

e-GPS 即時動態定位系統坐標變更及實務因應說明

一、 坐標系統求解：

本中心目前在臺灣本島之 e-GPS 坐標框架成果於 2009 年 7 月公布使用，配合 e-GPS 系統實務要求，各基準站間之坐標反算空間距離與每個時刻實測距離之較差能小於 1 公分，以維持各基準站點位間之高精度相對關係，故其成果並非固定在 TWD97 之相關追蹤站成果上，而是約制在苗栗縣竹南基準站 (JUNA)，並考量竹南站之速度量，採最小約制套合作法，精密解算各基準站之坐標成果 (以下簡稱為 e-GPS[2009])。

配合內政部於 101 年 3 月 30 日公布 TWD97[2010]坐標系統及本中心 e-GNSS 雙星系統 PIVOT 平台使用，本中心整合 237 個具有 TWD97[2010]坐標成果之 GNSS 連續觀測站 101 年 12 月 1 日至 102 年 1 月 31 日之 62 天衛星觀測資料為基礎，採用 Bernese 軟體計算基線，依據內政部公告之 TWD97[2010]坐標框架定義 (詳見內政部地政司網站)，最小約制在竹南基準站三維空間坐標 (如表 1)，解算各基準站 e-GNSS[2013]精密坐標 (以下簡稱 e-GNSS[2013])，解算流程如本系統入口網站資料，各基準站坐標如附檔。

臺灣本島之各基準站 e-GNSS[2013]與 e-GPS[2009]坐標變位平均值與極值分別為 N 方向：0.423m (最大：0.516m；最小：0.247m)、E 方向：-0.159m (最大：-0.263m；最小：-0.011m) 及 h 方向：-0.0001m (最大：0.070m；最小：-0.123m)。造成二個坐標框架量級與方向差異的主要原因為二個坐標框架所選取約制的國際參考站不同所致。

至於澎湖、金門及馬祖地區維持原 TWD97[1997]坐標框架，不予變更。

表 1:e-GNSS[2013]坐標框架定義

| | | | |
|----------|-----------------|----------------------|----------------|
| 國際坐標基準框架 | | ITRF94 | |
| 坐標定義起始時刻 | | 2013 年 1 月 1 日 12:00 | |
| 固定站名稱 | X-COORDS | Y-COORDS | Z-COORDS |
| 竹南(JUNA) | -2975765.1265 m | 4976994.6606 m | 2647324.0276 m |
| 速度量 | -0.0221 m/yr | -0.0096 m/yr | -0.0102 m/yr |

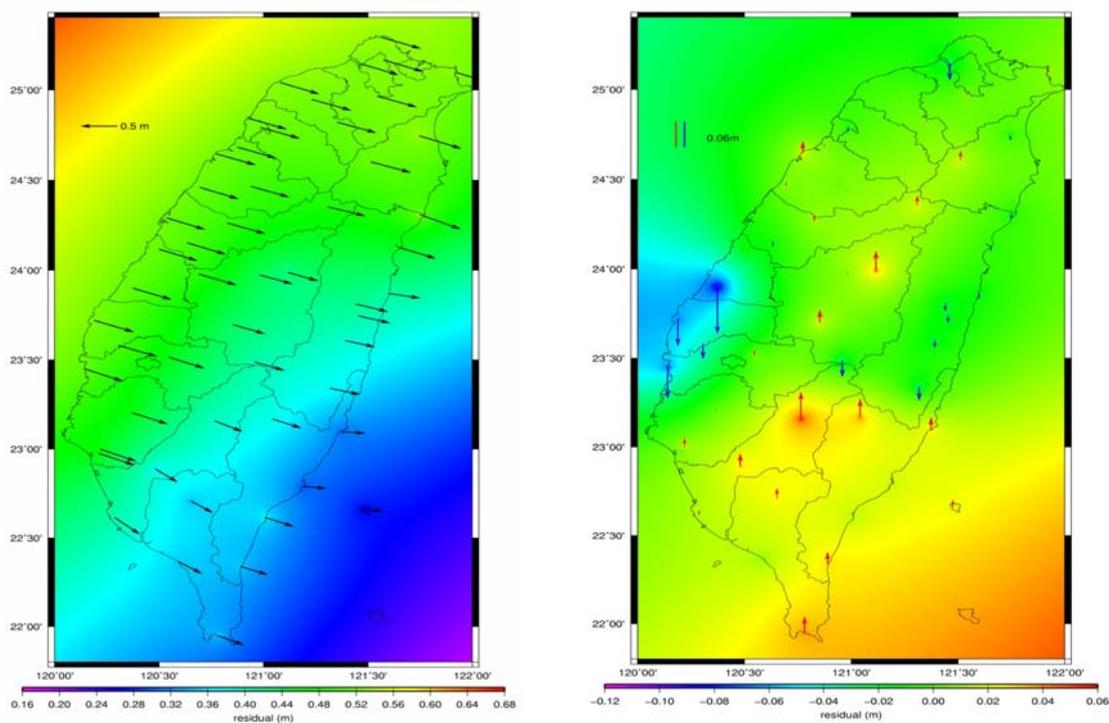


圖 1: e-GNSS[2013]與 e-GPS[2009]坐標變位差異示意圖

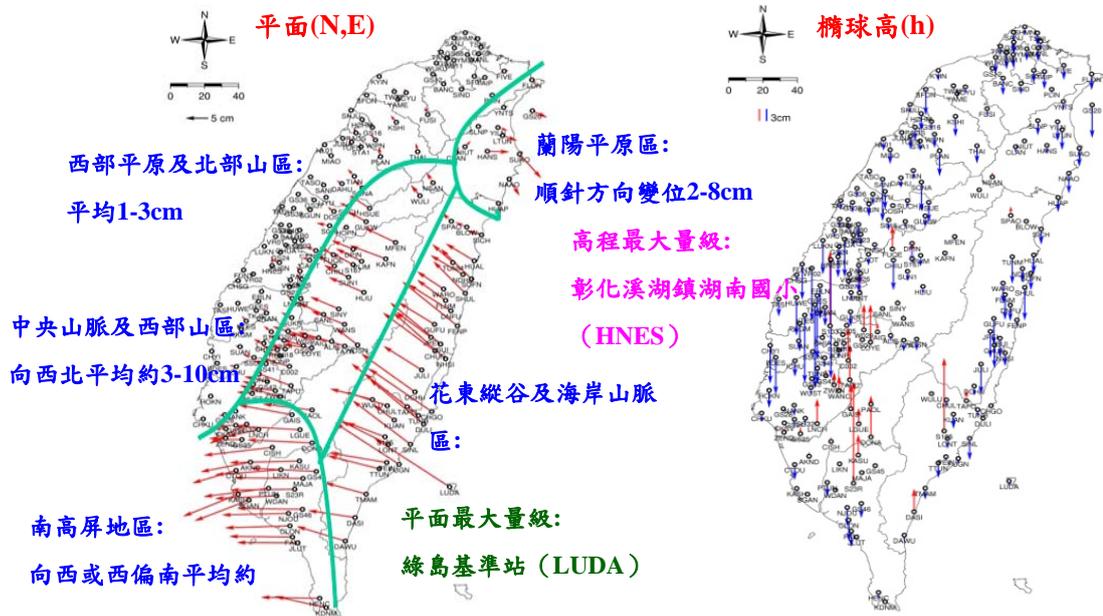


圖 2: e-GNSS[2013]與 TWD97[2010]坐標變位差異示意圖

二、 使用者如何因應：

一般使用者該如何使用 e-GNSS[2013]、e-GPS[2009]與當地坐標系統(如 TWD97 或 TWD97[2010])之進行轉換，使用者需對來源坐標(source)與目標坐標(target)之基本定義進行了解，蒐集必要資訊，依照使用者所需定位成果精度需求，選擇適合之坐標轉換方法與工具，現場觀測必要數量之已知點，進行坐標轉換，轉換後對成果進行一定數量點位之成果檢核以確保品質，其轉換方式如下示意圖 3。

本中心 e-GNSS 系統將提供即時轉換功能，使用者在外業測量時，可使用具 RTCM3.1 功能之衛星接收儀及控制器，由 PIVOT 核心定位系統軟體 TTG(Trimble Transformation Generator)模組執行本項功能，使用者施測 VBS-RTK 定位同時，透過國際通用之 RTCM3.1 資料格式，即時傳送坐標轉換訊息，輔助移動站在野外現場即可獲得三維坐標轉換定位成果。

對於 e-GNSS 與 e-GPS 坐標框架轉換作業實務探討，可概分下列

幾種狀況：

- (1) 不作坐標框架銜接轉換
- (2) 2 參數或 3 參數坐標轉換法 (簡易坐標分量平移法)
- (3) 4 參數或 6 參數平面坐標轉換+最小二乘配置法(嚴密法)
- (4) TTG 三維坐標轉換+坐標殘差網格修正模型法 (嚴密法)

上述狀況具體作法、適用時機及優缺點等，請參見本中心 e-GPS 即時動態定位系統入口網站 2013 年 12 月 5 日最新消息。

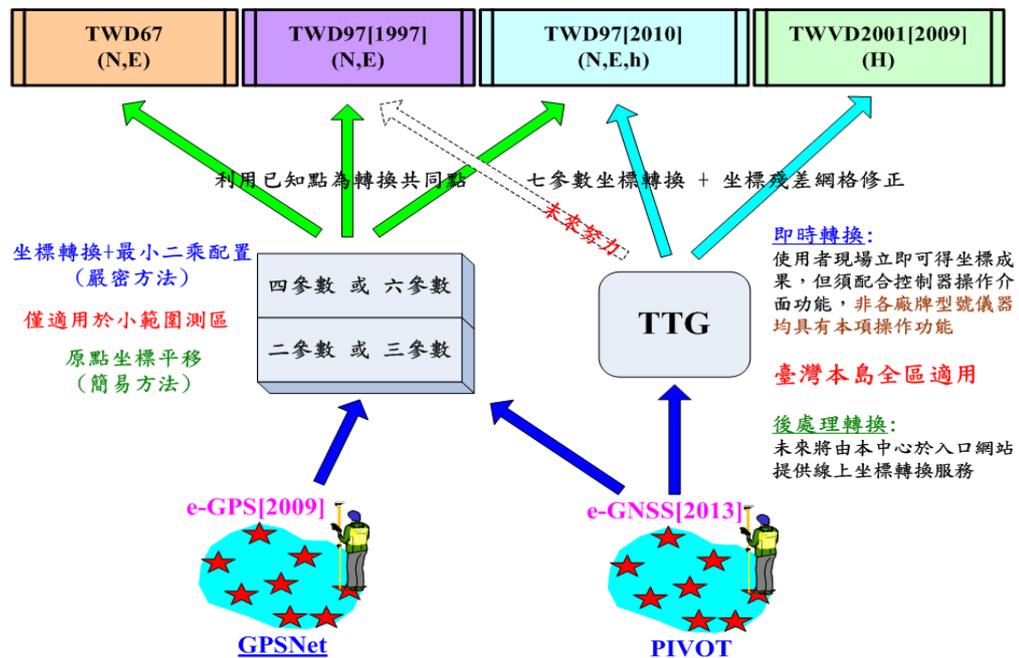


圖 3: e-GNSS 坐標框架轉換作業示意圖

對於以往已自行建立局部轉換參數者，可透過「二次轉換」概念 (可參見入口網站 2013 年 12 月 4 日最新消息，花蓮地政事務所報告)，來獲取 e-GPS[2009]、e-GNSS[2013]與當地 TWD97 坐標系統成果 (實務上也可以是其他坐標系統) 進行坐標轉換之相關應用，如示意圖 4。

(1) 原有使用 e-GPS[2009]坐標框架下之成果，與當地 TWD97 坐標成果：使用者登錄 e-GPS 即時動態定位系統實施 VBS-RTK 定位，

利用具網路 RTK 功能之接收儀，辦理外業觀測，除觀測待測點位外，同時觀測具 TWD97 坐標系統之已知點，**建議至少 4 點以上並涵蓋測區，利用坐標轉換方式（如 AFFINE 六參數轉換），可求解出轉換參數（如 R1），後續在一定時間內，在原地區可直接使用此轉換參數（R1），直接將 e-GPS[2009]坐標成果直接轉換至 TWD97 坐標系統，實務上建議使用六參數轉換結合最小二乘配置，已符合法規要求，相關轉換工具及作業方式已放置於本系統入口網站。**

(2) 對於臺灣本島之 e-GPS[2009]與 e-GNSS[2013]2 套坐標框架成果，可利用相同基準站，建立一套轉換參數 (R2 或 R2a)，使用者即可進行 e-GPS[2009]與 e-GNSS[2013]間之成果轉換，可採全區或分區方式進行坐標轉換，此部分可參見本中心 101 年「e-GPS 即時動態定位系統坐標轉換最佳化之研究」報告。**實務上，建議僅挑選涵蓋測區之最鄰近基準站約 4-6 站進行轉換及建立轉換參數，如此可獲得當地局部之最佳相對關係及轉換成果。**

(3) 使用者若需與舊有 e-GPS[2009]成果進行比對，僅需將現在實測成果 e-GNSS[2013]，透過坐標轉換方式(轉換參數為 R2)，轉換至 e-GPS[2009]，再利用已建立之轉換參數 (R1) 即可獲取當地之原坐標系統成果 (如 TWD97)。但是，**這當中存在 1 個「時間差」的問題，因地殼變形造成各點位間不等量位移，喪失原測量當時之相對精度，會導致「成果精度」會下降，各點位間點位成果及相對精度是否仍滿足使用者需求目的，使用者需自行檢核、研判及考量使用情形。**

實務上，使用者也可將舊有成果 (e-GPS[2009]) 透過轉換方式 (如轉換參數為 R2a)，轉換至 e-GNSS[2013]，可與現有成果進行分析比對。

使用者對於現有 e-GNSS[2013]坐標框架之成果，亦可比照原 e-GPS[2009]坐標框架下方式，透過外業實測已知點及求解轉換參數方式 (R3 或 R4)，將 e-GNSS 成果轉換至當地坐標成果 (TWD97 或 TWD97[2010])。

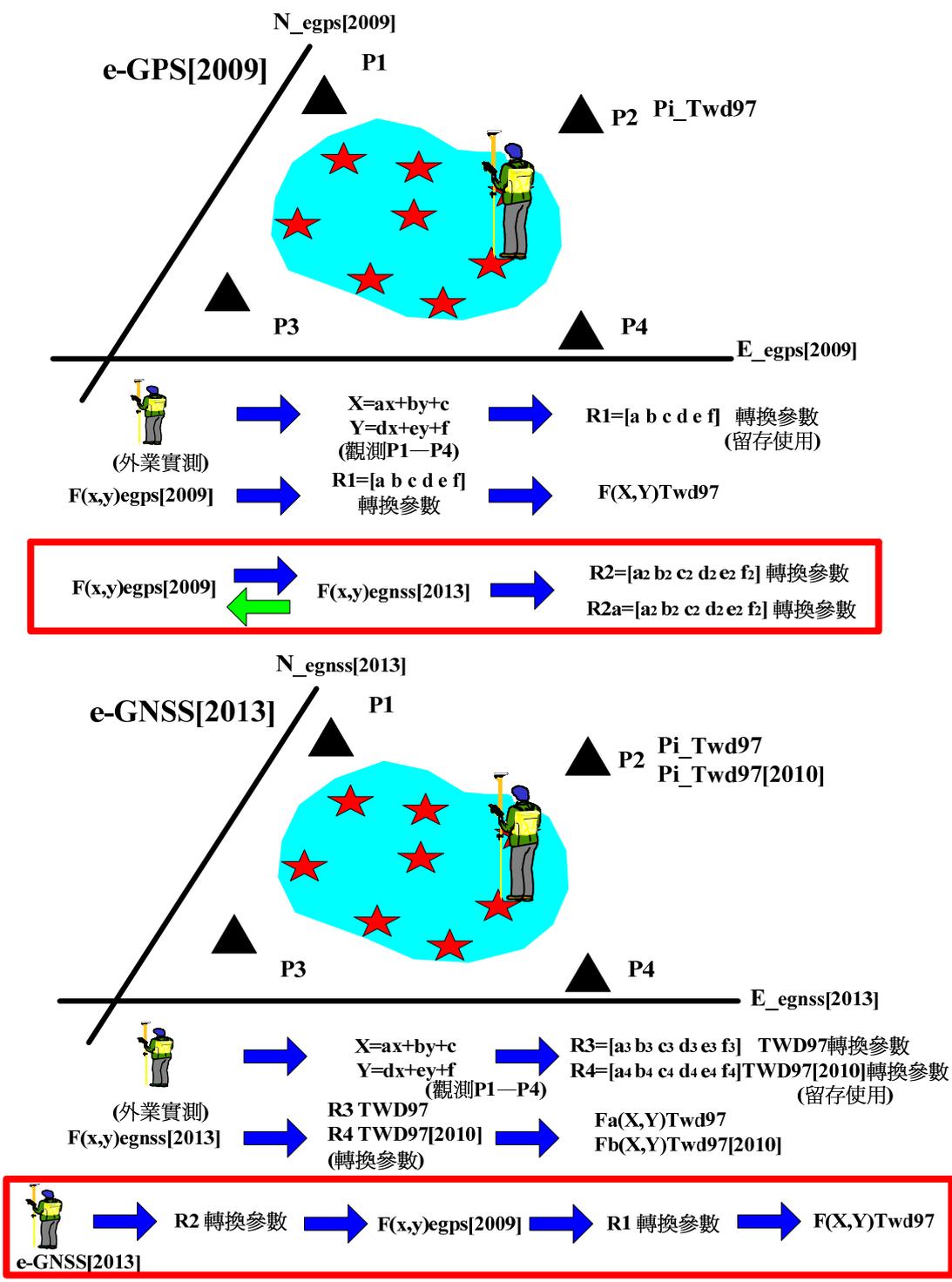


圖 4: e-GPS[2009]與 e-GNSS[2013]坐標成果轉換示意圖

三、 未來更新機制：

本中心對於各基準站未來更新方法規劃如下：

1. 解算基準站精密坐標及轉換參數：

辦理時機：每年 2 月份

資料集：以每年 12 月 1 日至翌年 1 月 31 日國內各基準站 GNSS 觀測資料及 IGS 公布之最終精密星曆 (IGS Final) 等資料為基礎，延續採用研究型基線及平差計算軟體，約制竹南衛星基準站三維空間坐標，平差解算各基準站 e-GNSS 坐標，辦理各基準站及基本控制點坐標變位量及速度量，並同步解算 TTG 三維坐標轉換參數及坐標殘差網格修正模型，並辦理坐標轉換及坐標殘差網格修正模型之精度評估測試驗證。

2. 發布機制：

發布週期：以 1 年為週期

預告時機：預定每年 3 月份

預告方式：於入口網站公布，並以電子郵件主動通知會員

發布內容：

- (1) 更新前後之 e-GNSS 坐標及其三維坐標分量較差值
- (2) 各衛星基準站及基本控制點坐標變位量資訊
- (3) TTG 坐標轉換及殘差網格修正模型精度指標
- (4) 其他作業注意事項與重要訊息通知

實施日期：每年 4 月份正式上線運作

其他：如遇重大天然因素如災難性地震或水災，足使地表發生明顯變位時，本中心將重整相關資訊，重新計算並適時公布局部地區之基準站坐標及其相應 TTG 坐標轉換及殘差網格修正模型。

內政部國土測繪中心臺灣本島e-GNSS基準站坐標成果

| 序號 | 點名 | e-GNSS[2013]坐標 | | | e-GPS[2009]坐標 | | | 坐標差值 | | |
|----|-------|----------------|-------------|----------|-----------------|-------------|----------|-----------|--------|--------|
| | | E 2013 | N 2013 | h 2013 | E 2009 | N 2009 | h 2009 | dE | dN | dh |
| 1 | CAOT | 218326.729 | 2652775.101 | 141.664 | 218326.263 | 2652775.275 | 141.667 | 0.466 | -0.174 | -0.003 |
| 2 | CHGO | 288366.948 | 2555220.965 | 77.220 | 288366.658 | 2555220.99 | 77.188 | 0.290 | -0.025 | 0.032 |
| 3 | CHYI | 162148.896 | 2594461.863 | 22.785 | 162148.417 | 2594462.058 | 22.867 | 0.478 | -0.195 | -0.082 |
| 4 | CISH | 196776.038 | 2532151.165 | 90.883 | 196775.760 | 2532151.375 | 90.849 | 0.278 | -0.209 | 0.034 |
| 5 | CKSV | 170038.927 | 2544368.626 | 59.582 | 170038.485 | 2544368.815 | 59.559 | 0.442 | -0.189 | 0.023 |
| 6 | CLAN | 301847.681 | 2721819.754 | 453.104 | 301847.185 | 2721819.922 | 453.078 | 0.496 | -0.168 | 0.026 |
| 7 | DASU | 191990.237 | 2509839.173 | 54.898 | 本次新納入基準站，無98年成果 | | | | | |
| 8 | DAWU | 238674.559 | 2471272.690 | 41.011 | 238674.225 | 2471272.82 | 40.980 | 0.334 | -0.130 | 0.031 |
| 9 | DNKN | 267833.514 | 2544940.266 | 235.677 | 本次新納入基準站，無98年成果 | | | | | |
| 10 | DOSH | 232422.627 | 2684126.382 | 396.296 | 232422.159 | 2684126.55 | 396.279 | 0.467 | -0.168 | 0.017 |
| 11 | FALI | 208146.718 | 2474055.170 | 41.652 | 208146.430 | 2474055.355 | 41.650 | 0.288 | -0.185 | 0.002 |
| 12 | FB02 | 270151.100 | 2666801.698 | 2320.853 | 本次新納入基準站，無98年成果 | | | | | |
| 13 | FLNM | 296215.443 | 2627001.413 | 138.439 | 296215.049 | 2627001.526 | 138.462 | 0.393 | -0.113 | -0.023 |
| 14 | FONB | 303165.631 | 2610618.178 | 51.401 | 303276.791 | 2610619.859 | 47.131 | 豐濱基準站位置遷移 | | |
| 15 | FUGN | 269729.670 | 2521125.615 | 31.224 | 269729.389 | 2521125.647 | 31.212 | 0.281 | -0.032 | 0.012 |
| 16 | FUSI | 285668.560 | 2746020.424 | 502.059 | 285668.080 | 2746020.589 | 502.052 | 0.479 | -0.165 | 0.007 |
| 17 | GGDS | 233506.920 | 2638960.439 | 1422.792 | 本次新納入基準站，無98年成果 | | | | | |
| 18 | GS10 | 296533.994 | 2782045.580 | 52.118 | 296533.519 | 2782045.757 | 52.163 | 0.475 | -0.177 | -0.045 |
| 19 | GS57 | 226571.425 | 2447498.667 | 117.754 | 本次新納入基準站，無98年成果 | | | | | |
| 20 | GS61 | 271116.184 | 2729998.972 | 545.968 | 本次新納入基準站，無98年成果 | | | | | |
| 21 | GS66 | 224316.681 | 2594606.718 | 985.003 | 本次新納入基準站，無98年成果 | | | | | |
| 22 | GUFU | 289895.920 | 2611598.898 | 215.909 | 289895.550 | 2611598.999 | 215.933 | 0.370 | -0.102 | -0.024 |
| 23 | HCHG | 251412.286 | 2746653.156 | 84.605 | 本次新納入基準站，無98年成果 | | | | | |
| 24 | HCHM | 248444.359 | 2742797.780 | 153.474 | 248443.874 | 2742797.952 | 153.486 | 0.485 | -0.172 | -0.012 |
| 25 | HL01 | 227135.183 | 2726632.431 | 27.366 | 227134.697 | 2726632.605 | 27.335 | 0.485 | -0.174 | 0.031 |
| 26 | HUAP | 326068.529 | 2689449.429 | 42.964 | 326068.033 | 2689449.656 | 42.979 | 0.496 | -0.226 | -0.015 |
| 27 | JHCI | 203782.246 | 2601244.444 | 150.941 | 203781.809 | 2601244.614 | 150.927 | 0.437 | -0.170 | 0.014 |
| 28 | JULI | 282534.057 | 2582153.557 | 177.824 | 282533.686 | 2582153.656 | 177.861 | 0.371 | -0.098 | -0.037 |
| 29 | JUNA | 237388.147 | 2730777.992 | 45.397 | 237387.670 | 2730778.163 | 45.391 | 0.476 | -0.171 | 0.006 |
| 30 | KAFN | 261853.027 | 2653653.511 | 1584.730 | 261852.653 | 2653653.645 | 1584.824 | 0.374 | -0.134 | -0.094 |
| 31 | KASH | 176840.355 | 2501770.740 | 25.625 | 176840.044 | 2501771.003 | 25.612 | 0.311 | -0.263 | 0.013 |
| 32 | KDNM | 227485.206 | 2427973.459 | 58.302 | 227484.884 | 2427973.608 | 58.260 | 0.322 | -0.149 | 0.042 |
| 33 | KYIN | 258115.200 | 2770326.796 | 32.030 | 258114.721 | 2770326.976 | 32.033 | 0.479 | -0.180 | -0.003 |
| 34 | LANY | 307610.284 | 2437793.997 | 347.966 | 本次新納入基準站，無98年成果 | | | | | |
| 35 | LIAN | 181177.404 | 2531515.391 | 61.447 | 本次新納入基準站，無98年成果 | | | | | |
| 36 | LNDO | 342600.093 | 2776877.921 | 26.553 | 342599.591 | 2776878.106 | 26.545 | 0.502 | -0.184 | 0.008 |
| 37 | LSB0 | 212830.098 | 2672057.613 | 121.776 | 212829.622 | 2672057.794 | 121.789 | 0.476 | -0.181 | -0.013 |
| 38 | LUDA | 298906.727 | 2506502.454 | 29.852 | 298906.480 | 2506502.465 | 29.832 | 0.247 | -0.011 | 0.020 |
| 39 | MAJA | 214254.954 | 2511952.594 | 211.802 | 214254.682 | 2511952.778 | 211.775 | 0.271 | -0.184 | 0.027 |
| 40 | MAYA | 218967.742 | 2570931.228 | 608.275 | 本次新納入基準站，無98年成果 | | | | | |
| 41 | PKGGM | 179112.126 | 2608670.568 | 42.679 | 179111.650 | 2608670.741 | 42.719 | 0.476 | -0.173 | -0.040 |
| 42 | PLIM | 248168.635 | 2652131.149 | 582.621 | 248168.230 | 2652131.29 | 582.617 | 0.404 | -0.140 | 0.004 |
| 43 | SANW | 189472.683 | 2486764.993 | 27.387 | 本次新納入基準站，無98年成果 | | | | | |
| 44 | SHJU | 242112.368 | 2748621.172 | 24.383 | 242111.883 | 2748621.349 | 24.385 | 0.485 | -0.176 | -0.002 |
| 45 | SHMN | 306610.110 | 2798179.500 | 46.646 | 306609.619 | 2798179.68 | 46.642 | 0.491 | -0.179 | 0.004 |
| 46 | SICH | 316517.439 | 2669102.524 | 54.981 | 316517.000 | 2669102.693 | 54.992 | 0.438 | -0.169 | -0.011 |
| 47 | SIND | 304762.668 | 2762210.044 | 55.063 | 304762.173 | 2762210.218 | 55.055 | 0.494 | -0.174 | 0.008 |

| | | | | | | | | | | |
|----|------|-------------|-------------|----------|-----------------|-------------|----------|-----------|--------|--------|
| 48 | SOFN | 310919.922 | 2640784.017 | 58.709 | 310919.531 | 2640784.088 | 58.727 | 0.391 | -0.072 | -0.018 |
| 49 | SUAO | 337811.873 | 2720907.758 | 24.252 | 337893.612 | 2721076.812 | 26.967 | 蘇澳基準站位置遷移 | | |
| 50 | TACH | 202810.399 | 2687312.334 | 33.788 | 202809.922 | 2687312.518 | 33.793 | 0.477 | -0.183 | -0.005 |
| 51 | TASI | 167290.041 | 2624279.889 | 38.480 | 167289.550 | 2624280.072 | 38.551 | 0.491 | -0.183 | -0.071 |
| 52 | TASO | 219088.374 | 2706142.660 | 151.449 | 219087.900 | 2706142.841 | 151.438 | 0.474 | -0.181 | 0.011 |
| 53 | TAYN | 225855.862 | 2561947.660 | 645.730 | 225855.519 | 2561947.829 | 645.660 | 0.343 | -0.170 | 0.070 |
| 54 | TCYU | 273308.686 | 2759971.032 | 207.320 | 273308.200 | 2759971.203 | 207.317 | 0.486 | -0.171 | 0.003 |
| 55 | TMAM | 250769.083 | 2501771.612 | 58.730 | 250768.727 | 2501771.756 | 58.722 | 0.356 | -0.143 | 0.008 |
| 56 | VR01 | 198996.167 | 2668090.332 | 39.383 | 198995.689 | 2668090.513 | 39.385 | 0.478 | -0.181 | -0.002 |
| 57 | VR02 | 186207.375 | 2644083.037 | 42.450 | 186206.896 | 2644083.217 | 42.573 | 0.478 | -0.179 | -0.123 |
| 58 | VR03 | 207395.193 | 2640080.939 | 77.254 | 207394.720 | 2640081.116 | 77.257 | 0.473 | -0.178 | -0.003 |
| 59 | WARO | 294926.3761 | 2634275.716 | 210.259 | 294925.978 | 2634275.836 | 210.282 | 0.399 | -0.120 | -0.023 |
| 60 | WULI | 281297.765 | 2694072.982 | 1790.037 | 281297.307 | 2694073.124 | 1790.011 | 0.458 | -0.142 | 0.026 |
| 61 | WULU | 254246.321 | 2563026.748 | 928.258 | 254245.960 | 2563026.891 | 928.211 | 0.360 | -0.143 | 0.047 |
| 62 | WUST | 185327.226 | 2567150.801 | 89.581 | 185326.781 | 2567150.982 | 89.576 | 0.445 | -0.181 | 0.005 |
| 63 | XIAN | 208153.300 | 2553353.695 | 312.083 | 本次新納入基準站，無98年成果 | | | | | |
| 64 | YILN | 325421.870 | 2737858.703 | 63.986 | 325421.354 | 2737858.903 | 64.000 | 0.516 | -0.200 | -0.014 |
| 65 | YMSM | 307868.144 | 2784255.682 | 784.176 | 307867.653 | 2784255.865 | 784.030 | 0.491 | -0.183 | 0.146 |
| 66 | YUSN | 245826.772 | 2598246.009 | 3879.595 | 245826.406 | 2598246.142 | 3879.639 | 0.366 | -0.133 | -0.044 |