

基本控制點檢測作業規範

內政部土地測量局委託研究報告

MOI-LSB-089-001

基本控制點檢測作業規範

(修正本)

受委託者：社團法人中華民國國防科技學術研究學會

研究主持人：張嘉強

協同主持人：李振燾

研究助理：陳文豐

李安邦

李豐華

孫永大

內政部土地測量局委託研究

中華民國九十年五月

目 次

目 次	I
表 次	III
圖 次	V
提 要	VI
第一章 前言	1
1-1 研究目的	1
1-2 研究背景	2
1-3 研究方法	3
1-4 研究成果	5
1-5 研究進度	6
第二章 研究作業說明	7
第三章 檢測作業準備	9
3-1 裝備需要	9
3-2 選點原則及規範	13
第四章 野外觀測作業	17
4-1 作業規定	17
4-2 觀測精度及規範	18
4-2-1 角度觀測規範	18
4-2-2 距離觀測規範	21
4-2-3 GPS 衛星定位觀測規範	25
第五章 成果計算檢核	29
5-1 計算程序	29
5-2 檢核方法及規範	31
第六章 檢測資料測試與分析	43
6-1 測試資料來源	43
6-2 資料處理方法及流程	49
6-2-1 三角三邊及精密導線測量計算	49
6-2-2 GPS衛星定位測量計算	51

6-3 測試成果分析	54
6-3-1 三角三邊檢測成果	54
6-3-2 三角三邊測試成果分析	66
6-3-3 精密導線檢測成果	68
6-3-4 精密導線測試成果分析	76
6-3-5 GPS衛星定位檢測成果	77
6-3-6 GPS衛星定位測試成果分析	96
第七章 結論與建議	99
附錄	
附錄 A 美國之傳統測量作業規範相關內容	103
附錄 B 澳洲之傳統測量作業規範相關內容	111
附錄 C 加拿大之定位精度標準相關內容	125
附錄 D 期中與期末審查會議紀錄與相關內容修正之說明	137
參考書目	145

表 次

表1	一等三角網之觀測資料.....	54
表2	一等三角網之檢測成果資料.....	55
表3	一二等混合三角網之觀測資料.....	56
表4	一二等混合三角網之檢測成果資料.....	56
表5	二三等混合四邊形網之觀測資料.....	58
表6	二三等混合四邊形網之檢測成果資料.....	58
表7	三等角邊混合三角網之觀測資料.....	61
表8	三等角邊混合三角網之檢測成果資料.....	61
表9	三等角邊混合四邊形網之觀測資料.....	63
表10	三等角邊混合四邊形網之檢測成果資料.....	64
表11	三角三邊測量檢測成果之平均精度.....	66
表12	三角三邊測量檢測規範適用性.....	67
表13	土地測量局之精密導線觀測資料.....	68
表14	土地測量局之精密導線檢測成果資料.....	69
表15	聯勤測量隊之精密導線觀測資料(1).....	71
表16	聯勤測量隊之精密導線檢測成果資料(1).....	72
表17	聯勤測量隊之精密導線觀測資料(2).....	73
表18	聯勤測量隊之精密導線檢測成果資料(2).....	74
表19	精密導線測量檢測成果之平均精度.....	76
表20	精密導線測量檢測規範適用性.....	76
表21	衛星控制點觀測表.....	77
表22	一等衛星控制點閉合差分析.....	79
表23	一等衛星控制點坐標差檢核.....	80
表24	一等衛星控制點基線長度檢核.....	81
表25	一二等衛星控制點閉合差分析.....	82
表26	一二等衛星控制點坐標差檢核.....	83
表27	一二等衛星控制點基線長度檢核.....	84
表28	一三等衛星控制點閉合差分析.....	85

表29	一三等衛星控制點坐標差檢核.....	85
表30	一三等衛星控制點基線長度檢核.....	86
表31	二等衛星控制點閉合差分析.....	87
表32	二等衛星控制點坐標差檢核.....	88
表33	二等衛星控制點基線長度檢核.....	89
表34	二三等衛星控制點閉合差分析.....	89
表35	二三等衛星控制點坐標差檢核.....	90
表36	二三等衛星控制點基線長度檢核.....	91
表37	三等衛星控制點閉合差分析.....	92
表38	三等衛星控制點坐標差檢核.....	92
表39	三等衛星控制點基線長度檢核.....	93
表40	一二三等衛星控制點閉合差分析.....	94
表41	一二三等衛星控制點坐標差檢核.....	95
表42	一二三等衛星控制點基線長度檢核.....	96
表43	GPS衛星定位測量檢測成果之平均精度.....	97
表44	GPS衛星定位測量檢測規範適用性.....	97

圖 次

圖1	研究流程.....	4
圖2	研究進度與時程.....	6
圖3	檢測作業規範研擬架構.....	8
圖4	三角三邊測量觀測網形.....	45
圖5	土地測量局精密導線測量之觀測網形.....	46
圖6	聯勤測量隊精密導線測量之觀測網形(1).....	46
圖7	聯勤測量隊精密導線測量之觀測網形(2).....	47
圖8	GPS衛星定位測量觀測網形.....	48
圖9	三角三邊及導線測量平差計算作業流程.....	50
圖10	GPS衛星定位測量平差計算作業流程.....	53

提 要

關鍵字：檢測、作業規範、精度標準

控制測量為各項測量作業之根本，而控制點之檢測則為控制點資料後續利用之先期檢核程序，故在檢測作業過程中所牽涉之相關問題，都將會關係到各項測量成果本身之精度及其在使用上之可靠度。為促進國家基本建設之發展，以達有效保障人民土地財產權益之目的，本研究將參考國內外現行各類基本控制點之測量作業方式，進而擬訂一項可適用於我國基本控制點檢測之相關作業程序與精度規範。

本研究收集國內外有關基本控制點測量之相關資料來源包括：我國、大陸、美國、澳洲、加拿大及紐西蘭等國。研擬內容所涵蓋之測量作業型態則包括：三角三邊測量、精密導線測量以及 GPS 衛星定位測量等。本研究除針對參考資料間之異同點進行檢測相關特性之分析說明，並擬訂一組可適用於我國之基本控制點檢測作業程序與精度規範外，為求驗證所研擬規範之適用性，研究過程亦收集各類型測量作業之實際觀測資料，並依循標準處理程序以進行其檢測成果計算與檢核之測試。

由測試資料之成果顯示，三角三邊測量檢核量之「角度較差量」變化較為均勻，「距離較差比」之變化幅度則相對較大，且觀測量與成果檢核量之間的對應性仍有調整之空間。精密導線測量若有較長之導線間距，則易出現較佳之觀測量檢核精度，其「角度較差量」與「距離較差比」之間的對應精度等級較為一致，但觀測量與成果檢核量之間的對應性仍有所不足。GPS 衛星定位測量所呈現之檢測精度品質相對均勻，其觀測量閉合精度與成果檢核精度間之對應程度亦佳，使用「坐標分量較差值」做為檢核量時，更能有效避免點位同向位移之傳統檢測盲點。

由於 GPS 在實務應用上具有觀測、計算與成果運用上之多項優點，因此 GPS 當可參照檢測作業相關之標準及規範，較為普及的用來辦理各種精度等級三角點、精密導線點與衛星控制點之檢測作業。

第一章 前言

1-1 研究目的

基本控制點之檢測作業係針對所選定之已知坐標控制點，實施三角三邊、導線或 GPS 定位等測量方法，利用其觀測所得之成果進行該控制點坐標是否可靠之檢核，以供後續測量作業中加以引測使用，故其實為控制測量作業項目中最為根本及重要之一項程序。

基於控制測量為各項測量作業之根本，而控制點之檢測則為控制點資料後續利用之先期檢核程序，故在檢測作業上所牽涉之相關問題，將會關係到各項測量成果本身之精度、穩定度及其使用上之可靠度，其作業品質之良窳便與國家各項工程建設之發展，有著密不可分的關係。

我國現行之基本控制點，包含有內政部於民國六十九年公佈之三角點、八十七年完成之一、二等衛星控制點以及土地測量局於近年所陸續測設之三、四等控制點。由於在測設當時所採用之儀具、方法、程序及精度各有不同，現階段在使用各級之基本控制點成果時，為確保測量成果精度而實施控制點之檢測作業過程中，如能針對各項測量方法（如三角三邊、導線、GPS 定位等），制定其標準檢測作業程序及規範以供遵循，則基本控制點之成果將可達到一致之精度標準，其在運用上之成效也就更加具有保障。

為促進國家基本建設之發展，以達有效保障人民土地財產權益之目的，本項基本控制點檢測作業規範與相關作業程序之訂定，當有測量業務推動上之實際必要。在此一目標之下，本研究將考量國內外現存各類基本控制點之檢測作業方式，從而擬訂適用於我國之基本控制點檢測作業程序與規範，其當可在政府相關施政過程中，提供以下之助益：

- (1) 可提供測量單位於實務應用時之依據；
- (2) 可做為控制測量後續各項作業項目訂定其標準作業程序與規範之案例；
- (3) 可做為相關施行細則訂定及測量法規相關內容修訂時，有關檢測作業標準等問題之參考。

1-2 研究背景

基本控制點之檢測是後續各項控制測量的基礎，也是國家建設的根基，舉凡資源開發、增進土地利用價值以及推動經濟建設等等，均須以精確的控制點坐標成果作為依據。

而在實施基本控制點之檢測過程中，可針對控制點分佈之網形與等級、測量可用之設備與天候以及作業所需之時程與精度等因素之考量，而有傳統與現代作業方式之不同。

當利用傳統測角測距儀器進行檢測作業時，其過程耗時費力，且選點時會有通視問題之限制，施測時仍會受天候之影響，而使其作業時程不易管制。而 GPS 衛星測量自 1980 年代興起之後，其高精度相對定位、野外快速作業、避免通視與天候影響、高度電腦化數據處理以及高成果可靠度等特色之表現已廣被各界之應用予以證實，故目前世界各國已普遍採用 GPS 衛星測量技術來辦理國家級基本控制點之測設等相關工作。

台灣地區於民國六十九年由內政部公佈三角點控制成果後，由於自然環境與人為破壞等因素，造成現存控制點在使用上的不足。有鑒於此，內政部為建立完整、統一及高精度之基本控制點系統，另自民國八十二年度開始辦理「應用全球定位系統實施台閩地區基本控制點測量計畫」，並於民國八十四年至八十七年度間，完成台灣地區 105 個一等衛星控制點和 621 個二等衛星控制點的測設工作【衛星測量中心，1998】，而三、四等控制點的補建、新建工作則由土地測量局逐年分區辦理規劃及執行。

現階段在運用上述之各類型基本控制點成果時，各級控制點點位坐標正確程度之確定，將是測量作業進行之首要工作。由於控制測量是後續各項測量工作之始，而控制點之檢測又是執行控制測量之先期作業程序，因此控制點之檢測實為確保點位坐標成果可用度的當務工作，此即是本計畫所欲訂定控制點檢測作業程序與規範之主要原因與目的。

1-3 研究方法

本項研究於執行時，首先應收集國內外有關基本控制點測設（檢測）之各項作業標準及規範。由於本項研究欲探討之控制點種類包括三角點、導線點及衛星控制點等三類，故國內外有關基本控制點測設（檢測）之作業標準

及規範，便應針對上述三種控制點型態與其所對應之作業方式來進行廣泛的收集。

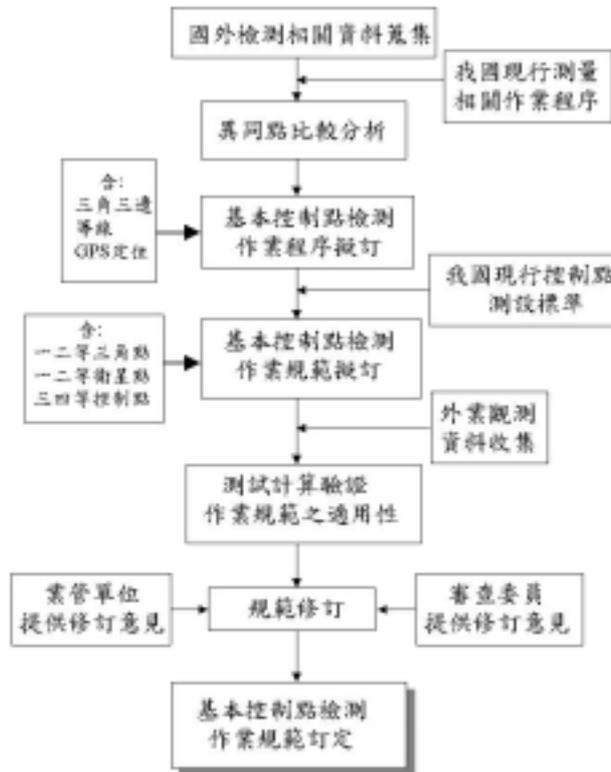
有關資料收集完成後，為求初步擬訂適用於我國基本控制點檢測之作業程序與作業規範，本研究將先針對二個以上國家（或地區）之相關資料進行其異同點之瞭解與特色之分析，並將其重點予以列表分析說明。

在對國外控制點檢測作業程序與規範之相關內容進行瞭解及分析後，即可參酌我國現行基本控制點系統與其相關作業方式之特性，研擬訂定一套包含三角三邊、導線、GPS 衛星定位等測量方法，運用於基本控制點檢測之作業程序。同時針對我國現行之內政部三角點、土地測量局三四等控制點、內政部一二等衛星控制點等系統，研擬訂定一套其在檢測作業時所應滿足其應用需求之作業規範。

由於測量技術運用於控制點檢測作業時，尚須考慮其作業方法、儀具種類、點位通視、網形結構、作業程序、時程管制與成果種類、特性及精度等多項因素。故在實際執行控制點檢測之過程中，仍有幾個問題需要加以釐清與探討，包括：選點考量之原則（如等級、分佈、數量、基線長度、觀測環境之考量等）；作業採行之程序（如儀器種類與型式、輔助器材、儀具率定、野外操作程序、觀測條件設定之配合等）；計算所使用之軟體（如基本功能、作業程序、參數設定、成果型態之運用等）；成果檢核之規範（如統計測試、評估策略、精度標準、分析要項之訂定等）。

前述相關問題在參酌並分析我國與世界主要國家所制訂之檢測作業程序與規範後，將訂定一套適用於台灣地區各級（型）基本控制點檢測之作業程序與規範。為求驗證該規範之適用性如何，亦將規劃進行實地觀測資料之蒐集，並參酌實際業務執行人員及研究案審查委員所提供之意見後，進行該作業程序與規範之修訂事宜。有關執行本案之研究方法與程序可繪如圖 1 所示：

圖 1 研究流程



1-4 研究成果

本計畫於執行過程中所應完成之工作項目，以及計畫執行完成後所應繳交之成果內容包括下列各項：

- (1) 蒐集二個以上世界主要國家(地區)有關控制點測設(檢測)之相關資料，以瞭解其所制訂之作業標準及規範的內容。
- (2) 比較國內外作業程序及規範內容間之異同，並進行其優缺點之分析說明。
- (3) 參酌我國現有各類基本控制點測量之作業程序，以研擬適合我國現況之基本控制點檢測作業程序，其涵蓋之作業方式包括：三角三邊測量、精密導線測量、GPS 定位測量等。
- (4) 參考並整合國內外之控制點測量作業規範，以擬訂適合於我國各級基本控制點檢測之作業規範(含精度標準)，其包含之控制點型式有：內政部之三角點、一二等衛星控制點、土地測量局之三四等控制點等。
- (5) 針對土地測量局所使用之平差計算軟體，並配合所蒐集獲得之外業觀測資料，進行控制點檢測作業及精度規範等內容之實際驗證，以修訂並落實該作業規範之適用性。

本報告書即為全期研究成果之展現，其中第二章之內容係針對檢測程序及規範所進行研擬之一般性作業說明，第三章為檢測作業準備工作所研擬之內容，第四章為檢測所從事外業測量工作之相關內容，第五章是有關檢測所得資料之內業處理及成果檢核之相關內容，第六章則是驗證所研擬相關檢測規範及標準適用性之資料測試與分析說明，最後則將相關研究成果及建議事項提出歸納性之說明於第七章之中。此外，引用較多之美、澳二國有關傳統測量作業規範之相關內容另摘列於附錄 A、B 之中，附錄 C 為加拿大所研訂之定位精度標準等相關內容，附錄 D 則為期中與期末二次審查會議紀錄與相關辦理情形之答覆。

1-5 研究進度

本項計畫執行時程自八十九年七月十四日至九十年四月十三日(合計九個月)，規劃與實際之進度時程及工作項目等資料如圖 2 所示。

圖2 研究進度與時程

工作項目	月 次	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	月 份	8	9	10	11	12	1	2	3	4
國內外資料收集								
資料整理分析							
作業程序初擬							
作業規範初擬							
期中報告審查								
驗證測量資料蒐集補充							
作業測試分析							
作業程序與規範修訂							
期末報告審查									
預定進度累計百分比(%)		5	10	25	40	60	70	80	90	100
實際進度累計百分比(%)		5	10	25	40	60	70	80	90	100

..... 表預定進度

..... 表實際進度

第二章 研究作業說明

為求符合地籍測量之作業要求，以準確提供基本控制點之相關資料，故在引用基本控制點各項資料前，應對清查後存在之已知點辦理檢測，確認其無誤後方可作為後續各項測量作業之依據【內政部，2000】。

由於控制測量為各項測量作業之根本，控制點檢測則為控制點資料後續利用之先期檢核程序。檢測作業之品質因攸關各項測量成果使用之精確度、穩定度及可靠度，故參照內政部八十七年公布之「地籍測量實施規則」第四十七條第一項規定之精神【內政部，1998】，進行本案有關已知點檢測作業程序及規範等相關內容之研擬工作。

辦理本項已知點檢測作業程序及規範之研擬時，應收集國內外相關之資料進行瞭解及分析。然而在實際研究之過程中，由於各國制定之檢測作業標準及規範資料相當缺乏，因此改為採用國內外（我國、大陸、美國、加拿大、澳洲及紐西蘭等國）有關基本控制點「測設」之作業標準及規範做為參考。

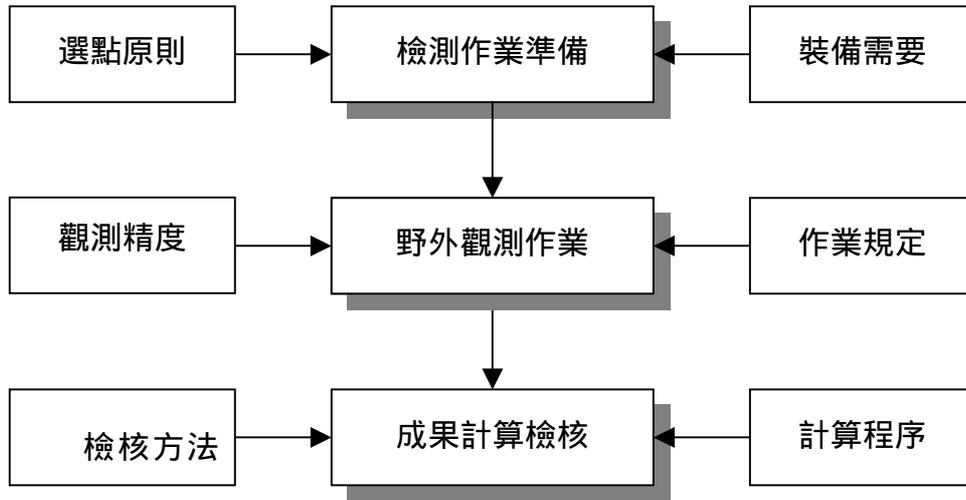
由於各國所制定之「測設」作業標準及規範有其時空與適用性等因素上之不同，因此研究過程中僅針對其中與「檢測」作業有較高相關性之標準與規範內容進行探討。經過適當項目與內容之比較、分析及綜合後，以我國現行作業規範之主要相關內容為架構依據，擬定一項適合於我國辦理檢測作業所需遵循之作業標準及規範。

在進行各項地籍測量前所實施之已知控制點檢測工作時，除可參考本項針對三角三邊測量、精密導線測量以及 GPS 衛星定位測量等作業方式，依所研擬之相關作業程序及規範加以執行外，並得依點位現況及適用時機，分別選擇適合之作業方法辦理檢測。換言之，依 GPS 衛星定位測量之發展優勢，GPS 在實際辦理檢測作業時，會有觀測、計算與成果運用上之諸多便利，因此使用 GPS 來進行各種精度等級之傳統三角點、精密導線點與衛星控制點等各型控制點之檢測作業時，即可依照其作業方法之標準及規範加以辦理。

此外，若實施單一測角、測邊或導線型式之傳統測量作業方式，或者採用現代之 GPS 衛星定位測量作業方式，甚或綜合使用前述多種測量方法進行所謂混合型式之檢測時，亦可參照相關規範之內容進行檢測之作業。

現即將本項研究所研擬之已知點檢測作業相關程序及規範等項目，繪如圖 3 所示之架構以進行後續相關內容之說明。

圖 3 檢測作業規範研擬架構



第三章 檢測作業準備

3-1 裝備需要

一、所需資料【內政部，2000】：

- (一)測區及其附近之地形圖或基本圖。
- (二)測區及其附近之基本控制點及其他已知點分佈圖、成果表及點之記。
- (三)其他測量機關在測區及其附近測設之控制點成果表及點之記。

二、所需表格【內政部，2000】：

- (一)三角三邊測量：水平角觀測手簿、天頂距、距離觀測手簿。
- (二)精密導線測量：水平角、距離觀測手簿。
- (三)GPS 衛星定位測量：衛星定位測量外業點位調查表、裝備表及觀測時段表、衛星定位測量外業觀測紀錄表。

三、所需裝備【FGCC，1984】：

(一)三角三邊及精密導線測量裝備【內政部，2000】：

- 1.儀器設備：經緯儀、電子測距儀、腳架、捲尺、稜鏡組、電池、充電器、對講機、溫度計、氣壓計、計算器、測傘、資料夾及裝備表內所列之相關設備等。
- 2.平差計算與繪圖：電腦、控制網平差軟體及相關週邊設備等。

(二)GPS 衛星定位測量裝備【內政部，2000】：

- 1.儀器設備：GPS 接收儀、天線盤、腳架、纜線、基座、電池、量尺、充電器、指北針、對講機、溫度計、氣壓計、計算器、資料夾及裝備表內所列之相關設備等。
- 2.平差計算與繪圖：電腦、GPS 基線處理及網形平差軟體、相關週邊設備等。

四、儀器規範：

(一)三角三邊測量儀器：

1. 我國規範【內政部，1998】

類別 \ 等級	一等	二等甲級	二等乙級		三等	四等
經緯儀之最小讀數	0.2"	0.2"	0.2"	1.0"	1.0"	1.0"

2. 美國規範【FGCC，1984】

類別 \ 等級	一等	二等一級	二等二級	三等一級	三等二級
經緯儀之最小讀數	0.2"	0.2"	1.0"	1.0"	1.0"

3. 澳洲規範【ICSM，1996】

類別 \ 等級	2A	A	B	C	D		E
儀器最小讀數	0.2"	0.2"	1"	1"	1"	6"	6"

4. 我國現行規定和美國之規範大致相同，僅在二等乙級中增採 0.2" 讀數之經緯儀。澳洲規範計分 6 個等級，與我國相對應之等級應為 2A、A、B 及 C 等四級。

規範研擬時，可考量我國內政部於民國六十九年公佈現行三角點檢測成果當時之「地籍測量實施規則」中【內政部，1975】，並無二等精度甲、乙級分類之相關條文，故將現行規範中有關二等精度甲、乙級之分類予以合併，並考量檢測較測設標準為寬之作業特性，故採用原二等精度中之乙級標準，以做為檢測使用之參考。其規範如下：

類別 \ 等級	一等	二等	三等	四等
經緯儀之最小讀數	0.2"	1.0"	1.0"	1.0"

(二) 精密導線測量儀器：

1. 我國規範【內政部，1998】

類別 \ 等級	一等	二等甲級	二等乙級	三等	四等
經緯儀之最小讀數	0.2"	0.2"	1.0"	1.0"	1.0"

經緯儀之最小讀數	0.2"	0.2"	1.0"	0.2"	1.0"	1.0"	1.0"
----------	------	------	------	------	------	------	------

2. 美國規範【FGCC，1984】

等級	一等	二等 一級	二等 二級	三等 一級	三等 二級
類別					
經緯儀之最小讀數	0.2"	1"	1"	1"	1"

3. 規範研擬時，可將現行規範中有關二等精度甲、乙級之分類予以合併，並考量檢測較測設標準為寬之作業特性，故採用原二等精度中之乙級標準，以做為檢測使用之參考。其規範如下：

等級	一等	二等	三等	四等
類別				
經緯儀之最小讀數	0.2"	1.0"	1.0"	1.0"

(三) GPS 衛星定位測量儀器：

1. 我國採用雙頻衛星接收儀，當 AS(Anti-spoofing)關閉時，至少具電碼接收能力，當 AS 開啟時，仍能記錄 L1 全波長及 L2 全波長或半波長載波相位【衛星測量中心，1994】。
2. 美國可採用單頻或雙頻衛星接收儀，但多數之精密測量採用雙頻接收儀以改正電離層折射誤差【FGCC，1989】。
3. 加拿大在同一項測量作業中建議使用同型天線和接收儀，以使天線相位中心之偏差降至最低。如欲達二等或以上精度之測量作業，建議採用雙頻接收儀，以確保資料之可靠性【GSD，1992】。
4. 紐西蘭採用雙頻衛星接收儀，且至少具 8 個頻道電碼接收及相位追蹤能力，並能記錄 L1 及 L2 全波長載波相位【LINZ，1998】。
5. 規範研擬採用雙頻 GPS 衛星接收儀，且至少具 8 個頻道電碼接收及相位追蹤能力，並能記錄 L1 及 L2 全波長載波相位觀測量。

五、裝備使用注意事項：

- (一) 使用之儀器裝備必須妥善加以保養維護。
- (二) 使用之儀器須以三腳架或固定樁架設，使之穩固。
- (三) 使用之儀器須具定心照準裝置，以確保儀器能對準點位中心，使用之基座並應定期進行光學照準器之對心檢校。
- (四) 使用之經緯儀正倒鏡讀數如超過 30" 以上，則必須進行儀器校正【FGCC，1984】。
- (五) 使用之電子測距儀應利用國家基線場進行定期檢校【FGCC，1984】【ICSM，1996】。
- (六) 使用之 GPS 接收儀應配合天線盤，於相位中心率定場及短距離基線檢定場進行定期檢校【土地測量局，2000】。

3-2 選點原則及規範

- 一、在圖上將測區範圍用色筆繪出，再將測區及其附近範圍內現存可用之全部已知控制點予以標示，並根據地形圖或基本圖將已知點連成網形【內政部，2000】。
- 二、檢測所選定之已知點，且須選擇至少三個互相通視且分佈良好之控制點進行觀測，以組成檢測所須之量測系統。
- 三、選用之測站必須擺站進行觀測，且測站間須有多餘連結，以使觀測量形成足夠之連接量。
- 四、不可採用前方或後方交會法進行檢測作業【FGCC，1984】。
- 五、網形幾何規範：
 - (一)三角三邊測量：

1.我國規範【內政部，1998】

類別 \ 等級	一等	二等		三等	四等
		甲級	乙級		
主要測站間之邊長 (公里)	在20以上 為原則	10至20 為原則	5至10 為原則	3至8 為原則	1至3 為原則
幾何圖形之最小 角度不得小於	25°	25°	20°	20°	15°

2.美國規範【FGCC，1984】

類別 \ 等級	一等	二等 一級	二等 二級	三等 一級	三等 二級
測站間距不得小於 (公里)	15	10	5	0.5	0.5
圖形內所有角度不得 小於	30°	25°	25°	20°	20°

- 3.規範研擬時，可將現行規範中有關二等精度甲、乙級之分類予以合併，以不違反現行規定之相關原則為前提，參考美國規範能適度區隔各等級間差距之特性，以做為檢測使用之參考。其規範如下：

類別 \ 等級	一等	二等	三等	四等
測站間距不得小於 (公里)	15	5	3	1

圖形內所有角度 不得小於	30°	25°	20°	15°
-----------------	-----	-----	-----	-----

(二)精密導線測量：

1.我國規範【內政部，1998】

類別 \ 等級	一等	二等		三等	四等
		甲級	乙級		
導線長度 (公里)	10至20 為原則	5至10 為原則	2至5 為原則	1至3 為原則	0.3至1.5為 原則

2.美國規範【FGCC，1984】

類別 \ 等級	一等	二等 一級	二等 二級	三等 一級	三等 二級
測站間距不得小於 (公里)	10	4	2	0.5	0.5

3.規範研擬時，可將現行規範中有關二等精度甲、乙級之分類予以合併，以不違反現行規定之相關原則為前提，並考量檢測較測設標準為寬之作業特性，以做為檢測使用之參考。其規範如下：

類別 \ 等級	一等	二等	三等	四等
測站間距不得小於 (公里)	10	2	1	0.5

(三) GPS 衛星定位測量：規範之研擬，係依我國各級衛星控制點實際佈設密度為考量，其基線長度之幾何規範如下：

類別 \ 等級	一等衛星 控制點	二等衛星 控制點	三等及四等 衛星控制點
點位間基線距離(公里)	10 - 25	3 - 15	2 - 5

第四章 野外觀測作業

4-1 作業規定

一、三角三邊及精密導線測量：

- (一) 測站點位須對照點之記加以確認【ICSM, 1996】。
- (二) 照準點位須明確清晰，經緯儀定心誤差應在規定範圍內。其中，美國之規範明確規定定心誤差必須在 1mm 以內【FGCC, 1984】，澳洲之規範則表示野外作業程序之光學定心器誤差不得大於 1.5 mm，垂球定心誤差應小於 3 mm 以內【ICSM, 1996】。
- (三) 實施電子測距時須量取測線兩端之溫度及壓力。其中，美國之規範制定溫度部份應記錄至 ± 1 ，水銀氣壓計則記錄至 ± 5 mm Hg【FGCC, 1984】。

二、GPS 衛星定位測量：

- (一) 各級衛星控制點的檢測以靜態測量作業方式為主。
- (二) 確認測量標之點號與計劃觀測點號是否符合。
- (三) 架設天線應仔細進行定心定平，定心誤差須在規定範圍內。天線特定標記應共同指向北方，並確實接受天線電纜。進行天線高之量測，並確實複查。
- (四) 填寫衛星定位測量觀測記錄表，定時量測溫度、濕度及氣壓值並加以記錄。
- (五) 施測時應按正常程序開機，並設定各項觀測參數。

4-2 觀測精度及規範

4-2-1 角度觀測規範

(一) 三角三邊測量：

1. 美國規範【FGCC，1984】

類別 \ 等級		等級				
		一等	二等 一級	二等 二級	三等 一級	三等 二級
水平 角 觀 測	測回數	16	16	12	4	2
	各次觀測值與平均值之差不得超過	4"	4"	5"	5"	5"
天 頂 距 觀 測	正倒鏡測回數	3	3	2	2	2
	觀測值之誤差不得超過	10"	10"	10"	10"	20"

2. 澳洲規範【ICSM，1996】

類別 \ 等級		等級					
		2A	A	B	C	D	E
測回數		6	6	2	1	1	1
每測回讀次		6	6	6	6	4	2
各次觀測值與平均值之差不得超過		4"	4"	5"	6"	10"	20"
每測回讀次差值不得超過		6"	8"	10"	12"	20"	30"
各測回之間的差值不得超過		3"	4"	4"	-	-	-

註：- 表示不可應用。

3. 我國現行相關規定與美國之規範相似，規範研擬時，可將現行規範中有關二等精度甲、乙級之分類予以合併，並考量檢測較測設標準為寬之作業特性，故採用原二等精度中之乙級標準，以做為檢測使用之參考。其規範如下：

類別 \ 等級		一等	二等	三等	四等
		水平	16	12	4
角	各次觀測值與平均值之差不得超過	4"	5"	5"	5"
天頂	正倒鏡測回數	3	2	2	2
	觀測值之誤差不得超過	10"	10"	10"	20"

(二) 精密導線測量：

1. 美國規範【FGCC, 1984】

類別 \ 等級		一等	二等一級	二等二級	三等一級	三等二級
		水平	16	8 或 12 *	6 或 8	4
角	各次觀測值與平均值之差不得超過	4"	4"	5"	5"	5"

註：* 經緯儀讀數如為 0.2"，則採 8 測回；如為 1.0"，則採 12 測回。

經緯儀讀數如為 0.2"，則採 6 測回；如為 1.0"，則採 8 測回。

2. 澳洲規範【ICSM, 1996】

類別 \ 等級		等級					
		2A	A	B	C	D	E
測回數		6	6	2	1	1	1
每測回讀次		6	6	6	6	4	2
各次觀測值與平均值之差不得超過		4"	4"	5"	6"	10"	20"
每測回讀次差值不得超過		6"	8"	10"	12"	20"	30"
各測回之間的差值不得超過		3"	4"	4"	-	-	-

註：- 表示不可應用。

3. 我國現行規定與美國之規範相似，規範研擬時，可將現行規範中有關二等精度甲、乙級之分類予以合併，並考量檢測較測設標準為寬之作業特性，故採用原二等精度中之乙級標準，以做為檢測使用之參考。其規範如下：

類別 \ 等級		等級			
		一等	二等	三等	四等
水平角觀測	測回數	16	8	4	2
	各次觀測值與平均值之差不得超過	4"	5"	5"	5"

4-2-2 距離觀測規範

(一) 三角三邊測量：

1. 我國規範【內政部，1998】

類別 \ 等級	一等			二等甲級			二等乙級			三等			四等		
	測回數	4			4			4			3			2	
每測回讀次	10			10			10			10			10		
使用儀器	光 電	紅 外 線	微 波												
各次觀測間容許之最大差值 (mm)	40	5	*	50	5	*	60	5	*	60	5		-	-	

註：1. : 僅在光電儀器無法使用時採用之。

2. * : 測線兩端之觀測值經氣象改正後，其差不得超過 0.1 公尺。

3. : 測線兩端之觀測值經氣象改正後，其差不得超過 0.15 公尺。

2. 美國規範【FGCC，1984】

類別 \ 等級	一等			二等一級			二等二級			三等一級			三等二級		
	使用儀器	光 電	紅 外 線	微 波	光 電	紅 外 線									
每測回讀次	10	-	-	10	10	-	10	10	-	10	10	20	10	10	20
最小測回數	2	-	-	2	2	-	2	2	-	1	1	2	1	1	1
各次觀測與平均值之差不得超過 (mm)	40	-	-	40	5	-	50	5	-	60	10	100	60	10	150

註：- 表示不可應用。

3. 澳洲規範【ICSM, 1996】

類別 \ 等級	2A	A	B	C	D	E
觀測天數	2	1	1	1	1	1
每測回讀次	6	6	6	6	6	6
完全觀測之測回數	4	4	2	1	2	1
各次觀測與平均值之差(mm)	$< 3(5 + d)$	-	-	-	-	-

註：d 為量測之距離(km)。

- 表示不可應用。

4. 研擬之規範中，係將現行有關二等精度甲、乙級之分類予以合併，距離測量之測回數則引用我國之現行規定，另參考引用美國之相關標準，進行光電、紅外線及微波測距儀適用等級之補充，其精度規範如下：

類別 \ 等級	一等			二等			三等			四等		
測回數	4			4			3			2		
每測回讀次	10			10			10			10		
使用儀器	光 電	紅 外 線	微 波									
各次觀測間容許之最大差值(mm)	40	5	*	60	5	*	60	10	100	60	10	150

註： 表示僅在光電儀器無法使用時用之。

* 表示測線兩端之觀測值經氣象改正後，其差不得超過 0.1 公尺。

(二) 精密導線測量：

1. 我國規範【內政部，1998】

類別 \ 等級	一等			二等甲級			二等乙級			三等及四等		
	光電	紅外線	微波	光電	紅外線	微波	光電	紅外線	微波	光電	紅外線	微波
每測回讀次	10			10			10			10		
每一完全觀測組之觀測次數	3	2	-	2	2	-	1	1	-	1	1	-
各次觀測間容許之最大差值	50	10	-	60	-	*	-	-	*	-	-	

註：：僅在光電儀器無法使用時採用之。

-：依儀器說明書之規定。

*：測線兩端之觀測值經氣象改正後，其差不得超過 0.15 公尺。

：測線兩端之觀測值經氣象改正後，其差不得超過 0.2 公尺。

2. 美國規範【FGCC，1984】

類別 \ 等級	一等			二等一級			二等二級			三等一級			三等二級		
	光電	紅外線	微波	光電	紅外線	微波	光電	紅外線	微波	光電	紅外線	微波	光電	紅外線	微波
每測回讀次	10	10	-	10	10	20	10	10	20	10	10	10	10	10	10
最小測回數	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
各次觀測與平均值之差不得超過 (mm)	60	10	-	60	10	150	-	10	150	-	-	200	-	-	200

註：- 表示不可應用。

3. 澳洲規範【ICSM, 1996】

類別 \ 等級	2A	A	B	C	D	E
觀測天數	2	1	1	1	1	1
每測回讀次	6	6	6	6	6	6
完全觀測之測回數	4	4	2	1	2	1
各次觀測與平均值之差(mm)	< 3(5 + d)	-	-	-	-	-

註：d 為量測之距離(km)。

- 表示不可應用。

4. 研擬之規範係將我國現行有關二等精度甲、乙級之分類予以合併，並考量光電及紅外線測距儀目前已普遍使用之現況，進行其適用於三、四等測量等級內之擴充。其精度規範如下：

類別 \ 等級	一等			二等			三等及四等		
	光電	紅外線	微波	光電	紅外線	微波	光電	紅外線	微波
每測回讀次	10			10			10		
每一完全觀測組之觀測次數	3	2	-	1	1	-	1	1	-
各次觀測間容許之最大差值	50	10	-	60	10	-	70	20	-

註：- 表示不可應用。

4-2-3 GPS 衛星定位觀測規範

(一) 我國規範【衛星測量中心，1994】【台灣省政府地政處，1995】

項目 \ 等級	一等 衛星控制點	二等 衛星控制點	三等及四等 衛星控制點
最少觀測時間 (分鐘)	240	120	60
所有接收器最少的連續 且同步觀測時間 (分鐘)	120	60	45
資料取樣間隔 (秒鐘)	15	15	15
點位遮蔽仰角應小於 (度)	20	30	40
點位精度因子 (PDOP) 應 小於	10	10	10
須連測之上級控制點數	3	3	3
重覆觀測站數應大於 1. 新點 2. 已知點：高程控制點 平面控制點	100%	40%	20% 25% 10%
不同時段重覆觀測銜接 邊數應大於	20%	10%	5%
必須連測之上級控制點 距離之最大值 (公里)	10	3	1

(二) 美國規範【FGCC, 1989】

項目 \ 等級	AA	A	B	C 1,2,3
觀測時間不得少於 (分鐘)	240	240	120	30~60
所有接收器最的連續且同步觀測時間不得少於 (分鐘)	180	120	60	20~30
最大資料取樣間隔 (秒鐘)	15	30	30	15~30
衛星分佈象限不得小於	4	4	3	3 或 2
遮蔽物水平高度不得大於 (度)	10	15	20	20~40
最少持續觀測追蹤站數	4	4	3	選擇性
最小測站重覆觀測率： 重覆擺站 3 次或以上 重覆擺站 2 次	80%	40%	20%	10%
1. 新點	100%	80%	50%	30%
2. 已知點：高程控制點	100%	100%	100%	100%
平面控制點	100%	75%	50%	25%
最小基線重覆觀測率	25%	15%	5%	5%
當鄰近的 NGS 或 GPS 站距離測區小於 (公里) 時則必須進行連測	30	10	5	3

(三) 澳洲規範【ICSM, 1996】

項目 \ 等級	3A	2A	A	B	C	D
觀測時間不得少於 (分鐘)	180	120	60	30	30	30
每個測站之最小獨立基線數	3	3	2	2	2	2
測站間距 (公里)	100-500	10-100	0.5-10	0.1-5	>0.05	-
資料取樣間隔 (秒鐘)	*	*	*	*	*	*
點位精度因子 (PDOP) 不得大於	10	10	10	10	10	10
衛星高度應大於 (度)	15	15	15	15	15	15 或 10
最少共同觀測衛星數	4	4	4	4	4	4
最小測站重覆觀測率：						
至少重覆擺站 3 次	50%	40%	20%	10%	-	-
至少重覆擺站 2 次	100%	100%	100%	100%	-	-

註：1. - 表示不可應用。

2. * 表示可選擇，一般資料取樣間隔可為 5、10、20 或 30 秒鐘，但所有同步觀測的接收儀取樣間隔要設定相同。

3. 最小的衛星高度角為 15 度，對 D 或較低的等級可為 10 度。

4. 大部份方法需要最少 4 顆衛星，但一般最好有 5 顆或以上，多餘的衛星可預防其中有衛星失鎖，並加速未定值之求解。

(四) 研擬之觀測規範以我國現行相關規定為架構，有關點位遮蔽仰角（衛星高度角）係參考美國一等衛星點之測量標準，共同觀測衛星數則引用澳洲標準，以取得適用性較寬之觀測規範。其適用於檢測作業之相關規範如下：

類別 \ 等級	一等衛星 控制點	二等衛星 控制點	三等及四等 衛星控制點
最少觀測時間 (分鐘)	240	120	60
同步觀測時段不得少於 (分鐘)	120	60	45
觀測量取樣間隔 (秒鐘)	15	15	15
衛星高度角不得少於 (度)	10	10	10
衛星分佈象限不得少於	3	3	3
點位精度因子 (PDOP) 不得大於	10	10	10
共同觀測衛星數不得少 於	4	4	4

第五章 成果計算檢核

5-1 計算程序

一、三角三邊及精密導線測量計算【土地測量局，1998】：

(一)採用土地測量局為執行各項控制測量觀測資料計算標準化，所開發之控制網平差程式，以進行檢測所得觀測量與未知數之平差計算。觀測資料經初步檢查無誤後，依程式輸入格式進行資料之整理建檔，執行計算程式以進行各項平差作業。

(二)採用之平差計算模式：

- 1.最小約制平差：由已知控制點中任選二個較可靠之點位加以固定，平差程式可自動對測量成果品質進行偵錯分析。再由操作人員判斷後剔除錯誤觀測值，並檢查控制網圖形強度是否足夠及觀測值是否無誤。
- 2.已知點加權平差：為驗證已知點間是否含有較大之誤差，可將已知點坐標當做虛擬觀測值，採加權平差方式處理，以分析已知點坐標是否變動。
- 3.強制附合平差：將可用之已知點加權固定，進行強制附合平差，以求得檢測點之坐標。

(三)平差計算及偵錯注意事項：

- 1.距離觀測量必須進行氣象改正、傾斜改正、投影改正及化歸至平均海面上長度之改正，對向觀測的距離不可重複輸入計算。
- 2.已知點坐標輸入是否正確，平差後其坐標值是否改變，若坐標有所改變，則表示已知點之中誤差設定過大。
- 3.最大坐標改正量是否為零，若否則表示平差尚未完成，如經檢核仍有大錯誤存在或已知點之近似坐標精度不夠時，應再重新平差。
- 4.標準化改正數較大者(程式內定之判斷值為3.0)，代表該觀測量越可能是錯誤觀測量，剔除錯誤觀測量時以一次剔除一個，由標準化改正數之絕對值較大者開始為原則。

5. 個別多餘數較小者（程式內定之判斷值為 0.25），代表該觀測量可靠度越低，當有錯誤時越不易偵錯，若個別多餘數較低或幾何強度較差時，應增加多餘觀測量。
6. 後驗單位權中誤差應接近 1，若否則可能是觀測量中存有錯誤或觀測量先驗精度估計不佳所造成，此時應先行檢查觀測量是否仍有錯誤，否則應再調整先驗精度估值至後驗單位權中誤差接近於 1 為止。

二、GPS 衛星定位測量計算【土地測量局，1998】：

(一) 單基線計算：將同一觀測時段內二個或二個以上測站觀測所接收到之觀測量（含載波相位及電碼觀測量），先經過週波脫落之偵測及補償後，求解測站間之基線分量（ X ， Y ， Z ）。

(二) 最小約制網形平差計算：

1. 將同一觀測時段內經單基線計算所得之基線向量，配合一個已知點之坐標固定，以進行網形平差計算及偵錯。
2. 將整個控制網形內，各單一觀測時段網形平差計算及偵錯後之成果，共同納入並固定於一個已知點坐標上，以進行控制網之整體平差計算及偵錯。

(三) 基準轉換：經過最小約制整體網形平差計算之成果係架構在台灣大地基準 TWD97 之坐標系統上，其須再進行基準轉換，以獲得點位之 TM 二度分帶坐標成果。實施基準轉換之方式包括：

1. 強制附合網形平差：將經過整體網形最小約制平差計算後之成果，強制附合於最少三個已知坐標之三維控制點，以求得檢測點位之 TM 二度分帶坐標成果。
2. 坐標轉換：透過已知控制點之 TM 二度分帶坐標及 TWD97 坐標，經由坐標轉換數學模式以求解獲得坐標轉換參數後，再將檢測點平差後之 TWD97 坐標，利用轉換參數求得點位之 TM 二度分帶坐標成果。

5-2 檢核方法及規範

一、 檢測成果檢核程序：

(一) 將所有辦理檢測之點位，利用其已知之原坐標進行各點間相應距離及方位角之反算，相鄰兩測線之方位角相減，亦可得到測線間之角度。

- (二) 將檢測觀測量實施平差計算後所得之成果，與各點位原坐標及其反算所得之點位間相應距離及角度進行比較。
- (三) 相應成果進行比較時，應注意坐標是否轉換至同一基準面，角度與距離是否經過相關改正程序化算至同一參考面上。
- (四) 辦理檢測之點位皆應進行成果之檢核，凡角度、距離（基線）及坐標之檢核合乎規範標準者，可考量其所滿足之精度等級，並視測量作業等級之需求，提供後續相關作業使用。

二、現行相關成果檢核規定：

(一) 我國現行檢測規定【內政部，2000】【土地測量局，1998】：

1. 三角三邊及精密導線測量：

- (1) 角度檢測：每一角度值與其坐標反算所得之角度相較，其較差應在 ± 20 秒以內者，視為無誤。
- (2) 距離檢測：所得邊長值與相應兩點坐標反算之邊長相較，其較差小於等於 $1/10000$ 者，視為無誤。
- (3) 坐標檢測：檢測所得之坐標與原坐標相較，以瞭解各點位坐標之偏差程度，並行判定其是否滿足控制點原測設等級坐標精度之要求。

2. GPS 衛星定位測量：

- (1) 相對定位測量觀測量平差計算後，可得已知點間之基線長及方位角。
- (2) 所得之基線長經傾斜改正、化歸至平均海水面改正及投影改正計算後，與相應兩點坐標反算之邊長相較，其較差小於 $1/10000$ 者，視為無誤。
- (3) 相鄰兩測線方位角相減，即可得一角度值，此角度值與相應坐標反算所得之角度相較，其較差在 ± 20 秒以內者，視為無誤。

(二) 三角三邊測量相關成果之檢核：

- 1. 為求研擬較為詳實之檢測成果檢核標準，可將國內外控制點測設規範中，有關三角三邊測量之相關檢核資料加以整理。其中我國與美國所

制定之三角形閉合差檢核標準相同【內政部，1998】【FGCC，1984】，其示之如下：

類別 \ 等級	一等	二等甲級	二等乙級	三等	四等
三角形閉合差平均值不得超過	1.0"	1.2"	2.0"	3.0"	5.0"
三角形閉合差最大值不得超過	3"	3"	5"	5"	10"

2. 邊長誤差檢核標準如下【內政部，1998】：

類別 \ 等級	一等	二等甲級	二等乙級	三等	四等
邊長測距相對中误差	1/1,000,000	1/900,000	1/800,000	1/500,000	1/250,000

註：表中所列之評估指標稱為「邊長測距相對中误差」，其值為全測回測距觀測之中误差相對於測站間距離的比數，並非指測距平均误差相對於測站間距離的比數。

(三) 精密導線測量相關成果之檢核：

1. 為求研擬較為詳實之檢測成果檢核標準，可將國內外控制點測設規範中，有關精密導線測量之檢核資料加以整理。其中之方位角閉合差如下：

(1) 我國規範【內政部，1998】

類別 \ 等級	一等	二等甲級	二等乙級	三等	四等
檢核點方位角閉合差 (N 為測站數)	每測站 1" .0 或 $2" .0\sqrt{N}$	每測站 1" .5 或 $3" .0\sqrt{N}$	每測站 2" .0 或 $6" .0\sqrt{N}$	每測站 3" .0 或 $10" .0\sqrt{N}$	每測站 8" .0 或 $30" .0\sqrt{N}$
點位閉合差或閉合比數不得超過	$0.04m\sqrt{k}$ 或 1/100,000	$0.08m\sqrt{k}$ 或 1/50,000	$0.2m\sqrt{k}$ 或 1/20,000	$0.4m\sqrt{k}$ 或 1/10,000	$0.8m\sqrt{k}$ 或 1/5,000

(2) 美國規範【FGCC，1984】

類別 \ 等級	一等	二等一級	二等二級	三等一級	三等二級
檢核點方位角閉合差	$1" .7\sqrt{N}$	$3" .0\sqrt{N}$	$4" .5\sqrt{N}$	$10" .0\sqrt{N}$	$12" .0\sqrt{N}$

2. 邊長誤差檢核標準如下【內政部，1998】：

類別 \ 等級	一等	二等甲級	二等乙級	三等	四等
邊長測距相對中误差	1/600,000	1/300,000	1/120,000	1/60,000	1/30,000

註：表中所列之評估指標稱為「邊長測距相對中误差」，其值為全測回測距觀測之中误差相對於測站間距離的比數，並非指測距平均误差相對於測站間距離的比數。

(四)GPS 衛星定位測量相關成果之檢核：

1. 為求研擬較為詳實之檢測成果檢核標準，可將國內外控制點測設規範中，有關 GPS 衛星定位測量之檢核資料加以整理。其中我國使用之基線觀測資料處理標準如下【衛星測量中心，1994】【地政處，1995】：

類別 \ 等級	一等衛星控制點	二等衛星控制點	三等及四等衛星控制點
使用之星曆	精密星曆	精密星曆 或廣播星曆	精密星曆 或廣播星曆
閉合差			
各分量之閉合差 (X, Y, Z) 對閉合圈總邊長之比數應小於 (ppm)	2.5	5	7.5
全系各分量之閉合差 (X, Y, Z) 對閉合圈總邊長之平均比數應小於 (ppm)	1.8	3.5	5.5

2. 國外 GPS 衛星測量觀測精度之評估標準，一般採用相對精度之方式表示。其中，美國及澳洲即以基站誤差(base error, a) 與基線長度誤差(line-length error, b)，來推求其基線之相對誤差(e)，亦即：

$$e = a + b \cdot L \quad (\text{澳洲})$$

$$e = \sqrt{a^2 + (b \cdot L)^2} \quad (\text{美國})$$

其中，L 為距離 (km)，e 及 a 單位為公釐 (mm)，b 以 ppm 表示。

依此進行 GPS 衛星定位測量觀測精度等級之分類時，美國及澳洲所採行之精度標準如下：

(1) 美國【FGCC，1989】

等級	最低精度 (95%信心區間)	應用範疇
AA	3mm+0.01ppm . L (300-500km)	全球性或區域性 地球動力及變形監測
A	5mm+0.10ppm . L (50-100km)	NGRS 一級網及局部 地殼變動監測
B	8mm+1.0ppm . L	NGRS 二級網及高精度 工程測量
C-1	10mm+10ppm . L	製圖用控制測量
C-I	20mm+20ppm . L	土地資訊系統應用
C-II	30mm+30ppm . L	地籍測量
C-3	50mm+50ppm . L	工程測量

(2) 澳洲【ICSM, 1996】

等級	最低精度 (95%信心區間)	
	固定誤差 (mm)	基線長度誤差 (ppm)
3A	0.2	2
2A	0.6	8
A	1.5	18
B	3	35
C	6	75
D	10	125
E	20	250

(五) 坐標精度相關成果之檢核：

1. 為提供檢測所得坐標精度評估之參考，可就國外若干測量機構現行採用的定位精度表示法、精度標準以及各項標準之間的關係進行說明。其中，加拿大大地測量局於 1996 年制訂定其「定位精度標準」(Accuracy Standards for Position, 1996)，其平面定位精度標準採 95% 信心橢圓 (2σ) 方式表示。有關點位 i 在網形中，其平面坐標精度標準誤差橢圓 (1σ) 之長 (a)、短 (b) 半徑計算方式如下：

$$a = [(\sigma_{\phi_i}^2 + \sigma_{\lambda_i}^2) / 2 + q]^{1/2} \quad (1)$$

$$b = [(\sigma_{\phi_i}^2 + \sigma_{\lambda_i}^2) / 2 - q]^{1/2} \quad (2)$$

式中，

$$q = [(\sigma_{\phi_i}^2 - \sigma_{\lambda_i}^2)^2 / 4 + \sigma_{\phi\lambda_i}^2]^{1/2} \quad (3)$$

$\sigma_{\phi_i}^2$ ：緯度分量之變方值

$\sigma_{\lambda_i}^2$ ：經度分量之變方值

$\sigma_{\phi\lambda_i}^2$ ：經緯度分量之協變方值

該誤差橢圓長半軸方位角 θ 之計算方式如下：

$$\tan 2\theta = 2\sigma_{\phi\lambda_i} / (\sigma_{\phi_i}^2 - \sigma_{\lambda_i}^2) \quad (4)$$

式中， 2θ 角之正負符號規定為 $\sin 2\theta$ 應與 $\sigma_{\phi\lambda_i}$ 同號， $\cos 2\theta$ 應與 $(\sigma_{\phi_i}^2 - \sigma_{\lambda_i}^2)$ 同號。

為將上述標準誤差橢圓轉成精度評估使用之 95% 信心橢圓，可將 (1) (2) 式所算得的 a 、 b 值乘上一個 2.45 倍之數值。

2. 美國聯邦大地控制委員會曾於 1984 年制訂一組大地控制網精度標準，後為因應衛星大地測量技術之發展，而由美國聯邦地理資料委員會於

1998 年起草訂定一項新的「大地空間定位精度標準」(FGDC First Draft Geospatial Positioning Accuracy Standards, 1998) , 其平面定位坐標精度標準以 95%信心圓表示, 該信心圓半徑 r 之計算方式如下:

$$C = b/a$$

$$K_p = 1.960790 + 0.004071C + 0.114276C^2 + 0.371625C^3 \quad (6)$$

$$r = K_p a \quad (7)$$

(5)式中使用之 a, b 值可分別利用(3), (4)式予以求得。

3. 澳洲政府測量與製圖顧問委員會於 1996 年依不同的測量種類, 而訂定有關「控制測量的標準與實務」(Standard and Practices for Control Survey, 1996)。該項標準之定位精度指標, 係採用相對標準誤差橢圓 1σ 的長半徑, 必須小於或等於最大允許值 r , 其值之計算方式如下:

$$r = c(d + 0.2) \quad (8)$$

式中,

r : 長半徑之最大允許值, 單位為公厘

d : 定位點到任一測站間之距離, 單位為公里

c : 依各種測量類別而定之乘常數, 該值為歷年測量之經驗數值, 其值如下:

等級	1 之c值	2 之c值	測量種類
2A	3	8	高精度國家級大地測量
A	7.5	18	國家級與洲級測量
B	15	35	加密測量
C	30	75	次等級測量

三、研擬之檢核項目及規範:

(一)角度檢核：

1. 三角三邊測量：參考現行規範中有關觀測量檢核誤差允許量之規定【內政部，1998】，取其「三角形閉合差最大值」之二倍值做為檢測評估之標準。規範研擬時，可將現行規範中有關二等精度甲、乙級之分類予以合併，並考量檢測較測設標準為寬之作業特性，採用原二等精度中之乙級標準，以做為檢測使用之參考。

取用二倍誤差量之原因，係基於統計平差中 2σ 之誤差出現機率約為 95%，以及已知點原觀測誤差與位移量存在現況之考量。其反應在四等精度之觀測時，角度較差值 20" 之檢測評估值將與現行採用之規定相吻合。

規範研擬即取其檢測所得之角度值與其原坐標反算所得之相應角度進行比較，其較差應符合下列之標準：

類別 \ 等級	一等	二等	三等	四等
角度較差量	6"	10"	10"	20"

2. 精密導線測量：參考現行規範中有關觀測量檢核誤差允許量之規定【內政部，1998】，取其「方位角閉合差」之二倍值做為檢測評估之標準。規範研擬時，可將現行規範中有關二等精度甲、乙級之分類予以合併，並考量檢測較測設標準為寬之作業特性，採用原二等精度中之乙級標準，以做為檢測使用之參考。

規範研擬即取其檢測所得之方位角值與其原坐標反算所得之相應方位角值進行比較，其較差應符合下列之標準：

類別 \ 等級	一等	二等	三等	四等
角度較差量 (N 為測段數)	$4" \cdot 0 \cdot \sqrt{N}$	$12" \cdot 0 \cdot \sqrt{N}$	$20" \cdot 0 \cdot \sqrt{N}$	$60" \cdot 0 \cdot \sqrt{N}$

註：表中所採之 N 值，其代表意義為「測段數」(number of segments)，我國現行規範之相關內容指其為「測站數」，應有涵義上之不同。

(二) 距離檢核(適用三角三邊及精密導線測量)：參考現行規範中有關觀測量檢核誤差允許量之規定【內政部，1998】，其中「邊長測距相對中誤差」所引用測距值中誤差之概念較易引起計算時之誤解，故擬改採「閉合比數」為參考之依據，取其二倍值做為檢測評估之標準。其反應在四等精度之觀測時，檢測評估之距離較差比值亦為 1/10,000，將與現行採用之規定相吻合。

規範研擬時，可將現行規範中有關二等精度甲、乙級之分類予以合併，並考量檢測較測設標準為寬之作業特性，採用原二等精度中之乙級標準，以做為檢測使用之參考。

規範研擬即取其檢測所得之邊長值與其原坐標反算所得之相應邊長進行比較，其較差量與邊長長度之比值應符合下列之標準：

類別 \ 等級	一等	二等	三等	四等
距離較差比	1/200,000	1/40,000	1/20,000	1/10,000

(三) 基線長度檢核 (適用 GPS 衛星定位測量)：參考我國現行作業規範中有關 GPS 施測成果之精度【衛星測量中心，1994】【地政處，1995】，取其「基線長標準誤差」之二倍值做為檢測評估之標準。

規範研擬即取其檢測所得之基線長度值與其原坐標反算所得之相應基線長度進行比較 (兩者須化算為同一空間距離或投影長度)，其較差應符合下列之標準：

類別 \ 等級	一等衛星控制點	二等衛星控制點	三等及四等衛星控制點
基線長度較差量	1 cm + 2ppm	2 cm + 4ppm	3 cm + 6ppm

(四) 坐標檢核：我國現行相關規定中，並無控制點坐標精度標準之相關內容，若參考國外測量機構所採用之定位精度標準時，必須要有已知點坐標分量之變方值，或是歷年測量作業所得知有關點位精度之經驗數值，方可求得坐標精度之評估指標。

考量我國之現況，以傳統三角三邊方法施測所得之控制點，其坐標成果精度資料不易獲知。現階段可藉 GPS 衛星定位測量之成果為例，其由我國內政部所發布之成果說明中可知，台澎金馬地區一等及二等衛星控制點平差成果之坐標中誤差值，分別如下：

分量 \ 等級	一等衛星控制點	二等衛星控制點
緯度 (cm)	0.3	1.1
經度 (cm)	0.6	1.1

有關三、四等衛星控制點之坐標成果中誤差值部份，可參考其測設精度規範約為二等衛星控制點相關標準之 2 倍，故其坐標成果精度即取為 2.2

cm 做為計算使用。此時，即可參照美國及加拿大之點位精度評估公式（5 式至 7 式），計算求得代表點位坐標精度之 95%信心圓半徑，該數值即代表觀測所得之坐標成果，會有 95%之機率（約 2σ ）落在此一標準範圍內。

規範研擬即取其檢測所得之坐標值與其原坐標進行比較，兩者須化算為同一坐標基準（如 TWD97 上之 TM 二度分帶坐標），其較差值應符合上述 95%信心圓半徑之概念，各坐標分量應滿足下列之標準：

等級	坐標分量較差值 (cm)
一等衛星控制點不得大於	2.4
二等衛星控制點不得大於	5.0
三四等衛星控制點不得大於	9.8

由於傳統三角點或精密導線點之坐標成果中誤差值並非十分明確，測量人員在辦理檢測作業之成果檢核時，如欲採用坐標量為檢核之評估標準，可依測點之現況進行其原坐標精度之推估，再依相關計算公式，求得該檢測點坐標較差允許值，以做為該點位可否提供後續測量作業使用之判定標準。

第六章 檢測資料測試與分析

經前述各項國內外有關三角三邊、精密導線及 GPS 衛星定位測量等各項作業規範及標準間異同點之比較，進而研擬出檢測作業規範之要點後，現將以收集所得之實際觀測資料來進行研擬規範適用性之驗證。本章除分別針對三角三邊、精密導線及 GPS 衛星定位等觀測資料之來源及處理方法進行介紹外，亦將針對檢測資料之實際測試結果加以分析說明。

6-1 測試資料來源

(一) 三角三邊測量資料組

為驗證三角三邊測量相關檢測規範之適用性，本項測試係收集聯勤測量隊於民國七十五年十二月至七十六年五月間，在台北及桃園地區所實施五百公尺高程以下範圍之一、二及三等三角點，進行檢測與補設作業所得之觀測資料，並參照所研擬檢測規範相關之觀測精度及作業規定選取部份資料，將各種等級（含混合）之觀測資料分別進行處理。現即將本組測試資料所組成之觀測網形繪製如圖 4 所示。

測試所使用之觀測資料，其於野外實施觀測所採行之相關作業標準如下：

- (1) 一等測量使用儀器為 Wild-T3 精密經緯儀（0.2"讀數），二等測量採 Wild-T3 或 Wild-T2 經緯儀（1"讀數），三等測量則採 Wild-T2 經緯儀。
- (2) 觀測方法以方向觀測法為原則，視天候因素亦可採角度觀測為之，正倒鏡各觀測一次為一測回，一等測量觀測十六測回，二等測量觀測八測回（T2 為十二測回），三等測量觀測四測回。
- (3) 誤差限制為三角形閉合差分別不能超過 $\pm 3''$ （一等測量）， $\pm 5''$ （二等測量）， $\pm 10''$ （三等測量）。

(二) 精密導線測量資料組

進行有關精密導線測量相關檢測規範驗證之觀測資料，其來源分別為土地測量局進行地籍測量所執行之精密導線測量觀測資料一組（精密導線圖示如圖 5），以及聯勤測量隊於民國七十九年間，執行台北都會區大眾捷運系統初期路網控制點檢測之精密導線測量資料二組（精密導線圖示如圖 6 及圖 7）。

資料組觀測水平角所使用之儀器及規定，分別係使用 Wild-T2 經緯儀觀測三測回，各測回角度值與全測回平均值之差不得大於 5"，測距以 Wild-DI5S 測距儀（測距精度 $\pm(5\text{mm}+5\text{ppm})$ ）觀測三測回，其較差必須在 5 mm 內，並取其平均值。

（三）GPS 衛星定位測量資料組

內政部土地測量局於民國 88 年 921 集集大地震後，曾於同年 10 月 1 日起進行三階段之控制點檢測計畫，以配合內政部全面檢測中部災區範圍內之一、二等衛星控制點，進行苗栗、臺中、南投、彰化、雲林及嘉義等縣市三、四等衛星控制點之檢測【土地測量局，1999】。為配合所研擬 GPS 測量相關檢測規範內容之測試，特從該項災區基本控制點檢測計畫所建立之 GPS 觀測資料中，選取適於進行資料測試之各等級控制點(含混合)GPS 同步觀測資料，以進行其成果計算與規範標準適用性之驗證(GPS 觀測網形圖繪如圖 8 所示)。

圖 4 三角三邊測量觀測網形 ((a) 一等三角網 , (b) 一二等混合三角網 , (c) 三等角邊混合三角網 , (d) 二三等混合四邊形網 , (e) 三等角邊混合四邊形網)

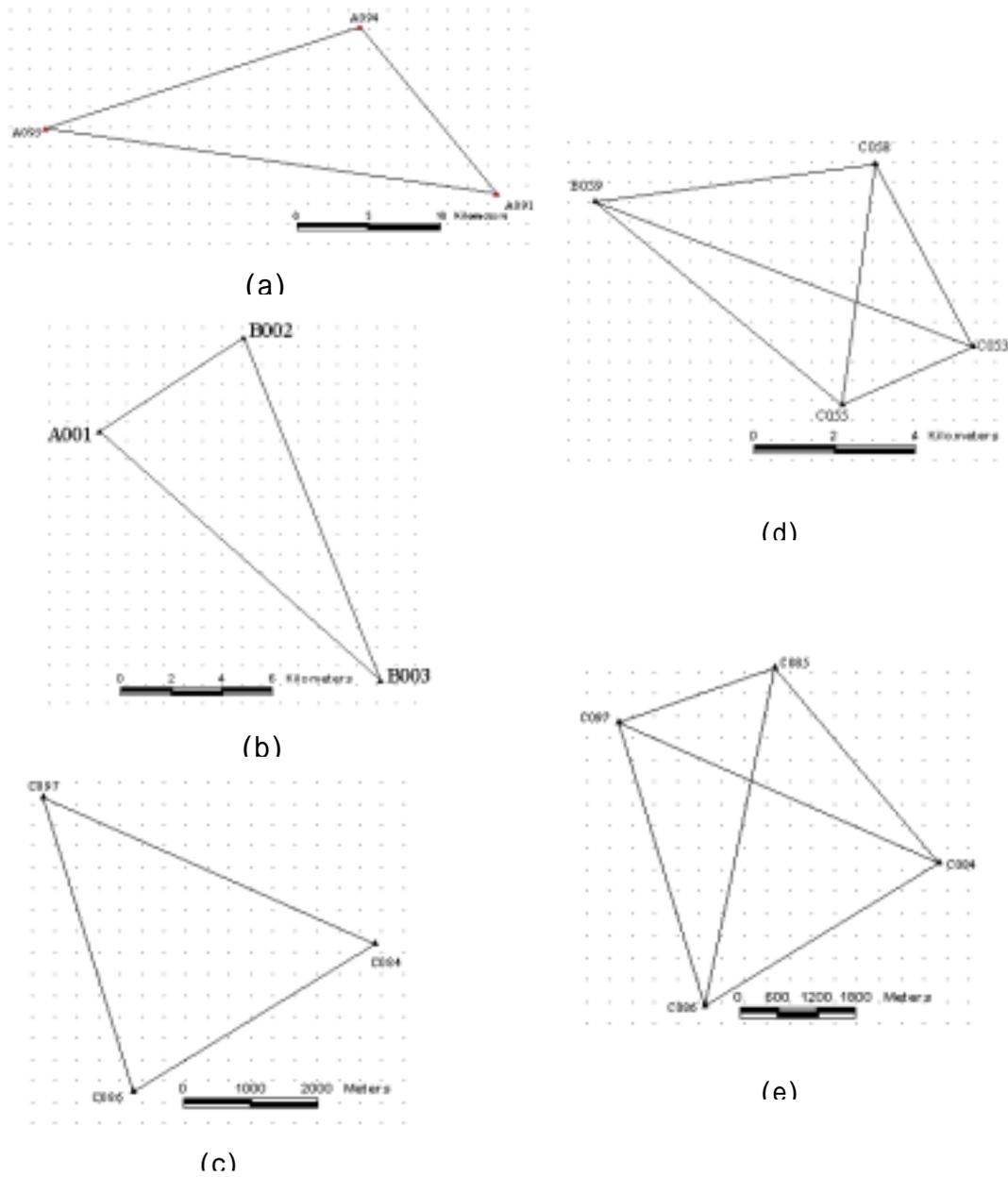


圖 5 土地測量局精密導線測量之觀測網形

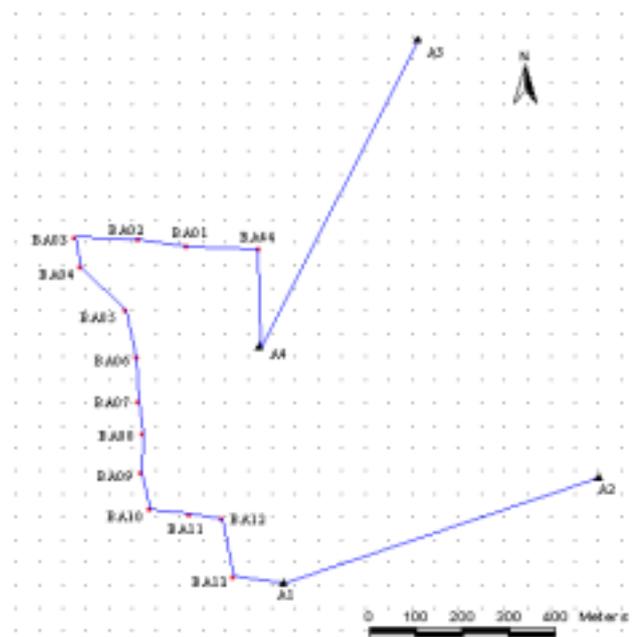


圖 6 聯勤測量隊精密導線測量之觀測網形 (1)

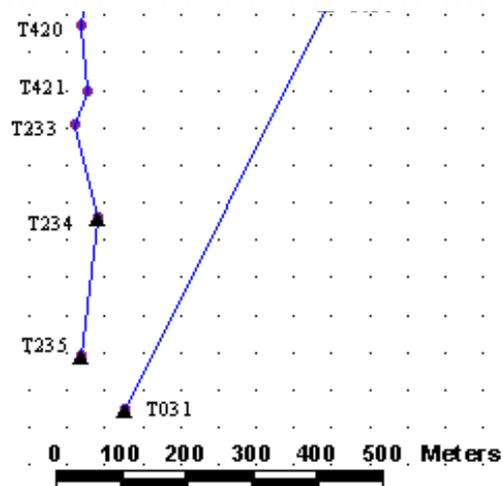
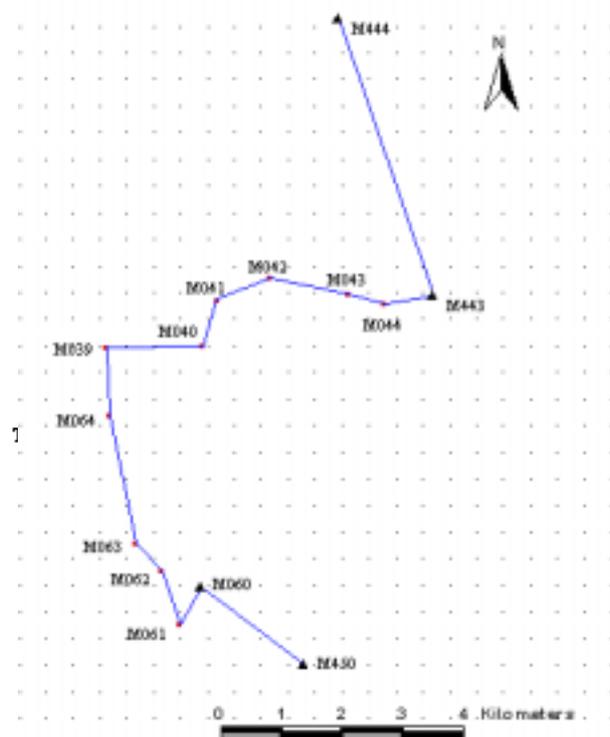
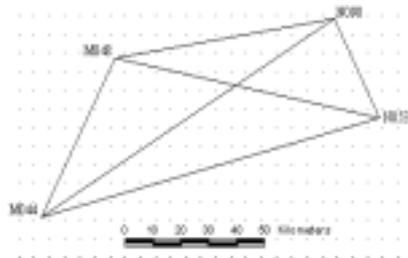
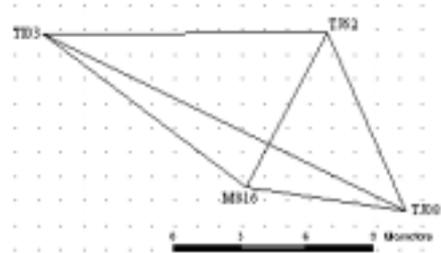


圖 7 聯勤測量隊精密導線測量之觀測網形 (2)

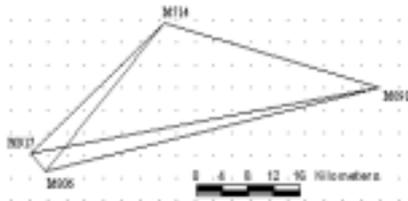
圖 8 GPS 衛星定位測量觀測網形 ((a) 一等 GPS 控制網 , (b) 一二等 GPS 控制網 , (c) 一三等 GPS 控制網 , (d) 二等 GPS 控制網 , (e) 二三等 GPS 控制網 , (f) 三等 GPS 控制網 , (g) 一二三等 GPS 控制網)



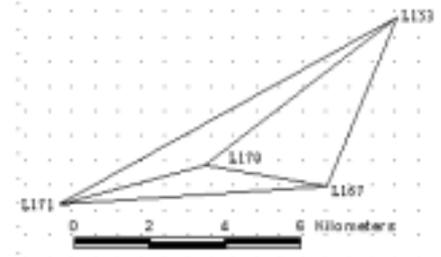
(a)



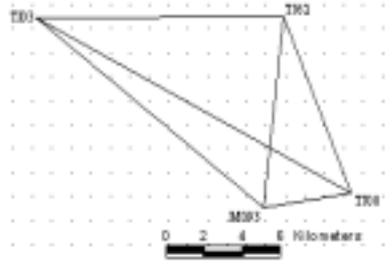
(e)



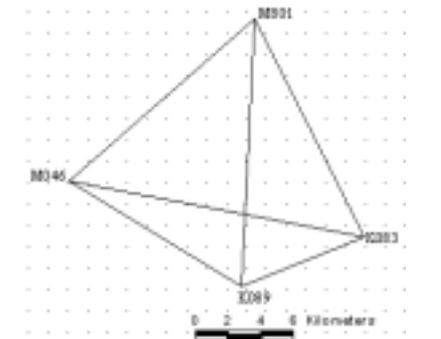
(b)



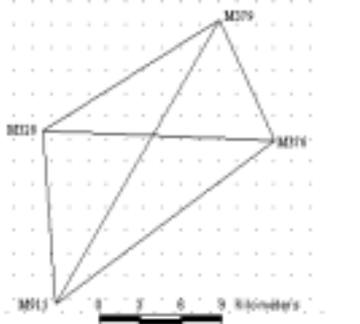
(f)



(c)



(g)



(d)

資料處理之作業程序具有較多的重覆性動作，因此若有固定之準則提供做為資料處理之依據，當可產生較具一致性之計算成果。以下便針對三角三邊、精密導線測量及 GPS 衛星定位測量等檢測資料，分別進行其資料計算與處理方法之說明。

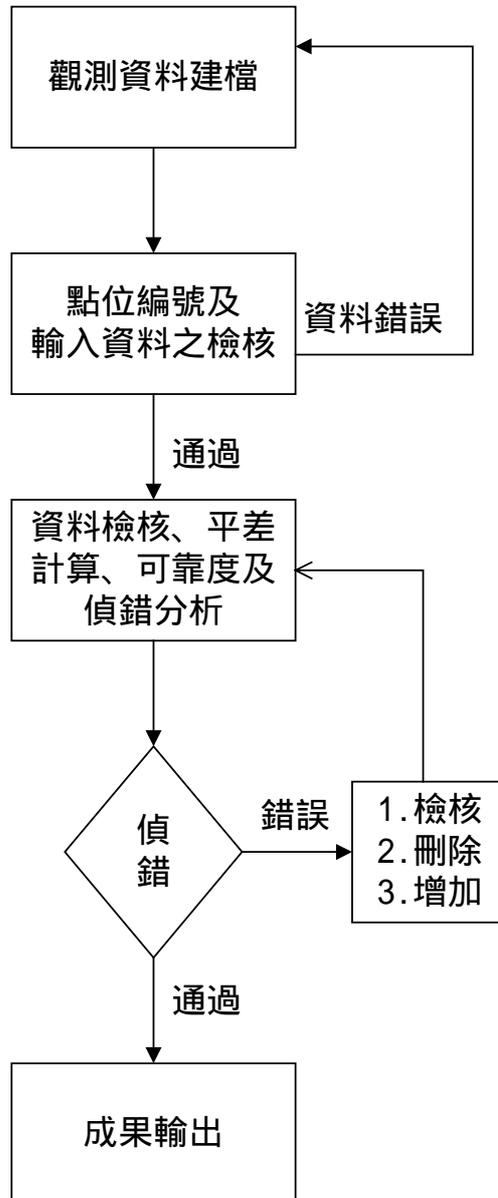
6-2-1 三角三邊及精密導線測量計算

在三角三邊及精密導線測量之檢測資料處理過程中，係使用土地測量局所開發之平面控制網平差程式，其處理之步驟包括：

- (1) 觀測資料建檔；
- (2) 點位編號及輸入資料之檢核；
- (3) 資料初步檢核、平差計算、可靠度及偵錯分析。

利用該程式進行資料處理及計算之相關作業流程可繪如圖 9 所示【湯德誠，1996】。在資料進行平差計算時，已知點之坐標誤差可依點位之精度等級而給予其值，本項測試依照平差程式之建議將其分為三級，分別訂為 0.001 m、0.03 m 及 0.05 m。有關觀測量之先驗標準誤差，係依測試資料來源之說明而訂定，其在三角三邊測量之測距精度為 0.03 m，測角精度為 18"。在精密導線測量之土地測量局資料部份，其測距精度為 0.03 m，測角精度為 5"，聯勤測量隊之精密導線資料部份，其測距精度為 0.05 m，測角精度為 5"。

圖 9 三角三邊及精密導線測量平差計算作業流程



6-2-2 GPS 衛星定位測量計算

GPS 衛星定位測量觀測資料之處理可分為基線處理與網形平差兩個部份，其中基線處理是為了計算測站之間的相對位置，當基線連結構成網形，且有多餘觀測時，就需進行網形平差，並對觀測量進行偵錯測試及坐標成果之精度分析。本項檢測資料於進行驗證測試過程所採行之計算流程可繪如圖 10 所示【曾清涼、儲慶美，1999】。

一般影響基線向量計算品質之因素有：觀測時間段之長短、單頻或雙頻之觀測量、接收衛星之顆數與幾何性、觀測資料之品質（多路徑效應、週波脫落或雜訊等）、星曆之種類、電離層與對流層之處理模式以及採用之軟體工具等。

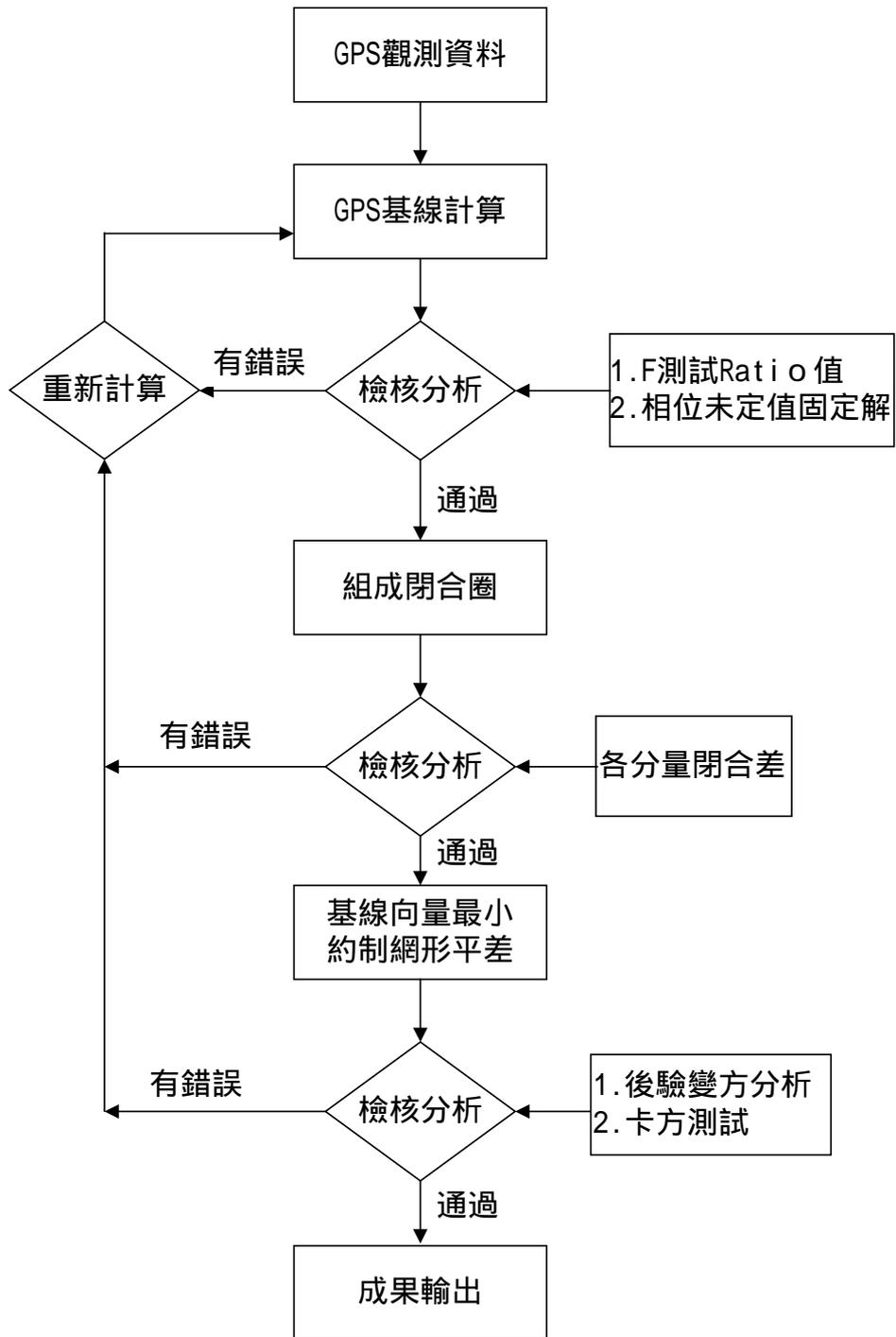
本項測試在進行各組 GPS 觀測資料之處理時，係使用土地測量局所採用 Trimble Navigation 公司所開發的 GPS 資料處理軟體—GPSurvey 2.3 版。有關該軟體進行 GPS 觀測資料處理及計算之作業說明請參閱土地測量局【2000】

在利用 GPSurvey 進行基線解算及網形平差時，本項測試所配合設定之基本參數現說明如下：

- (1) 在觀測量之品質管制上，取 95 % 信心區間下，當觀測量雜訊大於 3.0 倍中誤差時，視為雜訊過大而將其剔除。此處將程式中的 Edit Multiplier 功能由其內定值 3.5 改為 3.0 之目的，係僅為刪除雜訊較大的資料而考量。而最佳解（變方最小）與次佳解經 F 測試之比值（Ratio Cutoff）則設定為 2（內定值為 1.5），此值可做為整數相位未定值（Integer Ambiguity）固定解的控制值，其目的可適度確保基線成果的可靠度。
- (2) 由於精密星曆通常需經過二週左右的時間才能由網路上獲得，而檢測資料之計算成果則通常需要立即獲知，以供後續測量作業之需，因此本項測試係統一採用接收儀所記錄之導航（廣播）星曆，以提供計算所需之衛星軌道資料。一般而言，當檢測作業所觀測之控制點間距不致太大時，廣播星曆之採用當有一定之適用性【張嘉強等，1998】。
- (3) 在程式的電離層改正（Ionosphere Correction）功能中，當基線長大於 10 km 時，採用 L3 觀測量的無電離層固定整數解（Ionosphere Free Fixed）；基線長小於 10 km 時，為避免使用 L3 觀測量求解而放大雜訊，故改採用 L1 觀測量進行相位未定值之固定解。

- (4) 由於對流層遲滯對 L1 及 L2 之影響量是相同的,故無法使用觀測量之線性組合來消除其影響量,而須以折射模式來推估其改正量。GPSurvey 軟體可提供不同之對流層改正模式,如 Hopfield、Goad_Goodman、Saastamoinen 及 Block 等,然而其間之改正效益大體是相同的【藍國華, 1996】,因此測試過程即以軟體內定之 Hopfield 模式來改正 GPS 觀測量之對流層遲滯效應。
- (5) 觀測量權的給定將影響平差成果,適當的權可反應出不同觀測時段觀測量彼此間的關係。由於測試資料係以單一測段為主,因此先假設先驗權單位中誤差為「1」,而在經過最小約制平差後,所得到測段之後驗權單位中誤差(Reference Factor),其理想值亦應接近於 1,如果平差結果其值遠大於 1 且未能通過卡方測試(Chi-Square Test),則必須要進行權的調整及觀測量之取捨,直到該值接近於 1 且通過卡方測試門檻值為止,此項作法除可評定基線解算的正確性外,尚可得到一致性之網形平差成果。

圖 10 GPS 衛星定位測量平差計算作業流程



6-3 測試成果分析

本節將就三角三邊、精密導線測量及 GPS 衛星定位測量之觀測資料，透過計算程序所得之平差成果，進行其是否符合檢測研擬規範之相關測試。其中由三角三邊與精密導線平差成果經過反算所得之角度與距離值，將與檢測點原公佈坐標反算所得之相應值進行比較；而 GPS 衛星定位測量之檢測成果，則將與原公佈之坐標值與其反算求得之基線長度進行比對。

本項測試所使用之資料由於在實施其觀測作業前，並未參考所研擬規範之標準進行施測，因此測試資料所得之檢測驗證成果，正可用以瞭解研擬之檢測規範是否合宜，以做為相關修正之參考。

6-3-1 三角三邊檢測成果

利用如圖 4 所選取之各種不同等級三角網及四邊形網的觀測資料，並經由固定其中至少二個點位所進行平差計算得到之坐標成果，可與原坐標及相應之反算值進行比較。其中可用於驗證該檢測成果之角度較差量及距離較差比等值並將列表分析說明，以下各表所列關於三角三邊測量檢測資料之成果中，其中點位名稱開頭 A、B 及 C 者將分別代表測試之一、二及三等點。

(一) 一等三角網之檢測成果，其觀測資料列如表 1，檢測成果資料列如表 2。

表 1 一等三角網之觀測資料

後視	測站	前視	角度觀測量
A095	A091	A094	43°10'09"
A091	A094	A095	110°04'02"
A094	A095	A091	26°45'51"

由此一測試使用之一等三角網觀測資料可知，其所組成唯一的三角形閉合差為 2"，符合第 31 頁所摘列一等精度觀測資料之三角形閉合差最大值不得超過 3" 之檢核標準，該組觀測量應可做為檢測規範驗證測試使用。

表 2 一等三角網之檢測成果資料

一等三角網原始坐標及其反算值					
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
A091	2765571.036	287950.081	43°10'07"	A091-A094	15070.025
A094	2777367.668	278572.175	110°04'03"	A091-A095	31433.813
A095	2770134.675	256849.313	26°45'50"	A094-A095	22895.391
1. 固定A091與A094二點平差後之坐標及反算值					
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
A091	2765571.036	287950.081	43°10'08"	A091-A094	15070.025

A094	2777367.668	278572.175	110°04'01"	A091-A095	31433.588	
A095	2770134.554	256849.522	26°45'51"	A094-A095	22895.231	
角度較差量及距離較差比						
點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
A091	0.0	0.0	1"	A091-A094	0.000	N/A
A094	0.0	0.0	2"	A091-A095	-0.224	1/142,857
A095	-12.1	20.9	1"	A094-A095	-0.160	1/142,857
2. 固定A091與A095二點平差後之坐標及反算值						
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)	
A091	2765571.036	287950.081	43°10'08"	A091-A094	15070.133	
A094	2777367.779	278572.141	110°04'01"	A091-A095	31433.813	
A095	2770134.675	256849.313	26°45'51"	A094-A095	22895.394	
角度較差量及距離較差比						
點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
A091	0.0	0.0	1"	A091-A094	0.108	1/142,857
A094	11.1	-3.0	2"	A091-A095	0.000	N/A
A095	0.0	0.0	1"	A094-A095	0.003	1/1,000,000
3. 固定A094與A095二點平差後之坐標及反算值						
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)	
A091	2765570.879	287950.053	43°10'08"	A091-A094	15070.130	
A094	2777367.668	278572.175	110°04'01"	A091-A095	31433.808	
A095	2770134.675	256849.313	26°45'51"	A094-A095	22895.391	
角度較差量及距離較差比						
點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
A091	-15.7	-3.0	1"	A091-A094	0.105	1/142,857
A094	0.0	0.0	2"	A091-A095	-0.005	1/500,000
A095	0.0	0.0	1"	A094-A095	0.000	N/A

由表 2 之測試資料檢測計算成果可知，任意固定其中二個檢測點所組成之三種測試組成果中，待求點檢測成果與原成果之間的坐標分量差值約在 3~21 cm 之間，平均值約 11 cm；角度較差量在 1~2"之間，平均值為約 1"；距離較差比在 1/140,000~1/1,000,000 之間，平均值約為 1/345,000。其成果分別符合所研擬檢測相關成果應小於 6"角度較差與 1/200,000 距離較差之一等精度檢核標準。

(二) 一二等混合三角網之檢測成果，其觀測資料列如表 3，檢測成果資料列如表 4。

表 3 一二等混合三角網之觀測資料

後視	測站	前視	角度觀測量
----	----	----	-------

A001	B003	B002	26°31'03"
B003	B002	A001	77°39'09"
B002	A001	B003	75°49'48"

由此一測試使用之一二等混合三角網觀測資料可知，其所組成唯一三角形之閉合差為 0"，仍能符合第 31 頁所摘列之一等精度觀測資料之三角形閉合差檢核標準。

表 4 一二等混合三角網之檢測成果資料

一二等混合三角網原始坐標及反算值						
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)	
A001	2776561.761	336479.22	75°49'03"	A001-B002	6850.210	
B002	2780358.574	342180.938	77°39'04"	A001-B003	14988.036	
B003	2766499.513	347587.433	26°31'03"	B002-B003	14876.282	
1. 固定A001與B002二點平差後之坐標及反算值						
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)	
A001	2776561.761	336479.22	75°49'51"	A001-B002	6850.210	
B002	2780358.574	342180.938	77°39'07"	A001-B003	14988.195	
B003	2766499.506	347587.641	26°31'02"	B002-B003	14876.364	
角度較差量及距離較差比						
點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
A001	0.0	0.0	2"	A001-B002	0.000	N/A
B002	0.0	0.0	3"	A001-B003	0.159	1/100,000
B003	-0.7	20.8	1"	B002-B003	0.082	1/181,818
2. 固定A001與B003二點平差後之坐標及反算值						
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)	
A001	2776561.761	336479.22	75°49'51"	A001-B002	6850.138	
B002	2780358.483	342180.912	77°39'07"	A001-B003	14988.036	
B003	2766499.513	347587.433	26°31'02"	B002-B003	14876.206	
角度較差量及距離較差比						
點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
A001	0.0	0.0	2"	A001-B002	-0.072	1/100,000
B002	-9.1	-3.0	3"	A001-B003	0.000	N/A
B003	0.0	0.0	1"	B002-B003	-0.075	1/200,000
3. 固定B002與B003二點平差後之坐標及反算值						
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)	
A001	2776561.855	336479.203	75°49'51"	A001-B002	6850.172	
B002	2780358.574	342180.938	77°39'07"	A001-B003	14988.112	
B003	2766499.513	347587.433	26°31'02"	B002-B003	14876.282	
角度較差量及距離較差比						
點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比

A001	9.4	-2.0	2"	A001-B002	-0.038	1/181,818
B002	0.0	0.0	3"	A001-B003	0.076	1/200,000
B003	0.0	0.0	1"	B002-B003	0.000	N/A

由表 4 中任意固定其中二個檢測點所組成之三組測試成果中，可得知以下幾點之說明：

- (1) 待求點檢測成果與原成果之間的坐標分量差值約在 2~20 cm 之間，平均值約 7 cm；角度較差量在 1~3" 之間，平均值約 2"；距離較差比約在 1/100,000~1/200,000，平均值約 1/160,000。此一等級之檢測成果可分別符合所研擬檢測相關成果小於一等精度之 6" 角度較差量，但距離較差比之檢核則能符合介於一、二等精度間之標準，而完全滿足二等精度之檢測標準。
- (2) 由三組坐標固定點檢測成果可發現，角度較差量之檢測成果皆可符合所研擬規範中之一等精度標準，但距離較差比則有分別符合一等或二等規範標準之情形。由於此組觀測量為一、二等點之混合觀測，其檢測成果便會依據平差計算時所固定檢測點之等級而有不同之成果精度表現。
- (3) 綜合上述之說明可知，本組測試資料所得之檢測成果（角度較差量與距離較差比）至少應能完全符合所研擬之二等精度檢測規範。

(三) 二三等混合四邊形網之檢測成果，其觀測資料列如表 5，檢測成果資料列如表 6。

表 5 二三等混合四邊形網之觀測資料

後視	測站	前視	角度觀測量
C055	C053	C058	86°52'08"
B059	C053	C058	41°01'56"
C053	C058	B059	109°47'43"
C053	C058	C055	35°16'03"
C058	B059	C053	29°10'23"
C058	C055	C053	57°51'40"

由於此一測試使用之二三等混合四邊形網觀測資料並未施測全部之夾角，故其角度觀測量僅能組成二個三角形（即 C053-C058-B059 與 C053-C055-C058）。其三角形閉合差分別為 2" 及 9"，由於其平均閉合差值約為 5"，最大閉合差值為 9"，因此本組測試之觀測資料並不符合第 31 頁所摘列二等或三等精度之觀測標準，而僅能滿足四等精度觀測資料平均閉合差 5" 與最大閉合差 10" 之檢核標準。

表 6 二三等混合四邊形網之檢測成果資料

二三等混合四邊網原始坐標及其反算之角度、距離					
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
C053	2794117.301	310003.326	86°52'07"	C053-C055	3557.476
C055	2792641.029	306766.622	115°35'02"	C053-C058	5217.257
C058	2798738.774	307582.22	109°47'42"	C055-B059	8009.585
B059	2797778.596	300621.799	47°45'09"	C058-B059	7026.336

1. 固定C053與C055二點平差後之坐標及反算值

點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
----	------	------	------	----	---------

C053	2794117.301	310003.326	86°52'10"	C053-C055	3557.476
C055	2792641.029	306766.622	115°34'57"	C053-C058	5217.054
C058	2798738.629	307582.379	109°47'42"	C055-B059	8009.323
B059	2797778.573	300622.121	47°45'11"	C058-B059	7026.158

角度較差量及距離較差比

點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C053	0.0	0.0	3"	C053-C055	0.000	N/A
C055	0.0	0.0	5"	C053-C058	-0.202	1/25,000
C058	-14.5	15.9	0"	C055-B059	-0.262	1/33,333
B059	-2.3	32.2	2"	C058-B059	-0.178	1/50,000

2. 固定C053與C058二點平差後之坐標及反算值

點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
C053	2794117.301	310003.326	86°52'10"	C053-C055	3557.614
C055	2792640.926	306766.517	115°34'57"	C053-C058	5217.257
C058	2798738.774	307582.22	109°47'42"	C055-B059	8009.633
B059	2797778.583	300621.706	47°45'11"	C058-B059	7026.430

角度較差量及距離較差比

點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C053	0.0	0.0	3"	C053-C055	0.138	1/25,000
C055	-10.3	-10.5	5"	C053-C058	0.000	N/A
C058	0	0	0"	C055-B059	0.048	1/166,666
B059	-1.3	-9.3	2"	C058-B059	0.094	1/100,000

3. 固定C053與B059二點平差後之坐標及反算值

點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
C053	2794117.301	310003.326	86°52'10"	C053-C055	3557.584
C055	2792640.953	306766.537	115°34'57"	C053-C058	5217.214
C058	2798738.747	307582.261	109°47'42"	C055-B059	8009.568
B059	2797778.596	300621.799	47°45'11"	C058-B059	7026.373

角度較差量及距離較差比

點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C053	0.0	0.0	3"	C053-C055	0.109	1/33,333

C055	-7.6	-8.5	5"	C053-C058	-0.043	1/125,000
C058	-2.7	4.1	0"	C055-B059	-0.017	1/500,000
B059	0.0	0.0	2"	C058-B059	0.037	1/200,000

4. 固定C055與C058二點平差後之坐標及反算值

點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
----	------	------	------	----	---------

C053	2794117.423	310003.348	86°52'10"	C053-C055	3557.546
C055	2792641.029	306766.622	115°34'57"	C053-C058	5217.159
C058	2798738.774	307582.22	109°47'42"	C055-B059	8009.482
B059	2797778.499	300621.851	47°45'11"	C058-B059	7026.298

角度較差量及距離較差比

點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C053	12.2	2.2	3"	C053-C055	0.071	1/50,000
C055	0.0	0.0	5"	C053-C058	-0.098	1/50,000
C058	0.0	0.0	0"	C055-B059	-0.103	1/100,000
B059	-9.7	5.2	2"	C058-B059	-0.038	1/200,000

5. 固定C055與B059二點平差後之坐標及反算值

點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
----	------	------	------	----	---------

C053	2794117.426	310003.397	86°52'10"	C053-C055	3557.592
C055	2792641.029	306766.622	115°34'57"	C053-C058	5217.225
C058	2798738.847	307582.261	109°47'42"	C055-B059	8009.585
B059	2797778.596	300621.799	47°45'11"	C058-B059	7026.387

角度較差量及距離較差比

點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C053	12.5	7.1	3"	C053-C055	0.116	1/33,333
C055	0.0	0.0	5"	C053-C058	-0.032	1/166,666
C058	7.3	4.1	0"	C055-B059	0.000	N/A
B059	0.0	0.0	2"	C058-B059	0.051	1/142,857

6. 固定C058與B059二點平差後之坐標及反算值

點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
----	------	------	------	----	---------

C053	2794117.363	310003.294	86°52'10"	C053-C055	3557.566
C055	2792641.008	306766.528	115°34'57"	C053-C058	5217.187
C058	2798738.774	307582.22	109°47'42"	C055-B059	8009.526
B059	2797778.596	300621.799	47°45'11"	C058-B059	7026.336

角度較差量及距離較差比

點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C053	6.2	-3.2	3"	C053-C055	0.091	1/50,000
C055	-2.1	-9.4	5"	C053-C058	-0.070	1/100,000
C058	0.0	0.0	0"	C055-B059	-0.059	1/142,857
B059	0.0	0.0	2"	C058-B059	0.000	N/A

由表 6 可看出，任意固定其中二個檢測點所組成之四邊形網測試成果中，

待求點檢測成果與原成果之間的坐標分量差值約在 2~32 cm 之間，平均值約 8 cm；角度較差量在 0~5" 之間，平均值約 3"。針對測試資料僅達四等之觀測精度而言，其檢測成果之角度較差量可遠較所研擬之四等精度檢測相關成果小於 20" 之值為佳，甚至仍可達一等精度 6" 之角度檢核標準。然而，檢測所得之距離較差比約在 1/25,000~1/500,000 之間，其平均值約為 1/90,000。依研擬之檢測精度標準可知，該較差比值所符合之精度範圍涵蓋一等至三等，平均值則可符合二等精度之標準。

(四) 三等角邊混合三角網之檢測成果，其觀測資料列如表 7，檢測成果資料列如表 8。

表 7 三等角邊混合三角網之觀測資料

後視	測站	前視	距離 (m)	角度觀測量
C086	C084	C097		56°24'00"
	C084	C097	5410.263	
C084	C097	C086		49°09'36"
	C097	C086	4677.767	
C097	C086	C084		74°26'17"
	C086	C084	4248.800	

由此一測試使用之三等角邊混合三角網觀測資料可知，其所組成之三角形閉合差為 7"，僅能符合第 31 頁所摘列觀測三角形閉合差應小於 10" 之四等精度檢核標準。在此一角邊混合三角網之邊長測量誤差方面，由於評估所需之測距觀測測回中誤差資料不足，以致無法獲取如第 32 頁所列之邊長測距相對中誤差值，此處也就無法進行其邊長精度等級之檢核工作。

表 8 三等角邊混合三角網之檢測成果資料

三等三角網原始坐標及其反算之角度、距離					
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
C084	2773983.55	286976.58	56°24'01"	C084-C086	4248.492
C086	2771727.189	283376.786	74°26'20"	C084-C097	5409.763
C097	2776211.514	282046.903	49°09'40"	C086-C097	4677.367
1. 固定C084與C086二點平差後之坐標及反算值					
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
C084	2773983.538	286976.562	56°24'00"	C084-C086	4248.448
C086	2771727.201	283376.804	74°26'23"	C084-C097	5409.801
C097	2776211.496	282046.841	49°09'37"	C086-C097	4677.361

角度較差量及距離較差比						
點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C084	-1.2	-1.8	1"	C084-C086	-0.043	1/100,000
C086	1.2	1.8	3"	C084-C097	0.038	1/142,857
C097	-1.8	-6.2	3"	C086-C097	-0.006	1/1,000,000
2. 固定C084與C097二點平差後之坐標及反算值						
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)	
C084	2773983.543	286976.594	56°24'00"	C084-C086	4248.440	
C086	2771727.220	283376.837	74°26'23"	C084-C097	5409.795	
C097	2776211.521	282046.889	49°09'37"	C086-C097	4677.362	
角度較差量及距離較差比						
點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C084	-0.7	1.4	1"	C084-C086	-0.052	1/100,000
C086	3.1	5.1	3"	C084-C097	0.031	1/166,666
C097	0.7	-1.4	3"	C086-C097	-0.005	1/1,000,000
3. 固定C086與C097二點平差後之坐標及反算值						
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)	
C084	2773983.455	286976.580	56°24'00"	C084-C086	4248.441	
C086	2771727.191	283376.785	74°26'24"	C084-C097	5409.801	
C097	2776211.512	282046.904	49°09'37"	C086-C097	4677.362	
角度較差量及距離較差比						
點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C084	-9.5	0.0	1"	C084-C086	-0.051	1/100,000
C086	0.2	-0.1	4"	C084-C097	0.037	1/142,857
C097	-0.2	0.1	3"	C086-C097	-0.004	1/1,000,000

由表 8 之成果可發現，由於使用之平差程式在計算時所賦予其已知三等點之坐標精度等級較低，因此檢核成果中之固定點坐標分量差值將並不一定為 0。在任意固定其中二個檢測點所組成之三角網測試成果中，待求點檢測成果與原成果之間的坐標分量差值約在 0~10 cm 之間，平均值約 2 cm；角度較差量在 1~4"之間，平均值約 2"，遠較第 38 頁所研擬四等精度 20"角度較差量之檢測標準為佳，甚至可滿足一等精度 6"角度較差之檢測標準。測試所得之距離較差比則約在 1/100,000~1/1,000,000 之間，平均值約 1/400,000，亦能符合第 39 頁所研擬 1/200,000 之一等精度相關檢測標準。

由此一測試資料之檢測成果顯示，其檢測之點位等級雖屬於三等，但其觀

測量檢核所能滿足之精度僅達四等，然而檢核成果卻顯示其角度較差量與距離較差比皆能符合所研擬之一等精度檢測標準，因此在控制點之使用上應注意其點位精度等級之改變。

(五) 三等角邊混合四邊形網之檢測成果，其觀測資料列如表 9，檢測成果資料列如表 10。

表 9 三等角邊混合四邊形網之觀測資料

後視	測站	前視	距離 (m)	角度觀測量
C086	C084	C097		56°24'00"
	C084	C097	5410.263	
C084	C097	C086		49°09'36"
	C097	C086	4677.767	
C097	C086	C084		74°26'17"
	C086	C084	4248.800	
C084	C085	C097		109°34'55"
	C085	C097	2548.530	
	C085	C084	3994.110	

此一測試使用之三等角邊混合四邊形網觀測資料中，由於僅獲得四個角度觀測量，因此所能組成之惟一三角形閉合差為 7"，符合第 31 頁所摘列四等精度觀測資料之三角形閉合差應小於 10"之檢核標準。由於評估測距誤差所需之觀測量測回中誤差資料亦有不足，故仍無法進行其邊長精度等級之檢核工作。

表 10 三等角邊混合四邊形網之檢測成果資料

三等四邊網原始坐標及反算值						
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)	
C084	2773983.55	286976.58	82°44'51"	C084-C085	3993.719	
C085	2777072.627	284445.297	109°34'56"	C084-C086	4248.492	
C086	2771727.189	283376.786	74°26'20"	C085-C097	2548.295	
C097	2776211.514	282046.903	93°13'54"	C086-C097	4677.367	
1. 固定C084與C085二點平差後之坐標及反算值						
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)	
C084	2773983.532	286976.595	82°44'50"	C084-C085	3993.766	
C085	2777072.645	284445.282	109°34'54"	C084-C086	4248.441	
C086	2771727.209	283376.837	74°26'24"	C085-C097	2548.309	
C097	2776211.508	282046.882	93°13'52"	C086-C097	4677.362	
角度較差量及距離較差比						
點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比

C084	-1.8	1.5	1"	C084-C085	0.047	1/100,000
C085	1.8	-1.5	2"	C084-C086	-0.051	1/100,000
C086	2.0	5.1	4"	C085-C097	0.014	1/200,000
C097	-0.6	-2.1	2"	C086-C097	-0.004	1/1,000,000

2. 固定C084與C086二點平差後之坐標及反算值

點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
C084	2773983.538	286976.562	82°44'50"	C084-C085	3993.774
C085	2777072.65	284445.235	109°34'53"	C084-C086	4248.448
C086	2771727.201	283376.804	74°26'23"	C085-C097	2548.31
C097	2776211.496	282046.84	93°13'53"	C086-C097	4677.361

角度較差量及距離較差比

點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C084	-1.2	-1.8	1"	C084-C085	0.055	1/100,000
C085	2.3	-6.2	3"	C084-C086	-0.043	1/100,000
C086	1.2	1.8	3"	C085-C097	0.015	1/166,666
C097	-1.8	-6.3	1"	C086-C097	-0.006	1/1,000,000

3. 固定C084與C097二點平差後之坐標及反算值

點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
C084	2773983.543	286976.595	82°44'50"	C084-C085	3993.773
C085	2777072.668	284445.285	109°34'53"	C084-C086	4248.441
C086	2771727.220	283376.837	74°26'23"	C085-C097	2548.31

C097	2776211.521	282046.888	93°13'53"	C086-C097	4677.362
------	-------------	------------	-----------	-----------	----------

角度較差量及距離較差比

點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C084	-0.7	1.5	1"	C084-C085	0.054	1/100,000
C085	4.1	-1.2	3"	C084-C086	-0.051	1/100,000
C086	3.1	5.1	3"	C085-C097	0.014	1/166,666
C097	0.7	-1.5	1"	C086-C097	-0.004	1/1,000,000

4. 固定C085與C086二點平差後之坐標及反算值

點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)
C084	2773983.470	286976.572	82°44'50"	C084-C085	3993.774
C085	2777072.624	284445.296	109°34'53"	C084-C086	4248.44
C086	2771727.192	283376.787	74°26'24"	C085-C097	2548.31
C097	2776211.508	282046.888	93°13'53"	C086-C097	4677.363

角度較差量及距離較差比

點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C084	-8.0	-0.8	1"	C084-C085	0.055	1/100,000
C085	-0.3	-0.1	3"	C084-C086	-0.052	1/100,000
C086	0.3	0.1	4"	C085-C097	0.014	1/166,666
C097	-0.6	-1.5	1"	C086-C097	-0.004	1/1,000,000

5. 固定C085與C097二點平差後之坐標及反算值						
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)	
C084	2773983.482	286976.586	82°44'50"	C084-C085	3993.773	
C085	2777072.629	284445.303	109°34'54"	C084-C086	4248.441	
C086	2771727.199	283376.803	74°26'24"	C085-C097	2548.308	
C097	2776211.512	282046.897	93°13'53"	C086-C097	4677.362	
角度較差量及距離較差比						
點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C084	-6.8	0.6	1"	C084-C085	0.054	1/100,000
C085	0.2	0.6	2"	C084-C086	-0.051	1/100,000
C086	1.0	1.7	4"	C085-C097	0.013	1/200,000
C097	-0.2	-0.6	1"	C086-C097	-0.005	1/1,000,000
6. 固定C086與C097二點平差後之坐標及反算值						
點位	N(m)	E(m)	反算角度	邊長	反算距離(m)	
C084	2773983.455	286976.58	82°44'50"	C084-C085	3993.773	

C085	2777072.617	284445.316	109°34'53"	C084-C086	4248.441	
C086	2771727.191	283376.785	74°26'24"	C085-C097	2548.31	
C097	2776211.512	282046.904	93°13'53"	C086-C097	4677.362	
角度較差量及距離較差比						
點位	dN(cm)	dE(cm)	角度較差量	邊長	距離較差(m)	距離較差比
C084	-9.5	0.0	1"	C084-C085	0.054	1/100,000
C085	-1.0	1.9	3"	C084-C086	-0.051	1/100,000
C086	0.2	-0.1	4"	C085-C097	0.014	1/166,666
C097	-0.2	0.1	1"	C086-C097	-0.004	1/1,000,000

由表 10 之檢測成果可看出，任意固定其中二個檢測點所計算獲得之測試成果中，待求點平差成果與原成果之間的坐標分量差值約在 0~10 cm 之間，平均值約為 2 cm；角度較差量在 1~4"之間，平均值約為 2"，且其距離較差比約在 1/100,000~1/1,000,000，平均值約為 1/340,000，檢核成果顯示其角度較差量與距離較差比皆能符合所研擬之一等精度檢測標準。

6-3-2 三角三邊測試成果分析

綜合前述各組三角三邊測試資料之檢測成果，現將其相關精度檢核量整理如表 11，並將其與所研擬規範之適用情況列如表 12 所示。

表 11 三角三邊測量檢測成果之平均精度

測試網形	坐標差值	角度較差量	距離較差比
一等三角網	11 cm	1"	1/345,000
一二等混合三角網	7 cm	2"	1/160,000
二三等混合四邊形網	8 cm	3"	1/90,000
三等角邊混合三角網	2 cm	2"	1/400,000
三等角邊混合四邊形網	2 cm	2"	1/340,000

表 12 三角三邊測量檢測規範適用性

測試網形	觀測量檢核	成果檢核	
		角度較差量	距離較差比
一等三角網	一等	一等	一等
一二等混合三角網	一等	一等	二等
二三等混合四邊形網	四等	一等	二等
三等角邊混合三角網	四等	一等	一等
三等角邊混合四邊形網	四等	一等	一等

由以上歸納整理之成果，可有以下幾點之說明：

- (1) 不同精度等級之點位在進行檢測資料測試所得之成果中，其角度較差量之間的差異變化較小，且較容易滿足所相應之檢核標準，甚至有可以滿足更高一個等級精度標準之情形。
- (2) 在檢測成果所得之距離較差比精度標準上，其值之差異變化幅度雖然較大，但其所滿足之檢測成果精度等級一般仍會較觀測量檢核所示之精度等級為高。
- (3) 由測試資料在觀測量精度檢核之過程中可看出，當檢測點含有三等點時，其所組成之三角形閉合差往往能符合四等觀測精度之標準，但平差計算所得之成果顯示，其所滿足之檢測精度卻可遠超過其觀測量之精度等級，顯

示觀測量與成果檢核量之間的對應性仍有相當的調整空間。

- (4) 由測試資料之檢測成果亦可發現，平差後之檢測點坐標值與原公告坐標之間的分量差值，未能與檢測點之等級分類有較相關之對應性，故本研究亦未能對此類之三角點坐標分量值研擬其檢核精度之相關標準。

6-3-3 精密導線檢測成果

利用如圖 5 所選取之三組精密導線網觀測資料，並經由平差計算時固定測線起始及最後測段的兩個點位，可計算得知精密導線路徑上各精密導線點之坐標值，該值除可與原坐標進行比較外，亦可運用該坐標平差成果反算所得之角度較差量及距離較差比等精度檢核量，其檢測成果現列表分析說明如下。

- (一) 土地測量局之精密導線觀測資料及檢測成果資料分別列如表 13 及表 14 所示。

表 13 土地測量局之精密導線觀測資料

後視	測站	前視	距離(m)	角度觀測量	方位角 (度)	方位角 較差(秒)	較差 允許值(秒)
A3	A4	BA44		331°58'22"	-1.244	8.4	30.0
	A4	BA44	213.942				
A4	BA44	BA01		93°47'22"	-87.454	18.0	42.4
	BA44	BA01	153.881				
BA44	BA01	BA02		185°03'09"	-82.402	26.5	52.0
	BA01	BA02	102.515				
BA01	BA02	BA03		174°24'32"	-87.993	27.5	60.0
	BA02	BA03	136.84				
BA02	BA03	BA04		78°13'21"	-9.770	26.4	67.1
	BA03	BA04	65.531				
BA03	BA04	BA05		144°28'00"	-45.304	25.4	73.5
	BA04	BA05	135.857				
BA04	BA05	BA06		212°11'21"	-13.115	28.1	79.4
	BA05	BA06	105.51				
BA05	BA06	BA07		191°01'16"	-2.093	25.3	84.9
	BA06	BA07	94.983				
BA06	BA07	BA08		174°09'54"	-7.928	28.4	90.0

	BA07	BA08	70.574				
BA07	BA08	BA09		189°58'54"	2.053	38.1	94.9
	BA08	BA09	85.634				
BA08	BA09	BA10		165°35'00"	-12.363	36.9	99.5
	BA09	BA10	81.424				
BA09	BA10	BA11		109°09'44"	-83.201	37.2	103.9
	BA10	BA11	85.734				
BA10	BA11	BA12		182°58'05"	-80.233	51.9	108.2
	BA11	BA12	70.274				
BA11	BA12	BA13		248°15'56"	-11.968	55.3	112.2
	BA12	BA13	128.187				
BA12	BA13	A1		109°12'26"	-82.760	59.3	116.2
	BA013	A1	108.664				
BA13	A1	A2		153°59'27"	71.230	65.7	120.0

從表 13 中可知，此一精密導線觀測資料之角度觀測量經換算為方位角後，其與原公布坐標反算之方位角相較，其較差可依第 32 頁所摘列之方位角閉合差允許值進行比較，以評估此組觀測資料所滿足之精度等級。由表 13 中所列 $30'' \sqrt{N}$ 之四等精度檢核標準所算得之方位角較差允許值可知，此一測試精密導線之觀測資料應能滿足四等之精度。而在邊長測量誤差方面，由於所需之測距觀測測回中誤差資料不足，將無法進行邊長精度等級之檢核工作。

表 14 土地測量局之精密導線檢測成果資料

原始坐標及反算值					
點名	N(m)	E(m)	方位角(度)	距離(m)	角度較差量標準(秒)
A3	2773659.175	269238.297			
A4	2772987.757	268899.382	-1.246	213.923	20.0
BA44	2773201.629	268894.730	-87.459	153.870	28.3
BA01	2773208.450	268741.011	-82.409	102.484	34.6
BA02	2773221.988	268639.425	-88.001	136.828	40.0
BA03	2773226.762	268502.680	-9.778	65.526	44.7
BA04	2773162.188	268513.808	-45.311	135.841	49.0
BA05	2773066.656	268610.382	-13.122	105.501	52.9
BA06	2772963.910	268634.334	-2.100	94.975	56.6
BA07	2772868.999	268637.815	-7.936	70.550	60.0
BA08	2772799.125	268647.556	2.043	85.626	63.3

BA09	2772713.553	268644.504	-12.374	81.414	66.3
BA10	2772634.030	268661.950	-83.212	85.725	69.3
BA11	2772623.897	268747.074	-80.248	70.263	72.1

BA12	2772611.995	268816.322	-11.983	128.171	74.8
BA13	2772486.617	268842.933	-82.777	108.642	77.5
A1	2772472.957	268950.713	71.212	713.876	
A2	2772702.871	269626.552			

平差後之坐標及反算值

點名	N(m)	E(m)	dN (cm)	dE (cm)	方位角 (度)	距離(m)	角度 較差量 (秒)	距離 較差比
A3	2773659.175	269238.297	0.0	0.0	N/A	N/A	N/A	N/A
A4	2772987.757	268899.382	0.0	0.0	-1.245	213.925	-3.9	1/100,000
BA44	2773201.632	268894.734	-0.3	-0.4	-87.456	153.873	-10.6	1/50,000
BA01	2773208.461	268741.013	-1.1	-0.2	-82.405	102.510	-13.3	1/4,000
BA02	2773222.009	268639.402	-2.1	2.3	-87.997	136.834	-11.8	1/25,000
BA03	2773226.791	268502.652	-2.9	2.8	-9.776	65.525	-6.2	1/100,000
BA04	2773162.217	268513.778	-2.9	3.0	-45.310	135.845	-1.1	1/33,333
BA05	2773066.682	268610.354	-2.6	2.8	-13.122	105.502	-0.4	1/100,000
BA06	2772963.935	268634.306	-2.5	2.8	-2.102	94.976	6.4	1/100,000
BA07	2772869.023	268637.790	-2.4	2.5	-7.939	70.568	10.1	1/3,333
BA08	2772799.131	268647.537	-0.6	1.9	2.043	85.628	0.2	1/50,000
BA09	2772713.557	268644.485	-0.4	1.9	-12.376	81.418	8.3	1/20,000
BA10	2772634.031	268661.935	-0.1	1.5	-83.215	85.724	11.9	1/100,000
BA11	2772623.903	268747.059	-0.6	1.5	-80.248	70.265	1.0	1/33,333
BA12	2772612.001	268816.309	-0.6	1.3	-11.983	128.177	1.1	1/20,000
BA13	2772486.617	268842.922	0.0	1.1	-82.778	108.653	2.6	1/10,000
A1	2772472.957	268950.713	0.0	0.0	71.212	713.876	N/A	N/A
A2	2772702.871	269626.552	0.0	0.0	N/A	N/A	N/A	N/A

由表 14 之測試成果可知，待求點平差所得成果與原公告成果之間的坐標分量差值皆可小於 3.0 cm，平均值約 2 cm；角度較差量在 0"~13"之間，平均值約 6"，若參照第 38 頁所研擬之相關檢核精度標準可知，本組資料之角度較差量檢測成果應能符合 $12" \sqrt{N}$ 之二等精度標準，其距離較差比約在 1/3,000~1/100,000 之間，平均值約 1/50,000，該值亦符合第 39 頁所研擬二等精度在 1/40,000 以上之檢測相關標準，惟仍有部份測點會出現三、四等(或

四等以下) 精度之距離較差比, 在進行檢測成果之相關應用上時, 仍應注意其坐標之適用性。

(二) 聯勤測量隊之第一組精密導線觀測資料及檢測成果資料分別如表 15 及表 16 所示。

表 15 聯勤測量隊之精密導線觀測資料 (1)

後視	測站	前視	距離(m)	角度觀測量	方位角(度)	方位角較差(秒)	較差允許值(秒)
M450	M060	M061		84°29'33"	31.432	0.8	2.0
	M060	M061	716.28				
M060	M061	M062		310°02'03"	-18.534	-2.3	2.8
	M061	M062	926.901				
M061	M062	M063		157°06'54"	-41.419	-3.7	3.5
	M062	M063	616.38				
M062	M063	M064		209°46'59"	-11.636	-4.6	4.0
	M063	M064	2163.639				
M063	M064	M039		188°18'12"	-3.332	-3.2	4.5
	M064	M039	1125.927				
M064	M039	M040		272°32'27"	89.208	-2.3	4.9
	M039	M040	1593.71				
M039	M040	M041		107°12'18"	16.413	1.7	5.3
	M040	M041	806.416				
M040	M041	M042		230°44'54"	67.162	2.7	5.7
	M041	M042	940.576				
M041	M042	M043		214°57'08"	-77.886	4.6	6.0
	M042	M043	1310.56				
M042	M043	M044		183°37'25"	-74.262	4.6	6.3
	M043	M044	617.97				
M043	M044	M443		154°14'59"	79.987	3.5	6.6
	M044	M443	830.938				
M044	M443	M444		81°01'58"	-18.980	-2.8	6.9

從表 15 中可知, 此一精密導線觀測資料之角度觀測量經換算為方位角後, 其與原公布坐標反算之方位角相較, 其較差可依第 32 頁所摘列之方位角閉合差允許值進行比較, 以評估此組觀測資料所滿足之精度等級。由表 15 中

所列 $2''\sqrt{N}$ 之一等精度檢核標準所算得之方位角較差允許值可知，此一測試精密導線之觀測資料應能滿足一等之精度。而在邊長測量誤差方面，由於所需之測距觀測測回中誤差資料不足，將無法進行邊長精度等級之檢核工作，惟此組測試資料之精密導線點間距稍長，其觀測量之精度則因此或有較佳之表現。

表 16 聯勤測量隊之精密導線檢測成果資料 (1)

原始坐標及反算值								
點名	N(m)	E(m)	方位角(度)	距離(m)	角度較差量標準(秒)			
M450	2764741.465	302010.473						
M060	2766003.935	300331.433	31.432	716.219	12.0			
M061	2765392.813	299957.937	-18.533	926.824	17.0			
M062	2766271.572	299663.342	-41.418	616.327	20.8			
M063	2766733.759	299255.614	-11.635	2163.448	24.0			
M064	2768852.757	298819.316	-3.332	1125.830	26.8			
M039	2769976.684	298753.89	89.209	1593.584	29.4			
M040	2769998.683	300347.322	16.413	806.344	31.7			
M041	2770772.169	300575.161	67.161	940.490	33.9			
M042	2771137.214	301441.916	-77.887	1310.449	36.0			
M043	2770862.236	302723.19	-74.264	617.920	37.9			
M044	2770694.65	303317.95	79.986	830.873	39.8			
M443	2770839.125	304136.166	-18.979	4844.524				
M444	2775420.286	302560.609						
平差後之坐標及方位角距離反算值								
點名	N(m)	E(m)	dN(cm)	dE(cm)	方位角(度)	距離(m)	角度較差量(秒)	距離較差比
M450	2764741.465	302010.473	0.0	0.0	N/A	N/A	N/A	N/A
M060	2766003.935	300331.433	0.0	0.0	31.432	716.233	0.8	1/50,000
M061	2765392.802	299957.927	-1.1	-1.0	-18.534	926.841	2.0	1/50,000
M062	2766271.574	299663.318	0.2	-2.4	-41.419	616.339	3.6	1/50,000
M063	2766733.763	299255.574	0.4	-4.0	-11.636	2163.496	4.3	1/50,000
M064	2768852.799	298819.222	4.2	-9.4	-3.332	1125.853	3.1	1/50,000
M039	2769976.748	298753.778	6.4	-11.2	89.208	1593.605	1.9	1/100,000
M040	2769998.762	300347.231	7.9	-9.1	16.414	806.364	2.5	1/50,000
M041	2770772.264	300575.085	9.5	-7.6	67.162	940.516	3.6	1/33,333
M042	2771137.304	301441.870	9.0	-4.6	-77.886	1310.479	6.2	1/50,000
M043	2770862.281	302723.165	4.5	-2.5	-74.262	617.932	6.8	1/50,000
M044	2770694.672	303317.931	2.2	-1.9	79.988	830.888	6.2	1/50,000

M443	2770839.125	304136.166	0.0	0.0	-18.979	4844.524	N/A	N/A
M444	2775420.286	302560.609	0.0	0.0	N/A	N/A	N/A	N/A

由表 16 之測試成果可知，待求點平差成果與原成果之間的坐標分量差值約 0~11 cm 之間，平均值約 5 cm；角度較差量在 1"~7" 之間，平均值約 4"，符合第 38 頁所研擬 $12''\sqrt{N}$ 之二等精度角度較差量檢測標準。而距離較差比則約在 1/30,000~1/100,000 之間，平均值約 1/53,000，該比值在整組成果內之差異變化較為均勻，其均值可滿足第 39 頁距離較差比在 1/40,000 以上之二等檢測精度。

(三) 聯勤測量隊之第二組精密導線觀測資料及檢測成果資料分別如表 17 及表 18。

表 17 聯勤測量隊之精密導線觀測資料 (2)

後視	測站	前視	距離(m)	角度觀測量	方位角(度)	方位角較差(秒)	較差允許值(秒)
T031	T030	T245		165°45'46"	12.078	-0.8	30.0
	T030	T245	164.512				
T030	T245	T244		182°41'41"	14.772	0.8	42.4
	T245	T244	417.678				
T245	T244	T243		101°46'52"	-63.448	6.6	52.0
	T244	T243	90.715				
T244	T243	T242		121°26'39"	57.995	11.7	60.0
	T243	T242	236.768				
T243	T242	T228		269°01'49"	-32.976	16.0	67.1
	T242	T228	195.206				
T229	T228	T242		202°59'10"	-55.964	20.4	73.5
	T228	T229	144.181				
T228	T229	T417		89°05'42"	33.131	22.8	79.4
	T229	T417	178.163				
T229	T417	T418		166°16'01"	19.397	24.0	84.9
	T417	T418	47.813				
T417	T418	T230		216°07'43"	55.525	26.0	90.0
	T418	T230	34.068				
T419	T230	T418		286°12'47"	-50.688	28.3	94.9
	T230	T419	88.738				

T230	T419	T231		206°59'43"	-23.694	32.7	99.5
	T419	T231	175.604				
T419	T231	T232		200°18'05"	-3.394	34.9	103.9
	T231	T232	163.894				
T231	T232	T420		189°13'27"	5.830	37.9	108.2
	T232	T420	168.974				
T232	T420	T421		169°01'56"	-5.139	40.9	112.2
	T420	T421	99.606				
T420	T421	T233		205°26'50"	20.307	45.1	116.2
	T421	T233	54.41				
T421	T233	T234		146°18'05"	-13.392	47.8	120.0
	T233	T234	149.315				
T233	T234	T235		199°44'34"	6.350	49.4	123.7
	T234	T235	213.649				

從表 17 中可知，此一精密導線觀測資料之角度觀測量經換算為方位角後，其與原公布坐標反算之方位角相較，其較差可依第 32 頁所摘列之方位角閉合差允許值進行比較，以評估此組觀測資料所滿足之精度等級。由表 17 中所列 $30''\sqrt{N}$ 之四等精度檢核標準所算得之方位角較差允許值可知，此一測試精密導線之觀測資料應能滿足四等之精度。而在邊長測量誤差方面，由於所需之測距觀測測回中誤差資料不足，將無法進行邊長精度等級之檢核工作。

表 18 聯勤測量隊之精密導線檢測成果資料 (2)

原始坐標及反算值					
點名	N(m)	E(m)	方位角(度)	距離(m)	角度較差量標準(秒)
T031	2761534.37	303445.716			
T030	2762160.98	303755.61	12.078	164.502	20.0
T245	2762321.841	303790.031	14.772	417.652	28.3
T244	2762725.688	303896.523	-63.448	90.708	34.6
T243	2762766.235	303815.382	57.995	236.751	40.0
T242	2762640.757	303614.618	-32.976	195.193	44.7
T228	2762804.503	303508.376	-55.964	144.171	49.0
T229	2762885.198	303388.904	33.131	178.150	52.9
T417	2762736.01	303291.536	19.397	47.809	56.6
T418	2762690.915	303275.658	55.525	34.065	60.0
T230	2762671.633	303247.576	-50.688	88.732	63.2

T419	2762615.418	303316.229	-23.694	175.592	66.3
T231	2762454.628	303386.792	-3.394	163.882	69.3
T232	2762291.033	303396.493	5.830	168.963	72.1
T420	2762122.944	303379.331	-5.139	99.598	74.8
T421	2762023.746	303388.252	20.307	54.407	77.5
T233	2761972.721	303369.37	-13.392	149.304	80.0
T234	2761827.477	303403.951	6.350	213.635	
T235	2761615.153	303380.322			

平差後之坐標及反算值

點名	N(m)	E(m)	dN(cm)	dE(cm)	方位角 (度)	距離(m)	角度 較差量 (秒)	距離 較差比
T031	2761534.37	303445.716	0.0	0.0	N/A	N/A	N/A	N/A
T030	2762160.98	303755.61	0.0	0.0	12.077	164.497	-4.8	1/25,000
T245	2762321.836	303790.026	0.1	-0.3	14.771	417.638	-4.3	1/33,333
T244	2762725.672	303896.506	0.4	-1.1	-63.449	90.704	-3.1	1/25,000
T243	2762766.216	303815.368	0.2	-0.9	57.994	236.743	-0.3	1/33,333
T242	2762640.742	303614.611	0.3	-0.9	-32.976	195.185	1.0	1/25,000
T228	2762804.482	303508.374	0.3	-0.7	-55.963	144.165	2.4	1/25,000
T229	2762885.175	303388.908	0.3	-0.4	33.131	178.145	1.2	1/33,333
T417	2762735.992	303291.542	0.5	-0.4	19.398	47.808	1.4	1/50,000
T418	2762690.898	303275.664	0.5	-0.4	55.525	34.062	-1.9	1/14,285
T230	2762671.617	303247.584	0.6	-0.2	-50.689	88.733	-1.5	1/100,000
T419	2762615.402	303316.238	0.4	0.1	-23.694	175.589	-0.3	1/50,000
T231	2762454.615	303386.8	0.3	0.2	-3.394	163.879	-0.2	1/50,000
T232	2762291.023	303396.501	0.2	0.4	5.830	168.958	0.6	1/33,333
T420	2762122.939	303379.339	0.2	0.4	-5.138	99.598	2.1	1/100,000
T421	2762023.741	303388.259	0.1	0.4	20.309	54.404	7.5	1/20,000
T233	2761972.719	303369.376	0.3	0.4	-13.390	149.301	7.4	1/50,000
T234	2761827.477	303403.951	0.0	0.0	6.350	213.635	0.0	N/A
T235	2761615.153	303380.322	0.0	0.0	N/A	N/A	N/A	N/A

由表 18 之測試成果可知，待求點平差成果與原成果之間的坐標分量差值約可在 1 cm 以內，平均值約 1 cm，角度較差量 0"~8"之間，平均值約 3"，符合第 38 頁所研擬一等精度 $4''\sqrt{N}$ 之檢測成果標準。其距離較差比則約在 1/15,000~1/100,000 之間，平均值約 1/40,000，檢測成果所滿足之邊長精度等級，依照第 39 頁所研擬之標準，該平均值可滿足二等之精度。

6-3-4 精密導線測試成果分析

綜合前述各組精密導線測試資料之檢測成果，現將其相關精度檢核量整理如表 19，並將其與所研擬規範之適用情況列如表 20 所示。

表 19 精密導線測量檢測成果之平均精度

測試網形	坐標差值	角度較差量	距離較差比
土地測量局觀測導線	2 cm	6"	1/50,000
聯勤測量隊觀測導線(1)	5 cm	4"	1/53,000
聯勤測量隊觀測導線(2)	1 cm	3"	1/40,000

表 20 精密導線測量檢測規範適用性

測試網形	觀測量檢核	成果檢核	
		角度較差量	距離較差比
土地測量局觀測導線	四等	二等	二等
聯勤測量隊觀測導線(1)	一等	二等	二等
聯勤測量隊觀測導線(2)	四等	一等	二等

由以上歸納整理之成果，可有以下幾點之說明：

- (1) 利用土地測量局所施測之資料組進行精密導線檢測計算所得之成果中，該測線中之少部份測段會有遠低於測線平均標準之距離較差比出現，顯示該組資料測角與測距精度品質的維持仍有不夠均勻的現象。
- (2) 利用聯勤測量隊所施測之精密導線資料進行檢測相關之測試時，成果顯示其觀測量之精度品質可有較均勻之呈現，亦即全測線各測段之間的角度較差量與距離較差比會出現較小的差異變化，然而該兩組測試資料所分別滿足之精度標準卻明顯不對等，其應是精密導線點位間距離明顯差異所導致之現象。
- (3) 由精密導線測試資料之三組檢測成果來看，角度較差量與距離較差比之間對應的精度等級較為一致，然而觀測量與檢核成果精度等級間之對應性仍有所不足，二者間檢測精度規範之調整似仍有努力之空間。

6-3-5 GPS 衛星定位檢測成果

利用如圖 6 所選取各種點位等級之 GPS 觀測資料，可先進行其基線向量計算及閉合圈分析，再經由最小約制平差得到各點位之坐標值，其值可與原公告坐標及其相應之基線反算值進行比較。現即將測試所使用之 GPS 觀測資料組，依其相關觀測條件列如表 21 所述。檢測所得之坐標差值及基線長度較差量等，則將分別列表及說明如后。

表 21 衛星控制點觀測表

一等衛星控制點				
等級	1	1	1	1
點名	南山	天送埤	王田山	托皿山
點號	N053	N090	M044	M048
接收儀型式	Trimble 4000SSE	Trimble 4000SSE	Trimble 4000SSE	Trimble 4000SSE
觀測時間	12:00~17:00	12:00~17:00	12:00~17:00	12:00~17:00
取樣間隔	15秒	15秒	15秒	15秒
一、二等衛星控制點				
等級	1	2	2	2
點名	達見	壠灑坪	中興地政事務所	台中交流道
點號	M091	M714	M806	M917
接收儀型式	Trimble 4000SSE	Trimble 4000SSE	Trimble 4000SSE	Trimble 4000SSI
觀測時間	13:30~17:00	13:30~17:00	13:30~17:00	13:30~17:00
取樣間隔	15秒	15秒	15秒	15秒
一、三等衛星控制點				
等級	1	3	3	3
點名	斗南交流道	N/A	N/A	N/A
點號	M093	T103	TJ08	TJ62
接收儀型式	Trimble 4000SSE	Ashtech Z-SURVEYOR	Ashtech Z-SURVEYOR	Ashtech Z-SURVEYOR
觀測時間	12:00~15:30	12:00~15:30	12:00~15:30	12:00~15:30
取樣間隔	15秒	5秒	5秒	5秒
二等衛星控制點				
等級	2	2	2	2
點名	下埤尾莊	象山	老崎坪頂	苗栗交流道
點號	M328	M376	M379	M915
接收儀型式	Trimble 4000SSI	Trimble 4000SSE	Trimble 4000SSI	Trimble 4000SSE
觀測時間	08:30~12:00	08:30~12:00	08:30~12:00	08:30~12:00
取樣間隔	15秒	15秒	15秒	15秒

二、三等衛星控制點				
等級	2	3	3	3
點名	虎尾地政事務所	N/A	N/A	N/A
點號	M816	T103	TJ08	TJ62
接收儀型式	Trimble 4000SSI	Ashtech Z-SURVEYOR	Ashtech Z-SURVEYOR	Ashtech Z-SURVEYOR
觀測時間	12:00~15:30	12:00~15:30	12:00~15:30	12:00~15:30
取樣間隔	15秒	5秒	5秒	5秒
三等衛星控制點				
等級	3	3	3	3
點名	N/A	N/A	N/A	N/A
點號	L153	L167	L170	L171
接收儀型式	Leica SR-9500	Leica SR-9500	Ashtech Z-SURVEYOR	Ashtech Z-SURVEYOR
觀測時間	13:30~17:00	13:30~17:00	13:30~17:00	13:30~17:00
取樣間隔	5秒	5秒	5秒	5秒
一、二及三等衛星控制點				
等級	1	2	3	3
點名	公司寮庄	竹南地政事務所	N/A	N/A
點號	M046	M801	K083	K089

接收儀型式	Trimble 4000SSE	Trimble 4000SSE	Leica SR-9500	Ashtech Z-SURVEYOR
觀測時間	08:30~12:00	08:30~12:00	08:30~12:00	08:30~12:00
取樣間隔	15秒	15秒	5秒	5秒

(一) 一等衛星控制點檢測成果資料，其中進行觀測量精度檢核所需之閉合差分析列如表 22，檢測成果分析所使用之坐標差檢核及基線長度檢核則分別列如表 23 及表 24 之中。

表 22 一等衛星控制點閉合差分析

1. 閉合圈	M044-M048-N053		2. 閉合圈	M044-N053-N090	
閉合圈 總邊長(m)	273994.343		閉合圈 總邊長(m)	277503.765	
項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)	項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)
dN	-0.107	-0.4	dN	-0.036	-0.1
dE	-0.598	-2.2	dE	0.032	0.1
dU	0.835	3.1	dU	-0.212	-0.8
3. 閉合圈	M048-N053-N090		4. 閉合圈	M044-M048-N090	

閉合圈 總邊長(m)		208347.904		閉合圈 總邊長(m)		252209.822	
分量	項目	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)	分量	項目	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)
	dN		-0.016		-0.1	dN	
dE		0.162	0.8	dE		-0.483	-1.9
dU		-0.223	-1.1	dU		0.816	3.2

依照表 22 所示之各閉合圈差值所代表之該組 GPS 觀測資料品質可知，其閉合差對閉合圈總邊長之比數介於 0.1~3.2 ppm 之間，全系閉合圈之平均比數為 1.2 ppm。參照第 33 頁所摘列之相關觀測量檢核標準來看，最大之閉合比數 3.2 ppm 略微超過 2.5 ppm 之一等精度要求，但仍較二等精度為佳，全系平均比數 1.2 ppm 仍在 1.8 ppm 一等精度標準以內，依此可判知此一 GPS 觀測網形之基線觀測品質尚能滿足所需精度之要求。

表 23 一等衛星控制點坐標差檢核

原坐標	N (m)		E (m)	
M044	2670383.258		207767.369	
M048	2716605.686		234430.818	
N053	2699240.330		328911.521	
N090	2728170.337		312651.117	
固定任一點位所求出之坐標及其與原坐標之差				
固定M044	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M044	2670383.258	207767.369	0.0	0.0
M048	2716605.690	234430.819	0.4	0.1
N053	2699240.267	328911.573	-6.4	5.2
N090	2728170.368	312651.194	3.1	7.7
固定M048	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M044	2670383.243	207767.375	-1.5	0.5
M048	2716605.686	234430.818	0.0	0.0
N053	2699240.262	328911.740	-6.9	21.9
N090	2728170.360	312651.353	2.3	23.6
固定N053	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M044	2670383.313	207767.160	5.5	-21.0
M048	2716605.754	234430.602	6.8	-21.6
N053	2699240.330	328911.521	0.0	0.0
N090	2728170.428	312651.134	9.1	1.8
固定N090	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M044	2670383.228	207767.344	-3.0	-2.5

M048	2716605.669	234430.795	-1.7	-2.3
N053	2699240.237	328911.509	-9.3	-1.2
N090	2728170.337	312651.117	0.0	0.0

由表 23 所示之檢測點平差後坐標成果與原公告值之間的坐標分量較差值可知，固定各個不同點位所得之坐標較差量約在 0~24 cm 之間，平均值亦高達約 14 cm，明顯高於第 40 頁所研擬一二等衛星控制點坐標分量較差值不得大於 2.4~5.0 cm 之檢測標準。依所研擬之精度標準，此一測試網形所得之檢測成果可證明，該組衛星控制點之坐標成果精度已明顯不敷使用之需。

表 24 一等衛星控制點基線長度檢核

項目 基線	原坐標反算基 線長(m)	固定不同點位反算之基線長 (m)			
		固定 M044	固定 M048	固定 N053	固定 N090
M044-M048	53361.525	53361.535	53361.533	53361.537	53361.537
M044-N053	124533.674	124533.870	124533.866	124533.672	124533.672
M044-N090	119749.518	119749.739	119749.734	119749.554	119749.554
M048-N053	96063.306	96063.534	96063.530	96063.331	96063.331
M048-N090	79070.578	79070.815	79070.812	79070.604	79070.604
N053-N090	33186.534	33186.606	33186.605	33186.609	33186.609
項目 基線	基線長度 較差允許值 (cm)	檢測成果與原坐標反算之基線長度較差(cm)			
		固定 M044	固定 M048	固定 N053	固定 N090
M044-M048	11.7	1.0	0.8	1.2	1.2
M044-N053	25.9	19.6	19.1	-0.2	-0.2
M044-N090	24.9	22.1	21.6	3.7	3.7
M048-N053	20.2	22.8	22.5	2.5	2.5
M048-N090	16.8	23.7	23.4	2.6	2.6
N053-N090	7.6	7.2	7.1	7.5	7.5

在表 24 所示之基線長度檢核成果中，用以做為基線長度較差大小判別使用之允許值，是依照第 39 頁所研擬 1 cm + 2 ppm 之一等點檢測精度標準而定之值。在基線長度之較差量方面，雖然部份組成網形內之少數基線會超過一等精度之允許誤差，但若以該條基線四種固定點測試成果之平均值而言，則全部六條基線仍可滿足其標準。

此外，由上述之檢核資料中亦可看出，此一等控制點位之最短基線長

N053-N090 即達到 33 公里，最長之基線 M044-N053 甚至高達 124 公里，在檢測的實務應用上較不常見，且遠已超過第 15 頁所建議 10-25 公里基線長度之標準甚多，此是否即為表 23 當中待求點平差成果與原成果之間的坐標分量差值遠遠超過標準值以上的原因，似有待探討。惟在測試之過程中係採用廣播星曆，其對長基線成果之解算似有影響，為此亦曾不考量檢測時程的時間因素，改用精密星曆來提供衛星之軌道資料，然其反應在成果上時，坐標差成果精度的提昇卻仍不顯著。因此，本組測試資料之檢測成果顯現出坐標分量與基線長度二項精度之檢核標準間存有不完全相容之情況。

(二) 一二等衛星控制點檢測成果資料，其中進行觀測量精度檢核所需之閉合差分析列如表 25，檢測成果分析所使用之坐標差檢核及基線長度檢核則分別列如表 26 及表 27。

表 25 一二等衛星控制點閉合差分析

1. 閉合圈	M714-M806-M917		2. 閉合圈	M091-M806-M917	
閉合圈 總邊長(m)	56013.3726		閉合圈 總邊長(m)	110814.3449	
項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)	項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)
dN	0.008	0.1	dN	-0.015	-0.1
dE	0.083	1.5	dE	-0.002	-0.0
dU	-0.012	-0.2	dU	0.001	0.0
3. 閉合圈	M091-M806-M714		4. 閉合圈	M091-M714-M917	
閉合圈 總邊長(m)	113665.2373		閉合圈 總邊長(m)	115548.046	
項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)	項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)
dN	-0.024	-0.2	dN	-0.001	-0.0
dE	-0.085	-0.8	dE	0.001	0.0
dU	-0.021	-0.2	dU	-0.033	-0.3

依照表 25 所示之各閉合圈差值所代表之該組 GPS 觀測資料品質可知，其閉合差對閉合圈總邊長之比數最大為 1.5 ppm，全系閉合圈之平均比數為 0.3 ppm 參照第 33 頁所摘列之相關觀測量檢核標準來看，最大之閉合比數 1.5 ppm

滿足一等精度要求，依此可判知此一 GPS 觀測網形之基線觀測品質應能滿足所設定之要求。

表 26 一二等衛星控制點坐標差檢核

原坐標	N (m)		E (m)	
M091	2682848.645		266557.922	
M714	2690968.082		233159.083	
M806	2672093.223		214775.018	
M917	2674390.923		212548.043	
固定任一點位所求出之坐標及其與原坐標之差				
固定M091	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M091	2682848.645	266557.922	0.0	0.0
M714	2690968.075	233159.121	-0.7	3.8
M806	2672093.220	214775.046	-0.3	2.8
M917	2674390.938	212548.061	1.5	1.8
固定M714	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M091	2682848.655	266557.895	1.0	-2.7
M714	2690968.082	233159.083	0.0	0.0
M806	2672093.232	214775.026	0.9	0.7
M917	2674390.946	212548.037	2.3	-0.7
固定M806	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M091	2682848.646	266557.888	0.1	-3.4
M714	2690968.073	233159.075	-0.9	-0.8
M806	2672093.223	214775.018	0.0	0.0
M917	2674390.937	212548.029	1.4	-1.4
固定M917	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M091	2682848.632	266557.902	-1.3	-2.0
M714	2690968.059	233159.090	-2.3	0.6
M806	2672093.209	214775.032	-1.4	1.4
M917	2674390.923	212548.043	0.0	0.0

由表 26 所示之檢測點平差後坐標成果與原公告值之間的坐標分量較差值可知，固定各個不同點位所得之坐標較差量約在 0~4 cm 之間，平均值約 3 cm，滿足第 40 頁所研擬之二等衛星控制點坐標分量較差值不得大於 5 cm 之檢測

標準。

表 27 一二等衛星控制點基線長度檢核

項目 基線	原坐標反算基線 長(m)	固定不同點位反算之基線長 (m)			
		固定 M091	固定 M714	固定M806	固定 M917
M091-M714	34371.612	34371.573	34371.584	34371.584	34371.584
M091-M806	52888.073	52888.046	52888.040	52888.040	52888.040
M091-M917	54668.090	54668.070	54668.068	54668.068	54668.068
M714-M806	26348.323	26348.327	54668.068	54668.068	54668.068
M714-M917	26450.277	26450.279	26450.268	26450.268	26450.268
M806-M917	3199.819	3199.839	3199.839	3199.839	3199.839
項目 基線	基線長度 較差允許值(cm)	檢測成果與原坐標反算之基線長度較差 (cm)			
		固定 M091	固定 M714	固定M806	固定 M917
M091-M714	15.7	-3.9	-2.8	-2.8	-2.8
M091-M806	23.2	-2.7	-3.3	-3.3	-3.3
M091-M917	23.9	-2.0	-2.2	-2.2	-2.2
M714-M806	12.5	0.4	-1.1	-1.1	-1.1
M714-M917	12.6	0.2	-0.9	-0.9	-0.9
M806-M917	3.3	2.0	2.0	2.0	2.0

在表 27 所示之基線長度檢核成果中，用以做為基線長度較差大小判別使用之允許值，是依照第 39 頁所研擬 2 cm + 4 ppm 之二等點檢測精度標準而定之值。在基線長度之較差量方面，各組之基線皆能完全滿足二等精度之允許誤差範圍，若依一等點檢測精度標準來設定較差允許值，則其中基線 M806-M917 將超出允許值 1.6 cm 之門檻，將未能符合一等精度之檢測標準。

(三) 一三等衛星控制點檢測成果資料，其中進行觀測量精度檢核所需之閉合差分析列如表 28，檢測成果分析所使用之坐標差檢核及基線長度檢核則分別列如表 29 及表 30。

表 28 一三等衛星控制點閉合差分析

1. 閉合圈	M093-TI03-TJ08		2. 閉合圈	M093-TJ08-TJ62	
閉合圈 總邊長(m)	36769.139		閉合圈 總邊長(m)	20906.609	
項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)	項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)
dN	-0.002	-0.1	dN	-0.001	-0.1
dE	-0.023	-0.6	dE	-0.023	-1.1
dU	-0.009	-0.3	dU	-0.014	-0.7
3. 閉合圈	TI03-TJ08-TJ62		4. 閉合圈	M093-TI03-TJ62	
閉合圈 總邊長(m)	39002.099		閉合圈 總邊長(m)	35219.045	
項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)	項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)
dN	0.000	0.0	dN	0.000	-0.0
dE	-0.001	-0.0	dE	-0.001	-0.0
dU	-0.002	-0.0	dU	0.003	0.1

依照表 28 所示之各閉合圈差值所代表之該組 GPS 觀測資料品質可知，其閉合差對閉合圈總邊長之比數最大為 1.1 ppm，全系閉合圈之平均比數為 0.2 ppm。參照第 33 頁所摘列之相關觀測量檢核標準來看，最大之閉合比數 1.1 ppm 滿足一等精度要求，依此可判知此一 GPS 觀測網形之基線觀測品質應能滿足所需求標準之要求。

表 29 一三等衛星控制點坐標差檢核

原坐標	N (m)		E (m)	
M093	2621208.774		196054.916	
TI03	2629185.308		184225.199	
TJ08	2621819.936		200577.934	
TJ62	2629258.819		197061.306	
固定任一點位所求出之坐標及其與原坐標之差				
固定M093	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M093	2621208.774	196054.916	0.0	0.0
TI03	2629185.291	184225.211	-1.7	1.1
TJ08	2621819.934	200577.926	-0.2	-0.8
TJ62	2629258.810	197061.306	-0.9	0.0

固定TI03	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M093	2621208.791	196054.905	1.7	-1.1
TI03	2629185.308	184225.199	0.0	0.0
TJ08	2621819.952	200577.915	1.6	-1.9
TJ62	2629258.827	197061.295	0.8	-1.2
固定TJ08	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M093	2621208.776	196054.924	0.2	0.8
TI03	2629185.292	184225.218	-1.6	1.9
TJ08	2621819.936	200577.934	0.0	0.0
TJ62	2629258.812	197061.314	-0.7	0.8
固定TJ62	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M093	2621208.783	196054.916	0.9	0.0
TI03	2629185.300	184225.211	-0.8	1.1
TJ08	2621819.943	200577.926	0.7	-0.8
TJ62	2629258.819	197061.306	0.0	0.0

由表 29 所示之檢測點平差後坐標成果與原公告值之間的坐標分量較差值可知，固定各個不同點位所得之坐標較差量約在 0~2 cm 之間，平均值約 1 cm，滿足第 40 頁所研擬之一等衛星控制點坐標分量較差值不得大於 2.4 cm 之檢測標準。

表 30 一三等衛星控制點基線長度檢核

項目 基線	原坐標反算基線 長(m)	固定不同點位反算之基線長 (m)			
		固定 M093	固定 TI03	固定TJ08	固定 TJ62
M093-TI03	14267.701	14267.682	14267.682	14267.682	14267.682
M093-TJ08	4564.122	4564.114	4564.114	4564.114	4564.114
M093-TJ62	8112.709	8112.700	8112.700	8112.700	8112.700
TI03-TJ08	17934.900	17934.876	17934.876	17934.876	17934.876
TI03-TJ62	12836.317	12836.306	12836.306	12836.306	12836.306
TJ08-TJ62	8228.223	8228.213	8228.213	8228.213	8228.213
項目 基線	基線長度 較差允許值(cm)	檢測成果與原坐標反算之基線長度較差 (m)			
		固定 M093	固定 TI03	固定TJ08	固定 TJ62
M093-TI03	3.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
M093-TJ08	1.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
M093-TJ62	2.6	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
TI03-TJ08	4.6	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4

TI03-TJ62	3.6	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1
TJ08-TJ62	2.6	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0

在表 30 所示之基線長度檢核成果中，用以做為基線長度較差大小判別使用之允許值，是依照第 39 頁所研擬 1 cm + 2 ppm 之一等點檢測精度標準而定之值，在全部基線之基線長度較差量方面，將可完全滿足一等精度之允許誤差範圍。

(四) 二等衛星控制點檢測成果資料，其中進行觀測量精度檢核所需之閉合差分析列如表 31，檢測成果分析所使用之坐標差檢核及基線長度檢核則分別列如表 32 及表 33。

表 31 二等衛星控制點閉合差分析

1. 閉合圈			M328-M376-M915			2. 閉合圈			M376-M379-M915		
閉合圈總邊長(m)			51180.621			閉合圈總邊長(m)			53001.073		
分量	項目	各分量	比數(ppm)	項目	各分量	比數(ppm)	分量	各分量	比數(ppm)	分量	各分量
		閉合差(m)						閉合差(m)			
	dN	-0.002	-0.0		dN	0.000	0.0		dE	0.001	0.0
	dE	0.007	0.1		dE	0.001	0.0		dU	0.042	0.8
	dU	-0.034	-0.7		dU	0.042	0.8				
3. 閉合圈			M328-M376-M379			4. 閉合圈			M328-M379-M915		
閉合圈總邊長(m)			44048.610			閉合圈總邊長(m)			50735.896		
分量	項目	各分量	比數(ppm)	項目	各分量	比數(ppm)	分量	各分量	比數(ppm)	分量	各分量
		閉合差(m)						閉合差(m)			
	dN	0.004	0.1		dN	0.001	0.0		dE	0.000	-0.0
	dE	-0.006	-0.1		dE	0.000	-0.0		dU	-0.002	-0.0
	dU	0.074	1.7		dU	-0.002	-0.0				

依照表 31 所示之各閉合圈差值所代表之該組 GPS 觀測資料品質可知，其閉合差對閉合圈總邊長之比數最大為 1.7 ppm，全系閉合圈之平均比數為 0.3 ppm 參照第 33 頁所摘列之相關觀測量檢核標準來看，最大之閉合比數 1.7 ppm 可滿足一等精度要求，依此可判知此一 GPS 觀測網形之基線觀測品質應能滿足所需求精度之要求。

表 32 二等衛星控制點坐標差檢核

原坐標	N (m)	E (m)
-----	-------	-------

M328	2724489.926	230731.468		
M376	2723811.166	249517.722		
M379	2731796.293	245077.373		
M915	2712962.985	231778.105		
固定任一點位所求出之坐標及其與原坐標之差				
固定M328	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M328	2724489.926	230731.468	0.0	0.0
M376	2723811.171	249517.696	0.5	-2.6
M379	2731796.285	245077.354	-0.8	-1.9
M915	2712962.994	231778.094	0.9	-1.1
固定M376	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M328	2724489.922	230731.494	-0.4	2.6
M376	2723811.166	249517.722	0.0	0.0
M379	2731796.281	245077.380	-1.3	0.7
M915	2712962.989	231778.120	0.4	1.5
固定M379	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M328	2724489.934	230731.488	0.8	1.9
M376	2723811.179	249517.715	1.2	-0.7
M379	2731796.293	245077.373	0.0	0.0
M915	2712963.001	231778.113	1.6	0.8
固定M915	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M328	2724489.918	230731.479	-0.8	1.1
M376	2723811.162	249517.707	-0.4	-1.5
M379	2731796.277	245077.365	-1.6	-0.8
M915	2712962.985	231778.105	0.0	0.0

由表 32 所示之檢測點平差後坐標成果與原公告值之間的坐標分量較差值可知，固定各個不同點位所得之坐標較差量約在 0~3 cm 之間，平均值約 1 cm，滿足第 40 頁所研擬之一等衛星控制點坐標分量較差值不得大於 2.4 cm 之檢測標準。

表 33 二等衛星控制點基線長度檢核

項目 基線	原坐標反算基線 長(m)	固定不同點位反算之基線長 (m)			
		固定 M328	固定 M376	固定M379	固定 M915

M328-M376	18798.512	18798.486	18798.486	18798.486	18798.486
M328-M379	16099.316	16099.295	16099.295	16099.295	16099.295
M328-M915	11574.360	11574.351	11574.351	11574.351	11574.351
M376-M379	9136.682	9136.667	9136.667	9136.667	9136.667
M376-M915	20793.678	20793.663	20793.663	20793.663	20793.663
M379-M915	23055.672	23055.654	23055.654	23055.654	23055.654
項目 基線	基線長度	檢測成果與原坐標反算之基線長度較差 (cm)			
	較差允許值 (cm)	固定 M328	固定 M376	固定 M379	固定 M915
M328-M376	4.8	-2.6	-2.6	-2.6	-2.6
M328-M379	4.2	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1
M328-M915	3.3	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
M376-M379	2.8	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
M376-M915	5.2	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
M379-M915	5.6	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8

在表 33 所示之基線長度檢核成果中，用以做為基線長度較差大小判別使用之允許值，是依照第 39 頁所研擬 1 cm + 2 ppm 之一等點檢測精度標準而定之值，在全部基線之基線長度較差量方面，應能完全滿足一等精度之允許誤差範圍。

(五) 二三等衛星控制點檢測成果資料，其中進行觀測量精度檢核所需之閉合差分析列如表 34，檢測成果分析所使用之坐標差檢核及基線長度檢核則分別列如表 35 及表 36。

表 34 二三等衛星控制點閉合差分析

1. 閉合圈	M816-TI03-TJ08		2. 閉合圈	M816-TJ08-TJ62		
閉合圈 總邊長 (m)	36364.315		閉合圈 總邊長 (m)	22917.283		
項目 分量	各分量 閉合差 (m)	比數 (ppm)	項目 分量	各分量 閉合差 (m)	比數 (ppm)	
	dN	0.000		0.0	dN	0.000
	dE	0.000	0.0	dE	-0.008	-0.3
	dU	0.002	0.1	dU	-0.011	-0.5
3. 閉合圈	TI03-TJ08-TJ62		4. 閉合圈	M816-TI03-TJ62		
閉合圈 總邊長 (m)	39002.112		閉合圈 總邊長 (m)	31447.139		

分量	項目		分量	項目	
	各分量 閉合差 (m)	比數 (ppm)		各分量 閉合差 (m)	比數 (ppm)
dN	0.000	-0.0	dN	0.036	0.9
dE	-0.008	-0.3	dE	0.009	0.2
dU	-0.011	-0.5	dU	0.069	1.8

依照表 34 所示之各閉合圈差值所代表之該組 GPS 觀測資料品質可知，其閉合差對閉合圈總邊長之比數最大為 1.8 ppm，全系閉合圈之平均比數為 0.4 ppm。參照第 33 頁所摘列之相關觀測量檢核標準來看，最大之閉合比數 1.8 ppm 滿足一等精度要求，依此可判知此一 GPS 觀測網形之基線觀測品質應能滿足所需求精度之要求。

表 35 二三等衛星控制點坐標差檢核

原坐標	N (m)		E (m)	
M816	2622793.563		193390.798	
T103	2629185.308		184225.199	
TJ08	2621819.936		200577.934	
TJ62	2629258.819		197061.306	
固定任一點位所求出之坐標及其與原坐標之差				
固定M86	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M816	2622793.563	193390.798	0.0	0.0
T103	2629185.308	184225.209	-0.1	1.0
TJ08	2621819.938	200577.918	0.2	-1.6
TJ62	2629258.822	197061.302	0.3	-0.5
固定T103	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M816	2622793.564	193390.788	0.1	-1.0
T103	2629185.308	184225.199	0.0	0.0
TJ08	2621819.938	200577.908	0.2	-2.6
TJ62	2629258.822	197061.292	0.3	-1.4
固定TJ08	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M816	2622793.561	193390.814	-0.2	1.6
T103	2629185.306	184225.225	-0.2	2.6
TJ08	2621819.936	200577.934	0.0	0.0
TJ62	2629258.820	197061.318	0.1	1.2
固定TJ62	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
M816	2622793.560	193390.803	-0.3	0.4

T103	2629185.305	184225.213	-0.3	1.4
TJ08	2621819.935	200577.922	-0.1	-1.2
TJ62	2629258.819	197061.306	0.0	0.0

由表 35 所示之檢測點平差後坐標成果與原公告值之間的坐標分量較差值可知，固定各個不同點位所得之坐標較差量約在 0~3 cm 之間，平均值約 1 cm，滿足第 40 頁所研擬之一等衛星控制點坐標分量較差值不得大於 2.4 cm 之檢測標準。

表 36 二三等衛星控制點基線長度檢核

項目 基線	原坐標反算基 線長(m)	固定不同點位反算之基線長 (m)			
		固定 M816	固定 T103	固定TJ08	固定 TJ62
M816-T103	11174.185	11174.185	11174.185	11174.185	11174.185
M816-TJ08	7252.768	7252.768	7252.768	7252.768	7252.768
M816-TJ62	7434.525	7434.525	7434.525	7434.525	7434.525
T103-TJ08	17934.876	17934.876	17934.876	17934.876	17934.876
T103-TJ62	12836.303	12836.303	12836.303	12836.303	12836.303
TJ08-TJ62	8228.219	8228.219	8228.219	8228.219	8228.219

項目 基線	基線長度較差 允許值(cm)	檢測成果與原坐標反算之基線長度較差 (cm)			
		固定 M816	固定 T103	固定TJ08	固定 TJ62
M816-T103	3.2	-2.6	-2.6	-2.6	-2.6
M816-TJ08	2.5	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1
M816-TJ62	2.5	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
T103-TJ08	4.6	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
T103-TJ62	3.6	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
TJ08-TJ62	2.6	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8

在表 36 所示之基線長度檢核成果中，用以做為基線長度較差大小判別使用之允許值，是依照第 39 頁所研擬 1 cm + 2 ppm 之一等點檢測精度標準而定之值，在全部基線之基線長度較差量方面，應能完全滿足一等精度之允許誤差範圍。

(六) 三等衛星控制點檢測成果資料，其中進行觀測量精度檢核所需之閉合差分析列如表 37，檢測成果分析所使用之坐標差檢核及基線長度檢核則分別列如表 38 及表 39。

表 37 三等衛星控制點閉合差分析

1.閉合圈	L153-L167-L171		2.閉合圈	L153-L170-L171	
閉合圈 總邊長(m)	21742.250		閉合圈 總邊長(m)	20305.995	
項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)	項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)
dN	-0.005	-0.2	dN	0.016	0.8
dE	-0.021	-1.0	dE	-0.019	-0.9
dU	-0.045	-2.1	dU	0.009	0.4
3.閉合圈	L167-L170-L171		4.閉合圈	L153-L167-L170	
閉合圈 總邊長(m)	14372.823		閉合圈 總邊長(m)	14093.833	
項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)	項目 分量	各分量 閉合差(m)	比數(ppm)
dN	-0.007	-0.5	dN	-0.014	-0.9
dE	0.026	1.8	dE	-0.029	-2.0
dU	0.055	3.8	dU	-0.109	-7.7

依照表 37 所示之各閉合圈差值所代表之該組 GPS 觀測資料品質可知，其閉合差對閉合圈總邊長之比數介於 0.2~7.7 ppm 之間，全系閉合圈之平均比數為 1.8 ppm。參照第 33 頁所摘列之相關觀測量檢核標準來看，最大之閉合比數 7.7 ppm 僅可勉強符合 7.5 ppm 之三四等精度要求。

表 38 三等衛星控制點坐標差檢核

原坐標	N (m)	E (m)
L153	2669810.626	223224.957
L167	2665641.059	221371.817
L170	2666164.593	218141.125
L171	2665219.011	214270.647

固定任一點位所求出之坐標及其與原坐標之差				
固定L153	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
L153	2669810.626	223224.957	0.0	0.0
L167	2665641.059	221371.817	-0.1	0.0
L170	2666164.592	218141.114	-0.1	-1.1
L171	2665219.010	214270.645	-0.1	-0.2
固定L167	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
L153	2669810.627	223224.957	0.0	0.0

L167	2665641.059	221371.817	0.0	0.0
L170	2666164.593	218141.114	0.0	-1.1
L171	2665219.010	214270.645	-0.1	-0.2
固定L170	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
L153	2669810.627	223224.968	0.1	1.1
L167	2665641.059	221371.828	0.0	1.1
L170	2666164.593	218141.125	0.0	0.0
L171	2665219.010	214270.656	-0.1	0.8
固定L171	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
L153	2669810.628	223224.959	0.1	0.2
L167	2665641.060	221371.819	0.1	0.2
L170	2666164.594	218141.117	0.1	-0.8
L171	2665219.011	214270.647	0.0	0.0

由表 38 所示之檢測點平差後坐標成果與原公告值之間的坐標分量較差值可知，固定各個不同點位所得之坐標較差量約在 0~1 cm 之間，平均值可小於 1 cm，滿足第 40 頁所研擬之一等衛星控制點坐標分量較差值不得大於 2.4 cm 之檢測標準。

表 39 三等衛星控制點基線長度檢核

項目 基線	原坐標反算基 線長(m)	固定不同點位反算之基線長 (m)			
		固定 L153	固定 L167	固定L170	固定 L171
L153-L167	4562.830	4562.83	4562.83	4562.83	4562.83
L153-L170	6256.109	6256.119	6256.118	6256.118	6256.118
L153-L171	10062.932	10062.935	10062.934	10062.934	10062.934
L167-L170	3272.836	3272.847	3272.847	3272.847	3272.847
L167-L171	7113.701	7113.703	7113.703	7113.703	7113.703
L170-L171	3984.310	3984.302	3984.302	3984.302	3984.302

項目 基線	基線長度較差 允許值(cm)	檢測成果與原坐標反算之基線長度較差 (cm)			
		固定 L153	固定 L167	固定L170	固定 L171
L153-L167	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
L153-L170	2.3	1.0	0.9	0.9	0.9
L153-L171	3.0	0.3	0.2	0.2	0.2
L167-L170	1.7	1.1	1.1	1.1	1.1
L167-L171	2.4	0.2	0.2	0.2	0.2
L170-L171	1.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8

在表 39 所示之基線長度檢核成果中，用以做為基線長度較差大小判別使用之允許值，是依照第 39 頁所研擬 1 cm + 2 ppm 之一等點檢測精度標準而定之值。在全部基線之基線長度較差量方面，應能完全滿足一等精度之允許誤差範圍。

(七) 一二三等衛星控制點檢核成果資料，其中進行觀測量精度檢核所需之閉合差分析列如表 40，檢測成果分析所使用之坐標差檢核及基線長度檢核則分別列如表 41 及表 42。

表 40 一二三等衛星控制點閉合差分析

1. 閉合圈			M046-M801-K089			2. 閉合圈			M046-K083-K089		
閉合圈總邊長(m)			41733.970			閉合圈總邊長(m)			38261.383		
分量	項目	各分量	比數(ppm)	項目	各分量	比數(ppm)	分量	項目	各分量	比數(ppm)	
		閉合差(m)						閉合差(m)			閉合差(m)
	dN	0.050	1.2		dN	0.004	0.1		dE	0.004	0.1
	dE	0.094	2.2		dE	0.004	0.1		dU	0.014	0.4
	dU	-0.025	-0.6		dU	0.014	0.4				
3. 閉合圈			M801-K083-K089			4. 閉合圈			M046-M801-K083		
閉合圈總邊長(m)			37121.641			閉合圈總邊長(m)			46716.809		
分量	項目	各分量	比數(ppm)	項目	各分量	比數(ppm)	分量	項目	各分量	比數(ppm)	
		閉合差(m)						閉合差(m)			閉合差(m)
	dN	-0.067	-1.8		dN	-0.021	-0.5		dE	-0.016	-0.3
	dE	-0.105	-2.8		dE	-0.016	-0.3		dU	-0.071	-1.5
	dU	-0.033	-0.9		dU	-0.071	-1.5				

依照表 40 所示之各閉合圈差值所代表之該組 GPS 觀測資料品質可知，其閉合差對閉合圈總邊長之比數介於 0.1~2.8 ppm 之間，全系閉合圈之相關平均比數為 0.5 ppm。參照第 33 頁所摘列之相關觀測量檢核標準來看，最大之閉合比數 2.8 ppm 可符合 5 ppm 之二等精度要求。

表 41 一二三等衛星控制點坐標差檢核

原坐標	N (m)	E (m)
K083	2718486.658	244085.005
K089	2715652.266	236643.590
M046	2721634.467	226147.419
M801	2730784.775	237391.305

固定任一點位所求出之坐標及其與原坐標之差				
固定K083	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
K083	2718486.658	244085.005	0.0	0.0
K089	2715652.261	236643.609	-0.5	1.9
M046	2721634.460	226147.446	-0.8	2.7
M801	2730784.753	237391.319	-2.2	1.4
固定K089	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
K083	2718486.663	244084.986	0.5	-1.9
K089	2715652.266	236643.590	0.0	0.0
M046	2721634.465	226147.427	-0.2	0.8
M801	2730784.758	237391.300	-1.7	-0.5
固定M046	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
K083	2718486.665	244084.978	0.7	-2.7
K089	2715652.268	236643.582	0.2	-0.8
M046	2721634.467	226147.419	0.0	0.0
M801	2730784.761	237391.292	-1.5	-1.3
固定M816	N (m)	E (m)	dN (cm)	dE (cm)
K083	2718486.680	244084.991	2.2	-1.4
K089	2715652.283	236643.595	1.7	0.5
M046	2721634.482	226147.432	1.5	1.3
M801	2730784.775	237391.305	0.0	0.0

由表 41 所示之檢測點平差後坐標成果與原公告值之間的坐標分量較差值可知，固定各個不同點位所得之坐標較差量可在 3 cm 以內，平均值可小於 1 cm，滿足第 40 頁所研擬之一等衛星控制點坐標分量較差值不得大於 2.4 cm 之檢測標準。

表 42 一二三等衛星控制點基線長度檢核

項目 基線	原坐標反算基 線長(m)	固定不同點位反算之基線長 (m)			
		固定 K083	固定 K089	固定M046	固定 M801
K083-K089	7962.941	7962.926	7962.926	7962.926	7962.926
K083-M046	18211.691	18211.663	18211.663	18211.663	18211.663
K083-M801	14001.761	14001.735	14001.735	14001.735	14001.735
K089-M046	12081.239	12081.231	12081.231	12081.231	12081.231
K089-M801	15150.970	15150.954	15150.954	15150.954	15150.954
M046-M801	14496.659	14496.639	14496.639	14496.639	14496.639
項目 基線	基線長度較差 允許值(cm)	檢測成果與原坐標反算之基線長度較差(cm)			
		固定 K083	固定 K089	固定M046	固定 M801

K083-K089	2.6	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
K083-M046	4.6	-2.8	-2.8	-2.8	-2.8
K083-M801	3.8	-2.6	-2.6	-2.6	-2.6
K089-M046	3.4	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
K089-M801	4.0	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
M046-M801	3.9	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0

在表 42 所示之基線長度檢核成果中，用以做為基線長度較差大小判別使用之允許值，是依照第 39 頁所研擬 $1 \text{ cm} + 2 \text{ ppm}$ 之一等點檢測精度標準而定之值，在全部基線之基線長度較差量方面，完全能符合一等精度之允許誤差範圍。

6-3-6 GPS 衛星定位測試成果分析

綜合前述各組 GPS 衛星定位測試資料之檢測成果，現將其相關精度檢核量整理如表 43，並將其與所研擬規範之適用情況列如表 44 所示。

表 43 GPS 衛星定位測量檢測成果之平均精度

測試網形	坐標差值	基線長度較差量
一等衛星控制網	14 cm	9 cm
一二等衛星控制網	3 cm	2 cm
一三等衛星控制網	1 cm	3 cm
二等衛星控制網	1 cm	2 cm
二三等衛星控制網	1 cm	2 cm
三等衛星控制網	1 cm	1 cm
三四等衛星控制網	1 cm	2 cm

表 44 GPS 衛星定位測量檢測規範適用性

測試網形	觀測量檢核	成果檢核	
		坐標較差	基線長度較差
一等衛星控制網	一等	三四等以下	一等

一二等衛星控制網	一等	二等	二等
一三等衛星控制網	一等	一等	一等
二等衛星控制網	一等	一等	一等
二三等衛星控制網	一等	一等	一等
三等衛星控制網	三四等	一等	一等
三四等衛星控制網	二等	一等	一等

由以上歸納整理之成果，可有以下幾點之說明：

- (1) 在一等衛星控制點檢測成果中，其坐標較差量之平均值高達 14 cm，顯然無法符合一等檢測精度標準。然而測試網之整體基線較差量卻仍能符合所研擬之一等精度標準，其原因極有可能是由於檢測點位出現同方向位移偏差量所形成的現象。
- (2) 由於 GPS 衛星定位測量具有直接求得點位三維坐標之特性，因此若採用檢測成果與原公告成果之間的坐標差值為判定檢測精度之標準，其在實務上當有其便利性，且可有效避免檢測點因同向等量位移，所可能導致其基線長度較差值無法真實反應點位位移的現象。
- (3) 由表 43 及表 44 中可看出，GPS 衛星定位測量之精度品質相當均勻可靠，其觀測量閉合精度與研擬之檢測成果精度間，相應之精度等級標準亦有頗佳之吻合度與適用性。且 GPS 定位測量之檢測成果，亦往往出現其可超越原點位精度等級之優異表現。

第七章 結論與建議

本研究蒐集多項國內外控制點測設之相關作業規範，經過其特色之比較分析，從而研擬出一組可適合於我國之基本控制點檢測作業規範及標準。為求驗證所研擬規範之適用性，研究過程中並收集傳統三角三邊、精密導線及 GPS 衛星定位測量等實際作業之觀測資料，並將資料依循標準處理程序以進行成果之計算與檢核，此項檢測所得之成果與探討之內容，現可歸納整理如以下之說明。

(一) 本研究已收集國內外有關基本控制點測設之各項作業標準及規範，其來源包括：我國、大陸、美國、澳洲、加拿大及紐西蘭等國。研擬內容所涵蓋之測量作業型態則包括：三角三邊測量、精密導線測量以及 GPS 衛星定位測量等。由於各國所制定之「測設」作業標準及規範有其時空與適用性等因素上之不同，因此本研究已針對其中與「檢測」作業具有較高相關性之內容進行探討，並對其間之異同點進行特色之分析說明，進而擬訂一組可適用於我國之基本控制點檢測作業程序與精度規範。

(二) 本研究針對控制點檢測作業，所研擬完成之計算成果檢核項目及規範，現整理摘列如下表：

項目		等級			
		一等	二等	三等	四等
三角三邊 測量	角度 較差量	6"	10"	10"	20"
	距離 較差比	1/200,000	1/40,000	1/20,000	1/10,000
精密導線 測量	方位角較差量 (N 為測段數)	$4" \cdot 0 \sqrt{N}$	$12" \cdot 0 \sqrt{N}$	$20" \cdot 0 \sqrt{N}$	$60" \cdot 0 \sqrt{N}$
	距離 較差比	1/200,000	1/40,000	1/20,000	1/10,000

GPS 衛星 定位測量	基線長度 較差量	1 cm + 2ppm	2 cm + 4ppm	3 cm + 6ppm	3 cm + 6ppm
	坐標分量 較差值	2.4 cm	5.0 cm	9.8 cm	9.8 cm

(三) 本研究所研擬之精度規範及標準，因參考之相關資料係以測設而非檢

測為重點，規範之作業程序及成果檢核標準係為研究之成果，提供為參考建議，業務單位實際運用檢測成果精度之規範檢核時，即需配合各類型測量作業所收集之實際觀測資料進行驗證及考量。測試過程係使用委託單位所使用之相關軟體程式進行計算，在進行檢測作業項目與點位精度等級之測試時，亦多加考量其資料之完整性，以獲致具有規範適用代表性之測試處理與分析成果。

（四） 從三角三邊測量之測試資料驗證成果得知，其檢測成果精度之角度較差量，可在測試網中出現較佳一致之變化幅度，但其對研擬規範標準之適用性卻略顯寬鬆。檢測成果精度之距離較差比，其在測試網中所出現之變化幅度較大，但仍可滿足較高精度等級之規範，當含有三等點位觀測資料時，則會出現觀測量檢核精度較低，但成果檢核精度卻有遠高於觀測精度之情形，顯示觀測量與成果檢核量之間的對應性仍有相當的調整空間。

（五） 從精密導線測量之測試資料驗證成果得知，較長之導線間距會出現較佳之觀測量檢核精度，角度較差量與距離較差比之間對應之精度等級也較為一致，然而觀測量與檢核成果精度等級間之對應性仍有所不足，二者間檢測精度規範之調整似仍有努力之空間。

（六） 從 GPS 衛星定位測量之測試資料驗證成果得知，其檢測成果精度之坐標較差量，因可有效避免點位同向位移之檢測盲點，而使其較基線長度較差值，更加適合做為其檢測精度判定之標準。此外，GPS 所呈現之檢測精度品質相當均勻，其觀測量閉合精度與成果檢核精度間之對應等級，亦有頗佳之吻合度與適用性。且 GPS 檢測之成果另可顯現，只要觀測精度維持一定之等級，其檢測成果當可有效超越原點位之精度等級。

（七） 在進行各項地籍測量前所實施之已知控制點檢測工作時，可依點位現況及適用時機，分別選擇適合之測量作業方法辦理檢測。由於 GPS 在實務應用上，具有觀測、計算與成果運用上之諸多優點，因此 GPS 應可參照其檢測作業方法之標準及規範，廣泛用來辦理各種精度等級三角點、精密導線點與衛星控制點等各型控制點之檢測作業。

（八） 控制測量為各項測量作業之根本，控制點檢測則為控制點資料後續利用之先期檢核程序。檢測作業之品質因攸關各項測量成果使用上之精確度、

穩定度及可靠度，故本項有關控制點檢測作業規範及標準之研擬，將對測量成果品質之保障具有重要之意義。

參考書目

1. 土地測量局 (1998) , 未登記土地清理測量作業手冊 , 台灣省政府地政處土地測量局。
2. 土地測量局 (2000) , 災區控制點檢測 , <http://www.lsb.gov.tw/> , 內政部土地測量局。
3. 土地測量局 (2000) , 建立 GPS 衛星測量接收儀檢校制度及設置檢校場 , 內政部土地測量局。
4. 土地測量局 (2000) , GPS 衛星控制測量平差計算訓練教材講義集 (中級班) , 內政部土地測量局。
5. 中國建築工業出版社 (1997) , 測量規範 , 工程建設標準規範分類彙編 , 中國建築工業出版社。
6. 內政部 (1975) , 地籍測量實施規則 (修正本) , 內政部。
7. 內政部 (1998) , 地籍測量實施規則 , 內政部。
8. 內政部 (2000) , 地籍測量圖根點補建作業手冊 , 內政部。
9. 地政處 (1995) , 台灣省三等控制點衛星測量作業手冊 , 台灣省政府地政處。
10. 朱子緯 (1995) , 土地測量學 , 徐氏基金會出版。
11. 湯德誠 (1996) , 控制網平差程式使用 , 內政部土地測量局。
12. 張嘉強 , 陳鴻智 , 蔡明達 (1998) , IGS 系列衛星星曆應用於 GPS 定位之成果分析 , 第 17 屆測量學術及應用研討會。
13. 曾清涼 , 儲慶美 (1999) , GPS 衛星測量原理與應用 , 成大衛星資訊研究中心 , 技術叢書 003 號 , 第二版。
14. 衛星測量中心 (1994) , 辦理一二等衛星控制點測量作業規範 , 內政部衛星測量中心。
15. 衛星測量中心 (1998) , 內政部衛星追蹤站及衛星控制點測量成果說明 , 內政部衛星測量中心。
16. 藍國華 (1996) , 台灣一等衛星控制網精度分析 , 國立成功大學測量研究所碩士論文 , 台南。
17. FGCC (1984) , Standards and Specifications for Geodetic Control Networks, Federal Geodetic Control Committee, USA.
18. FGCC (1989) , Geometric Geodetic Accuracy Standards and

Specifications for Using GPS Relative Positioning Techniques,
Federal Geodetic Control Committee, USA.

19. GSD (1992) , Guidelines and Specifications for GPS Surveys,
Geodetic Survey Division, Natural Resources Canada, Canada.
20. GSD (1996) , Accuracy Standards for Position, Geodetic Survey
Division, Geomatics Canada, Canada.
21. ICSM(1996), Standards and Practices for Control Surveys, Inter
- Government Advisory Committee on Surveying and Mapping,
Australia.
22. ICSM (1997) , Best Practice Guidelines Use of the GPS for
Surveying Applications, Inter - Government Advisory Committee
on Surveying and Mapping, Australia.
23. LINZ (1998) , GPS Guidelines for Geodetic Control Surveys, OSG
Standard 3, Office of Surveyor-General, Land Information New
Zealand, New Zealand.