



NLSC-104-06

# 104 及 105 年度發展車載移動測繪 系統(MMS)作業

## 工作總報告(修訂版)

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 105 年 10 月 14 日

## 目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	IV
表目錄.....	XVIII
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.....	2
第四節 整體工作規劃與時程.....	3
第貳章 近五年國內外 MMS 實例介紹.....	5
第一節 空間資訊應用實例介紹.....	5
第二節 製圖領域應用實例介紹.....	9
第三節 防救災應用實例介紹.....	13
第四節 小結.....	17
第參章 車載移動測繪系統.....	18
第一節 車載移動測繪系統整體架構.....	18
第二節 定位定向系統.....	18
第三節 資料擷取系統.....	25
第四節 監控及同步系統.....	26
第五節 車載移動測繪系統機電設計.....	36
第六節 e-GNSS 外業作業監控.....	65
第七節 車輛合法上路評估說明.....	66
第八節 車輛檢驗拆裝流程.....	67
第肆章 車載移動測繪系統作業.....	70
第一節 車載移動測繪系統作業說明.....	70
第二節 相機內方位率定.....	74
第三節 慣性量測元件率定.....	77
第四節 軸角及固定臂率定.....	78
第五節 車載移動測繪系統作業精度測試.....	81
第六節 車載移動測繪系統功能測試.....	83
第七節 GNSS 收訊不佳時作業建議.....	85



第八節 輪速計輔助精度測試 .....	87
第五章 車載移動測繪系統後處理軟體 .....	91
第一節 定位定向解算軟體 .....	91
第二節 定位定向解算軟體測試作業 .....	107
第三節 像片量測軟體 .....	123
第四節 像片量測軟體測試作業 .....	146
第五節 客製化圖資處理軟體 .....	147
第六節 車載移動測繪系統實例測試 .....	168
第七節 高階繪圖工作站伺服器 .....	171
第六章 試辦圖資更新作業 .....	173
第一節 圖資更新作業標準作業流程 .....	173
第二節 試辦圖資更新作業說明 .....	179
第三節 臺灣通用電子地圖圖資更新作業說明 .....	184
第四節 臺灣通用電子地圖圖資更新作業分析 .....	190
第五節 國土利用調查圖資更新作業說明 .....	198
第六節 國土利用調查圖資更新作業分析 .....	199
第七節 圖資更新作業成本分析 .....	202
第七章 街景資料蒐集及整合 .....	209
第一節 國內廠商街景資料整合 .....	209
第二節 街景資料蒐集及整合作業流程 .....	212
第三節 街景資料蒐集作業說明 .....	215
第四節 街景影像拼接 .....	226
第五節 全景影像精度測試案例一 .....	231
第六節 全景影像精度測試案例二 .....	237
第七節 街景影像拼接及全景相機之街景成果比較 .....	241
第八章 試辦應用個人攜行移動測繪系統辦理資料蒐集 .....	242
第一節 系統架構 .....	242
第二節 標準作業流程 .....	244
第三節 實地測試 .....	245
第四節 成本分析 .....	250
第九章 教育訓練 .....	251
第十章 結論與檢討建議 .....	253

第一節 結論 .....	253
第二節 檢討與建議 .....	257
第拾壹章 未來作業建議 .....	258
第拾貳章 附錄.....	260
附錄一 工作總報告審查意見回覆說明表 .....	260
附錄二 工作總報告初驗意見回覆說明表 .....	266
附錄三 期中報告初驗意見回覆說明表 .....	269
附錄四 期中報告審查意見回覆說明表 .....	270
附錄五 期初報告審查意見回覆說明表 .....	279
附錄六 各次工作會議紀錄回覆說明表 .....	285
附錄七 參考文獻 .....	295
附錄八 104 年度成果投稿研討會或期刊論文(初稿) .....	298
附錄九 控制點實測紀錄表 .....	299
附錄十 電力系統 8 小時作業實測紀錄表 .....	305
附錄十一 ARTC 防水測試檢測報告 .....	308
附錄十二 圖資更新來回測試檢核紀錄表 .....	312
附錄十三 電力系統設備規格書 .....	322

## 圖目錄

圖 2-1 成功大學第一代鷹眼平臺 .....	5
圖 2-2 成功大學第二代鷹眼平臺 .....	5
圖 2-3 成功大學歷年工作項目目的及關係圖(摘自內政部 103 年發展與應用多平臺遙測製圖技術工作案).....	6
圖 2-4 Google Street View 介面(摘自 <a href="http://maps.google.com.tw/">http://maps.google.com.tw/</a> ).....	7
圖 2-5 Google 街景車(摘自 <a href="http://maps.google.com.tw/">http://maps.google.com.tw/</a> ) .....	7
圖 2-6 個人攜行移動測繪系統相機與 INS/GNSS 配置狀況.....	8
圖 2-7 成功大學兩用式 MMS(摘自內政部 104 年度多平臺製圖技術工作案).....	9
圖 2-8 車載道路調查系統 MoSES(摘自 Graefe, 2011).....	9
圖 2-9 公路建設與周圍建物點雲結果(摘自 Graefe, 2011) .....	10
圖 2-10 鐵路隧道調查應用(摘自 Graefe, 2011) .....	10
圖 2-11 交通標誌自動化辨識流程圖(摘自 Shahbazi et al., 2012).....	11
圖 2-12 Trimble 個人攜行移動測繪系統(摘自 <a href="http://www.trimble.com">http://www.trimble.com</a> ) .....	11
圖 2-13 Google 手機級室內製圖系統(摘自 <a href="http://www.google.com/atap/projecttango/">http://www.google.com/atap/projecttango/</a> ) .....	11
圖 2-14 點雲資料(摘自 Haala et al., 2011) .....	12
圖 2-15 移動測繪系統(摘自 Kukko et al., 2012).....	13
圖 2-16 移動測繪系統建立之 20 公分網格 DEM(摘自 Kukko et al., 2012) .....	13
圖 2-17 車載移動測繪系統應用於日本 311 大地震(摘自 Hatake et al., 2011) .....	14
圖 2-18 車載移動測繪系統應用於日本 311 大地震成果(摘自 Hatake et al., 2011) .....	14
圖 2-19 車載移動測繪系統應用於日本 311 大地震(摘自 Koarai et al., 2012) .....	15
圖 2-20 測試區域(摘自 Koarai et al., 2012).....	15
圖 2-21 分析結果(摘自 Koarai et al., 2012).....	15
圖 2-22 林邊國小淹水現況調查(摘自 Li, 2010).....	16
圖 2-23 甲仙斷橋現況調查(摘自 Li, 2010).....	16
圖 2-24 高雄氣爆事件現場 VR720 實景圖(摘自 <a href="http://super720.com/">http://super720.com/</a> ) .....	17
圖 2-25 車載遙測製圖技術災損地區重建影像記錄.....	17
圖 3-1 本案建置之車載移動測繪系統.....	18
圖 3-2 本案採用之衛星定位儀 .....	19
圖 3-3 本案採用之天線盤 .....	19

圖 3-4 本案採用之慣性量測元件 .....	19
圖 3-5 本案採用之輪速計 .....	20
圖 3-6 輪速計安裝情形 .....	20
圖 3-7 輪速計改裝示意圖 .....	21
圖 3-8 輪速計內部線路斷裂 .....	21
圖 3-9 輪速計外蓋及固定裝置 .....	21
圖 3-10 輪速計固定裝置 .....	22
圖 3-11 延長輪速計傳動軸 .....	22
圖 3-12 輪速計固定裝置 .....	22
圖 3-13 拆卸右前輪框架 .....	23
圖 3-14 安裝固定裝置及輪速計 .....	23
圖 3-15 組裝新的傳動軸 .....	23
圖 3-16 固定傳動軸 .....	24
圖 3-17 纜線及固定裝置調整 .....	24
圖 3-18 輪速計功能測試狀況 .....	24
圖 3-19 本案採用相機及鏡頭 .....	25
圖 3-20 本案採用控制電腦外型 .....	25
圖 3-21 系統同步控制 .....	26
圖 3-22 系統方塊圖 .....	27
圖 3-23 示波器 .....	27
圖 3-24 同步測試示意圖 .....	27
圖 3-25 系統同步測試成果 .....	28
圖 3-26 軟體架構圖 .....	28
圖 3-27 NovAtel Connect 主畫面 .....	29
圖 3-28 NovAtel Connect 慣性導航狀態視窗 .....	29
圖 3-29 Point Grey FlyCapture2 主畫面 .....	30
圖 3-30 Point Grey FlyCapture2 相機設定畫面 .....	30
圖 3-31 Geosat RTMS 主畫面 .....	31
圖 3-32 通訊傳輸設定 .....	32
圖 3-33 Geosat RTMS 相機開關選單 .....	32
圖 3-34 Geosat RTMS 資料儲存設定畫面 .....	32
圖 3-35 Geosat RTMS 路線設定畫面 .....	32
圖 3-36 Geosat RTMS 地圖設定畫面 .....	32
圖 3-37 Geosat RTMS 檢視畫面 .....	32
圖 3-38 Geosat RTMS 監控畫面 .....	33
圖 3-39 Geosat RTMS 影像視窗 .....	33
圖 3-40 Geosat RTMS 資訊視窗 .....	34

圖 3-41 Geosat RTMS 地圖視窗底圖 .....	35
圖 3-42 Geosat RTMS 地圖視窗 .....	35
圖 3-43 國土測繪中心提供車輛外觀 .....	36
圖 3-44 電力系統架構圖 .....	37
圖 3-45 系統設備電力運作架構圖 .....	37
圖 3-46 本案採用電池外型 .....	38
圖 3-47 本案採用逆變器外型 .....	38
圖 3-48 本案採用之電源供應器 .....	38
圖 3-49 電力系統單線圖 .....	39
圖 3-50 電壓檢視計 .....	40
圖 3-51 逆變器 .....	40
圖 3-52 電力系統開關 .....	40
圖 3-53 充電插頭 .....	40
圖 3-54 DC 電流鈎表 .....	42
圖 3-55 HT32 萬用電表 .....	42
圖 3-56 電力量測架構圖 .....	42
圖 3-57 7 月 26 日電壓測試紀錄圖 .....	44
圖 3-58 7 月 26 日電流測試紀錄圖 .....	44
圖 3-59 7 月 27 日電壓測試紀錄圖 .....	44
圖 3-60 7 月 27 日電流測試紀錄圖 .....	44
圖 3-61 7 月 28 日電壓測試紀錄圖 .....	45
圖 3-62 7 月 28 日電流測試紀錄圖 .....	45
圖 3-63 車頂裝置組合圖 .....	46
圖 3-64 車頂裝置測試透視圖(含內裝設備) .....	46
圖 3-65 Thule 車頂架 .....	46
圖 3-66 車輛安全檢測基準審查報告 .....	46
圖 3-67 鋁製車頂設備平臺 .....	47
圖 3-68 設備平臺打釘鎖附於車頂架 .....	47
圖 3-69 車頂設備平臺配置(上視) .....	48
圖 3-70 車頂設備平臺配置(側視) .....	48
圖 3-71 相機支架 .....	48
圖 3-72 設備平臺相機安裝狀況 .....	48
圖 3-73 全景相機連接座 .....	49
圖 3-74 全景相機放置空間正視分解圖 .....	49
圖 3-75 全景相機支撐架固定角片 .....	49
圖 3-76 光達放置方式規劃(2 部光達) .....	51
圖 3-77 光達放置方式規劃(1 部光達) .....	51



圖 3-78 車頂導流外罩全設備組合圖 .....	52
圖 3-79 車頂裝置線路配置圖 .....	52
圖 3-80 切割車頂板金建立過線孔洞 .....	53
圖 3-81 線路由後方右側窗戶上方蓋板穿出 .....	53
圖 3-82 防水測試現況照片 1 .....	55
圖 3-83 防水測試現況照片 2 .....	55
圖 3-84 溫度測試使用之電子溫度計 .....	56
圖 3-85 溫度測試作業情形 .....	56
圖 3-86 溫度測試作業情形(10 月 5 日) .....	57
圖 3-87 溫度測試作業結果(10 月 5 日) .....	57
圖 3-88 車內空間配置設計圖 .....	58
圖 3-89 右側機櫃擺設 .....	59
圖 3-90 螢幕以直向鎖附於左側機櫃前門內側 .....	59
圖 3-91 螢幕可調整高度並可旋轉為橫向方便操作人員使用 .....	59
圖 3-92 操作介面切換器，左圖為切換按鈕，右圖為轉接器 .....	60
圖 3-93 左側機櫃擺設 .....	60
圖 3-94 機櫃固定(圓圈處為螺絲鎖附位置) .....	61
圖 3-95 機櫃高度不影響行車視線 .....	61
圖 3-96 設備線路連接 .....	61
圖 3-97 線路連接對應燈號 .....	61
圖 3-98 操控座位 (非作業中) .....	62
圖 3-99 操控座位 (作業中) .....	62
圖 3-100 車內重量配置 .....	63
圖 3-101 MMS 重心偏移計算 .....	64
圖 3-102 雙機櫃重心計算 .....	64
圖 3-103 車後警示裝置作業情形 .....	65
圖 3-104 e-GNSS 作業監控 .....	66
圖 3-105 車頂導流外罩各部位組合外板示意圖 .....	67
圖 3-106 相機 4,5,6 號拆裝維修對應之前段外罩(右)拆卸示意圖 .....	68
圖 3-107 MMS 相機連接線材 .....	68
圖 3-108 車頂設備平台與車頂架間之鎖附螺絲 .....	68
圖 3-109 相關線材經預留孔進入設備平台上 .....	69
圖 3-110 線材塞入集線圓筒 .....	69
圖 3-111 由車內拉取車頂線材 .....	69
圖 4-1 車載移動測繪系統作業流程 .....	70
圖 4-2 車載移動測繪系統資料流程 .....	71
圖 4-3 MMS 系統作業操作確認表 .....	71

圖 4-4 NovAtel Convert .....	72
圖 4-5 MMS 影像確認.....	73
圖 4-6 SHP 格式成果展示.....	74
圖 4-7 相機率定拍攝程序示意圖(摘自 Fraser,1997).....	74
圖 4-8 相機率定拍攝方式(夾角 45 度).....	75
圖 4-9 相機率定拍攝方式(夾角 90 度).....	75
圖 4-10 相機率定拍攝範例.....	75
圖 4-11 成功大學相機內方位率定實驗室.....	76
圖 4-12 高精度雙軸位置速率轉台(摘自 102 年度多平臺製圖技術工作 案).....	77
圖 4-13 慣性量測元件率定現況.....	78
圖 4-14 增加特徵點.....	79
圖 4-15 影像拍攝角度建議.....	80
圖 4-16 軸角及固定臂率定作業情形.....	81
圖 4-17 檢驗場牆面控制點位置示意圖.....	82
圖 4-18 精度驗證於檢校場作業軌跡.....	82
圖 4-19 精度驗證量測畫面.....	83
圖 4-20 實地道路測試作業軌跡.....	84
圖 4-21 實地道路測試影像.....	84
圖 4-22 188 縣道實地照片 1.....	85
圖 4-23 188 縣道實地照片 2.....	85
圖 4-24 188 縣道測繪車行駛軌跡.....	85
圖 4-25 提高透空不良處精度作業方式示意圖.....	86
圖 4-26 輪速計輔助精度測試作業範圍 1.....	87
圖 4-27 輪速計輔助精度測試作業範圍 2.....	87
圖 4-28 原始作業解算軌跡資料節錄.....	87
圖 4-29 GNSS 無斷訊且無輪速計資料之解算軌跡資料節錄.....	88
圖 4-30 GNSS 斷訊 60 秒之解算軌跡資料節錄.....	89
圖 4-31 GNSS 斷訊 60 秒且無輪速計資料之解算軌跡資料節錄.....	90
圖 5-1 GeoPoint 軟體主視窗.....	91
圖 5-2 GeoPoint 格式轉換工具.....	93
圖 5-3 GeoPoint kml 輸出.....	93
圖 5-4 GeoPoint 坐標轉換.....	93
圖 5-5 GeoPoint 地圖展示區.....	94
圖 5-6 GeoPoint 成果展示區.....	94
圖 5-7 GeoPoint 資料管理區.....	95
圖 5-8 GeoPoint 輔助功能區位置搜尋.....	95

圖 5-9 GeoPoint 輔助功能區路徑規劃.....	95
圖 5-10 PMMS-DG 模組.....	96
圖 5-11 PMMS-DG 模組主畫面.....	96
圖 5-12 PMMS-DG 產製方位資料.....	96
圖 5-13 GeoPoint 軟體架構.....	97
圖 5-14 GeoPoint 軟體操作流程.....	97
圖 5-15 NovAtel Covert GNSS 資料轉換.....	98
圖 5-16 NovAtel Covert IMU 資料轉換.....	98
圖 5-17 NovAtel Covert 輪速計資料轉換.....	98
圖 5-18 GeoPoint GNSS 資料讀取.....	99
圖 5-19 GeoPoint IMU 及輪速計資料讀取.....	99
圖 5-20 GNSS 資料處理介面.....	100
圖 5-21 參考基站匯入.....	100
圖 5-22 即時解算軌跡成果匯出.....	100
圖 5-23 即時解算軌跡成果.....	101
圖 5-24 RTK/VBS-RTK 解算.....	101
圖 5-25 卡曼濾波器/平滑器之鬆耦合多元感測器整合架構(摘自 100 年度多平臺製圖技術工作案).....	102
圖 5-26 卡曼濾波器/平滑器之緊耦合多元感測器整合架構(摘自 100 年度多平臺製圖技術工作案).....	102
圖 5-27 卡曼濾波器(Shin, 2001).....	102
圖 5-28 平滑器(Gelb, 1974).....	103
圖 5-29 鬆耦合 GNSS/IMU 整合解算.....	103
圖 5-30 緊耦合 GNSS/IMU 整合解算.....	103
圖 5-31 圖形顯示解算軌跡.....	104
圖 5-32 圖形顯示解算軌跡.....	105
圖 5-33 WGS84 坐標系統軌跡輸出.....	105
圖 5-34 TWD97/TWD67 坐標系統軌跡輸出.....	106
圖 5-35 軌跡輸出範例.....	106
圖 5-36 七參數坐標轉換設定範例.....	107
圖 5-37 測試範圍.....	108
圖 5-38 計算方式說明.....	108
圖 5-39 測試範圍.....	109
圖 5-40 GeoPoint 與 IE 之 GNSS 解算比較圖.....	109
圖 5-41 GeoPoint 與 IE 之 GNSS 解算比較表.....	109
圖 5-42 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算位置比較圖(GeoPoint 之 GNSS 解).....	110



圖 5-43 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算位置比較表(GeoPoint 之 GNSS 解).....	110
圖 5-44 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算速度比較圖(GeoPoint 之 GNSS 解).....	110
圖 5-45 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算速度比較表(GeoPoint 之 GNSS 解).....	111
圖 5-46 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算姿態比較圖(GeoPoint 之 GNSS 解).....	111
圖 5-47 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算姿態比較表(GeoPoint 之 GNSS 解).....	111
圖 5-48 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算位置比較圖(IE 之 GNSS 解).....	112
圖 5-49 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算位置比較表(IE 之 GNSS 解).....	112
圖 5-50 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算速度比較圖(IE 之 GNSS 解).....	112
圖 5-51 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算速度比較表(IE 之 GNSS 解).....	113
圖 5-52 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算姿態比較圖(IE 之 GNSS 解).....	113
圖 5-53 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算姿態比較表(IE 之 GNSS 解).....	113
圖 5-54 模擬 GNSS 失訊時間段分布.....	114
圖 5-55 模擬 GNSS 失訊解算成果比較.....	114
圖 5-56 模擬 GNSS 失訊解算成果比較(1 分鐘).....	115
圖 5-57 模擬 GNSS 失訊解算成果比較(2 分 20 秒).....	115
圖 5-58 模擬 GNSS 失訊解算成果比較(4 分 24 秒).....	115
圖 5-59 模擬 GNSS 失訊解算成果比較(5 分 20 秒).....	116
圖 5-60 IE 解算資料.....	116
圖 5-61 各式解算軌跡比較.....	117
圖 5-62 各式解算軌跡比較(局部放大).....	117
圖 5-63 定位定向軟體測試資料(即時解).....	117
圖 5-64 定位定向軟體測試資料(GeoPoint 緊耦合).....	118
圖 5-65 定位定向軟體測試資料(GeoPoint 鬆耦合).....	119
圖 5-66 測試區域.....	119
圖 5-67 GeoPointer 與 IE 軌跡(局部).....	120
圖 5-68 模擬 GNSS 失訊範圍說明.....	122

圖 5-69 GMMS 網路架構圖 .....	123
圖 5-70 GMMS 系統架構圖 .....	124
圖 5-71 GMMS 軟體功能架構 .....	125
圖 5-72 GMMS 軟體主畫面 .....	125
圖 5-73 GMMS 專案類型設定 .....	126
圖 5-74 GMMS 資訊確認 .....	126
圖 5-75 GMMS 專案開啟紀錄 .....	126
圖 5-76 GMMS 使用者帳號及權限設定 .....	127
圖 5-77 GMMS 使用者群組設定 .....	127
圖 5-78 GMMS 軟體其他設定 .....	127
圖 5-79 GMMS 量測工具 .....	128
圖 5-80 GMMS 自訂欄位 .....	128
圖 5-81 GMMS 資源設定 .....	128
圖 5-82 GMMS 筆刷樣式 .....	129
圖 5-83 GMMS 色彩調整前 .....	129
圖 5-84 GMMS 色彩調整後 .....	129
圖 5-85 GMMS 參數設定 .....	130
圖 5-86 GMMS 地圖 .....	130
圖 5-87 GMMS 預設臺灣通用電子地圖為底圖 .....	130
圖 5-88 Geosat GMMS 檢視設定 .....	131
圖 5-89 Geosat GMMS 預設佈局 .....	131
圖 5-90 Geosat GMMS 通用佈局 .....	131
圖 5-91 Geosat GMMS 雙顯示器佈局 .....	131
圖 5-92 Geosat GMMS 影像操作區 .....	132
圖 5-93 Geosat GMMS 測繪地圖 .....	133
圖 5-94 Geosat GMMS 一般地圖 .....	133
圖 5-95 Geosat GMMS 屬性表格 .....	134
圖 5-96 Geosat GMMS 外部地理圖資屬性表格 .....	134
圖 5-97 Geosat GMMS 影像參數表 .....	134
圖 5-98 Geosat GMMS 空間交會紀錄 .....	135
圖 5-99 Geosat GMMS 圖資及圖層管理區 .....	135
圖 5-100 Geosat GMMS 屬性編輯區 .....	136
圖 5-101 GMMS 軟體作業流程 .....	136
圖 5-102 參考資料載入情形 .....	137
圖 5-103 長度量測功能示意圖 .....	137
圖 5-104 面積量測功能示意圖 .....	138
圖 5-105 數化功能示意圖 .....	138

圖 5-106	屬性建置功能示意圖	139
圖 5-107	自行定義圖層	139
圖 5-108	三維量測成果	140
圖 5-109	匯出 SHP 格式成果	140
圖 5-110	控制點反饋軟體操作流程	141
圖 5-111	已知控制點資料匯入格式	141
圖 5-112	匯入控制點	142
圖 5-113	開啟控制點屬性表格	142
圖 5-114	GMMS 控制點量測模組	142
圖 5-115	GeoPoint 控制點量測紀錄	143
圖 5-116	GeoPoint 之 PMMS-DG 控制點反饋模組	143
圖 5-117	控制點反饋測試範圍	144
圖 5-118	控制點量測 1	144
圖 5-119	控制點量測 1	144
圖 5-120	控制點反饋測試成果	145
圖 5-121	GMMS 線形數化	147
圖 5-122	GMMS 提供專屬作業模組	148
圖 5-123	GMMS 已建置臺灣通用電子地圖作業圖層	148
圖 5-124	GMMS 已建置國土利用調查作業圖層	148
圖 5-125	參考資料載入情形	149
圖 5-126	長度量測功能示意圖	149
圖 5-127	面積量測功能示意圖	150
圖 5-128	數化功能示意圖	150
圖 5-129	臺灣通用電子地圖作業圖層及屬性欄位	151
圖 5-130	國土利用調查作業圖層及屬性欄位	151
圖 5-131	地標清查作業示意圖	152
圖 5-132	面物件顯示邏輯修正	153
圖 5-133	鎖點功能	153
圖 5-134	標籤功能	154
圖 5-135	標籤功能	154
圖 5-136	參考圖資圖元對應功能	155
圖 5-137	軟體顯示對應屬性	155
圖 5-138	對應位置顯示	156
圖 5-139	國土利用調查模組新增點及線數化功能	156
圖 5-140	自行定義圖層及屬性欄位設計	157
圖 5-141	土地利用分類編碼調整	157
圖 5-142	土地利用分類編碼調整畫面	158

圖 5-143 臺灣通用電子地圖屬性調整 .....	158
圖 5-144 道路等級編碼調整畫面 .....	159
圖 5-145 道路編碼調整畫面 .....	159
圖 5-146 河川編碼調整畫面 .....	160
圖 5-147 水域編碼調整畫面 .....	160
圖 5-148 地標編碼調整畫面 .....	161
圖 5-149 控制點編碼調整畫面 .....	161
圖 5-150 GMMS 操作介面佈局 .....	162
圖 5-151 專案建立畫面 .....	162
圖 5-152 臺灣通用電子地圖套疊其他圖資 .....	163
圖 5-153 功能名稱調整 .....	163
圖 5-154 圖面中文標籤 .....	164
圖 5-155 國土利用調查成果顯示方式 .....	164
圖 5-156 編輯屬性欄位 .....	165
圖 5-157 新增屬性欄位 .....	165
圖 5-158 點位量測說明 .....	166
圖 5-159 加入比例尺 .....	166
圖 5-160 地標調整功能 .....	167
圖 5-161 圖層鎖定圖示 .....	167
圖 5-162 投 17 線新闢路段圖資更新範圍 .....	168
圖 5-163 投 17 線外業資料蒐集情形 .....	168
圖 5-164 投 17 線外業 e-GNSS 監控情形 .....	168
圖 5-165 投 17 線外業影像拍攝情形 .....	169
圖 5-166 投 17 線 GNSS 解算 .....	170
圖 5-167 投 17 線 GNSS/IMU 整合解算 .....	170
圖 5-168 GNSS 收訊良好 .....	170
圖 5-169 IMU 資料軌跡修正 .....	170
圖 5-170 GMMS 數化道路邊線 .....	171
圖 5-171 投 17 線數化成果 .....	171
圖 5-172 投 17 線數化成果接邊處(首) .....	171
圖 5-173 投 17 線數化成果接邊處(尾) .....	171
圖 6-1 圖資更新作業標準作業流程 .....	173
圖 6-2 外業作業路線規劃 .....	173
圖 6-3 利用其他參考圖資提供路線規劃 .....	173
圖 6-4 電壓檢視計 .....	174
圖 6-5 系統功能測試紀錄表 .....	175
圖 6-6 系統操作紀錄表 .....	176



圖 6-7	確認系統同步紀錄時間資料.....	177
圖 6-8	臺灣通用電子地圖專屬作業模組.....	177
圖 6-9	國土利用調查專屬作業模組.....	178
圖 6-10	資料完整性檢查.....	178
圖 6-11	資料合理性檢查.....	178
圖 6-12	來回測試示意圖.....	179
圖 6-13	來回測試點位分布範例.....	179
圖 6-14	臺中糖廠區段徵收範圍作業路線.....	180
圖 6-15	和美交流道聯外道路範圍作業路線.....	180
圖 6-16	投 17 新闢路段範圍作業路線.....	181
圖 6-17	古坑交流道範圍作業路線.....	181
圖 6-18	古坑山區範圍作業路線.....	182
圖 6-19	高鐵彰化站範圍作業路線.....	182
圖 6-20	臺中市文心路範圍作業路線.....	183
圖 6-21	臺中市霧峰區北峰橋範圍作業路線.....	183
圖 6-22	蒐集地標資料示意圖.....	184
圖 6-23	地標修正示意圖.....	185
圖 6-24	面圖元作業畫面.....	185
圖 6-25	線圖元作業畫面.....	186
圖 6-26	路名確認 1.....	186
圖 6-27	路名確認 2.....	186
圖 6-28	點圖元作業畫面.....	186
圖 6-29	地標位置調整功能.....	187
圖 6-30	臺中糖廠區段徵收電子地圖更新成果.....	187
圖 6-31	和美交流道聯外道路電子地圖更新成果.....	187
圖 6-32	投 17 新闢路段電子地圖更新成果.....	188
圖 6-33	古坑交流道電子地圖更新成果.....	188
圖 6-34	古坑山區電子地圖更新成果.....	188
圖 6-35	高鐵彰化站電子地圖更新成果.....	189
圖 6-36	臺中市文心路電子地圖更新成果.....	189
圖 6-37	臺中市霧峰區北峰橋電子地圖更新成果.....	189
圖 6-38	投 17 新闢道路來回測試檢核點位分布.....	190
圖 6-39	和美交流道聯外道路來回測試檢核點位分布.....	191
圖 6-40	古坑交流道來回測試檢核點位分布.....	191
圖 6-41	臺中糖廠區段徵收範圍來回測試檢核點位分布.....	192
圖 6-42	臺中市文心路來回測試檢核點位分布.....	192
圖 6-43	臺中市文心路來回測試情形(來).....	193

圖 6-44	臺中市文心路來回測試情形(回)	193
圖 6-45	霧峰北峰橋來回測試檢核點位分布	194
圖 6-46	古坑山區來回測試檢核點位分布	194
圖 6-47	高鐵彰化站來回測試檢核點位分布	195
圖 6-48	道路邊線不明確 1	196
圖 6-49	道路邊線不明確 2	196
圖 6-50	道路邊線不明確 3	196
圖 6-51	道路邊線不明確 4	196
圖 6-52	道路邊線不明確 5	196
圖 6-53	道路邊線不明確 6	196
圖 6-54	道路邊線受遮蔽 1	197
圖 6-55	道路邊線受遮蔽 2	197
圖 6-56	道路邊線受遮蔽且較遠 1	197
圖 6-57	道路邊線受遮蔽且較遠 2	197
圖 6-58	國土利用調查圖資更新作業畫面	198
圖 6-59	國土利用調查圖資更新作業畫面 2	198
圖 6-60	國土利用調查圖資更新作業成果	199
圖 6-61	坵塊受地貌影響無法確認屬性	200
圖 6-62	坵塊變異且受地形影響無法確認屬性	200
圖 6-63	道路視角難以完整確認坵塊屬性 1	201
圖 6-64	道路視角難以完整確認坵塊屬性 2	201
圖 6-65	國土利用調查作業(城區)	202
圖 7-1	經 KML 語法嵌入環景影像	210
圖 7-2	PointGrey Ladybug 全景影像格式轉換	210
圖 7-3	Iwane 系統環景影像瀏覽軟體	211
圖 7-4	全景影像展示於 GEE 平臺	211
圖 7-5	Ladybug5 外觀	212
圖 7-6	Ladybug5 全景影像資訊	213
圖 7-7	格式轉換確認	213
圖 7-8	街景影像模糊化工具	214
圖 7-9	GEE 影像嵌入	214
圖 7-10	街景資料蒐集範圍_臺中	215
圖 7-11	街景資料蒐集範圍_臺南	215
圖 7-12	街景資料軌跡_臺中	215
圖 7-13	街景資料軌跡_臺南	215
圖 7-14	街景影像中繼資料	216
圖 7-15	原始街景影像	217

圖 7-16	直方圖均等化後街景影像.....	217
圖 7-17	二值圖(較寬範圍).....	217
圖 7-18	二值圖(適中範圍).....	217
圖 7-19	二值圖(較窄範圍).....	217
圖 7-20	過濾結果(較寬範圍).....	218
圖 7-21	過濾結果(適中範圍).....	218
圖 7-22	過濾結果(較窄範圍).....	218
圖 7-23	以 OR 運算合成影像(紅框處為人臉範圍).....	219
圖 7-24	人臉模糊化成果.....	219
圖 7-25	人臉模糊化成果局部放大.....	219
圖 7-26	全景影像亮度擷取.....	220
圖 7-27	垂直邊緣資訊計算.....	220
圖 7-28	邊緣密度計算.....	220
圖 7-29	Canny 邊緣資訊計算範例.....	221
圖 7-30	車牌模糊化成果.....	222
圖 7-31	車牌模糊化成果局部放大圖.....	222
圖 7-32	機敏區域模糊化成果.....	223
圖 7-33	全景影像包含部分車身資訊.....	223
圖 7-34	車身模糊化模板.....	223
圖 7-35	利用前一張紅框範圍資訊填補車身.....	224
圖 7-36	車身消除成果.....	224
圖 7-37	前張影像擷取範圍.....	224
圖 7-38	欲填補範圍.....	224
圖 7-39	欲填補範圍.....	225
圖 7-40	以 Logo 覆蓋車身資訊.....	225
圖 7-41	街景影像拼接軟體.....	226
圖 7-42	街景影像拼接作業流程.....	226
圖 7-43	輸入影像組.....	227
圖 7-44	特徵點提取.....	228
圖 7-45	特徵點匹配.....	229
圖 7-46	影像拼接示意圖.....	230
圖 7-47	未調色之影像拼接結果輸出.....	230
圖 7-48	調色後影像拼接結果輸出.....	231
圖 7-49	Ladybug5 全景相機各鏡頭影像.....	231
圖 7-50	製圖精度測試範圍.....	232
圖 7-51	全景影像匹配點雲.....	232
圖 7-52	以 MMS 量測成果做為控制點.....	233

圖 7-53 密度 5 公尺控制點分布 .....	233
圖 7-54 密度 10 公尺控制點分布 .....	234
圖 7-55 密度 15 公尺控制點分布 .....	235
圖 7-56 Ladybug5 全景相機各鏡頭影像.....	237
圖 7-57 Ladybug5 全景相機精度測試路線.....	238
圖 7-58 全景影像匹配點雲 .....	238
圖 7-59 以 MMS 量測成果做為控制點.....	239
圖 7-60 控制點分布 .....	239
圖 7-61 控制點及連結點分布 .....	240
圖 8-1 單人背負之個人攜行移動測繪系統.....	242
圖 8-2 高腳架個人攜行移動測繪系統 .....	242
圖 8-3 電力供應系統方塊圖 .....	243
圖 8-4 簡易型 POS 系統.....	243
圖 8-5 系統方塊圖(一) .....	243
圖 8-6 系統方塊圖(二) .....	243
圖 8-7 本公司相機率定實驗室 .....	245
圖 8-8 個人攜行移動測繪系統測試路線.....	246
圖 8-9 個人攜行移動測繪系統實地測試影像.....	246
圖 8-10 個人攜行移動測繪系統實地測試軌跡.....	247
圖 8-11 GMMS 道路邊線數化畫面 1.....	247
圖 8-12 GMMS 道路邊線數化畫面 2.....	247
圖 8-13 個人攜行移動測繪系統道路數化成果.....	248
圖 8-14 A 圈選處軌跡套疊 .....	248
圖 8-15 B 圈選處軌跡套疊 .....	248
圖 8-16 不合理鋸齒狀軌跡.....	249
圖 9-1 本案保養維護教育訓練簽到表 .....	251
圖 9-2 保養維護教育訓練現場 1 .....	251
圖 9-3 保養維護教育訓練現場 2 .....	251
圖 9-4 本案移動測繪系統教育訓練簽到表 .....	252
圖 9-5 保養維護教育訓練現場 1 .....	252
圖 9-6 保養維護教育訓練現場 2 .....	252



## 表目錄

表 1-1 車載移動測繪系統精度規範.....	2
表 1-2 各階段檢核點交付成果說明.....	4
表 2-1 GeoMasterNeo 籌載規格(摘自 Hatake et al., 2011).....	14
表 3-1 本案採用衛星定位儀規格.....	19
表 3-2 本案採用慣性量測元件規格.....	20
表 3-3 本案採用相機規格.....	25
表 3-4 本案採用控制電腦規格.....	26
表 3-5 國土測繪中心提供車輛車體規格.....	36
表 3-6 系統設備電力規格.....	41
表 3-7 第一次電力測試數據.....	43
表 3-8 第二次電力測試數據.....	43
表 3-9 現行 MMS 使用之光達規格比較.....	50
表 3-10 建議光達規格比較.....	51
表 3-11 防塵等級(摘自 <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/IP_Code">https://en.wikipedia.org/wiki/IP_Code</a> ).....	53
表 3-12 防水等級(摘自 <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/IP_Code">https://en.wikipedia.org/wiki/IP_Code</a> ).....	54
表 3-13 車頂設備接受溫度對照.....	56
表 3-14 系統作業溫度紀錄表.....	56
表 3-15 迴轉式座椅安全審驗說明.....	62
表 3-16 特種車輛申請優缺點分析.....	67
表 4-1 車載移動測繪系統作業說明.....	70
表 4-2 相機內方位率定成果.....	76
表 4-3 軸角及固定臂率定成果.....	81
表 4-4 軸角及固定臂率定精度.....	81
表 4-5 車載移動測繪系統精度驗證成果.....	83
表 4-6 內業及外業之成果比對.....	86
表 4-7 GNSS 無失訊且無輪速計之作業精度.....	88
表 4-8 GNSS 失訊 60 秒之作業精度.....	89
表 4-9 GNSS 失訊 60 秒且無輪速計輔助之作業精度.....	90
表 5-1 GeoPoint 功能測試紀錄表.....	107
表 5-2 即時解與 IE 解算成果比較表.....	118
表 5-3 GeoPoint 緊耦合整合解與 IE 解算成果比較表.....	118
表 5-4 GeoPoint 緊耦合整合解與 IE 解算成果比較表.....	119
表 5-5 GeoPoint 與 IE 解算成果比較表.....	120
表 5-6 即時解與 IE 解算成果比較.....	121
表 5-7 GeoPointer 有無 GNSS 失訊解算差異.....	122
表 5-8 IE 有無 GNSS 失訊解算差異.....	123

表 5-9 GMMS 系統需求.....	124
表 5-10 控制點量測成果.....	145
表 5-11 控制點反饋後量測成果.....	145
表 5-12 控制點反饋前後量測比較.....	146
表 5-13 GMMS 功能測試紀錄表.....	146
表 5-14 GMMS 功能測試紀錄表.....	152
表 5-15 圖資處理硬體設備規格說明.....	172
表 6-1 作業路線及路線長度列表.....	179
表 6-2 作業檢核成果.....	190
表 6-3 外業資料蒐集時間表.....	203
表 6-4 臺灣通用電子地圖圖資更新作業時間表.....	204
表 6-5 國土利用調查圖資更新作業時間表.....	205
表 7-1 各縣市全景影像建置現況調查表.....	209
表 7-2 測量製圖精度測試(控制點密度 5 公尺, 單位: 公尺).....	234
表 7-3 測量製圖精度測試(控制點密度 10 公尺, 單位: 公尺).....	235
表 7-4 測量製圖精度測試(控制點密度 15 公尺, 單位: 公尺).....	236
表 7-5 測量製圖精度測試成果.....	236
表 7-6 測量製圖精度測試成果.....	241
表 8-1 重量及耗電量比較.....	242
表 8-2 個人攜行移動測繪系統相機內方位率定.....	245
表 8-3 軸角及固定臂率定成果.....	246
表 8-4 軸角及固定臂率定精度.....	246
表 8-5 慣性測量儀之分類規格(江凱偉,2011).....	249
表 8-6 個人攜行移動測繪系統設備成本估算表.....	250
表 8-7 個人攜行移動測繪系統作業成本估算表.....	250
表 9-1 保養維護教育訓練時間表.....	251
表 9-2 移動測繪系統教育訓練時間表.....	252



## 第壹章 前言

### 第一節 計畫名稱

本計畫名稱為『104 及 105 年度發展車載移動測繪系統(MMS)作業採購案』(以下簡稱本案)。

### 第二節 計畫緣起

內政部國土測繪中心(以下簡稱國土測繪中心)近年來致力於引進測繪新科技輔助基本地形圖、國土利用調查、臺灣通用電子地圖等基礎核心圖資建置及更新維護工作。車載移動測繪系統(Mobile Mapping System, MMS)可結合精密整合式定位定向系統及多種數位影像感測器，具有高機動特性，可補足航遙測資料獲取的空隙，加速空間資料獲取。

97 年度國土測繪中心辦理「探測感應器測繪平臺架構規劃暨應用作業」案，針對 MMS 架構進行初步探討，101 年度辦理「以移動載具 (MMS) 輔助辦理測繪圖資更新之研究」自行研究案，進一步了解 MMS 之應用層面與辦理國土測繪中心現有測繪圖資更新作業之可行性研究，研究結論如下：

- 一、辦理國土利用調查作業：MMS 對於街廓整齊、道路寬敞且地籍資料和現況能整齊對應之社區型建物密集區，成果品質合格率可達 90%，此外無對應圖資可供參考時，MMS 亦能正確量測新增建物或土地使用變更範圍，確可輔助辦理國土利用調查成果更新作業。
- 二、辦理臺灣通用電子地圖清查：針對重要地標清查工作部分，MMS 影像可提供作業人員豐富及多元之內業判讀資訊，辨識率達 95%，證明 MMS 可應用於地標清查工作。
- 三、MMS 作業輔助：道路狹窄、遮蔽情形、太陽斜射、GNSS 訊號不佳導致精度變差等問題，可透過搭配人工赴現地調查補充及採用參考圖資，協助判釋地標及土地使用現況位置。
- 四、減少外業人力：可將大量外業調查人力與時間，改成內業攝影測量作業模式，避免天候影響，減少人員意外風險，此外拍攝資料可永久保存，提供未來相關應用使用。
- 五、道路更新效率提升：新增重要交通建設，如影像資料尚未更新或取得困難，以 MMS 進行路邊線測繪，其精度符合臺灣通用電子地圖及基本地形圖道路圖層要求，有助提升道路更新作業效率。

本案於 104 及 105 年度建置車載移動測繪系統並試辦街景資料蒐

集及整合、試辦國土利用調查成果及臺灣通用電子地圖圖資更新作業等，期能掌握先進測量技術並發揮其測繪能量，以達到圖資快速更新，提供國家經建政策規劃推動及防救災領域所需即時且正確的基礎圖資。

### 第三節 工作項目及內容

一、需求訪談、資料蒐集及提報各式報告書

二、車載移動式測繪系統軟硬體設備

(一)定位定向感測器

1. 衛星定位儀及天線盤 1 組。
2. 慣性量測元件 1 組。
3. 輪速計 1 組:解析度 1000 pluses/rev(含)以下。

(二)影像感測器

彩色工業級數位相機 8 部。

(三)控制電腦

提供控制電腦 2 部，以顯示、儲存及監控所有感測器之資料。

(四)監控軟體

即時監控功能軟體 1 套(含正版安裝軟體)，並安裝於控制電腦上。

三、車載移動測繪系統載體結構調整、組裝及測試

(一)載體結構調整

由國土測繪中心提供車輛(型號:Toyota INNOVA 2.7)以安裝各項元件，並協助國土測繪中心辦理通過車輛安全檢測基準，及該車輛之行照合法換發之各項申請作業。

1. 電力系統
2. 車頂架
3. 車輛內部空間之調整
4. 車後警示裝置

(二)本案建置之車載移動測繪系統組裝完成後，至內政部於多平臺製圖技術工作案中所建置之檢校場檢校辦理定位精度測試，且無衛星脫落與衛星脫落 60 秒之平面與高程定位精度應優於表 1-1 所列門檻值。

表 1-1 車載移動測繪系統精度規範

衛星脫落60秒，無輪速計輔助之定位定向精度(95%信心區間)	平面位置精度	≤50cm
	高程位置精度	≤50cm
無衛星脫落，無輪速計之定位定向精度(95%信心區間)	平面位置精度	≤10cm
	高程位置精度	≤20cm

(三)本案所建置之車載移動測繪系統加裝本公司自有之全景相機



(Ladybug5)進行實地道路測試 10 公里，確認電力輸出及影像傳輸可正常運作、感測器資料即時擷取功能、定位定向感測器測監控功能及定距或定時控制感測器擷取資料功能等。

#### 四、內業圖資處理軟硬體設備

##### (一)圖資處理硬體設備

高階繪圖工作站伺服器 4 部，用於解算定位定向資料、處理各項感測器之資料。

##### (二)移動測繪系統相關軟體

定位定向解算軟體 1 套、像片量測處理軟體 4 套(含正版安裝軟體)。於 104 年第 3 階段工作完成時，提供國土測繪中心測試。

#### 五、試辦街景資料蒐集及整合

#### 六、試辦應用個人攜行移動測繪系統辦理資料蒐集

#### 七、試辦圖資更新作業

#### 八、客製化圖資處理軟體

#### 九、成果展示作業

#### 十、辦理教育訓練

(一)辦理 1 梯次移動測繪系統教育訓練，訓練人數 10 人，訓練時數 6 小時。

(二)辦理 1 梯次移動測繪系統保養維護教育訓練作業，訓練人數 10 人，訓練時數 4 小時。

### 第四節 整體工作規劃與時程

本案之工作時程分為 6 個階段，各階段交付項目如表 1-2 所列，現已完成本案工作項目，其中已於期初報告及期中報告完成第 1 階段至第 5 階段之作業成果，包含車載移動測繪系統各式儀器設備採購、載體結構調整、街景資料蒐集及整合作業、移動測繪系統相關軟體及應用個人攜行移動測繪系統辦理資料蒐集。而本階段之作業成果，主要包含試辦圖資更新作業及客製化圖資處理軟體，分別說明如第柒章及第伍章第五節。

表 1-2 各階段檢核點交付成果說明

階段	交付項目	單位	數量	繳交情形
第 1 階段 104 年 4 月 26 日	作業計畫書(初稿)	份	10	104 年 4 月 24 日發文提送
	作業計畫書(修正版)	份	3	104 年 5 月 21 日發文提送
第 2 階段 104 年 7 月 25 日	GNSS	組	1	104 年 7 月 8 日發文提送
	IMU	組	1	
	工業級相機	台	8	
	控制電腦	部	2	
	輪速計	組	1	
	監控軟體	套	1	
第 3 階段 104 年 9 月 13 日	載體結構調整	式	1	104 年 10 月 15 日發文提送
	車載移動測繪系統於檢校場進行檢校及檢校報告書	式	1	
	車載移動測繪系統規格書	式	1	
	提供試用移動測繪軟體	式	1	
第 4 階段 104 年 12 月 2 日	試辦街景資料蒐集及整合	式	1	104 年 11 月 18 日辦理教育訓練 104 年 12 月 2 日發文提送
	教育訓練	式	1	
	104 年度成果投稿研討會或期刊論文	篇	1	
	期初報告書	份	20	104 年 12 月 28 日發文提送
	期初報告書(修正版)	份	3	
第 5 階段 105 年 3 月 11 日	高階繪圖工作站伺服器	部	4	105 年 3 月 14 日發文提送 105 年 4 月 15 日發文重新提送
	定位定向解算軟體	套	1	
	像片量測處理軟體	套	4	
	試辦應用個人攜行移動測繪系統辦理資料蒐集	式	1	105 年 5 月 23 日發文提送
	期中報告書(初稿)	份	20	
	期中報告書(修正版)	份	3	
第 6 階段 105 年 8 月 8 日 (因尼伯特颱風展 延工期 1 天, 故 繳交期限延至 105 年 8 月 9 日)	試辦圖資更新作業	式	1	105 年 8 月 9 日發文提送 105 年 9 月 6 日發文重新提送
	試辦街景資料蒐集及整合(繳交需求規格書中第貳、五項下之(五)成果)	式	1	
	客製化圖資處理軟體	式	1	
	成果展示作業	式	1	
	教育訓練(移動測繪系統)	式	1	
	保養維護手冊	份	5	
	工作總報告書(初稿)	份	20	
	工作總報告書(修正版)	份	5	

## 第貳章 近五年國內外 MMS 實例介紹

### 第一節 空間資訊應用實例介紹

#### 一、成功大學自主研發車載移動測繪系統技術

國內車載移動測繪系統相關完整研發工作首推國立成功大學，於民國 97 年起在國家科學委員會(已於 103 年升格為科技部)資助下，嘗試自主研發車載移動遙測製圖技術，系統硬體平臺包含機電設計、多感測器系統整合、各感測器觀測量同步、感測器系統率定；軟體開發包含精密定位定向演算法開發、直接地理定位模組等自主研發的移動測圖關鍵技術。該系統使用的整合式定位定向系統為高階戰術等級微機電陀螺儀之慣性測量儀(陀螺飄移 10 度/小時)、GNSS 接收儀、輪速計等自行組裝之原型系統，如圖 2-1 所示。成果顯示直接地理定位於無控制點時，平面定位精度為 15 公分，三維定位精度為 28 公分(Li, 2010)。

同時國家科學委員會於民國 100 年起進一步資助該測繪車，將第一代發展之鷹眼平臺重新安裝至四輪傳動車上，如圖 2-2 所示。延續第一代開發經驗，改善車內(電腦、機櫃、電力設施等)與車頂架(定位定向系統與相機)系統配置，增加可使用空間與外表美觀，並加強電力系統穩定度，以因應災區崎嶇地形，提高作業機動性。另一方面，該車載移動測繪系統與無人機載遙測製圖系統進行聯合作業，針對防災減災等相關應用進行研究，相關細節內容請參考內政部 100 年發展與應用多平臺遙測製圖技術工作案。

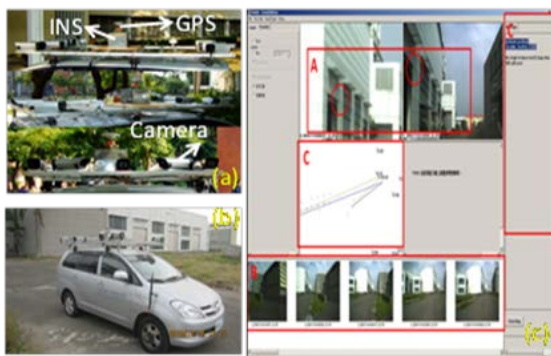


圖 2-1 成功大學第一代鷹眼平臺



圖 2-2 成功大學第二代鷹眼平臺

成功大學於民國 100 年起參與內政部地政司 100 年度至 103 年度多平臺製圖技術工作案，各年度作業項目如圖 2-3 所示，致力於各項多平臺製圖技術開發，包含多平臺定位定向系統整合及其解算模式演



算法設計開發、評估不同衛星系統對於製圖平臺製圖應用效益，更結合傾斜攝影、直升機及無人機進行製圖技術開發，對於國內多平臺製圖技術有相當大的貢獻，並為國內多平臺製圖技術建立各種作業規範。

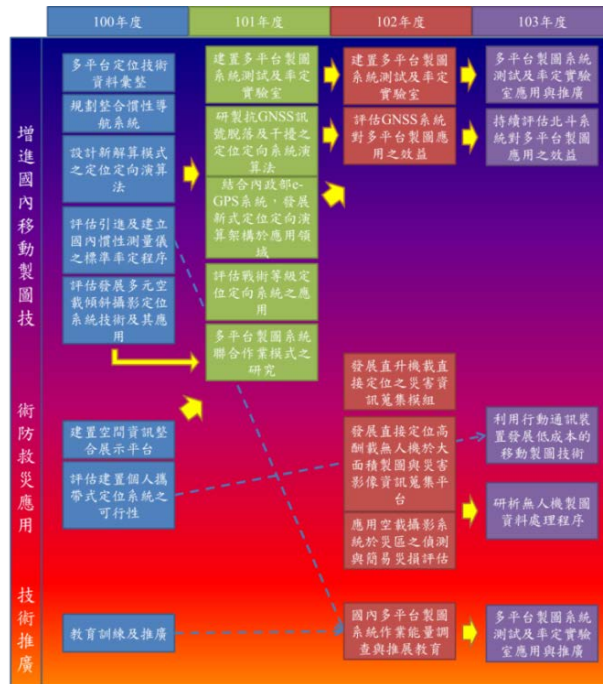


圖 2-3 成功大學歷年工作項目目的及關係圖(摘自內政部 103 年發展與應用多平臺遙測製圖技術工作案)

## 二、Google Street View 計畫

Google 於民國 96 年開始進行 Google Street View 計畫，該計畫主要是針對旗下開發的軟體 Google Earth 與 Google Maps，增加街景導覽的功能。其街景資料主要藉由 Google 自行開發之街景車，其上搭載定位定向系統、多台相機、光達等感測器，於世界各地蒐集資料。未來使用者只要於地圖街道上選定 1 點，即可透過 Street View 得知該地點實地的 360 度全景影像，給予使用者身歷其境的感覺。目前 Google Street View 功能在 Google Maps 的介面如圖 2-4 所示。



圖 2-4 Google Street View 介面(摘自 <http://maps.google.com.tw/>)

民國 97 年底開始於台灣進行拍攝工作的 Google 街景車基本配備含有 GNSS、8 台平面拍攝與 1 台向上拍攝魚眼相機、光達，如圖 2-5 所示，如此一來可確保高角度的建物(如台北 101 大樓)都能完整入鏡，同時 8 個方向加上魚眼相機可完整拍到 720 度無縫畫面，達成最佳實景效果。相機下方裝有德國 SICK AG 公司所生產的 LMS291 系列型號的光達儀器，用來掃瞄道路輪廓與測量道路邊緣，藉由周遭建物的形狀和車子間的距離，判斷畫面中建築物位置，可用來建立三維的建物模型或數碼城市。



圖 2-5 Google 街景車(摘自 <http://maps.google.com.tw/>)

### 三、成功大學自主發展個人攜行移動測繪系統

國內個人攜行移動測繪系統發展約始於民國 100 年，成功大學參考過去移動測繪技術基礎，結合近景攝影測量、衛星即時定位原理等，同時考量過去移動測繪系統技術進行測繪時所遭遇的問題，如軟硬體穩定性、電力提供、行車路線、地理環境等，發展 1 套可攜式全景環場的個人攜行移動測繪系統，並結合 e-GNSS 即時定位，達成原移動遙測製圖技術目的，有效降低移動遙測製圖技術所面臨構造複雜化與電力供應等問題。此系統並未使用昂貴的 INS 系統，取而代之的為使用 GNSS 連接 e-GNSS 接收儀，搭配輕型數位單眼相機，進而提升直接地理定位適地與適應性，測繪不再受限於窄巷或山區等地理環境因素，進而達到快速建立全景定位與三維模型。

隔年民國 101 年，成功大學於國家科學委員會資助下，進一步提升個人攜行移動測繪系統軟硬體設備，圖 2-6 所示為系統示意圖。分析結果顯示，比較傳統差分與虛擬參考站模式，兩者解算成果精度相近，而精密單點定位則較差。使用傳統差分與虛擬參考站模式於直接地理定位精度約為 5 至 10 公分，精密單點定位模式約為 20 公分至 1 公尺。虛擬參考站模式相較於傳統差分優點為不需額外架設主站，同時精度並未降低，而精密單點定位則需較長時間進行收斂，相關細節內容請參考內政部 100 年發展與應用多平臺遙測製圖技術工作案。

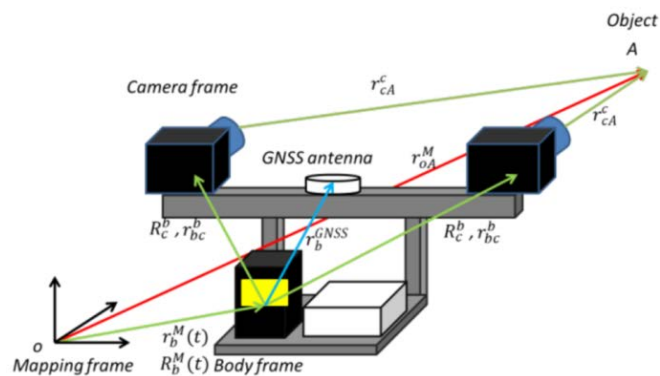


圖 2-6 個人攜行移動測繪系統相機與 INS/GNSS 配置狀況

成功大學於內政部 104 年度多平臺製圖技術工作案提出室內移動製圖技術，以小推車為載具裝載高階導航等級 IMU 及全景相機，在無 GNSS 更新資訊情況下，定位精度直接受 IMU 影響，分別以時間間隔 1 分鐘、5 分鐘及 10 分鐘進行 GNSS 更新，其直接地理定位精度分別為 0.627 公尺、0.877 公尺及 1.556 公尺。

成功大學另提出機車與背包兩用式 MMS 系統，利用登山背包支架支撐 MMS 系統，背負全景相機 Ladybug5 及戰術級 POS 系統，系統總重約 20 公斤(如圖 2-7)。系統透過手持輪速計及改裝機車輪速計，利用固定距離間距進行儀器同步觸發，資料蒐集後針對全景影像進行點位前方交會量測，其量測精度達公尺級，相關細節內容請參考內政部 104 年發展與應用多平臺遙測製圖技術工作案。





圖 2-7 成功大學兩用式 MMS(摘自內政部 104 年度多平臺製圖技術工作案)

## 第二節 製圖領域應用實例介紹

### 一、車載道路調查系統 MoSES

圖 2-8 所示為 Graefe(2011)開發移動式車載道路調查系統(Mobile Road Mapping System, MoSES)，其定位定向系統搭載整合 INS/GNSS 與里程計數器、影像感測器包含高性能掃描儀與多台照相機等，因應不同的測量任務需求，設計可彈性的系統模組。該系統已應用於公路建設與周圍建物的監測(如圖 2-9)、鐵路隧道(如圖 2-10)調查等應用。而實驗成果顯示，搭載多台相機與掃描儀可成功取得道路平面資料，也可於隧道內取得環狀 360 度完整的資訊，其平面與高程定位精度皆可達到小於公分等級，未來車載道路調查系統可應用於更多艱困的地區，包含道路建設、隧道監控與製圖、機器人轉向等開發研究。



圖 2-8 車載道路調查系統 MoSES(摘自 Graefe, 2011)



圖 2-9 公路建設與周圍建物點雲結果(摘自 Graefe, 2011)



圖 2-10 鐵路隧道調查應用(摘自 Graefe, 2011)

## 二、公路交通設施及交通標誌檢測實例

Li 等人(2011)發表陸基移動遙測製圖系統(L-MMS)，搭載雙頻 GNSS 接收機、慣性測量儀、CCD 攝影機與相機，進行公路交通設施與交通標誌自動化檢測與分析。經由初步成果顯示，系統可成功接收公路硬體設施，並可成功檢測到小於數十公分的道路裂縫，於標記損壞成功辨識比例不低於 85%，成功偵測交通標誌比例超過 90%，其交通標誌測量精度可達 2 至 5 公分。

Shahbazi 等人(2012)同樣利用車載移動測繪系統進行交通標誌的自動化定位、偵測、辨識分析等，針對不同形狀的交通標誌，包含圓形、方形、三角形等進行評估。其成果顯示量測精度可達 10 公分左右，更進一步可針對標誌內之圖形進行分析，如圖 2-11 所示，可藉由大量資料的蒐集，建立相關係數資料庫，未來可自動化偵測路上交通標誌並得知其標誌內容。

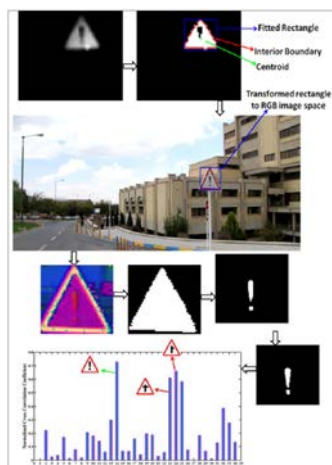
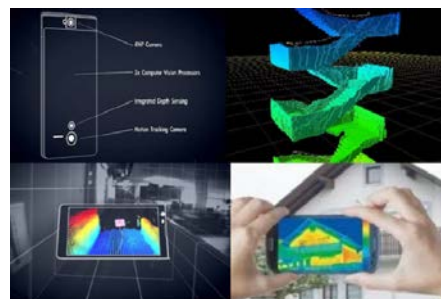


圖 2-11 交通標誌自動化辨識流程圖(摘自 Shahbazi et al., 2012)

### 三、個人攜行室內移動製圖系統

近年來，Trimble 與 Google 也對個人攜行移動測繪系統展現高度興趣。圖 2-12 所示為 Trimble 所發展的個人攜行室內移動製圖系統 (Trimble Indoor Mobile Mapping Solution)，此系統搭載 INS、輪速計、全景相機、光達等。圖 2-13 所示為 Google Tango 計畫所發展中的手機級室內製圖系統，平臺上搭載 INS、磁力計、氣壓計、彩色與景深相機、電腦視覺處理器。然而上述 2 個平臺系統主要應用於室內製圖，因此皆未使用 GNSS 接收儀器。


 圖 2-12 Trimble 個人攜行移動測繪系統(摘自 <http://www.trimble.com>)

 圖 2-13 Google 手機級室內製圖系統(摘自 <http://www.google.com/atap/projecttango/>)

文獻 Haala 等人(2011)利用微機電等級的 IMU 與低成本的景深相機，發展室內個人攜行移動測繪系統。由於 IMU 於室內時無法接收 GNSS 衛星訊號進行更新，因而採用零速更新(Zero Velocity Updates, ZUPT)做為輔助資料來源，並搭載低成本景深相機 Kinect，其可透過 RGB 彩色攝影機擷取彩色影像、紅外線發射器與 CMOS 攝影機建構 3D 深度影像、聲音訊號等，透過系統整合可得每個位置掃描得到的深度資訊，進而推得影像每個像元對應於空間中點位資訊，搭配彩色



影像的顏色，建構出空間的點雲資訊，圖 2-14 所示為其成果圖。未來對於精度要求較低的製圖需求，如大型展覽場平面圖的建置、公共設施分佈示意圖等，可快速取得所需資訊，更可進一步規劃行走動線規劃，對於室內製圖應用有很大的幫助。

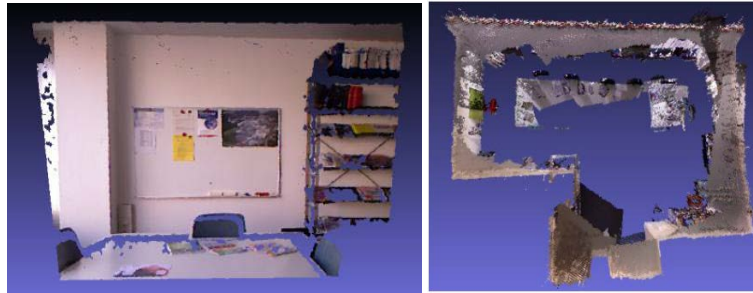


圖 2-14 點雲資料(摘自 Haala et.al., 2011)

#### 四、多平臺移動測繪系統

Kukko 等人(2012)搭載整合 IMU/GNSS、相機、雷射掃描儀安裝於固定平臺支架上，將移動測繪系統安裝於車載平臺，進行市區三維點雲資料建立；同時可將移動測繪系統平臺裝卸，並放置於船載平臺，可針對海岸線、湖面、河道變化進行資料建置；更進一步遇到雪地、草地、崎嶇路面時，可採用雪橇、越野車、推車或後揹形式做為個人攜行移動測繪系統，如圖 2-15 所示。圖 2-16 所示為利用個人攜行移動測繪系統點雲資料，後處理內插建立之 20 公分網格大小的 DEM 資料，高密度點雲之絕對精度為公分等級。此系統可快速應用於人口密集的都市區、古蹟掃描重建、農業利用、森林與海岸地形變化等，並提供高密度且高精度的點雲資料，對於空間資訊蒐集與製圖測繪領域有很大的幫助。



圖 2-15 移動測繪系統(摘自 Kukko et.al., 2012)

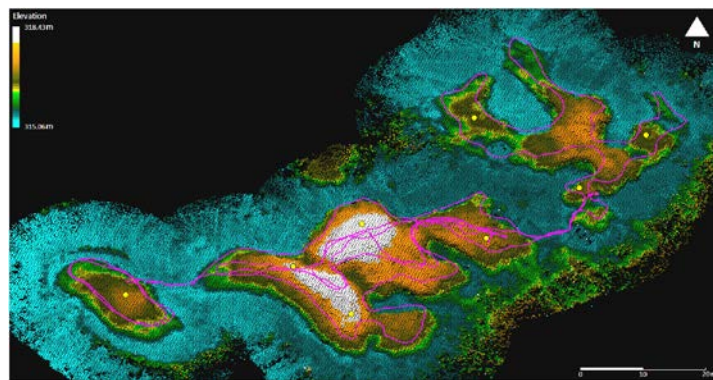


圖 2-16 移動測繪系統建立之 20 公分網格 DEM(摘自 Kukko et.al., 2012)

### 第三節 防救災應用實例介紹

#### 一、民國 100 年日本 311 大地震

日本於民國 100 年 3 月 11 日發生日本有觀測紀錄以來規模最大的地震，隨後引起的海嘯也是最為嚴重的 1 次，加上引發的火災與核能洩露事故，導致日本東北地區地方機能與經濟癱瘓。日本當局於發生地震後，初期採用空載遙測製圖系統進行資料蒐集與初步評估，接著採用車載移動測繪系統(GeoMasterNeo)進行災損評估等相關工作(Hatake et al., 2011)。圖 2-17 所示為協助日本 311 大地震災損評估所使用的車載移動測繪系統，其上搭載整合 GNSS/IMU 系統、輪速計、數位相機、環景相機、光達等進行資料蒐集，其系統規格如表 2-1 所示。當 GNSS 訊號優良時其定位精度約為 5 公分，其定位精度可滿足日本國家 1:500 地圖要求。圖 2-18 所示為資料處理後成果展示。





圖 2-17 車載移動測繪系統應用於日本 311 大地震(摘自 Hatake et al., 2011)

表 2-1 GeoMasterNeo 籌載規格(摘自 Hatake et al., 2011)

Issue	Remarks
Vehicle	TOYOTA Rush 1500 CC: compact mini van
GNSS	12 channel L1/L2, 2Hz
IMU	TerraControl: Roll/Pitch 0.004 degree, Heading 0.01degree
Laser	RIEGL VQ250 * 2pcs
Pulse reception rate	300KHz/Scanning rate 100 scans/sec
Point density (40km/hr)	900 points/m <sup>2</sup> (range 5 m)
Odometer	Optical
Digital camera	1.2M Nikon & Olympus
Omni directional camera	Ladybug 3

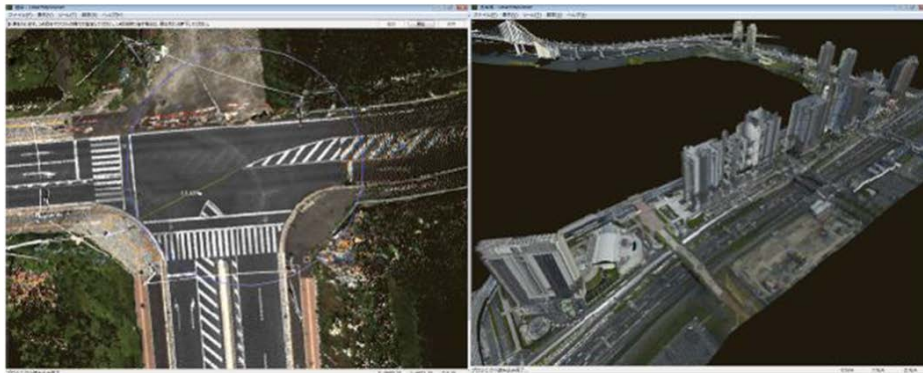


圖 2-18 車載移動測繪系統應用於日本 311 大地震成果(摘自 Hatake et al., 2011)

Koarai 等人(2012)更進一步將車載移動測繪系統應用於 311 大海嘯後淹水區域的評估與調查作業，如圖 2-19 所示，其上搭載 GNSS/IMU、6 台相機組成環景相機。圖 2-20 與圖 2-21 所示為資料蒐集區域與其成果分析。經由資料成果顯示，大地震引發海嘯影響範圍可由海岸線往陸地延伸約 5 公里左右，其中距離 1 公里內的區域完全被淹沒摧毀，距離海岸線愈遠破壞程度愈低，同時與地勢起伏變化、土壤土質也有密切關聯，因此透過車載移動測繪系統，不僅可進行現況災損的評估，未來也可針對需加強防災部分進行分析處理。



圖 2-19 車載移動測繪系統應用於日本 311 大地震(摘自 Koarai et al., 2012)



圖 2-20 測試區域(摘自 Koarai et al., 2012)

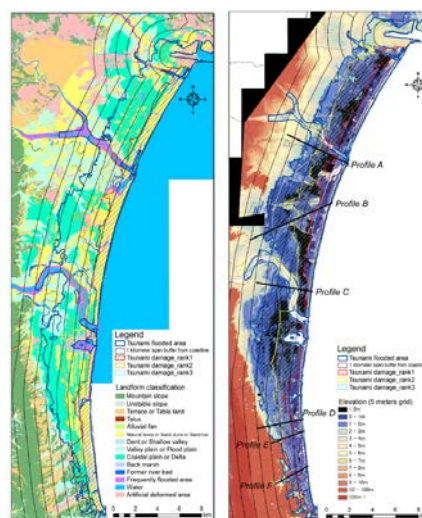


圖 2-21 分析結果(摘自 Koarai et al., 2012)

## 二、國內莫拉克風災應用實例

台灣屬天災頻繁之島，天災的預防技術發展固然重要，有效的災損評估與救援系統之發展有其必要性。過去成功大學於莫拉克颱風過後，進入災區蒐集資料，探討車載移動測繪系統應用於快速救災評估可行性分析，並藉由相關影像分析災害發生可能之原因，提供未來天災快速災損評估與救援能力(Li, 2010)。勘災行程包含屏東林邊與高雄甲仙，總里程數約 60 公里，拍攝相片數超過 20,000 張。由成果展示，其可結合 Google Map 介面，達成無縫定位軌跡，檢視沿軌跡災損情況。同時透過直接定位技術引入，所拍攝的照片可提供無控制點之近景攝影測量，提供數位化直接災損評估。圖 2-22 與圖 2-23 為林邊國小與甲仙斷橋現況調查拍攝影像。



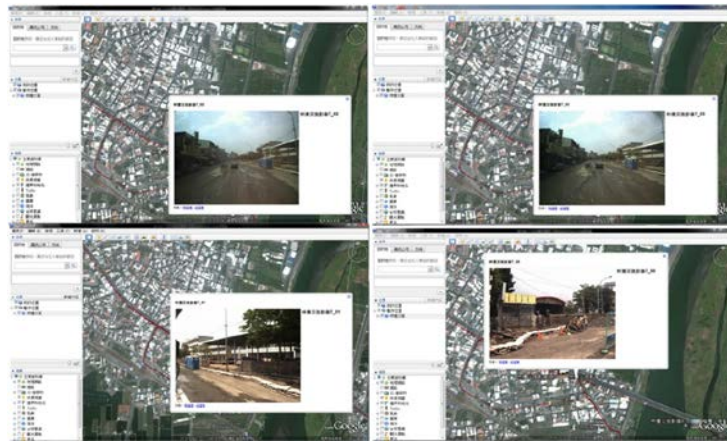


圖 2-22 林邊國小淹水現況調查(摘自 Li, 2010)



圖 2-23 甲仙斷橋現況調查(摘自 Li, 2010)

### 三、國內高雄氣爆應用實例

民國 103 年 8 月 1 日凌晨間，高雄市發生氣爆事件，影響範圍約 2 至 3 平方公里，凱旋三路、二聖路、瑞隆路、三多一路、崗山南路一帶重要道路嚴重損壞，高雄一家 Google BusinessPhoto 民間技術合作單位，其攝影師以 720 度環景攝影方式，記錄災區樣貌，搭配 GNSS 定位設備，將拍攝點以 Google Map 地圖方式呈現，如圖 2-24 所示。成大團隊於事後進行現場，藉由車載移動測繪系統進行災損地區重建記錄工作，如圖 2-25 所示，藉由 INS/GNSS 軌跡與影像記錄，可即時掌握各地方公共設施與建物重建進度，更新數位化地理資訊，未來可做為災害損失評估的借鏡。



圖 2-24 高雄氣爆事件現場 VR720 實景圖(摘自 <http://super720.com/>)



圖 2-25 車載遙測製圖技術災損地區重建影像記錄

#### 第四節 小結

近年來由於空間資訊產業需求發展日新月異，針對環境變遷監控、防救災應變、國土保安、資源探測等各式應用，益形重視資料更新的即時性。因此發展快速且低成本資料擷取平臺，乃成為各國遙感探測技術與測繪製圖發展的重要課題，車載移動測繪技術即為空間資訊產業中蒐集資料的重要方式之一，其整合各式不同多元感測器，包含高精度定位定向系統、數位影像系統、光達等，更進一步可與空載移動測繪系統、個人攜行式、船載等平臺聯合作業，執行不同應用任務需求。然而車載移動測繪系統發展精度與硬體成本息息相關，未來多平臺定位技術發展趨勢，除了降低硬體成本外，亦可藉由開發適當的定位定向演算法，獲取更高精度與利潤需求。故多平臺定位技術之未來發展趨勢可根據數位影像系統、整合多元感測器之高精度定位定向系統與不同作業平臺不同層面之演化進行討論(Schwarz and El-Sheimy, 2008)。



## 第參章 車載移動測繪系統

為達到圖資快速更新，提供國家經建政策規劃推動及防救災領域所需及時且正確的基礎圖資，本案完成車載移動測繪系統建置(如圖 3-1)。以下各節將分別從硬體介紹、硬體組裝測試、系統操作方法以及相關作業辦法說明。



圖 3-1 本案建置之車載移動測繪系統

### 第一節 車載移動測繪系統整體架構

車載移動測繪系統整體架構包含定位定向系統、資料擷取系統、電力系統及後處理軟體系統 4 個子系統：

1. 定位定向系統：包含 GNSS、IMU 及輪速計，於系統作業時提供定位定向資料，透過資料解算得到高精度定位定向資料。
2. 資料擷取系統：負責蒐集作業期間行經路線之空間資訊，一般以相機或雷射掃描儀作為空間資料蒐集感測器最為常見，本案主要以相機蒐集資料。
3. 電力系統：提供主系統各項儀器於作業間足夠的電力，採用 5 顆 102AH 鋰鐵電池提供系統 8 小時以上作業電力。
4. 後處理軟體系統：於資料蒐集完成後，提供使用者進行相關量測工作，透過前方交會進行點位量測，更進一步進行長度、高度及面積的量測，減少外業工作時間及人力。

### 第二節 定位定向系統

車載移動測繪系統以直接地理定位方式進行測繪作業，因此決定車載移動測繪平臺定位精度之主要關鍵在於系統所使用之慣性量測單元(IMU)。本案使用之定位定向系統如以下說明：

#### 一、衛星定位儀及天線盤

本案採用加拿大 NovAtel 衛星定位儀 ProPak6TM(如圖 3-2)搭配

ANT-702-GG 天線盤 2 個(如圖 3-2)做為 MMS 定位資訊感測器，其相關規格如表 3-1。雙天線盤將分別設置於載具前方及後方，於作業期間同步運作，可提供定位定向系統姿態角輔助資訊，提高定位定向解算精度。



圖 3-2 本案採用之衛星定位儀



圖 3-3 本案採用之天線盤

表 3-1 本案採用衛星定位儀規格

項目	本案規範	本案採用 GNSS	是否符合或優於規範
衛星接收	GPS、GLONASS	GPS、GLONASS	符合
衛星接收頻率	L1、L2	L1、L2、L2C、L5	優規
資料輸出頻率	1Hz(含)以上	100Hz	優規
頻道(channels)	220 以上	240	優規
具備功能	RTK	RTK	符合
即時輸出格式	具備 CMR、CMR+、RTCM 2.X/3.X 格式	具備 CMR、CMR+、RTCM 2.X/3.X 格式	符合
輸出資料	NMEA 資料	NMEA 資料	符合
相對精度	優於 10mm+1ppm	10mm+1ppm	符合
天線盤	1 組	1 組	符合

## 二、慣性量測元件

本案採用加拿大 NovAtel 慣性量測元件 IMU-FSAS(如圖 3-4)做為 MMS 定向資訊感測器，其相關規格如表 3-2。



圖 3-4 本案採用之慣性量測元件

表 3-2 本案採用慣性量測元件規格

項目	本案規範	本案採用 IMU	是否符合或優於規範
陀螺儀漂移穩定度 (Gyro Drift rate)	$\leq 0.75\text{deg/hr}$	0.75deg/hr	符合
加速度計漂移穩定度 (Accelerometer Bias Stability)	$\leq 1\text{mg}$	1mg	符合
資料輸出頻率	$\geq 200\text{Hz}$	200Hz	符合
其他	須附原廠率定報告書	附原廠率定報告書	符合

### 三、輪速計

本案採用德國 CORRSYS-DATRON 所開發的 Incremental Wheel Pulse Transducer(WPT)，如圖 3-5 所示，輪速計原設計安裝於汽車之輪胎側邊，為車載移動測繪系統應用，建議安裝於汽車非驅動輪胎以避免裝設驅動輪胎時輪速計記錄多餘無效轉彎之距離。本案採用解析度 1000 pulse/rev 之輪速計，即輪胎每轉 1 圈，輪速計將送出 1000 個脈衝，藉由確認輪胎周長計算行駛距離。當 GNSS 訊號不良或斷訊的時候，輪速計的資料可提供後續方位資料解算參考，另外以輪速計作為後續等距離同步觸發的依據。



圖 3-5 本案採用之輪速計



圖 3-6 輪速計安裝情形

本案採用之輪速計透過套筒鎖附於車輪上，為維持套筒承受應力，車身寬度增加約 19 公分。根據道路交通安全規則第 79 條第 1 項第 3 款規定，裝載貨物寬度不得超過車身，故原輪速計安裝於輪胎外側之安裝方式不符現行法律規定，經國土測繪中心同意後於 104 年 11 月 2 日將車輛送至具相關改裝經驗之車場進行輪速計改裝至車輛右方前輪內側，並於 104 年 11 月 5 日完成改裝，共計 3 個工作天，圖 3-7 為輪速計改裝示意圖。輪速計已妥善固定於輪胎內側，故於一般作業中無須拆卸，對於車輛及輪胎之修繕及保養皆無影響，唯改裝輪速計之右前輪若需更換輪框，建議由輪速計改裝車廠進行。輪速計之訊號線經車輛底板孔洞進入車內，延伸至右方機櫃右側進入電腦系統，連接至相機觸發系統後側之「Odometer」連接埠。



圖 3-7 輪速計改裝示意圖

輪速計完成改裝後，初步測試功能正常，本團隊於 104 年 11 月 16 日進行全系統測試，發現輪速計功能失效，經代理商確認輪速計之主要感測器損壞並無法維修，因此本團隊將輪速計拆下，並拆卸其主要感測器，發現主要感測器外蓋鬆脫，當輪胎旋轉時外蓋因而不同步旋轉，判斷線路因此隨之纏繞而斷裂(如圖 3-8)，因而造成損壞。

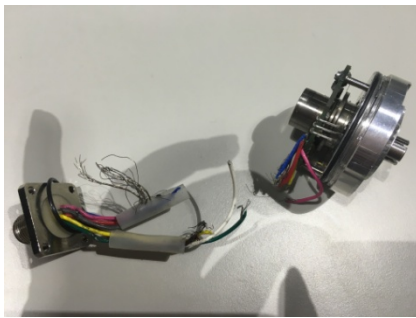


圖 3-8 輪速計內部線路斷裂



圖 3-9 輪速計外蓋及固定裝置

經輪速計主要感測器拆解，發現該感測器外蓋僅以 3 個卡榫夾在固定裝置(如圖 3-9)，面對輪胎轉動如此強大外力，不足以對抗，因此認為這部分屬於輪速計原廠之設計錯誤，本團隊向輪速計原廠反映，原廠無法針對該部分進行改善。

依照國土測繪中心裁示，輪速計仍應維持原廠牌儀器，並應於 105 年 3 月 11 日前完成功能改善工作，本團隊除儘速採購新品，亦積極研究改善方法。原輪速計透過 1 組特製固定裝置將輪速計固定於車輛右前方輪胎內側，原輪速計及其固定裝置如圖 3-10，並彙整以下可改善問題：

1. 固定裝置料件太厚
2. 螺帽料件太薄



3. 固定裝置螺牙太少
4. 連接輪速計與輪胎間之傳動軸太短
5. 傳動軸上的十字盤需加強



圖 3-10 輪速計固定裝置

上述問題皆可能造成固定裝置不穩定，本團隊藉由加長傳動軸(如圖 3-11)及重新設計固定裝置(如圖 3-12)進行改善工作。



圖 3-11 延長輪速計傳動軸

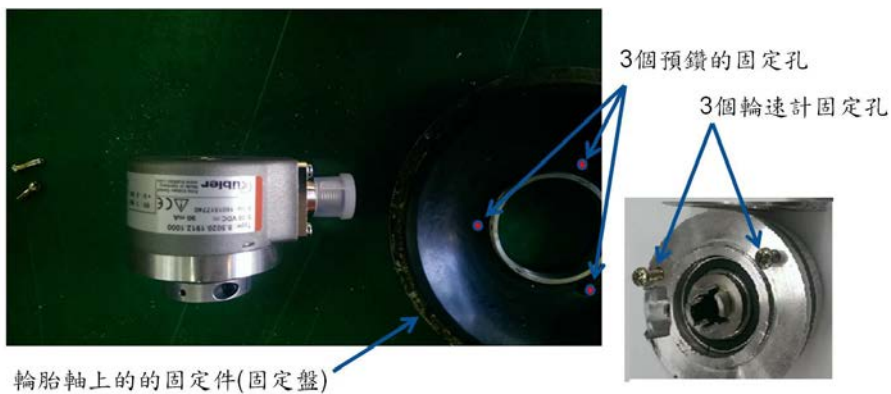


圖 3-12 輪速計固定裝置

輪速計改裝程序如下說明：

1. 拆卸車輛右前輪方向控制、懸吊及剎車系統(如圖 3-13)。



圖 3-13 拆卸右前輪框架

2. 透過固定孔將固定裝置及輪速計鎖附於右前輪(如圖 3-14)。



組合新的輪速計上固定盤

圖 3-14 安裝固定裝置及輪速計

3. 組裝新的傳動軸(如圖 3-15)。



組裝新的傳動軸(較舊設計為長)

圖 3-15 組裝新的傳動軸

4. 固定傳動軸(如圖 3-16)。



圖 3-16 固定傳動軸

5. 輪速計纜線組裝及固定裝置最後調整，完成輪速計改裝作業。



圖 3-17 纜線及固定裝置調整

輪速計改裝完畢即進行多次功能測試，並於 105 年 3 月 5 日至成功大學歸仁校區進行輪速計功能實地測試，各相機之像片數量與系統觸發數量皆為 777 筆，顯示輪速計功能正常。

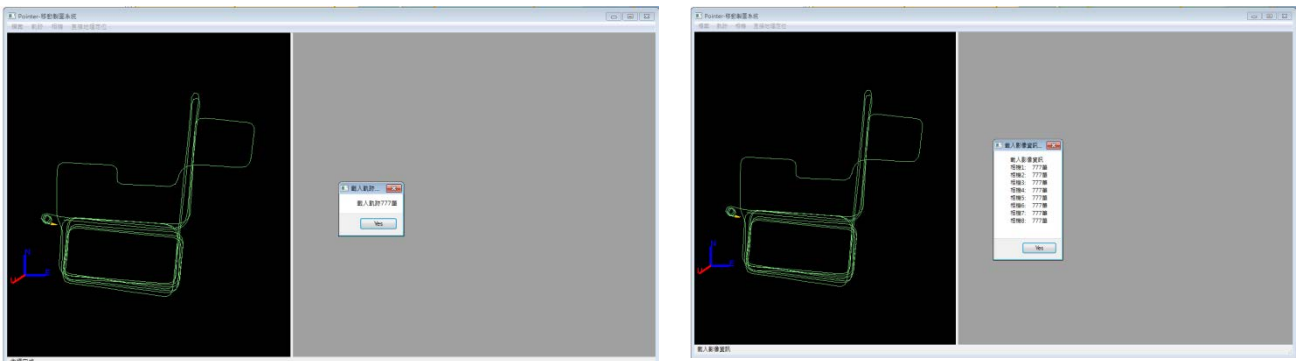


圖 3-18 輪速計功能測試狀況

### 第三節 資料擷取系統

#### 一、影像感測器

相同地物點於不同影像上的像點位置正確與否，影響前方交會之成果精度。像點之量測誤差將隨共線條件式傳播至地物點三維坐標精度，因此本案採用加拿大 Point Grey Research, Inc. 所開發之 910 萬畫素彩色工業級相機(型號為 GS3-U3-91S6C-C) 搭配日本 VS Technology 公司製造之 8mm 定焦鏡頭(型號為 VS-0814H1) 做為本案車載移動測繪系統之主要感測器(如圖 3-19)，利用高解析度影像減少像點量測誤差，達高精度量測。其相關規格如表 3-3 所示。



圖 3-19 本案採用相機及鏡頭

表 3-3 本案採用相機規格

項目	本案規範	本案採用相機	是否符合或優於規範
相機像素	400 萬(含)以上	910 萬	優規
鏡頭焦距	8mm(含)以下	8mm	符合
感光元件	CCD	CCD	符合
像素尺寸	5.5X5.5 $\mu$ m(含)以下	3.69X3.69 $\mu$ m	優規
最大解析度 相幅速度	8FPS(含)以上	9FPS	優規
率定報告書	須檢附	由第三方公正單位 進行內方位率定	符合

#### 二、控制電腦

車載移動測繪系統使用之控制電腦，為減少車上震動對於電腦硬體的影響及損壞，採用性能較穩定之機櫃式工業電腦 2 部。相關規格如表 3-4，電腦如圖 3-20。



圖 3-20 本案採用控制電腦外型



表 3-4 本案採用控制電腦規格

項目	本案規範	本案採用控制電腦	是否符合或優於規範
處理器	第 4 代 Intel I7 4 核心、基礎頻率 2.7GHz(含)以上	I7-4770S，第 4 代 Intel I7 4 核心、基礎頻率 3.1GHz	優規
作業系統	WINDOWS 7(含)以上 Professional 64 bit(含正版安裝或還原光碟)	WINDOWS 8 Professional 64 bit 正版安裝	優規
記憶體	DDR3-1600 32GB(含)以上	DDR3-1600 8GB 4 條	符合
繪圖卡	4GB GDDR5 SDRAM(含)以上顯示記憶體、102GB/s(含)以上記憶體頻寬	Quadro K4200，4GB GDDR5 SDRAM 顯示記憶體、173GB/s 記憶體頻寬	優規
硬碟	容量 1TB(含)以上之固態硬碟 1 顆、讀取速度 500MB/s(含)以上、寫入速度 500MB/s(含)以上	容量 1TB 之固態硬碟 1 顆、讀取速度 555MB/s、寫入速度 500MB/s	符合
光碟機	8x 可讀寫 DVD(含)以上	24x SATA DVD +/- RW 光碟機	優規
顯示器	1 部，17 吋(含)以上 FHD 防眩光螢幕。	22 吋 FHD 防眩光螢幕	符合
外接硬碟	1 顆，傳輸介面 3.0、容量 1TB(含)以上之固態硬碟、讀取速度 400MB/s(含)以上、寫入速度 350MB/s(含)以上	1 顆，傳輸介面 3.0、容量 1TB 之固態硬碟、讀取速度 400MB/s、寫入速度 350MB/s	符合
鍵盤及滑鼠	1 組	1 組	符合

## 第四節 監控及同步系統

### 壹、系統同步

本團隊自行開發系統同步控制(如圖 3-21)，透過固定距離(以輪速計資料為依據)或固定時間間距同時對 8 部相機及 GNSS 與 IMU 提供觸發訊號，於相機曝光後及 GNSS/IMU 記錄瞬時時間，儲存於控制電腦。其系統方塊圖如圖 3-22。



圖 3-21 系統同步控制

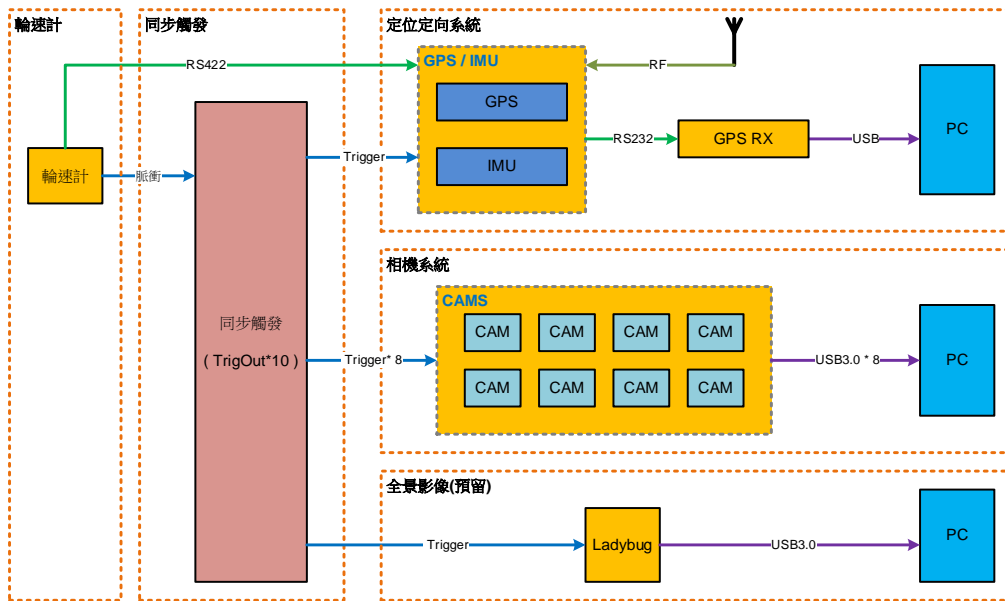


圖 3-22 系統方塊圖

針對期初報告審查會議及期中報告審查會議，多位委員所提之系統同步控制測試，本團隊已利用示波器(如圖 3-23)進行測試，以示波器之最高採樣頻率每秒 10 萬筆訊號測試同步控制電路板訊號分別到達相機及到達定位定像系統間的時間差(如圖 3-24)，得其時間差為 0，作業畫面如圖 3-25，顯示系統同步達  $10^{-5}$  秒



圖 3-23 示波器

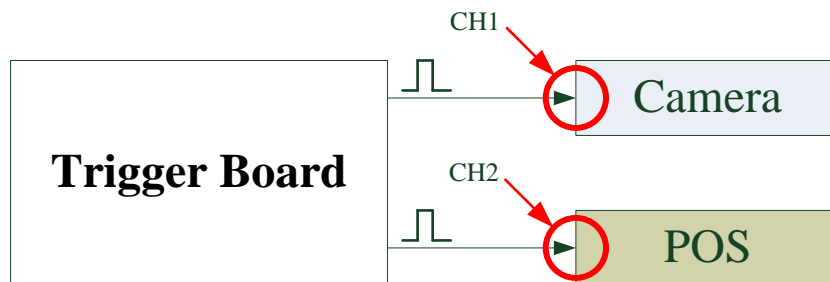


圖 3-24 同步測試示意圖

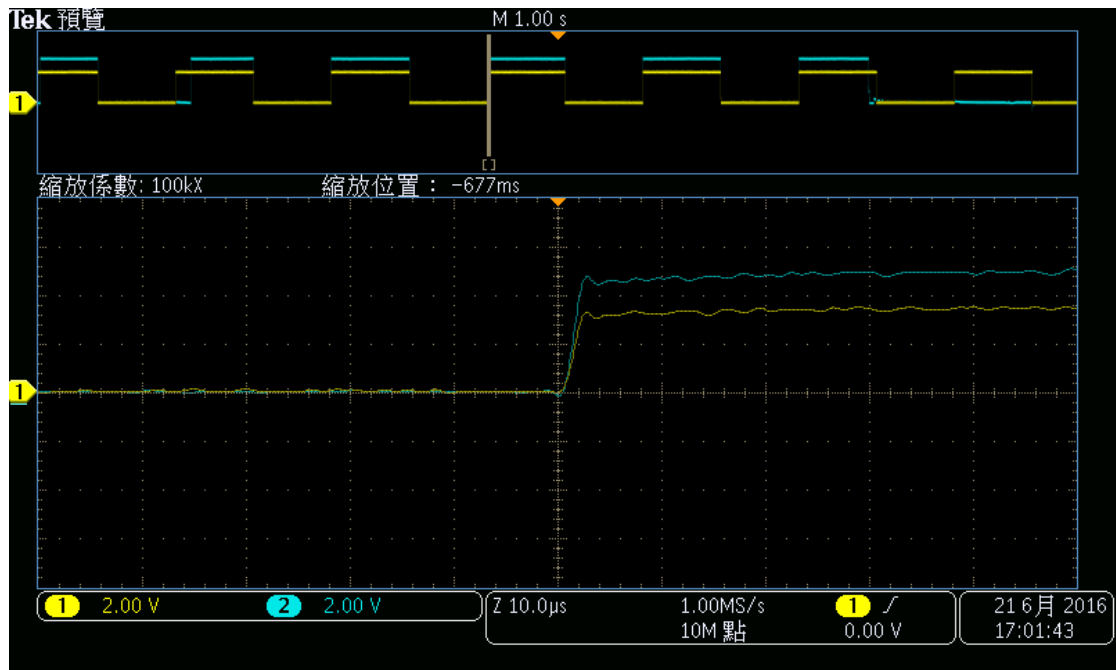


圖 3-25 系統同步測試成果

## 貳、 監控軟體

MMS 系統作業主要為蒐集作業路線之影像資料及定位定向資料，本系統除採用相機原廠及定位定向系統原廠提供之監控軟體，分別為 Point Grey FlyCapture2 及 NovAtel Connect 外，本團隊自行開發即時監控軟體，整合上述 2 個軟體為 Geosat RTMS，並結合本團隊自行開發之同步觸發拍照板，使相機及定位定向系統可透過使用者輸入條件進行同步觸發，並透過監控畫面展示相機及定位定向資料紀錄狀況，另外 LED 字幕機顯示內容可透過原廠提供之字幕機軟體 PowerLED 進行文字編輯。MMS 系統作業相關軟體架構如圖 3-26 所示。

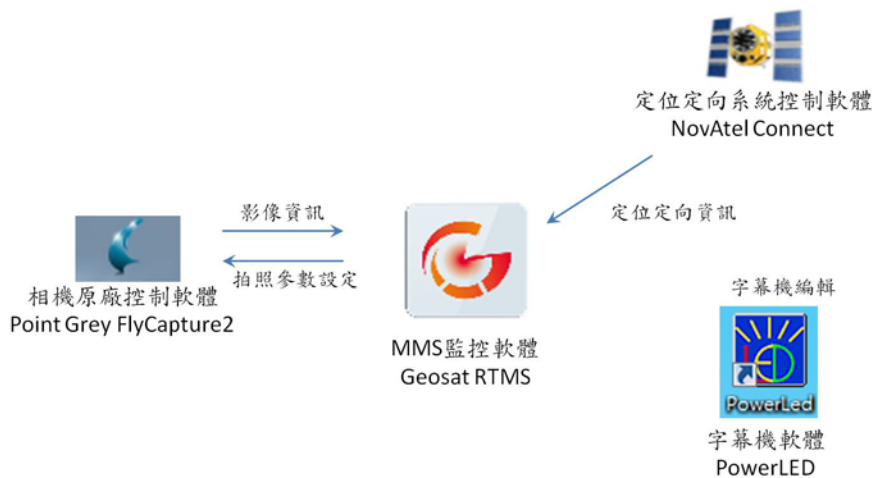


圖 3-26 軟體架構圖

## 一、NovAtel Connect 定位定向資料監控軟體

NovAtel Connect 為定位定向系統 NovAtel 原廠所提供專為定位定向系統之控制軟體，軟體主畫面分為衛星分佈視窗、位置資訊視窗、即時位置分佈視窗、衛星狀態品質視窗、衛星分佈資訊 DOP 值視窗以及指令輸入視窗。



圖 3-27 NovAtel Connect 主畫面

開啟 NovAtel Connect 主畫面上方「Wizards」選單，點選「SPAN Alignment」，即可進入系統初始化設定，設定完畢則產生慣性導航系統狀態視窗，顯示慣性導航系統各項資訊，如圖 3-28。

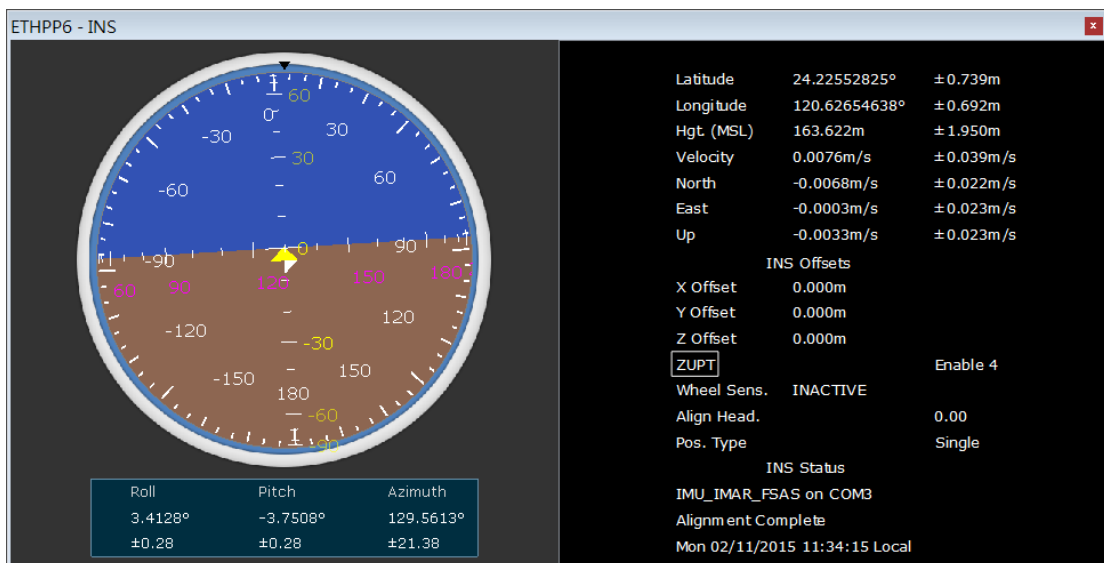



圖 3-28 NovAtel Connect 慣性導航狀態視窗



## 二、Point Grey FlyCapture2 相機控制軟體

Point Grey FlyCapture2 為 Point Grey 原廠提供之專屬相機控制軟體，主要分為工具列、資訊視窗及影像視窗 3 個部分(如圖 3-29)，資訊視窗及影像視窗分別展示拍攝時刻之相關資訊以及影像，工具列的部分可透過  圖示進行影像拍攝參數調整，調整畫面如圖 3-30，一般作業建議各項參數維持預設「Auto」。

第參章

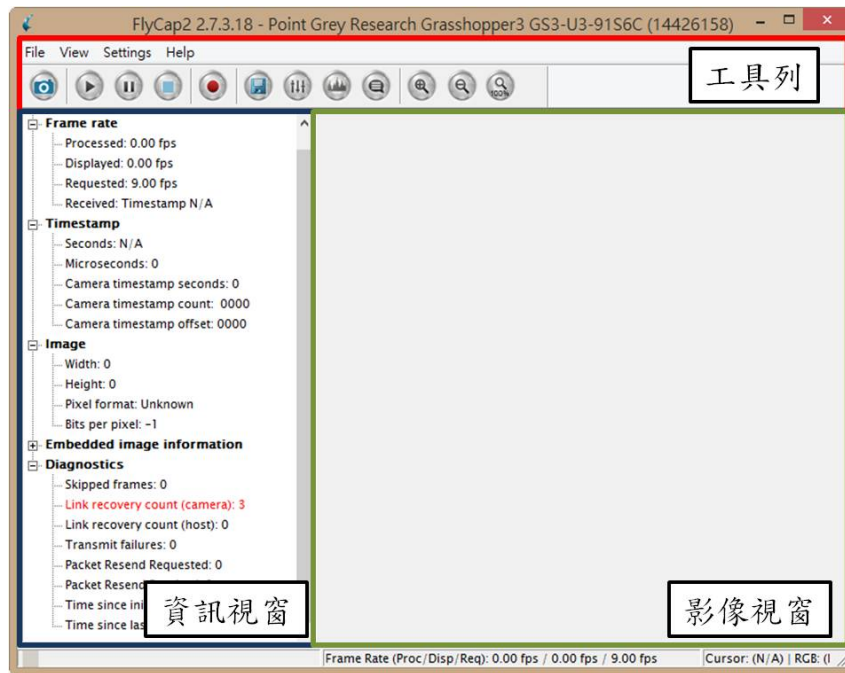


圖 3-29 Point Grey FlyCapture2 主畫面

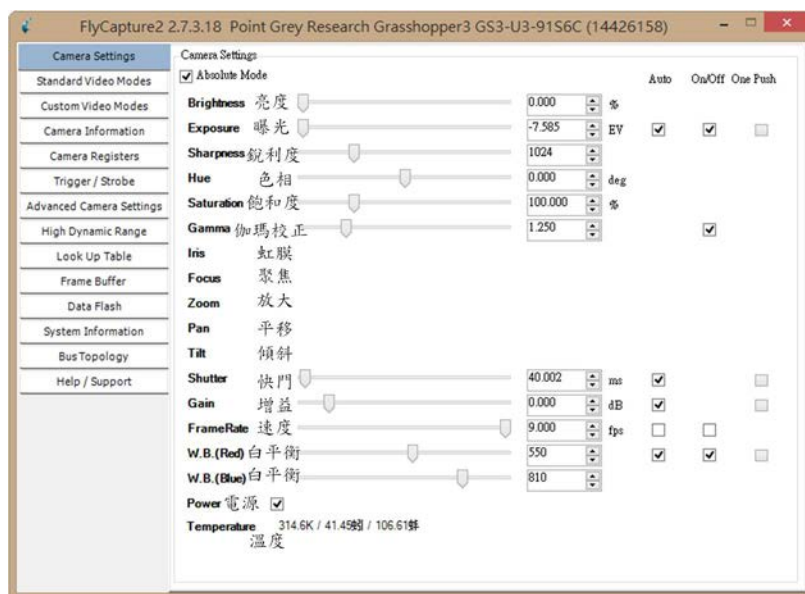


圖 3-30 Point Grey FlyCapture2 相機設定畫面

### 三、Geosat RTMS 即時監控系統

Geosat RTMS 為本團隊專為本案車載移動測繪系統開發之監控系統，整合相機控制軟體 PointGrey FlyCapture2 及定位定向軟體 NovAtel Connect，也結合本團隊自行開發之同步控制拍照板進行車載移動測繪系統作業控制，軟體主畫面分為工具列、影像視窗、資訊視窗及地圖視窗，工具列可針對各項作業進行相關設定，並顯示影像拍攝數量，資訊視窗顯示衛星狀態以及影像拍攝狀態，而地圖視窗可即時顯示車輛位置。



圖 3-31 Geosat RTMS 主畫面

Geosat RTMS 工具列為軟體主要設定，包含通訊傳輸、相機開關、資料夾、路線、地圖及檢視 6 大部分，其中通訊傳輸(如圖 3-32)用於控制同步控制拍照板、GNSS 接收機及輪速計的連接及相關參數設定；相機開關(如圖 3-33)用於設定監控軟體與各部相機之間的連接控制，使用者可透過相機開關設定選擇欲啟用之相機編號，並設定相機的啟動時間，由於相機啟動受電腦效能影響，當多部相機同時啟動可能產生部分相機無法順利啟動的情況，經作業測試，預設啟動時間及設定時間為 7.5 秒及 5.0 秒，若使用期間仍出現相機無法正常啟動的情形，可藉由調整啟動時間及設定時間，以確保相機成功啟動；資料夾設定(如圖 3-34)用於設定對應相機序號、影像儲存位置及影像命名方式，軟體已預設對應相機序號並預設影像命名方式為「相機編號\_拍攝時間\_流水號」，例如「Cam1\_20160420102300236\_00160.jpg」，「Cam1」為相機編號，「20160420102300236」代表影像儲存時間為 2016 年 4 月 20 日上午 10 點 23 分 0.0236 秒，而「00160」即為該次拍攝第 160 組影像；路線設定(如圖 3-35)用於匯入事先規劃之作業路線，並可匯

出實際作業路線；地圖設定(如圖 3-36)用於設定地圖視窗之底圖，軟體已預設臺灣通用電子地圖之向量模式為軟體底圖，亦另提供其他參考底圖，並提供使用者匯入自有圖資作為軟體底圖；檢視設定(如圖 3-37)用於設定軟體視窗佈局，使用者可根據喜好調整各視窗擺放位置並可選擇開關各類視窗，軟體亦提供 2 種建議佈局供使用者選擇，另外提供 4 種不同語言提供不同國籍使用者使用。

第參章



圖 3-32 通訊傳輸設定



圖 3-33 Geosat RTMS 相機開關選單



圖 3-34 Geosat RTMS 資料儲存設定畫面

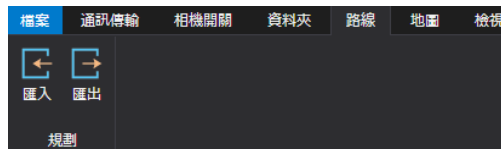


圖 3-35 Geosat RTMS 路線設定畫面



圖 3-36 Geosat RTMS 地圖設定畫面



圖 3-37 Geosat RTMS 檢視畫面



Geosat RTMS 之影像視窗用以展示 MMS 拍攝影像，使用者可即時確認影像拍攝情形(如圖 3-38)，軟體已根據本案 MMS 相機擺設方式設定影像視窗排列方式，將向前拍攝之相機擺放於畫面中央，畫面左側及右側則分別擺放向左及向右拍攝之相機影像，使用者亦可依喜好調整擺放方式。各影像視窗階標示對應之相機編號、當次作業拍攝數量及存放目錄影像總數(如圖 3-39)。

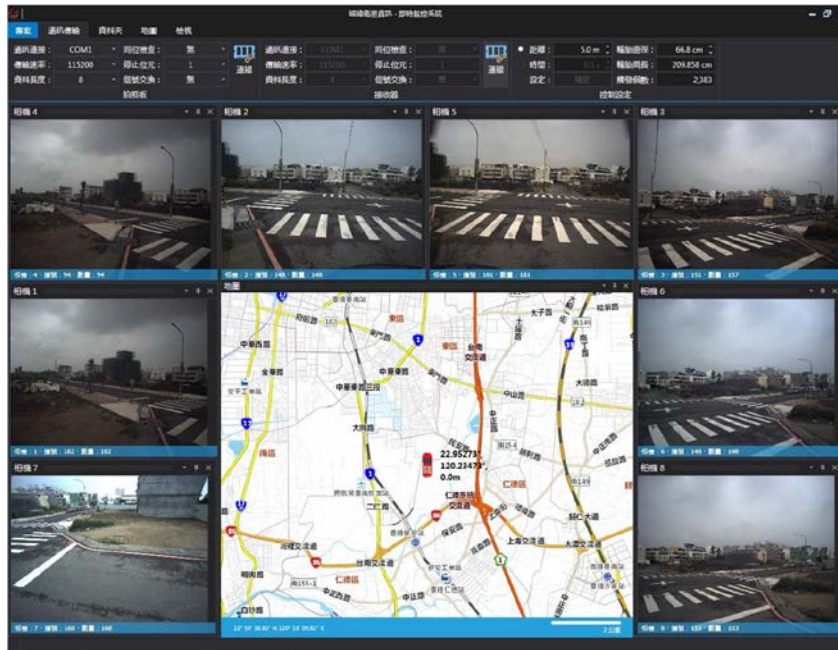


圖 3-38 Geosat RTMS 監控畫面



圖 3-39 Geosat RTMS 影像視窗

Geosat RTMS 資訊視窗用以顯示定位定向系統及影像拍攝之監控情形，分為衛星資訊及相機資訊 2 個部分(如圖 3-40)，衛星資訊包含衛星品質及衛星數量，衛星資訊透過連結定位定向系統原廠軟體 NovAtel Connect，顯示即時衛星資訊；相機資訊則統計即時影像總數統計，其中以「各相機影像拍攝總數/各相機影像拍攝總數最大值」



顯示，即統計各相機影像拍攝總數，另顯示不同相機間拍攝總數的最大值，用以檢視各相機間拍攝總數是否存在不一致的情形，並用以確認其不一致程度。若編號 1 相機影像總數為 2、編號 2 相機影像總數為 2，而編號 3 相機影像總數為 5，則編號 1 相機之相機資訊將顯示為「2/5」，編號 2 相機之相機資訊顯示為「2/5」，而編號 3 相機之相機資訊則顯示為「5/5」，另外相機資訊亦提供目前控制電腦之記憶體使用量，當記憶體使用量大於 85%則將以紅色顯示，提醒使用者控制電腦使用滿載，建議暫時減低作業速度或暫停作業，讓控制電腦完成影像存取工作，以避免記憶體滿載而造成影像存取失敗。依照本團隊之實際作業經驗，當車輛時速維持 80 公里以下，將不存在記憶體滿載現象，故建議作業車輛時速應以 80 公里為上限，若車輛時速超過 80 公里，則應由操作人員隨時注意記憶體使用量，若使用量大於 85%則立即提醒駕駛降低車輛時速於 80 公里以下，以防影像存取失敗。



圖 3-40 Geosat RTMS 資訊視窗

Geosat RTMS 地圖視窗用以展示 MMS 作業之即時位置，目前地圖底圖預設為國土測繪中心之臺灣通用電子地圖(如圖 3-41)，使用者可透過工具列路線設定匯入已事先規劃之路線，軟體將顯示該路線至地圖視窗，並以黃色線條顯示(如圖 3-42)，軟體將同時以紫色線條顯示已完成路線，及顯示即時位置坐標，作業完畢亦可匯出實際作業路線。本案已繳交 Geosat RTMS 軟體安裝及其使用手冊，詳細軟體操作方式請詳閱使用手冊。



圖 3-41 Geosat RTMS 地圖視窗底圖



圖 3-42 Geosat RTMS 地圖視窗

## 第五節 車載移動測繪系統機電設計

### 壹、系統載具

本案以國土測繪中心所提供車輛(型號：Toyota INNOVA 2.7)為載具建置車載移動測繪系統，相關車體規格如表 3-5 所示。

表 3-5 國土測繪中心提供車輛車體規格

車身型式	休旅車
車門數	5 門
座位數	5 人座
車長	4555 mm
車寬	1770 mm
車高	1745 mm
車重	1615 kg
軸距	2750 mm



圖 3-43 國土測繪中心提供車輛外觀

### 貳、電力系統

由於車載移動測繪系統裝載各種感測器及電腦，為使各項設備順利運作，原 MMS 電力系統設計採用車輛電力搭配 2 顆 102A/H 鋰鐵電池做為系統電力供應，其電力系統架構圖如圖 3-44 所示，為了避免疑慮，斷開原電力設計中與車輛電力的連接，採用獨立電源供應，並增加 3 顆相同型號且相同規格之鋰鐵電池，供應系統 8 小時運作電力，鋰鐵電池規格如附錄十三。

車載移動測繪系統中與電力系統相關之設備包含控制電腦 2 部、工業相機 8 台、GNSS 接收機 1 台、IMU 1 個、輪速計 1 組、同步控制電路板 1 組以及電流逆變器 1 台，圖 3-45 為上述各式設備之電力運作架構圖，主要由系統電源提供系統電力，經由逆變器將 12 伏特直流電轉換為 110 伏特交流電供各式設備使用。

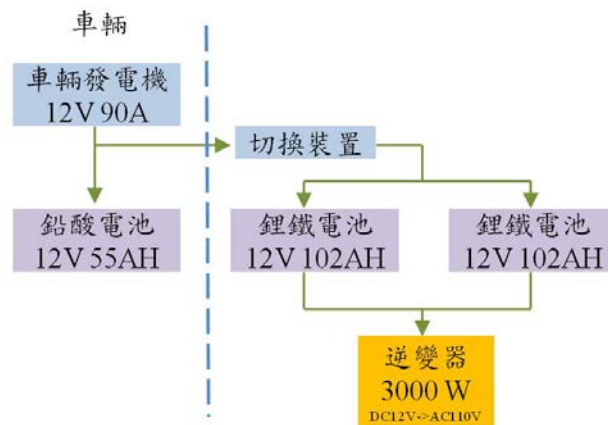


圖 3-44 電力系統架構圖

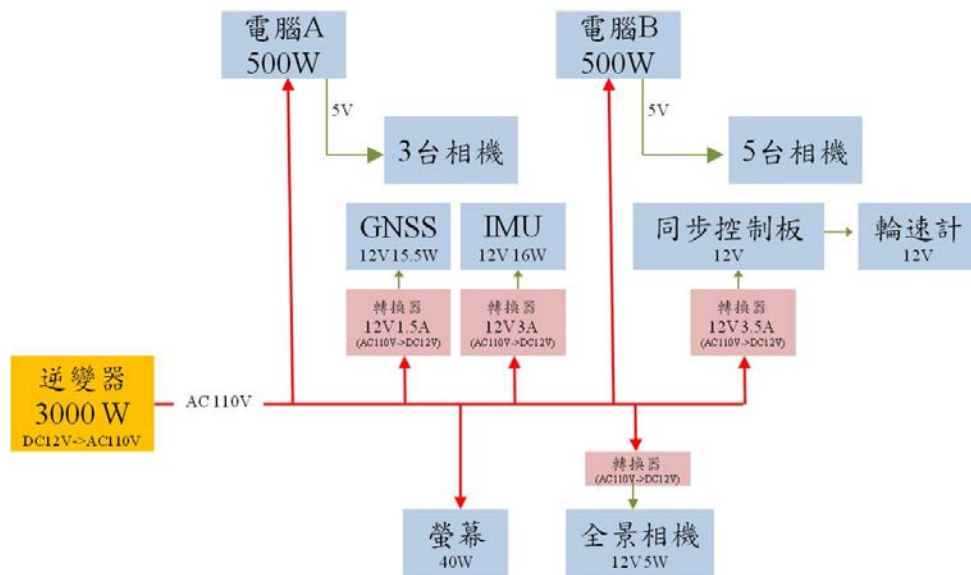


圖 3-45 系統設備電力運作架構圖

### 一、系統電池

本案採用 5 顆由臺灣昇陽國際半導體股份有限公司為本案客製化生產之 102AH 鋰鐵電池做為電力系統輔助電池，該電池內建電池監控系統，監控電池的運作溫度及每一組電池的電壓，若有告警時將有燈號顯示。透過與車用電池並聯放電，配合車用發電機使用，提供車載移動測繪系統 8 小時作業所需電力，鋰鐵電池外型如圖 3-46。

本案採用電池之標稱電壓為 13.2 伏特，最大充電電壓為 14.6 伏特，最大放電電流為 270 安培，電池過載保護由系統設計來保護，因電池在提供系統運作時的化學能轉換成電能時，最能呈現電池供電狀況為系統電壓，在本案提供電壓表於機櫃前方供使用者參考，依鋰鐵電池特性，該表顯示值在動態運作時最好不要低於 12.5 伏特，在靜



態時電壓不得低於 12.9 伏特。



圖 3-46 本案採用電池外型

## 二、逆變器

本案採用臺灣明緯企業股份有限公司生產之 3000 瓦純正弦波逆變器(型號為 TS-3000-112)進行電力轉換，提供各項設備使用，逆變器外型如圖 3-47，逆變器規格如附錄十三。



圖 3-47 本案採用逆變器外型

## 三、充電器

為提供外部電源對系統電力充電之充電器，採用臺灣明緯企業股份有限公司生產之 1500 瓦單輸出電源供應器，外部電源連接此充電器即可對系統電池採取定電壓充電，並於充電完成後自動停止充電，充電器外觀如圖 3-48 所示，充電器規格如附錄十三。



圖 3-48 本案採用之電源供應器

#### 四、電力系統概述

電力系統分為 3 個部分，分別為充電裝置、電池組及將直流電轉換為交流電的逆變器，系統以動力銅牌為中心，將電池組、充電裝置及逆變器透過交流與直流開關做電力控制與保護，在遇負載電流過大時將自動跳脫(充電時若交流電超過 20 安培或系統運作時的直流電超過 60 安培)，達到安全保護之目的。此外因為電池以 6 並 4 串架構組成，故無論是充電與放電皆以 12 伏特的電池組為基準。

整個系統的配線皆以 14 平方的銅線組成，以目前全系統用電少於 40 安培的用電量而言，每條 14 平方的銅線皆可單獨傳遞 70 安培的電流，這種非常低耗損的架構來提供高效率及高安全係數的使用，也就是即使只有 1 顆電池也可以支持系統 40 安培的運作，只是時間變短而已，電力的運作無誤，系統採 5 顆並聯作業。電力系統單線圖如圖 3-49。

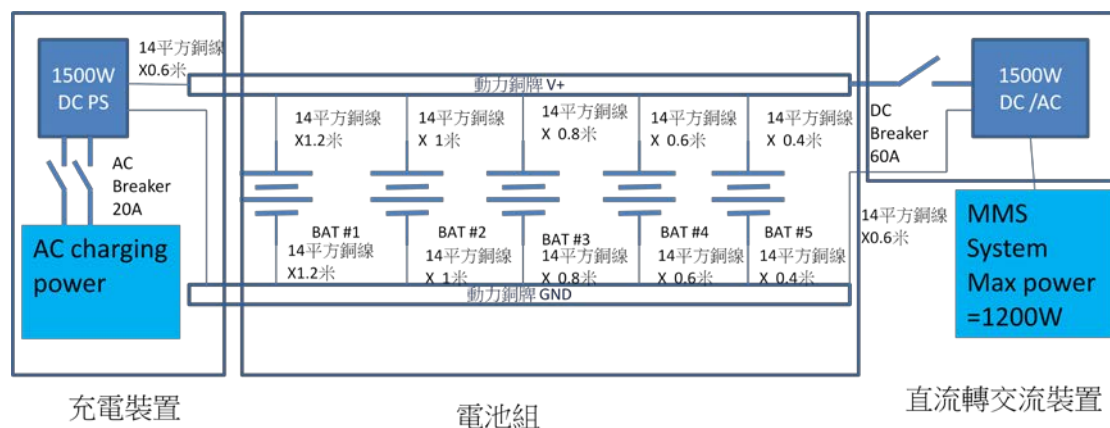


圖 3-49 電力系統單線圖

#### 五、系統供電

電力系統由電池提供 12 伏特直流電，經逆變器將 12 伏特直流電轉換為 110 伏特交流電，供應車內控制電腦、電腦螢幕、GNSS 接收機及機櫃內排氣風扇使用，其中工業相機、全景相機及鍵盤滑鼠等所需電力由控制電腦提供，另外提供 12 伏特直流電供 IMU 使用。

#### 六、系統充電

電力系統經長時間作業後，電池儲存電力可能不足以後續作業使用，建議操作人員應於作業完畢後對電池進行充電，亦可透過電壓檢視計(如圖 3-50)或逆變器電力指示(如圖 3-51)確認剩餘電力，當電壓檢視計數值小於 13，或逆變器電力指示小於 1 格，則應對電池進行

充電，本系統提供外部電源充電功能，將充電開關切換為充電模式(如圖 3-52)，並將已連接電力系統之插頭(如圖 3-53)接至外部電源，即可對電力系統充電。



圖 3-50 電壓檢視計



圖 3-51 逆變器



圖 3-52 電力系統開關



圖 3-53 充電插頭

一般而言，電池充電分為均充與浮充，所謂均充是以充電電流為主要的充電控制單位，也可稱為定電流充電，是一種能快速充電的手段，當然其最大充電量必須符合該電池所能承受的量，而此最大額定的充電電流以 C 來表示，而 C 指該電池的安培小時數，以本案採用電池之 102 安培小時為例，1C 就是 102 安培，若以 102 安培小時的鉛酸電池為例，鉛酸電池的特性最大充電電流為 0.1C，也就是 10.2 安培，那充滿則需 10 小時。在電池充滿後，因電池會有自放電特性，故充電器再以非常小的電流補償電池的自放電，電池充電即進入浮充階段，也就是以定電壓的方式進行慢速的充電。

而本案採用鋰鐵電池，與鉛酸電池的特性不同。依資料顯示本案採用之鋰鐵電池可以使用 2.6C 來充電，但是如此快速充電的大電流將產生較高的熱能，若以 2C 來充電為例，充滿電池的時間僅需半小時，但以歐姆定律(電壓  $V=$  電阻  $R \times$  電流  $I$ )來觀察這樣的充電方式，將需要非常高的電壓以脈衝方式充電，而電池的最高電壓不得超過 14.6 伏特。

本案電池供應商建議之充電方式為快速充電，但此充電方式產生

的熱能較高，本團隊為了安全性考量，選擇慢速充電，即採取定電壓的方式來充電，另根據實測的數據顯示，以現有系統使用 8 小時後，以額定電壓 14.6 伏特回充的時間約 6 小時，這種定電壓的充電方式的優點是最大的回充電流發生在開始充電的瞬間，電流隨充電時間增加而減少，因為隨著充電能量的轉換，電池的端電壓隨著化學能的轉換使其內阻增加以至於端電壓上升，在相同電壓下，充電迴路的電流越來越小，最終進入近等電位，而電池的自放電現象也會慢慢的由充電器補償，這種以自然平衡的充電方式最為安全且簡單。雖然充電時間需要 6 小時以上，但相當符合本案作業需求，且夜間充電的安全係數較高，因為除了充電電流越來越小之外，也有交流電的保護開關，若超過 20 安培則會自動斷電。

## 七、系統電力分析

本案建置之車載移動測繪系統各式設備之電力規格如表 3-6，其中控制電腦之消耗功率為 500 瓦，並非控制電腦實際消耗 500 瓦，故規格中所標示之消耗功率不一定等於系統之運作功率，建議以實用電力做電力計算基礎，更能符合車載移動測繪系統使用現況。

表 3-6 系統設備電力規格

系統元件	電壓(V)	消耗功率 (W)	數量	總消耗功率(W)
控制電腦	110	500	2	1000
工業相機	5	3	8	24
GNSS 接收機	12	15.5	1	15.5
IMU	12	16	1	16
同步控制板	12	12	1	12
輪速計	12	6	1	6
螢幕	110	40	1	40
全景相機	12-24	13	1	13
光達	18-32	180	1	180
總消耗功率				<b>1306.5</b>

## 八、MMS 實際用電量測自評作業

電力設計與規劃，基礎用電數據為設計關鍵，尤其是系統電力以電池為供電主力時，系統在使用時不一定有外部電源的支持，電力計算要更精準。

本團隊為了取得車載移動測繪系統之實際消耗電力，進行實際用電量測自評作業，以免電力不足造成系統作業時間不足，或過度設計



以致裝載過多電池而超出法定車載重量，因此本自評作業在測試過程中啟動全系統設備，並模擬實際作業設定資料採集頻率，使系統在全負載的狀況下運作，以取得最大用電資訊做為電力計算基礎。

### 1. 測試組態及使用設備

採用電流鉤表(如圖 3-54)搭配萬用電錶(如圖 3-55)量測系統全負載時的電流及電壓，並記錄系統電壓與電流之變化，電力量測架構如圖 3-56 所示。



圖 3-54 DC 電流鉤表



圖 3-55 HT32 萬用電表

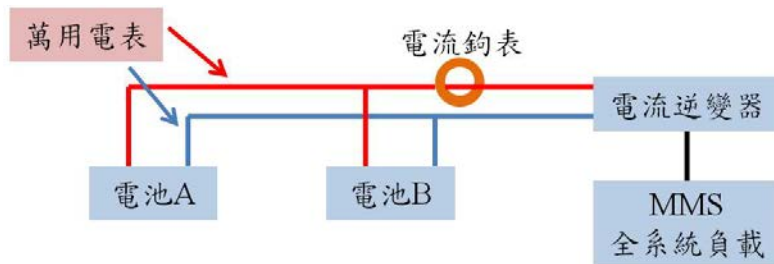


圖 3-56 電力量測架構圖

### 2. 第一次實機全負載電力測試

本團隊於 105 年 5 月 20 日進行第一次實機全負載電力測試，提供系統電力之 2 顆 102A/H 鋰鐵電池已於作業前利用 14.6 伏特定電壓完成充電，測試作業開啟系統各項設備，並模擬測繪車資料採集頻率設定為每 0.3 秒蒐集 1 組資料，等同於測繪車以時速 60 公里行駛，以每 5 公尺距離蒐集 1 組資料。表 3-7 為系統連續運作 3 小時之電壓及電流數據，因此以最大電流 42 安培進行電力需求計算，並設定電力預留度為 1.414，根據計算結果顯示，全系統以 5 顆 102AH 鋰鐵電池可符合本案需求，故扣除現有 2 顆電池，應再擴充 3 顆 102AH 鋰鐵電池作為系統電力之供電系統。

此外，以本電力測試數據的平均電流 37.58 安培做為裝置的耗電電流，則 8 小時共耗電 300.62AH，佔總電池容量(510AH=102AHx5)的 59%，仍剩餘 41% 電力，顯示電池容量足夠。

表 3-7 第一次電力測試數據

時間	電壓(V)	電流(A)
14:23	14	42
14:50	13.1	41.6
15:20	13.1	35.8
15:50	13.1	36.2
16:14	13	36.5
16:20	13	36.7
16:50	13	36.5
17:20	13	36.5
17:50	13	36.4

最大電流 = 42A @12V;

電池電力 = 102A/H;

電力預留 =  $42 \times 1.414 = 59.383A/H$ ;

作業時間 = 8;

總需求電力 =  $59.383 \times 8 = 475.104A/H$ ;

電池數量 =  $475.104/102 = 4.657$ ;

### 3. 第二次實機全負載電力測試(加入全景相機)

由於本案建置之車載移動測繪系統，在未來可能加裝全景相機，因此於 105 年 6 月 6 日加裝本團隊自有之全景相機 Ladybug5 重新進行電力測試作業，測試成果如表 3-8 所示，加入全景相機實測之最大電流為 44.2 安培，以最大電流 44.2 安培取整數 45 安培進行電力需求計算，根據計算結果顯示，全系統以 5 顆 102A/H 鋰鐵電池可符合本案需求，與第一次電力測試成果相符。

此外，以本電力測試數據的平均電流 42.02 安培做為裝置的耗電電流，則 8 小時共耗電 336.16AH，佔總電池容量(510AH=102AHx5)的 66%，仍剩餘 34% 電力，顯示電池容量足夠。

表 3-8 第二次電力測試數據

時間	電壓(V)	電流(A)
13:40	14.3	44.2
13:50	13.9	44.1
14:00	13.8	44
14:10	13.1	38.8
14:15	13.1	39

最大電流 = 45A @12V;  
 電池電力 = 102A/H;  
 電力預留 =  $45 \times 1.414 = 63.63A / H$ ;  
 作業時間 = 8;  
 總需求電力 =  $63.63 \times 8 = 509.04A / H$ ;  
 電池數量 =  $509.04 / 102 = 4.991$ ;

### 九、電力供應 8 小時作業測試

本團隊於 105 年 7 月 26 日至 28 日進行連續 3 天之全負載實機驗測，即進行 8 小時全系統作業測試，測試滿 8 小時即關閉系統並進行充電，相關實測紀錄表如附錄十，而連續 3 天實測電壓及電流變化圖分別如圖 3-57 至圖 3-62。

第參章

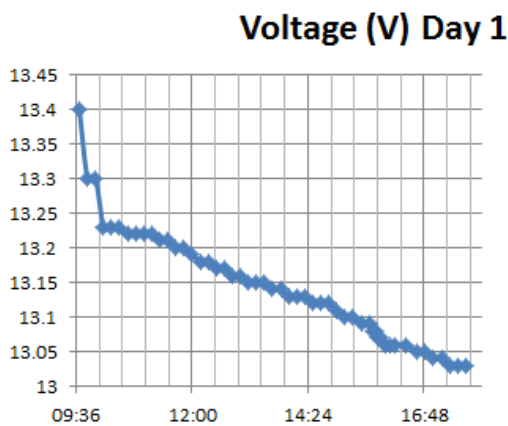


圖 3-57 7 月 26 日電壓測試紀錄圖

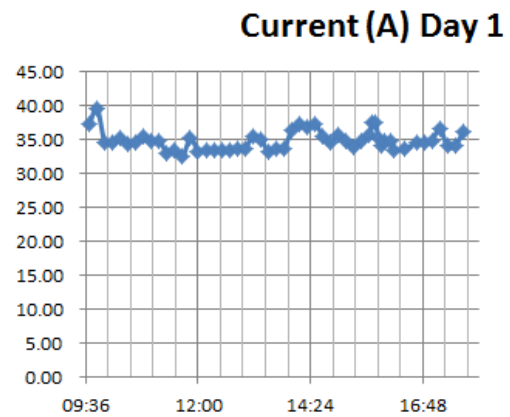


圖 3-58 7 月 26 日電流測試紀錄圖

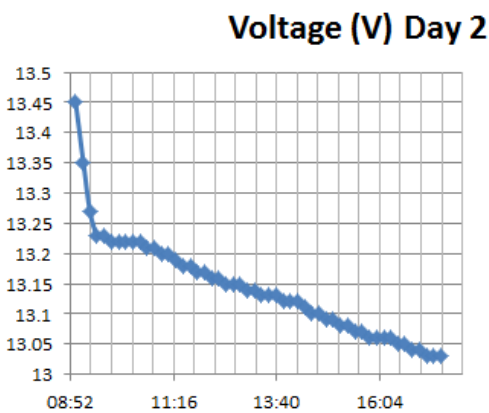


圖 3-59 7 月 27 日電壓測試紀錄圖

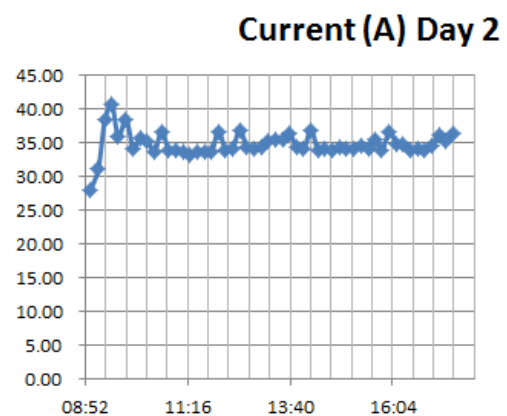


圖 3-60 7 月 27 日電流測試紀錄圖

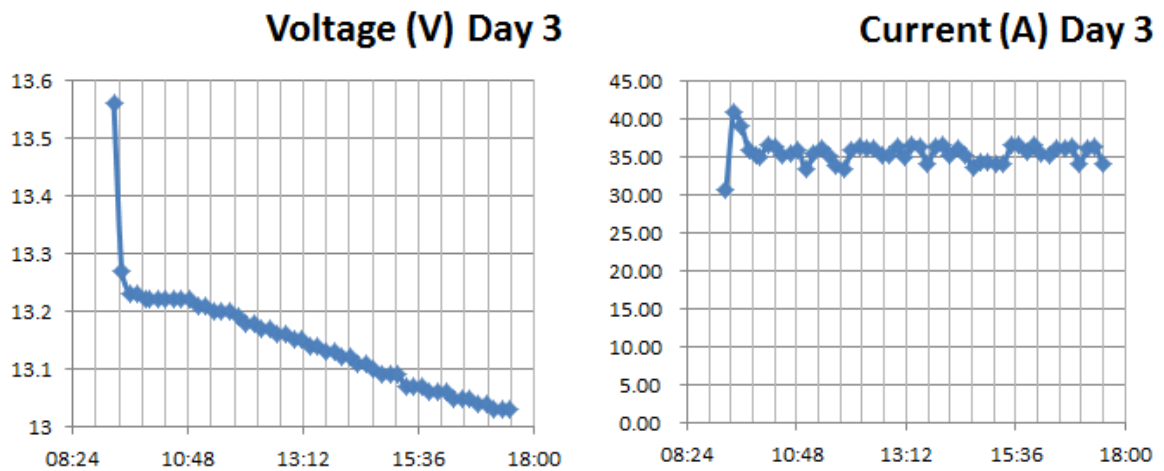


圖 3-61 7 月 28 日電壓測試紀錄圖

圖 3-62 7 月 28 日電流測試紀錄圖

根據 3 天電力系統測試，當系統作業 8 小時，其最後電壓為 13.03 伏特，以鋰鐵電池每組的最高電壓為 3.65 伏特，以常溫最低電壓設定為 3.2 伏特，以現有 4 串聯的最高電壓為 14.6 伏特( $14.6=3.65 \times 4$ )，最低電位為 12.8 伏特( $12.8=3.2 \times 4$ )。實務上計算鋰鐵電池的工作電壓是以 13.4 伏特為滿電位，而最低用電將以 12.9 伏特為準，因此以下以此做為電量百分比的計算基礎。

鋰鐵電池工作區電壓為 0.5 伏特( $13.4 \text{ 伏特} - 12.9 \text{ 伏特} = 0.5 \text{ 伏特}$ )，而本次電力系統測試，最後電壓為 13.03 伏特，故剩餘電壓為 0.13 伏特( $13.03 \text{ 伏特} - 12.9 \text{ 伏特} = 0.13 \text{ 伏特}$ )，因此可計算電力系統經過 8 小時作業後，電量剩餘 26% ( $0.13 \text{ 伏特} / 0.5 \text{ 伏特} = 0.26$ )，顯示電力系統足以提供系統 8 小時作業。此外，系統經 8 小時作業後，其電壓仍有 13.03 伏特，平均每個電池電壓為 3.26 伏特，大於鋰鐵電池的標稱電壓 3.2 伏特，亦顯示電池容量足夠系統運轉 8 小時。

#### 十、電力系統安全防護機構設計

本案電力系統裝置於車上的電力機櫃中，與相鄰之系統機櫃共同裝載魚車後行李箱載貨區，以機櫃包覆電力系統的電池、充電器及開關箱，整個機構設計提供系統元件的充分保護，即使遇到撞擊仍能提供整個系統最大的保護。

有關電池是否會有失火或冒煙等情事發生，以及發生後的緊急處理議題，端看電力負載以及因事故造成的可能短路事件，而本案電力系統在直流電部分設有保護開關，若電流達 60 安培則會自動斷電，以保護系統安全。因此，本設計在機構及電路上均提供最大的安全係



屬以確保系統運作的安全性與可靠度。

### 參、車頂設備裝置設計

本案車載移動測繪系統車頂裝置包含8部彩色工業級數位相機、2個GNSS天線盤、慣性量測元件及預留之全景相機空間與光達空間。為避免車輛行駛中之正向受風面積而增加風阻，因此加裝導流外罩，以達導流功能並維持各項元件功能，設計外觀如圖 3-63 及圖 3-64 所示，以下分別針對車頂裝置各細部設計說明。

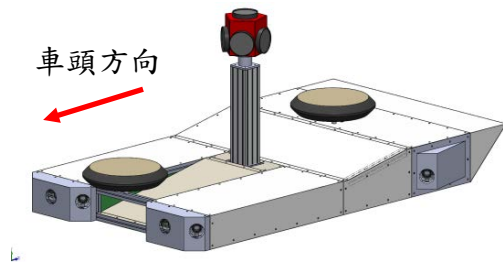


圖 3-63 車頂裝置組合圖

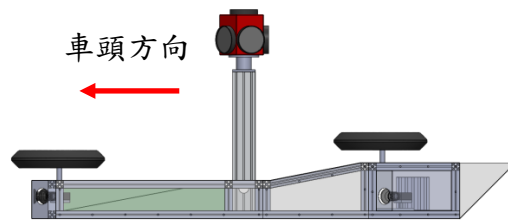


圖 3-64 車頂裝置測試透視圖(含內裝設備)

#### 一、車頂架

本案採用瑞典 Thule 車頂架(如圖 3-65)做為整體系統車頂架之主要重量支撐，該款車頂架可負重 150 公斤，並符合財團法人車輛安全審驗中心(VSCC)之車輛安全檢測，其審查報告如圖 3-66，可合法安裝於汽車車頂。依照道路交通安全規則第 77 條第 1 項第 10 款第 1 目規定車頂置放架應固定妥適，如裝置於車頂，含置放架之車輛全高應依第 38 條第 1 項規定。由於國土測繪中心提供之車輛 Toyota Innova 車體不包含固定式車頂架所需之預留孔，故選用非固定式車頂架，透過更換專用車頂架扣片及其橡膠座即可符合國土測繪中心提供之車輛使用。



圖 3-65 Thule 車頂架



圖 3-66 車輛安全檢測基準審查報告

## 二、設備平臺

車載移動測繪系統中影像感測器及定位定向感測器將裝設於車頂，因此為了盡量減輕車頂負重，採用鋁架做為設備平臺(如圖 3-67)。



圖 3-67 鋁製車頂設備平臺



圖 3-68 設備平臺打釘鎖附於車頂架

以 M6 規格鋁擠製作車頂設備平臺，單一之 100 公分長鋁擠其承受 1000 牛頓(約 100 公斤)重量壓迫時最大變形量為 2mm，總重約為 18.4 公斤。設備平臺使用打釘並鎖附於 Thule 車頂架上方以防止滑動(如圖 3-68)，2 支車頂架各以 2 支螺絲鎖附，可承受各方向施力。

車頂設備平臺配置圖如圖 3-69 及圖 3-70 所示，尺寸為長 160 公分、寬 106 公分及高 15 公分，慣性測量元件放置設備平臺後方，全景相機放置設備平臺中間，而彩色工業級數位相機配置方式則以 45 度夾角分別拍攝車體左方、前方及右方，另於後方增加 2 部相機以增加立體像對基線，並增加影像涵蓋完整性，避免遭受其他車輛遮蔽，或因道路急彎造成影像涵蓋不足。各部相機皆透過如圖 3-71 之相機支架固定於設備平臺，實際裝設情形如圖 3-72 所示。

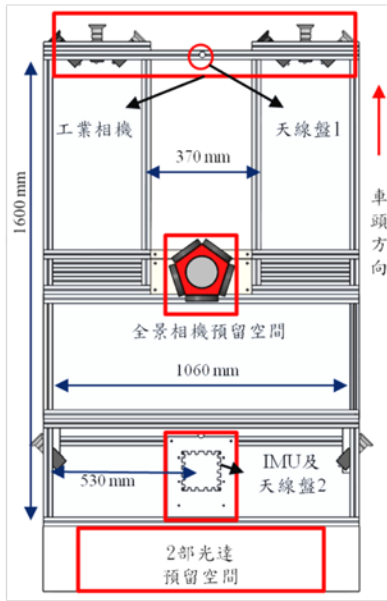


圖 3-69 車頂設備平臺配置(上視)

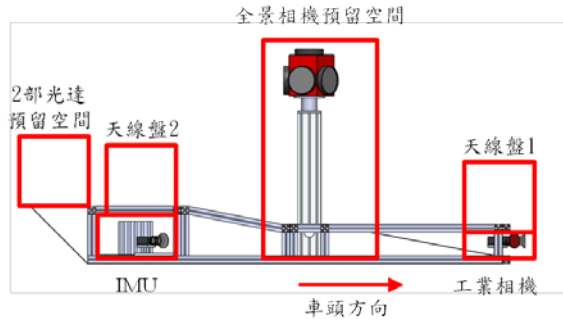


圖 3-70 車頂設備平臺配置(側視)

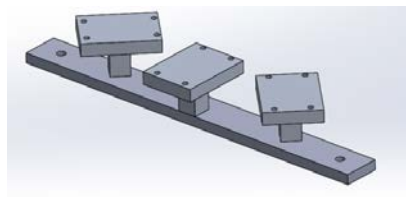


圖 3-71 相機支架



圖 3-72 設備平臺相機安裝狀況

根據道路交通安全規則第 44 條規定，領有牌照之汽車，其出廠年份 5 年以上未滿 10 年者，每年至少檢驗 1 次。本案使用車輛為民國 98 年製造，故應每年檢驗，關於本案所需之車頂設備，除申請為特種車輛外，應於檢驗時卸除。因此本案設計之車頂設備平臺以易於拆裝為原則設計，操作人員僅利用簡易工具拆卸車頂設備平臺。

此外，經與監理單位確認，車頂架上方承載設備皆認定為裝載物，故所承載之設備無特殊規定，唯全車尺寸(含承載設備)仍須符合道路交通安全規則第 38 條規定。

### 三、定位定向模組

為維持定位定向系統與影像感測器相對關係，將慣性量測元件及天線盤固定於車頂設備平臺，另外為提高定位定向系統量測精度，採

用雙天線盤，分別置放於車頂設備平臺之前後，以增加後續定位定向資料解算之約制條件。

慣性量測元件將置放於車頂設備平臺之後方，使用 M6 螺絲固定於鋁擠架最後方 2 根橫桿間並使用 M5 螺絲固定於固定板上，慣性感測元件上方由一慣性模組上罩覆蓋以提供防塵防水功能，此外在上罩加裝一螺桿提供後側天線盤固定使用。

#### 四、全景相機預留空間

依本案規範要求，需預留全景相機放置位置，目前以 Ladybug5 為基準進行設計，Ladybug5 亦為近年來國內外常用之全景相機，又為本案試辦街景資料蒐集及整合作業項目所需，故以本團隊自有之 Ladybug5 進行全景相機放置空間設計。

為避免車體本身占據全景影像過多拍攝範圍，提高全景相機放置位置，以爭取有效拍攝範圍，而依道路交通安全規範第 38 條第 1 項規定車輛尺寸，汽車全高不得超過全寬之 1.5 倍，其最高不得超過 2.85 公尺，本案使用車輛全寬為 1.77 公尺，因此最高不得超過其 1.5 倍即 2.655 公尺，因此採用 55 公分長之 M6 鋁擠(尺寸為 90mm\*90mm)作為全景相機支撐桿，因此車體總高為 2.605 公尺(包含車體高度 1.745 公尺、車頂架高度 15 公分、全景相機高度 16 公分及支撐桿 55 公分)，此處選用較寬之尺寸能有效承受前後左右 4 個方向氣流阻力，支撐桿重量為 2.365 公斤(4.3Kg/m x 0.55m)，支撐架上方以一連接座連接全景相機，並供線路連通。支撐架下方使用固定角片連接設備平臺本體，組合圖如圖 3-74 所示。

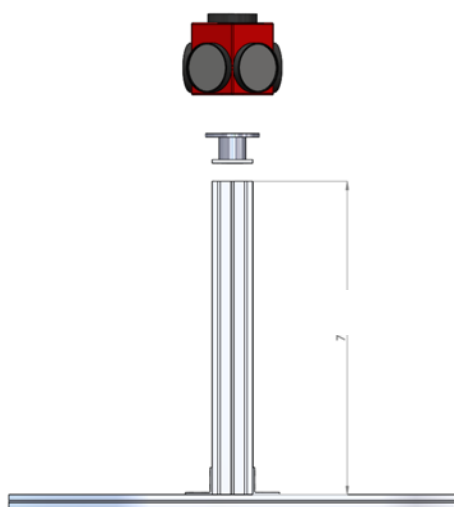


圖 3-74 全景相機放置空間正視分解圖

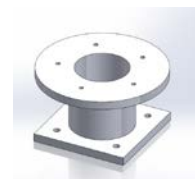


圖 3-73 全景相機連接座






圖 3-75 全景相機支撐架固定角片



## 五、光達預留空間

依本案規範要求，需預留光達放置位置，但尚未提供可能採用之光達型號，又目前各類型光達尺寸各不相同，因此尚無法提供確切安裝設計，設備平臺上所有鋁架皆包含螺絲鎖附空間，保留後續加工調整空間。目前國內外裝載光達之車載移動測繪系統包含奧地利 RIEGL 的 VMX-250 及 VMX-450 與 VMZ(400,1000,2000)、加拿大 Optech 的 Lynx SG1 及 Lynx MG1、日本 Mitsubishi 的 MMS-X(640,440,320,220) 及 MMS-X320R 與 MMS-K320、美國 Trimble 的 MX2、美國 TOPCON 的 IP-S2 HD 以及瑞士 Leica 的 pegasus two，表 3-9 以 RIEGL 2 款 MMS、TOPCON 及 Leica 使用之光達比較。大部份 MMS 皆裝設光達於車體後方，並朝水平線上方 45 度擺設，參考 RIEGL VMX-450 之擺設方式，以 2 部 RIEGL VQ-450 為例，設計光達擺設於本案 MMS 如圖 3-76，將於設備平臺後方增加光達架設平臺，於光達架設平臺左右兩側各固定 1 部光達。另參考 Optech Lynx MG1 單顆光達之裝設方式，將於設備平臺後方增加光達架設平臺，於光達架設平臺中間固定 1 部光達，並為了避免光達位置影響後方 GNSS 天線盤，則抬高天線盤高度，如圖 3-77 所示，實際裝設方式需視國土測繪中心未來規劃辦理。

表 3-9 現行 MMS 使用之光達規格比較

MMS	RIEGL VMX-250	RIEGL VMX-450	TOPCON IP-S2HD	Leica pegasus two
使用光達	RIEGL VQ-250	RIEGL Q-450	Velodyne HDL-64E S2	Leica P20(停產)
掃描點數/秒	300,000	550,000	1,300,000	1,000,000
尺寸(mm)	377x198x218	377x205.5x218	203.2x203.2x260	238x358x395
重量	約 11 公斤	約 12.5 公斤	約 13 公斤	約 12 公斤
價格	新台幣 9,692,000 元	新台幣 10,992,000 元	美金 75,000 元	新台幣 4,500,000 元
外觀				

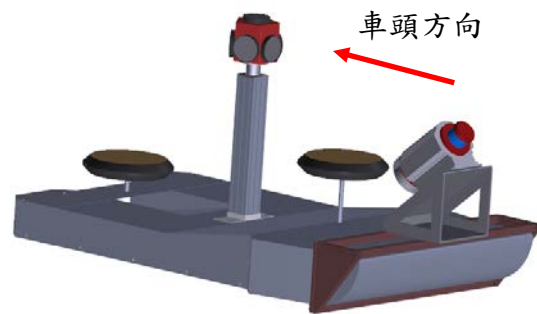
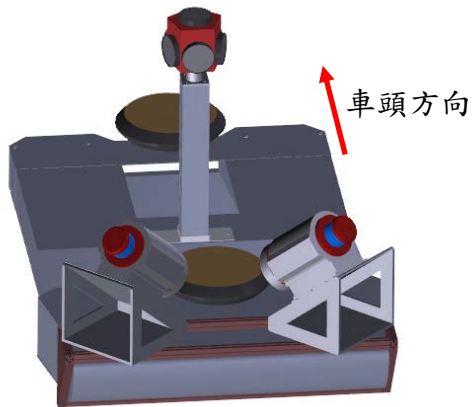




圖 3-76 光達放置方式規劃(2 部光達)

圖 3-77 光達放置方式規劃(1 部光達)

隨著光達技術的發展，光達儀器推陳出新，除掃描點數提升外，更減輕整體重量，對於本案 MMS 可減輕車頂負載，包含 RIEGL VUX-1 及 Velodyne HDL-32E，相關規格比較如表 3-10 所示，其中 Velodyne HDL-32E 為美國 Apple 及 LidarUSA 的 Scanlook 使用。

表 3-10 建議光達規格比較

光達	RIEGL VUX-1HA	Velodyne HDL-32E
掃描點數/秒	1,000,000	700,000
尺寸(mm)	277x180x125	直徑 86.36 mm 高 149.9 mm
重量	約 3.6 公斤	約 1 公斤
價格	新台幣 7,612,000 元	美金 43,000 元
外觀		

## 六、導流外罩

車頂架裝配相機與 GNSS/IMU 模組時將於行駛中增加正向受風面積而增加風阻，為此設計一導流外罩減低車頂架正向風阻且達到車頂裝配設備防水功能。導流外罩將車頂設備平臺進行整體包覆，但仍保留應有之攝影及感測器擷取數據功能進行設計，並依照鋁擠骨架及各方向便於拆裝功能進行分解製作與組裝(如圖 3-78)，以達到保有原功能且防水導流之功能。



圖 3-78 車頂導流外罩全設備組合圖

### 七、線路配置

車頂裝置包含各式感測器，各感測器連接各種線路，包含彩色工業級數位相機與全景相機連接電腦之 USB3.0 線材、外部觸發線，及定位定向系統使用之電源線與訊號線，共 16 條線。16 條線路於導流罩內走線並匯集於下方導流外罩開孔經由防水集線管連接至車內，線路配置圖如圖 3-79 所示。

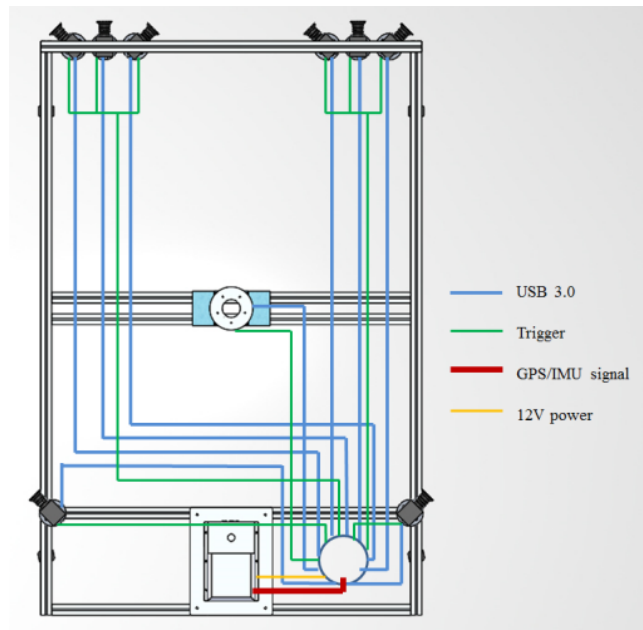


圖 3-79 車頂裝置線路配置圖

經與監理單位確認，於車頂板金開孔，使車頂設備線路穿越進入車內電腦設備，應注意開孔位置須避開車體梁柱。故本案採取線路由防水集線管以切割車頂板金一直徑 3 英吋圓孔(如圖 3-80)，透過防水裝置集線，經車頂板金夾層進入車內，並由車輛右後三角窗內側上方蓋板向下穿出連接後方機櫃中各式儀器及電腦(如圖 3-81)。本團隊已進行防水蓋製作，並提供國土測繪中心於車頂架拆卸時使用。



圖 3-80 切割車頂板金建立過線孔洞

圖 3-81 線路由後方右側窗戶上方蓋板穿出

#### 八、車頂設備裝置防護等級說明

本案針對車頂設備裝置進行防水檢驗工作，透過國內財團法人車輛研究測試中心(ARTC)進行國際防護等級認證，而國際防護等級又分為「防塵等級」及「防水等級」，並以 IP 代碼說明其防護等級，IP 代碼之組成為「IP+防塵等級+防水等級」，因此當一產品之防塵等級為 2，防水等級為 3，則稱該產品之防護等級為 IP23，另防塵等級用於表示產品外殼用於保護內部組件和防禦外部物體進入的能力，如表 3-11 說明，而防水等級用於表示產品外殼抵禦液體滲透的能力，如表 3-12 說明(摘自 [https://en.wikipedia.org/wiki/IP\\_Code](https://en.wikipedia.org/wiki/IP_Code))。

表 3-11 防塵等級(摘自 [https://en.wikipedia.org/wiki/IP\\_Code](https://en.wikipedia.org/wiki/IP_Code))

等級	物體大小或寬度	有效作用於
0	--	等於是暴露，無法保護接觸與外務入侵
1	>50 公厘	任何物品的大型表面，比如手掌可以進入，但無法防禦身體部位的有意接觸。
2	>12.5 公厘	手指大小或相似物體
3	>2.5 公厘	能阻止螺絲起子，粗大電線伸入
4	>1 公厘	隔絕多數電線與細小尖端的工具或螞蟻等爬入。
5	防塵	並不完全防禦灰塵進入，但必須有足夠的數量才能對設備的正常運作造成影響，並且完全防止接觸。
6	完全防塵	灰塵無法進入，完全防止接觸。



表 3-12 防水等級(摘自 [https://en.wikipedia.org/wiki/IP\\_Code](https://en.wikipedia.org/wiki/IP_Code))

等級	防護於	測試目標	細節
0	無防護	--	--
1	滴水	垂直滴水應無負面效果	測試時間：10 分鐘。 水量等於每分鐘 1 公厘雨量。
2	傾斜 15° 滴水	傾斜到正常姿態的 15° 時，傘狀保護下垂直水滴應無負面效果。	測試時間：10 分鐘。 水量等於每分鐘 3 公厘雨量。
3	噴霧	設備上方 60° 的內水霧落在設備上應無滲入等負面效果。(如圖 3-72)	測試時間：5 分鐘。 水量：每分鐘 0.7 公升 水壓：80-100 千帕
4	潑濺	水從任何角度潑濺到設備上應無負面效果。	測試時間：5 分鐘。 水量：每分鐘 10 公升 水壓：80-100 千帕
5	低壓水柱	從噴嘴(6.3 公厘)射出的水柱從任一角度噴射到設備外殼上應無負面效果。(如圖 3-73)	測試時間：至少 3 分鐘。 水量：每分鐘 12.5 公升 水壓：距離為 3 公尺時 30 千帕
6	高壓水柱	從強力噴嘴(12.5 公厘)射出的加壓水柱從任一角度噴射到設備外殼上應無負面效果。	測試時間：至少 3 分鐘。 水量：每分鐘 100 公升 水壓：距離為 3 公尺時 100 千帕
7	浸入水中最多 1 公尺	設備外殼在明確的條件，包括水壓和時間下，浸入水中(最多浸入 1 公尺)時將不會因浸水而導致設備損壞。	測試時間：30 分鐘。 浸入深度從設備底部至多為 1 公尺，從設備頂部至少為 15 公分。
8	浸入水中超過 1 公尺	設備可在製造商指定的條件下適合於長時間浸入水中，通常這表示該設備是密封的。然而在某些設備上，也可指水可以進入但不會造成負面效果。	測試時間：持續浸入水中。 深度由製造商指定。

經與 ARTC 確認，由於車載移動測繪系統體積較大，且非一般市售產品，故 ARTC 無相關設備進行防塵測試，國內亦無相關單位可進行防塵測試，故本案不進行防塵測試。

本案 MMS 之車頂設備裝置由不鏽鋼之導流外罩包覆，並以防水塗料烤漆，每 1 個可拆式面板皆附有防水膠條，因此估計可達防水等級 4，足以對抗作業過程中突臨大雨之情況。本案已於 105 年 7 月 6 日至 ARTC 進行防水等級 4 之測試，利用每分鐘 10 公升的水量，進行 5 分鐘的大面積噴灑(如圖 3-82 及圖 3-83)，測試過程皆保持系統啟動，並確認測試完畢系統功能無虞。測試後確認導流外罩內部有部分滲水，水由導流外罩面板接縫處滲入，造成導流外罩底板潮濕，但不影響系統功能操作，測試完畢將車輛靜置於本團隊車庫，隔日仍確認系統運作正常，防水測試檢驗報告如附錄十一所示。建議實際作業時仍須避免於大雨中作業，應於作業前確認天氣資訊，若作業中突臨大雨應儘快將車輛行駛至室內或遮蔽區域，避免長時間雨淋對系統造成不良影響。



圖 3-82 防水測試現況照片 1



圖 3-83 防水測試現況照片 2

### 九、車頂設備裝置防曬、通風及溫度測試說明

車頂設備裝置之防曬、通風及溫度控制，皆反映在溫度上，而本案建置之車載移動測繪系統，其車頂設備裝置所裝載之儀器包含 8 部工業相機、慣性量測元件及天線盤，儀器操作溫度範圍及存放溫度範圍如表 3-13，其中天線盤安裝於導流外罩上方，不受導流外罩包覆，故影響天線盤溫度之因素僅包含實際氣溫，不在本節所述溫度控制測試範圍，僅針對工業相機及慣性量測元件進行溫度控制測試，並確保車頂設備溫度低於 50°C。

表 3-13 車頂設備接受溫度對照

項目	儀器操作溫度	儀器存放溫度
工業級相機	0°C~50°C	-30°C~60°C
慣性量測元件	-40°C~71°C	-40°C~85°C
天線盤	-40°C~85°C	-55°C~85°C

本案已於 105 年 7 月 14 日利用電子溫度計(如圖 3-84)，將其溫度探針固定於導流外罩內部(如圖 3-85)，並分別於太陽下靜置 15 分鐘及行駛於太陽曝曬的環境中 15 分鐘，記錄導流外罩內部之溫度變化情形，其溫度記錄表如表 3-14，作業過程導流外罩內部溫度皆低於 40°C，且系統於行駛過程導流外罩內部溫度因而降低，故認為本案建置之車載移動測繪系統於防曬、通風及溫度測試的部分無虞。

第參章



圖 3-84 溫度測試使用之電子溫度計



圖 3-85 溫度測試作業情形

表 3-14 系統作業溫度紀錄表

	時間(分)	溫度(°C)
常溫	--	35.3
太陽下	0	35.2
	5	37.2
	10	37.9
	15	38.4
行駛中	0	38.4
	5	37.9
	10	37.5
	15	37.2

本團隊另於 105 年 10 月 5 日配合國土測繪中心作業於臺中市梧棲區重新進行溫度控制測試，作業期間當地溫度為 31°C，當地天氣晴朗，作業情況如圖 3-86，共測試約 84 分鐘，測試成果如圖 3-87，



顯示當車輛於靜止期間，導流外罩內部溫度將隨時間上升，而當車輛行駛期間，導流外罩內部溫度將隨時間下降，其中第 1 個行駛期間車輛行駛速度約為每小時 40 公里，而第 2 個行駛期間車輛行駛速度約為每小時 60 公里，因此顯示車輛行駛速度越快，導流外罩內部溫度下降速率越快，且測試過程中導流外罩內部溫度皆不大於 40°C，不影響導流外罩內部各式儀器運作，故認為本案建置之車載移動測繪系統於防曬、通風及溫度測試的部分無虞。



圖 3-86 溫度測試作業情形(10 月 5 日)

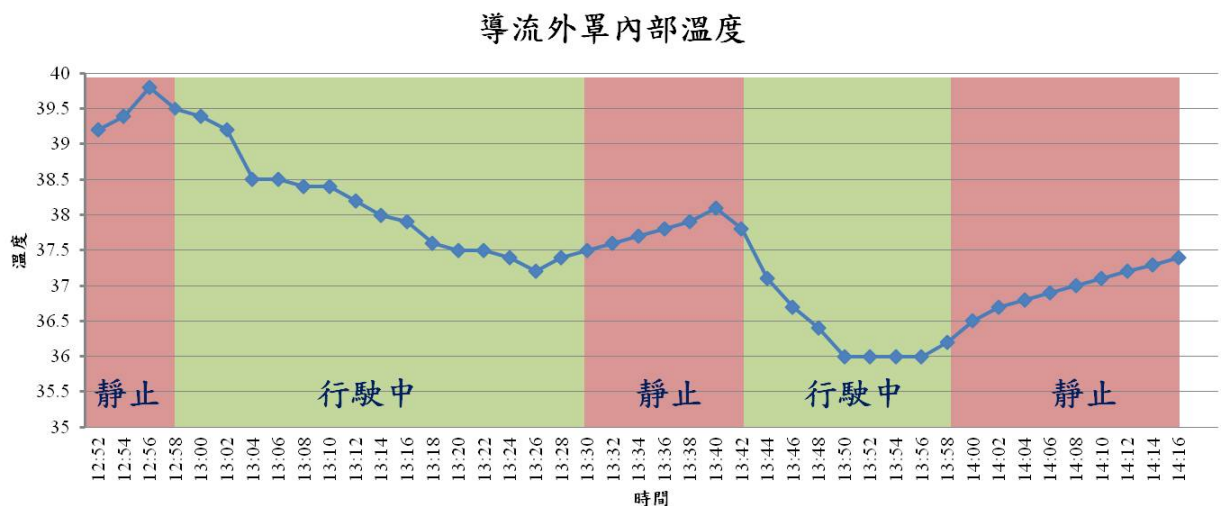


圖 3-87 溫度測試作業結果(10 月 5 日)



## 肆、 內部空間之調整

車內空間配置拆除副駕駛座後座之座椅，並於其後方放置 19" 標準機櫃，可供機櫃前後雙向放置機櫃型裝置儀器，操作人員可於駕駛座後座直接控制系統，並可即時確認系統狀況。其中拆除副駕駛座後方之座椅，期中報告審查會議中，審查委員提及道路通安全規則第 39 條-1 第 10 款規定「座位數應與行車執照登載核定數相符」，經與監理單位確認，本案使用車輛屬於小型客貨車不在此限，無需申請變更。另提供外部電源充電功能，於系統閒暇時可透過機櫃後方介面利用外部電源對輔助電池充電。配置設計圖如圖 3-88，其中電力系統機櫃(電池固定座)提供 5 顆輔助電池固定及電力變壓系統使用，便於電池損壞時替換。

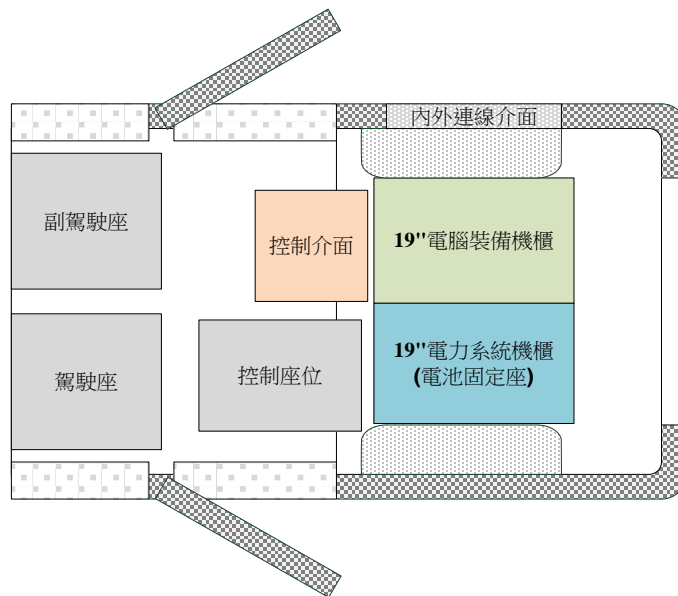


圖 3-88 車內空間配置設計圖

### 一、機櫃

電腦系統使用 19 吋傳統機櫃進行改裝與配置，機櫃尺寸為 600mm 寬(19 吋機櫃面寬) x 770mm 高(12U 機櫃外框高度) x 900mm 深，電機系統機櫃高度與深度與電腦系統一致，但車內空間寬度最狹窄處僅 105 公分，為考量安全容忍距離而將兩機櫃總寬度定為 100 公分(主要縮減電力系統機櫃)，使用設備總和為 24U，又為避免高度過高，而將 2 個 12U 機櫃左右連接改為中型機櫃，固定於車體後方。

#### 1.1 右側 12U 機櫃配置

右側 12U 機櫃內部主要擺放電腦系統，由下至上依照設備重量

由重至輕置放，依序為 4U 控制電腦 2 台、2U 自製 19 吋電力控制開關系統、1U 同步控制系統(含指示燈)1 組及 1U GNSS 接收機，高度總和為 12U，總重約為 80 公斤(包含機櫃本身 20 公斤及設備 60 公斤)，機櫃擺設如圖 3-89 所示。



圖 3-89 右側機櫃擺設

為了提供操作人員較舒適之工作環境，配合操控座位旋轉，於左側機櫃前門內側鎖附螢幕，使操作人員可正視螢幕進行操作。另外，為使螢幕可收納於機櫃內，將螢幕以直向鎖附於機櫃前門，並可於操作時打開機櫃前門，透過螢幕後方右側滑軌調整螢幕高度後，旋轉螢幕為橫向以便於使用。



圖 3-90 螢幕以直向鎖附於左側機櫃前門內側



圖 3-91 螢幕可調整高度並可旋轉為橫向方便操作人員使用

車載移動測繪系統使用 2 台控制電腦，為了節省車上空間，僅使用 1 台螢幕及 1 組鍵盤、滑鼠，因此於右側機櫃中 2 台控制電腦裝設介面切換器(如圖 3-92)，使用者可透過切換器操控使用中電腦。



圖 3-92 操作介面切換器，左圖為切換按鈕，右圖為轉接器

### 1.2 左側 12U 機櫃配置

左側 12U 機櫃內部主要擺放電池電力系統，由下至上依照設備重量由重至輕置放，依序為 7U 下層鋰鐵電池固定座與 1500W 電源供應器及 5U 上層鋰鐵電池固定座與電源開關控制箱，高度總和共 12U，總重約為 79 公斤(包含機櫃本身 13 公斤及設備 66 公斤)，機櫃擺設如圖 3-93 所示，與右側機櫃整合製作為 1 組中型機櫃。



圖 3-93 左側機櫃擺設

### 1.3 機櫃固定

機櫃固定於車內第 2 排後方，於機櫃 4 個角落使用固定框架將機櫃與車體鎖附為一體(如圖 3-94)，防止車輛行駛時產生各種震動與慣性力造成機櫃滑動而損壞機櫃內各項儀器及設備，並加強設備穩定性。機櫃固定後不影響機櫃正常使用，機櫃高度亦不影響車輛駕駛行車視線(如圖 3-95)。



圖 3-94 機櫃固定(圓圈處為螺絲鎖附位置)



圖 3-95 機櫃高度不影響行車視線

#### 1.4 線路及燈號說明

機櫃內儀器及設備眾多，線路多且繁雜，各式線路皆連接到電源控制器、同步觸發系統盒以及 GNSS 接收機(如圖 3-96)，其中 GNSS 接收機 COM1 連接電腦，COM3 連接 IMU，I/O 連接同步觸發系統盒，PWE 連接電源，ANT 連接 2 個天線盤，而同步觸發系統盒中 Odometer 連接輪速計，Camera Trigger 連接相機觸發線，Power/USB 連接電源及電腦，各式線路連接皆有對應燈號亮起(如圖 3-97)。



圖 3-96 設備線路連接

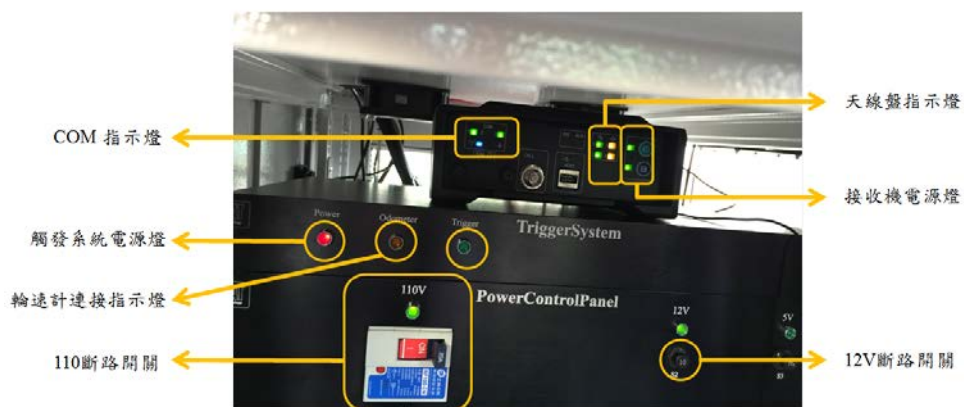


圖 3-97 線路連接對應燈號



## 二、使用者操控座位

由於車輛後座操作空間狹小，原始設計為了提供使用者優良操作環境，將設置於車輛第二排左側(駕駛座後方)之操控座位座椅調整為可旋轉座椅，使用者可透過座椅下方黑色把手微向下壓(如圖 3-99 黃框處)，將座椅向右方旋轉 90 度調整為側向(座椅旋轉至定點將自動停止旋轉)，使用者即可正對已開啟知右側機櫃前門內側螢幕進行系統操控，使用者亦可與螢幕保持適當使用距離，以避免使用者眼睛不適。



圖 3-98 操控座位 (非作業中)



圖 3-99 操控座位 (作業中)

針對期中報告審查會議中，審查委員提及關於汽車設備規格變更規定，汽車申請變更輪椅區或迴轉式座椅者，應符合「汽車變更設置輪椅區或迴轉式座椅車型安全審驗作業要點」之規定，並應繳驗車輛技術研究機構審驗合格報告影本並加蓋公司章及檢驗合格紀錄表。關於此議題，經監理單位確認，迴轉式座椅不影響定期檢驗工作，另外本公司已連絡財團法人車輛研究測試中心(ARTC)，關於迴轉式座椅需進行動態測試、靜態測試及車輛內裝難燃性測試(如表 3-15)，測試作業需提供 3 組車殼、4 組迴轉座椅以及相關設備，且測試作業屬於破壞性測試，相關設備將損壞無法復原，另外 ARTC 亦提醒相關測試作業難以通過，目前尚無測試通過案例，故不建議進行相關安全審驗作業，經向國土測繪中心確認後，已將座椅予以固定。

表 3-15 迴轉式座椅安全審驗說明

測試項目		耗材/車商需準備
動態測試	座椅強度	車殼(1-2 組) 迴轉座椅(2 組)
	行李箱撞擊測試	連接測試平台治具(1 組)
靜態測試	座椅強度	迴轉座椅 (1 組) 座椅治具(1 組)
	安全固定裝置	車殼，防火牆需切割(1 組) 安全帶總成(1 組) 迴轉座椅 (1 組) 連接測試平台治具(1 組)
車輛內裝材料難燃性測試		座椅內容物

### 三、載重說明

本案車載移動測繪系統相關設備主要放置車內後方機櫃及車頂，其中車內後方機櫃放置於左右兩側，左側(駕駛座同一側)機櫃約重 79 公斤，右側(駕駛座另一側)約重 80 公斤，加上可乘坐人員(3 人)，以每人 80 公斤估計為 240 公斤，而車頂裝置總重約 60 公斤，故整體載重為 459 公斤，仍低於車體載重限制 600 公斤。

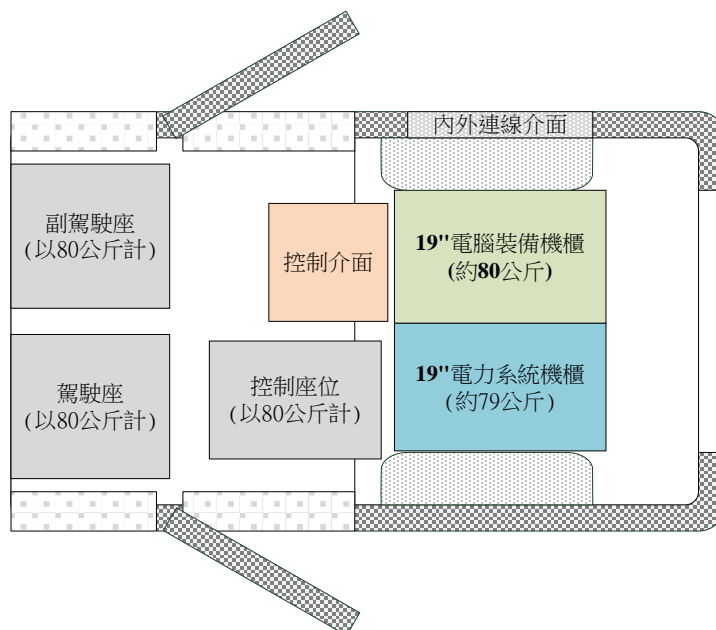


圖 3-100 車內重量配置

本案建置之車載移動測繪系統載具總重為 1610 公斤，經重心位置偏移計算(如圖 3-101)，計算車輛改裝前後重心偏移情形，而影響車輛重心因素包含車輛本身、車頂架及車輛後方機櫃之重量及其重心位置，重心偏移計算以導流外罩後方中央做為偏移分析之參考原點，其中車輛重心資料經詢問 Toyota 原廠無法取得，故假設車輛原重心位置為圖中粉紅色點位，並透過 Solidwork 軟體進行車頂架重心計算，得圖中藍色點位，另計算雙機櫃重心，得圖中綠色點位，進而計算車輛改裝後之重心位置為圖中黑色點位，其三軸偏移量分別為 0.421 公分、-10.128 公分及 5.676 公分，車輛改裝前後無明顯重心偏移，若再加入駕駛人員及操作人員之重量，更能減少重心偏移量。

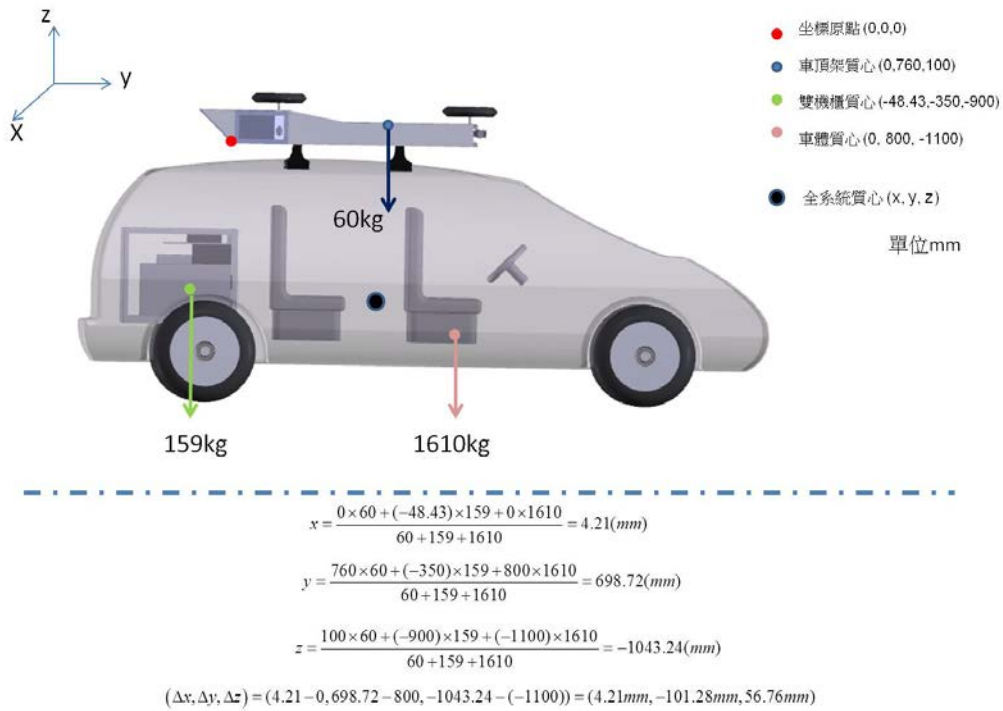


圖 3-101 MMS 重心偏移計算

前述雙機櫃重心位置計算方式，如圖 3-102 說明，雙機櫃重心高度以機櫃高度中心估計，假設圖中紅色點位為參考坐標原點，根據 2 個機櫃之不同重量進行雙機櫃之重心計算，得雙機櫃重心位置如圖中黑色點位。

機櫃質心x方向

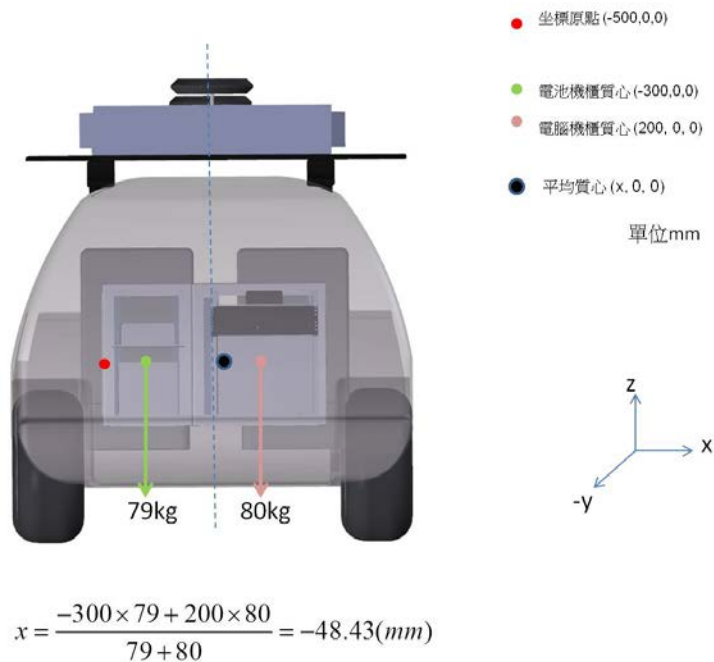


圖 3-102 雙機櫃重心計算

## 伍、車後警示裝置

本案採用之 LED 字幕機，顯示範圍為長 96 公分、寬 16 公分，字體大小為 16 公分，共可顯示 6 字，字體顯示採用紅色，字幕機內容可透過 USB 進行傳輸。

LED 字幕機內容編輯需連接字幕機專用 USB 隨身碟透過 PowerLED 軟體進行編輯，車載移動測繪系統控制電腦已安裝此軟體，或另於其他電腦安裝此軟體進行編輯。

依照道路交通安全規則第 39 條第 1 項第 7 款，各種燈光應符合附件七車輛燈光與標誌檢驗規定，經參訪北市行動派出所相關設計及詢問交通部監理單位後，車後 LED 警示裝置在車輛行駛時不可使用，以免混淆用路人之判斷，僅可於車輛停止時使用。為符合道路交通安全規則，建議 MMS 行駛時關閉警示裝置，僅於車輛停放路邊時使用。



圖 3-103 車後警示裝置作業情形

## 第六節 e-GNSS 外業作業監控

依照國土測繪中心要求，本案建置之車載移動測繪系統進行外業作業時，須可透過國土測繪中心之 e-GNSS 即時回傳至國土測繪中心之監控平臺，為了符合此需求，本團隊於車載移動測繪系統加裝上網裝置，並確認國土測繪中心 e-GNSS 資料傳輸位址及使用者資訊。

經測試，於定位定向控制軟體輸入指令，使 GNSS 接收機透過網路即時將資料回傳至國土測繪中心之監控平臺，如圖 3-104 所示。





圖 3-104 e-GNSS 作業監控

## 第七節 車輛合法上路評估說明

由於本案以國土測繪中心提供之車輛作為載具進行改裝，以符合本案功能需求，為求車輛合法行駛，相關議題說明如下。

### 一、特種車輛

根據道路交通安全規則第 2 條，特種車輛是指有特種設備供專門用途而異於一般汽車之車輛，包括吊車、救濟車、消防車、救護車、警備車、憲警巡邏車、工程車、教練車、身心障礙者用特製車、灑水車、郵車、垃圾車、清掃車、水肥車、囚車、殯儀館運靈車及經交通部核定之其他車輛。

本案所建置之車載移動測繪系統並非上述已定義之特種車，經監理單位確認，若申請為特種車則應由國土測繪中心之事業主管機關宣告車輛之特種設備，而所宣告之特種設備經改裝及安裝於車輛後，仍需符合道路交通安全規則之規定，再報經交通部核可，申請為特種車輛，於驗車時可免拆卸車頂之設備。目前經國土測繪中心評估，本案建置之車載移動測繪系統暫不申請為特種車輛，故應於每次車輛驗車時，拆除車頂相關設備。

表 3-16 特種車輛申請優缺點分析

	優點	缺點
申請特種車輛	車輛於驗車時可免拆卸車頂設備	1.申請手續繁複,據監理單位表示審查時間長,也難以通過。 2.未來增加新設備則應重新申請。
不申請特種車輛	本案 MMS 設計符合道路交通安全規則,不申請特種車輛仍可合法上路。	車輛於驗車時必須拆卸車頂設備,並應於安裝後進行系統率定。

## 二、行照變更

關於車頂置放架合法使用,經監理單位確認,置放架需取得安全審驗報告,另車頂置放架若屬固定式置放架則應進行照變更,而本案使用之置放架為非固定式,根據交通部公路總局 95 年監牌字第 0951006759 號函,無須變更行照。另非固定式車頂置放架應於貨物卸除後拆除,僅可於需承載貨物時安裝。

### 第八節 車輛檢驗拆裝流程

由於本案建置之車載移動測繪系統並未申請特種車輛,故應於道路交通安全規則規定之車輛檢驗期間拆除車頂設備,車頂設備拆除及安裝流程如下說明:

- 1.確認系統關閉,並建議於車輛熄火狀態進行。
- 2.拆除車頂設備平台上各儀器設備所對應之導流外罩面板。

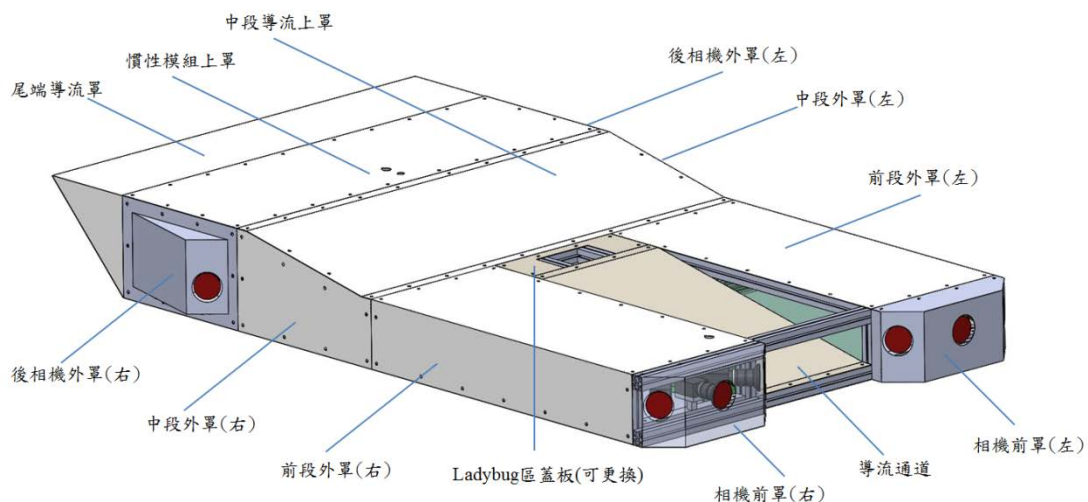


圖 3-105 車頂導流外罩各部位組合外板示意圖



圖 3-106 相機 4,5,6 號拆裝維修對應之前段外罩(右)拆卸示意圖

3.卸除車頂設備平台上各儀器設備所對應線材。



圖 3-107 MMS 相機連接線材

4.鬆開車頂設備平台與車頂架間之鎖附螺絲(如圖 3-108)



圖 3-108 車頂設備平台與車頂架間之鎖附螺絲

5.利用堆高機或 4 名人員將車頂設備平台高舉卸除，並將各線材經車頂設備平台之預留孔拉出。





圖 3-109 相關線材經預留孔進入設備平台上

6. 以 Thule 車頂架專用鑰匙，開啟車頂架基座拿取隨附之六角板手，鬆開車頂架鎖附螺絲，取出車頂架扣片後即可移除車頂架。
7. 將車頂上相關線材塞入集線圓筒，並於車內拉動相關線材，將線材取下。



圖 3-110 線材塞入集線圓筒

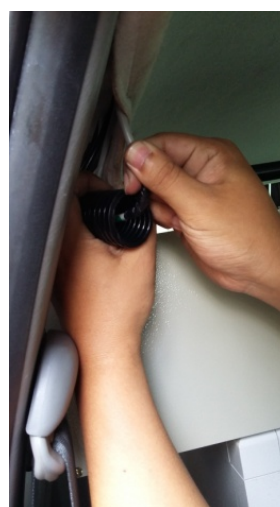


圖 3-111 由車內拉取車頂線材

8. 旋開車頂集線圓筒之鎖附螺絲，即可徒手將圓筒旋開後取下。
9. 將集線孔以專用孔塞覆蓋，即可將車輛駛至驗車場進行車輛檢驗。
10. 車輛檢驗完畢，則依序上述步驟 8 反向進行至步驟 1，恢復 MMS 正常狀態。



## 第肆章 車載移動測繪系統作業

### 第一節 車載移動測繪系統作業說明

車載移動測繪系統整體作業流程如圖 4-1，其中各作業階段之作業內容以及作業需求人力如表 4-1，作業資料流程如圖 4-2，以下分別針對各作業階段說明。

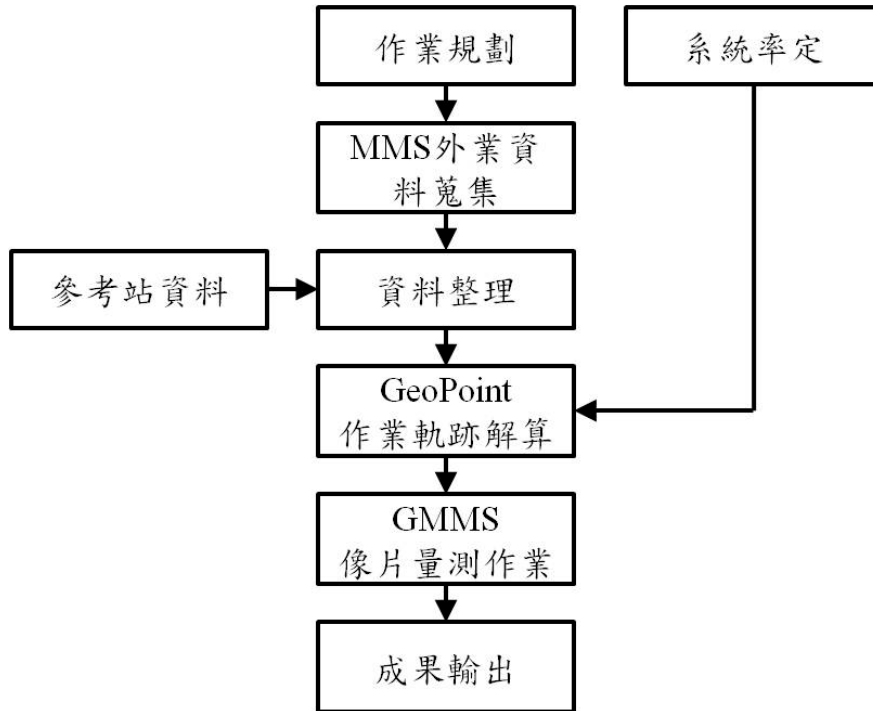


圖 4-1 車載移動測繪系統作業流程

表 4-1 車載移動測繪系統作業說明

工作項目	工作內容	需求人力	其他
作業規劃	確認作業範圍、作業路線及作業方法	1 人(通常為任務負責人)	
MMS 外業資料蒐集	依照規劃路線進行 MMS 外業資料蒐集	3 人(1 人駕駛; 1 人系統操作; 1 人機動協助)	車速維持 80 公里/小時以下
資料整理	確認資料數量及內容	1 人	
GeoPoint 軌跡解算	外業資料蒐集軌跡解算	1 人	
GMMS 像片量測作業	針對作業項目進行影像數化及屬性編輯	依作業路線長度及數化種類數量而定	1 種數化種類, 1 個人 1 天約可完成 3 公里。

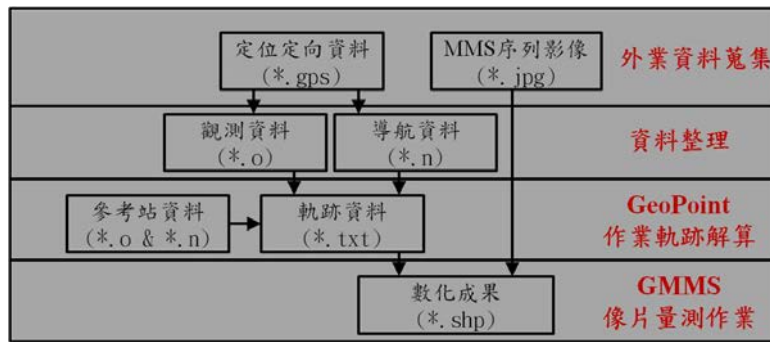


圖 4-2 車載移動測繪系統資料流程

### 一、作業規劃

一般由任務負責人進行路線規劃，可透過既有之參考圖資(如臺灣通用電子地圖之道路中線資料)或透過正射影像數化，取得 MMS 作業範圍 TWD97 坐標系統路線資料(\*.shp)。

### 二、MMS 外業資料蒐集

車載移動測繪系統外業作業前，應先確認天氣狀況，若中央氣象局天氣預報，作業地區降雨機率大於 40% 或車載移動測繪系統停放地區正在下雨，則不進行外業資料蒐集作業，並回報任務負責人，重新調整外業資料蒐集作業時間。如於作業過程中遇到下雨，則應儘快結束作業，並將車輛停放至不被雨淋的場所，以避免系統受雨淋影響。相關系統操作說明，請詳閱本案車載移動測繪系統規格書。

編號	作業步驟	位置	是否完成
1	確認電壓檢視計等於14.6	左方機櫃前側	
2	發動車輛	駕駛座	
3	開啟主電源	左方機櫃後側	
4	開啟逆變器	左方機櫃上方	
5	開啟延長線開關	右方機櫃後側	
6	開啟右側機櫃前門	操作座位	
7	開啟電力控制開關	操作座位	
8	開啟控制電腦並調整操作螢幕	操作座位	
9	連接GNSS接收機電源	右方機櫃後側	
10	開啟GNSS接收機開關	右方機櫃前側	
11	開啟NovAtel Connect	控制電腦	
12	定位定向系統初始化	衛星顆數大於8顆之空曠區域	
13	開始記錄定位定向資料	NovAtel Connect	
14	建立RTMS及NovAtel Connect連接	NovAtel Connect	
15	開啟Geosat RTMS	控制電腦	
16	拍照板及接收器連線	Geosat RTMS	
17	相機連接	Geosat RTMS	
18	設定e-GNSS即時監控	NovAtel Connect	
19	沿規劃路線進行MMS系統作業	實地作業	
20	系統回轉	衛星顆數大於8顆之空曠區域	
21	關閉Geosat RTMS及NovAtel Connect	控制電腦	
22	關閉GNSS接收機	操作座位	
23	關閉控制電腦及回復操作螢幕	操作座位	
24	關閉電力控制開關	操作座位	
25	關閉右側機櫃前門	操作座位	
26	卸除接收機電源	右方機櫃後側	
27	關閉延長線開關	右方機櫃後側	
28	關閉逆變器	右方機櫃後側	
29	關閉主電源	左方機櫃後側	
30	將車輛開回停車場	駕駛座	
31	切換充電開關並連接外部電源	左方機櫃後側	

圖 4-3 MMS 系統作業操作確認表

### 三、資料整理及參考站資料下載

MMS 外業資料蒐集作業完畢，則於控制電腦下載定位定向資料及影像資料。定位定向資料原始檔案需透過 NovAtel 原廠之格式轉換軟體 NovAtel Convert(如圖 4-4)將 GNSS 資料轉換為通用之 O 檔(觀測量資料檔案)及 N 檔(GPS 導航資料)或其他衛星導航資料，亦透過該格式轉換軟體從 IMU 原始資料匯出 IMU 紀錄資料、系統同步觸發時間以及輪速計資料，相關轉換方式如 GeoPoint 使用手冊說明。影像資料下載後，可透過資料夾大圖示顯示(如圖 4-5)，確認影像拍攝是否存在異常資料。

定位定向資料解算需配合參考站資料，其取得方式可透過自行於已知點架設 GNSS 參考站，或向國土測繪中心 e-GNSS 申請鄰近作業範圍之參考站，參考站資料格式應為通用之 O 檔及 N 檔。

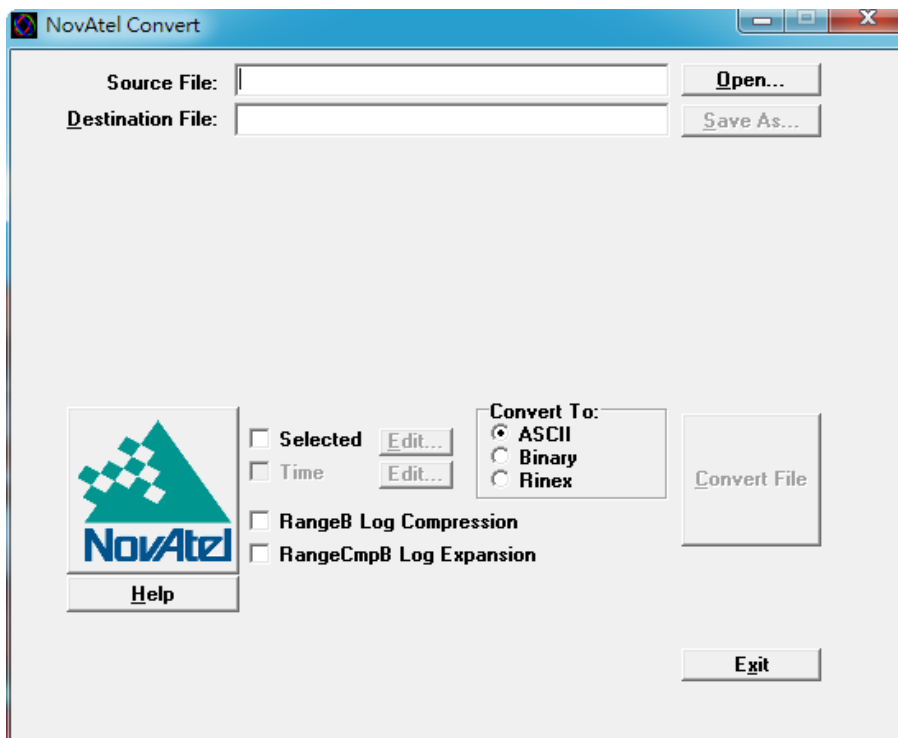


圖 4-4 NovAtel Convert

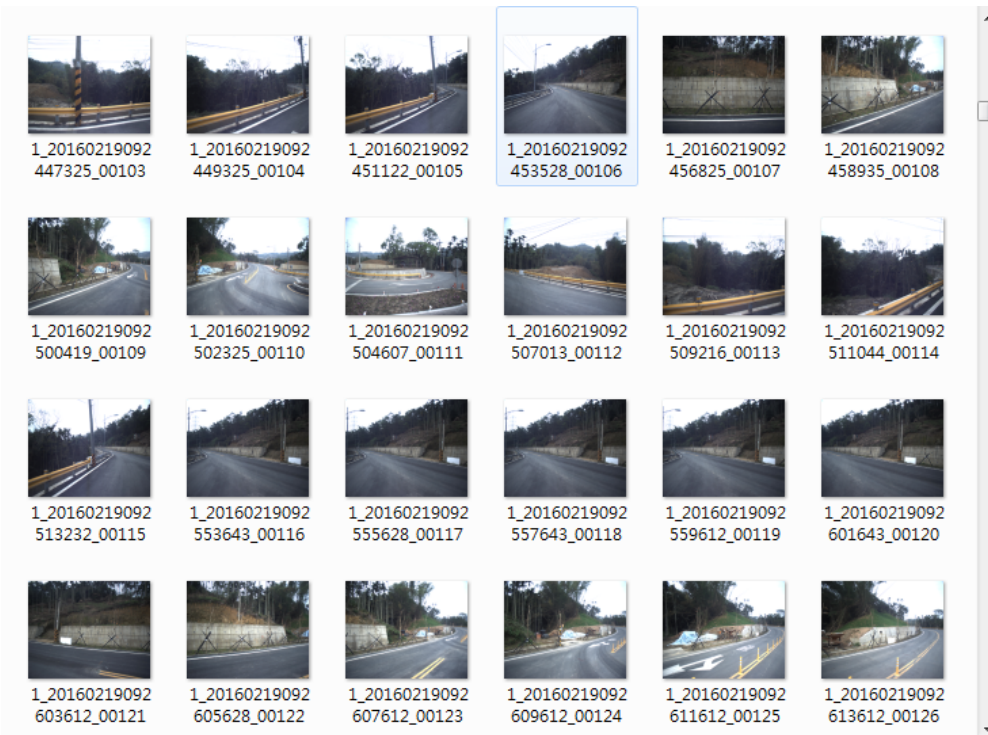


圖 4-5 MMS 影像確認

#### 四、GeoPoint 作業軌跡解算

使用者可利用 GeoPoint 針對 GNSS 及 IMU 資料進行定位定向資料解算，得固定頻率(每秒 1 筆)之軌跡資料，加入系統觸發時間，則可將軌跡內插至各觸發時間之定位定向資料，再加入軸角及固定臂率定成果，即可推得各觸發時間每部相機之外方位資料，並產生像片量測軟體所需之方位資料格式。定位定向解算軟體 GeoPoint 如第五章第一節說明，相關軟體操作方式請詳閱 GeoPoint 使用手冊。

#### 五、GMMS 像片量測作業

將 MMS 外業蒐集之影像及 GeoPoint 解算後之方位資料匯入 GMMS，即可透過軟體於影像上進行點位坐標測量、長度測量、面積測量、圖資數化及屬性建置，產生所需之地理圖資。像片量測處理軟體 GMMS 如第五章第三節說明，相關軟體操作方式請詳閱 GMMS 使用手冊。

#### 六、成果輸出

GMMS 產生之地理圖資，皆可匯出為 SHP 格式檔案，使用者可透過 GIS 軟體進行資料展示及再編輯。



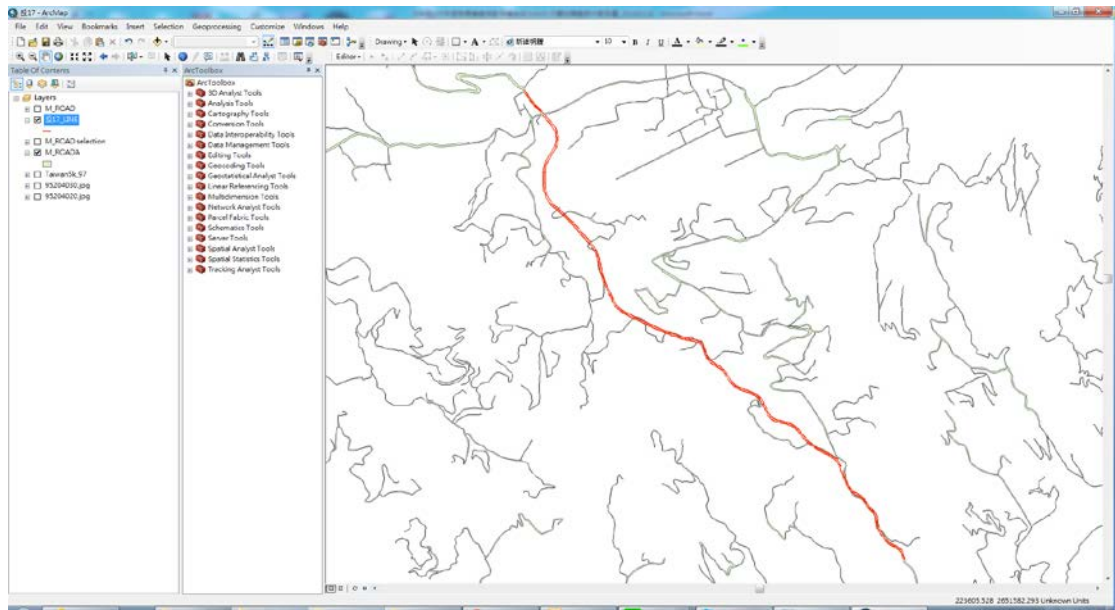


圖 4-6 SHP 格式成果展示

## 第二節 相機內方位率定

相機內方位率定作業流程說明如下，建議至專業相機率定場進行相機率定作業，由於成功大學之相機率定場及本團隊於中科廠房建置之相機率定場皆採用 Australis 率定軟體所對應編碼過之人造標，故以下作業流程則以 Australis 軟體進行率定作業說明。相機內方位應於相機機身與鏡頭間有變動時進行率定工作，1 年至少率定 1 次。

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 4-7 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。

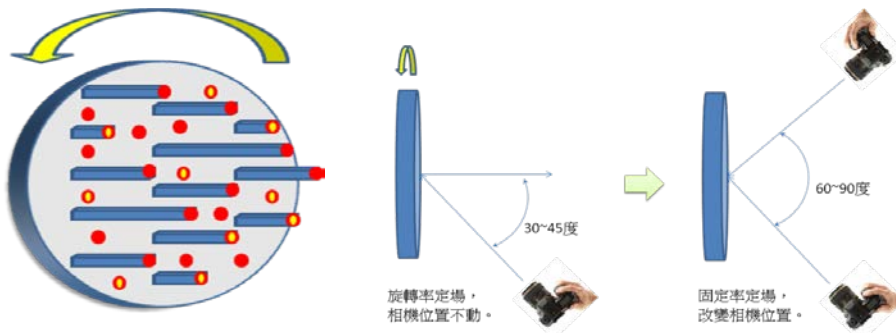


圖 4-7 相機率定拍攝程序示意圖(摘自 Fraser,1997)

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 4-8(a))、機身向右旋轉 90 度(圖 4-8 (b))及機身向左旋轉 90 度(圖 4-8(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。

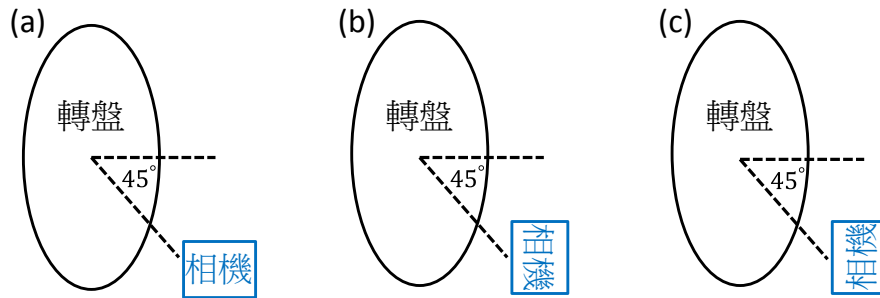


圖 4-8 相機率定拍攝方式(夾角 45 度)

4.以相機光軸與圓盤夾角為 90 度拍攝，分別以相機正拍(圖 4-9(a))及機身向右旋轉 90 度(圖 4-9(b))配合旋轉圓盤各拍攝 8 張，共 16 張照片。

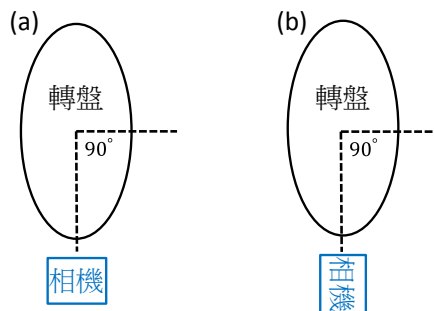


圖 4-9 相機率定拍攝方式(夾角 90 度)

5.拍攝作業時，視窗畫面須佈滿率定標且清晰可辨別，如圖 4-10。

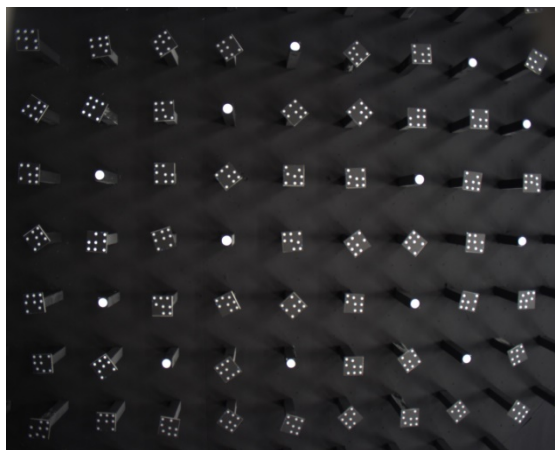


圖 4-10 相機率定拍攝範例

6.將率定影像匯入相機率定軟體，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於成功大學測量及空間資訊學系之室內相機率定場進行相機內方位率定，率定作業情況如圖 4-11，率定成果如表 4-2。



圖 4-11 成功大學相機內方位率定實驗室

表 4-2 相機內方位率定成果

相機編號	1		2		3	
相機型號	GS3-U3-91S6C-C		GS3-U3-91S6C-C		GS3-U3-91S6C-C	
產品序號	14426160		14426172		14426182	
解析度	3376 x 2704 pixels		3376 x 2704 pixels		3376 x 2704 pixels	
像元大小	0.0037 mm		0.0037 mm		0.0037 mm	
	數值	標準差	數值	標準差	數值	標準差
焦距 c	8.1689 mm	0.001 mm	8.1440 mm	0.001 mm	8.1511 mm	0.003 mm
像主點 xp	-0.1418 mm	< 0.001 mm	-0.0208mm	< 0.001 mm	0.0044 mm	< 0.001 mm
像主點 yp	-0.0470 mm	< 0.001 mm	-0.1012mm	< 0.001 mm	0.0069 mm	< 0.001 mm
輻射畸變 k1	2.36481e-03	6.0481e-06	2.38008e-03	5.2985e-06	2.46802e-03	6.3388e-06
輻射畸變 k2	-1.36706e-05	2.2024e-07	-1.47012e-05	2.0195e-07	-1.64385e-05	2.3738e-07
輻射畸變 k3	-1.40181e-07	2.5225e-09	-1.31209e-07	2.4136e-09	-1.23752e-07	2.8218e-09
離心畸變 P1	-1.2399e-05	1.760e-06	3.6074e-05	1.574e-06	-5.2686e-07	1.831e-06
離心畸變 P2	-4.4970e-06	1.630e-06	3.5157e-06	1.438e-06	1.2193e-04	2.033e-06
相機編號	4		5		6	
相機型號	GS3-U3-91S6C-C		GS3-U3-91S6C-C		GS3-U3-91S6C-C	
產品序號	14426183		14426157		14426158	
解析度	3376 x 2704 pixels		3376 x 2704 pixels		3376 x 2704 pixels	
像元大小	0.0037 mm		0.0037 mm		0.0037 mm	
	數值	標準差	數值	標準差	數值	標準差
焦距 c	8.2240 mm	0.004 mm	8.1552 mm	0.001 mm	8.2470 mm	0.005 mm
像主點 xp	-0.0677 mm	< 0.001 mm	-0.0512 mm	< 0.001 mm	0.0184 mm	< 0.001 mm
像主點 yp	-0.0047 mm	< 0.001 mm	0.0021 mm	< 0.001 mm	-0.0893 mm	< 0.001 mm
輻射畸變 k1	2.33207e-03	8.7906e-06	2.37963e-03	6.2010e-06	2.26373e-03	9.7831e-06
輻射畸變 k2	-1.18893e-05	3.5489e-07	-1.45376e-05	2.2616e-07	-1.09459e-05	4.7073e-07
輻射畸變 k3	-1.69565e-07	4.5055e-09	-1.33291e-07	2.5966e-09	-1.71853e-07	6.7749e-09
離心畸變 P1	2.7251e-05	3.111e-06	5.0998e-05	1.899e-06	-3.8629e-05	3.136e-06
離心畸變 P2	-1.7141e-04	2.623e-06	-1.5774e-05	1.772e-06	1.1952e-04	3.550e-06

相機編號	7		8	
相機型號	GS3-U3-91S6C-C		GS3-U3-91S6C-C	
產品序號	14426159		14340449	
解析度	3376 x 2704 pixels		3376 x 2704 pixels	
像元大小	0.0037 mm		0.0037 mm	
	數值	標準差	數值	標準差
焦距 c	8.1606 mm	0.002 mm	8.1973 mm	0.001 mm
像主點 xp	-0.0185 mm	< 0.001 mm	-0.1031 mm	< 0.001 mm
像主點 yp	-0.0844 mm	< 0.001 mm	-0.0486 mm	< 0.001 mm
輻射畸變 k1	2.35770e-03	6.5228e-06	2.54780e-03	5.5986e-06
輻射畸變 k2	-1.36193e-05	2.4113e-07	-1.61454e-05	2.1511e-07
輻射畸變 k3	-1.44140e-07	2.7872e-09	-1.22239e-07	2.5711e-09
離心畸變 P1	6.6805e-05	2.054e-06	1.6677e-05	1.411e-06
離心畸變 P2	-1.2364e-04	1.977e-06	4.8498e-05	1.297e-06

### 第三節 慣性量測元件率定

慣性量測元件率定由國土測繪中心委託成功大學測量及空間資訊學系協助進行，並於該單位之專業慣性測量儀率定測試實驗室進行率定作業，該實驗室之主要設備包含高精度雙軸位置與速率轉台，如圖 4-12 所示，能依據 IEEE 1554-2005 號標準文件(IEEE Std 1554-2005, 2005)，驗證及率定慣性測量儀系統型錄所列的相關規格，諸如陀螺儀之原位偏移(Run to run bias)、原位偏移穩定性(Run to run bias stability)、尺度因子及軸交誤差。經實際測試，驗證其性能的確足以率定各等級之陀螺儀。

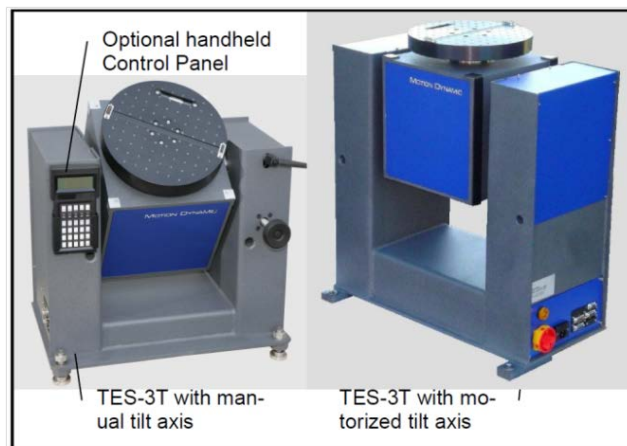


圖 4-12 高精度雙軸位置速率轉台(摘自 102 年度多平臺製圖技術工作案)

慣性量測元件率定作業流程如下說明：

- 1.將欲率定之慣性量測元件攜至專業慣性測量儀率定測試實驗室



2.一般直接固定慣性量測元件於轉盤上，並分別使其三軸朝上透過轉盤旋轉進行率定作業，而本案採用之慣性量測元件為與 GNSS 整合之系統，必須藉由 GNSS 接收機方可進行資料接收，因此本次率定將系統電源及 GNSS 接收機放置於慣性量測元件下方，並透過水平儀檢視是否為水平(如圖 4-13)。



圖 4-13 慣性量測元件率定現況

3.以天線盤驅動接收機，並於驅動後拔除其連接線，以避免作業過程中造成線路纏繞。

4.分別將慣性量測元件三軸朝上放置於轉盤上，透過轉盤旋轉進行率定作業，作業過程中慣性量測元件透過 GNSS 接收機以網路線傳輸至控制電腦，建議於作業過程中，以人力提起網路傳輸線避免線路纏繞。

5.將慣性量測元件靜置 2 小時，以取得後續阿倫變方分析(Allan Variance)所需資料。

6.由成功大學測量及空間資訊學系協助進行率定分析報告。

#### 第四節 軸角及固定臂率定

本案 MMS 軸角及固定臂率定採二階段率定法(El-Sheimy, 1996; Li, 2010)，於率定場拍攝影像，經空中三角計算得影像外方位，與定位定向資料比較得軸角及固定臂率定成果，率定作業如下說明。

##### 一、率定作業時機

軸角及固定臂率定作業主要用以確認相機系統與定位定向系統間的相對關係，故在每 1 次率定作業完成後，則應盡可能維持 2 個子系統間之相對關係。

不定期率定：當相機系統與定位定向系統之任一系統有移動或拆裝，則應進行率定作業。

定期率定：若相機系統與定位定向系統之相對關係持續不動，建議每年進行率定作業至少 1 次。

## 二、外業作業

1. 將欲進行軸角及固定臂率定之車載移動測繪系統駛至率定場。
2. 軸角及固定臂率定場佈有大量已知牆面控制點，但除了牆面控制點，建議增加地面特徵點，以增加後續空中三角計算之連結點。本團隊採用自製保麗龍球，以不同顏色塗刷或以有色膠帶貼附，平均佈設於率定場內，如圖 4-14 所示。特徵點是否足夠依據為將影像切成 16 或 25 等份，每等份內應盡可能有 3 個以上明顯特徵點，若無則應自行增加地面特徵點。



圖 4-14 增加特徵點

3. 成功大學歸仁校區之率定場內存在一已知地面控制點，建議自行架設 GNSS 靜態基站於該已知點，開機儲存資料。
4. 開啟車載移動測繪系統，進行定位定向系統初始化後，進入率定場作業。
5. 進行軸角及固定臂率定之影像拍攝，建議使每 1 台相機拍得大量牆面控制點，並盡可能使畫面佈滿控制點及特徵點。建議之率定場作業拍攝角度如圖 4-15 所示，⊕為車子定點，→為車頭(拍照)方向，共 8 個定點各拍 8 個方向，每 1 台相機各拍得 64 張影像。

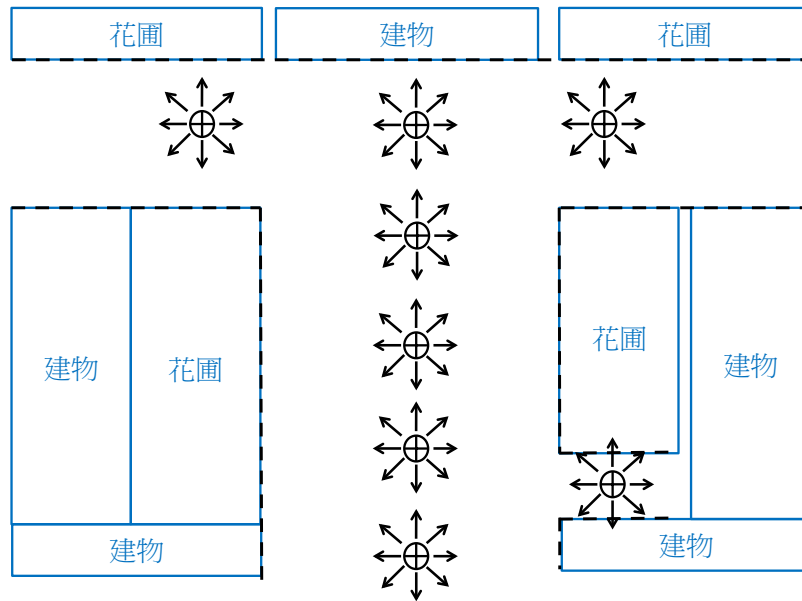


圖 4-15 影像拍攝角度建議

6. 車輛定點與方向選定後，須靜止 90 秒以上，執行拍照及資料紀錄。
7. 拍攝作業完成後，則進行系統回歸並停止紀錄資料。
8. 下載資料並關閉車載移動測繪系統。
9. 關閉 GNSS 靜態基站，並下載基站資料。
- 10 恢復現場環境。

### 三、資料解算

1. 進行定位定向資料解算，透過定位定向後處理軟體搭配基站資料解算各攝影站之定位定向資料。
2. 將拍得影像匯入空三解算軟體(如 Australis)，建立連結點及進行控制點量測，並以光束法空三平差計算各影像外方位。
3. 比對影像外方位及攝影站外方位，取得軸角及固定臂率定成果。

本案已於內政部於多平臺製圖技術工作案中建置之檢校場(位於成功大學歸仁校區)辦理 MMS 軸角及固定臂率定之資料蒐集，檢校場軸角及固定臂率定作業如圖 4-16 所示，二階段率定計算軸角及固定臂率定成果如表 4-3 及表 4-4 所示。依據過去經驗及 102 年度多平臺製圖技術工作案之期末報告，三維坐標之標準差達 3~5 公分、姿態角之標準差達 0.1 度足敷使用。



圖 4-16 軸角及固定臂率定作業情形

表 4-3 軸角及固定臂率定成果

Camera	x(公尺)	y(公尺)	z(公尺)	LeverArm(公尺)	Omega(度)	phi(度)	kappa(度)
1	-0.4438	1.2589	0.0362	1.3362	89.26023	44.75702	-0.19339
2	-0.335	1.296	0.0393	1.3403	89.39444	-2.13628	-0.30845
3	-0.2106	1.2635	0.04	1.2829	89.60459	-44.8502	0.161054
4	0.2791	1.2042	0.0465	1.2383	89.69919	43.3292	-0.26354
5	0.3556	1.293	0.0388	1.3425	89.24133	-1.00112	-0.23133
6	0.4274	1.2053	0.0472	1.2809	88.73502	-45.4804	-0.26813
7	-0.5779	-0.0237	0.049	0.5861	90.41981	44.32017	-0.38608
8	0.5268	-0.0605	0.0598	0.5372	89.59252	-46.1745	-0.08248

表 4-4 軸角及固定臂率定精度

Camera	Std_x(公尺)	Std_y(公尺)	Std_z(公尺)	Std_LeverArm(公尺)	Std_omega(度)	Std_phi(度)	Std_kappa(度)
1	0.0275	0.0238	0.0444	0.0574	0.029309	0.104193	0.104673
2	0.0359	0.0351	0.0433	0.0663	0.016142	0.115594	0.115625
3	0.0412	0.0346	0.0457	0.0706	0.027683	0.092479	0.092697
4	0.037	0.0239	0.0458	0.0636	0.037424	0.117765	0.118013
5	0.0267	0.0383	0.0461	0.0656	0.018806	0.128147	0.128026
6	0.0222	0.0359	0.0551	0.0694	0.033418	0.104513	0.10483
7	0.0613	0.0733	0.0453	0.1058	0.030692	0.106614	0.106697
8	0.0369	0.0453	0.0431	0.0727	0.029306	0.086311	0.086255

## 第五節 車載移動測繪系統作業精度測試

本案已於內政部於多平臺製圖技術工作案中所建置之檢校場，辦理 MMS 系統檢校，檢校場共佈有 196 個牆面控制點(如圖 4-17)。精度測試作業針對檢驗場進行外業量測，車行速度維持時速 40 公里以上行駛，作業軌跡如圖 4-18，檢校場位於紅色框選處，經資料解算獲取拍攝軌跡及衛星脫落 60 秒軌跡，衛星脫落 60 秒範圍選取牆面控制點周圍路線，該區域 GNSS 資料不加入定位定向資料計算，得定位定向資料後以本團隊自行開發之像片量測軟體(GMMS)透過影像前方交會進行 100 個牆面控制點量測(如圖 4-19)，取量測坐標與控制點坐標差值作 RMS 計算得精度測試成果，符合本案合約服務建議徵求書中表 1 車載移動測繪系統精度規範，精度驗證成果如表 4-5，詳細驗



證資料如附錄九控制點實測紀錄表，符合規範要求。

一般航空攝影測量作業，受到影像交會幾何的關係，量測之誤差落在高程方向，故於航空攝影測量中，高程精度通常較平面精度差。然而車載移動測繪系統所拍攝角度與航空攝影測量拍攝角度不同，車載移動測繪系統影像交會幾何所產生之誤差將落於影像之景深方向，平面精度不一定優於高程精度，因此本精度驗證作業，高程精度優於平面精度屬正常現象。

第肆章



圖 4-17 檢驗場牆面控制點位置示意圖



圖 4-18 精度驗證於檢校場作業軌跡

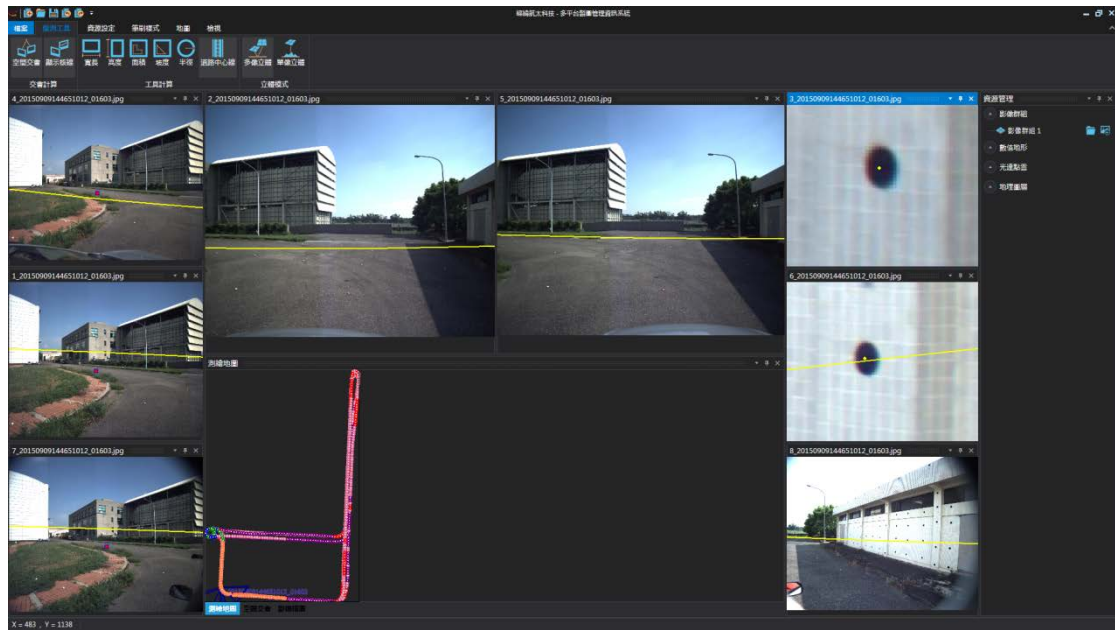


圖 4-19 精度驗證量測畫面

表 4-5 車載移動測繪系統精度驗證成果

項目		成果	規範
衛星脫落60秒，無輪速計輔助之定位定向精度	平面位置精度	20cm	≤50cm
	高程位置精度	19cm	≤50cm
無衛星脫落，無輪速計之定位定向精度	平面位置精度	10cm	≤10cm
	高程位置精度	15cm	≤20cm

## 第六節 車載移動測繪系統功能測試

本案應於第 3 階段作業將本案建置之車載移動測繪系統加裝全景相機進行實地道路測試 10 公里，確認電力輸出及影像傳輸可正常運作、感測器資料即時擷取功能、定位定向感測監控功能及定距或定時控制感測器擷取資料功能等。

本案於成功大學歸仁校區附近道路進行實地道路測試作業，作業路線示意圖如圖 4-20 所示，圖中綠色星號為成功大學歸仁校區，紅色線條即為作業路線，路線總長度約為 13.922 公里(含校區內繞行路線 2 公里)。測試作業採取每 5 公尺定距控制感測器擷取資料，作業完畢後確認各相機影像數量皆為 2939 張，資料儲存量共計 13.2GB，定位定向資料為 2939 筆，資料儲存量共計 37.1MB，全景相機以約每 3 秒拍攝一組全景影像，共有 7559 組影像，檔案容量共計 76.3GB，測試作業過程各系統皆正常運作，影像拍攝情形如圖 4-21。



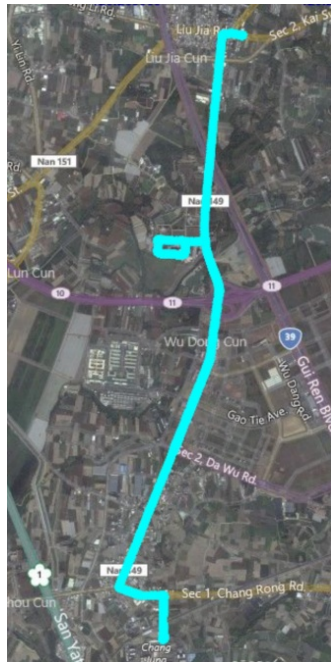


圖 4-20 實地道路測試作業軌跡

1 號相機



2 號相機



3 號相機



4 號相機



5 號相機



6 號相機



7 號相機



8 號相機



圖 4-21 實地道路測試影像

## 第七節 GNSS 收訊不佳時作業建議

針對期中報告審查會議中，審查委員提出關於 GNSS 收訊不佳或失訊時，在市區或橋下如何解決之議題，以本團隊之實際經驗說明，本公司於『101 年度高雄市道路設施調查建檔及管理資訊系統建置計畫』中，因 188 縣道位於省道台 88 下方，加上鳳山區都市發展程度高，188 縣道周圍高樓林立，透空條件差造成 GNSS 接收狀況差（如圖 4-22 及圖 4-23），進而影響該路線道路調查成果精度。

針對此案例，本團隊利用 IMU 特性，以特殊之測繪車拍攝策略，測繪車進行調查作業時，約 300~500 公尺即駛離原路線至空曠處稍作停留（約 3~5 分鐘），使 GNSS 訊號回覆 IMU 之初始精度，再返回原調查路線，測繪車行駛軌跡如圖 4-24 所示，其中紅色圈選處即為停留處。



圖 4-22 188 縣道實地照片 1



圖 4-23 188 縣道實地照片 2



圖 4-24 188 縣道測繪車行駛軌跡

依此策略作業成果與外業實測成果比對，統計如表 4-6，顯示精度可提升至 30 公分以內。



表 4-6 內業及外業之成果比對

NO	實測 X	實測 Y	內業 X	內業 Y	dX	dY	距離
1	182378	2499825	182378	2499825	0.10061	-0.1681	0.19595
2	182381	2499828	182382	2499827	-0.1895	0.12116	0.22491
3	182398	2499804	182398	2499804	-0.055	0.22996	0.23644
平均				0.26281			

透空度不佳，若 GNSS 品質欠佳時，會影響軌跡解算品質降低，為確保精度可達規範標準，有如下對策：

一、建議於行進路線，若多衛星分布不佳處，需再選擇於透空佳處設置停止點以收集較好訊息，可提升整體軌跡精度。

針對市區透空不良區域，建議於透空不良作業區附近，新設透空較佳處停留，待 GNSS 定位精度收斂至合理範圍，再返回原調查路線，調查路線如下圖 4-25 所示，其綠色虛線為規劃調查路線，紅色區域為透空不佳處，綠色圈選處為選定透空較佳停留處。

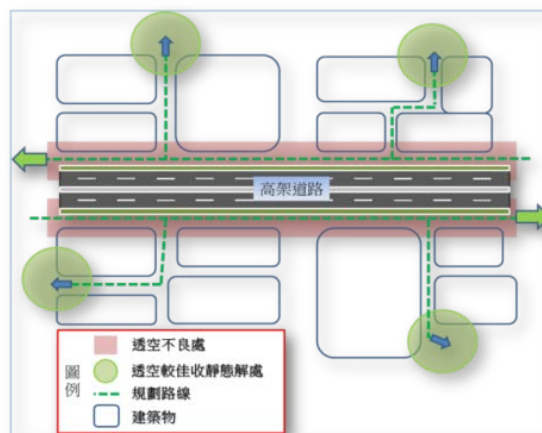


圖 4-25 提高透空不良處精度作業方式示意圖

二、針對行車透空度差處，設置平差控制點加入行車軌跡，透過後處理確保品質。

利用 MMS 影像選擇控制點，使其盡可能均勻分布於影像中，每張影像須包含 4 個以上控制點，且任意 3 個控制點不共線。控制點選定後即於實地進行控制測量，而控制測量作業方式則依需求精度而定。透過本案像片量測軟體 GMMS 進行控制點影像量測，再利用本案定位定像解算軟體進行後方交會計算，並將交會結果加入原軌跡資料進行平差計算得修正後軌跡。

## 第八節 輪速計輔助精度測試

為了測試輪速計輔助精度，本團隊選擇位於南部地區高架道路及臺南市科學工業園區之空曠區域依照 MMS 標準作業流程進行外業資料蒐集(包含系統初始化及歸零作業)，作業範圍如圖 4-26 及圖 4-27，其中框選範圍為模擬 GNSS 失訊範圍，蒐集資料包含 GNSS、IMU 及輪速計資料，另以隨機取樣的方式透過人工刪除 60 秒 GNSS 原始資料，以模擬 GNSS 斷訊 60 秒無資料情況，分別加入不同作業資料利用本案之 GeoPoint 進行解算得 3 種不同作業軌跡，並分別與原始作業解算軌跡進行作業精度比較，而原始作業解算軌跡資料為整合 GNSS、IMU 及輪速計進行解算，由於作業範圍為空曠區域，GNSS 收訊良好，原始作業解算軌跡可視為最佳解，因此作為本測試作業之比較基礎，其解算軌跡資料節錄如圖 4-28，以下說明 3 種作業軌跡解算說明：



圖 4-26 輪速計輔助精度測試作業範圍 1

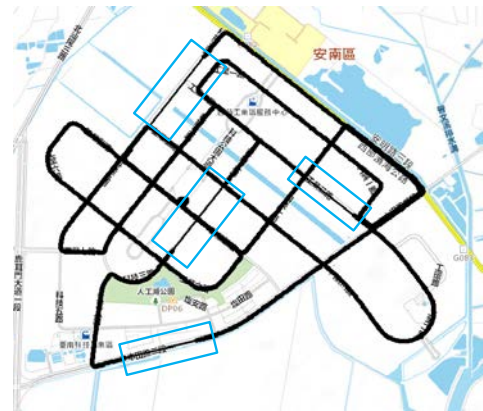


圖 4-27 輪速計輔助精度測試作業範圍 2

Time	Lat	Lon	Alt	Roll	Pitch	Yaw	Speed	Heading
286389.90000	23.0398289836	120.1431425930	24.14470	-0.003	0.002	-0.001	-0.070	0.726
286390.00000	23.0398289792	120.1431425964	24.14484	-0.006	0.003	-0.001	-0.069	0.726
286390.10000	23.0398289751	120.1431425992	24.14499	-0.005	0.004	-0.001	-0.068	0.726
286390.20000	23.0398289713	120.1431426021	24.14513	-0.003	0.002	-0.002	-0.068	0.727
286390.30000	23.0398289676	120.1431426048	24.14529	-0.004	0.003	-0.001	-0.071	0.726
286390.40000	23.0398289638	120.1431426073	24.14544	-0.006	0.004	-0.001	-0.070	0.725
286390.50000	23.0398289599	120.1431426097	24.14558	-0.003	0.002	-0.001	-0.071	0.726
286390.60000	23.0398289559	120.1431426122	24.14571	-0.004	0.001	-0.001	-0.072	0.725
286390.70000	23.0398289524	120.1431426143	24.14585	-0.005	0.003	-0.001	-0.070	0.725
286390.80000	23.0398289493	120.1431426161	24.14598	-0.003	0.001	-0.001	-0.070	0.725
286390.90000	23.0398289459	120.1431426180	24.14610	-0.002	0.000	-0.001	-0.070	0.726
286391.00000	23.0398289430	120.1431426195	24.14623	-0.006	0.003	-0.001	-0.073	0.726
286391.10000	23.0398289397	120.1431426211	24.14635	-0.003	0.002	-0.001	-0.070	0.727
286391.20000	23.0398289366	120.1431426227	24.14646	-0.002	-0.000	-0.001	-0.071	0.728
286391.30000	23.0398289338	120.1431426238	24.14658	-0.005	0.003	-0.001	-0.070	0.728
286391.40000	23.0398289312	120.1431426247	24.14670	-0.002	0.001	-0.001	-0.070	0.728
286391.50000	23.0398289281	120.1431426258	24.14681	-0.002	-0.000	-0.001	-0.070	0.729
286391.60000	23.0398289253	120.1431426265	24.14692	-0.006	0.002	-0.001	-0.069	0.728
286391.70000	23.0398289231	120.1431426272	24.14704	-0.001	0.000	-0.001	-0.069	0.729
286391.80000	23.0398289207	120.1431426280	24.14714	-0.003	0.001	-0.001	-0.070	0.728
286391.90000	23.0398289185	120.1431426283	24.14724	-0.004	0.002	-0.001	-0.070	0.728
286392.00000	23.0398289163	120.1431426286	24.14733	0.000	-0.001	-0.001	-0.070	0.728

圖 4-28 原始作業解算軌跡資料節錄

(1)無輪速計資料之作業軌跡:僅包含GNSS 及 IMU 資料進行整合解, 解算軌跡資料節錄如圖 4-29, 其作業精度比較如表 4-7, 作業成果顯示, 當 GNSS 可提供整合解更新時, 其整合解三軸位置精度約 10~20 公分, 三軸姿態角約為 0.05 度以內, 有無輪速計之軌跡解算成果無明顯差異。

Time	X (m)	Y (m)	Z (m)	Roll (deg)	Pitch (deg)	Heading (deg)	Other
286389.90000	23.0398293522	120.1431425140	24.14368	-0.001	0.001	-0.001	-0.094 0.774 70.
286390.00000	23.0398293497	120.1431425166	24.14382	-0.004	0.003	-0.001	-0.093 0.773 70.
286390.10000	23.0398293476	120.1431425187	24.14397	-0.003	0.003	-0.001	-0.092 0.774 70.
286390.20000	23.0398293456	120.1431425209	24.14411	-0.001	0.001	-0.002	-0.093 0.774 70.
286390.30000	23.0398293438	120.1431425229	24.14427	-0.002	0.002	-0.001	-0.096 0.773 70.
286390.40000	23.0398293417	120.1431425249	24.14442	-0.005	0.003	-0.001	-0.094 0.773 70.
286390.50000	23.0398293396	120.1431425267	24.14456	-0.001	0.001	-0.001	-0.095 0.773 70.
286390.60000	23.0398293372	120.1431425286	24.14470	-0.002	0.001	-0.001	-0.096 0.773 70.
286390.70000	23.0398293352	120.1431425302	24.14483	-0.003	0.003	-0.001	-0.095 0.772 70.
286390.80000	23.0398293337	120.1431425315	24.14497	-0.001	0.001	-0.001	-0.095 0.773 70.
286390.90000	23.0398293317	120.1431425330	24.14509	-0.001	-0.000	-0.001	-0.095 0.773 70.
286391.00000	23.0398293301	120.1431425341	24.14522	-0.004	0.003	-0.001	-0.098 0.773 70.
286391.10000	23.0398293282	120.1431425354	24.14534	-0.002	0.001	-0.001	-0.094 0.774 70.
286391.20000	23.0398293264	120.1431425366	24.14545	-0.000	-0.000	-0.001	-0.096 0.775 70.
286391.30000	23.0398293247	120.1431425374	24.14558	-0.004	0.002	-0.001	-0.095 0.775 70.
286391.40000	23.0398293233	120.1431425380	24.14570	-0.001	0.000	-0.001	-0.095 0.776 70.
286391.50000	23.0398293213	120.1431425388	24.14580	-0.001	-0.001	-0.001	-0.095 0.776 70.
286391.60000	23.0398293196	120.1431425393	24.14591	-0.005	0.002	-0.001	-0.094 0.776 70.
286391.70000	23.0398293184	120.1431425398	24.14603	0.000	-0.000	-0.001	-0.094 0.776 70.
286391.80000	23.0398293169	120.1431425405	24.14614	-0.002	0.000	-0.001	-0.095 0.775 70.
286391.90000	23.0398293156	120.1431425407	24.14624	-0.003	0.002	-0.001	-0.095 0.775 70.
286392.00000	23.0398293142	120.1431425409	24.14633	0.001	-0.001	-0.001	-0.095 0.776 70.

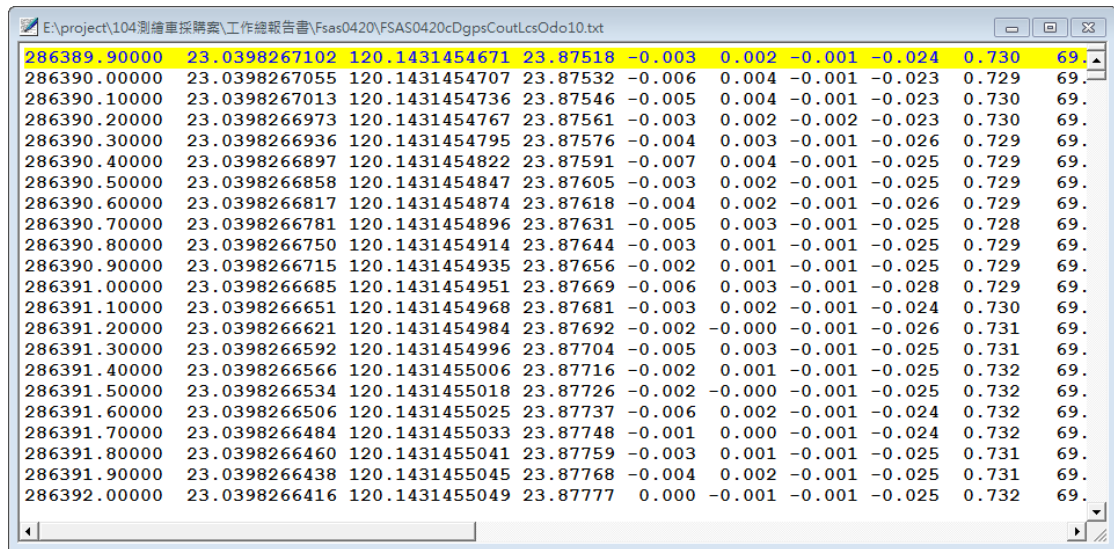
圖 4-29 GNSS 無斷訊且無輪速計資料之解算軌跡資料節錄

表 4-7 GNSS 無失訊且無輪速計之作業精度

	平均值	STD	RMS
N(公尺)	0.073	0.199	0.212
E(公尺)	-0.092	0.308	0.321
H(公尺)	-0.133	0.068	0.150
Roll 角(度)	0.002	0.003	0.004
Pitch 角(度)	-0.026	0.057	0.063
Heading 角(度)	-0.010	0.003	0.011

(2)模擬 GNSS 失訊 60 秒:包含 IMU 及輪速計資料之整合解, 解算軌跡資料節錄如圖 4-30, 其作業精度如表 4-8, 成果顯示當 GNSS 失訊 60 秒且有輪速計輔助, 其三軸位置精度分別 0.232 公尺、0.253 公尺及 0.289 公尺, 而三軸姿態角精度分別為 0.247 度、0.054 度及 0.019 度。





Time	X (m)	Y (m)	Z (m)	Roll (deg)	Pitch (deg)	Heading (deg)	Other	Other	Other
286389.90000	23.0398267102	120.1431454671	23.87518	-0.003	0.002	-0.001	-0.024	0.730	69.
286390.00000	23.0398267055	120.1431454707	23.87532	-0.006	0.004	-0.001	-0.023	0.729	69.
286390.10000	23.0398267013	120.1431454736	23.87546	-0.005	0.004	-0.001	-0.023	0.730	69.
286390.20000	23.0398266973	120.1431454767	23.87561	-0.003	0.002	-0.002	-0.023	0.730	69.
286390.30000	23.0398266936	120.1431454795	23.87576	-0.004	0.003	-0.001	-0.026	0.729	69.
286390.40000	23.0398266897	120.1431454822	23.87591	-0.007	0.004	-0.001	-0.025	0.729	69.
286390.50000	23.0398266858	120.1431454847	23.87605	-0.003	0.002	-0.001	-0.025	0.729	69.
286390.60000	23.0398266817	120.1431454874	23.87618	-0.004	0.002	-0.001	-0.026	0.729	69.
286390.70000	23.0398266781	120.1431454896	23.87631	-0.005	0.003	-0.001	-0.025	0.728	69.
286390.80000	23.0398266750	120.1431454914	23.87644	-0.003	0.001	-0.001	-0.025	0.729	69.
286390.90000	23.0398266715	120.1431454935	23.87656	-0.002	0.001	-0.001	-0.025	0.729	69.
286391.00000	23.0398266685	120.1431454951	23.87669	-0.006	0.003	-0.001	-0.028	0.729	69.
286391.10000	23.0398266651	120.1431454968	23.87681	-0.003	0.002	-0.001	-0.024	0.730	69.
286391.20000	23.0398266621	120.1431454984	23.87692	-0.002	-0.000	-0.001	-0.026	0.731	69.
286391.30000	23.0398266592	120.1431454996	23.87704	-0.005	0.003	-0.001	-0.025	0.731	69.
286391.40000	23.0398266566	120.1431455006	23.87716	-0.002	0.001	-0.001	-0.025	0.732	69.
286391.50000	23.0398266534	120.1431455018	23.87726	-0.002	-0.000	-0.001	-0.025	0.732	69.
286391.60000	23.0398266506	120.1431455025	23.87737	-0.006	0.002	-0.001	-0.024	0.732	69.
286391.70000	23.0398266484	120.1431455033	23.87748	-0.001	0.000	-0.001	-0.024	0.732	69.
286391.80000	23.0398266460	120.1431455041	23.87759	-0.003	0.001	-0.001	-0.025	0.731	69.
286391.90000	23.0398266438	120.1431455045	23.87768	-0.004	0.002	-0.001	-0.025	0.731	69.
286392.00000	23.0398266416	120.1431455049	23.87777	0.000	-0.001	-0.001	-0.025	0.732	69.

圖 4-30 GNSS 斷訊 60 秒之解算軌跡資料節錄

表 4-8 GNSS 失訊 60 秒之作業精度

	平均值	STD	RMS
N(公尺)	-0.209	0.099	0.231
E(公尺)	0.084	0.239	0.253
H(公尺)	0.258	0.130	0.289
Roll 角(度)	-0.245	0.027	0.247
Pitch 角(度)	-0.053	0.011	0.054
Heading 角(度)	0.009	0.017	0.019

(3)模擬 GNSS 失訊 60 秒且無輪速計輔助:僅 IMU 資料之解算成果，解算軌跡資料節錄如圖 4-31，其作業精度如表 4-9，成果顯示當 GNSS 失訊 60 秒且無輪速計輔助，其三軸位置精度分別 0.853 公尺、0.947 公尺及 0.993 公尺，而三軸姿態角精度分別為 0.284 度、0.422 度及 0.626 度。作業成果亦顯示，當 GNSS 失訊 60 秒時，有無輪速計輔助之作業精度影響較大，且有輪速計輔助之作業精度優於無輪速計輔助之作業精度，以本測試作業成果而言，有輪速計輔助之作業精度於三軸位置，分別可提升 73%、73%及 71%，於三軸姿態角，分別可提升 13%、87%及 96%。



Time	Lat	Lon	Alt	Roll	Pitch	Heading	North Error	East Error	Height Error	Roll Error	Pitch Error	Heading Error
286389.90000	23.0398270433	120.1431453975	23.87388	0.000	0.001	-0.001	-0.083	0.788	71.			
286390.00000	23.0398270416	120.1431453998	23.87403	-0.003	0.002	-0.001	-0.082	0.788	71.			
286390.10000	23.0398270404	120.1431454017	23.87417	-0.002	0.003	-0.001	-0.081	0.788	71.			
286390.20000	23.0398270392	120.1431454037	23.87432	0.000	0.001	-0.002	-0.082	0.788	71.			
286390.30000	23.0398270381	120.1431454056	23.87448	-0.001	0.002	-0.001	-0.085	0.788	71.			
286390.40000	23.0398270368	120.1431454074	23.87463	-0.004	0.003	-0.001	-0.083	0.787	71.			
286390.50000	23.0398270353	120.1431454090	23.87477	-0.000	0.001	-0.001	-0.084	0.787	71.			
286390.60000	23.0398270336	120.1431454108	23.87490	-0.001	0.001	-0.001	-0.085	0.787	71.			
286390.70000	23.0398270323	120.1431454123	23.87504	-0.002	0.003	-0.001	-0.084	0.787	71.			
286390.80000	23.0398270314	120.1431454134	23.87517	-0.000	0.001	-0.001	-0.084	0.787	71.			
286390.90000	23.0398270301	120.1431454148	23.87529	-0.000	-0.000	-0.001	-0.084	0.788	71.			
286391.00000	23.0398270291	120.1431454157	23.87542	-0.003	0.002	-0.001	-0.087	0.788	71.			
286391.10000	23.0398270277	120.1431454169	23.87554	-0.001	0.001	-0.001	-0.084	0.789	71.			
286391.20000	23.0398270264	120.1431454180	23.87566	0.000	-0.001	-0.001	-0.085	0.790	71.			
286391.30000	23.0398270253	120.1431454187	23.87578	-0.003	0.002	-0.001	-0.084	0.790	71.			
286391.40000	23.0398270244	120.1431454192	23.87590	-0.001	0.000	-0.001	-0.084	0.790	71.			
286391.50000	23.0398270228	120.1431454199	23.87601	-0.001	-0.001	-0.001	-0.084	0.791	71.			
286391.60000	23.0398270216	120.1431454203	23.87611	-0.004	0.002	-0.001	-0.084	0.790	71.			
286391.70000	23.0398270208	120.1431454207	23.87623	0.001	-0.000	-0.001	-0.084	0.791	71.			
286391.80000	23.0398270198	120.1431454213	23.87634	-0.002	0.000	-0.001	-0.085	0.790	71.			
286391.90000	23.0398270188	120.1431454214	23.87644	-0.003	0.001	-0.001	-0.085	0.790	71.			
286392.00000	23.0398270178	120.1431454216	23.87652	0.002	-0.001	-0.001	-0.084	0.790	71.			

圖 4-31 GNSS 斷訊 60 秒且無輪速計資料之解算軌跡資料節錄

表 4-9 GNSS 失訊 60 秒且無輪速計輔助之作業精度

	平均值	STD	RMS
N(公尺)	-0.716	0.463	0.853
E(公尺)	-0.816	0.481	0.947
H(公尺)	0.855	0.505	0.993
Roll 角(度)	-0.002	0.011	0.284
Pitch 角(度)	-0.026	0.058	0.422
Heading 角(度)	0.624	0.044	0.626

## 第五章 車載移動測繪系統後處理軟體

車載移動測繪系統所蒐集之資料包含定位定向系統紀錄之定位定向資料以及工業相機拍攝得之影像資料，應透過定位定向解算軟體進行定位定向資料之軌跡解算，再加上影像資料透過像片量測軟體進行影像量測獲取所需之地理圖資。以下小節分別說明本團隊自行開發之定位定向解算軟體、像片量測軟體以及客製化圖資處理軟體，本案亦提供 4 台高階繪圖工作站伺服器，並已安裝相關後處理軟體及設定軟體環境。

### 第一節 定位定向解算軟體

本團隊已自行開發 1 套定位定向解算軟體 GeoPoint，其開發環境為 Windows 7 作業系統，透過 Visual Studio 2010 以 C# 及 C++ 語言進行開發。軟體主視窗如圖 5-1，主要分為應用程式功能區、資料管理區、地圖展示區、成果展示區及輔助功能區，應用程式主功能區即包含軟體之主要功能，如資料解算、地圖顯示設定及資料匯出等設定；資料管理區則顯示各筆解算資料之詳細內容；地圖展示區底圖為國土測繪中心之臺灣通用電子地圖，解算成果可圖形顯示於其上；成果展示區則以折線圖展示解算成果之高程資料，其橫軸為資料時間，縱軸為資料高程；輔助功能區提供使用者利用已知坐標進行地圖搜尋。GeoPoint 軟體操作手冊已於本階段隨軟體一併繳交，詳細操作方式請詳閱操作手冊，亦可參考 GeoPoint 系統測試報告。

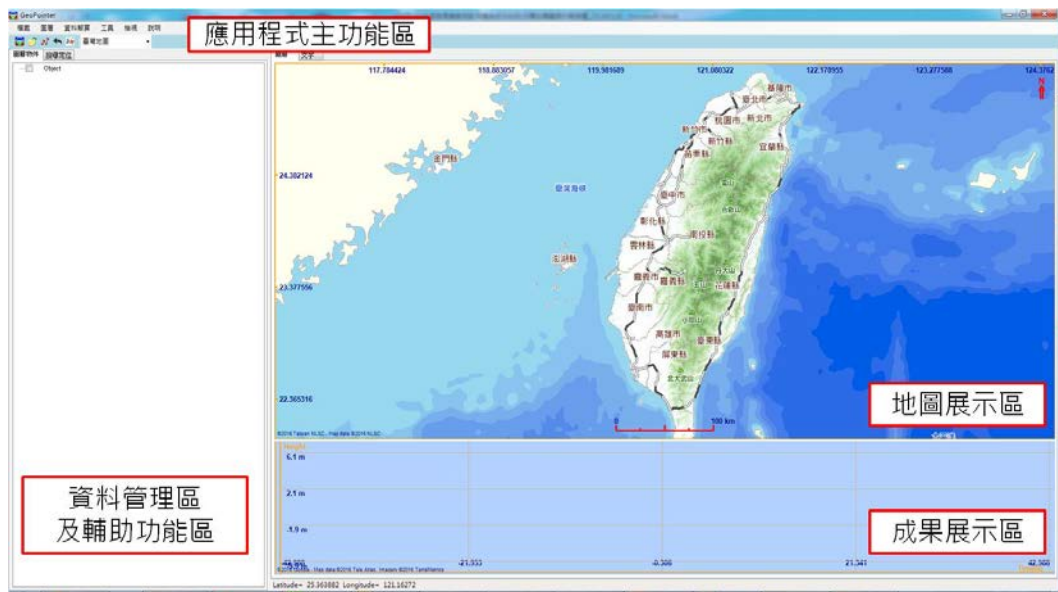


圖 5-1 GeoPoint 軟體主視窗

## 一、應用程式主功能區

應用程式主功能區為軟體主要控制區，分成「檔案」、「圖層」、「資料解算」、「工具」、「檢視」及「說明」，其中「檔案」用於進行專案檔案管理；「圖層」用於設定圖形展示解算成果以及設定地圖展示區之底圖內容，使用者可透過「圖層」下拉選項中之「載入暫存資料」直接於地圖展示區顯示甫解算完畢之軌跡成果，或透過「載入航點資料」於資料夾中選擇解算後之軌跡資料，即可進行軌跡資料圖形展示，另外軟體提供多種底圖選項，供使用者喜好變更，並預設為臺灣通用電子地圖之向量模式，即為軟體中「臺灣地圖」選項。

「資料解算」包含「GPS」、「LC 整合 GPS/INS」、「TC 整合 GPS/INS」及「PMMS-DG」，其功能分別為 GNSS 資料解算、鬆耦合 GNSS/IMU 整合解算、緊耦合 GNSS/IMU 整合解算及呼叫 PMMS-DG 資料轉換模組進行軌跡資料轉換，使用者可依序進行「資料解算」功能完成軌跡資料處理，資料解算相關作業方式及流程將於本節後續內容詳細說明。

「工具」包含「格式轉換」、「kml 輸出」、「坐標轉換」及「Set PMMS-DG Path」4 項功能，其中「格式轉換」(如圖 5-2)可針對 ASCII 格式檔案及 Binary 格式檔案進行格式互轉換，不過本案所使用之定位定向系統需透過 NovAtel 原廠提供之轉換軟體 NovAtel Convert 進行定位定向資料格式轉換，因此不需透過此功能進行資料格式轉換；「kml 輸出」則提供軌跡資料匯出為 Google Earth 所需之 KML 檔案(如圖 5-3)，使用者依喜好設定軌跡顯示方式，即可進行轉換，並可透過 Google Earth 進行軌跡資料展示；「坐標轉換」可針對軌跡解算資料進行大地坐標及卡氏直角坐標轉換(如圖 5-4)，使用者透過設定坐標系統各項參數及投影方式即可進行轉換，而本案之軌跡資料，預設輸出為 WGS84 坐標系統，並可透過資料轉換模組 PMMS-DG 進行 TWD97 及 TWD67 坐標系統轉換，故不需透過此功能進行坐標轉換。

「檢視」用於軟體中各式視窗之顯示設定；「說明」則可選擇顯示「版本說明」及「操作手冊」。



圖 5-2 GeoPoint 格式轉換工具

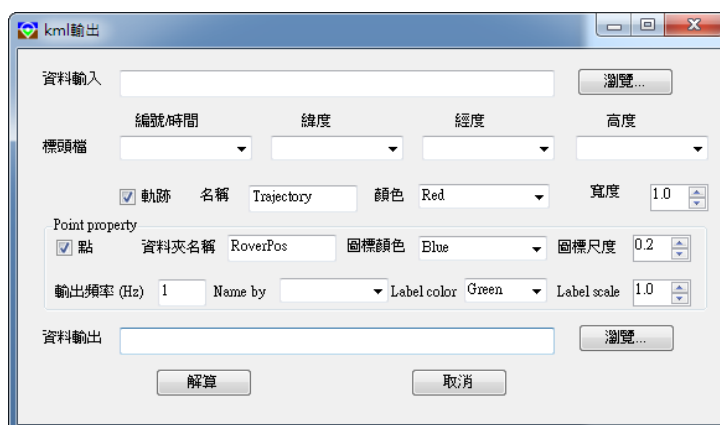


圖 5-3 GeoPoint kml 輸出

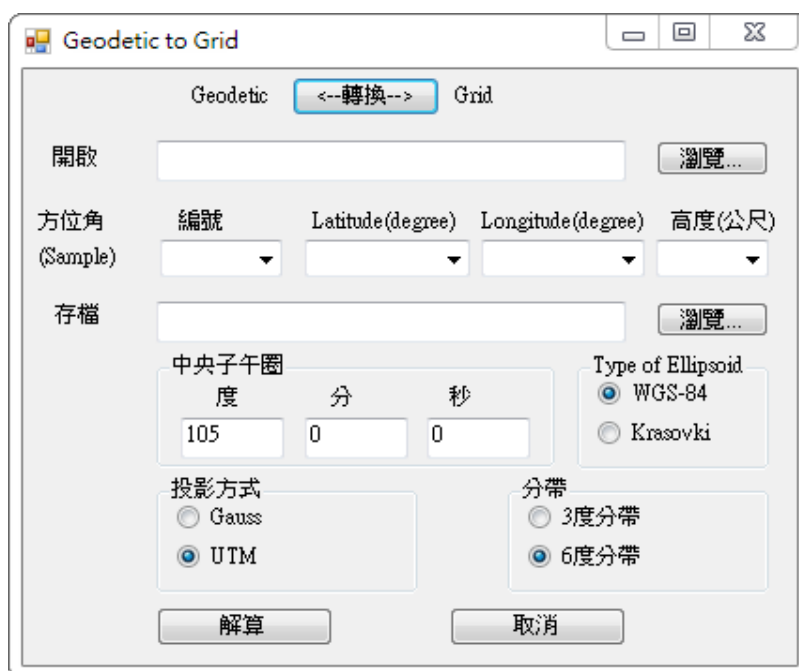


圖 5-4 GeoPoint 坐標轉換



## 二、地圖展示區

地圖展示區主要用於二維顯示解算後之軌跡資料(如圖 5-5)，使用者可根據軌跡資料及底圖之相對關係，確認軌跡資料平面位置是否存在明顯錯誤，並確認軌跡資料與規劃路線之相對關係是否合理，而地圖展示區底圖預設為臺灣通用電子地圖之向量模式，即應用程式主功能區之「圖層」下拉式選單中之「臺灣地圖」，使用者亦可根據喜好調整軟體底圖。此外使用者可移動滑鼠左鍵指向地圖展示區中軌跡資料，軟體將顯示指向資料之軌跡時間，另可透過滑鼠滾輪於地圖展示區進行圖資放大或縮小，以滑鼠右鍵進行平移動作。

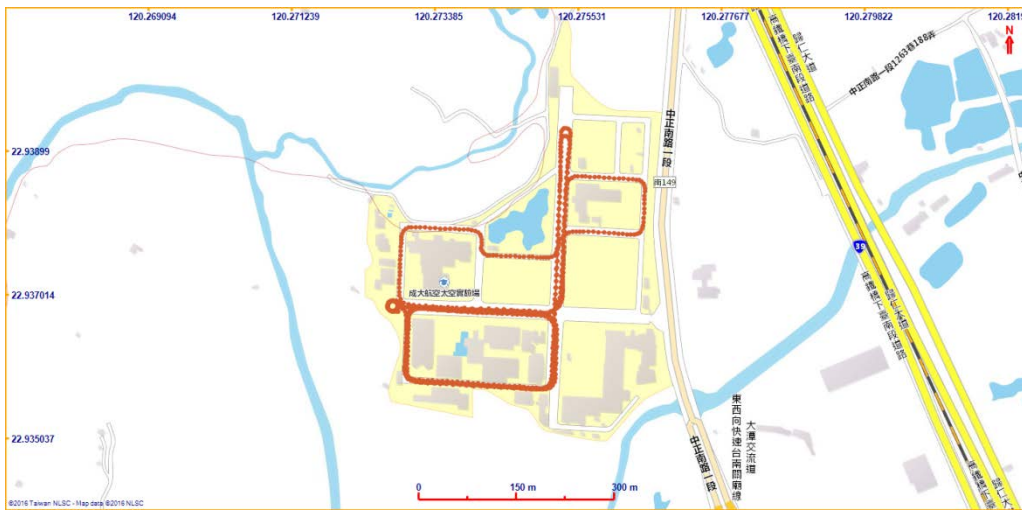


圖 5-5 GeoPoint 地圖展示區

## 三、成果展示區

成果展示區主要透過折線圖展示解算後軌跡之高程資料(如圖 5-6)，其橫軸為資料時間，縱軸為資料高程，使用者可根據高程起伏情形判斷資料高程是否存在明顯錯誤。此外使用者可移動滑鼠左鍵指向成果展示區中軌跡資料，軟體將顯示指向資料之軌跡時間，另可透過滑鼠滾輪於成果展示區進行資料放大或縮小，以滑鼠右鍵進行平移動作。



圖 5-6 GeoPoint 成果展示區

#### 四、資料管理區及輔助功能區

資料管理區主要用於管理圖形顯示之軌跡資料，使用者可自行變更軌跡資料顯示方式(如圖 5-7)，而輔助功能區提供位置搜尋及路徑規劃功能，使用者鍵入已知地址後，按下「開始搜尋」，地圖展示區則將畫面指向使用者指定區域(如圖 5-8)，另外使用者可鍵入路線起迄位置，或透過圖面點選，按下「計算路徑」，軟體即於地圖展示區產生路徑規劃成果(如圖 5-9)。

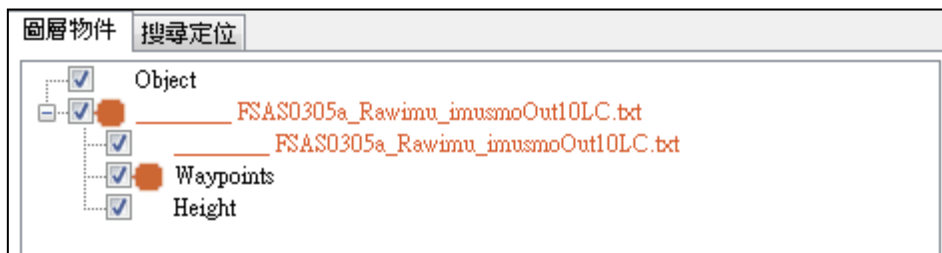


圖 5-7 GeoPoint 資料管理區



圖 5-8 GeoPoint 輔助功能區位置搜尋



圖 5-9 GeoPoint 輔助功能區路徑規劃

## 五、資料轉換模組 PMMS-DG

為了產生後續像片量測軟體所需之方位資料，GeoPoint 附掛一資料轉換模組 PMMS-DG，可透過 GeoPoint 主程式開啟(如圖 5-10)，PMMS-DG 模組主畫面如圖 5-11，主要功能為將 GeoPoint 解算後之軌跡資料加入系統觸發時間進行內插，再加入影像資訊及軸角及固定臂率定成果產製 GMMS 所需之方位資料(如圖 5-12)。

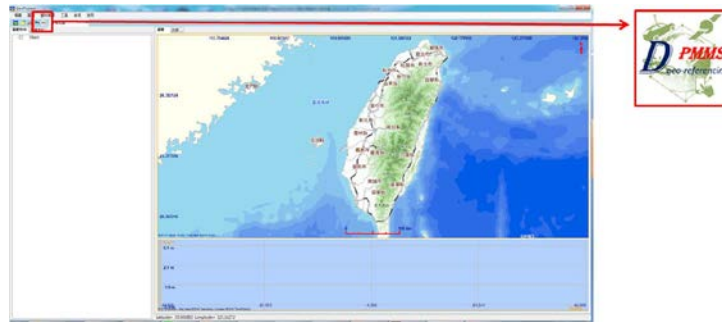


圖 5-10 PMMS-DG 模組

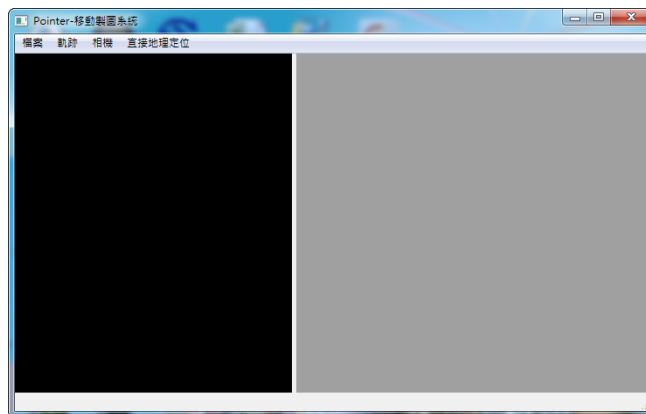


圖 5-11 PMMS-DG 模組主畫面

```

8.1973
-0.1051
-0.0486
0.000000e+000
2.547800e-003
+1.415440e-005
-1.222390e-007
1.667700e-005
4.849800e-005
0.000000e+000
0.000000e+000
0.000000e+000

16984
3376
2704
0.003699

1 0_20151022131036709_00002.jpg      1 175423.2583114690  2537470.6874499900  36.109    0.6723121030    -0.7397311480    -0.0281827060    0.0264375917
1 0_20151022131046006_00003.jpg      1 175423.2593385880  2537470.6963614700  36.103    0.6722614290    -0.7397725200    -0.0283052754    0.0264821621
1 0_20151022131046490_00004.jpg      1 175423.2603502810  2537470.6963266400  36.103    0.6722400835    -0.7397906713    -0.0283378336    0.0265253917
1 0_20151022131047094_00005.jpg      1 175423.2603502030  2537470.6963040400  36.103    0.6722258690    -0.7398024205    -0.0283603100    0.0265666612
1 0_20151022131047600_00006.jpg      1 175423.2603519900  2537470.6963227100  36.104    0.6722377345    -0.7397895462    -0.0284228011    0.0265682299
1 0_20151022131511087_00007.jpg      2 175423.7488157700  2537470.7800330900  36.116    0.7226764565    -0.4904203076    -0.0325351814    0.0260173229
1 0_20151022131514072_00008.jpg      3 175426.3672266660  2537479.3091821700  36.215    0.9918084099    0.1249684811    -0.0139498998    0.0169354318
1 0_20151022131515962_00009.jpg      2 175425.8725794740  2537477.0366725300  36.239    0.495614715    0.8460495605    -0.0199121798    0.0184804093
1 0_20151022131517572_00010.jpg      2 175422.9142986110  2537479.9536557700  36.212    -0.0717984348    0.9974189526    -0.0006463186    0.0031434301
1 0_20151022131519072_00011.jpg      3 175419.0356720920  2537482.0635957000  36.164    -0.3117628105    0.9501352597    -0.0048465998    -0.0105963885
1 0_20151022131520572_00012.jpg      1 175414.7450356970  2537483.5234247200  36.124    -0.4823795453    0.8759247055    -0.0081082980    -0.0051005626
1 0_20151022131521869_00013.jpg      1 175410.7033974980  2537483.8599278000  36.093    -0.7060401044    0.7081716143    0.0005794075    -0.0148565726
1 0_20151022131523275_00014.jpg      2 175406.5704011540  2537482.3108137700  36.040    -0.9541804096    0.2391662463    0.0042692108    -0.0043715950
1 0_20151022131524872_00015.jpg      2 175404.3399487300  2537479.1199282700  36.019    -0.9496130220    -0.2445248187    0.00764289394    0.0142700740
1 0_20151022131525884_00016.jpg      2 175403.8424941390  2537475.2763677500  35.997    -0.7000871308    -0.7140573555    0.0003199532    0.0263046535
    
```

圖 5-12 PMMS-DG 產製方位資料

GeoPoint 軟體架構如圖 5-13，其主要功能包含專案設定、圖形展示及資料解算，圖形展示底圖預設為國土測繪中心之臺灣通用電子地圖，使用者可將各階段解算完畢之軌跡套疊其上；資料解算包含 GNSS 資料處理以及鬆耦合/緊耦合之整合 GNSS/INS 卡曼濾波器與平滑器的計算。



圖 5-13 GeoPoint 軟體架構

### 軟體功能符合契約規定說明

軟體操作流程如圖 5-14 所示，操作步驟主要分成資料前處理、GNSS 資料處理、GNSS/IMU 整合資料處理與資料展示及格式轉換，其中資料前處理需透過定位定向系統原廠提供之轉換程式 NovAtel Convert 進行資料匯出，即可透過 GeoPoint 進行資料處理及格式轉換。GeoPoint 包含本案合約要求功能，軟體測試如以下說明：

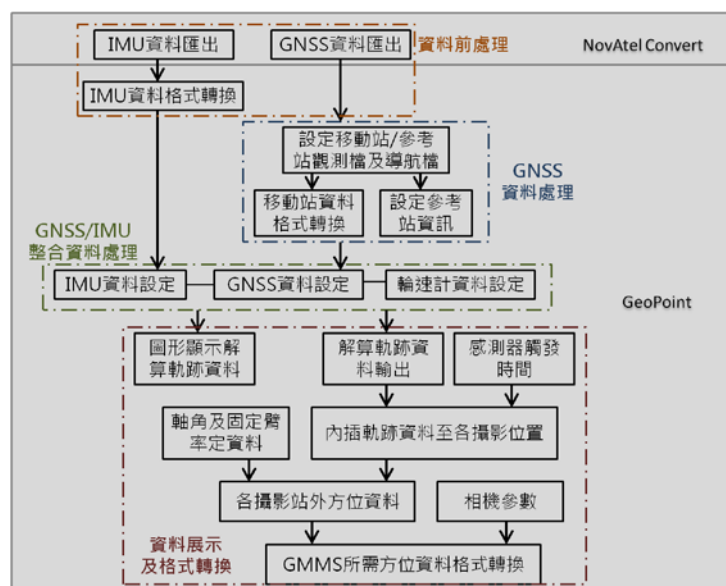


圖 5-14 GeoPoint 軟體操作流程



(一) 至少可讀取本案所有定位定向感測器之觀測資料，及其他共同標準資料格式(如 RINEX)。

GeoPoint 採用定位定向資料共同標準資料格式，透過觀測檔(\*.obs)與導航檔(\*.nav)進行資料解算，屬於 RINEX 格式，因此本案採用之定位定向感測器需透過儀器原廠提供之轉換工具 NovAtel Convert 進行資料格式轉換，用以進行 GNSS 資料轉換(如圖 5-15)、IMU 資料轉換(如圖 5-16)及輪速計資料轉換(如圖 5-17)。

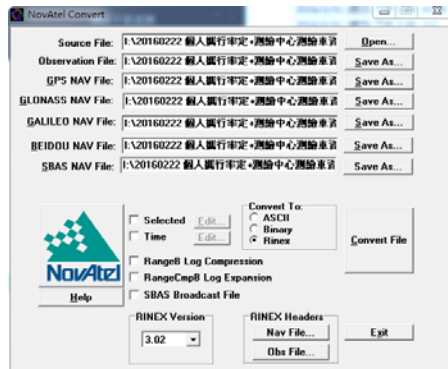


圖 5-15 NovAtel Covert GNSS 資料轉換

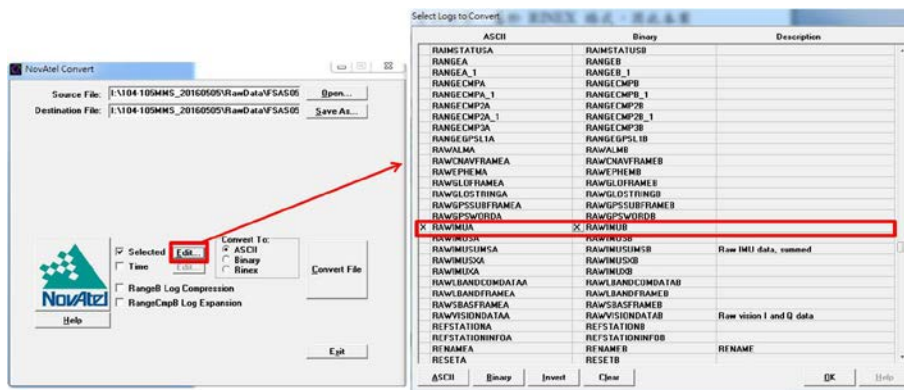


圖 5-16 NovAtel Covert IMU 資料轉換

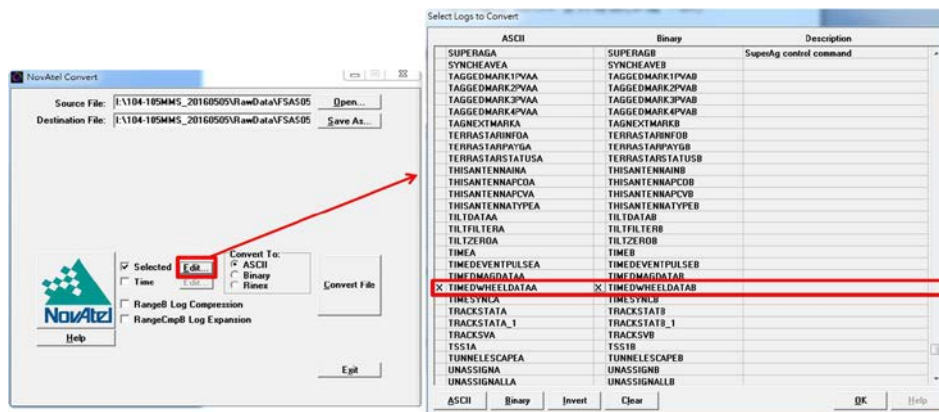


圖 5-17 NovAtel Covert 輪速計資料轉換

GeoPoint 可讀取 NovAtel Convert 轉換後資料，其中 GNSS 轉換後資料由 GeoPoint 之 GPS 資料解算功能中匯入(如圖 5-18)；IMU 及輪速計轉換後資料由 GeoPoint 之鬆耦合及緊耦合之 IMU 資料及里程表資料中匯入(如圖 5-19)。

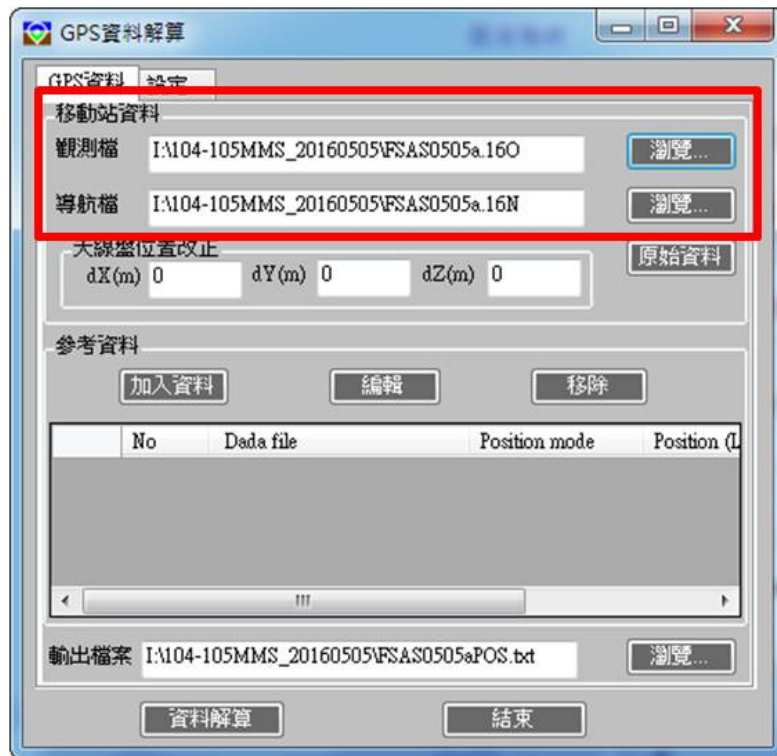


圖 5-18 GeoPoint GNSS 資料讀取

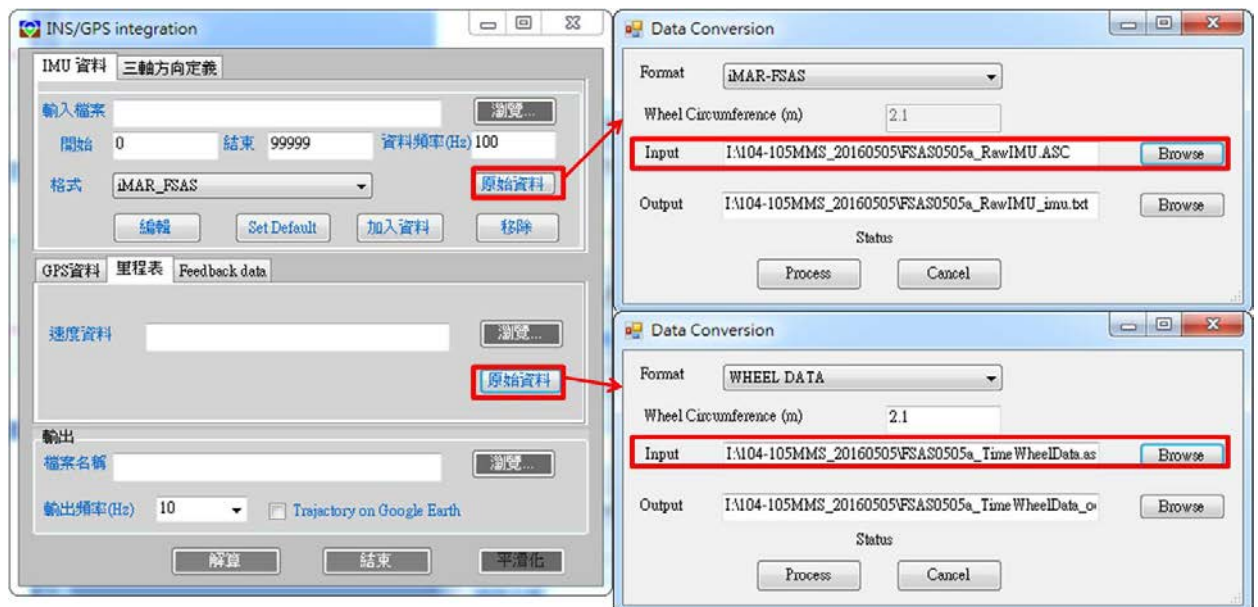


圖 5-19 GeoPoint IMU 及輪速計資料讀取

(二) 支援即時解算與後處理解算載具軌跡功能。

GeoPoint 主要用於進行定位定向資料後處理解算，以 GPS 資料解算功能匯入定位定向系統觀測資料及參考站觀測資料 (如圖 5-20 及圖 5-21)進行資料差分解算，並確認軟體可匯入國土測繪中心之 e-GNSS 參考基站，解算後之輸出檔案可匯出成 ASCII 文字檔。

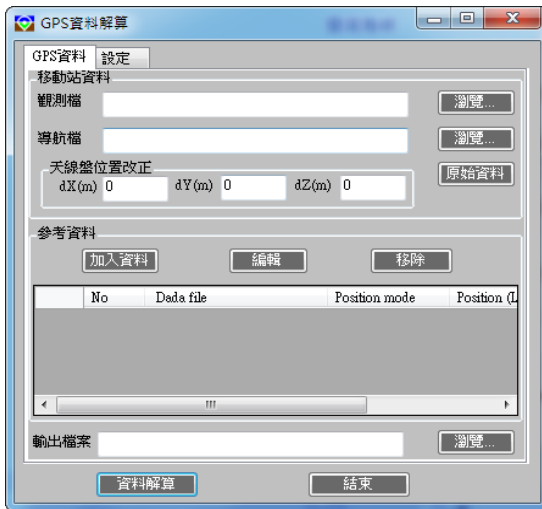


圖 5-20 GNSS 資料處理介面

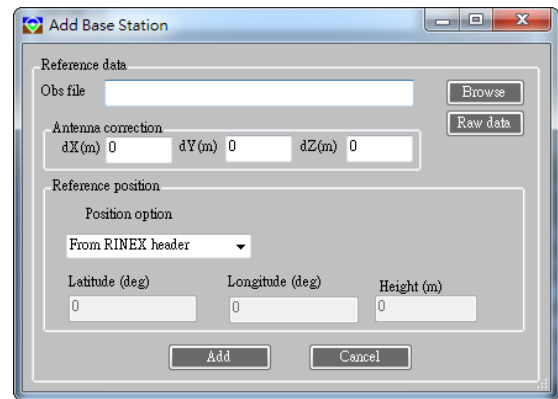


圖 5-21 參考基站匯入

本案採用之定位定向系統包含即時解算載具軌跡功能，使用者可透過 NovAtel Convert 選擇「INSPVAA」及「INSPVAB」(如圖 5-22)，從定位定向系統觀測資料匯出即時解算成果(如圖 5-23)。

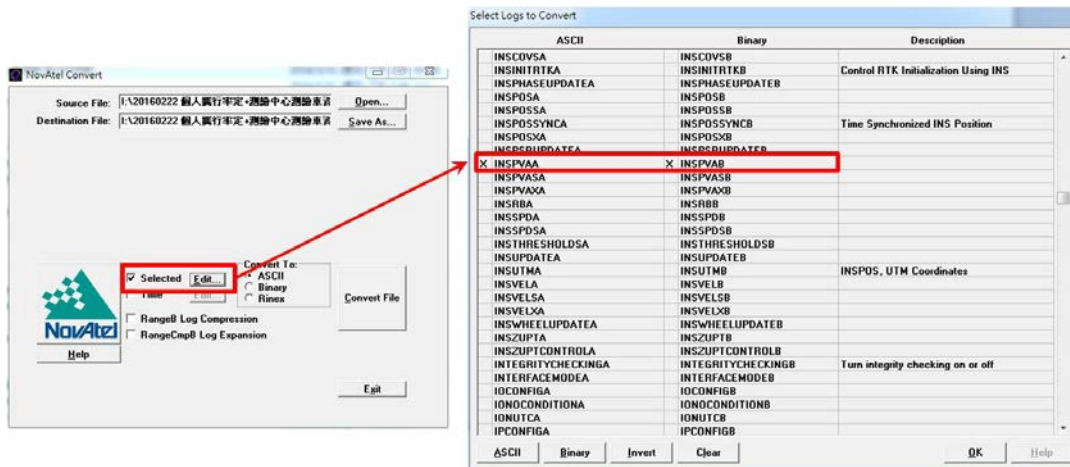


圖 5-22 即時解算軌跡成果匯出



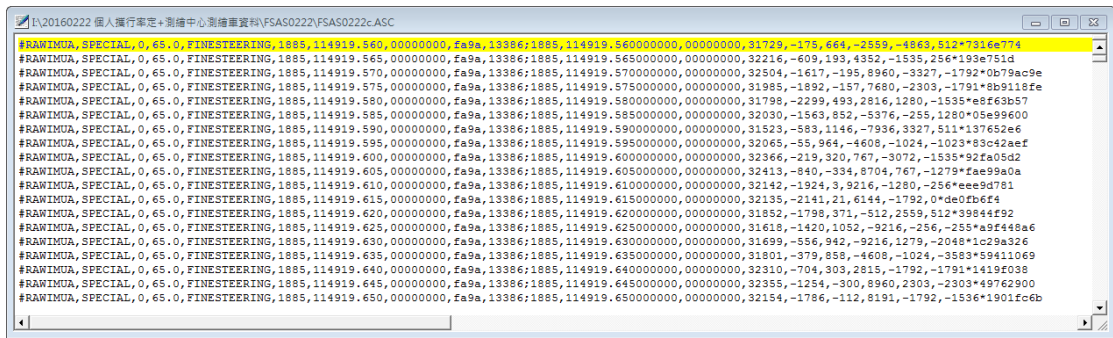


圖 5-23 即時解算軌跡成果

(三) RTK、VBS-RTK 解算功能(至少需可解算 GPS、GLONASS 資料)。

本案建置之車載移動測繪系統包含上網裝置，並連線國土測繪中心 e-GNSS，外業過程中定位定向資料即時回傳該使用者之位置至國土測繪中心即時監控平台，亦可同時接收 e-GNSS 參考站資料得 RTK 與 VBS-RTK 解算成果。



圖 5-24 RTK/VBS-RTK 解算

(四) 鬆緊耦合解算並平滑化軌跡功能。

GeoPoint 包含鬆耦合及緊耦合之 GNSS/IMU 整合解算(Shin, 2001; Gelb, 1974)，其核心算法分別如圖 5-25 及圖 5-26，主要利用卡曼濾波器(如圖 5-27)與平滑器(如圖 5-28)，計算整合 GNSS/IMU 系統成果。而軟體操作畫面分別如圖 5-29 及圖 5-30，使用者匯入由 NovAtel Convert 轉換之 IMU 檔案、前述 GNSS 差分處理完成的輸出檔及輪速



計資料，並輸入定位定向系統中天線與 IMU 之相對位置，即可進行 GNSS/IMU 整合解算。另外，軟體提供「初始化」與「IMU 設定」之參數設定功能，以調整軟體解算過程之各項參數，GeoPoint 已根據本案所使用之定位定向系統預設 1 組適用參數，故不建議使用者進行相關參數調整。鬆耦合及緊耦合解算皆自動平滑化軌跡功能，故無建立平滑化功能選項。

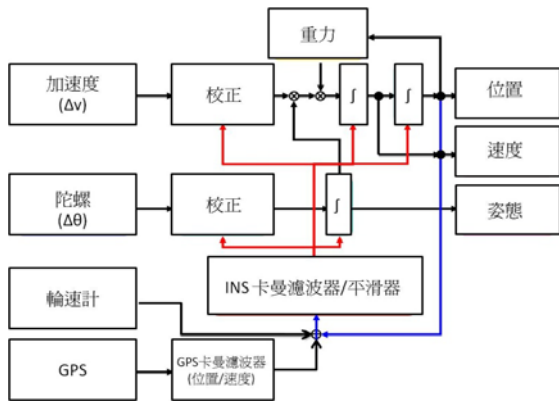


圖 5-25 卡曼濾波器/平滑器之鬆耦合多元感測器整合架構(摘自 100 年度多平臺製圖技術工作案)

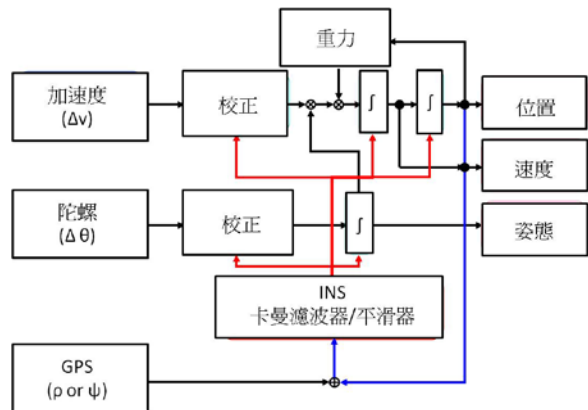


圖 5-26 卡曼濾波器/平滑器之緊耦合多元感測器整合架構(摘自 100 年度多平臺製圖技術工作案)

$$\begin{bmatrix} \dot{r}^l \\ \dot{v}^l \\ \dot{R}_b^l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D^{-1}v^l \\ R_b^l f^b - (2\Omega_{ie}^l + \Omega_{el}^l)v^l + g^l \\ R_b^l(\Omega_{ib}^b - \Omega_{il}^b) \end{bmatrix}$$

$$D^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{M+h} & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ (N+h)\cos\phi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- $r^l$ ：參考於當地水平坐標框架(Local-level Frame)的位置向量 $\cup$
- $v^l$ ：參考於 l-frame 速度向量( $v_{east}$ (向東)、 $v_{north}$ (向北)、 $v_{up}$ (向上)) $\cup$
- $R_b^l$ ：參考於 IMU 的 b-frame 與 l-frame 之間的旋轉矩陣，由三個姿態角之三角函數值組成 $\cup$
- $g^l$ ：參考於 l-frame 的重力加速度向量 $\cup$
- $\Omega_{ib}^b$ 、 $\Omega_{il}^b$ ：分別為角速度向量 $\omega_{il}^b$ 與 $\omega_{ib}^b$ 的反對稱矩陣 $\cup$
- M、N 分別為子午圈與卯酉圈的曲率半徑 $\cup$

圖 5-27 卡曼濾波器(Shin, 2001)

$$\hat{x}_{k,N}^S = \hat{x}_{k,k} + A_k (\hat{x}_{k+1,N}^S - \hat{x}_{k+1,k})$$

$$A_k = P_{k,k} \Phi_{k+1,k}^T P_{k+1,k}^{-1}$$

$\hat{x}_{k,N}^S$  為狀態向量之平滑估算

$A_k$  為平滑增益矩陣， $k=N-1, N-2, \dots, 0$

圖 5-28 平滑器(Gelb, 1974)

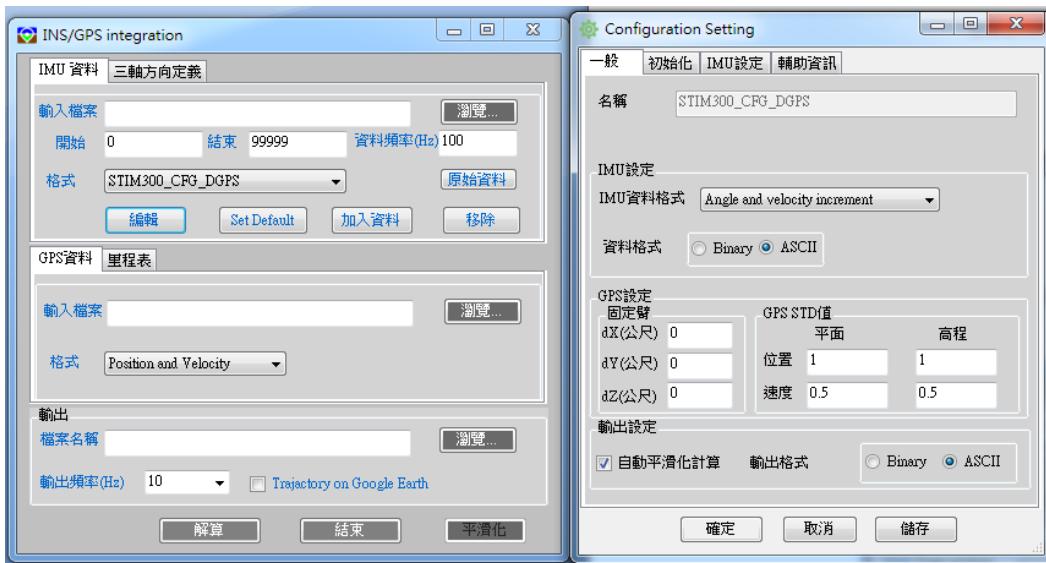


圖 5-29 鬆耦合 GNSS/IMU 整合解算

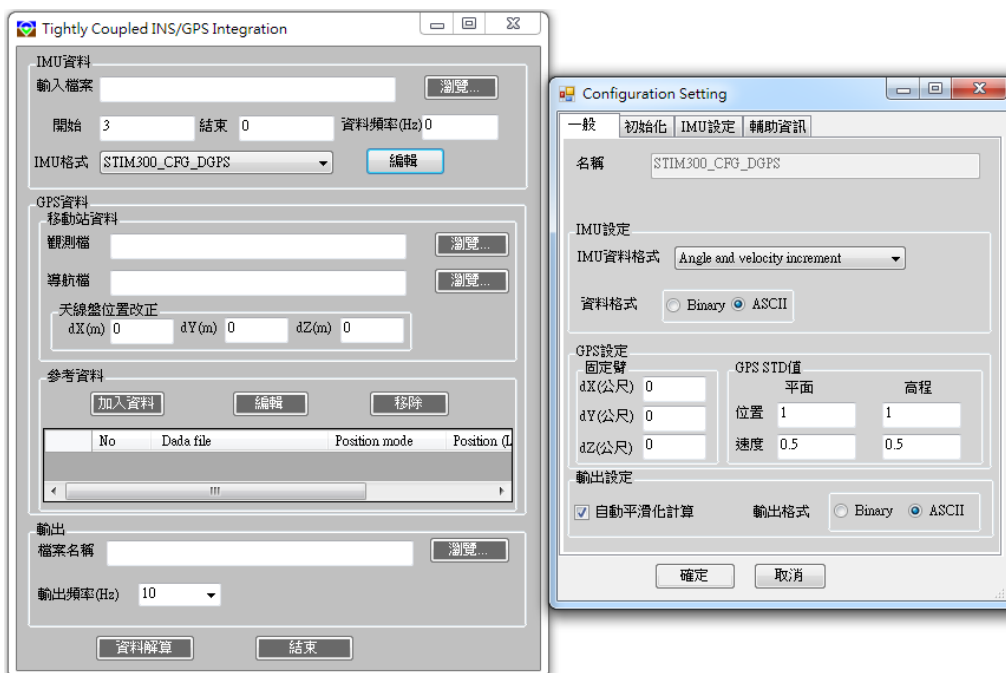


圖 5-30 緊耦合 GNSS/IMU 整合解算

### (五) 可圖形顯示載具軌跡

使用者可利用 GeoPoint 之「載入航點資料」，匯入 GNSS 解算資料或鬆緊耦合解算資料，於地圖展示區圖形顯示載具軌跡，並於成果展示區顯示解算軌跡高程分布(如圖 5-31)，方便使用者確認解算狀況。

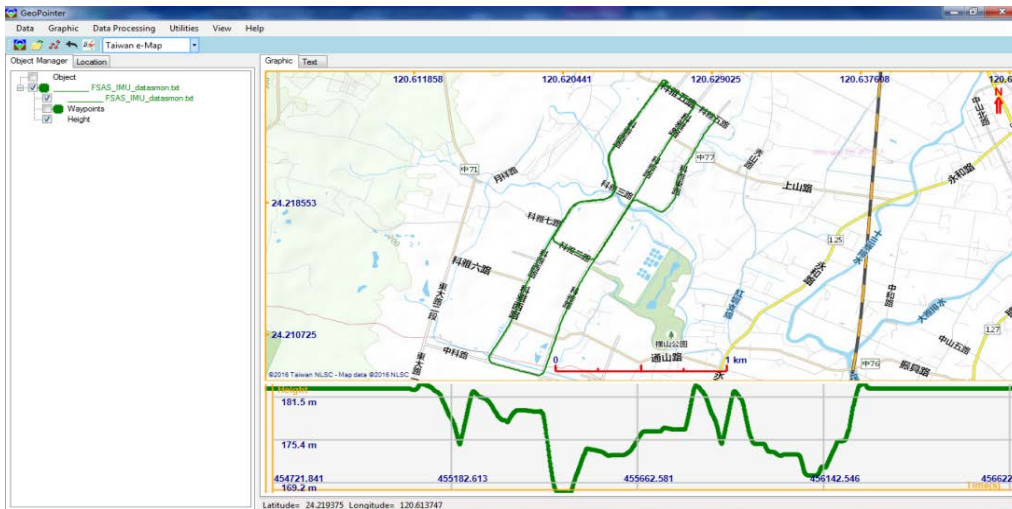


圖 5-31 圖形顯示解算軌跡

### (六) 可輸出 WGS84、TWD97、TWD67 等不同坐標系統軌跡解之卡氏直角坐標、大地坐標、平面坐標及其精度值。

完成 GeoPoint 軌跡解算後，即可透過資料轉換模組 PMMS-DG 進行軌跡資料轉換工作，使用者可透過 PMMS-DG 之軌跡設定功能(如圖 5-32)，匯入解算後軌跡資料，並設定輸入軌跡坐標參數，若軌跡為 GeoPoint 解算，相關設定請維持預設值，設定完畢則選擇軟體「輸出軌跡」功能，將依序輸出 WGS84 坐標系統軌跡(如圖 5-33)及 TWD97 坐標系統軌跡(如圖 5-34)，而 TWD67 坐標系統軌跡則應於軌跡設定之七參數轉換可透過七參數轉換，自行設定作業區域之 TWD67 轉換參數，在輸出軌跡的時候則可輸出為 TWD67 坐標系統軌跡，軌跡輸出成果如圖 5-35 所示。



圖 5-32 圖形顯示解算軌跡

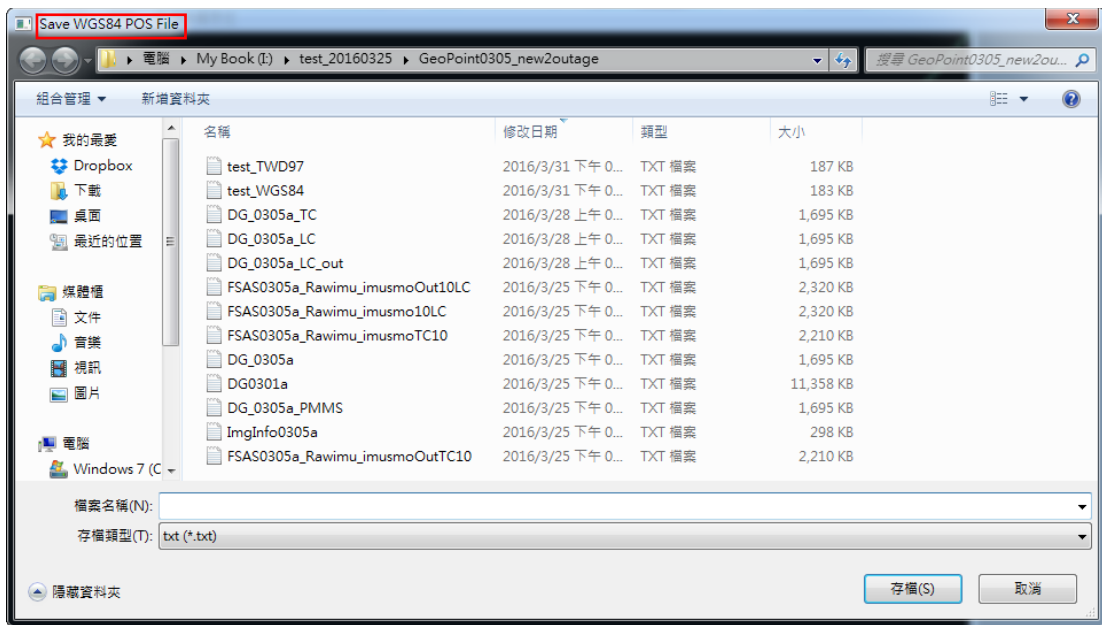


圖 5-33 WGS84 坐標系統軌跡輸出



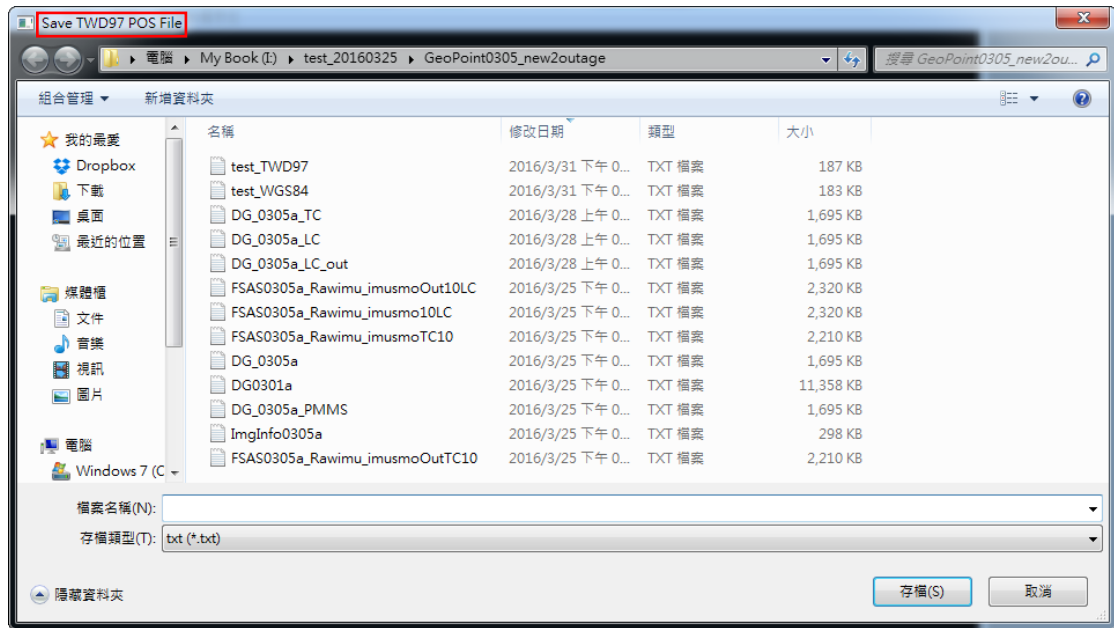


圖 5-34 TWD97/TWD67 坐標系統軌跡輸出

540452.5301354600	175426.9174812136	2537473.6917725313	36.6822421337	-0.004	0.017	-0.008	-0.65885219
540453.6848317800	175426.9248227822	2537473.7105249278	36.6655276269	-0.005	0.017	-0.009	-0.66289710
540455.6848411800	175426.9368997142	2537473.7403013771	36.6359706754	-0.004	0.017	-0.006	-0.66130886
540457.6848505500	175426.9488923929	2537473.7683747695	36.6069146246	-0.004	0.017	-0.006	-0.66145174
540480.0849560200	175427.0606632168	2537474.0057576401	36.4044187563	-0.007	0.007	-0.010	-0.67210109
540482.0849654500	175427.0537466116	2537474.0227838769	36.3942512404	-0.006	0.003	-0.002	-0.66846981
540484.0849748401	175427.0451944778	2537474.0387544567	36.3859592211	-0.007	0.004	-0.009	-0.67080970
540486.0849842000	175427.0346837398	2537474.0548198195	36.3786257058	-0.007	0.001	-0.004	-0.66649744
540488.0849935300	175427.0235083713	2537474.0720333285	36.3725342071	-0.007	0.003	-0.008	-0.66855957
540490.0850028400	175427.0114904894	2537474.0891608195	36.3668597052	-0.007	0.001	-0.005	-0.66681006
540492.0850121200	175426.9984002181	2537474.1066961270	36.3609967148	-0.007	0.001	-0.004	-0.66462284
540494.0850213700	175426.9841668732	2537474.1247620466	36.3541832035	-0.008	0.002	-0.006	-0.66690299
540496.0850305900	175426.9690713527	2537474.1438505589	36.3466077000	-0.010	0.003	-0.008	-0.66733148

圖 5-35 軌跡輸出範例

由於 TWD97 與 TWD67 之轉換參數隨地區不同而變化，因此本團隊提供七參數轉換模組以進行三維坐標轉換，其中七參數包含 3 個坐標軸平移量、1 個尺度參數及 3 個坐標軸旋轉角(或 1 組旋轉矩陣)，以下以實例說明，當一地區之 TWD67 坐標轉換七參數之尺度參數為 0.99998180，三軸平移量分別為 -730.160 公尺、-346.212 公尺及 -472.186 公尺，而三軸旋轉角分別為 -0.00003863 徑、-0.00001721 徑及 -0.00000197 徑，對應之軌跡設定畫面如圖 5-36 所示，若取得之旋轉參數為旋轉矩陣，則填入旋轉矩陣對應欄位。



圖 5-36 七參數坐標轉換設定範例

定位定向解算軟體 GeoPoint 已開發完成，本團隊亦針對合約要求進行自我檢核確認，自我檢核測試紀錄表如表 5-1。

表 5-1 GeoPoint 功能測試紀錄表

定位定向解算軟體					
日期	105.3.8	功能測試紀錄表		頁次	1 / 1
測試地點: 經緯航太台南辦公室		測試人員: 蔡孟倫			
測試項目	測試情形		備註		
	相符	不符			
1.至少可讀取本案所有定位定向感測器之觀測資料，及其他共同標準資料格式(如 RINEX)。	V				
2. 支援即時解算與後處理解算載具軌跡功能。	V				
3.RTK、VBS-RTK 解算功能(至少需可解算 GPS、GLONASS 資料)。	V				
4.鬆緊耦合解算並平滑化軌跡功能。	V				
5.可圖形顯示載具軌跡。	V				
6.可輸出 WGS84、TWD97、TWD67 等不同坐標系統軌跡解之卡式直角坐標、大地坐標、平面坐標及其精度值。	V				

## 第二節 定位定向解算軟體測試作業

GeoPoint 已與 Waypoint 之 Inertial Explorer 解算軟體(以下簡稱 IE)進行比較測試實驗，而 Inertial Explorer 為目前移動遙測製圖平台常見之動態定位軌跡商業解算軟體。本團隊已於 104 年利用自有車載移動測繪系統所蒐集資料進行 GeoPoint 與 IE 之解算成果比較，作業範圍於臺南市，約 26 公里路線(如圖 5-37)，作業時間約 50 分鐘，作業軌跡資料分別利用 GeoPoint 與 IE 解算，並以 IE 解算成果作為參考值，

比較 GeoPoint 解算成果與 IE 之間的差異。圖 5-38 為後續分析使用之相關計算說明。

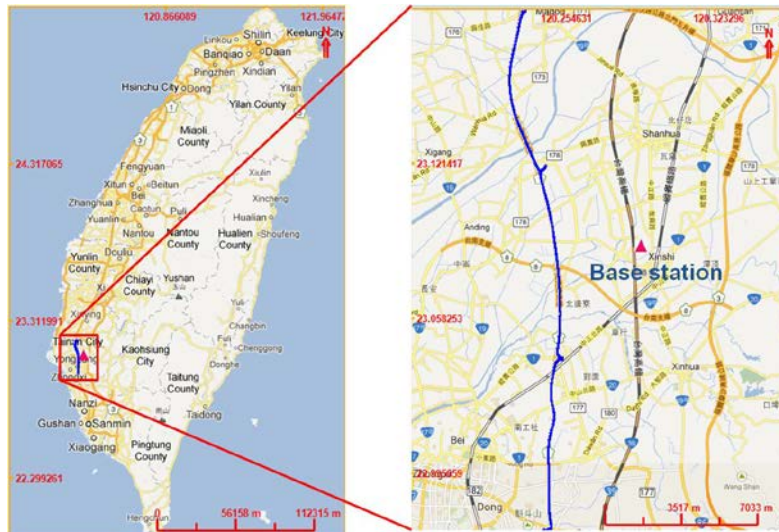


圖 5-37 測試範圍

#### ❖ Parameters explanation

- $err(i) = test(i) - reference(i)$
- $Average = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n err(i)$
- $RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n err^2(i)}$
- $STD = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (err(i) - Average)^2}$
- $2D = \sqrt{err^2_{east} + err^2_{north}}$
- $3D = \sqrt{err^2_{east} + err^2_{north} + err^2_{up}}$

圖 5-38 計算方式說明

作業軌跡分別以 GeoPoint 及 IE 進行 GNSS 資料處理，解算後分別取得軌跡資料，套疊如圖 5-39，綠色線條為 IE 進行 GNSS 解算成果，藍色線條為 GeoPoint 之 GNSS 解算成果，成果套疊顯示，二者無明顯差異。以 IE 進行 GNSS 解算成果為參考值，將 GeoPoint 之 GNSS 解算成果與之相減，得圖 5-40，利用橫軸為作業時間之折線圖分別展示三軸方向之解算成果差值，顯示 GeoPoint 與 IE 之解算成果相近，大部分都落在 0 附近，最大差值不超過 1 公尺。GeoPoint 與 IE 之解算成果比較表如圖 5-41，兩者之間的平均誤差大多落在 10 公分左右，而其平面與三維標準差分別為 20 公分及 30 公分，顯示兩者解算能力相近。

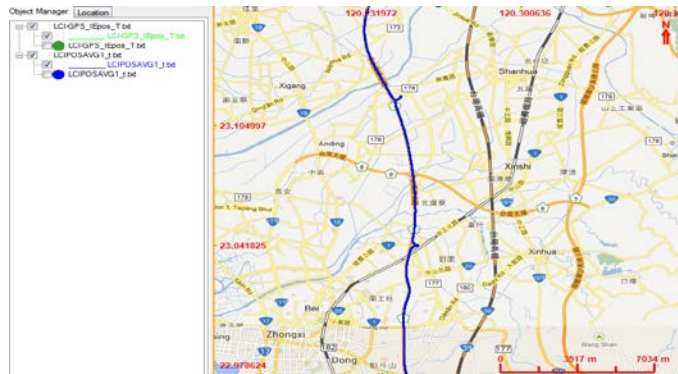


圖 5-39 測試範圍

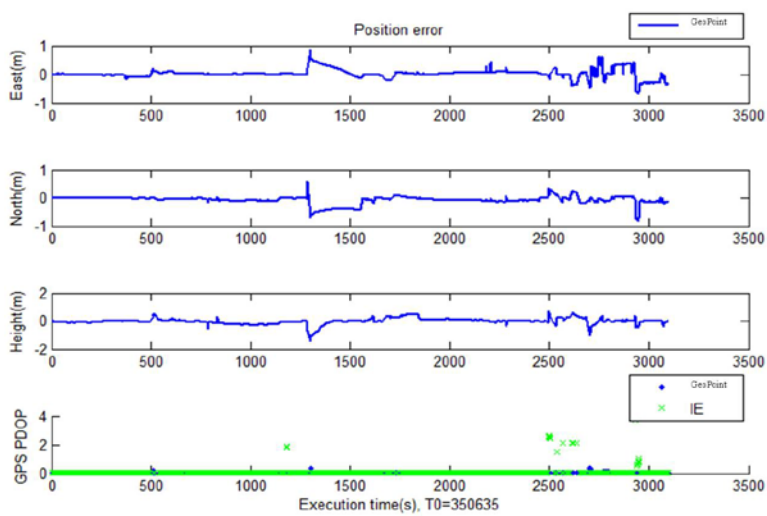


圖 5-40 GeoPoint 與 IE 之 GNSS 解算比較圖

	East (m)	North (m)	Height (m)	2D Position (m)	3D Position (m)
Average	0.0263	-0.0834	-0.0331	0.0874	0.0935
Maximum	0.8723	0.5725	0.736	-	-
RMSE	0.1526	0.1597	0.206	0.2209	0.302
STD	0.1504	0.1362	0.2033	0.2029	0.2873

圖 5-41 GeoPoint 與 IE 之 GNSS 解算比較表

GNSS/IMU 整合解算的部分，首先採用 GeoPoint 進行 GNSS 資料解算後的成果，分別利用 GeoPoint 及 IE 進一步進行 GNSS/IMU 整合解算，進行兩者成果三維坐標比較如圖 5-42 及圖 5-43，速度比較如圖 5-44 及圖 5-45，姿態角比較如圖 5-46 及圖 5-47。



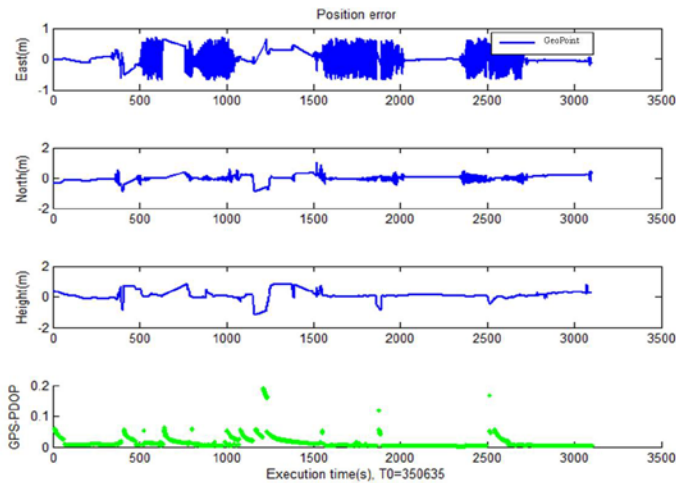


圖 5-42 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算位置比較圖(GeoPoint 之 GNSS 解)

	East (m)	North (m)	Height (m)	2D Position(m)	3D Position (m)
Average	-0.0047	-0.004	0.1012	0.0062	0.1014
Maximum	0.6978	1.014	0.799	-	-
RMSE	0.2491	0.1866	0.2288	0.3112	0.3863
STD	0.2491	0.1866	0.2053	0.3112	0.3728

圖 5-43 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算位置比較表(GeoPoint 之 GNSS 解)

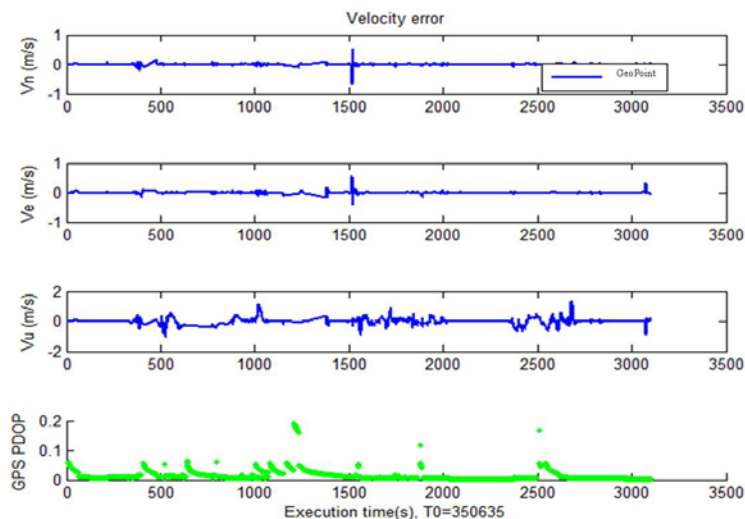


圖 5-44 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算速度比較圖(GeoPoint 之 GNSS 解)

	Ve (m/s)	Vn (m/s)	Vu (m/s)
Average	-0.0002	0.0004	0.0027
Maximum	0.518	0.518	1.388
RMSE	0.0273	0.0283	0.1966
STD	0.0274	0.0284	0.1966

圖 5-45 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算速度比較表(GeoPoint 之 GNSS 解)

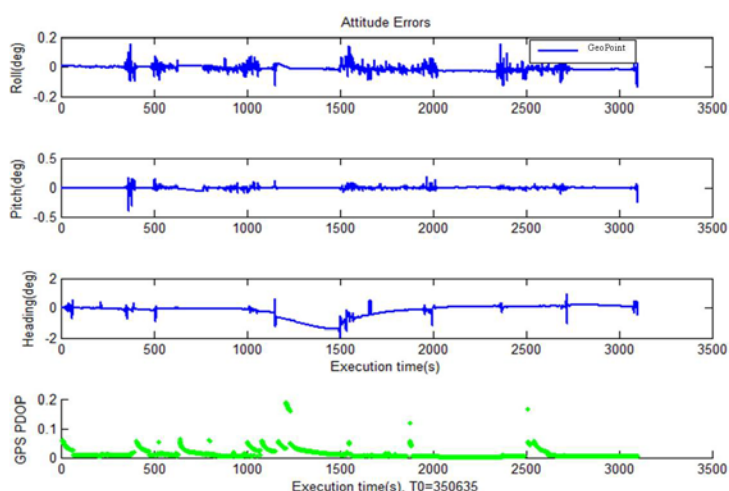


圖 5-46 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算姿態比較圖(GeoPoint 之 GNSS 解)

	Roll (degree)	Pitch (degree)	Heading (degree)
Average	-0.0098	-0.0073	-0.0216
Maximum	0.1539	0.1818	1.1039
RMSE	0.0218	0.0225	0.2569
STD	0.0195	0.0213	0.256

圖 5-47 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算姿態比較表(GeoPoint 之 GNSS 解)

GNSS/IMU 整合解算的部分，另採用 IE 進行 GNSS 資料解算後的成果，分別利用 GeoPoint 及 IE 進一步進行 GNSS/IMU 整合解算，進行兩者成果三維坐標比較如圖 5-48 及圖 5-49，速度比較如圖 5-50 及圖 5-51，姿態角比較如圖 5-52 及圖 5-53。

GNSS/IMU 整合解算成果受到 GNSS 品質影響，亦受到 Heading 姿態角些微的影響，解算成果比較顯示，GeoPoint 與 IE 之間之差異大約為 10 公分，平面及三維標準差分別為 30 公分及 40 公分。當 GeoPoint 與 IE 採用同一筆 GNSS 解算成果進行 GNSS/IMU 整合解算，兩者之間的 RMS 值約為 20 公分，兩者解算能力無明顯差異。

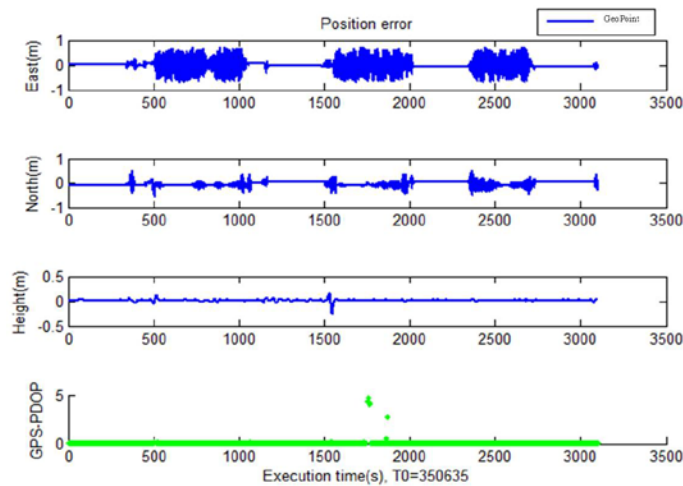


圖 5-48 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算位置比較圖(IE 之 GNSS 解)

	East (m)	North (m)	Height (m)	2D Position(m)	3D Position (m)
Average	-0.0119	-0.0197	0.0179	0.023	0.0292
Maximum	0.6989	0.5186	0.146	-	-
RMSE	0.2292	0.1039	0.0282	0.2517	0.2532
STD	0.229	0.102	0.0217	0.2507	0.2516

圖 5-49 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算位置比較表(IE 之 GNSS 解)

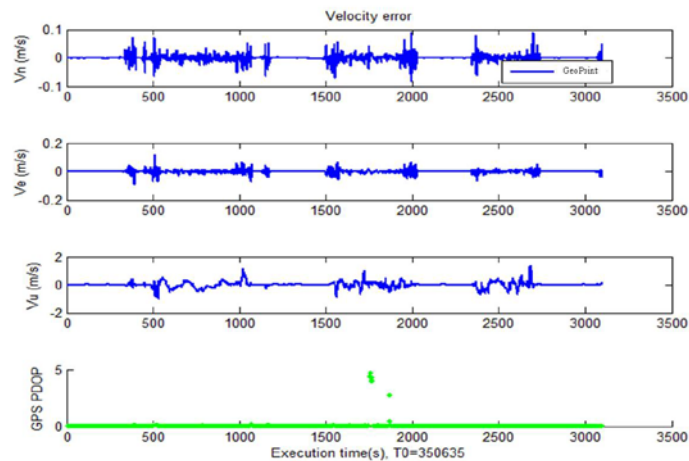


圖 5-50 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算速度比較圖(IE 之 GNSS 解)

	Ve (m/s)	Vn (m/s)	Vu (m/s)
Average	0.0001	-0.0001	0.0008
Maximum	0.088	0.088	1.368
RMSE	0.0109	0.011	0.1888
STD	0.0109	0.011	0.1888

圖 5-51 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算速度比較表(IE 之 GNSS 解)

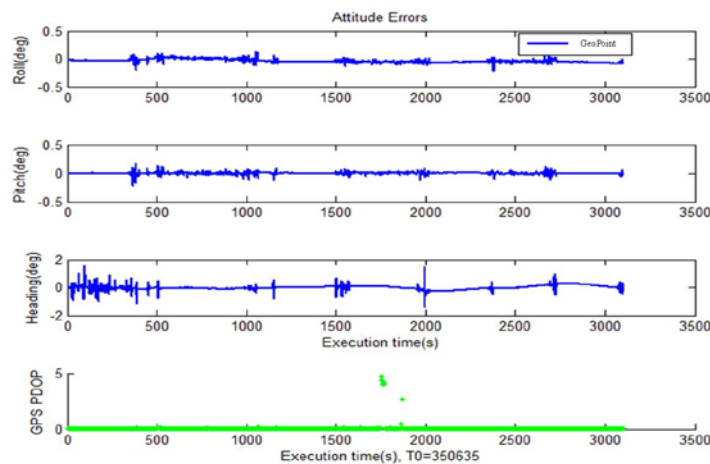


圖 5-52 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算姿態比較圖(IE 之 GNSS 解)

	Roll (degree)	Pitch (degree)	Heading (degree)
Average	-0.0352	-0.0012	-0.016
Maximum	0.1405	0.168	1.5691
RMSE	0.0463	0.0198	0.1735
STD	0.03	0.0198	0.1728

圖 5-53 GeoPoint 與 IE 之 GNSS/IMU 整合解算姿態比較表(IE 之 GNSS 解)

分別以 4 個時間段模擬 GNSS 失訊，包含 1 分鐘、2 分 20 秒、4 分 24 秒及 5 分 20 秒，模擬 GNSS 失訊時間段分布如圖 5-54，分別以 GeoPoint 及 IE 解算，並與其正常(無 GNSS 失訊)資料進行差值計算，比較 GeoPoint 及 IE 對於 GNSS 失訊之改善情形(如圖 5-55)。



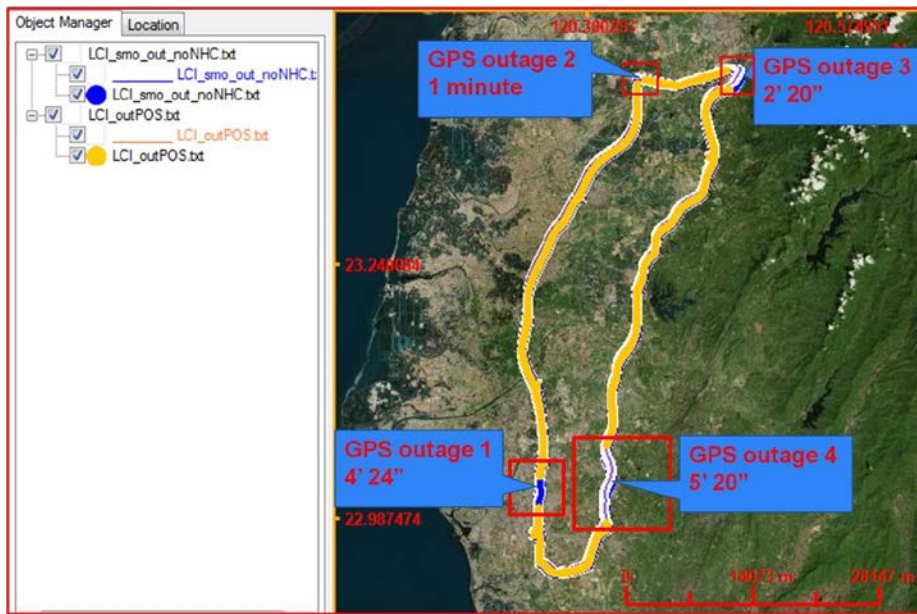


圖 5-54 模擬 GNSS 失訊時間段分布

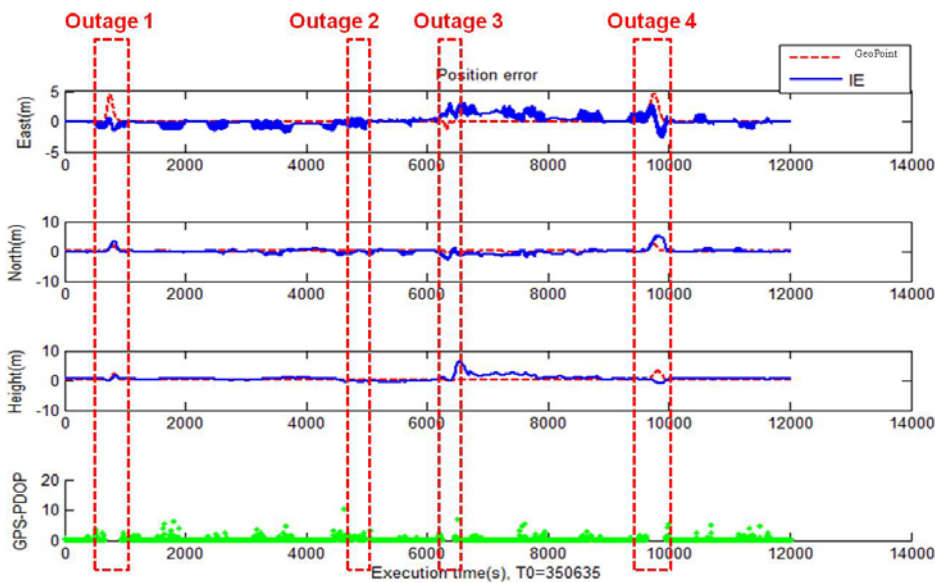


圖 5-55 模擬 GNSS 失訊解算成果比較

分別針對 4 個 GNSS 失訊模擬時間段，進行解算成果比較計算，如圖 5-56 至圖 5-59，比較結果顯示對於 GNSS 失訊的情況，GeoPoint 對於軌跡的改善程度較 IE 來得大，當 GNSS 失訊 1 分鐘，GeoPoint 的解算位置誤差小於 10 公分，且解算成果相對 IE 解算成果的 RMS 有 56% 的改善率，但當 GNSS 失訊 5 分 20 秒時，GeoPoint 與 IE 之最大位置誤差都達到 5 公尺，亦顯示隨失訊時間越長，改善成果則越差。比較成果顯示 GeoPoint 與 IE 的軌跡解算能力無明顯差異，而 GeoPoint 在短時間 GNSS 失訊的解算能力較 IE 好。

		East (m)	North (m)	Height (m)	2D Position (m)	3D Position (m)	Improvement (%)
Average	IE	-0.1274	-0.0732	-0.0741	0.1469	0.1646	
	GeoPoint	-0.0137	0.0351	0.0496	0.0376	0.0623	
Maximum	IE	0.2215	0.1635	0.157	-	-	
	GeoPoint	0.0808	0.0757	0.081			
RMSE	IE	0.1449	0.0794	0.0813	0.1653	0.1842	
	GeoPoint	0.0451	0.0413	0.0542	0.0611	0.0817	56
STD	IE	0.0691	0.0309	0.0333	0.0757	0.0827	
	GeoPoint	0.043	0.0217	0.0218	0.0482	0.0529	36

圖 5-56 模擬 GNSS 失訊解算成果比較(1 分鐘)

		East (m)	North (m)	Height (m)	2D Position (m)	3D Position (m)	Improvement (%)
Average	IE	0.4321	-0.8863	-1.0039	0.986	1.4071	
	GeoPoint	-0.3758	-0.2284	0.0487	0.4397	0.4424	
Maximum	IE	1.1431	2.0647	1.651	-	-	
	GeoPoint	1.2426	0.6141	0.209			
RMSE	IE	0.5809	1.1581	1.0775	1.2956	1.6851	
	GeoPoint	0.3884	0.7456	0.3916	0.8407	0.9274	45
STD	IE	0.3884	0.7456	0.3916	0.8407	0.9274	
	GeoPoint	0.4112	0.2372	0.0695	0.4747	0.4797	48

圖 5-57 模擬 GNSS 失訊解算成果比較(2 分 20 秒)

		East (m)	North (m)	Height (m)	2D Position (m)	3D Position (m)	Improvement (%)
Average	IE	1.816	0.7321	0.8998	1.958	2.1548	
	GeoPoint	-0.1866	1.5872	0.0642	1.5981	1.5994	
Maximum	IE	4.4366	1.8075	2.302	-	-	
	GeoPoint	1.282	3.8752	1.078			
RMSE	IE	2.3931	0.9898	1.2454	2.5897	2.8736	
	GeoPoint	0.6605	2.0837	0.6	2.1858	2.2667	21
STD	IE	1.559	0.6663	0.8612	1.6954	1.9015	
	GeoPoint	0.6337	1.3502	0.5967	1.4915	1.6064	16

圖 5-58 模擬 GNSS 失訊解算成果比較(4 分 24 秒)

		East (m)	North (m)	Height (m)	2D Position (m)	3D Position (m)	Improvement (%)
Average	IE	-0.6441	3.1658	-0.8802	3.2306	3.3484	
	GeoPoint	2.1076	1.1872	1.5962	2.419	2.8982	
Maximum	IE	2.7372	5.0532	1.579	-	-	
	GeoPoint	4.7361	3.0409	3.243			
RMSE	IE	1.6274	3.5743	0.998	3.9274	4.0522	
	GeoPoint	2.713	1.5962	1.9768	3.1478	3.7171	8
STD	IE	1.4947	1.6597	0.4704	2.2336	2.2826	
	GeoPoint	1.7087	1.0671	1.1664	2.0145	2.3278	-2

圖 5-59 模擬 GNSS 失訊解算成果比較(5 分 20 秒)

本團隊另外利用 1 筆本案建置之車載移動測繪系統於 105 年 3 月 5 日於成功大學歸仁校區蒐集之外業資料，進行定位定向解算軟體測試工作，該筆資料分別利用 GeoPoint 及 IE 進行解算，以 IE 緊耦合整合解算成果作為本次分析之參考解，節錄部分資料內容如圖 5-60，並圖形顯示其各式解算成果如圖 5-61，分別以藍色線條顯示 IE 解算成果、紫色顯示 GeoPoint 鬆耦合整合解算成果、橘色顯示 GeoPoint 緊耦合整合解算成果及粉紅色顯示定位定向系統即時解成果，另提供局部放大圖如圖 5-62，並套疊臺灣通用電子地圖正射影像為底圖，各式解算成果軌跡皆落於合理範圍。

Time	East (m)	North (m)	Height (m)	2D Position (m)	3D Position (m)	Improvement (%)
540390.0000000000	22.9368493008	120.2728991363	36.157	0.001	-0.003	0.000
540390.0999999046	22.9368492991	120.2728991375	36.157	0.003	-0.002	-0.002
540390.2000000477	22.9368492958	120.2728991391	36.157	0.001	-0.002	-0.001
540390.2999999523	22.9368492930	120.2728991412	36.157	0.002	-0.003	0.001
540390.4000000954	22.9368492929	120.2728991433	36.157	0.003	0.001	-0.002
540390.5000000000	22.9368492936	120.2728991447	36.157	0.001	0.001	0.001
540390.5999999046	22.9368492922	120.2728991463	36.157	0.001	-0.004	0.001
540390.7000000477	22.9368492889	120.2728991480	36.157	0.003	-0.003	-0.001
540390.7999999523	22.9368492860	120.2728991499	36.157	0.001	0.000	0.001
540390.9000000954	22.9368492855	120.2728991512	36.157	0.001	-0.001	0.000
540391.0000000000	22.9368492867	120.2728991520	36.157	0.002	0.001	-0.002
540391.0999999046	22.9368492850	120.2728991540	36.157	0.001	-0.002	0.001
540391.2000000477	22.9368492813	120.2728991560	36.157	0.001	-0.006	0.000
540391.2999999523	22.9368492788	120.2728991573	36.157	0.003	-0.001	-0.001
540391.4000000954	22.9368492787	120.2728991584	36.157	0.001	0.002	0.001
540391.5000000000	22.9368492793	120.2728991601	36.157	0.002	-0.002	0.000
540391.5999999046	22.9368493023	120.2728991601	36.154	0.003	-0.002	0.000

圖 5-60 IE 解算資料



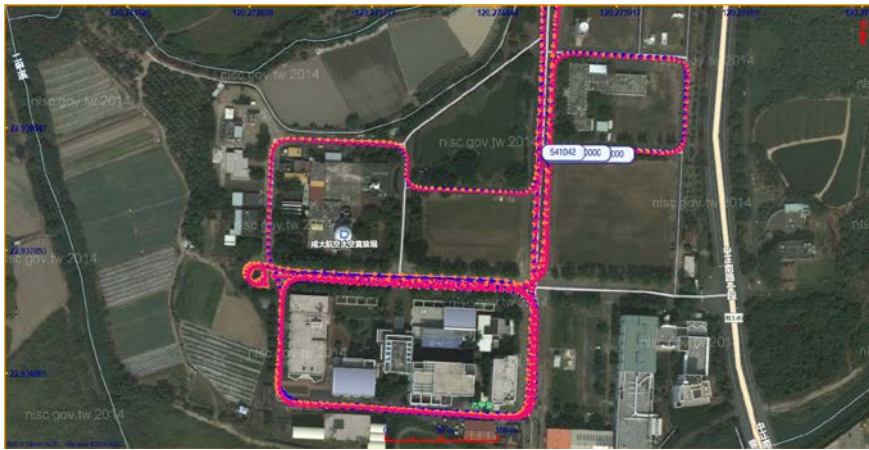


圖 5-61 各式解算軌跡比較



圖 5-62 各式解算軌跡比較(局部放大)

分別從資料面進行比對計算，圖 5-63 為定位定向系統即時解算成果之節錄畫面，與 IE 解算成果比較成果如表 5-2，即時解與 IE 解算成果比較之三維精度為 2.213 公尺與 2.631 度。

ID	X (m)	Y (m)	Z (m)	Roll (deg)	Pitch (deg)	Yaw (deg)	Altitude (m)
540390	22.936846951	120.272913688	32.950863911	0.067369167	0.027739627	-0.082789227	-0.59
540391	22.936847434	120.272913925	32.893237394	0.078394149	0.028487695	-0.085266101	-0.59
540392	22.936848032	120.272914227	32.832565334	0.076735684	0.029482086	-0.084757651	-0.59
540393	22.936848659	120.272914559	32.770548270	0.087678071	0.036682763	-0.089136527	-0.59
540394	22.936849155	120.272914836	32.710499696	0.088803145	0.035945598	-0.087551636	-0.59
540395	22.936849626	120.272915117	32.649361784	0.088538965	0.038248593	-0.089717987	-0.59
540396	22.936850069	120.272915398	32.588376799	0.095097737	0.037836712	-0.090508849	-0.59
540397	22.936850481	120.272915684	32.526402327	0.091732037	0.042963570	-0.094877116	-0.59
540398	22.936846934	120.272913802	32.578180643	0.046454617	0.021679245	-0.092813365	-0.59
540399	22.936845621	120.272913126	32.631055993	0.033477762	0.014155034	-0.091023967	-0.59
540400	22.936844984	120.272912824	32.680784418	0.027811929	0.008844279	-0.087418598	-0.59
540401	22.936844578	120.272912689	32.724511660	0.022690468	0.012933215	-0.087255376	-0.59
540402	22.936844327	120.272912567	32.768764504	0.022902415	0.016682635	-0.088209361	-0.59
540403	22.936844121	120.272912474	32.811151424	0.028301085	0.016383785	-0.085409800	-0.59
540404	22.936843947	120.272912394	32.853065711	0.027056064	0.012236158	-0.083464541	-0.59
540405	22.936843801	120.272912366	32.890372840	0.025557303	0.016806324	-0.083294320	-0.59
540406	22.936843703	120.272912328	32.926704526	0.028852864	0.016595739	-0.084636152	-0.59

圖 5-63 定位定向軟體測試資料(即時解)



表 5-2 即時解與 IE 解算成果比較表

	N (公尺)	E (公尺)	h (公尺)	三維精度 (公尺)	Roll (度)	Pitch (度)	Heading (度)	三維精度 (度)
AVG	-1.032	1.082	-0.585	1.606	-1.512	0.075	-0.768	1.698
STD	0.919	0.617	1.043	1.521	1.008	1.081	1.361	2.009
RMS	1.383	1.246	1.196	2.213	1.818	1.083	1.563	2.631

圖 5-64 為 GeoPoint 緊耦合整合解算成果之節錄畫面，與 IE 解算成果比較成果如表 5-3，GeoPoint 緊耦合整合解與 IE 解算成果比較之三維精度 1.902 公尺與 0.346 度。

Time	N	E	h	三維精度	Roll	Pitch	Heading	三維精度
540390.00000	22.9368335731	120.2729069065	37.41333	0.006	0.003	0.027	1.108	0.617
540390.10000	22.9368335776	120.2729069105	37.41033	0.002	0.005	0.029	1.108	0.617
540390.20000	22.9368335804	120.2729069144	37.40743	0.003	0.005	0.030	1.113	0.618
540390.30000	22.9368335831	120.2729069187	37.40443	0.006	0.005	0.028	1.116	0.617
540390.40000	22.9368335885	120.2729069237	37.40152	0.007	0.004	0.028	1.114	0.615
540390.50000	22.9368335957	120.2729069281	37.39846	0.007	0.003	0.029	1.110	0.616
540390.60000	22.9368336009	120.2729069323	37.39548	0.003	0.005	0.029	1.108	0.617
540390.70000	22.9368336041	120.2729069368	37.39254	0.004	0.006	0.030	1.112	0.617
540390.80000	22.9368336076	120.2729069413	37.38971	0.007	0.003	0.027	1.113	0.615
540390.90000	22.9368336139	120.2729069453	37.38676	0.008	0.002	0.027	1.111	0.616
540391.00000	22.9368336220	120.2729069494	37.38379	0.006	0.005	0.029	1.107	0.619
540391.10000	22.9368336272	120.2729069543	37.38085	0.003	0.006	0.029	1.108	0.619
540391.20000	22.9368336305	120.2729069591	37.37796	0.006	0.005	0.027	1.112	0.618
540391.30000	22.9368336357	120.2729069635	37.37503	0.009	0.003	0.027	1.113	0.618
540391.40000	22.9368336434	120.2729069677	37.37221	0.007	0.004	0.028	1.109	0.618
540391.50000	22.9368336511	120.2729069727	37.36930	0.006	0.006	0.028	1.105	0.619
540391.60000	22.9368336568	120.2729069776	37.36644	0.007	0.006	0.028	1.107	0.618
540391.70000	22.9368336616	120.2729069822	37.36350	0.007	0.004	0.028	1.111	0.618

圖 5-64 定位定向軟體測試資料(GeoPoint 緊耦合)

表 5-3 GeoPoint 緊耦合整合解與 IE 解算成果比較表

	N (公尺)	E (公尺)	h (公尺)	三維精度 (公尺)	Roll (度)	Pitch (度)	Heading (度)	三維精度 (度)
AVG	0.168	0.092	0.197	0.275	0.004	-0.020	0.105	0.107
STD	1.142	1.182	0.918	1.883	0.036	0.038	0.325	0.329
RMS	1.154	1.185	0.939	1.902	0.036	0.043	0.341	0.346

圖 5-65 為 GeoPoint 鬆耦合整合解算成果之節錄畫面，與 IE 解算成果比較成果如表 5-4，GeoPoint 鬆耦合整合解與 IE 解算成果比較之三維精度 1.431 公尺與 0.446 度。依本次比較成果顯示，位置與角度精度以鬆耦合較佳，緊耦合次之，即時解結果最差，本次比較成果軟體解算差異較大，由於軌跡受到 GNSS 品質影響，應透過長時間之大量資料進行比對測試才能獲取較適當之評估結果。

```

E:\project\104測繪車採購案\GeoPoint\Analysis0305\FASAS0305a_Rawimu_jumusLC10.txt
540390.00000 22.9368350640 120.2728939274 36.46807 0.004 0.005 0.008 1.109 0.631 91.476 0.400
540390.10000 22.9368350659 120.2728939333 36.46719 0.000 0.006 0.009 1.110 0.632 91.458 0.400
540390.20000 22.9368350665 120.2728939391 36.46630 0.000 0.007 0.009 1.116 0.632 91.460 0.399
540390.30000 22.9368350679 120.2728939454 36.46552 0.005 0.006 0.007 1.118 0.631 91.475 0.399
540390.40000 22.9368350721 120.2728939521 36.46472 0.005 0.005 0.008 1.115 0.630 91.464 0.399
540390.50000 22.9368350771 120.2728939580 36.46384 0.004 0.008 0.010 1.111 0.631 91.456 0.397
540390.60000 22.9368350795 120.2728939639 36.46303 0.004 0.006 0.008 1.109 0.631 91.475 0.397
540390.70000 22.9368350805 120.2728939704 36.46222 0.000 0.006 0.008 1.114 0.631 91.466 0.399
540390.80000 22.9368350828 120.2728939769 36.46140 0.003 0.008 0.009 1.115 0.630 91.458 0.399
540390.90000 22.9368350871 120.2728939825 36.46061 0.008 0.005 0.007 1.112 0.632 91.476 0.399
540391.00000 22.9368350928 120.2728939885 36.45979 0.004 0.006 0.008 1.108 0.633 91.467 0.394
540391.10000 22.9368350959 120.2728939953 36.45899 0.001 0.008 0.008 1.110 0.633 91.454 0.394
540391.20000 22.9368350971 120.2728940018 36.45825 0.003 0.006 0.006 1.113 0.633 91.476 0.393
540391.30000 22.9368351000 120.2728940082 36.45747 0.003 0.005 0.008 1.115 0.633 91.459 0.392
540391.40000 22.9368351058 120.2728940142 36.45667 0.007 0.008 0.009 1.112 0.633 91.457 0.392
540391.50000 22.9368351114 120.2728940209 36.45590 0.006 0.006 0.007 1.107 0.633 91.472 0.391
540391.60000 22.9368351151 120.2728940279 36.45517 0.002 0.006 0.007 1.108 0.632 91.457 0.390
540391.70000 22.9368351180 120.2728940343 36.45440 0.003 0.008 0.009 1.112 0.633 91.454 0.390
540391.80000 22.9368351215 120.2728940407 36.45359 0.006 0.006 0.006 1.114 0.632 91.476 0.389
    
```

圖 5-65 定位定向軟體測試資料(GeoPoint 鬆耦合)

表 5-4 GeoPoint 緊耦合整合解與 IE 解算成果比較表

	N (公尺)	E (公尺)	h (公尺)	三維精度 (公尺)	Roll (度)	Pitch (度)	Heading (度)	三維精度 (度)
AVG	-0.069	-0.368	0.025	0.375	0.002	-0.007	0.370	0.370
STD	0.872	0.550	0.917	1.380	0.019	0.019	0.247	0.248
RMS	0.875	0.662	0.918	1.431	0.019	0.021	0.445	0.446

本團隊另於 105 年 4 月 20 日，選擇透空良好之高速公路路段與近郊區作為測試區域(如圖 5-66)，測試時間長度為 2 小時。本次實驗目的為驗證系統即時輸出解、GeoPoint 後處理解及商用軟體 IE 解算結果進行分析比較，並以 IE 解算結果作為參考解進行比較分析。



圖 5-66 測試區域

圖 5-67 為 GeoPoint(淺藍)與 IE(深藍)局部區域的軌跡，2 條軌跡皆在合理的路線上。以 IE 為參考軌跡，GeoPoint 與即時解為測試軌跡，將路線拆成 3 段，比較軌跡的差異，分別如表 5-5 及表 5-6 所示。初步結果顯示，GeoPoint 與 IE 於位置上三軸方向與三維差異分別為 0.213 公尺、0.231 公尺、0.526 公尺及 0.613 公尺，姿態角差異分別為 0.0387 度、0.7345 度及 0.8548 度；即時解二維與三維位置差分別為 0.181 公尺、0.321 公尺、0.495 公尺及 0.618 公尺，姿態角差異分別為 1.6829 度、1.3142 度及 1.1464 度。本測試路線主要位於透空良好路段，因此 GeoPoint 與即時解在位置上較為相近，但姿態角部分 GeoPoint 明顯優於即時解。

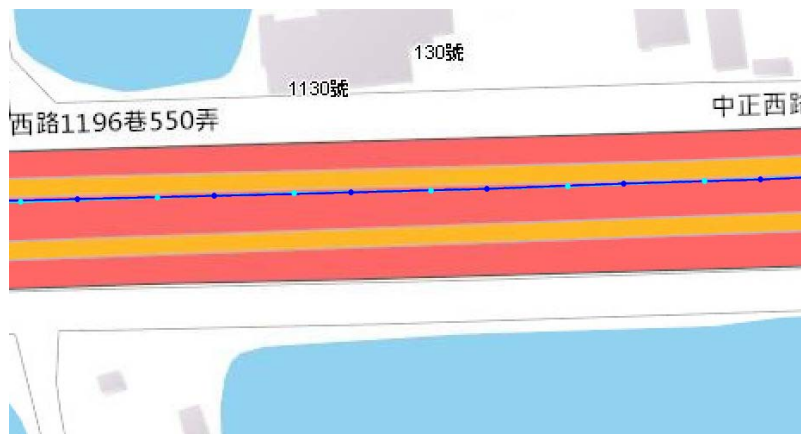


圖 5-67 GeoPointer 與 IE 軌跡(局部)

表 5-5 GeoPoint 與 IE 解算成果比較表

	N (公尺)	E (公尺)	h (公尺)	三維位置 (公尺)	Roll (度)	Pitch (度)	Heading (度)
路線 1							
AVG	-0.080	-0.089	0.070	0.139	0.0055	-0.7339	0.8489
STD	0.212	0.392	0.611	0.756	0.0508	0.0595	0.0446
RMS	0.227	0.402	0.615	0.769	0.0511	0.7363	0.8500
路線 2							
AVG	-0.216	0.017	0.177	0.280	-0.0138	-0.7945	0.8383
STD	0.134	0.097	0.692	0.711	0.0220	0.0311	0.0157
RMS	0.254	0.098	0.714	0.764	0.0260	0.7651	0.8385
路線 3							
AVG	0.084	0.005	-0.159	0.180	0.0164	-0.7015	0.8754
STD	0.135	0.192	0.192	0.303	0.0354	0.0307	0.0277
RMS	0.159	0.192	0.250	0.353	0.0390	0.7022	0.8758
整合(上述 3 段路線取平均)							
AVG	-0.071	-0.022	0.029	0.080	0.0027	-0.7433	0.8542
STD	0.160	0.227	0.498	0.571	0.0361	0.0404	0.0293
RMS	0.213	0.231	0.526	0.613	0.0387	0.7345	0.8548

表 5-6 即時解與 IE 解算成果比較

	N (公尺)	E (公尺)	h (公尺)	三維位置 (公尺)	Roll (度)	Pitch (度)	Heading (度)
路線 1							
AVG	0.142	-0.089	0.194	0.256	-0.8856	-0.3654	1.0656
STD	0.287	0.369	0.669	0.816	1.5471	1.3237	0.1985
RMS	0.321	0.380	0.697	0.856	1.7827	1.3732	1.0840
路線 2							
AVG	0.006	-0.128	0.414	0.433	-0.546	-1.236	1.573
STD	0.153	0.154	0.439	0.490	1.3091	1.3193	0.0673
RMS	0.153	0.200	0.604	0.654	1.4186	1.8077	1.5746
路線 3							
AVG	-0.016	-0.167	-0.111	0.201	-1.7007	0.1648	0.6982
STD	0.068	0.345	0.148	0.382	0.7216	0.7436	0.3493
RMS	0.070	0.384	0.185	0.432	1.8474	0.7616	0.7807
整合(上述 3 段路線取平均)							
AVG	0.044	-0.128	0.166	0.214	-1.0441	-0.4789	1.1123
STD	0.169	0.289	0.419	0.536	1.1926	1.1289	0.2050
RMS	0.181	0.321	0.495	0.618	1.6829	1.3142	1.1464

圖 5-68 為模擬 GNSS 失訊 60 秒路段，藉此評估軟體整合解之解算能力，即處理 IMU 資料的能力。首先選擇完整軌跡作為參考軌跡，本次實驗之 2 個路段皆為透空良好路段，因此軌跡不易因 GNSS 收訊不佳導致解算成果不佳，而模擬 GNSS 失訊之軌跡做為測試軌跡，發生 GNSS 失訊的路段與參考軌跡的誤差，包含 IMU 隨時間累積的誤差與軟體核心演算法的解算誤差，本系統屬於戰術等級系統，GNSS 失訊僅 60 秒，IMU 隨時間累積的誤差極小，因此本實驗可用於評估軟體核心演算法解算能力。表 5-7 與表 5-8 分別為 GeoPoint 與 IE 真對有無 GNSS 失訊之解算差異，初步結果顯示 GeoPoint 與 IE 解算 IMU 資料能力相近，甚至有些路段 GeoPoint 優於 IE，因此評估 GeoPoint 整合解之解算軌跡功能無虞。





圖 5-68 模擬 GNSS 失訊範圍說明

表 5-7 GeoPointer 有無 GNSS 失訊解算差異

	N (公尺)	E (公尺)	h (公尺)	Roll (度)	Pitch (度)	Heading (度)
路線 1						
AVG	0.186	0.002	0.080	-0.0020	0.0009	0.0041
STD	0.082	0.030	0.006	0.0025	0.0071	0.0015
RMS	0.203	0.030	0.080	0.0032	0.0071	0.0044
路線 2						
AVG	0.001	0.001	0.003	-0.0094	-0.007	0.001
STD	0.001	0.001	0.004	0.0005	0.0005	0.0002
RMS	0.001	0.002	0.006	0.0094	0.0009	0.0002
路線 3						
AVG	0.013	-0.018	0.130	0.0024	0.0068	0.0023
STD	0.012	0.040	0.042	0.0058	0.0019	0.0020
RMS	0.018	0.044	0.137	0.0063	0.0071	0.0031
路線 4						
AVG	0.071	-0.086	0.160	0.0003	-0.0071	0.0035
STD	0.016	0.044	0.042	0.0047	0.0073	0.0010
RMS	0.073	0.097	0.165	0.0047	0.0083	0.0037

表 5-8 IE 有無 GNSS 失訊解算差異

	N (公尺)	E (公尺)	h (公尺)	Roll (度)	Pitch (度)	Heading (度)
路線 1						
AVG	0.007	-0.022	-0.018	-0.0016	-0.0006	-0.0048
STD	0.004	0.014	0.003	0.0008	0.0005	0.0005
RMS	0.008	0.026	0.019	0.0017	0.0008	0.0048
路線 2						
AVG	-0.317	0.079	-0.076	-0.0001	-0.0022	-0.0032
STD	0.081	0.064	0.006	0.0011	0.0011	0.0001
RMS	0.327	0.102	0.076	0.0011	0.0024	0.0032
路線 3						
AVG	-0.025	-0.105	-0.051	0.0007	-0.0024	0.0020
STD	0.005	0.006	0.025	0.0012	0.0002	0.0001
RMS	0.026	0.122	0.057	0.0014	0.0024	0.0020
路線 4						
AVG	-0.0122	-0.024	0.026	-0.0007	-0.0001	-0.0001
STD	0.004	0.009	0.004	0.0006	0.0004	0.0001
RMS	0.013	0.026	0.026	0.0009	0.0004	0.0002

### 第三節 像片量測軟體

本團隊已自行開發 1 套像片量測軟體 GMMS，其網路架構圖及系統架構圖，分別如圖 5-69 及圖 5-70 所示，目前已於國土測繪中心完成軟體安裝及網路環境建置。軟體開發環境為 Windows 10 作業系統，透過 Visual Studio 2015 以 C# 語言進行開發，並使用 Microsoft SQL server 進行資料庫建置。

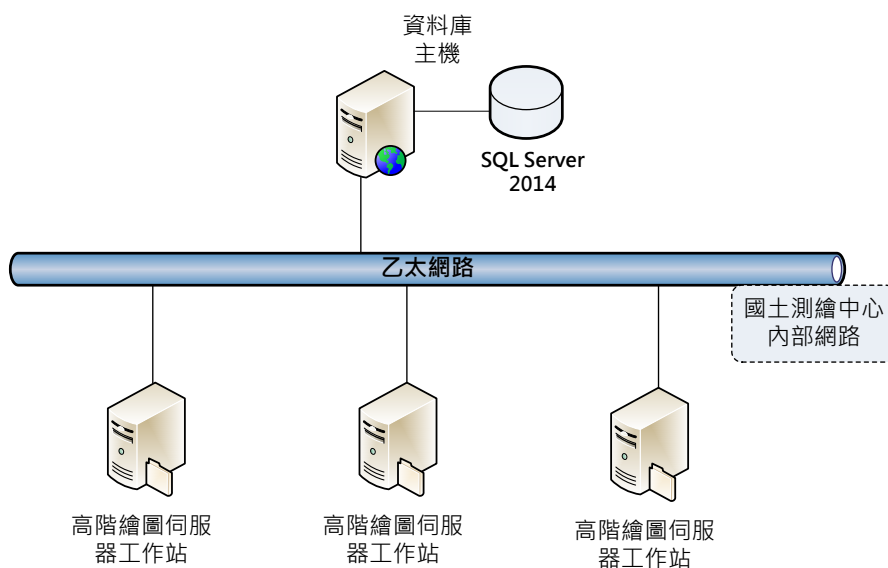


圖 5-69 GMMS 網路架構圖

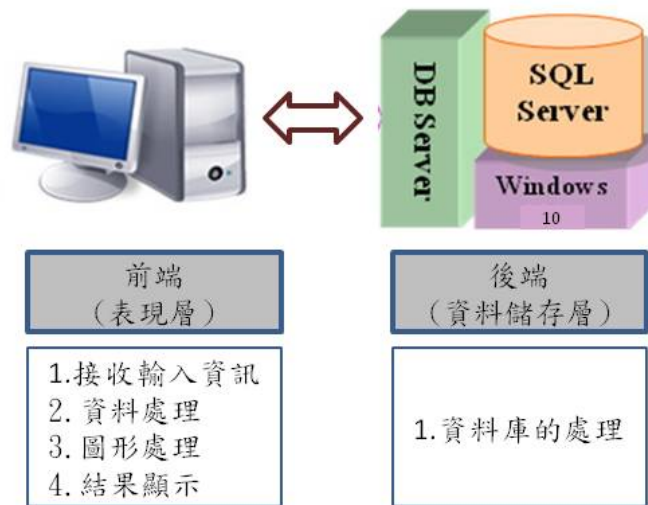


圖 5-70 GMMS 系統架構圖

表 5-9 GMMS 系統需求

項目	說明
處理器	2GHz 或更快的 32 位元或 64 位元處理器
記憶體	4GB RAM (32 位元) 或 8GB RAM (64 位元) 以上
顯示卡	DirectX 10 以上版本
硬碟空間	200MB 以上
作業系統	建議 Windows 7 SP1 以上版本
可轉散發套件	.NET Framework 4.5、4.5.1 (推薦) 以上版本
螢幕解析度	1280x720 以上

GMMS 系統需求如表 5-9，其軟體架構如圖 5-71 所示，主要分為專案設定、量測工具及資源管理 3 大部分，其中專案設定包含作業專案所存放之資料庫位置以及專案名稱，而量測工具為 GMMS 之核心，包含點位前方交會、各種幾何量測以及圖層設定，使用者可透過 2 張以上影像點選興趣點，進行點位前方交會計算，得該點位之物空間三維坐標，並儲存至該點位之分類圖層，而點位之幾何屬性則可透過幾何量測工具進行長度、寬度、面積等量測，自動帶入該點位對應屬性欄位，另外幾何量測亦包含線型資料數化，一般常用以數化道路之邊線或道路中心線；而資源管理的部分包含影像設定、相機參數以及外部資料，可加入用以量測之影像資料，並匯入影像資料對應之方位資料，影像即可配合方位資料於軟體中展示，另外可加入具有地理資訊之外部資料，做為各項量測工作參考。

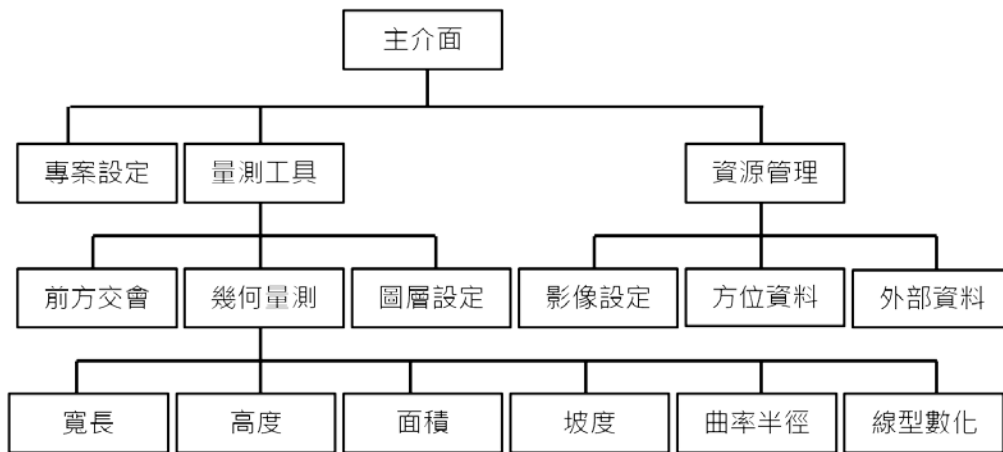


圖 5-71 GMMS 軟體功能架構

GMMS 軟體主畫面如圖 5-72 所示，包含影像操作區、地圖展示區、屬性資料展示區、圖資及圖層管理區以及應用程式主功能區，以下分別針對各工作區進行說明，詳細操作說明請詳閱 Geosat GMMS 軟體操作手冊，亦可參考 Geosat GMMS 軟體測試報告。

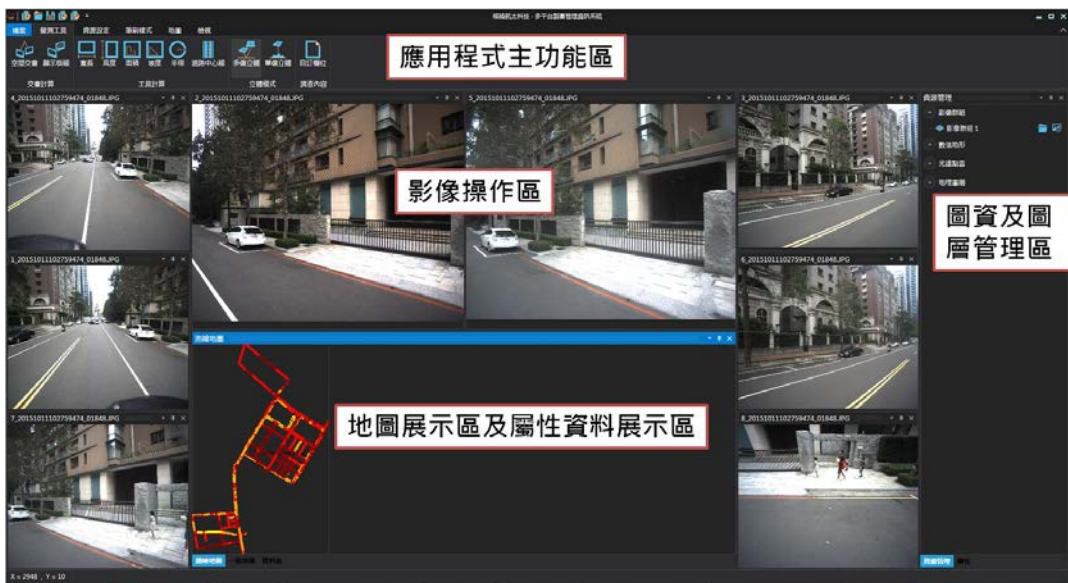


圖 5-72 GMMS 軟體主畫面

### 一、應用程式主功能區

應用程式主功能區為軟體主要控制區，又分為「檔案」、「量測工具」、「資源設定」、「筆刷樣式」、「參數設定」、「地圖」及「檢視」，其中「檔案」用以設定專案類型(如圖 5-73)、確認軟體資訊及使用使用者資訊(如圖 5-74)及檢視近期曾開啟過之專案(如圖 5-75)，另外亦可針對軟體使用者帳號進行設定(如圖 5-76)、使用者群組設定(如圖 5-77)，亦包含其他選項(如圖 5-78)。



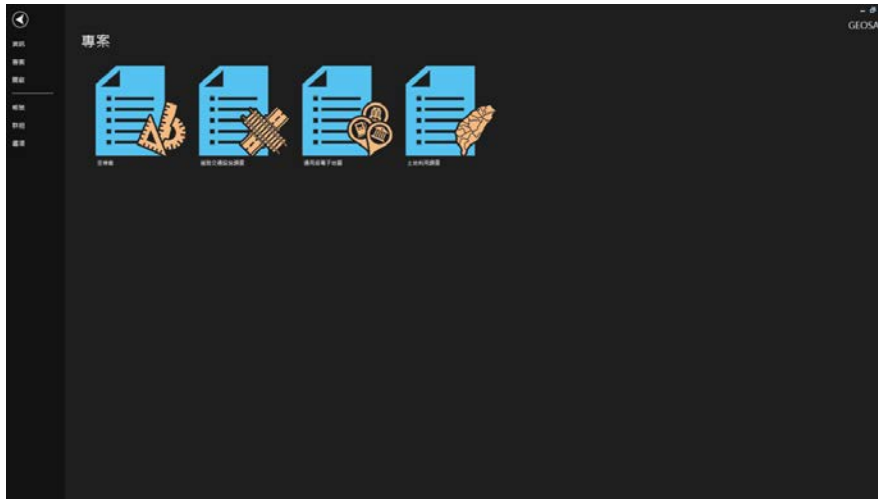


圖 5-73 GMMS 專案類型設定



圖 5-74 GMMS 資訊確認

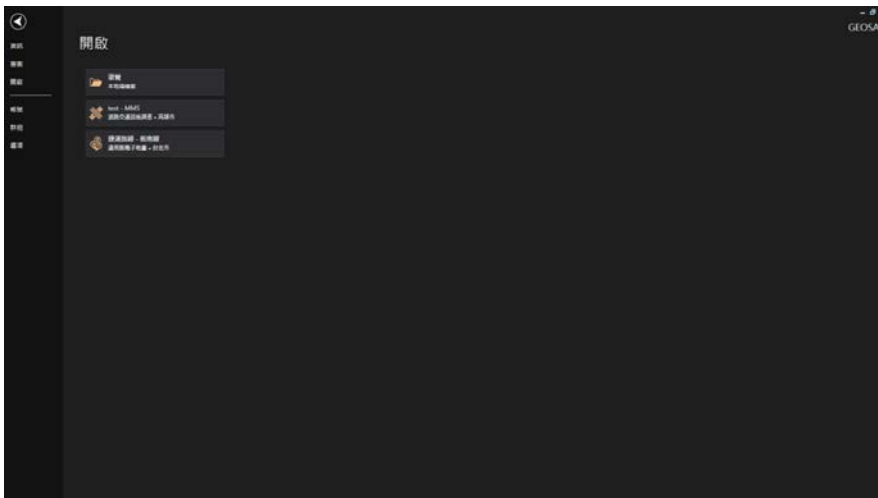


圖 5-75 GMMS 專案開啟紀錄



「量測工具」為 Geosat GMMS 核心功能區，包含點(空間交會)、線(中線與邊線)及面(面積)的數化工具，亦包含各式幾何資訊量測工具(寬長、面積、坡度、半徑)，其中除了點位數化(空間交會)僅可透過多像立體模式作業外，其餘工具皆可透過單像量測模式作業，但單像量測模式僅透過單張影像配合假設的地面高度推估相關幾何資訊，其精度及準確度皆不及多像立體模式，故不建議實際作業中採用單像量測模式作業，建議僅用於作業外的簡單確認。另外提供自訂欄位功能，即使用者可依需求選擇圖層類型(點/線/面)，自行建立所需圖層(如圖 5-80)，並定義圖層屬性欄位。

第五章



圖 5-79 GMMS 量測工具

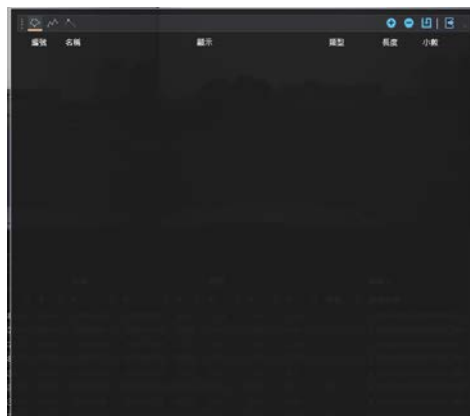


圖 5-80 GMMS 自訂欄位

「資源設定」用於管理所有相關資料，包含影像群組、影像參數、數值地形模型、光達點雲資料及其他參考地理圖層，其中影像群組即為用以進行影像量測之影像序列。



圖 5-81 GMMS 資源設定

「筆刷樣式」用於設定軟體中各式資料顯示之顏色及型式設定，包含影像顯示位置、數化圖資顯示型式及顏色以及外部參考資料顯示方式，皆可依據使用者喜好自行調整。圖 5-82 及圖 5-83 分別色彩調整前後之範例，圖中針對影像位置與外部地理圖層標示字體顏色進行

調整。



圖 5-82 GMMS 筆刷樣式

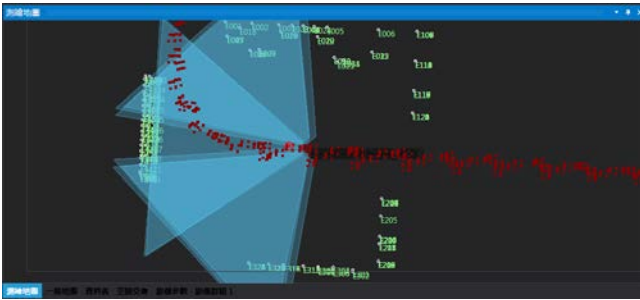


圖 5-83 GMMS 色彩調整前

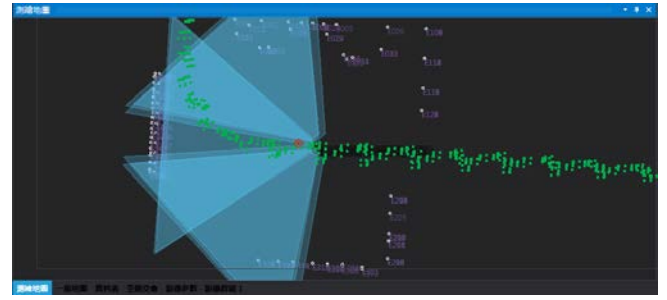


圖 5-84 GMMS 色彩調整後

「參數設定」用於設定滾輪限制及移動張數，由於 Geosat GMMS 透過滾輪模擬 MMS 行駛，即利用滑鼠滾輪向前或向後滾動，軟體中影像則以車輛行進方向前進或後退變換，而滑鼠滾動方式有分為「一般滾動」及「快速滾動」2 種，「一般滾動」利用鍵盤 shift 鍵加上滑鼠滾輪滾動，1 次滾動只移動 1 組影像，而「參數設定」之滾輪限制設定即用以限制當滑鼠滾輪過於快速滾動，軟體則判定為設定的滾動次數，意即滾輪限制設定為「2T」表示當使用「一般滾動」時，當滑鼠滾輪進行快速滾動時，軟體僅判定為 2 次滾動，而僅變換 2 組影像，以避免使用者過度快速滾動造成影像變換過快，而難以控制欲量測影像；而「快速滾動」則提供使用者快速變換至較遠位置之對應影像，利用鍵盤 shift 鍵及 ctrl 鍵加上滑鼠滾輪滾動，「參數設定」之移動張數則用以設定快速滾動時，1 次滾動變換的像片組數，意即移動張數設定為「5P」時，採用「快速滾動」時 1 次滾動變換 5 組影像。此外「參數設定」提供測繪地圖「繪製級別」選項，若勾選，當縮小地圖視窗比例尺時，地圖視窗中物件較小者將予以隱藏，避免小比例尺時顯示過多物件，造成電腦資源負擔而減慢軟體使用反應，若不勾選，當縮小比例尺時，視窗中物件僅依比例縮小而不隱藏，軟體預設該選項為勾選。



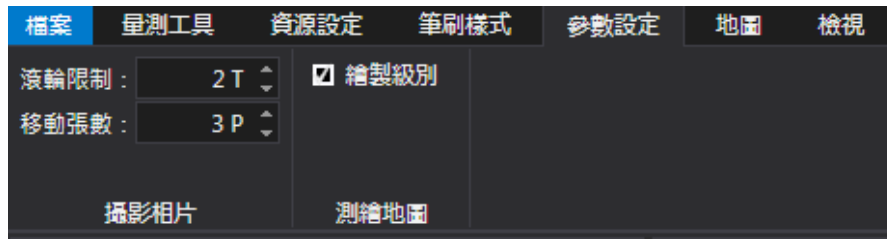


圖 5-85 GMMS 參數設定

「地圖」用於設定地圖視窗中「一般地圖」顯示之底圖(如圖 5-86)，軟體已預設為臺灣通用電子地圖之向量模式(如圖 5-87)，使用者可透過底圖更加容易確認欲進行量測或瀏覽的位置。軟體亦另外提供現行免費開放之底圖，使用者可依喜好調整。



圖 5-86 GMMS 地圖



圖 5-87 GMMS 預設臺灣通用電子地圖為底圖

「檢視」用於設定軟體操作視窗佈局及顯示語言(如圖 5-88)，軟體提供 3 種操作視窗佈局，分別為預設佈局、通用布局及雙顯示器，其中預設佈局主要針對單一顯示器(如圖 5-89)，通用佈局為本團隊操作人員最常使用之佈局方式(如圖 5-90)，建議採用雙顯示器，另提供雙顯示器佈局方式(如圖 5-91)，使用者亦可根據自身喜好調整佈局方式，並根據需求開關各式視窗，軟體亦針對不同國籍使用者提供 4 種語言。



圖 5-88 Geosat GMMS 檢視設定

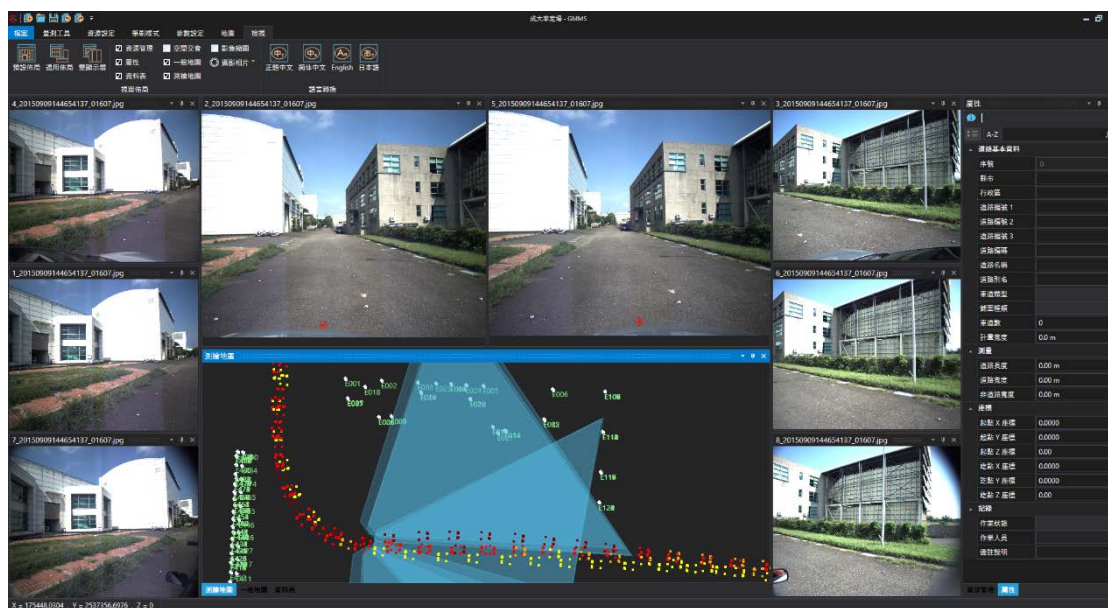


圖 5-89 Geosat GMMS 預設佈局

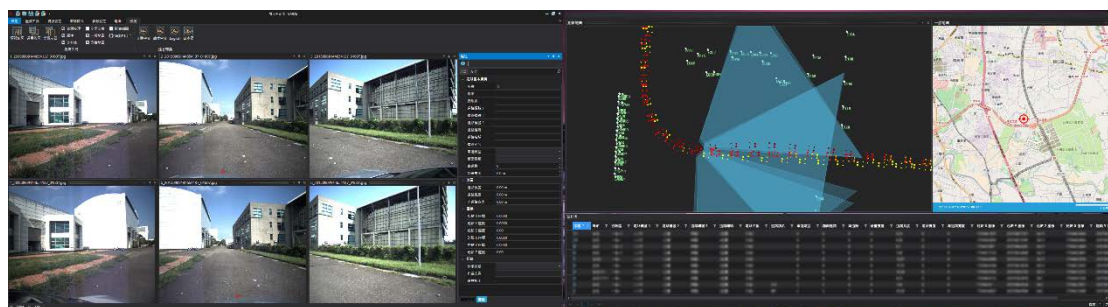


圖 5-90 Geosat GMMS 通用佈局

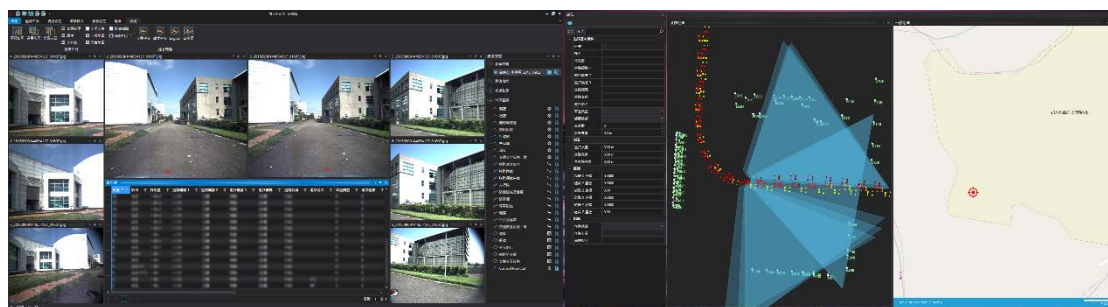


圖 5-91 Geosat GMMS 雙顯示器佈局

第五章

## 二、影像操作區

影像操作區主要用以顯示拍攝影像，並為各式幾何量測工作之主要區域，使用者透過滑鼠滾輪使用者選定之滾動模式變換顯示影像，使其朝車輛行進方向前進或後退，亦透過利用滑鼠滾輪對影像進行放大或縮小，另可以滑鼠左鍵對影像進行平移動作，選定使用影像後，於應用程式主功能區選定量測工具，則可於影像操作區進行影像量測，如圖 5-92 即選定高度量測工具，透過單像量測模式，以滑鼠點選欲量測之高度線段端點，軟體將即時顯示量測成果於畫面中，另可於量測動作結束後，以滑鼠右鍵開啟功能表，將量測結果直接填入對應屬性欄位。

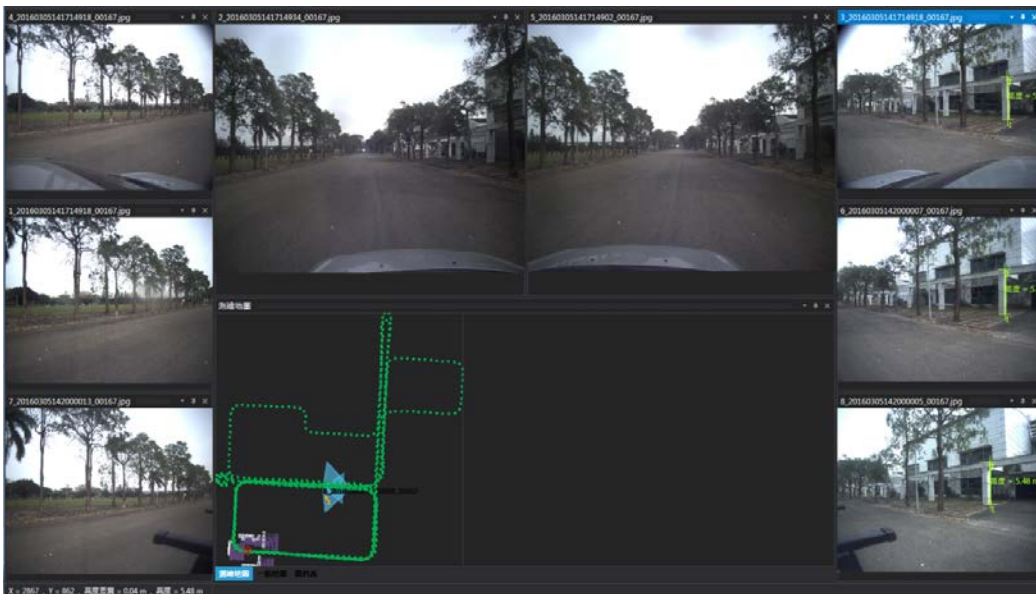


圖 5-92 Geosat GMMS 影像操作區

## 三、地圖展示區

地圖展示區分成「測繪地圖」及「一般地圖」，「測繪地圖」為主要量測工作所需之操作地圖，主要用於展示影像位置及外部參考地理圖資(包含 SHP 格式資料、控制點資料及 JPEG/TIFF 格式影像)，使用者之數化成果亦展示於其上，而各式資料之展示方式皆可透過應用程式主功能區之筆刷樣式依照使用者喜好設定；軟體亦另提供「一般地圖」，預設為臺灣通用電子地圖之向量模式，使用者亦依照喜好透過應用程式主功能區之地圖設定變更，2 種地圖皆可透過滑鼠左鍵移動地圖，滑鼠右鍵開啟對應選單，利用滑鼠滾輪進行地圖縮放，並連續點擊滑鼠左鍵搜尋附近影像，並展示於影像操作區。



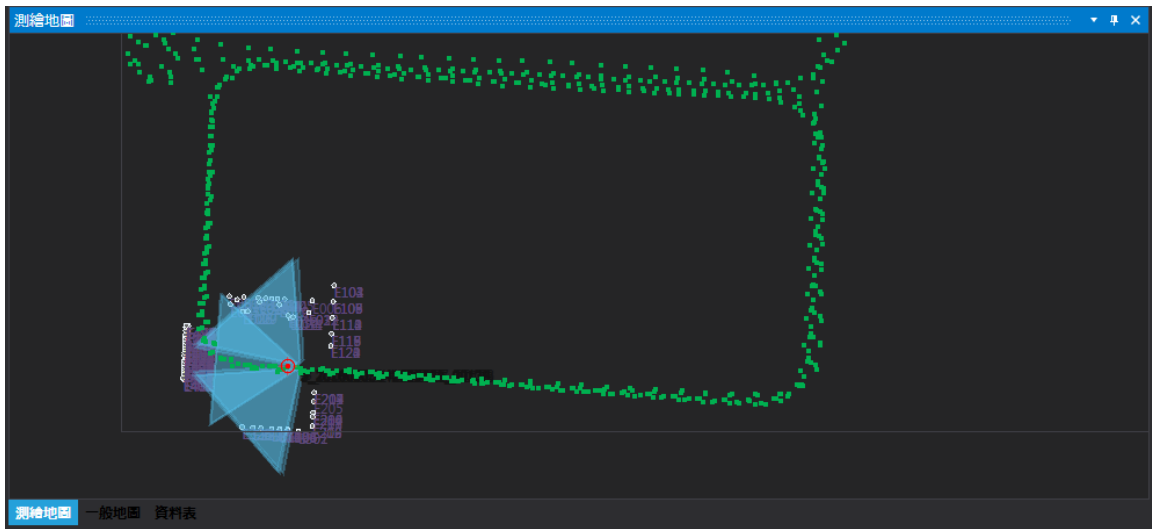


圖 5-93 Geosat GMMS 測繪地圖



圖 5-94 Geosat GMMS 一般地圖

#### 四、屬性資料展示區

屬性資料展示區可用以展示數化設施屬性表格(如圖 5-95)、外部參考地理圖資屬性表格(如圖 5-96)、影像參數表(如圖 5-97)及空間交會紀錄(如圖 5-98)，亦可用以編輯表格內相關屬性，資料修改及刪除皆可直接於屬性資料展示區進行，而資料新增則需透過相關量測工具進行，既有文件內容於屬性資料展示區編輯後，將不會直接修改至外部資料本身，必須重新匯出產生修改後檔案，以避免修改錯誤而影響原始檔案。



屬性表格 - 照明設施.shp

ID	LT_X	LT_Y	LT_RDCODE
> 00000001	176297.2	2540944.02	市道182
00000002	176332.6	2540939.63	市道182
00000003	176373.07	2540934.51	市道182
00000004	176412.57	2540929.23	市道182
00000005	176501.21	2540918.05	市道182
00000006	176535.77	2540913.25	市道182
00000007	176571.91	2540908.64	市道182
00000008	176611.17	2540903.56	市道182

頁數 1 之 145

圖 5-95 Geosat GMMS 屬性表格

屬性表格 - Control Point.txt

ID	Label
149	E448
150	E449
151	E450
152	E451
153	E452
154	E453
155	E454
156	E455
157	E456
158	E457

頁數 2 之 2

圖 5-96 Geosat GMMS 外部地理圖資屬性表格

影像參數 - 台南市\_事定場\_2015\_0922

Name	Quality	Xc	Yc	Zc	Azimuth	Elevation	Roll
> I_20150909143905521_01171.jpg	1	175420.743493744	2537466.7737019	36.119	-0.781608414902703	0.0215088784103413	-0.0151816217553639
I_20150909143910224_01172.jpg	3	175423.051666831	2537469.63272038	36.145	0.169546097954014	0.0113166849481108	-0.00104765217589081
I_20150909143913724_01173.jpg	3	175423.022723621	2537473.66398501	36.195	0.781873352053691	0.0159741628561821	0.000121030041813695
I_20150909143916412_01174.jpg	3	175421.627762171	2537477.67808914	36.242	1.12312376519654	0.0261880883655706	0.00595445688821638
I_20150909143918709_01175.jpg	3	175419.090268708	2537481.24818744	36.207	1.44031024817076	0.0251142825602157	0.00800341456858863
I_20150909143920724_01176.jpg	3	175415.61151539	2537483.54464875	36.175	1.80291090757053	0.025650794587547	0.0119243062519779
I_20150909143922709_01177.jpg	3	175411.414595463	2537484.20923636	36.146	2.25438779995872	0.0138577547301945	0.0209036304754619
I_20150909143924630_01178.jpg	3	175407.539531684	2537482.93580654	36.113	2.71192525513404	0.0128496502055562	0.0210610744522325
I_20150909143926537_01179.jpg	2	175404.0334047963	2537479.95790543	36.09	-3.04527470703665	0.00287542916238425	0.0273084055552852
I_20150909143928412_01180.jpg	1	175404.033804881	2537476.01854026	36.044	-2.52581498970055	-0.00706291472182631	0.0082986040328437
I_20150909143930412_01181.jpg	2	175405.319244563	2537472.0650882	36.048	-1.99682345618518	0.00108806691469184	-0.00511940629236343
I_20150909143932427_01182.jpg	3	175408.36911165	2537469.36217	36.057	-1.46571250562331	0.00642830647285956	-0.00895114517319562
I_20150909143934412_01183.jpg	3	175412.335230995	2537468.62691579	36.063	-0.920450356342636	0.013017871275751	-0.00703896944239546
I_20150909143936521_01184.jpg	3	175416.121024504	2537470.08086906	36.093	-0.380004100370458	0.00815858830912376	-0.00526475733698719
I_20150909143938724_01185.jpg	2	175418.58611296	2537473.30747623	36.138	0.172279117582329	0.0194390407356827	-0.00843056135176853
I_20150909143940928_01186.jpg	2	175418.977307618	2537477.34379126	36.172	0.721912288495067	0.0338759274423478	-0.0177137667140283
I_20150909143943021_01187.jpg	1	175417.240508555	2537481.00925499	36.169	1.27278648801924	0.0371137622898383	-0.00386602861281061
I_20150909143945021_01188.jpg	1	175413.890585296	2537483.26566928	36.113	1.81511948011704	0.0119869001557782	0.00873023828867185
I_20150909143946912_01189.jpg	1	175409.974131176	2537483.5209647	36.114	2.32874162004255	0.0121794247104679	0.0247443602744931
I_20150909143948912_01190.jpg	1	175406.191169387	2537481.60948951	36.062	2.87925349596883	0.00645997523041208	0.0195349286222305
I_20150909143950818_01191.jpg	1	175404.04193461	2537478.16458184	36.039	-2.86841299789877	0.000232276102088634	0.0232468640016721
I_20150909143952725_01192.jpg	1	175403.967420784	2537474.1198904	36.007	-2.33563970340593	-0.00496010683861188	0.00496411515256591
I_20150909143954615_01193.jpg	1	175405.863445487	2537470.6535407	36.015	-1.8174811857921	-0.00262722662232531	-0.0129511471462305
I_20150909143956615_01194.jpg	1	175409.409998744	2537468.51788212	36.025	-1.27473708476012	0.0129870430698182	-0.0206131473219028
I_20150909143958631_01195.jpg	3	175413.468866334	2537468.54412629	36.048	-0.737001284554014	0.0144516785360294	-0.0057105587517633
I_20150909144000725_01196.jpg	2	175416.939404188	2537470.60850128	36.098	-0.213680144187806	0.0118515936443958	-0.00461707455663339

頁數 1 之 116

圖 5-97 Geosat GMMS 影像參數表

空間交會												
檢驗					交會				差異			
ID	Label	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	數量	
3	E403	175424.13	2537356.17	37.41	175423.26	2537355.33	38.56	0.87	0.84	-1.15	2	
2	E402	175424.13	2537356.18	38.1	175422.44	2537354.72	39.49	1.68	1.46	-1.39	2	
1	E401	175424.9	2537356.14	39.24	175424.02	2537355.15	40.52	0.89	0.98	-1.28	2	

圖 5-98 Geosat GMMS 空間交會紀錄

### 五、圖資及圖層管理區

圖資及圖層管理區可列出使用者於應用程式主功能區之資源設定所匯入之各式資料，利用滑鼠右鍵開啟各式資料功能表，則可進行相關處理，另可設定各式資料展示方式及鎖定狀態(如圖 5-99)。



圖 5-99 Geosat GMMS 圖資及圖層管理區

圖資及圖層管理區另包含屬性編輯區(如圖 5-100)，針對使用者選取之圖層列出對應屬性表格，使用者可自行填入對應欄位屬性，部分屬性需透過量測獲取，亦可於相關量測工具作業後由軟體代入對應欄位，當第 1 筆設施屬性編輯完成，則應儲存產生對應圖層資料。



圖 5-100 Geosat GMMS 屬性編輯區

### 軟體功能符合契約規定說明

軟體作業流程如圖 5-101 所示，GMMS 包含本案合約要求功能，軟體測試如以下說明：

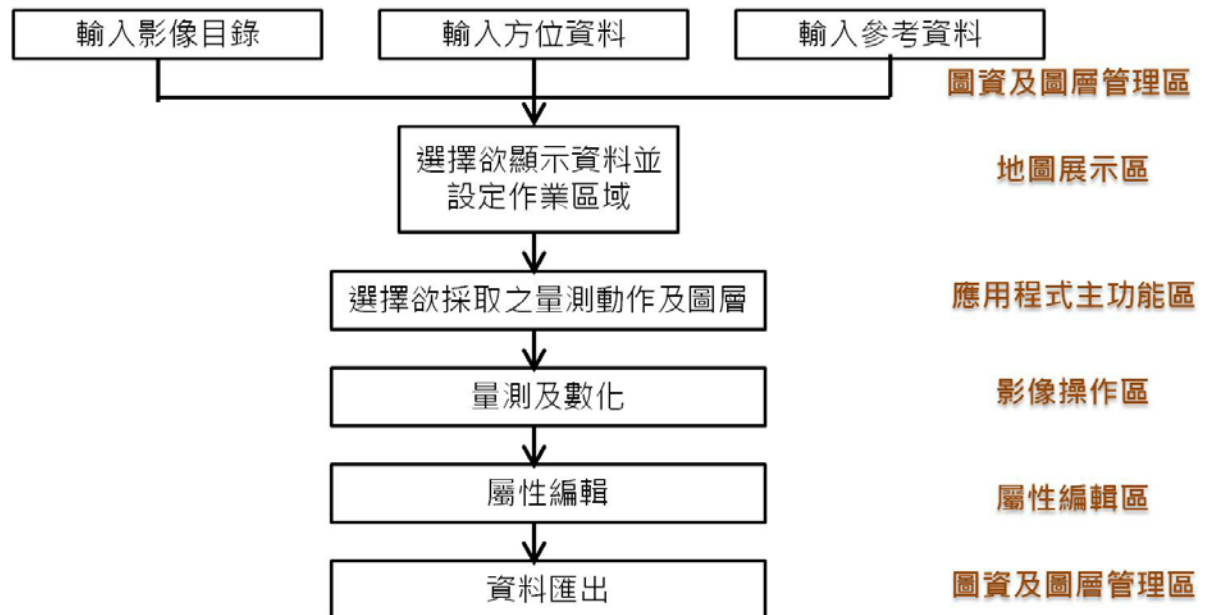


圖 5-101 GMMS 軟體作業流程

- (一) 可載入 SHP 等地理參考底圖，或套疊 TIFF、JPG 等具地理參考坐標之影像。

圖 5-102 軌跡資料為 MMS 外業資料蒐集之作業軌跡，透過匯入地理圖層功能，載入 SHP 格式之臺灣通用電子地圖建物圖層(灰色面狀物件)及 TIFF 或 JPG 格式之臺灣通用電子地圖正射影像(底層影像資料)，地理資料套疊皆可正常顯示，且各資料間相對位置顯示合理。

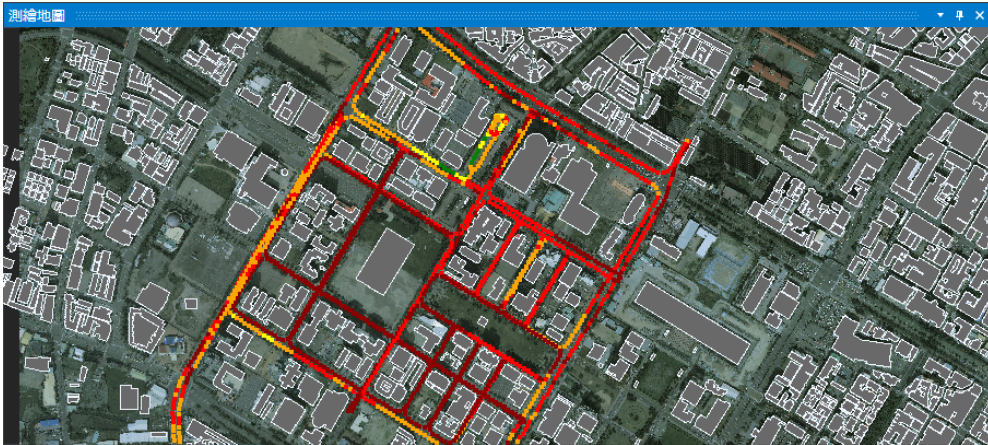


圖 5-102 參考資料載入情形

- (二) 具長度測量、面積測量、數化、屬性建置(可自行定義圖層及資料庫格式，並按照該格式填入屬性資料)。

使用者可於應用程式主功能區點選「寬長」功能鍵，至影像操作區於 2 張以上包含欲量取點位之影像，分別點選欲進行長度測量之路線節點，每 1 節點點選完畢則透過滑鼠右鍵開啟功能選單，選擇「新增頂點」，從第二個節點開始，軟體將自動計算第 1 個節點至目前節點所累積之長度量測成果，得欲量測路線之長度。

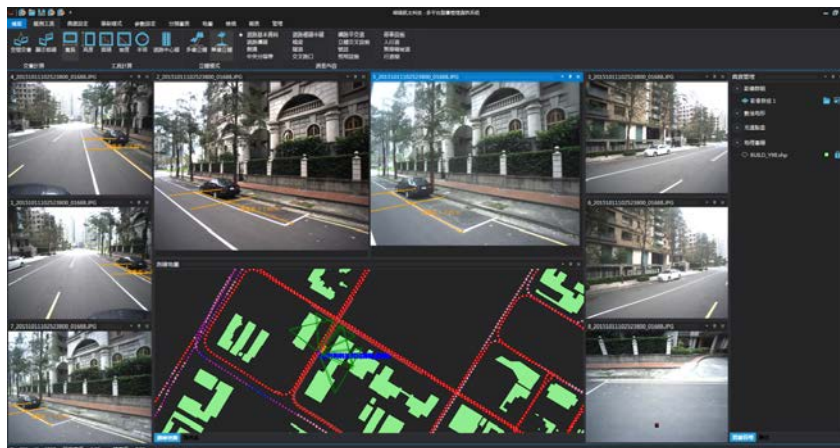


圖 5-103 長度量測功能示意圖



使用者可於應用程式主功能區點選「面積」功能鍵，至影像操作區於 2 張以上包含欲量取點位之影像，分別點選欲進行面積測量之範圍節點，每 1 節點點選完畢則透過滑鼠右鍵開啟功能選單，選擇「新增頂點」，從第 3 個節點開始，軟體將自動計算第 1 個節點至目前節點所包圍範圍之面積量測成果，得欲量測範圍之面積。

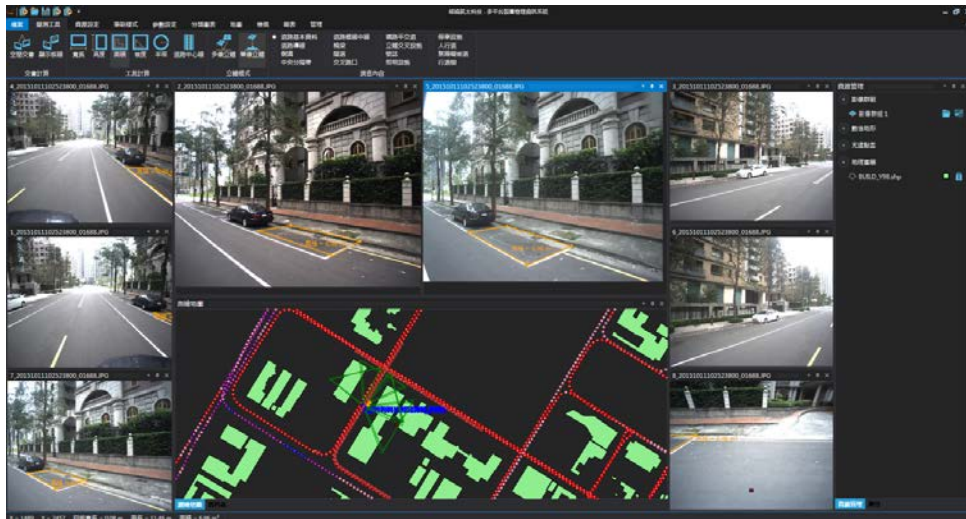


圖 5-104 面積量測功能示意圖

使用者可分別透過「空間交會」、「中線與邊線」及「面積」功能鍵進行點、線及面物件數化，其作業方式分別與點位量測、長度測量及面積測量相同，待點位、線段及範圍確定後，以滑鼠右鍵開啟選單，點選「新增設施」，即可儲存數化成果。

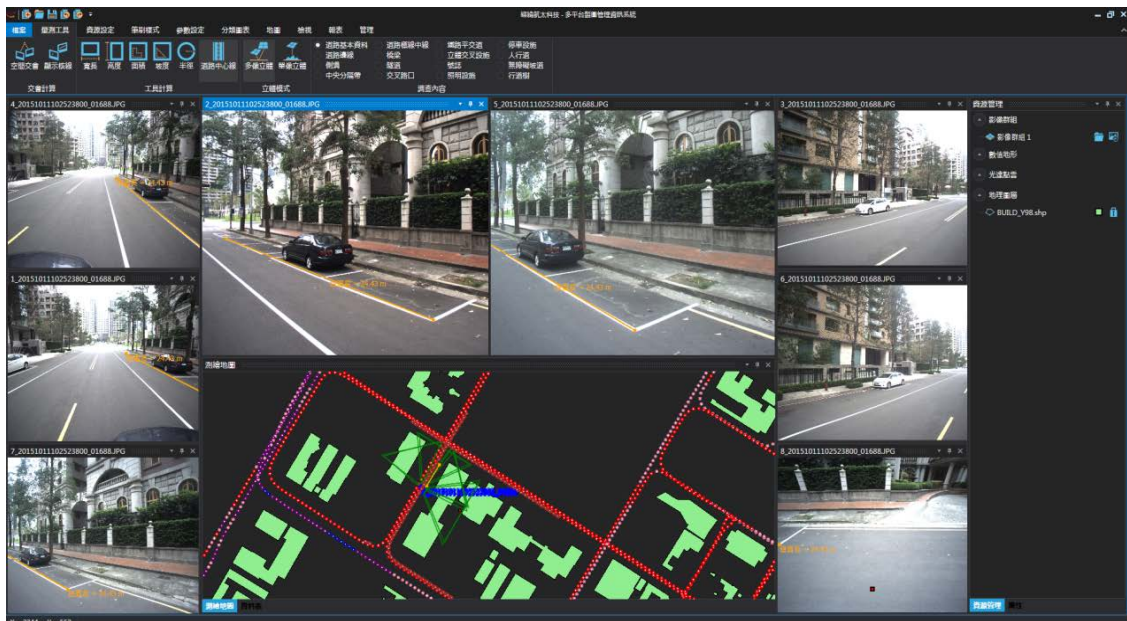


圖 5-105 數化功能示意圖

使用者建立設施後，軟體將自動開啟對應圖層之屬性表，即可建立屬性表中各屬性項目，透過下拉式選單或使用者自行鍵入屬性的方式建立，或利用上述各式量測工具以滑鼠右鍵開啟選單，選擇「量測數值」即可填入對應欄位以避免人工鍵入所產生的錯誤。

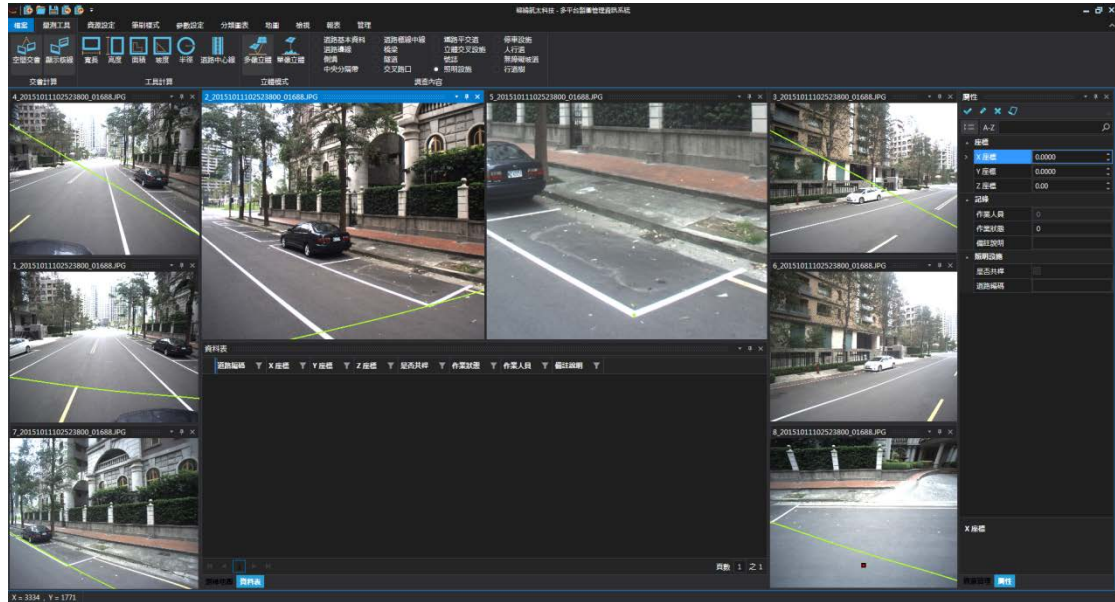


圖 5-106 屬性建置功能示意圖

GMMS 提供自行定義圖層功能(如圖 5-107)，使用者可自行根據需求定義欲建立之圖層，包含圖層名稱、圖層資料型態(點/線/面)、屬性欄位名稱及屬性欄位資料型態(文字/數字/邏輯/日期)等，使用者即可於影像操作區進行對應屬性量測。

編號	名稱	顯示	類型	長度	小數
1	test01	t1	文字	50	0
2	test02	t2	數字	10	0
3	test03	t3	邏輯	1	0
4	test04	t4	日期	10	0

圖 5-107 自行定義圖層

(三) 可測製二維及三維成果，成果輸出 SHP 或 KML 格式。

GMMS 像片量測成果皆為三維成果(如圖 5-108)，並可輸出 SHP 格式(如圖 5-109)。

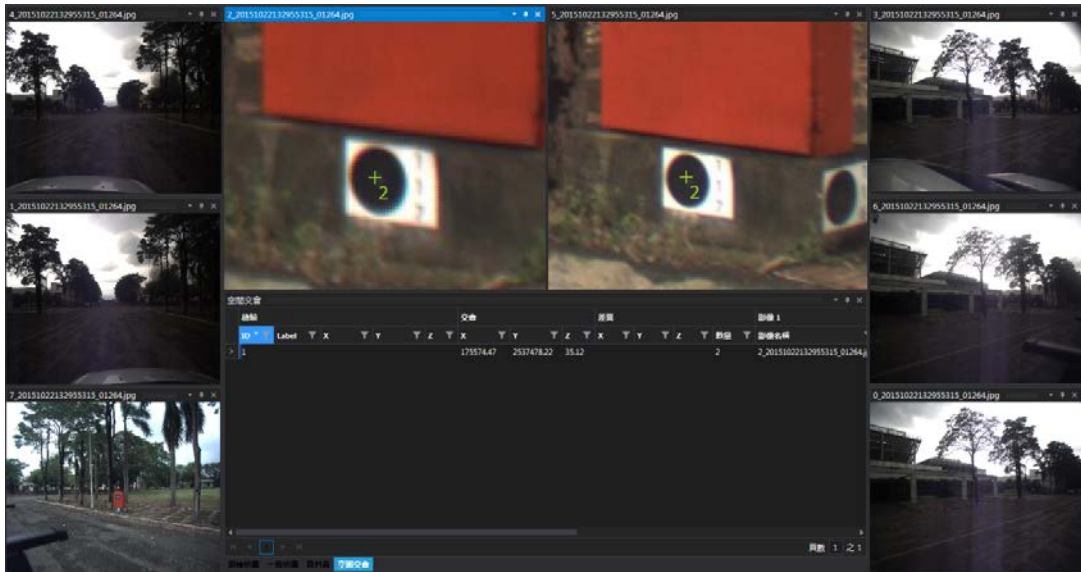


圖 5-108 三維量測成果

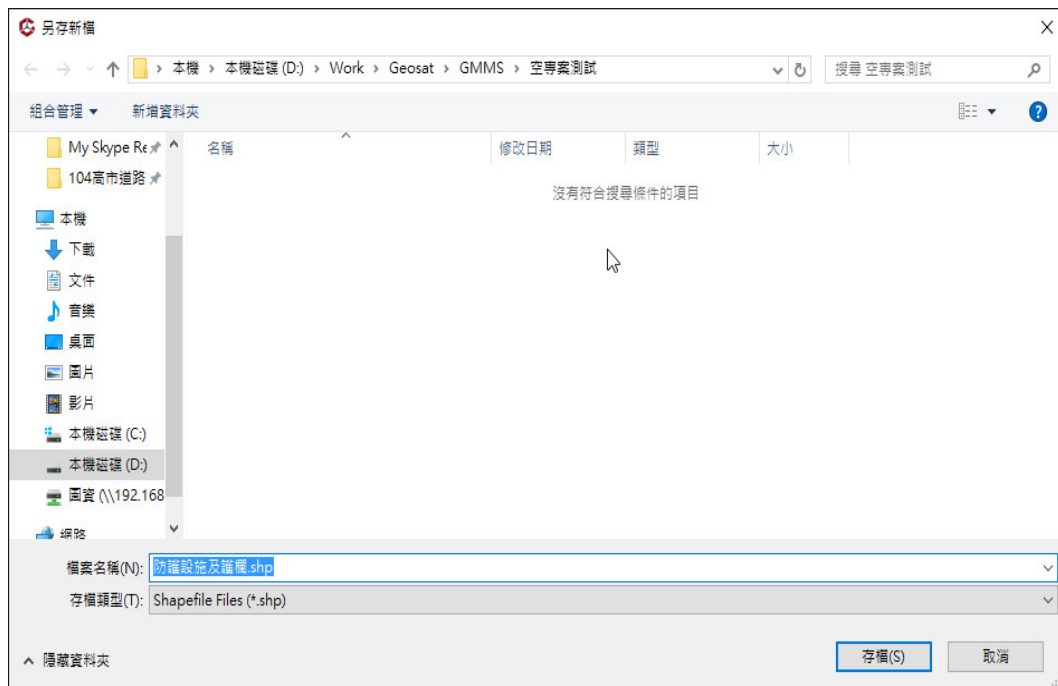


圖 5-109 匯出 SHP 格式成果

(四) 可量測地面控制點，藉以修正攝影中心外方位參數功能。

MMS 後處理量測成果精度受 GNSS 收訊影響，為改善量測精度，GMMS 提供控制點量測模組，配合 GeoPoint 控制點反饋功能透過影像後方交會進行攝影中心外方位參數修正，其作業流程如圖 5-110 所示。



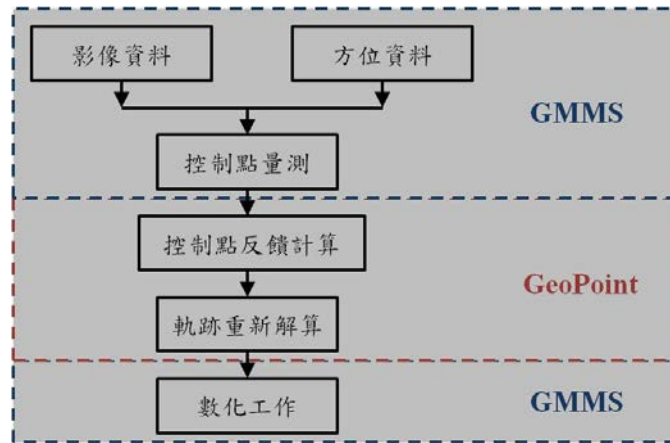


圖 5-110 控制點反饋軟體操作流程

使用者於 GNSS 收訊不佳範圍平均選定 1 個至多個攝影站，於各攝影站選定至少 2 張影像，並於每張影像上量測至少 4 個控制點，其中任 3 個控制點不共線，並儘可能使控制點平均分布於該影像上。

使用者可透過控制點量測模組進行已知控制點或後測控制點之影像量測，以文字檔格式加入已知控制點坐標(如圖 5-111)，將控制點資料拖曳至影像中，即可於影像上顯示控制點位置，利用滑鼠右鍵點選檔案以開啟屬性表格(如圖 5-112)，點選欲量測之控制點後以空間交會功能於影像上量測控制點，GMMS 則於空間交會視窗紀錄用以量測之像片名稱及其量測像坐標，並計算量測坐標與控制點坐標各方向差值(如圖 5-113)，其紀錄資料則可匯出為文字檔(如圖 5-115)。將軌跡資料、控制點資料及控制點量測資料匯入 PMMS-DG 資料轉換模組織控制點反饋功能進行計算(如圖 5-116)，可得 1 組控制點反饋成果，將控制點反饋成果加入 GeoPoint 重新進行 GNSS/IMU 整合解算，GeoPoint 以控制點反饋成果與原軌跡資料進行平差計算，得新的軌跡解算成果，再透過 PMMS-DG 進行 GMMS 所需方位資料製作即可再匯入 GMMS 進行像片量測工作。

E001	175441.2016	2537387.064	27.1147
E002	175446.5973	2537386.773	27.1127
E003	175451.9876	2537386.488	27.1107
E004	175456.9315	2537386.219	27.1107
E005	175461.7549	2537385.972	27.1097
E006	175472.0626	2537385.429	27.0997
E007	175441.5795	2537384.111	24.1187
E008	175446.2195	2537381.314	24.1147
E009	175448.0432	2537381.439	24.1147
E010	175452.4445	2537385.004	24.1147
E011	175456.9274	2537386.218	24.6057
E012	175459.8104	2537383.995	24.1117
E013	175463.1551	2537379.859	24.1057
E014	175464.9899	2537379.315	24.1077
E015	175470.7701	2537380.975	24.1117

圖 5-111 已知控制點資料匯入格式



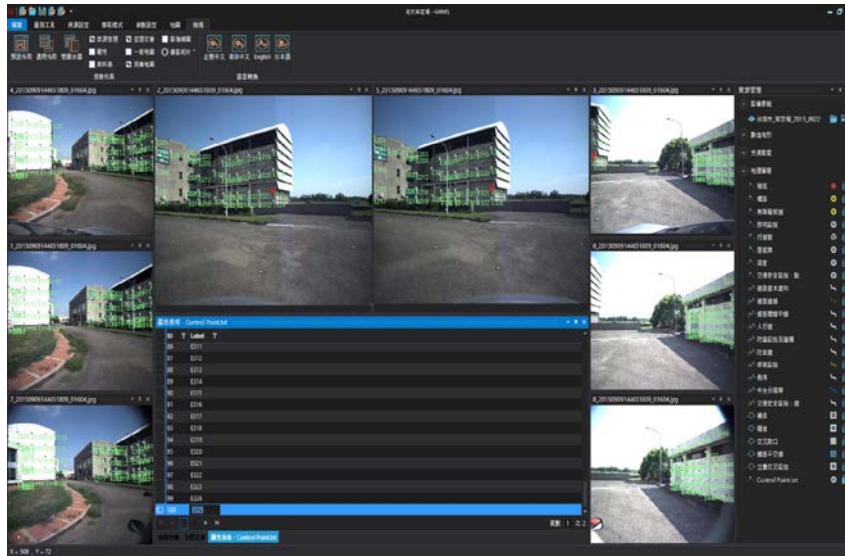


圖 5-112 匯入控制點

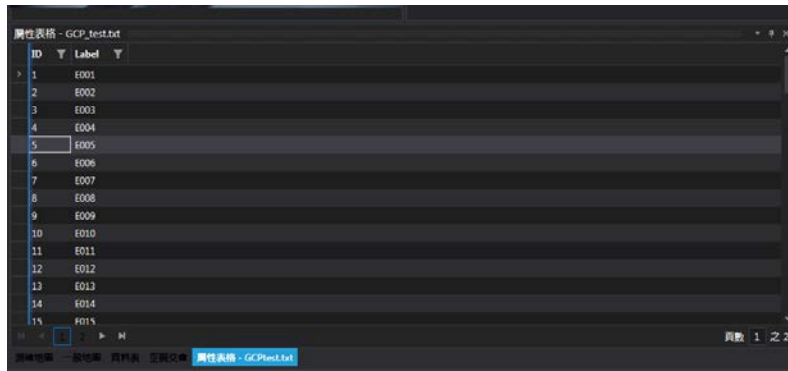


圖 5-113 開啟控制點屬性表格

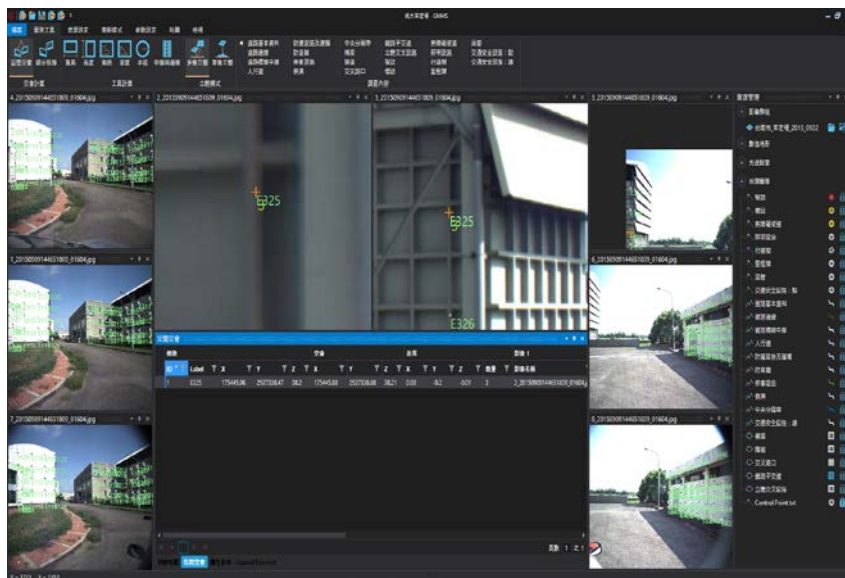
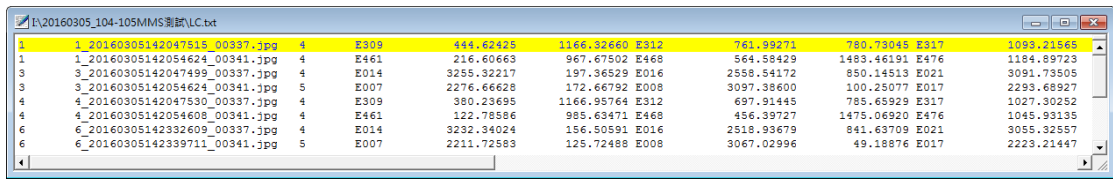


圖 5-114 GMMS 控制點量測模組



Line	File Name	Control Point ID	X (m)	Y (m)	Z (m)	Other Data
1	1_20160305142047515_00337.jpg	E309	444.62428	1166.82660	E312	761.99271
1	1_2016030514204624_00341.jpg	E461	216.60663	967.87502	E468	564.58429
3	3_20160305142047499_00337.jpg	E014	3255.32217	197.36529	E016	2558.54172
3	3_2016030514204624_00341.jpg	E007	2276.66228	172.66792	E008	3097.38600
4	4_20160305142047530_00337.jpg	E309	380.23695	1166.95764	E312	697.91445
4	4_2016030514204608_00341.jpg	E461	122.78586	985.63471	E468	456.39727
6	6_20160305142332609_00337.jpg	E014	3232.34024	156.50591	E016	2518.93679
6	6_20160305142339711_00341.jpg	E007	2211.72583	125.72488	E008	3067.02996
						49.18876 E017
						2223.21447

圖 5-115 GeoPoint 控制點量測紀錄

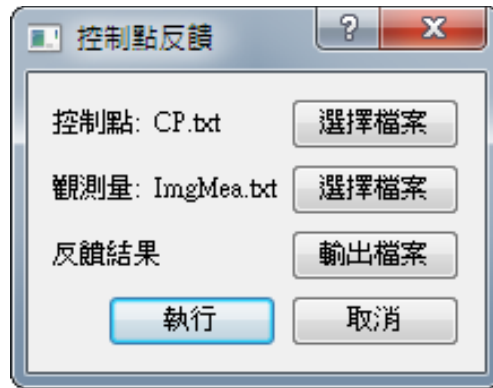


圖 5-116 GeoPoint 之 PMMS-DG 控制點反饋模組

本團隊為了確認控制點反饋功能，以 105 年 4 月 20 日於成功大學歸仁校區蒐集之影像進行測試，作業範圍如圖 5-117，共包含 6 次作業(來回各 3 次)，故有 6 條作業軌跡，其中為模擬 GNSS 收訊不良之作業環境，於圖中藍色點位將軌跡資料皆設定為 GNSS 失訊，並以圖中紅框範圍之牆面控制點進行控制點反饋測試，每一條軌跡皆於範圍內選用 2 個攝影站，如圖中紅色標記位置，每一攝影站皆透過 GMMS 多像立體量測功能量測控制點(如圖 5-118 及圖 5-119)，控制點量測應注意每張影像至少包含 4 個以上控制點，且認 3 個控制點不共線，本次測試作業總共選用 12 個攝影站，共量測 138 個控制點，而控制點與車輛之距離受場地影響約為 15 公尺至 25 公尺不等，量測成果部分節錄如表 5-10 所示。量測結果利用 PMMS-DG 控制點反饋模組進行控制點反饋計算，得 1 組新的軌跡，套疊控制點反饋前軌跡並放大如圖 5-120，控制點反饋前後軌跡分別為紫色線條及青色線條。將控制點反饋後軌跡利用 PMMS-DG 重新建立 GMMS 所需之 DG 檔，並以 GMMS 利用相同影像進行相同控制點量測，其量測成果如表 5-11 所示。



圖 5-117 控制點反饋測試範圍

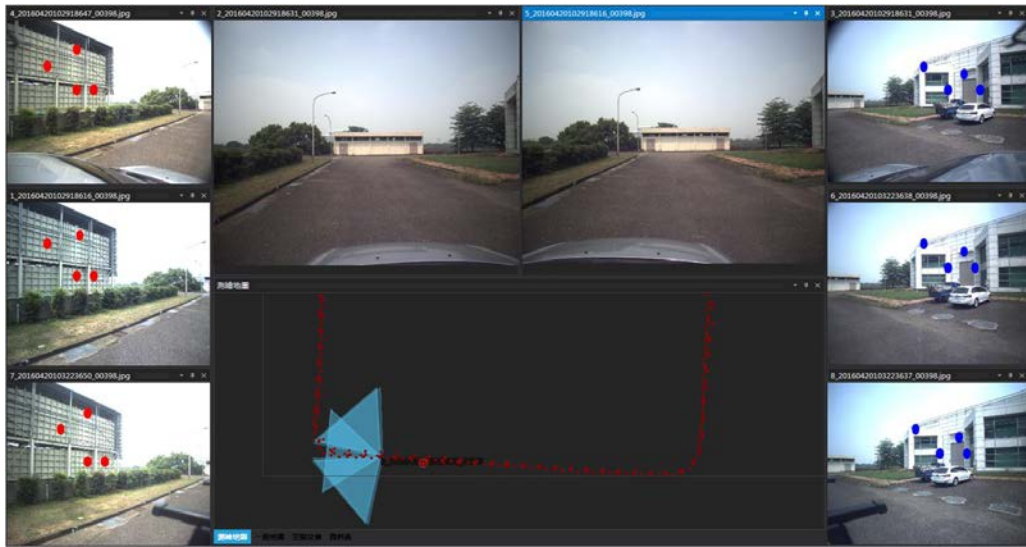


圖 5-118 控制點量測 1

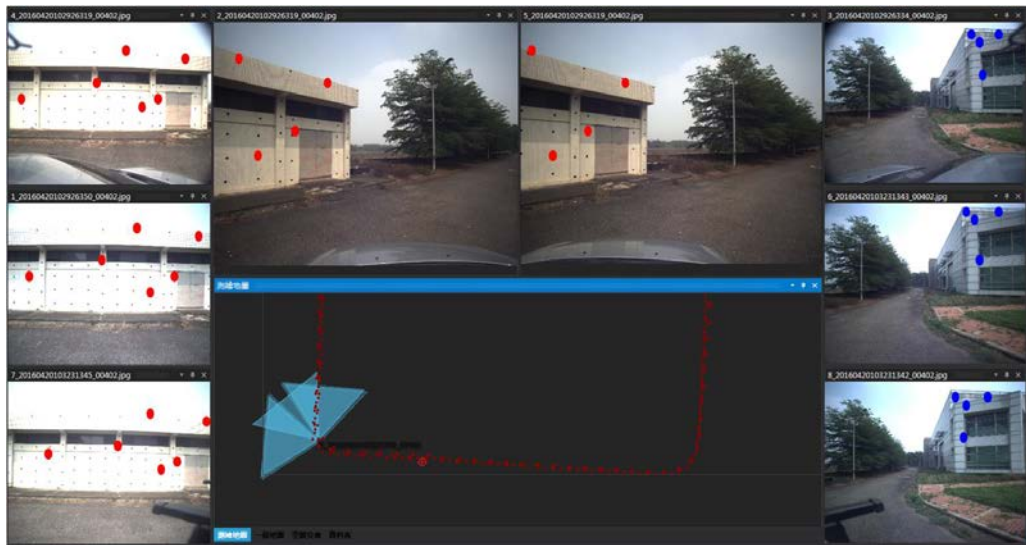


圖 5-119 控制點量測 1



表 5-10 控制點量測成果

ID	CheckLabel	CheckX	CheckY	CheckZ	IntersectionX	IntersectionY	IntersectionZ	DifferenceX	DifferenceY	DifferenceZ	Dxyz
1	E014	175464.99	2537379	44.46	175465.65	2537378.62	44.21	-0.66	0.7	0.25	0.99403219
2	E023	175454.68	2537386	36.46	175455.74	2537385.44	36.18	-1.06	0.89	0.27	1.41017729
3	E003	175451.99	2537386	47.46	175452.95	2537385.78	47.07	-0.96	0.71	0.4	1.25924581
4	E031	175464.98	2537379	34.95	175465.77	2537378.38	34.73	-0.79	0.92	0.22	1.23243661
5	E302	175466.9	2537337	37.23	175466.68	2537335.46	37.06	0.22	1.21	0.17	1.24153131
6	E301	175466.9	2537337	44.38	175466.74	2537336.02	44.31	0.16	1.02	0.07	1.03484298
7	E318	175452.95	2537338	36.21	175452.86	2537337.53	35.99	0.09	0.57	0.22	0.61757591
8	E311	175456.92	2537338	46.41	175456.65	2537337.06	46.35	0.27	0.81	0.05	0.85527773
9	E424	175424.22	2537361	36.45	175424.38	2537360.63	36.06	-0.16	0.39	0.39	0.57428216
10	E412	175424.12	2537358	37.26	175424.29	2537357.81	36.87	-0.17	0.4	0.39	0.58395205
11	E431	175424.27	2537362	34.72	175424.43	2537361.78	34.31	-0.15	0.39	0.4	0.57844619
12	E427	175425.18	2537362	39.25	175425.43	2537361.75	38.86	-0.25	0.4	0.39	0.61204575
13	E416	175424.16	2537360	34.53	175424.25	2537359.23	34.12	-0.09	0.41	0.41	0.58677082
14	E464	175424.62	2537369	34.73	175425.15	2537368.64	34.35	-0.53	0.48	0.39	0.81449371
15	E455	175425.52	2537368	39.24	175426.06	2537367.59	38.8	-0.53	0.52	0.45	0.868821656
16	E480	175424.87	2537373	37.35	175425.43	2537372.31	36.94	-0.57	0.52	0.42	0.87846457
17	E488	175424.95	2537376	35.78	175425.5	2537375.05	35.37	-0.55	0.47	0.41	0.83156479
18	E471	175424.73	2537371	36.52	175425.08	2537370.8	36.08	-0.34	0.5	0.44	0.74779676
19	E463	175424.62	2537369	35.67	175425.02	2537368.64	35.25	-0.4	0.48	0.42	0.75286121
20	E485	175424.94	2537374	37.3	175425.21	2537373.79	36.87	-0.27	0.42	0.43	0.65893854

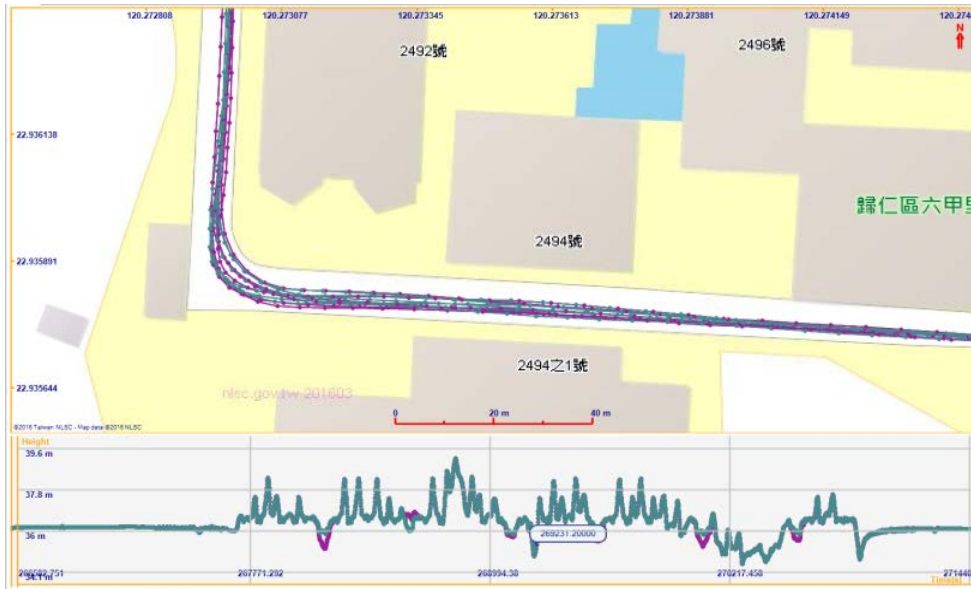


圖 5-120 控制點反饋測試成果

表 5-11 控制點反饋後量測成果

ID	CheckLabel	CheckX	CheckY	CheckZ	IntersectionX	IntersectionY	IntersectionZ	DifferenceX	DifferenceY	DifferenceZ	Dxyz
1	E014	175464.99	2537379.32	44.46	175465.21	2537379.41	44.36	-0.23	-0.09	0.1	0.266458
2	E023	175454.68	2537386.34	36.46	175455.37	2537386.18	36.39	-0.69	0.15	0.07	0.709577
3	E003	175451.99	2537386.49	47.46	175452.61	2537386.5	47.2	-0.62	-0.01	0.26	0.672384
4	E031	175464.98	2537379.3	34.95	175465.33	2537379.17	34.94	-0.34	0.13	0.01	0.364143
5	E302	175466.9	2537336.67	37.23	175466.15	2537336.33	37.26	0.75	0.35	-0.03	0.828191
6	E301	175466.9	2537337.04	44.38	175466.19	2537336.79	44.55	0.71	0.24	-0.17	0.768505
7	E318	175452.95	2537338.1	36.21	175452.29	2537338.38	36.19	0.66	-0.28	0.02	0.717217
8	E311	175456.92	2537337.87	46.41	175455.98	2537337.77	46.64	0.94	0.1	-0.23	0.972882
9	E424	175424.22	2537361.02	36.45	175424.09	2537361.41	36.41	0.13	-0.38	0.04	0.403609
10	E412	175424.12	2537358.21	37.26	175424	2537358.59	37.22	0.12	-0.38	0.04	0.4005
11	E431	175424.27	2537362.17	34.72	175424.11	2537362.55	34.66	0.17	-0.38	0.06	0.420595
12	E427	175425.18	2537362.15	39.25	175425.11	2537362.52	39.21	0.07	-0.37	0.03	0.377757
13	E416	175424.16	2537359.65	34.53	175423.96	2537360.01	34.47	0.19	-0.37	0.05	0.418927
14	E464	175424.62	2537369.12	34.73	175424.84	2537369.42	34.7	-0.22	-0.29	0.04	0.366197
15	E455	175425.52	2537368.11	39.24	175425.77	2537368.35	39.14	-0.25	-0.24	0.1	0.360694
16	E480	175424.87	2537372.83	37.35	175425.15	2537373.06	37.29	-0.29	-0.23	0.07	0.376696
17	E488	175424.95	2537375.52	35.78	175425.21	2537375.81	35.72	-0.26	-0.3	0.05	0.400125
18	E471	175424.73	2537371.3	36.52	175424.84	2537371.45	36.52	-0.11	-0.15	0	0.186011
19	E463	175424.62	2537369.12	35.67	175424.79	2537369.29	35.69	-0.17	-0.17	-0.02	0.241247
20	E485	175424.94	2537374.21	37.3	175424.99	2537374.43	37.3	-0.05	-0.22	-0.01	0.225832



控制點反饋前後控制點量測成果比較表部分節錄如表 5-12，顯示控制點反饋後對於軌跡有明顯改善，控制點反饋前後利用相同影像針對相同控制點量測，控制點誤差之 RMS 值從 1.180 公尺提升為 0.576 公尺，顯示 GMMS 及 GeoPoint 控制點反饋功能無虞。

表 5-12 控制點反饋前後量測比較

ID	Label	CheckX	CheckY	CheckZ	GNSS 脫落							控制點反饋						
					X	Y	Z	DX	DY	DZ	DXYZ	X	Y	Z	DX	DY	DZ	DXYZ
1	E014	175464.99	2537379.32	44.46	175465.65	2537378.62	44.21	-0.66	0.70	0.25	0.99	175465.21	2537379.41	44.36	-0.23	-0.09	0.10	0.27
2	E023	175454.68	2537386.34	36.46	175455.74	2537385.44	36.18	-1.06	0.89	0.27	1.41	175455.37	2537386.18	36.39	-0.69	0.15	0.07	0.71
3	E003	175451.99	2537386.49	47.46	175452.95	2537385.78	47.07	-0.96	0.71	0.40	1.26	175452.61	2537386.50	47.20	-0.62	-0.01	0.26	0.67
4	E031	175464.98	2537379.30	34.95	175465.77	2537378.38	34.73	-0.79	0.92	0.22	1.23	175465.33	2537379.17	34.94	-0.34	0.13	0.01	0.36
5	E302	175466.90	2537336.67	37.23	175466.68	2537335.46	37.06	0.22	1.21	0.17	1.24	175466.15	2537336.33	37.26	0.75	0.35	-0.03	0.83
6	E301	175466.90	2537337.04	44.38	175466.74	2537336.02	44.31	0.16	1.02	0.07	1.03	175466.19	2537336.79	44.55	0.71	0.24	-0.17	0.77
7	E318	175452.95	2537338.10	36.21	175452.86	2537337.53	35.99	0.09	0.57	0.22	0.62	175452.29	2537338.38	36.19	0.66	-0.28	0.02	0.72
8	E311	175456.92	2537337.87	46.41	175456.65	2537337.06	46.35	0.27	0.81	0.05	0.86	175455.98	2537337.77	46.64	0.94	0.10	-0.23	0.97
9	E424	175424.22	2537361.02	36.45	175424.38	2537360.63	36.06	-0.16	0.39	0.39	0.57	175424.09	2537361.41	36.41	0.13	-0.38	0.04	0.40
10	E412	175424.12	2537358.21	37.26	175424.29	2537357.81	36.87	-0.17	0.40	0.39	0.58	175424.00	2537358.59	37.22	0.12	-0.38	0.04	0.40
11	E431	175424.27	2537362.17	34.72	175424.43	2537361.78	34.31	-0.15	0.39	0.40	0.58	175424.11	2537362.55	34.66	0.17	-0.38	0.06	0.42
12	E427	175425.18	2537362.15	39.25	175425.43	2537361.75	38.86	-0.25	0.40	0.39	0.61	175425.11	2537362.52	39.21	0.07	-0.37	0.03	0.38
13	E416	175424.16	2537359.65	34.53	175424.25	2537359.23	34.12	-0.09	0.41	0.41	0.59	175423.96	2537360.01	34.47	0.19	-0.37	0.05	0.42
14	E464	175424.62	2537369.12	34.73	175425.15	2537368.64	34.35	-0.53	0.48	0.39	0.81	175424.84	2537369.42	34.70	-0.22	-0.29	0.04	0.37
15	E455	175425.52	2537368.11	39.24	175426.06	2537367.59	38.80	-0.53	0.52	0.45	0.87	175425.77	2537368.35	39.14	-0.25	-0.24	0.10	0.36
16	E480	175424.87	2537372.83	37.35	175425.43	2537372.31	36.94	-0.57	0.52	0.42	0.88	175425.15	2537373.06	37.29	-0.29	-0.23	0.07	0.38
17	E488	175424.95	2537375.52	35.78	175425.50	2537375.05	35.37	-0.55	0.47	0.41	0.83	175425.21	2537375.81	35.72	-0.26	-0.30	0.05	0.40
18	E471	175424.73	2537371.30	36.52	175425.08	2537370.80	36.08	-0.34	0.50	0.44	0.75	175424.84	2537371.45	36.52	-0.11	-0.15	0.00	0.19
19	E463	175424.62	2537369.12	35.67	175425.02	2537368.64	35.25	-0.40	0.48	0.42	0.75	175424.79	2537369.29	35.69	-0.17	-0.17	-0.02	0.24
20	E485	175424.94	2537374.21	37.30	175425.21	2537373.79	36.87	-0.27	0.42	0.43	0.66	175424.99	2537374.43	37.30	-0.05	-0.22	-0.01	0.23

GNSS 脫落	X	Y	Z	XYZ	控制點反饋	X	Y	Z	XYZ
平均誤差	-0.470	0.421	0.220	1.100	平均誤差	-0.011	0.025	0.010	0.470
RMS	0.895	0.624	0.450	1.180	RMS	0.467	0.314	0.126	0.576

像片量測處理軟體 GMMS 已開發完成，本團隊亦針對合約要求進行自我檢核確認，自我檢核測試紀錄表如表 5-13。

表 5-13 GMMS 功能測試紀錄表

像片量測處理軟體			
日期	105.3.3	功能測試紀錄表	頁次
測試地點: 經緯航太台中公司		測試人員: 謝佳諭	
測試項目	測試情形		備註
	相符	不符	
1. 可載入 SHP 等地理參考底圖，或套疊 TIFF、JPG 等具地理參考坐標之影像。	V		
2. 自定義欄位	V		
3. 成果輸出 SHP 格式	V		
4. 控制點修正攝影中心外方位參數功能	V		

#### 第四節 像片量測軟體測試作業

本案已於第 3 階段透過 GMMS 像片量測軟體，以影像前方交會進行內政部於多平臺製圖技術工作案中建置之檢校場中 100 個牆面控制點量測，取量測坐標與控制點坐標差值作 RMS 計算得精度測試成果，符合本案合約服務建議徵求書中精度規範，該 100 個牆面控制點中，有 98 個點位之量測坐標與控制點坐標差值亦符合規範要求，

在無衛星脫落且無輪速計之量測精度達平面位置精度 10 公分，高程位置精度 20 公分，該測試成果除顯示本案定位定向資料測試成果符合規範，亦表示用以量測之 GMMS 像片量測軟體之量測結果無虞。

本團隊為了驗證 GMMS 之線形數化功能無虞，以 GMMS 線形數化工具進行台中市黎明路部分路段之道路標線數化，並與正射影像及臺灣通用電子地圖相互比較，其中正射影像易受到建物之高差位移影響，而難以透過數化道路邊線進行圖資相互比較，因此利用 GMMS 之線形數化工具，進行台中市黎明路部分路段之道路標線數化，如圖 5-121 之紅色線段，數化成果與底圖之正射影像吻合，另外套疊 104 年度臺灣通用電子地圖之道路中線(ROAD)圖層，如圖中綠色線段，兩者存在約 60 公分偏移，其偏移受到臺灣通用電子地圖道路中線並非以數化道路標線建置，其偏移量仍符合臺灣通用電子地圖精度要求，證明 GMMS 之線形數化工具可靠。



圖 5-121 GMMS 線形數化

## 第五節 客製化圖資處理軟體

本團隊整併像片量測軟體及客製化圖資處理軟體，於像片量測軟體 GMMS 中增加臺灣通用電子地圖及國土利用調查專用作業模組(如圖 5-122)，故其開發環境以及軟體架構與操作方式皆與像片量測軟體 GMMS 相同。臺灣通用電子地圖及國土利用調查專用作業模組已分別針對臺灣通用電子地圖及國土利用調查作業規範建立作業圖層以及對應屬性欄位，分別如圖 5-123 及圖 5-124 所示，使用者可點選欲建置之圖層進行資料建置。



圖 5-122 GMMS 提供專屬作業模組

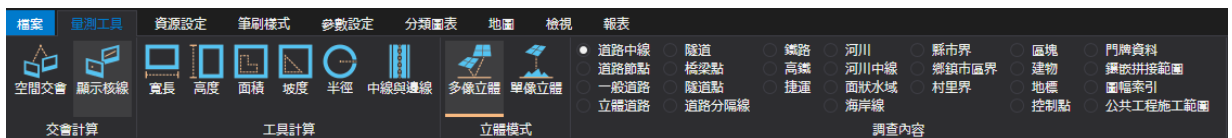


圖 5-123 GMMS 已建置臺灣通用電子地圖作業圖層



圖 5-124 GMMS 已建置國土利用調查作業圖層

### 軟體功能符合契約規定說明

(一) 可載入車載移動測繪系統成果、臺灣通用電子地圖向量、正射影像、基本地形圖及路網圖。

圖 5-125 透過匯入地理圖層功能，載入 SHP 格式之臺灣通用電子地圖建物圖層(灰色面狀物件)及 TIFF 或 JPG 格式之臺灣通用電子地圖正射影像(底層影像資料)，地理資料套疊皆可正常顯示，且各資料間相對位置顯示合理。



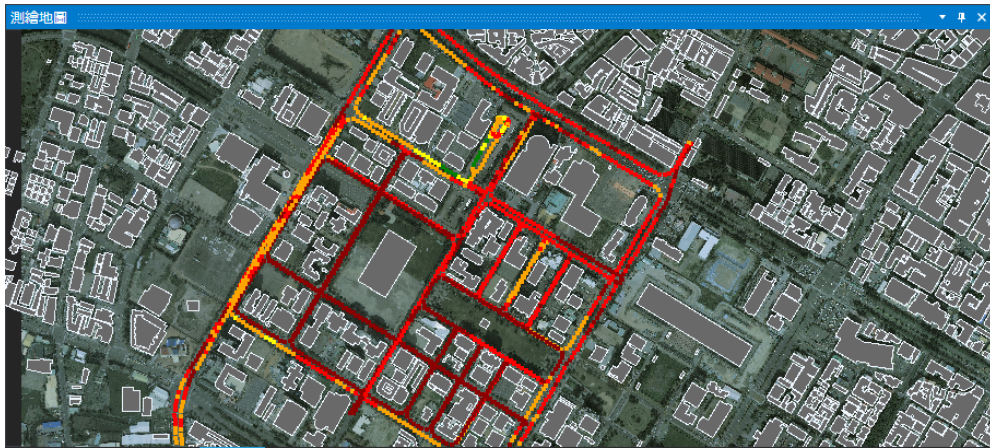


圖 5-125 參考資料載入情形

(二) 具長度測量、面積測量、數化功能。

使用者可於應用程式主功能區點選「寬長」功能鍵，至影像操作區於 2 張以上包含欲量取點位之影像，分別點選欲進行長度測量之路線節點，每 1 節點點選完畢則透過滑鼠右鍵開啟功能選單，選擇「新增頂點」，從第二個節點開始，軟體將自動計算第 1 個節點至目前節點所累積之長度量測成果，得欲量測路線之長度，作業畫面如圖 5-126。

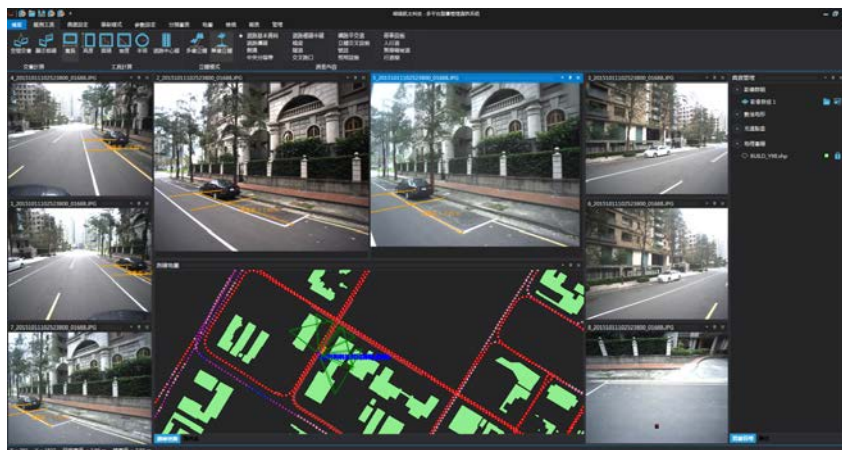


圖 5-126 長度量測功能示意圖

使用者可於應用程式主功能區點選「面積」功能鍵，至影像操作區於 2 張以上包含欲量取點位之影像，分別點選欲進行面積測量之範圍節點，每 1 節點點選完畢則透過滑鼠右鍵開啟功能選單，選擇「新增頂點」，從第 3 個節點開始，軟體將自動計算第 1 個節點至目前節點所包圍範圍之面積量測成果，得欲量測範圍之面積，作業畫面如圖 5-127。



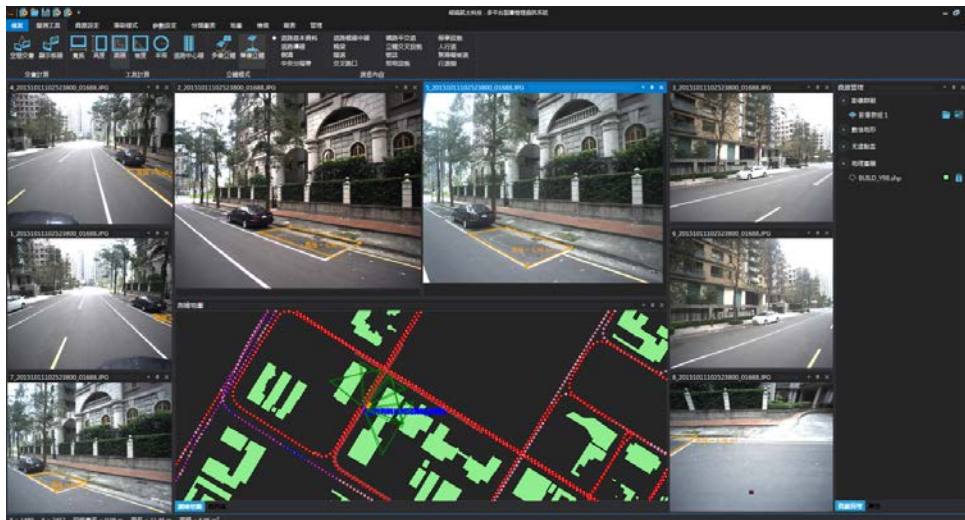


圖 5-127 面積量測功能示意圖

使用者可分別透過「空間交會」、「中線與邊線」及「面積」功能鍵進行點、線及面物件數化，其作業方式分別與點位量測、長度測量及面積測量相同，待點位、線段及範圍確定後，以滑鼠右鍵開啟選單，點選「新增設施」，即可儲存數化成果，作業畫面如圖 5-128。

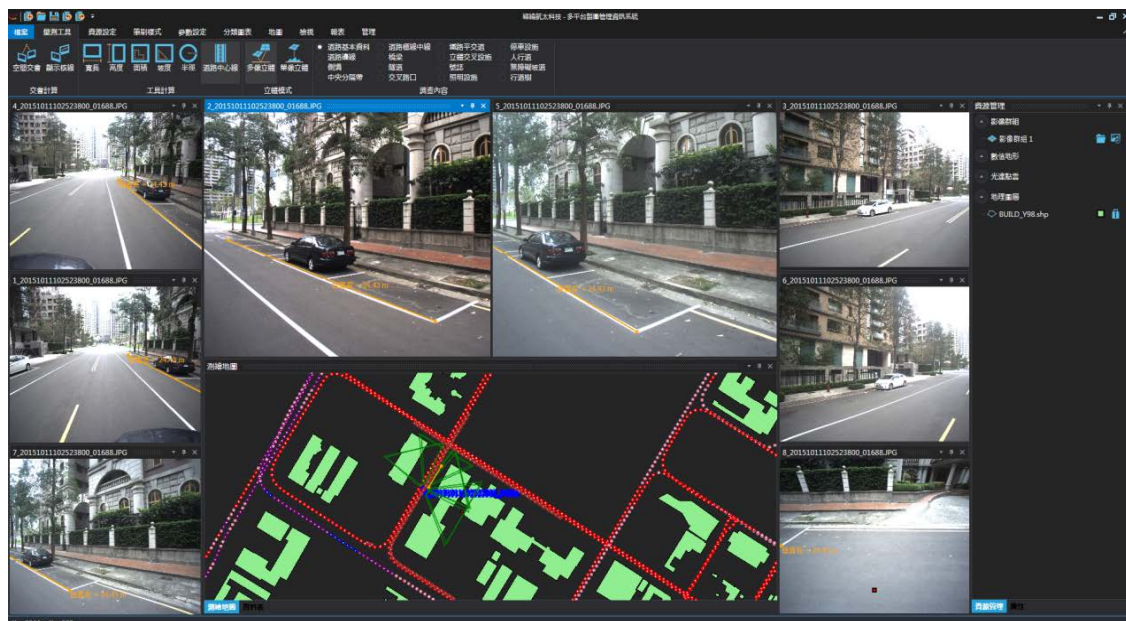


圖 5-128 數化功能示意圖

(三) 可進行屬性資料編輯，必須對國土利用調查及臺灣通用電子地圖更新作業建立不同的屬性定義資料庫。

已分別於臺灣通用電子地圖及國土利用調查之專屬作業模組建立對應之作業圖層及其屬性欄位，分別如圖 5-129 及圖 5-130。

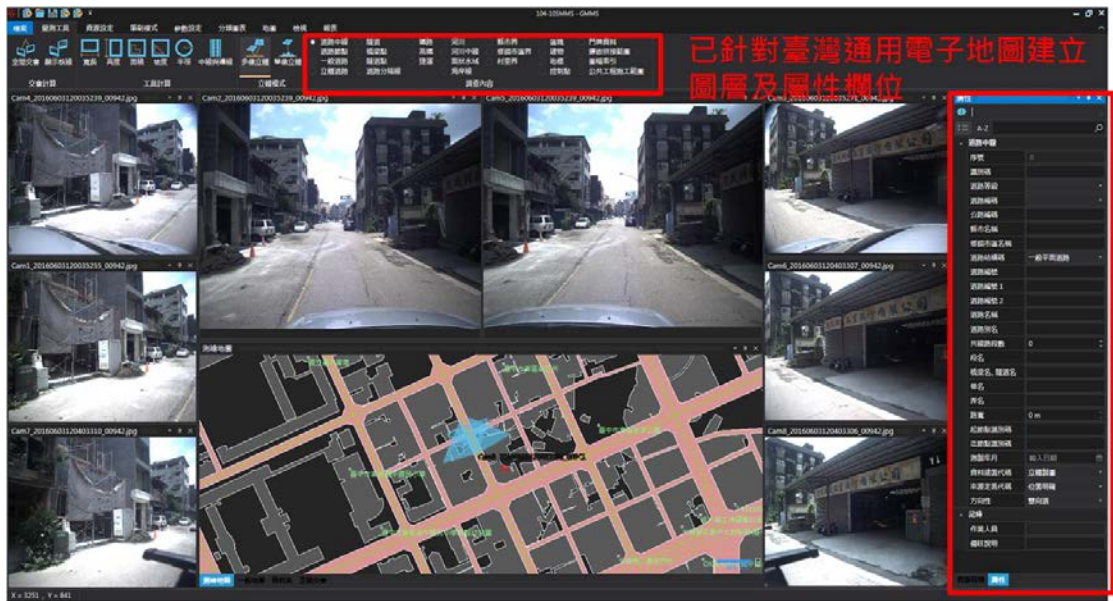


圖 5-129 臺灣通用電子地圖作業圖層及屬性欄位



圖 5-130 國土利用調查作業圖層及屬性欄位

(四) 地標清查：可載入門牌資料及各地標清單以獲得地標坐標，以及對地標屬性建檔(如分類、名稱、縣市、鄉鎮市區、地址、坐標資料、獲取方式、調查日期等)

可套疊地標相關參考圖資，並可利用「地標」圖層進行地標資料建置及其屬性建檔，如圖 5-131。



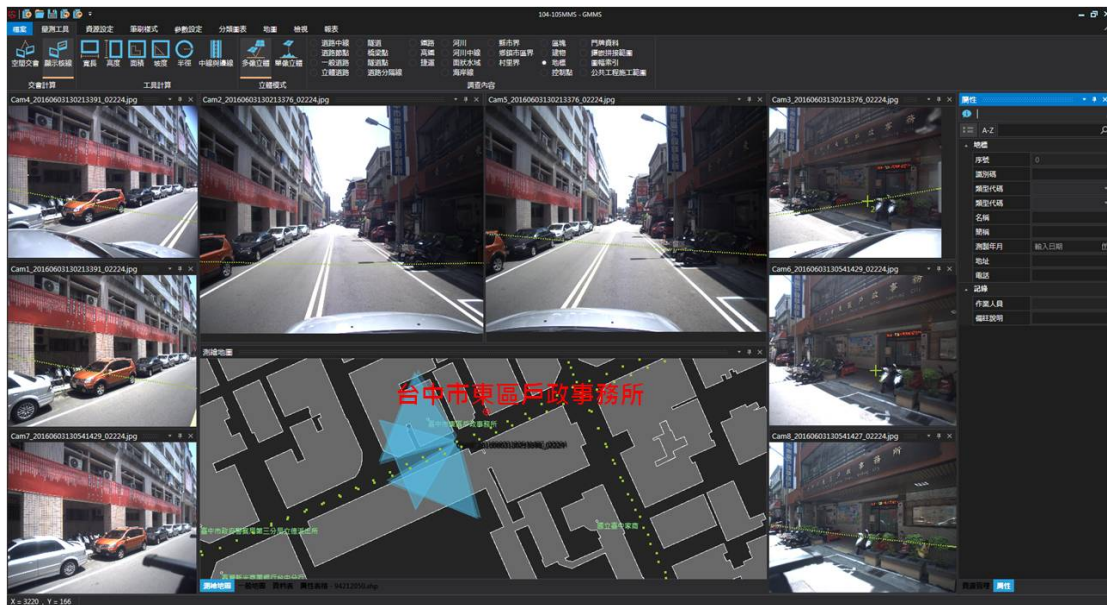


圖 5-131 地標清查作業示意圖

客製化圖資處理軟體 GMMS 已開發完成，本團隊亦針對合約要求進行自我檢核確認，自我檢核測試紀錄表如表 5-14。

表 5-14 GMMS 功能測試紀錄表

客製化圖資處理軟體					
日期	105.7.15	功能測試紀錄表		頁次	1 / 1
測試地點: 經緯航太台中公司			測試人員: 謝佳諭		
測試項目	測試情形		備註		
	相符	不符			
1.可載入車載移動測繪系統成果、通用版電子地圖向量、正射影像、基本地形圖及路網圖。	V				
2. 具長度測量、面積測量、數化功能	V				
3.可進行屬性資料編輯，必須對國土利用調查及通用版電子地圖更新作業建立不同的屬性定義資料庫	V				
4.地標清查：可載入門牌資料及各地標清單已獲得地標坐標，以及對地標屬性建檔	V				

### 客製化圖資處理軟體展示及需求訪談

本團隊為求客製化圖資處理軟體功能更臻完善，分別於 105 年 6 月 8 日及 105 年 7 月 15 日至國土測繪中心進行軟體功能展示以及功能需求訪談，以下為 2 次需求訪談時國土測繪中心所提需求功能，以及建議回覆。

(一) 空圖元面物件不填色，請審視顯示邏輯。

本團隊已針對面物件顯示邏輯完成修正，僅針對面物件實際範圍填色，如圖 5-132。



圖 5-132 面物件顯示邏輯修正

(二) 數化過程應提供鎖點功能。

軟體已提供鎖點功能，透過 GMMS 進行線物件或面物件數化時，先將欲鎖點之參考圖資解除鎖定，將滑鼠移向欲進行鎖點的節點位置按右鍵，選擇「新增頂點」，即可將數化之線物件或面物件鎖附於原有圖元上，如圖 5-133。

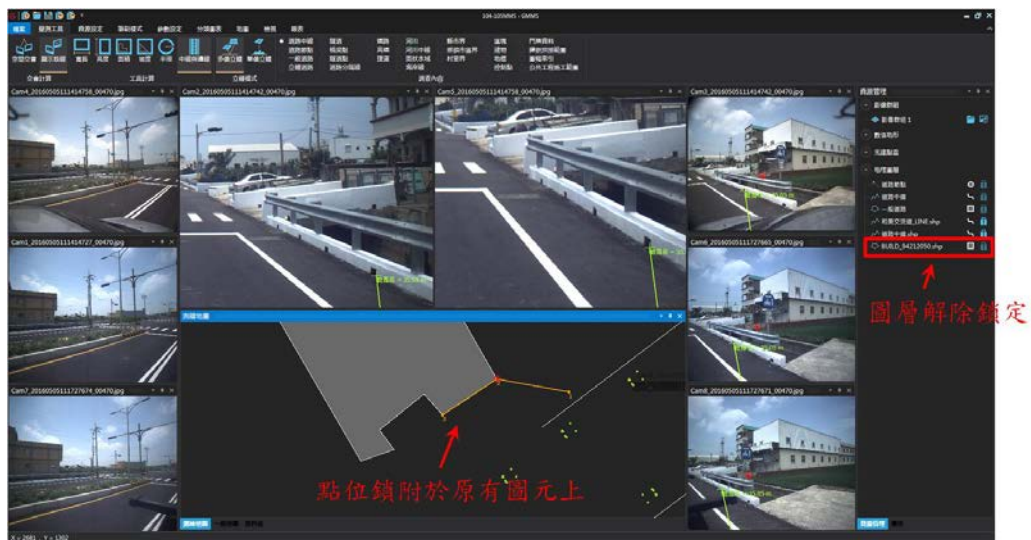


圖 5-133 鎖點功能



(三) 參考圖資顯示標籤。

軟體已提供標籤功能，使用者可於測繪地圖視窗透過滑鼠右鍵開啟選單，並選擇「顯示標籤的內容」，軟體將自動於圖面上標籤已開啟之參考圖資中含有「Name」的欄位內容，如圖 5-134。

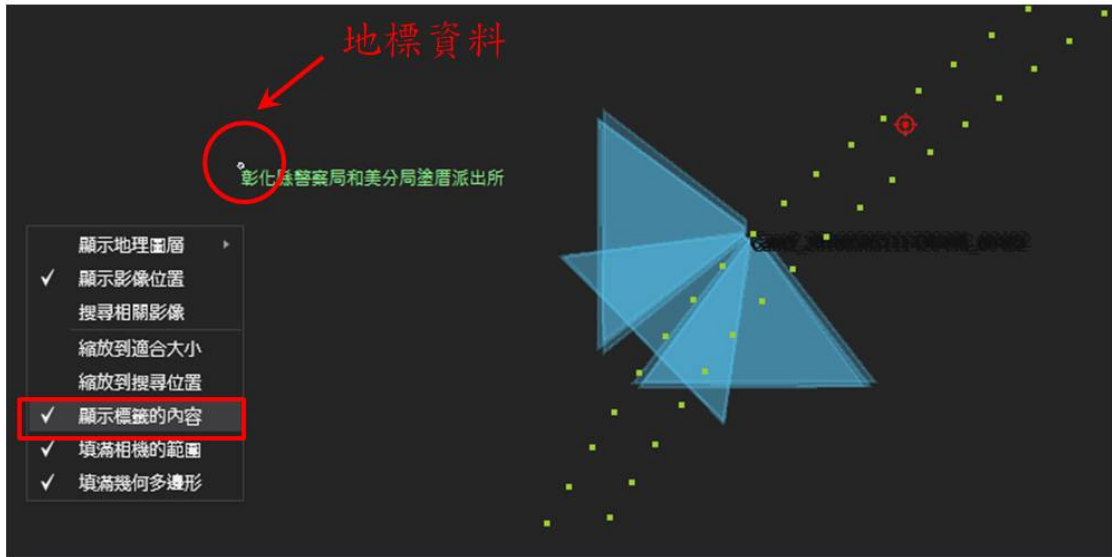


圖 5-134 標籤功能

使用者亦可透過應用程式主功能區之筆刷樣式設定字體標籤內容，標籤內容可多選，並可自行設定標籤內容之分隔符號，如圖 5-135 所示。



圖 5-135 標籤功能

(四) 應可點選參考圖資，並指向對應屬性資料。

使用者應先解除圖層鎖定，並開啟該圖資屬性表格，透過滑鼠左鍵選擇欲確認之圖元，點選後該圖元將顯示為紅色(如圖 5-136)，同時於屬性表格顯示對應屬性(如圖 5-137)。

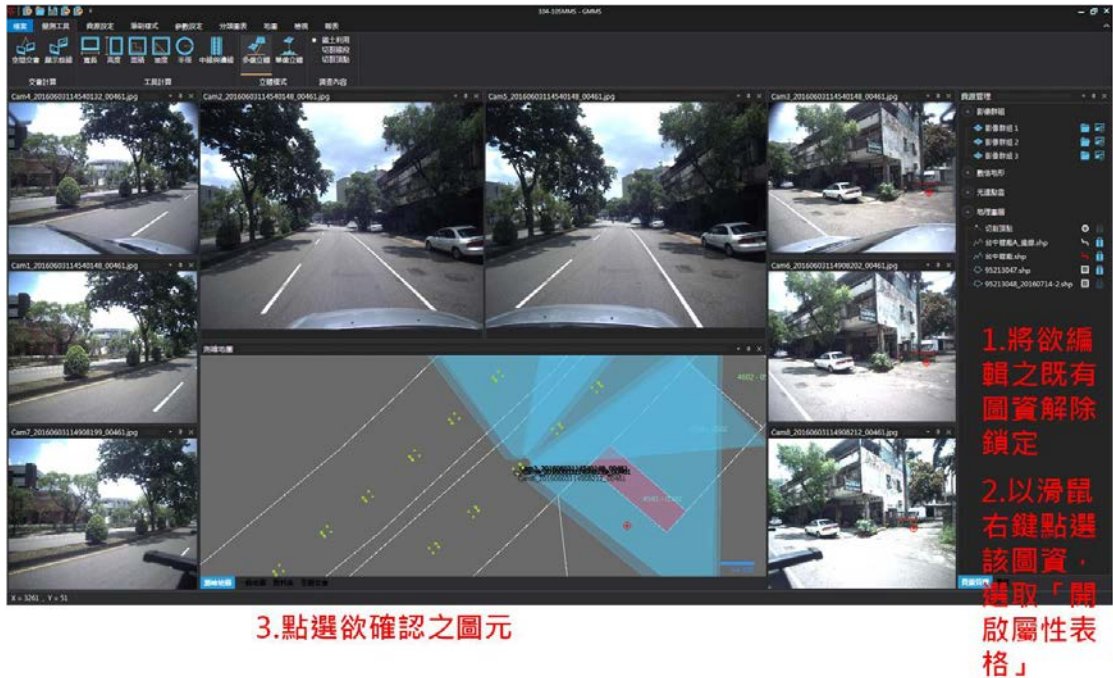


圖 5-136 參考圖資圖元對應功能

ID	LCODE_C1	LCODE_C2	LCODE_C3	LCODE_O3	METHOD	DATETIME	IMTIME_F	IMTIME_I	SHIPNAME	MDDL_ORG
4572	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4573	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4574	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4575	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4576	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4577	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4578	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4579	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4580	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4581	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4582	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4583	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4584	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4585	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4586	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4587	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4588	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4589	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4590	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4591	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司

4. 軟體將自動顯示選取圖元之對應屬性，確認其正確性並予以修改

圖 5-137 軟體顯示對應屬性

(五) 點選圖面位置，拍攝相片亦顯示至鄰近位置。

使用者可於測繪地圖視窗，利用滑鼠左鍵於圖面上連擊 2 次，影像則自動顯示至鄰近位置，並以紅色圓點顯示對應位置，如圖 5-138 所示。

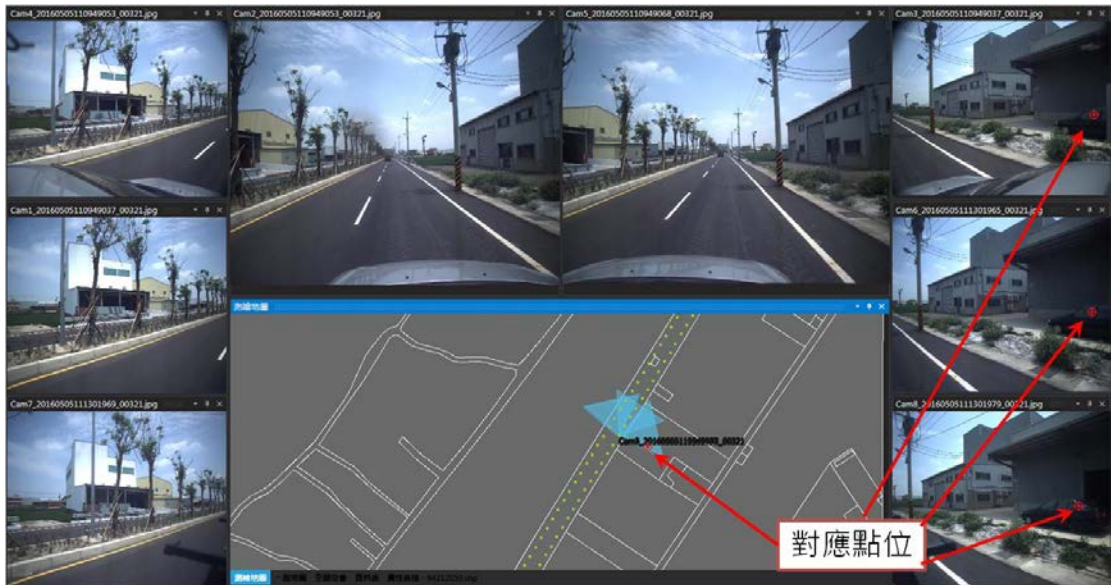


圖 5-138 對應位置顯示

(六) 國土利用調查模組請增加點及線數化功能。

為了配合國土利用調查實際作業需求，GMMS 國土利用調查模組新增點及線數化功能，如圖 5-139 所示。

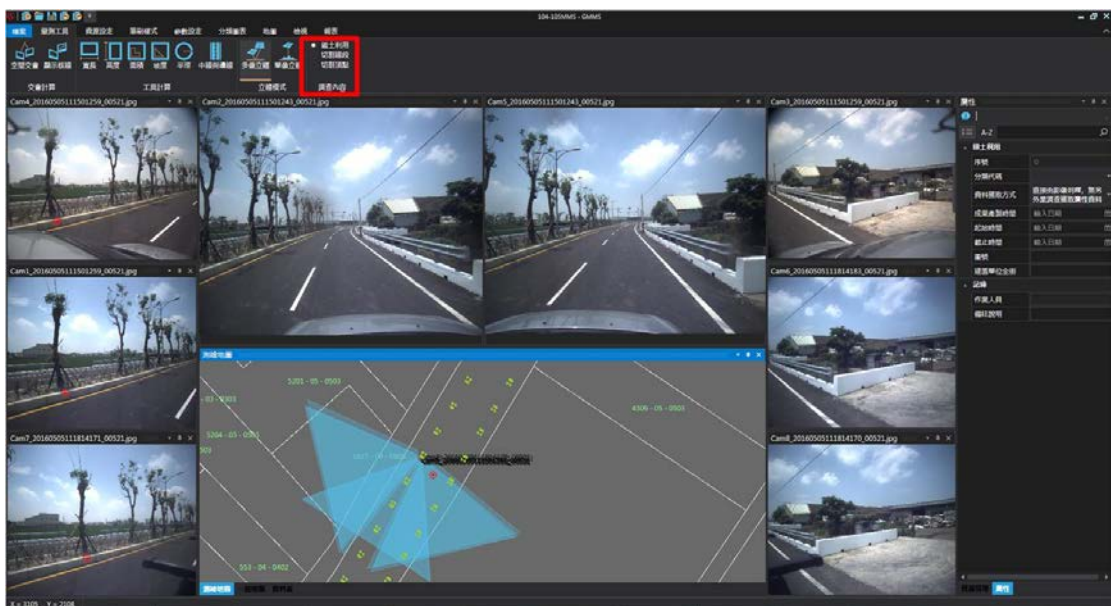
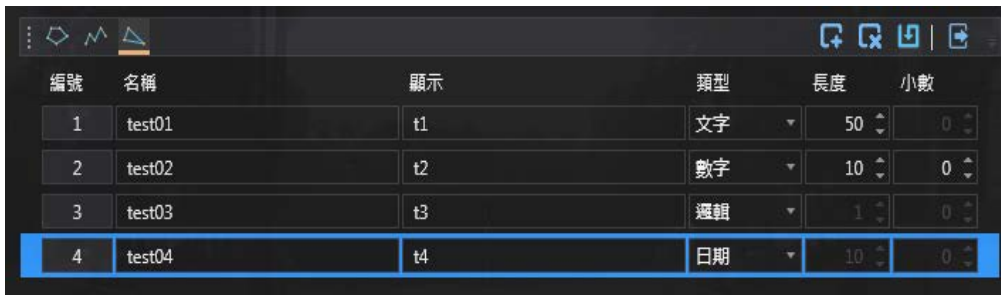


圖 5-139 國土利用調查模組新增點及線數化功能



(七) 臺灣通用電子地圖及國土利用調查模組欄位設計自行調整。

GMMS 已針對臺灣通用電子地圖及國土利用調查建立專屬模組，並於專用模組分別依照臺灣通用電子地圖及國土利用調查之最新規範建立對應圖層及其屬性欄位表格，使用者可針對各圖層進行資料數劃及建置，而屬性欄位由軟體資料庫底層架構，故無法讓使用者自行調整，但使用者可透過 GMMS 空專案模組另行定義所需之圖層及其屬性欄位設計，如圖 5-140 所示。



編號	名稱	顯示	類型	長度	小數
1	test01	t1	文字	50	0
2	test02	t2	數字	10	0
3	test03	t3	邏輯	1	0
4	test04	t4	日期	10	0

圖 5-140 自行定義圖層及屬性欄位設計

考量國土測繪中心未來可能對臺灣通用電子地圖及國土利用調查進行部分規範調整，GMMS 提供部分調查內容調整的功能，如國土利用調查模組中，應用程式主功能區之「分類圖表」提供土地利用分類調整的功能(如圖 5-141)，點選該功能即可進入調整畫面，GMMS 已針對 104 年 4 月 13 日修訂之土地分類系統表建置(如圖 5-142)，未來若有規範上的調整，可透過該功能進行分類編碼調整，包含顯示名稱、分類代碼以及各土地分類之對應顯示顏色。

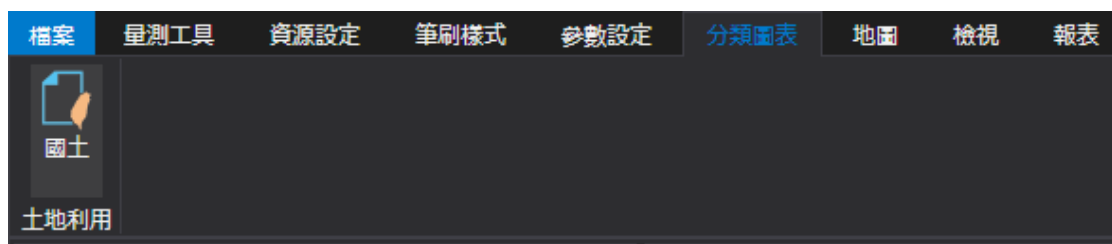


圖 5-141 土地利用分類編碼調整



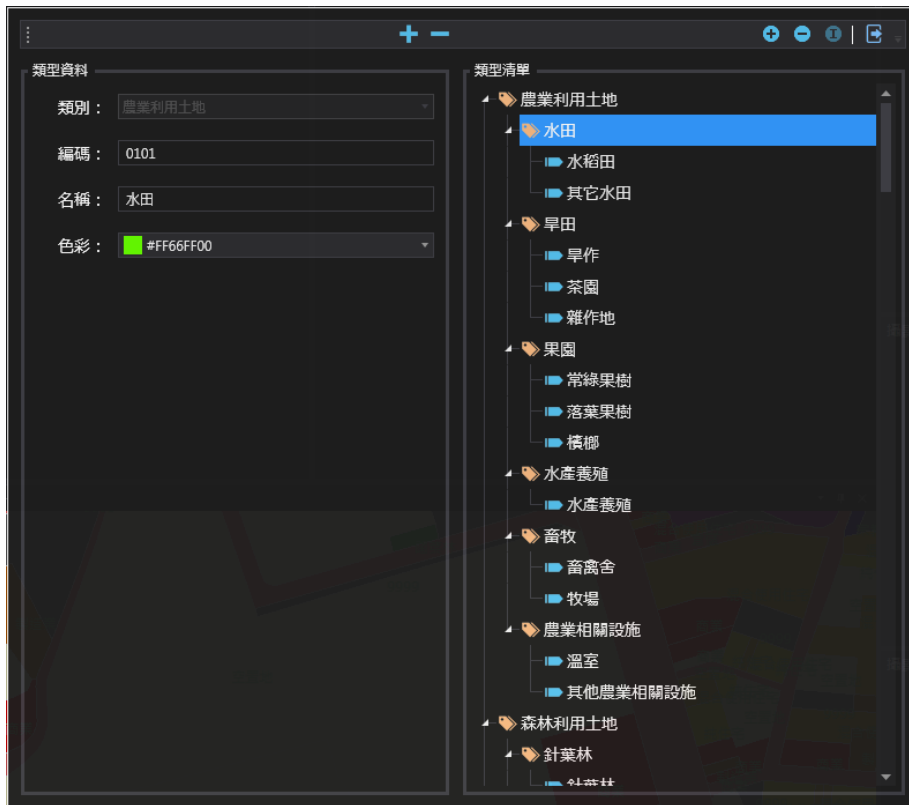


圖 5-142 土地利用分類編碼調整畫面

臺灣通用電子地圖模組提供道路等級、道路編碼、河川類型、水域類型、地標種類以及控制點種類代碼調整功能，國土測繪中心未來若有規範調整需求，亦可透過該功能進行調整，如圖 5-143 至圖 5-149。



圖 5-143 臺灣通用電子地圖屬性調整

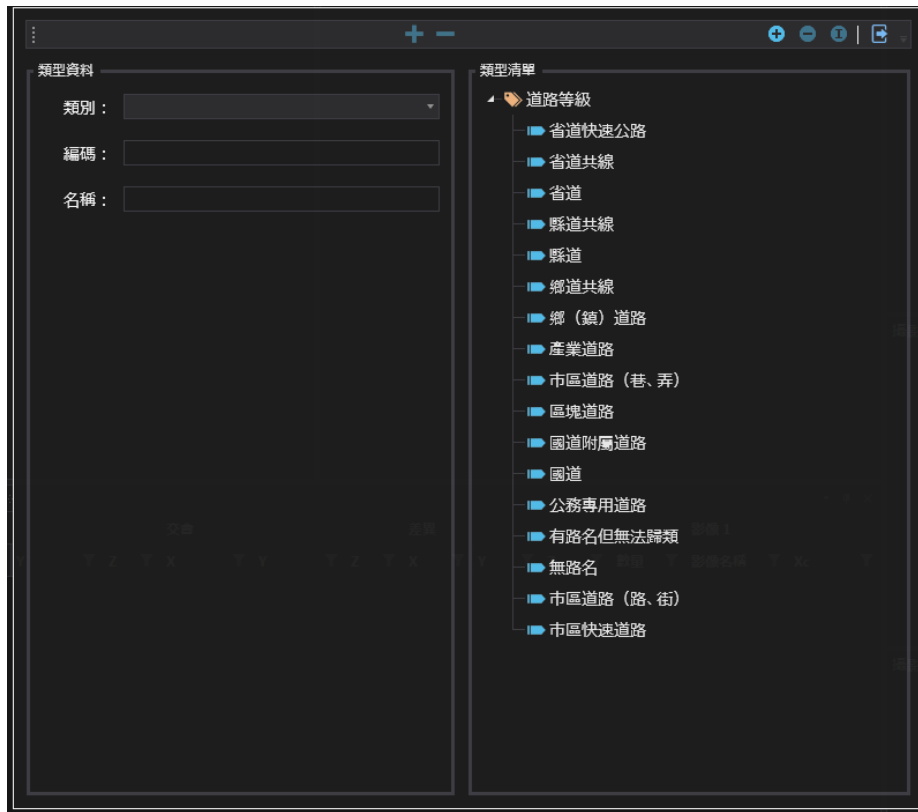


圖 5-144 道路等級編碼調整畫面

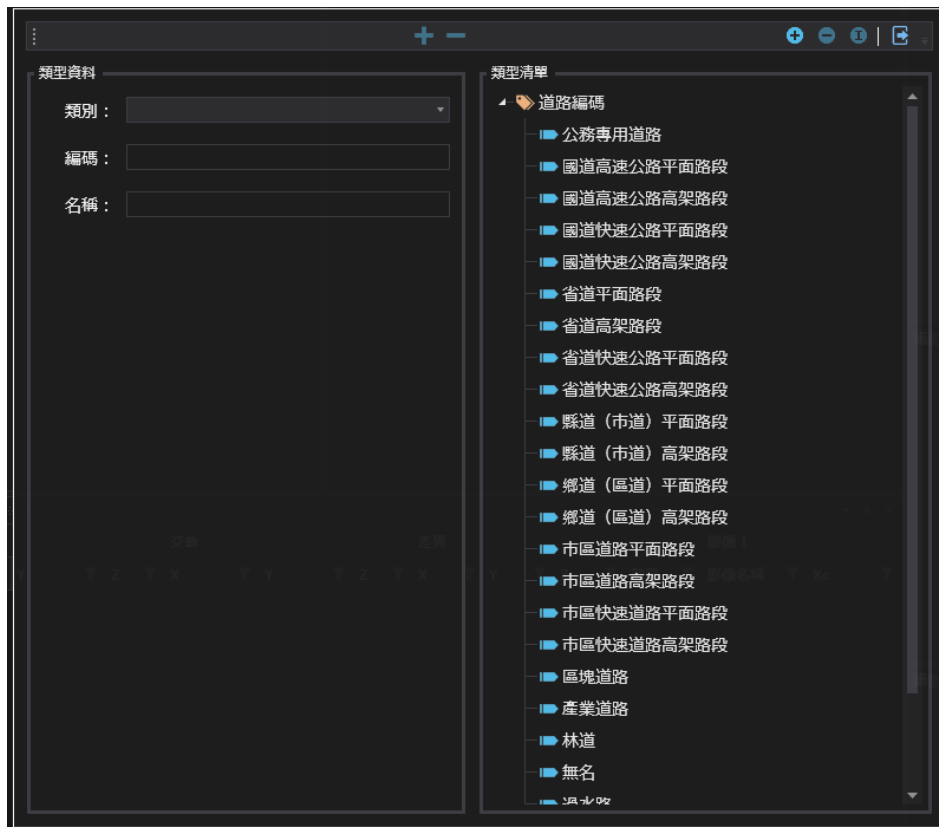


圖 5-145 道路編碼調整畫面

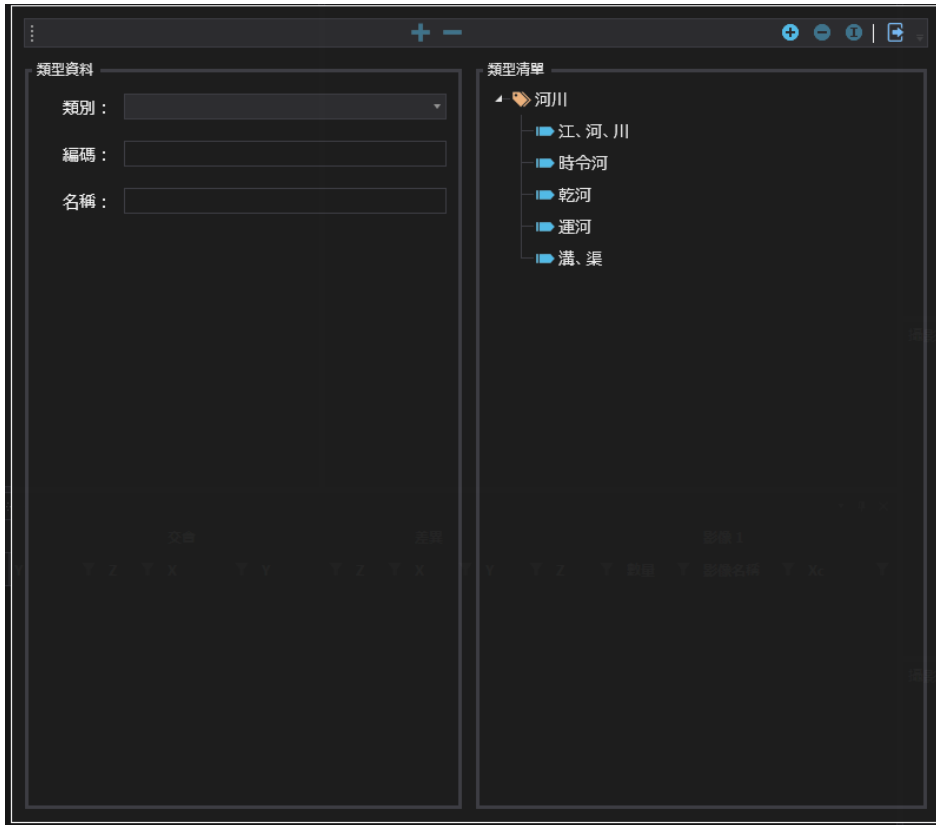


圖 5-146 河川編碼調整畫面

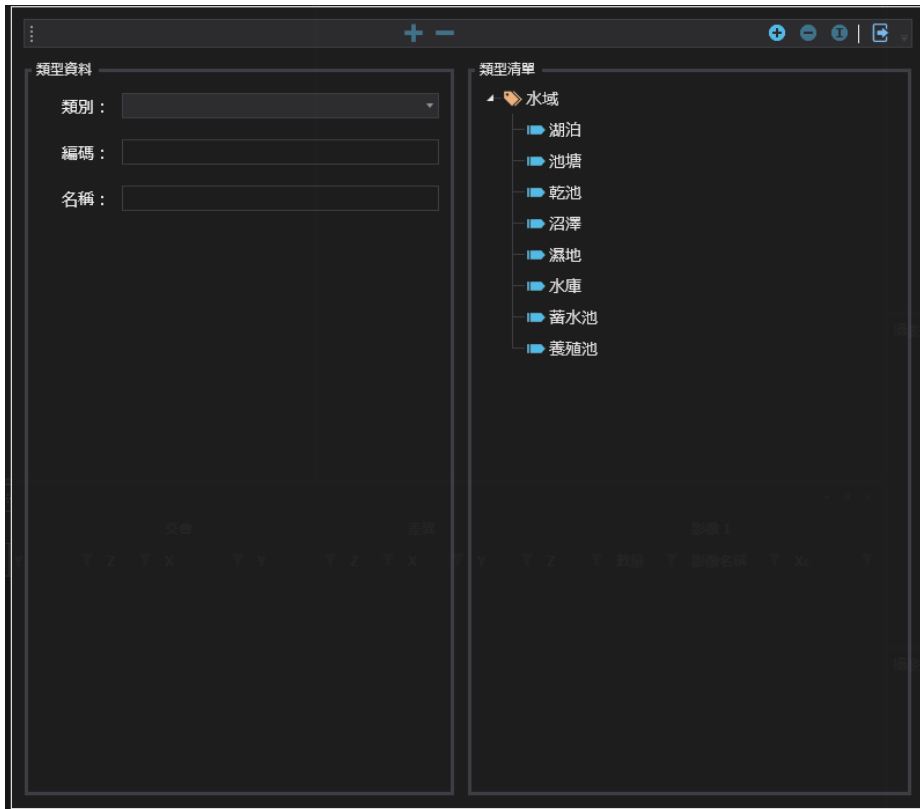


圖 5-147 水域編碼調整畫面



圖 5-148 地標編碼調整畫面

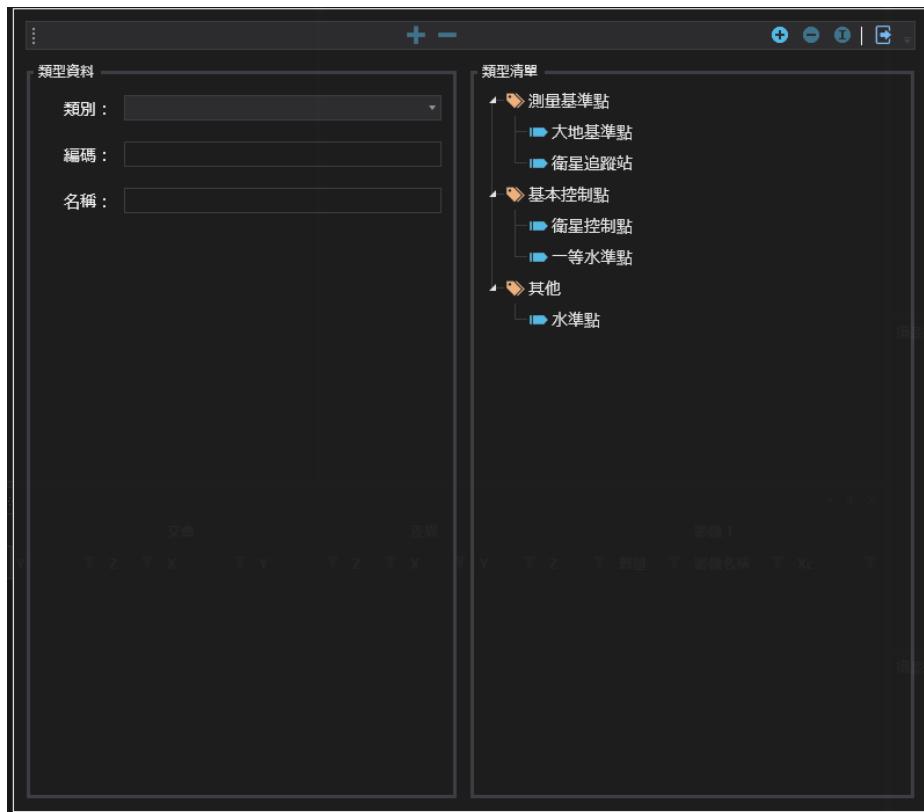


圖 5-149 控制點編碼調整畫面



(八) 儲存操作人員自行調整之介面配置。

軟體介面已根據本團隊作業經驗提供「預設佈局」、「通用佈局」以及「雙顯示器」3種佈局方式，此外介面中各式視窗皆可隨使用者喜好及使用習慣調整，介面佈局方式將自動儲存，軟體將根據前一次使用佈局開啟。此外，使用者各式操作設定皆自動儲存，包含各式圖元顯示設定等，如圖 5-150。

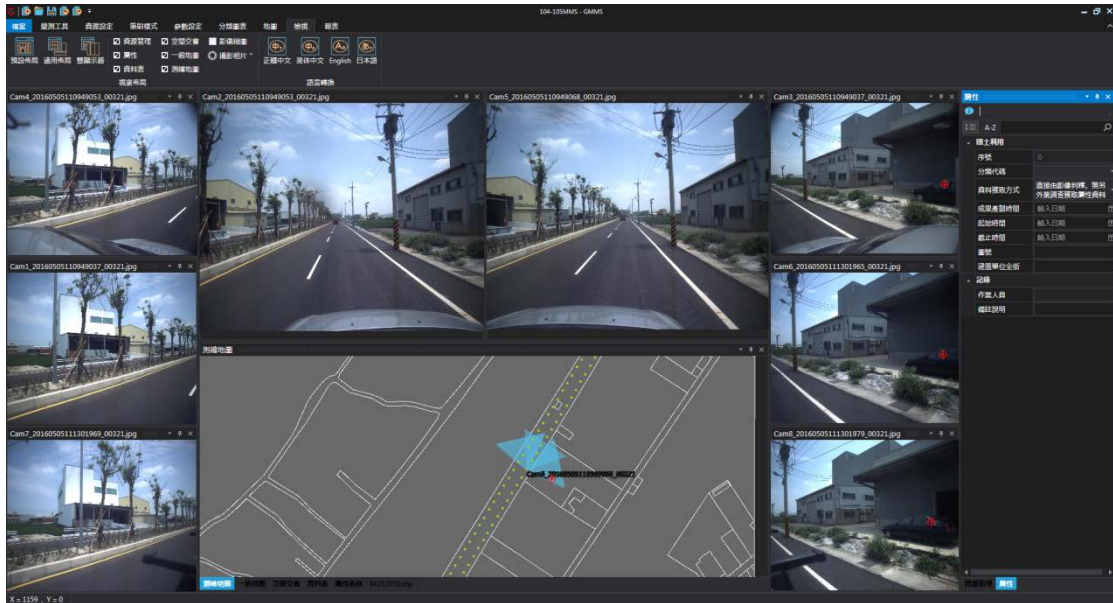


圖 5-150 GMMS 操作介面佈局

(九) 建立專案時使用標示強調必要填入之項目。

臺灣通用電子地圖及國土利用調查作業模組，建立工作專案時，專案之「主要名稱」以及「負責人員」為必要填入項目，已於軟體中以星號標示，如圖 5-151 所示。

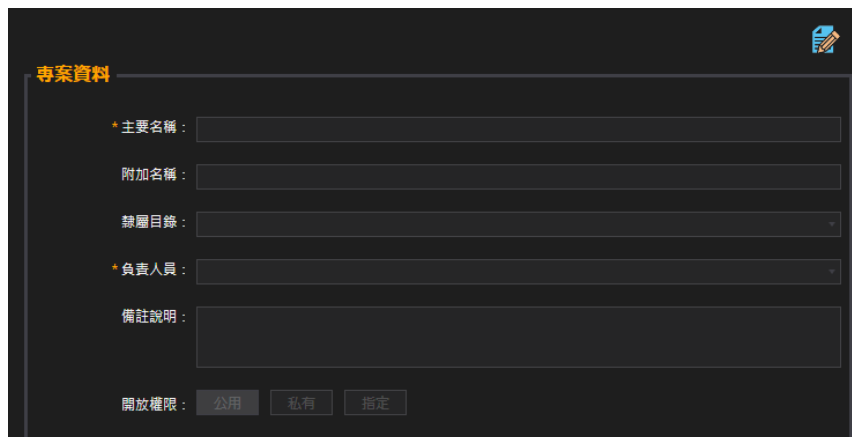


圖 5-151 專案建立畫面

(十) 軌跡可套疊臺灣通用電子地圖圖資。

GMMS 提供臺灣通用電子地圖為作業底圖，使用者可於臺灣通用電子地圖底圖中套疊影像軌跡以及各式參考圖資，如圖 5-152。



圖 5-152 臺灣通用電子地圖套疊其他圖資

(十一) 字體標籤-參數設定，所處理之功能非參數設定，應該為其他名稱。

已調整「參數設定」為「分隔符號」，如圖 5-153。

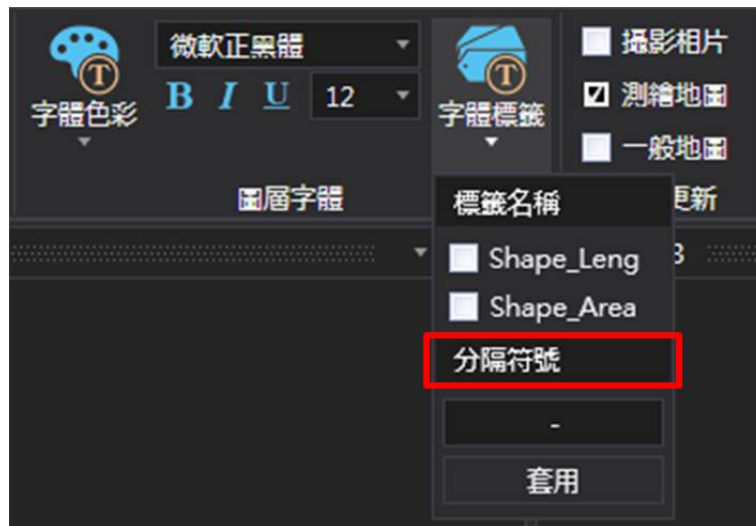


圖 5-153 功能名稱調整

(十二) 圖面所顯示之屬性標籤可看到中文。

GMMS 之標籤功能，根據圖資內容進行標籤，因此若欲顯示之屬性為中文，其標籤即可顯示為中文，如圖 5-154。

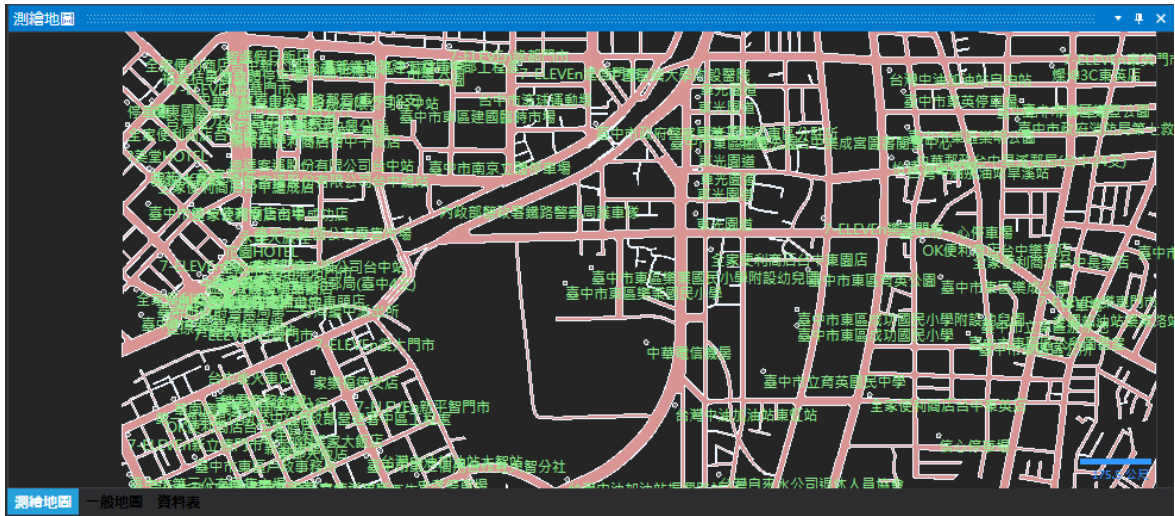


圖 5-154 圖面中文標籤

國土利用調查圖資之調查成果皆以編碼呈現，考量國土利用調查實際作業情況，若圖面上顯示為編碼，對於作業人員而言較不直觀，難以直接對應編碼所代表之意義，因此本團隊調整國土利用調查圖資顯示方式為中文，於圖面上顯示土地分類類別，而非分類代碼，並利用不同顏色代表不同土地分類，以提供使用者較便利之作業環境，如圖 5-155 所示。



圖 5-155 國土利用調查成果顯示方式

(十三)標示已修正(或確認過)之屬性欄位，以 Imap 為例是為「edit」欄位。

透過 GMMS 進行國土利用調查更新作業，主要針對土地利用分類進行更新，使用者可直接開啟屬性表格進行土地利用分類確認及更新，並建議增加欄位記錄是否確認過或修正過，使用者可針對該圖層

點選右鍵選單中的「編輯屬性欄位」(如圖 5-156)，增加標示欄位(如圖 5-157)，並建議選擇屬性欄位類行為「數字」，當進行國土利用調查作業時，可以「0」代表「未修正」；以「1」代表「已確認」；以「2」代表「已確認並已修正」。

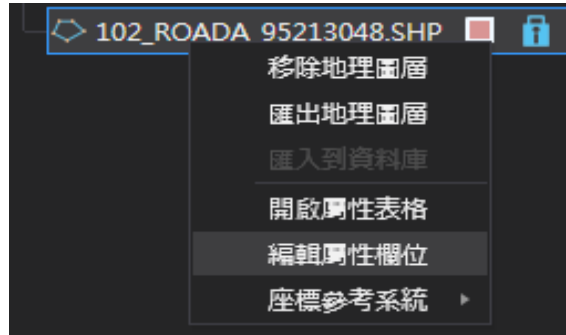


圖 5-156 編輯屬性欄位



圖 5-157 新增屬性欄位

#### (十四) 點錯點位時之查詢或顯示方式。

GMMS 採用影像進行前方交會得地物坐標，而影像點位皆由作業人員判斷及點選，為了避免作業人員選點錯誤，GMMS 於作業各階段提供點位點選狀況，供使用者及相關檢核人員判斷點選狀況。當作業人員於點位點選時，將以十字標於影像中標示點選位置，並於點選完畢後，在確認建立資料前，以紅點標示點選位置，並以數字「1」顯示點位反投影位置。當資料建立完畢，可隨時點選該筆資料，畫面將移至該點位，並以紅點顯示點選位置，供作業人員及檢核人員進行確認。此外，當點選位置差異甚大時，點位反投影位置將與原點選位置差異甚遠，因此可明顯反映出選點問題，供作業人員進行修正調整。依本團隊多年作業經驗，此選點作業模式尚無任何作業困難及疑慮，若仍對於選點操作方式有疑慮，建議針對作業人員加強教育訓練，相關選點說明如圖 5-158。



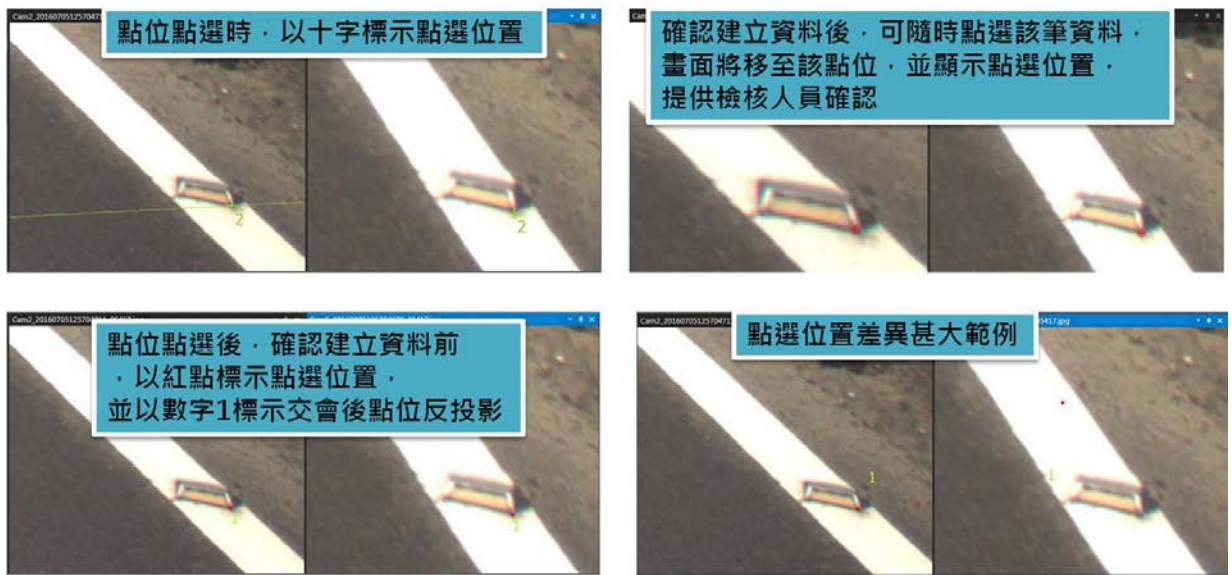


圖 5-158 點位量測說明

(十五) 測繪地圖加入比例尺。

已於 GMMS 之測繪地圖視窗增加比例尺，如圖 5-159。

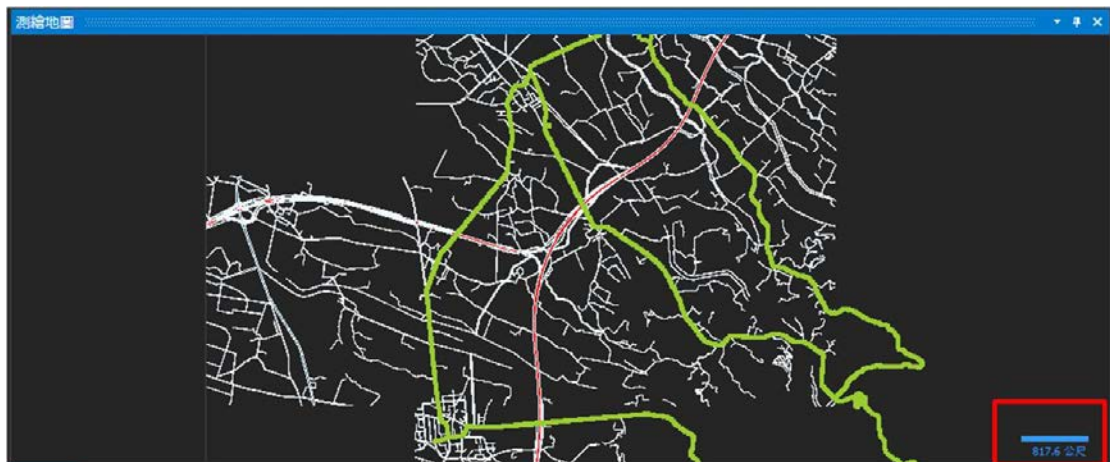


圖 5-159 加入比例尺

(十六) 保留地標可移動之彈性。

於臺灣通用電子地圖地標更新作業中，使用者透過影像建立地標點位，而該點位僅能以建物外牆做為特徵點，因此前方交會得到的點位通常不落於建物範圍中。為了作業合理性，提供地標點位移動功能，讓使用者在建立 1 筆新的地標資料時，可將該點位調整至建物範圍中，其作業方式必須開啟點位調整功能，透過滑鼠拖曳點位即可完成，如圖 5-160 所示。



圖 5-160 地標調整功能

(十七) 圖層顯示或關閉請用鎖頭開或關為顯示方式，取代亮和暗之顯示方式。

為了達到部分圖層編輯功能，GMMS 可分別針對各圖層進行開啟或鎖定的控制，而圖層的開啟或鎖定以鎖頭為圖示，由於該圖示範圍較小，則不採用國土測繪中心鎖建議之鎖頭開或關的顯示方式，該顯示方式雖較為直覺，但在範圍較小的情況下難以明顯分辨，因此亦採用圖示亮起或熄滅代表圖層的鎖定或開啟，並加強兩者的對比，讓使用者可清楚判斷圖層鎖定情況，如圖 5-161。

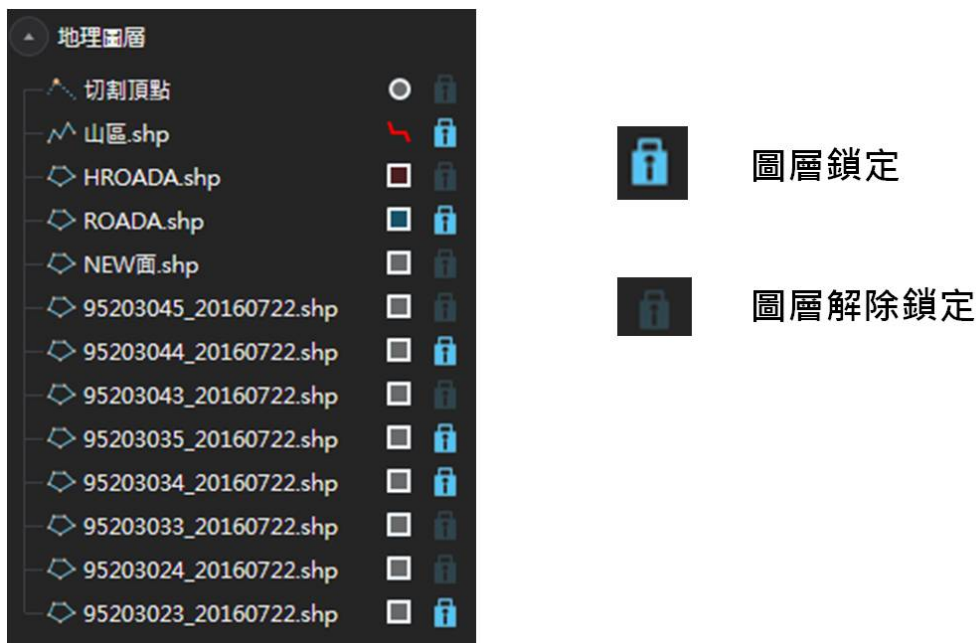


圖 5-161 圖層鎖定圖示



## 第六節 車載移動測繪系統實例測試

南投縣「投 17 線」進行拓寬改善工程，指標 3.3 公里處到 6.18 公里處截彎取直，新闢道路已通車，圖資更新範圍如圖 5-162 紅色圈選處。本團隊協助國土測繪中心進行新闢道路圖資更新，利用本案建置之車載移動測繪系統進行外業資料蒐集，作業情形如圖 5-163，並透過本案之定位定向處理軟體及像片量測軟體進行資料後處理工作，以更新圖資，亦用以驗證本案後處理軟體功能。

圖資更新外業資料蒐集過程，連線國土測繪中心 e-GNSS 即時監控系統，部分地區因網路訊號不佳，無法獲得其即時定位資訊，e-GNSS 監控情形如圖 5-164 所示，圖中各圖釘位置即為回傳點位，紅框位置即為網路訊號不佳區域。



圖 5-162 投 17 線新闢路段圖資更新範圍

圖 5-163 投 17 線外業資料蒐集情形

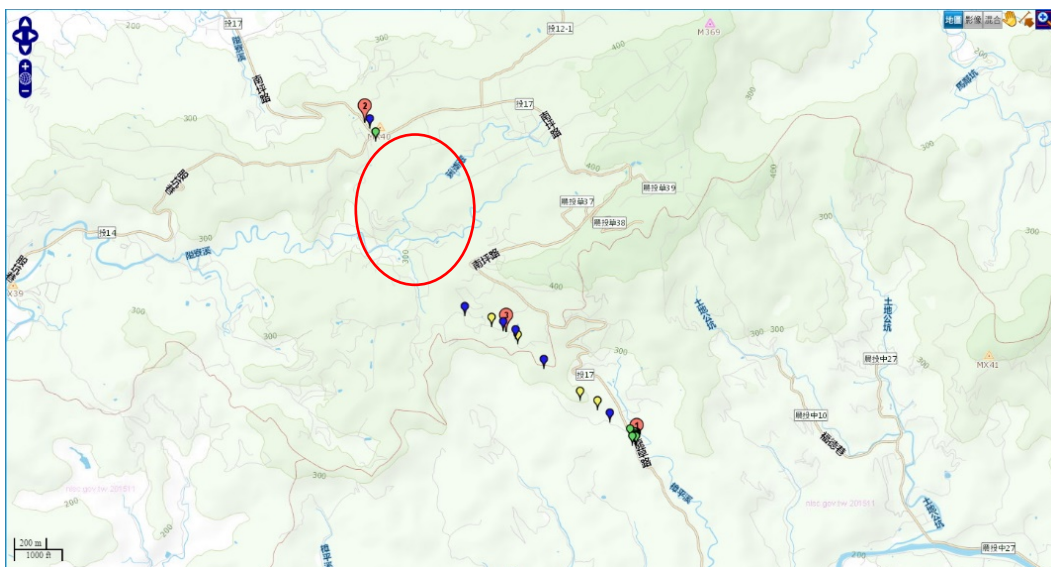


圖 5-164 投 17 線外業 e-GNSS 監控情形

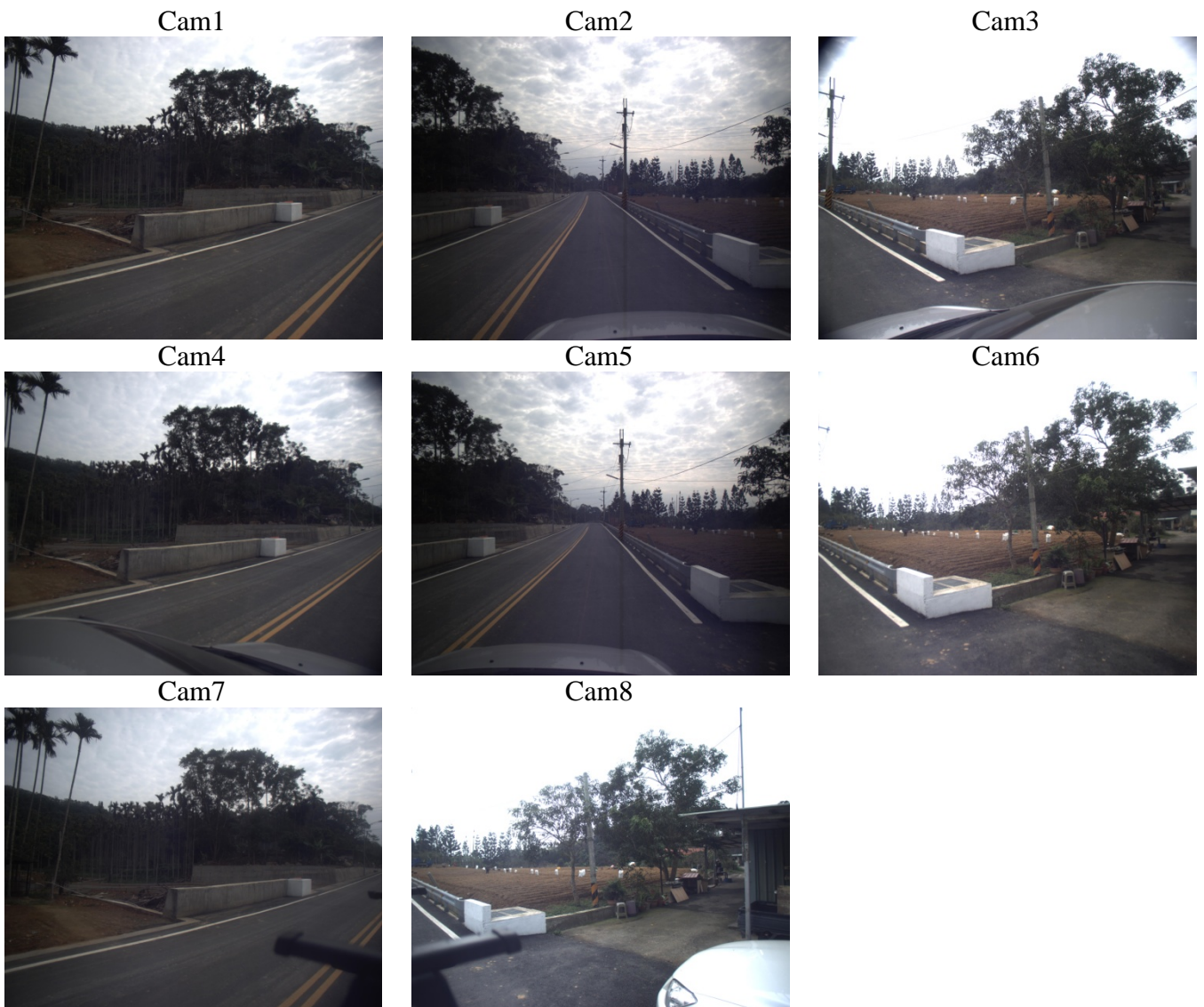


圖 5-165 投 17 線外業影像拍攝情形

投 17 線外業資料蒐集，8 部相機所拍得影像各為 975 張，與系統觸發數量相同，顯示系統功能正常。影像拍攝情形如圖 5-165，定位定向資料透過本案定位定向解算軟體 GeoPoint 進行後處理解算，圖 5-166 及圖 5-167 分別為以「GNSS 資料處理」與「GNSS/IMU 整合處理」之成果，套疊兩者並放大顯示，大部分路段皆如圖 5-168 所示情形，投 17 線 GNSS 收訊良好，故有無 IMU 資料輔助無明顯差異，僅部分區域 GNSS 收訊較差，則可透過 IMU 資料進行定位定向資料修正(如圖 5-169)。





圖 5-166 投 17 線 GNSS 解算

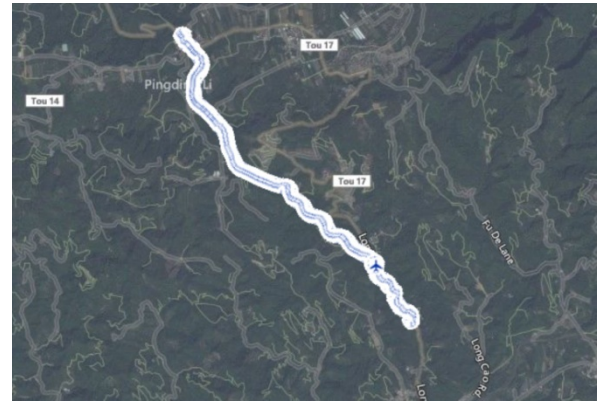


圖 5-167 投 17 線 GNSS/IMU 整合解算

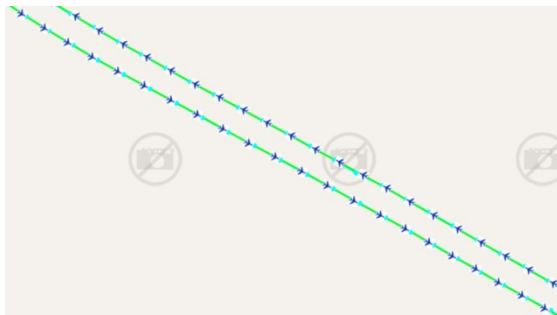


圖 5-168 GNSS 收訊良好



圖 5-169 IMU 資料軌跡修正

定位定向資料解算後，加入影像觸發時間與軸角及固定臂率定資料，透過 GeoPoint 獲得各張影像之外方位，並產生 GMMS 像片量測軟體所需之方位資料，即可利用 GMMS 進行投 17 線圖資數化工作。為進行臺灣通用電子地圖之圖資更新，投 17 線新闢路段本團隊針對道路邊線進行數化工作(如圖 5-170)，數化成果套疊 104 年度臺灣通用電子地圖成果如圖 5-171，紅色線條為數化成果，藍色線條為原投 17 線位置，數化位置合理。放大數化路線首尾至與舊圖資之接邊處，分別如圖 5-172 及圖 5-173 所示，數化成果與舊圖資之偏差皆小於 1.25 公尺，符合臺灣通用電子地圖精度要求，經過圖資編修即可完成圖資更新工作。透過投 17 線圖資更新作業，更可證明本案之後處理軟體 GeoPoint 及 GMMS 之功能無虞。

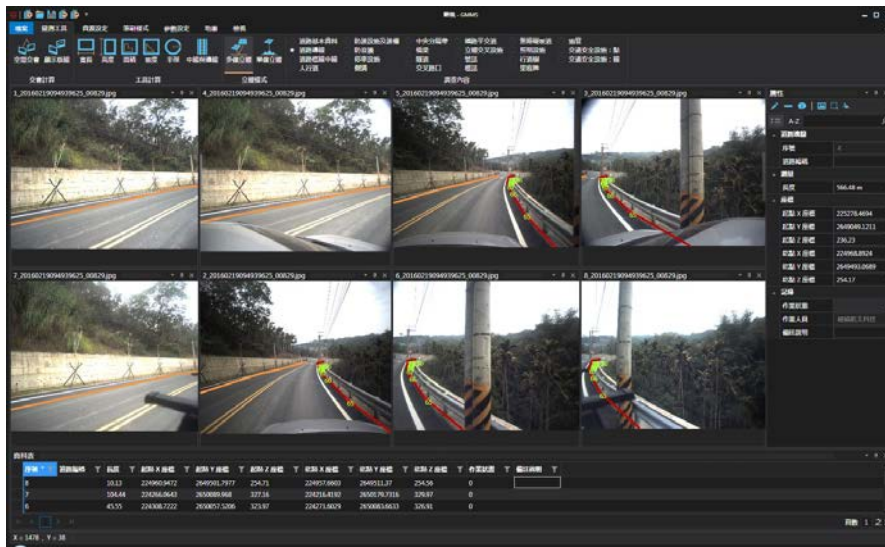


圖 5-170 GMMS 數化道路邊線

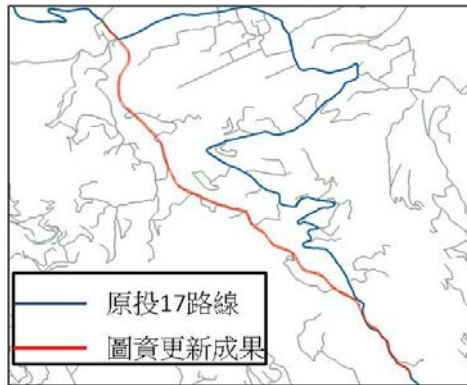


圖 5-171 投 17 線數化成果



圖 5-172 投 17 線數化成果接邊處(首)

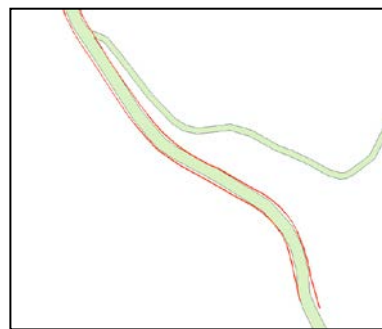


圖 5-173 投 17 線數化成果接邊處(尾)

### 第七節 高階繪圖工作站伺服器

為提升後處理作業效率，提供高階繪圖工作站伺服器 4 部，用於解算定位定向資料、處理各項感測器之資料，規格如表 5-15 所示：

表 5-15 圖資處理硬體設備規格說明

硬體項目	本案採用工作站	是否符合或優於規範
處理器	Intel Xeon E5-2620v3 2.4 1866 6C 1stCPU *2	優規
主機板	HP Z640 Workstation	符合
記憶體模組	(1)32GB DDR4-2133 (4x8GB) 2CPU Registered RAM (2)16GB DDR4-2133 (4x4GB) 2CPU Registered RAM	優規
硬碟及控制介面	(1)美光 Micron Crucial MX200 1TB/7mm/讀:555M/寫:500M/ (2)WD 4TB (4001FYYG) 32M/7200 轉	優規
光碟機	24X DVD +/-可讀寫光碟機。	優規
顯示介面	NVIDIA Quadro K5200 8GB DL-DVI(I)+2xDP 1st No cables included Graphics。	優規
網路介面	(1)提供 10/100/1000 Mbps Ethernet 網路介面 1 個(含)以上。 (2)傳輸速度：10/100/1000 Mbps 自動切換。	符合
鍵盤	(1)104 鍵(含)以上中英文 (含倉頡、注音等印刷字鍵)。 (2)接頭：PS/2 或 USB。	符合
滑鼠	(1)接頭：PS/2 或 USB。 (2)按鍵數目：二鍵(含)以上附滾輪功能。	符合
電源及散熱管理	HP Z640 925W 90 Percent Efficient Chassis	符合
主機外殼	直立型式機殼。	符合
作業系統	Windows 10 Pro 64	優規
電腦顯示器 2 部 (共計 8 部)	ASUS VS247HR 24 型 LED 寬螢幕	符合

本團隊已於 4 部高階繪圖工作站伺服器內安裝本案之定位定向軟體及像片量測軟體，並已完成軟體環境設定，安裝 GMMS 所需之資料庫軟體 Microsoft SQL server 2014，且包含 4 個資料庫存取權限。

國土測繪中心於全臺設有 6 個測量隊，為了使 MMS 於各測量隊廣泛使用，各測量隊可透過網路連線至國土測繪中心之資料庫，使 MMS 建置資料統一管理；亦可於各測量隊建立資料庫，由各測量隊自行管理所建置之資料，而該資料庫軟體應為符合 GMMS 使用之 Microsoft SQL Server 2014 或更新版本。



## 第陸章 試辦圖資更新作業

### 第一節 圖資更新作業標準作業流程

圖資更新作業之標準作業流程如圖 6-1 所示，分為任務規劃、功能測試、外業測量、資料處理、成果製作以及成果檢查，以下分別針對各項流程說明。

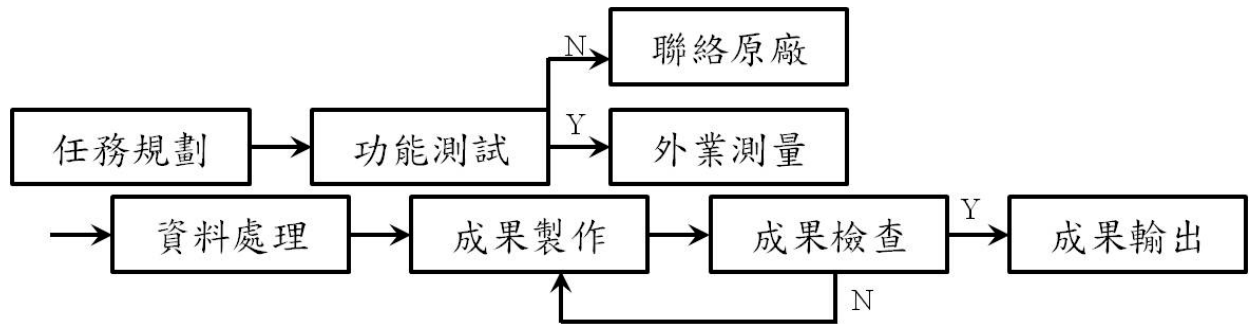


圖 6-1 圖資更新作業標準作業流程

#### 一、任務規劃

一般由任務負責人進行任務規劃，提供作業路線資料予外業作業人員，並依照作業需求規劃外業資料蒐集作業方式。作業路線可透過既有參考圖資確認作業路線，建議使用臺灣通用電子地圖之道路中線資料(如圖 6-2)，或者透過正射影像數化作業路線，若作業路線為新闢道路亦可透過竣工圖或其他參考圖資(如圖 6-3)提供外業人員確認作業路線。任務規劃時應考量作業路線之路寬，一般利用車載移動測繪系統進行路寬 6 公尺以上之道路的外業資料蒐集作業，當路寬較小時容易遭遇會車困難，且容易受到道路兩旁堆積物造成作業困難及危險。

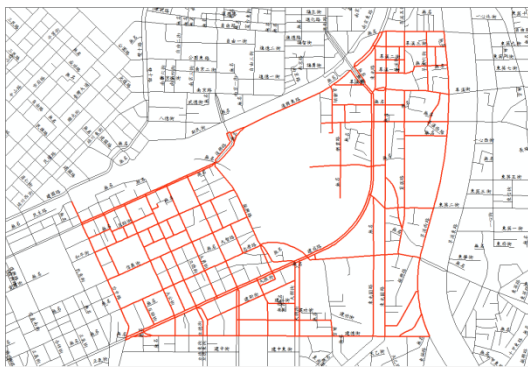


圖 6-2 外業作業路線規劃



圖 6-3 利用其他參考圖資提供路線規劃



資料蒐集作業方式依照作業需求規劃，依本試辦作業主要針對國土利用調查及臺灣通用電子地圖進行圖資更新作業，圖資更新資訊皆位於道路兩側，因此建議於外業資料蒐集作業時，應盡可能將車輛行駛於外線車道，但仍以行車安全為最高原則，如遇障礙物或其他危險情形，則應予以閃避。此外，若作業路線非單行道，建議以來回雙向進行作業路線之資料蒐集。

由於本案建置之車載移動測繪系統採用像機做為主要感測器，因此光線充足則為作業之必要條件，外業資料蒐集應於天氣晴朗之白天進行作業，一般作業時間落於上午 8 點至下午 5 點(夏季白天較長，可考慮延長作業時間)，扣除用餐時間及部分休息時間，6 小時工作時間較為理想，任務規劃亦應考量外業資料蒐集地點之交通時間。依本團隊實際作業經驗，平均每小時可進行 5~10 公里外業資料蒐集作業(含來回雙向作業)，主要受路線複雜程度以及交通壅塞程度影響，因此如欲進行城區之外業資料蒐集作業，則建議以每小時 5 公里作業估計，若欲進行鄉區或山區較單純路線的外業資料蒐集作業，則可以每小時 10 公里作業估計，因此若外業蒐集作業實際作業時間為 6 小時，約可進行 30~60 公里路線之外業資料蒐集。

天氣亦為任務規劃時應考量之條件之一，一般選擇於晴朗的天氣進行外業資料蒐集作業，其光線充足可取得品質較佳之影像資料，而依照本團隊實際作業經驗，於外業資料蒐集作業前將參考中央氣象局之天氣預報，當作業地區之降雨機率大於 40% 或車載移動測繪系統停放區域為雨天，則不建議進行外業資料蒐集作業，以避免取得無效或品質較差資料，並維持車載移動測繪系統及作業人員安全。

## 二、功能測試

進行外業資料蒐集之前，應先確認電量是否充足，電力系統在充電完成的狀況下，其電壓值應為 14.6 伏特，使用者可透過附掛於機櫃上之電壓檢視計確認系統電力是否充足。



圖 6-4 電壓檢視計

外業作業人員應於外業資料蒐集作業前進行系統功能測試工作，開啟車載移動測繪系統，自行選擇約 1 公里測試路線，並依照車載移動測繪系統規格書進行系統操作，系統各式設定值及對應燈號皆敘明其中，測試過程確認測試作業期間影像拍攝張數以及定位定向資料數量是否相符，以確認系統功能是否正常，如依照車載移動測繪系統規格書提供之操作步驟，影像拍攝張數將與定位定向數量一致，如不一致請先確認是否確實依照操作步驟作業，並確實依照操作步驟重新作業，若確認已依照步驟作業，則關閉系統並連絡原廠進行系統檢查。

依照本團隊作業經驗，當系統穩定時，為了外業資料蒐集作業效率，一般直接於系統初始化作業時，透過確認初始化作業期間影像拍攝張數以及定位定向資料數量是否相符，以確認系統功能是否正常，並將相關資料記錄於車載移動測繪系統功能測試紀錄表(如圖 6-5)。

車載移動測繪系統功能測試

日期	作業範圍	是否已完成 充電	初始化影像 張數	初始化定位定向 資料數量	作業人員
105.2.19	投門菜中開道路	✓	122	122	柯昆總
105.5.5	和美交流道	✓	72	72	謝佳諭
105.6.1	古坑交流道	✓	152	152	柯昆總
105.6.3	台中糖廠A	✓	152	152	謝佳諭
105.6.4	台中市文心路	✓	205	205	柯昆總
105.6.29	台中糖廠B	✓	147	147	謝佳諭
105.6.30	台中糖廠C	✓	135	135	謝佳諭
105.7.1	霧峰北峰橋	✓	95	95	謝佳諭
105.7.5	古坑山區	✓	87	87	謝佳諭
105.7.5	高鐵彰化站A	✓	181	181	謝佳諭
105.7.12	高鐵彰化站B	✓	126	126	謝佳諭
105.7.13	高鐵彰化站C	✓	84	84	謝佳諭

圖 6-5 系統功能測試紀錄表

### 三、外業測量

外業測量前應先確認天氣狀況，若中央氣象局天氣預報，作業地區降雨機率大於 40% 或車載移動測繪系統停放地區正在下雨，則不進行外業資料蒐集作業，並回報任務負責人，重新調整外業資料蒐集作

業時間。如於作業過程中遇到下雨，則應儘快結束作業，並將車輛停放至不被雨淋的場所，以避免系統受雨淋影響。

外業作業人員依照系統操作步驟及規劃路線進行外業資料蒐集工作，並於系統操作紀錄表(如圖 6-6)確認各個操作步驟是否已完成。

作業範圍: 和美交流道聯絡道 日期: 105.5.5

編號	作業步驟	位置	是否完成
1	確認電壓檢視計大於13	左方機櫃前側	✓
2	發動車輛	駕駛座	✓
3	切換供電模式	駕駛座	✓
4	開啟逆變器	左方機櫃後側	✓
5	開啟延長線開關	右方機櫃後側	✓
6	調整操作座椅並開啟右側機櫃前門	操作座位	✓
7	開啟電力控制開關	操作座位	✓
8	開啟控制電腦並調整操作螢幕	操作座位	✓
9	連接GNSS接收機電源	右方機櫃後側	✓
10	開啟GNSS接收機開關	右方機櫃前側	✓
11	開啟NovAtel Connect	控制電腦	✓
12	定位定向系統初始化	衛星顆數大於8顆之空曠區域	✓
13	開始記錄定位定向資料	NovAtel Connect	✓
14	建立RTMS及NovAtel Connect連接	NovAtel Connect	✓
15	開啟Geosat RTMS	控制電腦	✓
16	拍照板及接收器連線	Geosat RTMS	✓
17	相機連線	Geosat RTMS	✓
18	設定e-GNSS即時監控	NovAtel Connect	✓
19	沿規劃路線進行MMS系統作業	實地作業	✓
20	系統回歸	衛星顆數大於8顆之空曠區域	✓
21	關閉Geosat RTMS及NovAtel Connect	控制電腦	✓
22	關閉GNSS接收機	操作座位	✓
23	關閉控制電腦及回復操作螢幕	操作座位	✓
24	關閉電力控制開關	操作座位	✓
25	回復操作座椅並關閉右側機櫃前門	操作座位	✓
26	卸除接收機電源	右方機櫃後側	✓
27	關閉延長線開關	右方機櫃後側	✓
28	關閉逆變器	右方機櫃後側	✓
29	將車輛開回停車場	駕駛座	✓
30	切換充電模式並熄火	駕駛座	✓

外業人員: 謝佳訓

圖 6-6 系統操作紀錄表

#### 四、資料處理

外業作業人員應於作業完畢將影像資料及定位定向資料下載並交由內業人員，內業人員可透過影像數量及影像縮圖確認影像是否完整下載。定位定向資料的部分應進行資料轉檔，透過轉換工具 NovAtel Convert 進行資料格式轉換，進行 GNSS 資料轉換、IMU 資料轉換、輪速計資料轉換以及匯出系統同步作業時間，相關說明詳閱 GeoPoint 操作手冊，使用者亦可於匯出系統同步作業時間時，透過 NovAtel Convert 資料轉換畫面確認系統同步作業時間資料筆數(如圖 6-7)，並比對影像數量是否相同。

內業人員可透過 GeoPoint 進行定位定向資料解算，並透過 PMMS-DG 模組加入同步作業時間資料、相機內方位參數以及軸角及固定臂率定成果產生影像方位資料，提供後續影像量測或圖資更新作



業軟體 GMMS 使用。

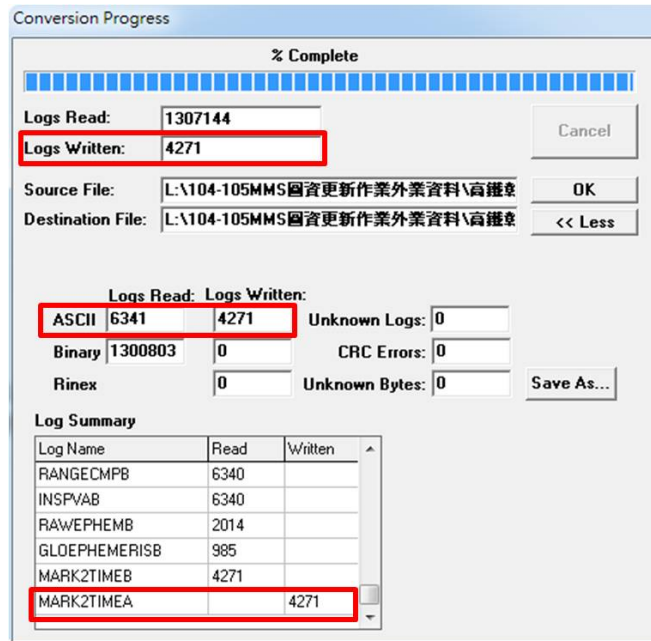


圖 6-7 確認系統同步紀錄時間資料

## 五、成果製作

臺灣通用電子地圖及國土利用調查圖資更新作業，皆可透過本案客製化圖資處理軟體 GMMS 建立之專屬作業模組進行圖資更新(如圖 6-8 及圖 6-9)，使用者匯入影像資料及影像方位資料即可針對臺灣通用電子地圖及國土利用調查相關圖層進行資料建置，並編輯對應屬性資料。

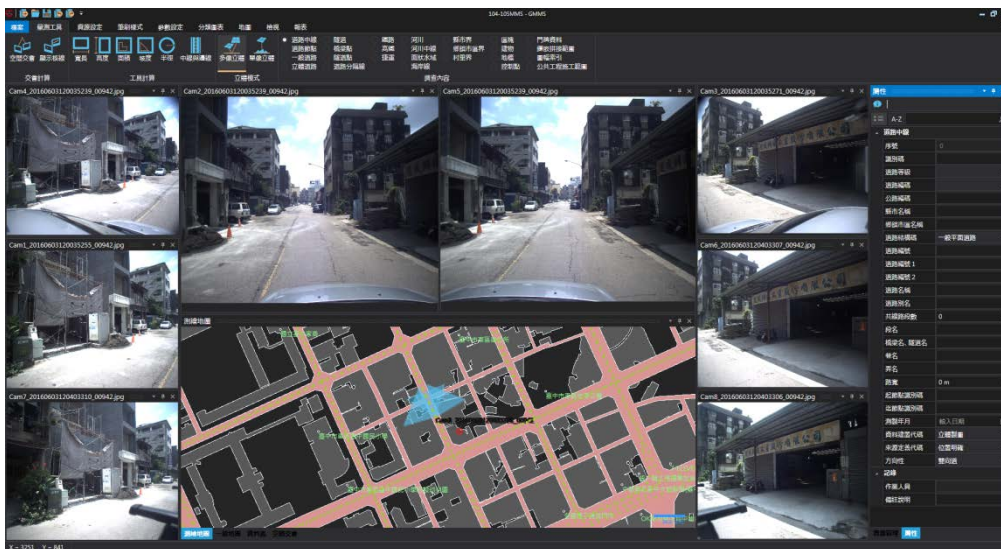


圖 6-8 臺灣通用電子地圖專屬作業模組



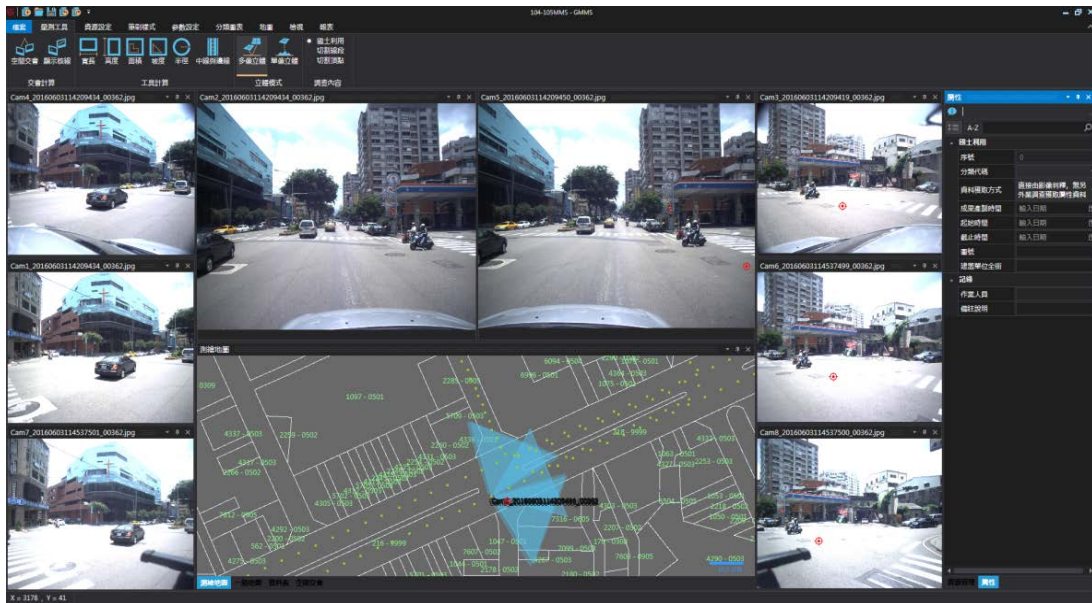


圖 6-9 國土利用調查專屬作業模組

## 六、成果檢查

作業成果可透過套疊作業路線以確認資料完整性(如圖 6-10)，套疊既有圖資確認資料合理性(如圖 6-11)，由於圖資更新作業範圍一般缺少既有圖資，或者範圍內之既有圖資已與現況不符，因此不建議利用既有圖資作為確認成果精度之依據。資料完整性及合理性必須完全合格，不合格的部分應退回成果製作之作業人員進行修正。

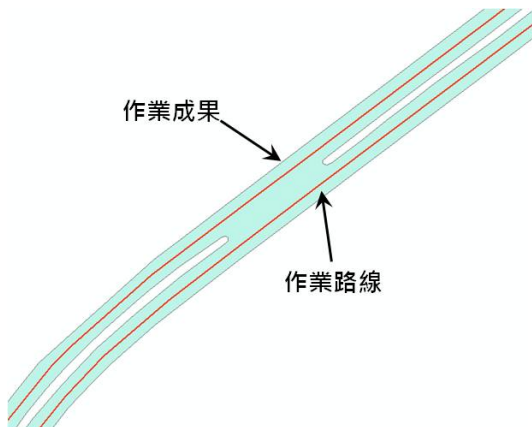


圖 6-10 資料完整性檢查

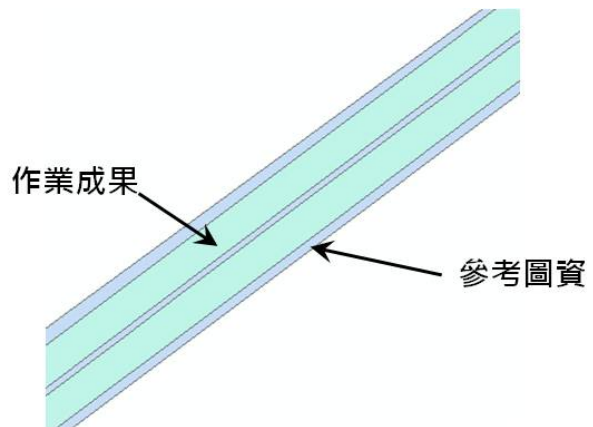


圖 6-11 資料合理性檢查

依本團隊作業經驗，利用來回雙向影像量測相同地物，比較兩次量測之地物坐標間距離，如圖 6-12，若距離小於 1.25 公尺則認為該範圍資料無虞，建議測試點位應盡量均勻分布於作業路線，且平均每 1 公里路線進行 1 至 2 處測試(如圖 6-13)，以下將以「來回測試」稱

之。來回測試成果應完全合格，不合格的部分一般受到該區域 GNSS 收訊不佳影響，應退回成果製作之作業人員，透過控制點反饋功能進行修正。

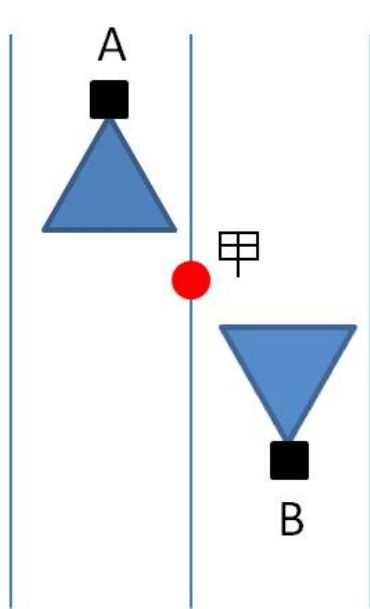


圖 6-12 來回測試示意圖

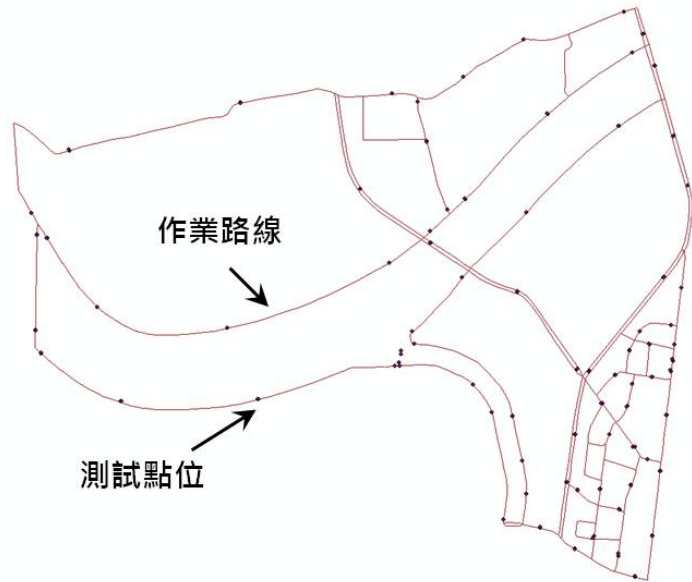


圖 6-13 來回測試點位分布範例

## 第二節 試辦圖資更新作業說明

本團隊使用本案建置之車載移動測繪系統試辦國土測繪中心指定之 150 公里路線之圖資更新作業，總共分成 8 個區域，作業範圍包含城區、鄉區、山區、高速公路以及高架道路下方，作業路線及路線長度如表 6-1，總計 155.4 公里。

表 6-1 作業路線及路線長度列表

項次	作業範圍	路線長度(公里)
1	臺中糖廠區段徵收	25.8
2	和美交流道聯外道路	7.5
3	投 17 新闢路段	4.0
4	古坑交流道	7.6
5	古坑山區	31.2
6	高鐵彰化站	51.6
7	臺中市文心路	8.2
8	臺中市霧峰區北峰橋	19.5

## 一、臺中糖廠區段徵收範圍

為了配合國內重大工程更新，於臺中糖廠區段徵收範圍選擇 25.8 公里的路線進行圖資更新作業，該範圍鄰近臺中車站後站，屬於原臺中市的舊城區，該範圍建物密集，因此以此範圍檢視「城區」之圖資更新效果。

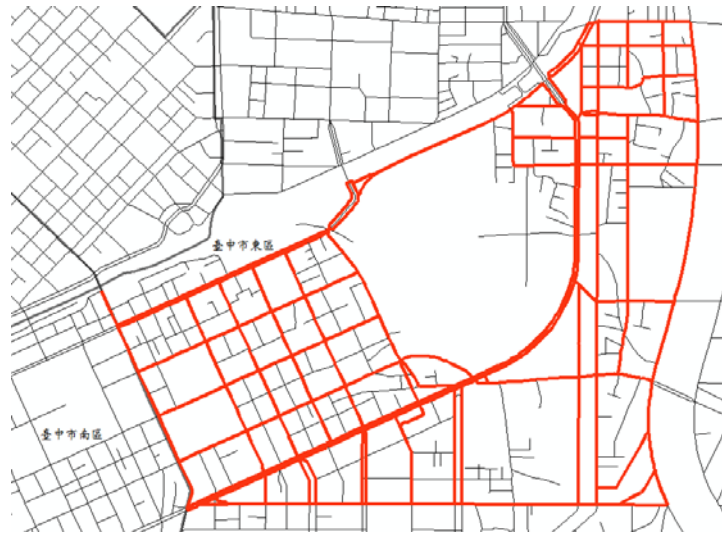


圖 6-14 臺中糖廠區段徵收範圍作業路線

## 二、和美交流道聯外道路

為了配合國內重大工程更新，選擇和美交流道聯外道路 7.5 公里路線進行圖資更新作業，該範圍位於鄉區且透空良好，因此以此範圍檢視「鄉區」之圖資更新效果。



圖 6-15 和美交流道聯外道路範圍作業路線

### 三、投 17 新闢路段

為了配合國內重大工程更新，選擇投 17 鄉道之新闢路段 4 公里路線進行圖資更新作業，以此範圍檢視「山區」之圖資更新效果。

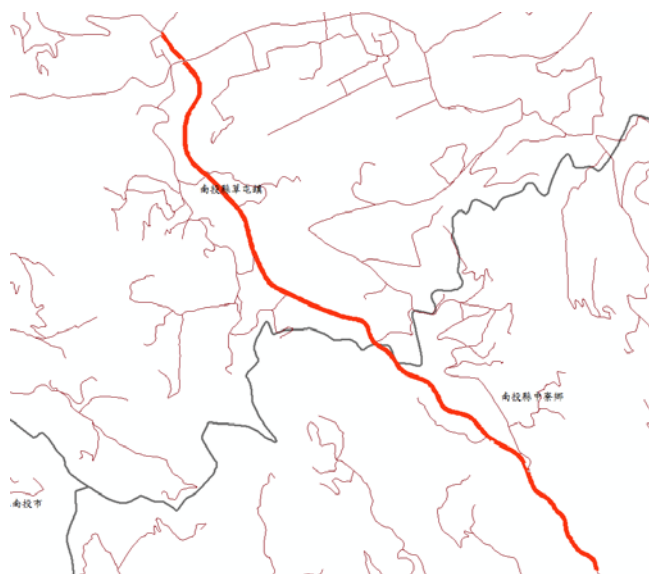


圖 6-16 投 17 新闢路段範圍作業路線

### 四、古坑交流道

為了配合國內重大工程更新，選擇古坑交流道範圍 7.6 公里路線進行圖資更新作業，以此範圍檢視「高速公路」之圖資更新效果。

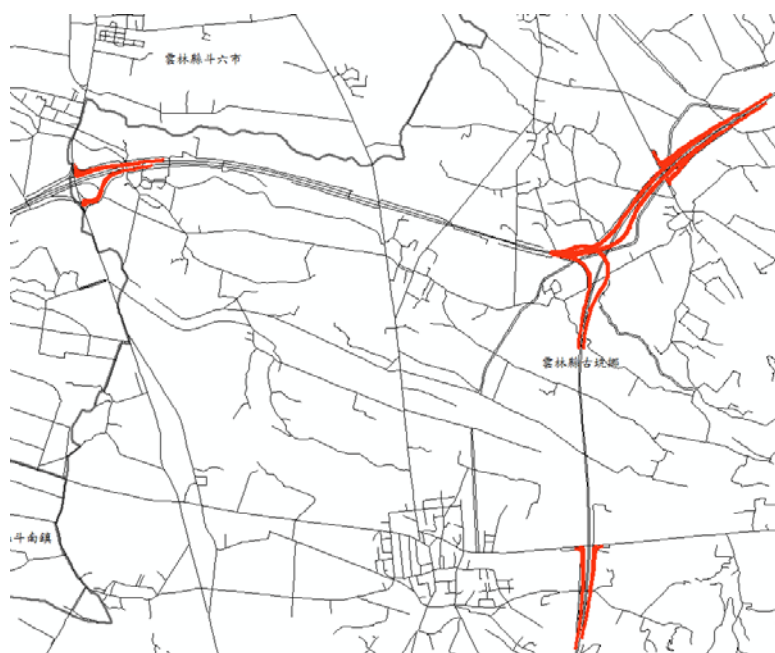


圖 6-17 古坑交流道範圍作業路線



## 五、古坑山區

為了檢視「山區」之圖資更新效果，選擇位於雲林縣古坑鄉之山區道路進行圖資更新作業，該範圍由縣道 158 甲、縣道 149 甲及雲 215-1 鄉道，總長約 31.2 公里。

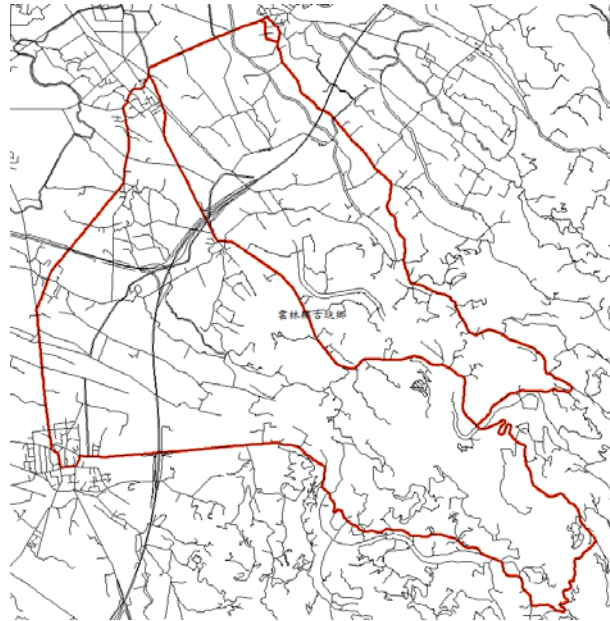


圖 6-18 古坑山區範圍作業路線

## 六、高鐵彰化站

為了配合國內重大工程更新，選擇高鐵彰化站範圍 51.6 公里路線進行圖資更新作業，以此範圍檢視「鄉區」之圖資更新效果。



圖 6-19 高鐵彰化站範圍作業路線

## 七、臺中市文心路

由於目前臺中捷運主要沿臺中市文心路興建，使得臺中市文心路幾乎位在高架道路下方，對於圖資更新作業的條件相對嚴峻，因此選擇臺中文心路 8.2 公里路線進行圖資更新作業。

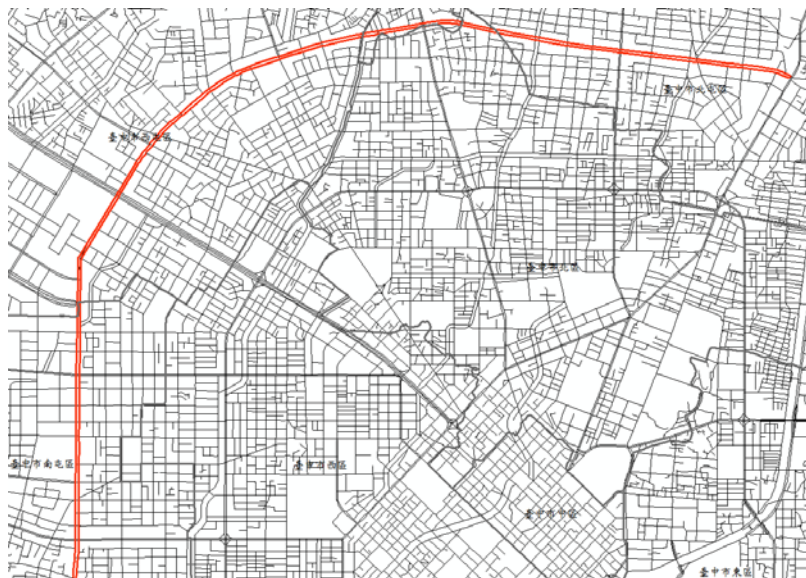


圖 6-20 臺中市文心路範圍作業路線

## 八、臺中市霧峰區北峰橋

為了配合國內重大工程更新，進行臺中市霧峰區北峰橋之圖資更新作業，並選擇該區域周遭部分古老聚落範圍 19.5 公里路線進行圖資更新作業。

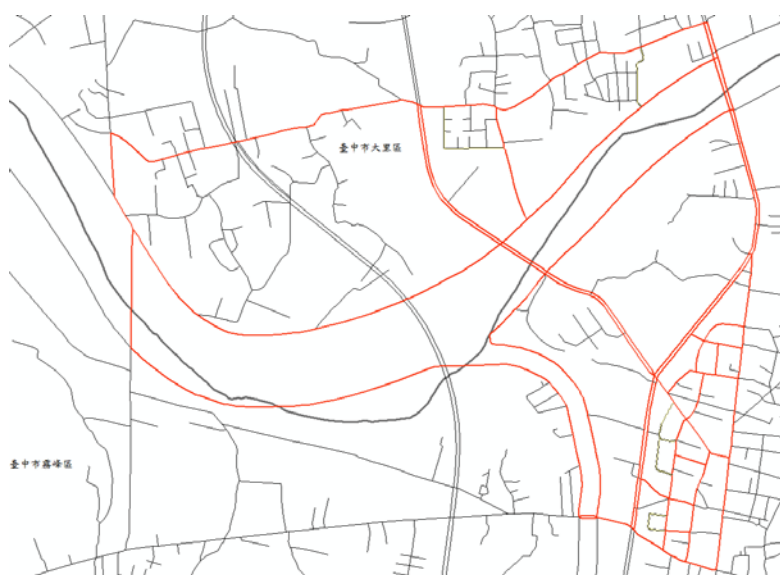


圖 6-21 臺中市霧峰區北峰橋範圍作業路線

### 第三節 臺灣通用電子地圖圖資更新作業說明

臺灣通用電子地圖主要包含道路、鐵路及捷運、水系、行政界、區塊、建物、地標、測量控制點、門牌資料及正射影像等 10 大類圖層資料。由於車載移動測繪系統利用汽車為載具行駛於道路上進行資料蒐集，因此僅能進行道路周圍之資料更新工作，故利用車載移動測繪系統針對臺灣通用電子地圖進行道路及地標 2 大圖層資料進行圖資更新作業。

臺灣通用電子地圖地標資料更新主要針對 4 大連鎖便利商店(7-11、全家、萊爾富、OK)、加油站、金融機構(不含農漁會及郵局)、旅館(觀光局網站公布的國際觀光旅館、一般觀光旅館及一般旅館)、大型百貨公司及超市(頂好、松青、美廉社、全聯等連鎖超市)、交通運輸設施(長途公共汽車站)、公共事業單位(電力公司服務處、自來水公司服務處、天然氣公司)、外國領事館及駐華辦事處、科學園區、工業園區等地標。本團隊由各項資料之官網收集清單，透過門牌資料確立相關位置再經由外業調查確認其正確性，最後轉製為地標圖層，圖 6-22 為地標來源示意圖，圖 6-23 說明用門牌資料來修訂地標位置。

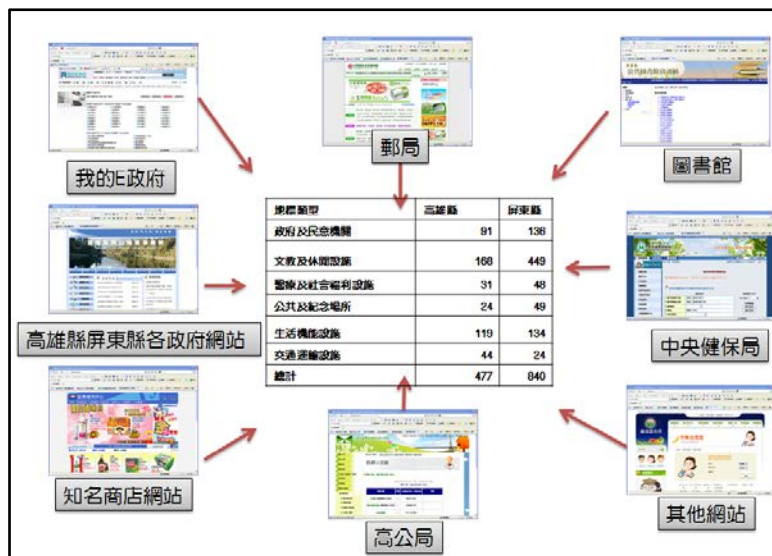


圖 6-22 蒐集地標資料示意圖



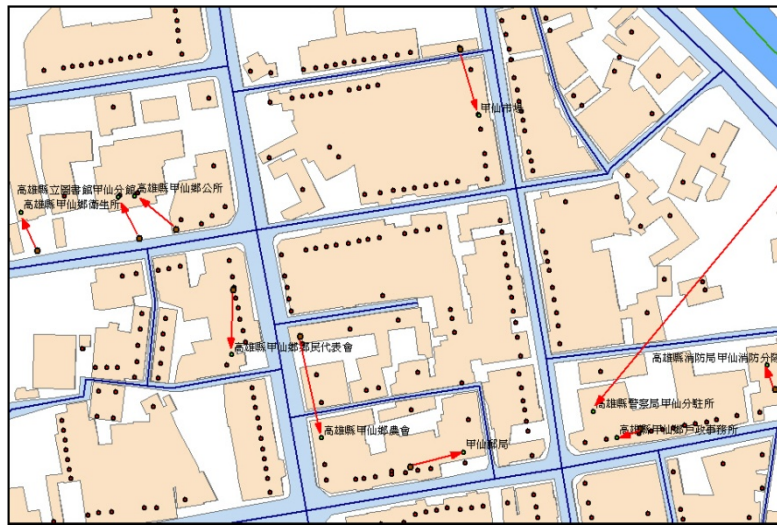


圖 6-23 地標修正示意圖

透過客製化圖資處理軟體臺灣通用電子地圖專用模組即可選擇欲更新之圖層，並於欲作業位置於影像操作區進行對應圖層之圖元數位化，並填入對應屬性以完成更新圖資建置，如圖 6-24 為面圖元(包含一般道路、立體道路及隧道面圖層)之作業畫面；圖 6-25 為線圖元(包含道路中線及道路分隔線圖層)之作業畫面，其中道路中線圖層中道路名稱可透過影像進行確認，包含路名標誌(如圖 6-26)或門牌(如圖 6-27)；而點圖元(包含道路節點、橋樑點、隧道點及地標圖層)之作業畫面如圖 6-28，其中地標圖層資料建置時應加入建物參考圖資，地標點位應落於建物範圍中，故可利用地標調整功能將地標點位移至建物範圍中(如圖 6-29)。本試辦作業已完成 8 個作業路線之臺灣通用電子地圖圖資更新作業，依序如圖 6-30 至圖 6-37 所示。



圖 6-24 面圖元作業畫面





圖 6-25 線圖元作業畫面



圖 6-26 路名確認 1



圖 6-27 路名確認 2

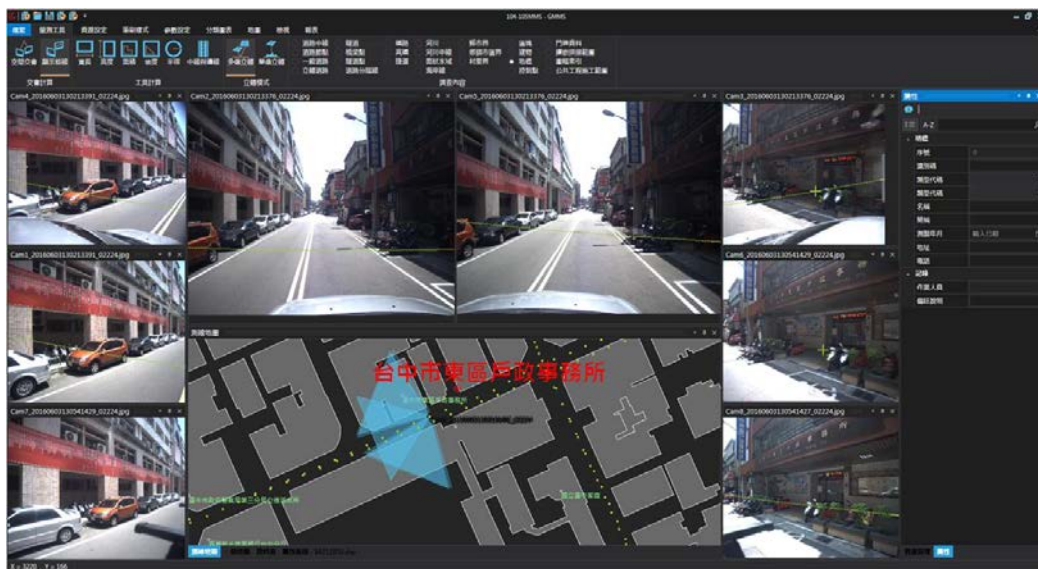


圖 6-28 點圖元作業畫面



圖 6-29 地標位置調整功能

第陸章



圖 6-30 臺中糖廠區段徵收電子地圖更新成果

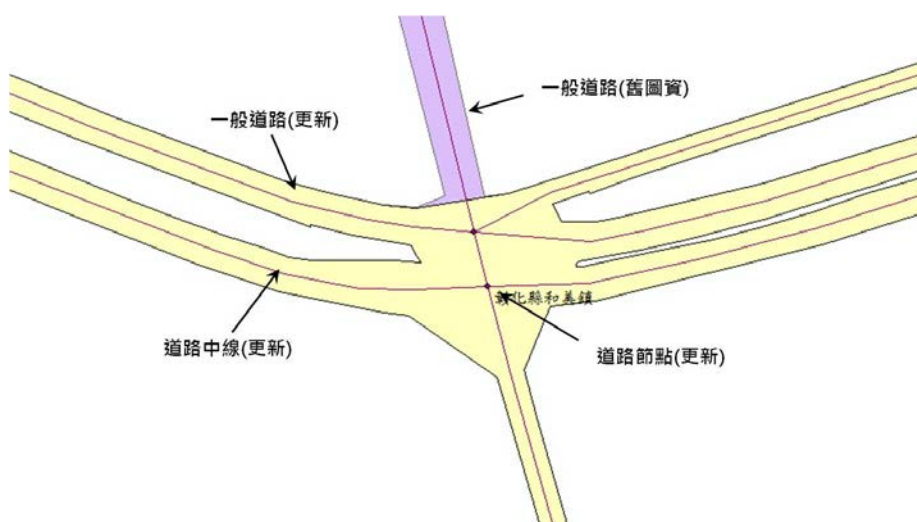


圖 6-31 和美交流道聯外道路電子地圖更新成果

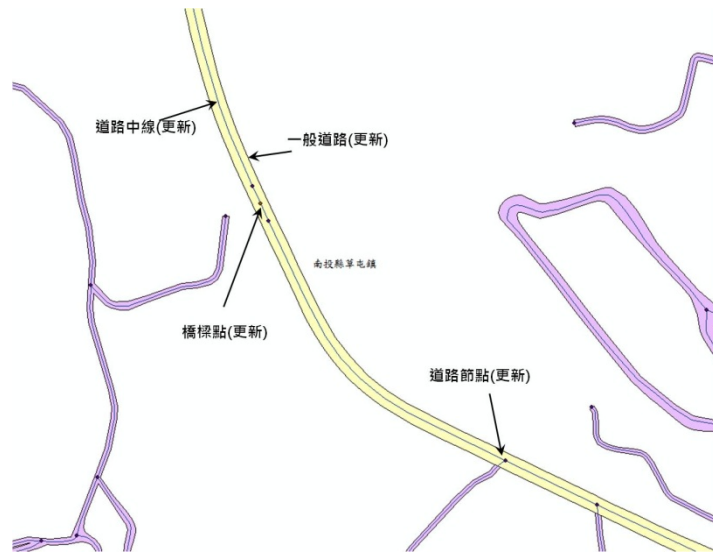


圖 6-32 投 17 新闢路段電子地圖更新成果

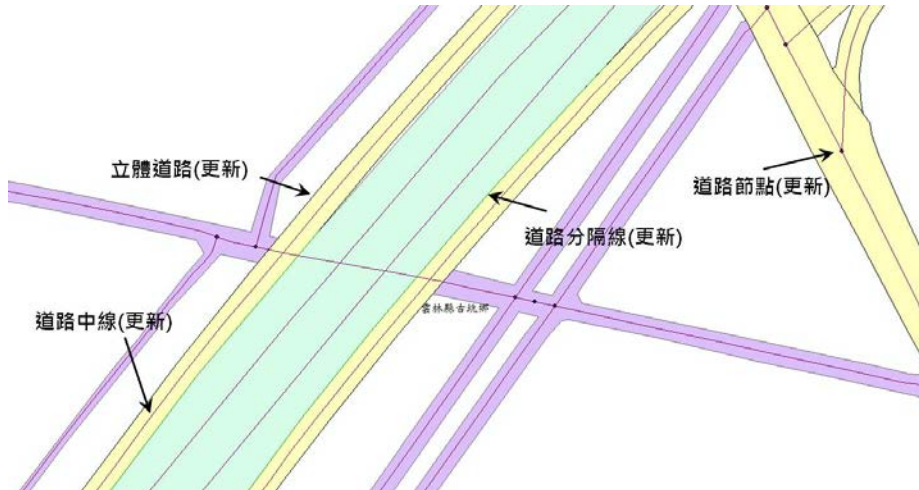


圖 6-33 古坑交流道電子地圖更新成果

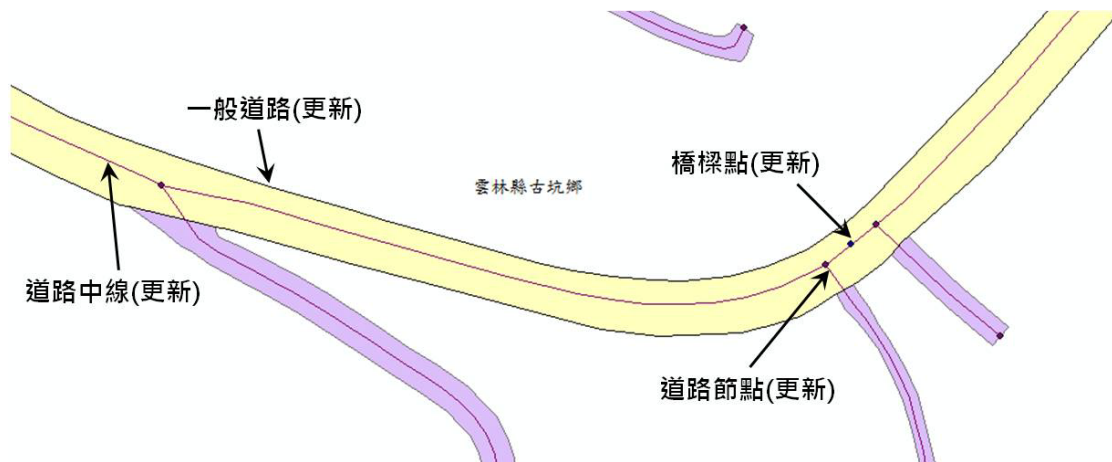


圖 6-34 古坑山區電子地圖更新成果



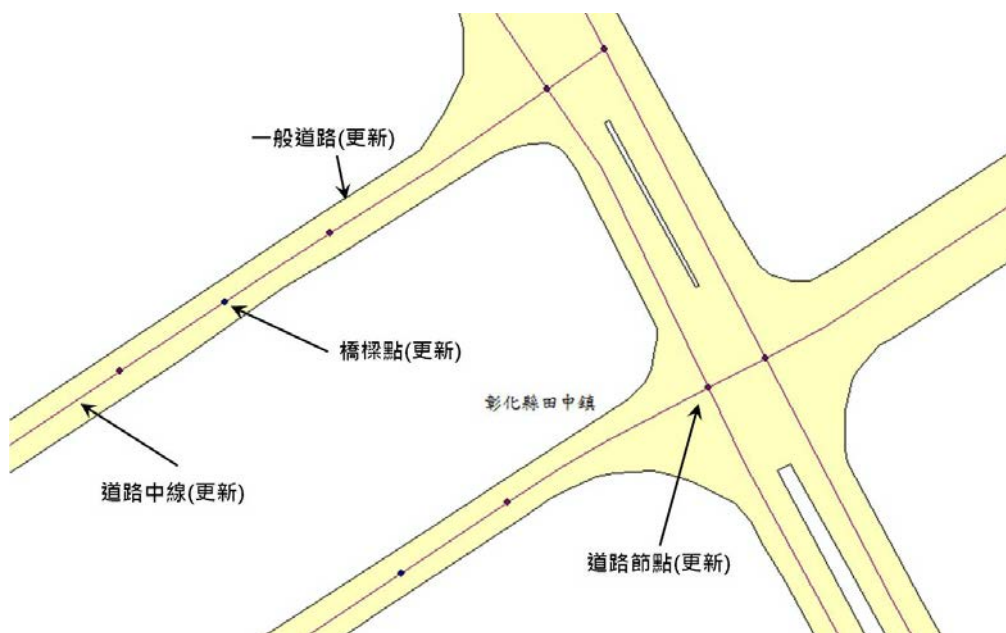


圖 6-35 高鐵彰化站電子地圖更新成果

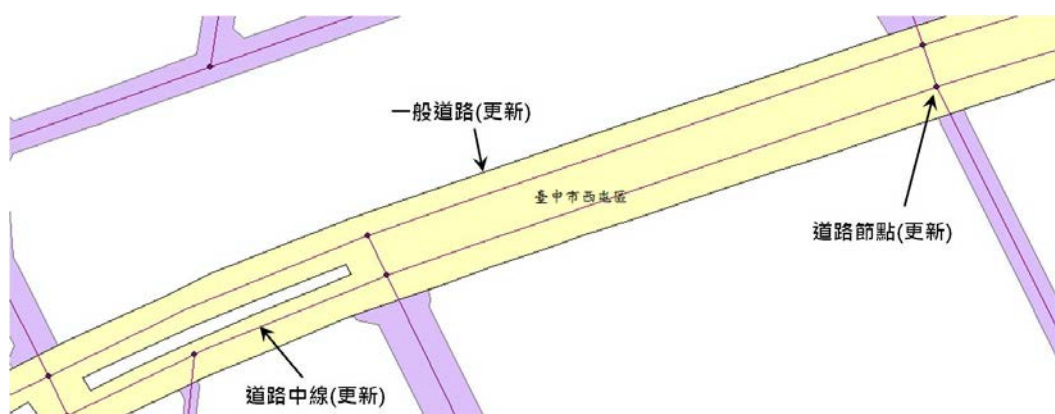


圖 6-36 臺中市文心路電子地圖更新成果

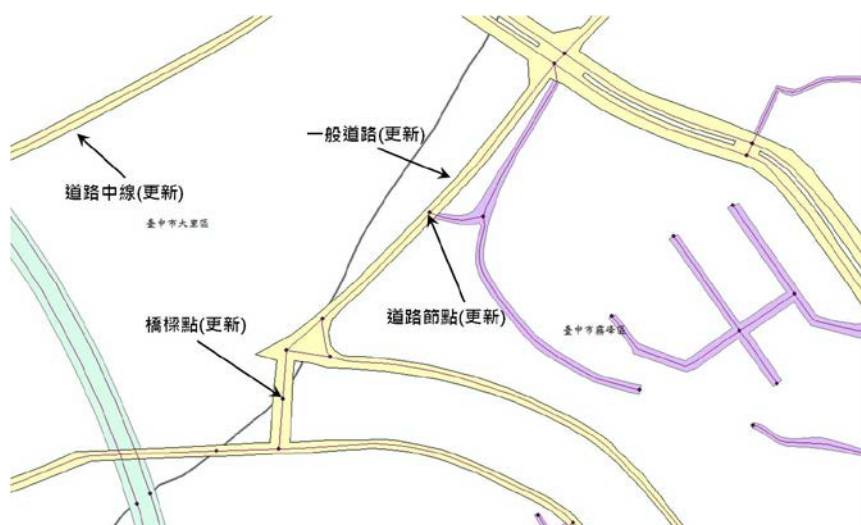


圖 6-37 臺中市霧峰區北峰橋電子地圖更新成果



#### 第四節 臺灣通用電子地圖圖資更新作業分析

本團隊利用以來回測試進行資料檢核，各作業範圍平均於每公里挑選 1 至 2 個檢核點位，並盡可能均勻分布，各路線檢核點數及檢核成果如表 6-2，檢核成果以各作業範圍檢核點之 RMS 為代表值，檢核成果顯示各作業範圍之檢核點坐標差值及各作業範圍 RMS 皆小於臺灣通用電子地圖規範要求之 1.25 公尺，完整檢核成果如附錄十二，檢核點位分布分別如圖 6-38 至圖 6-48，其中圖 6-43 及圖 6-44 為臺中市文心路來回測試作業情形，因該路段包含捷運工程興建，來回雙向影像受工程遮蔽，難以利用相同地物進行測試，造成檢核點數不足。

表 6-2 作業檢核成果

	作業範圍	路線長度(公里)	檢核點數	檢核成果(公尺)
1	投 17 新闢道路	4.0	11	0.26
2	和美交流道聯外道路	7.5	7	0.77
3	古坑交流道	7.6	8	0.42
4	臺中糖廠區段徵收	25.8	29	0.81
5	臺中市文心路	8.2	4	0.73
6	霧峰北峰橋	19.5	30	0.78
7	古坑山區	31.2	31	0.84
8	高鐵彰化站	51.6	90	0.67

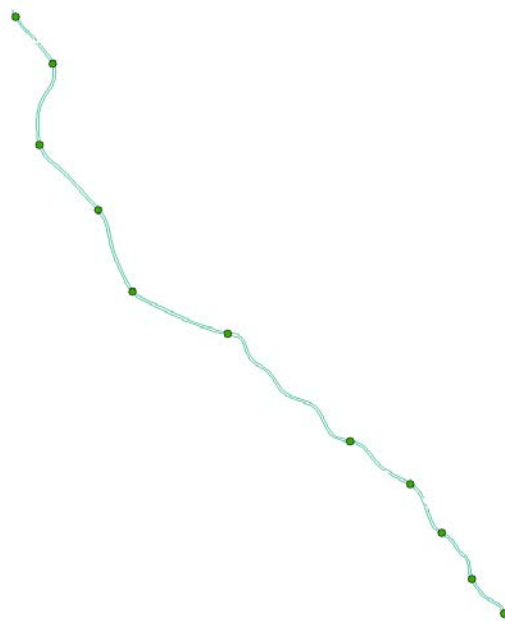


圖 6-38 投 17 新闢道路來回測試檢核點位分布

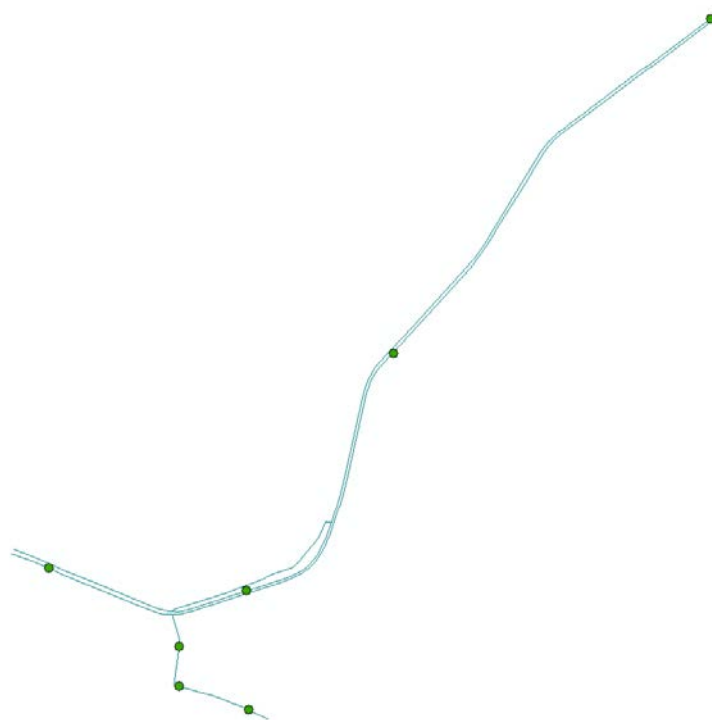


圖 6-39 和美交流道聯外道路來回測試檢核點位分布



圖 6-40 古坑交流道來回測試檢核點位分布



圖 6-41 臺中糖廠區段徵收範圍來回測試檢核點位分布

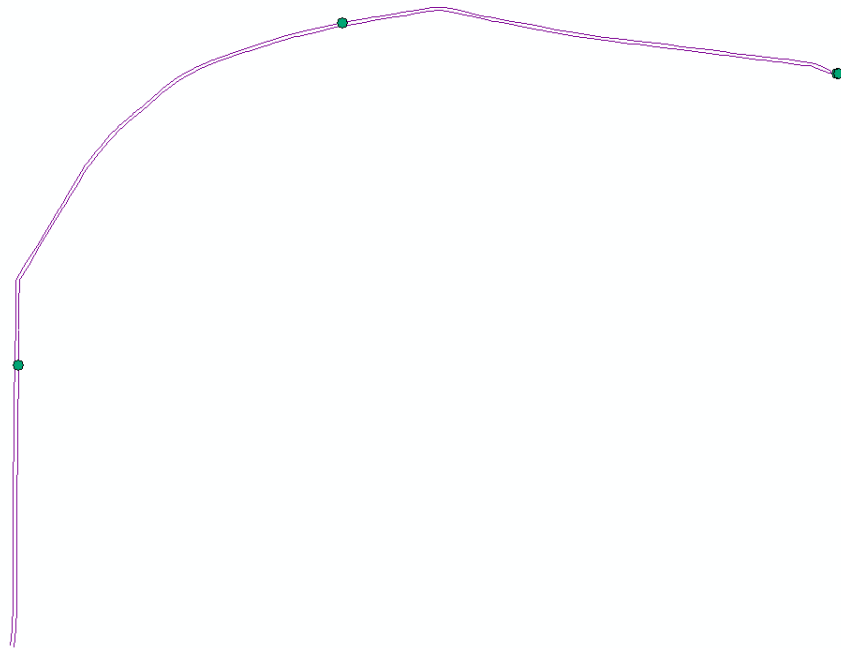


圖 6-42 臺中市文心路來回測試檢核點位分布

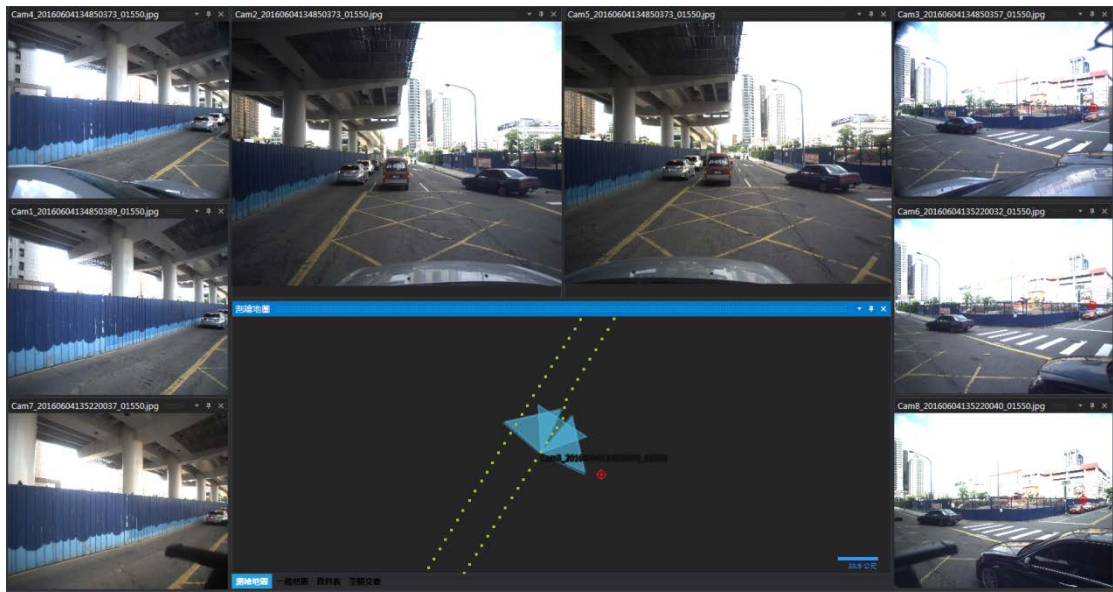


圖 6-43 臺中市文心路來回測試情形(來)

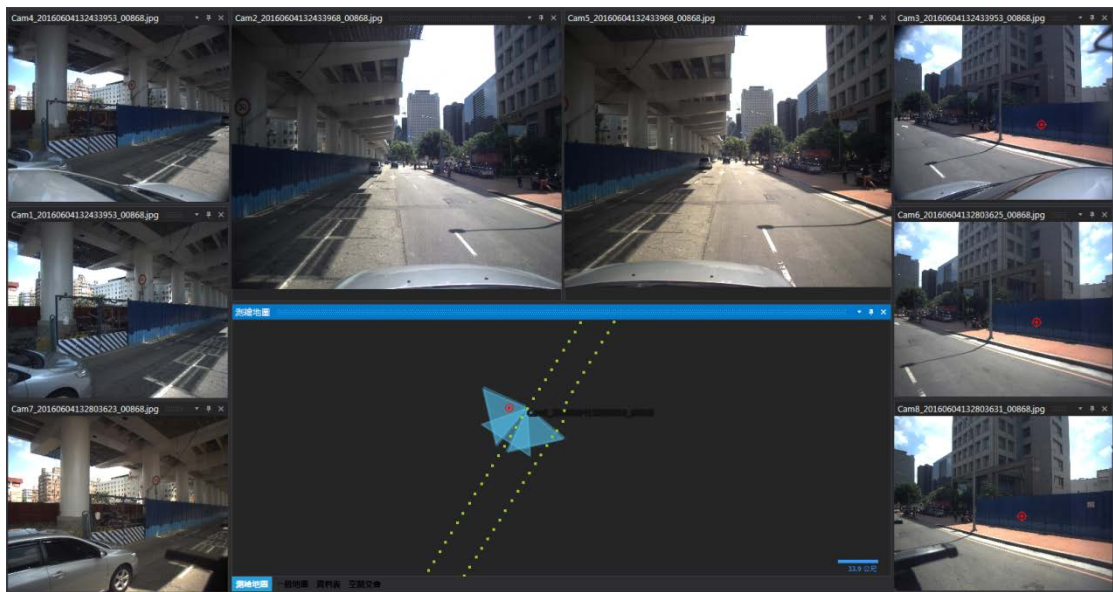


圖 6-44 臺中市文心路來回測試情形(回)



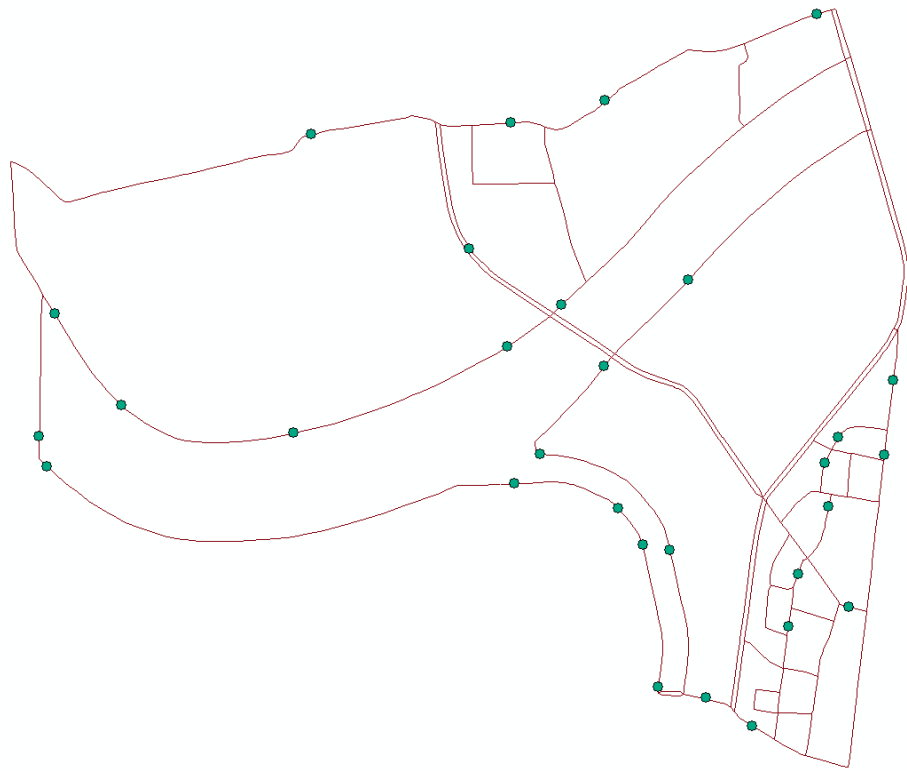


圖 6-45 霧峰北峰橋來回測試檢核點位分布

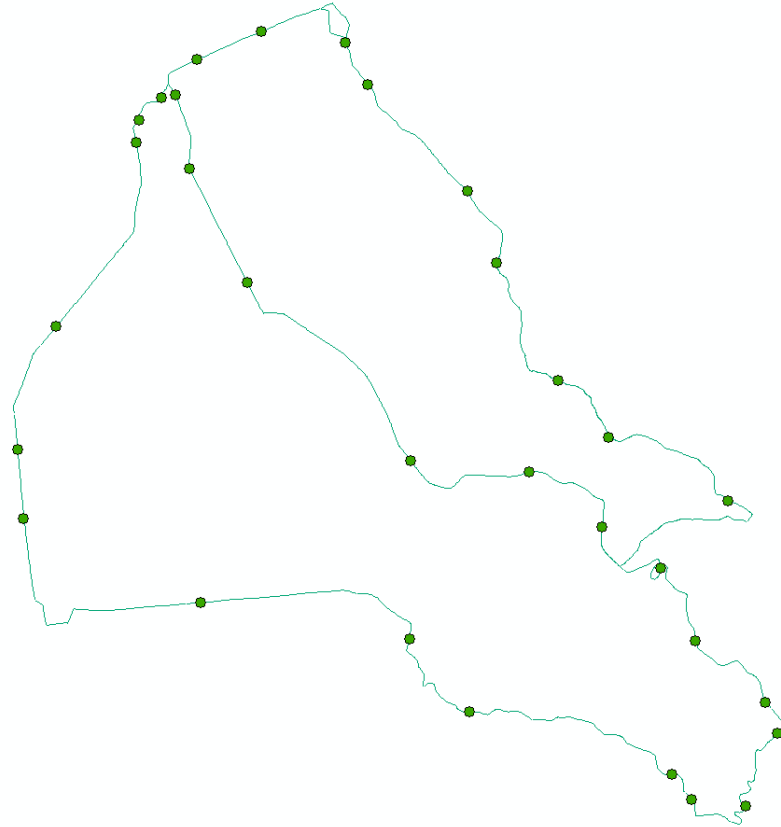


圖 6-46 古坑山區來回測試檢核點位分布

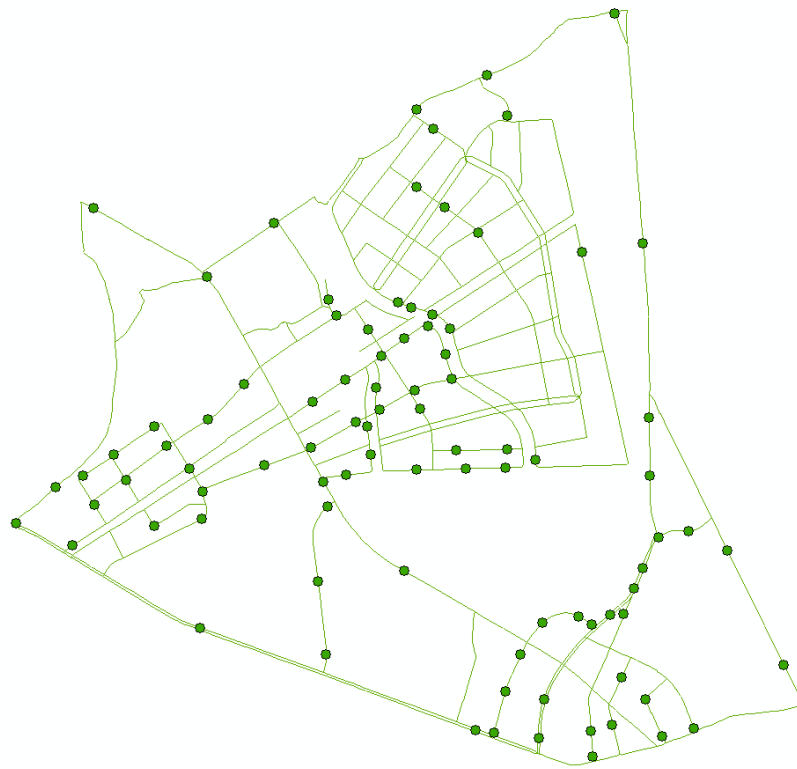


圖 6-47 高鐵彰化站來回測試檢核點位分布

車載移動測繪系統的高機動性及低成本為臺灣通用電子地圖圖資更新的最大優勢，當現況變動時可於短時間內進行空間資料蒐集，且後處理時間比起利用航空攝影進行圖資更新之作業時間較短，可即時進行圖資更新，圖資建置單位可減低受成本考量影響而降低更新效率。此外，車載移動測繪系統在天氣許可的情況下，1天可進行至少8小時外業資料蒐集工作，資料蒐集效率高，減少外業作業人力。

車載移動測繪系統之外業人員僅須根據作業路線行駛車輛，外業人員之作業安全性及作業舒適度大幅提升。此外，外業蒐集影像資料可以反覆調閱及確認，尤其地標圖層建置以及道路名稱確認，有利於資料檢核，提高資料屬性正確性，且作業人員無須反覆至現地重新作業，可降低人事成本。

利用車載移動測繪系統進行臺灣通用電子地圖圖資更新，主要用於道路邊線數化、路名確認以及地標更新，在路名確認以及地標更新作業的部分，使用者可以簡單進行確認。然而道路邊線數化的部分受到道路邊線定義不明及道路邊線受遮蔽等因素，造成數化作業困難，本團隊以道路最大範圍進行繪製，不包含明溝及人行道，且盡可能使道路邊線平順不崎嶇為原則。依此原則下仍有部分數化困難的情形，包含道路範圍不明確，如圖 6-48 及圖 6-49，城區道路兩旁建物包含

前方空地且不一致，因此無法確認實際道路範圍。山區道路兩旁受植被覆蓋，無法確認實際道路範圍，如圖 6-50 至圖 6-53。



圖 6-48 道路邊線不明確 1



圖 6-49 道路邊線不明確 2



圖 6-50 道路邊線不明確 3

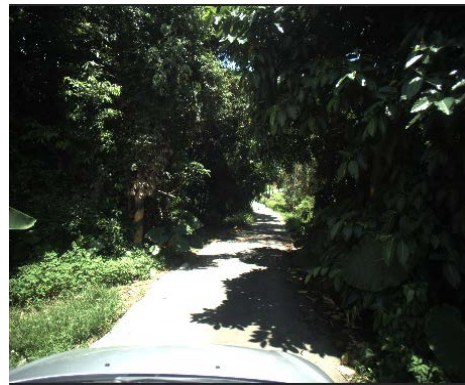


圖 6-51 道路邊線不明確 4



圖 6-52 道路邊線不明確 5



圖 6-53 道路邊線不明確 6

此外，在城區車輛眾多的地方，道路邊線容易受停靠於路邊之車輛所遮蔽，如圖 6-54 及圖 6-55，而部分路段車道距離道路邊線較遠，



亦會影響道路邊線數化之判斷，其數化精度又會受到距離影響而變差，如圖 6-56 及圖 6-57 即為道路邊線距離車道遙遠且受車輛停放遮蔽。



圖 6-54 道路邊線受遮蔽 1



圖 6-55 道路邊線受遮蔽 2

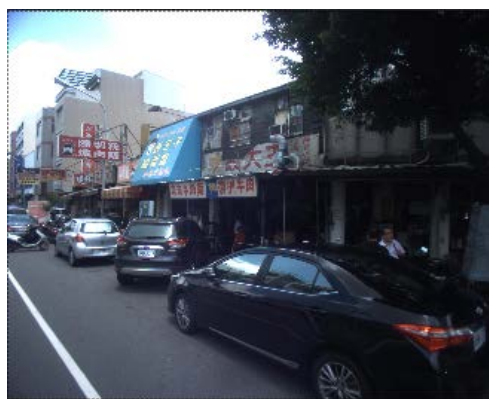


圖 6-56 道路邊線受遮蔽且較遠 1



圖 6-57 道路邊線受遮蔽且較遠 2

利用車載移動測繪系統進行臺灣通用電子地圖圖資更新，主要針對道路以及地標資料更新，而道路資料在鄉區或山區有道路界線不明確或受樹叢或雜草遮蔽的情形，在城區亦容易受到車輛或路旁雜物遮蔽，且容易因 GNSS 收訊不佳而影響圖資數化成果，因此建議主要用於道路名稱確認及更新，用以輔助航空攝影之圖資更新作業。然而依本案試辦經驗，車載移動測繪系統相當適合用於新闢道路之幾何更新，新闢道路一般於道路建置完成時，道路周圍仍較少建物，因此其 GNSS 收訊良好，且其道路界線明確，其更新效果較佳。



## 第五節 國土利用調查圖資更新作業說明

國土利用調查根據土地利用情形將國土分成 9 大類，本試辦作業利用車載移動測繪系統確認作業路線兩旁坵塊之土地分類，由於車載移動測繪系統量測精度受距離影響，又無法透過影像確認坵塊幾何，因此僅進行坵塊分類，而不更新坵塊幾何。

透過本案客製化圖資處理軟體之國土利用調查專用模組，配合舊有國土利用調查圖資，進行土地利用分類。使用者將影像移至欲調查範圍，點選欲確認之圖元(如圖 6-58)，軟體將自動顯示對應屬性資料，使用者即可進行屬性確認或修正(如圖 6-59)。

第陸章

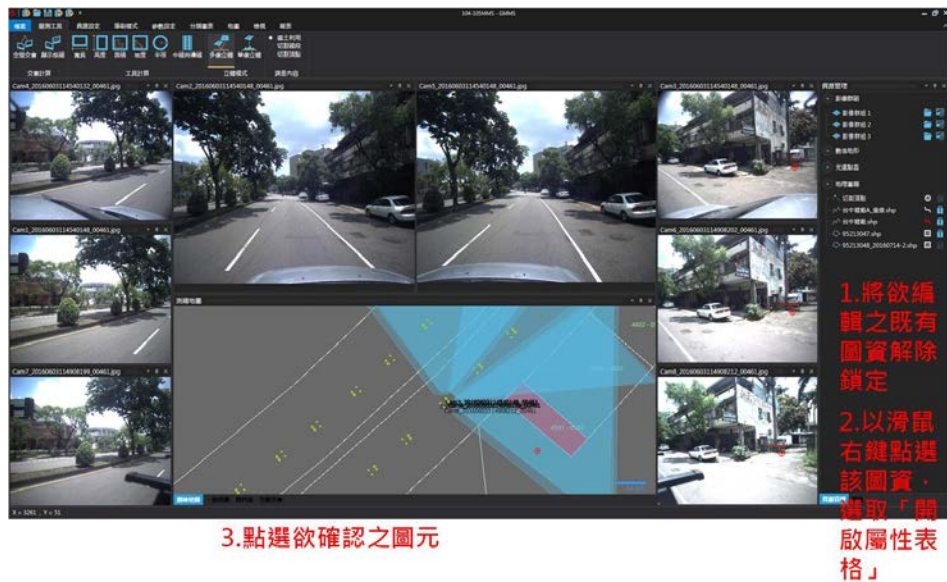


圖 6-58 國土利用調查圖資更新作業畫面

ID	LCODE_C1	LCODE_C2	LCODE_C3	LCODE_O3	METHOD	DATEIME	IMTIME_F	IMTIME_T	SHIPNAME	MODL_ORG
4572	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4573	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4574	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4575	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4576	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4577	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4578	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4579	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4580	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4581	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4582	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4583	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4584	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4585	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4586	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4587	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4588	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4589	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4590	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司
4591	05	0503		050203	1	201404	201005	201005	95213048	亞新備士科技股份有限公司

4. 軟體將自動顯示選取圖元之對應屬性，確認其正確性並予以修改

圖 6-59 國土利用調查圖資更新作業畫面 2

本案已完成國土利用調查作業，如圖 6-60，紅色面物件為更新過坵塊，綠色坵塊遠離作業路線無法確認土地利用分類，其中投 17 新闢路段之國土利用調查圖資更新作業，受到該路段之國土利用調查舊圖資尚未更新該路段周圍坵塊幾何，土地利用情形與現況不符，故無法進行相關更新作業。

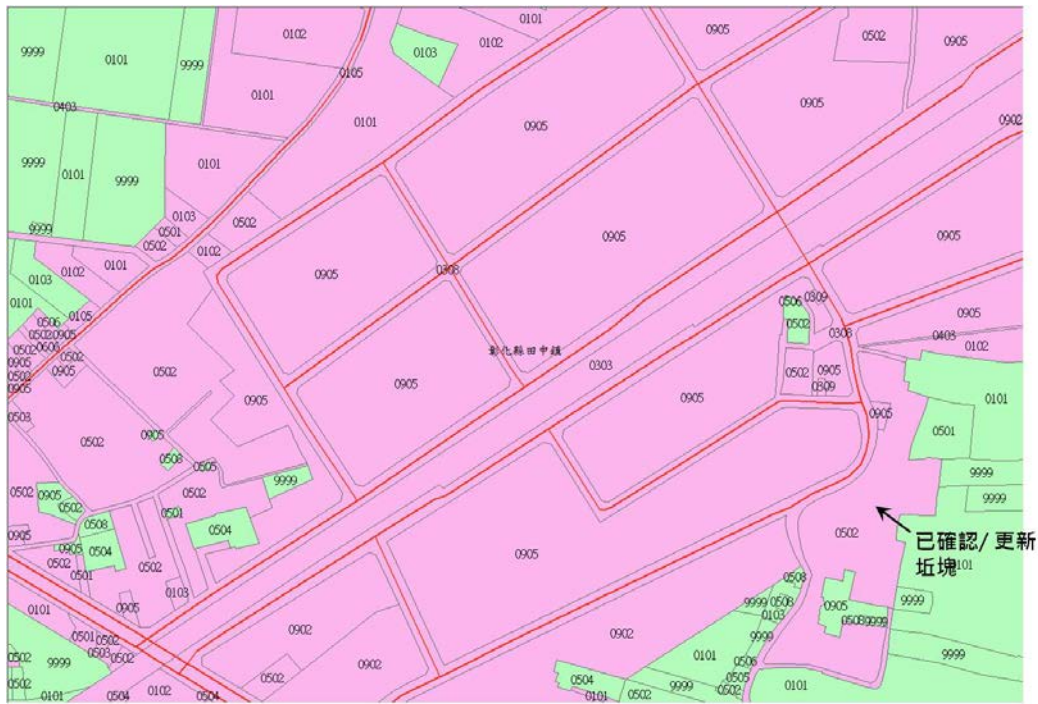


圖 6-60 國土利用調查圖資更新作業成果

## 第六節 國土利用調查圖資更新作業分析

利用車載移動測繪系統進行國土利用調查圖資更新亦存在高機動性、低成本、可進行小範圍即時局部更新、資料蒐集效率高、影像資料可反覆調閱與確認以及可減低外業人力成本等優點，因此當既有圖資中坵塊幾何皆已建置完成時，利用車載移動測繪系統進行土地利用分類可完成大部分分類工作。

利用車載移動測繪系統進行國土利用調查，主要透過影像進行土地利用分類，因此關鍵在於是否能由影像判斷坵塊屬性，以下整理難以透過影像判斷坵塊屬性的原因：

1. 欲調查之坵塊受地貌影響，無法由影像確認屬性。

道路兩旁緊鄰之溝渠受道路護欄遮蔽，無法判斷其屬性是否正確，如圖 6-61，位於和美交流道聯外道路，經既有圖資顯示該路線兩旁存在溝渠，而影像上不存在溝渠，故無法由影像確認其屬性。



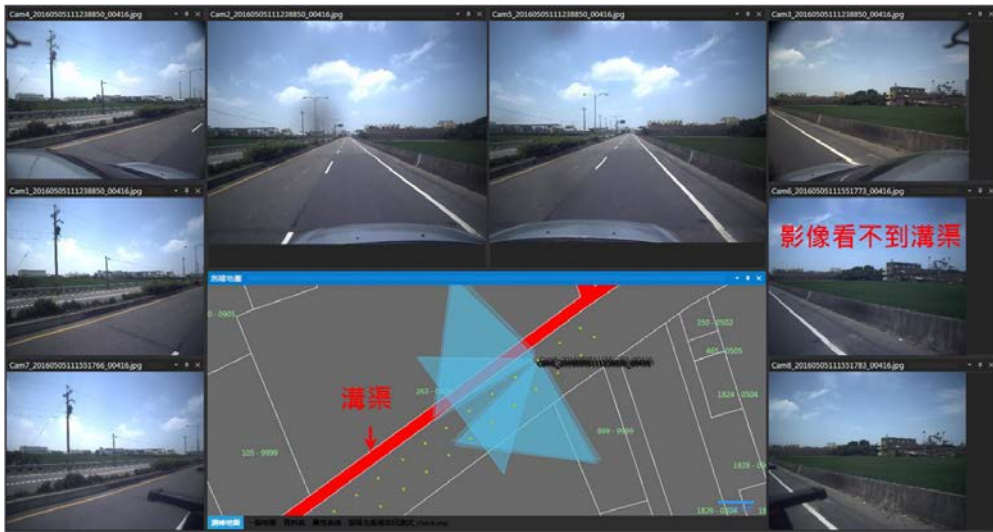


圖 6-61 坵塊受地貌影響無法確認屬性

2. 欲調查之坵塊受地形影響，無法由影像確認屬性。

當道路兩旁坵塊地勢與道路不相同時，則該坵塊不存在影像中，難以進行土地利用分類，如投 17 新闢路段位於山區，存在道路兩旁坵塊地勢低於道路，如圖 6-62 所示，故無法由影像確認其屬性。

3. 坵塊幾何變異，造成國土利用調查作業困難。

當土地利用有較大變化時，且參考圖資尚未更新坵塊幾何，難以進行土地利用分類。如投 17 新闢路段，該路段周圍坵塊之土地利用隨新闢路段有大幅度變動，而參考圖資尚未更新坵塊幾何，因此進行國土利用調查作業時影像與圖資不相符，造成作業困難。

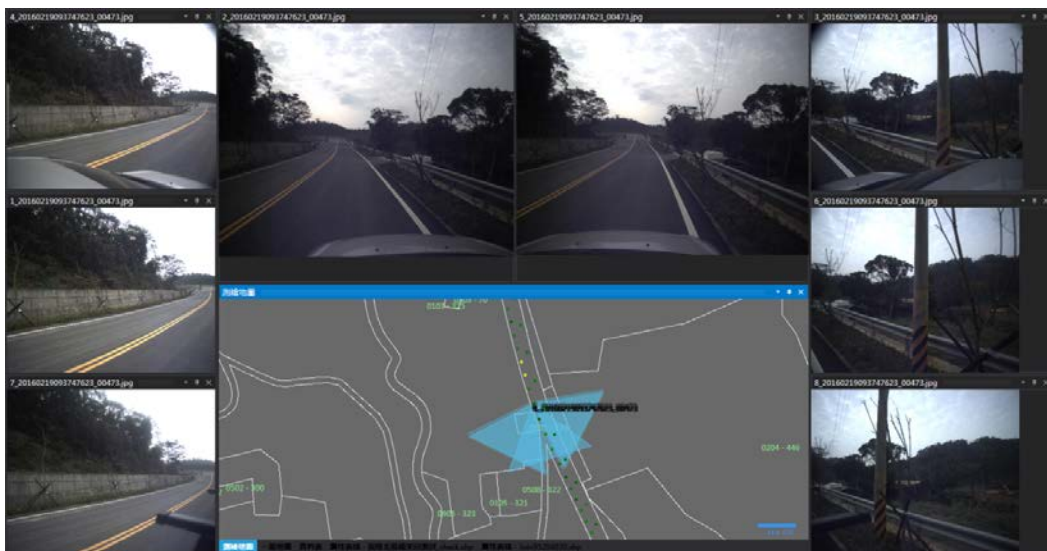


圖 6-62 坵塊變異且受地形影響無法確認屬性

4.僅能以靠近道路之視角進行土地利用分類，影像容易受遮蔽或無法完整確認。

以圖 6-63 為例，國土利用調查圖資更新作業中，參考圖資顯示該調查位置旁坵塊之土地利用分類為純住宅，而影像則受植物遮蔽，無法確認該區域是否為純住宅。

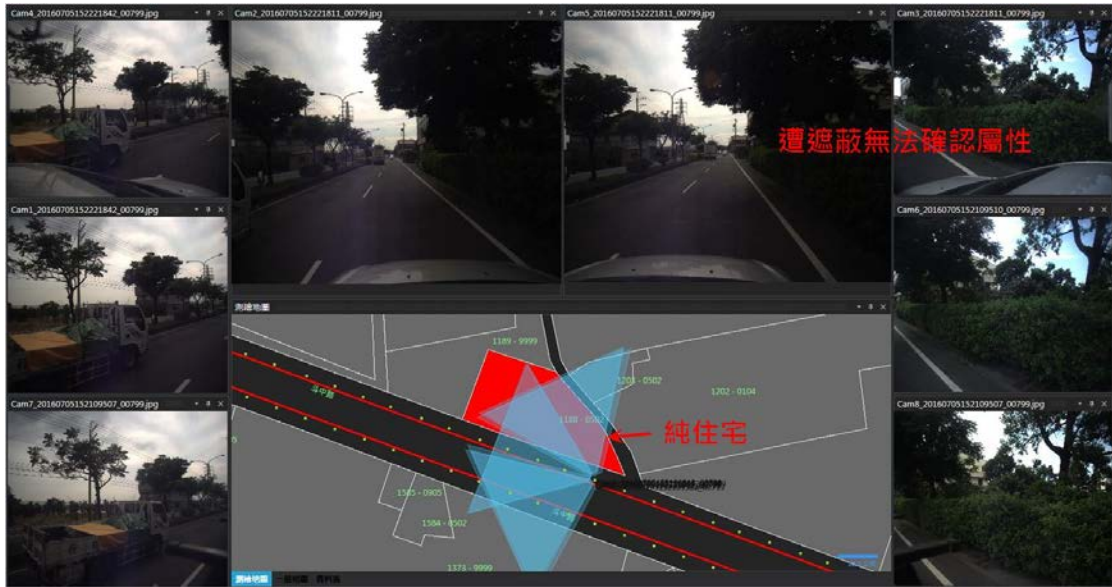


圖 6-63 道路視角難以完整確認坵塊屬性 1

圖 6-64 中，參考圖資顯示該調查位置旁坵塊之土地利用分類為旱作，而影像上受圍牆或鐵皮遮蔽，無法確認該區域真實土地利用狀況。

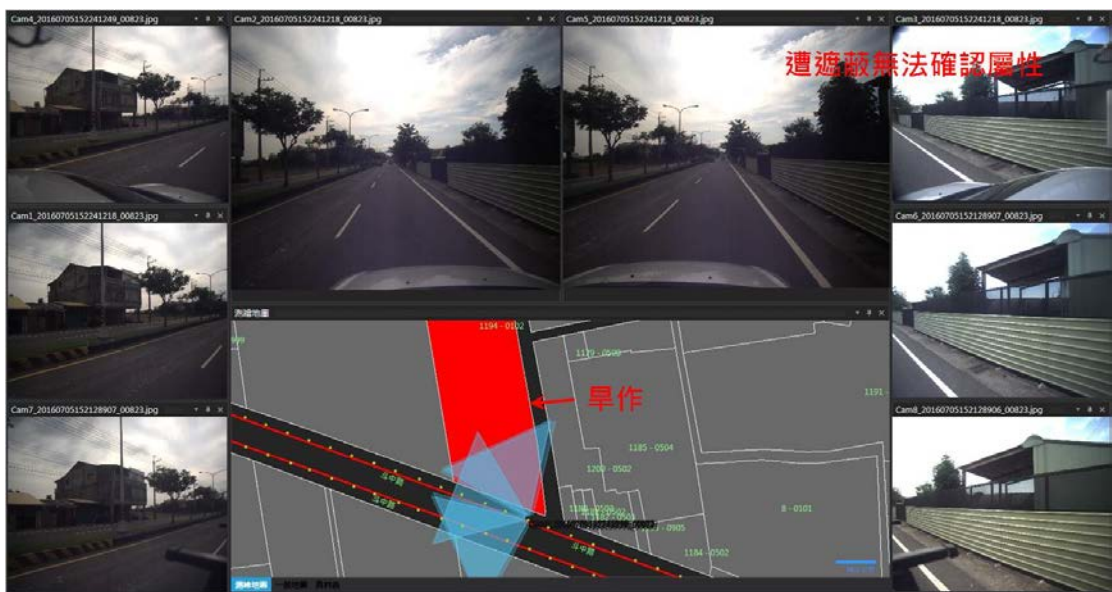


圖 6-64 道路視角難以完整確認坵塊屬性 2



綜合以上幾點，發現難以透過影像判斷坵塊屬性的現象大部分落於鄉區及山區，土地利用較不明確，部分坵塊之臨道路面受樹叢遮蔽，難以判斷該坵塊之土地利用情形，且鄉區及山區較多植生利用，亦難以透過影像正確判斷其植生分類，大部分情況仍須透過人力至實地確認或詢問當地民眾，故依照本案試辦國土利用調查作業經驗，認為車載移動測繪系統較不適合用於鄉區及山區之國土利用調查更新作業。然而城區一般屬於建物密集區域，大部分土地利用較為明確，受遮蔽的情形較少，較容易透過影像進行土地利用確認(如圖 6-65)，較適合透過車載移動測繪系統進行更新作業。

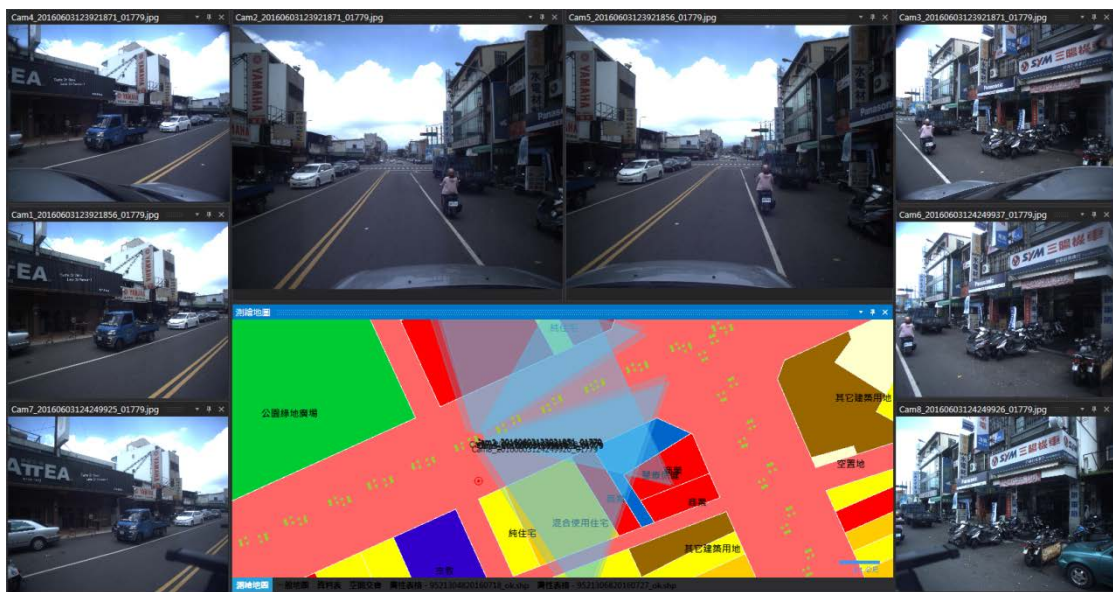


圖 6-65 國土利用調查作業(城區)

## 第七節 圖資更新作業成本分析

本案試辦圖資更新作業，所花費成本包含作業人事成本、工作車輛油料、驗車費用、保養維修費、各式保險費用，以下將分別說明。

### 一、外業人事成本

外業人事成本主要受作業路線長度及路線複雜度影響，表 6-3 為本試辦作業於各作業路線之外業資料蒐集時間，並計算各作業路線平均每公里作業時間，其中以古坑交流道之平均每公里作業時間最長，主要受到交流道路線複雜，且必須至前後交流道才能折返進行不同路線作業，因此依成本考量較不經濟。而城區如臺中糖廠區段徵收範圍作業時間較長，除受到作業路線複雜，且該路線交通繁雜且路況較多，車輛行駛速度減慢，因而減低作業效率，而臺中市文心路易受該路段交通壅塞影響其作業時間。其餘山區及鄉區作業範圍，外業作業時間

主要受路線複雜程度影響，當路線轉折越多，即較多道路交叉處則增加路線複雜度，因而增加外業作業時間。此外，準備時間包含系統初始化、系統歸零作業以及系統初始化地點至實際作業地點之交通時間，一般初始化時間及系統歸零時間約 20 分鐘，本試辦作業除了高鐵彰化站於測區範圍進行準備工作，其餘作業範圍皆於他處進行準備工作，其中臺中糖廠區段徵收位於城區，收訊良好之空曠區域難尋，故選擇距離作業範圍較遠之空曠區域進行準備工作，造成準備時間較長，而古坑交流道由於作業時間較長，共分 2 次作業，因此準備時間亦為 2 倍。

表 6-3 外業資料蒐集時間表

	作業範圍	路線長度 (公里)	交通時間	準備時間	實際作業時間	平均每公里 作業時間 (分鐘/公里)
1	投 17 新闢道路	4.0	150 分鐘	30 分鐘	33 分鐘	8.25
2	和美交流道聯外道路	7.5	100 分鐘	30 分鐘	44 分鐘	5.87
3	古坑交流道	7.6	150 分鐘	60 分鐘	146 分鐘	19.21
4	臺中糖廠區段徵收	25.8	100 分鐘 100 分鐘 100 分鐘	50 分鐘 50 分鐘 50 分鐘	113 分鐘 95 分鐘 85 分鐘	11.36
5	臺中市文心路	8.2	100 分鐘	30 分鐘	81 分鐘	9.88
6	霧峰北峰橋	19.5	120 分鐘	30 分鐘	142 分鐘	7.28
7	古坑山區	31.2	150 分鐘	30 分鐘	126 分鐘	4.04
8	高鐵彰化站	51.6	150 分鐘 150 分鐘 150 分鐘	20 分鐘 20 分鐘 20 分鐘	94 分鐘 157 分鐘 96 分鐘	6.72

鄉區及山區之平均每公里作業時間，除了投 17 新闢道路受到當時作業尚不熟悉影響，作業時間較長，而和美交流道聯外道路、古坑山區及高鐵彰化站之平均每公里作業時間皆落於 5 分鐘左右；而城區的部分則落於 10 分鐘左右。因此當欲進行 100 公里外業資料蒐集作業，在鄉區及山區之實際作業時間約需 500 分鐘(以每公里作業為 5 分鐘計算)，即約 8.33 小時，考量交通時間以及作業人員休憩時間，實際作業應至少以 2 個工作天計算，外業人事費用即為 2(天)×4,000(元/人,天)×2(人)=16,000(元)；同樣欲進行城區 100 公里外業資料蒐集作業，約需花費 1000 分鐘(以每公里作業為 10 分鐘計算)，即約 16.67

小時，實際作業應至少以 3 個工作天計算，外業人事費用即為  $3(\text{天}) \times 4,000(\text{元/人,天}) \times 2(\text{人}) = 24,000(\text{元})$ ，因此相同作業長度，城區之外業人事成本較鄉區及山區高。

外業人事成本估算應加入交通時間，依照本案作業為例，總共花費 12 個外業工作天，其中外業必要作業人數為 2 人，故外業人事費用為  $12(\text{天}) \times 4,000(\text{元/人,天}) \times 2(\text{人}) = 96,000(\text{元})$ 。

## 二、臺灣通用電子地圖圖資更新人事成本

臺灣通用電子地圖圖資更新人事成本主要受路線長度、路線複雜度以及地標數量多寡影響，表 6-4 為本案臺灣通用電子地圖圖資更新作業時間統計，並計算各作業範圍平均每 1 公里作業時間。其中以古坑交流道平均作業時間最長，主要原因在於古坑交流道為新闢路段，作業人員無參考作業路線圖資，故作業過程中必須反覆確認交流道實際位置，又交流道路線較為複雜，造成作業時間增加。另外，臺中糖廠區段徵收屬於城區，該範圍路線複雜且地標數量較多，地標資料及道路屬性需要較多作業時間進行作業確認，故作業時間較長，而臺中市文心路亦屬城區，作業時間易受地標數量影響。其餘作業範圍如山區及鄉區，其每公里平均作業時間皆落於 2 小時以內。

表 6-4 臺灣通用電子地圖圖資更新作業時間表

	作業範圍	路線長度 (公里)	作業時間 (天/人)	平均每公里作業時間 (小時/人,公里)
1	投 17 新闢道路	4.0	1.2	2.40
2	和美交流道聯外道路	7.5	1.5	1.60
3	古坑交流道	7.6	3	3.16
4	臺中糖廠區段徵收	25.8	10	3.10
5	臺中市文心路	8.2	3.5	3.41
6	霧峰北峰橋	19.5	4	1.64
7	古坑山區	31.2	7	1.79
8	高鐵彰化站	51.6	7	1.08

鄉區及山區之平均每公里作業時間，除了投 17 新闢道路受到當時作業尚不熟悉影響，作業時間較長，而和美交流道聯外道路、古坑山區及高鐵彰化站之平均每公里作業時間皆落於 1.5 小時左右；而城區的部分則落於 3 小時左右。因此若欲進行鄉區或山區 100 公里臺灣通用電子地圖圖資更新作業，約需 150 小時圖資更新作業時間(以每公里作業 1.5 小時計算)，即約 19 個工作天，因此台灣通用電子地圖



圖資更新人事費用為  $19(\text{天}) \times 4,000(\text{元}/\text{天}) = 76,000(\text{元})$ ；若欲進行城區 100 公里臺灣通用電子地圖圖資更新作業，則約需 300 小時圖資更新作業時間(以每公里作業 3 小時計算)，即約需 38 個工作天，因此其人事費用為  $38(\text{天}) \times 4,000(\text{元}/\text{天}) = 152,000(\text{元})$ ，臺灣通用電子地圖圖資更新作業在城區的人事成本約為鄉區及山區的 2 倍。

依照本案作業為例，臺灣通用電子地圖圖資更新作業總共花費 32 個內業工作天，故臺灣通用電子地圖圖資更新人事費用為  $32(\text{天}) \times 4,000(\text{元}/\text{天}) = 128,000(\text{元})$ 。經確認現行臺灣通用電子地圖圖資更新，以五千分之一圖幅框為單位，城區 1 幅作業成本約 13,064 元，鄉區 1 幅作業成本約 6,800 元，依照本測試作業範圍，包含城區 6 幅及鄉區 21 幅，若依現行作業方式約需作業成本 221,184 元，高於本測試作業成本。

### 三、國土利用調查圖資更新人事成本

國土利用調查圖資更新作業人事成本，除受作業路線長度影響外，亦受土地利用分類複雜度影響，表 6-5，其中以和美交流道聯外道路平均作業時間最長，而該路線為本團隊進行國土利用調查圖資更新試作範圍，故包含部分熟悉及測試之作業時間，此外該範圍為新闢道路，原有圖資坵塊幾何不完全符合現況，故增加部分坵塊幾何編輯的時間，造成該範圍作業時間較長。而臺中糖廠區段徵收範圍屬於城區，土地利用分類較為複雜，各坵塊範圍也較細碎，需要較多時間進行土地利用分類作業，而臺中市文心路亦屬城區，作業時間易受土地利用分類複雜影響。其於山區及鄉區範圍，平均作業時間較為相近，主要受該範圍土地利用分類複雜度影響作業時間。

表 6-5 國土利用調查圖資更新作業時間表

	作業範圍	路線長度 (公里)	作業時間 (天/人)	平均每公里作業時間 (小時/人,公里)
1	投 17 新闢道路	4.0	X	--
2	和美交流道聯外道路	7.5	2	2.13
3	古坑交流道	7.6	0.2	0.21
4	臺中糖廠區段徵收	25.8	4	1.24
5	臺中市文心路	8.2	1	0.98
6	霧峰北峰橋	19.5	1	0.41
7	古坑山區	31.2	1.8	0.46
8	高鐵彰化站	51.6	2	0.31



鄉區及山區之平均每公里作業時間，除了和美交流道聯外道路受到當時作業尚不熟悉影響，作業時間較長，而古坑山區及高鐵彰化站之平均每公里作業時間皆落於 0.4 小時左右；而城區的部分則落於 1.2 小時左右。因此若欲進行鄉區或山區 100 公里國土利用調查圖資更新作業，約需 40 小時圖資更新作業時間(以每公里作業 0.4 小時計算)，即約 5 個工作天，因此其人事費用為  $5(\text{天}) \times 4,000(\text{元}/\text{天}) = 20,000(\text{元})$ ；若欲進行城區 100 公里國土利用調查圖資更新作業，則約需 120 小時圖資更新作業時間(以每公里作業 1.2 小時計算)，即約需 15 個工作天，因此其人事費用為  $15(\text{天}) \times 4,000(\text{元}/\text{天}) = 60,000(\text{元})$ ，國土利用調查圖資更新作業在城區的人事成本約為鄉區及山區的 3 倍。

依照本案作業為例，國土利用調查圖資更新作業總共花費 12 個內業工作天，故國土利用調查圖資更新人事費用為  $12(\text{天}) \times 4,000(\text{元}/\text{天}) = 48,000(\text{元})$ 。經確認現行國土利用調查圖資更新，以五千分之一圖幅框為單位，不分城區及鄉區，1 幅作業成本約 12,975 元，依照本測試作業範圍，包含城區 6 幅及鄉區 21 幅，共 27 幅，若依現行作業方式約需作業成本 350,325 元，高於本測試作業成本。

#### 四、其他人事成本

圖資更新作業中亦包含任務規劃、圖資處理前置作業以及成果檢查，其人事費用分別如下說明：

任務規劃一般由任務負責人進行，其作業時間以作業區為單位，1 個作業區域之任務規劃時間約為 1 個工作天，因此本案試辦作業包含 8 個作業區域，共需 8 個工作天，其人事費用為  $8(\text{天}) \times 4,000(\text{元}/\text{天}) = 32,000(\text{元})$ 。

圖資處理前置作業主要進行外業資料蒐集之軌跡解算以及製作圖資處理所需之方位資料，其作業時間主要受作業任務影響，1 次外業資料蒐集作業之作業資料處理約需 1 個工作天，因此本案試辦作業包含 12 次外業資料蒐集作業，資料處理共需 12 個工作天，其人事費用為  $12(\text{天}) \times 4,000(\text{元}/\text{天}) = 48,000(\text{元})$ 。

成果檢查作業時間主要受到路線長度以及資料複雜程度影響，在城區大約 1 小時可完成 4 公里路線成果檢查(包含臺灣通用電子地圖及國土利用調查)，鄉區及山區大約 1 小時可完成 8 公里路線成果檢查，依本案試辦工作，成果檢查共花費 26 小時，包含 4 個工作天，其人事費用為  $4(\text{天}) \times 4,000(\text{元}/\text{天}) = 16,000(\text{元})$ 。

## 五、率定作業費用

率定作業包含相機內方位率定、慣性量測元件率定及軸角與固定臂率定，其中相機內方位率定及慣性量測元件率定需要專用場地、設備及軟體，建議委託成功大學測量及空間資訊學系協助，而軸角與固定臂率定，則可至成功大學歸仁校區之率定場進行率定作業，一般率定作業外業時間可於 1 天內完成，建議由 3 人進行作業，1 人開車、1 人操作系統以及 1 人協助佈設人工控制點並確認作業期間不受車輛移動而變形，其率定作業外業人事費用為  $1(\text{天}) \times 4,000(\text{元/人,天}) \times 3(\text{人}) = 12,000(\text{元})$ 。

率定作業之內業包含影像空三計算及率定成果計算，影像空三計算必須完成影像中牆面控制點連結，依本團隊作業經驗約需 5 個工作天，其人事費用為  $5(\text{天}) \times 4,000(\text{元/人,天}) \times 1(\text{人}) = 20,000(\text{元})$ ；而率定成果解算包含軌跡解算與軸角及固定臂成果求解，其人事費用為  $1(\text{天}) \times 4,000(\text{元/人,天}) \times 1(\text{人}) = 4,000(\text{元})$ ，因此 1 次軸角及固定臂率定之人事成本共需  $12,000(\text{元}) + 20,000(\text{元}) + 4,000(\text{元}) = 36,000(\text{元})$ 。

## 六、其他相關費用

利用車載移動測繪系統進行圖資更新作業，除了作業過程中花費之各項作業人事費用，亦包含設備成本攤提費用、車輛油料費用、車輛檢驗費用、車輛保養維修費用、各式保險以及為了使系統可連線 e-GNSS 之通信費，各式相關費用說明如下。

1.設備成本攤提費用：本案建置之車載移動測繪系統設備成本以本案金額 13,000,000 元，扣除試辦街景資料蒐集及整合作業費用 360,000 元、試辦應用個人攜行移動策會系統辦理資料蒐集作業費用 340,000 元及試辦圖資更新作業費用 590,000 元，共花費 11,710,000 元，一般以 5 年作為設備成本攤提，因此每 1 年應攤提設備成本 2,342,000 元。

2.車輛油料費用：本團隊針對本案圖資更新作業，統計外業作業時所花費的車輛油料費用，共計約 5,000 元。

3.車輛檢驗費用：本案共遭遇 2 次車輛檢驗，第 1 次於 104 年 6 月進行車輛檢驗，當時尚未進行車載移動測繪系統組裝，故驗車費用僅 450 元；本公司已於 105 年 7 月完成第 2 次車輛檢驗，為了符合車輛檢驗，進行車載移動測繪系統各式設備拆卸及重新組裝，共花費 2 天各 6 個人之人事成本，共計  $5000(\text{元/人,天}) \times 2(\text{天}) \times 6(\text{人}) = 60,000(\text{元})$ 。

故車輛檢驗費用共計 60,900 元。

4.車輛保養維修費用：本案共遭遇 2 次車輛定期保養，其保養費用約每次 6,000 元，故共花費 12,000 元。

5.各式保險：本案所使用之車輛保險除包含甲式車體損失險外，另針對系統各式設備加保儀器保險費，以及第三人責任附加價駛人傷害保險，相關保險費用共計花費 35,660 元。

6.通信費：由於車載移動測繪系統需與國土測繪中心 e-GNNS 監控平台連線，因此為了使系統可以上網，申辦 3G 網路並裝設 SIM 卡於 GNSS 接收機，該通信費需綁約 1 年，費用約為 2,400 元。

## 第柒章 街景資料蒐集及整合

### 第一節 國內廠商街景資料整合

近年來，國內各縣市已逐步建置所轄道路街景，街景資料建置狀況如表 7-1，國內可建置街景資料之各家廠商，大部份採用 PointGrey Ladybug 系列之全景相機，經調查包含詮華國土測繪有限公司、中興測量有限公司、自強工程顧問有限公司及本公司，另外日陞空間資訊股份有限公司為自有系統之全景相機，亦可蒐集街景資料。

表 7-1 各縣市全景影像建置現況調查表

政府機關	辦理範圍	承作廠商	測製方式	是否有全景影像	全景影像格式為何
公路總局	全國省道	自強工程顧問有限公司；中興測量有限公司	球面全景相機；光達+相機+環景	是	tif
臺北市	臺北市	台灣世曦工程股問有限公司；中興測量有限公司	光達+相機	無	無
新北市	新北市	自強工程顧問有限公司	球面全景相機		特殊格式
桃園市	桃園市	台灣世曦工程股問有限公司；中興測量有限公司	光達+相機	無	無
新竹市	新竹市全市縣道	經緯航太科技股份有限公司	相機	無	無
新竹縣	新竹縣全縣縣鄉道	自強工程顧問有限公司	球面全景相機	是	特殊格式
苗栗縣	苗栗縣全縣縣鄉道	鴻富測量工程股份有限公司；中興測量有限公司	光達+相機	無	無
彰化縣	彰化縣全縣縣鄉道	詮華國土測繪有限公司	光達+相機 or 相機	無	無
南投縣	南投縣全縣鄉道	翕盛工程顧問有限公司；自強工程顧問有限公司	球面全景相機		特殊格式
嘉義縣	嘉義縣部份鄉道	日陞空間資訊股份有限公司	相機	無	無
臺南市	臺南市全市市區道	經緯航太科技股份有限公司	全景相機+相機	是	SWF
高雄市	高雄市全市市區道及 13 個行政區路寬大於 6 米道路	經緯航太科技股份有限公司	全景相機+相機	是	SWF
	6 個行政區路寬大於 6 米道路	經緯航太科技股份有限公司			
	9 個行政區路寬大於 6 米道路	經緯航太科技股份有限公司			
屏東縣	屏東縣全縣縣鄉道	詮華國土測繪有限公司	--	否	--
宜蘭縣	宜蘭縣全縣縣鄉道	中興測量有限公司	光達+相機	無	無
花蓮縣	花蓮縣全縣縣鄉道	詮華國土測繪有限公司	光達+相機及全景相機	是	JPG
澎湖縣	澎湖縣全縣鄉道	經緯航太科技股份有限公司	相機	否	--

本工作項目必須將國內廠商街景資料進行整合，並展示於國土測繪中心 Google Earth Enterprise 平臺(以下簡稱 GEE)，經確認 GEE 全景影像展示需求格式為 JPEG，透過 KML 標籤語法，在拍攝點為 Tip 中嵌入影像 html(如圖 7-1)，即可達到全景影像瀏覽。



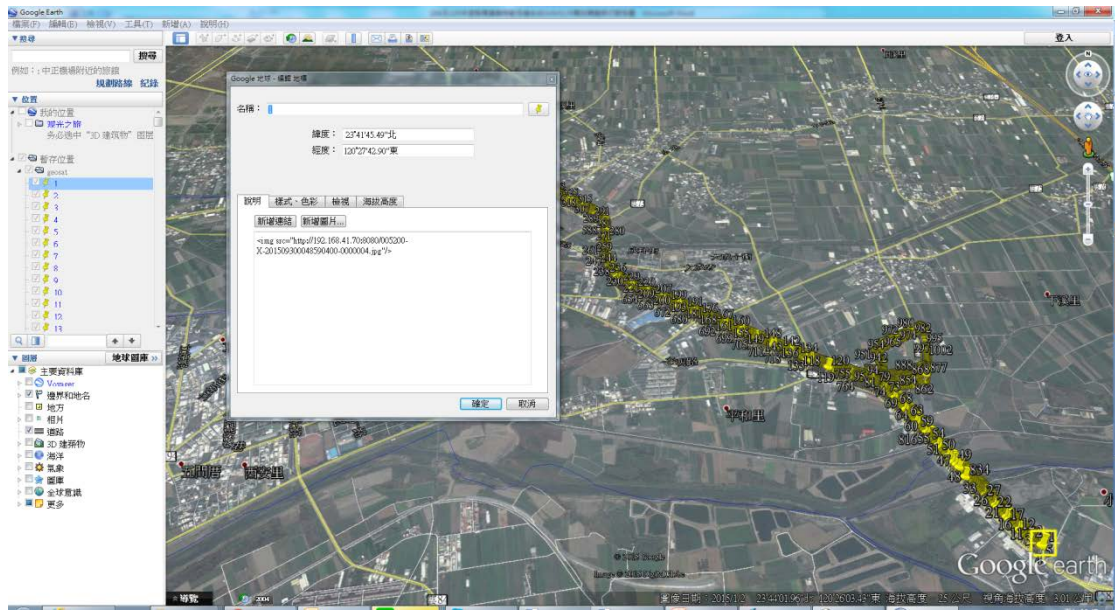


圖 7-1 經 KML 語法嵌入環景影像

PointGrey Ladybug 全景相機可透過 PointGrey 原廠提供之軟體進行 JPEG 影像轉換(如圖 7-2)，故確認詮華國土測繪有限公司、中興測量有限公司及本公司所提供之全景影像皆可轉換為 JPEG 格式，然而自強工程顧問有限公司雖使用 PointGrey Ladybug 全景相機，但該公司採用之車載移動測繪系統為日本 Iwane 所生產，其全景相機經系統整合，所生產之全景影像為特殊格式(\*.icv/\*.\*zic)，原廠僅提供影像瀏覽軟體(如圖 7-3)，該公司及其原廠皆表示無法轉存為其他通用格式，亦無法提供 JPEG 格式影像。

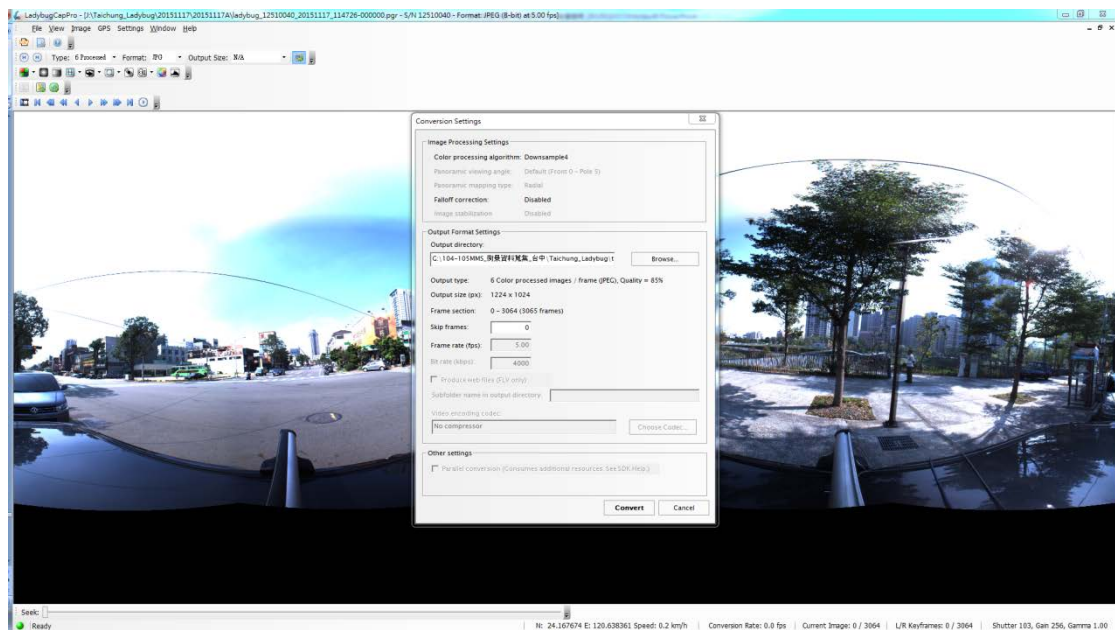


圖 7-2 PointGrey Ladybug 全景影像格式轉換

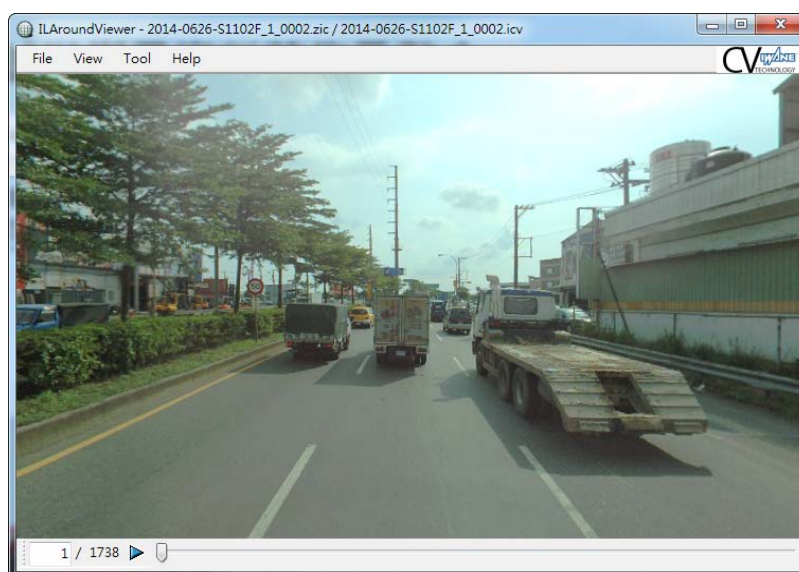


圖 7-3 Iwane 系統環景影像瀏覽軟體

此外，日陞空間資訊股份有限公司採用自有系統全景相機，已確認可轉換為 JPEG 格式影像，並經國土測繪中心協調取得該公司拍攝之部分全景影像，暫時存放於本公司網路伺服器 (<http://61.216.36.16/StreetView/SunRise/>)，已測試透過 KML 語法嵌入影像，可將全景影像展示於 GEE 平臺(如圖 7-4)。經 GEE 廠商確認，GEE 影像展示採用 JPEG 格式，因此球形拍攝之全景影像以矩形形式展示，產生影像拉伸變形狀況，屬於正常現象，若 GEE 可提供較優展示方式，本團隊將可配合調整。

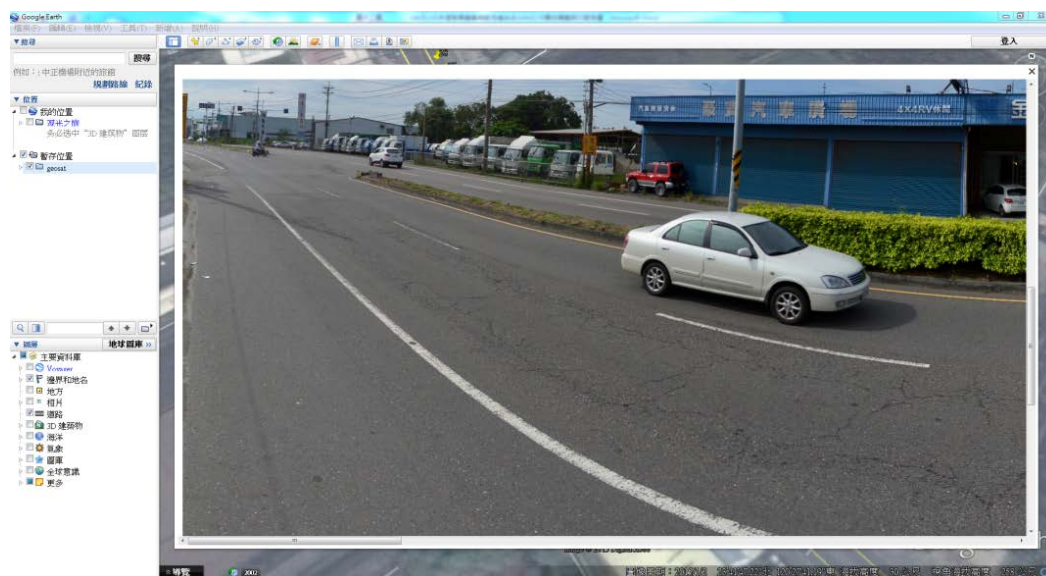


圖 7-4 全景影像展示於 GEE 平臺



## 第二節 街景資料蒐集及整合作業流程

街景資料蒐集及整合作業之標準作業流程，分為任務規劃、外業工作、資料處理、成果製作及成果檢查，以下分別針對各項流程說明。

### 一、任務規劃

街景資料蒐集作業開始前，必須確認作業範圍，規劃作業路線並確定作業方式。作業路線規劃確認作業範圍內是否包含市場及學校，盡可能避開人潮，可以的話避開於上下課時間進行學校周圍路線作業，以及於上午進行市場附近作業，以減少過多人車資訊，保留較多街景現況。

街景資料蒐集作業方式，建議雙向道路(道路以黃色分向線或是中央分隔島分開之道路)進行雙向拍攝，即來回雙向分別作業，若道路為雙線道(道路標以白色分道線將道路分為 2 個車道)則盡可能以外側車道進行作業；若道路為三線道以上，則盡可能於中間車道進行作業；單線道或單行道則不進行雙向作業。

### 二、外業工作

確認全景相機拍攝亮度，依本團隊自有之全景相機 Point Grey Ladybug5(如圖 7-5)，包含 6 顆魚眼鏡頭，其中 5 顆鏡頭朝側方拍攝，1 顆鏡頭朝天頂拍攝)為例，全景相機原廠提供之控制軟體提供「Bottom 50%」模式，即影像亮度僅取側向 5 顆鏡頭曝光時之亮度的 50%，作業過程中陽光強弱影響整體亮度，尤其朝天頂拍攝之鏡頭受較多陽光的影響，因此此模式所計算亮度不包含朝天頂拍攝的鏡頭，可使成果不因陽光強弱而造成劇烈亮度變化。



圖 7-5 Ladybug5 外觀

確認全景相機拍攝頻率，即每 1 秒拍攝影像數量，拍攝頻率則取決於車輛行駛速度，一般車輛以時速 60 公里行駛，若欲取得每 10 公尺 1 張全景影像，則拍攝頻率至少為每秒 1.67 張，即約每秒 2 張，但在實際作業中受路況影響，車速較難維持定速，因此一般使用拍攝頻率 5，即每秒拍攝 5 張影像。

### 三、資料處理

外業工作完成後，即應下載全景影像成果，一般全景相機採用其特定格式，為使後續得以整合至國土測繪中心之 Google Earth Enterprise，必須轉換為 JPEG 格式。依本團隊自有之 Ladybug5 全景影像，原始影像格式為 PGR 格式，可透過原廠提供控制軟體轉換為 JPEG 格式。影像格式轉換後，軟體自動產生影像資訊，包含各張影像坐標(經緯度)、拍攝時間(格林威治時間)及其相關資訊，透過坐標轉換將影像坐標從經緯度轉換為 TWD97 大地坐標，並將格林威治時間加上 8 小時轉換為台灣時間，再將影像檔名補充為完整檔名即可建立影像及位置之連結，匯入 GIS 軟體建立 SHP 檔案，則自動生成全景影像中繼資料所需之 DBF 資料庫格式檔案。

FRAME	SEQID	CYCLE	SEC	CYCLE COUNT	SIZE	GAMMA	GAIN	GAIN1	GAIN2	GAIN3	GAIN4	GAIN5	SHUTTER0	SHUTTER1	SHUTTER2	SHUTTER3	SHUTTER4	SHUTTERS	LAY	CON	ALT	UTC
000000	1785	120	7999	5209600	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562533	120.64275850	94.900	01:59:02.2500											
000001	1786	121	1599	5211336	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562617	120.64275800	94.800	01:59:02.7500											
000002	1787	121	3199	5209600	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562617	120.64275800	94.800	01:59:02.7500											
000003	1788	121	4800	5209600	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562617	120.64275800	94.800	01:59:02.7500											
000004	1789	121	6400	5210624	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562617	120.64275800	94.800	01:59:02.7500											
000005	1790	122	0000	5212672	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562617	120.64275800	94.800	01:59:02.7500											
000006	1791	122	1600	5212160	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562767	120.64275700	94.600	01:59:03.7500											
000007	1792	122	3200	5212872	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562767	120.64275700	94.600	01:59:03.7500											
000008	1793	122	4800	5212160	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562767	120.64275700	94.600	01:59:03.7500											
000009	1794	122	6399	5212160	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562767	120.64275700	94.600	01:59:03.7500											
000010	1795	122	7999	5211648	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562767	120.64275700	94.600	01:59:03.7500											
000011	1796	123	1599	5214208	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562817	120.64275600	94.400	01:59:04.7500											
000012	1797	123	3199	5213184	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562817	120.64275600	94.400	01:59:04.7500											
000013	1798	123	4800	5212672	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562817	120.64275600	94.400	01:59:04.7500											
000014	1799	123	6400	5213184	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562867	120.64275483	94.300	01:59:05.2500											
000015	1800	124	0000	5213696	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562867	120.64275483	94.300	01:59:05.2500											
000016	1801	124	1600	5212672	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562917	120.64275417	94.200	01:59:05.7500											
000017	1802	124	3200	5213184	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562917	120.64275417	94.200	01:59:05.7500											
000018	1803	124	4800	5212782	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16562917	120.64275417	94.200	01:59:05.7500											
000019	1804	124	6399	5212780	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16563083	120.64275383	94.300	01:59:06.5000											
000020	1805	124	7999	5215744	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16563083	120.64275383	94.300	01:59:06.5000											
000021	1806	125	1599	5215744	1.000	256,256,256,256,256,256	125,125,125,125,125,125	24.16563083	120.64275383	94.300	01:59:06.5000											

圖 7-6 Ladybug5 全景影像資訊

### 四、成果檢查

全景影像格式轉換為 JPEG，進入影像儲存資料夾，以「大圖示」檢視(如圖 7-7)，確認影像成功轉出，若轉換失敗，影像可能無法顯示，或僅顯示部分範圍，建議重新轉換，若仍持續發生，視轉換失敗程度評估是否重新進行外業作業。

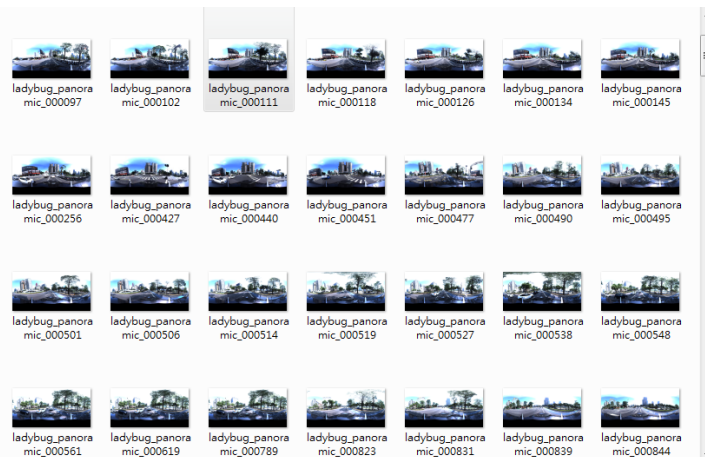


圖 7-7 格式轉換確認



確認轉出影像數量與資料數量是否一致，若不一致，檢查影像檔名中數字部分，是否與影像資訊中「Frame」欄位可對應，確認缺漏問題後，重新進行格式轉換，若持續發生，建議依照作業目的評估是否應重新進行外業作業。

## 五、成果製作

由於街景影像包含道路周圍街景資訊，為保護民眾個資安全，針對民眾個資進行模糊化處理，本團隊已自行開發街景影像模糊化工具，將轉換後之 JPEG 格式影像，匯入個資模糊化工具(如圖 7-8)，即自動化進行人臉及車牌模糊化作業，亦提供人工手動模糊化功能，使用者針對機敏區域進行模糊化處理。



圖 7-8 街景影像模糊化工具

將以建置完畢之 SHP 檔案，轉換為 Google Earth Enterprise(GEE)所需之 KML 檔案，並透過 GEE 開啟得到一系列點位，至軟體檔案資訊展開所有點位資料，以滑鼠右鍵選取內容，則開啟點位內容視窗(如圖 5-8)，點選「新增圖片」後，鍵入儲存影像之網路伺服器位址，即可點選點位圖示瀏覽該位置全景影像，完成矩形展示之全景影像成果製作。另外可透過「新增連結」，透過外部連結以不同影像展示方式(如球型展示)，可避免影像受到展示方式拉伸變形，圖 7-9 右圖為 SWF 格式球型展示影像展示。

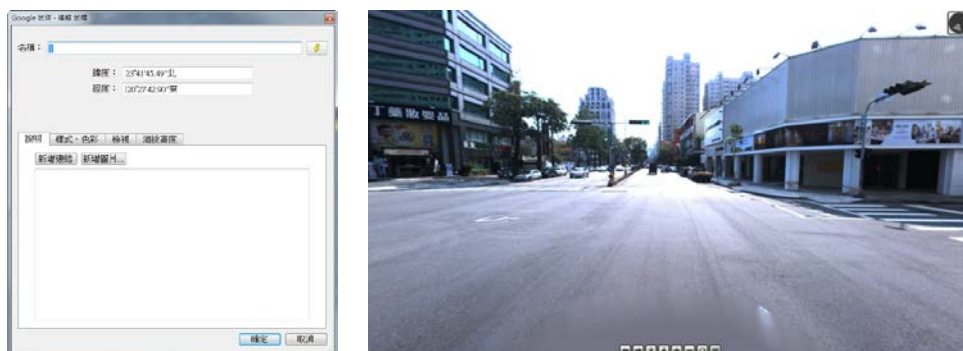


圖 7-9 GEE 影像嵌入

確認全景影像順利嵌入 KML，點選點位圖示確認顯示全景影像，若無法顯示，檢查影像是否已上傳至網路伺服器，並確認鍵入之影像位址是否正確。個資及機敏地區模糊化作業檢查，逐一開啟成果影像確認模糊化狀況，若有缺漏情形可透過手動模糊化功能進行模糊化。

### 第三節 街景資料蒐集作業說明

本團隊使用自有之全景相機蒐集國土測繪中心指定之 20 公里道路街景，蒐集範圍分為臺中及臺南 2 個部分，臺中部分作業路線位於臺中國家歌劇院周圍道路(約 7.516 公里)及國土測繪中心周圍道路(約 3.237 公里)，共約 10.753 公里；而臺南部分作業路線位於包含機敏區域及人車眾多之 180 縣道，共約 11.260 公里，作業範圍分別如圖 7-10 及圖 7-11 所示。



圖 7-10 街景資料蒐集範圍\_臺中



圖 7-11 街景資料蒐集範圍\_臺南

臺中部分及臺南部分分別於 104 年 11 月 17 日及 104 年 11 月 16 日進行外業作業，透過本團隊自行開發工具針對每 10 公尺擷取影像並進行 JPEG 格式轉換，影像解析度為 3200 萬畫素(寬 8000x 高 4000)，作業軌跡分別如圖 7-12 及圖 7-13 所示，以街景資料影像資訊進行中繼資料製作及建立全景影像位置連結，包含影像檔名、三維坐標、拍攝日期及拍攝時間，並轉為 SHP 格式自動生成 DBF 檔案(如圖 7-14)。



圖 7-12 街景資料軌跡\_臺中



圖 7-13 街景資料軌跡\_臺南

	FID	Shape *	ID	image	X	Y	Z	date	tir
	0	Point ZM	1	ladybug_pencasamic_000055.jpg	213254.66	2673645.445	90.6	104/11/17	11:48:34
	1	Point ZM	2	ladybug_pencasamic_000066.jpg	213256.329	2673655.685	91.9	104/11/17	11:48:36
	2	Point ZM	3	ladybug_pencasamic_000073.jpg	213260.537	2673665.31	92.4	104/11/17	11:48:38
	3	Point ZM	4	ladybug_pencasamic_000082.jpg	213269.375	2673677.488	93.1	104/11/17	11:48:38
	4	Point ZM	5	ladybug_pencasamic_000084.jpg	213272.145	2673681.191	93.1	104/11/17	11:48:38
	5	Point ZM	6	ladybug_pencasamic_000090.jpg	213277.583	2673688.32	92.5	104/11/17	11:48:39
	6	Point ZM	7	ladybug_pencasamic_000097.jpg	213285.229	2673698.305	92.3	104/11/17	11:48:41
	7	Point ZM	8	ladybug_pencasamic_000102.jpg	213289.581	2673704.662	92.2	104/11/17	11:48:42
	8	Point ZM	9	ladybug_pencasamic_000111.jpg	213296.67	2673715.129	91.6	104/11/17	11:48:43
	9	Point ZM	10	ladybug_pencasamic_000118.jpg	213301.789	2673723.44	91.4	104/11/17	11:48:45
	10	Point ZM	11	ladybug_pencasamic_000126.jpg	213308.676	2673732.831	91	104/11/17	11:48:46
	11	Point ZM	12	ladybug_pencasamic_000134.jpg	213306.151	2673740.392	90.7	104/11/17	11:48:48
	12	Point ZM	13	ladybug_pencasamic_000145.jpg	213310.847	2673748.631	90.4	104/11/17	11:48:50
	13	Point ZM	14	ladybug_pencasamic_000256.jpg	213312.898	2673754.145	94.9	104/11/17	11:49:12
	14	Point ZM	15	ladybug_pencasamic_000427.jpg	213318.233	2673756.051	95.6	104/11/17	11:49:47
	15	Point ZM	16	ladybug_pencasamic_000440.jpg	213324.388	2673765.652	94.1	104/11/17	11:49:49
	16	Point ZM	17	ladybug_pencasamic_000451.jpg	213328.178	2673771.051	91.7	104/11/17	11:49:51
	17	Point ZM	18	ladybug_pencasamic_000477.jpg	213335.123	2673778.213	89.2	104/11/17	11:49:56
	18	Point ZM	19	ladybug_pencasamic_000490.jpg	213346.702	2673776.43	85.9	104/11/17	11:49:59
	19	Point ZM	20	ladybug_pencasamic_000495.jpg	213355.355	2673769.356	92.7	104/11/17	11:50:0
	20	Point ZM	21	ladybug_pencasamic_000501.jpg	213361.777	2673764.282	93.5	104/11/17	11:50:1
	21	Point ZM	22	ladybug_pencasamic_000506.jpg	213367.979	2673759.098	94.5	104/11/17	11:50:2
	22	Point ZM	23	ladybug_pencasamic_000514.jpg	213377.628	2673751.173	95.8	104/11/17	11:50:4
	23	Point ZM	24	ladybug_pencasamic_000519.jpg	213383.864	2673745.933	95.9	104/11/17	11:50:5
	24	Point ZM	25	ladybug_pencasamic_000527.jpg	213390.335	2673740.083	95.6	104/11/17	11:50:7
	25	Point ZM	26	ladybug_pencasamic_000538.jpg	213399.209	2673733.729	95.3	104/11/17	11:50:9

圖 7-14 街景影像中繼資料

本案蒐集之街景影像需對個資(人臉與車牌)及機敏地區(軍事國防相關設施及地區等)進行模糊化處理，本團隊自行開發街景影像模糊化工具，以下分別針對人臉、車牌及機敏地區模糊化說明

### 一、人臉模糊化

由於街景影像受到光線影響，可能使色彩偏向某種色調，因此透過直方圖均等化的方式，將色彩平均分佈到 0~255 強度值上，直方圖均等化前後，分別如圖 7-15 及圖 7-16 所示。以「膚色」色塊定義人臉，透過影像 HSV 色彩轉換，以 3 種不同的色彩範圍定義「膚色」，分別為較寬範圍(H:0~25、S:30~173、V:40~255)、適中範圍(H:0~25、S:58~173、V:40~255)及較窄範圍(H:0~25、S:100~173、V:40~255)，並分別建立二值圖，即透過「膚色」定義，判定為落於定義範圍者則以白色表示(強度值為 255)，落於範圍外則以黑色表示(強度值為 0)，又人臉範圍必定為封閉面狀，因此針對二值圖進行 2 次封閉運算，將偵測到的區塊分開，分別得到圖 7-17、圖 7-18 及圖 7-19。





圖 7-15 原始街景影像



圖 7-16 直方圖均等化後街景影像

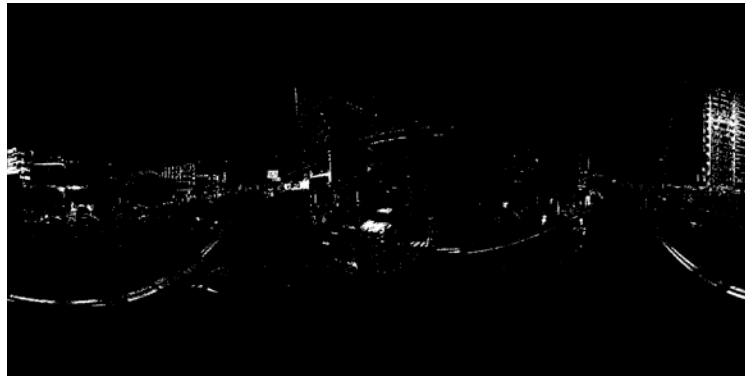


圖 7-17 二值圖(較寬範圍)

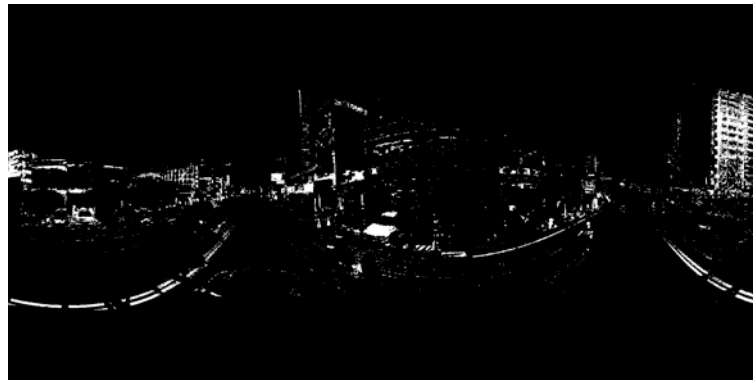


圖 7-18 二值圖(適中範圍)

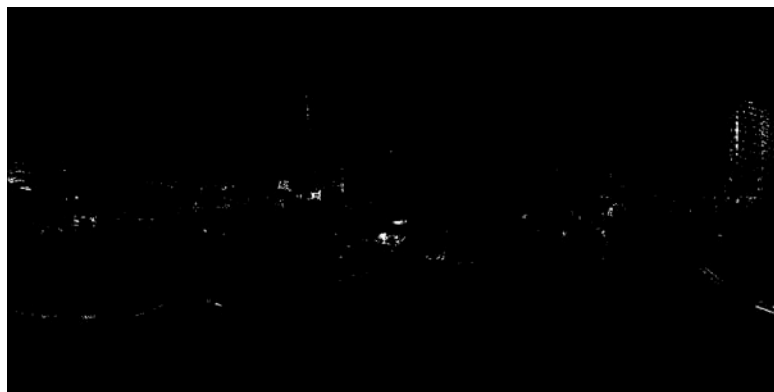


圖 7-19 二值圖(較窄範圍)



透過等值區面積、等值區面積占其最小包覆矩形面積的比例、等值區位置、最小包覆矩形的長寬及其比例對「膚色」進行過濾，3 種過濾結果分別如圖 7-20、圖 7-21 及圖 7-22 所示，將 3 張結果以 OR 運算合成 1 張影像，再以更嚴格之篩選條件針對上述篩選方式對「膚色」進行進一步過濾得到人臉範圍(如圖 7-23 紅框處)，最後以人臉範圍取其最小包覆矩形製作一模糊遮罩，套疊原影像進行人臉模糊化(如圖 7-24)，圖 7-25 為人臉模糊化成果局部放大圖。

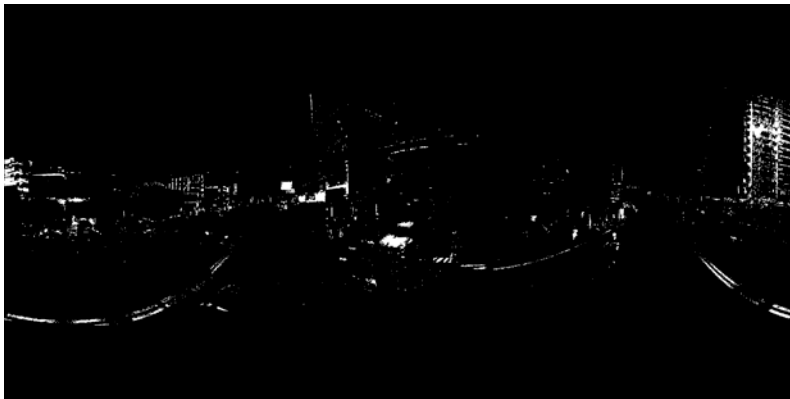


圖 7-20 過濾結果(較寬範圍)

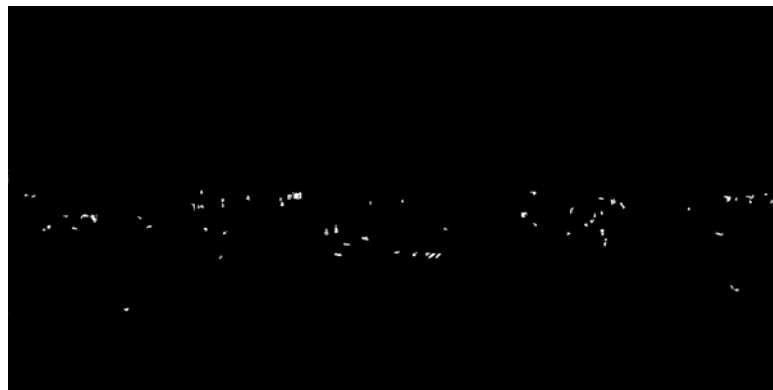


圖 7-21 過濾結果(適中範圍)

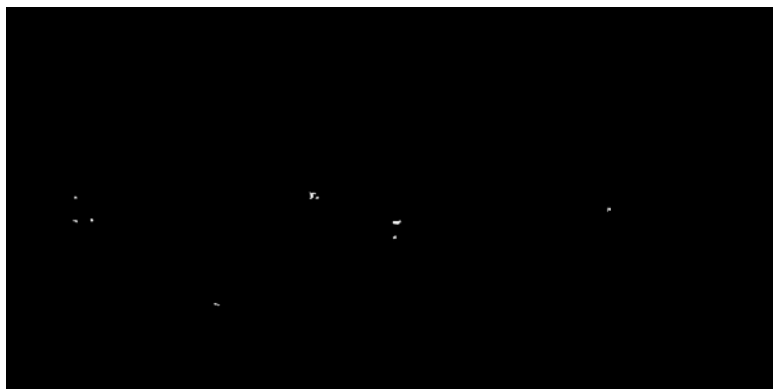


圖 7-22 過濾結果(較窄範圍)

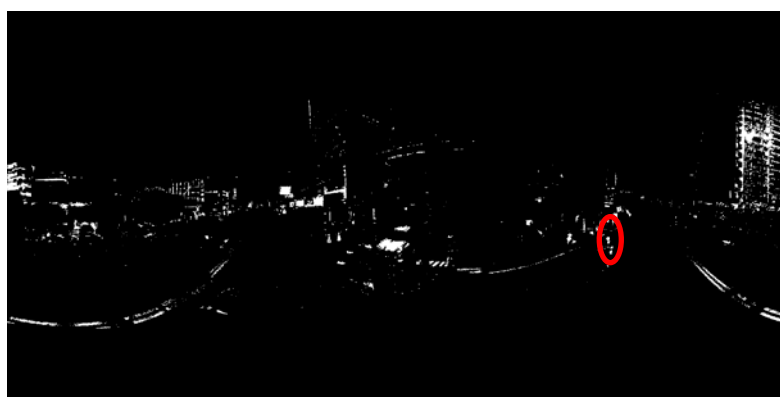


圖 7-23 以 OR 運算合成影像(紅框處為人臉範圍)



圖 7-24 人臉模糊化成果



圖 7-25 人臉模糊化成果局部放大

## 二、車牌模糊化

將全景影像每個像元的 RGB 色彩值取平均，獲得各像元之亮度資訊(如圖 7-26)，為使後續達到良好邊緣萃取效果，先以寬 1 像元 x 長 5 像元之中值濾波器，濾除可能會影響邊緣計算之雜訊，採用中值濾波器主要為了消除椒鹽類雜訊，但又能保有原始邊緣強度。



圖 7-26 全景影像亮度擷取

以 Sobel 邊緣偵測計算垂直邊緣特徵，並進行細化處理，把邊緣資訊大於 20 強度的部分提取出來，產生二值化影像，強度大於 20 設定為白色，即亮度為 255，其餘為黑色，即亮度為 0，如圖 7-27 所示，可以觀察車牌的部分為垂直邊緣較密集的区域，如圖中紅色圈選處。



圖 7-27 垂直邊緣資訊計算

使用大小為寬 25 像元 x 長 5 像元的遮罩模擬一般車牌尺寸，計算遮罩內之邊緣密度，剔除邊緣密度小於 75 之區域，其餘則予以填滿，得圖 7-28。



圖 7-28 邊緣密度計算

為了剔除不符車牌特徵區塊，設定每個區塊要達到符合車牌的特徵規則：

- 1.區域面積須大於 100 個像元，且小於 150x160 個像元，因為景深影響以及全景影像拼接處之形變，車牌的區塊面積大小之變化較大。
- 2.車牌區塊要位於影像高度 1100 像素以下，因為車子不會高於地平線，經測試及確認，1100 為 Ladybug5 全景影像最遠地平面之大略高度。
- 3.各區塊的最小包覆矩形，寬度要小於 110 像元，此值為全景影像車牌的寬度上限。
- 4.區塊的面積占最小包覆矩形要夠大。
- 5.最小包覆矩形之長寬比應介於 0.1~1.7 之間。
- 6.計算區塊中之 Canny 邊緣資訊，計算水平方向的邊緣變化資訊，以圖 7-29 為例，該車牌之水平方向共出現 12 次邊緣變化。計算整體區塊水平方向之最大邊緣變化次數，需介於 10~54 之間，此區間考量各類型車牌自述與英文符號組合而得。



圖 7-29 Canny 邊緣資訊計算範例

由於 Ladybug5 全景相機為魚眼鏡頭，又架設於車輛上，因此其他車輛之車牌若越接近車身兩側，其車牌比例與形狀失真狀況越明顯，車牌將呈現扁平狀，使用上述條件將難以偵測此類車牌。因此再次使用大小為寬 45 像元 x 長 10 像元之遮罩模擬進車身的扁平車牌尺寸，計算遮罩內之邊緣密度，剔除邊緣密度小於 40 之區域，重新取得二值化影像。透過以下條件設定影像變形較大區域之車牌特徵篩選條件：

- 1.放寬最小包覆矩形寬度上限為 150。
- 2.偵測起始高度降低為 1300 像素高度以下，因為車身兩側位置在影像中較地平面低許多。
- 3.最小包覆矩形之長寬比應小於 0.5。



透過以上流程取得車牌區域，並以其最小包覆矩形製作模糊遮罩，套疊原影像進行車牌模糊化(如圖 7-30)，圖 7-31 為車牌模糊化成果局部放大圖。



圖 7-30 車牌模糊化成果



圖 7-31 車牌模糊化成果局部放大圖

### 三、機敏區域模糊化

由於機敏區域於影像上並無明確特徵，無法以特定規則利用工具進行自動模糊化，因此本團隊自行開發之模糊化工具提供手動模糊化功能，使用者透過模糊化工具中「選取區域」按鈕進行模糊化範圍框選，選取區域則在影像上以紅色方框標記，點選「執行」按鈕即進行影像模糊化，模糊化成果如圖 7-32。

完成個資及機敏區域模糊化之全景影像後，即可利用本團隊自行開發工具，將整理好之影像編號、位置資訊及影像位址，自動生成 KML 檔案，並嵌入全景影像，全景影像暫時存放於本公司之網路伺服器(<http://61.216.36.16/StreetView/>)，並可於 Google Earth Enterprise 上瀏覽。



圖 7-32 機敏區域模糊化成果

#### 四、車身消除

本案街景影像蒐集以本團隊自有之 MMS 進行作業，由於全景相機架設於車輛頂部以支撐架固定，因此所拍得影像將包含部分車身資訊(如圖 7-33)，並且難以避免。依照國土測繪中心要求進行車身資訊消除，建立車身資訊模板(如圖 7-34)，透過前一拍攝時間影像進行該模板範圍填補以消除車身資訊，如圖 7-35 紅框區域約為圖 7-33 之車身位置，車身消除成果如圖 7-36。



圖 7-33 全景影像包含部分車身資訊

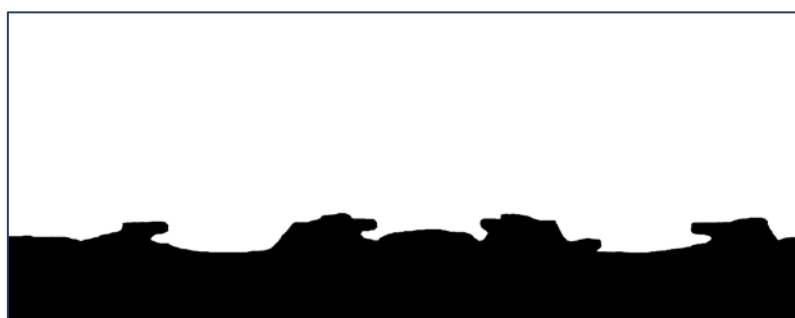


圖 7-34 車身模糊化模板



圖 7-35 利用前一張紅框範圍資訊填補車身



圖 7-36 車身消除成果

當用以填補之區域非為道路範圍，填補效果較差，容易產生明顯殘影，如圖 7-37 之紅框區域即對照圖 7-38 之車身範圍，圖 7-37 之粉紅色、綠色及黃色圓圈亦對照圖 7-38 之對應範圍，而圖 7-37 之綠色圓圈範圍為電線杆，可能造成填補 7-38 時產生殘影現象，如圖 7-39 紅框處。

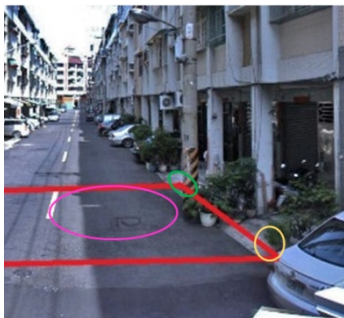


圖 7-37 前張影像擷取範圍



圖 7-38 欲填補範圍





圖 7-39 欲填補範圍

街景影像之車身資訊已另依照國土測繪中心要求，本團隊已利用國土測繪中心之 Logo 進行車身資訊覆蓋，如圖 7-40 所示，此修正方式可達國土測繪中心宣傳效果。



圖 7-40 以 Logo 覆蓋車身資訊



## 第四節 街景影像拼接

本團隊提供可將本案建置移動測繪系統之影像成果組成街景之軟體，軟體介面如圖 7-41，包含拼接及調色之功能，亦整併前述影像模糊化功能，拼接及調色功能提供單組影像拼接，亦提供批次影像拼接，並可選擇是否進行影像調色。街景影像拼接作業流程圖如圖 7-42，共分為輸入影像組、特徵點提取、特徵點匹配、影像拼接、影像調色以及結果輸出，以下分別進行說明。

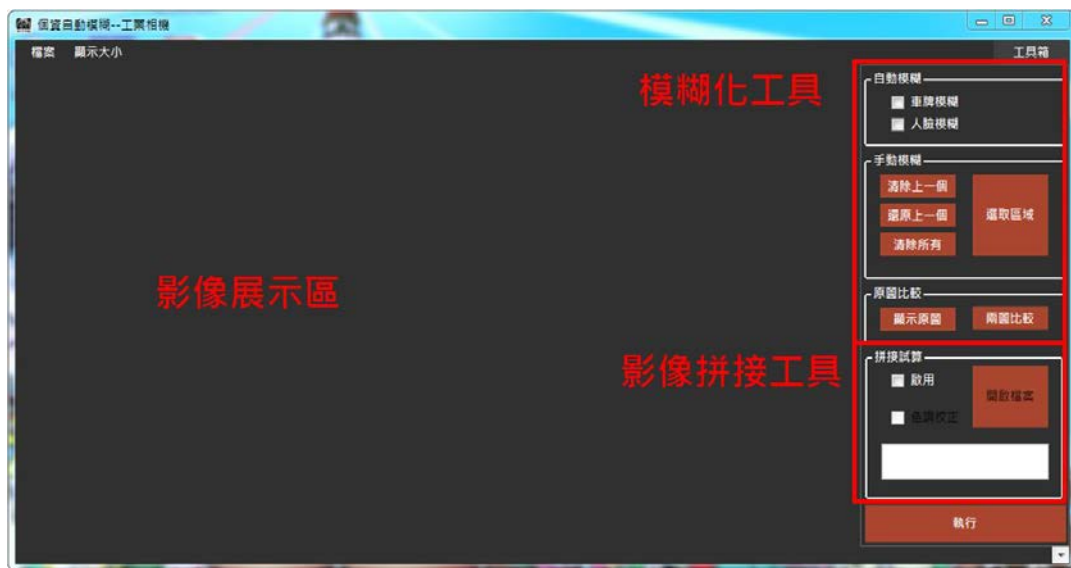


圖 7-41 街景影像拼接軟體

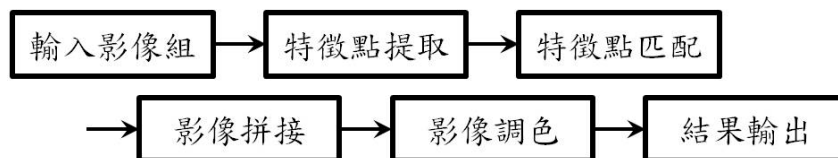


圖 7-42 街景影像拼接作業流程

### 一、輸入影像組

輸入由本案建置之車載移動測繪系統所拍攝之街景影像，1 組為 8 張 JPEG 影像檔，需為同一時間拍攝之影像組(如圖 7-43)。



影像 1



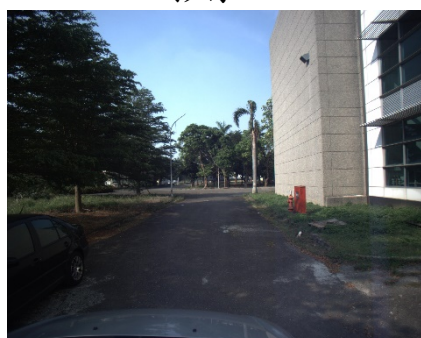
影像 2



影像 3



影像 4



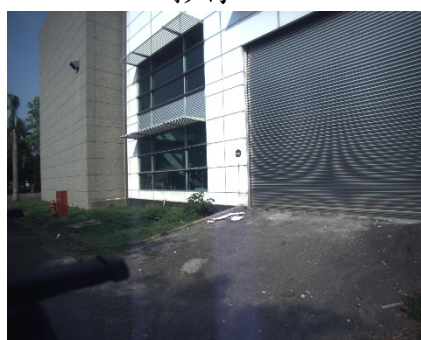
影像 5



影像 6



影像 7



影像 8

圖 7-43 輸入影像組

## 二、特徵點提取

特徵點提取採用 Harris 角點偵測法，通過微分運算改善像元任意方向上的灰度變化，因此可以更準確分辨邊緣和角點。

輸入之影像組先轉換為灰階影像，利用 Sobel 濾波器進行 Sobel 濾波取得影像坐標系中 x 及 y 方向之灰度值，透過高斯濾波器進行高斯濾波以降低雜訊，最後以 Harris 角點演算法取得影像特徵點，如圖 7-44。



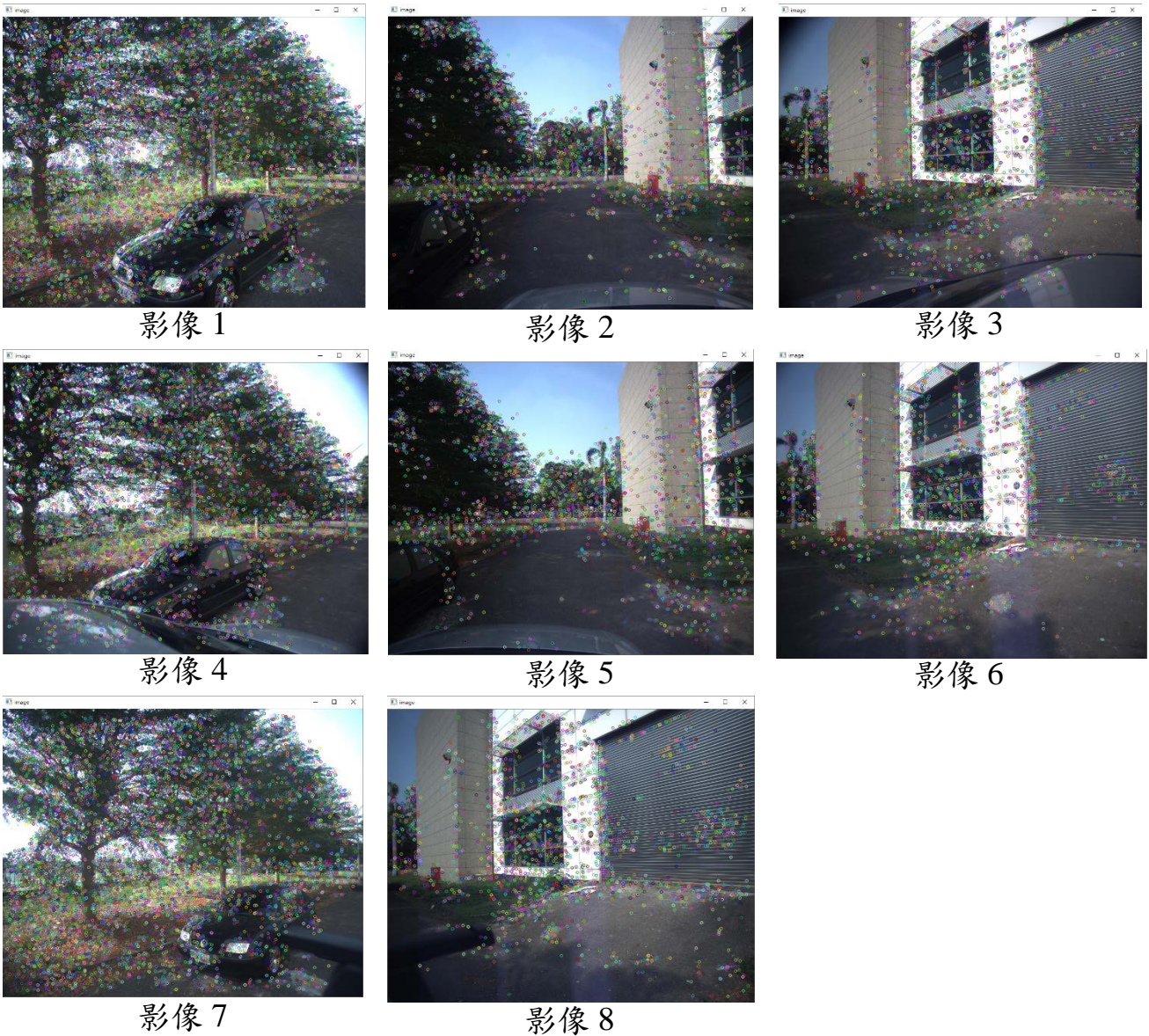


圖 7-44 特徵點提取

### 三、特徵點匹配

歐幾里得距離 (Euclidean distance)，也稱歐氏距離，是 1 個通常採用的距離定義，它是在  $m$  維空間中 2 個點之間的真實距離。在二維和三維空間中的歐氏距離的就是 2 點之間的距離。

$$d(x,y)=\sqrt{(x^1-y^1)^2+(x^2-y^2)^2+\dots\dots\dots+(x^n-y^n)^2}$$

隨機抽樣一致演算法(RANdom SAMple Consensus, RANSAC)。它採用迭代的方式從 1 組包含離群的被觀測數據中估算出數學模型的參數。RANSAC 是 1 個非確定性演算法，在某種意義上說，它會產生 1 個在一定機率下合理的結果，而更多次的迭代會使這一機率增加。



RANSAC 的基本假設是「內群」數據可以通過幾組模型的參數來敘述其分佈，而「離群」數據則是不適合模型化的數據。

首先，從 2 張影像的特徵點中篩選出配對的點。篩選的方法是先計算特徵點兩兩之間的歐氏距離，按照距離由小到大排序。通常情況下選擇距離最小的 1 對特徵向量對。僅僅觀察最小距離並不能有效篩選配對特徵點，而用最小的距離和第二小的距離的比值可以很好的進行篩選，得到 2 張影像的投影變換關係，如圖 7-45 為前述影像 1 及影像 2 之特徵點匹配。



圖 7-45 特徵點匹配

然後使用 RANSAC 算法。以一幅圖像為基準，每次從中隨機選擇 4 個點，在另一幅圖像中找出配對的 4 個點。用 4 對點計算得到 1 個投影變換關係，將基準圖中剩餘的特徵點按照投影變換關係投影到另一幅圖像。重覆上述步驟數次，找出準確配對最多的 1 個投影變換關係。

#### 四、影像拼接

做圖像投影前，先新建 1 個空白畫布。比較投影後兩幅圖像的 2 維坐標的上下左右邊界，選取各個方向邊界的最大值作為新圖像的尺寸。然後，計算得到 2 張影像的交叉區域。在 2 張影像的交叉區域，產生 2 張影像相互重疊的現象，如圖 7-46 示意。



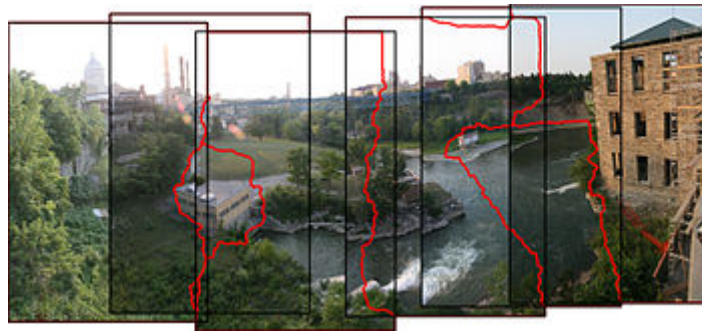


圖 7-46 影像拼接示意圖

## 五、影像調色

街景影像調色採取白平衡演算法中的灰度世界演算法 (GrayWorld)，該演算法假設一幅有這大量色彩變化的圖像，在紅、綠、藍色彩 3 個分量的平均值趨於同一個灰度  $K$ ，故令  $K=(R_{aver}+G_{aver}+B_{aver})/3$ ，其中  $R_{aver}$ 、 $G_{aver}$  及  $B_{aver}$  分別代表紅、綠及藍色彩平均值。計算得  $K$  後，再以  $K$  分別除以  $R_{aver}$ 、 $G_{aver}$  及  $B_{aver}$  得各色彩值之增量  $K_r$ 、 $K_g$  及  $K_b$ ，再分別以各色彩增量針對各像元乘上其色彩值得調色後色彩值，但計算後的新色彩值有可能會大於 255，因此得新色彩值後，將重新將色彩調至 0 至 255 之間。

影像經調色後，可能影響影像對比度，因此將影像轉換至 HSV 色彩空間，進一步提升每個像素飽和度，增加視覺上色彩對比。

## 六、結果輸出

確認影像拼接方式及調色即可輸出拼接成果，圖 7-47 及圖 7-48 分別為未調色之影像拼接成果及調色後影像拼接成果。

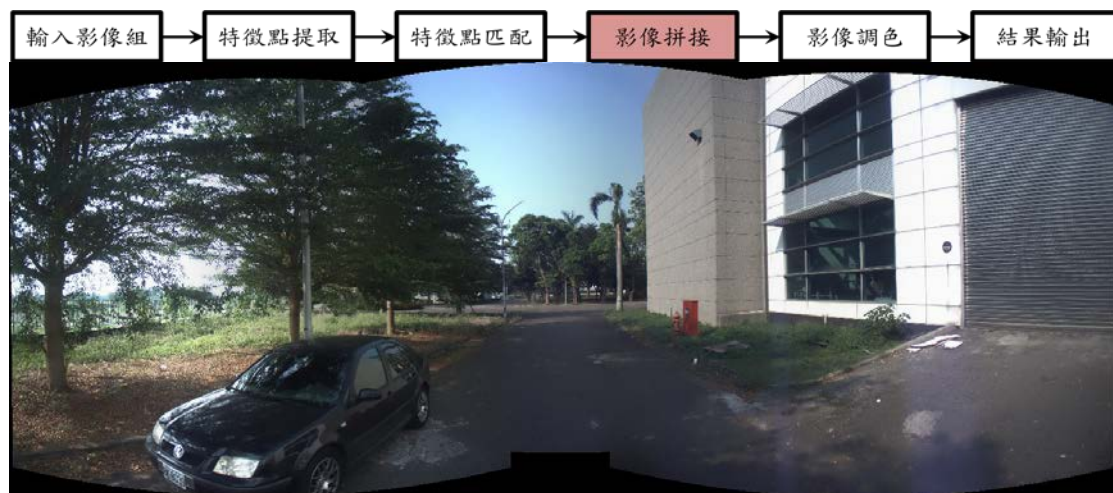


圖 7-47 未調色之影像拼接結果輸出



圖 7-48 調色後影像拼接結果輸出

### 第五節 全景影像精度測試案例一

本案需測試全景相機應用於測量製圖之精度，本團隊以自有之 Ladybug5 全景相機進行測試，由於 Ladybug5 包含 6 顆魚眼鏡頭，其中 5 個朝側向拍攝，1 個朝天頂拍攝，而朝天頂拍攝鏡頭之影像包含大量天空資訊，缺乏街景特徵，如圖 7-49 編號 6 影像，因此本測試不採用朝天頂拍攝之鏡頭影像。將朝側向拍攝之影像透過空中三角計算軟體進行影像自動匹配，加入影像控制點進行空中三角平差計算，利用 3 種不同控制點密度對影像量測之影響。此外，由於全景相機為魚眼鏡頭，進行相機率定作業較為困難，且可供率定之相機率定場較為少見，本作業採取自率光束法平差計算，利用 Agisoft PhotoScan 軟體，於空中三角平差計算時一併計算相機內方位。



圖 7-49 Ladybug5 全景相機各鏡頭影像



本團隊於臺中市西屯區市政北七路上挑選 1 段約 150 公尺路線之全景影像進行測試，作業路線如圖 7-50 黃色軌跡所示，以 3 種控制點密度進行製圖精度測試，控制點密度分別為 5 公尺、10 公尺及 15 公尺，因此分別以 30 個、15 個及 10 個控制點平均分布於作業路線周遭，並於作業路線周遭平均分布 20 個檢核點，以檢核點成果評估本作業項目測量製圖精度。

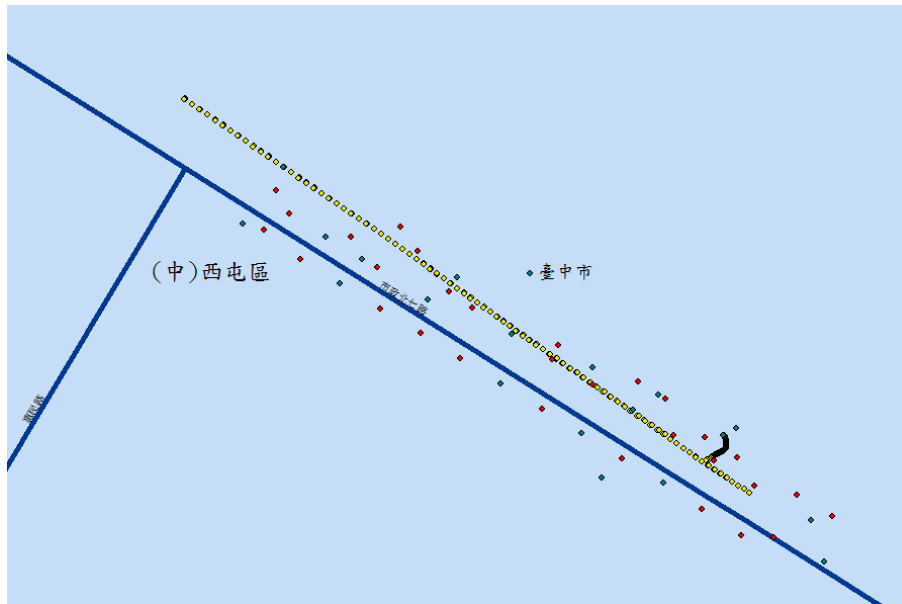


圖 7-50 製圖精度測試範圍

### 一、影像自動匹配

將各側向拍攝相機所拍得影像匯入空中三角平差軟體，並以各拍攝時刻 GNSS 位置做為影像初始值，利用軟體之影像匹配功能去得全景影像匹配點雲(如圖 7-51)



圖 7-51 全景影像匹配點雲

### 二、量測控制點

利用本團隊自有之 MMS 進行相同路線拍攝作業，以 MMS 之工業相機透過像片量測軟體量取作業路線上特徵點(如圖 7-52)，做為全景影像空中三角平差計算之控制點，共有 30 個控制點及 20 個檢核

點。

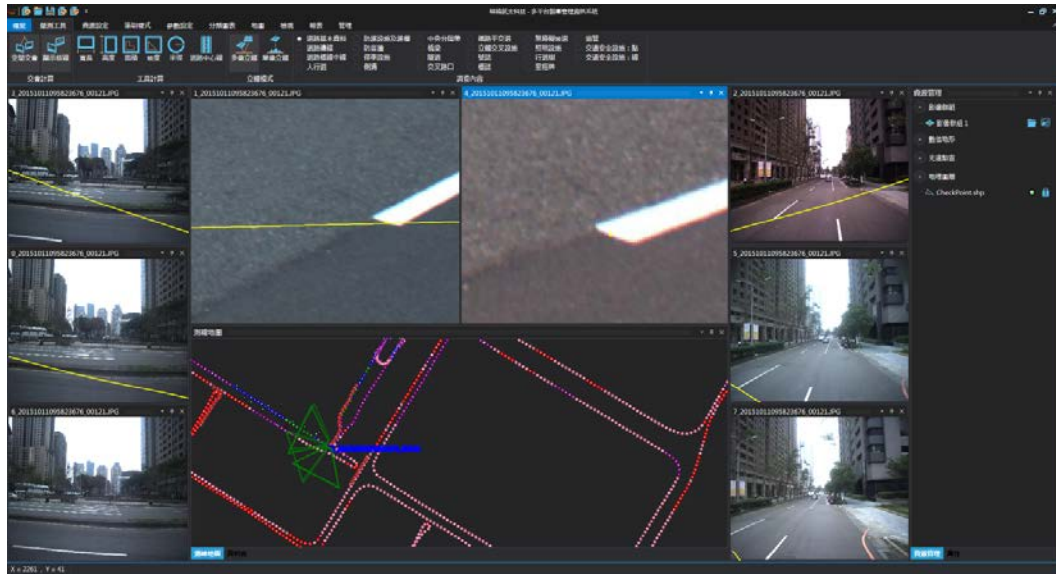


圖 7-52 以 MMS 量測成果做為控制點

### 三、控制點密度 5 公尺

進入空中三角平差軟體，加入 5 公尺密度控制點 30 個及檢核點 20 個，控制點分布如圖 7-53 所示，紅色點位為控制點，綠色點位為檢核點，經空中三角平差計算，檢核點成果如表 7-2 所示，平面量測精度約為 0.72 公尺，三維坐標量測精度約為 0.86 公尺。

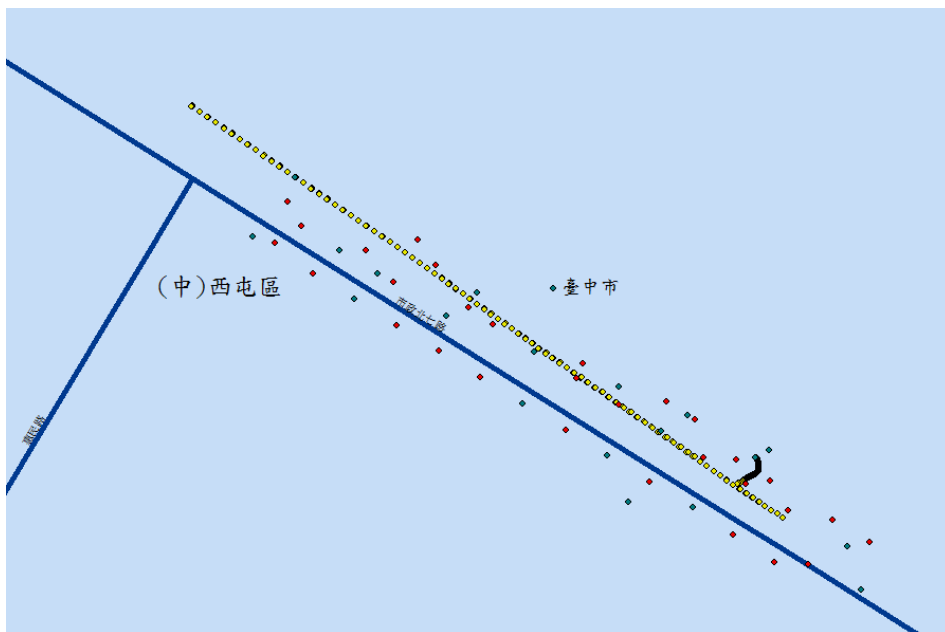


圖 7-53 密度 5 公尺控制點分布



表 7-2 測量製圖精度測試(控制點密度 5 公尺，單位：公尺)

GCP	X	Y	Z	NewX_5m	NewY_5m	NewZ_5m	errorX_5m	errorY_5m	errorZ_5m	Error_5m
GCP_01	213597.800	2673287.360	81.410	213597.740	2673287.165	80.656	-0.060	-0.195	-0.754	0.781
GCP_02	213623.170	2673296.270	82.610	213622.048	2673295.002	82.512	-1.122	-1.268	-0.098	1.696
GCP_06	213596.020	2673310.431	82.470	213594.923	2673310.574	82.726	-1.097	0.143	0.256	1.135
GCP_08	213582.811	2673330.147	82.460	213582.099	2673329.361	83.398	-0.712	-0.786	0.938	1.416
GCP_10	213567.559	2673329.268	82.240	213566.687	2673329.052	82.288	-0.872	-0.216	0.048	0.900
GCP_14	213547.683	2673332.959	81.970	213547.465	2673332.904	81.616	-0.218	-0.055	-0.354	0.420
GCP_16	213540.011	2673337.789	81.840	213539.789	2673337.683	81.591	-0.222	-0.105	-0.249	0.350
GCP_20	213531.174	2673352.238	81.800	213530.306	2673352.222	82.067	-0.867	-0.016	0.267	0.908
GCP_21	213561.363	2673324.641	82.160	213561.332	2673324.495	81.753	-0.031	-0.146	-0.407	0.433
GCP_22	213579.028	2673317.342	82.360	213578.914	2673317.136	82.181	-0.114	-0.207	-0.179	0.296
GCP_24	213609.605	2673304.746	82.450	213608.898	2673304.090	82.738	-0.707	-0.655	0.288	1.006
GCP_26	213604.479	2673301.427	82.560	213604.194	2673301.050	82.345	-0.285	-0.376	-0.215	0.519
GCP_28	213626.072	2673297.581	85.130	213625.005	2673296.824	85.750	-1.067	-0.758	0.620	1.448
GCP_34	213522.685	2673340.533	80.700	213522.594	2673341.093	81.014	-0.091	0.560	0.314	0.649
GCP_37	213543.081	2673327.937	80.920	213543.422	2673328.282	81.062	0.341	0.345	0.142	0.505
GCP_41	213576.793	2673307.078	81.020	213577.325	2673307.130	81.281	0.532	0.052	0.261	0.595
GCP_43	213593.673	2673296.640	81.180	213594.078	2673296.477	81.432	0.405	-0.163	0.252	0.504
GCP_45	213610.668	2673286.181	81.320	213610.939	2673285.807	81.523	0.271	-0.373	0.203	0.504
GCP_49	213644.452	2673269.642	81.780	213643.670	2673270.518	83.147	-0.782	0.876	1.367	1.802
GCP_50	213641.733	2673278.363	82.530	213640.994	2673278.662	82.780	-0.739	0.298	0.250	0.835
平均誤差							-0.372	-0.152	0.147	0.835
RMS							0.531	0.489	0.475	0.864

#### 四、控制點密度 10 公尺

進入空中三角平差軟體，加入 10 公尺密度控制點 15 個及檢核點 20 個，控制點分布如圖 7-54 所示，紅色點位為控制點，綠色點位為檢核點，經空中三角平差計算，檢核點成果如表 7-3 所示，平面量測精度約為 1.27 公尺，三維坐標量測精度約為 1.60 公尺。

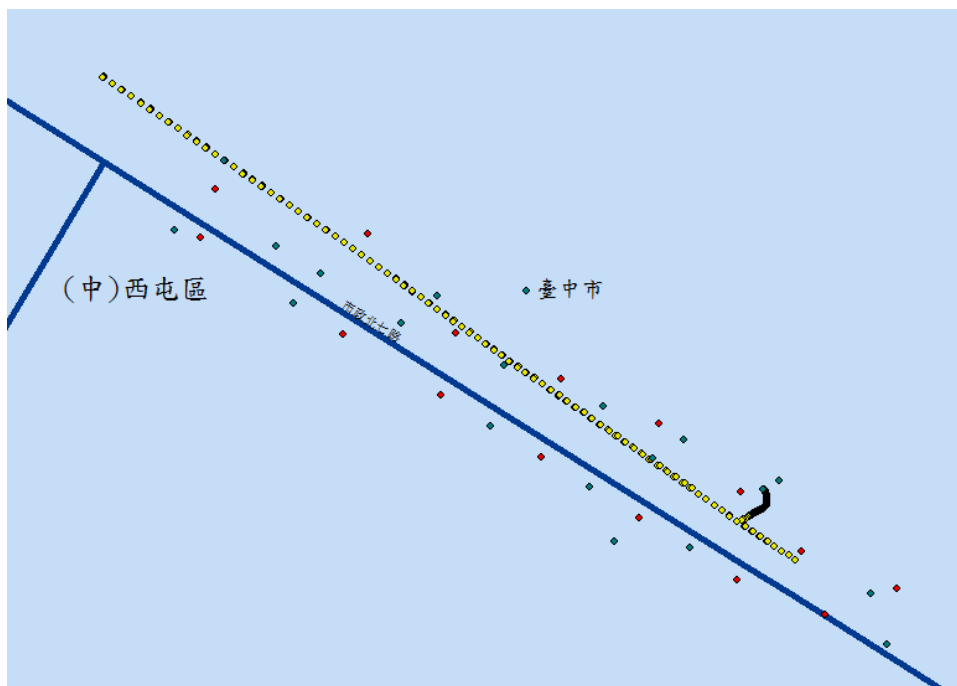


圖 7-54 密度 10 公尺控制點分布

表 7-3 測量製圖精度測試(控制點密度 10 公尺，單位：公尺)

GCP	X	Y	Z	NewX_10m	NewY_10m	NewZ_10m	errorX_10m	errorY_10m	errorZ_10m	Error_10m	
GCP_01	213597.800	2673287.360	81.410	213597.700	2673286.878	78.668	-0.100	-0.482	-2.742	2.786	
GCP_02	213623.170	2673296.270	82.610	213622.113	2673294.785	82.635	-1.057	-1.485	0.025	1.823	
GCP_06	213596.020	2673310.431	82.470	213595.492	2673310.310	82.645	-0.527	-0.121	0.175	0.569	
GCP_08	213582.811	2673330.147	82.460	213581.946	2673328.950	84.266	-0.865	-1.197	1.806	2.333	
GCP_10	213567.559	2673329.268	82.240	213564.985	2673329.664	82.411	-2.575	0.397	0.171	2.610	
GCP_14	213547.683	2673332.959	81.970	213547.218	2673332.729	80.887	-0.465	-0.230	-1.083	1.200	
GCP_16	213540.011	2673337.789	81.840	213539.626	2673337.486	80.926	-0.385	-0.303	-0.914	1.037	
GCP_20	213531.174	2673352.238	81.800	213527.138	2673352.734	82.548	-4.036	0.496	0.748	4.134	
GCP_21	213561.363	2673324.641	82.160	213561.233	2673324.380	81.067	-0.130	-0.261	-1.093	1.131	
GCP_22	213579.028	2673317.342	82.360	213578.973	2673317.183	81.878	-0.054	-0.159	-0.482	0.510	
GCP_24	213609.605	2673304.746	82.450	213608.718	2673304.047	82.951	-0.888	-0.699	0.501	1.236	
GCP_26	213604.479	2673301.427	82.560	213604.485	2673300.931	81.888	0.007	-0.496	-0.672	0.835	
GCP_28	213626.072	2673297.581	85.130	213625.036	2673296.793	85.666	-1.036	-0.788	0.536	1.408	
GCP_34	213522.685	2673340.533	80.700	213522.504	2673340.748	79.942	-0.181	0.215	-0.758	0.808	
GCP_37	213543.081	2673327.937	80.920	213543.309	2673328.106	79.905	0.228	0.168	-1.015	1.054	
GCP_41	213576.793	2673307.078	81.020	213577.317	2673307.280	80.214	0.524	0.202	-0.806	0.982	
GCP_43	213593.673	2673296.640	81.180	213594.172	2673296.457	80.193	0.499	-0.183	-0.987	1.121	
GCP_45	213610.668	2673286.181	81.320	213611.167	2673284.976	80.094	0.498	-1.205	-1.226	1.790	
GCP_49	213644.452	2673269.642	81.780	213643.948	2673270.923	82.459	-0.503	1.282	0.679	1.535	
GCP_50	213641.733	2673278.363	82.530	213641.239	2673278.890	82.343	-0.494	0.527	-0.187	0.746	
平均誤差								-0.577	-0.216	-0.366	1.482
RMS								1.076	0.668	0.983	1.603

## 五、控制點密度 15 公尺

進入空中三角平差軟體，加入 15 公尺密度控制點 10 個及檢核點 20 個，控制點分布如圖 7-55 所示，紅色點位為控制點，綠色點位為檢核點，經空中三角平差計算，檢核點成果如表 7-4 所示，平面量測精度約為 6.86 公尺，三維坐標量測精度約為 7.09 公尺。本團隊反覆進行空三計算，每次計算結果差異甚大，因此本次計算成果中 GCP28 之量測精度為 28 公尺，判定為受到空三網形不穩定影響，因此顯示 15 公尺密度控制點不足以本案例使用，需要增加控制點或連結點以增強空三網形連結強度。

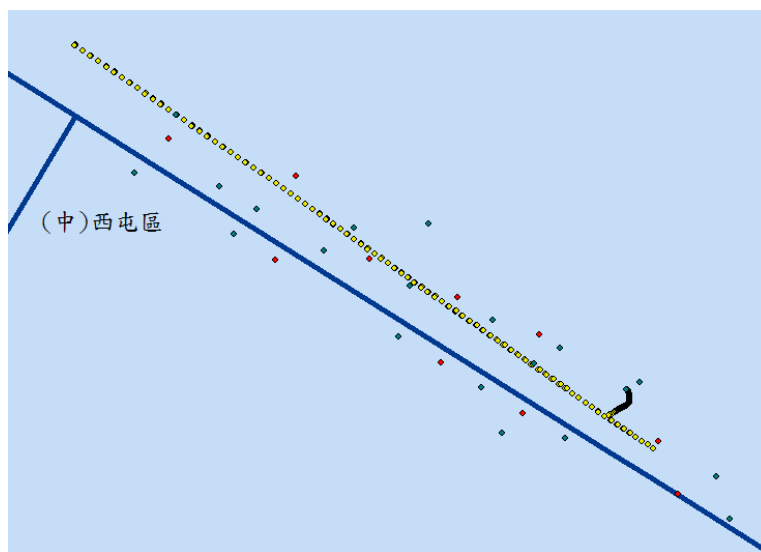


圖 7-55 密度 15 公尺控制點分布

表 7-4 測量製圖精度測試(控制點密度 15 公尺，單位：公尺)

GCP	X	Y	Z	NewX_15m	NewY_15m	NewZ_15m	errorX_15m	errorY_15m	errorZ_15m	Error_15m
GCP_01	213597.800	2673287.360	81.410	213597.287	2673283.313	76.057	-0.513	-4.047	-5.353	6.730
GCP_02	213623.170	2673296.270	82.610	213629.793	2673299.182	82.896	6.623	2.912	0.286	7.240
GCP_06	213596.020	2673310.431	82.470	213595.406	2673310.894	82.110	-0.614	0.463	-0.360	0.849
GCP_08	213582.811	2673330.147	82.460	213581.948	2673330.981	84.351	-0.862	0.835	1.891	2.239
GCP_10	213567.559	2673329.268	82.240	213565.798	2673330.319	82.264	-1.761	1.052	0.024	2.051
GCP_14	213547.683	2673332.959	81.970	213546.112	2673334.085	80.200	-1.571	1.126	-1.770	2.621
GCP_16	213540.011	2673337.789	81.840	213540.454	2673336.720	79.559	0.443	-1.068	-2.281	2.558
GCP_20	213531.174	2673352.238	81.800	213538.454	2673348.485	83.407	7.281	-3.753	1.607	8.347
GCP_21	213561.363	2673324.641	82.160	213561.894	2673323.807	79.439	0.532	-0.834	-2.721	2.895
GCP_22	213579.028	2673317.342	82.360	213579.642	2673316.931	80.678	0.614	-0.411	-1.682	1.837
GCP_24	213609.605	2673304.746	82.450	213607.875	2673304.757	83.387	-1.730	0.012	0.937	1.968
GCP_26	213604.479	2673301.427	82.560	213605.378	2673300.513	80.694	0.900	-0.913	-1.866	2.264
GCP_28	213626.072	2673297.581	85.130	213651.358	2673309.653	82.821	25.286	12.072	-2.309	28.114
GCP_34	213522.685	2673340.533	80.700	213522.532	2673338.710	78.318	-0.154	-1.823	-2.382	3.003
GCP_37	213543.081	2673327.937	80.920	213544.295	2673326.134	78.422	1.214	-1.803	-2.498	3.312
GCP_41	213576.793	2673307.078	81.020	213577.814	2673305.407	78.901	1.021	-1.671	-2.119	2.886
GCP_43	213593.673	2673296.640	81.180	213594.836	2673294.416	78.579	1.163	-2.224	-2.601	3.614
GCP_45	213610.668	2673286.181	81.320	213612.235	2673282.192	78.084	1.567	-3.989	-3.236	5.370
GCP_49	213644.452	2673269.642	81.780	213644.875	2673270.012	81.447	0.423	0.370	-0.333	0.653
GCP_50	213641.733	2673278.363	82.530	213641.952	2673278.601	80.941	0.219	0.237	-1.589	1.622
平均誤差							2.004	-0.173	-1.418	4.509
RMS							5.956	3.408	1.768	7.086

## 六、成果分析

綜合前述 3 種不同控制點密度量測成果如表 7-5，顯示利用全景影像加入控制點進行空三平差計算，可使全景相機進行製圖量測，當控制點密度達 10 公尺或優於 10 公尺，平面量測精度可達 1.27 公尺，符合臺灣通用電子地圖規範要求精度；當控制點密度達 15 公尺或優於 15 公尺，平面量測精度可達 7.09 公尺，符合兩萬五千分之一地形圖規範要求精度。

然而本次測試作業採用之 GNSS 天線為一般市售導航機所使用之消費級天線，其精度較低，又影像控制點來源透過影像量測，因此若可取得較高精度的控制點，及採用較高規格 GNSS 天線，應可提升全景影像量測精度。

表 7-5 測量製圖精度測試成果

GCP	errorX_5m	errorY_5m	errorZ_5m	Error_5m	errorX_10m	errorY_10m	errorZ_10m	Error_10m	errorX_15m	errorY_15m	errorZ_15m	Error_15m
GCP_01	-0.060	-0.195	-0.754	0.781	-0.100	-0.482	-2.742	2.786	-0.513	-4.047	-5.353	6.730
GCP_02	-1.122	-1.268	-0.098	1.696	-1.057	-1.485	0.025	1.823	6.623	2.912	0.286	7.240
GCP_06	-1.097	0.143	0.256	1.135	-0.527	-0.121	0.175	0.569	-0.614	0.463	-0.360	0.849
GCP_08	-0.712	-0.786	0.938	1.416	-0.865	-1.197	1.806	2.333	-0.862	0.835	1.891	2.239
GCP_10	-0.872	-0.216	0.048	0.900	-2.575	0.397	0.171	2.610	-1.761	1.052	0.024	2.051
GCP_14	-0.218	-0.055	-0.354	0.420	-0.465	-0.230	-1.083	1.200	-1.571	1.126	-1.770	2.621
GCP_16	-0.222	-0.105	-0.249	0.350	-0.385	-0.303	-0.914	1.037	0.443	-1.068	-2.281	2.558
GCP_20	-0.867	-0.016	0.267	0.908	-0.436	0.496	0.748	4.134	7.281	-3.753	1.607	8.347
GCP_21	-0.031	-0.146	-0.407	0.433	-0.130	-0.261	-1.093	1.131	0.532	-0.834	-2.721	2.895
GCP_22	-0.114	-0.207	-0.179	0.296	-0.054	-0.159	-0.482	0.510	0.614	-0.411	-1.682	1.837
GCP_24	-0.707	-0.655	0.288	1.006	-0.888	-0.699	0.501	1.236	-1.730	0.012	0.937	1.968
GCP_26	-0.285	-0.376	-0.215	0.519	0.007	-0.496	-0.672	0.835	0.900	-0.913	-1.866	2.264
GCP_28	-1.067	-0.758	0.620	1.448	-1.036	-0.788	0.536	1.408	25.286	12.072	-2.309	28.114
GCP_34	-0.091	0.560	0.314	0.649	-0.181	0.215	-0.758	0.808	-0.154	-1.823	-2.382	3.003
GCP_37	0.341	0.345	0.142	0.505	0.228	0.168	-1.015	1.054	1.214	-1.803	-2.498	3.312
GCP_41	0.532	0.052	0.261	0.595	0.524	0.202	-0.806	0.982	1.021	-1.671	-2.119	2.886
GCP_43	0.405	-0.163	0.252	0.504	0.499	-0.183	-0.987	1.121	1.163	-2.224	-2.601	3.614
GCP_45	0.271	-0.373	0.203	0.504	0.498	-1.205	-1.226	1.790	1.567	-3.989	-3.236	5.370
GCP_49	-0.782	0.876	1.367	1.802	-0.503	1.282	0.679	1.535	0.423	0.370	-0.333	0.653
GCP_50	-0.739	0.298	0.250	0.835	-0.494	0.527	-0.187	0.746	0.219	0.237	-1.589	1.622
平均誤差	-0.372	-0.152	0.147	0.835	-0.577	-0.216	-0.366	1.482	2.004	-0.173	-1.418	4.509
RMS	0.531	0.489	0.475	0.864	1.076	0.668	0.983	1.603	5.956	3.408	1.768	7.086

## 第六節 全景影像精度測試案例二

考量本案所購置定位定向系統設備精度較佳，根據國土測繪中心要求採用該設備重新評估全景影像精度，並將車載移動測繪系統之同步控制連接自有之 Ladybug5，故全景影像對應之定位定向資料，即為車載移動測繪系統採用之高精度定位定向系統所採集之資料。本團隊以自有之 Ladybug5 全景相機進行測試，拍攝影像如圖 7-56，亦排除編號 6 朝天頂拍攝之鏡頭影像。全景影像精度測試案例二於臺中市大雅區科雅西路上挑選 1 段約 250 公尺路線之全景影像進行製圖精度測試，作業路線如圖 7-57 所示，並以 50 個控制點及 46 個檢核點平均分布於作業路線周遭，以檢核點成果評估本作業項目測量製圖精度。



圖 7-56 Ladybug5 全景相機各鏡頭影像



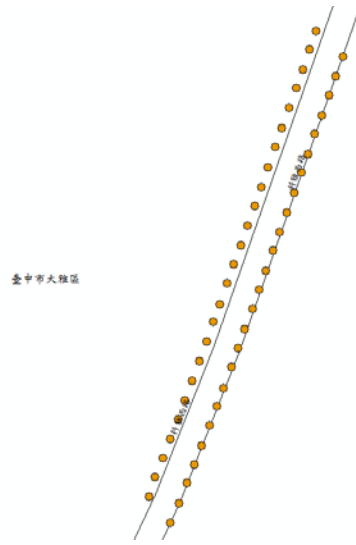


圖 7-57 Ladybug5 全景相機精度測試路線

### 一、影像自動匹配

先針對定位定向資料透過解算軟體取得全景影像定位定向資料，將各側向拍攝相機所拍得影像匯入空中三角平差軟體，並加入解算後之 GNSS 位置做為空三解算之影像外方位初始值，利用軟體之影像匹配功能去得全景影像匹配點雲，如圖 7-58，顯示本測試案例影像匹配失敗，且計算後影像位置不合理，因次後續加入控制點及增加連結點，試圖改善空中三角計算成果。

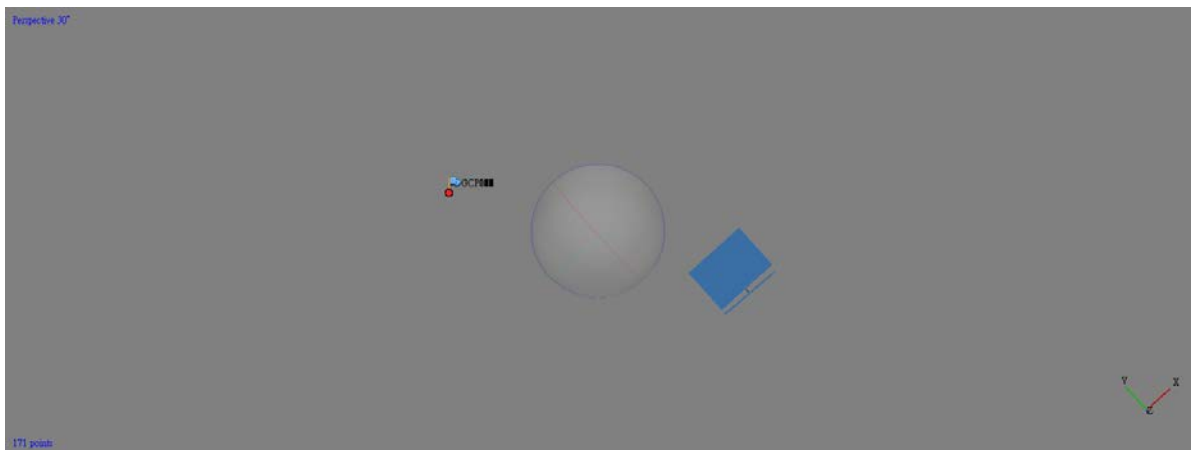


圖 7-58 全景影像匹配點雲

### 二、量測控制點

利用本案建置之車載移動測繪系統進行相同路線拍攝作業，以 MMS 之工業相機透過像片量測軟體量取作業路線上特徵點(如圖 7-59)，做為全景影像空中三角平差計算之控制點，共有 50 個控制點

及 46 個檢核點。

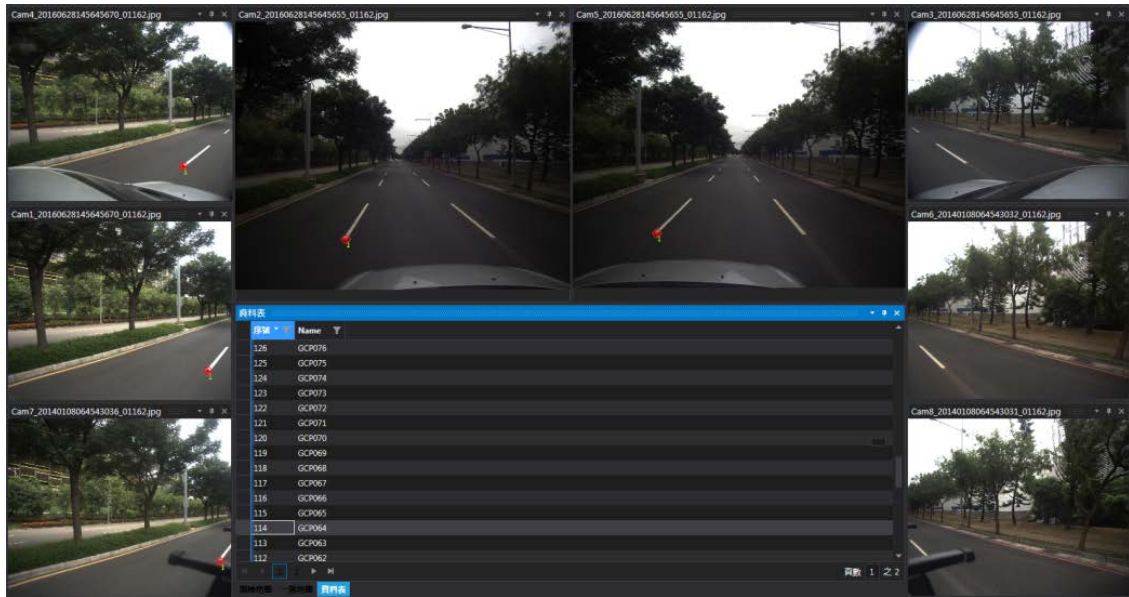


圖 7-59 以 MMS 量測成果做為控制點

### 三、加入控制點

進入空中三角平差軟體，加入控制點 50 個及檢核點 46 個，控制點分布如圖 7-60 所示，紅色點位為控制點，綠色點位為檢核點，經軟體進行影像匹配進行空中三角平差計算仍失敗。為了改善此情形，另外手動量取 37 個連結點，如圖 7-61 藍色點位，並重新進行影像匹配，匹配結果仍失敗。



圖 7-60 控制點分布

臺中市大雅區

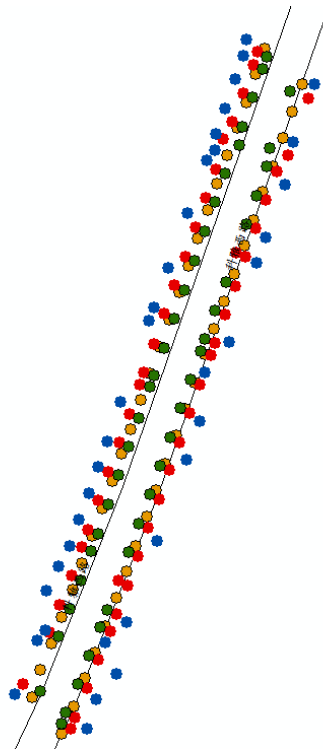


圖 7-61 控制點及連結點分布

## 六、成果分析

由於 Ladybug 全景相機採用魚眼鏡頭，透鏡畸變差較大，進行空中三角平差計算時，相較於一般鏡頭更需要大量連結點及控制點進行改正，而本案例相較於案例一之全景影像，影像中天空範圍涵蓋較大，於側向拍攝的每個鏡頭所拍攝的影像皆包含約 40%~50% 天空範圍，而案例一影像之天空涵蓋範圍較少，因此本案例受到天空涵蓋範圍大，降低整體影像特徵點涵蓋率，造成影像匹配失敗，進而影響空中三角平差計算，即使本案例加入高精度定位定向系統之軌跡資料作為影像外方位初始值，又加入大量人工連結點亦無法改善空中三角平差計算成果。

綜合以上案例，利用全景相機進行量測工作，當作業範圍街景影像特徵點不足時，即可能造成影像匹配失敗，尤其影像中天空涵蓋範圍較大時，進而無法進行空中三角平差作業，即使加入高精度定位定向系統資料，仍無法改善匹配失敗的狀況。然而若影像匹配成功，仍需大量控制點用以空中三角計算，至少需以 10 公尺密度佈設控制點才能達到臺灣通用電子地圖之作業精度，其作業效率較差。本案試辦作業之 2 次作業案例，比較如表 7-6。

表 7-6 測量製圖精度測試成果

	案例一	案例二
作業範圍	臺中市市政北七路	臺中市科雅西路
路線長度	150 公尺	250 公尺
使用 GNSS 天線	消費型市售天線	本案購置高精度天線
特徵物密集度	較高	較低
影像匹配情況	成功	失敗
空三平差計算成果	合理，尚需 10 公尺密度控制點方可達臺灣通用電子地圖要求精度	加入控制點及特徵點亦無法改善影像匹配情況，空三計算失敗

### 第七節 街景影像拼接及全景相機之街景成果比較

利用工業級相機影像拼接成街景，由於拼接影像已無固定影像中心且無固定焦距，已不具幾何意義，故無法利用拼接後之街景影像進行測量製圖，僅能利用尚未拼接之工業級相機拍攝之影像依照前述之車載移動測繪系統作業方式進行量測工作，其量測精度可達 30 公分至 50 公分。而利用全景相機進行量測工作，則受到影像中特徵點多寡影響，依照本案試辦作業經驗，當全景影像中天空涵蓋範圍佔影像之 40%~50% 以上，則容易導致影像匹配失敗，進而影響空中三角平差計算。若影像特徵點充足，仍需要大量控制點，約 10 公尺密度之控制點才能達到 1.25 公尺量測精度。此外利用全景影像進行空中三角平差計算，150 公尺作業路線之影像匹配時間約需 8 小時，作業效率低且量測精度較差。



## 第捌章 試辦應用個人攜行移動測繪系統辦理資料蒐集

### 第一節 系統架構

國內外個人攜行移動測繪系統採用之主要感測器，大致可分為光達、全景相機及工業相機 3 種，就定位精度討論，3 種系統之間無絕對的好壞差異。本案之個人攜行移動測繪系統，為求延長個人背負作業時間，認為應考量系統重量及其耗電量，3 種系統間，光達與全景相機相對工業相機而言較重且較耗電，系統比較如表 8-1。此外為維持本案作業流程及使用之後處理軟體的一致性，故採用工業相機做為主要感測器。

表 8-1 重量及耗電量比較

	示範型號	重量(公斤)	耗電量(瓦)
工業相機	PointGrey FL3-U3-88S2C-C	0.15	3
全景相機	PointGrey Ladybug5	3	13
光達	Velodyne VLP-16	0.83	8
	Riegl VQ-450	12.5	55

本團隊以支撐架裝載設備，分別透過單人背負(如圖 8-1)及高腳架(如圖 8-2)建置個人攜行移動測繪系統。支撐架所裝載之設備包含 2 部 880 萬畫素 CMOS 工業級相機(搭配 8mm 定焦鏡頭)、筆電、行動電源以及本團隊開發之簡易型 POS 系統，系統總重約 9 公斤。



圖 8-1 單人背負之個人攜行移動測繪系統



圖 8-2 高腳架個人攜行移動測繪系統

電力供應方式以筆電電源加上 13000 毫安培之外部行動電源提供筆電及工業相機使用，另外以微型電池提供簡易型 POS 系統使用，

電力供應系統方塊圖如圖 8-3 所示，系統電力足以提供 4 小時作業。

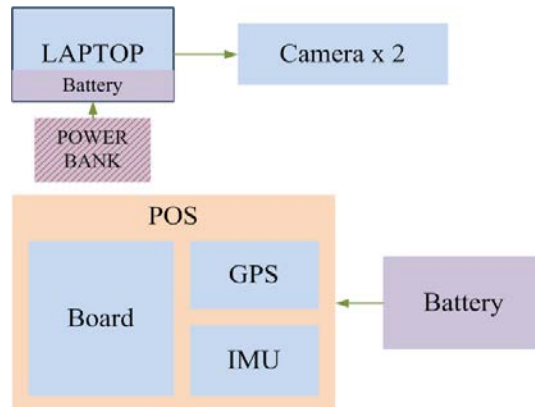


圖 8-3 電力供應系統方塊圖

系統作業方式以筆電透過本案開發之監控軟體進行系統控制，並儲存相機影像及格式轉換，另以本團隊自行開發之簡易型 POS 系統(如圖 8-4)進行同步控制，而同步方式包含以等時間間距進行系統同步觸發及手動觸發 2 種方式，使用者可透過監控軟體切換觸發模式，另提供觸發按鈕讓使用者進行手動觸發，個人攜行移動測繪系統之系統方塊圖如圖 8-5 及圖 8-6 所示。

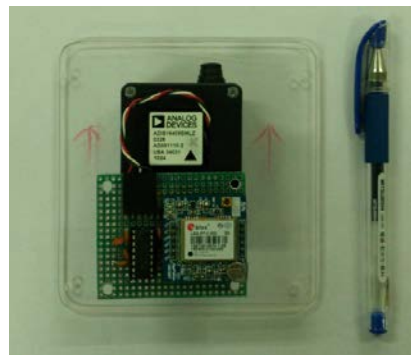


圖 8-4 簡易型 POS 系統

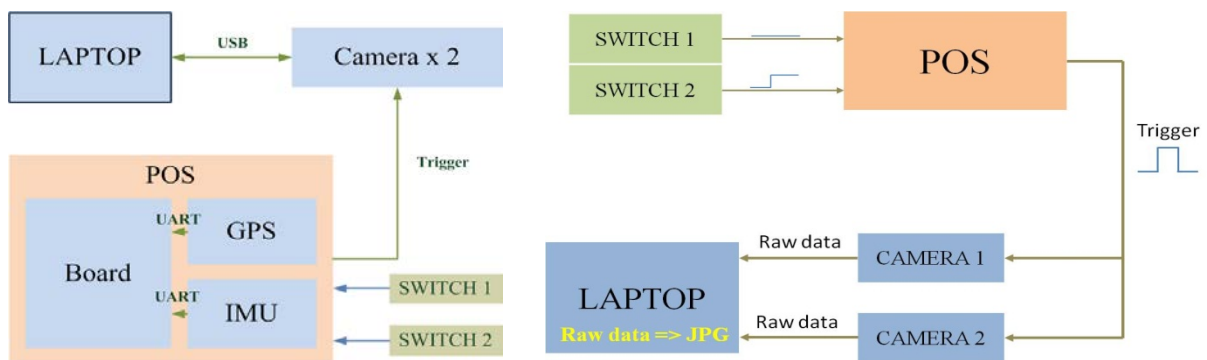


圖 8-5 系統方塊圖(一)

圖 8-6 系統方塊圖(二)

## 第二節 標準作業流程

個人攜行移動測繪系統及整合作業之標準作業流程，分為任務規劃、外業工作、資料處理、成果製作及成果檢查，以下分別針對各項流程說明。

### 一、任務規劃

資料蒐集作業開始前，必須確認作業範圍，規劃作業路線並確定作業方式。作業路線規劃確認作業範圍內是否包含市場及學校，盡可能避開人潮，可以的話避開於上下課時間進行學校周圍路線作業，以及於上午進行市場附近作業，以減少過多人車資訊，保留較多街景現況。

個人攜行移動測繪系統主要針對車輛難以進入之道路進行資料蒐集，故路線一般較為狹小，若道路寬度大於 3 公尺，建議沿路線右側行走，並進行雙向拍攝；若道路寬度小於 3 公尺，為求作業安全亦建議沿路線右側行走，拍攝工作則以單向作業即可。由於作業方式大多採以個人背負，作業人員應特別注意交通安全，盡可能行走於道路兩側之人行道，並透過人行穿越道及天橋穿越道路。

### 二、外業工作

外業作業前應先確認相機拍攝參數設定，一般採用原廠「自動」模式，由相機原廠軟體根據作業環境自動調整拍攝參數。作業過程中，透過「固定時間間隔」及「手動」2 種觸發按鈕，隨作業情形調整觸發條件，進行定位定向資料及影像資料蒐集。

### 三、資料處理

外業工作完成後，下載影像及定位定向資料，透過本案之定位定向解算軟體 GeoPoint 定位定向解算軟體加入軸角及固定臂率定資料及國土測繪中心 e-GNSS 基站資料進行定位定向資料解算。

### 四、成果製作

將影像及其方位資料加入本案之像片量測處理軟體 GMMS，即可針對欲建立圖資進行數化工作，所數化圖資可匯出為 SHP 格式檔案，完成成果製作。

### 五、成果檢查

數化圖資可透過 GMMS 或 GIS 軟體套疊其他參考圖資進行比對，或利用既有或後測之控制點資料確認點位量測精度。圖資屬性的部分則可透過作業人員相互檢查，並由非作業人員進行資料確認。

### 第三節 實地測試

系統建置完畢，即進行相關系統率定工作，包含相機內方位率定與軸角及固定臂率定，本團隊利用自有之相機率定實驗室(如圖 8-7)進行相機內方位率定，其率定成果如表 8-2。軸角及固定臂之率定工作，亦於內政部於多平臺製圖技術工作案中建置之檢校場(位於成功大學歸仁校區)辦理，其率定方式與車載移動測繪系統採取相同作法，軸角及固定臂率定成果如表 8-3 及表 8-4 所示。



圖 8-7 本公司相機率定實驗室

表 8-2 個人攜行移動測繪系統相機內方位率定

相機編號	F1	F2
解析度	4096 x 2160 pixels	4096 x 2160 pixels
像元大小	0.0016 mm	0.0016 mm
焦距 c	8.3081 mm	8.2653 mm
像主點位置 xp	0.0491 mm	0.0717 mm
像主點位置 yp	0.0393 mm	-0.0065 mm
輻射畸變改正 k1	1.41574e-03	1.23807e-03
輻射畸變改正 k2	-4.30518e-05	-3.59223e-05
輻射畸變改正 k3	4.75008e-07	-1.57115e-07
離心畸變改正 P1	-1.1565e-04	2.2563e-05
離心畸變改正 P2	4.8782e-05	-1.2104e-05



表 8-3 軸角及固定臂率定成果

Camera	x(公尺)	y(公尺)	z(公尺)	LeverArm(公尺)	Omega(度)	phi(度)	kappa(度)
1	0.1883	0.1233	0.0639	0.2515	-89.7258	0.107514	0.334203
2	-0.5234	0.2152	0.0479	0.5785	-89.4085	2.890355	4.174488

表 8-4 軸角及固定臂率定精度

Camera	Std_x(公尺)	Std_y(公尺)	Std_z(公尺)	Std_LeverArm(公尺)	Std_omega(度)	Std_phi(度)	Std_kappa(度)
1	0.071	0.0507	0.0634	0.1078	0.135753	0.738565	0.7382
2	0.0848	0.0623	0.0861	0.136	0.136358	0.751524	0.746964

選定測試路段為本公司中科廠房周圍部分路段，共約 5 公里(如圖 8-8)，並選擇車輛難以進入之狹窄道路進行測試。作業人員透過個人背負方式，以手動觸發進行資料蒐集，影像拍攝情形如圖 8-9，定位定向資料透過本案 GeoPoint 之解算成果如圖 8-10。

第捌章

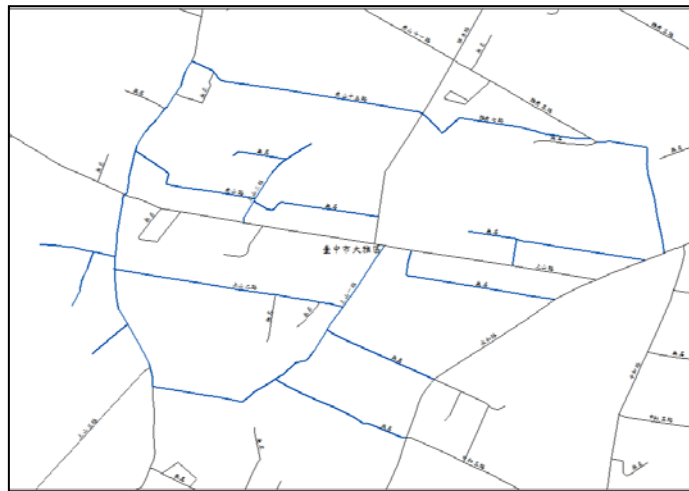


圖 8-8 個人攜行移動測繪系統測試路線



圖 8-9 個人攜行移動測繪系統實地測試影像

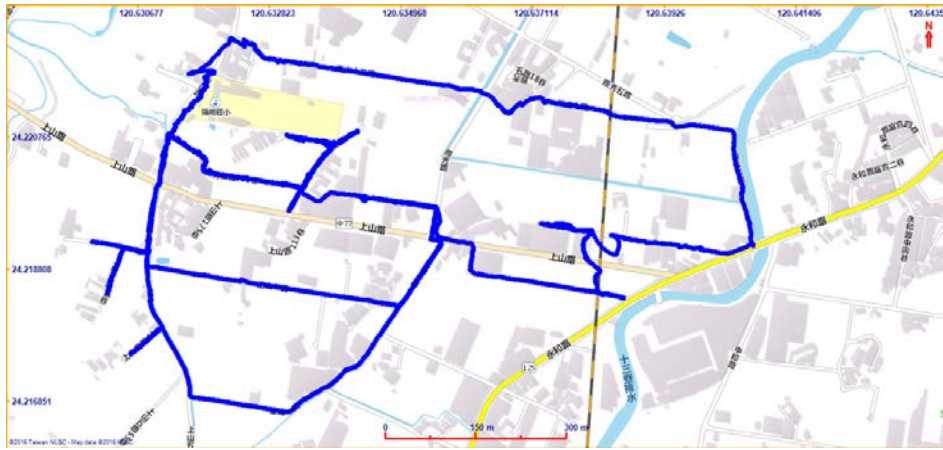


圖 8-10 個人攜行移動測繪系統實地測試軌跡



圖 8-11 GMMS 道路邊線數化畫面 1

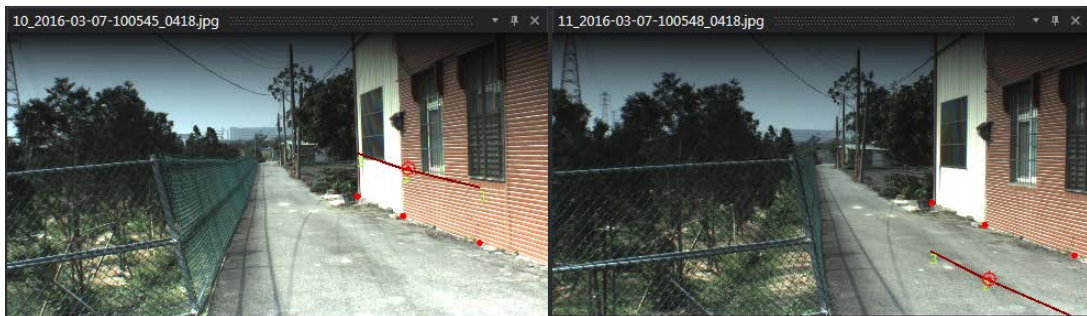


圖 8-12 GMMS 道路邊線數化畫面 2

套疊道路數化成果及臺灣通用電子地圖道路面圖層，如圖 8-13 所示，顯示道路數化成果大部分落於合理範圍，本公司於圖面上沿作業路線每 50 公尺進行數化成果偏移測試，即每 50 公尺位置確認道路數化成果與臺灣通用電子地圖道路面之偏移距離，偏移距離超過 1.25 公尺以紅色線段標示，小於 1.25 公尺則以綠色線段標示，且線段越長即偏移距離越大。此外，紅色圈選處 A 及 B 之數化成果與作業路線存在異常現象，套疊該二處之軌跡資料如圖 8-14 及圖 8-15，其中綠色點群為軌跡資料，數化成果與軌跡資料趨勢相近，顯示數化成果受到軌跡資料影響甚大，軌跡精度好壞與否直接影響作業精度。套疊



臺灣通用電子地圖相關圖資，顯示紅色圈選處 A 應是受到上方高架鐵路影響，GNSS 收訊較差而影響軌跡精度，紅色圈選處 B 及偏移距離較大處亦受到周圍建物遮蔽，軌跡精度不佳造成數化成果偏移。

依照本次試辦成果，進行 169 處數化成果偏移測試，包含 49 處偏移距離小於 1.25 公尺，120 處偏移距離超過 1.25 公尺，最大偏移距離為 17 公尺。因此當 GNSS 收訊良好時，部分數化成果仍可滿足臺灣通用電子地圖之精度要求，但實際上個人攜行移動測繪系統之主要應用範圍大多為狹小巷弄，GNSS 收訊大多較差，較適用於調查工作。

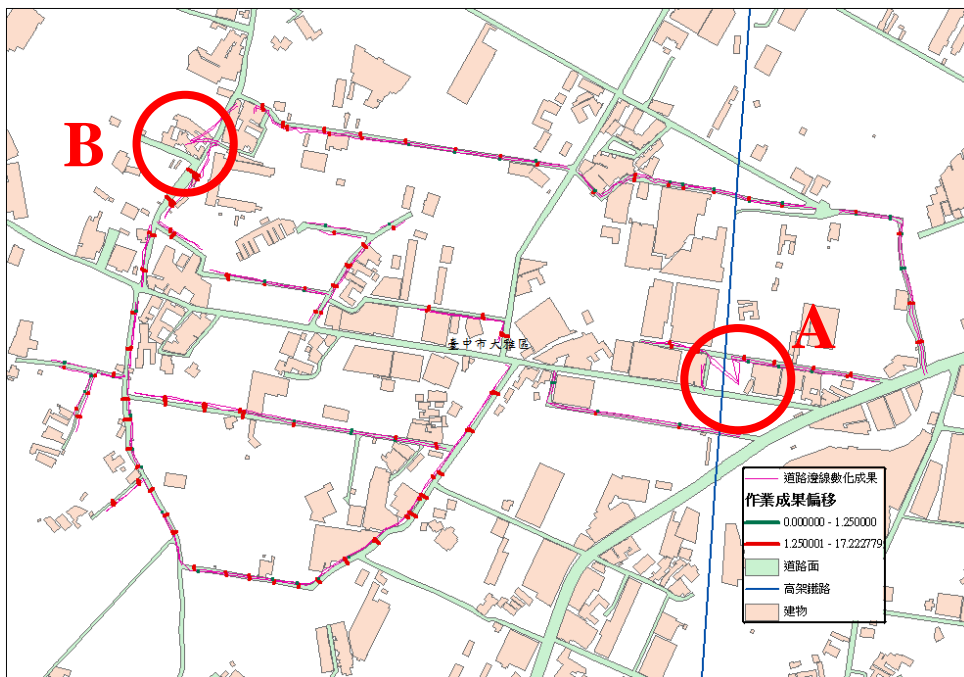


圖 8-13 個人攜行移動測繪系統道路數化成果

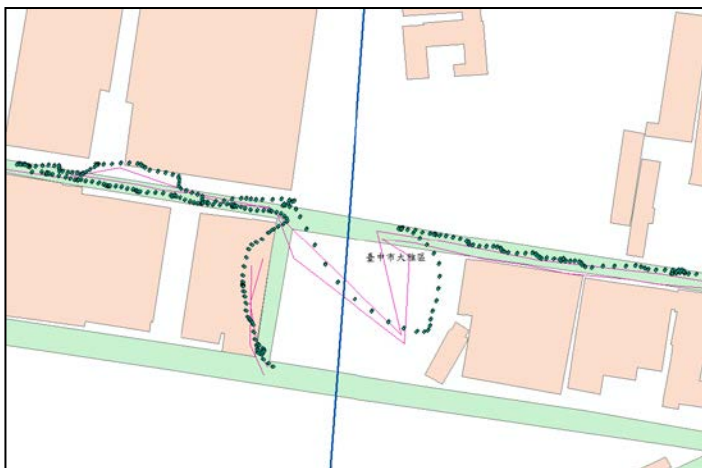


圖 8-14 A 圈選處軌跡套疊



圖 8-15 B 圈選處軌跡套疊

本試辦作業透過個人背負進行資料蒐集，而載具與人體難以服貼，造成作業過程中載具受到操作人員行走動作而大幅度晃動，因此影像受到晃動而產生模糊，故實際作業時透過操作人員於拍攝瞬間暫時靜止，以獲取清晰影像進行後續數化工作，此外晃動情形更進一步影響定位定向系統資料解算，造成軌跡不平滑且呈現不合理鋸齒狀(如圖 8-16)。此外，本試辦項目選用的 IMU 屬微機電等級，其精度不如車載移動測繪系統搭配的戰術等級 IMU(如表 8-5)，在無 GNSS 更新或訊號不佳時，誤差隨時間累積較大，直接影響定位定向系統軌跡精度。

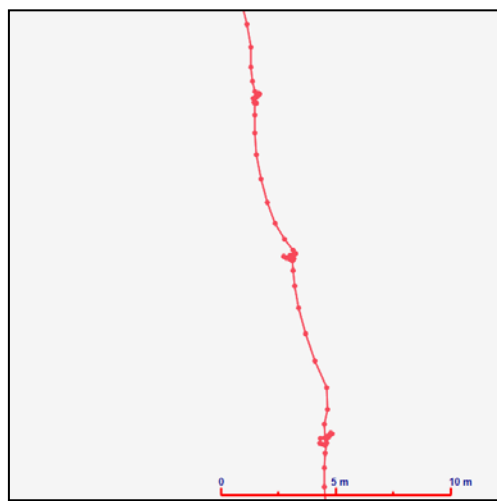


圖 8-16 不合理鋸齒狀軌跡

表 8-5 慣性測量儀之分類規格(江凱偉,2011)

效能	戰略等級 (INS)	導航等級 (INS 或 IMU)	戰術等級 (IMU 或 ISA)	微機電等級 (IMU 或 ISA)
定位誤差(純慣性 導航模式)	< 30 公尺/小時 (>500,000美金)	2-4公里/小時 (150K-300k美金)	20-40公里/小時 (20K-120K 美金)	50-500 公尺/分鐘 (<10K美金)
陀螺飄移(度/小時)	0.0001	0.01-0.001	0.1- 10	10 – 3600
加速度飄移	1 $\mu$ g	50 – 100 $\mu$ g	100 – 1000 $\mu$ g	0.1 – 0.5 g
出口管制	<input type="checkbox"/> ITAR(有錢買不到)	<input type="checkbox"/> ITAR(買到可能性低)	<input type="checkbox"/> ITAR(美國產品) <input type="checkbox"/> EU(歐洲產品)	<input type="checkbox"/> 無
應用	<input type="checkbox"/> 洲際彈道飛彈 <input type="checkbox"/> 潛水艇	<input type="checkbox"/> 車載移動遙測製圖系統 <input type="checkbox"/> 空載底片型移動遙測製圖系統 <input type="checkbox"/> IFSAR <input type="checkbox"/> 輪車導航系統 <input type="checkbox"/> 指北系統	<input type="checkbox"/> 與GNSS整合提供一般移動遙測製圖應用 <input type="checkbox"/> LIDAR <input type="checkbox"/> 空載像幅型移動遙測製圖系統 <input type="checkbox"/> 戰術飛彈	<input type="checkbox"/> 個人攜行式系統



#### 第四節 成本分析

依照本案試辦個人攜行移動測繪系統所建置之個人攜行背架進行系統建置成本評估，系統中裝載之設備及其費用如表 8-6 所示，其中簡易型 POS 系統一般採用微機電等級 IMU，而價格主要隨 GNSS 接收器等級影響，約落於 50 萬元至 100 萬元之間，故系統建置成本約為新台幣 679,000 元至 1,179,000 元之間。

表 8-6 個人攜行移動測繪系統設備成本估算表

項目	費用(新台幣)
筆電 1 部	30,000 元
880 萬畫素 CMOS 工業級相機 2 部	70,000 元
簡易型 POS 系統 1 組	500,000~1,000,000 元
雙頻 GNSS 天線 1 個	40,000 元
行動電源 1 個	6,000 元
個人攜行背架 1 組	3,000 元
設備支撐架 1 組	30,000 元

個人攜行移動測繪系統外業資料蒐集成本分析，依本案試辦狀況，1 個作業人員進行 5 公里測試路段(包含來回雙向)之外業資料蒐集共花費 1 個工作天。定位定向資料解算工作約需 1 個工作天，若採用國土測繪中心 e-GNSS 基站進行解算，則需待下一個工作天始可下載相關資料進行定位定向資料解算，故定位定向資料解算作業時間約 1 至 2 個工作天。內業影像量測工作，依本案試辦狀況，1 個作業人員進行 5 公里測試路段之數化工作(僅包含道路邊線)，共花費 2 個工作天，因此評估個人攜行移動測繪系統作業成本(以作業路線 5 公里計)如表 8-7，故 5 公里作業成本需花費 4 個工作天，約需費用 14,000 元。

表 8-7 個人攜行移動測繪系統作業成本估算表

項目(5 公里測試作業)	工作天	1 天作業單價 (新台幣)	總價 (新台幣)
外業資料蒐集	1	5,000 元 (含交通費)	5,000 元
定位定向資料解算	1	3,000 元	3,000 元
像片量測作業(1 種數化項目)	2	3,000 元	6,000 元

## 第玖章 教育訓練

根據合約要求，本案應於第 4 階段完成保養維護教育訓練，並於第 6 階段完成移動測繪系統教育訓練，本案已於 104 年 11 月 18 日進行保養維護教育訓練，時間表如表 9-1 所示，地點位於本公司中科廠房，教育訓練簽到表如圖 9-1 所示，教育訓練情形如圖 9-2 及圖 9-3 所示。

表 9-1 保養維護教育訓練時間表

課程名稱	日期時間	時數
車載移動測繪系統簡介	104 年 11 月 18 日 13:30~14:30	1
車載移動測繪系統保養維護操作說明	104 年 11 月 18 日 14:30~15:30	1
車載移動測繪系統實際操作	104 年 11 月 18 日 15:30~17:30	2



編號	姓名	職稱	簽到	備註
1	李國強	技師	李國強	
2	陳國強	技師	陳國強	
3	陳國強	技師	陳國強	
4	陳國強	技師	陳國強	
5	陳國強	技師	陳國強	
6	陳國強	技師	陳國強	
7	陳國強	技師	陳國強	
8	陳國強	技師	陳國強	
9	陳國強	技師	陳國強	
10	陳國強	技師	陳國強	
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

圖 9-1 本案保養維護教育訓練簽到表



圖 9-2 保養維護教育訓練現場 1



圖 9-3 保養維護教育訓練現場 2

本案已於 105 年 7 月 22 日進行移動測繪系統教育訓練，時間表如表 9-2 所示，地點位於本公司中科廠房，教育訓練簽到表如圖 9-4 所示，教育訓練情形如圖 9-5 及圖 9-6 所示。

表 9-2 移動測繪系統教育訓練時間表

課程名稱	日期時間	時數
車載移動測繪系統介紹	105 年 7 月 22 日 09:10~10:00	1
定位定向解算軟體及像片量測處理軟體介紹及操作說明	105 年 7 月 22 日 10:10~12:00 105 年 7 月 22 日 13:30~14:20	3
客製化軟體介紹及操作說明	105 年 7 月 22 日 14:30~16:20	2

第玖章

編號	單位	職務	姓名	上午簽到	下午簽到	備註
1	控制測量課	技士	彭千惠	彭千惠	彭千惠	
2	地籍測量課	技士	謝博丞	謝博丞	謝博丞	
3	地籍測量課	技士	王嘉慧	王嘉慧	王嘉慧	
4	地形及海洋測量課	技士	林世賢	林世賢	林世賢	
5	地形及海洋測量課	課員	魏維輝	魏維輝	魏維輝	
6	地形及海洋測量課	技士	張嘉祺	張嘉祺	張嘉祺	
7	地形及海洋測量課	技士	高名賢	高名賢	高名賢	
8	地形及海洋測量課	技士	佘志霖	佘志霖	佘志霖	
9	測繪資訊課	技士	蕭春中	蕭春中	蕭春中	
10	測繪資訊課	技士	林文唐	林文唐	林文唐	
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

講師：\_\_\_\_\_ 工作人員：\_\_\_\_\_

圖 9-4 本案移動測繪系統教育訓練簽到表



圖 9-5 保養維護教育訓練現場 1



圖 9-6 保養維護教育訓練現場 2

## 第拾章 結論與檢討建議

### 第一節 結論

#### 一、第 1 部由國人自行建置國有高精度且高解析度車載移動測繪系統

##### (一)高解析度

本案參酌國內外車載移動測繪系統經驗，以國土測繪中心提供之商用車輛為載具，搭載 8 部 910 萬畫素彩色工業級相機，其解析度較國內外現有商用系統採用之相機高，另搭載 GNSS 接收儀、慣性量測元件、輪速計以及控制電腦，由國人自行組裝車載移動測繪系統，使用者僅需駕駛車輛及簡易系統操作，即可進行長時間且高效率的外業資料蒐集工作，可減低外業作業成本，提高外業作業效率，並增加外業作業之安全性及舒適性。

##### (二)高量測精度

本案除採用高解析度相機，亦使用高規格 GNSS 接收儀及慣性量測元件，因此量測精度較高，當無衛星脫落且無輪速計輔助時，平面精度約 10 公分，高程精度約 15 公分；當衛星脫落 60 秒且無輪速計輔助時，平面精度約 20 公分，高程精度約 19 公分，與國內外現有商用系統相較毫不遜色。

##### (三)符合國內現行法規

本案根據國內現行法規(如道路交通安全條例)進行 MMS 組裝，包含 MMS 尺寸、輪速計安裝、車頂架安裝、車輛檢驗作業以及車後警示裝置等，皆符合相關法令要求。

本案使用之輪速計，原廠設計安裝於輪胎外側，本團隊根據道路交通安全條例，配合專業車廠將輪速計改裝至輪胎內側，車載移動測繪系統建置安全且合法。

##### (四)電力系統設計安全

本案為了車輛使用安全，系統電力採獨立設計，根據系統實際用電設計符合本案 MMS 使用之電力系統，採用 5 顆 102AH 之鋰鐵電池做為電力提供，並經測試符合 8 小時系統作業用電，且仍剩餘 40% 以上電力，電力系統設計無虞。此外，提供專用充電器，使用者可透過外部電源對系統電力進行充電，其充電模式採取較安全之定電壓充電，系統不因充電產生多於熱能，亦符合本案作業模式。



### (五)高解析度之系統同步控制

本案採用國人自行開發之同步控制，可透過固定距離或固定時間對相機及定位定向系統進行同步觸發，並經測試期同步控制解析度可達  $10^{-5}$  秒，因此當車輛以時速 60 公里行駛時，各式設備接收同步訊號之實地位置差異將低於 0.017 公分，同步控制效能高。

### (六)符合防水等級 4 之防水檢驗

本案建置之車載移動測繪系統透過國內財團法人車輛研究測試中心(ARTC)進行國際防護等級認證，並進行防水等級 4 之防水檢驗，測試結果顯示車載移動測繪系統在防水等級 4 的環境下，系統功能仍可正常運作，且無負面影響。另附有相關檢驗報告，優於現有商用系統。

## 二、國人自行開發定位定向解算軟體 GeoPoint

### (一)軌跡解算精度高

本團隊自行開發定位定向解算軟體 GeoPoint，可針對定位定向資料進行即時解算以及後處理解算，並包含鬆緊耦合及平滑化功能，而軌跡解算精度相較於現有商用軟體，解算能力相近且無明顯差異，而短時間 GNSS 失訊的情況下，GeoPoint 的解算能力較現有商用軟體好。

### (二)提供控制點修正軌跡功能

定位定向解算軟體 GeoPoint 提供 GNSS 解算功能以及 GNSS/IMU 整合解算功能，並可圖形顯示解算軌跡，另提供地面控制點輔助軌跡解算之功能，使用者可加入已知地面控制點，修正因 GNSS 訊號不佳而產生不良影響之軌跡資料，相較於現有商業軟體，軌跡解算受 GNSS 影響程度可得以改善。

### (三)軟體操作門檻低

定位定向解算軟體 GeoPoint 已根據本案採用之定位定向系統進行相關參數設定，軟體操作容易，並已提供相關操作手冊以及測試報告，使用者可輕鬆進行車載移動測繪系統之軌跡資料解算，相較於一般商用軟體，無需深厚之專業背景即可進行相關解算工作。

### 三、國人自行開發像片量測處理軟體暨客製化圖資處理軟體 GMMS

#### (一)軟體功能豐富且操作簡便

本團隊自行開發像片量測處理軟體暨客製化圖資處理軟體 GMMS，並長時間實際利用 GMMS 進行車載移動測繪系統各式量測工作，軟體功能隨本團隊豐富作業經驗而成熟，包含各式幾何量測功能，擁有直覺的軟體操作介面設計，並簡化軟體操作步驟，使用者可輕鬆透過已提供之操作手冊以及測試報告進行軟體操作。

#### (二)軟體採用通用格式設計

軟體所需各式輸入資料及輸出資料的資料格式皆為通用格式，可輸入 JPG、TIFF 格式之影像資料，以及 SHP 格式之地理圖資，使用者無需透過特殊軟體進行各式資料格式轉換，此外地理圖資輸出亦採用 SHP 格式，方便使用者利用其他 GIS 軟體進行各式圖資處理。

#### (三)提供圖資更新作業專用模組

GMMS 針對國土測繪中心之圖資更新作業需求，分別提供臺灣通用電子地圖及國土利用調查作業模組，其專用模組皆已分別針對臺灣通用電子地圖以及國土利用調查之作業規範進行資料庫欄位設計，亦提供部分屬性定義調整彈性，並針對圖資更新作業方式客製化調整部分功能設計，簡化使用者之操作步驟，提高圖資更新作業效率。

### 四、利用車載移動測繪系統進行圖資更新作業

#### (一)臺灣通用電子地圖圖資更新

本案利用車載移動測繪系統進行臺灣通用電子地圖圖資更新，主要針對道路及地標資料更新，適用於道路界線明確之作業路線，特別是新闢道路，也相當適合利用車載移動測繪系統進行道路資訊(如道路名稱)以及路標資訊的更新，唯作業成果受到 GNSS 訊號品質影響，當 GNSS 訊號品質不佳，如城區或高架道路下方，需採用補測地面控制點等方式補助，其作業精度方能符合作業規範需求。此外，由於高速公路或快速道路之行車路線依方向不同獨立，因此為了採集交流道範圍之圖資更新，外業資料蒐集作業必須繞至前後交流道方可返回，造成大量資源浪費，且作業效率較差，不建議採用車載移動測繪系統單獨針對高速公路或快速道路的交流道進行圖資更新。

## (二) 國土利用調查圖資更新

本案利用車載移動測繪系統進行國土利用調查之土地利用現況更新，以現行作業方式，使用者先採用正射影像、地籍圖以及相關參考圖資，搭配前一版國土利用調查作業成果，進行土地利用現況初步判釋，再透過人工至現地確認其土地利用現況。而車載移動測繪系統即可輔助道路兩側坵塊現地確認，將可節省大量人力，並可透過影像反覆確認，提高調查成果正確性，依本案測試成果顯示，車載移動測繪系統相當適合用於土地利用變化較大之城區之國土利用調查圖資更新作業。

### 五、街景影像處理

#### (一) 街景影像蒐集及測試

國內多家廠商擁有各式全景相機，大部分廠商皆採用 PointGrey Ladybug 全景相機進行街景影像蒐集，當取得影像格式相同時即可進行國內各家廠商之街景影像整合，唯部分採用專屬格式之車載移動測繪系統，無法產製通用之影像格式，故無法進行該系統之街景影像整合。

本案利用本團隊自有之全景相機進行測量製圖精度測試，其測試成果隨作業範圍影像特徵豐富程度影響，經本案測試若影像特徵足夠，當控制點密度達 10 公尺或密度更高時，量測精度接近臺灣通用電子地圖規範精度。

#### (二) 街景影像模糊化及拼接

本團隊針對車載移動測繪系統所拍攝之影像自行開發個資及機敏地區模糊化工具，以避免未來相關應用時產生不必要之疑慮，更確保民眾及國家之資訊安全。此外，針對車載移動測繪系統拍得影像，提供自動化影像拼接工具，使用者可快速瀏覽真實街景，而其調色功能則可避免影像色彩不佳影響使用者判斷。

### 六、個人攜行移動測繪系統資料蒐集

本案試辦應用個人攜行移動測繪系統辦理資料蒐集，其作業精度主要受 GNSS 訊號影響，當 GNSS 訊號品質佳時，作業精度接近臺灣通用電子地圖精度規範，故建議可提升定位定向系統等級，以改善作業精度。此外，建議採用單眼相機作為影像資料蒐集感測器，可省去電池及儲存裝置的重量，減輕作業人員負擔亦可延長作業時間。

## 第二節 檢討與建議

### 一、軟體功能問題回饋

本案應提供之定位定向解算軟體 GeoPoint 及像片量測處理軟體暨客製化圖資處理軟體 GMMS 皆由本團隊自行開發，由於尚於軟體開發完成初期，軟體功能操作難以盡善盡美，可能尚存在部分不便之處，故建議國土測繪中心盡量提供軟體使用問題回饋，本團隊將儘可能配合修正，並於 107 年 12 月 31 日前無條件提供軟體最新版。

### 二、導流外罩防水限制

本案建置之車載移動測繪系統，為了減低車頂設備於車輛行駛時產生的風阻，特別設計導流外罩，又為了方便操作人員進行車頂設備調整或拆卸，導流外罩則以多塊面板組裝而成，以方便拆卸為設計原則。然而為了使導流外罩便於拆卸，則難以避免各個面板之間存在縫隙，因此減低導流外罩之防水效果，雖然導流外罩已確認在防水等級 4 時仍可正常運作，但實際上於測試過程中仍存在部分滲水現象。根據本團隊實際作業經驗，本案建置之車載移動測繪系統於大雨中行駛後，雖不影響系統功能，但其水氣將造成鏡頭前方玻璃產生霧氣，即使大雨過後仍無法即刻進行作業。因此應避免於雨天或降雨機率較高的情況下進行外業資料蒐集工作，若作業過程降雨，亦應關閉系統並儘快駛至可避雨場所，大雨過後亦應使車輛停放至通風場所，待水氣散去再繼續相關作業。



## 第拾壹章 未來作業建議

### 一、定位定向解算軟體作業方式精進

定位定向解算軟體，於作業上雖具有較大的彈性，但仍需持續精進提升軌跡解算能力，精進方向有三：

- (一) 首先需改善系統偵錯能力，針對原始資料大錯部分，判斷進行除錯，並提供使用者警告訊息，資料解算時可避免使用有問題資料，提升軌跡解算的正確性。
- (二) 控制點反饋目前需於影像上量取4個以上之控制點，方可使用該功能，而單一影像常不易選取4個以上且不共線之特徵點，同時若選用e-GNSS儀器進行測量，常因特徵點於屋簷旁或透空不佳處，無法取得控制點坐標，造成作業上困難，若使用全站儀進行量測，人力與作業時間增加，因此可改善控制點反饋的方式，減少反饋功能所需之控制點數量，可更有效率提升當GNSS訊號被遮蔽時對軌跡解算的影響。
- (三) 在都會區高樓林立區，GNSS定位容易受到多路徑效應(multipath)的影響，降低了定位精度。可以採用測繪中心e-GNSS即時RTK功能，消除多路徑效應的資料，提升定位精度。

### 二、發展道路周邊物件自動辨識技術，提升道路設施調查作業工法

由於車載移動測繪系統以蒐集道路兩旁之空間資訊為主，而道路上最常見的設施即為各式各樣的交通標誌以及交通標線，其特徵明顯且固定，若可透過車載移動測繪系統進行交通標誌及標線自動辨識且自動定位，除可節省道路設施建置成本，提升道路設施調查作業效率，測繪車可以推廣到公路總局、縣市交通局等交通單位或道路養護單位，可以更有效率管理道路兩旁之相關設施，使國內交通管理更臻完善。此外，亦可於未來應用於無人駕駛車，提供無人駕駛車道路行車資訊，提升無人駕駛車行車安全。

### 三、試辦加入光達資料，發展建物三維模型建置技術

本案建置之車載移動測繪系統裝設有8部高解析度彩色工業級相機，並已預留光達之裝置空間，可以測試加入光達資料配合工業級相機以及高精度定位定向系統進行建物三維模型建置，地理圖資不再受限於二維空間，將可發展更廣泛之應用，建置智慧城市的基礎圖資。

#### 四、電力系統再升級

目前電力系統設計，採用 5 顆 102AH 鋰鐵電池做為電力供應，其輸出電力為直流電，透過逆變器轉換為交流電提供控制電腦使用，再由控制電腦轉換為直流電提供各式設備用電，電力在轉換間耗損，因此建議可研究是否可用直流電提供控制電腦，避免電力損耗，並延長電力供應時間，或減少電池數量，進而減輕車輛重量負載。

#### 五、導流外罩升級設計

本案建置之車載移動測繪系統，其導流外罩為了使用者作業方便，利用多塊面板而組成，因而面板間存在縫隙，已影響其防水效果，卻也增加了通風的效果，建議可持續增進導流外罩設計，以達最符合國土測繪中心使用。

## 第拾貳章 附錄

### 附錄一 工作總報告審查意見回覆說明表

審查意見	意見答覆
1.修正後工作總報告請以彩色方式印刷。	遵照辦理。
2.有關導流外罩於模擬下大雨情形下可能會 有滲水之問題，考量實際作業情形可能會 遇到下大雨時，且有足夠大的遮蔽處讓測繪 車停放的地點難尋，是否有其他方式另導流 外罩於此情形下可減少水分滲入之作為？	依本團隊多年作業經驗，一般不在降雨機 率高的天氣進行作業，如突遇大雨則就近 尋找當地立體停車場、地下停車場、室內 停車場或汽車旅館避雨，而後將車輛放置 於通風處待水氣散去後再繼續作業。由於 導流外罩考量系統通風以及使用者方便拆 裝設計，難以避免導流外罩面板間存在縫 隙，防水與通風以及方便拆裝難以兼顧， 本團隊亦確認相關防水外罩，但其材質較 厚且重，不適合用於製作導流外罩之防水 遮罩。
3.第肆章第八節，使用何者解算軟體進行 原始資料解算？作為比較基準之資料為何， 解算軟體為何？執行作業時是否進行初始 化及歸零作業？失訊 60 秒的取樣方式為何？ 請於圖 4-26 中標示模擬 GNSS 失訊 60 秒 處範圍為何？請節錄 GNSS 無失訊及失訊 下，不含及含有輪速計資料解算後之原始資 料。	已修正，如第肆章第八節。
4.P199，表 6-3 外業資料蒐集時間表，準 備時間意指為何？在執行任務期間車輛設 備皆不變的條件下，請補充各路線準備時 間不同之原因。	準備時間包含系統初始化、歸零作業以 及初始化範圍至作業範圍之交通時間，相 關說明已修正，如 P203。
5.成本分析，各人事成本計算每 100 公 里所花費時間的計算基礎從何得知(如每公 里作業為 5 分鐘)？P203，設備成本攤提費 用未包含內業軟硬體之成本，請補充之。	已修正，如第陸章第七節。
6.第拾章，結論與檢討建議，請全面檢 視本章內容，應依車載移動測繪系統最新 情形更新內容說明；第 1 節中有關遭遇困 難多屬期初及期中報告中之敘述，或為廠 商與監理機關溝通不足造成之時間壓力， 且已獲得解決，請將該節內容截取以完成 解決之敘述或刪除與本案作業無直接相關 之說明；結論中有關車輛組裝方面應提及 合法性之安裝，以及為安全考量所辦理之 電力升級作業，且可運作 8 小時以上之敘 述。	已修正，如第拾章。
7.第拾壹章，有關未來作業建議請提出 較具體之規劃，可依圖資更新實際作業情 形考量使	已修正，如第拾壹章。



<p>用目前軟體進行評估修正已達最佳化，或有增加其他感測設備，如光達或其他設備之應用升級，或以現有設備蒐集之資料進行解算精度之提升，或輔助 3 維地圖之建置等。</p>	
<p>8.請於操作手冊中說明如何檢視電池狀況，且於何種情形下應做相應之處置流程。</p>	<p>電池部分僅需注意運作中電壓不得小於 12.5 伏特，系統停止時電壓不得小於 12.9 伏特，應立即停止系統作業。</p>
<p>9.請廠商協助處理本中心測量隊使用圖資處理軟體需連結至圖資處理資料庫之作業方式。</p>	<p>已修正，如 P172。</p>
<p>10.文字修正說明如下：                  (1)P84，0.178 度，應為 0.0178 度。                  (2)P199，100"中"，應為 100"分鐘"。                  (3)P40，以每 5 公"里"距離蒐集一組資料應為以每 5 公"尺"距離蒐集一組資料。                  (4)P62，拆"出"車頂設備，應為拆"除"車頂設。                  (5)P96，圖 5-25 及 5-26，平滑"氣"應為平滑"器"。                  (6)P114，姿態角差異分別為 0.00387 度，應為 0.0387 度。                  (7)P201，100 公里"臺灣通用電子地圖圖資更新"，應為 100 公里"國土利用調查"。                  (8)P235，空三"季"算，應為空三"計"算。</p>	<p>(1) 已修正，如 P.88 。                  (2) 已修正，如 P203 。                  (3) 已修正，如 P42 。                  (4) 已修正，如 P67 。                  (5) 已修正，如 P102 。                  (6) 已修正，如 P120 。                  (7) 已修正，如 P206 。                  (8) 已修正，如 P241 。</p>



委員	審查意見	意見答覆
王成機 委員	1.臺灣通用電子地圖圖資更新作業及國土利用調查圖資更新作業為何都選擇同樣 8 個測試區？人事成本是否與現行作業之成本比較。	試辦圖資更新作業範圍由國土測繪中心指定，且依照合約 2 種圖資更新作業之作業範圍相同。 與現行作業之作業成本比較，如第陸章第七節。
	2.P185，表 6-2 作業檢核成果之檢核成果欄如何計算應說明？另是否符合作業需求？	已修正，如 P190。
	3.P83，GNSS 無失訊且無輪速計之作業精度表、平面精度(E、N)精度都比 H 差？何故？	理論上平面精度較高程精度佳，大部分的實測資料中，平面精度較高程佳，但也有少許資料中高程較佳，沒有一定的情況。
	4.本案利用全景相機進行測量製圖之作業是否不可行？	根據本案測試作業，依本案作業方式利用全景相機進行測量製圖可行，但仍有部分限制。全景相機進行空三計算受到影像特徵影響，亦需至少 10 公尺密度之控制點輔助，才可達到臺灣通用電子地圖規範精度。
	5.個人攜行移動測繪系統進行資料蒐集是否也不可行？	根據本案測試作業，依本案作業方式利用個人攜行移動測繪系統進行資料蒐集可行，但用於測量製圖亦受到 GNSS 收訊影響，較適用於調查工作。
	6.檢討建議中提及系統整合測試時間(50 天)不足，本案有將近 2 年時間，整合測試時間可掌握在廠商，建議修正敘述。	已修正，如第拾章第二節。
李振燾 委員	1.建議承辦團隊持續精進定位定向軟體除錯能力及其他功能，硬體之電力續航力及外罩防水通風能力，MMS 應用範圍等，邁向成本低、精度高及應用範圍廣之目標。	遵照辦理。
	2.建議承辦團隊落實後續技轉及維護更新 MMS，且達到技術傳承及進化。	遵照辦理。
邱式鴻 委員	1.內容仍有錯字，部分圖、表於文中未說明引敘，如 P89 圖 5-9、P100 表 5-1、P129 圖 5-98~圖 5-100 請再核校。	已修正，如 P95、P107、P135~P136。
	2.部分圖內文字不清，請適當放大。	本團隊已針對報告書全文重新審視及修正。
	3.所使用計算及率定原理，請是當引用文	已修正，如 P101 及 P78。

<p>獻，如 P95，GNSS/IMU 整合解算，P74，二階段率定等。</p>	
<p>4.GNSS 若失訊，於直線前進情形下有無直接內插產生影像外方位，因本案之作法需大量控制點執行後方交會，為何不直接匹配連結點，加入少量控制點執行光束法平差。</p>	<p>控制點反饋的目的為利用少量控制點，快速求得影像外方位，進一步推得定位定向系統位置，做為 GNSS 資料更新，以重新解算定位定向系統修正位置與姿態。為了減少空三解算所需時間，研究是否可藉由控制點後方交會求得之結果，進而修正軌跡。未來將依作業時間長短與精度需求，評估是否以匹配連結點與控制點執行光束法平差作業方式。</p>
<p>5.P112，表 5-2~表 5-4 為何結果比 GNSS 失訊時，圖 5-56、5-57 差？</p>	<p>GeoPoint 由本團隊自行開發，目前對於 GNSS 資料處理仍有待改進，偵錯能力待提升，導致錯誤之 GNSS 資料於解算時未被刪除，造成整合解存在該誤差。另 GNSS 發生斷訊時，整合解只存在 IMU 資料誤差，而本案選用之 IMU 為高精度系統，在短時間之 GNSS 斷訊時，誤差累積較小，因此解算成果反而較佳。未來將持續針對 GNSS 除錯能力進行提升，該情況將會大幅改善。</p>
<p>6.P122，第 5 行單像影像推估幾何資訊，如何做？</p>	<p>已修正，如 P128。</p>
<p>7.P253，第 2 段需改寫，因作法不同，可行性也許不同，如曾義星老師所發展之系統即可運作，且 IWANE 系統亦可運作。</p>	<p>已修正，如第拾章第一節。</p>
<p>8.P141~P142，期中報告已提過需查明公式推導之正確性，但補充之說明仍有高估誤差之情形，應不該如此推導。</p>	<p>已刪除相關公式推導，如 P147。</p>
<p>9.結論中"不可行"之文字應謹慎使用。</p>	<p>謝謝指教，本團隊已針對全文重新審視。</p>
<p>10.計算地形地物位置太依賴影像之直接地理定位，應善加利用影像"光束法平差"補充無 GNSS 訊號時之影像定位定向。</p>	<p>未來將依作業時間長短與精度需求，評估是否以匹配連結點與控制點執行光束法平</p>

		差作業方式。
陳立文 委員	1.應將鋰鐵電池的型號及規格(含標稱電壓、最大電壓、充電電流及放電電流等),以及逆變器和充電器的型號及主要規格放在報告書中(可在附錄或主文)	已修正,如 P36~P46,設備規格如附錄十三。
	2.充電器是否為電池廠指定的充電器?是對單一電池或整個電池組充電?其設定的充電模式為何?電壓及電流值為何?充電方式應依照電池廠建議方式。	已修正,如 P36~P46。
	3.電池的 BMS 有安全的防護,需於報告中說明,其對溫度過高、電壓及電流過載的防護為何?	已修正,如 P36~P46。
	4.遇電池冒煙甚至失火的緊急處置方式,在車內及室內該採取何種措施,應放在使用手冊中。	已修正,如 P36~P46。
	5.P41 圖 3-56,第 1 次電力需求計算,整個過程並非 1 個圖表,建議將圖號取消改為內文。另外,報告中所列為一種計算方式,建議增加另一種計算方式:以表 3-7 的平均電流 37.58A 做裝置的耗電電流,則 8 小時共耗 300.62AH,佔總電池容量的 59%,故電池容量足夠。	已修正,如 P36~P46。
	6.P41~42 的第 2 次實機全負載電力測試(加入全景相機)亦可以上述方法進行負載的計算,平均耗電電流為 42.02A,故 8 小時消耗 336.16AH,佔總容量的 66%,剩餘 34%,表示電池容量亦足夠。	已修正,如 P36~P46。
	7.P43 的第 1 段和第 2 段,以電壓估算 8 小時運轉後的剩餘電量,鋰電池一般不會以電壓來估算電量,但因其運轉 8 小時,其電壓仍有 13.03V 平均每個鋰鐵電池>3.2V(3.2V 為一般鋰鐵電池的標稱電壓),所以表示電池容量足夠系統運轉 8 小時。	已修正,如 P36~P46。
	8.鋰鐵電池若有備品,儲存時應注意環控。	鋰鐵電池無備品,故無相關說明。
林志清 委員	1.貴公司協助建置 MMS 系統,也客製化 GeoPoint 與 GMMS 軟體,透過本案或未來營運後,將會蒐集很多資料,是否需要中繼軟體?	商用定位定向系統原始格式檔案有自訂格式,需透過商用系統附與之解譯程式進行轉碼,方可讀取。而未來外業蒐集資料,本團隊於作業流程已訂定系統接收之項目,透過中繼解譯程式得到之檔案,客製化 GeoPoint 可

		直接讀取該檔案。
	2.P51-八、車頂設備裝置防護等級說明，有關防水等級部分，潑濺測試後結果，位於車頂之系統內部有積水現象，其積水實際情形為何？請補充說明；有關防水方式比較容易處理，至天雨導致水器影像鏡頭問題，貴公司有無解決方案？	積水實際情形如附錄十一防水測試檢測報告中照片所示，水由導流外罩接縫處滲入，造成底板潮濕，而儀器裝設位置無積水情形。依照本公司多年 MMS 作業經驗，一般避免於降雨機率大於 40% 的天氣進行外業資料蒐集，如突遇大雨則就近尋找當地立體停車場、地下停車場、室內停車場或汽車旅館避雨，而後將車輛放置於通風處待水氣散去後再繼續作業。
	3.P54-八、車頂設備裝置防護等級，有關溫度測試部分，應補充說明測試環境，如當時溫度、天氣狀況及測試時間，另僅測試 15 分鐘似乎有點短，建議可以增加測試時間！	已修正，如 P57。
	4.P84(3)姿態角精度數據引敘與表 4-9 數字有所出入，請修正！	已修正，如 P89。
	5.P229-第五節全景影像精度測試，計測試兩個案例，其中案例一市政北七路測試結果，於控制點密度 15 公尺反應出 GCP28 點相當不合理，其原因為何？是否自動匹配有誤？建議利用人工量測方式確認一下。	已修正，如 P235。



## 附錄二 工作總報告初驗意見回覆說明表

審查意見	意見答覆
1.第參章，本中心車載移動測繪系統建置至今，業已經過多次升級作業，部分敘述、圖表及計算方式仍未更正，請依車載移動測繪系統目前之狀況更新本章節正確之資訊。	已修正，如第參章。
2.第肆章，報告所提及之表格仍為系統升級前之作業方式，為提供作業人員正確資訊，請檢視相關作業流程並更新其內容。	已修正，如第肆章。
3.第伍章，為客製化圖資處理軟體功能可更臻完善，貴公司曾於 105 年 6 月 8 日及 7 月 15 日至本中心辦理相關展示作業及需求訪談，本中心亦提供修正意見，然未見相關敘述及意見修正紀錄等，且相關修正功能操作方式亦未提及，請補充說明。	已修正，如第伍章第五節。
<p>4.第陸章修正項目如下：</p> <p>(1)試辦圖資更新作業多為敘述作業情形，未見各地區適用性之分析比較，請補充。</p> <p>(2)圖資更新標準作業流程太過簡略，測試及檢查應以合格及不合格分開敘述，如須參考其他手冊部分應敘明，以利人員作業時可參閱相關資料。</p> <p>(3)任務規劃時應考量路寬、作業時間及天氣等之限制，請將過往實地作業經驗儘量說明。</p> <p>(4)功能測試應於出車前就必須執行，以避免初始化時才發現系統錯誤而造成時間、人力成本及油料之浪費，亦需敘述測試不合格之後續處理方式，且系統檢查應注意之項目，如各項系統設定數值(IMU、GNSS 採樣頻率)、儀器燈號顯示方式等等，亦需說明及對照檢查表格。</p> <p>(5)成本分析應加入事前規劃之人力成本、軌跡解算等圖資處理前置作業人事成本、成果檢查人力成本、儀器設備保養維護費用及率定所需花費各項成本等(包含人力、儀器設備場地保養維護、路程費用)，請檢視相關作業流程並精算其成本，另依城區、鄉區及山區作業需求不同，請分開闡述。</p>	<p>(1)已修正，如第陸章第四節及第六節。</p> <p>(2)已修正，如第陸章第一節。</p> <p>(3)已修正，如 P173~P174。</p> <p>(4)已修正，如 P174~P175。</p> <p>(5)已修正，如第陸章第七節。</p>
<p>5.第柒章，使用高精度定位定向系統辦理全景影像精度實驗中敘述過於簡化，應檢視修正項目如下：</p> <p>(1)案例二僅敘述採用影像自動匹配之方式，</p>	<p>(1)已修正，如 P237。</p> <p>(2)已修正，如 P240。</p> <p>(3)已修正，如 P241。</p>

<p>請說明高精度定位定向系統之資料如何使用於此案例中。</p> <p>(2)案例二與案例一採用同樣之 Ladybug，透鏡畸變差相同，成果分析中所敘述原因無法滿足案例二匹配失敗之原因，請釐清案例二失敗之原因。</p> <p>(3)因案例一所提出使用較佳之 GNSS 天線應有所改善，然綜合分析中卻僅討論影像之問題，請表列兩次案例之差異(含地點、使用 GNSS 天線、特徵物密集度及匹配成敗等)以助於了解何者對全景影像量測之影響較大。</p>	
<p>6.第拾章，本章所敘述多為第 5 階段以前之檢討及建議，未對第 6 階段圖資更新作業提出相關作業建議，請依參至捌章工作項目提出結論，相關遭遇困難及解決方式亦請更新制最新資訊，並依法規及實作面提出檢討與建議。</p>	<p>已修正，如第拾章。</p>
<p>7.第拾壹章，未來作業建議過於簡略，建議可針對 MMS 蒐集之地理資訊，利用密匹配方式建立道路周遭現況之 3 維點雲資訊做為 3 維城市地圖之參考資料；可考量改進軌跡演算能力，提升當 GNSS 訊號被遮蔽時對軌跡解算之影響。</p>	<p>已修正，如第拾壹章。此外，利用密匹配方式是建立道路周遭之 3 維點雲資訊，依本團隊作業經驗，密匹配主要受影像特徵分布及數量影響，且難以控制，如欲以密匹配方式是建立 3 維點雲，將存在諸多限制，因此不建議於進行相關作業。</p>
<p>8.文字修正建議如下：</p> <p>(1)報告中所提及之參考之附件，如操作手冊、儀器規格及率定報告等，未附於報告中，數量頁數過多時請以光碟方式檢附。</p> <p>(2)第參章第五節，標號錯誤，請修正。</p> <p>(3)P36，「本公司為處理審查委員疑慮」，請修正表達方式。</p> <p>(4)P69，有關 GMMS 圖資展示及編輯，如非僅限於 ArcGIS 方可處理，請修正為 GIS 軟體。</p> <p>(5)圖 5-24、圖 5-35、圖 5-60、圖 5-63、圖 5-64、圖 5-65 等皆看不清楚，請修正。</p> <p>(6)圖 5-68 請標示路線 1~4。</p> <p>(7)圖 6-6 及圖 4-3 說明應一致。</p> <p>(8)P160，請說明地標取得之方式，並補充相關畫面。</p> <p>(9)P194，機敏地區模糊話請放置模糊化後之圖片。</p> <p>(10)P195，車身消除已提出相關改善方法，可將第拾章全景影像車身資訊一節修正文字後更換之，且已決定採用 logo 方式遮蔽，請保</p>	<p>(1)遵照辦理。</p> <p>(2)已修正，如第參章第五節。</p> <p>(3)已修正，如 P36。</p> <p>(4)已修正，如 P69。</p> <p>(5)已修正，如圖 5-24、圖 5-35、圖 5-60、圖 5-63、圖 5-64 及圖 5-65。</p> <p>(6)已修正，如圖 5-68。</p> <p>(7)已修正，如圖 6-6 及圖 4-3。</p> <p>(8)已修正，如 P179~P180。</p> <p>(9)已修正，如 P223。</p> <p>(10)已修正，如 P218 及 P247~P248。</p> <p>(11)已修正，如 P229。</p> <p>(12)已修正，如 P231。</p>

留此方式即可。

(11)P207，GCP\_28 在控制點 15 公尺密度時  
誤差增為 28.114 公尺，請敘明其原因。

(12)P208，案例二實驗中並未使用 10 公尺及  
15 公尺密度之控制點，應刪除相關敘述。

### 附錄三 期中報告初驗意見回覆說明表

審查意見	意見答覆
1.請將期初報告內容、歷次工作會議紀錄納入期中報告，並說明期初報告委員審查意見辦理情形。	已修正，如附錄五及附錄六。
2.定位定向解算及像片量測處理軟體開發說明過於簡略，請就軟體開發環境、開發方式、系統功能架構、整體樹狀結構、軟硬體環境等補充說明。	已修正，如第伍章第一節及第伍章第三節。
3.請補充說明定位定向解算及像片量測處理軟體各項功能測試與精度測試過程與結果。	已修正，如第伍章第二節、第伍章第四節及 GMMS 與 GeoPoint 測試報告書。
4.請補充說明報告中所提 3 種全景影像消除車身方法之優缺點及建議方案。	已修正，如 P247~P249。
5.請補充說明本案個人攜行移動測繪系統精度測試之相關數據及該系統可應用之領域。	已修正，如第捌章第三節。
6.期中報告檢討與建議部分，請針對軟體開發及個人攜行式相關工作進行檢討，另規格高於原廠配備，須另行進行更換而原廠無法提供原廠保固服務一節，請依契約規定軟硬體保固由投標廠商負責，如無特殊規定者，保固期限至 107 年 12 月 31 日止。	已修正，如第拾章第二節。



### 附錄四 期中報告審查意見回覆說明表

審查意見	意見答覆
1. P29, 預設影像命名方式與目前實際作業命名方式不同, 請查明後修正。	影像命名方式維持「相機編號_拍攝時間_流水號」, 唯相機編號由早期僅以數字編號, 改為新版採用文字「Cam」加上數字做為相機編號, 而採用新版 RTMS 於實際作業中即採用新的相機編號, 故無不一致之情形, 相關說明已修正如 P31。
2. P32, 請說明本案建置之測繪車車速為多少 km/h 時, 控制電腦之記憶體使用量會大於 85%, 以致需降低車行速度。	依本團隊作業經驗, 當測繪車車速維持 80km/h, 無記憶體使用過量之情形, 當車速超過 80km/h, 則應隨時注意記憶體使用量, 相關說明如 P34。
3. P50, 測繪車之載重說明提及車輛右側為 70 公斤, 左側為 60 公斤, 惟與 P46 及 P47 所述右側為 80 公斤, 左側為 43 公斤不符, 請查明後修正, 另車輛之質心計算亦請一併修正。	已修正, 如 P59~P60。
4. 請補充說明測繪車於外業作業前辦理那些檢查作業, 以確認各項系統設備可正常運作, 如軌跡解算成果不佳或量測成果不佳, 補測之機制為何?	測繪車外業作業之檢查作業已說明如 P67。當軌跡解算成果不佳或量測成果不佳, 建議透過控制點反饋作業予以修正, 而控制點控制測量方式則視作業要求精度而定。
5. P100, 請補充 GeoPoint 軟體成果是否與契約規定功能相符之圖說。	已修正, 如 P91。
6. P101, 請補充說明 GeoPoint 可讀取所有轉檔資料之畫面, 包含 GNSS、輪速計及 IMU 等資料。	已修正, 如 P92。
7. P103, 請說明鬆緊耦合之解算方式, 並請補充說明是否可於 Filtering 及 Smoothing 之間增列參數設定, 以解算更好之軌跡?	鬆緊耦合之解算方式已說明如 P95~P97。鬆緊耦合整合解之 Filtering 與 Smoothing 之間並無關聯, 因此 2 個動作之間並無相關參數應設定, 而一般皆採用平滑化軌跡, 故軟體預設自動平滑化。
8. P108, 同一批 GPS 資料, 其 GPS PDOP 值應一致, 請說明為何使用 GeoPoint 及 IE 解算會有不同之 PDOP 值。	GPS PDOP 不同軟體有各自評估方式, 因此 GeoPoint 與 IE 計算有不同 PDOP 值是因為其評估方式不同, 故不同軟體之 PDOP 值無直接比較意義, 報告中亦刪除 PDOP 比較之相關內容, 如 P101。
9. P138, 有關控制點反饋之功能測試, 請補充說明使用多少控制點組數、使用控制點與車輛之距離及車輛行駛方向等等資訊, 另在檢校場另一側仍有數個檢核點, 亦請納入評估控制點反饋功能之精度。	已修正, 如 P134~P140。 檢校場另一側道路旁檢核點, 由於無法滿足控制點反饋要求之控制點選點原則(1 張影像包含 4 個控制點, 且任 3 個控制點不共線), 故無法用於評估控制點反饋功能。
10. P160, 定位定向資料處理天數估計, 其中等待 e-GNSS 基站資料為 1 天, 不應納入解算	已修正, 如 P244。

之工作天數統計。	
11.文中所提到使用色彩圖框標示圖面者，請以彩色列印方式呈現。	遵照辦理。
12.操作手冊及功能測試書面資料請燒錄於CD，並附於期中報告。	遵照辦理。
<p>13.文字錯誤或補充</p> <p>(1)P8，圖 4-7 應為圖 8-7</p> <p>(2)P19「出」發應為「觸」發。</p> <p>(3)P37，充電模式應為「圖 3-48」。</p> <p>(4)P100，應補充 1 標題。</p> <p>(5)P108，折「現」圖應為折「線」圖。</p> <p>(6)P112，失「訓」應為失「訊」。</p> <p>(7)P142，圖 7-113 單位為何？</p> <p>(8)P150，Pegasus 2 應為 Leica Pegasus : BackPack。</p> <p>(9)GeoPoint 測試報告第 24 頁，圖 3.36 請更換緊耦合視窗圖片。</p> <p>(10)GMMS 測試報告書每頁上方標題為多平台製圖管理資訊系統使用手冊，請修正為測試報告。</p> <p>(11)GMMS 測試報告第 28 頁，電源採 925W，請修正。</p> <p>(12)GMMS 測試報告第 58 頁，「飾」選應為「篩」選。</p> <p>(13)GMMS 測試報告第 67 頁，「新增」目錄應為「刪除」目錄。</p> <p>(14)GMMS 測試報告第 69 頁，「飾」選應為「篩」選。</p> <p>(15)GMMS 測試報告第 73、76、77 頁，圖片不清楚，請更換。</p> <p>(16)GMMS 測試報告第 87 頁，「板」本應為「版」本。</p> <p>(17)GMMS 測試報告第 92 頁，2-6 防音牆無圖。</p> <p>(18)GMMS 測試報告第 94 頁，「側溝」應為「中央分隔帶」。</p> <p>(19)GMMS 測試報告第 96 頁，鐵路平交道及立體交叉設施無圖。</p> <p>(20)GMMS 測試報告第 100 頁，涵管無圖。</p> <p>(21)GMMS 測試報告第 147 頁，「板」本應為「版」本。</p> <p>(22)GMMS 測試報告第 153 頁，「高鐵」應為「側溝」。</p>	<p>(1)已修正，如 P8。</p> <p>(2)已修正，如 P20。</p> <p>(3)已配合電力升級作業，調整內容。</p> <p>(4)已修正，如 P91。</p> <p>(5)已修正，如 P101。</p> <p>(6)已修正，如 P106。</p> <p>(7)已修正，如圖 141。</p> <p>(8)已配合內容調整。</p> <p>(9)已修正，如 GeoPoint 測試報告第 30 頁。</p> <p>(10)已修正。</p> <p>(11)已修正，如 GMMS 測試報告第 14 頁。</p> <p>(12)已修正，如 GMMS 測試報告第 44 頁。</p> <p>(13)已修正，如 GMMS 測試報告第 53 頁。</p> <p>(14)已修正，如 GMMS 測試報告第 55 頁。</p> <p>(15)已修正，如 GMMS 測試報告第 59、62 頁。</p> <p>(16)已修正，如 GMMS 測試報告第 72 頁。</p> <p>(17)已修正，如 GMMS 測試報告第 77 頁。</p> <p>(18)已修正，如 GMMS 測試報告第 78 頁。</p> <p>(19)已修正，如 GMMS 測試報告第 81 頁。</p> <p>(20)涵管位於路面下方，一般 MMS 作業無法拍攝該設施，故無法透過影像量測進行涵管數化工作，故無法提供範例畫面，並說明如 GMMS 測試報告第 85 頁。</p> <p>(21)已修正，如 GMMS 測試報告第 131 頁。</p> <p>(22)已修正，如 GMMS 測試報告第 137 頁。</p> <p>(23)已修正，如 GMMS 測試報告第 144 頁。</p> <p>(24)已修正，如 GMMS 測試報告第 144 頁。</p> <p>(25)已修正，如 GMMS 測試報告第 150 頁。</p> <p>(26)已修正，如 GMMS 測試報告第 178 頁。</p> <p>(27)已修正，如 GMMS 測試報告第 195 頁。</p> <p>(28)已修正，如 GMMS 測試報告第 203 頁。</p>

- |  |  |
|--|--|
| <p>(23)GMMS 測試報告第 160 頁，「釀」嵌應為「鑲」嵌。</p> <p>(24)GMMS 測試報告第 160 頁，「交通安全設施：點」應為「鑲嵌拼接範圍」。</p> <p>(25)GMMS 測試報告第 166 頁，「影類型模式」應為「影像像型模式」。</p> <p>(26)GMMS 測試報告第 195 頁，「湖泊」應為「控制點」。</p> <p>(27)GMMS 測試報告第 212 頁，「板」本應為「版」本。</p> <p>(28)GMMS 測試報告第 220 頁，「影類型模式」應為「影像類型模式」。</p> |  |
|--|--|

委員	審查意見	意見答覆
鄭彩堂 委員	1.報告內容對臺灣通用電子地圖有 2 種用語，請統一，或敘明已更名。另本報告附件較多，請加隔頁紙，並再予檢視，若可單獨印製者，則不列入本報告書。	已修正，並統一使用「臺灣通用電子地圖」。
	2.依道路交通安全規則第 45 條規定，汽車電系或其他重要設備變更調換時，應申請臨時檢驗；第 39 條-1 第 10 款規定，汽車定期檢驗項目中，座位數應與行車執照登載核定數相符；第 87 條規定，客貨兩用車，載客與載貨空間應裝設固定之間隔物區隔…。另汽車設備規格變更規定，汽車申請變更輪椅區或迴轉式座椅者，應符合「汽車變更設置輪椅區或迴轉式座椅車型安全審驗作業要點」之規定，並應繳驗車輛技術研究機構審驗合格報告影本並加蓋公司章及檢驗合格紀錄表。本次車體與電力變更是否需符合上開規定，請再予查明妥為處理。另本案申請特種車輛之優缺點分析，請再予強化報告所敘可能風險內容。	已分別說明如 P44、P53 及 P57。 道路交通安全規則第 87 條提及之間隔物，車輛出廠時即存在該間隔物，本案改裝作業並無拆除該間隔物，故無相關問題。 特種車輛優缺點分析如第參章第七節說明，本團隊將配合國土測繪中心指示辦理。
	3.本案作業項目需要研擬之相關作業流程，除作業內容外，請再針對所需人力或作業要求（如建議車速…）等相關事項，予以補充規定，並繪製流程圖，俾作為未來訂定 SOP 之參考。	已修正，如第肆章第一節。
王成機 委員	1.軌跡設定畫面有坐標系類型，怎麼會有球形選項，另外可輸出 WGS84 是何意，是指經緯度坐標又此畫面 7 參數轉換，旋轉姿態角用意何在？是否以實例呈現。	軌跡設定畫面中坐標系類型指輸入軌跡之坐標系，軟體預設 GeoPoint 輸出之坐標格式 WGS84，而球形是指輸入軌跡為「緯度」、「經度」及「橢球高」，經討論後認為修正為「大地坐標」較為恰當，並已修正如 P98。七參數轉換用以進行 TWD97 與 TWD67 坐標轉換，以符合合約規定，已於 P100 以實例呈現。
	2.目前測試用之 GNSS 天線為一般市售天線，未來會採購精度較高之天線，預估精度會提高百分比為何？又目前之天線無法接收 L2C，L5，是否未來採購之天線可接收 L2C，L5。	未來將不另行採購天線，並使用本案已購置之天線進行後續作業評估。
	3.車身影像問題在上階段就有此問題，所以	國外系統亦存在全景影像包



	目前並未改裝，然此問題在國外系統存在嗎？國外系統如何解除此問題？	含車身資訊問題，故本團隊已參考國外改善方式，並於 P247~P249 提出改善做法及試做成果。
	4.Geopoint 解算當 GMSS 失訊 60 秒內，解算精度 10cm，但常 GNSS 失訊 2 分鐘以上精度 1m，已無法 MMS 用途，在市區或橋下如何解決？	已說明如 P80~P82。
	5.車用電系統之問題在期初報告時委員就提出，惟仍未見修正及解決問題。	本團隊已進行電力系統升級作業，如 P36~P43 說明，相關議題已依新的架構及實際負載提出。
李振燾 委員	1.P25，監控及同步系統測試構想為何。	已修正，如 P26~P28。
	2.P43，導流外罩防水、防曬、通風及溫度控制測試為何？	已修正，如 P50~P53。
	3.P29，GEOSAT RTMS 相機啟動機制是否研議標準作業程序？該軟體戶外操作畫面是否簡易便利？	相機啟動機制如 P31 說明，詳細操作流程如本案車載移動測繪系統規格書說明，其中關於相機啟動時間及設定時間已根據本團隊作業經驗分別預設為 7.5 秒及 5.0 秒。
	4.P54，車輛檢驗拼裝是否考慮增加滑軌，以協助導流外罩及設備換下。	由於車頂設備裝置包含多數線材，在拆卸線材時需要將導流外罩上舉才得以拆卸。另外經討論，若增加滑軌，將產生震動及安全的問題，由於滑軌由固定裝置及滑動裝置組成，要讓滑動裝置可運作需有空間進行動作，而該空間在車輛運行中必定產生震動，而在滑軌上方之導流外罩必定隨之震動而造成系統不穩定。另外，若導流外罩經滑軌滑出，須由操作人員於一旁支撐導流外罩重量，而導流外罩總重約 60 公斤，再加上滑出產生的衝力，若該操作人員支撐不住，則產生危險，又導流外罩中包含許多貴重儀器，故不建議採用滑軌。
	5.軟體 GeoPoint 與 GMMS 之作業分別為 Windows 7 及 10，是否調整一致？投 17 線實	委員所述之作業環境實際軟體開發環境，二者軟體開

	地測試為何套疊 97 年版通用電子地圖？	發環境不同，但作業環境皆可相容 Windows7、Windows8 及 Windows10。此外，投 17 線實地測試之參考圖資套疊已更新為 104 年度臺灣通用電子地圖，並修正如 P165。
	6.軟體測試報告格式是否調整一致？軟體是否提供操作說明書？	軟體測試報告格式已調整為一致，並隨期中報告修訂版附予國土測繪中心。另，軟體操作說明書已隨軟體繳交一併提供。
邱式鴻 委員	1.P17，何謂直接地理定位方式進行點位量測、外方位率定、經度、緯度（表 7-2、表 7-3、表 7-4）、單像立體模式（P123）專業術語應慎用。	直接地理定位已修正為前方交會，如 P18。 外方位率定已修正為軸角及固定臂率定。 單像立體模式已修正為單像量測模式，如 P121。 經度及緯度已修正為 E 及 N，如表 5-2、表 5-3 及表 5-4。
	2.P84~P85，全景影像自率光束法平差，採用模式、軟體為何？	本試辦工作利用 Agisoft PhotoScan 軟體進行影像空三作業，軟體中並無相關模式選擇，若無輸入相機參數，軟體將於空三平差計算後提供。
	3. P89，成果分析中提到不同的控制點密度可符合臺灣通用電子地圖規範，以及符合兩萬五千分之一地形圖規範，是否會使用此方法進行圖資更新，應如何改善做法。	由於本作業項目為試辦作業，依本案測試結果，利用全景相機之街景影像進行測量製圖尚可達到臺灣通用電子地圖或兩萬五千分之一地形圖作業精度要求，但資料處理仍須透過控制點量測及空三計算，其作業效率不及本案所提 MMS 作業方式，故建議圖資更新應以 MMS 作業為主，以全景相機之街景影像為輔。
	4.P93，用資料來確認影像品質，太粗略，應用 MTF 等方式評估。	該段文字主要描述使用者可透過資料夾影像縮圖確認影像是否正常存取，僅確認影像是否存在異常資料，而 MMS 影像數化只要能夠清

	<p>楚辨認影像特徵即可，故不採用 MTF 等方式評估影像品質。</p>
<p>5.P94，定位定向頻率 1Hz，時速多少，系統觸發時間軌跡內插，時間精度多少？</p>	<p>一般 MMS 外業資料蒐集作業，車速建議為 60 公里/小時。另時間精度與系統同步控制能力有關，經同步控制測試可達 <math>10^{-5}</math> 秒等級，如 P26~P28。</p>
<p>6.P44，GMMS 使用直接化算之外方位？有無空三平差？</p>	<p>GMMS 使用之影像外方位為時間內插後之攝影站軌跡加上軸角及固定臂率定成果，化算各攝影站外方位，以進行後續影像量測工作，無空三平差計算。</p>
<p>7.P135，後方交會進行外方位修正反饋，是如何進行？僅替代？是否會因精度不足至成果更差？</p>	<p>影像外方位透過控制點量測進行後方交會，其交會成果將化算為攝影站軌跡資料，與原軌跡資料進行平差計算，計算過程將剔除誤差較大之點位，但平差後軌跡仍受控制點誤差影響，若控制點精度不足有可能造成成果更差，故建議用於軌跡精度較低之範圍，並應注意控制點精度。</p>
<p>8. P138，控制點反饋前後控制點量測成果比較表，顯示反饋前後無明顯差異，請減少直覺化述敘，採用量化指標說明。</p>	<p>已修正，如 P136。</p>
<p>9. P141，GMMS 量測方式不如校正場檢核點產製方式之要求，因此校正場結果不適用於此推論，請多進行其他的測試實驗以補充說明 GMMS 量測成果為可靠的。</p>	<p>本團隊至校正場進行軸角及率定臂之率定工作，並後續透過影像空三計算得率定成果及其精度值。由於 GMMS 量測方式非經空三計算，軸角及固定臂率定精度必定優於實際精度，因此實際量測精度值必定大於利用軸角及固定臂率定精度評估量測精度值，評估結果亦顯示利用 GMMS 進行影像量測精度測試仍屬合理範圍，說明如 P140~P143。</p>
<p>10.P141，GMMS 量測方式，理論上是前方交</p>	<p>GMMS 量測方式採用前方</p>

	會方式量測檢核點，而式 7-1 之 $\mu$ 為比例尺，並不確定其值為何，請查明推導之正確性。	交會，故採用 2 組共線式進行交會計算，因此若以誤差傳播計算前方交會之誤差，必定大於僅以 1 組共線式之誤差傳播值大，因此第 3 階段定位定向量測精度測試結果仍屬合理範圍，亦顯示 GMMS 量測功能可靠，說明如 P140~P143。此外， $\mu$ 為比例尺，故誤差傳播計算時無納入比例尺精度。
	11.P145 圖 7-125、7-126 應加量化指標。	已修正，如 P150、圖 5-143 及圖 5-144。
陳立文 委員	1.報告中對不申請特種車輛的說明，本人贊同，但仍應尊重使用單位意見。	謝謝指教。
	2.鋰鐵電池的兩種充電裝置-車子發電機及外接的市電充電機，都非鋰鐵電池的專利充電機，其充電的模式是否適合所購買的鋰鐵電池，建議經緯公司去諮詢昇陽公司或 BMS 的製作單位再評估，以免造成電壽命降低，甚至危險。	為尊重委員專業意見，本團隊已進行電力系統升級，採獨立電力，不連接車輛電力，並加裝電池以現有設備實際用電，符合合約規範提供 8 小時作業電力並說明如 P36~P43。
	3.車上使用兩種不同的電池系統，因此兩種電池的標稱電壓不一定相同，若差異太多，在並聯時可能造成某些電池過充或充電不足，應予注意。	本田對已進行電力升級計畫，新系統亦使用 12V 鋰鐵電池，各電池組再輸出端將串以二極體為逆向保護，且配有獨立充電器。
	4.P38 的表 38 電力系統的電源供應估算有誤，車輛電池為鉛酸電池，一般不能以 1C 持續放電，鋰鐵電池足以 0.75C 放電來估算，實際還可以更高，但以 0.75C 放電，大概 1 小時這電池電就放完了，因此這種輸出功率無法持續太久。	本團隊已進行電力升級計畫，說明如 P36~P43。
	5.目前的電力系統設計，所提供的電力是否足夠，仍有疑慮，建議測試時以全時全載測試，並量測相關的電壓電流再作評估。	本團隊已進行電力升級計畫，說明如 P36~P43。
	6.車頂的導流罩要符合何種防水等級，就應以該等級的規範進行測試，並取得測試結果。	防水等級測試說明如 P50~P52。
林志清 委員	1.第五章第三節街景資料蒐集，(P77)描述人臉模糊處理作業，經過等值區域面積……等條件過濾，獲得圖 5-20 至 5-22，再利用 OR 獲得圖 5-23，再做進一步篩選得到人臉範圍，似遺漏說明篩選方法了，請於期末報	其篩選方式以更嚴格之篩選條件對等值區面積、等值區面積占其最小包覆矩形面積的比例、等值區位置、最小包覆矩形的長寬及其比例對



	<p>告補充。</p>	<p>「膚色」進行過濾，並說明如 P211。</p>
	<p>2.第五章第四節全景影像精度測試，描述了全景影像經空三平差，並利用貴公司 MMS 車量測控制點及檢核點，來檢核全景影像量測精度，其成果反應出較少控制點精度越差的趨勢，是合理的，但精度衰減太快了？令人疑竇，因為全景影像經空三平差成果應有一致性品質，而 MMS 量測成果會因 GNSS 脫落情事而有失真情形，其用來作控制點及檢核點不是不行，但應該先排除品質較差成果，故請述明全景影像控三平差成果，其 MMS 所獲得控制點之精度，並予以排除較差點位再作比較。另 (P87 倒數第 2 行) 表 5-3，誤繕為表 5-2，請修正。</p>	<p>全景影像精度測試已重新利用本案購置之定位定向系統進行測試作業，說明如第柒章第六節。</p>
	<p>3.第捌章第四節實地測試，其測試成果請以圖示全區差異量，及說明其 GNSS 接收情形，在分析時應考慮到地形因素影響。</p>	<p>已修正，如 P242。</p>

## 附錄五 期初報告審查意見回覆說明表

審查意見	意見答覆
1.文獻回顧中所參考之國外文章多為 2011 及 2012 之研究，然近年來移動製圖快速發展，舉凡製圖領域在自動車之應用，如 GOOGLE 應用其繪製之地圖為基礎自行研發自動車、德國車廠聯合收購 HERE 製圖公司，及日本利用移動製圖系統製作於自動車應用之地圖等；另外室內移動製圖之部分近年亦是發展快速，如利用磁力計干擾定位，LED 光線定位，藍芽定位等等，可參考年份較近之文獻，以符合近期發展。	已修正，如第貳章說明。
2.文章中出現車載遙測製圖系統，請統一為車載移動測繪系統，E-GNSS 請修正為 e-GNSS。	已進行全文修正。
3.P7，圖 2-6 取自 ( <a href="http://www.optech.ca/">http://www.optech.ca/</a> ) 為 Optech 公司所製作，無法說明 Google 採用 LMS291 光達所製作之成果，請查明 Google 所製作之相關成果。	原圖 2-6 非為 Google 採用 LMS 光達所製作之成果，該圖僅為三維建模與數碼城市示意圖，為避免誤會移除該圖片。
4.P21，圖 3-8 軟體架構圖中，未述及字幕機軟體，請補充。	已修正，如 P28。
5.P27，提到 2 個 GNSS 天線盤，請補充說明採用 2 個天線盤相較於 1 個天線盤之效益及優勢為何？	已修正，如 P19，2 個天線盤可提供定位定向系統姿態角輔助資訊，提高定位定向解算精度。
6.第參章中有關車頂裝置簡圖(3-25，3-26，3-31，3-32，3-38，3-39)請標示車頭之方向。	已修正，如 P44、P45 及 P48。
7.P29，圖 3-32，2 部光達預留空間應位於圖中標示的上方位置，天線盤 1 及天線盤 2 方框應位於標示處之上方，如圖 3-26 之位置。	已修正，如 P45。
8.P31，請刪除其中部分廠商不販售 MMS 單一元件，如 Optech 及 Mitsubishi(各家廠商所採用之各種元件(POS、光達、相機等)並非由單一廠商製作並組裝，請刪除)。	已修正，如 P48。
9.P33，GPS/INS，請修正為 GNSS/IMU。	已修正，如 P49。
10.P40，請於第 3 段法規條文後補充為：「...檢驗規定，經參訪北市行動派出所相關設計及詢問交通部監理單位後，車後 LED...」。	已修正，如 P60。
11.P41，特種車輛第 2 段，「...宣告之特種設備仍需符合...」請修正為「...宣告之特種設備經改裝及安裝於車輛後，仍需符合...」。	已修正，如 P62。
12.P49，測繪車量測成果之精度測試敘述方式有誤，請修正，另附錄中表格文字不清楚，請改進。	已修正，如 P77 及附錄九。

13.P50, 第 1 段, 第三階段作業請修正為第 3 階段作業。	已修正, 如 P79。
14.P51, 第五章, 有關街景成果全景影像展示時, 在 2 樓以上之建築物有明顯畸變差; 另有關車牌及人臉模糊化, 發現部分視距近之人臉及車牌漏掉模糊, 請修正作業方法。	本團隊另提供 SWF 格式外部連結之展示方式, 影像不受展示方式影響造成變形, 如 P209。另車牌及人臉模糊化已修正, 並隨第 4 階段修正成果繳交。
15.P72, 全景影像之精度測試結論「採用較高規格 GNSS 天線, 可提升全景影像量測精度」, 惟該實驗僅使用單頻 GPS, 未採用本案採購之高精度定位定向感測器, 請重新使用本案測繪車重新評估全景影像精度, 並補充於期末報告。	已補充測試成果, 如第柒章第六節。
16.P74, 第柒章試辦個人攜行式移動測繪系統, 請先蒐集國內外各家個人攜行式之近況, 再評估何者較適用國內。	已修正, 如第貳章及 P236。
17.P75, 周圍路寬 3.5 公尺以下道路, 請依契約改為周圍車輛無法進入之街道。	已修正, 如 P238。
18.P75, 國內交通法規目前並不允許機車裝載物高於機車駕駛肩膀行駛於道路, 本案不建議採用以機車方式辦理測試。	已修正, 如 P238。
19.P81, 第捌章提及「車身消除方法仍未達完美, 建議國土測繪中心後續以專題研究」, 有關車身消除方式建議貴公司可參考 GOOGLE 或其他廠商做法辦理車身消除, 並於期末總報告提出說明。	由於 Ladybug 使用廣角相機且道路交通安全規則有改裝高度限制, 很難避免拍攝到車體, 本團隊參考國內外各家廠商做法, 說明如 P247~P248。
20.P82, 本案於需求規格書中僅規範輪速計之精度需優於 1000pulse/rev, 並未指定廠牌, 且輪速計改裝亦有安全性之前例可循, 建議貴公司儘速向原廠了解損壞之原因, 未來修復後應避免再有類似問題產生。	輪速計功能改善工作說明如 P20~P24, 改善成果已於 105 年 3 月 11 日完成繳交。
21.P82, 於 104 年 11 月 19 日應為 104 年 11 月 16 日。	已修正, 如 P21。
22.附錄投稿論文, 可僅附摘要, 並說明規劃投稿對象	投稿論文初稿摘要如附錄八, 投稿對象待國土測繪中心確認。



委員	審查意見	意見答覆
王成機 委員	1.本案採用 GNSS 接收儀可接收 L1、L2、L2C、L5，其中 L2C、L5 觀測量於本案中是否可用於解算。	本案採用 GNSS 接收機可接收 L1、L2、L2C、L5，但本案採用之 GNSS 天線盤僅可接收 L1 及 L2，因此 L2C 及 L5 觀測量於本文中不可用於解算，須搭配可接收 L2C、L5 觀測量之天線盤及主站資料。
	2.本案所建議之光達機重量相當輕，請補充說明該光達機與現行 MMS 使用之光達功能及價格差異。	已修正，如 P48。
	3.車輛不申請特種車輛則驗車時須拆除車頂設備，使用時是否重新率定相關儀器，又因全車高度不得大於車身全寬之 1.5 倍，致難以避免得車身資訊，可否洽交通單位解決。	車輛不申請特種車輛，則應於驗車時拆除車頂設備，使用時應重新率定。經交通部監理單位確認申請特種車輛，仍應符合道路交通安全規則，街景影像難以避免車身資訊。
	4.P48，表 4-2、4-3 請加單位。	已修正，如 P77。
	5.P58，圖 5-14，另圖 5-6、表 5-4、5-5 模糊不清無法辨別，請全面檢視報告中各圖表，以清晰為原則，包括附錄。	已修正，如圖 7-14、表 7-4 及表 7-5。
	6.P70，表 5-2、5-3、5-4，X、Y、Z 是否應改為 E、N、h，誤差位數可減少，使 E、N、h 之位數增加且位數一致。	已修正，如表 7-2、7-3、7-4。
	7.P48，精度測試乙節，請補充說明測試方法及計算結果，表 4-4，精度是否為 RMS 值，衛星脫落 60 秒，比率有多少？又本案有安裝輪速計輔助，那加上輪速計輔助精度又是多少？	已修正，如 P77 及 P78。輪速計輔助精度測試如第肆章第八節說明。
	8.國外測量車已量產，國內測量公司亦購置，本案至今遭遇之問題是否洽國內外廠商協助解決。	本團隊嘗試詢問其他廠商，因商業機密而不便提供。
	9.本案監控及同步系統部分是現成國外軟體，部分為公司自行開發，應加強介面銜接之穩定性。	遵照辦理。
尤瑞哲 委員	1.建議增加一張含有各感測器和系統的配置圖，並標明各相關尺寸、電力。	已修正，如 P45。
	2.系統同步很重要，因此同步測試是需要的，應有測試報告。	相關測試成果已說明如 P26~P28。
	3.電力系統 a、是否有考慮未來加入光達、全景相機等	a、經電力供應計算，現行電力供應方式，若未來加入光



	<p>所需，是否足數使用？若不敷將來擴充使用，宜提一個方案。</p> <p>b、是否含有穩壓裝置和保險裝置？避免突如其來的 peak 造成儀器損壞。</p>	<p>達及全景相機仍足以使用。</p> <p>b、本團隊已裝設有保險裝置，以避免儀器損壞，且裝設之逆變器有穩壓機制(交流電變化量為±3%)。</p>
	<p>4.導流外罩的防水、防曬、通風及溫度控制等情形，宜有測試成果。</p>	<p>相關測試成果已說明如 P50~P53。</p>
	<p>5.輪速計的安裝位置是否配合車輛？</p>	<p>根據輪速計原廠及改裝車場建議，輪速計應安裝於車輛之非驅動輪，依本案車輛則應安裝於前輪。</p>
	<p>6.轉彎時如何應用輪速計？</p>	<p>輪速計目前安裝於車輛右前輪，車輛轉彎時車輛兩側確實存在旋轉半徑不一致之情形，依目前精度要求，暫不考慮該部分誤差。</p>
	<p>7.因為目前規劃是每次驗車時，要拆除車頂相關設備</p> <p>a、如何拆除、安裝，宜有詳細說明。</p> <p>b、何種狀況下須定期、不定期率定？</p>	<p>a、車頂設備拆除及安裝已說明如第參章第八節，亦於本案車載移動測繪系統規格書中詳細說明。</p> <p>b、率定頻率於第肆章第四節說明</p>
	<p>8.各子系統的率定流程和檢核方法應更詳細，如有使用到公式宜列出並說明。要詳細說明作法，Step by Step，並在適當地方給出建議。</p>	<p>各子系統之率定流程已依實際操作方法於第肆章第二節、第三節及第四節說明。</p>
	<p>9.缺相機內方位率定之精度，無法判斷結果之好壞，請補充之。</p>	<p>已修正，如 P72。</p>
	<p>10.軸角及固定臂率定外業及內業方法及流程應再詳敘，並將成果呈現在報告中。外方位率定成果表 4-2、4-3，Z 坐標及 Kappa 角的 std 和其期望值同一數量級，是否足夠？這一點須再加以說明。</p>	<p>已修正，如 P76。</p>
	<p>11.P48 第四節精度測試之說明欠詳，應再補充。例如 MMS 系統得到坐標的完整說明，檢核坐標如何得到的說明？又驗證時為何要將測量成果扣除平均值？</p>	<p>已修正，如 P77~P78。</p>
	<p>12.附錄二，論文作者資訊宜列明。</p>	<p>論文作者資訊將待國土測繪中心確認作者名單後補齊。</p>
	<p>13.P107，附錄三不清楚宜補正。</p>	<p>已修正，如附錄九。</p>
李振燾 委員	<p>1.第 18 頁，定位定向系統增列輪速計說明(將第 39 頁內容移前)。</p>	<p>已修正，如 P20。</p>
	<p>2.第 21 頁，監控系統增列相機控制軟體</p>	<p>已修正，如 P28。</p>



	PointGrey FlyCapture 之說明及圖片。	
	3.第 23 頁，增列同步控制拍照板設計說明及圖片。	已修正，如 P27。
	4.第 42 頁，依據作業經驗說明相機內方位、外方位及慣性量測元件率定頻度。	已修正，如第肆章第二節、第三節及第四節說明。
	5.第 50 頁，全系統實地測試增附定位定向資料及影像。	已修正，如 P79~P80。
陳立文 委員	1.目前設備及車頂架的安排方式以及按照報告中與監理單位答詢的結果，的確不需要申請特種車，倘若要放車頂裝置的尺寸，可能必須申請特種車輛，因此應將相關選項及優缺點列出供國土測繪中心參考。	已修正，如 P62。
	2.車用電及電力系統輔助電總存電量為 1.86KWh，在車上使用時使用車上發電機充電，但車上發電機的發電量與引擎轉運有關，因此是否可提供 8 小時的作業所需？目前是否已有測試結果。	本團隊已完成電力系統升級工作，相關測試成果如 P42~P43。
	3.外接充電器是否直接對車用鉛酸電池及輔助用之磷酸鋰鐵電池？其充電的模式是否適合兩種電池使用。	外接充電器僅針對磷酸鋰鐵電池進行充電。
	4.車上的發電機是使用調節器調壓，實際使用在磷酸鋰鐵電池充電是否適合？	本團隊已完成進行電力系統升級工作，採獨立系統用電，故不再採用車輛發電機進行鋰鐵電池充電。
	5.車頂導流外罩之防水測試為何？	測試成果已說明如 P50~P52。
	6.車頂所開之線孔必須附一防水蓋，以備車頂架拆卸時可以使用。	本團隊已完成防水蓋製作，並於車頂架拆卸後使用。
	7.相關加裝保險絲盒的位置必須要放在可以更換的位置，並在使用手冊中標明。	本團隊於電力系統升級作業，利用無熔絲開關取代保險絲盒，切換電力系統與各項設備連接。
林志清 委員	1.第貳章近五年國內外 MMS 實例介紹 (P5 起)，相關實例大多集中在 2012 左右應用情形，且內容僅粗略描述，因 MMS 為近年較新技術，建議蒐集較新作業技術及應用情形。	已說明如第貳章。
	2.第參章第五節-貳、電力系統 (P24)，建議分析系統之相關元件 (IMU、感應器.....等，包含未來擴充之全景相機及 LIDAR) 運作時所需功率及電流數 (安培數)，並統計加總，以評估汽車發電機安培數是否足夠？不然當汽車發電量不足僅靠電池來供系統運作，實際運作時會有電量不足情形，且電池很快就	本團隊已完成電力系統升級作業，電力足以供應系統 8 小時作業，並尚餘 26% 電力，故仍提供未來擴充之設備使用空間。

	報銷了。	
	3.第四章第五節全系統實地測試 (P50)，總測試 11.922km，5m 一張為 2384 張左右，而實際相片為 2939 張，多了 23%左右，請分析原因為何？另欠缺定量分析，建議增列拍照間隔統計列出最長、最短間隔，及作業時間起迄時間、相片品質、量測情形及作業困難等等資訊。	已修正，如 P79。
	4.第五章第四節全景影像精度測試 (P67)，臺中市政北七路測試軌跡與底圖道路似有偏差，原因為何？另本測試為何直接利用車子直接定位系統予以評估全景影像量測精度，而是利用 MMS 所測得點位作為控制點來評估精度？	由於 Ladybug5 屬魚眼鏡頭，內方位資訊取得困難，又無軸角及固定臂資訊，故無法直接利用直接定位系統進行量測精度評估。
	5.整套系統運作時產生很多熱量，車內溫度會顯著提升，未來執行會造成作業員困擾，建議未來針對車內溫度降低改善研提方案？	為降低車內溫度，建議車輛行駛中透過冷氣降溫。
	6.目前行車記錄器夜視功能很強，建議未來測試夜間量測可能性。	行車紀錄器所採用相機非為工業相機並不使用定焦鏡頭，不建議用於量測，且本案無相關設備可供測試，建議未來另案研究。
	7.本案增加了許多硬體及重量，車輛質心應該有所變動，建議於提供硬體配置藍圖及其重量，計算車輛荷重及質心位置。	已修正，如 P59~P60。
	8.建議提供系統配置藍圖、電路配線圖及安裝圖（包裝線路材料、編號資料）等，另安裝線路請比照電腦機房網路線方式於電線兩端標註號碼環等。	遵照辦理。
	9.請協助研訂作業程序草案，須包含起始校正環境選擇條件。	詳細作業流程已於本案車載移動測繪系統規格書提出。
	10.其他 a、報告封面請引用本中心新訂格式。 b、報告第二頁標號格式沒有統一，請統一。 c、報告內容許多圖片或表格為模糊狀，請檢視修正。 d、表 5-1 (P51) 建議加入廠商名稱。	a、經國土測繪中心確認，報告封面符合新訂格式。 b、已修正，如 P2。 c、已修正 d、已修正，如 P204。

## 附錄六 各次工作會議紀錄回覆說明表

第 1 次工作會議	
時間：104 年 5 月 12 日(星期二) 上午 10 時	
地點：內政部國土測繪中心第 3 會議室	
會議結論	辦理情形
1 請於監控系統中，以臺灣通用電子地圖為路徑規劃底圖，並加入可同時顯示規劃及實際路線，避免作業時發生漏拍之情形。	本團隊提供之監控系統已完成加入通用電子地圖為底圖之功能，並可同時顯示規劃及實際路線。
2 請調整車輛內部空間，使外業人員於操作時可以較舒適的姿勢進行操作，避免長時間姿勢不良，造成身體上的不適或傷害。	本團隊原透過旋轉操作人員座椅，使操作人員可以正視側方螢幕，改善操作姿勢。經確認，旋轉座椅須通過安全檢驗，而檢驗相關素材難以取得，故經國土測繪中心同意，固定操作人員座椅。
3 本中心車載移動測繪系統規畫採用 150AH/12V 的鋰鐵電池，目前該容量電池並未於臺灣市面上販售，如以客製化方式組裝，請提供該電池相關安全認證；另請設計電池剩餘電量顯示裝置，供操作人員隨時掌握 MMS 剩餘電量。	本案 MMS 採用 2 顆 102AH 之鋰鐵電池做為備用電池，並已提供相關安全檢驗文件。
4 請將 MMS 完整設計圖說(包含車頂架、相機配置、內部改裝及車輛合法上路流程)，於 6 月 20 日前送本中心審核。	已於 104 年 6 月 16 日發文提送載體結構改裝設計計劃書。
5 本案使用本中心車載移動測繪系統工業相機拼接街景之測試，如於測試作業中發現任何問題，請於期末報告中提出完整測試、比較及條件限制等說明。	遵照辦理。
6 請依契約規定，於 6 月 30 日前完成本中心工程車輛之驗車事宜。	已於 104 年 6 月 1 日完成車輛借出，並於 6 月 8 日完成驗車作業。
第 2 次工作會議	
時間：104 年 6 月 26 日(星期五) 上午 10 時	
地點：經緯衛星資訊股份有限公司台南辦公室	
會議結論	辦理情形
1 有關車載移動測繪系統(Mobile Mapping System, MMS)即時作業監控，請於 MMS 系統完成安裝後，使用本中心 e-GNSS 系統進行測試，以確認 MMS 在行駛時可正常回傳車輛位置資訊。	經測試已確認 MMS 在行駛時可正常回傳車輛位置資訊。
2 有關本案 MMS 線路安裝方式，請參考臺北市府行動派出所之過線方式，以符合道路交通安全規則之規定	已於 104 年 7 月 3 日與甲方一同至台北市大同區警察局參觀行動派出所。



3	經向監理單位詢問，目前裝設於車輪外之輪速計，因超過車身寬度，於道路行駛時違反道路交通安全規則，請於校正場進行測試輪速計使用與否對定位精度之影響及評估使用時機，並於期初報告中提出相關結果。	相關議題已於 104 年 8 月 13 日改裝設計計畫書暨合法上路評估說明書審查會議中說明。
4	請將目前所蒐集之 MMS 合法上路之流程及建議辦理方式資料及相關法規等函送本中心參考。	已於 104 年 7 月 6 日發文提送 MMS 合法上路評估說明書
5	請於 104 年 7 月 25 日前將本案採購之儀器設備(包含 GNSS、IMU、輪速計、控制電腦及監控軟體等)函送本中心辦理驗收事宜。	已於 104 年 7 月 8 日發文提送第 2 階段成果
<b>第 3 次工作會議</b>		
時間：104 年 6 月 26 日(星期五) 上午 10 時		
地點：內政部國土測繪中心第 3 會議室		
會議結論		辦理情形
1	輪速計裝置於車輛，無法符合道路交通安全規則車寬之限制，本案倘無法使用輪速計，請評估其影響為何？	相關議題已於 104 年 8 月 13 日改裝設計計畫書暨合法上路評估說明書審查會議中說明。輪速計已透過改裝至輪胎內側，符合道路安全規則之車寬限制。
2	請與成功大學多平台製圖技術工作案團隊聯繫確認台南市海安路地下停車場之實際狀況，評估本案所建置之 MMS 於該區域進行測試之可能性？	目前與該團隊確認後，該場地尚未進行建置工作，故仍無法進行相關測試工作
3	有關執行本工作提供之相關軟體應具合法授權書或相關證明文件，請依契約規定開發本案所需之程式，倘已完成之程式亦請先提供本中心測試。	目前提供 貴中心之相關軟體皆附有合法授權書，後續將比照辦理。
4	請於下次會議提出街景資料蒐集規劃區域(20 公里)。	規劃路線已於 104 年 10 月 5 日函送 貴中心
5	簡報中之街景影像均拍攝到車身，請研擬消除車身之做法。	車身消除作法如 P225~P227 提供更新作法說明。
6	有關軍事國防相關設施及地區模糊化作業，請試作不同模糊方式之成果，供本中心評估。	本團隊已於後續工作會議陸續提出不同模糊方式，相關模糊化如 P196 說明。
7	請評估推車式或背包式個人攜行移動測繪系統之差異，並妥善規畫本案個人攜行式移動測繪系統。	本團隊已於後續工作會議提出個人攜行式移動測繪系統之相關規劃，作業成果如第捌章說明。
8	請蒐集 MMS 車體結構調整過程、檢校場率定(UAS 空拍)及各項試辦作業照片，供本案製作 5 分鐘以上宣導短片使用。	遵照辦理。



改裝設計計畫書暨合法上路評估說明書審查會議	
時間：104 年 8 月 13 日(星期四) 上午 10 時	
地點：內政部國土測繪中心第 1 會議室	
會議結論	辦理情形
1 載體改裝設計計畫書(以下簡稱改裝設計書)中輪速計安裝於車輪外側不符道路交通安全規則裝載貨物寬度不得超過車身之規定，請儘速評估將輪速計安裝於車輪內側之可行性，倘不可行，請研提無輪速計之替代方案，並修正本案作業計畫書。	已於 104/8/19 經有改裝輪速計經驗之汽車修配廠確認，輪速計安裝於車輪內側之改裝應可行。
2 請蒐集目前市面上常用車載光達尺寸規格資料，規劃本案車載移動測繪系統光達設備預留空間，並於設計書中補充說明。	已於載體結構改裝設計計畫書中提出，並於第 4 次工作會議中說明。
3 鑑於測量車非屬道路交通安全規則第 2 條第 1 項第 7 款及交通部核定之特種車(如附件 1)，需經主管機關(內政部)宣告特種設備後，報請交通部核定為特種車輛，行政作業時間較長，且將來本中心增加或移除車輛上之設備(如增設全景相機或光達等)，亦須重新辦理申請特種車輛作業，而只於驗車時免拆卸車頂上裝置物之功用，故本案同意不辦理特種車輛申請。	遵照辦理。
4 請依上開結論辦理改裝設計計畫書及合法上路評估說明書之修正，並於發文次日起 14 個日曆天內將修正後設計書函送本中心。	已於 9/1 發文繳交
第 4 次工作會議	
時間：104 年 9 月 4 日(星期五) 下午 2 時 30 分	
地點：內政部國土測繪中心第 2 會議室	
會議結論	辦理情形
1 請使用載體結構改裝設計計畫書光達預留空間中所提 Riegl VQ-450 進行設計修正，另輪速計改裝請以安裝於車輪內側辦理。	已完成設計修正，並已於第 3 階段驗收作業通過後 14 天內辦理輪速計改裝。
2 為於本中心 e-GNSS 系統監控本案建置之 MMS，請儘速進行 e-GNSS 系統測試，並於下次工作會議中說明測試情形。	已於 104/10/2 完成測試
3 關於全景影像中消除車身、機敏地區模糊化方式及特殊格是街景資料無法轉檔之情形，請研擬相關處理策略提供本中心參考。	經確認自強工程顧問公司提供之街景影像為特殊格式，並確認所使用設備原廠無法提供轉換程式
4 請規劃第 4 階段應辦理之 20 公里街景資料蒐集範圍，並將規劃路線函送至本中心審	規劃路線已於 104 年 10 月 5 日函送 貴中心

	核。	
<b>第 5 次工作會議</b>		
時間：104 年 10 月 6 日(星期二)上午 9 時 30 分		
地點：內政部國土測繪中心第 2 會議室		
	會議結論	辦理情形
1	第 3 階段成果已逾繳交期限，請儘速完成 MMS 改裝事宜，並將成果提送本中心。	第 3 階段成果已於 104 年 10 月 15 日重新提送。
2	第 4 階段街景資料蒐集試辦工作，請儘量以不會拍攝到車身之方式辦理。	街景資料蒐集礙於現行法規，MMS 設計無法避免拍攝車身，第 4 階段街景資料蒐集試辦工作則透過影像後處理消除車身。
3	有關 MMS 測試精度表，請再確認成果是否無誤，並將相關成果敘明於期初報告中。	MMS 精度測試成果已說明於 P77~P78。
4	請就車載製圖系統作業手冊(V.103)所規範之作業方式進行測試，並將窒礙難行之處研提修正意見，供本中心參考。	相關修正意見已於 104 年 10 月 13 日由電子郵件寄送。
5	本案應投稿期刊論文，請於 11 月 15 日前將相關論文摘要與初稿提送本中心。	論文摘要與初稿已於 104 年 11 月 13 日發文提送。
<b>第 6 次工作會議</b>		
時間：104 年 11 月 3 日(星期二)上午 10 時		
地點：經緯航太科技股份有限公司		
	會議結論	辦理情形
1	本案測繪車組裝已完成驗收，請於本中心驗收合格公文到後 14 個日曆天，完成輪速計之改裝及測試。另輪速計完成改裝後，請測試輪速計於有 GNSS 訊號及訊號脫落對精度之影響。	輪速計改裝已於 104 年 11 月 5 日完成，並於 104 年 11 月 16 日發文提送。
2	請於 11 月 6 日前將教育訓練課程上課日期、地點函送本中心，俾利本中心辦理調訓事宜。	教育訓練課程規劃已於 104 年 11 月 6 日發文，並於 104 年 11 月 18 日進行教育訓練。
3	本案測繪車組裝過程遭遇困難、解決方式、相機及 IMU 儀器率定、校正作業、精度評估及街景資料處理(模糊人臉、個資、機敏地區及消除車身等)請納入期初報告	相關說明已納入期初報告，並於 104 年 12 月 2 日發文提送。
4	試辦街景資料蒐集及整合將由本中心提供部分國內廠商所蒐集之街景成果供整合測試	已取得日陞空間資訊股份有限公司提供之街景影像，並完成整合測試



5	有關各式操作手冊(包含軟體及硬體)請以更淺顯易懂之方式撰寫，並以操作經驗給定經驗數值供判斷所得之數據是否適用(如律定之數值、解算軌跡之數值及外業應注意各項儀器之數值等)，另評估目前任務執行前、執行中及執行後之作業流程是否有簡化空間，於操作手冊中說明快速執行之步驟；待 105 年圖資更新作業完成時亦請提供障礙排除手冊，供本中心作業人員使用。	MMS 系統規格書已重新修正，並於 104 年 11 月 16 日提送修正成果。
6	考量於外業時測繪車所裝載之設備可能會遭遇震動或輕微碰撞，請評估研提簡易檢查流程，以利作業人員了解各項儀器設備是否正常運作及定位定向系統與相機系統相對關係是否偏移	目前尚無簡易檢查流程，將於後續確認後提出。
7	第 5 階段應試辦個人攜行式移動測繪系統請將相關規劃於後續工作會議提出說明	本團隊已於後續工作會議提出個人攜行式移動測繪系統之相關規劃，作業成果如第捌章說明。
8	請轉知外業人員於外業時須遵守交通規則，如遇記者採訪交談時應謹言慎行，並回報本中心。	已轉告相關人員。
<b>第 7 次工作會議</b>		
時間：104 年 12 月 10 日(星期四)上午 10 時		
地點：內政部國土測繪中心第 2 會議室		
會議結論		辦理情形
1	有關全景影像資料處理，請依下列意見辦理： 1.請搭配本案測繪車之定位定向感測器，重新辦理全景影像精度測試。 2.消除車身所採用填補影像之紋理相當模糊，請改進做法，使其紋理與周圍環境接近。 3.部分視距較近之人臉及車牌有未模糊化現象，請修正工具軟體模糊功能並重新檢送成果。	1.相關測試成果如第柒章第六節。 2.車身消除作法已於 P225~P227 說明。 3.模糊化工具及相關成果已於 104 年 12 月 28 日提送。
2	請蒐集國內外最新個人攜行式移動測繪系統產品，以評估最適合本中心之做法。	本團隊已於後續工作會議陸續提出，相關說明如第捌章。
3	第 5 階段應繳交之軟體，請就契約要求之功能進行開發，開發完成後，先行提供本中心測試。	本團隊已於作業期間陸續提供測試版軟體。
4	輪速計對定位精度影響評估請改進實驗方式，以確實驗證輪速計對定位精度之影響。	測試成果說明如第肆章第八節。



第 8 次工作會議	
時間：105 年 1 月 12 日(星期一)上午 10 時	
地點：內政部國土測繪中心第 2 會議室	
會議結論	辦理情形
1 請持續追蹤輪速計訂購之情形，並回報輪速計功能改善之進度。	輪速計改善進度已於後續工作會議陸續提供，相關說明如 P20~P24。
2 工作會議結論中應辦理之項目，應說明作法及期程，以利本中心追蹤相關進度，另為確實掌握各項工作進度，工作會議改每 2 週召開 1 次為原則。	遵照辦理。
3 有關後續應繳交之軟體，請提出其架構、流程、功能，並於工作會議中展示及討論，以掌握軟體開發進度	本團隊已於後續工作會議陸續提出相關說明，亦進行相關軟體展示。
4 有關坐標轉換之功能，請參考本中心「臺灣地區地籍坐標轉換程式」之做法	已取得國土測繪中心「臺灣地區地籍坐標轉換程式」，但無法取得其原始碼，故坐標轉換功能由本公司自行開發，後續恐存在與國土測繪中心之坐標轉換成果不一致之情形。
5 有關個人攜行式移動測繪系統請參考國內外實際案例，並評估及比較最適合於本中心之做法，至實地測試路線，請挑選符合契約規定之路線性質及距離辦理	個人攜行移動測繪系統如第捌章說明。
第 9 次工作會議	
時間：105 年 1 月 27 日(星期三)上午 10 時	
地點：內政部國土測繪中心第 2 會議室	
會議結論	辦理情形
1 請於定位定向軟體及像片量測軟體開發完成後辦理功能測試，並將測試結果納入期中報告	相關功能測試如第五章說明，並利用投 17 線新闢道路進行軟體功能之完整測試，說明如第五章第六節。
2 依據本案契約書規定，客製化圖資處理軟體如需架構於其他商用軟體上，需提供本中心最新版且功能最完整之該商用軟體，關於本案所開發之像片量測軟體需建構於 Microsoft SQL server 2014 環境下運作，請依契約規定，提供本中心該商用軟體以建置期作業環境。	本團隊已提供 Microsoft SQL server 2014，包含 4 組資料庫存取權限，並完成資料庫環境設定。
3 有關圖資處理設備原廠保固之疑慮，請依契約規定，車載移動測繪系統全系統軟體設備(包含零配件)及相關成果，應於驗收合格次日起無條件保固至 107 年 12 月 31 日。	遵照辦理。



4	請將街景消除車身之方法評估納入期中報告	車身消除作法如 P225~P227 提供更新作法說明。
<b>第 10 次工作會議</b>		
時間：105 年 2 月 23 日(星期二)上午 10 時		
地點：內政部國土測繪中心第 2 會議室		
會議結論		辦理情形
1	請儘速將投 17 新設道路路邊線測製成果送本中心，並將執行該案過程相關資料納入期中報告。	投 17 新設道路路邊線測試成果已於 105 年 3 月 4 日以電子郵件提送國土測繪中心，執行過程說明如第五章第六節。
2	請協助提供測繪車建置過程相關圖文資料供本中心於全球資訊網建置車載移動測繪系統專區。	遵照辦理。
3	於第 5 階段繳交軟體成果時，請一併將開發環境、開發方式、系統功能架構、整體樹狀結構、軟硬體環境及測繪車在不同環境下使用本次所開發軟體量測之成果精度與其他商用軟體之成果比較納入期中報告，並檢附操作手冊。	第 5 階段軟體成果相關開發文件，在不涉及軟體原廠之商業機密情況下，儘可能提供如第五章。
4	請於 3 月 11 日前完成輪速計改裝及測試，並評估輪速計資料加入定位定向解算之影響。	輪速計已完成改裝及測試，並於 105 年 3 月 11 日提送，相關評估作業如第肆章第八節。
<b>第 11 次工作會議</b>		
時間：105 年 3 月 8 日(星期二)下午 2 時		
地點：內政部國土測繪中心第 2 會議室		
會議結論		辦理情形
1	本(第 5)階段開發軟體(包含定位定向解算及像片量測軟體)相關說明文件請參考本中心系統開發文件之內容。	第 5 階段軟體成果相關開發文件，在不涉及軟體原廠之商業機密情況下，儘可能提供如第五章。
2	請釐清自像片量測地面控制點進而修正攝影中心外方位參數之原理及作業方式，並於操作手冊中說明其作業流程。	
3	請辦理 MMS 全系統功能完整測試無虞後繳交本階段成果。	已確認 MMS 全系統功能，並於 105 年 3 月 11 日提送。
4	為評估各種不同環境對測繪車作業之限制，試辦圖資更新作業區時納入更多不同環境(建物密集區、山區、鄉區…)及各種路況(高速公路、高架橋下方、隧道…)，本中心將一併評估臺灣通用電子地圖與國土利用調查需求後，再確認作業區範圍。	如第陸章說明。
<b>第 12 次工作會議</b>		
時間：105 年 5 月 3 日(星期二)上午 10 時		

地點：內政部國土測繪中心第 2 會議室	
會議結論	辦理情形
1 有關試辦圖資更新作業，本中心同意優先辦理古坑系統交流道、和美交流道聯絡道路、山區(縣 158 甲、縣 149 甲及雲 215-1)、城區(臺中糖廠區段徵收及臺中火車站前站)及高架道路下方(臺中市文心路)等範圍，另為配合動態更新臺灣通用版電子地圖，請於本年 5 月 6 日前完成和美交流道聯絡道二期工程測繪車拍攝作業，並將路線更新圖資交至本中心。	和美交流道聯絡道圖資更新作業已於 5 月 5 日進行外業資料蒐集，並於 5 月 6 日繳交圖資更新成果。
2 為了解本案客製化圖資處理(含國土利用調查及通用版電子地圖)軟體功能及操作流程，請於 5 月第 3 個星期至本中心簡報軟體開發進度。	本團隊已於 105 年 5 月 17 日及 105 年 7 月 22 日至國土測繪中心進行軟體開發進度簡報。
3 本中心自行進行實地測試，發現測繪車在轉彎處精度變差，請確認其產生之原因，並研擬相關作法以減少或避免類似情況發生。	本團隊將針對此議題持續探討。
4 成果展示作業中，須製作 5 分鐘以上之展示影片，且測繪車將開始進行實地圖資更新作業，請挑選適當區域以 UAS 拍攝實地作業情形，並製作相關展示內容。	遵照辦理。
<b>第 13 次工作會議</b>	
時間：105 年 5 月 17 日(星期二)上午 10 時	
地點：內政部國土測繪中心第 2 會議室	
會議結論	辦理情形
1 有關定位定向解算軟體及像片量測處理軟體，107 年 12 月 31 日前如有版本更新或功能擴充部分，請依契約規定提供本中心。	遵照辦理。
2 有關期初及期中委員建議測試即須釐清事項，請於工作會議中說明相關辦理情形。	本團隊已於後續工作會議陸續提出相關辦理情形。
3 請貴公司研提測繪車成果檢核方式，作為後續圖資更新試辦品管之依據。	遵照辦理。
4 有關客製化圖資更新軟體請儘速安排至本中心辦理實機功能展示，以確認是否符合本中心需求。	本團隊已於 105 年 5 月 17 日及 105 年 7 月 22 日至國土測繪中心進行實機功能展示。
5 工業級相機影像拼接軟體請修正拼接方式以避免車身資訊出現	影像拼接如第柒章第四節說明。
<b>第 14 次工作會議</b>	
時間：105 年 6 月 15 日(星期三)上午 10 時	
地點：內政部國土測繪中心第 2 會議室	



會議結論	辦理情形
1 圖資更新客製化軟體請考量作業人員操作便利性進行部分功能之修正，並於修正後至本中心辦理實機功能展示，以確認符合本中心需求	本團隊已於 105 年 5 月 17 日及 105 年 7 月 22 日至國土測繪中心進行實機功能展示。
2 期中報告審查委員所建議之測繪車電力系統升級作業，請儘速將自評報告函送本中心，以利辦理後續電力系統改善事宜。	本團隊已於 105 年 6 月 30 日函送自評報告，並已於 105 年 7 月 14 日取得國土測繪中心同意。
3 有關臺中市霧峰區北峰橋拍攝作業，請於天氣條件許可時儘速辦理拍攝作業，並將成果送本中心，據以更新圖資。	已於 105 年 7 月 1 日進行霧峰區北峰橋拍攝作業，並已完成圖資更新作業。
4 辦理各項圖資更新作業時，請紀錄外業拍攝作業及內業圖資處理作業所需之人力及時間，以利作為後續評估效益之依據，另於成果繳交時，請依工作會議中所提之檢核方式繳交自我檢核報表，以確保成果品質。	遵照辦理，圖資更新作業相關說明如第陸章，圖資更新作業檢核成果如附錄十二。
5 請於 6 月底前將 105 年度移動測繪系統教育訓練課程配當表函送本中心，以利辦理後續調訓事宜。	已於 105 年 6 月 21 日函送教育訓練課程配當表，並已於 105 年 7 月 22 日完成辦理教育訓練。
6 本中心預計於 8 月 25 日及 26 日辦理國土測繪成果發表會及 10 月份辦理移動測繪體驗營，請貴公司配合辦理並於下次工作會議中提出相關規劃說明。	本團隊已完成展示作業規劃，並於 8 月 25 日及 26 日參與國土測繪成果發表會。

第 15 次工作會議

時間：105 年 8 月 3 日(星期三)上午 10 時

地點：內政部國土測繪中心第 2 會議室

會議結論	辦理情形
1 本案指定 150 公里範圍之途資更新試辦作業，請掌握時程趕辦，並請依下列意見辦理： (一)臺灣通用電子地圖更新內容，除針對道路路邊線更新外，重要地標、道路屬性 & 路名等亦請納入更新 (二)圖資更新試辦作業所拍攝之影像請協助拼接成街景，並針對人臉、車牌及機敏地區進行遮蔽處理，俾利本中心將街景成果匯入 GEE (三)圖資更新成果繳交時，請一併繳交測繪車自我檢核成果，並請針對自我檢核精度不佳區域，釐清原因並研擬解決方案	(一)遵照辦理。 (二)本團隊將於本案相關修正及驗收工作完成後，協助辦理。 (三)圖資更新作業檢核成果如附錄十二。
2 有關國土利用調查客製化軟體，因本中心	已完成調整軟體功能。

第拾貳章



	作業人員均已熟悉 IMAP 程式，且測繪車拍攝之區域僅侷限於車輛可到達之區域，仍有大部分區域需使用正射影像搭配 IMAP 程式辦理更新作業，為方便本中心作業人員操作，請於 GMMS 軟體提供可與 IMAP 資料交換功能，例如：將軌跡資料輸出成 IMAP 可讀取之檔案格式，以及在 GMMS 上輸入坐標即可顯示輸入位置之畫面等。	
3	街景拼接工具請加入可調降影像解析度功能	已完成調整軟體功能。
4	第 3 階段已繳交織測繪車操作安裝手冊，請依測繪車最新現況重新修正手冊相關內容	遵照辦理。
5	請就測繪車辦理臺灣通用電子地圖與國土利用調查成果更新作業之優缺點、適用地區、作業成本(電子地圖與國土利用調查作業分開評估)等面向進行分析，並詳細記載於期末報告。	圖資更新作業相關說明如第陸章。
6	本中心將於 8 月 25 及 26 日辦理國土測繪成果發表會，請配合於 8 月 24 日協助將測繪車開至會場即進行相關布置與測試，並請安排作業人員於成果發表會期間進行操作解說。	遵照辦理。
7	為規劃 106 年度測繪車工作項目，請於期末報告納入未來建議辦理工作項目。	已說明如第拾壹章。

## 附錄七 參考文獻

1. Coppa, U., Guarnieri, A., Pirotti, F., and Vettore, A., 2007, A Backpack MMS Application, 5th International Symposium on Mobile Mapping Technology (MMT 2007).
2. El-Sheimy, N., 1996, The Development of VISAT - A Mobile Survey System for GIS Applications, Doctor Thesis, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Alberta, Canada.
3. Ellum, C.M., 2001, The Development of a Backpack Mobile Mapping System, Master Thesis, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Alberta, Canada.
4. Haala, N., Fritsch, D., Peter, M., and Khosravani, A., 2011, Pedestrian Navigation and Modeling for Indoor Environments, 7th International Symposium on Mobile Mapping Technology (MMT2011).
5. Hatake, S., Ikubo, M., and Ikeda, T., 2011, Damage Survey of Eastern Japan Earthquake by Mobile LiDAR, Asia Geospatial Forum, 214-0005.
6. Lapucha, D., 1990, Precise GPS/INS Positioning for Highway Inventory System, Master Thesis, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Alberta, Canada.
7. Schwarz, K.P., Chapman, M.E., Cannon, E., and Gong, P., 1993, An Integrated INS/GPS Approach to the Georeferencing of Remotely Sensed Data, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Volume 59, No. 11, Page 1667-1674.
8. Graefe, G., 2011, High Precision Kinematic 3D Engineering Surveying Applications Using Multiple Scanners and Cameras, 7th International Symposium on Mobile Mapping Technology (MMT2011), Volume S02, No. 4.
9. Grejner-Brzezinska, D.A., 2001, Direct Sensor Orientation in Airborne and Land-Based Mapping Applications, Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science, The Ohio State University, Ohio, United States.
10. Koarai, M., Okatani, T., Nakamura, T., and Hasegawa, M., 2012, Geographical Information Analysis of Tsunami Flooded Area by the Great East Japan Earthquake Using Mobile Mapping System, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXIX-B8.
11. Kukko, A., Kaartinen, H., Hyypä, J., and Chen, Y., 2012, Multiplatform Mobile Laser Scanning: Usability and Performance, Sensors, Volume 12, Page 11712-11733.
12. Li, Y.H., 2010, The Calibration Methodology of a Low Cost Land Vehicle Mobile Mapping System, Proceeding of the 23<sup>rd</sup> International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION

- GNSS 2010), Page 978-990.
13. Li, Y.H., 2010, The Calibration Methodology of a Land Vehicle Mobile Mapping System and the Performance Analysis of the Direct Geo-referencing, Master Thesis, Department of Geomatics, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.
  14. Li, B., Su, W., Ma, J., and Fang, L., 2011, Automated Highway Traffic Facilities Detection and Analysis Based on Land-Based Mobile Mapping System, 7th International Symposium on Mobile Mapping Technology, Volume VI, No. 11.
  15. Li, Q., Li, B., Chen, J., Hu, Q., and Li, Y., 2001, 3D Mobile Mapping System for Road Modeling, 3rd International Symposium on Mobile Mapping Technology (MMT 2001).
  16. Shahbazi, M., Sattari, M., Homayouni, S., and Saadatesresht, M., 2012, Implementation and Evaluation of a Mobile Mapping System Based on Integrated Range and Intensity Images for Traffic Signs Localization, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXIX-B5.
  17. Shao, H., Chen, Z., Hu, Q., Ling, S., Hong, Y., and Guo, S., 2009, Application of Land-Based Mobile Mapping System in Wenchuan Earthquake, 6th International Symposium on Mobile Mapping Technology (MMT2009).
  18. Chiang, K.W. and Chang, H.W. (2010): Intelligent Sensor Positioning and Orientation Through Constructive Neural Network-Embedded INS/GPS Integration Algorithms, *SENSORS*, 10 (10): 9252-9285 OCT 2010.
  19. Chiang, K.W., Lin, Y.C., Huang, Y.W. and Chang, H.W. (2009): An ANN-RTS Smoother Scheme for Accurate INS/GPS Integrated Attitude Determination, *GPS Solutions*, vol. 13, Issue: 3, pp. 199-208.
  20. Chiang, K.W., Chang, H.W., Li, C.Y. and Huang, Y.W. (2009): An Artificial Neural Network Embedded Position and Orientation Determination Algorithm for Low Cost MEMS INS/GPS Integrated Sensors, *Sensors* 2009, vol. 9, No. 4, pp. 2586-2610.
  21. Chiang, K.W. (2004): INS/GPS Integration Using Neural Networks for Land Vehicular Navigation Applications, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Calgary, Canada, UCGE Report 20209.
  22. Chiang, K.W., Noureldin, A. and El-Sheimy, N. (2003): Multi-sensors Integration using Neuron Computing for Land Vehicle Navigation, *GPS Solutions*, vol. 6, no. 3, pp. 209-218.
  23. Shin, E.H. (2005): Estimation Techniques for Low Cost Inertial Navigation, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Calgary, Canada, UCGE Report 20219.
  24. Schwarz, K.P. and El-Sheimy, N. (2008): Mobile Mapping Systems –

- State Of The Art And Future Trends, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, TS SS 3, Beijing.
25. Gelb, A., 1974, Applied Optimal Estimation, The MIT Press.
  26. Shin, E.H., 2001, Accuracy Improvement of Low Cost INS/GPS for Land Application, M.Sc. thesis, UCGE Report 20156, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Calgary, Canada.
  27. <http://maps.google.com.tw/>
  28. <http://super720.com/>
  29. <http://www.google.com/atap/projecttango/>
  30. <http://www.optech.ca/>
  31. <http://www.trimble.com/>
  32. <https://en.wikipedia.org/>
  33. 李育華，車載移動式製圖系統之系統率定及其直接地理定位之效能分析，2009，國立成功大學測量及空間資訊學系碩博士論文
  34. 江凱偉，內政部 100 年度發展與應用多平臺遙測製圖技術工作案工作報告修訂版，2011。
  35. 江凱偉，內政部 102 年度多平臺製圖技術工作案期末報告修訂版，2013。
  36. 江凱偉，內政部 103 年度多平臺製圖技術工作案期末報告修訂版，2014。
  37. 謝佳諭，利用多重影像匹配獲取測量車影像點位之物空間坐標，2010，國立成功大學測量及空間資訊學系碩博士論文。



## 附錄八 104 年度成果投稿研討會或期刊論文(初稿)

### 發展車載移動測繪系統技術

作者

作者資訊

#### 摘要

近年來車載移動測繪系統(MMS)迅速發展，藉由直接地理定位系統可決定各時刻載具的位置與速度。整合數值影像處理、導航和定位感測器、直接地理定位系統的車載移動測繪系統，可進行測繪之目的，並針對感興趣的物體可直接量測及繪製圖像。本研究參考國內外的實例，開發自主性且機動性高的車載移動測繪系統，系統包含定位定向系統、資料擷取系統、機電系統、等子部分，同時參考國內相關法規評估是否可合法上路、加裝 LED 跑馬燈提醒用路人安全、線路安排、操作人員舒適度等進行空間配置組裝。軟體方面自主開發系統監控、整合定位定向系統資料解算(擴張式卡曼濾波器/平滑器之緊耦合多元感測器整合架構)、軸角/固定臂率定、直接地理定位量測軟體等，未來可不受限制針對需求進行調整，並針對像片進行量測得到真實坐標。初步成果顯示，「無 GNSS 訊號脫落、無輪速計輔助」之量測結果，平面精度與高程精度分別為 10.0 與 14.7 公分；「GNSS 脫落 60 秒、無輪速計輔助」之量測結果平面與高程精度為 19.8 與 18.5 公分。期許未來車載移動測繪系統可針對不同目的，如街景資料蒐集、國土利用調查、電子地圖圖資更新等進行作業，並符合精度要求。



附錄九 控制點實測紀錄表

控制點實測紀錄表									
測試日期	104.10.27			測試人員	謝佳諭				
GNSS 訊號脫落，無輪速計輔助									
控制點點號	原始坐標			實測坐標			較差		
	N	E	H	N	E	H	N	E	H
E007	2537384.111	175441.580	44.470	2537384.117	175441.784	44.420	-0.006	-0.205	0.050
E008	2537381.314	175446.220	44.466	2537381.052	175446.306	44.310	0.262	-0.087	0.156
E013	2537379.859	175463.155	44.458	2537379.885	175463.596	43.971	-0.026	-0.440	0.487
E123	2537368.630	175478.963	39.960	2537368.195	175478.930	39.080	0.435	0.033	0.880
E124	2537368.629	175478.961	35.460	2537368.168	175478.698	34.600	0.461	0.263	0.860
E401	2537356.136	175424.904	39.241	2537356.262	175425.073	39.240	-0.126	-0.169	0.001
E402	2537356.176	175424.129	38.101	2537356.200	175424.327	37.940	-0.024	-0.198	0.161
E403	2537356.173	175424.129	37.415	2537356.186	175424.237	37.290	-0.013	-0.108	0.125
E404	2537356.179	175424.131	36.559	2537356.173	175424.121	36.460	0.007	0.010	0.099
E405	2537356.186	175424.137	35.317	2537356.201	175424.055	35.200	-0.015	0.081	0.117
E406	2537356.190	175424.135	34.519	2537356.246	175424.086	34.410	-0.056	0.049	0.109
E407	2537356.779	175424.048	37.257	2537356.757	175424.049	37.180	0.022	-0.001	0.077
E408	2537356.787	175424.002	36.609	2537356.734	175423.825	36.550	0.053	0.177	0.059
E409	2537356.789	175424.000	35.315	2537356.762	175423.756	35.200	0.027	0.244	0.115
E410	2537356.788	175423.998	34.518	2537356.828	175423.873	34.400	-0.040	0.125	0.118
E411	2537358.040	175424.981	39.241	2537358.320	175425.273	39.020	-0.280	-0.292	0.221
E412	2537358.210	175424.119	37.260	2537358.376	175424.331	37.310	-0.166	-0.213	-0.050
E413	2537359.646	175424.195	37.254	2537359.754	175424.387	37.310	-0.108	-0.191	-0.056
E414	2537359.644	175424.153	36.559	2537359.709	175424.238	36.650	-0.065	-0.084	-0.091
E415	2537359.650	175424.152	35.315	2537359.704	175424.162	35.420	-0.054	-0.011	-0.105
E416	2537359.648	175424.155	34.526	2537359.713	175424.137	34.650	-0.065	0.018	-0.124
E417	2537360.168	175425.073	39.243	2537360.242	175425.209	39.020	-0.074	-0.136	0.223
E418	2537360.186	175424.324	38.101	2537360.269	175424.541	38.140	-0.083	-0.217	-0.039
E419	2537360.179	175424.324	37.410	2537360.256	175424.493	37.470	-0.077	-0.169	-0.060
E420	2537360.180	175424.340	36.555	2537360.210	175424.395	36.640	-0.030	-0.055	-0.085
E421	2537360.183	175424.341	35.319	2537360.217	175424.320	35.420	-0.034	0.020	-0.101
E422	2537360.185	175424.345	34.530	2537360.225	175424.288	34.630	-0.040	0.057	-0.100
E423	2537361.019	175424.264	37.225	2537361.038	175424.320	37.330	-0.019	-0.056	-0.105
E424	2537361.024	175424.218	36.450	2537361.003	175424.125	36.570	0.021	0.093	-0.120
E425	2537361.028	175424.215	35.614	2537360.999	175424.057	35.710	0.029	0.158	-0.096
E426	2537361.029	175424.221	34.722	2537361.013	175424.051	34.810	0.016	0.170	-0.088
E427	2537362.152	175425.180	39.247	2537362.165	175425.276	39.030	-0.013	-0.096	0.217

第拾貳章



E428	2537362.156	175424.316	37.227	2537362.284	175424.467	37.090	-0.128	-0.151	0.137
E429	2537362.157	175424.278	36.447	2537362.314	175424.415	36.330	-0.157	-0.137	0.117
E430	2537362.165	175424.280	35.513	2537362.304	175424.348	35.430	-0.139	-0.068	0.083
E431	2537362.169	175424.275	34.718	2537362.344	175424.344	34.660	-0.175	-0.069	0.058
E432	2537363.187	175424.368	37.233	2537363.284	175424.521	37.120	-0.097	-0.152	0.113
E433	2537363.196	175424.330	36.463	2537363.276	175424.416	36.370	-0.080	-0.086	0.093
E434	2537363.202	175424.326	35.620	2537363.303	175424.388	35.550	-0.101	-0.062	0.070
E435	2537363.209	175424.333	34.724	2537363.306	175424.337	34.670	-0.097	-0.004	0.054
E436	2537364.136	175425.293	39.248	2537364.118	175425.390	39.060	0.018	-0.096	0.188
E437	2537364.164	175424.522	38.108	2537364.213	175424.702	37.980	-0.049	-0.179	0.128
E438	2537364.165	175424.528	37.411	2537364.210	175424.649	37.310	-0.045	-0.122	0.101
E439	2537364.168	175424.532	36.575	2537364.180	175424.550	36.500	-0.012	-0.018	0.075
E440	2537364.177	175424.530	35.481	2537364.216	175424.524	35.420	-0.039	0.006	0.061
E441	2537364.187	175424.543	34.543	2537364.269	175424.537	34.500	-0.082	0.006	0.043
E442	2537365.009	175424.455	37.241	2537365.010	175424.519	37.180	-0.001	-0.064	0.061
E443	2537365.013	175424.412	36.519	2537365.003	175424.389	36.480	0.010	0.023	0.039
E444	2537365.005	175424.414	35.629	2537365.009	175424.327	35.580	-0.004	0.087	0.049
E445	2537365.016	175424.413	34.736	2537365.036	175424.318	34.680	-0.020	0.095	0.056
E446	2537366.027	175425.379	39.239	2537366.021	175425.476	39.030	0.006	-0.096	0.209
E447	2537366.138	175424.518	37.235	2537366.093	175424.426	37.240	0.045	0.093	-0.005
E448	2537366.142	175424.469	36.519	2537366.059	175424.143	36.530	0.083	0.326	-0.011
E449	2537366.143	175424.473	35.675	2537366.068	175424.050	35.640	0.075	0.423	0.035
E450	2537366.141	175424.475	34.732	2537366.118	175424.168	34.660	0.023	0.307	0.072
E451	2537367.226	175424.574	37.239	2537367.372	175424.750	37.080	-0.146	-0.176	0.159
E452	2537367.230	175424.527	36.517	2537367.362	175424.658	36.390	-0.132	-0.131	0.127
E453	2537367.230	175424.530	35.628	2537367.375	175424.615	35.520	-0.145	-0.084	0.108
E454	2537367.229	175424.532	34.628	2537367.378	175424.564	34.650	-0.149	-0.032	-0.022
E455	2537368.106	175425.522	39.242	2537367.857	175425.319	39.220	0.249	0.203	0.022
E456	2537368.164	175424.742	38.107	2537368.247	175424.927	37.940	-0.083	-0.186	0.167
E457	2537368.164	175424.745	37.462	2537368.251	175424.888	37.320	-0.087	-0.143	0.142
E458	2537368.169	175424.737	36.571	2537368.241	175424.819	36.460	-0.072	-0.082	0.111
E459	2537368.173	175424.737	35.430	2537368.266	175424.777	35.340	-0.093	-0.041	0.090
E460	2537368.177	175424.740	34.540	2537368.294	175424.750	34.470	-0.117	-0.010	0.070
E461	2537369.116	175424.656	37.284	2537369.145	175424.763	37.180	-0.029	-0.106	0.104
E462	2537369.119	175424.620	36.524	2537369.151	175424.676	36.440	-0.032	-0.056	0.084
E463	2537369.123	175424.621	35.674	2537369.183	175424.658	35.600	-0.060	-0.037	0.074
E464	2537369.123	175424.624	34.735	2537369.195	175424.612	34.680	-0.072	0.012	0.055
E465	2537370.154	175425.608	39.234	2537370.266	175425.644	39.020	-0.112	-0.036	0.214
E466	2537370.158	175424.703	37.286	2537370.121	175424.716	37.230	0.037	-0.013	0.056
E467	2537370.162	175424.674	36.523	2537370.117	175424.594	36.480	0.045	0.080	0.043

第拾貳章



E468	2537370.163	175424.666	35.624	2537370.141	175424.548	35.570	0.022	0.118	0.054
E469	2537370.113	175424.669	34.729	2537370.135	175424.580	34.680	-0.022	0.089	0.049
E470	2537371.350	175424.754	37.241	2537371.283	175424.657	37.240	0.067	0.097	0.001
E471	2537371.300	175424.733	36.524	2537371.219	175424.393	36.530	0.081	0.340	-0.006
E472	2537371.302	175424.723	35.677	2537371.216	175424.240	35.640	0.086	0.482	0.037
E473	2537371.300	175424.735	34.733	2537371.273	175424.386	34.650	0.027	0.349	0.083
E474	2537372.155	175425.700	39.234	2537372.471	175425.966	38.750	-0.316	-0.266	0.484
E475	2537372.179	175424.941	38.101	2537372.160	175425.200	37.980	0.019	-0.258	0.121
E476	2537372.180	175424.936	37.405	2537372.175	175425.178	37.320	0.005	-0.242	0.085
E477	2537372.181	175424.942	36.667	2537372.191	175425.152	36.610	-0.010	-0.211	0.057
E478	2537372.177	175424.934	35.429	2537372.185	175424.901	35.380	-0.008	0.033	0.049
E479	2537372.173	175424.936	34.542	2537372.199	175424.885	34.500	-0.026	0.050	0.042
E480	2537372.825	175424.866	37.355	2537372.871	175424.895	37.200	-0.046	-0.029	0.155
E481	2537372.814	175424.811	36.620	2537372.745	175424.671	36.550	0.069	0.139	0.070
E482	2537372.812	175424.810	35.429	2537372.753	175424.654	35.340	0.059	0.156	0.089
E483	2537372.810	175424.810	34.534	2537372.763	175424.642	34.430	0.047	0.169	0.104
E484	2537374.082	175425.812	39.232	2537374.219	175425.990	38.820	-0.137	-0.178	0.412
E485	2537374.211	175424.937	37.297	2537374.253	175425.003	37.140	-0.042	-0.066	0.157
E486	2537375.539	175425.002	37.295	2537375.554	175425.088	37.140	-0.015	-0.086	0.155
E487	2537375.518	175424.960	36.668	2537375.535	175425.039	36.530	-0.017	-0.078	0.138
E488	2537375.518	175424.949	35.777	2537375.535	175425.020	35.660	-0.017	-0.071	0.117
E489	2537375.522	175424.945	34.585	2537375.547	175425.015	34.500	-0.025	-0.071	0.085
E490	2537376.089	175425.933	39.237	2537376.318	175425.934	38.910	-0.229	-0.001	0.327
E491	2537376.166	175425.164	38.107	2537376.164	175425.275	37.930	0.002	-0.112	0.177
E492	2537376.168	175425.157	37.463	2537376.171	175425.267	37.300	-0.003	-0.110	0.163
E493	2537376.169	175425.155	36.618	2537376.172	175425.247	36.480	-0.003	-0.092	0.138
E494	2537376.166	175425.144	35.498	2537376.169	175425.221	35.390	-0.003	-0.077	0.108
E495	2537376.166	175425.142	34.544	2537376.142	175424.754	34.330	0.025	0.387	0.214
量測精度									
平面精度(平均)	0.162	平面精度(RMS)	0.198	高程精度(平均)	0.099	高程精度(RMS)	0.185		

第拾貳章



控制點實測紀錄表									
測試日期	104.10.27			測試人員	謝佳諭				
無 GNSS 訊號脫落，無輪速計輔助									
控制點點號	原始坐標			實測坐標			較差		
	N	E	H	N	E	H	N	E	H
E007	2537384.111	175441.580	44.470	2537384.041	175441.617	44.270	0.070	-0.037	0.200
E008	2537381.314	175446.220	44.466	2537381.319	175446.266	44.330	-0.005	-0.046	0.136
E013	2537379.859	175463.155	44.458	2537379.920	175463.210	44.270	-0.061	-0.055	0.188
E123	2537368.630	175478.963	39.960	2537368.580	175478.848	40.120	0.050	0.115	-0.160
E124	2537368.629	175478.961	35.460	2537368.539	175478.609	35.640	0.090	0.351	-0.180
E401	2537356.136	175424.904	39.241	2537356.053	175424.453	39.500	0.083	0.451	-0.259
E402	2537356.176	175424.129	38.101	2537356.102	175424.125	38.050	0.074	0.004	0.051
E403	2537356.173	175424.129	37.415	2537356.101	175424.122	37.360	0.072	0.007	0.055
E404	2537356.179	175424.131	36.559	2537356.160	175424.129	36.490	0.019	0.003	0.069
E405	2537356.186	175424.137	35.317	2537356.251	175424.150	35.250	-0.065	-0.013	0.067
E406	2537356.190	175424.135	34.519	2537356.234	175424.168	34.450	-0.044	-0.033	0.069
E407	2537356.779	175424.048	37.257	2537356.734	175424.059	37.190	0.045	-0.011	0.067
E408	2537356.787	175424.002	36.609	2537356.777	175424.015	36.540	0.010	-0.013	0.069
E409	2537356.789	175424.000	35.315	2537356.845	175424.021	35.250	-0.056	-0.021	0.065
E410	2537356.788	175423.998	34.518	2537356.855	175424.037	34.460	-0.067	-0.039	0.058
E411	2537358.040	175424.981	39.241	2537357.958	175424.687	39.480	0.082	0.294	-0.239
E412	2537358.210	175424.119	37.260	2537358.199	175424.156	37.130	0.011	-0.037	0.130
E413	2537359.646	175424.195	37.254	2537359.714	175424.267	37.120	-0.068	-0.072	0.134
E414	2537359.644	175424.153	36.559	2537359.701	175424.205	36.450	-0.057	-0.052	0.109
E415	2537359.650	175424.152	35.315	2537359.618	175424.059	35.210	0.032	0.093	0.105
E416	2537359.648	175424.155	34.526	2537359.729	175424.204	34.570	-0.081	-0.049	-0.044
E417	2537360.168	175425.073	39.243	2537360.241	175425.236	38.940	-0.073	-0.163	0.303
E418	2537360.186	175424.324	38.101	2537360.252	175424.384	37.980	-0.066	-0.060	0.121
E419	2537360.179	175424.324	37.410	2537360.246	175424.393	37.290	-0.067	-0.069	0.120
E420	2537360.180	175424.340	36.555	2537360.230	175424.389	36.430	-0.050	-0.049	0.125
E421	2537360.183	175424.341	35.319	2537360.166	175424.261	35.200	0.017	0.079	0.119
E422	2537360.185	175424.345	34.530	2537360.232	175424.324	34.550	-0.047	0.021	-0.020
E423	2537361.019	175424.264	37.225	2537361.034	175424.328	37.250	-0.015	-0.064	-0.025
E424	2537361.024	175424.218	36.450	2537361.058	175424.255	36.350	-0.034	-0.037	0.100
E425	2537361.028	175424.215	35.614	2537361.029	175424.172	35.520	-0.001	0.043	0.094
E426	2537361.029	175424.221	34.722	2537361.084	175424.298	34.770	-0.055	-0.076	-0.048
E427	2537362.152	175425.180	39.247	2537362.097	175425.257	39.080	0.055	-0.077	0.167
E428	2537362.156	175424.316	37.227	2537362.202	175424.400	37.030	-0.046	-0.084	0.197

第拾貳章



E429	2537362.157	175424.278	36.447	2537362.182	175424.332	36.370	-0.025	-0.054	0.077
E430	2537362.165	175424.280	35.513	2537362.174	175424.250	35.440	-0.008	0.030	0.073
E431	2537362.169	175424.275	34.718	2537362.162	175424.184	34.640	0.007	0.091	0.078
E432	2537363.187	175424.368	37.233	2537363.200	175424.466	37.110	-0.013	-0.097	0.123
E433	2537363.196	175424.330	36.463	2537363.181	175424.346	36.350	0.015	-0.016	0.113
E434	2537363.202	175424.326	35.620	2537363.165	175424.257	35.510	0.037	0.070	0.110
E435	2537363.209	175424.333	34.724	2537363.300	175424.373	34.600	-0.091	-0.040	0.124
E436	2537364.136	175425.293	39.248	2537364.209	175425.245	39.130	-0.073	0.048	0.118
E437	2537364.164	175424.522	38.108	2537364.158	175424.612	37.940	0.006	-0.090	0.168
E438	2537364.165	175424.528	37.411	2537364.168	175424.602	37.250	-0.003	-0.075	0.161
E439	2537364.168	175424.532	36.575	2537364.212	175424.609	36.420	-0.044	-0.077	0.155
E440	2537364.177	175424.530	35.481	2537364.243	175424.600	35.350	-0.066	-0.071	0.131
E441	2537364.187	175424.543	34.543	2537364.261	175424.559	34.430	-0.074	-0.017	0.113
E442	2537365.009	175424.455	37.241	2537364.988	175424.478	37.060	0.021	-0.023	0.181
E443	2537365.013	175424.412	36.519	2537364.995	175424.403	36.350	0.018	0.009	0.169
E444	2537365.005	175424.414	35.629	2537364.997	175424.352	35.460	0.008	0.062	0.169
E445	2537365.016	175424.413	34.736	2537365.071	175424.486	34.640	-0.055	-0.074	0.096
E446	2537366.027	175425.379	39.239	2537366.054	175425.424	39.110	-0.027	-0.045	0.129
E447	2537366.138	175424.518	37.235	2537366.120	175424.560	37.080	0.018	-0.041	0.155
E448	2537366.142	175424.469	36.519	2537366.125	175424.469	36.360	0.017	-0.001	0.159
E449	2537366.143	175424.473	35.675	2537366.134	175424.424	35.520	0.009	0.049	0.155
E450	2537366.141	175424.475	34.732	2537366.140	175424.375	34.570	0.001	0.100	0.162
E451	2537367.226	175424.574	37.239	2537367.262	175424.666	37.040	-0.036	-0.091	0.199
E452	2537367.230	175424.527	36.517	2537367.266	175424.587	36.320	-0.036	-0.060	0.197
E453	2537367.230	175424.530	35.628	2537367.305	175424.571	35.450	-0.075	-0.040	0.178
E454	2537367.229	175424.532	34.628	2537367.297	175424.545	34.620	-0.068	-0.013	0.008
E455	2537368.106	175425.522	39.242	2537368.184	175425.467	39.060	-0.078	0.055	0.182
E456	2537368.164	175424.742	38.107	2537368.092	175424.736	37.950	0.072	0.006	0.157
E457	2537368.164	175424.745	37.462	2537368.097	175424.709	37.310	0.067	0.036	0.152
E458	2537368.169	175424.737	36.571	2537368.105	175424.668	36.400	0.064	0.068	0.171
E459	2537368.173	175424.737	35.430	2537368.150	175424.669	35.240	0.023	0.068	0.190
E460	2537368.177	175424.740	34.540	2537368.141	175424.700	34.380	0.036	0.040	0.160
E461	2537369.116	175424.656	37.284	2537369.101	175424.561	37.130	0.015	0.095	0.154
E462	2537369.119	175424.620	36.524	2537369.053	175424.556	36.350	0.066	0.064	0.174
E463	2537369.123	175424.621	35.674	2537369.101	175424.566	35.500	0.022	0.055	0.174
E464	2537369.123	175424.624	34.735	2537369.146	175424.581	34.570	-0.022	0.043	0.165
E465	2537370.154	175425.608	39.234	2537370.231	175425.544	39.080	-0.077	0.064	0.154
E466	2537370.158	175424.703	37.286	2537370.084	175424.664	37.130	0.074	0.039	0.156
E467	2537370.162	175424.674	36.523	2537370.109	175424.624	36.370	0.053	0.050	0.153
E468	2537370.163	175424.666	35.624	2537370.146	175424.623	35.460	0.017	0.043	0.164

E469	2537370.113	175424.669	34.729	2537370.127	175424.632	34.570	-0.013	0.037	0.159
E470	2537371.350	175424.754	37.241	2537371.292	175424.750	37.100	0.059	0.004	0.141
E471	2537371.300	175424.733	36.524	2537371.264	175424.701	36.380	0.036	0.032	0.144
E472	2537371.302	175424.723	35.677	2537371.288	175424.692	35.530	0.014	0.031	0.147
E473	2537371.300	175424.735	34.733	2537371.310	175424.703	34.590	-0.010	0.032	0.143
E474	2537372.155	175425.700	39.234	2537372.180	175425.614	39.040	-0.025	0.086	0.194
E475	2537372.179	175424.941	38.101	2537372.147	175424.967	37.940	0.032	-0.026	0.161
E476	2537372.180	175424.936	37.405	2537372.155	175424.951	37.250	0.025	-0.015	0.155
E477	2537372.181	175424.942	36.667	2537372.165	175424.942	36.510	0.016	-0.001	0.157
E478	2537372.177	175424.934	35.429	2537372.177	175424.921	35.280	0.000	0.013	0.149
E479	2537372.173	175424.936	34.542	2537372.190	175424.917	34.400	-0.016	0.019	0.142
E480	2537372.825	175424.866	37.355	2537372.865	175424.930	37.180	-0.040	-0.064	0.175
E481	2537372.814	175424.811	36.620	2537372.755	175424.743	36.460	0.059	0.067	0.160
E482	2537372.812	175424.810	35.429	2537372.762	175424.732	35.260	0.050	0.078	0.169
E483	2537372.810	175424.810	34.534	2537372.773	175424.727	34.360	0.037	0.083	0.174
E484	2537374.082	175425.812	39.232	2537374.089	175425.892	39.130	-0.007	-0.080	0.102
E485	2537374.211	175424.937	37.297	2537374.241	175425.023	37.170	-0.029	-0.086	0.127
E486	2537375.539	175425.002	37.295	2537375.544	175425.016	37.160	-0.005	-0.014	0.135
E487	2537375.518	175424.960	36.668	2537375.517	175424.990	36.510	0.001	-0.030	0.158
E488	2537375.518	175424.949	35.777	2537375.528	175425.032	35.590	-0.010	-0.083	0.187
E489	2537375.522	175424.945	34.585	2537375.541	175425.032	34.430	-0.019	-0.088	0.155
E490	2537376.089	175425.933	39.237	2537376.183	175425.942	39.140	-0.094	-0.009	0.097
E491	2537376.166	175425.164	38.107	2537376.091	175425.217	38.080	0.075	-0.053	0.027
E492	2537376.168	175425.157	37.463	2537376.176	175425.233	37.330	-0.008	-0.076	0.133
E493	2537376.169	175425.155	36.618	2537376.144	175425.236	36.420	0.025	-0.081	0.198
E494	2537376.166	175425.144	35.498	2537376.149	175425.223	35.320	0.017	-0.079	0.178
E495	2537376.166	175425.142	34.544	2537376.154	175425.211	34.390	0.013	-0.069	0.154
量測精度									
平面精度(平均)	0.079	平面精度(RMS)	0.100	高程精度(平均)	0.117	高程精度(RMS)	0.147		



附錄十 電力系統 8 小時作業實測紀錄表



GEOSAT Test Report  
經緯航太測試報告  
104-105 MMS測繪車電池8小時放電測試

檢測日期：105.7.26

項次	時間	電壓	電流	項次	時間	電壓	電流
1	9:40	13.4	37.1	32	14:50	13.12	34.5
2	9:50	13.3	37.5	33	15:00	13.11	35.7
3	10:00	13.3	34.5	34	15:10	13.1	34.6
4	10:10	13.23	34.4	35	15:20	13.1	33.7
5	10:20	13.23	35.05	36	15:30	13.09	34.8
6	10:30	13.23	34.2	37	15:40	13.09	35.6
7	10:40	13.22	34.5	38	15:44	13.08	37.4
8	10:50	13.22	35.5	39	15:48	13.08	37.5
9	11:00	13.22	34.7	40	15:51	13.07	35.2
10	11:10	13.22	34.8	41	15:55	13.07	34
11	11:20	13.21	39.2	42	16:00	13.06	34.8
12	11:30	13.21	33.3	43	16:07	13.06	34.7
13	11:40	13.2	32.5	44	16:12	13.06	33.4
14	11:50	13.2	35.2	45	16:25	13.06	33.5
15	12:00	13.19	33.2	46	16:40	13.05	34.5
16	12:10	13.18	33.4	47	16:50	13.05	34.5
17	12:20	13.18	33.3	48	17:00	13.04	34.8
18	12:30	13.17	33.3	49	17:10	13.04	36.5
19	12:40	13.17	33.4	50	17:20	13.03	34
20	12:50	13.16	33.6	51	17:30	13.03	34
21	13:00	13.16	33.5	52	17:40	13.03	36
22	13:10	13.15	35.5	53			
23	13:20	13.15	35	54			
24	13:30	13.15	33.2	55			
25	13:40	13.14	33.5	56			
26	13:50	13.14	33.6	57			
27	14:00	13.13	36.3	58			
28	14:10	13.13	37.2	59			
29	14:20	13.13	36.8	60			
30	14:30	13.12	37.2	61			
31	14:40	13.12	35.5	62			

第拾貳章

部門主管： 105.7.26  
 品檢： 105.7.26  
 確認者： July 26/2016  
 測試者： 105.7.26  
 詹子濂 105.7.26

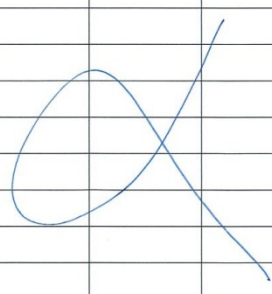




GEOSAT Test Report  
經緯航太測試報告  
104-105 MMS測繪車電池8小時放電測試

檢測日期：105.7.27

項次	時間	電壓	電流	項次	時間	電壓	電流
1	9:00	13.45	28	32	14:10	13.12	36.8
2	9:11	13.35	31.1	33	14:20	13.11	33.8
3	9:20	13.27	38.3	34	14:30	13.1	34
4	9:30	13.23	40.5	35	14:40	13.1	33.9
5	9:39	13.23	35.8	36	14:50	13.09	34.2
6	9:50	13.22	38.4	37	15:00	13.09	34.1
7	10:00	13.22	34.1	38	15:10	13.08	34.1
8	10:10	13.22	35.7	39	15:20	13.08	34.5
9	10:20	13.22	35.2	40	15:31	13.07	34.1
10	10:30	13.22	33.6	41	15:40	13.07	35.3
11	10:40	13.21	36.6	42	15:50	13.06	33.8
12	10:50	13.21	33.8	43	16:00	13.06	36.5
13	11:00	13.2	33.7	44	16:11	13.06	34.8
14	11:10	13.2	33.6	45	16:20	13.06	34.8
15	11:20	13.19	33.1	46	16:30	13.05	33.7
16	11:30	13.18	33.5	47	16:40	13.05	34.1
17	11:40	13.18	33.6	48	16:50	13.04	33.7
18	11:50	13.17	33.5	49	17:00	13.04	34.4
19	12:00	13.17	36.6	50	17:10	13.03	36.1
20	12:10	13.16	33.8	51	17:20	13.03	35.2
21	12:20	13.16	34.1	52	17:30	13.03	36.3
22	12:30	13.15	36.8	53			
23	12:40	13.15	34.2	54			
24	12:50	13.15	34.1	55			
25	13:00	13.14	34.2	56			
26	13:10	13.14	35.1	57			
27	13:20	13.13	35.5	58			
28	13:30	13.13	35.4	59			
29	13:40	13.13	36.3	60			
30	13:50	13.12	34.2	61			
31	14:00	13.12	34	62			



部門主管：

許文祥

品檢：

趙振義

確認者：

Andrew  
July 10/2016

測試者：

詹子濤 楊尚惠  
105.7.27 105.7.27

第拾貳章



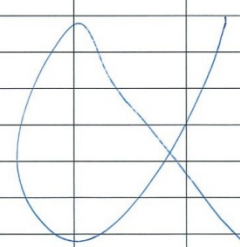
GEOSAT Test Report

經緯航太測試報告

104-105 MMS測繪車電池8小時放電測試

檢測日期：105.7.28

項次	時間	電壓	電流	項次	時間	電壓	電流
1	9:15	13.56	30.7	32	14:20	13.11	36.1
2	9:25	13.27	40.8	33	14:30	13.11	35.2
3	9:35	13.23	39.1	34	14:40	13.1	33.6
4	9:45	13.23	35.8	35	14:50	13.09	34.2
5	9:55	13.22	35.2	36	15:00	13.09	34.2
6	10:00	13.22	35	37	15:10	13.09	34.1
7	10:10	13.22	36.6	38	15:20	13.07	34.1
8	10:20	13.22	36.4	39	15:30	13.07	36.5
9	10:30	13.22	35.2	40	15:40	13.07	36.6
10	10:40	13.22	35.3	41	15:50	13.06	35.7
11	10:50	13.22	35.8	42	16:00	13.06	36.6
12	11:00	13.21	33.3	43	16:10	13.06	35.3
13	11:10	13.21	35.4	44	16:20	13.05	35.2
14	11:20	13.2	36	45	16:30	13.05	36.1
15	11:30	13.2	35.1	46	16:40	13.05	36.1
16	11:40	13.2	33.8	47	16:50	13.04	36.2
17	11:50	13.19	33.4	48	17:00	13.04	34.1
18	12:00	13.18	35.8	49	17:10	13.03	36.1
19	12:10	13.18	36.4	50	17:20	13.03	36.3
20	12:20	13.17	36.1	51	17:30	13.03	34.1
21	12:30	13.17	36.1	52			
22	12:40	13.16	35.2	53			
23	12:50	13.16	35.2	54			
24	13:00	13.15	36.2	55			
25	13:10	13.15	35	56			
26	13:20	13.14	36.6	57			
27	13:30	13.14	36.4	58			
28	13:40	13.13	34	59			
29	13:50	13.13	36.4	60			
30	14:00	13.12	36.5	61			
31	14:10	13.12	35.1	62			



部門主管：

許文祥

品檢：

趙振義

確認者：

Andruski  
July 28 / 2016

測試者：

詹子濂 楊舒惠

105.7.28

105.7.28

第拾貳章

## 附錄十一 ARTC 防水測試檢測報告

## 檢 測 報 告

報告編號：B105SS0024

製作日期：2016/7/7

委託顧客名稱：經緯航太科技股份有限公司

地 址：701 台南市東區東門路3段253號12樓

執行單位：安全檢測實驗室

檢測項目：防水測試

檢測類別：非法規檢測

委託件名稱：車載移動測繪系統

廠牌型號：GMMS\_N01

本報告含附頁 3 頁共 4 頁。

本報告未得到本中心書面同意，不得任意摘錄複製使用，但全文複製除外。

本檢測結果僅對受測產品負責。

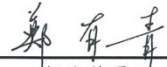
財團法人 車輛研究測試中心  
Automotive Research & Testing Center50544 彰化縣鹿港鎮鹿工南七路 6 號 Tel:+886-4-7811222 Fax:+886-4-7811777  
No.6, Lugong S. 7th Rd., Lukang Township, Changhua County 50544, Taiwan (R.O.C.)

## 檢 測 報 告

報告編號：B105SS0024  
 檢測項目：防水測試

檢測類別：法規 非法規  
 附頁頁次：第 1 頁 共 3 頁

<b>委託件識別資料</b>		
委託件名稱：車載移動測繪系統		
廠牌型號：GMMS_N01		
檢測日期：2016/7/6		
<b>檢測條件</b>		
條件 \ 檢測件	車載移動測繪系統	
潑濺角度	60°	
水 壓	80~100 kPa	
水 量	每分鐘10公升	
測試時間	5分鐘	
檢測前照片	圖1	
<b>檢測標準及程序</b>		
IPX4防水等級測試		
<b>檢測儀器</b>		
液靜壓試驗機		
<b>檢測結果</b>		
項目	檢測後說明	檢測後照片
IPX4 防水等級測試	車載移動測繪系統功能正常，位於車頂之系統內部有積水現象。	圖 2、圖 3

  
 報告簽署人

第拾貳章



## 檢 測 報 告

報告編號：B105SS0024

檢測項目：防水測試

檢測類別：法規 非法規

附頁頁次：第 2 頁 共 3 頁



圖 1



圖 2

## 檢 測 報 告

報告編號：B105SS0024  
檢測項目：防水測試

檢測類別：法規 非法規  
附頁頁次：第 3 頁 共 3 頁



圖3

## 附錄十二 圖資更新來回測試檢核紀錄表

來回測試檢核表					
作業範圍：霧峰北峰頂		檢核日期：105.8.2		檢核人員：謝佳諭	
	來		回		距離
	X	Y	X	Y	
1	217456.77	2662971.01	217456.91	2662970.29	0.73
2	217493.58	2663257.59	217492.68	2663257.80	0.92
3	217649.98	2663043.41	217649.75	2663044.02	0.65
4	218053.83	2662978.75	218053.31	2662978.58	0.54
5	218556.78	2663181.41	218555.89	2663181.04	0.97
6	218683.41	2663279.00	218683.05	2663279.68	0.78
7	219284.51	2663961.64	219284.78	2663960.63	1.05
8	218786.13	2663758.88	218787.14	2663759.05	1.02
9	218564.13	2663706.95	218564.67	2663706.53	0.68
10	218466.40	2663410.42	218466.07	2663410.53	0.35
11	217474.94	2662899.92	217474.49	2662900.75	0.94
12	218574.27	2662861.02	218574.10	2662861.22	0.25
13	218817.03	2662801.25	218817.26	2662801.90	0.69
14	218910.63	2662383.05	218911.28	2662382.97	0.66
15	218874.75	2662716.46	218874.44	2662715.30	1.21
16	218634.68	2662929.04	218634.99	2662928.62	0.52
17	218939.02	2662703.30	218939.11	2662704.44	1.15
18	218783.27	2663135.80	218782.86	2663134.90	0.99
19	218982.50	2663337.77	218982.08	2663337.72	0.42
20	218095.15	2663678.65	218095.00	2663678.28	0.40
21	219358.95	2662569.76	219358.57	2662569.53	0.44
22	219024.39	2662358.05	219024.61	2662358.89	0.87
23	219132.61	2662291.75	219132.92	2662291.20	0.63
24	219241.02	2662648.14	219240.94	2662648.07	0.10
25	219312.15	2662805.33	219312.00	2662804.59	0.76
26	219303.01	2662907.89	219302.66	2662908.78	0.96
27	219335.14	2662968.06	219334.71	2662967.78	0.51
28	219442.63	2662926.60	219441.95	2662925.95	0.94
29	219463.48	2663102.46	219463.02	2663102.88	0.62
30	219218.24	2662525.72	219217.32	2662526.42	1.16
平均					0.73
RMS					0.78





來回測試檢核表					
作業範圍：高鐵彰化站		檢核日期：105.8.2		檢核人員：謝佳諭	
	來		回		距離
	X	Y	X	Y	
1	207322.07	2642336.74	207321.05	2642336.09	1.21
2	207820.08	2639747.93	207820.88	2639748.84	1.21
3	207237.29	2640770.73	207238.33	2640771.28	1.17
4	207699.86	2641632.48	207700.40	2641631.45	1.17
5	207548.85	2639849.76	207549.87	2639849.27	1.13
6	207970.05	2640742.56	207969.41	2640743.46	1.10
7	208003.96	2640497.03	208003.08	2640497.67	1.10
8	207810.75	2640187.64	207810.50	2640188.70	1.09
9	207286.31	2641710.76	207285.57	2641711.56	1.08
10	207733.51	2639725.87	207733.92	2639726.83	1.05
11	207906.54	2640293.50	207906.30	2640294.51	1.04
12	207101.89	2641383.29	207102.93	2641383.32	1.04
13	207401.98	2640847.90	207401.11	2640847.34	1.03
14	205670.41	2640463.36	205669.44	2640463.02	1.02
15	206684.63	2640618.72	206684.36	2640619.65	0.97
16	207400.96	2642176.08	207401.56	2642175.33	0.96
17	206966.15	2641431.24	206967.07	2641431.09	0.93
18	206848.35	2641324.14	206849.18	2641323.76	0.92
19	207393.58	2639882.61	207393.52	2639883.47	0.86
20	205602.79	2640695.46	205601.95	2640695.41	0.84
21	207039.36	2641892.91	207038.63	2641893.32	0.83
22	206178.21	2640133.71	206177.44	2640133.46	0.81
23	207513.67	2640803.69	207513.87	2640802.91	0.81
24	207526.96	2639696.95	207526.16	2639696.99	0.81
25	205755.71	2640625.31	205756.37	2640624.85	0.80
26	207683.73	2640181.66	207684.48	2640181.90	0.79
27	207274.30	2639729.18	207274.94	2639729.62	0.77
28	206669.73	2640717.78	206670.08	2640717.11	0.75
29	207174.24	2641327.40	207173.66	2641327.88	0.75
30	207039.91	2642199.31	207039.67	2642198.61	0.75
31	207865.65	2640189.84	207865.64	2640190.57	0.73
32	207949.90	2639849.61	207949.24	2639849.83	0.70
33	208277.77	2640445.41	208277.19	2640445.80	0.69

第拾貳章



34	207153.19	2641812.65	207152.62	2641813.04	0.69
35	208121.84	2640521.32	208122.14	2640521.91	0.66
36	207941.14	2641668.28	207940.69	2641668.75	0.65
37	206204.35	2641534.36	206204.94	2641534.08	0.65
38	207394.16	2640774.29	207394.64	2640774.71	0.63
39	205444.00	2640550.82	205443.69	2640550.30	0.61
40	207454.79	2640029.13	207454.77	2640029.74	0.60
41	207740.92	2639621.70	207741.03	2639622.26	0.56
42	207107.88	2642121.55	207108.42	2642121.40	0.56
43	207087.05	2641339.35	207086.87	2641338.83	0.55
44	206646.17	2640319.40	206645.64	2640319.55	0.55
45	205711.10	2640743.43	205710.80	2640742.99	0.54
46	206137.04	2640770.42	206136.56	2640770.65	0.53
47	207155.87	2641226.29	207155.49	2641226.64	0.52
48	206992.12	2640362.48	206991.65	2640362.61	0.49
49	206844.36	2640939.51	206844.02	2640939.86	0.49
50	207018.26	2641412.43	207018.67	2641412.69	0.49
51	207856.09	2639938.56	207856.13	2639939.03	0.48
52	207040.11	2640766.34	207040.44	2640766.69	0.48
53	206880.31	2641090.99	206879.98	2641091.32	0.47
54	207966.07	2640974.24	207966.13	2640973.78	0.46
55	206758.37	2640746.60	206758.68	2640746.93	0.45
56	207541.74	2640157.60	207541.79	2640158.05	0.45
57	206432.29	2640783.76	206432.47	2640784.17	0.45
58	207738.28	2640150.52	207738.47	2640150.14	0.42
59	206473.58	2641747.07	206473.65	2641747.48	0.42
60	206721.70	2641381.51	206721.80	2641381.90	0.41
61	206891.61	2641006.22	206891.68	2641005.83	0.40
62	208502.88	2639987.93	208502.49	2639987.99	0.39
63	206900.29	2641218.63	206900.07	2641218.95	0.39
64	206045.25	2640860.66	206045.34	2640861.03	0.38
65	206617.83	2640853.84	206617.82	2640854.22	0.38
66	206856.68	2640825.53	206856.89	2640825.22	0.37
67	207828.36	2642583.50	207828.01	2642583.58	0.37
68	206799.38	2640954.61	206799.35	2640954.96	0.35
69	206992.28	2641288.71	206992.39	2641288.38	0.35
70	206680.08	2640029.67	206679.80	2640029.83	0.33
71	206187.70	2640677.73	206187.38	2640677.71	0.32

72	207178.59	2641128.01	207178.70	2641128.31	0.32
73	205996.37	2640936.97	205996.39	2640937.28	0.31
74	208017.58	2639705.74	208017.27	2639705.78	0.31
75	206757.34	2641124.28	206757.35	2641124.58	0.30
76	205833.78	2640824.21	205834.01	2640824.41	0.30
77	207031.75	2641081.70	207031.76	2641081.99	0.29
78	206352.26	2641106.21	206352.03	2641106.37	0.28
79	205752.49	2641807.51	205752.75	2641807.40	0.27
80	206208.43	2640965.89	206208.35	2640966.13	0.25
81	206625.87	2641037.13	206625.65	2641037.24	0.24
82	207940.60	2640374.75	207940.41	2640374.90	0.24
83	207197.56	2640843.79	207197.57	2640843.55	0.24
84	207054.19	2641006.56	207053.98	2641006.57	0.21
85	206184.45	2640569.56	206184.47	2640569.76	0.20
86	205881.43	2640725.65	205881.25	2640725.59	0.19
87	206689.38	2641441.29	206689.22	2641441.22	0.17
88	207349.88	2639718.29	207349.78	2639718.20	0.13
89	205994.60	2640542.13	205994.51	2640542.08	0.11
90	208145.87	2639735.07	208145.97	2639735.07	0.10
平均					0.60
RMS					0.67

來回測試檢核表					
作業範圍： <u>和泰交流道</u>		檢核日期： <u>105. 9. 19</u>		檢核人員： <u>謝佳諭</u>	
	來		回		
	X	Y	X	Y	距離
1	200388.23	2670336.90	200388.69	2670336.68	0.51
2	199395.28	2669288.60	199396.15	2669289.38	1.17
3	198318.33	2668619.32	198318.09	2668619.88	0.61
4	198724.60	2668371.97	198725.01	2668372.59	0.75
5	198725.77	2668247.28	198725.35	2668247.70	0.59
6	198943.01	2668174.27	198943.52	2668173.76	0.73
7	198934.89	2668546.53	198934.11	2668546.83	0.84
平均					0.74
RMS					0.77



來回測試檢核表					
作業範圍：投19		檢核日期：105.7.18		檢核人員：謝佳諭	
	來		回		距離
	X	Y	X	Y	
1	223323.43	2651452.60	223323.88	2651452.63	0.45
2	223471.94	2651263.66	223472.11	2651263.59	0.18
3	223419.22	2650940.61	223419.30	2650940.21	0.41
4	223654.18	2650681.04	223654.43	2650681.05	0.25
5	223791.21	2650354.03	223791.63	2650353.92	0.43
6	224168.33	2650188.77	224168.40	2650188.93	0.17
7	224657.63	2649759.16	224657.78	2649759.26	0.18
8	224897.06	2649587.03	224897.05	2649587.14	0.11
9	225023.80	2649391.44	225023.88	2649391.50	0.10
10	225143.20	2649207.60	225143.36	2649207.61	0.16
11	225272.64	2649070.74	225272.68	2649070.70	0.06
平均					0.23
RMS					0.26



來回測試檢核表					
作業範圍：台中糖廠		檢核日期：105.7.22		檢核人員：謝中任(謝)	
	來		回		距離
	X	Y	X	Y	
1	218394.55	2670230.11	218395.08	2670229.67	0.69
2	219121.77	2670612.85	219121.40	2670612.66	0.42
3	219161.99	2670459.91	219161.84	2670459.81	0.18
4	218538.32	2669650.24	218538.04	2669649.36	0.93
5	218354.95	2669740.03	218354.25	2669739.16	1.12
6	218341.17	2669413.77	218341.88	2669414.67	1.15
7	218341.87	2669414.36	218341.14	2669413.50	1.13
8	219424.33	2669429.34	219424.11	2669429.40	0.23
9	219405.05	2669483.42	219404.99	2669482.89	0.53
10	219305.55	2669424.50	219306.00	2669424.07	0.63
11	219319.97	2669533.08	219319.98	2669533.07	0.01
12	219376.31	2669693.28	219377.11	2669693.28	0.80
13	219295.97	2669802.92	219295.43	2669802.53	0.67
14	218930.89	2669781.29	218930.27	2669780.25	1.21
15	219179.12	2670063.55	219178.73	2670064.03	0.62
16	219419.11	2670023.47	219419.67	2670024.18	0.90
17	219516.43	2670372.98	219515.82	2670372.63	0.70
18	219462.92	2670062.21	219462.85	2670061.49	0.73
19	219523.97	2670532.70	219524.20	2670532.08	0.66
20	219050.36	2670516.12	219050.04	2670517.02	0.95
21	219259.69	2670591.09	219260.81	2670590.58	1.23
22	219488.46	2670867.74	219488.07	2670866.82	1.00
23	219167.46	2670801.74	219167.94	2670802.30	0.74
24	218986.78	2670621.99	218986.25	2670621.58	0.68
25	218636.75	2670447.84	218636.46	2670446.76	1.11
26	218220.55	2669462.65	218220.55	2669462.13	0.51
27	219292.36	2669863.09	219291.61	2669862.91	0.77
28	219175.04	2670681.90	219174.80	2670682.48	0.63
29	219173.72	2670753.40	219173.18	2670754.12	0.89
平均					0.75
RMS					0.81



來回測試檢核表					
作業範圍：中興文心路		檢核日期：105.7.27		檢核人員：謝佳訓	
	來		回		
	X	Y	X	Y	距離
1	214115.81	2672073.46	214116.64	2672073.85	0.91
2	216179.56	2674240.98	216179.56	2674240.12	0.86
3	219317.50	2673922.56	219317.42	2673922.12	0.45
4	219334.01	2673920.87	219334.53	2673920.58	0.60
平均					0.70
RMS					0.73

該區域因車道間有捷運興建  
來回雙向皆可清楚辨識之地物較少  
造成來回測試檢核累位不足

來回測試檢核表					
作業範圍：古坑交流道		檢核日期：105.7.20		檢核人員：謝任諭	
	來		回		距離
	X	Y	X	Y	
1	207187.78	2618739.06	207187.47	2618739.26	0.37
2	207335.21	2618844.52	207335.30	2618844.12	0.42
3	207567.60	2619033.64	207567.36	2619033.73	0.26
4	206129.28	2618017.41	206129.74	2618017.40	0.45
5	207670.06	2619068.07	207670.27	2619068.34	0.35
6	206199.04	2618001.87	206198.84	2618002.07	0.29
7	206183.04	2618014.31	206183.22	2618014.64	0.37
8	202905.27	2618604.78	202904.95	2618604.15	0.71
平均					0.40
RMS					0.42





來回測試檢核表					
作業範圍：古坑山區		檢核日期：105.7.21		檢核人員：謝作諒	
	來		回		距離
	X	Y	X	Y	
1	205404.43	2618198.39	205404.72	2618198.25	0.32
2	206057.10	2619694.58	206056.89	2619693.95	0.66
3	206077.52	2619878.81	206076.89	2619878.69	0.64
4	206266.28	2620061.54	206265.94	2620061.26	0.45
5	206553.04	2620375.16	206552.27	2620374.87	0.82
6	207083.53	2620608.07	207082.81	2620607.79	0.77
7	207769.17	2620516.71	207768.52	2620516.47	0.69
8	207950.37	2620172.55	207950.39	2620173.41	0.87
9	208762.65	2619299.21	208762.00	2619298.54	0.93
10	209003.49	2618716.37	209003.98	2618717.05	0.84
11	209509.57	2617750.45	209509.20	2617750.86	0.55
12	209918.78	2617290.07	209918.27	2617290.45	0.64
13	210892.94	2616768.45	210893.09	2616767.61	0.85
14	210343.01	2616218.96	210343.55	2616219.62	0.85
15	210626.48	2615622.11	210626.20	2615622.95	0.88
16	211200.32	2615120.60	211200.22	2615121.23	0.64
17	211302.37	2614869.20	211301.55	2614868.65	0.98
18	210600.15	2614329.33	210600.28	2614328.94	0.41
19	210438.03	2614533.49	210437.26	2614533.72	0.80
20	208784.50	2615041.98	208784.71	2615041.94	0.22
21	208291.43	2615637.06	208290.32	2615636.83	1.13
22	206583.50	2615939.94	206584.64	2615939.46	1.23
23	209867.89	2616552.04	209867.87	2616551.09	0.95
24	206968.48	2618549.92	206968.50	2618549.01	0.91
25	206493.64	2619487.02	206493.84	2619486.12	0.92
26	206377.67	2620083.16	206377.96	2620082.20	1.00
27	209271.88	2617006.57	209270.78	2617006.53	1.10
28	208302.07	2617094.04	208301.45	2617094.90	1.06
29	205087.99	2617185.52	205087.84	2617184.58	0.95
30	205138.72	2616624.05	205138.94	2616625.04	1.01
31	211040.38	2614272.25	211040.13	2614273.07	0.86
平均					0.80
RMS					0.84

第拾貳章



## 附錄十三 電力系統設備規格書

### 一、鋰鐵電池

#### Standard Pack A 12V/102Ah Batteries Family Rechargeable LiFePO<sub>4</sub> Batteries



Phoenix Silicon International (PSI) technology delivers safe LiFePO<sub>4</sub> in standard lead-acid battery sizes for a wide variety of applications. The standard pack A Power Systems are a family of 12 V batteries that offer twice the run-time and nearly half the weight of similar sized lead-acid batteries. They are built with PSI LiFePO<sub>4</sub> Technology, which enables unsurpassed safety, excellent float and cycle life with deep depth of discharge cycling, to help lower total cost of ownership. The standard pack A power bank are designed for applications requiring extended run-time and ease of installation. They include the following features:

- ◆ Built-in protection for over-charge, over-discharge and over-temperature conditions
- ◆ Built-in electronic monitoring for state-of-charge, current, voltage and temperature
- ◆ Internal cell balancing
- ◆ LED battery status indicator
- ◆ Series connection up more than thirty >30 batteries (UPS application)
- ◆ More than two thousands of cycles, under normal conditions
- ◆ Maintenance-free
- ◆ Can be recharged using most standard lead-acid chargers (set for AGM/GEL cells)



Specification	12V/102Ah	Remark
Voltage (Vdc)	12.8	
Capacity	102 Ah	
Dimensions (L x W x H) mm	193 x 264 x 237	
Inside Cells Configuration	4S6P	S: Series P: Parallel
Inside Cells Type (40138)	>17Ah	
Charging Voltage	14.6 Vdc	
Max. Discharging (A)	120 A	1C Dis.
Battery Weight Energy Density	100Wh/Kg	
Cycles Time	>6000	
Operation Humidity	5% to 95%, non-condensing	
Operation Temperature	-20°C ~ +55 °C	
Communication Port	DB9- RS-232	
Weight	≤ 12kg	
BMS Function	Standard Balance & Monitor Function	

## 二、逆變器(TS-3000-112)



3000W True Sine Wave DC-AC Inverter

TS-3000 series



■ Features :

- True sine wave output (THD<3%)
- High surge power up to 6000W
- High efficiency up to 92%
- Power ON-OFF switch
- Standby saving mode can be selectable
- Front panel indicator for operation status
- Thermostatically controlled cooling fan
- Protections: Bat. low alarm / Bat. low shutdown / Over voltage / Over temp. / Output short / Input polarity reverse / Overload / AC circuit breaker
- Application : Home appliance, power tools, office and portable equipment, vehicle and yacht ...etc.
- Optional monitoring software and connection cable (MW order No.: DS-TN-1500)
- 3 years warranty



SPECIFICATION

MODEL	TS-3000-112□	TS-3000-124□	TS-3000-148□	TS-3000-212□	TS-3000-224□	TS-3000-248□	
OUTPUT	RATED POWER (Typ.) 3000W						
	MAXIMUM OUTPUT POWER (Typ.) 3450W for 180 sec. / 4500W for 10 sec. / surge power 6000W for 30 cycles						
	AC VOLTAGE			Factory setting set at 110VAC			
	100 / 110 / 115 / 120VAC selectable by setting button S.W			Factory setting set at 230VAC			
	200 / 220 / 230 / 240VAC selectable by setting button S.W			100 / 110 / 115 / 120VAC selectable by setting button S.W			
	FREQUENCY			60+0.1Hz 50/60Hz selectable by setting button S.W			
	50+0.1Hz 50/60Hz selectable by setting button S.W			60+0.1Hz 50/60Hz selectable by setting button S.W			
INPUT	WAVEFORM Note.7 True sine wave (THD<3%)						
	AC REGULATION (Typ.) +3%						
	SAVING MODE (Typ.) Default disabled. Load ≤ 5W will be changed to standby mode						
	FRONT PANEL INDICATOR Battery voltage level, output load level, saving mode, fault and operation status						
	BAT. VOLTAGE 12V 24V 48V 12V 24V 48V						
	VOLTAGE RANGE (Typ.) Note.3,6 10.5 ~ 15VDC 21 ~ 30VDC 42 ~ 60VDC 10.5 ~ 15VDC 21 ~ 30VDC 42 ~ 60VDC						
	DC CURRENT (Typ.) Note.4 300A 150A 75A 300A 150A 75A						
BATTERY INPUT PROTECTION	NO LOAD DISSIPATION (Typ.) ≤ 10W @ standby saving mode						
	OFF MODE CURRENT DRAW (Typ.) ≤ 1mA						
	EFFICIENCY (Typ.) Note.1 88% 90% 91% 89% 91% 92%						
	BATTERY TYPES Open & sealed lead acid battery						
	FUSE 40A*12 40A*6 20A*6 40A*12 40A*6 20A*6						
	BAT. LOW ALARM Note.5 11.3V 22.5V 45V 11.3V 22.5V 45V						
	BAT. LOW SHUTDOWN Note.6 10.5V 21V 42V 10.5V 21V 42V						
OUTPUT PROTECTION	REVERSE POLARITY By internal fuse open						
	OVER TEMPERATURE 90°C + 5°C 85°C + 5°C 85°C + 5°C 80°C + 5°C 75°C + 5°C 75°C + 5°C						
	OUTPUT SHORT Protection type : Shut down o/p voltage, re-power on to recover						
	OVER LOAD (Typ.) 105 ~ 115% load for 180 sec., 115% ~ 150% load for 10 sec.						
	CIRCUIT BREAKER AC output receptacle 15A						
	GFCI PROTECTION Optional (Only type F) None						
	ENVIRONMENT	WORKING TEMP. Note.2 0 ~ +40°C @ 100% load; 60°C @ 50% load					
WORKING HUMIDITY 20% ~ 90% RH non-condensing							
STORAGE TEMP., HUMIDITY -30 ~ +70°C / -22 ~ +158°F, 10 ~ 95% RH							
VIBRATION 10 ~ 500Hz, 3G 10min./1 cycle, 60min. each along X, Y, Z axes							
SAFETY & EMC	SAFETY STANDARDS UL458 (only for Type G) None EN60950-1						
	LVD None EN60950-1						
	WITHSTAND VOLTAGE Bat I/P - AC O/P: 3.0KVAC AC O/P - FG: 1.5KVAC						
	ISOLATION RESISTANCE Bat I/P - AC O/P, Bat I/P - FG, AC O/P - FG: 100M ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH						
OTHERS	EMC EMISSION Compliance to FCC class A Compliance to EN55022 class A, 72/245/CCE, 95/54/CE, E-Mark						
	EMC IMMUNITY None Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11						
	CONTROL WIRING RJ11-RS232 (Option)						
	DIMENSION 466.8*283.5*100mm (L*W*H)						
NOTE	PACKING 12.9Kg; 1 pcs/14Kg; 1.98CUFT						
	1. Efficiency is tested by 2100W, linear load at 13V, 26V, 52V input voltage. 2. Output derating capacity referenced by curve 1. 3. Input derating capacity referenced by curve 2. 4. DC current is tested by 3000W, linear load at 12V, 24V, 48V input voltage. 5. All parameters not specified above are measured at rated load, 25°C of ambient temperature and set to factory setting. 6. The tolerance of each voltage value by models is: 112/12 → ±0.5V, 124/224 → ±1V, 148/248 → ±2V 7. THD is tested by 3000W, linear load at 13, 26, 52V input voltage.						

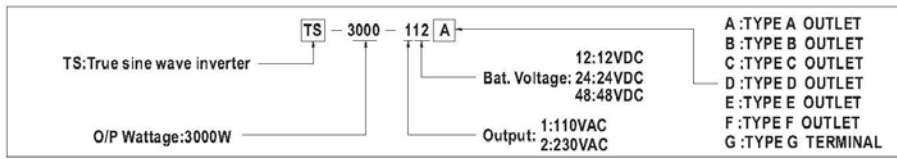
File Name: TS-3000-SPEC\_2016-05-27

第拾貳章



3000W True Sine Wave DC-AC Inverter

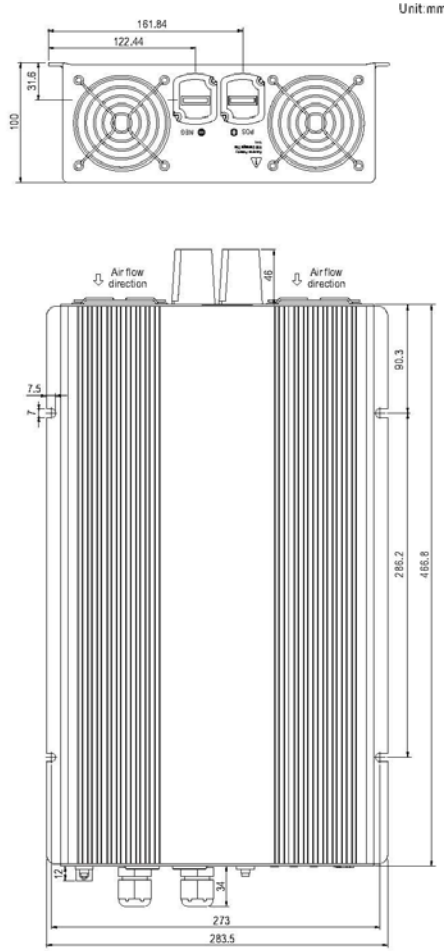
TS-3000 series



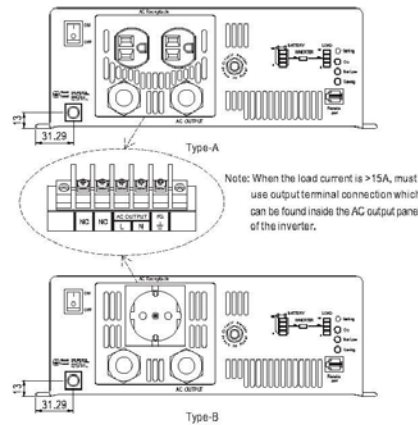
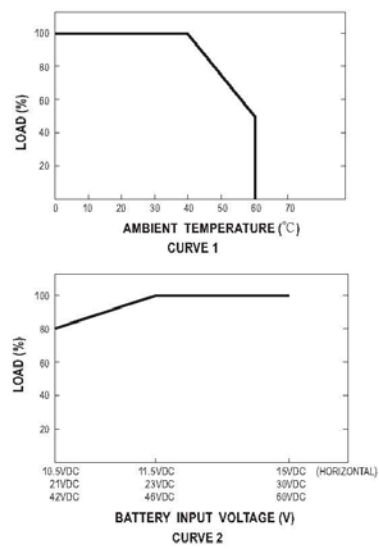
AC Output Receptacle (optional)

Receptacle type	TYPE-A	TYPE-B	TYPE-C	TYPE-D	TYPE-E	TYPE-F	TYPE-G
Country	USA	EUROPE	AUSTRALIA	U.K	JAPAN	GFCI	----
Certificate	FC	E13 CE	E13 CE	E13 CE	FC	FC	UL=FC (Refer to 4th page)

Mechanical Specification



Derating Curve



File Name: TS-3000-SPEC 2015-05-27

第拾貳章

### 三、充電器(RSP-1500-15)



## 1500W单输出电源供应器

## RSP-1500系列



■ 特性:

- 国际通用全范围交流输入
- ZVS新技术
- 主动式交流输入浪涌限制
- 效率高达91%
- 内建主动式PFC功能, PF>0.95
- 保护种类: 短路/过负载/过电压/过温度
- 内建直流轴承式风扇强制冷却
- 额定输出70~100%间电压可调
- 高功率密度8.3w/inch<sup>3</sup>
- 主动式并联功能, 高达6000瓦(3+1)
- 输出警报信号
- 内置遥控用12V/0.1A辅助输出
- 具有遥控开关
- 具有遥感功能
- 5年保固



电气规格

机型	RSP-1500-5	RSP-1500-12	RSP-1500-15	RSP-1500-24	RSP-1500-27	RSP-1500-48		
输出	直流电压	5V	12V	15V	24V	27V	48V	
	额定电流	240A	125A	100A	63A	56A	32A	
	电流范围	0~240A	0~125A	0~100A	0~63A	0~56A	0~32A	
	额定功率	1200W	1500W	1500W	1512W	1512W	1536W	
	纹波与噪声(最大) 备注2	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	200mVp-p	
	电压调整范围	4.5~5.5V	10~13.5V	13.5~16.5V	20~26.4V	24~30V	43~56V	
	电压精度 备注3	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	
	线性调整率	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	
	负载调整率	±2.0%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	
	启动、上升时间	1500ms, 100ms(满载时)						
输入	保持时间(Typ.)	10ms(满载时)		14ms(满载时)		16ms(满载时)		
	电压范围	90~264VAC或127~370VDC						
	频率范围	47~63Hz						
	功率因子(Typ.)	0.95/230VAC		0.98/115VAC(满载时)				
	效率(Typ.)	80%	87%	87%	90%	90%	91%	
	交流电流(Typ.)	17A/115VAC		8A/230VAC				
	浪涌电流(Typ.)	30A/115VAC		60A/230VAC				
	漏电流	<2.0mA/240VAC						
	保护	过负载 备注5	额定输出功率的105~135%					
		过电压	保护类型:恒电流限制,5秒后将关闭输出电压,重启后恢复					
过温度		5.75~6.75V	13.8~16.8V	17~20.5V	27.6~32.4V	31~36.5V	57.6~67.2V	
功能	辅助电源(AUX)	12V@0.1A(仅用于遥控开/关)						
	控制开关	请参考功能手册						
	输出警报信号	请参考功能手册						
	输出电压调整	请参考功能手册						
环境	均流	请参考功能手册						
	工作温度	-20~+70°C(请参考"减额曲线")						
	工作湿度	20~90%RH无冷凝						
	存储温度、湿度	-40~+85°C, 10~95%RH						
	温度系数	±0.05%/°C(0~50°C)						
安规和电磁兼容	耐振动	10~500Hz, 2G 10分钟/周期, X、Y、Z轴各60分钟						
	安全规范	UL60950-1, TUV EN60950-1认证通过						
	耐压	I/P-O/P:3KVAC		I/P-FG:2KVAC		O/P-FG:0.5KVAC		
	绝缘阻抗	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH						
	电磁兼容发射	符合EN55022(CISPR22), EN61000-3-2,-3						
其它	电磁兼容抗扰度	符合EN61000-4-2,3,4,5,6,8,11, EN55024, A级轻工业标准						
	MTBF	≥62.6K hrs		MIL-HDBK-217F(25°C)				
	尺寸	278*127*83.5mm(L*W*H)						
备注	包装 3.0Kg; 4pcs/13Kg/1.19CUFT							
备注	1. 如未特别说明, 所有规格参数均在输入为230VAC, 额定负载, 25°C环境温度下进行测量。 2. 纹波和噪声测量方法: 使用一套12"双探头, 同时终端要并联0.1uF和47uF的电容, 在20MHz带宽下进行测量。 3. 精度: 包含设定误差、线性调整率和负载调整率。 4. 电源被视为系统内元件的一部分, 需结合终端设备进行电磁兼容相关确认。 EMC测试方法的指引, 请参阅明纬公司网站 <a href="http://www.meanwell.com.cn">http://www.meanwell.com.cn</a> 上的"EMI测试声明书"。 5. 低输入电压情况下需减额输出, 具体请参阅减额曲线图。							

File Name:RSP-1500-SPEC 2013-11-01

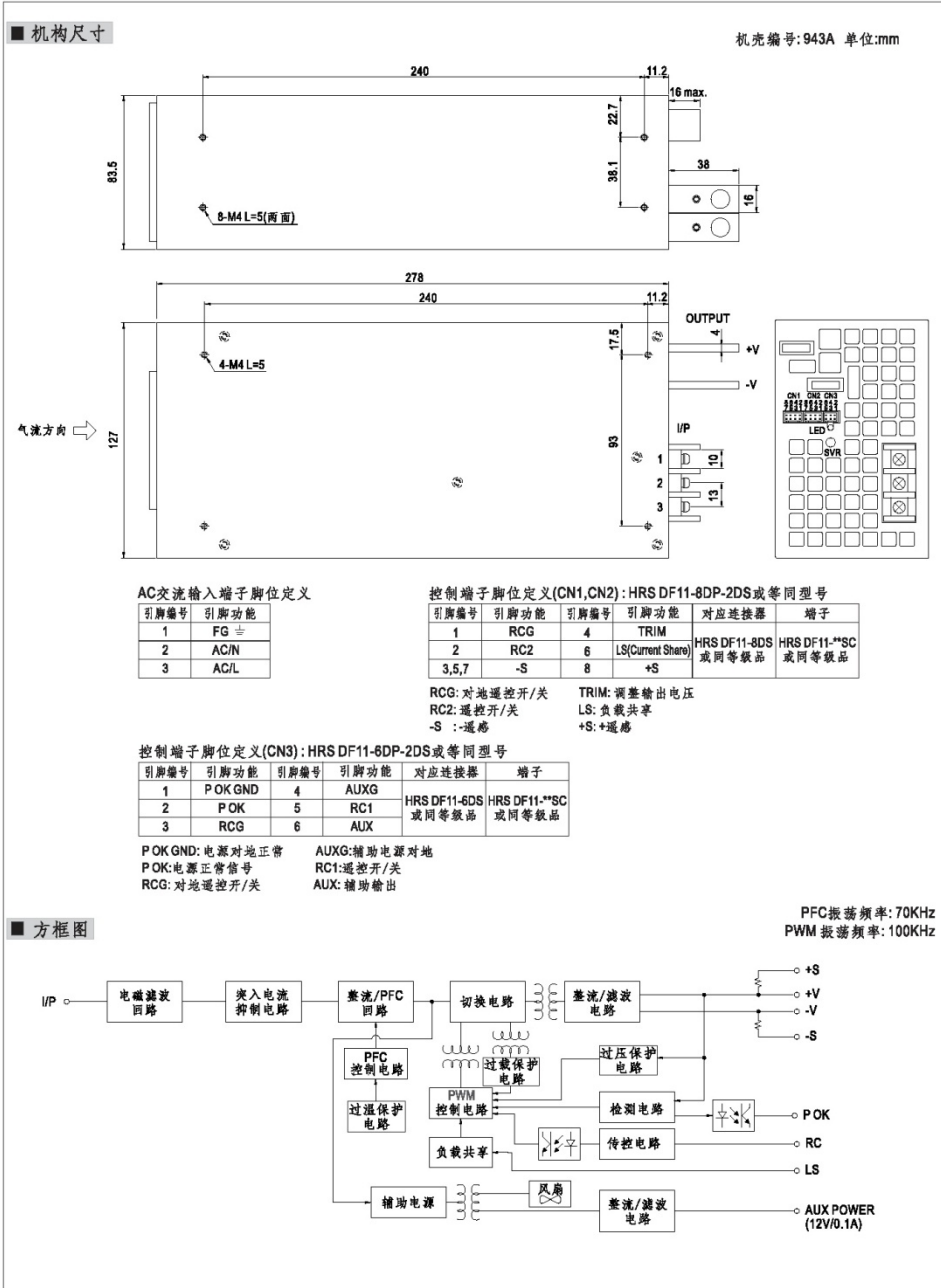
第拾貳章





### 1500W单输出电源供应器

### RSP-1500系列



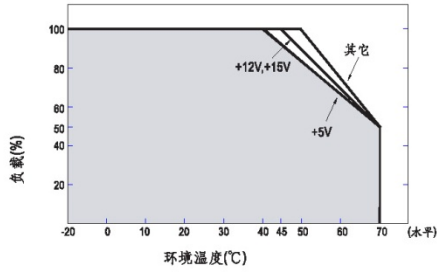
第拾貳章



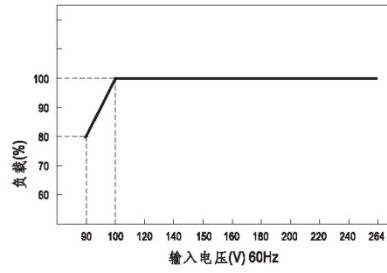
1500W单输出电源供应器

RSP-1500系列

■ 减额曲线



■ 静态特性曲线



■ 功能手册

1. 遥控开/关

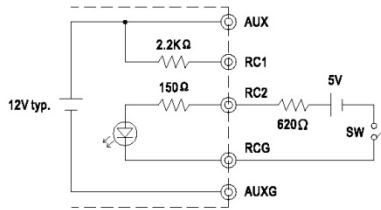
- (1) CN1 & CN2 & CN3 间的电压可作遥控开/关用
- (2) 表1.1 遥控开关功能说明
- (3) 图1.2 是遥控开关功能连接示例

表1.1 遥控开/关说明

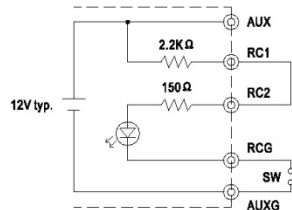
连接方法	图1.2(A)	图1.2(B)	图1.2(C)
开启输出	打开开关	打开开关	关闭开关
关闭输出	关闭开关	关闭开关	打开开关

图1.2 遥控开关连接示例

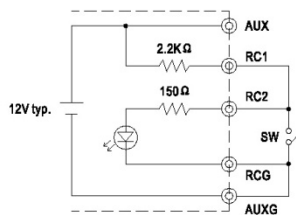
(A) 用外部电源



(B) 用内部12V辅助输出



(C) 用内部12V辅助输出



File Name:RSP-1500-SPEC 2013-11-01

第拾貳章



## 1500W单输出电源供应器

## RSP-1500系列

### 2. 电源警报信号输出

- (1) 电源警报信号通过“P OK” & “P OK GND” pin脚输出
- (2) 该功能需要一个外部电源，最大50V,最大吸入电流10mA

(3) 表2.1表明电源供应器的警报功能

功能	描述	警报输出(P OK)
P OK	当电源输出电压高于65%的额定输出电压时 信号显示“低”-电源正常	低 (10mA时最大0.5V)
	当电源输出电压低于65%的额定输出电压时 信号显示“高”-电源关闭	高或开路 (最大10mA)

表2.1警报解释

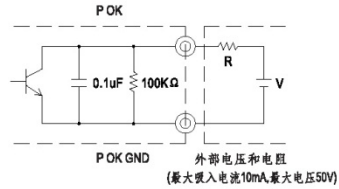


图2.2电源正常的内部回路(集电极开路的方法)

### 3. 输出电压调整

- (1) 如图所示3.1，在额定输出的70~100%(Typ.)间电压可调
- (2) 如图3.2所示，在CN1或CN2的TRIM和-S间连接一个外部电阻
- (3) +S & +V, -S & -V也需要连接到CN1或CN2.

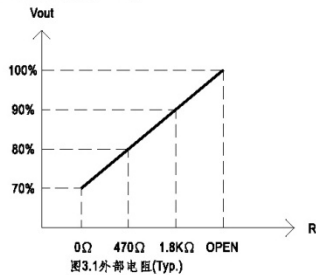


图3.1外部电阻(Typ.)

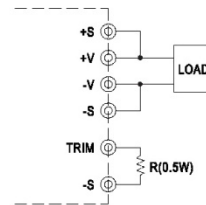
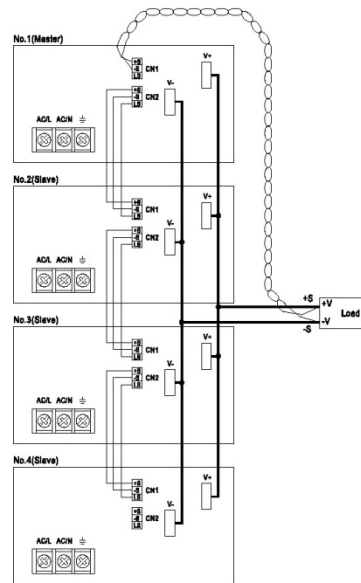


图3.2输出电压调整

### 4. 均流

- (1) 并联操作接线方式如下所示  
(+S, -S和LS相互并联):
- (2) 各并联单元间的输出电压差异应小于0.2V
- (3) 总输出电流不可超过以下式所得到的数值  
(并联下的输出电流)=(各组额定电流) × (组数) × 0.9
- (4) 最多并联4组,如需其他应用,请联系供应商
- (5) 并联工作到遥测功能时,传感线必须连接到主要单元



File Name:RSP-1500-SPEC 2013-11-01