



NLSC-106-42

106 年度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 106 年 12 月 28 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。

106 年度計畫共計 18 區 UAS 航拍及影像處理作業，總計面積達 6446 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。全景攝影設備所獲得影像資訊，即時掌握災害最新資訊，透過結合虛擬實境 VR 與多媒體等資訊技術，預期可應用於地震、火災、水災等緊急災害應變上。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.....	VIII
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.....	4
第一節 作業執行規劃.....	4
第二節 UAS 航拍規劃與作業流程說明.....	15
第三節 空中三角測量及正射影像製作作業規劃.....	25
第四節 緊急航拍影像處理流程.....	30
第五節 協助航拍作業.....	31
第六節 UAS 成果展示.....	33
第七節 成果檢核.....	33
第參章 無人飛行載具系統航拍及影像處理作業.....	37
第一節 航拍作業情形.....	37
第二節 正射影像測製作業.....	40
第三節 成果展示作業.....	105
第肆章 結論與建議.....	110
第一節 結論.....	110
第二節 建議.....	111
第柒章 附錄.....	112
附錄一 工作總報告甲方工作小組意見回覆說明表.....	112
附錄二 作業計畫書甲方工作小組意見回覆說明表.....	113
附錄三 每月工作會議紀錄.....	115
附錄四 數位相機率定報告.....	125
附錄五 公共意外險投保保單.....	150

圖目錄

圖 2-1 國土測繪一號定翼型 UAS.....	4
圖 2-2 國土測繪一號 UAS 系統架構.....	5
圖 2-3 國土測繪一號搭載之 POS.....	6
圖 2-4 Sky Arrow 55 UAS.....	7
圖 2-5 多旋翼型 UAS.....	9
圖 2-6 多旋翼型 UAS POS 原型設計.....	9
圖 2-7 ADIS16405.....	10
圖 2-8 LEA-6T.....	10
圖 2-9 Canon 5D Mark II 數位相機.....	10
圖 2-10 Canon 5DSR 數位相機.....	11
圖 2-11 Sony α7 全片幅數位相機.....	12
圖 2-12 本團隊中科廠房之相機內方位率定實驗室.....	13
圖 2-13 相機率定拍攝程序示意圖.....	13
圖 2-14 相機率定拍攝方式(夾角 45 度).....	13
圖 2-15 相機率定拍攝方式(夾角 90 度).....	14
圖 2-16 相機率定拍攝範例.....	14
圖 2-17 UAS 航拍工作標準作業流程規劃.....	16
圖 2-18 航線規劃示意圖.....	17
圖 2-19 UAS 操作使用程序標準作業流程.....	19
圖 2-20 UAS 飛行任務勤前提示單 1.....	20
圖 2-21 UAS 飛行任務勤前提示單 2.....	21
圖 2-22 UAS 飛行前檢查項目表.....	22
圖 2-23 UAS 航拍任務執行紀錄.....	23
圖 2-24 UAS 品保流程.....	24
圖 2-25 選取後測控制點位置範例.....	25
圖 2-26 空中三角測量示意圖.....	26
圖 2-27 空中三角測量平差報表.....	26
圖 2-28 製作彩色無縫正射影像鑲嵌流程圖.....	27
圖 2-29 正射影像糾正示意圖.....	28
圖 2-30 ImageStation Orthopro 空三資料.....	28
圖 2-31 ImageStation OrthoproDEM 資料.....	29
圖 2-32 正射影像鑲嵌示意圖.....	29
圖 2-33 正射影像編修前後比較(左邊為編修前、右邊為編修後).....	30
圖 2-34 快速拼接處理流程圖.....	30

圖 2-35 空中三角測量示意圖	31
圖 2-36 弱匹配區手動加點列表示意圖	32
圖 2-37 像片網形連結範例圖	32
圖 2-38 RICOH THETA S 全景攝影設備	33
圖 2-39 直方圖兩端突然停止示意圖	36
圖 3-1 106 年度航拍任務區域分布	37
圖 3-2 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)飛行航線規劃	40
圖 3-3 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)起降場地作業情形	41
圖 3-4 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)航拍影像中心點分布圖	42
圖 3-5 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)控制點分布圖	42
圖 3-6 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)正射鑲嵌影像成果	43
圖 3-7 南投縣草屯鎮(九九峰)飛行航線規劃	44
圖 3-8 南投縣草屯鎮(九九峰)起降場地作業情形	45
圖 3-9 南投縣草屯鎮(九九峰)航拍影像中心點分布圖	45
圖 3-10 南投縣草屯鎮(九九峰)控制點分布圖	46
圖 3-11 南投縣草屯鎮(九九峰)正射鑲嵌影像成果	46
圖 3-12 臺南市七股區(西濱公路)飛行航線規劃	47
圖 3-13 臺南市七股區(西濱公路)起降場地作業情形	48
圖 3-14 臺南市七股區(西濱公路)航拍影像中心點分布圖	49
圖 3-15 臺南市七股區(西濱公路)控制點分布圖	50
圖 3-16 臺南市七股區(西濱公路)正射鑲嵌影像成果	51
圖 3-17 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)飛行航線規劃	52
圖 3-18 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)起降場地作業情形	53
圖 3-19 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)航拍影像中心點分布圖	53
圖 3-20 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)控制點分布圖	54
圖 3-21 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)正射鑲嵌影像成果	54
圖 3-22 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)飛行航線規劃	55
圖 3-23 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)起降場地作業情形	56
圖 3-24 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)航拍影像中心點分布圖	56
圖 3-25 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)控制點分布圖	57
圖 3-26 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)正射鑲嵌影像成果	57
圖 3-27 臺南市安南區(台江大道)飛行航線規劃	58
圖 3-28 臺南市安南區(台江大道)起降場地作業情形	59
圖 3-29 臺南市安南區(台江大道)航拍影像中心點分布圖	59
圖 3-30 臺南市安南區(台江大道)控制點分布圖	60
圖 3-31 臺南市安南區(台江大道)正射鑲嵌影像成果	60
圖 3-32 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)飛行航線規劃	61

圖 3-33 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)起降場地作業情形	62
圖 3-34 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)航拍影像中心點分布圖	62
圖 3-35 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)控制點分布圖	63
圖 3-36 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)正射鑲嵌影像成果	64
圖 3-37 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)飛行航線規劃	64
圖 3-38 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)起降場地作業情形	65
圖 3-39 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)航拍影像中心點分布圖	66
圖 3-40 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)控制點分布圖	66
圖 3-41 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)正射鑲嵌影像成果	67
圖 3-42 新竹市北區(台 68 線)飛行航線規劃	68
圖 3-43 新竹市北區(台 68 線)起降場地作業情形	69
圖 3-44 新竹市北區(台 68 線)航拍影像中心點分布圖	69
圖 3-45 新竹市北區(台 68 線)控制點分布圖	70
圖 3-46 新竹市北區(台 68 線)正射鑲嵌影像成果	70
圖 3-47 臺南市東區(平實園區市地重劃)飛行航線規劃	71
圖 3-48 臺南市東區(平實園區市地重劃)起降場地作業情形	72
圖 3-49 臺南市東區(平實園區市地重劃)航拍影像中心點分布圖	72
圖 3-50 臺南市東區(平實園區市地重劃)控制點分布圖	73
圖 3-51 臺南市東區(平實園區市地重劃)正射鑲嵌影像成果	74
圖 3-52 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)飛行航線規劃	75
圖 3-53 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)起降場地作業情形	76
圖 3-54 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)航拍影像中心點分布圖	76
圖 3-55 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)控制點分布圖	77
圖 3-56 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)正射鑲嵌影像成果	77
圖 3-57 臺北市士林區(大油坑)飛行航線規劃	78
圖 3-58 臺北市士林區(大油坑)起降場地作業情形	79
圖 3-59 臺北市士林區 (大油坑)航拍影像中心點分布圖	79
圖 3-60 臺北市士林區 (大油坑)控制點分布圖	80
圖 3-61 臺北市士林區(大油坑)正射鑲嵌影像成果	81
圖 3-62 臺北市士林區(馬槽)飛行航線規劃	81
圖 3-63 臺北市士林區(馬槽)起降場地作業情形	82
圖 3-64 臺北市士林區 (馬槽)航拍影像中心點分布圖	83
圖 3-65 臺北市士林區(馬槽) 控制點分布圖	83
圖 3-66 臺北市士林區(馬槽)正射鑲嵌影像成果	84
圖 3-67 臺北市士林區(夢幻湖)飛行航線規劃	85
圖 3-68 臺北市士林區(夢幻湖)起降場地作業情形	86
圖 3-69 臺北市士林區 (夢幻湖)航拍影像中心點分布圖	86

圖 3-70 臺北市士林區(夢幻湖) 控制點分布圖	87
圖 3-71 臺北市士林區(夢幻湖)正射鑲嵌影像成果	87
圖 3-72 新北市烏來區(福山植物園)飛行航線規劃	88
圖 3-73 新北市烏來區(福山植物園)起降場地作業情形	89
圖 3-74 新北市烏來區(福山植物園)航拍影像中心點分布圖	89
圖 3-75 新北市烏來區(福山植物園)控制點分布圖	90
圖 3-76 新北市烏來區(福山植物園)正射鑲嵌影像成果	91
圖 3-77 花蓮縣卓溪鄉飛行航線規劃	91
圖 3-78 花蓮縣卓溪鄉起降場地作業情形	92
圖 3-79 花蓮縣卓溪鄉航拍影像中心點分布圖	93
圖 3-80 花蓮縣卓溪鄉控制點分布圖	93
圖 3-81 花蓮縣卓溪鄉正射鑲嵌影像成果	94
圖 3-82 桃園市新屋區飛行航線規劃	95
圖 3-83 桃園市新屋區起降場地作業情形	96
圖 3-84 桃園市新屋區航拍影像中心點分布圖	96
圖 3-85 桃園市新屋區控制點分布圖	97
圖 3-86 桃園市新屋區空三網形圖	97
圖 3-87 桃園市新屋區正射鑲嵌影像成果	98
圖 3-88 桃園市平鎮區飛行航線規劃	98
圖 3-89 桃園市平鎮區起降場地作業情形	99
圖 3-90 桃園市平鎮區航拍影像中心點分布圖	100
圖 3-91 桃園市平鎮區控制點分布圖	100
圖 3-92 桃園市平鎮區空三網形圖	101
圖 3-93 桃園市平鎮區正射鑲嵌影像成果	101
圖 3-94 桃園市觀音區飛行航線規劃	102
圖 3-95 桃園市觀音區起降場地作業情形	103
圖 3-96 桃園市觀音區航拍影像中心點分布圖	103
圖 3-97 桃園市觀音區控制點分布圖	104
圖 3-98 桃園市觀音區空三網形圖	104
圖 3-99 桃園市觀音區正射鑲嵌影像成果	105
圖 3-100 應科方案研討會 UAS 成果展示	106
圖 3-101 應科方案研討會海報製作	106
圖 3-102 國土測繪一號 3D 圖檔	107
圖 3-103 國土測繪一號實體模型	107
圖 3-104 106 年提升服務品質實地輔導作業 UAS 展示	107
圖 3-105 106 年提升服務品質實地輔導作業 UAS 展示作業現況	107
圖 3-106 臺中車站全景攝影成果	108



圖 3-107 臺中車站全景攝影成果放大圖	108
圖 3-108 臺中車站全景攝影成果俯瞰視角	109

表目錄

表 1-1 工作時程及交付成果.....	3
表 2-1 國土測繪一號系統特色.....	5
表 2-2 國土測繪一號細部規格表.....	5
表 2-3 SkyArrow 55 UAS 載具規格.....	7
表 2-4 Sky Arrow55 UAS 載具特色.....	7
表 2-5 多旋翼型 UAS 規格表.....	8
表 2-6 Canon 5D Mark II 數位相機規格表.....	10
表 2-7 Canon 5DSR 數位相機規格表.....	11
表 2-8 Sony α7 全片幅數位相機規格表.....	12
表 2-9 相機率定成果.....	15
表 2-10 Canon 5D Mark II 航空攝影規劃資訊.....	17
表 2-11 可靠度指標.....	32
表 3-1 106 年度一般航拍作業區域彙整表.....	38
表 3-2 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)任務執行概況.....	41
表 3-3 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)控制點計算成果.....	43
表 3-4 南投縣草屯鎮(九九峰)任務執行概況.....	44
表 3-5 南投縣草屯鎮(九九峰)控制點計算成果.....	46
表 3-6 臺南市七股區(西濱公路)任務執行概況.....	48
表 3-7 臺南市七股區(西濱公路)控制點計算成果.....	50
表 3-8 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)任務執行概況.....	52
表 3-9 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)控制點計算成果.....	54
表 3-10 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)任務執行概況.....	55
表 3-11 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)控制點計算成果.....	57
表 3-12 臺南市安南區(台江大道)任務執行概況.....	58
表 3-13 臺南市安南區(台江大道)控制點計算成果.....	60
表 3-14 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)任務執行概況.....	61
表 3-15 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)控制點計算成果.....	63
表 3-16 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)任務執行概況.....	65
表 3-17 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)控制點計算成果.....	67
表 3-18 新竹市北區(台 68 線)任務執行概況.....	68
表 3-19 新竹市北區(台 68 線)控制點計算成果.....	70
表 3-20 臺南市東區(平實園區市地重劃)任務執行概況.....	71
表 3-21 臺南市東區(平實園區市地重劃)控制點計算成果.....	73
表 3-22 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)任務執行概況.....	75
表 3-23 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)控制點計算成果.....	77



表 3-24 臺北市士林區(大油坑)任務執行概況	78
表 3-25 臺北市士林區 (大油坑)控制點計算成果	80
表 3-26 臺北市士林區(馬槽)任務執行概況	82
表 3-27 臺北市士林區 (馬槽)控制點計算成果	84
表 3-28 臺北市士林區(夢幻湖)任務執行概況	85
表 3-29 臺北市士林區 (夢幻湖)控制點計算成果	87
表 3-30 新北市烏來區(福山植物園)任務執行概況	88
表 3-31 新北市烏來區(福山植物園)控制點計算成果	90
表 3-32 花蓮縣卓溪鄉任務執行概況	92
表 3-33 花蓮縣卓溪鄉控制點計算成果	94
表 3-34 桃園市新屋區任務執行概況	95
表 3-35 桃園市新屋區空三計算精度表	97
表 3-36 桃園市新屋區任務執行概況	99
表 3-37 桃園市平鎮區空三計算精度表	101
表 3-38 桃園市觀音區任務執行概況	102
表 3-39 桃園市觀音區空三計算精度表	105

第壹章 前言

第一節 計畫名稱

本計畫名稱為「106 年度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、航拍作業：

(一) 航拍面積：辦理機關指定至少10區(分為緊急航拍與一般航拍)之航拍作業，平均每區航拍面積以5平方公里為原則(總航拍面積應達50平方公里以上)，如有特殊情形由機關認定。

(二) 使用載具：本案航拍作業可採用航空器或UAS【國土測繪1號(需搭載內政部國土測繪中心104年度整合之POS)或本團隊自有設備(性能與酬載相當或以上)；若航拍面積小於1平方公里(含)以下或經國土測繪中心同意，可採旋翼型UAS辦理航拍】，其中使用國土測繪1號拍攝面積需達一般航拍面積50%以上。

(三) 航拍規定：

1. 需搭載整合全球導航衛星系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)及慣性測量元件(Inertial measurement unit, IMU)之定位定向系統(Position and Orientation System, POS)。

2. 航拍時原始影像解析度需優於0.25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15%以內。

3. 本案使用之所有酬載相機均需辦理內方位參數率定作業(除360度全景相機外)。

4. 本案執行期間如遇緊急或特定航拍需求，以採用UAS航拍為原則。本團隊至少應無償提供定翼型及旋翼型UAS各1套(含酬載相機)備用並須提供航拍服務。

5. 空域申請：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。

6.如採用UAS航拍，每次執行任務前需檢查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) 航拍期限：一般航拍須於空域申請通過後次日起15日內完成航拍；緊急航拍須於國土測繪中心提出且通知航拍需求區域後立即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，需於各階段繳交成果時提出相關佐證資料。

二、航拍影像處理作業：

(一) 緊急航拍影像處理

緊急應變航拍應於航拍完成後 24 小時內繳交原始影像及快速幾何糾正鑲嵌影像。

(二) 一般航拍影像處理

辦理空中三角測量(量測控制點與匹配連結點並進行光束法平差)並製作正射影像成果，且須繳交原始影像、空中三角測量及正射影像成果至國土測繪中心。正射影像解析度(地元尺寸)需達 0.25 公尺以內，且成果精度應達以立測方式量測正射影像及立體模型上位於平坦表面無高差位移之明顯地物點觀測量較差均方根值不大於 1.25 公尺；其最大偏移量不得超過 2.5 公尺之標準。

(三) 緊急應變及一般航拍影像處理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。

三、協助航拍作業

(一) 履約期間如有協助其他機關之航拍需求，原則上依本案一般航拍及影像處理(解析度0.25公尺)作業方式辦理，且應於航拍完成次日起30個日曆天完成影像處理，並繳交原始影像、空中三角測量及正射影像成果至機關，並依契約所列航拍及航拍影像處理項目及單價核算付款。

(二) 如另有影像解析度0.1公尺之成果需求，成果精度應達以立測方式量測正射影像及立體模型上位於平坦表面無高差

位移之明顯地物點觀測量較差均方根值不大於0.5公尺；其最大偏移量不得超過1.5公尺之標準。並於航拍完成且國土測繪中心提供外業控制測量資料次日起30個日曆天完成影像處理，並繳交原始影像、空中三角測量及正射影像成果至國土測繪中心。

四、UAS成果展示：

- (一) 本團隊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，本年度以3次為限。
- (二) 由國土測繪中心選定至少1處地標，利用UAS搭載360度全景攝影相機辦理航拍並提送動態全景航拍成果。

第三節 工作時程及交付成果

作業期限為決標次日起 220 日曆天，本案分 4 階段辦理，每階段應交付項目及期限如表 1-1 所列，其中因海棠颱風及尼莎颱風來襲，106 年 7 月 30 日及 106 年 7 月 31 日本團隊所在地臺南市停止上班上課，展延工期 2 日。

表 1-1 工作時程及交付成果

階段	交付項目	繳交情形
第 1 階段 106 年 5 月 13 日	1.作業計畫書 2.數位相機率定報告 3.公共意外責任保險證明	106 年 5 月 12 日發文提送
第 2 階段 106 年 6 月 12 日	航拍成果 2 區	106 年 6 月 12 日發文提送
第 3 階段(1) 106 年 7 月 22 日	航拍成果 3 區	106 年 7 月 24 日發文提送
第 3 階段(2) 106 年 9 月 12 日	航拍成果 3 區	106 年 9 月 12 日發文提送
第 4 階段(1) 106 年 11 月 1 日	航拍成果 2 區	106 年 11 月 1 日發文提送
第 4 階段(2) 106 年 11 月 21 日	工作總報告	106 年 11 月 21 日發文提送
其他	協助航拍成果	各區成果分別於 106 年 7 月 6 日、106 年 7 月 27 日、106 年 8 月 3 日及 106 年 9 月 6 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(圖 2-1)。國土測繪一號採用複合材料機身，翼展長 3.3 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：



圖 2-2 國土測繪一號 UAS 系統架構

國土測繪一號系統特色如表 2-1，各項詳細規格彙整如表 2-2：

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)(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 2-2 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)

項目	詳細說明
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。

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		



圖 2-5 多旋翼型 UAS

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。

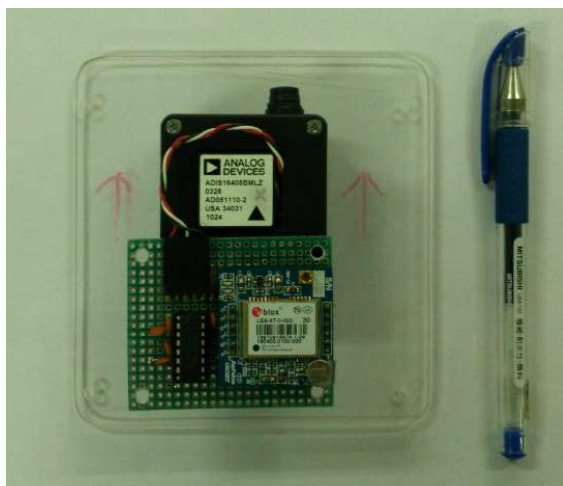


圖 2-6 多旋翼型 UAS POS 原型設計

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 2-7 ADIS16405

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 2-8 LEA-6T

參、影像感測器

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(24mm*36mm)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 ~ 25,600

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，本團隊將引入專為無人機拍攝用途所設計之 Canon 5DSR 全片幅數位相機及 Sony $\alpha 7$ 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 $\alpha 7$ （圖 2-11），其感光元件同樣為全片幅尺寸（24mm*36mm）規格，但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。



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	25mm 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 ~ 6,400



圖 2-11 Sony α7 全片幅數位相機

表 2-8 Sony α7 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(35.9mm × 24.0mm) Exmor CMOS 感光元件
鏡頭焦距	35mm 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

肆、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 2-12)進行，本案航拍作業所使用之相機，包含 Canon 5D Mark II、Canon 5DSR 及 Sony α7 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 2-12 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 2-13 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。

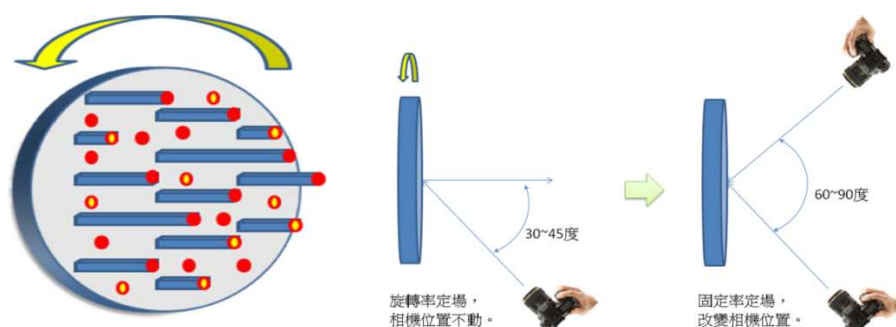


圖 2-13 相機率定拍攝程序示意圖

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(圖 2-14(a))、機身向右旋轉 90 度(圖 2-14(b))及機身向左旋轉 90 度(圖 2-14(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。

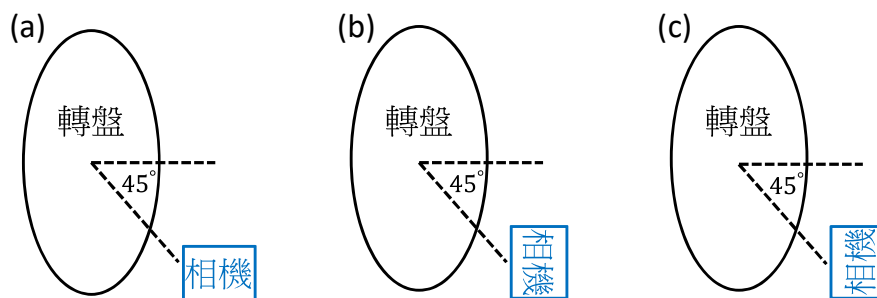


圖 2-14 相機率定拍攝方式(夾角 45 度)

4.以相機光軸與圓盤夾角為 90 度拍攝，分別以相機正拍(圖 2-15(a))及機身向右旋轉 90 度(圖 2-15(b))配合旋轉圓盤各拍攝 8 張，共 16 張照片。

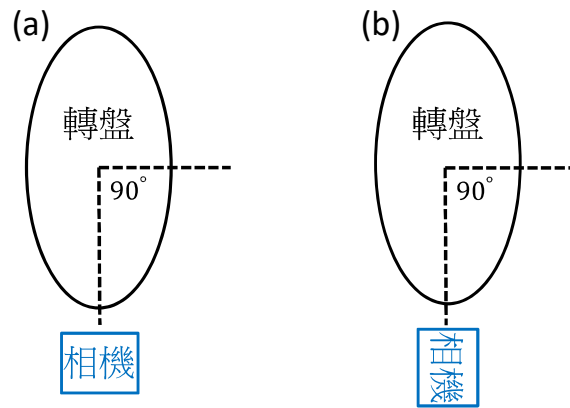


圖 2-15 相機率定拍攝方式(夾角 90 度)

5.拍攝作業時，視窗畫面須佈滿率定標且清晰可辨別，如圖 2-16。

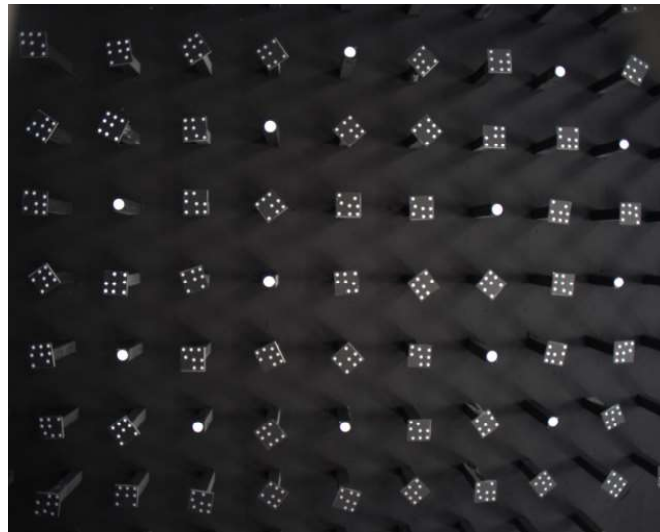


圖 2-16 相機率定拍攝範例

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 Sony $\alpha 7$ 搭配焦距 21 公厘鏡頭、Canon 5D Mark II 搭配 50 公厘鏡頭、Canon 5D Mark II 搭配 20 公厘鏡頭、Canon 5DSR 搭配 50 公厘鏡頭以及 Canon 5DSR 搭配 20 公厘鏡頭之相機內方位率定作業，其率定成果如表 2-9，率定報告如附錄六所示。

表 2-9 相機率定成果

相機編號	1		2		3	
相機型號	Sony $\alpha 7$		Canon 5D Mark II		Canon 5D Mark II	
解析度	6000 x 4000 pixels		5616 x 3744 pixels		5616 x 3744 pixels	
像元大小	0.0060 mm		0.0064 mm		0.0064 mm	
	數值	標準差	數值	標準差	數值	標準差
焦距 c	21.4456 mm	< 0.001 mm	51.7675 mm	0.001 mm	20.4712 mm	0.001 mm
像主點 xp	0.1632 mm	< 0.001 mm	-0.1529mm	< 0.001 mm	-0.0956 mm	< 0.001 mm
像主點 yp	0.0333 mm	< 0.001 mm	-0.0887mm	< 0.001 mm	0.0970 mm	< 0.001 mm
輻射畸變 k1	1.44547e-04	2.3130e-07	4.91100e-05	5.2985e-06	2.06954e-04	2.5187e-07
輻射畸變 k2	-2.69382e-07	1.3296e-09	8.29828e-09	2.0195e-07	-4.17659e-07	1.4515e-09
輻射畸變 k3	1.23414e-10	2.4191e-12	-2.49432e-11	2.4136e-09	1.39656e-10	2.7261e-12
離心畸變 P1	2.1500e-06	3.036e-07	3.5852e-07	1.574e-06	-4.7735e-07	2.948e-07
離心畸變 P2	1.8317e-05	2.154e-07	-6.5008e-06	1.438e-06	2.3533e-05	2.207e-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	51.6791 mm	0.002 mm	20.4835 mm	0.001 mm		
像主點 xp	-0.0885 mm	0.001 mm	-0.0279 mm	< 0.001 mm		
像主點 yp	-0.0206 mm	0.001 mm	0.0821 mm	< 0.001 mm		
輻射畸變 k1	5.32588e-05	1.4455e-07	2.04503e-04	2.5187e-07		
輻射畸變 k2	-9.55796e-09	6.7292e-10	-3.92462e-07	1.4515e-09		
輻射畸變 k3	-8.44076e-12	9.8103e-13	7.48716e-11	2.7261e-12		
離心畸變 P1	-2.5323e-06	1.251e-07	1.7260e-06	2.948e-07		
離心畸變 P2	2.9905e-06	9.730e-08	2.5184e-05	2.207e-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

本案參考近年度專案航拍執行之經驗，整理 UAS 航拍標準作業流程如圖 2-17。本案航拍及影像處理作業依契約書規定，應於國土測繪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 15 日內完成辦理航拍作業。

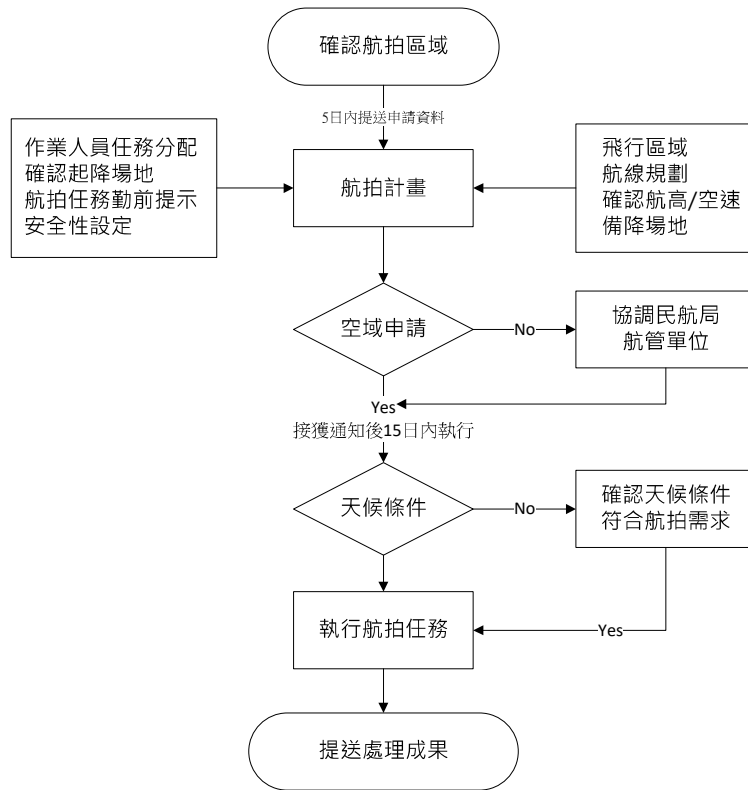


圖 2-17 UAS 航拍工作標準作業流程規劃

貳、UAS 航拍計畫

UAS 航拍所使用之數位相機為 Canon 5D Mark II 全片幅數位單眼相機或本團隊自有 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 $6.4 \mu\text{m}$ (5D2) 或 $4.1 \mu\text{m}$ (5DSR)。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，因此可得下式 1：

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

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上式 1 中，即可計算出對應的航高。

以 Canon 5D Mark II 相機於 1/5,000 比例尺航拍作業的航線規劃範例如下圖 2-23，各項航拍作業應規劃項目範例如表 2-10 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。

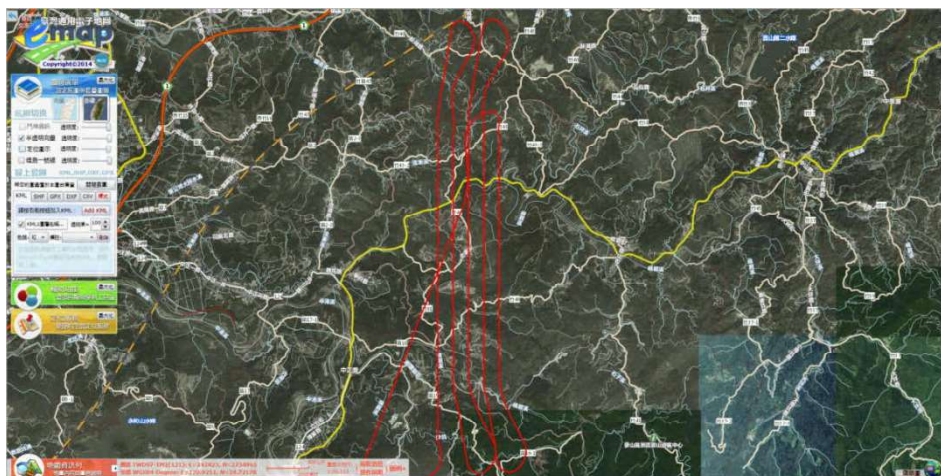


圖 2-18 航線規劃示意圖

表 2-10 Canon 5D Mark II 航空攝影規劃資訊

項目	資訊	備註
鏡頭焦距	20 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	6.4 μm	
航帶寬	約 840 公尺	航拍影像有效寬度
飛航高度	780 公尺	依照地形高程部分會有所調整
航線間距	700 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，本公司已有開發航點產生工具，藉由輸入特定參數，如範圍坐標、航帶間隔等參數，即可規劃出航線。軟體另有繪圖與標註、航線規劃、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。

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 2-19。

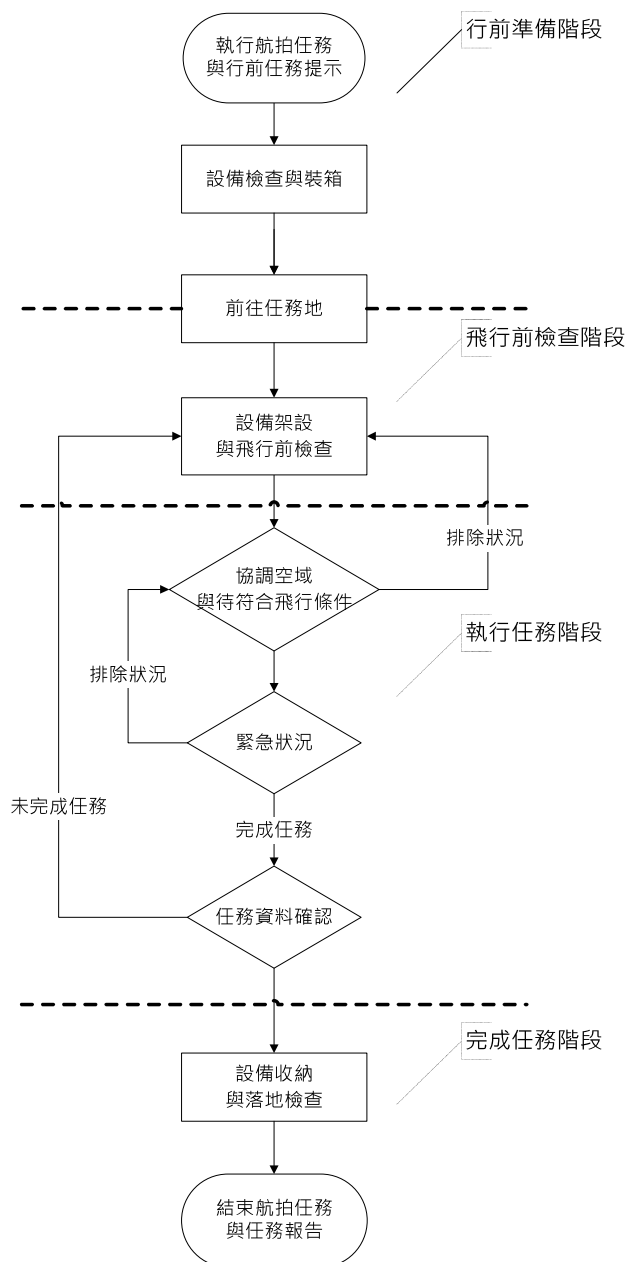


圖 2-19 UAS 操作使用程序標準作業流程

UAS 執行航拍任務時地面控制站系統 (GCS) 的人力配置主要由 1 位外部操作員 (External Pilot, EP; 飛行員)、1 位內部操作員 (Internal Pilot, IP; GCS 軟體操作員) 及 1 位專案經理組成。每次只會有一架 UAV 執行任務，在外部操作員操作 UAV 起飛後及降落前，則由 GCS 之任務自動導引程序接管。若 UAS 前往執行任務的路徑上，經過敏感性地區，GCS 軟體會警示該路線為避走路線，並顯示規劃建議之新航道給內部操作員參考，如內部操作員同意且傳送指令取代原路徑，UAS 於執行任務時會繞過該敏感地區。

本公司經過數年實務上的累積經驗，已針對執行航拍任務流程各重

要步驟製作任務勤前提示、飛行前檢查項目、執行紀錄等表格，說明如下：

- (一)在任務執行前，為了讓任務執行單位充分了解工作內容，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、任務預先規畫等任務執行細節，如圖 2-20。

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 :	
GCS(IP) :	洪崇仁	連絡電話 :	
Pilot(EP) :	詹文洲	連絡電話 :	
Repeater(1) :		連絡電話 :	
Repeater(2) :		連絡電話 :	
預劃飛行日期 :	2014/06/13	備用飛行日期 :	2014/06/14
UAV 起飛地點/座標 :	彰化芬園-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
預劃起飛時間(hhmm) :	0730	預劃飛行時間 (min) :	<200 min
地面起伏高度 (m) :	0~15 m	最高人口密度 (%) :	<15
可通訊比例(%) :	95	天線設備 :	全向形天線
飛航公告(NOTAM) ¹ :	C0200/14	核准空域使用時段 :	1200~1630
進駐塔臺/近場台 :	台北近場台	軍方/塔台電話 :	
近場台聯絡人姓名 :	鍾禮竹	近場台聯絡人電話 :	-03-3841060~1
飛航作業名稱/工程名稱 :	103 年度發展無人飛行載具航拍技術作業		
飛航作業用途/用途名稱 :	圖資更新、103 年度專案工作項目(18 區航拍任務)		
委託單位/工程業主 :	內政部國土測繪中心		
聯絡人 :	施錦輝	連絡電話 :	04-22522966-380

任務區 天氣預報 ²			
預劃飛行日期 :	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/蒲福風級 :	偏南風 /3 級	風向/蒲福風級 :	偏南風 /3 級
最高/最低 氣溫 :	33 /28°C	最高/最低 氣溫 :	32 /27 °C
始曉/終昏時間 ³ :	0517 /1845	始曉/終昏時間 :	0516 /1845
相對溼度 :	88~79%	相對溼度 :	87~77%
潮汐時間 ⁴ :	潮位 時間 潮高(cm)	潮汐時間 :	潮位 時間 潮高(cm)
	滿潮		乾潮

¹ 參照飛航公告編號 查詢 [電子式飛航情報, FAA NOTAM website, NOTAM decoder](#)

² 天氣預報查詢: 中央氣象局 [\(點選預報\)](#)

³ 始曉/終昏時間查詢: 中央氣象局 [\(首頁> 常識> 天文星象> 日出日落\)](#)

⁴ 潮汐時間查詢: 中央氣象局 [\(首頁> 預報> 漁業氣象> 潮汐預報\)](#)

圖 2-20 UAS 飛行任務勤前提示單 1

SN : PS20140617-1

現場工作流程

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	
		架設地面站電腦	
		架設全向性天線	
		架設基站	
1120		裝載 POS System REV 1.0	
1130		確認酬載功能	
1135		完成任務整備	
1140	確認空域		
1145	Take off	起飛盤旋兩點測試	
		確認系統運作正常	
		上傳飛行計畫：	
		1.103NLSC 南崗校正場 Round3.1-1 20mm 700m-1.5s.txt	
		2.103NLSC 南崗校正場 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	爬升高度至任務高度(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		緩降高度	WP 18 → WP 19
1510	Landing		起飛地點
	落地檢查		
	任務資料確認	讀取飛行資料及酬載資料	
		與業主確認成果	
1530		任務報告	
1600		完成任務整備	

圖 2-21 UAS 飛行任務勤前提示單 2

(二)UAS 飛行前必須先依「UAS 飛行前檢查卡」檢查 UAS 及地面控制站系統各個零組件，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 2-22 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 2-22 UAS 飛行前檢查項目表

(三)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設備各諸元使用時數，如圖 2-23。

UAV 航拍任務執行紀錄

一、航拍區域：嘉義市西區(湖子內區段徵收區)
 二、日期時間：106/06/06 11:00-13:30
 三、航線規劃：



四、天氣狀況：多雲時晴(氣溫 33°C，降雨機率 0%)
 五、風向/風級：偏南風/二級
 六、航拍高度/雲層高度：560m/1000m
 七、現場狀況：

當日 1100 時於嘉義縣太保市嘉 58 及嘉 59 路口旁待命起飛，於 1130 時與近場台協調空域完成，執行路面車輛管制後 UAV 飛機起飛執行航拍任務，多軸旋翼飛機飛行架次為 1 架次，每次飛行時間約為 30 分鐘，1257 時飛機任務執行完畢安全降落後，讀取拍攝照片確認正常後，回報專案經理並結束本日任務。



圖 1. 起降場地。



圖 2. 起降場地。

圖 2-23 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 2-24 所示。

於每次操作國土測繪中心 UAS 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

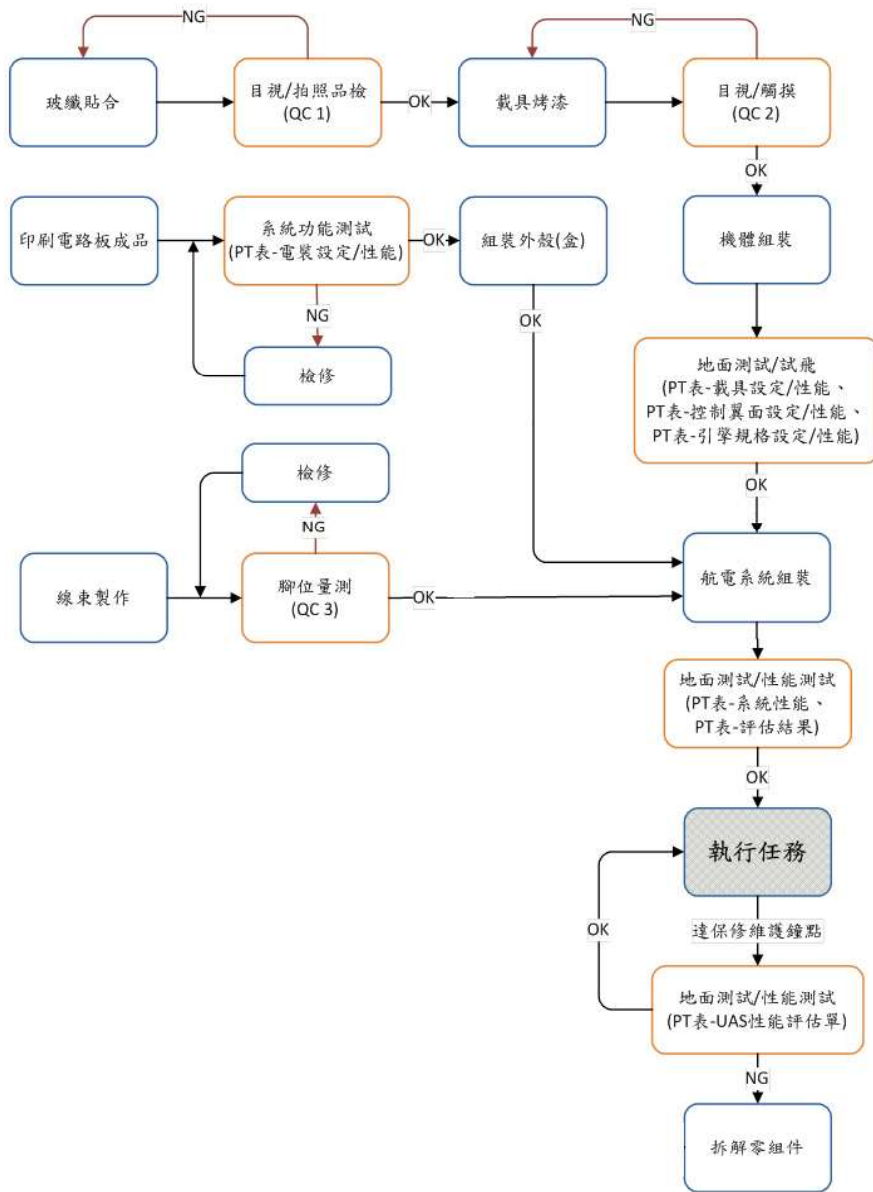


圖 2-24 UAS 品保流程

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

本案共進行 10 區一般航拍作業，大部分航測控制點將引用向量圖資或影像資料之特徵點為主。每一航拍區原則上需挑選至少 5 點控制點，控制點選擇向量圖資或影像資料上比較明顯、不會變動的固定地物、易辨認之特徵點位（如斑馬線、道路標線等）且於 UAS 影像上可辨識之共同點為原則；其分布以可包圍測區且減少影像校正之外插情形為原則。控制點選取範例如圖 2-25。控制點選定後於向量圖資或影像資料之特徵點上量測坐標資訊，以作為後續空中三角測量解算使用。

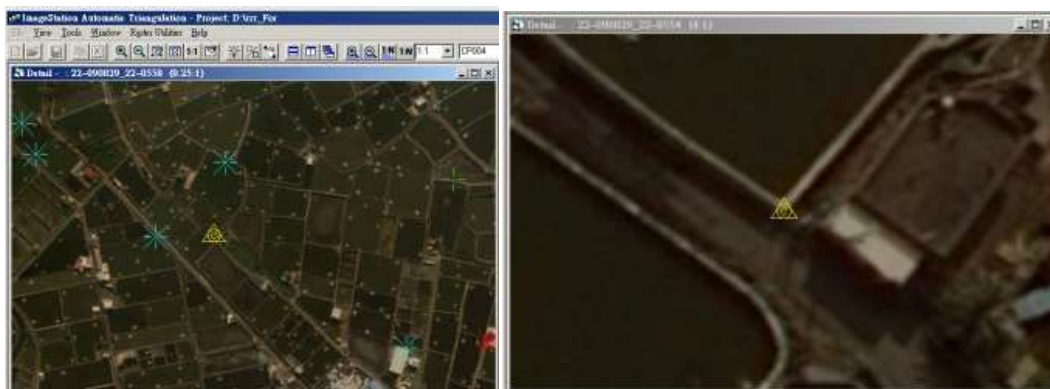


圖 2-25 選取後測控制點位置範例

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。

- 一、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，如圖 2-26。
- 二、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。
- 三、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 2-27。

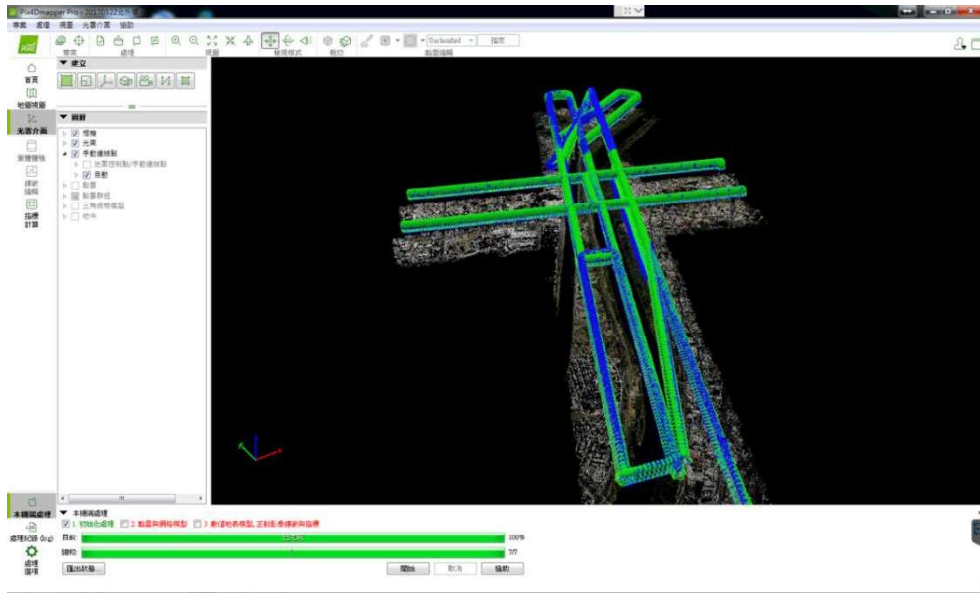


圖 2-26 空中三角測量示意圖



圖 2-27 空中三角測量平差報表

參、正射影像製作作業規劃

本案正射影像解析度（地元尺寸）至少需達 25 公分以內；產製精度將參考「臺灣通用電子地圖測製規範」辦理：

1. 每一像素以使用距離像主點最近之像素為原則。
2. 正射影像位於平坦地表面無高差移位的明顯地物點其位置中誤差應小於 2.5 公尺，最大誤差應小於 10 公尺。如成果應用於臺灣通用電子地圖局部區域正射影像更新，正射影像位於平坦地表面無高差移位的明顯地物點其位置中誤差應小於 1.25 公尺。鐵、公路、橋樑等對地圖判讀有重要意義的基礎建設，必須依其實際測量高度進行正射微分糾正，因而產生之無影像遮蔽區應以相鄰影像補足，若無影像可供補足，得以黑色區塊填補。
3. 彩色正射影像資料圖幅接合處影像接合誤差，相鄰圖幅無高差地物影像接邊相對移位應小於 2.5 公尺。

圖 2-28 為製作彩色無縫正射影像鑲嵌流程圖。

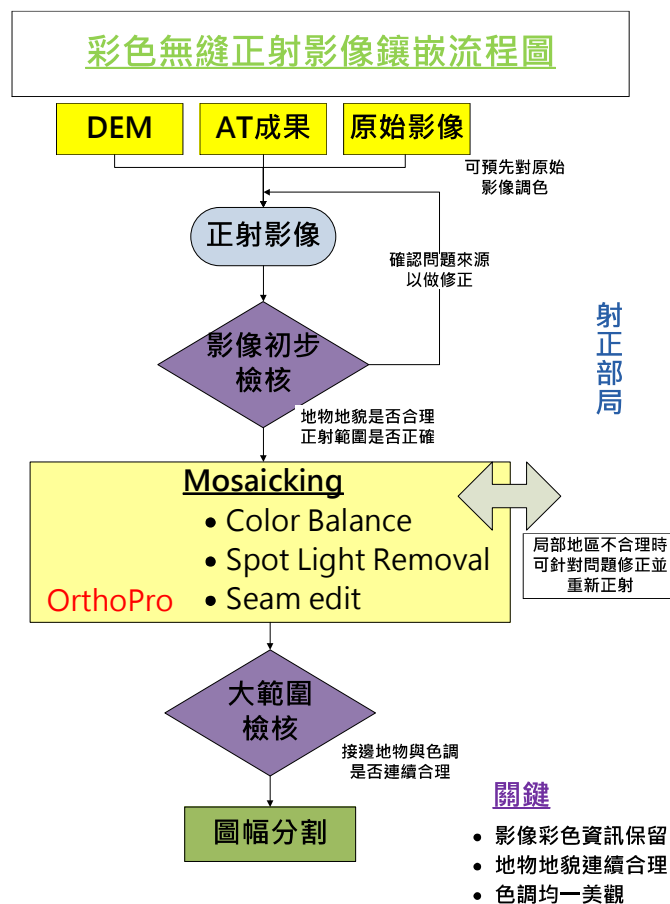


圖 2-28 製作彩色無縫正射影像鑲嵌流程圖

一、正射影像糾正

(一) 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 2-29 為正射影像糾正示意圖。

(二) 利用 ImageStation Orthopro 軟體將空三資料（圖 2-30）、數值高程資料（圖 2-31）、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。

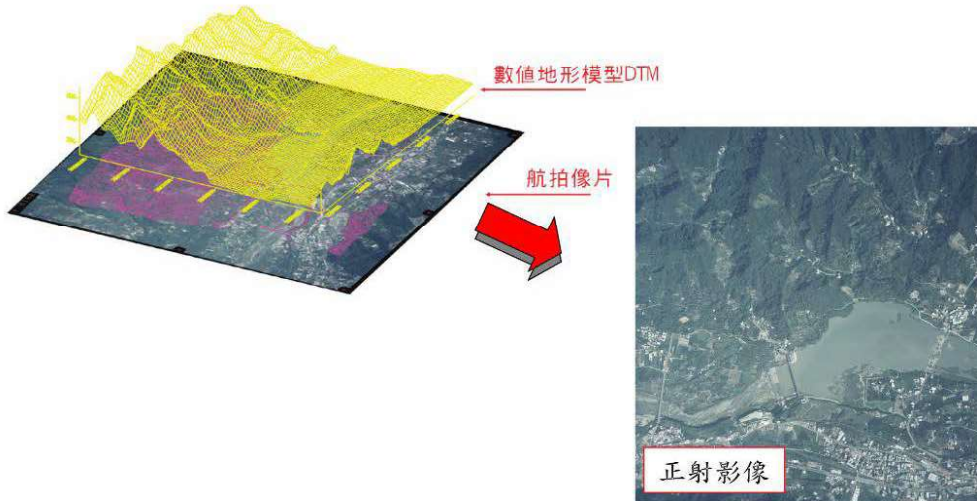


圖 2-29 正射影像糾正示意圖

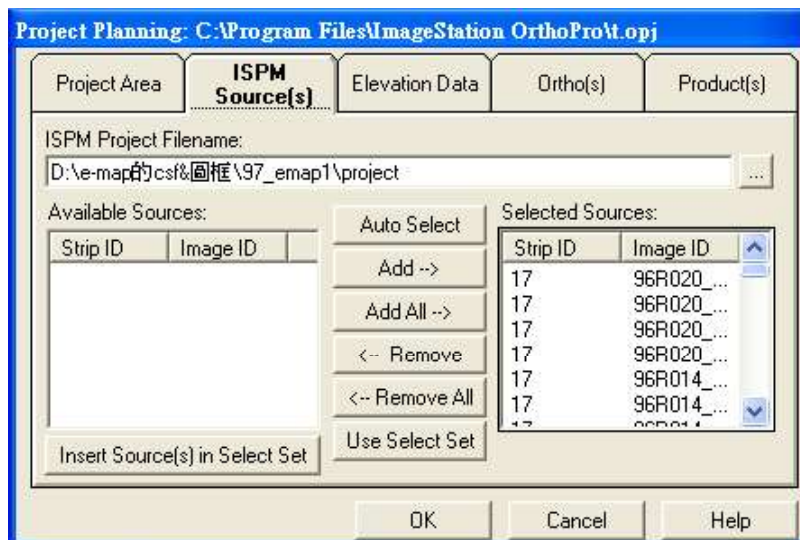


圖 2-30 ImageStation Orthopro 空三資料

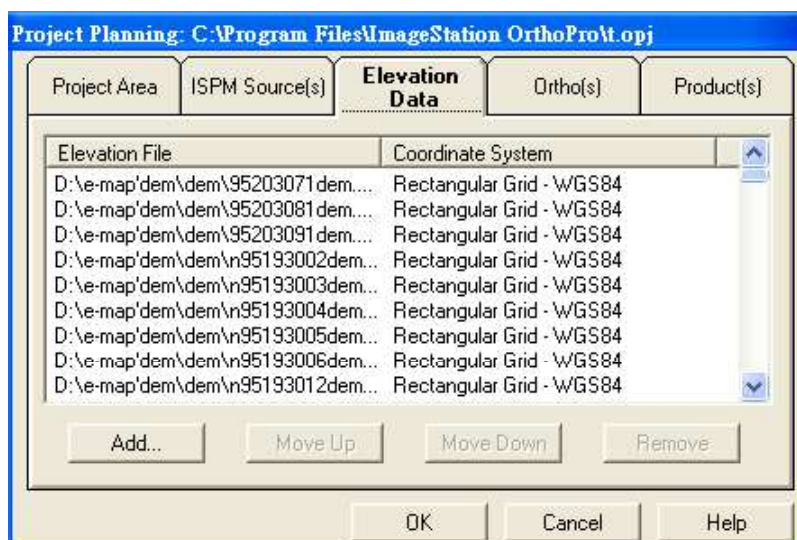


圖 2-31 ImageStation OrthoproDEM 資料

二、正射影像影像鑲嵌作業

(一) 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 2-32 所示。

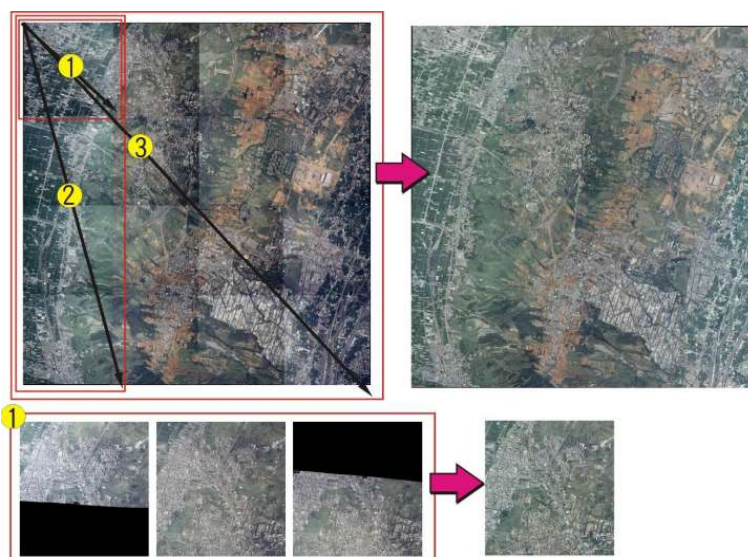


圖 2-32 正射影像鑲嵌示意圖

(二) 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。

(三) 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。

(四) 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 2-33。



圖 2-33 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 緊急航拍影像處理流程

在部分特定的應用情況，如重大災害發生後，需緊急取得現況影像時，時效性被視為首要目標，其次方為資料精度。為了發揮 UAS 即時且機動的監測特性，如遇緊急災害而需快速提供影像時，可採用快速拼接之影像處理流程。配合使用影像拼接軟體將 UAS 航拍影像進行拼接，其特點為快速得到成果，成果精度約為公尺級。

快速拼接處理流程對於定翼型或旋翼型 UAS 所取得之影像皆可適用。利用 UAS 所搭載的 GNSS/IMU 資訊，於時效性緊迫需要緊急取像情況時，僅需取得該區域連續航拍影像及拍攝地區之 DEM 或 DSM 資料輔助即可立刻進行影像處理。圖 2-34 為快速拼接流程圖，其步驟如下：

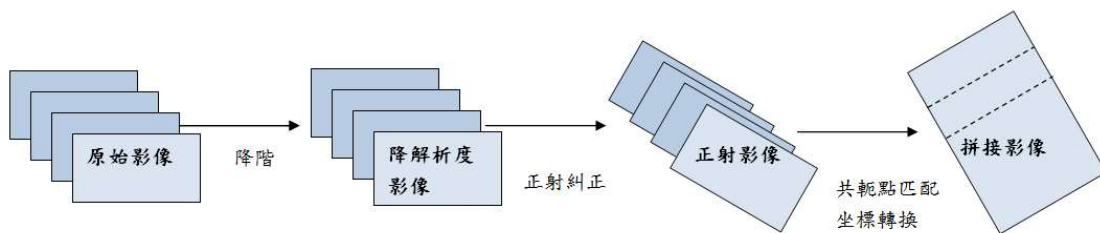


圖 2-34 快速拼接處理流程圖

1. 視影像數量決定是否先將影像解析度做降階處理，以增加拼接速度與一次可同時拼接數量，若在可處理範圍內則不做降階處理。
2. 配合 DEM/DSM 及 GNSS/IMU 資訊將影像逐一進行正射糾正。
3. 將正射影像進行影像匹配以選取影像間共軌點，進行坐標轉換。

4. 進行影像拼接以取得全區域之拼接影像。

第五節 協助航拍作業

本團隊配合協助其他機關之航拍需求，影像處理成果應於航拍完成次日起 30 個日曆天內完成並繳交，而影像處理作業方式原則上依本案一般航拍及影像處理(解析度 0.25 公尺)作業方式辦理，如另有影像解析度 0.1 公尺之成果需求，航拍作業將視地形情況採以較低航高或採用長鏡頭相機進行飛航作業，以達到 0.1 公尺地面解析度需求，此外影像處理需要較高精度之控制點以約制空中三角測量成果，需請國土測繪中心協助提供控制點測量成果，而其作業方式與解析度 0.25 公尺之作業方式相似，僅空中三角測量作業將採用航測數值影像工作站進行，作業方式如以下說明。

- 一、影像解析度 0.1 公尺之成果需求，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。

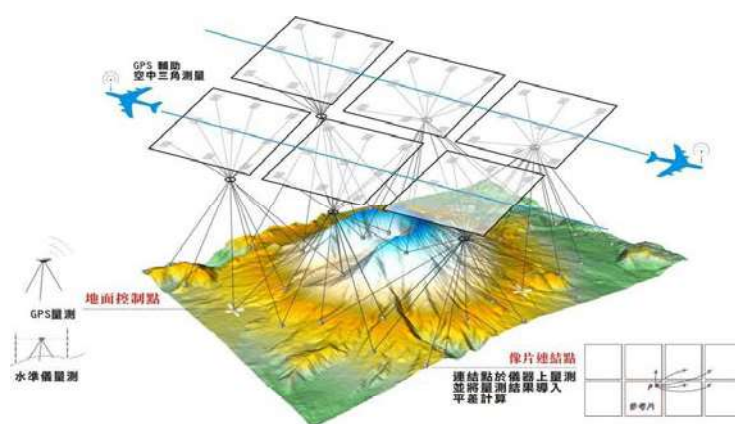


圖 2-35 空中三角測量示意圖

- 二、空中三角像片連結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。
- 三、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。

四、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 2-36。此外，尚會利用自行開發之網形檢核(如圖 2-37)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 2-11 為可靠度指標。

表 2-11 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)	(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

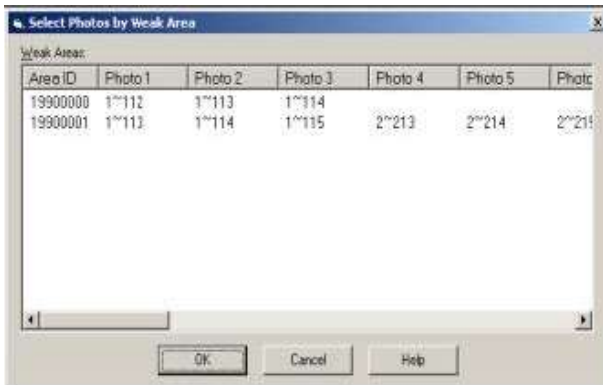


圖 2-36 弱匹配區手動加點列表示意圖

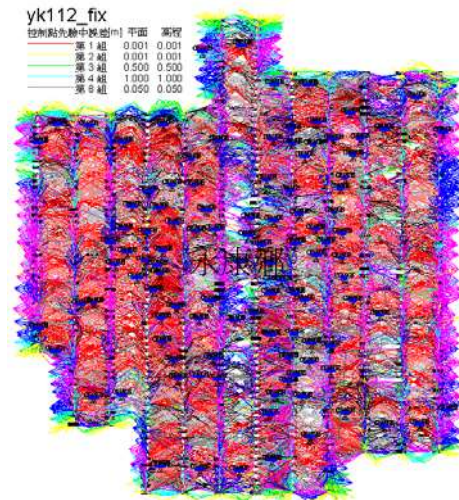


圖 2-37 像片網形連結範例圖

五、空中三角測量平差計算採用光束法，分二個過程進行計算，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。

六、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。

第六節 UAS 成果展示

本案配合國土測繪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。

本團隊配合本案由國土測繪中心選定至少 1 處地標，利用多旋翼型 UAS 搭載本團隊自有之 Ricoh Theta S 360 度全景攝影相機(如圖 2-38)辦理航拍並提送動態全景航拍成果。



圖 2-38 RICOH THETA S 全景攝影設備

第七節 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

如成果應用於臺灣通用電子地圖局部區域正射影像更新，正射影像位於平坦地表面無高差移位的明顯地物點其位置中誤差應小於 1.25 公尺。位於山坡地的中誤差值則應考量用為基準的 DEM 誤差因素，其界限值應參考相關的 DEM 規範。因建物高差引起的影像移位不得大於圖面上 2mm。

(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 2-39 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 2-39 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

第一節 航拍作業情形

106 年度 UAS 航拍任務之執行，主要為配合國土測繪中心指定 10 區需求區域以 UAS 進行航拍及影像處理，平均每區航拍面積以 5 平方公里為原則(總航拍面積應達 50 平方公里以上)，10 區航拍區依影像處理作業內容執行正射影像測製作業。

本案除國土測繪中心所選定之 10 區拍攝需求區域外，另有 8 處航拍區域配合陽明山國家公園管理處、行政院農業委員會林業試驗所、玉山國家公園管理處及桃園市環保局進行協助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。

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，作業成果彙整如表 3-2。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。

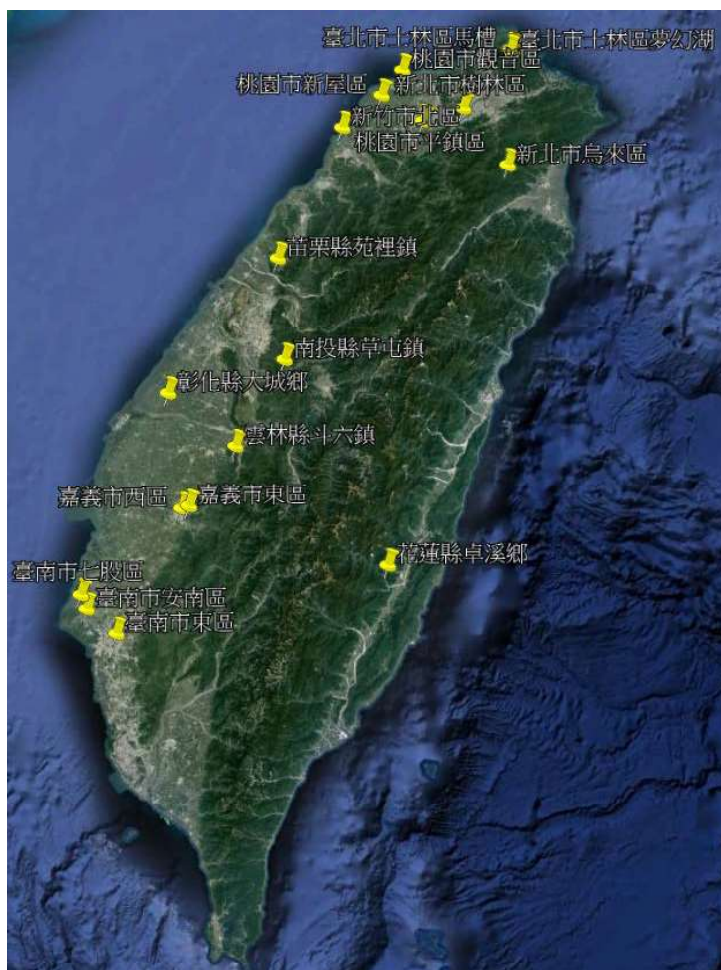


圖 3-1 106 年度航拍任務區域分布



表 3-1 106 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.	苗栗縣苑裡鎮 (火災山)	5.28	前後 80% 側向 40%	Canon 5DSR/50mm	10	1100	106/7/4	714	106/7/24 (第 3-1 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	配合農林航空測量所協助航拍
2.	南投縣草屯鎮 (九九峰)	10.60	前後 80% 側向 40%	Canon 5DSR/50mm	10	1200	106/7/5	817	106/7/24 (第 3-1 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	配合農林航空測量所協助航拍
3.	臺南市七股區 (西濱公路)	16.56	前後 80% 側向 40%	Canon 5D Mark II/20mm	12	400	106/7/25	478	106/9/12 (第 3-2 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	圖資更新
4.	彰化縣大城鄉 (152 線拓寬工程)	14.10	前後 80% 側向 40%	Canon 5D Mark II/20mm	10	400	106/7/11	657	106/7/24 (第 3-1 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	圖資更新
5.	新北市樹林區 (國 3 樹林交流道)	1.07	前後 80% 側向 40%	Canon 5D Mark II/20mm	14	500	106/8/16	175	106/9/12 (第 3-2 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	圖資更新
6.	臺南市安南區 (台江大道)	3.18	前後 80% 側向 40%	Canon 5D Mark II/20mm	22	200	106/5/18	313	106/6/12 (第 2 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	圖資更新
7.	嘉義市東區 (彌陀路拓寬工程)	0.18	前後 80% 側向 40%	Canon 5D Mark II/20mm	12	376	106/6/6	22	106/6/12 (第 2 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	圖資更新
	嘉義市西區 (湖子內區段徵收區)	4.69	前後 80% 側向 40%	Canon 5DSR/20mm	10	560	106/6/6	203	106/6/12 (第 2 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	圖資更新
8.	新竹市北區 (台 68 線)	2.15	前後 80% 側向 40%	Canon 5D Mark II/20mm	13	400	106/8/17	266	106/9/12 (第 3-2 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	圖資更新
9.	臺南市東區 (平實園區市地重劃)	0.64	前後 80% 側向 40%	Canon 5DSR/20mm	13	650	106/10/2	48	106/11/1 (第 4-1 階段)	定翼型 (測繪 1 號)	圖資更新
10	雲林縣斗六鎮	6	前後 80%	Canon	12	800	106/10/18	171	106/11/1 (第 4-1 階段)	定翼型	圖資更新

第二節 正射影像測製作業

一、 苗栗縣苑裡鎮（火炎山）

本區域為行政院農業委員會林務局農林航空測量所委託國土測繪中心辦理協助航拍作業，後續並配合圖資更新之需求辦理測製正射影像成果，更新臺灣通用電子地圖正射影像。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

（一）航拍任務執行

苗栗縣苑裡鎮(火炎山)航拍區範圍約 5.28 平方公里，地表高程約 267 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 50mm 焦距鏡頭，航高為 1100 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。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 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)飛行航線規劃

表 3-2 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	苗栗火炎山
二、航拍日期	106/7/4
三、航線航程	總航程約 80.71 公里
四、天氣狀況	晴時多雲(氣溫 31°C，降雨機率 20%)
五、風向/風級	偏南風/一級
六、航拍高度/雲層高度	1100 公尺/1300 公尺
七、地面解析度	0.10 公尺
八、UAS 載具	國土測繪一號

任務作業於 106 年 7 月 4 日凌晨 0300 時出發至苗栗縣苑裡鎮火炎山，於 0430 時到達苗栗縣苑裡鎮火炎山起飛點，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，0500 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，飛行時間約為 180 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 15 條航帶，拍攝影像數量合計 714 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 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)起降場地作業情形

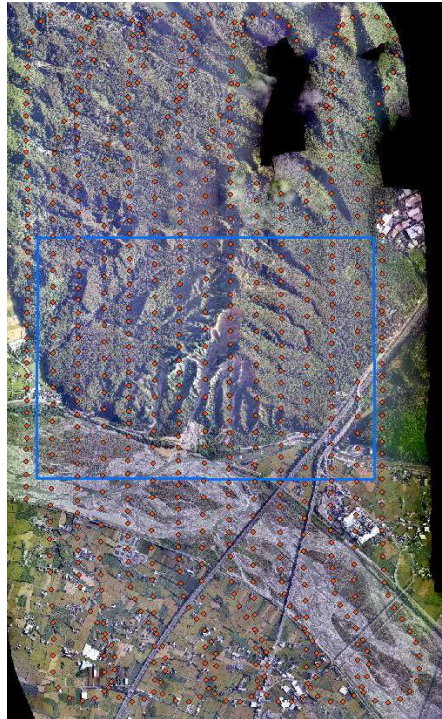


圖 3-4 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)航拍影像中心點分布圖

(二) 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 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)控制點分布圖

表 3-3 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
苗栗縣苑裡鎮 (火炎山)	平均值(mean)	-0.019	0.008
	中誤差(Sigma)	0.132	0.087
	均方根誤差 (RMSE)	0.133	0.087



圖 3-6 苗栗縣苑裡鎮(火炎山)正射鑲嵌影像成果

二、 南投縣草屯鎮(九九峰)

本區域為行政院農委會林務局農林航空測量所委託國土測繪中心辦理協助航拍作業，後續並配合圖資更新之需求辦理測製正射影像成果，更新臺灣通用電子地圖正射影像。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

(一) 航拍任務執行

南投縣草屯鎮(九九峰)航拍區範圍約 10.60 平方公里，地表高程約 360 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 50mm 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 35%。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。

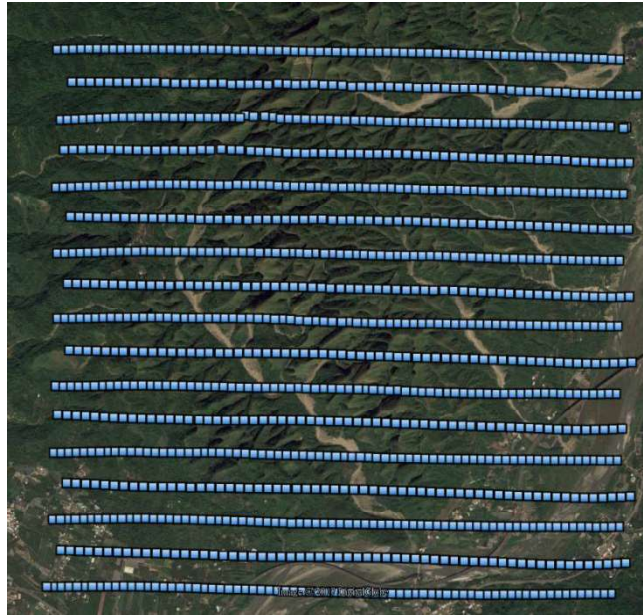


圖 3-7 南投縣草屯鎮(九九峰)飛行航線規劃

表 3-4 南投縣草屯鎮(九九峰)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	南投縣草屯鎮(九九峰)
二、航拍日期	106/7/5
三、航線航程	總航程約 105.82 公里
四、天氣狀況	晴時多雲(氣溫 31°C，降雨機率 20%)
五、風向/風級	偏南風/一級
六、航拍高度/雲層高度	1200 公尺/1300 公尺
七、地面解析度	0.10 公尺
八、UAS 載具	國土測繪一號

任務作業於 106 年 7 月 5 日凌晨 0400 時出發至南投縣草屯鎮九九峰，於 0500 時到達南投縣草屯鎮九九峰起飛點，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，0530 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，飛行時間約為 150 分鐘，0800 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 17 條航帶，拍攝影像數量合計 817 片，地面解析度(GSD)約 10 公分，影像中心點分布如圖 3-9。



圖 3-8 南投縣草屯鎮(九九峰)起降場地作業情形

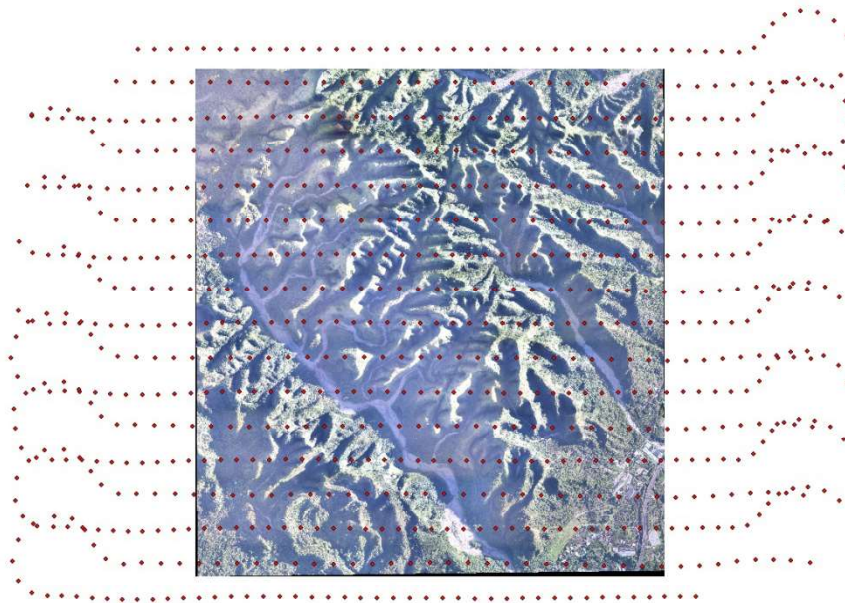


圖 3-9 南投縣草屯鎮(九九峰)航拍影像中心點分布圖

(二) 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 南投縣草屯鎮(九九峰)控制點分布圖

表 3-5 南投縣草屯鎮(九九峰)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
南投縣草屯鎮 (九九峰)	平均值(mean)	-0.039	0.081
	中誤差(Sigma)	0.026	0.058
	均方根誤差 (RMSE)	0.047	0.100

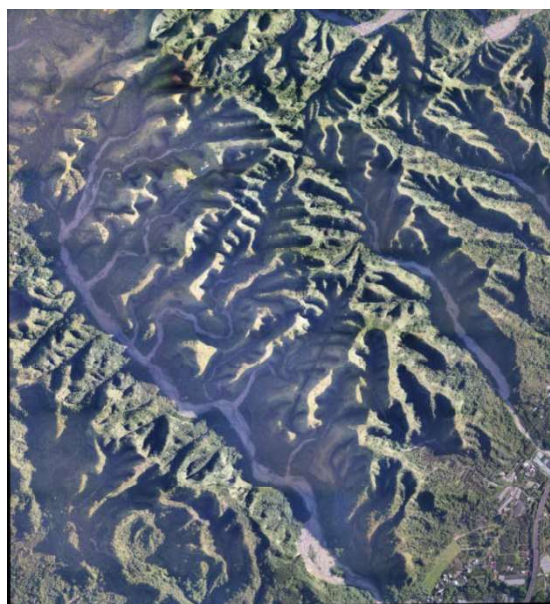


圖 3-11 南投縣草屯鎮(九九峰)正射鑲嵌影像成果

三、 臺南市七股區(西濱公路)

本區域為國土測繪中心為滿足圖資更新之需求辦理航拍作業，測製正射影像成果，供更新通用版電子地圖正射影像使用。航拍區相關任務執行與影像處理作業說明如下：

(一) 航拍任務執行

臺南市七股區(西濱公路)航拍區範圍約 16.56 平方公里，地表高程約 1 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5D Mark II 數位相機(像元大小為 6.4 μ m)搭配 20 mm 焦距鏡頭，航高為 400 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。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。

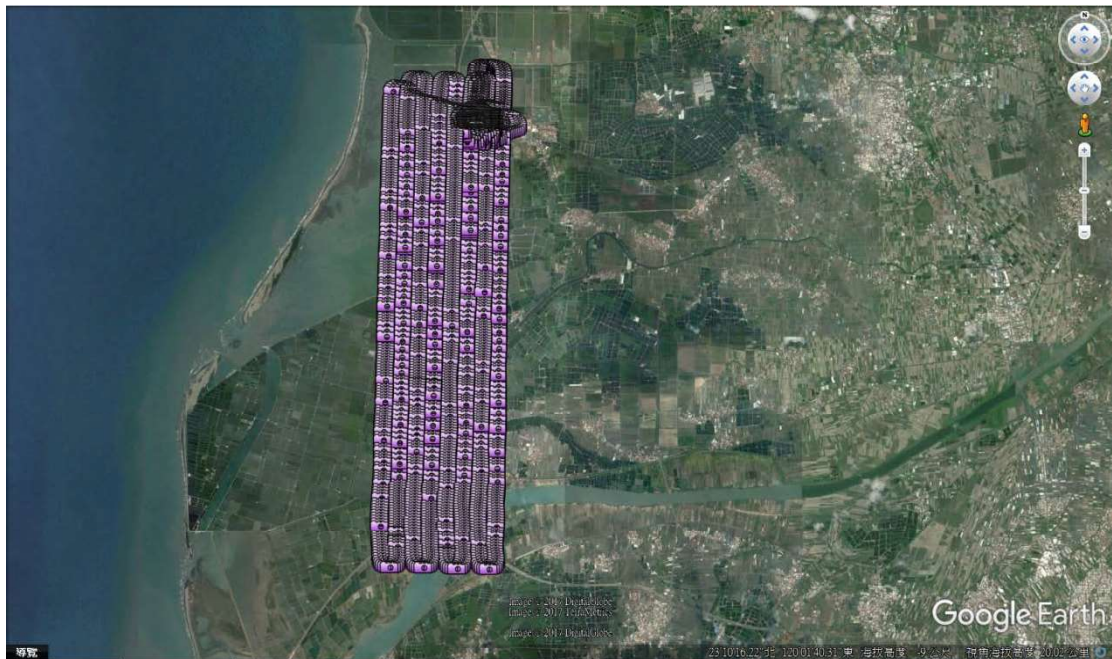


圖 3-12 臺南市七股區(西濱公路)飛行航線規劃

表 3-6 臺南市七股區(西濱公路)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺南市七股區(西濱公路)
二、航拍日期	106/7/25
三、航線航程	總航程約 85.5 公里
四、天氣狀況	晴時多雲(氣溫 33°C，降雨機率 20%)
五、風向/風級	偏南風/一級
六、航拍高度/雲層高度	400 公尺/800 公尺
七、地面解析度	0.12 公尺
八、UAS 載具	國土測繪一號

任務作業於 106 年 7 月 25 日上午 1115 抵達臺南市七股區待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，1130 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，飛行時間約為 90 分鐘，1300 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 8 條航帶，拍攝影像數量合計 478 片，地面解析度(GSD)約 12 公分，影像中心點分布如圖 3-14。



圖 3-13 臺南市七股區(西濱公路)起降場地作業情形

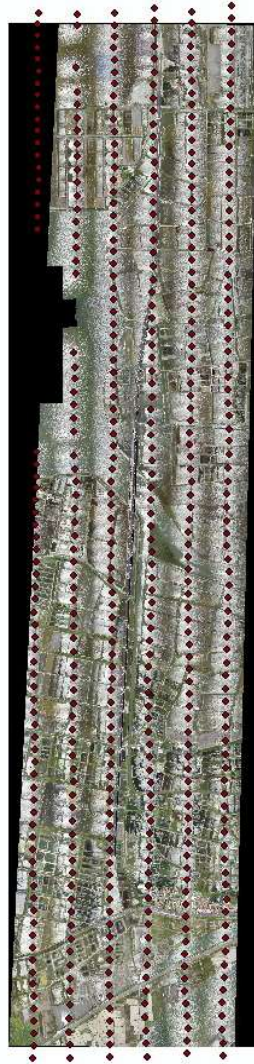


圖 3-14 臺南市七股區(西濱公路)航拍影像中心點分布圖

(二) 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。

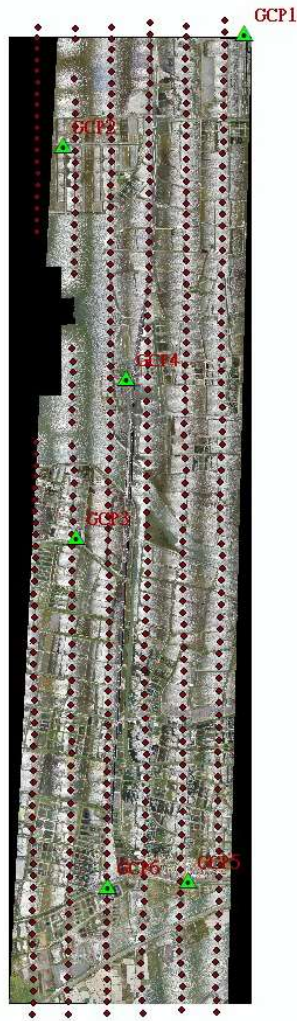


圖 3-15 臺南市七股區(西濱公路)控制點分布圖

表 3-7 臺南市七股區(西濱公路)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
臺南市七股區 (西濱公路)	平均值(mean)	0.002	-0.005
	中誤差(Sigma)	0.020	0.028
	均方根誤差 (RMSE)	0.020	0.028

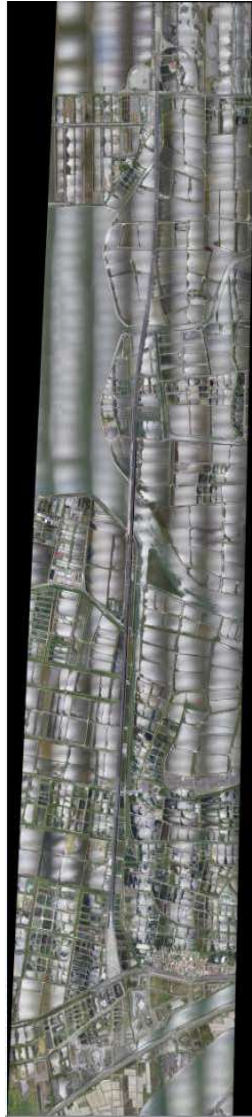


圖 3-16 臺南市七股區(西濱公路)正射鑲嵌影像成果

四、 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)

本區域為國土測繪中心為滿足圖資更新之需求辦理航拍作業，測製正射影像成果，供更新通用版電子地圖正射影像使用。航拍區相關任務執行與影像處理作業說明如下：

(一) 航拍任務執行

彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)航拍區範圍約 14.10 平方公里，地表高程約 10 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5D Mark II 數位相機(像元大小為 6.4 μ m)搭配 20 mm 焦距鏡頭，航高為 400 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。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。

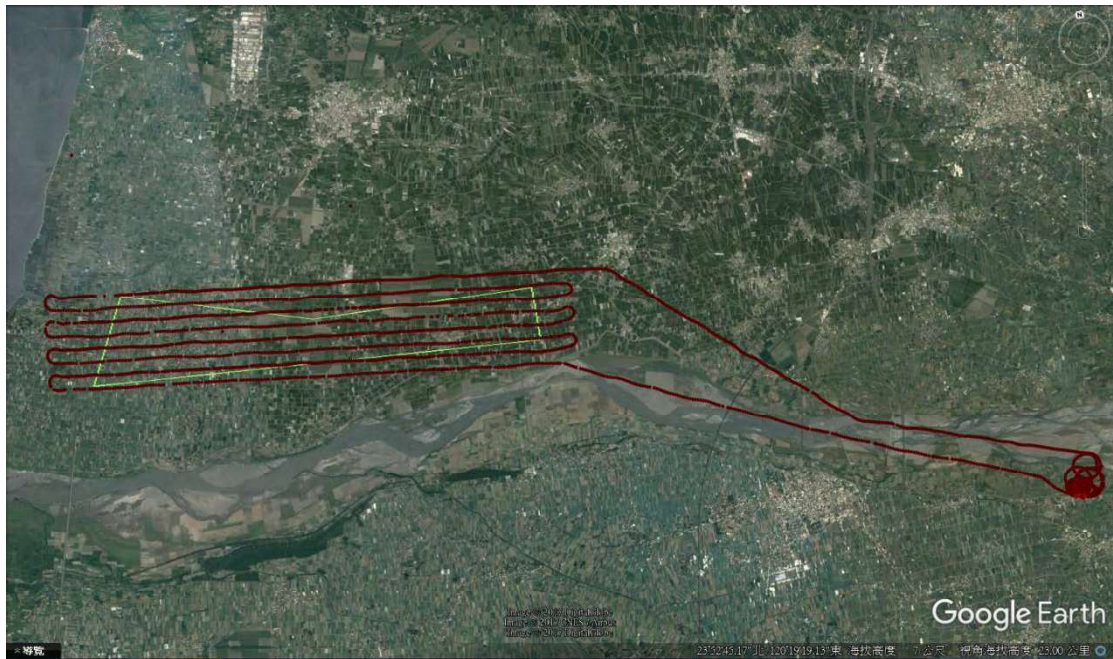


圖 3-17 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)飛行航線規劃

表 3-8 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)
二、航拍日期	106/7/11
三、航線航程	總航程約 130.34 公里
四、天氣狀況	晴時多雲(氣溫 31°C，降雨機率 20%)
五、風向/風級	偏南風/一級
六、航拍高度/雲層高度	400 公尺/1000 公尺
七、地面解析度	0.10 公尺
八、UAS 載具	國土測繪一號

任務作業於 106 年 7 月 11 日上午 1000 抵達彰化縣大城鄉待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，1030 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，飛行時間約為 120 分鐘，1250 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 8 條航帶，拍攝影像數量合計 657 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 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)起降場地作業情形

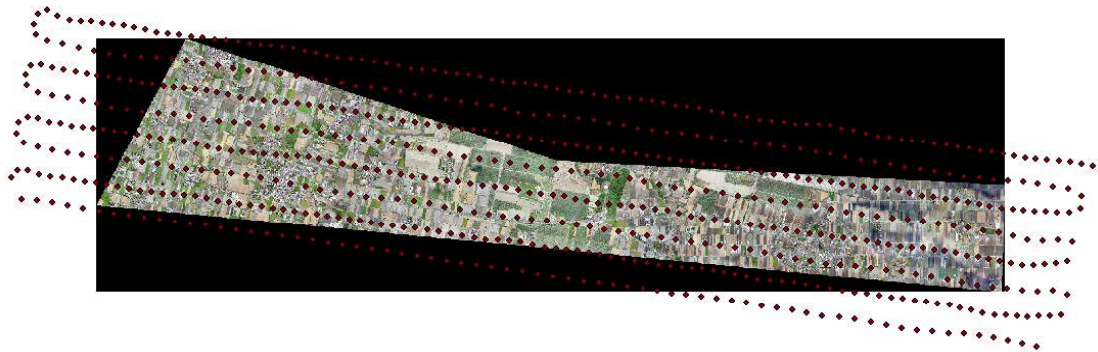


圖 3-19 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)航拍影像中心點分布圖

(二) 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。

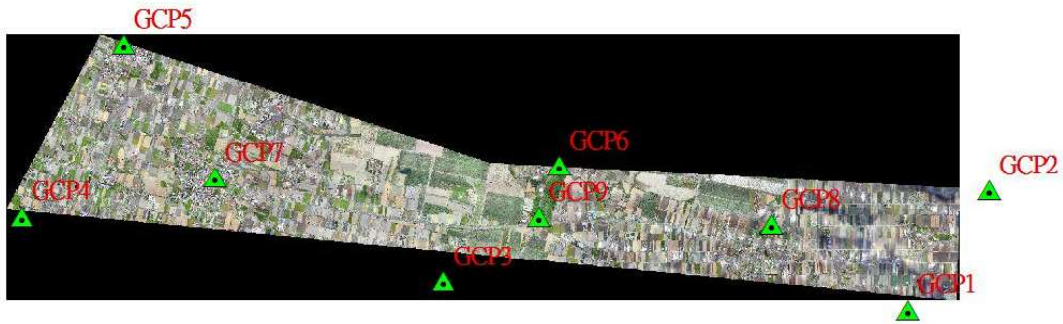


圖 3-20 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)控制點分布圖

表 3-9 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
彰化縣大城鄉 (152 線拓寬工程)	平均值(mean)	0.012	-0.002
	中誤差(Sigma)	0.507	0.199
	均方根誤差 (RMSE)	0.507	0.199



圖 3-21 彰化縣大城鄉(152 線拓寬工程)正射鑲嵌影像成果

五、 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)

本區域為國土測繪中心為滿足圖資更新之需求辦理航拍作業，測製正射影像成果，供更新通用版電子地圖正射影像使用。航拍區相關任務執行與影像處理作業說明如下：

(一) 航拍任務執行

新北市樹林區(國 3 樹林交流道)航拍區範圍約 1.07 平方公里，地表高程約 27 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5D Mark II 數位相機(像

元大小為 6.4 μ m) 搭配 20 mm 焦距鏡頭，航高為 500 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。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。

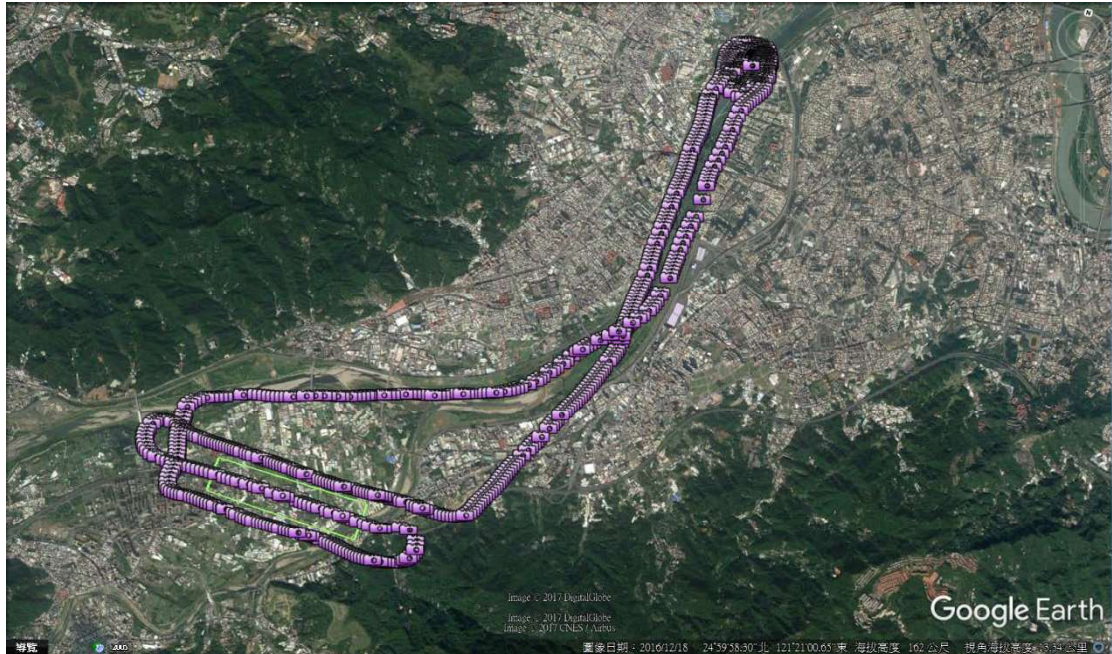


圖 3-22 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)飛行航線規劃

表 3-10 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	新北市樹林區(國 3 樹林交流道)
二、航拍日期	106/8/16
三、航線航程	總航程約 33.56 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 33°C，降雨機率 10%)
五、風向/風級	偏南風/一級
六、航拍高度/雲層高度	500 公尺/1000 公尺
七、地面解析度	0.14 公尺
八、UAS 載具	國土測繪一號

任務作業於 106 年 7 月 11 日下午 1400 抵達彰化縣大城鄉待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，1430 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，飛行時間約為 50 分鐘，1530 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 175 片，地面解析度(GSD)約 14 公分，影像中心點分布如圖 3-24。



圖 3-23 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)起降場地作業情形

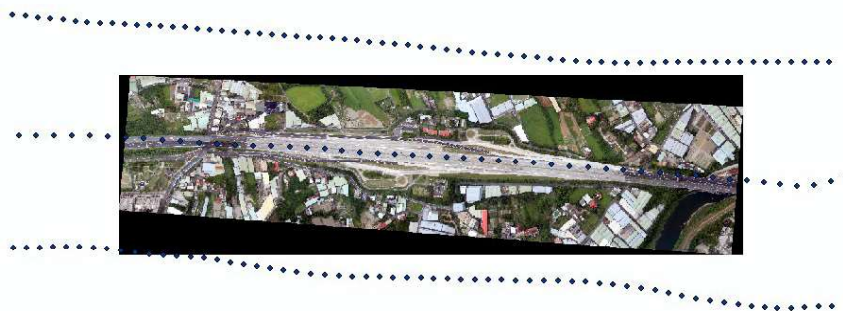


圖 3-24 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)航拍影像中心點分布圖

(二) 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。

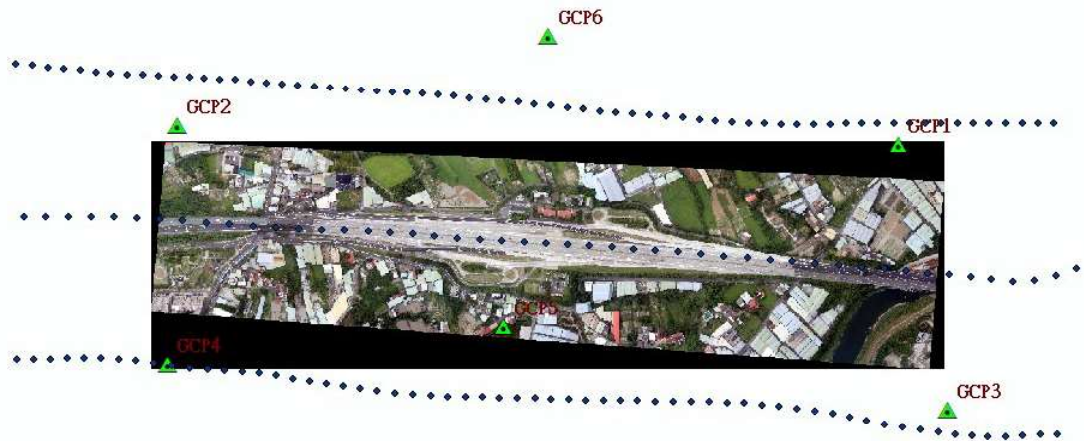


圖 3-25 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)控制點分布圖

表 3-11 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
新北市樹林區 (國 3 樹林交流道)	平均值(mean)	-0.014	-0.080
	中誤差(Sigma)	0.106	0.195
	均方根誤差(RMSE)	0.107	0.211



圖 3-26 新北市樹林區(國 3 樹林交流道)正射鑲嵌影像成果

六、 臺南市安南區(台江大道)

本區域為國土測繪中心為滿足圖資更新之需求辦理航拍作業，測製正射影像成果，供更新通用版電子地圖正射影像使用。航拍區相關任務執行與影像處理作業說明如下：

(一) 航拍任務執行

臺南市安南區(台江大道)航拍區範圍約 3.18 平方公里，地表高程約 3 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5D Mark II 數位相機(像元大小為 6.4 μ m)搭配 20 mm 焦距鏡頭，航高為 300 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。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 臺南市安南區(台江大道)飛行航線規劃

表 3-12 臺南市安南區(台江大道)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺南市安南區(台江大道)
二、航拍日期	106/5/18
三、航線航程	總航程約 41.77 公里
四、天氣狀況	晴時多雲(氣溫 29°C，降雨機率 10%)
五、風向/風級	西南風/二級
六、航拍高度/雲層高度	200 公尺/800 公尺
七、地面解析度	0.22 公尺
八、UAS 載具	國土測繪一號

任務作業於 106 年 5 月 18 日 1500 抵達臺南市安南區待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，1530 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，飛行時間約為 40 分鐘，1624 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 313 片，地面解析度(GSD)約 22 公分，影像中心點分布如圖 3-29。



圖 3-28 臺南市安南區(台江大道)起降場地作業情形



圖 3-29 臺南市安南區(台江大道)航拍影像中心點分布圖

(二) 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 臺南市安南區(台江大道)控制點分布圖

表 3-13 臺南市安南區(台江大道)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
臺南市安南區 (台江大道)	平均值(mean)	0.020	0.050
	中誤差(Sigma)	0.132	0.155
	均方根誤差 (RMSE)	0.134	0.163

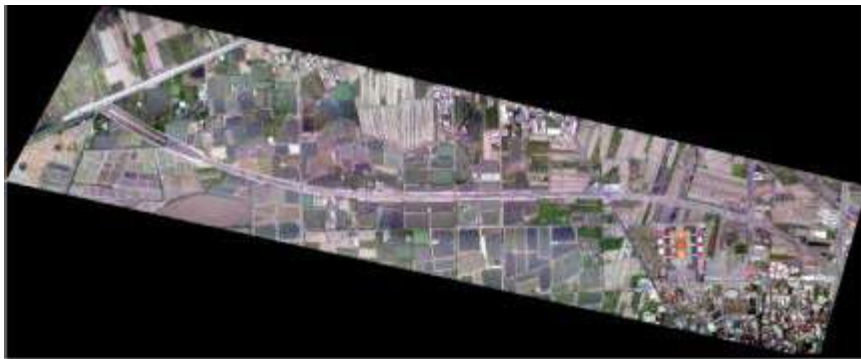


圖 3-31 臺南市安南區(台江大道)正射鑲嵌影像成果

七、嘉義市(東區、西區)

本區域為國土測繪中心為滿足圖資更新之需求辦理航拍作業，測製正射影像成果，供更新通用版電子地圖正射影像使用。航拍區相關任務執行與影像處理作業說明如下：

■ 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)

(一) 航拍任務執行

嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)航拍區範圍約 0.18 平方公里，地表高程約 40 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5D Mark II 數位相機(像元大小為 6.4 μ m)搭配 20 mm 焦距鏡頭，航高為 376 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。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。

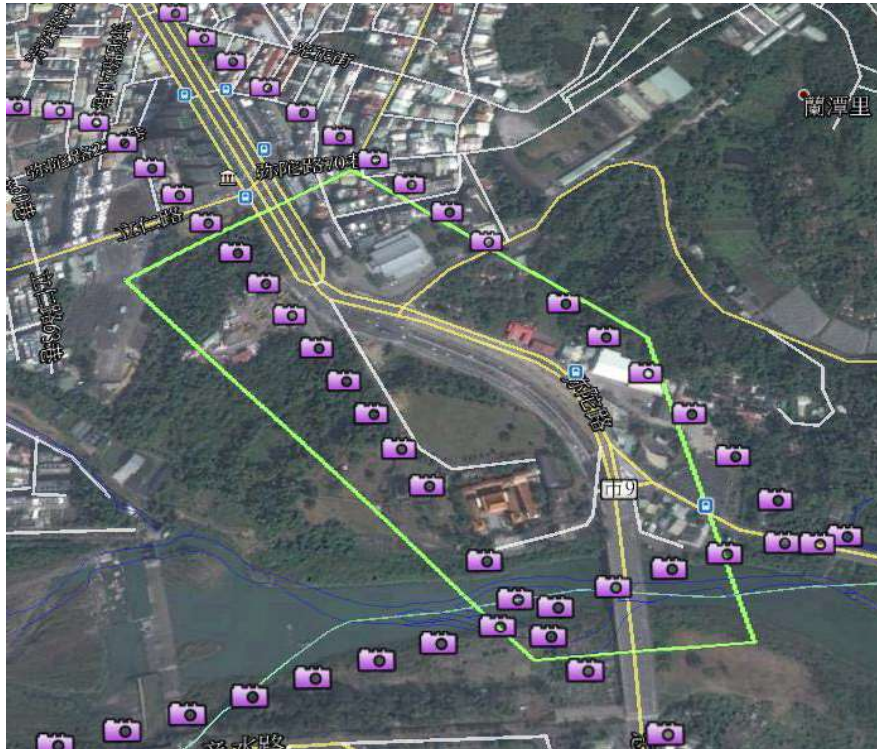


圖 3-32 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)飛行航線規劃

表 3-14 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)
二、航拍日期	106/5/18
三、航線航程	總航程約 51.03 公里
四、天氣狀況	晴時多雲(氣溫 30°C，降雨機率 0%)
五、風向/風級	偏南風/二級
六、航拍高度/雲層高度	376 公尺/1000 公尺
七、地面解析度	0.13 公尺
八、UAS 載具	國土測繪一號

任務作業於 106 年 5 月 18 日 1200 抵達嘉義市東區待命起飛，於

現場調整相機設定及酬載裝備測試，1250 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，飛行時間約為 50 分鐘，1353 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 2 條航帶，拍攝影像數量合計 117 片，地面解析度(GSD)約 13 公分，影像中心點分布如圖 3-34。



圖 3-33 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)起降場地作業情形



圖 3-34 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)航拍影像中心點分布圖

(二) 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 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)控制點分布圖

表 3-15 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
嘉義市東區 (彌陀路拓寬工程)	平均值(mean)	0.009	-0.059
	中誤差(Sigma)	0.170	0.134
	均方根誤差 (RMSE)	0.170	0.147



圖 3-36 嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)正射鑲嵌影像成果

■ 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)

(一) 航拍任務執行

嘉義市西區(湖子內區段徵收區)航拍區範圍約 4.69 平方公里，地表高程約 30 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5D SR 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 560 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。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 示。



圖 3-37 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)飛行航線規劃

表 3-16 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	嘉義市東區(彌陀路拓寬工程)
二、航拍日期	106/6/6
三、航線航程	總航程約 49.11 公里
四、天氣狀況	晴時多雲(氣溫 33°C，降雨機率 0%)
五、風向/風級	偏南風/二級
六、航拍高度/雲層高度	560 公尺/1000 公尺
七、地面解析度	0.10 公尺
八、UAS 載具	國土測繪一號

任務作業於 106 年 6 月 6 日 1100 時抵達嘉義市西區待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，1130 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，飛行時間約為 50 分鐘，1257 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 233 片，地面解析度(GSD)約 10 公分，影像中心點分布如圖 3-39。



圖 3-38 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)起降場地作業情形

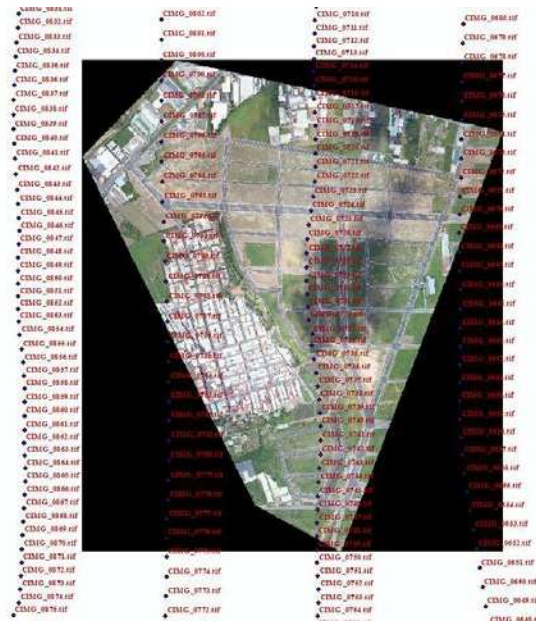


圖 3-39 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)航拍影像中心點分布圖

(二) 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 3-40 所示，成果精度如表 3-17 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-41 所示。



圖 3-40 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)控制點分布圖

表 3-17 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
嘉義市西區 (湖子內區段徵收區)	平均值(mean)	-0.060	-0.020
	中誤差(Sigma)	0.380	0.322
	均方根誤差 (RMSE)	0.385	0.322



圖 3-41 嘉義市西區(湖子內區段徵收區)正射鑲嵌影像成果

八、 新竹市北區(台 68 線)

本區域為國土測繪中心為滿足圖資更新之需求辦理航拍作業，測製正射影像成果，供更新通用版電子地圖正射影像使用。航拍區相關任務執行與影像處理作業說明如下：

(一) 航拍任務執行

新竹市北區(台 68 線)航拍區範圍約 2.15 平方公里，地表高程約 2 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5D Mark II 數位相機(像元大小為 6.4 μ m)搭配 20 mm 焦距鏡頭，航高為 400 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。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 3-18 所示。

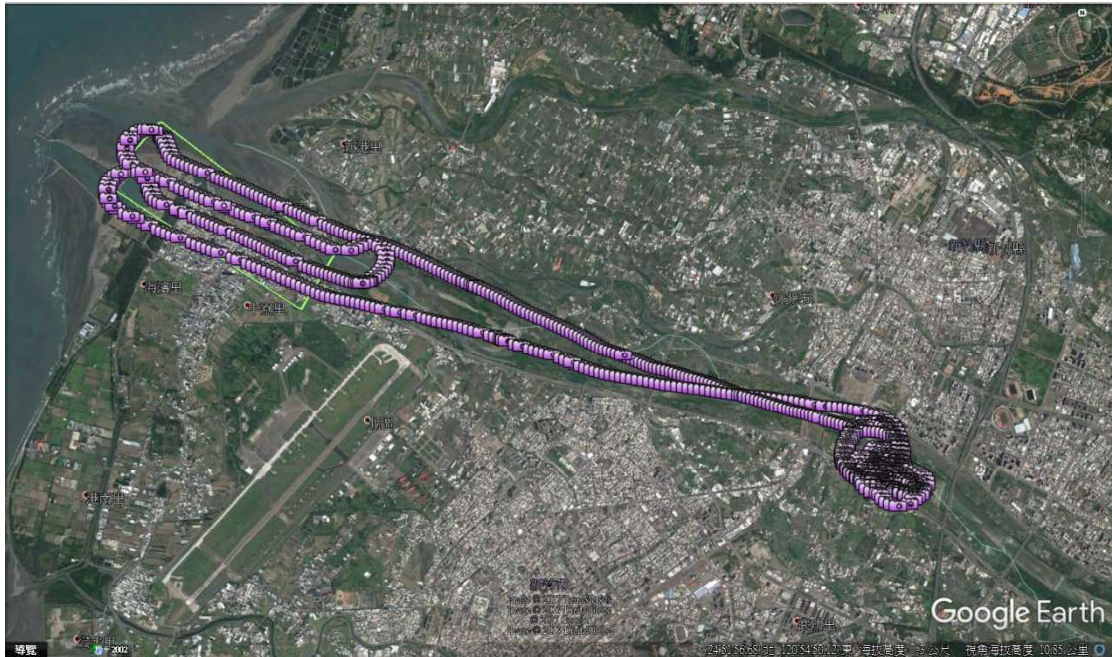


圖 3-42 新竹市北區(台 68 線)飛行航線規劃

表 3-18 新竹市北區(台 68 線)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	新竹市北區(台 68 線)
二、航拍日期	106/8/17
三、航線航程	總航程約 25.32 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 32°C，降雨機率 20%)
五、風向/風級	偏南風/一級
六、航拍高度/雲層高度	400 公尺/900 公尺
七、地面解析度	0.13 公尺
八、UAS 載具	國土測繪一號

任務作業於 106 年 8 月 17 日 1145 時抵達新竹市北區待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，1210 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 3-43 所示，飛行時間約為 30 分鐘，1245 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 266 片，地面解析度(GSD)約 13 公分，影像中心點分布如圖 3-44。



圖 3-43 新竹市北區(台 68 線)起降場地作業情形



圖 3-44 新竹市北區(台 68 線)航拍影像中心點分布圖

(二) 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 3-45 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 3-46 所示。



圖 3-45 新竹市北區(台 68 線)控制點分布圖

表 3-19 新竹市北區(台 68 線)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
新竹市北區 (台 68 線)	平均值(mean)	-0.001	0.009
	中誤差(Sigma)	0.081	0.200
	均方根誤差 (RMSE)	0.081	0.200



圖 3-46 新竹市北區(台 68 線)正射鑲嵌影像成果

九、臺南市東區(平實園區市地重劃)

本區域為國土測繪中心為滿足圖資更新之需求辦理航拍作業，測製正射影像成果，供更新通用版電子地圖正射影像使用。航拍區相關任務執行與影像處理作業說明如下：

(一) 航拍任務執行

臺南市東區(平實園區市地重劃)航拍區範圍約 0.64 平方公里，地表高程約 22 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 650 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。區域範圍及航線規劃如圖 3-47，航拍區域任務執行概況如表 3-20 所示。



圖 3-47 臺南市東區(平實園區市地重劃)飛行航線規劃

表 3-20 臺南市東區(平實園區市地重劃)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺南市東區(平實園區市地重劃)
二、航拍日期	106/10/2
三、航線航程	總航程約 9 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 30°C，降雨機率 10%)
五、風向/風級	偏南風/一級
六、航拍高度/雲層高度	650 公尺/1000 公尺
七、地面解析度	0.13 公尺
八、UAS 載具	國土測繪一號

任務作業於 106 年 10 月 2 日 1200 時抵達臺南市東區待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，1220 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 3-48 所示，飛行時間約為 30 分鐘，1300 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 48 片，地面解析度(GSD)約 13 公分，影像中心點分布如圖 3-49。



圖 3-48 臺南市東區(平實園區市地重劃)起降場地作業情形



圖 3-49 臺南市東區(平實園區市地重劃)航拍影像中心點分布圖

(二) 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 3-21 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 臺南市東區(平實園區市地重劃)控制點分布圖

表 3-21 臺南市東區(平實園區市地重劃)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
臺南市東區 (平實園區市地重劃)	平均值(mean)	-0.001	0.015
	中誤差(Sigma)	0.122	0.121
	均方根誤差 (RMSE)	0.122	0.122

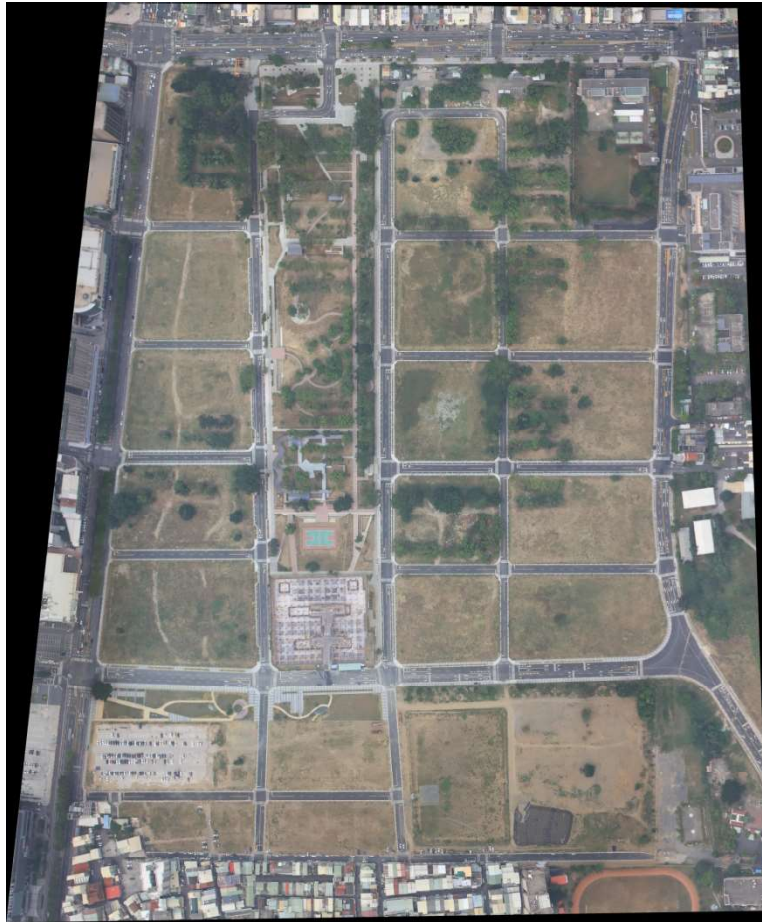


圖 3-51 臺南市東區(平實園區市地重劃)正射鑲嵌影像成果

十、 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)

本區域為國土測繪中心為滿足圖資更新之需求辦理航拍作業，測製正射影像成果，供更新通用版電子地圖正射影像使用。航拍區相關任務執行與影像處理作業說明如下：

(一) 航拍任務執行

雲林縣斗六鎮 (湖山水庫) 航拍區範圍約 6 平方公里，地表高程約 205 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 600 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。區域範圍及航線規劃如圖 3-52，航拍區域任務執行概況如表 3-22 所示。

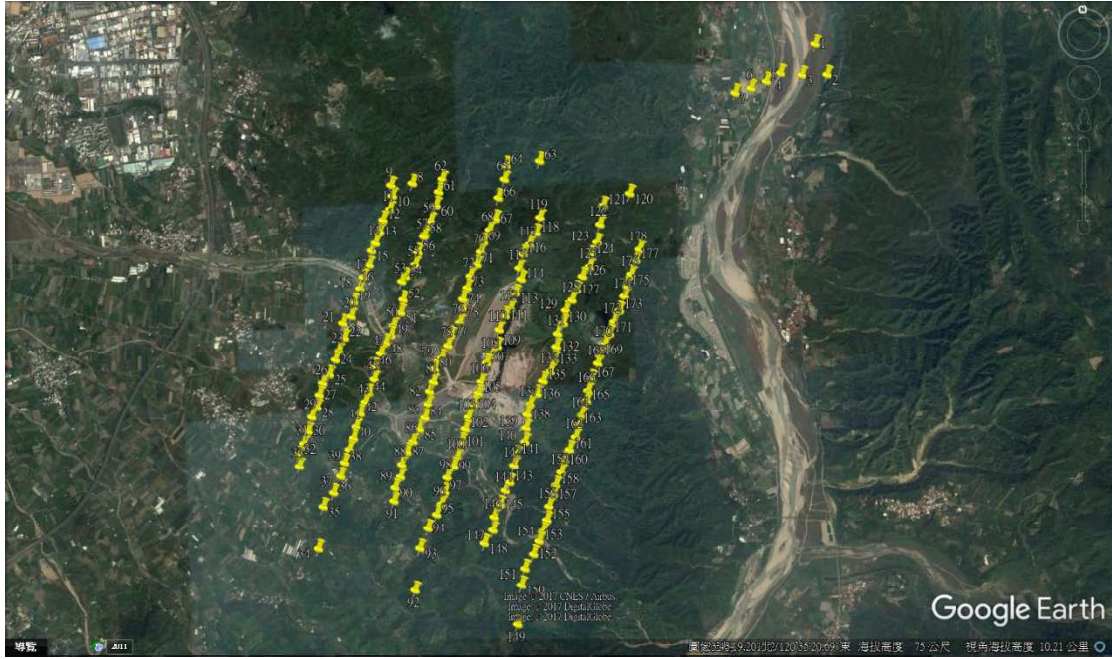


圖 3-52 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)飛行航線規劃

表 3-22 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	雲林縣斗六鎮(湖山水庫)
二、航拍日期	106/10/18
三、航線航程	總航程約 30 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 30°C，降雨機率 10%)
五、風向/風級	偏南風/一級
六、航拍高度/雲層高度	800 公尺/1000 公尺
七、地面解析度	0.12 公尺
八、UAS 載具	國土測繪一號

任務作業於 106 年 10 月 18 日 1200 時抵達臺南市東區待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，1220 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 3-53 所示，飛行時間約為 60 分鐘，1330 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 171 片，地面解析度(GSD)約 12 公分，影像中心點分布如圖 3-54。



圖 3-53 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)起降場地作業情形

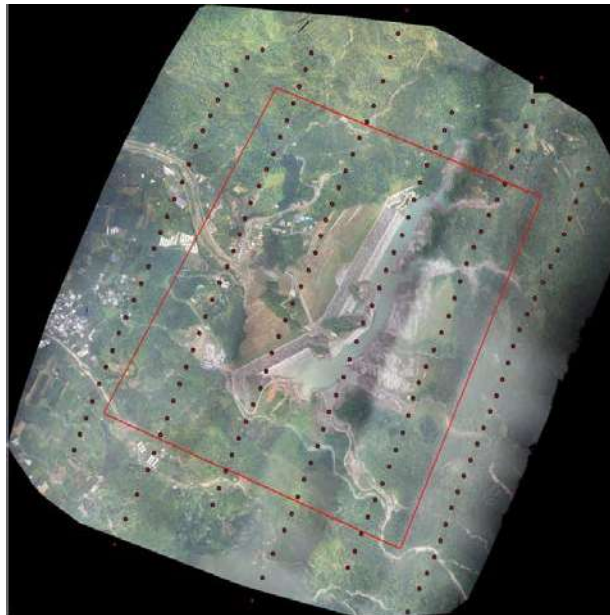


圖 3-54 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)航拍影像中心點分布圖

(二) 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 3-23 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-56 所示。

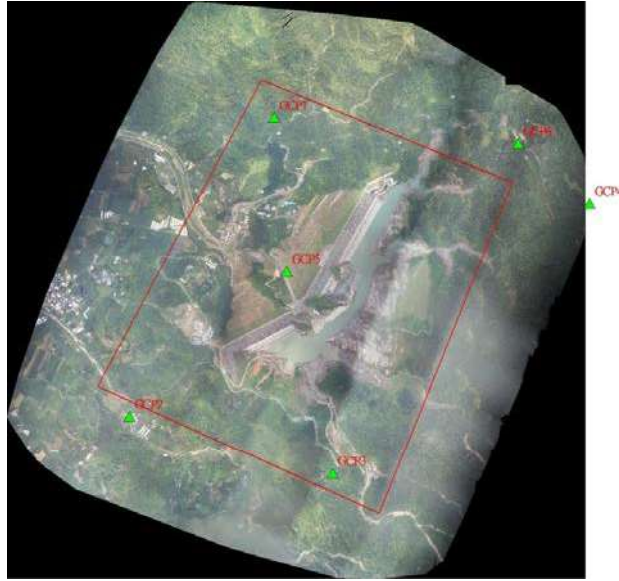


圖 3-55 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)控制點分布圖

表 3-23 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
雲林縣斗六鎮 (湖山水庫)	平均值(mean)	0.077	-0.044
	中誤差(Sigma)	0.152	0.272
	均方根誤差 (RMSE)	0.170	0.276



圖 3-56 雲林縣斗六鎮(湖山水庫)正射鑲嵌影像成果

十一、臺北市士林區(大油坑、馬槽、夢幻湖)

本區域為陽明山國家公園管理處委託國土測繪中心辦理協助航拍作業，後續並配合圖資更新之需求辦理測製正射影像成果，更新臺灣通用電子地圖正射影像。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

■ 臺北市士林區（大油坑）

(一) 航拍任務執行

臺北市士林區(大油坑)航拍區範圍約 0.8 平方公里，地表高程約 560 公尺。航拍任務規劃使用 Sony A7 數位相機(像元大小為 6 μ m)搭配 20 mm 焦距鏡頭，航高為 900 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。區域範圍及航線規劃如圖 3-57，航拍區域任務執行概況如表 3-24 所示。



圖 3-57 臺北市士林區(大油坑)飛行航線規劃

表 3-24 臺北市士林區(大油坑)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺北市士林區(大油坑)
二、航拍日期	106/6/22
三、航線航程	總航程約 8.22 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	900 公尺/1200 公尺
七、地面解析度	0.09 公尺
八、UAS 載具	多軸旋翼機

任務作業於 106 年 6 月 22 日 1200 時抵達陽明山擎天崗登山路線旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，1220 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 3-58 所示，飛行總架次為 3 架次，每次飛行時間約為 7 至 8 分鐘，1310 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 291 片，地面解析度(GSD)約 9 公分，影像中心點分布如圖 3-59。



圖 3-58 臺北市士林區(大油坑)起降場地作業情形

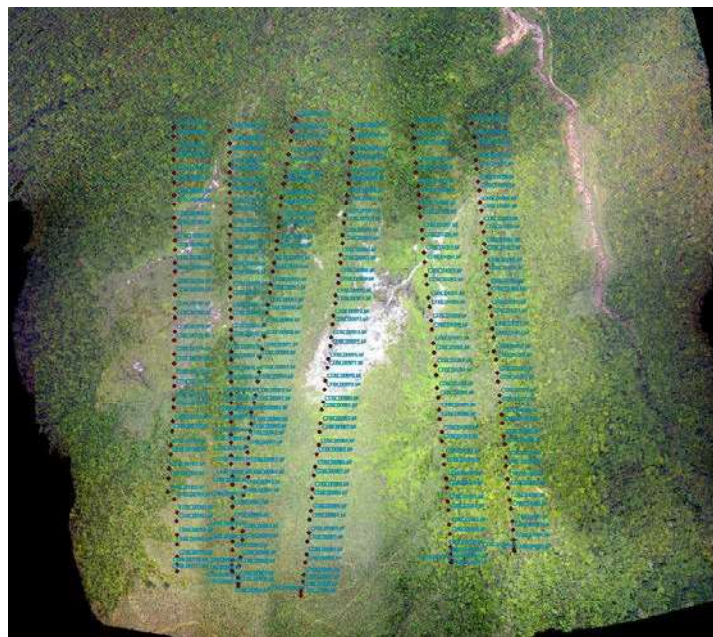


圖 3-59 臺北市士林區 (大油坑)航拍影像中心點分布圖

(二) 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 3-60 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 3-61 所示。

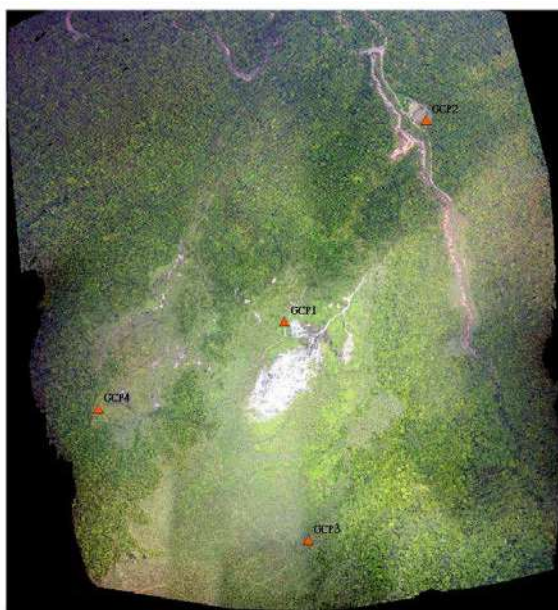


圖 3-60 臺北市士林區 (大油坑) 控制點分布圖

表 3-25 臺北市士林區 (大油坑) 控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
臺北市士林區 (大油坑)	平均值(mean)	0.161	-0.237
	中誤差(Sigma)	0.503	0.568
	均方根誤差 (RMSE)	0.528	0.615



圖 3-61 臺北市士林區(大油坑)正射鑲嵌影像成果

■ 臺北市士林區（馬槽）

（一）航拍任務執行

臺北市士林區（馬槽）航拍區範圍約 0.8 平方公里，地表高程約 712 公尺。航拍任務規劃使用 Sony A7 數位相機(像元大小為 $6\mu\text{m}$)搭配 20 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 35%。區域範圍及航線規劃如圖 3-62，航拍區域任務執行概況如表 3-26 所示。



圖 3-62 臺北市士林區(馬槽)飛行航線規劃

表 3-26 臺北市士林區(馬槽)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺北市士林區(馬槽)
二、航拍日期	106/6/22
三、航線航程	總航程約 11.47 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 31°C，降雨機率 10%)
五、風向/風級	偏南風/二級
六、航拍高度/雲層高度	1000 公尺/1200 公尺
七、地面解析度	0.09 公尺
八、UAS 載具	多軸旋翼機

任務作業於 106 年 6 月 22 日 0900 時抵達陽明山中湖戰備道旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，0920 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 3-63 所示，飛行總架次為 4 架次，每次飛行時間約為 7 至 8 分鐘，1040 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 363 片，地面解析度(GSD)約 9 公分，影像中心點分布如圖 3-64。



圖 3-63 臺北市士林區(馬槽)起降場地作業情形

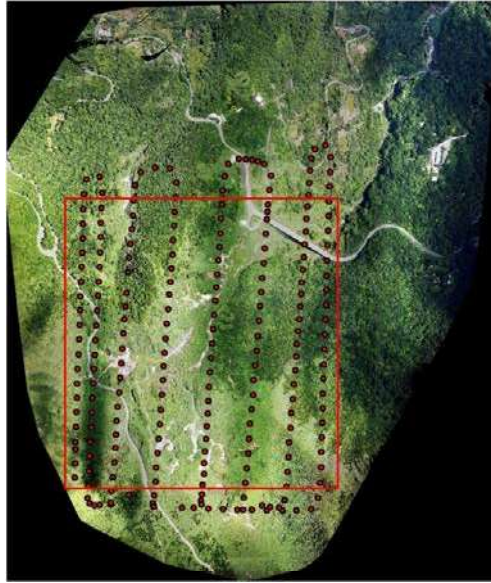


圖 3-64 臺北市士林區 (馬槽) 航拍影像中心點分布圖

(二) 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 3-65 所示，成果精度如表 3-27 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-66 所示。

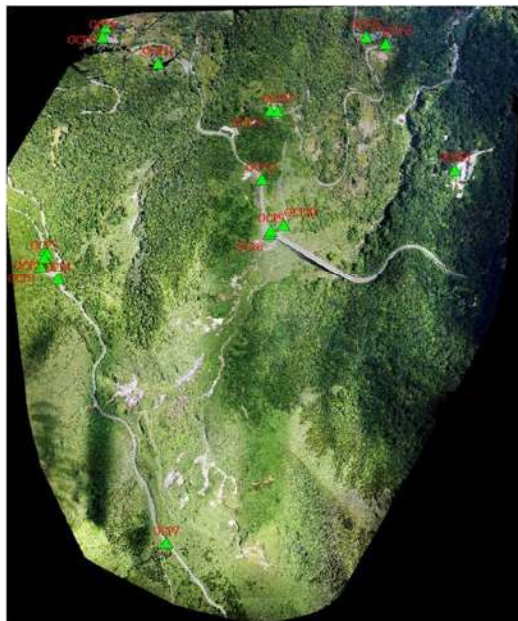


圖 3-65 臺北市士林區(馬槽) 控制點分布圖

表 3-27 臺北市士林區 (馬槽)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
臺北市士林區 (馬槽)	平均值(mean)	-1.039	-0.628
	中誤差(Sigma)	0.663	0.101
	均方根誤差 (RMSE)	1.232	0.636

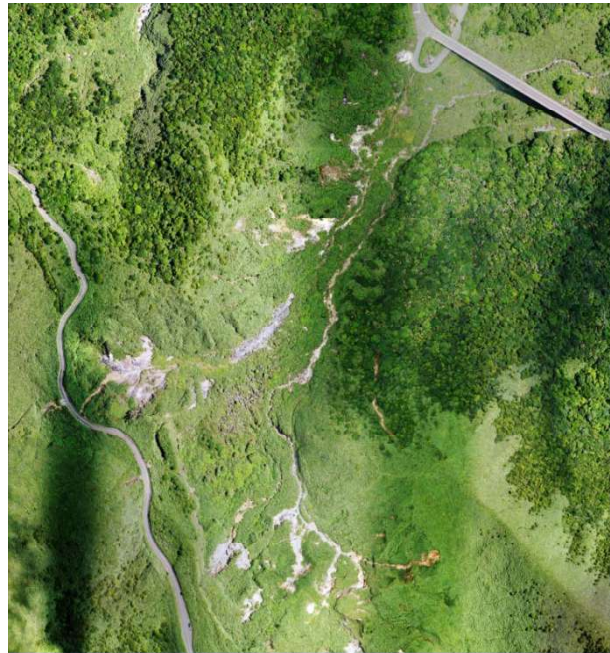


圖 3-66 臺北市士林區(馬槽)正射鑲嵌影像成果

■ 臺北市士林區 (夢幻湖)

(一) 航拍任務執行

臺北市士林區 (夢幻湖) 航拍區範圍約 0.8 平方公里，地表高程約 872 公尺。航拍任務規劃使用 Sony A7 數位相機(像元大小為 6 μ m) 搭配 20 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 35%。區域範圍及航線規劃如圖 3-67，航拍區域任務執行概況如表 3-28 所示。



圖 3-67 臺北市士林區(夢幻湖)飛行航線規劃

表 3-28 臺北市士林區(夢幻湖)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺北市士林區(夢幻湖)
二、航拍日期	106/6/22
三、航線航程	總航程約 5.68 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 31°C，降雨機率 10%)
五、風向/風級	偏南風/二級
六、航拍高度/雲層高度	1000 公尺/1200 公尺
七、地面解析度	0.05 公尺
八、UAS 載具	多軸旋翼機

任務作業於 106 年 6 月 22 日 0700 時抵達陽明山夢幻湖登山路線旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，0720 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 3-68 所示，飛行總架次為 4 架次，每次飛行時間約為 7 至 8 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 6 條航帶，拍攝影像數量合計 284 片，地面解析度(GSD)約 5 公分，影像中心點分布如圖 3-69。



圖 3-68 臺北市士林區(夢幻湖)起降場地作業情形

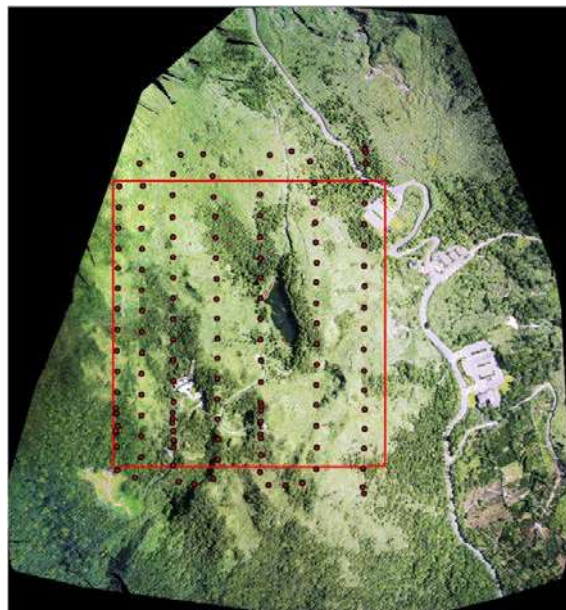


圖 3-69 臺北市士林區 (夢幻湖)航拍影像中心點分布圖

(二)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 3-70 所示，成果精度如表 3-29 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-71 所示。

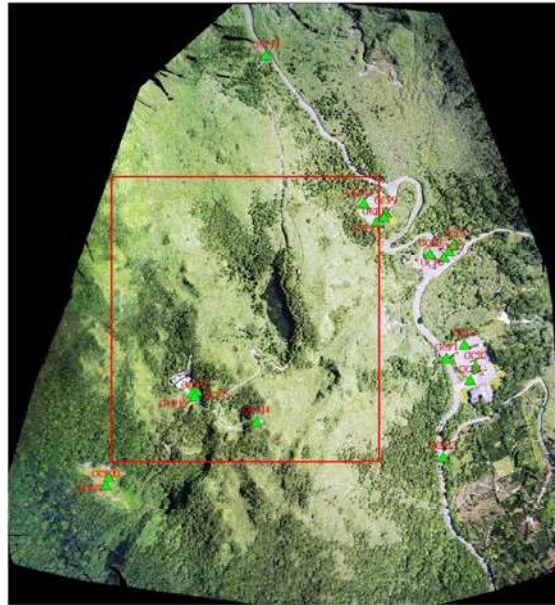


圖 3-70 臺北市士林區(夢幻湖) 控制點分布圖

表 3-29 臺北市士林區 (夢幻湖)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
臺北市士林區 (夢幻湖)	平均值(mean)	0.184	0.017
	中誤差(Sigma)	0.266	0.224
	均方根誤差 (RMSE)	0.324	0.225



圖 3-71 臺北市士林區(夢幻湖)正射鑲嵌影像成果

十二、 新北市烏來區(福山植物園)

本區域為農委會林業試驗所委託國土測繪中心辦理協助航拍作業，後續並配合圖資更新之需求辦理測製正射影像成果，更新臺灣通用電子地圖正射影像。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

(一) 航拍任務執行

新北市烏來區(福山植物園)航拍區範圍約 1 平方公里，地表高程約 670 公尺。航拍任務規劃使用 Sony A7 數位相機(像元大小為 6 μ m) 搭配 20 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 35%。區域範圍及航線規劃如圖 3-72，航拍區域任務執行概況如表 3-30 所示。

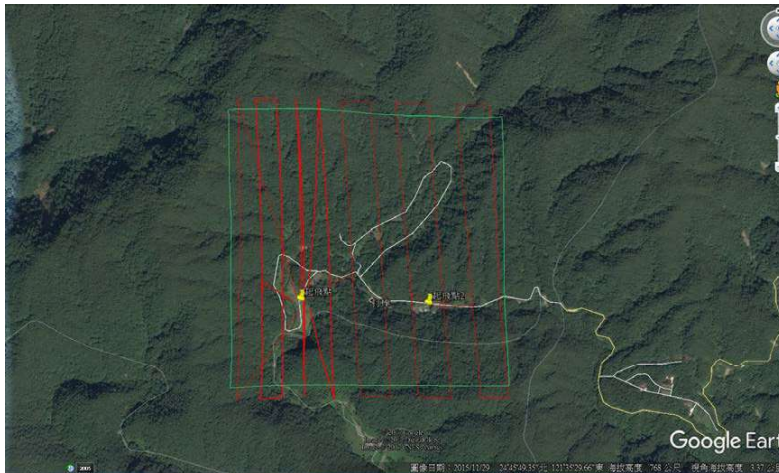


圖 3-72 新北市烏來區(福山植物園)飛行航線規劃

表 3-30 新北市烏來區(福山植物園)任務執行概況

項目	說明
一、 航拍區域	新北市烏來區(福山植物園)
二、 航拍日期	106/7/4
三、 航線航程	總航程約 13.65 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	偏南風/一級
六、 航拍高度/雲層高度	250 公尺/900 公尺
七、 地面解析度	0.06 公尺
八、 UAS 載具	多軸旋翼機

任務作業於 106 年 7 月 4 日清晨 0630 時抵達福山植物園待命起飛，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 3-73 所示，多軸旋翼機飛行總架次為 7 架次，每次飛行時間約為 8-9 分鐘，0900 時完成 5 架次飛行並移動至第 2 起飛點執行航拍任務 2 架次，0945 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 642 片，地面解析度(GSD)約 6 公分，影像中心點分布如圖 3-74。



圖 3-73 新北市烏來區(福山植物園)起降場地作業情形

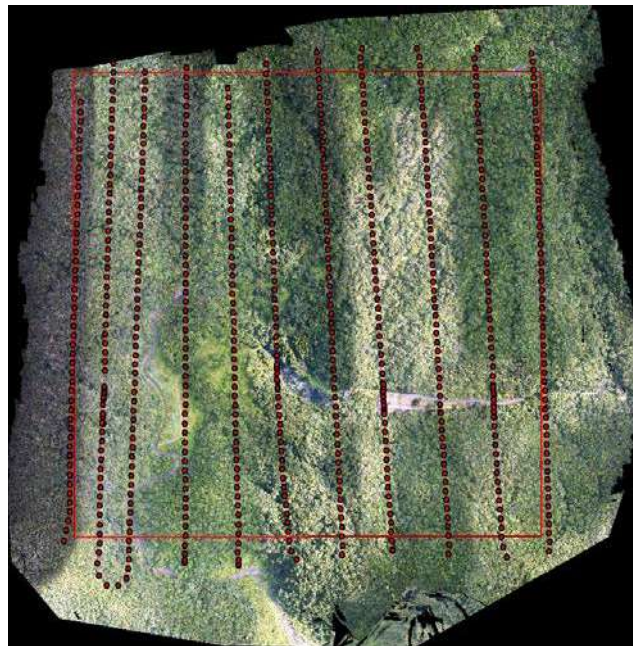


圖 3-74 新北市烏來區(福山植物園)航拍影像中心點分布圖

(二) 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 3-75 所示，成果精度如表 3-31 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-76 所示。

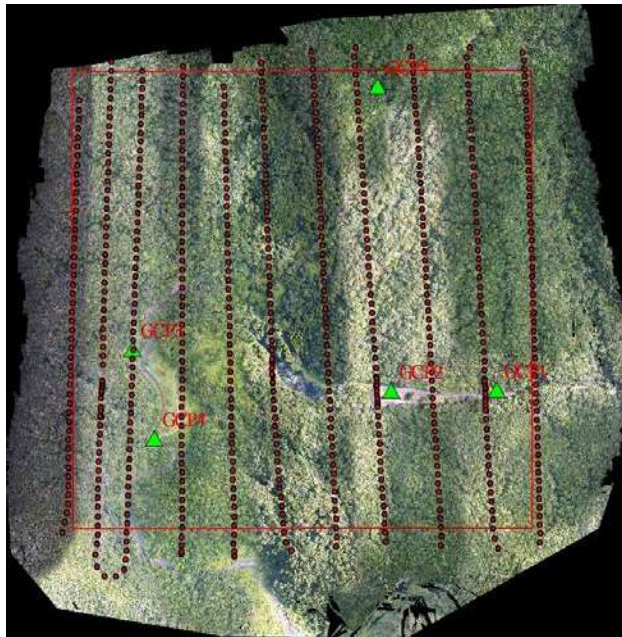


圖 3-75 新北市烏來區(福山植物園)控制點分布圖

表 3-31 新北市烏來區(福山植物園)控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
新北市烏來區 (福山植物園)	平均值(mean)	0.004	-0.005
	中誤差(Sigma)	0.025	0.087
	均方根誤差 (RMSE)	0.026	0.087



圖 3-76 新北市烏來區(福山植物園)正射鑲嵌影像成果

十三、花蓮縣卓溪鄉

本區域為玉山國家公園管理處委託國土測繪中心辦理協助航拍作業，後續並配合圖資更新之需求辦理測製正射影像成果，更新臺灣通用電子地圖正射影像。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

(一) 航拍任務執行

花蓮縣卓溪鄉航拍區範圍約 15.18 平方公里，地表高程約 530 公尺。航拍任務規劃使用 Sony A7R 數位相機(像元大小為 $4.9\mu\text{m}$)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高為 1600 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。區域範圍及航線規劃如圖 3-77，航拍區域任務執行概況如表 3-32 所示。



圖 3-77 花蓮縣卓溪鄉飛行航線規劃

表 3-32 花蓮縣卓溪鄉任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	花蓮縣卓溪鄉
二、航拍日期	106/8/11
三、航線航程	總航程約 102 公里
四、天氣狀況	晴天(氣溫 30°C，降雨機率 10%)
五、風向/風級	偏南風/一級
六、航拍高度/雲層高度	1600 公尺/2000 公尺
七、地面解析度	0.24 公尺
八、UAS 載具	SkyArrow 55

任務作業於 106 年 8 月 11 日 0600 時於花蓮縣卓溪鄉長富大橋旁馬路待命起飛，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，確認花蓮航空協會及超輕載具協會當日 0700 時前無輕航機飛行任務，故執行路面人車管制後，UAV 飛機起飛執行航拍任務，定翼機飛行總架次為 2 架次，作業情形如圖 3-78 所示，每次飛行時間約為 80 分鐘，第二架次於 0930 時起飛執行任務，於 1052 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 830 片，地面解析度(GSD)約 24 公分，影像中心點分布如圖 3-79



圖 3-78 花蓮縣卓溪鄉起降場地作業情形

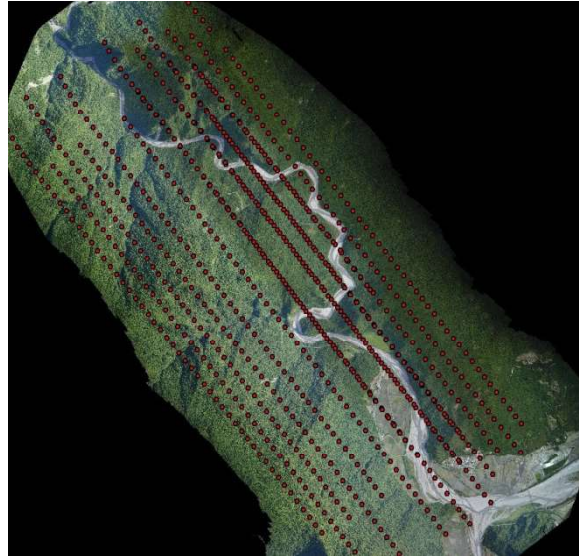


圖 3-79 花蓮縣卓溪鄉航拍影像中心點分布圖

(二) 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 3-80 所示，成果精度如表 3-33 所示，25 公分解析度之正射鑲嵌影像成果，如圖 3-81 所示。

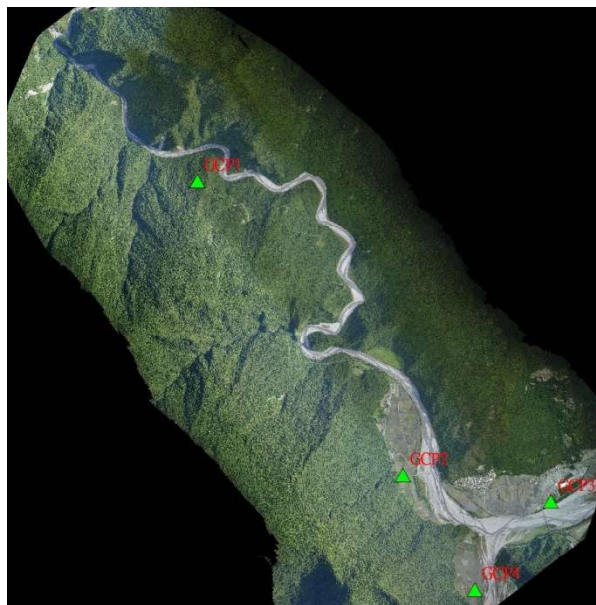


圖 3-80 花蓮縣卓溪鄉控制點分布圖

表 3-33 花蓮縣卓溪鄉控制點計算成果

作業區	類型	計算成果	
		X	Y
花蓮縣卓溪鄉	平均值(mean)	-0.168	-0.073
	中誤差(Sigma)	0.206	0.304
	均方根誤差(RMSE)	0.266	0.313



圖 3-81 花蓮縣卓溪鄉正射鑲嵌影像成果

十四、桃園市(新屋區、平鎮區、觀音區)

本區域為桃園市環保局委託國土測繪中心辦理協助航拍作業，後續並配合圖資更新之需求辦理測製正射影像成果，更新臺灣通用電子地圖正射影像。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

■ 桃園市新屋區

(一) 航拍任務執行

桃園市新屋區航拍區範圍約 0.04 平方公里，地表高程約 50 公尺。航拍任務規劃使用旋翼型 UAS 搭載 Sony A7 數位相機（像元大小為 6 μ m）搭配 20mm 焦距鏡頭，航高為 200 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。區域及航線規劃如圖 3-82 所示，航拍區任

務執行概況如表 3-34 所示。



圖 3-82 桃園市新屋區飛行航線規劃

表 3-34 桃園市新屋區任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	桃園市新屋區
二、航拍日期	106/5/18
三、航線航程	總航程約 1.03 公里
四、天氣狀況	多雲時陰短暫陣雨(氣溫 28°C，降雨機率 30%)
五、風向/風級	偏南風/二級轉三級
六、航拍高度/雲層高度	200 公尺/800 公尺
七、地面解析度	0.05 公尺
八、UAS 載具	多軸旋翼機

任務作業於 106 年 5 月 18 日 1230 時於桃園新屋東福路路口旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，1250 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，多軸旋翼機飛行總架次為 1 架次，作業情形如圖 3-83 所示，每次飛行時間約為 7 分鐘，於 1350 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 2 條航帶，拍攝影像數量合計 28 片，地面解析度(GSD)約

5 公分，影像中心點分布如圖 3-84。



圖 3-83 桃園市新屋區起降場地作業情形

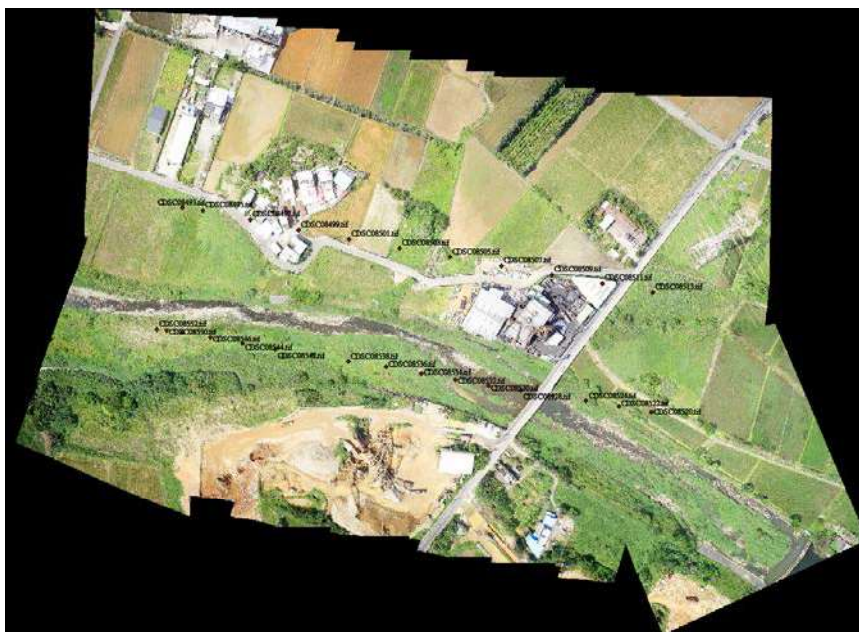


圖 3-84 桃園市新屋區航拍影像中心點分布圖

(二) 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點由國土測繪中心提供，來源為地面控制測量，挑選原則為尋找於新影像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 3-85 所示，空中三角測量網形圖如圖 3-86 所示，

成果精度如表 3-35 所示。



圖 3-85 桃園市新屋區控制點分布圖

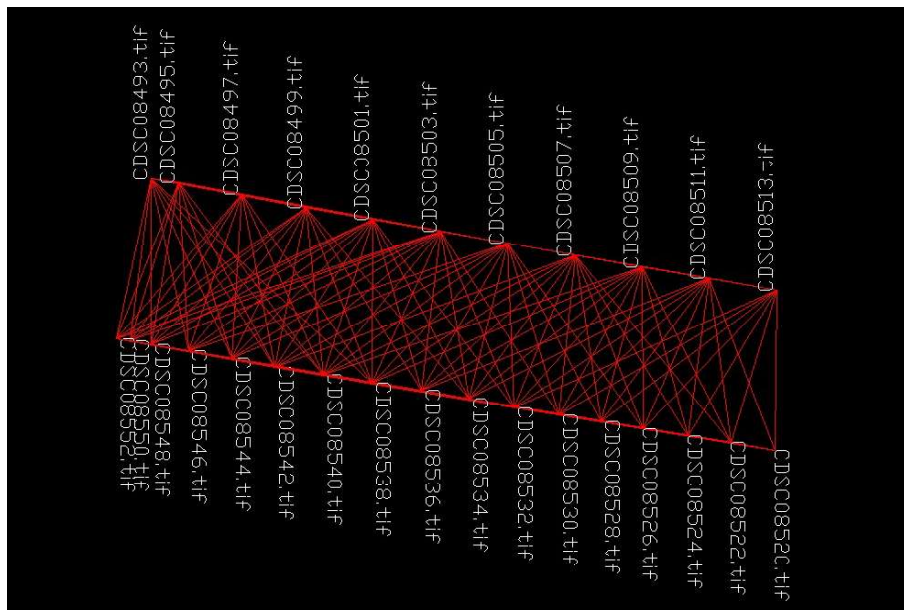


圖 3-86 桃園市新屋區空三網形圖

表 3-35 桃園市新屋區空三計算精度表

作業區	類型	計算成果	規範
桃園市新屋區	連結強度	0.830	≥ 0.3
	自由網平差	$2.8 \mu m$	$\leq 10 \mu m$
	強制附合平差	$2.8 \mu m$	$\leq 12 \mu m$

正射影像產製解析度為 10 公分，首先製作單張正射，再拼接為全區正射影像（圖 3-87）。



圖 3-87 桃園市新屋區正射鑲嵌影像成果

■ 桃園市（平鎮區）

（一）航拍任務執行

桃園市平鎮區航拍區範圍約 0.03 平方公里，地表高程約 200 公尺。航拍任務規劃使用旋翼型 UAS 搭載 Sony A7 數位相機（像元大小為 $6\mu\text{m}$ ）搭配 20mm 焦距鏡頭，航高為 365 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。區域及航線規劃如圖 3-88 所示，航拍區任務執行概況如表 3-36 所示。

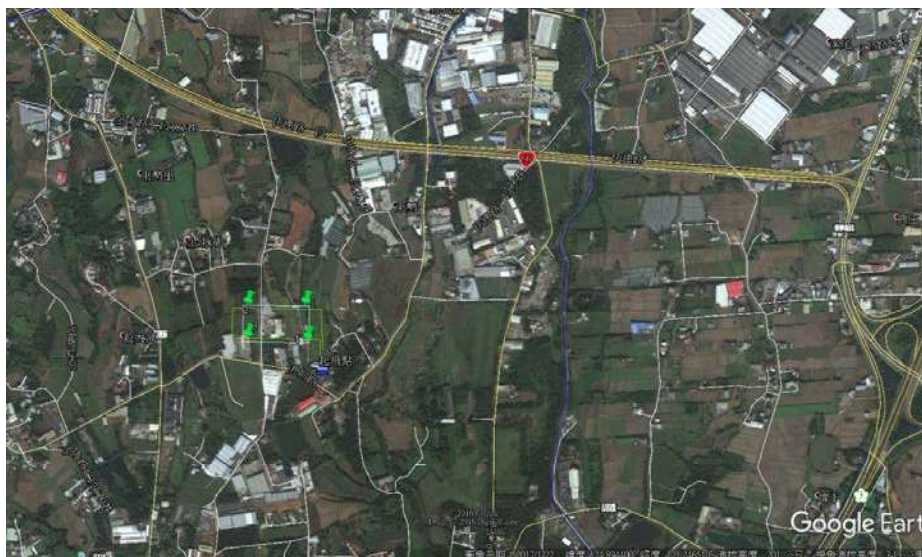


圖 3-88 桃園市平鎮區飛行航線規劃

表 3-36 桃園市新屋區任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	桃園市平鎮區
二、航拍日期	106/5/18
三、航線航程	總航程約 0.84 公里
四、天氣狀況	多雲時陰短暫陣雨(氣溫 28°C，降雨機率 30%)
五、風向/風級	偏南風/二級轉三級
六、航拍高度/雲層高度	365 公尺/800 公尺
七、地面解析度	0.05 公尺
八、UAS 載具	多軸旋翼機

任務作業於 106 年 5 月 18 日 1430 時於桃園平鎮區洪釗道路旁待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，1455 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，多軸旋翼機飛行總架次為 1 架次，作業情形如圖 3-89 所示，每次飛行時間約為 6 分鐘，於 1530 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 2 條航帶，拍攝影像數量合計 23 片，地面解析度(GSD)約 5 公分，影像中心點分布如圖 3-90。



圖 3-89 桃園市平鎮區起降場地作業情形



圖 3-90 桃園市平鎮區航拍影像中心點分布圖

(二) 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點由國土測繪中心提供，來源為地面控制測量，挑選原則為尋找於新影像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 3-91 所示，空中三角測量網形圖如圖 3-92 所示，成果精度如表 3-37 所示。



圖 3-91 桃園市平鎮區控制點分布圖

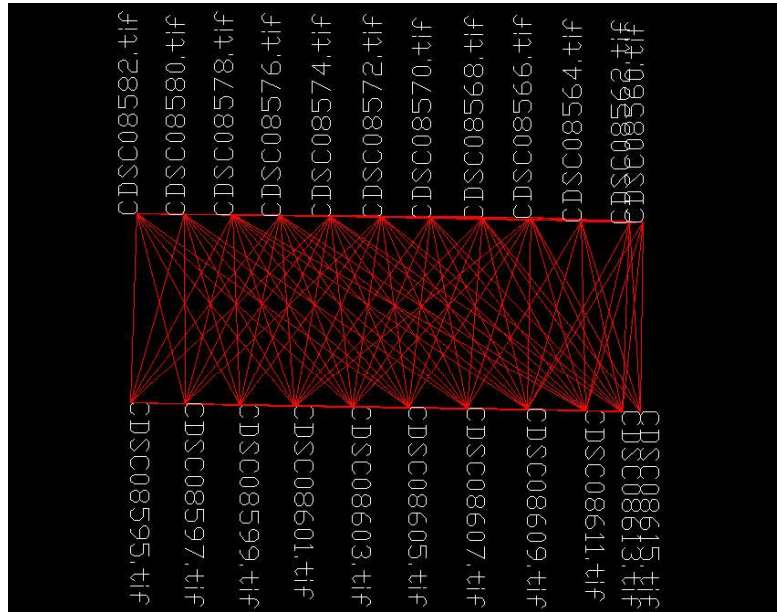


圖 3-92 桃園市平鎮區空三網形圖

表 3-37 桃園市平鎮區空三計算精度表

作業區	類型	計算成果	規範
桃園市平鎮區	連結強度	0.304	≥ 0.3
	自由網平差	$3.8 \mu m$	$\leq 10 \mu m$
	強制附合平差	$7.5 \mu m$	$\leq 12 \mu m$

正射影像產製解析度為 10 公分，首先製作單張正射，再拼接為全區正射影像（圖 3-93）。



圖 3-93 桃園市平鎮區正射鑲嵌影像成果

■ 桃園市（觀音區）

（一）航拍任務執行

桃園市平鎮區航拍區範圍約 0.1 平方公里，地表高程約 16 公尺。航拍任務規劃使用旋翼型 UAS 搭載 Sony A7 數位相機（像元大小為 6 μ m）搭配 20mm 焦距鏡頭，航高為 200 公尺，影像前後重疊率約 80%、側向重疊率約 35%。區域及航線規劃如圖 3-94 示，航拍區任務執行概況如表 3-38 所示。

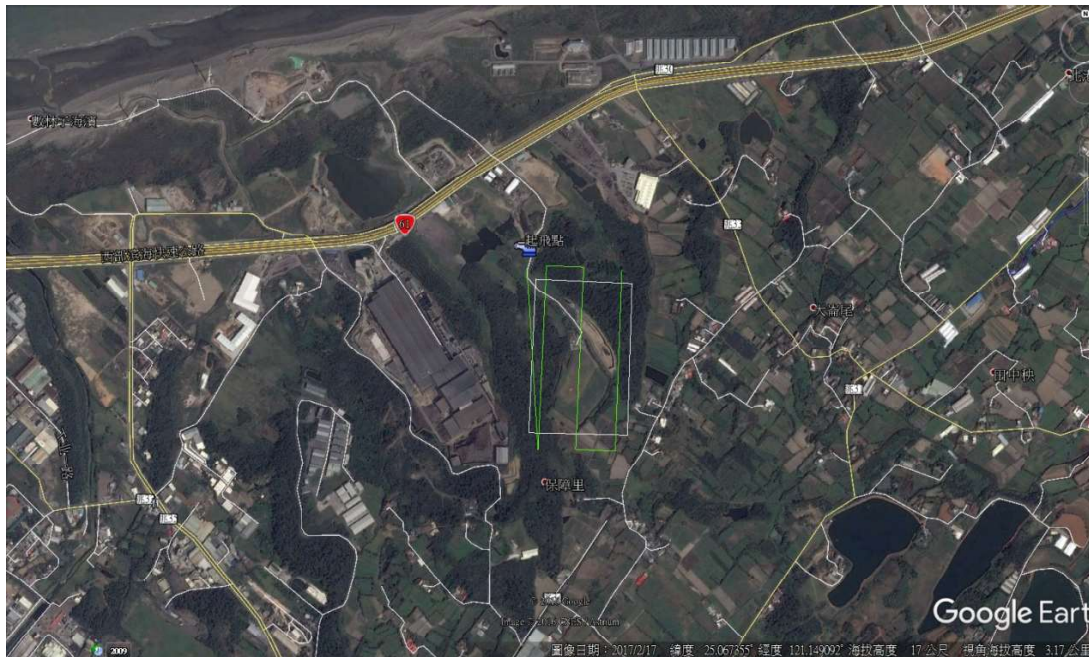


圖 3-94 桃園市觀音區飛行航線規劃

表 3-38 桃園市觀音區任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	桃園市觀音區
二、航拍日期	106/5/18
三、航線航程	總航程約 2.83 公里
四、天氣狀況	多雲時陰短暫陣雨(氣溫 28°C，降雨機率 30%)
五、風向/風級	偏南風/二級轉三級
六、航拍高度/雲層高度	200 公尺/800 公尺
七、地面解析度	0.05 公尺
八、UAS 載具	多軸旋翼機

任務作業於 106 年 5 月 18 日 1310 時於桃園市觀音區西濱快速道路 38 公里處轉入產業道路待命起飛，於現場調整相機設定及酬載裝備測試，1330 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，多軸旋翼機飛行總架次為 1 架次，作業情形如圖 3-95 示，每次飛行時間約為 8 分鐘，於 1350 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 2 條航帶，拍攝影像數量合計 44 片，地面解析度(GSD)約 5 公分，影像中心點分布如圖 3-96。



圖 3-95 桃園市觀音區起降場地作業情形

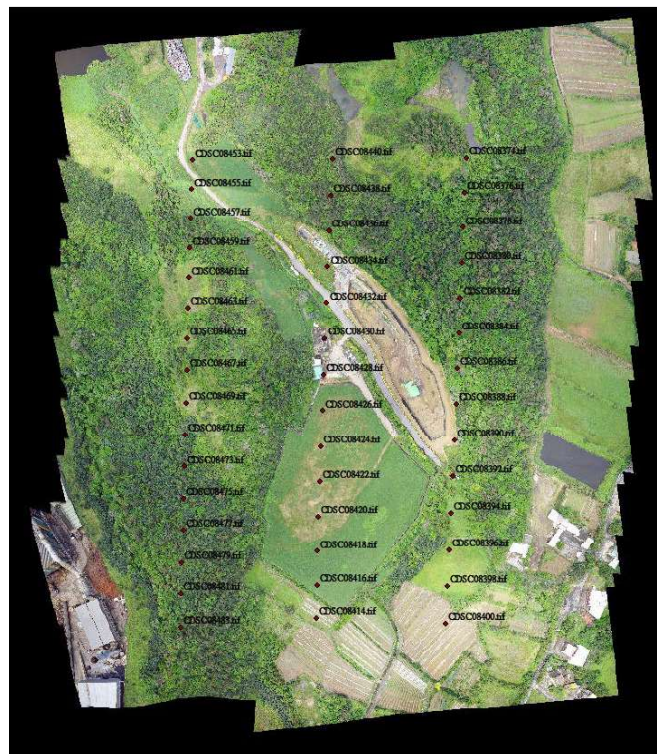


圖 3-96 桃園市觀音區航拍影像中心點分布圖

(二) 影像處理作業

UAS 相片利用空三測量進行空間解算，控制點由國土測繪中心提供，來源為地面控制測量，挑選原則為尋找於新影像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 3-97 示，空中三角測量網形圖如圖 3-98 所示，成果精度如表 3-39 所示。



圖 3-97 桃園市觀音區控制點分布圖

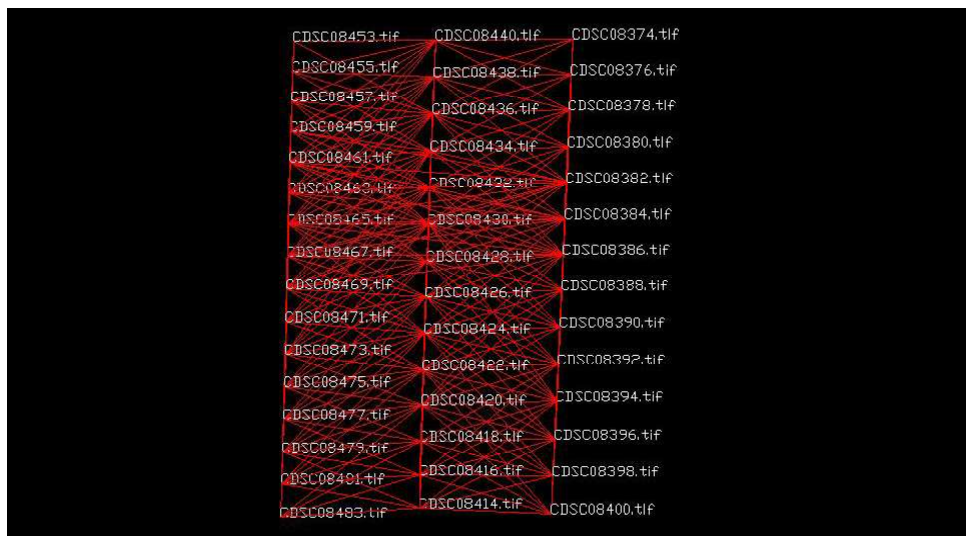


圖 3-98 桃園市觀音區空三網形圖

表 3-39 桃園市觀音區空三計算精度表

作業區	類型	計算成果	規範
桃園市觀音區	連結強度	0.758	≥ 0.3
	自由網平差	$3.1 \mu\text{m}$	$\leq 10 \mu\text{m}$
	強制附合平差	$3.0 \mu\text{m}$	$\leq 12 \mu\text{m}$

正射影像產製解析度為 10 公分，首先製作單張正射，再拼接為全區正射影像（圖 3-99）。



圖 3-99 桃園市觀音區正射鑲嵌影像成果

第三節 成果展示作業

本團隊已於 106 年 4 月 25 日配合國土測繪中心至國立臺灣科技大學參與行政院災害防救應用科技方案之 105 年度成果研討會，進行 UAS 成果展示(如圖 3-100 及海報製作(如圖 3-101



圖 3-100 應科方案研討會 UAS 成果展示

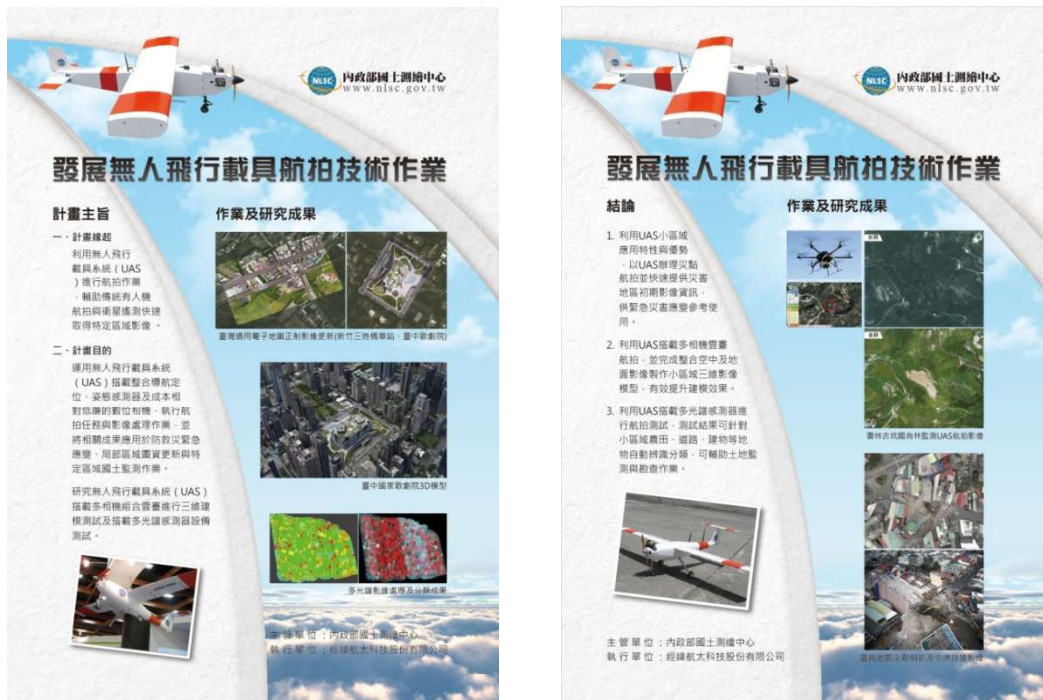


圖 3-101 應科方案研討會海報製作

本團隊配合國土測繪中心參與第 36 屆測量及空間資訊研討會，進行國土測繪一號定翼型 UAS 模型製作，經取得 UAS 之 3D 圖檔後(如圖 3-102 以 3D 列印的方式以 1:6.5 比例進行模型製作，並完成模型如圖 3-103



圖 3-102 國土測繪一號 3D 圖檔



圖 3-103 國土測繪一號實體模型

本團隊已於 106 年 8 月 28 日配合國土測繪中心辦理 106 年提升服務品質實地輔導作業進行 UAS 展示作業，以多旋翼型 UAS 進行活動紀錄，如圖 3-104 作業現場如圖 3-105



圖 3-104 106 年提升服務品質實地輔導作業 UAS 展示



圖 3-105 106 年提升服務品質實地輔導作業 UAS 展示作業現況

本團隊利用多旋翼型 UAS 搭載本團隊自有之 Ricoh Theta S 360 度全景攝影相機，完成國土測繪中心選定之臺中車站全景攝影，其作業成果如圖 3-106 對臺中車站放大如圖 3-107 調整俯瞰視角如圖 3-108



圖 3-106 臺中車站全景攝影成果



圖 3-107 臺中車站全景攝影成果放大圖

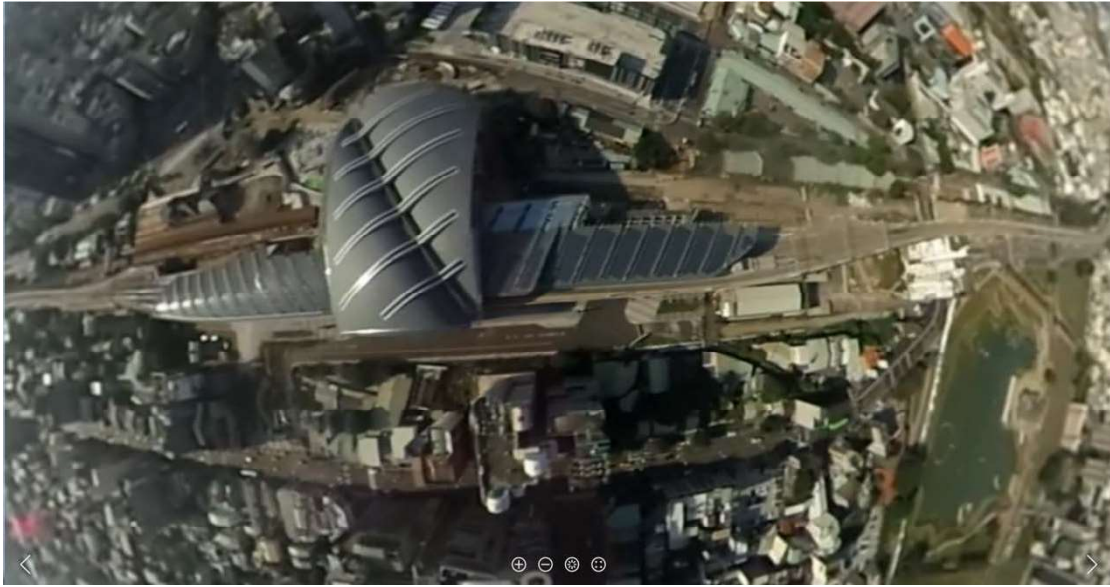


圖 3-108 臺中車站全景攝影成果俯瞰視角

第肆章 結論與建議

第一節 結論

本案自 106 年 4 月 13 日起開始執行，至 11 月 21 日提交第 4 階段作業成果，全案共計執行 220 個日曆天，其間因天候或其他不可抗力因素展延工期 2 日，並完成以下各項工作項目：

- 一、辦理 UAS 航拍及影像處理作業總計 10 區，總計面積達 6445 公頃，並製作詮釋資料與鑲嵌影像。
- 二、配合陽明山國家公園管理處、行政院農業委員會林業試驗所、玉山國家公園管理處及桃園市環保局進行協助拍攝並製作正射影像成果，共計 8 區，總計面積達 1875 公頃。
- 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，並支援 UAS 載運、架設、撤收及派員於展示場協助進行解說。
- 四、以國土測繪中心指定之臺中車站新站，利用 UAS 搭載 360 度全景攝影相機辦理航拍並提送動態全景航拍成果。

本案總計完成 10 個區域之航拍與影像處理工作，以及 8 個區域之協助航拍作業，作業面積共為 8320 公頃，航拍作業過程中均填寫航拍任務記錄表，包含航拍日期、天氣狀況、風向、風級、飛航方向、飛行時間等，影像處理作業製作正射影像成果。一般航拍作業以使用國土測繪中心定義型 UAS(國土測繪一號)為原則，拍攝面積為一般航拍作業之總面拍面積之 100%。而協助航拍作業航拍面積小於 1 平方公里區域，採用旋翼型 UAS 辦理，以簡化申請流程以提升作業效率。

本案航拍與影像處理作業，分為影像解析度 25 公分及 10 公分 2 種作業成果，除了桃園市環保局協助航拍區域需繳交解析度 10 公分作業成果外，其餘作業區域皆以解析度 25 公分進行作業。解析度 25 公分之影像採用商用軟體 Pix4DMapper 進行影像後處理作業，作業成果經驗收確認無虞；而解析度 10 公分之影像採用影像工作站 ISAT 進行空三計算，並透過正射影像處理軟體 OrthoPro 進行正射糾正，進而鑲嵌拼接為全區之正射影像。相關成果協助圖資更新及國土監測等應用，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 106 年度 UAS 測繪作業，完成 6446 公頃面積之航拍作業，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 5 年保持良好安全紀錄。

第二節 建議

在極端氣候及天然災害頻仍情況下，除了重視永續發展的國土規劃必須快馬加鞭進行之外，如何迅速與有效地在災害發生期間或黃金救援時期提供近即時且有效的空間資訊對於後續的災損評估、後續人員撤離與近即時人員救援是相當重要的。

目前之作業方式，於 UAS 任務結束後，下載影像及定位定向資料，並進行定位定向資料解算及影像後處理，而為了提升資料處理效率，可進一步搭載無線通訊設備，將位置與影像資料即時傳輸至地面控制站，監控人員可更加快速且即時掌握現場狀況，配合開發近即時直接地理定位，立即進行影像量測求得位置，提供相關人員資訊，快速進行相關應變措施。

第七章 附錄

附錄一 工作總報告甲方工作小組意見回覆說明表

審查意見	意見答覆
1.P.3, 表 1-1, 本案作業期間因有颱風影響展延成果交付期程, 請補充說明。	已修正, 如 P.3。
2.P.15, 表 2-9, 相機編號 2 鏡頭焦距為 8mm, 本案未使用該鏡頭, 請查明修正。	已修正, 如 P.15。
3.P.19, 圖 2-20 文字模糊難以辨別, 請修正。	已修正, 如 P.19。
4.P.33, 第 13 行, 「位於平坦地表面無高差…10 公尺以內」建議刪除。	已修正, 如 P.34。
5.P.36, 協助航拍僅列入陽明山國家公園管理處區域, 請補充其他機關區域。另建議合併表 3-1 及表 3-2。	已修正, 如 P.37, 並合併表格如表 3-1。
6.P.108~109, 第四節非屬本案工作項目僅供參考, 建議刪除或納入附錄中。	已修正, 並刪除原第四章內容。
7.P.110, 僅說明一般航拍面積, 請補充協助航拍面積並計算一般航拍及協助航拍合計面積。	已修正, 如 P.109。
8.P.111, 第二節建議, 請針對本案在航拍及影像處理流程上是否還有可精進處提出建議。	本團隊已累積豐富航拍及影像處理作業經驗, 並擁有標準作業流程, 本案之航拍及影像後處理作業亦依照辦理, 並於本案針對 25 公分解析度之影像後處理作業採用 Pix4DMapper 已提高作業效率並維持作業精度, 故目前尚無相關可精進之作業建議。
9.修正後工作總報告請以彩色列印並提送。	遵照辦理。
10.文字修正說明如下: (1)P.11, 「5060 超高像素」。 (2)P.110, 第肆章「結論與檢討建議」。 (3)P.111, 第 9 行, 「控制站」。 (4)報告中有關本中心名稱, 第 1 次提及請寫全名「內政部國土測繪中心」。	(1)已修正, 如 P.11。 (2)已修正, 如 P.109。 (3)已修正, 如 P.110。 (4)已全面修正。

附錄二 作業計畫書甲方工作小組意見回覆說明表

審查意見	意見答覆
1.P.8, 第 2 段, 有關 360 度全景照片製作與 P.34 採用全景攝影相機拍攝成果是否有差異?建議可合併於同一章節撰寫。	原 P.8 有關 360 度全景照片製作, 為利用多旋翼型 UAS 可定點盤旋特性, 透過 UAS 旋轉配合雲台調整, 採用一般數位相機即可拍攝得 360 度全景照片。與原 P.3.4 提及採用全景攝影相機拍攝為不同之作業方式, 而本案要求採用全景攝影相機直接取得全景影像, 故刪除原 P.8 有關 360 度全景照片製作相關內容, 以避免讀者產生混淆。
2.P.11, 表 2-7 規格表項目請與表 2-6 統一。	已修正, 如 P.11、P.12 及 P.13。
3.P.11-13, 內容提及引入 Canon 5DSR 數位相機, 但未說明使用時機與相關相機率定作業, 請補充說明。另圖 2-12 為率定實驗室之圖示與文字說明為率定作業情況文意不符, 請修正文字說明。最後一行, 「航拍完成次日起 20 日內繳交影像處理成果」, 本案一般航拍成果為分階段批次繳交, 請修正。	已修正, 如 P.11-16, 並補充說明相機率定作業方式。
4.P.13, 第二節 UAS 航拍規劃, 建議納入已選定航拍區域之航拍規劃內容。	已修正, 如 P.17。
5.P.19, 內容提及 Phase One IXU150, 惟 P.10 酬載相機並未提及該款相機, 請修正。	已修正, 如 P.24。
6.P.20, 圖 2-19, 請修正為本中心新版臺灣通用電子地圖圖臺畫面。	已修正, 如 P.25。
7.P.20-21, 說明航拍規劃之 O 模式(定點盤旋), 本案一般航拍作業需符合重疊率要求, 應無採用此模式航拍之情形, 建議刪除。	已修正, 如 P.26, 已刪除 O 模式相關內容。
8.P.31, 協助航拍作業建議補充應於航拍完成次日起 30 個日曆天完成影像處理及成果繳交之相關說明。	已修正, 如 P.36。
9.P.40, 第 7 行, 請修正為「...正射影像成果精度應達基本地形圖測製規範臺灣通用電子地圖測製精度...」, 其他成果精度相關之文字說明內容請配合修正。	已修正, 如 P.42。
10.P.44-45, 第二節業績經驗及第三節在建工程內容建議刪除。	已修正, 業績經驗及在建工程已刪除。
11.P.49, 計畫書提出所用到的部分軟硬體(如 UAS 搭載之 360 度全景攝影設備與 Pix4D 軟體等)未列於表 6-1 設備表中, 請補充。	已修正, 如 P.49。
12.P.52-53, 有關服務建議書委員審查意見答覆內容, 部分未具體答覆, 如張崑宗委員	已修正, 如 P.55, 相關審查意見回覆將根據本案作業經驗, 持續修正相關內容。

第 4 點意見，建議可針對本年度航拍區域案例彙整相關資訊並於工作總報告提出完整作業流程或精進方式，並適時修正相關內容。	
13.定稿書面計畫書請以彩色雙面列印裝訂。	遵照辦理。
14.文字修正說明如下： (1)封面請修正為「作業計畫書」。 (2)報告書中「貴中心」請統一修正為「國土測繪中心」。 (3)P.12，如附錄五。 (4)P.25，「通用版電子地圖」請修正為「臺灣通用電子地圖」。 (5)P.31，第 8 列，僅空中三角測量…。	(1)已修正，如封面。 (2)已全面修正。 (3)已修正，如 P.15。 (4)已修正，如 P.30。 (5)已修正，如 P.36。

附錄三 每月工作會議紀錄

內政部國土測繪中心

「106 年度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：106 年 6 月 8 日（星期四）下午 4 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：「106 年度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」6 月份工作情形。

陸、 會議結論：

一、「106 年度航拍與影像處理作業採購案」

- (一)、一般航拍作業請優先航拍農林航空測量所委託辦理區域(苗栗火炎山及南投九九峰)，並掌握天候於 6 月 30 日前完成；另彰化縣大城鄉及花蓮縣卓溪鄉請於 6 月 16 日前提供空域申請資料。
- (二)、本案使用 Canon 5DSR 相機執行嘉義市東西區航拍任務，請將完成之相機率定結果於修正作業計畫書時一併補充。
- (三)、有關 UAS 成果展示工作，請配合彙整 UAS 航拍與研究作業成果製作 2 張展示海報，並於本案第 4 階段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)、本中心配合測量學術研討會(預定 9 月舉辦)規劃發表 UAS 搭載多光譜設備相關研究成果，請協助於 6 月 30 日前研提成果發表題目，並於 8 月 30 日前完成初步作業成果。
- (二)、有關多光譜感測器研究測試作業，請針對研究目標與工作項目及方法流程等作業規劃進行加強，尤其是後續 UAS 同時搭載多種感測器設備於緊急災害應變之實際應用部分，相關作業規劃請於下次工作會議中說明。

柒、 散會：下午 4 時 05 分

內政部國土測繪中心「106 年度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」及「106 及 107 年度發展車載移動測繪系統(MMS)作業採購案」

工作會議簽到簿

時 間：106 年 6 月 8 日(星期四)下午 2 時		
地 點：本中心第 2 會議室		
主 席：林課長昌鑑 林昌鑑		記 錄：施錦揮 鍾文新
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
		蔡孟倫
		謝佳諭
地形及海洋測量課		
		卓世賢
		施錦揮
		鍾文新

內政部國土測繪中心

「106 年度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」7 月份工作會議紀錄

- 壹、 時間：106 年 7 月 18 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：「106 年度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」7 月份工作情形。
- 陸、 會議結論：
 - 一、 「106 年度航拍與影像處理作業採購案」
 - (一)、有關本案協助其他機關之 UAS 航拍作業，請依契約規定掌握時程辦理，並請儘速繳交成果。
 - (二)、請配合本中心提升服務品質實地輔導作業（預定 8 月底辦理），協助辦理旋翼機實地操作等相關展示。
 - 二、 「106 及 107 年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案」
 - (一)、請配合本中心參與第 36 屆測量及空間資訊研討會成果發表，針對多光譜研究測試作業，製作測試成果內容簡報並於 8 月 15 日前送交本中心。
 - (二)、有關多光譜感測器研究測試作業，請針對新竹縣尖石鄉崩塌地區航拍測試結果，比較與一般 RGB 影像成果差異性及未來應用上優勢並納入期中報告中。另請一併說明測試區域範圍與資料取得至影像處理完成所需時間，以利後續緊急應變應用參考。
- 柒、 散會：上午 11 時 45 分

內政部國土測繪中心「106 年度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」及「106 及 107 年度發展車載移動測繪系統(MMS)作業採購案」

工作會議簽到簿

時 間：106 年 7 月 18 日(星期二)上午 10 時		
地 點：本中心第 2 會議室		
主 席：林課長昌鑑 林昌鑑		記 錄：施錦揮、鍾文彥
出席人員(單位)	職 稱	簽 到 處
經緯航太科技股份 有限公司	副總經理	張瑞隆
	經理	林奕翔
	專案經理	蔡孟倫
0	專案經理	謝信諭
地形及海洋測量課		
	技正	李世賢
	技士	鍾文彥
	課員	施錦揮

內政部國土測繪中心

「106 年度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」7 月份工作會議紀錄

- 壹、 時間：106 年 8 月 17 日（星期四）上午 10 時
- 貳、 地點：本中心第 2 會議室
- 參、 主持人：林技正世賢代 記錄：施錦揮
- 肆、 出席單位及人員：如簽到簿。
- 伍、 廠商報告事項：「106 年度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」8 月份工作情形。
- 陸、 會議結論：
- 一、 106 年度航拍與影像處理作業採購案
 - (一) 有關桃園市（平鎮區與新屋區及觀音區）協助航拍區，請依地面控制點測量成果，分析快速拼接影像與正射影像精度差異，並將結果送交本中心。
 - (二) 請配合本中心服務品質實地輔導作業，提供 1 臺旋翼機並指派 1 名操作人員於 8 月 28 日上午 8 時 30 分前抵達本中心進行設備測試及待命。
 - (三) 有關本中心數位相機（Canon 5D2）故障須維修，因該相機已超過使用年限（5 年）且規劃後續 108 至 111 年科技計畫購置數位相機，故暫不予維修。本案執行期間請配合提供性能相當（或以上）數位相機於國土測繪 1 號辦理航拍作業時使用。
 - 二、 106 及 107 年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案
 - (一) 請配合本中心參與第 36 屆測量及空間資訊研討會成果發表，針對多光譜研究測試結果補充簡報內容（含多光譜應用於崩塌地監測之優勢），並於 8 月 25 日前送交本中心。
 - (二) 有關多光譜感測器研究測試作業（新竹縣尖石鄉崩塌區），請分析 NDVI 與 NDWI 指數計算崩塌面積之成果差異。
- 柒、 散會：上午 12 時

內政部國土測繪中心「106 年度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」及「106 及 107 年度發展車載移動測繪系統(MMS)作業採購案」工作會議簽到簿

時 間：106 年 8 月 17 日(星期四)上午 10 時		
地 點：本中心第 2 會議室		
主 席：林課長昌鑑 <i>林世豐代</i>		記 錄：施錦揮、鍾文彥
出席人員(單位)	職 稱	簽 到 處
經緯航太科技股份 有限公司	<i>經理</i>	<i>林奕翔</i>
		<i>譚任諭</i>
		<i>李品倫</i>
地形及海洋測量課		<i>林世豐</i>
		<i>施錦揮</i>
		<i>鍾文彥</i>

內政部國土測繪中心

「106 年度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」10 月份工作會議紀錄

- 壹、 時間：106 年 10 月 5 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：「106 年度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」9 月份工作情形。
- 陸、 會議結論：
- 一、 106 年度航拍與影像處理作業採購案
 - (一) 本年緊急航拍區因無接獲任務，請配合本中心電子地圖更新區選定臺南市東區(平實市地重劃)及雲林縣斗六市(湖山水庫)辦理航拍作業，並於 10 月底前完成。
 - (二) 有關 UAS 成果展示工作，須配合彙整 UAS 航拍與研究作業成果製作 2 張展示海報，請提早作業並於繳交工作總報告書成果時一併提送。另本案已規劃選定臺中車站新站為全景攝影航拍區域，請於 10 月底前完成航拍作業。
 - (三) 請協助分析計算解析度 0.1 公尺航拍及影像處理作業成本，並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) 本案第 3 階段期中報告成果須於 106 年 11 月 19 日繳交且應包含光達設備整合工作進度，請掌握時程辦理並於下次工作會議時簡報光達設備整合作業進度。
 - (二) 有關多光譜感測器研究測試結果，請參考所蒐集之國內外文獻，針對測試作業所發現之問題及結果進行比較與分析並提出改進建議。另請依不同分類方法之測試結果，提出各地物最適分類方法之建議並納入期中報告。
- 柒、 散會：上午 12 時

內政部國土測繪中心「106 年度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」及「106 及 107 年度發展車載移動測繪系統(MMS)作業採購案」工作會議簽到簿

時 間：106 年 10 月 5 日(星期四)上午 10 時		
地 點：本中心第 2 會議室		
主 席：林諫長昌璽		記 錄：施錦揮、鍾文彥
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
	工程師	黃樹棟
	專案經理	謝佳訓
		蔡孟倫
地形及海洋測量課		林昌璽
		李世賢
		鍾文彥
		施錦揮

內政部國土測繪中心

「106 年度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」11 月份工作會議紀錄

壹、 時間：106 年 11 月 8 日（星期三）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：「106 年度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」10 月份工作情形。

陸、 會議結論：

一、 106 年度航拍與影像處理作業採購案

(一) 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（圖資更新及協助航拍）與研究（多光譜資料計算崩塌範圍及地物分類測試）專案作業成果，於繳交工作總報告書成果時一併提送。

(二) 請配合本中心提升服務品質實地輔導作業（預定 12 月初辦理），協助辦理旋翼機實地操作等相關展示。

二、 106 及 107 年度發展無人飛行載具系統測繪技術採購案

(一) 有關多光譜感測器研究測試案，請增加分析新竹縣尖石鄉崩塌地範圍自動分類與人工劃設之效率及 105、106 年彰化縣芳苑鄉地物分類精度及效率上差異，並將相關內容及 UAS 搭載多光譜感測器未來應用建議納入期中報告。

(二) 請掌握時程辦理光達設備整合作業，相關設備如已整合完成可提早進行測試，以及早發現問題。

柒、 散會：下午 5 時

內政部國土測繪中心「106 年度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」及「106 及 107 年度發展車載移動測繪系統(MMS)作業採購案」工作會議簽到簿

時 間：106 年 11 月 8 日(星期三)下午 3 時		
地 點：本中心第 2 會議室		
主 席：林譯長昌鑑		記 錄：施錦揮、鍾文彥
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
		謝佳諭
		林昌鑑
地形及海洋測量課		林昌鑑 林世賢
		施錦揮
		鍾文彥



附錄四 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\20170419_A7II_21mm\20170419_A7II_21mm.aus

Calibration Date: 19/04/2017 17:55pm

METRIC CALIBRATION PARAMETERS

Resolution = 6000 x 4000 pixels

Pixel width = 0.0060mm, Pixel height = 0.0060mm

	VALUE	STANDARD ERROR
Principal distance	c = 21.4456mm	< 0.001mm
Principal point offset in x-image coordinate	xp = 0.1632mm	< 0.001mm
Principal point offset in y-image coordinate	yp = 0.0333mm	< 0.001mm
3rd-order term of radial distortion correction	K1 = 1.44547e-04	2.3130e-07
5th-order term of radial distortion correction	K2 = -2.69382e-07	1.3296e-09
7th-order term of radial distortion correction	K3 = 1.23414e-10	2.4191e-12
Coefficient of decentering distortion	P1 = 2.1500e-06	3.036e-07
Coefficient of decentering distortion	P2 = 1.8317e-05	2.154e-07
No significant differential scaling present	B1 = 0.0000e+00	4.817e-20
No significant non-orthogonality present	B2 = 0.0000e+00	4.817e-20
9th-order term of radial distortion correction	K4 = 0.00000e+00	4.8166e-36
11th-order term of radial distortion correction	K5 = 0.00000e+00	4.8166e-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 648 points, to an image measurement accuracy (RMS 1-sigma) of 0.23 pixels or 1.35 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
$c =$	21.446mm	0.0009mm
$K1 =$	1.44547e-04	2.3130e-07
$K2 =$	-2.69382e-07	1.3296e-09
$K3 =$	1.23414e-10	2.4191e-12
$K4 =$	-4.19854e-53	4.8166e-36
$K5 =$	-1.79980e-58	4.8166e-40

$r(\text{mm})$	$dr(\text{microns})$
0.00	0.0
2.00	1.1
4.00	9.0
6.00	29.2
8.00	65.4
10.00	118.8
12.00	187.2
14.00	264.8
16.00	342.7
18.00	409.5
20.00	452.3



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:

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

$$cb = 21.0166\text{mm}$$

$$K0 = -2.00079\text{e-}02$$

$$K1 = 1.41655\text{e-}04$$

$$K2 = -2.63992\text{e-}07$$

$$K3 = 1.20945\text{e-}10$$

$$K4 = -4.11454\text{e-}53$$

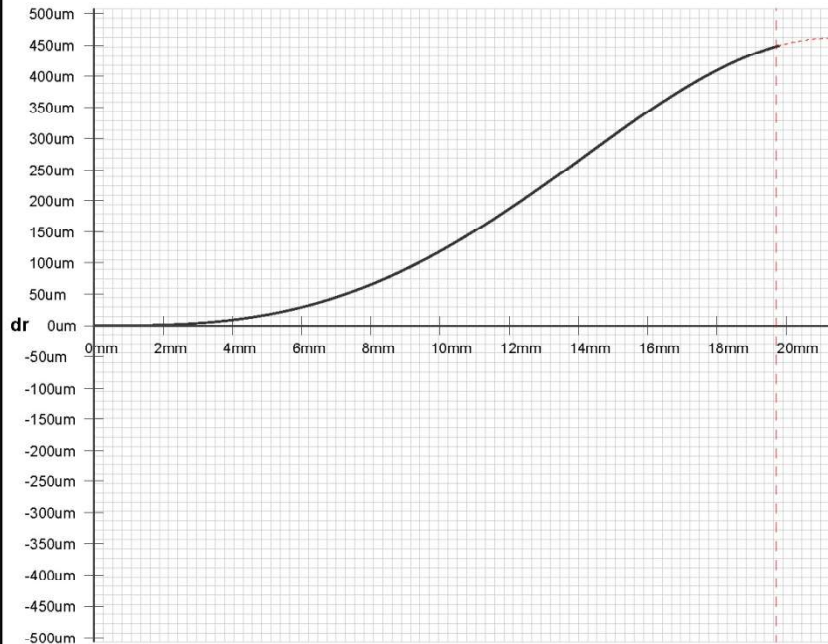
$$K5 = -1.76379\text{e-}58$$

r(mm)	dr(microns)
0.00	0.0
2.00	-38.9
4.00	-71.2
6.00	-91.5
8.00	-95.9
10.00	-83.6
12.00	-56.7
14.00	-20.6
16.00	15.7
18.00	41.2
20.00	43.1

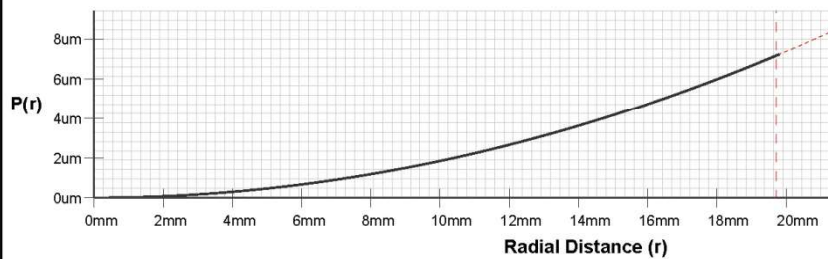
Distortion profile is 'balanced' ($dr = 0.0$) about a radial distance of $r = 15.1\text{mm}$

CAMERA CALIBRATION REPORT

GAUSSIAN RADIAL DISTORTION PLOT [dr shown in micrometres]



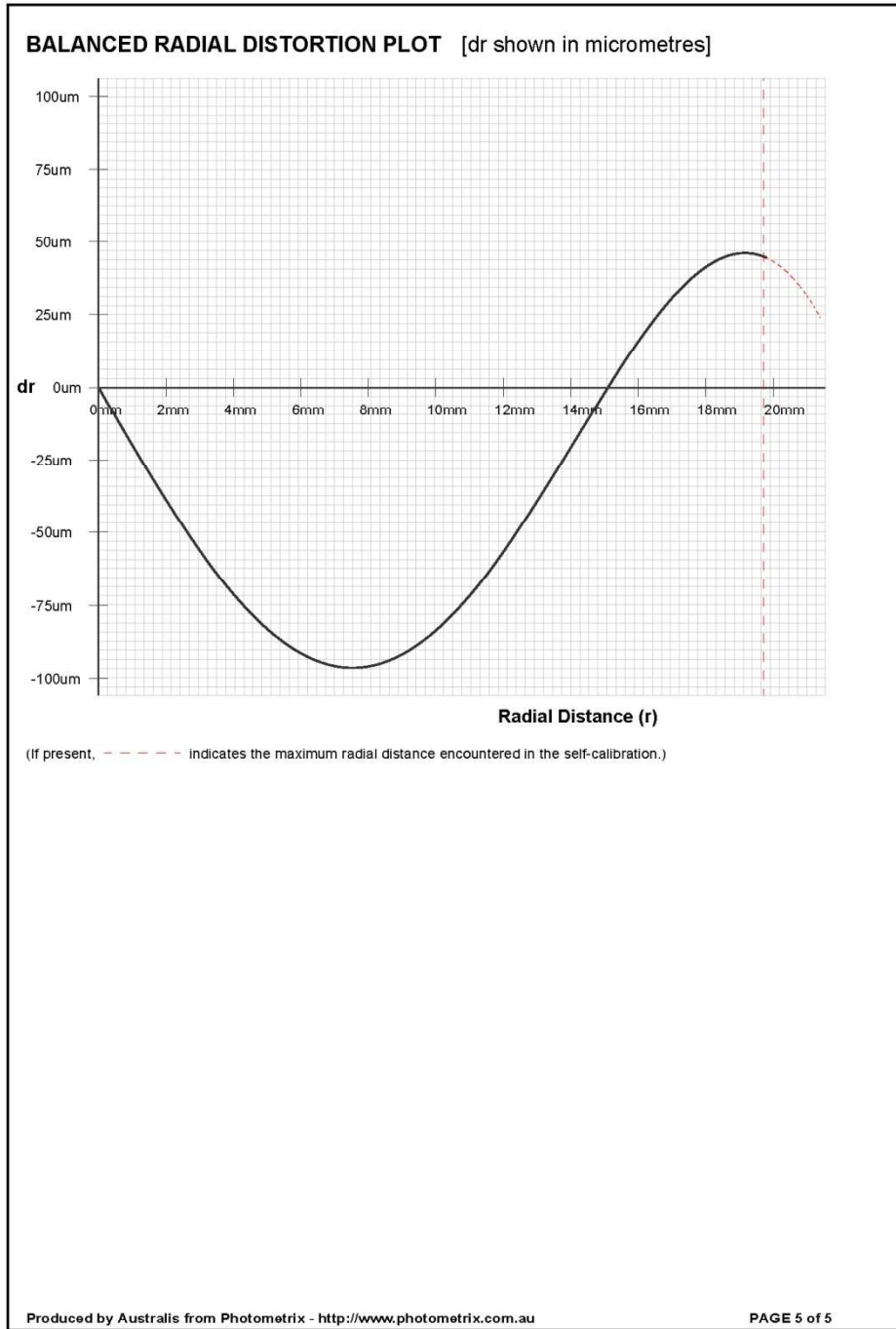
DECENTRING DISTORTION PLOT [P(r) shown in micrometres]



(If present, - - - - indicates the maximum radial distance encountered in the self-calibration.)



CAMERA CALIBRATION REPORT



二、Canon 5D Mark II 搭配焦距 50 mm 鏡頭

CAMERA CALIBRATION REPORT

PROJECT DETAILS

Camera: Canon EOS 5D Mark II

Filename: E:\work\2170426_5D2_50mm_NLSC\20170426_5D2_50mm_NLSC.aus

Calibration Date: 26/04/2017 18:28pm

METRIC CALIBRATION PARAMETERS

Resolution = 5616 x 3744 pixels

Pixel width = 0.0064mm, Pixel height = 0.0064mm

	VALUE	STANDARD ERROR
Principal distance	c = 51.7675mm	0.001mm
Principal point offset in x-image coordinate	xp = -0.1529mm	0.001mm
Principal point offset in y-image coordinate	yp = -0.0887mm	0.001mm
3rd-order term of radial distortion correction	K1 = 4.91100e-05	1.3526e-07
5th-order term of radial distortion correction	K2 = 8.29828e-09	6.4448e-10
7th-order term of radial distortion correction	K3 = -2.49432e-11	9.5999e-13
Coefficient of decentering distortion	P1 = 3.5852e-07	1.331e-07
Coefficient of decentering distortion	P2 = -6.5008e-06	1.056e-07
No significant differential scaling present	B1 = 0.0000e+00	4.660e-20
No significant non-orthogonality present	B2 = 0.0000e+00	4.660e-20
9th-order term of radial distortion correction	K4 = 0.00000e+00	4.6603e-36
11th-order term of radial distortion correction	K5 = 0.00000e+00	4.6603e-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 839 points, to an image measurement accuracy (RMS 1-sigma) of 0.22 pixels or 1.43 μm , 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
$c =$	51.768mm	0.0011mm
$K1 =$	4.91100e-05	1.3526e-07
$K2 =$	8.29828e-09	6.4448e-10
$K3 =$	-2.49432e-11	9.5999e-13
$K4 =$	-3.28683e-53	4.6603e-36
$K5 =$	-6.23712e-59	4.6603e-40

$r(\text{mm})$	$dr(\text{microns})$
0.00	0.0
2.00	0.4
4.00	3.2
6.00	10.7
8.00	25.4
10.00	49.7
12.00	86.0
14.00	136.6
16.00	203.2
18.00	286.8
20.00	387.5

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:

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

$$cb = 51.1874\text{mm}$$

$$K0 = -1.12063\text{e-}02$$

$$K1 = 4.85597\text{e-}05$$

$$K2 = 8.20529\text{e-}09$$

$$K3 = -2.46637\text{e-}11$$

$$K4 = -3.25000\text{e-}53$$

$$K5 = -6.16722\text{e-}59$$

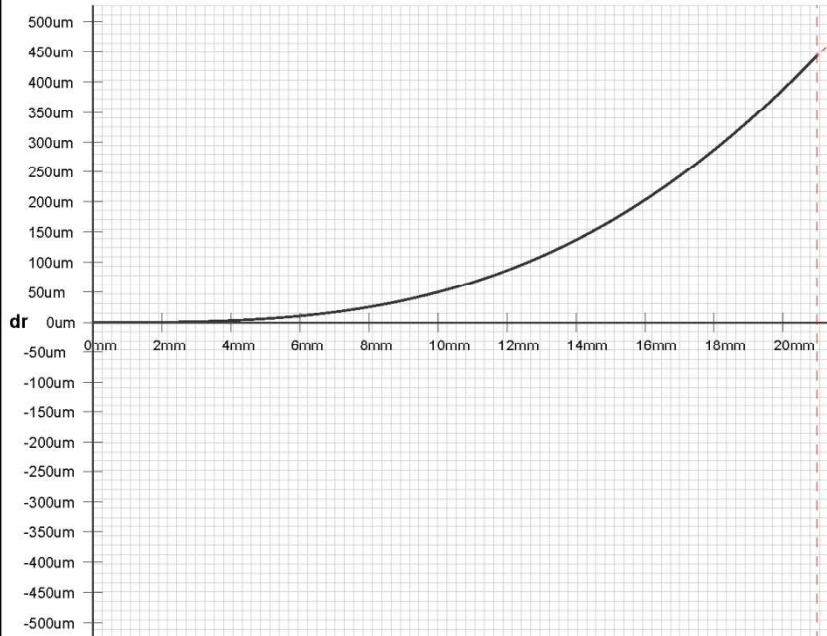
$r(\text{mm})$	$dr(\text{microns})$
0.00	0.0
2.00	-22.0
4.00	-41.7
6.00	-56.7
8.00	-64.6
10.00	-62.9
12.00	-49.4
14.00	-21.8
16.00	21.6
18.00	81.9
20.00	159.0

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

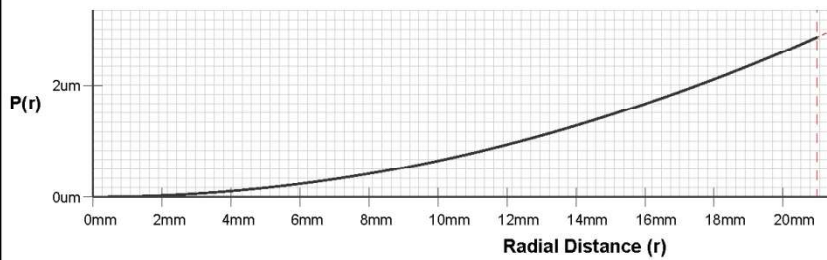


CAMERA CALIBRATION REPORT

GAUSSIAN RADIAL DISTORTION PLOT [dr shown in micrometres]

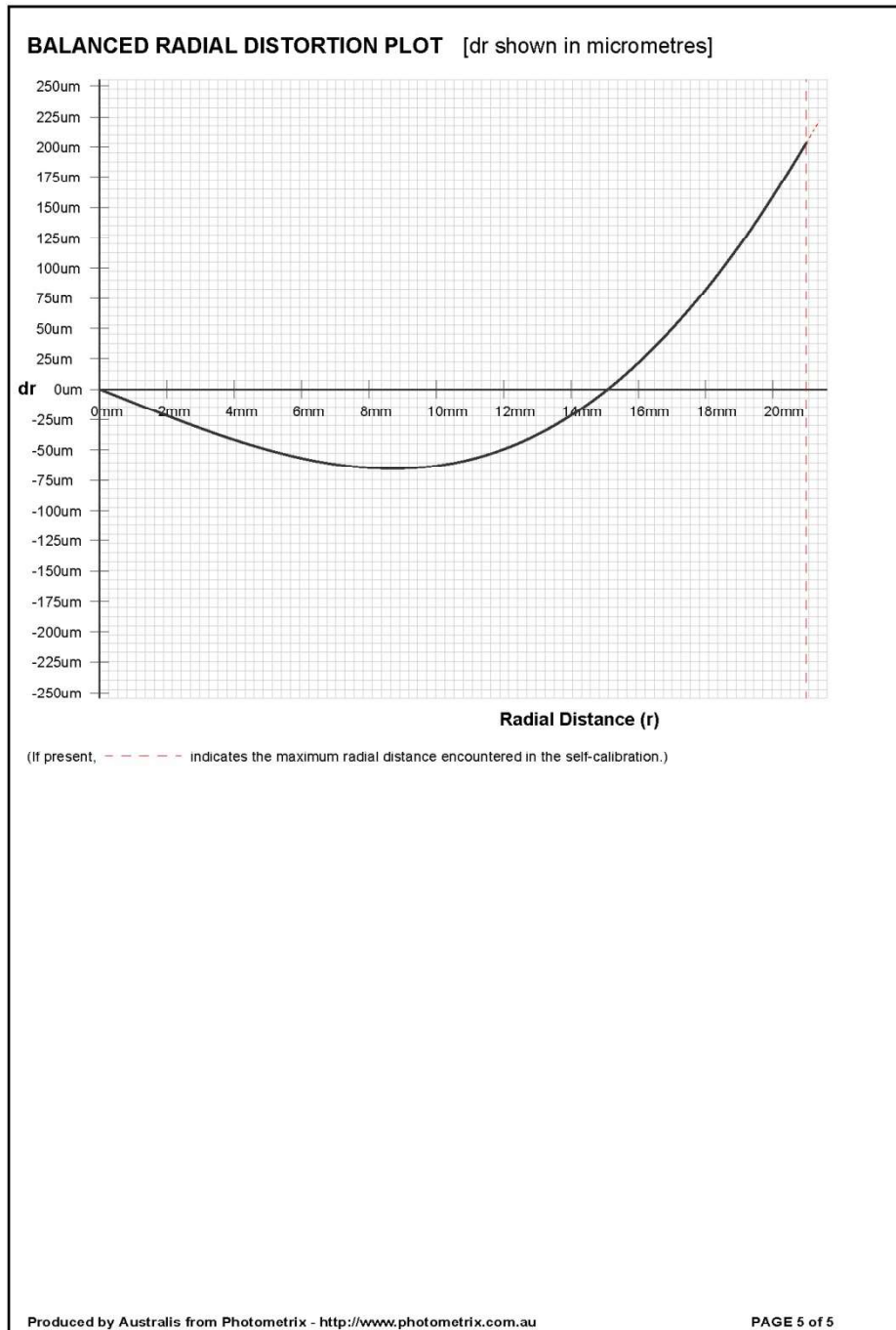


DECENTRING DISTORTION PLOT [P(r) shown in micrometres]



(If present, - - - - indicates the maximum radial distance encountered in the self-calibration.)

CAMERA CALIBRATION REPORT





三、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 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
$c =$	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:

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

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

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

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

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

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

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

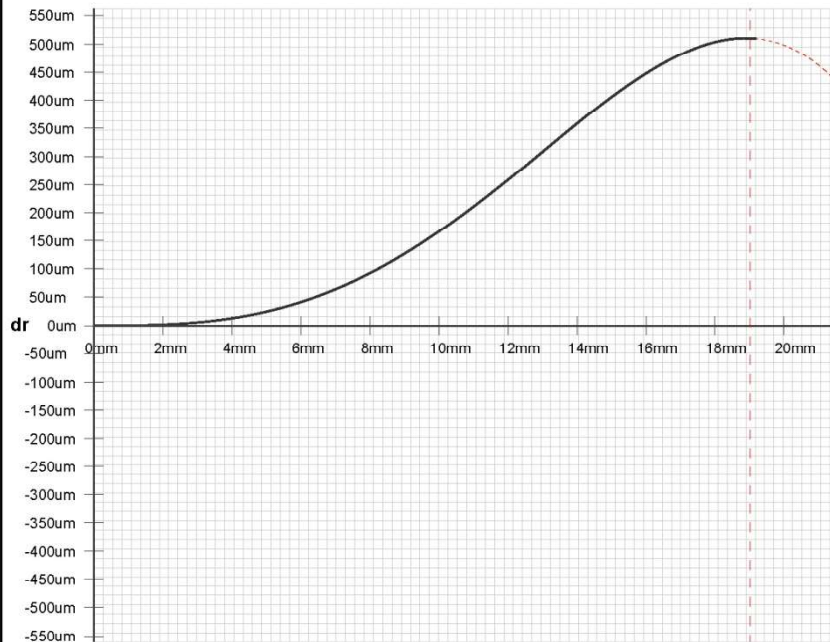
$$K5 = -1.64633\text{e-}58$$

r(mm)	dr(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

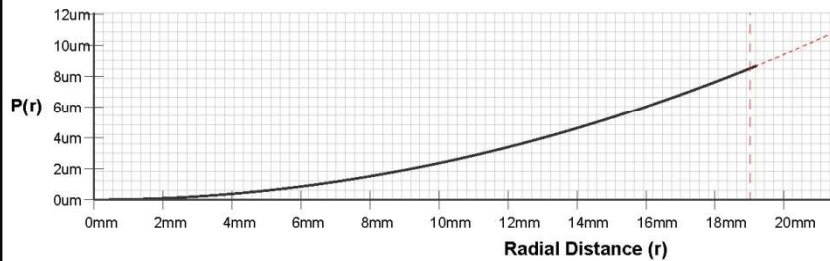
Distortion profile is 'balanced' ($dr = 0.0$) about a radial distance of $r = 15.1\text{mm}$

CAMERA CALIBRATION REPORT

GAUSSIAN RADIAL DISTORTION PLOT [dr shown in micrometres]



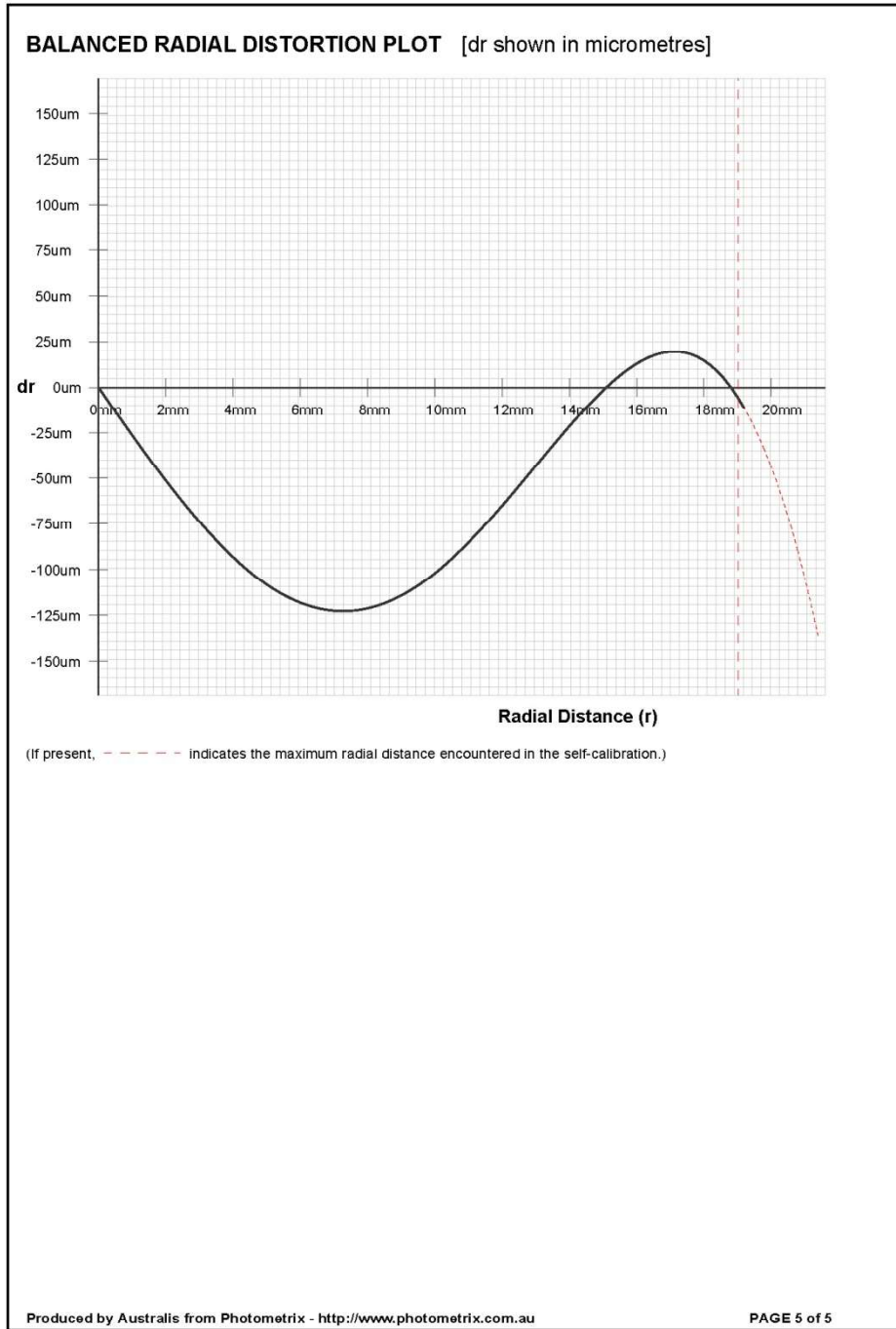
DECENTRING DISTORTION PLOT [P(r) shown in micrometres]



(If present, - - - - indicates the maximum radial distance encountered in the self-calibration.)



CAMERA CALIBRATION REPORT



四、Canon 5DSR 搭配焦距 50 mm 鏡頭

CAMERA CALIBRATION REPORT

PROJECT DETAILS

Camera: Canon EOS 5DS R

Filename: ...ork\...v\w\20170522_5DSR_50mm_ChiFei\20170522_5DSR_50mm_ChiFei.aus

Calibration Date: 22/05/2017 12:03pm

METRIC CALIBRATION PARAMETERS

Resolution = 8688 x 5792 pixels

Pixel width = 0.0041mm, Pixel height = 0.0041mm

	VALUE	STANDARD ERROR
Principal distance	c = 51.6791mm	0.002mm
Principal point offset in x-image coordinate	xp = -0.0885mm	0.001mm
Principal point offset in y-image coordinate	yp = -0.0206mm	0.001mm
3rd-order term of radial distortion correction	K1 = 5.32588e-005	1.4455e-007
5th-order term of radial distortion correction	K2 = -9.55796e-009	6.7292e-010
7th-order term of radial distortion correction	K3 = -8.44076e-012	9.8103e-013
Coefficient of decentering distortion	P1 = -2.5323e-006	1.251e-007
Coefficient of decentering distortion	P2 = 2.9905e-006	9.730e-008
No significant differential scaling present	B1 = 0.0000e+000	5.902e-020
No significant non-orthogonality present	B2 = 0.0000e+000	5.902e-020
9th-order term of radial distortion correction	K4 = 0.00000e+000	5.9020e-036
11th-order term of radial distortion correction	K5 = 0.00000e+000	5.9020e-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 808 points, to an image measurement accuracy (RMS 1-sigma) of 0.28 pixels or 1.16 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
$c =$	51.679mm	0.0021mm
$K1 =$	5.32588e-005	1.4455e-007
$K2 =$	-9.55796e-009	6.7292e-010
$K3 =$	-8.44076e-012	9.8103e-013
$K4 =$	5.54574e-053	5.9020e-036
$K5 =$	1.76465e-058	5.9020e-040

$r(\text{mm})$	$dr(\text{microns})$
0.00	0.0
2.00	0.4
4.00	3.4
6.00	11.4
8.00	26.9
10.00	52.2
12.00	89.4
14.00	140.1
16.00	205.9
18.00	287.4
20.00	384.7

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:

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

$$cb = 51.0892\text{mm}$$

$$K0 = -1.14148\text{e-}002$$

$$K1 = 5.26508\text{e-}005$$

$$K2 = -9.44886\text{e-}009$$

$$K3 = -8.34441\text{e-}012$$

$$K4 = 5.48244\text{e-}053$$

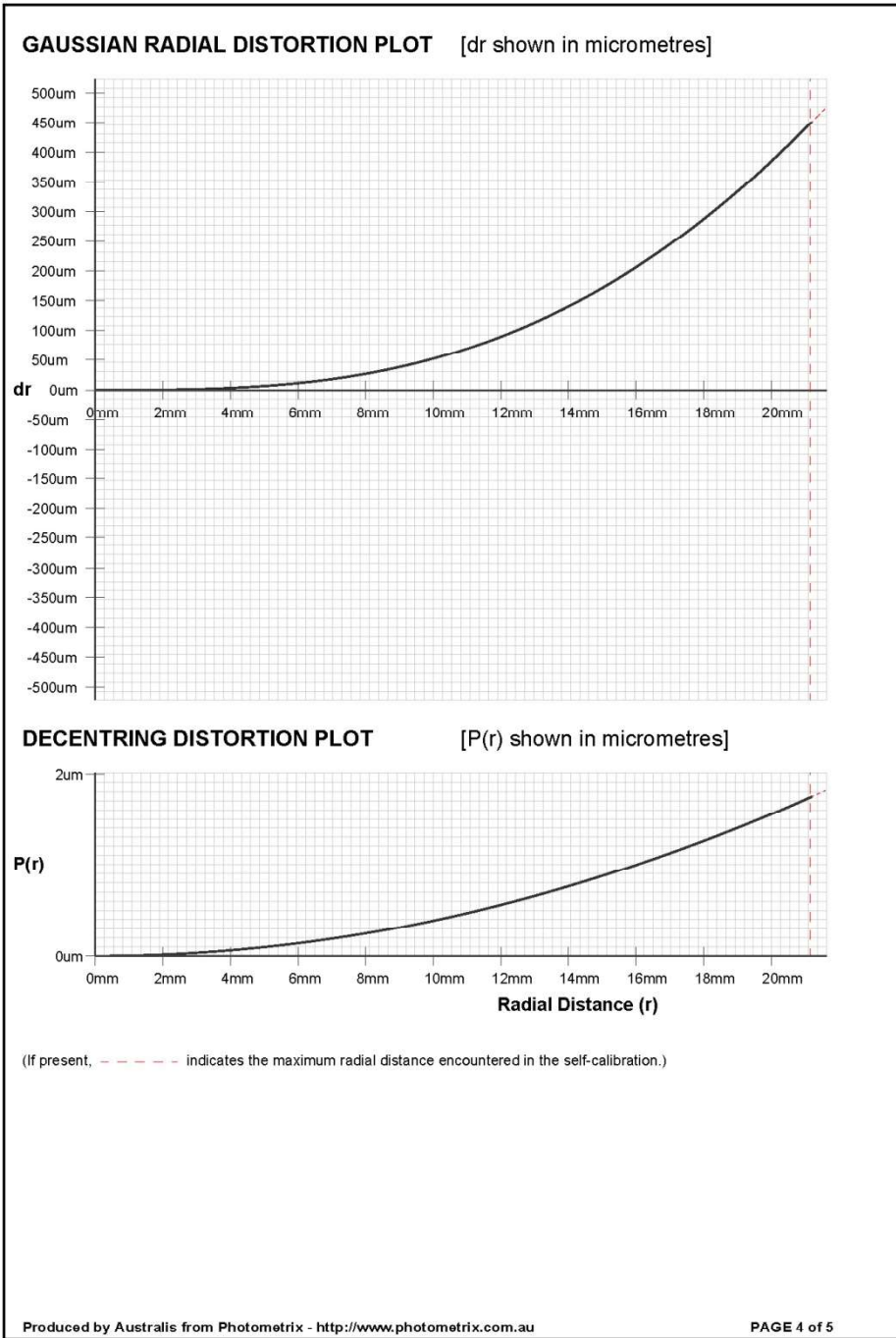
$$K5 = 1.74451\text{e-}058$$

$r(\text{mm})$	$dr(\text{microns})$
0.00	0.0
2.00	-22.4
4.00	-42.3
6.00	-57.2
8.00	-64.7
10.00	-62.5
12.00	-48.6
14.00	-21.3
16.00	20.9
18.00	78.6
20.00	152.0

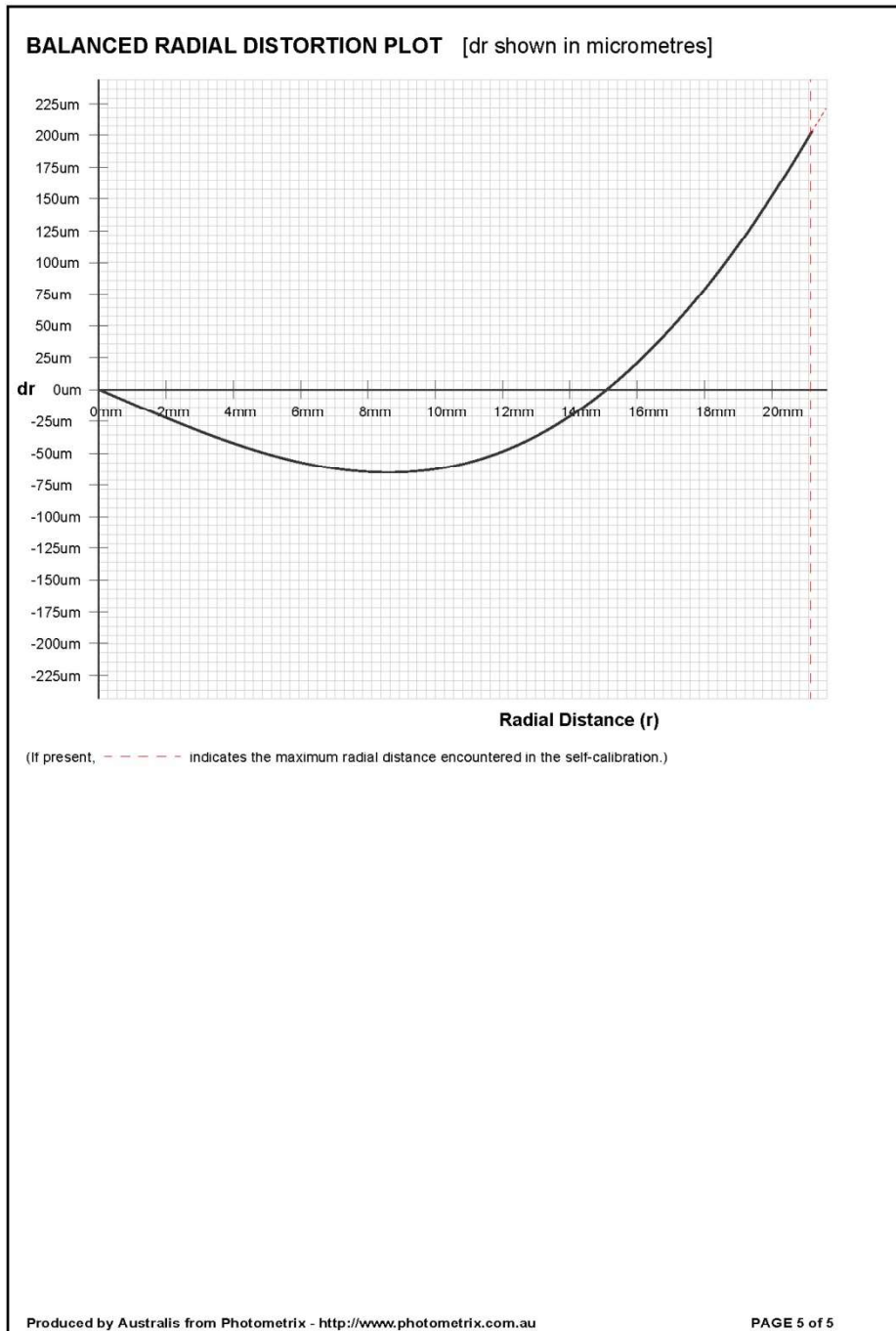
Distortion profile is 'balanced' ($dr = 0.0$) about a radial distance of $r = 15.1\text{mm}$



CAMERA CALIBRATION REPORT



CAMERA CALIBRATION REPORT





五、Canon 5D Mark II 搭配焦距 20 mm 鏡頭

CAMERA CALIBRATION REPORT

PROJECT DETAILS

Camera: Canon EOS 5DS R

Filename: ...ork\k\...v\w\20170606_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 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
$c =$	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 (mm)	dr (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:

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

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

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

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

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

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

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

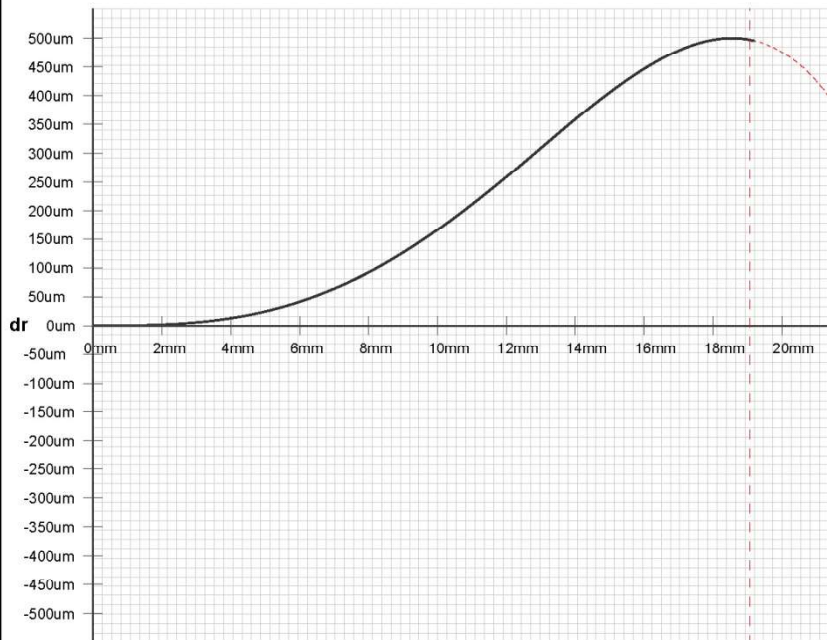
$$K5 = -3.57750\text{e-}58$$

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

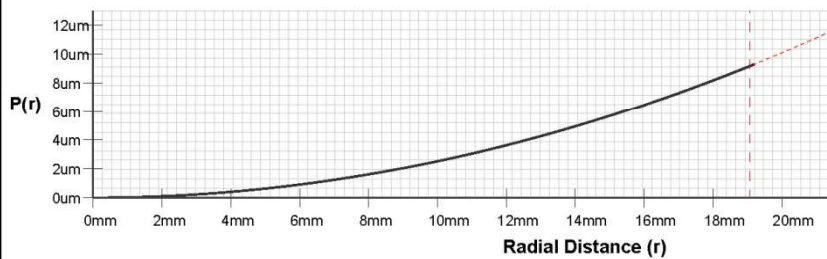
Distortion profile is 'balanced' ($dr = 0.0$) about a radial distance of $r = 15.1\text{mm}$

CAMERA CALIBRATION REPORT

GAUSSIAN RADIAL DISTORTION PLOT [dr shown in micrometres]



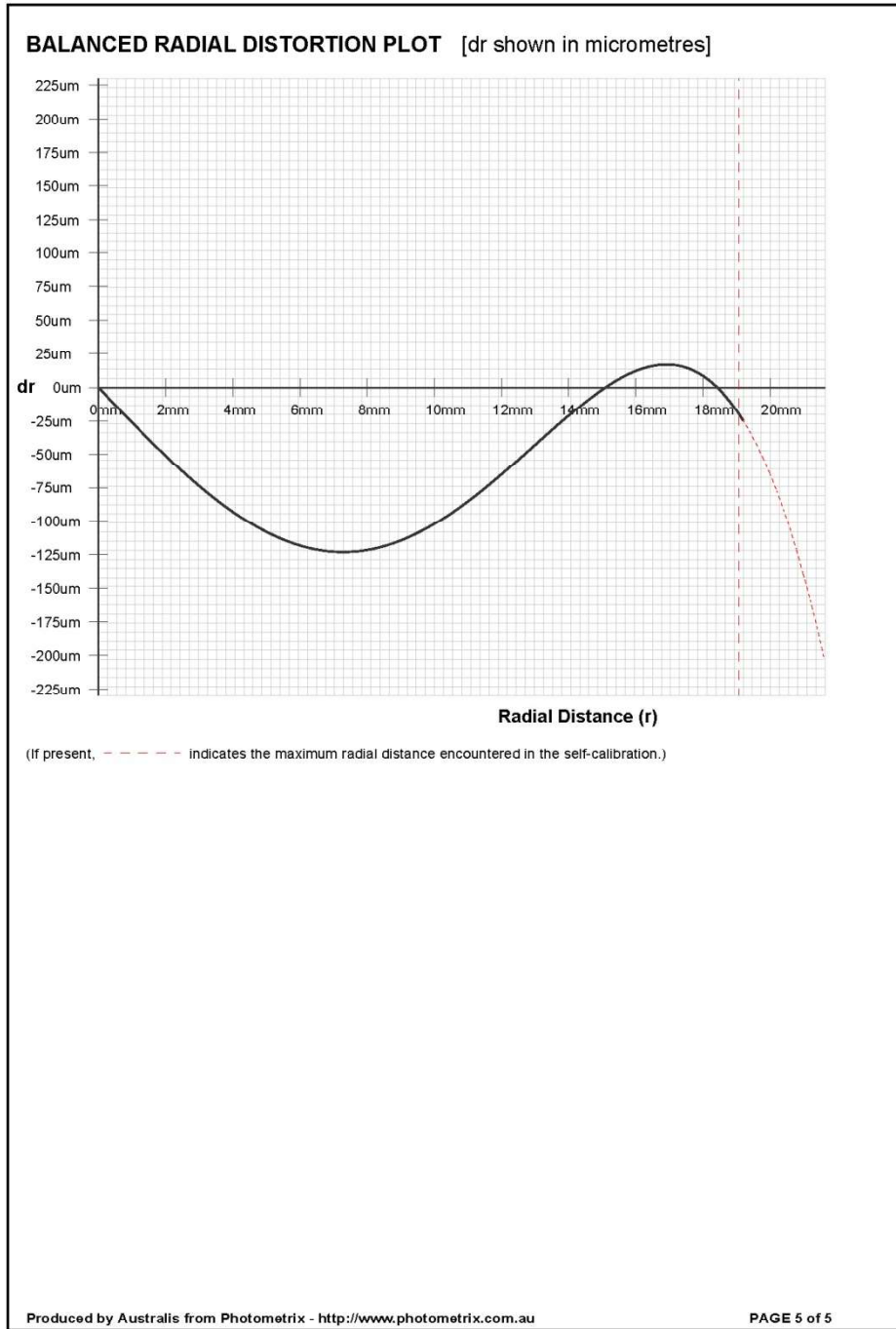
DECENTRING DISTORTION PLOT [P(r) shown in micrometres]



(If present, - - - - indicates the maximum radial distance encountered in the self-calibration.)




CAMERA CALIBRATION REPORT



附錄五 公共意外險投保保單

新光產物保險股份有限公司 105年4月1日 營業部
表字第105(2)806(4)號函檢送(公會函)
105.04.30(105)新產辦發字第1218號函轉寄



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。
地址：台北市建國北路二段15號
電話：(02)2507-5335
免付費電話：0800-789-999
申訴專線：0800-005-568
網址：http://www.skinsurance.com.tw

正本

公共意外責任保險

保單號碼： 130706AHP0000696 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： 臺南市東區虎尾里東門路三段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： 臺南市東區虎尾里東門路三段253號12樓

保險期間： 自民國 106 年 04 月 13 日 00 時起至民國 107 年 04 月 13 日 00 時止

經營業務種類： 106年度航拍與影像處理作業採購案

經營業務處所： 臺灣全區

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\$21,000*


附加或特約條款：H41.

核保人注意事項：

- 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註手續，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 106 年 05 月 15 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 4653481