

臺灣大地基準站近十年時間序列變化

The time series in nearly ten years of the GNSS CORS for TaiWan Datum

彭千惠¹ 陳鶴欽²

摘要

為建立臺灣大地基準及高精度基本控制測量作為訂定我國坐標系統之依據，內政部於101年3月30日公告大地基準站18站，包含成功（CHGO）、成大測量（CKSV）、鳳林（FLNM）、竹南（JUNA）、高雄港（KASH）、墾丁（KDNM）、金門（KMNM）、馬祖（MUZM）、北港（PKG M）、埔里（PLIM）、台中港（TACH）、太麻里（TMAM）、東沙（TNSM）、外坵（WIAN）、武陵（WULI）、霧鹿（WULU）、宜蘭（YILN）及陽明山（YMSM）。臺灣位處板塊碰撞劇烈地帶，地表上之衛星追蹤站及各等級衛星控制點亦隨之變動，大地基準站作為國家基本測量之基準，應長期自動觀測並分析之。

本文探討臺灣大地基準站近十年坐標時間序列變化，採用 Bernese 5.2 軟體，解算自2010年1月1日至2020年12月31日大地基準站之衛星觀測資料，地心坐標框架及參考橢球體分別採用 ITRF2014@2010.0 及 GRS80，每日最小約制於金門站（KMN M）TWD97[2010]之公告坐標，解算相對於金門站的每日坐標成果。坐標時間序列分析採用回歸公式，針對 N、E、U 三個分量分別以坐標時間序列擬合模式，進行地表運動速率及地震瞬時位移等事件之擬合，擬合成果顯示水平速度變化最大為成功（CHGO），每年位移量可達7公分；垂直速度變化最大為北港（PKG M），每年下沉量約為2公分。大地基準站解算良率大致約為九成以上。

關鍵字：大地基準站、時間序列。

Keyword： geodetic datum, time series.

1內政部國土測繪中心基本測量及企劃科 技士 email：23196@mail.nlsc.gov.tw

2內政部國土測繪中心基本測量及企劃科 科長

一、前言

為建立臺灣大地基準及高精度基本控制測量，作為訂定我國坐標系統之依據，內政部於82年及83年分別於陽明山（YMSM）、墾丁（KDNM）、鳳林（FLNM）、金門（KMNM）、北港（PKG M）、太麻里（TMAM）、馬祖（MUZM）及東沙（TNSM）等設置8個衛星追蹤站，藉由全天候24小時連續不斷接收衛星觀測資料，解算高精度坐標成果作為各等級衛星控制點之基準，87年3月17日公布新國家坐標系統命名為1997臺灣大地基準（TWD97），成果包含此8個衛星追蹤站、105個一等衛星控制點及621個二等衛星控制點；101年3月30日公告大地基準及1997坐標系統2010年成果（TWD97[2010]），再依空間分布之均勻性並可持續分析觀測資料之原則，增選內政部國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統基準站成功（CHGO）、成大測量（CKSV）、宜蘭（YILN）、竹南（JUNA）、高雄港（KASH）、埔里（PLIM）、台中港（TACH）、外垵（WIAN）、武陵（WULI）及霧鹿（WULU）等10站衛星追蹤站，總計共18站作為臺灣大地基準站，公告成果包含18個大地基準站、219個一等衛星控制點（衛星追蹤站）及各等級衛星控制點；109年8月10日公告基本測量2020年成果（TWD97[2020]），成果包含18個大地基準站、238個一等衛星控制點（衛星追蹤站）及各等級衛星控制點。

內政部國土測繪中心於2019年針對國家坐標系統現代化進行委外研究，研究成果顯示目前世界各國趨勢朝向動態或半動態基準發展，而發展半動態基準的關鍵基礎為建置一個穩定的地表變形模式，變形模式須具備有時間函數的速度場及重大事件的地表位移量。臺灣位處板塊碰撞劇烈地帶，地表上之衛星追蹤站及各等級衛星控制點亦隨之變動，大地基準站作為國家基本測量之基準，應長期自動觀測並分析之，本文探討臺灣大地基準站自2010年至2020年每日坐標時間序列變化。

二、研究方法

為了解臺灣大地基準站近十年時間序列變化，採用 Bernese 5.2 軟體，解算自2010年1月1日至2020年12月31日大地基準站之衛星觀測資料，地心坐標框架及參考橢球體分別採用 ITRF2014@2010.0 及 GRS80，每日最小約制於金門站（KMN M）TWD97[2010]之公告坐標，解算大地基準站相對於金門站的每日坐標成果。金門站相對於鄰近國際衛星追蹤站其坐標時間序列分析相當穩定，可作為最小約制站解算國內衛星追蹤站之依據（內政部國土測繪中心，2017）。

為確保觀測品質穩定，大地基準站每日坐標成果於任一分量標準差超過0.01m則視為解算成果不佳，剔除成果不佳之大地基準站衛星觀測資料後，重新解算每日坐標成果。坐標時間序列分析則採用回歸公式，針對大地基準站於N、E、U三個分量分別以坐標時間序列擬合模式（Nikolaidis, R., 2002），進行地表運動速率及地震瞬時位移等事件之擬合，擬合成果剔除超過三倍標準差之每日坐標成果，以獲得坐標時間序列變化並可分析大地基準站之速度場成果。

三、 研究成果

研究成果顯示，剔除各種因素造成觀測資料缺失、解算成果不佳及擬合時間序列超過三倍標準差之每日坐標成果，大地基準站自 2010 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日之解算良率大致約為九成以上。東沙 (TNSM) 因地理位置特殊，受限於網路及電信設備影響，無法即時滿足故障排除條件，觀測資料保存及傳輸難度較高，解算良率僅約六成；至其餘解算良率未達九成僅埔里 (PLIM) 及霧鹿 (WULU)，解算良率仍有八成以上。

臺灣大地基準站分析坐標時間序列擬合推算相對於金門站之速度場成果如表 1。成果顯示水平速度變化最大為成功 (CHGO) 71.08 mm/yr，次之為高雄港 (KASH) 52.00 mm/yr 及墾丁 (KDNM) 47.31 mm/yr，再次之為霧鹿 (WULU) 38.05 mm/yr、太麻里 (TMAM) 34.98 mm/yr、鳳林 (FLNM) 31.20 mm/yr 及埔里 (PLIM) 29.37 mm/yr，每年水平速度變化大約超過 3 公分；垂直速度變化最大則為北港 (PKGGM) 下沉 20.50 mm/yr，次之為霧鹿 (WULU) 上升 10.57mm/yr 及埔里 (PLIM) 下沉 10.41 mm/yr，其餘各站垂直速度變化不超過 1 公分。臺灣大地基準站相對於金門站之水平速度變化及垂直速度變化如圖 1。

表 1 臺灣大地基準站相對於金門站之速度場成果表 (單位: mm/yr)

站名	點號	良率	V_N	V_E	V_h	方位角
成功	CHGO	93.55%	45.57	-54.55	-2.91	310°
成大測量	CKSV	92.86%	-0.36	-13.85	1.49	269°
鳳林	FLNM	96.04%	16.40	-26.54	-2.63	302°
竹南	JUNA	96.71%	2.75	-2.57	-2.01	317°
高雄港	KASH	91.49%	-22.31	-46.97	-4.71	245°
墾丁	KDNM	91.29%	8.51	-46.54	0.20	280°
金門	KMNM	98.48%	0.00	0.00	0.00	0°
馬祖	MZUM	91.14%	0.69	0.25	-0.06	20°
北港	PKGGM	96.34%	2.81	-2.66	-20.50	317°
埔里	PLIM	87.61%	11.93	-26.84	-10.41	294°
台中港	TACH	93.95%	0.98	-1.85	-4.01	298°
太麻里	TMAM	95.92%	12.00	-32.86	-4.70	290°
東沙	TNSM	61.85%	-0.70	-0.58	-0.63	220°
外垵	WIAN	93.50%	-0.17	-1.81	-2.71	265°
武陵	WULI	93.06%	10.08	-8.24	5.79	321°
霧鹿	WULU	88.45%	12.34	-35.99	10.57	289°
宜蘭	YILN	95.02%	-3.29	8.30	-8.44	112°
陽明山	YMSM	90.04%	2.27	1.23	-2.20	28°

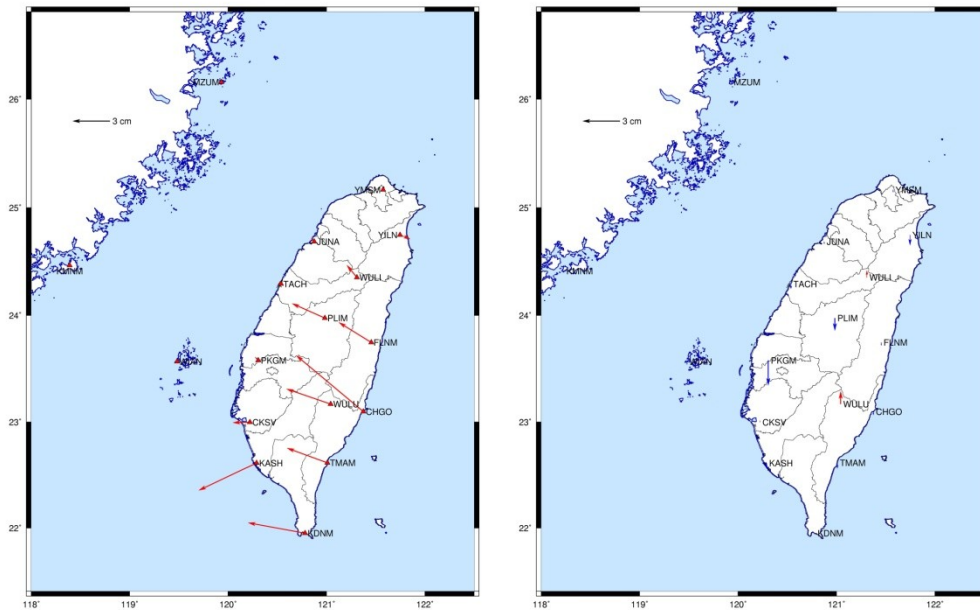


圖 1 臺灣大地基準站相對於金門站之水平及垂直速度場

四、 結論與建議

本文探討臺灣大地基準站自 2010 年至 2020 年之坐標時間序列變化，最小約制於金門站解算每日坐標成果，大地基準站相對於金門站之水平速度變化最大為成功（CHGO），每年位移量可達 7 公分；垂直速度變化最大為北港（PKGM），每年下沉量約為 2 公分。大地基準站受地理位置及地質條件影響，雖大致呈現穩定速度變動，但各站變動情形不盡相同，長期累積的變動量仍然非常可觀。

臺灣大地基準站作為國家坐標系統之基準，為了解長期變化趨勢，探討臺灣大地基準 1997 坐標系統對於 1997 年成果（TWD97）、2010 年成果（TWD97[2010]）及 2020 年成果（TWD97[2020]）之影響，應持續觀測並建立自設站以來之觀測成果，分析其坐標時間序列及速度場成果，以因應下次國家坐標系統之成果更新，作為我國半動態坐標系統之依據並維護高精度的國家坐標框架。