

NLSC-108-2

108 年度基本地形圖修測工作 (第 2 作業區)

2019 Base Topographic Map
Maintenance Project
(2nd Work zone)

工作總報告 Final Report

主辦機關：內政部國土測繪中心

National Land Surveying and
Mapping Center(NLSC)

執行單位：亞新國土科技股份有限公司

ASIA GIS&GPS Co.,Ltd.

中 華 民 國 1 0 9 年 1 月 1 4 日

AG&G 亞新國土科技

摘要

五千分之一基本地形圖所測製之資料詳實、精度高，廣為各項國家經建計畫、資源調查、行政管理等多目標所使用；內政部國土測繪中心於 95 年度開始接辦五千分之一基本地形圖修測工作，並陸續推動國土利用調查及臺灣通用電子地圖等共構數值圖資建置作業，使得基本地形圖資料庫於國土資訊系統架構下扮演更為積極之資料供應角色，更進一步導入各項地理資訊系統之應用，大幅擴充與豐富了應用範疇。

「108 年度基本地形圖修測工作(第 2 作業區)」修測範圍主要涵蓋雲林縣、嘉義縣等行政區，計修測五千分之一基本地形圖 338 幅。

亞新國土科技股份有限公司(以下簡稱 亞新公司)全力投入合宜人力資源、在工序標準化及工期品質雙管齊下，雖仍有工期稍許延宕情形發生但已比以往年度有很大改善，感謝內政部國土測繪中心及中華民國航空測量及遙感探測學會的督導，在亞新公司秉持一貫的工作熱忱及品質優先目標下，作業順利於 108 年 12 月完成工作任務交辦。

關鍵字：基本地形圖、國土資訊系統、地理資訊系統、臺灣通用電子地圖。

Abstract

The topographic data surveyed in this project, 1/5000 scale Basic Topographic Map (BTM), is detailed and accurate. It is widely used by various national projects such as construction work, resource investigation and administrative management. National Land Surveying and Mapping Center(NLSC), Ministry of the Interior(MOI), began to take over revision of BTM, Land Use Investigation(LUI) and Taiwan electronic Maps (Taiwan e-Maps), which were successively united to construct the digital maps database in order to make the supply of BTM database more active under the National Geographic Information System(NGIS) architecture and further introduced into different application of various Geographic Information Systems(GIS) , which has greatly expanded and enriched the application scope.

“The Revision project of Basic Topographic Map (Second Work Area) in year 2019” covers the administrative areas of Yunlin County and Chiayi County and 338 sheets of BTM. ASIA GIS&GPS Co., Ltd. (AG&G) is fully committed to introduce appropriate human resources in the processing standardization and quality control of it. Although there are still some delays in the project duration, it has been greatly improved compared with the previous years. Under supervision of NLSC and Chinese Society of Photogrammetry & Remote Sensing(CSPRS) , AG&G has been devoted the consistent work enthusiasm and quality priorities to it and successfully completed it in December of the same year.

Keyword: BTM 、 LUI 、 NGIS 、 GIS 、 Taiwan e-Maps

目 錄

摘要.....	v
圖目錄.....	x
表目錄.....	xii
第一章 前言.....	1
第一節 計畫緣起	1
第二節 計畫範圍	1
一、 擬定作業計畫書	2
二、 基本地形圖修測工作	2
三、 提報工作進度報告	2
四、 提送工作總報告書	2
第三節 工作期程說明	3
一、 契約規定交付期程	3
二、 階段實際交付完成期程	4
第四節 作業人員性別分析	8
第二章 作業項目及程序與方法	9
第一節 整體工作流程	9
第二節 基本地形圖修測工作	10
一、 前置作業	10
二、 正射影像初始稿圖產製	11
三、 控制測量作業	12
四、 空中三角測量	14
五、 各圖幅製圖方案	23
六、 光達中片幅影像與 DMC、ADS 影像在空三及製圖使 用上優缺點分析	24
七、 影像控制區塊測製	27
八、 數值地形模型測錄(DEM/DSM 製作).....	29
九、 正射影像製作	33

十、地物測繪	34
十一、數值等高線轉製編修作業	39
十二、調繪補測	40
十三、CAD 圖檔編修及檢核	41
十四、稿圖編纂	43
十五、五千分之一基本地形圖出圖檔製作	44
第三節 五千分之一基本地形圖地理資訊圖層製作	45
一、地理資訊圖層建置內容及作業原則	46
二、CAD 圖幅編修處理	48
三、建置路網與流域中線	50
四、建置 GIS 資料庫	50
五、五千分之一基本地形圖與地理資訊圖層連動機制	50
六、分幅處理	51
第四節 五千分之一基本地形圖交付成果	52
第三章 資料精度檢核及品質管控	54
第一節 航拍影像成果檢核	55
第二節 控制測量成果檢核	55
第三節 空中三角測量成果檢核	55
第四節 正射影像成果檢核	56
第五節 立體測圖成果檢核	58
第六節 DTM 及等高線轉製修測成果檢查	59
第七節 五千分之一基本地形圖編纂及出圖檔成果檢查	60
第八節 地理資訊成果完整性檢核	61
第九節 交付成果格式及數量檢核	65
第四章 歷年圖資調整修正與銜接整合處理方式	66
第一節 歷年圖資成果調整修正	66
第二節 與相鄰作業區圖幅銜接整合方式	66
第五章 檢討與建議	68

第一節 作業檢討	68
第二節 建議事項	70
第六章 作業合理成本分析	72
附件 1 計畫收發文紀錄	
附件 2 歷次工作會議決議事項	
附件 3 各式檢核表單	
附件 4 機敏資料管制作為及處理	
附件 5 總報告審查意見及回覆說明	
附件 6 空三製圖需注意的中片幅相機率定報告參數	
附件 7 PhaseOne IXA180 相機率定報告	
附件 8 DiMAC Ultralight 相機率定報告	
附件 9 有系統誤差或 DTM 不符或接邊不符問題圖號列冊	

圖目錄

圖 1-1 108 年度本計畫辦理範圍示意圖	1
圖 1-2 各批次交付範圍	4
圖 2-1 整體工作流程圖	9
圖 2-2 第 1 區空三影像及控制範圍(如圖)	13
圖 2-4 空中三角測量工作流程	15
圖 2-5 像片坐標量測工作畫面示意圖	16
圖 2-6 第 1 區空三網形圖	17
圖 2-7 第 2 區空三網形圖	20
圖 2-8 製圖方案分布圖	23
圖 2-9 ADS40 成像示意圖	25
圖 2-10 DMC 成像示意圖	25
圖 2-12 108 年度影像控制區塊成果範例(M000001).....	27
圖 2-13 108 年度影像控制區塊成果範例(NL02038).....	28
圖 2-14 光達 DTM 轉製地形及等高線作業流程圖	29
圖 2-15 光達 DEM 展繪成 5 公尺等高線不合理圈選及處理	30
圖 2-16 內政部 DTM 網格檢核程式	31
圖 2-17 以五千分之一基本地形圖幅分割 5 公尺解析度 DEM 示意圖	31
圖 2-18 94202023 HDR 檔頭資料檔.....	32
圖 2-19 正射影像鑲嵌色調勻化範例	33
圖 2-20 108 年度正射影像無接縫影像拼接示意圖	34
圖 2-21 光達 DTM 成果轉製數值等高線合理性編修示意圖	39
圖 2-22 等高線成果示意圖	43
圖 2-23 五千分之一基本地形圖出圖檔(95203089)成果示意圖	44
圖 2-24 五千分之一基本地形圖轉置 GIS 地理資訊圖層流程圖	45
圖 2-25 AUTOCAD MAP 圖面清理及拓樸建立功能	49

圖 2-26 路網與流域中線產製示意	50
圖 3-1 正射影像色調檢核	56
圖 3-2 正射影像幾何精度檢核	56
圖 3-3 正射影像接邊及變形自我檢核	57
圖 3-4 正射影像曝光過度區域檢核修正圖	58
圖 3-5 五千分之一基本地形圖檢核程式	60
圖 3-6 建物重疊錯誤	62
圖 3-7 路網彼此相交	62
圖 3-8 路網虛擬節點錯誤	63
圖 3-9 建物不能重疊道路錯誤	63
圖 3-10 路網或水系屬性檢核	64
圖 4-1 本計畫 94203019 與第 1 作業區 94203018 接邊整合處理	66
圖 4-2 承作區域與歷年修測區接邊情況	67
圖 5-1 複雜線型比例錯誤案例（溝渠）	69

表目錄

表 1-1 各作業階段交付期程及項目表	3
表 1-2 各階段成果實際交付完成期程表	5
表 1-3 第 2 作業區月進度表	7
表 1-4 作業人員男女人數統計表	8
表 2-1 基本地形圖修測資料蒐集表	10
表 2-2 第 1 區空三量測中誤差精度分析表	18
表 2-3 左側空三檢核點精度分析表	18
表 2-4 左側空三檢核點品質指標	19
表 2-5 右側空三量測中誤差精度分析表	21
表 2-6 右側空三檢核點精度分析表	21
表 2-7 右側空三連結點強度分析	22
表 2-8 5 公尺 DEM 坐標檔輸出格式	32
表 2-9 臺灣通用電子地圖與五千分之一基本地形圖資料差異對照表	35
表 2-10 圖元幾何關係位相處理表	42
表 2-11 數值地形圖地理資訊圖層表	51
表 2-12 五千分之一基本地形圖成果繳交項目表	52
表 3-1 資料精度及品管各工作階段之重點檢核列表	54
表 3-2 影像清查檢核表範例	55
表 3-3 B 參數值(M).....	59
表 3-4 C 係數值(無單位).....	59
表 3-5 地理資訊圖層位相關係檢核	61
表 6-1 中片幅影像製作基本圖合理成本分析表	72

第一章 前言

第一節 計畫緣起

基本地形圖所測製之國家基本地形圖資料詳實、精度高，廣為各項經建計畫、資源調查、行政管理等多目標使用；內政部國土測繪中心（以下簡稱 國土測繪中心）於 95 年度開始接辦基本地形圖修測工作，並陸續推動五千分之一像片基本地形圖地理資訊圖層資料庫、國土利用調查及臺灣通用電子地圖等數值圖資建置作業，使得基本地形圖資料庫於國土資訊系統架構下扮演更為積極之資料供應角色，更進一步導入各項地理資訊系統應用，大幅擴充與豐富了基本地形圖應用範疇。

本年度規劃辦理之「108 年度基本地形圖修測工作(第 2 作業區)」(以下簡稱 本計畫)，範圍主要涵蓋嘉義縣與雲林縣等，辦理五千分之一基本地形圖修測共計 338 幅。

為了順利推動前開作業，國土測繪中心另案甄選監審廠商，辦理 108 年度基本地形圖修測工作之進度管控及成果檢核作業，以確保本計畫如期如質完成。

第二節 計畫範圍

本計畫修測範圍如圖 1-1。

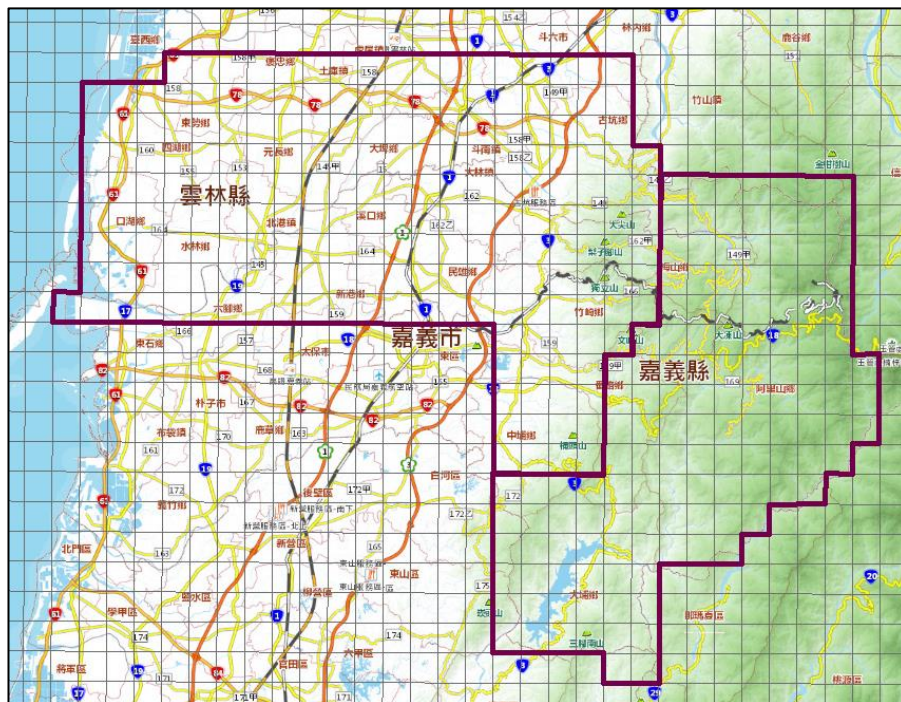


圖 1-1 108 年度本計畫辦理範圍示意圖

依據本計畫之契約書主要工作項目及內容包括：

一、擬定作業計畫書

作業計畫書於 108 年 2 月 21 日交付監審廠商檢查，並經監審廠商檢查通過(108 年 2 月 22 日)及國土測繪中心審定通過(108 年 3 月 20 日)後，108 年 3 月 21 日依計畫書內容核定通過版本檢送測繪中心後，據以執行相關作業。作業計畫書內容依本案契約第貳條規定撰寫。

二、基本地形圖修測工作

作業項目包含控制測量、空中三角測量、影像控制區塊測製、數值地形模型(含 DEM 及 DSM)修測、等高線測繪、正射影像製作、地物測繪(數值立體測圖)、調繪補測、五千分之一基本地形圖編纂、像片基本圖出圖檔、數值地形圖地理資訊圖層製作及詮釋資料製作等工作。各工作項目說明、作業方法、精度要求與成果繳交格式等詳細規定均參照「五千分之一基本地形圖測製說明」辦理。數值地形模型測製及等高線測繪方式則採用國土測繪中心提供空載光達產製之數值地形模型轉製修測，作業方式參照「五千分之一基本地形圖測製說明」辦理。詮釋資料製作參考內政部國土資訊系統之「地理資訊詮釋資料標準」及國土測繪中心測繪資料庫詮釋資料格式之規定辦理。

三、提報工作進度報告

於決標次月起每個月 28 日提出工作執行書面報告交付國土測繪中心檢查(含附件)，內容包含預定及實際執行工作進度，作業與成果檢查情形，視需要提出工作協調事項及工作遭遇困難，並於監審廠商召開工作會議時提出報告。

四、提送工作總報告

完成上述所有工作後提送工作總報告書並經監審廠商審查通過後，以書面提報國土測繪中心辦理工作總報告審查，並於工作總報告審查會議時提出簡報。工作總報告內容依本案契約第貳條第 2 項第(三)款之規定撰寫。

第三節 工作期程說明

一、契約規定交付期程

作業期限為決標（108 年 1 月 28 日）次日起 310 日曆天，機關交付第 1 批影像日為 108 年 2 月 15 日，分 5 階段辦理。各階段應交付成果項目及繳交期限如表 1-1：

表 1-1 各作業階段交付期程及項目表

階段		交付項目	繳交期限
第 1 階段		作業計畫 10 份及電子檔 1 份	108 年 2 月 25 日
第 2 階段		五千分之一基本地形圖修測範圍至少 15%以上圖幅數及相關成果	機關交付第 1 批影像次日起 160 日曆天（108.7.25）
第 3 階段	3-1	第 2 階段成果其延伸格式檔案	機關交付第 1 批影像次日起 195 日曆天（108.8.29）
	3-2	五千分之一基本地形圖修測範圍至少 45%以上圖幅數及相關成果	決標次日起 240 日曆天（108.9.25）
第 4 階段	4-1	第 3 階段成果其延伸格式檔案	決標次日起 280 日曆天（108.11.4）
	4-2	五千分之一基本地形圖修測範圍剩餘圖幅數及相關成果	決標次日起 300 日曆天（108.11.24）
	4-3	影像控制區塊	
第 5 階段		108 年度工作總報告 10 份及電子檔 1 份	決標次日起 310 日曆天（108.12.4）
		修正後 108 年度工作總報告 5 份及電子檔 1 份	依機關指定期限
備註： 1. 延伸格式係指（1）地理資訊圖層、（2）像片基本圖出圖檔、（3）去圖幅框及去等高線與圖幅框之五千分之一基本地形圖編纂成果。 2. 臺灣本島地區各階段各項成果僅需繳交延伸格式 TWD97[2010]坐標系統成果，至 TWD97 坐標系統成果則另於第 4 階段延伸格式驗收合格後繳交。 3. 至第 4 階段延伸格式於該階段成果驗收合格次日起 30 日曆天內，繳交經監審廠商檢查合格成果，上開期限於保固期間辦理。			

二、階段實際交付完成期程

各階段實際交付成果項目及繳交期限如表 1-2。各期交付分批範圍如圖 1-2。整體工作進度如表 1-3 所示，除第 4 階段延伸格式檔案於保固期間辦理外，其餘均已完成交付。

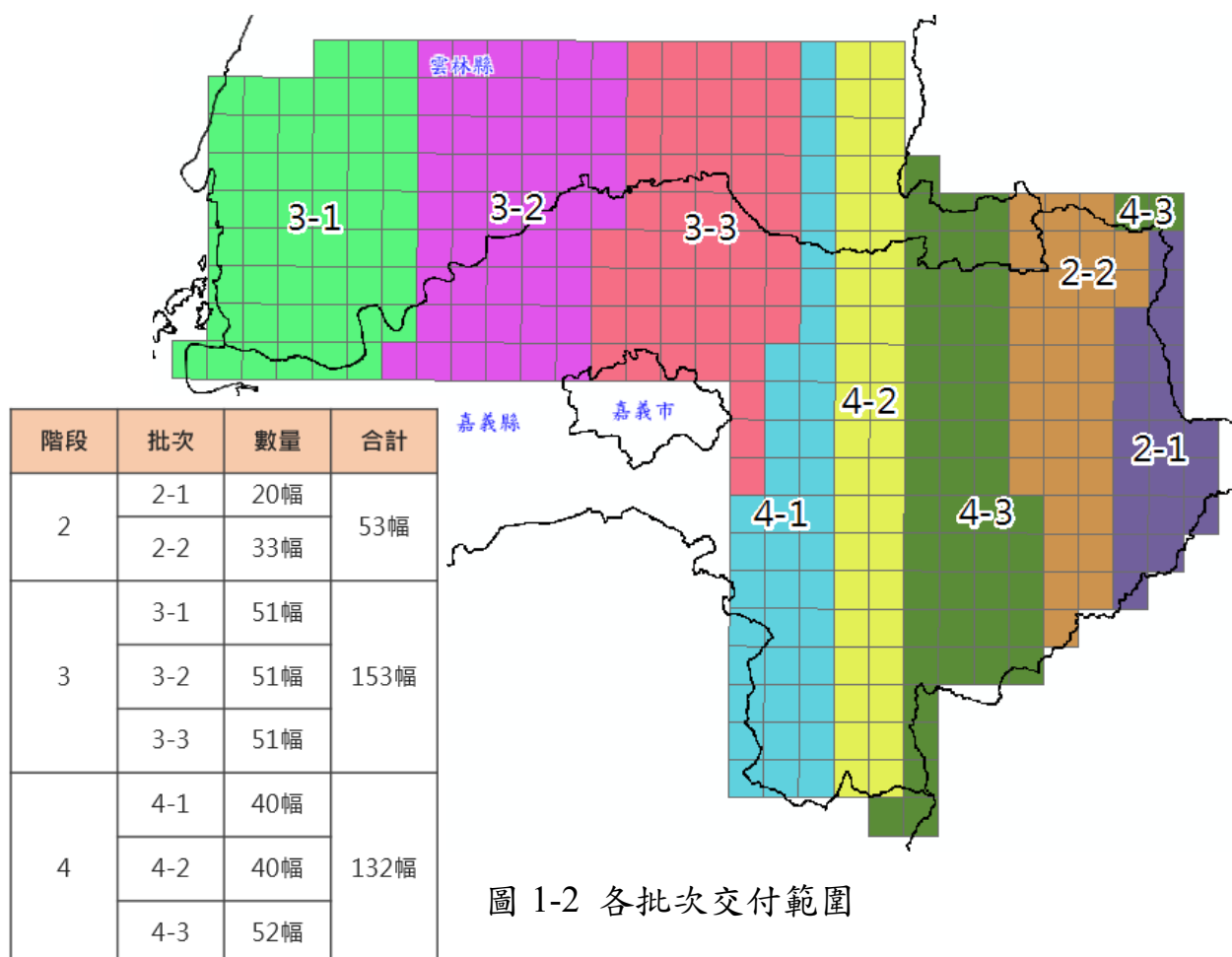


圖 1-2 各批次交付範圍

表 1-2 各階段成果實際交付完成期程表

階段	項目	交付監 審日期	監審通 過日期	契約 日期	交付測繪 中心日期
第 1 階段	作業計畫	108.02.21	108.02.22	108.02.25	108.02.25
第 2 階段	2-1 立測及等高線(20 幅)	108.05.18	108.07.24	108.07.25	108.07.25
	2-2 立體製圖(33 幅)	108.06.19			
	2-1 DEM & DSM(20 幅)	108.05.23			
	2-2 DEM & DSM(33 幅)	108.06.21			
	2-1 正射影像(20 幅)	108.05.18			
	2-2 正射影像(33 幅)	108.06.06			
	2-1 外業調繪(20 幅)	108.06.25			
	2-2 外業調繪(33 幅)	108.07.09			
	2-1 五千分之一基本地形圖編纂 (20 幅)	108.06.24			
	2-2 五千分之一基本地形圖編纂 (33 幅)	108.07.09			
第 3 階段	第 2-1 階段地理資訊圖層(20 幅)	108.08.20	108.08.29	108.08.29	108.08.29
	第 2-2 階段地理資訊圖層(33 幅)	108.08.25			
	第 2-1 階段出圖檔(20 幅)	108.08.11			
	第 2-2 階段出圖檔(33 幅)	108.08.13			
	控制與空中三角測量	108.05.24	108.11.11	108.09.25	108.11.11
	空中三角測量(第 1 區)	108.05.24			
	3-1 立測及等高線(51 幅)	108.08.21			
	3-2 立測及等高線(51 幅)	108.09.02			
	3-3 立測及等高線(51 幅)	108.09.23			
	3-1 DEM & DSM(51 幅)	108.08.28			
	3-2 DEM & DSM(51 幅)	108.09.04			
	3-3 DEM & DSM(51 幅)	108.09.10			
	3-1 正射影像(51 幅)	108.08.16			
	3-2 正射影像(51 幅)	108.08.21			
	3-3 正射影像(51 幅)	108.09.11			
	3-1 外業調繪(51 幅)	108.09.23			
	3-2 外業調繪(51 幅)	108.10.08			

階段	項目	交付監 審日期	監審通 過日期	契約 日期	交付測繪 中心日期			
	3-3 外業調繪(51 幅)	108.10.23						
	3-1 五千分之一基本地形圖編纂 (51 幅)	108.09.23						
	3-2 五千分之一基本地形圖編纂 (51 幅)	108.10.08						
	3-3 五千分之一基本地形圖編纂 (51 幅)	108.10.23						
第 4 階 段	第 3 階段地理資訊圖層(153 幅)	108.12.06	109.01.06	108.11.04	109.01.06			
	第 3 階段出圖檔成果(153 幅)	108.12.06						
	空中三角測量（第 2 區）	108.07.01	108.12.24	108.11.24	108.12.25			
	4-1 立測及等高線(40 幅)	108.10.19						
	4-2 立測及等高線(40 幅)	108.11.19						
	4-3 立測及等高線(52 幅)	108.10.27						
	4-1 DEM & DSM(40 幅)	108.11.14						
	4-2 DEM & DSM(40 幅)	108.11.21						
	4-3 DEM & DSM(52 幅)	108.11.16						
	4-1 正射影像(40 幅)	108.10.19						
	4-2 正射影像(40 幅)	108.11.19						
	4-3 正射影像(52 幅)	108.10.27						
	4-1 外業調繪(40 幅)	108.11.14						
	4-2 外業調繪(40 幅)	108.11.22						
	4-3 外業調繪(52 幅)	108.11.22						
	4-1 五千分之一基本地形圖編纂 (40 幅)	108.11.12						
	4-2 五千分之一基本地形圖編纂 (40 幅)	108.11.26						
	4-3 五千分之一基本地形圖編纂 (52 幅)	108.11.20						
	影像控制區塊	108.11.26						
	第 4 階段地理資訊圖層(132 幅)	驗收後 30 日曆天				-		
	第 4 階段出圖檔成果(132 幅)							
第 5 階段	工作總報告書	108.11.26 108.12.27	109.01.06	108.12.04	109.01.06			
	修正後工作總報告書	-	-	109.01.14	109.01.13			

表 1-3 第 2 作業區月進度表

內政部國土測繪中心「108年度基本地形圖修測工作(第2作業區)」進度管制表															填表日期:108年12月27日									
項次	作業內容	單位	數量	權重	108																			
					年度		1、2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	保固						
					月份	日曆天	31	62	92	123	153	184	215	245	276	306	310	W+30						
					重要日期	2/15 影像取得	第1階段(2/25)				第2階段(7/25)		第3階段(9/25)		第4階段(11/24)	第5階段(12/4)								
1	作業計畫	式	1	1.0%	預定	1.00%																		
					實際	1.00%																		
					丙方	1.00%																		
2	影像預處理及既有圖資整理	式	1	2.0%	預定	2.00%																		
					實際	2.00%																		
					丙方	2.00%																		
3	五分之一基本地形圖修測																							
	1. 控制點選點及測量	式	1	5.0%	預定	5.00%																		
					實際	5.00%																		
					丙方	5.00%																		
	2. 空三量測及平差	式	1	8.0%	預定	8.00%																		
					實際	8.00%																		
					丙方	8.00%																		
	3. 數值地形模型	幅	338	5.0%	預定	5.00%				▲ 20幅	▲ 33幅		▲ 51幅▲ 51幅	▲ 51幅		▲ 40幅	▲ 40幅	▲ 52幅						
					實際	5.00%																		
					丙方	5.00%																		
	4. 地物立體測繪	幅	338	15.0%	預定	15.00%				▲ 20幅	▲ 33幅		▲ 51幅▲ 51幅	▲ 51幅		▲ 40幅	▲ 40幅	▲ 52幅						
					實際	15.00%																		
					丙方	15.00%																		
	5. 正射影像圖	幅	338	5.0%	預定	5.00%				▲ 20幅	▲ 33幅		▲ 51幅▲ 51幅	▲ 51幅		▲ 40幅	▲ 40幅	▲ 52幅						
					實際	5.00%																		
					丙方	5.00%																		
	6. 等高線修測	幅	338	10.0%	預定	10.00%				▲ 20幅	▲ 33幅		▲ 51幅▲ 51幅	▲ 51幅		▲ 40幅	▲ 40幅	▲ 52幅						
					實際	10.00%																		
					丙方	10.00%																		
	7. 調繪補測	幅	338	8.0%	預定	8.00%					▲ 20幅	▲ 33幅		▲ 51幅▲ 51幅	▲ 51幅		▲ 40幅	▲ 40幅	▲ 52幅					
					實際	8.00%																		
					丙方	8.00%																		
	8. 五分之一基本地形圖編纂	幅	338	10.0%	預定	10.00%					▲ 20幅	▲ 33幅		▲ 51幅▲ 51幅	▲ 51幅		▲ 40幅	▲ 40幅	▲ 52幅					
					實際	10.00%																		
					丙方	10.00%																		
	9. 數值地形圖地理資訊圖層	幅	338	10.0%	預定	6.09%								▲ 53幅			▲ 153幅		▲ 132幅▲					
					實際	6.09%																		
					丙方	1.57%																		
	10. 像片基本圖出圖檔	幅	338	5.0%	預定	3.05%								▲ 53幅			▲ 153幅		▲ 132幅▲					
					實際	3.05%																		
					丙方	3.05%																		
	11. 詮釋資料製作	式	1	3.0%	預定	3.00%							▲ 53幅			▲ 153幅		▲ 132幅						
					實際	3.00%																		
					丙方	3.00%																		
	12. 影像控制區塊	式	1	5.0%	預定	5.00%												▲ 1式						
					實際	5.00%																		
					丙方	3.00%																		
4	內外業自我檢核	幅	338	5.0%	預定	4.96%																		
					實際	5.00%																		
					丙方	5.00%																		
5	成果整理及交付辦理查驗	式	1	1.0%	預定	1.00%																		
					實際	1.00%																		
					丙方	0.60%																		
6	工作總報告製作及交付	式	1	2.0%	預定	2.00%												▲ 1式						
					實際	2.00%																		
					丙方	2.00%																		
工作總進度(%)				100.0%	預定		4.20%	10.80%	22.01%	31.75%	41.07%	50.70%	62.06%	72.88%	89.41%	94.14%	94.14%	100.00%						
					實際		4.20%	10.80%	22.01%	31.75%	41.07%	50.70%	62.06%	72.88%	89.41%	94.14%	94.14%							
					丙方		1.00%	3.00%	22.01%	31.75%	41.07%	50.70%	62.06%	72.88%	89.41%	94.14%	94.14%							

第四節 作業人員性別分析

本案作業人員共分為 7 個工作小組計 18 人，如表 1-4，男性與女性的比例為 8 比 10，女性比例佔全員的 56%，男女比例相當符合性別工作平等法。

表 1-4 作業人員男女人數統計表

工作小組	男女人數
專案管理組	2 男；0 女
品質檢核組	1 男；0 女
控制測量及調繪組	3 男；0 女
空三平差組	1 男；0 女
立測及編圖組	0 男；7 女
影像資料處理組	1 男；1 女
GIS 資料建置組	0 男；2 女
小計	8 男；10 女

第二章 作業項目及程序與方法

第一節 整體工作流程

依本計畫建置作業項目：1.提報作業計畫書，2.五千分之一基本地形圖修測工作，3.數值地形圖轉製地理資訊圖層，4.像片基本圖出圖檔及資料內、外業檢核，5.提報工作進度及工作總報告等，提出本計畫作業程序及流程如圖 2-1 所示。

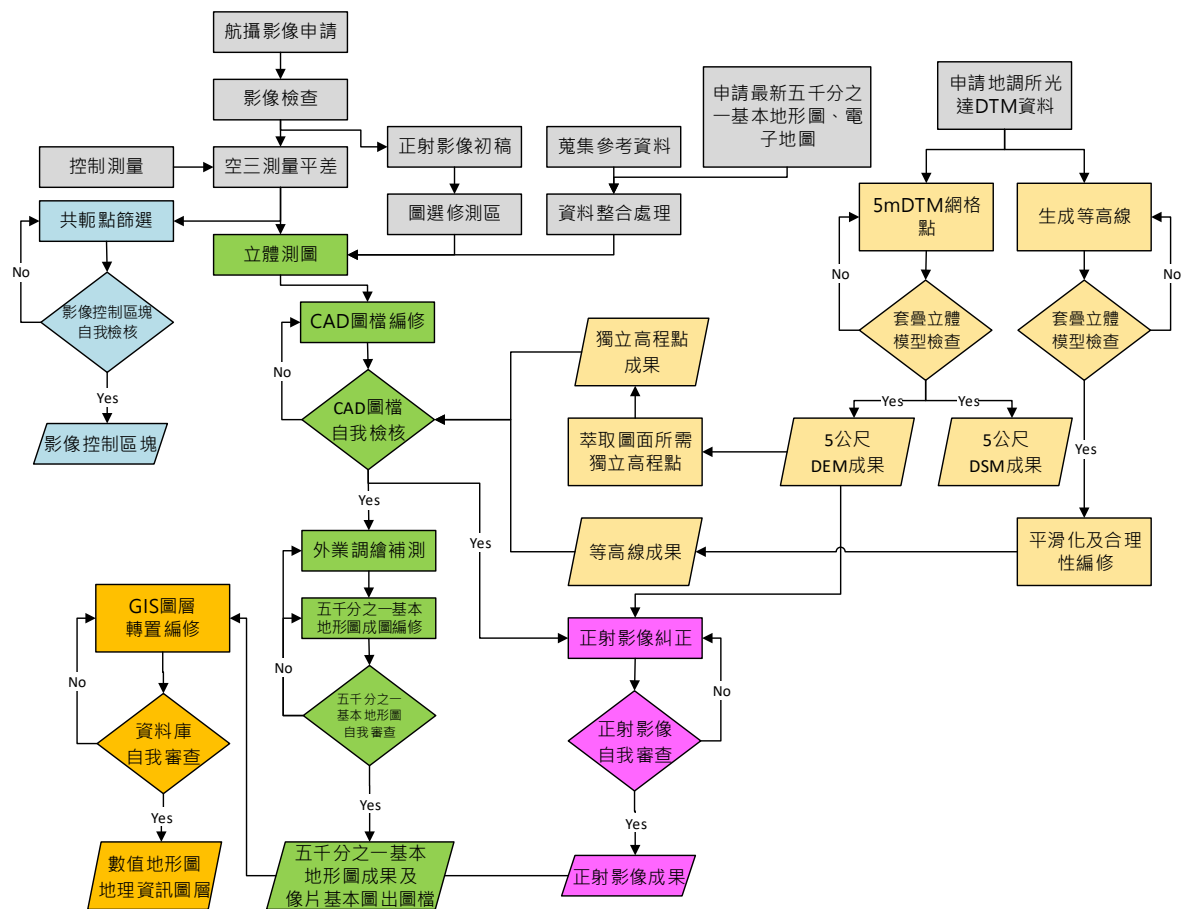


圖 2-1 整體工作流程圖

第二節 基本地形圖修測工作

一、前置作業

(一)蒐集多元圖資

本計畫為辦理五千分之一基本地形圖修測相關作業，已蒐集航照原始影像、控制點、基本地理圖資及空載光達點雲....等，如下表 2-1。其中有關密等機敏圖資皆簽訂保密切結書外並設置密室管理資料使用紀錄。

表 2-1 基本地形圖修測資料蒐集表

資料分類	蒐集資料名稱	用途	已蒐集資料內容及數量
航照影像	農航所航照原始影像	立測正射	ADS 影像 38 條 DMC 影像 275 片 內政部光達航拍影像 2684 片 Ultracam 影像 1278 片 正射影像 1 幅 (95202053)
基本地理圖資	林班圖 行政區域圖	圖層轉製	行政界線圖及林班界圖一份
	空載光達點雲資料	數值地形	5M DEM/DSM 427 幅 TIF 檔
	基本地形圖		前版次五千分之一地形圖(含等高線)424 幅
	臺灣通用電子地圖		臺灣通用電子地圖 428 幅
控制點	地標清冊 門牌資料 內政部地名資料		內政部地名資料 門牌資料 地標資料 (山岳、便利店、旅館民宿、停車場、學校、警察局派出所)
	一等水準點 一等衛星控制點 二等衛星控制點 三等衛星控制點 大地基準	航測控制 空三平差 數值地形	全臺控制點資料

(二)航拍影像取得及預處理

作業展開前應對國土測繪中心提供的行政院農業委員會林務局農林航空測量所(以下簡稱農航所)航照原始影像進行品質篩選和預處理，以確保後續成果之製作品質。挑選航帶連續片、品質及時間符合本計畫規格要求之航照影像為主。

將航照影像投影中心位置展點於二萬五千分之一經建版地形圖或五千分之一圖幅框上，經由影像與圖面交互比對，可明確判定影像涵蓋範圍，同時查驗影像之重疊率，是否滿足測製(基高比 B/H 不小於 0.3 之立體像對)需求。

所有航照影像 100%全面進行檢查，影像中如含雲量高無法製圖可提出往前年度影像補足，因此選片時應選擇農航所品質等級為 A 級且清晰之影像。影像檢查包含像機型號、原始影像含雲量、清晰度及相關品質規範應符合內政部「五千分之一基本地形圖測製說明」相關規定。

(三)既有圖資整理

航攝影像立體測圖作業以修測等高線、高程點、河流(雙線及單線)、道路(雙線及單線)、建物及地類為主，後續不論是產製五千分之一基本地形圖或進一步轉製成地理資訊系統(Geographic Information System，以下簡稱 GIS)資料庫時，須納入更多作業以加強屬性資料的完整性。因此必須有效整合表 2-1 所列既有參考圖資，作為本計畫成果屬性資料建置之參考。為使調繪工作進行的更有效率，臺灣通用電子地圖的地標路名也可做外業調繪底圖之資料。

(四)作業環境整理及辦理內部講習訓練

為達工作成果內容及標準一致，及加強外業測量及調查人員於作業期間之安全，作業前編擬各項作業要點，對作業相關人員辦理內部作業講習訓練並整理五千分之一基本地形圖繪圖圖例及作業所需程式。

二、正射影像初始稿圖產製

正射影像初稿是利用取得航照影像上 GPS/IMU(X 、 Y 、 Z 、 ω 、 ψ 、 κ)外方位參數加入 DEM 糾正產製而成，故正射影像初稿影像僅為內部使用之中間產品，在本計畫中並不做任何成果繳交。

產製正射影像初稿之目的在於空三完成前，可利用正射影像初稿快速圈選修測區，以減少立製人員判斷修測區範圍，提升繪圖效率。另外，產製正射影像初稿也可視為底圖，有助於整理調繪、地標圖資。因正射影像初稿可快速且大量的製成，可爭取空三成果等待時間，以減少後續作業時程上的壓力。

三、控制測量作業

依據「五千分之一基本地形圖測製說明」貳之三、空中三角測量第二點相關規定之「採用 GNSS 輔助空中三角測量」作業原則，於作業區四角各佈設一組 2 個全控制點，並於測區首尾（航線端處）布設橫貫測區的高程控制鍊，除測區左右側邊外，鍊上之高程控制點應位於航線重疊區內。

本計畫航測控制點布設即秉持此原則以選取適當地面自然特徵點或既有航標點或影像控制區塊，以 VBS-RTK 測量方式辦理已知點檢測及航測控制點(含檢核點)測量使用。

(一)坐標系統：臺灣本島平面採用 TWD97[2010]，離島平面採用 TWD97，高程一律採用 TWVD2001 系統。

(二)航測控制點及檢核點選取說明：先於內業中展繪測區內現有之控制點或影像控制區塊是否可於航拍片中辨識，並至現場確認清查，若有遺失或不足則於附近另外選取測點(至少二點)，以國土測繪中心 e-GNSS 服務衛星定位測量方式予以補足。測點應選擇影像上目標明顯、固定、易辨認之自然特徵點(如斑馬線、道路標線、運動場等)或既有影像控制區塊，以上航測控制點均需製作點之記。

(三)平面控制測量：依據「五千分之一基本地形圖測製說明」貳之二所規定之 GNSS 或 VBS-RTK 控制測量作業規範施測：實施前，先對已知平面控制點檢測。(1) 距離不大於 5 公里時，檢測平面距離較差、橢球高差、正高差與距離之比值不大於二萬分之一。(2) 距離大於 5 公里時，檢測平面距離較差、橢球高差、正高差不大於 28 公分+6*ppm*L，L 為點位間之公里數。

(四)高程控制測量：採用 GNSS 或 VBS-RTK 正高測量方式辦理。

本計畫修測工作區因為使用空拍影像提供時間不同區分為第 1 區 ULTRACAM 測區(3-2 階段)及第 2 區 Lidar+DMC 測區(4-2 階段)

1. 第 1 區共採用 1261 張 ULTRACAM 像片及 100 個控制點，其中有 22 個 Lidar 高控點及 33 個全控制點及 34 個第 1 作業區全控點及 11 個檢核點如圖 2-2。符合契約規範空三檢核點數量是**1%圖幅數(不得小於5 個點)**

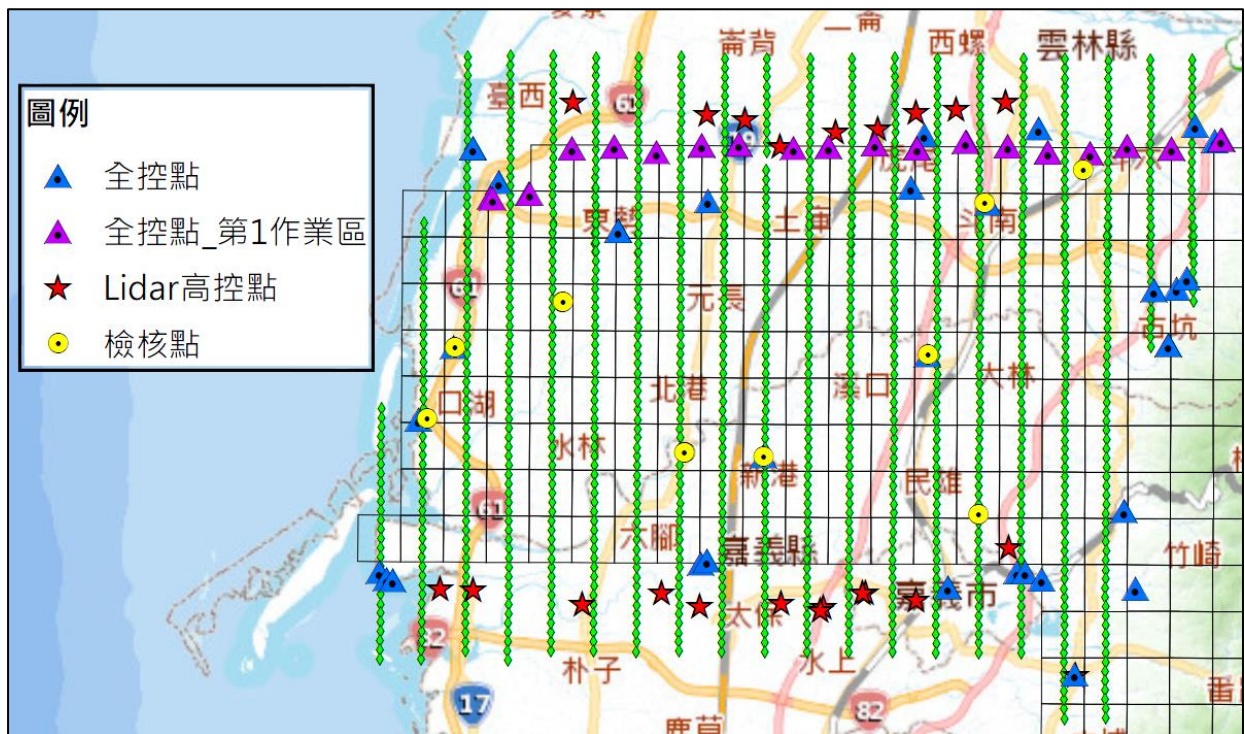


圖 2-2 第 1 區空三影像及控制範圍(如圖)

2. 第 2 區共採用 1837 張自強公司 PHASE-ONE 像片(10328x7760, 5.2um)、中興公司 354 張 DiMac 相片(8984x6732, 6um)及農航所 DMC 影像點 265 張，合計 2456 張航片。計採用 30 個 GNSS 全控制點，2 個 GNSS 平面控制點，1 個 Lidar 高程控制點及 7 個 GNSS 檢核點及第 1 區 2 個空三影像控制點 M300002, MG110001 及 1 個 MG11005 檢核點如圖 2-3。符合合約規範空三檢核點數量是**1%圖幅數(不得小於5 個點)**。如圖 2-3 所示。

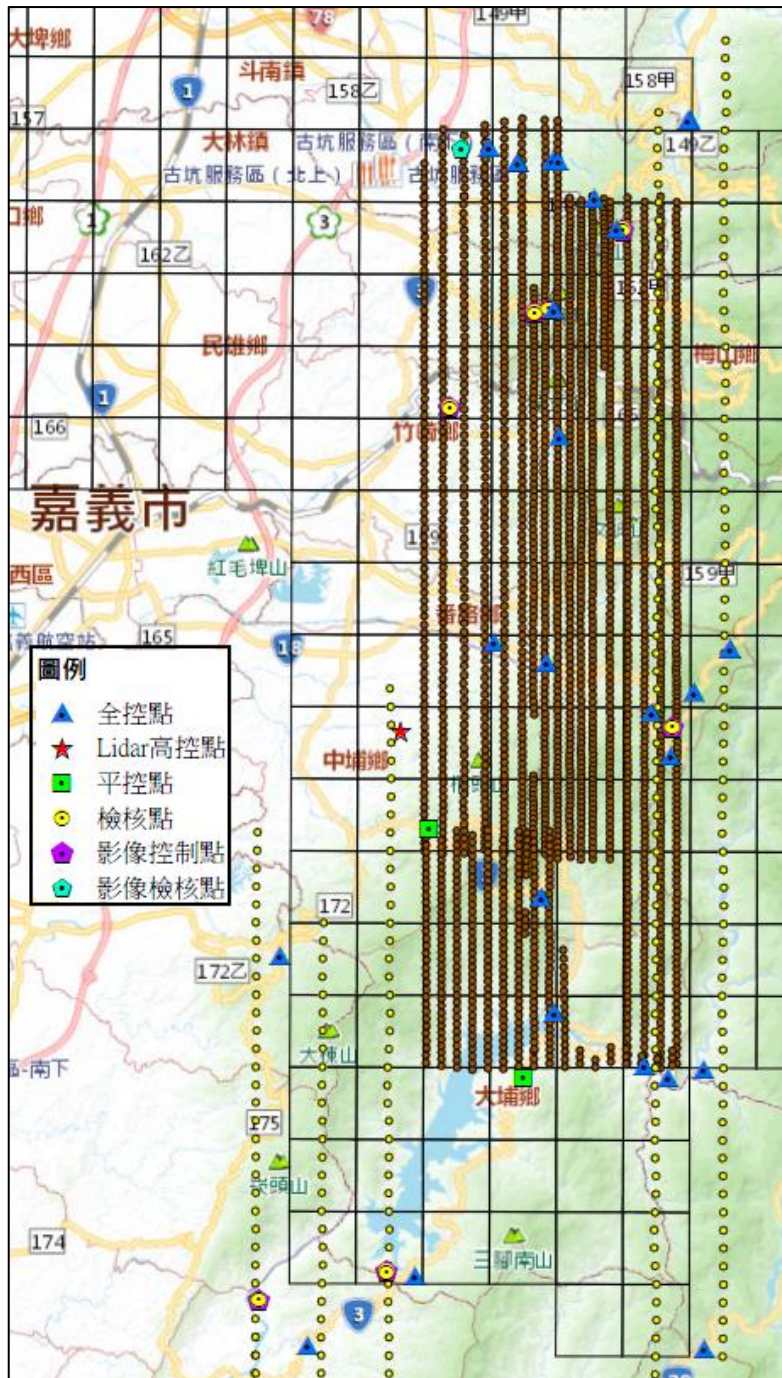


圖 2-3 第 2 區空三影像及控制範圍

四、空中三角測量

軟體使用 ImageStation Orientation 2015 版本 ISAT 自動空三軟體進行影像自動匹配及人工量測方式完成，並加入粗差檢測及 GPS/IMU 功能，增加平差的可靠度。空中三角測量基本作業程序為：相對方位、絕對方位及平差計算，分批範圍及工作流程如圖 2-4。

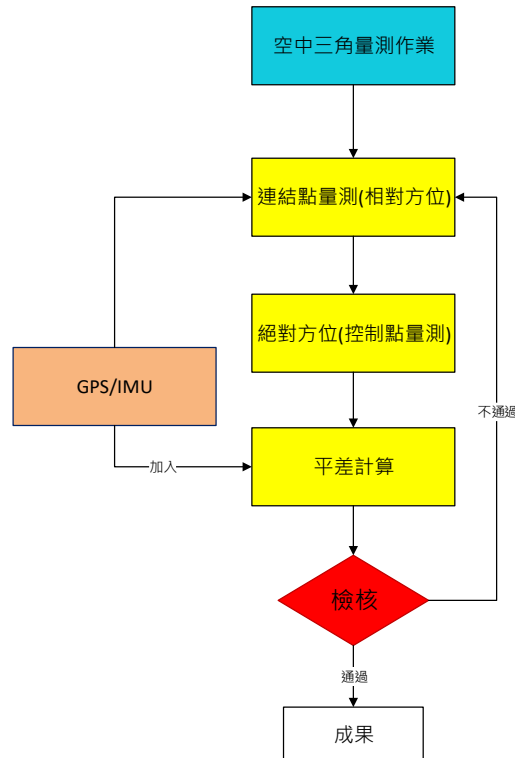


圖 2-4 空中三角測量工作流程

(一)連結點量測(含控制點)：

像片量測工作如圖 2-5。除作業區為密林覆蓋，像片難以找尋地面自然物當共軛點外，其餘應儘量使用地面自然點進行量測。量測標準依「五千分之一基本地形圖測製說明」貳之三、空中三角測量相關規定，一般量測原則如下：

- 1、連結點的分布均勻量測於每一張影像之九個標準位置，每一標準點位上至少二點，平差後至少保留一點。連續點之編號應依航線，像片及九個標準位置之順序編號，不得同號。
- 2、像片連接點以地面自然點為選定原則，如高差小之屋角、明確且反差大之地物點(如路線標誌等)可供明顯量測之處。
- 3、儘量以多重點(4 重點以上)量測，特別是相鄰航帶的結點量測。
- 4、航測控制點及空三檢核點量測(平均分布於測區至少 10 個點，不可集中於測區一隅)。

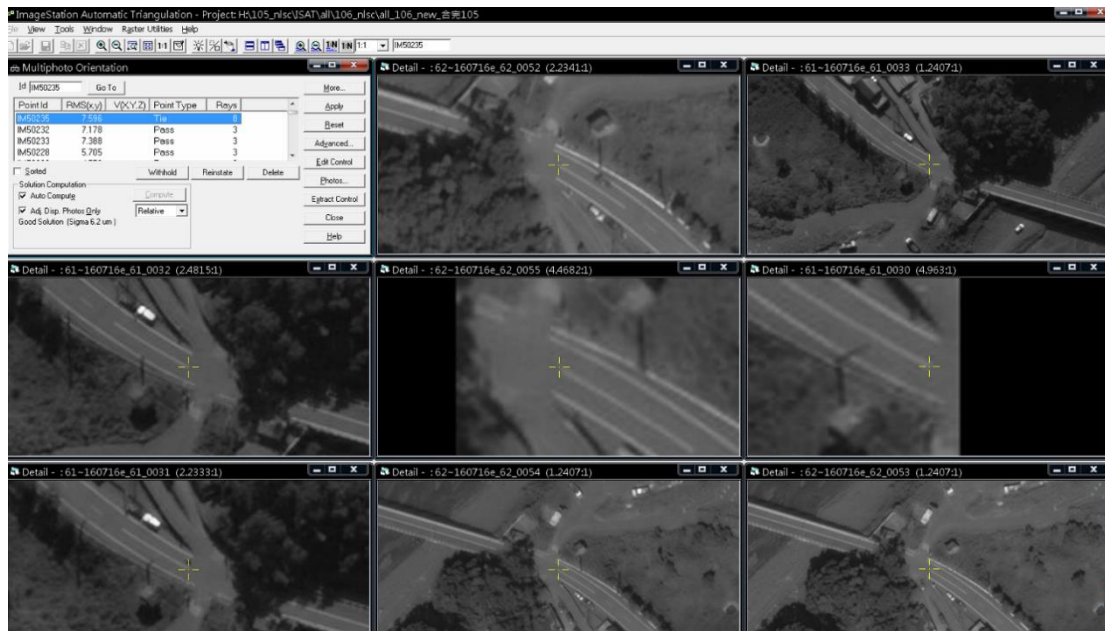


圖 2-5 像片坐標量測工作畫面示意圖

(二) 平差作業

空三平差計算先以最小約制(或自由網)平差，以進行粗差偵測並得到觀測值精度的估值，其觀測值之殘餘誤差均方根值不得大於 $10\mu\text{m}$ 。強制附合平差後，由全數檢核點計算得到之平面及高程坐標均方根誤差值並依像片比例尺換算至像片坐標上，不得大於上述連結點量測中誤差的 3 倍。本計畫兩個分區(第 1 區及第 2 區)說明如下：

1. 第 1 區空三：

(1) 空三自由網平差

Parameter	X/Omega	Y/Phi	Z/Kappa
RMS Control			
RMS Check			
RMS Limits	0.001	0.001	0.001
Max Ground Residual			
Residual Limits	0.001	0.001	0.001
Mean Std Dev Object			
RMS Photo Position			
RMS Photo Attitude			
Mean Std Dev Photo Position			
Mean Std Dev Photo Attitude			

Key Statistics

Sigma: 2.0 μm

RMS Image (x, y): 1.9, 1.7 μm

Number of iterations: 3

Degrees of Freedom: 166862

Gross Image Blunders: 0

Gross Control Blunders: 0

Image Blunders: 0

Solution Status: Solution Successful.

Current Count

Control Points Used: 0

Check Points Used: 0

Photos Used: 1261

Photos Not Used: 0

Image Points Used: 107081

Cameras used: (1).

Camera Id	Lens Di...	Grids
ULTRACAM	Off	Off

Project Settings

Linear: Meters Refraction: On

Angular: Degrees Curvature: On

Taiwan (TWD97) - Rectangular Grid (m)

(2) 強制套合平差

Summary Stats | Photo Stats | Object Stats | Point Stats | Exterior Orientation | GPS | INS | Self-Calibration

Parameter	X/Omega	Y/Phi	Z/Kappa
RMS Control	0.009	0.008	0.021
RMS Check	0.218	0.251	0.525
RMS Limits	0.001	0.001	0.001
Max Ground Residual	0.038	0.019	0.098
Residual Limits	0.001	0.001	0.001
Mean Std Dev Object	0.041	0.039	0.132
RMS Photo Position	0.510	0.346	2.528
RMS Photo Attitude	0.006	0.005	0.002
Mean Std Dev Photo Position	0.149	0.181	0.071
Mean Std Dev Photo Attitude	0.002	0.003	0.001

Key Statistics

Sigma: 2.1 um
 RMS Image (x, y): 2.0, 1.7 um
 Number of iterations: 9
 Degrees of Freedom: 174642
 Gross Image Blunders: 0
 Gross Control Blunders: 0
 Image Blunders: 0

Solution Status:
 Solution outside of RMS tolerance.
 Solution outside of residual tolerance.

Current Count
 Control Points Used: 89
 Check Points Used: 11
 Photos Used: 1261
 Photos Not Used: 0
 Image Points Used: 107080

Cameras used: (1).

Camera Id	Lens Di...	Grids
ULTRACAM	Off	Off

Project Settings
 Linear: Meters Refraction: On
 Angular: Degrees Curvature: On
 Taiwan (TWD97) - Rectangular Grid (m)

(3) 空三網形圖

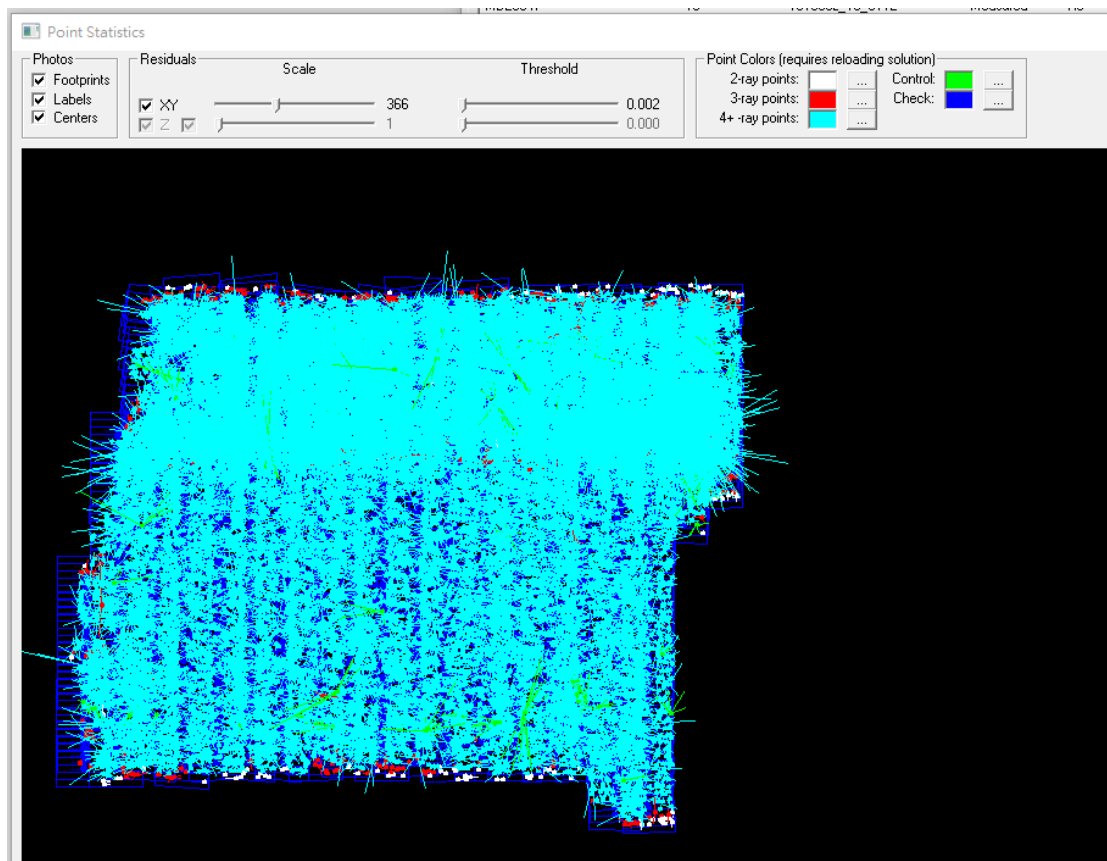


圖 2-6 第 1 區空三網形圖

(4)量測中誤差精度分析

表 2-2 第 1 區空三量測中誤差精度分析表

項目		自由網	強制網
控制點 中誤差	全控點數		67
	高控點數		22
	RMS X		0.009m
	RMS Y		0.008m
	RMS Z		0.021m
中誤差(σ)		2.0(x=1.9 , y=1.7)	2.1(x=2.0 , y=1.7) 增量 5%)

(5)檢核點精度分析

表 2-3 第 1 區空三檢核點精度分析表

作業區域	點號	Rx(m)	Ry(m)	Rz(m)	備註
	NL02015(z)	-	-	-0.112	第 2 作業區 檢核點
	NL02013(xyz)	-0.288	0.134	0.409	
	NL02007(xyz)	-0.344	0.048	0.517	
	NL02008(xyz)	0.071	0.615	0.854	
	NL02020(xyz)	0.238	-0.021	-0.861	
	NL02021(xyz)	-0.227	0.395	0.569	
	NL02025(xyz)	0.025	-0.108	0.612	
	NL02027(xyz)	0.058	0.170	0.034	
	NL02029(xyz)	-0.321	-0.013	0.817	
	NL02040(xyz)	-0.003	-0.159	0.215	
	NL02031(xyz)	-0.288	0.065	0.057	
	rmse	0.218	0.251	0.525	
	換算至像片坐標需 小於連結點量測中 誤差 3 倍(μm)	0.218/40000 =5.045	0.251/40000 =6.27	0.525/40000 =13.12	
	應小於 $30\sqrt{2}\mu\text{m}$				
	合格(Y/N)	Y			

(6)連結點強度分析

表 2-4 第 1 區空三檢核點品質指標

左側空三 (重疊率：80%)	指標值	規範值
平均多餘觀測數（總多餘觀測數/總觀測數）	0.835	≥ 0.6
每點平均光線數（連結點總光線數/總連結點數）	6.39	≥ 6
連結強度指標（4 重光線以上連結點數/總點數）	0.455	≥ 0.3

2. 第 2 區空三：

(1)空三自由網平差

Photo Triangulation Results

Summary Stats | Photo Stats | Object Stats | Point Stats | Exterior Orientation | GPS | INS | Self-Calibration

Parameter	X/Omega	Y/Phi	Z/Kappa
RMS Control			
RMS Check			
RMS Limits	0.001	0.001	0.001
Max Ground Residual	0.000	0.000	0.000
Residual Limits	0.001	0.001	0.001
Mean Std Dev Object	0.223	0.156	0.666
RMS Photo Position	0.289	0.458	0.441
RMS Photo Attitude	0.014	0.007	0.006
Mean Std Dev Photo Position	0.212	0.231	0.126
Mean Std Dev Photo Attitude	0.006	0.005	0.003

Key Statistics

Sigma: 5.0 um
 RMS Image (x, y): 4.0, 3.7 um
 Number of iterations: 9
 Degrees of Freedom: 340704
 Gross Image Blunders: 0
 Gross Control Blunders: 0
 Image Blunders: 15
 Solution Status: Solution Successful.

Current Count

Control Points Used: 0
 Check Points Used: 0
 Photos Used: 2456
 Photos Not Used: 0
 Image Points Used: 278580

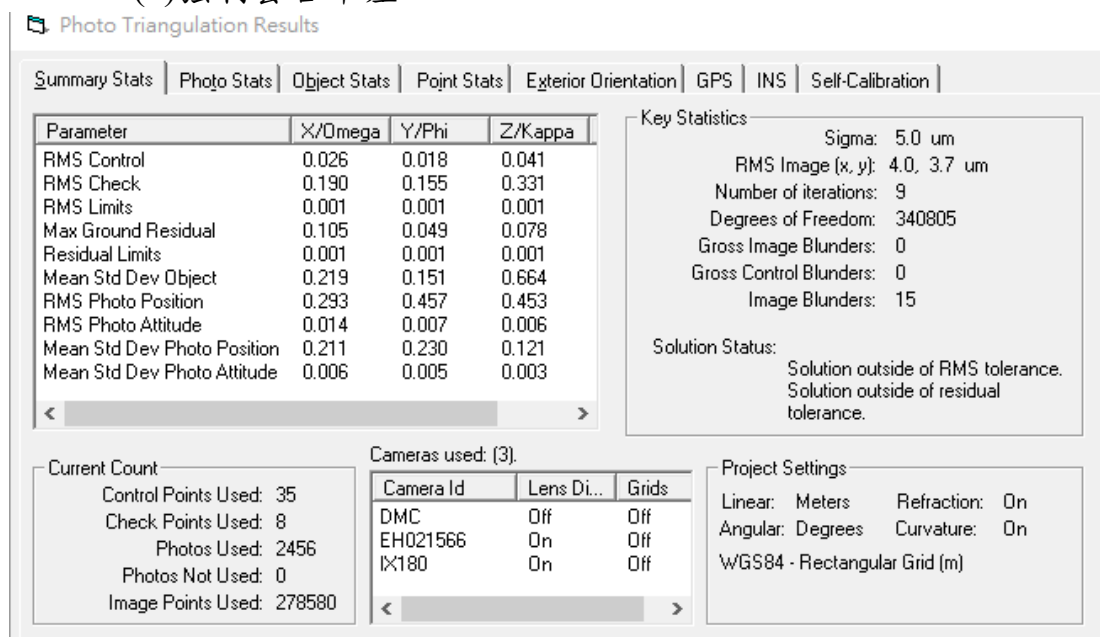
Cameras used: (3).

Camera Id	Lens Di...	Grids
DMC	Off	Off
EH021566	On	Off
IX180	On	Off

Project Settings

Linear: Meters Refraction: On
 Angular: Degrees Curvature: On
 WGS84 - Rectangular Grid (m)

(2) 強制套合平差



(3) 空三網形圖

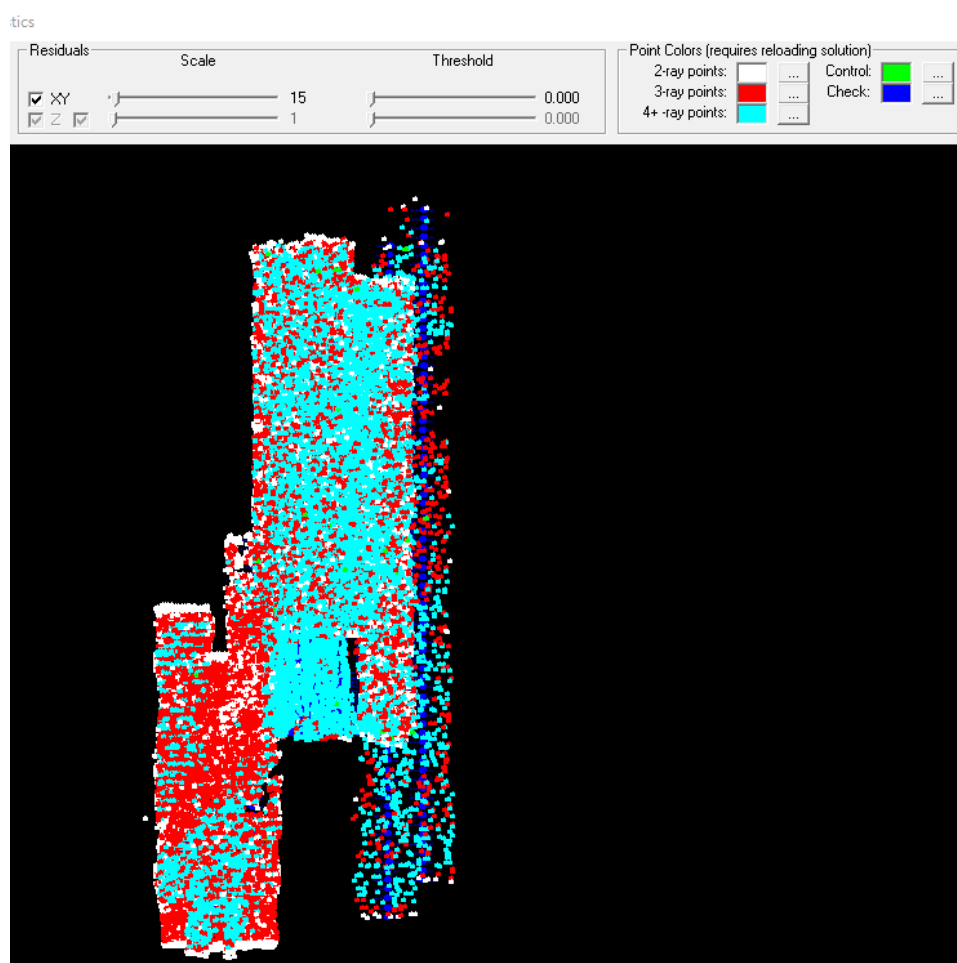


圖 2-7 第 2 區空三網形圖

(4)量測中誤差精度分析

表 2-5 第 2 區空三量測中誤差精度分析表

項次	項目	自由網	強制網
1	控制點中 誤差	全控點數	32
		平控點數	2
		高程控點	1
		檢核點數	8
		RMS X	0.026m
		RMS Y	0.018m
		RMS Z	0.041m
2	中誤差(σ)	5.0(x=4.0 , y=3.7)	5.0(x=4.0 , y=3.7)增量 0%)

(5)檢核點精度分析

表 2-6 第 2 區空三檢核點精度分析表

點號	Rx(m)	Ry(m)	Rz(m)	備註
NL02107-1	0.119	0.003	0.135	第 2 作 業區檢 核點
NL02109	0.134	0.147	0.216	
NL02105	0.287	0.062	-0.352	
NL02106	0.041	-0.127	-0.363	
MG11005	-0.153	0.060	0.571	
NL02113	-0.004	-0.045	-0.438	
NL02059	-0.227	-0.134	-0.113	
NL02055	-0.313	-0.357	0.161	
rmse	0.190	0.155	0.331	
換算至像片坐 標需小於連結 點量測中誤差 3 倍(μm)	0.19/45000 =4.2	0.155/45000 =3.4	0.331/45000 =7.3	
應小於 $30\sqrt{2}\mu\text{m}$				
合格(Y/N)	Y			

(6)連結點強度分析

表 2-7 第 2 區空三連結點強度分析

右側空三 (重疊率：80%)	指標值	規範值
平均多餘觀測數（總多餘觀測數/總觀測數）	0.749	≥ 0.6
每點平均光線數（連結點總光線數/總連結點數）	7.02	≥ 6
連結強度指標（4 重光線以上連結點數/總點數）	0.369	≥ 0.3

五、各圖幅製圖方案

各圖幅製圖方案原則上採用國土測繪中心交付的最新年度影像(107 年度)，若前 1 年度影像無法取得或品質不佳時，則可以採前 2 年度影像替代(106 與 105 年度)，若無上述年度影像，才得不受前述年度限制。本測區只有東北側有 1 幅圖 95202053 因近 3 年度影像均有雲造成無法製圖，因此，經測繪中心及監審單位同意改採用 108 年度光達正射影像取代，如圖 2-8 為本案各圖幅所採用的製圖方案說明。

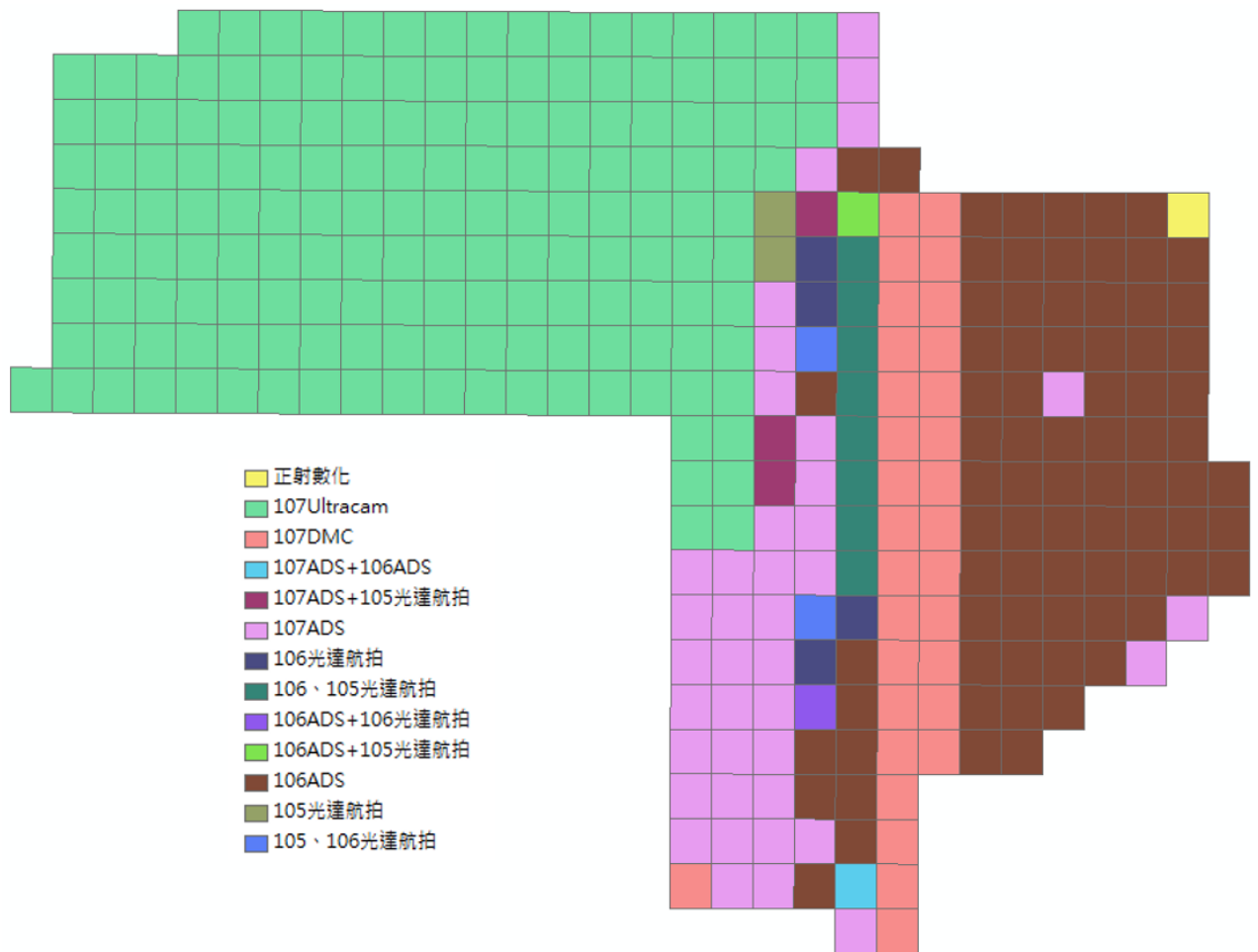


圖 2-8 製圖方案分布圖

六、光達中片幅影像與 DMC、ADS 影像在空三及製圖使用上優缺點分析

本年度使用多種影像來源包括 2191 張光達中片幅影像(1837 張自強公司 PHASE-ONE IXA180 像片，10328x7760，5.2um，及中興公司 354 張 DiMAC Ultralight 相片，8984x6732，6um)、1261 張 UltraCam 影像與 265 張 DMC 影像、106ADS 及 107ADS，在運用 5 種影像在執行本案修測工作上的優缺點經驗如下：

1. ADS40 與框幅式大片幅影像(DMC/UltraCam)使用上優缺點比較：

DMC 或 UltraCam 影像可以執行空三平差後處理解算，對於影像幾何精度的品質掌握度高，反觀 ADS 直接地理定位後影像精度受當時基站及移動站 GPS 解算有很大關係，加上，農航所 ADS40 L0 級影像 GPS 解算只採用單站解算，當飛行距離與基站超過 50km 時，就可能有系統性 GPS 解算成果飄移現象產生可能。今年測區內也確實發生部分 ADS 影像產生位移與電子地圖骨幹資料平面位置 $\geq 1.77\text{m}$ 情形(詳附件 9)，依照 107 年度工作會議決議方式修正向量圖資，正射影像不予更動。

DMC 或 UltraCam 影像為框幅式影像，在每一幅五千分之一的圖幅範圍下，相同航帶立體測圖時需換 4~6 次立體模型，使用上稍嫌費時；反觀 ADS 影像為帶狀型式影像，相同航帶是不需要更換立體模型。ADS L1 級立體模型影像有 RGB Nadir 2 度及 RGB view 16.1 度(如圖 2-9)。產製立體像對角度比起 DMC 74 度(如圖 2-10)小很多。

承上，雖然 DMC 或 UltraCam 在立體測圖需不斷更換立體模型，但也因此在立體測圖時會有較多的角度，在繪製地物時難免會受到陰影遮蔽，此時就能透過更換不同立體模型在找尋適當的角度繪製，藉此降低繪製的不確定性，提高立測人員繪製的品質。

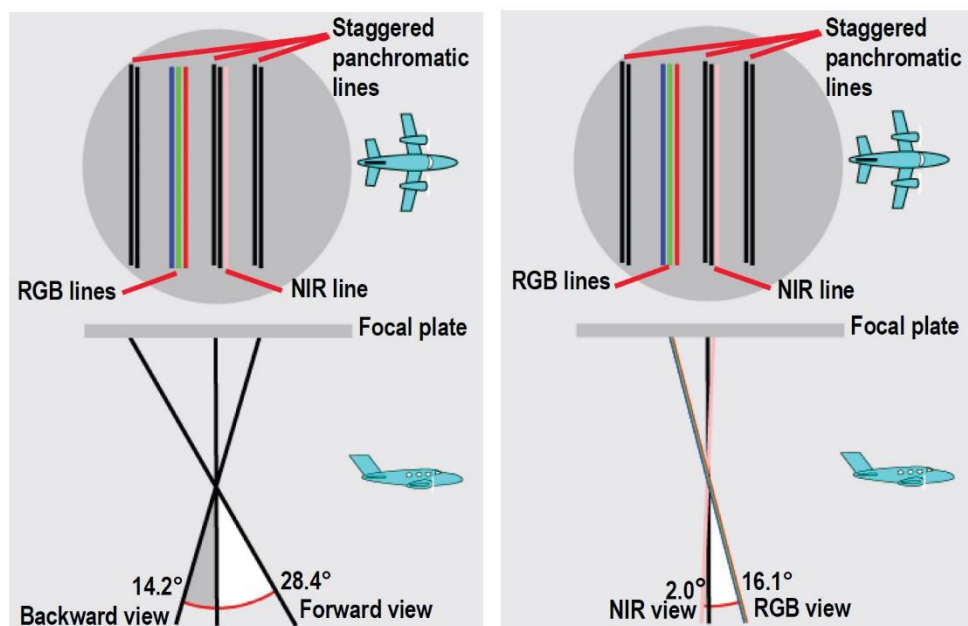


圖 2-9 ADS40 成像示意圖

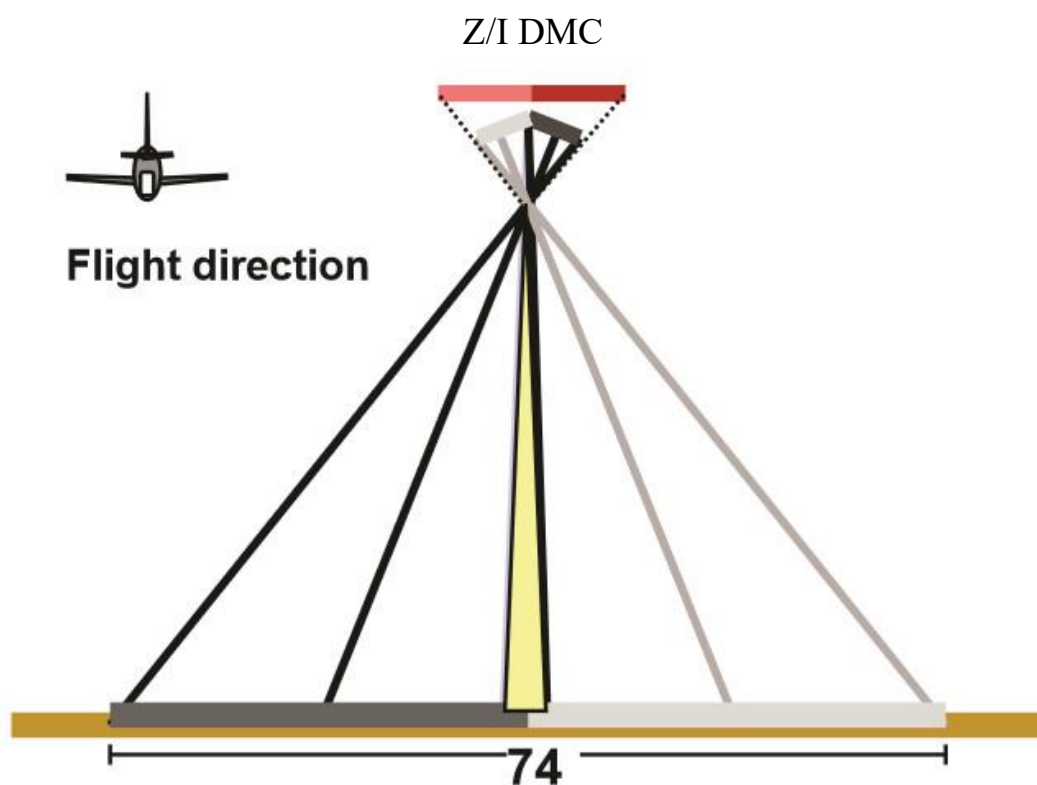


圖 2-10 DMC 成像示意圖

2. 中片幅光達影像(PhaseOne IX180/DiMAC Ultralight)與框幅式大片幅影像(DMC/UltraCam)使用上優缺點比較:

本年度中片幅光達影像 2191 張涵蓋約 48 幅基本圖，如圖 2-11 相片涵蓋圖可知兩種相機因為片幅小，一張基本圖約需 48~55 張影像涵蓋，與 DMC/UltraCam 只需 4-6 張影像差異甚大(差異約 10 倍)；另外光達影像非為了基本圖空拍製圖需求而是光達雷射反射點濾點需求，因此會有影像陰影(拍攝時間不好，過早或太晚)過長、航高過低及側向重疊度過大 >60% 問題(特別是谷地地形)，這都是美中不足缺點。對於空三量測及光達影像立體製圖換模型及產製正射影像拼接時間都會可觀增加。

中片幅光達影像的優點是影像清晰度高，且立體感佳判釋感提升，加上重疊率高，地物比較不容易有受高差位移影響而有大量遮蔽情形。但這也是它的致命傷，模型數量大，對於製圖人員同樣完成一幅基本圖所需耗費時間多出甚多，負擔及壓力也大。

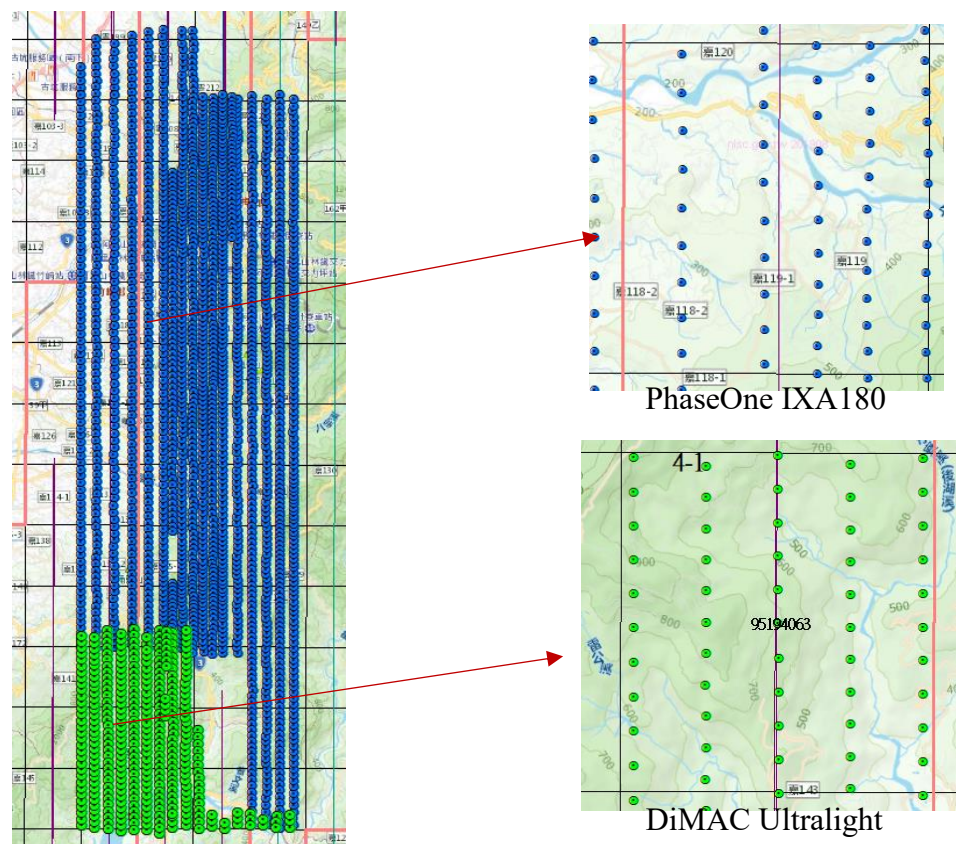


圖 2-11 108 年度 4-2 階段光達中片幅影像相片涵蓋圖

七、影像控制區塊測製

空三加密點測量成果完成後，即針對人工加密空三量測點進行篩選，合用之點位即加以留存紀錄，以成為影像控制區塊。本計畫空三成果之控制點及連結點，依「影像控制區塊選點原則及品質標準」建置合計 3295 個影像控制區塊(本案實際辦理空三範圍 211 幅，除有 1 幅【95202053】因為雲量採用最新光達航拍正射影像製圖外，其餘為使用 ADS40 影像辦理製圖，依規範空三範圍每幅圖九宮格至少應有二點，若圖幅涵蓋山區，則酌予減少點對數量；本案西側有 165 幅採用 UltraCam 空三影像製圖，扣除西側海域圖幅 10 幅無法取足影像控制區塊，應取 2970 點，實際取樣 2870 點；東側山區空三範圍實際製圖 46 幅採用光達中片幅及 DMC 影像，應取 828 點，實際取樣 425 點)，成果範例如圖 2-12 及圖 2-13。

幾何資訊			
坐標系	TWD97@2010	E 坐標/精度(m)	160665.697 / 0.12
圖幅號/點號	94203095 / M000001	N 坐標/精度(m)	2602172.181 / 0.21
共軛點數	2	正高(m)	7.107
匹配相關係數/改正數	- / -	橢球高(m)	-
特徵點量測中誤差(μ m)	20	高程精度(m)	0.92
屬性資訊		建檔資訊	
點位類別	空中三角平差連結點	特徵點建置日期	2018/11/11
特徵屬性	物表點(直線交會點)	相片攝影計畫	AGG
幅射資訊 1			
		影像大小(px)：229*229	
		波段(band)：RGB	
		解析度(μ m)：6	
		空三片號：181014z_05_6380	
		焦距(mm)：100.5	
		方位角(Rad)：-4.709178	
幅射資訊 2			
		影像大小(px)：229*229	
		波段(band)：RGB	
		解析度(μ m)：6	
		空三片號：181014z_05_6379	
		焦距(mm)：100.5	
		方位角(Rad)：-4.711115	

圖 2-12 108 年度影像控制區塊成果範例(M000001)

幾何資訊			
坐標系	TWD97@2010	E坐標/精度(m)	198800.635 / 0.01
圖幅號/點號	97194001 / NI02038	N坐標/精度(m)	2599115.361 / 0.01
共軛點數	5	正高(m)	56.246
匹配相關係數/改正數	- / -	橢球高(m)	-
特徵點量測中誤差(μm)	20	高程精度(m)	0.02
屬性資訊		建檔資訊	
點位類別	地面控制點	特徵點建置日期	2018/11/11
特徵屬性	物上點(地面控制點)	相片攝影計畫	AGG
幅射資訊 1			
			影像大小(px)：229*229
			波段(band)：RGB
			解析度(μm)：6
			空三片號：180922z_20_2960
			焦距(mm)：100.5
			方位角(Rad)：-4.767506
幅射資訊 2			
			影像大小(px)：229*229
			波段(band)：RGB
			解析度(μm)：6
			空三片號：180922z_20_2963
			焦距(mm)：100.5
			方位角(Rad)：-4.754661
幅射資訊 3			
			影像大小(px)：229*229
			波段(band)：RGB
			解析度(μm)：6
			空三片號：180922z_20_2959
			焦距(mm)：100.5
			方位角(Rad)：-4.779602
幅射資訊 4			
			影像大小(px)：229*229
			波段(band)：RGB
			解析度(μm)：6
			空三片號：180922z_20_2961
			焦距(mm)：100.5
			方位角(Rad)：-4.726142
幅射資訊 5			
			影像大小(px)：229*229
			波段(band)：RGB
			解析度(μm)：6
			空三片號：180922z_20_2962
			焦距(mm)：100.5
			方位角(Rad)：-4.71958

圖 2-13 108 年度影像控制區塊成果範例(NI02038)

八、數值地形模型測錄(DSM/DEM 製作)

數值地表模型(DSM)及數值高程模型(DEM)測錄工作均以國土測繪中心提供經濟部地質調查所製作的空載光達 5 公尺網格 DTM 轉製，各項工作均在數值影像工作站中進行，作業流程如圖 2-14。

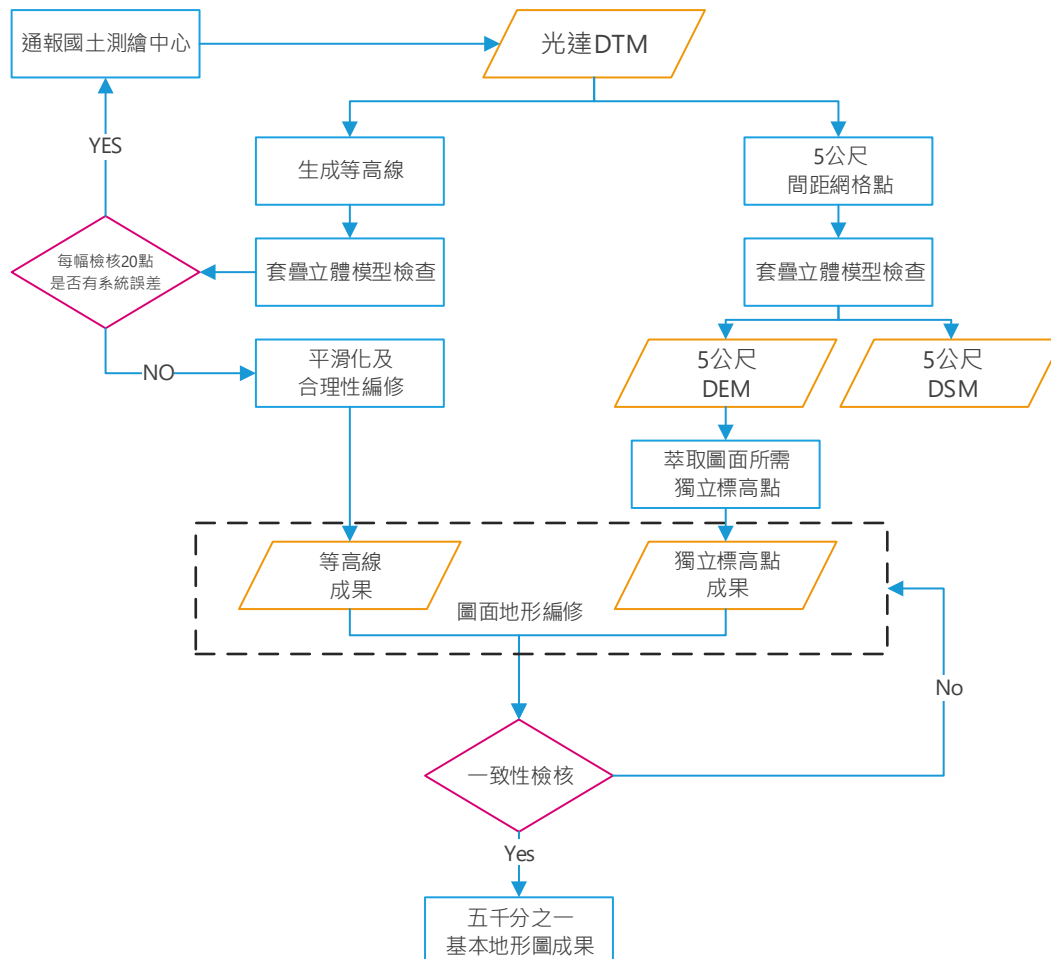


圖 2-14 光達 DTM 轉製地形及等高線作業流程圖

五千分之一基本地形圖之 5 公尺 x 5 公尺 DEM 及 DSM 成果修測轉製，主要工作內容包括：

(一)DEM/DSM 製作與檢核：

將全部測區圖幅及鄰接圖幅空載光達 5 公尺網格成果轉製成 5 公尺間距 DEM/DSM 及等高線。

1、反投影至立體模型：將 5 公尺間距 DEM/DSM 及等高

- 線反投影至立體模型進行粗差及系統性誤差檢查。
- 2、每幅圖檢核 20 點為原則，量測地形特徵點（如山頂、裸露地等）進行檢核，以了解系統誤差情形，如發現誤差過大則需暫停作業並通知國土測繪中心。
 - 3、圖面檢查:將轉製後 5 公尺等高線，就等高線成果觀察是否有圖面不合理或錯誤地形之情形發生(如圖 2-15)，圈選出疑似不合理或錯誤之地形。圖面不合理或錯誤地形，指圖上出現超過長 50 公尺以上或 VI 級坡度在 175% 以上，且非真實地形樣貌之不正確的地形特徵。
 - 4、套疊立體模型檢查:針對圈選出來疑似不合理或錯誤的地形套疊立體模型進一步檢查，若確為粗差點或錯誤則加以修正。

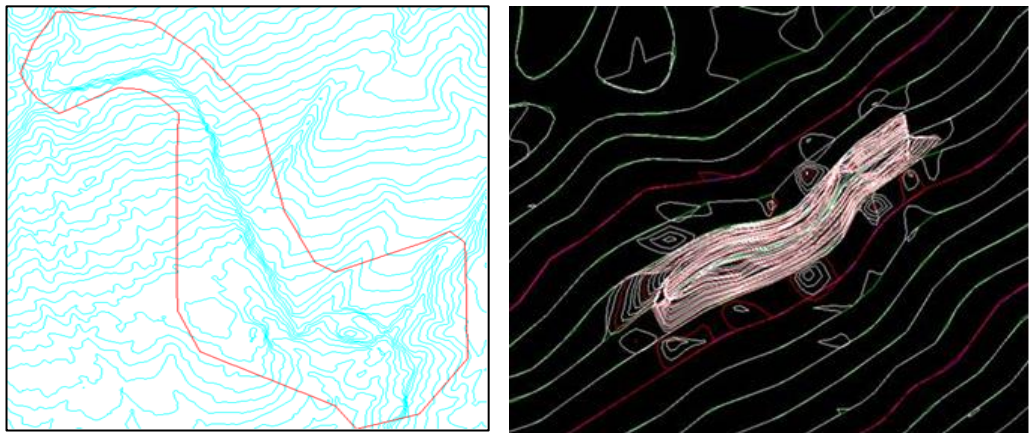


圖 2-15 光達 DEM 展繪成 5 公尺等高線不合理圈選及處理

(二)網格點資料檢查：以內政部提供之 DTM 成果資料檢核程式進行檢核如圖 2-16。

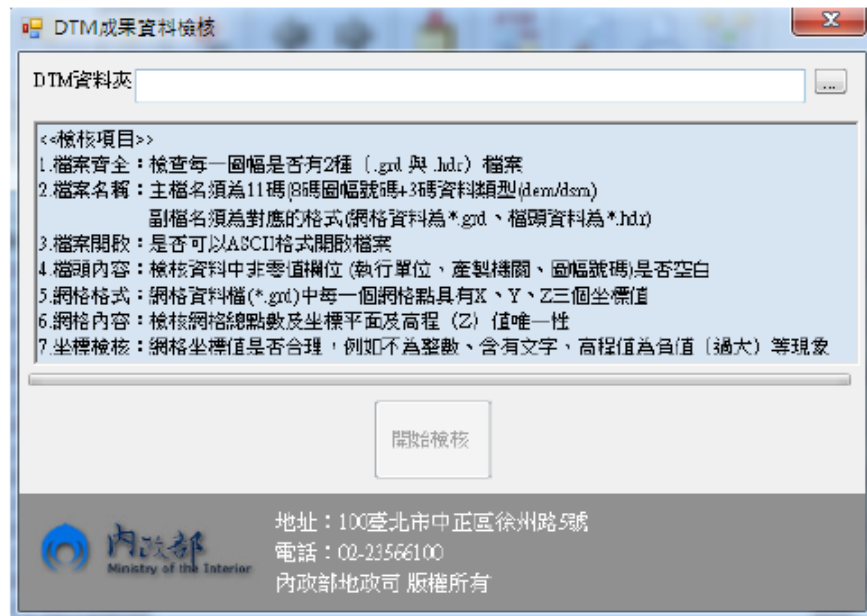


圖 2-16 內政部 DTM 網格檢核程式

(三)圖幅分割依五千分之一基本地形圖範圍，分割每一幅之數值地形模型資料，並用美國國家標準資訊(ASCII)碼記錄，製成數值地形模型檔如表 2-8(GRD)及圖 2-17，最後賦與檔頭資料(*.HDR)如圖 2-18。

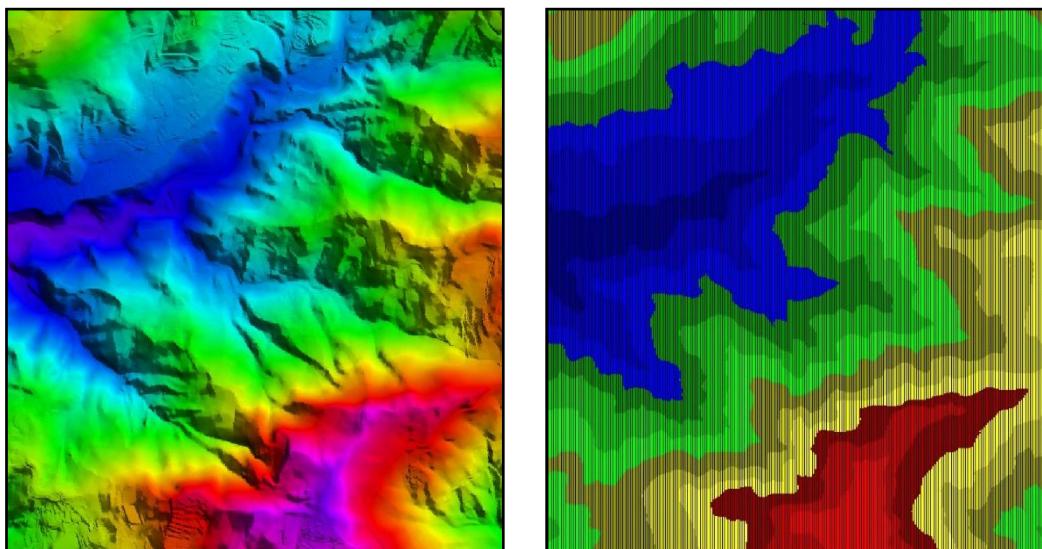


圖 2-17 以五千分之一基本地形圖幅分割 5 公尺解析度 DEM 示意圖

表 2-8 5 公尺 DEM 坐標檔輸出格式

169600.000	2538600.000	-999.000	} → 不計算區或水體區 ↵
169605.000	2538600.000	-999.000	
169610.000	2538600.000	-999.000	
169615.000	2538600.000	-999.000	
169620.000	2538600.000	-999.000	
169625.000	2538600.000	17.100	
169630.000	2538600.000	17.000	
169635.000	2538600.000	17.000	
169640.000	2538600.000	17.000	
169645.000	2538600.000	17.000	
169650.000	2538600.000	17.000	
169655.000	2538600.000	17.200	
169660.000	2538600.000	17.300	
169665.000	2538600.000	17.300	
169670.000	2538600.000	17.300	
169675.000	2538600.000	17.400	
169680.000	2538600.000	17.300	
169685.000	2538600.000	16.800	
169690.000	2538600.000	16.800	
169695.000	2538600.000	16.900	

資訊		資訊
94202023		94202023
TWD97[2010]		TWD97[2010]
TWVD2001		TWVD2001
5000		5000
5		5
5		5
290037		288960
517		516
561		560
179415		179420
2618995		2619000
10, 網格重製		10
LiDAR-TerraScan, 網格重製		LiDAR-TerraScan
Riegl-LMS-Q780, 網格重製		Riegl-LMS-Q780
2600		2600
26.62		26
5.39		6
9.62431		10
20170224		20170224
內政部		內政部
20171011, 網格重製日期: 20180630		201908
原始測製單位: 自強工程顧問有限公司		亞新國土科技股份有限公司
網格重製單位: 國立成功大學		
使用 1M 網格規則取樣重製 5M 網格資料		

圖 2-18 94202023 HDR 檔頭資料檔

九、正射影像製作

配合 5 公尺 x 5 公尺 DEM 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，以消除像片上投影誤差，製作成數位正射影像資料檔，並套合地形圖檢核套繪情形。正射影像製作將參考內政部【五千分之一基本地形圖測製說明】之正射影像製作規定辦理。

- (一)正射糾正影像之鑲接與色階處理以不失真及不損及幾何性原則；以 OrthoVista 進行無接縫影像拼接及調整全區影像之色調、亮度一致，且整張正射影像之色調應均勻，使影像間色調一致且其明亮度(Intensity, Brightness)直方圖分布在 5~250 之範圍(全反射之地物不計入範圍)如圖 2-16。正射影像製作標準片有山區及平地兩種「依據 107 年度基本圖修測第 4 次工作會議決議:為使五千分之一基本地形圖及臺灣通用電子地圖產製正射影像色調一致，應參照臺灣通用電子地圖相關作法基於國土測繪中心提供的樣版調整色調」，再參考標準片進行調色。調色要先以原始影像調色，調色完成再拼接(如圖 2-19)。
- (二)正射影像主檔名命名原則為「圖號(8 碼)_PhotoDate(8 碼)_108BAMP」，如：94202018_20181108_108BMAP。
- (三)精度檢核位於平坦地表無高差移位的明顯地物點，其正射影像平面均方根誤差不得超過 2.5 公尺。
- (四)完成之彩色正射影像圖檔資料格式，應包括 TIFF 及其坐標定位檔等格式。



圖 2-19 正射影像鑲嵌色調勻化範例



圖 2-20 108 年度正射影像無接縫影像拼接示意圖

十、地物測繪

利用數值航測影像工作站(Leica LPS)以數值立體測圖方式施測。測圖前先將各地物、地類、地貌以五千分之一基本地形圖標準分類編碼(7 碼),並依其性質分層施測,圖式依內政部頒布之「基本地形圖資料庫圖式規格表」及標準底圖檔辦理。本計畫可使用新版次臺灣通用電子地圖成果轉繪提供部分地物圖層資訊包含道路、水系、建物、交通運輸系統、控制點、以及部分地標等如表 2-9 並依據「五千分之一基本地形圖測製說明」及多年實務作業經驗擬定測繪原則說明如下：

表 2-9 臺灣通用電子地圖與五十分之一基本地形圖資料差異對照表

臺灣通用電子地圖		五十分之一基本地形圖			
資料名稱	資料圖層	資料名稱	資料圖層	備註	資料產製方式
道路中線(線)	ROAD	道路名稱	9420600		臺灣通用電子地圖轉繪
		公路橋名	9440202(橋)		臺灣通用電子地圖轉繪
		公路隧道名	9440102(隧道)		
		國、省、縣、鄉道 符號與名稱	9490003(國道) 9490004(省道) 9490005(縣道) 9490006(鄉道)		臺灣通用電子地圖轉繪
一般道路(面)	ROADA	路邊線	9420001		臺灣通用電子地圖轉繪
立體道路(面)	HROADA	高架道路	9420002		臺灣通用電子地圖轉繪
臺灣鐵路(線)	RAIL	臺灣鐵路	9410101		臺灣通用電子地圖轉繪
高速鐵路(線)	HSRAIL	高速鐵路	9410202		臺灣通用電子地圖轉繪
捷運(線)	MRT	捷運	9430101		臺灣通用電子地圖轉繪
河川(面)	RIVERA	河道線	9510109		臺灣通用電子地圖轉繪
河川中線(線)	RIVERL	江、河、溪名	9510101		臺灣通用電子地圖轉繪
面狀水域(面)	WATERA	湖泊	9520100		臺灣通用電子地圖轉繪
		蓄水池	9520700		臺灣通用電子地圖轉繪
		養殖池	9740100		臺灣通用電子地圖轉繪
建物(面)	BUILD	永久性房屋 (建築區)	9310100		臺灣通用電子地圖轉繪
地標(點)	MARK	地標	9900000	各類 地標	臺灣通用電子地圖轉繪
		地標清冊	9900000	各類 地標	清單蒐集、調繪
		地名山名資料庫	9030100		清單蒐集轉繪
		國有林事業區界	9270100		國土測繪中心提供
		林班界	9270200		國土測繪中心提供
		縣(市)界	9230000		國土測繪中心提供
		鄉(鎮、市、區)界	9240000		國土測繪中心提供
		公路橋	9440202		立體測圖、編修
		隧道	9440102		立體測圖、編修

臺灣通用電子地圖		五千分之一基本地形圖			
資料名稱	資料圖層	資料名稱	資料圖層	備註	資料產製方式
		箱涵	9440301		立體測圖、編修
		管涵	9440302		立體測圖、編修
		小河	9510104		立體測圖、編修
		河川附屬設施	9510200		立體測圖、編修
		高壓線塔	9690101		立體測圖、編修
		輸送線(高壓線)	9610101		立體測圖、編修
		地類界	9790201		立體測圖、編修
		計曲線	9810101		光達計算、編修
		首曲線	9810102		光達計算、編修
		獨立標高點	9810200		立體測圖、編修
		崩塌地	9820205		立體測圖、編修
		圖幅整飾及註記	9000000		程式批次編纂

利用更新頻率較高的臺灣通用電子地圖更新五千分之一基本地形圖之道路、水系、建物區、部分地標等重要圖層，城區及鄉區部分將提供最新版次臺灣通用電子地圖更新成果，以修測方式更新上開圖層，地物如有新增或刪除（以本中心提供之航拍影像現況為主）應予以更新，並參照 107 年臺灣通用電子地圖更新修測標準，道路幾何偏差達 $1.25\sqrt{2}$ 公尺以上、水系幾何偏差達 $1.25\sqrt{2}$ 公尺以上，建物幾何偏差達 $1.25\sqrt{2}$ 公尺以上。

(一)道路

可視計畫區內交通路線為該區的骨幹線，如街道、鐵、公路幹道應優先測繪，其次才是次要街巷、道路、小徑等，須注意下列事項：

- 1、以面圖元表達道路實形(包含橋樑)，寬度 3 公尺以上或長度超過 50 公尺以上之道路皆應測繪，但若為郊區及建物區塊之間的主要聯絡道路或山區之唯一聯絡道路，即使寬度不足 3 公尺或長度不足 50 公尺亦應測繪，且圖元應連貫及封閉。

- 2、道路應以現地之現況及道路實形以雙線測繪。「路

形明確」是以多數人繪製定義相近之路形為原則，並以維持道路連通性為優先考量，若需穿越空地使其連通，雖行經空地無明確路形，但亦以順接、合理、美觀為處理原則，若具特殊交通性之道路，如：圓環亦需表示。

- 3、道路邊界原則上以量至兩側臨街建築線位置為準，道路範圍以不包含行道樹及路邊停車空地(非路邊停車格)，且可行車之柏油路面作為繪製參考依據，同時考量前後路界之連續性與合理性，並以線型平順美觀為原則，不需針對避車彎之實形進行繪製；若無建築線，則依道路之地形地物邊界(不含明渠、人行道)繪製；斷斷續續之人行道，則考量以人行道外緣平整為原則繪製道路邊線。

- 4、重要指標性之綠帶應測繪。

(二)河流

- 1、河、溝、渠等明渠，皆需繪製河岸線，若河川兩岸有明顯堤防或河床有明顯範圍，以此認定河川寬度；若無明顯河川範圍，則以河川水域面認定河川寬度。若因遭遇水利構造物或蔽等因素導致河川不連貫，仍需配合實際狀況使河川合理連貫。
- 2、河川、水道寬度 3 公尺（含）以上以雙線測繪，如具有連通性質之水道，雖不足 3 公尺亦應以單線測繪，若小於 2 公尺則不測繪。
- 3、水體面積大於 5 公尺 × 5 公尺皆應測繪。若水體與水體之間距小於 5 公尺得合併同一區塊，大於 5 公尺則須分開測繪。
- 4、河岸線(9510109)應為河堤或地形變化之坎下、坡下之河川水域範圍，且河岸線之上下游應連貫、

完整、河流線為影像中之河流範圍(9510101)繪製
並於河流範圍以 9510503 繪製河川水流方向線。

(三)房屋

- 1、單棟房屋大於 5 公尺×5 公尺皆應測繪。但每 100 公尺×100 公尺範圍內或每公里道路沿線所能尋獲之唯一房屋，均應予以繪製。若房屋與房屋間之開放式行人通道寬度小於 3 公尺得合併同一區塊，大於 3 公尺則須分開測繪。
- 2、房屋區之間所包含之空地面積（如三合院、中庭、停車場、綠地等）小於 100 平方公尺得合併為房屋區之一部分，大於 100 平方公尺則須分開測繪；另房屋邊緣線小於 5 公尺之折線可省略。

(四)地類(主要分為林地、水田、旱作地、果園、茶園、養殖池、牧場、鹽田等類別)

- 1、按地類實際範圍測繪其地類界線，不可僅繪一小段。
- 2、區塊大於 25 公尺×25 公尺須予以繪製，同類範圍之間距若小於 5 公尺者得合併同一區塊，大於 5 公尺，則須分開測繪。
- 3、地類判釋以攝影當時情形為依據，空地免予測繪。
- 4、地類以符號、圖例表示，水系及道路可交叉不斷，路名或河川名需分開表示。

(五)共界地物之處理方式

共界之地物，若各別重覆量測之線條無法完全套合，徒使圖面更混亂，不但浪費時間且為後續圖形編輯帶來不便，因此對共界之地物只量測其中一種地物，未量測之部份則交由後續編輯工作抄寫處理，共界狀況處理原則考量如下：

- 1、量測之優先順序為交通系、水系、地類。
- 2、共界但未繪出之水系，須在共界上，加註水流方向。
- 3、依此原則量測所得之資料，如有必要編圖人員可以很清楚且有系統地完成共界地物之抄寫處理。

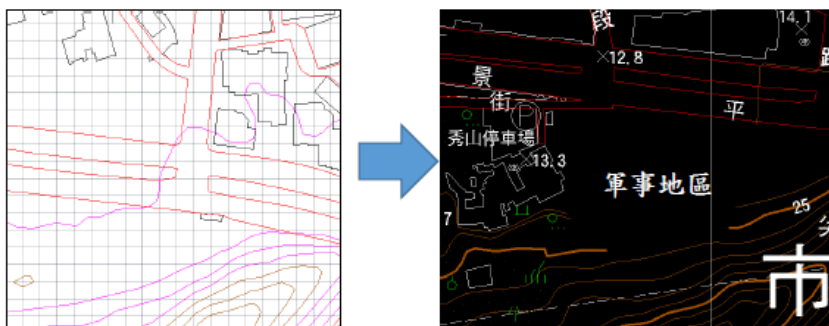
十一、數值等高線轉製編修作業

將光達點雲產製的 5 公尺 x 5 公尺 DTM 成果經軟體內插計算後得到等高線，因光達資料之特性，原始等高線會有抖動或破碎及缺乏特徵斷線資料，為滿足五千分之一基本地形圖等高線與地物間之合理性，需在兼顧合理性及美觀性條件下適度進行平滑化處理及人工編修(含獨立高程點)，以符合五千分之一基本地形圖成圖及出圖檔使用如圖 2-21。常見之編修項目包括：穿越建物、與道路之合理性、與水系之合理性等。

1. 等高線穿越建物合理性編輯



2. 等高線穿越道路合理性編輯(進軍事地區內一律挖除)



3. 等高線穿越水系合理性編輯

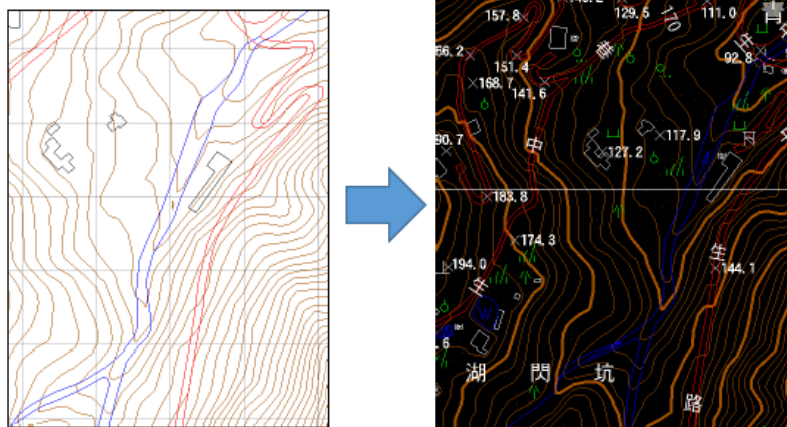


圖 2-21 光達 DTM 成果轉製數值等高線合理性編修示意圖

十二、調繪補測

外業相關人員進行相關作業內容、調查重點、分類說明、作業方法及品質要求之實地說明及訓練。並依以下原則作業：

- (一)將數值地形圖資料庫由繪圖機繪出調繪草圖，製成調繪稿圖，攜至實地比對並調查地物、地名、行政界線、交通系統、水系、人工構造物、地類等名稱，並補註各種副記號補測缺繪(蔭蔽)之地物、地貌、獨立物、行政界線名稱，依調繪結果在電腦上編輯、修正、補充及合理美化數值地形資料庫。調繪稿圖整理完成，調繪人員須先自行檢查無誤後，在圖幅左下方簽名，註明調繪完成年月日。送審查人員審查認可，始得移送編繪人員應用。
- (二)當外業現調人員發現實地現況與本計畫案所提供影像內容不符時，如變動區現況異動成穩定狀態或已完工，應通報國土測繪中心。
- (三)水系調繪，包括河川、溝渠、渡口、水壩、洩洪道、攔河堰、攔沙壩、堤防、瀑布、碼頭、湖泊、池塘、沼澤、溼地、水庫、蓄水池、島嶼等項，水流系統需加繪水流方向箭頭。
- (四)交通系統調繪，包括鐵路、鐵路機車廠、高速鐵路、高速鐵路機車廠、各級公路、鄉村道、立體交叉道、捷運、捷運機車廠、航站大廈、港管所、燈塔、纜車線和索道等，及與交通系統有關且長、寬均大於 5m 之橋樑、箱涵、隧道口等。
- (五)人工構造物調繪，包括變電所、墓地(不含獨立墓)、船塢、抽水站(磚石或混凝土建造之永久性抽水站)、公用污水處理廠、公用垃圾處理場、公用焚化爐、礦場、儲油場、天然氣廠、雷達站、衛星資料接收站、無線電台、廣播電台、電視台、回歸線標等。
- (六)地類調繪，包括林地、水田、旱作地、果園、茶園、養殖池、牧場、鹽田等。林班界及林相調繪，原則上以國有林班資料取得林班界及林相，再依樹種類別分類闊葉林、針葉林、竹林、草地、牧場等。
- (七)地標調繪，包括政府及民意機關、學校、職訓中心、圖書館、博物館、美術館、文化中心、社教館、研究機構、

醫院、衛生所、公立孤兒院、公立養老院、殯儀館、火葬場、劇院、音樂廳、國家公園、國家森林遊樂區、風景名勝區、公園、遊樂場、動物園、植物園、旅客服務中心、體育館、體育場、游泳池、海水浴場、紀念(堂、館、塔)等設施、孔廟、古蹟、天文台、氣象站、市場(固定聚集數十個以上攤位之市場)、地下街、購物商場(附設大型停車場之百貨公司、大賣場等)、連鎖便利商店、郵局、電信局、電力公司服務處、天然氣(瓦斯)公司、旅館、金融機構、火車站、汽車站、捷運車站、高速鐵路車站、交流道、收費站、加油站、公有停車場、服務區、休息區、機場、港埠、教堂、寺廟、回教寺、加工區、發電廠、造船廠、自來水廠、自來水公司服務處、外國領事館及駐華辦事處及全國性知名地標。廢棄或遷移之機關或學校，依現地調繪結果為主，如確實已經廢棄或搬遷，無須註記原機關或學校之名稱，並於圖面上原位置加註(廢)字。

1. 臺灣通用電子地圖成果可提供大部分地標，僅需補充重要的宗教設施(內政部提供清冊)、大型工廠、廣播電台、著名地標。
2. 宗教設施以內政部提供清冊為主，小型私人壇及宮廟無須調繪。
3. 其他地標清冊來源如下：
 - (1)由國土測繪中心向相關機關洽取。
 - (2)由廠商自政府 Open Data 網站及其他管道或網站收集。

(八)地名須全部調查註於圖上。有新舊地名者，僅註記新地名。

(九)凡屬國防機密設施等地則不予調繪。

十三、CAD 圖檔編修及檢核

(一)CAD 圖檔編修

- 1、圖資分層正確性檢核：本檢核之目的有二，除確定各類圖資已經分類至各單一圖層外，並確定各分類圖層

中所含之圖資均正確。

2、圖檔合併：經圖層整理之後，各類圖元應已存在單一圖層，以 CAD 軟體功能分次合併本計畫案作業區之圖檔。

3、圖元幾何關係處理如表 2-10。

表 2-10 圖元幾何關係位相處理表

圖元類型	檢核項目(圖示)	
點	重複物件	
線	重複物件	
	線圖元部份重疊	
	線相交且未斷線	
	線相接且未斷線	
	懸掛線段	
面	虛擬節點	
	自我重疊	
	自我相交	
	重複物件	
	面圖元部份重疊	

(二)CAD 圖檔檢核

CAD 圖資內容可能有些許隱藏的錯誤，在資料庫建置前需經合理性之檢查修正錯誤，以確保資料庫之正確性，檢核項目包含空間資料檢核與屬性資料檢核兩大類，分別說明如下。

1、完整性檢查：在完成立測後，應套疊正射影像進行圖元完整性檢查，以確認是否有地物遺漏。

2、屬性資料檢核：圖元屬性檢查分成地形編碼及屬性標註兩種，說明如下：

(1)地形編碼：各項地形均依據立測原則進行編碼設計，此編碼為 GIS 資料庫圖層分類之依據，不同圖元以不同編碼(顏色)表示，在轉檔前應先進行檢查是否有地形編碼誤植之情形。

(2)屬性標註：在進行 GIS 資料庫轉檔前，需檢查屬性標註是否有遺漏。

十四、稿圖編纂

- (一)行政界線資料建檔：由國土測繪中心協助提供相關圖檔資料後，將行政界線資料處理建檔。
- (二)地名及註記資料建檔：將地名及圖外註記等資料，依五千分之一基本地形圖製圖格式，中文內碼以採用 UTF-8 或同類型中文為原則，製成中文地名註記檔。
- (三)每幅五千分之一基本地形圖之稿圖，除了與測區內相鄰圖幅接邊，尚需與測區外相鄰的圖幅做接邊處理。
- (四)製圖時僅繪製道路、河流、各種地物記號、地名註記、及整飾等資料，影像上房屋、農作物、樹林等，保留其天然影像形狀，不得覆蓋。
- (五)等高線繪製，每 5 公尺高差繪製首曲線，25 公尺高差繪製加粗線條之計曲線。如圖 2-22。

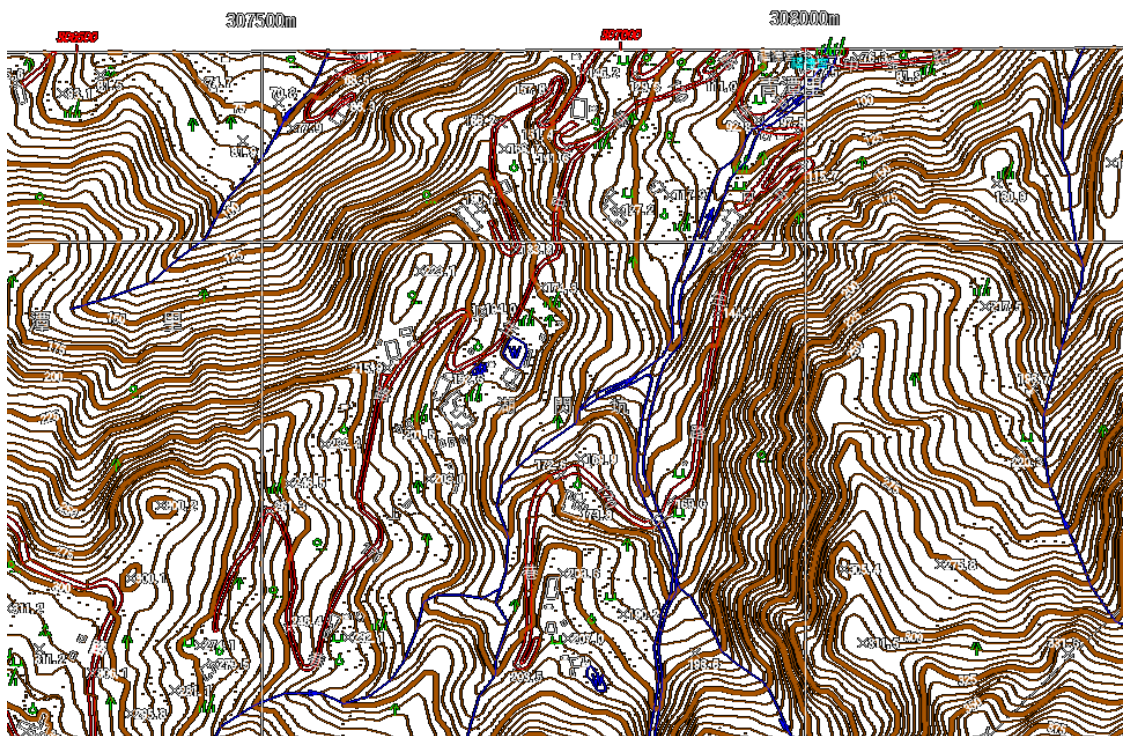


圖 2-22 等高線成果示意圖

十五、五千分之一基本地形圖出圖檔製作

(一)稿圖編纂完成後，列印出圖 600dpi 為 PDF/Geo-PDF 格式，每幅圖製作一出圖檔如圖 2-23。

(二)為便於五千分之一基本地形圖(紙圖)資訊讀取，出圖檔圖面著色及文字註記設定原則如「出圖檔套疊圖層顏色及文字註記設定原則」。

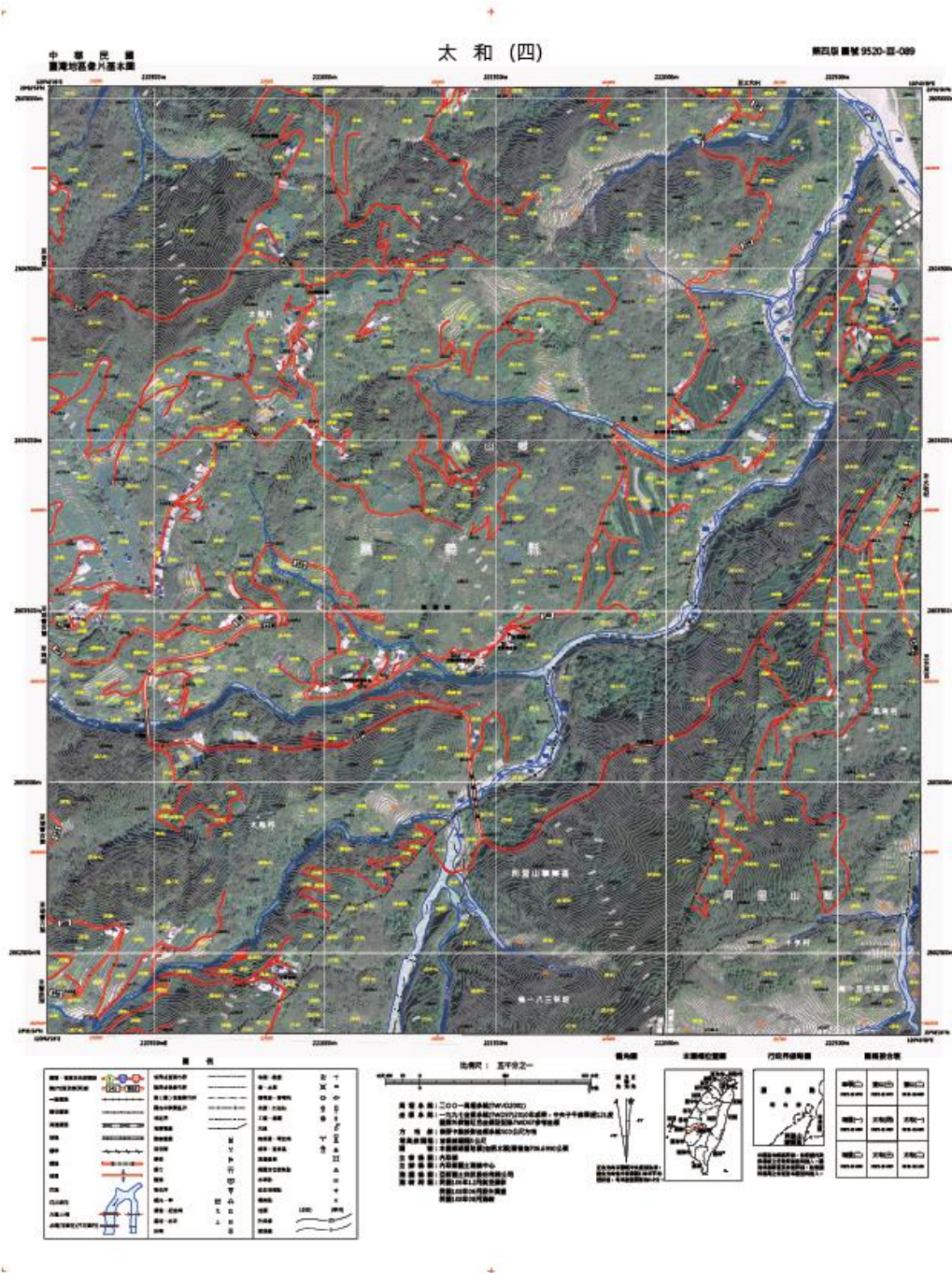


圖 2-23 五千分之一基本地形圖出圖檔(95203089)成果示意圖

第三節 五千分之一基本地形圖地理資訊圖層製作

為確保五千分之一基本地形圖數值地形圖各 CAD 圖層轉入 GIS 資料庫之完整性及正確性，本團隊依本計畫之「數值地形圖地理資訊圖層內容說明」為基礎，並以 CAD 地形圖圖層清理及檢核方式研擬一套 GIS 資料庫生產標準作業程序(如圖 2-24)，將 GIS 地形圖的需求與 CAD 製圖的要求互相結合，並以 GIS 圖層觀念導入現有地形資料分類中，也就在 CAD 地形圖中做圖層分層及封閉位相整併，其資料位相關係皆在 CAD 地形圖中完整建立，進而將 CAD 的五千分之一基本地形圖數值檔轉為 GIS 的五千分之一 GIS 地形圖。

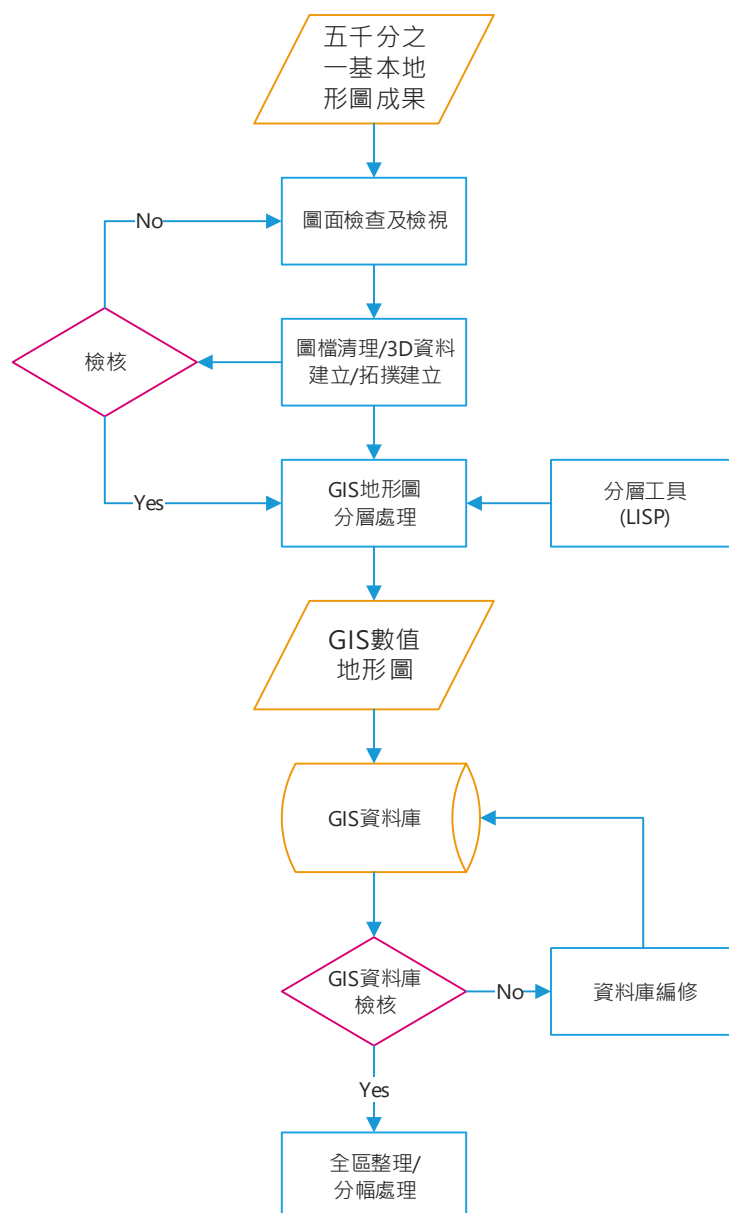


圖 2-24 五千分之一基本地形圖轉置 GIS 地理資訊圖層流程圖

一、地理資訊圖層建置內容及作業原則

為利日後各項地理資訊系統應用使用，將數值地形圖向量成果（CAD 格式），進行圖形物件、屬性資料及位相關係等資料處理，轉置數值地形圖地理資訊圖層，共分為控制點、行政界、房屋、地標、交通系統、水系、公共事業網路、地貌、國有林界、圖幅共 10 類主題圖層，各圖層轉置內容以原地形圖向量成果內容為原則，圖層說明如下。

(一)控制點：控制點以點圖元的方式儲存，並以屬性方式記錄控制點分類及坐標資料。

(二)行政界：行政界線包括縣市界、鄉鎮市區界，應封閉且為面型態，以參考主管機關現有之行政區域圖資料為原則。

(三)建物：建物圖元應封閉且為面型態，需針對位相矛盾進行調整，如房屋不可超過道路線。

(四)地標：以點圖元的方式儲存，並以屬性方式建立地標名稱、分類及坐標資料，且分成政府及民意機關、文教設施、醫療社福及殯喪設施、公共及紀念場所、生活機能設施、交通運輸設施、宗教、工廠及其他等類別。

(五)鐵路及捷運：分成臺灣鐵路、高速鐵路、捷運及輕軌捷運等圖層，幾何型態為線型態，並以屬性方式，將名稱、類型等資料紀錄於資料欄位內，連結至圖元上。

(六)交通：分成一般道路面、立體道路面、小徑、隧道面、隧道點、橋梁點及道路中線等圖層。

1、一般道路面圖層為將雙線道路以面圖元表達道路實形，且應連貫及圖元應封閉。

2、立體道路面圖層為高速公路、市區快速道路、高架道路、匝道等不同於一般道路之道路，以面圖元表達道路實形，且應連貫及圖元應封閉。

3、小徑圖層為單線道路，幾何型態為線型態。

4、隧道面圖層，以面圖元記錄隧道實行，且圖元應封閉。

5、隧道點圖層，指隧道及車行地下道等道路，並記錄隧道名稱。

6、橋梁點圖層，以面圖元記錄隧道實行，且圖元應封閉。

7、道路中線圖層，即雙線道路邊緣線等分中心之連線，幾何型態為線型態，路網建置注意事項如下：

- (1) 道路中線為道路面兩側邊緣線等分中心之連。
- (2) 以線圖元方式記錄於圖檔內，路段應以道路等級、道路結構及路段名稱分割，並考量道路連續性及完整性，不受道路寬度及遮蔽影響。
- (3) 國道、省道、省道快速公路、市區高架道路及與前開道路平行之平面道路及路體具分隔島或分隔設施等平面道路應以雙線表示其道路中線，餘道路以單線表示，且應於屬性欄位內記錄對應之道路等級、名稱、路寬等資料，並連結至圖元上。
- (4) 若遇有高架道路（或隧道）與平面道路同時存在時，須同時以雙線繪製高架道路（或隧道）與平面道路。此外並以屬性方式，將道路等級、名稱、路寬等資料紀錄於資料欄位內，連結至圖元上。
- (5) 如遇有上下多重疊立體道路時，將上下立體道路中線錯開不重疊，且錯開之中線至少需間隔 1 公尺以上。
- (6) 道路具中央分隔島、中央分隔帶、快慢車道分隔島、路溝及路堤等其他設施之道路，需將左右兩側道路分別視為獨立道路，並各自繪製對應道路中線
- (7) 各平面道路交叉口均需要有節點（Node），即平面交叉路口線圖元需斷線。
- (8) 平面道路由高架道路下面穿越，為區分兩者之不同，其交叉處不應產生節點。
- (9) 遇隧道或車行地下道，無法正確施測道路位置時，於進出口增設節點。
- (10) 車道數變更或路寬變更超過 2 公尺處應增加節點

(七)水系：包括河流與水體，分為河流、小河、面狀水域及河川中線等圖層。

1. 河川圖層為將雙線河流以面圖元表達河川實形，且連貫及圖元封閉。

2. 流域圖層為影像中之河流範圍，以面圖元記錄，且連貫及圖元封閉。
3. 小河圖層為單線河川，幾何型態為線型態。
4. 面狀水域圖層，以面圖元記錄面狀水域實行，且圖元封閉。
5. 河川中線圖層為雙線河邊緣線等分中心之連線，為樹狀流域圖。各河川交叉口均需要有端點，並以屬性方式，將河川名稱、等級等資料紀錄於資料欄位內，連結至圖元上。

(八)公共事業網路：包括高壓電塔及高壓電線等圖層。

1. 高壓電塔圖層以點圖元的方式儲存。
2. 高壓電線圖層以線圖元的方式儲存，應於通過高壓電塔處產生節點。

(九)地貌：以表現地形起伏之高程資料為主，包括等高線（線）及獨立標高點（點）圖層，等高線必須連續且不可相交。

(十)國有林界：分為國有林事業區界及國有林班界等線圖層。

(十一)圖幅接合圖層：為記錄圖幅編號、名稱及攝影、測製日期等。

二、CAD 圖幅編修處理

綜合以上作業內容及原則，以 GIS 之觀念來看，如道路、河流等圖資，在 CAD 中其屬性應為閉合，轉至 GIS 時才會以面圖元的方式存在，否則將以線圖元方式存在。因此 CAD 圖元封閉的動作即是在確保 CAD 中面圖元圖資之屬性皆為閉合後才能完整轉檔。

處理的重點內容包括刪除重覆物件、刪除虛擬節點、中斷相交物件、圖元封閉、接邊處理、合併群集節點、延伸邊界內的懸掛線段等，作法上將以將藉由 AUTOCAD MAP(如圖 2-25)的圖面清理及多邊形拓樸功能配合自行開發 LISP 程式來自動化處理。

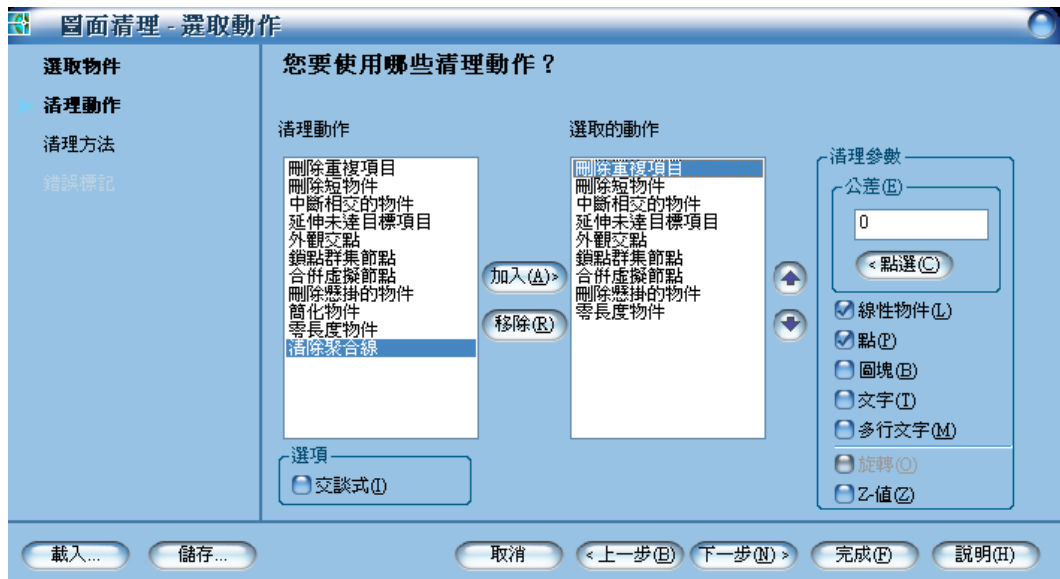


圖 2-25 AUTOCAD MAP 圖面清理及拓樸建立功能

三、建置路網與流域中線

路網與流域中線產製，可利用 ArcGIS 中的 ArcToolbox 中之 Collapse Dual Lines To Centerline 功能，依道路面之邊緣線萃取出道路中心線，路網成果示意如圖 2-26。

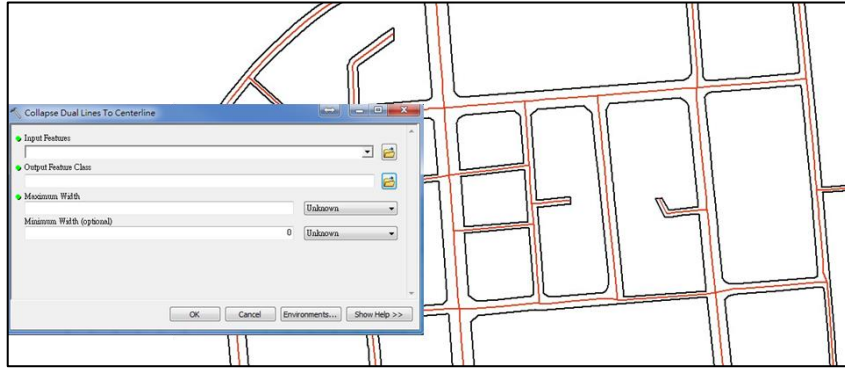


圖 2-26 路網與流域中線產製示意

四、建置 GIS 資料庫

經由 CAD 圖資的預處理與圖檔檢核編修，可以修正地形圖製作過程的部份人工錯誤，整理完成的 CAD 檔案將透過 GIS 軟體匯入資料庫(SHP)，使用工具為 ModelBuilder，為 ArcGIS Desktop 中地理資料處理流程(Geoprocessing)的工具，使用者可以透過類似流程圖的操作介面建立客製化的模型，以便快速執行一些重複率高的 GIS 工作。以本計畫為例，將針對 CAD 轉 SHP 以及 SHP 分層抽取與轉檔等工作項目建立相關的處理模型。包括自 CAD 轉入(Import to CAD)、圖資分層抽取(Select)、圖元合併(Dissolve)、圖檔轉出(Export from Geodatabase)等功能皆可自動化進行。

CAD 五千分之一基本地形圖轉為 GIS 圖層之屬性來源說明如表 2-11。而當轉為 GIS 圖層後需進行圖元統計，即 CAD 圖資轉檔前後之圖元數量應一致，否則表示圖資轉檔過程中可能發生圖元遺失的情況。為確保 GIS 資料庫之品質，本團隊將在轉檔前以圖元屬性分析程式計算出 CAD 圖元之點、線、面轉檔前數量，轉檔後可與輔助檢核程式作比對，以確保圖資轉檔之完整性。

所有經程式檢核發現之問題，除經由程式修正或人工改正外，仍應由具有製圖經驗之 CAD 工程師配合 GIS 工程師於電腦螢幕上檢核合併後之數值地形圖檔，確認經程式轉換後之成果，確定無誤後才可作為資料庫成果。

五、五千分之一基本地形圖與地理資訊圖層連動機制

為了符合契約期程，往往執行地理資訊圖層轉製時，五千分

之一基本地形圖尚有修正情形發生。為了使兩者成果一致，在地理資訊圖層轉製工作啟動後，五千分之一基本地形圖之編繪人員需針對有變動處註記位置與修改內容回饋地理資訊圖層轉製人員，以確保成果一致性。

六、分幅處理

為了保持圖層內容的一致性，數值地形圖地理資訊圖層製作原則上是以全區一併處理，完成相關檢核後，才執行圖幅分割作業，本計畫提供全區與分幅成果。

表 2-11 數值地形圖地理資訊圖層表

類別	圖層名稱	型態	圖層英文名稱
(一) 測量控制點	控制點	點	CONTROL
(二) 行政界	1.直轄市、縣(市)界	面	COUNTY
	2.鄉(鎮、市、區)界	面	TOWN
(三) 建物	建物	面	BUILD
(四) 地標	地標	點	MARK
(五) 鐵路及捷運	1.臺灣鐵路	線	RAIL
	2.高速鐵路	線	HSRAIL
	3.捷運	線	MRT
	4.輕軌捷運	線	LRT
(六) 道路	1.一般道路面	面	ROADA
	2.立體道路面	面	HROADA
	3.小徑	線	PATH
	4.隧道面	面	TUNNELA
	5.隧道點	點	TUNNEL
	6.橋梁點	點	BRIDGE
	7.道路中線	線	ROAD
(七) 水系	1.河川	面	RIVERA
	2.流域	面	RIVERB
	3.小河	線	STREAM
	4.面狀水域	面	WATERA
	5.河川中線	線	RIVERL
(八) 公共事業網路	1.高壓線塔	點	TOWER
	2.高壓電線	線	TOWERL
(九) 地貌	1.等高線	線	CONTOUR
	2.獨立標高點	點	SPOT
(十) 國有林界	1.國有林事業區界	面	ADMINFOREST
	2.林班界	面	FORESTSUB
(十一) 圖幅索引	圖幅索引	面	FRAMEINDEX

第四節 五千分之一基本地形圖交付成果

五千分之一基本地形圖修測作業完成後，需繳交 TWD97 及 TWD97[2010]兩種坐標系統成果，各工作項目與交付數量統計如下表 2-12。

表 2-12 五千分之一基本地形圖成果繳交項目表

資料繳交項目(繳交時請依表格所列名稱建立資料夾)	
01 前置作業成果	
項目	成果繳交內容
01 航空攝影	01 原始影像 02 攝影站坐標 (GNSS 輔助空三需檢附) 03 影像檢查紀錄表
02 控制測量	01 控制測量報告：包含坐標系統、已知點清查及檢測成果、控制點網絡圖、新設點位統計、測量方式 (觀測時段、參數設定、使用儀器) 測量成果。 02 觀測資料： (1) GNSS 原始觀測資料需轉換為 RINEX 格式GNSS 觀測時段表 (GNSS 靜態測量需附) (2) VBS-RTK 觀測資料檔 (VBS-RTK 需附) (3) 水準觀測資料 (採直接水準測量需附) 03 點位調查表：新設點位及已知控制點位變動者 04 成果計算報表 (1) 基線成果 (含可判斷基線計算品質的指標) 最小約制網平差成果、強制附合平差成果、坐標成果 (含坐標值及其標準偏差值) (GNSS 靜態測量需附) (2) VBS-RTK 兩測回坐標成果、坐標轉換參數 (VBS-RTK 測量需附) (3) 水準測量往返閉合差計算報表 (採直接水準測量需附) (4) GNSS 正高計算報表 (採 GNSS 測正高需附)
03 空中三角測量	01 空三立體模型成果：含原始航攝影像、空三專案檔、控制點輸入檔、GNSS/IMU 資料 (如使用 GNSS 輔助空三需檢附) 像坐標原始量測檔、內外方位參數成果資料 02 空中三角測量測量報告：內容章節應含控制點分布及檢核點檢查、連結點展點網系圖、連結點強度分析、含蓋範圍檢查、最小約制網及強制附合網形平差成果概述、使用影像編號及控制點編號對照表或清冊及空三成果自我檢核紀錄 03 空中三角平差成果報表檔 04 影像控制區塊品質檢核紀錄 (採影像控制區塊需附)
04 地物測繪	立體測圖原始三維稿圖檔 (dwg 格式) 修測可允許引用 2 維舊成果，但新測地物仍須保持為 3 維成果
05 調繪補測	調繪稿圖 (需有作業人員簽名及標註日期，請繳交 200dpi 掃描檔)
02 五千分之一基本地形圖向量成果	

01 五千分之一基本地形圖編纂	01 完整圖幅框：數值地形圖檔 (dwg、dxf 格式) 02 去圖幅框：數值地形圖檔 (dwg、dxf 格式) 03 去圖幅框及等高線：數值地形圖檔 (dwg、dxf 格式)
02 地理資訊圖層	繳交分幅資料，以五千分之一圖幅為資料夾，存放地理資訊圖層成果檔 (shp 格式) 各類圖層命名規則請參考五千分之一基本地形圖測製說明
03 像片基本圖出圖檔	01 向量出圖檔 (dwg 2010 格式) 02 像片基本圖出圖檔 PDF 03 像片基本圖出圖檔 Geo-PDF
03 五千分之一基本地形圖網格成果	
01 數值地形模型	01DEM：包含檔頭資料檔 (hdr 檔)、五千分之一圖幅數值高程模型成果檔 (grd 檔) 及內政部檢核報表；若以立體製圖方式產製成果則需檢附地形特徵資料檔 (fea 檔)。 02DSM：包含檔頭資料檔 (hdr 檔)、五千分之一圖幅數值高程模型成果檔 (grd 檔) 及內政部檢核報表；若以立體製圖方式產製成果則需檢附地形特徵資料檔 (fea 檔)。
02 正射影像	分幅 24 位元彩色正射影像檔 (含無壓縮 TIFF 及其坐標定位檔 tfw 等格式)，命名規則請務必參考五千分之一基本地形圖測製說明
03 影像控制區塊	01 低解析度索引影像 02 影像控制區塊成果檔 (含資料庫及點位索引表)。
05 詮釋資料	
01 向量詮釋資料	詮釋資料 XML 檔
02 正射影像詮釋資料	詮釋資料 XML 檔
03 DTM 詮釋資料	詮釋資料 XML 檔

第三章 資料精度檢核及品質管控

本計畫為求各項品質能符合承攬契約之規範及作業方式能滿足國土測繪中心要求，在資料交付國土測繪中心及監審廠商前，做一系列自我品質查核作業並作成紀錄(如附件 3)，各工作階段之重點檢核列表如表 3-1。參考【五千分之一基本地形圖測製說明】中之〈參、成果檢查〉，編訂各項工作項目品質查核方法。

表 3-1 資料精度及品管各工作階段之重點檢核列表

項次	項目	檢核對象	檢核重點項目(附件 3)	附表
1	航空攝影	影像	影像比例尺、重疊度、影像品質	1
2	控制測量	E-GNSS 控制測量	控制測量內業查核、外業測量資料檢核、控制測量成果品質檢核誤差	2 3 4
3	空中三角	平差報告、檢核點、影像控制區塊	多餘觀測數、中誤差、轉點殘差及檢核點誤差	5 6 7 8
4	地物測繪	立體測圖地形地物	重複量測精度檢核 完整性檢核	9
5	調繪	圖面及調繪員	調繪稿圖及作業員品質	11
6	正射影像	影像	數量檢核、地形圖套疊檢核、接邊檢核、色調檢核、高差地物變形之檢核	10
7	數值地形模型	DEM/DSM	數量檢核、資料完整性及接邊檢核、DEM 與 DSM 差值之合理性、內政部檢核程式檢核	12
8	五千分之一基本地形圖編纂	CAD	完整性及鄰圖接邊、圖式圖飾、註記是否正確	13
9	地理資訊圖層	SHP	位相檢核、圖層間法則性檢核、圖層轉置後完整性檢核、數量及命名檢核	14 15
10	五千分之一基本地形圖出圖檔	CAD PDF GeoPDF	解析度 ≥ 600 DPI 檢核、圖層套疊順序及水流方向線檢核	16
11	詮釋資料	XML	格式及數量檢核 內政部檢核程式檢核	17

第一節 航拍影像成果檢核

本計畫採用農航所航拍影像辦理航測相關作業，針對影像涵蓋的範圍、影像比例尺、重疊度、雲量等是否良好辦理檢核列表，影像清查檢核範例詳表 3-2。

表 3-2 影像清查檢核表範例

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	No	PHOTO_ID_ori	TWD97_E	TWD97_N	TWD97_H	Omega	Phi	Kappa	地面高	像片比例尺	基高比	對地解析度	遮蔽範圍	雲(%)	色調檢查	解析力檢核
2	1	11836m10-161113r0-5338	207915.280	2613682.438	2790.793	-7.03473	-2.63284	-176.30314	269.762	45801.2103	0.126765	23.81662936	OK	0	OK	OK
3	2	11836m10-161113r0-5339	207920.502	2613362.901	2792.929	-6.77226	-1.08407	-177.31494	272.494	45790.3664	0.129049	23.81099053	OK	0	OK	OK
4	3	11836m10-161113r0-5340	207920.964	2613037.641	2791.194	-6.09925	0.22351	-179.81646	305.117	45166.16808	0.126418	23.4864074	OK	0	OK	OK
5	4	11836m10-161113r0-5341	207918.787	2612723.363	2793.928	-7.87199	0.46792	-178.04343	261.927	46000.4869	0.12445	23.92025319	OK	0	OK	OK
6	5	11836m10-161113r0-5342	207918.196	2612408.255	2797.320	-6.97265	1.05367	-179.24460	239.158	46475.79293	0.125662	24.16741233	OK	0	OK	OK
7	6	11836m10-161113r0-5343	207918.177	2612086.791	2794.413	-6.58337	-2.75024	-177.41925	318.047	44989.747	0.123978	23.39466844	OK	0	OK	OK

第二節 控制測量成果檢核

由於本案採用國土測繪中心 E-GNSS 系統辦理控制測量，檢核時就該控制點觀測是否有 2 測回、至少觀測 2 次，每次至少須間隔 60 分鐘以上，且兩次坐標較差要符合平面位置較差 ≤ 40 毫米，高程位置較差 ≤ 100 毫米。

精度檢核應滿足【五千分之一基本地形圖測製說明】：

(一)平面控制測量： $\leq 2\text{cm}$ 視為合格

(二)高程控制測量： $\leq 5\text{cm}$ 視為合格。

第三節 空中三角測量成果檢核

檢查控制點及連結點展點網系圖、像坐標原始量測資料、空中三角平差報表(含最小約制與強制附合)是否符合作業規定。依空三點量測規範中規定，在每張像片 9 個標準點上至少要有一點均量測到附近之所有鄰片，此標準在以往文字型態之平差報表中不易檢查，以致航帶間轉點不完全之情形難以發現，而此種缺失常造成模型連接處高程不一致之情形。針對同一連結點的所有影像，進行重複量測，其量測之物差均須符合作業規定。

一、以圖形化方式進行連結點視覺化分析以檢核航帶間轉點是否完整。

二、連結點強度檢核及檢核點精度檢核如附件 3 附表 6~附表 7。

強制附合後觀測量殘餘誤差均方根值不得超過 30%。

第四節 正射影像成果檢核

一、全面查核

檢查解析度、色調、色彩平衡(如圖 3-1)、連續地物合理性(是否扭曲變形)、範圍及數量是否符合相關作業規定。

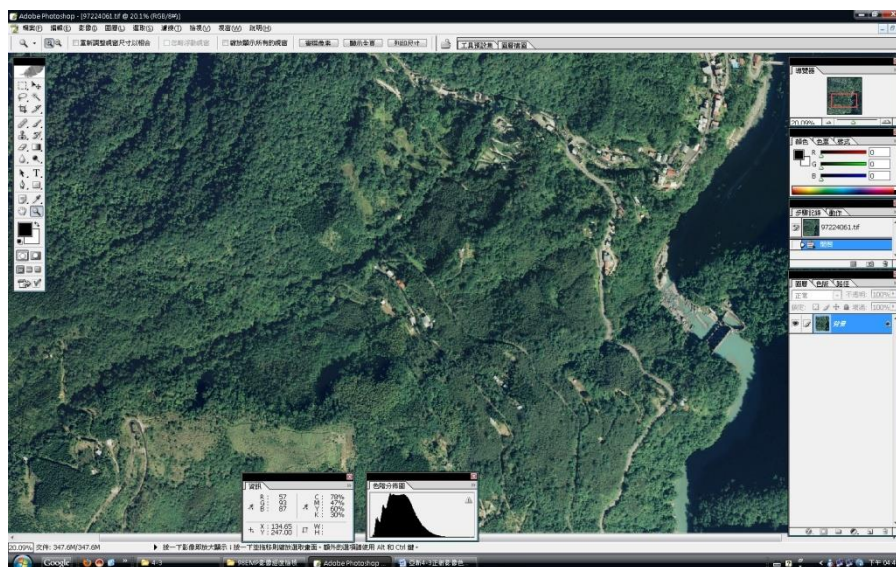


圖 3-1 正射影像色調檢核

二、重點性查核

影像資料之空間位置幾何精度，以正射影像圖套疊線繪地形圖或以立體模型量測方式進行道路邊緣交點、田埂交點等的位置量測檢核，其圖面位置均方根誤差不得超過 1.77 公尺(如圖 3-2)。



圖 3-2 正射影像幾何精度檢核

三、圖幅接邊及扭曲變形檢核

套疊立體測圖之圖資與正射影像進行比對，以檢核正射影像成果接邊極可能變形檢查如圖 3-3。

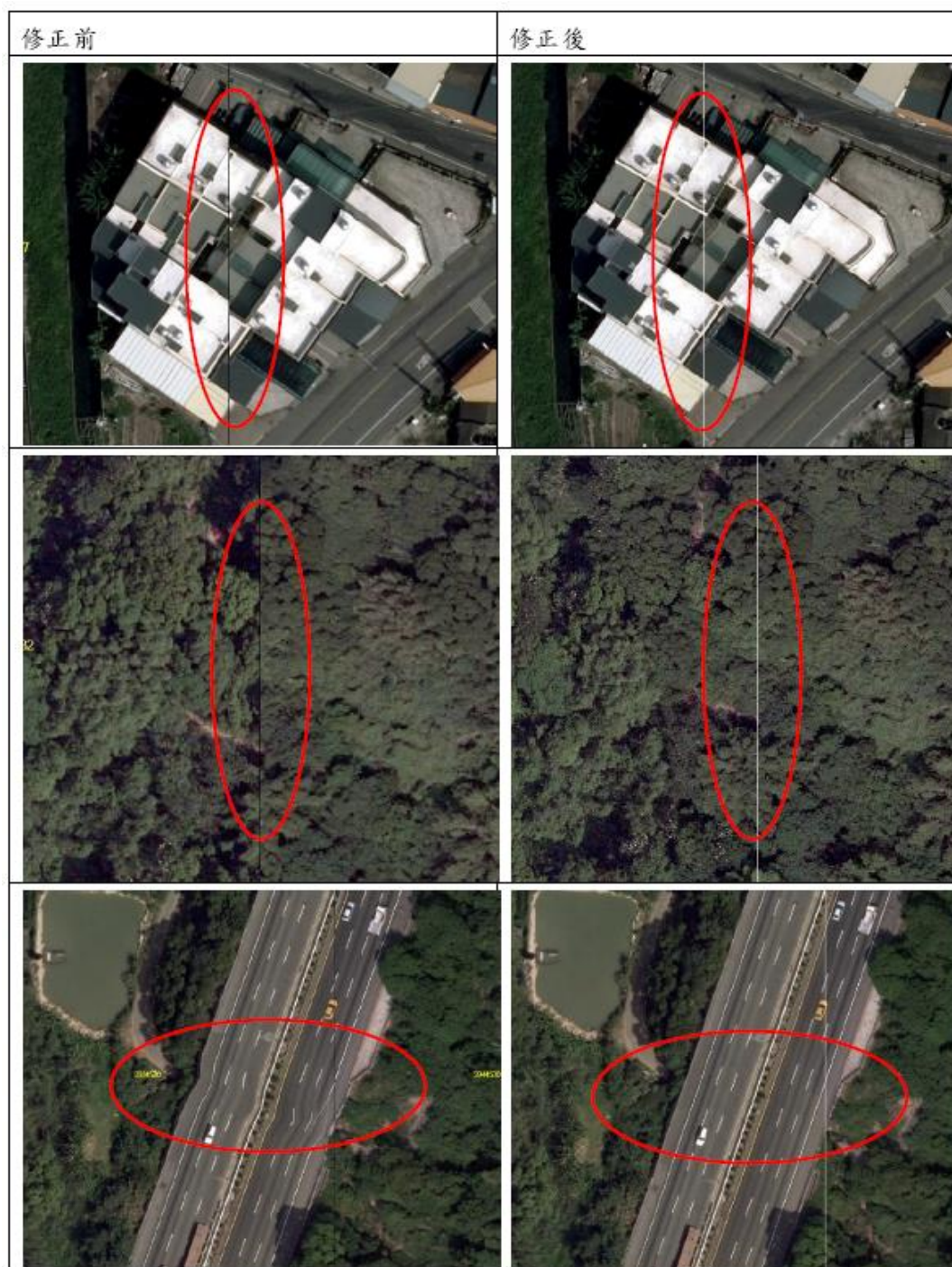


圖 3-3 正射影像接邊及變形自我檢核

四、影像曝光過度檢核

修正檢核正射影像內容是否有曝光過度的情形，發現後進行挑片修正處理，以確保正射影像成果無亮點區域情形產生，如圖 3-4。



圖 3-4 正射影像曝光過度區域檢核修正圖

第五節 立體測圖成果檢核

立體量測成果進行第 1 模型及後續圖幅空間精度之自我檢核，採用上機精度抽測，於立體模型中以量測檢核點方式，檢核立測人員之量測精度及重覆量測穩定度。作業方式如下：

一、檢核數量

針對所有立測人員第 1 模型及各階段之分批成果進行抽查。以人為單位，抽查成果圖幅數之 5%，圖幅數不足 1 幅以 1 幅計，每幅至少 10 點幾何精度檢查及 15 處屬性檢查(套疊正射影像檢查、地物及地類是否缺漏未測繪)，且需依圖層特性平均檢核。

二、檢核方式

於工作範圍內對修測繪目標進行隨機量測(檢核點)，檢核點應均勻分佈，且應對各圖層分別檢核。本計畫之檢核誤差門檻值將設定為抽查點位重複量測之地物點平面位置與原平面位置較差或地物點間之相對距離與原距離較差均方根值不得大於 1.25 公尺。

第六節 DTM 及等高線轉製修測成果檢查

等高線成果則是取自光達 DEM 轉製為 5m 等高線後套回立體模型每幅圖檢查 20 點。依附件 3 附表 11 針對 DTM 成果自我檢核；作業方式如下：

一、檢核數量

針對各階段之分批成果進行數量全面抽查(含檔案齊全、檔案名稱、檔案開啟、檔頭內容、網格格式、網格內容、坐標檢核等)及圖幅抽樣檢查。抽查成果圖幅數之 5%，圖幅數不足 1 幅以 1 幅計，每幅至少 20 點，且需依圖層特性平均檢核。

二、檢核方式

DEM/DSM 5 公尺間距網格點量測高程值與原高程值較差之均方根值不大於數值高程中誤差允許值 $\sqrt{2}$ 倍，查核成果將輸出報表以供分析追蹤。

高程中誤差之允許值，以 $\sigma^2 = a^2 + b^2 + c^2 \cdot k^2$ 之公式訂定之。其中 a 為常數，b 為地表坡度分級參數，c 為植被覆蓋密度分級係數，k 為植被平均高度 (m)。訂定 a = 1m，而 b、c 值，如表 3-3 及表 3-4 所列，峭壁、斷崖、峽谷處不列入精度等級。

表 3-3 b 參數值(m)

坡度分級	b
I	0.0
II	0.3
III	0.6
IV	1.0
V	3.0
VI	6.0

表 3-4 c 係數值(無單位)

植被覆蓋密度分級	c
I	0.0
II	0.05
III	0.10
IV	0.20

第七節 五千分之一基本地形圖編纂及出圖檔成果檢查

五千分之一基本地形圖編纂及出圖檔進行自我檢查，作業方式如下：

一、檢查數量：

抽檢 100%圖幅。

二、檢查方式：

依調繪圖、出圖檔及正射影像進行調繪物件是否遺漏、接邊是否一致，圖示及註記設定是否符合規範及圖幅整飾是否符合規範有關圖幅整飾規定。以上缺失不得超過地物數量 5%(少於 10 類)及圖幅整飾之缺點不得超過 5 處。

三、程式檢核

透過執行團隊開發的五千分之一基本地形圖檢核程式，可避免大多數的圖面錯誤，如圖 3-5。

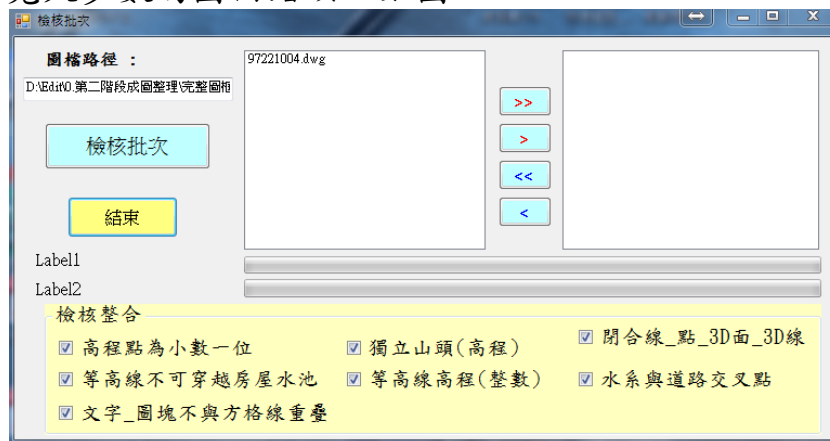


圖 3-5 五千分之一基本地形圖檢核程式

四、人工檢核

採用五千分之一基本地形圖幅九宮格方式逐格檢視圖幅內容是否合理，檢核項目主要是調繪圖是否完整轉繪至圖面、圖層順序及出圖檔圖層塗色是否完整。其中調繪圖是否完整轉繪至圖面之檢核，應由外調人員檢核完整性。

第八節 地理資訊成果完整性檢核

採全面性檢核(含格式檢查及圖層品質檢核)，分幅檢核地形圖 CAD 圖檔轉換至 GIS 圖層成果之差異性及完整性，是否有錯誤及不合理之情形，包括地物不可有遺漏(圖元數量檢核)、形狀(幾何形狀檢核)不可有變形及檢察屬性內容是否正確，包含詮釋資料檢查(利用詮釋資料自動檢核程式 100%檢查)。

一、幾何檢核

利用 ArcGIS Topology Rules 檢核程式將錯誤處匯出，經由人工檢視或程式自動處理並將不合理圖元修正，常見圖層檢核項目舉例說明如表 3-5。

表 3-5 地理資訊圖層位相關係檢核

圖層類型	位相規則
面	面不能重疊、面不能有間隙
線	線不能重疊、線不能有虛擬節點、線不能自我相交、線不能相交、線不能有 Dangle
點	點不能重疊
點與面	點必需在面內
點與線	線端點必需在覆蓋在點上
線與面	線必需在面內
面與面	面與面不能重疊、面必需涵蓋在面內

以下舉例說明 GIS 幾何檢核常見之錯誤與處理方式：

1. 單一圖層圖徵重複或重疊：CAD 轉置 GIS 時，部分面會出線重疊情況，用 ArcGIS Topology Rules Overlap 檢核錯誤之處如圖 3-6，需將重疊部份刪除。



圖 3-6 建物重疊錯誤

2. 單一圖層線圖徵自我相交或彼此相交、重疊問題：在等高線、道路中線、流域中線等線圖元常會因繪製時出現線段相交問題(如圖 3-7)，而相交情形多種，必需以人工檢核之方式修正，如程式判斷為相交，但實為路網突出線段未正確連接到交叉路口，需將突出線段端點移至正確路口。

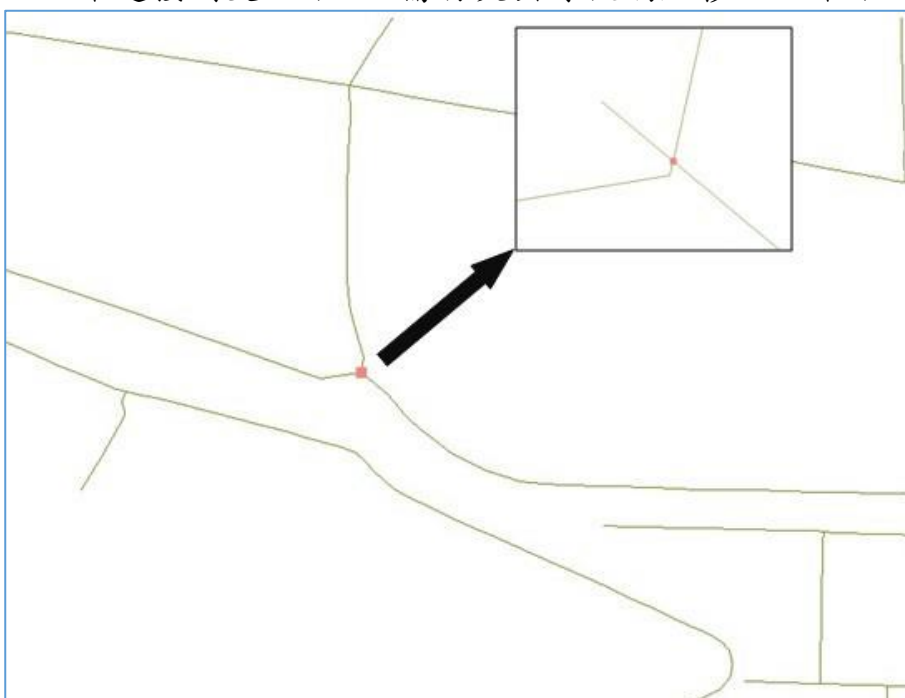


圖 3-7 路網彼此相交

3. 單一圖層線圖徵之線段間有虛擬節點：等高線、道路中線、流域中線常出現虛擬節點錯誤，需將虛擬節點兩邊線段整併為同一條線段如圖 3-8，此段路網並無與橋樑、隧道、虛擬道路以及行政界交界，所以不需斷點。

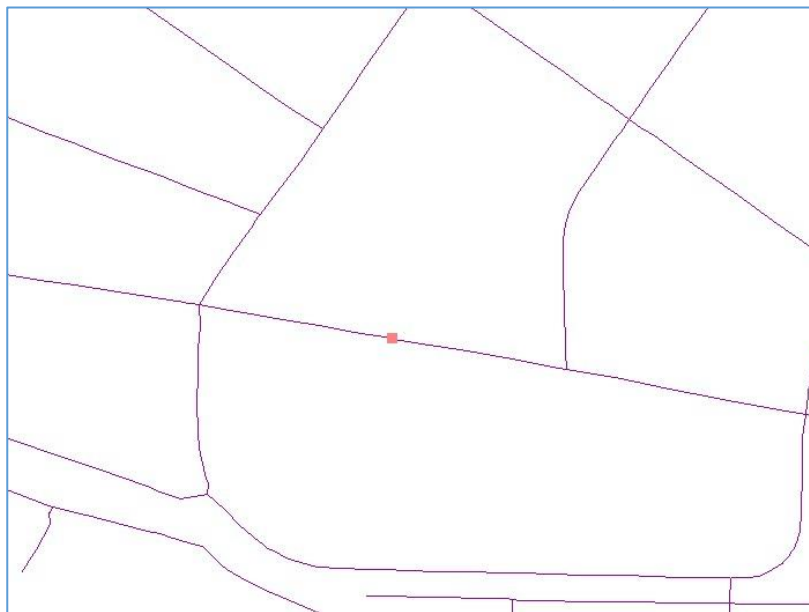


圖 3-8 路網虛擬節點錯誤

4. 不同圖層不能重疊：如建物區不能與一般道路面重疊，建物區需受道路面約制不得超過道路線，如圖 3-9。

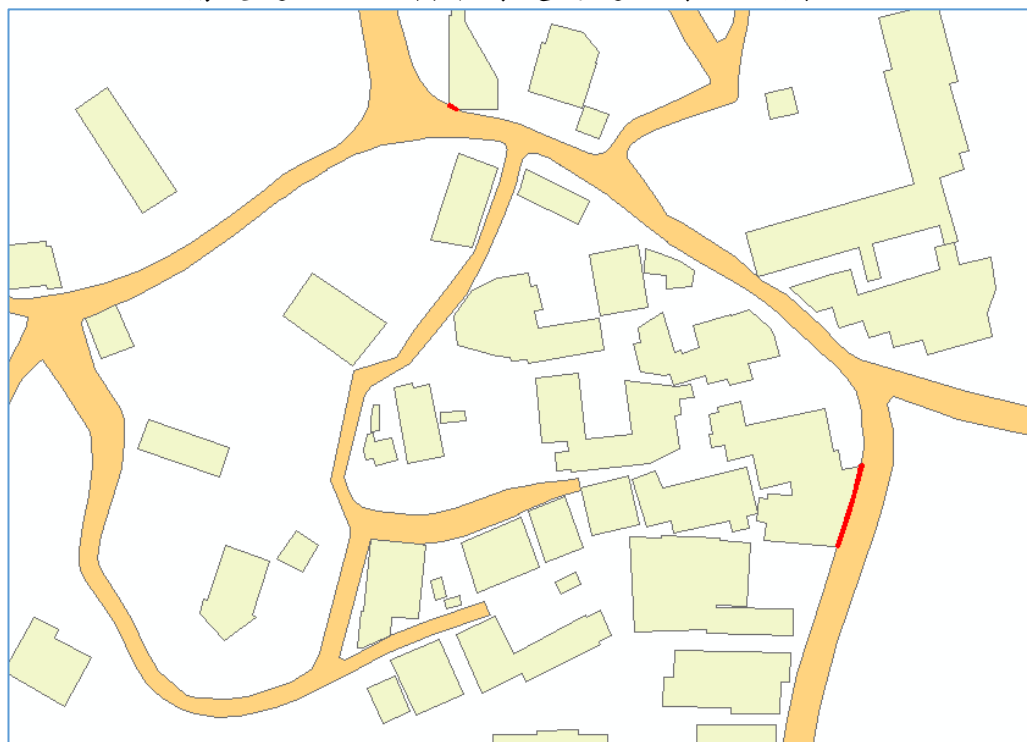


圖 3-9 建物不能重疊道路錯誤

二、屬性檢核

各圖層及屬性資料是否依規範圖層內容架構建置？屬性資料是否依資料欄位格式（欄位名稱、型態及長度）建置，以及投影坐標系統是否依規定設置，均需確定無誤。

圖層屬性內容除了檢核是否連接錯誤或應填入而未填外，圖層之合理性為檢核重點，尤其路網常見道路名稱或道路編號不合理情形，可將同一道路名稱或編號以同一顏色展示，可清楚查核出不合理處，如圖 3-10 為鄉道北 42 號，可清楚發現圖中不連續處。以此方式逐一檢核路網或水系之屬性合理性。

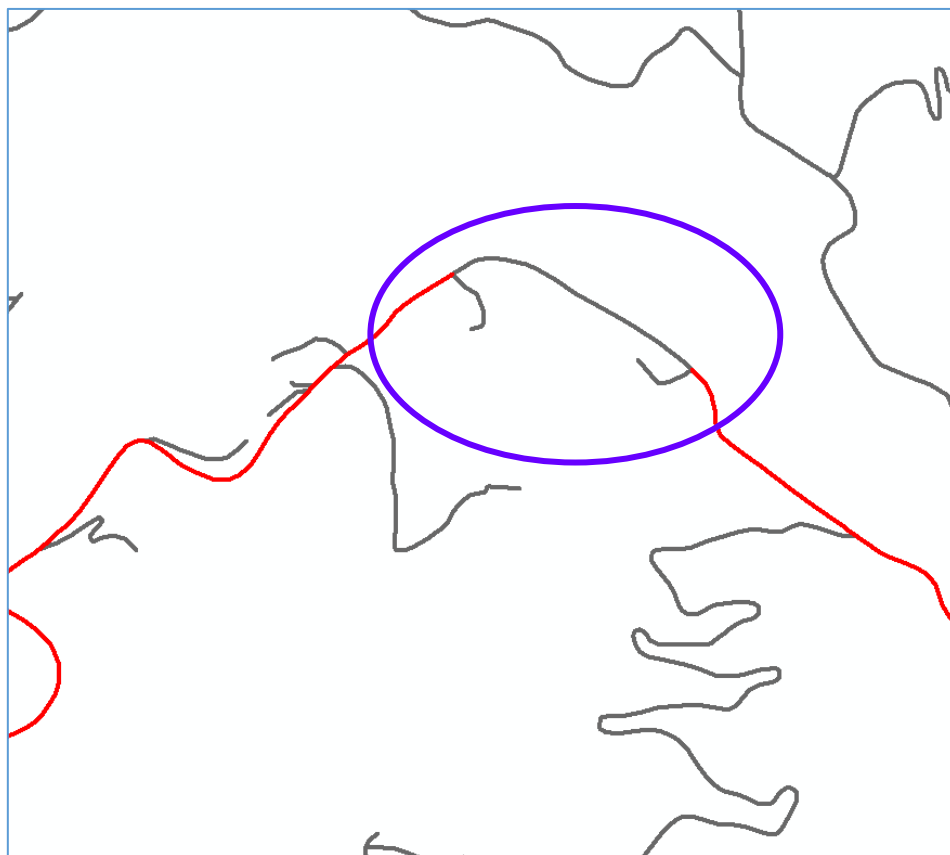


圖 3-10 路網或水系屬性檢核

第九節 交付成果格式及數量檢核

- 一、依據表 2-15 所有繳交成果之檔案格式及數量進行全面性檢核。
- 二、地形圖 GIS 資料庫成果主要以分幅及全區方式儲存，並以分批、分區方式檢送進行資料庫品質之檢核，於資料庫送驗前，首先需針對資料項目與數量，詳細比對清單，並檢核檔案開啟、資料種類及數量，檢核項目如下：
 - 1、需完整涵蓋該批範圍及清單中所列資料種類、名稱及數量。
 - 2、所繳交檔案需可完整開啟，非錯誤檔案或空資料檔案。
 - 3、成果電子檔、成果清冊(至少包含圖名、圖號、行政區域、檔案格式、數量等)。

第四章 歷年圖資調整修正與銜接整合處理方式

第一節 歷年圖資成果調整修正

本年度與歷年圖資相較並無新增或調整圖幅情形。

第二節 與相鄰作業區圖幅銜接整合方式

一、銜接整合作業原則：

- (一)、與其它作業區接邊處理。
- (二)、原則上以先製圖者優先提供接邊製圖作業。
- (三)、建立互信通報機制，建立良好製圖成果。
- (四)、與其它作業區成果接邊處理原則上以本年度成果為主進行順接。

二、接邊作業原則：

- (一)測量誤差內造成之接邊問題：以順接合理為原則。
- (二)地形變化造成之接邊問題：保留原圖，不作接邊，另外註記地形變化區域之位置，列冊存檔，提報國土測繪中心。
- (三)因測製錯誤造成之接邊問題：保留原圖，不作接邊，另外註記錯誤區域之位置，列冊存檔，提報國土測繪中心。如原測製圖幅尚在保固期內，提供給原測製廠商修訂後再行接邊，超出保固期者另外討論處置。
- (四)接邊整合成果範例如圖 4-1。

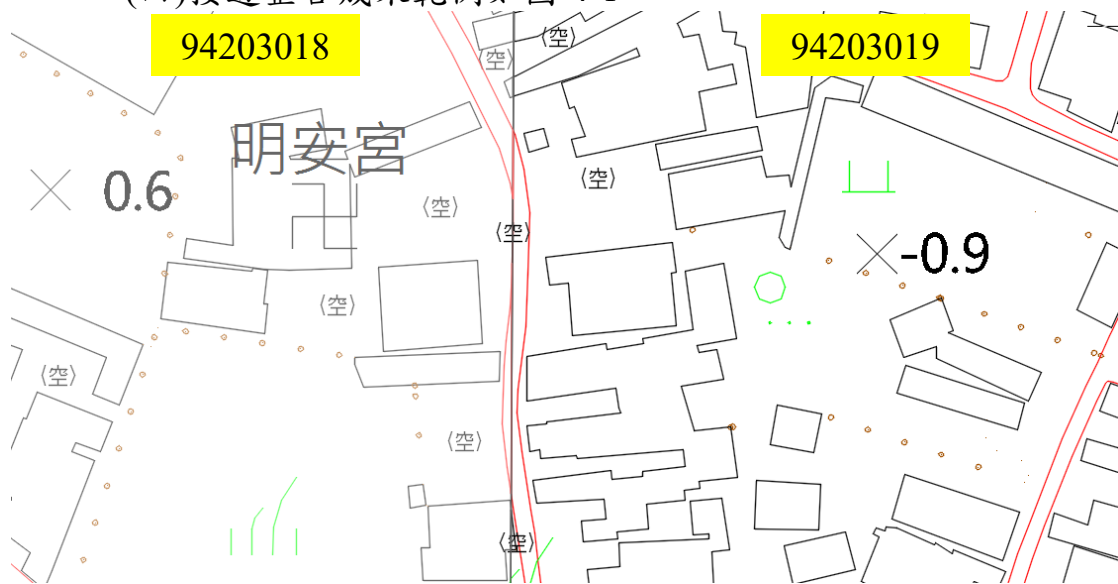


圖 4-1 本計畫 94203019 與第 1 作業區 94203018 接邊整合處理

三、承作區域與歷年修測區接邊情況

本計畫承作之第 2 作業區與多個年度修測區有接邊情況，包括 108 年第 1 作業區、107 年第 2 作業區、100 年與 99 年成果，詳圖 4-2。處理接邊將依照前述原則辦理。

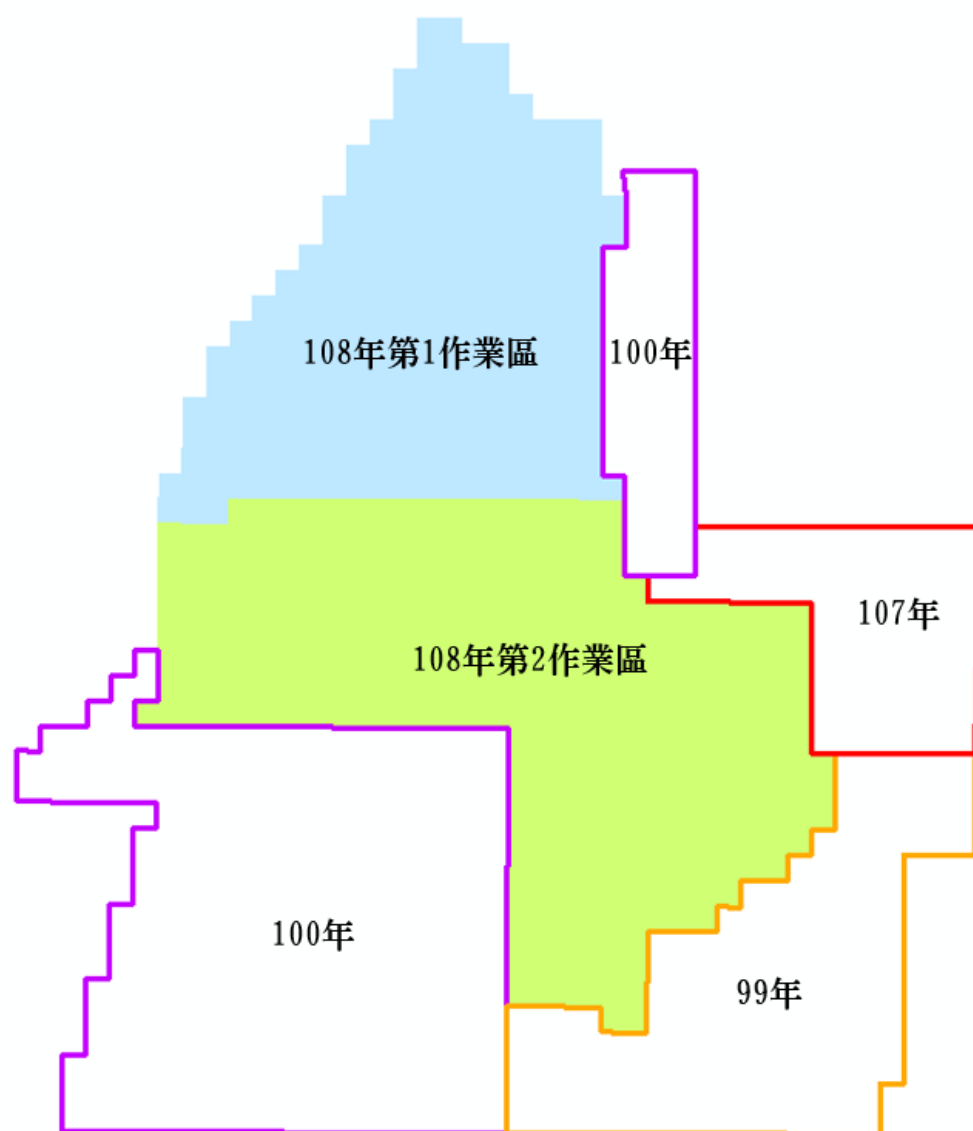


圖 4-2 承作區域與歷年修測區接邊情況

第五章 檢討與建議

第一節 作業檢討

一、本年度作業比起 107 度有明顯工期延宕，究其原因有三：

1. 不預期調整第 3-2 階段交付範圍造成產出落差

本公司原先規劃第 3-2 階段圖幅區(70%山區+30%鄉鎮平原區)受此區內光達數位中片幅影像、ADS40 及 DMC 影像申請時程參差不齊有落差及中片幅影像空三平差產出速度慢(108/07/30)影響，最後不得不考量期程將第 3-2 階段約 153 幅調整至測區西側佔約 45%圖幅複雜的農業坵塊及鄉鎮市聚落區，這調整規劃看似圖幅數量不變，實際上立體製圖及調繪工作量對比原規劃測區增加約 50%以上，也造成已投入生產的部分圖幅同步調整至 4-2 階段對於第 3-2 階段進度毫無幫助，打亂了整個作業產線及人力安排，以致於工期略有延宕 47 天(108.9.26-108.11.11)。

2. 4-2 階段光達數位中片幅影像 2194 張空三整合平差及製圖生產速度低落影響 4-2 階段整體進度

4-2 階段內全部使用光達影像製圖圖幅約有 19 幅，本年度中片幅光達影像計採用 1837 張 PhaseOne IX180(10328x7760, 5.2um)及 353 張 DiMAC Ultralight, 8984x6732, 6um)涵蓋約 48 幅基本圖，如圖 2-11 相片涵蓋圖可知兩種相機因為片幅小，一張基本圖約需 48~55 張影像涵蓋，與 DMC/UltraCam 只需 4-6 張影像差異甚大(差異約 10 倍)，空三階段為提升 tie point 連結點尋找容易度及辨認度(山區因為高差大，點位辨認受高差位移影響很大)，會全部加入平差(但會剔除部分有雲及側向重疊度過大>60%航帶影像)，由於取用的中片幅影像皆坐落於嘉義山區，對於原先估算的空三量測除錯計算時間多花費了近乎 80%~100%時間(原先預估 108/04/30，受部分影像取得或補正，第 1 區空三 108/5/7 交付

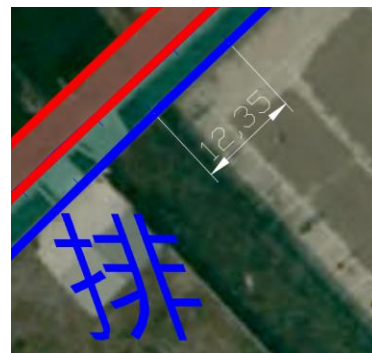
審查，第 2 區空三延至 108/7/30 交付)，作業過程中也發生中片幅相機畸變差及像主點像片坐標 XY 方向定義問題造成空三量測誤差過大(如附件 5)。也因為如此只好在第 4 次工作會議(108/06/27)將原規劃 4-2 與 3-2 階段範圍對調以免因為空三遲延影響製圖產出，但是一來決定時間點過慢，加上 3-2 階段製圖範圍為高密度農業區及鄉鎮市發展聚落，為確保 3-2 階段成果品質，本公司增加調配人力因應，然而交付時程仍然遲延，確實是始料未及。由於受 3-2 階段遲延及光達影像立體製圖換模型及產製正射影像拼接所需時間加長影響(約增加 65%以上立製成本及 45%以上正射成本)，連帶影響 4-2 階段成果交付。

3.4-1 階段（第 3-2 階段延伸格式）像片基本圖出圖檔複雜線型不明原因線型比例錯誤影響交付進度

像片基本圖出圖檔部份圖層是採用複雜線型表示（如溝渠、堤防、鐵路…等），各種線型的比例有一定的規定。過往的做法是依照設定好的像片基本圖出圖檔底圖檔製作即可，但在 4-1 階段時卻發生部份圖幅不明原因的複雜線型比例錯誤情況，如圖 5-1，為了查明發生原因與解決方案而造成交付進度的延遲。最終透過重新套入空白像片基本圖出圖檔底圖檔即可解決，未來將把上述程序列入標準工作程序，進而避免線型比例錯誤的情況再度發生。



正確溝渠線型比例



錯誤溝渠線型比例

圖 5-1 複雜線型比例錯誤案例（溝渠）

第二節 建議事項

有鑑於未來影像取得趨勢，考慮加入光達中片幅影像為基本圖製圖影像來源，因此，以下有幾點建議如下：

1. 空三量測

本年度取得的光達中片幅影像皆有外方位參數(直接地理定位或簡單空三平差解算產出)及相機率定報告(PhaseOne IXA180/FT002038 及 DiMAC Ultralight/EH021566)，對於光達產製正射影像而言是足夠的(光達反射點=>濾出地面點)，但對於基本圖製圖精度而言是不夠的(立體製圖向量+等高線)。因此，基於基本圖空三規範，勢必需要重新辦理嚴謹的空三量測解算以符合規範中對於連結點位置、重點數量及檢核點精度要求。特別是山區(非市區)，因為片幅小涵蓋範圍也小，對於找到足夠代表性連結點需要相當費神，實務上評估這部分對比 DMC 或 UltraCam 就會增加約 80%~100%工作量。

2. 立體製圖

在不刻意跳片下，光達中片幅影像模型數量是 DMC 或 UltraCam 影像的 10 倍(DMC 大片幅每幅基本圖 4 個模型，IXA180 或 DiMAC 則需要 45-50 個模型)，即使跳片，每幅基本圖 IXA180 或 DiMAC 也要約 30 個模型，因此，實際作業上以立體測圖完成一幅基本圖對比 DMC 或 UltraCam 模型花費時間平均而言會增加 65%以上。

3. 正射影像

由於模型數量大，單片正射數量也同步增加，同理拼接數量也會增加。實務上評估完成一幅基本圖對比 DMC 或 UltraCam 會增加約 45%工作量。同樣是中片幅單片正射影像拼接成一幅 1/5000 正射影像問題不大，問題是與不同時期及不同來源正射影像(如 DMC/UltraCAM/ADS40)

拼接時會遭遇兩個難題，解決方案如下：

(1)色差處理：

中片幅影像色彩飽和高且紋理豐富，與鄰近正射影像色差問題還是可以透過標準色調片事先調好原始中片幅影像色調(一批次勻色)將色差降低後再正射拼接。

(2)接邊處理：

接邊問題是最大最難處理問題，因為中片幅影像拍攝高度與大片幅不同，因此雖然正射影像地面解析度相同，但是中片幅影像紋理豐富，幾何上接邊並無問題，紋理面是無法透過調色或其他方式處理的，正確做法是同一幅像片基本圖只能採用同一種來源影像製作(相同相機，飛行高度及時間帶)以避免不合理紋理出現在同一幅圖，造成非常不自然的中心透視成像。

4.光達中片幅影像提供時間要提早

綜上，如果未來能夠在確認標案啟動時，及早提供光達中片幅影像供辦理空三量測作業，或可降低空三作業時間衝擊，並及早規劃因應作業人力及方法，以提升作業品質及符合作業期程。

第六章 作業合理成本分析

未來大量使用光達中片幅影像辦理基本圖測製，縮短影像年度差距是測繪中心辦理基本圖修測的核心既定政策下，綜觀本次修測範圍中有光達中片幅影像、ADS 影像及大片幅影像（DMC、UltraCam）修測五千分之一基本地形圖的經驗，本公司即以此作業實務評估供測繪中心未來編列經費參考如表 6-1。

表 6-1 ADS、中片幅與大片幅影像製作基本圖合理成本分析表

五千分之一基本圖修測每幅單價							
項目	ADS 單價		大片幅單價		中片幅單價		備註
一、五千分之一基本地形圖修測	城區	鄉區	城區	鄉區	城區	鄉區	中片幅單價最高，大片幅單價次高，ADS 單價最低
	27,600	23,800	31,050	27,700	38,700	34,750	
1.控制測量	0	0	900	1,200	900	1,200	ADS 不需執行；大片幅與中片幅一致
2.空中三角測量	0	0	850	1,100	1,500	2,000	ADS 不需執行；中片幅較大片幅增加約 80%工時成本
3.影像控制區塊測製	0	0	400	400	400	400	ADS 不需執行；大片幅與中片幅一致
4.空載光達數值地形模型修測	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	ADS、大片幅與中片幅一致
5.空載光達產製等高線	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	ADS、大片幅與中片幅一致
6.正射影像製作	1,200	1,200	1,500	1,500	2,400	2,150	ADS 較大片幅降低約 20%工時成本；中片幅較大片幅增加約 45%工時成本，城區增加約 60%工時成本
7.地物測繪(立體測圖)	9,000	8,100	10,000	9,000	16,100	14,500	ADS 較大片幅降低約 10%工時成本；中片幅較大片幅增加約 65%工時成本
8.調繪補測	4,900	3,450	4,900	3,450	4,900	3,450	ADS、大片幅與中片幅一致
9.五千分之一基本地形圖編纂	4,900	3,450	4,900	3,450	4,900	3,450	ADS、大片幅與中片幅一致
10.延伸格式製作	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	ADS、大片幅與中片幅一致
11.詮釋資料製作	300	300	300	300	300	300	ADS、大片幅與中片幅一致