



NLSC-107-30

# 107 年度空載光達校正場維護及小 像幅攝影系統航拍作業

## 工作總報告

主辦機關：內政部國土測繪中心

執行單位：自強工程顧問有限公司

中華民國 107 年 11 月 21 日

## 目錄

目錄 .....	i
圖目錄 .....	iii
表目錄 .....	v
附件目錄 .....	vi
摘要 .....	1
Abstract .....	2
前言 .....	3
第一章 工作項目 .....	4
1-1 辦理空載光達校正物參考值測量及維護作業 .....	4
1-2 無人飛行載具小像幅攝影系統測試航拍及空三解算作業 .....	6
1-3 研擬空載光達校正標維護作業須知及辦理教育訓練 .....	7
1-4 各式報告書 .....	8
第二章 空載光達校正物測量及維護 .....	9
2-1 全測站經緯儀測量 .....	9
2-2 參考值成果自我檢核 .....	14
2-3 107 年度第一次測量成果(107.03) .....	15
2-4 107 年度第二次測量成果(107.08) .....	26
2-5 研擬空載光達校正標維護標準作業須知 .....	38
2-6 教育訓練成果 .....	39
第三章 無人飛行載具測試航拍 .....	45
3-1 無人飛行載具及酬載規格 .....	45
3-2 航拍作業規劃 .....	46
3-3 影像處理及空三平差 .....	48
3-4 航拍成果說明 .....	51
3-5 模擬校正送件 .....	67
第四章 專案控管 .....	71
4-1 計畫人力配置 .....	71



4-2	各項作業辦理期程 .....	75
4-3	相關函文摘要表 .....	77
4-4	執行成本分析 .....	79
<b>第五章</b>	<b>檢討與建議 .....</b>	<b>82</b>
5-1	工作成果檢討 .....	82
5-2	後續執行建議 .....	84

## 圖目錄

圖 1-1	空載光達校正場.....	4
圖 1-2	航空測量攝影機校正場.....	6
圖 2-1	Leica TCR1105/1205(序號 632218/210050)全測站經緯儀.....	9
圖 2-2	全測站經緯儀測量工作照.....	9
圖 2-3	空載光達校正標(屋角點)測量及點雲成果範例圖(R07).....	10
圖 2-4	107 年度第一次測量現場工作照(1).....	15
圖 2-5	107 年度第一次測量現場工作照(2).....	16
圖 2-6	測站及測點網絡圖(R01).....	17
圖 2-7	測站及測點網絡圖(R02).....	17
圖 2-8	測站及測點網絡圖(R03).....	18
圖 2-9	測站及測點網絡圖(R04).....	18
圖 2-10	測站及測點網絡圖(R05).....	19
圖 2-11	測站及測點網絡圖(R06).....	19
圖 2-12	光達校正物基線較差管制圖(107 年度第一次).....	23
圖 2-13	107 年度第二次測量現場工作照(1).....	26
圖 2-14	107 年度第二次測量現場工作照(2).....	27
圖 2-15	測站及控制點網絡圖(R01).....	28
圖 2-16	測站及控制點網絡圖(R02).....	28
圖 2-17	測站及控制點網絡圖(R03、R07).....	29
圖 2-18	測站及控制點網絡圖(R04).....	29
圖 2-19	測站及控制點網絡圖(R05).....	30
圖 2-20	光達校正物基線較差管制圖(107 年度第二次).....	36
圖 2-21	參考值全組合基線長與前期成果較差分布(107 年度第一次).....	36
圖 2-22	參考值全組合基線長與前期成果較差分布(107 年度第二次).....	37
圖 2-23	空載光達校正標維護標準作業流程.....	38
圖 2-24	教育訓練照片.....	40
圖 2-25	Leica GSI 檔光線法計算範例工具示意圖.....	44
圖 3-1	UAS 航拍作業流程.....	46
圖 3-2	航拍規劃示意圖.....	47
圖 3-3	SfM 輔助小像幅攝影系統校正程序.....	48
圖 3-4	UAS 校正程序採用控制點配置圖.....	49
圖 3-5	Agisoft PhotoScan 專案(0607H300AT).....	50
圖 3-6	地面控制點像坐標量測.....	50
圖 3-7	UAS 測試航拍工作照(107.06.08).....	51
圖 3-8	原始曝光點導航坐標及姿態資訊(location.txt).....	53

圖 3-9	飛航軌跡及曝光點展點(location.kml).....	54
圖 3-10	像機率定報告範例(節錄).....	56
圖 3-11	像機參數檔範例(*.cam, LPS 格式).....	57
圖 3-12	PhotoScan 空中三角測量平差報告範例(地面控制點約制精度).....	58
圖 3-13	糾正後外方位參數(EO, ORIMA 格式) .....	59
圖 3-14	糾正後內方位參數(IO, Australis 格式).....	59
圖 3-15	透鏡畸變糾正前後影像比較.....	60
圖 3-16	糾正後透鏡畸變差參數折線圖(F).....	62
圖 3-17	糾正後透鏡畸變差參數折線圖(Cx) .....	62
圖 3-18	糾正後透鏡畸變差參數折線圖(Cy) .....	63
圖 3-19	糾正後透鏡畸變差參數折線圖(k1).....	63
圖 3-20	糾正後透鏡畸變差參數折線圖(k2).....	64
圖 3-21	糾正後透鏡畸變差參數折線圖(k3).....	64
圖 3-22	糾正後透鏡畸變差參數折線圖(p1).....	65
圖 3-23	糾正後透鏡畸變差參數折線圖(p2).....	65
圖 3-24	糾正後透鏡畸變差參數折線圖(b1).....	66
圖 3-25	糾正後透鏡畸變差參數折線圖(b2).....	66
圖 4-1	人力配置計畫.....	71
圖 4-2	計畫進度甘特圖.....	75
圖 4-3	經費比例分析.....	79

## 表目錄

表 2-1	校正標測量成果計算範例-觀測紀錄表 .....	11
表 2-2	校正標測量成果計算範例-光線法計算表 .....	12
表 2-3	校正標測量成果計算範例-校正物坐標成果計算表 .....	13
表 2-4	校正標測量成果計算範例-校正物坐標成果表 .....	13
表 2-5	空載光達校正物參考值地面測量作業檢核標準 .....	14
表 2-6	導線測量成果檢核 .....	20
表 2-7	導線/間接高程計算表(C005~C006) .....	20
表 2-8	導線/間接高程計算表(C001~A112) .....	21
表 2-9	導線/間接高程計算表(A089~A167) .....	21
表 2-10	坐標重複觀測差值(1/2) .....	22
表 2-11	坐標重複觀測差值(2/2) .....	23
表 2-12	與前期標準值成果比較 .....	24
表 2-13	校正物屋角編號及原始編號對照 .....	25
表 2-14	校正物成果計算表(107.03) .....	25
表 2-15	導線測量成果檢核 .....	31
表 2-16	導線/間接高程計算表(C005~C006) .....	31
表 2-17	坐標重複觀測差值(1/2) .....	32
表 2-18	坐標重複觀測差值(2/2) .....	33
表 2-19	標準值成果與前期比較 .....	34
表 2-20	參考值全組合基線長與前期成果較差(107 年度) .....	35
表 2-21	空載光達校正物參考值地面測量作業自我檢核成果 .....	37
表 2-22	空載光達校正物參考值測量作業實務操作課程配當表 .....	39
表 2-23	空載光達校正物參考值測量作業實務操作課程簽到簿 .....	41
表 2-24	教育訓練學員外業觀測紀錄表(手簿節錄) .....	42
表 2-25	教育訓練學員課程評分表 .....	43
表 3-1	ST-OneStart 定翼機規格 .....	45
表 3-2	規劃航拍參數 ( ST-OneStart + Sony A7RII + 35 mm ) .....	47
表 3-3	航拍影像繳交成果表 .....	52
表 3-4	像機參數及率定相關參數範例 .....	54
表 3-5	A7RII 像機原廠規格文件(節錄) .....	55
表 3-6	A7RII 各架次測試航拍之像機透鏡畸變差參數 .....	61
表 3-7	校正申請表(適用小像幅航拍攝影機) .....	67
表 3-8	小像幅航拍攝影機校正航拍成果表 .....	68
表 3-9	航拍授權紀錄 .....	69
表 3-10	小像幅攝影機校正航拍影像檢核紀錄表 .....	70

表 4-1	主要工作人員編組及工作項目 .....	74
表 4-2	各項工作異常狀況列管及因應對策表 .....	76
表 4-3	來往公文摘要表 .....	77
表 4-4	標價清單(契約) .....	79

## 附件目錄

- 附件 1.電子測距經緯儀外業觀測紀錄表及成果檢核表(107.03)
- 附件 2.電子測距經緯儀外業觀測紀錄表及成果檢核表(107.08)
- 附件 3.空載光達校正標維護標準作業須知手冊
- 附件 4.空載光達校正物參考值測量作業實務操作課程講義
- 附件 5.校正標點位紀錄
- 附件 6.LEICA GSI 格式原廠說明文件
- 附件 7.第 3 階段成果審查意見回覆與處理情形

## 摘要

內政部國土測繪中心為確保航空測繪技術之應用成果品質，自 100 年度起即積極發展航遙測感應器系統校正技術，本年度計畫旨在辦理空載光達校正物參考值測量及維護作業及其標準作業流程研擬，並辦理無人飛行載具小像幅攝影系統測試航拍及空三解算作業。

空載光達校正物參考值測量係採用電子測距經緯儀進行地面測量，坐標參考系統引測自航空攝影測量之校正標與控制點，是為航遙測感應器校正場的計畫擴充校正項目之一；無人飛行載具小像幅攝影系統之測繪應用亦已日趨成熟，本計畫將參考既有中、大像幅航空測量攝影機的校正程序，收集及測試航拍及空三解算成果，以提供測量儀器校正實驗室進行合適之校正方法研擬與驗證。

關鍵字：空載光達、無人飛行載具小像幅攝影系統、校正程序

## Abstract

To ensure the quality of the application of airborne mapping technology such as aerial photogrammetry and airborne Lidar, National Land Surveying and Mapping Center, Ministry of the Interior (NLSC) has been dedicated to developing the instrument calibration service for airborne sensor since 2009. The main mission of the project this year is focused on the reference value establishment for airborne Lidar calibration and a field-test flight for Unmanned Aircraft System (UAS) with full-frame aerial photogrammetry capability.

The standard operating procedures of reference value establishment for airborne Lidar calibration is based on field surveying using total station. The coordinate reference system is followed the control points and reference targets within the aerial photogrammetry calibration field, which are used for aerial camera calibration. Airborne Lidar calibration is one of the extensions of the airborne sensor calibration service. Since UAS mapping application has become more popular and even mature, a modification of full-frame aerial camera calibration takes large-frame and mid-frame camera calibration as reference. An UAS field-test photogrammetry flight and image undistortion process including aerial triangulation is delivered to Survey Instrument Calibration Laboratory (SICL) of NLSC to study and verify the calibration method and operating procedures.

Keyword: airborne Lidar, UAS and aerial photogrammetry, instrument calibration procedure

## 前言

內政部國土測繪中心（以下簡稱機關）為確保航空影像及測繪成果品質，機關自 100 年度起即積極發展航遙測感應器系統校正技術，至 103 年度完成南投縣南崗工業區內航空測量攝影機校正場建置、相關校正程序文件及驗證；另為提升航空測量攝影機校正公信力，103 年度辦理全國認證基金會（Taiwan Accreditation Foundation，TAF）校正項目認證申請前置作業，104 年度將「航空測量攝影機」校正項目納入機關測量儀器校正實驗室，並於 105 年 2 月 16 日通過全國認證基金會認證。

考量近年來無人飛行載具搭載小像幅攝影機系統（Unmanned Aircraft System，UAS）已運用於局部快速更新地形圖與正射影像，為確保 UAS 成果品質，本（107）年度除持續維持機關測量儀器校正實驗室（Survey Instrument Calibration Laboratory，SICL）航遙測感應器校正項目外，規劃辦理空載光達校正物參考值量測及維護、UAS 小像幅攝影系統測試航拍及空三解算等作業，以落實建立航遙測感應器系統校正制度，確保測繪成果品質。

# 第一章 工作項目

本計畫共包含四項主要工作項目，本章旨在說明各項工作項目之作業程序與方法：

1. 辦理空載光達校正物參考值測量及維護作業
2. 辦理無人飛行載具小像幅攝影系統測試航拍及空三解算作業
3. 研擬空載光達校正標維護作業須知及辦理教育訓練
4. 各式報告書

## 1-1 辦理空載光達校正物參考值測量及維護作業

### 1. 施測地點：

位於南投市南崗工業區本機關所設置之空載光達校正場，共計 7 個校正物(107 年度 8 月份新增 R07)，如下圖 1-1 所示。

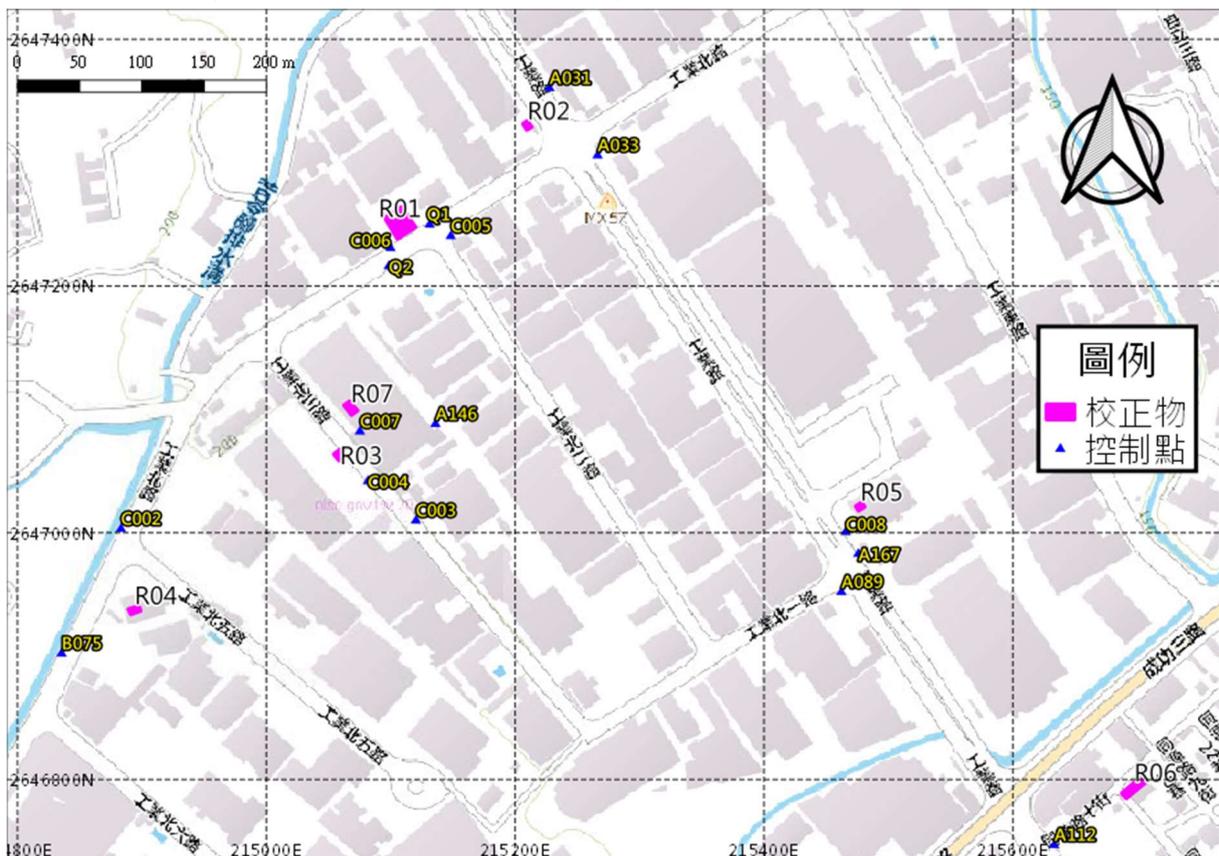


圖 1-1 空載光達校正場

## 2.施測方式：

使用電子測距經緯儀辦理地面測量，已知控制點坐標由機關提供，須自鄰近已知控制點利用附合導線及光線法引測校正物屋頂 4 個屋角坐標（如可登上屋頂且有緣牆者，需觀測內緣，不含牆高），每個屋頂的各屋角位置均須由至少 2 個不同測站重複辦理觀測，並由每個屋頂的 4 個屋角坐標計算算術平均值，作為該屋頂校正參考值坐標成果。廠商測量及解算結果，應符合空載光達校正物參考值檢核標準；且該次參考值坐標全組合基線長與前期坐標全組合基線長較差值，須介於 $\pm 40$  mm 之間，倘無法達到前開要求，廠商應分析研判可能問題點位，並針對影響問題點位者，重新辦理量測及解算作業。

## 3.施測期間：

107 年 2 至 3 月間辦理第 1 次測量，於 107 年 7 至 8 月間辦理第 2 次測量。

## 4.使用設備：

原則使用機關免費提供之工作標準件（電子測距經緯儀含配件及稜鏡），廠商應於施測前 2 週提出借用申請；倘因不可歸責於廠商之事情發生，致機關無法借用工作標準件，廠商應自備使用 2 年內經 TAF 認證實驗室出具校正報告並經審視可執行本案作業之工作標準件辦理，如因廠商自備使用設備致衍生其他費用或作業時程，不得爰引作為向本中心要求增加費用或作業期程。

## 5.繳交成果：

依機關提供格式填寫電子測距經緯儀外業觀測紀錄表、電子測距經緯儀測量成果檢核表。

## 1-2 無人飛行載具小像幅攝影系統測試航拍及空三解算作業

### 1. 航拍地點：

位於南投市南崗工業區本機關所設置之航空測量攝影機校正場(小校正場)，範圍約 620 m × 660 m，如下圖 1-2 所示。

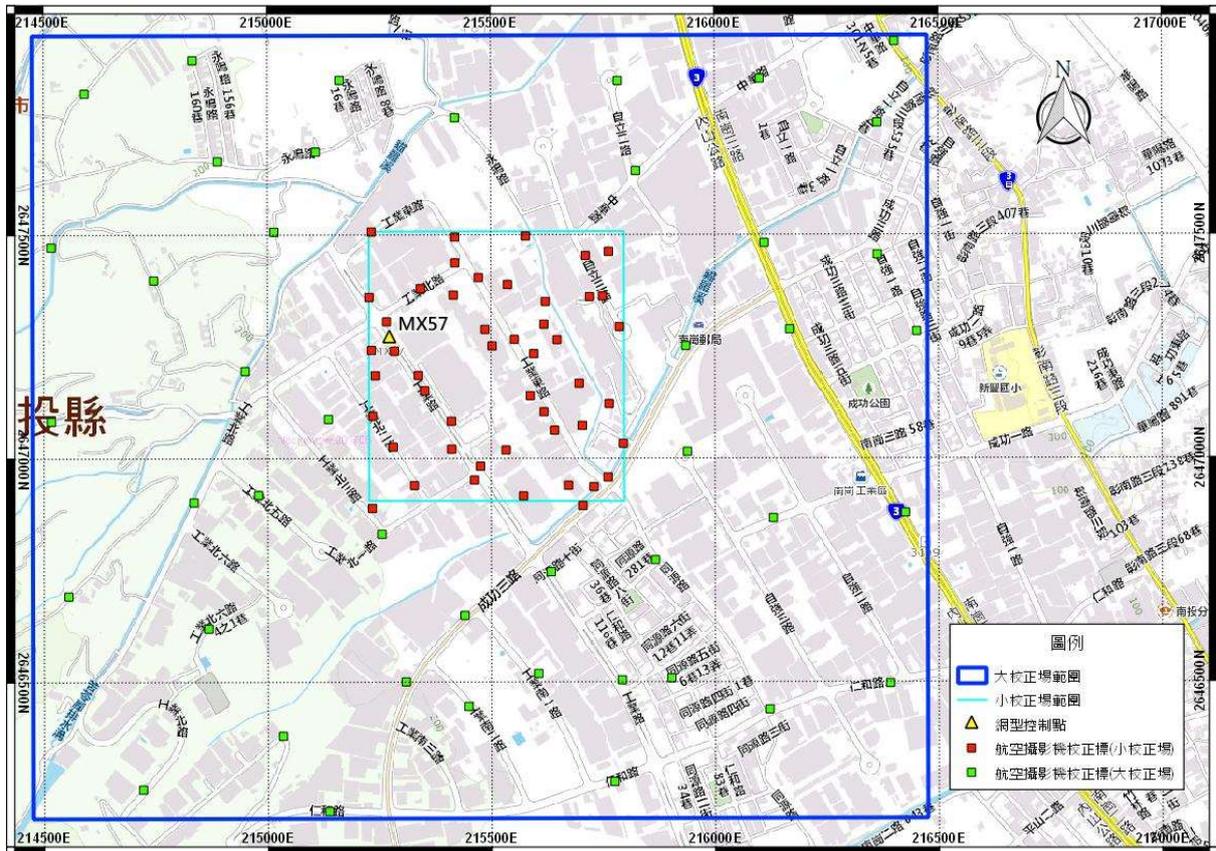


圖 1-2 航空測量攝影機校正場

### 2. 辦理方式：

- (1) 拍攝範圍應涵蓋小校正場全區，前後重疊率應達 80%，側向重疊率應達 60%，地面解析度 (GSD) 小於 10 cm，像片拍攝成果之重疊率誤差以不超過 5% 為原則，使場內所有校正標均滿足具有多重光束之條件。
- (2) 為了解內方位穩定度，需以相同飛航條件於同一日執行涵蓋南崗校正場 (小校正場) 之航拍任務 2 次。
- (3) 航線規劃內容須經機關審核後，據以辦理航拍。完成航拍後廠商須辦理空三平差解算，空三平差所需地面控制點坐標由機關提供。

### 3.使用設備：

- (1)使用定翼機載具。
- (2)像機固定焦距大於 20 mm 以上。
- (3)像機感應器元件尺寸：介於 20 mm × 15 mm 至 36 mm × 24 mm。

### 4.繳交成果：

包含航拍原始影像、任務執行紀錄及相關原始數據資料（含電子檔）、空中三角測量（含平差過程與檢核結果之電子檔）、像機參數（經自率法解算之結果）、經鏡頭畸變差糾正之航拍影像與其對應之內方位及像機原廠規格文件等成果。

## 1-3 研擬空載光達校正標維護作業須知及辦理教育訓練

- 1.辦理 1 場教育訓練，訓練時數至少 6 小時。訓練對象為機關中區測量隊人員，參訓人員至少 10 人，課程內容以空載光達校正物參考值測量作業流程為主，並須安排至南崗工業區空載光達校正場實地操作實習，實習所須儀器設備由廠商提供；另廠商須協助辦理課後評量並記錄成績，確保學員可輸出參考值成果，並能辦理自我檢核，以利機關後續對受訓人員予以考核授權。
- 2.廠商應提出教育訓練課程配當表，含課程內容、時數、地點、講師等，提供至少每位學員 1 份書面教材，並製作簽到簿，其中訓練所需講師、教材、餐飲、儀器設備及場地費用均由廠商負責。
- 3.將教育訓練內容編纂為標準作業須知手冊（含 Word 檔及 PDF 檔）。

## 1-4 各式報告書

### 1.工作會議：

機關於作業期間定期召開工作會議，並以每 1 個月 1 次為原則，廠商應指派計畫主持人或主要參與作業人員參加，由機關針對廠商各項工作辦理監督及檢查作業，並每月擇期召開工作會議，廠商應確實配合辦理，並依工作進度以書面通知機關據以辦理監督及檢核作業。

### 2.工作進度報告：

廠商應於決標次月起每個月 2 日前提出前一個月之工作執行書面報告交付機關檢查，內容包含預定及實際執行工作進度，作業與成果檢查情形，視需要提出工作協調事項及工作遭遇困難，並於召開工作會議時提出報告。

### 3.107 年度工作總報告：

內容至少包含以下項目

- (1)中英文摘要（含關鍵字）。
- (2)前言。
- (3)工作項目、內容、執行方法、情形及成果。
- (4)檢討與建議。
- (5)本年度各項作業辦理期程、人力與成本分析。
- (6)其他相關資料及附件（含各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形、相關函文及教育訓練辦理情形及簽到簿）。

### 4.提交之各期報告：

採 A4 雙面列印（加註書背），初稿應於封面加註初稿字樣，修正後完稿文件則不加註。

### 5.提送修正後各期報告：

各期報告經機關審查通過後，廠商應依審查意見修訂報告內容，並重新提送修正後報告至機關。

## 第二章 空載光達校正物測量及維護

### 2-1 全測站經緯儀測量

1. 採用 2 年內經 TAF 實驗室認證之工作標準件，如圖 2-1 所示為五秒讀之全測站經緯儀(電子測距)Leica TCR1105/1205。



圖 2-1 Leica TCR1105/1205(序號 632218/210050)全測站經緯儀

2. 以附合導線先行引測已知點並檢核觀測精度，平面及高程位置閉合比數應符合作業檢核標準，再行以光線法觀測屋角點；如可登上屋頂且有緣牆者，需觀測內緣，不含牆高，並應架設稜鏡以確保點位重複觀測之穩定性；無法登上屋頂者應確認十字絲瞄準之位置應與校正標維護作業須知載明處一致。



圖 2-2 全測站經緯儀測量工作照

3. 設置有可通視已知控制點點對之校正物(R02、R03、R04、R05、R07)，得不須進行附合導線引測，直接採用衛星測量加密控制點成果進行光線法觀測。



圖 2-3 空載光達校正標(屋角點)測量及點雲成果範例圖(R07)

4. 成果計算與檢核：校正標測量成果計算範例如表 2-1 至 2-4 所示，每個屋頂的各屋角位置均須由至少 2 個不同測站重複辦理觀測，並由每個屋頂的 4 個屋角坐標計算算術平均值，作為該屋頂校正參考值坐標成果(範例為 107 年度第二次測量成果)。

表 2-1 校正標測量成果計算範例-觀測紀錄表

儀器	Leica TS02		序號	1313659	日期	107.07.24		天氣	晴		
記簿者	游勝宇		觀測者	林文凱	檢查者	李明軒					
測站	標定點	前視點	檢查別	鏡位	水平角	平均值	天頂距	平均值	斜距	平均值	備註
儀器高	(後視)	後鏡高			讀數	較差	讀數	較差	讀數	較差	
A031	A033	R02-1		正鏡	216.12.44	216.12.48	85.22.03	85.22.08	36.111	36.111	
1.532		1.450		倒鏡	36.12.53	0.00.09	274.37.46	0.00.11	36.111	0.000	
A031	A033	R02-2		正鏡	208.05.31	208.05.25	85.32.29	85.32.25	38.562	38.562	
1.532		1.450		倒鏡	28.05.18	-0.00.13	274.27.39	-0.00.08	38.562	0.000	
A031	A033	R02-4		正鏡	204.38.16	204.38.16	85.05.45	85.05.40	34.827	34.827	
1.532		1.450		倒鏡	24.38.16	0.00.00	274.54.24	-0.00.09	34.826	-0.001	
A031	A033	R02-3		正鏡	213.37.03	213.36.59	84.43.02	84.43.02	32.075	32.075	
1.532		1.450		倒鏡	33.36.54	-0.00.09	275.16.58	0.00.00	32.075	0.000	
A033	A031	R02-1		正鏡	293.04.37	293.04.34	88.31.28	88.31.32	65.170	65.170	
1.547		1.450		倒鏡	113.04.32	-0.00.05	271.28.25	0.00.07	65.170	0.000	
A033	A031	R02-2		正鏡	289.59.43	289.59.44	88.19.56	88.19.56	60.446	60.446	
1.547		1.450		倒鏡	109.59.46	0.00.03	271.40.04	-0.00.00	60.446	0.000	
A033	A031	R02-4		正鏡	293.26.10	293.26.16	88.16.44	88.16.42	57.941	57.941	
1.547		1.450		倒鏡	113.26.21	0.00.11	271.43.20	-0.00.04	57.941	0.000	
A033	A031	R02-3		正鏡	296.24.13	296.24.06	88.05.13	88.05.05	62.949	62.949	
1.547		1.835		倒鏡	116.24.00	-0.00.13	271.55.02	-0.00.15	62.949	0.000	
C006	C005	R01-2		正鏡	32.42.21	32.42.18	71.24.50	71.24.46	8.941	8.940	
1.565		0.000		倒鏡	212.42.15	-0.00.06	288.35.18	-0.00.08	8.939	-0.002	
C006	C005	R01-1		正鏡	344.24.31	344.24.25	83.38.00	83.37.58	25.682	25.683	
1.565		0.000		倒鏡	164.24.19	-0.00.12	276.22.04	-0.00.04	25.683	0.001	
Q2	C006	R01-2		正鏡	15.15.11	15.15.14	84.13.14	84.13.11	22.762	22.764	
1.539		0.000		倒鏡	195.15.17	0.00.06	275.46.52	-0.00.06	22.765	0.003	
Q2	C006	R01-1		正鏡	352.01.50	352.01.55	86.41.50	86.41.51	39.733	39.752	
1.539		0.000		倒鏡	172.02.01	0.00.11	273.18.07	0.00.03	39.770	0.037	
Q1	Q2	R01-4		正鏡	257.37.12	257.37.04	72.47.06	72.47.07	14.272	14.271	
1.551		0.000		倒鏡	77.36.57	-0.00.15	287.12.52	0.00.02	14.269	-0.003	
Q1	Q2	R01-3		正鏡	300.22.00	300.22.05	81.38.24	81.38.25	29.034	29.030	
1.551		0.000		倒鏡	120.22.10	0.00.10	278.21.35	0.00.01	29.025	-0.009	
C005	Q1	R01-4		正鏡	281.58.30	281.58.36	81.09.44	81.09.44	31.278	31.258	
1.540		0.000		倒鏡	101.58.43	0.00.13	278.50.15	0.00.01	31.237	-0.041	
C005	Q1	R01-3		正鏡	299.47.41	299.47.43	84.17.40	84.17.36	48.237	48.242	
1.540		0.000		倒鏡	119.47.44	0.00.03	275.42.27	-0.00.07	48.247	0.010	
C007	A146	R07-1		正鏡	249.06.29	249.06.30	82.17.38	82.17.39	20.518	20.518	
1.587		1.450		倒鏡	69.06.31	0.00.02	277.42.20	0.00.02	20.518	0.000	
C007	A146	R07-2		正鏡	233.32.15	233.32.12	82.03.29	82.03.33	20.031	20.031	
1.587		1.450		倒鏡	53.32.08	-0.00.07	277.56.22	0.00.09	20.031	0.000	
C007	A146	R07-3		正鏡	244.57.25	244.57.26	84.42.21	84.42.22	29.718	29.718	
1.587		1.450		倒鏡	64.57.28	0.00.03	275.17.36	0.00.03	29.718	0.000	
C007	A146	R07-4		正鏡	234.21.54	234.21.53	84.34.21	84.34.25	29.363	29.363	
1.587		1.450		倒鏡	54.21.51	-0.00.03	275.25.31	0.00.08	29.363	0.000	
A146	C007	R07-1		正鏡	15.32.29	15.32.30	83.50.05	83.50.10	71.304	71.304	
1.530		1.450		倒鏡	195.32.30	0.00.01	276.09.46	0.00.09	71.304	0.000	
A146	C007	R07-2		正鏡	12.21.10	12.21.05	84.07.37	84.07.34	74.962	74.962	
1.530		1.450		倒鏡	192.21.00	-0.00.10	275.52.28	-0.00.05	74.962	0.000	
A146	C007	R07-3		正鏡	20.00.57	20.00.59	84.25.23	84.25.25	78.679	78.680	
1.530		1.450		倒鏡	200.01.00	0.00.03	275.34.33	0.00.04	78.680	0.001	

表 2-2 校正標測量成果計算範例-光線法計算表

測站	後視	前視	坐標計算						
			平距	橫向差	縱向差	高差	E	N	Z
A031	A033	R02-1	35.993	-21.266	-29.039	2.998	215206.308	2647331.389	201.831
A031	A033	R02-2	38.445	-18.104	-33.916	3.081	215209.470	2647326.512	201.914
A031	A033	R02-4	34.699	-14.467	-31.539	3.060	215213.107	2647328.889	201.893
A031	A033	R02-3	31.939	-17.684	-26.597	3.035	215209.890	2647333.831	201.868
A033	A031	R02-1	65.148	-59.933	25.541	1.774	215206.310	2647331.394	201.842
A033	A031	R02-2	60.420	-56.776	20.667	1.856	215209.467	2647326.520	201.924
A033	A031	R02-4	57.915	-53.134	23.041	1.838	215213.109	2647328.894	201.906
A033	A031	R02-3	62.914	-56.349	27.981	1.816	215209.894	2647333.834	201.884
C006	C005	R01-2	8.474	4.579	7.131	4.415	215104.355	2647237.822	213.926
C006	C005	R01-1	25.524	-6.861	24.585	4.413	215092.915	2647255.276	213.924
Q2	C006	R01-2	22.648	5.966	21.848	3.832	215104.340	2647237.819	213.923
Q2	C006	R01-1	39.685	-5.488	39.304	3.829	215092.886	2647255.275	213.920
Q1	Q2	R01-4	13.631	-13.314	-2.921	5.774	215118.021	2647246.803	213.954
Q1	Q2	R01-3	28.721	-24.778	14.524	5.772	215106.557	2647264.248	213.952
C005	Q1	R01-4	30.886	-30.216	6.397	6.342	215118.004	2647246.793	213.962
C005	Q1	R01-3	48.003	-41.667	23.835	6.337	215106.553	2647264.231	213.957
C007	A146	R07-1	20.333	-9.115	18.175	2.888	215066.101	2647100.166	238.003
C007	A146	R07-2	19.839	-13.328	14.695	2.904	215061.888	2647096.686	238.019
C007	A146	R07-3	29.591	-15.146	25.421	2.879	215060.070	2647107.412	237.994
C007	A146	R07-4	29.231	-19.323	21.934	2.914	215055.893	2647103.925	238.029
A146	C007	R07-1	70.892	-69.858	12.065	7.736	215066.094	2647100.165	238.006
A146	C007	R07-2	74.568	-74.072	8.582	7.752	215061.880	2647096.682	238.022
A146	C007	R07-3	78.307	-75.890	19.307	7.726	215060.062	2647107.407	237.996
A146	C007	R07-4	81.615	-80.068	15.816	7.761	215055.884	2647103.916	238.031
A089	C008	R05-2	68.074	15.572	66.269	5.528	215477.774	2647018.153	200.454
A089	C008	R05-4	71.948	20.062	69.094	5.543	215482.264	2647020.978	200.469
A089	C008	R05-3	75.002	17.672	72.890	5.531	215479.874	2647024.774	200.457
A089	C008	R05-1	71.279	13.183	70.049	5.546	215475.385	2647021.933	200.472
C008	A089	R05-1	23.493	9.707	21.394	4.335	215475.390	2647021.922	200.487
C008	A089	R05-2	21.374	12.096	17.622	4.309	215477.779	2647018.150	200.461
C008	A089	R05-4	26.319	16.581	20.439	4.327	215482.264	2647020.967	200.479
C008	A089	R05-3	28.087	14.198	24.234	4.318	215479.881	2647024.762	200.470
C004	C003	R03-1	36.038	-28.317	22.291	2.411	215053.262	2647063.989	225.039
C004	C003	R03-2	29.359	-23.914	17.031	2.511	215057.665	2647058.729	225.139
C004	C003	R03-4	28.452	-18.953	21.220	2.430	215062.626	2647062.918	225.058
C004	C003	R03-3	35.284	-23.285	26.510	2.294	215058.294	2647068.208	224.922
C003	C004	R03-3	85.128	-61.914	58.425	0.319	215058.285	2647068.209	224.906
C003	C004	R03-4	78.354	-57.583	53.137	0.455	215062.616	2647062.921	225.042
C003	C004	R03-2	79.418	-62.543	48.945	0.533	215057.656	2647058.729	225.120
C003	C004	R03-1	86.141	-66.948	54.205	0.435	215053.251	2647063.989	225.022
C002	B075	R04-3	61.973	10.193	-61.129	15.825	214893.312	2646941.976	244.177
C002	B075	R04-4	66.352	11.500	-65.348	15.861	214894.619	2646937.757	244.213
C002	B075	R04-2	67.900	3.770	-67.795	15.845	214886.889	2646935.310	244.197
C002	B075	R04-1	63.418	2.367	-63.374	15.775	214885.486	2646939.731	244.127

**表 2-3 校正標測量成果計算範例-校正物坐標成果計算表**

點號	E	N	Z	校正物編號
R02-1	215206.309	2647331.392	201.837	R02
R02-2	215209.469	2647326.516	201.919	R02
R02-4	215213.108	2647328.892	201.900	R02
R02-3	215209.892	2647333.833	201.876	R02
R01-2	215104.348	2647237.821	213.925	R01
R01-1	215092.901	2647255.276	213.922	R01
R01-4	215118.013	2647246.798	213.958	R01
R01-3	215106.555	2647264.240	213.955	R01
R07-1	215066.098	2647100.166	238.005	R07
R07-2	215061.884	2647096.684	238.021	R07
R07-3	215060.066	2647107.410	237.995	R07
R07-4	215055.889	2647103.921	238.030	R07
R05-2	215477.777	2647018.152	200.458	R05
R05-4	215482.264	2647020.973	200.474	R05
R05-3	215479.878	2647024.768	200.464	R05
R05-1	215475.388	2647021.928	200.480	R05
R03-1	215053.257	2647063.989	225.031	R03
R03-2	215057.661	2647058.729	225.130	R03
R03-4	215062.621	2647062.920	225.050	R03
R03-3	215058.290	2647068.209	224.914	R03
R04-3	214893.314	2646941.985	244.172	R04
R04-4	214894.624	2646937.764	244.209	R04
R04-2	214886.889	2646935.311	244.191	R04
R04-1	214885.488	2646939.735	244.128	R04

**表 2-4 校正標測量成果計算範例-校正物坐標成果表**

校正物編號	E	N	Z	備註
R01	215105.454	2647251.033	213.940	
R02	215209.694	2647330.158	201.883	
R03	215057.957	2647063.462	225.031	
R04	214890.079	2646938.699	244.175	
R05	215478.826	2647021.455	200.469	
R07	215060.984	2647102.045	238.013	

## 2-2 參考值成果自我檢核

各次空載光達校正物參考值地面測量作業應依表 2-5 之標準進行自我檢核(適用架設稜鏡以光線法直接觀測者)，以確保成果之正確性；歷次空載光達校正物參考值可計算各光達校正物相互間之基線長，並以基線長較差進行管制圖繪製。

表 2-5 空載光達校正物參考值地面測量作業檢核標準

項目	作業規定或精度需求
1.水平角正倒鏡較差	$\leq 20''$
2.垂直角正倒鏡較差	$\leq 20''$
3.斜距正倒鏡較差	$\leq 2 \text{ mm}$
4.重複觀測點位較差	平面 $\leq 30 \text{ mm}$ 高程 $\leq 30 \text{ mm}$
5.參考值全組合基線長與前期成果較差	$-40 \text{ mm} \leq \text{較差} \leq 40 \text{ mm}$

測繪中心於 107 年 6 月 1 日修改空載光達校正作業程序，校正物由原本 6 個調整為 4 個，其中 R01 因無法登頂架設稜鏡、R02 因平坦度不符條件、R06 需進入民宅且無法登頂而廢止 3 處，另新設 R07 一處，共計 4 處。本公司依測繪中心指示，依最新版本之作業程序辦理現役 4 處校正物之參考值量測並予以自我檢核；惟為維持契約辦理數量仍辦理 R01 及 R02 校正物之觀測，因此兩處校正物觀測方式係依照前版本作業程序辦理，考量觀測方式不同，目前自我檢核標準恐不適用，僅提供計算成果做為測繪中心參考使用。

## 2-3 107 年度第一次測量成果(107.03)

### 1. 現場工作照

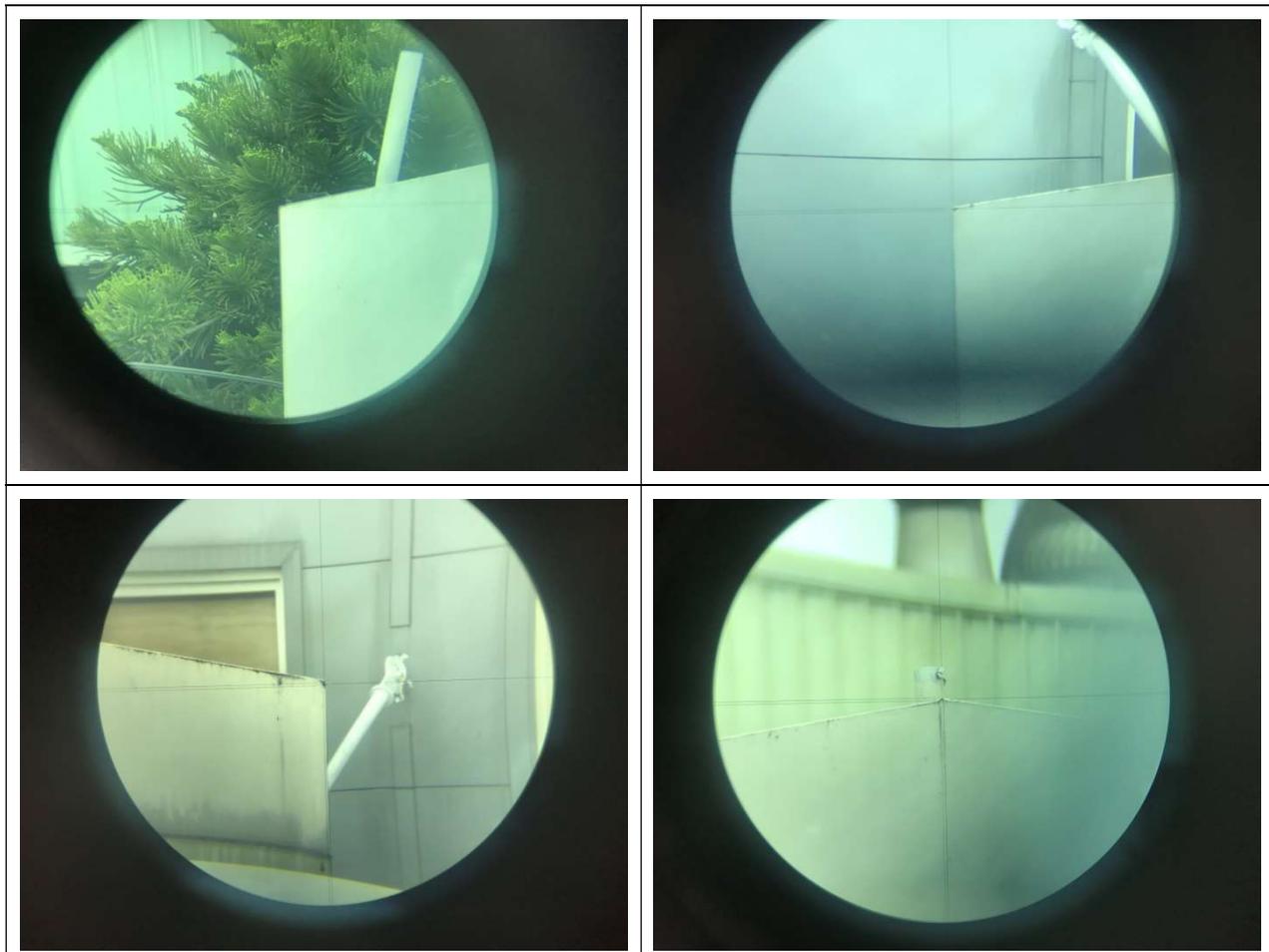


測試使用測繪中心提供工作標準件(Sokkia)



無法登頂之屋頂(R01/R06)採用 Leica TCR1205

圖 2-4 107 年度第一次測量現場工作照(1)



無法登頂之屋頂(R01)採用 Leica TCR1205 雷射測距直接觀測



可登頂之屋角應架設稜鏡進行觀測

圖 2-5 107 年度第一次測量現場工作照(2)

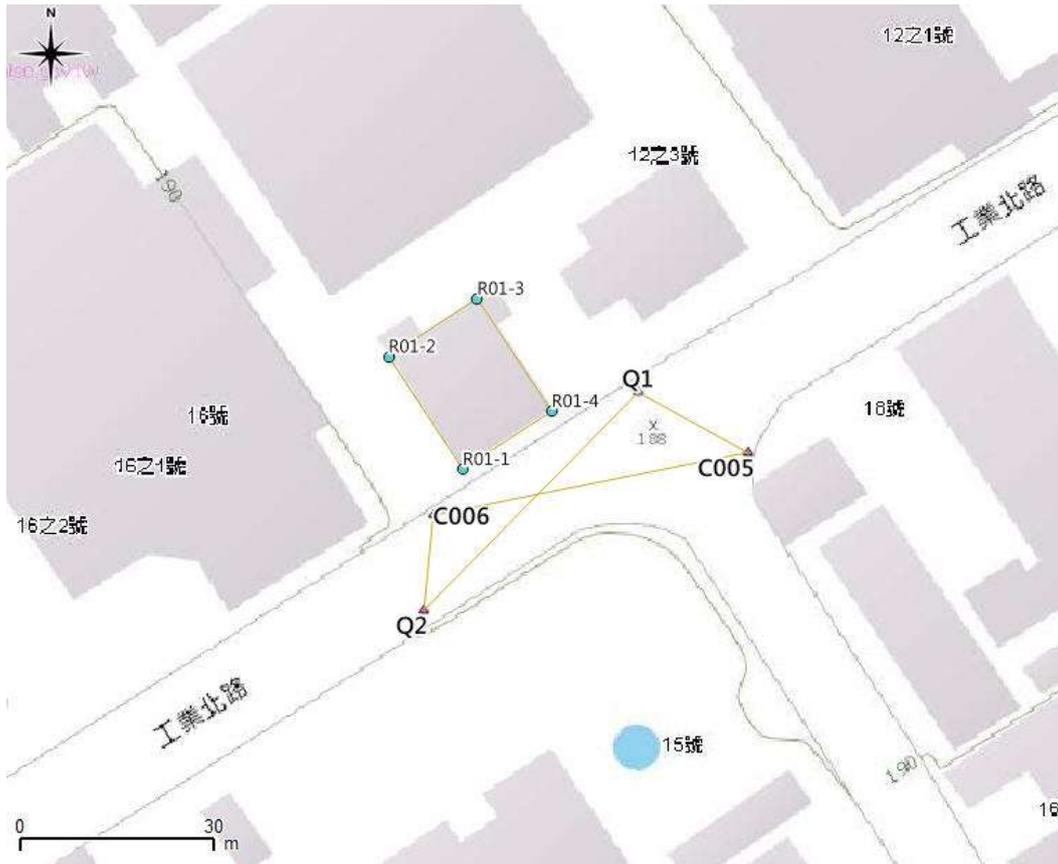


圖 2-6 測站及測點網絡圖(R01)



圖 2-7 測站及測點網絡圖(R02)



圖 2-8 測站及測點網絡圖(R03)



圖 2-9 測站及測點網絡圖(R04)

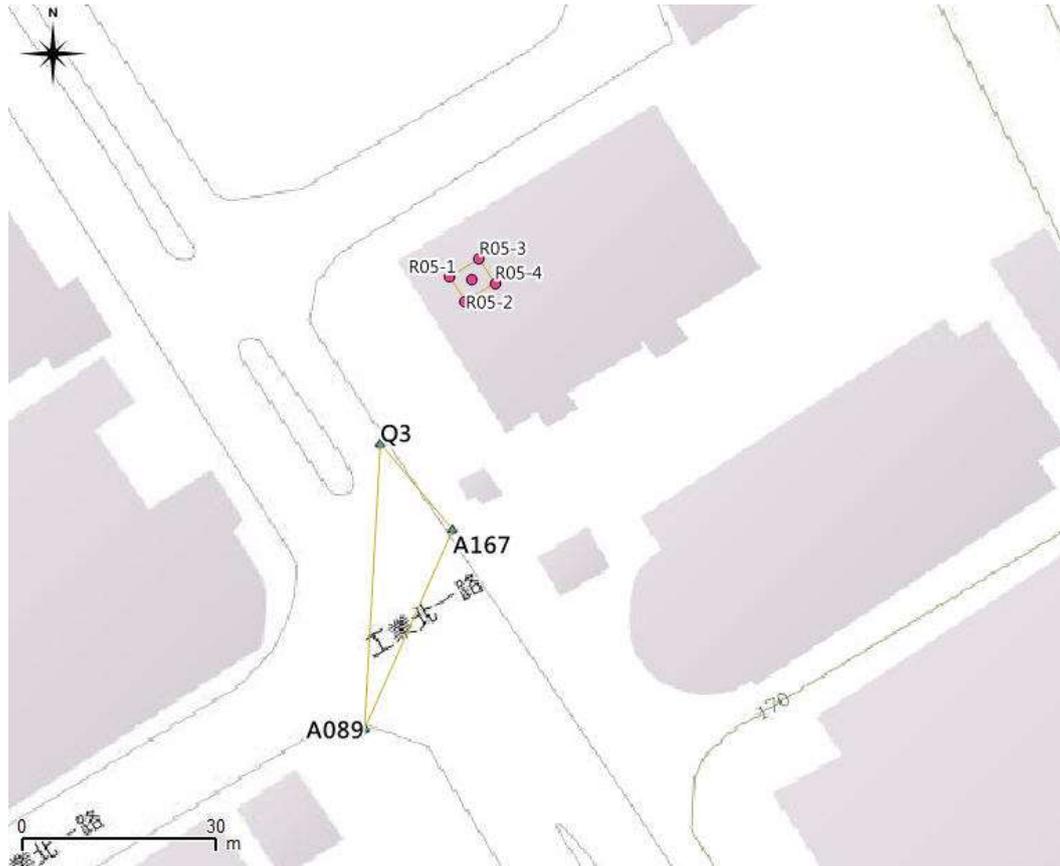


圖 2-10 測站及測點網絡圖(R05)



圖 2-11 測站及測點網絡圖(R06)

## 2. 成果自主檢核

導線測量成果檢核如表 2-6 所示，觀測手簿、導線計算及間接高程計算表詳參閱附件 1。

表 2-6 導線測量成果檢核

導線起迄點	平面閉合比	高程閉合比	角度觀測量 改正數最大值	距離觀測量 改正數最大值
C005~C006	1/3005	1/2084	-6"	16 mm
C001~A112	1/8062	1/58799	6"	8 mm
A089~A167	1/18201	1/6853	0"	2 mm

表 2-7 導線/間接高程計算表(C005~C006)

點號	折角	方位角	邊長	縱距	橫距	縱座標(N)	橫座標(E)
C006						2647230.691	215099.776
C005	-6	78.40.18	49.407	0.000	0.000	2647240.396	215148.220
	40.15.11	298.55.23	19.286	9.705	48.444		
Q1	-6	224.20.41	47.193	0.001	0.006	2647249.724	215131.346
	105.25.24			9.327	-16.880		
Q2	-6	5.25.21	14.780	0.002	0.016	2647215.976	215098.375
	321.04.46			-33.750	-32.987		
C006	-5	78.40.18	49.407	0.001	0.005	2647230.691	215099.776
	253.15.02			14.714	1.397		
C005				0.000	0.000	2647240.396	215148.220
				9.705	48.444		

點號	觀測高差		平均值	距離	平差改正數	平差後高差	高程
	$\Delta h$			$D_i$	$\Delta i = P * D_i$	$\Delta h + \Delta i$	
C005	M		M	M	M	M	207.620
	往	0.573	0.570	19.286	-0.009	0.561	
Q1	返	-0.567					1.931
	往	1.934					
Q2	返	-1.929	-0.571	14.780	-0.007	-0.578	210.089
	往	-0.568					
C006	返	0.574					209.511
	往						

**表 2-8 導線/間接高程計算表(C001~A112)**

點號	折角	方位角	邊長	縱距	橫距	縱座標(N)	橫座標(E)
A112						2646746.831	215633.345
C001	6	46.05.55	117.500	0.000	0.000	2646828.308	215718.008
	359.01.27			81.477	84.663		
Q4	6	225.07.28	9.155	0.001	0.000	2646821.850	215711.520
	182.51.24			-6.459	-6.488		
Q5	6	227.58.58	65.758	0.008	0.004	2646777.843	215662.670
	175.24.45			-44.015	-48.854		
A112	6	223.23.49	42.685	0.004	0.002	2646746.831	215633.345
	2.42.00			-31.016	-29.327		
C001	6	46.05.55	117.500	0.000	0.000	2646828.308	215718.008
				81.477	84.663		

點號	觀測高差		平均值	距離	平差改正數	平差後高差	高程
	$\Delta h$			$D_i$	$\Delta i = P * D_i$	$\Delta h + \Delta i$	
C001	M		M	M	M	M	179.211
	往	0.688	0.687	9.155	0.000	0.687	
Q4	返	-0.687					4.518
	往	4.518					
Q5	返	-4.519	3.812	42.685	-0.001	3.811	184.416
	往	3.813					
A112	返	-3.811					188.227
	往						

**表 2-9 導線/間接高程計算表(A089~A167)**

點號	折角	方位角	邊長	縱距	橫距	縱座標(N)	橫座標(E)
A167						2646982.785	215475.816
A089	0	203.46.33	33.766	0.000	0.000	2646951.885	215462.203
	339.23.58			-30.900	-13.613		
Q3	0	3.10.31	44.301	-0.002	0.000	2646996.116	215464.657
	316.53.18			44.233	2.454		
A167	0	140.03.49	17.384	-0.001	-0.001	2646982.785	215475.816
	243.42.44			-13.330	11.160		
A089		203.46.33	33.766	0.000	0.000	2646951.885	215462.203
				-30.900	-13.613		

點號	觀測高差		平均值	距離	平差改正數	平差後高差	高程
	$\Delta h$			$D_i$	$\Delta i = P * D_i$	$\Delta h + \Delta i$	
A089	M		M	M	M	M	194.943
	往	0.914	0.911	44.301	-0.006	0.905	
Q3	返	-0.907					-0.690
	往	-0.689					
A167	返	0.691					195.155
	往						

表 2-10 坐標重複觀測差值(1/2)

點號	觀測值			重複觀測差值		
	N	E	Z	dN	dE	dZ
R01-1	2647255.294	215092.885	213.922	-	-	-
R01-1	2647255.272	215092.915	213.915	-0.022	0.03	-0.007
R01-2	2647237.814	215104.338	213.925	-	-	-
R01-2	2647237.823	215104.355	213.919	0.009	0.017	-0.006
R01-3	2647264.262	215106.56	213.953	-	-	-
R01-3	2647264.26	215106.575	213.951	-0.002	0.015	-0.002
R01-4	2647246.81	215118.01	213.964	-	-	-
R01-4	2647246.811	215118.028	213.954	0.001	0.018	-0.01
R02-1	2647331.377	215206.29	201.84	-	-	-
R02-1	2647331.379	215206.288	201.843	0.002	-0.002	0.003
R02-2	2647326.492	215209.465	201.922	-	-	-
R02-2	2647326.498	215209.458	201.925	0.006	-0.007	0.003
R02-3	2647333.833	215209.882	201.878	-	-	-
R02-3	2647333.838	215209.875	201.88	0.005	-0.007	0.002
R02-4	2647328.884	215213.114	201.902	-	-	-
R02-4	2647328.889	215213.109	201.905	0.005	-0.005	0.003
R03-1	2647063.987	215053.245	225.057	-	-	-
R03-1	2647063.976	215053.236	225.054	-0.011	-0.009	-0.003
R03-2	2647058.718	215057.66	225.154	-	-	-
R03-2	2647058.708	215057.654	225.152	-0.01	-0.006	-0.002
R03-3	2647068.22	215058.284	224.936	-	-	-
R03-3	2647068.215	215058.281	224.937	-0.005	-0.003	0.001
R03-4	2647062.923	215062.631	225.075	-	-	-
R03-4	2647062.906	215062.622	225.074	-0.017	-0.009	-0.001
R04-1	2646939.722	214885.488	244.13	-	-	-
R04-1	2646939.739	214885.491	244.145	0.017	0.003	0.015
R04-2	2646935.288	214886.883	244.184	-	-	-
R04-2	2646935.302	214886.893	244.2	0.014	0.01	0.016
R04-3	2646941.974	214893.31	244.167	-	-	-
R04-3	2646941.988	214893.322	244.182	0.014	0.012	0.015
R04-4	2646937.747	214894.631	244.207	-	-	-
R04-4	2646937.761	214894.636	244.217	0.014	0.005	0.01

表 2-11 坐標重複觀測差值(2/2)

點號	觀測值			重複觀測差值		
	N	E	Z	dN	dE	dZ
R05-1	2647021.932	215475.363	200.505	-	-	-
R05-1	2647021.932	215475.375	200.497	0	0.012	-0.008
R05-2	2647018.152	215477.763	200.479	-	-	-
R05-2	2647018.15	215477.778	200.474	-0.002	0.015	-0.005
R05-3	2647024.789	215479.863	200.487	-	-	-
R05-3	2647024.786	215479.874	200.481	-0.003	0.011	-0.006
R05-4	2647020.987	215482.266	200.497	-	-	-
R05-4	2647020.983	215482.272	200.491	-0.004	0.006	-0.006
R06-1	2646792.814	215692.758	196.115	-	-	-
R06-1	2646792.814	215692.758	196.106	0	0	-0.009
R06-2	2646788.442	215696.657	196.143	-	-	-
R06-2	2646788.444	215696.658	196.135	0.002	0.001	-0.008
R06-3	2646802.465	215703.474	196.091	-	-	-
R06-3	2646802.466	215703.477	196.09	0.001	0.003	-0.001
R06-4	2646798.144	215707.394	196.096	-	-	-
R06-4	2646798.146	215707.397	196.093	0.002	0.003	-0.003
坐標重複觀測差值最大值				0.017	0.03	0.016
坐標重複觀測差值最小值				-0.022	-0.009	-0.01

圖 2-12 光達校正物基線較差管制圖(107 年度第一次)

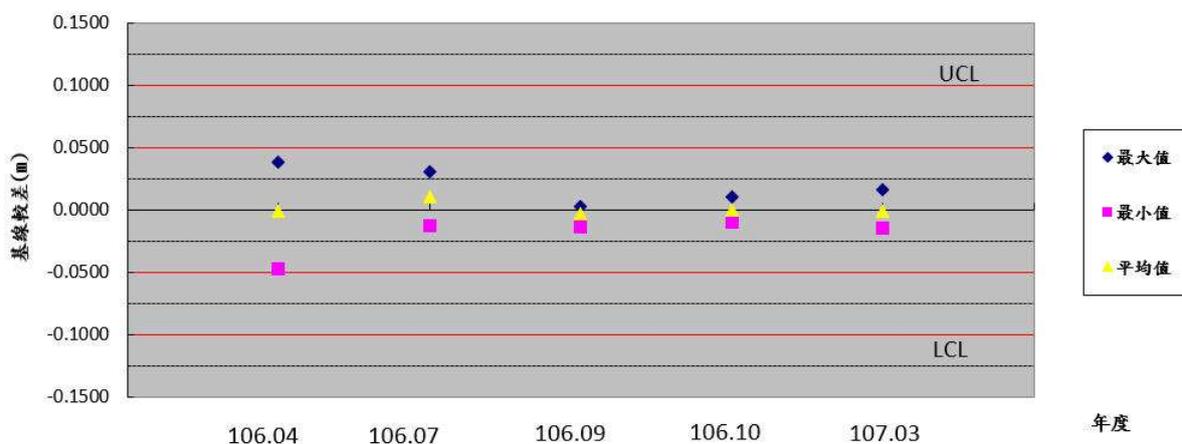


表 2-12 與前期標準值成果比較

	校正物編號	校正物標準值		
		N	E	Z
106.10	R01	2647251.043	215105.464	213.924
	R02	2647330.152	215209.692	201.888
	R03	2647063.452	215057.965	224.943
	R04	2646938.69	214890.075	244.175
	R05	2647021.454	215478.813	200.409
	R06	2646795.468	215700.072	196.103
	107.03	R01	2647251.044	215105.459
R02		2647330.149	215209.686	201.887
R03		2647063.457	215057.952	224.944
R04		2646938.690	214890.082	244.179
R05		2647021.464	215478.820	200.413
R06		2646795.467	215700.072	196.109
106.10 比較 107.03			校正物標準值	
		dN	dE	dZ
	R01	0.001	-0.005	0.014
	R02	-0.003	-0.006	-0.001
	R03	0.005	-0.013	0.001
	R04	0.000	0.007	0.004
	R05	0.010	0.007	0.004
R06	-0.001	0.000	0.006	

### 3.校正物成果計算表

本次測量成果相關原始計算報表及觀測手簿詳參閱附件 1，原始資料編號對照如表 2-13 所示，成果計算如表 2-14 所示。

**表 2-13 校正物屋角編號及原始編號對照**

屋角編號	R01	R02	R03	R04	R05	R06
原始編號	010*	012*	016*	045*	124*	201*

**表 2-14 校正物成果計算表(107.03)**

前視	重複觀測	校正物屋角坐標平均值			備註
		N	E	Z	
R01-1	2	2647255.283	215092.900	213.919	
R01-2	2	2647237.819	215104.347	213.922	
R01-3	2	2647264.261	215106.568	213.952	
R01-4	2	2647246.811	215118.019	213.959	
R02-1	2	2647331.378	215206.289	201.842	
R02-2	2	2647326.495	215209.462	201.924	
R02-3	2	2647333.836	215209.879	201.879	
R02-4	2	2647328.887	215213.112	201.904	
R03-1	2	2647063.982	215053.241	224.938	緣牆高差-0.118
R03-2	2	2647058.713	215057.657	225.057	緣牆高差-0.096
R03-3	2	2647068.218	215058.283	224.824	緣牆高差-0.113
R03-4	2	2647062.915	215062.627	224.957	緣牆高差-0.118
R04-1	2	2646939.731	214885.490	244.138	
R04-2	2	2646935.295	214886.888	244.192	
R04-3	2	2646941.981	214893.316	244.175	
R04-4	2	2646937.754	214894.634	244.212	
R05-1	2	2647021.932	215475.369	200.421	緣牆高差-0.080
R05-2	2	2647018.151	215477.771	200.411	緣牆高差-0.066
R05-3	2	2647024.788	215479.869	200.404	緣牆高差-0.080
R05-4	2	2647020.985	215482.269	200.414	緣牆高差-0.080
R06-1	2	2646792.814	215692.758	196.111	
R06-2	2	2646788.443	215696.658	196.139	
R06-3	2	2646802.466	215703.476	196.091	
R06-4	2	2646798.145	215707.396	196.095	
觀測年度：107.03					
校正物編號	校正物標準值			備註	
	N	E	Z		
R01	2647251.044	215105.459	213.938		
R02	2647330.149	215209.686	201.887		
R03	2647063.457	215057.952	224.944		
R04	2646938.690	214890.082	244.179		
R05	2647021.464	215478.820	200.413		
R06	2646795.467	215700.072	196.109		

## 2-4 107 年度第二次測量成果(107.08)

### 1. 現場工作照



使用測繪中心提供工作標準件(Leica TS02 序號 1313659)



新設加密控制點 C007、C008

圖 2-13 107 年度第二次測量現場工作照(1)



新設校正物 R07

圖 2-14 107 年度第二次測量現場工作照(2)



圖 2-15 測站及控制點網絡圖(R01)



圖 2-16 測站及控制點網絡圖(R02)

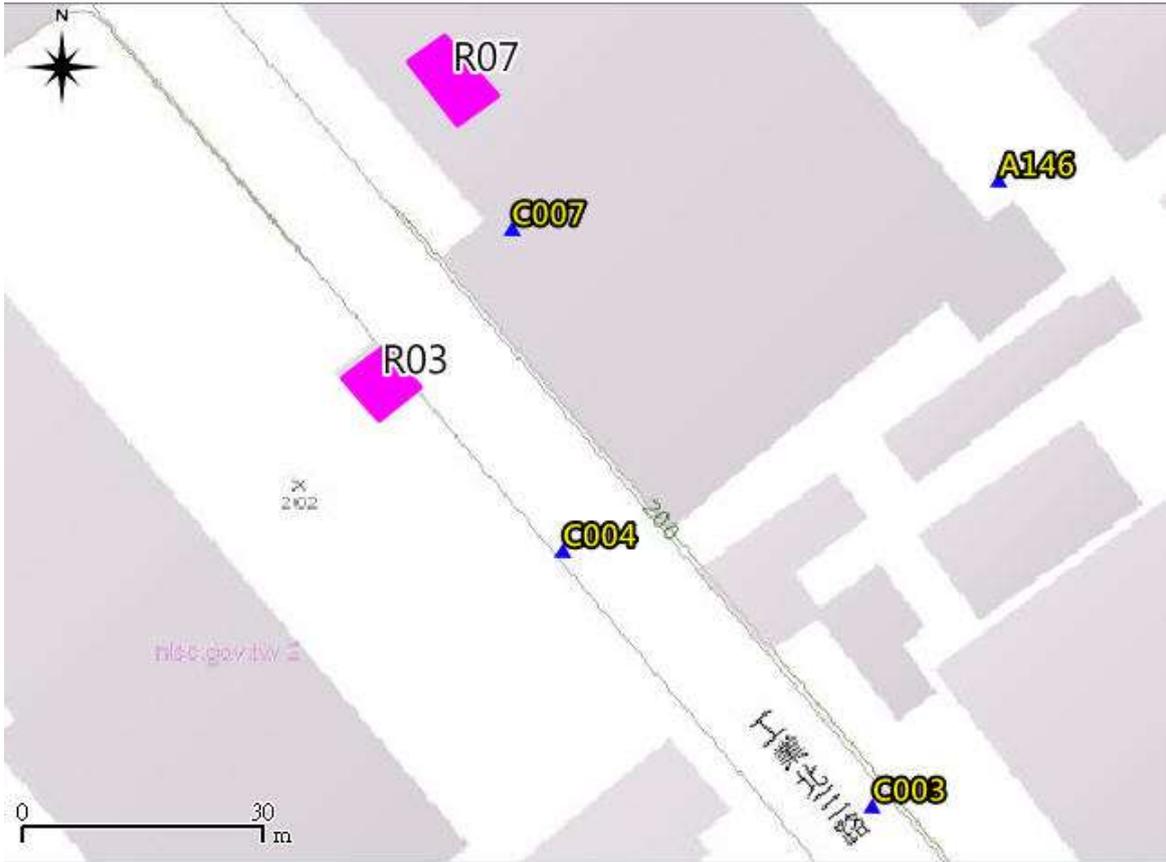


圖 2-17 測站及控制點網絡圖(R03、R07)



圖 2-18 測站及控制點網絡圖(R04)

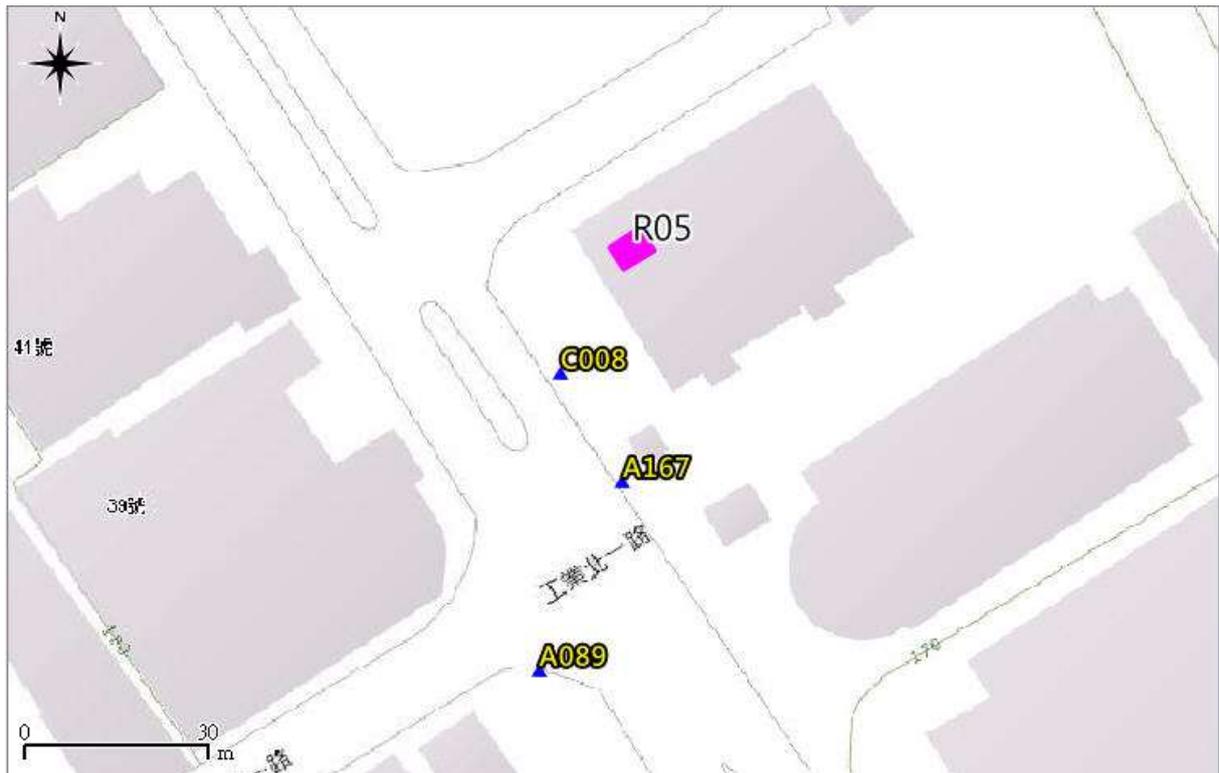


圖 2-19 測站及控制點網絡圖(R05)

## 2. 成果自主檢核

本次測量成果相關原始計算報表及觀測手簿詳參閱附件 2；導線測量成果檢核如表 2-15、2-16 所示，坐標重複觀測差值如表 2-17、2-18 所示。

表 2-15 導線測量成果檢核

導線起迄點	平面閉合比	高程閉合比	角度觀測量 改正數最大值	距離觀測量 改正數最大值
C005~C006	1/3087	1/2084	9"	13 mm

表 2-16 導線/間接高程計算表(C005~C006)

點號	折角	方位角	邊長	縱距	橫距	縱座標(N)	橫座標(E)
C005						2647240.396	215148.220
		258.40.18	49.407	0.000	0.000		
C006	8			-9.705	-48.444	2647230.691	215099.776
	106.44.59	185.25.25	14.788	0.002	-0.004		
Q2	8			-14.722	-1.398	2647215.971	215098.374
	38.54.46	44.20.19	47.181	0.008	-0.013		
Q1	8			33.745	32.974	2647249.724	215131.335
	254.34.44	118.55.11	19.296	0.003	-0.006		
C005	9			-9.331	16.890	2647240.396	215148.220
	319.44.58	258.40.18	49.407	0.000	0.000		
C006				-9.705	-48.444	2647230.691	215099.776

點號	觀測高差		平均值	距離	平差改正數	平差後高差	高程
	$\Delta h$			$D_i$	$\Delta i = P * D_i$	$\Delta h + \Delta i$	
C006	M		M	M	M	M	209.511
	往	0.564		0.573	14.788	0.007	
返	-0.582						210.091
往	-1.942		-1.934	47.181	0.023	-1.911	
返	1.927						208.180
往	-0.577		-0.569	19.296	0.009	-0.560	
返	0.560						207.620
往							

表 2-17 坐標重複觀測差值(1/2)

點號	觀測值			重複觀測差值				備註
	E	N	Z	dE	dN	d2D	dZ	
R01-1	215092.915	2647255.276	213.924	0.029	0.001	0.029	0.004	免稜鏡
R01-1	215092.886	2647255.275	213.920					
R01-2	215104.355	2647237.822	213.926	0.015	0.003	0.015	0.003	免稜鏡
R01-2	215104.340	2647237.819	213.923					
R01-3	215106.557	2647264.248	213.952	0.004	0.017	0.017	0.005	免稜鏡
R01-3	215106.553	2647264.231	213.957					
R01-4	215118.021	2647246.803	213.954	0.017	0.010	0.020	0.008	免稜鏡
R01-4	215118.004	2647246.793	213.962					
R02-1	215206.308	2647331.389	201.831	-0.002	-0.005	0.005	0.011	
R02-1	215206.310	2647331.394	201.842					
R02-2	215209.470	2647326.512	201.914	0.003	-0.008	0.009	0.010	
R02-2	215209.467	2647326.520	201.924					
R02-3	215209.890	2647333.831	201.868	-0.004	-0.003	0.005	0.016	
R02-3	215209.894	2647333.834	201.884					
R02-4	215213.107	2647328.889	201.893	-0.002	-0.005	0.005	0.013	
R02-4	215213.109	2647328.894	201.906					
R03-1	215053.262	2647063.989	225.039	0.011	0.000	0.011	0.017	
R03-1	215053.251	2647063.989	225.022					
R03-2	215057.665	2647058.729	225.139	0.009	0.000	0.009	0.019	
R03-2	215057.656	2647058.729	225.120					
R03-3	215058.294	2647068.208	224.922	0.009	-0.001	0.009	0.016	
R03-3	215058.285	2647068.209	224.906					
R03-4	215062.626	2647062.918	225.058	0.010	-0.003	0.010	0.016	
R03-4	215062.616	2647062.921	225.042					
R04-1	214885.486	2646939.731	244.127	-0.004	-0.008	0.009	0.001	
R04-1	214885.490	2646939.739	244.128					
R04-2	214886.889	2646935.310	244.197	0.000	-0.002	0.002	0.012	
R04-2	214886.889	2646935.312	244.185					
R04-3	214893.312	2646941.976	244.177	-0.004	-0.018	0.018	0.010	
R04-3	214893.316	2646941.994	244.167					
R04-4	214894.619	2646937.757	244.213	-0.009	-0.014	0.017	0.008	
R04-4	214894.628	2646937.771	244.205					

**表 2-18 坐標重複觀測差值(2/2)**

點號	觀測值			重複觀測差值				備註
	E	N	Z	dE	dN	d2D	dZ	
R05-1	215475.385	2647021.933	200.472	-0.005	0.011	0.012	0.015	
R05-1	215475.390	2647021.922	200.487					
R05-2	215477.774	2647018.153	200.454	-0.005	0.003	0.006	0.007	
R05-2	215477.779	2647018.150	200.461					
R05-3	215479.874	2647024.774	200.457	-0.007	0.012	0.014	0.013	
R05-3	215479.881	2647024.762	200.470					
R05-4	215482.264	2647020.978	200.469	0.000	0.011	0.011	0.010	
R05-4	215482.264	2647020.967	200.479					
R07-1	215066.101	2647100.166	238.003	0.007	0.001	0.007	0.003	
R07-1	215066.094	2647100.165	238.006					
R07-2	215061.888	2647096.686	238.019	0.008	0.004	0.009	0.003	
R07-2	215061.880	2647096.682	238.022					
R07-3	215060.070	2647107.412	237.994	0.008	0.005	0.009	0.002	
R07-3	215060.062	2647107.407	237.996					
R07-4	215055.893	2647103.925	238.029	0.009	0.009	0.013	0.002	
R07-4	215055.884	2647103.916	238.031					

\*R01 係依照前一版本作業程序辦理，因觀測方式不同不列入目前自我檢核標準

### 3.校正物成果計算與自我檢核

光達校正物標準值成果及與前期比較如表 2-19 所示；參考值全組合基線長與前期成果較差如表 2-20 所示，繪製基線較差管制圖(107 年度)如圖 2-20 所示、參考值全組合基線長與前期成果較差分布如圖 2-21、2-22 所示。空載光達校正物參考值地面測量作業自我檢核成果列如表 2-21，均符合作業規定及精度需求。

表 2-19 標準值成果與前期比較

	校正物編號	校正物標準值		
		N	E	Z
107.03	R01	2647251.044	215105.459	213.938
	R02	2647330.149	215209.686	201.887
	R03	2647063.457	215057.952	224.944
	R04	2646938.690	214890.082	244.179
	R05	2647021.464	215478.820	200.413
	R06	2646795.467	215700.072	196.109
	107.08	校正物編號	校正物標準值	
N			E	Z
R01		2647251.033	215105.454	213.940
R02		2647330.158	215209.694	201.883
R03		2647063.462	215057.957	224.920
R04		2646938.699	214890.079	244.175
R05		2647021.455	215478.826	200.392
R07		2647102.045	215060.984	238.013
107.03 比較 107.08	校正物編號	校正物標準值		
		N	E	Z
	R01	-0.011	-0.005	0.002
	R02	0.009	0.008	-0.004
	R03	0.005	0.005	-0.024
	R04	0.009	-0.003	-0.004
	R05	-0.009	0.006	-0.021
R07	-	-	-	

**表 2-20 參考值全組合基線長與前期成果較差(107 年度)**

年度	基線組合	起點	終點	橫坐標差	縱坐標差	高程差	基線長	與前期較差	備註
107.03	L001	R01	R02	104.227	79.105	-12.051	131.401	0.003	
107.03	L002	R01	R03	-47.507	-187.587	11.006	193.822	0.003	
107.03	L003	R01	R04	-215.377	-312.354	30.241	380.614	0.008	
107.03	L004	R01	R05	373.361	-229.580	-13.526	438.507	-0.005	
107.03	L005	R01	R06	594.613	-455.577	-17.829	749.288	-0.006	
107.03	L006	R02	R03	-151.734	-266.692	23.057	307.700	0.004	
107.03	L007	R02	R04	-319.604	-391.459	42.292	507.125	0.013	
107.03	L008	R02	R05	269.134	-308.685	-1.475	409.538	0.002	
107.03	L009	R02	R06	490.386	-534.682	-5.778	725.532	-0.003	
107.03	L010	R03	R04	-167.870	-124.767	19.235	210.041	0.015	
107.03	L011	R03	R05	420.868	-41.993	-24.532	423.669	-0.019	
107.03	L012	R03	R06	642.120	-267.990	-28.835	696.397	-0.016	
107.03	L013	R04	R05	588.738	82.774	-43.767	596.137	0.001	
107.03	L014	R04	R06	809.990	-143.223	-48.070	823.958	0.007	
107.03	L015	R05	R06	221.252	-225.997	-4.303	316.300	-0.004	
107.08	L001	R01	R02	104.240	79.125	-12.057	131.423	-0.023	
107.08	L002	R01	R03	-47.497	-187.571	10.980	193.802	0.019	
107.08	L003	R01	R04	-215.375	-312.334	30.235	380.596	0.018	
107.08	L004	R01	R05	373.372	-229.578	-13.548	438.516	-0.009	
107.08	L006	R02	R03	-151.737	-266.696	23.037	307.704	-0.003	
107.08	L007	R02	R04	-319.615	-391.459	42.292	507.132	-0.007	
107.08	L008	R02	R05	269.132	-308.703	-1.491	409.551	-0.012	
107.08	L010	R03	R04	-167.878	-124.763	19.255	210.047	-0.006	
107.08	L011	R03	R05	420.869	-42.007	-24.528	423.671	-0.002	
107.08	L013	R04	R05	588.747	82.756	-43.783	596.145	-0.008	
107.08	L016	R01	R07	-44.470	-148.988	24.073	157.336	-	新設 R07
107.08	L017	R02	R07	-148.710	-228.113	36.130	274.692	-	新設 R07
107.08	L018	R03	R07	3.027	38.583	13.093	40.856	-	新設 R07
107.08	L019	R04	R07	170.905	163.346	-6.162	236.492	-	新設 R07
107.08	L020	R05	R07	-417.842	80.590	37.621	427.203	-	新設 R07

圖 2-20 光達校正物基線較差管制圖(107 年度第二次)

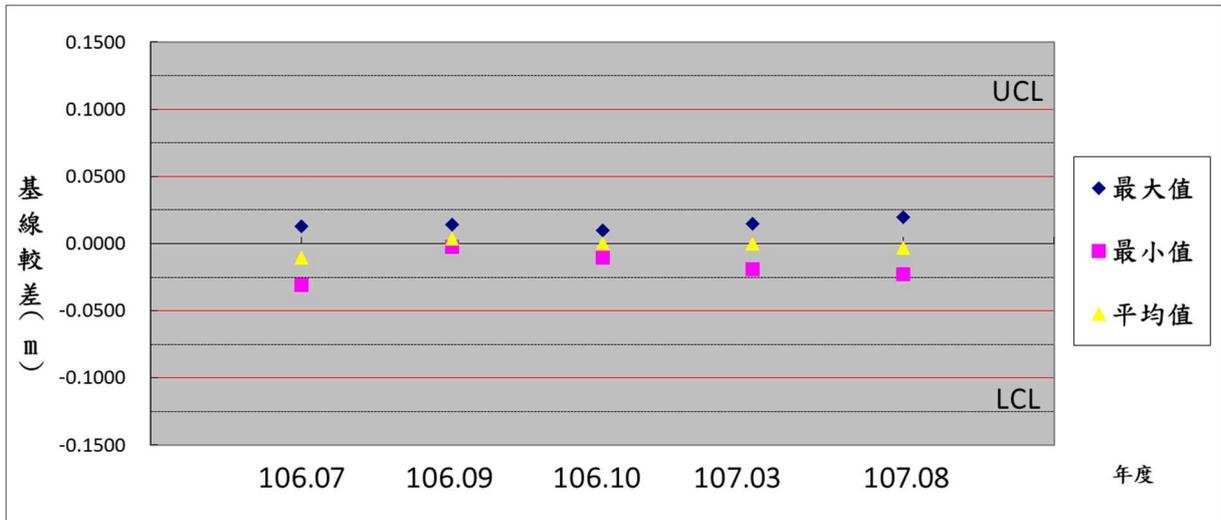


圖 2-21 參考值全組合基線長與前期成果較差分布(107 年度第一次)

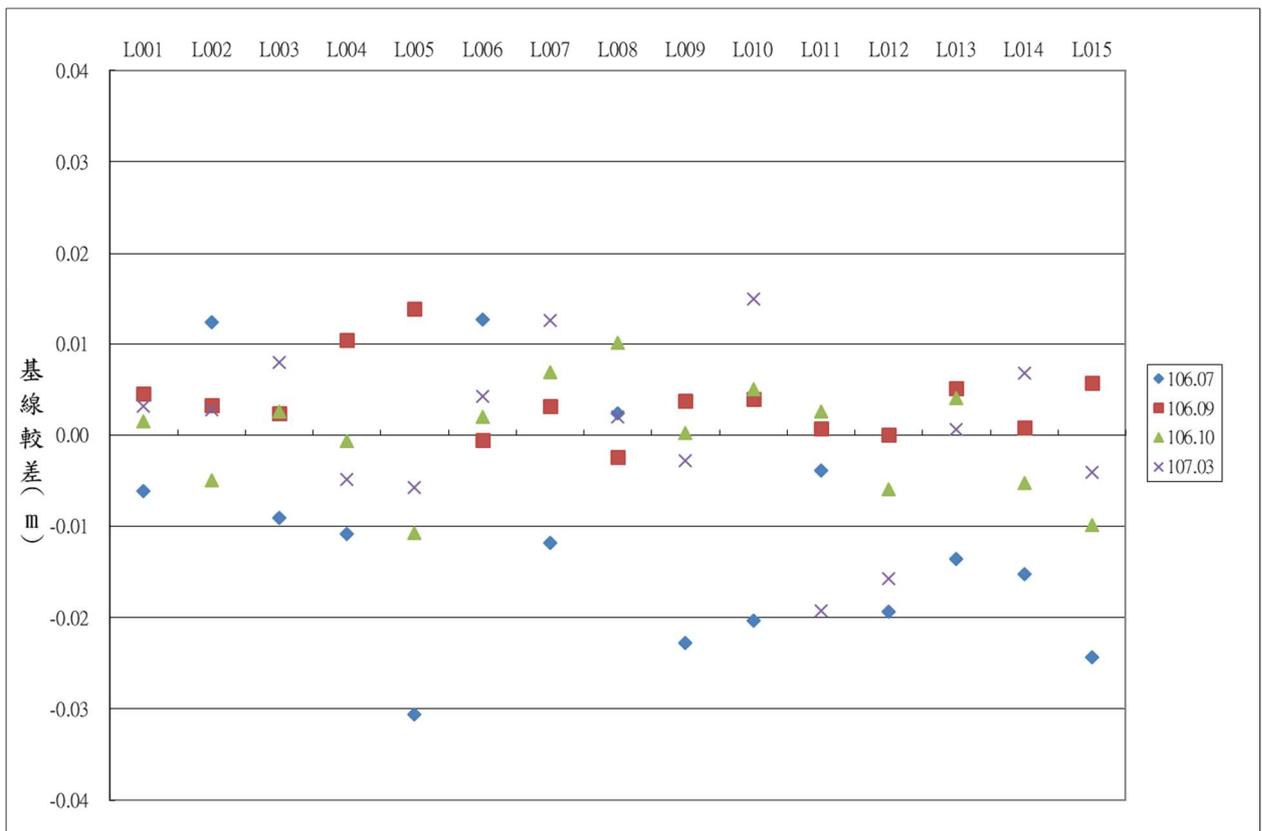


圖 2-22 參考值全組合基線長與前期成果較差分布(107 年度第二次)

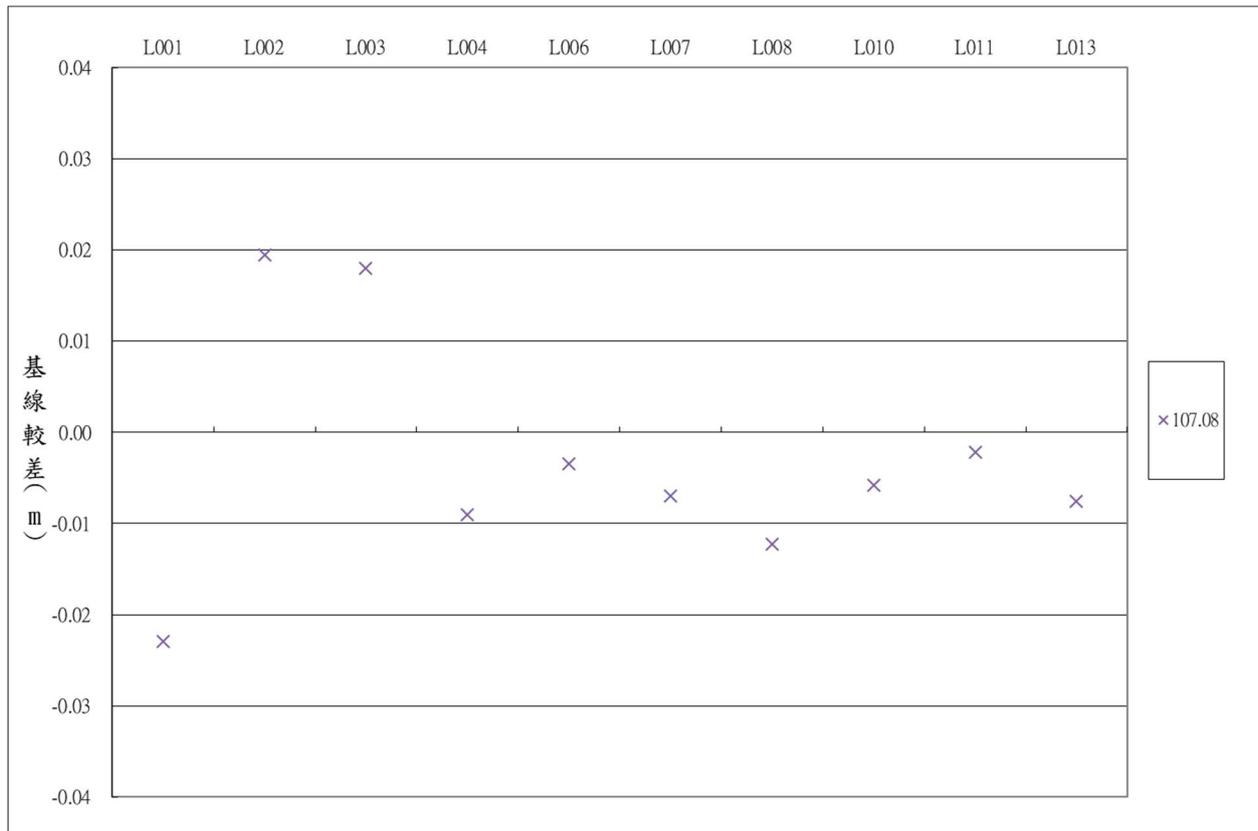


表 2-21 空載光達校正物參考值地面測量作業自我檢核成果

項目	作業規定或精度需求	觀測記錄自主檢核	
		最大值	備註
1. 水平角正倒鏡較差	$\leq 20''$	16''	
2. 垂直角正倒鏡較差	$\leq 20''$	15''	
3. 斜距正倒鏡較差	$\leq 2 \text{ mm}$	2 mm	
4. 重複觀測點位較差	平面 $\leq 30 \text{ mm}$ 高程 $\leq 30 \text{ mm}$	平面 18 mm 高程 19 mm	
5. 參考值全組合基線長與前期成果較差	$\leq 40 \text{ mm}$	23 mm	

\*本表為 107 年度第二次測量成果

## 2-5 研擬空載光達校正標維護標準作業須知

空載光達校正標維護標準作業流程研擬如圖 2-2 所示，相關作業程序及說明請詳閱附件 3.空載光達校正標維護標準作業須知手冊。

### 1.現地清查樁位(前置作業)：

依照「校正標點位紀錄」，逐一清查現場樁位(航測方格標、衛星測量加密控制點)及校正物，並將清查成果填寫於「校正標點位調查表」。

### 2.校正物參考值光線法地面測量(外業測量)：

依照「空載光達校正標維護作業須知」進行校正物參考值測量，並將觀測成果填寫於「電子測距經緯儀外業觀測紀錄表」。

### 3.成果計算與品質管制(內業成果檢核)：

依照「空載光達校正標維護作業須知」進行成果計算與品質管制，並填寫「電子測距經緯儀測量成果檢核表」。

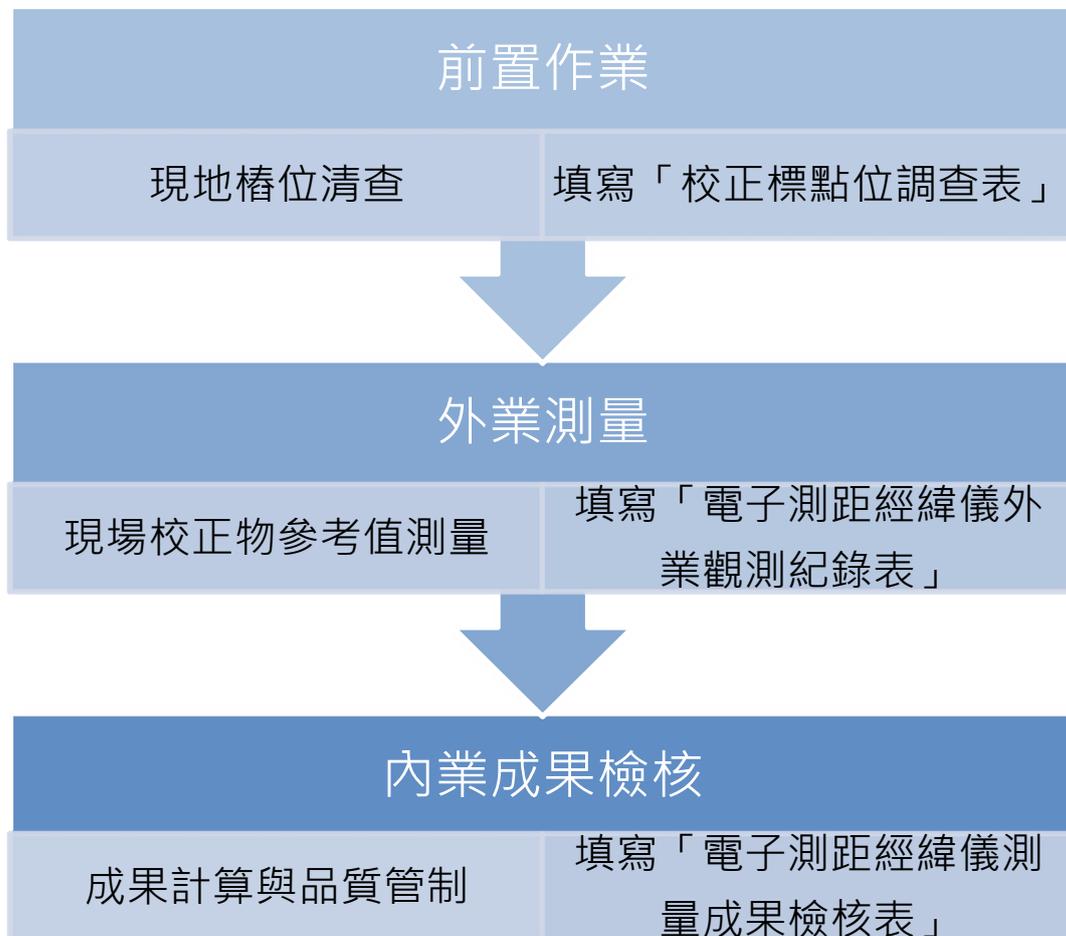


圖 2-23 空載光達校正標維護標準作業流程

## 2-6 教育訓練成果

### 1.課程配當表：

於 107 年 8 月 31 日假經濟部工業局南崗兼竹山工業區服務中心(南投縣南投市南崗三路 21 號)會議室辦理教育訓練。

表 2-22 空載光達校正物參考值測量作業實務操作課程配當表

日期 時間	107 年 8 月 31 日 (星期五)
08：40～08：50	報到
08：50～09：50	空載光達校正物參考值測量作業流程 講師：李明軒
10：00～12：00	實地操作實習(1) 講師：游勝宇
12：00～13：00	午 餐
13：00～15：00	實地操作實習(2) 講師：游勝宇
15：10～16：10	內業成果檢核及課後評量 講師：游勝宇、李明軒
16：20	賦 歸
備註	實地操作訓練場地：空載光達校正場(南崗工業區)

## 2.訓練照片及簽到簿：

107 年 8 月 31 日現場照片節錄如下圖 2-24，簽到簿掃描檔列如表 2-23。



圖 2-24 教育訓練照片

表 2-23 空載光達校正物參考值測量作業實務操作課程簽到簿



內政部國土測繪中心

107 年度空載光達校正場維護及小像幅攝影系統航拍作業採購案

實務操作課程-

空載光達校正物參考值測量作業實務操作課程簽到簿

時間：107 年 8 月 31 日 (星期五)

場地：經濟部工業局南崗兼竹山工業區服務中心

序號	單位	姓名	
		上午(簽到)	下午(簽退)
1	國土測繪中心	張錦揮	張錦揮
2	=	黃英亭	黃英亭
3		許清龍	許清龍
4		游政恭	游政恭
5	=	王堯民	王堯民
6		許志川	許志川
7		陳建中	陳建中
8		許展祥	許展祥
9		王偉	王偉
10		林晨濟	林晨濟
11		許國志	許國志
12			
13			
14			

3. 課後評量成果：

表 2-24 教育訓練學員外業觀測紀錄表(手簿節錄)

測站 (儀器高)	標定點	前視點 (稜鏡高)	檢 查 別	鏡 位	水平角			天頂距			斜距 讀數	平距 平均值	高差 平均值	備註			
					讀數	平均值		讀數	平均值								
4 清	D001	1.562	1	正	193	51	38	193	51	37	89	43	46	14.385			
				倒	13	51	35				270	16	10	14.385			
	R001-3	1.292			正	202	34	25	202	34	31	92	17	58	3.029		
					倒	22	34	36				267	41	59	3.029		
	R001-4	1.292			正	220	29	10	220	29	15	92	24	06	2.881		
					倒	40	29	19				267	35	37	2.881		
	R001-2	1.292			正	220	27	27	220	27	29	91	51	30	3.798		
					倒	40	27	31				268	08	24	3.798		
	R001-1	1.292			正	206	42	25	206	42	30	91	49	18	3.911		
					倒	26	42	34				268	10	29	3.912		
	5 水	D001	1.562	1	正	193	51	34	193	51	34	89	43	49	14.385		
					倒	13	51	35				270	16	07	14.385		
R001-1		1.292			正	206	41	29	206	41	36	91	49	03	3.915		
					倒	26	41	43				268	10	44	3.915		
R001-2		1.292			正	220	29	11	220	29	14	91	51	23	3.798		
					倒	40	29	16				268	08	27	3.798		
R001-3		1.292			正	202	37	38	202	37	40	92	17	54	3.030		
					倒	22	37	42				267	41	55	3.030		
R001-4		1.292			正	220	30	20	220	30	28	92	24	05	2.882		
					倒	40	30	26				267	35	44	2.882		
6 水		D001	1.562	1	正	193	51	37	193	51	38.5	89	43	42	14.385		
					倒	13	51	40				270	16	32	14.385		
	R001-1	1.292			正	206	45	16	206	45	09	91	49	18	3.911		
					倒	26	45	02				268	10	38	3.911		
	R001-2	1.292			正	220	30	00	220	30	02.5	91	51	24	3.798		
					倒	40	30	05				268	08	29	3.798		
	R001-3	1.292			正	202	38	38	202	38	42	92	18	03	3.029		
					倒	22	38	46				267	41	40	3.029		
	R001-4	1.292			正	220	34	00	220	34	07.5	92	24	08	2.882		
					倒	40	34	15				267	35	46	2.882		
	7 水	D001	1.562	1	正	193	51	38	193	51	40	89	43	47	14.385		
					倒	13	51	42				270	16	09	14.385		
R001-4		1.292			正	220	34	11	220	34	15	92	24	15	2.885		
					倒	40	34	19				267	35	27	2.885		
R001-3		1.292			正	202	36	59	202	37	02	92	17	52	3.032		
					倒	22	37	04				267	41	52	3.033		
R001-2		1.292			正	220	30	16	220	30	20	91	51	32	3.800		
					倒	40	30	23				268	08	30	3.800		
R001-1		1.292			正	206	42	02	206	42	02	91	49	19	3.915		
					倒	26	42	03				268	10	26	3.914		

表 2-25 教育訓練學員課程評分表



內政部國土測繪中心

107 年度空載光達校正場維護及小像幅攝影系統航拍作業採購案

空載光達校正物參考值測量作業實務操作課程評分表

日期：107/8/31

序號	姓名	儀器操作		作業流程		內業計算與檢核		評分 合計	備註
		儀器架設 (10%)	現場檢核 (10%)	測量方法 (20%)	觀測與紀錄 (20%)	成果計算 (20%)	成果檢核 (20%)		
1	施錦輝	10	10	20	18	20	20	98	(-)
2	黃榮婷	10	10	20	19	20	20	99	(-)
3	許清強	10	10	20	20	20	20	100	(-)
4	游淑蕙	10	10	20	20	20	20	100	(-)
5	王堯瓦	10	10	20	20	20	20	100	(=)
6	許吉川	10	10	20	20	20	20	100	(-)
7	陳建中	10	10	20	20	20	20	100	(=)
8	許展祥	10	10	20	20	20	20	100	(-)
9	王健	10	10	20	15	20	20	95	(=)
10	林長濤	10	10	20	20	20	20	100	(=)
11	陳國永	10	10	20	20	20	20	100	(=)

講師：李明軒、游瑞亭

#### 4.課程參考資料：

- (1)教育訓練得參考資料包含附件 3.空載光達校正標維護標準作業須知手冊及附件 4.空載光達校正物參考值測量作業實務操作課程講義，其中校正標點位紀錄請參考附件 5。
- (2)配合本計畫於空載光達校正標維護標準作業之測量成果計算及分析需求，開發完成基於 Microsoft Excel VBA(Visual Basic for Applications)環境的光線法測量計算工具，適用於 Leica 電子測距經緯儀(如 TS-02/TS-06/TCR1105/TCR1205... 等)之 GSI(Geo Serial Interface)格式計算，範例如圖 2-25 所示(GSI 光線法計算範例.xlsm)，有關 Leica GSI 格式原廠說明文件請參閱附件 6，簡易操作流程請參考附件 3 第五章第 6~7 小節或附件 4。



圖 2-25 Leica GSI 檔光線法計算範例工具示意圖

## 第三章 無人飛行載具測試航拍

### 3-1 無人飛行載具及酬載規格

本計畫規劃應採用定翼式無人飛行載具進行航拍作業，酬載小像幅像機之片幅應介於 20 mm × 15 mm 至 36 mm × 24 mm 之間，固定焦距大於 20 mm 以上；規劃採用本公司 UAS 團隊自主整合研發之 VTOL (Vertical Take-Off and Landing) 定翼機系統 ST-OneStart 進行作業，規格如表 3-1 所示。

表 3-1 ST-OneStart 定翼機規格

每架次作業時間	40~60 分鐘	
酬載能力	1.5 公斤	
巡航速度	16.0 m/s	
抗環境風力	4 級風	
飛行高度	最大 1000 m	
工作半徑	數據傳輸 10 km	
酬載感測器	Sony A7RII+35mm (35.9 x 24)	
	解析度	4,200 萬畫素(7,952 x 5304)
	像元尺寸	4.51 microns

### 3-2 航拍作業規劃

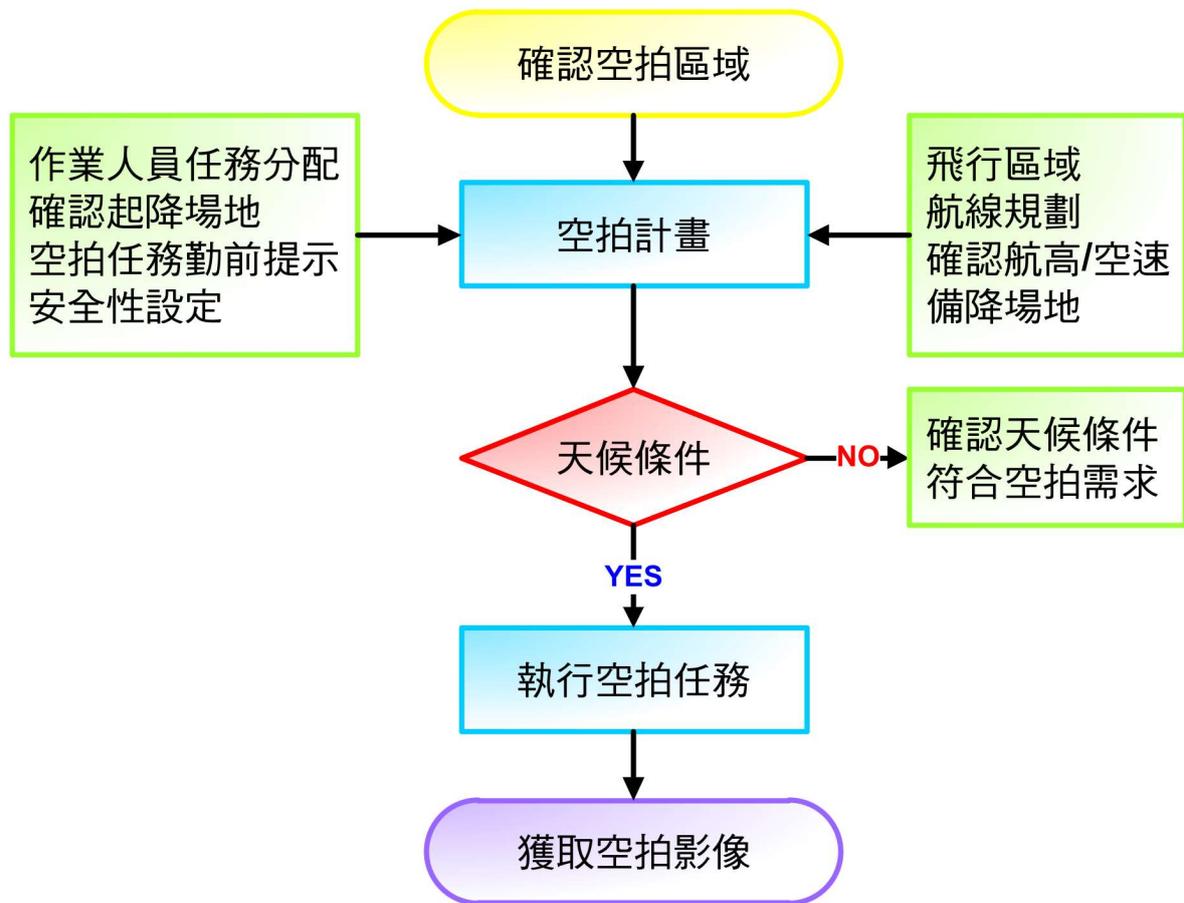


圖 3-1 UAS 航拍作業流程

UAS 航拍作業流程如圖 3-1 所示，注意事項說明如下。

1. 於 UAS 起飛及降落時，起降點周圍約 5 m 範圍內須保持淨空，確保作業安全與操作空間。
2. 航拍作業中，需隨時監控及注意電池電力耗損狀態，以避免因電源衰竭而造成電力瞬間耗竭而有墜毀或失控之危險。
3. UAS 作業風力需於 4 級（約 5.5-7.9m/s）風速以下，作業前隨時注意天候預報，作業當天於 UAS 起飛前或作業中如遇天候轉變或風力增強，需立即停止航拍作業以維護飛航安全。

航線規劃以地面解析度 (GSD) 5.2 公分進行設計，前後重疊度及側向重疊度分別為 80% 及 60%，航拍高度(離地高)約為 400 公尺，相關參數列如表 3-2 所示，航線圖如圖 3-2 所示，計為 5 x 5 共 10 條航線。

表 3-2 規劃航拍參數 (ST-OneStart + Sony A7RII + 35 mm)

Camera	Sensor Size (mm x mm)	Focal Length (mm)	Altitude (AGL, meter)	GSD (cm)	Footprint (m x m)	Pictures (est.)	Flight Time est. (mins.)
Sony A7RII	35.9 x 24	35	400	5.2	410 x 274	75	18

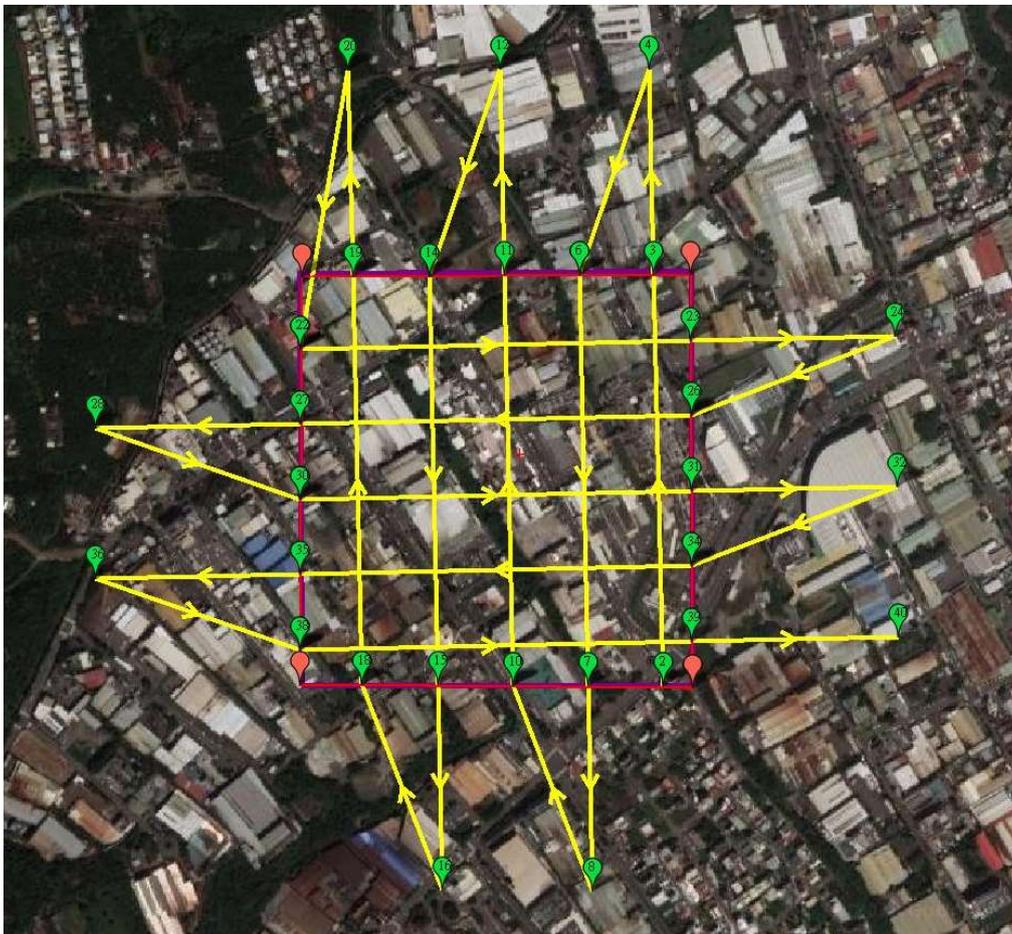


圖 3-2 航拍規劃示意圖

### 3-3 影像處理及空三平差

參考國土測繪中心測量儀器校正實驗室小像幅航拍攝影機校正作業程序，如圖 3-3 所示，原始航拍影像得經過 SfM(Structure from Motion, 運動回復結構)軟體(如 Pix4D, PhotoScan, PhotoMesh, ContectCapture ...etc)處理產製鏡頭畸變差糾正之航拍影像，再進行經典航測空中三角測量之平差程序，方可據以進行校正標器差計算；經 SfM 前處理可求得影像內、外方位成果及連結點坐標以導入空三平差軟體中進行計算，以提供後續校正程序進行及資料分析；UAS 校正程序採用之控制點配置如圖 3-4 所示。

#### 1.SfM 航拍影像處理軟體：

資料處理採用如圖圖 3-5 所示之 Agisoft PhotoScan 進行，包含像機率定、空三平差及產製鏡頭畸變差糾正之航拍影像，資料處理流程主要為 SfM 自率光束法平差及影像糾正後重新取樣。

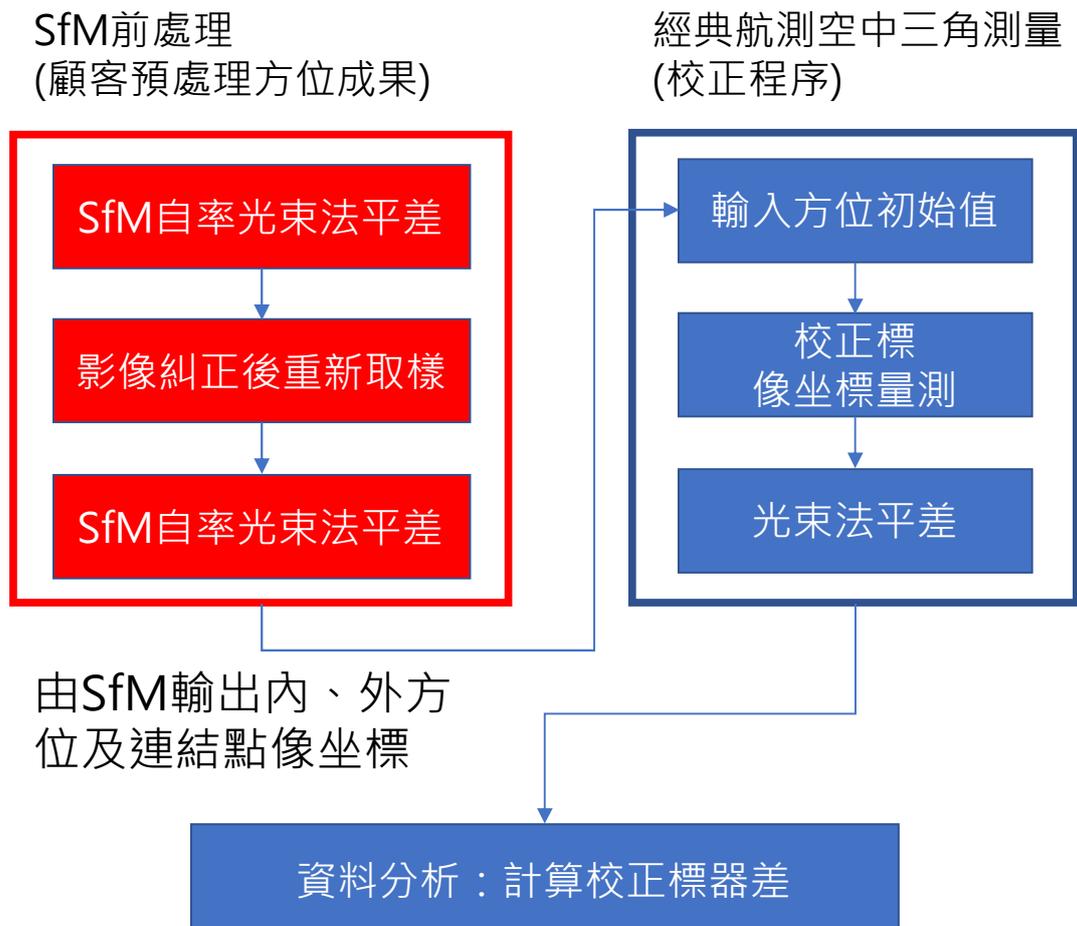


圖 3-3 SfM 輔助小像幅攝影系統校正程序



圖 3-4 UAS 校正程序採用控制點配置圖

**2.以機關提供之地面控制點進行空三平差：**

選定 A153、A138、A164、A169 及 A155 五點作為約制條件進行空三平差，量測像坐標示意如圖 3-6；檢核空三成果後輸出後續相關成果。

**3.相關成果輸出：**

完成空三平差後可輸出相關成果，詳參閱 4-4 節說明。

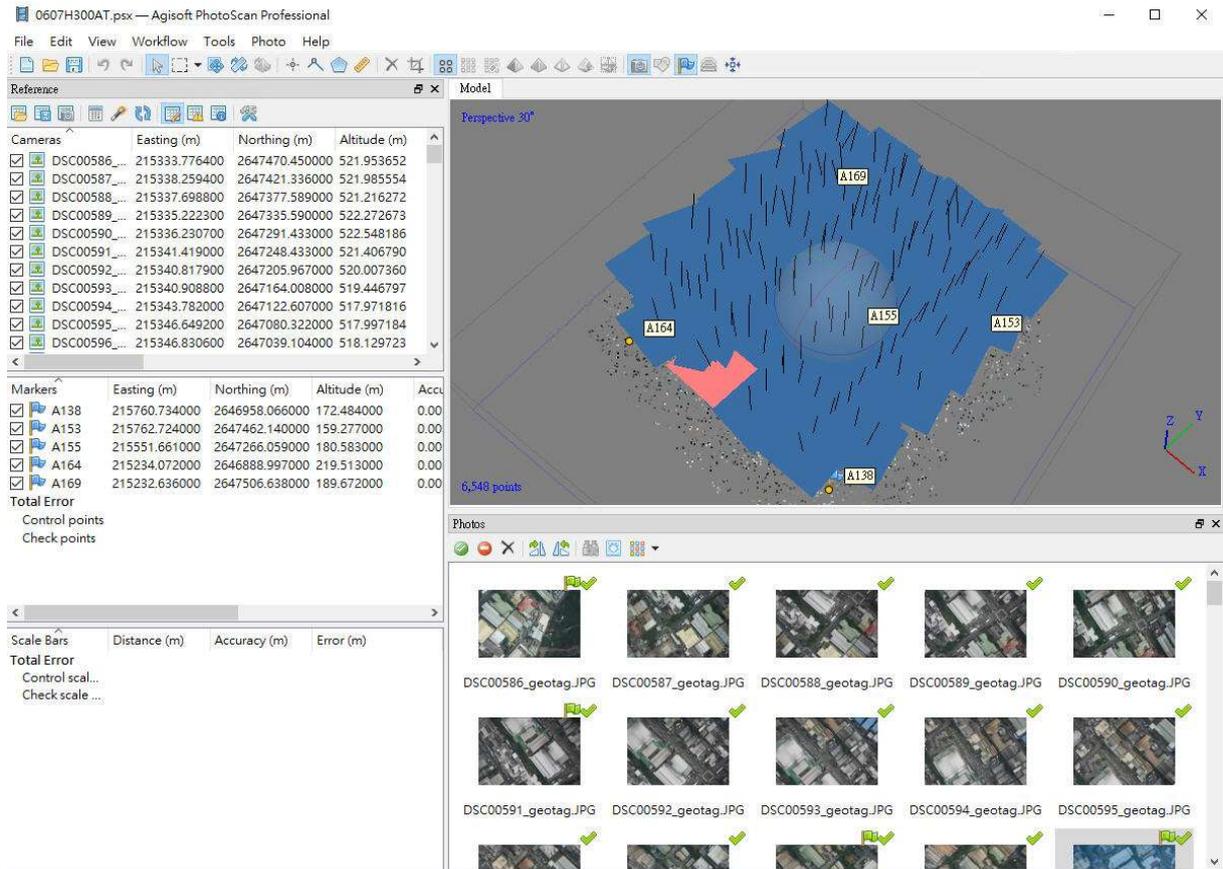


圖 3-5 Agisoft PhotoScan 專案(0607H300AT)

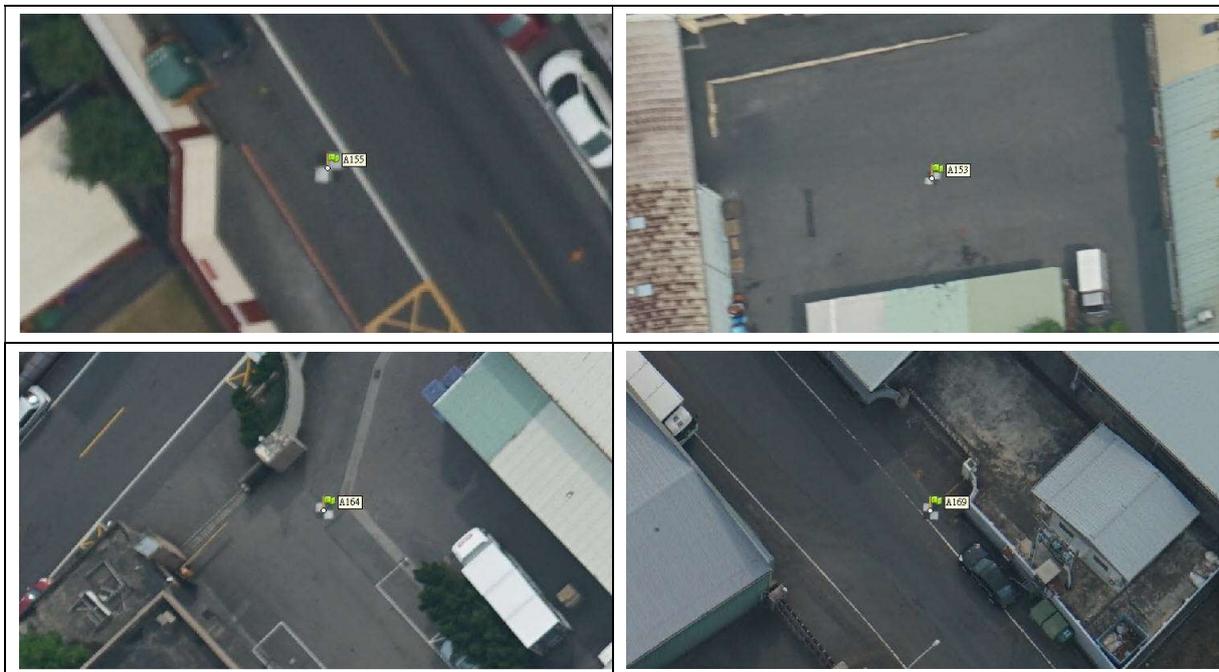


圖 3-6 地面控制點像坐標量測

### 3-4 航拍成果說明

107 年度 6 月 8 日工作照如圖 3-7 所示，各項契約規定繳交項目內容說明如下。



圖 3-7 UAS 測試航拍工作照(107.06.08)

### 1. 航拍原始影像：

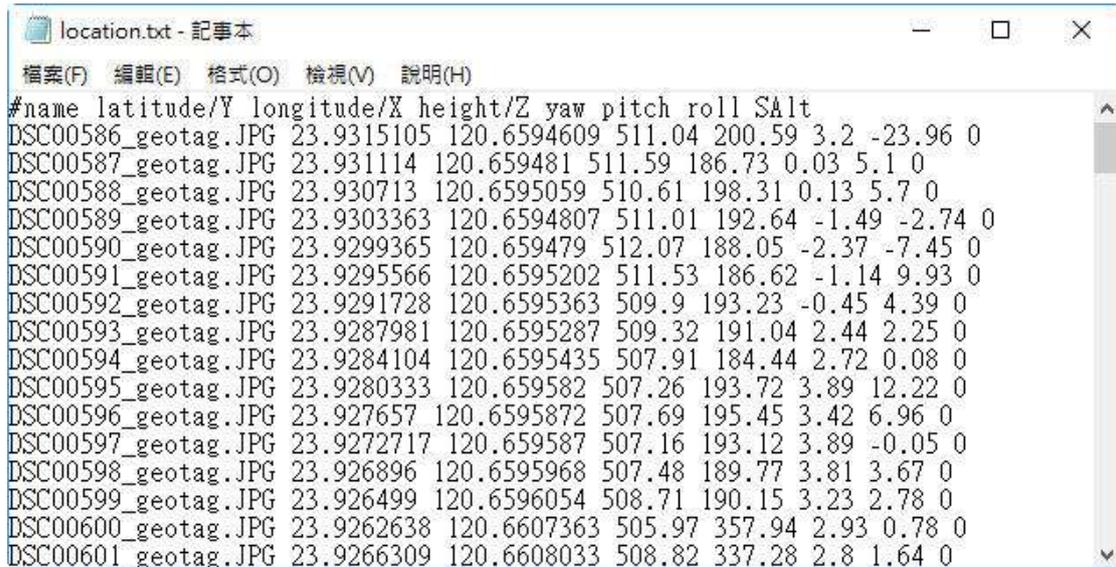
本計畫共完成 6 次航拍影像資料收集並彙整提供成果，各次航高參數及資料代碼如表 3-3 所示，其中 0814H400F1 及 0814H400F2 為正式提交成果，0628H400 為模擬送件之資料，並加值提供三次航拍成果分別為 0607H300、0608H300 及 0608H400。

表 3-3 航拍影像繳交成果表

航拍日期	航高(離地高)	資料代碼	原始影像張數	備註
107/06/07	300m	0607H300	139	加值提供
107/06/08	300m	0608H300	138	加值提供
107/06/08	400m	0608H400	86	加值提供
107/06/28	400m	0628H400	79	依校正流程送件 79 張糾正後影像
107/08/14	400m	0814H400F1	88	正式提交成果
107/08/14	400m	0814H400F2	88	正式提交成果

## 2.任務執行紀錄及相關原始數據資料：

本項資料包含原始曝光點導航坐標及姿態資訊(location.txt)、飛航軌跡及曝光點展點(location.kml)及原始飛航任務數據(\*.BIN,\*.log)等，如圖 3-8 及 3-9 所示。



```
location.txt - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
#name latitude/Y longitude/X height/Z yaw pitch roll SAIt
DSC00586_geotag.JPG 23.9315105 120.6594609 511.04 200.59 3.2 -23.96 0
DSC00587_geotag.JPG 23.9311114 120.659481 511.59 186.73 0.03 5.1 0
DSC00588_geotag.JPG 23.930713 120.6595059 510.61 198.31 0.13 5.7 0
DSC00589_geotag.JPG 23.9303363 120.6594807 511.01 192.64 -1.49 -2.74 0
DSC00590_geotag.JPG 23.9299365 120.659479 512.07 188.05 -2.37 -7.45 0
DSC00591_geotag.JPG 23.9295566 120.6595202 511.53 186.62 -1.14 9.93 0
DSC00592_geotag.JPG 23.9291728 120.6595363 509.9 193.23 -0.45 4.39 0
DSC00593_geotag.JPG 23.9287981 120.6595287 509.32 191.04 2.44 2.25 0
DSC00594_geotag.JPG 23.9284104 120.6595435 507.91 184.44 2.72 0.08 0
DSC00595_geotag.JPG 23.9280333 120.659582 507.26 193.72 3.89 12.22 0
DSC00596_geotag.JPG 23.927657 120.6595872 507.69 195.45 3.42 6.96 0
DSC00597_geotag.JPG 23.9272717 120.659587 507.16 193.12 3.89 -0.05 0
DSC00598_geotag.JPG 23.926896 120.6595968 507.48 189.77 3.81 3.67 0
DSC00599_geotag.JPG 23.926499 120.6596054 508.71 190.15 3.23 2.78 0
DSC00600_geotag.JPG 23.9262638 120.6607363 505.97 357.94 2.93 0.78 0
DSC00601_geotag.JPG 23.9266309 120.6608033 508.82 337.28 2.8 1.64 0
```

圖 3-8 原始曝光點導航坐標及姿態資訊(location.txt)

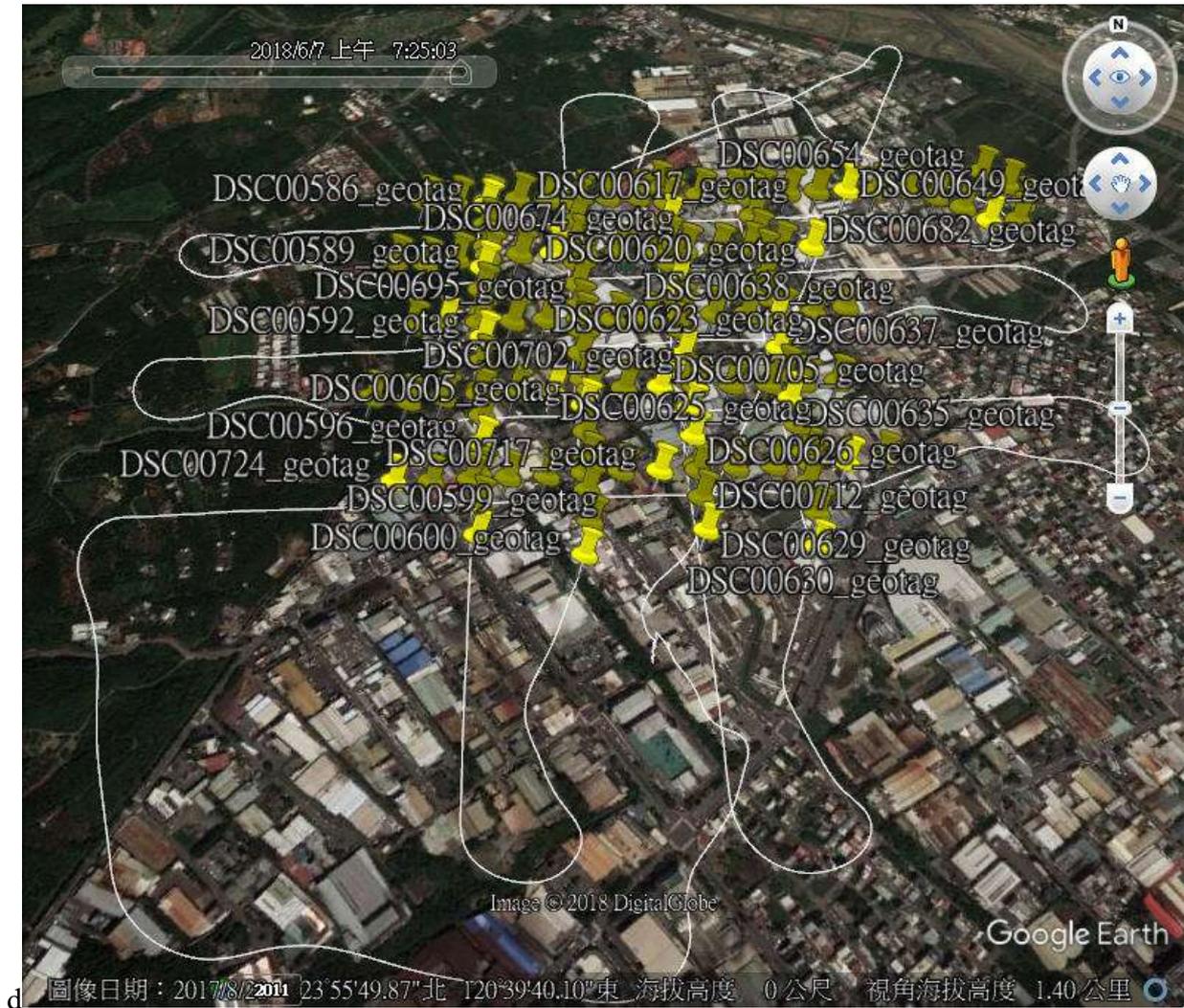


圖 3-9 飛航軌跡及曝光點展點(location.kml)

3.像機參數及率定報告：

繳交成果範例如表 3-4、表 3-5、圖 3-10 及 3-11 所示。

表 3-4 像機參數及率定相關參數範例

	Value	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	P1	P2
F	8033.88	0.884618	1.00	-0.37	-0.13	-0.06	-0.06	-0.02	0.01	0.03	0.02
Cx	2.91771	0.214165		1.00	0.06	0.24	0.07	-0.02	0.03	0.60	0.03
Cy	-3.94599	0.17335			1.00	-0.04	0.31	-0.00	0.00	-0.00	0.48
B1	0.0942032	0.0209757				1.00	0.03	-0.16	0.11	-0.07	-0.00
B2	-0.141626	0.0217563					1.00	0.01	-0.02	-0.02	-0.05
K1	-0.000126316	6.3156e-05						1.00	-0.96	-0.01	0.01
K2	0.000543337	0.000185232							1.00	0.01	-0.00
P1	6.50277e-05	6.82734e-06								1.00	0.03
P2	-9.0363e-05	5.03268e-06									1.00

Calibration coefficients and correlation matrix

表 3-5 A7RII 像機原廠規格文件(節錄)

**SONY**

〈A7R II 搭載背照式 35 MM 全片幅感光元件

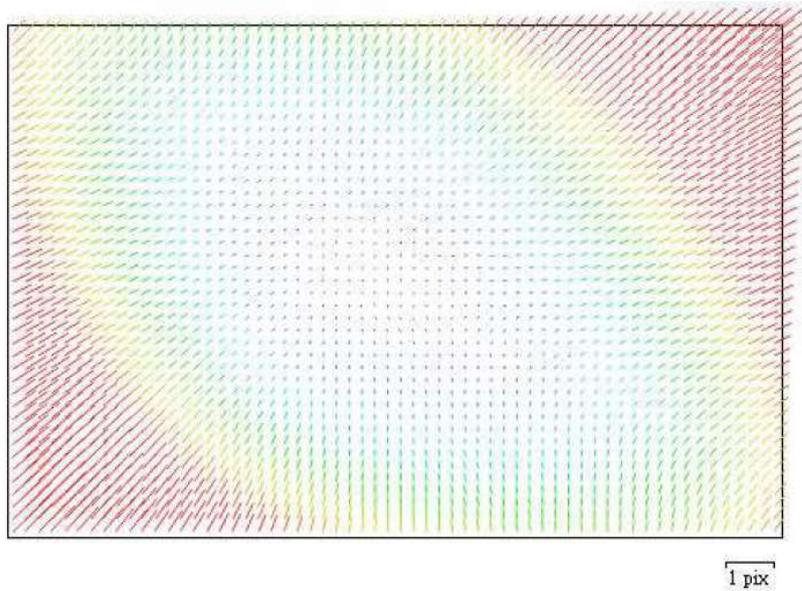
完整規格與功能

鏡頭	鏡頭接環 E 接環	鏡頭相容性 Sony E 接環鏡頭
感光元件	感光元件規格 35 mm 感應器 35 mm 全片幅 (35.9 x 24.0 mm), Exmor R® CMOS 感光元件	像素 (有效) 4240 萬像素 防塵系統 光學濾鏡上的抗靜電鍍膜與感光元件位移機制
錄製 (靜態影像)	影像大小 (像素), 3:2 35 mm 全片幅, 大: 7952 x 5304 (4200 萬), 中: 5168 x 3448 (1800 萬), 小: 3984 x 2656 (1100 萬), APS-C 大: 5168 x 3448 (1800 萬), 中: 3984 x 2656 (1100 萬), 小: 2592 x 1728 (450 萬) 影像大小 (像素), 16:9 35 mm 全片幅, 大: 7952 x 4472 (3600 萬), 中: 5168 x 2912 (1500 萬), 小: 3984 x 2240 (890 萬), APS-C 大: 5168 x 2912 (1500 萬), 中: 3984 x 2240 (890 M), 小: 2592 x 1456 (380 萬) 影像大小 (像素), 環視全景拍攝 寬: 水平 12416 x 1856 (2,300 萬), 垂直 5536 x 2160 (1,200 萬), 標準: 水平 8192 x 1856 (1500 萬), 垂直 3872 x 2160 (840 萬)	RAW 輸出 14 位元 無壓縮 RAW 有 色域 相容 TRILUMINOS™ Color 的 sRGB 標準 (搭配 sYCC 色域) 與 Adobe® RGB 標準
錄製 (電影)	錄影格式 (影片) XAVC S/符合 AVCHD 格式, 版本 2.0/MP4 影像大小 (像素), PAL* XAVC S 4K: 3840 x 2160 (30p/100 Mbps, 30p/60 Mbps, 24p/100 Mbps, 24p/60 Mbps), XAVC S HD: 1920 x 1080 (60p/50 Mbps, 30p/50 Mbps, 24p/50 Mbps), 1280 x 720 (120p/50 Mbps), AVCHD: 1920 x 1080 (60p/28 Mbps/PS, 60i/24 Mbps/FX, 60i/17 Mbps/FH, 24p/24 Mbps/FX, 24p/17 Mbps/FH), MP4: 1920 x 1080 (60p/28 Mbps, 30p/16 Mbps), 1280 x 720 (30p/6 Mbps) 影像大小 (像素), NTSC* XAVC S 4K: 3840 x 2160 (30p/100 Mbps, 30p/60 Mbps, 24p/100 Mbps, 24p/60 Mbps), XAVC S HD: 1920 x 1080 (60p/50 Mbps, 30p/50 Mbps, 24p/50 Mbps), 1280 x 720 (120p/50 Mbps), AVCHD: 1920 x 1080 (60p/28 Mbps/PS, 60i/24 Mbps/FX, 60i/17 Mbps/FH, 24p/24 Mbps/FX, 24p/17 Mbps/FH), MP4: 1920 x 1080 (60p/28 Mbps, 30p/16 Mbps), 1280 x 720 (30p/6 Mbps) 影像大小 (像素), PAL XAVC S 4K: 3840 x 2160 (25p/100 Mbps, 25p/60 Mbps), XAVC S HD: 1920 x 1080 (50p/50 Mbps, 25p/50 Mbps), 1280 x 720 (100p/50 Mbps), AVCHD: 1920 x 1080 (50p/28 Mbps/PS, 50i/24 Mbps/FX, 50i/17 Mbps/FH, 25p/24 Mbps/FX, 25p/17 Mbps/FH), MP4: 1920 x 1080 (50p/28 Mbps, 25p/16 Mbps), 1280 x 720 (25p/6 Mbps)	圖片設定檔 有 (關閉/PP1-PP7), 參數: 暗部階調、Gamma (影片、靜態、Cine 1 - 4、ITU709、ITU709 [800%]、S-Log2)、暗部 Gamma、膝點、色彩模式、飽和度、色彩相位、色彩深度、細節、複製、重設 影片功能 音量顯示、錄製音量、自動對焦追蹤靈敏度、自動對焦過片速度、自動慢速快門、HDMI 資訊顯示 (可選擇開啟/關閉)、時間代碼/使用者位元、圖片設定檔、創意風格、相片效果、錄影控制、雙重影像錄製、標記設定、PAL/NTSC 選擇器 色域 xYCC 標準 (透過 HDMI 纜線連接時為 x.v.Color) 相容 TRILUMINOS™ Color.

# Camera Calibration Report

Camera Information:

Camera:	Sony Alpha7 Remark II	Model:	ILCE-7 RM2 (35 mm)
Type:	Frame	Resolution:	7,952 x 5,304
Focal Length:	35mm	Pixel Size	4.53 x 4.53 $\mu\text{m}$
Calibration Date:	2018/06/28	Method:	Calibration field
Resampled:	Yes/Undistortion	Software:	PhotoScan



Distortion Plot

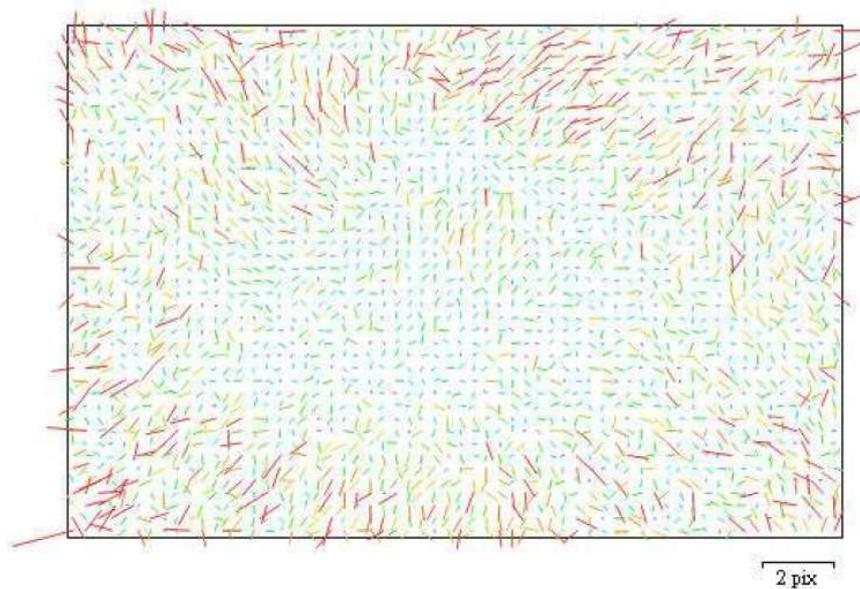


Image residuals

圖 3-10 像機率定報告範例(節錄)

```
0607H300_lps.cam x
0
1 LPS Camera File Version: 2.0
2 Camera Name: "0607H300"
3 Camera Description: "0607H300"
4
5 Focal Length [mm]: 36.2935
6 Principal Point:
7   x0 [mm]: -0.0006
8   y0 [mm]: 0.0267
9
10 Fiducial Coordinates:
11   Number of Fiducials: 4
12     ID      X[mm]      Y[mm]
13     1       30         0
14     2      -30         0
15     3        0        30
16     4        0       -30
17
18 Radial Distortion Observations:
19   Type: "Radial Distance"
20   Number of Observations: 1
21     ID  Distance[mm]  Distortion[microns]
22     1         0         0
23
24 Radial Lens Distortion Coefficients:
25   k0: 0
26   k1: 0
27   k2: 0
28
29 Extended Parameters:
30   Type: "AUSTRALIS Parameters"
31   k1: 2.50157e-007
32   k2: -4.68593e-010
33   k3: 5.68673e-016
34   p1: 7.46522e-007
35   p2: -2.50395e-006
36   b1: -2.07687e-005
```

圖 3-11 像機參數檔範例(\*.cam, LPS 格式)

#### 4.空中三角測量成果：

空中三角測量成果繳交為 PhotoScan 專案檔(\*.psx)及空中三角測量平差報告(\*.pdf)，範例節錄如圖 3-12 所示。

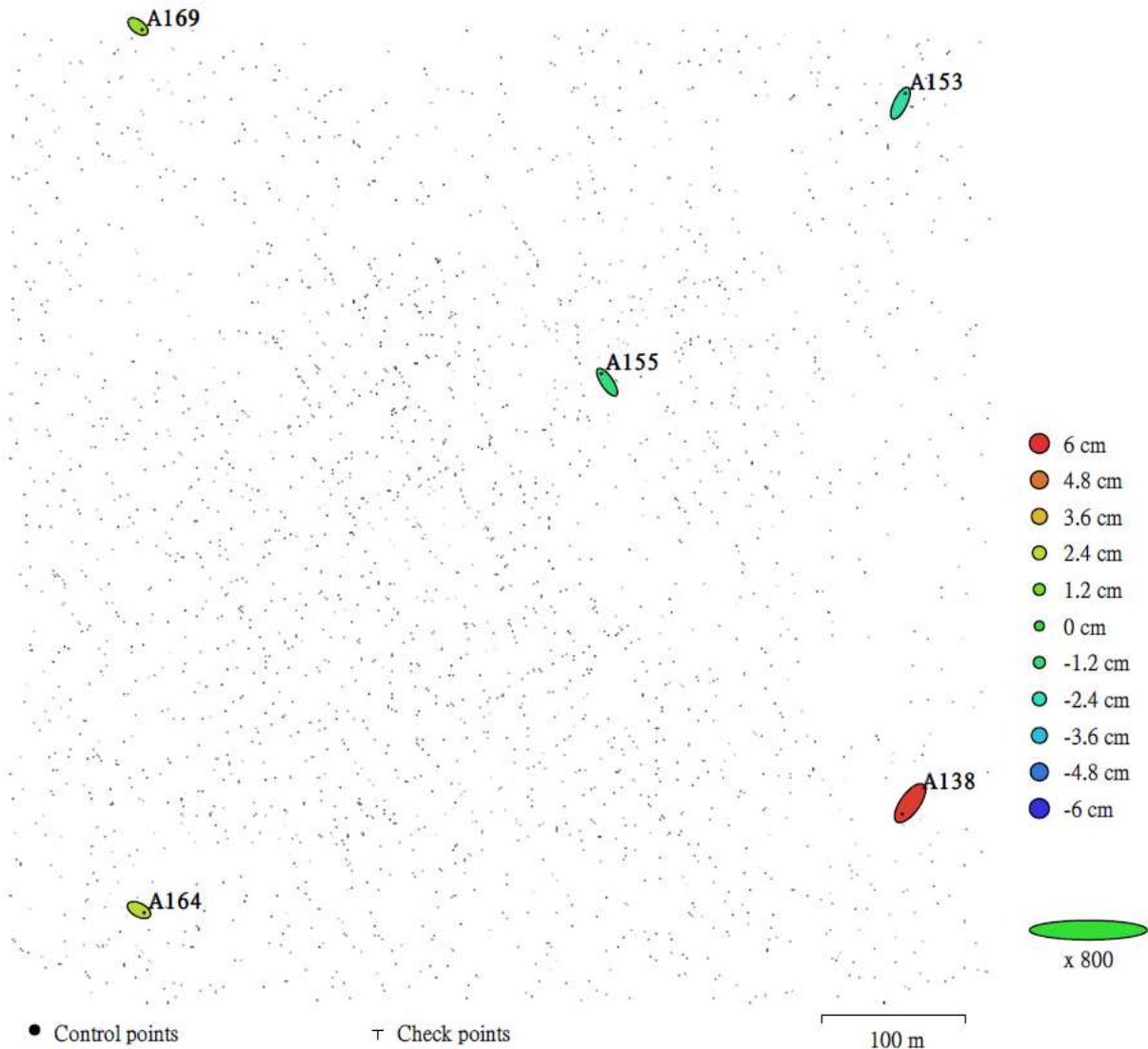


Fig. 5. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.

Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
5	0.982142	1.3638	3.12113	1.68064	3.54486

Table 5. Control points RMSE.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

圖 3-12 PhotoScan 空中三角測量平差報告範例(地面控制點約制精度)

### 5. 糾正後航拍影像及內外方位：

經 PhotoScan 空中三角測量平差及透鏡畸變糾正後重新取樣，可輸出提供校正程序使用之航拍影像及內外方位，範例如圖 3-13 至 3-15 所示；由圖 3-15 可以概略看出在影像邊緣修正透鏡畸變及像主點位置的效果。A7RII 各架次測試航拍之像機透鏡畸變差參數分析列如表 3-6，隨時間之參數變化量折線圖如圖 3-16 至 3-25 所示。

```

EO_0607H300.txt - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
# Cameras (129)
# PhotoID, X, Y, Z, Omega, Phi, Kappa, r11, r12, r13, r21, r22, r23, r31, r32, r33
DSC00586.JPG 215334.2791660667600000 2647470.3757755063000000 521.7679710627562600
2.2718022535501130 18.1626200652309750 164.2712056513183500 -0.9145968929578099
0.2589774317727911 0.3105530763400847 -0.2575776147053426 -0.9651487126860799
0.0462788807460650 0.3117150875312703 -0.0376650001031690 0.9494288030034699
DSC00587.JPG 215338.3706670092400000 2647421.3218214205000000 521.6848600818734700
-0.8146082464744124 -11.2723842184084850 173.7378437863356700 -0.9748573112670219
0.1063042657819307 -0.1958382642534353 -0.1069735565993231 -0.9942358874463596
-0.0071873710243004 -0.1954734786556093 0.0139428544536003 0.9806098693935124
DSC00588.JPG 215337.9518797111800000 2647378.1892537572000000 520.8958586597164000
-2.1881449619474371 -3.4789207137531077 164.0836232881127300 -0.9598908038231783
0.2718060841533233 -0.0687829728416128 -0.2737287385340847 -0.9615971234636147
0.0200885501477809 -0.0606813186757846 0.0381106909375547 0.9974293723367237
DSC00589.JPG 215335.6272499619800000 2647335.7290071477000000 522.1238313260714700
0.0027657237324445 1.5841307363903885 174.0888190972870600 -0.9943025812587470
0.1029853172183926 0.0275027514918074 -0.1029472842361470 -0.9946828751462045
0.0027990282746183 0.0276447747430675 -0.0000482525366338 0.9996178090155746
DSC00590.JPG 215336.3679121585400000 2647291.1676027114000000 522.3238069826409200
    
```

圖 3-13 糾正後外方位參數(EO, ORIMA 格式)

```

IO_0607H300.txt - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
Australis Bundle Adjustment Results: Camera Parameters
15 June, 2018 10:17:15

Project: C:\Australis\Project 1.aus
Adjustment: Free-Network
Number of Points: 1000
Number of Images: 10
RMS of Image coords: 1.00 (um)

Results for Camera 1 unknown Lens

Sensor Size Pixel Size (mm)
H 7952 0.00452646
V 5304 0.00452646

Camera Initial Total Final Initial Final
Variable Value Adjustment Value Std. Error Std. Error
C 36.2935 0.00000 36.2935 1.0e+003 0.0045 (mm)
XP -0.0006 0.00000 -0.0006 1.0e+003 0.0012 (mm)
YP 0.0267 0.00000 0.0267 1.0e+003 0.0010 (mm)
K1 2.50157e-007 0.000e-000 2.50157e-007 1.0e+003 7.06153e-008
K2 -4.68593e-010 0.000e-000 -4.68593e-010 1.0e+003 1.57224e-010
K3 5.68673e-016 0.000e-000 5.68673e-016 1.0e+003 6.81468e-017
P1 7.46522e-007 0.000e-000 7.46522e-007 1.0e+003 2.56807e-007
P2 -2.50395e-006 0.000e-000 -2.50395e-006 1.0e+003 1.88576e-007
B1 -2.07687e-005 0.000e-000 -2.07687e-005 1.0e+003 3.36783e-006
B2 -1.33155e-005 0.000e-000 -1.33155e-005 1.0e+003 3.50383e-006

Maximum Observational Radial Distance Encountered: 1.000 mm
    
```

圖 3-14 糾正後內方位參數(IO, Australis 格式)



圖 3-15 透鏡畸變糾正前後影像比較

表 3-6 A7RII 各架次測試航拍之像機透鏡畸變差參數

航拍日期	航高 (m)	資料代碼	各架次測試航拍之像機透鏡畸變差參數(不同軟體或格式可能以不同符號表示) 格式：Australis **糾正前									
			焦距 (Focal Length)	像主點位置 (Principal Point Offset)		輻射畸變(Radial Distortion)			切向畸變(Tangential Distortion)		非正交畸變(Non-orthogonality or Skew)	
			F/C	Cx/XP	Cy/YP	k1/K1	k2/K2	k3/K3	p1/P1	p2/P2	b1/B1	b2/B2
107/06/07	300	0607H300	36.2718	0.0176	0.0280	-4.00002E-05	1.11812E-07	3.73319E-11	-5.84557E-05	-2.78538E-05	1.31323E-04	8.28161E-05
107/06/08	300	0608H300	36.4384	0.0567	0.0597	-3.99224E-05	1.09566E-07	3.57076E-11	-5.70336E-05	-3.75398E-05	1.49455E-04	3.69950E-05
107/06/08	400	0608H400	36.2545	0.0158	0.0408	-3.87121E-05	1.09427E-07	3.65074E-11	-5.29789E-05	-3.58724E-05	4.88393E-05	7.81552E-05
107/06/28	400	0628H400	36.3879	0.0026	0.0075	-3.82461E-05	1.18102E-07	2.39209E-11	-5.29424E-05	-2.99078E-05	6.45961E-05	2.61477E-04
107/08/14	400	0814H400F1	36.3225	0.0008	0.0519	-3.84714E-05	1.17460E-07	2.55596E-11	-5.84030E-05	-3.38571E-05	7.71893E-05	1.21181E-04
107/08/14	400	0814H400F2	36.1881	0.0197	0.0826	-3.91023E-05	1.18923E-07	2.50660E-11	-5.94944E-05	-3.09801E-05	5.05079E-05	1.30697E-04
航拍日期	航高 (m)	資料代碼	各架次測試航拍之像機透鏡畸變差參數(不同軟體或格式可能以不同符號表示) 格式：Australis **糾正後									
			焦距 (Focal Length)	像主點位置 (Principal Point Offset)		輻射畸變(Radial Distortion)			切向畸變(Tangential Distortion)		非正交畸變(Non-orthogonality or Skew)	
			F/C	Cx/XP	Cy/YP	k1/K1	k2/K2	k3/K3	p1/P1	p2/P2	b1/B1	b2/B2
107/06/07	300	0607H300	36.2935	0.0006	0.0267	2.50157E-07	-4.68593E-10	5.68673E-16	7.46522E-07	-2.50395E-06	-2.07687E-05	-1.33155E-05
107/06/08	300	0608H300	36.4628	0.0049	0.0161	4.25762E-07	-1.06413E-09	1.79273E-15	1.97778E-06	-2.34751E-06	-4.04463E-06	-3.38536E-05
107/06/08	400	0608H400	36.2153	0.0019	0.0094	-3.12244E-07	5.10293E-10	5.06412E-16	-3.04107E-07	-2.56084E-06	-7.53705E-06	2.03782E-05
107/06/28	400	0628H400	36.3651	0.0132	0.0179	9.56413E-08	-3.10880E-10	2.77535E-13	-1.78817E-06	-2.48485E-06	-1.17319E-05	-1.76136E-05
107/08/14	400	0814H400F1	36.3190	0.0049	0.0227	-2.33087E-07	6.11779E-10	1.31493E-15	-2.22592E-06	-3.52424E-06	-9.95612E-07	-2.01234E-05
107/08/14	400	0814H400F2	36.1934	0.0051	0.0147	1.42713E-07	-1.68539E-10	4.35161E-16	-3.10893E-07	-2.41870E-06	-2.70281E-06	6.19971E-07

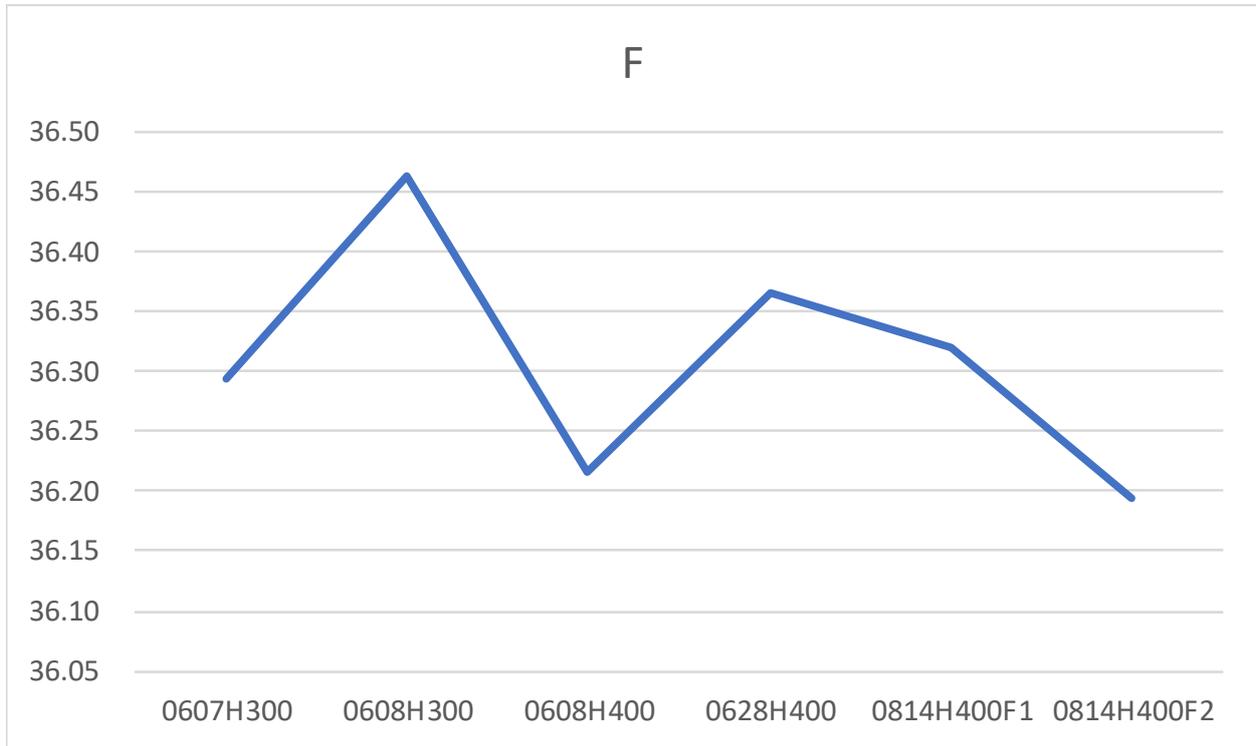


圖 3-16 糾正後透鏡畸變差參數折線圖(F)

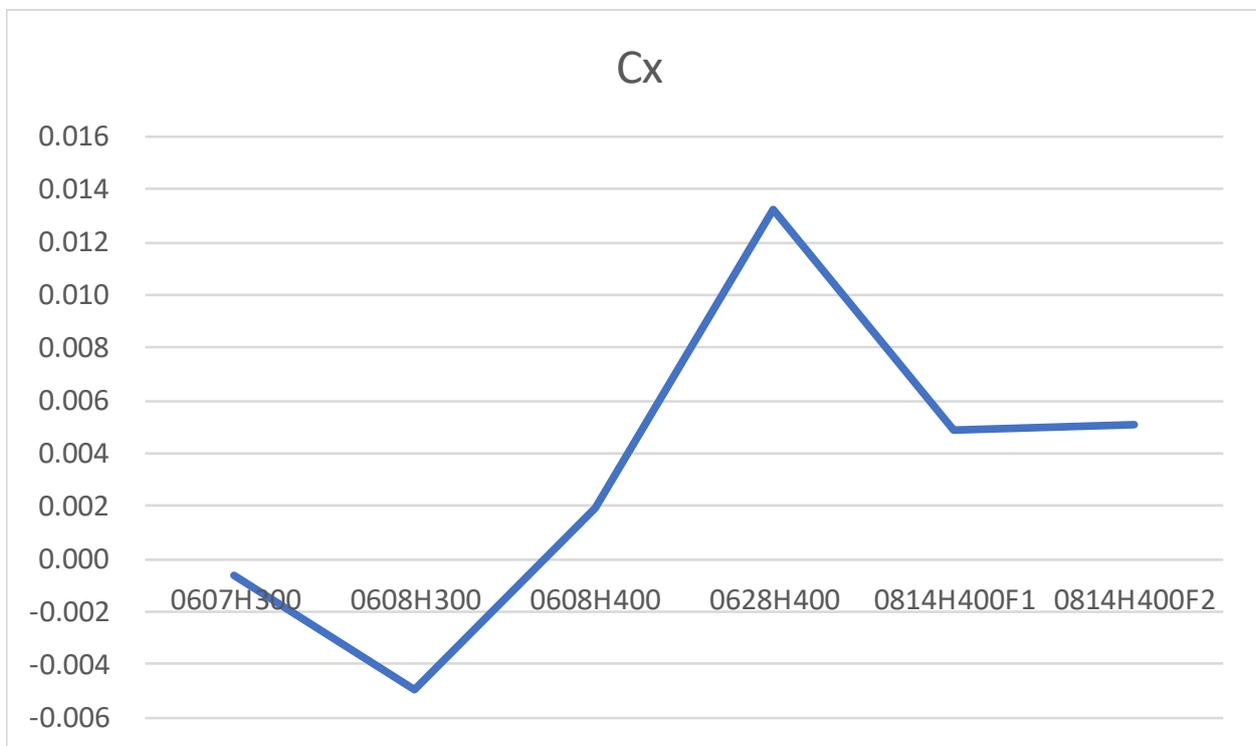


圖 3-17 糾正後透鏡畸變差參數折線圖(Cx)

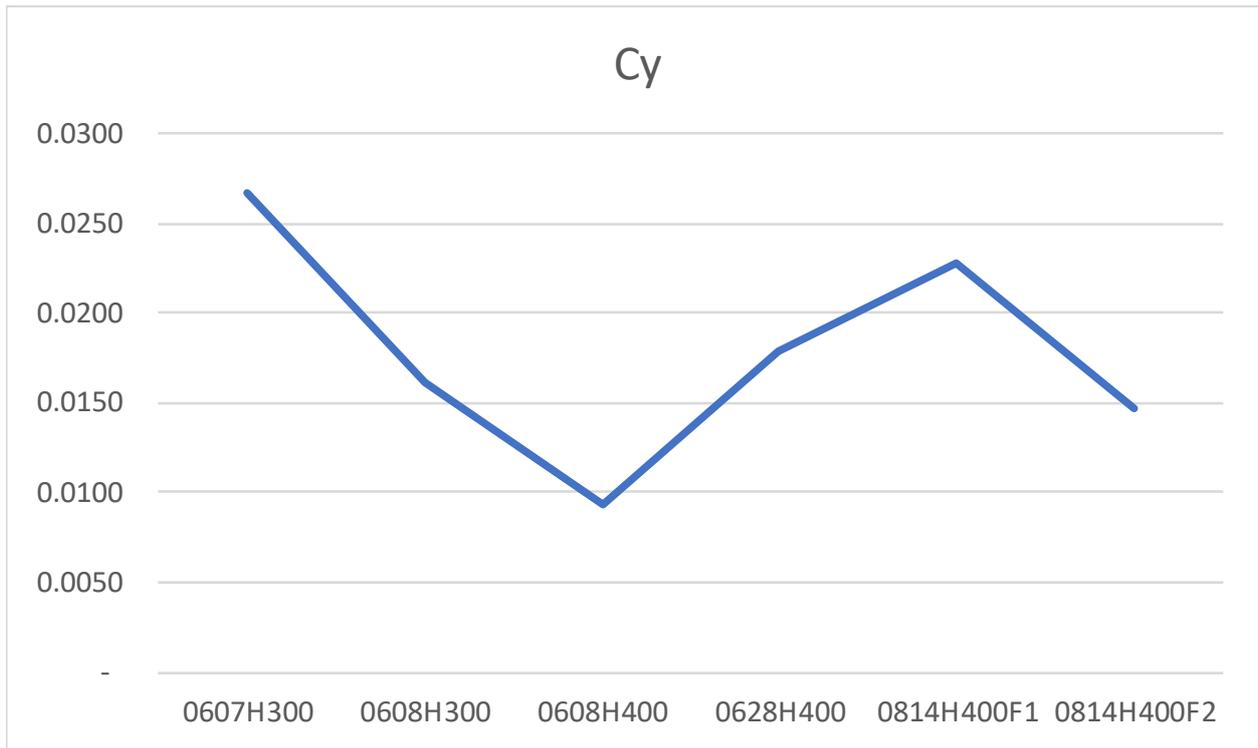


圖 3-18 糾正後透鏡畸變差參數折線圖(Cy)

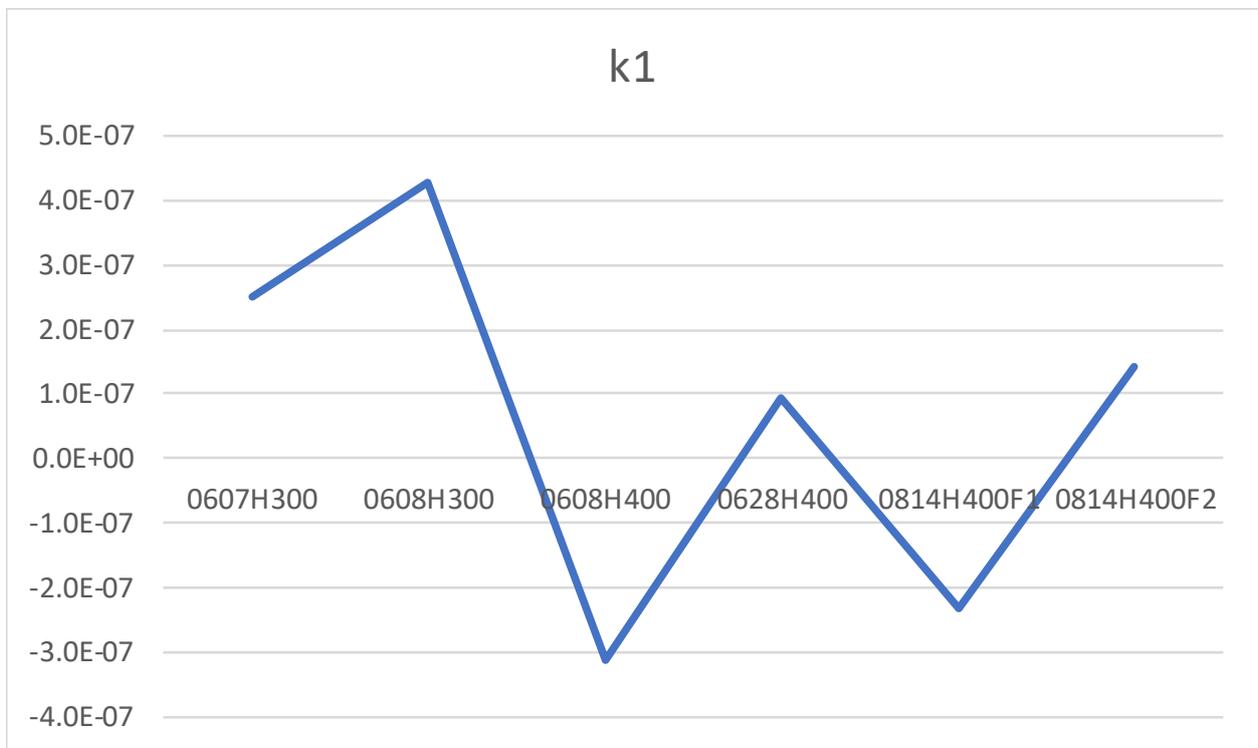


圖 3-19 糾正後透鏡畸變差參數折線圖(k1)

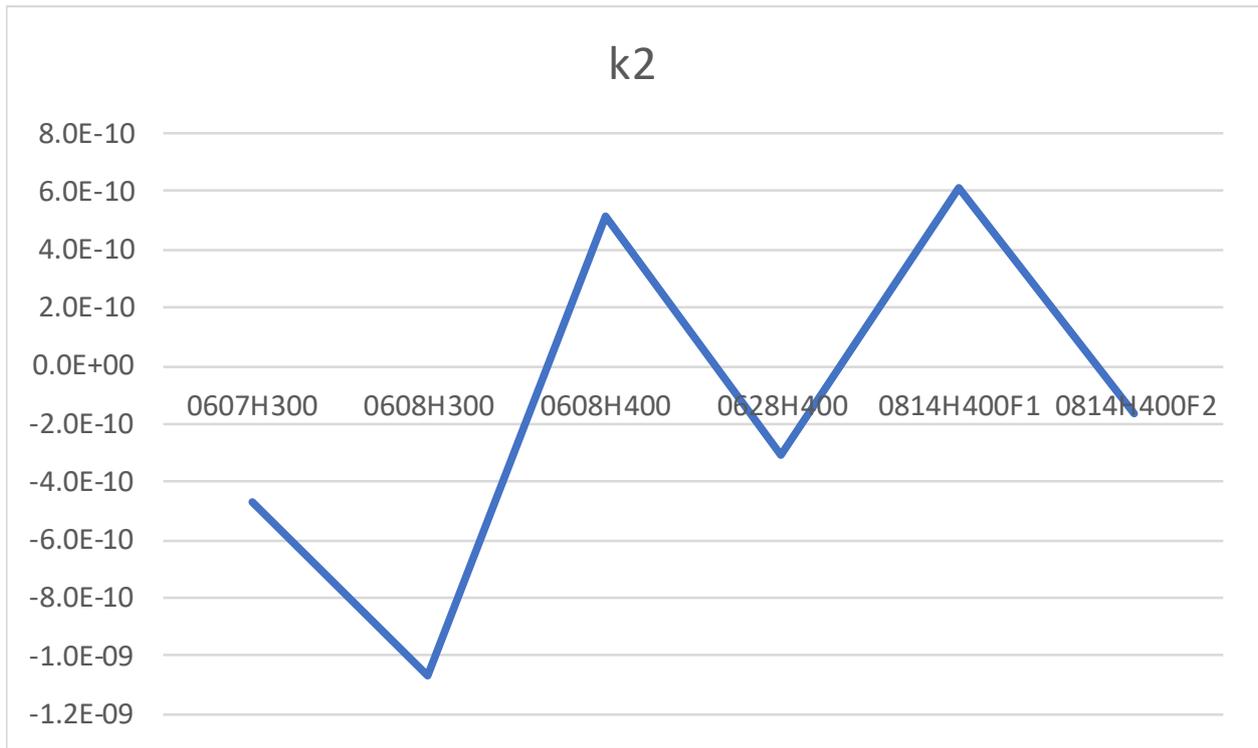


圖 3-20 糾正後透鏡畸變差參數折線圖(k2)

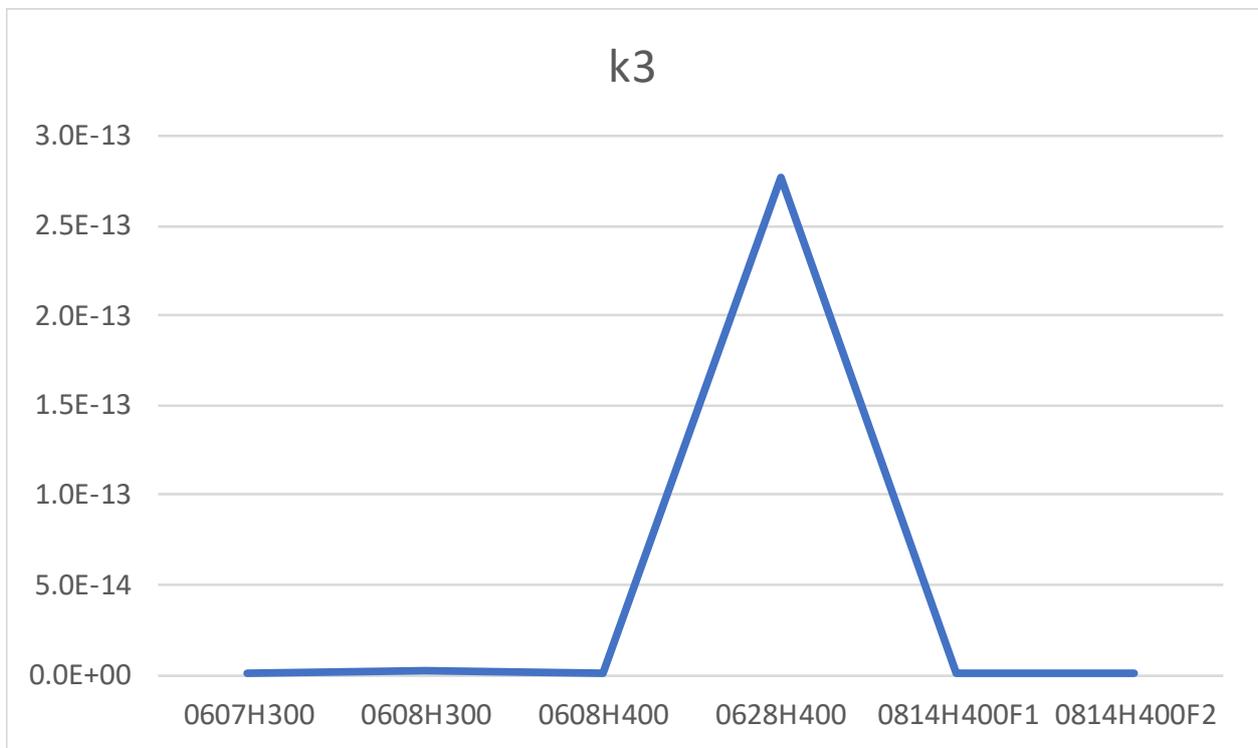


圖 3-21 糾正後透鏡畸變差參數折線圖(k3)

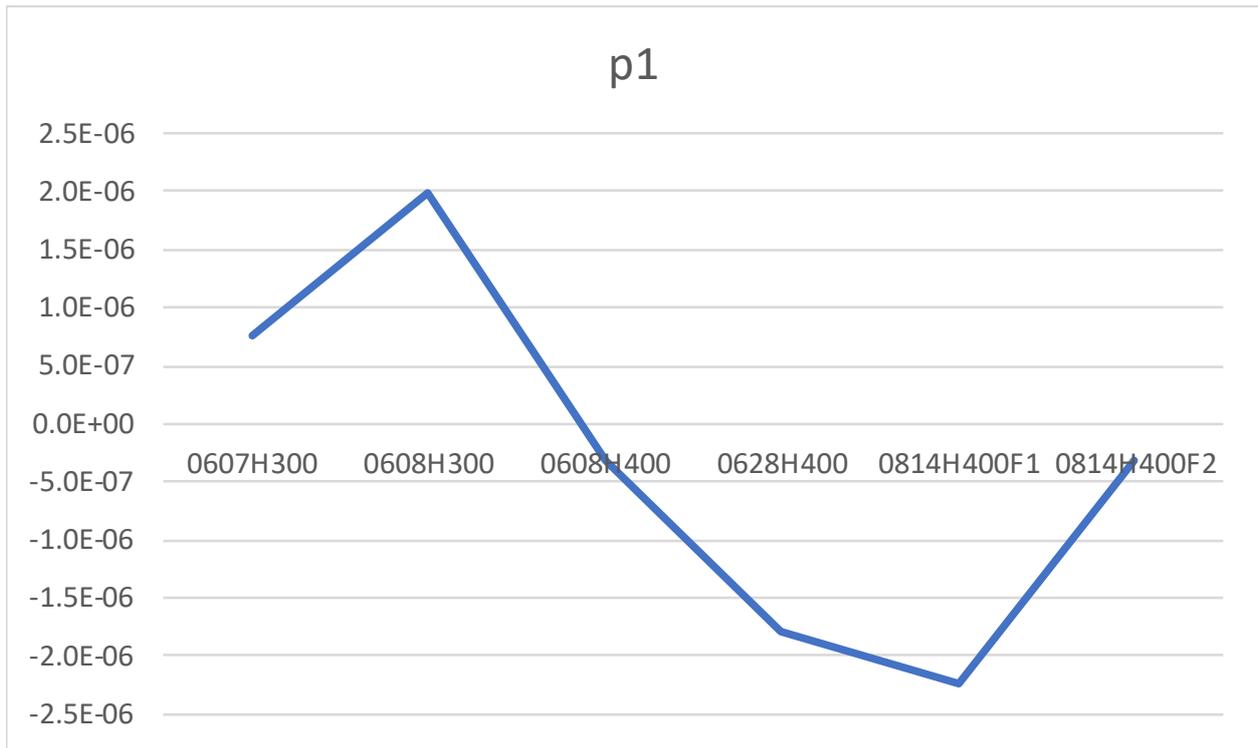


圖 3-22 糾正後透鏡畸變差參數折線圖(p1)

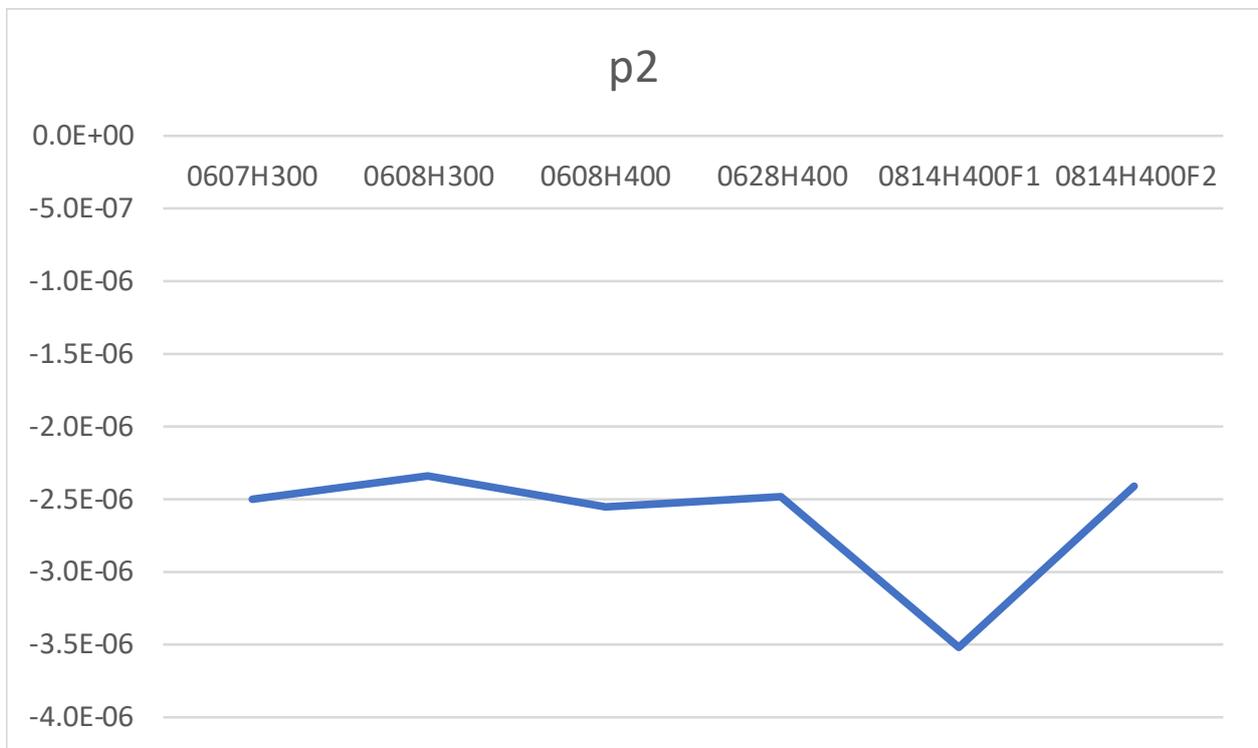


圖 3-23 糾正後透鏡畸變差參數折線圖(p2)

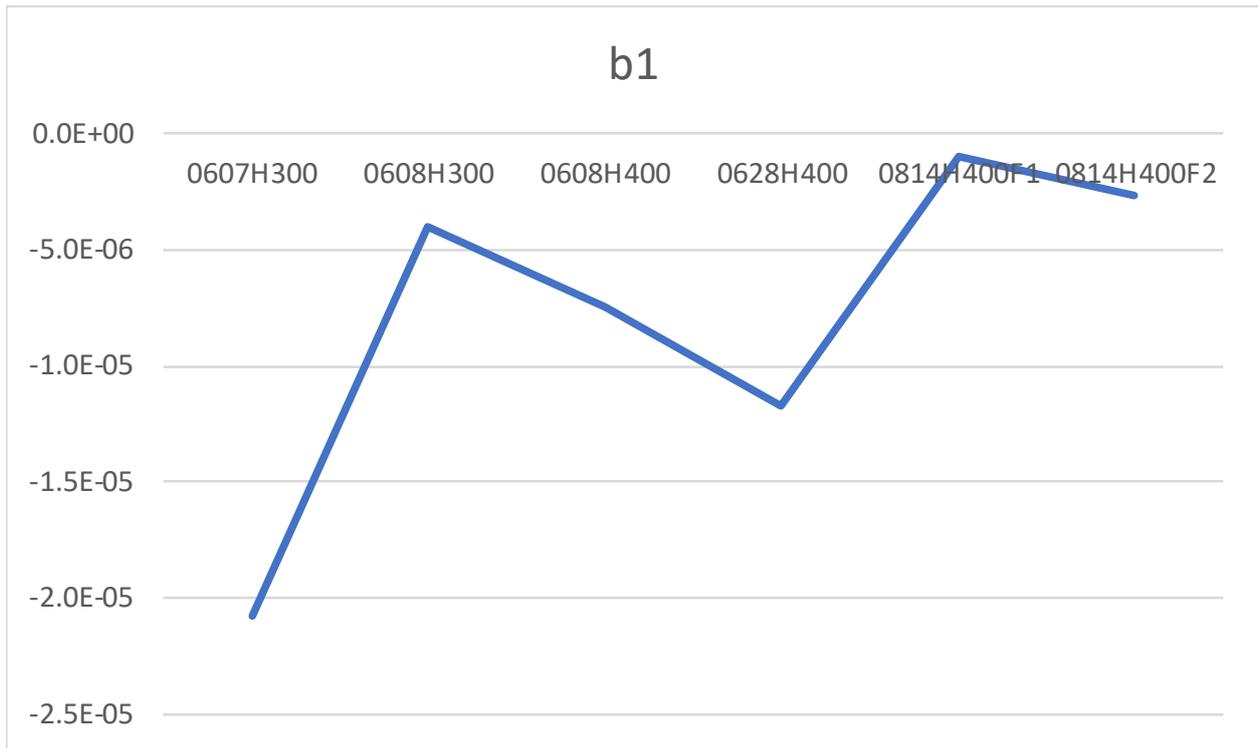


圖 3-24 糾正後透鏡畸變差參數折線圖(b1)

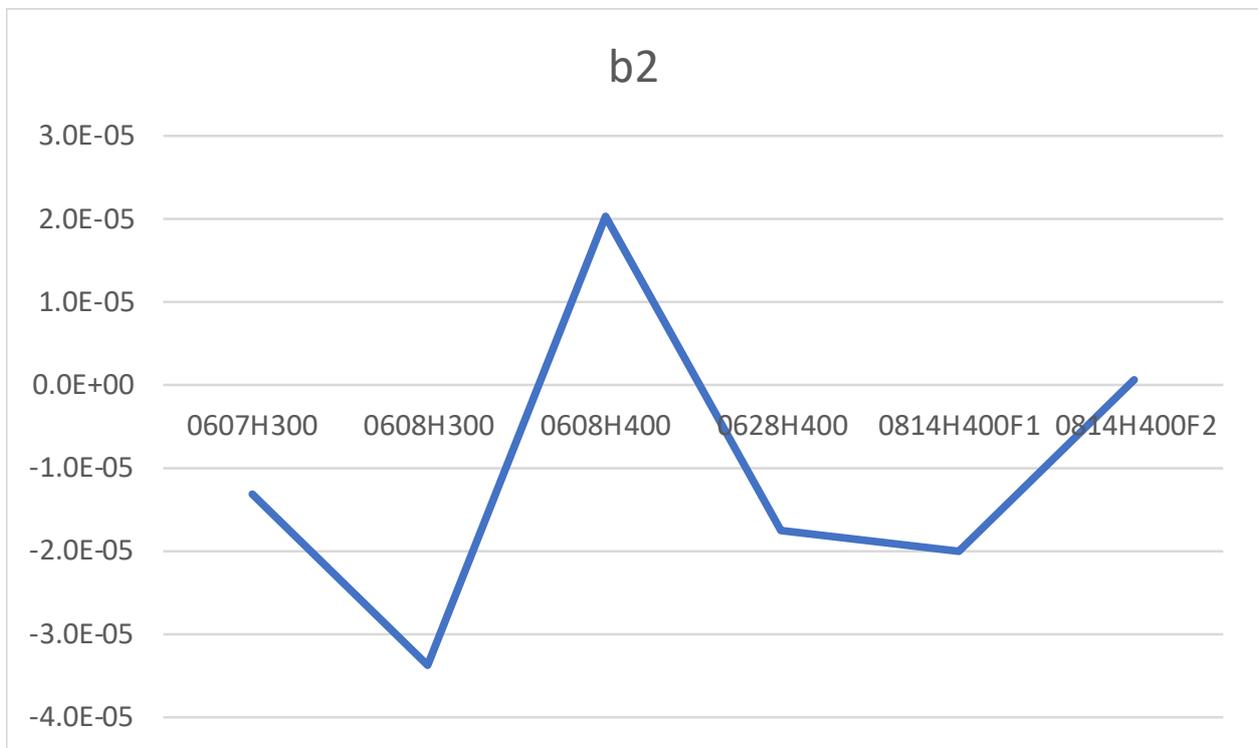


圖 3-25 糾正後透鏡畸變差參數折線圖(b2)

### 3-5 模擬校正送件

辦理模擬校正送件填寫校正申請表格如表 3-7 所示；提送成果附件範例如表 3-8 至表 3-10 所示。

**表 3-7 校正申請表(適用小像幅航拍攝影機)**

內政部國土測繪中心

臺中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓 電話：(04)22522966 轉 375 傳真：(04)22540324

#### 校正申請表(適用小像幅航拍攝影機)

申請單編號：(本實驗室收件人填寫)		校正件編號：	申請日期： 107 年 8 月 20 日
顧客資料	顧客名稱：自強工程顧問有限公司		統一編號：34542481
	聯絡人：李明軒	聯絡電話：(02)2225-2200	傳真：(02)3234-9980
	聯絡地址：23545 新北市中和區新民街 112 號 5 樓		
	報告抬頭：自強工程顧問有限公司		
	報告地址：23545 新北市中和區新民街 112 號 5 樓		
校正目的	107 年度校正場航拍案模擬送件		
校正件基本資料	廠牌：Sony 型號：Alpha7 Remark II(A7R2) 序號：4877997		
	攝影機焦距： 36.3651 mm	像主點坐標：x= 0.0132 y= 0.0179	
	感測器像元數量： 7952 × 5034	像元尺寸： 4.52646 μm × 4.52646 μm	
	感測器元件尺寸： 24 mm × 35.9 mm	鏡頭畸變差糾正軟體 名稱： Agisoft PhotoScan 版本： 1.3.2	
飛航拍攝規劃	預定航拍期間： 107 年 6 月	航線間距： 200 m	
	南北向航線： 4 條	東西向航線： 4 條	
	前後重疊率： 80 %	側向重疊率： 60 %	
	絕對航高： 585 m	影像地面像素解析度 GSD： 5.5 cm	
應檢附資料：			
■攝影機原廠規格書或率定報告，檔名：Camera Calibration Report_A7R2(20180628).pdf			
■飛行航線規劃圖(dwg 或 shp 檔)，檔名：0628H400.shp			
		校正人員	(由技術主管核定後填入)

表 3-8 小像幅航拍攝影機校正航拍成果表

內政部國土測繪中心

臺中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓 電話：(04)22522966 轉 375 傳真：(04)22540324

### 小像幅航拍攝影機校正航拍成果表

編號：

申請單編號：(本實驗室收件人填寫)		校正件編號：	填寫日期： 107 年 8 月 20 日
校正件基本資料		廠牌：Sony	型號：Alpha7 Remark II(A7R2) 序號：4877997
飛 航 拍 攝 資 料	航拍日期： 107 年 6 月 28 日	航線間距： 200 m	
	南北向航線： 4 條	東西向航線： 4 條	
	前後重疊率： 80 %	側向重疊率： 60 %	
	絕對航高： 585 m	地面像素解析度 GSD： 5.5 cm	
應檢附資料：			
<p>■ 像機參數檔 (cam 檔)，檔名：0628h400_ips.cam、0628h400_orima.cam ※顧客應提供本次經鏡頭時變差糾正後影像之像機內方位參數檔。</p>			
<p>■ 實際拍攝中心展點及航線圖(dwg 檔)，檔名：0628H400.dwg</p>			
<p>■ 「航空測量攝影機校正航拍影像檢核紀錄表」(Word 檔及簽章後 PDF 檔)，檔名：SICL-4-69-0 小像幅攝影機校正_航拍成果表 V1.0_A7R2.docx SICL-4-69-0 小像幅攝影機校正_航拍成果表 V1.0_A7R2.PDF ※所記錄之外方位參數應為顧客自行解算空中三角平差之成果。</p>			
<p>■ 校正航拍影像(8bit 之 tif 或 img 檔)，共 79 片。</p>			
<p>■ 其他(如：操作員能力佐證資料)，檔名：UTC Certificattion-UAS Photography_黃明江.pdf</p>			
顧 客 聲 明	<p>1.本單位於執行校正作業前，業已詳讀校正航拍作業須知，並願遵守國土測繪中心所有校正作業之相關規定。</p> <p>2.執行所有本校正航拍作業、校正件設備操作及審核等人員均經本單位認可具有相關學經歷或操作經驗，其能力皆符合執行業務之要求，且由本單位授權辦理。</p> <p>3.本表所載均屬事實，若經查明有不實或隱匿等情事，本次申請之校正報告當無條件失效，並願負一切法律責任。</p>		顧客簽章
			

----- 下欄由本實驗室人員填寫 -----

成 果 檢 查	<input type="checkbox"/> 校正航拍資料 <input type="checkbox"/> 資料項目及內容填寫完整。 <input type="checkbox"/> 異狀註記：	檢查(校正)人簽章
	<input type="checkbox"/> 校正航拍影像 <input type="checkbox"/> 影像檔案格式及數量正確。 <input type="checkbox"/> 異狀註記：	技術主管簽章

表 3-9 航拍授權紀錄

內政部國土測繪中心

臺中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓 電話：(04)22522966 轉 375 傳真：(04)22540324

### 航拍資訊及授權紀錄

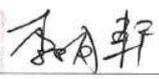
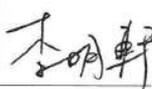
校正件操作人員基本資料			
操作人員姓名	黃明江	任職單位	自強工程顧問有限公司
工作經驗年資	3	聯絡電話	(02)2225-2200
校正件操作人員能力評估及授權資料			
能力認定條件	學歷	國立台北科技大學土木工程系土木與防災碩士班	
	經歷	自強工程顧問有限公司-UAV 組長	
	訓練紀錄	UTC - Aerial Photography	
能力評估方式	<input checked="" type="checkbox"/> 檢視學經歷、 <input checked="" type="checkbox"/> 檢視訓練證書、 <input type="checkbox"/> 授權人員面談、口試或筆試		
校正件 操作授權	<p>該操作人員經能力評估認定可正確操作本校正件。 同意授權該人員操作校正件執行本次校正航拍作業。</p> <p>顧客授權簽章：</p> <p>授權日期：<u>107. 8. 20</u></p>		
飛航航拍作業資訊			
飛行器	ST One-Start VX-2300	天氣概況	晴
飛行人員	黃明江	起飛地點/時間	環鴻科技股份有限公司/ 上午 9 時 45 分
拍攝作業時間	9 時 50 分 至 10 時 15 分	落地地點/時間	環鴻科技股份有限公司/ 上午 10 時 20 分
顧客聲明：			
<p>本校正件校正件操作人員能力通過評估，校正件之搬運、安裝以及操作(包含校正掃描點雲之下載、儲存及格式等)皆按原廠說明書之標準流程作業。本校正件所提交之航拍影像確實來自本校正件，且未經偽造處理，並與本校正作業之飛航紀錄一致。</p>			
<p>顧客簽章：</p> <p>簽章日期：<u>107. 8. 20</u></p>			

表 3-10 小像幅攝影機校正航拍影像檢核紀錄表

內政部國土測繪中心

臺中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓 電話：(04)22522966 轉 375 傳真：(04)22540324

小像幅攝影機校正航拍影像檢核紀錄表

申請單編號：		校正件編號：		顧客簽章 							
顧客名稱		自強工程顧問有限公司									
序號	航線編號	影像片號	E	N	h (橈球高)	$\omega$	$\psi$	$\kappa$	含雲量 (%)	清晰度 (Y/N)	異常敘述
1	1	DSC07355_geotag.JPG	215205.5599	2647425.422	615.7912351	5.072410238	-1.566039152	-97.0796767	0	Y	
2	1	DSC07356_geotag.JPG	215258.9636	2647425.151	615.7340686	2.831602562	-1.524638377	-96.17618403	0	Y	
3	1	DSC07357_geotag.JPG	215317.0697	2647424.688	615.362878	0.728040987	-1.223647815	-97.23833928	0	Y	
4	1	DSC07358_geotag.JPG	215372.922	2647425.25	615.8140825	1.611056654	-1.700595283	-97.46501182	0	Y	
5	1	DSC07359_geotag.JPG	215429.1919	2647425.748	616.7215688	2.164892295	-1.505217631	-95.47852348	0	Y	
6	1	DSC07360_geotag.JPG	215486.8932	2647427.152	617.0589493	5.456262272	-1.396137796	-96.92955421	0	Y	
7	1	DSC07361_geotag.JPG	215542.4313	2647427.128	617.0223476	1.308846226	-1.104312496	-95.24733739	0	Y	
8	1	DSC07362_geotag.JPG	215602.8069	2647428.296	615.5835345	4.990447005	-1.175637085	-94.37521218	0	Y	
9	1	DSC07363_geotag.JPG	215658.6095	2647428.242	615.3199633	1.662880564	-1.64941053	-94.12771587	0	Y	
10	1	DSC07364_geotag.JPG	215711.1303	2647429.627	614.5766359	0.57943438	-1.759108881	-92.71534933	0	Y	
11	2	DSC07374_geotag.JPG	215705.4085	2647260.97	613.2853895	-8.459470137	-0.946059263	102.2846801	0	Y	
12	2	DSC07375_geotag.JPG	215649.2103	2647261.477	615.9209457	2.539162966	3.156968086	100.9738292	0	Y	
13	2	DSC07376_geotag.JPG	215596.486	2647262.39	617.0609723	-4.465517006	-1.910778183	103.1924049	0	Y	
14	2	DSC07377_geotag.JPG	215540.714	2647261.54	617.1011657	-4.940044826	-1.386102795	98.52743075	0	Y	
15	2	DSC07378_geotag.JPG	215483.2642	2647261.89	617.0291668	0.073379116	-0.413385904	100.5600538	0	Y	
16	2	DSC07379_geotag.JPG	215429.091	2647261.72	615.4741213	-3.610728532	-0.828360904	101.4139108	0	Y	
17	2	DSC07380_geotag.JPG	215373.1081	2647260.912	615.2904907	-5.166970642	-0.913966769	101.6406907	0	Y	
18	2	DSC07381_geotag.JPG	215316.9789	2647259.934	614.349561	-3.744304609	0.440377764	101.8483561	0	Y	
19	2	DSC07382_geotag.JPG	215260.7846	2647258.579	613.5019153	-3.465017671	1.878064805	102.9423615	0	Y	
20	2	DSC07383_geotag.JPG	215204.6029	2647257.689	613.5801181	-3.947298415	2.435137885	101.2622277	0	Y	
21	3	DSC07390_geotag.JPG	215208.5227	2647097.106	613.2019168	-0.815931863	-1.725189989	-95.80747142	0	Y	
22	3	DSC07391_geotag.JPG	215265.3544	2647097.372	615.2097117	4.633833091	-2.520933209	-96.51015015	0	Y	
23	3	DSC07392_geotag.JPG	215321.0999	2647097.381	616.0550581	4.831331117	-2.267585727	-95.42418659	0	Y	
24	3	DSC07393_geotag.JPG	215378.4147	2647097.631	615.5006	-0.98202077	-0.98418192	-93.88152459	0	Y	
25	3	DSC07394_geotag.JPG	215434.2218	2647098.786	615.3980649	3.352694405	-2.237436575	-95.39927336	0	Y	
26	3	DSC07395_geotag.JPG	215489.0164	2647099.162	615.8166666	4.876214265	-2.038182444	-94.76911999	0	Y	
27	3	DSC07396_geotag.JPG	215544.0892	2647099.741	615.9182236	0.671643116	-1.877185756	-93.79353119	0	Y	

文件編號：SICL-4-69-0

3/5

版次：1.0

## 第四章 專案控管

### 4-1 計畫人力配置

#### 1. 專案分工

本計畫之「計畫主持人」由工作經驗豐富的李明軒技師（測量執業技師，技術研發部門負責人）擔任，並設有「資料品管組」由邱俊榮（測量執業技師，航空測量部門負責人）負責，協助計畫主持人對本案相關作業之各項流程進度及品質予以檢核管制，整體工作分組架構圖如圖 4-1。

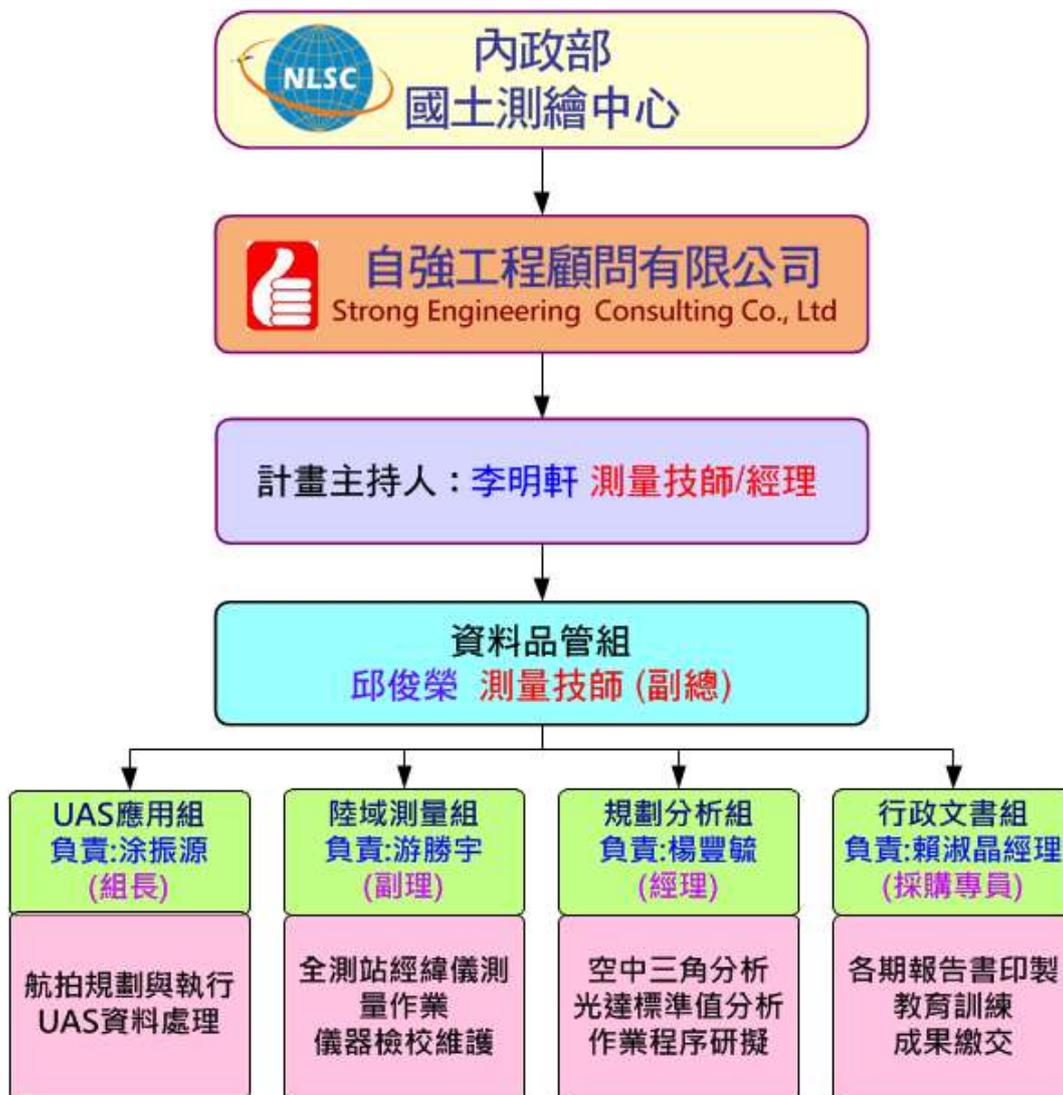


圖 4-1 人力配置計畫

## 2. 主要工作人員之專長與經驗

本團隊依負責工作分組編列人員，主要參與人員學經歷說明如下：

### 計畫主持人

姓名：**李明軒 經理**

學歷：成功大學測量及空間資訊研究所 (98.09~100.06)

經歷：成大測量及空間資訊學系遙測實驗室(98.12~100.08)  
自強工程顧問有限公司研發部經理 (101.08~迄今)

資格：國家考試及格—測量技師 (技執字第 007764 號)

專長：移動測繪技術、陸域測量、軟體程式開發、GIS 系統  
規劃研擬、無人飛行載具測量技術研發

相關工作經驗列表(節錄)：



委辦機關／曾參與之計畫名稱	擔任職務	完工年月
經濟部水利署水利規劃試驗所 科技化排水基本資料調查先期研究	計畫主持人	106.12
臺北市政府工務局新建工程處 106 年度地下管線立體圖台系統功能維護暨擴充資訊服務	計畫主持人	106.11
內政部國土測繪中心 106 年度擴充航遙測感應器系統校正作業採購案	UAS 校正 規劃研擬	106.11
臺北市政府工務局新建工程處 臺北市地下管線立體圖資軟體暨管線量測委託服務	計畫主持人	105.12
新北市政府高灘地工程管理處 新北市新店溪及景美溪無人飛行載具空拍計畫	技術研發	104.11
交通部公路總局 Web 版數位公路服務平台	協同主持人	103.04
臺北市政府工務局水利工程處 102 年度臺北市轄河川河道斷面檢測及分析工作	資料研析	103.04
內政部營建署城鄉發展分署 國防部眷改土地辦理都市更新計畫案建物 3D 模型建置	系統建置	103.06
新北市政府高灘地工程管理處 E 化平台暨 3D 導覽圖資採購案	研擬規劃	102.12
交通部公路總局 應用先進技術於公路設施清查之試辦計畫	研擬規劃	102.06
觀光局大鵬灣國家風景區 奚卜蘭地區互動式多目標 3D 圖台系統建置案	系統建置	102.07

姓名：**邱俊榮** 職稱：副總經理(測量技師)  
 學歷：**國立成功大學測量工程研究所**(89.09~91.06)  
 經歷：自強工程顧問有限公司副總經理(91.10~迄今)  
 專長：航空測量、空載光達掃瞄、工程專案管理



姓名：**涂振源** 職稱：組長  
 學歷：**國立台灣大學建築與城鄉研究所**  
 (97.09~101.06)  
 經歷：自強工程顧問有限公司組長(102.08~迄今)  
 專長：UAS 應用實務、專案管理、3D GIS 平台研擬規劃



姓名：**游勝宇** 職稱：副理  
 學歷：**瑞芳高工測量科(乙級技術士)**  
 (87.09~91.06)  
 經歷：自強工程顧問有限公司副理(95.06~迄今)  
 專長：地面控制測量、人力資源管理、測量儀器檢校與維護



姓名：**楊豐毓** 職稱：副理  
 學歷：**政治大學地政研究所**  
 (98.09~100.06)  
 經歷：自強工程顧問有限公司副理(101.08~迄今)  
 專長：航空測量、空載光達掃瞄、工程專案管理



姓名：**蔡欣達** 職稱：測量技師/勞安管理員  
 學歷：**國立政治大學地政學系土地測量與資訊組**  
 (92.09~96.06)  
 經歷：自強工程顧問有限公司副理(102.09~迄今)  
 專長：地面控制測量、航空測量、3D GIS 圖資處理  
 數值地形製圖、勞工安全衛生管理



表 4-1 主要工作人員編組及工作項目

編號	職稱	姓名	工作項目
1	董事長	賴澄漂	綜合督導
2	總經理	賴澄燦	綜合督導
3	經理	李明軒	計畫主持人/測量技師
4	副總經理	邱俊榮	成果品質管控/測量技師
5	UAS 應用組/組長	涂振源	專案管理/UAS 技術應用實務
6	UAS 應用組	黃明江	UAS 航拍員/UAS 規劃與整合應用
7	UAS 應用組	周詩凱	UAS 空拍執行/無人機系統維護
8	UAS 應用組	余秉翰	UAS 空拍執行/無人機系統維護
9	陸域測量組/副理	游勝宇	全測站經緯儀測量/儀器檢校與維護
10	陸域測量組/副理	林文凱	全測站經緯儀測量/儀器檢校與維護
11	陸域測量組	江瑞杰	全測站經緯儀測量
12	陸域測量組	林育聖	全測站經緯儀測量
13	規劃分析組/副理	楊豐毓	航空攝影規劃管理/航測成果品質管控
14	規劃分析組	吳家惠	航空測量空中三角平差
15	規劃分析組	李雅雲	空載光達點雲編修/校正物量測值
16	規劃分析組	凌子晴	空載光達點雲編修/校正物量測值
17	行政文書組/會務經理	賴淑晶	相關行政文書與出納
18	行政專員	林沂珊	相關行政文書與出納
19	勞安管理員	蔡欣達	勞工安全衛生管理/測量技師

## 4-2 各項作業辦理期程

本計畫各項作業辦理期程及進度甘特圖如圖 4-2 所示，均如期履約；各項工作異常狀況列管及因應對策列如表 4-2，第一階段及第二階段成果均已完成驗收。



圖 4-2 計畫進度甘特圖

表 4-2 各項工作異常狀況列管及因應對策表

工作項目	實際執行情形	進度分析(打✓)			異常原因	因應對策	預計改善或完成日期
		符合	落後	超前			
前置準備工作	已完成	✓			無	如期履約	107/02/09 完成簽約
校正物參考值測量(第一次)	已完成	✓			無	如期履約	107/02/22 申借標準件 107/03/07~03/08 進場 107/03/29 提送成果 107/04/18 驗收完成
校正物參考值測量(第二次)	已完成	✓			無	如期履約	107/07/24 進場 107/08/21 提送成果 107/09/14 驗收完成
無人飛行載具航拍及解算作業	已完成	✓			無	如期履約	107/04/30 航拍規劃送審 107/05/25 航拍申請許可 107/05/31 完成測試航拍 107/06/08 實際進場拍攝 107/06/15 提送初步成果 107/08/21 提送正式成果 107/09/14 驗收完成
空載光達校正標維護作業須知	已完成	✓			無	如期履約	107/10/30 提送成果
空載光達校正標維護教育訓練	已完成	✓			無	如期履約	107/08/31 辦理教育訓練
工作總報告	已完成	✓			無	如期履約	107/10/30 提送成果

### 4-3 相關函文摘要表

表 4-3 來往公文摘要表

發文單位	受文單位	發文日期	發文字號	事由
測繪中心	自強工程	107.02.14	測秘字第 1071400194 號	通知完成簽約並檢送契約書及履約保證金收據。
自強工程	測繪中心	107.02.22	自工字第 107024649 號	申請使用工作標準件以辦理空載光達校正物參考值測量工作。
測繪中心	自強工程	107.02.26	測形字第 1070000760 號	通知同意借用工作標準件及檢還使用契約書。
自強工程	測繪中心	107.03.01	自工字第 107034652 號	檢送 2 月份工作月報。
自強工程	測繪中心	107.03.01	自工字第 107034653 號	請中心協助發文通知空載光達校正物參考值進場作業。
測繪中心	自強工程	107.03.05	測形字第 1070000826 號	通知校正整區廠辦有關校正標量測作業進場時程。
自強工程	測繪中心	107.03.29	自工字第 107034700 號	檢送第一次空載光達校正物參考值測量及維護成果。
自強工程	測繪中心	107.03.30	自工字第 107034704 號	檢送 3 月份工作月報。
測繪中心	自強工程	107.03.31	測形字第 1070900183 號	第一次工作會議(4/13)開會通知。
測繪中心	自強工程	107.04.16	測形字第 1070900213 號	第一次工作會議(4/13)會議記錄。
測繪中心	自強工程	107.04.18	測形字第 1070900214 號	通知第一階段驗收合格可辦理請款。
自強工程	測繪中心	107.04.18	自工字第 107044735 號	申請第一階段款項。
測繪中心	自強工程	107.04.18	測秘字第 1071400452 號	通知第一階段款項撥付。
自強工程	測繪中心	107.04.30	自工字第 107044757 號	檢送航線規劃及空域申請資料。
自強工程	測繪中心	107.04.30	自工字第 107044758 號	檢送 4 月份工作月報。
自強工程	測繪中心	107.06.01	自工字第 107064808 號	檢送 5 月份工作月報。
自強工程	測繪中心	107.06.29	自工字第 107064848 號	檢送 6 月份工作月報。
自強工程	測繪中心	107.07.05	自工字第 107074861 號	申請使用工作標準件以辦理空載光達校正物參考值測量工作。
測繪中心	自強工程	107.07.09	測形字第 1070002439 號	通知同意借用工作標準件。



發文單位	受文單位	發文日期	發文字號	事由
自強工程	測繪中心	107.07.05	自工字第 107074481 號	檢送教育訓練課程配當表及講義。
測繪中心	自強工程	107.07.19	測形字第 1070002560 號	同意教育訓練課程安排。
測繪中心	自強工程	107.07.19	測形字第 1070900385 號	調整教育訓練課程安排至 8/31 日。
自強工程	測繪中心	107.08.01	自工字第 107084912 號	檢送 7 月份工作月報。
自強工程	測繪中心	107.08.21	自工字第 107084947 號	檢送第二階段成果(含電子檔貳份)。 1. 第二次空載光達校正物參考值測量及維護成果。 2. 無人飛行載具測試航拍成果
自強工程	測繪中心	107.08.31	自工字第 107084966 號	檢送 8 月份工作月報。
測繪中心	自強工程	107.09.14	測形字第 1070900434 號	通知第二階段驗收合格可辦理請款。
自強工程	測繪中心	107.09.18	自工字第 107094999 號	申請第二階段款項。
測繪中心	自強工程	107.09.20	測秘字第 1071401053 號	通知第二階段款項撥付。
自強工程	測繪中心	107.10.02	自工字第 107105023 號	檢送 9 月份工作月報。
自強工程	測繪中心	107.10.30	自工字第 107105066 號	檢送第三階段成果(含工作總報告 8 份及電子檔貳份)。
自強工程	測繪中心	107.10.30	自工字第 107105067 號	檢送 10 月份工作月報。
測繪中心	自強工程	107.11.09	測形字第 1078670071 號	通知第三階段成果審查通過及修正意見。
自強工程	測繪中心	107.11.21	自工字第 107115127 號	檢送修正後第三階段成果(含工作總報告 5 份及電子檔 2 份)。

### 4-4 執行成本分析

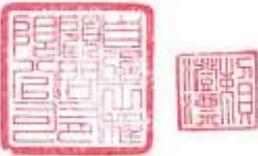
本計畫執行契約標價清單如表 4-4 所示，比例分析如圖 4-3 所示。

表 4-4 標價清單(契約)

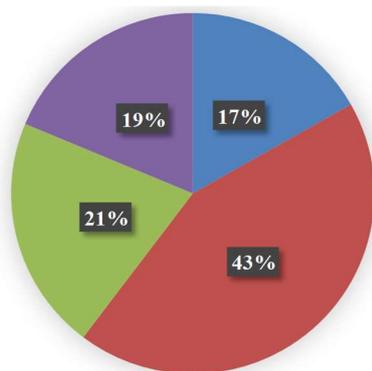
內政部國土測繪中心「107 年度空載光達校正場維護及小像幅攝影系統 航拍作業採購案」標價清單					
項目	單位	數量	單價	總價	備註
一、辦理空載光達校正物參考值測量及維護作業	次	2	57,120	114,240	
二、辦理無人飛行載具小像幅攝影系統測試航拍及空三解算作業	次	2	147,900	295,800	
四、研擬空載光達校正標維護作業須知及辦理教育訓練	式	1	142,800	142,800	
五、各式報告書	式	1	127,160	127,160	
總標價			680,000		

總標價：新臺幣 零 千 零 百 陸 拾 捌 萬 零 千 零 百 零 拾 零 元 整  
(以上均含稅)

投標廠商章及負責人章：



註 1：有關作業期間參加本案相關會議所需準備各項簡報、書面資料印製及保險等各項作業所需費用，均分攤於上述各作業項目中。



- 辦理空載光達校正物參考值測量及維護作業
- 辦理無人飛行載具小像幅攝影系統測試航拍及空三解算作業
- 研擬空載光達校正標維護作業須知及辦理教育訓練
- 各式報告書

圖 4-3 經費比例分析

**1.辦理空載光達校正物參考值測量及維護作業：**

名稱	單位	數量	單價	複價	備註
測量員	人日	3	5,000	15,000	
儀器設備使用費	式	1	5,000	5,000	
車輛使用費	式	1	2,000	2,000	
成果計算與品管	式	1	5,000	5,000	
測量程式工具開發	式	1	30,120	30,120	以 2 次作業攤提
小計(次)				57,120	含稅雜費及廠商利潤

**2.無人飛行載具小像幅攝影系統測試航拍及空三解算作業：**

名稱	單位	數量	單價	複價	備註
航拍員	人日	3	6,000	18,000	
儀器設備使用費	式	1	30,000	30,000	含 UAS 及攝影系統
車輛使用費	式	1	2,000	2,000	
影像軟體使用費	式	1	30,000	30,000	含自行開發工具
空中三角平差	式	1	20,000	20,000	
像機率定	式	1	10,000	10,000	以 2 次作業攤提
影像糾正重新取樣	1	1	10,000	10,000	
技術研發及風險	1	1	27,900	27,900	以 2 次作業攤提
小計				147,900	含稅雜費及廠商利潤

### 3.研擬空載光達校正標維護作業須知及辦理教育訓練：

名稱	單位	數量	單價	複價	備註
講師費	人日	2	8,000	16,000	
測量員	人日	2	5,000	10,000	教育訓練助理
儀器設備使用費	式	1	15,000	15,000	含儀器及電腦
場地費	式	1	20,000	20,000	
教材及餐飲	式	1	3,000	3,000	
研擬空載光達校正 標維護作業須知	式	1	78,800	78,800	含作業流程手冊撰寫
小計				142,800	含稅雜費及廠商利潤

## 第五章 檢討與建議

### 5-1 工作成果檢討

#### 1. 空載光達校正物參考值測量及維護作業：

- (1) 採用免稜鏡模式觀測屋角點會受儀器本身性能限制，如未實施視準軸校正(瞄不準)或是雷射測距性能較差(打不到、打不準)將無法進行光線法測量作業；另一方面，因作業流程需由不同測站進行相同屋角點之重複觀測，而雷射足印(footprint)瞄準同一屋角點之不同角度的反射訊號並無法確保觀測為相同屋角坐標，故不適用目前最新的作業精度規範(重複觀測點位較差需小於 30mm)。
- (2) 如採用導線測量引測航測標並佈設引點，已知控制點之觀測誤差會被導線成果平差掉，且觀測誤差會反映在導線測量計算報表中；而採用點對進行測站-後視架站進行光線法觀測，因設定測站之觀測資料並不進行平差，故已知控制點之觀測誤差會被引入校正物參考值坐標成果。
- (3) 依照 107 年度 6 月調整之空載光達校正作業程序，一律採用點對架站，並在所有屋角點架設稜鏡標桿以進行前視之定心定平，可確保坐標之觀測精度。

## 2. 無人飛行載具小像幅攝影系統測試航拍及空三解算作業：

- (1) 無人飛行載具在技術上無論動力型式為旋翼、定翼或混合式(垂直起降)應均能規劃合適航線進行校正場拍攝作業，主要之限制條件應為小像幅攝影系統的解析能力(焦距、片幅與光學性能)，由解析能力規劃合適的拍攝地面解析度及航高，建議以預估拍攝影像張數不超過五百張為原則，多餘影像並無助於校正航拍空三解算成果品質。
- (2) SfM 軟體眾多，為符合校正程序需求之繳交資料與格式，應確保至少能處理 Australis 及 LPS 格式之像機檔(內方位)及 LPS 的外方位格式(Omega-Phi-Kappa)。
- (3) 航拍成果之初步檢核需包含快門時間快於 1/1000 秒，拍攝航高應設定在準焦範圍內；因載具移動速度與影像拍攝參數所造成的動態模糊(Motion Blur)，一般建議應約制在 1.5 個像元以下，故快門時間建議應快於 1/1000 秒(1 毫秒)主要跟電子訊號時間同步的精度及載具巡航速度有關，如動力型式為定翼機之載具，實際巡航速度為浮動值，規劃參數之對地速度可能因順風而倍增，以 16~32 m/s 的航拍 2684 對於地表)，對應拍攝 GSD 為 5.2 cm 而言(航高 400m)，約為 0.3~0.6 像元，若拍攝 GSD 小於 2.1 cm(航高約 170m)，則最大航速 32 m/s 相對可造成的動態模糊已可達 1.5 像元。電子訊號時間同步的精度通常以 PPS(Pulse Per Second)為基準，在飛控系統及定位定向系統中通常至少可達到 1 毫秒。
- (4) 採用 SfM 軟體處理以自率方式求得各架次像機畸變差參數，並據以進行影像糾正，由表 3-6 可以看出在糾正前後內方位之改善，以 Australis 格式定義的三類變形量，包含輻射畸變(Radial Distortion)、切向畸變(Tangential Distortion)及非正交畸變(Non-orthogonality or Skew)的低階項( $k_1$ 、 $p_1$  及  $b_1$ )都有顯著被消除之一致性；整體而言，經過此 6 次測試航拍成果之評估，小像幅航拍攝影機於不同時間點之內方位變化與航高並未呈現顯著相關性，而經過影像糾正後消除了大部分像機透鏡畸變差，在參數之量級上則可見其穩定性。

## 5-2 後續執行建議

### 1. 空載光達校正物參考值測量及維護作業：

- (1) 本年度執行計畫實際使用測繪中心工作標準件(Leica TS02)辦理作業，其支援現場放樣模式(屋角坐標重複觀測檢核)及 GSI 格式電子手簿(觀測資料數位檔案)，適用於空載光達校正物參考值測量及維護作業之光線法測量。
- (2) 因空載光達校正物參考值係由屋角坐標計算而來，而屋角點本身為既有建築物構造，仍有損壞或變動的可能，故於前置作業現地清查樁位時務必逐每一個屋角進行確認，施測時也必須以照片記錄稜鏡標桿架設位置，確認高程化算到平屋頂面，以避免系統差產生。

### 2. 無人飛行載具小像幅攝影系統測試航拍及空三解算作業：

- (1) 建議航拍 GSD 設計在 4cm~8cm，以確保顧客執行資料處理及後續校正程序之效率，影像張數過多(如超過 500 張)並無助於空三解算成果品質，徒增校正標之人工量測工作，特別在使用 FOV 較小(較長焦距)之感測器時，應注意與航高(對應 GSD)及影像重疊度之設計。
- (2) 提供校正顧客之 5 點已知控制點應固定並確保其維護，以利航拍影像 SfM 及糾正處理之品管與檢核。



## 目錄

目錄 .....	i
第一章 空載光達系統校正作業原理 .....	1
第二章 校正標維護原則及作業流程 .....	3
第三章 現地清查樁位 .....	5
第四章 校正物參考值測量 .....	8
第五章 成果計算與品質管制 .....	11



# 第一章 空載光達系統校正作業原理

## 1. 校正原理：

- (1) 以空載光達系統校正場內之平屋頂矩形校正物（簡稱校正標），先以衛星定位儀靜態相對定位方式取得航空測量攝影機校正場之校正標及加密控制點，再以電子測距經緯儀引測校正物鄰近之航測校正標至可通視校正物之點位，並據以進行校正物角邊混合測量，計算校正物 4 角點三維坐標之算術平均值，作為校正物參考值  $L_c$ 。
- (2) 以校正件空載光達系統進行點雲掃描，利用點雲處理軟體萃取校正物點雲，以獲取其光達校正物之投影平面坐標及橢球高，計算分類後校正物點雲三維坐標之算術平均值，作為校正物量測值  $L_d = (E_{d,k}, N_{d,k}, h_{d,k})$ 。
- (3) 比對校正物量測值  $L_d$ 、校正物參考值  $L_c$ ，計算器差  $Diff_2 (= L_d - L_c)$ 。

## 2. 校正物參考值引測原理：

光達校正物坐標之校正參考值，係利用電子測距經緯儀與衛星定位測量技術求得，其中空載光達系統校正場網形控制點及校正標分佈如圖 1-1 所示，引測原理說明如下：

- (1) 校正場 GNSS 網形控制點測量：使用標準件之衛星定位儀，連續且同步觀測 5 個網形控制點，每天不間斷觀測至少 3 小時，衛星訊號記錄間隔為 5 秒，共連續 3 天。以 MX57 投影平面坐標及橢球高 ( $E_0 = 215272.362 \text{ m}$ ,  $N_0 = 2647269.617 \text{ m}$ ,  $h_0 = 201.201 \text{ m}$ ) 為坐標起算點，計算 4 個網形控制點之投影平面坐標 ( $E_{0i}$ ,  $N_{0i}$ ) 及橢球高坐標  $h_{0i}$ ,  $i = 1, 2, 3, 4$ ，作為衛星定位測量資料處理計算依據。
- (2) 校正標及加密控制點測量：使用多組衛星定位儀，連續且同步觀測校正標，每個時段連續觀測至少 60 分鐘，衛星訊號記錄間隔為 5 秒，觀測衛星顆數應大於 4，PDOP 值需在 6 以下。
- (3) 衛星定位測量資料處理：採用衛星定位測量資料處理軟體 (Topcon Tools) 計算各時段基線 (Baseline) 成果，另採用國土測繪中心衛星測量基線網形平差系統軟體工具，以最小約制平差技術進行網形初

步平差，並辦理基線成果品管分析，包括基線重複性分析、觀測數據偵錯、離群值數據剔除及觀測網形閉合差分析等處理。然後，以強制附合平差技術，計算各校正標之投影平面坐標 ( $E_j, N_j$ ) 及橢球高  $h_j$ ， $j = 1, 2, \dots, n$ ， $n$  為校正標及加密控制點數。

(4)光達校正標測量：採用電子測距經緯儀於校正標或加密控制點進行架站與後視，以光線法進行光達校正物 4 個屋角點之三維坐標測量，並計算光達校正物 4 個屋角點坐標之算術平均值，作為校正物參考值  $L_c$  ( $E_{c,k}, N_{c,k}, h_{c,k}$ )。



圖 1-1 空載光達系統校正場網形控制點及校正標分佈

## 第二章 校正標維護原則及作業流程

### 1.光達校正標地面測量實施方式：

使用電子測距經緯儀辦理地面測量，採用光線法引測校正物屋頂 4 個屋角坐標(範例如圖 2-1 之 R01-1~R01-4，屋頂有緣牆者，需觀測內緣，不含牆高)，每個屋頂的各屋角位置均須由至少 2 個不同測站(已知控制點)重複辦理觀測，並由每個屋頂的 4 個屋角坐標計算算術平均值，作為該屋頂校正參考值坐標成果。

### 2.使用設備：

應使用 3 年內經 TAF 認證實驗室出具校正報告之工作標準件辦理。

### 3.坐標系統與基準：

平面為 TWD97@2010(採用衛星測量引測自校正場坐標控制系統，基準為控制點 M085、MX34、MX57、MX60 及 MX64)，高程為橢球高。

### 4.成果品質管制：

- (1)當次成果自我檢核：各屋角由至少 2 個不同測站重複辦理觀測，重複觀測點位較差需在 $\pm 3$ 公分以內。
- (2)歷次成果品質管制：參考值全組合基線(以任意兩個屋頂校正參考值坐標差計算三維基線長之所有組合，範例如圖 2-1 之 L01)，與前期成果較差需在 $\pm 4$ 公分以內。

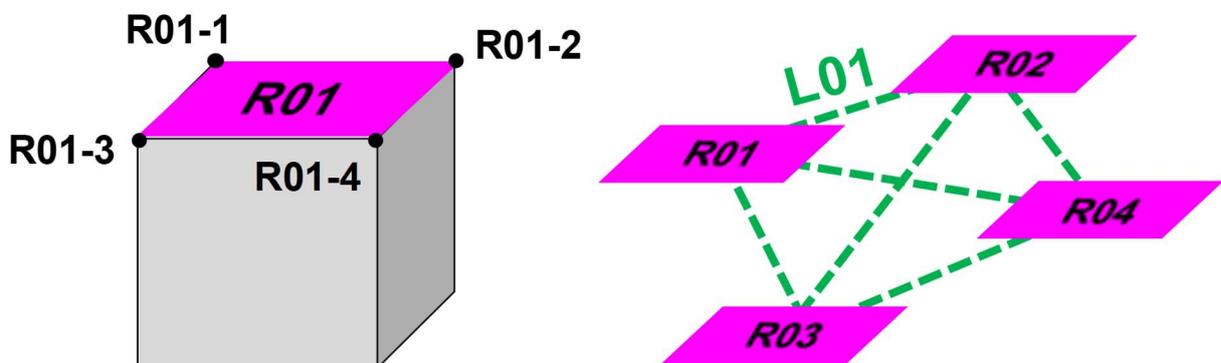


圖 2-1 空載光達校正物示意圖(L 表示為基線)

## 5. 維護作業流程：

### (1) 現地清查樁位(前置作業)：

依照「校正標點位紀錄」，逐一清查現場樁位(航測方格標、衛星測量加密控制點)及校正物，並將清查成果填寫於「校正標點位調查表」。

### (2) 校正物參考值光線法地面測量(外業測量)：

依照「空載光達校正標維護作業須知」進行校正物參考值測量，並將觀測成果填寫於「電子測距經緯儀外業觀測紀錄表」。

### (3) 成果計算與品質管制(內業成果檢核)：

依照「空載光達校正標維護作業須知」進行成果計算與品質管制，並填寫「電子測距經緯儀測量成果檢核表」。

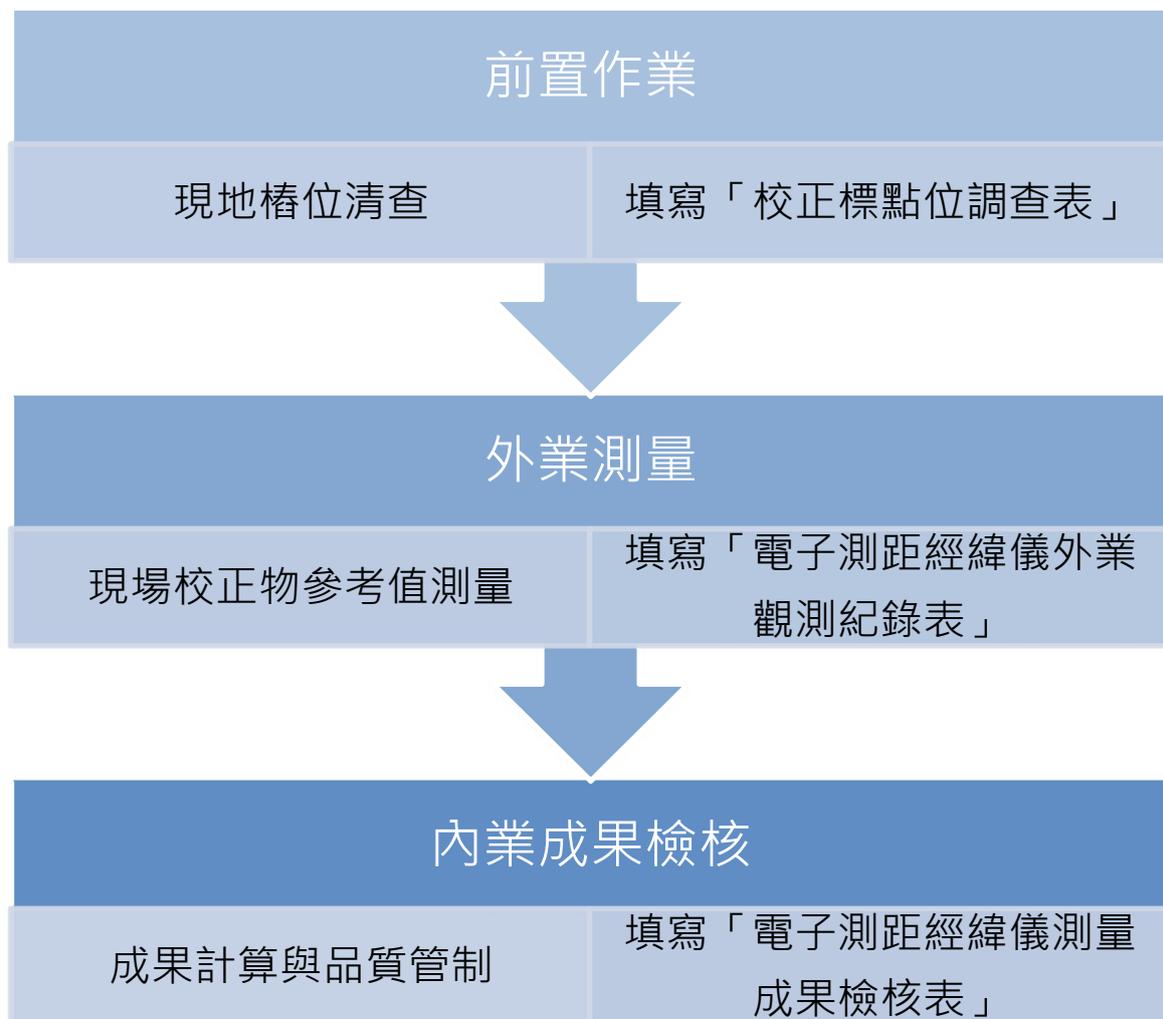


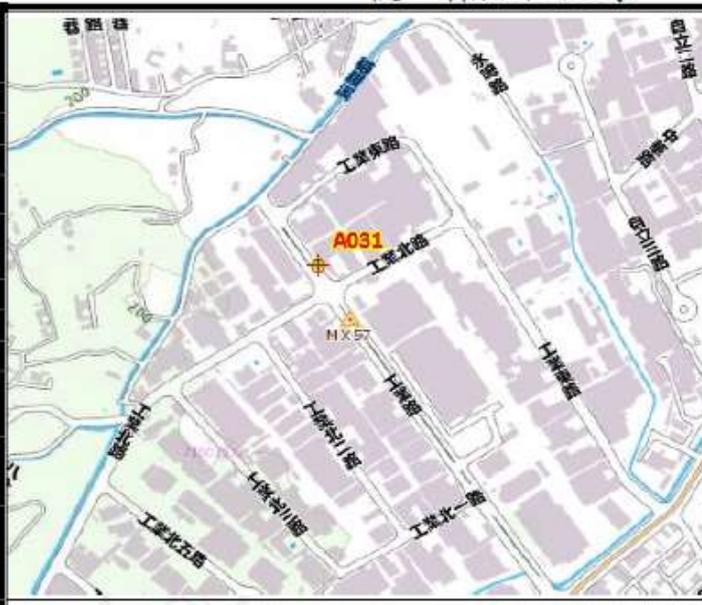
圖 2-2 空載光達校正標維護標準作業流程

### 第三章 現地清查樁位

#### 1. 校正標點位紀錄：

校正標點位紀錄範例如表 3-1，類別依點號名稱開頭英文字母可區分為 A/B(航測方格標)、C(光達標/衛星測量加密控制點)及 R(光達校正物)。

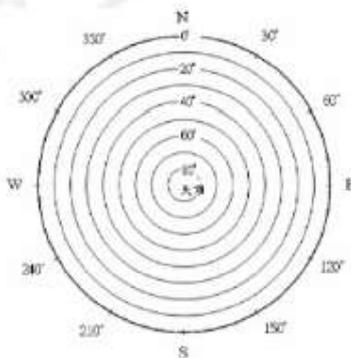
表 3-1 校正標點位記錄範例

校正標點位紀錄	
	<b>A031</b>
	前次作業：10701 前次日期：2018/1/11 前次人員：張正榮 類別：小校正場用標 測設機關：內政部國土測繪中心 測設年月：10106 舖面：10106 標心規格：鋼釘 聯絡機關： 聯絡人： 電話：
由工業路與工業北路路口，沿工業路往北方前進，位於右側人行道上。地址：	
	
	

## 2.校正標點位調查表：

進行現地清查樁位時應參考校正標點位紀錄，並將清查成果填寫於「校正標點位調查表」，範例如表 3-2，清查時需拍攝近照 1 張及遠照 3 張，拍攝方式與角度得參考校正標點位紀錄；如需辦理維護，則再填寫需修改的基本資料與聯絡資訊。

表 3-2 校正標點位調查表範例

作業編號	107 年度校正場維護案		作業人員	游勝宇	
點號	C07		作業日期	107.07.24	
現況	<input checked="" type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 遺失 <input type="checkbox"/> 需維護		作業類型	<input type="checkbox"/> 巡查 <input type="checkbox"/> 維護	
已拍攝	<input checked="" type="checkbox"/> 近照 <input checked="" type="checkbox"/> 遠照 1 <input checked="" type="checkbox"/> 遠照 2 <input checked="" type="checkbox"/> 遠照 3				
基本資料	<input type="checkbox"/> 是否需修改 (需修改則填寫下面資訊)				
測設機關			測設日期		
類別	<input type="checkbox"/> 固定維護點位 <input type="checkbox"/> 備用點位		標心規格	<input type="checkbox"/> 銅釘 <input type="checkbox"/> 銅片	
鋪面	<input type="checkbox"/> 道路面 <input type="checkbox"/> 空地地面 <input type="checkbox"/> 人行道 <input type="checkbox"/> 建物頂樓		土地產權	<input type="checkbox"/> 公有地 <input type="checkbox"/> 私有地	
聯絡資訊					
聯絡機關					
地址					
聯絡人					
聯絡電話					
點之記說明：			透空圖：		
					

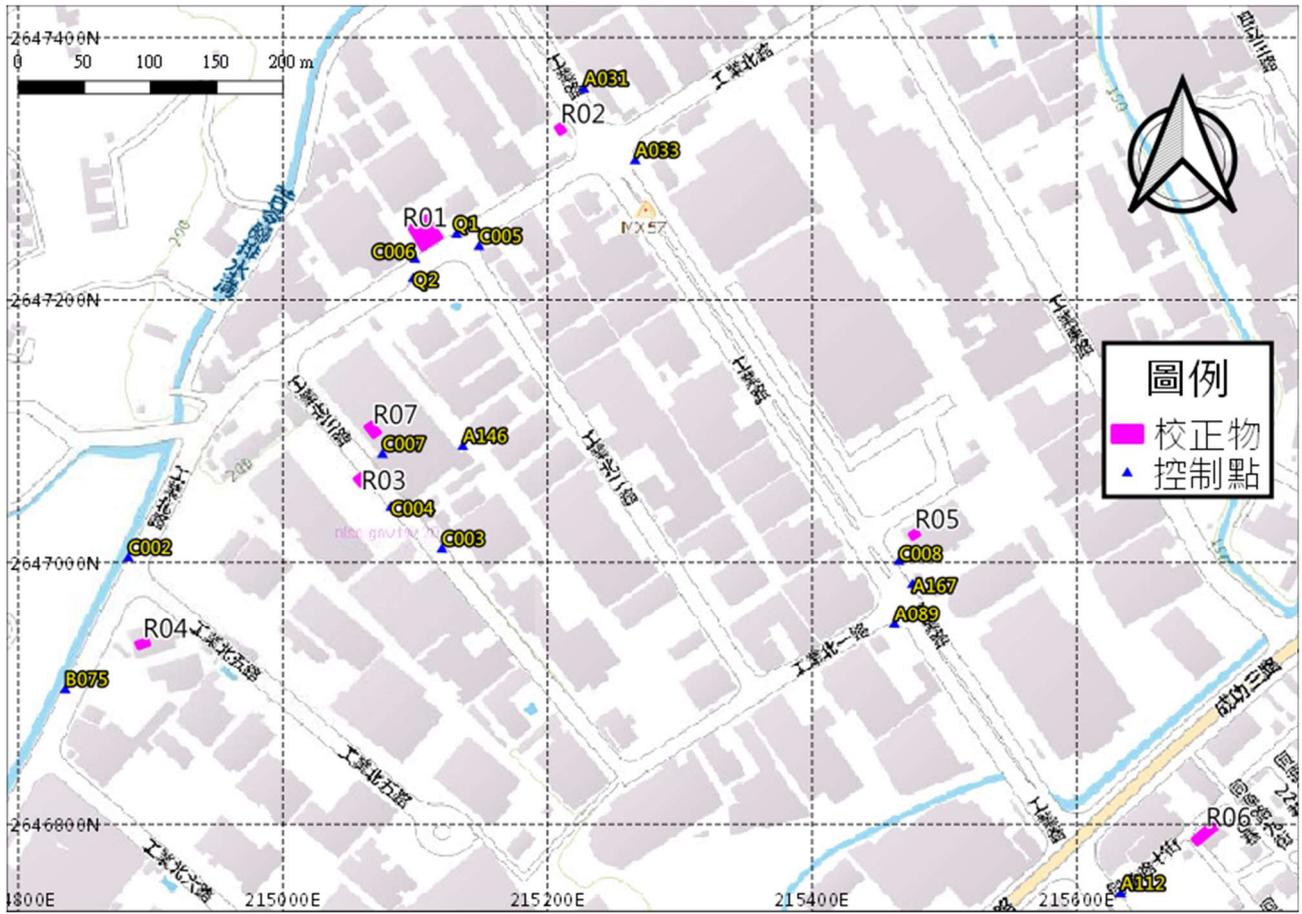


圖 3-1 校正標點位分布圖(校正物/控制點)

## 第四章 校正物參考值測量

### 1.使用設備與零附件：

- (1) 3 年內經 TAF 認證實驗室出具校正報告之電子測距經緯儀一部。
- (2) 兩組稜鏡(後視及前視各一)。
- (3) 兩組三腳架(後視及測站)、一組簡易腳架(前視)。
- (4) 無線電、紀錄板、鋼捲尺等。



圖 4-1 Leica TCR1105/1205 電子測距經緯儀



圖 4-2 後視稜鏡(三腳架)與前視稜鏡(簡易腳架)

### 2.人員分工(三人一組)：

- (1) 測站儀器：電子測距經緯儀操作與觀測。
- (2) 後視稜鏡：架設後視稜鏡及協助儀器觀測與紀錄。
- (3) 前視稜鏡：架設前視稜鏡。

### 3. 電子測距經緯儀-光線法測量操作流程：

#### (1) 測站儀器-經緯儀架站(定心、定平及後視定向)：

- A. 拉起腳架大約至胸口高度張開腳架呈正三角形，腳架中心大約對準已知控制點，腳架平台保持略平。
- B. 將儀器從箱內取出，放置在腳架平台上方後鎖上，儀器開機，開機後進入定心定平的頁面。
- C. 輕輕抬起腳架的其中兩支腳做初步定心，大約對準後放下腳架並踩實。
- D. 調整總定螺旋讓儀器精準定心後，調整腳架讓圓盒水準氣泡居中，再調整總定螺旋精確定平，鬆開固定儀器的螺栓，調整至點為中心後鎖上，再調正水準氣泡至中心，完成定心及定平。
- E. 儀器高測量：拿起捲尺由控制點的頂端量至儀器目鏡中心並記錄在電子測距經緯儀外業觀測紀錄表。
- F. 後視已知點：設定測站坐標與儀器高，輸入後視點號及坐標，待後視稜鏡於另一通視之已知控制點架設完畢後，先輸入後視稜鏡高，再轉動儀器對準後視稜鏡中心後測距，**確認兩點之相對距離(或坐標)無誤後記錄**，並在電子測距經緯儀外業觀測紀錄表記錄所測得之角度、距離及後視稜鏡高，將儀器轉至倒鏡並對準再測一次並記錄，**確認水平角、垂直角及斜距之正倒鏡較差符合規定後**，完成後視已知點正倒鏡一測回及測站定向。

#### (2) 後視稜鏡-已知控制點架設：

- A. 拉起腳架大約至胸口高度張開腳架呈正三角形，腳架中心大約對準已知控制點，腳架平台保持略平。
- B. 將稜鏡從箱內取出，放置在腳架平台上方後鎖上。
- C. 抬起腳架的其中兩支腳做初步定心，大約對準後放下腳架並踩實；調整稜鏡基座螺旋使圓盒水準氣泡居中，完成精準定心與定平。
- D. 稜鏡高測量：拿起鋼捲尺由控制點的頂端量至稜鏡中心，回報測站稜鏡高並複誦後視點號，完成後視稜鏡架設。

### (3)前視稜鏡-待測屋角點架設：

- A.稜鏡高測量(簡易腳架):採用鋼捲尺精準的量取標桿底至稜鏡中心的高度，建議在測量過程中，非必要之調整外(如通視問題)，應盡可能採用固定的稜鏡高度。
- B.人員確實綁好相關安全措施後，登上欲觀測之屋頂，將標桿放置在待測屋角，調整簡易腳架使圓盒水準氣泡居中後，人員退後一步至安全區域拍照並做記號後，輕握簡易腳架以防墜落。
- C.回報測站前視稜鏡高並複誦前視點號，完成前視稜鏡架設。
- D.待命等候測站通知完成觀測及記錄，重複進行下一個屋角點架設，直到測站完成所有屋角點觀測(包含搬站後的重複觀測)，完成一處校正物參考值測量。

### (4)測站儀器-前視屋角點觀測：

- A.完成測站架設後，等候前視稜鏡完成架設。
  - B.先輸入前視稜鏡高及點號，再轉動儀器對準前視稜鏡中心後測距，**確認兩點之相對距離(或坐標)無誤後記錄**，並在電子測距經緯儀外業觀測紀錄表記錄所測得之角度、距離及後視稜鏡高，將儀器轉至倒鏡並對準再測一次並記錄，**確認水平角、垂直角及斜距之正倒鏡較差符合規定後**，完成前視屋角點正倒鏡一測回。
  - C.通知前視完成觀測，移動前往下一個待測屋角點。
  - D.完成一個校正物屋頂之四個屋角點的觀測及記錄後，進行搬站(重複經緯儀架站與後視稜鏡-已知控制點架設)，接著重複進行該校正物屋頂四個屋角點的觀測與記錄(第二測回)。
  - E.完成一處校正物之各屋角由至少 2 個不同測站進行重複觀測後，**覆核水平角、垂直角及斜距之正倒鏡較差是否均符合規定**。
  - F.完成一處校正物參考值測量。
- (5)測站儀器-觀測紀錄表填寫「檢查別代號」：如為後視控制點，應填寫「1」，表示為檢核已知點；如為前視觀測屋角，第一次應空白不填寫，第二次及以上應填寫「3」表示為重複觀測。

## 第五章 成果計算與品質管制

### 1. 電子測距經緯儀測量成果檢核表：

現場校正物參考值測量之觀測成果需填寫於「電子測距經緯儀外業觀測紀錄表」，其成果計算與品質管制項目則列如「電子測距經緯儀測量成果檢核表」，範例如表 5-1 所示。

表 5-1 電子測距經緯儀測量成果檢核表

### 電子測距經緯儀測量成果檢核表

編號：

成果檔案清冊	資料名稱	讀取正常	格式內容正確	檔案數量
	1. 外業觀測紀錄表			
	2. 儀器檢查及校正			
	3. 坐標成果檔			
成果檢核	項目	作業規定或精度需求		合格 (Y/N)
	1. 水平角正倒鏡較差	$\leq 20''$		
	2. 垂直角正倒鏡較差	$\leq 20''$		
	3. 斜距正倒鏡較差	$\leq 2 \text{ mm}$		
	4. 重複觀測點位較差	平面 $\leq 30 \text{ mm}$ 高程 $\leq 30 \text{ mm}$		
	5. 參考值全組合基線長與前期成果較差	$-40 \text{ mm} \leq \text{較差} \leq 40 \text{ mm}$		
備註：				
檢核人員簽章		檢核日期		____ 年 ____ 月 ____ 日

## 2. 檔案成果清冊：

外業觀測紀錄表係指「電子測距經緯儀外業觀測紀錄表」及其觀測資料原始電子檔(如有採用儀器數位紀錄)；儀器檢查及校正一項係指 3 年內經 TAF 認證實驗室出具之校正報告，並經檢核其儀器型號、序號與外業觀測紀錄表登載資料為一致；坐標成果檔為校正物成果計算表，應包含重複觀測點位較差之檢核。

表 5-2 檔案成果清冊檢核範例

成果檔案清冊	資料名稱	讀取正常	格式內容正確	檔案數量
	1.外業觀測紀錄表	Y	Y	1
	2.儀器檢查及校正	Y	Y	1
	3.坐標成果檔	Y	Y	1

## 3. 成果檢核：

- (1)於現場校正物參考值測量(電子測距經緯儀-光線法測量操作流程)中，務必實施水平角、垂直角及斜距之正倒鏡較差檢核。
- (2)如儀器可先行輸入校正物屋角參考坐標，或採用放樣模式(於現場直接計算求得前視坐標)等方法，得於現場校正物參考值測量中進行重複觀測點位較差之檢核。

表 5-3 成果檢核範例

成果檢核	項目	作業規定或精度需求	合格 ( Y/N )
	1.水平角正倒鏡較差	$\leq 20''$	Y
	2.垂直角正倒鏡較差	$\leq 20''$	Y
	3.斜距正倒鏡較差	$\leq 2 \text{ mm}$	Y
	4.重複觀測點位較差	平面 $\leq 30 \text{ mm}$ 高程 $\leq 30 \text{ mm}$	Y
	5.參考值全組合基線長與前期成果較差	$-40 \text{ mm} \leq \text{較差} \leq 40 \text{ mm}$	Y

#### 4. 坐標成果計算(光線法測量)：

- (1) 整理觀測資料：由「電子測距經緯儀外業觀測紀錄表」或觀測資料原始電子檔(如有採用儀器數位紀錄)中區分出「設定測站資料」與「前視觀測資料」，於紀錄表中「檢查別代號」一欄，如登載為「1」表示為檢核已知點(後視控制點)，即為設定測站資料；如登載為「空白」，表示為前視屋角觀測資料，如登載為「3」表示為重複觀測，係第二次及以後之前視屋角觀測資料。
- (2) 計算測站資料：計算測站水平角、垂直角(天頂距)及斜距之正倒鏡平均與較差，並檢核是否符合作業規定，最後帶入已知控制點計算測站方位角，範例如表 5-4 所示。

$$\text{方位角} = \pi \times \left( 1 - \frac{\text{Sign}(\text{後視橫坐標} - \text{測站橫坐標})}{2} \right) - \tan^{-1} \left( \frac{\text{後視縱坐標} - \text{測站縱坐標}}{\text{視點橫坐標} - \text{測站橫坐標}} \right)$$

*Sign* 以 +1 或 -1 表示為橫坐標差值之正負符號

- (3) 觀測紀錄檢核：計算前視各點水平角、垂直角(天頂距)及斜距之正倒鏡平均與較差，並檢核是否符合作業規定；範例如表 5-5 所示。
- (4) 前視坐標計算：範例如表 5-6 所示。

A. 由測站已知方位角(後視方向)及水平角(折角)推算前視方位角。

$$\text{前視方位角} = (\text{前視水平角} - \text{測站水平角}) + \text{測站方位角}$$

B. 計算水平方向坐標差。

$$\text{平距} = \text{斜距} \times \sin(\text{天頂距})$$

$$\text{橫向差} = \text{平距} \times \sin(\text{前視方位角})$$

$$\text{縱向差} = \text{平距} \times \cos(\text{前視方位角})$$

C. 計算垂直方向高程差。

$$\text{垂直差} = \text{斜距} \times \cos(\text{天頂距})$$

$$\text{高差} = \text{測站儀器高} - \text{稜鏡高} + \text{垂直差}$$

D. 計算前視坐標。

$$\text{前視橫坐標} = \text{測站橫坐標} + \text{橫向差}$$

$$\text{前視縱坐標} = \text{測站縱坐標} + \text{縱向差}$$

$$\text{前視高程} = \text{測站高程} + \text{高差}$$

(5) 計算光線法測量坐標重複觀測值較差範例如表 5-7 所示，並檢核是否符合作業規定。

(6) 光線法測量坐標計算範例(測站 A031，後視 A033，前視 R02-1)：檢核原始觀測數據之水平角、垂直角(天頂距)及斜距的正倒鏡較差符合作業規定後，取正倒鏡平均值帶入公式進行計算。

A. 測站方位角(已知後視方位角)：

$$\begin{aligned} \pi \times \left( 1 - \frac{\text{Sign}(215266.243 - 215227.574)}{2} \right) - \tan^{-1} \left( \frac{2647305.853 - 2647360.428}{215266.243 - 215227.574} \right) \\ = \pi \times \left( 1 - \frac{1}{2} \right) - \tan^{-1} \left( \frac{-54.575}{38.669} \right) = 144^{\circ}40'50'' \end{aligned}$$

B. 由測站已知方位角(後視方向)及水平角(折角)推算前視方位角：

$$\text{前視方位角} = (216^{\circ}12'48'' - 144^{\circ}40'39'') + 144^{\circ}40'50'' = 216^{\circ}12'59''$$

C. 計算水平方向坐標差(前視 R02-1)：

$$\text{橫向差} = 36.111 \times \sin(85^{\circ}22'08'') \times \sin(216^{\circ}12'59'') = -21.266$$

$$\text{縱向差} = 36.111 \times \sin(85^{\circ}22'08'') \times \cos(216^{\circ}12'59'') = -29.039$$

D. 計算垂直方向高程差(測站 A031，後視 A033，前視 R02-1)：

$$\text{高差} = 1.532 - 1.450 + 36.111 \times \cos(85^{\circ}22'08'') = 2.998$$

E. 計算前視坐標(測站 A031，前視 R02-1)：

$$\text{前視橫坐標} = 215227.574 - 21.266 = 215206.308$$

$$\text{前視縱坐標} = 2647360.428 - 29.039 = 2647331.389$$

$$\text{前視高程} = 198.833 + 2.998 = 201.831$$

表 5-4 光線法測量計算範例-測站計算表

(1)計算水平角正倒鏡平均值及較差(倒鏡-正鏡)

(3)計算斜距正倒鏡平均值及較差(倒鏡-正鏡)

測站	後視 儀器高	稜鏡高	鏡位	水平角	平均值	天頂距	平均值	斜距	平均值	已知控制點			已知後視 方位角		
				讀數	較差	讀數	較差	讀數	較差	橫坐標	縱坐標	高程			
A031	A033	1.532	1.45	正鏡	144.40.38	144.40.39	89.01.17	89.01.13	66.885	66.885	測站	215227.574	2647360.428	198.833	144.40.50
				倒鏡	324.40.40	0.00.02	270.58.51	-0.00.08	66.885	0	後視	215266.243	2647305.853	200.068	
A033	A031	1.547	1.5	正鏡	324.40.27	324.40.29	91.05.50	91.05.50	66.905	66.905	測站	215266.243	2647305.853	200.068	324.40.50
				倒鏡	144.40.31	0.00.04	268.54.11	-0.00.01	66.905	0	後視	215227.574	2647360.428	198.833	
C007	A146	1.587	1.45	正鏡	359.59.58	179.59.59	94.41.08	94.41.08	61.250	61.25	測站	215075.216	2647081.991	235.115	84.15.23
				倒鏡	180.00.01	0.00.03	265.18.51	0.00.01	61.250	0	後視	215135.952	2647088.1	230.27	
A146	C007	1.53	1.45	正鏡	0.00.03	179.59.56	85.32.06	85.32.15	61.252	61.252	測站	215135.952	2647088.1	230.27	264.15.23
				倒鏡	179.59.49	-0.00.14	274.27.36	0.00.18	61.252	0	後視	215075.216	2647081.991	235.115	
A089	C008	1.592	1.45	正鏡	4.06.14	4.06.12	88.45.04	88.45.01	48.802	48.802	測站	215462.202	2646951.884	194.926	4.05.35
				倒鏡	184.06.10	-0.00.04	271.15.01	-0.00.05	48.802	0	後視	215465.683	2647000.528	196.152	
C008	A089	1.573	1.5	正鏡	184.06.13	184.06.10	91.31.32	91.31.32	48.794	48.794	測站	215465.683	2647000.528	196.152	184.05.35
				倒鏡	4.06.07	-0.00.06	268.28.29	-0.00.01	48.794	0	後視	215462.202	2646951.884	194.926	
C004	C003	1.571	1.45	正鏡	129.33.44	129.33.43	87.53.09	87.53.14	50.157	50.157	測站	215081.579	2647041.698	222.628	129.34.08
				倒鏡	309.33.41	-0.00.03	272.06.40	0.00.11	50.157	0	後視	215120.199	2647009.784	224.587	
C003	C004	1.532	1.5	正鏡	309.33.44	309.33.46	92.17.48	92.17.49	50.143	50.143	測站	215120.199	2647009.784	224.587	309.34.08
				倒鏡	129.33.47	0.00.03	267.42.11	0.00.01	50.143	0	後視	215081.579	2647041.698	222.628	
C002	B075	1.525	1.34	正鏡	205.17.17	205.17.16	85.29.41	85.29.37	112.145	112.145	測站	214883.119	2647003.105	228.352	205.17.05
				倒鏡	25.17.14	-0.00.03	274.30.26	-0.00.07	112.145	0	後視	214835.38	2646902.043	237.23	
B075	C002	1.47	1.5	正鏡	25.17.17	25.17.18	94.31.42	94.31.45	112.133	112.133	測站	214835.38	2646902.043	237.23	25.17.05
				倒鏡	205.17.19	0.00.02	265.28.13	0.00.05	112.133	0	後視	214883.119	2647003.105	228.352	

備註：亮標表示為一組設定測站觀測資料

(2)計算天頂距正倒鏡平均值及較差(倒鏡-正鏡)

(4)計算測站方位角

表 5-5 光線法測量計算範例-觀測紀錄表

(1)計算水平角正倒鏡平均值及較差(倒鏡-正鏡) (3)計算斜距正倒鏡平均值及較差(倒鏡-正鏡)

儀器	Leica TS02		序號	1313659	日期	107.07.24	天氣	晴			
記簿者	游勝宇		觀測者	林文凱	檢查者	李明軒					
測站	標定點	前視點	檢查別	鏡位	水平角	平均值	天頂距	平均值	斜距	平均值	備註
儀器高	(後視)	稜鏡高			讀數	較差	讀數	較差	讀數	較差	
A031	A033	R02-1		正鏡	216.12.44	216.12.48	85.22.03	85.22.08	36.111	36.111	
1.532		1.450		倒鏡	36.12.53	0.00.09	274.37.46	0.00.11	36.111	0.000	
A031	A033	R02-2		正鏡	208.05.31	208.05.25	85.32.29	85.32.25	38.562	38.562	
1.532		1.450		倒鏡	28.05.18	-0.00.13	274.27.39	-0.00.08	38.562	0.000	
A031	A033	R02-4		正鏡	204.38.16	204.38.16	85.05.45	85.05.40	34.827	34.827	
1.532		1.450		倒鏡	24.38.16	0.00.00	274.54.24	-0.00.09	34.826	-0.001	
A031	A033	R02-3		正鏡	213.37.03	213.36.59	84.43.02	84.43.02	32.075	32.075	
1.532		1.450		倒鏡	33.36.54	-0.00.09	275.16.58	0.00.00	32.075	0.000	
A033	A031	R02-1		正鏡	293.04.37	293.04.34	88.31.28	88.31.32	65.170	65.170	
1.547		1.450		倒鏡	113.04.32	-0.00.05	271.28.25	0.00.07	65.170	0.000	
A033	A031	R02-2		正鏡	289.59.43	289.59.44	88.19.56	88.19.56	60.446	60.446	
1.547		1.450		倒鏡	109.59.46	0.00.03	271.40.04	-0.00.00	60.446	0.000	
A033	A031	R02-4		正鏡	293.26.10	293.26.16	88.16.44	88.16.42	57.941	57.941	
1.547		1.450		倒鏡	113.26.21	0.00.11	271.43.20	-0.00.04	57.941	0.000	
A033	A031	R02-3		正鏡	296.24.13	296.24.06	88.05.13	88.05.05	62.949	62.949	
1.547		1.835		倒鏡	116.24.00	-0.00.13	271.55.02	-0.00.15	62.949	0.000	
C006	C005	R01-2		正鏡	32.42.21	32.42.18	71.24.50	71.24.46	8.941	8.940	
1.565		0.000		倒鏡	212.42.15	-0.00.06	288.35.18	-0.00.08	8.939	-0.002	
C006	C005	R01-1		正鏡	344.24.31	344.24.25	83.38.00	83.37.58	25.682	25.683	
1.565		0.000		倒鏡	164.24.19	-0.00.12	276.22.04	-0.00.04	25.683	0.001	
Q2	C006	R01-2		正鏡	15.15.11	15.15.14	84.13.14	84.13.11	22.762	22.764	
1.539		0.000		倒鏡	195.15.17	0.00.06	275.46.52	-0.00.06	22.765	0.003	
Q2	C006	R01-1		正鏡	352.01.50	352.01.55	86.41.50	86.41.51	39.733	39.752	
1.539		0.000		倒鏡	172.02.01	0.00.11	273.18.07	0.00.03	39.770	0.037	
Q1	Q2	R01-4		正鏡	257.37.12	257.37.04	72.47.06	72.47.07	14.272	14.271	
1.551		0.000		倒鏡	77.36.57	-0.00.15	287.12.52	0.00.02	14.269	-0.003	
Q1	Q2	R01-3		正鏡	300.22.00	300.22.05	81.38.24	81.38.25	29.034	29.030	
1.551		0.000		倒鏡	120.22.10	0.00.10	278.21.35	0.00.01	29.025	-0.009	
C005	Q1	R01-4		正鏡	281.58.30	281.58.36	81.09.44	81.09.44	31.278	31.258	
1.540		0.000		倒鏡	101.58.43	0.00.13	278.50.15	0.00.01	31.237	-0.041	
C005	Q1	R01-3		正鏡	299.47.41	299.47.43	84.17.40	84.17.36	48.237	48.242	
1.540		0.000		倒鏡	119.47.44	0.00.03	275.42.27	-0.00.07	48.247	0.010	
C007	A146	R07-1		正鏡	249.06.29	249.06.30	82.17.38	82.17.39	20.518	20.518	
1.587		1.450		倒鏡	69.06.31	0.00.02	277.42.20	0.00.02	20.518	0.000	
C007	A146	R07-2		正鏡	233.32.15	233.32.12	82.03.29	82.03.33	20.031	20.031	
1.587		1.450		倒鏡	53.32.08	-0.00.07	277.56.22	0.00.09	20.031	0.000	
C007	A146	R07-3		正鏡	244.57.25	244.57.26	84.42.21	84.42.22	29.718	29.718	
1.587		1.450		倒鏡	64.57.28	0.00.03	275.17.36	0.00.03	29.718	0.000	
C007	A146	R07-4		正鏡	234.21.54	234.21.53	84.34.21	84.34.25	29.363	29.363	
1.587		1.450		倒鏡	54.21.51	-0.00.03	275.25.31	0.00.08	29.363	0.000	

(2)計算天頂距正倒鏡平均值及較差(倒鏡-正鏡)

表 5-6 光線法測量計算範例-坐標計算

(1)計算水平及垂直方向坐標差

(2)由測站坐標及坐標差推算前視坐標

測站	後視	前視	坐標計算						
			平距	橫向差	縱向差	高差	E	N	h
A031	A033	R02-1	35.993	-21.266	-29.039	2.998	215206.308	2647331.389	201.831
A031	A033	R02-2	38.445	-18.104	-33.916	3.081	215209.470	2647326.512	201.914
A031	A033	R02-4	34.699	-14.467	-31.539	3.060	215213.107	2647328.889	201.893
A031	A033	R02-3	31.939	-17.684	-26.597	3.035	215209.890	2647333.831	201.868
A033	A031	R02-1	65.148	-59.933	25.541	1.774	215206.310	2647331.394	201.842
A033	A031	R02-2	60.420	-56.776	20.667	1.856	215209.467	2647326.520	201.924
A033	A031	R02-4	57.915	-53.134	23.041	1.838	215213.109	2647328.894	201.906
A033	A031	R02-3	62.914	-56.349	27.981	1.816	215209.894	2647333.834	201.884
C007	A146	R07-1	20.333	-9.115	18.175	2.888	215066.101	2647100.166	238.003
C007	A146	R07-2	19.839	-13.328	14.695	2.904	215061.888	2647096.686	238.019
C007	A146	R07-3	29.591	-15.146	25.421	2.879	215060.070	2647107.412	237.994
C007	A146	R07-4	29.231	-19.323	21.934	2.914	215055.893	2647103.925	238.029
A146	C007	R07-1	70.892	-69.858	12.065	7.736	215066.094	2647100.165	238.006
A146	C007	R07-2	74.568	-74.072	8.582	7.752	215061.880	2647096.682	238.022
A146	C007	R07-3	78.307	-75.890	19.307	7.726	215060.062	2647107.407	237.996
A146	C007	R07-4	81.615	-80.068	15.816	7.761	215055.884	2647103.916	238.031
A089	C008	R05-2	68.074	15.572	66.269	5.528	215477.774	2647018.153	200.454
A089	C008	R05-4	71.948	20.062	69.094	5.543	215482.264	2647020.978	200.469
A089	C008	R05-3	75.002	17.672	72.890	5.531	215479.874	2647024.774	200.457
A089	C008	R05-1	71.279	13.183	70.049	5.546	215475.385	2647021.933	200.472
C008	A089	R05-1	23.493	9.707	21.394	4.335	215475.390	2647021.922	200.487
C008	A089	R05-2	21.374	12.096	17.622	4.309	215477.779	2647018.150	200.461
C008	A089	R05-4	26.319	16.581	20.439	4.327	215482.264	2647020.967	200.479
C008	A089	R05-3	28.087	14.198	24.234	4.318	215479.881	2647024.762	200.470
C004	C003	R03-1	36.038	-28.317	22.291	2.411	215053.262	2647063.989	225.039
C004	C003	R03-2	29.359	-23.914	17.031	2.511	215057.665	2647058.729	225.139
C004	C003	R03-4	28.452	-18.953	21.220	2.430	215062.626	2647062.918	225.058
C004	C003	R03-3	35.284	-23.285	26.510	2.294	215058.294	2647068.208	224.922
C003	C004	R03-3	85.128	-61.914	58.425	0.319	215058.285	2647068.209	224.906
C003	C004	R03-4	78.354	-57.583	53.137	0.455	215062.616	2647062.921	225.042
C003	C004	R03-2	79.418	-62.543	48.945	0.533	215057.656	2647058.729	225.120
C003	C004	R03-1	86.141	-66.948	54.205	0.435	215053.251	2647063.989	225.022
C002	B075	R04-3	61.973	10.193	-61.129	15.825	214893.312	2646941.976	244.177
C002	B075	R04-4	66.352	11.500	-65.348	15.861	214894.619	2646937.757	244.213
C002	B075	R04-2	67.900	3.770	-67.795	15.845	214886.889	2646935.310	244.197
C002	B075	R04-1	63.418	2.367	-63.374	15.775	214885.486	2646939.731	244.127

表 5-7 光線法測量坐標重複觀測值較差範例

點號	觀測值			重複觀測值較差				備註
	E	N	h	dE	dN	d2D	dh	
R02-1	215206.308	2647331.389	201.831	-0.002	-0.005	0.005	0.011	
R02-1	215206.310	2647331.394	201.842					
R02-2	215209.470	2647326.512	201.914	0.003	-0.008	0.009	0.010	
R02-2	215209.467	2647326.520	201.924					
R02-3	215209.890	2647333.831	201.868	-0.004	-0.003	0.005	0.016	
R02-3	215209.894	2647333.834	201.884					
R02-4	215213.107	2647328.889	201.893	-0.002	-0.005	0.005	0.013	
R02-4	215213.109	2647328.894	201.906					
R03-1	215053.262	2647063.989	225.039	0.011	0.000	0.011	0.017	
R03-1	215053.251	2647063.989	225.022					
R03-2	215057.665	2647058.729	225.139	0.009	0.000	0.009	0.019	
R03-2	215057.656	2647058.729	225.120					
R03-3	215058.294	2647068.208	224.922	0.009	-0.001	0.009	0.016	
R03-3	215058.285	2647068.209	224.906					
R03-4	215062.626	2647062.918	225.058	0.010	-0.003	0.010	0.016	
R03-4	215062.616	2647062.921	225.042					
R04-1	214885.486	2646939.731	244.127	-0.004	-0.008	0.009	0.001	
R04-1	214885.490	2646939.739	244.128					
R04-2	214886.889	2646935.310	244.197	0.000	-0.002	0.002	0.012	
R04-2	214886.889	2646935.312	244.185					
R04-3	214893.312	2646941.976	244.177	-0.004	-0.018	0.018	0.010	
R04-3	214893.316	2646941.994	244.167					

### 5. 參考值全組合基線長與前期成果較差：

參考值組合基線長計算方式說明如下。

- (1) 由任意不同的兩個校正標參考值組成基線，如 R01(橫坐標,縱坐標,高程) 及如 R02(橫坐標,縱坐標,高程) 定義為基線組合 L001(R01,R02)。
- (2) 橫坐標差=基線終點橫坐標-基線起點橫坐標
- (3) 縱坐標差=基線終點縱坐標-基線起點縱坐標
- (4) 高程差=基線終點高程-基線起點高程
- (5) 基線長= $\sqrt{\text{橫坐標差}^2 + \text{縱坐標差}^2 + \text{高程差}^2}$
- (6) 將所有參考值組合基線長計算成果與前期成果比較

空載光達校正物參考值地面測量作業自我檢核成果範例列如表 5-7，均需符合作業規定及精度需求，其中參考值全組合基線長與前期成果較差如表 5-8 所示，可繪製基線較差管制圖(107 年度)如圖 5-1 所示、參考值全組合基線長與前期成果較差分布範例如圖 5-2 所示。

表 5-7 空載光達校正物參考值地面測量作業自我檢核成果範例

項目	作業規定或精度需求	觀測記錄自主檢核	
		最大值	備註
1. 水平角正倒鏡較差	≤ 20"	16"	合格
2. 垂直角正倒鏡較差	≤ 20"	15"	合格
3. 斜距正倒鏡較差	≤ 2 mm	2 mm	合格
4. 重複觀測點位較差	平面 ≤ 30 mm 高程 ≤ 30 mm	平面 18 mm 高程 19 mm	合格
5. 參考值全組合基線長與前期成果較差	≤ 40 mm	23 mm	合格

表 5-8 參考值全組合基線長與前期成果較差

年度	基線組合	起點	終點	橫坐標差	縱坐標差	高程差	基線長	與前期較差	備註
107.03	L001	R01	R02	104.227	79.105	-12.051	131.401	0.003	
107.03	L002	R01	R03	-47.507	-187.587	11.006	193.822	0.003	
107.03	L003	R01	R04	-215.377	-312.354	30.241	380.614	0.008	
107.03	L004	R01	R05	373.361	-229.580	-13.526	438.507	-0.005	
107.03	L005	R01	R06	594.613	-455.577	-17.829	749.288	-0.006	
107.03	L006	R02	R03	-151.734	-266.692	23.057	307.700	0.004	
107.03	L007	R02	R04	-319.604	-391.459	42.292	507.125	0.013	
107.03	L008	R02	R05	269.134	-308.685	-1.475	409.538	0.002	
107.03	L009	R02	R06	490.386	-534.682	-5.778	725.532	-0.003	
107.03	L010	R03	R04	-167.870	-124.767	19.235	210.041	0.015	
107.03	L011	R03	R05	420.868	-41.993	-24.532	423.669	-0.019	
107.03	L012	R03	R06	642.120	-267.990	-28.835	696.397	-0.016	
107.03	L013	R04	R05	588.738	82.774	-43.767	596.137	0.001	
107.03	L014	R04	R06	809.990	-143.223	-48.070	823.958	0.007	
107.03	L015	R05	R06	221.252	-225.997	-4.303	316.300	-0.004	
107.08	L001	R01	R02	104.240	79.125	-12.057	131.423	-0.023	
107.08	L002	R01	R03	-47.497	-187.571	10.980	193.802	0.019	
107.08	L003	R01	R04	-215.375	-312.334	30.235	380.596	0.018	
107.08	L004	R01	R05	373.372	-229.578	-13.548	438.516	-0.009	
107.08	L006	R02	R03	-151.737	-266.696	23.037	307.704	-0.003	
107.08	L007	R02	R04	-319.615	-391.459	42.292	507.132	-0.007	
107.08	L008	R02	R05	269.132	-308.703	-1.491	409.551	-0.012	
107.08	L010	R03	R04	-167.878	-124.763	19.255	210.047	-0.006	
107.08	L011	R03	R05	420.869	-42.007	-24.528	423.671	-0.002	
107.08	L013	R04	R05	588.747	82.756	-43.783	596.145	-0.008	
107.08	L016	R01	R07	-44.470	-148.988	24.073	157.336	-	新設 R07
107.08	L017	R02	R07	-148.710	-228.113	36.130	274.692	-	新設 R07
107.08	L018	R03	R07	3.027	38.583	13.093	40.856	-	新設 R07
107.08	L019	R04	R07	170.905	163.346	-6.162	236.492	-	新設 R07
107.08	L020	R05	R07	-417.842	80.590	37.621	427.203	-	新設 R07

圖 5-1 光達校正物基線較差管制圖(107 年度)

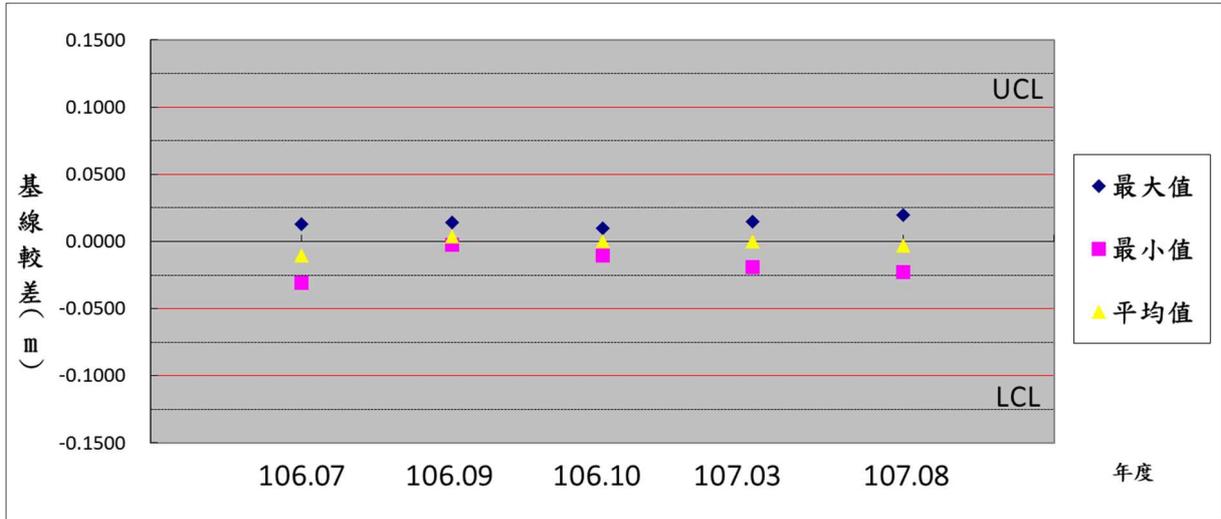
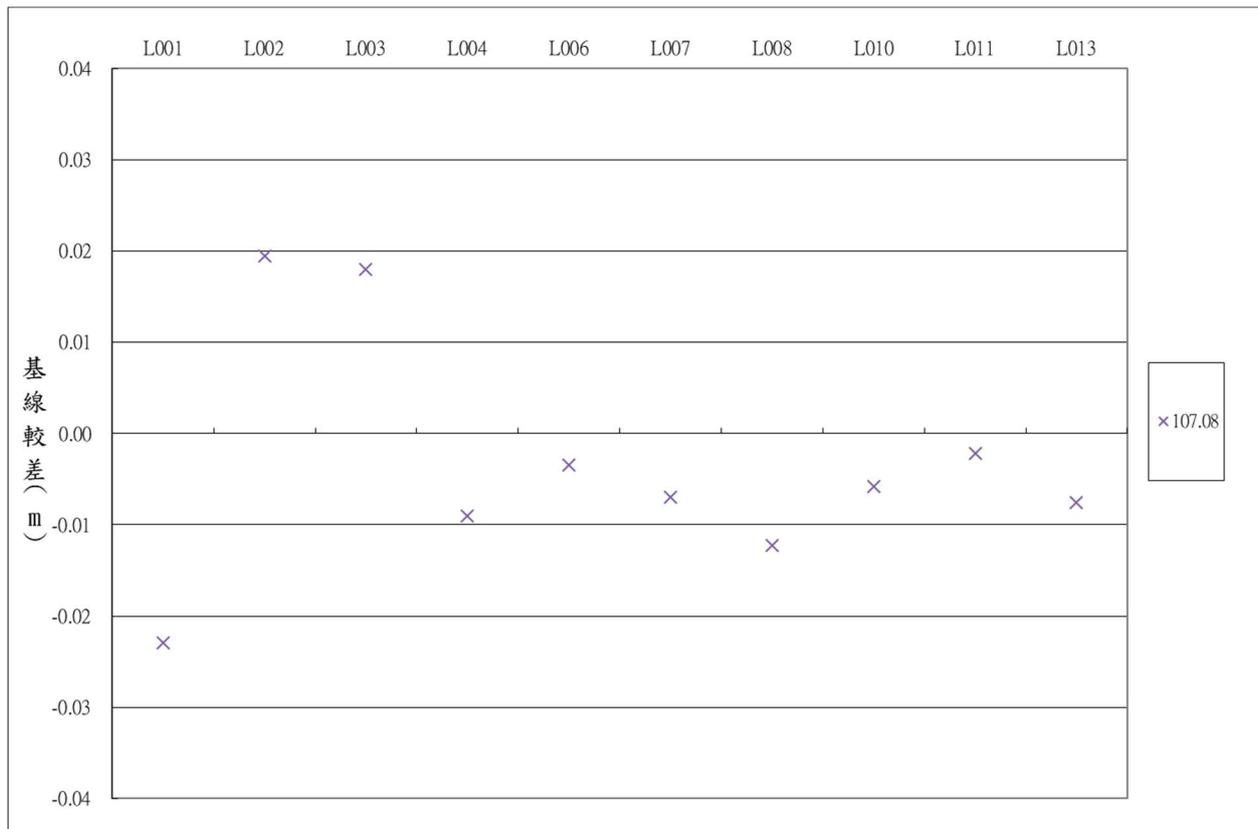


圖 5-2 參考值全組合基線長與前期成果較差分布(107 年度第二次)



## 6. Leica GSI 檔格式說明：

GSI(Geo Serial Interface)格式為 Leica 電子測距經緯儀(如 TS-02/TS-06/TCR1105/TCR1205...等)設備之觀測資料原始電子檔(儀器數位紀錄格式)，因係為單純之 ASCII 文字檔，以一般文字編輯器即可進行編修，其透過數字編碼識別資料格式與內容，故根據既定之觀測流程可以由原始資料解析其觀測成果並進行計算，實測範例與編碼說明如圖 5-3 及圖 5-4 所示，更詳細標準定義詳參考原廠說明文件。

```

SAMPLE.GSI x
*11....+000000000000C007 84...0+0000000215148220 85...0+0000002647240396 86...0+000000000207602
*11....+000000000000A146 81...0+0000000215266239 82...0+0000002647305852 83...0+000000000200065
*110066+000000000000A146 21.024+0000000035959580 22.024+0000000009441080
*110068+000000000000A146 21.024+0000000035959580 22.024+0000000009441080
*110070+000000000000A146 21.024+0000000018000010 22.024+0000000026518510 31...0+000000000061250
6 *110072+000000000000R07-1 21.024+00000000024906290 22.024+0000000008217380 31...0+000000000020518
7 *110074+000000000000R07-1 21.024+0000000006906310 22.024+0000000027742200 31...0+000000000020518
8 *110076+000000000000R07-2 21.024+0000000023332150 22.024+0000000008203290 31...0+000000000020031
9 *110078+000000000000R07-2 21.024+0000000005332080 22.024+0000000027756220 31...0+000000000020031
10 *110080+000000000000R07-3 21.024+00000000024457250 22.024+00000000008442210 31...0+0000000000029718
11 *110082+000000000000R07-3 21.024+0000000006457280 22.024+0000000027517360 31...0+0000000000029718
12 *110086+000000000000R07-4 21.024+0000000023421540 22.024+0000000008434210 31...0+000000000029363
13 *110088+000000000000R07-4 21.024+0000000005421510 22.024+0000000027525310 31...0+000000000029363
14 *11....+000000000000A146 84...0+0000000215148220 85...0+0000002647240396 86...0+000000000207602
15 *11....+000000000000C007 81...0+0000000000000000 82...0+0000000000000000 83...0+0000000000000000
16 *110091+000000000000C007 21.024+0000000000000030 22.024+0000000008532060 31...0+000000000061252
17 *110093+000000000000C007 21.024+0000000017959490 22.024+0000000027427360 31...0+000000000061252
18 *110095+000000000000R07-1 21.024+0000000001532290 22.024+0000000008350050 31...0+000000000071304
19 *110097+000000000000R07-1 21.024+0000000019532300 22.024+0000000027609460 31...0+000000000071304
20 *110099+000000000000R07-2 21.024+0000000001221100 22.024+0000000008407370 31...0+000000000074962

```

### (1) 設定坐標: 測站 C007、後視 A146 坐標、測距之 \*\*.0+ 表示單位為公尺(以最後一位為 mm 表示)

```
*11....+000000000000C007 84...0+0000000215148220 85...0+0000002647240396 86...0+000000000207602 88...0+000000000001587
*11....+000000000000A146 81...0+0000000215266239 82...0+0000002647305852 83...0+000000000200065
```

- |   |  |
|---|--|
| <b>84 &gt;&gt; 設定測站橫坐標 E:215148.220</b>   | <b>81 &gt;&gt; 設定後視橫坐標 E:215266.239</b>  |
| <b>85 &gt;&gt; 設定測站縱橫坐標 N:2647240.396</b> | <b>82 &gt;&gt; 設定後視縱坐標 N:2647305.852</b> |
| <b>86 &gt;&gt; 設定測站高程 Z:207.602</b>       | <b>83 &gt;&gt; 設定後視高程 Z:200.065</b>      |
| <b>88 &gt;&gt; 設定測站儀器高:1.587</b>          |  |

### (2) 設定方位角、觀測後視正倒鏡 角度之 \*\*.024+ 表示單位為六十進位之度分秒

```
*110066+000000000000A146 21.024+0000000035959580 22.024+0000000009441080
*110068+000000000000A146 21.024+0000000035959580 22.024+0000000009441080 31...0+000000000061250 51...+000000000019+000
87...0+0000000000001450 81...0+0000000215148219 82...0+0000002647301441 83...0+0000000000202736
*110070+000000000000A146 21.024+0000000018000010 22.024+0000000026518510 31...0+000000000061250 51...+000000000019+000
87...0+0000000000001450 81...0+0000000215148220 82...0+0000002647301441 83...0+0000000000202736
```

- |                                     |                              |
|-------------------------------------|------------------------------|
| <b>21 &gt;&gt; 水平角:359°59'58.0"</b> | <b>87 &gt;&gt; 稜鏡高:1.450</b> |
| <b>22 &gt;&gt; 天頂距:94°41'08.0"</b>  |                              |

\*正倒鏡以天頂距數值區分：正鏡接近 90 度、倒鏡接近 270 度

圖 5-3 Leica GSI 檔格式範例(1)設定測站(2)設定方位角

Line	Point ID	X	Y	Z	...
1	*11...+000000000000C007	84...0+0000000215148220	85...0+0000002647240396	86...0+000000000207602	
2	*11...+000000000000A146	81...0+0000000215266239	82...0+0000002647305852	83...0+000000000200065	
3	*110066+000000000000A146	21.024+00000000035959580	22.024+00000000009441080		
4	*110068+000000000000A146	21.024+00000000035959580	22.024+00000000009441080	31...0+0000000000061250	
5	*110070+000000000000A146	21.024+00000000018000010	22.024+00000000026518510	31...0+0000000000061250	
6	*110072+000000000000R07-1	21.024+00000000024906290	22.024+00000000008217380	31...0+0000000000020518	
7	*110074+000000000000R07-1	21.024+00000000006906310	22.024+00000000027742200	31...0+0000000000020518	
8	*110076+000000000000R07-2	21.024+00000000023332150	22.024+00000000008203290	31...0+0000000000020031	
9	*110078+000000000000R07-2	21.024+00000000005332080	22.024+00000000027756220	31...0+0000000000020031	
10	*110080+000000000000R07-3	21.024+00000000024457250	22.024+00000000008442210	31...0+0000000000029718	
11	*110082+000000000000R07-3	21.024+00000000006457280	22.024+00000000027517360	31...0+0000000000029718	
12	*110086+000000000000R07-4	21.024+00000000023421540	22.024+00000000008434210	31...0+0000000000029363	
13	*110088+000000000000R07-4	21.024+00000000005421510	22.024+00000000027525310	31...0+0000000000029363	
14	*11...+000000000000A146	84...0+0000000215148220	85...0+0000002647240396	86...0+000000000207602	
15	*11...+000000000000C007	81...0+00000000000000000	82...0+00000000000000000	83...0+00000000000000000	
16	*110091+000000000000C007	21.024+00000000000000000	22.024+00000000008532060	31...0+0000000000061252	
17	*110093+000000000000C007	21.024+00000000017959490	22.024+00000000027427360	31...0+0000000000061252	
18	*110095+000000000000R07-1	21.024+00000000015322290	22.024+00000000008350050	31...0+0000000000071304	
19	*110097+000000000000R07-1	21.024+00000000019532300	22.024+00000000027609460	31...0+0000000000071304	
20	*110099+000000000000R07-2	21.024+00000000012211100	22.024+00000000008407370	31...0+0000000000074962	

### (3)前視觀測量(前視點號：屋角編號)

*110095+0000000000R07-1	21.024+0000000001532290	22.024+0000000008350050	31...0+000000000071304	51...+00000000019+000	
		87...0+000000000001450	81...0+0000000215167214	82...0+0000002647308696	83...0+000000000215340
*110097+0000000000R07-1	21.024+00000000019532300	22.024+00000000027609460	31...0+000000000071304	51...+00000000019+000	
		87...0+000000000001450	81...0+0000000215167215	82...0+0000002647308696	83...0+000000000215337
*110099+0000000000R07-2	21.024+00000000012211100	22.024+00000000008407370	31...0+000000000074962	51...+00000000019+000	
		87...0+000000000001450	81...0+0000000215164173	82...0+0000002647313238	83...0+000000000215353
*110101+0000000000R07-2	21.024+00000000019221000	22.024+00000000027552280	31...0+000000000074962	51...+00000000019+000	
		87...0+000000000001450	81...0+0000000215164169	82...0+0000002647313239	83...0+000000000215355
*110103+0000000000R07-3	21.024+0000000002000570	22.024+00000000008425230	31...0+000000000078679	51...+00000000019+000	
		87...0+000000000001450	81...0+0000000215175023	82...0+0000002647313973	83...0+000000000215329
*110105+0000000000R07-3	21.024+00000000020001000	22.024+00000000027534330	31...0+000000000078680	51...+00000000019+000	
		87...0+000000000001450	81...0+0000000215175024	82...0+0000002647313973	83...0+000000000215327
*110107+0000000000R07-4	21.024+0000000001655010	22.024+00000000008437200	31...0+000000000081976	51...+00000000019+000	
		87...0+000000000001450	81...0+0000000215171969	82...0+0000002647318479	83...0+000000000215365
*110109+0000000000R07-4	21.024+00000000019654570	22.024+00000000027522290	31...0+000000000081976	51...+00000000019+000	
		87...0+000000000001450	81...0+0000000215171967	82...0+0000002647318481	83...0+000000000215361

流水號

前視點號

正倒鏡以天頂距數值區分：正鏡接近90度、倒鏡接近270度

21 >> 水平角:153°22'29.0"

22 >> 天頂距:83°50'05.0"

31 >> 斜距:71.304

51 >> 稜鏡常數

87 >> 稜鏡高:1.450

81 >> 預先計算前視橫坐標E:215167.214

82 >> 預先計算前視縱坐標N:2647308.969

83 >> 預先計算前視高程Z:215.340

圖 5-4 Leica GSI 檔格式範例(3)前視觀測量

## 7. Leica GSI 檔光線法計算範例工具操作流程：

(1) Leica GSI 檔光線法計算範例工具為基於 Microsoft Excel VBA (Visual Basic for Applications) 環境的 Excel 試算表，適用於 Leica 電子測距經緯儀之 GSI 格式計算，範例如圖 5-5 所示 (GSI 光線法計算範例.xlsxm)，主要有三個功能鍵，對應計算工作操作流程 (讀取-計算-輸出) 依序進行處理。

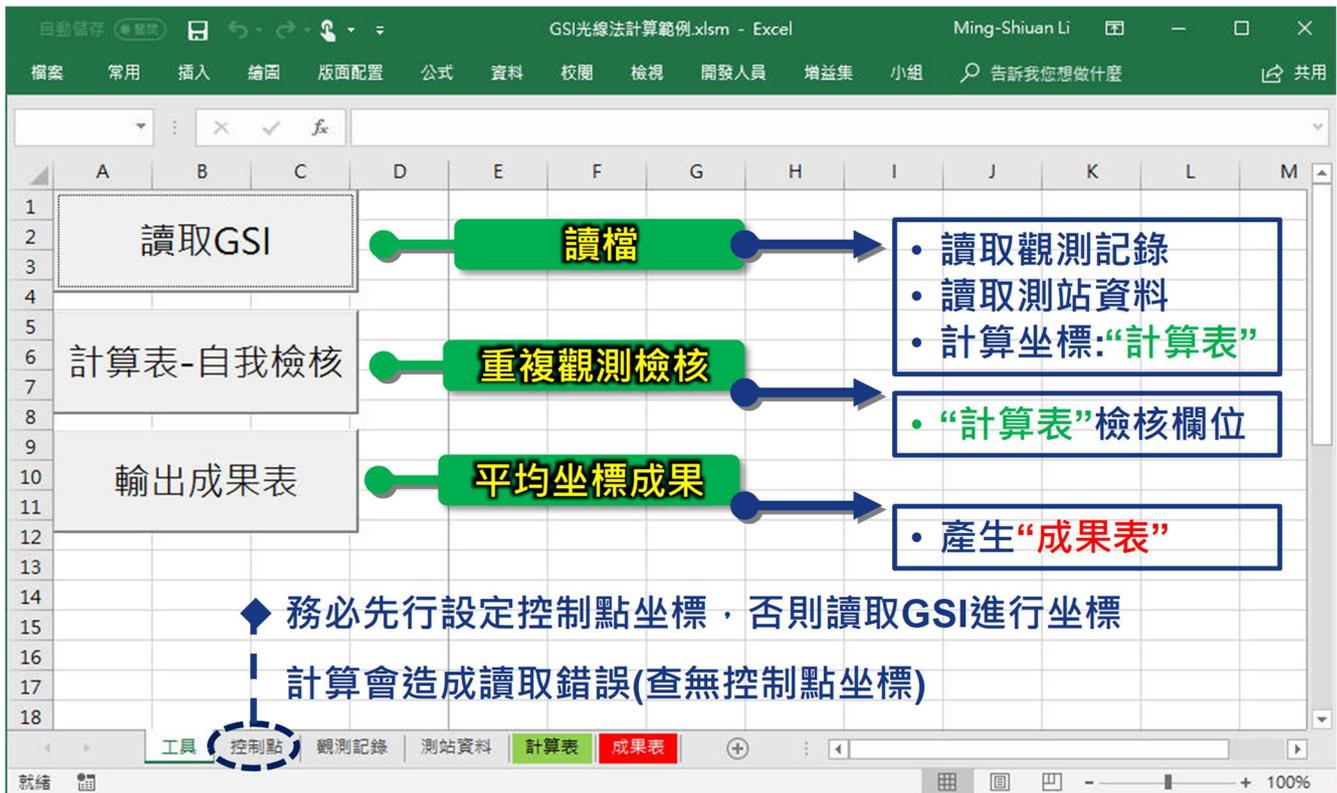


圖 5-5 Leica GSI 檔光線法計算範例工具(工具頁面-功能按鍵)

(2) 計算工具操作流程：

- A. 設定控制點坐標：務必先行設定控制點坐標(格式如圖 5-6 所示)，否則查無控制點坐標會造成讀取 GSI 進行坐標計算之錯誤；設計此機制之原因為，無論是否有在外業現場觀測時輸入已知點坐標，計算時建議仍需以計算工具所帶入的控制點坐標資訊為主。
- B. 讀取 GSI 檔案：讀取 GSI 格式的原始觀測資料電子記錄檔，依照觀測流程會自動區分為前視觀測資料(觀測紀錄，如圖 5-7 所示)及設定測站資料(測站資料，如圖 5-8 所示)兩個頁面，並進行正倒鏡觀測量與坐標之計算(產生計算表，如圖 5-9 所示)。

C.計算表-自我檢核：進行重複觀測檢核，產生”計算表”之檢核欄位，  
如圖 5-10 所示。

D.輸出成果表：平均重複觀測坐標成果並計算參考值，產生”成果表”，  
如圖 5-11 所示。

點號	E	N	Z	備註
A089	215462.202	2646951.884	194.926	107年度
A112	215633.342	2646746.830	188.215	107年度
A146	215135.952	2647088.100	230.270	107年度
A167	215475.813	2646982.784	195.145	107年度
B075	214835.380	2646902.043	237.230	107年度
C002	214883.119	2647003.105	228.352	107年度
C003	215120.199	2647009.784	224.587	107年度
C004	215081.579	2647041.698	222.628	107年度
C007	215075.216	2647081.991	235.115	107年度
C008	215465.683	2647000.528	196.152	107年度

圖 5-6 Leica GSI 檔光線法計算範例工具(控制點頁面-坐標格式範例)

### 觀測記錄-計算正倒鏡較差

測站 儀器高	標定點 (後視)	前視點 稜鏡高	檢查別	鏡位	水平角	平均值	天頂距	平均值	斜距	平均值	備註
					讀數	較差	讀數	較差	讀數	較差	
C007	A146	R07-1		正鏡	249.06.29	249.06.30	82.17.38	82.17.39	20.518	20.518	
				倒鏡	69.06.31	0.00.02	277.42.20	0.00.02	20.518	0.000	
1.587		1.450									
C007	A146	R07-2		正鏡	233.32.15	233.32.12	82.03.29	82.03.33	20.031	20.031	
				倒鏡	53.32.08	-0.00.07	277.56.22	0.00.09	20.031	0.000	
1.587		1.450									
C007	A146	R07-3		正鏡	244.57.25	244.57.26	84.42.21	84.42.22	29.718	29.718	
				倒鏡	64.57.28	0.00.03	275.17.36	0.00.03	29.718	0.000	
1.587		1.450									
C007	A146	R07-4		正鏡	234.21.54	234.21.53	84.34.21	84.34.25	29.363	29.363	
				倒鏡	54.21.51	-0.00.03	275.25.31	0.00.08	29.363	0.000	
1.587		1.450									
A146	C007	R07-1		正鏡	15.32.29	15.32.30	83.50.05	83.50.10	71.304	71.304	
				倒鏡	195.32.30	0.00.01	276.09.46	0.00.09	71.304	0.000	
1.530		1.450									
A146	C007	R07-2		正鏡	12.21.10	12.21.05	84.07.37	84.07.34	74.962	74.962	
				倒鏡	192.21.00	-0.00.10	275.52.28	-0.00.05	74.962	0.000	
1.530		1.450									
A146	C007	R07-3		正鏡	20.00.57	20.00.59	84.25.23	84.25.25	78.679	78.680	
				倒鏡	200.01.00	0.00.03	275.34.33	0.00.04	78.680	0.001	
1.530		1.450									

圖 5-7 Leica GSI 檔光線法計算範例工具(觀測紀錄頁面-正倒鏡較差計算)

## 測站資料-計算後視方位角

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q		
1	測站	後視	坐標	設定坐標			鏡位	水平角	平均值	天頂距	平均值	斜距	平均值	前視坐標(GSI紀錄)			設定方位角	
2	儀器高	稜鏡高	類型	E	N	Z	讀數	較差	讀數	較差	讀數	較差	E	N	Z	已知方位角		
3	C007	A146	測站	215148.22	2647240.396	207.602	正鏡	359.59.58	179.59.59	94.41.08	94.41.08	61.25	61.25	215148.219	2647301.441	202.736	60.59.11	
4	1.587	1.45	後視	215266.239	2647305.852	200.065	倒鏡	180.00.01	0.00.03	265.18.51	0.00.01	61.25	0	215148.22	2647301.441	202.736	84.15.23	
5	A146	C007	測站	215148.22	2647240.396	207.602	正鏡	0.00.03	179.59.56	85.32.06	85.32.15	61.252	61.252	215148.221	2647301.462	212.451	184.38.47	
6	1.53	1.45	後視	0	0	0	0	倒鏡	179.59.49	-0.00.14	274.27.36	0.00.18	61.252	0	215148.217	2647301.462	212.445	264.15.23
7	A089	C008	測站	215462.203	2646951.885	194.943	正鏡	4.06.14	4.06.12	88.45.04	88.45.01	48.802	48.802	215465.695	2647000.55	196.149	4.05.31	
8	1.592	1.45	後視	215465.683	2647000.528	196.152	倒鏡	184.06.10	-0.00.04	271.15.01	-0.00.05	48.802	0	215465.694	2647000.55	196.15	4.05.35	
9	C008	A089	測站	215465.694	2647000.55	196.15	正鏡	184.06.13	184.06.10	91.31.32	91.31.32	48.794	48.794	215462.203	2646951.898	194.924	184.06.11	
10	1.573	1.5	後視	215462.203	2646951.885	194.943	倒鏡	4.06.07	-0.00.06	268.28.29	-0.00.01	48.794	0	215462.205	2646951.898	194.924	184.05.35	
11	C004	C003	測站	215081.581	2647041.698	222.637	正鏡	129.33.44	129.33.43	87.53.09	87.53.14	50.157	50.157	215120.222	2647009.774	224.609	129.33.41	
12	1.571	1.45	後視	215120.21	2647009.785	224.61	倒鏡	309.33.41	-0.00.03	272.06.40	0.00.11	50.157	0	215120.223	2647009.774	224.606	129.34.08	
13	C003	C004	測站	215120.21	2647009.785	224.61	正鏡	309.33.44	309.33.46	92.17.48	92.17.49	50.143	50.143	215081.584	2647041.696	222.633	309.33.41	
14	1.532	1.5	後視	215081.581	2647041.698	222.637	倒鏡	129.33.47	0.00.03	267.42.11	0.00.01	50.143	0	215081.585	2647041.697	222.632	309.34.08	
15	C002	B075	測站	214883.12	2647003.096	228.344	正鏡	205.17.17	205.17.16	85.29.41	85.29.37	112.145	112.145	214835.363	2646902.011	237.347	205.17.18	
16	1.525	1.34	後視	214835.376	2646902.04	237.24	倒鏡	25.17.14	-0.00.03	274.30.26	-0.00.07	112.145	0	214835.365	2646902.011	237.351	205.17.05	
17	B075	C002	測站	214835.376	2646902.04	237.24	正鏡	25.17.17	25.17.18	94.31.42	94.31.45	112.133	112.133	214883.126	2647003.111	228.358	25.17.18	
18	1.47	1.5	後視	214883.12	2647003.096	228.344	倒鏡	205.17.19	0.00.02	265.28.13	0.00.05	112.133	0	214883.127	2647003.11	228.355	25.17.05	

圖 5-8 Leica GSI 檔光線法計算範例工具(測站資料頁面-方位角計算)

## 計算表-坐標計算(平距、橫向差、高差)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
測站	後視	前視	折角		天頂距		斜距		方位角	坐標計算						
			正倒差	平均值	正倒差	平均值	正倒差	平均值	平均值	平距	橫向差	縱向差	高差	E	N	Z
C007	A146	R07-1	-0.00.01	249.06.31	0.00.02	82.17.39	0.000	20.518	333.21.54	20.333	-9.115	18.175	2.888	215066.101	2647100.166	238.003
C007	A146	R07-2	-0.00.10	233.32.12	0.00.09	82.03.33	0.000	20.031	317.47.35	19.839	-13.328	14.695	2.904	215061.888	2647096.686	238.019
C007	A146	R07-3	0.00.00	244.57.27	0.00.03	84.42.22	0.000	29.718	329.12.50	29.591	-15.146	25.421	2.879	215060.070	2647107.412	237.994
C007	A146	R07-4	-0.00.06	234.21.53	0.00.08	84.34.25	0.000	29.363	318.37.16	29.231	-19.323	21.934	2.914	215055.893	2647103.925	238.029

圖 5-9 Leica GSI 檔光線法計算範例工具(計算表頁面-坐標計算)

Excel 公式:  $\{=ABS(AVERAGE(IF(\$C:\$C=\$C12,Q:Q))-Q12)\}$

1	A	B	C	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U			
1	測站	後視	前視	坐標計算									自我檢核			
2				橫向差	縱向差	高差	E	N	Z	dE	dN	dZ	d2D			
3	C007	A146	R07-1	-9.115	18.175	2.888	215066.101	2647100.166	238.003	-0.003	-0.001	0.002	0.007			
4	C007	A146	R07-2	-13.328	14.695	2.904	215061.888	2647096.686	238.019	-0.004	-0.002	0.001	0.009			
5	C007	A146	R07-3	-15.146	25.421	2.879	215060.070	2647107.412	237.994	-0.004	-0.002	0.001	0.009			
6	C007	A146	R07-4	-19.323	21.934	2.914	215055.893	2647103.925	238.029	-0.005	-0.004	0.001	0.013			
7	A146	C007	R07-1	-69.858	12.065	7.736	215066.094	2647100.165	238.006	0.003	0.001	0.001	0.007			
8	A146	C007	R07-2	-74.072	8.582	7.752	215061.880	2647096.682	238.022	0.004	0.002	0.001	0.009			
9	A146	C007	R07-3	-75.890	19.307	7.726	215060.062	2647107.407	237.996	0.004	0.002	0.001	0.009			
10	A146	C007	R07-4	-80.068	15.816	7.761	215055.884	2647103.916	238.031	0.005	0.004	0.001	0.013			
11	A089	C008	R05-2	15.572	66.269	5.528	215477.774	2647018.153	200.454	0.003	-0.002	0.004	0.006			
12	A089	C008	R05-4	20.062	69.094	5.543	215482.264	2647020.978	200.469	0.000	-0.005	0.005	0.011			
13	A089	C008	R05-3	17.672	72.890	5.531	215479.874	2647024.774	200.457	0.003	-0.006	0.007	0.014			
14	A089	C008	R05-1	13.183	70.049	5.546	215475.385	2647021.933	200.472	0.003	-0.005	0.007	0.012			
15	C008	A089	R05-1	9.707	21.394	4.335	215475.390	2647021.922	200.487	-0.003	0.006	0.007	0.012			
16	C008	A089	R05-2	12.096	17.622	4.309	215477.779	2647018.150	200.461	-0.003	0.001	0.004	0.006			
17	C008	A089	R05-4	16.581	20.439	4.327	215482.264	2647020.967	200.479	0.000	0.005	0.005	0.011			
18	C008	A089	R05-3	14.198	24.234	4.318	215479.881	2647024.762	200.470	-0.003	0.006	0.006	0.014			

圖 5-10 Leica GSI 檔光線法計算範例工具(計算表頁面-自我檢核計算)

GSI光線法計算範例.xlsxm - Excel

Ming-Shiuan Li

檔案 常用 插入 繪圖 頁面配置 公式 資料 校閱 檢視 開發人員 增益集 說明 小組 操作說明書 共用

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	點號	E	N	Z	校正物編號		校正物編號	E	N	Z	備註	
2	R07-1	215066.098	2647100.166	238.005	R07		R03	215057.957	2647063.462	225.031		
3	R07-2	215061.884	2647096.684	238.021	R07		R04	214890.079	2646938.699	244.175		
4	R07-3	215060.066	2647107.410	237.995	R07		R05	215478.826	2647021.455	200.469		
5	R07-4	215055.889	2647103.921	238.030	R07		R07	215060.984	2647102.045	238.013		
6	R05-2	215477.777	2647018.152	200.458	R05							
7	R05-4	215482.264	2647020.973	200.474	R05							
8	R05-3	215479.878	2647024.768	200.464	R05							
9	R05-1	215475.388	2647021.928	200.480	R05							
10	R03-1	215053.257	2647063.989	225.031	R03							
11	R03-2	215057.661	2647058.729	225.130	R03							
12	R03-4	215062.621	2647062.920	225.050	R03							
13	R03-3	215058.290	2647068.209	224.914	R03							
14	R04-3	214893.314	2646941.985	244.172	R04							
15	R04-4	214894.624	2646937.764	244.209	R04							
16	R04-2	214886.889	2646935.311	244.191	R04							
17	R04-1	214885.488	2646939.735	244.128	R04							
18												

工具 控制點 觀測記錄 測站資料 計算表 成果表

100%

圖 5-11 Leica GSI 檔光線法計算範例工具(成果表頁面-校正物參考值計算)

**「107 年度空載光達校正場維護及小像幅攝影系統航  
拍作業採購案」第 3 階段成果審查意見回覆與處理情形**

審 查 意 見	處 理 情 形	答覆說明納入 報 告	
		章節/ 圖/表	頁次
空載光達校正標維護標準作業須知手冊審查意見			
1 工作總報告 P.44 所述附件 4 對於計算工具操作流程說明過於簡化。請於「空載光達校正標維護標準作業須知手冊」內補充軟體操作流程，並依操作步驟擷取軟體執行畫面以輔助說明。	遵照辦理。	附件 4 第五章第 6~7 小節	附件 4 之 P.22~P.27
工作總報告審查意見			
1 P48，第 1 行「參考 106 年度擴充航遙測感應器系統校正作業購案規劃……」請修正為「參考國土測繪中心測量儀器校正實驗室小像幅航拍攝影機校正作業程序……」。	遵照辦理。		P.48
2 P.48，文中提及 SfM 軟體者，請於第一次出現處補充其中英文全名。	遵照辦理。SfM(Structure from Motion)中文用詞參考自民國 105 年 04 月航測及遙測學刊第二十二卷第 2 期(第 129-137 頁)，應用多視立體及運動回復結構之三維場景重構。		P.48
3 P.49，第 2 行文中說明選定 A153、A138、A164、A169 及 A155 五點，與圖 3-4 所顯示之控制點未對應，請修正圖 3-4。	遵照辦理。		P.49
4 P.52，表 3-3 航拍影像繳交成果表，經查 107/8/14 等 2 次航拍成果較符合本中心品質要求，備註請調整為正式提交成果，107/06/07 及 107/6/08 等 3 次航拍成果，備註請調整為加值成果。另 0628H400 成果係辦理模擬送件而依校正程序送交 79 張影像至本中心測量儀器實驗室，請更正為「依校正流程送件 79 張」影像。	遵照辦理。		P.52

審 查 意 見		處 理 情 形	答覆說明納入報告	
			章節/ 圖/表	頁次
5	P.58, 本案辦理航拍成果共計 6 架次, 前開成果貴公司使用 SfM 軟體執行空中三角解算, 解算過程中均以自率方式求得各架次像機畸變差參數, 請補充分析小像幅航拍攝影機於不同時間點, 內方位變化之情形, 並繪製「時間—參數變化量」折線圖, 提供本中心參考。	遵照辦理。	表 3-6 圖 3-16 ~ 圖 3-25	P.61 ~ P.66 、 P.83
6	P.75, 工作成果檢討 5-1、2.(1)項說明航攝影像張數不超過 500 張為原則, 後續執行建議 5-2、2.(1)項建議影像張數 80 張至 400 張以內, 請釐清。	原 5-1 節 2.(1)說明係指航拍規劃通常可外擴 1~2 條航線, 而原 5-2 節 2.(1)說明則指經過挑片並進行 SfM 與空三處理的影像數量將略少於實際拍攝之原始影像。經修正後刪除「建議影像張數 80 張至 400 張」, 調整說明為「影像張數過多(如超過 500 張)並無助於空三解算成果品質」。		P.83 ~ P.84
7	P.76, 第 1 行, 航拍成果初步檢核需包含檢查快門時間快於 1/1,000 秒, 請補充說明理由。	因載具移動速度與影像拍攝參數所造成的動態模糊(Motion Blur), 一般建議應約制在 1.5 個像元以下, 故快門時間建議應快於 1/1000 秒(1 毫秒)主要跟電子訊號時間同步的精度及載具巡航速度有關, 如動力型式為定翼機之載具, 實際巡航速度為浮動值, 規劃參數之對地速度可能因順風而倍增, 以 16~32 m/s 的航拍作業為例, 影像曝光 1 毫秒的期間, 載具移動距離為 1.6~3.2 cm(相對於地表), 對應拍攝 GSD 為 5.2 cm 而言(航高 400m), 約為 0.3~0.6 像元, 若拍攝 GSD 小於 2.1 cm(航高約 170m), 則最大航速 32 m/s 相對可造成的動態模糊已可達 1.5 像元。電子訊號時間同步的精度通常以 PPS(Pulse Per Second)為基準, 在飛控系統及定位定向系統中通常至少可達到 1 毫秒。		P.84

8	<p>P.76，建議「提供校正顧客至少 5 點已知控制點或至多 10 點以進行航拍影像 SfM 及糾正處理」，以執行校正的立場來說，顧客應提供符合必要條件且約制最少之成果，以避免資料過度修正產生過度樂觀的校正結果，故本中心仍維持提供固定 5 個控制點，讓顧客執行必要之糾正作業，請適當補充說明，避免閱讀誤解。</p>	<p>感謝指教，修正建議為「提供校正顧客之 5 點已知控制點應固定並確保其維護，以利航拍影像 SfM 及糾正處理之品管與檢核」。</p>		P.83
---	--	--	--	------



內政部國土測繪中心

地址：臺中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓

網址：[www.nlsc.gov.tw](http://www.nlsc.gov.tw)

總機：(04) 22522966

傳真：(04) 22592533