



NLSC-107-43

107 年度協助航拍與影像處理作業

工作總報告

主辦機關：內政部國土測繪中心

執行單位：經緯航太科技股份有限公司

中華民國 108 年 1 月 3 日

摘要

為賡續發展 UAS 技術及推廣應用，內政部國土測繪中心於「現代化測繪科技發展計畫」中研擬「發展無人飛行載具系統測繪作業計畫」(104 至 107 年度)計畫，規劃辦理發展多元化 UAS 載具技術、研究測試搭載多元化感測器、提升 UAS 航拍及影像處理技術、辦理 UAS 航拍及影像處理作業與協助其他政府機關辦理特定區域航拍作業等多項作業。

107 年度計畫共計 16 區 UAS 航拍及影像處理作業，總計面積達 9222 公頃，應用於臺灣通用電子地圖局部區域圖資更新及提供委託拍攝之政府機關辦理特定區域國土監測。最後對後續計畫的改進與發展項目提出建議。

關鍵字：無人飛行載具、定位定向系統、全景攝影設備

目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
圖目錄.....	III
表目錄.....	VII
第壹章 前言.....	1
第一節 計畫名稱	1
第二節 工作項目及內容	1
第三節 工作時程及交付成果	3
第貳章 作業項目及程序與方法	5
第一節 作業執行規劃	5
第二節 UAS 航拍規劃與作業流程說明	17
第三節 空中三角測量及正射影像製作作業規劃	26
第四節 UAS 成果展示	34
第五節 成果檢核	34
第參章 無人飛行載具系統航拍及影像處理作業	38
第一節 協助航拍作業	41
第二節 國土測繪 1 號影像處理作業	75
第三節 成果展示作業	96
第肆章 結論與建議	97
第伍章 附錄.....	98
附錄一 工作總報告審查甲方工作小組意見回覆說明表	98
附錄二 每月工作會議紀錄	99
附錄三 數位相機率定報告	105
附錄四 公共意外險投保保單	135

圖目錄

圖 2-1 國土測繪一號定翼型 UAS.....	5
圖 2-2 國土測繪一號 UAS 系統架構.....	6
圖 2-3 國土測繪一號搭載之 POS.....	7
圖 2-4 Sky Arrow 55 UAS.....	8
圖 2-5 多旋翼型 UAS	9
圖 2-6 多旋翼型 UAS POS 原型設計.....	10
圖 2-7 LEA-6T.....	10
圖 2-8 ADIS16405	10
圖 2-9 Canon 5D Mark II 數位相機	11
圖 2-10 Canon 5DSR 數位相機.....	12
圖 2-11 Sony α7 全片幅數位相機.....	12
圖 2-12 Sony α7R II 全片幅數位相機.....	13
圖 2-13 Sony α5100 數位相機.....	13
圖 2-14 本團隊中科廠房之相機內方位率定實驗室	14
圖 2-15 相機率定拍攝程序示意圖	15
圖 2-16 相機率定拍攝方式(夾角 45 度).....	15
圖 2-17 相機率定拍攝方式(夾角 90 度).....	15
圖 2-18 相機率定拍攝範例	16
圖 2-19 UAS 航拍工作標準作業流程規劃	18
圖 2-20 航線規劃示意圖	19
圖 2-21 S 模式航線範例圖	20
圖 2-22 Z 模式航線範例圖.....	20
圖 2-23 UAS 操作使用程序標準作業流程	21
圖 2-24 委託空拍申請表及委託空拍空域審核建議表.....	23
圖 2-25 UAS 飛行任務勤前提示單.....	23
圖 2-26 UAS 飛行前檢查項目表	24
圖 2-27 UAS 航拍任務執行紀錄.....	25
圖 2-28 UAS 品保流程.....	26
圖 2-29 選取後測控制點位置範例.....	27
圖 2-30 自然點選設現場照片	27
圖 2-31 空中三角測量示意圖	28
圖 2-32 空中三角測量平差報表	29
圖 2-33 空中三角測量示意圖	29
圖 2-34 弱匹配區手動加點列表示意圖	30
圖 2-35 像片網形連結範例圖	30
圖 2-36 製作彩色無縫正射影像鑲嵌流程圖	31

圖 2-37 正射影像糾正示意圖	32
圖 2-38 ImageStation Orthopro 空三資料	32
圖 2-39 ImageStation OrthoproDEM 資料	33
圖 2-40 正射影像鑲嵌示意圖	33
圖 2-41 正射影像編修前後比較(左邊為編修前、右邊為編修後).....	34
圖 2-42 直方圖兩端突然停止示意圖	37
圖 3-1 107 年度航拍任務區域分布	38
圖 3-2 臺北市士林區(陽明山大油坑)飛行航線規劃	41
圖 3-3 臺北市士林區(陽明山大油坑)起降場地作業情形	42
圖 3-4 臺北市士林區(陽明山大油坑)航拍影像中心點分布圖	43
圖 3-5 臺北市士林區(陽明山大油坑)控制點分布圖	44
圖 3-6 臺北市士林區(陽明山大油坑)正射鑲嵌影像成果	45
圖 3-7 臺北市士林區(陽明山馬槽)飛行航線規劃	46
圖 3-8 臺北市士林區(陽明山馬槽)起降場地作業情形	47
圖 3-9 臺北市士林區(陽明山馬槽)航拍影像中心點分布圖	47
圖 3-10 臺北市士林區(陽明山馬槽)控制點分布圖	48
圖 3-11 臺北市士林區(陽明山馬槽)正射鑲嵌影像成果	49
圖 3-12 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)飛行航線規劃	50
圖 3-13 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)起降場地作業情形	51
圖 3-14 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)航拍影像中心點分布圖	51
圖 3-15 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)控制點分布圖	52
圖 3-16 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)正射鑲嵌影像成果	53
圖 3-17 新北市金山區(陽明山魚路古道)飛行航線規劃	54
圖 3-18 新北市金山區(陽明山魚路古道)起降場地作業情形	55
圖 3-19 新北市金山區(陽明山魚路古道)航拍影像中心點分布圖	55
圖 3-20 新北市金山區(陽明山魚路古道)控制點分布圖	56
圖 3-21 新北市金山區(陽明山魚路古道)正射鑲嵌影像成果	57
圖 3-22 臺中市谷關區飛行航線規劃	58
圖 3-23 臺中市谷關區起降場地作業情形	59
圖 3-24 臺中市谷關區航拍影像中心點分布圖	59
圖 3-25 臺中市谷關區控制點分布圖	60
圖 3-26 臺中市谷關區正射鑲嵌影像成果	61
圖 3-27 臺中市谷關區飛行航線規劃	62
圖 3-28 臺中市谷關區起降場地作業情形	63
圖 3-29 臺中市谷關區航拍影像中心點分布圖	63
圖 3-30 臺中市谷關區控制點分布圖	64
圖 3-31 臺中市谷關區正射鑲嵌影像成果	65

圖 3-32 新竹縣新竹市飛行航線規劃	66
圖 3-33 新竹縣新竹市起降場地作業情形	67
圖 3-34 新竹縣新竹市航拍影像中心點分布圖	67
圖 3-35 新竹縣新竹市控制點分布圖	68
圖 3-36 新竹縣新竹市正射鑲嵌影像成果	68
圖 3-37 宜蘭縣南澳鄉(南澳濕地)飛行航線規劃	69
圖 3-38 宜蘭縣南澳鄉(南澳濕地)起降場地作業情形	70
圖 3-39 宜蘭縣南澳鄉(南澳濕地)航拍影像中心點分布圖	70
圖 3-40 宜蘭縣南澳鄉(南澳濕地)正射鑲嵌影像成果	71
圖 3-41 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)飛行航線規劃	72
圖 3-42 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)起降場地作業情形	73
圖 3-43 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)航拍影像中心點分布圖	73
圖 3-44 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)控制點分布圖	74
圖 3-45 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)正射鑲嵌影像成果	75
圖 3-46 臺中市龍井區及彰化縣伸港鄉(大肚溪口濕地)航拍影像中心 點分布圖	76
圖 3-47 臺中市龍井區及彰化縣伸港鄉(大肚溪口濕地)控制點分布圖	76
圖 3-48 臺中市龍井區及彰化縣伸港鄉(大肚溪口濕地)正射鑲嵌影像 成果	77
圖 3-49 新竹縣尖石鄉(鴛鴦湖濕地)航拍影像中心點分布圖	78
圖 3-50 新竹縣尖石鄉(鴛鴦湖濕地)控制點分布圖	78
圖 3-51 新竹縣尖石鄉(鴛鴦湖濕地)正射鑲嵌影像成果	79
圖 3-52 南投縣南投市(南崗校正場)第一次正射鑲嵌影像成果	80
圖 3-53 南投縣南投市(南崗校正場)第二次正射鑲嵌影像成果	81
圖 3-54 苗栗縣通霄鎮航拍影像中心點分布圖	82
圖 3-55 苗栗縣通霄鎮控制點分布圖	83
圖 3-56 苗栗縣通霄鎮正射鑲嵌影像成果	84
圖 3-57 苗栗縣銅鑼鄉航拍影像中心點分布圖	85
圖 3-58 苗栗縣銅鑼鄉控制點分布圖	86
圖 3-59 苗栗縣銅鑼鄉正射鑲嵌影像成果	87
圖 3-60 臺中市大安區航拍影像中心點分布圖	88
圖 3-61 臺中市大安區控制點分布圖	89
圖 3-62 臺中市大安區正射鑲嵌影像成果	90
圖 3-63 屏東縣九如鄉(屏東交流道)航拍影像中心點分布圖	91
圖 3-64 屏東縣九如鄉(屏東交流道)控制點分布圖	92
圖 3-65 屏東縣九如鄉(屏東交流道)正射鑲嵌影像成果	93
圖 3-66 屏東縣九如鄉(海豐外環道)航拍影像中心點分布圖	94

圖 3-67 屏東縣九如鄉(海豐外環道)控制點分布圖	95
圖 3-68 屏東縣九如鄉(海豐外環道)正射鑲嵌影像成果	96
圖 3-69 成果發表會海報製作	96

表目錄

表 1-1 作業成果解析度及精度要求說明	2
表 1-2 工作時程及交付成果	4
表 2-1 國土測繪一號系統特色	6
表 2-2 國土測繪一號細部規格表	6
表 2-3 SkyArrow 55 UAS 載具規格	8
表 2-4 Sky Arrow55 UAS 載具特色	8
表 2-5 多旋翼型 UAS 規格表	9
表 2-6 Canon 5D Mark II 數位相機規格表	11
表 2-7 Canon 5DSR 數位相機規格表	12
表 2-8 Sony α7 全片幅數位相機規格表	12
表 2-9 Sony α7R II 全片幅數位相機規格表	13
表 2-10 Sony α5100 數位相機規格表	14
表 2-11 相機率定成果	17
表 2-12 航空攝影規劃資訊	19
表 2-13 可靠度指標	30
表 2-14 正射影像解析度及精度要求對照	36
表 3-1 107 年度一般航拍作業區域彙整表	39
表 3-2 臺北市士林區(陽明山大油坑)任務執行概況	41
表 3-3 臺北市士林區(陽明山大油坑)空三計算成果	44
表 3-4 臺北市士林區(陽明山馬槽)任務執行概況	46
表 3-5 臺北市士林區(陽明山馬槽)空三計算成果	48
表 3-6 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)任務執行概況	50
表 3-7 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)空三計算成果	52
表 3-8 新北市金山區(陽明山魚路古道)任務執行概況	54
表 3-9 新北市金山區(陽明山魚路古道)空三計算成果	56
表 3-10 臺中市谷關區任務執行概況	58
表 3-11 臺中市谷關區空三計算成果	60
表 3-12 臺中市谷關區任務執行概況	62
表 3-13 臺中市谷關區空三計算成果	64
表 3-14 新竹縣新竹市任務執行概況	66
表 3-15 新竹縣新竹市空三計算成果	68
表 3-16 宜蘭縣南澳鄉(南澳濕地)任務執行概況	69
表 3-17 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)任務執行概況	72
表 3-18 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)空三計算成果	74
表 3-19 臺中市龍井區及彰化縣伸港鄉(大肚溪口濕地)空三計算成果	

.....	77
表 3-20 新竹縣尖石鄉(鴛鴦湖濕地)空三計算成果	79
表 3-21 苗栗縣通霄鎮空三計算成果	83
表 3-22 苗栗縣銅鑼鄉空三計算成果	86
表 3-23 臺中市大安區空三計算成果	89
表 3-24 屏東縣九如鄉(屏東交流道)空三計算成果	92
表 3-25 屏東縣九如鄉(海豐外環道)空三計算成果	95

第壹章 前言

第一節 計畫名稱

本計畫名稱為「107 年度協助航拍與影像處理作業採購案」(以下簡稱本案)。

第二節 工作項目及內容

一、協助航拍作業

(一) 航拍區域：辦理其他單位委託內政部國土測繪中心(以下簡稱國土測繪中心) 航拍作業。

(二) 使用載具：可採用航空器或本團隊自有UAS設備辦理航拍。

(三) 航拍規定：

1. 航拍時原始影像解析度需符合國土測繪中心指定之解析度0.25或0.1公尺，含雲量不得超過5%；影像前後重疊率達80%以上，側向重疊率達35%以上，重疊率誤差應在10%以內。

2. 本案使用之酬載相機需辦理率定作業，並於決標次日起20個日曆天繳交相機率定報告。

3. 採用航空器辦理航拍，本團隊應自行申請空域；如採用UAS航拍，本團隊須於接獲國土測繪中心通知航拍區域後5個日曆天內提送空域申請相關資料，由國土測繪中心協助申請。

4. 如採用UAS航拍，每次執行任務前須檢查UAS系統功能是否正常，並填寫航拍任務紀錄表，記錄每次航拍日期、天氣狀況、風向、風級、飛航方向、飛行時間等資料。

(四) 影像處理：

1. 須辦理空中三角測量並製作正射影像成果。正射影像採用TWD97[2010]坐標系統，解析度及精度要求如下表：

表 1-1 作業成果解析度及精度要求說明

解析度 (公尺)	精度		備註
	均方根值 (公尺)	最大偏移量 (公尺)	
0.25	1.25	2.5	檢查位於平坦表面無高差位移之明顯地物點平面位置較差
0.1	1	2	
0.1	0.5	1.5	

2. 解析度0.1公尺（精度0.5公尺）正射影像成果需求，須至現地測量控制點，並以該實測控制點坐標辦理空中三角測量計算。

3. 本案協助航拍及影像處理作業成果應依據內政部訂頒之詮釋資料標準格式（TWSMP2.0）建置詮釋資料。

（五）本團隊應於國土測繪中心通知航拍次日起40個日曆天內繳交原始影像與任務執行紀錄及相關原始數據資料、空中三角測量（含平差與檢核結果書面資料）、正射影像及詮釋資料。

（六）本項工作依本契約所列單價核算付款，按實際完成航拍區域面積數量給付，如未達預估數量，契約期滿即自動失效。

二、緊急航拍作業

（一）辦理國土測繪中心指定緊急或特定航拍區域，航拍面積以3平方公里為原則，如有特殊情形由國土測繪中心認定。

（二）使用載具以UAS為原則。

（三）須於國土測繪中心提出且通知航拍區域後，前往現地辦理航拍作業，且須於抵達現地後24小時內完成航拍作業。前開期限如遇天候或其他不可抗力因素無法於期限內完成航拍，需於繳交成果時提出相關佐證資料。

（四）本團隊應於航拍完成後24小時內繳交原始影像及快速幾何糾正鑲嵌影像。

三、國土測繪1號航拍影像處理作業

- (一) 辦理國土測繪中心「107年度國土測繪1號無人飛行載具航拍及維護作業採購案」航拍作業之影像處理，且須於國土測繪中心提出航拍影像與原始數據資料次日起30日內完成並繳交成果，包含空中三角測量（含平差與檢核結果書面資料）與正射影像及詮釋資料。
- (二) 本項作業流程與與成果及精度要求依「一、協助航拍作業（四）影像處理」方式辦理。

四、工作總報告及其他配合事項

- (一) 工作總報告內容應包含項目：中文摘要、前言、工作項目及內容、各項工作執行方法、情形、成果、結論與建議及其他相關資料及附件（含各次工作會議結論、數位相機率定報告等）。
- (二) 操作期間本團隊應負責本案所需之工作車輛油料、保養維修費、汽車強制險及意外險等、UAS保養維護費、耗材、油料，影像輸出設備及其他與本案相關之耗材。履約期間相關設施、器材（含國土測繪中心UAS），若有人為操作疏失、遇天災或不可抗力因素而毀損，或造成第三者人員、財物損失，均由本團隊負責。
- (三) 應針對本案作業使用之UAS投保最高賠償金額至少達新臺幣5,000萬元以上之公共意外責任保險，並於決標次日起20個日曆天內繳交相關證明文件。
- (四) 應配合國土測繪中心相關成果發表會流程內容辦理UAS展示（以3次為限）。
- (五) 配合民用航空法UAS相關規範修正規定，如需取得人員或UAS設備認證等，本團隊應依相關規範協助辦理。

第三節 工作時程及交付成果

依契約書規定作業期限為決標次日（107年4月18日）起220個日曆天，另於107年12月3日辦理契約變更，其中因107年無辦理緊急航拍作業，另選定協助航拍作業（1區）辦理，該區協助航拍作業及工作總報告履約期限延長至107年12月20日。本案分3階段辦理，每階段應交付項目、期限如下表：

表 1-2 工作時程及交付成果

階段	交付項目	繳交情形
第 1 階段(1) 107 年 5 月 8 日	數位相機率定報告及公共意外責任保險證明	107 年 5 月 4 日發文提送
第 1 階段(2) 107 年 7 月 27 日	1.協助航拍作業成果 2.國土測繪 1 號影像處理作業成果	各區成果分別於 107 年 7 月 4 日、107 年 7 月 10 日、107 年 7 月 23 日發文提送
第 2 階段 107 年 11 月 4 日	1.協助航拍作業成果 2.國土測繪 1 號影像處理作業成果	各區成果分別於 107 年 7 月 4 日、107 年 7 月 10 日、107 年 7 月 23 日發文提送
第 3 階段 107 年 12 月 20 日 (履約期限延長)	1.協助航拍作業成果 2.工作總報告	107 年 12 月 20 日發文提送

第貳章 作業項目及程序與方法

第一節 作業執行規劃

本案各項航拍工作預定使用之設備規畫如下詳述。

壹、定翼型 UAS

UAS 航拍之作業規劃，配合國土測繪中心需求採用國土測繪一號定翼型 UAS 進行航拍(如圖 2-1)。國土測繪一號採用複合材料機身，翼展長 2.5 公尺，展弦比達 11，具有優越的滑降比與抗風性能，及 5 公斤的酬載能力，同時飛行時間可達 2 個小時以上。



圖 2-1 國土測繪一號定翼型 UAS

機體設計為可拆式機翼，方便收納與運輸，並搭載控制自主飛行之飛行控制系統及 Canon 5D MKII 全片幅相機，相機並搭配相容之 20mm、24mm 或 50mm 焦距鏡頭以因應不同任務的需求。動力系統設計為螺旋槳前拉式動力系統，採用 62cc 二行程引擎，實際測試之最大飛行高度達 3600 公尺。數位通訊資料鏈可傳輸 30 公里距離，類比影像傳送距離可達 15 公里。國土測繪一號 UAS 系統架構詳如圖 2-2 所示，系統特色如表 2-1，各項詳細規格彙整如表 2-2。

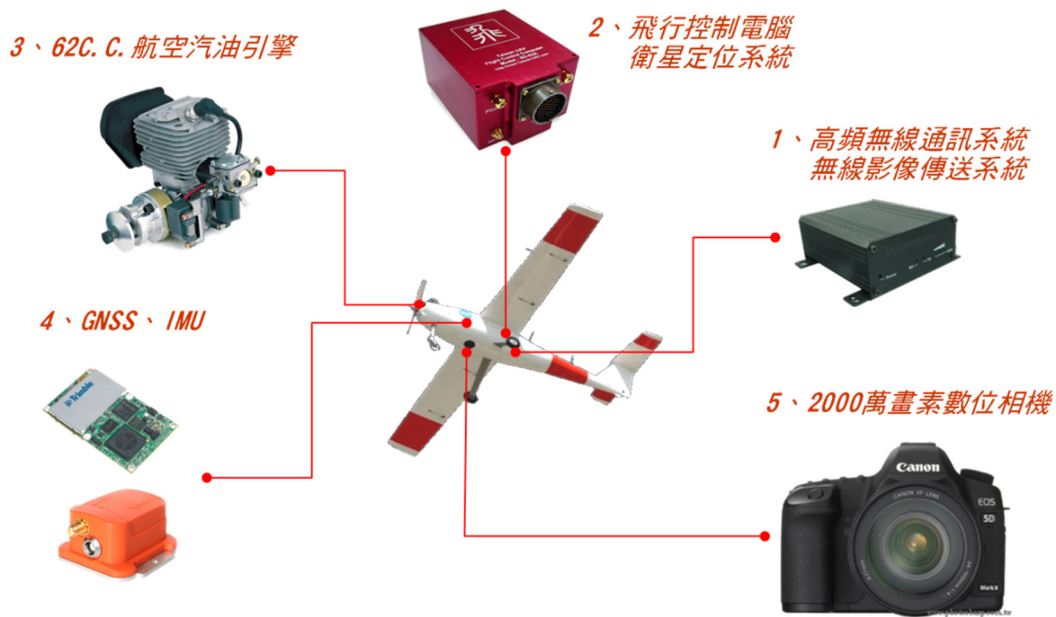


圖 2-2 國土測繪一號 UAS 系統架構

表 2-1 國土測繪一號系統特色

項目	詳細說明
推進系統	採用以無鉛汽油為燃料之二衝程引擎，提供穩定之馬力。
巡航速度	70~120 公里
滯空時間	油箱 6.6 公升可飛 5 小時。
抗風能力	可達蒲福風級 8 級風力
通訊	配備長距離數據通訊鏈路，控制半徑可達 30 公里以上，即時影像傳輸半徑可達 15 公里以上。
起降操作	傳統跑道滾行起飛（需 120 公尺柏油跑道），跑道降落。
酬載	可搭載與慣性量測設備與高畫素單眼相機或是高縮放倍率攝影模組。

表 2-2 國土測繪一號細部規格表

翼展	2.5 公尺	長度	2.0 公尺
最大重量	24.5 公斤	滯空時間	>5 小時
最高速度	125 km/hr	最大航程	>420 公里
巡航速度	70~120 km/hr	最大操作高度	4500 公尺
推進系統	DLE-60 雙缸 CDI 電子點火引擎		

國土測繪一號搭載 104 年度整合優化後之定位定向系統(Position and Orientation System, POS)(如圖 2-3)，該系統將 GNSS(Trimble BD970)與 IMU(ADIS16488)進行整合。Trimble BD970 雙頻 GNSS 可支援北斗獨立計算與航向解算，並具有 RTK(Real Time Kinematic)、低角度追蹤技術與多路徑抑制功能。另系統中使用雙頻 GNSS 所提供之 GNSS 資料與時間對 IMU 資料進行同步並提供相機 Trigger 時脈，使定位資料、相機姿態與拍照時間完全同步，能有效提高航空攝影測量之準確性，且後製處理可擁有更準確之定位定向資訊。



圖 2-3 國土測繪一號搭載之 POS

有鑑於本案在緊急或特定航拍需求上，必須有百分之百之航拍載具妥善率，同時亦遭遇多處同步拍攝的可能性，本團隊將提供一台自主開發設計的『天箭級』Sky Arrow 55 載具系統，專屬於國土測繪中心本案所使用，做為備用之定翼型 UAS 載具。在本團隊航拍編組人力上，亦已考量國土測繪一號與天箭-55 同步出動之操作能量。

Sky Arrow 55 為一款中航程後推式定翼型 UAS 載具，機體設計為後推式引擎設計(如圖 2-4)，可避免傳統前置式引擎運轉時產生之廢氣隨氣流向後污染儀器與相機鏡頭之慮，在機身設計上除符合空氣動力學效率外，兼具酬載重量大與酬載空間寬敞，可快速更換不同酬載構型。載具基本規格資料如表 2-3 所示。



圖 2-4 Sky Arrow 55 UAS

表 2-3 SkyArrow 55 UAS 載具規格

翼展	3.0 m	長度	2.4 m
最大重量	25 kg	滯空時間	> 3.5 hrs
最高速度	145 km/hr	最大航程	> 350 km
巡航速度	105 km/hr	最大操作高度	4000 m
推進系統	O.S GT-55 Gas Engine(5.5 BHP@7000rpm)		

Sky Arrow 55 UAS 在飛控電腦的控制下，可進行視距外遠距長程自主飛行。微波指令鏈路範圍可達半徑 60 公里以上，可供隨時更新飛航任務(On-The-Fly Command, OTFC)，加上長達 3.5 小時以上之有效滯空時間與針對航遙測應用最佳化的性能設計，使得 Sky Arrow 55 UAS 成為最適合航遙測應用的飛行載具。此型式的 UAS 的酬載重量與空間可依任務需求做彈性調整，使任務的調度更為靈活，表 2-4 為本機型特色。

表 2-4 Sky Arrow55 UAS 載具特色

項目	詳細說明
推進系統	引擎型式為 O.S GT-55 Gas Engine 二行程汽油引擎，使用 92 無鉛汽油做為燃料，提供穩定的馬力輸出
巡航速度	105 公里（含）以上
最大航程	大於 350 km，任務半徑 100 km 以上
滯空時間	可達 3.5 小時以上
最大高度	4000 m
抗風能力	蒲福風級 8 級風力(不含)以下(即風速 34 knot 以下)

起降操作	傳統跑道（起飛距離 30 公尺，降落距離 80 公尺）
酬載重量 / 空間	有效酬載重量 > 5 公斤，可搭載： 1. 高畫素數位相機與高縮放倍率攝影模組，及 GPS/INS 設備 2. 數據通訊與即時影像傳輸設備，可將資訊下傳至地面導控站儲存供後處理使用 3. 酬載安裝於機體內均配置被動防振機構，防止設備振動影響功能 4. 40*28*22 公分的極大化酬載空間，可快速安裝與更換不同酬載構型
搬運方式	機體採模組化設計，可快速拆卸進行運送

貳、旋翼(多旋翼)型 UAS

一、六旋翼型 UAS 航拍系統

本團隊所採用拍攝測區影像之旋翼型 UAS，為六旋翼型 UAS，全機直徑約 120cm，標準酬載設備可搭載 1800 萬畫素以上之數位相機(含影像發射模組)，如圖 2-5。旋翼型無人飛行載具的操作高度可達 500m，每次滯空拍攝作業時間可達 20 分鐘，可有效拍攝小範圍區域之高畫質影像。多旋翼機基本規格資料如表 2-5 所示。



圖 2-5 多旋翼型 UAS

表 2-5 多旋翼型 UAS 規格表

載具寬度	120 公分	最大航高	< 500 公尺
載具重量	5.0 公斤	載具飛行距離	< 1000 公尺
酬載重量	1.0 公斤	酬載搭配	Canon-5DM2、 Canon-550D、 SONY-DV 等
滯空時間	< 20 分鐘		

二、旋翼型 UAS 用 POS (LEA-6T + ADIS16405)

本團隊針對(多)旋翼型 UAS 系統設計簡易型 POS(如圖 2-6)，運用 GPS 模組與微機電等級之 IMU 整合設計而成。在 GPS 模組選擇方面，採用單頻載波相位接收儀 U-BLOX LEA-6T 模組(如圖 2-7)；IMU 模組則選擇 ADIS16405(如圖 2-8)，兩者優點皆是精度高、價格便宜、重量輕，很適合做為酬載重量相對較小的旋翼型 UAS 使用。此外本 GPS 模組亦支援外部 Time mark 記錄功能，可記錄拍攝時的 GPS 時間，做為相片與 POS 資料同步解算的基準。

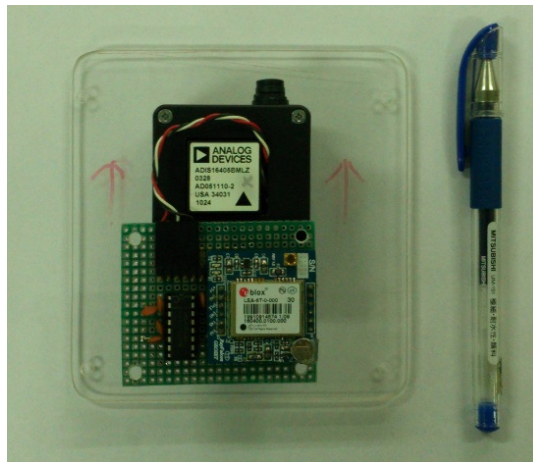


圖 2-6 多旋翼型 UAS POS 原型設計

LEA-6T GPS接收模組	
Receiver type	GPS L1 C/A Code 50-Channels
Update rate	5 Hz
Accuracy	Position 2.5m CEP
	SBAS 2.0m CEP
Acquisition	Cold starts : 29s
	Hot start : 1s



圖 2-7 LEA-6T

ADIS16405	
陀螺量測範圍	± 350 deg/sec
陀螺飄移	25.2 deg/h
加速度計測範圍	± 18 g
加速度計飄移	0.2 mg



圖 2-8 ADIS16405

參、酬載感測器

裝載於飛行載具上之航拍設備，有國土測繪一號所選用之高解析度全片幅數位單眼相機(DSLR) - Canon 5D Mark II (如圖 2-9)，搭配相容之 20mm、24mm 或 50mm 焦距鏡頭並經過相機率定程序，詳細規格如表 2-6。



圖 2-9 Canon 5D Mark II 數位相機

表 2-6 Canon 5D Mark II 數位相機規格表

項目	規格
影像感測器	有效畫素 2110 萬畫素 全片幅 CMOS 感測器
鏡頭焦距	20mm、24mm 或 50mm 焦距定焦鏡頭
記憶卡容量	32GB、64GB
影像格式	JPEG/RAW
記錄畫素	最高 5616 x 3744 pixels
連拍速度	每秒 3.9 張 (最高)
快門速度	最快可達 1/8000 秒，提供外部觸發快門
ISO 感光度	ISO 50 ~ 25600

除國土測繪一號原有之數位單眼相機外，為提升無人飛行載具系統測繪作業之效率與拍攝影像品質，本團隊選用 Canon 5DSR 全片幅數位相機、Sony $\alpha 7$ 、 $\alpha 7R II$ 、 $\alpha 5100$ 數位相機，配合不同航高及解析度之作業需求，並根據任務調派情形調配使用。

Canon 5DSR 數位相機(如圖 2-10)，此款相機擁有 5060 萬超高像素全片幅 CMOS 影像感應器、雙 DIGIC 6 影像處理器，及 61 點高密度自動對焦感應器，為確保影像呈現的細緻度，配備全新 MVCS 反光鏡震動控制系統，機身總重僅 930 克。Canon 5DSR 可拍攝最高達 8688 x 5792 像素的超大數位影像，其相機詳細規格如表 2-7。

Sony $\alpha 7$ 及 $\alpha 7R II$ (如圖 2-11 及圖 2-12)，其感光元件同樣為全片幅尺寸(24mm*36mm)規格，有效畫素提高較國土測繪一號原本採用的 Canon 5D Mark II 增加 70%，在相同 GSD 的航線規畫下，可比原有 Canon 相機涵蓋更大的拍攝範圍。相機詳細規格如下表 2-8 及表 2-9。Sony $\alpha 5100$ 相機有效像素 2430 萬 Exmor APS HD CMOS 大感光元件，詳細規格如圖 2-13 及表 2-10 所示。



圖 2-10 Canon 5DSR 數位相機

表 2-7 Canon 5DSR 數位相機規格表

項目	規格
影像感測器	有效畫素 5060 萬畫素 全片幅 CMOS 感測器
鏡頭焦距	21mm 焦距定焦鏡頭
記憶卡容量	128GB CF 記憶卡
影像格式	RAW, TIF & JPG
記錄畫素	最高 8688 x 5792 pixels
連拍速度	每秒 5 張
快門速度	最快可達 1/8000 秒，提供外部觸發快門
ISO 感光度	ISO 100 ~ 6400



圖 2-11 Sony α 7 全片幅數位相機

表 2-8 Sony α 7 全片幅數位相機規格表

項目	規格
影像感測器	有效畫素 2470 萬畫素 全片幅 Exmor CMOS 感光元件
鏡頭焦距	21mm 焦距定焦鏡頭
記憶卡容量	32GB、64GB

影像格式	JPEG/RAW
記錄畫素	最高 6000 x 4000 pixels
連拍速度	每秒 5 張
快門速度	最快可達 1/8000 秒，提供外部觸發快門
ISO 感光度	ISO 100 ~ 25600



圖 2-12 Sony α7R II 全片幅數位相機

表 2-9 Sony α7R II 全片幅數位相機規格表

項目	規格
影像感測器	有效畫素 4240 萬畫素 全片幅 Exmor R CMOS 感光元件
鏡頭焦距	21mm 焦距定焦鏡頭
記憶卡容量	32GB、64GB
影像格式	JPEG/RAW
記錄畫素	最高 7952 x 5304 pixels
連拍速度	每秒 5 張
快門速度	最快可達 1/8000 秒，提供外部觸發快門
ISO 感光度	ISO 100 ~ 102400



圖 2-13 Sony α5100 數位相機

表 2-10 Sony α 5100 數位相機規格表

項目	規格
影像感測器	有效畫素 2430 萬畫素 Exmor CMOS 感測器
鏡頭焦距	16mm 焦距定焦鏡頭
記憶卡容量	32GB、64GB
影像格式	JPEG/RAW
記錄畫素	最高 6000 x 4000 pixels
連拍速度	每秒 6 張
快門速度	最快可達 1/4000 秒，提供外部觸發快門
ISO 感光度	ISO 100 ~ 25600

■ 相機內方位率定

本案相機內方位率定於本團隊中科廠房室內相機率定場(如圖 2-14)進行，本案航拍作業所使用之相機，包含 Canon 5DSR、Sony α 7、 α 7R II、 α 5100 已於第一次使用時進行相機內方位率定，率定後則需保持相機與鏡頭間之相對關係，並將於更換鏡頭之後重新率定，原則上 1 年應至少率定 1 次，相機內方位率定作業方式流程說明如下。



圖 2-14 本團隊中科廠房之相機內方位率定實驗室

1. 攜帶欲率定之相機至相機率定場，並固定鏡頭與機身間連接。
2. 參考文獻 Fraser(1997)，透過旋轉率定圓盤及旋轉相機製造環繞交會式拍攝的效果，如圖 2-15 為示意圖。相機拍攝位置不動，僅旋轉圓盤，每旋轉 45 度拍攝，即圓盤於 0、45、90、135、180、225、

270、315 度時拍攝，故每 1 組拍攝共 8 張照片。

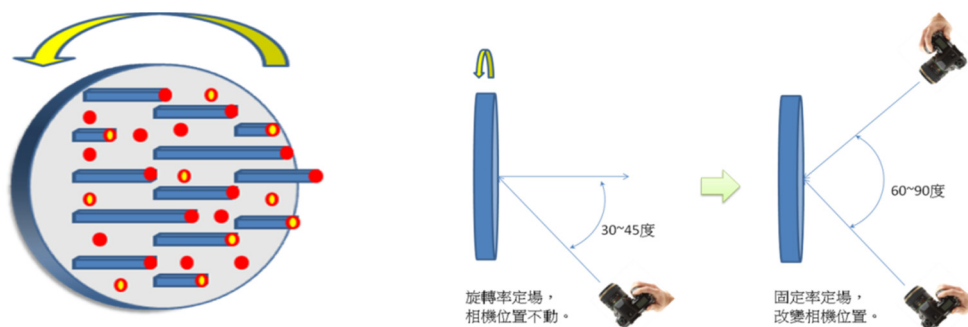


圖 2-15 相機率定拍攝程序示意圖

3. 關於相機拍攝位置與方式，首先相機光軸與圓盤夾角約為 30 度至 45 度，分別以相機正拍(如圖 2-16(a))、機身向右旋轉 90 度(如圖 2-16 (b))及機身向左旋轉 90 度(如圖 2-16(c))3 種角度拍攝，並依前述步驟旋轉圓盤各拍攝 8 張，共 24 張照片。

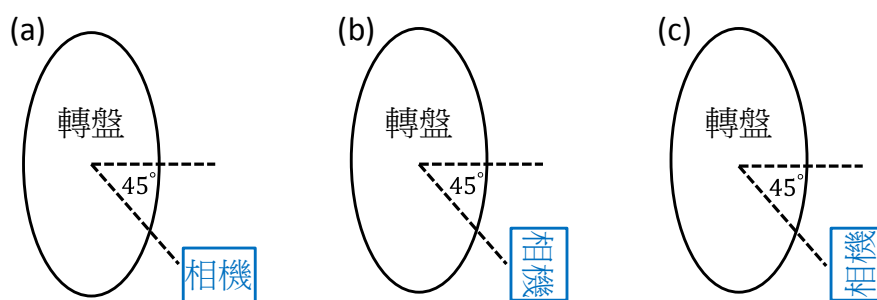


圖 2-16 相機率定拍攝方式(夾角 45 度)

4. 以相機光軸與圓盤夾角為 90 度拍攝，分別以相機正拍(如圖 2-17(a))及機身向右旋轉 90 度(如圖 2-17(b))配合旋轉圓盤各拍攝 8 張，共 16 張照片。

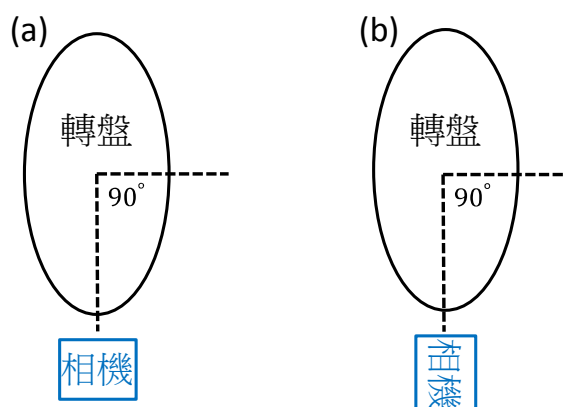


圖 2-17 相機率定拍攝方式(夾角 90 度)

5. 拍攝作業時，視窗畫面須佈滿率定標且清晰可辨別，如圖 2-18。

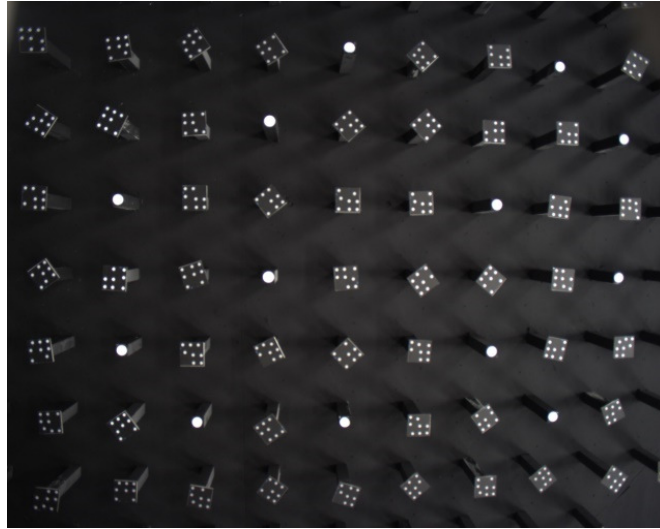


圖 2-18 相機率定拍攝範例

6. 將率定影像匯入相機率定軟體 Australis，經率定標辨識及光束法平差計算，得率定成果。

本案相機內方位率定已完成 Canon 5DSR 搭配 20 及 50 公釐鏡頭、Sony $\alpha 7$ 搭配焦距 21 公釐鏡頭、Sony $\alpha 7R II$ 搭配 21 公釐鏡頭、Sony $\alpha 5100$ 搭配 16 公釐鏡頭之相機內方位率定作業，其率定成果如表 2-11，率定報告如附錄六所示。

表 2-11 相機率定成果

相機編號	1		2		3	
相機型號	Sony α 7		Sony α 7R II		Sony α 5100	
解析度	6000 x 4000 pixels		7952 x 5304 pixels		6000 x 4000 pixels	
像元大小	0.0060 mm		0.0045 mm		0.0039 mm	
	數值	標準差	數值	標準差	數值	標準差
焦距 c	21.5318 mm	0.001 mm	21.4918 mm	0.001 mm	15.7442 mm	0.001 mm
像主點 xp	0.2018 mm	< 0.001 mm	-0.0276 mm	< 0.001 mm	-0.1806 mm	< 0.001 mm
像主點 yp	0.0150 mm	< 0.001 mm	0.0515 mm	< 0.001 mm	0.2248 mm	< 0.001 mm
輻射畸變 k1	1.43713e-04	2.0228e-07	1.40129e-04	2.3734e-07	2.51764e-04	9.9794e-07
輻射畸變 k2	-2.64006e-07	1.0012e-09	-2.75819e-07	1.4988e-09	-1.27500e-06	1.4051e-08
輻射畸變 k3	1.06717e-10	1.6484e-12	1.16975e-10	2.9745e-12	-1.21515e-09	6.1683e-11
離心畸變 P1	1.4317e-06	2.593e-07	-2.8085e-06	3.413e-07	1.3006e-05	8.329e-07
離心畸變 P2	1.9718e-05	2.047e-07	1.4293e-05	2.506e-07	-2.0583e-04	6.230e-07
相機編號	4		5			
相機型號	Canon 5DSR		Canon 5DSR			
解析度	8688 x 5792 pixels		8688 x 5792 pixels			
像元大小	0.0041 mm		0.0041 mm			
	數值	標準差	數值	標準差		
焦距 c	51.7517 mm	0.002 mm	20.4835 mm	0.002 mm		
像主點 xp	-0.0964 mm	0.002 mm	-0.0279 mm	< 0.001 mm		
像主點 yp	-0.0290 mm	0.002 mm	0.0821 mm	< 0.001 mm		
輻射畸變 k1	5.24065e-05	2.0875e-07	2.04503e-04	2.6006e-07		
輻射畸變 k2	-7.24037e-09	9.6944e-10	-3.92462e-07	1.5583e-09		
輻射畸變 k3	-7.22665e-12	1.4232e-11	7.45716e-11	2.9291e-12		
離心畸變 P1	-1.5319e-06	1.667e-07	1.7260e-06	4.353e-07		
離心畸變 P2	3.9227e-06	1.403e-07	2.5184e-05	3.118e-07		

第二節 UAS 航拍規劃與作業流程說明

壹、UAS 航拍標準作業流程

UAS 航拍工作的標準流程規劃，主要係依據「無人駕駛航空器系統(UAS)在臺北飛航情報區之作業」飛航情報相關 AIC 公告與「民用航空法」第三十四條以及「交通部民用航空隊機場四周施放有礙飛航安全物體實施要點」等規定進行作業規畫。根據以上相關規範，並參考 97 年度「探測感應器測繪平台架構規劃暨應用作業案」(NLSC-97-28)之流程，綜整 UAS 航拍規劃標準作業流程如圖 2-19。

本案作業將依需求規格書規範，於 貴中心通知航拍區域後 5 日內提送空域申請資料，於接獲可辦理航拍通知次日起 40 日內完成辦理航拍作業及影像處理作業並繳交影像處理成果。

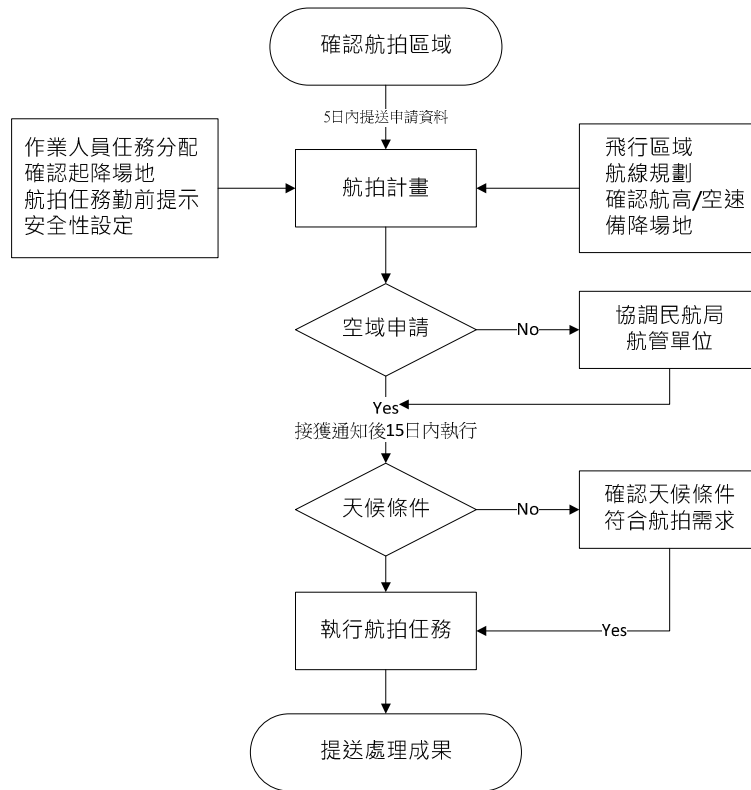


圖 2-19 UAS 航拍工作標準作業流程規劃

貳、UAS 航拍計畫

UAS 航拍所使用之數位相機為本團隊自有 Canon 5DSR 全片幅數位相機或 Sony $\alpha 7$ 全片幅數位相機，相機感光元件經換算後可得到感光元件上每一像素之實際尺寸為 $4.1 \mu\text{m}$ (5DSR) 或 $6.0 \mu\text{m}$ ($\alpha 7$)。由於每一像素之寬度與焦距長，相對於地面解析度 (GSD) 與航高 (AGL) 為相似三角形，因此可得式(2-1)：

$$\frac{\text{Pixel Size}}{\text{Focal Length}} = \frac{\text{GSD}}{\text{AGL}} \quad (2-1)$$

將相機鏡頭焦距、感光元件像素尺寸及需求之地面解析度帶入式(2-1)中，即可計算出對應的航高。

以 Sony $\alpha 7$ 相機於 1/5,000 比例尺航拍作業的航線規劃範例如下圖 2-20，各項航拍作業應規劃項目範例如表 2-12 經正確規劃後，航拍成果皆可達到 80% 以上的前後重疊率及 40% 以上之側向重疊率。

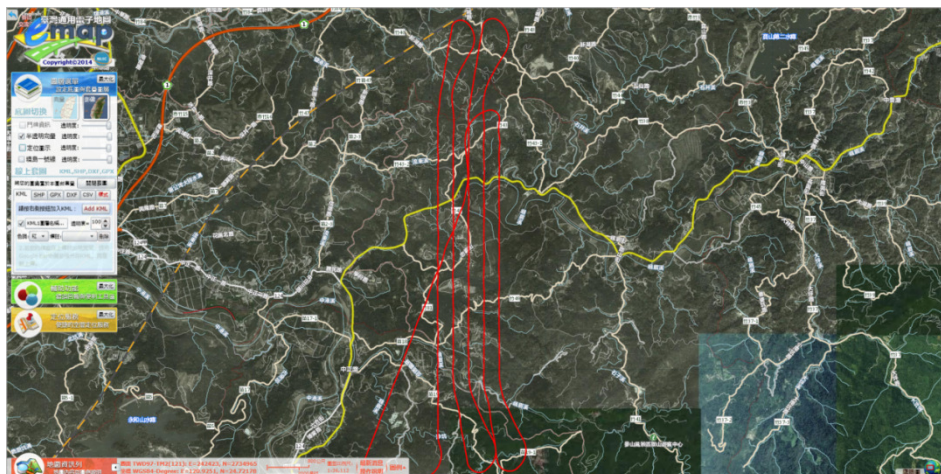


圖 2-20 航線規劃示意圖

表 2-12 航空攝影規劃資訊

項目	資訊	備註
鏡頭焦距	21 公釐	採用高素質手動定焦鏡頭，避免 UAS 震動造成自動對焦位移。
像元解析度	6.0 μm	
航帶寬	約 1500 公尺	航拍影像有效寬度
飛航高度	820 公尺	依照地形高程部分會有所調整
航線間距	900 公尺	確保側向重疊率>40%
側向重疊	> 40%	
前後重疊	> 80%	提高前後重疊，降低後續立製時遮蔽情形及提高正射品質
航空攝影	以 GNSS/IMU 輔助	將提高空三及測圖等精度
地面解析度	25 公分	

而 GCS 介面的航線設定，本團隊已有開發航點產生工具，只要輸入特定參數，如範圍坐標、航帶間隔等參數，即可立即規劃出航線。軟體另有繪圖與標註、航線規劃(S、O、Z 模式)、航線延長縮短、航線位移、空拍重疊率及航線匯出/匯入等功能。軟體共可提供之 2 種不同模式航線規劃：

1. S 模式：單向折返。如單一方向有山脈，可採此飛行方式。



圖 2-21 S 模式航線範例圖

2. Z 模式：雙向折返。條件相同情況下（相同範圍與航高設定），所需航程，約為 S 飛法的一半左右。

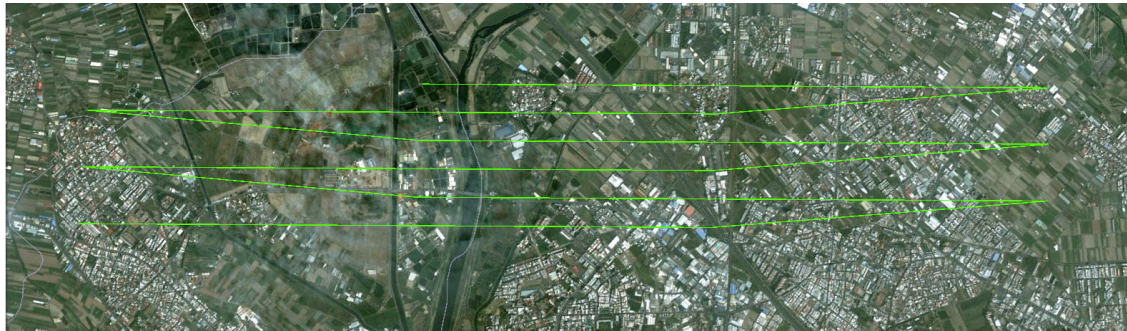


圖 2-22 Z 模式航線範例圖

參、空域申請

UAS 航拍空域申請流程，現階段主要係依據交通部民用航空局（以下簡稱民航局）「無人駕駛航空器系統在臺北飛航情報區之作業」航空公報(AIC 04/2012)、「民用航空法」第三十四條、「交通部民用航空隊機場四周施放有礙飛航安全物體實施要點」等規定進行空域申請。根據以上相關規定，UAS 航拍作業需至少在任務執行 15 天前向民航局提出空域申請，空域申請通過且由民航局發布飛航公告後始得於申請之時間執行航拍任務。同時根據目前規範，航拍區域仍有以下限制：

- 一、航拍區域若位於機場周圍禁、限航區，則無法執行任務。
- 二、航拍區位於訓練空域、軍方管制空域、目視航線等，則需視與民航局及軍方單位協調後狀況方可執行任務。
- 三、鄰近禁、限航區，可能影響民航機或軍機起降及其他航空器安全，亦需與相關單位協調後方能進行航拍。

肆、執行航拍任務

UAS 執行航拍前置作業之任務規劃與勤前提示與工作分配亦為重要的工作規劃，並且執行航拍任務時，還需視天候條件許可下方可執行，UAS 執行航拍任務標準作業流程可參考圖 2-23。

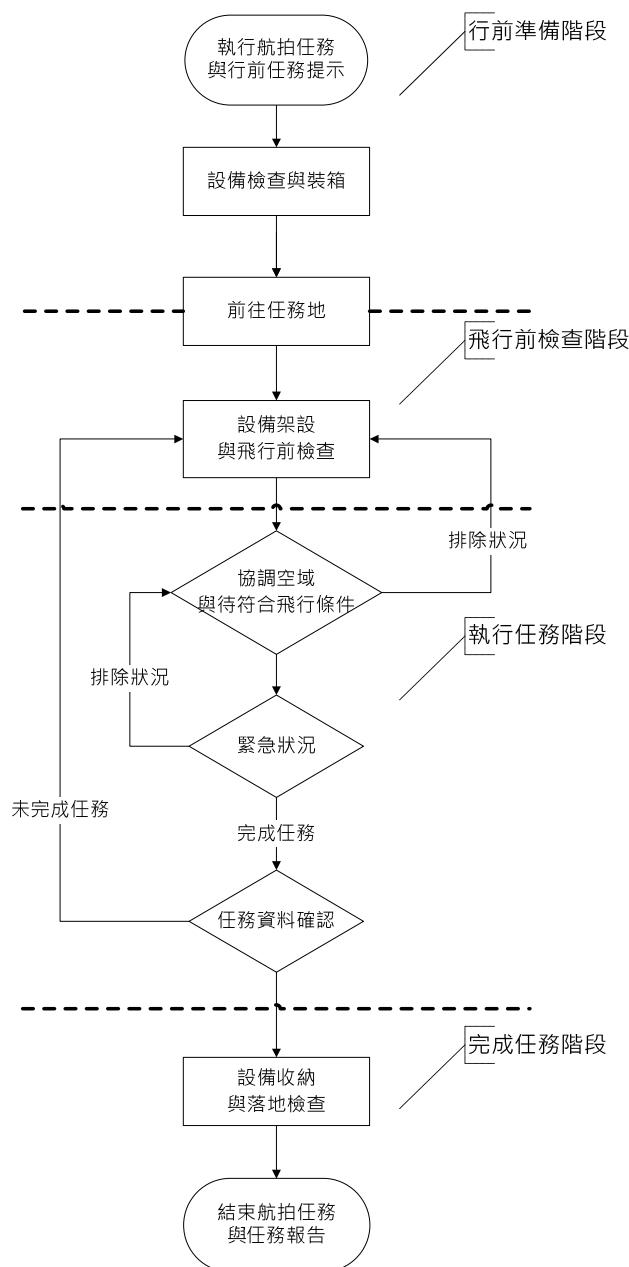


圖 2-23 UAS 操作使用程序標準作業流程

UAS 任務執行時的人力配置、操作程序與地面導控系統的任務模式，其說明如下：

1. GCS(地面控制站)：

由一 GCS 系統、一位外部操作員 (EP、飛行員)、一位內部操作

員 (IP、GCS 軟體操作員)，一位專案經理組成為一 GCS 單位。

2. 任務自動導引程序：

該程序每次只會有一架飛機在執行，任務自動導引程序負責接替外部操作員降落(Landing)前及起飛(Take off)後的任務。

3. 航拍任務：

可以採單架 UAS 的方式，前往指定區域，依航拍計畫航線做地毯式的影像拍攝，或是於同一時間、同地點但不同空層，進行不同的地面解析度的影像拍攝。

4. 避走路線：

假如 UAS 要前往執行任務的路徑上，經過敏感性(Sensitivities)地區，地面站軟體會警示該路線為避走路線，且建議與規劃新航道提供給內部操作員參考，如內部操作員同意取代(Replace)原路徑，UAS 於執行任務時會繞過該敏感地區。

經過數年實務上的經驗累積，本團隊已針對航拍流程進行標準化，並針對流程各重要之步驟製作任務規劃、記錄、檢核表格，總共分為以下幾步驟：

步驟 1：於確認航拍區域後，負責專案經理先依據航拍需求提交包含委託單位連絡方式、繳交期限、GSD、用途及空拍範圍的「委託空拍申請表」，並交由資深同仁評估後，回覆「委託空拍空域審核建議表」，對各空域進行航線評估，內容包含預畫航高、GSD 範圍、涵蓋線近航區/航道、航線說明及 KML 航線規劃圖，如圖 2-24。

步驟 2：於任務確認後及任務執行前，為了讓任務執行單位充分了解工作內容，於任務執行前需由當次任務負責主管公告「UAS 飛行任務勤前提示單」，並對任務執行單位解說任務執行細節及流程，其內容包含任務資訊、天氣預報、航點說明及任務預畫等任務執行細節，如圖 2-25。

SN: PA20141222-01

委託空拍申請表

最後更新日期: 2014/12/22 10:27

委託單位	
公司名稱: 內政部國土測繪中心	地址:
公司電話: 04-22522966	公司傳真: 04-22540324
公司地址:	
聯絡人: 施德輝	職稱:
電話: 8980	手機:
手機 1: E-mail 1: 23063@mail.nlsc.gov.tw	手機 2: E-mail 2:
委託空拍名稱/工程名稱: 103 年度發展無人飛行載具航攝技術作業	
委託空拍用途/用途名稱: 國資更新、103 年度臺安工作項目(18 區航攝任務)	
委託單位/工程業主:	

空拍資料	
航飛日期: 103/06/6	申請類別: <input type="checkbox"/> 航攝/空拍 <input checked="" type="checkbox"/> 航攝/空拍
GSD(cm): 25cm	空重率(%): Endlap: 80 SideLap: 40
空拍區域描述: 南投縣南城市南區校正場區, 航航公論號 CO200/14, 使用 20cm 地塊拍攝	
標準格式: <input checked="" type="checkbox"/> JPG <input type="checkbox"/> RAW	
詳見 KML	
相片: <input checked="" type="checkbox"/> 正射 <input type="checkbox"/> 側射 <input type="checkbox"/> 俯仰 <input type="checkbox"/> 內視景	解析: <input type="checkbox"/> 1000 <input type="checkbox"/> 600 <input checked="" type="checkbox"/> 300 萬畫素
<input type="checkbox"/> 外環景 <input type="checkbox"/> 其他()	度: <input type="checkbox"/> 其他()
影片: <input type="checkbox"/> 正射 <input type="checkbox"/> 側射 <input type="checkbox"/> 內視景	解析: <input type="checkbox"/> HD(720p) <input type="checkbox"/> FullHD(1080p)
<input type="checkbox"/> 外環景 <input type="checkbox"/> 其他()	度: <input type="checkbox"/> 其他()
用途: <input type="checkbox"/> 航攝空拍 <input type="checkbox"/> 工程 <input checked="" type="checkbox"/> 測繪 <input type="checkbox"/> 高精度 POS <input type="checkbox"/> 其他()	
附件: 1. <input checked="" type="checkbox"/> Google earth kmz/kml 檔 檔案(103 地拍區 KML 案號 0519, kmz) 2. <input type="checkbox"/> 工程圖 檔名() 3. <input type="checkbox"/> 無人航空器系統作業申請表 檔名()	

姓名	委託單位	專業職稱
陳信安	內政部國土測繪中心	陳信安

SN: PAR20140526-1

區域編號: A1

離島度: <input type="checkbox"/> 低(3) <input checked="" type="checkbox"/> 中(2) <input type="checkbox"/> 不適(1)	工作天數: 1
申請航高: 2500 ft	預留航高: 700 m
地貌高度: 底高: 830 m 航高: 90 m	預留 GSD: 底高: 13 cm 航高: 22 cm
起飛點: 120.634386° 24.001839°	空拍方式: <input checked="" type="checkbox"/> 轉回 <input type="checkbox"/> 定點錄設
航向: N S E W	相片張數: 700
航帶間隔: 450 m	快門: 4.3 s/frame
人口密度: 75%	地面障礙物: 430 m
鏡頭: Voigtlander COLOR-SKOPAR 20mm F/3.5 SLII	

涵蓋區域/航線(含目視航線):

- RNAV(GNSS) RWY36 360 deg (6.0) 3800ft
目視航線 C35
- 彰化系統交流道(通過 1 號及國道 3 號交叉點)
1000FT 以國道 3 號為中心線, 左右兩側各 2.5KM 寬
保留國道 3 號及公路兩側航線, 保留 1000FT 至 3000FT, 中與系統交流道
至右側系統交流道, 沿水溝北岸高壓電塔線, 保留 1500FT 至 3000FT
航線。
- 空中運動及視察活動
大至 500FT(AGL) / 地面西南面與內空域相連, 週一至週五: 每晚至
0130UTC, 0800UTC 至終, 週六、週日及例假日: 每晚至終
南段 500FT(AGL) / 地面 東北面與大空域相連, 西南與北空域相連。
週六、週日及例假日: 每晚至終
北半 500FT(AGL) / 地面 東北面與南空域相連, 西南與空域相連
西南與南空域相連, 西南與二林空域相連每日: 每晚至終
4. 新社訓練空域 3000FT / 地面/目視

航線說明/其他建議:

- 實際飛行空拍任務前, 會重新依照地形起伏, 重新規劃航帶寬度及飛行高度。
- 任務區位於人口稠密區。
- 航線系統機場邊境/機場後端。
- 起降場地(馬路)需申請路權及空管。
- 軍事管制空域。

圖 2-24 委託空拍申請表及委託空拍空域審核建議表

SN: PS20140617-1

UAS 飛行任務勤前提示單

最後更新日期: 2014/06/17 14:15

任務資訊	
Leader(PM): 陳信安	連絡電話: 0922-906820
GCS(IP): 洪安仁	連絡電話: 0933-456181
Pilot(EP): 蔡文淵	連絡電話: 0932-628646
Repeater(1):	連絡電話: -
Repeater(2):	連絡電話: -
預計飛行日期: 2014/06/13	備用飛行日期: 2014/06/14
UAV 起飛地點/座標: 彰化空閱台 14 丁馬路 120.634386° 24.001839°	中繼站地點/座標: -
GSD (cm): < 16 cm	預估總飛行航程(km): 178 + 48 km
任務航高設定 (m): 700 M	拍照間隔 (s/frame): 6.5 / 1.5
預計起飛時間(h:mm): 0730	預計飛行時間 (min): < 200 min
地面起伏高度 (m): 0~15 m	最高人口密度 (個): < 15
可通訊比例(%): 95	天線設備: 全向型天線
飛航公告(NOTAM): CO200/14	核准空域使用時段: 1200~1630
進駐塔臺/塔台: 台北進駐塔	單方/塔台電話: -
現場台聯絡人姓名: 施德輝	現場台聯絡人電話: 03-3841000*1
委託空拍名稱/工程名稱: 103 年度發展無人飛行載具航攝技術作業	
委託空拍用途/用途名稱: 國資更新、103 年度臺安工作項目(18 區航攝任務)	
委託單位/工程業主: 內政部國土測繪中心	
聯絡人: 施德輝	連絡電話: 04 22522966 380

任務區 天氣預報 ¹	
預計飛行日期: 2014/06/13	備用飛行日期: 2014/06/14
天氣狀況/降雨率: 多雲時晴午後雷陣雨 / 40%	天氣狀況/降雨率: 多雲時晴午後雷陣雨 / 30%
風向/風速/風級: 偏南風 / 3 級	風向/風速/風級: 偏南風 / 3 級
最高/最低氣溫: 33 / 28 °C	最高/最低氣溫: 32 / 27 °C
始發/終發時間 ² : 0517 / 1845	始發/終發時間: 0516 / 1845
航路高度: 88~79%	航路高度: 87~77%
潮汐時間 ⁴ : 滿潮	潮汐時間: 乾潮

SN: PS20140617-1

現場工作簡程

時間	名稱	工作事項說明	位置/航點
1100	抵達起飛地點		起飛地點
	飛行前檢查	設備架設與飛行前檢查	
		架設地台/塔台	
		架設全向性天線	
		架設基地	
1120		裝載 POS System REV 1.0	
1130		確認架設功能	
1135		完成任務準備	
1140	塔台空域		
1145	Take off	起飛暨地面測試 確認系統運作正常	
		上傳飛行計畫: 1.103NLSC 南南校正場 Round3.1.1 20mm 700m-1.5s.txt 2.103NLSC 南南校正場 Round3.1-2 20mm 700m-1.5s.txt 3.南投交流道 600M-NS-500m-5.2s.txt	
1150	執行任務	航帶高度至任務高度(700m)	WP 1 → WP 2
1155		開始執行空拍	WP 2
1200	抵達任務區上 空		WP 3
1500	離開任務區上 空		WP 18
1505		降落高度	WP 18 → WP 19
1510	Landing		起飛地點
	落地檢查		
	任務資料確認	獲取飛行資料及航攝資料 與業主確認成果	
1530		任務報告	
1600		完成任務禁備	

¹ 資料來源: 台灣天氣網, 屬於台灣天氣網, URL: http://www.taiwan-weather.com/

² 天氣預報時間: 台北時間(UTC+8)

³ 航路高度: 指飛行高度, 包含起飛高度、巡航高度、降落高度、下降高度、目視高度

⁴ 潮汐時間: 指高潮、低潮、漲潮、退潮、潮差、潮高、潮深

UAS 飛行任務勤前提示單 PS20140617-1 日期: 2014/06/17 14:15 頁數: 2/25

圖 2-25 UAS 飛行任務勤前提示單

步驟 3：於任務飛行前，必須先依「UAS 飛行前檢查卡」檢查 UAS 及地面站系統各個零組件，如機身結構、各個控制翼面、避震墊及飛控系統等功能是否正常，如圖 2-26 所示。

飛行前檢查項目

靜態檢查項目			
依檢查卡執行下列項目	檢查結果		維修
	正常	不正常	
機身外觀與檢查門有無損傷或鬆動			
空速管有無異物阻塞或鬆動			
鼻輪與主起落架組件與固定螺栓是否鬆動			
檢查輪胎外觀有無龜裂或損壞			
轉動輪胎觀察滾動是否正常，有無鬆動			
機翼與機身連接處裝置是否穩固，有無鬆動			
機翼結構標裝置螺栓是否裝穩固，有無鬆動			
尾桿與機翼裝接處是否裝置穩固，有無鬆動			
垂直尾翼翼面與尾桿連接處是否穩固，有無鬆動			
水平尾翼翼面與尾桿連接處是否穩固，有無鬆動			
左、右副翼操縱面/舵角器/連桿與驅動裝置是否穩固，有無鬆動			
左、右垂直尾翼操縱面/舵角器/連桿與驅動裝置是否穩固，有無鬆動			
水平尾翼操縱面/舵角器/連桿與驅動裝置是否穩固，有無鬆動			
螺旋槳固定螺栓滑動標誌有無鬆動			
螺旋槳有無損傷、破裂			
油管油路裝置與化油器有無異物阻塞			
引擎排氣管裝置是否穩固，有無鬆動			
引擎汽缸頭裝置是否穩固，有無鬆動			
火星塞高壓線圈固定接頭是否穩固，有無鬆動			
引擎減震支柱與相關固定螺栓滑動標誌有無鬆動			
引擎座減震膠墊外觀是否正常，有無破損			
通訓鏈路與影像天線與接頭安裝是否穩固，有無鬆動			

填表人：

日期：

時間：

圖 2-26 UAS 飛行前檢查項目表

步驟 4：於每次任務結束後，任務執行單位必須填寫「UAS 航拍任務執行紀錄」，詳細記錄任務執行狀況及各諸元使用鐘點，如圖 2-27。

同時根據目前相關法規規範，規劃航拍工作區域時受以下限制：

1. 航拍區域若位於機場周圍禁、限航區，則無法執行任務。

2. 航拍區位於訓練空域、軍方管制空域、目視航線等，則需視與民航局及軍方單位協調後狀況方可執行任務。
3. 鄰近禁、限航區，可能影響民航機或軍機起降及其他航空器安全，亦需與相關單位協調後方能進行航拍。

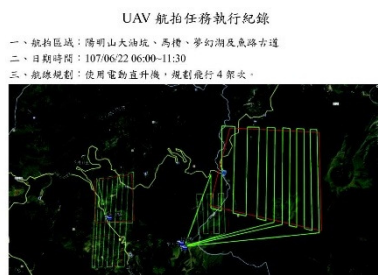


圖 1. 起降場地華大醫院遊客中心停車場(含地面控制站)。

四、天氣狀況：多雲時晴(氣溫 31°C，降雨機率 30%)
 五、風向/風速：偏南風/二級
 六、航拍高度/雲層高度：1150m/1500m
 七、現場狀況：
 6/21 日出發至台北住宿，6/22 當日 04:30 時出發至目標區於 05:30 時到達第一起降點華大醫院遊客中心停車場準備起飛，山區雲霧過濃，現場整備飛機及測試累積後待命，於 07:00 時與台北近場台協調空域完成，執行地面車輛管制後 UAV 飛機起飛執行航拍任務，並升機飛行總架次為 4 架次，每次飛行時間約為 35-40 分鐘，10:10 時飛機任務執行完畢安全降落後獲取拍攝照片確認正常後，前往第二起降點中湖戰備道路。
 10:20 時到達航拍區待命，10:40 時與台北近場台協調空域完成，執行人員車輛管制後 UAV 飛機起飛執行航拍任務，實際定翼機飛行總架次為 1 架次，飛行時間約為 40-45 分鐘，11:35 時飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行任務結束，並請取拍攝照片確認正常後，回報專案經理並結束本日任務。



圖 2. 起降場地華大醫院遊客中心停車場(天氣狀況良好，準備執行任務)。

圖 2-27 UAS 航拍任務執行紀錄

伍、系統保養

為確保 UAS 之更高安全性，除了依照周期性檢查項目檢查各零組件外，本團隊並制定一套 UAS 品保流程，從各零組件出廠至系統組裝完成，與累計時數的維修與性能評估，以確保最高的系統安全性，如圖 2-28 所示。

於每次執行航拍作業時，除按操作手冊實施相關檢查外，並做成檢查與維護紀錄，另於每次執行任務時，按飛行前、中、後-檢查卡執行 UAS 相關保養維護與檢查工作，當載具飛行時數累積至週期檢查表所列之飛行時數時，按週期檢查與維護手冊執行相關零組件之保養與更換。另於執行航拍任務完成後，依照相關飛行紀錄資料綜整，整理成 UAS 航拍任務執行紀錄，以落實相關飛行文件與表格之建立。

UAS 品保流程

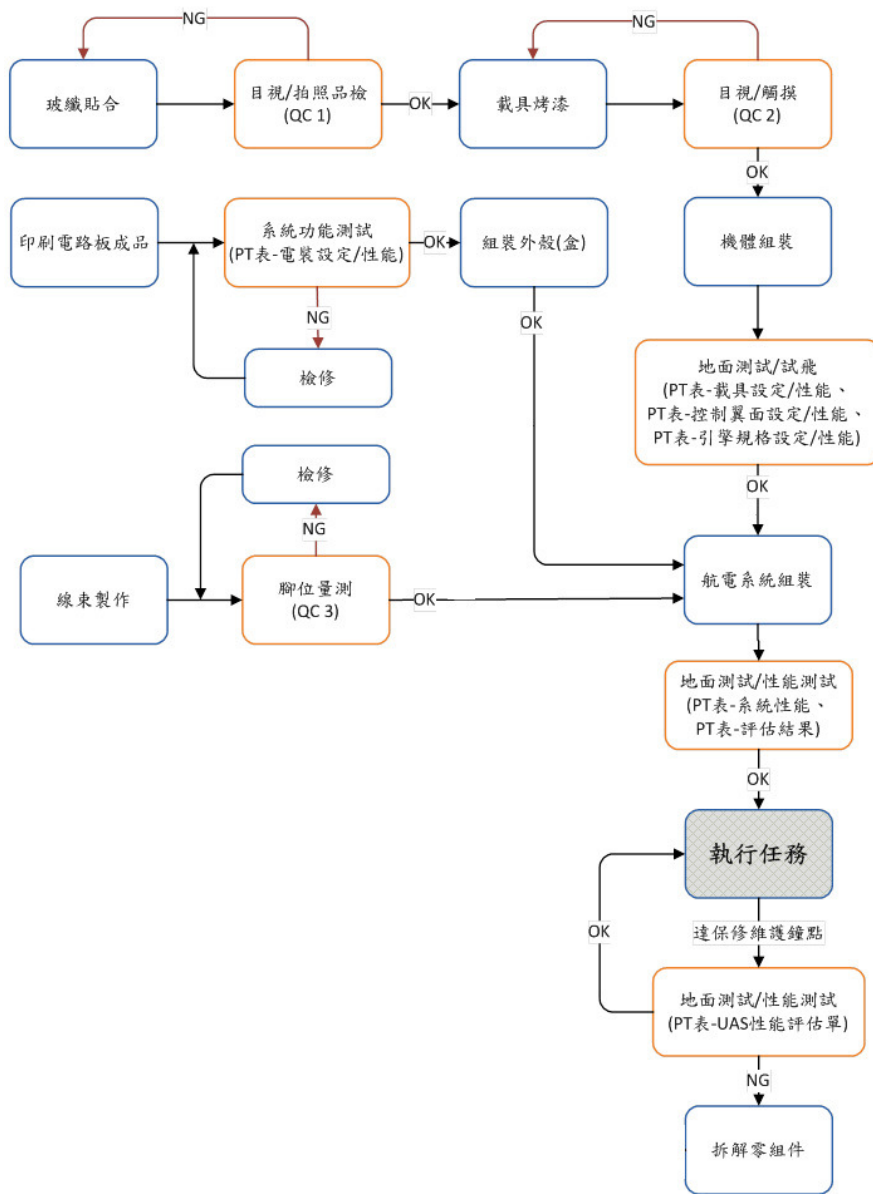


圖 2-28 UAS 品保流程

第三節 空中三角測量及正射影像製作作業規劃

壹、控制點量測規劃

本案預定進行航拍之區域，大部分航測控制點將選擇影像上可判釋之後測點。後測控制點選擇要件如下：

一、優先使用現有航空標及後測點：

確認本團隊於本案所挑選航拍區域可用之現有航空標及後測點於航拍影像中是否可清晰辨識，經與現況比對無誤後予以採用。於專案相片影像上選取與 UAS 拍攝影像之共同點，再經立體量測獲得共同點坐標當作控制點。控制點以選擇比較明顯、不會變動的固定地物、或屋角點為原則。後測控制點選取量測範例如圖 2-29。

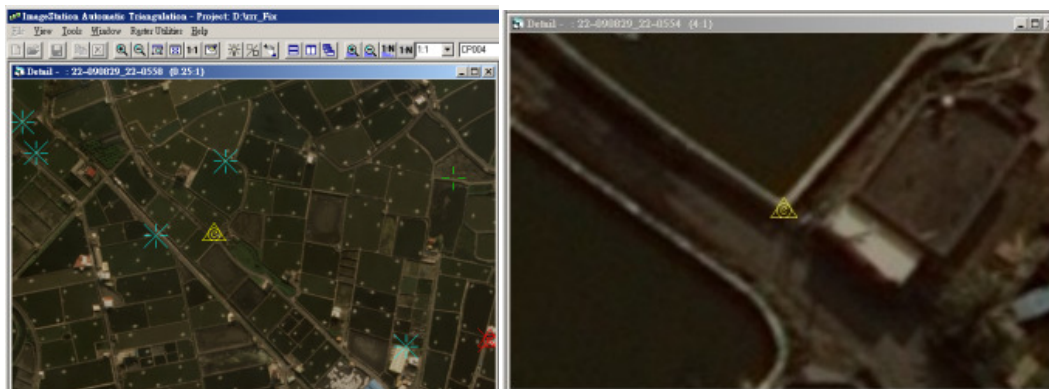


圖 2-29 選取後測控制點位置範例

二、輔以自然點加強控制：

本團隊將針對本案地面解析度 10 公分(精度 50 公分)之航拍區域，採用 e-GNSS 進行現地自然點控制測量作業，自然點優先選取航拍影像上目標明顯、固定且易辨認之點位(如斑馬線、道路標線、運動場等，如圖 2-30，並避免選在樹下或樹林邊緣處等透空度不佳之處。



圖 2-30 自然點選設現場照片

貳、空中三角測量作業方式

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，同樣係根據少量的現地控制點，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。本團隊將分別針對協助航拍成果及國土測繪一號航拍成果進行影像處理，並根據地面解析度及作業精度要求的不同，分成 2 種不同作業方式。

一、地面解析度 25 公分及地面解析度 10 公分(精度 1 公尺)：

1. 空中三角測量採用商用軟體 Pix4Dmapper，獲取模型連接點及量測全部設有航空標之控制點坐標。

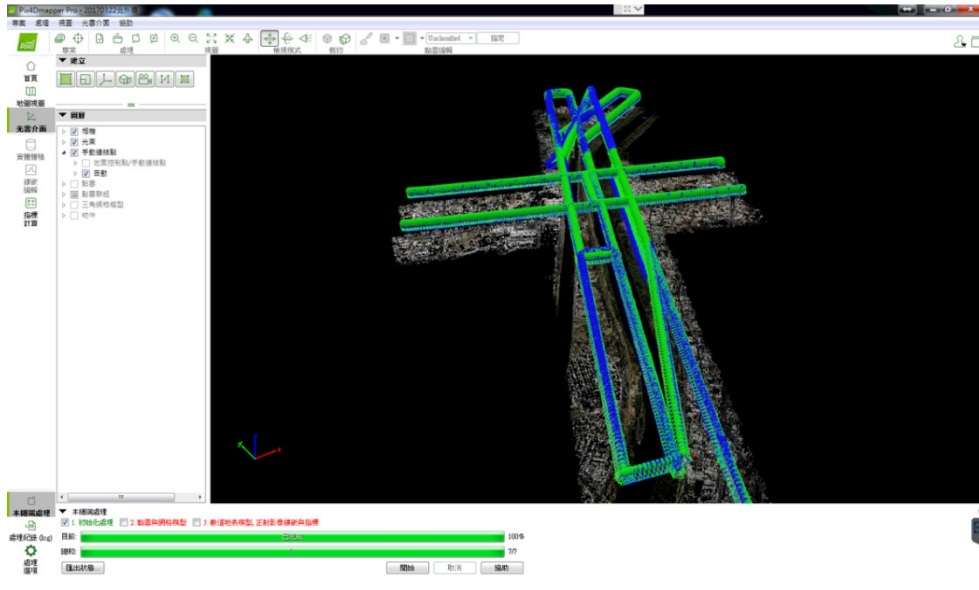


圖 2-31 空中三角測量示意圖

2. 航拍過程中全程採用 GNSS/IMU 輔助空中三角測量，GNSS 每 1 秒觀測 10 筆資料，IMU 每 1 秒觀測 20 筆資料以上，平差作業可加入每張航片經解算之高精度投影中心坐標及姿態角，以提升空三作業精度，並加速影像自動匹配作業時程，可大幅縮短人工選點作業時間與錯誤。
3. 空三之連結點採 Pix4Dmapper 自動匹配，進行空中三角測量平差計算，並產生空中三角測量平差報表，如圖 2-32。

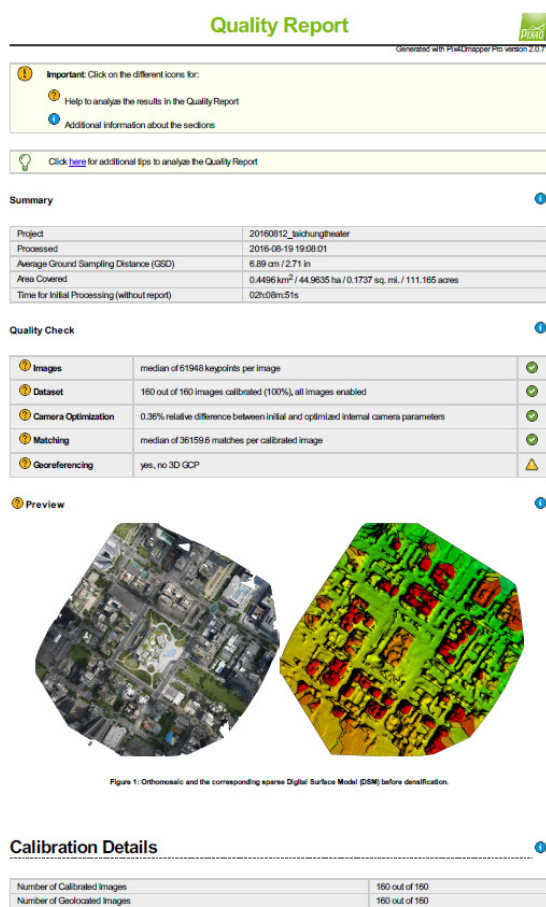


圖 2-32 空中三角測量平差報表

二、地面解析度 10 公分，作業精度 50 公分：

1. 空中三角測量採用航測數值影像工作站，量測模型連接點及全部設有航空標之控制點、水準點之點位坐標。

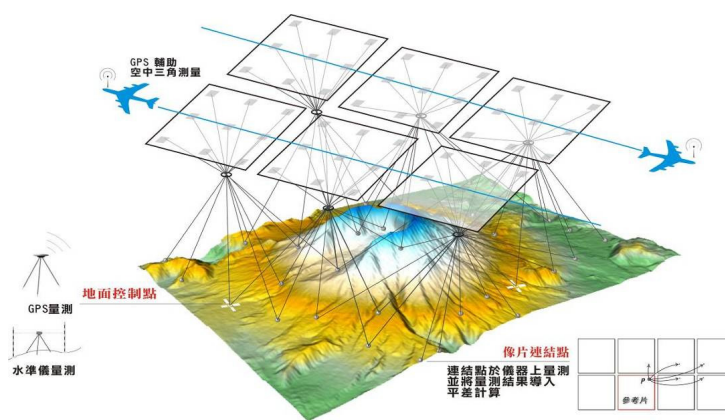


圖 2-33 空中三角測量示意圖

2. 空中三角像片連接點分布每一像片九個標準點以上，先以影像匹配產生連結點，再檢查連結網形補缺漏。每一標準點位以二點以上為原則，空中三角平差偵錯後，每一標準點位至少留存一點。
3. 航拍過程中全程採用 GNSS/IMU 輔助空中三角測量，GNSS 每 1 秒觀測 10 筆資料，IMU 每 1 秒觀測 20 筆資料以上，平差作業可加入每張航片經解算之高精度投影中心坐標及姿態角，以提升空三作業精度，並加速影像自動匹配作業時程，可大幅縮短人工選點作業時間與錯誤。
4. 空三之連結點採自動匹配，自動匹配完後，會表列出匹配點不足處，稱之為弱匹配區；使用者可依表列之點號，手動加點，如圖 2-34。此外，尚會利用自行開發之網形檢核(如圖 2-35)及可靠度計算程式，檢查每張像片間的連結點數以及連結情況，並參考地形圖測製規範之可靠度指標，不足處可手動加點。表 2-13 為可靠度指標。

表 2-13 可靠度指標

前後重疊率 可靠度指標	60%	80%	90%
平均多餘觀測數(總多餘觀測數/總觀測數)	≥ 0.55	≥ 0.6	≥ 0.7
連結點平均光線數(連結點總光線數/總連結點數)	≥ 4	≥ 6	≥ 7
連結點強度指標(N 重光線以上連結點數)/(總點數) ≥ 0.3	(4 重光線以上連結點數)/(總點數) ≥ 0.3	(6 重光線以上連結點數)/(總點數) ≥ 0.3	(8 重光線以上連結點數)/(總點數) ≥ 0.3

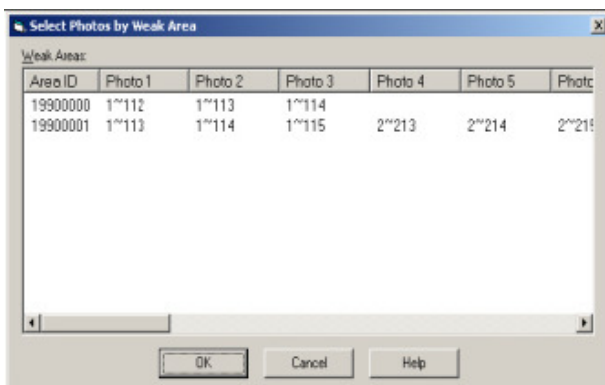


圖 2-34 弱匹配區手動加點列表示意圖

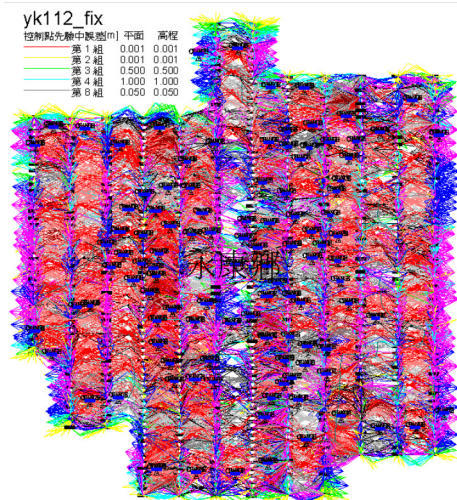


圖 2-35 像片網形連結範例圖

5. 空中三角測量平差計算採用光束法，分 2 個過程進行計算，先以最小約制（或自由網）平差，以進行粗差偵測並得到觀測值精度的估值，其次進行強制附合至控制點上平差。
6. 自由網平差後所得觀測中誤差不超過 10 μ m，坡度達 IV 級以上之山地或植被達 IV 以上之平地中誤差不超過 15 μ m，強制附合地面控制點後，其驗後觀測值之 R.M.S.E 值不大於 13 μ m，坡度達 IV 級以上之山地或植被達 IV 以上之平地中誤差不超過 20 μ m。

參、正射影像製作作業規劃

本案正射影像鑲嵌流程圖如圖 2-36。

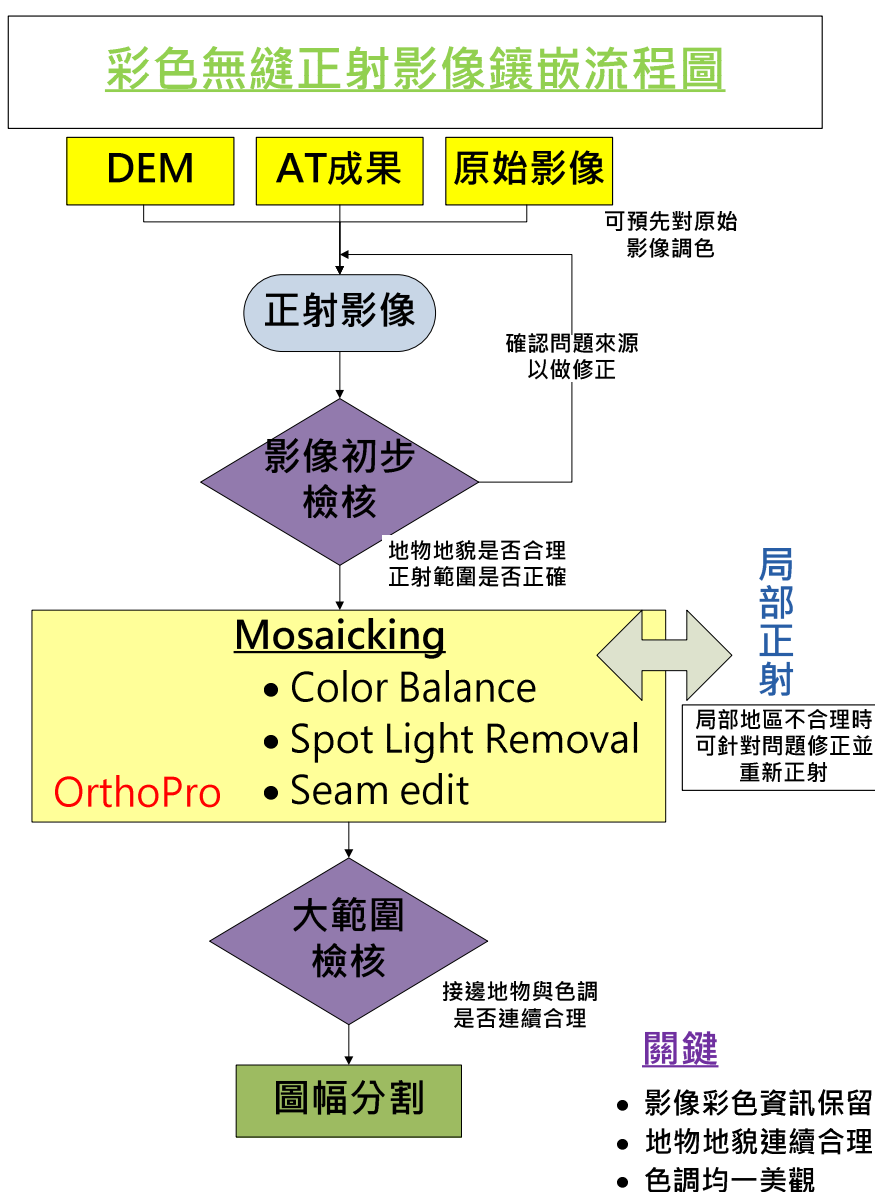


圖 2-36 製作彩色無縫正射影像鑲嵌流程圖

一、正射影像糾正

1. 利用數值航測影像工作站，配合數值高程模型(DEM)資料作為正射糾正之高程控制資料，將中心投影之航空像片，糾正成正射投影，消除像片上投影誤差，製作數位正射影像資料檔，記錄在光碟等電腦磁性媒體。圖 2-37 為正射影像糾正示意圖。
2. 利用 ImageStation Orthopro 軟體將空三資料(圖 2-38)、數值高程資料(圖 2-39)、原始檔案載入，產生正射後的單張影像，在產生前需先設定是否將影像壓縮、影像格式(tif 或 jpg)、是否產生影像金字塔、影像定位檔(tfw 或 jgw)等。

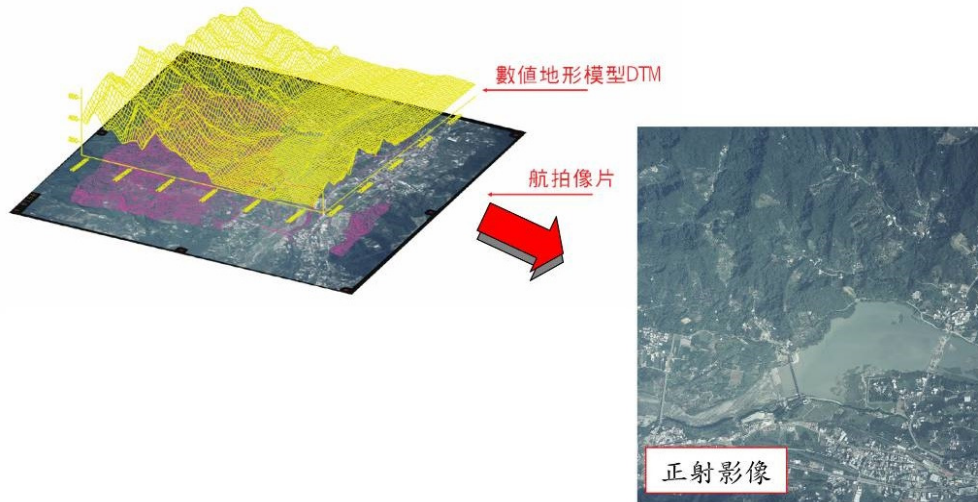


圖 2-37 正射影像糾正示意圖

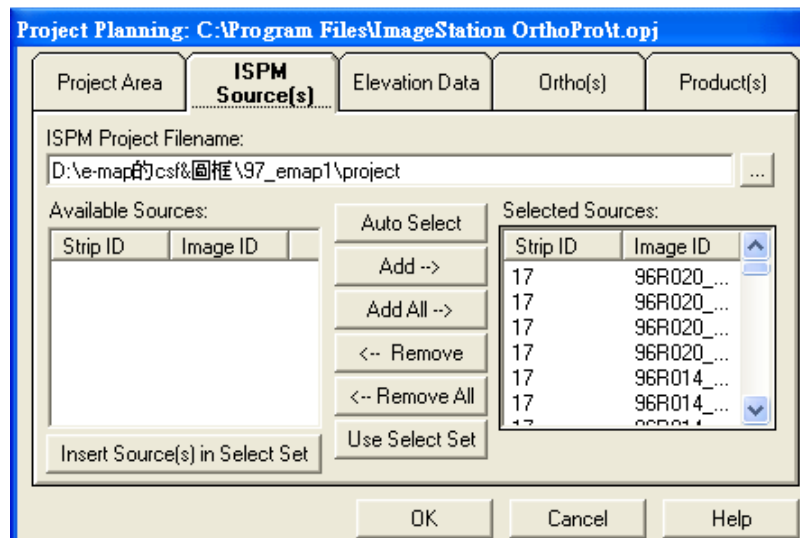


圖 2-38 ImageStation Orthopro 空三資料

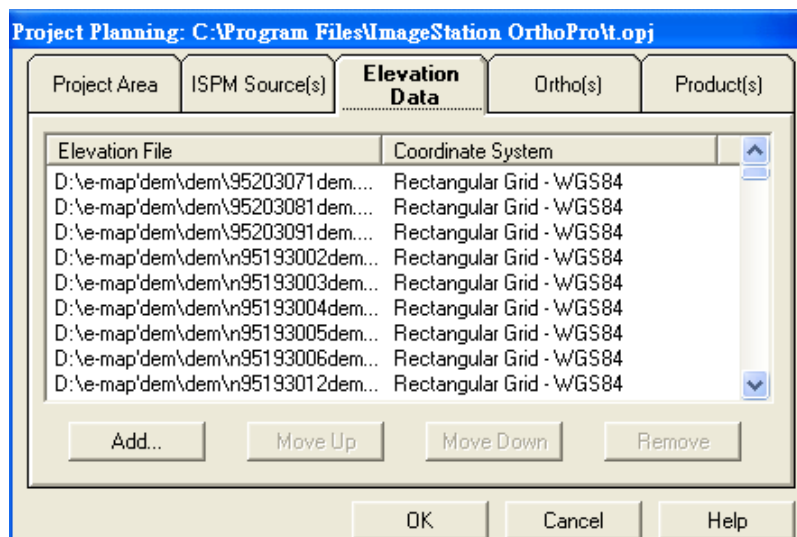


圖 2-39 ImageStation OrthoproDEM 資料

二、正射影像影像鑲嵌作業

1. 將相鄰影像之數值正射影像切去其邊緣與重複部分，使之互相拼接而成一地表連續之影像，逐一鑲嵌製作成為一張無接縫的正射影像鑲嵌圖，如圖 2-40 所示。

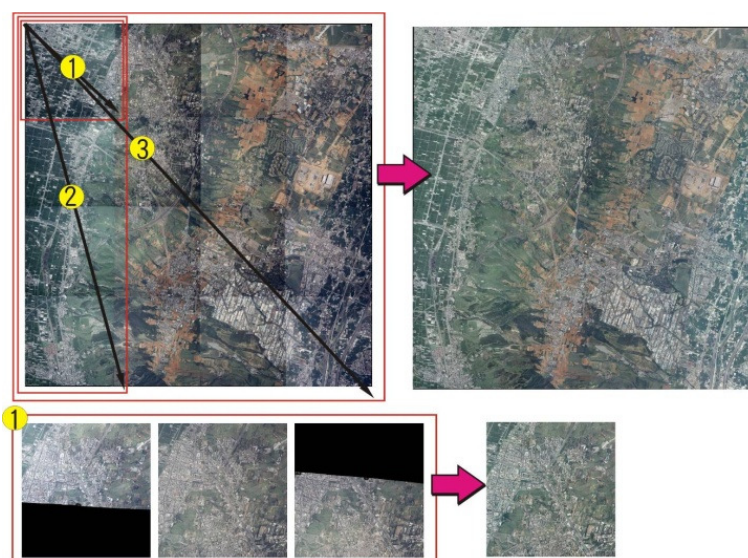


圖 2-40 正射影像鑲嵌示意圖

2. 正射處理影像需在影像工作站進行無縫式鑲嵌及全區影像色調均化處理。
3. 正射影像應盡量選取像主點附近之影像，避免傾斜位移大、陰影過長、陰影下影像模糊等區域，鑲嵌之接縫處宜位於水系、平面道路或空曠地區，注意重要地標(高架道路、明顯建物)之銜接，並應力求色調、亮度一致，影像避免反光，保持柔和及清晰。

4. 正射影像鑲嵌後如造成疊影、錯位、扭曲、雲遮蔽等狀況，都必須再行編修處理，如圖 2-41。



圖 2-41 正射影像編修前後比較(左邊為編修前、右邊為編修後)

第四節 UAS 成果展示

本案將配合 貴中心相關成果發表會流程內容，辦理 UAS 展示及製作海報，並支援 UAS 載運、架設、撤收及派員於展示場協助進行解說，以 3 次為限。

第五節 成果檢核

本案依規範之成果檢查作業說明，針對空三測量與正射影像必須完成的檢查項目如下：

一、原始航拍影像檢查

採書面審查，檢查原始影像檢查書面資料(影像解析度、含雲比率、重疊率計算結果)內容是否完整正確。

二、空中三角測量檢查

採書面審查，檢查空中三角測量書面資料內容是否完整正確。

三、正射影像檢查

針對正射影像成果進行查核，說明如下：

1. 抽查項目及方式：採上機檢查，檢查影像連續地物合理性(地物是否有扭曲變形、影像接邊情形是否連續無縫)及平面位置精度。如正射影像成果應用於更新臺灣通用電子地圖正射影像，另套疊已完成之向量資料辦理檢查

2. 抽查數量：全面檢查。

3. 通過標準：每區影像連續地物合理性及向量套疊缺失總數未超過 5 處，則該區視為合格；所有航拍區域應全面檢查且全數合格，則檢查通過。平面位置精度抽查 5 點，符合本案一般航拍影像處理標準則檢查通過

因本案 UAS 正射影像成果精度應達臺灣通用電子地圖測製精度，本團隊於精度檢核作業，將參考臺灣通用電子地圖圖資精度檢核及品質管控流程規劃進行。

壹、航空攝影影像品質管控及檢核

檢查項目：航線、航攝像片重疊率及影像品質。

航線規劃：檢查航線規劃是否涵蓋測區，每幅圖兩個像對，各航線兩端應多加拍攝兩像對。

航拍檢查：檢查航偏、航傾角及重疊率。

航拍檢查標準：

- (一) 航線方向以南北、東西或平行預定路線為原則。
- (二) 垂直連續攝影，檢查 POS 所記錄之角度資料，攝影軸傾斜應小於 8 度，各航線兩端應多攝兩個像對。
- (三) 是否重疊度不佳以致像對不能涵蓋全測區或影響製圖精度。
- (四) 攝影天氣：攝影天氣晴朗無雲，能見度良好，太陽高度大於三十度以上，以減少陰影。
- (五) 影像有雲，影像模糊，陰影過長，或不能完全消除視差，導致無法用於量測及製圖。

貳、彩色無縫鑲嵌正射影像製作品質控管及檢核

以測區需求範圍進行單區正射影像製作，範圍依據 DEM 範圍，且向四周擴大 50 公尺之重疊範圍，並進行無縫式鑲嵌製作，最後接合成一整張影像。

一、彩色無縫式鑲嵌品質控管

彩色無縫式鑲嵌品質控管分兩部分：

(一) 單幅正射影像鑲嵌產生之品質控管：單一區域之正射影像由多張影像鑲嵌而成。

(二) 影像成果之品質檢查包含：

1. 檢查影像地物是否扭曲變形、或影像中有雲或陰影、影像對比及色彩飽和度。
2. 彩色無縫鑲嵌正射影像地面解析度 0.25 公尺。
3. 檢核正射用之 DEM 重疊區高程一致性。
4. 正射影像資料檔以 TIFF 格式儲存，以每個區域一個檔案為原則。

二、正射影像製作精度要求

(一) 幾何精度

檢查於平坦地表面無高差移位的明顯地物點平面位置較差(如表 2-14)，解析度 0.25 公尺之正射影像，其位置中誤差應在 1.25 公尺以內，最大誤差應在 2.5 公尺以內；解析度要求為 0.1 公尺且位置中誤差要求為 1 公尺之正射影像，其最大誤差應在 2 公尺以內；而解析度要求為 0.1 公尺且位置中誤差要求為 0.5 公尺之正射影像，其最大誤差應在 1.5 公尺以內。

表 2-14 正射影像解析度及精度要求對照

解析度 (公尺)	精度		備註
	均方根值 (公尺)	最大偏移量 (公尺)	
0.25	1.25	2.5	檢查位於平坦表面無高差位移之明顯地物點平面位置較差
0.1	1	2	
0.1	0.5	1.5	

(二) 色調

整張正射影像的色調應均勻，其明亮度(intensity, brightness)的直方圖分布應在 5~250 之間，且直方圖的兩端不得有如圖 2-42 所示之突然停止的現象，亦不得有突然觸到兩端的現象。突然停止的現象可依最端點灰值的像元數 N_e 與其內側鄰近三個灰值平均像元數 N_i 之比值來判斷， N_e 必須小於 N_i 。不同張航拍

影像的接邊處色調需一致，不得有肉眼能見到的邊緣。

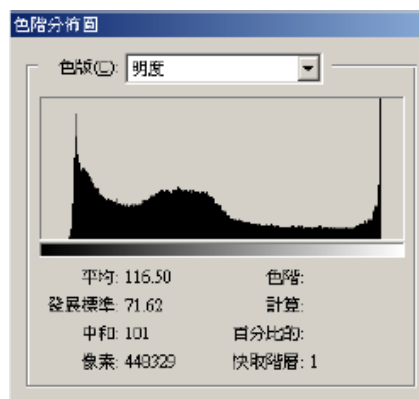


圖 2-42 直方圖兩端突然停止示意圖

(三) 色彩平衡

所謂色彩平衡就是不同張的正射影像上所顯示地物的色彩應於一致。但由於同一地物彩色在不同正射影像上看起來色彩都不一樣，因此色彩平衡要做到整區影像地物顏色連續且均勻自然。

第參章 無人飛行載具系統航拍及影像處理作業

本案應辦理 14 區航拍與影像處理作業，除國土測繪中心所選定之 5 區影像處理作業需求區域外，另有 9 區協助航拍作業區域，主要配合陽明山國家公園管理處、臺中市都市發展局、新竹市地政事務所及內政部營建署城鄉發展分署進行拍攝並製作正射影像成果，相關成果完成後由國土測繪中心函送予相關單位；另以南投縣南崗校正場航拍影像進行感測器校正測試。正射影像採用 TWD97[2010]坐標系統，解析度分為 0.25 及 0.1 公尺。

航拍作業區域彙整表如表 3-1，各航拍作業區位置分布圖如圖 3-1。各航拍區任務執行規劃與影像處理作業細節，詳述於本章各小節。

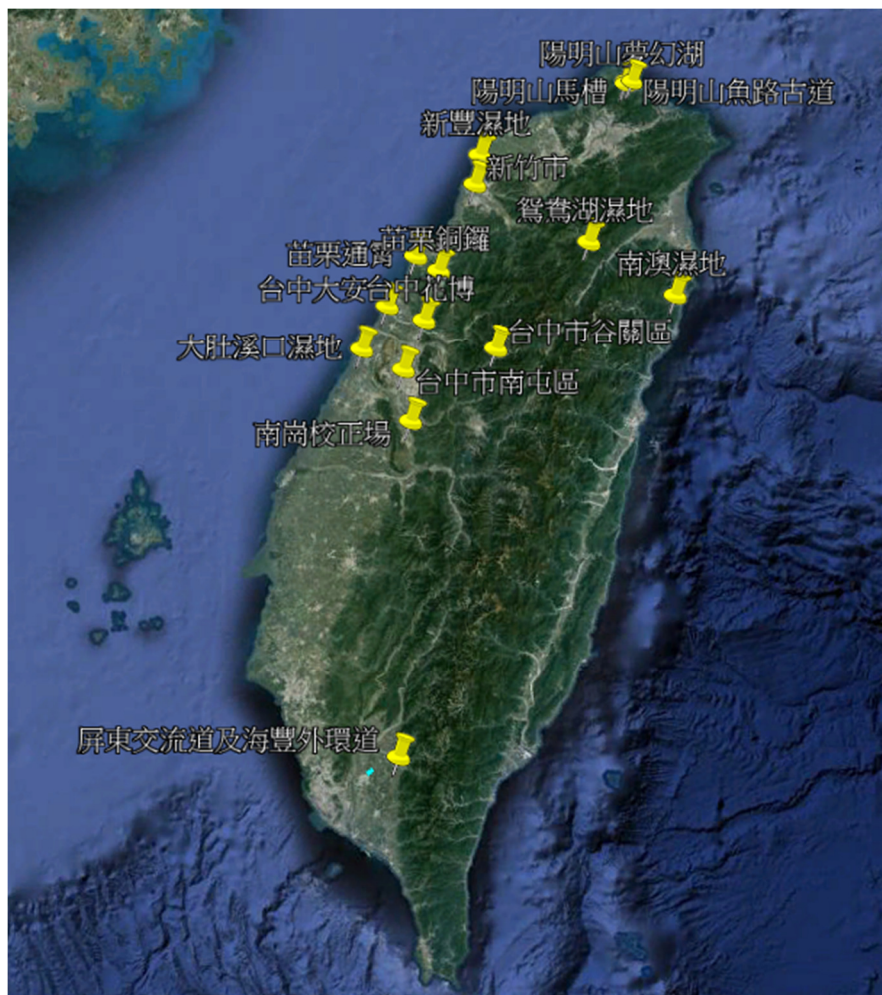


圖 3-1 107 年度航拍任務區域分布

表 3-1 107 年度一般航拍作業區域彙整表

編號	航拍區域	面積 (km ²)	重疊率	相機/ 鏡頭焦距	GSD (公分)	航高 (公尺)	航拍日期	使用相片張數	成果繳交	使用機型	用途
1.	臺北市士林區 (陽明山大油坑)	0.8	前後 80% 側向 50%	Sony α 7 /21mm	10	1150	107/6/22	415	107/7/23 (第 1-2 階段)	電動直升機	配合陽管處協 助航拍
	臺北市士林區 (陽明山馬槽)	0.8	前後 80% 側向 50%	Sony α 7 /21mm	11	1150	107/6/22	1160	107/7/23 (第 1-2 階段)	電動直升機	配合陽管處協 助航拍
	臺北市士林區 (陽明山夢幻湖)	0.8	前後 80% 側向 50%	Sony α 7 /21mm	11	1150	107/6/22	1160	107/7/23 (第 1-2 階段)	電動直升機	配合陽管處協 助航拍
2.	新北市金山區	3.4	前後 80% 側向 50%	Sony α 7 /21mm	10	1150	107/6/22	800	107/7/23 (第 1-2 階段)	電動直升機	配合陽管處協 助航拍
3.	臺中市谷關區	1.5	前後 80% 側向 50%	Sony α 7R II /21mm	10	2050	107/6/28	674	107/7/23 (第 1-2 階段)	電動直升機	配合臺中市都 發局協助航拍
	臺中市谷關區(重拍)		前後 80% 側向 50%	Sony α 7R II /21mm	10	1750	107/8/22	1317	107/8/29 (第 1-2 階段)	電動直升機	配合臺中市都 發局協助航拍
4.	新竹縣新竹市	1.0	前後 80% 側向 50%	Sony α 5100 /16mm	8	250	107/5/22	270	107/7/10 (第 1-2 階段)	定翼型 (翼龍)	配合新竹市地 政事務所協助 航拍
5.	宜蘭縣南澳鄉	3.5	前後 80% 側向 50%	Sony α 7R II /21mm	22	2000	107/7/20	126	107/8/2 (第 2 階段)	定翼型 (SA55)	配合營建署協 助航拍
6.	新竹縣新豐鄉	3.2	前後 80% 側向 50%	Sony α 7R II /21mm	17	800	107/7/12	226	107/8/17 (第 2 階段)	定翼型 (SA55)	配合營建署協 助航拍
7.	臺中市龍井區	9.2	前後 80% 側向 40%	Canon 5DSR/ 20mm	15	700	107/5/31	456	107/7/4 (第 1-2 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	配合營建署協 助航拍
8.	彰化縣伸港鄉	29									
9.	新竹縣尖石鄉	3.74	前後 80% 側向 40%	Canon 5DSR/ 50mm	10	3100	107/7/18	421	107/8/17 (第 2 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	配合營建署協 助航拍

10.	南投縣南投市 (南崗校正場)	1	前後 80% 側向 40%	Canon 5DSR/ 50mm	8	1200	107/6/27	138	107/8/7 (第 2 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	配合國土測繪 中心感測器校 正(第一次)
					8	1200	107/6/27	138	107/8/7 (第 2 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	配合國土測繪 中心感測器校 正(第二次)
11.	苗栗縣通霄鎮	9	前後 80% 側向 40%	Canon 5DSR/ 20mm	15	742	107/7/31	277	107/9/7 (第 2 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	配合國土測繪 中心圖資更新
12.	苗栗縣銅鑼鄉	1	前後 80% 側向 40%	Canon 5DSR/ 20mm	15	895	107/8/31	47	107/10/5 (第 2 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	配合國土測繪 中心圖資更新
13.	臺中市大安區	1.5	前後 80% 側向 40%	Canon 5DSR/ 20mm	15	704	107/8/31	113	107/10/5 (第 2 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	配合國土測繪 中心圖資更新
14.	屏東縣九如鄉	2.2	前後 80% 側向 50%	Sony α 7R II /21mm	5	250	107/11/26	504	107/12/20 (第 3 階段)	電動直升機	配合國土測繪 中心圖資更新
	合計	71.64									

第一節 協助航拍作業

一、 臺北市士林區

本區域為陽明山國家公園管理處委託國土測繪中心辦理航拍作業並製作正射影像成果，包含陽明山大油坑與馬槽及夢幻湖等。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

(一) 陽明山大油坑

1. 航拍任務執行

臺北市士林區(陽明山大油坑)航拍區範圍約 0.8 平方公里，地表高程約 549 公尺。航拍任務規劃使用 Sony $\alpha 7$ 數位相機(像元大小為 $6 \mu\text{m}$)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高為 1150 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 50%。區域範圍及航線規劃如圖 3-2，航拍區域任務執行概況如表 3-2 所示。

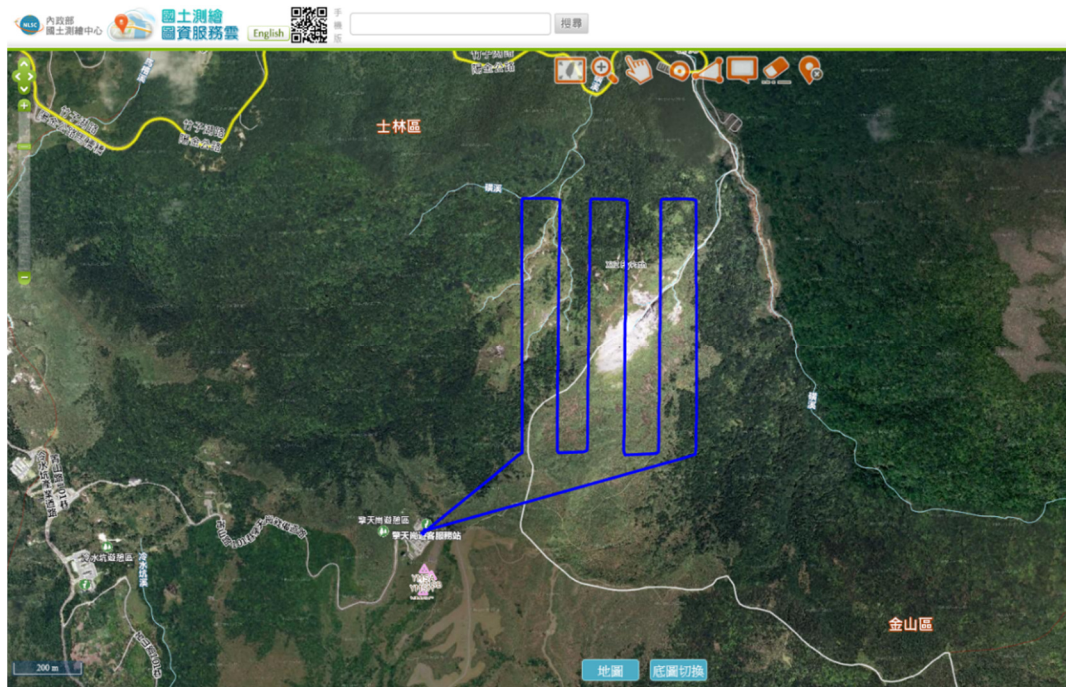


圖 3-2 臺北市士林區(陽明山大油坑)飛行航線規劃

表 3-2 臺北市士林區(陽明山大油坑)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺北市士林區(陽明山大油坑)
二、航拍日期	107/6/22
三、航線航程	總航程約 7.15 公里

四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 31°C，降雨機率 30%)
五、風向/風級	偏南風/二級
六、航拍高度/雲層高度	1150 公尺/1500 公尺
七、地面解析度	0.10 公尺
八、UAS 載具	電動直升機

任務作業於 107 年 6 月 21 日出發至臺北住宿，6 月 22 日 0430 時出發至目標區，0530 時到達起降點擎天崗遊客中心停車場旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，0700 時與近場台協調空域完成，執行路面人車管制後 UAV 飛機起飛執行航拍任務，作業情形如圖 3-3 所示，飛行架次為 1 架次，時間約為 40 分鐘，1010 時飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行任務結束，讀取拍攝照片確認正常後，結束本日任務。本區共拍攝 6 條航帶，拍攝影像數量合計 415 片，地面解析度(GSD)約 10 公分，影像中心點分布如圖 3-4。



圖 3-3 臺北市士林區(陽明山大油坑)起降場地作業情形

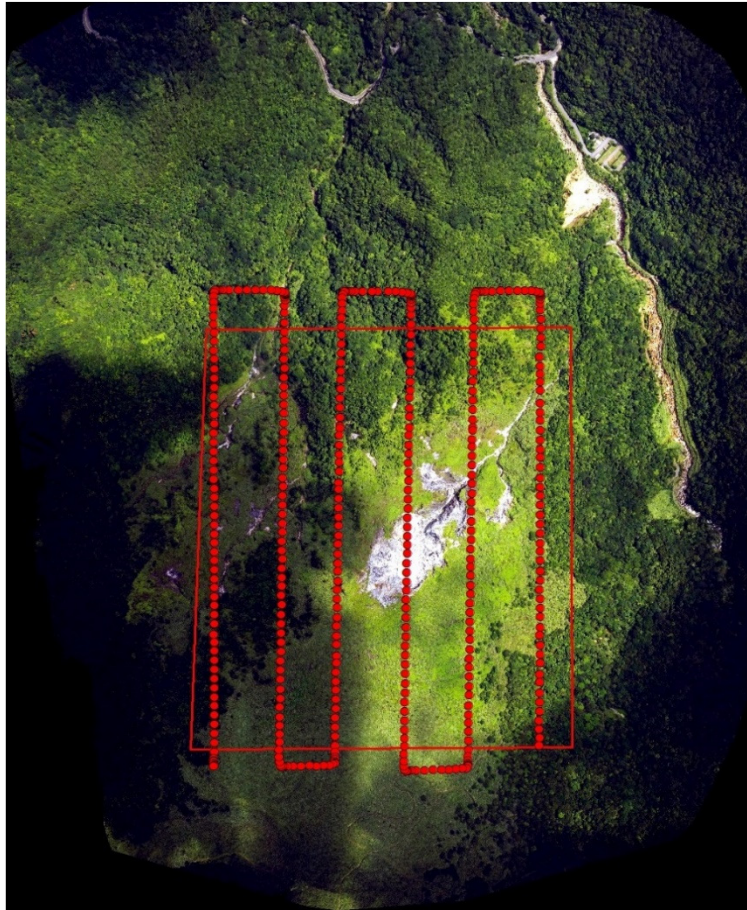


圖 3-4 臺北市士林區(陽明山大油坑)航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分布如圖 3-5 所示，成果精度如表 3-3 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-6 所示。

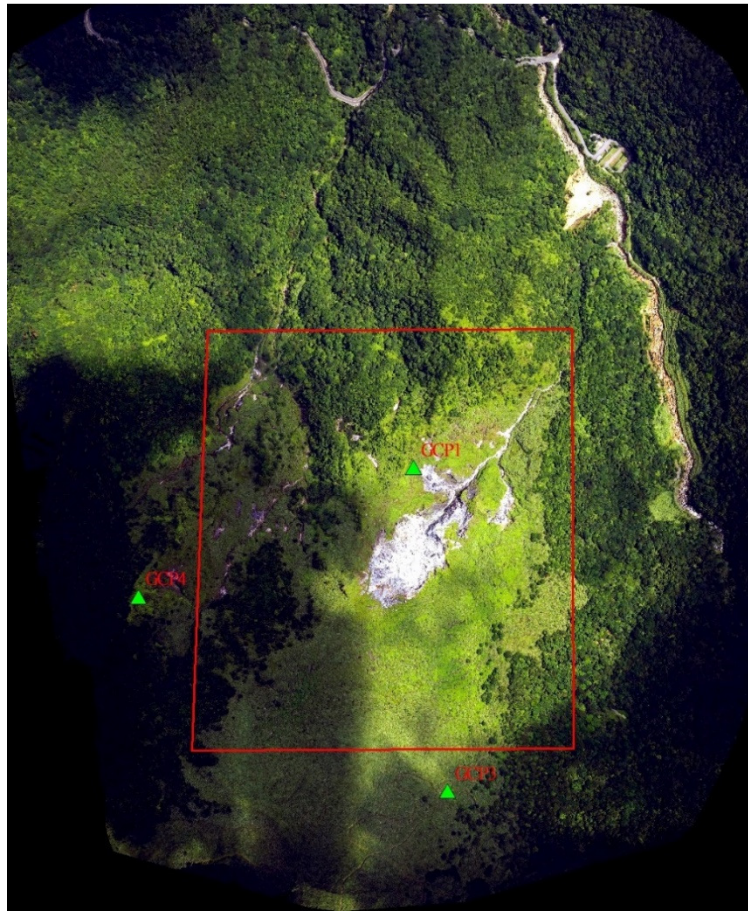


圖 3-5 臺北市士林區(陽明山大油坑)控制點分布圖

表 3-3 臺北市士林區(陽明山大油坑)空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
臺北市士林區 (陽明山大油坑)	平均值(mean)	0.134	-0.006
	中誤差(Sigma)	0.394	0.207
	均方根誤差(RMSE)	0.416	0.207



圖 3-6 臺北市士林區(陽明山大油坑)正射鑲嵌影像成果

(二) 陽明山馬槽

1. 航拍任務執行

臺北市士林區(陽明山馬槽)航拍區範圍約 0.8 平方公里，地表高程約 780 公尺。航拍任務規劃使用 Sony $\alpha 7$ 數位相機(像元大小為 6 μm)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高為 1150 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 50%。區域範圍及航線規劃如圖 3-7，航拍區域任務執行概況如表 3-4 所示。

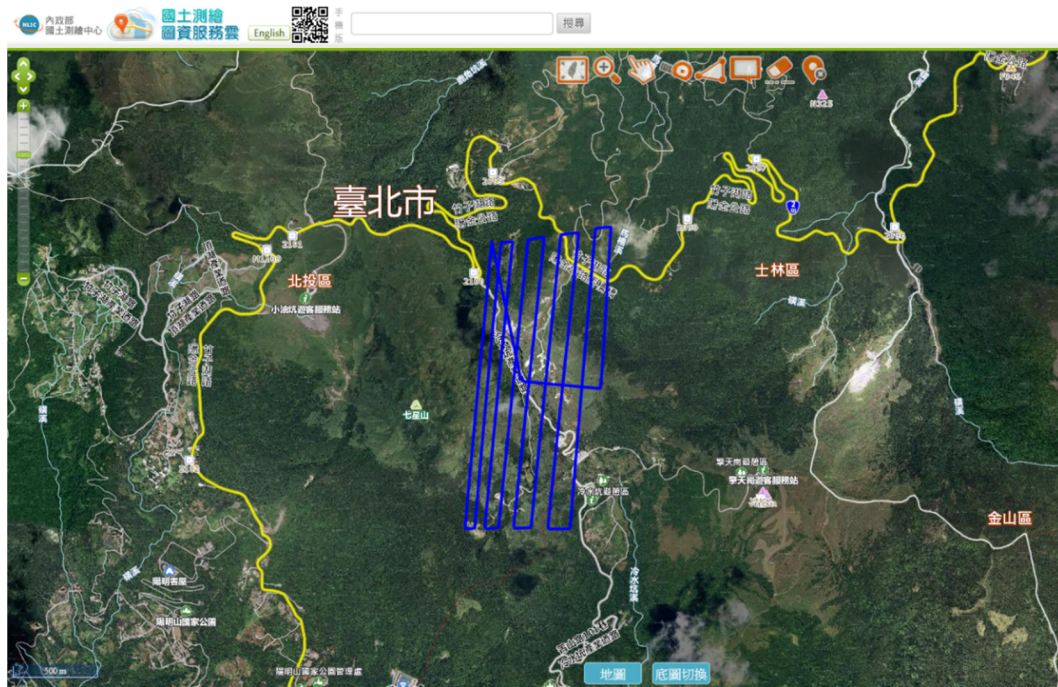


圖 3-7 臺北市士林區(陽明山馬槽)飛行航線規劃

表 3-4 臺北市士林區(陽明山馬槽)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺北市士林區(陽明山馬槽)
二、航拍日期	107/6/22
三、航線航程	總航程約 19.74 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 31°C，降雨機率 30%)
五、風向/風級	偏南風/二級
六、航拍高度/雲層高度	1150 公尺/1500 公尺
七、地面解析度	0.11 公尺
八、UAS 載具	電動直升機

任務作業於 107 年 6 月 21 日出發至臺北住宿，6 月 22 日凌晨 0430 時出發至目標區，於 0530 時到達起降點擎天崗遊客中心停車場旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，0700 時與近場台協調空域完成，執行路面人車管制後 UAV 飛機起飛執行航拍任務，作業情形如圖 3-8 所示，飛行架次為 1 架次，每次時間約為 35-40 分鐘，1010 時飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行任務結束，讀取拍攝照片確認正常後，結束本日任務。本區共拍攝 9 條航帶，拍攝影像數量合計 1160 片，地面解析度(GSD)約 11 公分，影像中心點分布如圖 3-9。



圖 3-8 臺北市士林區(陽明山馬槽)起降場地作業情形

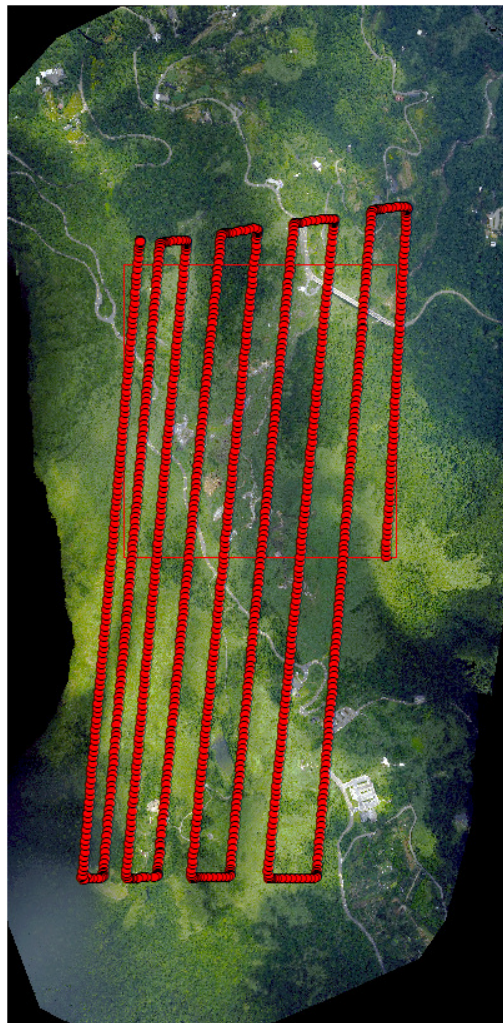


圖 3-9 臺北市士林區(陽明山馬槽)航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點（如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等），再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分布如圖 3-10 所示，成果精度如表 3-5 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-11 所示。

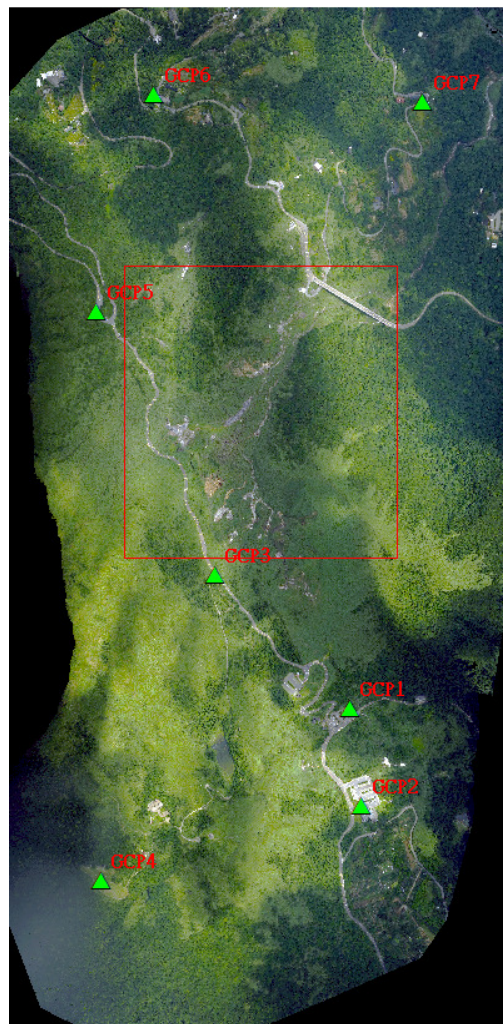


圖 3-10 臺北市士林區(陽明山馬槽)控制點分布圖

表 3-5 臺北市士林區(陽明山馬槽)空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
臺北市士林區 (陽明山馬槽)	平均值(mean)	-0.047	0.134
	中誤差(Sigma)	0.156	0.424
	均方根誤差(RMSE)	0.163	0.444



圖 3-11 臺北市士林區(陽明山馬槽)正射鑲嵌影像成果

(三) 陽明山夢幻湖

1. 航拍任務執行

臺北市士林區(陽明山夢幻湖)航拍區範圍約 0.8 平方公里，地表高程約 780 公尺。航拍任務規劃使用 Sony $\alpha 7$ 數位相機(像元大小為 $6 \mu\text{m}$)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高為 1150 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 50%。區域範圍及航線規劃如圖 3-12，航拍區域任務執行概況如表 3-6 所示。

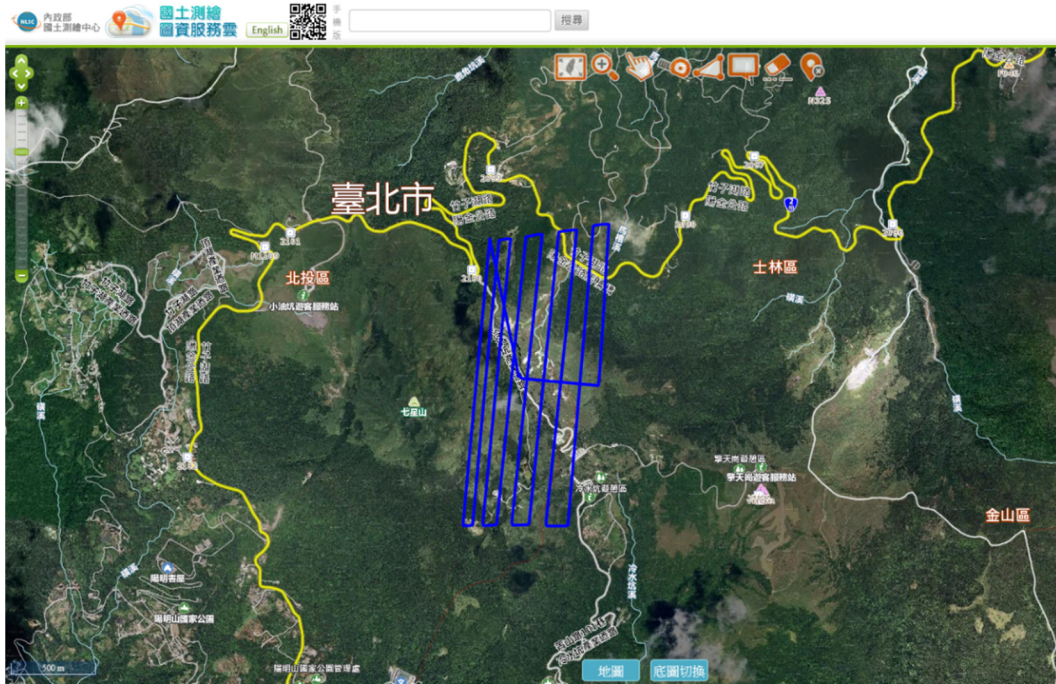


圖 3-12 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)飛行航線規劃

表 3-6 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺北市士林區(陽明山夢幻湖)
二、航拍日期	107/6/22
三、航線航程	總航程約 19.74 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 31°C，降雨機率 30%)
五、風向/風級	偏南風/二級
六、航拍高度/雲層高度	1150 公尺/1500 公尺
七、地面解析度	0.11 公尺
八、UAS 載具	電動直升機

任務作業於 107 年 6 月 21 日出發至臺北住宿，6 月 22 日凌晨 0430 時出發至目標區，於 0530 時到達起降點擎天崗遊客中心停車場旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，0700 時與近場台協調空域完成，執行路面人車管制後 UAV 飛機起飛執行航拍任務，作業情形如圖 3-13 所示，飛行架次為 1 架次，每次時間約為 35-40 分鐘，1010 時飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行任務結束，讀取拍攝照片確認正常後，結束本日任務。本區共拍攝 9 條航帶，拍攝影像數量合計 1160 片，地面解析度(GSD)約 11 公分，影像中心點分布如圖 3-14。



圖 3-13 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)起降場地作業情形

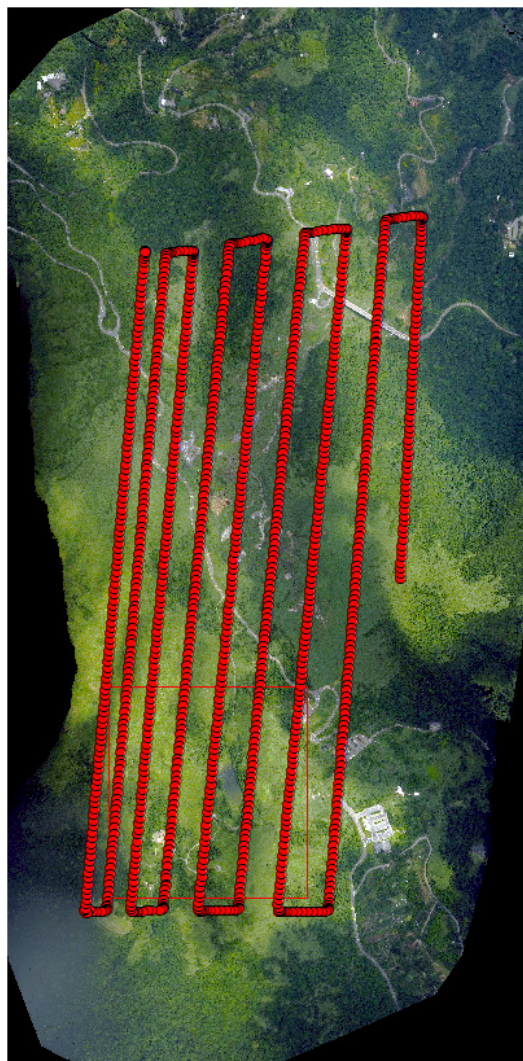


圖 3-14 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分布如圖 3-15 所示，成果精度如表 3-7 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-16 所示。

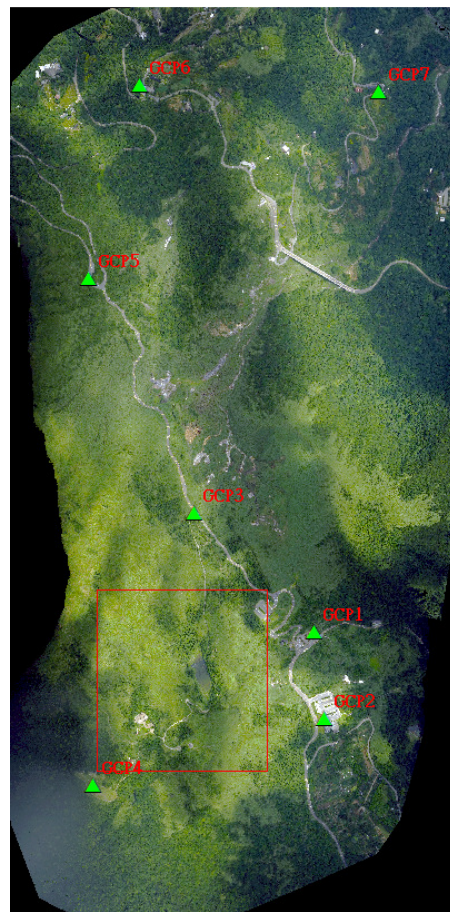


圖 3-15 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)控制點分布圖

表 3-7 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
臺北市士林區 (陽明山夢幻湖)	平均值(mean)	-0.047	0.134
	中誤差(Sigma)	0.156	0.424
	均方根誤差(RMSE)	0.163	0.444



圖 3-16 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)正射鑲嵌影像成果

二、 新北市金山區

本區域為陽明山國家公園管理處委託國土測繪中心辦理航拍作業並製作正射影像成果。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

新北市金山區(陽明山魚路古道)航拍區範圍約 1 平方公里，地表高程約 640 公尺。航拍任務規劃使用 Sony $\alpha 7$ 數位相機(像元大小為 $6 \mu\text{m}$)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高為 1150 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 50%。區域範圍及航線規劃如圖 3-17，航拍區域任務執行概況如表 3-8 所示。

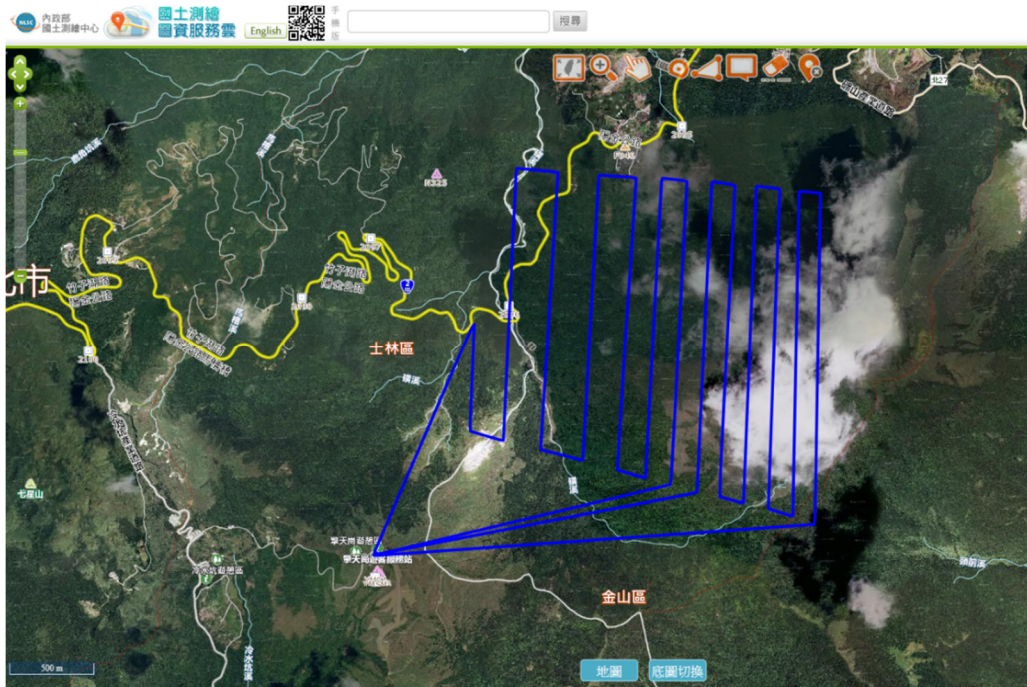


圖 3-17 新北市金山區(陽明山魚路古道)飛行航線規劃

表 3-8 新北市金山區(陽明山魚路古道)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	新北市金山區(陽明山魚路古道)
二、航拍日期	107/6/22
三、航線航程	總航程約 35.20 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 31°C，降雨機率 30%)
五、風向/風級	偏南風/二級
六、航拍高度/雲層高度	1150 公尺/1500 公尺
七、地面解析度	0.10 公尺
八、UAS 載具	電動直升機

任務作業於 107 年 6 月 21 日出發至臺北住宿，6 月 22 日凌晨 0430 時出發至目標區，於 0530 時到達起降點擎天崗遊客中心停車場旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，0700 時與近場台協調空域完成，執行路面人車管制後 UAV 飛機起飛執行航拍任務，作業情形如圖 3-18 所示，飛行架次為 2 架次，每次時間約為 35-40 分鐘，1010 時飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行任務結束，讀取拍攝照片確認正常後，結束本日任務。本區共拍攝 13 條航帶，拍攝影像數量合計 800 片，地面解析度(GSD)約 10 公分，影像中心點分布如圖 3-19。



圖 3-18 新北市金山區(陽明山魚路古道)起降場地作業情形

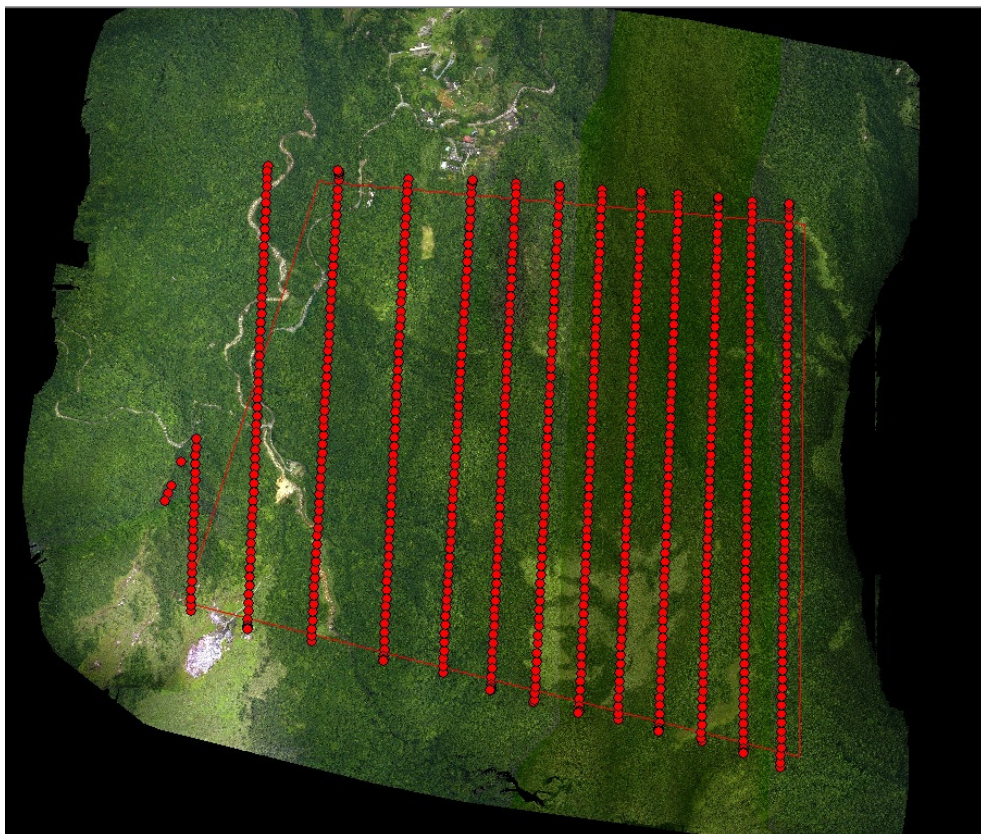


圖 3-19 新北市金山區(陽明山魚路古道)航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物

點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分布如圖 3-20 所示，成果精度如表 3-9 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-21 所示。

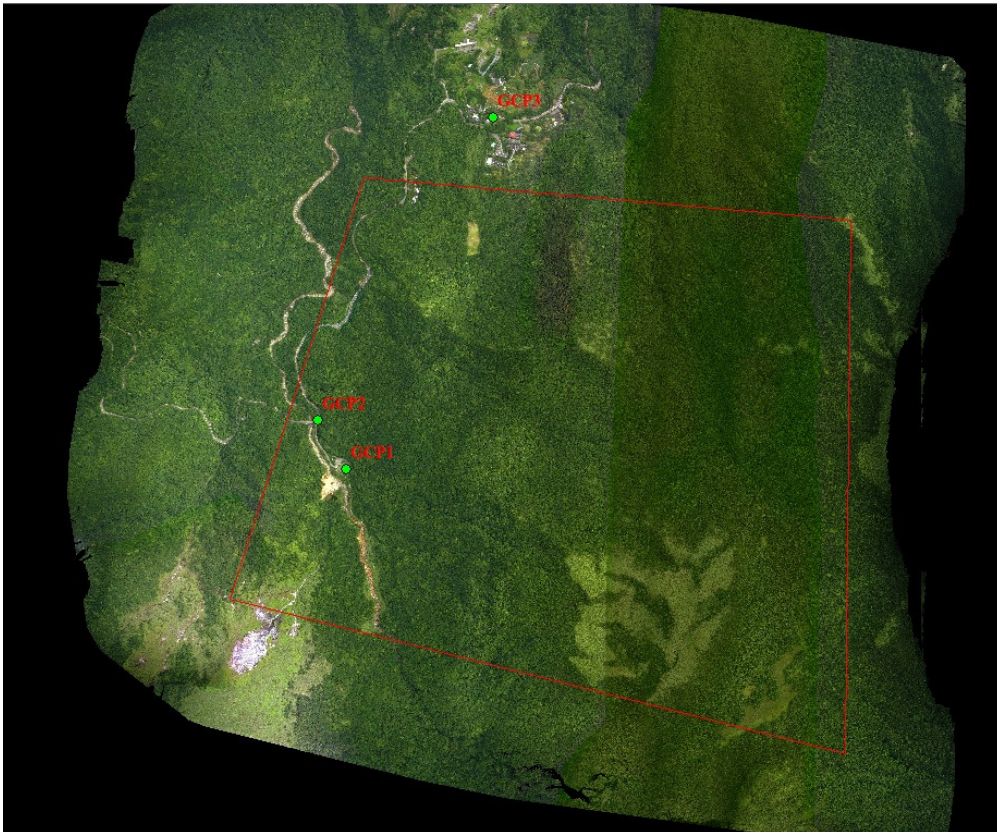


圖 3-20 新北市金山區(陽明山魚路古道)控制點分布圖

表 3-9 新北市金山區(陽明山魚路古道)空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
新北市金山區 (陽明山魚路古道)	平均值(mean)	-0.006	-0.017
	中誤差(Sigma)	0.078	0.136
	均方根誤差(RMSE)	0.078	0.137

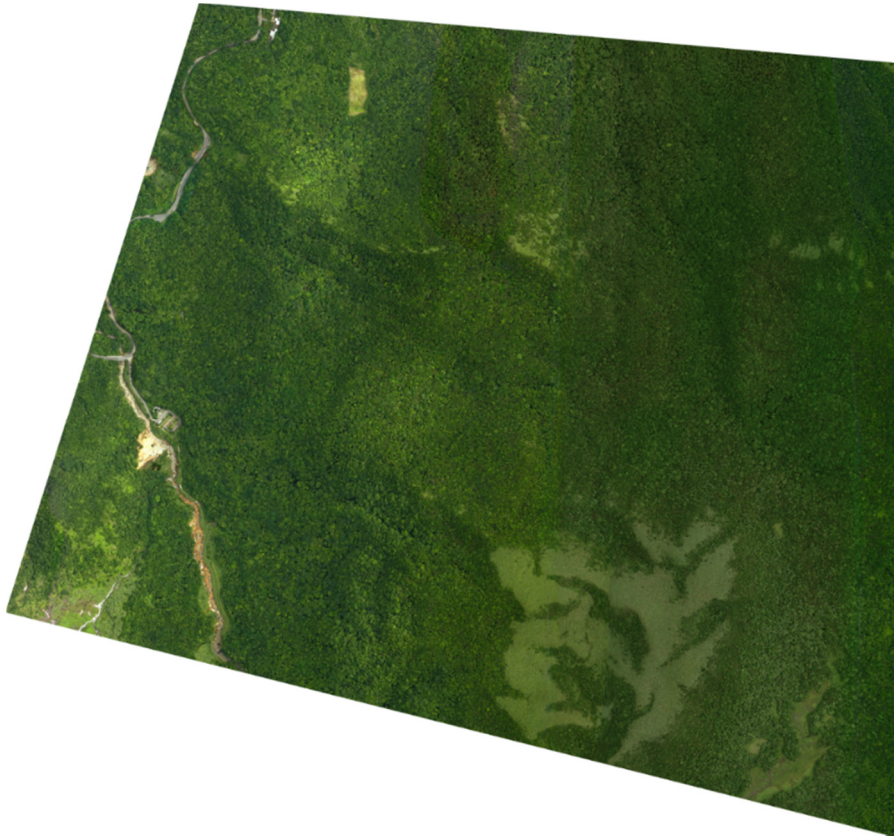


圖 3-21 新北市金山區(陽明山魚路古道)正射鑲嵌影像成果

三、 臺中市谷關區

本區域為臺中市都市發展局委託國土測繪中心辦理航拍作業並製作正射影像成果。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

■ 第一次任務

1. 航拍任務執行

臺中市谷關區航拍區範圍約 8 平方公里，地表高程約 970 公尺。航拍任務規劃使用 Sony $\alpha 7R II$ 數位相機(像元大小為 $4.5 \mu m$)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高為 2050 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 50%。區域範圍及航線規劃如圖 3-22，航拍區域任務執行概況如表 3-10 所示。

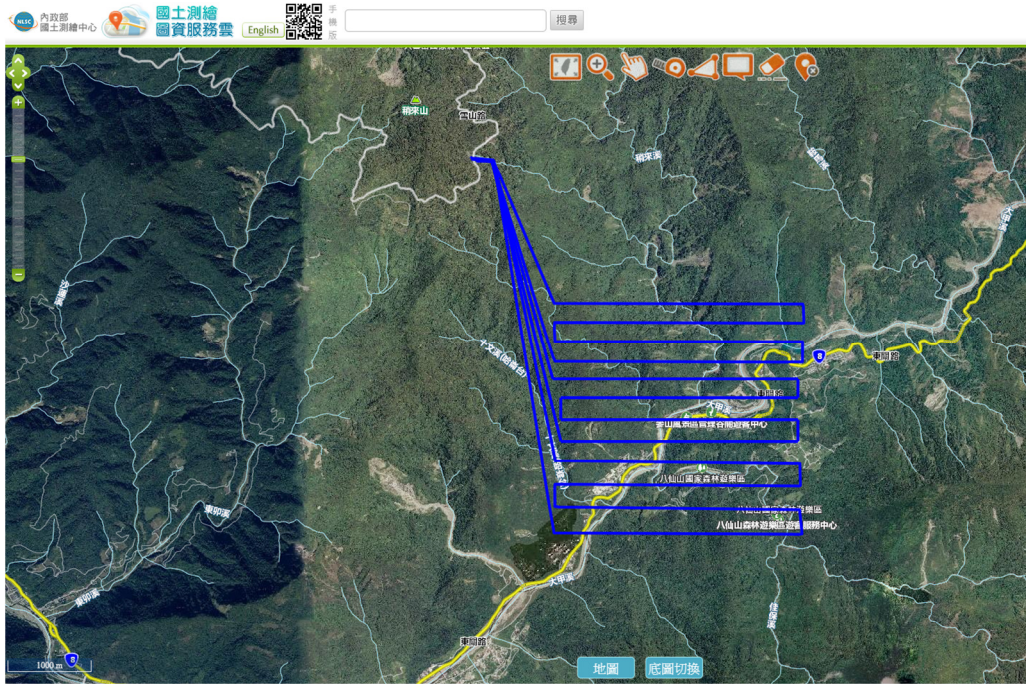


圖 3-22 臺中市谷關區飛行航線規劃

表 3-10 臺中市谷關區任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺中市谷關區
二、航拍日期	107/6/28
三、航線航程	總航程約 60.75 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 31°C，降雨機率 20%)
五、風向/風級	偏西風/一級
六、航拍高度/雲層高度	2050 公尺/3000 公尺
七、地面解析度	0.22 公尺
八、UAS 載具	電動直升機

任務作業於 107 年 6 月 28 日出發至目標區，於 0800 時到達起降點大雪山林道 32K 雪山橋旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，0830 時與近場台協調空域完成，執行路面人車管制後 UAV 飛機起飛執行航拍任務，作業情形如圖 3-23 所示，飛行架次為 3 架次，每次時間約為 35-40 分鐘，1030 時飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行任務結束，讀取拍攝照片確認正常後，結束本日任務。本區共拍攝 12 條航帶，拍攝影像數量合計 674 片，地面解析度(GSD)約 22 公分，影像中心點分布如圖 3-24。



圖 3-23 臺中市谷關區起降場地作業情形

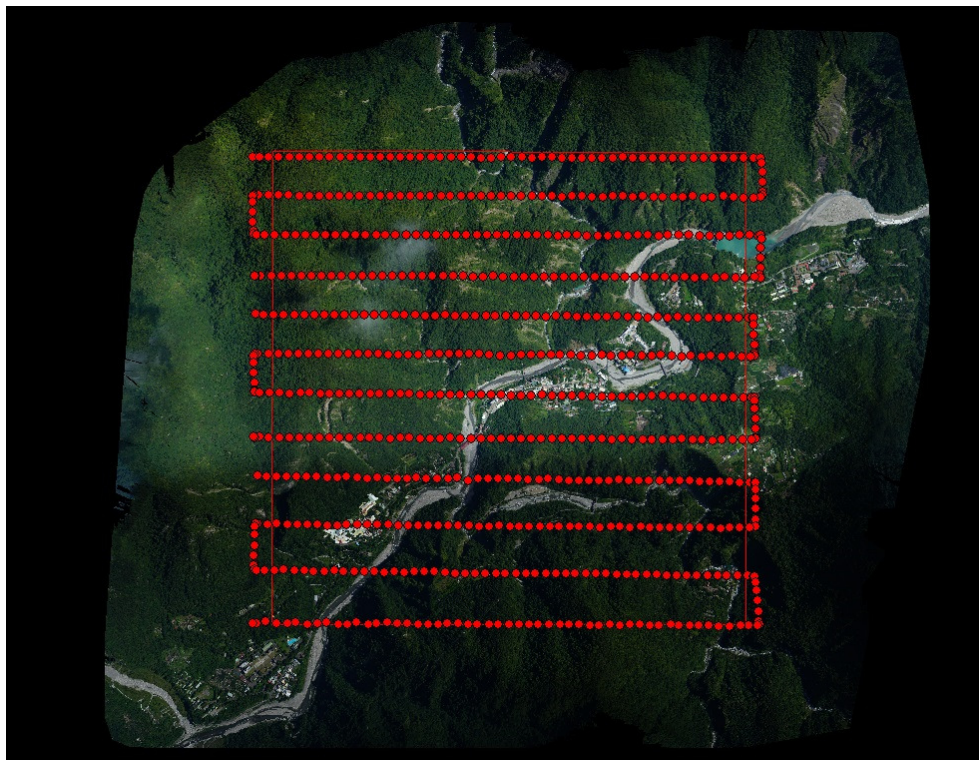


圖 3-24 臺中市谷關區航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分

布如圖 3-25 所示，成果精度如表 3-11 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-26 所示。



圖 3-25 臺中市谷關區控制點分布圖

表 3-11 臺中市谷關區空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
臺中市谷關區	平均值(mean)	-0.049	-0.036
	中誤差(Sigma)	0.165	0.065
	均方根誤差(RMSE)	0.172	0.074



圖 3-26 臺中市谷關區正射鑲嵌影像成果

■ 第二次任務

1. 航拍任務執行

本區因第一次航拍任務解析度未達 0.1 公尺要求，故執行第二次航拍任務。臺中市谷關區航拍區範圍約 8 平方公里，地表高程約 1006 公尺。航拍任務規劃使用 Sony α 7R II 數位相機(像元大小為 $4.5\ \mu\text{m}$) 搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高為 1750 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 50%。區域範圍及航線規劃如圖 3-27，航拍區域任務執行概況如表 3-12 所示。

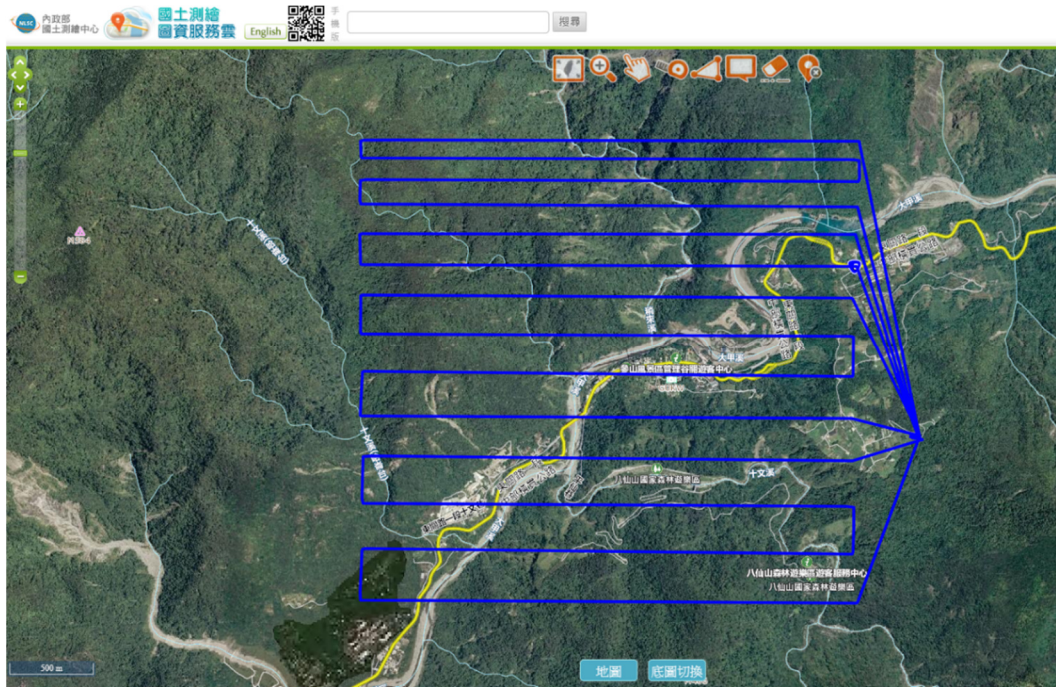


圖 3-27 臺中市谷關區飛行航線規劃

表 3-12 臺中市谷關區任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺中市谷關區
二、航拍日期	107/8/22
三、航線航程	總航程約 69.33 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 27°C，降雨機率 50%)
五、風向/風級	偏西風/一級
六、航拍高度/雲層高度	1750 公尺/2000 公尺
七、地面解析度	0.10 公尺
八、UAS 載具	電動直升機

任務作業於 107 年 8 月 22 日 0430 時出發至目標區，於 0600 時到達起降點谷關台電巷產業道路旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，0630 時與近場台協調空域完成，執行路面人車管制後 UAV 飛機起飛執行航拍任務，作業情形如圖 3-28 所示，飛行架次為 4 架次，每次時間約為 35-40 分鐘，0850 時飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行任務結束，讀取拍攝照片確認正常後，結束本日任務。本區共拍攝 14 條航帶，拍攝影像數量合計 1317 片，地面解析度(GSD)約 10 公分，影像中心點分布如圖 3-29。



圖 3-28 臺中市谷關區起降場地作業情形

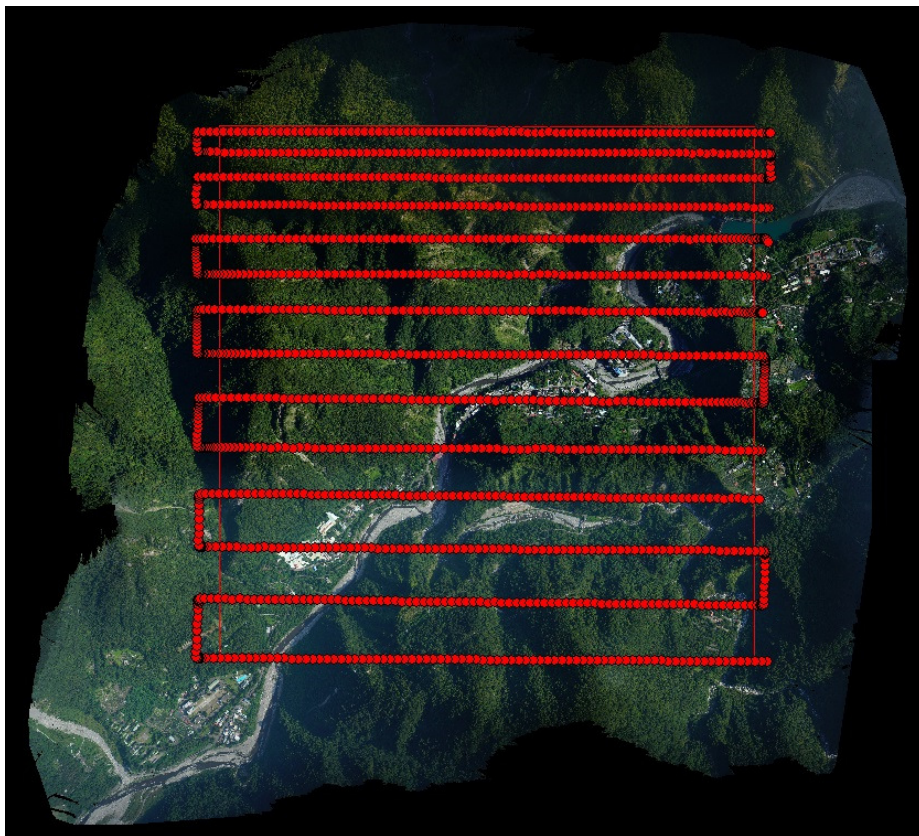


圖 3-29 臺中市谷關區航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物

點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分布如圖 3-30 所示，成果精度如表 3-13 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-31 所示。

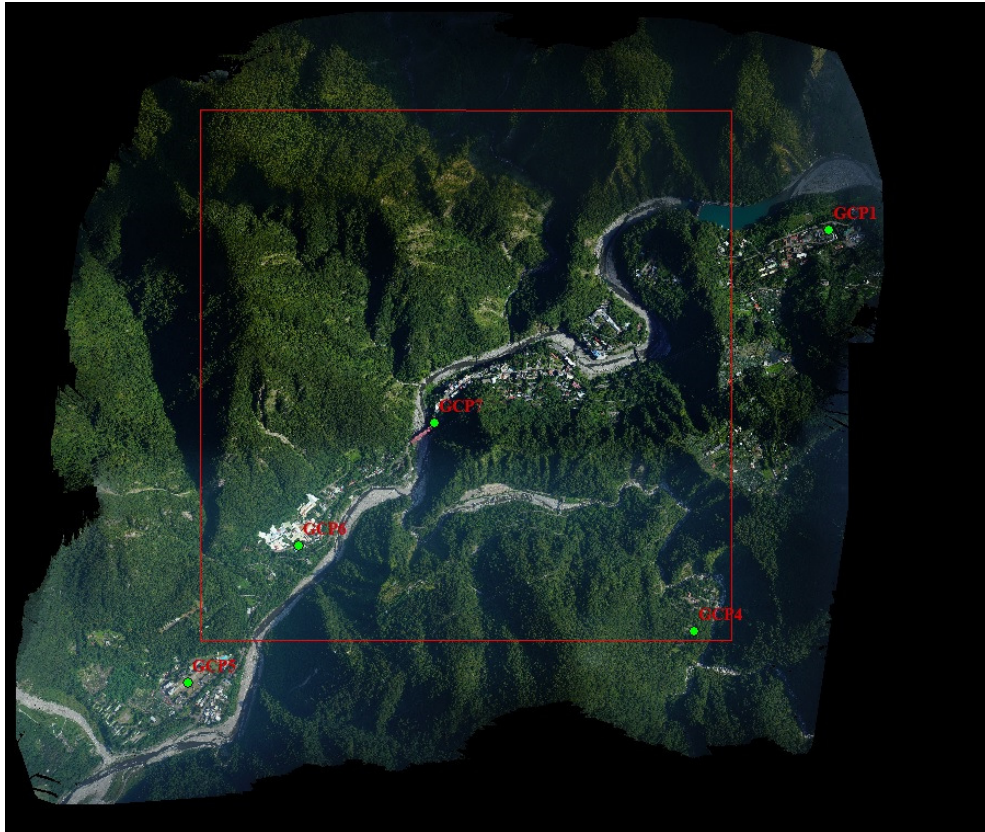


圖 3-30 臺中市谷關區控制點分布圖

表 3-13 臺中市谷關區空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
臺中市谷關區	平均值(mean)	0.042	-0.007
	中誤差(Sigma)	0.710	0.149
	均方根誤差(RMSE)	0.712	0.149



圖 3-31 臺中市谷關區正射鑲嵌影像成果

四、 新竹縣新竹市

本區域為新竹市地政事務所委託國土測繪中心辦理航拍作業並製作正射影像成果。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

新竹縣新竹市航拍區範圍約 1 平方公里，地表高程約 25 公尺。航拍任務規劃使用 Sony α 5100 數位相機(像元大小為 3.9 μm)搭配 16 mm 焦距鏡頭，航高為 250 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 50%。區域範圍及航線規劃如圖 3-32，航拍區域任務執行概況如表 3-14 所示。

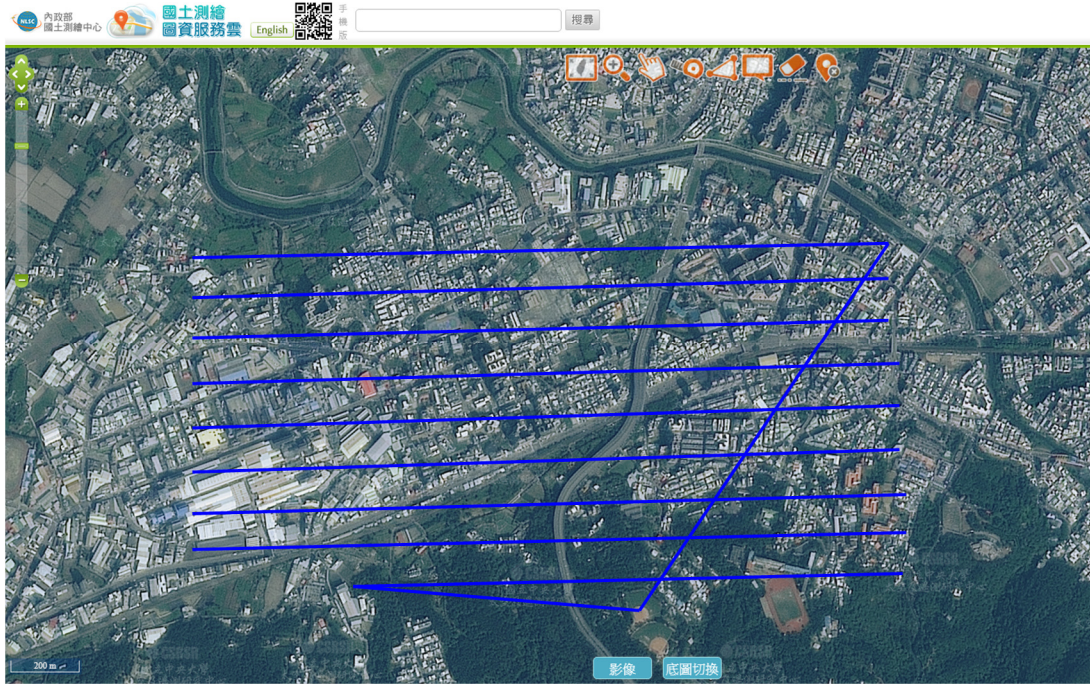


圖 3-32 新竹縣新竹市 飛行航線規劃

表 3-14 新竹縣新竹市任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	新竹縣新竹市
二、航拍日期	107/5/22
三、航線航程	總航程約 16.97 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 31°C，降雨機率 0%)
五、風向/風級	偏北風/三級
六、航拍高度/雲層高度	250 公尺/1000 公尺
七、地面解析度	0.08 公尺
八、UAS 載具	定翼機(翼龍)

任務作業於 107 年 5 月 22 日出發至目標區，於 1410 時到達起降點茄苳景觀大道旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，1425 時與近場台協調空域完成，執行路面人車管制後 UAV 飛機起飛執行航拍任務，作業情形如圖 3-33 所示，飛行架次為 1 架次，每次時間約為 40-45 分鐘，1515 時飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行任務結束，讀取拍攝照片確認正常後，結束本日任務。本區共拍攝 9 條航帶，拍攝影像數量合計 270 片，地面解析度(GSD)約 8 公分，影像中心點分布如圖 3-34。



圖 3-33 新竹縣新竹市起降場地作業情形



圖 3-34 新竹縣新竹市航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分布如圖 3-35 所示，成果精度如表 3-15 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-36 所示。

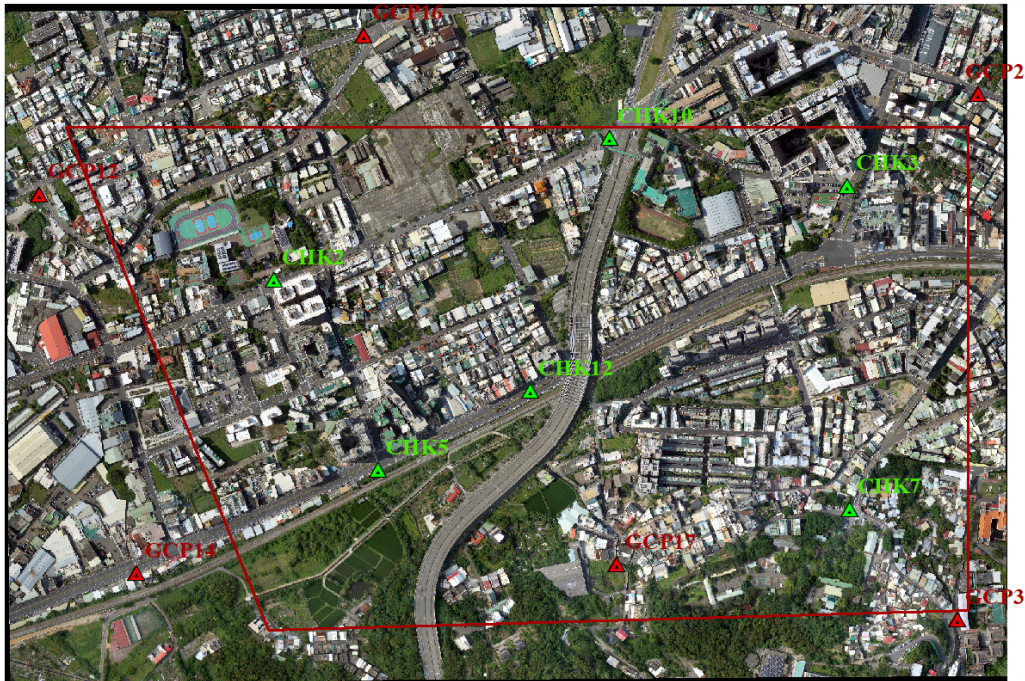


圖 3-35 新竹縣新竹市控制點分布圖

表 3-15 新竹縣新竹市空三計算成果

作業區	類型	計算成果	規範
新竹縣新竹市	連結強度	0.561	≥ 0.3
	自由網平差	$3.3 \mu\text{m}$	$\leq 10 \mu\text{m}$
	強制附合平差	$3.3 \mu\text{m}$	$\leq 12 \mu\text{m}$



圖 3-36 新竹縣新竹市正射鑲嵌影像成果

五、 宜蘭縣南澳鄉

本區域為內政部營建署城鄉發展分署委託國土測繪中心辦理航拍作業並製作正射影像成果。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

宜蘭縣南澳鄉(南澳濕地)航拍區範圍約 3.5 平方公里，地表高程約 1040 公尺。航拍任務規劃使用 Sony α 7R II 數位相機(像元大小為 4.5 μ m)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高為 2000 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 50%。區域範圍及航線規劃如圖 3-37，航拍區域任務執行概況如表 3-16 所示。

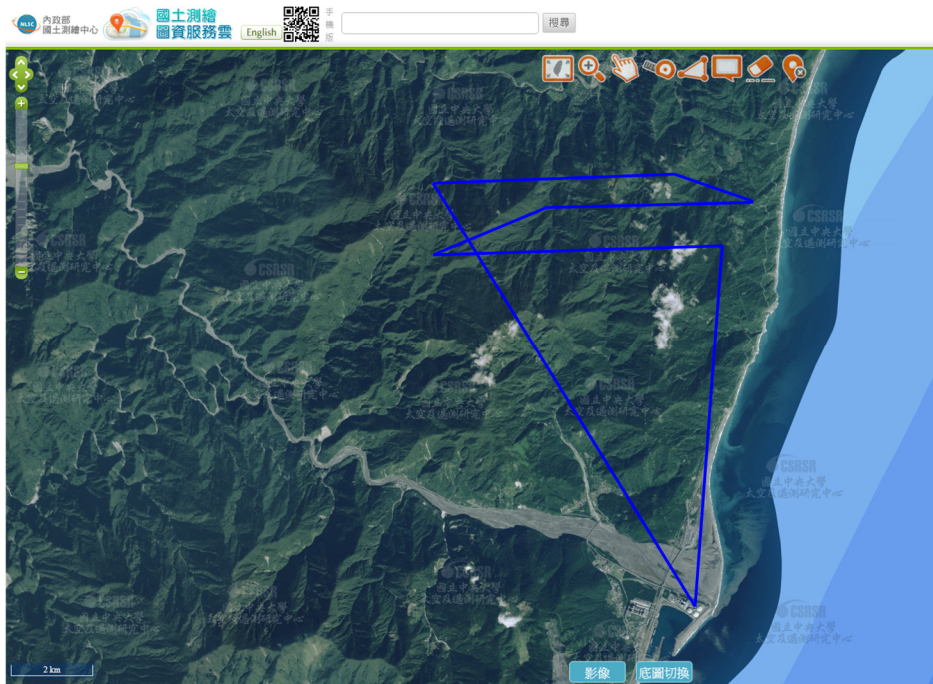


圖 3-37 宜蘭縣南澳鄉(南澳濕地)飛行航線規劃

表 3-16 宜蘭縣南澳鄉(南澳濕地)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	宜蘭縣南澳鄉(南澳濕地)
二、航拍日期	107/7/20
三、航線航程	總航程約 44.14 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 28°C，降雨機率 10%)
五、風向/風級	偏北風/三級

六、航拍高度/雲層高度	2000 公尺/2200 公尺
七、地面解析度	0.20 公尺
八、UAS 載具	定翼機(SA55)

任務作業於 107 年 7 月 19 日出發至宜蘭南澳與花蓮和平交界處現勘場地，7 月 20 日凌晨出發至目標區，於 0600 時到達起降點和平電廠旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，0700 時與近場台協調空域完成，執行路面人車管制後 UAV 飛機起飛執行航拍任務，作業情形如圖 3-38 所示，飛行架次為 1 架次，每次時間約為 78 分鐘，0830 時飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行任務結束，讀取拍攝照片確認正常後，結束本日任務。本區共拍攝 3 條航帶，拍攝影像數量合計 126 片，地面解析度(GSD)約 20 公分，影像中心點分布如圖 3-39。

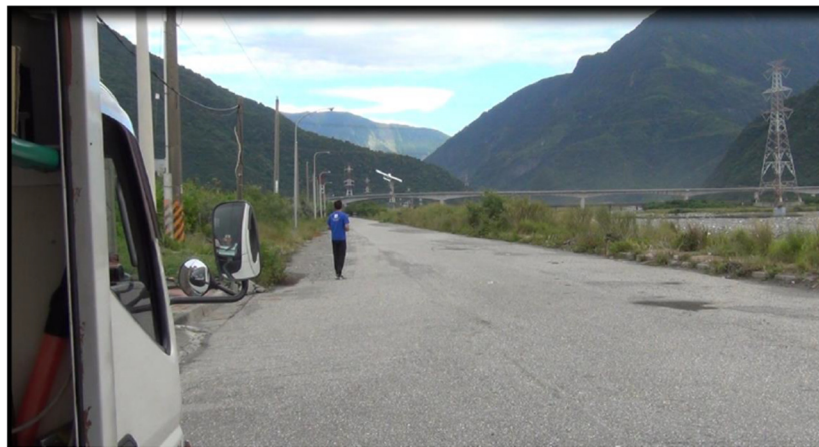


圖 3-38 宜蘭縣南澳鄉(南澳濕地)起降場地作業情形

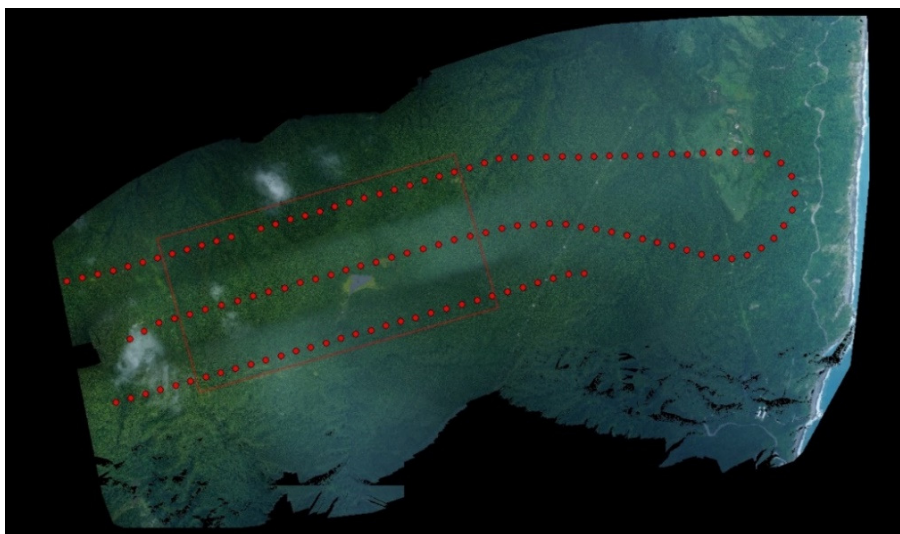


圖 3-39 宜蘭縣南澳鄉(南澳濕地)航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。本區位於山區，無明顯特徵可用作影像控制點，經同意無使用控制點。25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-40 所示。

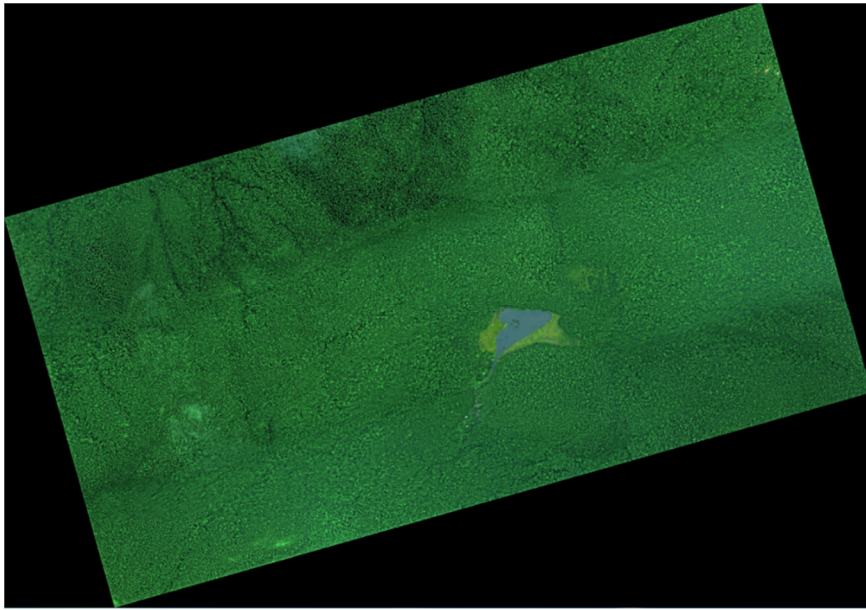


圖 3-40 宜蘭縣南澳鄉(南澳濕地)正射鑲嵌影像成果

六、 新竹縣新豐鄉

本區域為內政部營建署城鄉發展分署委託國土測繪中心辦理航拍作業並製作正射影像成果。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

新竹縣新豐鄉(新豐濕地)航拍區範圍約 3.2 平方公里，地表高程約 8 公尺。航拍任務規劃使用 Sony α 7R II 數位相機(像元大小為 4.5 μm)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高為 800 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 50%。區域範圍及航線規劃如圖 3-41，航拍區域任務執行概況如表 3-17 所示。

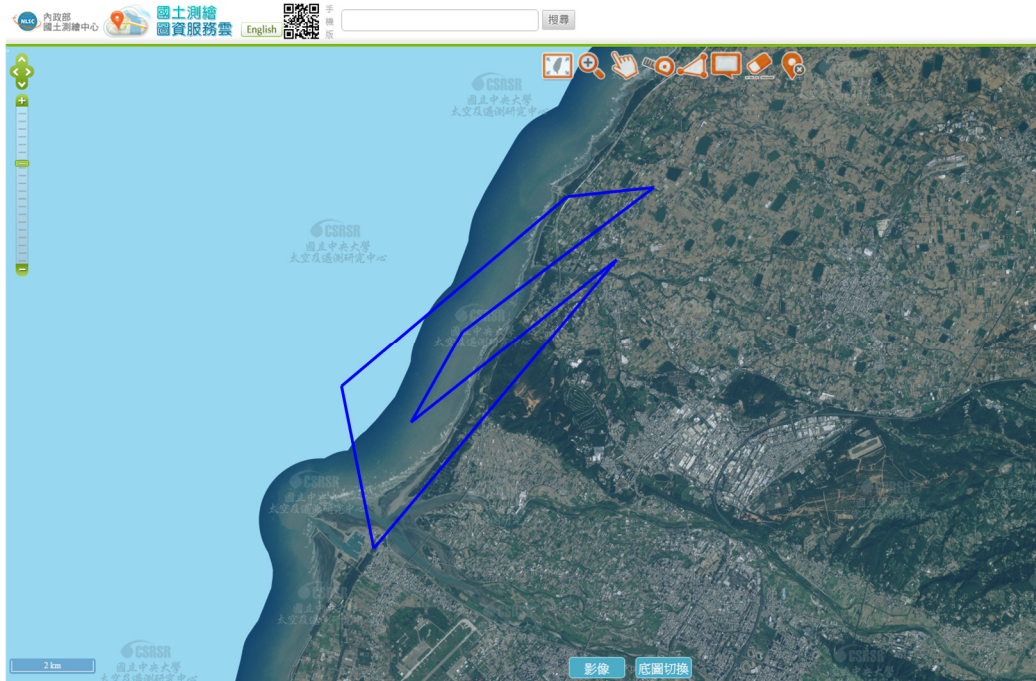


圖 3-41 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)飛行航線規劃

表 3-17 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	新竹縣新豐鄉(新豐濕地)
二、航拍日期	107/7/11
三、航線航程	總航程約 35.18 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 31°C，降雨機率 0%)
五、風向/風級	偏南風/三級
六、航拍高度/雲層高度	800 公尺/2000 公尺
七、地面解析度	0.17 公尺
八、UAS 載具	定翼機(SA55)

任務作業於 107 年 7 月 11 日出發至目標區，於 0800 時到達起降點中竹南寮漁港旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，0900 時與近場台協調空域完成，執行路面人車管制後 UAV 飛機起飛執行航拍任務，作業情形如圖 3-42 所示，飛行架次為 1 架次，每次時間約為 35 分鐘，0950 時飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行任務結束，讀取拍攝照片確認正常後，結束本日任務。本區共拍攝 4 條航帶，拍攝影像數量合計 226 片，地面解析度(GSD)約 17 公分，影像中心點分布如圖 3-43。



圖 3-42 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)起降場地作業情形

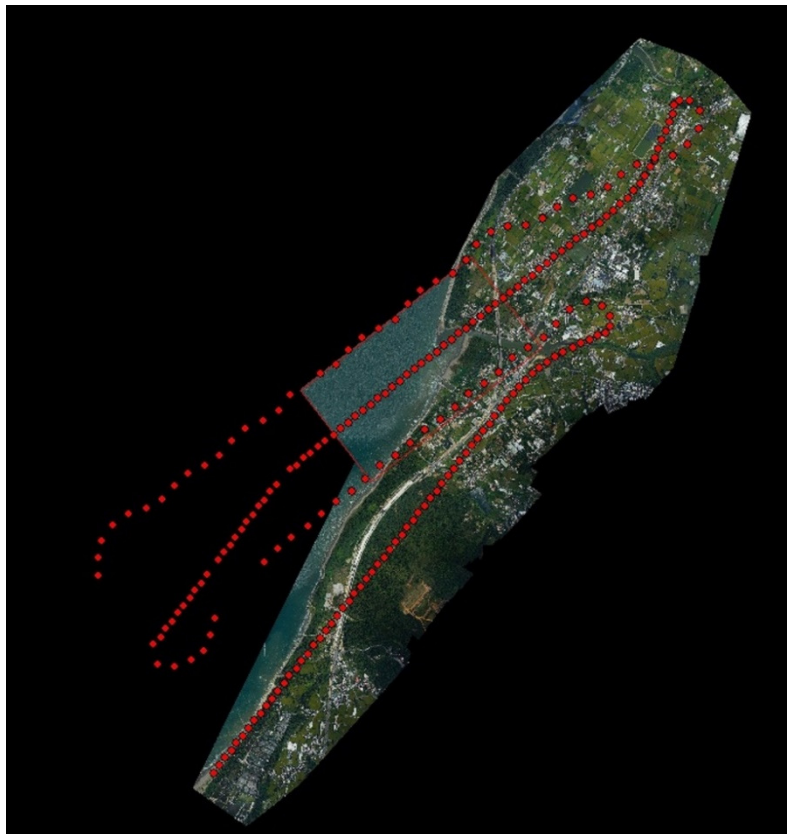


圖 3-43 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分

布如圖 3-44 所示，成果精度如表 3-18 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-45 所示。



圖 3-44 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)控制點分布圖

表 3-18 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
新竹縣新豐鄉 (新豐濕地)	平均值(mean)	-0.005	0.006
	中誤差(Sigma)	0.091	0.078
	均方根誤差(RMSE)	0.091	0.078



圖 3-45 新竹縣新豐鄉(新豐濕地)正射鑲嵌影像成果

第二節 國土測繪 1 號影像處理作業

一、 臺中市龍井區及彰化縣伸港鄉

本區域為內政部營建署城鄉發展分署委託國土測繪中心辦理航拍作業(使用國土測繪 1 號 UAS 航拍)，本團隊配合製作正射影像成果。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

臺中市龍井區及彰化縣伸港鄉(大肚溪口濕地)航拍區範圍約 38.17 平方公里，地表高程約 0 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5DSR 數位相機(像元大小為 4.1 μ m)搭配 20 mm 焦距鏡頭，航高為 700 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 40%。本區共拍攝 12 條航帶，拍攝影像數量合計 456 片，地面解析度(GSD)約 15 公分，影像中心點分布如圖 3-46。

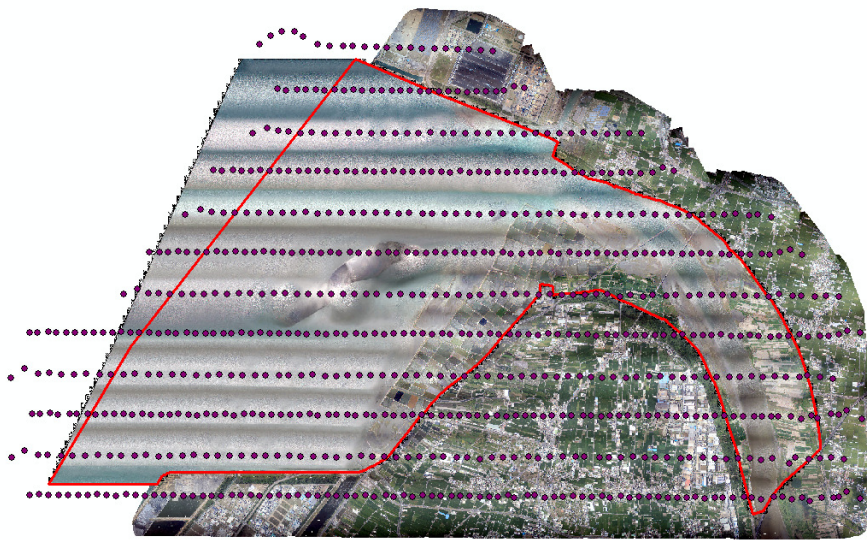


圖 3-46 臺中市龍井區及彰化縣伸港鄉(大肚溪口濕地)航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分布如圖 3-47 所示，成果精度如表 3-19 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-48 所示。

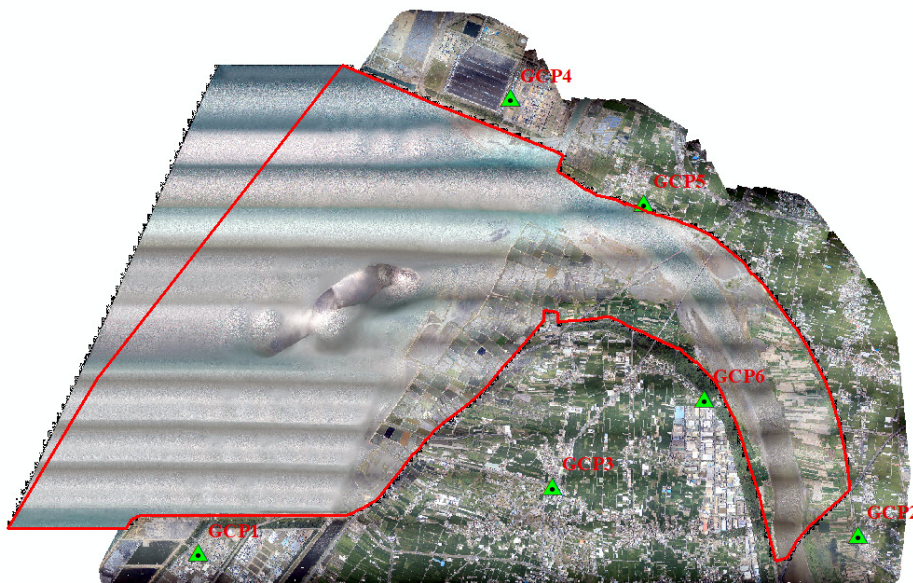


圖 3-47 臺中市龍井區及彰化縣伸港鄉(大肚溪口濕地)控制點分布圖

表 3-19 臺中市龍井區及彰化縣伸港鄉(大肚溪口濕地)空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
臺中市龍井區及 彰化縣伸港鄉 (大肚溪口濕地)	平均值(mean)	0.002	-0.001
	中誤差(Sigma)	0.007	0.009
	均方根誤差(RMSE)	0.007	0.009

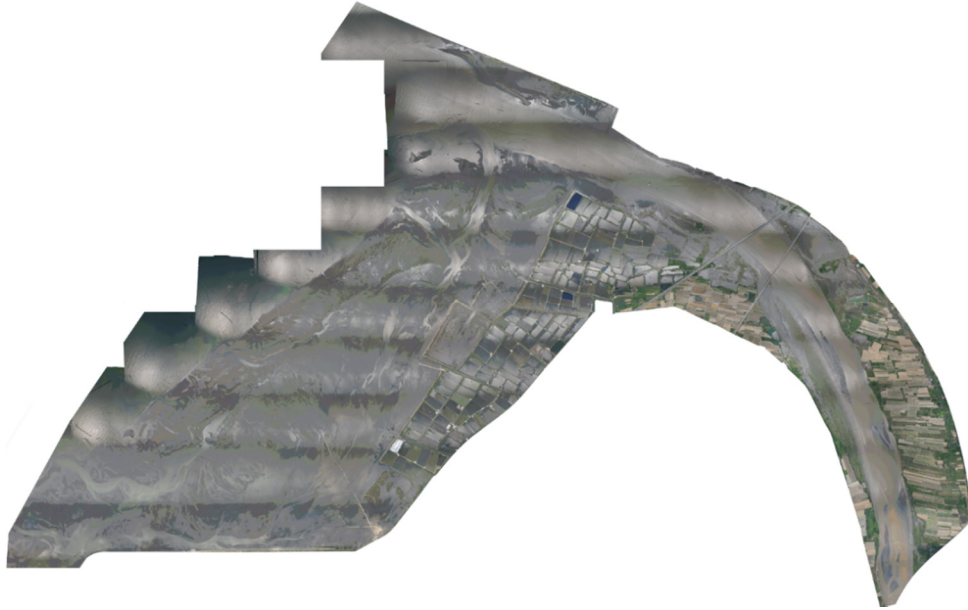


圖 3-48 臺中市龍井區及彰化縣伸港鄉(大肚溪口濕地)正射鑲嵌影像成果

二、 新竹縣尖石鄉

本區域為內政部營建署城鄉發展分署委託國土測繪中心辦理航拍作業（使用國土測繪 1 號 UAS 航拍）並製作正射影像成果。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

新竹縣尖石鄉(鴛鴦湖濕地)航拍區範圍約 3.74 平方公里，地表高程約 1880 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5DSR 數位相機(像元大小為 4.1 μ m)搭配 50 mm 焦距鏡頭，航高為 3100 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 40%。本區共拍攝 12 條航帶，拍攝影像數量合計 421 片，地面解析度(GSD)約 10 公分，影像中心點分布如圖 3-49。

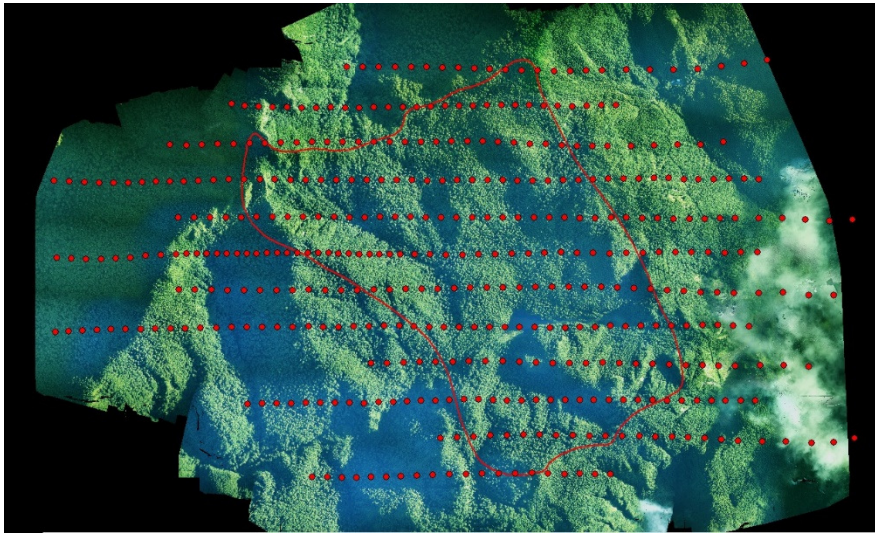


圖 3-49 新竹縣尖石鄉(鴛鴦湖濕地)航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分布如圖 3-50 所示，成果精度如表 3-20 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-51 所示。

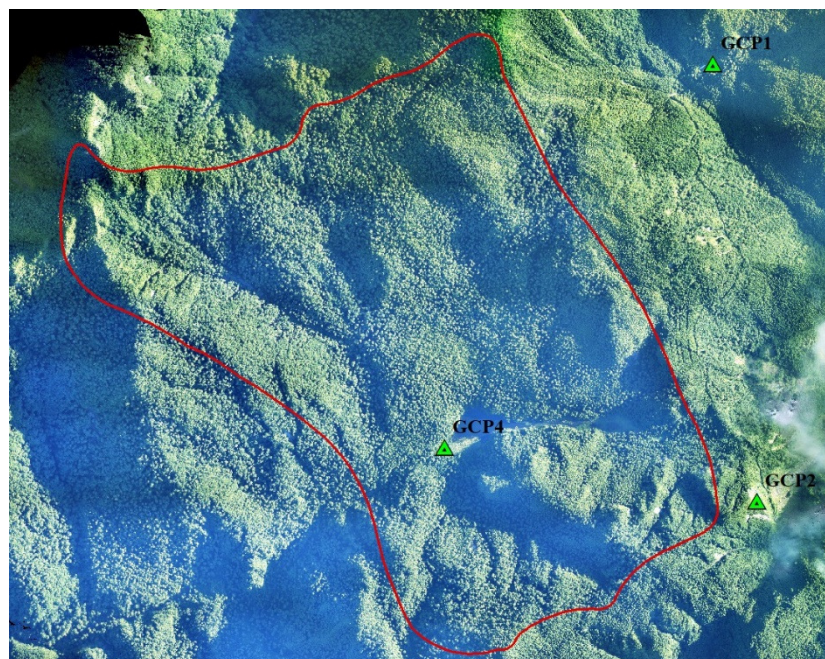


圖 3-50 新竹縣尖石鄉(鴛鴦湖濕地)控制點分布圖

表 3-20 新竹縣尖石鄉(鴛鴦湖濕地)空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
新竹縣尖石鄉 (鴛鴦湖濕地)	平均值(mean)	0.029	-0.026
	中誤差(Sigma)	0.179	0.111
	均方根誤差(RMSE)	0.181	0.114



圖 3-51 新竹縣尖石鄉(鴛鴦湖濕地)正射鑲嵌影像成果

三、 南投縣南投市

本區域為使用國土測繪 1 號 UAS 航拍並辦理感測器校正測試作業。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

■ 第一次任務

1. 航拍任務執行

南投縣南投市(南崗校正場)航拍區範圍約 4.94 平方公里，地表高程約 200 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5DSR 數位相機(像元大小為 4.1 μ m)搭配 50 mm 焦距鏡頭，航高為 1200 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 40%。本區共拍攝 6 條航帶，拍攝影像數量合計 138 片，地面解析度(GSD)約 7 公分。

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果如圖 3-52 所示。



圖 3-52 南投縣南投市(南崗校正場)第一次正射鑲嵌影像成果

■ 第二次任務

1. 航拍任務執行

南投縣南投市(南崗校正場)航拍區範圍約 4.94 平方公里，地表高程約 200 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5DSR 數位相機(像元大小為 $4.1\mu\text{m}$)搭配 50 mm 焦距鏡頭，航高為 1000 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 40%。本區共拍攝 6 條航帶，拍攝影像數量合計 138 片，地面解析度(GSD)約 7 公分。

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果如圖 3-53 所示。



圖 3-53 南投縣南投市(南崗校正場)第二次正射鑲嵌影像成果

四、 苗栗縣通霄鎮

本區域為國土測繪中心臺灣電子地圖局部更新應用需求，採用國土測繪 1 號航拍，並由本團隊配合製作正射影像成果。航拍區相關任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

苗栗縣通霄鎮航拍區範圍約 9.05 平方公里，地表高程約 30 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5DSR 數位相機(像元大小為 $4.1\mu\text{m}$)搭配 20 mm 焦距鏡頭，航高為 742 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 40%。本區共拍攝 4 條航帶，拍攝影像數量合計 277 片，地面解析度(GSD)約 15 公分，影像中心點分布如圖 3-54。

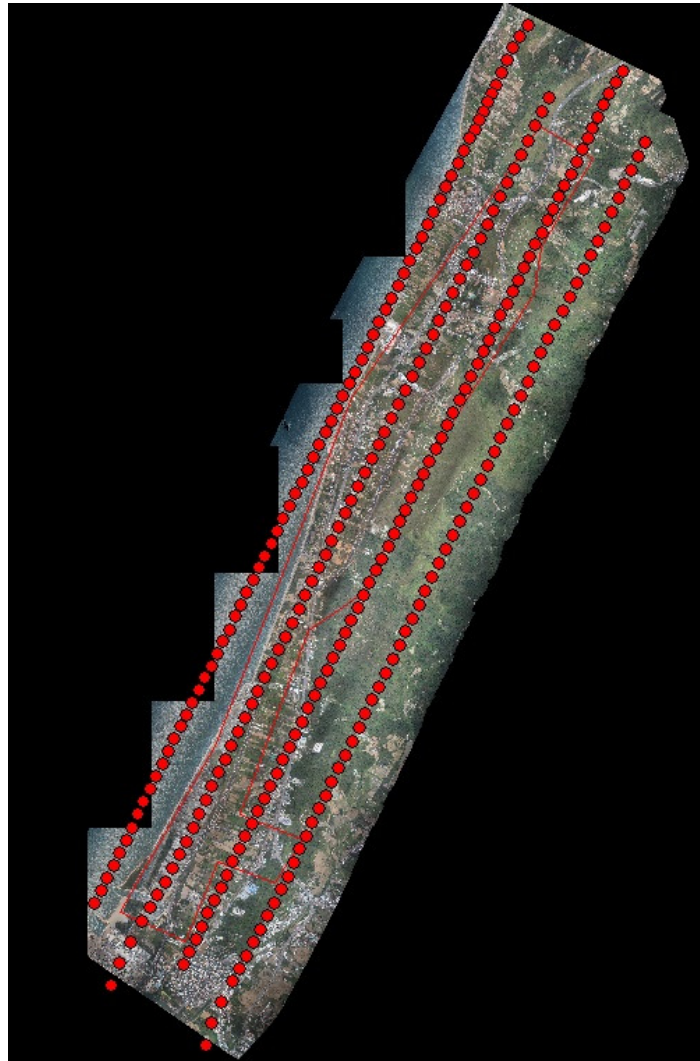


圖 3-54 苗栗縣通霄鎮航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分布如圖 3-55 所示，成果精度如表 3-21 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-56 所示。

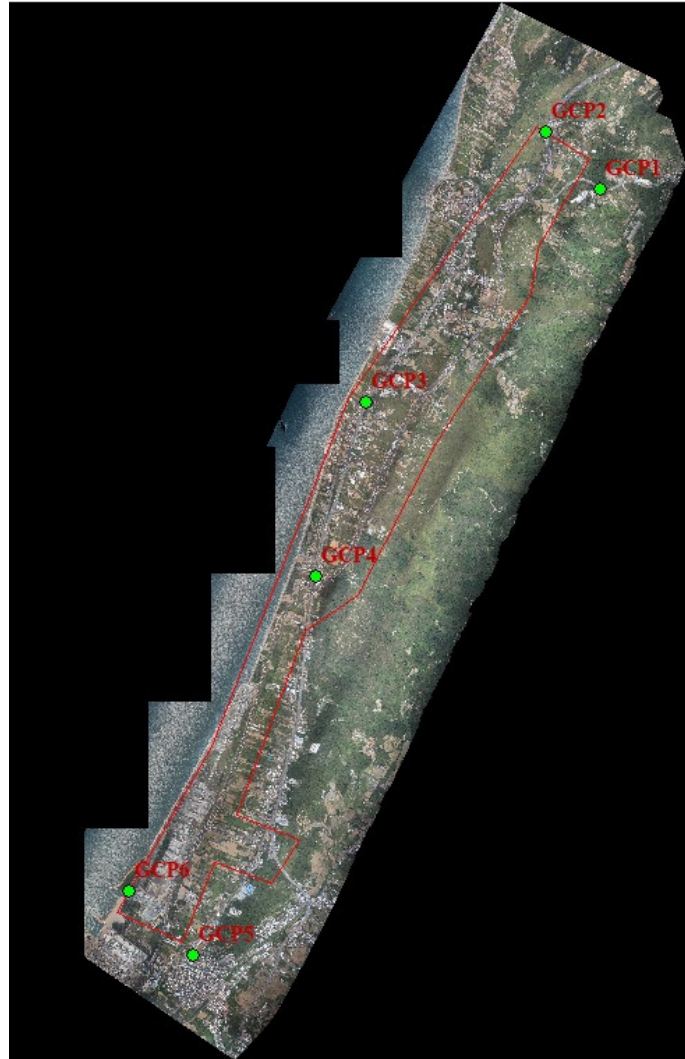


圖 3-55 苗栗縣通霄鎮控制點分布圖

表 3-21 苗栗縣通霄鎮空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
苗栗縣通霄鎮	平均值(mean)	-0.007	0.001
	中誤差(Sigma)	0.031	0.025
	均方根誤差(RMSE)	0.032	0.025



圖 3-56 苗栗縣通霄鎮正射鑲嵌影像成果

五、 苗栗縣銅鑼鄉

本區域為國土測繪中心臺灣電子地圖局部更新應用需求，採用國土測繪 1 號航拍，並由本團隊配合製作正射影像成果。航拍區相關任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

苗栗縣銅鑼鄉航拍區範圍約 0.4 平方公里，地表高程約 180 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5DSR 數位相機(像元大小為 $4.1\mu\text{m}$)搭配 20 mm 焦距鏡頭，航高為 895 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 40%。本區共拍攝 3 條航帶，拍攝影像數量合計 47 片，地面解析度(GSD)約 15 公分，影像中心點分布如圖 3-57。

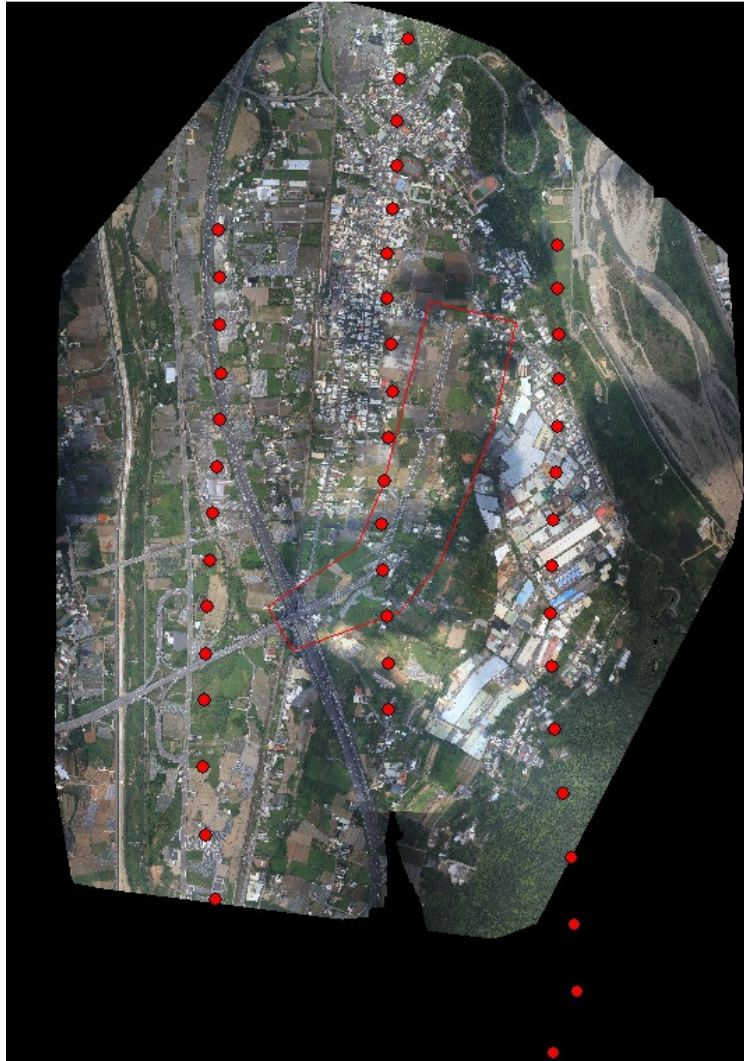


圖 3-57 苗栗縣銅鑼鄉航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分布如圖 3-58 所示，成果精度如表 3-22 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-59 所示。



圖 3-58 苗栗縣銅鑼鄉控制點分布圖

表 3-22 苗栗縣銅鑼鄉空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
苗栗縣銅鑼鄉	平均值(mean)	-0.070	0.072
	中誤差(Sigma)	0.627	0.524
	均方根誤差(RMSE)	0.631	0.529



圖 3-59 苗栗縣銅鑼鄉正射鑲嵌影像成果

六、 臺中市大安區

本區域為國土測繪中心臺灣電子地圖局部更新應用需求，採用國土測繪 1 號航拍，並由本團隊配合製作正射影像成果。航拍區相關任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

臺中市大安區航拍區範圍約 1.5 平方公里，地表高程約 8 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5DSR 數位相機(像元大小為 $4.1\mu\text{m}$)搭配 20 mm 焦距鏡頭，航高為 704 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 40%。本區共拍攝 3 條航帶，拍攝影像數量合計 113 片，地面解析度(GSD)約 15 公分，影像中心點分布如圖 3-60。



圖 3-60 臺中市大安區航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分布如圖 3-61 所示，成果精度如表 3-23 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-62 所示。



圖 3-61 臺中市大安區控制點分布圖

表 3-23 臺中市大安區空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
臺中市大安區	平均值(mean)	0.005	-0.007
	中誤差(Sigma)	0.079	0.174
	均方根誤差(RMSE)	0.079	0.174



圖 3-62 臺中市大安區正射鑲嵌影像成果

七、 屏東縣九如鄉

本區域(含屏東交流道及海豐外環道)為國土測繪中心採用國土測繪 1 號航拍並製作正射影像成果，應用於更新臺灣通用電子地圖正射影像。航拍區相關任務執行與影像處理作業說明如下：

(一) 屏東交流道

1. 航拍任務執行

屏東縣九如鄉(屏東交流道)航拍區範圍約 0.48 平方公里，地表高程約 40 公尺。航拍任務規劃使用 Sony A7RII 數位相機(像元大小為

4.5 μ m)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高為 250 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 50%。本區共拍攝 2 條航帶，拍攝影像數量合計 207 片，地面解析度(GSD)約 5 公分，影像中心點分布如圖 3-63。

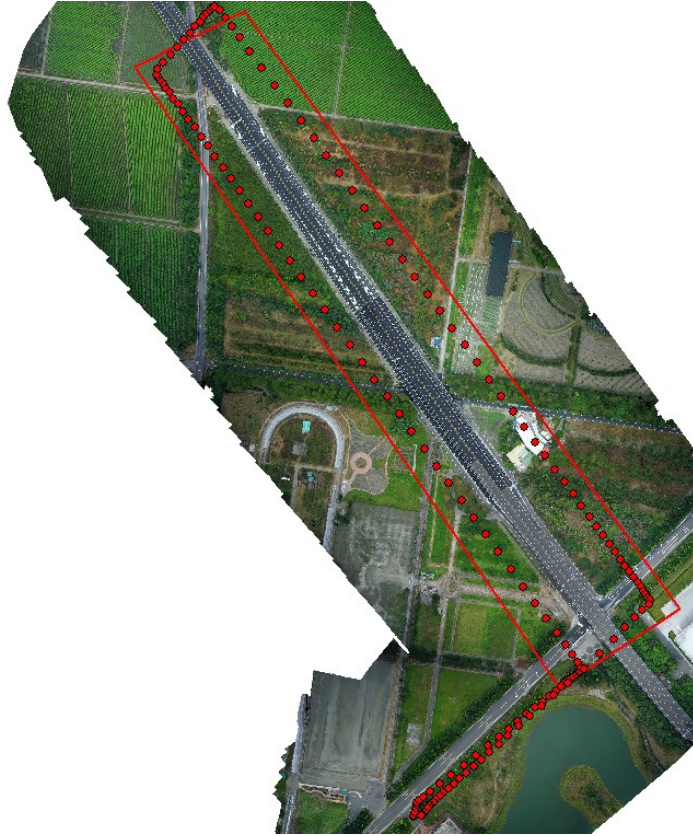


圖 3-63 屏東縣九如鄉(屏東交流道)航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分布如圖 3-64 所示，成果精度如表 3-24 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-65 所示。

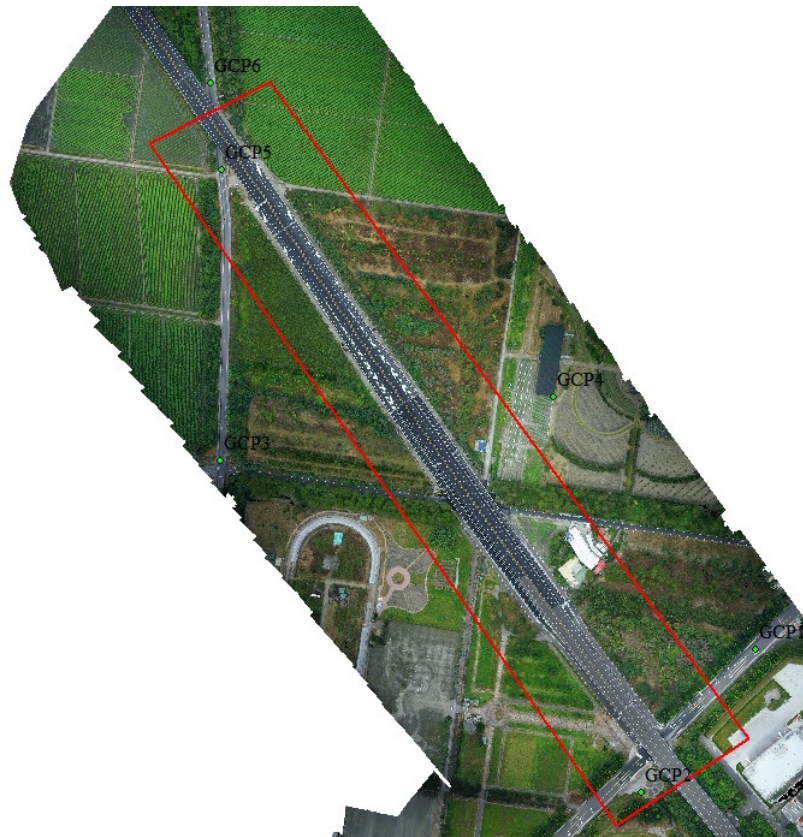


圖 3-64 屏東縣九如鄉(屏東交流道)控制點分布圖

表 3-24 屏東縣九如鄉(屏東交流道)空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
屏東縣九如鄉 (屏東交流道)	平均值(mean)	-0.083	-0.082
	中誤差(Sigma)	0.223	0.211
	均方根誤差(RMSE)	0.238	0.226



圖 3-65 屏東縣九如鄉(屏東交流道)正射鑲嵌影像成果

(二)海豐外環道

1. 航拍任務執行

屏東縣九如鄉(海豐外環道)航拍區範圍約 1.9 平方公里，地表高程約 40 公尺。航拍任務規劃使用 Sony A7RII 數位相機(像元大小為 $4.5\mu\text{m}$)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高為 250 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 50%。本區共拍攝 2 條航帶，拍攝影像數量合計 387 片，地面解析度(GSD)約 5 公分，影像中心點分布如圖 3-66。



圖 3-66 屏東縣九如鄉(海豐外環道)航拍影像中心點分布圖

2. 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點來源為前期影像資料之特徵點，挑選原則為尋找於新舊影像皆可清楚辨識之不變地物點(如人行道邊角，未改之道路標線，明顯之磁磚等)，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置。控制點位置分布如圖 3-67 所示，成果精度如表 3-25 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-68 所示。



圖 3-67 屏東縣九如鄉(海豐外環道)控制點分布圖

表 3-25 屏東縣九如鄉(海豐外環道)空三計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
屏東縣九如鄉 (海豐外環道)	平均值(mean)	0.000	0.012
	中誤差(Sigma)	0.077	0.132
	均方根誤差(RMSE)	0.077	0.133



圖 3-68 屏東縣九如鄉(海豐外環道)正射鑲嵌影像成果

第三節 成果展示作業

本團隊協助相關成果發表會進行 UAS 成果海辦製作如圖 3-69 所示。

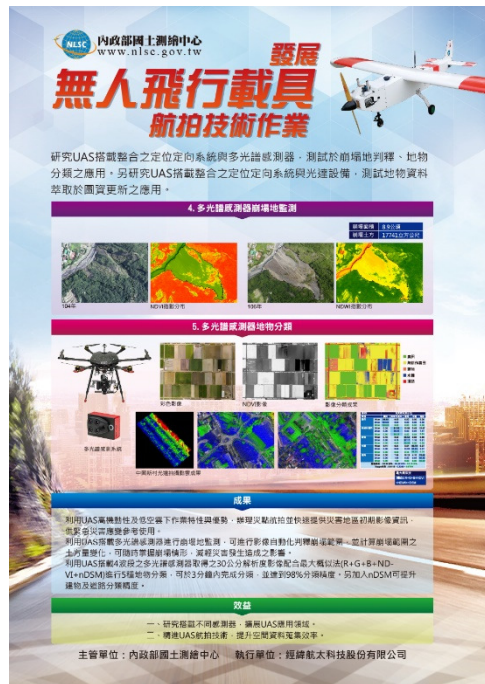


圖 3-69 成果發表會海報製作

第肆章 結論與建議

本案自 107 年 4 月 19 日起開始執行，依契約書規定全案共計 220 個日曆天，另於 107 年 12 月 3 日辦理契約變更，其中因 107 年無辦理緊急航拍作業，另選定協助航拍作業（屏東縣九如鄉 1 區）辦理，該區協助航拍作業及工作總報告履約期限延長至 107 年 12 月 20 日。本案總計完成下列工作項目：

- 一、配合陽明山國家公園管理處、臺中市政府都市發展局、新竹市地政事務所、內政部營建署城鄉發展分署等機關航拍需求，製作正射影像成果計 9 區。
- 二、配合國土測繪中心臺灣通用電子地圖更新需求製作正射影像（4 區）；另以南投縣南投市之南崗校正場航拍影像進行感測器校正測試，共計 5 區。
- 三、配合國土測繪中心相關成果發表，辦理 UAS 展示及製作海報。

本案總計完成 14 區之航拍與影像處理等工作，作業面積合計 7,164 公頃，其中有 8 區大面積（超過 5,400 公頃）航拍作業使用國土測繪中心之國土測繪一號 UAS 辦理航拍作業，本團隊配合辦理影像處理並製作正射影像；另區域面積較小或飛行距離較短則由本團隊採用電動直升機或翼龍定翼型 UAS 辦理航拍並製作正射影像，提升整體航拍效益。本案相關成果應用於局部區域圖資更新或其他機關國土監測等，達成提升圖資更新效率及增進政府機關橫向協調聯繫等成果效益。本團隊執行 107 年度 UAS 測繪作業，UAS 飛航時數總計達 10 小時以上，航拍期間無發生任何失事或重大意外情形，在任務執行安全度上連續 6 年保持良好安全紀錄。

第五章 附錄

附錄一 工作總報告審查甲方工作小組意見回覆說明表

審查意見	意見答覆
1.P.3, 第 3 節應補充說明本案契約變更工作事項及履約展延相關內容; 另 P.4, 表 1-2 成果繳交情形請一併配合修正。	修正工作時程及交付成果, 新增本案契約變更工作事項及履約展延內容, 說明於 P.3 至 P.4。
2.P.5 與 P.6, 國土測繪 1 號翼展數據為 3.3 公尺及 2.5 公尺不一致, 應為 2.5 公尺, 請修正。	統一修正為翼展長為 2.5 公尺, 說明於 P.5 至 P.6。
3.P.12, 表 2-7, 說明數位相機搭配 25mm 鏡頭, 本年度任務似未使用該焦距鏡頭, 請查明修正。	修正數位相機搭配之鏡頭焦距, 說明於 P.10 至 P.14。
4.P.39, 第參章, 各區航線規劃圖請比照 P.19 圖 2-20 修正以本中心電子地圖圖臺顯示航線規劃情形。	航線規劃圖修正為以測繪中心電子地圖圖臺顯示航線規劃情形, 如 P.41 至 P.96。
5.P.40 後頁首之年度有誤植情形, 請修正。另表 3-1 請配合 P.39 文字說明之航拍區域數量修正。	修正頁尾頁首之年度、案名、章節等內容。修正表 3-1 內容, 說明於 P.39 至 P.40。
6.P.42, 第參章第一及第二節, 建議配合工作項目分成協助航拍作業及國土測繪 1 號影像處理作業說明。	修正工作項目為第參章第一節協助航拍作業, 第二節國土測繪 1 號影像處理作業, 說明於 P.41 至 P.96。
7.P.91~97, 屏東交流道及海豐外環道相關內容建議合併撰寫。	航拍區域屏東交流道及海豐外環道內容合併於屏東縣九如鄉敘述說明, 說明於 P.90 至 P.96。
8.P.98, 結論部分請補充說明契約變更及履約展延內容; 第 4 及第 5 段建議合併成一段。另協助航拍及測繪 1 號影像處理區域數與 P.39 寫法不一致, 請修正。	修正第肆章結論與建議內容, 補充契約變更及履約展延內容, 調整區域數量及面積等統計內容, 說明於 P.97。

附錄二 每月工作會議紀錄

內政部國土測繪中心

「107 年度協助航拍與影像處理作業採購案」及「106 及 107 年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案」4 月份工作會議紀錄

- 壹、 時間：107 年 4 月 26 日（星期四）下午 3 時
- 貳、 地點：本中心第 2 會議室
- 參、 主持人：林課長昌鑑 記錄：施錦揮
- 肆、 出席單位及人員：如簽到簿。
- 伍、 廠商報告事項：「107 年度協助航拍與影像處理作業採購案」與「106 及 107 年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案」4 月份工作情形。
- 陸、 會議結論：
- 一、 「107 年度協助航拍與影像處理作業採購案」
 - (一)、 民用航空法修正業於 107 年 4 月 25 日通過，有關涉及 UAS 之內容，後續請持續追蹤相關子法與配套措施研擬進度及實施日期，俾配合辦理 UAS 設備註冊及取得人員操作證照等作業。
 - (二)、 有關本案各航拍區域之航線規劃，請評估規劃使用本中心臺灣通用電子地圖為底圖。
 - (三)、 本案目前確定之航拍區域業已發函交通部民用航空局申請空域中，請預先辦理航拍規劃並於空域通過後儘速排定時程執行航拍任務。
 - 二、 「106 及 107 年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案」
 - (一)、 針對光達測試及圖資更新作業，請蒐集相關文獻資料（近 3 年），並參考研擬圖資更新作業流程及適用原則，於工作總報告針對未來本中心於局部圖資更新應用提出建議。
 - (二)、 本案光達整合設備似有過重之虞，請協助蒐集目前市面上較輕量化之設備，供本中心後續採購設備參考，並將相關資料納入工作總報告。
- 柒、 散會：下午 3 時 50 分

內政部國土測繪中心「107 年度國土測繪 1 號無人飛行載具航拍及維護作業採購案」與「107 年度協助航拍與影像處理作業採購案」及「106 及 107 年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案」工作會議簽到簿

時 間：107 年 4 月 26 日(星期四)下午 3 時		
地 點：本中心第 2 會議室		
主 席：林課長昌鑑		記 錄：施錦揮
出席人員(單位)	職 稱	簽 到 處
智飛科技股份 有限公司	總經理	梁水 蔡文河
經緯航太科技股份 有限公司	專案經理	林東翔 謝佳諭
地形及海洋測量課		
	技正	李世賢
	技士	施錦揮

內政部國土測繪中心

「107 年度協助航拍與影像處理作業採購案」及「106 及 107 年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案」6 月份工作會議紀錄

- 壹、 時間：107 年 6 月 28 日（星期四）下午 2 時
- 貳、 地點：本中心第 2 會議室
- 參、 主持人：林課長昌鑑
記錄：施錦揮
- 肆、 出席單位及人員：如簽到簿。
- 伍、 廠商報告事項：「107 年度協助航拍與影像處理作業採購案」及「106 及 107 年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案」6 月份工作情形。
- 陸、 會議結論：
- 一、「107 年度協助航拍與影像處理作業採購案」
 - (一)、有關本案航拍作業及影像處理成果，請依契約規定掌握期程辦理並繳交。
 - (二)、各區航拍作業如遇有天候等不可抗力因素無法於期限內完成，請於成果繳交時提出相關佐證資料。
 - 二、「106 及 107 年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案」
 - (一)、針對本案光達研究測試作業請依簡報所提相關規劃時程加緊趕辦，並以電子郵件方式每周回報工作情形及進度。
 - (二)、本中心規劃於第 37 屆測量及空間資訊研討會發表 UAS 研究成果，請配合撰寫光達研究成果投稿摘要，並於 7 月 20 日前送交本中心；另請製作研究成果相關簡報，並於 8 月 24 日前送交本中心。
 - (三)、有關光達研究測試相關文獻資料，請再多蒐集國外研究案例並參考其作業流程與方法內容，針對測試作業所發現之問題及結果進行比較分析並提出改進建議。
- 柒、 散會：下午 3 時 10 分

內政部國土測繪中心「107 年度國土測繪 1 號無人飛行載具航拍及維護作業採購案」與「107 年度協助航拍與影像處理作業採購案」及「106 及 107 年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案」工作會議簽到簿

時 間：107 年 4 月 26 日(星期四)下午 3 時		
地 點：本中心第 2 會議室		
主 席：林課長昌鑑		記 錄：施錦揮
出席人員(單位)	職 稱	簽 到 處
智飛科技股份 有限公司	經理	梁小 徐文河
經緯航太科技股份 有限公司	專案經理	林其翔 謝佳諭
地形及海洋測量課		
	技正	李世賢
	技士	施錦揮

內政部國土測繪中心

「107年度協助航拍與影像處理作業採購案」及「106及107年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案」9月份工作會議紀錄

壹、 時間：107年9月6日（星期四）上午10時

貳、 地點：本中心第2會議室

參、 主持人：林課長昌鑑 記錄：施錦揮

肆、 出席單位及人員：如簽到簿。

伍、 廠商報告事項：「107年度協助航拍與影像處理作業採購案」及「106及107年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案」8月份工作情形。

陸、 會議結論：

一、「107年度協助航拍與影像處理作業採購案」

(一)、 國土測繪1號航拍之苗栗銅鑼及臺中大安區域，業於本(107)年9月6日提供原始數據資料，請依規定於30日內(10月6日)完成影像處理並繳交成果。

(二)、 有關UAS成果展示工作項目，須彙整相關成果資料製作2張展示海報，請重點呈現UAS航拍與研究(光達研究測試)專案作業成果，於繳交工作總報告書成果時一併提送。

二、「106及107年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案」

(一)、 本案光達研究測試相關作業，依契約書規定應於本年9月17日前繳交航拍與應用及三維影像模型測試成果，工作進度落後，請儘速完成相關成果，並依簡報所提相關規劃時程加緊趕辦，並賡續以電子郵件方式每周回報工作情形及進度。

(二)、 有關本案整合中興新村空中與地面影像及光達資料製作三維模型工作項目，請以中興會堂地標為標的辦理後續相關作業。

柒、 散會：上午11時30分

內政部國土測繪中心
 「107 年度協助航拍與影像處理作業採購案」及「106 及 107 年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案」工作會議簽到簿

時 間：107 年 7 月 26 日(星期四)下午 3 時		
地 點：本中心第 2 會議室		
主 席：林課長昌鑑		記 錄：施錦揮
出席人員(單位)	職 稱	簽 到 處
經緯航太科技股份有限公司		林奕翔
	專案經理	謝任諭
地形及海洋測量課		林昌鑑
		林世賢
		施錦揮

附錄三 數位相機率定報告

一、Sony α7 搭配焦距 21mm 鏡頭

CAMERA CALIBRATION REPORT

PROJECT DETAILS

Camera: SONY ILCE-7

Filename: E:\work\測點\20180430_A7_21mm\20180430_A7_21mm.aus

Calibration Date: 30/04/2018 17:36pm

METRIC CALIBRATION PARAMETERS

Resolution = 6000 x 4000 pixels

Pixel width = 0.0060mm, Pixel height = 0.0060mm

	VALUE	STANDARD ERROR
Principal distance	c = 21.5318mm	0.001mm
Principal point offset in x-image coordinate	xp = 0.2018mm	< 0.001mm
Principal point offset in y-image coordinate	yp = 0.0150mm	< 0.001mm
3rd-order term of radial distortion correction	K1 = 1.43713e-004	2.0228e-007
5th-order term of radial distortion correction	K2 = -2.64006e-007	1.0012e-009
7th-order term of radial distortion correction	K3 = 1.06717e-010	1.6484e-012
Coefficient of decentering distortion	P1 = 1.4317e-006	2.596e-007
Coefficient of decentering distortion	P2 = 1.9718e-005	2.047e-007
No significant differential scaling present	B1 = 0.0000e+000	4.623e-020
No significant non-orthogonality present	B2 = 0.0000e+000	4.623e-020
9th-order term of radial distortion correction	K4 = 0.00000e+000	4.6226e-036
11th-order term of radial distortion correction	K5 = 0.00000e+000	4.6226e-040

STANDARD CORRECTION EQUATION

The corrected image coordinates $x(\text{corr})$ & $y(\text{corr})$ can be calculated from the measured coordinates $x(\text{meas})$ & $y(\text{meas})$ by using the formulas:

$$x = x(\text{meas}) - xp$$

$$y = y(\text{meas}) - yp$$

x and y are now with respect to the principal point,

$$r^2 = x^2 + y^2$$

$$dr = K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$x(\text{corr}) = x(\text{meas}) - xp + x \cdot dr/r + P1 \cdot (r^2 + 2x^2) + 2 \cdot P2 \cdot x \cdot y$$

$$y(\text{corr}) = y(\text{meas}) - yp + y \cdot dr/r + P2 \cdot (r^2 + 2y^2) + 2 \cdot P1 \cdot x \cdot y$$

Camera self-calibration determined in a network of 40 images and 665 points, to an image measurement accuracy (RMS 1-sigma) of 0.22 pixels or 1.31 μm , and of 1.0.

Produced by Australis from Photometrix - <http://www.photometrix.com.au>

PAGE 1 of 5

CAMERA CALIBRATION REPORT

GAUSSIAN RADIAL DISTORTION CORRECTION PROFILE (dr)

For principal distance c , Gaussian radial distortion correction dr (microns) is given for any radial distance r (mm) as:

$$dr = K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$\text{correction } dx = x \cdot dr/r$$

$$\text{correction } dy = y \cdot dr/r$$

	VALUE	STANDARD ERROR
$c =$	21.532mm	0.0012mm
$K1 =$	1.43713e-004	2.0228e-007
$K2 =$	-2.64006e-007	1.0012e-009
$K3 =$	1.06717e-010	1.6484e-012
$K4 =$	-3.29587e-053	4.6226e-036
$K5 =$	-1.25599e-058	4.6226e-040

$r(\text{mm})$	$dr(\text{microns})$
0.00	0.0
2.00	1.1
4.00	8.9
6.00	29.0
8.00	65.2
10.00	118.4
12.00	186.5
14.00	263.6
16.00	340.5
18.00	404.6
20.00	441.5



CAMERA CALIBRATION REPORT

BALANCED RADIAL DISTORTION CORRECTION PROFILE(dr)

For 'balanced' principal distance cb , radial distortion correction dr (microns) is given for any radial distance r (mm) as:

$$dr = K0 \cdot r + K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$cb = 21.1032\text{mm}$$

$$K0 = -1.99034\text{e-}002$$

$$K1 = 1.40852\text{e-}004$$

$$K2 = -2.58752\text{e-}007$$

$$K3 = 1.04593\text{e-}010$$

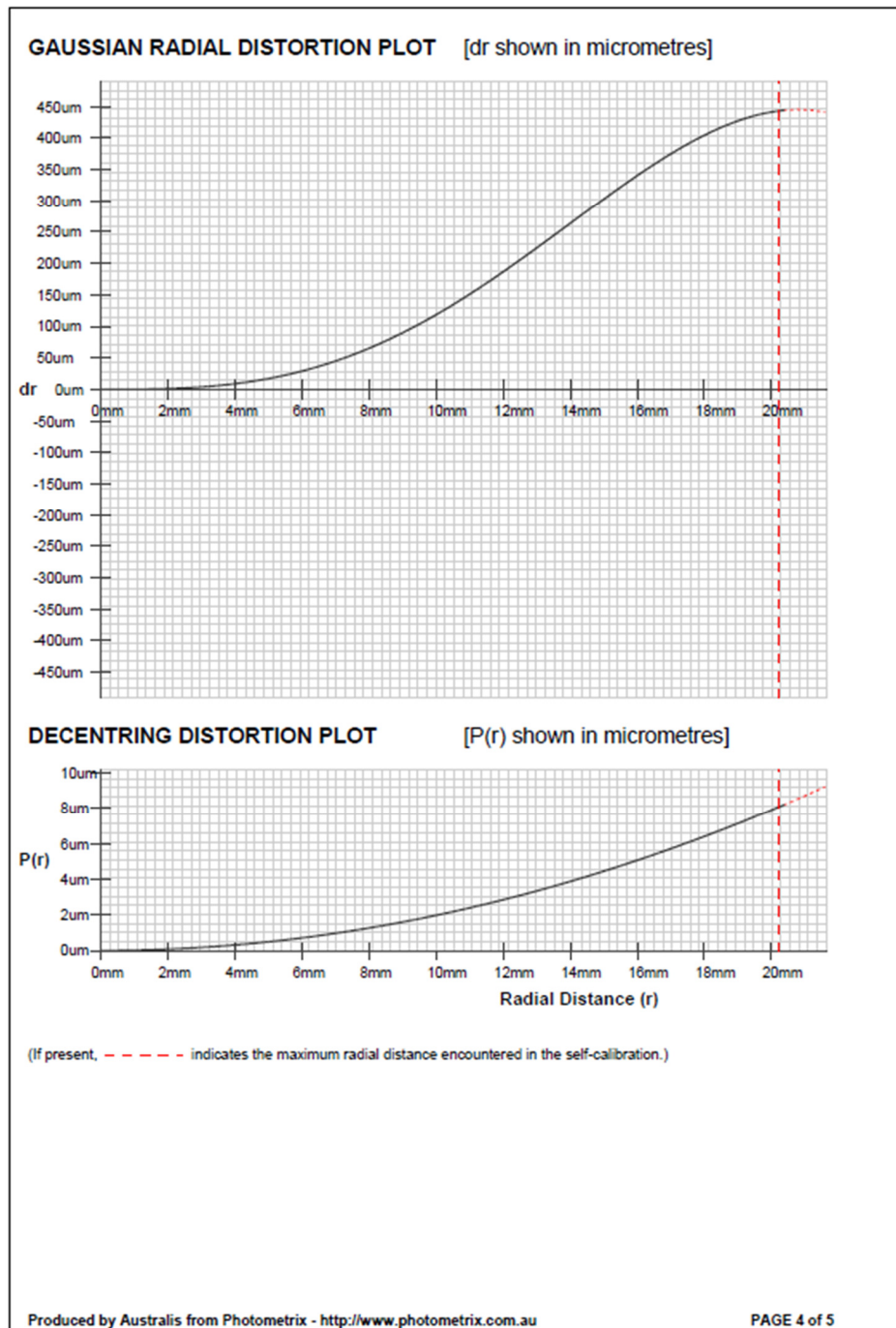
$$K4 = -3.23027\text{e-}053$$

$$K5 = -1.23099\text{e-}058$$

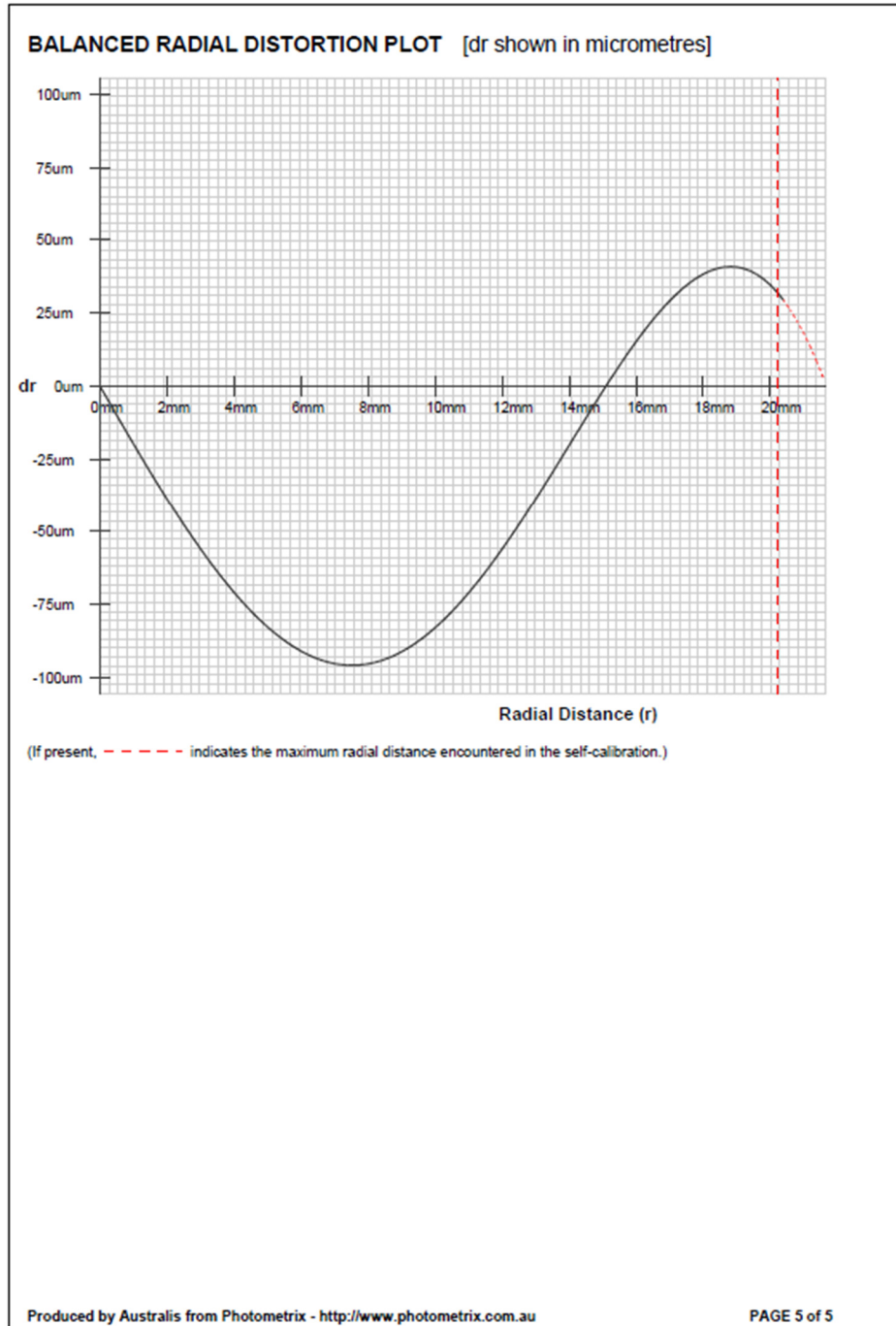
r(mm)	dr(microns)
0.00	0.0
2.00	-38.7
4.00	-70.9
6.00	-91.0
8.00	-95.4
10.00	-83.0
12.00	-56.1
14.00	-20.3
16.00	15.2
18.00	38.3
20.00	34.6

Distortion profile is 'balanced' ($dr = 0.0$) about a radial distance of $r = 15.1\text{mm}$

CAMERA CALIBRATION REPORT



CAMERA CALIBRATION REPORT



二、Sony α7R II 搭配焦距 21mm 鏡頭

CAMERA CALIBRATION REPORT

PROJECT DETAILS

Camera: SONY ILCE-7RM2

Filename: E:\work\測繪\20180615_A7RII_21mm(2)\20180615_A7RII_21mm(2).aus

Calibration Date: 15/06/2018 17:50pm

METRIC CALIBRATION PARAMETERS

Resolution = 7952 x 5304 pixels

Pixel width = 0.0045mm, Pixel height = 0.0045mm

	VALUE	STANDARD ERROR
Principal distance	c = 21.4918mm	0.001mm
Principal point offset in x-image coordinate	xp = -0.0276mm	< 0.001mm
Principal point offset in y-image coordinate	yp = 0.0515mm	< 0.001mm
3rd-order term of radial distortion correction	K1 = 1.40129e-04	2.3734e-07
5th-order term of radial distortion correction	K2 = -2.75819e-07	1.4988e-09
7th-order term of radial distortion correction	K3 = 1.16975e-10	2.9745e-12
Coefficient of decentering distortion	P1 = -2.8085e-06	3.413e-07
Coefficient of decentering distortion	P2 = 1.4293e-05	2.506e-07
No significant differential scaling present	B1 = 0.0000e+00	5.332e-20
No significant non-orthogonality present	B2 = 0.0000e+00	5.332e-20
9th-order term of radial distortion correction	K4 = 0.00000e+00	5.3316e-36
11th-order term of radial distortion correction	K5 = 0.00000e+00	5.3316e-40

STANDARD CORRECTION EQUATION

The corrected image coordinates $x(\text{corr})$ & $y(\text{corr})$ can be calculated from the measured coordinates $x(\text{meas})$ & $y(\text{meas})$ by using the formulas:

$$x = x(\text{meas}) - xp$$

$$y = y(\text{meas}) - yp$$

x and y are now with respect to the principal point,

$$r^2 = x^2 + y^2$$

$$dr = K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$x(\text{corr}) = x(\text{meas}) - xp + x \cdot dr/r + P1 \cdot (r^2 + 2x^2) + 2 \cdot P2 \cdot x \cdot y$$

$$y(\text{corr}) = y(\text{meas}) - yp + y \cdot dr/r + P2 \cdot (r^2 + 2y^2) + 2 \cdot P1 \cdot x \cdot y$$

Camera self-calibration determined in a network of 40 images and 611 points, to an image measurement accuracy (RMS 1-sigma) of 0.25 pixels or 1.12 um, and of of 1.0.

Produced by Australis from Photometrix - <http://www.photometrix.com.au>

PAGE 1 of 5



CAMERA CALIBRATION REPORT

GAUSSIAN RADIAL DISTORTION CORRECTION PROFILE (dr)

For principal distance c , Gaussian radial distortion correction dr (microns) is given for any radial distance r (mm) as:

$$dr = K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$\text{correction } dx = x \cdot dr / r$$

$$\text{correction } dy = y \cdot dr / r$$

	VALUE	STANDARD ERROR
$c =$	21.492mm	0.0011mm
$K1 =$	1.40129e-04	2.3734e-07
$K2 =$	-2.75819e-07	1.4988e-09
$K3 =$	1.16975e-10	2.9745e-12
$K4 =$	-2.70954e-53	5.3316e-36
$K5 =$	-1.10154e-58	5.3316e-40

$r(\text{mm})$	$dr(\text{microns})$
0.00	0.0
2.00	1.1
4.00	8.7
6.00	28.2
8.00	63.0
10.00	113.7
12.00	177.7
14.00	248.5
16.00	316.2
18.00	367.7
20.00	388.1

CAMERA CALIBRATION REPORT

BALANCED RADIAL DISTORTION CORRECTION PROFILE(dr)

For 'balanced' principal distance cb , radial distortion correction dr (microns) is given for any radial distance r (mm) as:

$$dr = K0 \cdot r + K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$cb = 21.0911\text{mm}$$

$$K0 = -1.86438\text{e-}02$$

$$K1 = 1.37517\text{e-}04$$

$$K2 = -2.70677\text{e-}07$$

$$K3 = 1.14794\text{e-}10$$

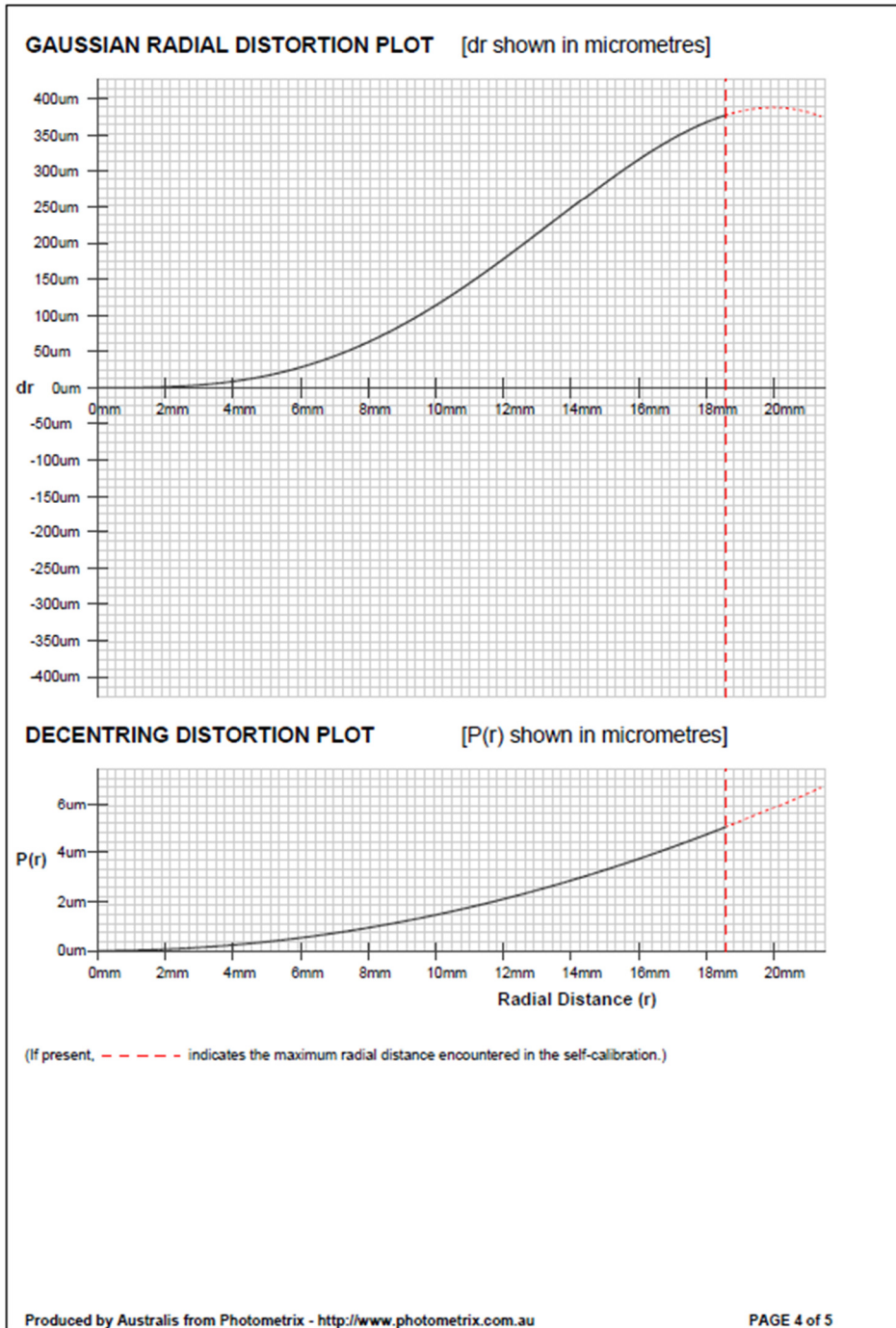
$$K4 = -2.65902\text{e-}53$$

$$K5 = -1.08100\text{e-}58$$

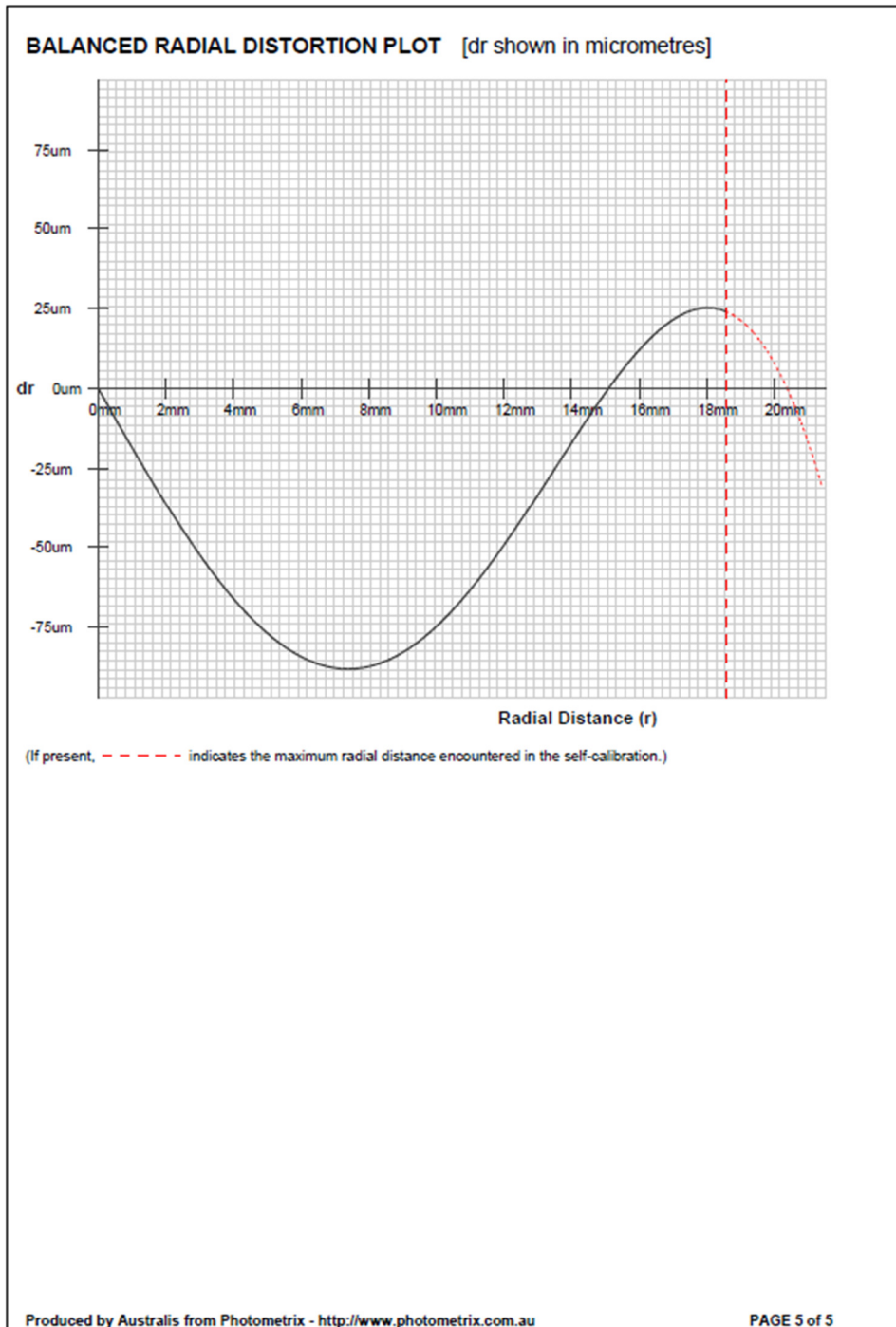
r(mm)	dr(microns)
0.00	0.0
2.00	-36.2
4.00	-66.0
6.00	-84.2
8.00	-87.4
10.00	-74.8
12.00	-49.3
14.00	-17.1
16.00	12.0
18.00	25.2
20.00	8.0

Distortion profile is 'balanced' ($dr = 0.0$) about a radial distance of $r = 15.1\text{mm}$

CAMERA CALIBRATION REPORT



CAMERA CALIBRATION REPORT



三、Sony α5100 搭配焦距 16mm 鏡頭

CAMERA CALIBRATION REPORT

PROJECT DETAILS

Camera: SONY ILCE-5100

Filename: ...ork\...v'w\20180514_A5100_16mm(1417040015)\20180514_A5100_16mm.aus

Calibration Date: 14/05/2018 16:50pm

METRIC CALIBRATION PARAMETERS

Resolution = 6000 x 4000 pixels

Pixel width = 0.0039mm, Pixel height = 0.0039mm

	VALUE	STANDARD ERROR
Principal distance	c = 15.7442mm	0.001mm
Principal point offset in x-image coordinate	xp = -0.1806mm	< 0.001mm
Principal point offset in y-image coordinate	yp = 0.2248mm	< 0.001mm
3rd-order term of radial distortion correction	K1 = 2.51764e-004	9.9794e-007
5th-order term of radial distortion correction	K2 = -1.27500e-006	1.4051e-008
7th-order term of radial distortion correction	K3 = -1.21515e-009	6.1683e-011
Coefficient of decentering distortion	P1 = 1.3006e-005	8.329e-007
Coefficient of decentering distortion	P2 = -2.0853e-004	6.230e-007
No significant differential scaling present	B1 = 0.0000e+000	7.827e-020
No significant non-orthogonality present	B2 = 0.0000e+000	7.827e-020
9th-order term of radial distortion correction	K4 = 0.00000e+000	7.8275e-036
11th-order term of radial distortion correction	K5 = 0.00000e+000	7.8275e-040

STANDARD CORRECTION EQUATION

The corrected image coordinates $x(\text{corr})$ & $y(\text{corr})$ can be calculated from the measured coordinates $x(\text{meas})$ & $y(\text{meas})$ by using the formulas:

$$x = x(\text{meas}) - xp$$

$$y = y(\text{meas}) - yp$$

x and y are now with respect to the principal point,

$$r^2 = x^2 + y^2$$

$$dr = K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$x(\text{corr}) = x(\text{meas}) - xp + x \cdot dr/r + P1 \cdot (r^2 + 2x^2) + 2 \cdot P2 \cdot x \cdot y$$

$$y(\text{corr}) = y(\text{meas}) - yp + y \cdot dr/r + P2 \cdot (r^2 + 2y^2) + 2 \cdot P1 \cdot x \cdot y$$

Camera self-calibration determined in a network of 40 images and 574 points, to an image measurement accuracy (RMS 1-sigma) of 0.37 pixels or 1.43 um, and of of 1:1.

Produced by Australis from Photometrix - <http://www.photometrix.com.au>

PAGE 1 of 5

CAMERA CALIBRATION REPORT

GAUSSIAN RADIAL DISTORTION CORRECTION PROFILE (dr)

For principal distance c , Gaussian radial distortion correction dr (microns) is given for any radial distance r (mm) as:

$$dr = K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$\text{correction } dx = x \cdot dr/r$$

$$\text{correction } dy = y \cdot dr/r$$

	VALUE	STANDARD ERROR
$c =$	15.744mm	0.0012mm
$K1 =$	2.51764e-004	9.9794e-007
$K2 =$	-1.27500e-006	1.4051e-008
$K3 =$	-1.21515e-009	6.1683e-011
$K4 =$	-1.07027e-054	7.8275e-036
$K5 =$	-1.48130e-060	7.8275e-040

r(mm)	dr(microns)
0.00	0.0
1.00	0.3
2.00	2.0
3.00	6.5
4.00	14.8
5.00	27.4
6.00	44.1
7.00	63.9
8.00	84.6
9.00	102.4
10.00	112.1
11.00	106.1
12.00	74.2
13.00	3.5
14.00	-123.0

CAMERA CALIBRATION REPORT

BALANCED RADIAL DISTORTION CORRECTION PROFILE(dr)

For 'balanced' principal distance cb , radial distortion correction dr (microns) is given for any radial distance r (mm) as:

$$dr = K0 \cdot r + K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$cb = 15.5676\text{mm}$$

$$K0 = -1.12156\text{e-}002$$

$$K1 = 2.48940\text{e-}004$$

$$K2 = -1.26070\text{e-}006$$

$$K3 = -1.20153\text{e-}009$$

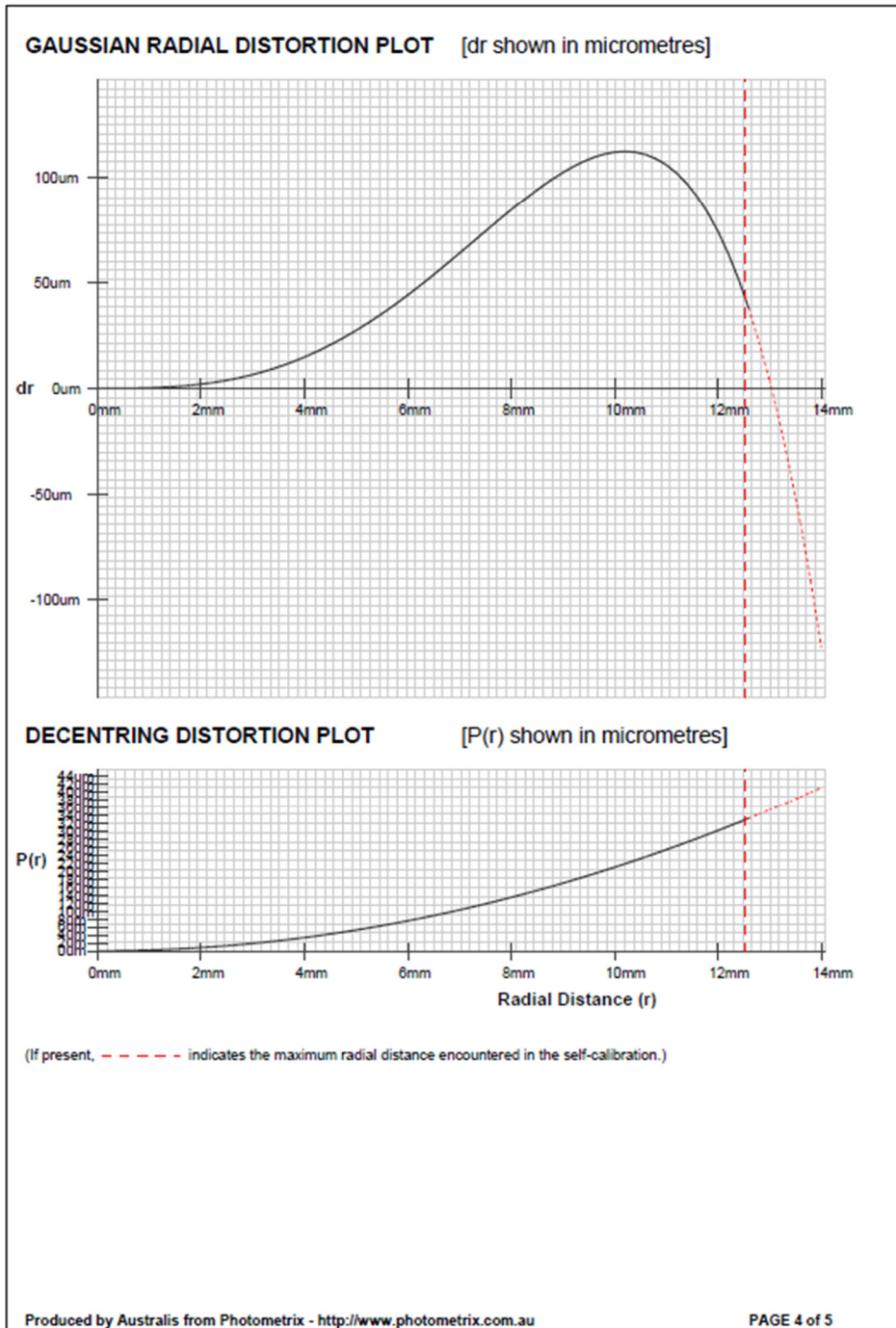
$$K4 = -1.05826\text{e-}054$$

$$K5 = -1.46469\text{e-}060$$

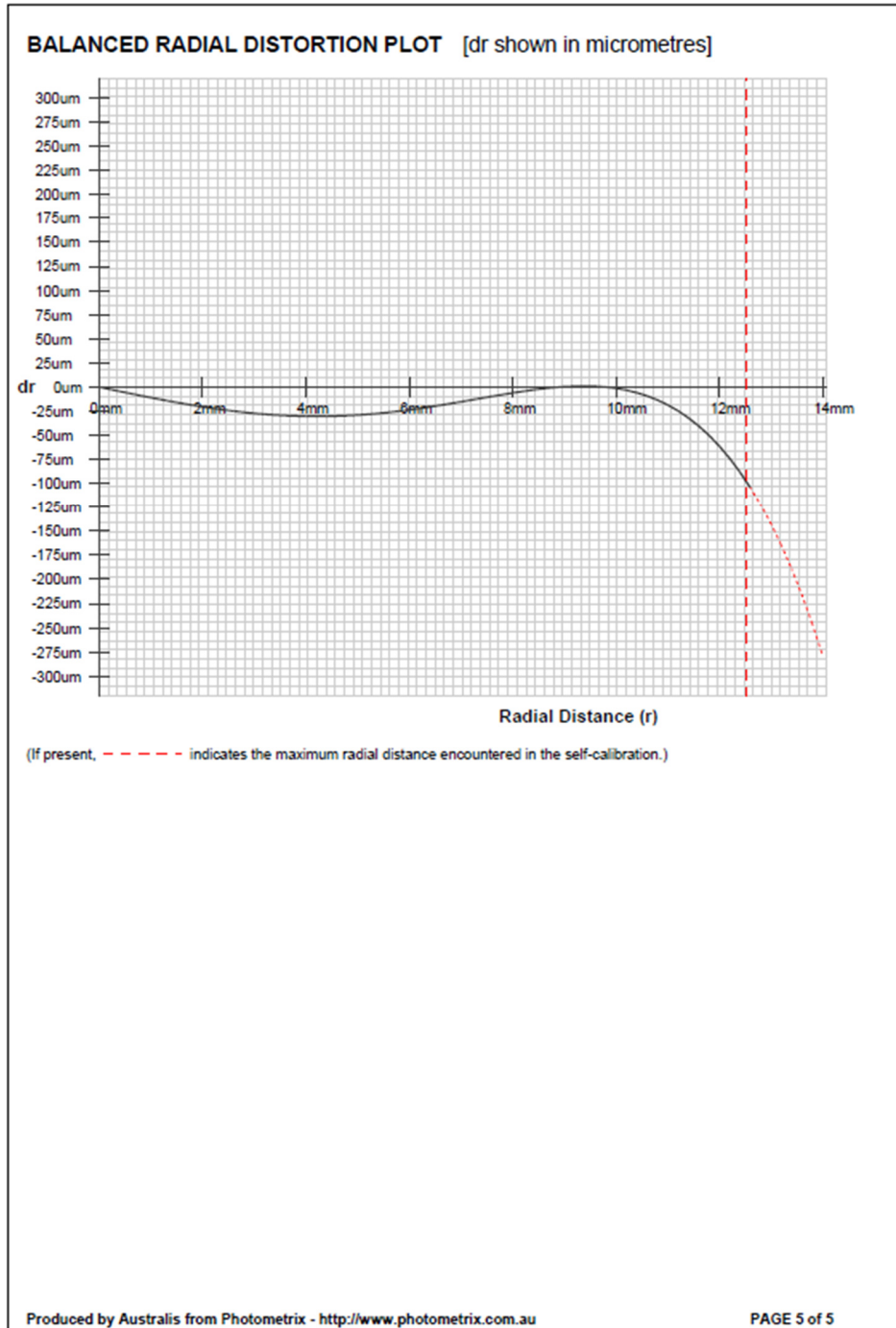
r(mm)	dr(microns)
0.00	0.0
1.00	-11.0
2.00	-20.5
3.00	-27.2
4.00	-30.2
5.00	-29.0
6.00	-23.7
7.00	-15.3
8.00	-6.1
9.00	0.3
10.00	-1.3
11.00	-18.5
12.00	-61.2
13.00	-142.4
14.00	-278.6

Distortion profile is 'balanced' ($dr = 0.0$) about a radial distance of $r = 9.8\text{mm}$

CAMERA CALIBRATION REPORT



CAMERA CALIBRATION REPORT



四、Canon 5DSR 搭配焦距 20 mm 鏡頭

CAMERA CALIBRATION REPORT

PROJECT DETAILS

Camera: Canon EOS 5DS R

Filename: ...ork\...v\w20170606_5DSR_20mm_ChiFei\20170606_5DSR_20mm_Chifei.aus

Calibration Date: 06/06/2017 18:28pm

METRIC CALIBRATION PARAMETERS

Resolution = 8688 x 5792 pixels

Pixel width = 0.0041mm, Pixel height = 0.0041mm

	VALUE	STANDARD ERROR
Principal distance	c = 20.4835mm	0.002mm
Principal point offset in x-image coordinate	xp = -0.0279mm	< 0.001mm
Principal point offset in y-image coordinate	yp = 0.0821mm	< 0.001mm
3rd-order term of radial distortion correction	K1 = 2.04503e-04	2.6006e-07
5th-order term of radial distortion correction	K2 = -3.92462e-07	1.5583e-09
7th-order term of radial distortion correction	K3 = 7.45716e-11	2.9291e-12
Coefficient of decentering distortion	P1 = 1.7260e-06	4.353e-07
Coefficient of decentering distortion	P2 = 2.5184e-05	3.118e-07
No significant differential scaling present	B1 = 0.0000e+00	8.036e-20
No significant non-orthogonality present	B2 = 0.0000e+00	8.036e-20
9th-order term of radial distortion correction	K4 = 0.00000e+00	8.0362e-36
11th-order term of radial distortion correction	K5 = 0.00000e+00	8.0362e-40

STANDARD CORRECTION EQUATION

The corrected image coordinates $x(\text{corr})$ & $y(\text{corr})$ can be calculated from the measured coordinates $x(\text{meas})$ & $y(\text{meas})$ by using the formulas:

$$x = x(\text{meas}) - xp$$

$$y = y(\text{meas}) - yp$$

x and y are now with respect to the principal point,

$$r^2 = x^2 + y^2$$

$$dr = K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$x(\text{corr}) = x(\text{meas}) - xp + x \cdot dr/r + P1 \cdot (r^2 + 2x^2) + 2 \cdot P2 \cdot x \cdot y$$

$$y(\text{corr}) = y(\text{meas}) - yp + y \cdot dr/r + P2 \cdot (r^2 + 2y^2) + 2 \cdot P1 \cdot x \cdot y$$

Camera self-calibration determined in a network of 40 images and 610 points, to an image measurement accuracy (RMS 1-sigma) of 0.38 pixels or 1.57 um, and of of 1.0.

Produced by Australis from Photometrix - <http://www.photometrix.com.au>

PAGE 1 of 5



CAMERA CALIBRATION REPORT

GAUSSIAN RADIAL DISTORTION CORRECTION PROFILE (dr)

For principal distance c , Gaussian radial distortion correction dr (microns) is given for any radial distance r (mm) as:

$$dr = K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$\text{correction } dx = x \cdot dr/r$$

$$\text{correction } dy = y \cdot dr/r$$

	VALUE	STANDARD ERROR
$c =$	20.484mm	0.0015mm
$K1 =$	2.04503e-04	2.6006e-07
$K2 =$	-3.92462e-07	1.5583e-09
$K3 =$	7.45716e-11	2.9291e-12
$K4 =$	-9.48435e-53	8.0362e-36
$K5 =$	-3.67449e-58	8.0362e-40

$r(\text{mm})$	$dr(\text{microns})$
0.00	0.0
2.00	1.6
4.00	12.7
6.00	41.1
8.00	92.0
10.00	166.0
12.00	258.4
14.00	357.9
16.00	446.1
18.00	496.7
20.00	475.6

CAMERA CALIBRATION REPORT

BALANCED RADIAL DISTORTION CORRECTION PROFILE(dr)

For 'balanced' principal distance cb , radial distortion correction dr (microns) is given for any radial distance r (mm) as:

$$dr = K0 \cdot r + K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$cb = 19.9429\text{mm}$$

$$K0 = -2.63936\text{e-}02$$

$$K1 = 1.99105\text{e-}04$$

$$K2 = -3.82103\text{e-}07$$

$$K3 = 7.26034\text{e-}11$$

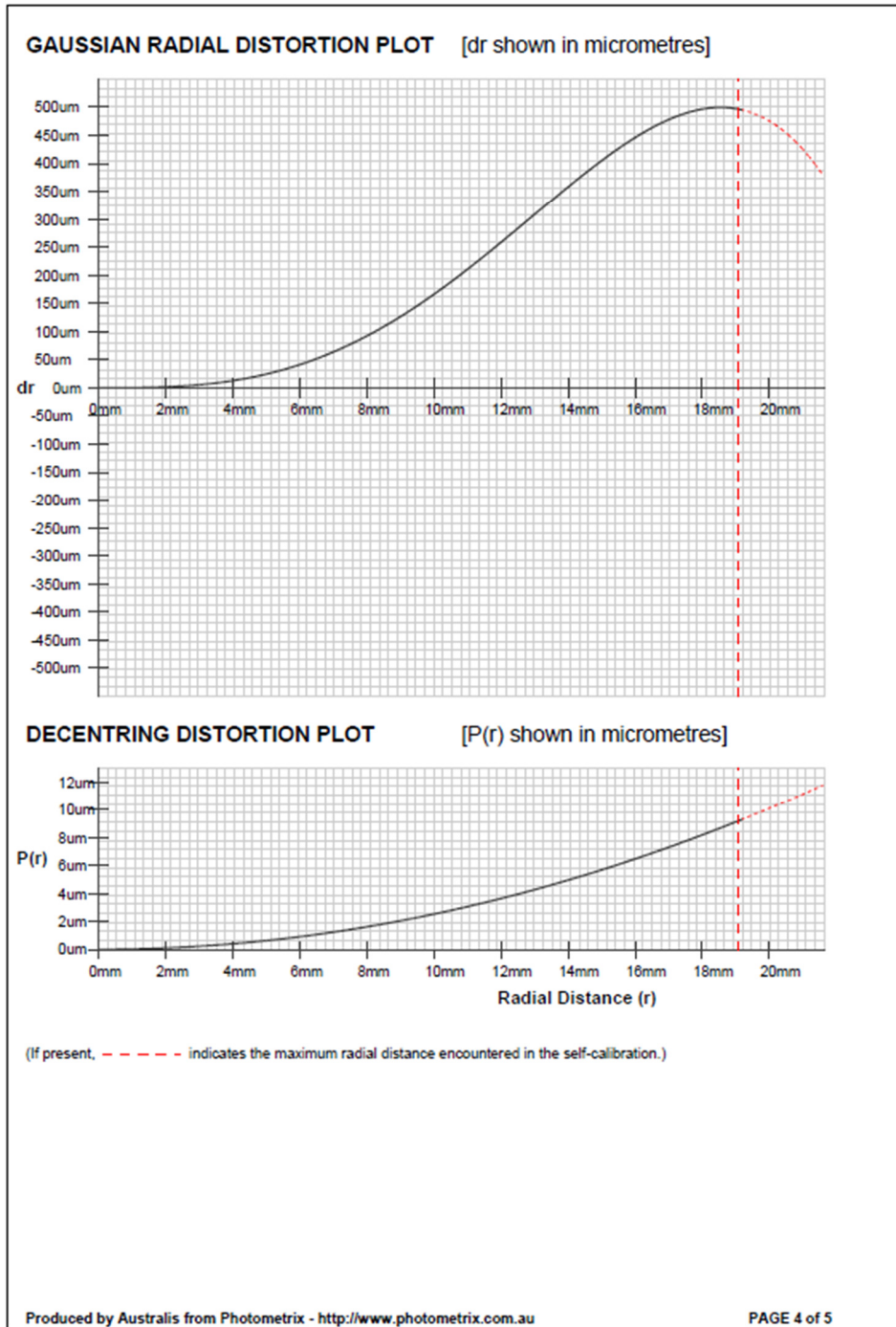
$$K4 = -9.23402\text{e-}53$$

$$K5 = -3.57750\text{e-}58$$

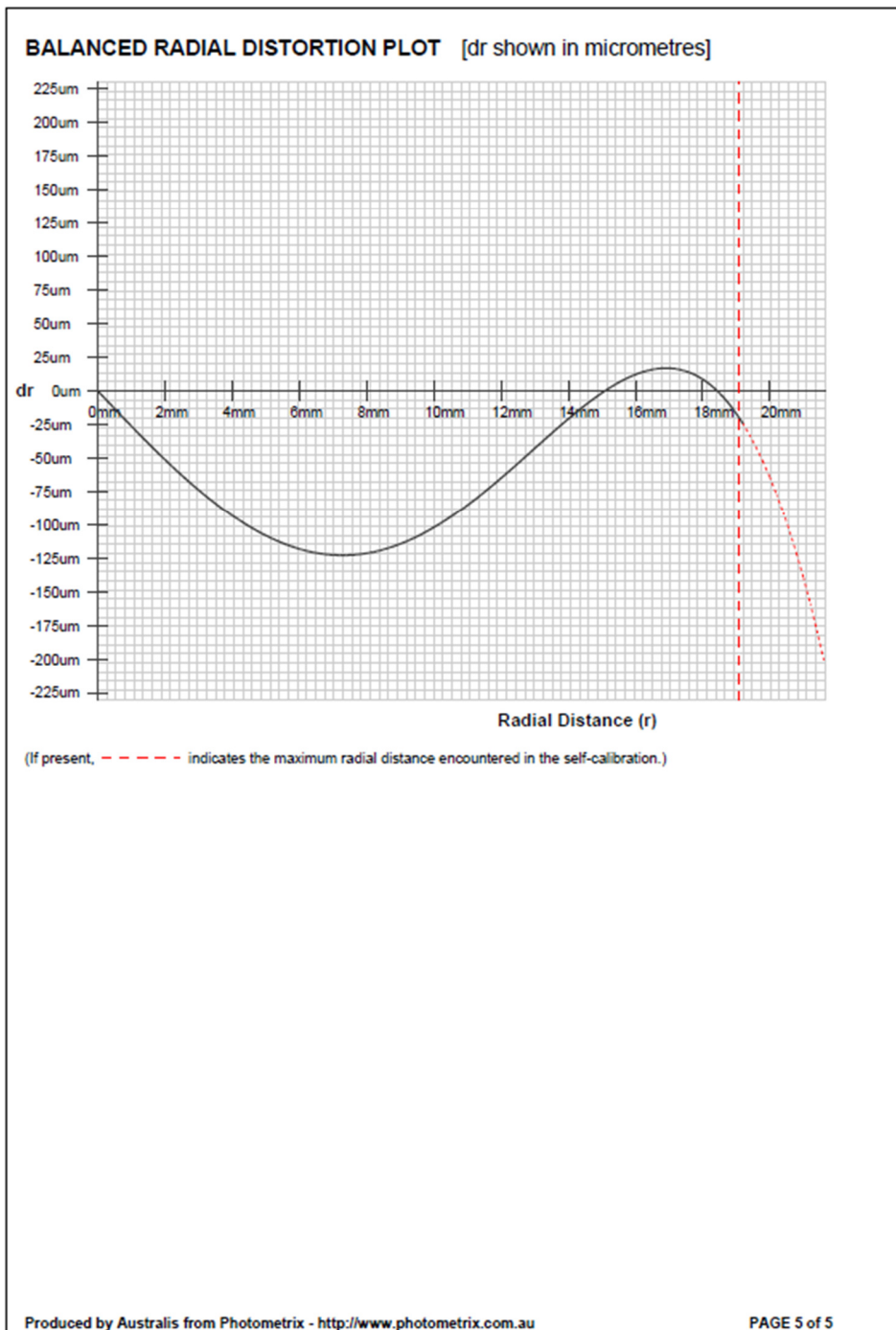
r(mm)	dr(microns)
0.00	0.0
2.00	-51.2
4.00	-93.2
6.00	-118.3
8.00	-121.6
10.00	-102.3
12.00	-65.1
14.00	-21.0
16.00	12.1
18.00	8.5
20.00	-64.8

Distortion profile is 'balanced' ($dr = 0.0$) about a radial distance of $r = 15.1\text{mm}$

CAMERA CALIBRATION REPORT



CAMERA CALIBRATION REPORT



五、Canon 5DSR 搭配焦距 50 mm 鏡頭

CAMERA CALIBRATION REPORT

PROJECT DETAILS

Camera: Canon EOS 5DS R

Filename: E:\work\k\1\1\20170705_5DSR_50mm\20170705_5DSR_50mm.aus

Calibration Date: 05/07/2017 11:54am

METRIC CALIBRATION PARAMETERS

Resolution = 8688 x 5792 pixels

Pixel width = 0.0041mm, Pixel height = 0.0041mm

	VALUE	STANDARD ERROR
Principal distance	c = 51.7517mm	0.002mm
Principal point offset in x-image coordinate	xp = -0.0964mm	0.002mm
Principal point offset in y-image coordinate	yp = -0.0290mm	0.002mm
3rd-order term of radial distortion correction	K1 = 5.24065e-05	2.0875e-07
5th-order term of radial distortion correction	K2 = -7.24037e-09	9.6944e-10
7th-order term of radial distortion correction	K3 = -7.22665e-12	1.4232e-12
Coefficient of decentering distortion	P1 = -1.5319e-06	1.667e-07
Coefficient of decentering distortion	P2 = 3.9227e-06	1.403e-07
No significant differential scaling present	B1 = 0.0000e+00	6.663e-20
No significant non-orthogonality present	B2 = 0.0000e+00	6.663e-20
9th-order term of radial distortion correction	K4 = 0.00000e+00	6.6633e-36
11th-order term of radial distortion correction	K5 = 0.00000e+00	6.6633e-40

STANDARD CORRECTION EQUATION

The corrected image coordinates $x(\text{corr})$ & $y(\text{corr})$ can be calculated from the measured coordinates $x(\text{meas})$ & $y(\text{meas})$ by using the formulas:

$$x = x(\text{meas}) - xp$$

$$y = y(\text{meas}) - yp$$

x and y are now with respect to the principal point,

$$r^2 = x^2 + y^2$$

$$dr = K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$x(\text{corr}) = x(\text{meas}) - xp + x \cdot dr / r + P1 \cdot (r^2 + 2x^2) + 2 \cdot P2 \cdot x \cdot y$$

$$y(\text{corr}) = y(\text{meas}) - yp + y \cdot dr / r + P2 \cdot (r^2 + 2y^2) + 2 \cdot P1 \cdot x \cdot y$$

Camera self-calibration determined in a network of 40 images and 713 points, to an image measurement accuracy (RMS 1-sigma) of 0.31 pixels or 1.30 um, and of 1.0.

Produced by Australis from Photometrix - <http://www.photometrix.com.au>

PAGE 1 of 5

CAMERA CALIBRATION REPORT

GAUSSIAN RADIAL DISTORTION CORRECTION PROFILE (dr)

For principal distance c , Gaussian radial distortion correction dr (microns) is given for any radial distance r (mm) as:

$$dr = K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$\text{correction } dx = x \cdot dr/r$$

$$\text{correction } dy = y \cdot dr/r$$

	VALUE	STANDARD ERROR
$c =$	51.752mm	0.0021mm
$K1 =$	5.24065e-05	2.0875e-07
$K2 =$	-7.24037e-09	9.6944e-10
$K3 =$	-7.22665e-12	1.4232e-12
$K4 =$	1.10459e-52	6.6633e-36
$K5 =$	4.10772e-58	6.6633e-40

r(mm)	dr(microns)
0.00	0.0
2.00	0.4
4.00	3.3
6.00	11.3
8.00	26.6
10.00	51.6
12.00	88.5
14.00	139.1
16.00	205.1
18.00	287.5
20.00	386.8

CAMERA CALIBRATION REPORT

BALANCED RADIAL DISTORTION CORRECTION PROFILE(dr)

For 'balanced' principal distance cb , radial distortion correction dr (microns) is given for any radial distance r (mm) as:

$$dr = K0 \cdot r + K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$cb = 51.1639\text{mm}$$

$$K0 = -1.13567\text{e-}02$$

$$K1 = 5.18114\text{e-}05$$

$$K2 = -7.15814\text{e-}09$$

$$K3 = -7.14458\text{e-}12$$

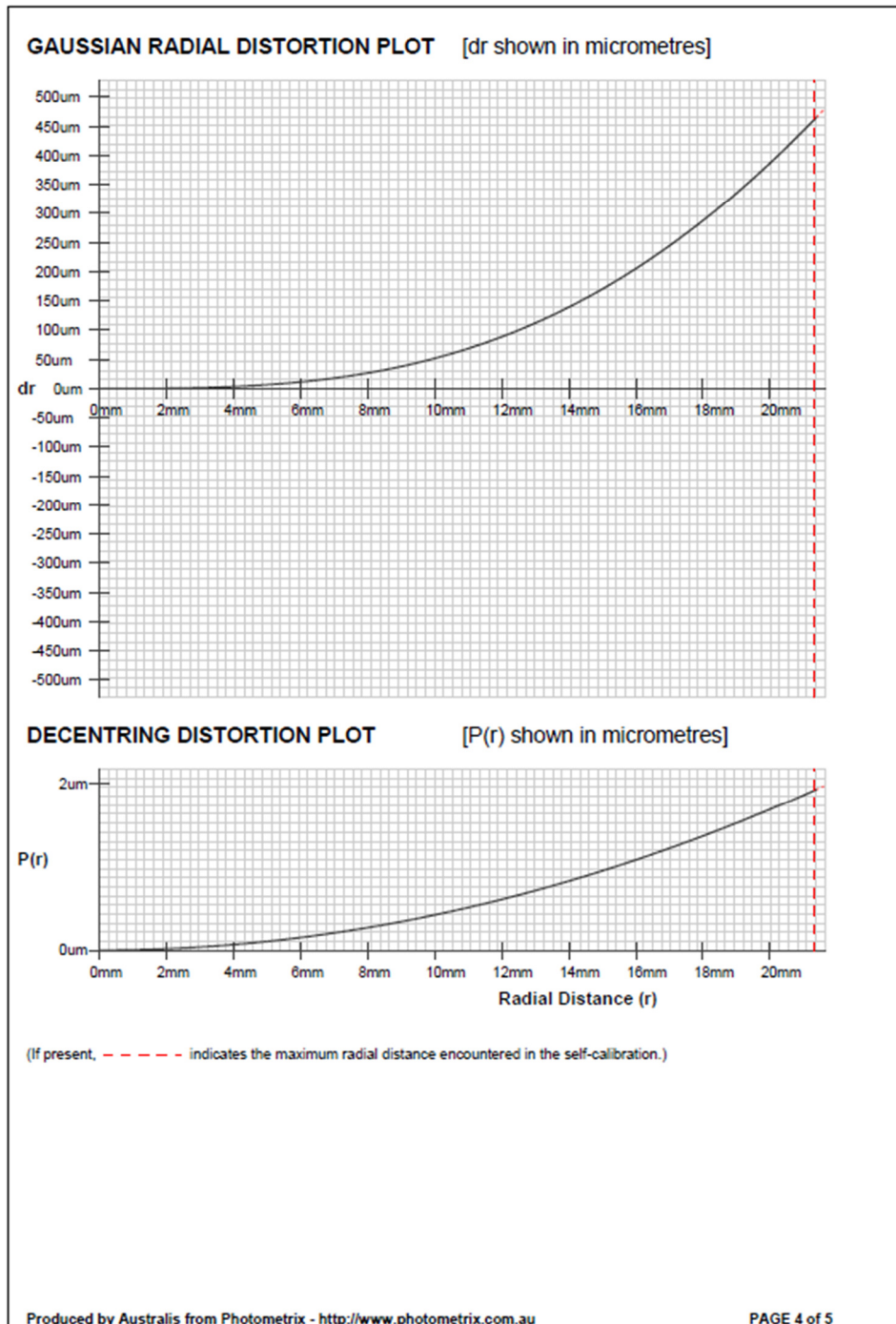
$$K4 = 1.09204\text{e-}52$$

$$K5 = 4.06107\text{e-}58$$

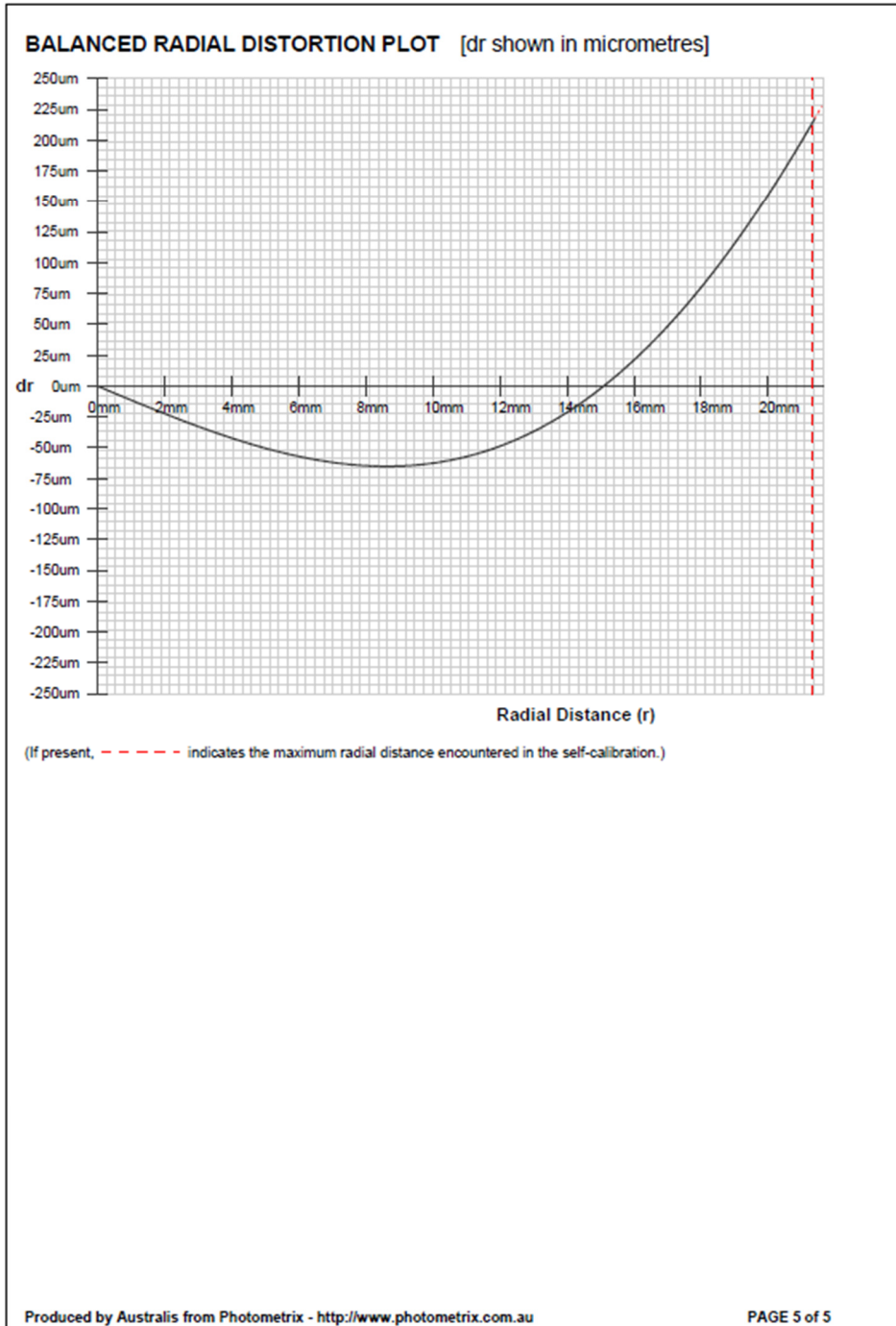
r(mm)	dr(microns)
0.00	0.0
2.00	-22.3
4.00	-42.1
6.00	-57.0
8.00	-64.6
10.00	-62.5
12.00	-48.8
14.00	-21.4
16.00	21.1
18.00	79.8
20.00	155.3

Distortion profile is 'balanced' ($dr = 0.0$) about a radial distance of $r = 15.1\text{mm}$

CAMERA CALIBRATION REPORT



CAMERA CALIBRATION REPORT



六、Canon 5D Mark II 搭配焦距 20 mm 鏡頭

CAMERA CALIBRATION REPORT

PROJECT DETAILS

Camera: Canon EOS 5D Mark II

Filename: ...work\k\...v\w\20170522_5D2_20mm_ChiFei\20170522_5D2_20mm_ChiFei.aus

Calibration Date: 22/05/2017 14:30pm

METRIC CALIBRATION PARAMETERS

Resolution = 5616 x 3744 pixels

Pixel width = 0.0064mm, Pixel height = 0.0064mm

	VALUE	STANDARD ERROR
Principal distance	c = 20.4712mm	0.001mm
Principal point offset in x-image coordinate	xp = -0.0956mm	< 0.001mm
Principal point offset in y-image coordinate	yp = 0.0970mm	< 0.001mm
3rd-order term of radial distortion correction	K1 = 2.06954e-04	2.5187e-07
5th-order term of radial distortion correction	K2 = -4.17659e-07	1.4515e-09
7th-order term of radial distortion correction	K3 = 1.39656e-10	2.7261e-12
Coefficient of decentering distortion	P1 = -4.7735e-07	2.948e-07
Coefficient of decentering distortion	P2 = 2.3533e-05	2.207e-07
No significant differential scaling present	B1 = 0.0000e+00	5.722e-20
No significant non-orthogonality present	B2 = 0.0000e+00	5.722e-20
9th-order term of radial distortion correction	K4 = 0.00000e+00	5.7218e-36
11th-order term of radial distortion correction	K5 = 0.00000e+00	5.7218e-40

STANDARD CORRECTION EQUATION

The corrected image coordinates $x(\text{corr})$ & $y(\text{corr})$ can be calculated from the measured coordinates $x(\text{meas})$ & $y(\text{meas})$ by using the formulas:

$$x = x(\text{meas}) - xp$$

$$y = y(\text{meas}) - yp$$

x and y are now with respect to the principal point,

$$r^2 = x^2 + y^2$$

$$dr = K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$x(\text{corr}) = x(\text{meas}) - xp + x \cdot dr / r + P1 \cdot (r^2 + 2x^2) + 2 \cdot P2 \cdot x \cdot y$$

$$y(\text{corr}) = y(\text{meas}) - yp + y \cdot dr / r + P2 \cdot (r^2 + 2y^2) + 2 \cdot P1 \cdot x \cdot y$$

Camera self-calibration determined in a network of 45 images and 691 points, to an image measurement accuracy (RMS 1-sigma) of 0.27 pixels or 1.75 um, and qf of 1.0.

Produced by Australis from Photometrix - <http://www.photometrix.com.au>

PAGE 1 of 5



CAMERA CALIBRATION REPORT

GAUSSIAN RADIAL DISTORTION CORRECTION PROFILE (dr)

For principal distance c , Gaussian radial distortion correction dr (microns) is

given for any radial distance r (mm) as:

$$dr = K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$\text{correction } dx = x \cdot dr / r$$

$$\text{correction } dy = y \cdot dr / r$$

	VALUE	STANDARD ERROR
$c =$	20.471mm	0.0015mm
$K1 =$	2.06954e-04	2.5187e-07
$K2 =$	-4.17659e-07	1.4515e-09
$K3 =$	1.39656e-10	2.7261e-12
$K4 =$	-3.43329e-53	5.7218e-36
$K5 =$	-1.69099e-58	5.7218e-40

$r(\text{mm})$	$dr(\text{microns})$
0.00	0.0
2.00	1.6
4.00	12.8
6.00	41.5
8.00	92.6
10.00	166.6
12.00	258.7
14.00	358.0
16.00	447.2
18.00	503.3
20.00	497.9

CAMERA CALIBRATION REPORT

BALANCED RADIAL DISTORTION CORRECTION PROFILE(dr)

For 'balanced' principal distance cb , radial distortion correction dr (microns) is given for any radial distance r (mm) as:

$$dr = K0 \cdot r + K1 \cdot r^3 + K2 \cdot r^5 + K3 \cdot r^7 + K4 \cdot r^9 + K5 \cdot r^{11}$$

$$cb = 19.9305\text{mm}$$

$$K0 = -2.64130\text{e-}02$$

$$K1 = 2.01488\text{e-}04$$

$$K2 = -4.06627\text{e-}07$$

$$K3 = 1.35967\text{e-}10$$

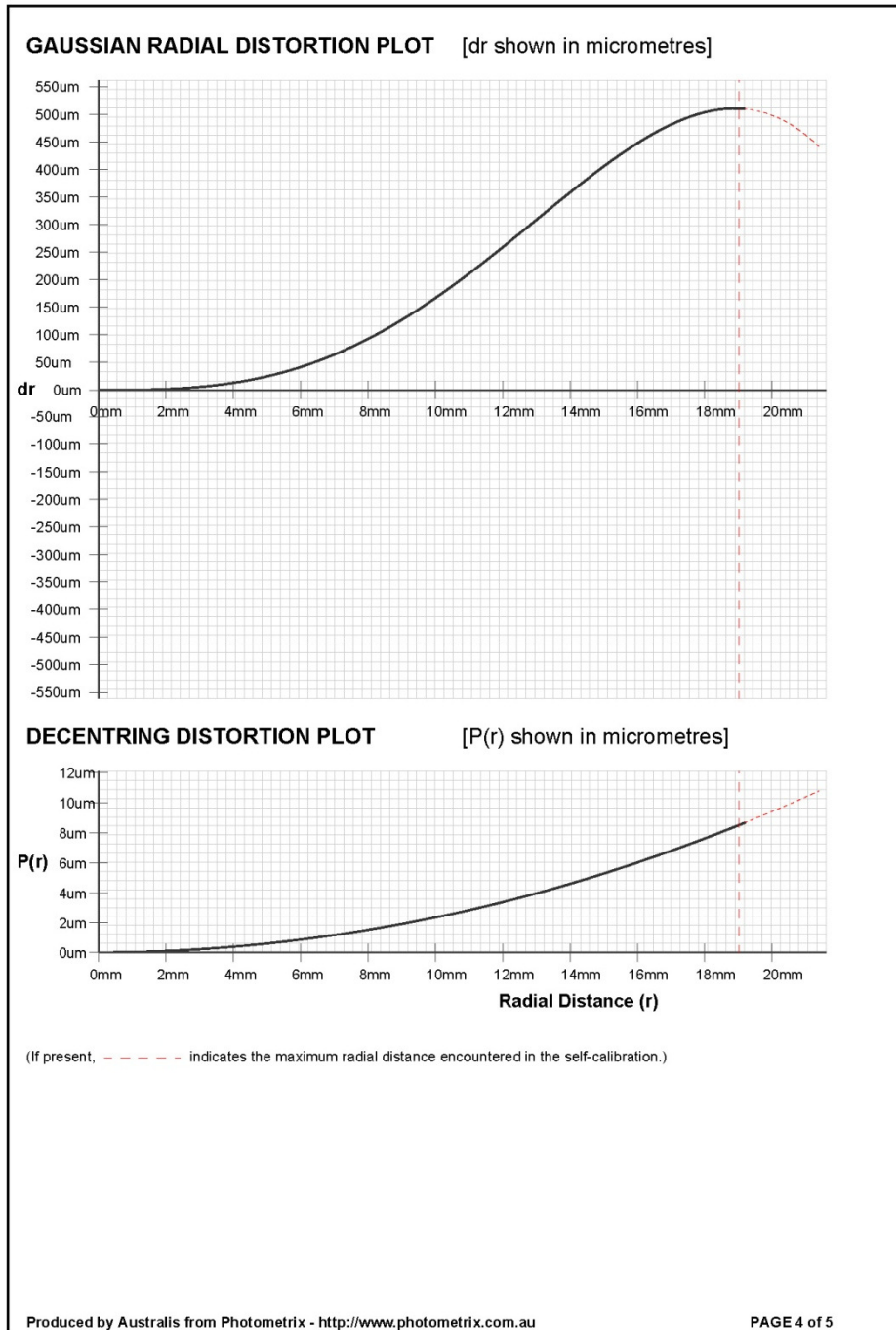
$$K4 = -3.34261\text{e-}53$$

$$K5 = -1.64633\text{e-}58$$

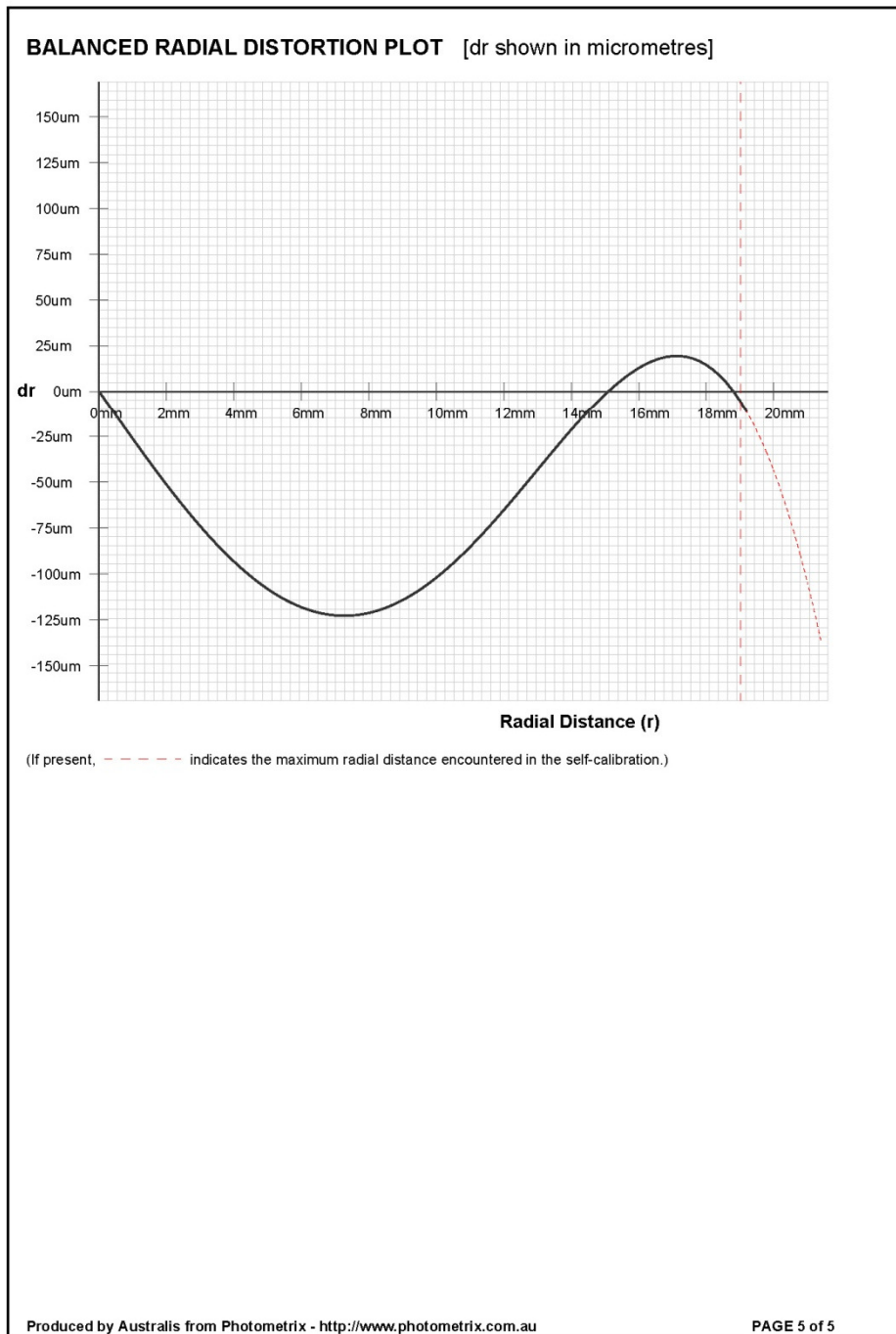
$r(\text{mm})$	$dr(\text{microns})$
0.00	0.0
2.00	-51.2
4.00	-93.2
6.00	-118.1
8.00	-121.2
10.00	-101.9
12.00	-65.1
14.00	-21.3
16.00	12.8
18.00	14.5
20.00	-43.5

Distortion profile is 'balanced' ($dr = 0.0$) about a radial distance of $r = 15.1\text{mm}$

CAMERA CALIBRATION REPORT



CAMERA CALIBRATION REPORT



附錄四 公共意外險投保保單

100年2月25日(196)產惠字第029號函備查
(公會版)/
100.06.01(105)財產新發字第404號函備查

新光產物保險
SHINKONG INSURANCE

消費者應詳閱各種銷售文件內容，如要詳細了解其他相關資訊，請洽本公司業務員、各服務據點，以保障您的權益
免付費服務電話:0800-789-999

正本

公共意外責任保險

保單號碼: 130707AHP0000622 本單係 續保

要保人: 經緯航太科技股份有限公司

要保人地址: 臺南市東區東門路三段253號12樓

被保險人: 經緯航太科技股份有限公司 統一編號: 27285850

通訊地址: 臺南市東區東門路三段253號12樓

保險期間: 自民國 107 年 04 月 18 日 00 時起至民國 107 年 12 月 31 日 00 時止

經營業務種類: 107年度協助航拍與影像處理作業採購案(4台無人機)

經營業務處所: 台灣全區

承 保 範 圍	保 險 金 額
每一個人體傷責任:	NT\$2,000,000*
每一意外事故體傷責任:	NT\$10,000,000*
每一意外事故財物損失責任:	NT\$2,000,000*
本保險契約之最高賠償金額:	NT\$50,000,000*
每一意外事故自負額: 每一事故 NT\$2,500	

總保險費: NT\$28,000*

附加或特約條款:

被保險人注意事項:

- 一、本保險單所記載事項，如有變更，被保險人應立即向本公司辦理批改手續，否則如有任何意外事故發生，本公司不負賠償責任。
- 二、保險單之交付以本(分)公司簽發之正式收據為憑。
- 三、本保險單非經加蓋本公司出單專用章，不生效力。

中華民國 107 年 04 月 18 日 立於 台南 覆核

新光產物保險股份有限公司

總經理 **何英蘭**

A 8141392