

111 年度花東地區震後基本控制點檢測成果說明

壹、前言

111 年 9 月 17 日 21 時 41 分及同年 9 月 18 日 14 時 44 分於臺東縣關山鎮及池上鄉發生芮氏規模 6.4 及 6.8 地震，造成花蓮縣瑞穗鄉至臺東縣臺東市範圍內地表產生位移。內政部國土測繪中心（以下簡稱國土測繪中心）於震後蒐集建置於花蓮縣、臺東縣及中央山脈地區之交通部中央氣象局、中央研究院地球科學研究所及國土測繪中心 GNSS 連續站衛星觀測資料，使用 Trimble Business Center 軟體及 IGR 快速精密星曆，計算震央附近 GNSS 連續站地震前（111 年 9 月 17 日 8 時至 21 時 30 分，同年 9 月 18 日 8 時至 14 時 30 分）及地震後（111 年 9 月 17 日 22 時至同年 9 月 18 日 7 時 59 分，111 年 9 月 18 日 15 時至同年 9 月 19 日 7 時 59 分）資料，最小約制於金門衛星追蹤站（KMNM），以分析地震之影響。

計算結果顯示，111 年 9 月 17 日關山地震造成 GNSS 連續站位移量最大約 17 公分（點號：KUA2，站名：關山國小 2），靠近震央附近 GNSS 連續站位移量約 8 至 17 公分，其他地區位移量小於 5 公分（如圖 1 左）；9 月 18 日池上地震造成 GNSS 連續站位移量最大約 87 公分（點號：YUL1，站名：玉里 1），靠近震央附近 GNSS 連續站位移量約 38 至 77 公分，其他地區位移量較大部分為花蓮縣玉里鎮約 70 公分、臺東縣成功鎮約 30 公分、花蓮縣瑞穗鄉約 20 公分（如圖 1 右）。因兩次地震均造成地表位移量甚大，已影響花蓮及臺東地區基本控制點成果精度品質，為符合國土測繪法及相關子法所規定基本控制點精度，本部交由國土測繪中心辦理花東地區震後基本控制點檢測工作，據以維護我國大地基準，提供高精度控制點空間資訊予各界測繪相關業務使用。



圖 1 111 年 9 月 17 日 (左) 及同年 9 月 18 日 (右) GNSS 連續站位移圖

貳、檢測工作說明

1. 工作方式：採用蛙跳式靜態衛星定位測量方式辦理，同一時段觀測點位同步觀測時間至少 4 小時，資料接收頻率為每 5 秒記錄 1 筆觀測資料。
2. 坐標系統：TWD97[2020]。
3. 工作期程：111 年 9 月 30 日至同年 12 月 20 日。
4. 辦理數量：作業範圍北至花蓮縣鳳林鎮，南至臺東縣臺東市，辦理大地基準站 4 點、一等衛星控制點 (GNSS 連續站) 19 點、一等衛星控制點 6 點、二等衛星控制點 44 點、三等衛星控制點 147 點、一等水準點 159 點及交通部中央氣象局 GNSS 連續站 2 點，總計 381 點，點位分布情形如圖 2。

參、成果計算

1. 基線計算：使用 Topcon Magnet Tools V5.0 版軟體及 IGR 快速精密星曆進行基線計算，計算模式原則以 L1&L2, Fixed IonoFree 模式為主，如無

法獲得固定解則另以 WL, Fixed IonoFree 模式計算。

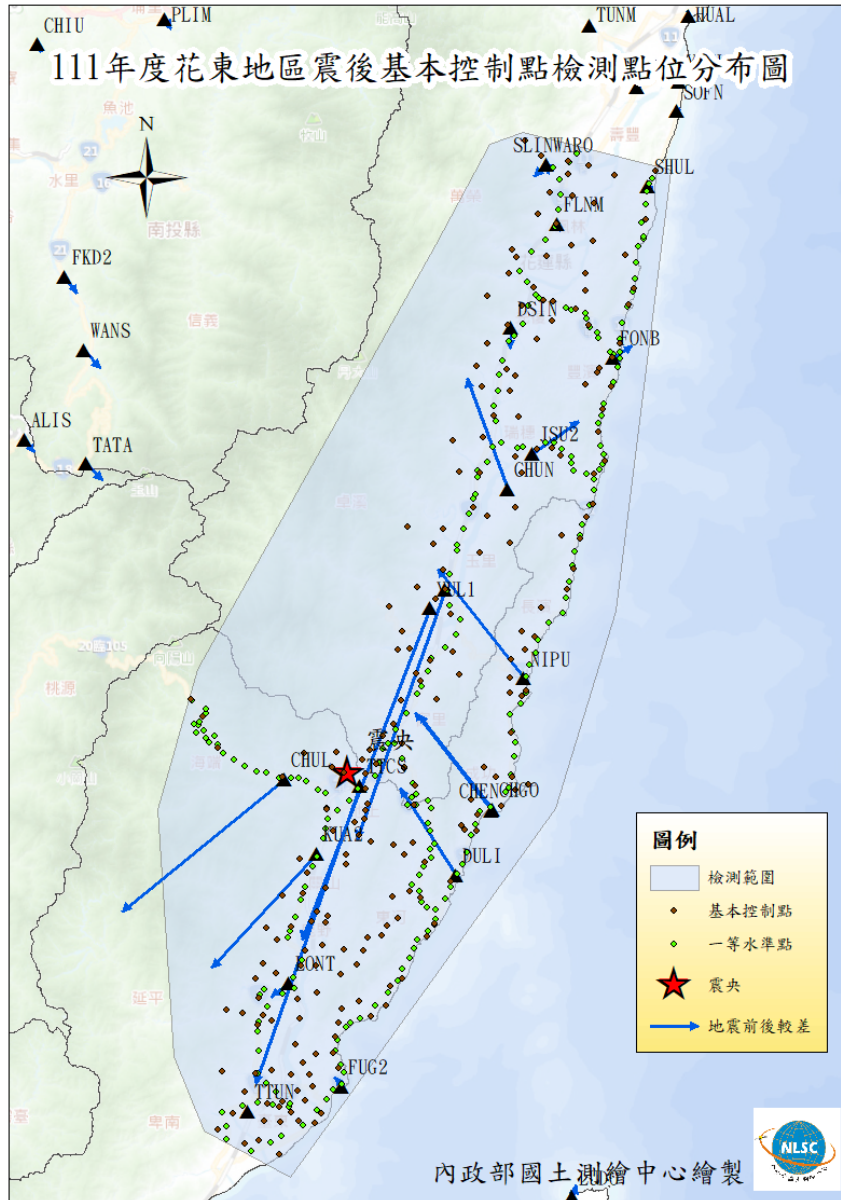


圖 2 檢測點位分布圖

2. 已知點檢核情形：

(1) 國土測繪中心於震後蒐集建置於花蓮縣、臺東縣及中央山脈地區之交通部中央氣象局、中央研究院地球科學研究所及國土測繪中心 GNSS 連續站衛星觀測資料，使用 Trimble Business Center 軟體及 IGR 快速精密星曆，計算震央附近 GNSS 連續站地震前（111 年 9 月 17 日 8 時至 21 時 30 分，同年 9 月 18 日 8 時至 14 時 30 分）及地震後（111 年 9 月 17 日 22 時至同年 9 月 18 日 7 時 59 分，111 年 9 月 18 日 15 時至同年 9 月 19 日 7 時 59 分）資料，最小約制於金門衛星追蹤站（KMNM），獲得各 GNSS 連續站兩次地震前

後較差如表 1，其中符號－表示該基準站無計算成果。

表 1 各 GNSS 連續站兩次地震前後較差表

序號	點名	點號	9/17 關山地震較差量(m)				9/18 池上地震較差量(m)			
			dN	dE	dh	dS	dN	dE	dh	dS
1	成功	CHGO	0.014	0.009	0.040	0.017	0.233	-0.182	0.019	0.296
2	初來	CHUL	-0.117	0.026	-0.060	0.120	-0.325	-0.401	0.209	0.516
3	春日	CHUN	-0.005	0.002	0.007	0.005	0.272	-0.101	0.001	0.290
4	東竹	DCHU	—	—	—	—	—	—	—	—
5	東富	DNFU	—	—	—	—	—	—	—	—
6	都歷	DULI	0.024	-0.018	-0.013	0.030	0.213	-0.138	0.028	0.254
7	豐濱	FENP	—	—	—	—	—	—	—	—
8	鳳林	FLNM	-0.003	0.008	-0.004	0.009	-0.019	0.009	0.022	0.021
9	富岡	FUG2	0.037	-0.018	0.011	0.041	0.023	-0.017	0.043	0.029
10	瑞北	JPEI	—	—	—	—	—	—	—	—
11	瑞穗	JSU2	-0.008	0.004	-0.012	0.009	0.079	0.112	-0.034	0.137
12	玉里	JULI	0.001	0.000	-0.010	0.001	-0.612	-0.217	0.818	0.649
13	鹿野龍田	LONT	-0.007	-0.039	-0.014	0.040	-0.034	-0.046	0.027	0.057
14	東華大學	NDHU	0.001	0.000	-0.014	0.001	0.003	0.008	-0.010	0.009
15	池上	SHAN	-0.161	-0.023	-0.044	0.163	—	—	—	—
16	水漣國中	SHUL	0.003	0.001	0.000	0.003	-0.003	0.013	0.032	0.013
17	壽豐	SOFN	0.000	-0.003	0.002	0.003	0.006	0.008	0.032	0.010
18	大坡	TAPO	—	—	—	—	—	—	—	—
19	天池	TENC	—	—	—	—	—	—	—	—
20	太麻里	TMAM	0.001	-0.005	0.002	0.005	—	—	—	—
21	台東體中	TTUN	0.000	-0.007	-0.004	0.007	-0.011	-0.014	0.066	0.018
22	東河	TUNH	0.018	0.004	0.004	0.018	—	—	—	—
23	銅門	TUNM	-0.007	0.004	-0.042	0.008	0.000	0.005	0.097	0.005
24	萬榮	WARO	-0.001	0.002	-0.019	0.002	-0.025	0.004	0.012	0.025
25	霧鹿	WULU	—	—	—	—	—	—	—	—

- (2) 依據表 1 資料，挑選 FLNM、NDHU、SHUL、SOFN、TMAM、TTUN、TUNM 及 WARO 等 8 個較差小於 5 公分的基準站作為約制點位，進行強制附合平差計算，發現相對於 SHUL 之基線改正數較大，故不納入後續約制點位。另比較計算結果與已知 TWD97[2020]公告坐標之較差，因 DNFU 較差小於 5 公分，納入後續約制點位；TENC 較差約 10 公分，因測區左側為山區且無其他基準站可供使用，故亦納入約制點位。
- (3) 使用 FLNM 及 TMAM 兩個大地基準站與 DNFU、NDHU、SOFN、TENC、TTUN、TUNM、WARO 等 7 個一等衛星控制點（GNSS

連續站) 作為約制點位，計算其他點位坐標成果，比較計算成果與原已知 TWD97[2020]坐標較差，其中有 30 個基本控制點(詳如附表 1 備註欄)坐標較差小於 5 公分，研判屬板塊運動及測量誤差合理範圍，故將其一併納入約制點位。

3. 基線網平差計算：依據已知點檢核情形，將基線網約制於鳳林(FLNM)、太麻里(TMAM)2 個大地基準站及東富(DNFU)、東華大學(NDHU)、壽豐(SOFN)、天池(TENC)、臺東體中(TTUN)、銅門(TUNM)、萬榮(WARO)等 7 個一等衛星控制點(GNSS 連續站)與 30 個基本控制點 TWD97[2020]坐標，計算其餘 342 點各級基本控制點之最新坐標成果，檢測成果點位一覽表如附表 1。

肆、檢測結果分析

1. 本次完成 381 點各級基本控制點檢測，更新 342 點坐標成果，最小約制平差成果於 2 度 TM 投影坐標 N 分量、E 分量及高程(橢球高)方向之標準誤差平均值分別為±0.003 公尺、±0.004 公尺及±0.009 公尺；強制附合平差成果於 2 度 TM 投影坐標 N 分量、E 分量及高程(橢球高)方向之標準誤差平均值分別為±0.002 公尺、±0.003 公尺及±0.007 公尺。
2. 各點位檢測成果與 TWD97[2020]公告成果進行比較分析，各點位較差如附表 2，平面與高程分量較差向量示意圖如圖 3、4，變動分析統計結果如表 2，大部分點位變動情形均十分顯著。

表 2 基本控制點檢測成果變動分析統計表

項目 \ 坐標分量	N 分量(單位:公尺)	E 分量(單位:公尺)	h 分量(單位:公尺)
最大變動量	0.943 (E072)	1.550(V080)	0.971(U210)
平均變動量	0.350	0.199	0.158

伍、結語

依據檢測結果，花東地區受到 111 年 9 月 17 日關山地震及同年 9 月 18 日池上地震影響，範圍內基本控制點平面最大變動量達 1.5 公尺以上，原公告 TWD97[2020]成果受影響程度已無法再提供測繪業務使用。本次檢

測作業計辦理各級基本控制點 381 點檢測工作，並計算更新 342 點坐標成果供各界使用。

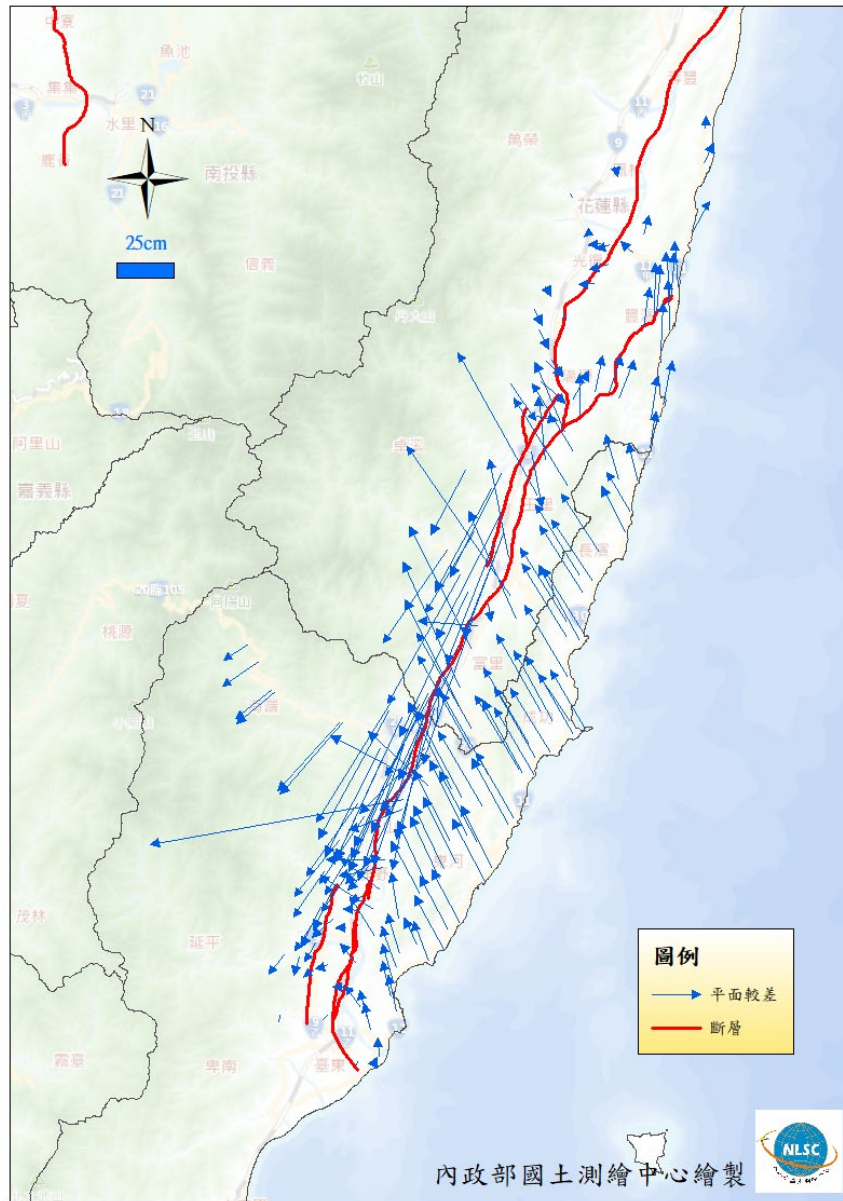


圖 3 檢測成果與 TWD97[2020]公告成果平面分量較差圖

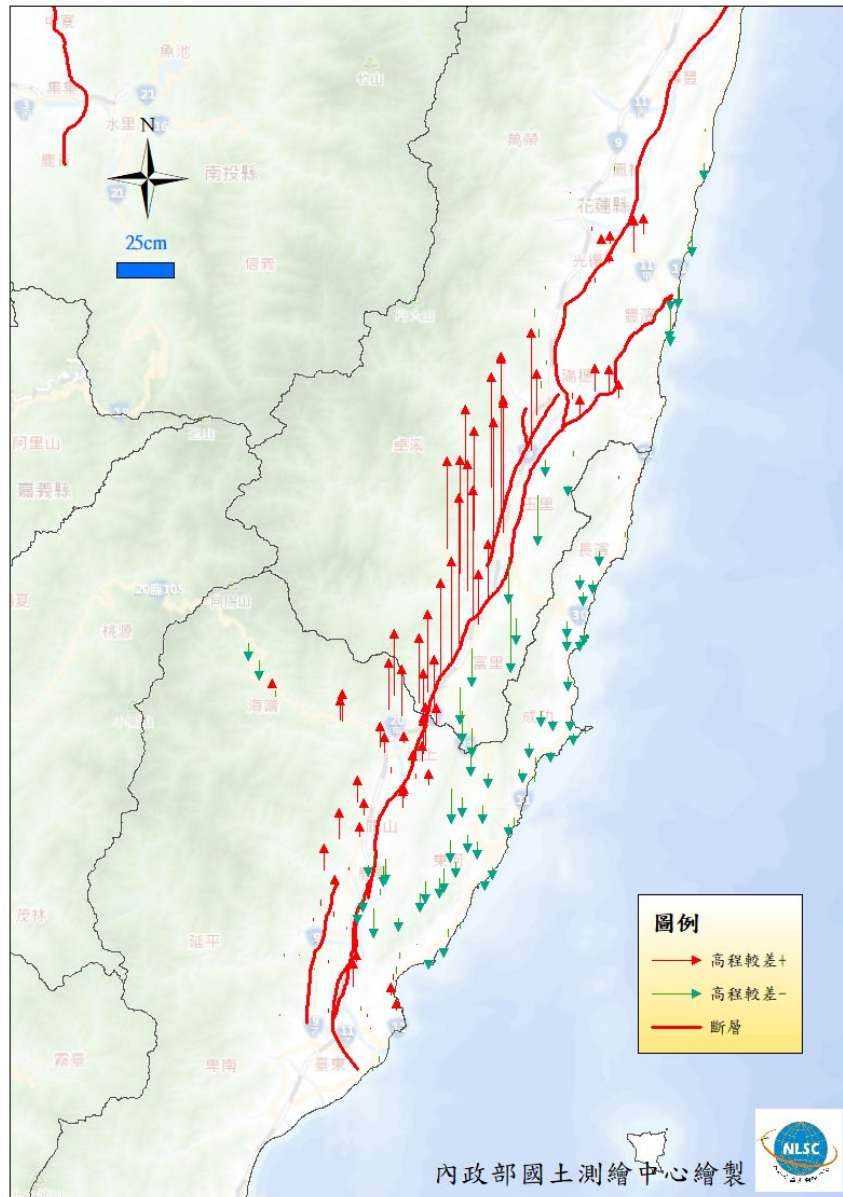


圖 4 檢測成果與 TWD97[2020]公告成果高程分量較差圖

附表 1 111 年度花東地區震後基本控制點檢測成果點位一覽表

序號	點號	點位等級	備註
1	CHGO	大地基準站	
2	FLNM	大地基準站	約制點
3	TMAM	大地基準站	約制點
4	WULU	大地基準站	
5	CHUL	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	
6	CHUN	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	
7	DCHU	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	
8	DNFU	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	約制點
9	DULI	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	
10	FENP	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	
11	JPEI	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	
12	JULI	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	
13	LONT	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	
14	NDHU	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	約制點
15	SHAN	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	
16	SHUL	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	
17	SOFN	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	約制點
18	TAPO	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	
19	TENC	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	約制點
20	TTUN	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	約制點
21	TUNH	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	
22	TUNM	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	約制點
23	WARO	一等衛星控制點(GNSS 連續站)	約制點
24	FUG2	交通部中央氣象局 GNSS 連續站	
25	JSU2	交通部中央氣象局 GNSS 連續站	
26	E012	一等衛星控制點	
27	E047	一等衛星控制點	
28	E048	一等衛星控制點	約制點
29	E072	一等衛星控制點	
30	E080	一等衛星控制點	
31	E084	一等衛星控制點	
32	E300	二等衛星控制點	
33	E305	二等衛星控制點	
34	E306	二等衛星控制點	
35	E313	二等衛星控制點	
36	E316	二等衛星控制點	約制點

序號	點號	點位等級	備註
37	E322	二等衛星控制點	約制點
38	E324	二等衛星控制點	
39	E330	二等衛星控制點	
40	E333	二等衛星控制點	
41	E334	二等衛星控制點	約制點
42	E338	二等衛星控制點	
43	E339	二等衛星控制點	
44	E340	二等衛星控制點	
45	E347	二等衛星控制點	
46	E349	二等衛星控制點	
47	E355	二等衛星控制點	
48	E356	二等衛星控制點	
49	E372	二等衛星控制點	
50	E373	二等衛星控制點	
51	E378	二等衛星控制點	
52	E387	二等衛星控制點	
53	E399	二等衛星控制點	
54	E407	二等衛星控制點	
55	E430	二等衛星控制點	
56	E439	二等衛星控制點	
57	E479	二等衛星控制點	
58	E503	二等衛星控制點	
59	E515	二等衛星控制點	
60	E516	二等衛星控制點	
61	E520	二等衛星控制點	
62	E621	二等衛星控制點	
63	E622	二等衛星控制點	約制點
64	E669	二等衛星控制點	
65	E731	二等衛星控制點	
66	E801	二等衛星控制點	
67	E903	二等衛星控制點	
68	E906	二等衛星控制點	
69	E909	二等衛星控制點	
70	E956	二等衛星控制點	
71	E991	二等衛星控制點	
72	FLNA	二等衛星控制點	
73	FLNB	二等衛星控制點	約制點

序號	點號	點位等級	備註
74	FLNC	二等衛星控制點	約制點
75	S291	二等衛星控制點	
76	U005	三等衛星控制點	
77	U008	三等衛星控制點	
78	U036	三等衛星控制點	
79	U054	三等衛星控制點	
80	U079	三等衛星控制點	
81	U081	三等衛星控制點	
82	U090	三等衛星控制點	約制點
83	U091	三等衛星控制點	約制點
84	U102	三等衛星控制點	約制點
85	U103	三等衛星控制點	約制點
86	U104	三等衛星控制點	約制點
87	U110	三等衛星控制點	約制點
88	U114	三等衛星控制點	
89	U120	三等衛星控制點	約制點
90	U121	三等衛星控制點	約制點
91	U122	三等衛星控制點	
92	U123	三等衛星控制點	
93	U128	三等衛星控制點	
94	U129	三等衛星控制點	約制點
95	U133	三等衛星控制點	約制點
96	U136	三等衛星控制點	
97	U137	三等衛星控制點	
98	U140	三等衛星控制點	
99	U146	三等衛星控制點	
100	U147	三等衛星控制點	
101	U149	三等衛星控制點	
102	U154	三等衛星控制點	
103	U156	三等衛星控制點	
104	U159	三等衛星控制點	
105	U162	三等衛星控制點	
106	U163	三等衛星控制點	
107	U164	三等衛星控制點	
108	U165	三等衛星控制點	約制點
109	U167	三等衛星控制點	
110	U172	三等衛星控制點	

序號	點號	點位等級	備註
111	U176	三等衛星控制點	
112	U177	三等衛星控制點	
113	U180	三等衛星控制點	
114	U185	三等衛星控制點	
115	U188	三等衛星控制點	
116	U190	三等衛星控制點	
117	U195	三等衛星控制點	
118	U197	三等衛星控制點	
119	U201	三等衛星控制點	
120	U202	三等衛星控制點	
121	U205	三等衛星控制點	
122	U206	三等衛星控制點	
123	U209	三等衛星控制點	
124	U210	三等衛星控制點	
125	U211	三等衛星控制點	
126	U215	三等衛星控制點	
127	U216	三等衛星控制點	
128	U219	三等衛星控制點	
129	U248	三等衛星控制點	
130	U252	三等衛星控制點	
131	U253	三等衛星控制點	約制點
132	U255	三等衛星控制點	
133	U259	三等衛星控制點	
134	V016	三等衛星控制點	
135	V018	三等衛星控制點	
136	V021	三等衛星控制點	
137	V022	三等衛星控制點	
138	V023	三等衛星控制點	
139	V025	三等衛星控制點	
140	V026	三等衛星控制點	
141	V029	三等衛星控制點	
142	V030	三等衛星控制點	
143	V031	三等衛星控制點	
144	V032	三等衛星控制點	
145	V036	三等衛星控制點	
146	V037	三等衛星控制點	
147	V039	三等衛星控制點	

序號	點號	點位等級	備註
148	V041	三等衛星控制點	
149	V043	三等衛星控制點	
150	V046	三等衛星控制點	
151	V047	三等衛星控制點	
152	V048	三等衛星控制點	
153	V049	三等衛星控制點	
154	V050	三等衛星控制點	
155	V053	三等衛星控制點	
156	V062	三等衛星控制點	
157	V063	三等衛星控制點	
158	V069	三等衛星控制點	
159	V073	三等衛星控制點	
160	V076	三等衛星控制點	
161	V077	三等衛星控制點	
162	V078	三等衛星控制點	
163	V080	三等衛星控制點	
164	V081	三等衛星控制點	
165	V082	三等衛星控制點	
166	V086	三等衛星控制點	
167	V096	三等衛星控制點	
168	V097	三等衛星控制點	
169	V098	三等衛星控制點	
170	V099	三等衛星控制點	
171	V104	三等衛星控制點	
172	V107	三等衛星控制點	
173	V108	三等衛星控制點	
174	V109	三等衛星控制點	
175	V110	三等衛星控制點	
176	V111	三等衛星控制點	
177	V113	三等衛星控制點	
178	V116	三等衛星控制點	
179	V117	三等衛星控制點	
180	V118	三等衛星控制點	
181	V119	三等衛星控制點	
182	V120	三等衛星控制點	
183	V124	三等衛星控制點	
184	V125	三等衛星控制點	

序號	點號	點位等級	備註
185	V128	三等衛星控制點	
186	V129	三等衛星控制點	
187	V135	三等衛星控制點	
188	V137	三等衛星控制點	
189	V141	三等衛星控制點	
190	V143	三等衛星控制點	
191	V145	三等衛星控制點	
192	V147	三等衛星控制點	
193	V167	三等衛星控制點	
194	V168	三等衛星控制點	
195	V172	三等衛星控制點	
196	V174	三等衛星控制點	約制點
197	V178	三等衛星控制點	
198	V180	三等衛星控制點	約制點
199	V182	三等衛星控制點	
200	V184	三等衛星控制點	
201	V185	三等衛星控制點	約制點
202	V186	三等衛星控制點	約制點
203	V188	三等衛星控制點	約制點
204	V192	三等衛星控制點	約制點
205	V194	三等衛星控制點	約制點
206	V197	三等衛星控制點	約制點
207	V198	三等衛星控制點	
208	V204	三等衛星控制點	約制點
209	V205	三等衛星控制點	約制點
210	V207	三等衛星控制點	約制點
211	VP03	三等衛星控制點	
212	VP04	三等衛星控制點	
213	VP08	三等衛星控制點	
214	VP10	三等衛星控制點	
215	VP13	三等衛星控制點	
216	VP14	三等衛星控制點	
217	VP19	三等衛星控制點	
218	VP20	三等衛星控制點	
219	VP21	三等衛星控制點	
220	VP23	三等衛星控制點	
221	VP34	三等衛星控制點	

序號	點號	點位等級	備註
222	VP36	三等衛星控制點	
223	9117	一等水準點	
224	9118	一等水準點	
225	9122	一等水準點	
226	9124	一等水準點	
227	9134	一等水準點	
228	9135	一等水準點	
229	9136	一等水準點	
230	9138	一等水準點	
231	9139	一等水準點	
232	9140	一等水準點	
233	9141	一等水準點	
234	9142	一等水準點	
235	9147	一等水準點	
236	9148	一等水準點	
237	9149	一等水準點	
238	9150	一等水準點	
239	9152	一等水準點	
240	9153	一等水準點	
241	9155	一等水準點	
242	9156	一等水準點	
243	9157	一等水準點	
244	9158	一等水準點	
245	9160	一等水準點	
246	9161	一等水準點	
247	9162	一等水準點	
248	9164	一等水準點	
249	9165	一等水準點	
250	9166	一等水準點	
251	9167	一等水準點	
252	9168	一等水準點	
253	9169	一等水準點	
254	9170	一等水準點	
255	9171	一等水準點	
256	9172	一等水準點	
257	9174	一等水準點	
258	9175	一等水準點	

序號	點號	點位等級	備註
259	9176	一等水準點	
260	9177	一等水準點	
261	9179	一等水準點	
262	9180	一等水準點	
263	9182	一等水準點	
264	9183	一等水準點	
265	9189	一等水準點	
266	9190	一等水準點	
267	9192	一等水準點	
268	9115A	一等水準點	
269	9116A	一等水準點	
270	9120A	一等水準點	
271	9123A	一等水準點	
272	9125A	一等水準點	
273	9126A	一等水準點	
274	9127A	一等水準點	
275	9128A	一等水準點	
276	9129A	一等水準點	
277	9130A	一等水準點	
278	9131A	一等水準點	
279	9132A	一等水準點	
280	9133A	一等水準點	
281	9137A	一等水準點	
282	9143A	一等水準點	
283	9144A	一等水準點	
284	9145A	一等水準點	
285	9178A	一等水準點	
286	A011	一等水準點	
287	A013	一等水準點	
288	A015	一等水準點	
289	A017	一等水準點	
290	A018	一等水準點	
291	A019	一等水準點	
292	A021A	一等水準點	
293	A023	一等水準點	
294	A024	一等水準點	
295	A025	一等水準點	

序號	點號	點位等級	備註
296	A026	一等水準點	
297	A028	一等水準點	
298	A029	一等水準點	
299	A031A	一等水準點	
300	A032	一等水準點	
301	A033	一等水準點	
302	A034	一等水準點	
303	A037	一等水準點	
304	A038	一等水準點	
305	A039	一等水準點	
306	A040	一等水準點	
307	A041	一等水準點	
308	A042	一等水準點	
309	A043	一等水準點	
310	A044	一等水準點	
311	A045	一等水準點	
312	A047	一等水準點	
313	A049	一等水準點	
314	A050	一等水準點	
315	A052	一等水準點	
316	A053A	一等水準點	
317	A054	一等水準點	
318	A055	一等水準點	
319	A056	一等水準點	
320	A058	一等水準點	
321	A059	一等水準點	
322	A060	一等水準點	
323	A061	一等水準點	
324	A063	一等水準點	
325	A064	一等水準點	
326	A065	一等水準點	
327	A066	一等水準點	
328	A068	一等水準點	
329	A071	一等水準點	
330	A075	一等水準點	
331	A078	一等水準點	
332	A080	一等水準點	

序號	點號	點位等級	備註
333	A081	一等水準點	
334	A082	一等水準點	
335	A084	一等水準點	
336	A085	一等水準點	
337	A086	一等水準點	
338	A088	一等水準點	
339	A089	一等水準點	
340	A090	一等水準點	
341	A093	一等水準點	
342	A096	一等水準點	
343	A103A	一等水準點	
344	A104	一等水準點	
345	A105A	一等水準點	
346	J079A	一等水準點	
347	J080	一等水準點	
348	J081	一等水準點	
349	J082	一等水準點	
350	J083	一等水準點	
351	J088	一等水準點	
352	J089	一等水準點	
353	J090	一等水準點	
354	J091A	一等水準點	
355	J094	一等水準點	
356	J095	一等水準點	
357	J096A	一等水準點	
358	J099	一等水準點	
359	P002	一等水準點	
360	P008	一等水準點	
361	P011	一等水準點	
362	P012	一等水準點	
363	P014	一等水準點	
364	P018	一等水準點	
365	P019	一等水準點	
366	P021	一等水準點	
367	P022	一等水準點	
368	P023	一等水準點	
369	P024	一等水準點	

序號	點號	點位等級	備註
370	P025	一等水準點	
371	P026A	一等水準點	
372	P028	一等水準點	
373	P029	一等水準點	
374	P030	一等水準點	
375	P031	一等水準點	
376	P032	一等水準點	
377	X004	一等水準點	
378	X305	一等水準點	
379	X306	一等水準點	
380	X307	一等水準點	
381	X308	一等水準點	