

102 年度桃園縣蘆竹大園鄉市加密控制測量測設作業說明

一、平面控制之依據

本案依據內政部96年11月15日台內地字第0960173460號令訂定基本測量實施規則第六條及101年3月30日台內地字第1010137288號函公布之規定，分別採用一九九七坐標系統(TWD97)、一九九七坐標系統2010年成果辦理加密控制測量作業。

二、已知控制點清查

本測區附近TWD97坐標之一、二、三等衛星控制點、水準點點、歷年加密控制點，共509點，點號清冊如表1，具有TWD97[2010]坐標之點位總計23點，點號清冊如表2。

表 1 TWD97坐標已知控制點清冊

點位種類	備註	點數
一等衛星控制點	N011	1
二等衛星控制點	N432、N804、N899、N952、N958	5
三等衛星控制點	F099、FP47、H003、H005、H006、H014、H015、H021、H022、H023、H028、H033、H034、H047、H052、H056、H066、H071、H073、H107、HP01、HP03、HP08、HP10、HP16	26
一等水準點	4001、4002、4003、4004、4005、D013、D014、D015、D016、D017、D018、D019、X017	13
加密控制點	詳如附件	463
	小計	508

表 2 TWD97[2010]坐標已知控制點清冊

點位種類	備註	點數
一等衛星控制點	N011	1
二等衛星控制點	N432、N804、N899、N952、N958	5
三等衛星控制點	F099、FP47、H005、H014、H023、 H028、H034、H047、H052、H056、 H066、H071、H107、HP01、HP08、 HP10、HP16	17
小計		23

三、測量方法及時程

(一) 測量方法

1. 應用GNSS全球導航衛星系統辦理，使用11部LEICA之衛星定位接收儀觀測，各儀器型號如表3，外業觀測參數設定，遮蔽角15°、5秒記錄1筆，每時段觀測60分鐘以上。

表 3 使用GNSS儀器清冊

儀器編號	記錄器型號	天線盤型號	備註
CH18	CS09	GS09	GS09 型
CH19	CS09	GS09	GS09 型
CH20	CS09	GS09	GS09 型
CH21	CS09	GS09	GS09 型
CH22	CS10	GS10	GS10 型
RS3	CS10	GS10	GS10 型
TY15	RX1250	AX1202	1200 型
TY16	GX1230	AX1202	1200 型
TY17	GX1230	AX1202	1200 型
TY18	RX1250	ATX1230	1200 型
TY19	GX1230	ATX1230	1200 型
TY23	RX1250	ATX1230GG	1200 型

2.內業利用LEICA Geo Office 7.0版軟體，處理基線解算、偵錯，並固定檢核合格之已知控制點，採用內政部國土測繪中心文化網形平差程式進行網形平差計算。

3.應用三角三邊測量技術辦理，使用1秒讀電子測距經緯儀觀測角度、距離，據以檢核比較GNSS測量計算成果之角度、距離。

(二)測量時程:102年5月10日起至102年5月29日止，實施GNSS觀測，觀測時段表詳如附件1，網絡圖如附件2。

四、已知控制點檢測

(一)已知控制點檢測(TWD97)

本控制網基線計算後，共有5,423條整數解(FIXED)基線，重複基線數1231條，基線重複率22.70%，為檢核已知控制點是否位移，將不同時段的網形組合成控制網(如圖1)，並只固定控制網中某一控制點坐標，使得網形不會有額外的變形張力；另因控制網內包含一、二、三衛星控制點、一等水準點及歷年加密控制點，加密控制點又有部分點位無橢球高資訊，故本項已知控制點檢測作業，將分成兩階段進行，第一階段先分析一、二、三衛星控制點、一等水準點等基本控制點位相對精度，第二階段再分析歷年加密控制點相對精度。

本控制網選擇將FP47三等衛星控制點坐標固定，進行最小約制網形平差，將最小約制平差成果與本控制網中45個具有TWD97坐標之一、二、三衛星控制點及一等水準點公告坐標比對，dN最大較差為H056，其差值為-0.057m，dE較差最大者為H006，其差值為0.062m，平面位置較差最大者為H056，其差值為0.073m，另高程較差分析，F099、H003、H006、N958、D013等5點高程坐標較差大於9.8cm，距離檢核精度最低為4004-H056，相對精度為1/29,901，方位角檢核較差最大為4005-H056，方位角較差為6.02秒；

由上分析可知，本控制網內 45 點基本控制點相對精度均優於規範 1/20,000，方位角較差均小於 20 秒，該 45 點基本控制點可視為坐標未有變動情形，各基本控制點最小約制成果統計表如表 4，各基本控制點平面坐標值變化如圖 2、高程坐標變化如圖 3，最小約制成果完整報表如附件 3。

表 4 最小約制成果統計表

約制點號	FP47
dN 最大值	-0.057 (H056)
dE 最大值	0.062 (H006)
dh 最大值	0.212 (H006)
平面位置較差最大值	0.073 (H056)
基線相對精度最低	1/ 29,901(4005-H056)
方位角較差最低	6.02 秒(4005-H056)

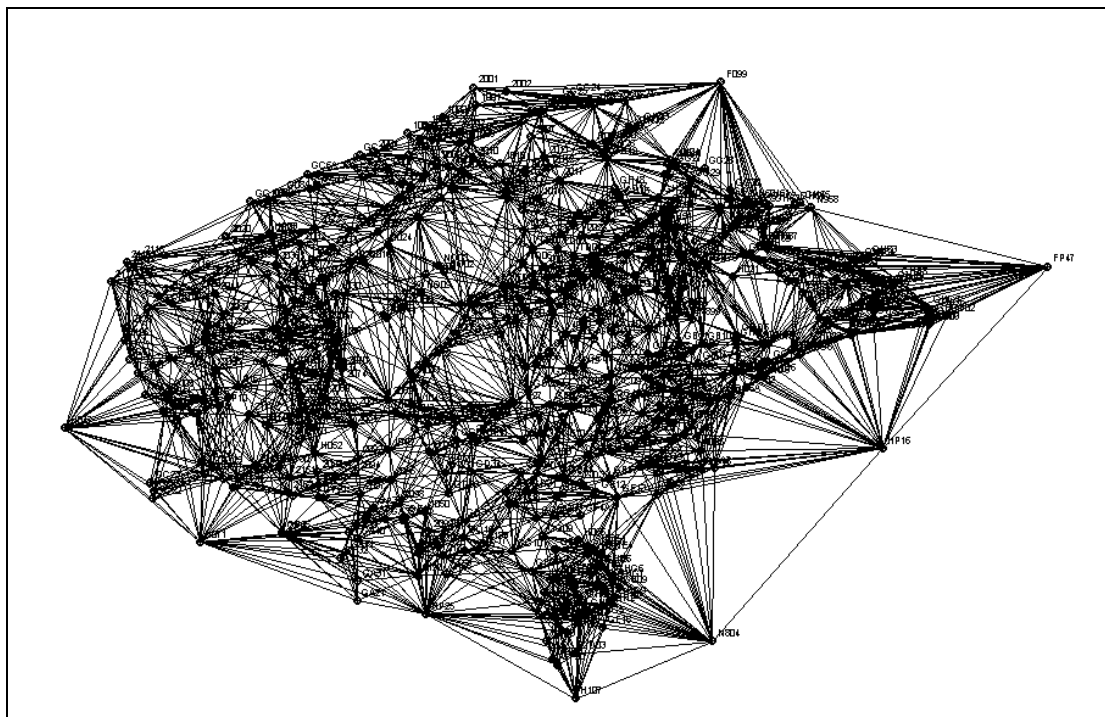


圖 1 桃園縣蘆竹、大園鄉控制網

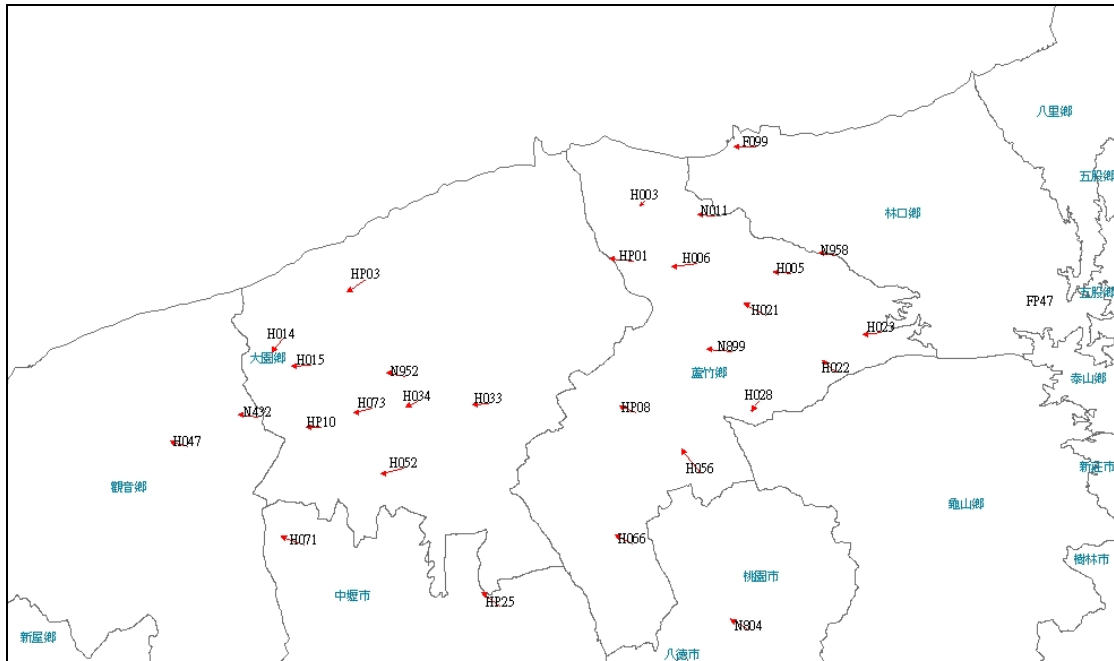


圖2 基本控制點TWD97平面坐標檢測較差圖 (約制FP47)

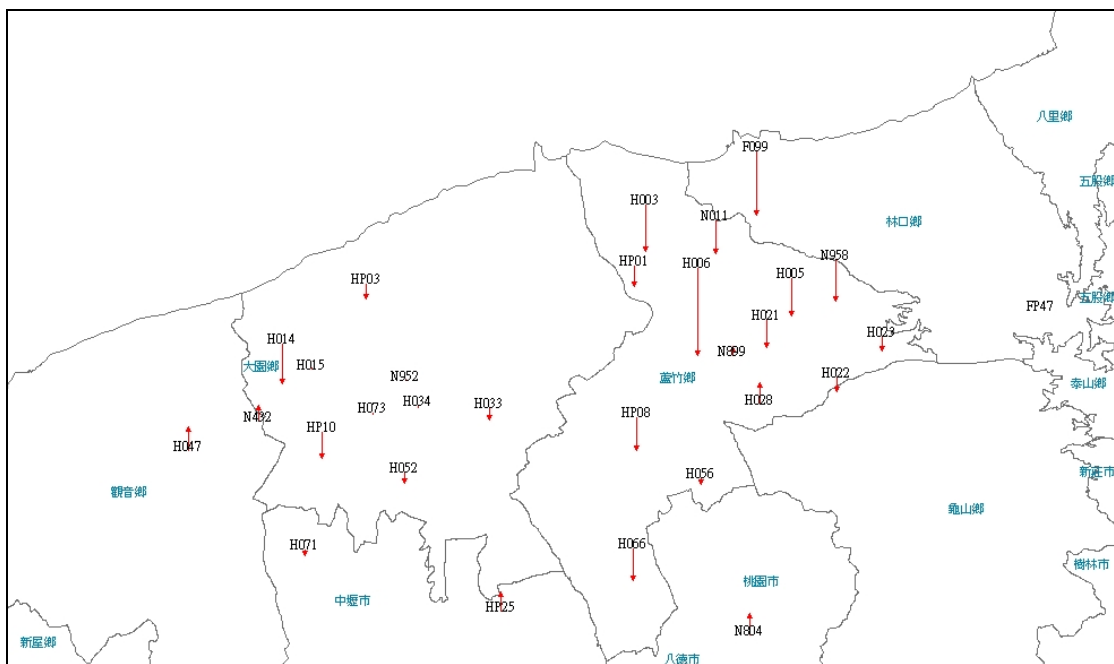


圖3 基本控制點TWD97橢球高檢測較差圖 (約制FP47)

將經過檢核合格的基本控制點坐標固定，辦理強制附合平差，獲得測區內 463 個加密控制點坐標，經比對加密控制點公告坐標，83.2% 點位平面坐標較差均小於 2 公分，顯示本控制網加密控制點與基本控制點相對精度維持良好，解算出加密控制點的橢球高，將提供後續無橢球高之加密控制點，另坐標較差較大者，將當作後續不納入強制附

和平差參考，相關統計資料如表 5。

表 5 歷年加密控制點坐標較差統計

平面坐標較差(m)	點數	百分比
≤0.02	385	83.2%
0.02~0.05	61	13.2%
0.05~0.10	13	2.8%
>0.1	4	0.9%
合計	463	100%

基本控制點相對精度檢核通過後，將固定於FP47最小約制平差成果與本控制網歷年加密控制點比對，目前中文化平差程式必須輸入已知控制點三維坐標方可進行已知控制點相對精度分析，因部分點位僅有平面坐標，故將歷年加密控制點檢測分成有橢球高資訊的加密控制點(128點)及無橢球高的加密控制點(335點)分別辦理。

具有橢球高的加密控制點，相對精度分析後僅有5條基線未達1/20,000，其中4條均與三等衛星控制點相連，另一條GB02-GB01基線差異小於2公分，方位角度皆小於20秒，本項成果將併後續分析參考。

表6 未達1/20000基線清冊（具有橢球高加密控制點）

點號	點號	檢測距離(m)	反算距離(m)	較差	精度
GE07	H056	621.739	621.786	-0.047	1/ 13185
GB02	GB01	220.164	220.150	0.014	1/ 16306
GG12	A011	358.090	358.068	0.021	1/ 16876
GB01	H028	622.515	622.549	-0.034	1/ 18359
GG5A	H028	559.184	559.213	-0.029	1/ 19206

將固定於FP47最小約制平差成果與463個加密控制點，進行平面坐標相對精度分析，分析結果GG02、GB52、GH64、GH65坐標較差異過大，坐標較差如表7；另相對精度未達1/20,000計有114條，角度大於20秒有23個，並將未達1/20,000標準之基線展於圖形中(如圖4)，供判斷不合格點位，經分析後將GD04、2035、GH63、GH66、GH68、GH61、

GH62、1011、GH67、GH59、GH60、GH69、GH70、GH56、GH57、GH58、GH87、GH54、GH71等點位不納入強制附合平差，在平差作業中視為新點。

表7 坐標差異過大加密控制點

點號	dN(m)	dE(m)	dh
GB52	55.416	-44.758	0.069
GG02	-6.449	-7.001	-0.026
GH64	0.342	0.118	-
GH65	2.176	-0.500	-

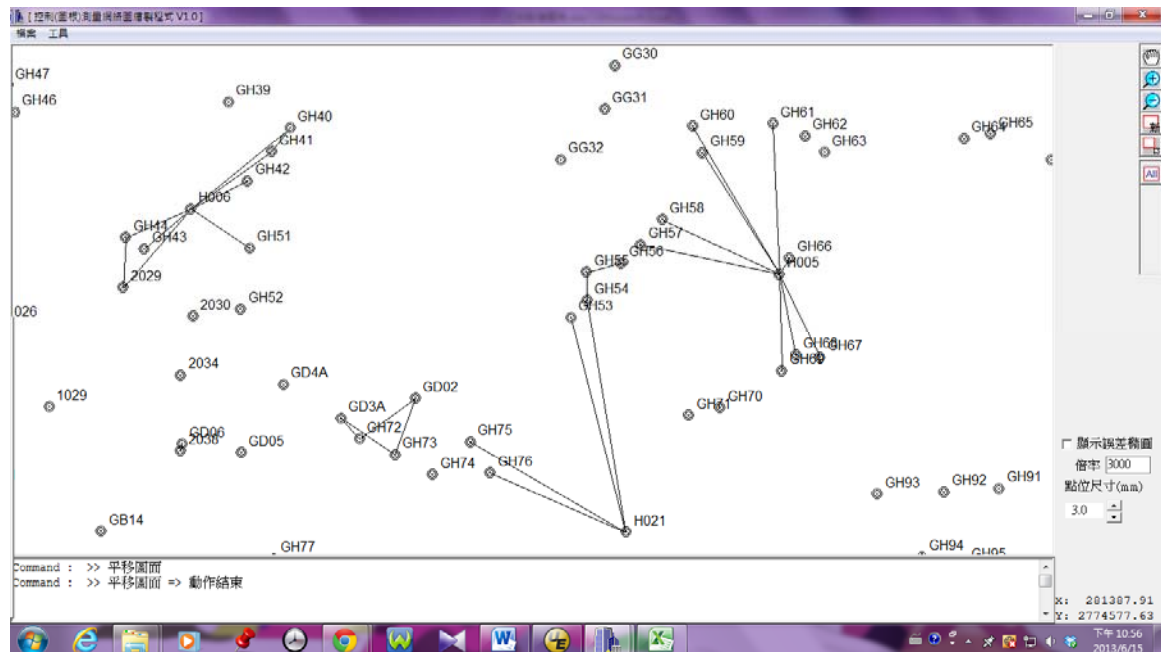


圖4 未達1/20000基線

(二) 已知點檢測(TWD97[2010])

經查本控制網中具有 TWD97[2010]坐標之點為計有 23 點，採用最小約制網平差辦理 23 個基本控制點（一、二、三等控制點）檢核作業，約制點位為 FP47，檢測結果，dN 最大較差為 H028，其差值為 0.018m，dE 較差最大者為 HP08，其差值為 0.025m，平面位置較差最大者為 N899，其差值為 0.028m，相對精度最低為 H028-N899(1/83938)，方位角較差最大為 H028-N899(-2.61 秒)，另高程較差分析

發現，N899、H028、H107、HP25 等 4 點高程坐標較差大於 9.8cm，由上檢查結果可知各已知點間相對精度均優於規範 1/20,000，方位角較差均小於 20 秒，可將該 23 點基本控制點坐標視為未變動。

表 8 TWD97[2010]已知點檢測結果

ID	N	E	h	dN	dE	dh
HP16	2769955.072	284665.728	274.315	0.006	0	-0.023
N804	2765091.850	280383.843	182.080	0.008	-0.014	0.059
H107	2763659.988	276944.616	147.512	-0.001	-0.008	0.11
HP25	2765783.496	273176.884	116.921	0.017	-0.015	0.121
H066	2767634.847	277025.356	124.384	0.006	-0.007	-0.015
H028	2771790.521	280675.409	108.778	-0.018	0.002	0.114
H056	2769684.367	278966.678	85.017	0.005	0.003	0.011
HP08	2771452.264	277103.648	70.489	0	-0.025	-0.002
N899	2773206.330	279891.650	174.316	-0.017	-0.022	0.282
H071	2767593.294	267502.437	101.317	0	-0.004	0.038
H052	2769835.532	270389.542	72.240	-0.008	-0.005	0.076
H047	2770455.969	264102.033	69.391	0.013	0.008	0.079
HP10	2771029.819	267964.517	56.478	-0.002	0.003	0.001
N432	2771303.922	266136.661	65.635	-0.006	0.006	0.062
H014	2773586.810	266816.363	31.157	-0.001	-0.002	-0.031
H034	2771779.080	270756.025	64.341	-0.005	-0.002	0.046
HP01	2775861.071	277044.519	44.275	-0.002	0.011	0.066
F099	2779161.949	280599.602	59.129	-0.017	0.002	-0.087
N011	2777164.020	279402.897	170.511	-0.011	0.012	-0.043
FP47	2774527.424	288822.214	263.224	0	0	0
H023	2773767.326	284220.261	268.093	-0.012	0.001	0.015
N958	2776007.687	282877.733	248.882	-0.005	0.001	-0.028
H005	2775476.976	281610.700	171.737	-0.008	0.005	-0.046

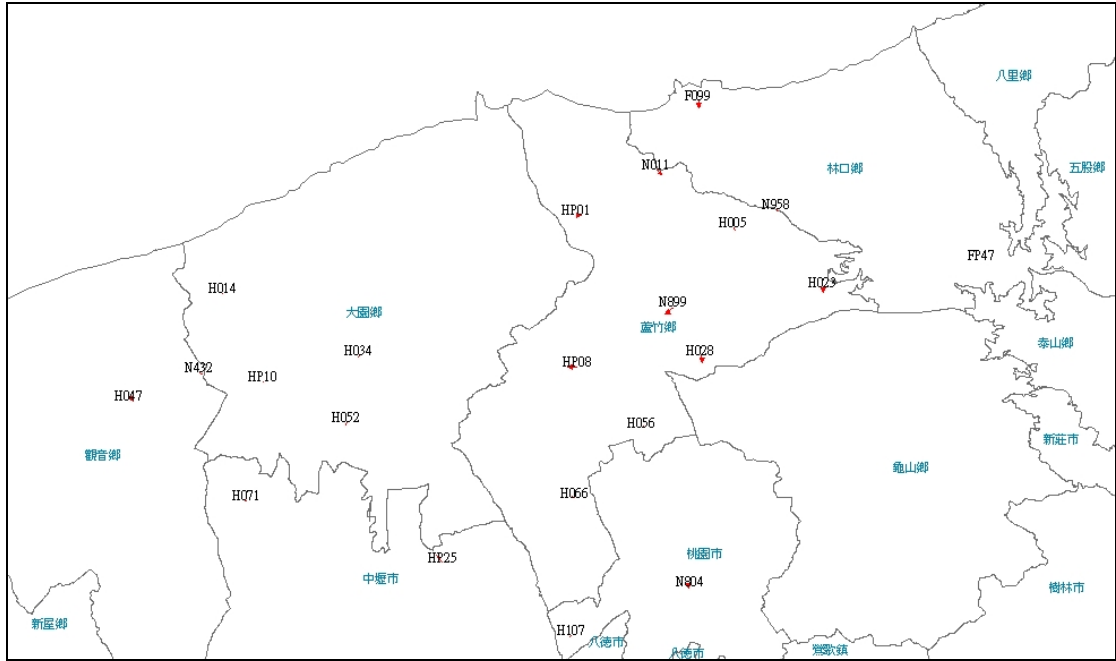


圖5 基本控制點TWD97[2010]平面坐標檢測較差圖 (約制FP47)

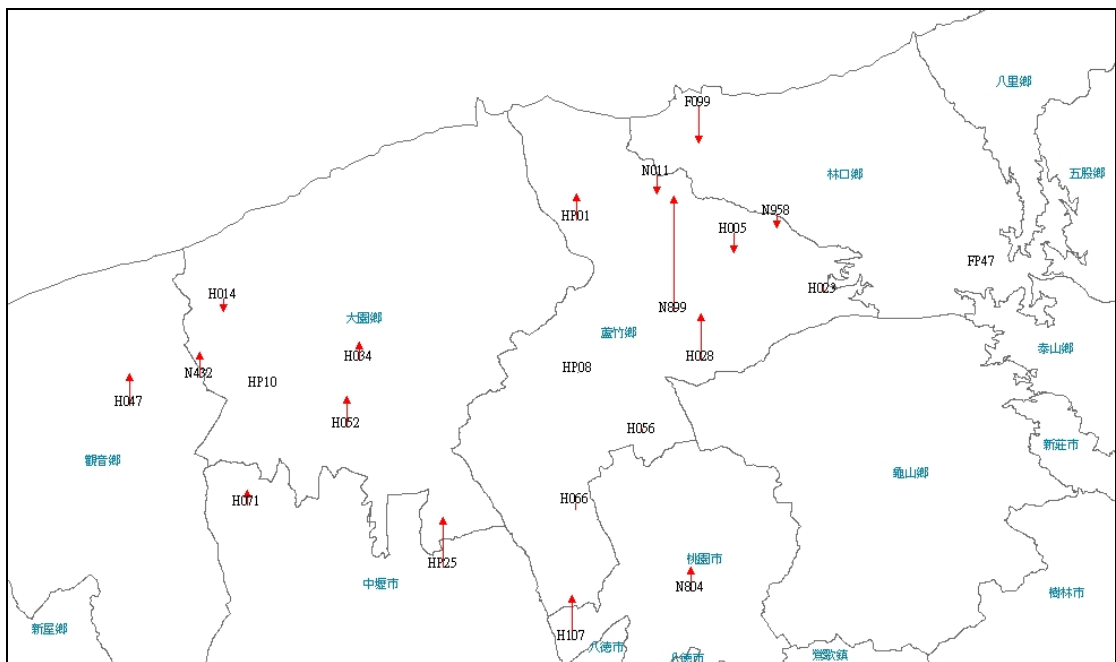


圖6 基本控制點TWD97[2010]橢球高檢測較差圖 (約制FP47)

五、測設加密控制點統計：

將經檢查合格之已知點坐標納入強制附合平差計算，獲得本控制網中 TWD97 及 TWD97[2010]坐標，成果統計如下表，經統計本次改算

坐標點位計 24 點，除了 GB52、GG02、GH65、GH64、GD04 的坐標值變化較大外，其餘點位坐標值變化均不大。

由上節分析可知，基本控制點彼此間均可達檢測標準 1/20,000，惟加入歷年加密控制點後，發現部分與基本控制點鄰近之加密控制點檢測未達檢測標準，推測是因為基本控制點測設年度較早，與後來新建加密控制點隨著時間增長相對精度逐漸變差，另新設之加密控制點彼此間之相對精度良好，倘因與鄰近基本控制點精度略差，重新改算坐標亦可能影響已經採用上開加密控制點建置相關成果，且改算後之坐標僅二、三公分亦會造成管理不便，故建議除了 GB52、GG02、GH65、GH64、GD04 的坐標值變化較大外，其餘點位不更新坐標。

表 9 改算坐標清冊

序號	點號	dN	dE	ds
1	GB52	-55.392	44.718	71.19
2	GG02	6.457	6.969	9.501
3	GH65	-2.175	0.46	2.223
4	GH64	-0.34	-0.158	0.375
5	GD04	-0.048	-0.079	0.092
6	2035	0.034	0.043	0.055
7	GH63	0.034	-0.043	0.055
8	GH66	0.037	-0.041	0.055
9	GH68	0.033	-0.044	0.055
10	GH61	0.027	-0.042	0.05
11	GH62	0.03	-0.04	0.05
12	1011	-0.046	-0.01	0.047
13	GH67	0.032	-0.034	0.047
14	GH59	0.023	-0.037	0.044
15	GH60	0.023	-0.038	0.044
16	GH69	0.033	-0.027	0.043
17	GH70	0.028	-0.024	0.037
18	GH56	0.022	-0.028	0.036
19	GH57	0.017	-0.032	0.036
20	GH58	0.019	-0.028	0.034

21	2064	-0.024	-0.013	0.027
22	GH87	0.009	-0.022	0.024
23	GH54	0.012	-0.017	0.021
24	GH71	0.01	-0.018	0.021

另為了解本控制網成果品質，另使用電子測距經緯儀觀測控制點角度、距離，據以檢核比較 GNSS 測量計算成果之角度、距離，總計檢測 56 個水平角、118 段邊長，檢測結果未達 1/20,000 既有 23 條，水平角大於 20 秒者有 3 個，本控制點計有 579 點，具有已知坐標之點位有 508 個點，經檢測合格之已知點位，測設年度與現況相對精度會有些許變化，是可以接受的，經檢視不合格基線長度均小於 200 公尺，且改正數均小於 2 公分，且為舊點，水平角過大亦因距離短所造成，故本項地測檢核結果為合理的現象，檢測結果詳如附件 9 (102TYA97.chk)。

六、備考事項：光碟中各項報表電子檔明細如下：

- (一)實際衛星測量觀測時段表（須填載化算後儀器垂高）。
- (二)已知控制點成果表（TY97.CTL、TY2010.CTL）。
- (三)觀測網絡圖（102TYA.DWG）。
- (四)始觀測資料電子檔(另含 RINEX 標準交換格式.XXO 及.XXN)。
- (五)已知控制點檢測成果檔(102TY97.CMP)。
- (六)自由網平差基線精度成果檔(102TYA971.PPM 及 102TYA971.BIG)。
- (七)強制附合平差基線精度成果檔(102TYA 97.PPM 及 102TYA97.BIG)。
- (八)強制附合平差成果坐標檔(102TYA 97.CTL)。

(九)衛星測量與地測角度、距離比較表 (102TYA .chk)。

(十)平差計算資料夾 (網形平差程式) 電子檔 (102TY)。

(十一)、控制測量測設作業說明 (102TY .doc)。