

## 電子地圖製程改善的實證研究

<sup>1</sup>林文燦 <sup>2</sup>李偉正 <sup>3</sup>陳明志 <sup>4</sup>邱永樑 <sup>1</sup>國立勤益技術學院 工業工程與管理系所教授

<sup>2</sup>國立勤益技術學院 工業工程與管理系所研究生

<sup>3</sup>國立勤益技術學院 工業工程與管理系講師

<sup>4</sup>國防部軍備局第 401 廠

台中縣太平市中山路一段 215 巷 35 號

E-mail : weicheng1015@yahoo.com.tw

### 摘要

本研究的主要貢獻為藉由實例進行個案實證研究，運用六標準差(Six Sigma； $6\sigma$ )的 DMAIC 模式與手法，由專案小組以腦力激盪方式檢討現行的作業流程，再由問卷調查、柏拉圖分析及 Koch 的 80/20 法則找出影響製程能力的重要因素，最後結合實驗設計與統計分析方法改善影響因子。分析結果顯示導入 Six Sigma 後 Cpk 顯著由 0.69 提升到 1.73，代表製程能力大幅提升，且電子地圖製程定位的準確度從 3 公尺縮小至 2 公尺之內，誤差的平均數降低及變異數縮小，確實改善了電子地圖的製程品質，日後相信相關業界可以依照本文模式進行研究，相信對品質的有效提升會有相當大幫助。

**關鍵詞：**電子地圖、六標準差、80/20法則、精確度、製程能力

### 1.前言

台灣加入世界貿易組織後，產業面臨更嚴厲的挑戰，企業為了能在艱苦的環境中達到降低成本、增加獲利，並進而提升競爭力，便著手強化企業體質與改變營運模式。而六標準差品質管理系統強調「重視顧客」、「從流程著手」和「與績效結合」等精神與專案實施手法，因而受到企業重視和學習。[5]

電子地圖係指將普通地圖或地形地物等現狀資料，以數據方式記錄、處理後存入電腦所建置而成的數位化地圖資料，以供查詢、導航、定位及各種運用[17]。自從美國太空圖像公司（Space Imaging, Inc.）於1999年9月成功發射了全球首顆對地觀測之高解析度商業衛星IKONOS-2，可拍攝高解析力、高穩定度與高精度的影像[10]，使得利用衛星影像製作地圖的技術進入一個嶄新的世代。

本文研究對象為台灣最大的測量製圖機構(後簡稱A單位)，其員工電腦操作技術熟練，當機率極低，業務包含全國地圖之編製與印製，並協助政府機關辦理政經建設及教育文化建設等相關測量製圖之勞務與服務，且積極生產並研製各式地圖、電子地圖、衛星影像圖。[2]

在台灣，目前從事、研究或業務包含測量製圖的機構、學校、與企業團體已超過200個單位，A單位為了保持在市場上佔有一席之地不被淘汰，不斷推出各種新產品與創新服務，近年導入六標準差管理方法，希望藉此提昇企業競爭力、改善產品品質及降低成本。本研究希望藉由運用六標準差的手法，並結合實驗設計與統計分析方法，能找出影響製程能力的重要因素及最適水準，並驗證導入六標準差管理方法前後品質是否提升。

### 2. 研究方法

本研究根據動機與目的蒐整國內外之相關文獻做為本研究之理論基礎架構，並運用六標準差的專案手法DMAIC，提出下列的研究步驟(如圖1)，期望能提供相關產業在利用衛星影像製作地圖及推動品質提升時的參考。

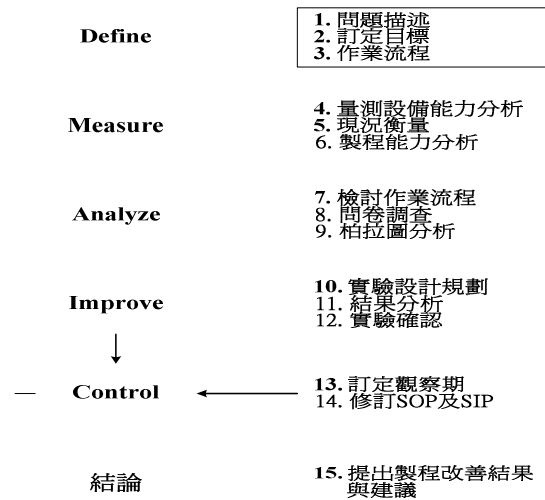


圖 1 研究步驟

## 2.1 文獻探討

### 2.1.1 六標準差

1985年，摩托羅拉首先以六標準差為其改善品質的目標，不僅挽救了其日益低劣的品質，最重要的是這項以六標準差為品質目標的活動，讓該公司業績每年成長五倍，淨利成長近20%[4]。1991年聯訊(Allied Signal)公司推動六標準差活動，一年內生產力提高6%，獲利增加13%。1995年奇異公司也開始大力推動六標準差，兩年內使該公司獲利增加七億五千萬美元，獲利率也攀升至15%以上[1]。奇異公司更明確定義企業之所以必須推行六標準差管理方法的重要性，無論是客戶、股東、供應商，甚至於員工都有深遠且正面的影響。因此，隨著奇異公司的成功經驗，世界其他知名企業逐漸效法跟進。

Goh[8]認為六標準差之品質管理系統強調要重視顧客、從流程著手、及與績效結合，專案實施強調改善目標與專案績效相結合。管理的主要目的在減少變異和瑕疵、增加顧客滿意和贏利。

Hahn[9]等認為六標準差活動的最終目的在於經營顧客，創造全方位的顧客滿意，因為在推行上述的步驟時，必須真正了解顧客需求，並從顧客的觀點去確認關鍵流程的品質要項。

而Pand[14]等認為推行六標準差活動能夠帶給員工具有生產高品質產品或服務所需的工具和資源，擁有擴展自己技術與領導力的機會，能更有條理的處理工作，獲得更好的利益。一般都把六標準差的焦點聚焦在流程改善和創新上，而且稱它為賺大錢和主導經營策略的一個主要來源。

Peter S. Pande [16]等將六標準差簡短的定義為：「六標準差管理方法係透過以客為尊、流程管理與執行，以及善用資料和事實等方式，使公司維持長期興隆之企業系統」。

Mach and Guagueta[15]說明了六標準差問題管理歷程的定義：

1. 定義(Define)：在實際執行六標準差的活動，定義階段針對顧客需求與企業之策略，找出

關鍵品質特性 (CTQ)，選擇企業較優先解決之問題，並且定義出具體問題陳述以及專案範圍。

2. 衡量(Measure)：衡量階段最重要的目的，在於針對上一個定義階段的問題，進行資料數據之收集，而收集資料數據最主要是提供評價目前的能力和提供下一階段分析要因做準備，而收集資料數據必須注意資料數據的正確性。
3. 分析(Analyze)：當衡量現況資料數據完成後，必須進一步的分析問題的根本原因，才能真正對症下藥。而通常都運用品質手法與統計手法較為廣泛。
4. 改善(Improve)：最重要的目的在於找出最適方案；而方案選定之後，必須注意此方案的潛在問題是否存在，以確保方案實行之效益；並且在試行方案中，隨時監測狀況，以達到期望之目標。
5. 管制(Control)：管制階段，首先評估其實行方案之效益，如無法達到預期成果，則必須找出無法達到目標的原因，以免同樣問題再發生；如果有達到預期效果，則必須著手進行標準化動作，並且將此問題解決之過程建立資料庫，達到知識管理之效果。

而透過DMAIC模式步驟便可以輕易判別失敗原因與影響變異的因素，進而實施改進計畫，去除這些不良因子，以達到提升品質與降低成本的目的，進而提昇生產力與擴大市場佔有率。

### 2.1.2 電子地圖

電子地圖係指一套應用電腦資訊的設備，提供地理資料的處理、蒐集、查詢、分析及記錄的數值化資訊系統，使用者可以利用電腦軟硬體設備將蒐集的地理資料轉換成一序列的三次元數值化坐標，其運作的方式是將普通地圖或地形地物等現狀資料，以數據方式記錄、處理後存入電腦所建置而成的數位化地圖資料，成為數位地圖 (digital map)，並將之儲存於電腦資料庫中，經過分析、疊圖、處理後，再將其展現於電腦螢幕上，使用者可輕鬆的將各種地理資料做有效的蒐集、處理、分析、紀錄、查詢、更正、統計及展示的運用。

[17]

目前台灣地區陸上電子地圖資料庫，包含國道、省道、縣道、鄉鎮街道、鐵路、河流、湖泊、水庫、設施、機場、港口、火車站、橋樑、行政界線資料，及都會區之一般道路、巷弄等資料，並收集眾多的地標、風景點、山峰、餐飲、加油站、金融機構等等之生活資訊，讓使用者能快速尋找到餐廳、旅館及其他服務地點、及所在位置的詳細街道地圖。

衛星影像因受傾斜攝影與地形起伏等幾何變形影響，因此在使用前需先用地面控制點進行幾何糾正(Georectification)或數位高程模型做正射化糾正(Orthorectification)，使影像達到製圖精度後才可做後續的加值運用。[18]

精度標準[6]主要受影像解析力的影響，通常以圓形誤差(Circular Error；CE)的大小表示其等級，是指地圖或正射影像中明顯點及其真實點的距離，一般而言，地圖精度要求其影像中90%的明顯點及其真實點的距離應小於或等於其圓形誤差，表示成CE90。一般有容許誤差、平面地圖精度標準(Circular Map Accuracy Standard；CMSA)、均方根誤差(Root Mean Square Error；RMSE)等三種表示方法，本研究採用RMSE標準。而均方根誤差的意義就是如果一堆數據是測量某一個量的結果，要測量的那個量是真值(目標值)，而測量得到的數據和真值之間的差就是一種誤差，所以均方根誤差是一種「誤差」量度，即誤差

平方的平均再開方根，公式如下：

$$\sqrt{\frac{\sum(X_i - T_i)^2}{n}} \quad (1)$$

Xi:量測值； Ti: 目標值； n:數目

目前國際上對1/1000地形圖的RMSE平面精度標準[3]如表1所示。國內民用地圖平面定位精度製圖標準是圖上的0.3mm[6]，按此精度比例可換算影像解析力與製圖精度之理論關係如表2所示。

表1 1/1000地形圖RMSE的平面精度標準

平面精度標準	國家及機構	等級	實地距離
RMSE	美國航測遙測學會	第1,2,3等級	0.25m, 0.50m, 0.75m
	英國		0.27—0.55m
	中華民國農航所		0.5—1.0m

表2 國內民用大比例尺地圖平面定位精度製圖標準與影像解析力需求推算表

地圖比例尺	平面精度標準	影像解析力需求
1/2,500	0.75m	0.25m
1/5,000	1.5m	0.5m
1/10,000	3.0m	1.0m
1/25,000	7.5m	2.5m
1/50,000	15m	5.0m

本研究採用IKONOS-2衛星影像，其每個像元(pixel)的地面解析力可達0.82公尺[11]，理論上已符合民用1/10,000比例尺之製圖精度需求。

## 2.3 實證研究

### 2.3.1 界定問題(Define)

#### (1) 問題描述

A 單位現行的作業程序，係參考美國國家地理空間情報局(NGA)的軍用衛星影像製圖規範 MIL-PRF-89041A[13]訂定，平面定位精度的 RMSE 值均訂在圖上的0.2mm，經推算在 1/10,000 比例尺之製圖精度為±2m 之內，比國內、外之民用地圖平面定位精度標準嚴苛。唯 IKONOS-2 衛星影像經正射化糾正後成果的 RMSE 值經推算在 1/10,000 比例尺約為 2.5m。

A 單位希望藉由本研究瞭解利用衛星影像製作地圖的現況績效、改善影響衛星影像正射化糾正後的成果品質不穩定的關鍵因素、及驗證導入六標準差前後的品質提升狀況。

#### (2) 目標訂定

由於高精度的衛星影像價值昂貴，A 單位為節省成本，希望未來能利用 IKONOS-2 衛星影像製作 1/12,500 及 1/10,000 等大比例尺地圖，因此專案小組在討論後訂定「縮小 IKONOS-2 衛星影像經正射化糾正後成果的 RMSE 值在 2m 以下」為本研究之目標。

#### (3) 作業流程

為了找出影響製程能力的關鍵流程並改善此問題，將現行衛星影像正射化糾正的程序繪成製作流程圖(如圖 2)。

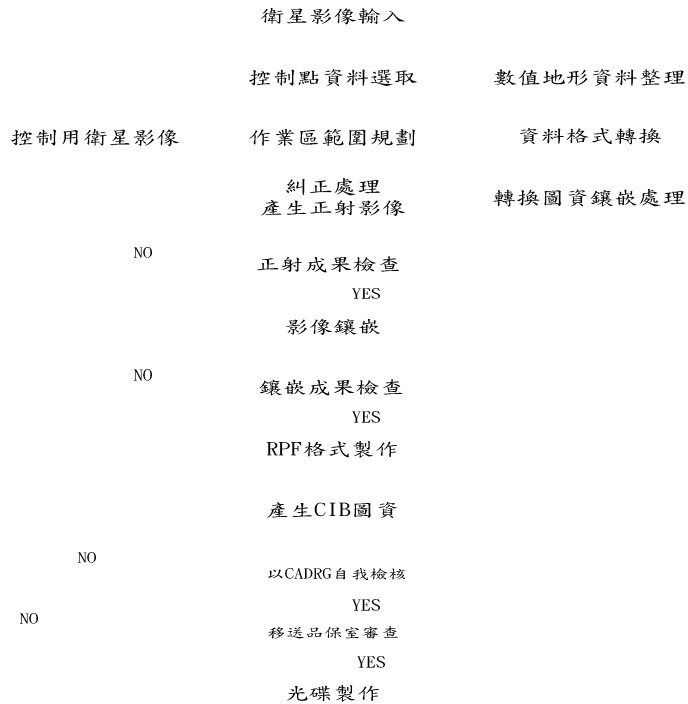


圖 2 衛星影像正射化糾正製作流程

### 2.2.2 衡量現況績效(Measure)

#### (1) 量測設備能力分析

分析量測系統所造成之變異，在決定量具是否產生可接受的成果。唯本研究係採用軟體 Erdas Imagine 8.7 版的精度計算功能對成果實施量測，Erdas Imagin 目前為全世界最為通行之遙測影像處理軟體，因此其量測計算能力符合世界標準，本研究之檢測成果可供信賴。

#### (2) 現況衡量

蒐整最近衛星影像經正射化後產品 25 框(Frame)之 RMSE 平均值為 2.629 公尺(如表 3)，已符合 A 單位製作軍用 1/25,000 比例尺及民用 1/10,000 比例尺地圖之製圖精度需求，唯仍不符合 1/12,500 及 1/10,000 等軍用大比例尺地圖之製圖標準。

表 3 RMSE 的現況蒐整

框數	RMSE	框數	RMSE	框數	RMSE	框數	RMSE	框數	RMSE
1	2.49461	6	2.69983	11	2.93758	16	2.9925	21	2.67812
2	2.60187	7	2.55031	12	2.50175	17	2.52447	22	2.72448
3	2.6391	8	2.48568	13	2.25549	18	2.35004	23	2.68004
4	2.90223	9	2.50272	14	2.7995	19	2.37906	24	2.77906
5	2.91129	10	2.90995	15	2.35622	20	2.35851	25	2.71852
RMSE平均					2.629321				

#### (3) 製程能力計算

製程能力指數是假設製程之已知品質因素皆管制在常態狀況時所呈現之品質能力，對依特性值的規格、製程特性的中心位置及一致程度等 3 個主要數據的評價，來

表示製程中心的偏移(製程準確度)及製程的一致性(製程精密度)。一般評價指數如表 4。

表 4 製程能力(Cpk)為評價指數

1	Cpk<1	不合格
2	1[ Cpk <1.33	警告
3	1.33[ Cpk	合格

依據所訂定之目標「縮小 IKONOS-2 衛星影像經正射化糾正後成果的 RMSE 值在 2m 以下」，由圖 3 可知製程能力指數 Cpk=0.69<1.33，製程能力不足，仍有很大的改善空間。

Process Capability Sixpack for RMSE

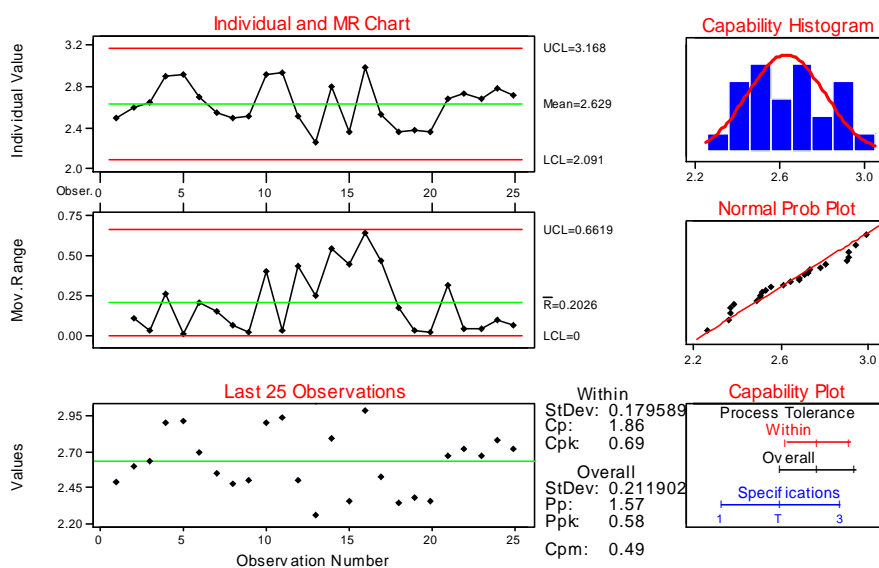


圖 3 製程能力計算結果圖

### 2.2.3 分析現況績效(Analyze)

#### (1) 檢討作業流程

為了找出影響製程能力的關鍵流程並改善此問題，專案小組及相關作業人員計 7 人，以經驗分享及腦力激盪方式，檢討現行衛星影像正射化糾正的作業流程，發現糾正處理流程是影響衛星影像正射化的最主要原因，為了找出影響製程能力的關鍵流程並改善此問題，重新檢討現行糾正處理流程 (如圖 4)。

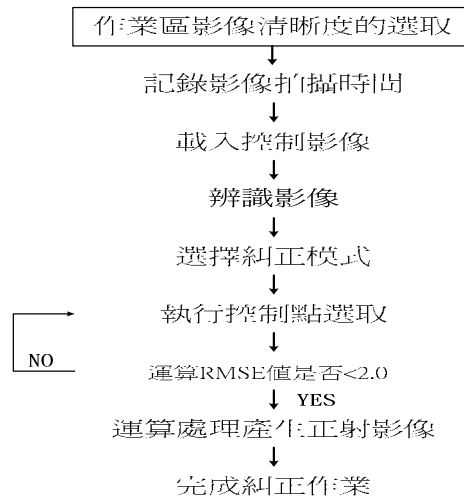


圖 4 衛星影像糾正處理作業流程

(2) 分析作業流程

1. 問卷調查

專案小組就糾正處理流程的衛星影像清晰度的選取、影像拍攝時間、載入控制影像、辨識影像、選擇糾正模式、及控制點選取等 6 個步驟實施「影響衛星影像正射化糾正的最主要原因」問卷調查(可複選)，抽樣母體為 A 單位內部相關部門人員，樣本數參考溫博仕[7]之建議，運用 Stein(1945)，Cox(1952)所提公式計算而得，如下：

$$n = \left( \frac{Z_{\alpha}}{e} \right)^2 \times p \times (1 - p) \tag{2}$$

$n$ ：有效樣本數， $Z_{\alpha}$ ：信賴係數值， $e$ ：誤差值， $p$ ：最大可信機率

而本研究定義  $\alpha$  值為 0.1、誤差 10% 與  $p$  值為 1/2，有效樣本數至少需為 75 份。本次以書面問卷方式發出問卷 83 份，回收 79 份，扣除不確定回答之無效問卷 2 份，有效問卷為 77 份，回收率為 92.77%。回收資料統計如表 5：

表 5 問卷結果統計表

項目	結果
1.影像的清晰度	31
2.影像拍攝時間	9
3.控制影像	3
4.影像辨識	12
5.糾正模式的選擇	1
6.控制點選取	69

2. 柏拉圖分析

將回收資料繪製柏拉圖(如圖 5)，其中以「控制點選取」與「影像清晰度」等 2 項佔百分之八十。依據 Koch[12]80/20 法則(80% 不良問題會集中在 20% 的推動要項)的觀念，選定「控制點選取」與「影像清晰度」等 2 項為影響衛星影像正射化糾正最主要的 2 項原因，並依此為本研究改善的主要方向。

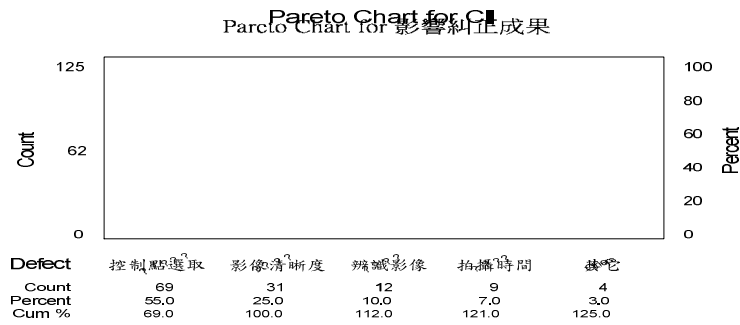


圖 5 問卷結果柏拉圖

### 2.2.4 要因實驗(Improve)

在要因實驗中，必須針對分析之要因採取對策，使 CQT 能有效改善，達成目標(縮小變異、平均值更接近目標值)，且運用實驗設計手法，系統式量化研究，讓製程在適當控制下，經由實驗數據來了解各變因對製程反應的影響程度，及萃取相互間之交互作用，尋找有效的控制方法，讓製程穩定、參數最佳、品質齊一。

#### (1) 實驗設計規劃

本實驗依據 Koch[12] 80/20 法則篩選「控制點選取」與「影像清晰度」等 2 項為影響衛星影像正射化糾正的 2 項要因，並且假設『人』、『電腦』及『衛星影像』均在穩定狀態。經由團隊小組的腦力激盪和製造部門的專家訪談。實驗設計規劃表如表 6：

表 6 實驗設計規劃表

因子	高水準(+)	低水準(-)	說明
控制點選取	每幅至少挑選控制點位24點	每幅至少挑選控制點位20點	1.低水準為作業現況，每幅圖均等分為4個區塊，每區塊挑選控制點位5點。 2.高水準為每區塊挑選控制點位6點。
影像清晰度	執行軟體影像清晰及色調調整功能	執行軟體影像清晰功能	1.低水準為作業現況。 2.高水準增加色調調整，嘗試瞭解色調調整對影像清晰的影響。

#### (2) 全因子實驗

本研究實驗採 2 個因子兩水準配置且重複乙次實驗(「+」表示因子高水準、「-」表示因子低水準)，共進行 8(2<sup>2</sup> \* 2)次隨機實驗。結果如表 7：

表 7 實驗結果

實驗順序	控制點選取	影像清晰度	平均RMSE值	備考
1	+	-	2.93841294	
2	-	+	1.85263265	
3	+	+	2.36598524	
4	+	-	2.85624562	
5	-	-	3.12658756	
6	+	+	2.56524853	
7	-	-	2.95632544	
8	-	+	1.98562457	

#### (3) 因子效果分析

首先進行主效應分析，透過軟體 MINITAB 進行實驗分析，由表 8,9 及圖 6,7，可以發現控制點位選取在高水準與影像清晰度在低水準對於衛星影像正射化糾正有顯

著的影響效果，並由交互作用圖得知 2 個要因間有交互作用，因此採用全因子實驗是正確的。

表 8 可能因子(X)變異數分析表

Source	DF	Seq SS	Adj SS.	Adj MS	F	P-value
Main Effects	2	1.40945	1.40945	0.70473	44.30	0.002*
2-Way Interactions	1	0.19884	0.19884	0.19884	12.50	0.024*
Residual Error	4	0.06363	0.06363	0.01591		
Pure Error	4	0.06363	0.06363	0.01591		
Total	7	1.67192	0.04459			

附註：『\*』表示 p-value < 顯著水準 0.05

表 9 可能因子(X)效應評估

Term	Effect	Co.	SE Co.	T	P-value
常數		2.5959	0.04459	58.22	0.000
控制點位選取	0.2312	0.1156	0.04459	2.59	0.061
影像清晰度	-0.8070	-0.4035	0.04459	-9.05	0.001*
控制點選取 * 影像清晰度	0.3153	0.1577	0.04459	3.54	0.024*

附註：『\*』表示 p-value < 顯著水準 0.05

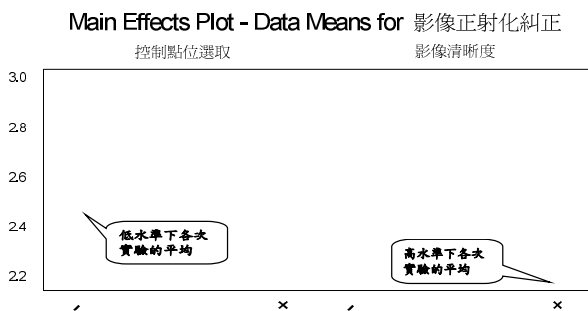


圖 6 主效應分析圖

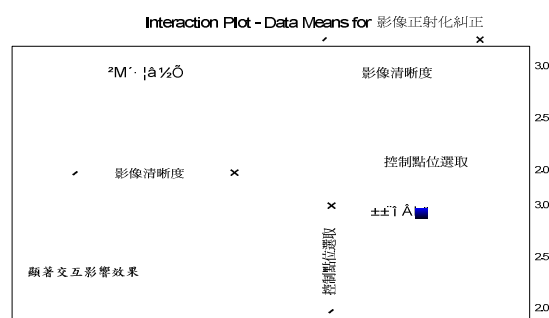


圖 7 交互作用圖

(4) 可能最適組合

經由前述因子效果分析，得可能最適水準組合如表 10：

表 10 可能最適水準組合

因子	水準	說明
控制點選取	高水準	每幅至少挑選控制點位24點
影像清晰度	低水準	執行軟體影像清晰(sharp)功能

(5) 實驗確認

將本研究蒐整的 25 框(Frame)衛星影像依可能最適水準重新正射化糾正，RMSE 平均值為 1.99616 公尺(如表 11)。RMSE 平均值雖然低於 2，但仍有部份個別值超過 2，不符合製作 1/10,000 比例尺地圖之標準，但已符合製作 1/12,500 比例尺地圖之製圖標準。

表 11 實驗確認的 RMSE 值

框數	RMSE	框數	RMSE	框數	RMSE	框數	RMSE	框數	RMSE
1	1.90461	6	1.99983	11	1.97758	16	2.18250	21	2.00382
2	2.00186	7	1.95031	12	1.90175	17	1.94447	22	2.05448
3	2.04911	8	1.88568	13	1.85550	18	1.86002	23	2.11004
4	2.20223	9	1.90273	14	2.09950	19	2.06905	24	2.00906
5	2.01129	10	2.04995	15	1.87623	20	1.98851	25	2.01385
RMSE平均					1.996160				

1.製程能力分析：分配屬常態分配，且均在規格界限內，表示製程穩定，且製程能力指數  $Cpk=1.73>1.33$ ，製程能力良好，如圖 8 所示。

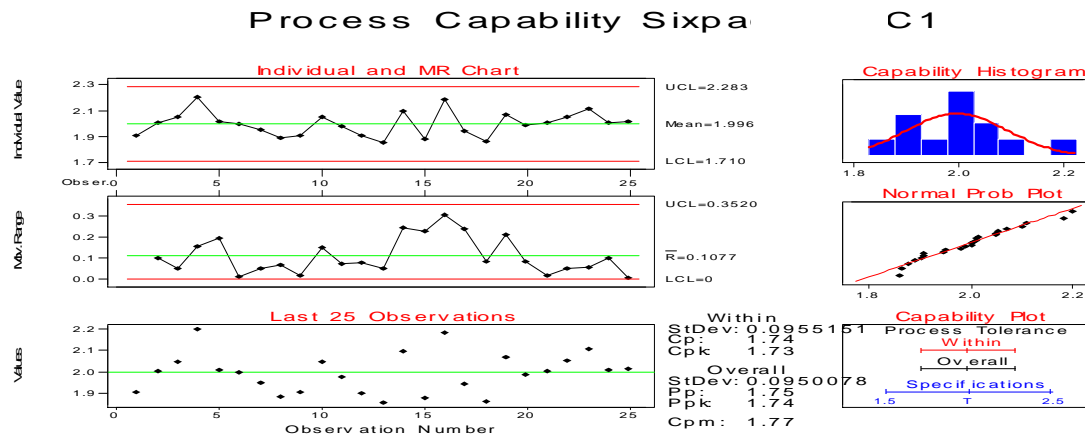


圖 8 確認實驗製程能力分析圖

2.另透過改善前後之平均數由 2.629 降至 1.996，變異數由 1.271 降至 0.212，可發現改善後平均數小於 2、變異數明顯縮小，可確定有顯著改善。

### 2.2.5 品質確認(Control)

- (1) 訂定觀察期：訂定觀察期一季，並記錄成果及繪圖管制。本研究成果之 RMSE 平均值雖然低於 2，但仍有部份個別值超過 2，不符合製作 1/10,000 比例尺地圖之標準，但已符合製作 1/12,500 比例尺地圖，需另成立研究專案，以期能達到製作 1/10,000 比例尺地圖之目標。
- (2) 管制圖如超出管制界線，應速檢討與改善缺失。
- (3) 若成果均符合目標，則修訂 SOP 及 SIP，以為操作及檢驗標準。

## 3. 結論

### 3.1 結果

本研究藉由個案導入六標準差的改善策略 DMAIC 模式與手法，透過腦力激盪、問卷調查、柏拉圖分析及 Koch 的 80/20 法則找出影響製程能力的重要因素，並結合實驗設計與統計分析方法改善影響因子，提升了電子地圖定位的準確度從 3 公尺縮小至 2 公尺之內，製程能力  $Cpk$  顯著由 0.69 提升到 1.73，最後透過修訂 SOP 標準作業程序與持續追蹤。

### 3.2 貢獻

經由本實證研究，確認了電子地圖製程定位的關鍵品質為控制點的選取數目和影像清晰度，且藉由關鍵品質的改善，確實提升了產品品質，未來相關產業在推動品質改善行動和學術界教育訓練時，可參考運用。

### 3.3 後續研究方向

本研究將焦點放在運用 Six Sigma 的 DMAIC 模式，同時也確認了六標準差對生產製程有改善的成效，當電子地圖製程變異降低且穩定後，可進一步探討六標準差設計和導入績效評估模組來評量產業導入六標準差的成效。

#### 參考文獻

1. 世界經理文摘，「Six Sigma 提高競爭力的終極武器」，EMBA 世界經理文摘，7，84-90(2001)。
2. 李偉正、林文燦、黃喬次、石育欣，「結合 Six Sigma 與實驗設計手法降低國防量測地圖印刷紙張耗損之實證研究」，中國工業工程學會九十三年度年會暨學術研討會論文(2004)。
3. 李良輝，「計算視覺法方法於 SPOT 衛星影像之幾何特性分析」，國立中央大學博士論文，1991。
4. 楊錦洲，「你對 GE 的 6 $\sigma$ -program 了解多少？」，中華民國品質學會品質月刊 39 卷 1 期，p.39(2003)。
5. 鄭春生、陳延越，「Six-Sigma 品質管理系統之研究」，中華民國品質學會第 38 屆年會暨第 8 屆全國品質管理研討會論文，1263-1271(2002)。
6. ASPRS, "ASPRS Accuracy Standard for Large-Scale Maps", *PE&RS*, vol.56, no.7, 1068-1070(1990).
7. Doctor Wen, *Research of mailed questionnaire sampling design*, Ph.D. Dissertation, Tamkang University, Taipei(1984).
8. Goh, T. N., "A strategic assessment of Six Sigma", *Quality and Re-liability Engineering International*, 18, 403-410(2002).
9. Hahn, G. J., Hill, W. J., Hoerl, R. W., and Zinkgraf, S. A., "The impact of Six Sigma improvement – a glimpse into the future of statistics", *The American Statistician*, 53(3), 208-215(1999).
10. Harry B. Hanley and Clive S. Fraser, "Geopositioning accuracy of IKONOS Imagery: Indications from 2D transformations", *Photogrammetric Record*, 17(98), 317-329(2001).
11. <http://www.pcigeomatics.com/>, pcigeomatics 9.0 user manual:PCI, Inc(2004).
12. Koch, R, *This edition of the 80/20 principle: The secret of achieving more with less*, London: Nicholas Brealey Publishing Limited, London (1997).
13. National Imagery and Mapping agency, "Controlled Image Base (CIB)", MIL-PRF-89041A(2000).
14. Pande, P. S., Neuman, R. P. and Cavanagh, R. R., *The Six Sigma way team fieldbook: An implementation guide for process improvement teams*, McGraw-Hill, New York (2002).
15. Pande, P. S., Neuman, R. P., and Cavanagh, R. R., *The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance*, McGraw-Hill, New York

(2001).

16. Forrest W. Breyfogle III, James M. Cupello, Becki Meadows, *Managing Six Sigma (2001)*, 賴榮仁譯, 「六個希格瑪的管理」, 哈佛企管出版, 台北。
17. Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A.J. and Guptill, S.C., *Elements of cartography*, 6<sup>th</sup> ed., John Wiley and Sons, New York (1995).
18. Tao, C. V., and H.U.Y., "Investigation of Rational Function Model", *Processing of ASPRS Annual Coverision*, Washington D. C (2000).

### **An Empirical Study of Manufacturing Improvement on Digital Map**

Wen-Tsann Lin   Wei-Cheng Lee   Ming-Chih Chen   Yung-Liang Chiu

Department of Industrial Engineering and Management,

National Chin-Yi Institute of Technology

No 35, Chung-Shan Road, Sec 2, Taiping, Taichung County, Taiwan 411, R.O.C.

\*E-mail: [weicheng1015@yahoo.com.tw](mailto:weicheng1015@yahoo.com.tw)

#### **Abstract**

The main contribution of this study is utilizing concrete examples to carry on the empirical study in individual cases. By making use of Six Sigma ( $6\sigma$ ) of DMAIC process, it is to find out and improve unsteady factors which influence the process quality when manufacturing digital map with satellite imagery. After introducing Six Sigma, the result reveals that the position precision of the digital map is reduced from 3 meters to less than 2 meters, the process capability is obviously promoted, the variance is reduced, i.e., truly improving the quality accuracy. It is believed that people can carry on researches according to

this mode and it will be of great help to benefit operation methods and quality improvement.

Key word: digital map, Six Sigma, Koch's 80/20 rule, precision, process capability.