

國立交通大學

土木工程學系

碩士論文

台灣 e-GPS 衛星基準站位移變化之研究

Deformation Analysis of Taiwan e-GPS Base Stations



研究生：邱煥欽

指導教授：史天元

中華民國九十七年七月

台灣 e-GPS 衛星基準站位移變化之研究

Deformation Analysis of Taiwan e-GPS Base Stations

研究生：邱煥欽

Student : Hwan-Ching Chiu

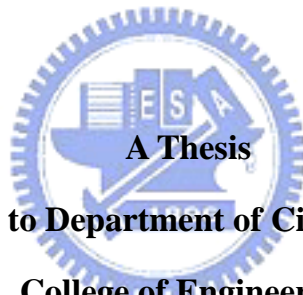
指導教授：史天元 博士

Advisor : Dr. Tian-Yuan Shih

國立交通大學

土木工程學系

碩士論文



Submitted to Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master

in

Civil Engineering

July 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China.

中華民國九十七年七月

國立交通大學

博碩士論文全文電子檔著作權授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之學位論文，為本人於國立交通大學土木工程系所
測量與空間資訊組，96學年度第2學期取得碩士學位之論文。

論文題目：台灣 e-GPS 衛星基準站位移變化之研究

指導教授：史天元

同意 不同意

本人茲將本著作，以非專屬、無償授權國立交通大學與台灣聯合大學系統圖書館：基於推動讀者間「資源共享、互惠合作」之理念，與回饋社會與學術研究之目的，國立交通大學及台灣聯合大學系統圖書館得不限地域、時間與次數，以紙本、光碟或數位化等各種方法收錄、重製與利用；於著作權法合理使用範圍內，讀者得進行線上檢索、閱覽、下載或列印。

論文全文上載網路公開之範圍及時間：	
本校及台灣聯合大學系統區域網路	<input checked="" type="checkbox"/> 立即公開
校外網際網路	<input checked="" type="checkbox"/> 立即公開

全文電子檔送交國家圖書館

授權人：邱煥欽

親筆簽名：_____

中華民國 97 年 7 月 31 日

國立交通大學

博碩士紙本論文著作權授權書

(提供授權人裝訂於全文電子檔授權書之次頁用)

本授權書所授權之學位論文，為本人於國立交通大學土木工程系所
測量與空間資訊組，96學年度第2學期取得碩士學位之論文。

論文題目：台灣 e-GPS 衛星基準站位移變化之研究

指導教授：史天元

■ 同意

本人茲將本著作，以非專屬、無償授權國立交通大學，基於推動讀者間
「資源共享、互惠合作」之理念，與回饋社會與學術研究之目的，國立
交通大學圖書館得以紙本收錄、重製與利用；於著作權法合理使用範圍
內，讀者得進行閱覽或列印。

本論文為本人向經濟部智慧局申請專利(未申請者本條款請不予理會)
的附件之一，申請文號為：_____，請將論文延至____
年____月____日再公開。

授權人：邱煥欽

親筆簽名：_____

中華民國 97 年 7 月 31 日

國家圖書館

博碩士論文電子檔案上網授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文授權書之後)

ID : GT009516572

本授權書所授權之學位論文，為本人於國立交通大學 土木工程 系所
測量與空間資訊 組，96 學年度第 2 學期取得碩士學位之論文。

論文題目：台灣 e-GPS 衛星基準站位移變化之研究

指導教授：史天元

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文（含摘要），非專屬、無償
授權國家圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或其他各種數
位化方式將上列論文重製，並得將數位化之上列論文及論文電子檔以上
載網路方式，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或
列印。

※ 讀者基於非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印上列論文，應依著作權法相關
規定辦理。

授 權 人：邱煥欽

親筆簽名：_____

中華民國 97 年 7 月 31 日

台灣 e-GPS 衛星基準站位移變化之研究

學 生：邱煥欽

指導教授：史天元

國立交通大學土木工程學系

摘 要

台灣地區位於歐亞大陸與菲律賓板塊的縫合線上，菲律賓板塊以每年約 7 公分速度朝西北方向移動，導致台灣本島產生頻繁的地震，進而突顯出應用 GPS 基準站監測於防災研究之重要性。「精密單點定位」不同於傳統相對定位成果，所得坐標為絕對位置解，不受參考站、地區性坐標系統等條件限制。有鑒於此，本研究將分析內政部國土測繪中心建立之台灣 e-GPS 衛星定位基準站在國際地球參考框架中之位移變化，進行時間序列分析，再以該成果為比較基準，探討網路自動化精密單點定位計算服務 CSRS-PPP 解算成果可達精度。

空間分佈成果顯示，CSRS-PPP 與國土測繪中心成果存在系統性偏差，N、E、h 方向的差異量為 0.142 ± 0.0004 m、 -0.313 ± 0.001 m、 0.019 ± 0.004 m。時間序列成果顯示，苗栗竹南、桃園復興、台北貢寮站在 N、E 方向之較差均值為 (0.129 ± 0.002 m、 -0.346 ± 0.008 m)、(0.134 ± 0.003 m、 -0.354 ± 0.007 m) 及 (0.134 ± 0.003 m、 -0.354 ± 0.008 m)。整體而言，CSRS-PPP 靜態解算模式精度優於動態解算模式；若移除系統性偏差，就離散度而言，CSRS-PPP 靜態解算模式精度已達公分等級。

基線長變化成果中，西部麓山區域之相對運動並不顯著，最大相對變形量為 9 mm/yr。跨中央山脈與西部麓山區域之基線縮短量較前人成果增加約 20 mm/yr。在 2006~2007 期間，中央山脈區域之基線伸長量呈減緩的現象，在量級上分別減少約 26 mm/yr、20 mm/yr。海岸山脈地區與跨中央、海岸山脈區域之基線長變化印證東部海岸山脈地區仍存在往南移動的西北向擠壓，導致長濱以北的基線縮短變化較為緩和。

Deformation Analysis of Taiwan e-GPS Base Stations

Student : Hwan-Ching Chiu

Advisor : Dr. Tian-Yuan Shih

Department of Civil Engineering

National Chiao Tung University

Abstract

The island of Taiwan is located at the junction between the Eurasian plate and the Philippine plate. The Philippine plate moves northwestward at a speed of 7 cm/year, which leads to frequent earthquakes, therefore, using GPS base station monitoring on disaster prevention is quite important. Compared with the current relative positioning, Precise Point Positioning (PPP) refers to absolute positioning and it can also operate without restrictions such as using the base stations and local coordinate system. In consequence, this study analyses the deformation of Taiwan e-GPS base stations, which was built by National Land Surveying and mapping Center (NLSC), in International Terrestrial Reference Frame. By using the result of e-GPS station coordinates as comparison value, further experiments assess the accuracy of automated CSRS-PPP online positioning service.

It is shown that there are systematic biases as compared with the solution from NLSC. The bias and standard deviation of the coordinate differences in N, E, h, 0.142 ± 0.0004 m, -0.313 ± 0.002 m, 0.019 ± 0.004 m respectively for static solution. Based on static solution, the differences derived from the time series for stations JUNA, FUSN, GOLI in N, E, are $(0.129 \pm 0.002$ m, -0.346 ± 0.008 m), $(0.134 \pm 0.003$ m, -0.354 ± 0.007 m), and $(0.134 \pm 0.003$ m, -0.354 ± 0.008 m) respectively. The magnitude of standard deviation is all under one centimeter. In conclusion, the CSRS-PPP static solution provides better accuracy than kinematic solution, and achieves the cm level.

The result of baseline appears that the motion of the Western Foothills is not significant,

and the maximum magnitude of deformation is 9 mm/yr. The baselines traversing the Central Range and Western Foothills yield shortening amount is much more 20 mm/yr than those observed previously. Compared with 2005~2006, the extensional deformation decrease 26 mm/yr for CSRS-PPP solution and 20 mm/yr for NLSC respectively in Central Range during 2006~2007. The length changes of baselines in the Coastal Range region as well as in traversing the Central Range and the Coastal Range are shown that there may be southward migration of the NW-vergent thrusting of the Coastal Range, which cause the decrease amount of shortening to the north of Changping.



誌 謝

「不要為了文憑而唸書」，此為吾師 史天元教授指導我的第一堂課。交大兩年中，除專業知識的攫取，亦體認作學問應有的嚴謹與堅持，史老師的言教、身教皆使我受益匪淺，在此謹向恩師獻上衷心的感念。

同時感謝陳春盛教授、黃金維教授與張嘉強教授在相關課業上的啟蒙與教誨。此外，感謝口試委員曾義星教授、蔡榮得教授及李振燾教授不吝提供的建議與指正，使論文更臻完整。本研究承蒙內政部地政司核准提供衛星觀測數據，及國土測繪中心劉至忠科長提供意見與協助，亦謹此致謝。

論文研究期間，博士班劉進金學長、邱元宏學長、徐偉城學長、鐘易達學長、施亘昶學長、曾子榜學長、吳俊毅學長所給予的解惑、協助與建議，學弟心存感激，萬分感謝。同窗信翰、歷韋、逸晴、紫猗、富傑、嘜嵐、昱成、仲維、俊宜與學弟妹建成、宏銳、逸如、恩銘，你們的相伴、扶持、鼓勵及關心，小光點滴在心、謝謝你們。

另外，家住新竹的叔叔、孀孀、表姊、表姊夫，博方、榮彬與所有好朋友們，你們適時的勉勵與生活上的關心，我都念茲在茲，由衷地致上最深的感謝。

最後，感謝最摯愛的爸爸、媽媽、哥哥與姿蓓，在精神與生活上給予我最大的支持與包容，陪我體驗人生的高低起伏。因為你們的付出，我才能無後顧之憂地完成學業，因為你們的關心，我才能感受無微不至地呵護，你們的愛，我一輩子都會感恩在心，願將此喜悅與你們分享。

碩士生涯將告一段落，過程的挫折與失落、喜悅與成就，讓我更加充實與茁壯。一位前輩說過：「努力的人不一定成功，但不努力的人一定不成功」，期許自己能秉持努力不懈、持之以恆的態度，迎接豐富的未來。

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
誌 謝	IV
圖目錄	VII
表目錄	IX
一、前言	1
1-1 研究背景與目的	1
1-2 文獻回顧	2
1-3 研究方法	4
1-4 論文架構	5
二、台灣地區測站位移與速度場	6
2-1 NLSC Bernese解算成果	6
2-1-1 e-GPS衛星基準站	6
2-1-2 精密坐標解算流程	7
2-1-3 位移量分析	8
2-2 研究成果比對	13
2-2-1 區域性比較	13
2-2-2 測站比較	15
三、CSRS-PPP線上計算服務與精度探討	18
3-1 精密單點定位原理與實踐	18
3-2 CSRS-PPP線上計算服務	20
3-3 CSRS-PPP與NLSC精密坐標之比較	25
3-3-1 不同空間位置	26
3-3-2 時間序列	28
3-4 成果討論與分析	33
四、相對變形分析	34
4-1 基線變化量計算	34

4-2 跨地質分區之基線變化.....	36
4-2-1 台灣地質分區	36
4-2-2 成果分析	37
五、結論與建議	40
參考文獻	42
附錄一、2005 年 17 個e-GPS基準站之N、E坐標及橢球高均值.....	46
附錄二、2006 年 46 個e-GPS基準站之N、E坐標及橢球高均值.....	47
附錄三、2007 年 46 個e-GPS基準站之N、E坐標及橢球高均值.....	49
附錄四、2005~2006 年台灣e-GPS站相對陽明山衛星追蹤站之坐標位移變化.....	51
附錄五、2006~2007 年台灣e-GPS站相對陽明山衛星追蹤站之坐標位移變化.....	52
附錄六、2006~2007 年台灣e-GPS站相對於CHYI站之坐標位移變化.....	54
附錄七、2005/06/01 12 個e-GPS基準站CSRS-PPP解算成果	56
附錄八、2005/06/01 12 個e-GPS基準站NLSC計算成果	57
附錄九、2005/06/01 12 個e-GPS基準站之較差計算成果.....	58
附錄十、2005/06/01 12 個e-GPS基準站之較差殘差值	59
附錄十一、JUNA、FUSN、GOLI站之各日動態解算筆數.....	60
附錄十二、JUNA站之CSRS-PPP與NLSC計算成果較差值.....	61
附錄十三、FUSN站之CSRS-PPP與NLSC計算成果較差值	62
附錄十四、GOLI站之CSRS-PPP與NLSC計算成果較差值	63
附錄十五、2005~2006 與 2006~2007 之基線長度變化量	64
附錄十六、CSRS-PPP與NLSC之基線變化較差量.....	66
附錄十七、專有名詞中英對照表	68
作者簡歷	69

圖目錄

圖 1、台灣觀測網速度場	3
圖 2-1、全國性e-GPS衛星定位基準網分布圖	7
圖 2-2、Bernese軟體解算流程	8
圖 2-3、NLSC測站位移計算流程	10
圖 2-4、2005~2006 年 17 個e-GPS基準站相對於陽明山衛星追蹤站之測站位移分佈	11
圖 2-5、2006~2007 年 46 個e-GPS基準站相對於陽明山衛星追蹤站之測站位移分佈	12
圖 2-6、2006~2007 年 46 個e-GPS站相對於嘉義東石站之位移分布	14
圖 3-1、PPP之實踐流程	20
圖 3-2、CSRS線上服務系統介面	21
圖 3-3、CSRS線上計算服務註冊流程	22
圖 3-4、CSRS-PPP使用介面	22
圖 3-5、CSRS-PPP使用流程	22
圖 3-6、坐標（緯度）中誤差分佈圖	24
圖 3-7、對流層天頂向延遲分佈圖	24
圖 3-8、坐標較差流程	25
圖 3-9、2005/06/01 12 個e-GPS基準站之較差分佈圖（靜態解算模式）	27
圖 3-10、2005/06/01 12 個e-GPS基準站之較差分佈圖（動態解算模式）	27
圖 3-11、JUNA站之較差分佈圖（靜態解算模式）	29
圖 3-12、JUNA站之較差分佈圖（動態解算模式）	29
圖 3-13、FUSN站之較差分佈圖（靜態解算模式）	30
圖 3-14、FUSN站之較差分佈圖（動態解算模式）	30
圖 3-15、GOLI站之較差分佈圖（靜態解算模式）	31
圖 3-16、GOLI站之較差分佈圖（動態解算模式）	31
圖 4-1、基線變化量計算流程	35

圖 4-2、基線長度變化之較差分布 35

圖 4-3、橫跨相同地質與不同地質區域之 19 條基線 39



表目錄

表 2-1、苗栗竹南站之位置資訊.....	7
表 2-2、NLSC測站位移分析站數.....	9
表 2-3、嘉義東石站之位移資訊.....	13
表 2-4、FLNM站（花蓮鳳林）位移變化之統計比對.....	15
表 2-5、TMAM站（台東太麻里）位移變化之統計比對.....	15
表 2-6、PKGM站（雲林北港）位移變化之統計比對.....	16
表 2-7、KASH站（高雄港站）位移變化之統計比對.....	16
表 2-8、KDNM站（屏東墾丁）位移變化之統計比對.....	16
表 2-9、SHJU站（新竹南寮）位移變化之統計比對.....	17
表 2-10、MZUM站（連江馬祖）位移變化之統計比對.....	17
表 3-1、3-1 式符號說明.....	19
表 3-2、觀測檔大小之適用性.....	23
表 3-3、成果概述檔資訊.....	24
表 3-4、2005/06/01 12 個e-GPS基準站之動態解算筆數.....	26
表 3-5、空間面分析之較差絕對範圍.....	28
表 3-6、空間面分析之較差平均值及中誤差.....	28
表 3-7、時間序列分析之較差絕對範圍.....	32
表 3-8、時間序列分析之較差平均值及中誤差.....	32
表 4-1、基線變化計算方式.....	34
表 4-2、不同地質區之基線長變化.....	38

一、前言

1-1 研究背景與目的

台灣地區位於環太平洋地震帶上(歐亞大陸與菲律賓板塊的縫合線上),屬造山運動(如皺摺、抬升)頻繁的區域,且菲律賓板塊以每年約7公分速度朝西北方向移動,導致台灣本島及周邊產生頻繁的地震,近幾年更因集集(1999)、成功(2001)等大地震造成嚴重傷害及財產損失,使得各界對地殼變位監測極為重視,期能藉由研究成果模擬地殼變動模式,進而提供地震預測、防災警報之用(胡植慶,2006;饒瑞鈞等,2006)。

全球定位系統(Global Positioning System, GPS)之發展及應用已臻成熟,可作為地殼變位監測及分析工具。該系統係由美國國防部自1973年開始建立、測試、發展並提供全球進行使用,其定位技術主要分為單點定位(Single Point Positioning, SPP)與相對定位(Relative Positioning)。單點定位以電碼訊號觀測量作定位,其平面精度可達10公尺;相對定位為公分等級(曾與儲,1999;Satirapod et al., 2006)。90年代,美國太空總署(National Aeronautics and Space Administration, NASA)噴射推進實驗室(Jet Propulsion Laboratory, JPL)提出「精密單點定位」(Precise Point Positioning, PPP),其不同於SPP之處為同時使用電碼及載波觀測量組成線性方程式,並利用精密星曆(衛星軌道、鐘差改正)及各誤差項改正值進行後處理計算(Leick, 2004)。Zumberge et al. (1997)利用IGS(International GNSS Service)提供之精密星曆與衛星鐘差改正,再加上衛星天線偏差、地潮、海潮、大氣改正等作PPP計算,研究結果證實,接收1小時靜態數據可獲得10~20公分之精度、12小時靜態數據可獲得1~10公分之精度。

不同於相對定位坐標成果,PPP解算坐標為絕對位置解,不受參考站、地區性坐標系統等條件限制(King et al., 2002)。有鑒於此,本研究先探討內政部國土測繪中心(National Land Surveying and mapping Center, 以下簡稱NLSC)建立之台灣e-GPS衛星定位基準站在國際地球參考框架中之位移變化,進行時間序列分析。再以該成果為比較基準,探討網路自動化精密單點定位計算服務「Canadian Spatial Reference System PPP

service」(CSRS-PPP) 解算成果可達精度。並以測站成果組成基線長，針對台灣三個不同地質區域，分別以NLSC與CSRS-PPP之基線長變化成果進行時間序列分析，了解台灣內部相對變形狀況。

1-2 文獻回顧

GPS 定位具有連續觀測、近即時解算、不受氣候限制及便於自動化計算與管理等優點，近年已廣泛應用於監測工作上。內政部、中央氣象局、中央研究院及成功大學等各機關單位建置了涵蓋台灣及離島地區（澎湖、金門等）的 GPS 觀測網。在 1999 年集集大地震後，國科會推動「地震及活斷層研究」跨部會重大計畫，中央氣象局地震測報中心與中央研究院地球科學研究所合作於 2001~2005 期間設置 160 個 GPS 連續觀測站，連同原有測站，形成總數超過 200 站的密集 GPS 連續觀測網(余水倍, 2004)。

現有文獻中，對台灣地區速度場分析者包含 Yu et al. (1997) 與蔡旻穎 (2007)。Yu et al. (1997) 利用 Bernese GPS V.3.4 軟體 (Rothacher et al., 1993) 與 SIO (Scripps Institution of Oceanography) 及 IGS 提供之精密星曆，解算 1990 至 1995 年台灣地區 131 個活動站 (mobile station) 與 9 個固定站相對澎湖白沙 (S01R) 之速度場變化，並以任兩站相同時段 (session) 觀測資料聯合計算基線分量 (N、E、h) 及基線長度之均方根誤差，並透過線性迴歸計算基線長度平均變化率及中誤差，分析不同地質區域之基線長變化與台灣區域速度場。速度場成果如圖 1，海岸山脈區域的測站速度方向約為 $295^{\circ}\sim 348^{\circ}$ ；豐濱以南的測站移動速度範圍為 56~70 mm/yr，豐濱以北的測站移動速度有減緩的現象，移動速度的範圍為 11~40 mm/yr。縱谷斷層區域發生一重要現象，該區域測站的速度發生約 30 mm/yr 的不連續速度量，且大部份測站的速度方向主要朝西北、西北西移動。西部麓山區域 (褶衝帶區域) 測站主要向西移動，其速度場呈現扇狀，與目前第四紀地殼應力方向相符。高屏地區存在約 41~49 mm/yr 之速度量。在觸口斷層區域則有 10~28 mm/yr 之不連續速度量；觸口斷層區域的張力應變有累積的現象。海岸平原及台灣中央地區 (新竹、苗栗、台中) 產生的速度場並不顯著。中央山脈之基線方位角範圍為 $242^{\circ}\sim 309^{\circ}$ ，其長度伸長變化率為 11~27 mm/yr，其拉張變

形的原因為東台灣楔形後阻體產生傾斜聚合現象。北港高區以北區域，速度場方向逐漸改變，從向西改變成向北，最後改變為向東或向東南（宜蘭平原區域）。北台灣及宜蘭平原區域發生在西北-東南方向上的微小拉張現象，主要與沖繩海槽的弧後拉張作用有關。

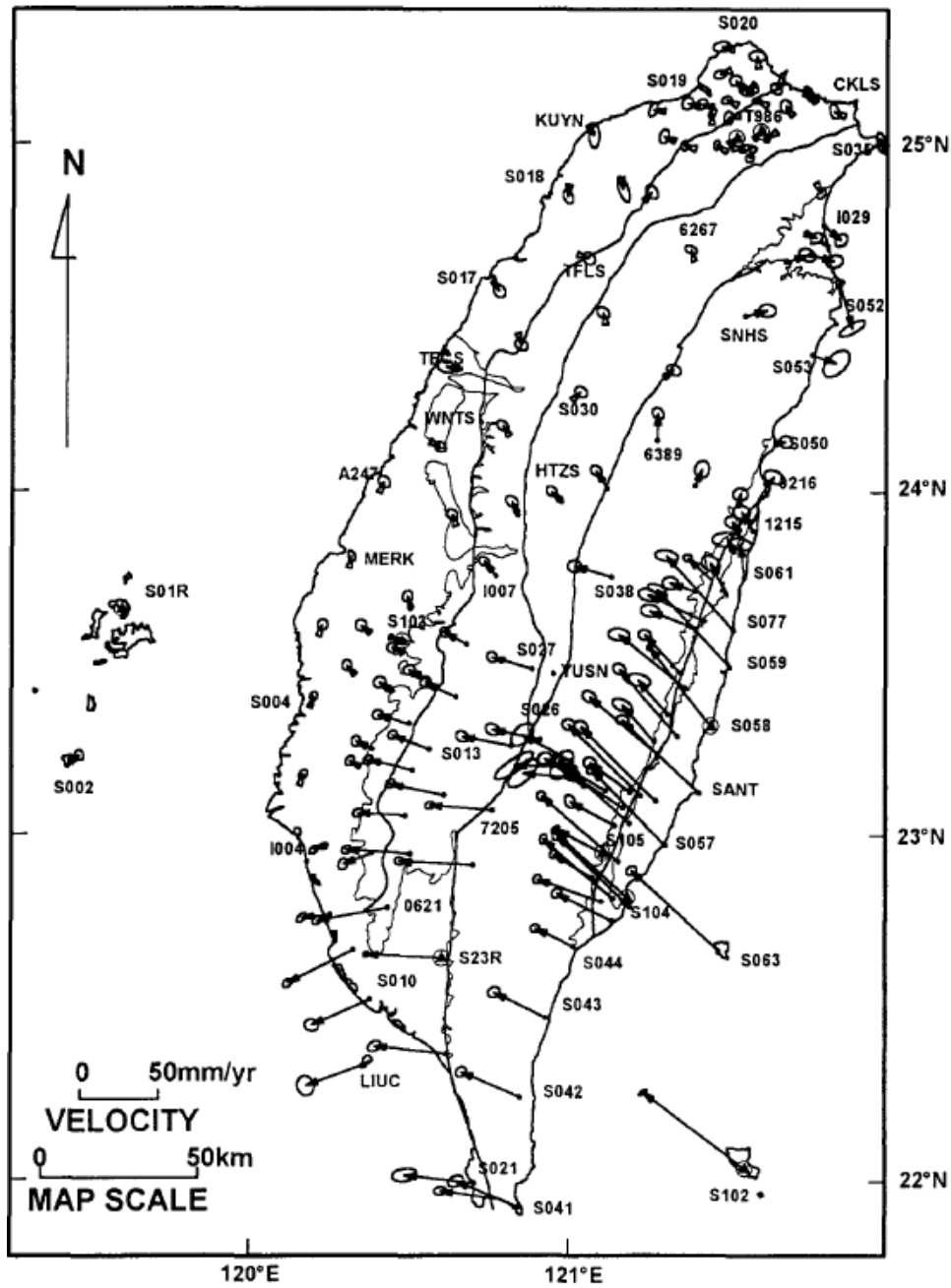


圖 1、台灣觀測網速度場 (Yu et al., 1997)

蔡旻穎 (2007) 考慮整體觀測網精度及約制站幾何分佈條件，選擇 IRKT (俄羅斯)、PERT (西澳)、TSKB (日本)、IISC (印度)、GUAM (關島)、WUHN (武漢)、COCO (澳洲) 共 7 個 IGS 連續觀測站，以核心站 (IISC、IRKT、GUAM、PERT、TSKB) 及測試站 (COCO、WUHN) 分 4 種組合聯合解算內政部、國立成功大學、中央研究院所設立的 21 個 GPS 連續觀測站之坐標及速度場，決定台灣觀測網的上級約制站。研究成果證實，以 5 個 IGS 約制站 (IISC、IRKT、GUAM、PERT、TSKB) 作為觀測網上級約制站所解算之成果最為理想。另外，該研究以 Bernese GPS V.4.2 軟體 (Hugentobler et al, 2001) 解算 1995~2005 之觀測資料，並加入空間濾波技術 (Spatial Filtering Technique) 消除區域性約制站所造成的系統偏差，分析東部地區 (6 個測站)、南部地區 (7 個測站)、北部及外島地區 (8 個測站) 相對於澎湖白沙站 (S01R) 之速度場變化，最後與 Yu et al. (1997) 中 1990 至 1995 年的台灣速度場、Yu et al. (1999) 中 1996 至 1998 年的呂宋島區域速度場、Yu et al. (2001) 中 1992 至 1999 年的東部區域速度場和內政部 (2006) 發表 2003 至 2005 年台灣地區速度場進行比對。研究成果中，東部地區之速度場量級、走向與前述研究相似 (朝西北方向移動)；南部地區速度場由東南往西北遞減；北部地區其速度場量級變化量較小，且與內政部 (2006) 所分析出速度場量級、方向相符；外島金門、馬祖測站之速度場量級與 Yu et al. (1999) 有差異，量級、方向與內政部 (2006) 相符。

1-3 研究方法

本研究利用 NRC (Natural Resources Canada) 建置的網路自動化精密單點定位解算服務系統「CSRS-PPP」作為觀測數據之解算工具，以「空間分佈」與「時間序列」兩種方式，將 CSRS-PPP 與 NLSC (原機關名稱為內政部土地測量局) 網形平差坐標成果進行較差分析。數據處理共分為兩組 (皆為全天靜態觀測資料)，第一組為 12 個 e-GPS 基準站觀測資料，觀測日期為 2005 年 6 月 1 日；第二組為 3 個 e-GPS 站觀測資料，觀測日期為 2005、2006、2007 各年 6 月 1 日~6 月 7 日；二組資料皆以 CSRS-PPP 提供之靜態、動態模式進行解算。

另外，選取 10 個分布於台灣三個不同地質區域之 e-GPS 衛星基準站，以 CSRS-PPP 解算 2005、2006、2007 各年 6 月 1 日~6 月 7 日全天靜態觀測資料，聯同 NLSC 的單日坐標成果計算坐標平均值、中誤差，並以該成果組成基線長，進行時間序列分析，最後將分析成果與 Yu et al. (1997) 研究成果比較。

1-4 論文架構

本論文利用網路自動計算服務系統「CSRS-PPP」作為台灣 e-GPS 衛星基準站觀測數據之解算工具，評估 CSRS-PPP 解算精度並探討測站位移、基線長度的變化量。論文架構共分為五章，簡述如下：

第一章「前言」：說明本論文之研究背景、目的及研究方法，並回顧國內外相關研究。

第二章「台灣地區測站位移與速度場」：利用 NLSC 提供 2005~2007 三年 e-GPS 衛星基準站坐標解算成果計算測站位移量，並與 Yu et al. (1997) 與蔡旻穎 (2007) 等研究成果作比對，驗證成果正確性。

第三章「CSRS-PPP 線上計算服務與精度探討」：將 CSRS-PPP 與 NLSC 計算成果進行較差計算與分析。

第四章「相對變形分析」：以時間序列之基線長變化探討台灣地區相對位移情形。

第五章「結論與建議」：研究成果總結與建議事項。

二、台灣地區測站位移與速度場

本章節將說明國土測繪中心之e-GPS衛星基準站坐標解算流程，並利用該解算成果之單日測站坐標（6月1日~6月7日），計算2005~2006年、2006~2007年之測站位移量，並與Yu et al. (1997)、蔡旻穎 (2007) 等研究成果比對。

2-1 NLSC Bernese 解算成果

「NLSC」之基準站觀測資料與參考坐標均使用Bernese V.4.2軟體 (Hugentobler et al, 2001)，以最小約制內政部陽明山衛星追蹤站坐標聯合解算獲得，可排除因區域性坐標系統誤差量衍生統計基準之不一致性（內政部土地測量局，2006）。

2-1-1 e-GPS 衛星基準站

NLSC 於 92 年度起規劃籌建「全國性 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統」，初期規劃至 95 年度建置臺灣本島及澎湖、金門、綠島、蘭嶼等離（外）島地區共 66 處基準站，其中包含 93 年度建置北部地區 23 處基準站，94 年度建置北部地區 20 處基準站，95 年度建置離（外）島及加密臺灣本島地區計 23 處基準站；至 96 年底共完成 79 個 e-GPS 衛星基準站之建置，並已連線運作，各基準站分布位置詳如圖 2-1；其主要目的為提供移動站使用者進行 VBS-RTK 或 Differential GPS (DGPS) 等即時性動態定位（內政部土地測量局，2006）。

e-GPS 即時動態定位系統基本組成可區分為三大組成單元，分別為「GPS 衛星定位基準網」、「控制及計算中心」、「移動站」。基準站連續接收 GPS 觀測資料，並透過網際網路將原始觀測資料傳輸至控制及計算中心。控制中心將觀測資料進行管制、儲存、處理與遠端監控，並計算區域性定位誤差修正資料，組成 VBS 虛擬觀測資料，然後透過行動電話 GSM/GPRS 及 RTCM 網際網路傳輸通訊協定 (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol, NTRIP) 將虛擬觀測資料傳送至移動站，最後聯合移動站觀測資料及虛擬觀測資料進行 RTK 定位解算（內政部土地測量局，2006）。

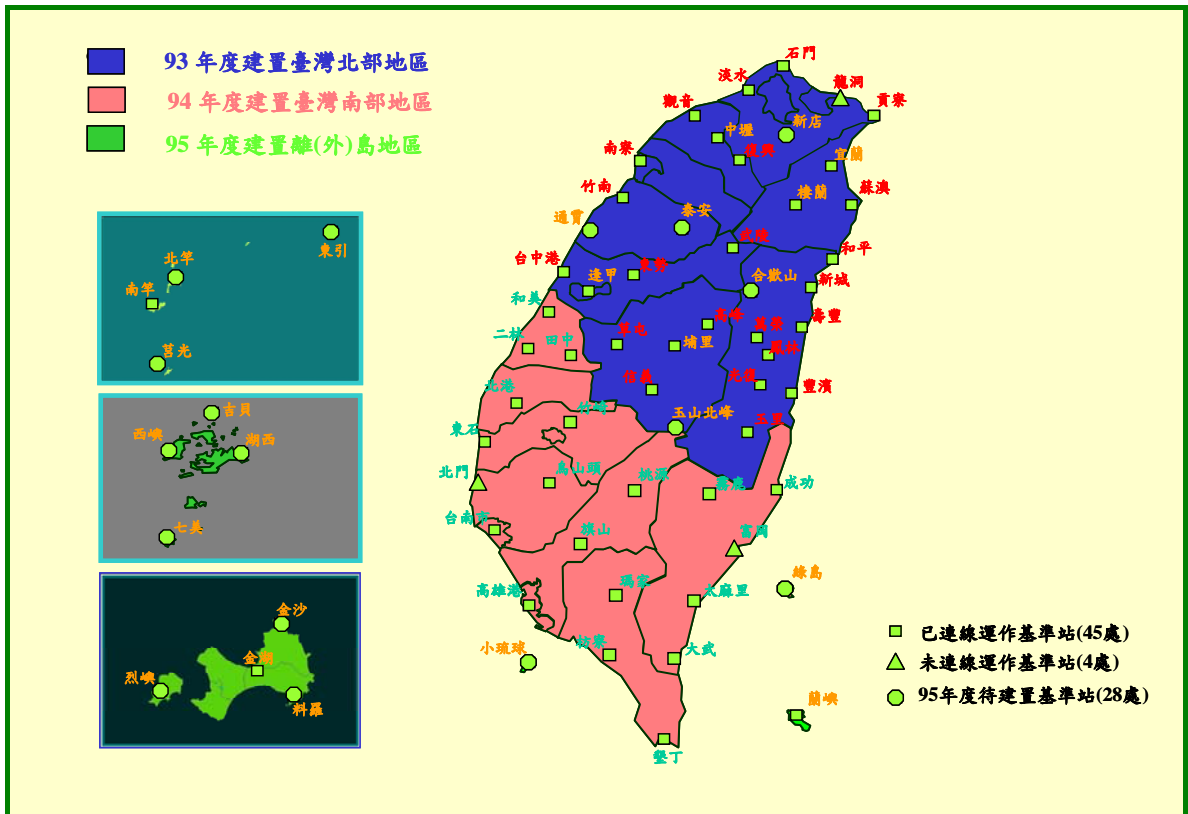


圖 2-1、全國性 e-GPS 衛星定位基準網分布圖（內政部土地測量局，2006）

2-1-2 精密坐標解算流程

目前 NLSC 針對 e-GPS 基準站之精密坐標計算流程為，先以固定內政部陽明山衛星追蹤站 TWD97 (Taiwan Datum 1997) 坐標解算各基準站坐標，再從中挑選位移量最小且資料接收最穩定之測站作為網形坐標及速度場解算之固定站，每天定時自動解算測站坐標及速度場。經計算分析後，以建置於苗栗竹南地政事務所之基準站(JUNA) 為固定站，其測站資訊如表 2-1。

表 2-1、苗栗竹南站之位置資訊

坐標基準框架	ITRF 94		
坐標定義起始時刻	2005 年 2 月 15 日 12:00:00		
固定站點名	X	Y	Z
JUNA	-2975764.7118 m	4976994.8411 m	2647324.2334 m
速度量	0.0083m/yr	-0.0006 m/yr	-0.0129 m/yr

NLSC 採用瑞士伯恩大學天文研究所發展之 Bernese GPS V.4.2 軟體 (Hugentobler et al, 2001) 及 IGS 公布之精密星曆 (Final)，每天解算各 e-GPS 基準站坐標，再針對各站單日坐標進行 TAU 測試 (τ -Test) 剔除粗差後，以線性方程式計算三軸坐標速度場；軟體計算流程如圖 2-2。

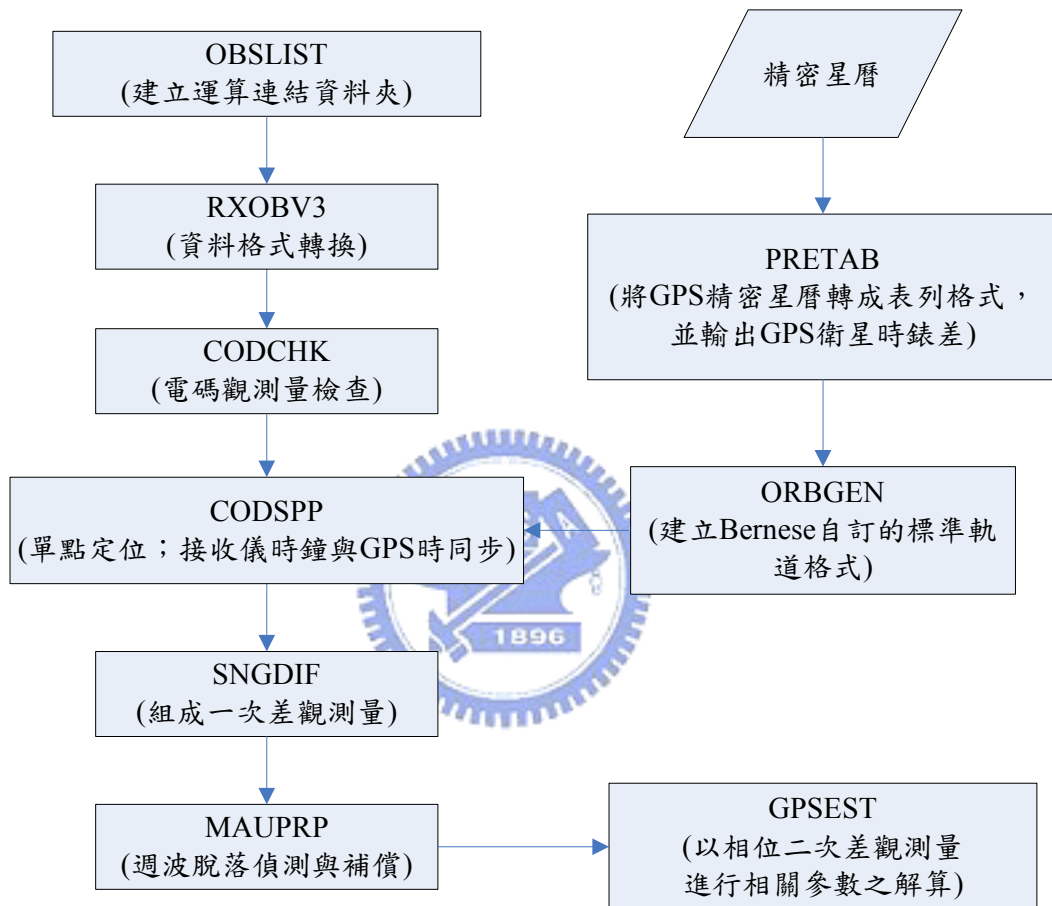


圖 2-2、Bernese 軟體解算流程 (Dach et al, 2007)

2-1-3 位移量分析

本研究使用NLSC解算2005、2006、2007各年6月1日至6月7日e-GPS基準站之單日坐標值，以「測站重複性(同時期)」、「無遷站因素」作為分析之條件，進行坐標位移量計算。經條件篩選後，2005~2006期間欲分析站數為17站，2006~2007期間為46站；詳細內容如表2-2。

表 2-2、NLSC 測站位移分析站數

計算方式	2006 坐標－2005 坐標	2007 坐標－2006 坐標
坐標日期	6/1~6/7	6/1~6/7
分析站數	17	46
站名 (位置)	FLNM (花蓮鳳林) KAFN (南投仁愛) FUSN (桃園復興) CAOT (南投草屯) GOLJ (台北貢寮) JUNA (苗栗竹南) SHJU (新竹南寮) SHMN (台北石門) SINY (南投信義) WULI (台中和平) FONB (花蓮豐濱) JULI (花蓮玉里) DOSH (台中東勢) VR01 (彰化和美) VR02 (彰化二林) VR03 (彰化田中) KYIN (桃園觀音)	FLNM (花蓮鳳林)、MZUM (連江南竿) PKGM (雲林北港)、TMAM (台東太麻里) KAFN (南投仁愛)、KDNM (屏東墾丁) KMNM (金門金湖)、FUSN (桃園復興) CAOT (南投草屯)、GOLI (台北貢寮) JUNA (苗栗竹南)、SHJU (新竹南寮) SHMN (台北石門)、SINY (南投信義) TACH (台中梧棲)、WULI (台中和平) FONB (花蓮豐濱)、JULI (花蓮玉里) DOSH (台中東勢)、VR01 (彰化和美) VR02 (彰化二林)、VR03 (彰化田中) KYIN (桃園觀音)、CHYI (嘉義東石) CISH (高雄旗山)、DAWU (台東大武) FALI (屏東枋寮)、JHCI (嘉義竹崎) MAJA (屏東瑪家)、WULU (台東海瑞) KASH (高雄鼓山)、WUST (台南官田) TAYN (高雄桃源)、GS10 (台北淡水) YILN (宜蘭市)、SICH (花蓮新城) WARO (花蓮萬榮)、CHGO (台東成功) FCU1 (台中西屯)、TCYU (桃園中壢) T102 (台東東河)、T104 (花蓮富里) T105 (花蓮富里)、T109 (台東關山) T110 (台東延平)、PLIM (南投埔里)

坐標位移計算流程如圖 2-3；首先將各年 6 月 1 日至 6 月 7 日每日坐標取平均值，作為該時期之測站位置供後續計算分析使用。再透過「PROJ.4」軟體 (USGS, 2000) 將大地坐標據轉換至台灣本島使用之二度分帶橫麥卡托坐標系統 (2°TM)，以平面坐標進行分析。各站之 N、E 坐標及橢球高均值計算數據列於附錄一、附錄二及附錄三。再將各年坐標均值進行相減，獲得 2005~2006、2006~2007 之測站位移量；計算成果

如附錄四、附錄五。最後利用「GMT」繪圖軟體(Wessel, 2008)將 2005~2006、2006~2007 期間台灣 e-GPS 衛星基準站位移分佈展繪，如圖 2-4 與圖 2-5。

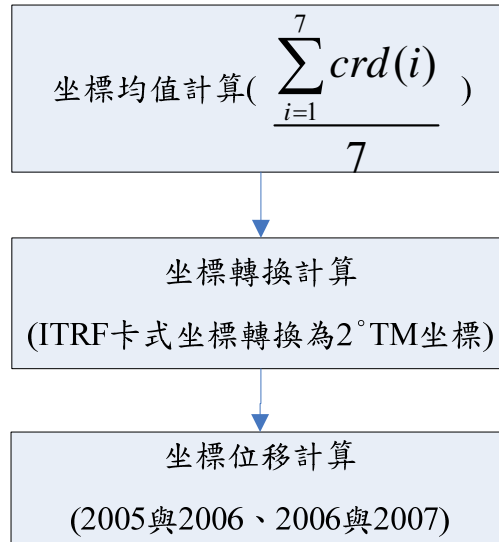


圖 2-3、NLSC 測站位移計算流程

圖2-4為2005~2006期間，17個e-GPS基準站相對於陽明山衛星追蹤站之移動分布。北部區域北端的GOLI（台北貢寮）、SHMN（台北石門）站變動量最小，且測站朝南向移動，位移量及方向分別為（9 mm/yr、184°）、（9 mm/yr、178°）。北部（共4站，除貢寮、石門站）、中部區域（5站）之測站主要朝南南西及西南移動，位移變化範圍為9~20 mm/yr、209°~246°。位於中央山脈區域的WULI（台中武陵）、KAFN（南投仁愛）、SINY（南投信義）三站主要朝西移動，測站位移變化為17~45 mm/yr、266°~293°。東部區域三個基準站量級差異不大，主要朝西移動，測站位移變化為40~46 mm/yr、262°~288°。

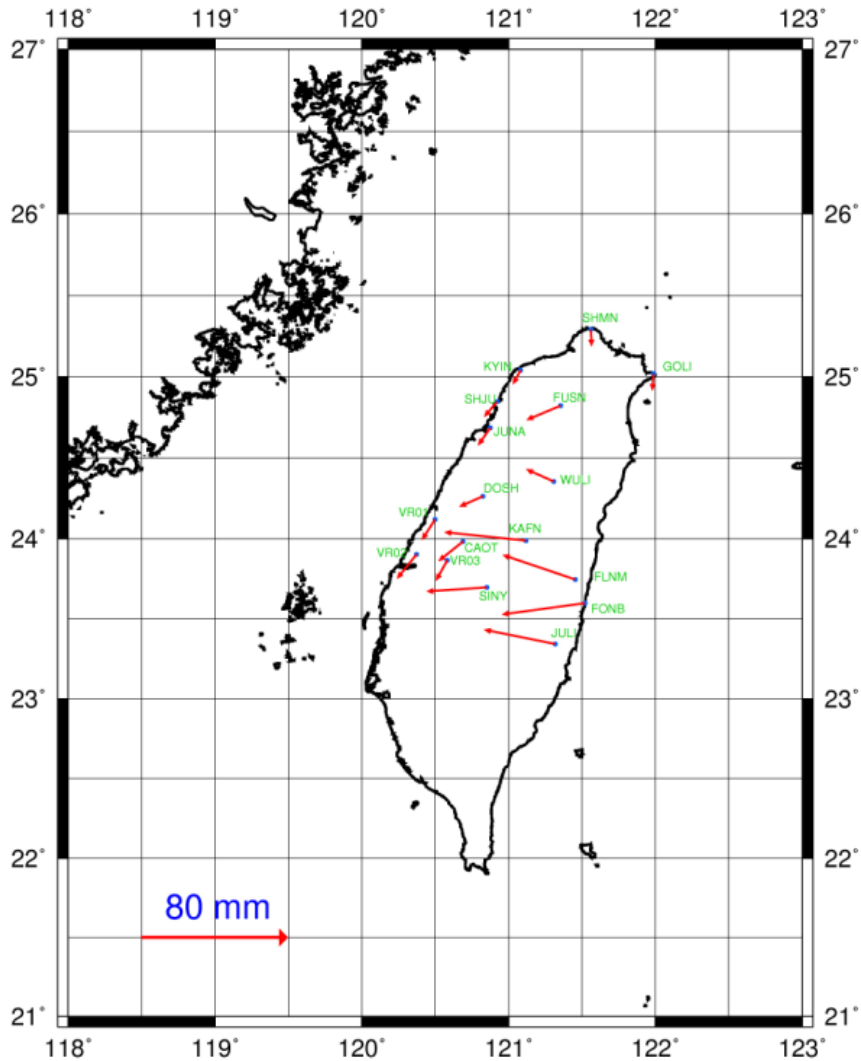


圖 2-4、2005~2006 年 17 個 e-GPS 基準站相對於
陽明山衛星追蹤站之測站位移分佈

圖 2-5 為 2006~2007 期間，46 個 e-GPS 基準站相對於陽明山衛星追蹤站之移動分佈。台灣宜蘭平原區域測站主要朝南向移動；該區域台北貢寮、宜蘭站之位移量及方向分別為 (12.6 mm/yr、178°)、(12.4 mm/yr、167°)。北部區域 (8 站) 測站主要朝南南西移動，測站位移變化範圍約 (9~15 mm/yr、193°~227°)。中部區域 (11 站) 測站主要朝西南移動，測站位移變化範圍約 (12~21 mm/yr、190°~240°)。位於中央山脈區域較北邊的 WULI (台中武陵) 站的位移量級較該區域其他測站小且朝西南西移動，測站移動變化為 (10 mm/yr、252°)，其他位於中央山脈中部區域 KAFN (南投仁愛)、

SINY (南投信義)、PLIM (南投埔里) 三個測站主要朝西向移動，其測站位移變化範圍約 (30~43 mm/yr、266°~277°)。南部區域 (7 站) 測站主要朝西南及西南西方向移動，測站位移變化為 (40~99 mm/yr、226°~273°)。東部海岸山脈區域北端的 SICH (花蓮新城) 站位移變化為 (17.9 mm/yr、241°)，位移量較該區域其他測站小且朝西南移動；其餘 10 個測站主要朝西及西北向移動，測站位移變化為 (28~56 mm/yr、263°~307°)；東部海岸山脈區域南邊的 TMAM (台東太麻里)、T110 (台東延平) 站主要朝西南移動，測站位移變化分別為 (82 mm/yr、245°)、(35.3 mm/yr、230°)。外島區域金門、馬祖站之測站位移變化分別為 (9.8 mm/yr、200°)、(19 mm/yr、186°)。

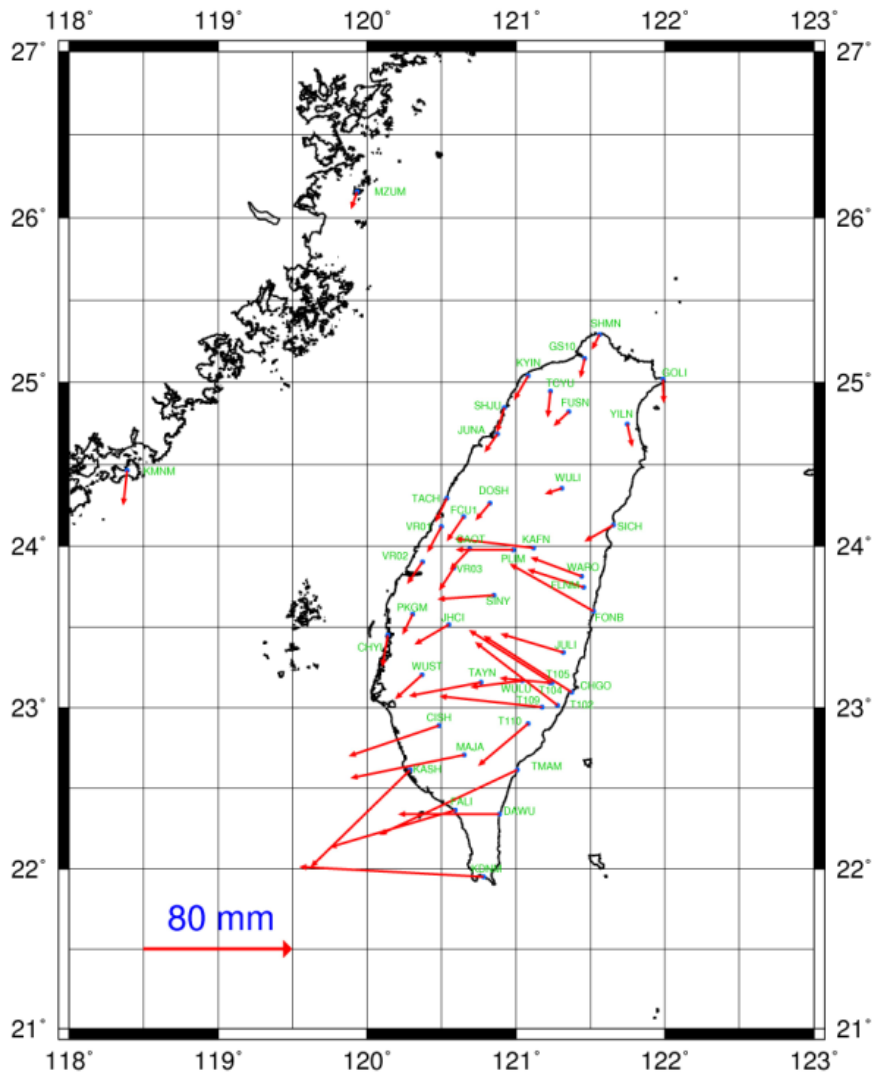


圖 2-5、2006~2007 年 46 個 e-GPS 基準站相對於陽明山衛星追蹤站之測站位移分佈

2-2 研究成果比對

Yu et al. (1997) 利用 1990~1995 共 5 年觀測資料獲得台灣地區 139 個觀測站相對於穩定大陸邊緣澎湖白沙站 (S01R) 之水平方向速度場變化；蔡旻穎 (2007) 以 1995~2005 之 GPS 連續觀測資料計算, 探討國內約制站相對於澎湖白沙站之速度場變化。

至 2006 年 6 月為止, NLSC (e-GPS) 解算網中澎湖白沙站尚未完成建置與連線, 無本研究欲分析之數據, 故針對基準站中選擇與澎湖白沙位置最為接近的「CHYI」站 (位於嘉義縣東石鄉東石漁港) 作為固定點位, 將 2006~2007 各站位移分量直接扣除該站之位移影響 (表 2-3), 獲得相對於嘉義東石站之測站位移變化；另外, 將 Yu et al. (1997)、Yu et al. (1999)、蔡旻穎 (2007) 得到台灣觀測站速度場成果視為測站位移變動量, 進行比對。

表 2-3、嘉義東石站之位移資訊

時間	2006~2007	
坐標基準	台灣二度分帶橫麥卡托坐標系統	
位移量	N	E
	-0.017 m	-0.003 m

2-2-1 區域性比較

圖 2-7 為 2006~2007 年 46 個 e-GPS 站相對於 CHYI 站之測站位移分布 (各站位移資訊詳見附錄六)。台灣北部與宜蘭平原區域 (共 9 站) 測站移動方向與 Yu et al. (1997) 研究成果 (1.1~13.2 mm/yr、 5° ~ 353°) 相似, 呈扇形狀分布；該區域 9 個測站之位移變化範圍為 (3~11 mm/yr、 6° ~ 353°)。中部區域 (11 站) 測站主要朝西北及北北西方向移動, 測站位移變化範圍約 (5~17 mm/yr、 289° ~ 338°)。位於中央山脈區域較北邊的 WULI (台中武陵) 站位移量級較該區域其他測站小且朝北北西移動, 測站移動變化為 (15 mm/yr、 337°)。其他位於中央山脈中部區域 KAFN (南投仁愛)、SINY (南投信義)、PLIM (南投埔里) 三個測站主要朝西北西移動, 其測站位移變化範圍約 (31~45 mm/yr、

235°~302°)。南部區域(7站)測站主要朝西及西北西方向移動，測站位移變化為(37~99 mm/yr、235°~288°)，與Yu et al. (1997)、蔡旻穎(2007)等成果相似，速度場方向主要朝西北移動，量級由東南向西北遞減。東部海岸山脈區域北端的SICH(花蓮新城)站位移變化為(15.1 mm/yr、303°)，位移量較該區域其他測站小且朝西北西移動；其餘10個測站主要朝西北西及西北向移動，測站位移變化為(28~66 mm/yr、294°~321°)，與Yu et al.(1997)中(27.31~78.3 mm/yr、293°~313°)、Yu et al.(2001)中(26.5~64.4 mm/yr、285°~308°)、蔡旻穎(2007)中(29.86~70.5 mm/yr、285°~310°)等成果大致相似，呈西北方向穩定移動；東部海岸山脈區域南邊的TMAM(台東太麻里)、T110(台東延平)二站主要朝西南西移動，測站位移變化分別為(73.4 mm/yr、256°)、(24.6 mm/yr、257°)。外島區域金門、馬祖站之測站位移變化分別為(2 mm/yr、154°)、(7.7 mm/yr、358°)。

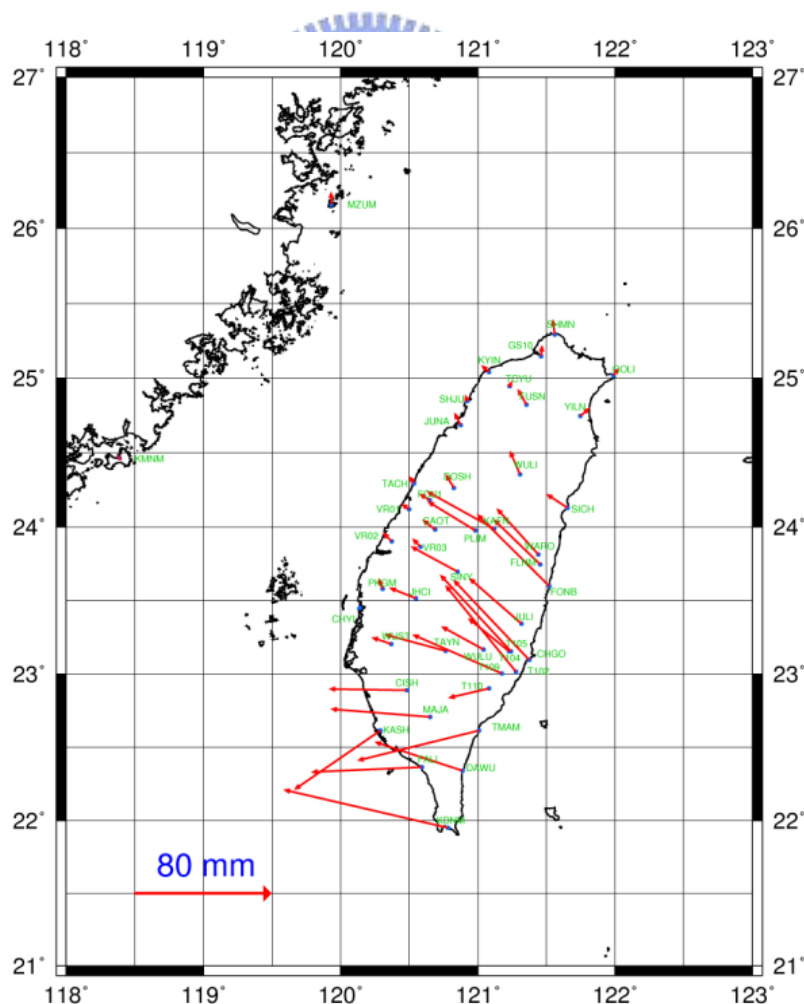


圖 2-6、2006~2007 年 46 個 e-GPS 站相對於嘉義東石站之位移分布

2-2-2 測站比較

為進一步了解相同測站之位移變化，另將 e-GPS 基準站與 Yu et al. (1997)、Yu et al. (1999)、Yu et al. (2001)、蔡旻穎 (2007) 研究之觀測站進行整理，相同測站為 FLNM (花蓮鳳林)、TMAM (台東太麻里)、PKGM (雲林北港)、KASH (高雄鼓山)、KDNM (屏東墾丁)、SHJU (新竹南寮)、MZUM (連江馬祖) 共 7 站。表 2-4 至表 2-10 為各測站之位移變化比對資訊 (速度值視為單年位移量)。

2005~2007 期間，東部地區 FLNM 站單年位移變化與 Yu et al. (1997) 中 1990 至 1995 年和蔡旻穎 (2007) 中 2003 至 2005 年速度場數值相較下，量級大致相近 (最大差異量為 8 mm)，朝西北方向穩定移動。但 TMAM 站位移量級增加約 40 mm，且位移方向由西北西變成西南西，可能原因為特定事件 (如地震等) 造成測站位置明顯改變，如 2007 年 1 月 25 日蘭嶼地震站東北方 81.9 公里發生規模 6.2 的有感地震。

表 2-4、FLNM 站 (花蓮鳳林) 位移變化之統計比對

站名	成果來源	位移量 (mm/yr)	位移方位角 (°)	數據解算週期
FLNM	本研究	48	310	2005-2006(6/1~6/7)
	本研究	38	314	2006-2007(6/1~6/7)
	Yu et al.(1997)	40	295	1990.0000-1995.0000
	Yu et al.(2001)	27	308	1994.1000-1999.4000
	蔡旻穎(2007)	30	310	1995.0000-1999.7205
	蔡旻穎(2007)	40	306	2003.0000-2005.7500

表 2-5、TMAM 站 (台東太麻里) 位移變化之統計比對

站名	成果來源	位移量 (mm/yr)	位移方位角 (°)	數據解算週期
TMAM	本研究	73	245	2006-2007(6/1~6/7)
	Yu et al.(1997)	27	293	1990.0000-1995.0000
	Yu et al.(2001)	33	285	1994.1000-1999.4000
	蔡旻穎(2007)	35	285	1995.0000-1999.7205
	蔡旻穎(2007)	31	285	2003.0000-2005.7500

中部區域 PKGM 站位移變化與 Yu et al. (1999) 中 1996 至 1998 的呂宋島區速度場、蔡旻穎 (2007) 中 1995 至 2006 年的速度場數值相較下，位移量級及方向大致相似 (最大差異量為 3 mm)，朝北北西向穩定移動。

南部區域 KASH、KDNM 二測站位移變化與 Yu et al. (1999)、蔡旻穎 (2007) 的研究成果相較下，移動方向相似 (朝西南西及西北西移動)；但 KASH 站移動量增加約 13 mm、KDNM 站移動量增加約 46 mm。

北部及外島區域的 SHJU、MZUM 站與蔡旻穎 (2007) 成果相較下，移動方向由東南東改變朝北北西移動，且量級較為減緩。

表 2-6、PKGM 站 (雲林北港) 位移變化之統計比對

站名	成果來源	位移量 (mm/yr)	位移方位角 (°)	數據解算週期
PKGM	本研究	7	339	2006-2007(6/1~6/7)
	Yu et al.(1999)	9	330	1996.0000-1998.0000
	蔡旻穎(2007)	10	325	1995.0000-1999.7205
	蔡旻穎(2007)	6	325	2003.9397-2006.0000

表 2-7、KASH 站 (高雄港站) 位移變化之統計比對

站名	成果來源	位移量 (mm/yr)	位移方位角 (°)	數據解算週期
KASH	本研究	61	235	2006-2007(6/1~6/7)
	蔡旻穎(2007)	48	247	2003.0000-2005.7500

表 2-8、KDNM 站 (屏東墾丁) 位移變化之統計比對

站名	成果來源	位移量 (mm/yr)	位移方位角 (°)	數據解算週期
KDNM	本研究	99	283	2006-2007(6/1~6/7)
	Yu et al.(1999)	36	276	1996.0000-1998.0000
	蔡旻穎(2007)	53	282	1996.0000-2006.0000

表 2-9、SHJU 站（新竹南寮）位移變化之統計比對

站名	成果來源	位移量 (mm/yr)	位移方位角 (°)	數據解算週期
SHJU	本研究	10	335	2005-2006(6/1~6/7)
	本研究	4	344	2006-2007(6/1~6/7)
	蔡旻穎(2007)	13.36	106	2004.0000-2006.0000

表 2-10、MZUM 站（連江馬祖）位移變化之統計比對

站名	成果來源	位移量 (mm/yr)	位移方位角 (°)	數據解算週期
MZUM	本研究	8	358	2006-2007(6/1~6/7)
	Yu et al.(1999)	12	110	1996.0000-1998.0000
	蔡旻穎(2007)	15.36	109	1996.0000-2006.0000



三、CSRS-PPP 線上計算服務與精度探討

本章第一部分將概略說明精密單點定位之基本原理與發展現況；第二部份介紹 CSRS-PPP 使用方式及流程；第三部份使用 2005 年 6 月 1 日 12 個台灣 e-GPS 衛星基準站及 2005、2006、2007 三年 6 月 1 日至 6 月 7 日 3 個 e-GPS 基準站之全天靜態觀測資料進行線上 CSRS-PPP 解算，分別以「空間分佈」與「時間序列」方式將解算成果與 NLSC 網形平差成果進行較差分析，評估 CSRS-PPP 之解算精度。

3-1 精密單點定位原理與實踐

90 年代期間，美國太空總署 (National Aeronautics and Space Administration, NASA) 噴射推進實驗室 (Jet Propulsion Laboratory, JPL) 提出了新一代的 GPS 定位技術，稱為「精密單點定位 (Precise Point Positioning, PPP)」(Zumberge, 1999)。Zumberge et al. (1998) 將接收儀鐘差視為估值，並利用卡曼濾波 (Kalman filter) 法將對流層延遲誤差進行隨機處理；研究結果證實，靜態 PPP 可獲得公分等級精度，動態 PPP 為公寸等級精度。

不同於傳統相對定位技術，PPP 使用單一接收儀進行資料接收，不需參考基站即可進行定位 (測站之間獨立不相關)，且定位成果建立在全球坐標系統上 (屬絕對定位解) (King et al., 2002)。3-1 式為使用電碼 (code) 與載波 (phase) 觀測量組成的觀測方程式 (Witchayangkoon, 2000)；各誤差項引入觀測方程式中，詳細內容如表 3-1。

$$\begin{aligned}\Phi_{i,k}^p &= \rho_k^p - cdt_k + cdt^p + \frac{c}{f_i} N_{i,k}^p + I_{k,i,\Phi}^p + T_k^p + d_{k,i,\Phi} + d_{k,i,\Phi}^p + d_{i,\Phi}^p + \varepsilon_{k,i,\Phi}^p \\ P_{i,k}^p &= \rho_k^p - cdt_k + cdt^p + I_{k,i,P}^p + T_k^p + d_{k,i,P} + d_{k,i,P}^p + d_{i,P}^p + \varepsilon_{k,i,P}^p\end{aligned}\quad (3-1)$$

表 3-1、3-1 式符號說明 (Witchayangkoon, 2000)

符號	說明	符號	說明
i	頻率識別號 (1或2)	dt_k	接收儀鐘誤差，單位(s)
f_i	頻率	dt^p	衛星軌道誤差，單位為公尺
k	接收站識別號	$I_{k,i,\Phi}^p, I_{k,i,p}^p$	電離層遲滯，單位為公尺
p	衛星識別號	T_k^p	對流層遲滯，單位為公尺
Φ_k^p	載波相位距離觀測量，單位為公尺	$d_{k,i,\Phi}, d_{k,i,p}$	接收儀震盪器遲滯量
P_k^p	虛擬距離觀測量，單位為公尺	$d_{k,i,\Phi}^p, d_{k,i,p}^p$	虛擬距離觀測量及載波距離觀測量之多路徑效應，單位為公尺
ρ_k^p	真幾何距離，單位為公尺	$d_{i,\Phi}^p, d_{i,p}^p$	衛星震盪器遲滯量
N_k^p	整數週波未定值	$\epsilon_{k,i,\Phi}^p, \epsilon_{k,i,p}^p$	觀測之雜訊，單位為公尺

PPP 主要重點在於資料後處理的方法，即『誤差模式化』。如圖 3-1，將原始觀測檔 (RINEX) 進行觀測量品質篩選，然後使用 JPL 或 IGS (International GNSS Service) 等國際組織所提供的精密星曆資料 (衛星軌道、時鐘誤差改正參數)，以電碼及載波兩種觀測量組成電離層誤差線性方程式，及其他誤差模式 (如地潮、海潮、大氣改正) 降低各誤差項的影響 (Leick, 2004; Zumberge et al., 1997; Witchayangkoon, 2000)，最後進行最小二乘估計將粗差剔除，獲得測站坐標、接收儀鐘差、天頂向對流層延遲量、精度指標等未知數。

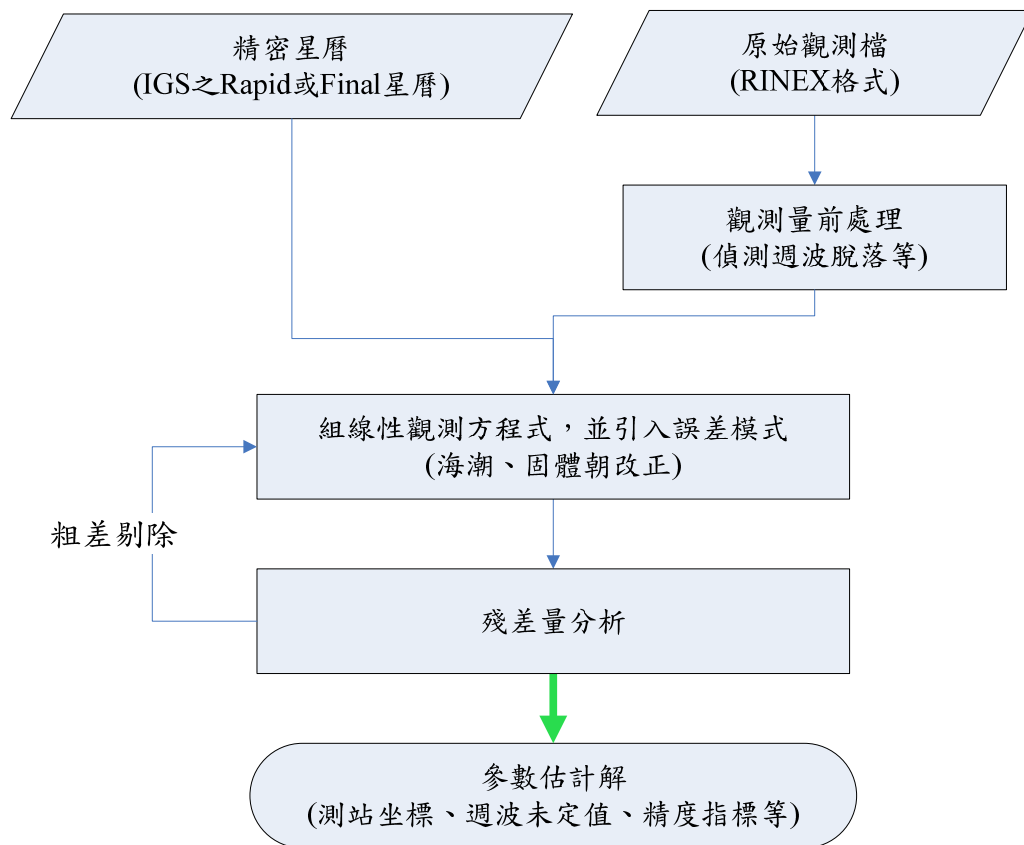


圖 3-1、PPP 之實踐流程 (Zhang, 2005)

3-2 CSRS-PPP 線上計算服務

近年來國際上許多政府部門及研究單位發展出網際 GPS 自動化算服務系統，例如 SOPAC (Scripps Orbit and Permanent Array Center) 的「SCOUT」、NASA (National Aeronautics and Space Administration) 的「Auto-Gipsy」(Zumberge, 1999; Ghoddousi, 2006; 劉俊宏, 2000)。使用者透過超文本傳輸協議 (HTTP) 或文件傳輸協議 (FTP) 將觀測資料檔上傳至計算系統，系統立即以自動化方式進行解算，並以電子郵件通知使用者成果放置位置 (連結網址)；這些 GPS 線上計算服務省去使用者在內業後處理軟體的熟悉、操作時間。

「CSRS Online Geodetic Tools」為 NRC 建置之 GPS 線上計算服務系統，其使用介面如圖 3-2，主要提供有關大地測量之精密資料下載及線上坐標計算的服務，計算項目包含大地坐標轉換、高程基準轉換、二測點之距離及方位角計算、精密單點定位解算、『GPS Calendar』查詢等 (NRC, 2004a)。

Canadian Spatial Reference System Online Geodetic Tools

NTv2	Transforms between NAD27 and NAD83(Original) geographic or UTM coordinates. * (NTv2 Details)
TRNOBS	Transforms Latitude/Longitude/Ellipsoidal Heights between the NAD83CSRS and ITRF reference systems. (TRNOBS Details)
GSRUG	Converts between Geographic and UTM coordinates. (GSRUG Details)
INDIR	Perform either a geodetic direct or inverse computation. (INDIR Details)
GPS·H	Transforms Canadian NAD83CSRS / ITRF ellipsoidal heights to orthometric heights compatible to CGVD28 (height above mean sea level) using HT2_0 model. (GPS·H Details)
CSRS-PPP	An online Global GPS Processing Service - Process RINEX observations from single or dual-frequency receivers operation in static or kinematic mode. (CSRS-PPP Details)
GPS Calendar	These calendars will help you convert a typical calendar day to either the Day of Year or GPS Week #.

Related Information

* Contact your [Provincial Survey Agency](#) for other transforms Grid Shift Files that might be available for your area. Example: "NAD83(Original)" to "NAD83CSRS " or "ATS77" to "NAD83CSRS".

圖 3-2、CSRS 線上服務系統介面

CSRS (Canadian Spatial Reference System) 除提供精密星曆等資料下載外，使用者可透過電子帳號及密碼登入，使用 CSRS 之線上計算服務；此系統之帳號註冊與線上計算皆毋須繳交任何費用 (Waypoint Products Group, 2006)。帳號註冊流程如圖 3-3，註冊內容包含使用者的姓名、電子信箱、密碼、國家、城市、所屬單位、地址、電話等。在註冊過程中，CSRS 提出若干法律遵守條款，重點整理如下 (NRC, 2008)：

- (1) 軟體使用或計算成果不得轉售或作為其他商業行為
- (2) CSRS 對計算成果不給予認證及責任擔保

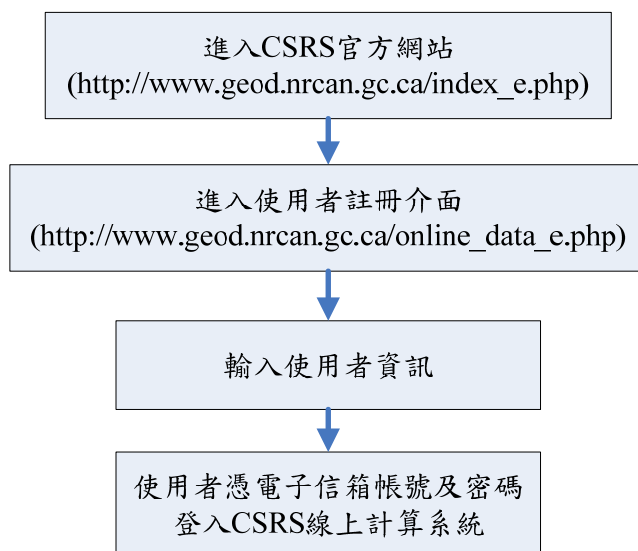


圖 3-3、CSRS 線上計算服務註冊流程

CSRS-PPP 為線上精密單點定位資料後處理計算工具，主要目的為簡化繁雜的計算流程 (NRC, 2008a)，使用介面如圖 3-4。使用者僅需透過網際網路上傳觀測檔案並設定兩項參數，即可開始線上計算。該計算系統分為靜態 (static) 及動態 (kinematic) 二種解算模式，計算後的點位坐標系統又分為 NAD83 (North American Datum of 1983) 及 ITRF 二種坐標成果 (Nylen et al., 2007; Ferland, 2005)；操作流程如圖 3-5。

CSRS-PPP

CSRS-PPP is an on-line application for GPS data post-processing that allows GPS users to submit observation data over the Internet and recover, using precise GPS Orbit and Clock information, enhanced positioning precisions in the Canadian Spatial Reference System (CSRS) and the International Terrestrial Reference Frame (ITRF).

Select one RINEX File:

(Compression: none or zip (.zip), gzip (.gz) or UNIX Compress (.Z))
(Format: RINEX or Compact RINEX (Hatanaka))

Select Mode of Processing: Static Kinematic

Select Reference System: NAD83-CSRS ITRF

Enter/Change E-Mail to which results will be sent:

File Upload/Processing:

(Note: Processing will start once the upload is completed which may take a few minutes)

~~~ CSRS-PPP ~~~

Online service developed and maintained by [Geomatics for Northern Development \(GND\)](#)

圖 3-4、CSRS-PPP 使用介面

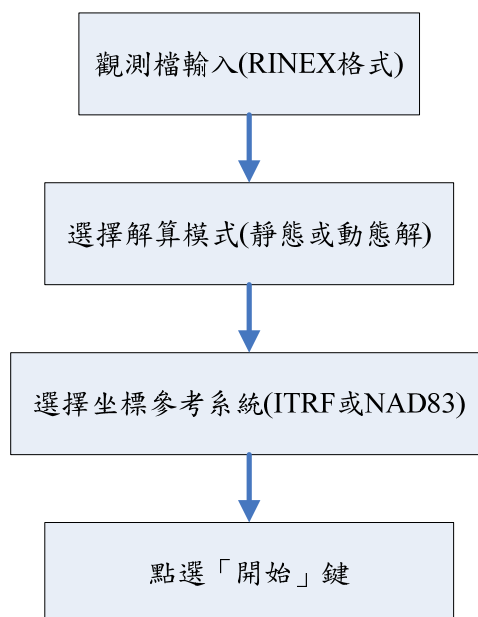


圖 3-5、CSRS-PPP 使用流程

CSRS-PPP 除了對觀測檔必須為 RINEX 格式規定外，對檔案上傳大小亦作限制(規定內容如表 3-2)。CSRS-PPP 允許使用者上傳原始觀測檔 (.O 檔)，亦接受 gzip(.gz)、zip(.z)、unix compression(.Z)三種壓縮檔格式 (NRC, 2004)。檔案大小、格式檢查無誤後，即可開始進行解算。

表 3-2、觀測檔大小之適用性

| 項目      | 說明                                 |
|---------|------------------------------------|
| 最小觀測時間段 | 無觀測時間段最少限制；惟觀測資料過少<br>仍將影響解算精度及正確性 |
| 最大觀測時間段 | 可解算連續 6 天的觀測檔資料，但檔案大小限制為 100Mb     |

當系統完成解算後，以電子郵件通知使用者計算成果的下載網址。計算成果共分成「成果概述檔 (.sum)」、「完整成果檔 (.pos)」及「圖像成果檔 (.pdf)」三個檔案。成果概述檔案內容主要分為三個部份，詳細內容如表 3-3。完整成果檔則含有每筆觀測資料 (epoch-by-epoch) 的屬性資料、參數改正值、對流層改正值、坐標較差值及坐標估值等，如站名、觀測時間、GDOP 值、衛星誤差改正值、對流層改正值、坐標估值 (經緯度、橢球高) 等。在 CSRS-PPP 靜態解算模式中，最終可獲得測站的單一坐標估值，動態解算模式則獲得每筆觀測量的坐標估值；動態解算模式之觀測量解算方式分為兩種，分別為：

- (1) 『Forward』：將觀測資料隨時間序列向前計算
- (2) 『Backward』：將觀測資料隨時間序列向後計算

除前述各參數估值計算成果外，CSRS-PPP 亦產生隨時間序列之圖像成果，坐標 (經緯度及橢球高值) 較差值、坐標中誤差、天頂向對流層延遲誤差、測站時鐘誤差 (station clock offset)、電碼 (pseudo range) 及載波 (carrier phase) 觀測量殘差、週波未定值 (ambiguity) 圖像成果；如圖 3-6、圖 3-7 分別為坐標 (緯度) 中誤差分佈圖及對流層天頂向延遲分佈圖。

表 3-3、成果概述檔資訊

| 項目     | 內函資訊                                                                                                                         |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 詮釋資料   | 輸出及內部使用資料名稱。例如觀測檔名稱、衛星軌道、衛星時鐘星曆使用名稱。                                                                                         |
| 參數改正資料 | 包含週波脫落收斂值、衛星天線相位中心偏移量 (offset)、接收儀天線相位中心偏移量、地面氣象資訊、坐標轉換參數、海潮改正值。                                                             |
| 坐標計算資料 | 含有資料處理資訊 (解算模式、觀測量處理類型、參考框架、坐標系統、衛星截角 (Cutoff angle)、測站名稱、觀測時間段、觀測量間隔、觀測量筆數等)、坐標估計參數 (卡氏坐標、經緯度坐標、橢球高、與初始值的差異量、坐標中誤差)、衛星殘差資訊。 |

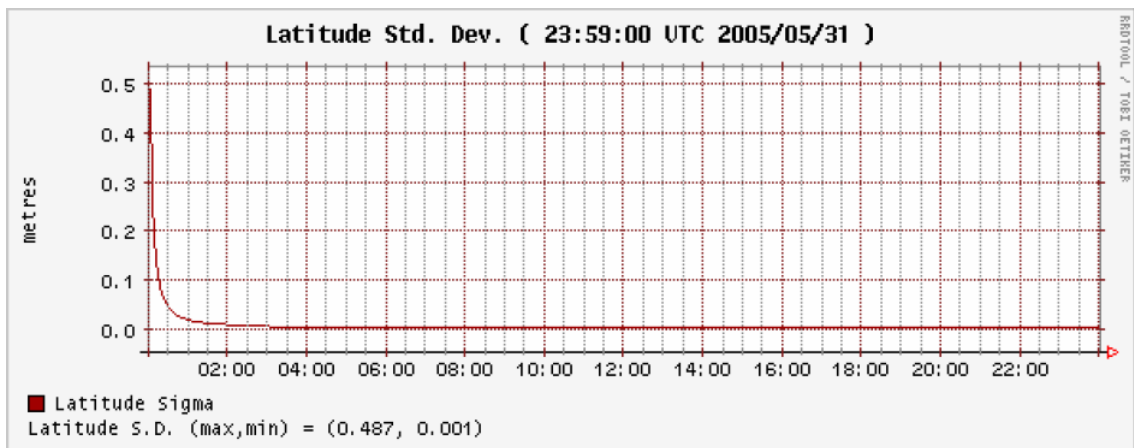


圖 3-6、坐標 ( 緯度 ) 中誤差分佈圖

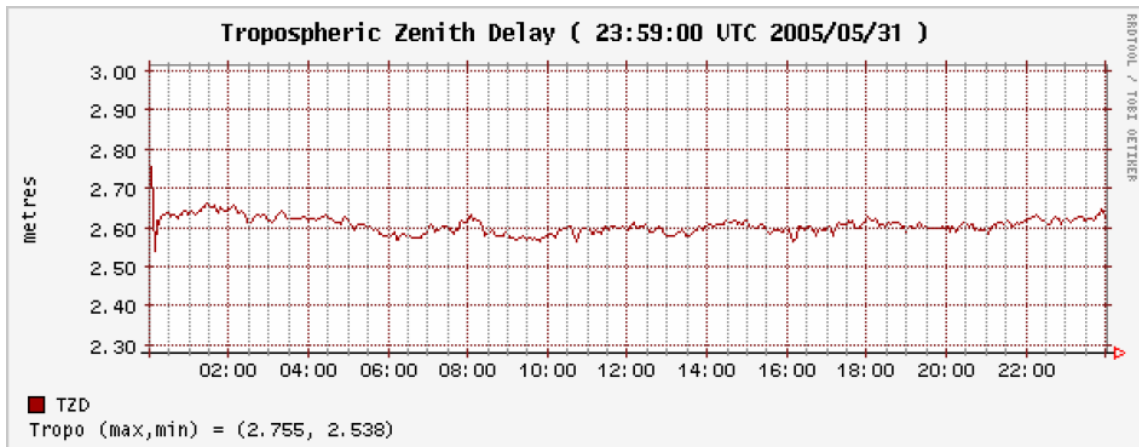


圖 3-7、對流層天頂向延遲分佈圖



### 3-3 CSRS-PPP 與 NLSC 精密坐標之比較

本研究使用網路自動化算服務系統 CSRS-PPP 兩種計算模式（靜態、動態），將 2005 年 6 月 1 日 12 個 e-GPS 衛星基準站及 2005、2006、2007 各年 6 月 1 日至 6 月 7 日 3 個 e-GPS 基準站之全天（24 小時）靜態觀測資料進行線上解算，獲得各日測站坐標，並將計算成果轉換至台灣橫麥卡托二度分帶坐標系統上，計算各年坐標平均值及均值中誤差，以「空間」與「時間」兩種方式，比較 CSRS-PPP 與 NLSC 網形平差計算成果之差異。計算流程如圖 3-8，分析內容包含坐標較差值、較差絕對值範圍、較差平均值及中誤差。

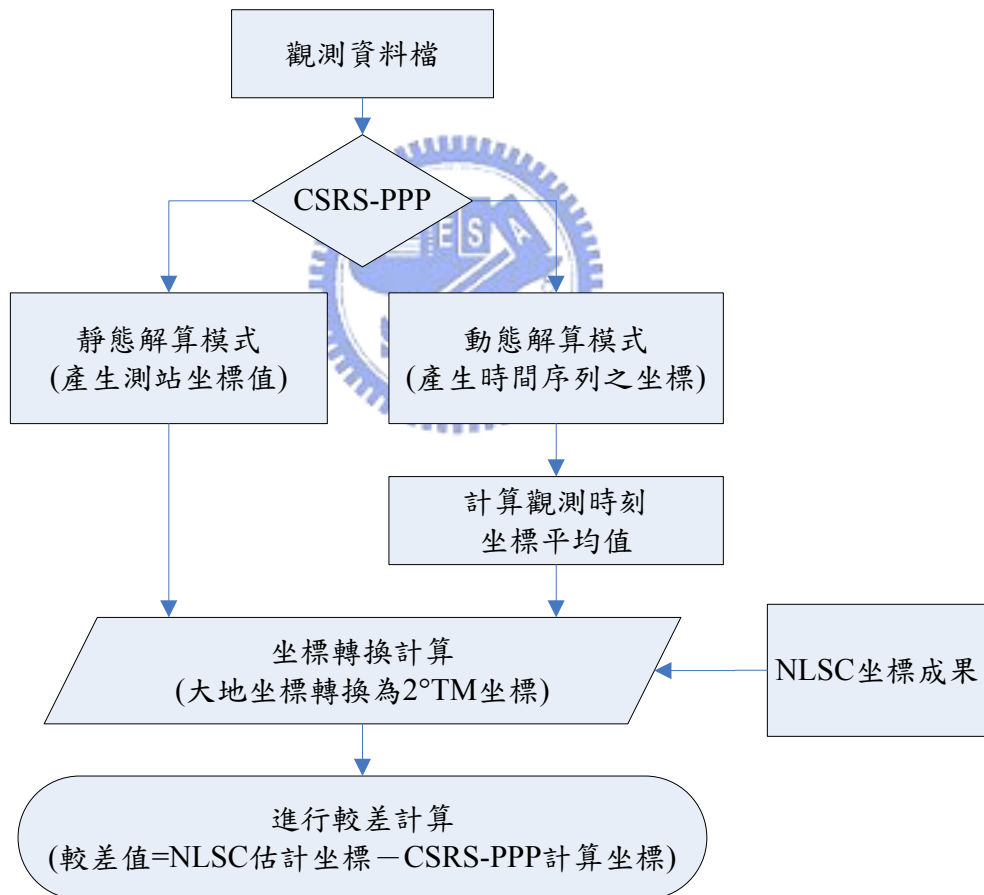
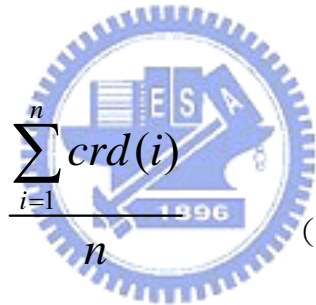


圖 3-8、坐標較差流程

### 3-3-1 不同空間位置

本研究以相同時間段（2005/06/01）作為基礎，將 CAOT（南投草屯）、DOSH（台中東勢）、FLNM（花蓮鳳林）、FUSN（桃園復興）、GOLI（台北貢寮）、JUNA（苗栗竹南）、SHJU（新竹南寮）、SHMN（台北石門）、SINY（南投信義）、TACH（台中港站）、VR01（彰化和美）、VR02（彰化二林）共 12 個 e-GPS 基準站全天靜態觀測資料（觀測資料間隔皆為一秒一筆，全天為 86400 筆）分別進行 CSRS-PPP 靜態及動態模式解算。

因 CSRS-PPP 動態解算成果為每一筆觀測資料皆產生坐標估值，無法與靜態解算成果直接比較（靜態解算模式可獲得測站的單一坐標估值），故處理策略為『將全部坐標估值加總除以觀測量解算筆數（ $n$ ）』（3-2 式），所得坐標平均值作為動態解算成果之測站單一估值；由完整成果檔（.pos）整理出各站之動態解算筆數列於表 3-4。



$$\frac{\sum_{i=1}^n crd(i)}{n} \quad (3-2)$$

表 3-4、2005/06/01 12 個 e-GPS 基準站之動態解算筆數

| 測站名稱 | 解算筆數  | 測站名稱 | 解算筆數  |
|------|-------|------|-------|
| CAOT | 86400 | SHJU | 86400 |
| DOSH | 86400 | SHMN | 86384 |
| FLNM | 86185 | SINY | 86399 |
| FUSN | 86394 | TACH | 86369 |
| GOLI | 86400 | VR01 | 86400 |
| JUNA | 86392 | VR02 | 86400 |



CSRS-PPP 產生的坐標估值分別有 ITRF 卡氏坐標 (X, Y, Z) 與 GRS80 (Geodetic Reference System 1980) 之經緯度、橢球高值。本研究以 PROJ.4 軟體 (USGS, 2000) 將 CSRS-PPP 經緯度數據與 NLSC 成果轉換至台灣本島使用之二度分帶橫麥卡托坐標系統上 (2°TM)；各站之 N、E 坐標及橢球高數據列於附錄七與附錄八，並作『較差值 = (NLSC 估計坐標 - CSRS-PPP 計算坐標)』計算；各站之較差成果如附錄九。圖 3-9、圖 3-10 分別為靜態、動態計算之空間面較差分布圖。

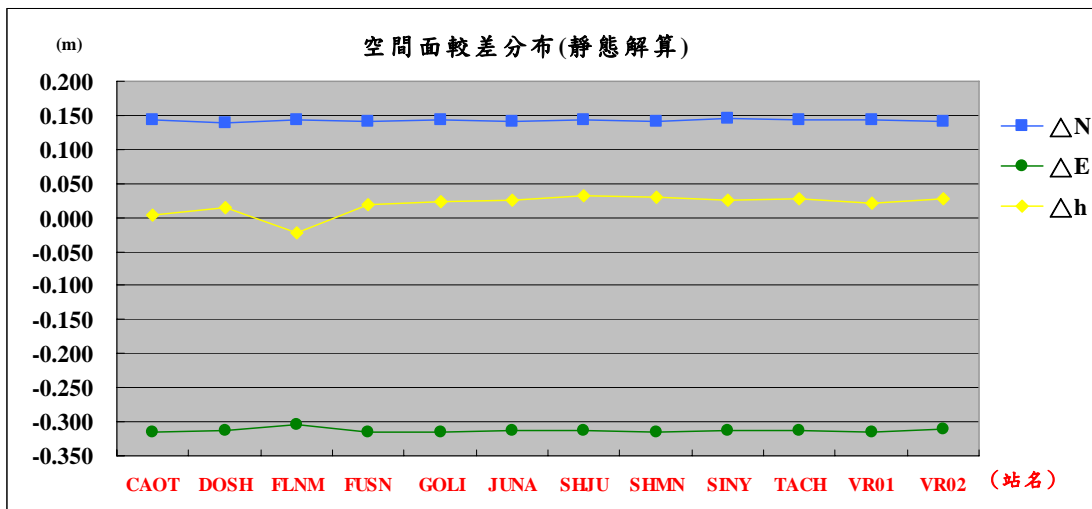


圖 3-9、2005/06/01 12 個 e-GPS 基準站之較差分佈圖 (靜態解算模式)

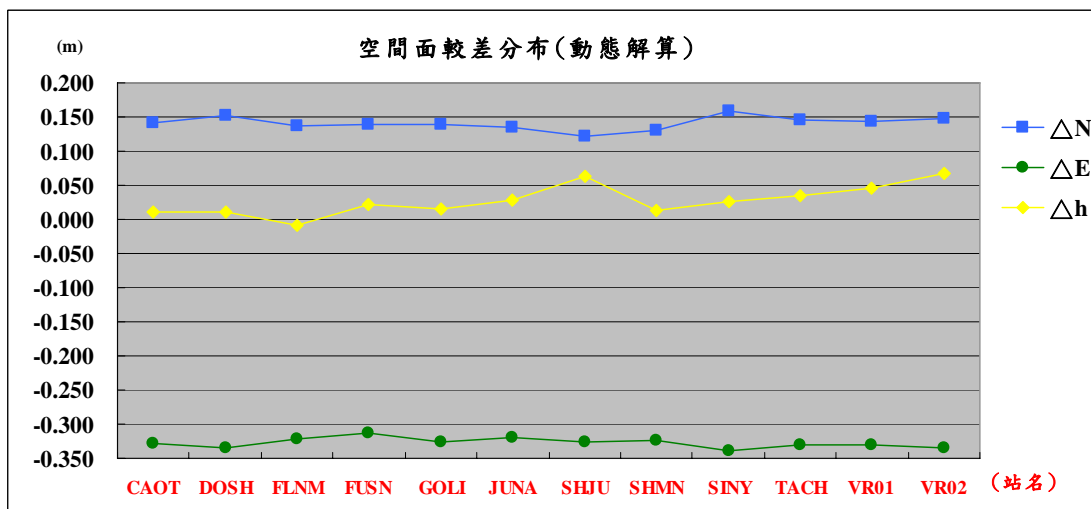


圖 3-10、2005/06/01 12 個 e-GPS 基準站之較差分佈圖 (動態解算模式)

由附錄九可整理出靜態、動態解算成果在 N、E、h 方向上之絕對值較差範圍（表 3-5），及計算 12 個 e-GPS 站之較差平均值、較差殘差值（附錄十）及較差均值中誤差（表 3-6）；較差絕對值範圍、較差平均值及其中誤差之值域取四捨五入至小數第三位。

表 3-5、空間面分析之較差絕對範圍（公尺）

| 解算模式 | N           | E           | h           |
|------|-------------|-------------|-------------|
| 靜態   | 0.139~0.145 | 0.304~0.316 | 0.004~0.031 |
| 動態   | 0.122~0.158 | 0.313~0.340 | 0.010~0.067 |

表 3-6、空間面分析之較差平均值及中誤差（公尺）

| 解算模式 | N            | E            | h           |
|------|--------------|--------------|-------------|
| 靜態   | 0.142±0.0004 | -0.313±0.001 | 0.019±0.004 |
| 動態   | 0.141±0.003  | -0.327±0.005 | 0.027±0.007 |

### 3-3-2 時間序列

本研究以 2005、2006、2007 三年時間序列段（各年 6 月 1 日至 6 月 7 日）作為基礎，將 JUNA（苗栗竹南）、FUSN（桃園復興）、GOLI（台北貢寮）共 3 個 e-GPS 基準站全天靜態觀測資料（觀測資料間隔皆為一秒一筆，全天為 86400 筆）進行 CSRS-PPP 靜態及動態精密單點定位解算。

如 3-3-1 所述，因 CSRS-PPP 動態解算模式產生每筆觀測資料坐標估值，無法與靜態解算成果直接比對，故以 3-2 式計算坐標平均值作為動態解算成果之測站單一估值；三站之動態解算筆數列於附錄十一。

同理，將二計算成果進行坐標轉換與較差計算。較差成果如附錄十二、附錄十三、附錄十四。圖 3-11~圖 3-16 為三站之時間序列較差分布圖。

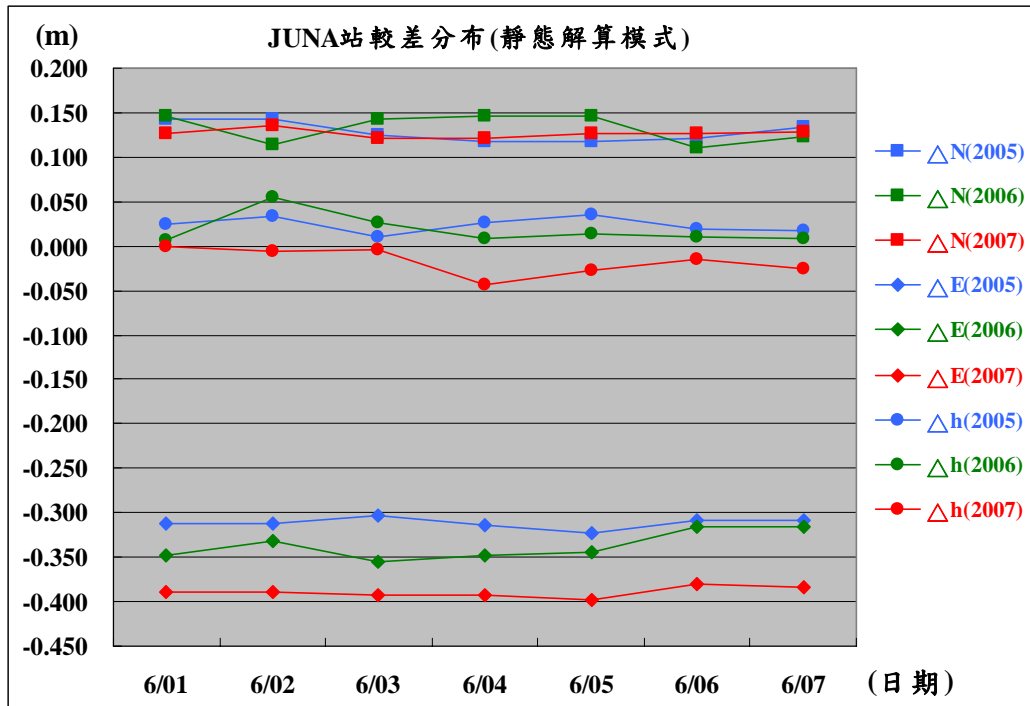


圖 3-11、JUNA 站之較差分佈圖 (靜態解算模式)

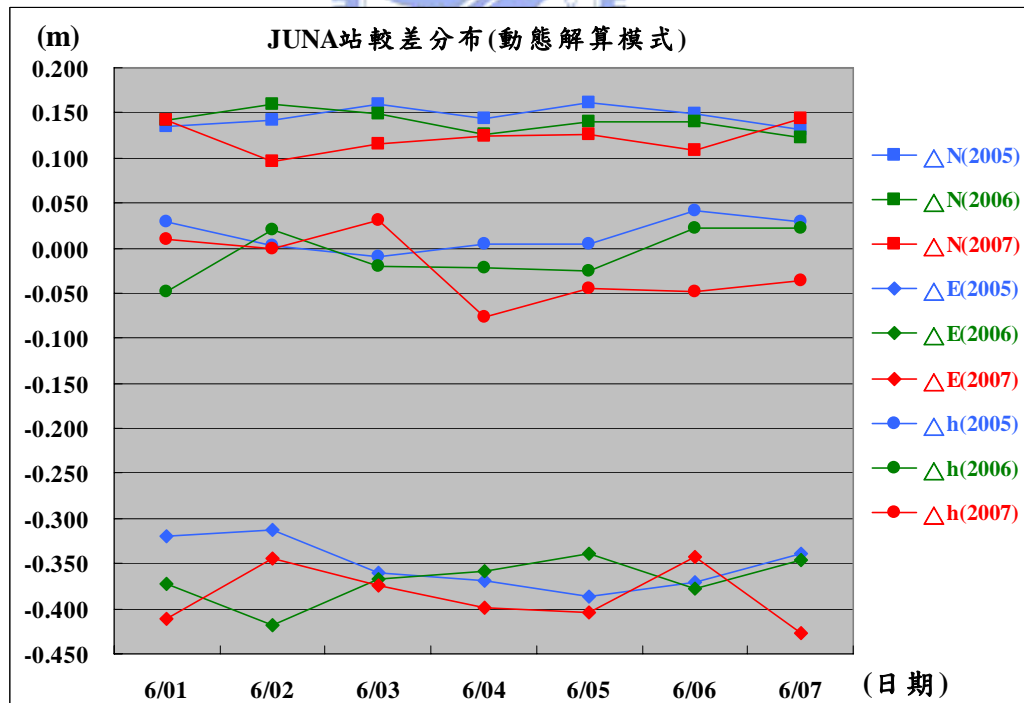


圖 3-12、JUNA 站之較差分佈圖 (動態解算模式)

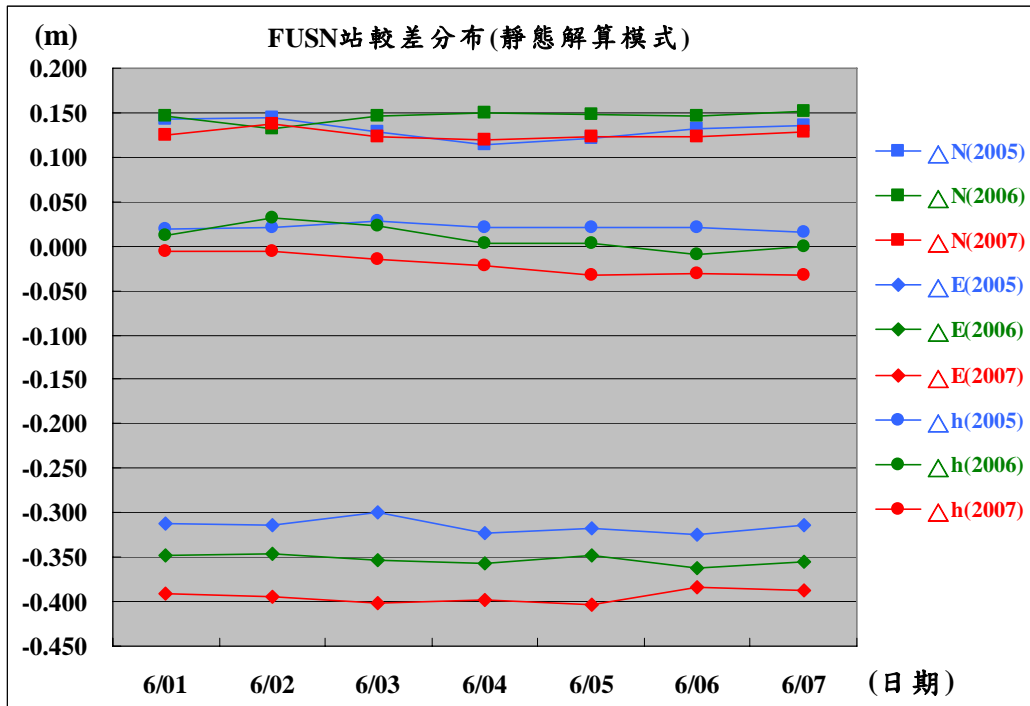


圖 3-13、FUSN 站之較差分佈圖 (靜態解算模式)

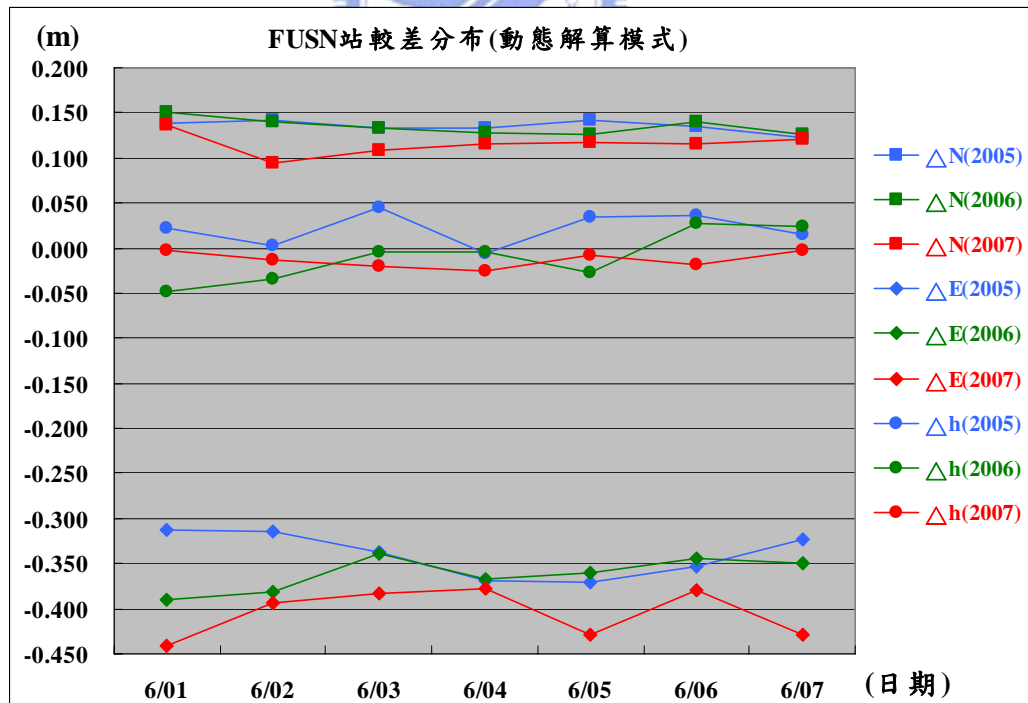


圖 3-14、FUSN 站之較差分佈圖 (動態解算模式)

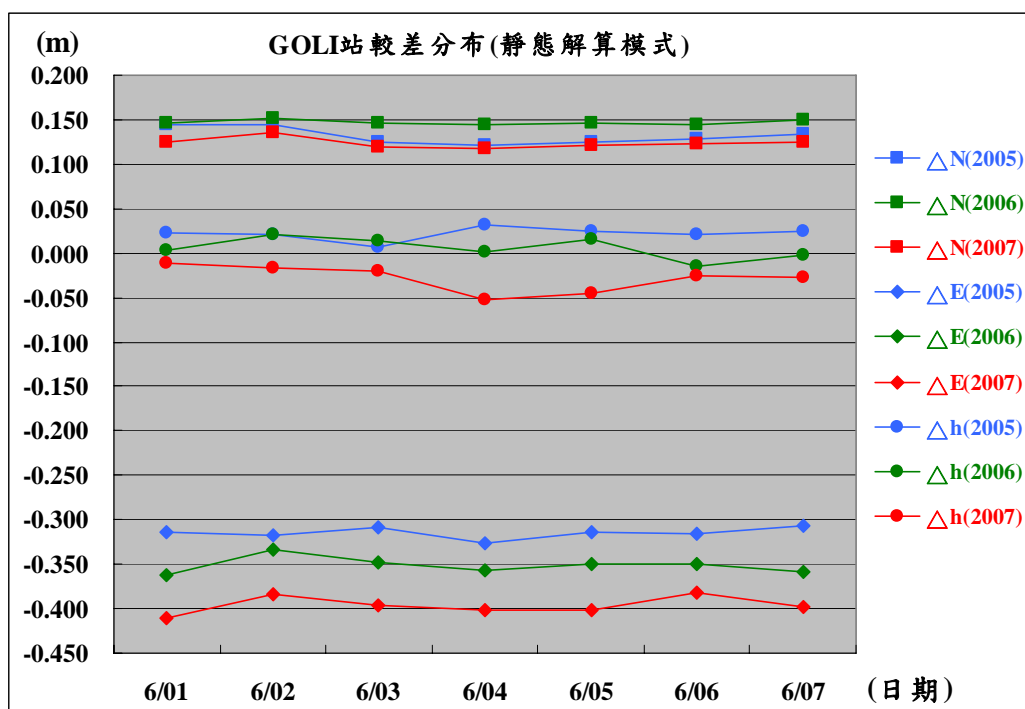


圖 3-15、GOLI 站之較差分佈圖 (靜態解算模式)

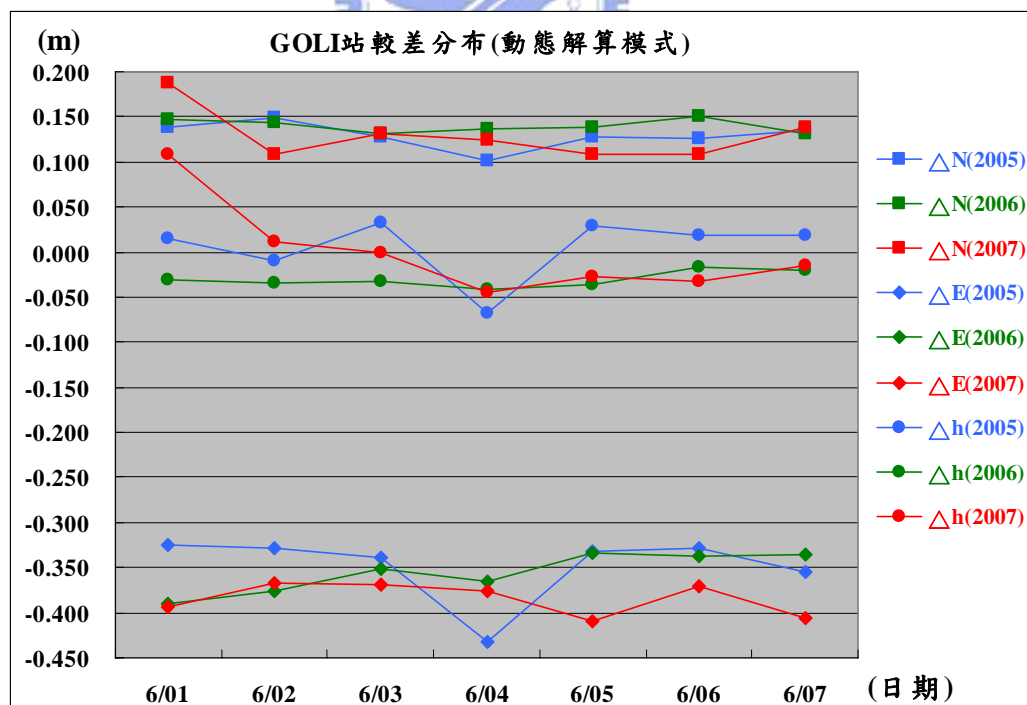


圖 3-16、GOLI 站之較差分佈圖 (動態解算模式)

由附錄十二~附錄十四整理出三站在 N、E、h 方向上之絕對值較差範圍(表 3-7)，並計算較差平均值、較差殘差值及較差均值中誤差，如表 3-8；其中值域取四捨五入至小數第三位。

表 3-7、時間序列分析之較差絕對範圍(公尺)

| 測站   | 解算模式 | N           | E           | h             |
|------|------|-------------|-------------|---------------|
| JUNA | 靜態   | 0.111~0.146 | 0.302~0.398 | 0.0004~0.055  |
|      | 動態   | 0.096~0.161 | 0.312~0.426 | 0.00003~0.077 |
| FUSN | 靜態   | 0.115~0.152 | 0.300~0.403 | 0.0005~0.033  |
|      | 動態   | 0.095~0.151 | 0.313~0.441 | 0.002~0.048   |
| GOLI | 靜態   | 0.117~0.151 | 0.307~0.411 | 0.001~0.052   |
|      | 動態   | 0.102~0.188 | 0.325~0.433 | 0.001~0.108   |

表 3-8、時間序列分析之較差平均值及中誤差(公尺)

| 測站   | 解算模式 | N           | E            | h             |
|------|------|-------------|--------------|---------------|
| JUNA | 靜態   | 0.129±0.002 | -0.346±0.008 | 0.008±0.005   |
|      | 動態   | 0.136±0.004 | -0.369±0.007 | -0.006±0.007  |
| FUSN | 靜態   | 0.134±0.003 | -0.354±0.007 | 0.003±0.005   |
|      | 動態   | 0.129±0.003 | -0.369±0.008 | -0.0003±0.005 |
| GOLI | 靜態   | 0.134±0.003 | -0.354±0.008 | -0.001±0.005  |
|      | 動態   | 0.133±0.004 | -0.363±0.007 | -0.008±0.008  |

### 3-4 成果討論與分析

本章以 CSRS-PPP 線上精密單點定位計算系統解算台灣 e-GPS 衛星基準站全天觀測資料，分別以「空間分佈」與「時間序列」方式評估 CSRS-PPP 精密單點定位與 NLSC 網形平差成果之差異。

空間分佈之較差成果中，靜態及動態解算模式在 (N、E、h) 方向之較差幅度 (最大值－最小值) 分別為 (0.006 m、0.008 m、0.027 m) 及 (0.036 m、0.027 m、0.057 m)，就離散度而言，靜態解算模式之精密度較動態解算模式高。由圖 3-9、圖 3-10 成果顯示，CSRS-PPP 與 NLSC 成果間存在系統性偏差，在 N、E、h 方向上的差異量為  $0.142\pm 0.0004$  m、 $-0.313\pm 0.001$  m、 $0.019\pm 0.004$  m，且平面坐標之較差分佈較為一致。

時間序列之靜態解算成果中，JUNA、FUSN、GOLI 站在 (N、E、h) 方向之較差幅度分別為 (0.035 m、0.096 m、0.055 m)、(0.037 m、0.103 m、0.033 m)、(0.034 m、0.104 m、0.051 m)，而動態解算成果之較差幅度為 (0.065 m、0.114 m、0.077 m)、(0.056 m、0.128 m、0.046 m)、(0.086 m、0.108 m、0.107 m)；靜態解算在三方向之較差幅度均小於動態解算成果，可知動態解算成果較差分佈較不集中，靜態解算模式精密度較高。就統計離散度而言，時間序列之靜態解算成果在 (N、E) 方向之較差分佈較穩定，與網形平差成果之較差值約為 ( $0.132\pm 0.002$  m、 $0.351\pm 0.004$  m)。

整體而言，CSRS-PPP 針對全天靜態觀測資料，靜態解算模式解算精度優於動態解算模式，倘若移除系統性偏差，CSRS-PPP 靜態解算模式可達公分等級，與官方提供之 1~15 公分精度相符 (NRC, 2007)。



## 四、相對變形分析

本研究除利用 NLSC 解算成果觀察台灣 e-GPS 衛星基準站之測站位移變化，另使用 CSRS-PPP 解算 2005、2006、2007 三年 10 個 e-GPS 衛星基準站全天觀測資料，分析區域基線長度變化，進而了解不同地層區域中，相同點位間基線之變化情形。

### 4-1 基線變化量計算

由前述研究成果證實，CSRS-PPP 的靜態解算模式精度較高，與 CSRS-PPP 使用手冊 (Nylen et al., 2007; NRC, 2007) 之資訊相符 (靜態觀測資料以靜態模式解算較為適合)，故針對分布於台灣北部、中部區域之 JUNA (苗栗竹南)、FUSN (桃園復興)、GOLI (台北貢寮)、CAOT (南投草屯)、FLNM (花蓮鳳林)、JULI (花蓮玉里)、KAFN (南投仁愛)、VR02 (彰化二林)、DOSH (台中東勢)、WULI (台中武陵) 共 10 個 e-GPS 衛星基準站，組成 45 條基線，以靜態解算模式將為期 2005、2006、2007 三年時間序列段 (各年 6 月 1 日至 6 月 7 日) 全天觀測資料進行解算，並計算各年坐標平均值。

為了解基線長度之變化 (伸長或縮短)，本研究利用 CSRS-PPP 與 NLSC 之測站坐標均值計算 2005、2006、2007 年 45 條基線長度值，取相鄰年度較差值，以利進行基線長之時間序列變化分析；計算流程如圖 4-1。2005~2006、2006~2007 之基線長度變化詳細資訊如附錄十五。最後將 CSRS-PPP 與 NLSC 之基線變化成果進行比較；較差計算成果如附錄十六。

表 4-1、基線變化計算方式

| 期間        | 計算方式                  |
|-----------|-----------------------|
| 2005~2006 | 2006年基線長度值－2005年基線長度值 |
| 2006~2007 | 2007年基線長度值－2006年基線長度值 |

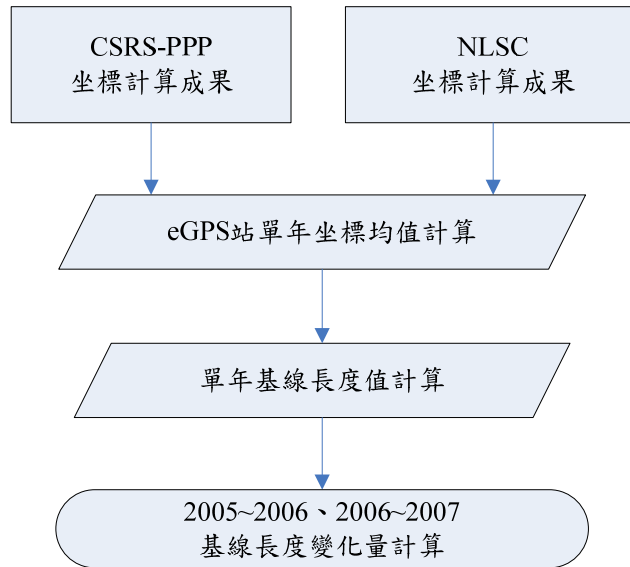


圖 4-1、基線變化量計算流程

由 CSRS-PPP(靜態解算模式)與 NLSC 基線變化成果顯示(附錄十五),2005~2006 與 2006~2007 期間各基線伸長或縮短情形一致(正值代表基線伸長、負值代表基線縮短),但變化量級有所差異。

另將 CSRS-PPP 與 NLSC 基線變化成果進行較差分析,獲得基線長度變化之差異量分布(如圖 4-2;附錄十六),由圖 4-2 成果可知,2005~2006、2006~2007 基線長度變化之較差絕對範圍分別為(0.00009~0.014)、(0.0001~0.017);二者基線長度變化成果之差異性雖不顯著,但整體較差分佈與前述成果相符,絕對較差值小於 1 公分。

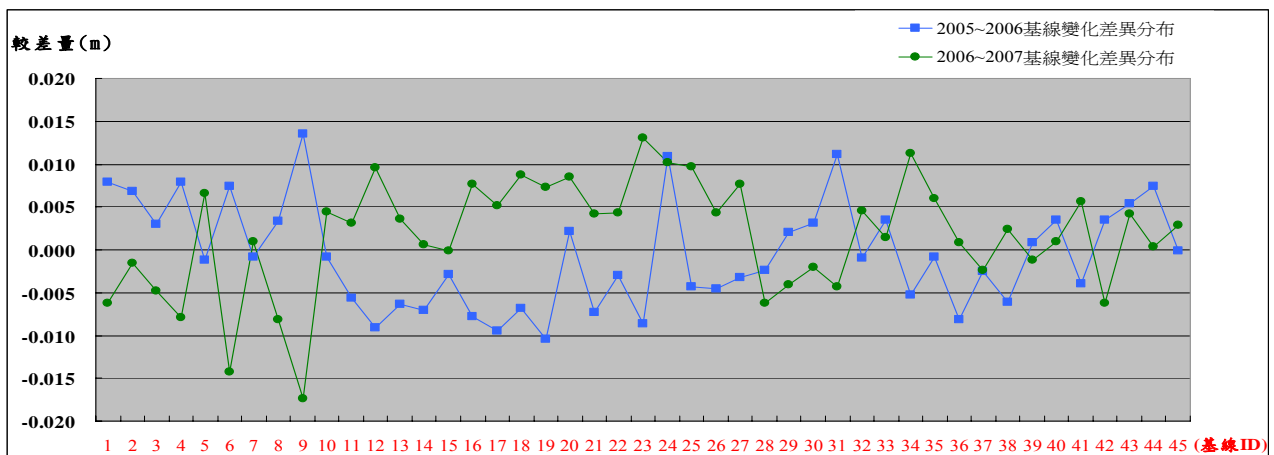


圖 4-2、基線長度變化之較差分布

## 4-2 跨地質分區之基線變化

由第二章研究成果可知，台灣北、中、南、東部區域存在位移運動，測站最大位移量達 80 mm/yr，顯示台灣地區於全球絕對空間位置之變動量甚大，且由本研究與前人研究成果比對可知台灣各地區位移量及位移方向皆不一致，因此 e-GPS 基準站間存在相對變形量，勢必對測量成果造成影響（邱元宏，2008）。

為了解於不同地質區域中，相同點位間基線之變化情形，本研究分別選擇相同地質區與不同地質區之基線，以 CSRS-PPP 與 NLSC 之基線長變化成果進行時間序列分析。

### 4-2-1 台灣地質分區

台灣本島的主要地層大都呈狹長的帶狀分佈，大致和台灣島的長軸平行，所有地層的時代從中央的背脊山脈開始，向西部麓山地帶逐漸變新。台灣本島的所有主要構造線，包括地層的走向以及主要的斷層線和皺摺等，都和全島這個基本的弧形構造相一致（何春蓀，1975；邱元宏，1997）。

台灣主要可分為三個地質區域，分別為中央山脈地質區（Central Range）、海岸山脈地質區（Coastal Range）、西部麓山地質區（Western Foothills Range）；中央山脈亦分為東翼、西翼和背脊山嶺（包括雪山和玉山兩個最高山嶺）。

中央山脈為構成本島的主要山嶺，包括所有亞變質的第三紀地層和先第三紀的變質雜岩系（陳惠芬，2001），東界是在東台灣的縱谷和北面的太平洋；西界是一條構造線，在北段名叫屈尺斷層，在南段名叫荖濃斷層。因為變質作用和缺少詳細的地質調查，本地質區的地層和構造情形在很多地方還不太明瞭。本地質區又可以分為兩個地質亞區：東地質亞區和西地質亞區。西地質亞區主要由第三紀的亞變質岩層所組成，分佈在中央山脈的西翼、脊樑山嶺、和南部，在中央山脈東南翼也有一小帶本亞區的地層出露。東地質亞區位在中央山脈的東翼，由先第三紀的變質雜岩系組成（何春蓀，1975）。

西部麓山帶地區主要由新第三紀碎屑岩層組成，主要的岩石是砂岩和頁岩的互層，

局部夾有石灰岩和凝灰岩的凸鏡體或薄層，總厚度可以達八千公尺以上。(何春蓀，1975)。

台灣東部的海岸山脈主要由新第三紀地層所組成，但是沉積的地質環境和西部麓山區者完全不同，所以岩性也大不相同。本區內地層中多為火山岩、淘選度較差的沉積岩、和混雜無層理的堆積岩層。(何春蓀，1975)。

#### 4-2-2 成果分析

為了解於不同地質區域中，相同點位間基線之變化情形，本研究分別選擇橫跨相同地質區與不同地質區共 19 條基線 (圖 4-3)，以 CSRS-PPP 與 NLSC 之基線長變化成果進行時間序列分析；基線長及變化量整理如表 4-2。由該成果可獲致初步結論如下：

##### (一) 相同地質區基線變化情形分析

(1) 2005~2006 與 2006~2007 期間，CSRS-PPP 與 NLSC 之計算成果在西部麓山區之 5 條基線長隨時間的變化情形並不顯著，基線最大伸長量約為 9 mm/yr、最大縮短量約為 9 mm/yr。

(2) CSRS-PPP、NLSC 計算成果在 2005~2006 與 2006~2007 期間，位於海岸山脈區域且與縱谷斷層相鄰近的 FLNM-JULI 基線，其最大長度縮短量分別為 6 mm/yr、5 mm/yr (皆發生在 2005~2006)。與 Yu et al. (1997) 在縱谷斷層區域之南北向基線長變化成果 (-4~-8 mm/yr) 相近，變化量差異最大為 2 mm。

(3) CSRS-PPP 與 NLSC 成果在 2005~2006 期間，中央山脈區域之基線伸長量分別為 18~24 mm/yr、15 mm/yr，與 Yu et al. (1997) 在中央山脈區域基線長變化範圍為 11~27 mm/yr 之研究成果相符。在 2006~2007 期間，二計算成果皆顯示基線伸長變化有減緩的現象，分別為 0.5~1 mm/yr、5~7 mm/yr。

##### (二) 跨越不同地質區基線變化情形分析

(4) 位於北台灣宜蘭平原區域中 (橫跨中央山脈與西部麓山區)，CSRS-PPP 成果在 2005~2006 與 2006~2007 期間之基線伸長量分別為 13~16 mm/yr、11 mm/yr，與 Yu et al. (1997) 在宜蘭平原區域之研究成果相符 (基線長伸長量為 2~16 mm/yr)。NLSC 成果分別為 2~17 mm/yr、1~7 mm/yr。

- (5) 橫跨中央山脈與西部麓山區域中，因 DOSH-WULI 基線相較於其他 5 條基線，變化量較不顯著，故僅以其他基線長變化與 Yu et al. (1997) 之研究成果進行比較。在 2005~2006 期間，CSRS-PPP 與 NLSC 之基線縮短範圍分別為 3~34 mm/yr、11~31 mm/yr；2006~2007 期間分別為 7~31 mm/yr、1~34 mm/yr。與 Yu et al. (1997) 在台灣中央區域(新竹、苗栗、台中)之基線縮短現象一致(基線縮短變化為 3.9~12.7 mm/yr)，但量級增加約 20 mm/yr。
- (6) 橫跨中央山脈與海岸山脈區域中，CSRS-PPP 與 NLSC 成果在 2005~2006 期間之基線縮短量分別為 2~13 mm/yr、1~12 mm/yr，在 2006~2007 期間之基線縮短量分別為 2~11 mm/yr、2~17 mm/yr。與 Yu et al. (1997) 在橫跨縱谷斷層區域之研究成果相符；長濱以南之基線縮短範圍為 27.5~31.0 mm/yr，長濱以北的基線縮短變化較為緩和(變化範圍為 12.5~16.8 mm/yr)。

表 4-2、不同地質區之基線長變化(公尺)

| 基線<br>(端點站名) | 基線長度變化值   |        |           |        | 基線長        | 備註           |
|--------------|-----------|--------|-----------|--------|------------|--------------|
|              | 2005~2006 |        | 2006~2007 |        |            |              |
|              | CSRS-PPP  | NLSC   | CSRS-PPP  | NLSC   |            |              |
| JUNA-FUSN    | -0.003    | -0.011 | -0.007    | -0.001 | 50629.367  | 跨中央山脈與西部麓山區域 |
| JUNA-WULI    | -0.003    | -0.017 | -0.023    | -0.006 | 57230.410  |              |
| CAOT-KAFN    | -0.034    | -0.031 | -0.024    | -0.031 | 43535.372  |              |
| GOLI-WULI    | 0.013     | 0.002  | 0.011     | 0.001  | 100982.976 |              |
| GOLI-FUSN    | 0.016     | 0.017  | 0.011     | 0.007  | 67789.847  |              |
| DOSH-WULI    | 0.000     | 0.000  | 0.003     | 0.000  | 49876.988  |              |
| KAFN-VR02    | -0.028    | -0.031 | -0.031    | -0.032 | 76248.889  |              |
| KAFN-DOSH    | -0.033    | -0.029 | -0.029    | -0.034 | 42364.626  |              |
| JUNA-DOSH    | -0.000    | -0.003 | -0.009    | -0.001 | 46915.132  | 同為西部麓山區域     |
| JUNA-VR02    | 0.004     | 0.005  | 0.003     | 0.002  | 100675.133 |              |
| CAOT-VR02    | -0.004    | -0.002 | -0.008    | -0.002 | 33274.711  |              |
| CAOT-DOSH    | 0.007     | 0.005  | -0.001    | 0.003  | 34374.350  |              |
| VR02-DOSH    | 0.009     | 0.003  | 0.006     | 0.002  | 61149.967  | 同為海岸山脈區域     |
| FLNM-JULI    | -0.006    | -0.005 | -0.004    | -0.001 | 46888.277  |              |

表 4-2、不同地質區之基線長變化 (公尺) (續)

|           |        |        |        |        |           |              |
|-----------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------------|
| FLNM-KAFN | -0.002 | -0.001 | -0.011 | -0.007 | 43486.880 | 跨中央山脈與海岸山脈區域 |
| FLNM-WULI | -0.013 | -0.012 | -0.011 | -0.017 | 68710.599 |              |
| JULI-KAFN | -0.010 | -0.001 | -0.002 | -0.002 | 74430.885 | 同為中央山脈區域     |
| KAFN-WULI | 0.018  | 0.015  | 0.001  | 0.007  | 44853.369 |              |
| FUSN-WULI | 0.024  | 0.015  | 0.0005 | 0.005  | 52131.037 |              |

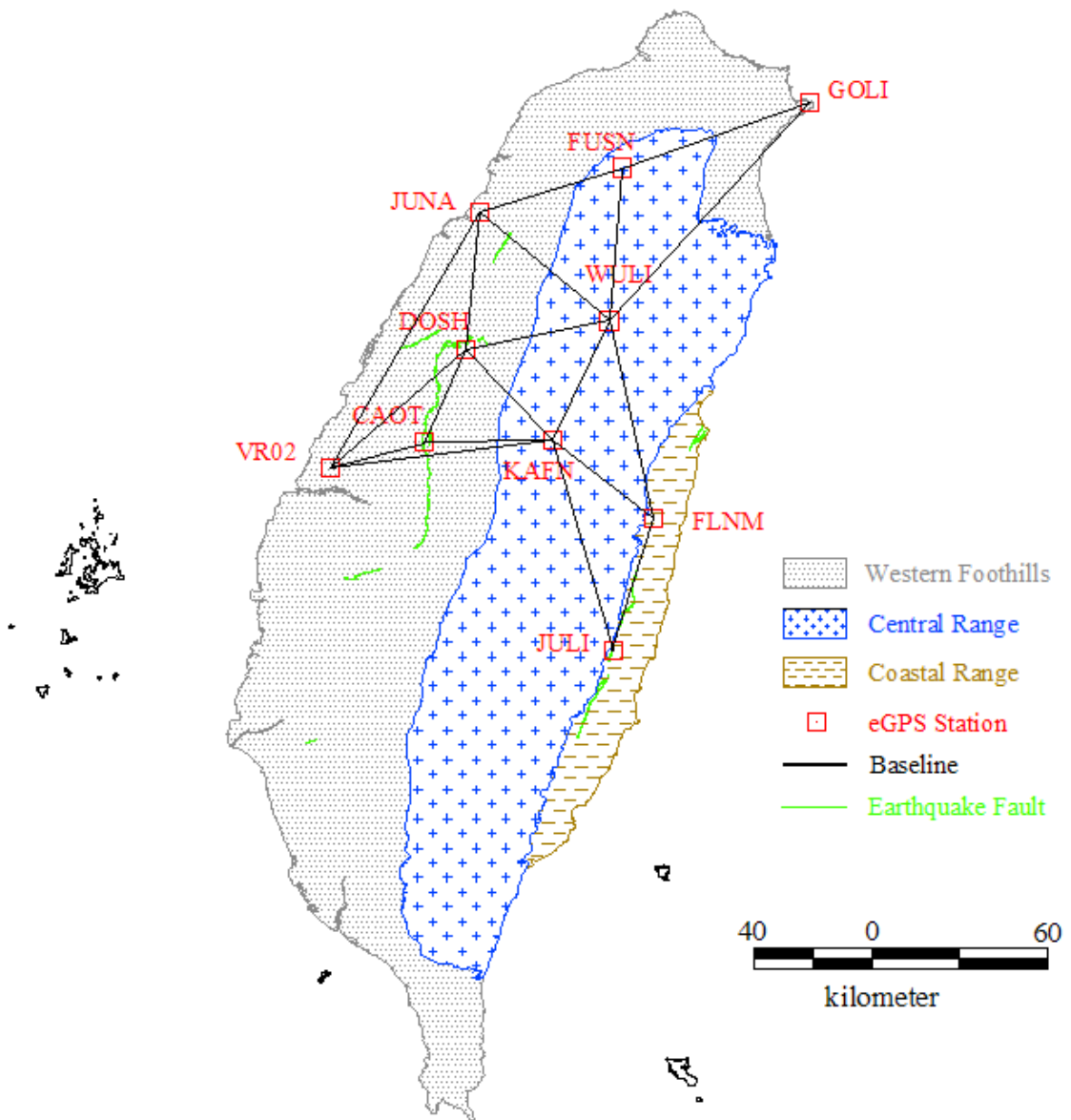


圖 4-3、橫跨相同地質與不同地質區域之 19 條基線



## 五、結論與建議

本研究利用 NLSC (相對定位解算) 與 CSRS-PPP (絕對定位解算) 成果計算為期 2005、2006、2007 三年之台灣 e-GPS 衛星基準站坐標均值，並將測站間組成基線，就各測站之坐標變化與各基線變化情形進行比較、分析後，作成結論與建議如下：

1. 由 NLSC 之時間序列成果獲得 2006~2007 年 e-GPS 基準站相對於嘉義東石站之測站位移變化。成果顯示，台灣北、中、南、東部及宜蘭平原區域之移動變化與前人成果大致相符。北部與宜蘭平原區域測站移動變化呈扇形狀分布，與目前第四紀地殼應力方向相符，中部區域測站主要朝西北及北北西方向移動，南部區域主要朝西北移動，量級由東南向西北遞減。東部海岸山脈區域朝西北方向穩定移動。
2. 使用 CSRS-PPP 系統，單一觀測檔 (86400 筆資料) 解算時間約為 0.8~1.5 小時，數據解算成功率達 100%。就「線上解算」、「不收取任何費用」、「操作介面簡單」、「解算能力高」等優點而言，CSRS-PPP 實為一方便之工具。
3. 以「空間分佈」與「時間序列」評估 CSRS-PPP 與 NLSC 成果之差異。空間分布成果顯示，CSRS-PPP 與 NLSC 成果間存在系統性偏差，N、E、h 方向上的差異量約為  $0.142 \pm 0.0004$  m、 $-0.313 \pm 0.001$  m、 $0.019 \pm 0.004$  m。時間序列成果中，動態解算成果在 N、E、h 之較差幅度皆大於靜態解算成果；就統計離散度而言，靜態解算模式精度較高。
4. 整體而言，CSRS-PPP 靜態解算模式精度優於動態解算模式。倘若移除系統性偏差，針對全天 24 小時靜態觀測資料，CSRS-PPP 靜態解算模式精度已達公分等級，與 CSRS 官方聲稱之 1 公分精度相符。



5. 台灣西部麓山、中央山脈及海岸山脈之基線長成果顯示，跨地質區相對位移較同地質區為顯著，印證跨地震斷層存在相對變形。往後進行空間相對變形分析時，除考慮時間因素、坐標基準等影響，應將地質分區界線或其他不連續之變形界線引入作為參考。



## 參考文獻

- 內政部土地測量局，2006。E-GPS 衛星基準站即時動態定位系統 VBS-RTK 定位測試成果報告。
- 余水倍、郭隆晨、陳宏宇、蔡旻倩、蔡俊雄、殷憲輝、林冠全，2004。台灣 GPS 密集連續觀測網之規劃及時間序列分析，中央氣象局地震技術報告。
- 何春蓀，1975。台灣地質概論、台灣地質圖說明書，中華民國經濟部。
- 邱元宏，1997。台灣地區數值密度模型之建立與應用，國立交通大學碩士論文。
- 邱元宏，2008。參考框架及時刻與動態基準之初探（初稿），第二十七屆測量及空間資訊研討會，台南。
- 胡植慶，2006。台灣的地體架構與造山運動，台灣活斷層與地質災害研討會，花蓮。
- 陳惠芬，2001。經濟部中央地質調查所數值地質圖資料規範（第三版），經濟部中央地質調查所。
- 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中心。
- 劉俊宏，2000。網際GPS自動化算服務之研究，國立交通大學碩士論文。
- 蔡旻穎，2007。台灣GPS連續觀測站坐標時間序列分析方法研究，國立成功大學碩士論文。
- 饒瑞鈞、景國恩、侯進雄，2006。地殼變形的監測，台灣活斷層與地質災害研討會，花蓮。
- Ferland, R., 2005. Proposed Update of the IGS Reference Frame Realization, URL : [http://www.gisdevelopment.net/technology/gps/ma06\\_19pf.htm](http://www.gisdevelopment.net/technology/gps/ma06_19pf.htm)  
(上次查詢：2008-6-10)
- Ghoddousi, R. and F. P. Dare, 2006., Online GPS processing Services : an initial study, GPS Solutions, 10:pp 12-20.
- Dach, R., U. Hugentobler, P. Fridez and M. Meindl, 2007, Bernese GPS Software

- Version 5.0, Astronomical Institute, University of Berne, Berne, 515 pp.
- Hugentobler, U., Schaer, S. and Fridez, P., 2001. Bernese GPS Software Version 4.2, Astronomical Institute, University of Berne, Berne, 515 pp.
- King, M., S. Edwards, and P. Clarke, 2002. Precise Point Positioning: Breaking the Monopoly of Relative GPS Processing, URL :  
[ftp://stella.ncl.ac.uk/pub/matt/papers/PPP\\_vs\\_Relative\\_EngShowcase.pdf](ftp://stella.ncl.ac.uk/pub/matt/papers/PPP_vs_Relative_EngShowcase.pdf)  
(上次查詢：2008-6-25)
- Leick, A., 2004. GPS satellite surveying, John Wiley & Sons, New Jersey, 435pp.
- Nylen, T. and S. White, 2007. Online Precise Point Positioning Using the Natural Resources Canada Canadian Spatial Reference System (CSRS-PPP), URL :  
[http://facility.unavco.org/project\\_support/polar/support/PPP.pdf](http://facility.unavco.org/project_support/polar/support/PPP.pdf)  
(上次查詢：2008-6-26)
- Natural Resources Canada, 2004. On-line Precise Point Positioning ‘How To Use’ Document, URL : <http://www.geod.nrcan.gc.ca/userguide/pdf/howtouse.pdf>  
(上次查詢：2008-6-26)
- Natural Resources Canada, 2004a. Canadian Spatial Reference System-Online Geodetic Tools, URL : [http://www.geod.nrcan.gc.ca/tools-outils/index\\_e.php](http://www.geod.nrcan.gc.ca/tools-outils/index_e.php)  
(上次查詢：2008-6-29)
- Natural Resources Canada, 2007. GPS Tools, Techniques and Services in Canada, URL : [www.geod.nrcan.gc.ca](http://www.geod.nrcan.gc.ca)(上次查詢：2008-6-29)
- Natural Resources Canada, 2008. Canadian Spatial Reference System-Online Database (CSRS Online Database) - Access Licence, URL:  
[http://www.geod.nrcan.gc.ca/licence\\_e.php](http://www.geod.nrcan.gc.ca/licence_e.php), (上次查詢：2008-6-29)
- Natural Resources Canada, 2008a. Canadian Spatial Reference System-Frequently Asked Questions, URL: [http://www.geod.nrcan.gc.ca/faq\\_e.php](http://www.geod.nrcan.gc.ca/faq_e.php),  
(上次查詢：2008-6-29)

- Rothacher, M., Beutler, G., Gurtner, W., Bockmann, E. and Mervart, L., 1993. Documentation for Bernese GPS software Version 3.4. Astronomical Institute, University of Berne, Berne, 515 pp.
- Satirapod, C. and S. Kriengkraiwasin, 2006. Performance of Single-frequency GPS Precise Point Positioning, URL :  
[http://www.gisdevelopment.net/technology/gps/ma06\\_19pf.htm](http://www.gisdevelopment.net/technology/gps/ma06_19pf.htm)  
(上次查詢：2008-6-18)
- USGS, 2000. PROJ.4 – Cartographic Projections Library, URL :  
<http://trac.osgeo.org/proj/> (上次查詢：2008-6-10)
- Witchayangkoon, B., 2000. ELEMENTS OF GPS PRECISE POINT POSITIONING, PH.D. dissertation, University of Maine, Orono, Maine, 265 pp.
- Waypoint Products Group, 2006. Airborne Precise Point Positioning(PPP) in GrafNav with Comparisons to Canadian Spatial Reference System(CSRS) Solutions, URL : <http://www.novatel.com/Documents/Waypoint/Reports/PPPReport.pdf>  
(上次查詢：2008-6-29)
- Wessel, P., 2008. GMT Online Man Pages, URL : <http://gmt.soest.hawaii.edu/>  
(上次查詢：2008-6-15)
- Yu, S. B., H. Y. Chen, and L. C. Kuo, 1997. Velocity field of GPS stations in the Taiwan area, Tectonophysics, 274, 41-59.
- Yu, S. B., L. C. Kuo, R. S. Punongbayan, and E. G. Ramos, 1999. GPS observation of crustal motion in the Taiwan-Luzon region, Geophysical Research Letters, 26(7):923-926.
- Yu, S. B., and L. C. Kuo, 2001. Present-day crustal motion along the Longitudinal Valley Fault, eastern Taiwan, Tectonophysics, 333, 199-217.
- Zumberge, J.F., M.B. Heflin, D.C. Jefferson, M.M. Watkins, F.H. Webb, 1997. Precise Point Positioning for the Effect and Robust Analysis of GPS Data from Large

Networks, Journal of Geophysical Research, 102(B3):5005-5017.

Zumberge, J.F., M.M. Watkins, and F. H. Webb, 1998. Characteristics and applications of precise GPS clock solutions every 30 seconds, Navigation, 44(4):449-456.

Zumberge, J.F., 1999., Automated GPS Data Analysis Service, GPS Solutions, 2(3):pp 76-78.

Zhang, X., 2005. Precise Point Positioning Evaluation and Airborne Lidar Calibration, Danish National Space Center, Technical report No. 4.



附錄一、2005 年 17 個 e-GPS 基準站之 N、E 坐標及橢球高均值（公尺）

| 站名   | N           | E          | h        |
|------|-------------|------------|----------|
| FLNM | 2627001.491 | 296215.175 | 138.537  |
| KAFN | 2653653.644 | 261852.819 | 1584.849 |
| FUSN | 2746020.615 | 285668.148 | 502.154  |
| CAOT | 2652775.323 | 218326.308 | 141.732  |
| GOLI | 2768399.794 | 349657.488 | 46.004   |
| JUNA | 2730778.205 | 237387.699 | 45.431   |
| SHJU | 2748621.396 | 242111.904 | 24.449   |
| SHMN | 2798179.726 | 306609.629 | 46.704   |
| SINY | 2621419.225 | 235029.854 | 536.345  |
| WULI | 2694073.131 | 281297.350 | 1790.039 |
| FONB | 2610619.770 | 303276.980 | 47.021   |
| JULI | 2582153.625 | 282533.822 | 177.954  |
| DOSH | 2684126.587 | 232422.200 | 396.323  |
| VR02 | 2644083.275 | 186206.926 | 42.888   |
| VR01 | 2668090.570 | 198995.716 | 39.453   |
| VR03 | 2640072.548 | 207377.640 | 77.385   |
| KYIN | 2770327.025 | 258114.742 | 32.082   |

附錄二、2006 年 46 個 e-GPS 基準站之 N、E 坐標及橢球高均值（公尺）

| 站名   | N           | E          | h        |
|------|-------------|------------|----------|
| FLNM | 2627001.504 | 296215.135 | 138.522  |
| MZUM | 2894388.841 | 143341.813 | 60.207   |
| PKGM | 2608670.778 | 179111.665 | 42.811   |
| TMAM | 2501771.804 | 250768.852 | 58.772   |
| KAFN | 2653653.648 | 261852.774 | 1584.839 |
| KDNM | 2427973.613 | 227485.081 | 58.311   |
| KMNM | 2708892.014 | -14790.516 | 49.145   |
| FUSN | 2746020.607 | 285668.129 | 502.126  |
| CAOT | 2652775.312 | 218326.294 | 141.717  |
| GOLI | 2768399.785 | 349657.487 | 45.978   |
| JUNA | 2730778.195 | 237387.692 | 45.422   |
| SHJU | 2748621.388 | 242111.897 | 24.433   |
| SHMN | 2798179.716 | 306609.629 | 46.681   |
| SINY | 2621419.223 | 235029.821 | 536.346  |
| TACH | 2687312.561 | 202809.939 | 33.841   |
| WULI | 2694073.138 | 281297.335 | 1790.016 |
| FONB | 2610619.764 | 303276.935 | 47.206   |
| JULI | 2582153.632 | 282533.783 | 177.941  |
| DOSH | 2684126.581 | 232422.187 | 396.308  |
| VR02 | 2644083.261 | 186206.915 | 42.796   |
| VR01 | 2668090.559 | 198995.709 | 39.435   |
| VR03 | 2640072.537 | 207377.634 | 77.367   |
| KYIN | 2770327.017 | 258114.738 | 32.062   |
| CHYI | 2594462.111 | 162148.426 | 22.994   |
| CISH | 2532151.432 | 196775.909 | 90.883   |
| DAWU | 2471272.821 | 238674.371 | 41.033   |
| FALI | 2474055.405 | 208146.613 | 41.722   |
| JHCI | 2601244.650 | 203781.863 | 150.959  |
| MAJA | 2511952.818 | 214254.864 | 211.818  |
| WULU | 2563026.906 | 254246.056 | 928.238  |
| KASH | 2501771.126 | 176840.193 | 25.659   |
| WUST | 2567151.026 | 185326.831 | 89.604   |
| TAYN | 2561947.860 | 225855.638 | 645.680  |



附錄二、2006 年 46 個 e-GPS 基準站之 N、E 坐標及橢球高均值（公尺）（續）

|      |             |            |          |
|------|-------------|------------|----------|
| GS10 | 2782045.794 | 296533.524 | 52.217   |
| YILN | 2737858.945 | 325421.329 | 64.067   |
| SICH | 2669102.726 | 316517.045 | 55.034   |
| WARO | 2634275.822 | 294926.056 | 210.326  |
| CHGO | 2555220.906 | 288366.808 | 77.224   |
| FCU1 | 2674818.716 | 214390.609 | 164.3067 |
| TCYU | 2759971.242 | 273308.209 | 207.367  |
| T102 | 2546083.285 | 278371.750 | 137.271  |
| T104 | 2561447.242 | 274592.743 | 292.440  |
| T105 | 2561516.413 | 273279.581 | 276.812  |
| T109 | 2544939.802 | 267837.100 | 235.978  |
| T110 | 2533492.492 | 258200.829 | 290.626  |
| PLIM | 2652131.296 | 248168.329 | 582.637  |



附錄三、2007 年 46 個 e-GPS 基準站之 N、E 坐標及橢球高均值（公尺）

| 站名   | N           | E          | h        |
|------|-------------|------------|----------|
| FLNM | 2627001.514 | 296215.105 | 138.498  |
| MZUM | 2894388.832 | 143341.810 | 60.242   |
| PKGM | 2608670.767 | 179111.660 | 42.780   |
| SUAO | 2721076.887 | 337893.582 | 27.004   |
| TMAM | 2501771.770 | 250768.926 | 58.767   |
| KAFN | 2653653.653 | 261852.732 | 1584.840 |
| KDNM | 2427973.618 | 227484.982 | 58.282   |
| KMNM | 2708891.995 | -14790.518 | 49.144   |
| FUSN | 2746020.600 | 285668.121 | 502.120  |
| CAOT | 2652775.301 | 218326.284 | 141.703  |
| GOLI | 2768399.772 | 349657.488 | 45.978   |
| JUNA | 2730778.185 | 237387.686 | 45.412   |
| SHJU | 2748621.375 | 242111.893 | 24.421   |
| SHMN | 2798179.708 | 306609.625 | 46.673   |
| SINY | 2621419.221 | 235029.791 | 536.343  |
| TACH | 2687312.548 | 202809.932 | 33.824   |
| WULI | 2694073.134 | 281297.326 | 1790.022 |
| FONB | 2610619.890 | 303276.889 | 46.578   |
| JULI | 2582153.642 | 282533.749 | 177.909  |
| DOSH | 2684126.572 | 232422.180 | 396.303  |
| VR02 | 2644083.250 | 186206.907 | 42.717   |
| VR01 | 2668090.545 | 198995.702 | 39.419   |
| VR03 | 2640072.525 | 207377.626 | 77.358   |
| KYIN | 2770327.004 | 258114.730 | 32.060   |
| CHYI | 2594462.094 | 162148.423 | 22.957   |
| CISH | 2532151.415 | 196775.861 | 90.880   |
| DAWU | 2471272.821 | 238674.316 | 41.020   |
| FALI | 2474055.385 | 208146.545 | 41.688   |
| JHCI | 2601244.639 | 203781.845 | 150.953  |
| MAJA | 2511952.806 | 214254.803 | 211.808  |
| WULU | 2563026.903 | 254246.028 | 928.225  |
| KASH | 2501771.074 | 176840.139 | 25.644   |
| WUST | 2567151.013 | 185326.816 | 89.601   |

附錄三、2007 年 46 個 e-GPS 基準站之 N、E 坐標及橢球高均值（公尺）（續）

|      |             |            |         |
|------|-------------|------------|---------|
| TAYN | 2561947.852 | 225855.599 | 645.680 |
| GS10 | 2782045.784 | 296533.522 | 52.200  |
| YILN | 2737858.933 | 325421.332 | 64.051  |
| SICH | 2669102.717 | 316517.029 | 55.027  |
| WARO | 2634275.832 | 294926.029 | 210.309 |
| CHGO | 2555220.936 | 288366.761 | 77.219  |
| FCU1 | 2674818.703 | 214390.600 | 164.296 |
| TCYU | 2759971.228 | 273308.208 | 207.359 |
| T102 | 2546083.319 | 278371.706 | 137.267 |
| T104 | 2561447.271 | 274592.699 | 292.448 |
| T105 | 2561516.416 | 273279.554 | 276.794 |
| T109 | 2544939.808 | 267837.044 | 235.964 |
| PLIM | 2652131.296 | 248168.298 | 582.632 |



附錄四、2005~2006 年台灣 e-GPS 站相對陽明山衛星追蹤站  
之坐標位移變化 (公尺)

| 站名   | 2005~2006 位移量 |        | 測站位移量 | 位移方位角 (°)      |
|------|---------------|--------|-------|----------------|
|      | N             | E      |       |                |
| FLNM | 0.013         | -0.040 | 0.042 | 288.5502995894 |
| KAFN | 0.005         | -0.045 | 0.045 | 275.8505576175 |
| FUSN | -0.008        | -0.019 | 0.020 | 247.3779194051 |
| CAOT | -0.011        | -0.013 | 0.017 | 231.6528577705 |
| GOLI | -0.009        | -0.001 | 0.009 | 184.0854580130 |
| JUNA | -0.010        | -0.007 | 0.012 | 215.1189483971 |
| SHJU | -0.008        | -0.007 | 0.011 | 220.8138908850 |
| SHMN | -0.009        | 0.000  | 0.009 | 177.6844940460 |
| SINY | -0.002        | -0.033 | 0.033 | 266.1952919398 |
| WULI | 0.007         | -0.015 | 0.017 | 293.8673600524 |
| FONB | -0.006        | -0.045 | 0.046 | 262.3012911218 |
| JULI | 0.008         | -0.039 | 0.040 | 281.3072553319 |
| DOSH | -0.006        | -0.013 | 0.014 | 246.4413103999 |
| VR02 | -0.013        | -0.011 | 0.017 | 219.0995492885 |
| VR01 | -0.011        | -0.007 | 0.013 | 212.8957556795 |
| VR03 | -0.011        | -0.006 | 0.013 | 209.4594255274 |
| KYIN | -0.008        | -0.004 | 0.009 | 208.8219498149 |

附錄五、2006~2007 年台灣 e-GPS 站相對陽明山衛星追蹤站  
之坐標位移變化 (公尺)

| 站名   | 2006~2007 位移量 |        | 測站位移量 | 位移方位角 (°)    |
|------|---------------|--------|-------|--------------|
|      | N             | E      |       |              |
| FLNM | 0.010         | -0.030 | 0.032 | 287.50006138 |
| MZUM | -0.009        | -0.003 | 0.010 | 199.56588930 |
| PKGM | -0.011        | -0.005 | 0.012 | 206.24239580 |
| TMAM | -0.035        | -0.074 | 0.082 | 244.87053122 |
| KAFN | 0.005         | -0.042 | 0.043 | 276.69870403 |
| KDNM | 0.005         | -0.099 | 0.099 | 273.10979511 |
| KMNM | -0.019        | -0.002 | 0.019 | 186.44278196 |
| FUSN | -0.008        | -0.008 | 0.011 | 226.59020257 |
| CAOT | -0.011        | -0.011 | 0.015 | 223.43053980 |
| GOLI | -0.013        | 0.001  | 0.013 | 177.71034982 |
| JUNA | -0.010        | -0.007 | 0.012 | 215.09751920 |
| SHJU | -0.013        | -0.004 | 0.014 | 197.08313280 |
| SHMN | -0.008        | -0.004 | 0.009 | 207.10009136 |
| SINY | -0.002        | -0.030 | 0.030 | 266.02786648 |
| TACH | -0.013        | -0.006 | 0.014 | 205.54606813 |
| WULI | -0.003        | -0.009 | 0.010 | 251.53936026 |
| FONB | 0.025         | -0.045 | 0.052 | 299.32700621 |
| JULI | 0.010         | -0.034 | 0.035 | 286.47843995 |
| DOSH | -0.009        | -0.008 | 0.012 | 220.28224952 |
| VR02 | -0.012        | -0.008 | 0.014 | 215.01781099 |
| VR01 | -0.014        | -0.008 | 0.016 | 208.53741508 |
| VR03 | -0.012        | -0.008 | 0.014 | 213.00232638 |
| KYIN | -0.013        | -0.008 | 0.015 | 210.28104752 |
| CHYI | -0.017        | -0.003 | 0.017 | 189.98590695 |
| CISH | -0.016        | -0.048 | 0.051 | 251.36745346 |
| DAWU | 0.000         | -0.054 | 0.054 | 270.04179763 |
| FALI | -0.020        | -0.068 | 0.071 | 253.61751283 |
| JHCI | -0.011        | -0.019 | 0.021 | 239.84037690 |
| MAJA | -0.012        | -0.061 | 0.062 | 258.53295731 |
| WULU | -0.003        | -0.028 | 0.028 | 262.99069103 |

附錄五、2006~2007 年台灣 e-GPS 站相對於陽明山衛星追蹤站  
之坐標位移變化 (公尺) (續)

|      |        |        |       |              |
|------|--------|--------|-------|--------------|
| KASH | -0.052 | -0.054 | 0.075 | 225.76138726 |
| WUST | -0.013 | -0.015 | 0.020 | 228.05576721 |
| TAYN | -0.007 | -0.039 | 0.040 | 259.29330602 |
| GS10 | -0.010 | -0.002 | 0.011 | 192.74135939 |
| YILN | -0.012 | 0.003  | 0.012 | 167.39684487 |
| SICH | -0.009 | -0.016 | 0.018 | 240.62101956 |
| WARO | 0.010  | -0.027 | 0.029 | 290.38955736 |
| CHGO | 0.030  | -0.047 | 0.056 | 302.52498601 |
| FCU1 | -0.013 | -0.009 | 0.016 | 214.59063663 |
| TCYU | -0.014 | -0.001 | 0.014 | 186.06104106 |
| T102 | 0.034  | -0.044 | 0.056 | 307.42267085 |
| T104 | 0.028  | -0.044 | 0.053 | 302.38286134 |
| T105 | 0.002  | -0.027 | 0.027 | 275.25248550 |
| T109 | 0.006  | -0.055 | 0.055 | 276.09967443 |
| T110 | -0.023 | -0.027 | 0.035 | 229.87916434 |
| PLIM | 0.000  | -0.031 | 0.031 | 270.23324352 |

附錄六、2006~2007 年台灣 e-GPS 站相對於 CHYI 站之坐標位移變化 (公尺)

| 站名   | 2006~2007 位移 |        | 測站位移量 | 位移方位角 (°)    |
|------|--------------|--------|-------|--------------|
|      | N            | E      |       |              |
| FLNM | 0.027        | -0.027 | 0.038 | 314.28366081 |
| MZUM | 0.008        | 0.000  | 0.008 | 357.76864439 |
| PKGM | 0.006        | -0.002 | 0.007 | 338.84543789 |
| TMAM | -0.018       | -0.071 | 0.073 | 255.99958259 |
| KAFN | 0.022        | -0.039 | 0.045 | 299.26243464 |
| KDNM | 0.022        | -0.096 | 0.099 | 283.15793660 |
| KMNM | -0.002       | 0.001  | 0.002 | 154.48316028 |
| FUSN | 0.009        | -0.005 | 0.011 | 330.68138056 |
| CAOT | 0.006        | -0.008 | 0.010 | 307.94717449 |
| GOLI | 0.004        | 0.004  | 0.006 | 38.56909985  |
| JUNA | 0.007        | -0.004 | 0.008 | 332.47640890 |
| SHJU | 0.004        | -0.001 | 0.004 | 343.83243399 |
| SHMN | 0.009        | -0.001 | 0.009 | 352.50215916 |
| SINY | 0.015        | -0.027 | 0.031 | 298.68840319 |
| TACH | 0.004        | -0.003 | 0.005 | 325.05434408 |
| WULI | 0.014        | -0.006 | 0.015 | 336.56391752 |
| FONB | 0.042        | -0.042 | 0.060 | 315.17075912 |
| JULI | 0.027        | -0.031 | 0.041 | 311.36183856 |
| DOSH | 0.008        | -0.005 | 0.009 | 329.43819720 |
| VR02 | 0.005        | -0.005 | 0.007 | 315.36025304 |
| VR01 | 0.003        | -0.005 | 0.006 | 304.68400743 |
| VR03 | 0.005        | -0.005 | 0.007 | 315.47274542 |
| KYIN | 0.004        | -0.005 | 0.006 | 312.24897743 |
| CHYI | 0.000        | 0.000  | 0.000 | 0.00000000   |
| CISH | 0.001        | -0.045 | 0.045 | 270.89288415 |
| DAWU | 0.017        | -0.051 | 0.054 | 288.37287549 |
| FALI | -0.003       | -0.065 | 0.065 | 267.45082009 |
| JHCI | 0.006        | -0.016 | 0.017 | 292.03541657 |
| MAJA | 0.005        | -0.058 | 0.058 | 274.55052755 |
| WULU | 0.014        | -0.025 | 0.028 | 298.92051631 |
| KASH | -0.035       | -0.051 | 0.061 | 235.24437815 |
| WUST | 0.004        | -0.012 | 0.012 | 289.20270579 |



附錄六、2006~2007 年台灣 e-GPS 站相對於 CHYI 站之坐標位移變化（公尺）（續）

|      |        |        |       |              |
|------|--------|--------|-------|--------------|
| TAYN | 0.010  | -0.036 | 0.037 | 285.16369606 |
| GS10 | 0.007  | 0.001  | 0.007 | 5.48447013   |
| YILN | 0.005  | 0.006  | 0.008 | 49.03871859  |
| SICH | 0.008  | -0.013 | 0.015 | 303.41742386 |
| WARO | 0.027  | -0.024 | 0.037 | 318.11728770 |
| CHGO | 0.047  | -0.044 | 0.065 | 316.79892041 |
| FCU1 | 0.004  | -0.006 | 0.007 | 302.85258827 |
| TCYU | 0.003  | 0.002  | 0.003 | 26.07071037  |
| T102 | 0.051  | -0.041 | 0.066 | 320.99624440 |
| T104 | 0.045  | -0.041 | 0.061 | 317.49892688 |
| T105 | 0.020  | -0.024 | 0.031 | 309.15310932 |
| T109 | 0.023  | -0.052 | 0.057 | 293.76225090 |
| T110 | -0.006 | -0.024 | 0.025 | 256.69799152 |
| PLIM | 0.017  | -0.028 | 0.033 | 301.64023411 |



附錄七、2005/06/01 12 個 e-GPS 基準站 CSRS-PPP 解算成果 (公尺)

| 測站   | 解算方式      | N           | E          | h       |
|------|-----------|-------------|------------|---------|
| CAOT | static    | 2652775.185 | 218326.620 | 141.736 |
|      | kinematic | 2652775.185 | 218326.633 | 141.728 |
| DOSH | static    | 2684126.452 | 232422.510 | 396.309 |
|      | kinematic | 2684126.438 | 232422.532 | 396.312 |
| FLNM | static    | 2627001.353 | 296215.474 | 138.555 |
|      | kinematic | 2627001.360 | 296215.492 | 138.541 |
| FUSN | static    | 2746020.476 | 285668.458 | 502.135 |
|      | kinematic | 2746020.479 | 285668.457 | 502.132 |
| GOLI | static    | 2768399.657 | 349657.803 | 45.977  |
|      | kinematic | 2768399.661 | 349657.814 | 45.985  |
| JUNA | static    | 2730778.063 | 237388.013 | 45.407  |
|      | kinematic | 2730778.069 | 237388.019 | 45.403  |
| SHJU | static    | 2748621.256 | 242112.217 | 24.429  |
|      | kinematic | 2748621.276 | 242112.230 | 24.398  |
| SHMN | static    | 2798179.592 | 306609.944 | 46.671  |
|      | kinematic | 2798179.601 | 306609.951 | 46.688  |
| SINY | static    | 2621419.083 | 235030.169 | 536.329 |
|      | kinematic | 2621419.070 | 235030.195 | 536.330 |
| TACH | static    | 2687278.075 | 202806.603 | 25.156  |
|      | kinematic | 2687278.072 | 202806.619 | 25.151  |
| VR01 | static    | 2668090.429 | 198996.031 | 39.430  |
|      | kinematic | 2668090.429 | 198996.047 | 39.405  |
| VR02 | static    | 2644083.137 | 186207.236 | 42.866  |
|      | kinematic | 2644083.131 | 186207.260 | 42.827  |

附錄八、2005/06/01 12 個 e-GPS 基準站 NLSC 計算成果 (公尺)

| 測站   | 解算方式 | N           | E          | h       |
|------|------|-------------|------------|---------|
| CAOT | NLSC | 2652775.327 | 218326.305 | 141.739 |
| DOSH | NLSC | 2684126.591 | 232422.198 | 396.324 |
| FLNM | NLSC | 2627001.497 | 296215.170 | 138.532 |
| FUSN | NLSC | 2746020.617 | 285668.144 | 502.155 |
| GOLI | NLSC | 2768399.800 | 349657.488 | 46.000  |
| JUNA | NLSC | 2730778.205 | 237387.699 | 45.432  |
| SHJU | NLSC | 2748621.398 | 242111.903 | 24.460  |
| SHMN | NLSC | 2798179.733 | 306609.628 | 46.702  |
| SINY | NLSC | 2621419.228 | 235029.855 | 536.355 |
| TACH | NLSC | 2687278.217 | 202806.290 | 25.185  |
| VR01 | NLSC | 2668090.572 | 198995.716 | 39.450  |
| VR02 | NLSC | 2644083.279 | 186206.925 | 42.894  |



附錄九、2005/06/01 12 個 e-GPS 基準站之較差計算成果 (公尺)

| 測站   | 解算方式      | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta h$ |
|------|-----------|------------|------------|------------|
| CAOT | static    | 0.143      | -0.315     | 0.004      |
|      | kinematic | 0.142      | -0.328     | 0.011      |
| DOSH | static    | 0.139      | -0.313     | 0.015      |
|      | kinematic | 0.152      | -0.334     | 0.011      |
| FLNM | static    | 0.144      | -0.304     | -0.024     |
|      | kinematic | 0.137      | -0.322     | -0.010     |
| FUSN | static    | 0.142      | -0.314     | 0.019      |
|      | kinematic | 0.138      | -0.313     | 0.023      |
| GOLI | static    | 0.144      | -0.314     | 0.023      |
|      | kinematic | 0.139      | -0.325     | 0.015      |
| JUNA | static    | 0.142      | -0.313     | 0.025      |
|      | kinematic | 0.136      | -0.319     | 0.028      |
| SHJU | static    | 0.142      | -0.314     | 0.031      |
|      | kinematic | 0.122      | -0.327     | 0.062      |
| SHMN | static    | 0.141      | -0.316     | 0.030      |
|      | kinematic | 0.131      | -0.323     | 0.014      |
| SINY | static    | 0.145      | -0.314     | 0.025      |
|      | kinematic | 0.158      | -0.340     | 0.025      |
| TACH | static    | 0.142      | -0.313     | 0.029      |
|      | kinematic | 0.146      | -0.330     | 0.034      |
| VR01 | static    | 0.143      | -0.315     | 0.021      |
|      | kinematic | 0.143      | -0.331     | 0.046      |
| VR02 | static    | 0.142      | -0.310     | 0.028      |
|      | kinematic | 0.148      | -0.335     | 0.067      |

附錄十、2005/06/01 12 個 e-GPS 基準站之較差殘差值 (公尺)

| 測站   | 解算方式      | 殘差值         |             |             |
|------|-----------|-------------|-------------|-------------|
|      |           | N           | E           | h           |
| CAOT | static    | 0.00018747  | -0.00187602 | -0.01517910 |
|      | kinematic | -0.00028160 | -0.01514647 | -0.00749643 |
| DOSH | static    | -0.00333852 | 0.00027238  | -0.00422807 |
|      | kinematic | 0.00992295  | -0.02120600 | -0.00743023 |
| FLNM | static    | 0.00154346  | 0.00896066  | -0.04252665 |
|      | kinematic | -0.00524654 | -0.00878934 | -0.02854925 |
| FUSN | static    | -0.00082771 | -0.00130457 | 0.00063006  |
|      | kinematic | -0.00414791 | -0.00028511 | 0.00381663  |
| GOLI | static    | 0.00132673  | -0.00139167 | 0.00449252  |
|      | kinematic | -0.00318512 | -0.01246201 | -0.00353024 |
| JUNA | static    | -0.00020060 | -0.00038027 | 0.00604440  |
|      | kinematic | -0.00684052 | -0.00645812 | 0.00944007  |
| SHJU | static    | -0.00015879 | -0.00090262 | 0.01214001  |
|      | kinematic | -0.02009938 | -0.01350689 | 0.04354129  |
| SHMN | static    | -0.00141420 | -0.00275982 | 0.01152941  |
|      | kinematic | -0.01107077 | -0.01004062 | -0.00533518 |
| SINY | static    | 0.00254405  | -0.00096836 | 0.00653713  |
|      | kinematic | 0.01587105  | -0.02694911 | 0.00634989  |
| TACH | static    | 0.00003721  | -0.00038082 | 0.00970959  |
|      | kinematic | 0.00341404  | -0.01661199 | 0.01513388  |
| VR01 | static    | 0.00072569  | -0.00217344 | 0.00181094  |
|      | kinematic | 0.00059430  | -0.01807247 | 0.02682094  |
| VR02 | static    | -0.00042475 | 0.00290457  | 0.00903976  |
|      | kinematic | 0.00526627  | -0.02172234 | 0.04839726  |

附錄十一、JUNA、FUSN、GOLI 站之各日動態解算筆數

| 日期         | 解算筆數   |        |        |
|------------|--------|--------|--------|
|            | JUNA 站 | FUSN 站 | GOLI 站 |
| 2005/06/01 | 86392  | 86394  | 86400  |
| 2005/06/02 | 86395  | 86338  | 86400  |
| 2005/06/03 | 86384  | 86398  | 86400  |
| 2005/06/04 | 86397  | 86391  | 86400  |
| 2005/06/05 | 86396  | 86397  | 86400  |
| 2005/06/06 | 86389  | 86396  | 86400  |
| 2005/06/07 | 85893  | 85897  | 85898  |
| 2006/06/01 | 86389  | 86390  | 86398  |
| 2006/06/02 | 86385  | 86387  | 86397  |
| 2006/06/03 | 86384  | 86393  | 86399  |
| 2006/06/04 | 86391  | 86397  | 86400  |
| 2006/06/05 | 86394  | 86392  | 86396  |
| 2006/06/06 | 86389  | 86391  | 86397  |
| 2006/06/07 | 85893  | 86388  | 86397  |
| 2007/06/01 | 84450  | 84407  | 85528  |
| 2007/06/02 | 84465  | 84418  | 85352  |
| 2007/06/03 | 86393  | 86392  | 85424  |
| 2007/06/04 | 86394  | 86398  | 85497  |
| 2007/06/05 | 86395  | 86394  | 85413  |
| 2007/06/06 | 86396  | 86397  | 85483  |
| 2007/06/07 | 86389  | 86279  | 85515  |

附錄十二、JUNA 站之 CSRS-PPP 與 NLSC 計算成果較差值 (公尺)

| 日期         | 靜態解算模式     |            |            | 動態解算模式     |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|            | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta h$ | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta h$ |
| 2005/06/01 | 0.143      | -0.311     | 0.025      | 0.136      | -0.319     | 0.028      |
| 2005/06/02 | 0.143      | -0.311     | 0.034      | 0.142      | -0.312     | 0.003      |
| 2005/06/03 | 0.124      | -0.302     | 0.011      | 0.159      | -0.361     | -0.010     |
| 2005/06/04 | 0.118      | -0.313     | 0.026      | 0.143      | -0.368     | 0.005      |
| 2005/06/05 | 0.118      | -0.323     | 0.035      | 0.161      | -0.387     | 0.005      |
| 2005/06/06 | 0.121      | -0.308     | 0.019      | 0.150      | -0.370     | 0.042      |
| 2005/06/07 | 0.133      | -0.308     | 0.018      | 0.132      | -0.340     | 0.028      |
| 2006/06/01 | 0.146      | -0.349     | 0.007      | 0.142      | -0.373     | -0.049     |
| 2006/06/02 | 0.115      | -0.331     | 0.055      | 0.160      | -0.418     | 0.021      |
| 2006/06/03 | 0.142      | -0.355     | 0.027      | 0.149      | -0.368     | -0.020     |
| 2006/06/04 | 0.146      | -0.349     | 0.008      | 0.126      | -0.359     | -0.022     |
| 2006/06/05 | 0.146      | -0.344     | 0.014      | 0.140      | -0.340     | -0.026     |
| 2006/06/06 | 0.111      | -0.315     | 0.009      | 0.140      | -0.377     | 0.022      |
| 2006/06/07 | 0.123      | -0.315     | 0.008      | 0.122      | -0.347     | 0.022      |
| 2007/06/01 | 0.126      | -0.389     | 0.000      | 0.143      | -0.411     | 0.010      |
| 2007/06/02 | 0.136      | -0.389     | -0.007     | 0.096      | -0.344     | 0.000      |
| 2007/06/03 | 0.120      | -0.392     | -0.004     | 0.115      | -0.374     | 0.031      |
| 2007/06/04 | 0.120      | -0.392     | -0.044     | 0.125      | -0.399     | -0.077     |
| 2007/06/05 | 0.126      | -0.398     | -0.028     | 0.126      | -0.405     | -0.045     |
| 2007/06/06 | 0.126      | -0.381     | -0.014     | 0.108      | -0.343     | -0.049     |
| 2007/06/07 | 0.129      | -0.384     | -0.026     | 0.144      | -0.426     | -0.036     |

附錄十三、FUSN 站之 CSRS-PPP 與 NLSC 計算成果較差值 (公尺)

| 日期         | 靜態解算模式     |            |            | 動態解算模式     |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|            | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta h$ | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta h$ |
| 2005/06/01 | 0.143      | -0.312     | 0.019      | 0.138      | -0.313     | 0.023      |
| 2005/06/02 | 0.144      | -0.314     | 0.022      | 0.142      | -0.314     | 0.003      |
| 2005/06/03 | 0.128      | -0.300     | 0.027      | 0.134      | -0.338     | 0.045      |
| 2005/06/04 | 0.115      | -0.323     | 0.020      | 0.133      | -0.369     | -0.006     |
| 2005/06/05 | 0.121      | -0.318     | 0.021      | 0.142      | -0.371     | 0.035      |
| 2005/06/06 | 0.132      | -0.326     | 0.022      | 0.135      | -0.354     | 0.036      |
| 2005/06/07 | 0.135      | -0.314     | 0.016      | 0.123      | -0.323     | 0.015      |
| 2006/06/01 | 0.146      | -0.348     | 0.013      | 0.151      | -0.390     | -0.048     |
| 2006/06/02 | 0.132      | -0.346     | 0.031      | 0.141      | -0.381     | -0.034     |
| 2006/06/03 | 0.146      | -0.352     | 0.022      | 0.132      | -0.339     | -0.005     |
| 2006/06/04 | 0.150      | -0.358     | 0.004      | 0.128      | -0.367     | -0.005     |
| 2006/06/05 | 0.147      | -0.347     | 0.003      | 0.125      | -0.360     | -0.028     |
| 2006/06/06 | 0.146      | -0.362     | -0.010     | 0.141      | -0.345     | 0.027      |
| 2006/06/07 | 0.152      | -0.354     | 0.000      | 0.126      | -0.349     | 0.024      |
| 2007/06/01 | 0.124      | -0.391     | -0.006     | 0.137      | -0.441     | -0.002     |
| 2007/06/02 | 0.137      | -0.395     | -0.006     | 0.095      | -0.394     | -0.013     |
| 2007/06/03 | 0.124      | -0.401     | -0.014     | 0.108      | -0.383     | -0.019     |
| 2007/06/04 | 0.119      | -0.398     | -0.021     | 0.116      | -0.378     | -0.025     |
| 2007/06/05 | 0.123      | -0.403     | -0.033     | 0.118      | -0.428     | -0.008     |
| 2007/06/06 | 0.123      | -0.384     | -0.031     | 0.115      | -0.380     | -0.018     |
| 2007/06/07 | 0.129      | -0.387     | -0.033     | 0.120      | -0.430     | -0.002     |



附錄十四、GOLI 站之 CSRS-PPP 與 NLSC 計算成果較差值（公尺）

| 日期         | 靜態解算模式     |            |            | 動態解算模式     |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|            | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta h$ | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta h$ |
| 2005/06/01 | 0.144      | -0.314     | 0.023      | 0.139      | -0.325     | 0.015      |
| 2005/06/02 | 0.144      | -0.317     | 0.021      | 0.149      | -0.328     | -0.009     |
| 2005/06/03 | 0.126      | -0.308     | 0.007      | 0.128      | -0.340     | 0.033      |
| 2005/06/04 | 0.120      | -0.326     | 0.032      | 0.102      | -0.433     | -0.068     |
| 2005/06/05 | 0.125      | -0.314     | 0.024      | 0.128      | -0.331     | 0.029      |
| 2005/06/06 | 0.129      | -0.316     | 0.021      | 0.125      | -0.328     | 0.019      |
| 2005/06/07 | 0.134      | -0.307     | 0.025      | 0.134      | -0.356     | 0.018      |
| 2006/06/01 | 0.145      | -0.363     | 0.003      | 0.147      | -0.391     | -0.031     |
| 2006/06/02 | 0.151      | -0.333     | 0.021      | 0.143      | -0.376     | -0.034     |
| 2006/06/03 | 0.146      | -0.348     | 0.015      | 0.132      | -0.351     | -0.032     |
| 2006/06/04 | 0.145      | -0.357     | 0.001      | 0.136      | -0.365     | -0.041     |
| 2006/06/05 | 0.145      | -0.349     | 0.016      | 0.139      | -0.333     | -0.036     |
| 2006/06/06 | 0.144      | -0.350     | -0.015     | 0.150      | -0.337     | -0.018     |
| 2006/06/07 | 0.150      | -0.359     | -0.002     | 0.132      | -0.335     | -0.020     |
| 2007/06/01 | 0.124      | -0.411     | -0.012     | 0.188      | -0.395     | 0.108      |
| 2007/06/02 | 0.135      | -0.384     | -0.017     | 0.109      | -0.367     | 0.012      |
| 2007/06/03 | 0.119      | -0.397     | -0.021     | 0.132      | -0.370     | -0.001     |
| 2007/06/04 | 0.117      | -0.401     | -0.052     | 0.124      | -0.377     | -0.044     |
| 2007/06/05 | 0.121      | -0.401     | -0.046     | 0.108      | -0.410     | -0.027     |
| 2007/06/06 | 0.122      | -0.382     | -0.026     | 0.108      | -0.371     | -0.032     |
| 2007/06/07 | 0.124      | -0.398     | -0.028     | 0.139      | -0.406     | -0.016     |

附錄十五、2005~2006 與 2006~2007 之基線長度變化量 (公尺)

| 基線<br>(端點站名) | 基線長度變化值        |              |              |              |
|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
|              | 2005~2006      |              | 2006~2007    |              |
|              | CSRS-PPP       | NLSC         | CSRS-PPP     | NLSC         |
| JUNA-FUSN    | -0.003±0.008   | -0.011±0.008 | -0.007±0.007 | -0.001±0.007 |
| JUNA-GOLI    | 0.013±0.008    | 0.006±0.008  | 0.005±0.008  | 0.006±0.006  |
| JUNA-CAOT    | 0.005±0.008    | 0.002±0.009  | -0.007±0.007 | -0.002±0.007 |
| JUNA-FLNM    | -0.028±0.008   | -0.036±0.009 | -0.036±0.008 | -0.028±0.011 |
| JUNA-JULI    | -0.027±0.012   | -0.026±0.009 | -0.020±0.007 | -0.027±0.007 |
| JUNA-KAFN    | -0.018±0.008   | -0.025±0.007 | -0.039±0.007 | -0.025±0.006 |
| JUNA-VR02    | 0.004±0.008    | 0.005±0.008  | 0.003±0.007  | 0.002±0.007  |
| JUNA-DOSH    | -0.00007±0.009 | -0.003±0.008 | -0.009±0.007 | -0.001±0.009 |
| JUNA-WULI    | -0.003±0.007   | -0.017±0.009 | -0.023±0.007 | -0.006±0.006 |
| FUSN-GOLI    | 0.016±0.006    | 0.017±0.006  | 0.011±0.006  | 0.007±0.004  |
| FUSN-CAOT    | -0.007±0.006   | -0.001±0.008 | 0.007±0.005  | 0.004±0.005  |
| FUSN-FLNM    | -0.032±0.004   | -0.023±0.008 | -0.010±0.006 | -0.019±0.009 |
| FUSN-JULI    | -0.022±0.007   | -0.015±0.008 | -0.014±0.003 | -0.017±0.005 |
| FUSN-KAFN    | -0.013±0.005   | -0.006±0.005 | -0.003±0.003 | -0.004±0.004 |
| FUSN-VR02    | -0.004±0.006   | -0.002±0.006 | 0.003±0.004  | 0.003±0.005  |
| FUSN-DOSH    | -0.013±0.006   | -0.005±0.006 | 0.008±0.005  | 0.001±0.007  |
| FUSN-WULI    | 0.024±0.004    | 0.015±0.009  | 0.0005±0.003 | 0.005±0.005  |
| GOLI-CAOT    | 0.004±0.005    | 0.010±0.007  | 0.016±0.006  | 0.007±0.004  |
| GOLI-FLNM    | -0.018±0.004   | -0.007±0.007 | -0.003±0.006 | -0.010±0.009 |
| GOLI-JULI    | -0.001±0.011   | -0.003±0.007 | -0.001±0.003 | -0.010±0.004 |
| GOLI-KAFN    | 0.008±0.004    | 0.016±0.004  | 0.016±0.004  | 0.012±0.003  |
| GOLI-VR02    | 0.008±0.005    | 0.011±0.005  | 0.011±0.006  | 0.006±0.005  |
| GOLI-DOSH    | -0.001±0.005   | 0.008±0.005  | 0.018±0.006  | 0.005±0.006  |
| GOLI-WULI    | 0.013±0.004    | 0.002±0.008  | 0.011±0.004  | 0.001±0.004  |
| CAOT-FLNM    | -0.037±0.005   | -0.032±0.008 | -0.016±0.006 | -0.025±0.009 |
| CAOT-JULI    | -0.035±0.019   | -0.031±0.008 | -0.027±0.005 | -0.031±0.005 |
| CAOT-KAFN    | -0.034±0.003   | -0.031±0.006 | -0.024±0.006 | -0.031±0.003 |
| CAOT-VR02    | -0.004±0.004   | -0.002±0.07  | -0.008±0.007 | -0.002±0.005 |
| CAOT-DOSH    | 0.007±0.006    | 0.005±0.007  | -0.001±0.005 | 0.003±0.007  |
| CAOT-WULI    | 0.011±0.003    | 0.008±0.008  | 0.004±0.003  | 0.006±0.004  |
| FLNM-JULI    | -0.006±0.010   | -0.005±0.009 | -0.004±0.005 | -0.001±0.009 |
| FLNM-KAFN    | -0.002±0.004   | -0.001±0.006 | -0.011±0.005 | -0.007±0.009 |

附錄十五、2005~2006 與 2006~2007 之基線長度變化量 (公尺) (續)

|           |              |              |              |              |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| FLNM-VR02 | -0.029±0.005 | -0.033±0.007 | -0.024±0.005 | -0.025±0.009 |
| FLNM-DOSH | -0.038±0.005 | -0.033±0.007 | -0.018±0.006 | -0.029±0.010 |
| FLNM-WULI | -0.013±0.002 | -0.012±0.010 | -0.011±0.005 | -0.017±0.009 |
| JULI-KAFN | -0.010±0.010 | -0.001±0.006 | -0.002±0.003 | -0.002±0.004 |
| JULI-VR02 | -0.038±0.013 | -0.035±0.007 | -0.036±0.004 | -0.033±0.005 |
| JULI-DOSH | -0.030±0.014 | -0.023±0.007 | -0.026±0.004 | -0.029±0.007 |
| JULI-WULI | -0.001±0.006 | -0.001±0.010 | -0.014±0.003 | -0.013±0.005 |
| KAFN-VR02 | -0.028±0.004 | -0.031±0.004 | -0.031±0.005 | -0.032±0.004 |
| KAFN-DOSH | -0.033±0.005 | -0.029±0.005 | -0.029±0.004 | -0.034±0.006 |
| KAFN-WULI | 0.018±0.003  | 0.015±0.008  | 0.001±0.003  | 0.007±0.004  |
| VR02-DOSH | 0.009±0.005  | 0.003±0.006  | 0.006±0.005  | 0.002±0.007  |
| VR02-WULI | 0.013±0.004  | 0.006±0.008  | 0.004±0.004  | 0.003±0.005  |
| DOSH-WULI | 0.0002±0.003 | 0.0003±0.008 | 0.003±0.003  | 0.0001±0.004 |



附錄十六、CSRS-PPP 與 NLSC 之基線變化較差量 (公尺)

| 基線 ID | 基線<br>(端點站名) | 長度變化較差值   |           |
|-------|--------------|-----------|-----------|
|       |              | 2005~2006 | 2006~2007 |
| 1     | JUNA-FUSN    | 0.008     | -0.006    |
| 2     | JUNA-GOLI    | 0.007     | -0.002    |
| 3     | JUNA-CAOT    | 0.003     | -0.005    |
| 4     | JUNA-FLNM    | 0.008     | -0.008    |
| 5     | JUNA-JULI    | -0.001    | 0.007     |
| 6     | JUNA-KAFN    | 0.007     | -0.014    |
| 7     | JUNA-VR02    | -0.001    | 0.001     |
| 8     | JUNA-DOSH    | 0.003     | -0.008    |
| 9     | JUNA-WULI    | 0.014     | -0.017    |
| 10    | FUSN-GOLI    | 0.001     | 0.004     |
| 11    | FUSN-CAOT    | -0.006    | 0.003     |
| 12    | FUSN-FLNM    | -0.009    | 0.010     |
| 13    | FUSN-JULI    | -0.006    | 0.004     |
| 14    | FUSN-KAFN    | -0.007    | 0.001     |
| 15    | FUSN-VR02    | -0.003    | 0.000     |
| 16    | FUSN-DOSH    | -0.008    | 0.008     |
| 17    | FUSN-WULI    | 0.009     | 0.005     |
| 18    | GOLI-CAOT    | -0.007    | 0.009     |
| 19    | GOLI-FLNM    | -0.010    | 0.007     |
| 20    | GOLI-JULI    | 0.002     | 0.009     |
| 21    | GOLI-KAFN    | 0.007     | 0.004     |
| 22    | GOLI-VR02    | -0.003    | 0.004     |
| 23    | GOLI-DOSH    | -0.009    | 0.013     |
| 24    | GOLI-WULI    | -0.011    | -0.010    |
| 25    | CAOT-FLNM    | -0.004    | 0.010     |
| 26    | CAOT-JULI    | -0.004    | 0.004     |
| 27    | CAOT-KAFN    | -0.003    | 0.008     |
| 28    | CAOT-VR02    | -0.002    | -0.006    |
| 29    | CAOT-DOSH    | 0.002     | -0.004    |
| 30    | CAOT-WULI    | 0.003     | -0.002    |
| 31    | FLNM-JULI    | 0.001     | 0.004     |
| 32    | FLNM-KAFN    | -0.001    | 0.005     |
| 33    | FLNM-VR02    | 0.003     | 0.001     |

附錄十六、CSRS-PPP 與 NLSC 之基線變化較差量 (公尺) (續)

|    |           |        |        |
|----|-----------|--------|--------|
| 34 | FLNM-DOSH | -0.005 | 0.011  |
| 35 | FLNM-WULI | -0.001 | 0.006  |
| 36 | JULI-KAFN | -0.008 | 0.001  |
| 37 | JULI-VR02 | -0.003 | -0.002 |
| 38 | JULI-DOSH | -0.006 | 0.002  |
| 39 | JULI-WULI | 0.001  | -0.001 |
| 40 | KAFN-VR02 | 0.003  | 0.001  |
| 41 | KAFN-DOSH | -0.004 | 0.006  |
| 42 | KAFN-WULI | 0.003  | 0.006  |
| 43 | VR02-DOSH | 0.005  | 0.004  |
| 44 | VR02-WULI | 0.007  | 0.000  |
| 45 | DOSH-WULI | 0.000  | 0.003  |



附錄十七、專有名詞中英對照表

| 英文縮寫     | 中文涵義         |
|----------|--------------|
| CSRS-PPP | 線上精密單點計算系統   |
| DGPS     | 差分定位         |
| FTP      | 文件傳輸協議       |
| GPS      | 全球定位系統       |
| HTTP     | 超文本傳輸協議      |
| IGS      | 國際 GNSS 服務組織 |
| ITRF     | 國際地球參考框架     |
| JPL      | 噴射推進實驗室      |
| NASA     | 美國太空總署       |
| NRC      | 加拿大自然資源部     |
| NLSC     | 國土測繪中心       |
| NAD83    | 北美坐標系統       |
| PPP      | 精密單點定位       |
| SPP      | 單點定位         |
| TWD97    | 1997 台灣大地基準  |



## 作者簡歷

姓名：邱煥欽

籍貫：台灣省桃園縣

出生日期：民國 72 年 5 月 15 日

電子郵件：[Hcc1983.cv95g@nctu.edu.tw](mailto:Hcc1983.cv95g@nctu.edu.tw)、[Hcc1983.cv95g@gmail.com](mailto:Hcc1983.cv95g@gmail.com)

學歷：私立清雲科技大學土木工程學系五專部畢業

國立宜蘭大學土木工程學系二技部畢業

國立交通大學土木工程學系測量及空間資訊組碩士肄業

- 相關著作：
1. 王坪、邱煥欽，2003，Maple 在以奇異函數分析材料力學問題上之應用，土木工程研討會，清雲技術學院，D25-D34。
  2. 趙錫民、邱煥欽、李易展、陳宴民，2006，建檔時段長度與 Beacon GPS 定位關係探討，測量及空間資訊研討會，清雲科技大學，563-570。
  3. 邱煥欽、史天元，2007，World Wind 使用初討與 Google Earth 之比較，台灣地理資訊學會年會暨學術研討會，嘉南藥理科技大學，22。
  4. 邱煥欽、史天元，2008，CSRS-PPP 線上計算服務測試與探討，測量及空間資訊研討會，國立成功大學。