

一、前言

西拉雅國家風景區跨越台南縣及嘉義縣，北起台南縣白河鎮及嘉義縣大埔鄉，南至台南縣新化鎮南界及左鎮鄉西南界，東至南化鄉界及台 20 線，西至國道第二高速公路及烏山頭風景特定區計畫範圍西界；行政區域則涵蓋台南縣左鎮鄉、楠西鄉、大內鄉、山上鄉、玉井鄉及嘉義縣大埔鄉全鄉，以及台南縣白河鎮、新化鎮、新市鄉、善化鎮、官田鄉、六甲鄉、柳營鄉、東山鄉、南化鄉部分區域，共計 15 個鄉鎮。陸域面積八萬八千零七十公頃，水域面積三千三百八十公頃，合計面積約九萬一千四百五十公頃，為典型的水庫風景區，且為台灣第十三個「國家級」風景特定區。

就水資源來看，西拉雅國家風景區由北至南有鹿寮、白河、曾文、尖山埤、烏山頭、鏡面、虎頭埤等七坐水庫各具特色。其中位於曾文溪上游的**曾文水庫**，壩高 133 公尺，是全台最大水庫，景觀壯闊秀麗，目前是最大的蓄水所在。橫跨官田、六甲、東山的**烏山頭水庫**，湖光山色相映成趣，水庫大壩是世界僅存國寶級的「沖淤式土石壩」，由日籍技師八田與一設計，民國 19 年啟用迄今，75 年來依舊肩負著灌溉重任，為全世界三大水利工程之一。**虎頭埤水庫**是全台最悠久的水庫，兩年前經縣府重新整修，波光粼粼，展現不同風貌，今年再新增太陽能船等，讓新賣點促銷老景點。**尖山埤水庫**因台糖投資興建的江南度假村飯店，觀光客明顯增加。其餘包括**白河、鹿寮、鏡面水庫**，也都是水色宜人，深具未來觀光發展潛力。溫泉方面，有關子嶺泥泉、六重溪溫泉、龜丹溫泉、水雲溫泉等，而「關子嶺泥泉」除了是全國獨一無二的泥泉外，所富含的鹼性碳酸更有治療風濕、神經疾病與養生美容的功效，與陽明山溫泉、北投溫泉、四重溪溫泉並列為台灣四大溫泉。化石則有菜寮溪化石、六甲水流東化石、六重溪溪床化石等，其中「菜寮溪化石」更是以發現全國最古老人類化石—「左鎮人化石」而著稱；地質以「草山月世界」獨特的青灰岩惡地地形最具代表性；文化特色上，「西拉雅文化」具代表性，不僅為平埔文化發源地，同時還保有眾多保存完好的平埔公廨，以及傳統「西拉雅族」的夜祭儀式活動；農產方面，則有白河蓮花、東山龍眼及洋香瓜、玉井芒果、官田菱角等著名產品，此外，各鄉鎮還配合舉辦白河蓮子節、南寮椪柑節、走馬瀨牧草節、梅嶺梅花祭等地方節慶活動。除此之外，還有烏山台灣獼猴保護區、大內

走馬瀨農場，以及別具歷史意義的鹿陶洋江家古厝，都是不錯的觀光景點，每年往來遊客更高達 180 萬人次以上。

西拉雅國家風景區著重永續經營的理念，秉持開發和保育的原則，將區內特有自然生態與人文景觀資源，適度引進觀光設施和旅遊活動；未來，將首重開拓資源的特色深度，結合在地觀光產業，與鄰近縣市整合成多選項套裝遊程，希望帶動觀光產業發展與振興地方經濟，提供旅客更安全優質的旅遊環境。該地區已規劃南二高、台三線、台二十線等道路系統，交通相當的便捷，再加上區內的山芙蓉度假大酒店、珊瑚潭劍橋大飯店、關子嶺的溫泉旅館、嘉義農場、生態渡假玩國、台南商務會館等休閒住宿設施，各項服務設施資源已相當完善。

「西拉雅國家風景區」的發展目標為：

1. 利用區域內自然與人文資源的多元性，創造多層次的旅遊型態。
2. 成立「西拉雅國家風景區」，由專責機關統籌規劃開發，並兼具資源保育與觀光發展達到永續發展的目標。
3. 鼓勵民間投資參與，創造業者、地方與政府三贏之局勢。
4. 營造「水」的意象，兼具「生產」、「生活」與「生態」三項功能，象徵活力與健康，同時透過台灣水資源利用與灌溉發展史，創造一「水」的活圖書館，寓教於樂。

另外，「西拉雅國家風景區」內的山光水色、溫泉、農特產、古蹟、民俗活動、西拉雅文化讓人驚覺台灣之美，其魅力不僅可以吸引台灣國民旅遊之人潮，這種具本土化特色原汁原味的台灣原鄉特色對於國際旅人應更具吸引力。在豐富資源條件下，「西拉雅國家風景區」有條件發展為「以水態、產業及具台灣原鄉特色」之國際旅遊基地，開拓另一個原鄉觀光新天地。

依行政院 97 年 6 月 2 日核定之「重要觀光景點建設中程計畫(97-100 年)」，將「關子嶺」定為西拉雅國家風景區之國際級景點，為能掌握重點發展區未來生態部分之承載量數據，擬就該區進行基本資料建置，並將地形成果整合於已發展之地理資訊系統，供規劃及工程參考用。

二、計畫內容

§2-1、作業範圍

本計畫之作業範圍以西拉雅國家風景區管理處經營管理範圍內涵蓋白河水庫與關子嶺之帶狀地區共約 50 平方公里。



圖 2-1、計畫範圍圖

§2-2、工作內容

本次計畫案之工作內容係為取得西拉雅國家風景區轄區內 1/1000 彩色數值航照正射影像與光達（LiDAR）數值地形模型資料。

【成果繳交資料格式】為：

1. 各階段審查會議所需之報告書圖 1 式 10 份及其電子檔(DOC)1 份、簡報資料 10 份及其電子檔(PPT)1 份。
2. 報告書編撰以中文為主，度量衡單位以公制為原則，標示須符合慣例，所引用之資料須註明來源，報告書規格式樣採 A4 大小，29.7cm×21cm 印刷裝訂(必要之圖表得以 A3 摺頁，書背須標明該項計畫名稱)。
3. 各階段及結案報告書內容均須以電腦編輯，報告書內容應存取成可供編輯之*.doc 或*.txt 檔或任何可由 Microsoft Word 軟體讀取之檔案格式，報告內容附圖者，該圖須為*.tif 或*.bmp 或 *.gif 或*.jpg 影像圖檔格式並整合於計畫內容；報告書相關文件之全部及各章節另應製成 Acrobat 格式檔案(*.pdf 檔)。
4. 影像檔以 TIFF 當為繳交基本格式，圖幅切割以內政部相片基本圖幅為準，全區無縫正射影像鑲嵌圖檔，得採用壓縮影像格式。
5. 數值彩色航照正射影像檔應繳交 TIF 檔與影像壓縮檔各一，並且提供單一影像對應之 GIS READY 定義檔案。
6. 三種模型資料（DSM、CHM、DCM）以 ASCII 格式繳交（X,Y,H），另外需提供等高線版資料，以 DXF、SHP、TAB 格式提供。
7. 結案報告書需繳交 10 份，印製封面之檔案光碟 5 份（光碟內容應附目錄索引檔）

【精度要求方面】：

1. 正射影像圖幅比例尺：1/1000(每幅涵蓋範圍約 50 公頃)
2. 數值檔坐標系統：彩色航照正射糾正影像須採用橫麥卡脫 TM 二度分帶坐標系統。
3. 正射糾正：須將中心透視投影之航照影像藉由高程資料修正投影差值轉換成平行投影之平面影像。
4. 原始影像色彩位元：RGB * 12 bits(含)以上
5. 影像航拍重疊率:前後 60%(含)以上，左右 30%(含)以上。
6. 影像檔案格式：Tif 格式+定位檔案(tfw)。
7. 原始影像資料來源：製作像片基本圖之原始影像，其拍攝時間須為民

- 國 97 年 7 月 1 日(含)以後之影像資料。
8. 儲存媒體：以行動硬碟及 DVD-R 媒體儲存方式交付電子圖檔。
 9. 地面像元間距或空間解析度(Ground Sampling Distance): 15cm/pixel (含) 以下。
 10. 原始影像色彩實際像素尺寸(Color physical pixel size): 9 μ m (含)以下
 11. 測量方式及精度：空中三角測量以區域平差方法為原則。空中三角精度須達 30 公分(含)以下，高度 1000 公尺以上區域則放寬至 50 公分(含)以下。
 12. 影像坐標系統：須提供 TWD67 和 TWD97 兩套坐標系統。
 13. 坐標轉換系統依據及精度：至少需以一、二等衛星控制點為依據，相對精度須達 1/10000(含)以下；高度 1000 公尺以上區域則相對精度可放寬至 1/5000(含)以下。
 14. 1/1000 數值彩色航照正射影像，平坦地區誤差不得超過 20 公分。坡地與地勢起伏變化較大地區誤差不得超過 30 公分。
 15. 全區無縫正射影像鑲嵌圖不得有錯位、色差、明顯之反光亮點、歪曲與明暗差異。
 16. 彩色航照與 LiDAR 資料以同步取得為原則，若採用不同設備拍攝，兩者取像時間不得超過三個日曆天。
 17. 模型資料 (DSM、DEM) 與地面實際抽測點量測資料高程方向較差如下表 2-1 所示。CHM 部分：與實測值誤差不得超過 0.1m。

表 2-1、模型資料與地面實際抽測點量測資料高程方向較差表

地貌分類		精度規範 (單位:公尺)
平地	裸露及疏遮蔽區	0.4
	密遮蔽區	0.4+0.05*t
丘陵地	裸露及疏遮蔽區	0.6
	密遮蔽區	0.6+0.1*t
山地	裸露及疏遮蔽區	1.3
	密遮蔽區	1.3+0.2*t
陡峭山地	裸露及疏遮蔽區	2.4
	密遮蔽區	2.4+0.2*t

備註:t為測點周圍遮蔽物之平均高度

【繳交成果項目】

項目	內容	數量	說明
1	工作計畫內容應有該圖幅接合表、圖號及圖名對照表、圖幅估計、航拍計畫(載明航拍路線、機具、圖儀規格及航拍許可證明文件)及坐標定位與轉換方式等資料	依合約要求	完成
2	無縫正射影像鑲嵌圖檔	31 幅	完成
3	LiDAR 使用之地面控制點位分佈圖與其 TWD67 與 TWD97 坐標值，含正高與橢球高	於第三章說明	完成
4	五米一點之數值地形模型 (DEM)	35 幅	完成
5	五米一點之數值表面模型 (DSM)	35 幅	完成
6	五米一點之樹冠高度模型 (CHM)	35 幅	完成
7	樹冠模型(CHM)物件式分類 GIS 圖層	完成	完成
8	工作區全幅及分幅等高線圖 GIS 圖層 (首曲線等差高度為 1 公尺，圖面須標明高度數據等)	完成(含分幅 35 幅與一幅全區)	完成

三、 作業方法

§3-1、作業流程

為有效執行本計畫案之作業，本公司特制立以下之計畫作業流程，以達到計畫要求之精度與時效，茲分別敘述如下：

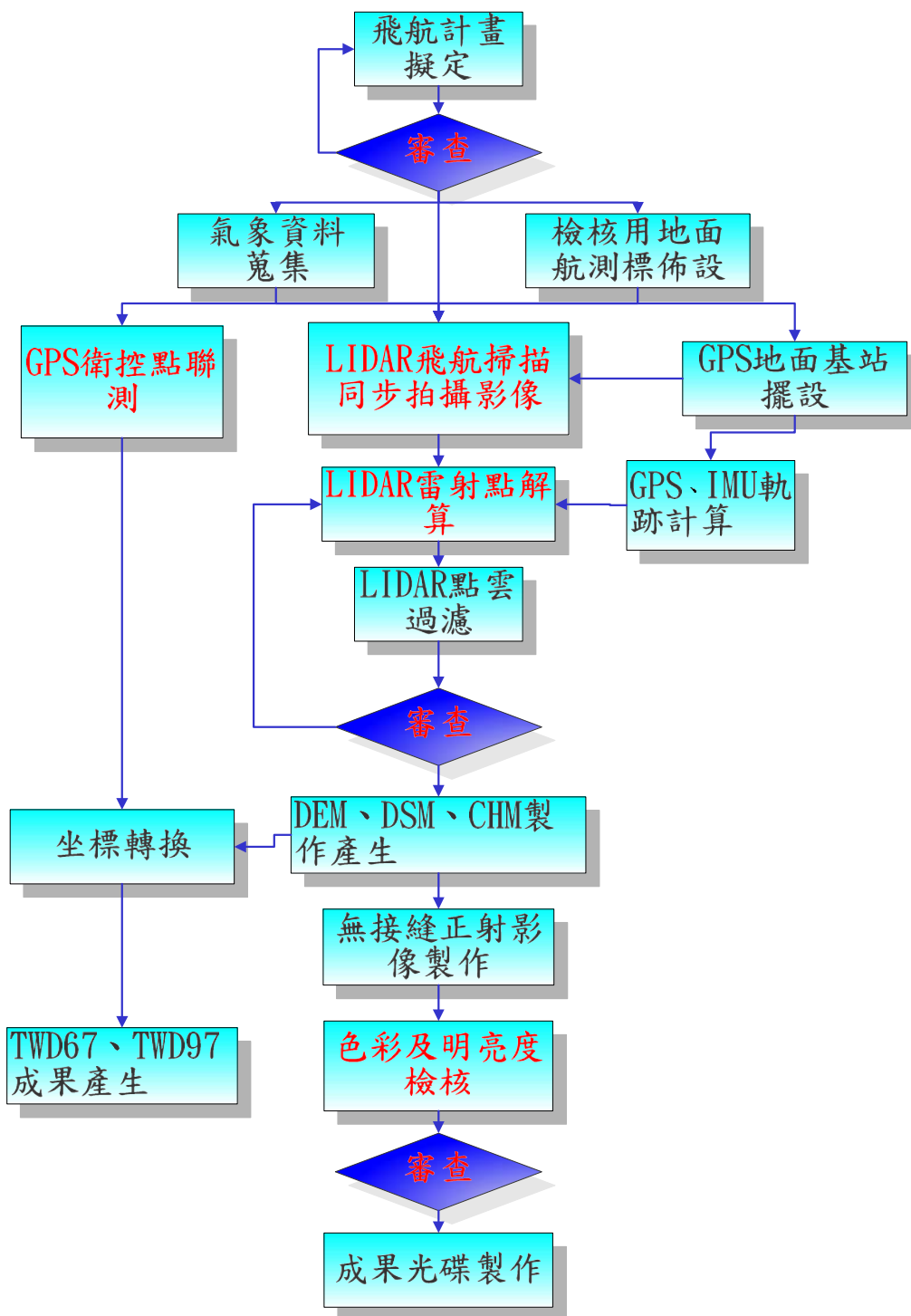


圖 3-1、計畫作業流程圖

§3-2、控制測量

GPS 方式進行測量，首先進行 GPS 觀測網形規劃，依照合約規定的要求，可使用儀器數量、類型、衛星出沒表（圖 3-2）、衛星分布圖、規劃之控制網形及待測區域之地形、交通、環境特性...等，製作計畫觀測時段表，內容包括：

- (1) 測量方式（採靜態測量方式）。
- (2) 每日觀測時段、工作預定日數及觀測時段總數。
- (3) 每日觀測時段開始與結束觀測時間。
- (4) 每日觀測時段之觀測站順序及作業人員、儀器與交通工具配置。
- (5) 網形規劃以蛙跳式方式進行外業觀測規劃。
- (6) 依據觀測時程表規劃之觀測時段及測站，繪製觀測網形規劃圖。

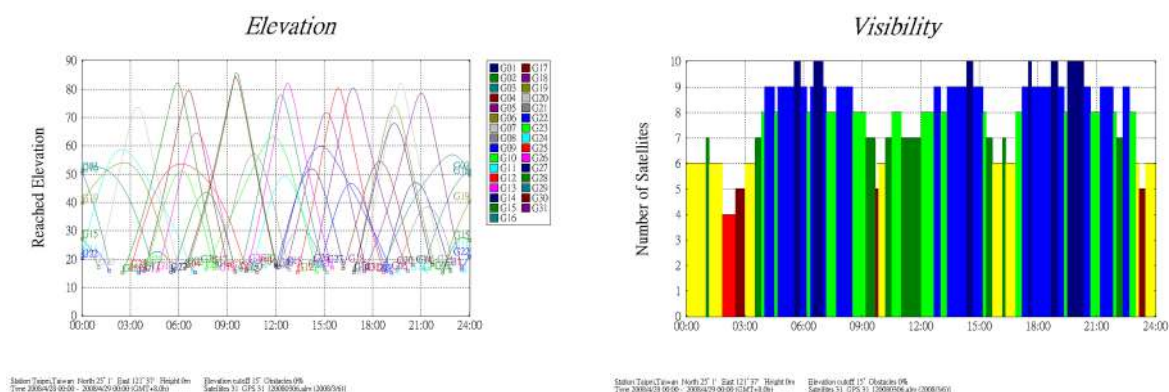


圖 3-2 衛星出沒時刻統計圖

依照前術的觀測計畫內容，擬定計畫時應注意下列要點

- (1) 規劃點位精度因子（PDOP）最大值为 10。（圖 2-8）
- (2) 資料記錄速率為 5 秒。
- (3) 同一時段各測站間共同觀測時間最少為 45 分鐘。
- (4) 採用 Trimble 系列衛星接收儀 8~10 部。
- (5) 不同時段重覆觀測點數 3 點以上。

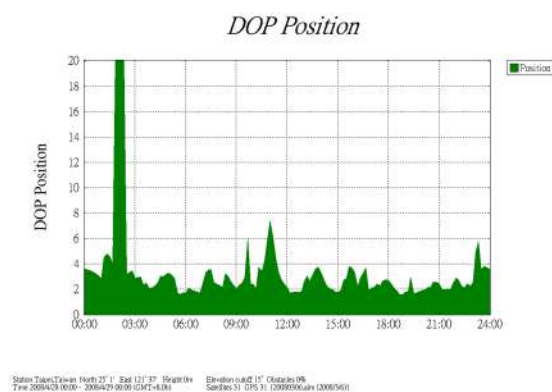


圖 3-3 PDOP 值分布圖

1. 觀測資料分析與檢核

GPS 測量成果的品質，取決於資料處理過程是否完善，故野外觀測蒐集的資料，應先逐日逐時段處理，求解各基線分量後，再結合全部所觀測基線的資料，進行基準轉換與網形平差的成果與分析。由於本公司所採用之衛星測量接收儀皆為同廠牌之 Trimble 接收儀，且後續計算使用的軟體均為主要該公司研發之計算軟體（GPSurvey V2.35 版），因此，於資料預先處理時並不需要先進行標準交換格式（RINEX）之輸出，但於基線向量計算前，則需先進行下列改正及檢查工作（圖 3-4）。

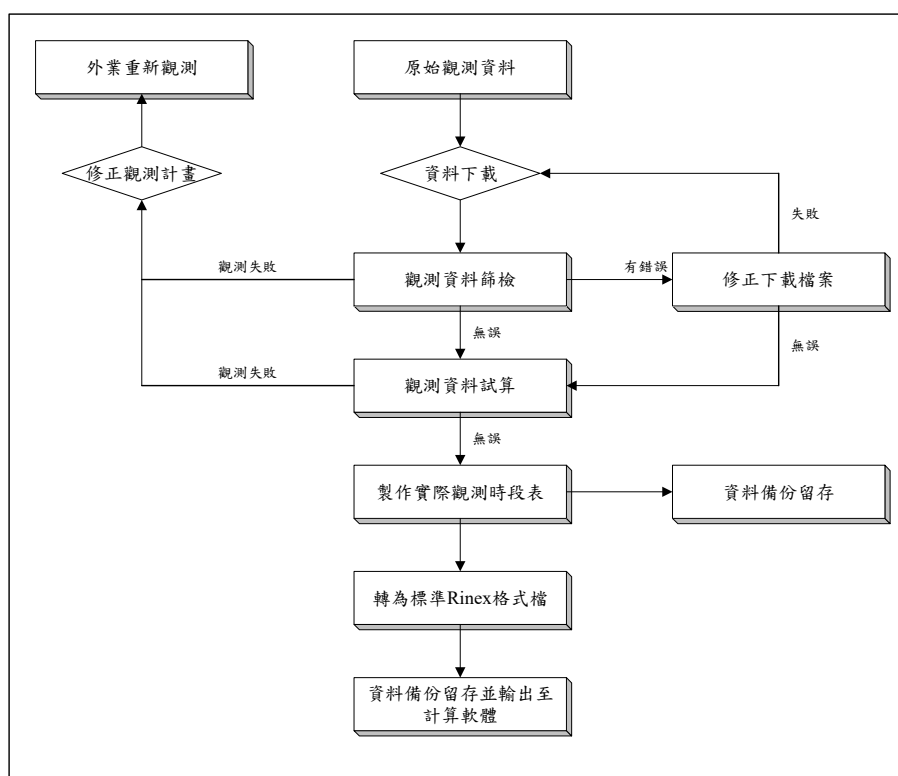


圖 3-4 外業觀測資料處理流程圖

- (1) 對照計畫觀測時段表及觀測紀錄表，確保觀測點位正確，並檢核觀測相片是否相符。
- (2) 核對下載檔名與儀器儲存檔名是否相同，若否則研判是否儲存錯誤或是下載錯誤。
- (3) 檢核觀測資料，確定點號、天線高、觀測時間是否正確，若否則加以註記並於後續進行修正。
- (4) 確定觀測資料量是否足夠，單點定位是否成功，否則須修正後續觀測計畫進行重測。
- (5) 使用商用軟體 GPSurvey 進行基線試算，確保整個外業觀測成功，若

判定觀測失敗，則將觀測失敗的點位配合修正後續觀測計畫進行重測。

- (6) 資料於各階段均進行備份，確認觀測無誤後製作實際觀測時段。接著化算天線高至天線盤相位中心位置（圖 3-5）。

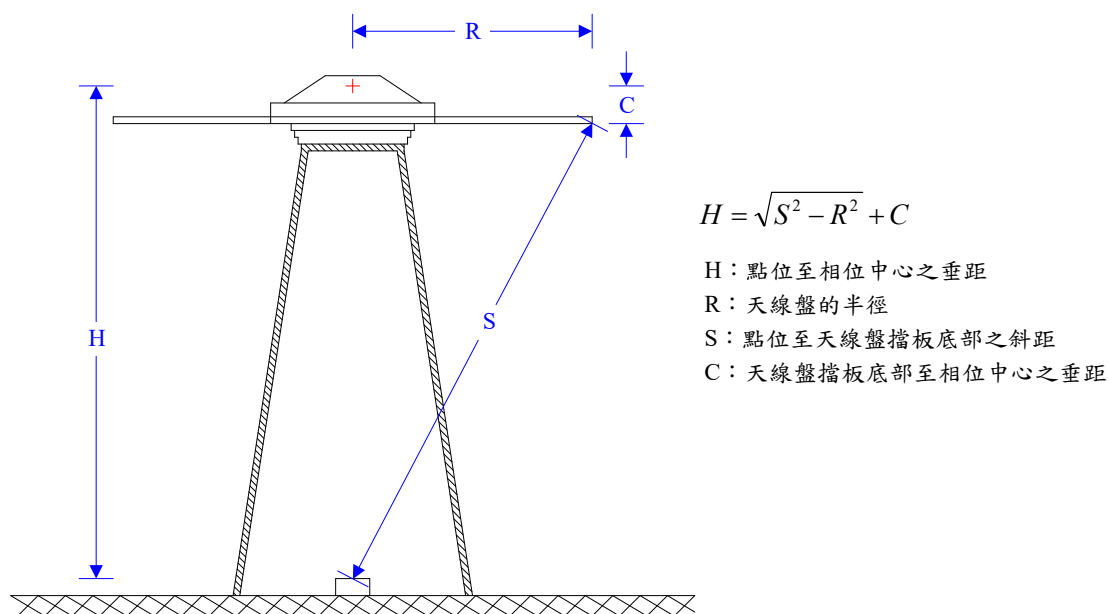


圖 3-5 天線高化算示意圖

2. GPS 基線計算

GPS 測量成果的品質，取決於資料處理過程是否完善，故野外觀測蒐集的資料，應先逐日逐時段處理，求解各基線分量後，再結合全部所觀測基線的資料，進行基準轉換與網形平差的成果與分析。因此 GPS 衛星控制點網系是分階段構建而成的，先是由時段的子測區內，以一小群點位進行每一時段的數據整理，其次才將每一時段成果，逐一納入一個既存的網系內。每一基線內含有數百個至數千個觀測值，常用最小二乘法平差方式來計算未知參數，即基線分量及整數未定值。針對平差後觀測量改正數的偵錯及未定值約制的正確與否，不同的商用軟體都有不同的統計測試方法與準則指標表示。本公司主要採用 Trimble 公司 GPSurvey V2.35 版基線計算軟體（圖 3-6），故搭配本公司的設備可得到最快速及完善之成果。

在解算過程中，仍有下列事項須加以注意：

- (1) 因為由 IGS 所取得的星曆資料格式（IGS 提供之快速精密星曆，`igr*.sp3`；<http://igsb.jpl.nasa.gov>）並無法直接被 GPSurveyV2.35 版軟體所讀取，因此須透過廠商所提供的程式將星曆的格式進行轉換（`*.sp3` 轉換為 `*.e18`）。
- (2) 由於此次採用的衛星定位接收儀均為雙頻接收儀，其基線解算是以觀測量線性組合組成的 L_3 觀測量，可消除大部分的電離層遲滯影響，故若使用本案採用之基線解算軟體 GPSurveyV2.35 版軟體解算基線後，所採用的基線必須是 L_3 觀測量的固定整數解（Ionofreefixed）。
- (3) 因為對流層對 L_1 和 L_2 遲滯的影響量是相同的，故無法用觀測量線性組合消除其影響，一般採用的方式是用折射模式計算其改正量，本次採用的模式為 Hopfield 模式（Hopfield, 1971）來改正對流層遲滯效應。
- (4) 資料篩選臨界值（Edit 值）：主要針對觀測量的品質進行篩選，設定為 2.5（含）以下，當軟體進行觀測量殘差過濾時，大於 2.5 倍中誤差時，將其視為雜訊予以剔除。
- (5) 比率檢驗值（Ratio 值）：為次佳解與最佳解的 F 測試比值，目的在比較兩組解的顯著差異程度，其值愈高，顯示兩組解的差異性愈顯著，亦代表最佳解是該基線顯著性成果，即基線解算的可靠度愈高；而此次基線計算過程中，其比率檢驗值（Ratio 值）最小為 3.0（含）以上。

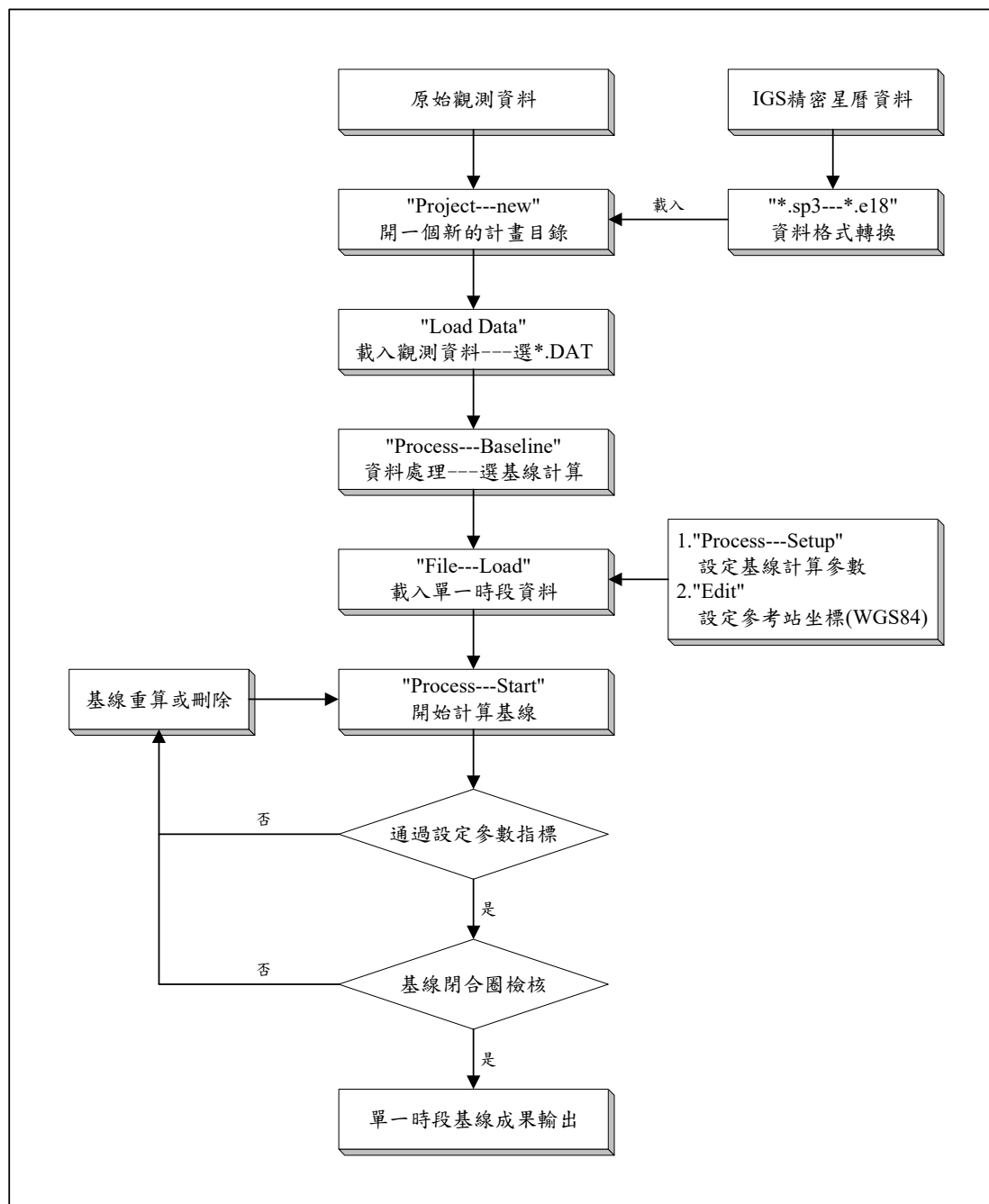


圖 3-6 GPSurvey V2.35 版基線解算流程圖

3. GPS 網形平差

完成各時段的基線向量計算後，接著便進行最小約制網形平差（圖 3-7），因為只固定網系中某一個控制點之 TWD97 坐標，不會導致網形有額外的變形張力，如此可以檢核網系本身的內在精度，也可以進行大誤差的剔除及審視是否尚有明顯的系統誤差存在。其主要的篩選依據是權單位中誤差及各觀測基線分量的改正數大小，此二者均屬於基準約制的不變量，

不因選擇起始計算基準的不同而有所差異。

而 Turbo-NET 軟體，它利用統計學上的 τ 測試對個別觀測量分析判斷， τ 值即是標準化改正數，其根據改正數除以後驗估計的改正數標準偏差而得，如此便可在平差過程中針對解算不佳的基線進行過濾。所以在網系平差輸出成果中，除了一組網系坐標值及其中誤差之外，並有各觀測基線向量的改正數及其標準化改正數，作為偵除基線向量是否有錯誤或大誤差的參考指標，在實際作法上可將決定刪除的基線以人工加註'E'記號，於重新平差時該基線向量即視為剔除而不參與平差，所列改正數也不參與統計分析，只做為大誤差的顯示(圖 3-7)。

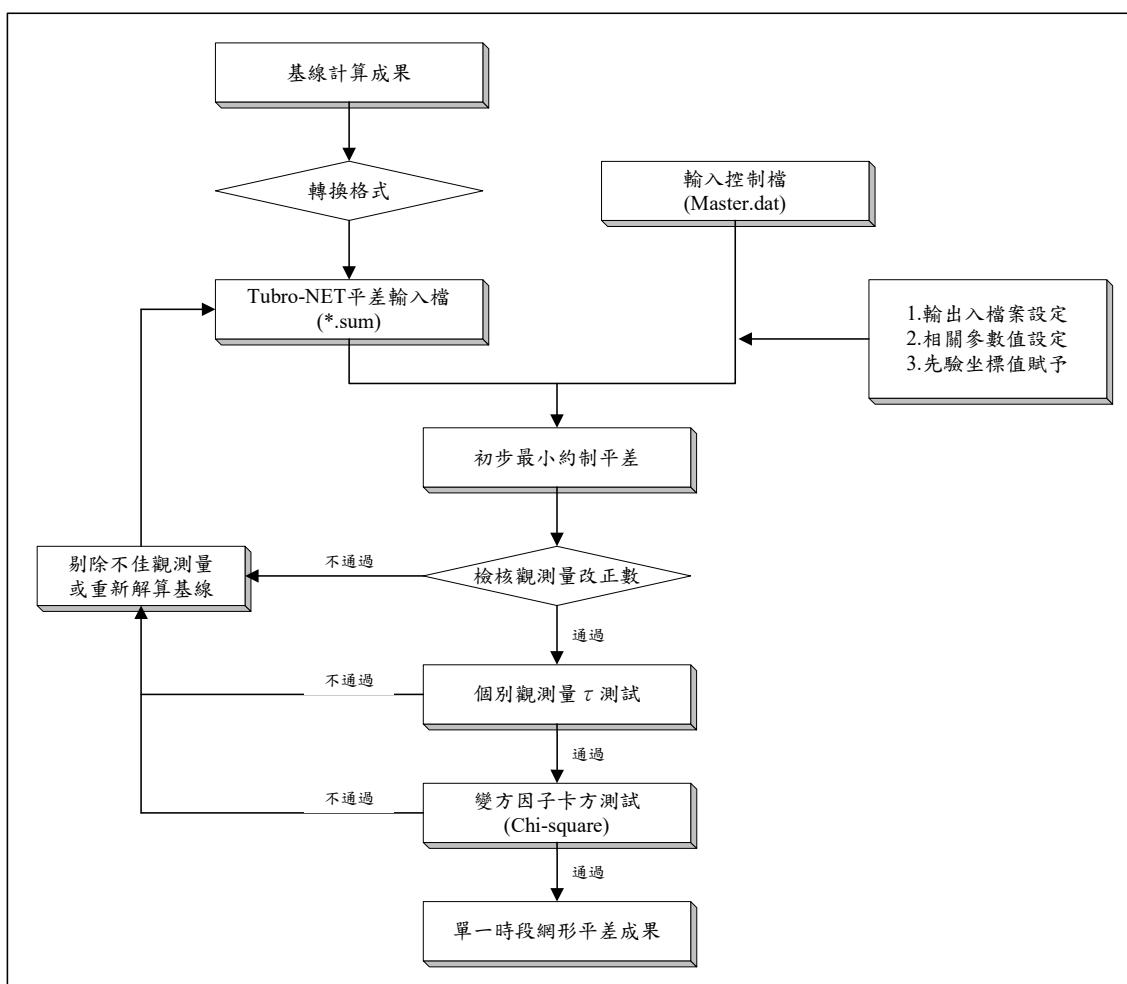


圖 3-7 最小約制網形平差流程圖

地面控制點於飛航掃描時應維持每條航線至少應有二個 GPS 基站同步

接收 GPS 觀測量。其設置處應透空良好且無訊號干擾之虞，同時並製作完整之測量紀錄。地面控制點測量相關規格如下：

- (1) 平面座標系統：採用 TWD97 座標系統，主要利用內政部公告之一等、二等衛星控制點及一等級、一等二級水準點與內政部土地測量局三等控制點成果。
- (2) 高程系統：以基隆驗潮站為準，TWD2001 正高系統，主要利用內政部公告之一等水準點。
- (3) 大地起伏模式：使用內政部公告之大地起伏模式進行正高之轉換修正。所謂大地起伏為正高系統與橢球高系統，兩者之間以一物理量—大地起伏值 (N) 來連結。大地起伏值可經由區域性的實測重力值配合高解析度的全球大地位模式聯合求解得到。台灣本島的水準點已進行精密水準測量，並由一等水準點高程系統引測，故所有點位皆有正高值 (H)。而在水準點實施長時間 48 小時 GPS 測量，與台灣 7 個衛星追蹤站進行連測並計算後，可得 TWD97 之大地座標 (φ , λ) 及橢球高 (h)，且同時具有正高 (H) 與橢球高 (h) 的點位，可計算出水準點位之大地起伏值 ($N = h - H$)。此外為求定其正高，亦可在選定之 GPS 控制點上，與附近一等水準點進行聯測得正高值。
- (4) 已知點檢測：所有已知點於引用前需進行檢測，衛星控制點檢測應達三等衛星控制點施測標準。

本計劃所採用之控制點為符合空載光達飛行所需，於測區內選擇透空度良好的點位 BH01、S304A 兩點(圖 3-8 藍色點位處，現場示意圖如 3-9)，其坐標採用國土測繪中心之 e-GPS 主站之長時間觀測資料，進行聯測作業，取得符合規範要求之正確坐標值。

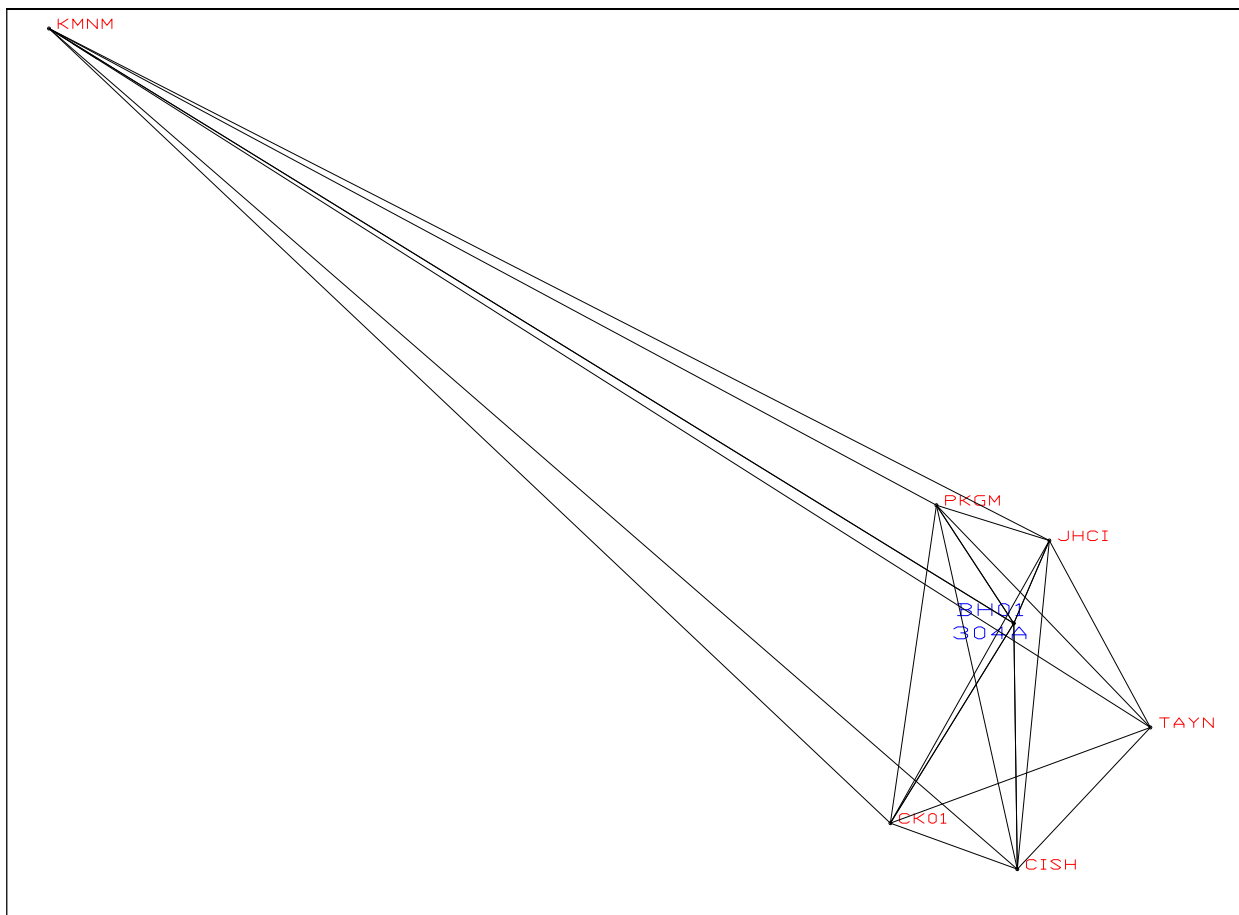


圖 3-8 GPS 觀測網形圖



S304A 現況圖

BH01 現況圖

圖 3-9 控制點現況圖

4. TWD97 與 TWD67 坐標轉換

利用本次計畫區域內之已知 TWD67 坐標之內政部一、二等衛星控制點 (S022、S788、S460、S428)，並與 GPS 基站擺設之 S304A 與 BH01 作為轉

換之參考點，並據以轉換成 TWD67 坐標成果。

利用上述之控制點之 TWD97 與 TWD67 坐標求得兩套坐標系間的轉換參數。求轉換參數時應先以四參數計算出各共同點上之殘差值，評估轉換參數中誤差及共同點點位坐標殘差值，刪除經統計檢定有錯誤之點。若刪除之點太多則必須再另找「共同點」，再以新的「共同點」加入轉換，或是縮小轉換區域，直至該區域內至少有均勻分佈在全區各邊緣之五個以上共同點，而共同點上之殘差值均應通過精度檢定為符合精度規範，最後以此組共同點求出的參數將計畫區內其他點予以轉換，採用最小二乘配置法方式進行，需考慮坐標轉換如下：

坐標轉換 = 參考框架之轉換 + 網形變形 + 偶然誤差

在進行橢球高與正高之轉換時，則使用最小二乘配置法 (Moritz, 1980) 以經平差後之重力及測高資料計算大地起伏 (黃金維, 2003)。計算之步驟為去除-回復法,此法中所需之大地起伏之長波長及短波長部分(剩餘地形效應, RTM effect)，將分別以 EGM96 (Lemoine et al., 1998) 360 階及 DTM 求得。首先計算殘餘重力異常及水準面梯度(由測高資料計算而得)：

$$\Delta g_{res} = \Delta g - \Delta g_{EGM96} - g_{RTM}$$

$$e_{res} = e - e_{EGM96} - e_{RTM}$$

再以最小二乘配置法計算殘餘大地起伏

$$N_{res} = \begin{pmatrix} C_{N\Delta g} & C_{ne} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_{\Delta g} + D_{\Delta g} & C_{\Delta ge} \\ C_{e\Delta g} & C_e + D_e \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \Delta g_{res} \\ e_{res} \end{pmatrix}$$

其中 Δg ， Δg_{EGM96} ， Δg_{RTM} 別為觀測重力異常，EGM96 (360 階)計算得之重力異常，地形效應求得之重力異常。 e_{EGM96} ， e_{RTM} 則為相對應之水準面梯度。 $C_{N\Delta g}$ ， C_{ne} ， $C_{\Delta g}$ ， $C_{\Delta ge}$ ， C_e 分別為 geoid-gravity anomaly, geoid-gradient, gravity anomaly- gravity anomaly, gravity anomaly-gradient, gradient-gradient 之間的協變方矩陣。最後應得之大地起伏為：

$$N = N_{res} + N_{EGM96} + N_{RTM}$$

其中 N_{EGM96} 為 EGM96 (360 階) 計算得之長波長大地起伏， N_{RTM} 則為由 DTM 計算得之短波長大地起伏 (即地形效應之大地起伏)。整個計算流程如圖 3-10。

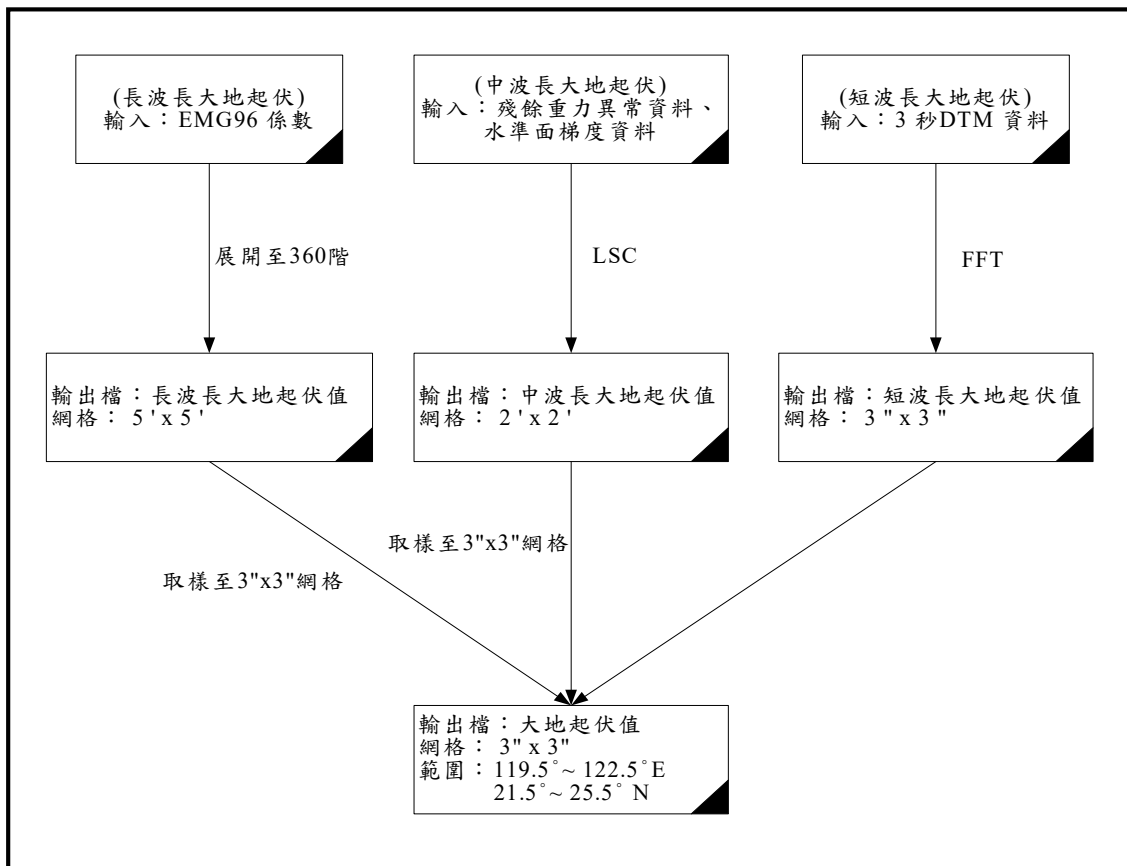


圖3-10、台灣大地起伏計算流程圖（黃金維，2003）

表3-1 控制點坐標成果表

點位	TWD67		TWD97		H(m)	h(m)
	E(m)	N(m)	E(m)	N(m)		
S304A	195181.210	2584032.150	196008.818	2583824.988	113.380	134.969
BH01	195175.140	2584057.340	196002.7428	2583850.1792	113.330	134.911

§3-3、LiDAR 掃描作業及雷射點解算

1. 空載雷射掃描

空載雷射掃描系統主要包含：「雷射掃描組件」以及「定位與定向組件（Position and Orientation System, POS）」二大部份。其中雷射掃描組件之性能，例如測距範圍、掃描寬度（掃描角）、點位密度（掃描頻率）等，將直接影響施測之能力，而定位與定向組件之性能，則是影響測點精度之關鍵。整個空載雷射掃描系統結合雷射測距、光學掃描、全球定位系統及慣性導航系統等技術，能快速獲得掃描點的三維坐標，本計畫則使用 Optech 公司生產之 ALTM 30/70（圖 3-11）進行掃描作業。

本團隊已向大鵬航空申請飛航許可，依照「飛航及管制辦法」、「航空器飛航作業管理規則」與飛航指南等相關規定作業，如需 C 類空域內作業，應先與相關航管單位協調後實施。作業前務必通知空軍總司令部及飛航管制聯合協調中心，作業時勿涉及軍事設施，此飛航申請可為期到 97 年 12 月 31 日，使用載台為大鵬航空 BN-2B（圖 3-12）。



圖 3-11 Optech ALTM 30/70



圖 3-12 大鵬航空 BN-2B

2. 飛航掃描作業

飛航規劃為 LiDAR 測製地形作業一重要的步驟，關於飛航規劃的方法與步驟，其構想與任務規劃工作階段流程后。

- (1) 決定航帶之間的重疊量 (Overlap)：可以相對比例如左右 40% 帶寬重疊設計。
- (2) 決定飛機速度。
- (3) 決定地面測點平均解析度。
- (4) 由地面測點解析度，試算求出掃描旋角視域 FOV、航高、雷射脈衝頻率、掃描鏡頻率的組合，設計出適合的規劃。
- (5) 決定航線：由航高、地面地形高度變化、掃描旋角視域 FOV，計算帶寬的變化，進一步依據設計的航帶重疊量，規劃出航線與航線的間距。
- (6) 決定 GPS 地面控制點的數目及分布：由五萬分之一比例尺地形圖，標示出測區範圍及既有的 GPS 控制點的分布，規劃可採用的地面 GPS 控制點。每條航線至少應有二 GPS 基站同步接收 GPS 觀測量。
- (7) 交叉飛航數據 (Cross Flight)：交叉飛航 (Cross Flight) 數據：測區範圍內航線需於航線之起點及終點各進行 1 條交叉飛航掃描。
- (8) 統整上述規劃流程，本區域航線規劃成果如圖 3-13。

由於本案計畫取得 1/1000 數值彩色航照正射影像檔及精密之 LiDAR 掃描每五米一點之數值地形模型 (DEM)，數值表面模型 (DSM)，與數冠高度模型 (CHM)，而雷射測距於低高度下能有較佳之成果品質，因此本公司將在可允許的狀況下降低掃描高度。在天氣狀況良好時，將以約 750m~1350m 的高度並以 FOV 角 36 度進行掃描，雷射點之密度至少為 1 點/m²，如此可確保完整獲得地表資訊，並獲取精細之航空攝影影像資料。

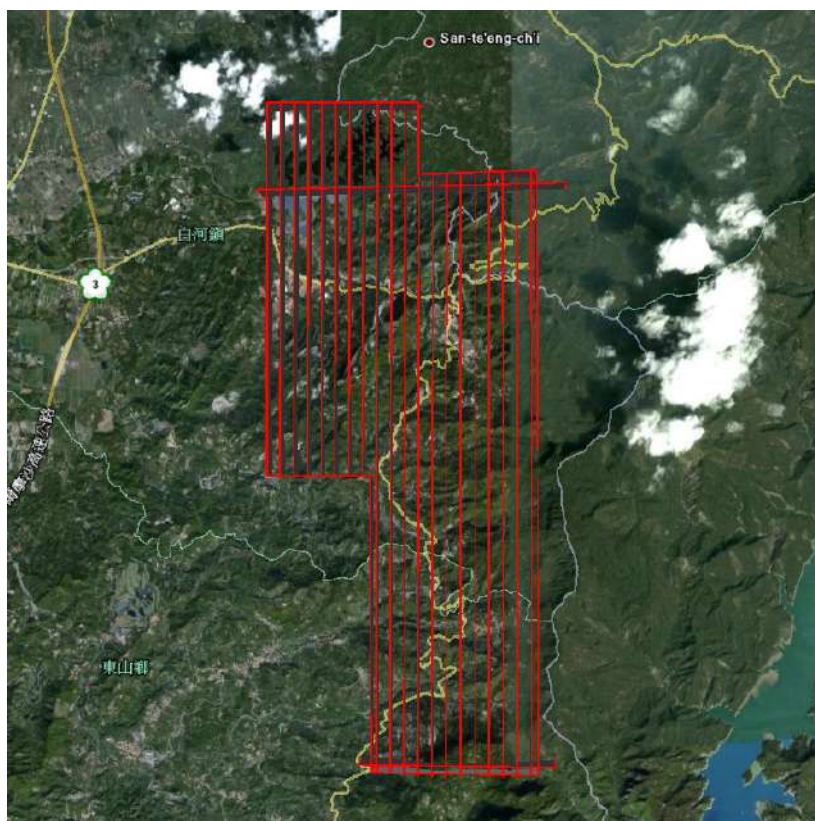


圖 3-13 飛航掃描區之航線分佈圖

為使 GPS 資料解算時獲致最佳品質，無論是載具上 GPS 接收儀及地面主站 GPS 接收儀必須採用雙頻儀器。以至少 2 地面 GPS 主站同步接收 GPS 觀測量，資料接收速率設至為 1Hz，並採用 Trimble 5700（搭配 Zephyr Geodetic 天線盤）。因此地面主站選用已知點中透空度較佳之點位，並位於所有測區適中的位置，本次計畫以 S304A 與 BH01 點位，作為此次飛航作業的地面 GPS 主站。

1. 施測前率定作業

為確保飛航掃描所得成果可靠，於儀器安裝至飛行器後，需進行系統率定飛行，確認 ALTM 掃描器與 GPS 天線的相對方位與安置角。感測器率定分為兩部分，第一部分乃感測器與 GPS 天線的偏心率率定。第二部分是實際以飛行掃描率定場，以求定感測器與 IMU 及 GPS 的安置角。

飛行率定場是選定平坦高程地區，選定地點為彰化縣彰濱工業區鹿工南五路，全長範圍約 2 x 2 平方公里，供率定的高精度已知高程數據可歸納為兩個目的，一為平坦高程場地，另外範圍內並包含獨立建物供建物型式的

率定場地（圖3-14）。

於道路率定場之前、中、後共佈設10個固定式控制點，在建築物率定場之外圍佈設2個控制點，以GPS測量方式引測坐標值。此12個控制點可做為後續重測及監測之用。

道路率定場，已知高程測點，點與點之前後間距（沿道路方向）平均約為10公尺，左右間距（垂直道路方向）平均約為3.75公尺，施測方式用水準儀配合經緯儀，高程精度在1公分以內。而建築物率定場，平面及高程方向精度約在2~3公分左右。



(a) 建物率定場

(b) 道路率定場

圖 3-14 率定場示意圖

感測器與 GPS 天線的偏心率可透過經緯儀實際量測，而安置角無法直接使用儀器量測出來，必須利用飛行掃描所得的資料來計算，以飛越平坦且已知高程之率定區後，獲得新的安置角。ALTM30/70 系統率定作業方式分別就俯仰角（PITCH）和側向傾斜角（ROLL）進行安置角疊代修正，每求得一次安置角，即須重新計算所有點雲坐標，做為新的安置角計算觀測值，直到安置角精度符合掃描系統 IMU 精度為止。再針於 Scale（掃描獲得之雷射點資料與實際地面獲得之資料間有比例問題存在）與 Elevation（掃描獲得之雷射點資料與實際地面獲得之資料間有固定高程差問題存在）上的系統誤差量進行疊代修正，直到收斂為止，即代表完成率定的工作（參照表 3-2）。

表 3-2 ALTM 30/70 系統率定說明表

率定參數	率定方式	作業示意圖
PITCH	飛行方式為垂直於率定建築物測定屋線之方向，若存在一個 PITCH 值時，掃得之雷射點(雷射點計算之高程已相當於屋頂實測之屋頂平面高程)與屋頂平面高程會有誤差量。求出平均誤差值 X，則 PITCH 常數為 $TAN^{-1}(X/H)$ ，其中 H 為飛航高度。	
ROLL	飛行方式為平行於率定建築物測定屋線之方向，若存在 ROLL 值，掃得之雷射點(雷射點計算之高程已相當於屋頂實測之屋頂平面高程)與屋頂平面高程會有誤差量，求出平均誤差值 X，則 ROLL 常數為 $TAN^{-1}(X/H)$ ，其中 H 為飛航高度。	
Scale	飛行之方式為垂直於率定跑道之方向，利用濾得之跑道實測剖面高程值與掃描獲取之雷射點所構成之剖面高程值進行比較，獲得 Scale 常數值，並以此常數輸入計算改正之。	
Elevation	飛行之方式為垂直於率定跑道之方向，利用率掉跑道實測高程坐標與雷射點雲做比對修正。	

2. 率定成果

雷射掃描器坐標系與機身坐標系之間，因安置上或時間上的影響，造成不平行之偏差量，適時的修正偏差量方可得到較正確的結果。本次計畫執行前時，先執行率定計畫，修正偏差量，以確保雷射點雲的精確度。針對本計畫於97年10月28日進行率定，率定作業的相關過程與統計結果，相關記錄與說明如后。

➤ GPS 成果：處理 GPS 過程結果與相關資料詳見表 3-3 與表 3-4。

表 3-3 97/10/28 GPS 處理成果

Flight	Average Baseline Length (km)	Maximum Baseline Length (km)	Avg. PDOP	Max. PDOP	Processing Mask Angle (degrees)	Ambiguities Fixed both directions	GPS Jam-ming	L2 used for Ion. Correction	Average Standard Deviations (m)		
									X	Y	Z
									1028	4.2	8

表 3-4 97/10/28 GPS 基站資訊

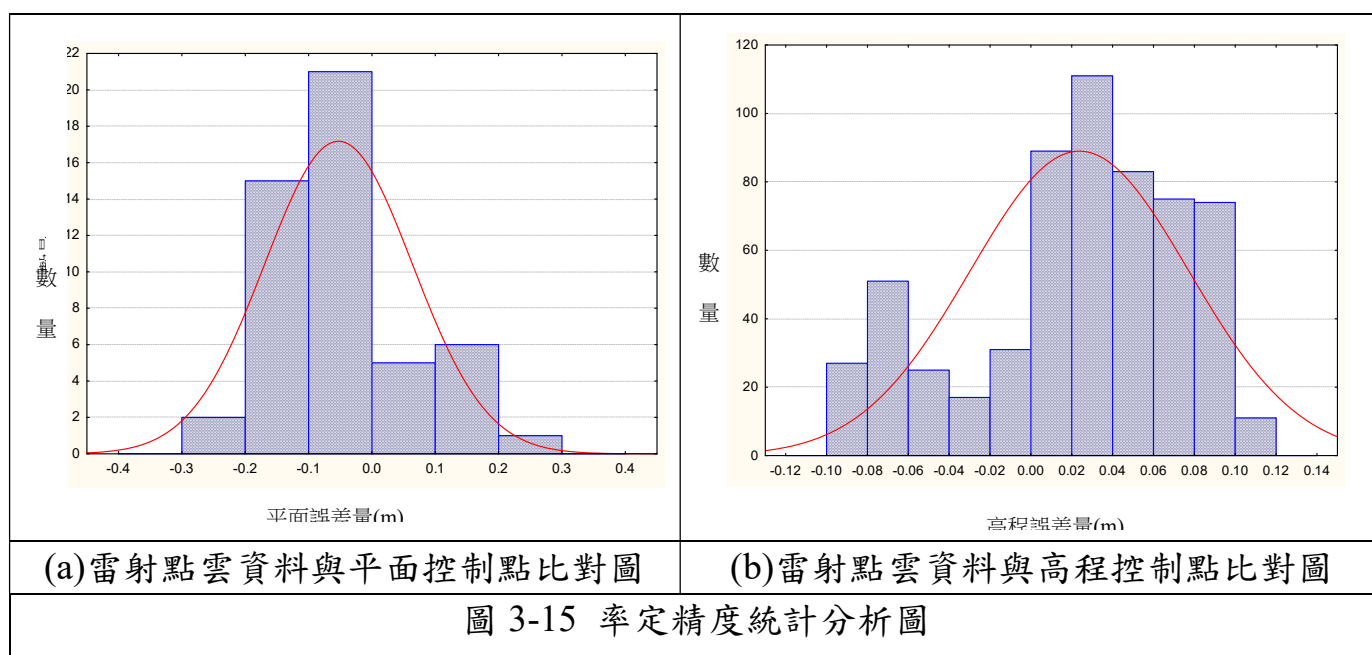
Monument Description										
GPS Receiver Type: Trimble 5700				Epoch Interval: 1 Hz						
Antenna Type: Trimble Geodetic Zephyr				Elevation Mask: 0 degrees						
				Observation Type: Static						
Station1:										
R003	N	24	4	35.50462	E	120	23	34.19405	h	22.943
R002	N	24	4	35.51666	E	120	23	34.87590	h	22.954

➤ 精度成果

利用 PITCH、ROLL 值變化量達收斂理論精度約為 0.004°範圍內時，即代表完成率定。以下針對 PITCH、ROLL 變化作統計與列表，結果顯示收斂精度皆已符合 0.004°範圍內(表 3-5)。

率定計算次數	1	2	2(FINAL)
PITCH	-0.0628	-0.0532	-0.0536
ROLL	-0.0219	-0.0240	-0.0249

將率定後的 PITCH、ROLL 新值帶入軟體重新計算出新的雷射點三維坐標，比對率定建築物與道路率定場控制點坐標，便了解率定後的平面與高程精度。本次率定精度成果如圖 3-15 所示。



3. 飛航掃描

1. 蒐集當日氣象預報資料、各地航空站氣象資料，提供研判雲層高度與雲量（圖 3-16，摘自交通部中央氣象局），並參考 GPS 衛星 PDOP 時段分布（圖 3-17），分析衛星幾何強度與可接收的衛星顆數，以確保作業時段之 PDOP 分布良好（ $PDOP < 4$ ）。

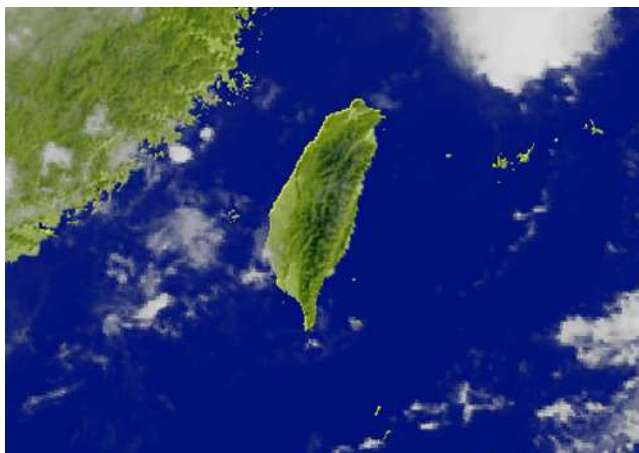


圖 3-16 氣象雲圖

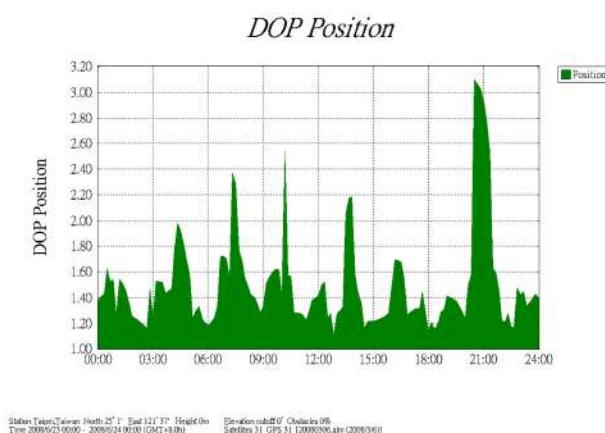


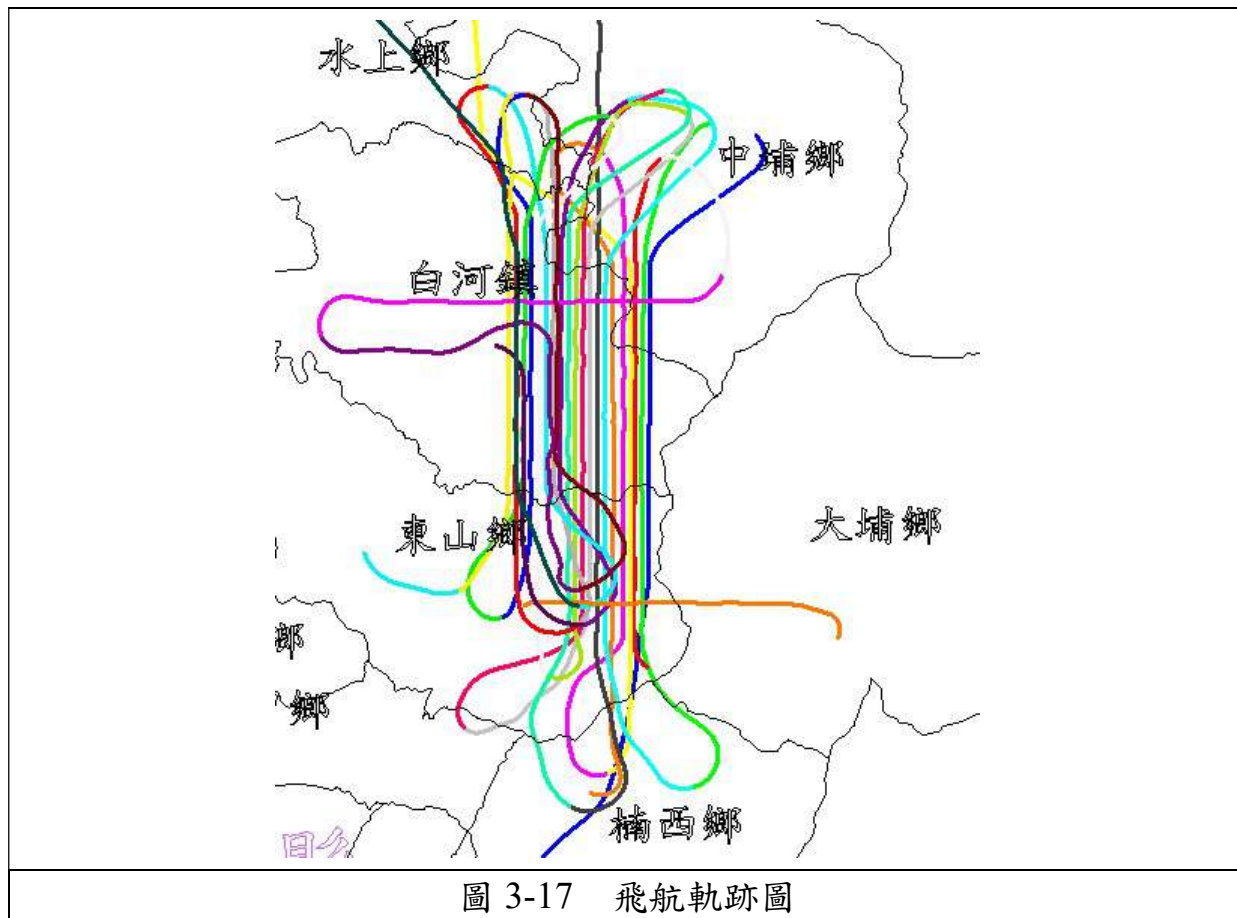
圖 3-17 GPS PDOP 值分布圖

2. 飛航導航：提供飛行員液晶顯示面板。導航修正航線飛到規劃的航線，操作者於機艙內監控即時飛行狀態系統，包括檢查掃描的軌跡是否在規劃航線上、是否有掃描裂縫，即時決策重掃，監控 GPS 資料品質，監控 IMU 資料品質。
3. 操作紀錄：記錄檔名、攝像圖名、記錄飛航參數、記錄時間計時器操作狀況、確認雷射操作狀態、異常狀態記錄、監視記錄儲存容量等。
4. 飛航參數與掃描參數：配合航線圖說明每條航線之日期、航高、航速、掃描角度、掃描頻率、雷射脈衝率、每條航線計算 GPS 所使用之地面控制點、使用儀器之規格等掃描參數與飛航參數及儀器資訊等，如表 3-6。

表 3-6 掃描參數表

飛航區域	航線數	離地高 (m)	航高 (m)	航速 (KTS)	掃描角度 (deg.)	雷射脈衝率 (KHz)	掃描頻率 (Hz)	掃描帶寬 (m)	重疊帶寬 (%)
西拉雅	20	700	1300	166	36	71	46	390	40
Cross	2	700	1300	166	36	71	46	390	
	22								

5. 本次計畫實際飛航作業軌跡，如圖 3-18。



4. 雷射點雲資料處理

經由雷射掃描系統取得資料後即可進行資料處理，相關細節如后說明。

➤ 點雲資料下載

雷射點雲資料與導航資訊是壓縮且存放硬碟裡，故處理資料的第一步驟便是將資料匯出並解壓縮，使用儀器商 Optech 所提供的 Realm Survey3.5.3 軟體，並進行下列資料彙整工作：

- (1) 蒐集彙整地面 GPS 固定基站資料（單基站或多基站）。
- (2) 下載 LiDAR 載體動態 GPS 與 IMU 資料。
- (3) 下載 LiDAR 掃描原始資料，並依航線分類。
- (4) 原始資料依一定命名法則備份存檔。

➤ 動態差分 GPS 處理與 POS 數據處理

經資料匯出硬碟後且解壓縮，便進行資料解算階段。利用 POSGPS 軟

體解算動態 GPS 與 POS 數據，其三維軌跡成果的精度將影響後續雷射點三維坐標的成果值。利用 ALTM 30/70 對本案進行掃描結果處理過程，說明過程如下：

- (1) 利用 POSPAC 對 ALTM 系統的 GPS 資料進行解壓縮，以利後續軟體計算。所解壓縮的結果將含解壓縮記錄 (Extract Log)，可用來確認飛行之 GPS 時間、導航過程好壞及資料量是否有縫隙 (Gaps) 等資訊。
- (2) 利用 POSGPS 將地面 GPS 主站資料及 ALTM 系統之 GPS 資料進行結合，過程中需輸入地面 GPS 主站之坐標值，並設定相關參數應用如 C/A Code、L1 相位值及是否利用 L2 載波處理電離層效應後，即可進行解算，並可產生軌跡圖及航行時 PDOP 值分布圖 (圖 3-18、圖 3-19)，所有差分 GPS 之結果將輸出以供 POSPROC 計算與 IMU 結合定位計算之用。

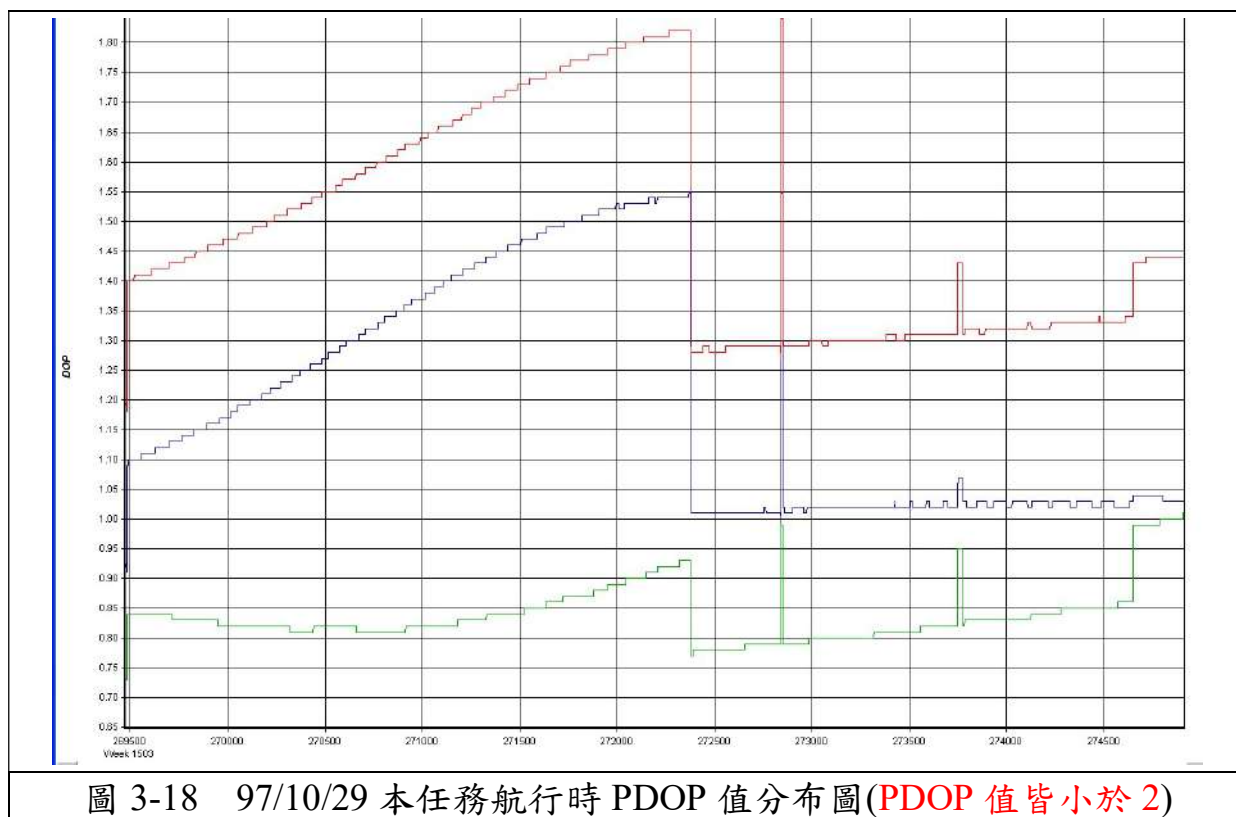
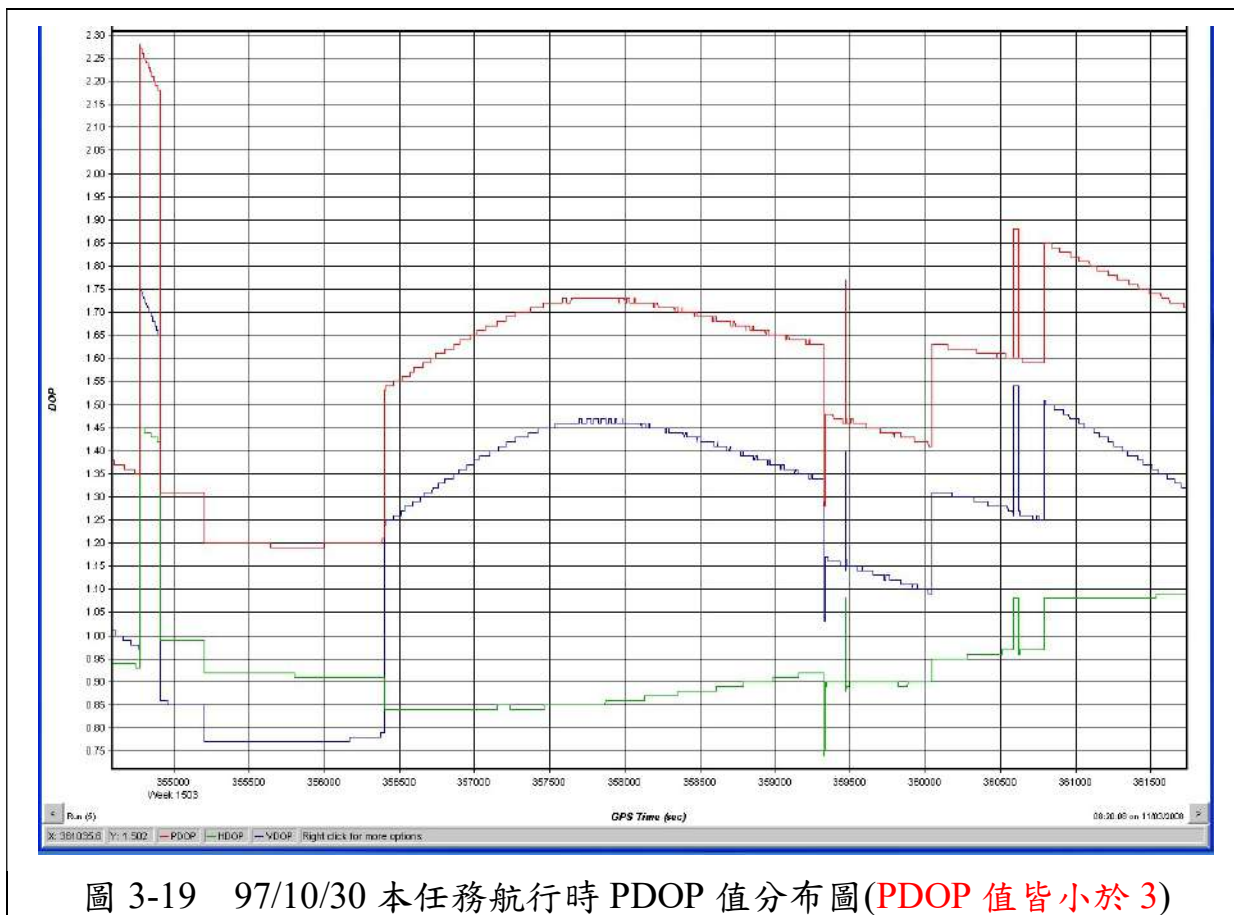


圖 3-18 97/10/29 本任務航行時 PDOP 值分布圖(PDOP 值皆小於 2)



- (3) 飛航軌道差異圖可表現 GPS 訊號在時間上的精度。一般而言，在 20 公分內為允許值。故此計畫 GPS 之飛航軌道差異圖可作為採納基站優劣的依據。圖 3-20、圖 3-21 為本任務之飛航軌道差異成果圖。

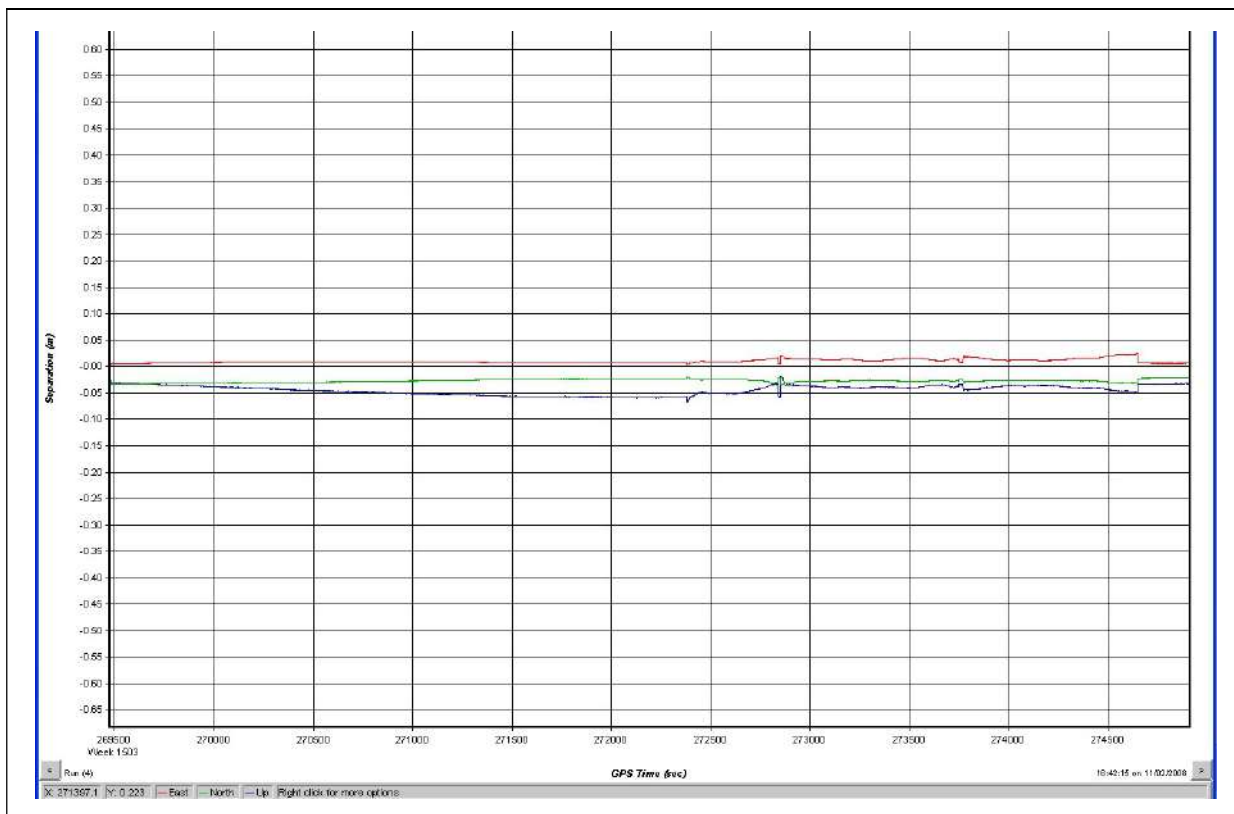


圖 3-20 97/10/29 本任務之飛航軌道差異示意圖(飛航軌道差異值小於 10cm)

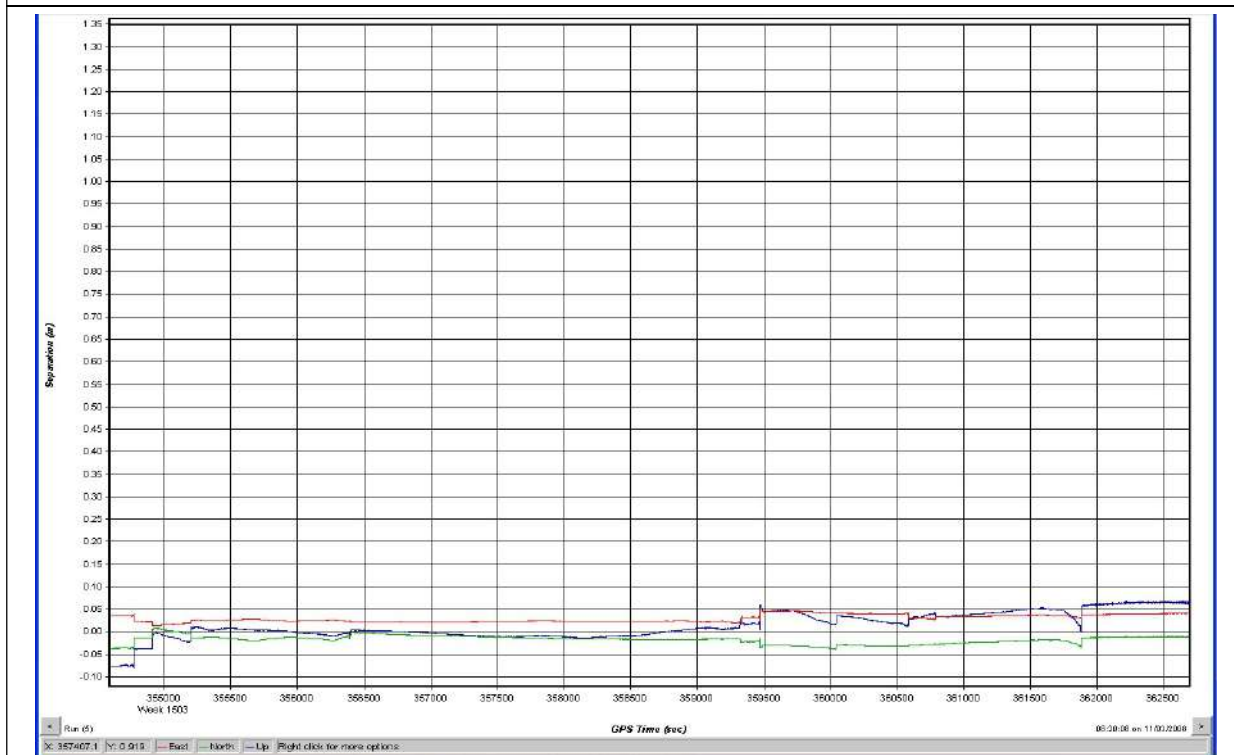
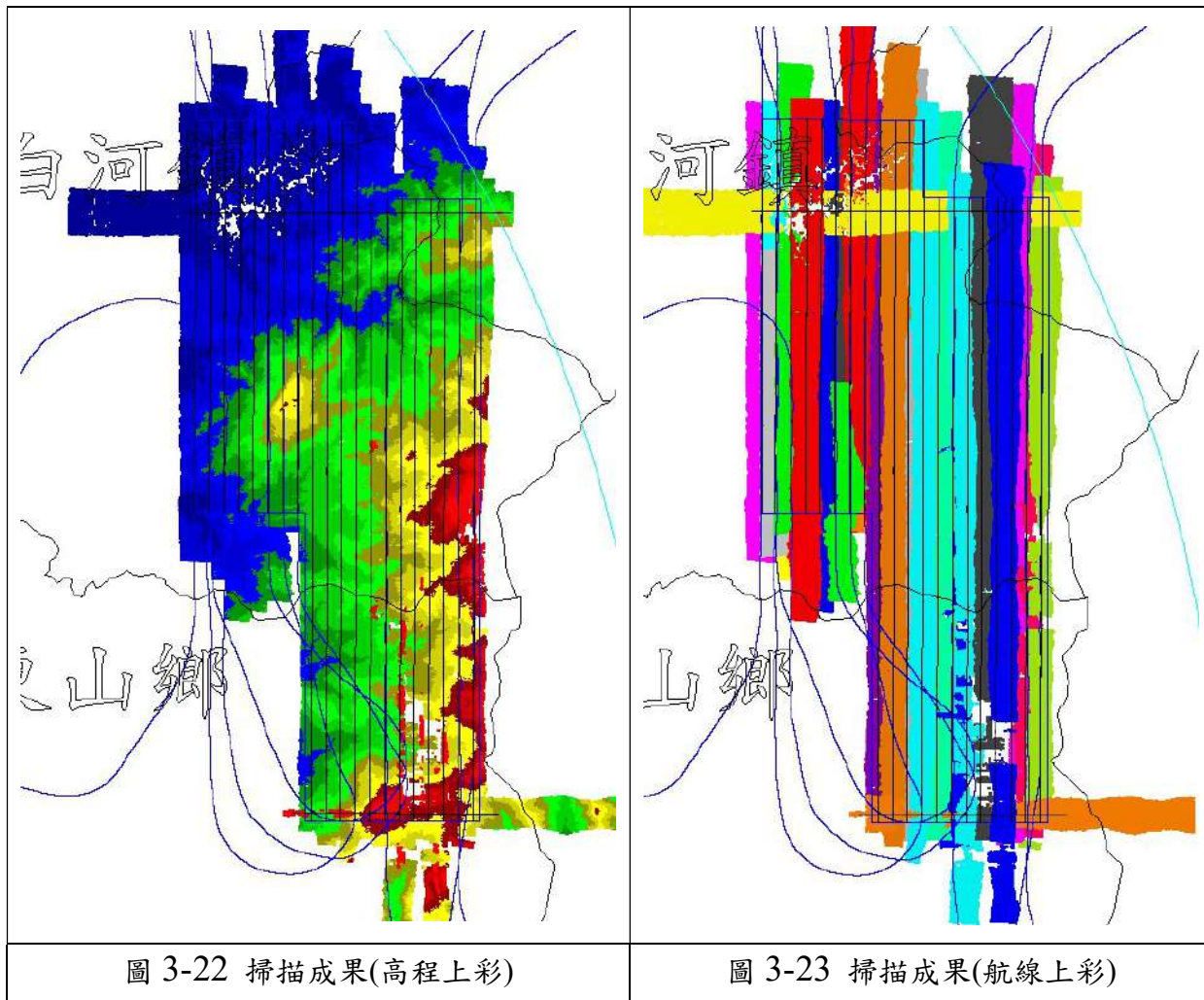


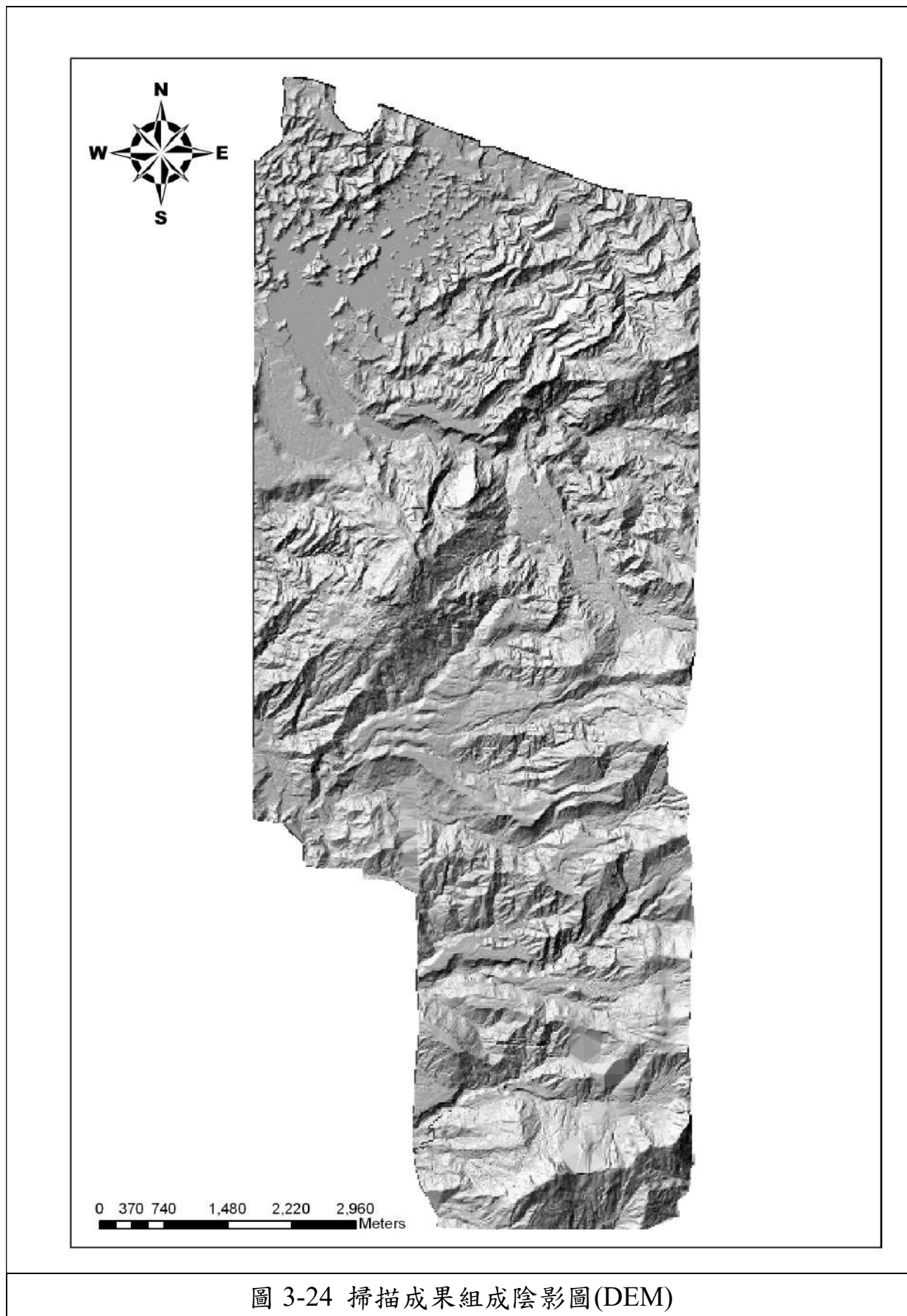
圖 3-21 97/10/30 本任務之飛航軌道差異示意圖(飛航軌道差異值小於 10cm)

➤ 雷射點成果

利用 Optech 公司研發之 REALM3.5.3 軟體將雷射點雲輸出，檢視成果無

誤後，方可進行後續點雲編輯與 DEM 與 DSM 產出，圖 3-23~圖 3-25 為點雲圖展示圖。





1. 航帶平差與內部精度評估

空載雷射掃描儀是由 GPS 及 IMU 結合，使掃描的坐標能轉換到通用的地面坐標系統，因此定位精度將受到各種量測值與設定值的影響。若系統率定不完整，GPS 與 IMU 系統誤差會影響到解算雷射測點三維坐標的精度，造成平面誤差約一公尺，高程誤差則約 0.05%航高（Baltsavias, 1999；童俊雄,2004）。為獲得高精度且實用性之雷射點雲成果，須對點雲資料進行資料誤差的改正，方法有二：直接對儀器進行率定；或進行航帶平差。為了檢驗並減少系統誤差，本工作採用 TerraMatch 模組進行雷射掃描航帶平差，利用航帶重疊數據連結點的高程與訊號強度值（Intensity）進行連結點的量測，以評估重疊航帶的內部精度不符值，並進一步改正系統誤差。

利用航帶重疊數據，進行航帶平差與平差成果評估，可獲得航帶之間的內部精度，並可進行系統性誤差的改正。航帶平差輸入資料包括：時間序列的航跡三維坐標、時間序列的雲點三維坐標、及地面已知點三維坐標。平差作業流程包括：

- (1) 處理點雲資料，過濾參數的選擇，重點在濾除植被點。
- (2) 航帶之間重疊數據特徵點匹配，連結點的量測，在 TerraMatch 軟體中，應用 Sobel filter 篩選 intensity image 的特徵線、轉角點。
- (3) 航帶平差計算與改正。
- (4) 航帶平差成果評估。

經航帶平差計算與改正後可消除航帶間之尚存偏移量，本作業平差前航帶間平均高程絕對差量約 20 公分，雖在森林密遮蔽區域為符合規範精度，但經過平差計算後，航帶間平均高程絕對差量可降為 13 公分，降低了航線間的高程誤差量。表 3-7 與圖 3-25 為本案航帶平差前後之成果評估：

表 3-7 航線重疊處平差前後差量統計表

航線	點數	平差前 (單位:m)		平差後 (單位:m)	
		平均絕對差量	平均差量	平均絕對差量	平均差量
17	3690969	0.2442	0.0426	0.1444	0.0249
18	5169276	0.1988	-0.012	0.1338	-0.0232
19	5114558	0.1942	-0.0275	0.1346	0.0103
20	4619010	0.238	0.001	0.1423	-0.0075
21	1832182	0.2584	-0.0935	0.1402	0.0445
7	3388584	0.186	0.0394	0.1242	0.013
8	2812656	0.1804	-0.0325	0.1314	0.0231
9	3103094	0.208	-0.0006	0.1285	-0.0103
10	3489139	0.2078	-0.0558	0.1377	0.0238
11	4594456	0.1929	0.0265	0.1323	-0.0263
12	4461581	0.2161	0.0152	0.1222	-0.0043
13	4043836	0.2139	-0.0468	0.1366	-0.0145
5	2672800	0.1943	-0.0537	0.1333	0.0094
6	2663517	0.1947	0.0583	0.1311	-0.0004
106	1309926	0.1819	-0.0807	0.1309	0.0108
1	2107425	0.1504	0.0051	0.1089	0.0492
4	3049573	0.209	-0.0306	0.1285	0.002
103	1376809	0.1966	-0.0123	0.1259	-0.0077
2	3155725	0.1612	0.0436	0.1122	-0.0316
3	3277982	0.2013	-0.0439	0.1241	-0.007
102	2064008	0.123	0.0206	0.0923	0.0235
14	5594305	0.2082	-0.0178	0.1516	0.0464
15	3442389	0.2102	-0.0279	0.1412	-0.0049
16	2703822	0.2134	-0.0244	0.1453	-0.0092
平均絕對差量(m)		0.202		0.133	

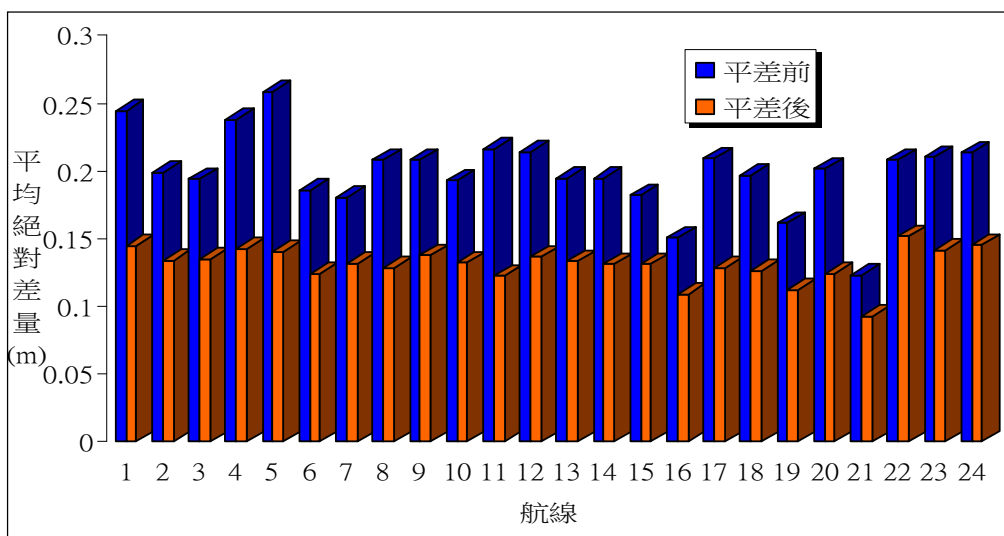


圖 3-25 航線重疊處平差前後差量分析圖

§3-4、LiDAR 點雲過濾

原始 LiDAR 數據(All points)，掃描是不規則離散測點，製作 DSM 可採用第一個回波反射數據組成 DSM 規則網格，數值高程模型(DEM)的製作，則需執行濾除與分類的步驟，將測點分類成地面點(Ground)與非地面測點(Non-ground)。

商業軟體 TerraScan 對點雲資料進行過濾，該軟體分類地面點的演算法由 Axelsson(2000)提出，其引用不規則三角網(Triangular Irregular Networks, TIN)來表示地表面，先依據區域內建物可能的最大平面範圍，由局部的低點組成初始的不規則三角網(TIN)，再循序從三角網內尋求可能的地表點將三角網細化，稱為 Adaptive TIN Surfaces。在三角網內判斷掃描點是否為地表點的方法，是利用點到三角平面的距離或點到三個角點的向量與平面的夾角來判斷（如圖 3-26），可預先設定門檻值當成判斷的標準。

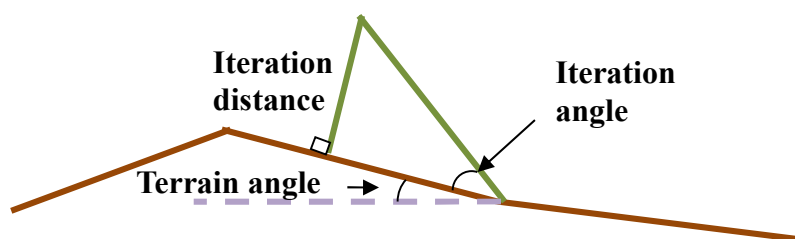
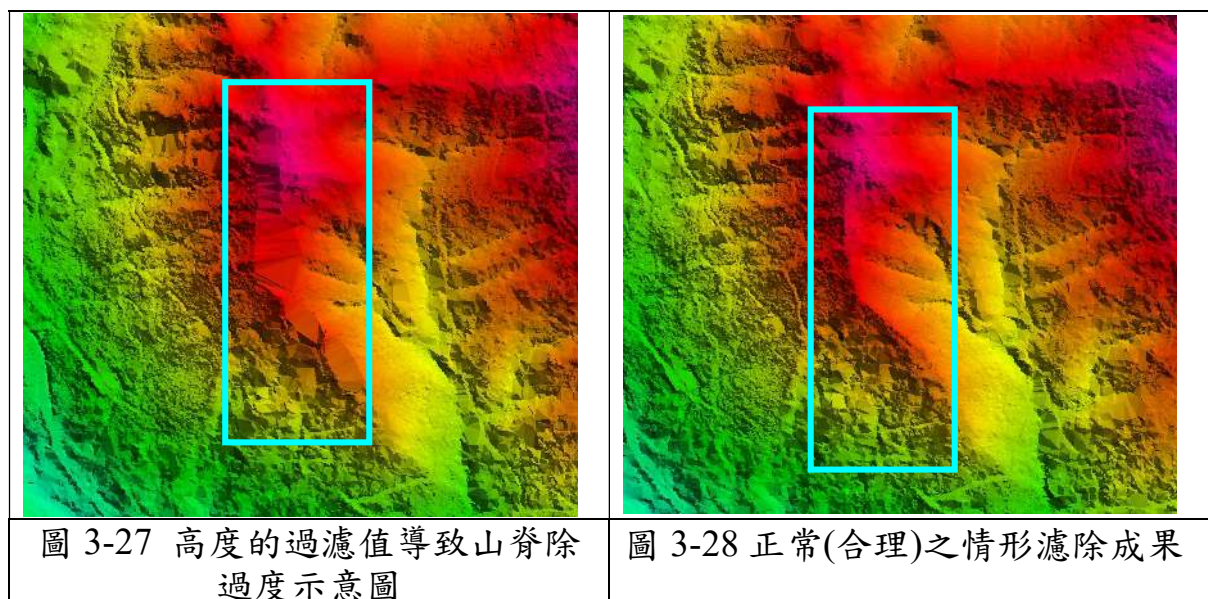


圖 3-26 Iteration angle 和 Iteration distance 示意圖（Soiinen，2004）

TerraScan 門檻參數設定的重點，搜尋範圍越小(Max building size 小)，濃密的植被覆蓋，會形成地面測點稀疏而有大空洞沒有地面點，當空洞大於搜尋範圍，植被點會視為地面(如山頭的效果)則濾除不乾淨，反之搜尋範圍越大，山頭山脊等地形特徵會被像房子一般被濾除侵蝕，圖 3-27 是展示門檻值加大，採過度濾除的手段，植被濾除量大，相應的地形細節、山脊、小路、流水侵蝕溝等地形紋理都粗化濾掉不見。Raber 等(2002)，Vosselman(2000)，提出過濾處理會隨著地形坡度要變換門檻值，以及要隨著植被的特徵變換門檻值，達到參數自適性調整，如圖 3-28 所示。



2.人工編修

分類後的空載 LIDAR 地面點雲資料，可能因雜訊或其他地物干擾，而有非預期的反射資訊出現，如地面之突然單一突出物或不合理坑洞...等；所以將分類後的點雲資料展示於螢幕上，利用 TerraScan 及 TerraModeler 軟體中之點位編修功能，交互觀察三維表面模型與點雲剖面，將不合理或不符合定義的點位刪除或進行編輯。人工編修點位過程亦可配合地面影像，如航空照片或高解析度衛星影像等，依不同之地表覆蓋給予不同自動過濾參數之再次分類及編修，以確保點位分類之正確性，如圖 3-29 所示。以地面湖泊為例，由於水面下之反射常造成不合理點位產生，故需參考周圍的地形資訊進行修正。

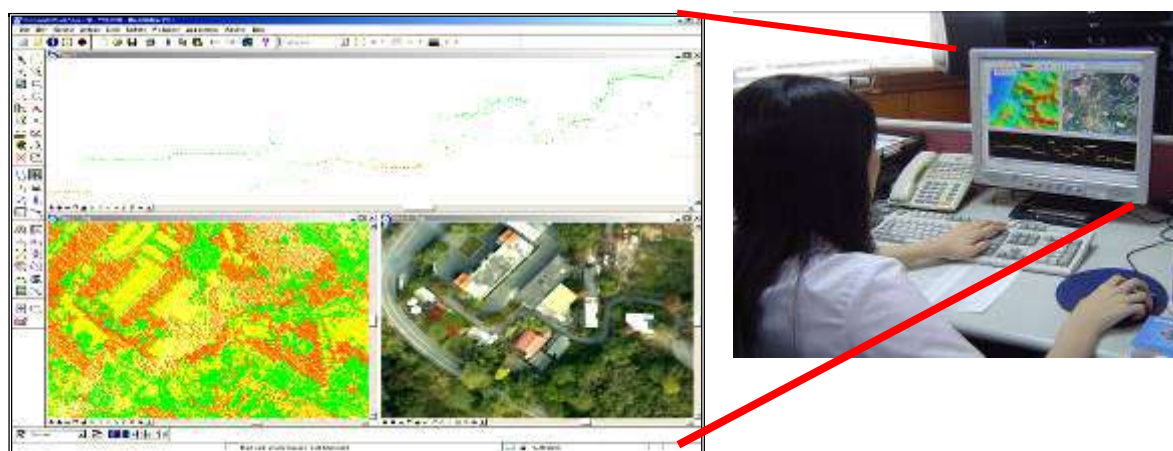


圖 3-29 人工檢視編修介面

§3-5、DEM、DSM 製作

由以上自動化過濾檢查步驟可知，在過濾處理程序中，已經利用程式查覺大型建物、植被過濾瑕疵等檢核，接下來即可進行 DEM 編輯與檢查，及過程主要採視覺製圖人工檢視分析的方法，步驟包括：

1. 整體性視覺分析檢查

- (1) 線性 TIN 組成 DEM。
- (2) 繪製等高線，檢查圖幅接邊等高線，檢查牛眼式小圈圈(多源於過濾未乾淨，局部地形突起特徵)。且都會區常因為雷射多路徑折射，造成極端的低點，也會形成牛眼式小圈圈。
- (3) 繪製地形日照暈渲圖，檢查過濾未乾淨區域，檢查大型建物未過濾者，檢查圖幅接邊，檢查分區處理是否有不能接邊之錯誤。
- (4) 編輯原始測點，過濾後直到通過檢查。

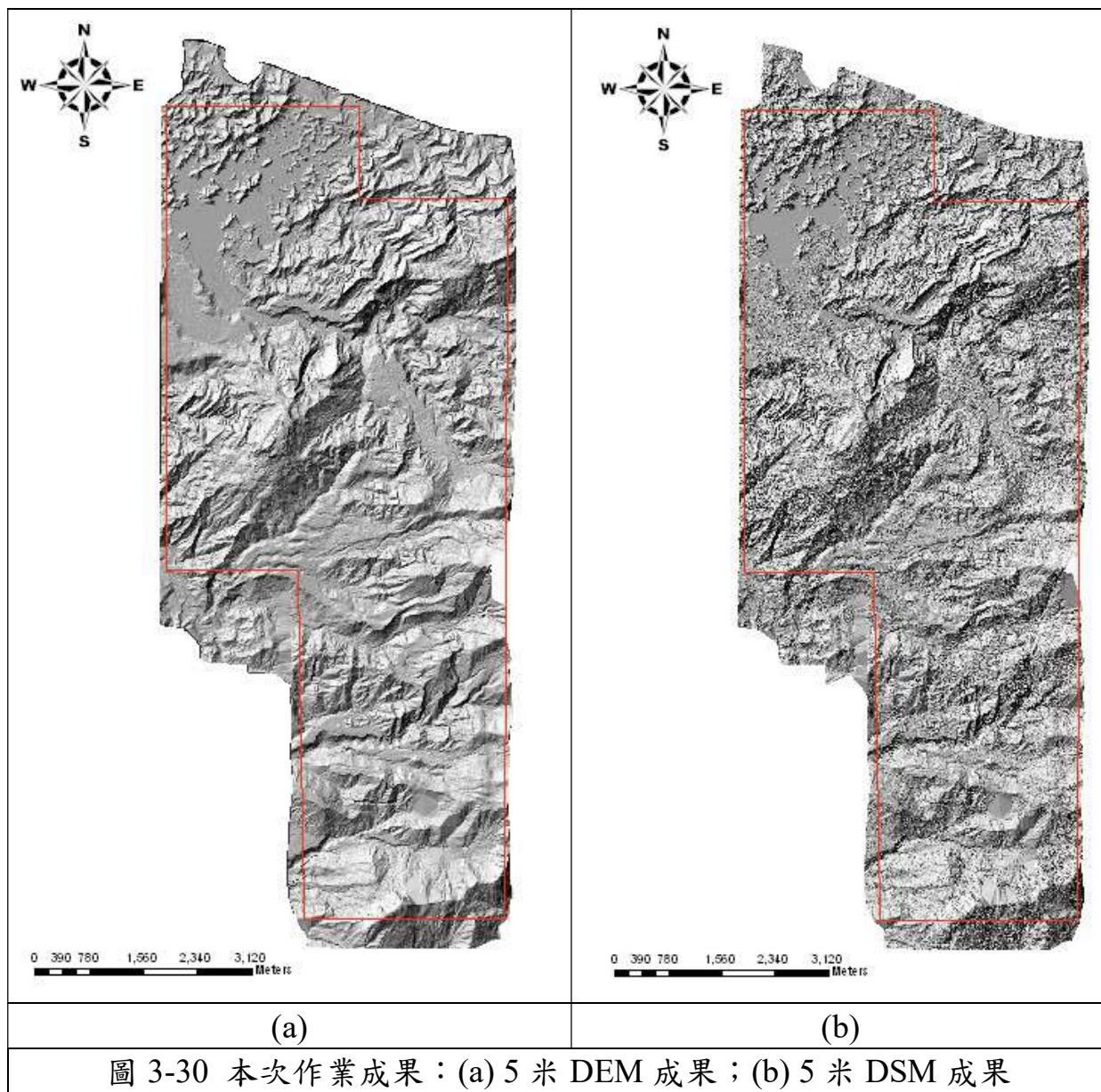
2. 局部性高程檢查統計

- (1) 應用地面檢核點，評估 TIN/DEM、DSM 精度。分析誤差直方圖、誤差統計量等。
- (2) 應用地面檢核點，大斷面測量數據，評估 TIN/DEM、DSM 精度。

DSM/DEM 內容：

1. 網格間距：整數五公尺網格。
2. 數據以公尺為單位，精度保留小數點後三位。
3. 雷射掃瞄如因水體原因沒有水體面高程數據是可接受，規則網格 DEM 及 DSM 在水體面無高程數據者，可用識別碼識別「無數據」，並說明於詮釋資料。
4. 分幅：以現行五千分之一像片基本圖之圖幅為分幅之依據，實際涵蓋範圍應較基本圖略大，以能包括四個圖隅點並向外擴大到一公尺整倍數網格點之矩形為準，各圖幅間得重疊。
5. DEM 內插：本計畫 DEM 網格間距五公尺，非常精細，採用線性 TIN 組成後再內插成網格。
6. DSM 內插：數據採用第一回波為主，內插 DSM，內插方法採用線性 TIN 或移動平均法內插成網格(如圖 3-30)。

7. DEM/DSM 接邊處理：後處理分析過程無論過濾、內插等，數據分割分區處理時，圖幅分幅外圍重疊處的重疊量要大於參數的搜尋半徑，確保分幅處理有重疊處，且跨圖幅重疊處的處理成果完全一致，再進行分幅切割接邊，可確保接邊吻合成為無縫的 DEM 數據。



§3-6 CHM 製作

CHM 之製作則在點雲過濾過程中，先將植被放置在特定圖層，再依以上之方法產製植被部分之 DSM 與 DEM(如圖 3-31 與圖 3-32)，求得此二模型間之差值來組成樹冠高度模型。

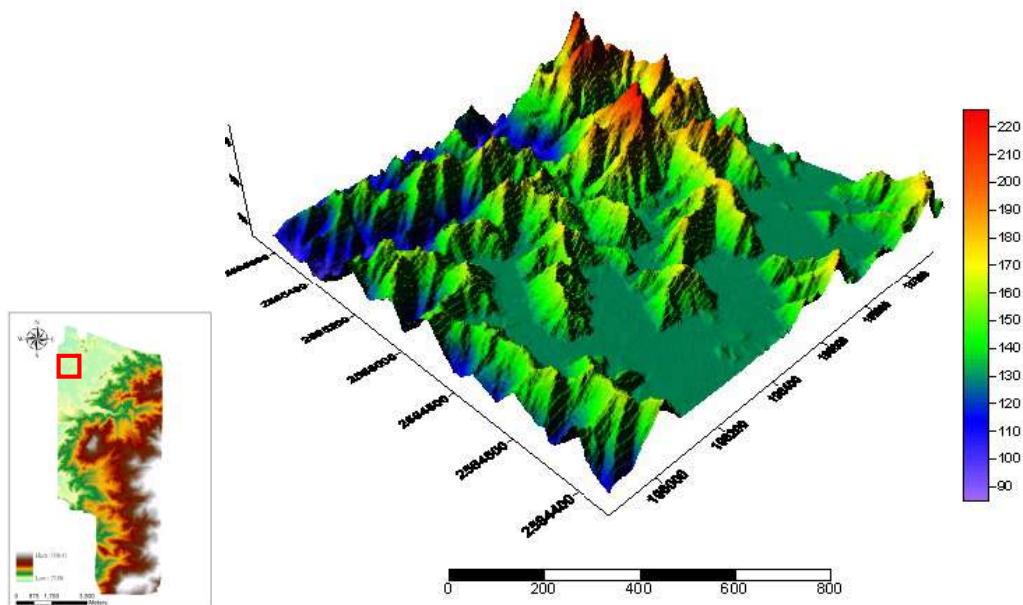


圖 3-31 DEM 成果三維視景

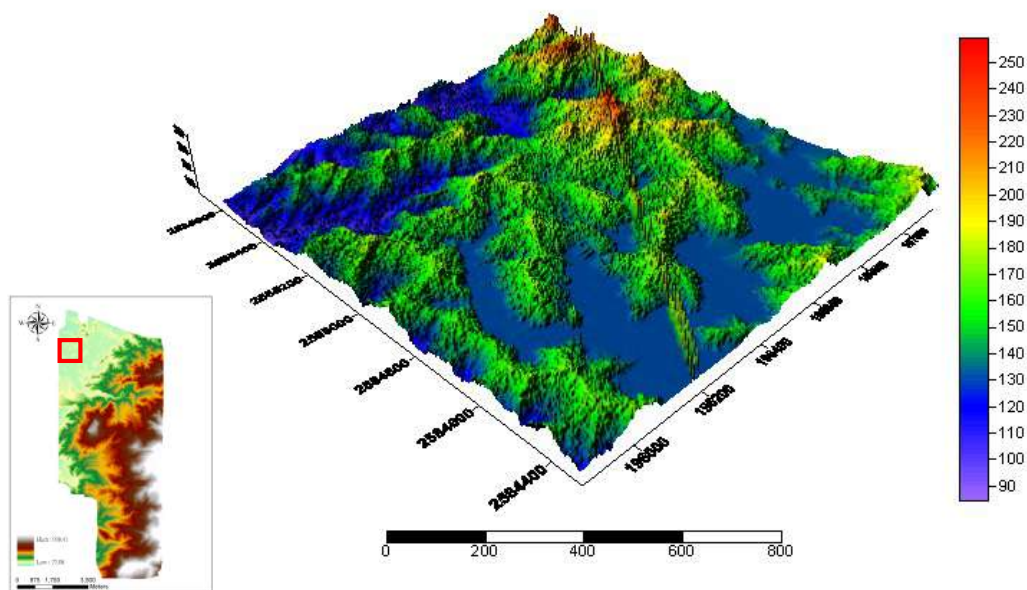


圖 3-32 DSM 成果三維視景

再爾，為深入了解植生資源的資訊，以航空照片搭配點雲資料，以萃取林木範圍、面積與分布狀況，詳細說明如后所示：一般而言，空載雷射測距掃描儀在垂直方向的準確度約 10 至 15 cm，在水平方向的準確度約 50 至 100 cm，此準確度遠超過傳統的航機照相之量測（詹瑜璋，2005）。自 1990 年起，空載光達系統具有大範圍收集、量測地表及地型高度的能力，相關研究報告指出，雷射科技能廣泛應用於森林資源調查與繪製（Næsset 1997a; Næsset 1997b; Magnussen and Boudewyn 1998; Means et al.2000），進而擴大了光達系統在林業上的應用。運用 eCognition 計算分析樹木數量，以 eCognition 軟體中最鄰近分類法(Nearest-Neighbour (NN) classification)進行影像分割後，將樹木萃取分類，以求得獨立樹木數量(圖 3-33)。

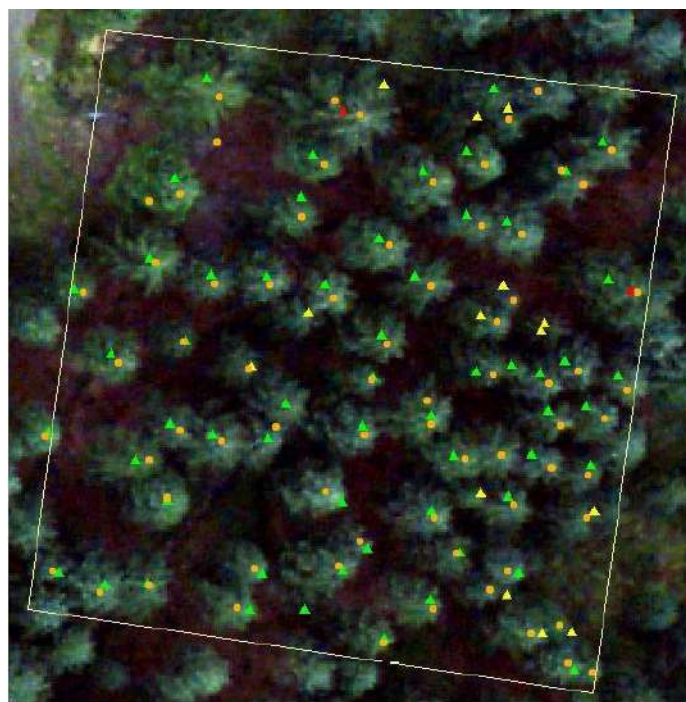


圖 3-33 獨立樹木萃取點位示意圖（Juan，2004）

以光達資料及空照影像偵測獨立樹區塊，進而建立三維植生覆蓋模型。首先將影像正射化與網格化光達資料做空間套合，接著利用以區塊為單元之影像分割法將區塊分割後，再利用影像知識庫分類來進行辨識分類出樹木區域(圖3-34、圖3-35)。

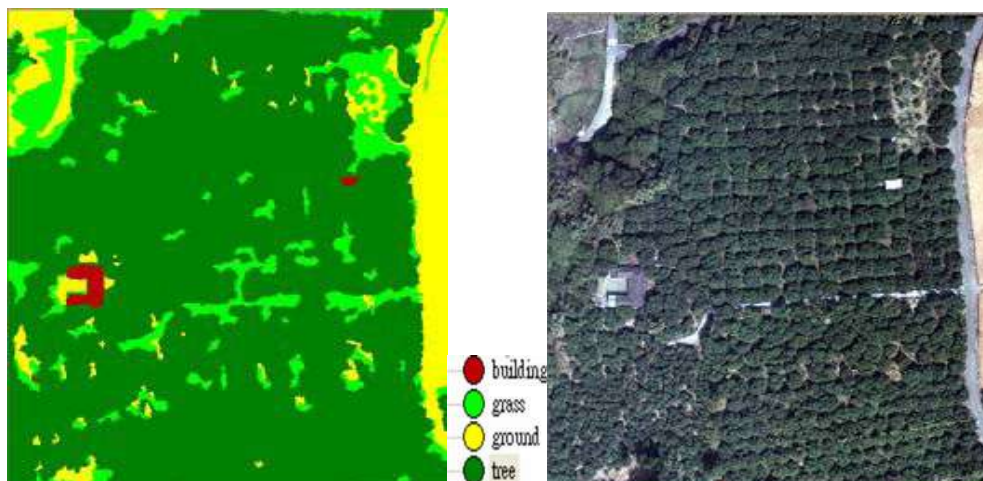


圖 3-34 以 DEFINIENS 軟體進行影像分割及分類成果圖 (左、分類後，右、航照圖)。(Chen and Chiang, 2005)

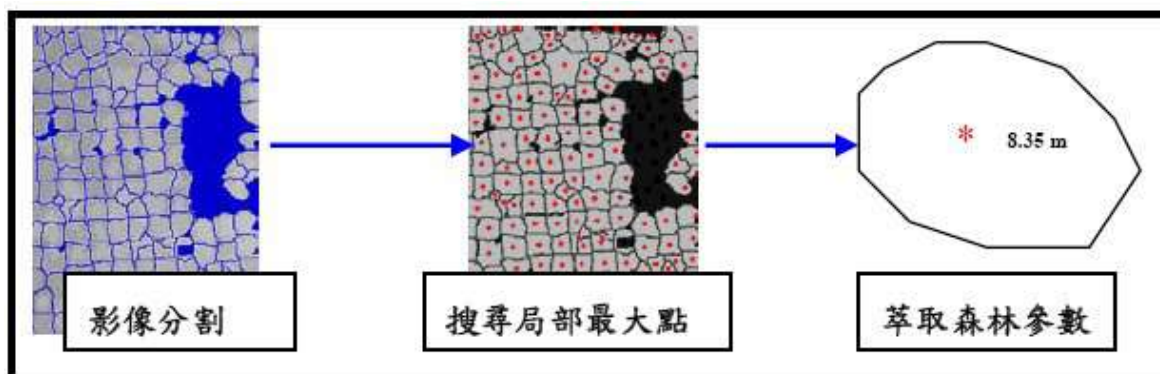
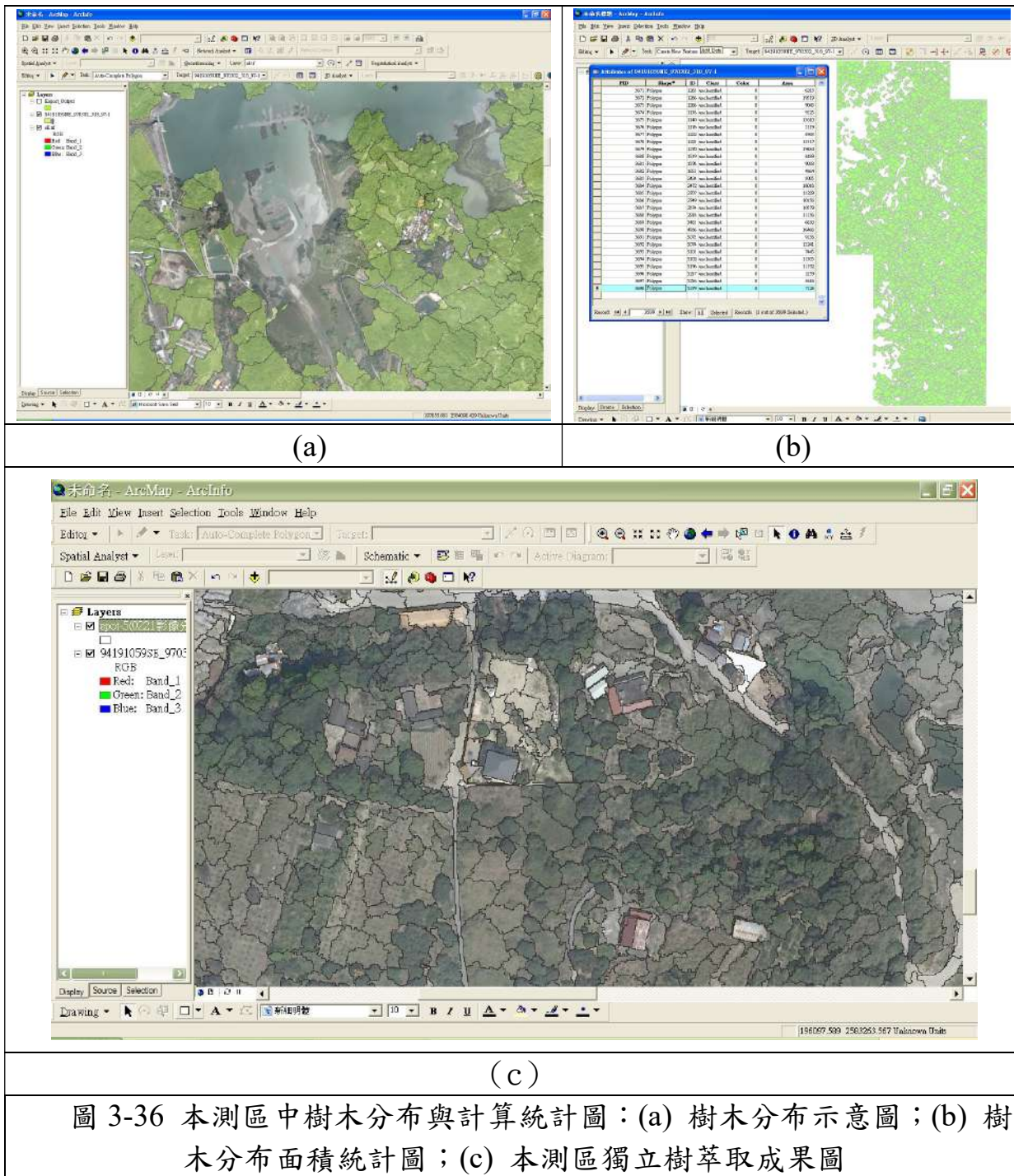
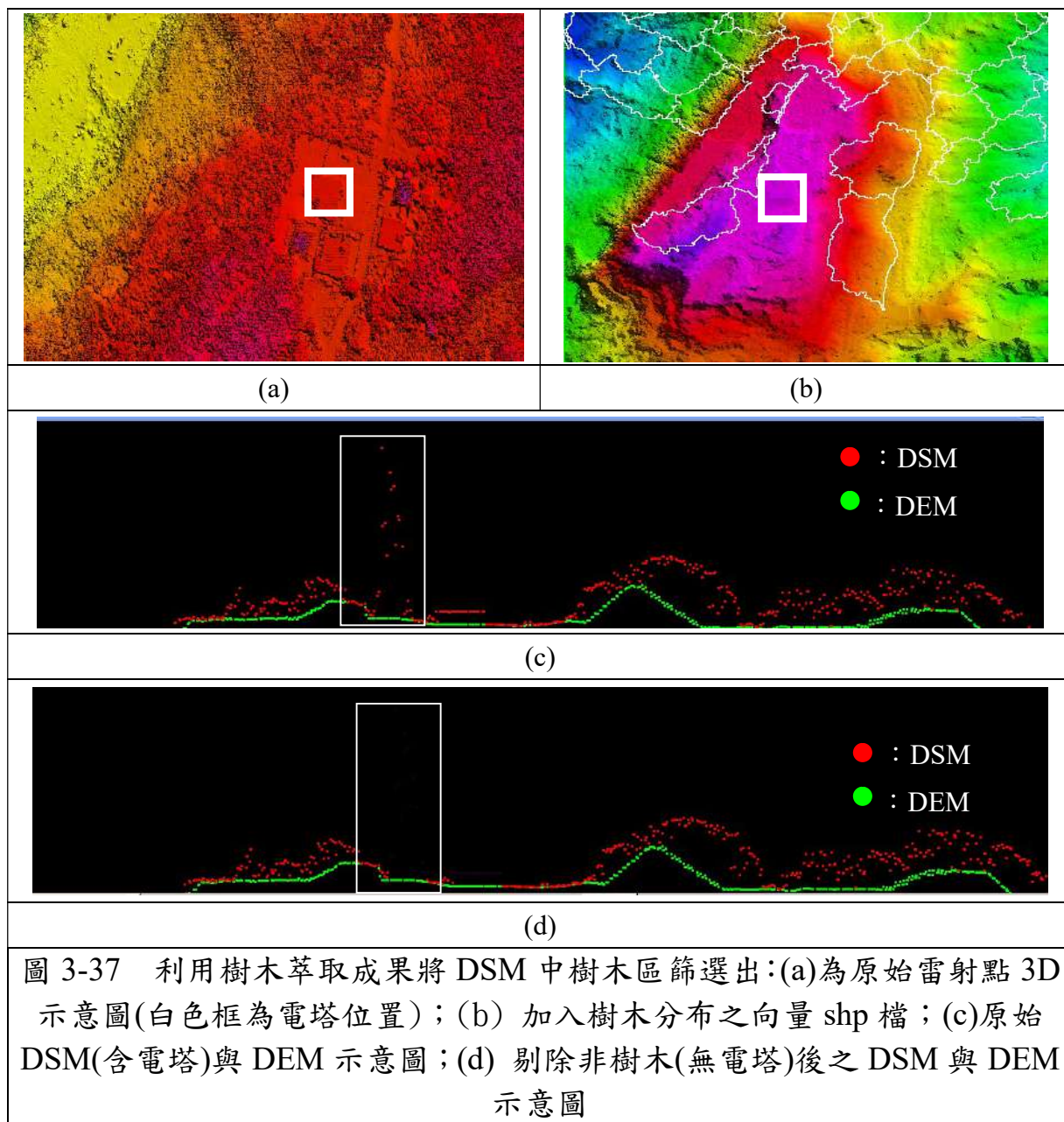


圖 3-35 獨立樹萃取流程圖 (Chen and Chiang, 2005)。

進行獨立樹萃取後，利用所得到之樹木區域，以影像分水嶺技巧以及局部最大點搜尋法來萃取獨立樹，本計劃執行面積約 55 平方公里，透過數目的收尋方式獲得樹木區塊約 3699 小區，共計約 46 平方公里的樹木分布範圍(圖 3-36)。



透過樹木區塊演算的作法，將獲得樹木真實分布的位置，可將原始 DSM 中非樹木的物種(建物、橋或鐵塔等)作區分，以圖 3-38 為例，(a)為原始雷射點 3D 示意圖，當加入樹木分布狀況((b)之白色區塊為樹木區)，便利於將原本分類為 DSM 的資料中將電塔萃取出，並且保留 CHM 正確資料，利於後續分析與應用。



§3-7、正射影像圖製作

本計畫本公司利用 GEOMEDIA 軟體，配合數值地形模型資料作為正射糾正之高程控制資料，將中心投影之航空像片，糾正成正射投影，消除像片上投影誤差，製作數位正射影像資料檔，記錄在光碟等電腦磁性媒體。

正射影像糾正使用之數值地形模型資料，係包含地面覆蓋物之地面高程，其網隔間距在圖上二公厘(地面 5 公尺)以內，地面解析度小於 15 公分，完成後之正射影像平坦地區誤差不得超過 20 公分。坡地與地勢起伏變化較大地區誤差不得超過 30 公分。數位正射影像以彩色影像表示為原則並以 TIFF 格式儲存。

1. 空中三角測量

空中三角計算 (Aerial Triangulation Calculation) 是以航空攝影測量方法求定大量空間點位的一項工具，本公司利用 LiDAR 並搭配高像素高解析力數位量測相機，記錄啟動快門時所送出的脈衝信號事件 (Event mark) 之瞬間，以 GPS 求得拍攝瞬間的飛機位置坐標及 IMU 資料求得拍攝瞬間的姿態參數作為數位影像投影中心點外方位參數資料來源，配合裝機後之率定以去除攝影中心與慣性導航儀之系統性角度偏差 (Bore Sight Angles)，如此利用 DGPS/IMU 資料可直接求得影像外方位參數以進行自動空中三角平差計算，目標都是在使得空中三角平差計算的成果品質更好。

影像進行特徵點匹配為自動化，將一張影像分成九宮格，一格設定四個匹配點，如此應當可符合實際之要求。當匹配完成後，其過程中會先去除匹配不佳之特徵點，以及算出每張影像因連結點(Tie Point 與 Pass Point) 匹配不均勻的狀況下，所對應的網形不足區(Weak Area)。對於網形不足區的處理方式是將之刪除，而其所衍生出匹配點分布不均勻的狀況，再以人工匹配特徵點的方式來對特徵點分布不均勻的地方進行人工選點，如此每個網形不足區加入一至二個特徵點即可。

特徵點匹配後，進行空三平差計算，平差計算完成後可根據各種統計報表，新增或刪除匹配點來進行平差，最後加入加密控制點，平差後可以看出每一點的 X、Y、Z 方向向量殘差值；反覆進行上述偵錯程序，直至所

有點的殘差值都在要求精度範圍內，最後輸出所有影像之 E.O.值，整個空中三角平差過程如圖 3-38。

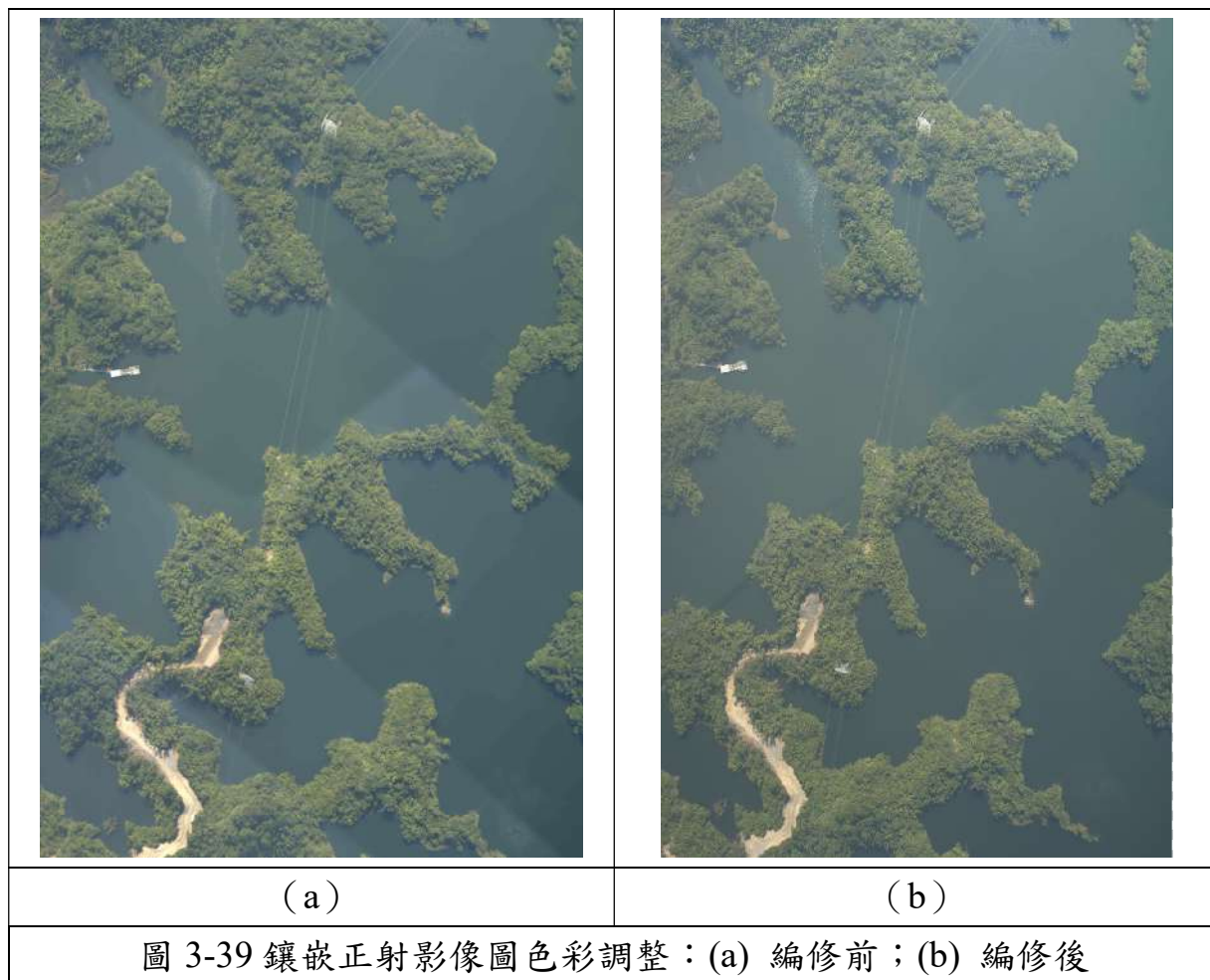


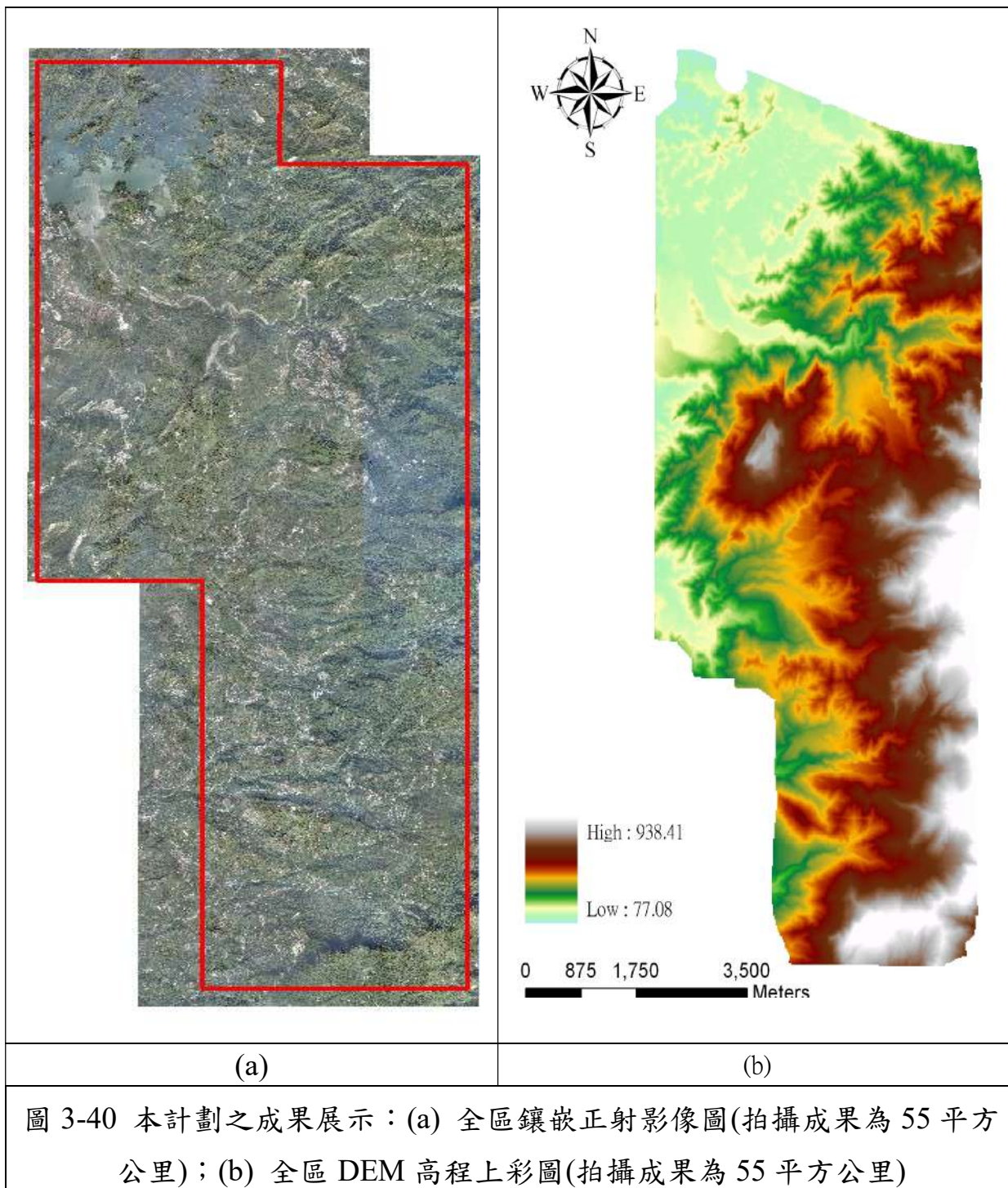
圖 3-38 空中三角平差作業示意圖

2.彩色無縫鑲嵌正射影像圖製作

先將所拍攝影像先進行色澤處理後，並獲得所有影像的外方位參數與 DEM 資料後，便可針對所拍攝的影像作方位糾正，並使影像賦予絕對的幾何坐標資訊；製作過程中應注意之細節說明如下：

1. 需進行全區 5m×5m 網格 DEM 鑲嵌作業(mosaic)，不得採用單模作業作為成果，以維持每個正射影像像元(pixel)坐標位置之精確。
2. 在鑲嵌前應先確定參與的圖像間沒有明顯的差異，以免形成輻射差異導致的接痕。
3. 需注意色彩飽和度全區一致。
4. 在進行單幅正射影像圖裁切時，必須注意圖幅範圍大小，適當調整影像像元(pixel)，以符合單張圖幅邊緣像元之完整性，達到無縫鑲嵌正射影像圖之目標。
5. 正射影像比例尺 1/1000，全區鑲嵌影像必須有影像元 0.15m 解析度之正射影像圖(圖 3-39、圖 3-40)。





四、品質管控

§4-1、進度管控

本計畫受限於內政部新頒布「實施航空測量攝影及遙感探測管理規則」，飛航作業延宕至10月13日方開始作業，造成後續作業延後進行，但為符合貴處需求，努力縮短作業時程以順利結案與交付成果，本案整體工作時效與進度如下進度表所示：

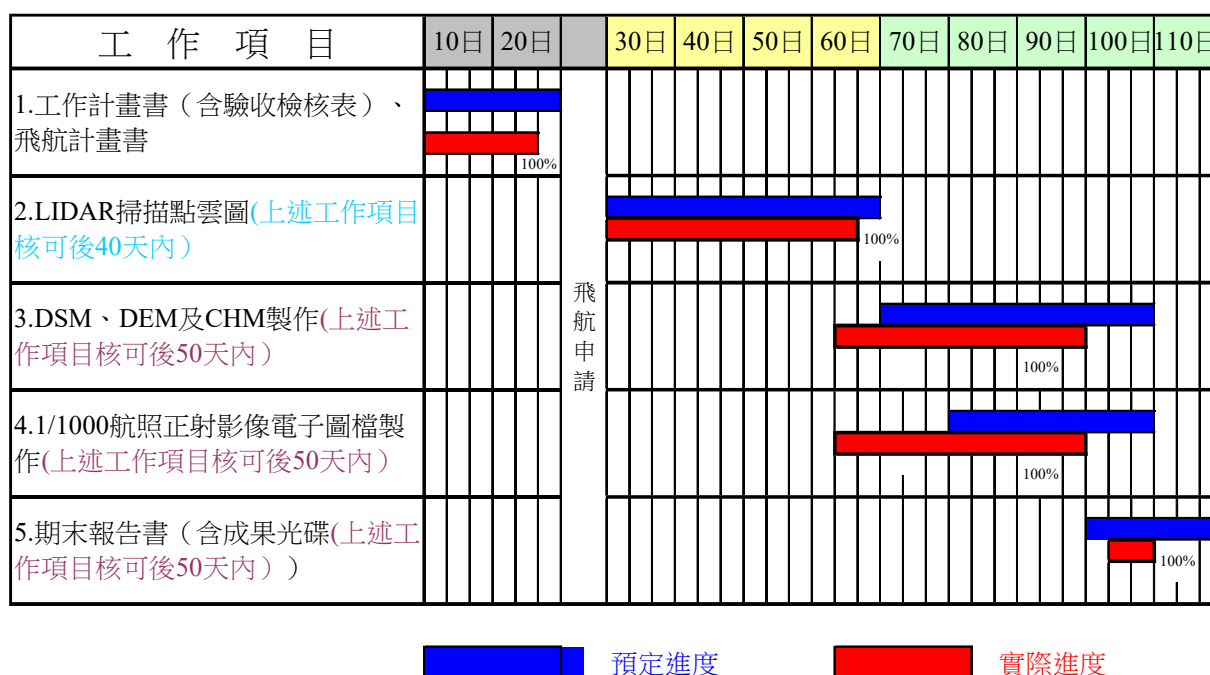


圖 4-1 工作進度表

§4-2、品質管控

在品質與精度之要求下，本公司針對本計畫制定之工作進度與品質管控流程如下圖 4-2。作業進度的掌控主要依據工作進度的規劃時程，隨時了解目前作業執行情況，並利用時間檢核點作為工程執行進度管制階段，配合 貴處的審查人員順利完成合約所定進度，並依據本工程進度表擬定每月預定完成工作進度，以方便 貴處隨時掌控本工程進度。其執行主要意義如下：

1. 由 貴處定期召開工作會報協調相互配合事項，並報告作業進度及執行情形，以加速作業時效。
2. 由品質暨進度管制組負責於各階段工作，不定期抽驗逐步檢核各作業細項執行進度及狀況，以確保工作進度及品質。

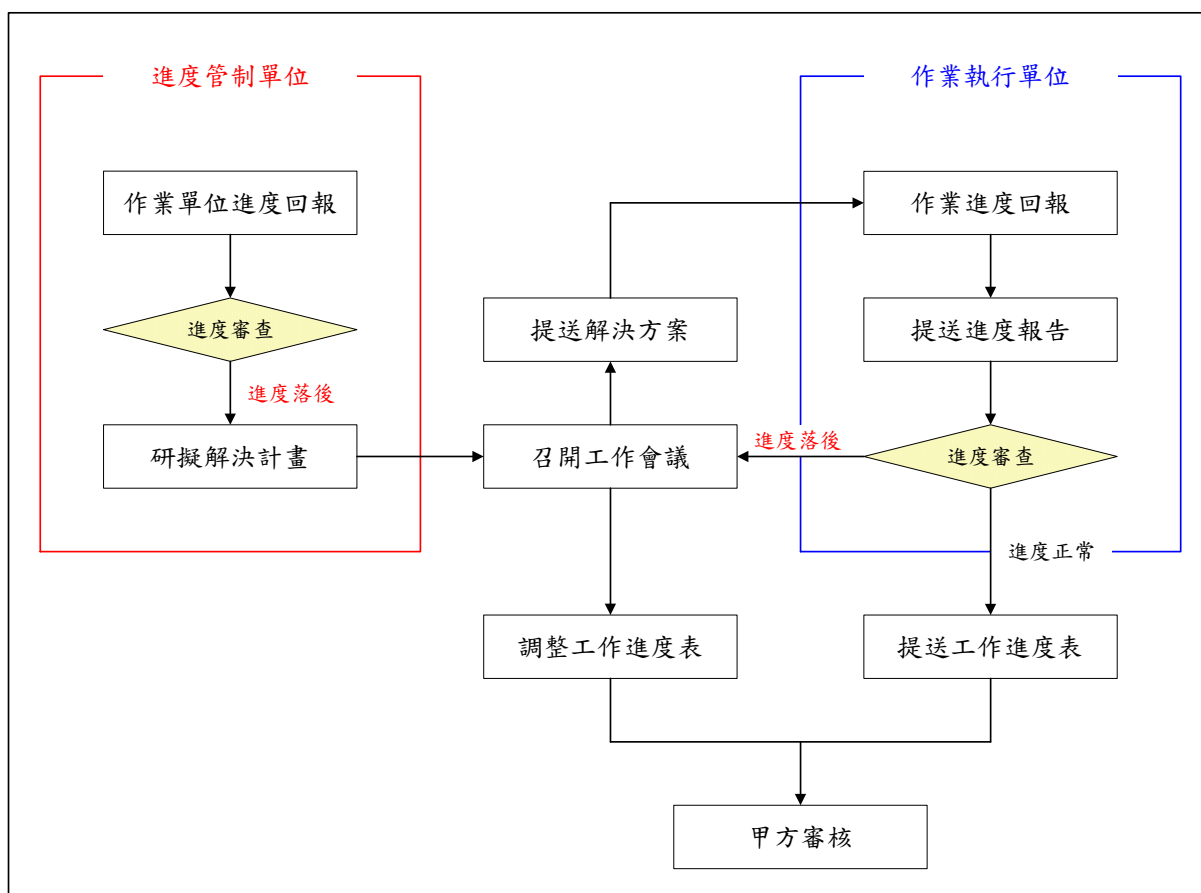


圖 4-2 工作進度與品質管控流程圖

§4-3、LiDAR 點雲之檢核

LiDAR 點雲檢核之方式，在內部檢核方面，可以目視判斷航帶重疊範圍之高差或進行航帶平差；外部檢核部分，則可以利用範圍區內已知控制點檢核或利用機關提供之現有高精度地形圖進行檢核。

空載雷射掃描儀的架構都是由 GPS 及 INS 結合，使掃描的坐標能轉換到通用的地面坐標系統，因此其定位精度將收到各種量測值與設定值的影響，若系統率定不完整，GPS 與 INS 系統誤差會傳播到解算雷射測點三維坐標的精度，為了檢驗並減少系統誤差，本公司採用德國 TerraSolid 公司之 TerraMatch 模組進行雷射掃描航帶平差，利用航帶重疊數據連結點的高程與 Intensity 值進行連結點的量測，以評估重疊航帶的內部精度不符值，並進一步改正系統誤差。圖 4-3 利用剖面圖檢視航帶重疊處數據的不吻合及系統偏移量。

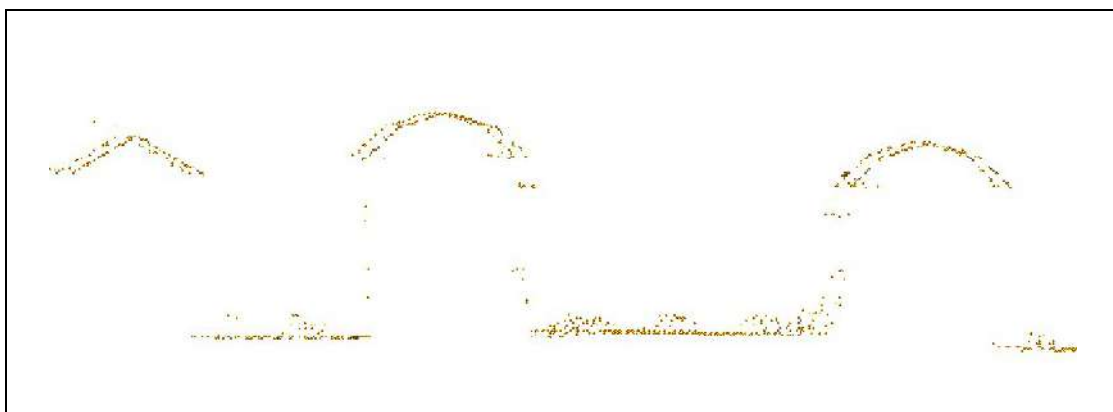


圖 4-3 重疊航帶的數據顯示出系統率定不完整

再製航帶斷面圖，整體性分析重疊航帶繪製剖面圖 4-4 如下，進行視覺檢查與距離量測分析，量測偏移的距離等方式，分析重疊數據是否不能套合。以製圖航帶斷面圖進行視覺分析，交叉飛航航帶與其他重疊航帶切割出重疊處，篩選平坦區域，分析每個平坦地小面積內進行重疊航高程的比對，進行統計分析。點雲三維坐標計算後，經投影計算到 TWD97 投影坐標系統，經過航帶平差分析模型變形的參數是否顯著，並進一步以另一個檢查步驟，用平坦地區小面積比較兩航帶高程值，若不通過品管精度，則重新檢查 GPS 差分基線，重新增加計算並檢核可用的新基線，直到覆核成果

通過品管。流程圖如圖 4-5。

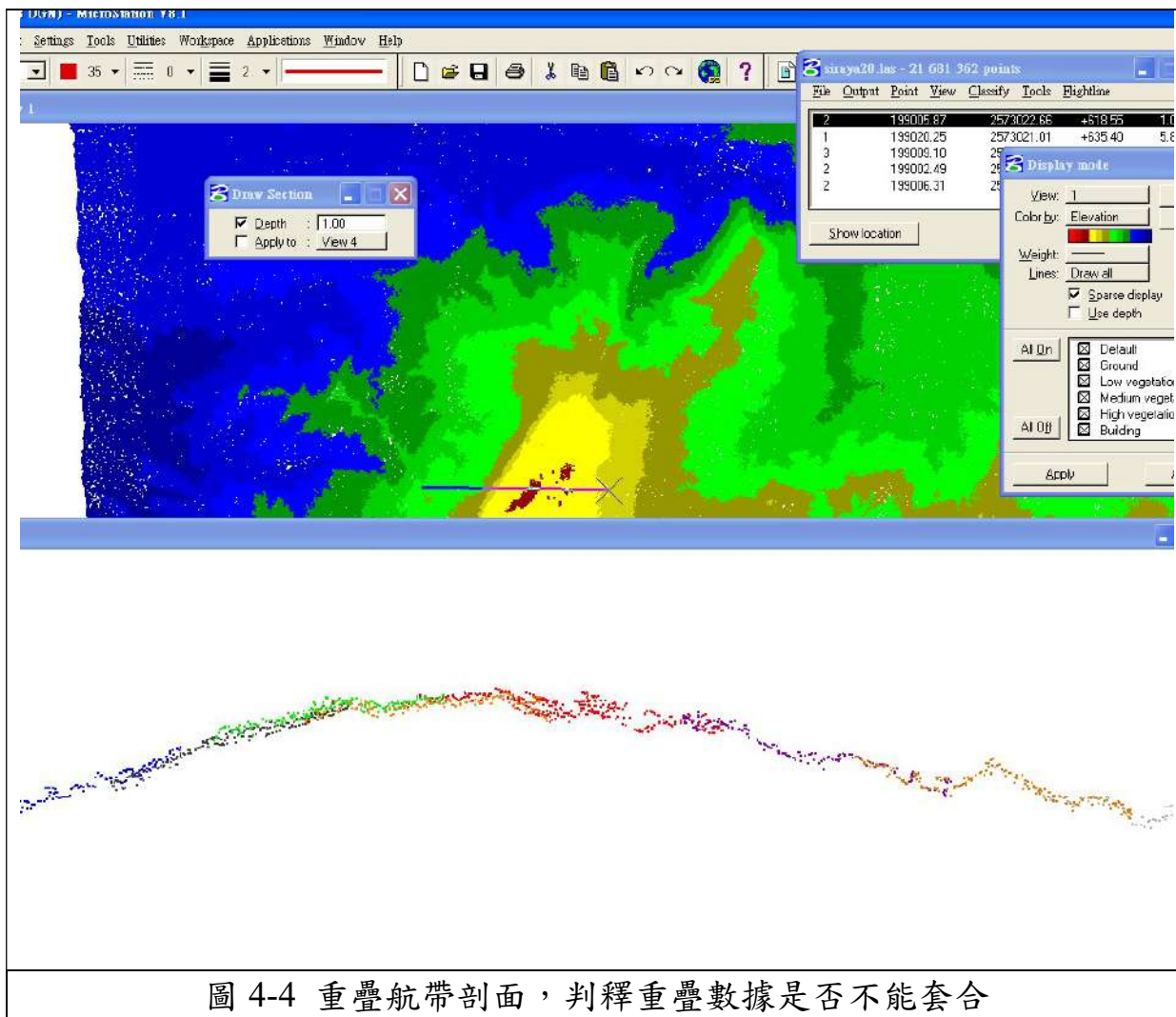


圖 4-4 重疊航帶剖面，判釋重疊數據是否不能套合

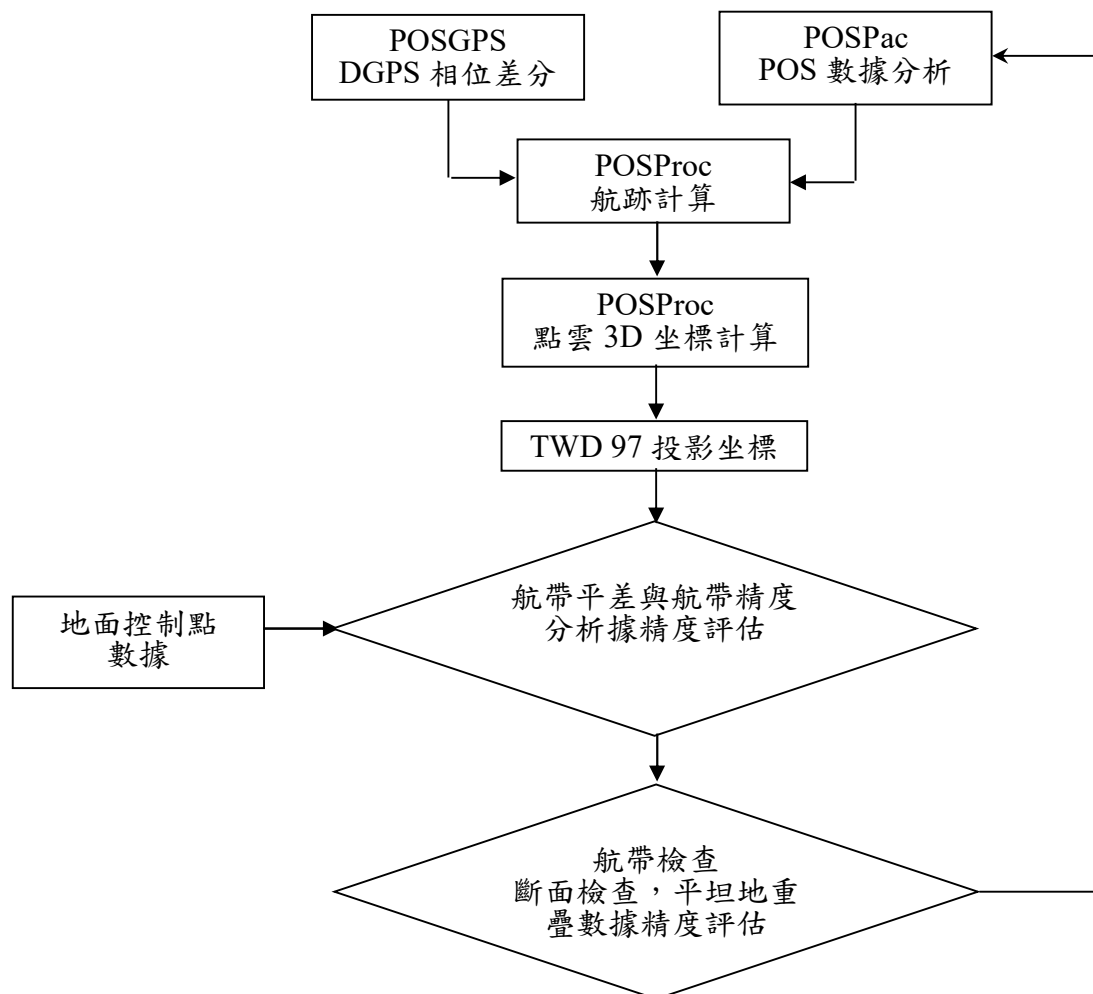


圖 4-5 數據品管流程圖

進行精度評估時，可先讀取檢測區光達數據(.LAS 檔)，以剖面方式比較已知控制點高程與光達地面點之差異，再使用 TerraScan 之 Output Control Report 功能將所有檢核點坐標(E、N、h)匯入，其誤差之計算方式為根據檢測點之 E、N 坐標，在光達數據組成的地表 TIN 模型中之相同位置，紀錄檢測點與 TIN 模型之地表高程差。大部分位置應與地面已知控制點高程值一致，確實穿透植被而獲取地表之高程值，則表示光達數據之分類結果為合理，植被過於茂密之地區，由於雷射無法穿透可能導致少數點位與實測值不符。

§4-4、地面檢核測量與成果分析

利用實測資料方可針對 DEM、DSM 及 CHM 品質檢查，為統一流程與方式，如下有相關說明：

1. 因為各個數據組的網格間距不一致，網格的幾何對位等因素，將採用實測值視為點數據，內插出一組面，再比較 LiDAR 高程與內插高程值。
2. 分析重點將區別不同坡度等級，隨不同坡度之變化，檢核精度將有不同。
3. 檢核時需分析不同土地類別，隨不同土地覆蓋之變化。
4. 按圖幅分幅，分析圖幅內整體的較差，且填入檢核表中。
5. 作業方式：
 - A. 將主站架設於已知座標的點位上，透過無線電數據通訊設備，將其所接收到的 GPS 雙頻載波相位觀測量傳送至移動站的筆記型電腦上，再與移動站本身所接收之觀測量聯合，以 On-the-fly(OTF)相位未定值搜尋法快速解算相位未定值，再計算移動站之瞬時座標。此種測量方法是一種快速的測量方式，不僅作業效率高、產量大，可以省下靜態測量所需的內業計算時間，更重要的是可以達到公分級的精度（圖 4-6）。
 - B. 各個導線點上擺設全測站經緯儀，以全測站經緯儀測角、測距方式開始對附近的檢核點，測量其角度、距離並記錄之。將所記錄得的資料利用角度、距離的相對關係，可以反算出各檢核點的座標。以此類推，直到測區內所有的地物皆已施測完畢並解算出座標。





依照規範需求分別依照不同地貌進行實地測量檢測，本次檢核區位於白河水庫地區，每種地貌進行約五個實測點檢測，成果顯示裸露區與疏遮蔽區平均可達 0.1m 的精度；密遮蔽區則約在山地與平地區可小於 0.5m，密遮蔽區在陡峭山地則可小於 2m，成果皆遠小於規範需求，顯示出利用空載光達對地形測量有相當好的成果(附件一)。

五、 成果與結論

本計劃飛航作業於 97 年 10 月 29 日與 97 年 10 月 30 日執行完畢，且完成控制測量、航跡解算、點雲輸出等工作，點雲分類與 DEM、DSM、CHM 與影像製作皆順利完成，並利用三維地形資訊搭配正射影像加以分析，供後續系統建置與發展。

空載光達 LiDAR 系統利用雷射光在空中行進之時間來獲得地面點之資料，在高程方面之精度可高達 15 公分，且本公司使用之空載光達系統可獲取四個回波資訊，對於建立 DEM 於植生密集之地區效益猶大；另一方面，本公司之航照數位相機可與空載光達系統同步拍攝數位影像資料，使用同一組空中航線軌跡資料，減少系統性誤差產生來源，更高度提升了作業成果精度。

本計畫新採用分割獨立樹木技術，將可供 貴處針對西拉雅國家風景區中建設遊憩區的規劃，透過了解本區樹林分布範圍與面積建立基本地理資訊，且將豐富自然資源與地形資訊提供遊客和相關單位後續發展規劃與分析。圖 5-1 為白河水庫之正射影像圖。

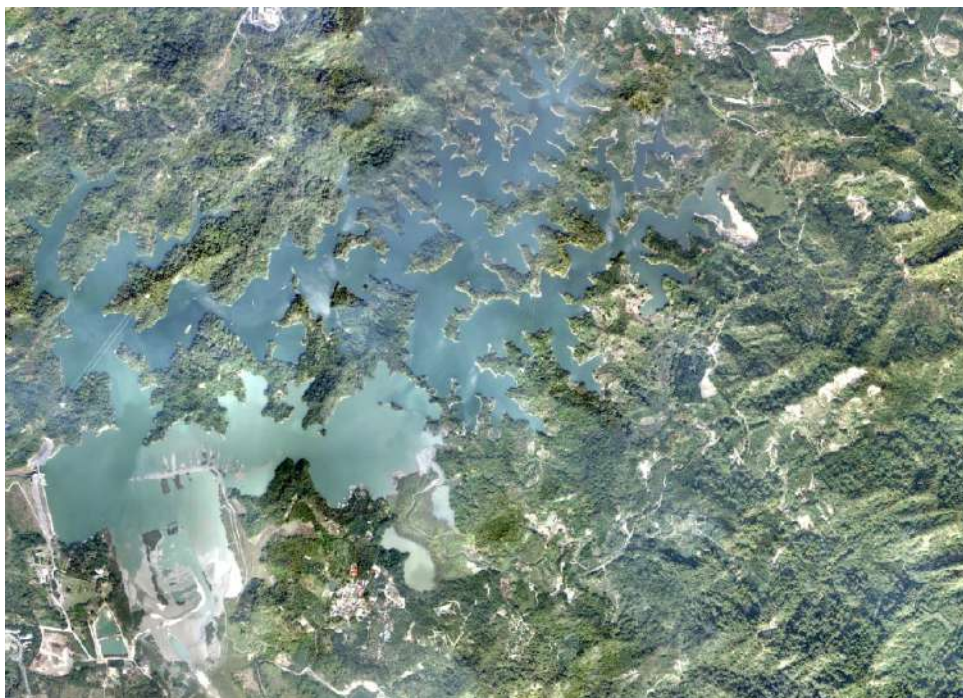


圖 5-1 白河水庫之正射影像圖

本計畫利用 LiDAR 在垂直方向的高精度特性產製成高精度 DEM 與 DSM 與 CHM，高精度之數值高程模型可建立更高品質與高解析度正射影像圖。以如此高品質、高精度之成品可有以下之應用：

1. 數值高程模型可用於描述與展示三維的地形。
2. 高精度之數值高程模型可用以進行山坡地或地表坡度、坡向與剖面之分析。
3. 樹冠高度模型（CHM）則可用以分析了解區域之植被與植生狀況，進而可用以建立山坡地災害預警模式。
4. 經由本計畫產製之與高精度 DEM、DSM 等三種模型可用於風景區之 GIS 系統建立(圖 5-2)。
5. 套疊各類圖層資料，結合全國具有空間分佈特性之地理資料，建立整合性分散式地理資訊系統，達到資料共享、多目標之應用。

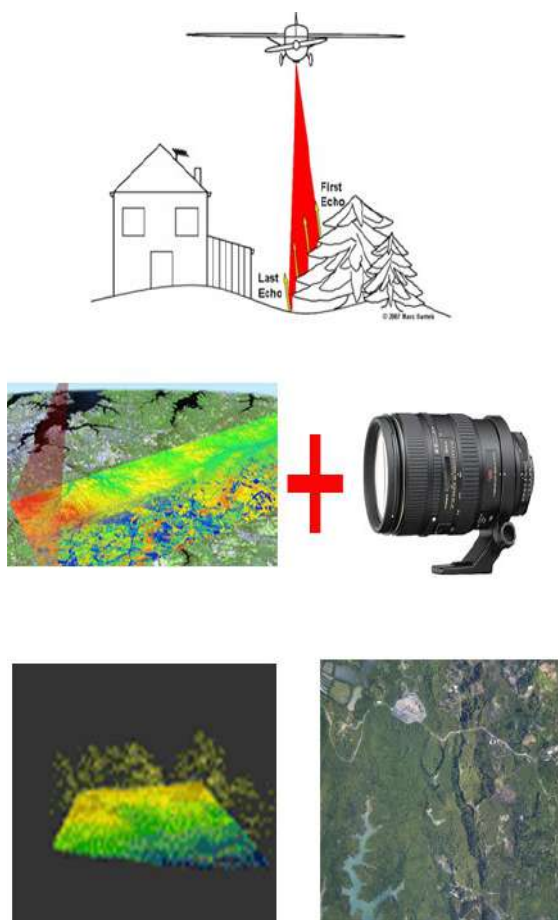


圖 5-2、以三維資訊建立 GIS 系統

六、工作計畫書問題回覆

編號	評 審 意 見	處 理 情 形
1.	工作計畫書中規劃飛航區塊之間加重疊航線?	經重新評估已經整個測區規劃成同一區塊，如 3-3 節說明。
2.	影像調整色差的修正	影像在鑲嵌前先進行影像色調一致化的修正，方降低鑲嵌時接邊色差問題。
3.	航拍時需考慮太陽角度對影像品質的影響	作業時間皆在早上 10 點鐘~下午 4 點間拍攝。
4.	控制點高程須作一嚴謹定義	於 3-2 節說明。
5.	請將空中三角製作說明	利用 ISAT 軟體將橢球高成果製作出來後，再進行正高轉換
6.	利用影像分類搭配雷射點雲 CHM	將拍攝之影像進行自動監督式分類後，輔助點雲製作出更完整之 CHM
7.	CHM 製作流程與控管	如 4-5 節說明。
8	進度表加上單位	已修正。
9	GPS 之 DOP 需再 3 以內	本計劃執行結果皆符合 DOP 需再 3 以內
10	95 年與 97 年整合再置入 GIS 系統中	遵照辦理
11	進度表中 40 天中若適逢天氣不佳，無法執行之解決方式	飛航作業透過氣象局預報資料參考與人員經驗，方可降低工期上的限制。
12	CHM 精度不得大於 0.1m	空載光達成果符合此精度，將可製作 CHM 小於 0.1m 之精度

編號	評 審 意 見	處 理 情 形
13.	白河水庫可否完整航拍？	本次航飛成果已將白河水庫涵蓋
14.	作業時間是否可提前？	礙於『實施航空測量攝影及遙感探測管理規則』，需經內政部同意來函後執行。
15.	於檢核表格中缺密遮蔽區的說明	已修正


七、 第一期報告書問題回覆


編號	評 審 意 見	處 理 情 形
1.	因內政部新增規定-飛航需申請許可而導致本案申請展期時間請於工作時程中呈現	已於 4-1 節中內容修正
2.	P.19 PITCH ROLL 之率定過程及精度成果的取得宜說明地面上 check points 之分部與點數等，再來說明 fig3-13	已於 3-3 節中內容修正
3.	CHM 的精度與驗收數據宜先訂定，以方便雙方驗收之依據	採用經偉儀量測樹高高度，為求精確將測量至少五點作平均求解，以減少數據的不準確性。
4.	原始拍射影像含雲量為何?是否會造成成圖之使用與美觀。	測區南部因含雲量過高，為了符合本案需求，已向其他廠商購買，並調整至色調一致，達繳交要求。
5.	影像分類後，製作成多邊形，在一此多邊形切割 LiDAR 原始點雲在計算 CHM，為求得準確成果，在正射影像時，請注意保留影像數位內涵的完整。	為達到影像分類的正確性，將保留影像數位內涵的完整，並依照評審意見加入樹木分割模式，作為 CHM 計算之參考與判斷。
6	請保留不同過濾法生產之 DEM，可以作為 CHM 資料比對與分析之佐證，儘量朝自動化、系統化發展。	雷射點以自動過濾產製 DEM，減少人為干預的過濾方式，以 TIN 的模式組成地形面後，將可作為 CHM 資料比對與分析之佐證。

八、 第二期報告書問題回覆


編號	評 審 意 見	處 理 情 形
1.	請補充說明測量面積 55km ² 與植被分布 46km ² 的差異	本次拍攝成果為 55km ² ，利用影像分類搭配雷射點判釋獲得 46km ²
2.	中興測量公司所提本案成果與 GIS 連結之建議，請業務課與顧問公司確認連結之技術。	將確認程序與作法，將成果資料建置於系統
3.	繳交成果請補充說明檔案名稱、位置、大小、編碼與切圖原則。	已於本文中說明
4.	CHM 切割圖層 index 要補充，提供 GIS 圖層格式與 Metadata 亦要注意	將補充說明相關資訊 CHM
	影像在半邊有較亮的區塊，請再修正。	已修正完畢
5.	檢核表單，請將點號與現地照片編排成附錄。	於附錄中補充說明
6	CHM 切割分小區應有影像之 RGB 與光達鐳射反射強度與 DEM 和 DSM 亦請提供。	已提供相關資訊
	感謝中興測量配合本處作業時程，提早完成工作成果。	感謝委員的肯定
	有關契約第二條第五項履約工作事項要求將「資料轉載至機關資源管理系統」，需轉載之資料為正射影像圖、DEM、DSM 及等高線圖，請於結案前儘速完成，俾利驗收。	將配合廠商作業，經過轉檔與管理後，將建置於系統上

附錄一、檢核表成果

地表植被覆蓋		地形類別	精度規範		符於規範要求
裸露地與疏遮蔽		平地	0.40		合格
繳交成果點位詳情 (TWD97 坐標)			驗收點位詳情 (TWD97 坐標)		
E	N	h (橢球高)	E	N	h (橢球高)
196074.749	2583516.359	132.318	196074.749	2583516.359	132.310
實地檢核照片					
					


地表植被覆蓋		地形類別	精度規範		符於規範要求
裸露地與疏遮蔽		平地	0.40		合格
繳交成果點位詳情 (TWD97 坐標)			驗收點位詳情 (TWD97 坐標)		
E	N	h (橢球高)	E	N	h (橢球高)
196047.002	2583584.950	133.029	196047.002	2583584.950	132.930
實地檢核照片					
					

地表植被覆蓋		地形類別	精度規範		符於規範要求
密遮蔽		平地	0.50		合格
繳交成果點位詳情 (TWD97 坐標)			驗收點位詳情 (TWD97 坐標)		
E	N	h (橢球高)	E	N	h (橢球高)
196043.484	2583602.467	133.417	196043.484	2583602.467	133.390
實地檢核照片					
					

地表植被覆蓋		地形類別	精度規範		符於規範要求
裸露地與疏遮蔽		丘陵	0.60		合格
繳交成果點位詳情 (TWD97 坐標)			驗收點位詳情 (TWD97 坐標)		
E	N	h (橢球高)	E	N	h (橢球高)
196080.173	2583591.018	134.002	196080.173	2583591.018	133.940
實地檢核照片					
					

地表植被覆蓋		地形類別	精度規範		符於規範要求
裸露地與疏遮蔽		丘陵	0.60		合格
繳交成果點位詳情 (TWD97 坐標)			驗收點位詳情 (TWD97 坐標)		
E	N	h(橢球高)	E	N	h(橢球高)
196104.673	2583580.958	134.149	196104.673	2583580.958	134.170
實地檢核照片					
					

地表植被覆蓋		地形類別	精度規範		符於規範要求
密遮蔽		丘陵	1.60		合格
繳交成果點位詳情 (TWD97 坐標)			驗收點位詳情 (TWD97 坐標)		
E	N	h(橢球高)	E	N	h(橢球高)
196215.905	2583569.889	137.220	196215.905	2583569.889	136.840
實地檢核照片					
					

地表植被覆蓋		地形類別	精度規範		符於規範要求
裸露地與疏遮蔽		山地	1.30		合格
繳交成果點位詳情 (TWD97 坐標)			驗收點位詳情 (TWD97 坐標)		
E	N	h(橢球高)	E	N	h(橢球高)
196153.029	2583565.812	135.480	196153.029	2583565.812	135.470
實地檢核照片					
					

地表植被覆蓋		地形類別	精度規範		符於規範要求
密遮蔽		山地	4.3		合格
繳交成果點位詳情 (TWD97 坐標)			驗收點位詳情 (TWD97 坐標)		
E	N	h(橢球高)	E	N	h(橢球高)
195990.427	2583814.891	130.658	195990.427	2583814.891	131.130
實地檢核照片					
					

地表植被覆蓋		地形類別	精度規範		符於規範要求
裸露地與疏遮蔽		陡峭山地	2.4		合格
繳交成果點位詳情 (TWD97 坐標)			驗收點位詳情 (TWD97 坐標)		
E	N	h(橢球高)	E	N	h(橢球高)
195966.529	2583895.358	129.391	195966.529	2583895.358	129.310
實地檢核照片					
					

地表植被覆蓋		地形類別	精度規範		符於規範要求
密遮蔽		陡峭山地	5.4		合格
繳交成果點位詳情 (TWD97 坐標)			驗收點位詳情 (TWD97 坐標)		
E	N	h(橢球高)	E	N	h(橢球高)
196044.427	2583570.538	148.830	196044.427	2583570.538	147.090
實地檢核照片					
					

西拉雅國家風景區國際重點發展區（關子嶺附近區域）旅遊生態承載量基本資料建置案

地面實際抽測點量測資料與成果比對成果表(單位:m)									
地貌	點號	E方向	N方向	實測高程	點雲高度	差量	規範	合格與否	
平地	裸露地及疏遮蔽區	P1	196074.749	2583516.359	132.318	132.310	-0.008	0.4	ok
		P2	196047.002	2583584.962	133.010	132.930	-0.080		ok
		P3	196047.002	2583584.950	133.029	132.930	-0.099		ok
		P4	196047.003	2583584.965	133.012	132.930	-0.082		ok
		P5	196047.002	2583584.959	133.017	132.930	-0.087		ok
	密遮蔽區	a0	196047.002	2583584.959	133.017	132.930	-0.087	0.5	ok
		a1	196043.484	2583602.467	133.417	133.390	-0.027		ok
		a2	196055.870	2583621.146	133.812	133.100	0.188		ok
		a3	196075.625	2583615.619	134.053	134.240	-0.190		ok
		a4	196087.476	2583603.306	134.598	134.500	-0.098		ok
丘陵地	裸露地及疏遮蔽區	a5	196080.173	2583591.018	134.002	133.940	-0.062	0.6	ok
		a6	196089.359	2583572.210	133.826	133.810	-0.016		ok
		a7	196104.673	2583580.958	134.149	134.170	0.021		ok
		a8	196122.635	2583557.475	134.964	134.970	0.006		ok
		a9	196153.588	2583561.619	135.694	135.520	-0.174		ok
	密遮蔽區	a10	196184.743	2583569.715	136.634	136.490	-0.144	1.6	ok
		a11	196196.833	2583586.437	137.274	137.290	0.016		ok
		a12	196215.905	2583569.889	137.220	136.840	-0.480		ok
		a13	196215.896	2583569.852	137.309	137.130	-0.179		ok
		a14	196187.110	2583551.779	136.454	136.440	-0.014		ok
山地	裸露地及疏遮蔽區	a15	196153.029	2583565.812	135.480	135.470	-0.010	1.3	ok
		a16	196074.566	2583568.459	133.537	133.500	-0.037		ok
		a17	196010.535	2583750.453	134.445	134.410	-0.035		ok
		a18	195998.655	2583775.098	131.658	131.590	-0.068		ok
		a19	195994.896	2583799.324	131.073	131.230	0.157		ok
	密遮蔽區	a20	195990.427	2583814.891	130.658	131.130	0.472	4.3	ok
		a21	195985.525	2583840.546	131.426	131.510	0.084		ok
		a22	195976.942	2583836.411	127.474	127.910	0.436		ok
		a23	195956.508	2583863.100	122.429	122.580	0.151		ok
		a24	195971.895	2583873.723	129.391	129.530	0.139		ok
陡峭山地	裸露地及疏遮蔽區	a25	195966.529	2583895.358	129.391	129.310	-0.081	2.4	ok
		a26	195947.150	2583900.289	122.501	122.670	0.169		ok
		a27	195926.307	2583911.483	116.176	116.230	0.054		ok
		a28	195942.077	2583881.502	119.683	119.650	-0.033		ok
	密遮蔽區	s30-1	196044.428	2583570.538	132.687	133.120	0.433	5.4	ok
		s30-2	196044.427	2583570.538	148.830	147.090	-1.740		ok
		s30-3	196038.068	2583621.880	133.372	135.110	1.738		ok
		s30-4	196038.068	2583621.880	150.930	151.910	0.980		ok
		S30-5	196056.877	2583623.309	133.752	134.752	1.000		ok



CHM檢測成果(單位:m)								
點號	E方向	N方向	高程	點雲高度	實測樹高	CHM	差量	規範
1.000	196015.092	2583556.345	143.055	142.960	14.055	13.960	-0.095	0.100
2.000	196056.877	2583623.309	139.502	139.420	10.502	10.420	-0.082	0.100
3.000	196053.094	2583638.615	138.902	138.850	15.902	15.850	-0.052	0.100
4.000	196070.538	2583621.947	133.746	133.790	14.746	14.790	0.044	0.100
5.000	196081.813	2583599.531	143.187	143.090	14.187	14.090	-0.097	0.100
6.000	196081.813	2583599.531	143.626	143.609	14.626	14.609	-0.017	0.100
7.000	196053.731	2583624.246	133.843	133.750	14.843	14.750	-0.093	0.100
8.000	196053.730	2583624.247	139.687	139.750	10.687	10.750	0.063	0.100
9.000	196055.520	2583632.577	140.740	140.657	11.740	11.657	-0.083	0.100
10.000	196053.329	2583646.800	139.799	139.880	10.799	10.880	0.081	0.100
11.000	196053.329	2583646.800	141.273	141.180	12.273	12.180	-0.093	0.100

附錄二、飛航申請相關文件

保存年限：

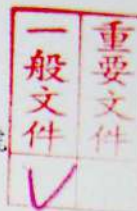
內政部 函

機關地址：100 臺北市中正區徐州路5號

聯絡人：卓震宇

電話：02-23565275

傳真：02-23976875



403

臺中市西區忠仁街159號

受文者：中興測量有限公司

發文日期：中華民國97年10月13日

發文字號：台內地字第0970165156號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：普通

附件：無

主旨：貴公司為辦理交通部觀光局西拉雅國家風景區管理處「西拉雅國家風景區國際重點發展區（關仔嶺附近區域）旅遊生態承載量基本資料建置案」，申請實施航空測量攝影乙案，原則同意，復請查照。

說明：

- 一、依據國土測繪法第55條第1項及國防部97年10月3日國情整備字第0970002367號書函辦理，並復貴公司97年8月18日(97)中興測字第226號函。
- 二、本案實施航空測量攝影獲取之成果請依「實施航空測量攝影及遙感探測管理規則」第8條規定，於沖洗或影像處理後，提送本部會同國防部審查。

正本：中興測量有限公司[403 臺中市西區忠仁街159號]

副本：國防部、交通部民用航空局、內政部地政司【5科】

部長 廖了以

正本

交通部民用航空局 函

地 址：10548 台北市敦化北路 340 號

承辦人：周文慧

電 話：02-23496047

傳 真：02-23496050

郵遞區號：10548

地 址：台北市敦化北路 340 號之 9

受文者：大鵬航空公司

發文日期：中華民國 97 年 8 月 7 日

發文字號：空運管字第 0970023867 號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：普通

附件：正副本均含飛航作業申請書、搭載人員名冊、飛航資料圖

主旨：中興測量有限公司擬租用貴公司 BN-2 型機於嘉義縣市、台南縣市、高雄縣市等地區執行「西拉雅國家風景區國際重點發展區（關子嶺附近區域）旅遊生態承載量基本資料建置案」及台灣中油股份有限公司「管線過河段 3D 雷射地形測量工作」等案之空載雷達地形測繪系統掃描作業乙案，同意自 97 年 8 月 7 日起至 97 年 12 月 31 日止辦理，請查照。

說明：


- 一、復貴公司 97 年 7 月 31 日鵬(97)字第 0048 號函。
- 二、請按「飛航及管制辦法」與「飛航指南」等相關規定作業，如需於各類空域內作業，應先與相關航管單位協調後實施。
- 三、請確遵「航空器飛航作業管理規則」相關飛航規定辦理。
- 四、作業前一日務必通知空軍司令部、當地軍方起降基地、當地航空站、飛航管制聯合協調中心（JCC）等單位。
- 五、作業時請勿涉及軍事及機密敏感設施，並請將空照成果送交國防部情報參謀次長室檢查。如涉機密資料部分，請按「國家機密保護法」、「要塞堡壘地帶法」及其相關法規之規定妥慎處理。



鵬收(97)字第(97)號
收文 97 年 8 月 7 日

- 六、嚴禁未依核准之作業項目實施作業、無故在未經核准之臨時性起降場所起降或搭載未經核准之乘員，否則依民用航空法第 112 條之 6 規定，處新臺幣 6 萬元以上 30 萬元以下罰鍰。
- 七、嚴禁在核准以外地點降落或從事與本案目的不符之飛航活動。

正本：大鵬航空公司

副本：國防部情報參謀次長室、國防部參謀本部作戰及計畫參謀次長室(戰情中心)、國防部空軍司令部、空軍作戰指揮部、內政部警政署、內政部警政署航空警察局、飛航管制聯合協調中心、飛航服務總臺、臺北國際航空站、臺中航空站、高雄國際航空站、本局飛航標準組、飛航管制組、空運組(以上均含附件) 

局長李龍文

依分層負責規定授權單位主管執行

