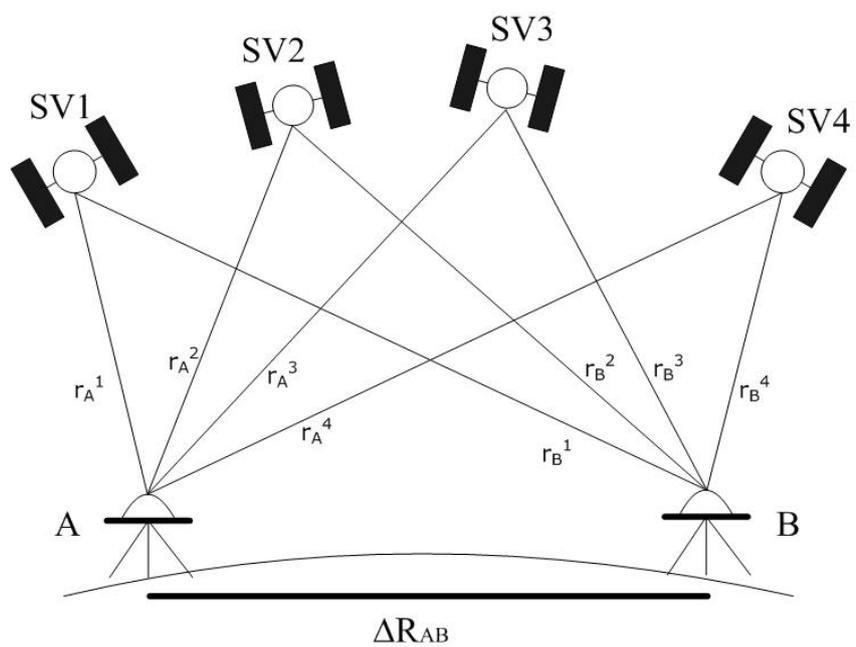


圖2-1 靜態觀測相對定位技術示意圖

第三章 衛星定位儀校正系統建置與作業程序

第一節 衛星定位儀校正場

一、衛星定位儀校正場規劃

本中心為辦理衛星定位儀校正作業，92年時曾於本中心圖庫頂樓設置樁位，但由於冷氣主機震動影響及大樓地勢較低，對空通視顯得較差，成果不穩定，經重新檢討評估後，規劃於本中心大樓頂樓，設置校正場。本中心自95年度起編列經費建置校正樁位及高精度衛星定位儀，展辦衛星定位校正場建置工作，97年度開始辦理校正系統的系統評估，98年度開始撰寫系統評估及校正作業報告。

97年辦理系統評估時之中基線固定站，參考工研院的作法，將TNML納入本實驗室衛星定位儀校正場。作業期間發現只採用一個固定站，若該站資料有所遺漏，則所辦理之校正作業將無資料可進行計算，故考慮盡量不變動本系統評估之不確定度，納入TCMS及TWTF此二點進行系統評估分析，經分析後，納入TCMS(此點與TNML相距約5m)將對本實驗室的不確定度值不會變動，故將系統評估及校正作業報告修正，並公布，同時將TNML及TCMS二點納入衛星定位儀校正場中基線固定基站，以TNML為主要點位，若TNML資料有所遺失時，可將TCMS作為輔助點位，辦理校正作業，作為備援使用。

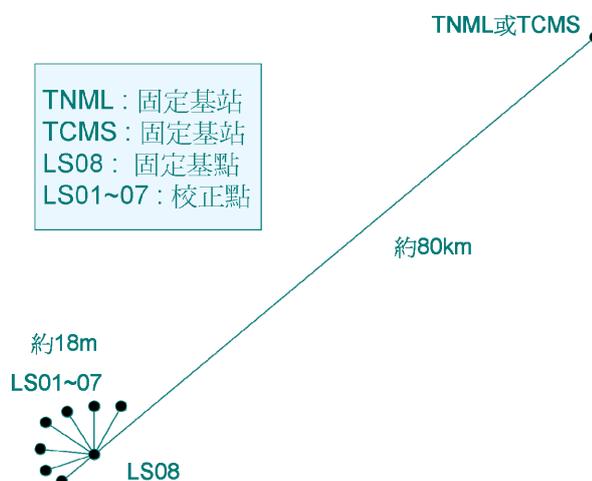


圖3-1

衛星定位儀校正場點位分布圖

二、校正儀具需求

(一) 校正系統各單元如表3-1。

表3-1 校正系統各單元

名稱	廠牌/型	主要儀具			備註 Remark
		序號	數量	規格	
超短基線衛星定位儀校正場(< 20 m)	自建	N/A	1	1. 不鏽鋼校正基點 7 座(分別編號為 LS01、LS02、LS03、LS04、LS05、LS06 及 LS07) 2. 可調式轉接頭(adapter)強制定心基座 3. 混泥土底座不鏽鋼固定基點 1 座(LS08)	校正裝置
固定站 TNML	工研院 自建	N/A	1	N/A	中基線 參考站
固定站 TCMS	工研院 自建	N/A	1	N/A	中基線 參考站
衛星定位儀 含環型天線	TOPCON NET G3 CR. G3 TPSH	401-01629 3830600	1	靜態： $5 \text{ mm} + 0.5 \times 10^{-6} \times D, D$ 係距離	標準件 LS08
衛星定位儀 含環型天線	TOPCON NET G3 CR. G3 TPSH	401-01651 3830602	1	靜態： $5 \text{ mm} + 0.5 \times 10^{-6} \times D, D$ 係距離	標準件
衛星定位儀 含環型天線	TOPCON GB1000 NOV503+CR SPKE	220332 DOW-204	1	靜態： $5 \text{ mm} + 0.5 \times 10^{-6} \times D, D$ 係距離	標準件
GPS 資料處理研究型軟體	瑞士伯恩 大學	BERNESE 5.0 USER_ID: 363 15-JUL-2004		1000 km 相對定位 0.01 ppm 準確度	計算 軟體

(二) 超短基線衛星定位儀校正場點位分布如圖3-2，其中LS08為固定基點，整置衛星定位儀標準件。另LS01、LS02、LS03、LS04、LS05、LS06及LS07為校正基點，整置校正件。

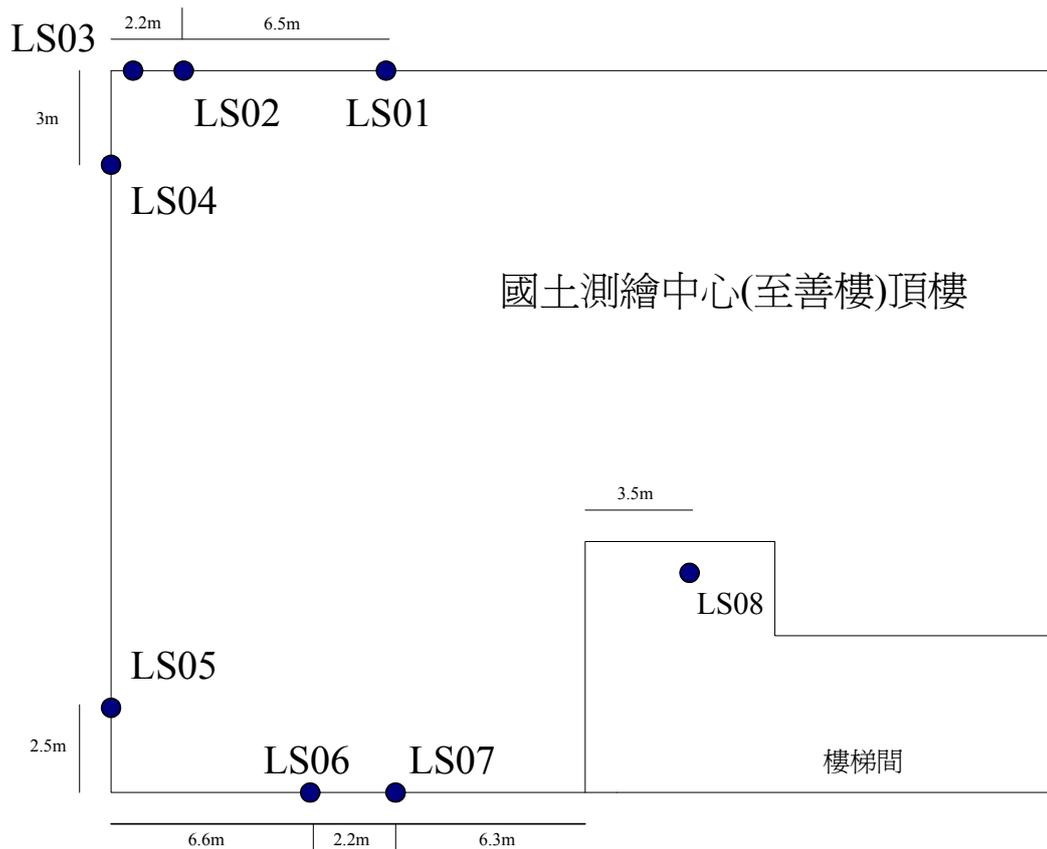


圖3-2 國土測繪中心超短基線衛星定位儀校正場點位分布圖



圖3-3 本中心頂樓衛星定位儀校正場

三、衛星定位儀校正系統各單元

(一) 中基線固定基站(TNML及TCMS)：

- 1、為工研院所建立，亦為IGS國際追蹤站。
- 2、全年長期連續接收GPS觀測資料。
- 3、本中心透過網際網路(Internet)至IGS網站，將GPS原始觀測資料下載至個人電腦。
- 4、本中心將此二站納為本校正系統之中基線靜態相對定位固定點。

(二) 衛星定位儀校正場固定基點(LS08)：

- 1、為本中心自行設置於本中心至善樓頂樓。
- 2、全年長期連續接收GPS觀測資料。
- 3、利用TopNET軟體，透過本中心內部網路，將GPS原始觀測資料下載至個人電腦。
- 4、為超短基線靜態相對定位固定點



圖3-4 固定基點LS08基樁設置型式

(三) 衛星定位儀校正場校正基點(LS01~LS07)：

- 1、為本中心自行設置於本中心至善樓頂樓。
- 2、需辦理校正時才需將衛星定位儀置於校正基點上。本實驗測試將各儀器置於校正基點上，分別朝北及朝南各觀測24小時接收GPS資料。
- 3、置於校正基點之衛星定位儀，需直接從儀器內記憶體下載至個人電腦。
- 4、校正基點參考坐標為本實驗觀測值坐標比對之依據。



圖3-5 校正基點LS01&2&3&4&5&6&7基樁設置型式

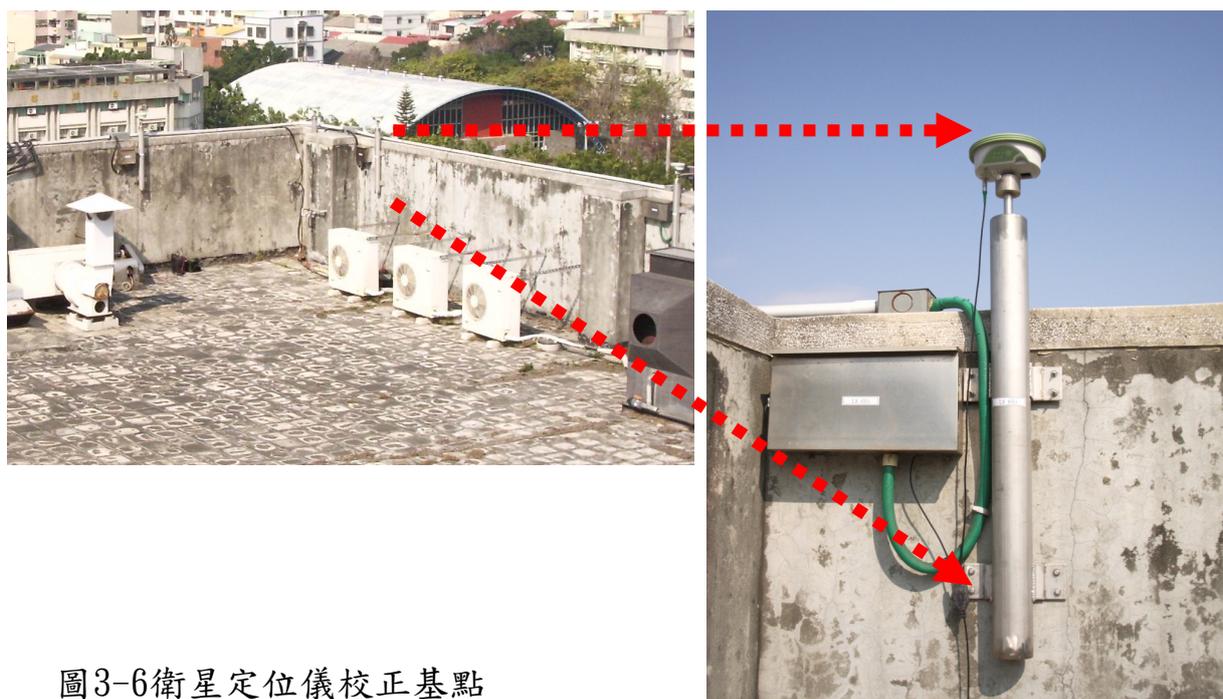


圖3-6衛星定位儀校正基點

第二節 校正實驗室機房

測量儀器校正實驗室機房建置於本中心6樓如圖3-7，其內部硬體設備配置，係配合網路架構、衛星訊號傳輸、經緯儀校正站管理系統等需求。目前其主要設備包括存放格、天線電纜線、電源線、一般市電插座、網路線、充電器、不斷電系統1部。

- 一、設置於本中心至善樓6樓校正實驗室內。
- 二、設有儀器存放格，可將衛星定位儀置於各個存放格內，天線盤置於頂樓校正基點，並透過天線電纜線將天線盤所接收之GPS觀測資料傳送至衛星定位儀主機。
- 三、電源為一般市電，可長時間供應，衛星定位儀置於室內，以避免風吹日曬，而造成儀器損壞。



圖3-7 測量儀器校正實驗室機房實景相片

第三節 TopNET 定位系統軟體

本系統採用TOPCON公司所研發之TopNET定位系統軟體，做為衛星

定位基準站遠端控制、資料下載使用，其主要功能如下：

- 一、執行電腦與實驗室機房內接收儀間連線，自動傳輸觀測資料。
- 二、進行資料傳輸時，衛星定位儀仍可正常儲存觀測資料。
- 三、資料下載過程中，不會中斷衛星訊號接收、傳輸與儲存。
- 四、自動下載觀測資料並轉換為RINEX 格式，並可自動儲存及壓縮。
- 五、即時監控實驗室機房內衛星定位儀狀態及設定衛星定位儀運作參數，如有效觀測截角（Cutoff Angle）、接收訊號取樣間隔（SamplingInterval）等。
- 六、自動檢核、管理、儲存原始及處理後衛星觀測資料。

第四節 校正管理事項

一、準備事項

- （一）校正件應附操作手冊及電源供應設備。
- （二）檢查校正件電池電量，不足者應依衛星定位儀操作手冊說明方式，執行充電作業。
- （三）校正人員實施校正前，校正人員應參閱本文件，熟悉校正程序。
- （四）確認及記錄校正件及天線盤廠牌型號及序號，填寫在『衛星定位儀靜態相對定位校正記錄表』。若檢查發現缺失或缺少配件，應通知客戶先行將儀器送修或補足必要配件。
- （五）在待校區將校正件及天線盤從儀器箱取出，檢視外觀、記憶體及一般性能。
- （六）檢查校正場校正基點強制定心基座，不得有鬆動現象。
- （七）檢查長期置於固定基點LS08之衛星定位儀標準件，是否正常接收衛星觀測資料。
- （八）執行校正作業時，應維持校正件週圍不得有雜物阻擋及干擾。

二、校正步驟

本系統校正內容為校正件及衛星定位儀標準件靜態相對定位，適

用於可施測靜態測量之衛星定位儀實施校正，其程序說明如下：

- (一) 打開校正場校正基點不銹鋼螺帽，將校正件天線盤以可調式轉接頭(adapter)整置於校正基點強制定心基座上，旋轉天線盤上方向註記至北方位位置後固定。檢查天線電纜線兩端，分別穩固接合在天線盤及校正件接頭座上。
- (二) 開啟校正件電源，依操作手冊設定衛星定位儀最低衛星觀測仰角(cut off angle)為15度、最少衛星觀測數為3顆衛星、衛星觀測資料取樣間隔(sample rate)為15秒。
- (三) 估計記憶體容量應可容納8個小時的資料量及充足的電池電量。
- (四) 開始進行觀測，記錄起始觀測時間，並觀察儀器之記錄指示燈號(如記錄燈號正常顯示或記錄筆數增加)，以確認觀測資料應儲存於記憶體，連續觀測4小時，並填寫於校正記錄表如附件。
- (五) 觀測結束後，關機，於校正記錄表中記錄結束觀測時間。
- (六) 將校正件天線盤旋轉180度，重複上述(四)至(五)步驟。

三、完成校正後應有步驟

- (一) 結束觀測，將校正件關機，鬆開所有線接頭，小心使力將校正件天線盤從校正基點上取下來，正確放回儀器箱前清潔儀器，蓋上箱蓋，扣緊儀器箱扣環。
- (二) 取下可調式轉接頭(adapter)，蓋上各校正基點不銹鋼保護螺帽。
- (三) 資料下載：依儀器操作手冊將各校正件及衛星定位儀標準件觀測資料下載。所有下載觀測資料檔均需轉換成RINEX格式資料檔，而記錄檔案主檔名稱(PPPPDDDX八碼)以觀測基點之點名(PPPP四碼)及當日Day of Year日期(DDD三碼)為原則，第八碼(X一碼)以第1時段天線盤朝北給定A、第2時段天線盤旋轉180度給定B；而副檔名(.YYO三碼)以西元年之後2位數字(YY)再加上英文字O組合而成，係RINEX轉檔軟體自動產

生，亦為國際標準格式。例：校正基點LS01於2009年2月2日觀測，檔案分為LS01033A.090及LS01033B.090。

(四) 確認各校正件及衛星定位儀標準件所觀測的衛星資料已經下載完成，並將各檔名填寫於校正記錄表如附件。

四、校正作業程序略述如下：

(一) 校正件置於校正基點上

(二) 天線盤上方向註記朝北連續觀測 4 小時，朝南連續觀測 4 小時，LS08 標準件、TNML 或 TCMS 固定站應同步觀測。

(三) 整理校正件、LS08 標準件、TNML 或 TCMS 固定站的資料。

(四) 以 Bernese 5.0 解算校正基點與 TNML 或 TCMS 之間坐標差，此為中基線靜態相對定位量測值；解算校正基點與 LS08 之間坐標差，此為超短基線靜態相對定位量測值。

(五) 量測值與參考值比對，可得器差。

第五節 資料分析

工業技術研究院 TNML 及 TCMS 兩者相距約 6m，皆為 IGS 追蹤固定站，亦皆為本系統之中基線參考站，一般而言，僅以 TNML 為中基線靜態相對定位之主站，若 TNML 資料有缺失，則改以 TCMS 為主站，進行資料分析並產生校正報告。

一、本系統係分析衛星定位儀觀測資料，根據衛星定位測量理論，使用瑞士伯恩大學開發科學研究用衛星定位測量計算軟體 Bernese 5.0，準確評估固定基點 LS08、中基線參考站 TNML 或 TCMS 與各校正基點之坐標差分量/斜距。引用的參考標準資料，主要包含有：

(一) 衛星定位儀天線相位中心偏移量與變化量改正資料。可經由網址 <http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/> 取得，這些改正數值由美國國家大地測量局(National Geodetic Survey, NGS)率定。

- (二) 工業技術研究院 TNML 及 TCMS 衛星觀測資料檔。可經由網址 <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data/daily/> 取得，此站坐標由 IGS 追蹤固定站所推求。
- (三) IGS 精密軌道 (Final Orbit)。可以從網址 http://igs.cb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html 取得。
- (四) 地球轉動參數、極運動改正資料及大氣延遲改正模式。這些數值由國際地球旋轉服務組織 (International Earth Rotation Service, IERS) 提供，網址 <http://hpiers.obspm.fr/>。
- (五) 衛星定位測量解算研究軟體。採用瑞士伯恩大學天文研究所 (AIUB) 研發的 Bernese 軟體，該軟體也是全球定位系統大學聯盟 (University NAVSTAR Consortium, UNAVCO) 建議，其功能參考網址 <http://www.bernese.unibe.ch/>。

二、資料處理計算係為解算校正件與固定基點 LS08 間之超短基線坐標差分量/斜距及校正件與中基線參考站 TNML 或 TCMS 間之中基線坐標差分量/斜距，與由標準件所測得之基線坐標差分量/斜距參考值比較，得到器差，有關資料分析說明如下：

- (一) 超短基線靜態相對定位，其應用各相關參數，設定如下：
 - 1、坐標系統：ITRF97 / ITRF2000
 - 2、求解頻率：L1&L2
 - 3、整數週波未定值求解法：QIF
 - 4、對流層改正：Saastamoinen
 - 5、軌道型式：IGS 精密星曆
 - 6、約制 LS08 坐標

以固定基點 LS08 為基準，利用靜態相對定位方法，經 Bernese 5.0 軟體解算，得校正件在校正基點之定位坐標，並推求校正件相對於 LS08 之坐標差分量/斜距 A_1 ；另將校正件天線盤旋轉 180 度後，計算得校正基點之定位坐標，推求校正件相對於 LS08 之坐標差分量/斜距 B_1 。

(二) 中基線靜態相對定位，其應用各相關參數，設定如下：

- 1、坐標系統：ITRF97 / ITRF2000
- 2、求解頻率：L3
- 3、整數週波未定值求解法：QIF
- 4、對流層改正：Saastamoinen
- 5、軌道型式：IGS 精密星曆
- 6、約制 TNML 或 TCMS 坐標

以中基線參考站 TNML 或 TCMS 為基準，利用靜態相對定位方法，經 Bernese 5.0 軟體解算，得校正件在校正基點之定位坐標，並推求校正件相對於 TNML 或 TCMS 之坐標差分量/斜距 A_2 ；另將校正件天線盤旋轉 180 度後，計算得校正基點之定位坐標，推求校正件相對於 TNML 或 TCMS 之坐標差分量/斜距 B_2 。

(三) 基線坐標差分量/斜距參考值

- 1、系統設計之初，以標準件於各校正基點上辦理 10 天以上之觀測，解算各校正基點與 LS08 之間及各校正基點與 TNML 或 TCMS 之間的坐標差分量/斜距，取 10 天以上觀測平均值為校正之參考值。
- 2、系統運作後，依據評估報告每季辦理一次量測查核，以標準件於各校正基點辦理 48 小時觀測(完整 2 個 GPS Day 為佳)，1 年內之量測查核結果均無超出查核上下限，以 1 年內平均為參考值。
- 3、每季量測查核，若發現基點有變動之虞，應比照系統設計之初，各校正基點觀測 10 天以上，LS08 亦同步觀測，重新解算及系統評估。

(四) 本系統各校正基點與固定基點 LS08、固定站 TNML 或 TCMS，其參考坐標差/斜距之擴充不確定度，取信賴水準為 95%。

有關本系統評估，請參閱本中心「衛星定位儀校正系統評估」。

三、有關資料處理計算，請參考附錄B本實驗室「衛星定位儀校正系統資料處理計算手冊」。

第六節 參考值計算程序

本系統針對點位間距離區分二階段計算程序，(一) 中基線靜態相對定位、(二) 超短基線靜態相對定位：

一、中基線靜態相對定位

從 2008 年第 317 日起至 2009 年第 60 日期間，校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 上每 2 點依序整置衛星定位儀標準件，取一整天資料為單位，連續觀測 7 天為一循環，觀測二個循環共擷取了 14 天的觀測資料，以 Bernese 5.0 研究軟體解算，推求各校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 位置相對於 TNML 或 TCMS 之 ITRF2000 坐標，各點得到兩群 14 組 ITRF2000 地心坐標，再將地心坐標減去 TNML 或 TCMS 坐標，得到兩群 14 組坐標差及與 TNML 或 TCMS 之基線長，取其平均值作為參考值，供中基線靜態相對定位之參考值。

二、超短基線靜態相對定位

校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 於 2008 年 11 月至 2009 年 2 月間，每 2 點依序整置衛星定位儀標準件，取一整天資料為單位，連續觀測 7 天為一循環，觀測二個循環共擷取了 14 天的觀測資料，相對於 LS08，以 Bernese 5.0 軟體解算，各點得到 14 組 ITRF2000 地心坐標，再將地心坐標減去 LS08 坐標，得到 14 組坐標差及與 LS08 之基線長，取其平均值作為參考值，供超短基線靜態相對定位之參考值。

而固定基點 LS08 之坐標，係從 2008 年第 317 日起至 2009 年第 60 日期間，與辦理中基線相對定位參考值作業同步觀測，擷取 66 天完整的觀測資料，取一整天資料為單位，以 Bernese 5.0 研究軟體解算，推求 LS08 位置相對於 TNML 之 LS08_ITRF2000 坐標，得到 66 組 ITRF2000 地心坐標，取其平均值作為 LS08 坐標。

第四章 衛星定位儀校正系統評估

第一節 概述

為提供衛星定位儀在執行校正服務時，評估各校正項目之不確定度與敘述校正報告中校正結果擴充不確定度，以及執行本系統量測品保之依據，須對衛星定位校正作業辦理系統評估，主要作業場地超短基線衛星定位儀校正場及中基線參考站，用以提供 LS08 及各校正基點(LS01~LS07)坐標，並求得坐標差及斜距，作為校正之主要依據。而 LS08 及各校正基點坐標係由衛星定位儀標準件評定，茲分別說明如下：

- 一、超短基線衛星定位儀校正場座落於本中心至善樓頂樓，校正場係由固定基點LS08，及7個校正基點LS01&2&3&4&5&6&7組合而成，其相關位置如圖1。固定基點LS08基樁設置型式如圖2，校正基點LS01&2&3&4&5&6&7基樁設置型式如圖3。而各基樁頂面皆安裝不可旋轉式強制定心基座，該強制定心基座於校正場建立時，即以水準管氣泡定平，校正觀測時再安裝可旋轉式轉接頭(Adapt)以利旋轉天線盤及整置儀器，減少人為定心誤差。
- 二、衛星定位儀標準件包括：(1) 2部衛星定位儀TOPCON NET-G3，定位準確度 $5 \text{ mm} + 0.5 \times 10^{-6} \times D$ ；(2) 1部衛星定位儀TOPCON GB1000，定位準確度 $5 \text{ mm} + 0.5 \times 10^{-6} \times D$ ，D係距離，及抗多路徑效應的環型天線盤，藉以降低誤差。
- 三、由工研院建立之固定站TNML或TCMS，係追溯至國家時間與頻率標準實驗室，為IGS追蹤固定站所推求且公布於網站，得自由下載其每日觀測資料。該站與校正場各基點均相距約80 km，故以TNML或TCMS作為本校正場各基點中基線計算之參考站，簡稱中基線參考站。

第二節 量測系統追溯

衛星定位儀定位係參考瞬間時刻下已知衛星坐標，計算衛星至衛星定位儀之距離後，在空間交會解得。其中，衛星至衛星定位儀之距離，可由時間偏移量(Time Shift)求得虛擬距離(Pseudo Range)，或由載波相位未定值(Phase Ambiguity)，計算載波傳送所經過的距離，而衛星坐標可經由 GPS 衛星以即時提供廣播軌道(Broadcast Orbits)，或數天後經由國際 GPS 地體動力服務組織(International GPS Service for Geodynamics, IGS)網站直接取得經後級處理且準確度高的 IGS 軌道(Final Orbits)。

根據 GPS 定位理論，為準確評估固定基點與校正基點 ITRF 坐標，必須引用到 GPS 定位之全球組織所公布的參考標準，主要包含有：

- 一、衛星定位儀天線相位中心偏移量與變化量改正資料。可經由網址 <http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/> 取得，這些改正數值由美國國家大地測量局(National Geodetic Survey, NGS)率定。
- 二、工研院固定站 TNML 及 TCMS 衛星觀測資料檔。可經由網址 <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data/daily/> 取得，此站坐標由 IGS 追蹤固定站所推求。
- 三、應用 IGS 精密軌道(Final Orbit)。可以從網址 http://igsceb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html 取得。
- 四、地球轉動參數，極運動改正資料及大氣延遲改正模式。這些數值由國際地球旋轉服務組織(International Earth Rotation Service, IERS)提供服務，網址 <http://hpiers.obspm.fr/>。
- 五、衛星定位測量解算研究軟體。採用瑞士伯恩大學天文研究所(AIUB)研發的 Bernese 軟體，該軟體也是全球定位系統大學聯盟(University NAVSTAR Consortium, UNAVCO)建議，其功能可參考網址 <http://www.bernese.unibe.ch/>。
- 六、參考標準件每 2 年辦理追溯校正乙次。

衛星定位儀之測量作業基本上並不受天候影響，任何天氣皆可進

行觀測，參考多數廠牌衛星定位儀之產品規格，其作業溫度多為攝氏-20至55度，接收儀亦無輸入溫度、氣壓作環境改正之程序，測量實務上並不需要量測作業時之溫度、氣壓。故本校正作業並未量測校正作業時之溫度、氣壓，評估本系統之不確定度來源時，亦不考慮氣壓、溫度等環境因素。

另外，在參考標準件送校正辦理追溯作業中，我們發現另一個影響校正服務作業產能的問題，以本實驗室為例，衛星定位儀參考標準件前一次追溯校正日期為97年11月12日，為符合參考標準件每2年辦理追溯校正乙次，99年10月20日再次將參考標準件送國家度量衡標準實驗室校正追溯，99年11月10日將儀器領回後隨即重新辦理校正場系統評估，99年12月15日取得校正報告。而重新辦理系統評估過程，從儀器置於點位觀測到取得IGS精密星曆進行計算並分析，需耗時約50天，加上送至國家度量衡標準實驗室約20天，故辦理乙次追溯校正，約有2個半月(自儀器取下送追溯校正至完成系統評估)的空窗期無法提供校正作業服務。為解決此問題，經參考國家度量衡標準實驗室作法後，規畫改採原子鐘追溯校正方式，而不需將儀器自LS08取下送追溯校正，避免校正服務中斷。

第三節 不確定度來源分析

依國際標準組織建議評估方法，將各項誤差來源分為A類及B類不確定度，並予以量化。其中，A類以統計方法評估，B類用其他方法評估，兩者皆以假設性機率分布為基礎，估得各標準不確定度，再合併成組合標準不確定度，依特定信賴水準與有效自由度，決定涵蓋因子，計算擴充不確定度。有關各項校正作業誤差來源及校正系統之擴充不確定度，分析說明如下：

在本系統中，影響校正基點與固定基點LS08、中基線參考站TNML或TCMS之間基線的主要誤差來源有：量測定位重複性、整置定平及定心、相位中心偏移量、IGS衛星軌道及氣象修正模式及改

正。茲針對校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 之不確定度來源分析影響量，說明如下：

一、校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於固定基點 LS08 之不確定度來源分析：

各項誤差源包括，量測定位重複性誤差源 x_1 ，其標準不確定度值 $u(x_1)$ 屬A類；整置定平及定心誤差源 x_2 ，標準不確定度值 $u(x_2)$ 屬B類；相位中心偏移量誤差源 x_3 ，標準不確定度值 $u(x_3)$ 屬B類；IGS衛星軌道誤差源 x_4 ，標準不確定度值 $u(x_4)$ 屬B類；氣象修正模式及改正誤差源 x_5 ，標準不確定度值 $u(x_5)$ 屬B類；來自一級追溯值誤差源 x_6 ，標準不確定度值 $u(x_6)$ 屬B類。其中，從LS08至各校正基點，其基線平均距離約為18 m。

(一) 量測定位重複性 $u(x_1)$ ：

校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 於 2008 年 11 月至 2009 年 2 月間，整置衛星定位儀，取一整天資料為單位，每一點位皆擷取了 14 天的觀測資料，相對 LS08，以 Bernese 5.0 軟體解算，得到 14 組 ITRF 地心坐標，分析各校正基點三軸向、基線長標準差及單向度標準差如表 4-1。

表 4-1 校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 三軸向標準差

點位	X軸向 標準差 $\sigma_x(\text{mm})$	Y軸向 標準差 $\sigma_y(\text{mm})$	Z軸向 標準差 $\sigma_z(\text{mm})$	基線長 標準差 $\sigma_s(\text{mm})$	單向度標準差 $\sigma_1 =$ $[(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2) / 3]^{1/2}$ (mm)
LS01	1.02	1.06	0.73	1.04	0.95
LS02	0.80	0.47	0.33	0.76	0.57
LS03	1.05	1.48	0.69	0.61	1.12
LS04	0.46	0.55	0.60	0.64	0.54
LS05	0.77	0.72	0.46	0.67	0.67
LS06	0.76	1.10	0.68	0.31	0.87
LS07	0.26	0.58	0.41	0.44	0.43

綜整校正基點連續觀測定位成果，取表3中單向度標準差之最大值 $\sigma_1 = 1.12 \text{ mm}$ ，作為校正基點量測定位重複性單向度標準不確定度 $u(x_1) = 1.12 \text{ mm}$ ，自由度 $\nu_1 = 3 \times (14-1) = 39$ 。

(二) 整置定平及定心 $u(x_2)$ ：

一般以強制定心整置衛星定位儀天線盤，該強制定心設備於校正場建立時，即以水準管氣泡定平，定平及定心等誤差，估計其變異在 $\pm 1.00 \text{ mm}$ ，誤差屬矩形分佈，則定平及定心的標準不確定度 $u(x_2) = 1.00 / 3^{1/2} = 0.58 \text{ mm}$ ，估算其相對不確定性為20%，自由度 $\nu_2 = (1/2) \times (20/100)^{-2} = 12.5$ 。

(三) 相位中心偏移量 $u(x_3)$ ：

衛星定位測量觀測值，是以定位儀天線盤的相位中心位置為準，而本系統使用廠牌天線盤型號的相位中心與幾何中心修正，估計經過相位中心偏移修正後，估計其變異最大在 $\pm 0.30 \text{ mm}$ ，誤差屬矩形分布，則相位中心偏移量的標準不確定度 $u(x_3) = 0.30 / 3^{1/2} = 0.18 \text{ mm}$ ，估算其相對不確定性為25%，自由度 $\nu_3 = (1/2) \times (25/100)^{-2} = 8$ 。

(四) IGS 衛星軌道 $u(x_4)$ ：

GPS衛星星曆(GPS Satellite Ephemeris)從IGS取得精密軌道(Final Orbits)，估計準確度在5 cm內。在處理GPS觀測資料時，其對單向度基線所造成的影響量等於5 cm除以衛星距離約20000 km，估計其變異在 $\pm 0.003 \times 10^{-6} \times D$ ，誤差屬矩形分布，距離D以18 m代入，影響量為 $\pm 0.003 \times 10^{-6} \times 18 \times 10^3 = \pm 0.000054 \text{ mm}$ ，則IGS衛星軌道的標準不確定度 $u(x_4) = 0.000054 / 3^{1/2} = 0.000032 \text{ mm}$ ，估算其相對不確定性為20%，則自由度 $\nu_4 = (1/2) \times (20/100)^{-2} = 12.5$ 。

(五) 氣象修正模式及改正 $u(x_5)$ ：

GPS訊號在對流層的折射量乃與訊號傳播路徑上的空氣折射率有關，經大氣模式改正後，在天頂路徑延遲，主要影響垂直向。而電離層分佈於地球大氣層的頂部，約自地表起算50公里至2000

公里之範圍，GPS衛星發射無線電訊號傳播速度，主要是受到訊號傳播路徑上自由電子之折射影響所致，與頻率有關，若衛星定位儀採雙頻觀測及建立電離層延遲模式，可減少誤差量。綜合本項誤差在相對定位計算過程，大部分在解算過程中已被消除，留下殘差對單向度基線所造成的影響量，估計其變異在 $\pm 0.002 \times 10^{-6} \times D$ ，誤差屬矩形分布，距離D以18 m代入，影響量為 $\pm 0.002 \times 10^{-6} \times 18 \times 10^3 = \pm 0.000036$ mm，則氣象修正模式及改正的標準不確定度 $u(x_5) = 0.000036 / 3^{1/2} = 0.000021$ mm，估算其相對不確定度為20%，則自由度 $\nu_5 = (1/2) \times (20/100)^{-2} = 12.5$ 。

(六) 來自一級追溯值 $u(x_6)$ ：

本校正場標準件係追溯自國家度量衡標準實驗室超短基線GPS定位校正場，故該校正場之不確定度會傳播至本校正場。依據標準件校正報告及國家度量衡標準實驗室GPS靜態及動態定位校正系統評估報告，本校正系統在95%信賴水準下之擴充不確定度為2.30 mm，涵蓋因子為2.79，有效自由度為47.3，標準不確定度值0.83 mm。

綜整上述相關數據，校正基點LS01&2&3&4&5&6&7相對於固定基點LS08之單向度不確定度分析表如表4-2所示。

表 4-2 校正基點LS01&2&3&4&5&6&7相對於LS08之不確定度分析表

不確定度來源	類別	變異量(a)	除數(b)	標準不確定度值(c) = (a) ÷ (b)	靈敏係數(d)	標準不確定度分量(e) = (c) × (d)	自由度
量測定位重複性 $u(x_1)$	A	1.12 mm	1	1.12 mm	1	1.12 mm	39
整置定平及定心 $u(x_2)$	B	1.00 mm	$\sqrt{3}$	0.58 mm	1	0.58 mm	12.5
相位中心偏移量 $u(x_3)$	B	0.30 mm	$\sqrt{3}$	0.18 mm	1	0.18 mm	8
IGS衛星軌道 $u(x_4)$	B	0.000054 mm	$\sqrt{3}$	0.000032 mm	1	0.000032 mm	12.5
氣象修正模式及改正 $u(x_5)$	B	0.000036 mm	$\sqrt{3}$	0.000021 mm	1	0.000021 mm	12.5
來自一級追溯值 $u(x_6)$	B	2.30 mm	2.79	0.83 mm	1	0.83 mm	47.3

二、校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於中基線參考站 TNML 之不確定度來源分析：

各項誤差源包括，量測定位重複性誤差源 x_7 ，其標準不確定度值 $u(x_7)$ 屬A類；整置定平及定心誤差源 x_8 ，標準不確定度值 $u(x_8)$ 屬B類；相位中心偏移量誤差源 x_9 ，標準不確定度值 $u(x_9)$ 屬B類；IGS衛星軌道誤差源 x_{10} ，標準不確定度值 $u(x_{10})$ 屬B類；氣象修正模式及改正誤差源 x_{11} ，標準不確定度值 $u(x_{11})$ 屬B類；來自一級追溯值誤差源 x_{12} ，標準不確定度值 $u(x_{12})$ 屬B類。其中，LS01&2&3&4&5&6&7各點至TNML與LS08至TNML的距離相當，距離約為80 km，以LS08較多的觀測量，估算LS08位置相對於TNML之量測定位重複性，作為各校正基點相對於TNML之量測定位重複性誤差估計。

(一) 量測定位重複性 $u(x_7)$ ：

從2008年第317日起至2009年第63日期間，擷取66天完整的觀測資料，取一整天資料為單位，以Bernese 5.0研究軟體解算，推求LS08位置相對於TNML之LS08_ITRF2000坐標，得到66組ITRF2000地心坐標，各減去平均值後之較差量折線圖如圖4-1。

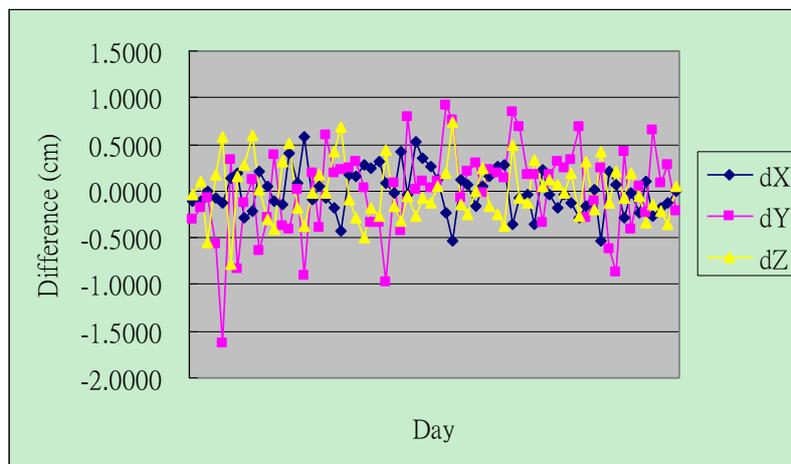


圖 4-1 LS08_ITRF2000 地心坐標較差量折線圖(TNML)

分析 ITRF2000 地心坐標三軸及斜距標準差，X 軸向標準差 $\sigma_X = 2.35$ mm、Y 軸向標準差 $\sigma_Y = 4.70$ mm、Z 軸向標準差 $\sigma_Z = 3.09$ mm、基線長標準差 $\sigma_S = 3.85$ mm。單向度標準差（1-D combined standard error） $\sigma_2 = [(\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + \sigma_Z^2) / 3]^{1/2} = [(2.35^2 + 4.70^2 + 3.09^2) / 3]^{1/2} = 3.52$ mm(如表 4-3)，取 LS08 相對於 TNML 之量測定位重複性單向度標準差為校正基點量測定位重複性單向度標準不確定度，則標準不確定度 $u(x_7) = 3.5$ mm，在 X、Y、Z 三軸觀測量各 66 次，則單向度自由度 $\nu_7 = 3 \times 66 - 3 = 195$ 。

表 4-3 固定基點 LS08 三軸向標準差(TNML)

點位	X軸向 標準差 $\sigma_X(\text{mm})$	Y軸向 標準差 $\sigma_Y(\text{mm})$	Z軸向 標準差 $\sigma_Z(\text{mm})$	基線長 標準差 $\sigma_S(\text{mm})$	單向度標準差 $\sigma_2 =$ $[(\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + \sigma_Z^2) / 3]^{1/2}$ (mm)
LS08	2.35	4.70	3.09	3.85	3.52

(二) 整置定平及定心 $u(x_8)$:

同 $u(x_2)$ 所述，誤差屬矩形分布，則定平及定心的標準不確定度 $u(x_8) = 1.00 / 3^{1/2} = 0.58$ mm，估算其相對不確定性為 20%，自由度 $\nu_8 = (1/2) \times (20/100)^{-2} = 12.5$ 。

(三) 相位中心偏移量 $u(x_9)$:

同 $u(x_3)$ 所述，誤差屬矩形分布，則相位中心偏移量的標準不確定度 $u(x_9) = 0.30 / 3^{1/2} = 0.18$ mm，估算其相對不確定性為 25%，自由度 $\nu_9 = (1/2) \times (25/100)^{-2} = 8$ 。

(四) IGS 衛星軌道 $u(x_{10})$:

同 $u(x_4)$ 所述，誤差屬矩形分布，距離 D 以 80 km 代入，影響量為 $0.003 \times 10^{-6} \times 80 \times 10^6 = 0.24$ mm，則 IGS 衛星軌道的標準不確定度 $u(x_{10}) = 0.24 / 3^{1/2} = 0.14$ mm，估算其相對不確定性為 20%，則自由度 $\nu_{10} = (1/2) \times (20/100)^{-2} = 12.5$ 。

(五) 氣象修正模式及改正 $u(x_{11})$:

同 $u(x_5)$ 所述，誤差屬矩形分布，距離 D 以 80 km 代入，影響量為 $0.002 \times 10^{-6} \times 80 \times 10^6 = 0.16 \text{ mm}$ ，則氣象修正模式及改正的標準不確定度 $u(x_{11}) = 0.16 / 3^{1/2} = 0.093 \text{ mm}$ ，估算其相對不確定性為 20%，則自由度 $\nu_{11} = (1/2) \times (20/100)^{-2} = 12.5$ 。

(六) 來自一級追溯值 $u(x_{12})$:

本校正場標準件係追溯自國家度量衡標準實驗室超短基線 GPS 定位校正場，故該校正場之不確定度會傳播至本校正場。依據標準件校正報告及國家度量衡標準實驗室 GPS 靜態及動態定位校正系統評估報告，本校正系統在 95% 信賴水準下之擴充不確定度為 14 mm，涵蓋因子為 2.79，有效自由度為 80.9，標準不確定度值 5.02 mm。

綜整上述相關數據，校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於 TNML 之不確定度分析表如表 4-4。

表 4-4 校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於 TNML 之不確定度分析表

不確定度來源	類別	變異量(a)	除數(b)	標準不確定度值(c) = (a) ÷ (b)	靈敏係數(d)	標準不確定度分量(e) = (c) × (d)	自由度
量測定位重複性 $u(x_7)$	A	3.52 mm	1	3.52 mm	1	3.52 mm	195
整置定平及定心 $u(x_8)$	B	1.00 mm	$\sqrt{3}$	0.58 mm	1	0.58 mm	12.5
相位中心偏移量 $u(x_9)$	B	0.30 mm	$\sqrt{3}$	0.18 mm	1	0.18 mm	8
IGS 衛星軌道 $u(x_{10})$	B	0.24 mm	$\sqrt{3}$	0.14 mm	1	0.14 mm	12.5
氣象修正模式及改正 $u(x_{11})$	B	0.16 mm	$\sqrt{3}$	0.093 mm	1	0.093 mm	12.5
來自一級追溯值 $u(x_{12})$	B	14 mm	2.79	5.02 mm	1	5.02 mm	80.9

三、校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於中基線參考站 TCMS 之不確定度來源分析：

各項誤差源包括，量測定位重複性誤差源 x_{13} ，其標準不確定度值 $u(x_{13})$ 屬A類；整置定平及定心誤差源 x_{14} ，標準不確定度值 $u(x_{14})$ 屬B類；相位中心偏移量誤差源 x_{15} ，標準不確定度值 $u(x_{15})$ 屬B類；IGS衛星軌道誤差源 x_{16} ，標準不確定度值 $u(x_{16})$ 屬B類；氣象修正模式及改正誤差源 x_{17} ，標準不確定度值 $u(x_{17})$ 屬B類；來自一級追溯值誤差源 x_{18} ，標準不確定度值 $u(x_{18})$ 屬B類。其中，LS01&2&3&4&5&6&7各點至TCMS與LS08至TCMS的距離相當，距離約為80 km，以LS08較多的觀測量，估算LS08位置相對於TCMS之量測定位重複性，作為各校正基點相對於TCMS之量測定位重複性誤差估計。

(一) 量測定位重複性 $u(x_{13})$ ：

從2008年第317日起至2009年第63日期間，擷取54天完整的觀測資料，取一整天資料為單位，以Bernese 5.0研究軟體解算，推求LS08位置相對於TCMS之LS08_ITRF2000坐標，得到54組ITRF2000地心坐標，各減去平均值後之較差量折線圖如圖4-2。

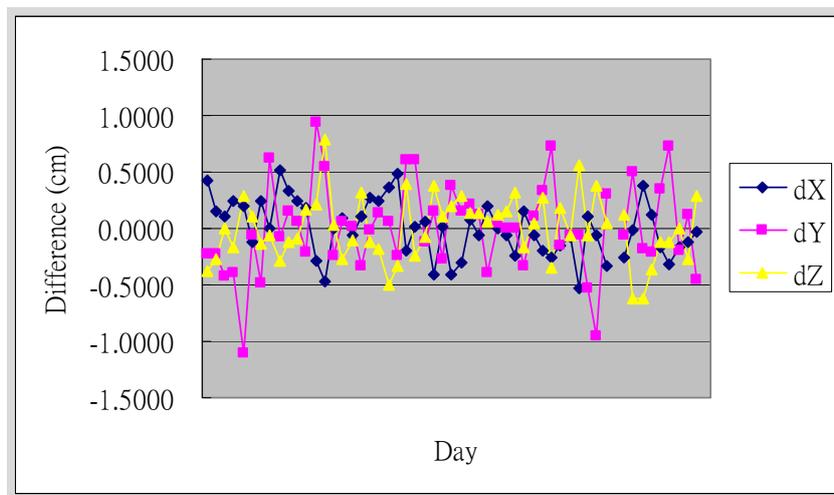


圖 4-2 LS08_ITRF2000 地心坐標較差量折線圖(TCMS)

分析 ITRF2000 地心坐標三軸及斜距標準差，X 軸向標準差 $\sigma_X = 2.43$ mm、Y 軸向標準差 $\sigma_Y = 3.93$ mm、Z 軸向標準差 $\sigma_Z = 2.82$ mm、基線長標準差 $\sigma_S = 3.31$ mm。單向度標準差 (1-D combined standard error) $\sigma_2 = [(\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + \sigma_Z^2) / 3]^{1/2} = [(2.35^2 + 4.70^2 + 3.09^2) / 3]^{1/2} = 3.13$ mm(如表 4-5)，取 LS08 相對於 TCMS 之量測定位重複性單向度標準差為校正基點量測定位重複性單向度標準不確定度，則標準不確定度 $u(x_{13}) = 3.13$ mm，在 X、Y、Z 三軸觀測量各 54 次，則單向度自由度 $\nu_{13} = 3 \times 54 - 3 = 159$ 。

表 4-5 固定基點 LS08 三軸向標準差(TCMS)

點位	X軸向標準差 $\sigma_X(\text{mm})$	Y軸向標準差 $\sigma_Y(\text{mm})$	Z軸向標準差 $\sigma_Z(\text{mm})$	基線長標準差 $\sigma_S(\text{mm})$	單向度標準差 $\sigma_2 = [(\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + \sigma_Z^2) / 3]^{1/2}$ (mm)
LS08	2.43	3.93	2.82	3.31	3.13

(二) 整置定平及定心 $u(x_{14})$:

同 $u(x_2)$ 所述，誤差屬矩形分布，則定平及定心的標準不確定度 $u(x_{14}) = 1.00 / 3^{1/2} = 0.58$ mm，估算其相對不確定性為 20%，自由度 $\nu_8 = (1/2) \times (20/100)^{-2} = 12.5$ 。

(三) 相位中心偏移量 $u(x_{15})$:

同 $u(x_3)$ 所述，誤差屬矩形分布，則相位中心偏移量的標準不確定度 $u(x_{15}) = 0.30 / 3^{1/2} = 0.18$ mm，估算其相對不確定性為 25%，自由度 $\nu_{15} = (1/2) \times (25/100)^{-2} = 8$ 。

(四) IGS 衛星軌道 $u(x_{16})$:

同 $u(x_4)$ 所述，誤差屬矩形分布，距離 D 以 80 km 代入，影響量為 $0.003 \times 10^{-6} \times 80 \times 10^6 = 0.24$ mm，則 IGS 衛星軌道的標準不確定度 $u(x_{16}) = 0.24 / 3^{1/2} = 0.14$ mm，估算其相對不確定性為 20%，則自由度 $\nu_{16} = (1/2) \times (20/100)^{-2} = 12.5$ 。

(五) 氣象修正模式及改正 $u(x_{17})$:

同 $u(x_5)$ 所述，誤差屬矩形分布，距離D以80 km代入，影響量為 $0.002 \times 10^{-6} \times 80 \times 10^6 = 0.16 \text{ mm}$ ，則氣象修正模式及改正的標準不確定度 $u(x_{17}) = 0.16 / 3^{1/2} = 0.093 \text{ mm}$ ，估算其相對不確定性為20%，則自由度 $\nu_{17} = (1/2) \times (20/100)^{-2} = 12.5$ 。

(六) 來自一級追溯值 $u(x_{18})$ ：

本校正場標準件係追溯自國家度量衡標準實驗室超短基線GPS定位校正場，故該校正場之不確定度會傳播至本校正場。依據標準件校正報告及國家度量衡標準實驗室GPS靜態及動態定位校正系統評估報告，本校正系統在95%信賴水準下之擴充不確定度為14 mm，涵蓋因子為2.79，有效自由度為80.9，標準不確定度值5.02 mm。

綜整上述相關數據，校正基點LS01&2&3&4&5&6&7相對於TCMS之不確定度分析表如表4-6。

表 4-6 校正基點LS01&2&3&4&5&6&7相對於TCMS之不確定度分析表

不確定度來源	類別	變異量(a)	除數(b)	標準不確定度值(c) = (a) ÷ (b)	靈敏係數(d)	標準不確定度分量(e) = (c) × (d)	自由度
量測定位重複性 $u(x_{13})$	A	3.13 mm	1	3.13 mm	1	3.13 mm	159
整置定平及定心 $u(x_{14})$	B	1.00 mm	$\sqrt{3}$	0.58 mm	1	0.58 mm	12.5
相位中心偏移量 $u(x_{15})$	B	0.30 mm	$\sqrt{3}$	0.18 mm	1	0.18 mm	8
IGS衛星軌道 $u(x_{16})$	B	0.24 mm	$\sqrt{3}$	0.14 mm	1	0.14 mm	12.5
氣象修正模式及改正 $u(x_{17})$	B	0.16 mm	$\sqrt{3}$	0.093 mm	1	0.093 mm	12.5
來自一級追溯值 $u(x_{18})$	B	14 mm	2.79	5.02 mm	1	5.02 mm	80.9

第四節 組合標準不確定度

一、校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於固定基點 LS08 之組合標準不確定度 u_{c1}

表 5 所列各誤差源彼此獨立不相關，校正基點

LS01&2&3&4&5&6&7 相對於 LS08 之單向度組合標準不確定度

$$\begin{aligned} u_{c1} &= \left(u(x_1)^2 + u(x_2)^2 + u(x_3)^2 + u(x_4)^2 + u(x_5)^2 + u(x_6)^2 \right)^{1/2} \\ &= \left[(1.12)^2 + (0.58)^2 + (0.18)^2 + (0.000032)^2 + (0.000021)^2 + (0.83)^2 \right]^{1/2} \\ &= 1.53 \text{ mm} \end{aligned}$$

而有效自由度 v_{eff1} 依 Welch-Satterthwaite 公式計算

$$\begin{aligned} v_{eff1} &= (u_{c1})^4 / \left(\frac{u(x_1)^4}{v_1} + \frac{u(x_2)^4}{v_2} + \frac{u(x_3)^4}{v_3} + \frac{u(x_4)^4}{v_4} + \frac{u(x_5)^4}{v_5} + \frac{u(x_6)^4}{v_6} \right) \\ &= (1.53)^4 / \left(\frac{1.12^4}{39} + \frac{0.58^4}{12.5} + \frac{0.18^4}{8} + \frac{0.000032^4}{12.5} + \frac{0.000021^4}{12.5} + \frac{0.83^4}{47.3} \right) \\ &= 91 \end{aligned}$$

二、校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於中基線參考站 TNML 之組合標準不確定度 u_{c2}

表 6 所列各誤差源彼此獨立不相關，校正基點

LS01&2&3&4&5&6&7 相對於 TNML 之單向度組合標準不確定度

$$\begin{aligned} u_{c2} &= \left(u(x_7)^2 + u(x_8)^2 + u(x_9)^2 + u(x_{10})^2 + u(x_{11})^2 + u(x_{12})^2 \right)^{1/2} \\ &= \left[(3.52)^2 + (0.58)^2 + (0.18)^2 + (0.14)^2 + (0.093)^2 + (5.02)^2 \right]^{1/2} = \\ &= 6.17 \text{ mm} \end{aligned}$$

而有效自由度 v_{eff2} 依 Welch-Satterthwaite 公式計算

$$v_{eff2} = (u_{c2})^4 / \left(\frac{u(x_7)^4}{v_7} + \frac{u(x_8)^4}{v_8} + \frac{u(x_9)^4}{v_9} + \frac{u(x_{10})^4}{v_{10}} + \frac{u(x_{11})^4}{v_{11}} + \frac{u(x_{12})^4}{v_{12}} \right)$$

$$= (6.17)^4 / \left(\frac{3.52^4}{195} + \frac{0.58^4}{12.5} + \frac{0.18^4}{8} + \frac{0.14^4}{12.5} + \frac{0.093^4}{12.5} + \frac{5.02^4}{80.9} \right) =$$

167

三、校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於中基線參考站 TCMS 之組合標準不確定度 u_{c3}

表 8 所列各誤差源彼此獨立不相關，校正基點

LS01&2&3&4&5&6&7 相對於 TCMS 之單向度組合標準不確定度

$$u_{c3} = \left(u(x_{13})^2 + u(x_{14})^2 + u(x_{15})^2 + u(x_{16})^2 + u(x_{17})^2 + u(x_{18})^2 \right)^{1/2}$$

$$= \left[(3.13)^2 + (0.58)^2 + (0.18)^2 + (0.14)^2 + (0.093)^2 + (5.02)^2 \right]^{1/2} =$$

5.95 mm

而有效自由度 v_{eff3} 依 Welch-Satterthwaite 公式計算

$$v_{eff3} = (u_{c3})^4 / \left(\frac{u(x_{13})^4}{v_{13}} + \frac{u(x_{14})^4}{v_{14}} + \frac{u(x_{15})^4}{v_{15}} + \frac{u(x_{16})^4}{v_{16}} + \frac{u(x_{17})^4}{v_{17}} + \frac{u(x_{18})^4}{v_{18}} \right)$$

$$= (5.95)^4 / \left(\frac{3.13^4}{159} + \frac{0.58^4}{12.5} + \frac{0.18^4}{8} + \frac{0.14^4}{12.5} + \frac{0.093^4}{12.5} + \frac{5.02^4}{80.9} \right) =$$

148

第五節 擴充不確定度

一、校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於固定基點 LS08 之擴充不確定度 U_1

本校正系統採 95 % 信賴水準，有效自由度 $v_{eff1} = 91$ ，得 t 分布值為 1.99，即涵蓋因子 $k_1 = 1.99$ 。故校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於 LS08 之單向度擴充不確定度 $U_1 = k_1 \times u_{c1}$ ，則

$$U_1 = 1.99 \times 1.53 = 3.04 \text{ mm} \doteq 3.1 \text{ mm}$$

二、校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於中基線參考站 TNML 之

擴充不確定度 U_2

本校正系統採 95 % 信賴水準，有效自由度 $v_{eff2} = 167$ ，得 t 分布值為 1.98，即涵蓋因子 $k_2 = 1.98$ 。故校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於 TNML 之單向度擴充不確定度 $U_2 = k_2 \times u_{c2}$ ，則

$$U_2 = 1.98 \times 6.17 = 12.22 \text{ mm} \doteq 13 \text{ mm}$$

三、校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於中基線參考站 TCMS 之擴充不確定度 U_3

本校正系統採 95 % 信賴水準，有效自由度 $v_{eff3} = 148$ ，得 t 分布值為 1.98，即涵蓋因子 $k_3 = 1.98$ 。故校正基點 LS01&2&3&4&5&6&7 相對於 TCMS 之單向度擴充不確定度 $U_3 = k_3 \times u_{c3}$ ，則

$$U_3 = 1.98 \times 5.95 = 11.78 \text{ mm} \doteq 12 \text{ mm}$$

第六節 最佳校正能力

另原本在尋求備援中基線參考站，我們同樣也找尋國內另一個已納入 IGS 之連續追蹤站 TWTF(位置楊梅，為國家時間與頻率標準實驗室所建置)，並參考前揭作業程序辦理各項不確定度來源評估。

綜上所述，本系統靜態相對定位依校正距離分述如下：

- 一、超短基線(< 20 m)：最佳校正能力為 3.1 mm。
- 二、中基線(約 80 km)：最佳校正能力為 13 mm。

以 TNML 為中基線參考站之最佳校正能力為 13mm、以 TCMS 為中基線參考站之最佳校正能力為 12mm、以 TWTF 為中基線參考站之最佳校正能力為 14mm。原本本實驗室校正系統之中基線最佳校正能力以 TNML 所評估之 13mm 提出認證評鑑，為不變更本實驗室最佳校正能力，故不納入 TWTF(14mm) 而納入 TCMS(12mm) 為本實驗室中基線參考站，另採保守估計，仍取 13mm 作為本系統靜態相對定位中基線最佳校正能力。

第五章 測試資料處理與分析

第一節 測試資料處理

將本中心衛星定位儀(如表5-1)置於LS01~LS07各校正基點，辦理朝北觀測24小時，朝南觀測24小時(各廠牌型號之儀器所置校正點位及觀測日期如附錄A)，分別萃取24小時時段(0-24)、8小時時段(0-8、8-16、16-24)、4小時時段(0-4、4-8、8-12、12-16、16-20、20-24)共10種組合，而固定點部分，則採用LS08、TCMS及TWTF三種不同距離之點位作為固定點而計算出坐標及點位精度，利用所計算成果(點位坐標精度及坐標差值)來分析不同廠牌儀器、不同時間段及不同距離之影響。本研究為分析水平N、E與高程h方向的誤差狀況，故特地進行坐標轉換至TWD97 坐標系統。LS01~LS07各點位與LS08、TCMS及TWTF之距離約為18m、80km及100km。

表5-1 辦理本研究衛星定位儀一覽表

衛星定位儀廠牌型號	天線盤	數量
Leica SR530、	AT502	17
Leica ATX1230	整合式	29
Topcon GB-1000	PG-A1	4
Topcon GR-3	整合式	19

本中心衛星定位儀共計69部，每一部儀器皆辦理朝北觀測24小時，朝南觀測24小時(各廠牌型號之儀器所置校正點位及觀測日期如附錄A)，故可計算得138個坐標，依距離不同分為3大群(LS08、TCMS及TWTF)，每一大群依時間段又分為10組(0-24、0-8、8-16、16-24、0-4、4-8、8-12、12-16、16-20、20-24)，每1組皆有138個坐標，故本實驗以 $3 \times 10 \times 138 = 4140$ 個坐標(含 σ_N 、 σ_E 、 σ_h 、 ΔN 、 ΔE 、 Δh)進行

分類分析。

第二節 天線盤方位朝北朝南之差異

一、數據分類及擷取

為了解天線盤相位中心的幾何位置，是否因天線盤擺放方位不同而有所偏差，故測試朝北與朝南不同方位所產生的坐標差，來分析其差異性。

所擷取的數據以所有廠牌儀器個別置於LS01~LS07所產生的基線中誤差及坐標差，取平均後之數值如下表：(僅擷取0-24時間段之數據來分析)

表5-2 天線盤方位朝北朝南差異表(單位：mm)

方位及固定點	σN	σE	σh	ΔN	ΔE	Δh
朝北 LS08	0.1	0.1	0.2	-1.4	-2.3	9.7
朝南 LS08	0.1	0.1	0.2	-0.7	-3.4	10.1
朝北 TCMS	1.1	0.6	1.1	-0.7	5.1	31.1
朝南 TCMS	1.1	0.6	1.1	-3.1	-4.8	32.0
朝北 TWTF	1.0	0.7	1.1	-1.3	2.1	33.4
朝南 TWTF	1.1	0.7	1.1	-3.8	-8.7	36.3

σN ：點位N方向中誤差、 σE ：點位E方向中誤差、 σh ：點位h方向中誤差

ΔN ：坐標N方向差值、 ΔE ：坐標E方向差值、 Δh ：坐標h方向差值

二、數據分析

依表5-2所列數據來看，天線盤朝北或朝南所觀測之點位中誤差，在N、E或h方向上顯示的數值幾乎相同，未發現有任何差異。而坐標差方面，天線盤朝北或朝南的數據，其差異亦不大。

第三節 不同基線距離之差異

一、數據分類及擷取

衛星定位接收儀各家廠牌，其型錄所標示之靜態相對測量之精度不盡相同，不過隨著基線距離增長其所產生的誤差則相對提高，這是本實驗尚未測試前，從各家廠牌型錄所標示的精度，依約可知的結果，故本實驗仍然簡略列出其差異表。

所擷取的數據以所有廠牌儀器個別置於LS01~LS07所產生的基線中誤差及坐標差，不分朝北朝南，取平均後之數值如下表：
(僅擷取0-24時間段之數據來分析)

表5-3 不同基線距離差異表(單位：mm)

固定點	σN	σE	σh	ΔN	ΔE	Δh
LS08	0.1	0.1	0.2	-1.1	-2.8	9.9
TCMS	1.1	0.6	1.1	-1.8	0.5	31.5
TWTF	1.1	0.7	1.1	-2.5	-3.2	34.8

二、數據分析

依表5-3所列數據來看，LS08的點位中誤差h方向數值為0.2mm，而與本中心相距約80km的TCMS及100km的TWTF，其點位中誤差h方向數值皆為1.1mm，可知基線距離近的話，其點位中誤差相對較小，不過中長距離以上的基線，其點位中誤差則變化不大。而坐標差方面，水平N方向(-1.1、-1.8、-2.5)些微因基線距離增長而加大，而水平E方向(-2.8、0.5、-3.2)沒有此趨勢，故水平方向坐標差，不太會因基線距離增長而有明顯差別；但在高程h方向有隨著基線距離增長而有明顯變大的趨勢(如LS08：9.9mm、TCMS：31.5mm、TWTF：34.8mm)。

第四節 不同觀測時間段之差異

一、數據分類及擷取

當衛星定位接收儀在觀測時，不同時間會接收到不同的衛星訊號，其顆數也不同，所以所形成的衛星幾何分布亦不同。另外白天太陽會對地球大氣層中的電離層產生影響，而其電離層修正誤差會影響基線解算。故本實驗設計不同的觀測時間段，來分析其差異性。

所擷取的數據以所有廠牌儀器個別置於LS01~LS07所產生的基線中誤差及坐標差，不分朝北朝南，取平均後之數值如下表：

表5-4 不同觀測時間段差異表(固定LS08)(單位：mm)

LS08時間段	σN	σE	σh	ΔN	ΔE	Δh
0-24	0.1	0.1	0.2	-1.1	-2.8	9.9
0-8	0.3	0.3	0.9	-1.1	-1.9	8.5
8-16	0.1	0.2	0.4	-1.3	-3.0	10.0
16-24	0.2	0.2	0.4	-1.5	-2.9	10.3
0-4	0.5	0.6	1.5	-3.0	-4.8	13.9
4-8	0.4	0.4	1.2	-2.2	-0.5	3.9
8-12	0.2	0.3	0.6	-1.1	-2.5	10.7
12-16	0.3	0.4	1.0	-2.2	-3.8	9.1
16-20	0.3	0.4	0.8	-2.5	-2.9	12.1
20-24	0.3	0.4	0.9	-1.5	-3.1	9.1

表5-5 不同觀測時間段差異表(固定TCMS)(單位：mm)

TCMS時間段	σ_N	σ_E	σ_h	ΔN	ΔE	Δh
0-24	1.1	0.6	1.1	-1.8	0.5	31.5
0-8	2.2	1.2	2.2	-8.1	-3.8	33.8
8-16	1.8	1.0	1.9	-3.0	0.5	33.2
16-24	2.1	1.2	1.9	4.2	3.5	24.4
0-4	3.4	2.1	4.7	5.5	1.6	42.0
4-8	3.3	1.8	3.4	-11.6	-5.3	30.6
8-12	2.9	1.7	2.7	0.1	2.8	32.2
12-16	2.9	1.5	3.7	-1.4	1.1	43.1
16-20	3.4	1.8	3.2	14.8	5.9	24.1
20-24	3.3	2.2	3.5	-0.7	2.2	27.2

表5-6 不同觀測時間段差異表(固定TWTF)(單位：mm)

TWTF時間段	σ_N	σ_E	σ_h	ΔN	ΔE	Δh
0-24	1.1	0.7	1.1	-2.5	-3.2	34.8
0-8	2.1	1.3	2.1	-4.0	-6.1	36.6
8-16	1.7	1.1	1.9	-5.2	-3.6	28.0
16-24	2.0	1.3	1.9	7.2	4.3	30.7
0-4	3.2	2.1	4.5	-0.6	-2.4	45.0
4-8	3.1	2.0	3.3	-5.0	-6.6	30.3
8-12	2.9	1.9	2.7	0.8	0.3	21.1
12-16	2.7	1.7	3.7	2.1	0.7	41.2
16-20	3.4	2.1	3.1	19.0	7.7	32.0
20-24	3.1	2.3	3.5	0.4	0.8	30.1

二、數據分析

不同觀測時間段差異分析，依表5-4、5-5及5-6所列數據來分析。

(一) 24小時時間段

由三個表內0-24時之點位中誤差(σ_N 、 σ_E 及 σ_h)與各時間段(8小時時間段及4小時時間段)相比較，皆為最小值，經分析係觀測的資料量最多，成果精度為最好。

(二) 8小時時間段(0-8、8-16、16-24)

由三個表內0-8時之點位中誤差(σ_N 、 σ_E 及 σ_h)(例2.1、1.3、2.1)及高程坐標差(Δh)(36.6)皆為三項中最大值，而GPS時間0~8時正是臺灣地區時間(與格林威治時差相差8小時)08:00~16:00，此段時間正為臺灣地區正午前各4個小時的時段，可能為太陽影響大氣層中電離層變化最頻繁的時段。

(三) 4小時時間段(0-4、4-8、8-12、12-16、16-20、20-24)

由三個表內0-4時之點位高程方面中誤差(σ_h)(1.5、4.7、4.5)及高程坐標差(Δh)(13.9、42.0、45.0)皆為最大值，而GPS時間0-4時正是臺灣地區時間(與格林威治時差相差8小時)08:00~12:00，此段時間正為臺灣地區太陽升起至正午的4個小時時段，經分析可能為太陽升起至正午的這段時間，比起太陽從正午至即將落下的時段，所影響大氣層中電離層變化更為頻繁。

另長基線表5-5及5-6內12-16時之點位高程方面中誤差(σ_h)(3.7、3.7)及高程坐標差(Δh)(43.1、41.2)皆為第二大值，而GPS時間12-16時正是臺灣地區時間(與格林威治時差相差8小時)20:00~24:00，此段時間正為臺灣地區背對太陽的時段，這段時間雖然為臺灣地區的夜晚，但電離層所受之影響，是否如同月亮影響潮汐一般，背對著月亮的潮汐為當天的次滿潮，此值得再進一步研究。但短基線表5-4內的12-16

時之點位高程方面中誤差(σh)(1.0)及高程坐標差(Δh)(9.1)，為何未特別顯著，可能由於距離短，基線計算時兩者之間之大氣狀況相似，於二次差時可有效消去。

第五節 不同廠牌儀器之差異

一、數據分類及擷取

衛星定位接收儀有區分不同廠牌型號及天線盤，天線相位中心所率定的值亦不同，有些儀器專用於固定站接收儀，有些設計符合移動站接收儀，其定位精度不盡相同，故本實驗將區分各廠牌型號，透過點位精度及坐標差，來分析其差異性。

所擷取的數據以所有廠牌儀器個別置於LS01~LS07所產生的基線中誤差及坐標差，以不分天線盤朝北朝南，取平均後之數值如下表：(僅擷取0-24時間段之數據來分析)

表5-7 不同廠牌儀器差異表(固定LS08)(單位：mm)

LS08	σN	σE	σh	ΔN	ΔE	Δh
Leica SR530	0.1	0.1	0.3	-1.6	-1.3	3.0
Topcon GB-1000	0.1	0.1	0.2	-0.4	-2.1	2.5
Leica ATX1230	0.1	0.1	0.2	-1.7	-2.7	12.7
Topcon GR-3	0.1	0.1	0.2	0.1	-4.6	13.6

表5-8 不同廠牌儀器差異表(固定TCMS)(單位：mm)

TCMS	σN	σE	σh	ΔN	ΔE	Δh
Leica SR530	1.4	0.7	1.4	-0.5	-2.4	9.5
Topcon GB-1000	1.1	0.6	1.1	2.2	5.2	19.8
Leica ATX1230	0.9	0.5	0.9	-6.0	2.2	15.1
Topcon GR-3	1.2	0.6	1.1	2.3	-0.3	81.8

表5-9 不同廠牌儀器差異表(固定TWTF)(單位：mm)

TWTF	σ_N	σ_E	σ_h	ΔN	ΔE	Δh
Leica SR530	1.2	0.8	1.4	-0.7	-4.6	9.2
Topcon GB-1000	1.0	0.7	1.1	0.4	1.1	18.7
Leica ATX1230	0.9	0.6	0.9	-6.4	-1.5	20.0
Topcon GR-3	1.1	0.7	1.1	1.0	-5.4	83.0

二、數據分析

依表5-7、5-8及5-9所列數據分析，各廠牌儀器的點位中誤差(σ_N 、 σ_E 及 σ_h)之差異性不大。而從各廠牌儀器的高程坐標差(Δh)來分析，短距離之基線方面(表5-7)，Leica SR530及Topcon GB-1000這二型接收儀主機與天線盤為分離式，其高程坐標差(Δh)(3.0、2.5)相對較小，而Leica ATX1230及Topcon GR-3這二型接收儀主機與天線盤為整合式，其高程坐標差(Δh)(12.7、13.6)相對較大。但在長距離之基線方面(表5-8及5-9)以高程坐標差(Δh)來分析，Leica SR530所表現的數值(9.5、9.2)最小，Topcon GB-1000及Leica ATX1230所呈現的數值次之，Topcon GR-3所呈現的數值(81.8、83.0)為最大。

在高程坐標差(Δh)方面，分離式儀器在不同距離均較整合式儀器為小，如表5-7(3.0、2.5、12.7、13.6)、表5-8(9.5、19.8、15.1、81.8)、表5-9(9.2、18.7、20.0、83.0)，其中Topcon GB-1000在近距離表現較佳，而長距離之表現則與Leica ATX1230相差不大。不過不論儀器廠牌為何，高程坐標差(Δh)均因基線距離變長而增加，其中Topcon GR-3因距離增長而迅速變大，與其型錄標示精度不甚相符。推論，整合式儀器原本即為RTK作業設計，其作業環境通常在距主(基)站10km以內，且高程中誤差(精度)(σ_h)較差。將各儀器廠牌型錄所標示靜態相對定位觀測之精度彙整於表5-10。

表5-10 各儀器廠牌型錄所標示STATIC之精度

廠牌型號(天線盤)	水平(horizontal)	垂直(vertical)
Leica SR530(AT502)	3mm+0.5ppm×D	5mm+0.5ppm×D
Topcon GB-1000(PG-A1)	基線：3mm+0.5ppm×D	
Leica ATX1230(整合式)	5mm+0.5ppm×D	10mm+0.5ppm×D
長基線長距離	3mm+0.5ppm×D	6mm+0.5ppm×D
Topcon GR-3(整合式)	3mm+0.5ppm×D	5mm+0.5ppm×D

D：代表距離；單位為(km)公里

第六章 結論與建議

第一節 結論

- 一、天線盤朝北朝南所觀測的坐標值，其差異性不大，故若辦理校正作業可不需特別施作天線盤朝北朝南之觀測，如此更可節省人員耗時旋轉天線盤及資料處理計算的時間，且國家度量衡標準實驗室所發行之校正報告已無列出朝北朝南坐標差值，故此結論可提供本中心校正實驗室參考。
- 二、一般長基線如80km(本中心至新竹工業技術研究院TCMS之距離)與100km(本中心至桃園國家時間與頻率標準實驗室TWTF之距離)，其點位中誤差變化不大，在靜態相對定位來說，觀測基線愈長，點位中誤差並未呈等比增加。故衛星定位測量運用於解算長基線，更顯得其高精度定位測量的表現。另一方面，靜態相對定位測量的觀測點位精度雖然較高，但在高程坐標差(Δh)的表現，卻會隨著基線距離的增長而有所加大(如LS08: 9.9mm、TCMS: 31.5mm、TWTF: 34.8mm)。
- 三、針對格林威治時間0-8時在8小時時間段的群組裏(0-8、8-16、16-24)或0-4時在4小時時間段的群組裏(0-4、4-8、8-12、12-16、16-20、20-24)，其點位高程方面中誤差(σh)及高程坐標差(Δh)，皆顯示為最大值。故辦理衛星定位測量以分析點位高程方向之高精度變動狀態之工作，盡量避免於白天進行觀測，以減少因長距離造成電離層修正模式仍存在較大的誤差。另一方面，由表5-4、5-5及5-6各時段點位中誤差的數據顯示，其點位精度皆於1cm以內，故各項控制測量作業，若要求其點位精度($\sqrt{\sigma N^2 + \sigma E^2 + \sigma H^2}$)需於1cm以內，則辦理4小時之靜態相對定位測量，即能滿足要求。
- 四、各廠牌型號的衛星定位接收儀在不同距離的基線，其點位中誤差未有特別顯注的差異。在高程坐標差方面，接收儀主機與天線盤為分離式的儀器，所表現的數值比較小；而整合式的儀器，高程

坐標差的數值就相對比較大，故若欲做為固定站型之儀器或是辦理長時間靜態相對定位測量，以分離式儀器較為適合。

第二節 建議

- 一、未來本中心或其他單位擬建置衛星定位儀校正作業時，其校正作業可考量僅辦理天線盤朝北之觀測；校正報告的數據顯示，亦僅單純的列出朝北觀測值之差值。本研究顯示在平面方向相對於同一參考點其較差皆約10mm，可見向南、向北影響不大。另參見國家度量衡標準實驗室99年11月所發行之校正報告已無列出朝北朝南坐標差值，該實驗室校正作業的步驟，改採校正件連續觀測8小時，經基線計算後得出坐標差並列於校正報告裏，故建議本中心校正實驗室可改採此法，以節省人力及資料處理計算時間。
- 二、一般辦理靜態相對定位測量，通常採數部儀器同時觀測，將基線組成網形，透過計算軟體進行自由網檢核工作，最後才將自由網強制附合於已知點上。但若僅解算單一基線，其基線距離愈長，高程坐標差亦會愈大。而一般商用軟體採以基線解算模式，應避免僅作單一基線解算。
- 三、若以衛星定位測量來分析點位變動狀態之工作(如點位變形監測或高精度高程測量需求)，應採長時間觀測，或可只擷取夜間所觀測之資料帶入計算，應可求得相對較佳之成果。不過若要求點位精度於1cm以內，將觀測時間拉長為4小時，即可符合要求。
- 四、建議作為固定站型之儀器或是辦理長時間靜態相對定位測量，以分離式儀器較為適合，若採抗多路徑效應之Choke Ring天線盤，更可達到較佳之效果。
- 五、本中心實驗室衛星定位儀參考標準件校正週期為2年，在送國家度量衡標準實驗室追溯校正後，仍需辦理校正場系統評估，故每2年中會有約2個半月(自儀器取下送追溯校正至完成系統評估)

的空窗期無法提供校正作業服務。建議改採原子鐘追溯校正，如此僅需送原子鐘至國家度量衡標準實驗室，而不需將儀器自LS08取下送追溯校正並重新系統評估，可增加產值，避免校正服務中斷。

參考文獻

- 一、Bernese研究軟體應用及基線解算精度研究，07-3-90-0073，初版，工研院量測技術發展中心，民國90年。
- 二、GPS靜態及動態定位校正系統評估報告，07-3-91-0043，工研院量測技術發展中心，民國95年。
- 三、「衛星定位儀校正系統評估」，SICL-3-03-1，3.1版，內政部國土測繪中心，民國99年。
- 四、「衛星定位儀校正作業程序」，SICL-3-03-0，2.0版，內政部國土測繪中心，民國99年。
- 五、Mader, G. L., 2003, GPS Antenna Calibration at the National Geodetic Survey, <http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/>.
- 六、International GPS Service, IGS, 2003, http://igs.cb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html/.
- 七、International Earth Rotation Service, IERS, 2003, <http://hpiers.obspm.fr/>.

附錄 A 各儀器擺放點位及觀測日期一覽表

觀測日期及方位	儀器廠牌型號-編號	校正點位
990121 朝北	Leica SR530-05	LS01
990121 朝北	Leica SR530-04	LS02
990121 朝北	Leica SR530-03	LS03
990121 朝北	Leica SR530-01	LS04
990121 朝北	Leica SR530-09	LS05
990122 朝南	Leica SR530-05	LS01
990122 朝南	Leica SR530-04	LS02
990122 朝南	Leica SR530-03	LS03
990122 朝南	Leica SR530-01	LS04
990122 朝南	Leica SR530-09	LS05
990124 朝北	Leica SR530-06	LS01
990124 朝北	Leica SR530-10	LS02
990124 朝北	Leica SR530-11	LS03
990124 朝北	Leica SR530-12	LS04
990124 朝北	Leica SR530-13	LS05
990124 朝北	Leica SR530-14	LS06
990124 朝北	Leica SR530-15	LS07
990125 朝南	Leica SR530-06	LS01
990125 朝南	Leica SR530-10	LS02
990125 朝南	Leica SR530-11	LS03
990125 朝南	Leica SR530-12	LS04
990125 朝南	Leica SR530-13	LS05
990125 朝南	Leica SR530-14	LS06
990125 朝南	Leica SR530-15	LS07

觀測日期及方位	儀器廠牌型號-編號	校正點位
990126 朝北	Leica SR530-16	LS01
990126 朝北	Leica SR530-17	LS02
990126 朝北	Leica SR530-18	LS03
990126 朝北	Leica SR530-19	LS04
990126 朝北	Leica SR530-20	LS05
990126 朝北	Topcon GB-1000-01	LS06
990126 朝北	Topcon GB-1000-02	LS07
990127 朝南	Leica SR530-16	LS01
990127 朝南	Leica SR530-17	LS02
990127 朝南	Leica SR530-18	LS03
990127 朝南	Leica SR530-19	LS04
990127 朝南	Leica SR530-20	LS05
990127 朝南	Topcon GB-1000-01	LS06
990127 朝南	Topcon GB-1000-02	LS07
990128 朝北	Topcon GB-1000-03	LS01
990128 朝北	Topcon GB-1000-04	LS02
990129 朝南	Topcon GB-1000-03	LS01
990129 朝南	Topcon GB-1000-04	LS02
990201 朝北	Leica ATX1230-38	LS01
990201 朝北	Leica ATX1230-40	LS02
990201 朝北	Leica ATX1230-41	LS03
990201 朝北	Leica ATX1230-42	LS04
990201 朝北	Leica ATX1230-44	LS05
990201 朝北	Leica ATX1230-45	LS06
990201 朝北	Leica ATX1230-46	LS07
990202 朝南	Leica ATX1230-38	LS01
990202 朝南	Leica ATX1230-40	LS02
990202 朝南	Leica ATX1230-41	LS03
990202 朝南	Leica ATX1230-42	LS04
990202 朝南	Leica ATX1230-44	LS05
990202 朝南	Leica ATX1230-45	LS06
990202 朝南	Leica ATX1230-46	LS07

觀測日期及方位	儀器廠牌型號-編號	校正點位
990203 朝北	Leica ATX1230-47	LS01
990203 朝北	Leica ATX1230-49	LS02
990203 朝北	Leica ATX1230-50	LS03
990203 朝北	Leica ATX1230-51	LS04
990203 朝北	Leica ATX1230-53	LS05
990203 朝北	Leica ATX1230-54	LS06
990203 朝北	Leica ATX1230-56	LS07
990204 朝南	Leica ATX1230-47	LS01
990204 朝南	Leica ATX1230-49	LS02
990204 朝南	Leica ATX1230-50	LS03
990204 朝南	Leica ATX1230-51	LS04
990204 朝南	Leica ATX1230-53	LS05
990204 朝南	Leica ATX1230-54	LS06
990204 朝南	Leica ATX1230-56	LS07
990205 朝北	Leica ATX1230-22	LS01
990205 朝北	Leica ATX1230-23	LS02
990205 朝北	Leica ATX1230-25	LS03
990205 朝北	Leica ATX1230-27	LS05
990205 朝北	Leica ATX1230-28	LS06
990205 朝北	Leica ATX1230-29	LS07
990206 朝南	Leica ATX1230-22	LS01
990206 朝南	Leica ATX1230-23	LS02
990206 朝南	Leica ATX1230-25	LS03
990206 朝南	Leica ATX1230-27	LS05
990206 朝南	Leica ATX1230-28	LS06
990206 朝南	Leica ATX1230-29	LS07

觀測日期及方位	儀器廠牌型號-編號	校正點位
990208 朝北	Leica ATX1230-21	LS01
990208 朝北	Leica ATX1230-30	LS02
990208 朝北	Leica ATX1230-55	LS03
990208 朝北	Leica ATX1230-57	LS04
990208 朝北	Leica ATX1230-58	LS05
990208 朝北	Leica ATX1230-59	LS06
990208 朝北	Topcon GR-3-10	LS07
990209 朝南	Leica ATX1230-21	LS01
990209 朝南	Leica ATX1230-30	LS02
990209 朝南	Leica ATX1230-55	LS03
990209 朝南	Leica ATX1230-57	LS04
990209 朝南	Leica ATX1230-58	LS05
990209 朝南	Leica ATX1230-59	LS06
990209 朝南	Topcon GR-3-10	LS07
990210 朝北	Topcon GR-3-01	LS01
990210 朝北	Leica ATX1230-23	LS02
990210 朝北	Leica ATX1230-25	LS03
990210 朝北	Leica ATX1230-26	LS04
990210 朝北	Topcon GR-3-02	LS05
990210 朝北	Topcon GR-3-03	LS06
990210 朝北	Topcon GR-3-04	LS07
990211 朝南	Topcon GR-3-01	LS01
990211 朝南	Leica ATX1230-23	LS02
990211 朝南	Leica ATX1230-25	LS03
990211 朝南	Leica ATX1230-26	LS04
990211 朝南	Topcon GR-3-02	LS05
990211 朝南	Topcon GR-3-03	LS06
990211 朝南	Topcon GR-3-04	LS07

觀測日期及方位	儀器廠牌型號-編號	校正點位
990223 朝北	Topcon GR-3-05	LS01
990223 朝北	Topcon GR-3-06	LS02
990223 朝北	Topcon GR-3-07	LS03
990223 朝北	Topcon GR-3-08	LS04
990223 朝北	Topcon GR-3-09	LS05
990223 朝北	Topcon GR-3-11	LS06
990223 朝北	Topcon GR-3-12	LS07
990224 朝南	Topcon GR-3-05	LS01
990224 朝南	Topcon GR-3-06	LS02
990224 朝南	Topcon GR-3-07	LS03
990224 朝南	Topcon GR-3-08	LS04
990224 朝南	Topcon GR-3-09	LS05
990224 朝南	Topcon GR-3-11	LS06
990224 朝南	Topcon GR-3-12	LS07
990225 朝北	Topcon GR-3-13	LS01
990225 朝北	Topcon GR-3-14	LS02
990225 朝北	Topcon GR-3-15	LS03
990225 朝北	Topcon GR-3-16	LS04
990225 朝北	Topcon GR-3-19	LS05
990225 朝北	Topcon GR-3-20	LS06
990225 朝北	Topcon GR-3-21	LS07
990226 朝南	Topcon GR-3-13	LS01
990226 朝南	Topcon GR-3-14	LS02
990226 朝南	Topcon GR-3-15	LS03
990226 朝南	Topcon GR-3-16	LS04
990226 朝南	Topcon GR-3-19	LS05
990226 朝南	Topcon GR-3-20	LS06
990226 朝南	Topcon GR-3-21	LS07

附錄 B 衛星定位儀校正系統資料處理計算手冊

本校正系統資料係採 Bernese 5.0 軟體而計算，而軟體本身計算時所需檔案已按照規則皆有預設檔，檔名亦有一定規則，分為星曆檔、資料檔、點位檔。以(2008年)97年11月12日星期三辦理衛星定位儀觀測為例，推算當天的 GPS DAY 為 317，至 ftp：

//igs.cb.jpl.nasa.gov/component/prods_cb.html 網站查相關資料，該星期為第 1505 周的第 3 天。(圖 1，例如 11 月 12 日星期三早上 8 點以後進入該網站，當天資料尚未出現，可得知第 1505 周，該

周星期日為第 0 天、星期一為第 1 天…依序至星期六為第 6 天)
本日為 97 年 11 月 12 日

		Day of the Week						
		S	M	T	W	Th	F	S
GPS Week	1505	Rapid	Rapid	Ultra18				
	1504	Rapid	Rapid	Rapid	Rapid	Rapid	Rapid	Rapid
	1503	Rapid	Rapid	Rapid	Rapid	Rapid	Rapid	Rapid

圖 1 至 IGS 網站查詢所顯示之圖

將所需的星曆檔置於計算目錄裏的 ORB 子目錄、資料檔置於計算目錄裏的 RAW 子目錄、點位檔置於計算目錄裏的 STA 子目錄，放置完成後即可執行計算，其步驟如下：

資料處理計算步驟

一、超短基線靜態相對定位

(一)天線盤朝北量測值

1. 於 D:\ 新增資料夾 Bern\71112AX，→ D:\Bern\71112AX
2. 於 D:\Bern\71112AX 新增 9 個資料夾，各自命名為 ATM、BPE、OBS、ORB、ORX、OUT、RAW、SOL 及 STA。
3. 各資料夾所需資料分述如下：

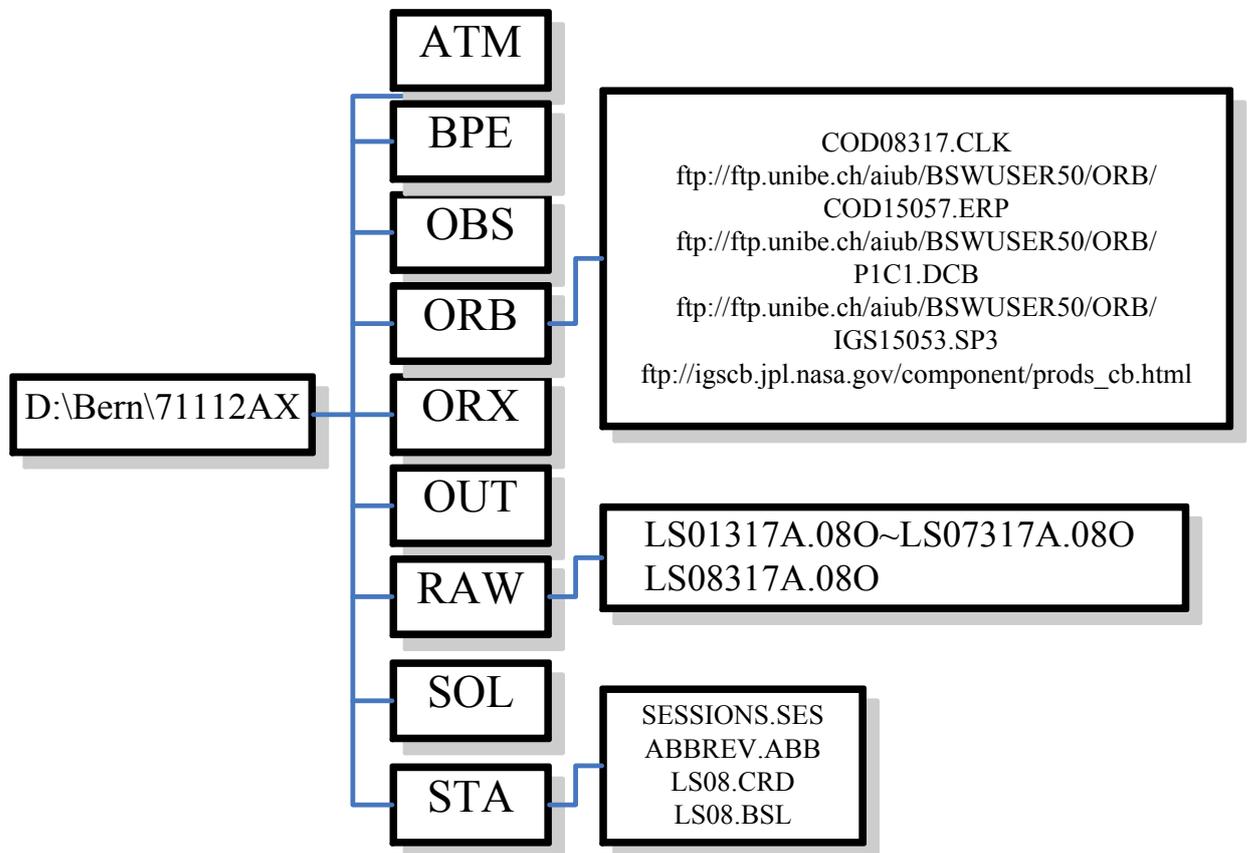


圖 2 Bernese 5.0 軟體計算所需檔案分布圖之 1

\RAW 所需資料，請參考圖 2

(1)將置於校正基點 LS01~LS07(以下均以 LS01 為代表)的衛星定位儀觀

測資料下載並轉檔命名為 LS01317A.080(朝北)、LS01317B.080(朝南)。

(2)將置於**固定基點 LS08** 的衛星定位儀標準件觀測資料下載並轉檔命名為 **LS083170.080**，接下來複製 **LS083170.080** 檔案並改名為 **LS08317A.080**、**LS08317B.080** 二個檔案。

(3)將 **LS01317A.080** 及 **LS08317A.080**

置於 D:\Bern\71112**AX**\RAW 下。

\ORB 所需資料，請參考圖 2

(4)至各網站下載資料：

A. ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/下載COD08317.CLK

B. ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/下載COD15057.ERP

C. ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/下載P1C1.DCB

D. ftp://igsceb.jpl.nasa.gov/component/prods_cb.html

下載IGS15053.SP3

將COD08317.CLK、COD15057.ERP、P1C1.DCB及IGS15053.SP3

儲存至D:\Bern\71112**AX**\ORB下。

\STA所需資料，請參考圖2

(5)將舊有檔案SESSION.SES、ABBREV.ABB、**LS08**.CRD及**LS08**.BSL儲存至D:\Bern\71112**AX**\STA下。

(6)打開檔案SESSION.SES，編輯第2行為

```
LIST_OF_SESSIONS 1 "317A" "2008 11 12" "00 00 00" "2008 11 12" "23 59 59"
```

4. 自行命名建立一個MS-DOS批次檔案，內容為

PERL C:\BERN50\GPSUSER\SCRIPT\LS08_S15.PL 2008 317A D:/Bern/71112AX

並執行該檔案，此時Bernese 5.0軟體計算中。

5. 計算結束，於D:\Bern\71112AX\STA下 LS08.CRD內容將出現LS01的坐標，自行計算LS01與LS08之坐標差及斜距 A_1 ，而已知超短基線參考值 R_1 ，可求得 $A_1 - R_1$ 器差。

(二)天線盤朝南量測值

1. 於 D:\ 新增資料夾 Bern\71112BX，→ D:\Bern\71112BX
2. 於 D:\Bern\71112BX 新增 9 個資料夾，各自命名為 ATM、BPE、OBS、ORB、ORX、OUT、RAW、SOL 及 STA。
3. 各資料夾所需資料分述如下：

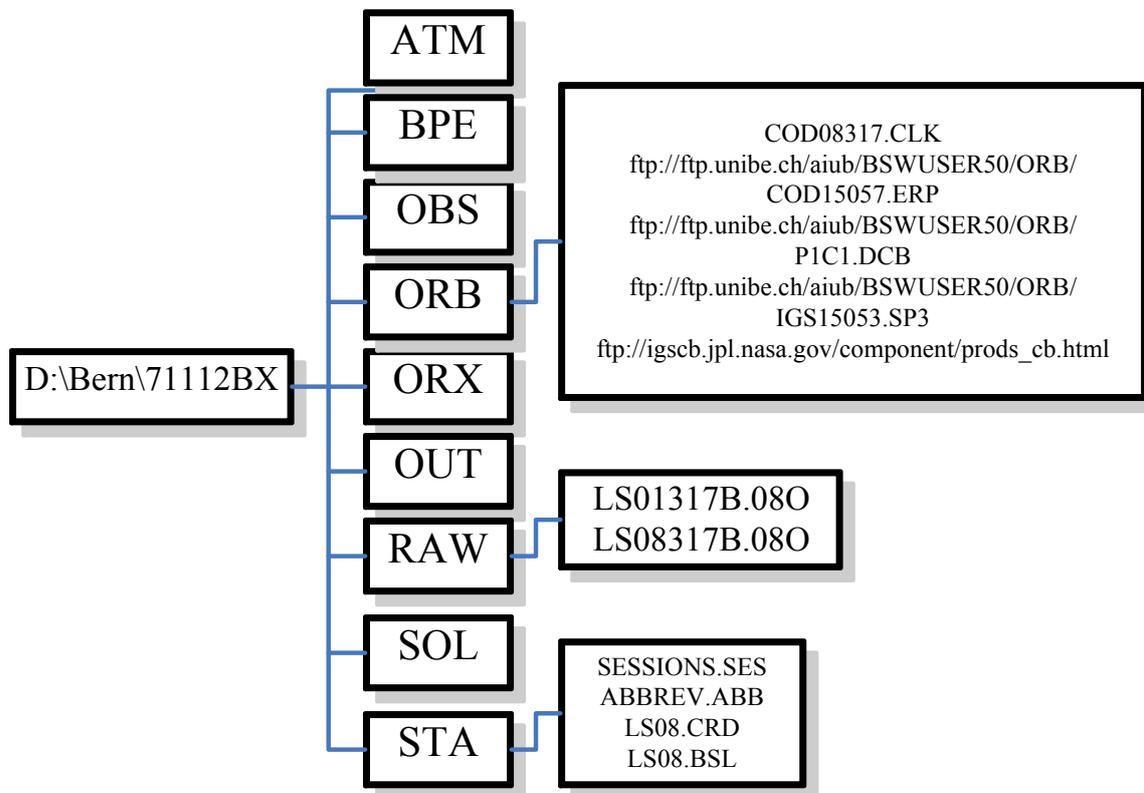


圖 3 Bernese 5.0 軟體計算所需檔案分布圖之 2

\RAW 所需資料，請參考圖 3

(1)將置於校正基點 LS01 的衛星定位儀觀測資料下載並轉檔命名為 LS01317A.080(朝北)、LS01317B.080(朝南)。

(2)將置於**固定基點 LS08**的衛星定位儀標準件觀測資料下載並轉檔命名為 LS083170.080，接下來複製 LS083170.080 檔案並改名為 LS08317A.080、LS08317B.080 二個檔案。

(3)將 LS01317B.080 及 LS08317B.080
置於 D:\Bern\71112BX\RAW 下。

\ORB 所需資料，請參考圖 3

(4)至各網站下載資料：

A. <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/>下載COD08317.CLK

B. <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/>下載COD15057.ERP

C. <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/>下載P1C1.DCB

D. ftp://igsceb.jpl.nasa.gov/component/prods_cb.html

下載IGS15053.SP3

將COD08317.CLK、COD15057.ERP、P1C1.DCB及IGS15053.SP3

儲存至D:\Bern\71112BX\ORB下。

\STA所需資料，請參考圖3

(5)將舊有檔案SESSION.SES、ABBREV.ABB、LS08.CRD及LS08.BSL儲

存至D:\Bern\71112BX\STA下。

(6)打開檔案SESSION.SES，編輯第2行為

```
LIST_OF_SESSIONS 1 "317B" "2008 11 12" "00 00 00" "2008 11 12" "23  
59 59"
```

4.自行命名建立一個MS-DOS批次檔案，內容為

```
PERL C:\BERN50\GPSUSER\SCRIPT\LS08_S15.PL 2008 317B
```

```
D:/Bern/71112BX
```

並執行該檔案，此時Bernese 5.0軟體計算中。

5.計算結束，於D:\Bern\71112BX\STA下 LS08.CRD內容將出現LS01

的坐標，自行計算LS01與LS08之坐標差及斜距 B_i ，而己知超短基線

參考值 R_i ，可求得 $B_i - R_i$ 器差。

二、中基線靜態相對定位

(一)天線盤朝北量測值

1. 於 D:\ 新增資料夾 Bern\71112AY，→ D:\Bern\71112AY
2. 於 D:\Bern\71112AY 新增 9 個資料夾，各自命名為 ATM、BPE、OBS、ORB、ORX、OUT、RAW、SOL 及 STA。
3. 各資料夾所需資料分述如下：

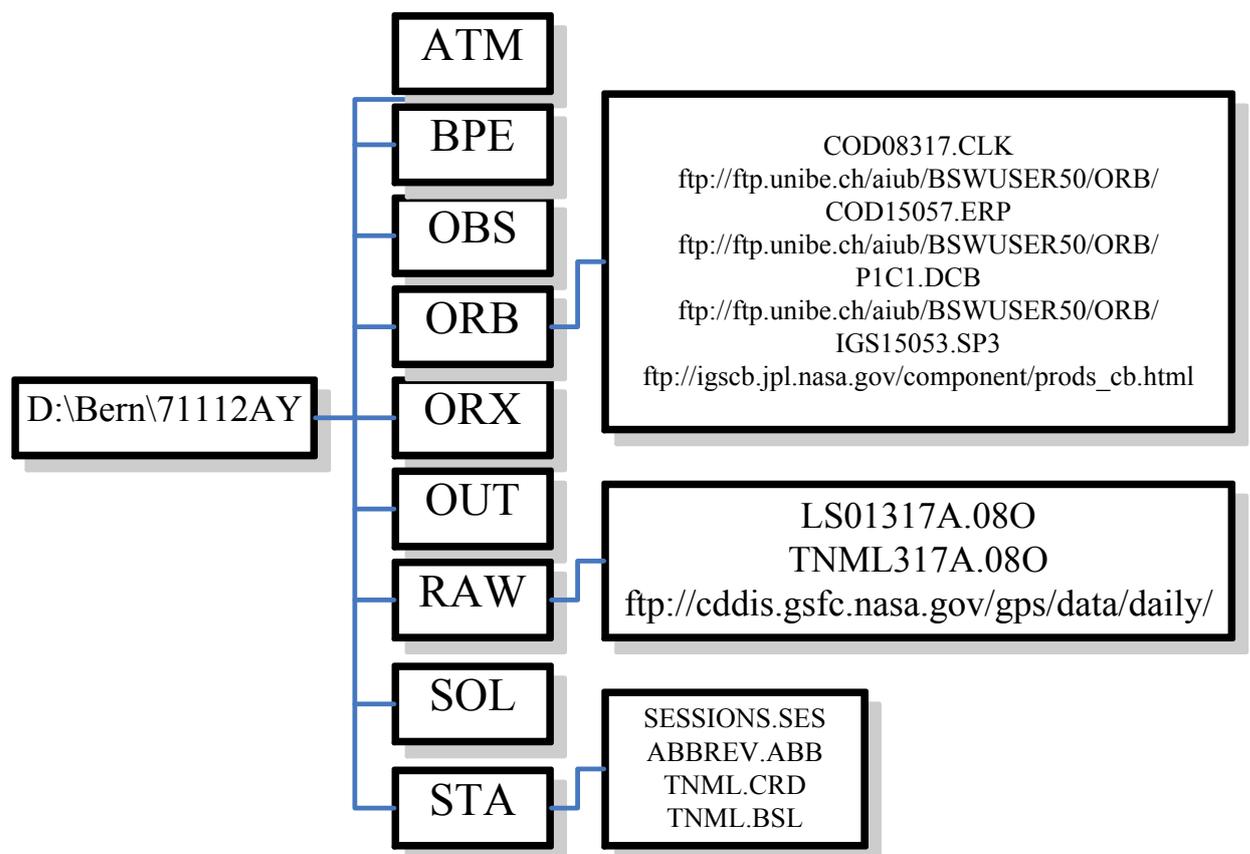


圖 4 Bernese 5.0 軟體計算所需檔案分布圖之 3

\RAW 所需資料，請參考圖 4

(1) 將置於校正基點 LS01 的衛星定位儀觀測資料下載並轉檔命名為 LS01317A.080(朝北)、LS01317B.080(朝南)。

(2) 至網站 <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data/daily/>，將工研

院固定站 TNML 的觀測資料 TNML3170.080 下載，接下來複製

TNML3170.080 檔案並改名為 TNML317A.080、TNML317B.080 二個檔案。

(3) 將 LS01317A.080 及 TNML317A.080 置於 D:\Bern\71112AY\RAW 下。

\ORB 所需資料，請參考圖 4

(4) 至各網站下載資料：

A. ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/下載COD08317.CLK

B. ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/下載COD15057.ERP

C. ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/下載P1C1.DCB

D. ftp://igsceb.jpl.nasa.gov/component/prods_cb.html

下載IGS15053.SP3

將COD08317.CLK、COD15057.ERP、P1C1.DCB及IGS15053.SP3

儲存至D:\Bern\71112AY\ORB下。

\STA所需資料，請參考圖4

(5) 將舊有檔案SESSION.SES、ABBREV.ABB、TNML.CRD及TNML.BSL儲存

至D:\Bern\71112AY\STA下。

(6) 打開檔案SESSION.SES，編輯第2行為

```
LIST_OF_SESSIONS 1 "317A" "2008 11 12" "00 00 00" "2008 11 12" "23
59 59"
```

4. 自行命名建立一個MS-DOS批次檔案，內容為

```
PERL C:\BERN50\GPSUSER\SCRIPT\TNML_S30.PL 2008 317A D:/Bern/71112AY
```

並執行該檔案，此時Bernese 5.0軟體計算中。

5. 計算結束，於D:\Bern\71112AY\STA下 TNML.CRD內容將出現LS01的坐標，自行計算LS01與TNML之坐標差及斜距 A_2 ，而已知超短基線參考值 R_2 ，可求得 $A_2 - R_2$ 器差。

(二)天線盤朝南量測值

1. 於D:\ 新增資料夾 Bern\71112BY，→ D:\Bern\71112BY
2. 於D:\Bern\71112BY 新增 9 個資料夾，各自命名為 ATM、BPE、OBS、ORB、ORX、OUT、RAW、SOL 及 STA。
3. 各資料夾所需資料分述如下：

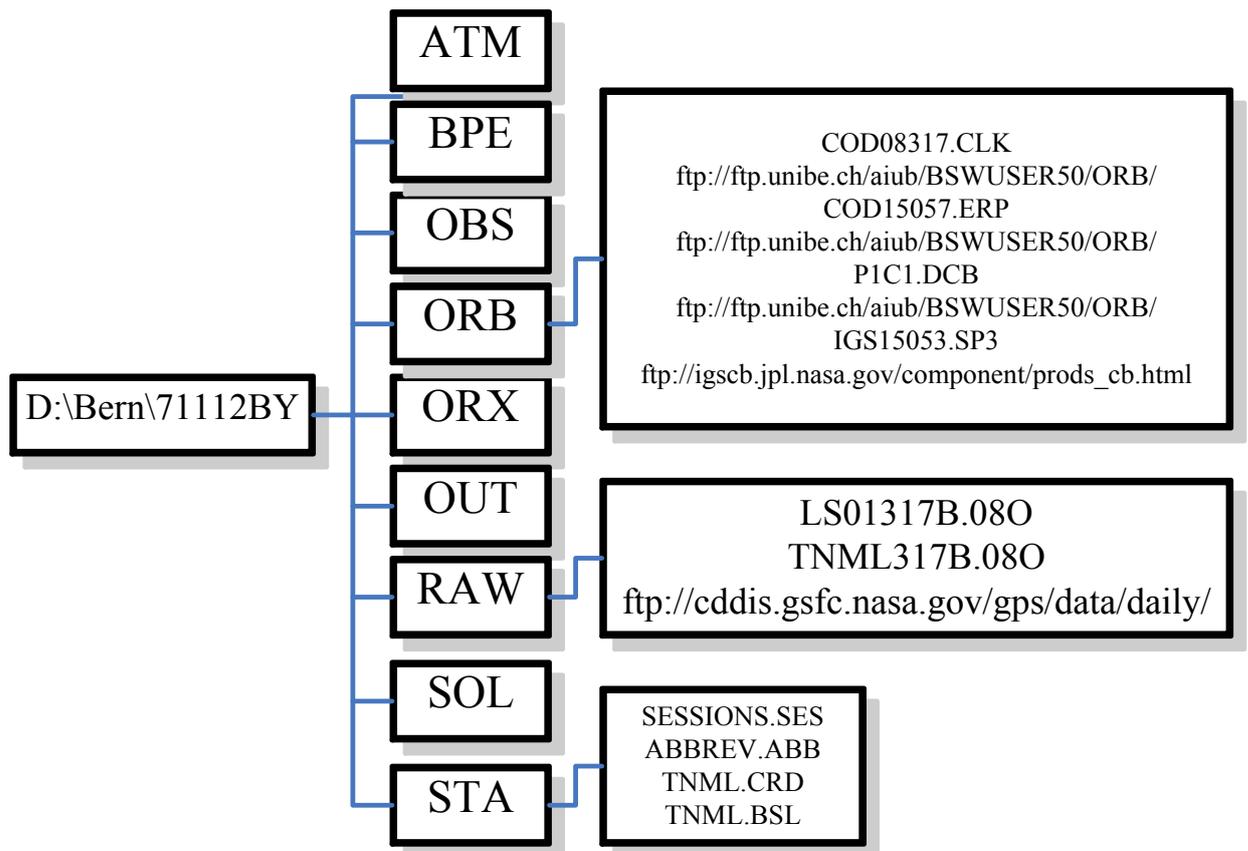


圖 5 Bernese 5.0 軟體計算所需檔案分布圖之 4

\RAW 所需資料，請參考圖 5

(1)將置於校正基點 LS01 的衛星定位儀觀測資料下載並轉檔命名為 LS01317A.080(朝北)、LS01317B.080(朝南)。

(2)至網站 <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data/daily/>，將**工研院固定站 TNML** 的觀測資料 **TNML3170.080** 下載，接下來複製 **TNML3170.080** 檔案並改名為 **TNML317A.080**、**TNML317B.080** 二個檔案。

(3)將 LS01317B.080 及 **TNML317B.080** 置於 D:\Bern\71112BY\RAW 下。

\ORB 所需資料，請參考圖 5

(4)至各網站下載資料：

A. <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/> 下載 COD08317.CLK

B. <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/> 下載 COD15057.ERP

C. <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/> 下載 P1C1.DCB

D. ftp://igsceb.jpl.nasa.gov/component/prods_cb.html

下載 IGS15053.SP3

將 COD08317.CLK、COD15057.ERP、P1C1.DCB 及 IGS15053.SP3

儲存至 D:\Bern\71112BY\ORB 下。

\STA 所需資料，請參考圖 5

(5)將舊有檔案 SESSION.SES、ABBREV.ABB、**TNML**.CRD 及 **TNML**.BSL

儲存至 D:\Bern\71112BY\STA 下。

(6) 打開檔案SESSION.SES，編輯第2行為

```
LIST_OF_SESSIONS 1 "317B" "2008 11 12" "00 00 00" "2008 11 12" "23  
59 59"
```

4. 自行命名建立一個MS-DOS批次檔案，內容為

```
PERL C:\BERN50\GPSUSER\SCRIPT\TNML_S30.PL 2008 317B
```

```
D:/Bern/71112BY
```

並執行該檔案，此時Bernese 5.0軟體計算中。

5. 計算結束，於D:\Bern\71112BY\STA下 TNML.CRD內容將出現LS01

的坐標，自行計算LS01與TNML之坐標差及斜距 B_2 ，而己知超短基線

參考值 R_2 ，可求得 $B_2 - R_2$ 器差。