

中華民國七十七年六月

公開行政資訊
120

大氣因素對光波電子測距儀之影響研究報告

77.
6.
28
地測業字第一八八號

台灣省政府地政處測量總隊

大氣因素對光波電子測距儀之影響

電子測距儀自 1947 年 Erik Bergstrand 發明光電測距儀，以及 1957 年 T.C. wadley 應用微波測距儀問世以來，電子測距儀 (EDM)，為測量界帶來新的革命。

EDM 的施測是利用已知波長的電磁波的運動，經由發射調制波長，以及接收之解調，經由時間及相位差的計算，而得到量測的距離。

電磁波在大氣中傳播的速度受大氣折射因素之影響，此一影響量並非是常數，端視大氣層狀況而定，以及所使用電磁波的種類。

一般對於 EDM 的探討是以標準大氣狀況而言，亦即距離量測之計算以愈接近標準狀況愈佳。因此任何與標準狀況的差異，均須加以改正。此外長距離的量測、空間弦長改算，以及橢球體的考慮不為本文探討之範圍，不再文中贅述。

大氣因素的影響量有：第一速度改正 (First Velocity Correct)；第二速度改正 (Second Velocity Correct)。

由於 EDM 是依據電磁波在介質中的傳播速度，因此在真空與非真空的介質中，傳播速度的折射係數，可以下式表示：

$$n = \frac{C_0}{C}$$

n : 折射係數。
C₀ : 真空中傳播速度。
C : 介質中傳播速度。

折射係數和波長入以及大氣的狀態有關，當吾人假設大氣狀態是穩定的情況下，其狀態是與溫度、壓力，以及相對濕度有關。

由前述可知，每一單位 EDM 的標準折射係數 n。與載波波

長以及假設之標準大氣狀況有關，因此距離之改正，依現實之大氣狀況和標準之大氣狀況而定，因故，第一速度改正可以下式表示：

$$k_1 = Dg (n_0 - n)$$

K_1 ：第一速度改正。 Dg ：量測之距離。

n_0 ：標準折射係數。 n ：所處狀況之折射係數。

因此距離 $D = Dg + K_1$

一般來說，載波之光線並非純單色光，而為多色光，其射出時係由不同之波長組合而成，因此在折射之介質中傳播會出現散光現象，不同波長之光波傳播速度不同，在射程中此種不同之波長形成一群，而成相位之震盪，其速度是為群速。因此上述之 n 亦稱為群折射係數。今吾人以 n_{SA} 表示之。

依 B Edlen's 公式〔2〕，在大氣溫度 0°C ，氣壓 760 m-Hg，0.03 % CO_2 時，

$$(n_{SA} - 1) \times 10^8 = 28756.9 + 3 \times \frac{162.06}{\lambda^2} + 5 \times \frac{1.39}{\lambda^4} \quad (1)$$

λ ：以 μm 為單位。

n_{SA} ：標準狀態下的群折射係數。

前述明白指出， n_{SA} 為 λ 之函數，此種和載波波長相互依賴的折射係數是為散射 (Dispersion)。

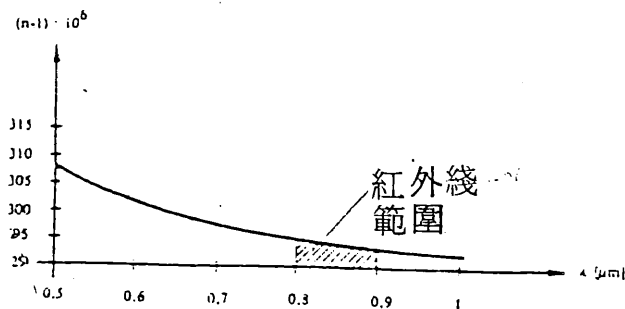


圖 (一)

圖(一)爲 0°C ， 1013.25 mb 狀況下的散射曲線，由圖中可見光範圍 ($\lambda = 0.8 \sim 0.9\ \mu\text{m}$) 可看出，散射即使在載波波表差距 $0.05\ \mu\text{m}$ 時，距離的影響量亦小於 1 ppm 。以目前電子測距儀中最常使用的鎵砷真空管，溫度變化 1°C ，載波波長變化 $0.003\ \mu\text{m}$ [3]，因此散射的影響量可以忽略不計。相反的，標準大氣壓下的折射係數 n_{SA} 對現實大氣狀態下的折射係數之影響，依 Barrel and Sears 的研究：

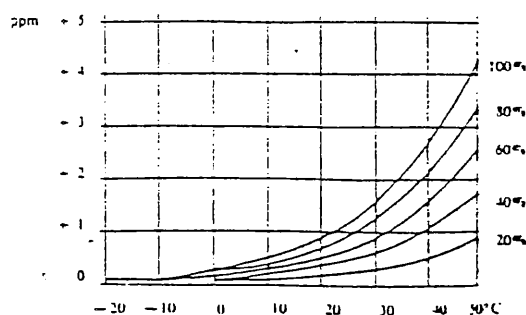
$$(n - 1) = (n_{\text{SA}} - 1) \times \frac{237.16}{T} \times \frac{P}{1013.25} - \frac{11.27 \times 10^{-6}}{T} \times e$$

P ：大氣壓力 (單位 mb) e ：部份蒸氣壓力。

T ：絕對溫度 (= 攝氏溫度 + 273.16)

由[5]的研究報告中指出，在 -40°C 至 $+50^{\circ}\text{C}$ ，大氣壓力在 533 mb 至 1066 mb 時，上述折射係數的影響量小於 2×10^{-7} ，吾人可以急略不計。

由相對濕度公式：相對濕度 = $\frac{\text{部份水蒸氣壓力}}{\text{飽和蒸氣壓力}}$



圖(二)：部份蒸壓改正表。

圖(二)中表示，不同溫度狀況之下，相對濕度的影響量。距離之影響量以 ppm 表示之。由圖中可窺知，即使溫度由 0°C 變化至 30°C ，而相對濕度在 10% 時，對於距離之影響量也祇

有 5 ppm，此一影響量可以忽略。

倘若吾人全微分公式(2)，可得：

$$dn \times 10^6 = -1.0 dt + 0.29 dp - 0.04 de \quad (3)$$

(3)式中， dn = 折射係數變化量。

dt = 溫度之變化量。

dp = 壓力之變化。

de = 部份蒸壓之變化。

由(3)式中可知，距離改正 1 ppm 之時，須：

溫度變化 1 °C

壓力變化 3.4 mb

部份蒸壓變化 26.6 mb

換言之

溫度變化 1 °C	距離變化	光波 1 ppm	微波 1.25 ppm
-----------	------	----------	-------------

壓力變化 1 mmHg		" -0.4 ppm	" -0.4 ppm
-------------	--	------------	------------

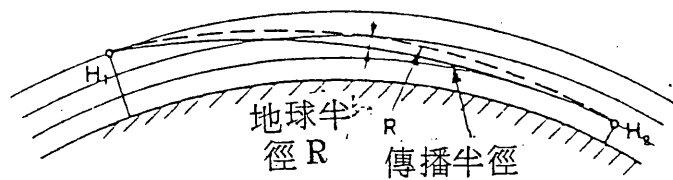
部份蒸壓變化 1 mmHg		" 0.05 ppm	" -6.6 ppm
---------------	--	------------	------------

由上述的探討可知，在距離小於 5 公里時，氣象因素之影響量可忽略之。

第二速度改正：

任何形式之電磁波在兩點間傳播時，依據物理原理，係過最小抗拒之過程，由於其射線之曲率趨向於較低密度之範圍，即光線傳播曲線之曲率半徑較地球為大。而所得之 EDM 距離，為光線沿此曲線間之傳播之距離，因此須將其化為平均海水面時，兩點間傾斜之距離。

吾人假設接近地面空氣層之折射係數和高度成線性關係，平均折射係數是曲率半徑 ($R+H$) 的弧所決定，事實上低層部份的弧，如圖(三)所示。



圖(三)

因此平均折射係數的改正量 n 可由下式求出

$$n = (k - k^2) \times \frac{D_1^2}{12 R^2}$$

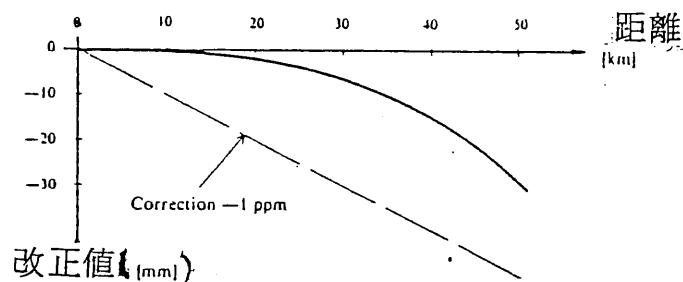
k = 折射係數 ($= R/r$) D_1 = 第一速度改正後之距離

$$k_2 = - (k - k^2) \times \frac{D^3}{12 R^2}$$

k_2 = 第二速度改正。

$$D_2 = D_1 + K_2$$

依據經驗值[4]， $k = 0.13$ ，並依其關係展成圖(四)



圖(四)：第二傳播速度的影響量

由圖(四)中可知，在可見光和紅外線做載波時，測距儀之第二速度改正可以忽略不計。然而在長距離(超過 50 km)時，利用微波或雷射測距儀，其改正量則相當可觀。

本隊第三分隊善化測區精密導綫、三角網(如附圖一)，利用威特 D1-4、凱思 DM502 紅外線測距儀，其精度 5 mm + 5 ppm，網系之距離最長 1973m，最短 314m，平均約 1000m。測量時溫度分別定為 10°C、20°C、30°C，壓力 1015 - 1020 mb

，而測距儀溫度改正值設定於 25 °C ， 760 mm Hg ；利用成功大學三角三邊嚴密平差程式平差，其結果如附表一、二、三、四，其中距離、角度中誤差均相同，而平差後點位座標各溫度（10 °C、20 °C、30 °C）與 25 °C 時比較僅 A0017、與 A0016 座標相差 1 mm 外，其餘各點座標均相同。因此吾人可做以下的結論：

一、短距離之量測，尤其是距離小於 2 公里之邊長，利用光波或紅外線測距儀時，氣象因素的影響量可以忽略。

二、對於中、短距離之量測，大氣因素對於光波測距儀影響量有限，但對於微波測距儀則相當明顯，尤其是相對濕度的影響量更為顯着。由於目前本分隊中所使用的測距儀均為利用紅外線做載波，因此計算改正量時，氣象因素可以不計之。

三、對於測量成果的平差計算，大氣因素改正並非影響最大者，尤其是應用於地籍測量中，短距離的大氣因素改正。事實上，對於大氣因素的探討，不若網系的選擇、平差條件嚴密與否、投影改正的嚴密性……等來得重要。

四、經由前面的討論知道，大氣因素對於目前地籍測量中所利用的紅外線測距儀影響微乎其微。但目前大部份的儀器均附有氣象改正表或設有改正鈕，吾人可加以應用，畢竟誤差愈少的測量方始可能帶給大眾更完美的測量成果。

參考資料：

- (1)：伊鍾奇：實用大地測量學———大學圖書供應社
- (2)：Introduction To Electronic Distance Measurement J.M. Rieger ———The University of New South Wales.
- (3)：Rieger J.M : Recent Developments in Electronic Distance Measurement (The Australian Surveyor 1980)
- (4)：威特紅外線測距儀說明書。

- (5) : Jordan, Eggert, Kaeibl : Die Entfernungsmessung mit elektromagnetischen Wellen und ihre geodatische Anwendung, Handbuch für Vermessungskunde, Band VI, bearbeitet von K. Rinner, F. Benz, Stuttgart 1966.

大
四
（
差

光

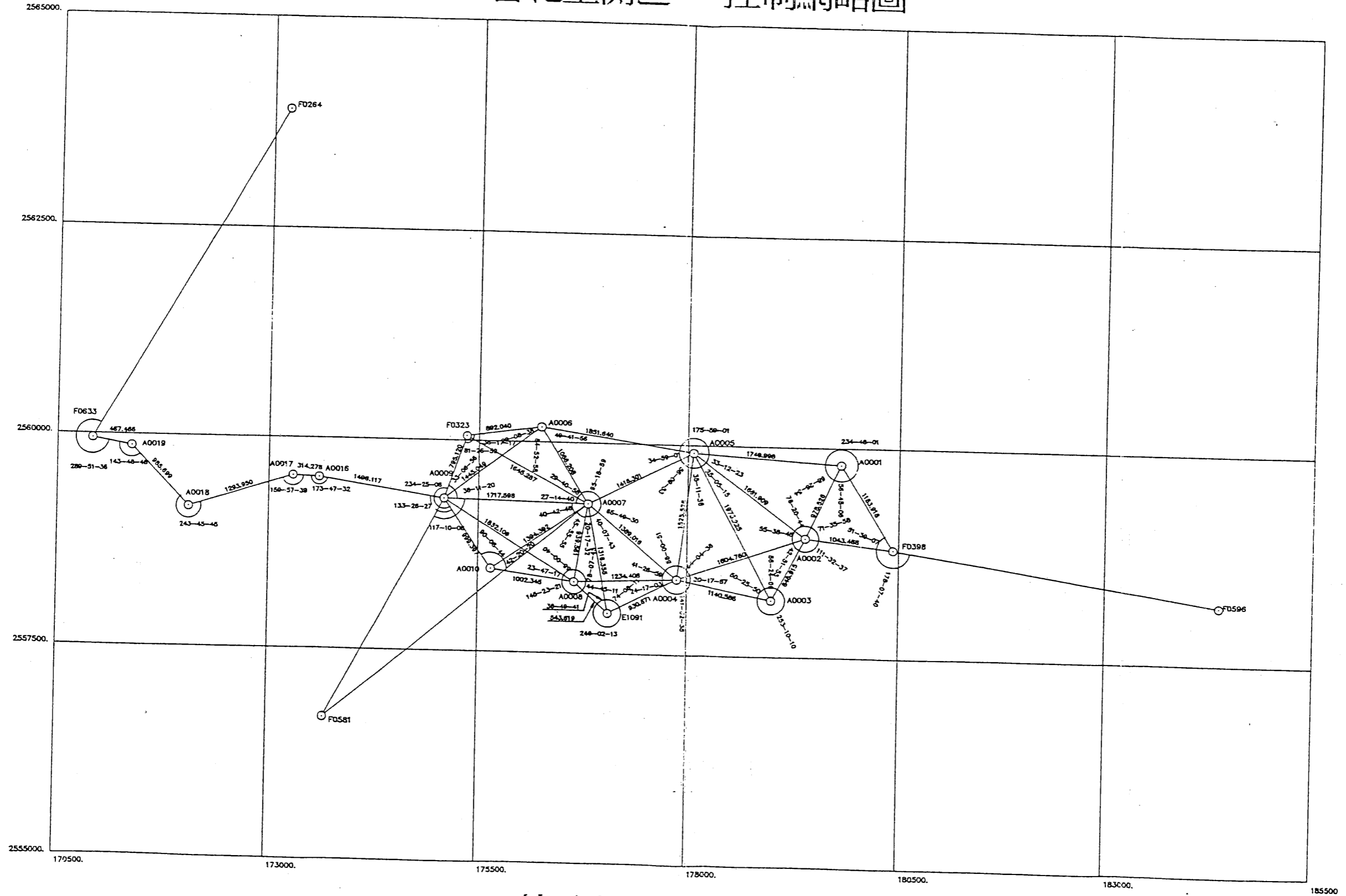
響
影
紅

大
實
與

所
附
少

附圖

善化重測區 - 控制網略圖



~ 8 ~

比例尺：1 / 50000

~ 9 ~

表一：溫度設定 25 °C 時平差結果

三角三邊平差作業名稱： LIN.DAT
 求點未知數個數 = 2

** 主軸半徑 = 6378160.0
 ** 扁率 = 298.25000
 ** 橫座標平移量 = 250000.0
 ** 投影緯度 = 23.50
 ** 中央經線尺度比 = .99990

輸入觀測量個數 = 95

輸入近似座標點數 = 21

已知固定點之權

種類	PN	PE
1	1000000.000	1000000.000

漸近數 = 1

自由度 = 66
 改正數權平方和 = 36.992(無單位)
 權單位中誤差 = .749(無單位)
 最大改正量 = .0943 (M)
 *** 網尺尺度 = .99996536

漸近數 = 2

自由度 = 66
 改正數權平方和 = 21.181(無單位)
 權單位中誤差 = .566(無單位)
 最大改正量 = .0000 (M)
 *** 網尺尺度 = .99996536

*** 距離 = .00 *** 距離觀測個數 = 33

*** 角度 = 21.18 *** 角度觀測個數 = 62

*** 距離之權單位中誤差 = .009

~~*** 角度之權單位中誤差 = .584~~

後視	測站	前視	觀測量	投影改正	權	改正數
F0596	f0398	a0002	1780740.000	.127	.010	-18.190
a0002	f0398	a0001	513907.000	.157	.010	-8.212
a0005	a0001	f0398	2344801.000	-.200	.010	4.363
f0398	a0001	a0002	564506.000	.021	.010	-3.072
a0002	a0001	a0005	682654.000	.179	.010	-2.276
f0398	a0002	a0003	1113237.000	-.112	.010	-1.987
a0003	a0002	a0004	425155.000	.040	.010	3.879
a0004	a0002	a0005	553845.000	.274	.010	-2.531
a0005	a0002	a0001	782044.000	-.021	.010	1.361
a0002	a0003	a0004	2531010.000	-.093	.010	-3.659
a0004	a0003	a0005	502550.000	.275	.010	-1.885
a0005	a0003	a0002	562400.000	-.182	.010	5.559
a0006	a0005	a0001	1752150.000	-.069	.010	5.536
a0001	a0005	a0002	331223.000	-.161	.010	-.073
a0002	a0005	a0003	250515.000	-.136	.010	-1.896
a0003	a0005	a0004	351138.000	.040	.010	.366
a0004	a0005	A0007	560953.000	.160	.010	-2.274
A0007	a0005	a0006	345901.000	.167	.010	-1.643
F0323	a0006	a0005	1961615.000	-.026	.010	3.261
a0005	a0006	A0007	494156.000	-.120	.010	7.086
A0007	a0006	A0009	845258.000	.005	.010	4.445
A0009	a0006	F0323	290838.000	.141	.010	-1.778
a0003	a0004	e1091	1415235.000	-.035	.010	3.802
e1091	a0004	A0008	241703.000	.068	.010	.799
A0008	a0004	A0007	412659.000	.171	.010	1.078
A0007	a0004	a0005	580051.000	.116	.010	-7.196
a0005	a0004	a0002	640436.000	-.183	.010	-9.925
a0002	a0004	a0003	301757.000	-.136	.010	10.457
a0004	e1091	A0008	2490213.000	-.009	.010	1.377
A0008	e1091	A0007	364941.000	.172	.010	-5.296
A0007	e1091	a0004	740811.000	-.163	.010	-1.066
e1091	A0008	A0010	1452321.000	.094	.010	-.047
A0010	A0008	A0009	234317.000	.155	.010	-1.310
A0009	A0008	A0007	680040.000	-.007	.010	-6.540
A0007	A0008	a0004	780745.000	-.164	.010	-5.659
a0004	A0008	e1091	444511.000	-.078	.010	-.428
A0009	A0010	A0007	900844.000	-.007	.010	-.985
A0007	A0010	A0008	422020.000	-.175	.010	-.680
a0005	A0007	a0004	654930.000	-.281	.010	-4.518
a0004	A0007	e1091	400743.000	-.078	.010	3.199
e1091	A0007	A0008	201732.000	.068	.010	2.393
A0008	A0007	A0010	455555.000	.025	.010	-3.460
F0581	A0007	A0009	404246.000	.496	.010	-9.538
A0010	A0007	A0009	353454.000	.154	.010	-3.167
A0009	A0007	F0323	271440.000	.140	.010	-.791
F0323	A0007	a0006	294058.000	.023	.010	-3.209
a0006	A0007	a0005	951859.000	-.051	.010	-1.432
F0323	A0009	a0006	330656.000	.023	.010	.087
a0006	A0009	A0007	381120.000	-.172	.010	3.566
A0007	A0009	A0008	302843.000	-.176	.010	1.179
A0007	A0009	F0581	1171006.000	-.498	.010	1.889
A0008	A0009	A0010	234745.000	.025	.010	-3.016
A0010	A0009	A0016	1332627.000	.200	.010	-10.624
A0010	A0009	F0323	2342506.000	.299	.010	8.200
A0009	F0323	a0006	2421524.000	.166	.010	8.315
a0006	F0323	A0007	361717.000	-.171	.010	9.551
A0007	F0323	A0009	812659.000	.005	.010	2.149
A0009	A0016	A0017	1734722.000	.047	.010	-10.629
A0016	A0017	A0018	1595739.000	-.074	.010	-10.630
A0017	A0018	A0019	2434545.000	.065	.010	-10.634
A0018	A0019	F0633	1434848.000	.159	.010	-10.638
A0019	F0633	F0264	2895136.000	.805	.010	-10.639
	F0633	A0019	467.466	-.011	.040	-.036
	A0019	A0018	985.700	-.024	.040	.083

E 數

190	A0018	A0017	1293.950	-.034	.040	-.121	..
212	A0017	A0016	314.278	-.009	.040	-.061	..
363	A0016	A0009	1496.117	-.044	.040	-.041	..
072	F0323	a0006	892.040	-.029	.040	-.042	..
276	F0323	A0007	1645.287	-.053	.040	-.025	..
987	F0323	A0009	795.120	-.025	.040	.005	..
879	A0009	a0006	1445.049	-.046	.040	-.001	..
531	A0009	A0007	1717.598	-.055	.040	.000	..
361	A0009	A0008	1832.109	-.059	.040	-.032	..
659	A0009	A0010	999.397	-.031	.040	-.009	..
885	A0007	a0006	1066.208	-.036	.040	-.022	..
559	A0007	a0005	1418.301	-.050	.040	-.011	..
536	A0007	a0004	1389.016	-.048	.040	-.031	..
073	A0007	e1091	1316.355	-.045	.040	.051	..
896	A0007	A0008	939.561	-.032	.040	.000	..
366	A0007	A0010	1394.392	-.046	.040	-.011	..
274	A0010	A0008	1002.354	-.033	.040	-.031	..
643	A0008	e1091	543.619	-.018	.040	.025	..
261	A0008	a0004	1234.408	-.043	.040	-.018	..
086	e1091	a0004	930.671	-.033	.040	.000	..
445	a0004	a0005	1525.528	-.055	.040	-.001	..
778	a0004	a0003	1140.586	-.042	.040	.019	..
802	a0004	a0002	1604.760	-.060	.040	.057	..
799	a0006	a0005	1851.640	-.064	.040	-.019	..
078	a0005	a0003	1973.225	-.073	.040	.032	..
196	a0005	a0002	1661.909	-.062	.040	-.008	..
925	a0005	a0001	1749.998	-.066	.040	-.002	..
457	a0003	a0002	845.915	-.032	.040	.051	..
377	a0002	a0001	978.528	-.038	.040	.042	..
296	a0002	f0398	1043.468	-.041	.040	.065	..
066	a0001	f0398	1183.918	-.047	.040	.093	..

自 由 度 = 66

改 正 數 權 平 方 和 = 21.182(無單位)

權 單 位 中 誤 差 = .567(無單位)

**** 平 差 後 之 點 位 座 標 & 誤 差 橢 圓 ****

NO.	點 名	NORTH-座 標	EAST-座 標	誤 差 橢 圓		
1	F0264	2563901.047	173188.382	.001	.001	29-55-10.
2	F0633	2559950.325	170914.844	.001	.001	29-46-12.
3	A0019	2559868.657	171375.089	2.497	.012	100- 3-43.
4	A0018	2559156.536	172056.758	2.177	.781	98-14- 6.
5	A0017	2559545.773	173290.662	2.939	.225	95-41-29.
6	A0016	2559531.879	173604.574	2.500	.051	98-44-48.
7	F0596	2558189.121	184391.536	.001	.001	98-39-20.
8	F0323	2560052.796	175351.687	.001	.001	116-18-41.
9	A0009	2559304.349	175083.255	.021	.012	27- 0-40.
10	F0581	2556682.583	173677.206	.001	.001	35-27-35.
11	A0007	2559273.297	176800.576	.018	.015	126-13-46.
12	A0010	2558482.608	175652.048	.026	.022	127- 1-32.
13	A0008	2558346.687	176645.115	.020	.008	131-54-20.
14	e1091	2557980.074	177046.543	.001	.001	126-12- 0.
15	a0004	2558397.267	177878.467	.022	.013	77-22-11.
16	a0006	2560177.101	176234.984	.023	.012	88- 5-13.
17	a0005	2559911.048	178067.391	.028	.021	95-55- 8.
18	a0003	2558170.067	178996.213	.028	.024	111- 2-11.
19	a0002	2558914.768	179397.552	.030	.015	92- 2-24.
20	a0001	2559800.354	179813.878	.035	.019	126-34-51.
21	f0398	2558791.602	180433.786	.001	.001	93- 7-39.

表二：溫度設定 10 °C 時平差成果

三角三邊平差作業名稱： LIN.DAT
 求點未知數個數 = 2

** 主軸半徑 = 6378160.0
 ** 扁率 = 298.25000
 ** 橫座標平移量 = 250000.0
 ** 投影緯度 = 23.50
 ** 中央經線尺度比 = .99990

輸入觀測量個數 = 95

輸入近似座標點數 = 21

已知固定點之權

種類	PN	PE
1	1000000.000	1000000.000

漸近數 = 1

自由度 = 66

改正數權平方和 = 36.994 (無單位)

權單位中誤差 = .749 (無單位)

最大改正量 = .0943 (M)

*** 網尺尺度 = .99995045

漸近數 = 2

自由度 = 66

改正數權平方和 = 21.181 (無單位)

權單位中誤差 = .566 (無單位)

最大改正量 = .0000 (M)

*** 網尺尺度 = .99995045

*** 距離 = .00

*** 距離觀測個數 = 33

*** 角度 = 21.18

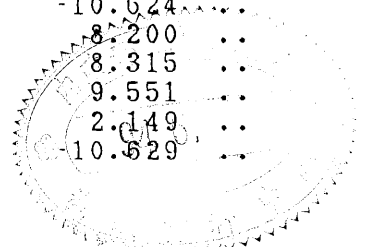
*** 角度觀測個數 = 62

 F059
 a0002
 a0005
 f0398
 a0002
 f0398
 a0003
 a0004
 a0005
 a0002
 a0004
 a0005
 a0006
 a0001
 a0002
 a0003
 a0004
 A000
 F032
 a0005
 A000
 A000
 a0003
 e1091
 A000
 A000
 a0005
 a0002
 a0004
 A000
 A000
 e1091
 A001
 A000
 a0004
 A000
 A000
 a0005
 a0004
 e1091
 A000
 F058
 A001
 A000
 F032
 a0006
 F032
 a0006
 A000
 A000
 A000
 A000
 A001
 A001
 A000
 a0006
 A000
 A000

*** 距離之權單位中誤差 = .009

*** 角度之權單位中誤差 = .584

後視	測站	前視	觀測量	投影改正	權	改正數	
F0596	f0398	a0002	1780740.000	.127	.010	-18.190	1
a0002	f0398	a0001	513907.000	.157	.010	-8.212	..
a0005	a0001	f0398	2344801.000	-.200	.010	4.363	..
f0398	a0001	a0002	564506.000	.021	.010	-3.072	..
a0002	a0001	a0005	682654.000	.179	.010	-2.276	..
f0398	a0002	a0003	1113237.000	-.112	.010	-1.987	..
a0003	a0002	a0004	425155.000	.040	.010	3.879	..
a0004	a0002	a0005	553845.000	.274	.010	-2.531	..
a0005	a0002	a0001	782044.000	-.021	.010	1.361	..
a0002	a0003	a0004	2531010.000	-.093	.010	-3.659	..
a0004	a0003	a0005	502550.000	.275	.010	-1.885	..
a0005	a0003	a0002	562400.000	-.182	.010	5.559	..
a0006	a0005	a0001	1752150.000	-.069	.010	5.536	..
a0001	a0005	a0002	331223.000	-.161	.010	-.073	..
a0002	a0005	a0003	250515.000	-.136	.010	-1.896	..
a0003	a0005	a0004	351138.000	.040	.010	.366	..
a0004	a0005	A0007	560953.000	.160	.010	-2.274	..
A0007	a0005	a0006	345901.000	.167	.010	-1.643	..
F0323	a0006	a0005	1961615.000	-.026	.010	3.261	..
a0005	a0006	A0007	494156.000	-.120	.010	7.086	..
A0007	a0006	A0009	845258.000	.005	.010	4.445	..
A0009	a0006	F0323	290838.000	.141	.010	-1.778	..
a0003	a0004	e1091	1415235.000	-.035	.010	3.802	..
e1091	a0004	A0008	241703.000	.068	.010	.799	..
A0008	a0004	A0007	412659.000	.171	.010	1.078	..
A0007	a0004	a0005	580051.000	.116	.010	-7.196	..
a0005	a0004	a0002	640436.000	-.183	.010	-9.925	..
a0002	a0004	a0003	301757.000	-.136	.010	10.457	..
a0004	e1091	A0008	2490213.000	-.009	.010	1.377	..
A0008	e1091	A0007	364941.000	.172	.010	-5.296	..
A0007	e1091	a0004	740811.000	-.163	.010	-1.066	..
e1091	A0008	A0010	1452321.000	.094	.010	-.047	..
A0010	A0008	A0009	234317.000	.155	.010	-1.310	..
A0009	A0008	A0007	680040.000	-.007	.010	-6.540	..
A0007	A0008	a0004	780745.000	-.164	.010	-5.660	..
a0004	A0008	e1091	444511.000	-.078	.010	-.428	..
A0009	A0010	A0007	900844.000	-.007	.010	-.985	..
A0007	A0010	A0008	422020.000	-.175	.010	-.680	..
a0005	A0007	a0004	654930.000	-.281	.010	-4.518	..
a0004	A0007	e1091	400743.000	-.078	.010	3.199	..
e1091	A0007	A0008	201732.000	.068	.010	2.393	..
A0008	A0007	A0010	455555.000	.025	.010	-3.460	..
F0581	A0007	A0009	404246.000	.496	.010	-9.538	..
A0010	A0007	A0009	353454.000	.154	.010	-3.167	..
A0009	A0007	F0323	271440.000	.140	.010	-.791	..
F0323	A0007	a0006	294058.000	.023	.010	-3.209	..
a0006	A0007	a0005	951859.000	-.051	.010	-1.432	..
F0323	A0009	a0006	330656.000	.023	.010	.087	..
a0006	A0009	A0007	381120.000	-.172	.010	3.566	..
A0007	A0009	A0008	302843.000	-.176	.010	1.179	..
A0007	A0009	F0581	1171006.000	-.498	.010	1.889	..
A0008	A0009	A0010	234745.000	.025	.010	-3.016	..
A0010	A0009	A0016	1332627.000	.200	.010	-10.624	..
A0010	A0009	F0323	2342506.000	.299	.010	8.200	..
A0009	F0323	a0006	2421524.000	.166	.010	8.315	..
a0006	F0323	A0007	361717.000	-.171	.010	9.551	..
A0007	F0323	A0009	812659.000	.005	.010	2.149	..
A0009	A0016	A0017	1734722.000	.047	.010	-10.529	..



A0016	A0017	A0018	1595739.000	-.074	.010	-10.630	14	e10
A0017	A0018	A0019	2434545.000	.065	.010	-10.634	15	a00
A0018	A0019	F0633	1434848.000	.159	.010	-10.638	16	a00
A0019	F0633	F0264	2895136.000	.805	.010	-10.639	17	a00
	FC633	A0019	467.459	-.011	.040	-.036	18	a00
	A0019	A0018	985.685	-.024	.040	.084	19	a00
	A0018	A0017	1293.931	-.034	.040	-.121	20	a00
	A0017	A0016	314.274	-.009	.040	-.061	21	f00
	A0016	A0009	1496.094	-.044	.040	-.041		
	F0323	a0006	892.027	-.029	.040	-.042		
	F0323	A0007	1645.263	-.053	.040	-.026		
	F0323	A0009	795.108	-.025	.040	.005		
	A0009	a0006	1445.028	-.046	.040	-.002		
	A0009	A0007	1717.572	-.055	.040	.000		
	A0009	A0008	1832.081	-.059	.040	-.032		
	A0009	A0010	999.382	-.031	.040	-.009		
	A0007	a0006	1066.193	-.036	.040	-.023		
	A0007	a0005	1418.280	-.050	.040	-.011		
	A0007	a0004	1388.995	-.048	.040	-.030		
	A0007	e1091	1316.336	-.045	.040	.050		
	A0007	A0008	939.547	-.032	.040	.000		
	A0007	A0010	1394.371	-.046	.040	-.011		
	A0010	A0008	1002.339	-.033	.040	-.031		
	A0008	e1091	543.612	-.018	.040	.024		
	A0008	a0004	1234.390	-.043	.040	-.019		
	e1091	a0004	930.658	-.033	.040	-.001		
	a0004	a0005	1525.506	-.055	.040	-.002		
	a0004	a0003	1140.570	-.042	.040	.018		
	a0004	a0002	1604.736	-.060	.040	.057		
	a0006	a0005	1851.611	-.064	.040	-.018		
	a0005	a0003	1973.195	-.073	.040	.033		
	a0005	a0002	1661.883	-.062	.040	-.006		
	a0005	a0001	1749.972	-.066	.040	-.002		
	a0003	a0002	845.903	-.032	.040	.050		
	a0002	a0001	978.513	-.038	.040	.042		
	a0002	f0398	1043.453	-.041	.040	.065		
	a0001	f0398	1183.900	-.047	.040	.093		

自由度 = 66

改正數權平方和 = 21.182(無單位)

權單位中誤差 = .567(無單位)

*** 平差後之點位座標 & 誤差橢圓

NO.	點名	NORTH-座標	EAST-座標	誤差橢圓		
1	F0264	2563901.047	173188.382	.001	.001	29-55-1
2	F0633	2559950.325	170914.844	.001	.001	29-46-1
3	A0019	2559868.657	171375.089	2.497	.012	100-3-4
4	A0018	2559156.536	172056.758	2.177	.781	98-14-
5	A0017	2559545.772	173290.662	2.939	.225	95-41-2
6	A0016	2559531.879	173604.575	2.500	.051	98-44-4
7	F0596	2558189.121	184391.536	.001	.001	98-39-2
8	F0323	2560052.796	175351.687	.001	.001	116-18-4
9	A0009	2559304.349	175083.255	.021	.012	27-0-4
10	F0581	2556682.583	173677.206	.001	.001	35-27-3
11	A0007	2559273.297	176800.576	.018	.015	126-13-4
12	A0010	2558482.608	175652.048	.026	.022	127-1-3
13	A0008	2558346.687	176645.115	.020	.008	131-54-2

330	..14	e1091	2557980.074	177046.543	.001	.001	126-12-0.
334	..15	a0004	2558397.267	177878.467	.022	.013	77-22-11.
338	..16	a0006	2560177.101	176234.984	.023	.012	88-5-13.
339	..17	a0005	2559911.048	178067.391	.028	.021	95-55-8.
336	..18	a0003	2558170.067	178996.213	.028	.024	111-2-11.
384	..19	a0002	2558914.768	179397.552	.030	.015	92-2-24.
321	..20	a0001	2559800.354	179813.878	.035	.019	126-34-51.
361	..21	f0398	2558791.602	180433.786	.001	.001	93-7-39.
341	..						
342	..						
326	..						
305	..						
302	..						
300	..						
332	..						
309	..						
323	..						
311	..						
330	..						
350	..						
300	..						
311	..						
331	..						
324	..						
319	..						
301	..						
302	..						
318	..						
357	..						
318	..						
333	..						
306	..						
302	..						
300	..						
302	..						
305	..						
303	..						

9-55-1
 9-46-1
 0-3-4
 3-14-1
 5-41-2
 3-44-4
 3-39-2
 9-18-4
 -0-4
 -27-3
 -13-4
 -1-3
 -54-2

表三：溫度設定 20 °C 時平差成果

三角三邊平差作業名稱：LIN.DAT
 求點未知數個數 = 2

** 主軸半徑 = 6378160.0
 ** 扁率 = 298.25000
 ** 橫座標平移量 = 250000.0
 ** 投影緯度 = 23.50
 ** 中央經線尺度比 = .99990

輸入觀測量個數 = 95

輸入近似座標點數 = 21

已知固定點之權

種類	PN	PE
1	1000000.000	1000000.000

漸近數 = 1

自由度 = 66

改正數權平方和 = 36.993(無單位)

權單位中誤差 = .749(無單位)

最大改正量 = .0943 (M)

*** 網尺尺度 = .99996032

漸近數 = 2

自由度 = 66

改正數權平方和 = 21.181(無單位)

權單位中誤差 = .566(無單位)

最大改正量 = .0000 (M)

*** 網尺尺度 = .99996032

*** 距離 = .00

*** 距離觀測個數 = 33

*** 角度 = 21.18

*** 角度觀測個數 = 62

*** 距離之權單位中誤差 = .009

*** 角度之權單位中誤差 = .584

F0
a00
a00
f03
a00
f03
a00
a00
a00
a00
a00
a00
a00
a00
a00
a00
A0
F0
a00
A0
A0
a00
e10
A0
A0
a00
a00
A0
A0
e10
A0
A0
a00
a00
e10
A0
F0
A0
A0
F0
a00
F0
a00
A0
A0
A0
A0
A0
a00
A0
A0
A0
A0

後 視	測 站	前 視	觀 測 量	投 影 改 正	權	改 正 數	
F0596	f0398	a0002	1780740.000	.127	.010	-18.190	1
a0002	f0398	a0001	513907.000	.157	.010	-8.212	..
a0005	a0001	f0398	2344801.000	-.200	.010	4.363	..
f0398	a0001	a0002	564506.000	.021	.010	-3.072	..
a0002	a0001	a0005	682654.000	.179	.010	-2.276	..
f0398	a0002	a0003	1113237.000	-.112	.010	-1.987	..
a0003	a0002	a0004	425155.000	.040	.010	3.879	..
a0004	a0002	a0005	553845.000	.274	.010	-2.531	..
a0005	a0002	a0001	782044.000	-.021	.010	1.361	..
a0002	a0003	a0004	2531010.000	-.093	.010	-3.659	..
a0004	a0003	a0005	502550.000	.275	.010	-1.885	..
a0005	a0003	a0002	562400.000	-.182	.010	5.559	..
a0006	a0005	a0001	1752150.000	-.069	.010	5.536	..
a0001	a0005	a0002	331223.000	-.161	.010	-.073	..
a0002	a0005	a0003	250515.000	-.136	.010	-1.896	..
a0003	a0005	a0004	351138.000	.040	.010	.366	..
a0004	a0005	A0007	560953.000	.160	.010	-2.274	..
A0007	a0005	a0006	345901.000	.167	.010	-1.643	..
F0323	a0006	a0005	1961615.000	-.026	.010	3.261	..
a0005	a0006	A0007	494156.000	-.120	.010	7.086	..
A0007	a0006	A0009	845258.000	.005	.010	4.445	..
A0009	a0006	F0323	290838.000	.141	.010	-1.778	..
a0003	a0004	e1091	1415235.000	-.035	.010	3.802	..
e1091	a0004	A0008	241703.000	.068	.010	.799	..
A0008	a0004	A0007	412659.000	.171	.010	1.078	..
A0007	a0004	a0005	580051.000	.116	.010	-7.196	..
a0005	a0004	a0002	640436.000	-.183	.010	-9.925	..
a0002	a0004	a0003	301757.000	-.136	.010	10.457	..
a0004	e1091	A0008	2490213.000	-.009	.010	1.377	..
A0008	e1091	A0007	364941.000	.172	.010	-5.296	..
A0007	e1091	a0004	740811.000	-.163	.010	-1.066	..
e1091	A0008	A0010	1452321.000	.094	.010	-.047	..
A0010	A0008	A0009	234317.000	.155	.010	-1.310	..
A0009	A0008	A0007	680040.000	-.007	.010	-6.540	..
A0007	A0008	a0004	780745.000	-.164	.010	-5.659	..
a0004	A0008	e1091	444511.000	-.078	.010	-.428	..
A0009	A0010	A0007	900844.000	-.007	.010	-.985	..
A0007	A0010	A0008	422020.000	-.175	.010	-.680	..
a0005	A0007	a0004	654930.000	-.281	.010	-4.518	..
a0004	A0007	e1091	400743.000	-.078	.010	3.199	..
e1091	A0007	A0008	201732.000	.068	.010	2.393	..
A0008	A0007	A0010	455555.000	.025	.010	-3.460	..
F0581	A0007	A0009	404246.000	.496	.010	-9.538	..
A0010	A0007	A0009	353454.000	.154	.010	-3.167	..
A0009	A0007	F0323	271440.000	.140	.010	-.791	..
F0323	A0007	a0006	294058.000	.023	.010	-3.209	..
a0006	A0007	a0005	951859.000	-.051	.010	-1.432	..
F0323	A0009	a0006	330656.000	.023	.010	.087	..
a0006	A0009	A0007	381120.000	-.172	.010	3.566	..
A0007	A0009	A0008	302843.000	-.176	.010	1.179	..
A0007	A0009	F0581	1171006.000	-.498	.010	1.889	..
A0008	A0009	A0010	234745.000	.025	.010	-3.016	..
A0010	A0009	A0016	1332627.000	.200	.010	-10.624	..
A0010	A0009	F0323	2342506.000	.299	.010	8.200	..
A0009	F0323	a0006	2421524.000	.166	.010	8.315	..
a0006	F0323	A0007	361717.000	-.171	.010	9.551	..
A0007	F0323	A0009	812659.000	.005	.010	2.149	..
A0009	A0016	A0017	1734722.000	.047	.010	-10.629	..
A0016	A0017	A0018	1595739.000	-.074	.010	-10.630	..
A0017	A0018	A0019	2434545.000	.065	.010	-10.634	..
A0018	A0019	F0633	1434848.000	.159	.010	-10.638	..
A0019	F0633	F0264	2895136.000	.805	.010	-10.639	..
	F0633	A0019	467.463	-.011	.040	-.036	..

A0019	A0018	985.695	-.024	.040	.083	..
A0018	A0017	1293.943	-.034	.040	-.120	..
A0017	A0016	314.277	-.009	.040	-.061	..
A0016	A0009	1496.109	-.044	.040	-.040	..
F0323	a0006	892.036	-.029	.040	-.042	..
F0323	A0007	1645.279	-.053	.040	-.026	..
F0323	A0009	795.116	-.025	.040	.005	..
A0009	a0006	1445.042	-.046	.040	-.002	..
A0009	A0007	1717.589	-.055	.040	.000	..
A0009	A0008	1832.099	-.059	.040	-.031	..
A0009	A0010	999.392	-.031	.040	-.009	..
A0007	a0006	1066.203	-.036	.040	-.023	..
A0007	a0005	1418.294	-.050	.040	-.011	..
A0007	a0004	1389.009	-.048	.040	-.031	..
A0007	e1091	1316.349	-.045	.040	.050	..
A0007	A0008	939.556	-.032	.040	.000	..
A0007	A0010	1394.385	-.046	.040	-.011	..
A0010	A0008	1002.349	-.033	.040	-.031	..
A0008	e1091	543.617	-.018	.040	.025	..
A0008	a0004	1234.402	-.043	.040	-.019	..
e1091	a0004	930.667	-.033	.040	-.001	..
a0004	a0005	1525.521	-.055	.040	-.001	..
a0004	a0003	1140.581	-.042	.040	.019	..
a0004	a0002	1604.752	-.060	.040	.057	..
a0006	a0005	1851.630	-.064	.040	-.019	..
a0005	a0003	1973.215	-.073	.040	.033	..
a0005	a0002	1661.900	-.062	.040	-.007	..
a0005	a0001	1749.989	-.066	.040	-.001	..
a0003	a0002	845.911	-.032	.040	.050	..
a0002	a0001	978.523	-.038	.040	.042	..
a0002	f0398	1043.463	-.041	.040	.065	..
a0001	f0398	1183.911	-.047	.040	.094	..

自由度 = 66

改正數權平方和 = 21.182(無單位)

權單位中誤差 = .567(無單位)

**** 平差後之點位座標 & 誤差橢圓 ****

NO.	點名	NORTH-座標	EAST-座標	誤差橢圓		
1	F0264	2563901.047	173188.382	.001	.001	29-55-10.
2	F0633	2559950.325	170914.844	.001	.001	29-46-12.
3	A0019	2559868.657	171375.089	2.497	.012	100-3-43.
4	A0018	2559156.536	172056.758	2.177	.781	98-14-6.
5	A0017	2559545.773	173290.661	2.939	.225	95-41-29.
6	A0016	2559531.879	173604.574	2.500	.051	98-44-48.
7	F0596	2558189.121	184391.536	.001	.001	98-39-20.
8	F0323	2560052.796	175351.687	.001	.001	116-18-41.
9	A0009	2559304.349	175083.255	.021	.012	27-0-40.
10	F0581	2556682.583	173677.206	.001	.001	35-27-35.
11	A0007	2559273.297	176800.576	.018	.015	126-13-46.
12	A0010	2558482.608	175652.048	.026	.022	127-1-32.
13	A0008	2558346.687	176645.115	.020	.008	131-54-20.
14	e1091	2557980.074	177046.543	.001	.001	126-12-0.
15	a0004	2558397.267	177878.467	.022	.013	77-22-11.
16	a0006	2560177.101	176234.984	.023	.012	88-5-13.
17	a0005	2559911.048	178067.391	.028	.021	95-55-8.
18	a0003	2558170.067	178996.213	.028	.024	111-2-11.
19	a0002	2558914.768	179397.552	.030	.015	92-2-24.
20	a0001	2559800.354	179813.878	.035	.019	126-34-51.
21	f0398	2558791.602	180433.786	.001	.001	93-7-39.

表四：溫度設定 30 °C 時平差成果

三角三邊平差作業名稱： LIN.DAT
 求點未知數個數 = 2

** 主軸半徑 = 6378160.0
 ** 扁率 = 298.25000
 ** 橫座標平移量 = 250000.0
 ** 投影緯度 = 23.50
 ** 中央經線尺度比 = .99990

輸入觀測量個數 = 95

輸入近似座標點數 = 21

已知固定點之權

種類	PN	PE
1	1000000.000	1000000.000

漸近數 = 1

自由度 = 66
 改正數權平方和 = 36.992(無單位)
 權單位中誤差 = .749(無單位)
 最大改正量 = .0943 (M)
 *** 網尺尺度 = .99997029

漸近數 = 2

自由度 = 66
 改正數權平方和 = 21.181(無單位)
 權單位中誤差 = .566(無單位)
 最大改正量 = .0000 (M)
 *** 網尺尺度 = .99997029

*** 距離 = .00 *** 距離觀測個數 = 33

*** 距離 = .00

*** 距離觀測個數 = 33

*** 角度 = 21.18

*** 角度觀測個數 = 62

*** 距離之權單位中誤差 = .009

*** 角度之權單位中誤差 = .584

後視	測站	前視	觀測量	投影改正	權	改正數	
F0596	f0398	a0002	1780740.000	.127	.010	-18.190	1
a0002	f0398	a0001	513907.000	.157	.010	-8.212	..
a0005	a0001	f0398	2344801.000	-.200	.010	4.363	..
f0398	a0001	a0002	564506.000	.021	.010	-3.072	..
a0002	a0001	a0005	682654.000	.179	.010	-2.276	..
f0398	a0002	a0003	1113237.000	-.112	.010	-1.987	..
a0003	a0002	a0004	425155.000	.040	.010	3.879	..
a0004	a0002	a0005	553845.000	.274	.010	-2.531	..
a0005	a0002	a0001	782044.000	-.021	.010	1.361	..
a0002	a0003	a0004	2531010.000	-.093	.010	-3.659	..
a0004	a0003	a0005	502550.000	.275	.010	-1.885	..
a0005	a0003	a0002	562400.000	-.182	.010	5.559	..
a0006	a0005	a0001	1752150.000	-.069	.010	5.536	..
a0001	a0005	a0002	331223.000	-.161	.010	-.073	..
a0002	a0005	a0003	250515.000	-.136	.010	-1.896	..
a0003	a0005	a0004	351138.000	.040	.010	.366	..
a0004	a0005	A0007	560953.000	.160	.010	-2.274	..
A0007	a0005	a0006	345901.000	.167	.010	-1.643	..
F0323	a0006	a0005	1961615.000	-.026	.010	3.261	..
a0005	a0006	A0007	494156.000	-.120	.010	7.086	..
A0007	a0006	A0009	845258.000	.005	.010	4.445	..
A0009	a0006	F0323	290838.000	.141	.010	-1.778	..
a0003	a0004	e1091	1415235.000	-.035	.010	3.802	..
e1091	a0004	A0008	241703.000	.068	.010	.799	..
A0008	a0004	A0007	412659.000	.171	.010	1.078	..
A0007	a0004	a0005	580051.000	.116	.010	-7.196	..
a0005	a0004	a0002	640436.000	-.183	.010	-9.925	..
a0002	a0004	a0003	301757.000	-.136	.010	10.457	..
a0004	e1091	A0008	2490213.000	-.009	.010	1.377	..
A0008	e1091	A0007	364941.000	.172	.010	-5.296	..
A0007	c1091	a0004	740811.000	-.163	.010	-1.066	..
e1091	A0008	A0010	1452321.000	.094	.010	-.047	..
A0010	A0008	A0009	234317.000	.155	.010	-1.310	..
A0009	A0008	A0007	680040.000	-.007	.010	-6.540	..
A0007	A0008	a0004	780745.000	-.164	.010	-5.659	..
a0004	A0008	e1091	444511.000	-.078	.010	-.428	..
A0009	A0010	A0007	900844.000	-.007	.010	-.985	..
A0007	A0010	A0008	422020.000	-.175	.010	-.680	..
a0005	A0007	a0004	654930.000	-.281	.010	-4.518	..
a0004	A0007	e1091	400743.000	-.078	.010	3.199	..
e1091	A0007	A0008	201732.000	.068	.010	2.393	..
A0008	A0007	A0010	455555.000	.025	.010	-3.460	..
F0581	A0007	A0009	404246.000	.496	.010	-9.538	..
A0010	A0007	A0009	353454.000	.154	.010	-3.167	..
A0009	A0007	F0323	271440.000	.140	.010	-.791	..
F0323	A0007	a0006	294058.000	.023	.010	-3.209	..
a0006	A0007	a0005	951859.000	-.051	.010	-1.432	..
F0323	A0009	a0006	330656.000	.023	.010	.087	..
a0006	A0009	A0007	381120.000	-.172	.010	3.566	..
A0007	A0009	A0008	302843.000	-.176	.010	1.179	..
A0007	A0009	F0581	1171006.000	-.498	.010	1.889	..
A0008	A0009	A0010	234745.000	.025	.010	-3.016	..
A0010	A0009	A0016	1332627.000	.200	.010	-10.624	..
A0010	A0009	F0323	2342506.000	.299	.010	8.200	..

A0009	F0323	a0006	2421524.000	.166	.010	8.315	..
a0006	F0323	A0007	361717.000	-.171	.010	9.551	..
A0007	F0323	A0009	812659.000	.005	.010	2.149	..
A0009	A0016	A0017	1734722.000	.047	.010	-10.629	..
A0016	A0017	A0018	1595739.000	-.074	.010	-10.630	..
A0017	A0018	A0019	2434545.000	.065	.010	-10.634	..
A0018	A0019	F0633	1434848.000	.159	.010	-10.638	..
A0019	F0633	F0264	2895136.000	.805	.010	-10.639	..
	F0633	A0019	467.468	-.011	.040	-.036	..
	A0019	A0018	985.705	-.024	.040	.083	..
	A0018	A0017	1293.956	-.034	.040	-.120	..
	A0017	A0016	314.280	-.009	.040	-.061	..
	A0016	A0009	1496.124	-.044	.040	-.041	..
	F0323	a0006	892.045	-.029	.040	-.042	..
	F0323	A0007	1645.295	-.053	.040	-.025	..
	F0323	A0009	795.124	-.025	.040	.005	..
	A0009	a0006	1445.056	-.046	.040	-.001	..
	A0009	A0007	1717.606	-.055	.040	.000	..
	A0009	A0008	1832.117	-.059	.040	-.031	..
	A0009	A0010	999.402	-.031	.040	-.009	..
	A0007	a0006	1066.213	-.036	.040	-.022	..
	A0007	a0005	1418.308	-.050	.040	-.011	..
	A0007	a0004	1389.023	-.048	.040	-.031	..
	A0007	e1091	1316.362	-.045	.040	.050	..
	A0007	A0008	939.566	-.032	.040	-.001	..
	A0007	A0010	1394.399	-.046	.040	-.011	..
	A0010	A0008	1002.359	-.033	.040	-.031	..
	A0008	e1091	543.622	-.018	.040	.025	..
	A0008	a0004	1234.414	-.043	.040	-.018	..
	e1091	a0004	930.676	-.033	.040	.000	..
	a0004	a0005	1525.536	-.055	.040	-.001	..
	a0004	a0003	1140.592	-.042	.040	.019	..
	a0004	a0002	1604.768	-.060	.040	.057	..
	a0006	a0005	1851.649	-.064	.040	-.019	..
	a0005	a0003	1973.235	-.073	.040	.032	..
	a0005	a0002	1661.917	-.062	.040	-.008	..
	a0005	a0001	1750.007	-.066	.040	-.002	..
	a0003	a0002	845.919	-.032	.040	.051	..
	a0002	a0001	978.533	-.038	.040	.041	..
	a0002	f0398	1043.473	-.041	.040	.066	..
	a0001	f0398	1183.923	-.047	.040	.094	..

自由度 = 66

改正數權平方和 = 21.182(無單位)

權單位中誤差 = .567(無單位)

**** 平差後之點位座標 & 誤差橢圓 ****

NO.	點名	NORTH-座標	EAST-座標	誤差橢圓		
1	F0264	2563901.047	173188.382	.001	.001	29-55-10.
2	F0633	2559950.325	170914.844	.001	.001	29-43-12.
3	A0019	2559868.657	171375.089	2.497	.012	100-3-43.
4	A0018	2559156.536	172056.758	2.177	.781	98-14-6.
5	A0017	2559545.772	173290.662	2.939	.225	95-41-29.
6	A0016	2559531.879	173604.574	2.500	.051	98-44-48.
7	F0596	2558189.121	184391.536	.001	.001	98-39-20.
8	F0323	2560052.796	175351.687	.001	.001	116-18-41.

9	A0009	2559304.349	175083.255	.021	.012	27- 0-40.
10	F0581	2556682.583	173677.206	.001	.001	35-27-35.
11	A0007	2559273.297	176800.576	.018	.015	126-13-46.
12	A0010	2558482.608	175652.048	.026	.022	127- 1-32.
13	A0008	2558346.687	176645.115	.020	.008	131-54-20.
14	e1091	2557980.074	177046.543	.001	.001	126-12- 0.
15	a0004	2558397.267	177878.467	.022	.013	77-22-11.
16	a0006	2560177.101	176234.984	.023	.012	88- 5-13.
17	a0005	2559911.048	178067.391	.028	.021	95-55- 8.
18	a0003	2558170.067	178996.213	.028	.024	111- 2-11.
19	a0002	2558914.768	179397.552	.030	.015	92- 2-24.
20	a0001	2559800.354	179813.878	.035	.019	126-34-51.
21	f0398	2558791.602	180433.786	.001	.001	93- 7-39.

200

6. 2. 1.

2. 1. 1.

2. 1. 1.