



NLSC-110-49

110 年度多旋翼機外業航拍與影像 處理及設備維護作業

工作總報告

**Report on UAS multicopter aerial photography,
image processing and equipment maintenance in
2021**

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 110 年 12 月 28 日

摘要

本案為發展 UAS 技術及推廣應用，辦理發展空中及地面移動測繪技術、整合空中及地面不同載具蒐集空間資訊與提升 UAS 航拍及影像處理技術及協助其他政府機關辦理特定區域航拍作業等。本案於 108 年完成建置多旋翼型 UAS，並於 109 年投入局部區域圖資更新與協助其他機關航拍辦理國土監測及防救災資訊蒐集等相關領域航拍作業。

工作項目包含拍攝 6 區、需求面積合計 521 公頃（實際航拍面積 1,764 公頃）航拍及相關影像處理，並完成合約期間所有維護保養工作。其中航拍作業包含協助臺南市永康地政事務所拍攝臺南市永康區，並提供原始航拍影像資料；協助陽明山國家公園管理處拍攝臺北市士林區並製作正射影像成果，相關應用可增進政府機關橫向協調聯繫效益。另執行期間也協助貴中心研擬小像幅相機測製一千分之一地形圖規範委託研究需求，對於台中市北屯區試辦區域（需求範圍約 48 公頃）進行兩種解析度（分別為 GSD 5 公分及 7 公分）拍攝，並提供原始航拍影像資料。

本年度作業過程中曾發生導航 GPS 模組內磁力計異常及 GPS 接收器因振動脫落導致多旋翼機墜落，毀損項目均由本公司進行相關維修作業，維修期間依契約規定採用本公司備用機（單旋翼型 UAS）進行航拍，多旋翼機並於修復後投入本案其餘航拍作業。另依契約規定辦理自 110 年 3 月起至 11 月共計 9 次 UAS 保養維護作業，並配合製作 2 張展示海報及 5 分鐘展示影片成果。

關鍵字：遙控無人機系統、移動測繪系統、定位定向系統、直接地理定位、三維模型重建

Abstract

In order to develop UAS technology and promote its application, this project develops and integrate the spatial information from aerial and ground mobile mapping technology, improves UAS aerial photography and image processing technology, and assists government agencies to execute aerial photography in specific region.

The total plan of UAS aerial photography and image processing are 6 areas with about 5.21 km² in 2021 and the UAV maintenance over the contract period. Besides, the photography in pilot area with about 0.48 km² is also taken in two kinds of GSD, 5 cm and 7 cm, for NLSC to develop the research.

Due to the magnetometer abnormality in the GPS navigation module and the falling off of GPS receiver due to the vibration, the UAV fell down and was damaged. We have repaired and replaced the damaged part of the equipment. In addition, according to the contract, a total of 9 times of UAS maintenance from March to November in 2021 were conducted, and we also provide 2 posters and a 5-minute video to display the achievement.

Keypoint: UAS, Mobile Mapping System, GNSS, INS, Direct Georeferencing, 3D model

目錄

摘要.....	I
Abstract.....	II
目錄.....	III
圖目錄.....	V
表目錄.....	VII
第壹章 前言.....	1
第一節 計畫名稱.....	1
第二節 計畫緣起.....	1
第三節 工作項目及內容.....	1
第四節 工作時程及交付成果.....	3
第五節 作業人員性別分析及統計.....	4
第貳章 作業項目及程序與方法.....	6
第一節 作業執行規劃.....	6
第二節 UAS 航拍規劃與作業流程說明.....	10
第三節 空中三角測量及正射影像製作作業規劃.....	16
第四節 成果檢核.....	21
第參章 遙控無人機系統航拍及影像處理作業.....	23
第一節 一般航拍作業.....	25
一、臺南市永康區.....	25
二、臺北市士林區(陽明山大油坑、馬槽、夢幻湖).....	26
三、臺中市北屯區.....	32
四、臺南市安南區.....	33
五、臺南市新營區、南化區.....	35
六、高雄市大社區.....	39
第肆章 遙控無人機系統設備保養維護作業.....	43
第一節 每月保養維護作業.....	43
第二節 UAS 維修及飛測.....	45
第伍章 成果展示作業.....	54
第一節 成果展示作業.....	54



第陸章	結論.....	55
第柒章	附錄.....	56
附錄一	工作總報告審查意見回覆說明表.....	56
附錄二	正射影像檢核計算表.....	57
附錄三	3 月至 11 月份保養維護資料.....	58
附錄四	飛手合格操作證明.....	86
附錄五	各航拍場域空域申請書.....	88

圖目錄

圖 2-1 多旋翼型 UAS	6
圖 2-2 Sony α7 III 全片幅數位相機.....	7
圖 2-3 單旋翼型 UAS	8
圖 2-5 UAS 航拍工作標準作業流程規劃	10
圖 2-6 UAS 操作使用程序標準作業流程.....	11
圖 2-7 UAS 航拍任務執行紀錄	13
圖 2-8 航線規劃示意圖	14
圖 2-9 UAS 品保流程	15
圖 2-10 SfM-MVS 標準流程	16
圖 2-11 真正射影像製作流程	17
圖 2-12 方位參數展點	17
圖 2-13 內外方位參數求解	18
圖 2-14 SfM-MVS 測量平差報表	19
圖 2-15 內外方位參數求解	20
圖 2-16 正射影像製作成果	21
圖 3-1 110 年度一般航拍任務及影像處理區域分布	23
圖 3-2 臺南市永康區飛行航線規劃	25
圖 3-3 臺北市士林區(陽明山大油坑)飛行航線規劃	26
圖 3-4 臺北市士林區(陽明山馬槽)飛行航線規劃	27
圖 3-5 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)飛行航線規劃	28
圖 3-6 臺北市士林區(陽明山大油坑)控制點分布圖	29
圖 3-7 臺北市士林區(陽明山大油坑)正射鑲嵌影像成果	29
圖 3-8 臺北市士林區(陽明山馬槽)控制點分布圖	30
圖 3-9 臺北市士林區(陽明山馬槽)正射鑲嵌影像成果	30
圖 3-10 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)控制點分布圖	31
圖 3-11 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)正射鑲嵌影像成果	31
圖 3-12 臺中市北屯區飛行航線規劃	32
圖 3-13 臺南市安南區飛行航線規劃	33
圖 3-14 臺南市安南區控制點分布圖	34
圖 3-15 臺南市安南區正射鑲嵌影像成果	35
圖 3-16 臺南市新營區飛行航線規劃	36
圖 3-17 臺南市南化區飛行航線規劃	37
圖 3-18 臺南市新營區控制點分布圖	38
圖 3-19 臺南市新營區正射鑲嵌影像成果	38
圖 3-20 臺南市南化區控制點分布圖	39
圖 3-21 臺南市南化區正射鑲嵌影像成果	39

圖 3-22 飛行航線規劃	40
圖 3-23 高雄市大社區控制點及檢核點分布圖	41
圖 3-24 高雄市大社區正射鑲嵌影像成果	42
圖 4-1 保養維護記錄	44
圖 5-1 成果短片圖	54
圖 5-2 成果海報製作	54

表目錄

表 1-1 不同類別成果解析度及精度要求表	2
表 1-2 階段應交付成果項目及繳交期限表	4
表 1-3 本案作業人員性別統計表	4
表 2-1 多旋翼型 UAS 性能表	6
表 2-2 Sony α7 III 全片幅數位相機規格表	7
表 2-3 單旋翼型 UAS 規格表	8
表 2-5 航空攝影規劃資訊	14
表 3-1 110 年度一般航拍任務及影像處理區域彙整表	24
表 3-2 臺南市永康區任務執行概況	25
表 3-3 臺北市士林區(陽明山大油坑)任務執行概況	26
表 3-4 臺北市士林區(陽明山馬槽)任務執行概況	27
表 3-5 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)任務執行概況	28
表 3-6 臺北市士林區(陽明山大油坑)空三計算成果	29
表 3-7 臺北市士林區(陽明山馬槽)空三計算成果	30
表 3-8 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)空三計算成果	31
表 3-9 臺中市北屯區任務執行概況	32
表 3-10 臺南市安南區任務執行概況	34
表 3-11 臺南市安南區空三計算成果	34
表 3-12 臺南市新營區任務執行概況	36
表 3-13 臺南市南化區任務執行概況	37
表 3-14 臺南市新營區空三計算成果	38
表 3-15 臺南市南化區空三計算成果	39
表 3-16 高雄市大社區任務執行概況	40
表 3-17 高雄市大社區空三計算成果	41
表 4-1 多旋翼機損壞及維修情形對照表	46
表 4-2 飛行前中後檢查表(多旋翼機)	50
表 4-3 航拍相關參數資訊	52
表 4-4 拍攝影像品質計算	52



第壹章 前言

第一節 計畫名稱

本計畫名稱為「110 年度多旋翼機外業航拍與影像處理及設備維護作業採購案」(以下簡稱本案)。

第二節 計畫緣起

近年來由於測量與空間資訊技術不斷進步，結合測量製圖的技術與整合式導航定位定向系統，搭配多種感測器來蒐集空間資料，普遍應用於國土保安、環境變遷、土石流即時監測及海洋及森林資源探測保護等工作。遙控無人機系統 (Unmanned Aircraft System, UAS；以下簡稱 UAS)，同時具備定位系統、自動飛行控制、即時影像及資訊傳輸等功能，使得空間資料的蒐集更有效率，並可提供空間資料庫最新資訊。

內政部國土測繪中心 (以下簡稱國土測繪中心) 為發展 UAS 技術及推廣應用，於「多元測繪科技整合應用計畫」中研提「發展空中及地面移動測繪技術」(108 至 111 年度)，規劃辦理發展空中及地面移動測繪技術、整合空中及地面不同載具蒐集空間資訊與提升 UAS 航拍及影像處理技術及協助其他政府機關辦理特定區域航拍作業等。於 108 年完成建置多旋翼型 UAS，並於 109 年投入局部區域圖資更新與協助其他機關航拍辦理國土監測及防救災資訊蒐集等相關領域航拍作業。

第三節 工作項目及內容

一、一般航拍作業

- (一). 航拍區域：辦理國土測繪中心指定 5 區 (範圍含臺澎金馬等地) 航拍作業，總面積至少 6.5 平方公里。
- (二). 使用載具：採用國土測繪中心多旋翼 UAS 設備 (如附件 1-1) 航拍為原則，如遇有維修或其他特殊情況，須經國土測繪中心審查同意後，以性能與酬載相當或以上 UAS (UAS 及週邊資通訊設備不得使用大陸廠牌) 辦理航拍。
- (三). 航拍規定：
 1. 航拍時原始影像解析度須優於 0.10 公尺，含雲量不得超過 5%。
 2. 製作 1 公尺精度正射影像成果，影像前後重疊率平均須達 80% 以上 (最小值不得小於 75%)，側向重疊率

平均須達 40%（最小值不得小於 35%）以上。

3. 製作 0.5 公尺精度正射影像成果，影像前後重疊率平均須達 80% 以上（最小值不得小於 75%），側向重疊率平均須達 60%（最小值不得小於 55%）以上。

二、影像處理作業

- (一). 空中三角測量及正射影像：應辦理空中三角測量並製作正射影像成果。另正射影像應設定透明底(格式為 PNG 檔)，如影像資料大小超過 20,000 × 15,000 像素。不同類別成果解析度及精度要求如下表：

表 1-1 不同類別成果解析度及精度要求表

類別	地面解析度 (公尺)	精度		備註
		均方根值 (公尺)	最大偏移值 (公尺)	
A	0.10	1.00	2.00	檢查位於平坦表面無高差位移之明顯地物點平面位置較差
B	0.10	0.50	1.50	

1. 坐標系統：原則為內政部公告之 TWD97[2020]坐標系統，如有特殊情形，依國土測繪中心指定坐標系統為準。
 2. B 類別正射影像需求，由國土測繪中心提供現地辦理控制點測量成果供廠商辦理空中三角測量。
- (二). 詮釋資料：產製之正射影像成果依據內政部國土資訊系統之「地理資訊詮釋資料標準」(TWSMP 2.0 版) 相關規定建置詮釋資料，針對詮釋資料資訊、識別資訊、空間展示資訊、參考系統資訊、供應資訊及資料品質等類別填寫。
 - (三). 繳交成果：原始影像資料、空中三角測量（含平差與檢核結果書面資料）、正射影像、詮釋資料。

三、緊急航拍作業

- (一). 辦理國土測繪中心指定緊急或特定航拍區域 1 區，航拍面積以 4 平方公里為原則。
- (二). 須於國土測繪中心提出且通知航拍區域後，前往現地辦理

航拍作業，且須於抵達現地後 24 小時內完成航拍作業。

- (三). 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。
- (四). 如至 110 年 9 月 30 日止機關仍無緊急航拍作業需求，由機關另指定區域並依「一般航拍作業」及「影像處理作業」方式辦理。

四、遙控無人機系統設備保養維護作業

- (一). 於企劃書條列 UAS 保養維護項目及時間表作為保養維護依據，並辦理簽約日當月起至 11 月份保養維護。保養維護時須填寫紀錄表（含飛行基本檢查、機體、酬載等），並應於次月 5 日前以電子郵件方式提報前一個月份的保養維護紀錄表。
- (二). 於保固期內，按月提供設備保養維護服務。

五、工作總報告（含展示影片及海報）

- (一). 應於第 3 階段繳交工作總報告。
- (二). 配合國土測繪中心提供之腳本製作 5 分鐘之 UAS 展示影片及海報 2 張。

第四節 工作時程及交付成果

- 一、 本案履約期限自決標次日起至 110 年 12 月 15 日止，分 3 階段及其他階段辦理，各階段應交付成果項目及繳交期限如下表。
- 二、 本案各階段所有成果檔案，以外接式硬碟（2 顆 2.5 吋容量至少 1TB 以上）儲存方式併同繳交。

表 1-2 階段應交付成果項目及繳交期限表

階段	交付項目	單位	數量		繳交期限
			紙本	電子檔	
第 1 階段	1.一般航拍及影像處理作業成果	區	/	2	1.依機關通知航拍次日起 40 個日曆天內 2.航拍區範圍最高處位於海拔 2000 公尺以上山區，延長為 50 個日曆天
	2.保養維護紀錄 (3月~6月)	式	/	1	於 110 年 6 月 30 日前繳交
第 2 階段	1.一般航拍及影像處理作業成果	區	/	3	1.依機關通知航拍次日起 40 個日曆天內 2.航拍區範圍最高處位於海拔 2000 公尺以上山區，延長為 50 個日曆天
	2.保養維護紀錄 (7~9月)	式	/	1	於 110 年 9 月 30 日前繳交
第 3 階段	工作總報告 (含展示影片及海報；全年度保養維護紀錄)	份	8	1	於 110 年 12 月 15 日前繳交
	修正後工作總報告	份	5	1	依機關指定期限內繳交
其他	緊急航拍作業成果	區	-	1	於實際完成緊急航拍 24 小時內繳交

第五節 作業人員性別分析及統計

本案執行期間對所僱用之人員，皆遵守性別工作平等法之規定，保障其性別工作權之平等，未有歧視婦女、原住民或弱勢團體人士之情形。作業人員之性別比例依照組別及總人數統計如表 1-3。整體而言外業以男性居多，女性則在內業居多，總人數的男女比例為 83:17。

表 1-3 本案作業人員性別統計表

組別	人數	性別		比例(%)
		男	女	
計畫主持人	1	男	1	100%
		女		0%
品質保證與稽核組	1	男	1	100%
		女		0%
航拍系統整合組	4	男	4	100%



		女		0%
影像處理組	4	男	2	50%
		女	2	50%
設備保養組	2	男	2	100%
		女		0%
總計	12	男	10	83%
		女	2	17%

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劃如下詳述：

一、多旋翼型UAS

(一)多旋翼機

配合需求採用國土測繪中心提供之多旋翼 UAS 設備進行航拍作業(如圖 2-1)，具備垂直起降功能且酬載重量達 1.5 公斤，具備折疊收納功能，酬載設備飛行時間達 20 分鐘，最大飛行半徑及控制距離達 1000 公尺以上，最大航高 500 公尺以上，配有飛行控制信號傳輸中斷及低電量時自動返航至出發點並自動降落之功能，飛行控制系統具備飛行時數累計功能，其詳細性能如表 2-1。



B-AAA00561



圖 2-1 多旋翼型 UAS

表 2-1 多旋翼型 UAS 性能表

載具尺寸	110 x 110 公分		
旋翼數量	4	最大航高	500 公尺
酬載重量	1.5 公斤	飛行速度	50 公里/小時
總重	11 公斤	抗風	4 級風
滯空時間	15 ~ 20 分鐘	動力	電力

(二) 酬載感測器

裝載於飛行載具上之航拍設備為 Sony α7 III (如圖 2-2)，其感光元件為全片幅尺寸(35.6mm*23.8mm)規格。相機詳細規格如表 2-2。



圖 2-2 Sony α7 III 全片幅數位相機

表 2-2 Sony α7 III 全片幅數位相機規格表

項目	規格
影像感測器	有效畫素 2420 萬畫素 全片幅(35.6mm × 23.8mm) Exmor R CMOS 感光元件
鏡頭焦距	21mm 焦距定焦鏡頭
記憶卡容量	32GB、64GB
影像格式	JPEG/RAW
記錄畫素	最高 6000 x 4000 pixels
儲存張數	依記憶卡容量決定
連拍速度	每秒 10 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 100-204800

二、單旋翼型UAS

(一) 單旋翼機

本案以使用國土測繪中心之多旋翼 UAS 設備為原則，如遇有維修或其他特殊情況，本團隊另提供 1 套備用之單旋翼型 UAS 辦理相關航拍作業。單旋翼型 UAS 採用單旋翼機搭載感測器進行航拍作業，主旋翼直徑約 200cm，最大起飛重量達 30 公斤，優點為重新設計機

體可承載更重的酬載，機體材質也採用更加堅固耐久材料，尾樑經加長使飛行更為穩定，相較於多旋翼機可提供更長滯空拍攝作業時間，可有效拍攝小範圍區域之高畫質影像。單旋翼型 UAS 基本規格資料如圖 2-3 及表 2-3 所示。



圖 2-3 單旋翼型 UAS

表 2-3 單旋翼型 UAS 規格表

載具尺寸	177 x 53.5 x 52.5 公分	最大航高	< 500 公尺
主旋翼旋轉直徑	200 公分	載具飛行距離	<7,000 公尺
載具重量	8.5 公斤	滯空時間	<50 分鐘
酬載重量	30.0 公斤		

(二) 酬載感測器

裝載於飛行載具上之航拍設備為 Sony α7R II (如圖 2-4)，其感光元件同樣為全片幅尺寸(35.9mm × 24.0mm)規格。相機詳細規格如表 2-4。



圖 2-4 Sony α7R II 全片幅數位相機

表 2-4 Sony α7R II 全片幅數位相機規格表

項目	規格
影像感測器	有效畫素 4240 萬畫素 全片幅(35.9mm × 24.0mm) Exmor R CMOS 感光元件
鏡頭焦距	21mm 焦距定焦鏡頭
記憶卡容量	32GB、64GB
影像格式	JPEG/RAW
記錄畫素	最高 7952 x 5304 pixels
儲存張數	依記憶卡容量決定
連拍速度	每秒 5 張
快門速度	最快可達 1/8000 秒，提供外部觸發快門
ISO 感光度	ISO 100-102400

第二節 UAS 航拍規劃與作業流程說明

2.2.1 UAS 航拍標準作業流程

UAS 航拍規劃標準作業流程如圖 2-5，其中包含空域申請作業，因交通部於 108 年 7 月 23 日公布「遙控無人機管理規則」令，並定自 109 年 3 月 31 日施行，空域申請作業依據前開相關規定進行申請，使用機關需填具申請表於作業前 15 天前函送提出申請。另本案作業依需求規格書規範，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 40 日內完成辦理航拍作業及影像處理作業並繳交影像處理成果，如航拍區位於高山易多雲地區（海拔 2,000 公尺以上），繳交期限則為本國土測繪中心通知航拍次日起 50 個日曆天內。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，須於繳交成果時提出相關佐證資料。

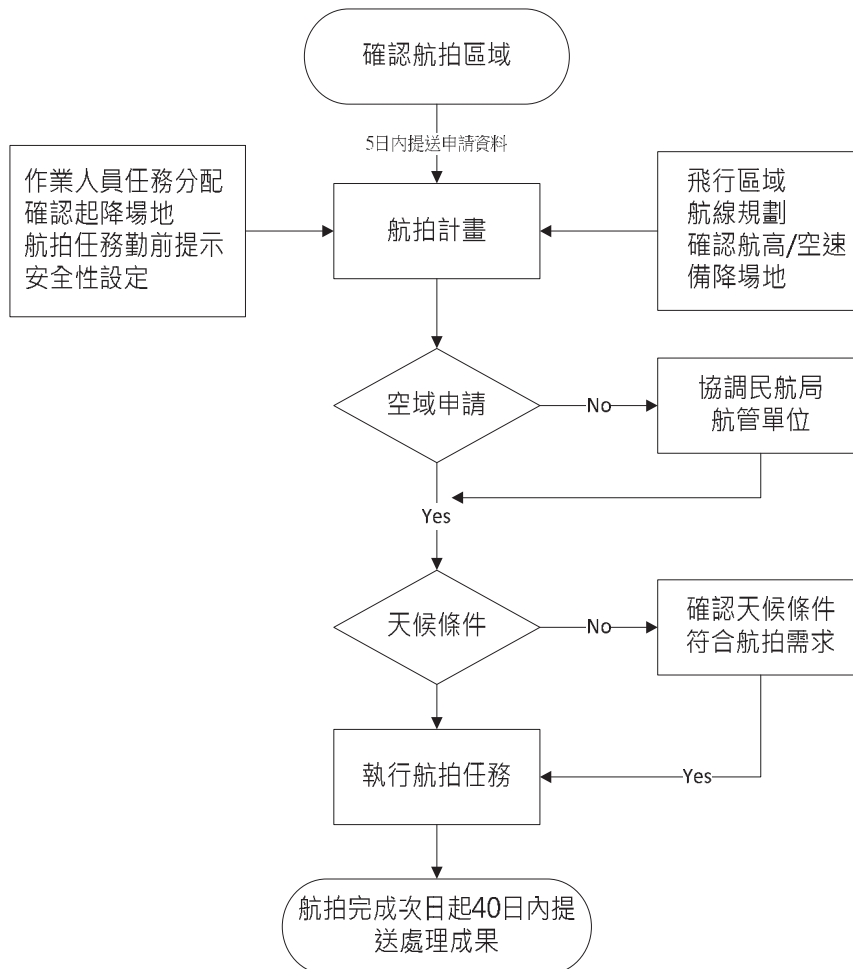


圖 2-5 UAS 航拍工作標準作業流程規劃

UAS 航拍作業依規定需在施測前提出申請空域，另外任務規劃與勤前提示與工作分配亦為重要的工作規劃，執行航拍任務時，還需

視天候條件許可下方可執行任務，UAS 操作使用程序標準作業流程規劃可參考可參考圖 2-6。

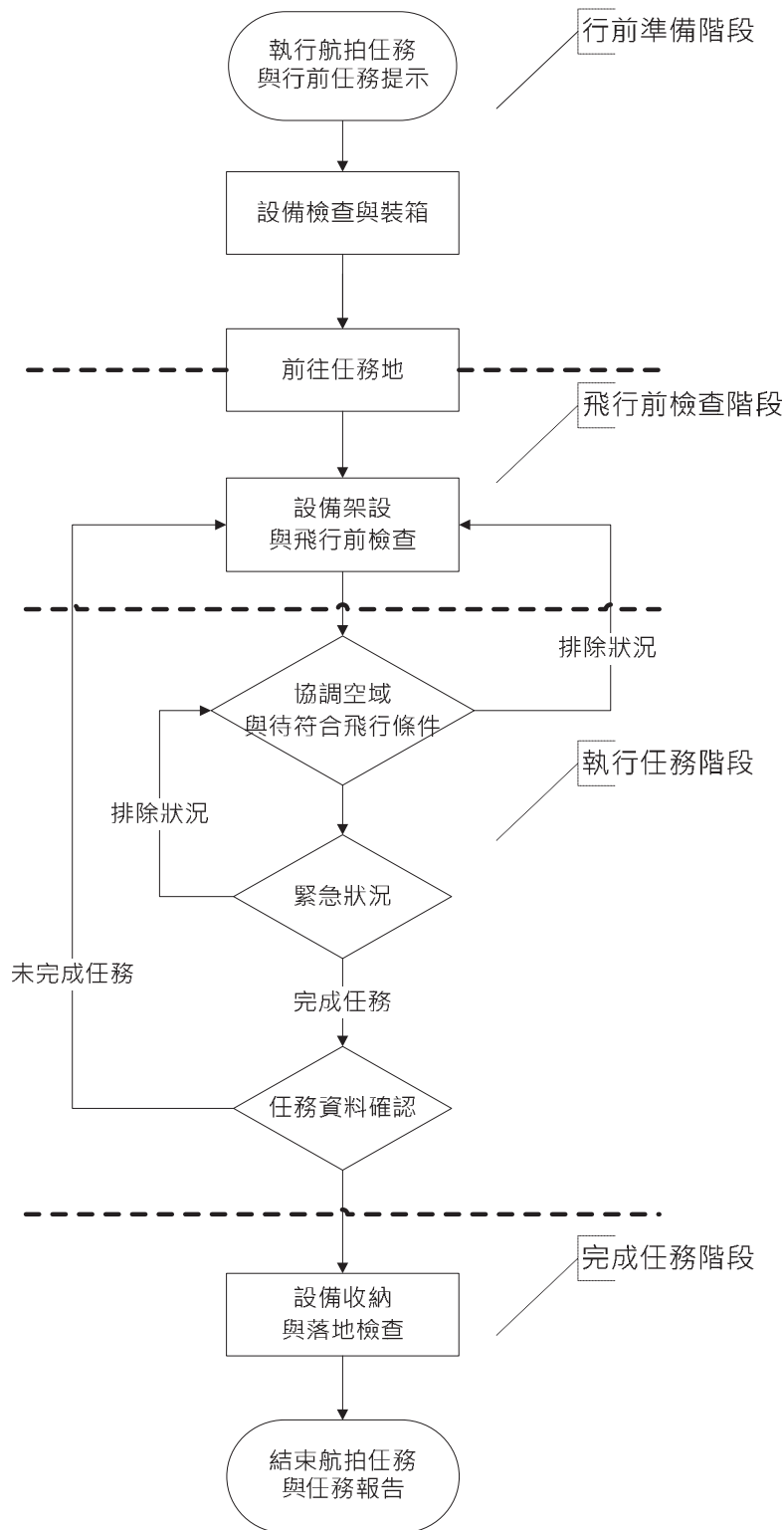


圖 2-6 UAS 操作使用程序標準作業流程

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

一、GCS(地面控制站)：

由一 GCS 系統、一位外部操作員 (EP、飛行員)、一位內部操作員 (IP、GCS 軟體操作員)，一位專案經理組成為一 GCS 單位。

二、任務自動導引程序：

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

三、航拍任務：

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

四、避走路線：

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

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

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

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

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

步驟 4：於每次任務結束後，任務執行單位必須填寫 UAS 航拍

任務執行紀錄，詳細記錄任務執行狀況及各諸元使用鐘點，如圖 2-7。

同時根據目前相關法規規範，規劃航拍工作區域時受以下限制：

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



圖 2-7 UAS 航拍任務執行紀錄

2.2.2 UAS 航拍計畫

UAS 航拍所使用之數位相機為國土測繪中心之 Sonyα7R III 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 5.9μm。由於每一像素之寬度與焦距長，相對於地面解析度 (GSD) 與航高 (AGL) 為相似三角形，因此可得式 2-1：

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

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

以 Sonyα7R III相機進行地面解析度 10 公分航拍作業的航線規劃範例如下圖 2-8，各項航拍作業應規劃項目範例如表 2-5。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。

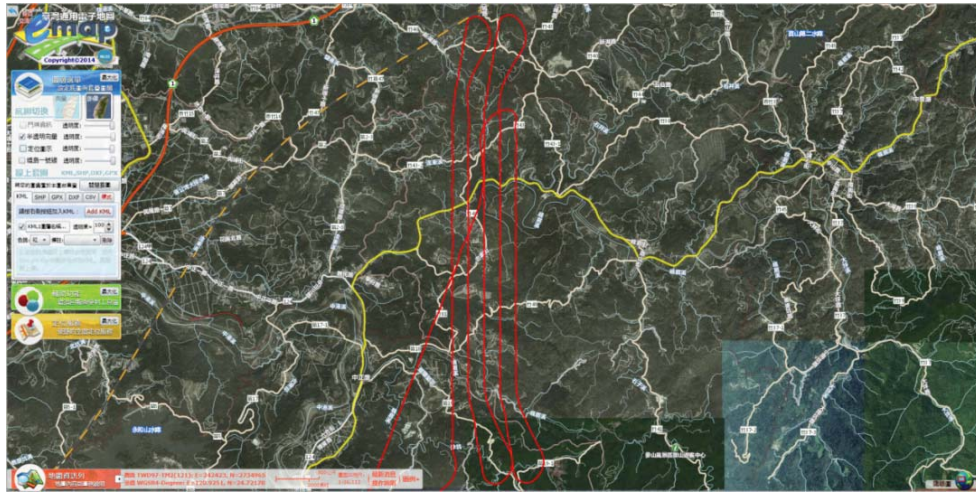


圖 2-8 航線規劃示意圖

表 2-5 航空攝影規劃資訊

項目	資訊	備註
相機	Sony α7R III	
鏡頭焦距	21mm	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	5.9μm	
地面解析度	10cm	
飛航高度	350m	依照地形高程部分會有所調整
前後/側向重疊	80% / 40%	提高重疊率，降低後續立製時遮蔽情形及提高正射品質
航線間距	360m	確保側向重疊率 > 40%
航空攝影	以 GNSS/IMU 輔助	提高空三及測圖等精度

2.2.3 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 2-9。

於每次執行航拍作業時，除按操作手冊實施相關檢查外，並做成檢查與維護紀錄，另於每次執行任務時，按飛行前、中、後-檢查卡執行 UAS 相關保養維護與檢查工作，當載具飛行時數累積至週期檢查表所列之飛行時數時，按週期檢查與維護手冊執行相關零組件之保養與更換（相關保養維護請另參閱年度保養維護紀錄報告）。

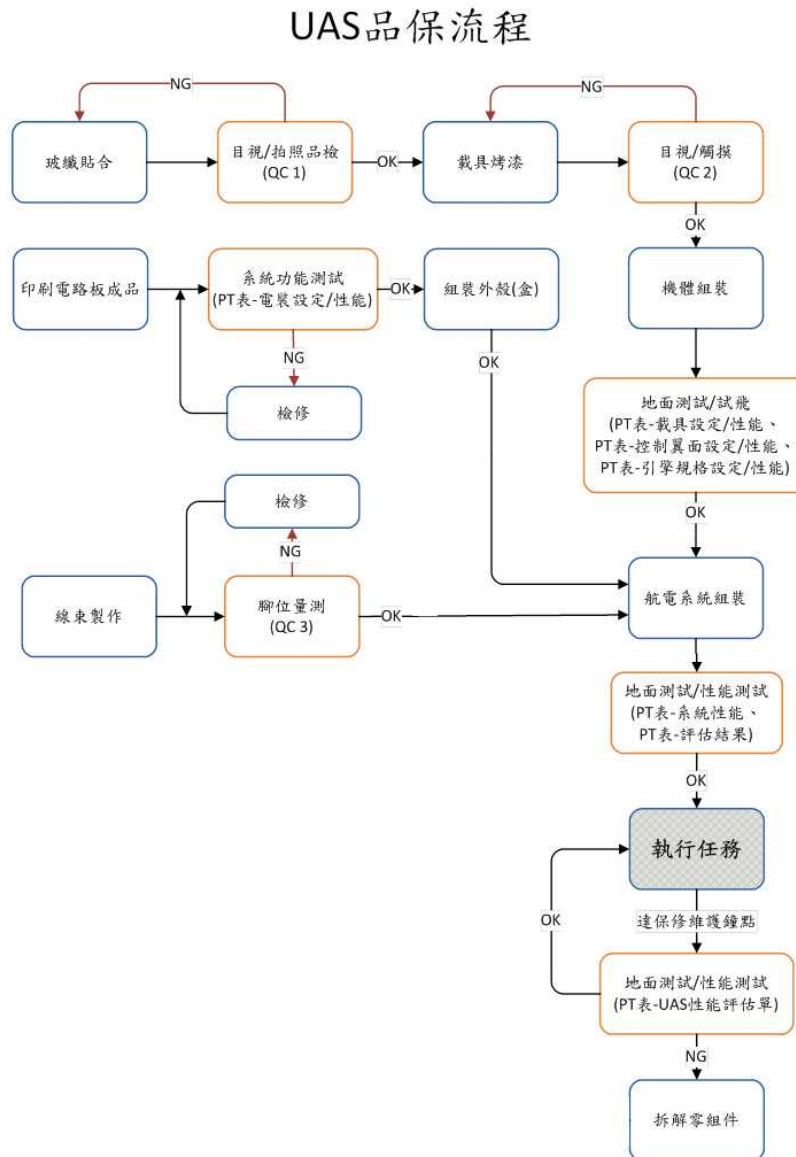


圖 2-9 UAS 品保流程

第三節 空中三角測量及正射影像製作作業規劃

2.3.1 控制點量測規劃

本案影像處理作業區域主要應用於臺灣通用電子地圖正射影像局部更新使用，所採用之控制點來源主要引用臺灣通用電子地圖向量圖資或影像資料之特徵點為主。

2.3.2 UAS 影像製圖

近年來由 SfM 結合 MVS 的 SfM-MVS 三維重建技術得到了突破性的發展；稠密點雲技術主要是以面片基礎的多視立體視覺演算法獲取三維表面資訊；表面重建技術是將點雲經波松表面重建 (Poisson Surface Reconstruction) 及紋理貼圖方式完成三維模型表面重建。目前這整套技術被稱為 SfM-MVS 攝影測量或視覺攝影測量，廣泛應用於三維重建、無人飛行載具影像製圖及真正攝影像製作。代表性商業軟體如 Bentley[®] ContextCapture Center 的真實三維模型建模及製圖，目前版本僅提供簡單量測工具。以量測為目的之軟體包含 Agisoft[®] Metascape Professional、Pix4D[®] 等軟體，並廣泛應用於 UAV 影像製圖、三維量測地質及考古等領域，其量測精度與拍攝地面解析度 (GSD) 有關，在拍攝品質與適當控制為前提，量測精度約莫可達 0.5 *pixel*。SfM-MVS 計算標準流程如圖 2-10 所示。

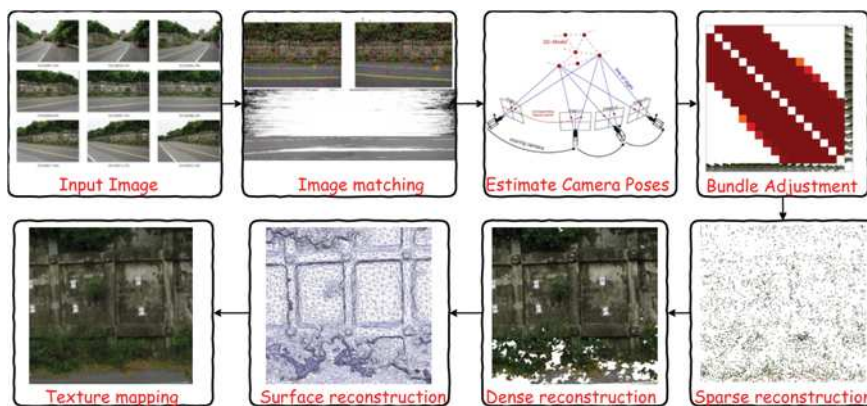


圖 2-10 SfM-MVS 標準流程

上述步驟為 SfM-MVS 標準處理程序，而正射影像製作流程則由產製的 Mesh 經由正投影分別獲取表面紋理資訊來建立真正射影像，其步驟如圖 2-11 所示。

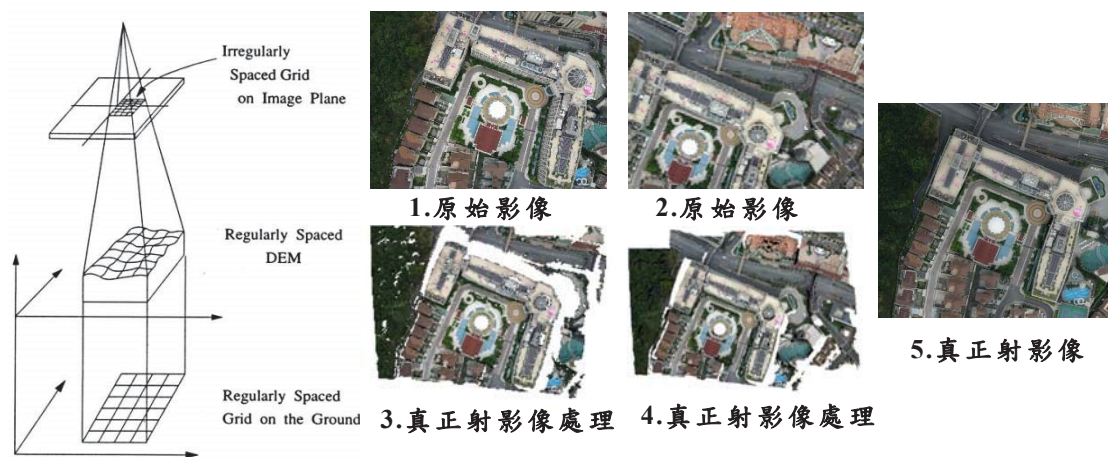


圖 2-11 真正射影像製作流程

本團隊分別針對協助航拍成果進行影像處理，並根據地面解析度及作業精度要求的不同，製作地面解析度 10 公分、精度均方根值 1 公尺以下、最大偏移量 2 公尺以下之正射影像成果。UAS 影像製圖採用 Agisoft Metashape Pro 軟體進行後續處理步驟。

1. UAS 初始方位參數解算

在軟體計算程序中，首先我們要提供影像基礎方位參數，以提升影像匹配成果。POS 資料可經由拍攝當下所記錄的資訊進行解算，方位參數解算展圖如圖 2-12 所示。

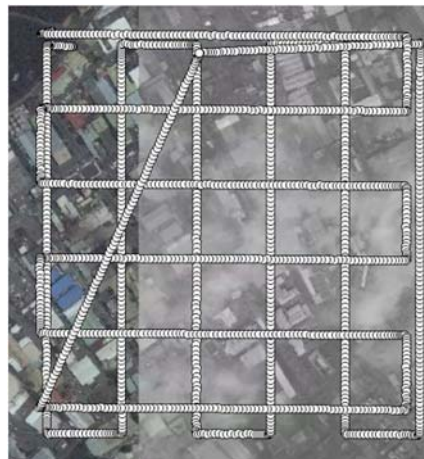
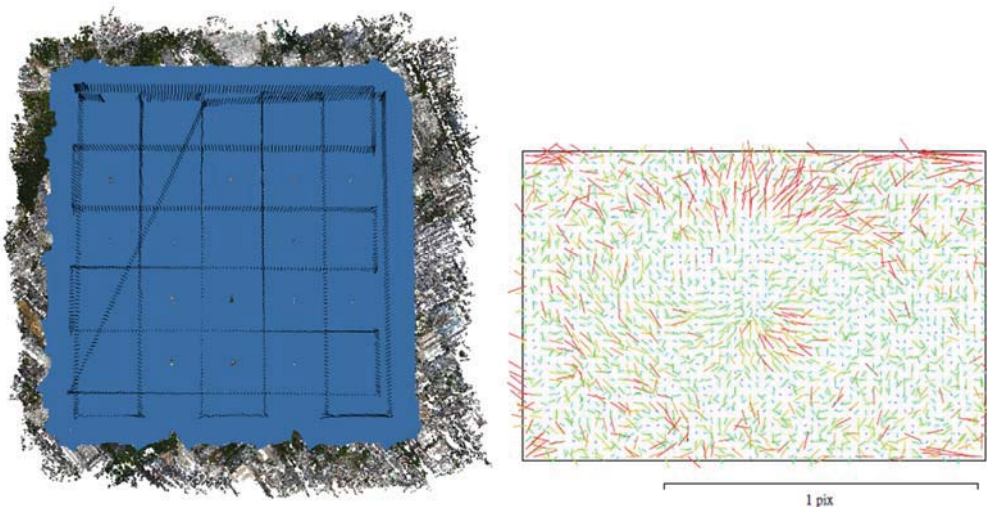


圖 2-12 方位參數展點

2. 影像內外方位參數計算

SfM-MVS 可由大量拍攝的影像中，以影像匹配技術獲取影像共軛點資訊，並由這些資訊以整體最小二乘法同時求解影像內外方位參數。同時如果相機有經過實驗室內方位參數率定，操作上也可直接約制相機內方位參數，計算過程中將只計算影像外方位參

數。內外方位參數解算如圖 2-13 所示。此外，由於所有的量測量(共軛點匹配)均由影像匹配技術來獲取，計算過程中系統會進行 Robust Matching 步驟來獲取更穩定的匹配資訊，但匹配過程中經常會有影像匹配等因素存在，因此於計算完成後必須察看整體 Reprojection error，該指標代表匹配的點為經由 SfM 計算內外方位參數後重新計算點位的誤差指標，該指標也可以用來觀看本次匹配成果的好壞，或拍攝相機鏡頭的好壞，Reprojection error 通常會小於 3 個 pixel，數值越小代表本次計算的精度較高，相關報表如圖 2-14 所示。



(a)外方位參數

(b)相機率定

圖 2-13 內外方位參數求解

Survey Data



Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	1,542	Camera stations:	1,542
Flying altitude:	241 m	Tie points:	2,416,161
Ground resolution:	6.68 cm/pix	Projections:	9,046,156
Coverage area:	0.211 km ²	Reprojection error:	1.6 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
ILCE-7M3, ZEISS Loxia 2.8/21 (21mm)	6000 x 4000	21.25 mm	5.9 x 5.9 μ m	No

Table 1. Cameras.

圖 2-14SfM-MVS 測量平差報表

3. 控制點及檢核點計算

以控制點的約制整體 SfM-MVS 計算，再由量測檢核點的誤差量來評估產出成果的基本精度指標為目前精度指標上最直接的方法。本次檢核點目標設定於均方根誤差需小於 2 倍 GSD。解算成果如圖 2-15 所示。

Ground Control Points



Fig. 4. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.
Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
23	0.367095	0.744166	0.0738182	0.829784	0.833061

Table 4. Control points RMSE.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
9	2.17417	2.90744	2.20717	3.63046	4.24875

Table 5. Check points RMSE.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

圖 2-15 內外方位參數求解

- 正射影像製作作業流程為完成上述精度審核後將可依序進行稠密點雲、Mesh 製作流程後，以 Mesh 作為正射影像的投影網格參考面，詳細流程請詳閱圖 2-11。正射影像製作規範依據本案契約書規定。正射影像地面解析度之成果類別如表 1-1。製作正射影像如圖 2-16 所示。



圖 2-16 正射影像製作成果

第四節 成果檢核

本案依契約書規定，由國土測繪中心針對成果資料完成下列相關檢查項目：

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

採上機檢查，檢查方式說明如下：

(一)檢查項目：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，另套疊已完成之臺灣通用電子地圖向量資料辦理檢查。

(二)檢查數量及通過標準：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。

四、詮釋資料檢查

採上機檢查，檢查是否依內政部訂頒之詮釋資料標準格式（TWSMP2.0）等相關規定建置；填寫方式亦須符合機關規定且必填欄位不得缺漏。

第參章 遙控無人機系統航拍及影像處理作業

本案共辦理 6 區航拍，其中 4 區含影像處理作業，製作正射影像成果。主要為配合陽明山國家公園管理處（以下簡稱陽管處）及國土測繪中心電子地圖更新作業，正射影像採用 TWD97[2020]坐標系統。

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

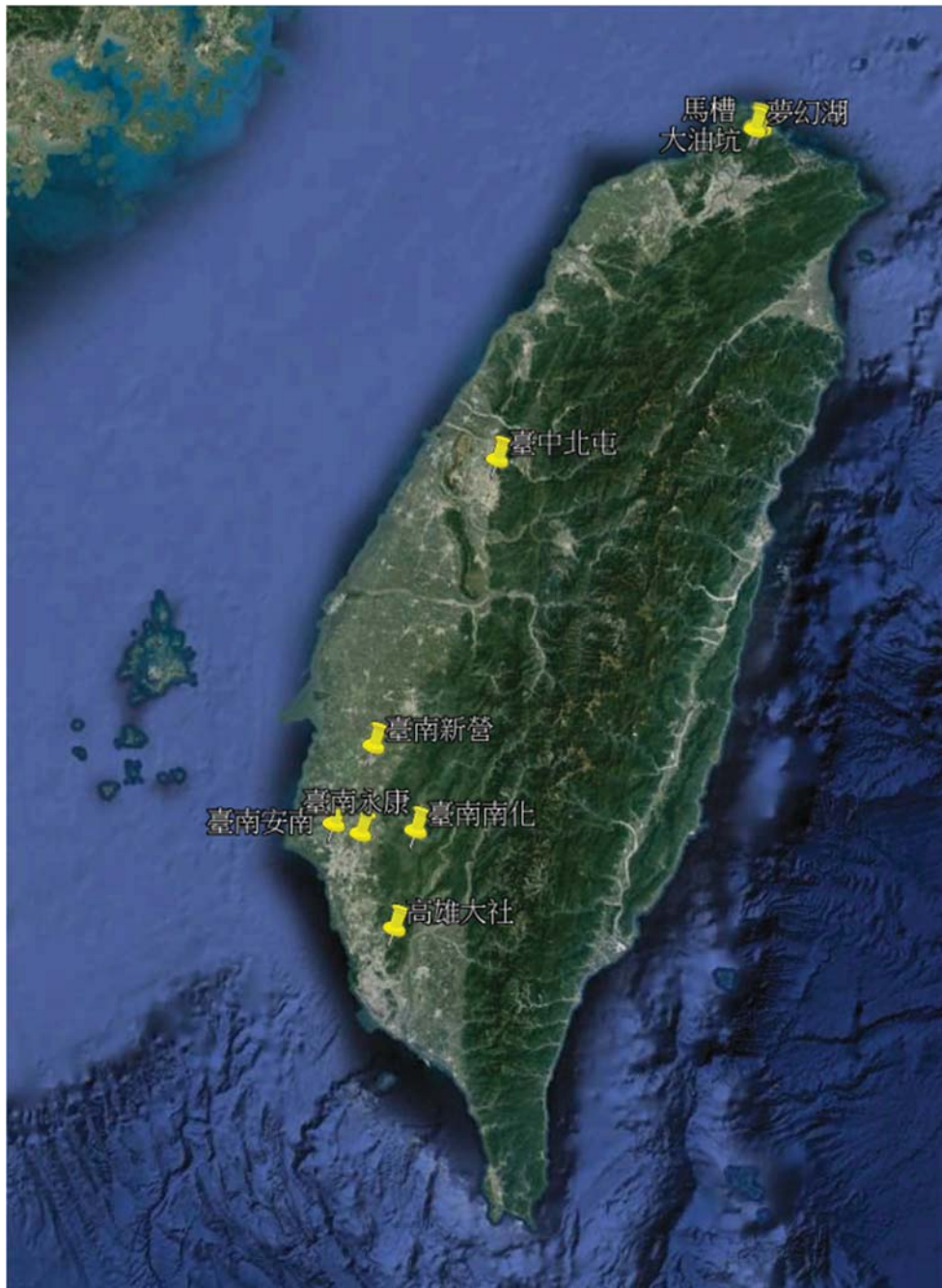


圖 3-1 110 年度一般航拍任務及影像處理區域分布



表 3-1 110 年度一般航拍任務及影像處理區域彙整表

編號	航拍區域	需求面積 (公頃)	實際航拍面積 (公頃)	重疊率	相機/ 鏡頭焦距	GSD (公分)	離地高 (公尺)	航拍日期	使用相片張數	成果繳交	使用機型	用途
1	臺北市士林區 (陽明山大油坑)	240	636	前後 90% 側向 80%	Sony α7R II /21mm	6.96	366	4/30	435	5/20	單旋翼型 UAS (X7)	協助陽管處航拍
	臺北市士林區 (馬槽)			前後 90% 側向 70%	Sony α7R II /21mm	8.72	464	4/30	364	5/20	單旋翼型 UAS (X7)	協助陽管處航拍
	臺北市士林區 (夢幻湖)			前後 90% 側向 60%	Sony α7R II /21mm	7.94	416	4/30	262	5/20	單旋翼型 UAS (X7)	協助陽管處航拍
2	臺南市永康區	100	264	前後 90% 側向 60%	Sony α7R II /21mm	6.47	340	4/22	573	5/10	單旋翼型 UAS (X7)	協助臺南永康地 政所航拍
3	臺中市北屯區	48	148	前後 90% 側向 80%	Sony α7 III /21mm	4.98	181	7/8	2783	7/16	多旋翼型 UAS	研擬小像幅相機 測製一千分之一 地形圖規範委託 研究需求
		48	148	前後 90% 側向 80%	Sony α7 III /21mm	7.71	280	7/13	1678	7/16	多旋翼型 UAS	
4	臺南市新營區	43	273	前後 90% 側向 60%	Sony α7 III /21mm	6.72	275	7/20	445	7/23	多旋翼型 UAS	電子地圖更新區
	臺南市南化區			前後 90% 側向 60%	Sony α7 III /21mm	6.58	268	7/20	771	7/23	多旋翼型 UAS	電子地圖更新區
5	臺南市安南區	20	129	前後 90% 側向 60%	Sony α7 III /21mm	6.77	277	7/16	535	7/23	多旋翼型 UAS	電子地圖更新區
6	高雄市大社區	22	166	前後 90% 側向 60%	Sony α7 III /21mm	6.39	231	11/18	1101	12/7	多旋翼型 UAS	電子地圖更新區
	合計	521	1,764									

第一節 一般航拍作業

一、臺南市永康區

本區域為協助臺南永康地政事務所航拍，其航拍需求範圍約 100 公頃。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

臺南市永康區航拍區實際地面涵蓋範圍約 264 公頃，地表高程約 10 公尺。航拍任務規劃使用 Sony $\alpha 7R II$ 數位相機(像元大小為 $4.5 \mu m$) 搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高為 340 公尺，影像前後重疊率約 90%、側向重疊率約 60%，共拍攝 6 條航帶。區域範圍及航線規劃如圖 3-2。拍攝影像數量合計 573 片，地面解析度(GSD)約 6.47 公分。



圖 3-2 臺南市永康區飛行航線規劃

表 3-2 臺南市永康區任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺南市永康區
二、航拍日期	110/4/22
三、航線航程	總航程約 8.6 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 $28^{\circ}C$ ，降雨機率 10%)
五、風向/風級	西北風/3 級
六、航拍高度	340 公尺
七、地面解析度	6.47 公分
八、UAS 載具	單旋翼型 UAS (X7)

二、臺北市士林區(陽明山大油坑、馬槽、夢幻湖)

本區域為陽管處委託國土測繪中心辦理航拍作業並製作正射影像成果，包含陽明山大油坑與馬槽及夢幻湖等，航拍區需求範圍共約 240 公頃。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

陽明山大油坑航拍區實際地面涵蓋範圍約 172 公頃，地表高程約 500 公尺。航拍任務規劃使用 Sony α7R II 數位相機(像元大小為 4.5 μm)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高(離地高)約為 366 公尺，影像前後重疊率約 90%、側向重疊率約 80%，共拍攝 7 條航帶。區域範圍及航線規劃如圖 3-3。拍攝影像數量合計 435 片，地面解析度(GSD)約 6.96 公分。

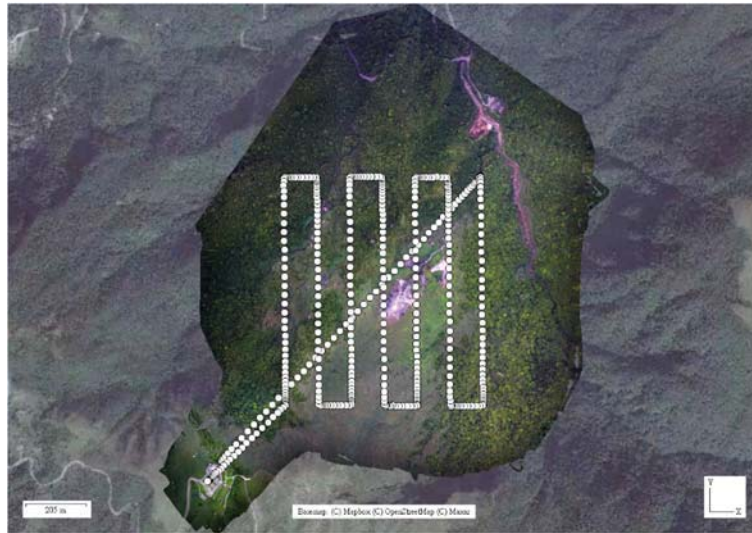


圖 3-3 臺北市士林區(陽明山大油坑)飛行航線規劃

表 3-3 臺北市士林區(陽明山大油坑)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺北市士林區(陽明山大油坑)
二、航拍日期	110/4/30
三、航線航程	總航程約 7.64 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 26°C，降雨機率 0%)
五、風向/風級	南南東風/2 級
六、航拍高度	366 公尺
七、地面解析度	6.96 公分
八、UAS 載具	單旋翼型 UAS (X7)

陽明山馬槽航拍區實際地面涵蓋範圍約 270 公頃，地表高程約 700 公尺。航拍任務規劃使用 Sony α7R II 數位相機(像元大小為 4.5 μm)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高(離地高)約為 464 公尺，影像前後重疊率約 90%、側向重疊率約 70%，共拍攝 5 條航帶。區域範圍及航線規劃如圖 3-4。拍攝影像數量合計 364 片，地面解析度(GSD)約 8.72 公分。



圖 3-4 臺北市士林區(陽明山馬槽)飛行航線規劃

表 3-4 臺北市士林區(陽明山馬槽)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺北市士林區(陽明山馬槽)
二、航拍日期	110/4/30
三、航線航程	總航程約 6.88 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 26°C，降雨機率 0%)
五、風向/風級	南南東風/2 級
六、航拍高度	464 公尺
七、地面解析度	8.72 公分
八、UAS 載具	單旋翼型 UAS (X7)

陽明山夢幻湖航拍區實際地面涵蓋範圍約 194 公頃，地表高程約 800 公尺。航拍任務規劃使用 Sony α7R II 數位相機(像元大小為 4.5 μm)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高(離地高)為 416 公尺，影像前後重疊率約 90%、側向重疊率約 60%，共拍攝 4 條航帶。區域範圍及航線規劃如圖 3-5。拍攝影像數量合計 262 片，地面解析度(GSD)約 7.94 公分。

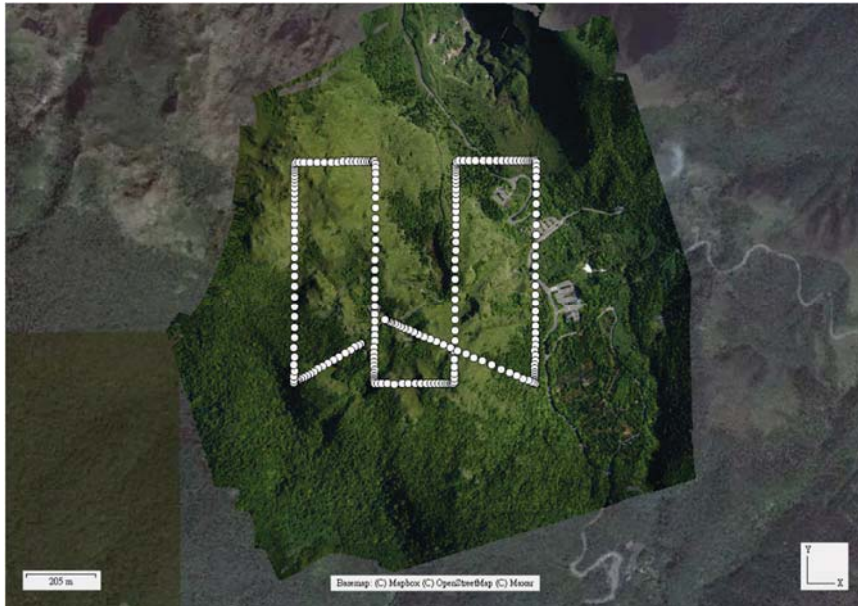


圖 3-5 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)飛行航線規劃

表 3-5 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺北市士林區(陽明山夢幻湖)
二、航拍日期	110/4/30
三、航線航程	總航程約 5.05 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 26°C，降雨機率 0%)
五、風向/風級	微風
六、航拍高度	416 公尺
七、地面解析度	7.94 公分
八、UAS 載具	單旋翼型 UAS (X7)

2. 影像處理作業

利用空中三角測量(以下簡稱空三)解算 UAS 相片空間位置，使用控制點(引用向量圖資或影像資料之特徵點為主)與室內新建相片間的匹配點位資訊，解算求得點位之空間位置。大油坑使用控制點共計 5 點，位置分布如圖 3-6，成果精度如表 3-6，正射鑲嵌影像成果如圖 3-7。

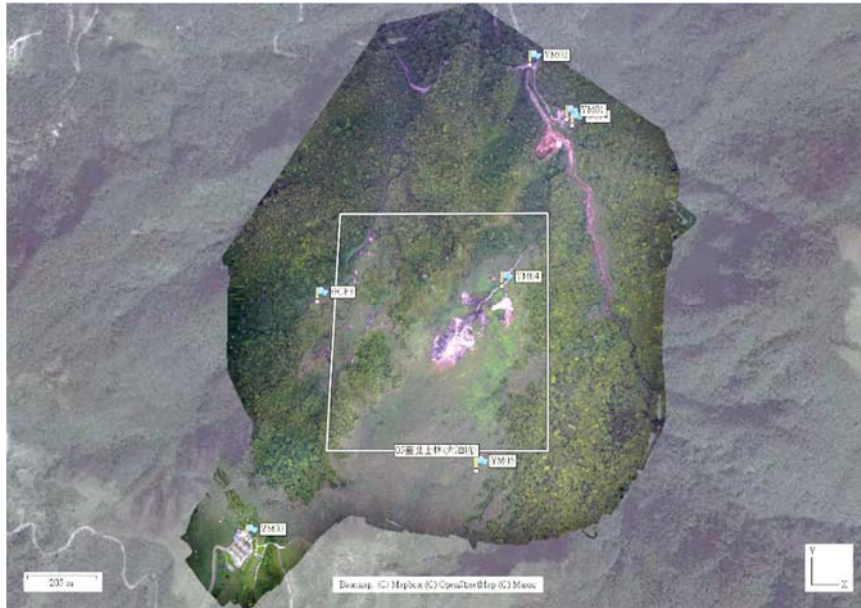


圖 3-6 臺北市士林區(陽明山大油坑)控制點分布圖

表 3-6 臺北市士林區(陽明山大油坑)空三計算成果

作業區	類型	計算成果(cm)		
		X	Y	Z
臺北市士林區 (陽明山大油坑)	均方根誤差 (RMSE)	3.37	3.17	1.17



圖 3-7 臺北市士林區(陽明山大油坑)正射鑲嵌影像成果

馬槽使用控制點共計 5 點。控制點位置分布如圖 3-8，成果精度如表 3-7，正射鑲嵌影像成果如圖 3-9。

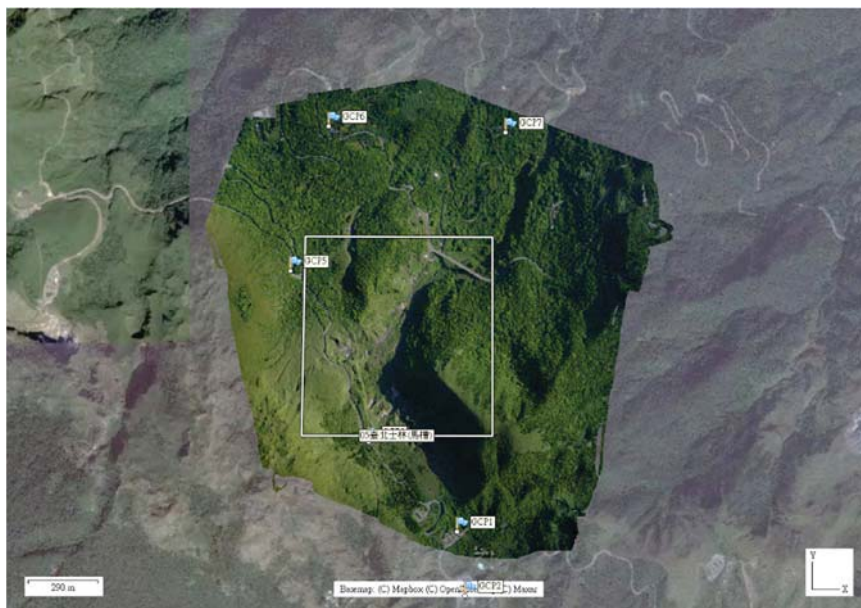


圖 3-8 臺北市士林區(陽明山馬槽)控制點分布圖

表 3-7 臺北市士林區(陽明山馬槽)空三計算成果

作業區	類型	計算成果(cm)		
		X	Y	Z
臺北市士林區 (陽明山馬槽)	均方根誤差 (RMSE)	3.37	4.11	2.60



圖 3-9 臺北市士林區(陽明山馬槽)正射鑲嵌影像成果

夢幻湖使用控制點共計 5 點。控制點位置分布如圖 3-10，成果精度如表 3-8，正射鑲嵌影像成果如圖 3-11，檢核結果平面位置較差均方根值為 0.819 公尺(計算如附錄二)。



圖 3-10 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)控制點分布圖

表 3-8 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)空三計算成果

	類型	計算成果(cm)		
		X	Y	Z
臺北市士林區 (陽明山夢幻湖)	均方根誤差 (RMSE)	0.86	2.40	3.03



圖 3-11 臺北市士林區(陽明山夢幻湖)正射鑲嵌影像成果

三、臺中市北屯區

本區域為國土測繪中心研擬小像幅相機測製一千分之一地形圖規範委託研究需求，航拍需求範圍共約 96 公頃。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

臺中市北屯區航拍區實際地面涵蓋範圍共約 296 公頃，地表高程約 120 公尺。航拍任務規劃使用 Sony α7 III 數位相機(像元大小為 5.91 μm)搭配 21 mm 焦距鏡頭，共拍攝兩種地面解析度(GSD)，分別約 4.98、7.71 公分，航高(離地高)約為 181、280 公尺，影像前後重疊率約 90%、側向重疊率約 80%，共拍攝 19、12 條航帶。區域範圍及航線規劃如圖 3-12，拍攝影像數量合計 2783、1678 片。



圖 3-12 臺中市北屯區飛行航線規劃

表 3-9 臺中市北屯區任務執行概況

項目	說明	
一、航拍區域	臺中市北屯區	
二、航拍日期	110/7/8	110/7/13
三、航線航程	總航程約 23.65 公里	總航程約 19.73 公里
四、天氣狀況	多雲時晴(氣溫 31°C，降	多雲(氣溫 31°C，降

	雨機率 20%)	雨機率 20%)
五、風向/風級	西北西風/3 級	西北西風/3 級
六、航拍高度	181 公尺	280 公尺
七、地面解析度	4.98 公分	7.71 公分
八、UAS 載具	多旋翼型 UAS	

四、臺南市安南區

本區域為電子地圖更新區，航拍需求範圍約 20 公頃。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

臺南市安南區航拍區實際地面涵蓋範圍約 129 公頃，地表高程約 4 公尺。航拍任務規劃使用 Sony α7 III 數位相機(像元大小為 5.91 μm) 搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高(離地高)為 277 公尺，影像前後重疊率約 90%、側向重疊率約 60%，共拍攝 4 條航帶。區域範圍及航線規劃如圖 3-13。拍攝影像數量合計 535 片，地面解析度(GSD)約 6.77 公分。



圖 3-13 臺南市安南區飛行航線規劃

表 3-10 臺南市安南區任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺南市安南區
二、航拍日期	110/7/16
三、航線航程	總航程約 4.13 公里
四、天氣狀況	多雲 (氣溫 30°C, 降雨機率 20%)
五、風向/風級	西風/2 級
六、航拍高度	277 公尺
七、地面解析度	6.77 公分
八、UAS 載具	多旋翼型 UAS

2. 影像處理作業

利用空三解算 UAS 相片空間位置，使用控制點（引用向量圖資或影像資料之特徵點為主）與室內新建相片間的匹配點位資訊，解算求得點位之空間位置。本區使用控制點共計 8 點，位置分布如圖 3-14，成果精度如表 3-11，正射鑲嵌影像成果如圖 3-15，檢核結果平面位置較差均方根值為 0.315 公尺(計算如附錄二)。



圖 3-14 臺南市安南區控制點分布圖

表 3-11 臺南市安南區空三計算成果

作業區	類型	計算成果(cm)		
		X	Y	Z
臺南市安南區	均方根誤差(RMSE)	7.41	1.34	12.10



圖 3-15 臺南市安南區正射鑲嵌影像成果

五、臺南市新營區、南化區

本區域為電子地圖更新區，航拍需求範圍共約 43 公頃。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

臺南市新營區航拍區實際地面涵蓋範圍約 97 公頃，地表高程約 11 公尺。航拍任務規劃使用 Sony $\alpha 7R III$ 數位相機(像元大小為 $5.91 \mu m$)搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高(離地高)為 275 公尺，影像前後重疊率約 90%、側向重疊率約 60%，共拍攝 3 條航帶。區域範圍及航線規劃如圖 3-16。拍攝影像數量合計 445 片，地面解析度(GSD)約 6.72 公分。



圖 3-16 臺南市新營區飛行航線規劃

表 3-12 臺南市新營區任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺南市新營區
二、航拍日期	110/7/20
三、航線航程	總航程約 3.16 公里
四、天氣狀況	陰(氣溫 29°C，降雨機率 30%)
五、風向/風級	西風/2 級
六、航拍高度	275 公尺
七、地面解析度	6.72 公分
八、UAS 載具	多旋翼型 UAS

臺南市南化區航拍區實際地面涵蓋範圍約 176 公頃，地表高程約 50 公尺。航拍任務規劃使用 Sony α7 III 數位相機(像元大小為 5.91 μm) 搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高(離地高)為 268 公尺，影像前後重疊率約 90%、側向重疊率約 60%，共拍攝 4 條航帶。區域範圍及航線規劃如圖 3-17。拍攝影像數量合計 771 片，地面解析度(GSD)約 6.58 公分。



圖 3-17 臺南市南化區飛行航線規劃

表 3-13 臺南市南化區任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺南市南化區
二、航拍日期	110/7/20
三、航線航程	總航程約 5.86 公里
四、天氣狀況	陰(氣溫 29°C，降雨機率 30%)
五、風向/風級	西風/2 級
六、航拍高度	268 公尺
七、地面解析度	6.58 公分
八、UAS 載具	多旋翼型 UAS

2. 影像處理作業

利用空三解算 UAS 相片空間位置，使用控制點（引用向量圖資或影像資料之特徵點為主）與室內新建相片間的匹配點位資訊，解算求得點位之空間位置。臺南市新營區使用控制點共計 6 點，位置分布如圖 3-18，空三計算成果如表 3-14，正射鑲嵌影像成果如圖 3-19，檢核結果平面位置較差均方根值為 0.348 公尺(計算如附錄二)。



圖 3-18 臺南市新營區控制點分布圖

表 3-14 臺南市新營區空三計算成果

作業區	類型	計算成果(cm)		
		X	Y	Z
臺南市新營區	均方根誤差 (RMSE)	10.935	9.655	1.684



圖 3-19 臺南市新營區正射鑲嵌影像成果

臺南市南化區使用控制點共計 8 點，位置分布如圖 3-20，空三計算成果如表 3-15，正射鑲嵌影像成果如圖 3-21，檢核結果平面位置較差均方根值為 0.543 公尺(計算如附錄二)。



圖 3-20 臺南市南化區控制點分布圖

表 3-15 臺南市南化區空三計算成果

作業區	類型	計算成果(cm)		
		X	Y	Z
臺南市南化區	均方根誤差 (RMSE)	13.759	3.469	20.970

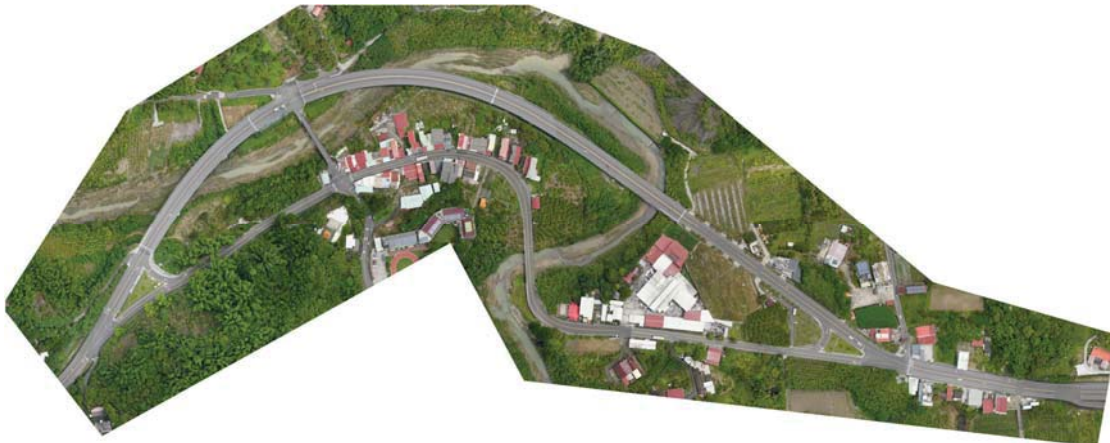


圖 3-21 臺南市南化區正射鑲嵌影像成果

六、高雄市大社區

因本年無緊急航拍作業需求，另依契約書規定選定一般航拍作業（高雄市大社區）辦理。本區域為電子地圖更新區，航拍需求範圍約

22 公頃。相關航拍任務執行與影像處理作業說明如下：

1. 航拍任務執行

高雄市大社區航拍區實際地面涵蓋範圍約 166 公頃，地表高程約 40 公尺。航拍任務規劃使用 Sony α7 III 數位相機(像元大小為 5.91 μm) 搭配 21 mm 焦距鏡頭，航高為(離地高)231 公尺，影像前後重疊率約 90%、側向重疊率約 60%，共拍攝 5 條航帶。區域範圍及航線規劃如圖 3-22。拍攝影像數量合計 1101 片，地面解析度(GSD)約 6.39 公分。



圖 3-22 飛行航線規劃

表 3-16 高雄市大社區任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	高雄市大社區
二、航拍日期	110/11/18
三、航線航程	總航程約 2.83 公里
四、天氣狀況	晴時多雲(氣溫 25°C，降雨機率 10%)
五、風向/風級	北風/二級
六、航拍高度	231 公尺
七、地面解析度	6.39 公分
八、UAS 載具	多旋翼型 UAS

2. 影像處理作業

利用空三解算 UAS 相片空間位置，使用控制點（引用向量圖資或影像資料之特徵點為主）與室內新建相片間的匹配點位資訊，解算求得點位之空間位置。本區使用控制點共計 6 點，位置分布如圖 3-23，空三計算成果如表 3-17；正射鑲嵌影像成果如圖 3-24，檢核結果平面位置較差均方根值為 0.514 公尺(計算如附錄二)。



圖 3-23 高雄市大社區控制點及檢核點分布圖

表 3-17 高雄市大社區空三計算成果

作業區	類型	計算成果(cm)		
		X	Y	Z
高雄市大社區	均方根誤差 (RMSE)	15.4	8.1	5.1



圖 3-24 高雄市大社區正射鑲嵌影像成果



第肆章 遙控無人機系統設備保養維護作業

第一節 每月保養維護作業

本案自簽約日當月(110 年 3 月)起至 11 月，每月定期進行保養維護，共計保養維護 9 個月，保養維護記錄範例如圖 4-1，另每月詳細保養維護紀錄如附錄三。

經緯航太科技股份有限公司
產品維修保養履歷表 - 2021 年 3 月

產品類別	客戶名稱	專案代碼	履歷表編號		
多旋翼無人機	內政部國土測繪中心	P11031008	P11031008-1		
產品型號 序號	Geosat 四軸多旋翼機	建檔日期	註 記		
		2021/03/26			
		建檔人員			
		郭冠平			
維 修 保 養 紀 錄	日期	維修/保養說明	維修/保養結果	維修/保養時數	維修/保養人員
	3/26	主體結構	正常	0.5	陳俊彥
	3/26	腳架結構	正常	0.5	陳俊彥
	3/26	機臂結構	正常	0.5	陳俊彥
	3/26	雲台機構	正常	0.5	陳俊彥
	3/26	電路板及零件外觀	正常	0.5	陳俊彥
	3/26	旋翼外觀及方向性	正常	0.1	陳俊彥
	3/26	電力線路	正常	0.1	陳俊彥
	3/26	旋翼固定座	正常	0.1	陳俊彥
	3/26	遙控器	正常	0.1	陳俊彥
	3/26	圖傳運作	正常	0.5	陳俊彥
	3/26	地面站電腦	正常	0.5	陳俊彥
	3/26	地面站軟體運作	正常	0.5	陳俊彥
	3/26	GPS 燈號運作	正常	0.1	陳俊彥
	3/26	接收器運作	正常	0.1	陳俊彥
	3/26	飛控模組	正常	0.1	陳俊彥
	3/26	飛控穩固狀態	正常	0.5	陳俊彥
3/26	電池外觀	正常	0.5	陳俊彥	
3/26	電池電壓	正常	3	陳俊彥	
維修/保養人員簽名：陳俊彥 3/26					

P43-02A

附錄 - 檢查照片

 <p>主體結構</p>	 <p>腳架結構</p>
 <p>機臂結構</p>	 <p>雲台機構</p>
 <p>電路板及零件外觀</p>	 <p>旋翼外觀及方向性</p>
 <p>電力線路</p>	 <p>旋翼固定座</p>
 <p>圖傳運作</p>	 <p>地面站電腦及地面站軟體運作</p>
 <p>GPS 接收運作</p>	 <p>接收器運作及飛控模組及飛控穩固狀態</p>
 <p>電池外觀及電池電壓</p>	 <p>遙控器</p>

圖 4-1 保養維護記錄

第二節 UAS 維修及飛測

一、多旋翼機損壞說明與航拍替代方案及維修情形

(一)多旋翼機損壞說明

本公司前於臺北市士林區航拍作業前之飛行測試作業操作多旋翼機時，因導航 GPS 模組內磁力計異常及 GPS 接收器因振動脫落導致多旋翼機墜落，造成多旋翼機載具本體及酬載部分設備損壞，設備損壞部分包含右前方腳架、右前及右後機臂斷裂、右前螺旋馬達損壞等，本公司已針對前開事故設備損壞部分完成修復或更換新品。

(二)航拍替代方案

多旋翼機設備維修及相關測試作業合計約 2 個月時間，依契約規定，本案如遇有維修情況，經國土測繪中心審查同意後，廠商得以性能與酬載相當或以上 UAS 備用機辦理航拍，故經本公司發函國土測繪中心並獲審查同意後，於維修期間由本公司操作備用之單旋翼型 UAS 辦理相關航拍作業。

(三)多旋翼機維修情形

多旋翼機後續相關維修情形(修復前後對照如表 4-1)說明如下：

1. 載具本體：經檢視多旋翼機載具本體設備損壞部分計如表 4-1 共 9 項，損壞部分皆已完成修復或更換新品。
2. 酬載部分：多旋翼機酬載為相機及 POS 系統，相機已送回原廠再檢查後確認正常。POS 系統由本公司完成外殼修復，並將飛測時所拍攝相片之定位定向資料進行解算後確認正常。

表 4-1 多旋翼機損壞及維修情形對照表

項次	機體部位	單位	數量	修復前	修復後
1	主體結構	台	1		 <p>(更換電源模組)</p>  <p>(分電盤)</p>  <p>結構加強</p>
2	機臂	支	2	 	 <p>機臂更換</p>
3	馬達	顆	4		 <p>馬達更換</p>

項次	機體部位	單位	數量	修復前	修復後
4	腳架	支	1		 腳架更換
5	數據傳輸模組	組	1		 數傳更換
6	雲台	組	1		 雲台更換

項次	機體部位	單位	數量	修復前	修復後
7	FPV 鏡頭	顆	1		 <p data-bbox="1091 730 1358 768">FPV 鏡頭整理固定</p>
8	POS 及 GPS 接頭	組	1		 <p data-bbox="1043 1464 1406 1503">POS 外殼修復與線材更換</p>
9	相機遮光罩	個	1		

項次	機體部位	單位	數量	修復前	修復後
					遮光罩更換

二、多旋翼機改善及精進作為

本公司已針對此次事故原因進行檢討改善及精進，相關作法說明如下：

- (一) 導航用 GPS 已更換為雙磁力計之新品，另 GPS 座已改成四隻鋁柱架高平台固定 GPS 模組，如圖 4-2 所示，並增列於飛行前檢查項目，如表 4-2，飛行前皆會再進行 2 次重複檢查確認 GPS 有無鬆動及功能是否正常。




圖 4-2 GPS 固定座

表 4-2 飛行前中後檢查表(多旋翼機)

多旋翼機飛行前檢查表

項次	項 目	檢查情況	備註
1	馬達及旋翼外觀是否完好	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
2	馬達無間隙及鬆動，且轉動順暢	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
3	機臂無鬆動	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
4	機體螺絲有無鎖緊	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
5	檢查遙控器電量在 6.4V 以上	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
6	確認遙控器模型，四個微調數值為“0”	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
7	開控飛機通電後，指示燈是否正常亮起	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
8	GPS 指示燈是否正常亮起	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
9	飛機連接地面站是否正常顯示已連接	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
10	衛星數目 8 顆以上、電池電壓 49V 以上	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
11	檢查飛機姿態動作，與地面站的資料是否正確	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
12	酬載設備是否正常工作	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	

檢查人員：

檢查日期：2021.06.03

多旋翼機飛行中檢查表

項次	項 目	檢查情況	備註
1	停旋時無異常抖動	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
2	馬達運轉有無異音	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
3	電池電壓無低於 24V	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
4	電池電流 40A 以下	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
5	GPS 衛星顆數 12 顆以上	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
6	巡航高度誤差低於 5M 以下	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
7	數傳訊號 500 公尺內高於 50% 以上	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
8	飛行軌跡無偏移飛行航線	正常 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	

檢查人員：



檢查日期：

2021.06.03

(二)數傳系統已更換新品如圖 4-3，並列為飛行前、中檢查項目如表 4-2，飛行前實施數傳系統上電測試並檢查飛機連接地面站是否正常顯示已連接；另於飛行任務中，離起飛點距離 500 公尺以內，觀察訊號是否低於 50%，若於空曠無遮蔽處訊號有低於 50% 狀況，則建議暫停航拍任務並更換數傳系統，以維護載具飛行安全。

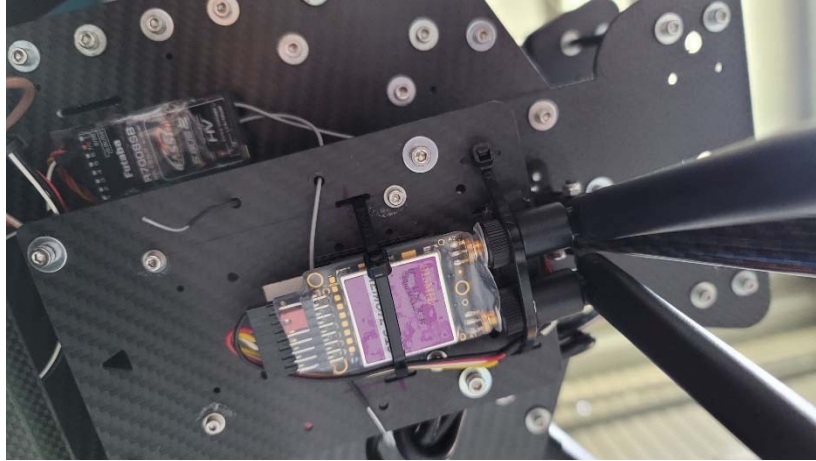


圖 4-3 數傳系統

三、多旋翼機飛行測試

近期因臺灣疫情提升至三級警戒，交通部民用航空局已暫停航高 400 呎(約 122 公尺)以上無人機活動協調人員進駐近場台及相關航拍活動，本公司完成多旋翼機設備維修及改善後，分別於 110 年 6 月 3 日及 4 日於臺南市安定區之安定飛行場(為地方政府公告 400 呎以下可活動空域)進行飛行功能測試，航高設定在 400 呎以下(約 118 公尺)。測試範圍約 13 公頃，地表高程約 10 公尺。測試相機採用 Sony $\alpha 7$ III 數位相機(像元大小為 $5.91 \mu\text{m}$)搭配 21 mm 焦距鏡頭，共拍攝 3 條航帶。區域範圍及航線規劃如圖 4-4。拍攝影像數量合計 176 片，地面解析度(GSD)約 2.89 公分。測試結果多旋翼機各項飛行功能皆正常，飛行時相關參數資訊如圖 4-5 及表 4-3 所示。



圖 4-4 飛行航線



圖 4-5 飛行時相關參數

表 4-3 航拍相關參數資訊

項目	資訊
航高	118 公尺
航速	8m/s
航線	3 條
電壓	51.5V~48.7V
電流	18A~38A

(一) 影像品質評估

拍攝相機使用快門先決模式進行拍攝，設計快門速度為 1/8000，光圈 4，ISO 自動進行拍攝，為了驗證相機拍攝品質，以下使用 Agisoft Metashape Pro 中評估影像品質模式對本次拍攝所有相片進行計算，影像品質主要檢測影像邊緣梯度差異，計算指標介於 0~1，數值越接近 0 代表相片越模糊，小於 0.5 則代表影像開始存在邊緣不銳利或影像模糊。相關數據如表 4-4 所示，計算最大為 0.799，最小為 0.688，平均為 0.736，相關品質指標數值都大於 0.5。

表 4-4 拍攝影像品質計算

Image	Qualit y	Image	Qualit y	Image	Qualit y	Image	Qualit y	Image	Qualit y	Image	Qualit y
DSC07172	0.730248	DSC07202	0.793755	DSC07232	0.804284	DSC07262	0.738261	DSC07292	0.750453	DSC07322	0.754002
DSC07173	0.726992	DSC07203	0.79202	DSC07233	0.803625	DSC07263	0.721548	DSC07293	0.754813	DSC07323	0.766428
DSC07174	0.729091	DSC07204	0.790115	DSC07234	0.813751	DSC07264	0.719769	DSC07294	0.761119	DSC07324	0.77541
DSC07175	0.728557	DSC07205	0.818094	DSC07235	0.819659	DSC07265	0.709592	DSC07295	0.764016	DSC07325	0.786613
DSC07176	0.725458	DSC07206	0.787745	DSC07236	0.816127	DSC07266	0.703468	DSC07296	0.763053	DSC07326	0.787297
DSC07177	0.720362	DSC07207	0.789995	DSC07237	0.81154	DSC07267	0.695494	DSC07297	0.764729	DSC07327	0.793781
DSC07178	0.717554	DSC07208	0.784296	DSC07238	0.810297	DSC07268	0.69668	DSC07298	0.766097	DSC07328	0.796231
DSC07179	0.711977	DSC07209	0.781902	DSC07239	0.811703	DSC07269	0.693688	DSC07299	0.786528	DSC07329	0.797092
DSC07180	0.701251	DSC07210	0.791265	DSC07240	0.817778	DSC07270	0.694884	DSC07300	0.778151	DSC07330	0.797657
DSC07181	0.690086	DSC07211	0.78173	DSC07241	0.821079	DSC07271	0.691505	DSC07301	0.740082	DSC07331	0.801322
DSC07182	0.696689	DSC07212	0.7753	DSC07242	0.833861	DSC07272	0.693818	DSC07302	0.738005	DSC07332	0.78485
DSC07183	0.694111	DSC07213	0.775256	DSC07243	0.817138	DSC07273	0.700229	DSC07303	0.752846	DSC07333	0.7941
DSC07184	0.688824	DSC07214	0.778335	DSC07244	0.815576	DSC07274	0.703077	DSC07304	0.743409	DSC07334	0.796657



DSC07185	0.706105	DSC07215	0.778151	DSC07245	0.820108	DSC07275	0.717711	DSC07305	0.744767	DSC07335	0.787822
DSC07186	0.707118	DSC07216	0.789927	DSC07246	0.809317	DSC07276	0.729852	DSC07306	0.749328	DSC07336	0.782405
DSC07187	0.71845	DSC07217	0.793855	DSC07247	0.788236	DSC07277	0.738036	DSC07307	0.752161	DSC07337	0.780295
DSC07188	0.733071	DSC07218	0.799216	DSC07248	0.793835	DSC07278	0.742695	DSC07308	0.741536	DSC07338	0.777445
DSC07189	0.737224	DSC07219	0.808876	DSC07249	0.792839	DSC07279	0.743313	DSC07309	0.730454	DSC07339	0.768676
DSC07190	0.742514	DSC07220	0.805595	DSC07250	0.790039	DSC07280	0.748533	DSC07310	0.727153	DSC07340	0.764148
DSC07191	0.750627	DSC07221	0.804163	DSC07251	0.783843	DSC07281	0.756096	DSC07311	0.718643	DSC07341	0.759093
DSC07192	0.75004	DSC07222	0.795179	DSC07252	0.777187	DSC07282	0.756187	DSC07312	0.714669	DSC07342	0.748071
DSC07193	0.746409	DSC07223	0.797284	DSC07253	0.779133	DSC07283	0.755625	DSC07313	0.705485	DSC07343	0.744495
DSC07194	0.751999	DSC07224	0.806948	DSC07254	0.796875	DSC07284	0.758796	DSC07314	0.707031	DSC07344	0.733691
DSC07195	0.766546	DSC07225	0.816361	DSC07255	0.783632	DSC07285	0.767367	DSC07315	0.714007	DSC07345	0.726105
DSC07196	0.773825	DSC07226	0.817523	DSC07256	0.774744	DSC07286	0.755926	DSC07316	0.720445	DSC07346	0.72549
DSC07197	0.785302	DSC07227	0.819036	DSC07257	0.773331	DSC07287	0.751227	DSC07317	0.73906	DSC07347	0.722175
DSC07198	0.791879	DSC07228	0.811708	DSC07258	0.760795	DSC07288	0.746873	DSC07318	0.73624		
DSC07199	0.799223	DSC07229	0.813181	DSC07259	0.758722	DSC07289	0.747172	DSC07319	0.726721	最小	0.68824
DSC07200	0.79167	DSC07230	0.807589	DSC07260	0.749902	DSC07290	0.748896	DSC07320	0.74001	最大	0.799223
DSC07201	0.794582	DSC07231	0.799485	DSC07261	0.745199	DSC07291	0.744591	DSC07321	0.73982	平均值	0.736926

第五章 成果展示作業

第一節 成果展示作業

根據本案契約要求，配合測繪中心相關成果協助製作 UAS 成果影片及海報。圖 5-1 所示為協助製作之成果短片，圖 5-2 所示為協助製作之成果海報。



圖 5-1 成果短片圖



圖 5-2 成果海報製作

第陸章 結論

本案自 110 年 3 月 11 日起開始執行，依契約書規定全案履約期至 110 年 12 月 15 日；因本年無緊急航拍作業需求，另選定一般航拍作業（高雄市大社區）辦理。本案完成主要工作項目如下：

- 一、配合國土測繪中心辦理「研擬小像幅相機測製一千分之一地形圖規範委託研究需求」，以不同解析度（5 公分及 7 公分）對臺中市北屯區試辦區域進行拍攝，並提供原始航拍影像資料。
- 二、一般航拍作業計完成臺北市士林區（協助陽管處航拍）、臺南市永康區（協助臺南永康地政事務所航拍，僅需原始航拍影像資料）、臺南市新營區（含南化區）、臺南市安南區及高雄市大社區（國土測繪中心電子地圖更新應用）等 5 區航拍及影像處理作業。

綜上，本案總計完成 6 區、需求面積合計 521 公頃（實際航拍面積 1,764 公頃）航拍與相關影像處理作業，其中包含協助臺南市永康地政事務所拍攝臺南市永康區，並提供原始航拍影像資料；協助陽明山國家公園管理處拍攝臺北市士林區並製作正射影像成果，相關應用可增進政府機關橫向協調聯繫效益。

本年度作業過程中曾發生導航 GPS 模組內磁力計異常及 GPS 接收器因振動脫落導致多旋翼機墜落，毀損項目均由本公司進行相關維修作業，維修期間依契約規定採用本公司備用之單旋翼型 UAS 進行航拍，多旋翼機並於修復後投入本案其餘航拍作業。另依契約規定辦理自 110 年 3 月起至 11 月共計 9 次 UAS 保養維護作業，並配合製作 2 張展示海報及 5 分鐘展示影片成果。



NLSC—110—48

110 年度國土測繪 1 號外業航拍與 設備維護作業

工作總報告

Report on aerial photography and equipment
maintenance of No.1 UAS in 2021

主辦機關：內政部國土測繪中心

執行單位：智飛科技股份有限公司

中 華 民 國 110 年 12 月 28 日

摘要

本案為發展 UAS 技術及推廣應用，辦理發展空中及地面移動測繪技術、整合空中及地面不同載具蒐集空間資訊與提升 UAS 航拍及影像處理技術及協助其他政府機關辦理特定區域航拍作業。本案主要的目的在於使用遙控無人機系統（Unmanned Aerial System；UAS）作為空間資訊蒐集的平台。利用無人飛行載具自動化、精確、快速、安全與大範圍的特性，配合經過整體規劃的航拍作業流程，可以快速取得特定地點航拍資料。

本案總計完成 5 區之航拍作業，需求面積合計 706 公頃（實際航拍面積 7,969 公頃）。本案相關成果應用於研擬小像幅相機測製一千分之一地形圖規範、協助財政部國有財產署中區分署航拍進行國土監測、臺灣通用電子地圖局部區域正射影像更新等，達成提升圖資更新效率及增進政府機關橫向協調聯繫等成果效益。

關鍵字：遙控無人機系統、航拍

Summary

This project is improving UAS technology and promote its application, developing air and ground mobile mapping technology and integrating air and ground vehicles for assisting government agencies in handling aerial photography. The objectives of this project is to use the unmanned aerial system (UAS) for spatial information collection. Based on the characteristics of its automation, accuracy, speed, safety and wide application range, aerial photography data can be obtained quickly by planned aerial photography operation process.

In this case, 5 districts covering a total area of about 7,969 hectares is included. The results of this project are applied to the development of measuring 1 / 1000 topographic mapped by small pixel cameras, for Land-Use monitoring in updating orthophoto images of Taiwan e-Map, etc, achieving the higher efficiency of map resource updating and improving the parallel communication between government agencies administrative.

Keywords: unmanned aerial vehicle, aerial photography

目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
圖目錄.....	III
表目錄.....	IV
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.....	2
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.....	7
第參章 遙控無人機系統航拍作業.....	15
第肆章 遙控無人機系統設備保養維護作業.....	34
第伍章 結論.....	36
第陸章 附錄.....	37
附錄一、工作總報告審查意見回覆說明表.....	37
附錄二、國土測繪 1 號規格.....	39
附錄三、數位相機規格.....	41
附錄四、國土測繪一號無人載具各月份保養維護資料.....	42
附錄五、空域申請相關文件.....	79
附錄六、國土繪測 1 號作業人員操作證.....	84
附錄七、公共責任保險單.....	85
附錄八、作業人員性別分析.....	87
附錄九、小像幅航拍攝影機校正場航拍資料處理結果之校正報告.....	88
附錄十、本案酬載之數位相機率定參數.....	98
附錄十一、各級檢修表.....	989
附錄十二、110 年各月份維修保養相片.....	112

圖目錄

圖 2-1 國土測繪 1 號定翼型 UAS.....	4
圖 2-2 地面導控站系統示意圖.....	4
圖 2-3 Canon 5DSR 數位相機.....	5
圖 2-4 UAS 航拍工作標準作業流程規劃.....	7
圖 2-5 相機感光元件與地面解析度之幾何關係.....	8
圖 2-6 航線規劃示意圖.....	9
圖 2-7 航拍計算機工具示意圖.....	10
圖 2-8 UAS 操作使用標準作業流程.....	12
圖 3-1 110 年度航拍任務區域分布.....	15
圖 3-2 臺北市南港區飛行航線規劃.....	17
圖 3-3 新北市新莊西盛起降場地作業情形.....	18
圖 3-4 臺北市南港區航拍影像中心點分布圖.....	18
圖 3-5 臺北市南港區航拍計算機資訊.....	19
圖 3-6 臺中市豐原區飛行航線規劃.....	20
圖 3-7 臺中市豐原區起降場地作業情形.....	21
圖 3-8 臺中市豐原區航拍影像中心點分布圖.....	22
圖 3-9 臺中市豐原區航拍計算機資訊.....	22
圖 3-10 臺南西港永康飛行航線規劃.....	23
圖 3-11 臺南西港永康起降場地作業情形.....	24
圖 3-12 臺南西港永康航拍影像中心點分布圖.....	25
圖 3-13 臺南西港永康航拍計算機資訊.....	26
圖 3-14 彰化縣芳苑鄉飛行航線規劃.....	27
圖 3-15 彰化縣芳苑鄉起降場地作業情形.....	28
圖 3-16 彰化縣芳苑鄉航拍影像中心點分布圖.....	29
圖 3-17 彰化縣芳苑鄉航拍計算機資訊.....	29
圖 3-18 臺南市歸仁區飛行航線規劃.....	30
圖 3-19 臺南市歸仁區起降場地作業情形.....	31
圖 3-20 臺南市歸仁區航拍影像中心點分布圖.....	32
圖 3-21 臺南市歸仁區航拍計算機資訊.....	33

表目錄

表 1-1 工作時程及交付成果	3
表 2-1 國土測繪 1 號系統特色	5
表 2-2 Canon 5DSR 數位相機規格表	6
表 2-3 航空攝影規劃資訊	10
表 2-4 UAV 定期保養週期表	14
表 3-1 110 年度一般航拍作業區域彙整表	16
表 3-2 臺北市南港區任務執行概況	17
表 3-3 臺北市南港區航空攝影規劃資訊	19
表 3-4 臺中市豐原區任務執行概況	20
表 3-5 臺中市豐原區航空攝影規劃資訊	23
表 3-6 臺南西港永康任務執行概況	24
表 3-7 臺南西港永康航空攝影規劃資訊	26
表 3-8 彰化縣芳苑鄉任務執行概況	27
表 3-9 彰化縣芳苑鄉航空攝影規劃資訊	30
表 3-10 臺南市歸仁區任務執行概況	31
表 3-11 臺南市歸仁區航空攝影規劃資訊	33
表 4-1 保養維護零組件更換表	35

第壹章 前言

第一節 計畫名稱

本計畫名稱為「110年度國土測繪1號外業航拍與設備維護作業採購案（以下簡稱本案）。

第二節 工作項目及內容

一、遙控無人機系統航拍作業

- (一) 航拍區域：辦理國土測繪中心指定4區航拍作業，平均每區航拍面積以6平方公里為原則，如有特殊情形由國土測繪中心認定。另於110年11月24日增購臺南市歸仁區1區航拍區，航拍區域總計5區。
- (二) 使用載具：本案須採用內政部國土測繪中心（以下簡稱國土測繪中心）國土測繪1號（規格如附錄二）航拍，搭配廠商自有之全片幅數位相機及定焦鏡頭（規格如附錄三或以上）辦理航拍。如遇有國土測繪1號維修或其他特殊情況，須經國土測繪中心同意後，以性能與酬載相當或以上UAS辦理航拍。
- (三) 航拍規定：
 1. 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40%以上，重疊率誤差應在10%以內。
 2. 本案執行期間廠商至少應無償提供定翼型UAS1套（含酬載相機）備用並須提供航拍服務。
 3. 廠商須於接獲國土測繪中心通知航拍區域後5個日曆天內提送空域申請相關資料，由國土測繪中心協助申請。
 4. 每次執行任務前須檢查UAS系統功能是否正常，並填寫航拍任務紀錄表，記錄每次航拍日期、天氣狀況、風向、風級、飛航方向、飛行時間等資料。
- (四) 航拍作業須於國土測繪中心通知（發文或電子郵件方式）可航拍次日起20個日曆天（航拍區位於海拔2000公尺以上山區延長為30個日曆天）內完成並繳交航拍原始資料。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、遙控無人機系統設備保養維護及其他配合事項

- (一) 需辦理國土測繪中心國土測繪1號設備保養維護作業，保養維護時需填寫保養維護紀錄表，各項紀錄資訊需送交國土測繪中心。
- (二) 操作期間廠商應負責本案所需之國土測繪1號保養維護費、耗材、油料，影像輸出設備及其他與本案相關之耗材。履約期間相關設施、器材(含國土測繪中心國土測繪1號)，若有人為操作疏失、遇天災或不可抗力因素而毀損，或造成第三者人員、財物損失，均由廠商負責。
- (三) 應針對國土測繪中心國土測繪1號投保最高賠償金額至少達新臺幣5,000萬元以上之公共意外責任保險，保險證明之投保期間應為決標次日起至履約期限止，並於決標次日起20個日曆天內繳交公共意外責任保險證明。
- (四) 操作員資格規定：廠商操作國土測繪1號作業人員，應依「遙控無人機管理規則」規定取得高級專業操作證(Ib；15公斤以上未達25公斤)。

第三節 工作時程及交付成果

依契約書規定作業期限為決標次日(110年3月11日)起至110年12月15日止。本案分3階段辦理，契約變更後每階段應交付項目、期限如下表：

表 1-1 工作時程及交付成果

階段	交付項目	繳交期限	實際繳交日期
第 1 階段 (2 區)	臺北市南港區航拍資料	110 年 8 月 2 日	110 年 7 月 21 日
	臺中市豐原區航拍資料	110 年 8 月 16 日	110 年 8 月 16 日
	保養維護紀錄 (3 月~6 月)	110 年 6 月 30 日	110 年 6 月 30 日
第 2 階段 (2 區)	臺南市永康區航拍資料	110 年 10 月 17 日	110 年 10 月 14 日
	彰化縣芳苑鄉航拍資料	110 年 11 月 14 日	110 年 11 月 8 日
	保養維護紀錄 (7 月~9 月)	110 年 9 月 30 日	110 年 9 月 28 日
第 3 階段 (1 區)	臺南市歸仁區航拍資料(增購區)	110 年 12 月 15 日	110 年 12 月 13 日
	工作總報告(含全年 保養維護紀錄)	110 年 12 月 15 日	110 年 12 月 13 日
	修正後工作總報告	依機關指定期限繳交	

第貳章 作業項目及程序與方法

第一節 作業執行規劃

採用國土測繪中心之國土測繪 1 號定翼型 UAS (規格如附錄二) 與搭配全片幅數位相機及定焦鏡頭 (規格如附錄三) 辦理航拍，如遇有國土測繪 1 號維修或其他特殊情況，將以性能與酬載相當或以上 UAS 辦理航拍。

一、國土測繪 1 號 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 1 號定翼型 UAS 進行航拍 (圖 2-1)。國土測繪 1 號翼展長 2.5 公尺，飛行時間可達 4 個小時以上，因此適合用於長時間之航拍任務，系統特色如表 2-1。



圖 2-1 國土測繪 1 號定翼型 UAS 及註冊碼

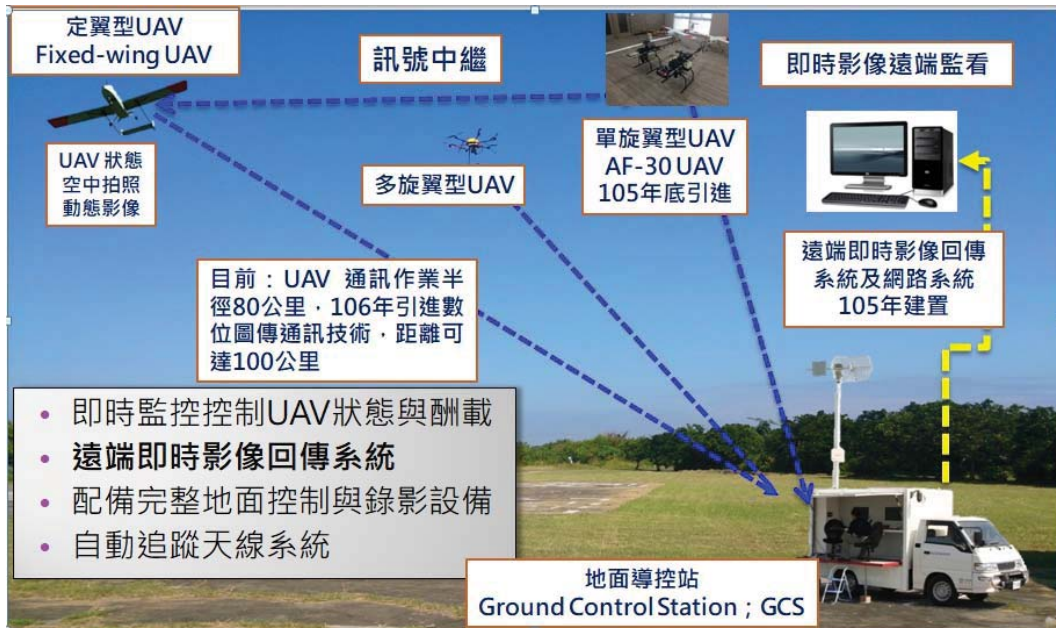


圖 2-2 地面導控站系統示意圖

表 2-1 國土測繪 1 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 7 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。

二、酬載感測器

裝載於飛行載具上之航拍設備，本團隊選用 Canon 5DSR 全片幅數位相機(如圖 2-3)搭配 20mm 或 50mm 焦距之鏡頭，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，相機詳細規格如表 2-2。



圖 2-3 Canon 5DSR 數位相機

表 2-2 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	20mm 或 50mm 焦距定焦鏡頭
記憶卡容量	128GB CF 記憶卡
影像格式	RAW, TIF & JPG
記錄畫素	最高 8688 x 5792 pixels
連拍速度	每秒 5 張
快門速度	最快可達 1/8000 秒，提供外部觸發快門
ISO 感光度	ISO 100 ~ 6400

第二節 UAS 航拍規劃與作業流程說明

一、UAS 航拍標準作業流程

UAS 航拍標準作業流程如圖 2-4，其中包含空域申請作業，因交通部於 108 年 7 月 23 日公布「遙控無人機管理規則」令，並定自 109 年 3 月 31 日施行，目前空域申請作業須依前開規定填具申請表於作業前 15 天前函送提出申請。另本案作業依需求規格書規定，於接獲國土測繪中心通知航拍次日起 20 日內，完成辦理航拍作業並繳交航拍作業資料成果；如航拍區位於高山易多雲地區（海拔 2,000 公尺以上），繳交期限則為本國土測繪中心通知航拍次日起 30 個日曆天內。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，須於繳交成果時提出相關佐證資料。

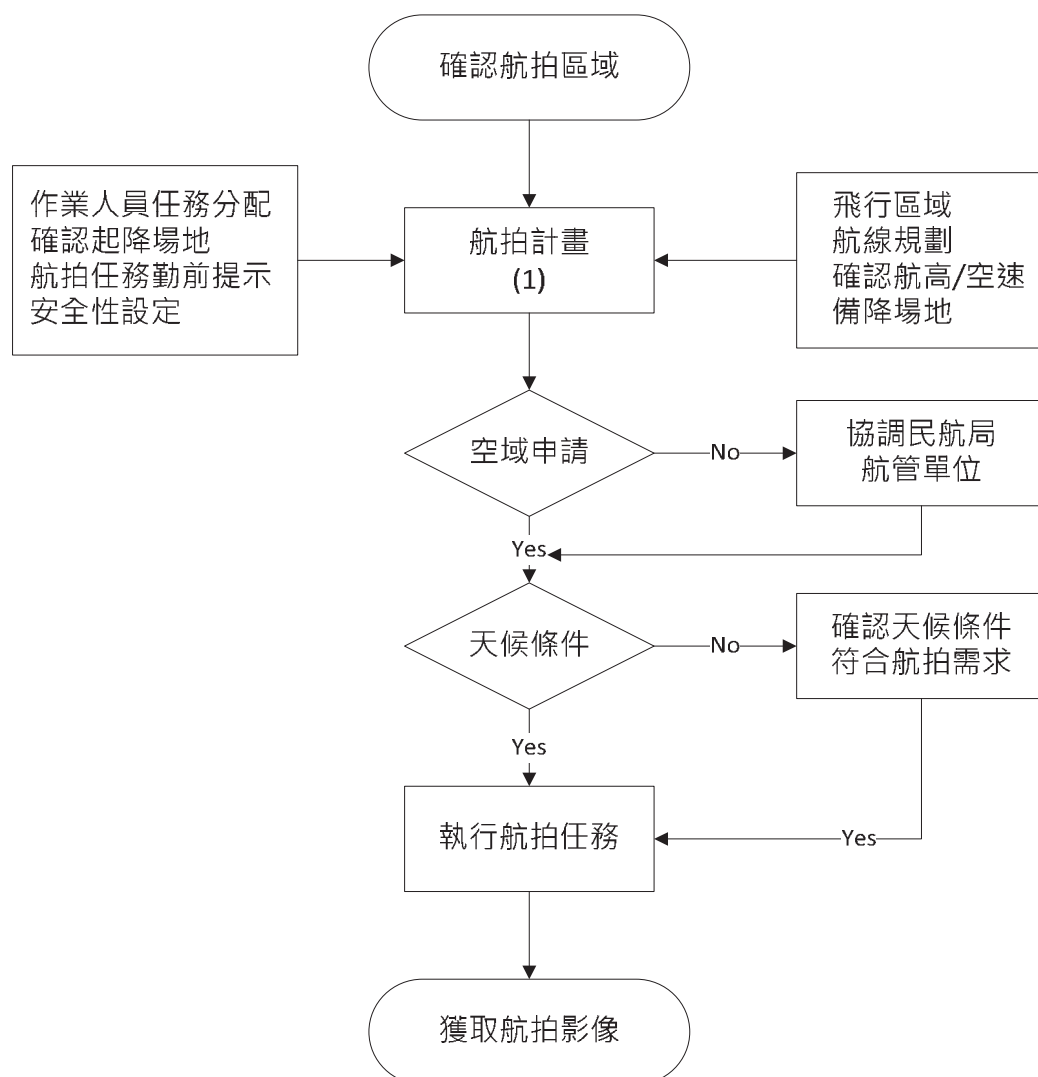


圖 2-4 UAS 航拍工作標準作業流程規劃

二、UAS 航拍計畫

UAS 航拍所使用之數位相機為 Canon 5DSR 全片幅數位單眼相機，相機感光元件解析度為 8688 x 5792 pixels，相機感光元件尺寸為 3.6cm x 2.4cm，換算後可得到感光元件上每一像素之實際尺寸為 4.1 μm (0.00041cm)。

由於每一像素之寬度與焦距長，相對於地面解析度 (GSD) 與離地高 (AGL) 為相似三角形(如圖 2-6)：

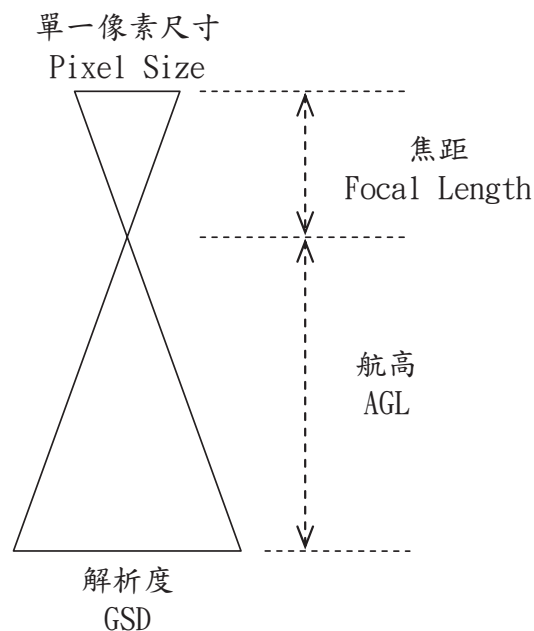


圖 2-5 相機感光元件與地面解析度之幾何關係

因此可得下式 1：

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

根據上式，帶入相機鏡頭焦距、相機感光元件規格及地面解析度的需求，即可計算出對應的離地高規劃高度 (AGL)。航拍作業的航線規劃範例如下圖 2-7，並設定 80% 以上的前後重疊率及 50% 以上之側向重疊率。

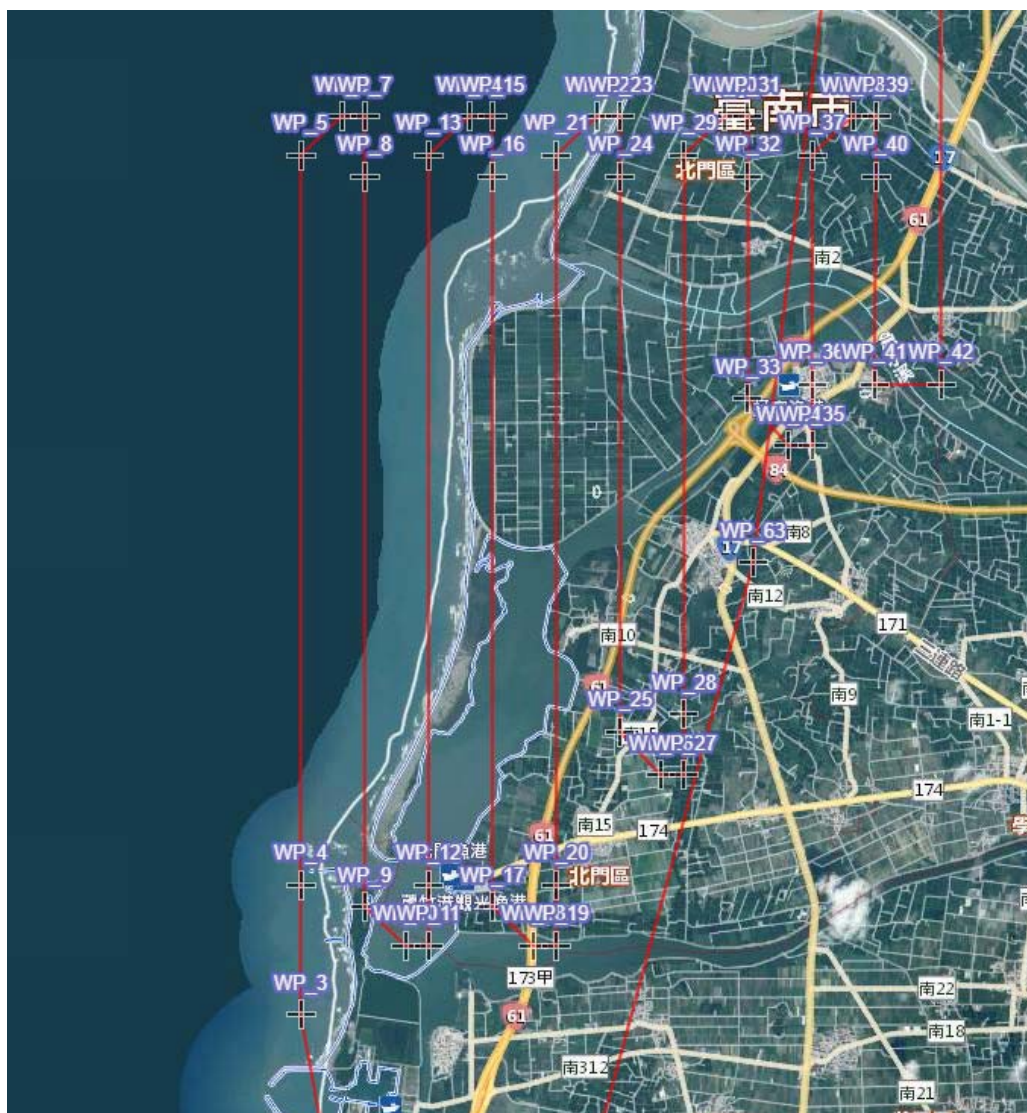


圖 2-6 航線規劃示意圖

表 2-3 航空攝影規劃資訊

項目	資訊	備註
相機焦距	20 公釐	採用高素質 20mm 手動定焦鏡頭，避免 UAS 震動造成自動對焦位移。
像元解析度	4.1 微米	
航拍影像畫素	5060 萬	
航帶寬	約 869 公尺	航拍影像有效寬度
離地高	約 850 公尺	依照地形高程部分會有所調整
航線間距	416~564 公尺	確保側向重疊率>40%
像片間距	96~135 公尺	確保前後重疊率>80%
側向重疊	48~65%	
前後重疊	83%	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	

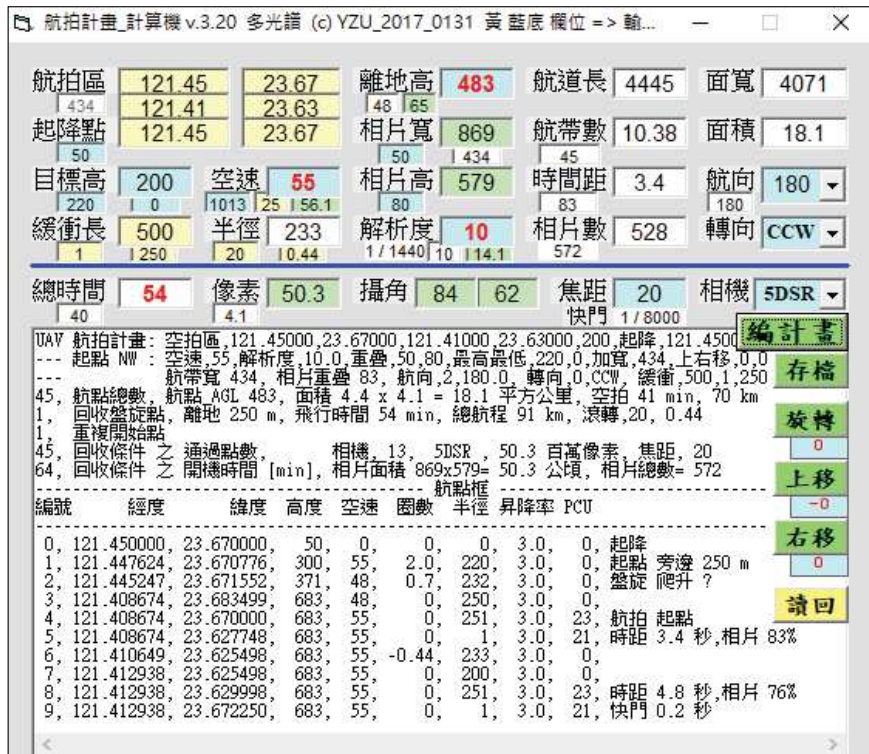


圖 2-7 航拍計算機工具示意圖

三、空域申請

UAS 航拍空域申請流程，因「遙控無人機管理規則」已於 109 年 3 月 31 日施行，依相關規定進行空域申請（本案空域申請相關資料請參閱附錄五）。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。

四、執行航拍任務

執行航拍任務前置作業在機務整備外，需視天候條件許可下操作使用，另在任務規劃與勤前提示與工作分配是為重要的工作，UAS 操作使用標準作業流程可參考圖 2-8。

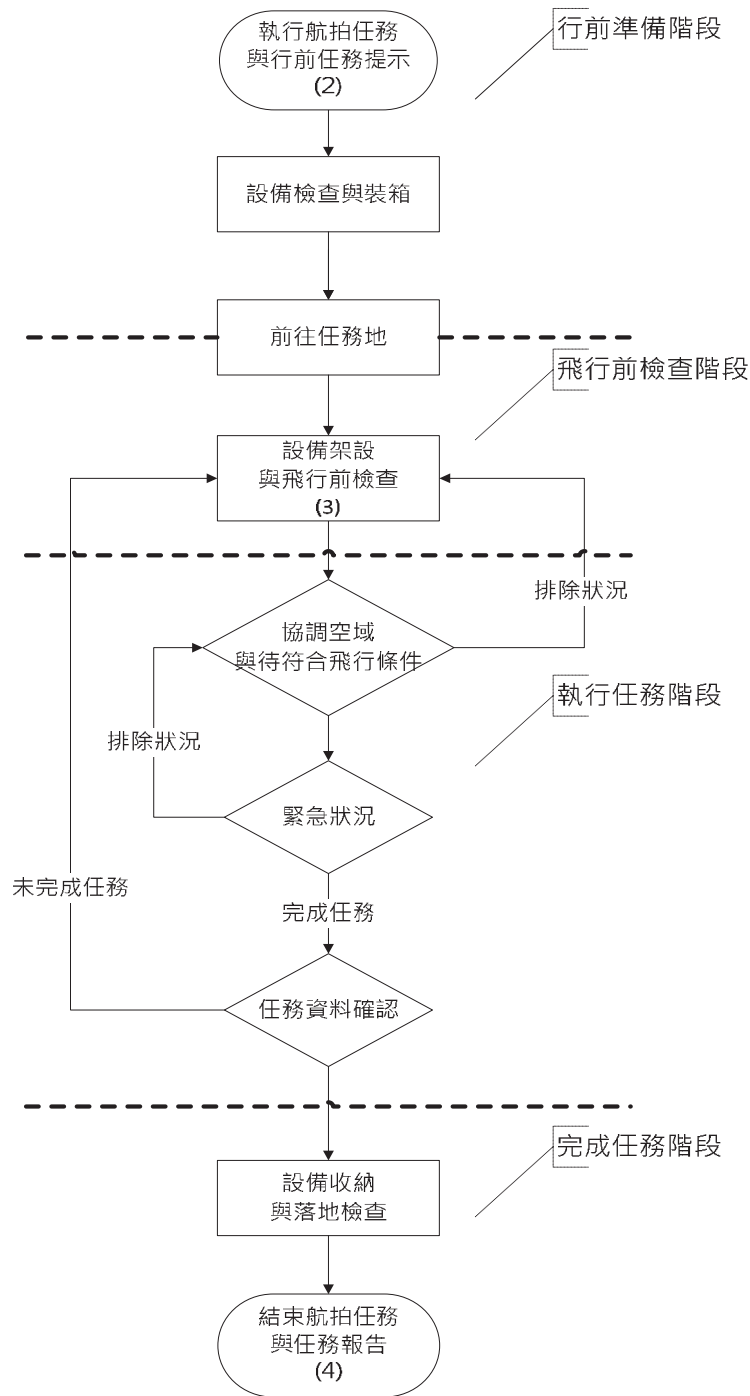


圖 2-8 UAS 操作使用標準作業流程

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

(1) GCS：

由一 GCS 系統、一位外部操作員 (EP、飛行員)、一位內部操作員 (IP、GCS 軟體操作員)，一位專案經理組成為一 GCS 單位。

(2) 任務自動導引程序：

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

(3) 航拍任務：

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

(4) 避走路線：

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

五、系統保養

為確保提高 UAS 安全性，除了依照周期性檢查項目檢查各零組件外，本公司制定 UAS 品保流程，從各零組件出廠至系統組裝完成，與累計鐘點的維修與性能評估，以確保最高的系統安全性。於每次執行任務時，於操作國土測繪中心 UAS 系統時，按飛行前、中、後-檢查卡執行 UAS 檢查工作，當載具飛行時數累積至週期檢查表所列之飛行鐘點時，按週期檢查與維護手冊執行相關零組件之保養與更換。保養週期表如表 2-4（本案詳細檢查紀錄請參閱附錄四）。

表 2-4 UAV 定期保養週期表

檢修項目	檢修週期	檢修方式	備註
引擎組件	20 小時	本體檢查、螺絲、減震墊是否有裂痕、火星塞以及高低轉速確認	
酬載相機	20 小時	確認相機功能是否正常、減震墊是否脫落	
起落架	20 小時	確認螺絲是否鬆動，胎皮是否脫離鋁圈	
飛行電池	一週	檢查電池電壓是否過低，久未使用電池充至保存電壓	
油箱及油管	一週	檢查有無破損溢漏	
伺服馬達	兩週	確認各舵效做動正常，舵片是否鬆動	
天線	每次飛行前後	確認接頭有無鬆動	
螺旋槳	每次飛行前後	檢查槳面是否有裂紋或破損	
機身外觀	每次飛行前後	主翼機身是否受損變形	
煞車系統	20 小時	總泵及分泵有無滲漏	
電器系統	20 小時	各線路接點處是否有磨擦破損情形	

第參章 遙控無人機系統航拍作業

本案應辦理 5 區航拍作業，由國土測繪中心所選定之 5 區影像需求區域，解析度需優於 0.25 公尺。

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



圖 3-1 110 年度航拍任務區域分布



表 3-1 110 年度一般航拍作業區域彙整表

編號	航拍區域	需求面積 (公頃)	實際航拍面積 (公頃)	重疊率	相機/ 鏡頭焦距	GSD (公分)	離地高 (公尺)	相片 張數	備註
1	臺北市南港區	48	144	前後 90% 側向 80%	Canon 5DSR/ 50mm	7、10	809、1159	419	配合研擬小像幅相機 測製一千分之一地形 圖規範委託研究需求
2	臺中市豐原區	14	1,471	前後 85% 側向 80%	Canon 5DSR/ 20mm	18	1089	295	配合財政部國有財產 署中區分署委託航拍
3	臺南市永康區	190	2,614	前後 85% 側向 80%	Canon 5DSR/ 20mm	20	1166	139	配合國土測繪中心圖 資更新
4	彰化縣芳苑鄉	272	1,712	前後 85% 側向 80%	Canon 5DSR/ 20mm	15	724	176	配合國土測繪中心圖 資更新
5	臺南市歸仁區	182	2,028	前後 90% 側向 85%	Canon 5DSR/ 20mm	17	856	377	配合國土測繪中心圖 資更新
	合計	706	7,969						

一、臺北市南港區

臺北市南港區航拍區範圍約 0.48 平方公里，地表高程約 220 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5DSR 數位相機搭配 50 mm 焦距鏡頭，離地高為 809、1159 公尺，影像前後重疊率約 90%、側向重疊率約 80%。區域範圍及航線規劃如圖 3-2，航拍區域任務執行概況如表 3-2 所示。



圖 3-2 臺北市南港區飛行航線規劃

表 3-2 臺北市南港區任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺北市南港區
二、航拍日期	110/7/14
三、航線航程	總航程約 105.95 公里
四、天氣狀況	晴
五、風向/風級	偏西風/一級
六、離地高/雲層高度	809 公尺、1159 公尺/1500 公尺
七、地面解析度	7、10 公分
八、UAS 載具	國土測繪 1 號

任務作業於 110 年 7 月 14 日，地點於新莊西盛飛場，與臺北近場台確認空域後，於 5:30 起飛執行航拍任務，飛行總架次為 1 架次，於高度 809 公尺拍攝完解析度 0.07m 的照片後，爬升至 1159 公尺執行解析度 0.1m 第二組照片拍攝。於 07:00 飛機任務執行完畢安全降

落後與近場台告知本日飛行結束，並確認相片正常後，結束本日任務。作業情形如圖 3-3。本區共拍攝 12 條航帶，拍攝影像數量合計 419 片，地面解析度(GSD)約 7 公分，影像中心點分布如圖 3-4。任務完成後於 110 年 7 月 21 日繳交航拍原始資料（含航拍原始影像、任務執行記錄、外方位資料及相機參數等相關原始數據資料）至國土測繪中心。



圖 3-3 新北市新莊西盛起降場地作業情形

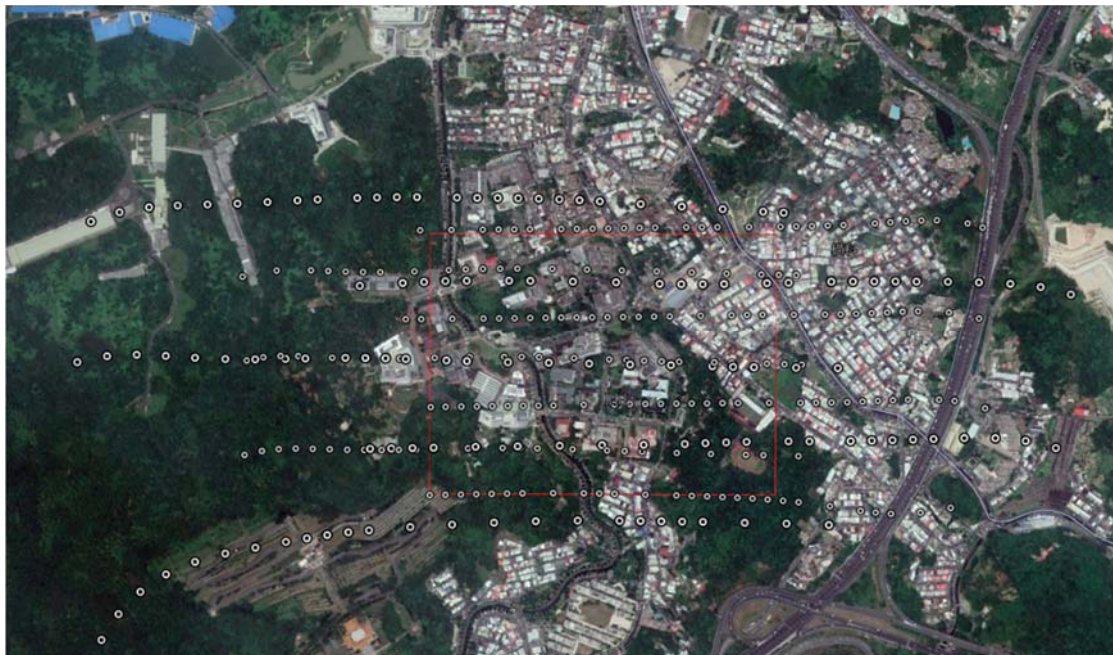


圖 3-4 臺北市南港區航拍影像中心點分布圖

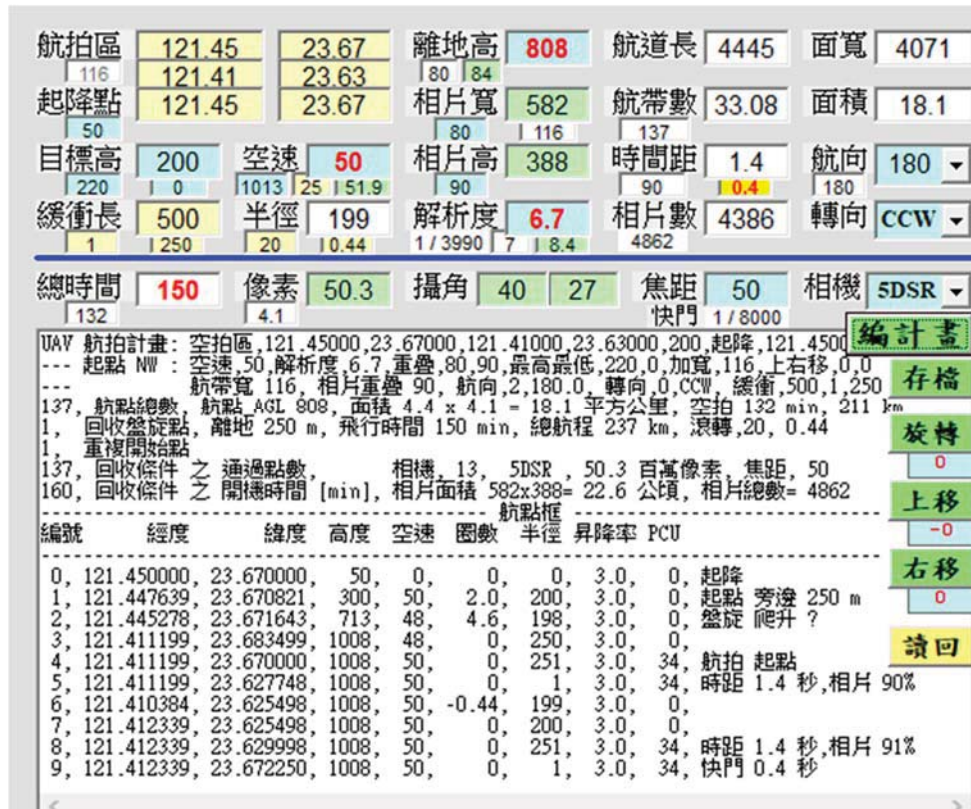


圖 3-5 臺北市南港區航拍計算機資訊

表 3-3 臺北市南港區航空攝影規劃資訊

項目	資訊	備註
相機焦距	50 公釐	採用高素質 50mm 手動定焦鏡頭，避免 UAS 震動造成自動對焦位移。
像元解析度	4.1 微米	
航拍影像畫素	5060 萬	
航帶寬	約 116、174 公尺	航拍影像有效寬度
離地高	約 809、1159 公尺	依照地形高程部分會有所調整
航線間距	約 116、174 公尺	確保側向重疊率>40%
像片間距	約 81 公尺	確保前後重疊率>80%
側向重疊	80%	
前後重疊	90%	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 GPS/IMU 輔助	將提高空三影像處理效率
地面解析度	7、10 公分	

二、臺中市豐原區

臺中市豐原區航拍區範圍約 9.7 平方公里，地表高程約 200 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5DSR 數位相機搭配 20 mm 焦距鏡頭，離地高為 1089 公尺，影像前後重疊率約 85%、側向重疊率約 80%。區域範圍及航線規劃如圖 3-6，航拍區域任務執行概況如表 3-4 所示。

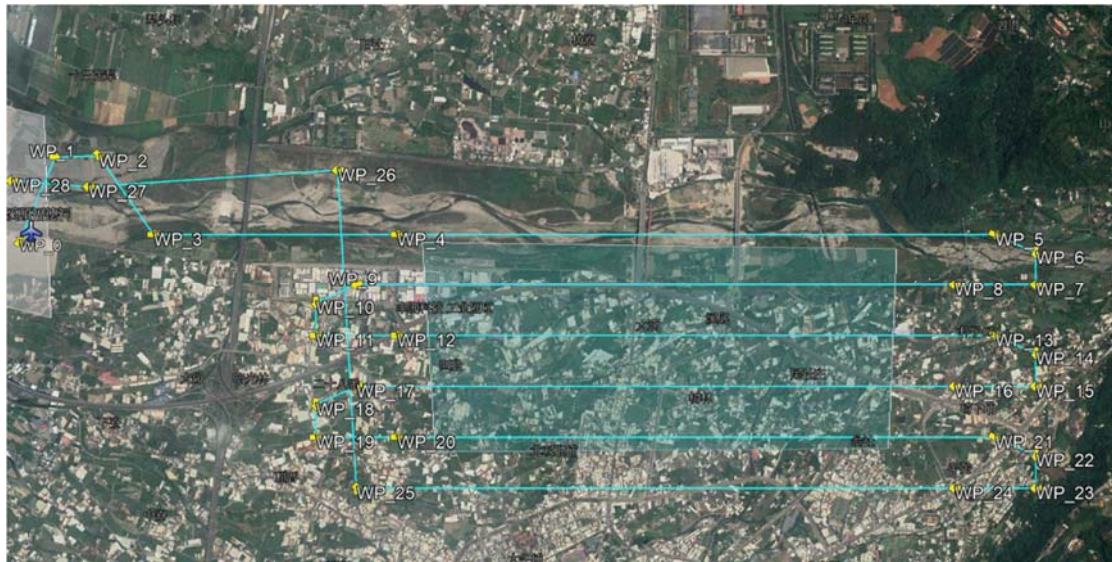


圖 3-6 臺中市豐原區飛行航線規劃

表 3-4 臺中市豐原區任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺中市豐原區
二、航拍日期	110/8/12
三、航線航程	總航程約 100.16 公里
四、天氣狀況	多雲
五、風向/風級	西南風/一級
六、離地高/雲層高度	1089 公尺/1100 公尺
七、地面解析度	18 公分
八、UAS 載具	國土測繪 1 號

與高雄近場台確認空域完成且人員車輛管制後，於12:12起飛。於神岡溪頭福德寺停車場起飛後，本場上空盤旋爬升至600m往45度方向飛抵航點1，於大甲溪上空盤旋爬升至1089m往135度方向前往航拍區。為降低相機受到低空雲層影響，於高度1089m拍攝完解析度0.18m的照片後，再次返回航點4重新進行拍攝，到航點17結束拍攝返航。於13:10飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行結束，並確認相片正常後，結束本日任務。作業情形如圖3-7。本區共拍攝6條航帶，拍攝影像數量合計295片，地面解析度(GSD)約18公分，影像中心點分布如圖3-8。任務完成後於110年8月16日繳交航拍原始資料（含航拍原始影像、任務執行記錄、外方位資料及相機參數等相關原始數據資料）至國土測繪中心。



圖 3-7 臺中市豐原區起降場地作業情形

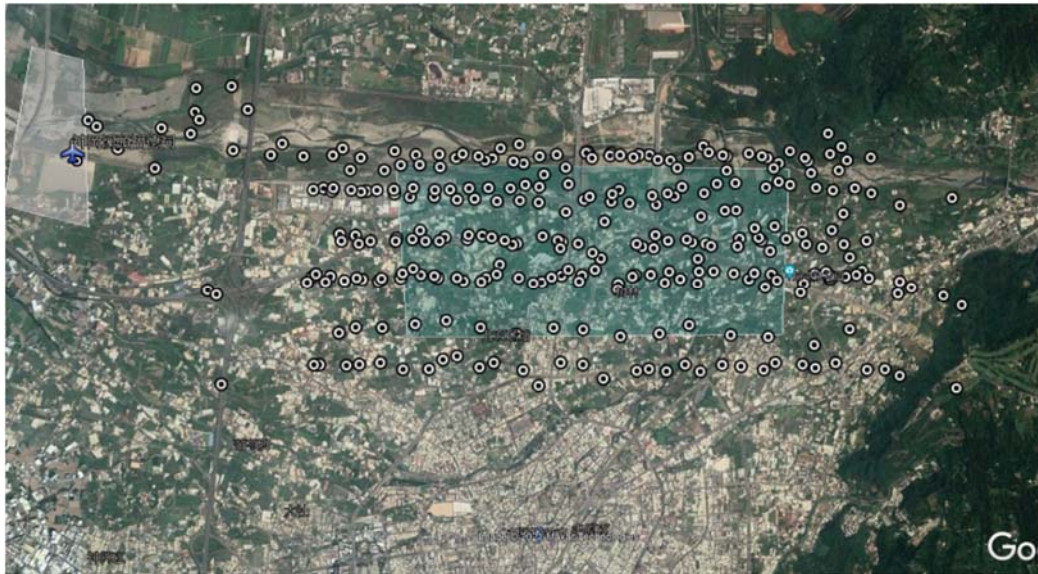


圖 3-8 臺中市豐原區航拍影像中心點分布圖

航拍區	120.74082	24.28046	離地高	869	航道長	3434	面寬	1478		
695	120.70692	24.26716	79 84							
起降點	120.6789	24.2809	相片寬	1564	航帶數	5.17	面積	5.1		
152			80 313		25					
目標高	220	空速	50	相片高	1043	時間距	5.5	航向	90	
242 0	1013	25	52.1	85	86	0.4	90			
緩衝長	500	半徑	201	解析度	18	相片數	156	轉向	CW	
1 250	20	0.44	174	174	174	174				
總時間	35	像素	50.3	攝角	84	62	焦距	20	相機	5DSR
19	4.1						快門	1/8000		

UAV 航拍計畫: 空拍區, 120.74082, 24.28046, 120.70692, 24.26716, 220, 起降, 120.6789, 24.2809

--- 起點 NW: 空速, 50, 解析度, 18.0, 重疊, 80, 85, 最高最低, 242, 0, 加寬, 695, 上右移, 0, 0

--- 航帶寬 313, 相片重疊 86, 航向, 1, 90.0, 轉向, 1, CW, 緩衝, 500, 1, 250

25, 航點總數, 航點 AGL 869, 面積 3.4 x 1.5 = 5.1 平方公里, 空拍 19 min, 31 km

1, 回收盤旋點, 離地 250 m, 飛行時間 35 min, 總航程 54 km, 滾轉, 20, 0.44

1, 重複開始點

25, 回收條件之 通過點數, 相機, 13, 5DSR, 50.3 百萬像素, 焦距, 20

45, 回收條件之 開機時間 [min], 相片面積 1564x1043= 163.1 公頃, 相片總數= 174

編號	經度	緯度	高度	空速	圈數	半徑	昇降率	PCU	
0,	120.678900,	24.280900,	152,	0,	0,	0,	3.0,	0,	起降
1,	120.681400,	24.280890,	402,	50,	2.0,	200,	3.0,	0,	起點 旁邊 250 m
2,	120.683900,	24.280880,	974,	48,	6.2,	200,	3.0,	0,	盤旋 爬升?
3,	120.692112,	24.280847,	1089,	48,	0,	250,	3.0,	0,	
4,	120.706920,	24.280847,	1089,	50,	0,	251,	3.0,	43,	航拍 起點
5,	120.743289,	24.280847,	1089,	50,	0,	1,	3.0,	40,	時距 5.5 秒, 相片 86%
6,	120.745757,	24.279839,	1089,	50,	0.44,	201,	3.0,	0,	
7,	120.745757,	24.278030,	1089,	50,	0,	200,	3.0,	0,	
8,	120.740821,	24.278030,	1089,	50,	0,	251,	3.0,	43,	時距 7.5 秒, 相片 81%
9,	120.704452,	24.278030,	1089,	50,	0,	1,	3.0,	40,	快門 0.4 秒

圖 3-9 臺中市豐原區航拍計算機資訊

表 3-5 臺中市豐原區航空攝影規劃資訊

項目	資訊	備註
相機焦距	20 公釐	採用高素質 20mm 手動定焦鏡頭，避免 UAS 震動造成自動對焦位移。
像元解析度	4.1 微米	
航拍影像畫素	5060 萬	
航帶寬	約 313 公尺	航拍影像有效寬度
離地高	約 1089 公尺	依照地形高程部分會有所調整
航線間距	約 313 公尺	確保側向重疊率>40%
像片間距	約 192.9 公尺	確保前後重疊率>80%
側向重疊	80%	
前後重疊	85%	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 GPS/IMU 輔助	將提高空三影像處理效率
地面解析度	18 公分	

三、臺南西港永康

臺南西港永康航拍區範圍共分 3 區塊，分別約為 0.37、0.92、0.98 平方公里，地表高程約 30 公尺。航拍任務規劃使用 Canon 5DSR 數位相機搭配 20 mm 焦距鏡頭，離地高為 1166 公尺，影像前後重疊率約 85%、側向重疊率約 80%。區域範圍及航線規劃如圖 3-10，航拍區域任務執行概況如表 3-6 所示。

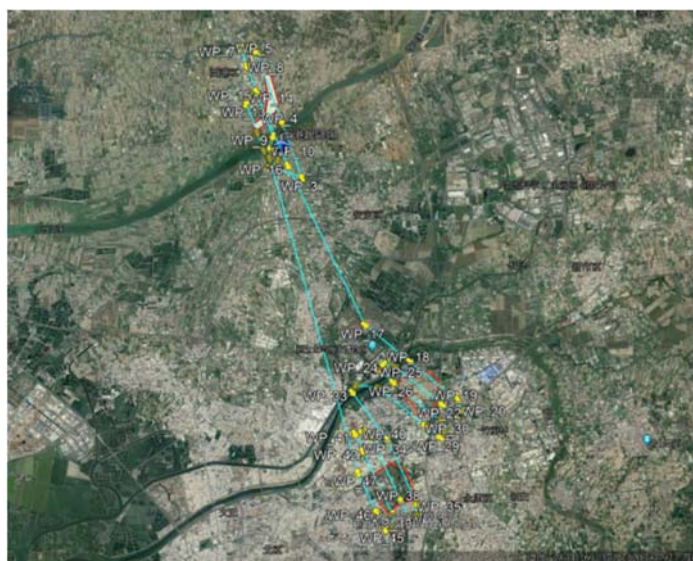


圖 3-10 臺南西港永康飛行航線規劃

表 3-6 臺南西港永康任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺南西港永康
二、航拍日期	110/9/29
三、航線航程	總航程約 77.53 公里
四、天氣狀況	晴
五、風向/風級	西北風/二級
六、離地高/雲層高度	1166 公尺/1500 公尺
七、地面解析度	20 公分
八、UAS 載具	國土測繪 1 號

任務作業於110年9月27日出發至目標區，1:30時到達任務起降場，地點約在臺南西港靠近曾文溪畔，12:39 時與臺北近場台確認空域完成且人員車輛管制後，UAV飛機起飛執行航拍任務，飛行總架次為1架次，於13:45飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行結束，並確認相片正常後，結束本日任務。作業場地如圖3-11。本區共拍攝11條航帶，拍攝影像數量合計139片，地面解析度(GSD)約20公分，影像中心點分布如圖3-12。任務完成後於110年10月14日繳交航拍原始資料（含航拍原始影像、任務執行記錄、外方位資料及相機參數等相關原始數據資料）至國土測繪中心。



圖 3-11 臺南西港永康起降場地作業情形

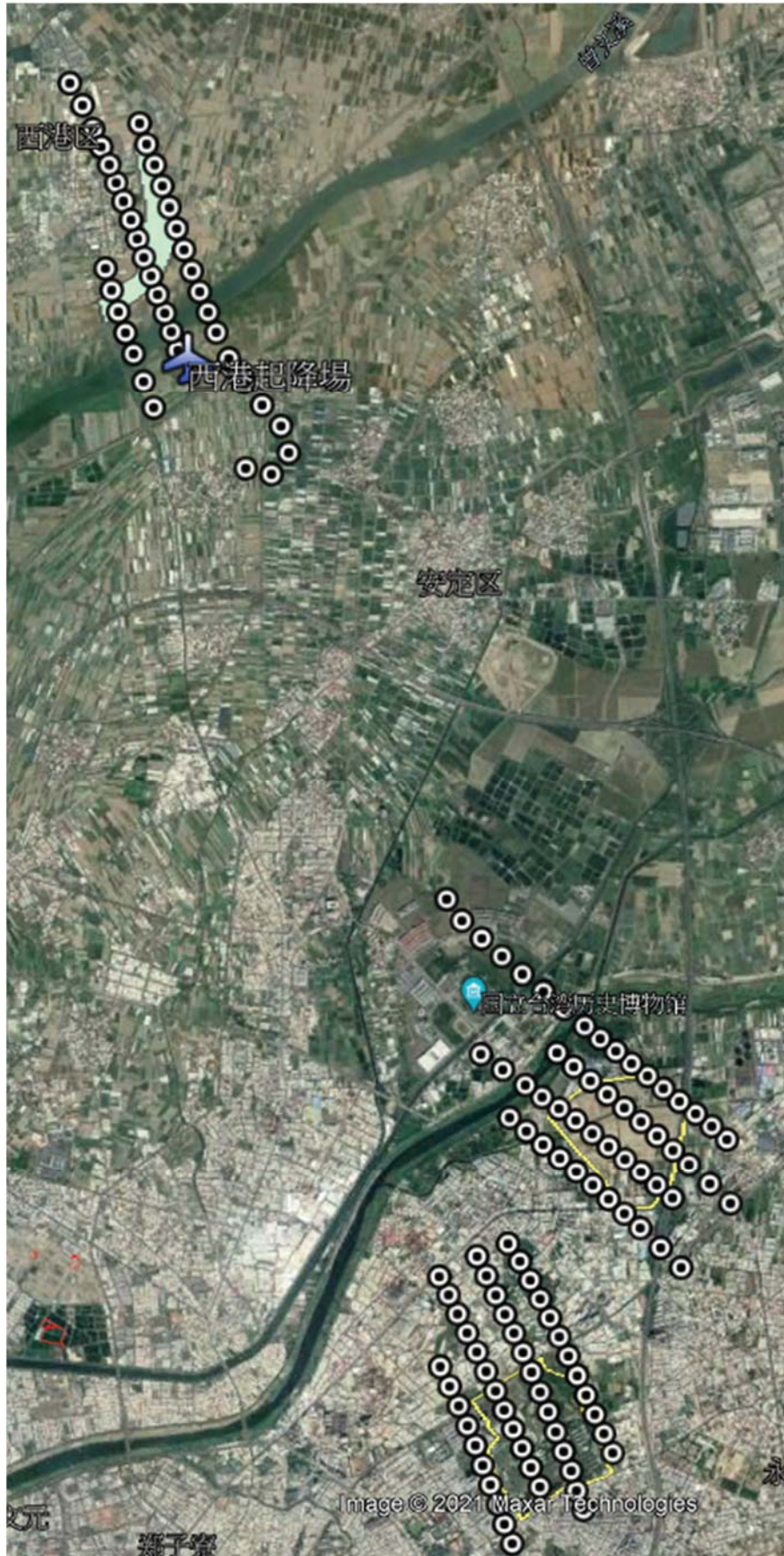


圖 3-12 臺南西港永康航拍影像中心點分布圖

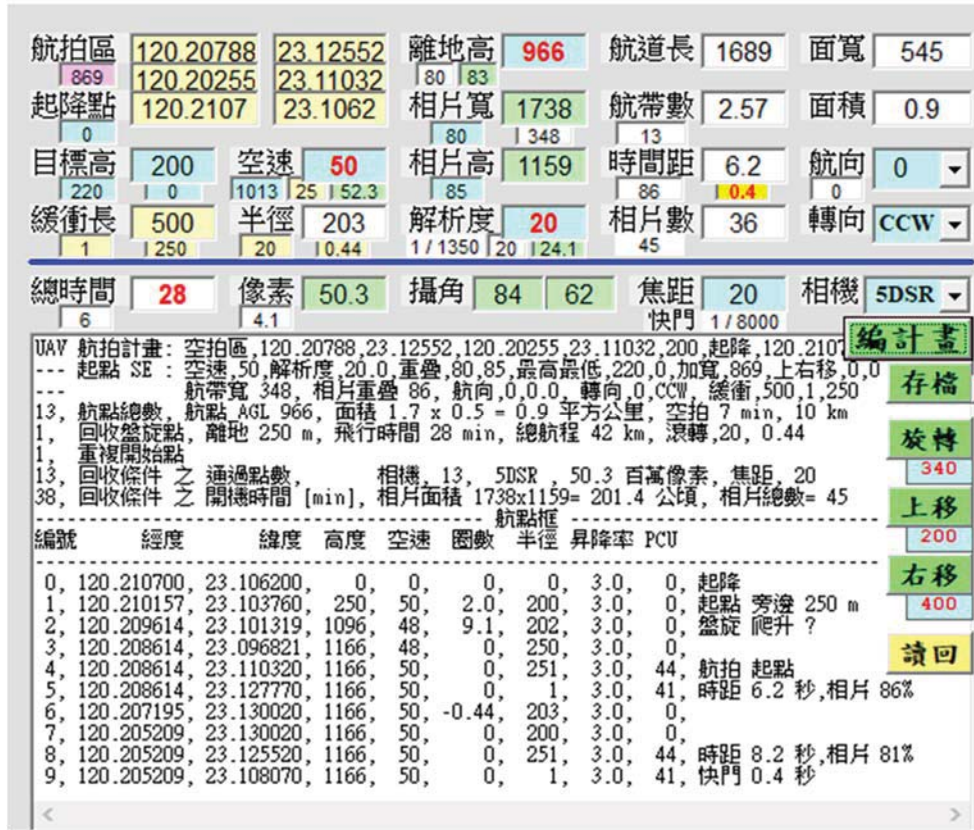


圖 3-13 臺南西港永康航拍計算機資訊

表 3-7 臺南西港永康航空攝影規劃資訊

項目	資訊	備註
相機焦距	20 公釐	採用高素質 20mm 手動定焦鏡頭，避免 UAS 震動造成自動對焦位移。
像元解析度	4.1 微米	
航拍影像畫素	5060 萬	
航帶寬	約 348 公尺	航拍影像有效寬度
離地高	約 1166 公尺	依照地形高程部分會有所調整
航線間距	約 348 公尺	確保側向重疊率>40%
像片間距	約 160 公尺	確保前後重疊率>80%
側向重疊	80%	
前後重疊	85%	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 GPS/IMU 輔助	將提高空三影像處理效率
地面解析度	20 公分	

四、彰化縣芳苑鄉

彰化縣芳苑鄉航拍區範圍約 2.74 平方公里，地表高程約 20 公尺。航拍任務規劃使用使用 Canon 5DSR 數位相機搭配 20 mm 焦距鏡頭，離地高為 724 公尺，影像前後重疊率約 85%、側向重疊率約 80%。區域範圍及航線規劃如圖 3-14，航拍區域任務執行概況如表 3-8 所示。

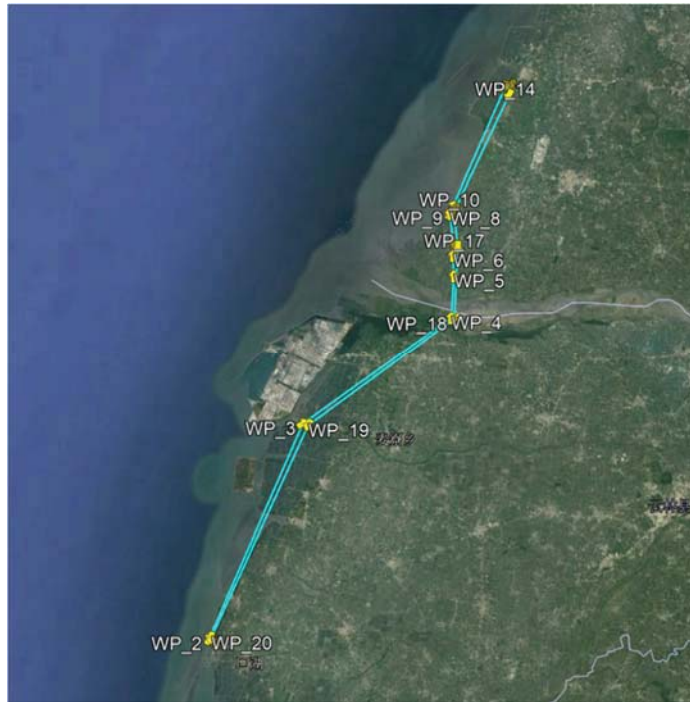


圖 3-14 彰化縣芳苑鄉飛行航線規劃

表 3-8 彰化縣芳苑鄉任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	彰化縣芳苑鄉
二、航拍日期	110/11/01
三、航線航程	總航程約 85.92 公里
四、天氣狀況	多雲
五、風向/風級	北風/三級
六、離地高/雲層高度	724 公尺/1000 公尺
七、地面解析度	15 公分
八、UAS 載具	國土測繪 1 號

任務作業於 110 年 11 月 1 日，11:30 時到達任務起降場，地點約在雲林四湖箔子寮，12:39 時與臺北近場台確認空域完成且人員車輛管制後，UAV 飛機於 12:45 起飛執行航拍任務，飛行總架次為 1 架次，於 14:02 飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行結束，並確認相片正常後，結束本日任務。作業情形如圖 3-15 所示。本區共拍攝 2 條航帶，拍攝影像數量合計 176 片，地面解析度(GSD)約 15 公分，影像中心點分布如圖 3-16。任務完成後於 110 年 11 月 8 日繳交航拍原始資料(含航拍原始影像、任務執行記錄、外方位資料及相機參數等相關原始數據資料)至國土測繪中心。



圖 3-15 彰化縣芳苑鄉起降場地作業情形

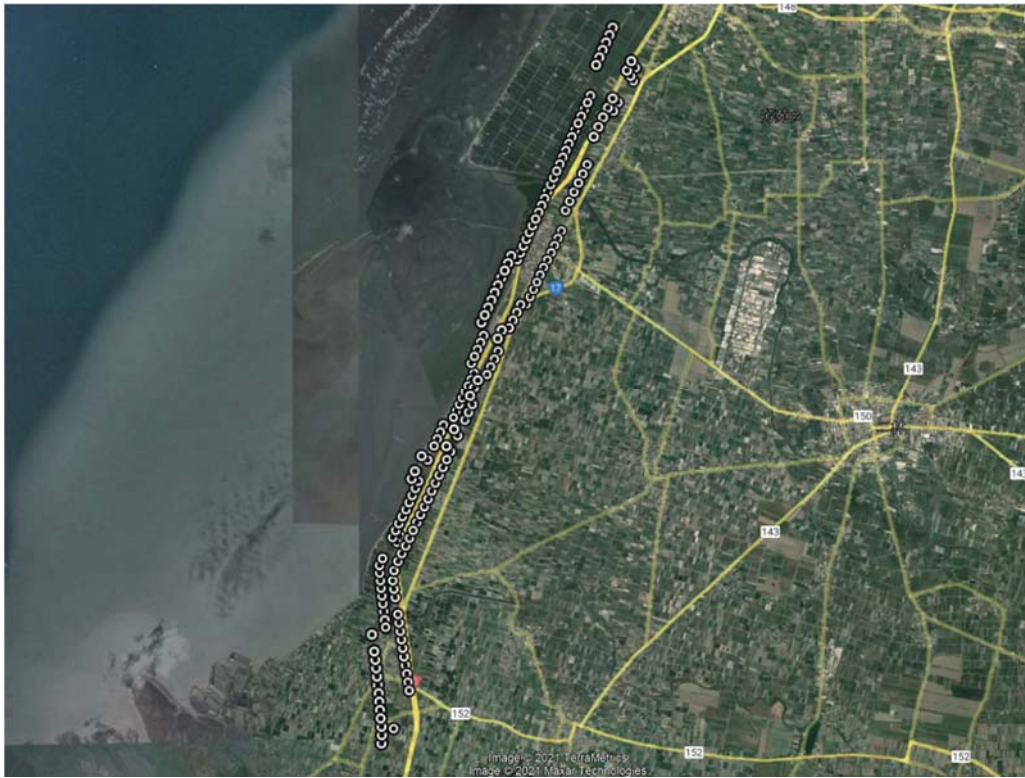


圖 3-16 彰化縣芳苑鄉航拍影像中心點分布圖

航拍區	120.32782	23.94621	離地高	724	航道長	1689	面寬	545		
起降點	120.29154	23.88123	相片寬	1303	航帶數	2.57	面積	0.9		
目標高	3	空速	50	相片高	869	時間距	6.2	航向	0	
緩衝長	500	半徑	203	解析度	15	相片數	36	轉向	CCW	
總時間	28	像素	50.3	攝角	84	62	焦距	20	相機	5DSR
UAV 航拍計畫		空拍區, 120.20788, 23.12552, 120.20255, 23.11032, 200, 起降, 120.2107, 23.106200		快門		1/8000		編計畫		
起點 SE		空速, 50, 解析度, 20.0, 重疊, 80, 85, 最高最低, 220.0, 加寬, 869, 上右移, 0.0		航帶寬		348, 相片重疊		86, 航向, 0.0, 轉向, 0, CCW, 緩衝, 500, 1, 250		
13, 航點總數		航點 AGL 966, 面積 1.7 x 0.5 = 0.9 平方公里, 空拍 7 min, 10 km		1, 回收盤旋點		離地 250 m, 飛行時間 28 min, 總航程 42 km, 滾轉, 20, 0.44		1, 重複開始點		
13, 回收條件		之 通過點數, 相機, 13, 5DSR, 50.3 百萬像素, 焦距, 20		38, 回收條件		之 開機時間 [min], 相片面積 1738x1159= 201.4 公頃, 相片總數= 45		存檔		
編號		經度	緯度	高度	空速	圈數	半徑	昇降率	PCU	
0,	120.210700,	23.106200,	0,	0,	0,	0,	3.0,	0,	起降	
1,	120.210157,	23.103760,	250,	50,	2.0,	200,	3.0,	0,	起點 旁邊 250 m	
2,	120.209614,	23.101319,	1096,	48,	9.1,	202,	3.0,	0,	盤旋 爬升?	
3,	120.208614,	23.096821,	1166,	48,	0,	250,	3.0,	0,		
4,	120.208614,	23.110320,	1166,	50,	0,	251,	3.0,	44,	航拍 起點	
5,	120.208614,	23.127770,	1166,	50,	0,	1,	3.0,	41,	時距 6.2 秒, 相片 86%	
6,	120.207195,	23.130020,	1166,	50,	-0.44,	203,	3.0,	0,		
7,	120.205209,	23.130020,	1166,	50,	0,	200,	3.0,	0,		
8,	120.205209,	23.125520,	1166,	50,	0,	251,	3.0,	44,	時距 8.2 秒, 相片 81%	
9,	120.205209,	23.108070,	1166,	50,	0,	1,	3.0,	41,	快門 0.4 秒	

圖 3-17 彰化縣芳苑鄉航拍計算機資訊

表 3-9 彰化縣芳苑鄉航空攝影規劃資訊

項目	資訊	備註
相機焦距	20 公釐	採用高素質 20mm 手動定焦鏡頭，避免 UAS 震動造成自動對焦位移。
像元解析度	4.1 微米	
航拍影像畫素	5060 萬	
航帶寬	約 348 公尺	航拍影像有效寬度
離地高	約 724 公尺	依照地形高程部分會有所調整
航線間距	約 348 公尺	確保側向重疊率>40%
像片間距	約 159 公尺	確保前後重疊率>80%
側向重疊	80%	
前後重疊	85%	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 GPS/IMU 輔助	將提高空三影像處理效率
地面解析度	15 公分	

五、臺南市歸仁區

臺南市歸仁區航拍區範圍約 1.88 平方公里。航拍任務規劃使用 Canon 5DSR 數位相機搭配 20 mm 焦距鏡頭，離地高為 856 公尺，影像前後重疊率約 90%、側向重疊率約 85%。區域範圍及航線規劃如圖 3-18，航拍區域任務執行概況如表 3-10 所示。

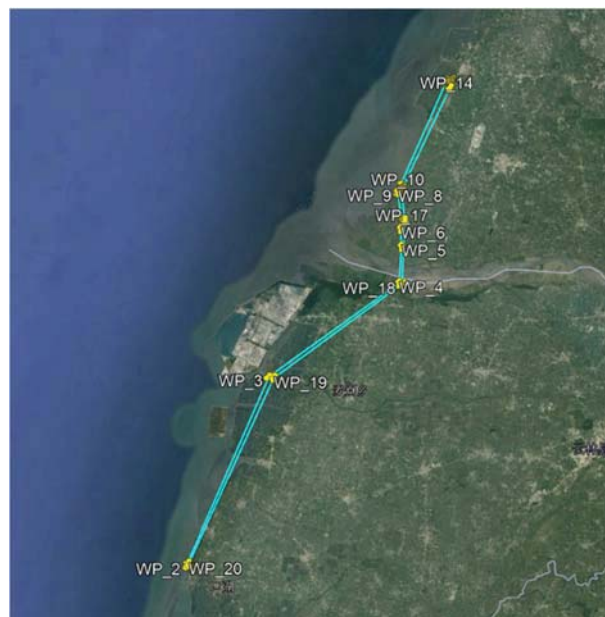


圖 3-18 臺南市歸仁區飛行航線規劃

表 3-10 臺南市歸仁區任務執行概況

項目	說明
一、航拍區域	臺南市歸仁區
二、航拍日期	110/12/10
三、航線航程	總航程約 117.09 公里
四、天氣狀況	多雲
五、風向/風級	西南風/二級
六、離地高/雲層高度	856 公尺/1000 公尺
七、地面解析度	17 公分
八、UAS 載具	國土測繪 1 號

任務作業於 110 年 12 月 10 日，11:00 時到達任務起降場，地點在臺南善化堤防，11:50 時與高雄近場台確認空域完成且人員車輛管制後，UAV 飛機於 12:00 起飛執行航拍任務，飛行總架次為 1 架次，於 13:14 飛機任務執行完畢安全降落後與近場台告知本日飛行結束，並確認相片正常後，結束本日任務。作業情形如圖 3-19 所示。本區共拍攝 10 條航帶，拍攝影像數量合計 377 片，地面解析度(GSD)約 17 公分，影像中心點分布如圖 3-20。任務完成後於 110 年 12 月 13 日繳交航拍原始資料（含航拍原始影像、任務執行記錄、外方位資料及相機參數等相關原始數據資料）至國土測繪中心。



圖 3-19 臺南市歸仁區起降場地作業情形

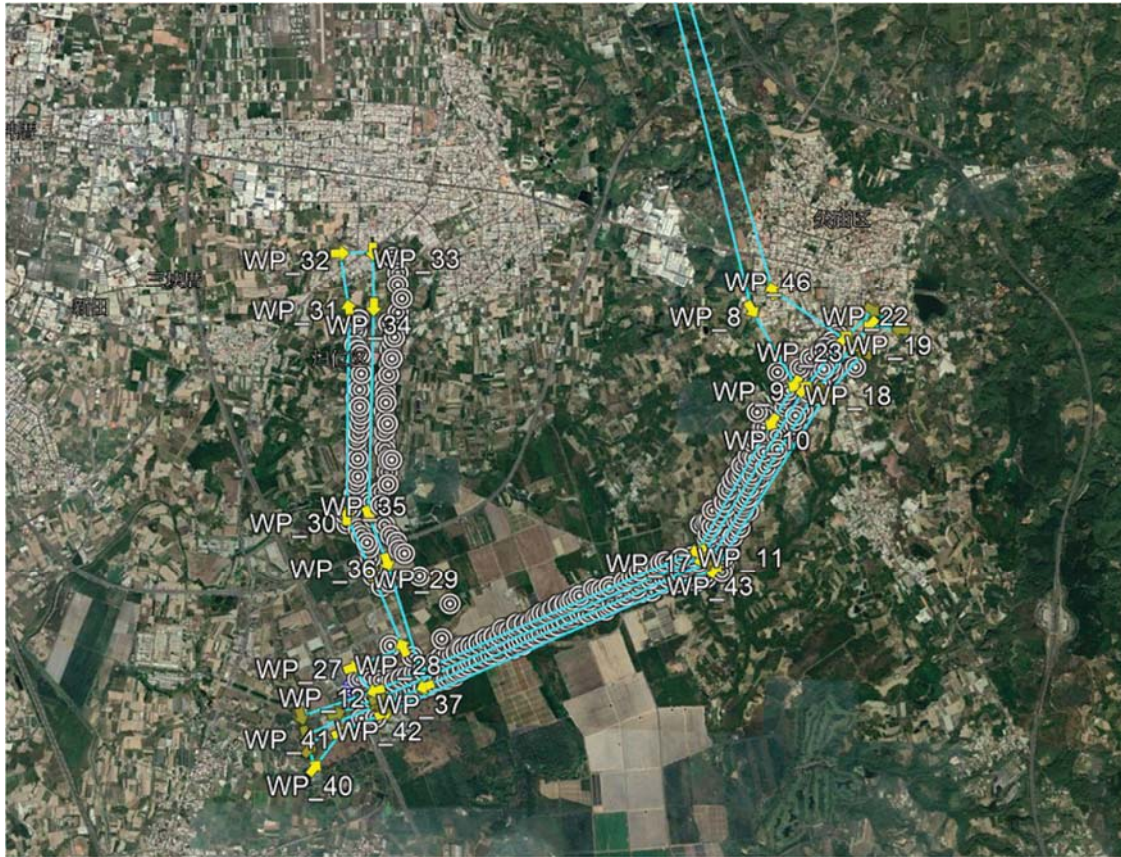
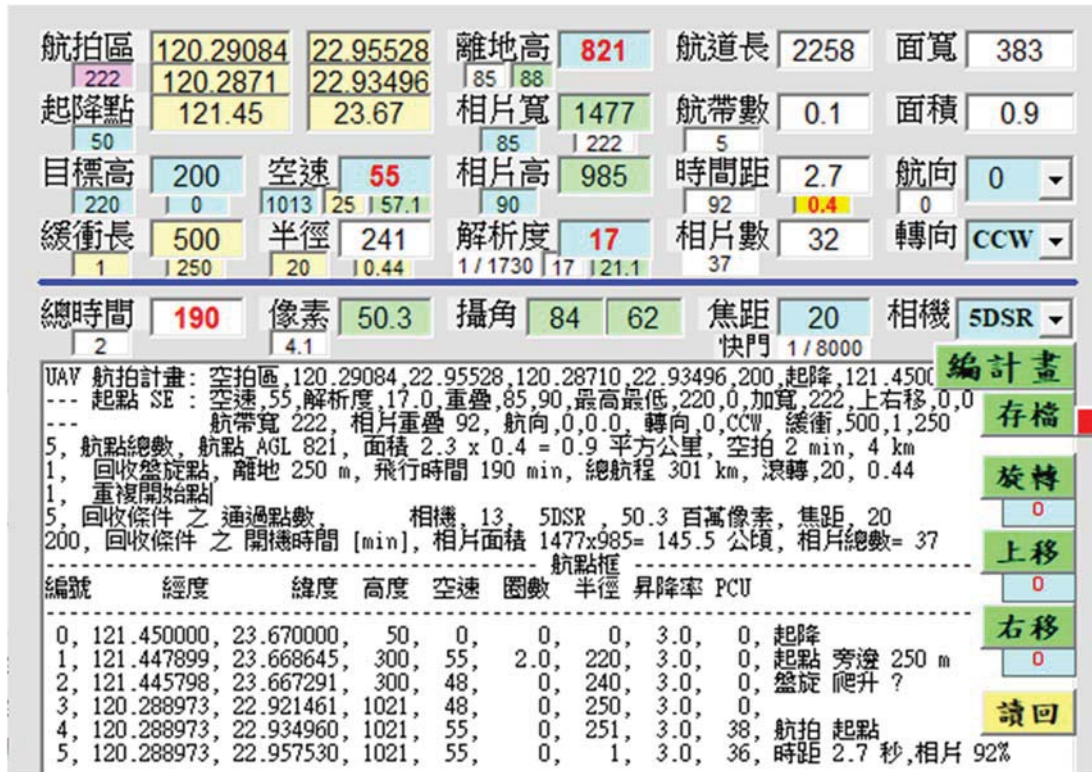


圖 3-20 臺南市歸仁區航拍影像中心點分布圖



UAV 航拍計畫: 空拍區 120.29084, 22.95528, 120.28710, 22.93496, 200, 起降, 121.45000
 --- 起點 SE: 空速, 55, 解析度, 17.0, 重疊, 85, 90, 最高最低, 220, 0, 加寬, 222, 上右移, 0, 0
 --- 航帶寬 222, 相片重疊 92, 航向, 0, 0, 0, 轉向, 0, CCW, 緩衝, 500, 1, 250
 5, 航點總數, 航點 AGL 821, 面積 2.3 x 0.4 = 0.9 平方公里, 空拍 2 min, 4 km
 1, 回收盤旋點, 離地 250 m, 飛行時間 190 min, 總航程 301 km, 滾轉, 20, 0.44
 1, 重複開始點
 5, 回收條件之通過點數, 相機, 13, 5DSR, 50.3 百萬像素, 焦距, 20
 200, 回收條件之開機時間 [min], 相片面積 1477x985= 145.5 公頃, 相片總數= 37

編號	經度	緯度	高度	空速	圈數	半徑	昇降率	PCU	
0,	121.450000,	23.670000,	50,	0,	0,	0,	3.0,	0,	起降
1,	121.447899,	23.668645,	300,	55,	2.0,	220,	3.0,	0,	起點 旁邊 250 m
2,	121.445798,	23.667291,	300,	48,	0,	240,	3.0,	0,	盤旋 爬升?
3,	120.288973,	22.921461,	1021,	48,	0,	250,	3.0,	0,	
4,	120.288973,	22.934960,	1021,	55,	0,	251,	3.0,	38,	航拍 起點
5,	120.288973,	22.957530,	1021,	55,	0,	1,	3.0,	36,	時距 2.7 秒, 相片 92%

圖 3-21 臺南市歸仁區航拍計算機資訊

表 3-11 臺南市歸仁區航空攝影規劃資訊

項目	資訊	備註
相機焦距	20 公釐	採用高素質 20mm 手動定焦鏡頭，避免 UAS 震動造成自動對焦位移。
像元解析度	4.1 微米	
航拍影像畫素	5060 萬	
航帶寬	約 222 公尺	航拍影像有效寬度
離地高	約 856 公尺	依照地形高程部分會有所調整
航線間距	約 222 公尺	確保側向重疊率>40%
像片間距	約 79 公尺	確保前後重疊率>80%
側向重疊	85%	
前後重疊	90%	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 GPS/IMU 輔助	將提高空三影像處理效率
地面解析度	17 公分	

第肆章 遙控無人機系統設備保養維護作業

一、前言

本案依契約書規定須條列國土測繪1號保養維護項目及時間表作為保養維護依據。保養維護時須填寫紀錄表（含飛行基本檢查、機體機翼、內部系統、酬載、引擎動力等），須填寫自簽約日（110年3月10日）當月起至11月份每月之保養維護紀錄（3月至11月）。

二、UAS 保養檢查項目及說明

為確保提高 UAS 安全性，除了依照周期性檢查項目檢查各零組件外，本公司制定 UAS 品保流程，從各零組件出廠至系統組裝完成，與累計鐘點的維修與性能評估，以確保最高的系統安全性。一般每次執行任務操作國土測繪中心 UAS 系統時，皆按飛行前、中、後-檢查卡執行 UAS 檢查工作。另每月保養維護依據三級保修檢查表進行逐項檢查（如附錄四）；於年中（6 月）依據二級保修檢查表檢查引擎動力、機體機翼、機體內部、GCS 及飛機系統等各系統是否狀況良好及正常。當載具飛行時數累積至週期檢查表所列之飛行鐘點時，執行相關零組件之檢修保養與更換（保養週期表如表 2-4）。

三、各月份保養維護資料

本案自 110 年 3 月 11 日起開始執行，依契約書規定至 110 年 12 月 15 日止，完成保養維護次數計 9 次（3 月至 11 月），主要每月保養項目為檢查各個螺絲鎖固及鏽蝕狀況來進行新品更換、各伺服馬達拉桿上潤滑油、機身結構檢查及外觀清潔、動力引擎火星塞清潔、內部線路線頭狀況檢查有無脫落及損壞。另保養維護過程中，合計更換煞車系統、伺服器杜邦接頭、主翼伺服器夾片、延長線、螺絲、轉速轉板等零組件（如表 4-1）。相關各月份（3 月~11 月）保養維護資料如附錄四，各月份維修保養相片如附錄十二。

表 4-1 保養維護零組件更換表

編號	零組件更換項目	數量	更換月份	備註
1	升降舵、方向舵延長線	1	3 月	
2	轉速延長線、轉速轉板	1	4 月	
3	前鼻輪伺服器延長線	1	4 月	
4	液壓剎車管路更換	2	5 月	
5	伺服馬達夾片	4	7 月	

第五章 結論

本案自 110 年 3 月 11 日起開始執行，依契約書規定至 110 年 12 月 15 日止，本案總計完成下列工作項目：

- 一、配合國土測繪中心研擬小像幅相機測製一千分之一地形圖規範委託研究需求，辦理臺北市南港區 1 區航拍作業。
- 二、配合財政部國有財產署中區分署航拍需求，辦理臺中市豐原區 1 區航拍作業。
- 三、配合國土測繪中心臺灣通用電子地圖局部區域正射影像更新需求，辦理 3 區航拍作業。
- 四、另依契約規定完成自 110 年 3 月起至 11 月共計 9 次 UAS 保養維護作業，並配合製作 5 分鐘之 UAS 展示影片。

綜上，本案總計完成 5 區之航拍作業，需求面積合計 706 公頃（實際航拍面積 7,969 公頃）。本案相關成果應用於研擬小像幅相機測製一千分之一地形圖規範、協助財政部國有財產署中區分署航拍進行國土監測、臺灣通用電子地圖局部區域正射影像更新等，達成提升圖資更新效率及增進政府機關橫向協調聯繫等成果效益。