# 內政部國土測繪中心

# 發展影像高精度正射糾正

# 相關技術及系統

(95-97年度執行總結報告)

主辦單位:內政部國土測繪中心

執行單位:國立中央大學

中華民國九十八年八月二十一日



# 摘要

本計畫為三年計畫,配合內政部所建置高解析度數值地形模 型及影像控制點資料庫,進行高精度正射糾正相關技術研究及系 統開發,主要目的包括 (1)開發高解析度衛星影像正射糾正技 術,(2)開發作業型影像加值處理系統,(3)研發高解析衛星影像 與數位空照影像之真實正射糾正技術,(4)辦理高鐵沿線新市鎮國 土利用變遷偵測研究及(5)訂定航遙測正射影像測製規範。三年度 工作已順利執行完畢,以下簡述各年度工作成果。

95 年度執行之工作重點為系統離型開發及課題研究,主要 工作成果包括(1)建立福衛二號控制點量測、方位重建模式及正射 糾正技術,並分析不同解析度數值地形模型於福衛二號正射影像 之精度影響情形。(2)完成多航帶福衛二號影像色彩平衡技術開 發,並分析不同月份福衛二號影像拼接情形。(3)完成影像加值處 理系統離型程式開發工作。(4)完成航照影像真實正射糾正研究, 配合房屋模型進行遮蔽區偵測、遮蔽區補償、陰影區偵測及陰影 區增揚。(5)完成國土利用變遷偵測研究,建立像元式變遷偵測方 法。(6)訂定「航遙測正射影像之測製規範及審核機制」初稿。

96 年度執行之工作重點,包含影像加值處理系統功能提升 以及相關課題研究後續研發,主要工作成果包括(1)完成福衛二號 影像區域平差模式,包括最小二乘軌道密合、最小二乘軌道精密 修正、影像正射化及影像鑲嵌測試。(2)完成 QuickBird-2 影像嚴 密幾何改正模式及有理函數模式,及 IKONOS-2 影像有理函數幾 何定位模式。(3)影像加值處理系統部分進行系統功能提升,包括 整合內政部控制點資料庫、雲遮罩選取輔助工具及 SPOT-5、 QuickBird-2 及 IKONOS-2 影像正射糾正功能。(4)完成福衛二號 影像有理函數模式及嚴密幾何改正模式之真實正射糾正技術開

發。(5) 完成區塊式變遷偵測方法開發及測試。(6)衛星影像薄霧 補償技術開發。

97 年度執行之工作重點,包含影像加值處理系統功能提升、 影像加值處理系統運轉測試以及相關課題研究後續研發,主要工 作成果包括(1)建立多元感测器影像高程控制及區域平差技術, 提升多元感測器影像間之相對精度,及建立 WorldView-1 及 Kompsat-2 影像正射糾正技術。(2)影像加值處理系統部分進行系 統功能提升,包括整合多元感測器區域平差技術、接縫線選取輔 助工具、配合區域平差功能進行控制點量測介面修改及功能提 升、工作單管理介面更新。(3)完成影像加值處理系統運轉測試規 劃及系統測試,評估系統效能並改進系統功能。(4)完成福衛二 號、QuickBird-2 及航照影像針對房屋及道路模型,進行遮蔽區 偵測、遮蔽區補償、陰影區偵測及陰影區增揚。完成福衛二號與 QuickBird-2 影像真實正射糾正實作,處理範圍共計 2,000 公頃。 航照影像真實正射糾正實作,處理範圍共計 200 公頃。(5)比較 95 年度所發展像元式變遷偵測方法以及 96 年度所發展區塊式變 遷偵測方法。(6)完成改進薄霧補償模式,針對影像受薄霧影響區 域進行補償並與原有方法進行比較,並分析薄霧補償後的成果運 用於土地利用變遷偵測與判釋之效益。



目	錄		I
圖	目金	ج ج	[]] IV
衣	日分	來 •••••••	IX
<u> </u>	、尾	前言	1
1.	.1	計畫背景	1
1.	.2	研究目的	2
1	.3	97 年度工作成果	4
1.	.4	計畫具體效益	4
	`_	工作項目及內容	6
2.	.1	計畫整體構想	6
2.	.2	工作目標及工作期程	6
2.	.3	95年度工作方法及成果	12
2.	.4	96年度工作方法及成果	23
2.	.5	97年度工作項目及內容	31
2.	.6	計畫工作團隊	34
Ξ	、9	7年度工作執行方法	35
3.	.1	建立多元感測器影像區域平差模式	35
3.	.2	整合及提升影像加值處理系統	49
3.	.3	發展高解析度航遙測影像真實正射糾正技術	54
3.	.4	國土利用變遷偵測研究工作	61



3.5	教育訓練	66
四、9	97 年度執行成果	67
4.1	建立多元感測器影像區域平差模式	
4.2	整合及提升影像加值處理系統	121
4.3	發展高解析度航遙測影像真實正射糾正技術	
4.4	國土利用變遷偵測研究工作	159
4.5	更新航遙測正射影像測製規範	
4.6	論文發表	
五、村	檢討與建議	
五、札 5.1	檢討與建議	<b>188</b> 188
五、 5.1 5.2 3	檢討與建議 檢討 建議	<b>188</b> 188 189
五、 5.1 5.2 六、 新	檢討與建議 檢討 建議 結論	
五、札 5.1 5.2 3 六、新 七、新	檢討與建議 檢討 建議 結論 參考文獻	



圖	目	錄
---	---	---

2-2-1	三年度工作項目	. 7
2-2-2	95 年度工作項目	. 8
2-2-3	96年度工作項目	10
2-2-4	97 年度工作項目	11
2-3-1	色彩平衡處理成果	15
2-3-2	多光譜正射鑲嵌影像	16
2-3-3	工作單管理主畫面	17
2-3-4	點選控制點介面	18
2-3-5	影像鑲嵌介面	19
2-3-6	真實正射改正成果	20
2-3-7	變遷類別判釋之分類結果	22
2-4-1	鑲嵌影像接縫處局部放大影像	24
2-4-2	雲區塊偵測成果	27
2-4-3	真實正射糾正成果	28
2-4-4	石門水庫附近地物經薄霧補償前後之結果	29
3-1-1	異質數學模式間區域平差之工作流程圖	38
3-1-2	地面點、衛星位置及觀測向量之空間關係圖	39
3-1-3	航帶連結點地面位置示意圖	45
3-1-4	最小二乘配置法所使用之協變方函數	46
3-1-5	多元感測器影像區域平差測試區	48
3-2-1	接縫線選取	50
3-2-2	點選控制點介面	52
3-3-1	視線分析方法之示意圖	56
	2-2-1 2-2-2 2-2-3 2-2-4 2-3-1 2-3-2 2-3-3 2-3-4 2-3-5 2-3-6 2-3-7 2-4-1 2-4-2 2-4-3 2-4-1 2-4-2 2-4-3 2-4-4 3-1-1 3-1-2 3-1-3 3-1-4 3-1-5 3-2-1 3-2-2 3-3-1	<ul> <li>2-2-1 三年度工作項目</li></ul>



圖	3-3-2	遮蔽區範圍之示意圖
圖	3-3-3	遮蔽面之示意圖
圖	3-3-4	可視面之示意圖
圖	3-3-5	漸層補償之示意圖
圖	3-3-6	真實正射糾正測試區範圍60
圖	3-4-1	Landsat 衛星影像在光譜特徵空間其灰度值飄移情形63
圖	3-4-2	相同 HOT 值下最小像元灰度值64
圖	4-1-1	福衛二號衛星影像69
圖	4-1-2	QuickBird-2 衛星影像69
圖	4-1-3	IKONOS-2 衛星影像70
圖	4-1-4	WorldView -1 衛星影像70
圖	4-1-5	Kompsat-2 衛星影像70
圖	4-1-6	高解析衛星影像重疊示意圖71
圖	4-1-7	控制點資料庫控制點分布72
圖	4-1-8	5 公尺網格數值地形模型
圖	4-1-9]	Formosat-2_1 絕對精度誤差向量圖(組合 1)76
圖	4-1-10	Formosat-2_2 絕對精度誤差向量圖(組合 1)77
圖	4-1-11	WorldView-1 絕對精度誤差向量圖(組合 1)
圖	4-1-12	Formosat-2_1 相對偏移量誤差向量圖(組合 1)
圖	4-1-13	Formosat-2_2 相對偏移量誤差向量圖(組合 1)
圖	4-1-14	WorldView-1 相對偏移量誤差向量圖(組合 1)
圖	4-1-15	Formosat-2_1 絕對精度誤差向量圖(組合 2)
圖	4-1-16	Formosat-2_2 絕對精度誤差向量圖(組合 2)
圖	4-1-17	'QuickBird-2-basic 絕對精度誤差向量圖(組合 2)



圖 4-1-18 Formosat-2_1 相對偏移量誤差向量圖(組合 2)	86
圖 4-1-19 Formosat-2_2 相對偏移量誤差向量圖(組合 2)	87
圖 4-1-20 QuickBird-2-basic 相對偏移量誤差向量圖(組合 2)	88
圖 4-1-21 Formosat-2_1 絕對精度誤差向量圖(組合 3)	90
圖 4-1-22 Formosat-2_2 絕對精度誤差向量圖(組合 3)	91
圖 4-1-23 IKONOS-2 絕對精度誤差向量圖(組合 3)	92
圖 4-1-24 Formosat-2_1 相對偏移量誤差向量圖(組合 3)	93
圖 4-1-25 Formosat-2_2 相對偏移量誤差向量圖(組合 3)	94
圖 4-1-26 IKONOS-2 相對偏移量誤差向量圖(組合 3)	95
圖 4-1-27 Formosat-2 絕對精度誤差向量圖(組合 4)	97
圖 4-1-28 QuickBird-2 絕對精度誤差向量圖(組合 4)	98
圖 4-1-29 WorldView-1 絕對精度誤差向量圖(組合 4)	99
圖 4-1-30 IKONOS-2 絕對精度誤差向量圖(組合 4)	99
圖 4-1-31 Kompsat-2 絕對精度誤差向量圖(組合 4)	100
圖 4-1-32 Formosat-2 相對偏移量誤差向量圖(組合 4)	101
圖 4-1-33 QuickBird-2 相對偏移量誤差向量圖(組合 4)	102
圖 4-1-34 WorldView-1 相對偏移量誤差向量圖(組合 4)	103
圖 4-1-35 IKONOS-2 相對偏移量誤差向量圖(組合 4)	103
圖 4-1-36 Kompsat-2 相對偏移量誤差向量圖(組合 4)	104
圖 4-1-37 地面絕對精度比較	107
圖 4-1-38 相對偏移量比較	108
圖 4-1-39 Formosat-2_1 影像正射化成果	110
圖 4-1-40 Formosat-2_2 影像正射化成果	110
圖 4-1-41 WorldView-1 影像正射化成果	111



圖 4-1-42 QuickBird-2-basic 影像正射化成果	.111
圖 4-1-43 QuickBird-2- standard 影像正射化成果	.112
圖 4-1-44 IKONOS-2 影像正射化成果	.112
圖 4-1-45 Kompsat-2 影像正射化成果	.113
圖 4-1-46 WorldView-1 衛星影像、控制點及檢核點分佈	.115
圖 4-1-47 未經幾何校正前控制點及檢核點之誤差向量圖	.116
圖 4-1-48 嚴密幾何模式於不同控制點點數之檢核點均方根誤差	.116
圖 4-1-49 有理函數模式於不同控制點點數之檢核點均方根誤差.	.117
圖 4-1-50 WorldView-1 影像正射化成果	.118
圖 4-1-51 不同控制點其檢核點之均方根誤差圖	.119
圖 4-1-52 Kompsat-2 影像正射化成果	.120
圖 4-2-1 系統運轉測試影像涵蓋範圍	.123
圖 4-2-2 接縫線功能提升測試影像	.124
圖 4-2-3 待鑲嵌影像	.125
圖 4-2-4 影像重疊區	.125
圖 4-2-5 初始接縫線	.126
圖 4-2-6 擴大雲區塊	.127
圖 4-2-7 修正後接縫線(避開有雲區域)	.128
圖 4-2-8 修正後接縫線範例 1(移至邊緣特徵位置)	.129
圖 4-2-9 修正後接縫線範例 2(移至邊緣特徵位置)	.130
圖 4-2-10 影像顯示介面	.131
圖 4-2-11 新增點位介面	.132
圖 4-2-12 加入影像	.133
圖 4-2-13 加入影像瀏覽視窗-福衛二號	.134



圖	4-2-14 加入影像瀏覽視窗- SPOT-5	.134
圖	4-2-15 編修輸出影像視窗-福衛二號	.136
圖	4-2-16 編修輸出影像視窗- SPOT-5	.136
圖	4-2-17 工作單管理系統主畫面	.137
圖	4-3-1 測試區範圍	.143
圖	4-3-2 福衛二號影像	.143
圖	4-3-3 QuickBird-2 衛星影像	.143
圖	4-3-4 航空攝影測試區	.144
圖	4-3-5 測試區 DEM	.145
圖	4-3-6 測試區數值房屋模型	.145
圖	4-3-7 測試區數值道路模型	.146
圖	4-3-8 方位誤差向量圖	.147
圖	4-3-9 遮蔽區偵測測試資料	.148
圖	4-3-10 福衛二號影像真實正射成果(含遮蔽補償與陰影增揚)	.149
圖	4-3-11 QuickBird-2影像真實正射成果(含遮蔽補償與陰影增揚)	)150
圖	4-3-12 福衛二號影像真實正射成果局部放大	.152
圖	4-3-13 QuickBird-2 影像真實正射成果局部放大	.153
圖	4-3-14 衛照真實正射誤差向量圖(QuickBird-2)	.154
圖	4-3-15 航照影像真實正射成果	.155
圖	4-3-16 航照影像真實正射成果局部放大1	.156
圖	4-3-17 航照影像真實正射成果局部放大 2	.157
圖	4-3-18 航照真實正射誤差向量圖	.158
圖	4-4-1 高鐵桃園站及台中站附近區域偵測範圍	.160
圖	4-4-2 桃園高鐵車站特定地區開發前後衛星影像	.162



圖	-4-3 台中高鐵車站特定地區開發前後衛星影像1	64
圖	-4-4 原始福衛二號影像與 Clear Area 結果比較1	.66
圖	-4-5 不同方法得到之 HOT 轉換結果1	67
圖	-4-6 原始影像及利用不同方法進行薄霧補償後之結果1	.69
圖	I-4-7 薄霧補償與評估所使用影像1	70
圖	-4-8 兩組變遷偵測在輻射校正過程中所萃取使用之 PIF1	73
圖	-4-9 兩組變遷偵測所產生之變遷成果1	.74
圖	-4-10 兩組變遷偵測在水庫中之池水部分所產生之變遷成果1	75
圖	-4-11 高鐵桃園站附近區域影像相對輻射校正成果1	77
圖	-4-12 高鐵台中站附近區域影像相對輻射校正成果1	78
圖	-4-13 高鐵桃園站附近區域變遷偵測成果1	80
圖	-4-14 高鐵台中站附近區域變遷偵測成果1	.84



# 表目錄

表 2-3-1 本案福衛二號正射糾正成果與其他研究成果比較表	14
表 2-4-1 高解析影像衛星影像相關參數	25
表 2-4-2 幾何校正總表	25
表 2-5-1 97 年度工作內容比較	31
表 3-1-1 衛星規格	36
表 3-5-1 教育訓練課程大綱	66
表 4-1-1 工作進度甘梯圖(建立多元感測器影像區域平差模式).	67
表 4-1-2 台灣北部衛星影像相關參數	68
表 4-1-3 控制點影像坐標重複量測誤差統計表	72
表 4-1-4 測試影像控制點及航帶連結點數量	74
表 4-1-5 區域平差之實驗組合	74
表 4-1-6 組合1 成果總表	75
表 4-1-7 組合 2 成果總表	82
表 4-1-8 組合 3 成果總表	89
表 4-1-9 組合 4 成果總表	96
表 4-1-10 福衛二號衛星影像於各組合之比較-地面絕對精度	106
表 4-1-11 福衛二號衛星影像於各組合之比較-相對偏移量	106
表 4-1-12 影像正射化精度評估成果	109
表 4-1-13 幾何改正模式及控制點數量總表	115
表 4-1-14 以九個控制點進行幾何校正其檢核點誤差總表	118
表 4-1-15 Kompsat-2 不同控制點對應檢核點均方根誤差表	119
表 4-2-1 工作進度甘梯圖(整合及提升影像加值處理系統)	121



表	4-2-2	測試影像資料1	22
表	4-2-3	硬體配備1	39
表	4-3-1	工作進度甘梯圖(發展航遙測影像真實正射糾正技術)1	41
表	4-3-2	衛星影像屬性資料1	.44
表	4-3-3	航照影像參數表1	45
表	4-3-4	方位誤差分析表1	47
表	4-4-1	工作進度甘梯圖(國土利用變遷偵測研究工作)1	59
表	4-4-2	像元式的變遷偵測成果的 Error Matrix (高鐵桃園站)1	81
表	4-4-3	區塊式的變遷偵測成果的 Error Matrix (高鐵桃園站)1	81
表	4-4-4	各類變遷在面積上之比較(區塊式變遷偵測方法之成果)1	.82
表	4-4-5	像元式的變遷偵測成果的 Error Matrix (高鐵台中站)1	85
表	4-4-6	區塊式的變遷偵測成果的 Error Matrix (高鐵台中站)1	85
表	4-4-7	各類變遷在面積上之比較(區塊式變遷偵測方法之成果)1	86
表	4-5-1	已發表之論文1	.87
表	4-5-2	擬發表之論文1	87



一、前言

#### 1.1 計畫背景

運用高解析度資源衛星資料來解決製圖、土地利用監測、 都市規劃與環境變遷等問題,為航遙測相關研究及應用之趨 勢。為提高遙測影像與其他空間資料進行整合分析之效能,以 得到更有價值的分析結果,高精度遙測影像正射糾正為必要之 工作。因此,內政部自93年起,開始測製全國數值地形模型, 並製作全臺1/5,000彩色正射鑲嵌影像。數值地形模型除了可應 用於國土規劃外,亦可應用於產生正射影像,具有極高的應用 價值。

高解析度資源衛星影像正射糾正工作,除了幾何糾正模式 建立之外,仍需大量人力進行控制點選取。為提升影像正射糾 正之效率,大量且快速產製高精度正射影像,因此配合內政部 影像控制點資料庫之建立,發展高解析度資源衛星影像高效率 正射糾正方法,並建置影像正射糾正、鑲嵌及融合系統,提供 高效率衛星影像處理能力。由於高解析度衛星影像資料,對地 物之辨識能力已大為提升,除了傳統正射糾正,亦可利用三維 房屋與道路幾何模型進行真實正射糾正。

目前國人自主研發的福爾摩沙衛星二號(以下簡稱福衛二號)已於2004年5月21日昇空,衛星運行軌道每日均經過臺灣地區上空。具有多光譜(MS,四波段)及全色態(PAN)之8公尺及2公尺的空間解析能力,可高頻率獲取臺灣地區影像資料, 且國人對正射影像之需求巨增。為使我國躋身高科技國家,促進國土利用規劃,配合國家各項建設快速進行,有必要研發高

精度影像正射糾正相關技術。應用所產製之正射影像,可觀測 大範圍土地利用變遷。並制定航遙測正射影像測製規範,以作 為空間資訊產業相關應用之參考。

1.2 研究目的

本三年期計畫主要目的包括,第一為應用內政部所測製之 全國數值地形模型,以及影像控制點資料庫,開發高解析度衛 星影像正射糾正技術。第二部分為能快速產製高精度正射糾正 影像以及大範圍正射影像,開發作業型影像正射糾正、鑲嵌及 融合系統。第三部份配合三維房屋與道路模型,研發高解析衛 星 影 像 與 數 位 空 照 影 像 之 真 實 正 射 糾 正 (True Ortho-Rectification)技術。第四部份應用衛星正射糾正影像,辦 理高鐵沿線新市鎮國土利用變遷偵測研究。第五部分針對高解 析度航遙測正射影像訂定測製規範。

研發多元感測器影像高效率高精度影像正射糾正技術,建 立多元感測器影像之幾何定位模式,以產製高精度正射影像, 並藉由程式輔助提高產製正射影像之效率。為提供大範圍正射 影像,開發影像鑲嵌技術。並以工作單概念建立標準作業程序, 將多元感測器影像之正射糾正、鑲嵌及融合技術,整合成一作 業型影像加值處理系統。

在研發高解析度航遙測影像真實正射糾正技術方面,由於 高解析度航遙測影像資料,對地物之辨識能力已大為提升,因 此在進行正射糾正時,除了必須使用高解析度數值地形模型修 正地形高差移位外,亦應同時利用三維房屋與道路幾何模型進 行真實正射糾正。本計畫針對數位空照及高解析度衛星影像, 進行真實正射影像糾正技術之研發,以獲取資訊最完整之真實 正射影像。



對於大面積及迅速性的土地利用變遷,如採用傳統的地面 調查,實難達全面性、即時性的效果。因此大面積開發變遷偵 測及如何快速獲得變遷結果,則有賴遙測影像之數值資料。衛 星遙測具有全面性、即時性與週期性蒐集資訊之優點,此技術 應用於觀測大面積土地開發變遷,因此計劃使用遙測影像,進 行高鐵沿線新市鎮國土利用變遷偵測研究。

應用航測影像或高解析度衛星影像製作正射影像之技術已 臻成熟,正射影像之需求與日俱增。有鑑於影像品質之鑑定與 控制,有必要訂定航遙測正射影像測製規範。

95年度執行之工作重點,主要為影像加值處理系統離型開發及相關課題研究。影像加值處理系統離型開發包括規劃系統 架構、建立人機介面及開發運算模組。相關課題研究包括福衛 二號影像幾何改正、航照影像真實正射及土地利用變遷偵測。

96年度執行之工作重點,主要包含影像加值處理系統功能 提升以及相關課題研究後續研發。影像加值處理系統功能提升 包括提升系統自動化程度,及提升人機介面方便性。相關課題 研究後續研發,包括多元衛星影像幾何改正、福衛二號影像區 域平差、衛照影像真實正射及土地利用變遷偵測。

延續 95 及 96 年度執行工作內容,並提升本計畫執行之效 益, 97 年度(本年度)工作重點包含影像加值處理系統功能提 升、影像加值處理系統運轉測試以及相關課題研究後續研發。



### 1.3 97 年度工作成果

97 年度主要工作成果包括(1)建立多元感測器影像高程控 制及區域平差技術,提升多元感測器影像間之相對精度,及建 立 WorldView-1 及 Kompsat-2 影像正射糾正技術。(2)影像加值 處理系統部分進行系統功能提升,包括整合多元感測器區域平 差技術、接縫線選取輔助工具、配合區域平差功能進行控制點 量測介面修改及功能提升、工作單管理介面更新。(3)完成影像 加值處理系統運轉測試規劃及系統測試,評估系統效能並改進 系統功能。(4)完成福衛二號、QuickBird-2 及航照影像針對房屋 及道路模型,進行遮蔽區偵測、遮蔽區補償、陰影區偵測及陰 影區增揚。並完成福衛二號與 QuickBird-2 影像真實正射糾正實 作,處理範圍共計 2,000 公頃。航照影像真實正射糾正實作, 處理範圍共計 200 公頃。(5)比較 95 年度所發展像元式變遷偵測 方法以及 96 年度所發展區塊式變遷偵測方法。(6)完成改進之薄 霧補償模式,針對影像受薄霧影響區域進行補償並與原有方法 進行比較,並分析薄霧補償後的成果運用於土地利用變遷偵測 與判釋之效益。

#### 1.4 計畫具體效益

開發高解析度衛星影像正射糾正技術部份,針對數種高解 析度衛星建立正射糾正技術以及區域平差技術,可建立高解析度 影像正射糾正能力。而高解析度航遙測影像真實正射糾正技術, 可產製較傳統正射影像更精確之影像,修正正射影像中被人工 建物所遮蔽之區域。

所建置之影像加值處理系統,應用各項衛星影像處理技術,包括影像正射糾正、影像鑲嵌及融合等技術,並可處理多 種感測器之影像。系統中亦整合內政部所建製之影像控制點資

料庫,以及數值地型模型資料庫。利用影像加值處理系統可產 製高解析度衛星影像,供大範圍製圖、災害調查、國土利用調 查及地理資訊系統等應用使用。

應用航測影像或高解析度衛星影像製作正射影像圖之技術 已臻成熟,正射影像圖之需求與日俱增。所訂定航遙測正射影 像測製規範,可作為空間資訊產業相關應用之基準。



# 二、工作項目及內容

### 2.1 計畫整體構想

本計畫主軸為高解析度影像正射糾正,訂定航遙測正射影 像測製規範,可供後續研發正射糾正技術時作為參考依據。針 對福衛二號影像及其他高解析度衛星影像,開發多元感測器正 射糾正技術。針對多元感測器影像,開發正射糾正、影像鑲嵌 及影像融合等技術,並整合為一系統。應用所產製之福衛二號 正射糾正影像,辦理高鐵沿線新市鎮國土利用變遷偵測研究。 另外研發高解析度航遙測影像之真實正射糾正技術,同時利用 三維房屋與道路幾何模型進行真實正射糾正。

### 2.2 工作目標及工作期程

本計畫以三年期程就技術發展、系統開發、研究、規範及應 用等五類工作分別達成下列目標:

- 1. 研發多元感測器正射糾正技術
- 2. 建立影像加值處理系統
- 3. 發展高解析度航遙測影像真實正射糾正技術
- 4. 高鐵沿線新市鎮國土利用變遷偵測研究
- 5. 訂定航遙測正射影像測製規範

各項工作間之關係如圖 2-2-1 所示,多元感測器正射糾正技 術之研發可提供相關技術,用以開發影像加值處理系統,並可進 一步研發真實正射糾正技術。影像加值處理系統所產製之正射糾 正影像,需能通過所訂定之航遙測正射影像測製規範。最終利用 所產製之正射糾正影像,進行國土利用變遷偵測研究。

多元感測器正射糾正工作,主要目的在建立多元感測器正射 糾正及區域平差技術,並研發控制點自動匹配技術以提升正射糾 正效率。影像加值處理系統工作,主要目的在針對衛星影像建立

一高效率正射糾正、影像鑲嵌及影像融合系統,以快速產製高精 度且大範圍之正射影像。真實正射糾正工作,主要目的在針對數 位航照影像及高解析度衛星影像,利用三維房屋與道路幾何模型 進行影像真實正射糾正。國土利用變遷偵測工作,主要目的在發 展像元式及區塊式變遷偵測方法。測製規範工作,主要目的在訂 定航遙測正射影像測製規範草案。



圖 2-2-1 三年度工作項目

# 2.2.195 年度執行時程及工作內容

95年度計畫執行於95年8月11日起至96年6月6日止, 執行時間為300日曆天,計畫經費為345萬元。並於96年4月 26日舉辦專家會議,討論航遙測正射影像測製規範草案。95年 度計畫執行完畢後,於96年7月17日舉辦教育訓練-基礎理論

班,96年7月23、24、25日舉辦教育訓練-實務進階班。

95年度工作項目如圖 2-2-2 所示,多元感測器正射糾正部 分,95年度建立福衛二號影像正射糾正技術,該技術僅為單航 帶處理。影像加值處理系統部份,95年度研發福衛二號影像色 彩平衡技術,並應用於影像加值處理系統中。另外95年度完成 影像加值處理系統離型之建置工作。真實正射糾正部分,95年 度針對數位空照影像,利用三維房屋模型(Digital Building Model, DBM)進行影像真實正射糾正。國土利用變遷偵測部分,95年 度發展像元式變遷偵測方法,對於高鐵新竹六家車站附近區域進行 變遷偵測研究。測製規範部分,95年度完成航遙測正射影像測 製規範草案初稿。



圖 2-2-295 年度工作項目



### 2.2.2 96 年度執行時程及工作內容

96 年度計畫執行於96 年9月12 日起至97 年7月6日止, 執行時間為300 日曆天,計畫經費為559 萬元。96 年度計畫執 行完畢後,於96 年7月23、24 日舉辦教育訓練。

96 年度工作項目如圖 2-2-3 所示,多元感測器正射糾正部 分,96 年度延續 95 年度之單航帶福衛二號影像正射糾正技術, 建立福衛二號影像區域平差定位模式,以提升正射糾正影像間之 相對精度。另外 96 年度持續進行衛星影像正射糾正技術開發, 新增 QuickBird-2 及 IKONOS-2 影像正射糾正技術,同時應用研 發成果於影像加值系統中。影像加值處理系統部份,96 年度針 對 95 年度所建置之影像加值處理系統離型進行功能提升,包括 整合內政部影像控制點資料庫。另外開發多航帶影像最佳化色 彩平衡及補償技術,以提升系統效率減少操作人員負擔。並加 入 QuickBird-2、IKONOS-2 及 SPOT-5 影像正射糾正功能。真 實正射糾正部分,96 年度針對高解析度衛星影像,利用三維房 屋模型進行影像真實正射糾正。國土利用變遷偵測部分,96 年 度針對像元式變遷偵測方法加以改進,發展區塊式變遷偵測方 法。並開發薄霧補償方法。測製規範部分,則檢視航遙測正射 影像測製規範草案,是否需要修訂或更新。





圖 2-2-396 年度工作項目

# 2.2.3 97 年度執行時程及工作內容

97 年度計畫執行於 97 年 9 月 26 日起至 98 年 6 月 12 日止, 執行時間為 270 日曆天,計畫經費為 445 萬元。並於 98 年 4 月 24 日舉辦專家會議,討論航遙測正射影像測製規範草案。97 年 度計畫執行完畢後,於 98 年 7 月 23、24 日舉辦教育訓練。

97 年度工作項目如圖 2-2-4 所示,多元感測器正射糾正部 分,97 年度綜合前期之研發成果,建立多元感測器區域平差模 式,包括福衛二號、IKONOS-2、QuickBird-2、WorldView-1 及 Kompsat-2 影像。影像加值處理系統部份,97 年度針對前期所 建置之影像加值處理系統,進行功能提升及運轉測試,以確保 系統功能完備。真實正射糾正部分,97 年度統整前期研發成果, 同時利用三維房屋與道路模型(Digital Road Model, DRM),開發 數位空照及高解析度衛星影像真實正射糾正技術。國土利用變 遷偵測部分,97 年度利用前期所發展之變遷偵測方法,實際測 試高鐵桃園及台中車站附近區域進行變遷偵測研究。改進薄霧 補償模式,分析薄霧補償後成果運用於土地利用變遷偵測與判 釋之效益。測製規範部分,則檢視航遙測正射影像測製規範草 案,是否需要修訂或更新。



圖 2-2-497 年度工作項目



# 2.3 95年度工作方法及成果

### 2.3.1 發展福衛二號之幾何定位模式與影像正射糾正技術

依據福衛二號感測器之幾何特性,研發福衛二號影像正射 糾正技術。採用嚴密幾何改正模式中之直接地理定位法,以星 曆資料為基礎,對星曆資料進行精化,取得精密的方位參數。 方位重建可分為三個步驟,首先針對姿態進行修正,接著對衛 星軌道位置進行修正,並使用最小二乘配置模式對軌道進行精 密修正,影像正射化則使用區塊逆轉換模式進行。測試成果顯 示長航帶正射影像其檢核點均方根誤差在4公尺以內,而單幅 正射影像其檢核點均方根誤差約為2公尺。分析比較利用不同 解析度數值地形模型產製福衛二號正射影像之精度。真實資料 分析成果顯示,若使用5公尺數值地形模型進行影像正射化, 其正射影像精度可提升 1.4 公尺,若在極陡峭山地,其精度可 提升2.6公尺。

提升福衛二號正射糾正自動化程度部分,利用控制點影像 模片以自動匹配方式量測控制點之影像坐標。影像匹配策略包 括:(a)由於控制點影像模版與衛星原始影像間變形甚大,因此 使用初始方位參數及數值地形模型校正衛星影像之變形,使用 校正後的衛星影像進行匹配。(b)用影像金字塔方式,由粗而細 進行匹配。(c)利用標準化互相關係數法匹配概略位置,再用最 小二乘匹配法匹配精確位置。(d)加入粗差偵測模式,剔除匹配 錯誤點。測試成果顯示匹配成果之均方根誤差在 1.5 個像元以 內。



95 年度正射糾正成果與其他研究成果比較如表 2-3-1 所 示。福衛二號正射糾正之方法主要包括直接地理對位、光束法 平差[林義乾, 2006]、有理函數模式[林義乾, 2006; 蔡文龍, 2005]。本案所提出的直接地理對位對控制點的需求較低,針對 單幅影像,使用 9 個控制點即可達 1 個像元之精度。光束法需 要 30 個控制點, 三階有理函數模式需要 70 個控制點才能達到 1 個像元之精度。比較成果顯示,本案所提出的方法可提供高 精度成果且具實用性。

### 2.3.2 發展多航帶福衛二號影像鑲嵌之色彩平衡技術

針對多航帶福衛二號影像鑲嵌工作,開發相鄰兩影像間色 彩平衡技術,提升多航帶影像間色彩資訊之一致性。考量福衛 二號影像之光譜特性,開發多航帶影像色彩平衡技術,並納入 影像加值處理系統中。本計畫使用直方圖匹配法[Richards & Jia, 1999]進行重疊區影像色彩平衡。直方圖匹配法係分別統計參考 影像及套合影像的影像灰階值直方圖,並調整套合影像的直方 圖使其累積灰階直方圖形狀與參考影像相似。使兩影像灰階值 盡量靠近,不至於有過大的差異性。測試成果如圖 2-3-1 所示, 經色彩平衡處理後原本影像間色彩不連續現象已消除。

額外利用所開發之影像色彩平衡程式及介面,分析不同月 份福衛二號影像拼接情形。測試成果顯示,影響色彩平衡成果 主要因素為農作季節性變化、地形陰影及霾。



# 表 2-3-1 本案福衛二號正射糾正成果與其他研究成果比較表

文獻	幾何校正方法	測試資料說明	成果	分析
	直接地	單幅影像長度	單幅影像長度成果:使用9	直接地理對位充份使
	理對位	24km,長軌道影像長	個控制點及 34 個檢核點,	用載體參數,可減少對
		度 340km(15 幅),控	檢點核均方根誤差為 2 公	控制點的需求。成果受
		制點及檢核點由	尺。	限於控制點品質。
		1/5000 相片基本圖	長軌道影像成果:使用 33	
		測量取得。	個控制點及 72 個檢核點,	
			平均一幅影像使用 3 個控	
			制點,檢核點均方根誤差為	
			4 公尺。	
林義乾,	光束法	使用單幅影像,影像	單幅影像使用 30 個控制點	光束法為一嚴密之處
2006	平差	長度 28.8km,控制點	及 71 個檢核點,檢核點均	理,需給定適當的權以
		及檢核點由航測影	方根誤差小於2公尺。	克服參數間高相關之
		<b>像控制區塊量得</b> ,平		問題。
林義乾,	有理函	面精度 0.2m,高程精	一 <b>階</b> 有理函數模式,單幅影	有理函數模式較嚴密
2006	數模式	度 0.5m。	像使用 50 個控制點, 71 個	幾何模式簡易,但需要
			檢核點均方根誤差為 12 公	使用大量地面控制點
			尺。 <b>二階</b> 有理函數模式,單	才能得到穩定的結果。
			幅影像使用 60 個控制點,	
			71 個檢核點均方根誤差為	
			2.6 公尺。 <b>三階</b> 有理函數模	
			式,單幅影像使用 70 個控	
			制點,71 個檢核點均方根	
			誤差為2公尺。	
蔡文龍,	有理函	使用單幅影像,控制	使用39個控制點及33個檢	有理函數模式較嚴密
2005	數模式	點及檢核點由	核點。 <b>一階</b> 有理函數模式,	幾何模式簡易,但需要
		1/1000 數值地形圖	檢核點均方根誤差為 3 公	使用大量地面控制點
		量得。	尺。 <b>二階</b> 有理函數模式檢點	才能得到穩定的結果。
			核均方根誤差為5公尺。三	
			<b>階</b> 有理函數模式檢核點均	
			方根誤差為4公尺。	
田福安	直接地	使用單幅影像。	單幅影像成果:使用 25 個	直接地理對位充份使
等,2004	理對位		控制點及14個檢核點,檢	用載體參數,可減少對
			核點均方根誤差在兩方向	控制點的需求。成果受
			為 9.79 及 6.82 公尺。	限於控制點品質。





(a) 色彩平衡處理前

## (b) 色彩平衡處理後

## 圖 2-3-1 色彩平衡處理成果

### 2.3.3 建立影像加值處理系統

設計規劃資源衛星之正射糾正、鑲嵌及融合作業型系統架 構。規劃工作單內容及標準作業程序,圖形化人機介面設計, 包括工作單管理、控制點設定、正射糾正設定、影像品管檢驗、 影像鑲嵌及影像融合等操作介面。本系統採用工作單形式控管 所有工作流程。最後使用所開發之系統雛型,進行大範圍正射 影像鑲嵌測試,測試資料選擇中臺灣四個航帶之福衛二號影 像,各航帶分別包括四幅影像,多光譜影像鑲嵌成果如圖 2-3-2 所示。





圖 2-3-2 多光譜正射鑲嵌影像

本系統採用工作單形式控管所有工作流程,使用者可以經 由工作單管理介面了解目前工作項目,工作單管理介面成果如 圖 2-3-3 所示。每一個工作單管理一項工作,而工作內容之相關 資訊則以專案檔之方式儲存,專案檔中包含輸入影像資訊、輸 出影像資訊、各項工作參數等資料。本系統功能分為三個主要 部分:正射糾正、影像鑲嵌及影像融合,這三個功能在開始進 行前,均利用工作單管理介面新增工作單,依據相對應之工作 設定輸入影像資訊、輸出影像資訊、各項工作參數等資料。

正射糾正最耗費工時的部分是控制點之人工量測[Rau et at., 2003],人機操作介面設計的好壞,直接影響到操作員的工作效 率。因此建立良好之人機介面,連結影像控制點資料庫,並整 合幾何糾正模組,以輔助操作人員進行控制點量測工作,所建 立之控制點量測介面如圖 2-3-4 所示。由於影像鑲嵌的步驟十分 繁瑣,且人工介入的部分相當多,因此在操作、展示及運算之 效率並不容易提升。因此提供一良好之人機介面,讓操作人員

易於使用,所建立之影像鑲嵌介面如圖 2-3-5 所示。

本系統軟體部分主要分為兩大部分,第一是人機介面,包 括工作單管理、控制點點選、影像鑲嵌介面。第二為運算核心, 包括正射糾正運算核心、影像鑲嵌運算核心及影像融合運算核 心。工作單管理介面整合與影像資料庫操控部分使用 Microsoft Visual Basic .Net,而控制點點選及影像鑲嵌介面部分考量到影 像的展示速度及向量的編修,因此採用 Microsoft Visual Basic .Net與ESRI ArcObjects軟體工具箱進行軟體開發,使用 ArcObjects 工具庫可減少程式撰寫所耗費的時間。而在正射糾 正運算核心與影像鑲嵌運算核心部分則採用 Microsoft Visual C++。目前系統需要 ESRI 之 ArcView9.1 商用軟體安裝,其餘 所列軟體僅作為開發使用。為簡化硬體架構以及降低硬體設備 及維護成本,本系統之硬體架構是建立在個人電腦上。

197	160					#2.8V
A H IA (8)	工作某编就	1000	El st t che	操作员	起油目料	5 w.s.wm
入解號 eva	W0000776	Rectification	Import Complete	eva	2005/6/3	20
	W0001575	Rectification	Rectify Complete	augs	2006/6/15	20 SPEARS ImportCompare MERSERS Rectification
	W0001658	Rectification	OCP Marking	might	2006/7/24	20 衛星: FS2 然前器 RIMRIP
ERIAN J	W0001751	Clip Product	Weiting	line	(Nvil) 1	20
	W0001828	Rectification	度生工作單	line	2006/10/14	20 產品等級 67 地理範疇 台灣
WIND (R)	W0001833	Rectification	Rectify Complete	might	2006/10/18	20 (FEDTM TW40MS 100000 TWD67
10 I	W0001834	Mossia	Waiting	might	0000	20
215	W0001835	Rectification	Heiting	eva	(Nvill)	20 纳入影像数目 0 纳出影像数目 0
en a	W0001836	Mosea	Wating	eva	0010	20
C ITRALLAIPE						
EREALITA EREALITA EREALITA EREALITA EREALITA EREALITA EREALITA						

### 圖 2-3-3 工作單管理主畫面





(a) 影像顯示基本功能

(b) 控制點影像模板視窗

關閉視窗	軟道計算	誤差分	析	上抄	選取	C 遞調	排序	☞ 遞增排	序 [	啓動編輯模式	t	
Туре	Name	ds	dl	dr	dE	dN	dR	Sample	Line	East	North	Height
GCP	89	2.22	0.52	2.28	10.74	-7.13	12.89	4755.29	9849.67	343352.370	2768415.300	30.000
CHKP	184	-0.58	-1.82	1.91	-2.87	19.16	19.37	116.01	13030.74	281128.980	2748777.400	397.000
CHKP	767	-1.09	-1.38	1.76	-10.18	16.53	19.41	1967.33	15568.62	298905.730	2719257.490	385,000
CHKP	699	0.88	-1.47	1.71	16.98	11.71	20.63	828.98	25685.36	265270.360	2623094.260	1120.000
СНКР	739	0.21	'n 9n	0.92	-3.87	-8.02	8.88	2789 53	28768 82	282462 930	2588063 880	110 000

(c) 控制點表單

圖 2-3-4 點選控制點介面





(a) 影像顯示基本功能

選擇鑲嵌影像	-O×
影像來源	
參考航帶 Strip 1	•
鑲嵌航帶 Strip 2	•
<ul> <li>● 左像</li> <li>● 考航帯為:</li> <li>● 右像</li> </ul>	
中間影像檔案名稱	
加入	

(b) 設定影像鑲嵌順序

📭 鑲袍

- O ×



⊙ 低解析	カ
C 全解析	カ
自動多階層	鑲嵌
自動偵測接	縫線
鑲嵌緩衝區	30

(c) 影像鑲嵌順序樹狀圖

(d)影像鑲嵌設定

圖 2-3-5 影像鑲嵌介面



2.3.4 發展數位空照影像資料之真實正射糾正技術

95年度利用數值地形模型與三維房屋模型資料,針對多重 疊數位空照影像進行真實正射糾正之技術開發,主要工作分為 幾何與輻射兩部分。在幾何處理方面選擇一幅傾角最小的影像 為主影像,先進行地形與房屋高差移位修正,接著利用其他視 角的影像逐一補償被房屋遮蔽的區域。在輻射處理方面,首先 在補償遮蔽區影像時,考量三維房屋模型有一定的誤差,遮蔽 區邊緣在填補其他視角之影像資訊後,造成灰階不連續現象, 因此以加權平均勻化灰階不連續的現象。此外,影像中陽光造 成陰影現象,造成人工判讀困難,對成果輻射品質之影響不亞 於房屋遮蔽。配合太陽方位角與仰角,先自動化偵測陰影區位 置,再以直方圖匹配法進行自動化增顯,以得到最終之真實正 射影像。測試例如圖 2-3-6 所示。一般傳統正射影像上會有的房 屋傾倒及地物遮蔽現象,在真實正射影像中不再發生,可提供 更近似地圖之影像供使用者做各方面應用。圖 2-3-6(b)中紅色區 域為經補償後仍無法完全補償之遮蔽區域。



(a) 傳統正射影像

(b)真實正射改正影像

圖 2-3-6 真實正射改正成果



2.3.5 利用衛星影像辦理高鐵沿線新市鎮國土利用變遷偵測研究

95年度利用經幾何校正過後的福衛二號衛星影像進行變遷 偵測。輻射校正之方法採用相對影像正規化程序是基於[Du et al., 2002]在過去所提出之研究,其方法主要是利用 PCA 轉換以 及影像相關性之關係來過濾並產生在兩期影像中之未變異資 訊,進而產生未變遷區域之影像像元,並同時以這些未變遷之 影像像元建立兩時期影像之轉換關係。

利用像元(pixel-based)式的方法偵測前、後期福衛二號衛星 影像上的變遷區域。所使用之變遷方法為變異向量分析法,主 要流程分為兩個階段:(1)變遷/非變遷像元位置的偵測,(2)變 遷像元類別的判釋。第一階段偵測變遷/非變遷像元位置過程, 首先將前後期影像轉換成變異向量距離,接著自動化找出變異 向量距離影像的最佳門檻值,以獲得變遷/非變遷像元的二值化 影像。第二階段變遷像元類別的判釋,對第一階段偵測為變遷 的像元,計算變異向量的方向角,接著進行分類,可獲得變遷 類別分類影像。最後利用人工判釋變遷的類別。變遷類別判釋 之分類結果如圖 2-3-7 所示,為進一步分析分類結果之精度,在 研究中針對變遷區域之分類結果以人工隨機選取之方式進行檢 核,整體分類精度為 83.17%。

像元式變遷偵測方法,可針對大面積及迅速性的土地利用 變遷,利用遙測影像之數值資料,進行大面積開發變遷偵測及 快速獲得變遷結果。衛星遙測具有全面性、即時性與週期性蒐 集資訊之優點,此技術可應用於觀測大面積土地開發變遷。





圖 2-3-7 變遷類別判釋之分類結果

# 2.3.6 訂定航遥测正射影像測製規範

首先探討數位正射影像之各界需求及應用要求,針對幾何 精度、色調、色彩平衡、及接邊等要求界定正射影像之品質。 依據分析決定數位正射影像之品質標準及測製標準,並定義合 乎製作標準之航測影像及高解析度衛星影像之範疇,從而確定 正射影像糾正的條件及正射影像鑲嵌的要求。最後依據品質要 求,訂定數位正射影像之製作審核機制,以利未來測製工作執 行時之審查工作。所訂定航遙測正射影像測製規範詳細內容, 請參考附件4。

# 2.3.7 論文發表

本計畫 95 年度研究成果,於96 年9月6日、7日第二十 六屆測量及空間資訊研討會中發表兩篇論文,第一篇論文題目 為"整合房屋、道路及地形之高解析影像真實正射改正"。第二 篇論文題目為"影像匹配技術於控制點量測與衛星方位求解應 用"。
2.4 96 年度工作方法及成果

## 2.4.1 建立福衛二號之區域平差定位模式

96年度研發之福衛二號影像區域平差定位模式,考量多航 帶福衛二號影像整體精度,以航帶連結點及數值地形模型提供 航帶間之連結,使用最小二乘配置法進行區域平差,提升多航 帶福衛二號影像相對精度。針對福衛二號影像幾何特性建立區 域平差定位模式。使用衛星之載體資料進行嚴密幾何改正模 式,其主要工作可分為兩個階段,第一階段為最小二乘軌道密 合,使用衛星載體資料所提供的位置及姿態為初始值,將修正 量視為時間之低階多項式,以地面控制點進行修正。第二階段 為最小二乘軌道精密修正,使用最小二乘配置法對軌道進行修 正。在最小二乘配置法中,使用控制點及航帶連結點進行處理。

測試成果顯示,是否加入航帶連結點進行區域平差,對於 多航帶福衛二號正射影像其絕對誤差之影響不顯著,誤差變化 小於1公尺。而加入航帶連結點進行區域平差後,多航帶福衛 二號正射影像其相對誤差明顯降低,誤差平均降低約3公尺。 將所產製之多航帶正射影像,鑲嵌成大範圍之正射影像,並將 重疊區鑲嵌影像接縫處之影像放大。比較加入航帶連結點前後 之差異,檢查影像錯開的情形。圖2-4-1為影像接縫處之局部放 大影像。在未加入航帶連結點時,在圖2-4-1(a)中央區域可以明 顯發現影像有錯開的現象,造成影像模糊。在加入航帶連結點 後,在圖2-4-1(b)中影像錯開的現象幾乎完全消失,而影像僅有 些許模糊的現象。





(a) 未加入航帶連結點 (b)加入航帶連結點 圖 2-4-1 鑲嵌影像接縫處局部放大影像

## 2.4.2 發展多元感測器影像正射糾正技術

96 年度針對 QuickBird-2、IKONOS-2、OrbView-3 及 WorldView-1 衛星,開發影像正射糾正技術。由於 IKONOS-2 衛星未提供衛星之外方位參數,IKONOS-2 衛星部份則是建立 有理函數幾何定位模式。QuickBird-2 衛星則是建立嚴密幾何改 正模式及有理函數模式。OrbView-3 及 WorldView-1 衛星皆使 用有理函數幾何定位模式。

分別建立兩種正射糾正技術,即嚴密幾何模式及有理函數 模式 [Chen et. al., 2006; Toutin, 2004]。嚴密幾何模式考量成像 幾何的物理特性,包括焦距、感測器大小、衛星成像時動態取 樣之方位等,其物像空間轉換關係是以共線條件為基礎,且所 使用的參數具有物理之意義。有理函數模式則不考量成像幾何 的物理特性,以兩個多項式的比值進行物像空間轉換。

本年度共蒐集 9 組高解析衛星影像,相關參數詳列如表 2-4-1 所示。研究成果顯示,(1)使用 QuickBird-2 衛星影像進行 測試,嚴密幾何改正模式及有理函數模式的精度相似。(2)使用 IKONOS-2 衛星影像進行有理函數幾何模式分析,使用 9 個分

佈均勻的控制點,可達到 1 個像元的精度要求。(3)使用 OrbView-3 進行有理函數幾何模式分析,其定位精度約 1.25 個 像元。(4)使用 WorldView-1 進行有理函數幾何模式分析,其定 位精度優於 1 個像元。表 2-4-2 為多元感測器幾何校正之總表。 表 2-4-1 高解析影像衛星影像相關參數

	影像1	影像 2	影像3	影像4	影像5	影像6	影像7	影像8	影像9
感測器	QuickBird-2	QuickBird-2	IKONOS-2	IKONOS-2	IKONOS-2	OrbView-3	OrbView-3	WorldView-1	WorldView-1
測試區位置	台北	台北	台北	台北	台北	台北	台北	美國伊利 諾州	美國伊利諾 州
影像等級	Basic	Standard	Geo	Geo	Geo	Basic	Basic	Basic	Basic
成像日期	2005/ 12/23	2002/ 12/15	2002/ 02/21	2006/ 12/08	2006/12/0 8	2003/ 10/01	2003/ 10/01	2007/ 11/25	2007/ 11/25
Line GSD (m)	0.63	0.65	1.0	1.0	1.0	1.25	1.13	0.731	0.508
Sample GSD (m)	0.63	0.70	1.0	1.0	1.0	1.29	1.18	0.672	0.516
光譜解析度	全色態	全色態	全色態	全色態	全色態	全色態	全色態	全色態	全色態
仰角(°)	76.9	68.6	63.34	73.62	60.90	56.78	62.86	52.6	77.9
方位角(°)	117.7	272.0	224.69	82.40	161.58	46.06	140.07	26.9	78.3
影像大小 (pixel x pixel)	27552 x 29320	10348 x 16088	5772 x 9684	5772 x 9684	5772 x 9684	8016 x 9436	8016 x 9817	35170 x 23708	35170 x 27576
控制點及 檢核點數 量	51	47	53	50	47	25	36	9	10

表 2-4-2 幾何校正總表

單位:像元			控制點			檢核點		
影像编號	感測器	模式	點數	Sample	Line	點數	Sample	Line
影像1	QuickBird-2	RSM	9	0.66	0.60	42	1.16	1.13
影像1	QuickBird-2	RFM	9	0.78	0.78	42	1.13	1.11
影像2	QuickBird-2	RFM	9	1.14	0.85	38	1.38	1.07
影像3	IKONOS-2	RFM	9	0.43	0.73	44	0.86	0.82
影像4	IKONOS-2	RFM	9	0.38	0.37	41	0.84	1.08
影像5	IKONOS-2	RFM	9	0.52	0.39	38	0.83	0.94
影像6	OrbView-3	RFM	9	0.93	1.09	16	0.83	1.23
影像7	OrbView-3	RFM	9	0.40	0.48	27	1.13	1.01
影像8	WorldView-1	RFM	3	0.00	0.00	6	0.68	0.56
影像9	WorldView-1	RFM	3	0.00	0.00	7	0.70	0.92



## 2.4.3 影像加值處理系統功能提升

96年度整合內政部影像控制點資料庫,進行衛星影像正射 糾正。使用內政部所建置之影像控制點資料庫,可提供精度較 佳且影像模片較新之控制點。並整合影像控制點匹配功能,以 提升控制點量測效率。計畫中,總共取得278 筆控制點,共1088 筆影像模板。經測試,內政部影像控制點資料庫匯入本系統後, 所有控制點量測相關功能均能正常使用。

96年度工作針對影像鑲嵌工作,考量後續需進行色彩平衡 及影像間有雲區域之互相補償,採半自動方式產生雲遮罩,利 用影像處理方法標記有雲區域。處理程序包括 (1)初步判別雲區 位置並存成二值化影像、(2)雜訊去除、(3)搜尋雲區塊邊界。最 後再以人工對於所偵測出有雲區域進行編修。以上步驟可得偵 測到較亮的雲區塊,而較亮的雲區塊周圍較暗之雲區塊,則在 所偵測到之雲區塊周圍設定一緩衝區,在一定範圍內也視為雲 區塊。在影像鑲嵌過程中所需之雲區塊,並不需很準確只要沒 有遺漏即可。最終所得之雲區塊如圖 2-4-2 所示,大多數雲區塊 都被偵測到,少數亮度較低的雲區塊,則需要後續以人工圈選。

整合96年度所開發之 QuickBird-2 及 IKONOS-2 影像正射 糾正技術,增加影像加值系統可處理之衛星種類,使本系統成 為多元感測器影像加值處理之規模。另外亦將 SPOT-5 影像正 射糾正功能加入影像加值處理系統中。系統更新內容包括規劃 多元感測器影像正射糾正工作單、人機介面修改及正射糾正核 心更新。





(a) 福衛二號多光譜影像

(b)雲區塊

圖 2-4-2 雲區塊偵測成果

## 2.4.4 發展高解析度衛星影像真實正射糾正技術

於96年度工作項目為福衛二號影像真實正射糾正與影像補 償。影像正射化部分,整合福衛二號影像、數值地形模型與數 值房屋模型,建立嚴密幾何糾正模式與有理函數模式,進行影 像真實正射,消除地物之高差位移,包含地形與建物等,同時 測試兩種方法之成果品質。再者,影像補償部分,針對因地物 遮蔽造成之資訊不足區域,採用其他視角拍攝之影像進行補 償,最後產製一完整之正射影像。

以兩幅福衛二號全色態影像進行測試,測試區位於台北市 信義區,範圍為24公里x24公里,拍攝角度分別為3.92°與25.47 °。由處理成果顯示,使用有理函數模式與嚴密幾何模式可得到 近似之成果,但由於嚴密幾何模式需要龐大之計算量,藉由修



正載體參數以描述物空間與像空間之幾何關係,對比於有理函 數模式,不考量成像幾何特性,只以兩個多項式比值進行物像 空間轉換,較為簡潔單純。因此,處理大範圍之真實正射工作, 以有理函數模式進行可得到較佳之處理效率,及與嚴密幾何模 式近似之成果品質。有理函數模式及嚴密幾何模式之真實正射 糾正成果如圖 2-4-3 所示。



(a)有理函數模式



(b)嚴密幾何模式

圖 2-4-3 真實正射糾正成果

## 2.4.5 高鐵沿線新市鎮國土利用變遷偵測延續性研究

關於衛星影像變遷偵測應用中,95 年度至96 年度已針對 衛星影像之土地利用變遷提出相關之偵測方法。其中在95 年度 發展衛星影像輻射校正之方法以及像元式之變遷偵測方法,而 在96 年度再提出區塊式的變遷偵測方法針對像元式之方法加 以改進並進行比較與探討。96 年度以區塊為基礎之變遷偵測 法,其主要方法是將兩時期經輻射校正後之影像加以合併並形 成一幅波段數為原來兩倍之影像,之後即進行影像分割。影像 分割使用區塊成長法(region growing)。有變遷以及沒有變遷的 影像區域會因其中一期的影像輻射值變遷而分割開來,以達到 區分變遷區塊之目的。影像分割後所產生影像區塊,必須利用 其他之方法進行區塊是否變遷之判釋。利用高鐵新竹六家站作 為測試區加以測試。比較像元式以及區塊式之變遷偵測成果之 差異,像元式變遷偵測之分類成果 Error Matrix 中,整體分類精 度為 87.62, Kappa Coefficient 為 0.82。而區塊式變遷偵測之分 類成果 Error Matrix 中,整體分類精度為 88.35, Kappa Coefficient 為 0.84。

光學衛星影像在應用上最易遭遇的問題仍是雲霧的影響。 雖然如此,但是就部分受較薄雲霧影響的影像仍有機會使用模 式加以補償改正,以供後續相關土地利用判釋或是變遷分析之 使用。因此,關於薄霧補償之工作亦在 96 年度工作中加以探 討。進行薄霧補償之測試區域挑選石門水庫集水區附近,測試 成果如圖 2-4-4 所示。



(a) 原始多光譜自然色影像



(b) 經薄霧補償後之多光譜自然色影像

圖 2-4-4 石門水庫附近地物經薄霧補償前後之結果



## 2.4.6 規劃國土測繪中心建立衛星影像加值處理服務項目

利用本案之研究及系統開發成果,規劃國土測繪中心建立 衛星影像加值服務之人力、軟硬體設備、產品項目及生產流程, 提供國土測繪中心將來對外提供衛星影像加值服務項目之參 考。根據國立中央大學太空及遙測研究中心衛星遙測實驗室之 實作經驗,以 2007 年為例,福衛二號一年之接收影像幅數約 6560 幅,其中約有 36%雲量少於 20%,也就是有約 2378 幅之 可使用影像。而一位有經驗的操作員,一年可以產出約 2000 幅 的正射糾正標準產品。而在全台影像鑲嵌部分,一位有經驗的 操作員約需 2 個月時間可完成一幅全台鑲嵌影像。若雲量分布 許可,以福衛二號之拍攝能量,一年可以產出兩組之全台灣影 像鑲嵌影像。根據前述各項產品生產流程之工作內容,並針對 前述福衛二號在台灣地區每年所拍攝之資料量進行估計,尚未 包括其他 3D 影像製作、飛行模擬、海報製作、影像地圖製作等 可能衍生之產品,以最精簡之人力評估,總共需求人力約四人。

## 2.4.7 論文發表

本案 96 年度研究成果,於 97 年 9 月 4 日、5 日第二十七 屆測量及空間資訊研討會中發表三篇論文,第一篇論文題目為" 整合多元資料發展高解析度衛星影像真實正射糾正技術"。第二 篇論文題目為"以 DEM 為高程控制之有理函數模型區域平 差"。第三篇論文題目為"整合式光學衛星影像區域平差"。





# 2.5 97 年度工作項目及內容

本年度工作重點為影像加值處理系統功能提升、影像加值 處理系統運轉測試以及相關課題研究後續研發。影像加值處理 系統功能提升包括提升系統自動化程度,以及提升人機介面方 便性。影像加值處理系統運轉測試,目的在確保系統可正常運 轉,並藉由測試過程提升系統操作方便性及可靠度。相關課題 研究後續研發,包括高解析度衛星影像區域平差、真實正射及 土地利用變遷偵測。95年度計畫開始時,即規劃完整三年度工 作項目。經過兩年計畫執行過程,各項工作內容都有所調整。 表 2-5-1 中列出原始規劃工作內容、本年度規格需求書中新增工 作內容及本團隊建議新增工作內容。

工作項目	原始規劃內容	需求規格書新增	建議新增	
建立多元感测器影像區域 平差模式	福衛二號、 QuickBird-2及 IKONOS-2影像區域 平差模式	福衛二號、 QuickBird-2及 IKONOS-2及SPOT-5 影像區域平差模式	WorldView-1 及 Kompsat-2 衛星 影像區域平差模 式及影像正射化	
整合及提升影像加值處理	多航带影像無縫鑲	影像加值處理系統操	新增影像區域平 差功能	
系統	嵌模組	作最佳化	影像加值處理系 統運轉測試	
發展高解析度航遙測影像 真實正射糾正技術	配合房屋及道路模 型發展真實正射糾 正技術(福衛二號及 航照影像) 20平方公里之真實 正射糾正試作		QuickBird影像真 實正射糾正技術	
利用衛星影像辦理高鐵沿 線新市鎮國土利用變遷偵 測研究	以上兩年度發展之 方法,測試兩個高鐵 沿線的新市鎮特定 地區	薄霧移除對於變遷偵 測之影響評估		

表 2-5-1 97 年度工作內容比較



本年度工作內容中,由於已執行至三年度計畫中最後一 年,因此與研究相關部分較前兩年度減少,而增加實作及運轉 測試內容,藉此檢驗計畫中各項研究成果。以下針對本計畫各 項工作項目,分別描述本年度作業內容、方式之規劃。

#### 2.5.1 建立多元感测器影像區域平差模式

區域平差是結合多組衛星影像同時進行方位的解算。其目 的是要得到一致性的結果,使衛星影像間有良好的相對精度, 並可兼顧衛星影像的絕對精度。本年度工作包含兩個部份,第 一部分延續96年度「發展 QuickBird-2 及 IKONOS-2 影像正射 糾正技術」,增加目前高解析商用衛星 WorldView-1 及 Kompsat-2(韓國衛星)影像之幾何校正工作。第二部份則是建立 多元感測器影像區域平差模式,考量多航帶影像間及不同感測 器影像間拼接時之精度,以提升多元感測器影像間之相對精 度。針對多元感測器影像之幾何校正方法,建立多航帶影像區 域平差方法。

#### 2.5.2 整合及提升影像加值處理系統

在影像加值處理系統中,影像鑲嵌之工作需相當多之人工 介入,爲提升其效率程度,本年度針對選取接縫線步驟,先由 程式計算出接縫線位置。如有需要,再以人工方式進行後續編 修。藉由此過程,減少操作人員之負擔及處理時間。

影像加值處理系統可應用本年度所開發之多元感測器影像 區域平差模式,可提升所產製正射影像之相對精度,亦可減少 鑲嵌影像重疊區錯開情形。

95 及 96 年度所開發之影像加值處理系統,多著重於系統 開發及功能提升。爲確保系統可正常運轉,需進行運轉測試, 並藉由測試過程找出系統缺失並改進,以提升系統操作方便性 及可靠度。本年度進行大量測試,並同時回饋測試過程中所發 現需修改的部分,交由開發人員進行更新。

## 2.5.3 發展高解析度航遙測影像真實正射糾正技術

本年度利用數值地形模型、三維房屋模型資料與三維道路 模型,分別針對多幅福衛二號與航照影像進行真實正射糾正之 技術開發,主要工作內容包含幾何與輻射兩部分。在幾何處理 方面,進行地形、房屋與道路高差移位修正,利用其他視角的 影像逐一補償遮蔽區,直至所有重疊影像均已用於影像補償為 止。在輻射處理方面,因多影像中每幅獲取時間、拍攝角度與 陽光入射角度均不一,致使補償處理會造成填補區與主影像灰 階不連續的問題。因此,於補償的同時採用無縫鑲嵌技術,進 行加權平均,勻化灰階不連續的現象,提升正射影像輻射品質。 另一方面,因陽光照射所產生的陰影現象,亦會對輻射品質造 成影響,故此部分則藉由太陽方位角與仰角,偵測房屋模型與 道路模型於地面上之陰影範圍,再針對局部區域進行直方圖匹 配法做影像增揚,以產生最終之真實正射影像。另外由於 QuickBird-2衛星影像具有較高解析度,其遮蔽現象更加明顯, 因此本項工作亦開發 QuickBird-2 影像真實正射糾正技術

## 2.5.4 國土利用變遷偵測研究工作

本年度針對高鐵桃園站以及台中站附近區域的兩個高鐵沿線的新市鎮特定地區,針對 95 年度及 96 年度所發展之變遷偵 測方法進行相關之測試工作,並提出相關成果評估。此外,探 討薄霧對光學衛星影像所產生之影響,並且進行補償。之後再 針對補償前後之影像進行多時期影像變遷偵測,並且就變遷偵 測之觀點進行分析與比較。

#### 2.5.5 更新航遥测正射影像测製規範

依據 96 及 97 年的工作經驗重新檢視 95 年度所訂定之草 案,舉辦專家會議修改或補充原規範草案。



## 2.6 計畫工作團隊

本團隊工作主力為太空及遙測研究中心(以下簡稱本中心)成 員及國立成功大學測量及空間資訊學系曾義星教授所組成。本中 心為一跨理工學院科技整合之研究中心,主要任務1.從事太空與 遙測科學之研究,促進國際合作。2.發展太空與遙測科技,提供 人員訓練及技術移轉之服務。曾義星教授專長及研究領域為遙感 探測、攝影測量、光達、空間資訊及影像處理。曾義星教授曾主 導國內相關規範制定計畫,包括研訂高精度及高解析度數值地形 模型測製規範及以LIDAR 資料生產高精度 DEM。(LIDAR 作業 規範及標準)

參與本計畫之工作團隊成員乃依計畫需求專長組成,共分成 五個工作項目,包括(1)研發多元感測器正射糾正技術,(2)建立 影像加值處理系統,(3)發展高解析度航遙測影像真實正射糾正 技術,(4)高鐵沿線新市鎮國土利用變遷偵測研究,(5)訂定高解 析度航遙測正射影像測製規範。工作團隊人力包括計畫主持人、 協同主持人、協同研究人員、博碩士研究生及專兼任研究助理, 具備有航空攝影測量、全球定位系統、地理資訊系統、航遙測作 業規範、影像分析應用及資料庫建立之經驗。參與本計畫之主要 成員與職掌如表 2-6-1 所示。

エ 作 項 目 負 責 人 研發多元感測器正射糾正技術 陳良健 教授 建立影像加值處理系統 陳哲俊 教授 發展高解析度航遙測影像真實正射糾正技術 陳良健 教授 高鐵沿線新市鎮國土利用變遷偵測研究 陳繼藩 教授 訂定高解析度航遥测正射影像之测製規範 曾義星 教授

表 2-6-1 計畫人員配置



# 三、97年度工作執行方法

本年度工作項目共 5 項。茲就各項工作之執行方法與進行 步驟詳細說明如下。

# 3.1 建立多元感測器影像區域平差模式

本項工作包含兩個部份,第一部分延續 96 年度「發展 QuickBird-2 及 IKONOS-2 影像正射糾正技術」,增加高解析商 用衛星之 WorldView-1 及 Kompsat-2 影像之幾何校正工作,衛 星規格如表 3-1-1 所示。第二部份則是進行多元感測器區域平 差。

WorldView-1 及 Kompsat-2 影像之幾何校正使用衛星公司 所提供的有理函數轉換係數建立有理函數幾何改正模式 (Rational Function Model, RFM),利用有理函數轉換係數可建立 物空間與像空間之關係,由於有理多項式係數仍含有誤差,因 此以地面控制點進行精化。首先以有理多項式係數及控制點地 面坐標計算影像坐標,當控制點點數大於 3 個時,利用計算得 到的影像坐標與控制點影像坐標求六參數轉換係數,以六參數 轉換係數修正有理多項式係數誤差。本計畫針對高解析衛星影 像使用感測器轉換有理函數係數配合六參數轉換於像空間進行 幾何校正,其適用的原因有兩個,(1)高解析衛星的視場角小, WorldView-1 為 2.12 度,Kompsat-2 僅 1.24 度,在小視場角的 情況下,其幾何變形趨近於線性變化。(2)高解析衛星的星曆資 料的相對精度高,WorldView-1 在僅使用星曆資料時,其誤差 約為 25 公尺,感測器轉換有理函數係數由星曆資料計算而得, 故同樣具有良好的相對精度。

	WorldView-1	Kompsat-2		
軌道種類	太陽同步	太陽同步		
軌道高度(km)	496	685		
軌道週期(min)	95	98.5		
成像方式	推掃式	推掃式		
取樣方式	同步取樣	同步取樣		
最大側視角(deg)	45	45		
掃瞄寬度(km)	17.6	15		
空間解析力	PAN:0.5m	XS: 4m PAN:1m		
時間解析力(天)	1.7~4.6	3		
灰度值取樣(bit)	11	10		

表 3-1-1 衛星規格

區域平差是結合多元的衛星影像同時進行方位的解算。其 目的是要得到一致性的結果,使衛星影像間有良好的相對精 度,並可兼顧衛星影像的絕對精度。在過去的研究中,對於多 元感測器整體幾何處理之研究可分為三大類,(1)光束法區域平 差[Toutin et al., 2003; Robertson, 2003],(2)直接定位法區域平 [Dowman & Michalis, 2003; Yastikli & Jacobsen, 2005],及(3)有理 函數模式區域平差[Grodecki & Dial, 2003; Fraser & Dial, 2006]。這些研究著重於使用同一種幾何模式對多元衛星進行幾 何處理。但在過去的研究中對於多元衛星異質模式幾何處理沒 有討論。

在實際的應用中,部份衛星公司並不提供有理函數轉換係 數,而是提供衛星之星曆資料。例如本國的福衛二號影像或法 國的 SPOT 衛星影像等等,都沒有提供有理函數轉換係數,因 此這類衛星之幾何校正模式多使用嚴密幾何改正模式(Rigorous Sensor Mode, RSM)。然而,有些衛星公司不提供星曆資料,僅 提供有理函數轉換係數,例如 IKONOS-2 衛星影像或 QuickBird-2準正射影像(Orthoready Standard Image)都不提供星

曆資料,此類衛星之幾何校正模式多使用有理函數幾何改正模式。當兩類的衛星影像要進行區域平差時,則必需考量異質模 式間之區域平差,因此嚴密幾何模式與有理函數模式有其整合 之必要性。

此外,資源衛星的主要用途為環境監測及資源探測,為求 較大的影像覆蓋面積而節省成本,不同軌道的影像重疊區域很 小(通常不大於10%)。再加上衛星載具航高較高,視場角(Field of View, FOV)較小,這些都使的資源衛星普遍具有較弱的交會幾 何。因此在進行區域平差時,必須考量弱交會幾何之問題。

為了克服不同種類衛星整合之困難,並解決弱交會幾何之 問題,以達到區域平差之目的,本計畫建立一異質模式區域平 差程序,利用地面控制點及影像連結點,配合最小二乘法進行 嚴密幾何模式與有理函數模式之整合平差,此外,由於衛星的 視場角小,使其立體交會幾何關係較差,在高程方面的誤差會 很大。因此加入數值地形模型來控制高程誤差,提升區域平差 的可靠度。完成平差後再使用最小二乘配置法進行精密修正 [Mikhail and Bethel, 2001],最後加入檢核點以評估其精度。

本計畫重點為嚴密改正模式及有理函數模式之建立,並以 最小二乘法建立兩種模式之整合平差模式,工作流程如圖 3-1-1。





圖 3-1-1 異質數學模式間區域平差之工作流程圖

## 3.1.1 區域平差

因不同的衛星提供不同的詮釋資料,其數學形式亦不同, 因此,區域平差的首要工作是各別建立嚴密幾何改正模式的共 線條件式及有理函數模式。

當詮釋資料為載體參數時,本計畫使用載體參數建立嚴密 幾何改正模式,載體參數包含衛星掃瞄成像時衛星位置及姿態 相關資料,可建立影像空間及衛星方位之關係如圖 3-1-2 所示, X、Y 及 Z 三個軸向表示為地心地固直角坐標系統,虛線之橢 圓為衛星之軌道, P為衛星位置與地心所構成之向量, G為地面 點與地心所構成之向量, Ü為單位觀測向量, S為尺度量,地 面點、衛星軌道位置及觀測方向此三者之應具有方程式 3-1-1 的關係。



圖 3-1-2 地面點、衛星位置及觀測向量之空間關係圖

$$\vec{G} = \vec{P} + S\vec{U}$$

(3-1-1)

其中,

G為地面點與地心所構成之向量;

P為衛星軌道位置與地心所構成之向量;

**Ü**為衛星觀測向量;及

S為尺度量。

方程式 3-1-1 描述地面點、衛星軌道位置及影像點觀測向量 三者之關係,地面點與地心所構成之向量可直接由地面點三維 坐標求得,衛星軌道位置與地心所構成之向量可利用載體參數 記錄的衛星位置進行內插而得,影像點觀測向量則需要使用載 體參數記錄的旋轉角進行計算而得,因此地面點、衛星軌道位 置及影像點觀測向量三者之關係可由方程式 3-1-2 所描述。影像 點於相機坐標系統之向量與旋轉矩陣相乘後,將影像點向量由 相機坐標系統轉換到地心坐標系統之觀測向量,因此方程式 3-1-2 可簡化為方程式 3-1-3 所示。

$$\begin{bmatrix} X_G \\ Y_G \\ Z_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \\ Z_P \end{bmatrix} + S * M(\omega_P, \varphi_P, \kappa_P) * \begin{bmatrix} m_x \\ m_y \\ m_z \end{bmatrix}$$
(3-1-2)

$$\begin{bmatrix} X_G \\ Y_G \\ Z_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \\ Z_P \end{bmatrix} + S * \begin{bmatrix} X_U \\ Y_U \\ Z_U \end{bmatrix}$$
(3-1-3)

其中,

 $X_G, Y_G, Z_G$  為控制點地面坐標;

X<sub>P</sub>, Y<sub>P</sub>, Z<sub>P</sub> 為衛星軌道位置坐標;

S 為尺度量;

 $M(\omega_{p}, \varphi_{p}, \kappa_{p})$ 為使用衛星攝影軸旋轉角所構成之旋轉矩陣;

mx,my,mz 為影像點於相機坐標系統之向量;及

X<sub>U</sub>, Y<sub>U</sub>, Z<sub>U</sub> 為衛星觀測向量。

由於衛星載體資料有誤差存在,直接將載體資料的觀測值 代入方程式 3-1-3 會有誤差產生,因此必須對衛星方位進行修 正。在衛星視角很小的情況下,衛星位置及姿態會產生高相關, 導致求解不穩定,因此本計畫維持衛星觀測方向不變,僅修正 衛星位置,軌道位置修正量以低階的時間多項式描述,因此方 程式 3-1-3 可延伸為方程式 3-1-4。為了解決尺度量 S 會隨著觀 測量增加而增加的問題,可將方程式整理為方程式 3-1-5,並以 相除的方式消去尺度量未知數 S,如方程式 3-1-6 所示。整合平 差時使用方程式 3-1-6 為觀測方程式。



$$\begin{bmatrix} X_G \\ Y_G \\ Z_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_P + \Delta X(t) \\ Y_P + \Delta Y(t) \\ Z_P + \Delta Z(t) \end{bmatrix} + S * \begin{bmatrix} X_U \\ Y_U \\ Z_U \end{bmatrix}$$
(3-1-4)

$$\begin{bmatrix} X_G - (X_P + \Delta X(t)) \\ Y_G - (Y_P + \Delta Y(t)) \\ Z_G - (Z_P + \Delta Z(t)) \end{bmatrix} = S * \begin{bmatrix} X_U \\ Y_U \\ Z_U \end{bmatrix}$$
(3-1-5)

$$\frac{X_{U}}{Z_{U}} = \frac{X_{G} - (X_{P} + \Delta X(t))}{Z_{G} - (Z_{P} + \Delta Z(t))}$$

$$\frac{Y_{U}}{Z_{U}} = \frac{Y_{G} - (Y_{P} + \Delta Y(t))}{Z_{G} - (Z_{P} + \Delta Z(t))}$$
(3-1-6)

其中,

 $X_G, Y_G, Z_G$ 為控制點地面坐標;  $X_P, Y_P, Z_P$ 為衛星軌道位置;  $X_U, Y_U, Z_U$ 為衛星觀測向量;  $\Delta X(t), \Delta Y(t), \Delta Z(t)$ 為衛星軌道位置修正量;  $\Delta X(t) = X_0 + X_1 t + X_2 t^2$   $\Delta Y(t) = Y_0 + Y_1 t + Y_2 t^2$   $\Delta Z(t) = Z_0 + Z_1 t + Z_2 t^2$  $X_0, X_1, X_2, Y_0, Y_1, Y_2, Z_0, Z_1, Z_2$ 為衛星軌道位置修正量係數;

t為時間。

當詮釋資料為有理函數轉換係數時,本計畫使用有理函數 模式進行幾何處理,詮釋資料所提供的有理函數轉換係數是由 衛星公司以載體資料計算而得,此有理函數轉換係數稱為感測 器方位轉換有理函數係數,因此本計畫使用感測器轉換有理函 數係數配合六參數轉換於像空間進行幾何校正,其適用的原因 有兩個,(1)高解析衛星的視場角很小,在小視場角的情況下, 其幾何變形趨近於線性變化。(2)高解析衛星的星曆資料相對精 度高,感測器轉換有理函數係數由星曆資料計算而得,故同樣 具有良好的相對精度。



有理函數幾何改正模式是使用兩個多項式的比值關係,由 三維的地面坐標計算二維影像坐標,其數學形式如式 3-1-7 所 示。利用感測器方位轉換有理函數係數建立物像空間之概略轉 換關係後,本計畫建立另一個映射函數補償有理函數模式誤差 (Fraser and Hanley, 2003),此映射函數可以是不同階數的多項式 轉換。首先使用有理函數轉換係數及控制點地面坐標計算有理 函數影像空間坐標,再利用映射函數描述有理函數影像空間與 控制點影像空間之轉換,以映射函數修正有理函數轉換係數之 誤差。方程式 3-1-8 為即六參數轉換,該函數考量系統間之平 移、旋轉、及尺度量。整合平差時使用方程式 3-1-8 為有理函數 模式之觀測方程式。

$$x_{R} = \frac{\sum_{i=0}^{m1} \sum_{j=0}^{m2} \sum_{k=0}^{m3} a_{ijk} X_{G}^{i} Y_{G}^{j} Z_{G}^{k}}{\sum_{i=0}^{m1} \sum_{j=0}^{m2} \sum_{k=0}^{m3} b_{ijk} X_{G}^{i} Y_{G}^{j} Z_{G}^{k}}$$

$$y_{R} = \frac{\sum_{i=0}^{m1} \sum_{j=0}^{m2} \sum_{k=0}^{m3} c_{ijk} X_{G}^{i} Y_{G}^{j} Z_{G}^{k}}{\sum_{i=0}^{m1} \sum_{j=0}^{m2} \sum_{k=0}^{m3} d_{ijk} X_{G}^{i} Y_{G}^{j} Z_{G}^{k}}$$

$$x_{G} = h_{1} x_{R} + h_{2} y_{R} + h_{3}$$

$$y_{G} = h_{4} x_{R} + h_{5} y_{R} + h_{6}$$
(3-1-8)

其中,

x<sub>c</sub>, y<sub>c</sub>為控制點影像坐標;

 $X_{G}, Y_{G}, Z_{G}$ 為控制點地面坐標;

x<sub>R</sub>, y<sub>R</sub>為使用有理函數係數計算而得之影像坐標;

*a<sub>iik</sub>*,*b<sub>iik</sub>*,*c<sub>iik</sub>*,*d<sub>iik</sub>為有理函數係數;* 

 $h_1 \sim h_6$ 為六參數轉換係數;

*i*,*j*,*k* 為多項式階數,0≤*i*,*j*,*k*≤3且*i*+*j*+*k*≤3。



異質數學模式之整合平差模式中,分別建立嚴密幾何模式 線性化之觀測方程式、有理函數觀測方程式及地面點虛擬觀測 方程式,整合這三組方程式進行區域平差,平差矩陣式如式 3-1-9所示。地面點則是已知的地面控制點及航帶連結點之地面 坐標。此時,觀測量與未知數的定義是混合的,每一觀測量都 同時具有未知數的修正量,於迭代過程中不斷修正初始值進行 平差。其中,設計的權矩陣其功能在於結合上述三種觀測方程 式並使之平衡。權矩陣中,已知的地面控制點需給予較高的權, 其先驗中誤差為影像解析度;未知的航帶連結點則給予較低的 權,其先驗中誤差為地面控制點先驗中誤差的四倍,及其權為 地面控制點的十六分之一。不斷以此方法由權較重的地面控制 點帶著未知點及外方位參數調整至最佳的光線交會幾何。

觀測方程式

其中,

V<sub>RSM</sub>,V<sub>RFM</sub> 為 RSM 及 RFM 之殘差矩陣;

B<sub>RSM</sub>, B<sub>RFM</sub> 為 RSM 及 RFM 之未知數設計矩陣;

 $\Delta_{RSM}, \Delta_{REM}$ 為 RSM 及 RFM 之未知數修正量矩陣;

 $\Delta_{ORI}$ 為物空間坐標之未知數修正量矩陣;

D<sub>RSM</sub>, D<sub>REM</sub> 為 RSM 及 RFM 之地面坐標未知數設計矩陣;

 $\varepsilon_{RSM}, \varepsilon_{RFM}$ 為 RSM 及 RFM 之常數矩陣;

COBJ 為未知數之近似值與觀測量差值矩陣;

V3為虛擬觀測方程式殘差矩陣。



#### 3.1.2 高程控制

由於衛星的視場角很小,這些特性使得衛星有較弱的交會 幾何,在計算地面坐標時,導致高程誤差會放大。因此,除了 上述的平差模式之外,平差中需要對航帶連結點加入 DEM 的高 程控制機制,使平差更為可靠。在共線條件式中,因具備共線 的關係,所以可以利用光線追蹤法計算航帶連結點之高程坐 標。在有理函數模式中,則是使用牛頓迭代法計算航帶連結點 之高程坐標。另外,在未知點三維坐標內權矩陣的給定,高程 坐標的權要較平面坐標的權大,藉以加強高程精度的控制。

## 3.1.3 最小二乘軌道精密修正

經過區域平差後,可降低整體性的誤差,但局部性的系統 誤差可能存在,為取得精密的成果,使用最小二乘配置法進行 物空間局部性的誤差補償。首先算出整體的趨勢面(Trend)以及 局部函數。局部函數是用來設定各點的權重,計算趨勢面至各 點之差值,並建立其協方差矩陣,以計算內插值。此時基本假 設為物空間三軸方向獨立不相關,進行三個一維之最小二乘配 置法。以航帶連結點計算經修正後待求點於三個方向上的修正 量。

同一個航帶連結點會出現在兩個以上不同之衛星影像上, 如圖 3-1-3 所示兩個不同軌道 a,b 之衛星影像均有同一個航帶連 結點。以這兩個不同軌道衛星影像上之航帶連結點像坐標,分 別進行光線追蹤法及有理函數法計算到該航帶連結點觀測向量 與數值地形模型交會之地表位置 A,B。在本計畫中以地面點位 置 A,B 之中點做為約制,用以計算修正向量。以 A,B 兩點之中 點做為約制,航帶連結點在軌道 a 之修正向量即為 A 點到中點 之向量,航帶連結點在軌道 b 修正向量即為 B 點到中點之向量。



圖 3-1-3 航帶連結點地面位置示意圖

在此假設軌道位置三維方向獨立不相關,以三個一維之最小 二乘配置法實施軌道精密修正,以修正局部性之誤差,衛星軌道 精密修正使用之最小二乘配置法函數如下:

 $\rho_{k} = \vec{\sigma_{k}} [\Sigma_{k}]^{-1} \vec{v_{k}} \quad k = x \neq y \neq z \leq 2$  (3-1-10)

進行最小二乘配置法時,參考點包括地面控制點及航帶連結點。其中 $\rho_k$ 為經最小二乘配置法後待求點於 k 方向上的修正量, $\sigma_k$ 為待求點與每個參考點於 k 方向之協變方, $\Sigma_k$ 為參考點間在 k 方向之協變方矩陣, $v_k$ 為每個參考點在 k 方向上之殘差, 參考點之殘差可使用光線追蹤法求得。在最小二乘配置法的計算中,協變方矩陣可由下列三種方式取得:

1.由理論上的已知協變方函數取得。

2.由實際的抽樣資料計算協變方估值,組成協變方矩陣。
 3.由多次協變方估值的經驗中值組成協變方矩陣。

由於本計畫參考點點數不夠多,所以最小二乘配置法中之 協變方矩陣無法由實際之參考點直接計算,因此使用協變方函 數去組成協變方矩陣,在此採用一個遞減之高斯函數(如圖 3-1-4 所示)進行給定。其形式如下:

$$Co \text{ var} iance = \begin{cases} c e^{-(2.146 \frac{d}{d_{\text{max}}})^2} , & \text{if } d \neq 0 \\ \mu_k , & \text{if } d = 0 \end{cases}$$
(3-1-11)

其中 $c = (1 - R_n)\mu_k$ , d 為點位間之距離,  $d_{max}$  為點位間之最大距離,  $\mu_k$  為參考點地面坐標在 k 方向之殘差變方,  $R_n$ 為預設之雜訊變方與觀測量變方之比值, 研究中使用  $R_n=0.2$ , 常數 2.146 表示  $d=d_{max}$ 時, 協變函數之值為  $0.01(1 - R_n)\mu_k$  [Chen & Chang, 1998]。





## 3.1.4 影像正射化

影像正射化分為有理函數正射化模式及嚴密幾何正射化模 式兩大類。有理函數正射化模式主要工作項目包含影像反投影 及影像重新取樣。首先設定產生正射影像之工作範圍,由數值 地形模型產生該範圍之物空間三維網格點。逐點將此三維網格 點轉換至二維影像坐標,此影像反投影過程是使用有理函數模 式。經前述計算後所得影像坐標為實數而非整數,因此需進行 影像重新取樣,以取得該點之灰度值。再將此灰度值填入正射 影像中,以完成有理函數正射化模式。

嚴密幾何正射化模式是採用區塊為單元進行反投影,並以 線性轉換計算物空間任一點之影像坐標。首要工作是進行地形 分析,地形分析之目的是對數值地形模型進行分割,以分割後 的區塊進行反投影。地形分析時使用四分樹法進行分割,必須 設定兩個分割的參數,第一個參數是區塊內最大高度差,即分 割時區塊內地形起伏的最大的高度差。第二個參數是最大區塊 大小,即分割時模式誤差所能容忍的最大區塊。研究提出以網 格式數值地形模型為原始資料進行地形分析,首先將數值地形 模型分割為四個區塊,每一區塊內的地形起伏超過最大高度差 或區塊大小超過最大區塊大小即進行分割,直到每一個區塊都 符合分割的兩個條件即完成分割。完成地形分析後,因地形所 造成的高差移位量在小區域內,可視為線性之變化,因此使用 線性轉換(例如 Affine Transformation)予以近似化,取得該區塊 內每一點之影像坐標。再經由影像重新取樣,取得該點之灰度 值,完成正射化處理。此程序除了可提升效能節省大量運算時 間,並可兼顧精度。

## 3.1.5 選定測試區

本項工作測試區延續 96 年度「發展 QuickBird-2 及 IKONOS-2影像正射糾正技術」工作區域。測試區位於台北縣, 其TWD67之左上角坐標及右下角坐標分別為(290000,2782000) 及(316000,2759000),測試區範圍寬 26 公里及長 23 公里,測試 區如圖 3-1-5 所示。已取得的資料包含該測區控制點資料庫及 5 公尺數值地形模型。



# 圖 3-1-5 多元感測器影像區域平差測試區



## 3.2 整合及提升影像加值處理系統

影像加值處理系統,為一針對衛星影像之高效率區域平 差、正射糾正、影像鑲嵌及影像融合系統,可快速產製高精度 且大範圍之正射影像。本計畫 95 年度研發福衛二號影像正射糾 正技術及多航帶影像色彩平衡技術等,應用於影像加值處理系 統雛型中。96 年度針對 95 年度所建置之影像加值處理系統雞 型進行功能提升,包括整合內政部影像控制點資料庫,以提升 控制點資料品質。另外開發多航帶影像最佳化色彩平衡及補償 技術,以提升系統效率。加入多元感測器影像正射糾正功能, 可進行福衛二號、QuickBird-2、IKONOS-2 及 SPOT-5 影像正射 糾正。本年度針對影像加值處理系統,進行系統功能提升及運 轉測試。

本系統影像融合模組使用 High-Pass Filtering 模式進行融合。其主要之處理步驟為:(1)使用高通濾波器,萃取全色態影像上之高頻資訊,(2)將所得之高頻資訊分別加入重新取樣後,解析 度與全色態影像一致之各個波段多光譜影像之中。

本年度系統功能提升包含兩部分,第一為接縫線選取功能 提升。在影像加值處理系統中,影像鑲嵌之工作需相當多之人 工介入,爲提升其工作效率,本年度針對選取接縫線步驟,先 由程式計算出接縫線位置。必要時再以人工方式進行編修。藉 由此過程,減少操作人員之負擔及處理時間。第二為多元感測 器影像區域平差功能整合,影像加值處理系統應用本年度所開 發之多元感測器影像區域平差模式,可提升所產製正射影像之 相對精度,亦可減少鑲嵌影像重疊區錯開情形。

本年度進行影像加值處理系統運轉測試。95 及 96 年度所 進行之影像加值處理系統相關工作,多著重於系統開發及功能

提升。本年度為本計畫中最後一年度,爲確保最終之影像加值 處理系統可正常運轉,因此於本年度進行運轉測試。藉由運轉 測試之操作過程,以提升系統操作方便性及可靠度。因此本年 度進行大量測試,並同時回饋測試過程中所發現需修改的部 分,交由開發人員進行更新。

#### 3.2.1 接縫線選取功能提升

由人工進行接縫線選取時,若影像為左右鑲嵌,則接縫線 為南北走向。為求鑲嵌影像接縫不明顯,一般而言人工選取接 縫線之原則有二,(1)盡量避免接縫線重疊於有雲區域,因為在 有雲區域中鑲嵌,會造成影像中有雲區域有明顯接縫。(2)沿著 地形山脊線、山谷線、河流或地物區塊之邊界選定接縫線,以 避免鑲嵌影像中出現明顯接縫。如圖 3-2-1 所示,紅線為接縫線 位置。依照以上規則進行程式開發,用以輔助操作人員進行接 縫線選取。



## (a)接縫線位置

(b)鑲嵌成果

## 圖 3-2-1 接縫線選取



由程式選取接縫線有四個步驟,第一為計算影像間重疊區 範圍,需先偵測待鑲嵌影像之範圍,再依照兩張影像範圍計算 重疊區範圍。第二為建立初始接縫線,依照重疊區範圍以直線 繪製初始接縫線,再於後續步驟中修改,因此為使可修改之幅 度為最大,其初始位置於重疊區中央。第三為避開有雲區域, 利用雲遮罩修改接縫線使其不通過有雲區域。第四為搜尋地形 特徵,在重疊區範圍中找尋合適之地形特徵,並修改接縫線使 其符合地形特徵。

#### 3.2.2 多元感测器影像區域平差功能整合

96年度開發福衛二號影像區域平差模式,而本年度開發多 元感測器影像區域平差模式,使用區域平差模式可提升多航帶 影像間之相對精度。為提升影像加值處理系統所產製正射影像 之品質,整合96及本年度所開發之區域平差模式,主要工作內 容包括(1)區域平差模式模組建立及整合、(2)控制點量測介面修 改、及(3)工作單管理介面修改。

## 3.2.2.1 區域平差模式模組建立及整合

區域平差模式開發時,並無考量與系統介面整合。因此針 對區域平差模式建立其模組,使其可與系統介面整合。需整合 之介面為控制點量測介面,配合人機介面之功能,進行程式修 改。

#### 3.2.2.2 控制點量測介面修改

由於多元感測器影像區域平差模式處理程序中,需要航帶 連結點提供航帶間之相對資訊,本計畫利用原有控制點量測介 面進行航帶連結點量測工作。而原有控制點量測介面僅設計用 來量測控制點,因此其中部分功能無法滿足航帶連結點量測工 作。



需要修改的部分是影像顯示介面,量測控制點時僅需一個 影像顯示介面來顯示待量測影像。舊有控制點量測介面如圖 3-2-2所示,紅色方框中為影像顯示介面。但在量測航帶連結點 時,由於需要比對兩張影像才能進行航帶連結點量測,因此需 要兩個影像顯示介面。新增功能部分則包括新增航帶連結點屬 性及航帶連結點像坐標預估。在控制點表單中,新增和航帶連 結點相關之屬性。另提供航帶連結點像坐標預估功能,利用衛 星影像方位參數資料,可提供待量測航帶連結點之概略像坐標。



圖 3-2-2 點選控制點介面

## 3.2.2.3 工作單管理介面修改

舊有工作單管理介面中,新增影像及編修輸出範圍等介面,均設計為單一工作單僅有單一種感測器。為配合多元感測 器影像區域平差模式,修改工作單管理介面,使其在單一工作 單中能夠包含多種感測器影像。而工作單格式部分則不需修 改,即可符合多元感測器影像區域平差模式需求。

## 3.2.3 影像加值處理系統運轉測試

爲確保最終之影像加值處理系統運轉順利,因此需進行運 轉測試。藉由大量測試運轉,測試系統操作效能、方便性及可 靠度。測試對象包括正射糾正、影像鑲嵌及影像融合三項工作。 測試內容為(1)工作效能,統計各項工作所需時間。(2)成果品 質,檢核所產製之產品品質。(3)錯誤回報,操作過程中發現之 錯誤或需改進部分予以修正。(4)工作流程,測試工作流程之合 理性。



# 3.3 發展高解析度航遙測影像真實正射糾正技術

97 年度針對福衛二號影像、QuickBird-2 影像與數位航照影像,整合數值地形模型、三維房屋模型與三維道路模型進行真實正射糾正處理,同時進行遮蔽區補償與陰影區影像增揚。工作內容包含方位模式建立、真實正射糾正與陰影區影像增揚。

## 3.3.1 方位模式建立

進行正射糾正處理前,需先建立物空間像空間之幾何關 係。常用於衛星影像之方法主要為嚴密幾何模式與有理函數模 式,其中,嚴密幾何模式為考慮成像幾何物理特性。由於衛星 具備視角小、飛行穩定與具備高精度方位參數等特性,故可簡 化成使用兩個多項式比值關係的有理函數模式,描述物像空間 關係。由96年度工作成果顯示,使用有理函數模式與嚴密幾何 模式進行真實正射糾正可獲得近似之成果,但有理函數模式具 較簡潔之數學模式,與較佳的處理效率。航照部分,由於現今 航測發展的成熟,機載全球定位系統(Global Positioning System, GPS)與慣性導航系統(Inertial Navigation System, INS)可提供良 好的方位參數,故使用多幅影像進行真實正射與影像補償處理 時,可使用光束法平差(Bundle Adjusment)建立整體系統性,以 GPS 及 INS 為姿態初始值,共線條件式為數學基礎,產生方位 及地面控制點虛擬觀測方程式,及使用最小二乘配置法濾除系 統性誤差,微調各幅影像之外方位參數與地點控制點位置,建 立方位描述物像空間幾何關係。



# 3.3.2 遮蔽區偵測及補償

97 年度計畫之真實正射糾正,針對地形、房屋與道路部分 進行處理。由於道路特性為具延伸性且高程變化連續,但遭遇 高架道路時則有高程不連續的現象發生,且道路系統為一全區 域之目標物,不若房屋為局部性的三維物體,不易直接用以進 行正射處理。因此,本計畫利用多面體模型描述道路路面三維 高程,並以分段區塊形式計算三維路面於影像中的高差移位, 同時藉由偵測遮蔽區域,建立遮蔽索引矩陣。於本計畫中使用 的方法為 H-Buffer [李訢卉, 2007], 如圖 3-3-1 所示, 藉由地物 高度判斷遮蔽範圍。其中,道路與房屋間的遮蔽特性差異如下, 房屋造成之遮蔽區域包含屋頂與牆面(圖 3-3-2),故進行遮蔽區 偵測時,需由牆面法線方向判斷影像中遮蔽區為房屋的哪面牆 所造成,如圖 3-3-3 與圖 3-3-4 所示。而道路部分,由於現階段 為利用彩帶式描述道路高程,故僅有路面高差位移所造成之遮 蔽。獲取遮蔽區域後,可藉由其他視角影像進行補償,為使填 補區與主影像灰值具連續性,使用漸層式將灰值填入遮蔽區, 以降低填補區與周圍灰值對比程度。但由於模型細緻度不足, 可能會造成填補區產生接縫線的問題,故於計畫中使用形態學 擴大填補範圍,並以漸層方式將灰值填入遮蔽區域,以消除縫 線區域,操作過程如圖 3-3-5 所示。





圖 3-3-1 視線分析方法之示意圖

(a)H-buffer 儲存最大對應高度;(b)逐區記錄道路區塊高程; (c)逐區記錄房屋屋頂面之高程;(d)逐區記錄房屋牆面之高程





圖 3-3-2 遮蔽區範圍之示意圖 (a)向外傾倒之屋頂面;(b)房屋之足跡位置 (c)房屋遮蔽之區塊;(d)重複映射之遮蔽區



(a)成像示意圖;(b)像空間示意圖



[李訢卉,2007]

圖 3-3-4 可視面之示意圖 (a)成像示意圖;(b)像空間示意圖



圖 3-3-5 漸層補償之示意圖

(a)遮蔽區;(b)利用擴張運算元擴大填補範圍;(c)根據距離給權重


## 3.3.3 陰影區偵測及增揚

影像中產生的遮蔽問題,其成因除了建物外,亦包含陰影 遮蔽。為解決此一遮蔽現象,本計畫藉由太陽方位角、仰角, 預估陰影區於影像中的範圍,由太陽方位角經測區內最高建 物,分別從正射影像得到陰影長度、房屋模型得到房屋高度, 便可求得太陽方仰角,求得太陽角度資訊,進而獲取陰影範圍。 接著,將陰影區內的灰值,與附近未遮蔽區灰值作直方圖匹配 處理,以增揚陰影區內的影像資訊,消除陰影效應。

### 3.3.4 選定測試區

測試區位於台北市信義區,使用福衛二號與 QuickBird-2 影 像進行真實正射處理,測試區共計 2,000 公頃,測區平面坐標 系統為 TWD67,左上角與右下角框標位置(E,N)分別為 (303200, 2772900)與(308800,2769300); 航照影像部分,共計 200 公頃。 測試區域如圖 3-3-6 所示,紅色方框為衛照影像測試區,黃色方 框為航照影像測試區。測試資料包含福衛二號及 QuickBird-2 影 像、高重疊數位航照影像、數值地形模型、數值房屋模型與數 值道路模型。





圖 3-3-6 真實正射糾正測試區範圍



## 3.4 國土利用變遷偵測研究工作

97 年度工作分為兩部份,第一部分為針對高鐵桃園站以及 台中站附近區域的新市鎮特定地區,以95 年度所發展之像元式 變遷偵測方法以及96 年度所發展之區塊式變遷偵測方法進行 相關測試工作,並提出成果評估。第二部分為探討薄霧對光學 衛星影像所產生之影響,並且進行補償。之後再針對補償前後 之影像進行多時期影像變遷偵測,並且就變遷偵測之觀點進行 分析與比較。

### 3.4.1 像元式以及區塊式影像變遷偵測方法比較

由於像元式影像變遷偵測方法無可避免的會產生像元大小 般的雜訊(pepper and salt noise),傳統上用來降低此現象所造成 之影響的方法是以一個特定的移動視窗在變遷輸出影像上進行 眾數之計算,之後再以視窗內類別出現次數最多的類別(亦即視 窗中之眾數)取代視窗中心像元之類別。但此法之缺點為加入眾 數計算過濾之結果與移動視窗之大小有密切關係,過大的移動 視窗會產生過度模糊化的變遷結果,而過小的移動視窗則無法 產生有效的過濾行為。此外,過濾過程之運作與原始影像無關, 純粹是根據原始變遷成果直接產生,因此最後過濾所得之結果 是否有較佳之正確性仍值得懷疑。

而以區塊為基礎的變遷偵測方法則可改善上述缺點。以區 塊為基礎之變遷偵測法在過去亦有相關之研究,其主要是將兩 時期經輻射校正後之影像加以合併並形成一幅波段數為原來兩 倍之影像,之後即進行影像分割。理論上有變遷以及沒有變遷 的影像區域會因其中一期的影像輻射值變遷而分割開來,以達 到區分變遷區塊之目的。但其中要注意的是,進行影像分割後 所產生影像區塊並非意味著可以得到變遷結果,此時仍必須利 用其他之方法來進行區塊是否變遷之判釋才可達到目的。區塊 分割之主要目的在將影像區塊化,亦即針對影像中相對分布較 為均勻之小區域產生區塊資訊以降低變遷判釋時之複雜度。

61

## 3.4.2 衛星影像薄霧偵測以及補償

薄霧形成的主因大多來自於大氣中的水氣,冰晶以及其他 塵埃或鹽類等非吸水性固體微粒[Kaufman, 1989]。而薄霧對於 遙測影像就一般而言會因 Rayleigh Scattering, Mie Scattering 以 及 Nonselective Scattering 所形成之額外路徑輻射(Path Radiance)[Schott, 1997]而增加感測器所接收到之輻射能量。理 論上,針對薄霧所產生之路徑輻射若可經由相對的影像校正 (within-scene normalization)來做有限度的偵測與補償,可對於後 續所需進行的影像分析產生相當之助益[Song, et al., 2001]。在過 去文獻中, Dark Object Subtraction 為一種常用的薄霧補償方法 [Chavez, 1988, 1989; Teillet and Fedosejevs, 1995], 其主要利用薄 霧影像中所涵蓋反射率幾乎為零之地表目標物稱為 Dark Object (例如清澈的水體),之後在影像中辨識出這些 Dark Object 的像 元位置,由於 Dark Object 的反射率為幾乎零,因此在影像中 Dark Object 的像元所具有的灰度值即為薄霧所產生之 Path Radiance 所產生,因此薄霧影像中其他非 Dark Object 的像元可 直接減去 Dark Object 的灰度值來達到薄霧去除的目的。

然而薄霧的分布通常是非均匀的,因此很難對不同程度的 薄霧均找到適當的 Dark Object,並且適合做為 Dark Object 的特 徵有限,因此 Dark Object Subtraction 的方法有其限制。

對於光學影像, Zhang 對於薄霧所產生之影響有深入的探討 [Zhang, 2002]。如圖 3-4-1 所示,為由一幅 Landsat 衛星影像所 得在不同地面類別(由類別 A~K)下,因不同程度之薄霧影響(薄 霧影響程度由無影響至嚴重影響分為等級 1~19),在波段 1 與波 段 3 之光譜特徵空間(spectral feature space)上所造成其灰度值飄 移之情形。首先須先以人工方式定義完全無薄霧影響之區域,

62

進而利用此區域之像元灰值進行回歸,進而得到一個未受薄霧 影響之特徵向量,稱為 Clear-sky Vector,此時即可將垂直於 Clear-sky Vector 方向之向量定義為薄霧影響程度之特徵向量, 稱為 Haze Vector。最後以每個像元在光譜特徵空間上之位置, 在 Haze Vector 上對 Clear-sky Vector 的距離定義 Haze 所造成影 響之程度,稱為 Haze Optimized Transformation(HOT),並以式 3-4-1 表示之:

$$HOT=B1\sin\Theta - B3\cos\Theta \qquad (3-4-1)$$

其中 B1 以及 B3 分別為影像波段 1 與波段 3 之灰度值,而 ⊖為 Clear-sky Vector 對橫軸的夾角。



圖 3-4-1 Landsat 衛星影像在光譜特徵空間其灰度值飄移情形

[Zhang, 2002]



針對需要進行補償之薄霧影響之區域,首先針對每個 HOT 值統計其灰值變化範圍。由於不同 HOT 值理論上代表不同程度 之薄霧影響,因此具有相同 HOT 值的像元理論上其所受到之薄 霧影響應相同,換言之,這些相同 HOT 值之像元應具有相同之 Path Radiance。之後再計算每個相同 HOT 值下最小的像元灰度 值 TM<sub>low</sub>,而此像元灰度值 TM<sub>low</sub>被視為在此特定 HOT 值下之 等效 Dark Object 灰度值。如圖 3-4-2 所示,對於一幅 Landsat 衛星影像之薄霧影響區域進行分析,不同波段下的每個相同 HOT 值下所具有的最小像元灰度值隨著 HOT 值的增加而增 加。此外,最小 HOT 值時所對應之像元視為薄霧影響非常輕微 而不進行修正。此時,其他 HOT 值所對應之像元因 Path Radiance 而需修正之灰度值差量則由此 HOT 值所對應之 TM<sub>low</sub> 滅去最小 HOT 值之 TM<sub>low</sub> 來計算之。



圖 3-4-2 相同 HOT 值下最小像元灰度值 [Zhang, 2002]



以TM1 波段為例,最小HOT 值約為 30,最小的像元灰度 值 TM<sub>low</sub> 約為 20,此時 HOT 值為 40 之像元所對應之 TM<sub>low</sub> 約 為 27。故此像元因 Path Radiance 所應調整之灰值差量為 27-20=7。根據上述之方法,各波段之灰值調整差量可與 HOT 值建立相對應之關係。

在 97 年度中就受到薄霧影響的影像進一步加以分析,同時 把薄霧補償後的成果運用於土地利用變遷偵測與判釋之中,以 測試補償前後所具有的效益。

### 3.4.3 選定測試區

關於變遷偵測工作之研究區域,選擇高鐵桃園站以及台中站附近區域的兩個高鐵沿線的新市鎮特定地區。兩區域面積均 大於 500 公頃。而關於薄霧補償之研究區域,目前選定以石門 水庫集水區為測試區域。



## 3.5 教育訓練

97 年度教育訓練為「系統操作班」,提供 12 小時之訓練 課程。受訓人員由委託單位指定,訓練場地設在國土測繪中心 訓練教室,教育訓練於 98 年 7 月 23、24 日舉辦,相關課程及 講師之規劃如表 3-5-1 所示,主要分為兩天課程,針對影像加值 處理系統功能及操作,進行詳細說明,並讓受訓人員實際操作。

	上課時數	課程名稱	講 師	備註
第	2 小時	影像加值處理系統簡介	劉建良	
一天	4小時	衛星影像正射糾正實務操作	劉建良	上機操作
第二	4 小時	衛星影像鑲嵌實務操作	黄瓊民	上機操作
天	2小時	衛星影像融合實務操作	羅詔元	上機操作

表 3-5-1 教育訓練課程大綱



# 四、97年度執行成果

97 年度各工作項目均已完成,茲就各項工作之成果詳細說 明如下。

4.1 建立多元感測器影像區域平差模式

4.1.1 執行情形

已完成之工作項目包含測試所需之資料獲取、多元感測器 高程控制及區域平差、最小二乘軌道精密修正、影像正射化、 WorldView-1 及 Kompsat-2 衛星影像正射糾正技術。表 4-1-1 為 工作進度甘梯圖,圖中藍色三角形為實際進度,本項工作內容 均已完成。



表 4-1-1 工作進度甘梯圖(建立多元感測器影像區域平差模式)



### 4.1.2 工作執行及成果

以下依照各工作成果予以描述,為提升報告書閱讀之便利 性,本文合併「高程控制及區域平差」及「最小二乘軌道精密修 正」這兩項工作成果,以便進行比較。

### 1. 資料獲取

本計畫多元感測器資料獲取包含高解析衛星影像與詮釋資料、控制點資料及數值地形模型。以下分別就此四項資料獲取 進行說明。

■ 衛星影像與詮釋資料

本計畫所獲取之多元衛星影像包含:(1)福衛二號、 (2)IKONOS-2、(3)QuickBird-2、(4)WorldView-1、及(5) Kompsat-2。影像之詳細參數則表列於表 4-1-2。測區位於台灣 北部,多元衛星影像如圖 4-1-1~4-1-5 所示,圖中用三角形標示 者為控制點位置,圓形標示者為檢核點位置,菱形標示者為航 帶連結點位置,矩形標示者為檢核用之航帶連結點。影像間之 重疊示意圖如圖 4-1-6 所示。影像所需之詮釋資料包含星曆資料 或有理函數轉換係數。福衛二號及 QuickBird-2 Basic 等級之影 像 包 含 星 曆 資 料。 IKONOS-2、 QuickBird-2 Standard、 WorldView-1 及 Kompsat-2 影像皆提供有理函數轉換系數。

	影像1	影像 2	影像3	影像4	影像5	影像6	影像7
感測器	Formosat-2	Formosat-2	QuickBird-2	QuickBird-2	IKONOS-2	WorldView-1	Kompsat-2
影像等級	1A	1A	Basic	Standard	Geo	Basic	1A
术使口期	2006/	2007/	2005/	2002/	2002/	2007/	2007/
成隊口朔	8/19	1/30	12/23	12/15	02/21	11/25	10/21
GSD (m)	2.01	2.45	0.63	0.70	1.00	0.67	1.03
光譜解析度	全色態	全色態	全色態	全色態	全色態	全色態	全色態
視角(°)	3.93	25.47	-	-	-	-	-11.26
仰角(°)	-	-	76.9	68.6	63.34	52.6	-
方位角(°)	-	-	117.7	272.0	224.69	26.9	-
影像大小	12000 x	12000 x	27552 x	10348 x	5772 + 0694	35170 x	15000 x
(pixel x pixel)	12000	12000	29320	16088	3772 X 9084	23708	15500
控制點及檢 核點數	27	31	29	6	5	40	17

表 4-1-2 台灣北部衛星影像相關參數





a. 影像1

b. 影像2



















圖 4-1-3 IKONOS-2 衛星影像 (影像 5)

圖 4-1-4 WorldView -1 衛星影像 (影像 6)



圖 4-1-5 Kompsat-2 衛星影像 (影像 7)





圖 4-1-6 高解析衛星影像重疊示意圖

### ■ 控制點資料

控制點在衛星影像幾何校正中扮演著重要的角色,本計畫 使用內政部控制點資料庫進行點位量測,實驗區內的控制點資 料庫數量為87點,控制點資料庫包含物空間坐標及航照影像之 控制點影像,其中僅39點有利用衛照影像之控制點影像,其中僅39點有利用衛照影像之控制點影像,其中 點資料庫之點位分佈均勻,如圖4-1-7所示。此外,本計畫分別 由三人獨立量測控制點影像坐標,以統計由控制點影像進行量 測之量測誤差,表4-1-3為控制點影像坐標重複量測誤差統計 表,統計三人獨立量測之成果可知,量測精度優於0.5 像元。





圖 4-1-7 控制點資料庫控制點分布

モ	1 1 7	1-	小田工生	日ットレーン	イルレーキ
五	4 - 1 - 4	ガビ 缶川 聖上 吉ん 化	小爬田狸	音调 短手	ヒムシモチ
15	-1-J	1 I II I II I I I I		モののた	エジレローバ

	影像1	影像 2	影像3	影像4	影像5	影像6	影像7
感測器	Formosat-2	Formosat-2	QuickBird-2	QuickBird-2	IKONOS-2	WorldView-1	Kompsat-2
點數(個)	26	20	26	5	5	33	16
平均值 S(pixel)	0.01	-0.04	0.03	0.01	0.01	-0.01	0.01
平均值 L(pixel)	0.01	-0.04	0.01	0.01	0.01	-0.02	0.01
中誤差 S(pixel)	0.39	0.46	0.38	0.49	0.31	0.38	0.36
中誤差 L(pixel)	0.40	0.52	0.47	0.29	0.33	0.42	0.38

## ■ 數值地形模型

本計畫使用內政部 5 公尺數值地形模型進行實驗分析,數 值地形模型長度及寬度分別為 25 公里及 30 公里,測試區地形 起伏從-0.9 公尺至 762.3 公尺,數值地形模型如圖 4-1-8 所示。





Low:-0.9 圖 4-1-8 5 公尺網格數值地形模型

2. 區域平差

本項工作之目的為使用多元感測器整合嚴密幾何改正模式 及有理函數幾何改正模式進行區域平差,區域平差使用數值地 形模型進行高程控制。

僅提供嚴密幾何改正模式之影像為福衛二號影像,僅提供 有理函數幾何改正模式包含 QuickBird-2 Standard、IKONOS-2 及Kompsat-2,可同時提供兩種模式的影像為WorldView-1 Basic 及 QuickBird-2 Basic 衛星影像。影像控制點、檢核點、航帶連 結點及檢核連結點點數如表 4-1-4 所示。控制點及航帶連結點參 與平差計算,檢核點用於分析絕對精度,而檢核連結點則用於 相對偏移量之分析。實驗分別針對地面絕對精度及航帶連結點 相對偏移量進行精度評估。區域平差之實驗組合如表 4-1-5 所 示,共有四個組合,以福衛二號影像為主,其他影像為輔。

73

	影像1	影像2	影像3	影像4	影像 5	影像6	影像7
感測器	Formosat-2	Formosat-2	QuickBird-2	QuickBird-2	IKONOS-1	WorldView-1	Kompsat-2
影像等級	1A	1A	Basic	Standard	Geo	Basic	1A
控制點	9	9	9	3	3	9	5
檢核點	18	22	20	3	2	31	12
連結點	6	6	18	17	18	18	12
檢核連結點	16	14	22	24	24	22	19

表 4-1-4 測試影像控制點及航帶連結點數量

# 表 4-1-5 區域平差之實驗組合

編	制计加入						
號	例 武 組 合						
1	Formosat-2(RSM)+WorldView-1(RFM)						
2	Formosat-2(RSM)+QuickBird-2(RFM)						
3	Formosat-2(RSM)+IKONOS-2(RFM)						
1	Formosat-2(RSM)+WorldView-1(RSM)+QuickBird-2 Basic(RSM)						
4	+QuickBird-2 Standard(RFM)+IKONOS-2(RFM) +Kompsat-2(RFM)						



■ 組合 1: Formosat-2(RSM)+WorldView-1(RFM)

組合 1 之地面絕對精度與影像相對偏移量成果如表 4-1-6 所示。圖 4-1-9~圖 4-1-11 為絕對精度誤差向量圖,紅色三角形 代表控制點,藍色圓形為檢核點。相對偏移量之誤差向量圖如 圖 4-1-12~圖 4-1-14 所示,紅色方形為連結點,藍色方形代表檢 核用連結點。由表 4-1-6 可看出,進行區域平差後,福衛二號影 像之絕對精度約 2 至 4 公尺,WorldView-1 影像約 0.9 公尺。在 相對偏移量的部分,第一張福衛二號影像約 5 公尺,第二張福 衛二號影像約 4 公尺,WorldView-1 影像相對偏移量小於 50 公 分。

經過最小二乘配置法後, 三張影像之絕對精度並無明顯的 改變, 只有第一張福衛二號影像提升約 30 公分, 但此數值也小 於其像元的四分之一, 已在隨機誤差的範疇。由此可知最小二 乘配置法對絕對精度的影響甚小。但對於相對偏移量來講, 最 小二乘配置法可進一步提升三張影像之幾何一致性。由圖 4-1-12 可看出第一張福衛二號影像有較強烈的系統性誤差, 其 相對偏移量經過最小二乘配置法後可改善約 2 公尺。而第二張 福衛二號影像與 WorldView-1 影像連結點在經最小二乘配置法 前較無明顯之系統性, 故改善量較少。

		區域	平差	區域 +最小二	平差 乘配置法	改業	改善量 E N 0.01 0.31 0.1( 0.02	
		Ε	Ν	Ε	Ν	Ε	Ν	
	FS-2_1	2.67	1.62	2.66	1.31	0.01	0.31	
絕對精度	FS-2_2	3.86	2.23	3.70	2.25	0.16	-0.02	
	WV	0.87	0.72	0.88	0.62	-0.01	0.09	
	FS-2_1	2.08	4.99	1.95	3.07	0.13	1.91	
相對偏移量	FS-2_2	2.96	2.66	2.90	2.43	0.06	0.23	
	WV	0.33	0.47	0.32	0.32	0.01	0.16	

表 4-1-6 組合 1 成果總表

單位:公尺





2.85 2.9 2.95 3 3.05 3.1 ---☆-- 控制點 E(m) ×10<sup>6</sup> ---⊖-- 檢核點

(b) 區域平差+最小二乘配置法

圖 4-1-9 Formosat-2\_1 絕對精度誤差向量圖(組合 1)





























■ 組合 2: Formosat-2(RSM)+QuickBird-2(RFM)

組合 2 之地面絕對精度與影像相對偏移量成果如表 4-1-7 所示。圖 4-1-15~圖 4-1-17 為絕對精度之誤差向量圖,紅色三角 形代表控制點,藍色圓形為檢核點。相對偏移量之誤差向量圖 如圖 4-1-18~圖 4-1-20 所示,紅色方形為連結點,藍色方形代表 檢核用連結點。由表 4-1-7 可看出,進行區域平差後,福衛二號 影像之絕對精度約 1.6~3.8 公尺,QuickBird-2-basic 約 0.6 公尺。 在相對偏移量的部分,第一張福衛二號影像約 4.4 公尺,第二 張福衛二號影像約 3 公尺,QuickBird-2-basic 相對偏移量約 0.4 公尺。

經過最小二乘配置法後,三張影像之絕對精度並無明顯的 改變,只有第一張福衛二號影像提升約35公分。最小二乘配置 法對影像之絕對精度影響不大。在相對偏移量的部分,由圖 4-1-18(a)可發現第一張福衛二號影像在南北方向有明顯的系統 性誤差,在最小二乘配置法後誤差可從原本4.4改善至3公尺。 而第二張福衛二號影像與 QuickBird-2 影像之相對偏移量成果 變化不大。

		區域	民平差	區域 +最小二	平差 乘配置法	改善量	
		Ε	Ν	Ε	Ν	Ε	Ν
	FS-2_1	2.67	1.62	2.65	1.27	0.02	0.35
絕對精度	FS-2_2	3.86	2.21	3.71	2.05	0.15	0.16
	QB-b	0.45	0.62	0.44	0.52	0.02	0.10
	FS-2_1	2.06	4.40	2.04	3.00	0.02	1.40
相對偏移量	FS-2_2	2.95	2.35	2.87	2.29	0.07	0.06
	QB-b	0.33	0.39	0.32	0.29	0.01	0.10

表 4-1-7 組合 2 成果總表

單位:公尺





圖 4-1-15 Formosat-2\_1 絕對精度誤差向量圖(組合 2)





圖 4-1-16 Formosat-2\_2 絕對精度誤差向量圖(組合 2)

























■ 組合 3: Formosat-2(RSM)+IKONOS-2(RFM)

組合 3 之地面絕對精度與影像相對偏移量成果如表 4-1-8 所示。圖 4-1-21~圖 4-1-23 為絕對精度之誤差向量圖,紅色三角 形代表控制點,藍色圓形為檢核點。相對偏移量之誤差向量圖 如圖 4-1-24~圖 4-1-26 所示,紅色方形為連結點,藍色方形代表 檢核用連結點。由表 4-1-8 可看出,進行區域平差後,福衛二號 影像之絕對精度約 1.6~3.9 公尺,IKONOS-2 約 1.1 公尺。在相 對偏移量的部分,第一張福衛二號影像約 4.4 公尺,第二張福 衛二號影像約 2.6 公尺,IKONOS-2 影像相對偏移量約 1 公尺。

經過最小二乘配置法後,三張影像之絕對精度並無明顯的 改變,只有第一張福衛二號影像提升約 30 公分。最小二乘配置 法對影像之絕對精度影響不大。但對於相對偏移量來講,最小 二乘配置法可進一步提升三張影像之幾何一致性。由圖 4-1-24(a) 可發現第一張福衛二號影像有明顯的系統性誤差,在最小二乘 配置法後誤差可從原本 4.4 改善至 3 公尺以下。第二張福衛二 號影像與 IKONOS-2 影像誤差較無明顯之系統性,改善量不 大。經最小二乘配置法後第二張福衛二號影像誤差約 2.5 公尺, 而 IKONOS-2 影像誤差為 0.8 公尺。

		區域	平差	區域 +最小二	平差 乘配置法	改善	改善量	
		Ε	Ν	Ε	Ν	Ε	Ν	
	FS-2_1	2.67	1.62	2.66	1.28	0.01	0.34	
絕對精度	FS-2_2	3.85	2.21	3.69	2.05	0.16	0.16	
	IK	1.10	0.97	1.16	0.85	-0.06	0.13	
	FS-2_1	2.11	4.40	1.99	2.85	0.13	1.54	
相對偏移量	FS-2_2	2.63	2.17	2.54	2.32	0.09	-0.15	
	IK	0.84	1.07	0.80	0.79	0.04	0.29	

表 4-1-8 組合 3 成果總表

單位:公尺







圖 4-1-21 Formosat-2\_1 絕對精度誤差向量圖(組合 3)
























圖 4-1-26 IKONOS-2 相對偏移量誤差向量圖(組合 3)



■ 組合4:所有影像

組合 4 之地面絕對精度與影像相對偏移量成果如表 4-1-9 所示。圖 4-1-27~圖 4-1-31 為區域平差配合最小二乘配置法絕對 精度成果之誤差向量圖 。區域平差配合最小二乘配置法相對偏 移量成果之誤差向量圖如圖 4-1-32~4-1-36 所示。由表 4-1-9 可 看出,進行區域平差後,福衛二號影像之絕對精度約 1.6~3.8 公 尺。IKONOS-2 絕對精度約 1.3 公尺,Kompsat-2 約 2.3 公尺, 而 WorldView-1、QuickBird-2-basic 與 QuickBird-2-standard 精 度皆在 1 公尺內。在相對偏移量的部分,福衛二號影像精度最 低,約為 4~5 公尺,其次為 Kompsat-2 影像,約 4 公尺,其餘 影像約 1 公尺。

經過最小二乘配置法後,其成果與前三組實驗結果相似。 七張影像之絕對精度並無明顯的改變,只有第一張福衛二號影 像提升 36 公分,QuickBird-2-standard 降低 45 公分,其數值皆 接近隨機誤差的範疇。在相對偏移量的部分,第一張福衛二號 影像與 Kompsat-2 改善量近 2 公尺,而 WorldView-1 與 IKONOS-2 在南北方向亦有近 50 公分的提升。

		區域平差		區域	平差	改差量		
				+最小二	乘配置法			
		E	N	E	Ν	Ε	Ν	
	FS-2_1	2.67	1.62	2.65	1.26	0.01	0.36	
	FS-2_2	3.85	2.22	3.66	2.14	0.19	0.08	
	WV	0.89	0.72	1.00	0.57	-0.10	0.15	
絕對精度	QB-b	0.48	0.61	0.64	0.49	-0.16	0.12	
	QB-s	0.68	0.35	1.13	0.21	-0.45	0.13	
	IK	0.87	1.26	1.15	0.89	-0.28	0.37	
	КР	1.04	2.30	1.02	2.02	0.02	0.28	
	FS-2_1	2.86	5.11	2.58	3.38	0.29	1.73	
	FS-2_2	3.78	2.49	3.57	2.53	0.22	-0.04	
	WV	0.91	0.93	0.96	0.46	-0.04	0.47	
相對偏移量	QB-b	0.65	0.62	0.54	0.61	0.11	0.01	
	QB-s	0.99	0.73	1.02	0.73	-0.04	0.00	
	IK	1.15	1.33	1.15	0.91	0.00	0.42	
	KP	1.73	4.10	1.55	2.18	0.18	1.92	

表 4-1-9 組合 4 成果總表

單位:公尺













圖 4-1-29 WorldView-1 絕對精度誤差向量圖(組合 4)



圖 4-1-30 IKONOS-2 絕對精度誤差向量圖(組合 4)





圖 4-1-31 Kompsat-2 絕對精度誤差向量圖(組合 4)













圖 4-1-34 WorldView-1 相對偏移量誤差向量圖(組合 4)







■ 實驗成果整理

將上述四種組合針對福衛影像進行比較,並加入單張影像 求解成果分析。其地面絕對精度總表如表 4-1-10,將其成果繪 製成圖 4-1-37。影像相對偏移量成果總表如表 4-1-11,將其成 果繪製成圖 4-1-38。由圖 4-1-37 可發現,只要配合高解析度之 影像,福衛二號影像之絕對精度皆會有所提升,且各組合間之 差異量不大。區域平差前後可將絕對精度由近 7 公尺提升至 4 公尺以下。而經過最小二乘配置法後,福衛二號影像絕對精度 成果變化甚小。

探討相對偏移量,由圖 4-1-38 可明顯看出,配合高解析度 影像進行區域平差對福衛二號影像之相對偏移量有明顯的改 善,可從原本近9公尺降至5公尺以下。區域平差考慮全區域 之幾何關係,最小二乘配置法考慮局部殘留之系統性,因此經 最小二乘配置法後可將福衛二號影像之相對偏移量進一步降 低,最後相對偏移量可改善至4公尺以下。



地面絕對	封精度		組合1	組合2	組合3	組合 4
	E		6.15	6.15	6.15	6.15
昭省与北	F 5-2_1	Ν	2.36	2.36	2.36	2.36
<b>平闽十</b> 左		Е	6.92	6.92	6.92	6.92
	г 5-2 <u>-</u> 2	Ν	2.65	2.65	2.65	2.65
	ES 2 1 E		2.67	2.67	2.67	2.67
區域平差	F 5-2_1	Ν	1.62	1.62	1.62	1.62
	$\mathbf{FS-2}\_2 \qquad \boxed{]}$	Е	3.86	3.86	3.85	3.85
		Ν	2.23	2.21	2.21	2.22
	FS_2_1	Ε	2.66	2.65	2.66	2.65
區域平差+最小 二乘配置法	10-2_1	Ν	1.31	1.27	1.28	1.26
	FS_2 2	Е	3.70	3.71	3.69	3.66
	1.0-2_2	Ν	2.25	2.05	2.05	2.14

表 4-1-10 福衛二號衛星影像於各組合之比較-地面絕對精
--------------------------------

單位:公尺

影像相對	封偏移量		組合1	組合 2	組合3	組合 4
	ES 2 1	Ε	8.56	8.86	8.20	8.68
昭福亚关	г <b>б-2_1</b>	Ν	6.53	5.99	5.85	6.80
<b>平</b> 烟 十 左	EC 2 2	E	7.16	6.89	7.03	7.59
	F 5-2_2	Ν	2.51	2.46	1.90	2.14
	ES 2 1 E		2.08	2.06	2.11	2.86
區域平差	F5-2_1	Ν	4.99	4.40	4.40	5.11
	FS-2_2 -	Е	2.96	2.95	2.63	3.78
		Ν	2.66	2.35	2.17	2.49
	FS_2_1	E	1.95	2.04	1.99	2.58
區域平差+最小	1'5-2_1	Ν	3.07	3.00	2.85	3.38
二乘配置法	FS_2 2	Ε	2.90	2.87	2.54	3.57
	1.0-2_2	Ν	2.43	2.29	2.32	2.53

表 4-1-11 福衛二號衛星影像於各組合之比較-相對偏移量

單位:公尺



















### 3. 影像正射化

經過區域平差處理後,利用區域平差成果及數值地形模型 進行影像正射化處理,計畫中使用組合四的成果,對七組影像 進行校正。產生正射影像後,以人工方式重新量測地面控制點 位置,對正射影像進行精度評估。由於正射化時使用的數值地 形模型,沒有考量地表物之高度,而控制點資料庫中的 87 個點 位中,有 49 個點是在房屋角點控制點,不適合做為檢核使用, 因此僅以剩下的 38 個地面控制點進行精度評估,表 4-1-12 為精 度評估成果。七組影像正射化成果及誤差向量如圖 4-1-39~圖 4-1-45 所示。

影像編號	檢核點 數量	Mean E(meter)	Mean N(meter)	RMSE E(meter)	RMSE N(meter)
FS-2_1	5	0.41	-2.08	1.08	2.32
FS-2_2	3	0.14	-4.46	5.67	4.60
WV	8	1.09	-0.03	1.83	0.51
QB-b	7	0.30	0.16	0.53	0.37
QB-s	2	-0.26	0.07	0.37	0.26
IK	2	-0.39	-0.44	0.42	0.45
KP	4	-0.19	-0.14	0.56	0.34

表 4-1-12 影像正射化精度評估成果

單位:公尺





(a)正射影像







(a)正射影像

(b)誤差向量圖

圖 4-1-40 Formosat-2\_2 影像正射化成果





(a)正射影像







(a)正射影像









(a)正射影像







(a)正射影像









(a)正射影像



# 圖 4-1-45 Kompsat-2 影像正射化成果



### 4. WorldView-1 及 Kompsat-2 衛星影像正射糾正技術

### ■ WorldView-1 嚴密幾何改正模式及有理函數模式

本項工作之目的為使用 WorldView-1 衛星影像進行嚴密幾 何改正模式及有理函數幾何改正模式之比較。嚴密幾何改正使 用載體參數修正模式,以衛星載體資料所提供之軌道為初始 值,將衛星軌道修正量視為時間之低階多項式,並使用地面控 制點進行修正,在地面控制點足夠時,使用最小二乘配置法對 軌道進行修正。有理函數幾何改正模式,計畫中使用感測器方 位轉換有理函數係數,建立物空間與像空間之轉換關係,並使 用地面控制點提升有理函數幾何改正模式之精度。

研究中使用 WorldView-1 全色態影像進行幾何改正,測試 資料為台北縣地區影像,拍攝時間為 2008 年 1 月 11 日,平均 側視角為 31.2 度,影像解析度約為 0.68 公尺,影像涵蓋地面約 23.5 公里\*20.4 公里範圍,影像產品等級為 Basic 1B 影像,包含 載體參數及感測器方位轉換有理函數係數。地面控制點及檢核 點使用航空立體影像量測而得,包括 9 個控制點及 31 個檢核 點,總數共 40 個,控制點及檢核點分佈如圖 4-1-46 所示,三角 形標示者為控制點,圓形標示者為檢核點。測試區之地形起伏 為1 公尺到 450 公尺之間。

首先,在不使用地面控制點進行幾何校正前,將所有點視 為檢核點,對衛星的載體參數進行精度分析,檢核的點數共有 40個,其平均誤差在兩軸方向上為-14.02及2.41個像元,均方 根誤差在兩軸方向上為14.78及2.68個像元,約9.90公尺及1.79 公尺。圖4-1-47為40個檢核點的誤差向量圖,圖中檢核點有很 強的系統性,代表載體參數有很好的相對精度。



研究中分別使用兩種不同的幾何校正模式進行幾何改正, 並利用不同數量的控制點進行校正,測試不同控制點點數下檢 核點之誤差情形,觀察哪一種模式可使用較少的控制點數達到 精度要求,亦可觀察該模式之穩定性。研究中使用1至9個控 制點進行幾何改正,並使用相同31個獨立檢核點進行精度核 檢。表4-1-13為幾何改正模式及控制點數量總表。

	數學模式		未知數	控制點點數	檢核點點數
嚴密幾何模式	修正方位参數		6	3,4,,8,9	31
有理函數模式	依正影俛水堙	平移轉換	2	1,2,,8,9	31
	修正影像坐标	六參數轉換	6	3,4,,8,9	31

表 4-1-13 幾何改正模式及控制點數量總表



圖 4-1-46 WorldView-1 衛星影像、控制點及檢核點分佈





圖 4-1-47 未經幾何校正前控制點及檢核點之誤差向量圖

首先使用嚴密幾何模式配合修正方位參數的方法進行實驗,方位參數的修正僅考量位置及姿態角之平移量共6個平移 參數,在不同控制點點數下31個相同檢核點均方根誤差之成果 如圖 4-1-48 所示,由於載體參數可提供很好的初始值,在控制 點數超過4個時就已穩定,此時兩方向之均方根誤差即小於1 個像元。在控制點點數為9個時,其均方根誤差為0.90及0.87 個像元,且該模式較為穩定。



圖 4-1-48 嚴密幾何模式於不同控制點點數之檢核點均方根誤差



在有理函數模式中,以感測器方位轉換有理函數係數為基礎,分別建立平移轉換及六參數轉換。有理函數模式於不同控制點點數之檢核點均方根誤差如圖 4-1-49 所示,由於感測器方 位轉換有理函數係數可提供很好的初始值,僅使用一個控制點 進行平移轉換即可達到 1.3 個像元之精度,如圖 4-1-49(a)所示。 圖 4-1-49(b)為六參數轉換之成果,使用 3 個控制點即可達到 1.2 個像元之精度,當控制點點數超過 7 個時,即可達到次像元的 精度。在控制點點數為 9 個時,其均方根誤差為 0.95 及 0.88 個 像元。



(b)六參數轉換

圖 4-1-49 有理函數模式於不同控制點點數之檢核點均方根誤差

綜合前述幾何改正方法,整理以九個控制點進行幾何校正時,其檢核點誤差總表如表 4-1-14 所示,相同模式不同函數的 比較,比較平移轉換與六參數轉換的最大誤差,平移轉換比六 參數轉換的最大誤差還要大 0.6 個像元。從不同模式的角度出 發,嚴密幾何模式與有理函數模式的精度相當,但嚴密幾何模 式有較佳的成果。影像正射化成果如圖 4-1-50 所示。

117

單位:像元	均方根誤差		平均	誤差	最大誤差			
數學模式			S	L	S	L	S	L
嚴密幾何模式	修正方位参	0.90	0.87	-0.25	0.54	1.67	2.17	
古田正數描十	修正影像	平移轉換	1.04	1.12	-0.24	0.45	2.12	2.60
月珪函数候式	坐標	六參數轉換	0.95	0.88	-0.27	0.53	1.80	2.14

表 4-1-14 以九個控制點進行幾何校正其檢核點誤差總表



圖 4-1-50 WorldView-1 影像正射化成果



# ■ Kompsat-2 有理函數模式

Kompsat-2 影像提供有理函數係數,因此本計畫建立 Kompsat-2 衛星影像之有理函數幾何改正模式。測試區為台北 縣,影像長寬約 15 公里及 15.5 公里,共量得控制點及檢核點 17 個。首先測試不同控制點下,獨立檢核點之均方根誤差,實 驗中使用 3 到 9 個控制點進行幾何改正,分析相同的 8 個檢核 點的誤差情形。圖 4-1-51 為不同控制點其檢核點之均方根誤差 圖,選擇 9 個控制點進行幾何校正,檢核點影像坐標在兩軸方 向上之誤差約為 0.54 及 0.95 像元,實驗成果如表 4-1-15 所示。 影像正射化成果如圖 4-1-52 所示。



圖 4-1-51 不同控制點其檢核點之均方根誤差圖

		GCP I	RMSE	ICP RMSE			
GCP 點數	ICP 點數	S(pixel)	L(pixel)	S(pixel)	L(pixel)		
3	8	0.00	0.00	0.72	1.44		
4	8	0.01	0.27	0.67	1.33		
5	8	0.46	1.21	0.65	1.25		
6	8	0.71	1.25	0.61	1.23		
7	8	0.54	1.15	0.58	1.22		
8	8	0.50	1.15	0.54	1.21		
9	8	0.54	1.16	0.54	0.95		

表 4-1-15 Kompsat-2 不同控制點對應檢核點均方根誤差表





圖 4-1-52 Kompsat-2 影像正射化成果



4.2 整合及提升影像加值處理系統

#### 4.2.1 執行情形

已完成之工作項目包含相關測試資料蒐集、接縫線選取功 能提升、多元感測器區域平差功能、系統運轉測試。表 4-2-1 為 工作進度甘梯圖,圖中藍色三角形為實際進度,本項工作內容 均已完成。

<b>工作項目</b>	第1月(97年9月)	第2月(97年10月)	第3月(97年11月)	第4月(97年12月)	第5月(98年1月)	第6月(98年2月)	第7月(98年3月)	第8月(98年4月)	第9月(98年5月)	<b>第</b> 10月(98年6月)	第11月(98年7月)
二、整合及提升影像加值處理系統											
1. 資料獲取											
2. 接縫線選取功能提升											
3. 多元感測器區域平差功能											
4. 系統運轉測試											
			■預	定道	き度				1	實際	進度

表 4-2-1 工作進度甘梯圖(整合及提升影像加值處理系統)

# 4.2.2 工作執行及成果

以下依照甘梯圖工作項目序號,分項予以描述。



### 1. 資料獲取

系統運轉測試影像包含福衛二號、IKONOS-2、 QuickBird-2、WorldView-1及Kompsat-2等衛星影像。其中福 衛二號共取得13個航帶影像,每一航帶均包含多光譜及全色態 影像。其範圍涵蓋全臺灣,如圖4-2-1所示,詳細資料內容如表 4-2-2所示。此測試資料主要用以測試系統正射糾正、鑲嵌及融 合功能。而IKONOS-2一幅、QuickBird-2兩幅、WorldView-1 一幅及Kompsat-2 一幅。其涵蓋範圍於北臺灣,影像如圖 4-1-2~4-1-5所示,詳細資料內容如表 4-1-2所示。此測試資料 主要用以測試系統多元感測器幾何糾正功能。

	拍攝日期	拍攝角度	感測器
航带1	20080103	19.10	PAN / MS
航带 2	20080104	19.27	PAN / MS
航带3	20080105	20.92	PAN / MS
航带 4	20080119	13.60	PAN / MS
航带5	20080216	18.10	PAN / MS
航带6	20080120	14.89	PAN / MS
航带 7	20080622	9.41	PAN / MS
航带8	20080220	22.76	PAN / MS
航带9	20080305	18.82	PAN / MS
航带 10	20080409	14.64	PAN / MS
航带11	20080512	10.88	PAN / MS
航带 12	20071028	17.78	PAN / MS
航带13	20080327	38.24	PAN / MS

表 4-2-2 測試影像資料





圖 4-2-1 系統運轉測試影像涵蓋範圍



接縫線選取功能提升部分,由於福衛2號影像其不同航帶 間之重疊區域較小,較不利於相關測試,因此使用2幅SPOT-5 全色態正射影像進行測試,其範圍於台灣西部及中央山脈如圖 4-2-2所示。圖 4-2-2(a)之拍攝日期為 2006/10/20,圖 4-2-2(b)之 拍攝日期為 2007/11/14。





(a)航带1

(b)航带 2

圖 4-2-2 接縫線功能提升測試影像



### 2. 接縫線選取功能提升

選取接縫線有四個步驟,(1)計算影像間重疊區、(2)建立初 始接縫線、(3)避開有雲區域、(4)搜尋地形特徵。計算影像間重 疊區範圍,需先偵測待鑲嵌影像實際有資料之範圍,如圖 4-2-3 中紅色框所示。再依照兩張重疊影像之範圍計算重疊區範圍, 如圖 4-2-4 中黃色框所示。



圖 4-2-3 待鑲嵌影像



### 圖 4-2-4 影像重疊區



使用上述步驟所產生之重疊區範圍,以直線繪製初始接縫線,其位置於重疊區中央如圖 4-2-5,黃色框為重疊區,紅色線 段為接縫線。爲使接縫處較不明顯,在接縫處開始及結束部分 需另外處理,考量兩張影像重疊之情形,將接縫處開始及結束 位置移至重疊區角點上。



圖 4-2-5 初始接縫線



爲避免鑲嵌影像中有雲區域出現明顯接縫, 需避開有雲區 域,可利用雲遮罩所提供之有雲區域位置,修改接縫線使其不 通過有雲區域。本工作又可細分幾項步驟,(1)搜尋重疊區內的 **雲區塊**,利用雲區塊資料和重疊區位置進行比對,挑選出在重 疊區內之雲區塊,此一步驟可減少運算量。(2)擴大雲區塊範圍, 在後續處理中,會依照雲區塊移動接縫線位置,當接縫線有碰 到雲區塊,則移動至雲區塊周圍,爲確保接縫線與雲區塊保持 適當距離,因此需擴大雲區塊範圍,如圖 4-2-6 所示。(3)雲區 **塊分類**,雲區塊在此先分為兩大類。第一類是雲區塊並無與另一張 影像中之雲區塊重疊,第二類是雲區塊與另一張影像中之雲區塊重 譻。(4)移動接縫線位置,依照雲區塊移動接縫線位置,當接縫 線有碰到雲區塊,則移動至雲區塊周圍。為簡化工作程序,移 動接縫線位置時僅在東西方向上移動。而判定移動方向之考量 因素包括(1)雲區塊是在左邊影像或右邊影像中、(2)雲區塊是否 可完全避開、(3)雲區塊是否與另一張影像中雲區塊重疊。成果 如圖 4-2-7 所示,圖中黃色線段為初始接縫線,紅色線段為修正 後之接縫線,接縫線避開雲區塊。



圖 4-2-6 擴大雲區塊





圖 4-2-7 修正後接縫線(避開有雲區域)

為求鑲嵌影像接縫不明顯,可沿著地形山脊線、山谷線、 河流或地物區塊之邊界選定接縫線,以避免鑲嵌影像中出現明 顯接縫。本工作又可細分幾項步驟,(1)邊緣偵測,針對重疊區 影像利用 canny 演算法進行邊緣偵測,取得重疊區影像中之邊緣 特徵。(2)邊緣特徵細化,由於邊緣偵測所產生之邊緣特徵具有 厚度,因此需進行細化工作,將邊緣特徵細化至1個像元寬度, 以便進行後續線追蹤工作。(3)線追蹤,上述工作所產生之邊緣特 徵為矩陣型態,在此進行線追蹤將邊緣特徵轉變為向量型態。(4) 移動接縫線位置,依照邊緣特徵移動接縫線位置,比對原始接 縫線與邊緣特徵之距離,並考量邊緣特徵之長度,將接縫線移 至邊緣特徵位置。為簡化工作程序,移動接縫線位置時僅在東 西方向上移動。成果如圖 4-2-8 所示,圖中黃色線段為初始接縫

128

線,藍色方塊為修正後之接縫線節點,接縫線移至河道特徵。 但在邊緣特徵良好但距離原始接縫線較遠時,會出現接縫線左 右大幅度移動如圖 4-2-9 所示,在此情況下依然保留邊緣特徵, 交由人工編輯修正



圖 4-2-8 修正後接縫線範例 1(移至邊緣特徵位置)





圖 4-2-9 修正後接縫線範例 2(移至邊緣特徵位置)

### 3. 多元感测器區域平差功能

配合控制點量測介面及工作單管理介面,建立區域平差模 組。以提供控制點量測介面及工作單管理介面中所需之區域平 差功能,以及利用區域平差結果進行正射糾正功能。將所完成 之區域平差模式程式,改寫成動態連結檔,並與控制點量測介 面整合。

爲使控制點量測介面可量測區域平差所需之航帶連結點, 需修改相關介面及功能。介面修改主要工作在於影像顯示介 面,使其可同時開啟兩個畫面以顯示兩張影像如圖 4-2-10 所 示,利用此介面可比對兩張影像中之地物特徵,進行航帶連結 點量測。新增功能部分則包括新增航帶連結點屬性及航帶連結

130
點像坐標預估,在新增點位介面中,新增設定為航帶連結點之 功能如圖 4-2-11 所示。並新增航帶連結點像坐標預估功能如圖 4-2-10 中紅框位置所示,可提供待量測航帶連結點之概略位置。



圖 4-2-10 影像顯示介面



♥ 新增點	拉		×
Туре:	TCP		
No:	U 2		
Sample:	2818.66		
Line:	8534.46		
<ul> <li>一幾何改正模</li> <li>一地面控制調</li> <li>〇 地面檢</li> <li>一影像連結調</li> <li>④ 連結檢</li> </ul>	式 	多光譜影像波段套合點 〇 藍色波段套合控制 〇 綠色波段套合控制 〇 紅色波段套合控制 〇 紅色波段套合控制 〇 近紅外波段套合控制	J
○ 不使用	點		
		更新	

圖 4-2-11 新增點位介面

配合多元感測器影像區域平差模式,修改工作單管理介面,使其在產生工作單時,可在單一工作單中包含多種感測器 影像。主要修改部分包括:(1)加入影像工具,(2)加入影像瀏覽 視窗,(3)編修輸出影像視窗,(4)工作單管理系統主畫面。

加入影像工具部分,新增 IKONOS-2 及 QuickBird-2 選項, 如圖 4-2-12 紅框處,讓操作人員可至資料庫搜尋福衛二號、 SPOT-5、IKONOS-2 及 QuickBird-2,並選取處理影像。加入影 像瀏覽視窗部分,修改顯示視窗及資料庫連結,使其可同時顯 示多種感測器影像範圍及預覽影像,並可連結相關屬性資料。 圖 4-2-13 中央部分顯示預覽影像,右邊顯示相關屬性資料,左 邊可切換顯示影像。此一工作單中包含福衛二號及 SPOT-5 影 像,圖 4-2-13 中為福衛二號預覽影像及屬性資料,圖 4-2-14 中為 SPOT-5 預覽影像及屬性資料。

🔜 加入影像		
確定增加 😋	返回 🧯 離開系統	
	—— 新增多幅影像	
• 依條件:		
衛星代號:	552 -	
感測器代號:	FS2 SP5	
PATH	IK2 QB2	
ROW 從	全部 • 到	-
攝影日期		🔸 (yyyymmdd)

圖 4-2-12 加入影像





## 圖 4-2-13 加入影像瀏覽視窗-福衛二號



圖 4-2-14 加入影像瀏覽視窗-SPOT-5



編修輸出影像視窗部分,修改顯示視窗及資料庫連結,使 其可同時顯示多種感測器影像範圍及預覽影像,並可連結相關 屬性資料,並讓操作人員可編修其輸出影像範圍及相關參數。 圖 4-2-15 中央部分顯示預覽影像及輸出範圍,右邊顯示相關屬 性資料,左邊可選擇編修影像。此一工作單中包含福衛二號及 SPOT-5 影像,圖 4-2-15 中為福衛二號預覽影像、輸出範圍及屬 性資料,圖 4-2-16 中為 SPOT-5 預覽影像、輸出範圍及屬性資 料。

工作單管理系統主畫面部分,修改產品資訊及影像預覽視窗。如圖 4-2-17 中所示右邊紅框中顯示之產品資訊包含福衛二號及 SPOT-5 影像,右邊黃框中顯示之影像預覽包含福衛二號及 SPOT-5 影像範圍。



工作流程: 编修输出範圍 🔹 🖓 返回 👔 離關系統		
工作單狀態		輸入影像
加入影像		
工作單软第       (*)         加入影像       (*)         加上描去       (*)       (*)         副出描名:       (*)       (*)       (*)       (*)         「常知時報:       (*)       (*)       (*)       (*)       (*)         「「常助帝:       (*)       (*)       (*)       (*)       (*)       (*)         「「「常助帝:       (*)		御記       第2         感謝器       R1M         成角:       19.65843         波段:       123400000         羅影目期時間:       01.04/2008 02:15 01         衛星       149.225910         太陽方位角:       149.225910         太陽方位角:       35.972544         Gain Number:       4454         公前守:       30
	E/N (min) = 147,011.9 / 2,453,551.0	

圖 4-2-15 編修輸出影像視窗-福衛二號



圖 4-2-16 編修輸出影像視窗-SPOT-5



工作單編號 W0000003 W0000005 W000009 W0000038 W0000039 W0000046 W0000048 W0000048	工作內容 幾何糾正 影像錶嵌 影像融合 幾何糾正	目前狀態 匯入影像 匯入影像 影像融合 日前状態	操作員 msgps msgps msgps	起始日期 2007/3/12 2008/11/28	交貨日 2007/3/ 2007/3/	產品資訊 「產品資訊 」 成理狀態· <b>羅入影像</b> 商品類別· <b>美何刻</b> 了
W0000003 W0000005 W000009 W0000038 W0000039 W0000046 W0000048 W0000048	幾何糾正 影像鑲嵌 影像融合 幾何糾正	<ul> <li> <b>匯</b>入影像         <ul> <li> <b>匯</b>入影像             </li> <li>             影像融合             </li> </ul> </li> </ul>	msgps msgps msgps	2007/3/12 2008/11/28	2007/3/ 2007/3/	「產品資訊」 「處理狀態」 <b>隆入影像</b> 產品類別: <b>幾何刻</b> ]
W0000005 W000009 W0000038 W0000039 W0000046 W0000048 W0000048	影像鑲嵌 影像融合 幾何糾正	匯入影像 影像融合	msgps msgps	2008/11/28	2007/3/	「店理狀能· ■ 入影機 産品類別· 幾何刈」
W0000009 W0000038 W0000039 W0000046 W0000048 W0000049	影像融合 幾何糾正	影像融合	msgps			
W0000038 W0000039 W0000046 W0000048 W0000049	幾何糾正	口历行会告告山		2008/1/15	2007/5/	
W0000039 W0000046 W0000048 W0000049	9/ 49- 40- 44	00.6.6.41	msgps	2008/11/24	2008/7/	衛星: FS2 SP5 感測器: G1J R11
W0000046 W0000048 W0000049	京川家装款	匯入影像	msgps	2008/7/14	2008/7/	產品等級: 67 助理節圍:台灣
W0000048 W0000049	影像鑲嵌	匯入影像	msgps	2008/11/21	2008/11	
W0000049	幾何糾正	品質管制	msgps	2008/12/10	2008/12	使用DTM: TW20M9 地圖投影: TWD97
	幾何糾正	完成匯入影像	msgps	2009/1/5	2008/12	
W0000050	幾何糾正	完成匯入影像	msgps	2009/1/5	2008/12	輸入影像數目: 16 輸出影像數目: 2
W0000051	幾何糾正	匯入影像	msgps	2009/1/5	2009/1/	
▶ ₩0000052	幾何糾正	匯入影像	mseps	2009/1/6	2009/17	一影像預覽 ————————————————————————————————————
<	CH/				<u>&gt;</u>	

# 圖 4-2-17 工作單管理系統主畫面



#### 4. 系統運轉測試

爲確保影像加值處理系統運轉順利,進行運轉測試,測試 系統操作效能、方便性及可靠度。96 年度計畫期末審查會議中, 審查委員建議運轉測試可參考 CMMI(Capability Maturity Model - Integrated), CMMI 是 CMM(Capability Maturity Model for software,軟體能力成熟度模式)成功發展後的新修訂版本。CMM 是美國卡內基美隆大學的軟體工程學院所進行的一項研究成 果,其目的是用來評估及改善軟體發展公司之軟體開發過程及 軟體開發能力,並且協助軟體開發者持續改善軟體流程成熟架 構及軟體品質。

CMMI 目前已成為許多大型軟體業者於改善組織內部軟體 工程所採行的軟體評估標準,其認證共分為五級(第一級:初始 (Initial)、第二級:可重覆(Repeatable)、第三級:已定義(Defined)、 第四級:已管理(Managed)、第五級:最佳化(Optimizing))。CMMI 為一軟體(或系統)從規格需求、系統規劃、開發到驗證之詳細規 範。在本案中無法完全遵循此一標準,而國科會針對 CMMI 有 一輕量版 CMMI (Light-weight cmmi)規範,其中有一部分訂定軟 體測試應包含之內容,參考此一規範所訂定之規劃測試內容包 括:

(1)测試目的與接受準則

影像加值處理系統可對福衛二號、SPOT-5、IKONOS-2、 QuickBird-2、WorldView-1 及 Kompsat-2,進行影像正射糾 正、鑲嵌及融合處理。運轉測試目的包括:(a)測試系統各項 功能是否可正常操作,(b)測試所規劃之工作流程是否合理, (c)藉由測試過程改進系統,(d)測試系統效能。測試對象包括 正射糾正、影像鑲嵌及影像融合三項功能。

138

測試通過之標準分為兩部分:(a)成果檢核,(b)功能檢 核。成果檢核部份,針對系統所產製之正射影像、鑲嵌影像 及融合影像進行評估,以確保系統產出成果具有良好之品 質。功能檢核部分,則針對系統功能之各項操作、工作流程 及人機介面進行評估,以確保系統各項功能無重大缺失。

(2) 测試成員及工作指派

主要測試成員共5人,其中3人負責實際操作測試,2 人負責程式更新。實際操作測試分3部分:(a)工作單管理人 機介面操作,(b)控制點量測人機介面操作,(c)影像鑲嵌人機 介面操作。

(3) 測試環境

硬體環境:硬體配備如表 4-2-3 所示。

表	4-2-3	硬體配	借
1		一人应自己	1111

	個人電腦1	個人電腦2		
CPU	Intel Core2Duad 2.5GHz	Intel PentiumD 2.8GHz		
主記憶體	3.25GB	2GB		
硬碟	300GB+300GB	160GB+300GB		
顯示卡	Geforce 8600GT	ATI X1600		

軟體環境:作業系統-Windows XP

商用軟體-ArcGIS 9.2

測試資料:包含福衛二號、IKONOS-2、QuickBird-2、 WorldView-1及KOMPSAT-2等衛星影像。

(4)測試案例

測試案例1:

測試資料為福衛二號共13個航帶影像,每一航帶均



包含多光譜及全色態影像。此測試資料主要用以測試系 統正射糾正、鑲嵌及融合功能。

測試案例2:

測試資料為 2 幅 IKONOS-2、1 幅 QuickBird-2、1 幅 WorldView-1 及 1 幅 KOMPSAT-2。此測試資料主要 用以測試系統多元感測器幾何糾正功能。

(5)测試程序

測試內容包括:(a)工作效能,統計各項工作所需時間。 (b)成果品質,檢核所產製之產品品質。(c)錯誤回報,操作過 程中發現之錯誤或需改進部分予以修正。(d)工作流程,測試 工作流程之合理性。測試操作分別由3人同時進行,測試過 程中若發現錯誤或需改進部分,則交由程式更新人員修改。 測試時檢視各項工作流程是否可正常進行,並記錄各項工作 所需時間用以評估系統效率。最終檢核所產製之產品品質, 檢核標準則參考本計畫所訂定之"航遙測正射影像之測製規 範及精度審核機制"。

#### (6)测試結果與分析

工作單管理介面、控制點量測介面及影像鑲嵌介面測試 均已完成,各項功能均可正確執行,工作程序亦無邏輯上之 矛盾。工作效能部分,正射糾正工作如所處理之原始影像為 15幅福衛二號時,所需總操作時間約為400分鐘。影像鑲嵌 工作部份,鑲嵌13航帶多光譜正射影像共花費1025分鐘, 鑲嵌13航帶全色態正射影像共花費1256分鐘。影像融合工 作部份,融合全台福衛二號影像需花費99分鐘。詳細測試成 果請參考附件3。



140

4.3 發展高解析度航遙測影像真實正射糾正技術

#### 4.3.1 執行情形

已完成之工作項目包含相關測試資料蒐集、航照及衛照影像方位模式建立、航照及衛照影像遮蔽區偵測及補償、航照及衛照陰影區偵測及增揚。表 4-3-1 為工作進度甘梯圖,圖中藍色三角形為實際進度,本項工作內容均已完成。

表 4-3-1 工作進度甘梯圖(發展航遙測影像真實正射糾正技術)





### 4.3.2 工作執行及成果

#### 1. 資料蒐集

計畫測試區位於台北市區,現階段已蒐集的測試資料包含 衛星影像、航照影像、數值地形模型、三維房屋模型與三維道 路模型等五項。衛星影像部分,包含福衛二號與 OuickBird-2 衛 星影像,處理範圍共計2,000公頃,如圖4-3-1紅框區域所示, 使用之平面坐標系統為 TWD67, 高程坐標系統為 TWVD2001, 其框標範圍左上角與右下角框標位置(E, N)分別為(303200, 2775300)與(306400,2768700); 航照影像,為使用數位航空攝影 機所拍攝之影像,共計200公頃,如圖4-3-1 黃框區域所示。衛 星影像部分包含福衛二號影像與 QuickBird-2 衛星全色態影 像,其屬性資料如表 4-3-2 所列,測試影像分別如圖 4-3-2 與圖 4-3-3 所示。航照影像部分,於 2008 年使用 DMC 航空數位相機 所拍攝而得,其拍攝分佈位置與影像如圖 4-3-4(a)綠框所示,航 照影像之參數如表 4-3-3 所列。資料包含各影像編號、圖幅大 小、焦距、拍攝位置(E, N, H)與姿態(ω,φ,κ)等。由於航空影像拍 攝高度相較於衛星影像來的低,故物體遮蔽現象較為明顯,基 於真實正射處理中影像遮蔽區補償的考量,共取得四條航帶影 像,計52幅影像。





	影像1	影像 2	影像3	影像 4	
衛星種類	福衛	二號	QuickBird-2		
拍攝時間	2006/08/19	2007/01/30	2005/12/23	2002/12/15	
影像等級	Level 1A	Level 1A	Basic	Standard	
GSD(m)	2.01	2.45	0.63	0.63	
拍攝角度(Deg)	3.92	25.47	13.10	21.40	
光譜解析度	全色態	全色態	全色態	全色態	

表 4-3-2 衛星影像屬性資料



圖 4-3-4 航空攝影測試區



影像大小	Line	13824
	Sample	7680
焦距(r	120.000	
航高(	約 1600	
GSD(	約 0.16	

表 4-3-3 航照影像參數表

數值地形模型部分使用內政部所提供,為利用航測所建置 而得之資料,空間解析度為5公尺,如圖4-3-5所示,測試區地 形高程範圍從0公尺至15公尺。數值房屋模型部分,為使用數 位航空影像與千分之一地形圖所建置,如圖4-3-6所示。三維道 路模型部分,為使用空載光達資料與千分之一地形圖所建置而 得,包含平面道路與高架道路等如圖4-3-7所示。







(a) 道路街廓圖

圖 4-3-7 測試區數值道路模型

2. 方位模式建立

本年度建立方位之衛星包含福衛二號與 OuickBird-2 影 像,處理過程如下所述。首先,利用衛星載體資料大量產生並 使用虛擬控制點進行最小二乘法平差,求解三階有理函數轉換 係數,同時產生虛擬檢核點以檢核有理函數轉換係數與載體資 料的一致性。接著,再利用有理函數轉換係數及地面控制點求 解影像坐標,並利用多於3個控制點求解六參數轉換係數,以 修正有理函數轉換係數之誤差。經處理後之檢核點均方根誤差 如表 4-3-4 所列,並繪製誤差向量圖以示其誤差特性,如圖 4-3-8 所示。航照影像部分,則為經由空中三角測量所計算而得之外 方位參數。



單位:像元		齐	福衛二號影像1			福衛二號影像2		
		點數	RMSE S	RMSE L	點數	RMSE S	RMSE L	
處理後	控制點	9	1.35	2.27	9	1.62	2.18	
精度	檢核點	9	2.20	2.02	42	1.13	1.11	
單位:像元		QuickBird 影像 3			QuickBird 影像 4			
		點數	RMSE S	RMSE L	點數	RMSE S	RMSE L	
處理後	控制點	12	1.11	1.17	13	2.11	0.53	
精度	檢核點	23	1.12	1.03	24	1.59	1.39	

表 4-3-4 衛星方位誤差分析表





### 3. 遮蔽補償及陰影增揚

本年度計畫之真實正射糾正工作,針對地形、房屋與道路 部分進行處理。房屋造成之遮蔽區域包含屋頂與牆面,故進行 遮蔽區偵測時,需由牆面法線方向判斷影像中遮蔽區為房屋的 哪面牆所造成。而道路部分,由於現階段為利用彩帶式描述道 路高程,故僅有路面高差位移所造成之遮蔽。本次所測試之資 料,衛星影像處理範圍共計 2,000 公頃,涵蓋房屋區計 98,427 個多邊形,航照影像處理範圍共計 200 公頃,涵蓋房屋區計 19,835 個多邊形。測試使用之房屋與道路模型資料分別如圖 4-3-9(a)與 4-3-9(b)所示,其中道路模型包含道路與捷運高架路 段。



(a) 數值房屋模型

(b) 數值道路模型

圖 4-3-9 遮蔽區偵測測試資料

福衛二號影像真實正射糾正處理,挑選影像1 作為主影像,影像2 用來補償主影像遮蔽區,其全區真實正射成果如圖 4-3-10 所示。





圖 4-3-10 福衛二號影像真實正射成果(含遮蔽補償與陰影增揚)

QuickBird-2 影像真實正射糾正處理,挑選影像3 作為主影像, 影像4 用來補償主影像遮蔽區,全區真實正射成果如圖 4-3-11 所示。



圖 4-3-11 QuickBird-2 影像真實正射成果(含遮蔽補償與陰影增揚)



為展示處理成果與傳統正射影像之差異,針對局部區域放大比 較傳統正射、真實正射成果,福衛二號與 QuickBird-2 影像處理成果。 圖 4-3-12 為福衛二號影像真實正射處理成果,正射影像空間解析度 為 2 公尺,圖 4-3-12 (a)為傳統正射影像,其中房屋有高差移位現象, 經遮蔽區偵測可得圖 4-3-12 (b),紅色標示區域為遮蔽區。圖 4-3-12 (c) 為遮蔽補償成果,多數區域已完成補償。圖 4-3-12 (d)為遮蔽補償與 陰影增揚成果。圖 4-3-12 (d)為最終真實正射成果。由於福衛二號影 像解析度為 2 公尺,影像中不易顯示房屋及道路細部特徵,使得真 實正射成效並不明顯,並在影像中有零碎之遮蔽區無法補償。

QuickBird-2 正射影像空間解析度為 0.8 公尺,其成果如圖 4-3-13 所示。因 QuickBird-2 影像空間解析度優於福衛二號影像,影像紋理 品質較清楚,故經遮蔽區補償與陰影區增揚之成果較明顯。但由於 兩幅影像拍攝角度問題,故西北側紋理無法完整敷貼。





(a)傳統正射





(c)真實正射(遮蔽補償)



(d)真實正射(遮蔽補償與陰影增揚)

圖 4-3-12 福衛二號影像真實正射成果局部放大





(c)真實正射(遮蔽補償)

(d)真實正射(遮蔽補償與陰影增揚)

圖 4-3-13 QuickBird-2 影像真實正射成果局部放大



衛星影像真實正射成果檢驗部分,驗證方式為隨機由千分之一 地形圖挑選均勻分佈之房屋角點,經與真實正射影像屋角位置比 對,以評估其處理品質,以 QuickBird-2 為例,於兩軸(E, N)均方根 誤差分別為 0.754m 與 0.865m,誤差特性如圖 4-3-14 所示。



圖 4-3-14 衛照真實正射誤差向量圖(QuickBird-2)

航照影像部分,目標測區左側與上側分別有高架道路通過,中 間有捷運高架穿越,圖 4-3-15 為全區航照真實正射影像成果,影像 空間解析度為 0.2 公尺。為展現真實正射與傳統正射差異,亦針對測 區局部放大,如圖 4-3-16 與圖 4-3-17 所示。由圖中可知,由於航照 影像解析度高於衛星,故地物細節較為清楚,使用三維房屋模型與 道路模型進行真實正射,其效果十分明顯。



154



圖 4-3-15 航照影像真實正射成果





- (c)真實正射(遮蔽補償)
- (d)真實正射(遮蔽補償與陰影增揚)

圖 4-3-16 航照影像真實正射成果局部放大1





(c)真實正射(遮蔽補償)

(d)真實正射(遮蔽補償與陰影增揚)

圖 4-3-17 航照影像真實正射成果局部放大 2





航照影像真實正射成果檢驗部分,驗證方式為隨機由千分之一 地形圖挑選均勻分佈之房屋角點,經與真實正射影像屋角位置比 對,以評估其處理品質,於兩軸(E, N)均方根誤差分別為 0.296m 與 0.134m,誤差特性如圖 4-3-18 所示。



圖 4-3-18 航照真實正射誤差向量圖



4.4 國土利用變遷偵測研究工作

#### 4.4.1 執行情形

已完成之工作項目包含衛星影像前置處理作業、變遷偵測 工作及成果評估、分析影像薄霧補償方法、薄霧補償前後之影 像進行多時期影像變遷偵測及成果評估。表 4-4-1 為工作進度甘 梯圖,圖中藍色三角形為實際進度,本項工作內容均已完成。



表 4-4-1 工作進度甘梯圖(國土利用變遷偵測研究工作)



#### 4.4.2 工作執行及成果

以下依照甘梯圖工作項目序號,分項予以描述。

#### 1. 衛星影像前置處理作業

本年度關於變遷偵測部分,分別為針對高鐵桃園站以及台 中站附近區域的新市鎮特定地區進行偵測。其偵測範圍主要以 高鐵車站為中心之 12 公里 x 12 公里範圍之區域,其周邊之相 關地理位置說明如圖 4-4-1 所示。



(a)高鐵桃園車站分析範圍



(b) 高鐵台中車站分析範圍

圖 4-4-1 高鐵桃園站及台中站附近區域偵測範圍



以下針對兩地區分別進行衛星影像之前置處理說明:

(1)高鐵桃園車站地區

在本期計畫中分別選取高鐵桃園車站地區開發初期以及近 期之衛星影像以供分析之用。由於本車站之開工與啟用日期分 別為2002年5月30日以及2006年11月10日,因此本計畫採 用SPOT-2衛星於2002年2月5日獲取之影像做為高鐵桃園車 站開發初期之影像,並且選取2008年6月22日獲取之福衛二 號多光譜衛星影像做為車站開發後之後期影像。此外由於 SPOT-2衛星之多光譜衛星影像解析度為20公尺,為了提升其 解析度以配合福衛二號衛星之多光譜影像解析度以利進行偵 測,因此亦使用了同時獲取之 SPOT-2衛星之全色態衛星影像 產生一組10公尺解析度之高解析多光譜合成影像以做為變遷 偵測之前期影像,其影像如圖4-4-2所示。





(a)開發前 SPOT-4 高解析多光譜合成衛星影像(2002/2/5)



(b)開發後福衛二號多光譜衛星影像(2008/6/22) 圖 4-4-2 桃園高鐵車站特定地區開發前後衛星影像



(2)高鐵台中車站地區

在高鐵台中車站部分,選取車站開發初期以及近期之衛星 影像以供分析之用。由於本車站之開工與啟用日期分別為2002 年5月24日以及2006年10月24日,在此部分是採用SPOT-4 衛星於2001年11月28日獲取之影像做為高鐵台中車站開發前 之前期影像,而車站開發後之後期影像部分則採用福衛二號衛 星影像。然而由於福衛二號衛星軌道之關係,此區域之福衛二 號衛星影像必須使用兩幅相鄰軌道影像進行併合才能完整取 得。目前關於此位置之福衛二號影像則選取2008年12月10日 與2008年12月20日所獲取之多光譜衛星影像做為後期影像。 此外由於SPOT-4衛星之多光譜衛星影像解析度亦為20公尺, 為了提升其解析度以配合福衛二號衛星之多光譜影像解析度以 利進行偵測,亦使用了同時獲取之 SPOT-4 衛星之全色態衛星 影像產生一組 10 公尺解析度之高解析多光譜合成影像以做為 變遷偵測之前期影像,其影像如圖4-4-3 所示。





(a)開發前 SPOT-4 之高解析多光譜合成衛星影像(2001/11/28)



(b)開發後福衛二號多光譜衛星併合影像(2008/12/10 以及 2008/12/20 雨日期之影像併合)

圖 4-4-3 台中高鐵車站特定地區開發前後衛星影像



# 2. 分析影像薄霧補償方法

95 年度計畫中採用 Tasselled Cap Transform 中的第四個分 量(又稱為 Haze Component),來計算薄霧產生之區域,進而達 到自動化估計 Clear-sky Vector 之相關參數。但此法之缺點是由 於影像上之建物或是區域性的裸露地常會被誤判為薄霧區域, 並可能因此造成偏差。在本計畫中僅使用 Tasselled Cap Transform 中第四個分量來估計 Clear-sky Vector,而非僅在 Tasselled Cap Transform 所決定之有限範圍進行補償。實際上整 張影像上每個像元的薄霧補償量還是須透過 HOT 轉換(Haze Optimized Transformation)來計算。此外使用 Landsat 5 影像中 Tasselled Cap Transform 中的 Haze 轉換來做為門檻值的選擇, 是由於福衛二號多光譜的各波段波長範圍與 Landsat 5 波段 TM1~TM4 相同,而 Tasselled Cap Transform 中的 Haze 轉換在 其他兩個波段(TM5 與 TM7)上在係數上之值相對貢獻遠小於前 四個波段(TM1~TM4)的係數值,因此在本計畫將 TM5 與 TM7 此二波段對 Haze 所可能產生之影響忽略,並將福衛二號之多光 譜影像配合 Tasselled Cap Transform 中的 Haze 轉換前 4 項係數 來得到近似之 Haze 值。對於 SPOT 影像而言,由於其沒有 Blue Band 資訊,而 Blue Band 在 Tasselled Cap Transform 中的 Haze 轉換是一個很重要之波段,因此不建議利用此一方法處理 SPOT 影像。

理論上薄霧之空間變化會較地表面土地覆蓋之空間變化緩 慢許多,因此利用低通濾波器進行局部或是區域性之過濾可有 效降低此種偏差。理論上使用區域式之 Mean Filter 即可改善此 一問題,但在本計畫中為了進一步降低局部之異常值,因此採 用 Medium Filter 來對原始之 Haze Component 進行過濾前處 理。這是由於 Medium Filter 不但具有低通濾波之性質,並且具

165

有排除局部異常值之特性,唯其過濾時所使用之移動視窗大小 仍須由經驗加以判斷,因為過小之視窗其效果不顯著,但過大 之視窗則易造成過度平滑化之效應。目前經過實際測試後, 11x11 之尺寸應為較理想之選擇。在本部份研究所使用的測試 影像為福衛二號影像,其影像獲取日期為 2005 年 7 月 25 日, 影像位置為石門水庫集水區,影像涵蓋範圍為 40 公里 x 10 公 里。圖 4-4-4 是原始福衛二號影像與不同方法所得 Clear Area 結 果之比較,其中白色區域為薄霧分布地區,而黑色區域為無薄 霧地區之 Clear Area。



圖 4-4-4 原始福衛二號影像與 Clear Area 結果比較

(a)原始福衛二號影像(影像位置為石門水庫集水區)

(b)利用 Haze Component 直接進行 Thresholding 後所得之 Clear Area

(c)將 Haze Component 以 Medium Filter 過濾後再進行 Thresholding 後所得之 Clear Area


比較圖 4-4-4(b)與圖 4-4-4(c)即可得知,圖 4-4-4(b)之薄霧預 估呈現較不連續且破碎之空間分佈,而圖 4-4-4(c)之薄霧空間分 佈便較為連續且合理,因此以圖 4-4-4(c)之 Clear Area 計算而得 之 Clear-sky Vector 同理應較為正確。因 Clear-sky Vector 的計算 結果會影響每個像元上所得之 Haze Optimized Transformation(HOT),亦即 HOT 轉換所得值之結果。並且由於 HOT 轉換所得值越大時表示薄霧情況越嚴重,亦即原始影像上 記錄到之大氣路徑輻射(Path Radiance)越高,亦表示原始灰值所 需要向下修正的量越大。圖 4-4-5 為不同方法得到之 HOT 轉換 之結果。在各圖右側之色彩對照表為影像中每個像元在不同 HOT 值下所對應之虛擬色彩(Pseudo Color)表示。



圖 4-4-5 不同方法得到之 HOT 轉換結果

(a)應用直接對 Haze Component 進行 Thresholding 所得之 Clear Area 計算 HOT
(b)應用 Medium Filter 過濾後之 Haze Component 進行 Thresholding 所得之 Clear Area
計算 HOT,之後再對 HOT 進行一次 Medium Filter 過濾。



比較圖 4-4-5(a)與圖 4-4-5(b)可得知,直接應用對 Haze Component 進行 Thresholding 所得之 Clear Area 計算 HOT 時, 會對 HOT 值有過度之估計之現象,並且其值在空間上呈現不連 續之破碎現象。並且由圖 4-4-5(b)亦可得知對 HOT 值影像再進 行一次 Medium Filter 過濾可降低局部或是區域性的異常現象對 HOT 值所產生之影響,並使得 HOT 值影像在空間分佈上呈現 連續現象。

圖 4-4-6 分別為原始影像以及利用不同方法進行薄霧補償 後之結果,所有之影像均使用相同之影像增揚參數進行影像增 揚。由圖 4-4-6(b)上半部之受雲霧影響區域可看出,未使用 Medium Filter 過濾之薄霧補償結果呈現過度修正之現象,並且 其各波段之色彩平衡有受到微量影響而產生色彩偏差之情況, 而圖 4-4-6(c)則無前述之問題。此亦說明使用 Medium Filter 過 濾對薄霧補償方法上之改進與重要性。





(a)

(b)

圖 4-4-6 原始影像及利用不同方法進行薄霧補償後之結果

(a)原始福衛二號影像(影像位置為石門水庫集水區)

- (b)應用直接對 Haze Component 進行 Thresholding 所得之 Clear Area 計算 HOT,再根 據此 HOT 進行薄霧補償之結果
- (c)應用 Medium Filter 過濾後之 Haze Component 進行 Thresholding 所得之 Clear Area 計算 HOT 並進行 Medium Filter 過濾,再根據過濾後之 HOT 進行薄霧補償之結果



## 3. 對影像進行薄霧補償與評估

本項工作主要是利用本期計畫所提出之薄霧補償方法,針 對一組不同時期之影像進行薄霧補償,之後再針對薄霧補償對 變遷偵測成果所產生之影響加以分析,以評估薄霧補償在衛星 影像變遷偵測上之重要性。本部份所使用影像如圖 4-4-7 所示。



(c)

圖 4-4-7 薄霧補償與評估所使用影像

(a)原始前期福衛二號影像(影像位置為石門水庫集水區)

(b)薄霧補償方法處理後之前期福衛二號影像

(c)原始後期福衛二號影像(影像位置為石門水庫集水區,本影像較未受到薄霧之影響)



分別利用圖 4-4-7 中之影像進行變遷偵測,其中包含兩組測 試。第一組為使用受薄霧影響之原始前期影像與未受薄霧影響 之後期影像進行偵測,在本部份稱之為補償前變遷偵測。第二 組為使用進行薄霧補償後之前期影像與未受薄霧影響之後期影 像進行偵測,在本部份稱之為補償後變遷偵測。此外,本部份 測試所使用變遷偵測方法為 96 年所發展之區塊式變遷偵測方 法,同時在過程中使用之相關參數完全相同。在此首先針對變 遷偵測過程中,相對輻射校正對此兩組資料所造成之影響進行 討論。

由於在變遷過程中,相對輻射校正主要是要消除影像中之 輻射系統誤差,以便能將真正因地物改變之像元偵測出來。在 本研究中採用之相對影像正規化程序是基於[Du et al., 2002]在 過去所提出之研究,主要是透過虛擬未變異特徵(Pseudo Invariant Feature, PIF)之萃取來得到相對未變異之像元,進而使 用這些相對未變異之像元進行直方圖匹配來達成。進行 PIF 之 萃取時,主要是使用兩時期影像中各對應波段間之主軸轉換分 析(Principle Component Analysis, PCA)來產生輻射轉換關係,並 利用影像相關性之關係來過濾並產生在兩期影像中之未變異資 訊,進而產生未變遷區域之影像像元。並同時以這些未變遷之 影像像元建立兩時期影像之轉換關係。而此轉換是以這些未變 遷之影像區塊為範圍,建立一組線性轉換關係來將其中一期影 像之平均值及標準差調整至與另一期影像之平均值及標準差相 同。其中選定用做之參考影像的是以影像標準差較大之影像為 基準,其目的是避免在調整的過程中產生影像灰度值損失之情 形。因此若在兩時期影像間,在空間上有輻射之差異時(如空間 中不均匀分布之薄霧所造成之輻射系統誤差),兩時期影像在輻 射上之轉換必然產生問題。



由圖 4-4-8 之結果可以看出,補償前變遷偵測中萃取而得之 PIF 位置之分布較不均勻,且有集中在部分區域之現像,反之補 償後變遷偵測中萃取而得之 PIF 位置之分布較為均勻。此現象 不但會影響後續直方圖匹配之結果,並會使得輻射轉換函數計 算不正確而造成變遷分析之誤差。

另一方面由變遷偵測所得之結果來分析時,觀察圖 4-4-9 以及變遷之範圍可得知,雖然補償前與補償後所得之變遷面積 占全偵測範圍分別為 5.766%與 5.712%且非常相近,但是由圖 4-4-10 則可看到水庫中之池水部分在補償前之變遷偵測所得結 果中絕大部分被視為變遷,但在補償後之變遷偵測所得結果中 則無類似情形發生。

綜合以上可得知,受薄霧影響之影像若經適當補償後,不 但能增加可用影像以供後續相關之分析應用,並且對於變遷偵 測分析而言,更可藉由改善空間上因大氣所造成不均勻路徑輻 射之差異而提高偵測品質。





圖 4-4-8 兩組變遷偵測在輻射校正過程中所萃取使用之 PIF (a) 補償前變遷偵測中萃取而得之 PIF 位置之分布 (b) 補償後變遷偵測中萃取而得之 PIF 位置之分布





圖 4-4-9 兩組變遷偵測所產生之變遷成果

(a) 補償前變遷偵測所得結果

(b) 補償後變遷偵測所得結果





(a)







(e)

(f)

圖 4-4-10 兩組變遷偵測在水庫中之池水部分所產生之變遷成果 (a)前期影像,(b)後期影像,(c)補償前變遷偵測結果套疊前期影像,(d)補償前變遷偵 測結果套疊後期影像,(e)補償後變遷偵測結果套疊前期影像,(f)補償後變遷偵測結果 套疊後期影像。



### 4. 影像變遷偵測

在進行高鐵桃園站以及台中站附近區域的新市鎮特定地區 之變遷偵測上,首先須進行之工作即為不同時期影像之相對輻 射校正。而進行校正的過程中,需先偵測未變遷區域以做為相 對輻射校正之參考基礎。本計畫在偵測未變遷區域上是採用[Du et al., 2002]在過去所提出之研究,其方法主要是利用 PCA 轉換 以及影像相關性之關係過濾並產生在兩期影像中之未變遷資 訊,進而產生未變遷區域之影像像元,並同時以這些未變遷之 影像像元建立兩時期影像之轉換關係。而此轉換是以這些未變 遷之影像區塊為範圍,以直方圖匹配(Histogram Matching)之方 法建立一組兩期影像之轉換關係並進行轉換之工作。PCA 為一 種資料光譜特徵空間的轉換方法,在影像處理上亦稱之為主軸 轉換法 [Ready and Wintz 1973; Schowengerdt 1997]。圖 4-4-11 與圖 4-4-12 分別為高鐵桃園站及台中站附近區域影像進行影像 相對輻射校正後之成果。由其結果顯示,對相同的影像增揚處 理下之未變遷區域而言,兩時期影像的差異已較圖 4-4-2 及圖 4-4-3 為小。





(a)校正參考用 SPOT-4 之高解析多光譜合成衛星影像



(b)校正後福衛二號多光譜衛星影像 圖 4-4-11 高鐵桃園站附近區域影像相對輻射校正成果





(a)校正參考用 SPOT-4 之高解析多光譜合成衛星影像



(b)校正後福衛二號多光譜衛星併合影像 圖 4-4-12 高鐵台中站附近區域影像相對輻射校正成果



# 5. 分析變遷偵測成果以及比較其效益

本部份之變遷偵測工作主要是以 95 年度所發展之像元式 變遷偵測方法以及 96 年所發展之區塊式的變遷偵測方法進行 測試,並提出比較。此外在本部份之變遷偵測成果檢核方面, 關於後期之變遷類別上之參考,則加入國土測繪中心所提供之 97 年度「國土利用調查作業工作」成果中之土地利用圖資。但 此圖資之土地利用分類類別對衛星影像分析而言過於精細,因 此必須適當之重新群組其類別後才能對應衛星影像變遷偵測之 需求。以下針對兩地區分別進行衛星影像變遷偵測成果說明:

(1)高鐵桃園車站地區

在分別以輻射校正後之高鐵桃園車站地區影像進行像元式 及區塊式之變遷偵測方法偵測變遷後,可得如圖 4-4-13 之成 果。由圖 4-4-13 可以明顯看出,像元式的變遷偵測呈現較為破 碎的結果,而區塊式的變遷偵測則較為區塊化並且有較為連續 之空間特徵。並且在對應之變遷偵測期間中 (2002/2/5~2008/6/22),高鐵車站特定區與左上角之桃園航空城 客運園區-大園南港特定區之變遷情形均可由變遷分析偵測而 得,唯其除了部分區域之變遷為裸露地變遷為建地(車站主建物 部分)外,其餘部分無論是前影像或後期影像中,其土地覆蓋均 屬裸露地。但由於其土地光譜反應不同,變遷偵測仍可得到其 土地性質之改變,同時亦可看到其周邊地區有許多由植被或裸 露地變遷而來之新增建地。





圖 4-4-13 高鐵桃園站附近區域變遷偵測成果



此外,對於其精確度之檢核方面,表 4-4-2 與表 4-4-3 則分 別列出兩種變遷偵測法的 Error Matrix。

表 4-4-2 像元式的變遷偵測成果的 Error Matrix (高鐵桃園站)

人工判釋結果											
Kappa=0.708		植被	植被	植被	建地	裸露地	裸露地	裸露地	水體		估田土
		性質	變	變	性質	變	變	性質	性質	小計	使用有
		改變	建地	裸露地	改變	植被	建地	改變	改變		阴反
	植被性質改變	14								14	100.00%
	植被變建地	1	10	12						23	43.48%
~	植被變裸露地	3	13	58						74	78.38%
分類	建地性質改變				7		3			10	70.00%
結里	裸露地變植被					52	4	2		58	89.66%
不	裸露地變建地						12			12	100.00%
	裸露地性質改變			6	6	6		33	1	52	63.46%
	水體性質改變	2							5	7	71.43%
	小計	20	23	76	13	58	19	35	6	76	400/
	生產者精度	70.00%	43.48%	76.32%	53.85%	89.66%	63.16%	94.29%	83.33%	/0.	4070

表 4-4-3 區塊式的變遷偵測成果的 Error Matrix (高鐵桃園站)

					人工判	釋結果					
Kappa=0.825		植被	植被	植被	建地	裸露地	裸露地	裸露地	水體		估田土
		性質	變	變	性質	變	變	性質	性質	小計	使用有
		改變	建地	裸露地	改變	植被	建地	改變	改變		阴及
	植被性質改變	32		1						33	96.97%
	植被變建地		27	10						37	72.97%
分類結明	植被變裸露地	4	6	48				2		60	80.00%
	建地性質改變				11	1	2	1		15	73.33%
	裸露地變植被					34		1		35	97.14%
	裸露地變建地				2		22			24	91.67%
	裸露地性質改變	1				3		32	2	38	84.21%
	水體性質改變	1							7	8	87.50%
	小計	38	33	59	13	38	24	36	9	05	200/
	生產者精度	84.21%	81.82%	81.36%	84.62%	89.47%	91.67%	88.89%	77.78%	83.	.2070



由表 4-4-2 與表 4-4-3 的 Error Matrix 可以看出,不論是在 Overall Accuracy 或是 Kappa Coefficient 上面來說,區塊式的變 遷偵測方法有較佳之表現。尤其是像元式的分析法中,裸露地 與建地之變遷分類通常顯著地不佳,這些都會因區塊式之區域 處理而獲得改善。

由於在 Error Matrix 中,區塊式的變遷偵測方法有較佳之成 果,因此在本部份之後續在各類別面積變遷上之比較僅提出區 塊式之成果,以避免不同方式所得之成果產生不一致之現像。 表 4-4-4 為各類變遷在面積上之比較。

圖例	說明	變遷面積(公頃)
	植被性質改變	460.0
	植被變建地	963.6
	植被變裸露地	190.9
	建地性質改變	178.9
	裸露地變植被	456.7
	裸露地變建地	274.9
	裸露地性質改變	415.3
	水體性質改變	122.4

表 4-4-4 各類變遷在面積上之比較(區塊式變遷偵測方法之成果)

由表 4-4-4 可以看出, 在本部份之分析範圍中, 除了兩項重 要工程造成裸露地性質改變外, 其他植被變遷為建地亦為主要 之變遷, 只是此類變遷屬於較為分散之情形。但也說明了重大 建設帶動地方經濟建設的影響。

(2)高鐵台中車站地區

在分別以輻射校正後之高鐵台中車站影像進行像元式及區 塊式之變遷偵測方法偵測變遷後,可得如圖 4-4-14 之成果。

由圖 4-4-14 可以明顯看出,與前面於桃園站地區之分析結 果相似,像元式的變遷偵測呈現較為破碎的結果。並且在對應 之變遷偵測期間中(2001/11/28~2008/12/20)主要公路建設之變 遷情形均可由變遷分析偵測而得,但由於農田耕作之關係,部 分地區呈現植被與裸露地之交互變化情形。此外河川因水量改 變所造成之裸露變遷亦非常顯著。

此外,對於其精確度之檢核方面,表 4-4-5 與表 4-4-6 則分 別列出兩種變遷偵測法的 Error Matrix。





圖 4-4-14 高鐵台中站附近區域變遷偵測成果

			人工判釋結果								
Kappa=0.713		植被	植被	植被	建地	裸露地	裸露地	裸露地	水體		十日十
		性質	變	變	性質	變	變	性質	性質	小計	使用有
		改變	建地	裸露地	改變	植被	建地	改變	改變		有皮
	植被性質改變	32		6						38	84.21%
	植被變建地	2	20	11						33	60.61%
~	植被變裸露地	7	7	33					1	48	68.75%
分類	建地性質改變				15		2	2		19	78.95%
結里	裸露地變植被					38	5			43	88.37%
不	裸露地變建地				1	2	7	2		12	58.33%
	裸露地性質改變				2	10		34		46	73.91%
	水體變裸露地			1					10	11	90.91%
	小計	41	27	51	18	50	14	38	11	75	600/
	生產者精度	78.05%	74.07%	64.71%	83.33%	76.00%	50.00%	89.47%	90.91%	/5.60%	

表 4-4-5 像元式的變遷偵測成果的 Error Matrix (高鐵台中站)

表 4-4-6 區塊式的變遷偵測成果的 Error Matrix (高鐵台中站)

					人工判	釋結果					
Kappa=0.832		植被	植被	植被	建地	裸露地	裸露地	裸露地	水體		<b>法田</b> 4
		性質	變	變	性質	變	變	性質	性質	小計	使用有
		改變	建地	裸露地	改變	植被	建地	改變	改變		<b></b> 俯及
	植被性質改變	11		1						12	91.67%
	植被變建地		19	4						23	82.61%
~	植被變裸露地	2	3	48					1	54	88.89%
万類	建地性質改變				20			3		23	86.96%
結里	裸露地變植被					35	2	3		40	87.50%
$\pi$	裸露地變建地					4	19	1		24	79.17%
	裸露地性質改變			4	3	1	2	52		62	83.87%
	水體變裸露地			1					11	12	91.67%
	小計	13	22	58	23	40	23	59	12	04	000/
	生產者精度	84.62%	86.36%	82.76%	86.96%	87.50%	82.61%	88.14%	91.67%	86.00%	



由表 4-4-5 與表 4-4-6 的 Error Matrix 同樣可以看出,不論 是在 Overall Accuracy 或是 Kappa Coefficient 上面來說,區塊式 的變遷偵測方法有較佳之表現。同樣的,裸露地與建地之變遷 分類不佳的情形,也因區塊式之區域處理而獲得改善。

由於在 Error Matrix 中,區塊式的變遷偵測方法有較佳之成 果,因此在本部份之後續在各類別面積變遷上之比較僅提出區 塊式之成果,以避免不同方式所得之成果產生不一致之現像。 表 4-4-7 為各類變遷在面積上之比較。

圖例	說明	變遷面積(公頃)
	植被性質改變	181.9
	植被變建地	240.8
	植被變裸露地	789.0
	建地性質改變	182.2
	裸露地變植被	575.6
	裸露地變建地	242.6
	裸露地性質改變	912.0
	水體變裸露地	171.3

表 4-4-7 各類變遷在面積上之比較(區塊式變遷偵測方法之成果)

由表 4-4-7 可以看出, 在本部份之分析範圍中, 大部分植被 變裸露地是由於河川水量改變所造成之巡水區土地覆蓋改變, 同時部分區域之植被變裸露地則是來自於農田之耕作期所造 成。此外, 大部分裸露地性質改變則是由於部分農地之土質產 生變化所致。對於建地部分來說, 大部分則是因為新建交通建 設與工業區而產生。

# 4.5 更新航遙測正射影像測製規範

以 DEM 為高程控制之有理函數模型區域平差

WorldView-1 高解析衛星影像幾何分析

整合式光學衛星影像區域平差

本年度針對航遙測正射影像測製規範進行修訂,邀請學者 專家及相關之行政機關人員,提供意見並建立共識。本團隊於 98年5月24日於國立中央大學太空遙測及研究中心舉辦專家 會議,與會學者專家共31位簽到表請參考附件6。與會人士提 出許多寶貴意見並熱烈討論,相關意見及本團隊回應請參考附 件5。本團隊參照與會人士之意見,修改後之航遙測正射影像 測製規範如附件4。

## 4.6 論文發表

本計畫為連續三年度之計畫,96年度計畫結束後,仍持續 進行論文撰寫及投稿,目前為止共計刊登5篇如表4-5-1所示, 論文全文於繳交期末報告電子檔時附上。本年度工作相關之論 文發表,投稿3篇如表4-5-2所示。

論文題目研討會或期刊Elevation-Controlled Block Adjustment for<br/>Weakly Convergent Satellite ImagesInternational Archives of<br/>Photogrammetry and Remote SensingIntegrated Adjustment of Multi-Sensor Blocks<br/>for Optical Satellite ImagesProceedings of Asian Conference on<br/>Remote Sensing整合多元資料發展高解析度衛星影像真實正<br/>射糾正技術第二十七屆測量及空間資訊研討會

表 4-5-1 已發表之論文

## 表 4-5-2 擬發表之論文

論文題目	研討會或期刊
The Development of Geometric Correction	The 30th Asian Conference on Remote
System for Multi- Satellite Imagery	Sensing
Combined Adjustment for Multi-Satellite	The 30th Asian Conference on Remote
Optical Images	Sensing



第二十七屆測量及空間資訊研討會

第二十七屆測量及空間資訊研討會

航測及遙測學刊

# 五、檢討與建議

本計畫已執行完畢,就計畫執行過程中所遭遇困難、解決方 法及建議事項進行說明。

#### 5.1 檢討

以下說明執行過程中所遭遇困難及解決方法。

- 在區域平差模式中,權矩陣的釐定雖有一定的方向及概念,但 是為求最佳的交會幾何產生,必須經過不斷的嘗試調整權矩陣 的內容。其中的權排列組合繁複,因此設計合理之權矩陣模式, 使權矩陣之更改更為便利。
- 2. 因為衛星的交會幾何關係較弱,所以利用 DEM 來控制高程誤差。若 DEM 本身含有錯誤,則會使得高程方面的誤差更加放大。研究中選擇不同交會角之影像,對 DEM 進行測試。若不同交會角的影像所得到的高程差異不大,則可使用此高程。反之,則刪除之。
- 選取接縫線過程中,以人工選擇接縫線之位置及其選取之方法 有一定之規則,但是要將其規則完全程式化,具有相當難度。
   因此設定可能程式化之規則,盡量與人工選擇接縫線時之考量 相同。為確保成果之品質,剩餘無法達成部分,則由人工進行 後續編修。藉由此程序,減低操作人員負擔。
- 於航照影像之真實正射處理過程中,由於其拍攝航高較衛星 低,故地物高差位移現象較為明顯,使得遮蔽範圍較衛星影像 廣,不易僅以少數航照完成真實正射處理。因此,本計畫使用 高重疊之航照影像,藉由其多視角之拍攝影像,以充分填補影 像遮蔽區。
- 5. 在針對薄霧影響區域進行補償時,必須事先界定無薄霧影響區



域以界定 Clear-sky Vector 之相關參數。在過去文獻中主要是以 人工方式界定之,並且一般而言均可得到準確的效果,唯其自 動化之程度受到限制。本年度對產生原始之 Tasselled Cap Transform 以 Medium Filter 進行過濾前處理,能將局部的異常 值加以消除,進而能對無薄霧影響區域以及 Clear-sky Vector 之相關參數提供更佳之估計。

#### 5.2 建議

- 多元感測器影像區域平差,可提升多元感測器影像間相對精 度,若能配合最小二乘配置法,則可增加相對精度提升幅度。
- 影像加值處理系統中之影像鑲嵌介面,提供自動化接縫線選取功能。此功能依照人工選取接縫線之原則進行開發,但所產生 之接縫線在部份區域仍會有異常現象,因此如產製高品質之鑲 嵌影像,建議利用此功能作為輔助,先自動繪製一接縫線,再 以人工進行細部編修。
- 3. 真實正射糾正處理使用多張影像進行遮蔽區補償,由於各影像 之拍攝條件不同,使得影像中相同地物之輻射強度不同。雖然 在遮蔽區補償過程中使用漸層式將灰值填入遮蔽區,降低填補 區與周圍灰值之差異程度,但仍易產生接縫線或影像異常現 象。若先校正各影像間之輻射差異,再進行遮蔽區補償處理, 應可產製品質更佳之真實正射影像。
- 4. 真實正射糾正處理中之陰影區增揚,目前僅利用房屋位置、太陽仰角及方位角判別陰影區位置,所得之陰影位置是在平坦地表上,而實際上陰影位置常出現在其他地物上,如房屋、樹木或車輛等,造成所偵測之陰影區位置與實際不符,最終使陰影區增揚結果出現異常現象。建議可用平坦地表上之陰影位置作為初始位置,在影像中進行陰影區偵測,得到較精確陰影位置。

5. 比較像元式及區塊式之變遷偵測成果,像元式的變遷偵測呈現 較為破碎的結果,而區塊式的變遷偵測則較為區塊化並且有較 為連續之空間特徵。由 Error Matrix 可以看出,不論是在 Overall Accuracy 或是 Kappa Coefficient,區塊式的變遷偵測方法有較 佳之表現。尤其是像元式的分析法中,裸露地與建地之變遷分 類通常顯著地不佳,這些都會因區塊式之區域處理而獲得改 善。整體而言區塊式變遷偵測優於像元式變遷偵測。



# 六、結論

本計畫工作項目均已執行完畢,就執行成果得以下結論。

- 1. 本計畫各項工作均已順利完成,各項工作成果如下。
  - (1) 技術發展部分成果:
    - 建立多元感測器影像高程控制及區域平差技術,提升 多元感測器影像間之相對精度。
    - ② 建立 WorldView-1 及 Kompsat-2 影像正射糾正技術。
    - ③ 完成多元感測器影像測試資料蒐集,包括福衛二號、 IKONOS-2、QuickBird-2、WorldView-1及Kompsat-2。
  - (2) 系統開發部分成果:
    - 接縫線選取功能提升,包括計算影像間重疊區、建立 初始接縫線、避開有雲區域及搜尋地形特徵等功能。
    - ② 納入多元感測器區域平差技術,並與人機介面整合
    - ③ 配合區域平差功能,完成控制點量測介面修改及功能 提升。
    - ④ 完成工作單管理介面修改,包括加入影像工具、加入 影像瀏覽視窗、編修輸出影像視窗及工作單管理系統 主畫面。
    - ⑤ 完成系統運轉測試規劃及系統測試,評估系統效能並 改進系統功能。
  - (3) 研究部分成果:
    - ① 建立真實正射工作所需之福衛二號、QuickBird-2 及航 照影像方位模式。
    - ② 完成福衛二號、QuickBird-2 及航照影像房屋及道路遮蔽區偵測及補償方法。



- ③ 完成福衛二號、QuickBird-2 及航照影像房屋及道路陰影區偵測及增揚方法
- ④ 完成福衛二號與 QuickBird-2 影像真實正射糾正實作, 處理範圍共計 2,000 公頃。航照影像真實正射糾正實 作,處理範圍共計 200 公頃。
- (4) 應用部分成果包括:
  - 完成分析影像薄霧補償方法,利用 Medium Filter 來降 低局部薄霧錯誤估計所產生之問題。
  - 完成改進之薄霧補償模式,針對影像受薄霧影響區域 進行補償並與原有方法進行比較。
  - 分析薄霧補償後的成果運用於土地利用變遷偵測與判 釋之效益。
  - ④ 完成不同時期影像間之相對輻射校正工作。
  - ⑤ 比較 95 年度所發展像元式變遷偵測方法以及 96 年所發展區塊式變遷偵測方法。
- 97 年度(本年度)工作包含影像加值處理系統功能提升、影像加值處理系統運轉測試以及相關課題研究後續研發。以下為 97 年度各項工作之具體效益。
  - (1)所研發之WorldView-1及Kompsat-2影像正射糾正技術, 可增加本計畫多元感測器正射糾正技術之廣度,納入更多 種類之衛星影像,增加光學衛星正射糾正之處理經驗。
  - (2)多元感測器影像區域平差模式,考量多航帶影像間及不同 感測器影像間拼接時之精度,提升多元感測器影像間相對 精度。並將所研發之區域平差模式,應用於影像加值處理 系統中。



- (3)對95及96年度所開發之影像加值處理系統進行功能提升。包括提升接縫線選取效率及增加多元感測器區域平差功能,可提升操作人員工作效率及提升所產製正射影像之相對精度。
- (4) 藉由本年度針對影像加值處理系統所進行之運轉測試,可 了解本系統各項功能之工作效能,及其處理能力。並對於 系統缺失進行修正,測試各項工作流程是否流暢,提升系 統操作方便性及可靠度。
- (5)本年度航遙測影像真實正射糾正技術,針對數位航照、福衛二號及QuickBird-2影像,配合數值地形模型、三維房 屋模型資料與三維道路模型,進行影像真實正射糾正。可 修正並補償地形、房屋與道路高差移位所造成之遮蔽,提 供更近似地圖之影像。並同時增揚因陽光照射所產生之陰 影區域,減少陰影對於影像品質之影響。
- (6) 變遷偵測可針對大面積及迅速性的土地利用變遷,利用遙 測影像之數值資料,進行大面積開發變遷偵測及快速獲得 變遷結果。衛星遙測具有全面性、即時性與週期性蒐集資 訊之優點,此技術可應用於觀測大面積土地開發變遷。
- (7) 受薄霧影響之影像若經適當補償後,能增加可用影像以供 後續相關之分析應用,對於變遷偵測分析而言,可提高偵 測之品質。
- (8)本年度所舉辦之專家會議,匯集專家學者之意見,修訂 "航遙測正射影像測製規範"草案,使得所訂定之規範草 案能夠更完整且符合實際應用狀況。



- 3. 本計畫以三年期程完成五項目標,包括 1.研發多元感測器正 射糾正技術 2.影像加值處理系統 3.發展高解析度航遙測影 像真實正射糾正技術 4.高鐵沿線新市鎮國土利用變遷偵測研 究 5.訂定航遙測正射影像測製規範。本年度為三年期程中最 後一年,各項工作皆已執行完畢,以下為三年度工作之具體 效益。
  - (1)多元感測器正射糾正技術,包括福衛二號、QuickBird-2 及IKONOS-2、WorldView-1及Kompsat-2影像區域平差 定位模式及影像正射糾正技術,可用以產製高精度高解析 度衛星正射糾正影像,同時確保多航帶高解析度衛星影像 之整體精度。
  - (2)多元感測器影像加值處理系統,此一系統針對多元感測器 影像之加值處理進行開發,提供多元感測器影像正射糾 正、影像鑲嵌及影像融合等功能,可快速產製高精度且大 範圍之正射影像供相關應用使用。
  - (3) 數位空照、福衛二號及 QuickBird-2 影像資料之真實正射 糾正技術,同時利用數值地形模型、三維房屋模型及三維 道路模型資料糾正地形、房屋道路之高差移位。一般傳統 正射影像上會有的房屋傾倒及地物遮蔽現象,在真實正射 影像中不再發生,可提供更近似地圖之影像供使用者做各 方面應用。
  - (4) 像元式及區塊式變遷偵測方法,可進行大面積開發變遷偵 測及快速獲得變遷結果。衛星遙測具有全面性、即時性與 週期性蒐集資訊之優點,此技術可應用於觀測大面積土地 開發變遷。
  - (5) 由於應用航測影像或高解析度衛星影像製作正射影像圖

之技術已臻成熟,正射影像圖之需求與日俱增。航遙測正 射影像測製規範可用於成圖品質之鑑定與控制。

- 4. 本計畫三年度工作均已執行完畢,各項工作成果均達其預定
   目標,以下針對本計畫成果提出未來可能之發展方向。
  - (1) 資源衛星之發展速度相當快速,常有新型資源衛星發射如 GeoEye-1 等,在執行本計畫發展福衛二號、QuickBird-2 及 IKONOS-2 影像正射糾正技術工作中之相關經驗,可 供發展新型資源衛星影像正射糾正技術時參考,以盡早完 成技術開發。
  - (2)本計畫所建置之影像加值處理系統,採用半自動方式輔助操作人員,提升整體效率。未來若能達成全自動處理流程,操作人員僅需設定輸入影像及輸出影像,其餘控制點選取、鑲嵌影像選取、接縫線選取及雲遮罩選取等工作由程式自動執行。全自動處理流程利用電腦高速之運算能力,可節省大量人力及大幅提升處理效率,並降低大範圍正射糾正影像產製之處理成本。
  - (3)本計畫建置完整真實正射糾正程序,其中遮蔽區補償及陰影區增揚仍有改進空間。遮蔽區補償部分使用多張影像進行處理,可先校正各影像間之輻射差異,再進行遮蔽區補償處理,以減少補償後接縫線之明顯程度。陰影區增揚部分,則可用平坦地表上之陰影位置作為初始位置,在影像中進行陰影區偵測,得到較精確之陰影位置。更新上述兩項處理程序,應可產製品質更佳之真實正射影像。
  - (4)本計畫完成薄霧補償方法及其變遷偵測應用之初步研究,而薄霧補償能增加可用影像供後續相關分析應用,具有後續研究潛力。



# 七、參考文獻

- 內政部,2007,95年度發展影像高精度正射糾正相關技術及 系統案,期末報告書
- 內政部,2008,96年度發展影像高精度正射糾正相關技術及 系統案,期末報告書
- 田福安,陳鴻裕,劉小菁,吳豐敏,吳岸明,2004,福爾摩沙二號衛 星影像精密幾何校正系統,第三屆數位地球研討會論文集, 186-199.
- 李訢卉,2007,整合房屋、道路及地形模型之高解析影像正 射改正,國立中央大學土木工程學系,碩士論文
- 5. 林義乾, 2006. 以影像控制區塊進行福衛二號衛星影像定位. 國立臺灣大學土木工程學系研究, 碩士論文: 119.
- 蔡文龍, 2005. 福衛二號影像糾正及誤差探討. 國立成功大學 測量及空間資訊學系, 碩士論文: 119
- 7. Chavez, P.S., 1988, An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data, Remote Sensing of Environment, 24, pp. 450- 479.
- 8. Chavez, P.S., 1989, Radiometric calibration of Landsat thematic and mapper multispectral images, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 55, pp. 1285- 1294.
- 9. Chen, L.C., and Chang, L.Y., 1998. Three dimensional positioning using SPOT stereostrips with sparse control, Journal of Surveying Engineering, ASCE, 124(2): pp.63-72.
- 10. Chen, L. C., Teo, T. A., and Liu, J. L., 2006, "The Geometrical Comparisons of RSM and RFM for FORMOSAT-2 Satellite Images", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.Vol.72, No.5, PP.573-579.
- Dowman, I.J., and Michalis, P., 2003. Generic rigorous model for along track stereo satellite sensors, Atti del seminario ISPRS & EARSel: High resolution mapping from space, University of Hannover, 6-8 October 2003.
- 12. Du, Y., Teillet, P.M. and Cihlar, J., 2002, Radiometric



normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection, Remote Sensing of Environment, 82, pp.123-134.

- 13. Fraser, C.S. and Hanley, H.B., 2003. Bias compensation in rational function for IKONOS satellite imagery, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 69(1): pp. 53-57.
- 14. Fraser, C.S., Dial, G., and Grodecki, J., 2006. Sensor orientation via RPCs, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 60(3): pp.182-194.
- 15. Grodecki, J., and Dial, G., 2003. Block adjustment of high-resolution satellite iumage described by rational polynomials, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 69(1): pp.59-68.
- 16. Kaufman, Y. J., 1989, The atmospheric effect on remote sensing and its correction, Theory and applications of optical remote sensing, New York: Wiley.
- 17. Mikhail, E.M. and Bethel, J.S., 2001. Introduction to modern photogrammetry, John wiley and Sons, New York, pp.446-454.
- 18. Rau, J.Y., Chang, L.Y., Teo, T.A., Hsu, K., Chen, A., Chen, L.C., Chen, A.J., and Chen, K. S., 2003, "AN OPERATIONAL MULTI-SENSOR GEOCODED PRODUCTION SYSTEM FOR EARTH RESOURCES SATELLITE IMAGES", 5th International Symposium on Reducing the Cost of Spacecraft Ground Systems and Operations, July 8-11, Pasadena, California, USA, on CD-ROM.
- 19. Ready, P.J. and P. A. Wintz, 1973, Information extraction, SNR improvement and data compression in multispectral imagery. IEEE Transactions on Communications COM-21(10):1123-31.
- 20. Richards, J.A. and X. Jia, 1999, "Remote Sensing Digital Image Analysis", 3rd Ed., John Wiley & Sons.
- 21. Robertson, B.C., 2003. Rigorous geometric modeling and correction of QuickBird imagery. International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 21-25 July, Toulouse, France, on CD-ROM.



- 22. Schott, J. R., 1997, Remote sensing : the image chain approach, New York: Oxford University Press.
- 23. Schowengerdt, R. A., 1997, Remote sensing-models and methods for image processing. 2nd ed. New York: Academic Press. pp.522
- 24. Song, C., C. E. Woodcock, K. C. Seto, M. P. Lenney and S. A. Macomber, 2001, Classification and change detection using Landsat TM data: when and how to correct atmosphere effects? Remote Sensing of Environment, 75, pp. 230-244.
- 25. Teillet, P.M., and Fedosejevs, G., 1995, On the dark target approach to atmospheric correction of remotely sensed data, Canadian Journal of Remote Sensing, 21, pp. 374-386.
- 26. Toutin, T., 2003. Block bundle adjustment of Landsat-7 ETM+ images over mountainous areas, Photogrammetric engineering and remote sensing, 69(12): pp.341-1349.
- 27. Toutin, T., 2004. Review article: Geometric processing of remote sensing images: models, algorithms and methods. International Journal of Remote Sensing, 25(10): 1893-1924.
- 28. Wolf, P., and Dewitt, B., 2000. "Elements of Photogrammetry: with applications in GIS", McGraw-Hill, 3rd edition.
- 29. Yastikli, N., and Jacobsen, K., 2005. Influence of system calibration on direct sensor orientation. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 71(5): pp.629-633.
- 30. Zhang, Y., Guindon, B., and Cihlar, J., 2002, An image transform to characterize and compensate for spatial variations in thin cloud contamination of Landsat images, Remote Sensing of Environment, 82, pp. 173-187.



# 八、附件

附件1:97年度期末報告審查委員意見回覆表

附件2:97年度期中報告審查委員意見回覆表

附件3:影像加值處理系統-系統測試報告書

附件4: 航遥測正射影像測製規範(草案)

附件5:航遥測正射影像測製規範專家會議意見回覆表

附件 6: 航遙測正射影像測製規範專家會議簽到簿



附件1

# 97 年度期末報告審查委員意見回覆表
### 97 年度期末報告審查委員意見回覆表

<ul> <li>趙教授鍵哲本案系統航帶連接點自動匹配程度為何?是為考慮作業可靠度暫以人 否需人工頻繁介入?請說明。</li> <li>系統測試結果所需時間是否與採用的電腦設系統運算效率與電腦設備 備有關?人工操作過程所需時間是否一併列等級有關,系統測試所使用 入?請說明。</li> </ul>
<ul> <li>否需人工頻繁介入?請說明。</li> <li>工量測航帶連接點。</li> <li>系統測試結果所需時間是否與採用的電腦設 系統運算效率與電腦設備</li> <li>備有關?人工操作過程所需時間是否一併列 等級有關,系統測試所使用</li> <li>入?請說明。</li> <li>工量測航帶連接點。</li> </ul>
<ul> <li>系統測試結果所需時間是否與採用的電腦設 系統運算效率與電腦設備</li> <li>備有關?人工操作過程所需時間是否一併列 等級有關,系統測試所使用</li> <li>入?請說明。</li> <li>之電腦設備請參考附件:</li> </ul>
備有關?人工操作過程所需時間是否一併列 等級有關,系統測試所使用 入?請說明。 之電腦設備請參考附件:
入?請說明。 之電腦設備請參考附件 ?
P.4。系統測試結果包含人工
操作過程。
報告書提到真實正射影像時,採用 3 維模型 已補充,請參照 P.145。
資料進行處理,該資料是否為1/1000地形圖
加工處理後所產生的模型,或為其他來源?
請說明。
簡報第45頁顯示 QuickBird 影像經系統偵測 已修正因 摘圖 造成之差
所產生之遮蔽區(紅色區域),在遮蔽補償與 異,請參照 P.153。
陰影增揚後,兩者殘留遮蔽區位置為何有所
不同?請說明。
邱教授式鴻 報告書第7頁第8行提到包括整合內政部影 已修正,請參照 P.9。
<b>像控制點資料庫,以提升控制點資料品質。</b>
如何於整合控制點資料庫後,又提升控制點
資料品質?請說明。
第56頁表 4-1-1 工作進度甘梯圖中,工作項 為提升報告書閱讀之便利
目有 5 項,但 57 頁以後各節未按該工作項目 性,本報告合併「高程控制
名稱逐一敘述,或有併同說明情形,是否能 及區域平差」及「最小二乘朝
按各工作項目分開說明,較能反應各工作項 道精密修正」這兩項工作成
目執行成果。 果,使實驗中4組實驗案例
可以直接做比較。
第 58 頁、59 頁圖示菱形意義為何?請補充說 已補充,請參照 P.68。

	明。	
	第64頁以後成果測試多提到使用內政部控制	控制點資料取得不易,欲增
	點數量,惟檢核點數似乎較不足,本計畫所	加相同品質之控制點在執
	使用之控制點數是否可再增加?	行有其困難。
	第 117 頁至 119 頁顯示接縫線移動的情形,	已補充,請參照 P.128、P.129
	是否可將最後選取的位置與一開始自動選取	及 P.130。
	的位置顯示在同一張圖上作比較?另接縫線	
	中間處理過程與移動位置對照情形為何?是	
	否可一併表示。	
	第 177 頁未來遠景及第 178 頁結論部分,對	已重新撰寫如 P.195。
	於各項工作改進部分,是否能加以說明,如	
	遮蔽及陰影補償效果未來如何提升等。	
	附件 1 期中報告審查委員意見回覆表,意見	爲保持期中報告與意見回
	回覆說明部分,頁數係參照期中報告,是否	覆表間之一致性,回覆說明
	可改為參照期末報告,並就與期末報告有關	頁數參照期中報告。
	部分列出即可。	
	附件4第五章名詞定義部分,Photogrammetry	已修正,請參照附件4。
	是指攝影測量,涵亦較廣;若是航測,應該為	
	Aerial Photogrammetry •	
徐教授百輝	報告書第32頁聯合平差提到已知地面控制點	已補充,請參照 P.43。
	給予較高的權,未知的航帶連結點則給予較	
	低的權,究竟權應如何給,可否具體說明。	
	報告書中幾何改正部分提到最小二乘過濾	是的,報告中統一使用最小
	法,是否指的是最小二乘配置法,請說明。	二乘配置法。
	第 65 頁圖 4-1-9 Formosat-2_1 絕對誤差向量	部份實驗成果有誤,已重新
	圖(組合1),顯示區域平差加最小二乘過濾之	檢驗實驗數據及計算,新成
	後,控制點的誤差向量反而變大,其原因為	果如 P.76,為較合理成果。
	何,請說明。	
	第105頁 Wordview-1及Kompsat-2衛星影像	控制點之分布確實會影響

	除控制點數外,控制點位置分布是否也會影	幾何改正精度,因此本計畫
	響其幾何改正精度。	建議使用分布均匀的控制
		點以確保幾何改正精度。
	本案影像融合具體的方法為何,是否可再加	已補充,請參照 P.49。品質
	以說明。另品質評估方式,除人工方式,是	評估目前尚無標準量化指
	否有量化的指標。	標。
	真實正射影像如何檢驗其品質?譬如可與現	已補充,請參照 P.154 及
	有地形圖作比較,以檢核其影像幾何精度等。	P.158 °
	薄霧補償對變遷偵測的結果影響性評估為	請參考 P.171 及 P.172。
	何?請說明。	
	第94頁提到只要配合高精度影像,福衛二號	已修正,請參照 P.105。
	影像之絕對精度就會有所提升,。高精度	
	影像是否改為高解析度影像較為妥適。	
	第 64 頁提到,經過最小二乘過濾後,	已修正,請參照 P.75。
	WorldView-1 絕對精度略微降低,而福衛二號	
	影像1於東西方向可改善0.85公尺,但南北	
	方向精度降低約 0.4 公尺。東西方向與南北方	
	向改善量是否誤植?請查明修正。	
黄教授灝雄	本計畫為三年期計畫,報告書是否需加入工	已補充,請參照 P.7、P.9、
	作團隊介紹、經費運用、時程安排等,請再	P.10 及 P.34。
	考量。	
	報告書中若干文字用語以未來式方式撰寫,	已修正。
	是否應改為現在完成式方式書寫較為妥適。	
	本計畫為何不採用現有軟體而需自行開發,	爲技術深根且考量現有軟
	其原因為何?又軟體各項功能是否達到預定	體無法達到目標,因此自行
	目標?請補充說明。	開發,而軟體各項功能均達
		預定目標。
	報告書第12頁,真實正射糾正後圖2-3-1尚	已補充,請參照 P.20。
	有紅色部分,該紅色部分意義為何,請補充	

	說明。	
	附件3第18頁表2-10提到修正防呆邏輯,	防呆邏輯是用於防止操作
	意義為何?請說明。	人員進行不正確之操作程
		序,並給予操作人員適當提
		醒。
	第119頁圖4-2-9接縫線急劇轉折部分是否會	接縫線急劇轉折部分需配
	造成條紋狀色彩落差?請說明。	合人工編修,以確保鑲嵌成
		果品質
史教授天元	本研究成果豐碩,內容具有實務價值。	感謝肯定。
	文中 Line/Sample, Row/Column, N/E 之使用與	影像坐標系統一使用
	對應,建議予以適當說明。	Line/Sample,地面坐標系統
		使用 N/E。
	相對輻射校正中之 PIF 如何產生,建議增加	已補充,請參照 P.171。
	說明,並適當引用文獻。	
陳教授文福	摘要建議移至最前頁,即目錄之前,其內容	已修改,請參照摘要及前
	請改善,並將自 95 至 97 年度執行成果作整	吉。
	合。另前言中只提到計畫主要目的 , 並未說	
	明獲得那些成果?精度如何?參考使用時應	
	注意事項等。	
	報告書前言第2頁第5行首句建議改為:「本	已修改,請參照 P.2。
	期(或年度)計畫…」。另該段敘述本計畫主要	
	研究目的有五部分,而摘要第二段敘述本計	
	畫主要目的卻只有四部份,似有不符。	
	第6頁,圖3-2-1為3年度工作項目,建議將	已修改,請參照 P.8、P.10
	95至97各年度辦理部分予以標註。	及 P.11。
	第65頁之後各圖,建議增列圖例以增進閱讀	已補充。
	效果。	
	第64頁之後提到四種組合,各組合執行結果	已補充,請參照 P.75-P.108。

	精度如有改善或降低情形,請說明其原因。	
	另64頁第二段提到經最小二乘過濾後即有顯	
	著改善,亦請補述其理由。	
劉副主任	薄霧偵測與補償部分為何採用石門水庫地區	因為山區或水域地區非常
正倫	作為測試地區,而非以本年度國土利用變遷	容易因水氣之問題而產生
	偵測地區,即桃園及台中高鐵站附近地區進	薄霧效應之問題,並且造成
	行研究?另補償前、後差異性為何?請補充	後續影像分析上之困難,因
	說明。若上開兩高鐵站地區有適合影像可進	此在薄霧分析上選擇石門
	行薄霧偵測與補償研究,亦請補充並分析其	水庫地區作為測試。薄霧補
	影響結果。	償前後差異請參照 P.168。
		由於桃園及台中高鐵站附
		近地區均屬平坦開闊之地
		型,產生顯著薄霧之機會較
		小,因此並不適合進行薄霧
		分析之研究。
	第五章檢討與建議及第六章結論部分,請再	已補充,請參照第五章及第
	加強說明本計畫具體效益為何,以及本中心	六章。
	未來辦理相關工作時,採行的方法與應注意	
	的事項為何?如區域平差後是否應進行最小	
	二乘過濾等,請給予具體的建議。	
	摘要部分請著重在具體結果上,第一段說明	已重新撰寫,請參照摘要。
	計畫緣由等,可以省略。	
內政部	附件3系統測試報告部分,第21頁提到由於	已修改,請參照附件3。
黄科員泊森	正射影像資料量大,為提升處理效率,產生	
	較低解析度影像,並在此影像中操作雲遮罩	
	及接縫線選取工作。這段文字意思表達,不	
	甚明確,是否可再加強說明。	
	附件 4 航遙測正射影像測製規範草案提到一	相關數據及精度標準經過
	些規定數據及精度標準,是否已事先經過會	兩次專家會議討論。
	議討論?請說明。	

工作小組審查意見	意見回覆
1. P3;前言部分請略加補充說明95、96年	已補充,請參照 P.3。
度工作內容及前後連續的關係。	
2. P5;第1段「…應用所產製之福衛二號	已修改,請參照 P.6。
影像正射糾正影像,…」,多2字。	
3. P10;表 2-3-1 本案福衛二號正射糾正成	已修正,請參照 P.14。
果與其他研究成果比較表,最後一列,第2	
欄:使用單幅影像、第3欄:長軌道影像成	
果:,是否有誤,請查明。	
4. P16; 表 2-4-1 高解析影像衛星影像相關	已修改,請參照 P.25。
參數,影像1、6、7之感測器編號遺漏,請	
補正。	
5. P18;圖2-4-2 福衛二號多光譜影像,圖	已修改,請參照 P.27。
文不符,請修正。	
6. P17; 表 2-4-2 幾何校正總表, RSM、RFM	已補充,請參照 P.24。
縮寫意義為何?請於縮寫出現前或出現時	
說明。	
7. P41;第2段,「…工作單格式部分則不	已修改,請參照 P.52。
需修改,因為舊有格式可擴充,以符合多元	
感測器影像區域平差模式需求。」, 文意不	
甚明確,請修正。	
8. P45;圖 3-3-1 視線分析方法之示意圖,	已補充,請參照 P.8 及 P.11。
DBM、DRM 縮寫意義為何?請於縮寫出現	
前或出現時說明。	
9. P56;「四、工作成果」,請改為「四、執	已修改,請參照 P.67。
行成果」。	
10. P57; 表 4-1-2 台灣北部衛星影像相關參	已修正,請參照 P.68。
數,最後一列,檢核點數及控制點數,與圖	
4-1-1~4-1-5 所示點數不同,另菱形代表意義	

為何?請查明,如有錯誤請修正。	
11. P60; 第1段「…實驗區內的控制點資料	已修正,請參照 P.71。
庫數點數為86點…」,文字請修正。	
12. P61; 第1段「數值地形模型高長度及寬	已修正,請參照 P.2。
度分別為25公里及30公里」,文字請修正。	
13. P98; 第1段「…而控制點資料庫中的	已修正,請參照 P.109。
86個點位中,有42個點是在房屋角點控制	
點,不適合做為檢核使用,因此僅以剩下的	
38 個地面控制點進行精度評估…」,點數似	
乎有誤,請再查明。	
14. P136;圖4-3-8 方位誤差向量圖,單位	已修正,請參照 P.147。
誤差向量不一致。	
15. P174;「五、成果檢討」,請改為「五、	已重新撰寫,請參照第五章。
檢討與建議」。檢討部分,應就執行過程所	
遭遇的困難、解決的方法、具體的成效等提	
出完整的說明;建議部分,則提供本案作業	
經驗,建議類似案件應採行的手段,以作為	
未來發展參考。本章節請再加以補充說明。	

附件2

### 97年度期中報告審查委員意見回覆表

### 97年度期中報告審查委員意見回覆表

出席人員	審查委員意見	意見回覆
趙教授鍵哲	補充 P13 中所提六參數轉換係數之使用理由	已補充,請參照 P.13。
	及其合適性。	
	P16 式(3-1)並未顯示影像觀測量,對共線式	已補充,請參照 P.16。
	而言似乎不完整,或是應加入若干補充說明	
	以清楚該式之意義。	
	P17 中 RSM 及 RFM 為首次出現,應提供全	已補充,請參照 P.13,14。
	名。	
	P17 第三行之"地面坐標修正量矩陣"修改	已修正,請參照 P.18。
	為"地面坐標未知數設計矩陣"。	
	P17 中出現"模型銜接點"、"重疊區共軛	已統一用詞"航帶連結
	點"及"航帶連結點",若所指為相同性質	點"。
	點位,建議統一名詞之使用。	
	請補充 P29 中航照影像之方位建立是否亦採	已補充,請參照 P.29。
	虛擬觀測以及進行 Collocation 修正?	
	3.3.2 節遮蔽區偵測及補償可適度加入圖示、	已補充,請參照 P.31~33。
	相應方程式或文獻以具體化其作法。	
	4.1 節之實驗,增加各類點位在影像上之位	已補充,請參照 P.44,45。
	置。	
	為更細膩了解多元感測器整合之效益,建議	將於期末報告中補充實驗
	增加部分整合之测試,例如	測試。
	FORMOSAT-2+WorldView,	
	FORMOSAT-2+IKONOS,	
	FORMOSAT-2+QuickBird+WorldView,,	
	同時提供交會角度資訊,如此可呈現單獨、	
	部分整合及最大整合之效果比較以及解析交	
	會幾何以及解析度在此解算模式上之影響。	

陳教授文福	建議於摘要中說明目前衛星影像成果,在精	已補充,請參照 P.VIII。
	度及工作效率上需提升之原因。	
	本期中報告中,提出已就高鐵桃園站與台中	由於本研究希望針對高精
	站進行分析,其測試範圍選定原則請具體說	度正射糾正之衛星影像對
	明。	變遷應用上進行相關之評
		估,因此其測試區之選定應
		為具有大範圍土地覆蓋變
		遷之區域以符合其測試目
		的。而高鐵車站之興建對於
		地方而言,理論上應會帶來
		顯著之土地覆蓋變遷。因此
		本計畫選定以高鐵車站興
		建前後之土地覆蓋變遷為
		主要之偵測目標,以產生實
		質有效之偵測成果。
	期中報告內容請說明原先設定目標及現階段	設定目標及現階段執行成
	執行成果。	果,請參照 P.42,54,70,81。
	建議就各種高精度之衛星影像進行比較;並	已修正,請參照 P. 48~52。
	將比較結果以圖表方式表達。(P44 之說明請	
	改善)。	
	第91頁;七參考文獻部分,全為英文,建議	已補充,請參照 P. 99。
	將本計畫前幾期成果報告列入。	
史教授天元	第四章所列影像檢核點均方根誤差以直方圖	已補充,請參照 P. 48~52。
	表示,整體平差成果之絕對精度改善量以表	
	格方式表示,建議將單獨平差量、整體平差	
	後改善量、百分比等列表,會比較清楚。	
	整體平差結果以pixel來表示各影像的誤差量	整體平差結果分為絕對精
	可能較使用公尺來表示更恰當。	度分析及相對偏移量之分
		析,相對偏移量是指多影像
		間之偏移量,因不同影像之

		空間解析度不同,在物空間
		採用公尺為單位較為適合。
	本案建議增加更多的福衛二號影像資料參與	將於期末報告中,補充實驗
	計算,來比較它的結果。	成果。
	建議系統運算過程產製標準文件,例如平差	將提供產品標準文件。
	結果精度、影像鑲嵌融合的成果指標等等,	
	以提供操作者参考。	
	建議系統就現有規範提供品質檢核模組,對	目前正射產品使用檢核點
	於成果產出之後能有一個檢查的機制。	檢驗,鑲嵌及融合產品以人
		工檢核,均具備相關人機介
		面。
黄教授灝雄	報告中提到本計畫使用三種不同來源的控制	由於控制點分布限制,不同
	點,其採用原則為何?是否進行檢核,請予	感测器之影像需使用不同
	以說明。	之控制點來源。目前無法取
		得同一感测器影像之不同
		來源控制點,尚無法檢核其
		精度差别。
	各種影像都有不同等級,所有影像是否皆採	各種影像之等級如表 4-3 所
	raw data 測試,或不同影像採用不同等級,請	示,其中 IKONOS 無法取
	說明。	得原始等級及 QuickBird
		Standard 為系統改正影像。
		其他資料都為原始等級資
		科。
	在期中報告中,真實正射結果看起來與傳統	已補充,請參照 P.79,80。
	正射結果似乎無太大差異,建議以小區域放	
	大進行比較。	
	Medium Filter 進行過濾處理,其結果會與所	已補充,請參照 P.88。
	開的視窗大小有關,因此報告中應列出視窗	
	的大小,提供参考。	

邱教授式鴻	P9;表2-5,工作項目第一項「建立多元感測	已修改,請參照 P.9。
	器影像區域平差模式」,與第二項「整合及提	
	升影像加值處理系統」建議新增的部分「多	
	元感測器影像區域平差功能」,建議作文字修	
	正,釐清之間的差異。	
	第8頁提到本年度要檢視航遙測正射影像草	將於4月份辦理專家會議。
	案,是否更新或修訂,惟「三、工作執行方	
	法」中,並未對這部分作說明,是否已完成	
	或進行中?請補說明。	
	第29頁文字應作修正,例如「由於衛星影	已修正,請參照 P.29。
	像具小視角特性,且具高精度方位參數」	
	及「則利用修正過的姿態描述物像空間之	
	幾何關係。」。	
	第30頁提到本計畫使用漸層式將灰值填入遮	已補充,請參照 P.30。
	蔽區,惟採用模式,請補充說明。	
	第 31 頁提到 TWD67 坐標系統,第 61 頁工	本系統可處理 TWD67 及
	作選單主畫面上地圖投影為 TWD97 坐標系	TWD97 坐標系統。
	統,本系統處理模式?應說明。	
	區域平差中檢核點的部分並沒有針對高程的	高程控制區域平差法,加入
	部分作說明,請補充。	數值高程模型進行控制,不
		是以三維定位為目的,因此
		不進行高度定位分析。
	區域平差、整體平差或異質多感測器平差權	將於期末報告中補充說明。
	的擬定方式應建立原則,以方便國土測繪中	
	心操作系統時參考。	
	系統操作介面建議採用中文化介面,以方便	將完成系統介面中文化。
	操作。	
徐教授百輝	第16頁3-1式是否為共線式,請補充說明。	已補充,請參照 P.16。

第17頁RSM及RFM等縮寫為何?應在報告	已補充,請參照 P.13,14。
中作說明。	
整體平差效果以 pixel 值看起來, 福衛二號似	實驗中共有兩組福衛二號
乎沒有改善,其原因為何?	之影像,絕對精度評估中,
	其改善量從 0~4.5 公尺;相
	對偏分析中,其改善量從
	0.8~3.8 公尺。
真實正射影像中遮蔽區的效果改善如何?請	已補充,請參照 P.79,80。
製作圖表顯示。	
薄霧的補償部分,提到採用 Tasselled Cap	已補充,請參照 P.87。
Transform 中第四個分量來計算薄霧所產生	
的區域,該方法是否適用於 SPOT 或福衛二	
號影像?是否有其他文獻可提供參考?請補	
充說明。	
圖 4-40 原始福衛二號影像與 Clear Area 結果	因為產生薄霧的來源之一
比較,河川部分薄霧似乎較明顯,這種情形	即為水氣,河川地區理論上
是否合理?又薄霧的補償效果是否有驗證的	為水氣容易產生之區域,因
方法?另作薄霧的補償對後續應用有何影	此應為合理之現象。在文獻
響?請補充說明。	中對於補償效果之驗證因
	實測之資料取得不易,故多
	以大氣傳輸模式模擬之方
	式加以驗證。本研究所使用
	之方法基本上是根據文獻
	中所提及之方法加以發
	展,未來將對薄霧補償前與
	補償後之影像分別進行變
	遷偵測之測試,理論上薄霧
	補償後之結果應可產生更
	為合理之變遷偵測成果,並
	可用以說明薄霧補償對於

	變遷偵測工作之重要性。
加值處理系統中有提到融合的方法,其中融	目前提供人機介面以人工 檢視融合影像品質,將討論
合影像的品質如何作檢驗?可否說明。	量化可能性。
影像加值處理系統請於操作過程中能增加提	將加入操作提示。
示功能,方便操作者參考。	
影像加值處理系統中加入影像操作步驟,該	加入影像步驟會依照工作
加入的影像是否為原始影像或正射後的影	之不同而選擇原始影像或
像,應介面上顯示提示選項。	正射影像。

工作小組審查意見	意見回覆
<ol> <li>P7;表 2-2 建立影像加值處理系統工作 內容,是否可以納入一般航空影像進行處理 作業,請說明。</li> </ol>	目前系統開發均針對衛星影像,如需加入 航空影像,則需對系統進行修改,特別是 方位求解之空中三角測量部分,已超出本 計劃範疇。
<ol> <li>P12;國土利用變遷偵測研究工作將針對 高鐵桃園站以及台中站附近區域的兩個高 鐵沿線的新市鎮特定地區,提出相關成果評 估,成果驗證部分是否可納入本中心國土利 用調查成果,進行比較分析。</li> </ol>	成果驗證部分應可納入本中心國土利用 調查成果來加以比較,唯衛星影像可偵測 之類別與國土利用調查成果所提供之類 別性質上不盡相同,故理論上應會對國土 利用調查成果進行進一步處理後再做比 較。
<ol> <li>P14;「…舉辦一次專家會議檢視修訂後 之規範草案…」,何時舉辦,請納入工作時 程中。</li> </ol>	將於4月份辦理專家會議。
4. P23;「…研究中將選擇不同交會角之影像,對 DEM 進行測試。若不同交會角的影像所得到的高程差異不大,則可使用此高程。反之,則刪除之。…」,意思是否不再利用 DEM 進行高程誤差控制?如此高程誤差如何控制。	因為多元感測器整體平差中有多組的觀 測資料,多組資料間的交會情況亦不相 同。在交會條件良好時,對 DEM 的依賴 性較低,但在交會條件差時,高程的控制 就是必要的。

重疊區範圍以直線繪製初始接縫線,其位置		
於重疊區中央。…」,意義為何?請說明。		
6. P27;圖3-6 點選控制點介面,是否有	有。	
自動匹配的功能。		
7. P28;「···藉由大量測試運轉,測試系統	測試資料包含福衛二號、IKONOS、	
操作效能、方便性及可靠度。…」,所謂大	QuickBird、WorldView 及 KOMPSAT-2 等	
量測試係指不同參數或大量的數據資料。	衛星影像,詳細資料請參照 P.55。	
8. P29;「…同時進行遮蔽區補償與陰影區	已修正。	
影像增揚。…」、P30;「3.3.3 陰影區偵測及		
增顯」,增揚(增顯)名詞請統一。		
9. P43;「…影像控制點、檢核點、連結點	已補充,請參照 P.47。	
及檢核連結點點數如表 4-3 所示。…」,檢		
核連結點為何,請作說明。		
10. P62;本案中將遵循國科會輕量版 CMMI	將依照輕量版 CMMI 規範撰寫測試報告。	
規範進行系統測試,未來第3階段成果-系統		
測試報告,是否預計將依該版規範撰寫其內		
容。		
11. P63;測試案例請記錄每項處理過程所需	將紀錄處理時間。	
時間,俾供參考。		
12. P66;「航照影像部分,於2008 年使用	已補充,請參照 P.73。	
DMC 航空數位相機所拍攝而得,」, 其		
規格為何?請補充說明。		
13. P67;「…數值地形模型部分,為使用內	已修改,請參照 P.74。	
政部國土測繪中心所提供,…」,請修正為		
內政部所提供。		
14. P72;圖4-35 福衛二號影像測試成果,	為遮蔽區偵測成果。	
圖(b)是否已為真實正射影像成果,或僅為遮		
蔽區偵測成果。		
15. P74;「目前已完成變遷偵測相關衛星影	請參照 P.87。	
像前置處理作業…亦應用改進後之模式與		

原有方法進行比較。…」,原有方法為何?	
請補充說明。	
16. P84;「本研究在偵測未變遷區域上是採	已補充,請參照 P.92。
用[Du et al., 2002]在過去所提出之研究,其	
方法主要是利用 PCA 轉換以及…」,何謂	
PCA 轉換?請補充說明。	

附件3

## 影像加值處理系統-系統測試報告書

### 內政部國土測繪中心

# 影像加值處理系統

## 系統測試報告書





目	錄	I
圖	目錄.	
表	目錄.	IV
第	一章	影像加值處理系統測試簡介1
	1.1	系統簡介1
	1.2	測試目的與接受準則4
	1.3	測試成員及工作指派4
	1.4	測試環境4
	1.5	測試案例5
	1.6	測試程序5
第	二章	正射糾正功能測試6
	2.1	測試資料6
	2.2	工作效能8
	2.3	成果品質16
	2.4	錯誤回報
	2.5	工作流程19
第	三章	影像鑲嵌功能测試20
	3.1	測試資料
	3.2	工作效能
	3.3	成果品質



3.4	錯誤回報	28
3.5	工作流程	33
第四章	影像融合功能测試	35
4.1	測試資料	35
4.2	工作效能	35
4.3	成果品質	38
4.4	錯誤回報	38
4.5	工作流程	38
第五章	多元感測器幾何糾正功能測試	43
第五章 5.1	多元感測器幾何糾正功能測試	<b>43</b> 43
第五章 5.1 5.2	多元感測器幾何糾正功能測試	<b>43</b> 43 46
第五章 5.1 5.2 5.3	多元感測器幾何糾正功能測試	<b>43</b> 43 46 49
第五章 5.1 5.2 5.3 5.4	多元感測器幾何糾正功能測試	<b>43</b> 43 46 49 50
第五章 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5	多元感測器幾何糾正功能測試	<b>43</b> 43 46 49 50 51



昌	目	錄
---	---	---

圖	1-1	系統架構	2
圖	1-2	軟硬體系統架構	3
圖	2-1	正射糾正功能測試影像涵蓋範圍	7
圖	2-2	工作單管理系統主畫面	9
圖	2-3	控制點量測介面1	1
圖	2-4	產生影像金字塔1	1
圖	2-5	影像正射化執行畫面1	3
圖	2-6	檢核點量測介面1	.4
圖	2-7	正射糾正作業程序1	9
圖	3-1	影像鑲嵌顯示介面(所有匯入之正射影像)2	22
圖	3-2	編修雲遮罩介面2	24
圖	3-3	編修接縫線介面2	25
圖	3-4	多光譜鑲嵌影像2	29
圖	3-5	全色態鑲嵌影像	60
圖	3-6	多光譜鑲嵌影像重疊區影像	51
圖	3-7	全色態鑲嵌影像重疊區影像	52
圖	3-8	影像鑲嵌作業程序	\$4
圖	4-1	影像融合工作單介面3	6
圖	4-2	影像融合運算介面	57
圖	4-3	淡水地區影像融合成果3	;9
圖	4-4	埔里地區影像融合成果4	0
圖	4-5	陳有蘭溪地區影像融合成果4	1
圖	4-6	影像融合標準作業程序4	2
圖	5-1	福衛二號衛星影像4	4
圖	5-2	QuickBird-2 衛星影像	4
圖	5-4	WORLDVIEW-1 衛星影像	-5
圖	5-3	IKONOS-2 衛星影像4	-5
圖	5-5	Kompsat-2 衛星影像	-5



## 表目錄

表	1-1	硬體配備	. 4
表	2-1	正射糾正功能測試影像資料	. 6
表	2-2	正射糾正功能測試硬體配備	. 8
表	2-3	新增正射糾正工作單操作時間	. 9
表	2-4	正射糾正匯入影像操作時間	10
表	2-5	控制點及檢核點量測操作時間	12
表	2-6	影像正射化執行時間	13
表	2-7	正射影像檢核操作時間	15
表	2-8	正射糾正總操作時間	16
表	2-9	正射影像幾何糾正精度評估	17
表	2-10	)正射糾正工作操作問題表	18
表	3-1	影像鑲嵌功能測試硬體配備	20
表	3-2	新增影像鑲嵌工作單操作時間	21
表	3-3	匯入正射影像操作時間	22
表	3-4	编修雲遮罩操作時間	23
表	3-5	编修接縫線操作時間	25
表	3-6	低解析度影像鑲嵌操作時間	26
表	3-7	原始解析度影像鑲嵌操作時間	27
表	3-8	影像鑲嵌總操作時間	27
表	3-9	影像鑲嵌功能操作問題表	28
表	4-1	影像融合功能測試硬體配備	35
表	4-2	新增影像融合工作單操作時間	36
表	4-3	影像融合運算操作時間	37
表	4-4	影像融合總操作時間	37
表	4-5	影像融合功能操作問題表	38



表	5-1 多元感測器幾何糾正功能測試影像相關參數	43
表	5-2 多元感測器正射糾正功能測試硬體配備	46
表	5-3 新增正射糾正工作單操作時間	46
表	5-4 匯入影像操作時間	47
表	5-5 控制點量測操作時間	48
表	5-6 航帶連結點量測操作時間	48
表	5-7 影像正射化執行時間	48
表	5-8 正射影像檢核操作時間	49
表	5-9 正射糾正總操作時間	50
表	5-10 正射影像幾何糾正精度評估	50
表	5-11 多元感測器正射糾正功能操作問題表	50



#### 第一章 影像加值處理系統測試簡介

95及96年度所開發之影像加值處理系統,多著重於系統開發 及功能提升。爲確保最終之影像加值處理系統可正常運轉,因此 進行運轉測試。藉由運轉測試操作過程,提升系統操作方便性及 可靠度。因此進行系統測試,並同時回饋測試過程中所發現需修 改的部分,交由開發人員進行更新。

#### 1.1 系統簡介

高解析度資源衛星影像正射糾正工作,除了幾何糾正模式建 立之外,仍需大量人力進行控制點選取。為提升影像正射糾正之 效率,大量且快速產製高精度正射影像,因此配合內政部影像控 制點資料庫,建置影像正射糾正、鑲嵌及融合系統,提供高效率 衛星影像處理能力。

#### 1.1.1 系統運作概念

本系統之主要特色為:(1)流程控管、(2)硬體需求與維護費用低、(3)產能效率高、(4)具有多元感測器幾何處理之擴充能力。本 系統主要功能為:(1)工作單控管流程、(2)控制點選取與品質管 制人機介面、(3)多元感測器影像幾何校正處理、(4)影像鑲嵌處理 人機介面、以及(5)影像融合處理等等。

#### 1.1.2 處理對象

本系統處理對象目前是以福衛二號、IKONOS-2、QuickBird-2、 WorldView-1及Kompsat-2影像為主,在設計上具有擴充為多元感測 器之能力。

#### 1.1.3 作業型系統架構

本系統是以實用之操作方式為主要考量,因此採用工作單形



式控管所有工作流程,使用者或管理者可以經由工作單管理介面 了解目前工作項目。系統架構以工作單的方式來控管工作流程如 圖1-1所示,有效率的將影像正射糾正、鑲嵌及融合作業標準化, 將生產流程單純化,可提升整體產能,降低作業成本。每一個工 作單管理一項工作,而工作內容之相關資訊則以一專案檔之方式 儲存,由於專案檔中包含輸入影像資訊、輸出影像資訊、各項工 作參數等資料,其資料內容相當繁複,因此專案檔採用XML檔案 格式儲存。本系統主要分成四個部分,包括工作單管理、正射糾 正、影像鑲嵌人機介面及影像融合模組,並在作業完成後進行品 質檢驗。在工作在開始進行前,均利用工作單管理介面新增工作 單,依據相對應之工作設定輸入影像資訊、輸出影像資訊、各項 工作參數等資料。正射糾正及影像鑲嵌這兩項工作由於需人力介 入較多,因此建置專屬人機介面供操作人員使用。



圖 1-1 系統架構



#### 1.1.4 軟硬體系統架構

本系統之軟硬體架構如圖 1-2 所示,整個系統軟體部分主要 分為兩大部分,第一是人機介面,包括工作單管理、控制點點選、 影像鑲嵌介面。第二為運算核心,包括正射糾正運算核心、影像 鑲嵌運算核心及影像融合運算核心。工作單管理介面整合與影像 資料庫操控部分使用 Microsoft Visual Basic .Net,而控制點點選 及影像鑲嵌介面部分考量到影像的展示速度及向量的編修,因此 採用 Microsoft Visual Basic .Net 與 ESRI ArcObjects 軟體工具箱進 行軟體開發,使用 ArcObjects 工具庫可減少許多程式撰寫所耗費 的時間。而在正射糾正運算核心與影像鑲嵌運算核心部分則採用 Microsoft Visual C++。本系統需要 ESRI 之 ArcView9.1 商用軟體 安裝,其餘所列軟體僅作為開發使用。為簡化硬體架構以及降低 硬體設備及維護成本,本系統之硬體架構是建立在個人電腦上。



圖 1-2 軟硬體系統架構



#### 1.2 测試目的與接受準則

影像加值處理系統可對福衛二號、IKONOS-2、QuickBird-2、 WorldView-1 及 Kompsat-2,進行影像正射糾正、鑲嵌及融合處 理。運轉測試目的包括:(a)測試系統各項功能是否可正常操作, (b)測試所規劃之工作流程是否合理,(c)藉由測試過程改進系統, (d)測試系統效能。測試對象包括正射糾正、影像鑲嵌、影像融合 多元感測器影像正射糾正等四項功能。

測試通過之標準分為兩部分:(a)成果檢核,(b)功能檢核。成 果檢核部份,針對系統所產製之正射影像、鑲嵌影像及融合影像 進行評估,以確保系統產出成果具有良好之品質。功能檢核部 分,則針對系統功能之各項操作、工作流程及人機介面進行評 估,以確保系統各項功能無重大缺失。

1.3 测試成員及工作指派

主要測試成員共5人,其中3人負責實際操作測試,2人負 責程式更新。實際操作測試包括:(a)工作單管理人機介面操作, (b)控制點量測人機介面操作,(c)影像鑲嵌人機介面操作。

1.4 測試環境

硬體環境:硬體配備如表 1-1 所示。

表 1-1 硬體配備

	個人電腦1	個人電腦2
CPU	Intel Core2Duad 2.5GHz	Intel PentiumD 2.8GHz
主記憶體	3.25GB	2GB
硬碟	300GB+300GB	160GB+300GB
顯示卡	Geforce 8600GT	ATI X1600



軟體環境:作業系統-Windows XP

商用軟體-ArcGIS 9.2

測試資料:包含福衛二號、IKONOS-2、QuickBird-2、WorldView-1 及Kompsat-2等衛星影像。

#### 1.5 測試案例

測試案例1:

測試資料為福衛二號共 13 個航帶影像,每一航帶均包含多 光譜及全色態影像。此測試資料主要用以測試系統正射糾正、鑲 嵌及融合功能。

測試案例2:

測試資料為2幅福衛二號影像、1幅 IKONOS-2影像、2幅 QuickBird-2影像、1幅 WorldView-1影像及1幅 Kompsat-2影像。 此測試資料主要用以測試系統多元感測器幾何糾正功能。

1.6 测試程序

測試內容包括:(a)工作效能,統計各項工作所需時間。(b) 成果品質,檢核所產製之產品品質。(c)錯誤回報,操作過程中發 現之錯誤或需改進部分予以修正。(d)工作流程,測試工作流程之 合理性。測試操作分別由3人同時進行,測試過程中若發現錯誤 或需改進部分,則交由程式更新人員修改。測試時檢視各項工作 流程是否可正常進行,並記錄各項工作所需時間用以評估系統效 率。最終檢核所產製之產品品質,檢核標準則參考本計畫所訂定 之"航遙測正射影像之測製規範"。



5

#### 第二章 正射糾正功能測試

正射糾正作業是由操作人員透過人機介面進行作業,工作程 序包括:(1)新增正射糾正工作單、(2)匯入影像並產生相關資料、 (3)點選控制點及檢核點、(4)進行正射糾正運算產生正射影像、(5) 正射影像品質檢核。分別針對各工作程序進行測試,測試內容包 括:(1)工作效能,統計各項工作所需時間。(2)成果品質,檢核所 產製之產品品質。(3)錯誤回報,操作過程中發現之錯誤或需改進 部分予以修正。(4)工作流程,测試工作流程之合理性。

#### 2.1 測試資料

正射糾正功能測試資料為福衛二號13個航帶影像,每一航帶 均包含多光譜及全色態影像。其範圍涵蓋全臺灣,如圖2-1所示, 詳細資料內容如表2-1所示。

表 2-1 正射糾正功能測試影像資料	
--------------------	--

	拍攝日期	拍攝角度	感測器
航带1	20080103	19.10	PAN / MS
航帶2	20080104	19.27	PAN / MS
航带3	20080105	20.92	PAN / MS
航带4	20080119	13.60	PAN / MS
航带5	20080216	18.10	PAN / MS
航带6	20080120	14.89	PAN / MS
航带7	20080622	9.41	PAN / MS
航带8	20080220	22.76	PAN / MS
航带9	20080305	18.82	PAN / MS
航带 10	20080409	14.64	PAN / MS
航带11	20080512	10.88	PAN / MS
航带 12	20071028	17.78	PAN / MS
航带13	20080327	38.24	PAN / MS





圖 2-1 正射糾正功能測試影像涵蓋範圍



#### 2.2 工作效能

正射糾正工作可分為5階段,包括(1)新增正射糾正工作單、(2) 匯入影像並產生相關資料、(3)點選控制點及檢核點、(4)進行正射 糾正運算產生正射影像、(5)正射影像品質檢核。測試過程中分別 統計各階段工作所需時間,以評估系統效能。測試所使用之硬體 設備如表2-2所示。

CPU	Intel Core2Duad 2.5GHz
主記憶體	3.25GB
硬碟	300GB+300GB
顯示卡	Geforce 8600GT

表 2-2 正射糾正功能測試硬體配備

#### 2.2.1 新增正射糾正工作單

工作單管理系統主書面中如圖2-2所示,可新增及管理工作 單。利用新增工作單介面可產生空白正射糾正工作單。在主書面 中可瀏覽所建立之工作單, 雙擊工作單便可進入此工作程序。空 白之正射糾正工作單必須完成加入影像及編修輸出範圍等工作, 才算完成新增正射糾正工作單步驟。將測試用之福衛二號13個航 带,分别新增其正射糾正工作單,在同一工作單中包含多光譜及 全色態影像。記錄由新增空白工作單到完成編修輸出範圍所需時 間,統計資料如表2-3所示。



內政部國土測繪中心 發展影像高精度正射糾正相關技術及系統 系統測試報告書

確果       正人資料庫       資料量       更新       資料間       更新       資料間       更新       資料間       運用除       更新       運用除       運用        運用       運用 <th< th=""><th><b>隆 系统主要而</b></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></th<>	<b>隆 系统主要而</b>						
新贈       夏 更新       離開系統         予入資訊       第       1	檔案 匯入資料庫 資料庫管理	工具 說明					
登入資訊         工作車         広品預望         広品預算         広品資源         広         広         広         広         広         広         広         広         広         広         広         C	①新増 🌿 剛除 📝 更新	👔 離開系統					
登入資訊       工作單級號       工作型級號       工作型級號       推作員       規給日期       文虹台         登入視號:       msgps       1       工作型級號       工作型級號       工作型級號       強人治動       交紅         確認:       管理員確限       管理員確限       1       <			*作留				
登入供設:         msgps         Life/Law:         Life/Law: <thlife law:<="" th=""> <thlife l<="" th=""><th>馬資人登</th><th>۵ –</th><th>工作留编辑 工作内容</th><th>日前狀態 揭作昌</th><th></th><th>產品預覽</th><th>۲</th></thlife></thlife>	馬資人登	۵ –	工作留编辑 工作内容	日前狀態 揭作昌		產品預覽	۲
並入時間:         前式日本         正人時間:         前式日本         正人時間:         近辺の51/12         2007/11         近辺の51/12         辺辺051/12         辺辺051/12 <th>54 J 4F96.</th> <th>-</th> <th>NICODOCO 2 NE/(T/)</th> <th></th> <th>2007/2/12 2007/2/</th> <th>產品資訊</th> <th></th>	54 J 4F96.	-	NICODOCO 2 NE/(T/)		2007/2/12 2007/2/	產品資訊	
<ul> <li>確認: 管理員確限</li> <li>10000009</li> <li>影像設合</li> <li>第6次日</li> <li>第6次日<!--</th--><th>·安人快机: msgps</th><th></th><th>W0000005 影像建影</th><th>max means</th><th>2007/3/</th><th><b>成理状態</b>・品質管制</th><th>産品類別 幾何纠正</th></li></ul>	·安人快机: msgps		W0000005 影像建影	max means	2007/3/	<b>成理状態</b> ・品質管制	産品類別 幾何纠正
未完成工作量:18       W0000038       幾何却正       品質管利       msgps       2008/1/24       2008/7       衛星:       FS2       感測器:R1M R1P         工作單類別       W0000039       影像讓影       匯入影像       msgps       2008/1/14       2008/7       童品等报:67       地理範囲:台湾         小0000048       幾何却正       品質管利       msgps       2008/1/21       2008/1       2008/1       童品等报:67       地圖投影: 1WD67         小0000049       幾何却正       品質管利       msgps       2008/1/21       2008/1       2008/1       使用 DTM:       1W40M6       地圖投影: 1WD67         小0000050       幾何却正       品質管利       msgps       2008/1/229       2008/1       2008/1       金融影響       輸入影像數目:4       4         小0000051       幾何却正       品質管利       msgps       2009/1/6       2009/1       5       輸出影像數目:4         小0000051       幾何却正       品質管利       msgps       2009/1/6       2009/1       5       新出影像數目:4       5	權限: 管理員權限		W0000009 影像融合	影像融合 msens	2008/1/15 2007/5/		
W0000039     影像排影     强入影像     msgps     2008/1/14     2008/1       工作軍類別     W0000046     影像排影     医入影像     msgps     2008/1/12     2008/1       小msgps     W0000048     熱何纠正     品質管制     msgps     2008/12/10     2008/1       小msgps     W0000048     熱何纠正     品質管制     msgps     2008/12/10     2008/1       小msgps     W0000050     熱何纠正     品質管制     msgps     2008/12/29     2008/1       熱何纠正     品質管制     msgps     2008/16     2009/16     2009/16       影像排影     W0000051     熱何纠正     品質管制     msgps     2009/16     2009/16       影像排影     W0000051     熱何纠正     品質管制     msgps     2009/16     2009/16	未完成工作單: 18		W0000038 幾何糾正	品質管制 msgps	2008/11/24 2008/7/	衛星: FS2	感測器: R1M R1P
工作單類別         W000046         影像講談         匯入影像         msgps         2008/11/21         2008/1           一 加速度時         W000048         幾何却正         品質管制         msgps         2008/12/10         2008/12         使用 DTM:         1₩40M6         地圖投影:         1₩067           ** 高品研究         W0000049         幾何却正         品質管制         msgps         2009/1/5         2008/12         2008/12         4			W0000039 影像鑲嵌	TTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTT	2008/7/14 2008/7/	本日始纪。 (7)	44-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-
LTF単規201              ・             ・	→ //- 00 \$57bi		W0000046 影像鑲嵌	匯入影像 msgps	2008/11/21 2008/11	産品守報: 07	心理範圍: 百萬
→ 2009/15 2009/15 2009/15 → 金氏類別 → 数何刻正 → 影像鏡談 → W0000050 熟何刻正 品質管制 msgps 2008/12/29 2008/12 → 2009/16 2008/12/29 2008/12 → 2009/16 2009/16 → 2009/16 2008/12 → 2008/12	工作单规则	٢	W0000048 幾何糾正	品質管制 msgps	2008/12/10 2008/12	使用DTM: <b>TW40M6</b>	地圖投影: <b>T₩D67</b>
▲品類別 一 数何纠正 一 数何纠正 一 数倍線嵌 W0000050 数何纠正 品質管制 msgps 2008/12/29 2008/1 2 数倍線嵌 W0000050 数何纠正 品質管制 msgps 2009/16 2009/16 2 数倍線嵌 - 2 数倍線嵌 - 2 数倍線嵌 - 2 数倍線 - 2 000/16 - 2 00/16 - 2 000/16 - 2 000/16 - 2 00/16 - 2 00/16	jo msgps	<u> </u>	W0000049 幾何糾正	品質管制 msgps	2009/1/6 2008/12		
2 期间到止 2 期間到止 2 影像講統 W0000051 幾何纠正 品質管制 msgps 2009/1/6	▲ 產品類別		W0000050 幾何糾正	品質管制 msgps	2008/12/29 2008/12	輸入影像數目: 26	輸出影像數目: 4
2000/1.8 2	₩112 ● ※ ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●		W0000051 幾何糾正	品質管制 msgps	2009/1/6 2009/1/		
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	影像融合		W0000052 幾何糾正	品質管制 msgps	2009/1/8 2009/1/	影像預覽	
一 處理状態 W0000053 幾何糾正 品質管制 msgps 2009/1/12 2009/1/1	₩ 處理狀態		W0000053 幾何糾正	品質管制 msgps	2009/1/12 2009/1/		
伊處理工作單     W0000054 幾何糾正 品質管制 msgps     2009/1/13     2009/1/     2009/1     2009/1     2009/1     2009/1			W0000054 幾何糾正	品質管制 msgps	2009/1/13 2009/1/		
- 201 未完成工作車 W0000055 幾何糾正 品質管制 msgps 2009/3/18 2009/3/			W0000055 幾何糾正	品質管制 msgps	2009/3/18 2009/3/		
● 金見類類 W0000056 幾何糾正 品質管制 msgps 2009/3/19 2009/3/	▲ 衛星種類		W0000056 幾何糾正	品質管制 msgps	2009/3/19 2009/3/		
→ 通常工業 W000057 幾何纠正 品質管制 msgps 2009/3/25 2009/3/			W0000057 幾何糾正	品質管制 msgps	2009/3/25 2009/3/		
- 図 SPOT 5 W0000058 幾何糾正 品質管制 msgps 2009/3/26 2009/3/	🧖 SPOT 5		W0000058 幾何糾正	品質管制 msgps	2009/3/26 2009/3/		
—————————————————————————————————————	IKONOS		W0000059 幾何糾正	加入影像 msgps	(Null) 2009/3/		
	UnickBard	~					
	<	>					
		4			Þ		

圖 2-2 工作單管理系統主畫面

表 2-3	新增正射糾正工作單操作時間

	操作時間(分鐘)
航带1	10
航带 2	5
航带 3	6
航带 4	7
航带 5	8
航带6	8
航带 7	9
航带8	8
航带9	10
航带 10	9
航带11	10
航带 12	9
航带13	9


#### 2.2.2 匯入影像

建立正射糾正工作單後,利用工作單之內容產生正射糾正工 作所需資料檔案,包括原始影像、衛星星曆資料等。由於各種衛 星其資料格式不同,在此同時進行資料格式轉換,將所需資料轉 換至本系統可讀取格式,產生一工作單資料夾便於管理輸入資料 及輸出產品,上述程序為匯入影像步驟。將先前所建立之正射糾 正工作單,分別進行匯入影像,記錄匯入影像所需時間,統計資 料如表2-4所示。

	操作時間(分鐘)
航带1	5
航带 2	6
航带3	7
航帶 4	9
航带 5	8
航带6	21
航带 7	8
航带8	15
航带9	10
航帶 10	5
航帶11	9
航帶 12	7
航带13	7

表 2-4 正射糾正匯入影像操作時間

#### 2.2.3 點選控制點及檢核點

建立正射糾正工作所需資料檔案後,可開始進行控制點及檢 核點量測工作。在此開啟控制點量測介面進行作業如圖2-3所示。 爲使影像瀏覽較順暢,會產生影像金字塔如圖2-4所示,之後再開 始進行控制點及檢核點量測。將先前所建立之正射糾正工作單,

10

分別進行控制點及檢核點量測,記錄產生影像金字塔及點位量測 所需時間,統計資料如表2-5所示。



圖 2-3 控制點量測介面



圖 2-4 產生影像金字塔



	操作時間(分鐘)		
	影像金字塔	點位量測	點數 (控制點/檢核點)
航带1	9	60	25/26
航带2	11	70	34 / 42
航带3	13	80	33 / 45
航带4	14	90	48 / 51
航带5	14	80	34 / 46
航带6	15	75	32 / 47
航带7	15	70	28 / 42
航带8	14	80	29 / 38
航带9	17	65	32 / 33
航带 10	10	65	29 / 30
航带11	18	73	30 / 42
航带 12	13	55	33 / 28
航带13	12	73	24 / 43

表 2-5 控制點及檢核點量測操作時間

## 2.2.4 正射糾正運算

利用所量測之控制點進行方位重建,配合數值地形模型進行 影像正射糾正,本步驟均交由電腦自動運算如圖2-5所示,完全無 人工介入。將完成控制點量測之正射糾正工作單,分別進行正射 糾正運算,記錄正射糾正所需時間及所產製之正射影像資料量, 統計資料如表2-6所示。







## 圖 2-5 影像正射化執行畫面

表	2-6	影像	正射	化執	行時	間
---	-----	----	----	----	----	---

	正射糾正	
	操作時間(分鐘)	影像資料量(GB)
航帶1	81	2.39
航帶2	148	4.36
航带3	189	5.68
航带4	199	5.79
航带5	210	6.27
航带6	224	6.89
航带 7	203	6.16
航带8	231	7.36
航带9	267	8.51
航帶 10	121	3.59
航带11	250	8.05
航带 12	183	5.57
航带13	207	5.62



#### 2.2.5 正射影像檢核

針對所產製之正射影像,以人工量測檢核點評估其精度情 形。在此開啟檢核點量測介面進行作業如圖2-6所示,爲使影像瀏 覽較順暢,會產生影像金字塔,之後再開始進行檢核點量測。將 所產製之正射糾正影像,分別進行檢核點量測,記錄產生影像金 字塔及點位量測所需時間,統計資料如表2-7所示。



圖 2-6 檢核點量測介面



	操作時間	](分鐘)	
	影像金字塔	點位量測	點數 (檢核點)
航带1	20	29	71
航带2	28	49	143
航带3	34	35	101
航带4	37	56	150
航带5	40	50	145
航带6	40	44	121
航带 7	40	45	126
航带8	43	45	119
航带9	53	43	123
航带 10	25	30	95
航带11	51	47	134
航带 12	36	41	104
航带13	36	43	112

表 2-7 正射影像檢核操作時間

#### 2.2.6 小結

統計上述各階段工作所花費時間,計算各航帶影像正射糾正 工作總時間,以評估影像正射糾正工作效率。統計結果如表2-8所 示,當影像資料量增加時影像正射糾正工作所需時間亦會隨著增 加,而原始影像為15幅福衛二號多光譜及全色態影像時,正射糾 正所需總操作時間約為400分鐘。

15



	原始影像幅數	操作時間(分鐘)
航帶1	6	214
航帶 2	11	317
航帶3	14	364
航帶4	15	412
航带5	15	410
航带6	15	427
航帶 7	15	390
航带8	16	436
航带9	18	465
航带 10	8	265
航带11	14	458
航带 12	14	344
航带13	13	387

表 2-8 正射糾正總操作時間

## 2.3 成果品質

針對所產製之正射影像進行品質檢驗,以人工量測檢核點在 正射影像中之物空間坐標。計算檢核點在正射影像中坐標與真實 物空間坐標之差異,統計檢核點之均方根誤差,用以評估正射影 像精度情形,均方根誤差統計資料如表2-9所示。多光譜影像檢核 點均方根誤差均小於5公尺,全色態影像檢核點均方根誤差均小於 4公尺。所產製之正射影像其幾何糾正精度,符合本計畫所訂定之 "航遥测正射影像之测製規範"。



	多光譜	全色態
<b>昭</b> (1.) 口	檢核點	檢核點
半位.公八	RMSE E/N	RMSE E/N
航带1	3.04/3.00	2.85/3.65
航帶 2	3.78/2.73	2.24/2.82
航带3	3.29/4.71	2.79/3.07
航带 4	2.57/3.14	2.54/2.74
航带5	4.46/3.48	3.20/3.78
航带6	4.84/3.35	2.48/2.70
航帶 7	3.69/3.26	2.52/3.24
航带8	3.13/3.78	1.29/2.66
航带9	2.59/3.97	2.53/3.51
航帶 10	4.89/4.99	2.75/3.30
航帶11	4.37/2.75	2.34/2.12
航带 12	4.27/3.00	2.31/2.71
航带13	3.43/5.57	2.95/3.92

表 2-9 正射影像幾何糾正精度評估



#### 2.4 錯誤回報

操作人員在測試過程中發現之問題及需改進部分,記錄如表 2-10所示。各項問題及改進部份均已完成修正。

表 2-10 正射糾正工作操作問題表

問題	解決方案
工作單無法加入測試影像。	需將測試資料先匯入資料 庫中,方可加入影像。
編修輸出範圍介面中,無法預 覽影像。	修正程式
編修輸出範圍介面中,無法在 預覽影像顯示相應之坐標。	修正程式
編修輸出範圍介面中,切換輸 出影像時預覽影像異常。	修正程式
影像匯入無法執行。	重新設定檔案路徑
品質檢核第一次進入時,產品 編號選項反白只能處理預設 的第一幅影像,不能選擇要優 先處理的輸出產品,必須返回 主畫面再次進入才可以。	修正程式
幾何處理完畢後若無產生檢 視影像,直接跳到品質檢核步 驟,則無法產生檢視影像。	修正防呆邏輯
建議影像資料中衛星名稱改 用完整名稱	修改程式



#### 2.5 工作流程

正射糾正作業工作流程如圖 2-7 所示,包括:(1)新增一正射 糾正工作單,由工作單管控工作內容、(2)將原始影像匯入系統、 (3)點選控制點及檢核點、(4)利用控制點資料重建衛星方位、(5) 檢核衛星方位精度、(6)進行幾何糾正運算產生正射影像。在處理 作業中會自動連結控制點資料庫與數值地形模型資料庫。

上述步驟中部分需要人工操作,包括新增工作單、量測控制 點及檢核方位精度,其他步驟則由程式運算,整個工作流程相當 繁瑣,需操作人員及程式間互相溝通。經由本次測試檢驗工作流 程,並無發現操作邏輯上之矛盾或多餘步驟。







## 第三章 影像鑲嵌功能測試

影像鑲嵌作業是由操作人員透過人機介面進行作業,工作程 序包括:(1)新增影像鑲嵌工作單、(2)匯入正射影像、(3)編修雲遮 罩、(4)编修接縫線、(5)低解析度影像鑲嵌、(6)原始解析度影像鑲 嵌。分别針對各工作程序進行測試,測試內容包括:(1)工作效能, 統計各項工作所需時間。(2)成果品質,檢核所產製之產品品質。 (3) 錯誤回報,操作過程中發現之錯誤或需改進部分予以修正。(4) 工作流程,测試工作流程之合理性。

#### 3.1 測試資料

影像鑲嵌測試資料使用正射糾正測試所產製之正射影像,包 括13幅福衛二號正射影像,每一正射影像均包含多光譜及全色態 影像,其範圍涵蓋全臺灣。

#### 3.2 工作效能

影像鑲嵌工作可分為6階段,包括(1)新增影像鑲嵌工作單、(2) 匯入正射影像、(3)編修雲遮罩、(4)編修接縫線、(5)低解析度影 像鑲嵌、(6)原始解析度影像鑲嵌。測試過程中分別統計各階段工 作所需時間,以評估系統效能。測試所使用之硬體設備如表3-1所 示。

CPU	Intel PentiumD 2.8GHz
主記憶體	2GB
硬碟	160GB+300GB
顯示卡	ATI X1600

表 3-1 影像鑲嵌功能測試硬體配備



### 3.2.1 新增影像鑲嵌工作單

工作單管理系統主畫面中,可新增及管理工作單。利用新增 工作單介面可產生空白影像鑲嵌工作單。空白影像鑲嵌工作單必 須完成加入影像及設定鑲嵌順序等工作,才算完成新增影像鑲嵌 工作單步驟。將測試用之13幅福衛二號正射影像,新增至影像鑲 嵌工作單,共新增2工作單分別包含多光譜及全色態影像。記錄由 新增空白工作單到完成設定鑲嵌順序所需時間,統計資料如表3-2 所示。

操作時間(分鐘)工作單1(多光譜)10工作單2(全色態)9

表 3-2 新增影像鑲嵌工作單操作時間

#### 3.2.2 匯入正射影像

建立影像鑲嵌工作單後,利用工作單之內容產生影像鑲嵌工 作所需資料檔案,包括原始解析度影像、低解析度影像及鑲嵌順 序資料等。由於原始解析度正射影像資料量較大,為提升影像顯 示效率,先產生低解析度影像,並利用低解析度影像進行雲遮罩 及接縫線選取工作。產生一工作單資料夾便於管理輸入資料及輸 出產品,上述程序為匯入正射影像步驟。將先前所建立之影像鑲 嵌工作單,分別進行匯入正射影像,記錄匯入正射影像所需時間, 統計資料如表3-3所示。啟動影像鑲嵌介面後,讀取所匯入之正射 影像並顯示於介面中如圖3-1所示。



表 3-3 匯入正射影像操作時間

	操作時間(分鐘)
工作單1(多光譜)	96
工作單 2(全色態)	141



圖 3-1 影像鑲嵌顯示介面(所有匯入之正射影像)



### 3.2.3 編修雲遮罩

匯入正射影像後可在低解析度影像上編修雲遮罩,考慮到後 續需進行色彩平衡及影像有雲區域之補償工作,故需產生雲遮 罩。將先前所建立之影像鑲嵌工作單,針對多光譜工作單進行編 修雲遮罩如圖3-2所示,記錄每幅正射影像編修雲遮罩所需時間, 統計資料如表3-4所示。由於多光譜影像與全色態影像為相同之拍 攝時間,所拍攝之地物及天候狀況相同,因此多光譜影像與全色 態影像僅需一組雲遮罩。而多光譜影像較易於判別影像中有雲區 域,因此僅針對多光譜影像進行編修雲遮罩。

	操作時間(分鐘)
航带1	5
航帶 2	5
航带3	7
航带 4	7
航带 5	7
航带6	6
航带7	5
航带8	7
航带9	7
航带 10	5
航带11	5
航带 12	5
航带13	6

表 3-4 編修雲遮罩操作時間





圖 3-2 編修雲遮罩介面

#### 3.2.4 編修接縫線

完成雲遮罩編修後可開始編修接縫線,選擇較佳的接縫線位 置,並避開有雲區域。將先前所建立之影像鑲嵌工作單,針對多 光譜工作單進行編修接縫線如圖3-3所示,記錄每幅正射影像編修 接縫線所需時間,統計資料如表3-5所示。由於多光譜影像與全色 態影像為相同之拍攝時間,所拍攝之地物及天候狀況相同,因此 多光譜影像與全色態影像僅需一組接縫線。而多光譜影像較易於 判別影像中較佳之接縫線位置,因此僅針對多光譜影像進行編修 接縫線。



24

	操作時間(分鐘)
航带1	5
航带 2	4
航带3	5
航带 4	5
航带 5	5
航带6	6
航带 7	0
航带8	5
航带9	6
航带 10	4
航带11	6
航带 12	5
航带13	5

表 3-5 編修接縫線操作時間



## 圖 3-3 編修接縫線介面



#### 3.2.5 低解析度影像鑲嵌

完成雲遮罩及接縫線編修後,利用接縫線及雲遮罩資料,分 別針對多光譜及全色態低解析度影像進行影像鑲嵌,記錄加入每 幅正射影像進行低解析度影像鑲嵌所需時間,統計資料如表3-6所 示。

	操作時間(分鐘)			
	多光譜影像	全色態影像		
航帶1	4	3		
航带 2	5	4		
航带3	5	4		
航带 4	5	4		
航带 5	5	4		
航带6	5	1		
航带 7	5	4		
航带8	5	4		
航带9	5	5		
航帶 10	6	5		
航带11	7	5		
航带 12	8	5		
航带13	8	5		

表 3-6 低解析度影像鑲嵌操作時間

#### 3.2.6 原始解析度影像鑲嵌

在完成所有低解析度影像鑲嵌工作後,可進行原始解析度影 像鑲嵌。利用先前所產生之灰度值對照表及接縫線檔案,配合原 始解析度影像進行影像鑲嵌。記錄所有原始解析度正射影像進行 影像鑲嵌所需之總時間,統計資料如表3-7所示。



操作時間(分鐘)				
多光譜影像 全色態影像				
713	1054			

表 3-7 原始解析度影像鑲嵌操作時間

#### 3.2.7 小結

統計上述各階段工作所花費時間,計算全台影像鑲嵌工作總 時間,以評估影像鑲嵌工作效率。統計結果如表3-8所示。鑲嵌13 航带多光譜正射影像共花費1025分鐘,鑲嵌13航帶全色態正射影 像共花費1256分鐘。由於鑲嵌工作中,雲遮罩及接縫線會影響成 果品質,因此可能需要重複編修,以達較佳之影像鑲嵌成果。而 重複編修之難易程度則與正射影像品質相關,本測試僅探討系統 執行之效率,因此本測試中雲遮罩及接縫線之編修工作僅執行一 次。

	正射影像資料量(MB)		操作時間	間(分鐘)
	多光譜	全色態	多光譜	全色態
航带1	616	2091		
航带 2	1312	3251		
航带3	1816	4148		
航带 4	1948	4132		
航带 5	1912	4567		
航带6	2312	4919		
航带 7	2124	4336	1025	1256
航带8	1992	4322		
航带9	3028	5892		
航带 10	856	2400		
航带11	2828	5618		
航带 12	1620	4279		
航带13	1732	3696		

表 3-8 影像鑲嵌總操作時間



#### 3.3 成果品質

針對所產製之鑲嵌影像進行品質檢驗,以人工檢視鑲嵌影 像,主要檢視影像之幾何一致性及色彩連續性。檢視鑲嵌影像接 縫處是否有因幾何對位不佳造成之影像模糊情況,以及整張影像 色彩是否均勻,是否有明顯接縫。圖3-4及圖3-5為鑲嵌影像,鑲嵌 影像整體之色彩相當連續,並無明顯色彩差異。圖3-6及圖3-7為鑲 嵌影像重疊區放大圖,紅色線段為接縫線位置,接縫線附近影像 沒有明顯色彩差異及影像模糊現象。

#### 3.4 錯誤回報

操作人員在測試過程中發現之問題及需改進部分,記錄如表 3-9所示。各項問題及改進部份均已完成修正。

問題	解決方案		
動態連結檔(DLL)編譯問			
題,導致在其他電腦中安裝之	依正积十		
影像鑲嵌系統,會有少部分功	<b>廖</b> 山柱式		
能失效。			
在不同 ArcGIS 版本下會造成	改以 raw 及 rww 檔作為檔		
無法取得坐標資訊。	頭資料		
若有修改接縫線或雲遮罩	影像镶嵌它式後删除 mrd		
時,重新進行影像鑲嵌完成後	影像驟飲元成後剛床 Hu 過安		
所顯示之影像為舊有影像。			
自動多階層影像鑲嵌功能,發	依正积土		
生部分錯誤情形	<b>廖</b> 山柱式		
為提升程式處理資料夾之靈			
活性,可任意搬移影像資料而	极步扫十		
不影響鑲嵌工作,建議將所有	修风柱式		
檔案名稱路徑改為相對路徑。			
建議新增影像鑲嵌報表檔	修改程式		

表 3-9 影像鑲嵌功能操作問題表





圖 3-4 多光譜鑲嵌影像





圖 3-5 全色態鑲嵌影像





(c)台中地區

(d)高雄左營地區

圖 3-6 多光譜鑲嵌影像重疊區影像





(c)台中地區

(d)高雄左營地區

圖 3-7 全色態鑲嵌影像重疊區影像



## 3.5 工作流程

影像鑲嵌作業工作流程如圖 3-8 所示,包括:(1)新增影像鑲 嵌工作單,由工作單管控工作內容。(2)將正射影像匯入系統,並 同時產生低解析度影像。(3)編修雲遮罩。(4)編修接縫線。(5)影 像色彩平衡,使用直方圖匹配法調整多航帶影像灰階值。(6)低解 析度鑲嵌影像品質檢驗,檢查鑲嵌影像是否有色彩不平衡或接縫 線明顯之現象並判斷其原因。(7)原始解析度影像鑲嵌,利用上述 步驟中所產生之接縫線位置、雲遮罩檔案、灰階調整對照表及各 影像鑲嵌時之順序。以相同的步驟對原始解析度之影像進行影像 鑲嵌之工作。

上述步驟中部分需要人工操作,包括新增工作單、編修雲遮 罩及編修接縫線,其他步驟則由程式運算,整個工作流程相當繁 瑣,需操作人員及程式間互相溝通。經由本次測試檢驗工作流 程,並無發現操作邏輯上之矛盾或多餘步驟。





圖 3-8 影像鑲嵌作業程序



## 第四章 影像融合功能測試

影像融合作業是由操作人員透過人機介面進行作業,工作程 序包括:(1)新增影像融合工作單、(2)影像融合運算。分別針對各 工作程序進行測試,測試內容包括:(1)工作效能,統計各項工作 所需時間。(2)成果品質,檢核所產製之產品品質。(3)錯誤回報, 操作過程中發現之錯誤或需改進部分予以修正。(4)工作流程,測 試工作流程之合理性。

#### 4.1 測試資料

影像融合測試資料使用影像鑲嵌所產製之大範圍正射影像, 鑲嵌影像範圍涵蓋全臺灣,包含多光譜及全色態影像,如圖3-4及 圖3-5所示。

#### 4.2 工作效能

影像融合工作可分為2階段,包括(1)新增影像融合工作單、(2) 影像融合運算。測試過程中分別統計各階段工作所需時間,以評 估系統效能。測試所使用之硬體設備如表4-1所示。

CPU	Intel PentiumD 2.8GHz
主記憶體	2GB
硬碟	160GB+300GB
顯示卡	ATI X1600

表 4-1 影像融合功能測試硬體配備



### 4.2.1 新增影像融合工作單

工作單管理系統主畫面中,可新增及管理工作單。利用新增 工作單介面可產生空白影像融合工作單。空白之影像融合工作單 必須完成加入全色態及多光譜影像及編修輸出範圍等工作,才算 完成新增影像融合工作單步驟。將測試用之全台全色態及多光譜 正射影像,新增至影像融合工作單,並編修輸出範圍如圖4-1所 示。記錄由新增空白工作單到完成編修輸出範圍所需時間,統計 資料如表4-2所示。



操作時間(分鐘)

3 影像融合作業 W0000014 🖌 😋 返回 👔 離開系統 工作流程:加入影像 工作單狀態 輸入影像 \* \* 匯入影像 目前處理狀態 影像融合 產品類別: 衛星 使用者: msgps R1M 2009/5/26 下午 03:23:51 工作起始時間: 感測器 8.28095 工作結束時間 視角 1234000000 波段 加入影響 \* 2006/11/17 02:03:11 攝影日期時間 9.320758 ₽ 彩色 P0002918 衛星軌道方向 148.271712 大陽方位角 10.830390 太陽仰角 Gain Numbe Calibration Val 狀態: 裁切範圍 \* V 0 產品代號: 🔝 中心點經/緯度 地面範圍 寬/高(b 2657562.000 左上角 E/N 右下角 E/N 2644704.000 10040.000 左上角 經度/緯度 右下角 經度/緯度 241,839.6 / 2,639,420.0 E/N (min) = 178,920.0 / 2,614,605.9 E/N (max) = 224,200.0 / 2,707,632. No. of Line/Pizel Image Size





#### 4.2.2 影像融合運算

建立影像融合工作單後,利用工作單之內容可進行影像融合 運算。將先前所建立之影像融合工作單,進行影像融合運算如圖 4-2所示,記錄影像融合運算所需時間,統計資料如表4-3所示。

表 4-3 影像融合運算操作時間

	操作時間(分鐘)	
	96	
影像融合		
影像設定		
開啓多光譜影像	D:\MSGPS\Workorder\W0000003\P0002918\P00029	118_
	D:\MS6PS\Workorder\W/0000002\P000002\P000002	102
開啓全色態影像		102_
輸出融合影像	D:\MSGPS\Workorder\W0000014\P0002935.raw	
	福衛二號 🗸	
恭山牧国弘宁		
輸山郵留設定 左上角EAST: □	10052 右下角EAST: 210040	
左上用NOKIH: 28	57562 <b>1 PHNOKIN</b> 2644704	
V	使用自定範圍	
	884	211
	開設	<b>1</b>

#### 圖 4-2 影像融合運算介面

#### 4.2.3 小結

統計上述各階段工作所花費時間,計算影像融合工作總時間,以評估影像融合工作效率。統計結果如表4-4所示,融合全台 福衛二號影像需花費99分鐘。

表 4-4 影像融合總操作時間

多光譜影像資料量	全色態影像資料量	操作時間(分鐘)
5.12GB	20.49GB	99



#### 4.3 成果品質

針對所產製之融合影像進行品質檢驗,以人工檢視融合影 像,主要檢視融合影像之幾何對位及色彩。圖4-3、圖4-4及圖4-5 為影像融合成果,檢視融合影像並無因幾何對位不佳造成之影像 色彩不正常,且融合影像之色彩與原始多光譜影像相似,並無明 顯色彩損失。

#### 4.4 錯誤回報

操作人員在測試過程中發現之問題及需改進部分,記錄如表 4-5所示。各項問題及改進部份均已完成修正。

問題	解決方案	
編修輸出範圍介面中,無法預	放工口上	
覽影像。	修正程式	
編修輸出範圍介面中,無法在	依正扫十	
預覽影像顯示相應之坐標。	修正程式	
編修輸出範圍介面中,切換輸	做工程十	
出影像時預覽影像異常。	修正程式	
建議新增影像融合報表檔	修改程式	

表 4-5 影像融合功能操作問題表

#### 4.5 工作流程

影像融合作業工作流程如圖 4-6 所示,包括:(1)新增影像融 合工作單,新增影像並編修輸出範圍。(2)影像融合運算,使用全 色態與多光譜態影像融合技術產生高解析度多光譜影像。(3)檢驗 融合影像品質。

上述步驟中部分需要人工操作,包括新增工作單及檢驗融合 影像品質,影像融合運算步驟則由程式運算。經由本次測試檢驗 工作流程,並無發現操作邏輯上之矛盾或多餘步驟。

38



(a)全色態影像



## (b)多光譜影像



(c)融合影像 圖 4-3 淡水地區影像融合成果





(a)全色態影像



(b)多光譜影像



(c)融合影像 圖 4-4 埔里地區影像融合成果





(a)全色態影像



(b)多光譜影像



(c)融合影像 圖 4-5 陳有蘭溪地區影像融合成果





圖 4-6 影像融合標準作業程序



# 第五章 多元感測器幾何糾正功能測試

多元感測器正射糾正工作程序與單一感測器正射糾正相同, 工作程序包括:(1)新增正射糾正工作單、(2)匯入影像並產生相關 資料、(3)點選控制點及檢核點、(4)進行正射糾正運算產生正射影 像、(5)正射影像品質檢核。分別針對各工作程序進行測試,測試 內容包括:(1)工作效能,統計各項工作所需時間。(2)成果品質, 檢核所產製之產品品質。(3)錯誤回報,操作過程中發現之錯誤或 需改進部分予以修正。(4)工作流程,測試工作流程之合理性。

## 5.1 測試資料

多元感測器幾何糾正功能測試資料為:(1)福衛二號、 (2)IKONOS-2、(3)QuickBird-2、(4)WorldView-1、及(5)Kompsat-2。 影像之詳細參數則表列於表5-1,測區位於台灣北部。

表 5-1 多元感測器幾何糾正功能測試影像相關參數

	剧海 1	<b>影協</b> )	見 倍 つ	民治 1	副海 5	<b>副庙</b>	12.167
	彩係 I	彩像 2	彩像 5	家塚 4	彩係 5	彩像 0	彩像 /
感测器	Formosat-2	Formosat-2	QuickBird-2	QuickBird-2	IKONOS-2	WorldView-1	Kompsat-2
測試區 位置	台灣北部	台灣北部	台北	台北	台北	台灣北部	台灣北部
影像等級	1A	1A	Basic	Standard	Geo	Basic	1A
よ海口畑	2006/	2007/	2005/	2002/	2002/	2007/	2007/
风係日期	8/19	1/30	12/23	12/15	02/21	11/25	10/21
GSD (m)	2.01	2.45	0.63	0.70	1.00	0.67	1.03
光譜解析度	全色態	全色態	全色態	全色態	全色態	全色態	全色態
視角(°)	3.93	25.47	-	-	-	-	-11.26
仰角(°)	-	-	76.9	68.6	63.34	52.6	-
方位角(°)	-	-	117.7	272.0	224.69	26.9	-
影像大小	12000 x	12000 x	27552 x	10348 x	5772 x	35170 x	15000 x
(pixel x pixel)	12000	12000	29320	16088	9684	23708	15500





a. 影像1

b. 影像 2

## 圖 5-1 福衛二號衛星影像





a. 影像3











圖 5-4 WorldView-1 衛星影像 (影像 6)

# 圖 5-3 IKONOS-2 衛星影像 (影像 5)



圖 5-5 Kompsat-2 衛星影像 (影像 7)


### 5.2 工作效能

多元感測器正射糾正工作可分為5階段,包括(1)新增正射糾正 工作單、(2)匯入影像並產生相關資料、(3)點選控制點及檢核點、 (4)進行正射糾正運算產生正射影像、(5)正射影像品質檢核。測試 過程中分別統計各階段工作所需時間,以評估系統效能。測試所使 用之硬體設備如表5-2所示。

表 5-2 多元感测器正射糾正功能测試硬體配備

CPU	Intel Core2Duad 2.5GHz
主記憶體	3.25GB
硬碟	300GB+300GB
顯示卡	Geforce 8600GT

### 5.2.1 新增正射糾正工作單

工作單管理系統主書面,可新增及管理工作單。利用新增工 作單介面可產生空白正射糾正工作單。在主書面中可瀏覽所建立 之工作單, 雙擊工作單便可進入此工作程序。空白之正射糾正工 作單必須完成加入影像及編修輸出範圍等工作,才算完成新增正 射糾正工作單步驟。將測試用之多元感測器影像,新增至同一正 射糾正工作單中。記錄由新增空白工作單到完成編修輸出範圍所 需時間,統計資料如表5-3所示。

表 5-3 新增正射糾正工作單操作時間





### 5.2.2 匯入影像

建立正射糾正工作單後,利用工作單之內容產生正射糾正工 作所需資料檔案,包括原始影像、衛星星曆資料等。由於各種衛 星其資料格式不同,在此同時進行資料格式轉換,將所需資料轉 換至本系統可讀取格式,產生一工作單資料夾便於管理輸入資料 及輸出產品,上述程序為匯入影像步驟。將先前所建立之正射糾 正工作單,分別進行匯入影像,記錄匯入影像所需時間,統計資 料如表5-4所示。

表 5-4 匯入影像操作時間

操作時間(分鐘) 5

### 5.2.3 點選控制點及航帶連結點

建立正射糾正工作所需資料檔案後,可開始進行控制點及航帶連結點量測工作。在此開啟控制點量測介面進行作業。將先前所建立之正射糾正工作單,進行控制點及航帶連結點量測,分別記錄控制點及航帶連結點點位量測所需時間,統計資料如表5-5及表5-6所示。

### 5.2.4 正射糾正運算

利用所量測之控制點及航帶連結點進行方位重建,配合數值 地形模型進行影像正射糾正,本步驟均交由電腦自動運算,完全 無人工介入。將完成控制點及航帶連結點量測之正射糾正工作 單,進行正射糾正運算,記錄正射糾正所需時間及所產製之正射 影像資料量,統計資料如表5-7所示。



	操作時間(分鐘)	
	點位量測	點數 (控制點)
影像1	46	39
影像2	44	28
影像3	17	6
影像4	7	5
影像5	5	5
影像 6	35	40
影像7	15	24

表 5-5 控制點量測操作時間

表 5-6 航帶連結點量測操作時間

	操作時間(分鐘)	
	毗伯昌训	點數
	話位重次	(控制點)
影像1		24
影像2	81	16
影像3		26
影像4		27
影像5		26
影像6		26
影像7		24

表 5-7 影像正射化執行時間

	操作時間(分鐘)	影像資料量(GB)
影像1	16	0.19
影像2	18	0.21
影像3	145	2.42
影像4	21	0.41
影像5	6	0.11
影像6	193	3.16
影像7	28	0.68



### 5.2.5 正射影像檢核

針對所產製之正射影像,以人工量測檢核點評估其精度情形。在此開啟檢核點量測介面進行作業,爲使影像瀏覽較順暢, 會產生影像金字塔,之後再開始進行檢核點量測。將所產製之正 射糾正影像,分別檢核點量測,記錄產生影像金字塔及點位量測 所需時間,統計資料如表5-8所示。

### 5.2.6 小結

統計上述各階段工作所花費時間,計算正射影像工作總時間, 以評估正射影像工作效率。統計結果如表5-9所示,

### 5.3 成果品質

針對所產製之正射影像進行品質檢驗,以人工量測檢核點在 正射影像中之物空間坐標。計算所量測之檢核點正射影像中坐標 與真實物空間坐標之差異,統計檢核點之均方根誤差,用以評估 正射影像精度情形,均方根誤差統計資料如表5-10所示。所產製 之正射影像其幾何糾正精度,符合本計畫所訂定之"航遙測正射 影像之測製規範"。

	操作時間(分鐘)		
	影像金字塔	點位量測	點數 (檢核點)
影像1	1	4	5
影像2	1	4	3
影像3	10	5	6
影像4	2	3	2
影像5	1	3	2
影像6	10	10	8
影像7	2	4	4

表 5-8 正射影像檢核操作時間



	原始資料量(GB)	操作時間(分鐘)
影像1	0.13	
影像2	0.13	
影像3	1.5	
影像4	0.31	752
影像5	0.1	
影像6	1.99	
影像7	0.43	

表 5-9 正射糾正總操作時間

表 5-10 正射影像幾何糾正精度評估

	檢核點
	RMSE E/N
影像1	1.08/2.32
影像2	5.67/4.60
影像3	0.31/0.35
影像4	0.34/0.26
影像5	0.42/0.45
影像6	1.83/0.51
影像7	0.56/0.34

### 5.4 錯誤回報

操作人員在測試過程中發現之問題及需改進部分,記錄如表 5-11所示。各項問題及改進部份均已完成修正。

表 5-11 多元感測器正射糾正功能操作問題表

問題	解決方案
開啟控制點量測介面時,出現	再斩斩汇私能油什些
錯誤訊息導致介面關閉	文利利版動恐连結福
控制點量測介面中無法執行	放工口上
區域平差	修止在式
建議影像資料中衛星名稱改	修开口卡
用完整名稱	修风柱式



# 5.5 工作流程

多元感測器正射糾正作業工作流程與 2.5 節中所述相同,經 由本次測試檢驗工作流程,並無發現操作邏輯上之矛盾或多餘步 驟。



## 第六章 結論

本報告針對影像加值處理系統進行各項功能測試,包括正射 糾正、影像鑲嵌及影像融合,測試成果得以下結論。

- 1. 統計各項工作花費時間,以評估工作效能。
  - 正射糾正工作當影像資料量增加時所需時間亦會隨著增加,而原始影像為15幅福衛二號多光譜及全色態影像時, 所需總操作時間約為400分鐘。
  - 影像鑲嵌工作測試資料為13航帶福衛二號正射影像,其範 圍可涵蓋全台灣,鑲嵌多光譜影像共花費1025分鐘,鑲嵌 全色態影像共花費1256分鐘。
  - 融合全台福衛二號影像需花費99分鐘。
  - 進行福衛二號、IKONOS-2、QuickBird-2、WorldView-1、
     及Kompsat-2等影像正射糾正工作,共需花費752分鐘。
- 2. 檢查所產製之各項產品,均具備良好品質。
  - 正射糾正產品以人工量測檢核點,以評估正射糾正精度, 結果顯示所產製正射影像之幾何精度,符合本計畫所訂定 之"航遙測正射影像之測製規範"。
  - 影像鑲嵌產品以人工檢視檢視影像之幾何一致性及色彩 連續性,鑲嵌影像整體之色彩相當連續,並無明顯色彩差 異。鑲嵌影像重疊區中,接縫線位置沒有明顯色彩差異及 影像模糊現象。



- 影像融合產品以人工檢視融合影像,主要檢視融合影像之幾何對位及色彩。融合影像中並無因幾何對位不佳造成之影像色彩不正常,且融合影像之色彩與原始多光譜影像相似,並無明顯色彩損失。
- 在本次測試過程中透過測試人員,發現在程式開發期間所忽略的問題以及建議修改的功能,並立即告知開發人員予以修正,經過本次測試可使本系統操作更為流暢並減少錯誤發生。
- 藉由本次測試過程檢驗正射糾正、影像鑲嵌及影像融合之工 作流程,在各項工作中均無操作邏輯上之矛盾或多餘步驟, 操作人員可順利執行各項工作。



附件4

# 航遥测正射影像测製規範(草案)

# 航遙測正射影像測製規範(草案)

### 第一章 前言

1.1 訂定目的

應用<u>航空攝影測量<sup>1</sup></u>影像或<u>高解析度衛星影像</u>製作數位正射影 像之技術已臻成熟,正射影像之需求與日俱增。為使測製工作有所 依循並確保正射影像之測製成果品質,特訂定本規範及檢核機制。 本規範訂定的目標如下:

- 提供不同類型正射影像產品之定義
- 提供正射影像品質之分級標準
- 提供各等級正射影像之測製規範
- 提供各等級正射影像之檢核機制
- 提供評估正射影像品質的共同參考基準
- 能適應各種新的技術

1.2 適用範疇

本規範適用於不同品質等級之數位正射影像生產計畫。原始影像可 以是空載航測影像或是衛星影像,成像系統必須是具備嚴謹幾何糾正機 制之光學感測器(Optical sensor),例如傳統底片式航測相機

(Photogrammetric film camera)、數位式航測相機(Photogrammetric digital camera)、數位式空載推帚式掃描器(Pushbroom scanner)、及數位式衛載 推帚式掃描器等。若採用傳統底片式航測相機,則須透過具嚴謹幾何精 度之專業用航測掃描儀(Photogrammetric scanner),轉換成數位影像。本 規範不適用於無嚴謹幾何糾正機制之感測器,例如一般非量測性相機

<sup>1</sup> 底線標註部分乃專有名詞,其定義請詳見第五章名詞定義

(Non-metric camera)或掃帚式掃描器(Whiskbroom scanner),也不適用於非 光學影像成像系統,如雷達影像。影像形式可以是單波段的灰階影像、 全色態影像(Panchromatic image)、可見光彩色影像、或<u>多光譜影像</u> (Multispectral image)。

本規範主要以原始影像之<u>地元(Ground element)</u>尺寸或<u>地面取樣距離</u> (Ground sample distance, GSD)為正射影像品質之分級標準,此分級標準 與傳統界定地圖品質標準的地圖比例尺可建立簡單的關係。例如地圖的 比例尺隱含有測圖之精細程度,同時也界定測圖之精度標準,正射影像 的GSD 亦隱含有相同的含意。在此以測圖之精度標準來建立其轉換關 係,例如地圖之測圖精度標準通常以圖面上之誤差不超過0.5mm 為準, 換算為地面誤差則為(0.5mm/成圖比例尺)。因此,相同標準的正射影像 必須能解析此精度標準,依據最小取像原理,影像像元間距應小於此誤 差之一半。所以,若正射影像之GSD為d,則對應之地圖比例尺為 (0.2mm/d)。依此關係式,現行之成像系統適用於產製正射影像之GSD 範圍及對應之地圖比例尺範圍如表一。

成圖比例尺範圍	GSD 範圍	成像系統	載台	輔助資料
1/5000 ~ 1/500	10~50cm	底片式相機	飛機	地面控制點
		數位相機	飛機	地面控制點
		數位掃描器	飛機	精密導航系統 +地面控制點
1/15000 ~ 1/5000	1~3 m	數位掃描器	衛星	衛星軌道資訊 +地面控制點

表一:產製正射影像 GSD 範圍及對應地圖比例尺範圍適用於現行成像系統

### 第二章 產品定義及描述

#### 2.1 正射影像

將原始影像經嚴謹的幾何糾正,使得影像上每個像元與所對應 的地面點位之幾何關係為平行投影加上某一比例縮尺之關係,則此 影像稱為初始<u>正射影像(Orthoimage)。</u>完全的幾何糾正需包含影像成 像幾何的恢復及<u>高差移位(Relief displacement)</u>之糾正,由於嚴格的 高差移位糾正必須具備準確且解析度與影像相當的<u>數值地表覆蓋面 模型(Digital surface model, DSM)</u>,實做上準確且高解析的 DSM 不 易測得,多以<u>數值高程模型(Digital elevation model, DEM)</u>代替之, 因此一般所謂的正射影像並不包含地表覆蓋物高程所造成的高差移 位。而實質上若確實完成了嚴謹的幾何糾正的影像,通稱為<u>真實正</u> 射影像(True ortho-image)。

初始正射影像之像幅涵蓋區域源自原始影像,像幅涵蓋區域不 規則,而且具有重疊區域。因此必須進行正射影像鑲嵌(Mosaic)及 分幅工作,形成本規範所定義之正射影像。此種正射影像具備如一 般<u>地形圖(Topographic map)</u>之幾何準確度,以明確定義的地面坐標 及尺度詳實記錄地表空間資訊。正射影像使用者可如同使用地形圖 一般,可以在圖上讀取指定點位的坐標,也可以量度兩點間之距離、 某一塊區域之面積、或某一方向的方位角,亦可以了解地物分佈之 情形。雖然兩者具有共同的幾何性質,但正射影像為一種網格式 (Raster)隱性描述資料,與地形圖的向量式(Vector)顯性描述資料型態 仍有許多本質上的差異,無法互相取代,同時使用可具有互補的效 能。

從應用面而言,雖然正射影像不若地形圖具有顯性資訊及查詢 分析功能,但是實景影像及正確坐標尺度的詳實描述,提供使用者 視覺分析及地圖度量的功能。因此,正射影像一樣可以用來進行土 地利用的調查、都市規劃的參考、環境變遷的分析、交通路徑的評

估、災害防制補償依據、觀光及商業據點規劃、公共設施建置及管 理、地籍管理參考等,提供相當多元化的應用。甚至,與地形圖等 精度的正射影像圖,在沒有地物高差影響下還可用來更新圖資,提 升地形圖的更新頻率。而正射影像與地形圖(或其他如都市計畫圖、 地籍圖、土地利用圖、農地坵塊圖等主題圖資)之整合應用,可讓 使用者更能掌握現地之地物分佈資訊,提供更可靠的決策依據。

### 2.2 原始多光譜正射影像

若所生產的正射影像是為了後續影像分析判讀工作,則應保留 原始影像之多光譜資訊。此時,正射影像之像元所含的資訊是原始 影像之多光譜資料,而稱為原始多光譜正射影像,亦即不針對顯圖 而進行任何光譜資訊的調整或增顯。原始多光譜正射影像保存了原 有多光譜資訊,可用來進行多光譜資料分析及分類。

#### 2.3 自然色彩或組合色彩正射影像

若所生產的正射影像是為了顯圖或印刷,以便視覺瀏覽,則可 將原始影像之多光譜資訊轉換成自然色彩或<u>組合色彩(Composed</u> <u>color)</u>資訊,同時進行色彩的調整或增顯,以便顯圖或印刷。此時, 正射影像圖之像元所含的資訊是 RGB 色彩資料,若 RGB 色彩資料 符合視覺上的自然色彩認知,則稱為自然色彩正射影像圖;而若 RGB 色彩資料是為了展現某些波譜性質組合而成的組合色彩,或稱 假色影像(False-color image),則稱為假色正射影像。例如,以 RGB 色彩代表近紅外光、紅光、及綠光波段資料之展現,此種影像之植 被區域將呈現鮮豔的紅色,稱為<u>彩色近紅外(ColorIR)</u>正射影像。

#### 2.4 坐標系統及單位

此規範所生產的正射影像資料,必須採用政府公告的測量坐標 系統;即平面坐標系統採用內政部 <u>1997 台灣大地基準(TWD97)</u>,地 元尺寸單位則以公尺為準。製作過程中所使用的 DEM 之高程坐標 系統,則應採用內政部 <u>2001 台灣高程基準 (TWVD2001)</u>。

### 第三章 產品等級標準及測製規範

正射影像品質之主要的決定因素是原始影像之解析度及品質, 目前正射影像主要的來源為航測影像及衛星影像,不同的影像來源 或獲取方式產生不同的影像解析度及品質,直接決定正射影像之品 質。因此,正射影像之產品等級標準可依據原始影像之解析度訂定 之,而原始影像之品質可透過原始影像獲取規範維持其標準。所以, 本章先闡述影響原始影像之解析度及品質之因素,再依據原始影像 之解析度訂定正射影像之產品等級標準。

另外,正射影像之測製程序也會影響正射影像之品質,其程序 是一系列的航遙測影像處理工作。若影像來源是航測影像,則其影 像處理工作需經過空中三角測量(Aerotriangulation)及 DEM 測製後 (或者引用既有的或其他方法測製得的 DEM),再進行正射影像糾 正、鑲嵌及分幅工作,形成正射影像圖幅;若影像來源是衛星影像, 則需經過嚴謹的影像對位糾正方法,配合既有的或其他方法測製得 的 DEM 同時糾正高差移位獲得正射影像,再進行影像鑲嵌及分幅 工作。從整個製程來看,影響正射影像圖品質的因素有許多,本規 範歸納得四個主要因素:原始影像解析度及品質、幾何糾正精度、 鑲嵌平整度、及反差與色彩均勻度,其中以原始影像解析度及品質 為最主要的影響因素。在此針對這四個要素訂定測製上應遵循的規 範。

#### 3.1 原始影像解析度及品質之影響因素

影響原始影像解析度及品質的因素可歸類為:自然因素、飛航、 相機(或掃描器)、及影像前處理,因自然因素而造成的背景反差對 比、大氣輻射、季節影響、陽光照度及陰影遮蔽等影響難以人為控 制外,其他因素多屬可控制因素,與所選用的飛航方式、相機及平

台規格、及影像前處理方法息息相關。表三列出各類型的影響因素, 以下依各類影響因素探討其對影像解析度及品質之影響量,並規範 影響量標準以確保原始影像解析度及品質。

● 自然因素

自然因素的影響計有天氣、照明、及物體反射性質。影響取像 之天氣因素主要為霾氣及雲,影像中被霾氣及雲遮蔽之處皆屬無法 使用的部分,必須盡量避免。而由於天氣乃無法控制之因素,必須 慎選取像時間以避開天氣之影響。所以航測取像必須選在晴天無雲 的時間進行,不允許有霾氣過重或雲遮之情形。衛星影像由於影像 涵蓋範圍相對較大,有時難以獲得無雲遮之影像。原則上可限定每 一正射影像圖幅內應無雲遮部分,或雲遮部分之面積應在圖幅面積 之某一訂定的百分比內。照明因素乃指相對於飛行方向及時刻的太 陽傾角,某些接近鏡面反射之物體(如水體)容易造成高亮度區塊, 而過大的太陽傾角會形成過多陰影區域,尤其是都市區。所以航測 取像時刻應選在接近中午時刻,以減少高亮度區塊及陰影區域,衛 星影像之取像時刻是固定的無法選擇。物體反射性質決定特徵地物 的反差,但這屬於無法人為控制的因素。

● 飛航

需考量的飛航因素計有:航高、取像傾角、及是否具備航線及 方位觀測資料。航高直接影響影像的解析度,即地元尺寸(GSD), 所以航測取像必須依據產品等級的需求決定航高。而衛星影像的解 析度是定型的,不能改變,只能依應用需求選擇合適解析度的衛星 影像。取像傾角會造成高差移位現象,移位情形與取像傾角及地物 高度成正比,為避免因地物高差引起的影像移位過大,取像傾角必 須限定在某一範圍內,以愈接近垂直攝影為佳。是否具備航線及方 位觀測資料影響及幾何糾正的準確性,航測取像若採用傳統底片式

相機或像幅式數位相機,可以透過空中三角量測計算得影像方位參 數,不需要航線及方位觀測資料,必要時可使用 GPS 精確定位(定 位精度高於 50cm)以減少地面控制點之需求。航測取像若採用數位 掃描器則必須具備有 GPS/INS <u>精密導航裝置(Precise navigation</u> <u>device)</u>及解算系統。衛星影像則應具備有衛星接收站所提供的衛星 軌道資料或<u>有理多項式參數 (Rational polynomial coefficient, RPC)</u>。

#### ● 相機或掃描器

相機或掃描器是決定原始影像解析度及品質的最根本因素,如 第一章所述,目前適用於產製正射影像圖之成像系統有:傳統底片 式相機、數位相機、數位掃描器,未來還有可能發明不同的成像系 統。多元化的成像系統形成相當複雜的影響因素,在此先歸納不同 成像系統之共通影響因素加以探討,再個別探討各式現行成像系統 之特殊影響因素。共通的影響因素計有:相機焦距、相機視域 (FOV)、相機品質、及光學濾鏡等。焦距與航高都直接影響影像的 地元尺寸(GSD),須依據產品等級的需求判斷成像焦距與航高是否 適合。相機視域的影響是像幅邊緣的高差移位,因此須限制影像視 域在某一範圍內,若使用寬角成像系統,應適度增加側向重疊或增 加航帶,使得視域在允許的範圍內之影像區域足以構成無接縫之正 射影像。由於衛星影像之 FOV 都非常小,在此不需規範其值。相機 品質影響及成像內方位清晰度,在此很難訂定細節的規範,實務上 可規範成像系統必須具備嚴謹的幾何糾正機制,亦即應為量測型相 機。光學濾鏡決定波譜解析度,即波段數目及波段寬度,需依後續 應用需求,判斷波譜性質是否合適。

傳統底片式相機之底片決定影像之色彩、解析度、顆粒雜訊、 及反差等基本特性,應使用航測專業用彩色底片,底片數位化必須 採用航測專業用掃描儀。數位相機之感測元件決定影像之解析度(全 色態及多光譜)、像元幾何精度、反差、及色彩均勻度等影像性質, 通常全色態之解析度高於多光譜,透過影像融合(Image fusing)處理 機制形成與全色態影像相同解析度之彩色或多光譜影像。因此,陣 列式數位相機之全色態影像解析度換算到 GSD 應達到產品等級的 需求。同樣地,掃描式數位相機之全色態影像解析度換算到 GSD 應 達到產品等級的需求,而且必須具備有 GPS/INS 精密導航裝置及解 算系統。衛星感測器同樣以全色態影像解析度為準,換算到 GSD 應 達到產品等級的需求,應具備有衛星接收站所提供的衛星軌道資料 或有理多項式參數(RPC)。

### ● 影像前處理

原始影像可能涉及的前處理包括影像融合、<u>影像壓縮(Image</u> compression)、及<u>影像增顯(Image enhancement)</u>等,所有前處理動作以不影響原影像的資訊蘊含量為佳,原則上以保持原始資料為準, 不建議進行任何前處理動作。 表三:四種類型的原始影像解析度及品質之影響因素

	自然因素		
天氣 —霾氣及雲	遮量		
照明(相對於飛行	亍方向及時刻的太陽傾角) —高亮度/陰影		
物體的反射和繞身	村 —特徵地物反差		
	飛航		
航高 —GSD			
取像傾角 —高差	移位		
影像重疊 —幾何	糾正		
航線及方位觀測	(GPS/INS 導航裝置、衛星軌道參數)—幾何糾正		
	相機或掃描器		
	相機焦距 —GSD		
+ 泽田孝	相機視域(FOV) —高差移位		
六通四系	相機品質 —內方位、透鏡畸變、調制轉換函數(MTF)		
	光學濾鏡 —波譜解析度		
	膠片品質 —底片解析度、顆粒雜訊、影像反差		
傳統底片式相機	掃描儀 —GSD、像元幾何精度、影像反差、影像色		
彩均匀度			
<b>時到十數公扣機</b>	CCD 陣列或推帚式線性陣列 —GSD (全色態及多光		
1年列式数位相傚	譜)、像元幾何精度、影像反差、影像色彩均勻度		
在生生生生生生	CCD 陣列或推帚式線性陣列 —GSD (全色態及多光		
<b>柿描式致位相機</b> 譜)、像元幾何精度、影像反差、影像色彩均匀度			
伤日式测空	CCD 陣列或推帚式線性陣列 —GSD (全色態及多光		
1利生感测品	衛生 風測器 譜)、像元幾何精度、影像反差、影像色彩均匀度		
影像處理			
影像融合處理、景	彩像壓縮處理、及色彩增強處理等		

#### 3.2 產品等級標準

影像的地面解析單元 GSD 除了涉及線與區塊特徵外,還和特徵 的反差及解析度有關。對於數位影像而言,偵測小於單一像元的特 徵是可能的。雖然一般偵測影像特徵至少需要 3\*3 像素,但對於高 對比的邊緣線特徵卻非如此。例如:像是電線或道路中心線即使寬 度遠小於 GSD 仍可能偵測出。因此在這種情形下,影像的解析度必 須考量欲偵測及萃取特徵的特性,而非僅考量 GSD。

由於原始影像的 GSD 直接決定了地物特徵之辨識度,所製成的 正射影像也具有相同的本質,因此原始影像的 GSD 與應用範疇息息 相關,有必要將其分等級以界定正射影像的應用範疇。本規範參考 澳洲所制訂的「正射影像解析度及品質標準(Orthoimage resolution and quality standards, CRC for spatial information, University of Melbourne, Australia)」之正射影像分級標準,依據影像解析度將正 射影像分 8 個等級,並列出各個等級影像中可以詳實分辨的特徵屬 性。

此分級制以原始影像的解析度為依據,舉例而言,一張影像資 訊的內容若為 IR-0.2 等級,則其 GSD 需小於 0.2 公尺,且至少必須 能區分出大小 40-50 公分的高對比區塊特徵、40-80 公分之低對比區 塊特徵、寬度 10-20 公分的高對比線特徵,以及寬度 10-30 公分的 低對比線特徵。影像上所能分辨的最小特徵包括:公共手孔、鐵路 枕木、柵欄杆、道路中心線及鐵路軌道。而較低層級的特徵,像是 天然步道(IR-0.6)、市區小巷(IR-2.5)、貯水池(IR-5)均可以在等級 IR-0.2 的影像中清楚辨認。

表四列出各等級之相關標準,及可辨識的影像資訊。影像資訊 的內容取決拍攝於景物,因此由實際影像列舉各種層級可分辨的特 徵,而各層級的內容可由供需者的輸入逐漸調整。

# 表四:正射影像等級之相關標準及可辨識的影像資訊

等級一(GSD-0.1)		等級二 (GSD-0.2)	
原始影像 GSD < 0.1m		原始影像 GSD < 0.2m	
最小可辨析特徵	可分辨及量測特 徵實例	最小可辨析特徵	可分辨及量測特 徵實例
長、寬小於 10cm 之	公共設備箱、道路	長、寬介於 40-50cm	高壓電塔、手孔、
高對比區塊特徵	反光標	之高對比區塊特徵	郵筒、電話亭
長、寬小於 10cm 之	行人穿越號誌、停	長、寬介於 40-80cm	鐵路枕木、道路人
低對比區塊特徵	車計時器	之低對比區塊特徵	孔、排水孔
寬度小於 5cm 之高	電纜線、電信線、	寬度介於 10-20cm	道路中線、球場標
對比線特徵	鐵路纜線	之高對比線特徵	線、柵欄
寬度小於10cm之低	鐵路柵欄、圍籬,	寬度介於 10-30cm	鐵軌
對比線特徵	道路銜縫	之低對比線特徵	
等級三 (GSD-0.5)		等級四(GSD-0.75)	
原始影像 G	SD < 0.5m	原始影像 GSD < 0.75m	
最小可辨析特徵	可分辨及量測特 徵實例	最小可辨析特徵	可分辨及量测特 徵實例
長、寬介於 0.7-1m	車道指示箭頭	長、寬介於 1.5-3m	單株行道樹、複合
之高對比區塊特徵		之高對比區塊特徵	建物結構
長、寬介於 0.7-1.2m	公園長凳、道路凸	長、寬介於 1.5-4m	建物延伸部分、複
之低對比區塊特徵	隆	之低對比區塊特徵	合屋頂面結構
寬度介於 20-40cm	車道起始/終止	寬度介於 50-80cm	小路、巷道
之高對比線特徵	線、行人穿越線	之高對比線特徵	
寬度介於 20-50cm	柵欄	寬度介於 0.5-1m 之	高架鐵路橋樑
之低對比線特徵		低對比線特徵	

等級五 (GSD-1.0)		等級六(GSD-2.5)	
原始影像 GSD < 1.0m		原始影像 GSD < 2.5m	
最小可辨析特徵	可分辨及量測特 徵實例	最小可辨析特徵	可分辨及量測特 徵實例
長、寬介於 3-5m 之	室外車棚、直升機	長、寬介於 3-8m 之	市區建物屋頂形
高對比區塊特徵	場標誌	高對比區塊特徵	狀
長、寬介於 3-6m 之	平交道、車庫	長、寬介於 3-10m	單株立樹(疏木地
低對比區塊特徵		之低對比區塊特徵	區)、建物延伸物
寬度1m之高對比線	中央安全島、障礙	寬度介於 1-4m 之高	次要道路、鐵路
特徴	物標誌	對比線特徵	
寬度介於 1-1.5m 之	腳踏車道	寬度介於 2-5m 之低	鄉間小路、市區巷
低對比線特徵		對比線特徵	道
等級七(GSD-5.0)		等級八(GSD-10.0)	
原始影像 GSD < 5.0m		原始影像 G.	SD < 10.0m
最小可辨析特徵	可分辨及量測特 徵實例	最小可辨析特徵	可分辨及量測特 徵實例
長、寬介於 10-20m	工業區廠房、貯水	長、寬介於 20-50m	機場、明顯獨立的
之高對比區塊特徵	池、水壩	之高對比區塊特徵	建物
長、寬介於 10-30m	樹叢	長、寬介於 30-60m	樹叢、農作物區
之低對比區塊特徵		之低對比區塊特徵	
寬度小於 8-20m 之	主要道路、橋樑	寬度介於 20-40m 之	國道、機場跑道、
高對比線特徵		高對比線特徵	水文主流
寬度小於 10-30m 之	農田邊界、水文支	寬度介於 30-50m 之	防風林
低對比線特徵	流	低對比線特徵	

3.3 測製規範

3.3.1 原始影像獲取規範

■ 取像天氣 —霾氣及雲遮量

原則上,影像中之應用區域應無霾氣及雲遮之部分。若採用航 測取像應選在晴天無雲的時間進行,若應用區域有霾氣或雲遮之情 形則必須補照遮蔽區域。若採用衛星影像則須選用應用區域無雲遮 情形之影像,然而由於影像涵蓋範圍相對較大,有時難以獲得無雲 遮之影像,應用單位可依據應用允許雲遮部分之面積佔總應用區域 面積之某一訂定的百分比內。原則上,若為都市區域可限雲遮量在 5%內,郊區及山區則可限雲遮量在10%內。

■ 取像時間 — 陰影

飛行時刻的太陽傾角會造成陰影,而過大的太陽傾角會形成過 多陰影區域,尤其是都市區,因此飛行時刻應盡量接近中午以減少 高亮度區塊及陰影區域。所以若採用航測取像,在都市區之飛行時 刻應選在早上10點至下午2點之間(如果採用16bit記錄光譜值且 做陰影區增顯處理,則可放寬為早上9點至下午5點之間),在非都 市區之飛行時刻則可視情形選在早上8點至下午5點之間。衛星影 像之取像時刻是固定的無法選擇。

■ 取像照明 — 高亮度

若採用航測取像應避免某些接近鏡面反射之物體(如水體)造成高亮度區塊,若有此種情形應於影像拼接時避免選用高亮度區塊,若無法完全避免則應補照高亮度區域(應用單位可考量應用需求決定是否納入此規定)。

#### ■ 取像航高 — GSD

航高直接影響影像的解析度,即地元尺寸(GSD),所以航測取 像必須依據產品等級的需求決定航高。而衛星影像的解析度是定型 的,不能改變,只能依應用需求選擇合適解析度的衛星影像。

■ 取像傾角 — 高差移位

取像傾角會造成高差移位現象,移位情形與取像傾角及地物高 度成正比,為避免因地物高差引起的影像移位過大,取像傾角必須 限定在某一範圍內,以愈接近垂直攝影為佳。因此,若採用航空攝 影方式成像,其成像傾角應保持在 8°以內。若為衛星影像,在都市 區域應限制取像傾角在 20°以內,非都市區域可適度放寬至 40°以 內。或者應用單位可考量應用需求決定取像傾角之限制。

■ 取像航線規劃 —影像涵蓋及重疊

基本上,無論採用何種取像方式,影像之涵蓋區域必須完整覆蓋應用區域,各幅影像之間至少應具備 5%的重疊區域,以供鑲嵌作業選擇接縫線。然而,若採用航測取像且採用像幅式相機,在航線規劃上應考慮及空中三角量測計算所需的影像重疊,即前後影像重疊應高於 60%,航帶重疊應高於 20%。於都市地區,為減少因高樓引起之遮蔽或移位,都市地區前後影像重疊應高於 80%。

■ 取像位置及方位觀測 —GPS/INS 導航裝置、衛星軌道參數

基本上,無論採用何種取像方式,成像系統必須是具備嚴謹幾 何糾正機制,最後的幾何糾正精度必須符合下一節所規範的幾何糾 正精度。若採用航測取像且採用傳統底片式相機或像幅式數位相 機,可以透過空中三角量測計算得影像方位參數,不需要位置及方 位觀測資料,必要時可使用 GPS 精確定位以減少地面控制點之需

求,實施方式可依據內政部即將訂定的 GPS 輔助空中三角測量規 範。航測取像若採用數位掃描器則必須具備有 GPS/INS 精密導航裝 置及解算系統。衛星影像則應具備有衛星接收站所提供的衛星軌道 資料或有理多項式參數(RPC)。以上是原則性的規範,若有不符合上 述規範之情形,但是作業單位能證明其成像系統具備之幾何糾正機 制能符合幾何糾正精度的規範即可。

■ 相機波譜性質 —波譜及輻射解析度

基本上,相機波譜性質至少應具備可見光波段,若應用需求為 製作自然色彩正射影像,則應具備 RGB 波段,或者其他已經被證實 可組成自然色彩之波段。其他非可見光波段之需求,需依後續應用 需求判斷波段數目及波段寬度等波譜性質是否合適。每一波段之輻 射解析度至少應達 256 階(以 byte/pixel 記錄之)。

■ 相機視域(FOV) —高差移位

相機視域會影響像幅邊緣的高差移位,須限制影像視域在某一 範圍內。若採用航測取像,必須規範用來構成正射影像之部分,其 影像視域應保持在40°以內。因此,若使用寬角成像系統,應適度 增加側向重疊或增加航帶,使得視域在40°內之影像區域足以構成 無接縫之正射影像。由於衛星影像之FOV都非常小,在此不需規範 其值。

■ 相機品質 —內方位、透鏡畸變、調制轉換函數(MTF)

航測相機或掃描器必須具備嚴謹的幾何糾正機制,亦即應為量 測型(metric)成像系統,若非採用已經驗證的量測型成像系統,作業 單位應提出證明其成像系統具備嚴謹的幾何糾正機制。

■ 底片成像及掃描儀品質 —影像品質

若採用航測取像且使用傳統底片式相機,應使用航測專業用彩 色底片。底片掃描數位化時,必須採用航測專業用掃描儀,亦即應 具備均勻的打光系統,掃描解析度應達到產品等級 GSD 之標準,且 其像元幾何精度應優於 1/2 像元。(考量現行航測製圖使用之影像掃 描儀的訊雜比(S/N)關係,底片掃描最小尺寸不宜小於 14μm)。

■ 數位相機或掃描感測器之感測元件品質 —影像品質

數位相機或掃描感測器之感測元件品質決定影像之解析度(全 色態及多光譜)、像元幾何精度、反差、及色彩均勻度等影像性質。 目前之數位相機或掃描感測器之全色態波段之解析度通常高於多光 譜,需透過影像融合(Image fusing)處理機制形成與全色態影像相同 解析度之彩色或多光譜影像。若最終產品需經影像融合,所採用陣 列式數位相機之全色態影像解析度換算到 GSD 應達到產品等級的 需求,而且其像元幾何精度應優於 1/2 像元,而其多光譜影像像元 線性尺寸不得大於全色態影像像元線性尺寸 5 倍以上。同樣地,若 採用掃描式數位相機之全色態影像解析度換算到 GSD 應達到產品 等級的需求,其多光譜影像像元線性尺寸不得大於全色態影像像元 線性尺寸 5 倍以上,而且必須具備有 GPS/INS 精密導航裝置及解算 系統。若採用衛星感測器同樣以全色態影像解析度為準,換算到 GSD 應達到產品等級的需求,其多光譜影像像元線性尺寸同樣不得 大於全色態影像像元線性尺寸 5 倍以上,應具備有衛星接收站所提 供的衛星軌道資料或有理多項式參數(RPC)。

### 3.3.2 幾何糾正精度規範

無論採用哪一種原始影像,經過嚴謹的正射糾正後製作得的正 射影像,必須符合指定的幾何精度。原則上,只要使用於形成正射 影像的原始影像區域符合上述取像傾角及影像視域之標準,任何高 出地表的地物影像可以不需驗證其幾何精度。因此幾何精度之檢驗 以裸露的地表或建物可明確判定的基角為準。而幾何糾正之精度規 範與產品之等級要求有關,並分平坦地區(應用區域之高程起伏標 準差在30公尺內)緩坡地區(應用區域之高程起伏標準差在30~300 公尺之間)、陡坡地區(應用區域之高程起伏標準差大於300公尺)。 應用區域若包含不同地形區域,可依地形區域採用不同的精度要 求。原則上,幾何糾正之精度驗證以中誤差及最大誤差表現之,中 誤差即為驗證誤差之標準偏差,最大誤差為所有誤差之最大者。表 五明列各產品等級之幾何糾正之精度規範。

產品等級	平坦地區		緩坡地區		陡坡地區	
	中誤差	最大誤差	中誤差	最大誤差	中誤差	最大誤差
- (GSD-0.1)	0.2	1.0	0.4	2.0	1.0	5.0
二 (GSD-0.2)	0.4	2.0	0.8	4.0	1.5	8.0
三 (GSD-0.5)	1.0	4.0	2.0	8.0	3.0	12.0
四(GSD-0.75)	1.5	6.0	3.0	12.0	3.5	15.0
五(GSD-1.0)	2.0	8.0	3.5	15.0	5.0	20.0
六(GSD-2.5)	5.0	20.0	7.5	30.0	10.0	40.0
モ (GSD-5.0)	10.0	30.0	15.0	45.0	20.0	60.0
八 (GSD-10.0)	20.0	60.0	30.0	90.0	50.0	150.0

表五:各產品等級之幾何糾正精度規範(單位:公尺)

#### 3.3.3 鑲嵌平整度規範

鑲嵌之接縫線不得經過高出地表許多之地物,使得接縫處因兩 張影像之高差移位或光譜變化不一致而產生明顯的接縫線痕跡。本 規範要求作業單位必須於均調區找尋接縫線,使得接縫線之影像錯 位不得大於5個像元之距離。使用單位可依需求作業單位,是否於 接縫處以一緩衝區(Buffer zone)進行漸進式色彩融合,使得接縫線不 明顯。

#### 3.3.4 反差及色彩均匀度規範

原始多光譜正射影像應保存了原有多光譜資訊,亦即不針對顯 圖而進行任何光譜資訊的調整或增顯。若以生產自然色彩或組合色 彩的正射影像圖為目標,應進行反差及色彩的調整或增顯,調整後 之紅(R)、綠(G)、藍(B)各波段之輻射解析度均不得少於 256 階(即 至少為 24 位元之彩色像元)。全測區內影像中最強純白色地物的 RGB 值應在 250±5 範圍內,而影像中最暗之純黑色地物其 RGB 值 應在 10±5 範圍內,並使整區正射影像具有均匀的反差及色彩,亦即 不得有區塊式的明暗或色彩差異,也不得有整體性反差或色彩的差 異。若原始影像有中間區域較亮,邊緣區域較暗之<u>色褪差(Fall-off)</u> 現象,必須於影像鑲嵌前進行調整。而且自然色彩之 RGB 色彩資料 應符合視覺上的自然色彩認知。

### 第四章 檢核機制

依據第三章之測製規範制訂本檢核機制,檢核單位應具備有航 空攝影測量專業知識及經驗。本檢核機制著重防範於未然之精神, 採用階段式品管及檢核,而非單純以最後成果進行檢核。因此,品 管程序分原始影像檢核、幾何糾正精度檢核、及最終產品檢核等步 驟。各步驟之檢核項目可能採書面資料檢核、全面檢核、或抽樣檢 核等方式進行。採抽樣檢核方式須依據品管的理論,檢核時抽樣的 數量依生產者信譽、產品的重要性、抽樣的成本(時間、金錢)等 許多因素而定。由於本檢核機制並非為特定已知計畫而定,並不針 對特定的成圖比例尺、特定的生產單位、特定的檢核成本預算而訂 抽樣數量。實際進行抽樣檢核時,應依個案情形訂定抽樣方式及抽 樣數量。若未特別訂定抽樣方式及抽樣數量,則採隨機抽驗,樣本 數須超過送驗總數的5%,檢驗項目為屬性檢查時,凡規範內未明訂 允收水準者,一律以6.5%計。檢驗項目為幾何精度檢查時,以檢驗 觀測量之中誤差為原則,檢定方法詳如附錄。

### 4.1 原始影像檢核

原始影像檢核是最重要的檢核關卡,應檢核的項目及方法如下:

- 檢核取像日期是否為符合計畫合約規定的期間(全面檢核所有影像)
- 檢核取像系統及影像的波譜性質是否符合計畫合約規定(書面檢 核)
- 若採用航測取像,檢核其取像時刻是否符合計畫合約規定(全面 檢核所有影像)
- 檢核其成像傾角是否符合計畫合約規定(全面檢核所有影像)

- 若採用像幅式航測相機取像,檢核影像重疊是否符合計畫合約規定(全面檢核所有影像)
- 檢核是否有因霾氣造成的模糊影像區域或雲遮區域,若有則檢核 計算其區域面積是否符合計畫合約規定(全面檢核所有影像)
- 檢核影像之 GSD 是否符合計畫合約規定之產品等級標準(書面 檢核兼全面檢核所有影像)

#### 4.2 幾何糾正精度檢核

檢核幾何糾正程序及結果是否符合規範,應檢核的項目及方法 如下:

- 最核幾何糾正程序是否合理,若採用航測取像,可檢視其空中三角計算成果報表,及正射影像糾正方法是否合理;若採用衛星影像,可檢視其影像糾正方法是否合理(書面檢核)
- 抽樣檢核幾何糾正成果是否符合計畫合約規定之精度,抽驗一定 數目位於地表面無高差的明顯地物點,如道路邊緣交點、田埂 交點等,其位置偏差量的中誤差及最大誤差應合乎本規範之規 定。若無明顯地物點可供檢核,亦得以線狀或面狀地物檢核。 惟因線狀地物祇可檢核出垂直於線條走向方向的偏差,不能檢 核出平行走向方向的偏差,故檢核時應注意選取不同方位角的 線狀地物做檢核。作為檢核依據的點、線、面可採實地施測或 由更高精度的向量地形圖中讀取其坐標。若檢核坐標的精度未 能高於該產品等級規範精度的一倍以上,則在估計偏差量的均 方根值時應將檢核值本身的誤差納入考量(抽樣檢核)

#### 4.3 最終產品檢核

所謂最終產品指計畫合約所規定產品等級的正射影像圖,應檢 核的項目及方法如下:

- 檢核鑲嵌接縫處之影像錯位是否合乎規範。若使用單位有要求接縫處須以一緩衝區(Buffer zone)進行漸進式色彩融合,則再目視檢核接縫線色彩變化的平整度(全面檢核所有接縫線)
- 檢核分幅及資料格式是否合乎計畫合約規定(全面檢核所有圖
   幅)
- 若最終產品為自然色彩正射影像圖,抽驗至少五幅以計畫規定的 印製方法印製成圖,檢核成圖色彩是否自然且均勻(抽樣檢核)
- 若最終產品為自然色彩或組合色彩正射影像圖,檢核整區正射影像是否有不自然的反差及色彩不均匀的地方。首先,紅(R)、綠(G)、藍(B)各波段之輻射解析度均不得少於256 階(即至少為24位元之彩色像元)。全測區內影像中最強純白色地物的 RGB 值應在250±5 範圍內,而影像中最暗之純黑色地物其 RGB 值應在10±5 範圍內。然後,檢視每一圖幅中之反差及色彩變化是否有非反應地物分佈變化之不自然反差或色彩變化,例如因接縫線造成的沿切縫線的反差及色彩變化,或因相機之色褪差現象造成的不自然反差變化(全面檢核所有圖幅)

### 第五章 名詞定義(依英文字母順序排列)

<u>Aerial photogrammetry,航空攝影測量</u>:由飛機航拍取得地表影像,利用所得像片或影像,經由一系列記錄、量測及判讀程序,進而獲 取地表(物)資訊的一門科學。

<u>Aerotriangulation,空中三角测量</u>:由量测像片坐標而決定地面點之物空間坐標的作業程序。

<u>ColorIR,彩色近红外</u>:以RGB 色彩呈現近紅外光、紅光及綠光波段 的資料。

<u>Composed color,組合色彩</u>:運用三原色之灰度表示三個不同波段之 反應值稱之。

Digital surface model (DSM),數值地表覆蓋面模型:指地表(含建物 及植被)最上層頂面的高程資訊,通常以規則網格分布的高程點呈現。

<u>Digital elevation model (DEM),數值高程模型</u>:由三維規則高程點所 組成的地表模型,不含地物及其它屬性。

Fall-off, 色褪差:單孔相機進光量投射於底片成像面時,由於離底 片中心越遠處其曝光量越小,因此產生影像中間較亮而邊緣較暗的 現象。

False-color image, 假色影像:以組合色彩展現之多光譜影像。

<u>Field of view (FOV), 視域</u>:指一感測器全幅影像範圍之觀測角度範圍。

Ground element, 地元: 正射影像像元所對應的地面尺寸大小。

<u>Ground sample distance (GSD)</u>,地面取樣距離:正射影像像元所對應 的地面尺寸大小。

Image compression,影像壓縮:應用於數位影像之資料壓縮技術,目 的在減少冗餘的影像資料以便儲存及傳送。

Image enhancement,影像增顯:使感興趣之影像特徵趨於顯著之影像處理技術,有利於影像的視覺判讀。

Image fusion,影像融合:由數種不同來源之影像融合產生單一影像, 融合的影像須包含更完整有用的資訊。

High resolution satellite image,高解析度衛星影像:高空間解析度之 多光譜衛星影像,泛指地元尺寸小於 5m 之衛星影像。

Mosaics,影像鑲嵌:去除影像邊緣重複部份,由多張影像拼接成一幅連續地表影像稱之。

<u>Multi-spectral image,多光譜影像</u>:多光譜感測器可接收光譜波段範 圍 0.3~14µm,利用分光系統及不同波段感測器可同時各自接收不同 波段範圍之影像。

Non-metric camera,非量測性相機:內方位不穩定且未經檢定之一般 相機,通常無框標設計,但價格低廉。

Ortho-image,正射影像:經微分或正射糾正,去除高差位移及尺度 變形所得之影像。

Optical sensor,光學感測器:接收取得物體反射及釋放的電磁波能量的感測器。

Panchromatic image, 全色態影像: 感測器以涵蓋可見光及近紅外光 之全色態光譜進行拍攝所得到的影像。

Precise navigation device,精密導航裝置:為結合全球定位系統 GPS 及慣性導航系統 INS 之精密導航裝置,可精確且快速得到飛行時刻 之位置及姿態。

Photogrammetric digital camera, 數位式航測相機:利用電荷耦合元件 (CCD) 感光成像之量测相機。

<u>Photogrammetric film camera,底片式航測相機</u>:利用黑白(或彩色) 軟片感光成像之量測相機。

Photogrammetric scanner,航测掃描儀:具嚴謹幾何精度之專業用掃描儀,可將類比形式之航拍像片藉由 CCD 取樣量化為數位形式。

Pixel,像元:數位影像的解析度單元。

<u>Pushbroom scanner,推帚式掃描器</u>:應用陣列式感測器,使 CCD 排 列方向與飛行方向垂直,其瞬間之感應區域為一長條帶狀,因此稱 為推帚式感測器。

Rational polynomial coefficient (RPC),有理多項式參數:為比例函數 之係數,分子、分母分別由兩多項式組成,可應用於像空間及物空 間之轉換參數。

<u>Relief displacement,高差移位</u>:受地表及地表物高程差異的影響,經中心透視投影後在影像上會產生像點的移位。

Topographic map, 地形圖: 以一定的比例尺和各種規定的線條、圖

式、註記、符號、色彩等方式,來表示地物及地貌的平面位置及高 程值,通常地貌的表示方法以等高線來表示。

True ortho-image,真實正射影像:經過嚴謹的幾何糾正,去除地表 覆蓋物高程所造成的高差移位所得的正射影像稱之。

TWD97,1997台灣大地基準:內政部於民國八十七年公佈之國家坐標系統(TWD97)。參考橢球體為1980年國際大地測量及地球物理學會(IUGG)公布之參考橢球體(GRS80),採二度分帶橫麥卡托投影。

TWVD2001,2001 台灣高程基準:台灣目前係採用正高系統,定義 在1990年1月1日標準大氣環境情況下,並採用基隆驗潮站1957 年至1991年之潮汐資料化算而得。

Whisk-broom scanner, 掃帚式掃描器: 藉由反射鏡的旋轉或來回擺 盪,收集與航行方向垂直之掃描線 (Scan-line) 的電磁波能量,稱為 掃帚式掃描器。

### 附 錄

(一) 對差值之平均值進行檢定

當檢定值精度高於被檢定值至少二倍時,由 n 個被檢定值 X<sub>i</sub>與檢 定值 Y<sub>i</sub>之差值 D<sub>i</sub>,可計算其平均值:

$$\overline{D} = \frac{\sum (X_i - Y_i)}{n}$$

此平均值視為常態分佈,在 $\alpha$ 的顯著水準下,以下面之零假說做檢定:  $\left|\frac{\overline{D}}{\sigma/n}\right| \le z_{\alpha/2}$   $\sigma$ 為規範值

但若檢定時檢定值本身精度並未高到視為擬真值的程度,則需改 以下法檢定:

● 估計差值的標準偏差

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum (D_i - \overline{D})^2}{n - 1}}$$

然後以t分佈對下值檢定

$$\left|\frac{\overline{D}}{S_{D}/\sqrt{n}}\right| < t_{n-1,\alpha/2}$$

(二) 對差值之標準偏差進行檢定

由n個被檢定值Xi與擬真值Yi之差值Di,可估得X之標準偏差

$$S_{X} = \sqrt{\frac{\sum D_{i}^{2}}{n}}$$

此估值與規範值是否一致,可藉由 $\chi^2$ 分佈來檢定:

$$\frac{\sum D_i^2}{\sigma^2} < \chi_{n,\alpha}^2$$

其中 σ 為規範值, α 為檢定的顯著水準。

但若檢定值本身中誤差與被檢定值中誤差相較,並不可以視為擬真 值,則嚴密的檢定十分複雜,不易執行;下面為一變通的近似檢定方式:
由檢定值與被檢定值的差值計算差值變方的估值

$$S_D^2 = \frac{\sum (D_i - \overline{D})^2}{n - 1}$$

由檢定值中誤差 $\sigma_c$ (若無理論值,則只得用估值)及被檢定值規範的中誤差 $\sigma$ ,依誤差傳播計算差值標準偏差的理論值 $\sigma_D$ 

$$\sigma_D^2 = \sigma_C^2 + \sigma^2$$

則可對 
$$\frac{(n-1)S_D^2}{\sigma_D^2} < \chi_{n-1,\alpha}^2$$

進行檢定。不過要注意的是,對檢定值中誤差的估計必須審慎,它的誤差會影響檢定的正確性。

附件5

# 航遥测正射影像测製規範專家會議意見回覆表

## 航遥测正射影像测製規範專家會議意見回覆表

議題1.產品定義及描述是否符合目前實際業務之範疇。

意見	意見回覆
1. 草案名稱建議刪除「審核機制」。	接納此意見,將名稱改為「航遙測正射影
	像測製規範(草案)」。
2. 內政部目前正在訂定許多規範草案,	內政部其它有關正射影像之規範草案為
在這些規範中亦包含正射影像之相關定	「基本圖測製規範(草案)」,本規範與此
義。本規範草案應參考其他規範草案,以	規範採用相同定義的正射影像,只是基本
避免正射影像之定義內容有不同。	圖測製規範以製圖為目的,其產品定義為
	本規範所述之自然色彩正射影像,本規範
	所定義之產品則可能是自然色彩正射影
	像、組合色彩正射影像或原始多光譜正射
	影像。
3. 規範之內容與訂定規範之目的有關,	接納意見。
用於不同的範疇其內容亦不相同,因此應	
定義清楚本規範目的。	
4. 是否應考量早期拍攝影像之定義,如	已經考慮早期之底片式影像。
全色態影像。	
5. 本規範內容僅考量正射影像,並未包	本規範無法加入真實正射影像,因其測製
括真實正射影像,是否應考慮加入真實正	與審核條件皆不同,針對真實正射影像應
射影像相關內容。	另訂規範。
6. P.4「與地形圖等精度的正射影像圖」	接納意見。
由於建物多有高差,造成移位,無法用於	
更新地形圖。應提醒使用者,以免誤導。	
建議改為「與地形圖等精度的正射影像	
圖,在沒有地物高差影響下」	

議題 2. 產品等級標準是否符合目前實際業務之標準。

意見	意見回覆
1. 3.1 節中 P.5~P.8 之內容,與 3.3 節中	並無太多重複之處,無法再精簡。
P.13~P15 之內容多有重複, 3.3 節中僅增	
加一些量化數據,其餘描述內容均與 3.1	
節相似,易造成閱讀上之疑惑,可否針對	
此部分進行精簡。	
2. P10;「一張影像一個像元大小對應地	將補充說明。
面 15 公分,然而在影像中卻可辨認出寬	
度小於1公分或1/10像元大小的電纜線。	
同樣的,高對比特徵區塊在可在優於 1/2	
像元精度辨識出來、而低對比區塊約 0.8	
個像元大小可辨識。」以上內容是否可說	
明或補充參考來源。	
3. 產品等級標準中應用內容部分,列舉	將刪除各等級影像之應用範圍之列舉,以
該等級影像之應用範圍,該應用範圍之訂	避免爭議。
定標準為何。	
4. 本規範中產品等級標準依照影像	修改產品等級 GSD 標準。
GSD 高低共分 8 級,實際應用時相近等級	
之差異並不大,過多之等級是否易造成使	
用上之困難。	
5. 目前已逐漸少使用影像像比例尺,而	在產品等級標準之中像比例尺乃指底片
在產品等級標準之中像比例尺之限制,易	式相機之應用,此部分因已經有 GSD 之
造成執行單位在使用上之困難。	限制,似乎為多餘,將刪除。
6. 本規範中產品等級標準之分級標準為	遵照辦理。
GSD 之範圍,訂定該等級 GSD 之最大及	
最小值。實際業務執行時可能會使用 GSD	
小於需求之影像,是否應考慮分級標準改	
限制 GSD 之最大值。	

7. 產品等級標準與精度規範間應該互相	已考量。
呼應,因此兩者之分級方式也應該相同。	
8. 以目前產品等級標準之分級方式,福	將刪除各等級影像之應用範圍之列舉,以
衛二號影像符合等級六之 GSD 條件,而	避免爭議。(參考意見 3.)
該等級之應用為鄉間地區製圖,是否表示	
福衛二號影像僅能用於鄉間地區製圖,這	
樣的表示方法是否會造成影像使用上之	
誤解。	
9. 山區影像因為地形起伏較大,造成影	應該不會造成困擾。
像 GSD 之大小亦變化較大,如直接用	
GSD 作為產品等級標準之分級指標,在使	
用上是否易造成困擾。	
10. 本規範中之分級標準包括 GSD 及最	與本規範相符。
小可辨析特徵,實際應用中應考量業務需	
求,判斷要使用何等級之標準。而所取得	
影像需通過影像 GSD 及最小可辨析特徵	
之標準才可稱為該等級影像。	
11. 臺灣地區航照影像多為 0.5 公尺	修改產品等級 GSD 標準。(參考意見 4.)
GSD,在目前產品等級標準之分級中,並	
無適當等級,是否應考慮調整產品等級以	
符合目前影像使用狀況。	
12. P.6「航高直接影響影像的解析力,	接納意見,於3.3.1節納入適當文字說明。
即地面取樣距離」,航高固然決定 GSD,	
但是底片式影像還牽涉到掃瞄尺寸問	
題。所以建議加入適當文字說明,底片掃	
瞄最小尺寸不宜小於 14µm。P.7 第 13 行	
也應配合增加說明。	
13. 農航所目前掃瞄多為 14µm,建議將	接納意見,文字更新為「掃瞄解析度應達
P.7 中 25μm 改為 14μm。	到 14 µm /pixel,且其像元幾何精度應優於
	1/2 像元」。

14. P.8 各個相機像元尺寸不一定相	接納意見,文字更新同上。
同,硬性規定 5µm 像元精度似不合理。建	
議改以相對於像元尺寸的精度表示較合	
理,例如幾何精度應優於1/2像元。	
15. P.9「不得大於全色態影像像元尺寸5	接納意見。
倍以上」,爲避免誤會建議說明此5倍指	
的是線性尺寸,而非面積5倍。	
16. 表三中所有有關航高、焦距及底片掃	接納意見。(參考意見 12.)
瞄與 GSD 關係的文字,建議比照意見 12.	
進行文字修改。	
17. 規範所制訂的 GSD 是指原始影像解	正射產品解析度。
析度?或正射產品解析度?	
18. 半都市地區如何定義?	已經刪除應用區域之列舉。(參考意見3.)

議題 3. 測製規範內容是否合理可行,有無過與不及之處。

意見	意見回覆
1. 在測製規範內容中,一部分適用於衛	只要符合所設定的影像等級標準,本規範
照影像,一部分適用於航照影像,而一部	不限定原始影像之來源。
分則兩者均適用,是否應針對規範適用對	
象補充說明。	
2. 目前測製規範之精度評估中,僅規定	採用標準的取樣評估,扼要說明評估方
精度標準,並未規範精度評估方式,是否	式。
應增加評估時取樣之方法。	
3. DEM 精度會反應於正射影精度上,各	各級正射影像糾正精度規範意涵需應用
級正射影像精度規範應與 DEM 精度互相	足夠精度之 DEM,規範對應的 DEM 精度
對應。	會顯得多餘。
4. 各產品等級之幾何糾正精度規範表	因考慮植被覆蓋之影響,無法以一定比例
中,訂定各等級在不同地形時其幾何精度	關係訂定各等級在不同地形時其幾何精
標準,表中平坦地形及矮山地形之各等級	度標準。

幾何精度標準均有一定比例關係,而高山	
地形則無,是否應修正精度標準使三種地	
形之幾何精度標準均有一定比例關係,較	
符合邏輯之一致性。	
5. P.17 之幾何糾正精度規範將地形分為	將採平坦地區、緩坡地區及陡坡地區等文
平坦地區、矮山地區及高山地區,而分類	字。
門檻使用高程起伏標準差,是否應改用平	
坦地區、緩坡地區等文字,較符合真實分	
類情況。	
6. 3.3.3 節鑲嵌平整度規範中,規定接縫	主要考量建物及植被等覆蓋物之影響,與
處之影像錯位不得大於5個像元之距離,	地形無關。
在此僅單一精度標準,是否亦應考量地形	
不同給予不同精度標準。	
7. 若應用對象為大範圍測製,可能包含	會補充說明依測區地形起伏分不同精度
各種地形起伏區域,若依照地形區分幾何	標準之區域。
精度標準,可能造成業務單位困擾。	
8. 3.3.3 節鑲嵌平整度規範是針對幾何	兩者皆是,會補充說明。
上或輻射上之平整度,應予以補充說明。	
9. P.14「早上十點至下午兩點之間」,建	接納意見。
議如果採用 16bit 且做陰影區增顯處理,	
則可放寬由早上9點至下午5點之間。	
10. P.14「航高直接影響影像的解析	文中主要意思為「必須依據產品等級的需
力,」,建議補充說明對底片式相機	求決定航高」,不針對底片式相機說明
而言,在一定的規範掃瞄尺寸之下,航高	
決定 GSD。	
11. 目前低空飛行很難長時間保持成像	接納意見。
傾角5度,建議無論市區或郊區一律改為	
8度。	
12. 數位相機可經濟地拍攝高重疊度影	接納意見。
像,選取向主點中央部分做正射,可大大	

減少因高樓引起之遮蔽或移位。建議都市	
地區改為至少80%前後重疊。	
13. P.16「…不得大於全色態…」,對目	不需要影像融合之相機則無此限制。
前台灣地區使用之 ADS 掃瞄示像機不適	
用,ADS 多譜像元直接組成彩色,不需要	
影像融合。	
14. 3.3.2 建物雖有高差移位,但是可見	接納意見。
基角部分仍可作為幾何檢核之用。	
15. P.17 中「切割線」建議改為「接縫	接納意見。
線」,「無地表物」建議改為「均調區」。	
16. P.18 表五中最大誤差是否指全測區	已將最大誤差放大限值。
內只要有一處超出界限即不合格?可能	
造成在懸崖斷層處不可能達到標準。建議	
取消最大誤差檢驗或放大限值。	
17. 3.3.4 節建議參考 P.21 最後一段文字	已增加增顯後影像之基本的量化指標,但
加以量化,以便實際上可執行。	色彩均匀度則難以量化。
18. 如以衛星影像全台正射處理而言,以	會補充說明依測區地形起伏分不同精度
地形規範的類別內容是否易造成使用者	標準之區域。
認定上的困難?	

議題 4. 審核機制對於品質要求是否合理可行,有無過與不及之處。

意見	意見回覆
1. 章節名稱「審核機制」建議改為「檢	遵照辦理。
核機制」。	
2. 4.1 節中針對服務計畫書進行審核,在	遵照辦理。
實際業務執行過程中,相關影像規格是在	
服務計畫書提出前訂定,因此不應對服務	
計畫書進行審核。	
3. 4.3 節中最後一段文字。「若審核坐標	會修飾文句。

的精度未能高於正射圖規範精度的一倍	
以上,則在估計偏差量的均方根值時應將	
審核值本身的誤差納入考量(抽樣審核)」	
文句意義不清楚,應修正文句。	

### 議題 5. 鑲嵌接縫處色彩變化的平整度是否有合適可行的量化指標。

意見	意見回覆
1. 鑲嵌接縫處色彩變化之平整度,應以	遵照辦理。
人工視覺判定,無法以量化指標進行規	
範。應以業務需求角度來判定是否通過檢	
核,可以多人進行視覺檢核,當一定比例	
之人數判定為通過,即可視為通過檢核。	
在本規範中僅可作原則性規範。	
2. 目前尚未有對於鑲嵌影像色彩平整度	遵照辦理。(參考意見 1.)
之量化指標,應待未來有相關研究發表後	
再考量其量化指標。	
3. P.17「漸進式色彩平衡處理」建議改	難以量化。(參考意見1.)
用能量化之指標為規範,便於執行。	
4. 規範中針對霾氣之影響評估是否可量	難以量化。
化。	
5. 4.4 節中審核項目第三項「若最終產品	難以量化。
為自然色彩正射影像圖,抽驗至少五幅以	
計畫規定的印製方法印製成圖,審核成圖	
色彩是否自然且均匀(抽樣審核)」是否	
可量化。	

議題 6. 是否需增加影像融合之審核標準。

意見	意見回覆
1. 融合影像成果之要求,與業務之目的	遵照辦理。
相關,應交由業務單位自行訂定。	
2. 針對多光譜影像中各波段間幾何上之	波段間幾何上之套合不良會反應在色彩
套合精度,是否應加以規範。	均勻度上,採人眼審查,難以量化。

其他意見

意見	意見回覆
1. P.2 表一中「GSD 範圍 10~50cm」,	將重新修改表一內容。
航測相機亦可製作較粗 GSD 影像,最粗	
GSD 不應限為 50cm。	
2. 目前實做狀況為以 GSD50cm 製作	將重新修改表一內容。
1/5000 比例尺之正射影像,建議 P.2 表一	
中 1/2500 改為 1/5000。	
3. 建議再加入 Photogrammetric Digital	文中之名詞定義只針對規範中有提到的
Frame Camera  Pan-sharpening  Syntopic	專業名詞。
Vignetting 等數位航測相機常見之名詞。	
4. 建議規範中「解析力」應更改為「解	已將「解析力」更改為「解析度」,「High
析度」,「High Resolution」應更改為「High	Resolution」為一般名詞,解釋文中已經強
Spatial Resolution _	調為高空間解析。

附件6

# 航遥测正射影像测製規範專家會議簽到簿

#### 97 年度發展影像高精度正射糾正相關技術及系統

航遥测正射影像测製規範及審查機制(草案)—專家會議 簽到簿

時間:98年4月24日 星期五 上午10:00~12:00 地點:中央大學太遙中心R2-116

出席單位 / 人員	簽到處
內政部國土測繪中心/蔡季欣 鄒慶敏	蔡孝欣 鄂美般
內政部地政司 / 葉全德	華王禮
內政部資訊中心 / 林孟玲	
內政部營建署	
行政院農委會水土保持局 / 林癸妙	
行政院農委會林務局航空測量所 / 許玉君 陳玉雯	影g 2 h. 東九麦
行政院環境保護署	
經濟部中央地質調查所/陳建良	JE ZE
經濟部水利署	請假
國家災害防救科技中心 / 蘇文瑞	黄文法
財政部國有財產局	
台北市政府地政處	請假
高雄市政府地政處土地開發總隊	
工業技術研究院能源與環境研究所遙測與資訊技術研究室	学习成
財團法人國家實驗研究院國家太空中心 / 張莉雪 劉小菁 許國賢	張莉雪祥的发现了正
中央研究院計算中心	請假
台灣地理資訊學會	
台灣省測量技師公會 / 高治喜	
中國地理學會	
中華民國地籍測量學會	

#### 97年度發展影像高精度正射糾正相關技術及系統

## 航遥测正射影像测製規範及審查機制(草案)—專家會議 簽到簿

時間:98年4月24日 星期五 上午10:00~12:00 地點:中央大學太遙中心R2-116

出席單位 / 人員	簽到處
中華民國航空測量及遙感探測學會 /	
王蜀嘉理事長 唐家慶秘書長 李姝儀 陳昱芝 林孜彥	- tot X
	- FUFF
中華空間資訊學會/開南大學/夏榮生教授	A WERE
	E 12
地圖學會	3 is the
中國文化大學地理系 / 丁亞中教授	JUE
國防大學理工學院環境資訊及工程學系 /曾正雄教授	百二根
國立政治大學地政系 / 黃灝雄教授	黄江南大街主
國立政治大學地政系 / 邱式鴻教授	A Sha II
	T/P-7( (-B-
國立成功大學測量及空間資訊學系 / 曾義星教授	R F S
國立台北科技大學土木工程系 / 張哲豪教授	
國立台灣大學土木系 / 趙鍵哲教授	請假
國立台灣大學地理系 / 朱子豪教授	請假
國立台灣師範大學地理系 / 張國楨教授	
國立交通大學土木系 / 史天元教授	請假
國立成功大學衛星資訊研究中心 / 余致義教授	
國立宜蘭大學土木工程系 / 崔國強教授	
國立高雄應用科技大學土木工程系 / 李良輝教授	
清雲科技大學 / 陳春盛教授	
逢甲大學地理資訊系統研究中心 / 周天穎教授	請假
國立台灣大學土木系 / 徐百輝教授	律百遇
國立中興大學水土保持學系/陳文福教授	

### 97年度發展影像高精度正射糾正相關技術及系統

航遥测正射影像测製規範及審查機制(草案)--專家會議 簽到簿

時間:98年4月24日 星期五 上午10:00~12:00 地點:中央大學太遙中心R2-116

出席單位 / 人員	簽到處
國立中興大學土木工程系 / 蔡榮得教授	請假
九福科技顧問股份有限公司	
千一資訊有限公司	EN EN PG
台灣世曦工程顧問有限公司 / 闕文鏈	
中興測量有限公司	
友邁科技股份有限公司	
自強工程顧問有限公司 / 邱俊榮	
均利科技股份有限公司 / 李翼宇 張碧孝	展望
崧旭資訊股份有限公司	
康訊科技股份有限公司	
陶林數值測量工程有限公司	
經緯衛星資訊股份有限公司 / 林明旻 林奕翔 楊善智 許家豪	林实朝許家豪
群鷹翔測量科技有限公司	
詮華工程顧問有限公司 / 鄭邦寧 吳瑞文	
銳俤科技股份有限公司/吳微鈞	P\$中5次,展开
藏識科技有限公司	
中央大學	PESETO PEEPE
	同建良 曲性苔 麗記已