

國立交通大學

統計學研究所

碩士論文

監控線性趨勢製程之研究

Monitoring Processes with Linear Trend

研究生：陳清豪

指導教授：洪志真 博士

中華民國九十九年六月

監控線性趨勢製程之研究

Monitoring Processes with Linear Trend

研究生：陳清豪

Student : Ching-Hao Chen

指導教授：洪志真 博士

Advisor : Dr. Jyh-Jen Horng Shiau

國立交通大學

統計學研究所

碩士論文



Submitted to Institute of Statistics
College of Science

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Statistics

June 2010

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年六月

監控線性趨勢製程之研究

學生：陳清豪

指導教授：洪志真 博士

國立交通大學理學院
統計學研究所

摘要

近年來，在製造工業界裡，某些製程可能會因為工具磨損、操作員疲勞、原料劣化等因素，導致製程呈現某種趨勢。然而此現象是無法避免的，我們必須把造成此種趨勢的原因視為機遇原因，並非可歸屬原因，所以若使用一般的管制圖來監控，會太早出現製程失控的假警報，導致不必要的成本增加。

目前已有多位研究學者提出了許多有關工具磨損製程的監控計劃，針對此種製程訂出了數種不同的工具汰換策略。然而現今的生產過程逐漸邁向自動化，對產品的要求也越來越高，在原本正常的趨勢製程裡，可能會因為某種可歸屬原因，例如不正常的工具汰換、換新操作員、異常的原料更換等因素，而導致製程發生了異常線性偏移的情況。本研究著重於管制圖在此種製程的偵測力，計算出 Shewhart 和 EWMA 兩種管制圖在不同偏移程度下的平均連串長度，並比較這兩種管制圖的偵測效率，進而找出一套有效的監控計劃，供業界在監控此種製程時作為參考。

在偵測出製程偏移後，最關心的往往是此偏移製程的可歸屬原因為何，於是本論文也針對此問題做了深入的探討。利用模型選擇方式來找出此偏移製程的模型，推論何種參數發生了偏移，進而找出可歸屬原因。近年來已有多位學者提出許多不同的選取準則來選擇模型，這些模型選取準則各有其適用性，因此本研究在眾多準則中，找出一套較適用於我們問題的準則，並分析其選取正確率，供業界在處理此種異常線性偏移資料的參考。

關鍵字：線性趨勢製程、工具磨損製程、舒華特管制圖、指數加權移動平均管制圖、模型選取準則

Monitoring Processes with Linear Trend

Student : Ching-Hao Chen

Advisor : Dr. Jyh-Jen Horng Shiau

Institute of Statistics
National Chiao Tung University

Abstract

In many manufacturing processes, it is fairly common that the quality characteristic of interest exhibits a trend due to, say, tool wearing, material replenishing, machinery fatigue, etc. Unfortunately, this deteriorating trend is inevitable and is part of the system. Take tool wearing as an illustrative example: as the machining operation continues, tools wear gradually, which deteriorates the quality of the product/process and may eventually cause the product items out of specification. Hence, a proper control on tool wearing is necessary. Most of the tool-wear control focus on tool replacement, trying to set a policy to replace the tool at appropriate times that is cost-effective while keeping product items in spec.

In this thesis, we study controlling processes with linear trend from the aspect of statistical process control (SPC) and focus on Phase II process monitoring. The main objective of SPC process monitoring is to keep the process in statistical control, which can be achieved by using control charts to detect process shifts and then find/eliminate the corresponding assignable causes. Since the trend is inevitable and systematic, it should be viewed as a common cause of process variation instead of as an assignable cause. Thus, when implementing a control chart for such processes, it is necessary to adjust charts for the linear trend to avoid unwanted out-of-control signals due to the trend.

Assume the in-control linear trend is available. We first adjust the quality characteristic by this in-control linear trend and then apply the ordinary Shewhart chart and EWMA chart on the adjusted quality characteristic to monitor the process. We compute and compare the average run length (ARL) of these two control charts for various shift sizes of the intercept and/or slope. It is well known that the Shewhart chart is good for detecting large shifts while the EWMA chart is more sensitive to small shifts. By computing the range of the shifts for which the EWMA chart with the smoothing parameter has a better detecting power in terms of the ARL than the Shewhart chart, we provide a chart that can help engineers to choose between the two charts, if they know roughly where the process shifts might be. Moreover, when a process shift is detected by the chart, for diagnosis purpose, we provide a model selection technique to help engineers to determine whether the shift is on intercept or slope or both. Finally, we illustrate the applicability and effectiveness of the proposed scheme with a real-life tool-wear example.

Keywords: linear trend process, tool wear process, Shewhart control chart, EWMA control chart, model selection criteria

誌 謝

本論文能順利完成，由衷地感謝老師 洪志真教授這兩年來細心地指導與諄諄教誨。在論文研究期間，老師總是不厭其煩地悉心指正，鉅細靡遺地將論文中的錯誤挑出，一再地批閱及修改，讓學生學習到嚴謹的研究態度，更學到處事上必備的耐心和細心，使學生獲益良多。老師對學生的照顧及付出，點滴在心。師恩浩瀚，永銘於心。

此外還要感謝口試委員 陳志榮老師、曾勝滄老師和 黃榮臣老師於口試過程中，以各自的專業給予本論文最實際、可行的建議，使得本論文更加嚴謹與完備，在此致上最誠摯的謝意。

在就讀的這兩年間，感謝博士班 侑峻學長和 家鈴學姐在課業及論文上的指導。感謝同窗好友和憲、銘弘和世賢在課業上相互勉勵、相互學習討論，在生活中也給予無限地協助與歡笑。也要感謝大學好友逢迪、銘鴻、美榆和政娜，一直陪伴著我，一起聊天，一起出遊，謝謝你們帶給我無限歡笑的回憶。有了你們的陪伴，讓我能順利地渡過這段艱辛的研究歲月，希望大家往後的日子都能夠一帆風順。

最後，更感謝的是我最親愛的父母，總是不辭辛勞，提供我不虞匱乏的生活。也要感謝我的姐姐，即使工作再忙、再累，也願意陪我聊天，分享生活上的點點滴滴。在求學生涯這幾年，家人無限的愛和付出，給了我最大的幫助及支持，感謝家人貼心的關懷及陪伴，讓我能專心致力於課業學習及論文寫作。謹將此論文獻給我最摯愛的家人。

陳清豪 謹誌於

國立交通大學統計學研究所

中華民國九十九年六月

目 錄

摘 要	i
Abstract	ii
誌 謝	iii
目 錄	iv
圖 目 錄	vi
表 目 錄	vi
附錄A 目錄	vii
附錄B 目錄	vii
附錄C 目錄	vii
第一章 緒論	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究動機與目的	2
1.3 研究架構	3
第二章 文獻回顧	4
2.1 Shewhart管制圖	4
2.1.1 一般ARL的計算方法	4
2.2 EWMA管制圖	5
2.2.1 ARL的數值計算方法	6
2.2.2 參數的選擇	7
2.3 工具汰換策略	7
2.4 R套件-spc	9
2.5 模型選取準則	10
第三章 管制圖監控計劃	12
3.1 建立模型	12
3.2 Shewhart管制圖	12
3.2.1 推導過程	13
3.2.2 結果分析	14
3.3 EWMA管制圖	16
3.3.1 管制界限之選擇	17
3.3.2 管制界限係數 L 之選擇	17
3.3.3 模擬方法	18
3.3.4 模擬結果	20
3.3.5 平滑參數 λ 之選擇	20
3.4 兩種管制圖之比較	21
3.5 偏移參數大小的界定	22
3.6 小結	23
第四章 模型選取與診斷	25
4.1 模型選取準則之選用	25

4.1.1	選用方法	26
4.1.2	各模型選取準則之比較分析	27
4.2	WIC模擬過程	28
4.2.1	模擬結果分析	29
4.3	小結	30
第五章	應用實例分析.....	32
5.1	實例介紹	32
5.2	參數估計值	33
5.2.1	單一觀察值的Shewhart管制圖介紹	33
5.2.2	估計方法	34
5.3	監控計畫	35
5.4	模型選取	37
第六章	結論與未來展望.....	39
6.1	結論	39
6.2	未來展望	40
參考文獻		41
附錄A		43
附錄B		45
附錄C		56

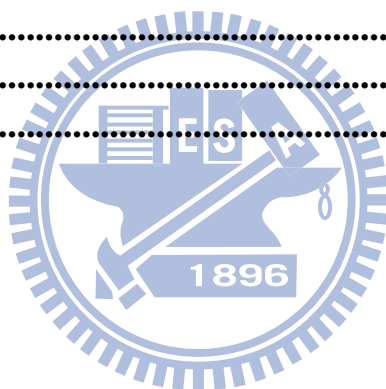


圖 目 錄

圖 1 趨勢製程的範例	2
圖 2 偏移參數(δ_1, δ_2)同號時的 β_i 比較	15
圖 3 截距偏移量(δ_1)所對應之 ARL_1 值	16
圖 4 斜率偏移量(δ_2)所對應之 ARL_1 值	16
圖 5 截距和斜率偏移量(δ_1, δ_2)所對應之 ARL_1 值(左)及小偏移參數時之放大圖(右).....	16
圖 6 不同EWMA管制圖參數 λ 及 ARL_0 所對應之管制界限係數 L 值.....	18
圖 7 δ_1 所對應最佳 λ 值之曲線	19
圖 8 常用參數 λ 之下，兩種管制圖相近 ARL_1 的偏移參數(δ_1, δ_2)	23
圖 9 選擇較佳的監控計劃流程圖	23
圖 10 鋁蓋高度量測值之趨勢圖	33
圖 11 第一階段的Shewhart管制圖	35
圖 12 第二階段的Shewhart管制圖	36
圖 13 第二階段的EWMA管制圖	37

表 目 錄

表 1 不同偏移參數(δ_1, δ_2)所對應的 ARL_1	15
表 2 各準則的整體選取正確率表格之標準差	26
表 3 AIC, AICc及SIC三個準則的整體分數	28
表 4 已知或未知偏移程度大小下的最高整體分數所對應之權重	30
表 5 鋁蓋高度之量測值	32

附錄 A 目錄

A.1 高斯數值積分節點和權重的取法	43
A.2 R package “spc”程式xewma.crit及xewma.arl用法說明	43

附錄 B 目錄

附圖B.1 不同偏移參數 δ_2 下的 $q(t)$ 分佈圖形	45
附圖B.2 未知製程偏移程度下，不同權重的WIC準則之整體分數	53
附圖B.3 已知製程會呈現小偏移，不同權重的WIC準則之整體分數	54
附圖B.4 已知製程會呈現大偏移，不同權重的WIC準則之整體分數	55

附錄 C 目錄

附表C.1 截距偏移下，由電腦套件指令所得的 ARL_1 值	56
附表C.2 電腦模擬一百萬次截距偏移下估計的 ARL_1 及其標準誤差	57
附表C.3 電腦模擬一百萬次斜率偏移下估計的 ARL_1	58
附表C.4 電腦模擬一百萬次截距與斜率皆偏移下估計的 ARL_1	59
附表C.5 EWMA管制圖在三種偏移下，選取較佳的 λ 所得到的 ARL_1	69
附表C.6 Shewhart管制圖在三種偏移製程下，所算出的 ARL_1 理論值	70
附表C.7 優化EWMA管制圖和Shewhart管制圖之 ARL_1 比值	70
附表C.8 EWMA管制圖和Shewhart管制圖之 ARL_1 比值	71
附表C.9 R_{adj}^2 之模型選取正確率	73
附表C.10 BIC之模型選取正確率	75
附表C.11 AIC之模型選取正確率	77
附表C.12 AICc之模型選取正確率	79
附表C.13 SIC之模型選取正確率	81
附表C.14 MAE之模型選取正確率	83
附表C.15 在不同樣本數下，不同權重的WIC準則之全距分數	85
附表C.16 在不同樣本數下，不同權重的WIC準則之整體分數	85
附表C.17 最高整體分數所對應權重的WIC之模型選取正確率	86

第一章 緒論

1.1 研究背景

現今不管是工業界還是科技業都十分重視產品的良率，每一個不良品對公司來說都是成本上的浪費。為了能以最低的成本來創造最高的利潤，因此站在公司的立場來說，當然是希望可以在最短的時間內找出錯誤的發生，以減少成本的浪費。對於誤差的要求也較嚴格以提高良率，因此對於品質管制十分重視。

在任何生產的製程中，不論它被設計或維持得多好，總會有一些自然的變異存在，例如環境因素、機器本身特性等；這種自然的變異通常被稱為機遇原因的變異(chance causes of variation)。另外還有一種變異有時也會出現在製程上，這種變異常常會導致產品品質不能達到想要的水準，例如不良的材料、不當的機器操作等；這些不是由機遇原因產生的變異常被稱為可歸屬原因(assignable causes)的變異。另外，品管專家 Deming 博士將機遇原因稱為一般原因(common causes)，稱可歸屬原因為特殊原因(special causes)。一個只存在機遇原因的製程稱為在統計管制下(in statistical control)，而製程若產生可歸屬原因的話，則被稱之為失控(out of control)。

就品質管制而言，統計製程管制(Statistical Process Control，簡稱 SPC)一直是一個十分重要的課題，希望能迅速偵測出可歸屬原因所造成的偏移，而目前管制圖(control charts)是最常用來監控制程的工具。當可歸屬原因的變異出現時，管制圖必須能盡快偵測出來；即管制圖上所描的點會落在管制界線外，發出警訊使工程人員能在第一時間點查出問題的根本原因(root cause)，並做出修正動作，盡快讓製程恢復到原本的管制狀態以減少不合格產品。但單憑管制圖本身一般無法查出根本原因所在，也無法做出修正的動作，這都需要工程人員的經驗。後續的這些動作我們稱為 OCAP (out of control action plan)，管制圖一定要有 OCAP 的配合，才能成功。

1.2 研究動機與目的

在製造工業界裡，某些製程可能會因為工具磨損(tool wearing)、操作員疲勞、原料劣化等因素，導致製程呈現某種趨勢(trend)，圖 1 即為趨勢製程的範例。

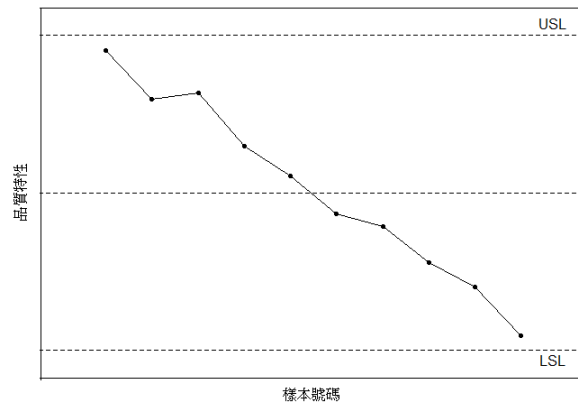


圖 1 趨勢製程的範例

對某些趨勢製程而言，呈現趨勢現象是正常的。然而這種現象並無法避免，此時我們必須把造成此種趨勢的原因視為機遇原因，而非可歸屬原因。若使用一般的管制圖來監控，會太早出現製程失控的錯誤訊號，導致不必要的成本增加。

在線性趨勢的製程裡，一般較常見的是工具磨損製程。由於有些機器設備持續運轉製造產品，工具會逐漸產生磨損，這種現象通常發生於生產過程中，包含有車床、鑽床、銑床等製程。在此種工具磨損的製程裡，產品的品質特性(quality characteristics)會隨著時間出現某種趨勢，然而這種現象是無法避免的，因此從製程一開始就必須做有效地監控。當工具磨損到一定程度，導致產品的品質特性靠近或超出預定的規格界限時，就需要進行工具汰換的動作，以維持產品的品質。

從工廠生產出來的產品品質，必須要滿足消費者的要求，過早做工具汰換會增加生產的成本；反之，太晚做工具汰換，則會導致不良的產品品質，因此，如何才能找出最佳工具汰換的時間點，我們稱之為工具汰換策略(tool replacement strategy)。在工具磨損製程裡，一定要搭配一套良好的工具汰換策略，才能節省成本並維持產品的品質。

由於現今工業及科技業，對於產品的要求越來越嚴格，在原本正常的趨勢製程裡，可能會因為某種可歸屬原因，例如不正常的工具汰換、換新操作員、異常

的原料更換等因素，而導致製程發生了異常線性偏移的情況，此時，品管工程師該如何制定一套良好的監控計劃來監控此種製程，儼然成為一個重要的議題。

標準的管制圖用法包含兩個不同的階段有著不同的目標，分為第一階段(phase I)和第二階段(phase II)。在第一階段中，主要目標是分析歷史製程的資料，並建立試驗的管制界限(trial control limits)以檢測這段時間內製程是否有失控，快速偵測製程變異，進一步了解變異來源，以確保製程穩定。若變異是可歸屬原因即可將該組資料去除，去除後由剩下的穩定資料可得到在穩定狀態之下的製程參數。第二階段則是強調製程的監控(process monitoring)，採用第一階段得到的製程參數估計值，建立管制界限上、下限來進行線上監控制程，而平均連串長度(average run length, ARL)則是用來評估第二階段製程表現的有效基礎。

本文著重於第二階段線上監控制程，將深入探討線性趨勢製程之監控，計算出 Shewhart 管制圖和 EWMA 管制圖的 ARL，並將兩種管制圖的偵測力做比較，以及如何制定一套良好的監控計劃，將其應用在監控此種製程上。另外，在偵測出製程已發生偏移後，如何利用這些異常偏移的資料來進行模型選擇，以判斷出此製程可能是哪些參數發生異常偏移，進而提供值得參考的資訊給工程師調整製程。

1.3 研究架構

第一章敘述本篇論文的前言及研究動機。第二章主要探討許多學者提出監控趨勢製程的方法以及模型選取準則的相關文獻。第三章計算出 Shewhart 和 EWMA 管制圖在監控線性趨勢製程的 ARL，並針對這兩種管制圖之偵測力作比較，進而提出一個較佳的監控計劃。第四章提出一個新的模型選取準則，應用於此種異常偏移製程之資料分析上。第五章利用一個有關於柴油引擎內部連結桿的實例，來說明並驗證前兩章所提出來的的方法。第六章提出本文的結論和未來展望。

第二章 文獻回顧

2.1 Shewhart 管制圖

就生產者而言，無非希望所有的產品都具有好品質；為確保產品之品質，品質管制即為達到此目標的途徑之一。在 1920 年代，Shewhart 於美國貝爾實驗室率先提出管制圖的操作原理，因用法簡單、效果顯著且應用範圍廣，可用來監控品質特性之量測值隨著時間變化的情形，便成為一種廣泛使用的製程管制工具。其基本的假設是在資料為獨立常態分配狀態下來進行管制。主要的管制參數包括管制上限(upper control limit, UCL)，管制下限(lower control limit, LCL)和中心線(central line, CL)：

$$\begin{cases} UCL = \mu_x + L\sigma_x \\ CL = \mu_x \\ LCL = \mu_x - L\sigma_x \end{cases} \quad (1)$$

其中 μ_x 為製程品質特性 X 的期望值， σ_x 為標準差， L 為管制界限距離平均數的單位標準差倍數。通常 L 會設定為 3，在 $L=3$ 時，管制界限上限為 $UCL = \mu_x + 3\sigma_x$ ，管制界限下限為 $LCL = \mu_x - 3\sigma_x$ 。所以資料落在管制界限內的機率為 99.73%，而落在管制界限外的機率為 0.27%。當資料落在管制界限外時，我們即認定該製程出現異狀。

2.1.1 一般 ARL 的計算方法

為了顯現出管制圖的績效，我們使用 ARL 來評估， ARL 是指製程出現失控點所需要的平均樣本點數。假設任一點超過管制界限的機率皆為 p ，若製程的觀察值彼此獨立且有相同分配，則對任一管制圖， $ARL = \frac{1}{p}$ ，即為幾何分配之期望值。

當製程處於管制狀態時， ARL 是越大越好，可以減少因錯誤警訊所造成的檢測成本；當製程處在失控狀態時， ARL 則是越小越好，以便能快速偵測出製程平均數的偏移。我們用 ARL_0 代表製程在管制狀態內的 ARL ，用 ARL_1 代表製程在失

控狀態的 ARL 。

2.2 EWMA 管制圖

EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) 管制圖最早由 Roberts (1959) 所提出，主要目的在於改善連串檢定法(Run Tests)在偵測製程平均偏移之能力。其觀念是結合過去的資料和現在的資料並給予不同的權數，由於權數對過去資料呈現指數遞減的形式，故當時稱為幾何移動平均管制圖(geometric moving average control chart)。假設觀察值 X_t 為獨立隨機變數，其變異數為 σ^2 ，令 W_t 代表在時間 t 時 EWMA 管制圖的統計量，定義

$$W_t = \lambda X_t + (1-\lambda)W_{t-1}, t=1,2,3,\dots \quad (2)$$

其中參數 λ 稱為平滑參數，並滿足 $0 < \lambda \leq 1$ 的條件，而初始值 W_0 通常定為目標值。主要的管制參數包括管制上限 UCL ，管制下限 LCL 和中心線 CL ，如下列所示：

$$\begin{cases} UCL = \mu_x + L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda} [1-(1-\lambda)^{2t}]} \\ CL = \mu_x \\ LCL = \mu_x - L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda} [1-(1-\lambda)^{2t}]} \end{cases}, t=1,2,\dots \quad (3)$$

其中 μ_x 為製程期望值， L 為管制界限係數。在(3)式中，當 t 逼近無窮大時， $[1-(1-\lambda)^{2t}]$ 項會逼近 1，而這就表示在過了幾個時期後，管制界限會達到穩定狀態，如下：

$$\begin{cases} UCL = \mu_x + L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}} \\ CL = \mu_x \\ LCL = \mu_x - L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}} \end{cases} \quad (4)$$

我們將 W_{t-1} 用(2)式的定義代入原式右邊，經過不斷地遞迴之後，可得到

$$W_t = \lambda \sum_{i=0}^{t-1} (1-\lambda)^i X_{t-i} + (1-\lambda)^t W_0, \text{ 權數 } \lambda(1-\lambda)^i \text{ 會隨著樣本的期數增加而依幾何分配的}$$

的機率減少；而權數的總和為 1，因為

$$\lambda \sum_{i=0}^{t-1} (1-\lambda)^i + (1-\lambda)^t = \lambda \left[\frac{1-(1-\lambda)^t}{1-(1-\lambda)} \right] + (1-\lambda)^t = 1 \quad (5)$$

假如 $\lambda = 0.2$ ，權數分配到目前的樣本平均值為 0.2，而權數分派到之前的觀察值分別為 0.16，0.128，0.1024，依此類推，如果用一條平滑曲線連接時，這些權數會依指數分配的密度函數而下降。當 λ 越大時，則 EWMA 管制圖的統計量 W_t 受到之前的資料的影響就越小；當 $\lambda = 1$ 時，EWMA 管制圖就相當於 Shewhart 管制圖。

2.2.1 ARL 的數值計算方法

Crowder (1987a) 針對計算單變量平均值的 EWMA 管制圖之 ARL 導出其疊代的式子，如(6)式。

$$L(u) = 1 + \frac{1}{\lambda} \int_{LCL}^{UCL} L(x) f\left(\frac{x - (1-\lambda)u}{\lambda}\right) dx \quad (6)$$

其中 $L(u)$ 代表 EWMA 管制圖統計量之起始值是 u 時的 ARL， UCL 和 LCL 分別為管制界限上、下限， λ 代表 EWMA 管制圖的權重， $f(\cdot)$ 為樣本的分配。由於此方程式為 Fredholm 第 II 型積分方程式，故 Crowder (1987a) 藉由線性代數等式系統(systems of linear algebraic equations, SLAE)，使用高斯積分(Gaussian quadrature)的方式，以求得 ARL 數值近似解，其步驟如下：

步驟一、設定高斯積分的節點數等於 24，並將(4)式中 $\frac{1}{\lambda} \int_{LCL}^{UCL} L(x) f\left(\frac{x - (1-\lambda)u}{\lambda}\right) dx$

轉型成 Ax ，其中 $A(i, j) = \frac{1}{\lambda} f\left(\frac{p_j - (1-\lambda)p_i w_i}{\lambda}\right)$ ， $\{p_1, p_2, \dots, p_{24}\}$ 代表分割

$[LCL, UCL]$ 間的 24 個節點， $\{w_1, w_2, \dots, w_{24}\}$ 代表此 24 個節點的權重，(節點與權重的取法可參考附錄A.1)， x 為 24×1 之 ARL 向量，其第 i 個元素 $x(i) = L(p_i)$ ，即起始值為 p_i 的 ARL。所以(6)式可以轉換成 $x = v + Ax$ ，其中 v 為 24×1 且元素為 1 的向量。

步驟二、利用三角分解法(triangular decomposition)求出 $(A - I)x = -v$ 中的 x 。

步驟三、由於高斯 24 點不包含 0，所以計算 $L(0) = 1 + \frac{1}{\lambda} \sum_{j=1}^{24} x(j) f\left(\frac{p_j}{\lambda}\right) \times w_j$ ，即可

得起始值為 0 的 ARL。

以上即為 Crowder (1987a) 所提計算 EWMA 管制圖 ARL 近似值的數值方法，而 Crowder (1987b) 則提供計算該 ARL 近似值方法的電腦程式碼，並利用電腦計算出較為精準的 ARL 近似值，供使用者參考。

Lucas and Saccucci (1990) 利用 Brook and Evans (1972) 所提之馬可夫鏈 (Markov chain) 觀念，將 EWMA 統計量視為連續狀態之馬可夫鏈，來求出連串長度分配 (run-length distribution)。

2.2.2 參數的選擇

Roberts (1959)，Crowder (1987a) 和 Lucas and Saccucci (1987) 均指出 EWMA 管制圖在平均數發生不同偏移大小之下，在較大偏移的製程下，建議使用較大的參數 λ ，而在較小偏移的製程下，建議使用較小的參數 λ ，方能達到較好的偵測效率。

在平均數偏移製程的監控，Lucas and Saccucci (1987) 提出一種監控策略，在設定 ARL_0 及平均數偏移量之後，找到最小的 ARL_1 所對應的參數 λ 值及管制界限係數 L 的組合，此時的參數 λ 稱為最佳的 λ 。

Crowder (1989) 提出了平均數偏移製程在數種 ARL_0 之下，製程平均數呈現不同偏移大小，所對應最佳的 λ 之圖形，也提供了在數種 ARL_0 之下，各種不同參數 λ 對管制界限係數 L 的圖形。

以上兩篇文獻可以讓品管工程師在使用 EWMA 管制圖來監控制程平均數偏移時，如何選擇正確的參數，以做有效的監控。

2.3 工具汰換策略

Duncan (1986) 提出的允收管制圖 (acceptance control chart)，用於製程平均數在一個小範圍中偏移的監控。Steiner and Wesolowsky (1994) 定義允收管制圖的型一

錯誤(type I error)和型二錯誤(type II error)。型一錯誤定義為產品品質特性是可接受的，但是允收管制圖卻做出拒絕此產品的錯誤判斷，其發生之錯誤風險為 α ，亦稱為生產者風險(producer's risk)；而型二錯誤定義為產品品質特性是不可接受的，允收管制圖卻接受此產品，其發生之錯誤風險為 β ，亦稱為消費者風險(consumer's risk)。

Wu (1998)提出另一種適應允收管制圖(adaptive acceptance control chart, AACC)，將其應用在工具磨損的製程上，目的在工具持續磨損情況下，使用 AACC 監控此種製程，指出何時應該汰換工具，提供給品管工程師一個監控方法。AACC 採用變動的抽樣樣本數，當製程平均數距離規格界限甚遠時，抽樣的樣本數不用太多，以達到低成本的目標；只有當製程平均數越來越接近規格界限時，抽樣的樣本數必須變多，才不會造成過晚做工具汰換，避免不良率的增加，以達到高品質的目標。另外，AACC 還採用變動的管制界限，同時考慮了 α 和 β ，創出一個變動管制界限，在 α 和 β 兩種準則中取得一個最佳折衷的辦法，盡量降低 α 跟 β ，以做正確的監控。

Quesenberry (1988)提出工具磨損速率已知下，在一個工具壽命區間上，可以藉由迴歸分析方法，將此區間建立一個適當的模型，提出三種補償增加量(compensating increment)，分別寫出期望值、變異數跟期望均方差(expected mean squared error, EMS)，推導出製程控制的最佳批量樣本數，並比較三種補償增加量的效率，指出考慮量測時的誤差所產生的成分變異(gauge variability)，分批配置適當的模型，並計算出觀察值的均方根(root observed mean square, ROMS)，建立管制界限，並找出離群值。

製程能力指標(Process Capability Indices, PCI)為可以用來評估製程能力好壞的指標，兼具管制及評估標準之雙重功能。在實際製程中，有些變異是無法避免的，PCI 提供的資訊可以用來降低製程變異以及控制製程平均達到規格中心的位置，於是許多 PCI 的式子逐漸被發展出來，Juran (1974)提出 C_p 之後，Kane (1986)、Chan et al. (1988)及 Pearn et al. (1992)接續提出 C_{pk} 、 C_{PU} 、 C_{PL} 、 C_{pm} 及 C_{pmk} ，數種 PCI 的定義如下：

$$\begin{aligned}
C_p &= \frac{USL - LSL}{6\sigma}, \quad C_{pk} = \min \left\{ \frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \right\} \\
C_{PU} &= \frac{USL - \mu}{3\sigma}, \quad C_{PL} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \\
C_{pm} &= \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}, \quad C_{pmk} = \min \left\{ \frac{USL - \mu}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}, \frac{\mu - LSL}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} \right\}
\end{aligned} \tag{7}$$

其中 USL (upper specification limit) 為規格上限， LSL (lower specification limit) 為規格下限， μ 為製程平均數， σ 為製程標準差， T 為製程目標值。

Pearn et al. (2006)、Pearn and Hsu (2007) 和 Pearn et al. (2007) 分別將製程能力指標 C_{pk} 、 C_{pmk} 和 C_{PU} 、 C_{PL} 應用在監控工具磨損製程上面，指出在監控此種製程中，因為製程平均數會隨著時間改變，導致資料本身含有組間 (between group) 變異跟組內 (within group) 變異。一般在 PCI 的應用上，組間變異是不應該存在的，否則如果用傳統 PCI 的算法，就會低估能力指標，導致工具還沒損壞就一直汰換，會使得成本過高。因此作者建議使用迴歸分析的方法，把時間差異所造成的組間變異給移除掉，還原成只有組內變異的資料，利用這些資料來分析，就不會高估製程的變異數，算出來的 PCI 數值也比較符合真正的製程。使用這個方法，可以得到工具汰換的最佳時間點，才不會出現太早或太晚做工具汰換的動作。因此，品管工程師可以考慮產品的特性，選擇適當的 PCI 來監控工具磨損製程。

以上數篇文獻探討了在工具磨損下的製程，監控產品品質特性何時超出規格界限，或是產品品質何時達到消費者所能接受的底限，提出了數種不同的工具汰換策略，以進行工具汰換的動作。品管工程師可以依產品製程的需要，選擇最適合的工具汰換策略，以達到低成本且高品質的目標。

2.4 R 套件-spc

Knott (2009) 提出了統計軟體 R 的套件 “spc”，此套件提供在 CUSUM 管制圖和單邊、雙邊 EWMA 三種管制圖裡，利用數值積分來計算製程平均一開始就偏移或直到特定偏移發生的 ARL ；還有在設定 ARL_0 之下，單邊、雙邊 EWMA 管制圖裡各種參數 λ 所對應的管制界限係數 L ，均可由此套件裡的指令求得。使用者

可藉由電腦統計軟體 R，直接載入套件“spc”，輸入適當的指令及其參數，即可迅速地得到很精準的 ARL 或管制界限係數 L 。

2.5 模型選取準則

對於欲配適的模型參數個數不同，Akaike (1974)最早將參數個數一併考慮，提出了 AIC (Akaike Information Criterion)，其定義如下：

$$AIC = n \log \hat{\sigma}_\varepsilon^2 + 2m \quad (8)$$

其中 m 為參數個數， n 為資料個數， $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$ 定義如下：

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \quad (9)$$

其中 y_i 為樣本觀測值， \hat{y}_i 為預測資料。

Akaike (1978)提出 BIC (Bayesian Information Criterion)，其定義如下：

$$BIC = n \log \hat{\sigma}_\varepsilon^2 + B \quad (10)$$

其中 $B = (m-n) \log \left(1 - \frac{m}{n} \right) + m \log n + m \log \left(\frac{\hat{\sigma}_y^2 / \hat{\sigma}_\varepsilon^2 - 1}{m} \right)$ ， $\hat{\sigma}_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}$ 。

Schwartz (1978)提出 SIC (Schwartz Information Criterion)，其定義如下：

$$SIC = n \log \hat{\sigma}_\varepsilon^2 + m \log n \quad (11)$$

Hurvich and Tsai (1989)提出 AICc (Bias-Corrected Akaike Information Criterion)，其定義如下：

$$AICc = n \log \hat{\sigma}_\varepsilon^2 + A \quad (12)$$

其中 $A = \frac{2n(m+1)}{n-m-2}$ 。

AICc 在小樣本之下表現較佳，而 BIC 在大樣本之下表現較佳，於是 Wu and Sepulveda (1998)提出 WIC (Weighted-Average Information Criterion)，一併考慮了 AICc 和 BIC 準則，給予不同的權重以擷取兩準則的優點，其定義如下：

$$WIC = \frac{A}{A+B} AICc + \frac{B}{A+B} BIC = n \log \hat{\sigma}_\varepsilon^2 + W \quad (13)$$

其中 $W = \frac{A^2 + B^2}{A+B}$ 。

上述為多位學者提出許多不同的模型選取準則來選擇模型，選取準則均以最小準則值所對應的模型為較合適的模型。其中 SIC 也有人稱為 BIC、SBC 或是 SBIC，但為了跟 Wu and Sepulveda (1998) 所提出的式子相對應，我們仍採用此篇文獻所寫的 SIC 跟 BIC 式子。

我們常用估計誤差的方法，如均方根誤差 RMSE (root mean squared error) 和平均絕對誤差 MAE (mean absolute error)，亦可拿來做為模型選擇的依據，選取方法一樣是以最小值所對應的模型為較合適的模型，其定義分別是(14)式和(15)式。

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (14)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (15)$$

另外，在迴歸分析中的調整後複判定係數 R_{adj}^2 也是常用的選取準則之一，此值可以代表對某模型的解釋能力，數值越高代表配適度越高。 R_{adj}^2 能用來比較各種不同模型的配適能力，選取方法則是以最大值所對應的模型為較合適的模型，其定義如(16)式。

$$R_{adj}^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \left(\frac{n-1}{n-m} \right) \quad (16)$$

其中 $SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$ ， $SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ 。

以上介紹了數種不同的模型選擇方法，這些模型選取準則各有其適用性，使用者可依需求選擇較適合的準則，以取得較佳的模型選取結果。

第三章 管制圖監控計劃

在原本正常的趨勢製程裡，可能會因為某種可歸屬原因，導致製程發生了異常線性偏移的情況。本章針對這種情形下，提出 Shewhart 和 EWMA 兩種適當監控統計量之管制圖，計算出此二管制圖在此種製程上的偵測力並比較之，以及如何制定一套良好的監控計劃，將其應用在監控此種趨勢製程上。

3.1 建立模型

在本文中，我們假設正常及異常的製程均呈現線性趨勢，其模型分別如(17)式及(18)式。

$$y_{0t} \sim N(\beta_0 + \beta_1 t, \sigma_0^2), t = 1, 2, \dots \quad (17)$$

$$y_{1t} \sim N((\beta_0 + \delta_1 \sigma_0) + (\beta_1 + \delta_2 \sigma_0) t, \sigma_0^2), t = 1, 2, \dots \quad (18)$$

其中 y_{0t} 為正常製程資料， β_0 為正常製程截距， β_1 為正常製程斜率， σ_0 為正常製程標準差， y_{1t} 為異常製程資料， δ_1 為截距偏移單位標準差的倍數及 δ_2 為斜率偏移單位標準差的倍數。

由於本文著重於第二階段線上監控制製程，所以假設正常製程參數 $(\beta_0, \beta_1, \sigma_0)$ 皆已知。

3.2 Shewhart 管制圖

在正常趨勢製程中，管制圖的統計量會隨著時間呈現趨勢變動，我們必須把造成此種趨勢的原因視為機遇原因而非可歸屬原因，所以若使用一般的 Shewhart 管制圖來監控趨勢製程，會導致管制圖太早出現製程失控的假警報(false alarm)。因此，此節使用適當的管制統計量加上一般 Shewhart 管制圖的概念，將其應用於監控此種線性趨勢製程上，並深入探討此管制圖的偵測效率。

由於正常趨勢製程的期望值會隨著時間變動，所以為了找出偏移製程跟正常製程的差異，我們把目前正在監控的製程之資料點 y_t 減掉正常製程的期望值

$\beta_0 + \beta_1 t$ ，記成 e_t ，如(19)式。

$$e_t = y_t - (\beta_0 + \beta_1 t), t = 1, 2, \dots \quad (19)$$

當製程為管制中時， e_t 彼此互相獨立且服從常態分配 $N(0, \sigma_0^2)$ ，因此我們可應用一般的管制圖於 e_t 上以進行監控。

3.2.1 推導過程

由(17)式可知正常趨勢製程的模型為 $N(\beta_0 + \beta_1 t, \sigma_0^2)$ ，由(18)式可知偏移趨勢製程的模型為 $N((\beta_0 + \delta_1 \sigma_0) + (\beta_1 + \delta_2 \sigma_0)t, \sigma_0^2)$ ，並且設定 Shewhart 管制圖的統計量為 e_t 及考慮統計假設如下：

$$\begin{aligned} H_0 : \delta_1 = \delta_2 = 0 \\ H_1 : \delta_1 \neq 0 \text{ 或 } \delta_2 \neq 0 \end{aligned} \quad (20)$$

設定 Shewhart 管制中心線 $CL=0$ ，管制界限上限 $UCL=0+3\sigma_0$ ，管制界限下限 $LCL=0-3\sigma_0$ ，故型 I 誤差的機率 $\alpha=0.0027$ ，亦可求得 $ARL_0 = \frac{1}{\alpha} = 370.3704$ ，表示製程在正常狀態下，平均每 370.3704 個資料點會出現一個假警報。

型 II 誤差的機率 (β_t) 為當製程失控時，資料點落在管制界限內所冒的風險，即

$$\begin{aligned} \beta_t &= P(LCL \leq e_t \leq UCL | \delta_1 \neq 0 \text{ 或 } \delta_2 \neq 0) \\ &= \Phi(3 - \delta_1 - \delta_2 t) - \Phi(-3 - \delta_1 - \delta_2 t), t = 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (21)$$

其中 $\Phi(\cdot)$ 為標準常態分佈的累積機率。

因為 β_t 會隨著時間 t 變動，也就是說每個時間點的 β_t 值都不一樣，而且在第二階段的資料點彼此互相獨立，所以偏移製程直到第 t 點才被管制圖偵測出來的機率為

$$q(t) = \left(\prod_{i=1}^{t-1} \beta_i \right) (1 - \beta_t) \quad (22)$$

於是藉由(21)式及(22)式即可算出在時間點 t 的 $q(t)$ 值，附圖B.1 畫出不同偏移參數 (δ_1, δ_2) 的 $q(t)$ 分佈圖形。有了 $q(t)$ 的分佈之後，可由此分佈推得 ARL_1 的式子，

如

$$ARL_1 = \sum_{t=1}^{\infty} t \times q(t) \quad (23)$$

由(23)式即可求出不同偏移參數 (δ_1, δ_2) 的 ARL_1 。

我們將異常偏移製程分成三種情形去探討，分別為截距偏移 $(\delta_1 \neq 0, \delta_2 = 0)$ 、斜率偏移 $(\delta_1 = 0, \delta_2 \neq 0)$ 及截距與斜率皆偏移 $(\delta_1 \neq 0, \delta_2 \neq 0)$ 三種狀況。將適當的偏移參數代入(21)式，再經由以上的計算方法可求出 Shewhart 管制圖於不同偏移參數 (δ_1, δ_2) 的 ARL_1 。

另外，在截距偏移 $(\delta_1 \neq 0, \delta_2 = 0)$ 的情況下，將 $\delta_2 = 0$ 代入(21)式，可得到 $\beta_t = \Phi(3 - \delta_1) - \Phi(-3 - \delta_1)$ ， $\delta_1 \neq 0$ ，此時 β_t 值跟時間 t 無關，所以在截距偏移情況，可以直接推得 ARL_1 的式子，如

$$ARL_1 = \frac{1}{1 - \beta_t} = \frac{1}{1 - \Phi(3 - \delta_1) + \Phi(-3 - \delta_1)}, \delta_1 \neq 0 \quad (24)$$

這樣一來，在截距偏移情況下可以更方便計算其 ARL_1 。經由以上的推導過程，我們可以求出三種偏移情況所對應的 ARL_1 。

3.2.2 結果分析

有了上一節的 ARL_1 計算過程，我們可以求出任何偏移參數 (δ_1, δ_2) 的 ARL ，然而偏移參數 (δ_1, δ_2) 正負號是否會影響 ARL_1 的計算結果，於是我們也做了以下的討論。

為了方便比較偏移參數 (δ_1, δ_2) 均正和均負的 β_t ，我們由(21)式可畫出偏移參數 (δ_1, δ_2) 同號時的 β_t 比較，如圖2所示，圖中兩垂直紅色實線之間標準常態分佈曲線下的面積為偏移參數 (δ_1, δ_2) 均負的 β_t 值，而兩垂直綠色虛線之間標準常態分佈曲線下的面積為偏移參數 (δ_1, δ_2) 均正的 β_t 值，這兩塊面積對稱於中心，由此可知這兩塊面積相等。

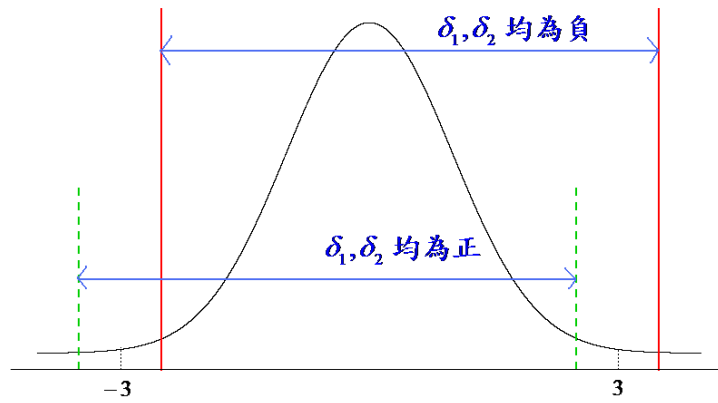


圖 2 偏移參數 (δ_1, δ_2) 同號時的 β_1 比較

因此， β_1 於偏移參數 (δ_1, δ_2) 均正及均負這兩種情況是一樣的，也就是在計算 ARL_1 的值是不會有差別的。

而當 (δ_1, δ_2) 異號時，會出現截距項與斜率項抵消的情形，導致在計算 ARL_1 時比較複雜，未來可能會朝著這方面繼續探討下去。因此，以下我們僅計算出偏移參數 (δ_1, δ_2) 均為正的 ARL_1 。

表 1 為利用上述的推導過程所計算出不同偏移參數 (δ_1, δ_2) 對應的 ARL_1 ，我們僅列出數種偏移參數的組合。表中的第一行數據代表截距偏移，第一列數據代表斜率偏移，其餘的數據則是代表截距與斜率皆偏移的情況。 δ_1 對 ARL_1 、 δ_2 對 ARL_1 和 (δ_1, δ_2) 對 ARL_1 的圖形分別如圖 3、圖 4 和圖 5 所示。

表 1 不同偏移參數 (δ_1, δ_2) 所對應的 ARL_1

δ_1	δ_2												
	0	0.005	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.1	0.3	0.6	1	1.5	2
0.0	370.40	134.10	89.56	57.37	43.58	30.45	21.70	18.43	8.117	4.809	3.277	2.431	1.975
0.2	308.43	108.00	74.26	48.90	37.69	26.78	19.35	16.53	7.467	4.482	3.081	2.300	1.879
0.4	200.08	83.17	59.60	40.71	31.97	23.20	17.04	14.67	6.826	4.159	2.887	2.171	1.784
0.6	119.67	61.80	46.47	33.13	26.59	19.78	14.82	12.86	6.197	3.841	2.696	2.044	1.691
0.8	71.55	44.68	35.34	26.39	21.71	16.60	12.72	11.15	5.588	3.531	2.510	1.920	1.600
1.0	43.89	31.72	26.34	20.63	17.42	13.73	10.78	9.551	5.004	3.232	2.330	1.802	1.511
1.2	27.82	22.34	19.37	15.89	13.78	11.20	9.033	8.095	4.452	2.947	2.158	1.689	1.427
1.5	14.97	13.28	12.13	10.57	9.51	8.104	6.808	6.214	3.699	2.551	1.919	1.533	1.310
1.8	8.690	8.137	7.702	7.036	6.535	5.806	5.072	4.715	3.050	2.200	1.706	1.396	1.212
2.0	6.303	6.028	5.797	5.421	5.121	4.660	4.169	3.920	2.679	1.994	1.581	1.316	1.159
2.5	3.241	3.184	3.130	3.034	2.950	2.804	2.629	2.533	1.964	1.583	1.329	1.160	1.067
3.0	2.000	1.984	1.969	1.941	1.914	1.865	1.802	1.764	1.509	1.307	1.162	1.067	1.023

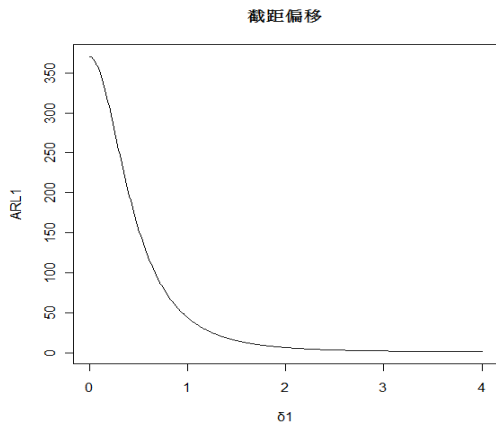


圖 3 截距偏移量(δ_1)所對應之 ARL_1 值

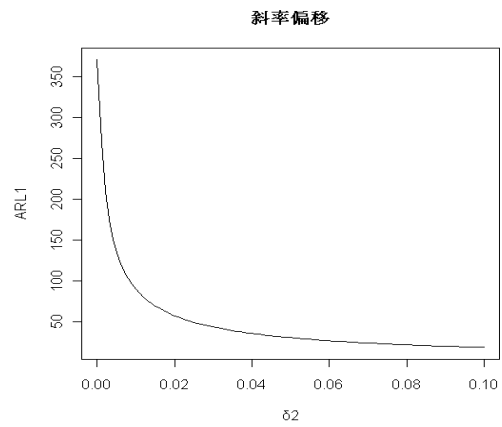


圖 4 斜率偏移量(δ_2)所對應之 ARL_1 值

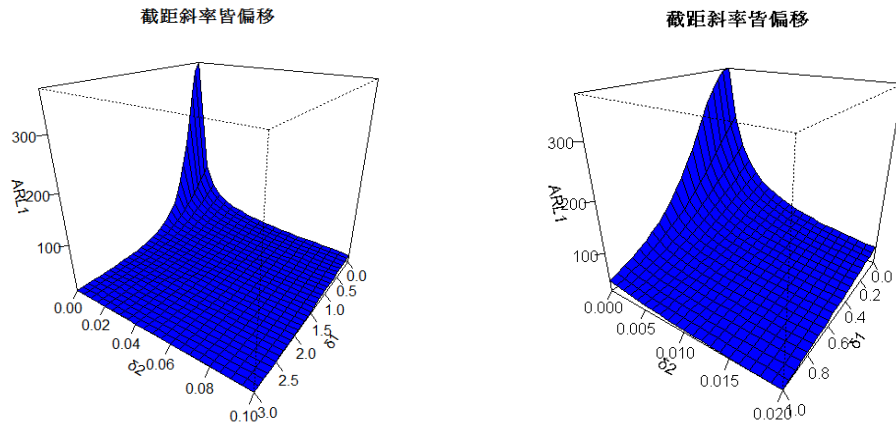


圖 5 截距和斜率偏移量(δ_1, δ_2)所對應之 ARL_1 值(左)及小偏移參數時之放大圖(右)

由此結果可看出截距與斜率皆偏移的 ARL_1 比截距或斜率偏移的 ARL_1 更小，也就是說相較於單一參數偏移，此種兩個參數同時異常偏移的製程會更容易被偵測出來，此乃因為兩個參數同時偏移的偏移量會比起單一參數偏移還要大，所以才會有較小的 ARL_1 。

3.3 EWMA 管制圖

此節將運用一般 EWMA 管制圖的概念，提出 EWMA 管制圖來監控此種線性趨勢製程，深入探討此管制圖的偵測效率，並將一般常用 $\lambda = 0.05(0.05)0.3$ 的 EWMA 跟 Shewhart 兩種管制圖之偵測力做比較。

3.3.1 管制界限之選擇

將(19)式所得到的 e_t 值，代入 EWMA 管制圖的監控統計量 W_t ，如(25)式。

$$W_t = \lambda e_t + (1-\lambda)W_{t-1}, t=1,2,\dots \quad (25)$$

其中 $0 < \lambda \leq 1$ ，初始值 W_0 通常定為目標值。因為 e_t 的期望值等於0，所以我們定 $W_0 = 0$ ，並將 EWMA 管制圖統計量的遞迴式展開，得(26)式。

$$W_t = \lambda \sum_{i=0}^{t-1} (1-\lambda)^i e_{t-i}, t=1,2,\dots \quad (26)$$

Crowder (1987a)針對計算單變量平均值的 EWMA 管制圖之 ARL 導出其迭代的式子，如(6)式，此為一 Fredholm 第 II 型積分方程式。此方程式的積分上、下界均為常數，也就表示 UCL 和 LCL 皆為常數，所以作者所提出的 EWMA 管制圖是使用固定管制界限，藉由高斯數值積分方法計算 ARL_1 數值。Lucas and Saccucci (1990)亦使用固定的管制界限，藉由馬可夫鏈方法來計算 ARL_1 。因此我們沿用諸位學者的方法，使用固定的管制界限來建構 EWMA 管制圖，其管制界限如(4)式。然而因為 $E(e_t) = 0$ ，也就表示(4)式中的 $W_0 = 0$ ，所以以下我們設定所提出 EWMA 管制圖的管制界限如(27)式

$$\begin{cases} UCL = L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}} \\ CL = 0 \\ LCL = -L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}} \end{cases} \quad (27)$$

3.3.2 管制界限係數 L 之選擇

EWMA 管制圖的設計參數即為管制界限係數 L 及權數 λ ，因為 ARL 會同時受到 L 、 λ 的影響，故當使用 EWMA 管制圖監控制程時， L 是需要隨著不同的 λ 而做調整。若設定 $\alpha = 0.0027$ ，意即 $ARL_0 = 379.3704$ ，則在 $\lambda = 1$ 時，恰為 Shewhart 管制圖，此時管制界限係數 $L = 3$ ；但在 $0 < \lambda < 1$ 的情況下， L 會小於3，若不做調整而使用 $L = 3$ ，會造成管制界限太寬，導致製程失控時不易發出警訊而造成損失。

我們選了幾個常用的 ARL_0 ，使用電腦統計軟體R，並載入程式套件“spc”，

執行程式指令xewma.crit (詳細用法敘述於 附錄A.2(a)), 可以很迅速地找出EWMA 管制圖參數 λ 所對應的管制界限係數 L , 其相對應的圖形如圖6。

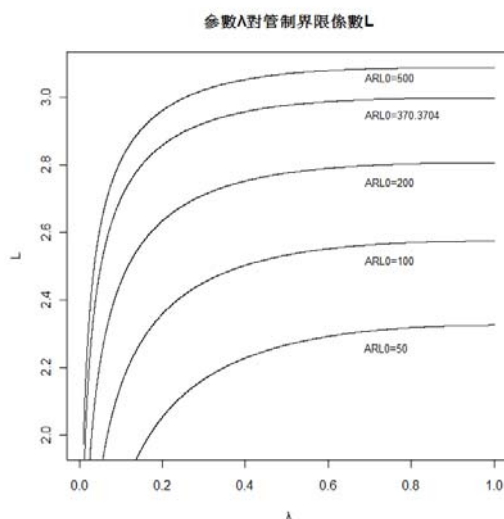


圖6 不同EWMA 管制圖參數 λ 及 ARL_0 所對應之管制界限係數 L 值

由圖6我們可以在設定 ARL_0 及參數 λ 之下, 選擇適當的管制界限係數 L 。而在之後的分析, 我們均設定 $ARL_0 = 370.3704$, 並使用各種 λ 所對應的管制界限係數 L , 來分析有關此種線性趨勢製程異常偏移的情況。

3.3.3 模擬方法

我們一樣將偏移情況分成三部分來探討, 分別是截距偏移($\delta_1 \neq 0, \delta_2 = 0$)、斜率偏移($\delta_1 = 0, \delta_2 \neq 0$)和截距與斜率皆偏移($\delta_1 \neq 0, \delta_2 \neq 0$)三種狀況, 並假設正常及異常的製程均呈現線性趨勢, 其模型分別如(17)式及(18)式, 利用此模型來做以下模擬的實驗。

由於EWMA管制圖的統計量彼此之間不獨立, 所以在計算 ARL_1 並不是很容易, 通常要靠數值分析或電腦模擬估計來求得。我們使用電腦統計軟體R, 並載入程式套件“spc”, 執行程式指令xewma.arl (詳細用法敘述於 附錄A.2(b)), 就可以計算出製程在截距偏移之下, 隨著EWMA管制圖參數(λ, L)設定下, 不同偏移參數 δ_1 所對應的 ARL_1 值, 並將這些 ARL_1 值整理於附表C.1中。此表中的粗體數字

標示出給定 δ_1 下，在所有考慮的 λ 值中最小之 ARL_1 值；也就是說，在此偏移參數 δ_1 之下，若使用此管制圖參數 (λ, L) 來建置EWMA管制圖的話，能夠最快偵測到製程偏移。圖7為在截距偏移製程中， δ_1 對最佳的 λ 之曲線， x 軸為偏移參數 δ_1 ， y 軸為最佳的 λ 。由此圖明顯看出 δ_1 越大，最佳 λ 值也越大。

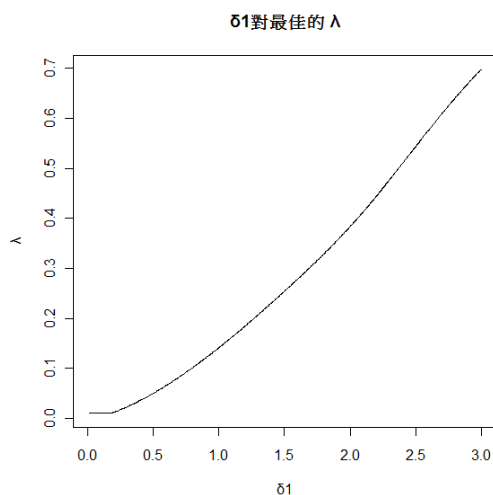


圖7 δ_1 所對應最佳 λ 值之曲線

因為斜率偏移和截距與斜率皆偏移的製程平均數會隨著時間 t 而變動，並不符合電腦統計軟體R的程式指令(xewma.arl)設定，所以我們就利用電腦來模擬這種情況，使用夾擠的方法來計算出各種偏移情況下的 ARL_1 ，模擬的步驟如下：

步驟一、設定正常製程標準差 σ_0 ，偏移參數 (δ_1, δ_2) ，EWMA管制圖的參數 λ 跟其

所對應的管制界限係數 L ，管制界限上限 $UCL = L\sigma_0\sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}}$ 及管制界限下

限 $LCL = -L\sigma_0\sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}}$ 。

步驟二、令 $t=1$ 。

步驟三、生成一個資料點 $e_t \sim N(\delta_1\sigma_0 + \delta_2\sigma_0 t, \sigma_0^2)$ 。

步驟四、將 e_t 代入EWMA管制圖統計量 $W_t = \lambda e_t + (1-\lambda)W_{t-1}$ ，其中 $W_0 = 0$ 。

步驟五、若 $W_t > UCL$ 或 $W_t < LCL$ ，則記錄連串長度 t ；否則 $t \leftarrow t+1$ ，回到步驟三。

步驟六、重複步驟二至步驟五 N 次，計算此 N 次連串長度的平均值及標準誤差

(standard error)。令此平均值為 ARL_1 之估計量，而此估計量之標準誤差則為連串長度的標準誤差除以 \sqrt{N} 。

我們偏移模型有三種情況，包括截距偏移 ($\delta_1 \neq 0, \delta_2 = 0$)、斜率偏移 ($\delta_1 = 0, \delta_2 \neq 0$) 和截距斜率皆發生偏移 ($\delta_1 \neq 0, \delta_2 \neq 0$) 三種狀態，於模擬一開始給定適當的偏移參數即可模擬此三種情況。在電腦模擬完之後，我們可以得到 ARL_1 的估計值及其標準誤差。在不失一般性下，正常製程標準差 σ_0 可設為 1。

3.3.4 模擬結果

在截距偏移下，設定不同之參數 λ 及偏移參數 δ_1 ，各重複模擬一百萬次 ($N = 10^6$)，所得 EWMA 管制圖的 ARL_1 估計值及其標準誤差，整理於附表 C.2。可以看出當偏移參數 δ_1 較小時， λ 普遍取 0.05 到 0.3 之間， ARL_1 可以達到不錯的狀況；而當偏移參數 δ_1 越大， λ 就要取越大， ARL_1 才能達到較小的狀況。此程式模擬出來的結果與電腦統計軟體 R 的程式指令 (xewma.arl) 計算的結果很接近，所以我們繼續使用類似的程式步驟，來模擬斜率偏移和截距與斜率皆偏移的狀況。

我們一共模擬了三種偏移製程的 ARL_1 ，計算出在設定不同的偏移參數 $\delta_1 = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.5, 2, 3$ 、 $\delta_2 = 0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1, 0.3, 0.6, 1$ 和參數 $\lambda = 0.05(0.05)1$ 之下所對應的 ARL_1 ，並將三種偏移製程的 ARL_1 分別整理於附表 C.2、附表 C.3 及 附表 C.4。

3.3.5 平滑參數 λ 之選擇

那麼當給定偏移參數 (δ_1, δ_2) 時，應選擇哪個 λ 值來提高 EWMA 管制圖的績效呢？我們利用上一節模擬的結果，整理出 附表 C.5 來說明。此表為 EWMA 管制圖在偏移參數 (δ_1, δ_2) 及上述模擬中所考慮的參數 λ 下，最小的 ARL_1 所對應的參數 λ 值，稱此 λ 值為優化 λ 值，並記為 λ^* 。因為我們只考慮 $\lambda = 0.05(0.05)1$ ，所以此 λ^* 並非真正最優化之 λ 值。由此表我們可以看出在較小的偏移量下，需要選擇小一

點的參數 λ ，而在較大的偏移量下， λ 就應該選大一點， ARL_1 才能達到較佳的狀況。

因此，工程師如果可以從歷史資料及過去的經驗中，得知製程即將會出現多大偏移的話，也就是預先可以知道偏移參數 (δ_1, δ_2) 的大致範圍，附表C.5提供了工程師在選擇EWMA管制參數 λ 的參考資訊，進而選用較佳的EWMA管制圖來監控此製程。

3.4 兩種管制圖之比較

在進行兩種管制圖比較之前，我們必須將Shewhart管制圖的偏移參數 (δ_1, δ_2) 設定成跟EWMA管制圖的偏移參數 (δ_1, δ_2) 一樣，於是將Shewhart管制圖 ARL_1 的結果整理於附表C.6。

為了方便比較EWMA和Shewhart兩種管制圖在這三種製程偏移下的優劣，我們將EWMA管制圖的 ARL_1 值除以Shewhart管制圖的 ARL_1 值以求得兩者之比值。當比值小於1時，表示EWMA管制圖表現較佳；反之，當比值大於1時，表示Shewhart管制圖表現較佳。如果比值距離1越遠，表示兩種管制圖的表現差異越大，這樣一來就能夠清楚地看出在各種偏移程度下，兩種管制圖 ARL_1 的表現及差距。

附表C.7為使用平滑參數為 λ^* 的EWMA管制圖所得到的 ARL_1 除以Shewhart管制圖的 ARL_1 之比值，可以看到數值皆小於1，也就是說此時EWMA管制圖的表現，的確比Shewhart管制圖還要好。因此，若工程師從過去的歷史資料中，預先知道偏移參數 (δ_1, δ_2) ，就可參考附表C.5選擇平滑參數接近 λ^* 的EWMA管制圖，讓EWMA管制圖發揮最大的功效。

如果此製程為較新的製程下，工程師無法從過去的資料或經驗推得製程偏移參數 (δ_1, δ_2) 的話，為了選擇較適當的管制圖來監控，我們取一般常用參數 $\lambda = 0.05(0.05)0.3$ 的EWMA管制圖來跟Shewhart管制圖進行比較分析。

附表C.2、附表C.3和附表C.4為EWMA管制圖在三種偏移製程下所算出來的

ARL_1 ，附表C.6 為Shewhart管制圖的 ARL_1 。我們取常用參數 $\lambda = 0.05(0.05)0.3$ 的 EWMA管制圖之 ARL_1 值與Shewhart管制圖之 ARL_1 值相除，得到的比值結果如附表C.8 所示。由此表可看出在偏移參數較小的情況下，使用常用參數 λ 的EWMA管制圖會比Shewhart管制圖更快偵測出製程偏移；而在偏移參數較大時，EWMA管制圖的偵測速度會比Shewhart管制圖來得差，且在偏移參數越大時，這種情形就越明顯。此與一般對Shewhart和EWMA管制圖的適用範圍之認知相似。

3.5 偏移參數大小的界定

由以上結果我們會建議，當偏移參數較小時，使用 EWMA 管制圖較適合，而當偏移參數較大時，使用 Shewhart 管制圖較適合，但偏移參數 (δ_1, δ_2) 的大小該如何界定呢？於是我們沿用類似當初兩種管制圖比較的辦法，加上夾擠的方法，試著求出這兩種管制圖相近的 ARL_1 所對應的偏移參數 (δ_1, δ_2) ，詳細的程式步驟如下：

步驟一、設定正常製程標準差 $\sigma_0 = 1$ ，截距偏移參數 δ_1 ，夾擠左邊界初始值 $l = 0$ ，夾擠右邊界初始值 $r = 5$ ，EWMA 管制圖的參數 λ 和其所對應的管制界限

係數 L ，管制界限上限 $UCL = L\sigma_0\sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}}$ 及管制界限下限

$$LCL = -L\sigma_0\sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}}。$$

步驟二、取 $\delta_2 = \frac{l+r}{2}$ ，藉由之前的方法，求出在此偏移參數下，EWMA 管制圖和 Shewhart 管制圖的 ARL_1 ，並求得兩者之比值。

步驟三、若比值大於 1，右邊界 $r \leftarrow \delta_2$ ；反之，若比值小於 1，左邊界 $l \leftarrow \delta_2$ 。

步驟四、若比值跟 1 的距離大於 0.001 且 $\delta_2 \geq 10^{-6}$ ，回到步驟二；否則，記錄該次的偏移參數 δ_1 和 δ_2 ，跳出迴圈。

我們設定常用的參數 $\lambda = 0.05(0.05)0.3$ ，求出兩種管制圖相近 ARL_1 所對應的偏移參數 (δ_1, δ_2) ，並將偏移參數 (δ_1, δ_2) 相對應情形繪於圖 8。

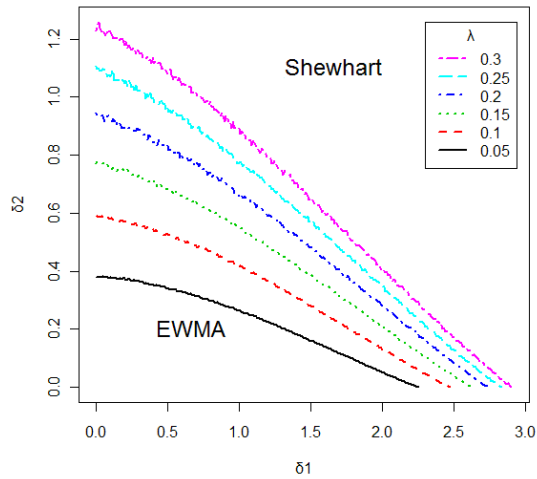


圖 8 常用參數 λ 之下，兩種管制圖相近 ARL_1 的偏移參數 (δ_1, δ_2)

由此圖可以看出當 λ 逐漸變大時，對應之曲線往右上角移動，即偏移參數都有上升的趨勢。在設定好 λ 值之後，若 (δ_1, δ_2) 落在圖中此 λ 值所對應的曲線的左下部分，使用該 λ 的 EWMA 管制圖來監控此種製程比較適合；反之，即落在 λ 值對應線的右上部分，使用 Shewhart 管制圖來監控此種製程比較適合。因此，工程師可以判斷偏移參數 (δ_1, δ_2) 大概會落在哪個區域，進而選擇較適當的管制圖來監控。

3.6 小結

在不同偏移參數 (δ_1, δ_2) 下，我們計算出 Shewhart 管制圖及各種不同參數 λ 的 EWMA 管制圖之 ARL_1 。在選擇較佳的監控計劃方面，我們可以參考以下的流程圖，如圖 9 所示。

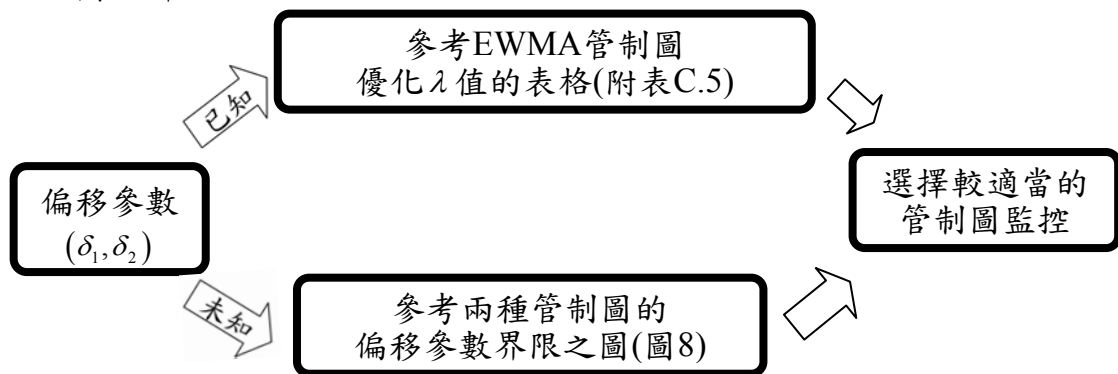


圖 9 選擇較佳的監控計劃流程圖

如果可預先得知偏移參數(δ_1, δ_2)的話，可以參考附表C.5，使用優化設計的EWMA管制圖，即選用優化參數 λ^* 的EWMA管制圖來監控此製程，可以提高管制圖之績效。若無法得知偏移參數的話，則可以參考圖8，此圖對一般常用的 λ 值，畫出了兩種管制圖的偏移參數界限，工程師可以判斷偏移參數大概會落在圖8的哪個區域，進而選擇較適當的管制圖監控。



第四章 模型選取與診斷

在使用適合的管制圖來監控線性趨勢製程中，當管制圖顯示出製程有失控訊號後，為了判別出此訊號來自何種偏移，我們可以拿這些異常的製程資料來做模型選擇，以提供值得參考的資訊，進而讓工程師能正確地調整製程參數。

由於本文探討的正常及異常製程，均呈現線性的趨勢，為了找出偏移與正常製程的差異，我們將蒐集到的 T 筆偏移資料減掉正常趨勢製程的期望值，得到 $e_t = y_t - (\beta_0 + \beta_1 t), t=1, 2, \dots, T$ ，使用這 T 筆 e_t 來做為選擇真正模型的資料。

為了在偏移製程中找出究竟是哪些參數發生異常，將此 T 筆 e_t 資料分別配適三種模型，截距模型($\hat{e}_t = a$)、斜率模型($\hat{e}_t = bt$)以及截斜模型($\hat{e}_t = a' + b't$)，其中 \hat{e}_t 為預測資料，而三種模型中各參數的不偏估計式如下：

$$\hat{a} = \bar{e}_t, \hat{b} = \frac{\sum_{t=1}^n te_t}{\sum_{t=1}^n t^2}, \hat{a}' = \bar{e}_t - \hat{b}'\bar{t}, \hat{b}' = \frac{\sum_{t=1}^n (t-\bar{t})(e_t - \bar{e}_t)}{\sum_{t=1}^n (t-\bar{t})^2} \quad (28)$$

如果最後模型選取準則選到的是截距模型，表示 e_t 的截距項不等於零且斜率項等於零，即(18)式中的 $\delta_1 \neq 0$ 且 $\delta_2 = 0$ ，也就是說此製程為截距項發生異常偏移；同理可得，當模型選取準則選到的是斜率模型表示斜率項發生異常偏移($\delta_1 = 0, \delta_2 \neq 0$)，選到截斜模型則表示截距與斜率皆發生異常偏移($\delta_1 \neq 0, \delta_2 \neq 0$)。由適當的模型選取準則，推測真正偏移的模型可能為何，進而得知是哪些參數發生偏移。

4.1 模型選取準則之選用

目前文獻已經有很多種模型選取準則的探討，一般比較常見的模型選取準則有 AIC、BIC、SIC、AICc、RMSE、MAE、 R_{adj}^2 等。為了找出哪些準則比較適合，我們將這幾個常用的模型選擇準則應用在此偏移製程上，做了模擬實驗，可以得到某準則的選取正確率，模擬程式步驟如下：

步驟一、設定正常製程標準差 $\sigma_0 = 1$ ，偏移參數 (δ_1, δ_2) ，樣本數 T 以及使用何種準則。

步驟二、生成資料 $e_t \sim N(\delta_1\sigma_0 + \delta_2\sigma_0 t, \sigma_0^2)$, $t = 1, 2, \dots, T$ 。

步驟三、將此組 e_t 資料配適三種模型，截距、斜率及截斜模型，分別得到三個某準則的值。

步驟四、選擇適當準則值所對應的模型，並記錄選到的模型。

步驟五、重複步驟二到四 N 次，即可計算某偏移參數的模型選取正確率。

在此部分模擬中，我們設定截距偏移參數 $\delta_1 = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.5, 2, 3$ 及斜率偏移參數 $\delta_2 = 0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1, 0.3, 0.6, 1$ 。

4.1.1 選用方法

由於各種準則的選取正確率的確會因偏移參數大小及樣本數而改變，實在很難判定哪一種準則在整體的表現較好。所以為了方便得到準則好壞的代表性，我們同時考慮了準確性及穩健性，定義出一種分數來代表準則的好壞，在模型選擇方面，比較準、比較穩健的準則才是我們想要的。

對每種模擬狀況，除了「整體」資料外，我們將各準則的「整體」選取正確率表格，分成截距 ($\delta_1 \neq 0, \delta_2 = 0$)、斜率 ($\delta_1 = 0, \delta_2 \neq 0$) 和截斜 ($\delta_1 \neq 0, \delta_2 \neq 0$) 三塊選取正確率資料。所有選取正確率資料均減掉用猜的機率 ($=1/3$)，然後將各組取平均。而較穩健的準則才是我們想要的，所以我們計算出各準則的整體選取正確率表格之標準差，將其整理於表 2。

表 2 各準則的整體選取正確率表格之標準差

準則	樣本數 (T)					
	5	10	15	25	50	100
AIC	0.1623	0.2794	0.3062	0.3191	0.2813	0.1996
BIC	0.2659	0.3146	0.3402	0.3665	0.3865	0.3940
SIC	0.1571	0.2895	0.3295	0.3587	0.3529	0.2928
AICc	0.2729	0.3166	0.3393	0.3418	0.2933	0.2058
MAE	0.2006	0.2242	0.2321	0.2496	0.2626	0.2684

由此表可看出各準則的整體標準差並不會差距很大，基於較不穩健的準則要給予適當的懲罰，故各組取完平均後再將其除以各組的標準差，得到四種分數，我們分別稱為截距分數、斜率分數、截斜分數及整體分數。如果分數小於零的話，表示此準則的結果比用猜的還要差。

我們先考慮某準則在固定樣本數的截距分數、斜率分數及截斜分數。在三個分數中，全距如果很大的話，表示此準則在此樣本數中，有某一個分數很大或是某一個分數很小的情況出現，也就是說此準則會發生傾向於選到某模型的趨勢，所以如果全距分數越小，就代表此準則在這固定樣本數下，表現比較穩定。

整體分數則是可以代表此準則在固定樣本數下整體上的表現性，分數越大表示此準則表現得比較精準。有了這些參考分數，我們就可以用來比較在固定樣本數下，各種不同準則在模型選擇的表現。

4.1.2 各模型選取準則之比較分析

我們有截距、斜率和截斜三種模型，若使用RMSE做模型選擇，會出現不管真正模型為何，全部都選到截斜模型。而使用迴歸分析中的 R_{adj}^2 ，其模型選取正確率整理於附表C.9，由此表可看出隨著樣本數變大，嚴重傾向選到斜率模型的趨勢也隨之明顯。在BIC準則方面，我們整理了BIC的模型選取正確率於附表C.10，由此表可以很清楚地看到不管真正模型為何，都不會選到截距模型。由以上分析結果，我們先排除 R_{adj}^2 、RMSE和BIC這三個準則。

附表C.11，附表C.12和附表C.13分別為AIC，AICc和SIC三個準則的模型選取正確率表格，由這些表可以看出AIC，AICc和SIC隨著樣本數增大，都比較偏向於選到截距模型或斜率模型，甚至在某些偏移參數 (δ_1, δ_2) 下，其選取正確率還達不到 1%，然而這三個準則的表現都差不多，所以為了在這三個準則中，找出一個較好的準則做代表，於是我們使用上一節所定義的分數，分別算出它們的整體分數，將其整理於表 3。

表 3 AIC, AICc 及 SIC 三個準則的整體分數

準則	樣本數					
	5	10	15	25	50	100
AIC	0.0682	0.1037	0.2857	0.7115	1.4142	2.6257
AICc	-0.7376	-0.2103	0.0843	0.5626	1.3183	2.5332
SIC	0.0630	0.0385	0.1484	0.4457	0.9151	1.5851

由此表可以看出 AIC 在各樣本數都表現得比其它兩個準則好，所以我們保留 AIC 準則。

附表 C.14 為 MAE 的模型選取正確率，由此表可以看出 MAE 比較傾向於選到截斜模型，而之前 AIC 準則比較傾向於選到截距或斜率模型，於是為了保持模型選取的穩健性，我們運用 Wu and Sepulveda (1998) 提出的權重概念，在 AIC 跟 MAE 中，取得一個折衷的辦法，定義一個新的 WIC 準則，給予權重 (w) 來作為模型選擇的標準，如(29)式。

$$WIC = w \times AIC + (1 - w) \times MAE, 0 \leq w \leq 1 \quad (29)$$

以下我們均使用此 WIC 準則來做線性趨勢製程之模型選擇的分析。

4.2 WIC 模擬過程

WIC 選取準則模擬步驟如下：

步驟一、設定正常製程標準差 $\sigma_0 = 1$ ，偏移參數 (δ_1, δ_2) ，樣本數 T 及 WIC 準則的權重 w 。當 $w = 0$ 時，準則 WIC 等於 MAE；當 $w = 1$ 時，準則 WIC 等於 AIC。

步驟二、生成資料 $e_t \sim N(\delta_1 \sigma_0 + \delta_2 \sigma_0 t, \sigma_0^2), t = 1, 2, \dots, T$ 。

步驟三、將此組 e_t 資料配適三種模型，截距、斜率及截斜模型，分別得到三組準則值 (AIC_1, MAE_1) ， (AIC_2, MAE_2) 及 (AIC_3, MAE_3) 。

步驟四、對 AIC 和 MAE 兩種準則得到的值做標準化，代入

$$AIC'_i = \frac{AIC_i - \min(AIC)}{\max(AIC) - \min(AIC)}, i = 1, 2, 3 \quad (30)$$

$$MAE'_i = \frac{MAE_i - \min(MAE)}{\max(MAE) - \min(MAE)}, \quad i=1,2,3 \quad (31)$$

其中 $AIC = \{AIC_1, AIC_2, AIC_3\}$ ， $MAE = \{MAE_1, MAE_2, MAE_3\}$ 。可得標準化的數值 (AIC'_1, AIC'_2, AIC'_3) 及 (MAE'_1, MAE'_2, MAE'_3) 。

步驟五、將兩個準則的標準化數值，代入 WIC 公式，即

$$WIC_i = w \times AIC'_i + (1-w) \times MAE'_i, \quad i=1,2,3 \quad (32)$$

可得三個 WIC 值 (WIC_1, WIC_2, WIC_3) 。

步驟六、選擇最小 WIC 值所對應的模型，並記錄選到的模型。

步驟七、重複步驟二到六 N 次，即可計算某偏移參數的 WIC 模型選取正確率。

4.2.1 模擬結果分析

附表C.15 為不同權重的WIC在不同樣本數之下的全距分數，由此表我們可以看出不管樣本數為何，如所預期，WIC的表現都比起AIC和MAE穩定，也就是比起其它兩個準則，較不會發生很嚴重傾向某模型的趨勢。

在整體分數方面，我們期望準則的整體分數越高越好，表示此準則越精準。附表C.16 為在不同樣本數下，不同權重的WIC之整體分數，附圖B.2 則是固定某樣本數下，不同權重的WIC之整體分數的趨勢。由此圖可以看出當樣本數增加時，WIC的權重需要變大，才能達到WIC準則精準的境界。

每個樣本數都可以找到一個最高整體分數所對應的權重，於是我們取得各樣本數所對應的權重，並使用該權重的WIC準則，再次做了模型選取的模擬，將所得的選取正確率整理於 附表C.17。由此表可看出依樣本數，適當地調整權重所得的WIC準則選取正確率，的確比其它準則來得穩定，正確率也表現得不錯。

如果工程師可以知道此製程會發生小偏移或是大偏移，則我們希望可以藉由工程師所提供的資訊，來增加 WIC 準則的選取正確率，於是我們仿照上述的方法做了模擬實驗，並設定的偏移參數都是屬於小偏移，或者都是屬於大偏移，接著模擬出在各種樣本數下，不同權重 WIC 準則的模型選取正確率，進而計算出全距分數及整體分數。此處屬於小偏移的偏移參數設定為 $\delta_1 = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ ，

$\delta_2 = 0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075$ ，而屬於大偏移的偏移參數設定為 $\delta_1 = 0, 1, 1.5, 2, 3$ ，
 $\delta_2 = 0, 0.1, 0.3, 0.6, 1$ 。

附圖B.3 為假設製程可能會發生小偏移下，不同權重的WIC所對應的整體分數。由此圖可以看出在此種小偏移的製程裡，當樣本數增加時，需要的WIC權重也要變大，跟之前未知製程會發生多大偏移的情況差不多。

附圖B.4 為假設製程可能會發生大偏移下，不同權重的WIC所對應的整體分數。由此圖可以看出在此種大偏移的製程裡，當樣本數增加時，需要的WIC權重會增加得很快，甚至到樣本數為 25 時，權重剛好等於 1，此時WIC和AIC相同，也就是說AIC準則在大樣本且大偏移表現很好。

我們將WIC準則在已知為小、大偏移或未知偏移大小的情況下，最高整體分數所對應之權重整理如表 4。在不同樣本數之下，此表可以用來選擇較適當的權重大小，做WIC模型選擇，判別出製程為何種偏移，提供值得參考的資訊，讓工程師能夠正確地調整製程。

表 4 已知或未知偏移程度大小下的最高整體分數所對應之權重

樣本數(T)	權重(w)		
	已知為小偏移	已知為大偏移	未知偏移大小
5	0.025	0.3	0.025
10	0.025	0.4	0.025
15	0.05	0.6	0.05
25	0.075	1	0.075
50	0.2	1	0.2
100	0.5	1	0.6

4.3 小結

經由上述比較，在偵測出製程發生偏移後，我們應當根據手邊現有的資料來做分析，判斷出該製程是何種偏移，進而提供資訊給工程師作製程調整。在此種線性趨勢的製程下，WIC準則，比起其它準則，成功地調節常用準則嚴重傾向某特定模型的趨勢；因此在此種線性趨勢製程發生異常偏移的模型選擇，我們建議依樣本數及是否知道偏移程度，適當地調整權重的WIC準則來選取模型，權重可參考表 4，進而運用此模型選則方法分析異常偏移的資料，可以得到較為穩健且

準確的結果。此種WIC模型選擇方法，可以提供值得參考的資訊，讓工程師能夠正確地調整製程。



第五章 應用實例分析

5.1 實例介紹

我們使用 Pearn and Hsu (2007) 文中的應用實例來作實例分析。文中的數據資料來自於某專門製造鋁蓋元件的公司。製造過程中必須經過加壓程序，此程序會造成工具發生磨損的現象，使得鋁蓋的高度受到工具磨損影響而呈現線性遞增的趨勢，故必須要有效地監控鋁蓋的高度，以達到低成本且高品質的目標。鋁蓋高度的目標值設定為 66.525mm， LSL 為 64.65mm， USL 為 68.4mm。

作者把每 15 個資料點當作一個子群(subgroup)，使用製程能力指標 C_{pmk} 來監控該製程，並經由貝氏分析估算指出在指標估計值 \hat{C}_{pmk} 小於臨界值 1.55 時，就必須汰換工具。在此例中，計算出最後一個子群的 $\hat{C}_{pmk} < 1.55$ ，也就表示此時的產品品質已低於預期之水準，必須要進行工具汰換的動作。

我們將所得量測值整理數據資料於表 5，並繪出一張趨勢圖，如圖 10 所示。

表 5 鋁蓋高度之量測值

編號	量測值(單位：mm)									
1~10	66.100	66.261	66.147	66.214	66.133	66.223	66.216	66.288	66.159	66.252
11~20	66.288	66.242	66.297	66.304	66.221	66.335	66.295	66.335	66.361	66.314
21~30	66.335	66.428	66.337	66.397	66.337	66.418	66.416	66.423	66.361	66.435
31~40	66.470	66.387	66.456	66.402	66.468	66.430	66.480	66.428	66.413	66.499
41~50	66.387	66.504	66.432	66.516	66.546	66.542	66.551	66.501	66.504	66.568
51~60	66.546	66.470	66.572	66.618	66.625	66.599	66.656	66.596	66.594	66.665
61~70	66.670	66.665	66.684	66.644	66.689	66.715	66.695	66.732	66.665	66.606
71~80	66.717	66.675	66.727	66.708	66.739	66.722	66.722	66.715	66.777	66.724
81~90	66.770	66.803	66.770	66.753	66.789	66.758	66.805	66.774	66.800	66.781
91~100	66.872	66.931	66.860	66.836	66.922	66.943	66.907	66.900	66.929	66.919
101-105	66.862	66.922	66.836	66.929	66.950					

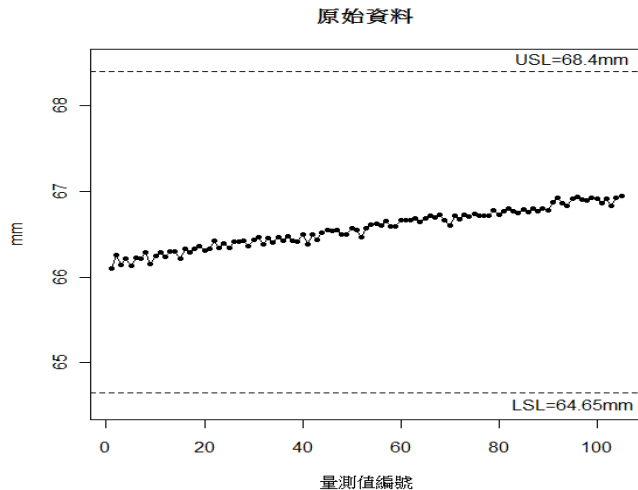


圖 10 鋁蓋高度量測值之趨勢圖

此例記錄了工具開始使用到汰換的產品特性，即為一完整的正常工具磨損週期。在把此組數據當成我們實例分析中正常工具磨損製程的資料之前，必須先檢驗此組資料是否符合我們的模型假設。

藉由表 5 資料配適出一線性模型並計算其殘差，經過Ljung-Box檢定殘差並無自我相關性，也就是說殘差是隨機的。接下來我們想要檢驗此例資料之殘差是否服從常態分佈，於是使用Kolmogorov-Smirnov檢定，得到的p值為 0.4345，此p值滿大的，也就代表此例資料之殘差服從常態分佈。

由以上的分析，可以知道此筆資料符合我們之前正常線性趨勢製程的模型假設，所以我們可以使用這筆資料來當作正常的製程資料。

5.2 參數估計值

在使用這筆資料來估計線性參數之前，為了要確保蒐集到的是「乾淨」的資料，必須先判斷在這些資料裡面有沒有離群值(可歸屬原因短時間造成的單一個點的偏離)，以避免參數估不準的情況。

5.2.1 單一觀察值的 Shewhart 管制圖介紹

在很多的情況下，用來做為製程管制的樣本數等於 1，亦即樣本由單一觀察

值所組成。例如生產率相當低，在分析之前不容易收集到樣本數大於 1 的樣本、在同一產品上做重複的量測等情形，在這些情形下，單一觀察值的管制圖便可派上用場。假設有 n 筆單一觀察值為 $x_i, i=1,2,\dots,n$ ，並採用兩個觀察值的移動全距 (moving range) 來估計製程變異，如

$$MR_i = |x_i - x_{i-1}|, i = 2, 3, \dots, n \quad (33)$$

則單一觀察值 Shewhart 管制圖的管制界限為：

$$\begin{cases} UCL = \bar{x} + 3 \times \frac{\overline{MR}}{d_2} \\ CL = \bar{x} \\ LCL = \bar{x} - 3 \times \frac{\overline{MR}}{d_2} \end{cases} \quad (34)$$

其中 \bar{x} 為 n 個樣本的平均， \overline{MR} 為 $n-1$ 個移動全距的平均，而若採用兩個觀察值的移動全距，則 $d_2 = 1.128$ 。



5.2.2 估計方法

我們的資料點是以單一觀察值方式蒐集的，加上 Shewhart 管制圖在第一階段中是有效率的，因此，我們運用單一觀察值 Shewhart 管制圖的概念，將其應用在尋找此例的資料是否包含離群值。

因為單一觀察值 Shewhart 管制圖的中心線是水平的，即統計量的期望值為一常數，而此 105 筆量測值是呈現線性遞增的趨勢，每個時間點量測值的期望值會隨著時間而變動，因此我們以下使用迴歸分析的方法來解決此狀況。

將這 105 筆量測值資料 y_{0t} 配適簡單線性迴歸模型，如(35)式。

$$\begin{aligned} y_{0t} &= \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, 105 \\ \varepsilon_t &\stackrel{i.i.d.}{\sim} N(0, \sigma^2) \end{aligned} \quad (35)$$

而在此模型中，其簡單線性迴歸參數的不偏估計式如(36)式。

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{t=1}^n (t - \bar{t})(y_{0t} - \bar{y}_0)}{\sum_{t=1}^n (t - \bar{t})^2}, \quad \hat{\beta}_0 = \bar{y}_0 - \hat{\beta}_1 \bar{t}, \quad \hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_{0t} - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 t))^2}{n-2}} \quad (36)$$

將量測值資料 y_{0t} 代入(36)式，即可取得該迴歸線的參數估計值 $\hat{\beta}_0 = 66.18314$ ， $\hat{\beta}_1 = 0.00726$ 及 $\hat{\sigma} = 0.04127$ 。然後將每個時間點所得的量測值，均減掉該時間點製程的預測值，即 $e_{0t} = y_{0t} - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 t)$ ，此時，所得資料 e_{0t} 的期望值均為零，即可拿來當第一階段的 Shewhart 管制圖統計量。

有了管制圖的統計量之後，我們就可以來制定管制圖的管制界限，如(37)式，進而得到第一階段的 Shewhart 管制圖，如圖 11。

$$\begin{cases} UCL = 0 + 3\hat{\sigma} \\ CL = 0 \\ LCL = 0 - 3\hat{\sigma} \end{cases} \quad (37)$$

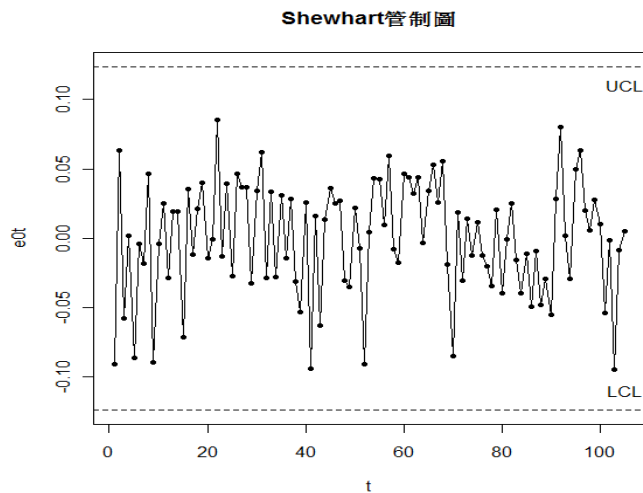


圖 11 第一階段的 Shewhart 管制圖

由此圖可以看出此組資料並沒有離群值，於是我們將此迴歸線的參數估計值 $(\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\sigma}) = (66.18314, 0.00726, 0.04127)$ 當成是正常工具磨損製程的參數估計值，以供第二階段監控計畫使用。

5.3 監控計畫

在取得正常工具磨損製程的參數估計值之後，由於我們難以取得實際工具磨損製程的偏移資料，所以我們採用電腦模擬的方式來產生第二階段的製程資料。

每次工具開始使用至汰換稱為一個週期。假設前兩個週期都是屬於正常的工具磨損製程，而在第三個週期的製程中，可能因為某些可歸屬原因，而導致在汰換完工具後，製程即呈現異常的線性偏移，此時監控此製程的管制圖之偵測力為何，以下對此做了詳細的分析。

首先將正常製程參數代入(17)式得正常製程資料 y_{0t} 來自於常態分配，其分配模型如(38)式。

$$y_{0t} \sim N(66.18314 + 0.00726t, 0.04127^2), t = 1, 2, \dots \quad (38)$$

我們設定偏移參數均為正的，將截距偏移參數 $\delta_1 = 0.6$ 及斜率偏移參數 $\delta_2 = 0.05$ 代入(18)式得異常偏移資料 y_{1t} 來自於常態分配，其分配模型如(39)式。

$$y_{1t} \sim N((66.18314 + 0.6 \times 0.04127) + (0.00726 + 0.05 \times 0.04127)t, 0.04127^2), t = 1, 2, \dots \quad (39)$$

有了正常及異常的製程分配後，我們就可以開始模擬生成資料來做管制圖監控的動作。

我們使用電腦模擬的方法，前兩個週期資料來自於正常製程的分配，第三個週期資料來自於異常製程的分配，資料一筆一筆地生成，同時也做Shewhart跟 $\lambda = 0.15$ 的EWMA管制圖來監控，其兩種管制圖監控的結果分別如圖 12 和圖 13。

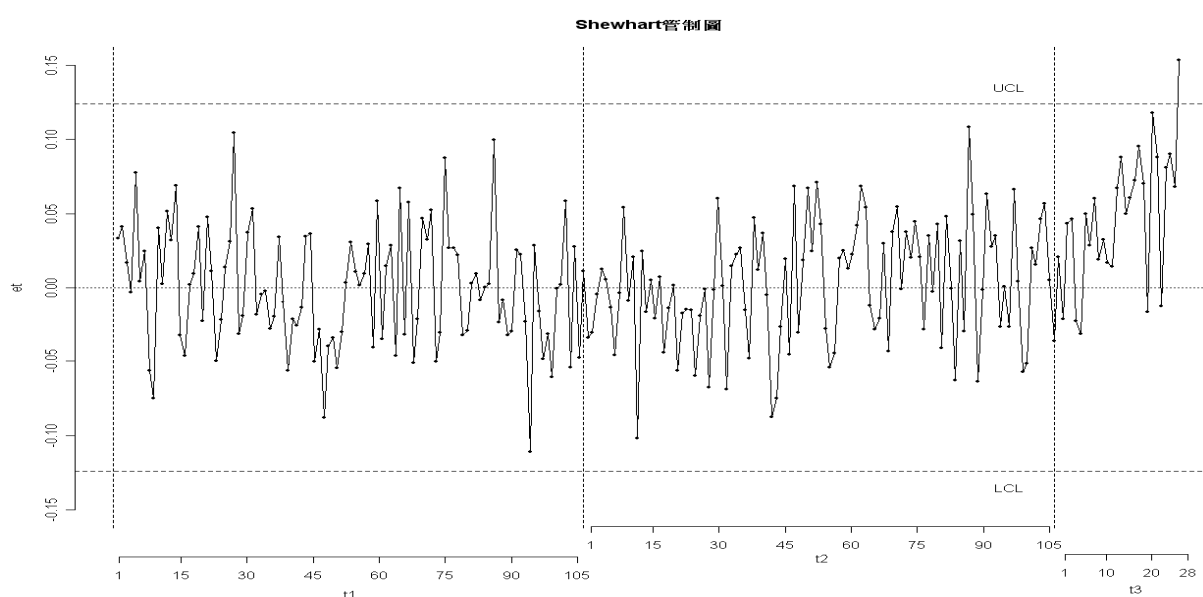


圖 12 第二階段的 Shewhart 管制圖

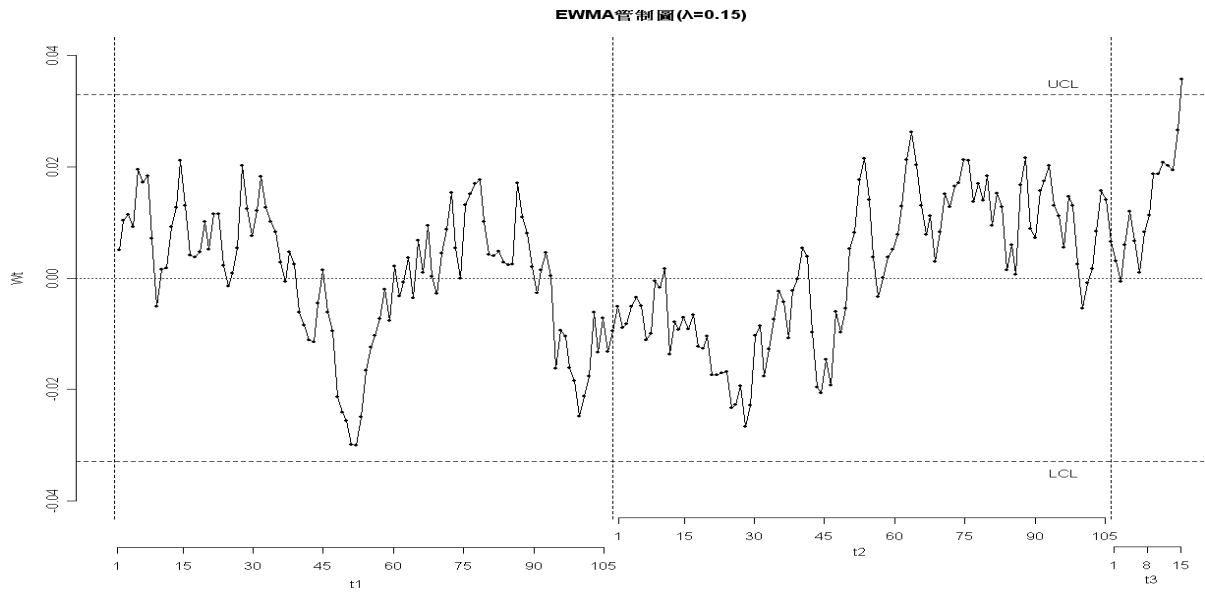


圖 13 第二階段的 EWMA 管制圖

由這兩張圖可以看出兩種管制圖均顯示出前兩個週期的確都沒有發生偏移，而在第三個週期都偵測出製程有發生異常。在 Shewhart 管制圖中，在第三個週期的第 28 個資料點被偵測出來；而在 $\lambda=0.15$ 的 EWMA 管制圖中，在第三個週期的第 15 個資料點就可被偵測出來，所以使用 $\lambda=0.15$ 的 EWMA 管制圖比 Shewhart 管制圖來得敏感。

此次的偏移參數 $(\delta_1, \delta_2) = (0.6, 0.05)$ ，如果工程師從過去的歷史資料，可以預先得知偏移參數大小的話，搭配附表 C.5 可以查到前述優化的 λ 值， λ^* 。在此附表中我們要查 $(\delta_1, \delta_2) = (0.6, 0.05)$ ，即可得所對應的 $\lambda^* = 0.15$ ，並由之前的分析可以知道使用 $\lambda = 0.15$ 的 EWMA 管制圖之偵測力的確比 Shewhart 管制圖好。

5.4 模型選取

由之前的討論可知 $\lambda = 0.15$ 的 EWMA 比 Shewhart 管制圖的偵測力佳，所以假設這次是用 EWMA 管制圖監控，而此次偵測出製程呈現異常的訊號的資料點為第三週期的第 15 點，因此我們取第三週期的頭 15 個資料點來做 WIC 模型選擇。因為樣本數為 15，並考慮此次為未知偏移大小的情況，所以我們參考表 4，得知在樣本數為 15 下，當權重為 0.05 時，WIC 準則表現最好，於是使用權重等於 0.05 的

WIC來做模型選擇，得到 $(WIC_1, WIC_2, WIC_3) = (1, 0.011567, 0.0012984)$ 。

由此可看出最小的 WIC 值為 WIC_3 ，表示此準則選到的是截距與斜率皆偏移模型，跟我們預先設定的偏移模型一樣。由此應用實例之說明，我們可以更加地了解到之前所提到的監控計劃及模型選擇的流程。



第六章 結論與未來展望

6.1 結論

在製造工業界裡，某些製程可能會因為工具磨損、操作員疲勞、原料劣化等因素，導致製程呈現某種趨勢。然而此現象是無法避免的，但如果使用一般的管制圖來監控，會太早出現製程失控的錯誤訊號，導致不必要的成本增加，故我們必須把造成此種趨勢的原因視為機遇原因，而非可歸屬原因。

在原本正常的線性趨勢製程裡，也有可能因為某種可歸屬原因，而導致製程發生了異常線性偏移的情況，造成跟原本的製程出現不同的線性趨勢。在此篇論文的一開始，我們先修正資料去除線性趨勢後，使用Shewhart管制圖來監控此種趨勢製程發生截距偏移($\delta_1 \neq 0, \delta_2 = 0$)、斜率偏移($\delta_1 = 0, \delta_2 \neq 0$)及截距與斜率皆偏移($\delta_1 \neq 0, \delta_2 \neq 0$)三種狀況，整理了各偏移參數(δ_1, δ_2)的 ARL_1 於表1。接著使用EWMA管制圖監控此三種異常製程，用電腦做模擬實驗，整理了各偏移參數(δ_1, δ_2)的 ARL_1 於附表C.2、附表C.3及附表C.4。

若可預先得知偏移參數(δ_1, δ_2)的話，則可以參考附表C.5，使用優化設計的EWMA管制圖，即參數 λ 選用較佳的 λ 值來監控此製程，以提高管制圖之績效。若無法得知偏移參數的話，則可以參考圖8，此圖畫出了兩種管制圖的偏移參數界限，工程師可以判斷偏移參數(δ_1, δ_2)大概會落在圖8的哪個區域，進而選擇較適當的管制圖來監控。

在使用適合的管制圖來監控線性趨勢製程中，當管制圖顯示出製程有失控訊號後，為了判別出此訊號來自何種偏移，我們可以拿這些異常的製程資料來做模型選擇。在模型選擇方面，我們定義了一個新的模型選擇準則WIC，它結合了AIC和MAE兩種準則的優點，給予不同的權重作調整，讓新的WIC發揮最大功效。在此種製程下，WIC準則比起其它準則，成功地調節常用準則嚴重傾向某特定模型的趨勢。因此在此種線性趨勢製程發生異常偏移的模型選擇，我們建議考慮依樣本數及是否知道偏移程度，適當地調整權重的WIC準則來選取模型，權重可參考

表 4，進而運用此模型選則方法分析異常偏移的資料，可以得到較為穩健且準確的結果。此種 WIC 模型選擇方法，可以提供值得參考的資訊，讓工程師能夠正確地調整製程。

6.2 未來展望

在線性趨勢製程發生異常偏移的監控計劃裡，由於本研究是針對 Shewhart 管制圖和 EWMA 管制圖分開討論，相較於傳統 Shewhart 管制圖的問題，EWMA 管制圖也有對於製程大幅度偏移較不敏感的問題，如果將 Lucass and Saccucci (1987) 提出 Shewhart 結合 EWMA 管制圖 (Shewhart-EWMA control chart) 概念應用於此種線性趨勢製程的監控計劃裡，是否可以達到更好的偵測效率？另一方面，若是製程平均數呈現其它非線性的異常偏移，或是製程變異數也發生異常偏程，那麼管制圖該如何建構或修正？

此外，本文僅探討兩偏移參數同號的情況，若兩偏移參數異號的話，那麼管制圖的 ARL_1 表現又如何呢？

這些問題未來仍值得我們繼續探討。



參考文獻

- [1] Akaike, H. (1974). "A New Look at the Statistical Model Identification." *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol. AC-19, No. 6, pp. 716-723.
- [2] Akaike, H. (1978). "A Bayesian Analysis of the Minimum AIC Procedure." *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, Vol. 30, No. 1, pp. 9-14.
- [3] Brook, D. and Evans, D. A. (1972). "An Approach to the Probability Distribution of CUSUM Run Length." *Biometrika*, Vol. 59, No. 3, pp. 539-549.
- [4] Chan, L. K., Cheng, S. W., and Spiring, F. A. (1988). "A New Measure of Process Capability: Cpm." *Journal of Quality Technology*, Vol. 20, No. 3, pp. 162-175.
- [5] Crowder, S. V. (1987a). "A Simple Method for Studying Run-Length Distributions of Exponentially Weighted Moving Average Charts." *Technometrics*, Vol. 29, No. 4, pp. 401-407.
- [6] Crowder, S. V. (1987b). "Average Run Length of Exponentially Weighted Moving Average Control Charts." *Journal of Quality Technology*, Vol. 19, No. 3, pp. 161-164.
- [7] Crowder, S. V. (1989). "Design of Exponentially Weighted Moving Average Schemes." *Journal of Quality Technology*, Vol. 21, No. 3, pp. 155-162.
- [8] Duncan, A. J. (1986). *Quality Control and Industrial Statistics*. Fifth Edition, Irwin, Homewood.
- [9] Hurvich, C. M. and Tsai, C.-L. (1989). "Regression and Time Series Model Selection in Small Samples." *Biometrika*, Vol. 76, No. 2, pp. 297-307.
- [10] Juran, J. M. (1974). *Juran's Quality Control Handbook*. McGraw-Hill, New York.
- [11] Kane, V. E. (1986). "Process Capability Indices." *Journal of Quality Technology*, Vol. 18, No. 1, pp. 41-52.
- [12] Knoth, S. (2009). <http://cran.r-project.org/web/packages/spc/index.html>
- [13] Lucas, J. M. and Saccucci, M. S. (1987). "Exponentially Weighted Moving Average Control Schemes: Properties and Enhancements." Faculty Working Series Paper 87-5, Drexel University, Dept. of Quantitative Methods.
- [14] Lucas, J. M. and Saccucci, M. S. (1990). "Exponentially Weighted Moving Average Control Schemes: Properties and Enhancements." *Technometrics*, Vol. 32, No. 1, pp. 1-12.

- [15] Montgomery, D. C. (2009). *Statistical Quality Control: A Modern Introduction*. Sixth Edition, John Wiley & Sons, New York.
- [16] Pearn, W. L., Kotz, S., and Johnson, N.L. (1992). "Distribution and Inferential Properties of Process Capability Indices." *Journal of Quality Technology*, Vol. 24, No. 4, pp. 216-231.
- [17] Pearn, W. L., Hsu, Y.-C., and Wu, C.-W. (2006). "Tool Replacement for Production with a Low Fraction of Defectives." *International Journal of Production Research*, Vol. 44, No. 12, pp. 2313-2326.
- [18] Pearn, W. L. and Hsu, Y.-C. (2007). "Optimal Tool Replacement for Processes with Low Fraction Defective." *European Journal of Operational Research*, Vol. 180, No. 3, pp. 1116-1129.
- [19] Pearn, W. L., Hsu, Y.-C., and Shiau, J.-J. H. (2007). "Tool Replacement Policy for One-Sided Processes with Low Fraction Defective." *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 58, No. 8, pp. 1075-1083.
- [20] Quesenberry, C. P. (1988). "An SPC Approach to Compensating a Tool Wear Process." *Journal of Quality Technology*, Vol. 20, No. 4, pp. 220-229.
- [21] Roberts, S. W. (1959). "Control Chart Tests Based on Geometric Moving Averages." *Technometrics*, Vol. 1, No. 3, pp. 239-250.
- [22] Schwartz, G. (1978). "Estimating the Dimension of a Model." *Annals of Statistics*, Vol. 6, No. 2, pp. 461-464.
- [23] Steiner, S. H. and Wesolowsky, G. O. (1994). "Simultaneous Acceptance Control Charts for Products with Multiple Correlated Characteristics." *International Journal of Production Research*, Vol. 32, No. 3, pp. 531-543.
- [24] Wu, T. J. and Sepulveda, A. (1998). "The Weighted Average Information Criterion for Order Selection in Time Series and Regression Models." *Statistics & Probability Letters*, Vol. 39, pp. 1-10.
- [25] Wu, Z. (1998). "An Adaptive Acceptance Control Chart for Tool Wear." *International Journal of Production Research*, Vol. 36, No. 6, pp. 1571-1586.

附錄 A

A.1 高斯數值積分節點和權重的取法

節點						
編號	數值					
1~6	-0.9952	-0.9747	-0.9383	-0.8864	-0.82	-0.7401
7~12	-0.6481	-0.5454	-0.4338	-0.315	-0.1911	-0.0641
13~18	0.0641	0.1911	0.315	0.4338	0.5454	0.6481
19~24	0.7401	0.82	0.8864	0.9383	0.9747	0.9952

權重						
編號	數值					
1~6	0.0123	0.0285	0.0443	0.0593	0.0733	0.0862
7~12	0.0976	0.1074	0.1155	0.1217	0.1258	0.1279
13~18	0.1279	0.1258	0.1217	0.1155	0.1074	0.0976
19~24	0.0862	0.0733	0.0593	0.0443	0.0285	0.0123

A.2 R package “spc”程式 xewma.crit 及 xewma.arl 用法說明

(a) `xewma.crit (l,L0,mu0=0,zr=0,hs=0,sided="one",limits="fix",r=40)`

用途：給定 EWMA 管制圖參數 λ 、 ARL_0 及管制內的平均數 μ_0 下，計算所對應的管制界限係數 L 。

l ：EWMA 管制圖的平滑參數 λ 。

L_0 ： ARL_0 。

μ_0 ：管制內的平均數。

zr ：單邊 EWMA 管制圖的反映邊界。

hs ：快速初始值 (fast initial response) W_0 。

$sided$ ：單邊或雙邊的 EWMA 管制圖。

$limits$ ：管制界限是否固定。

r ：數值積分高斯-雷堅德積分形式(Gauss-Legendre quadrature formulation)的節點數。

範例：

若 $ARL_0 = 370.3704$ 之下，若是要求出 $\lambda = 0.15$ 雙邊 EWMA 管制圖的管制界限係

數 L 的話，僅需要輸入指令

```
xewma.crit(l=0.15,L0=370.3704,sided="two")
```

可得 2.800547，即為此 EWMA 管制圖的管制界限係數 L 。

(b) `xewma.arl(l,c,mu,zr=0,hs=0,sided="one",limits="fix",q=1,r=40)`

用途：給定 EWMA 管制圖參數(λ, L)，製程平均數從 0 偏移到 μ 之下，計算 EWMA 管制圖的 ARL_1 值。

l ：EWMA 管制圖的平滑參數 λ 。

c ：EWMA 管制圖的管制界限係數 L 。

μ ：製程平均數的偏移量。

zr ：單邊 EWMA 管制圖的反映邊界。

hs ：快速初始值 (fast initial response) W_0 。

$sided$ ：單邊或雙邊的 EWMA 管制圖。

$limits$ ：管制界限是否固定。

q ：改變點的位置， $q=1$ 表示製程一開始就偏移， $q>1$ 表示製程在 q 點才發生偏移。

r ：數值積分高斯-雷堅德積分形式(Gauss-Legendre quadrature formulation)的節點數。

範例：

假製程平均數偏移 1 個單位，並設定 $ARL_0 = 370.3704$ ，若是要求出 $\lambda=0.15$ 雙邊 EWMA 管制圖的 ARL_1 的話，僅需要輸入指令

```
xewma.arl(l=0.15,c=2.800547,mu=1,sided="two")
```

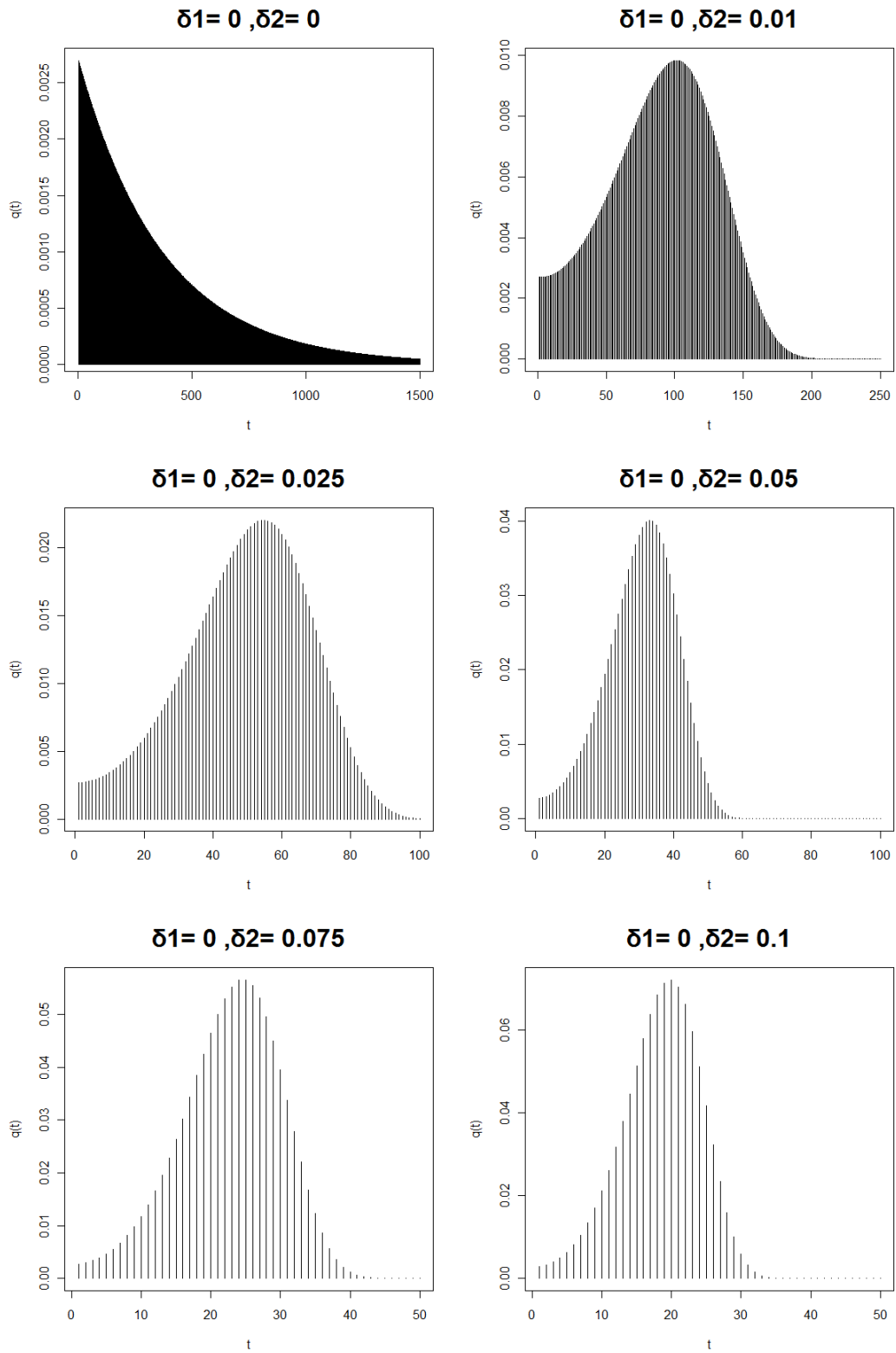
可得 9.5829，即為此 EWMA 管制圖的 ARL_1 ，而其中 $c=2.800547$ 可由附錄 A.2(a)

`xewma.crit` 方法的範例中取得。

附錄 B

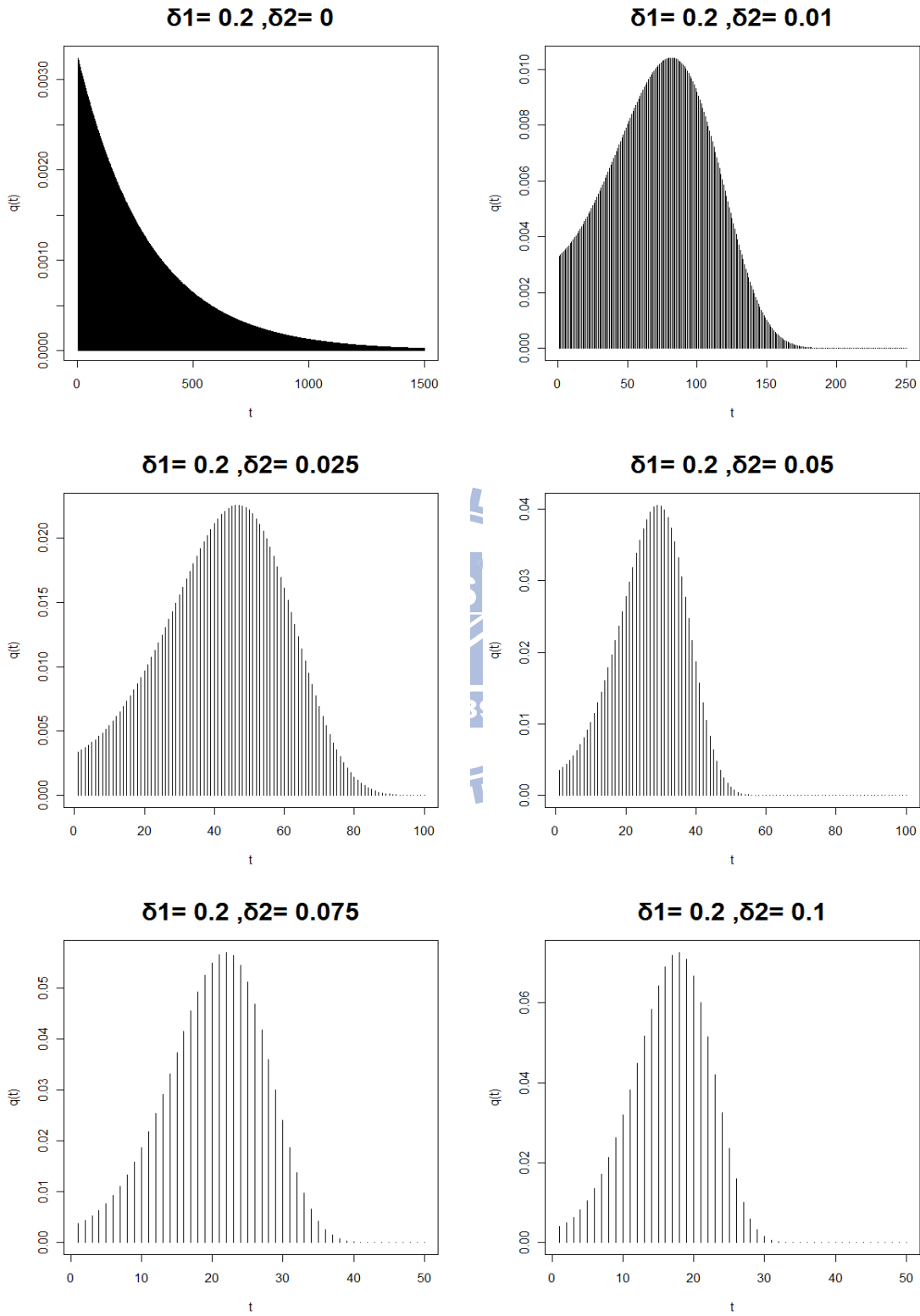
附圖 B.1 不同偏移參數 δ_2 下的 $q(t)$ 分佈圖形

$\delta_1 = 0, \delta_2 = 0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1$ (由左到右, 由上到下)



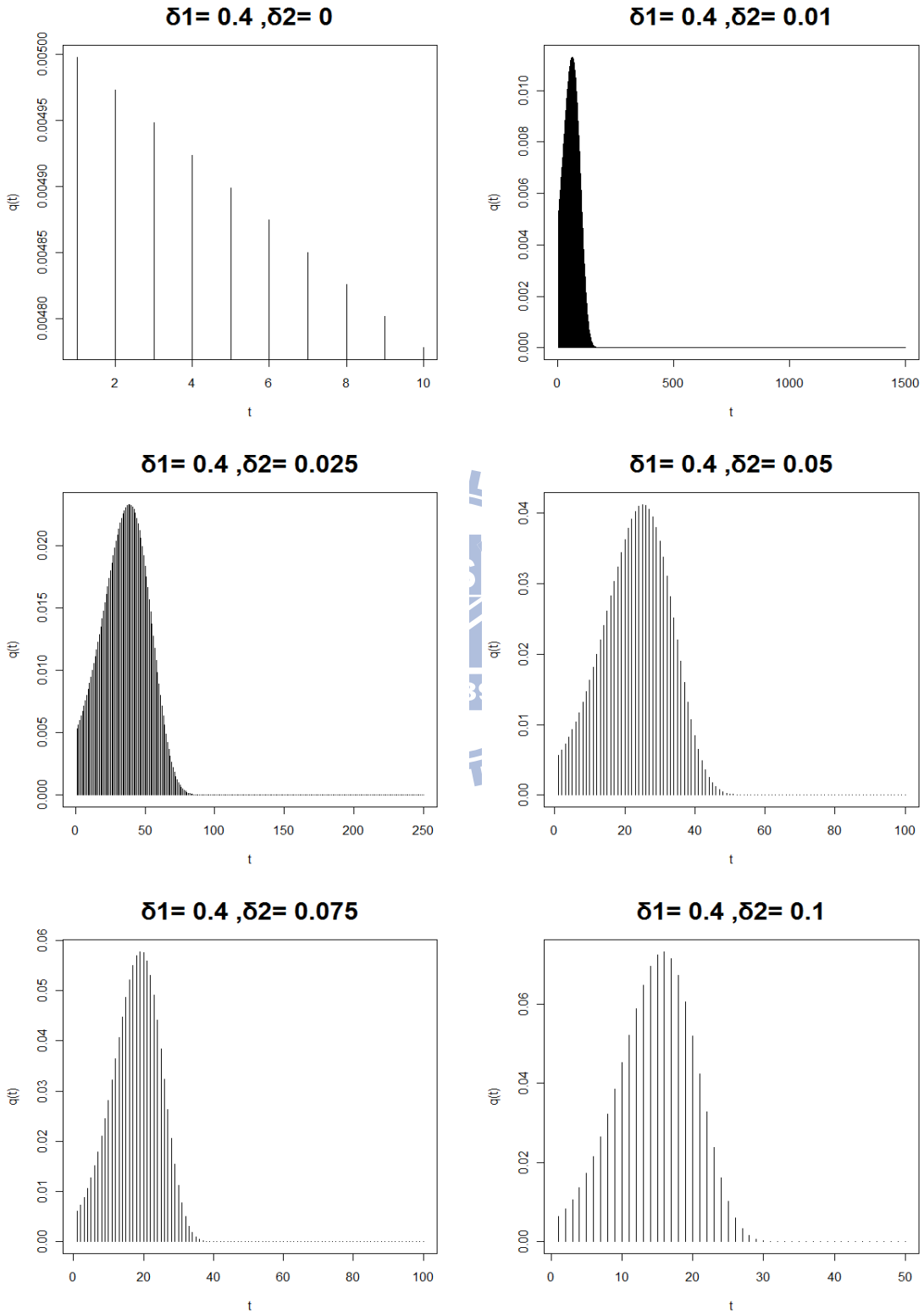
附圖B.1 (續)

$\delta_1 = 0.2, \delta_2 = 0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1$ (由左到右, 由上到下)



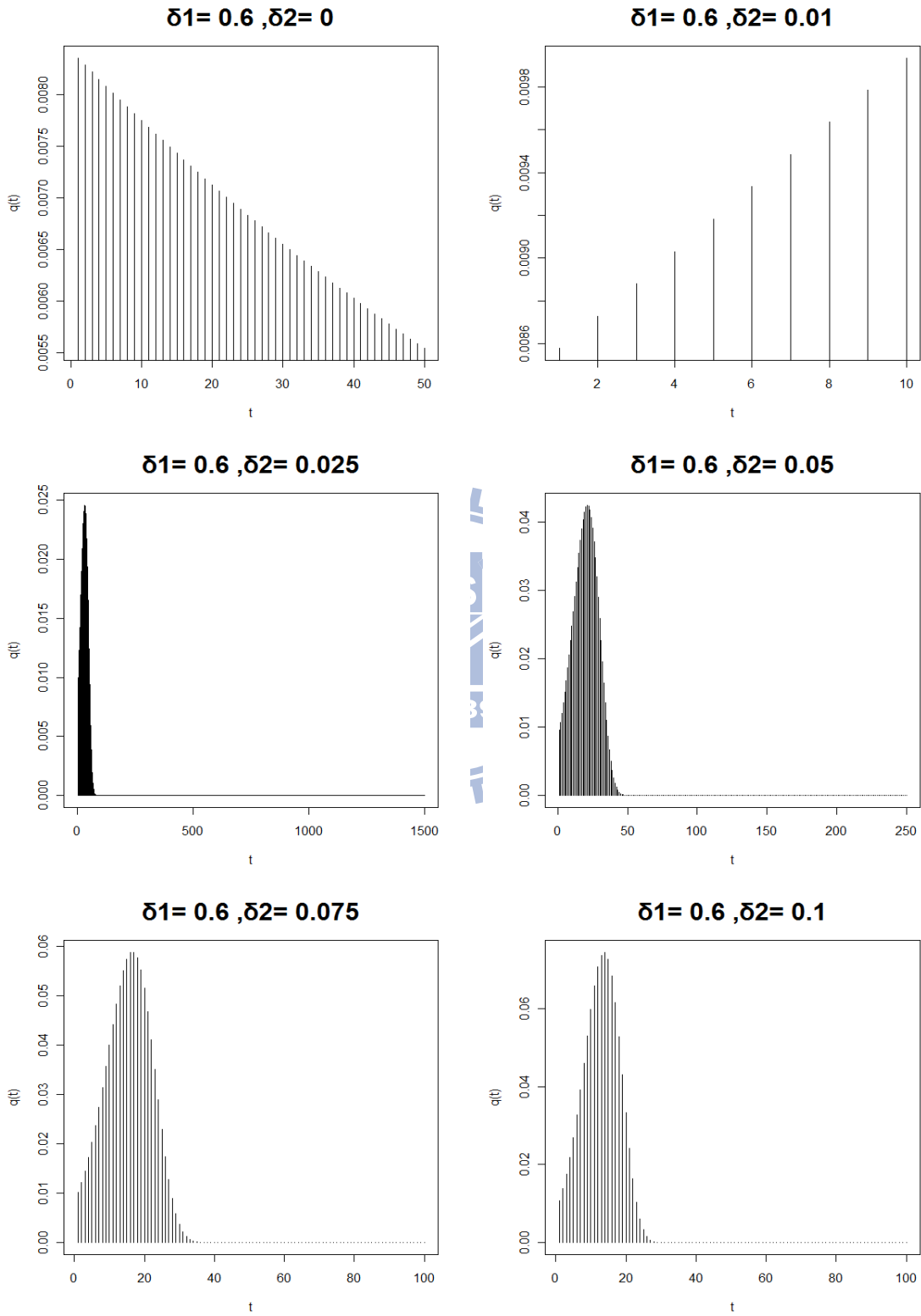
附圖B.1 (續)

$\delta_1 = 0.4, \delta_2 = 0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1$ (由左到右, 由上到下)



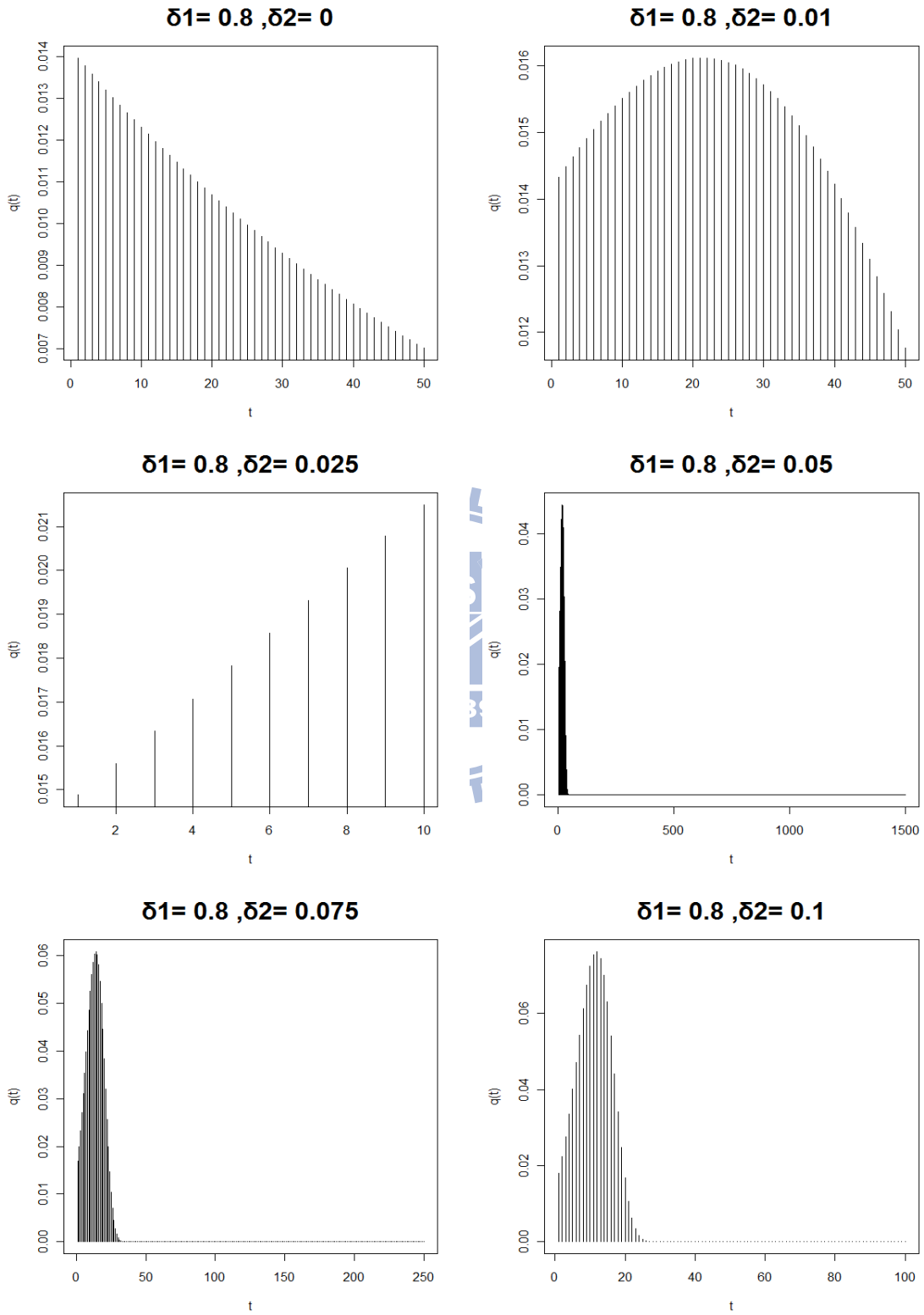
附圖B.1 (續)

$\delta_1 = 0.6, \delta_2 = 0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1$ (由左到右, 由上到下)



附圖B.1 (續)

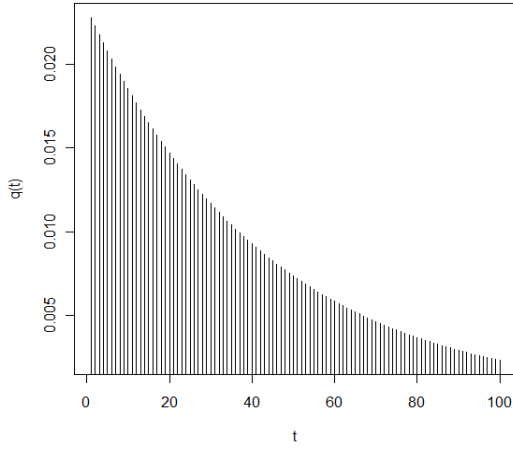
$\delta_1 = 0.8, \delta_2 = 0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1$ (由左到右, 由上到下)



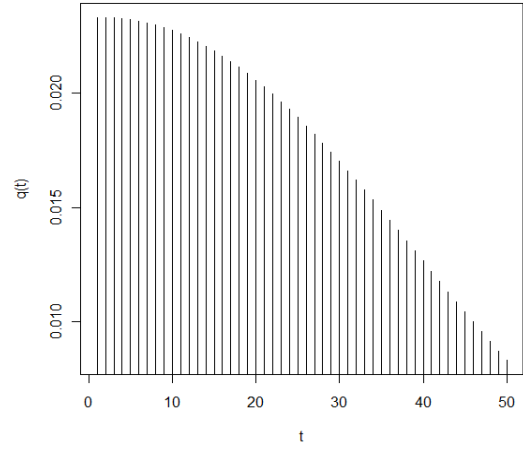
附圖B.1 (續)

$\delta_1 = 1, \delta_2 = 0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1$ (由左到右, 由上到下)

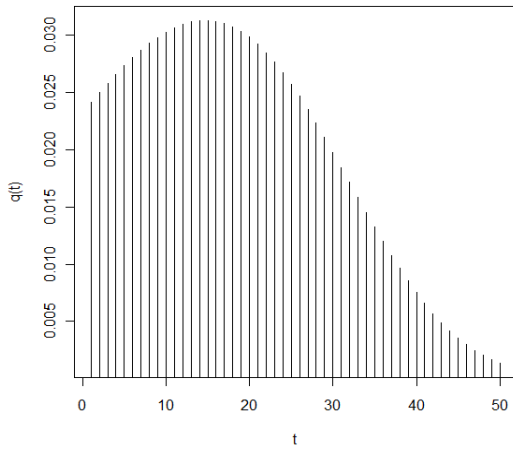
$\delta_1 = 1, \delta_2 = 0$



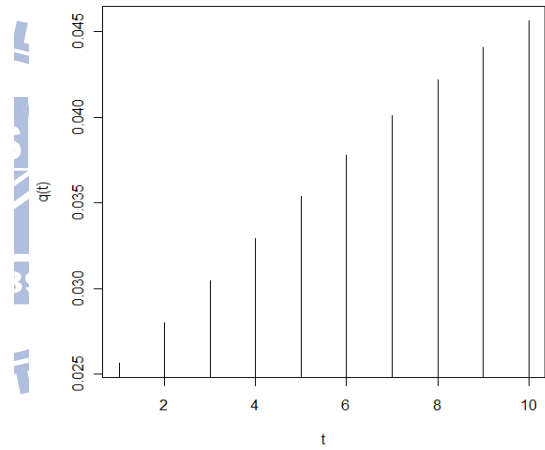
$\delta_1 = 1, \delta_2 = 0.01$



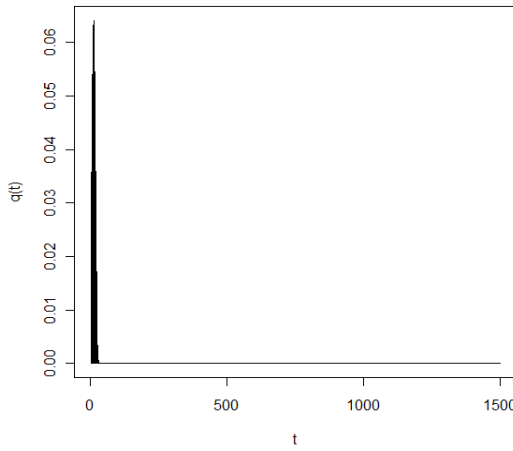
$\delta_1 = 1, \delta_2 = 0.025$



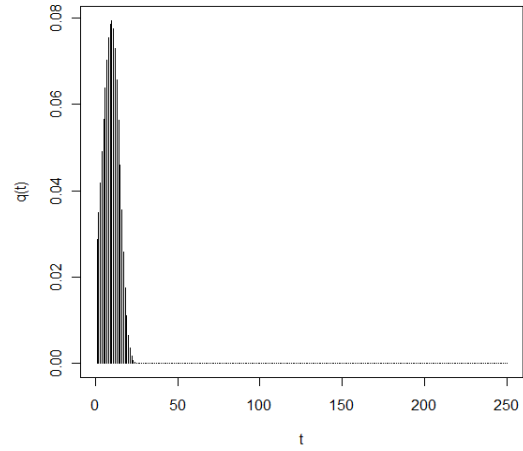
$\delta_1 = 1, \delta_2 = 0.05$



$\delta_1 = 1, \delta_2 = 0.075$

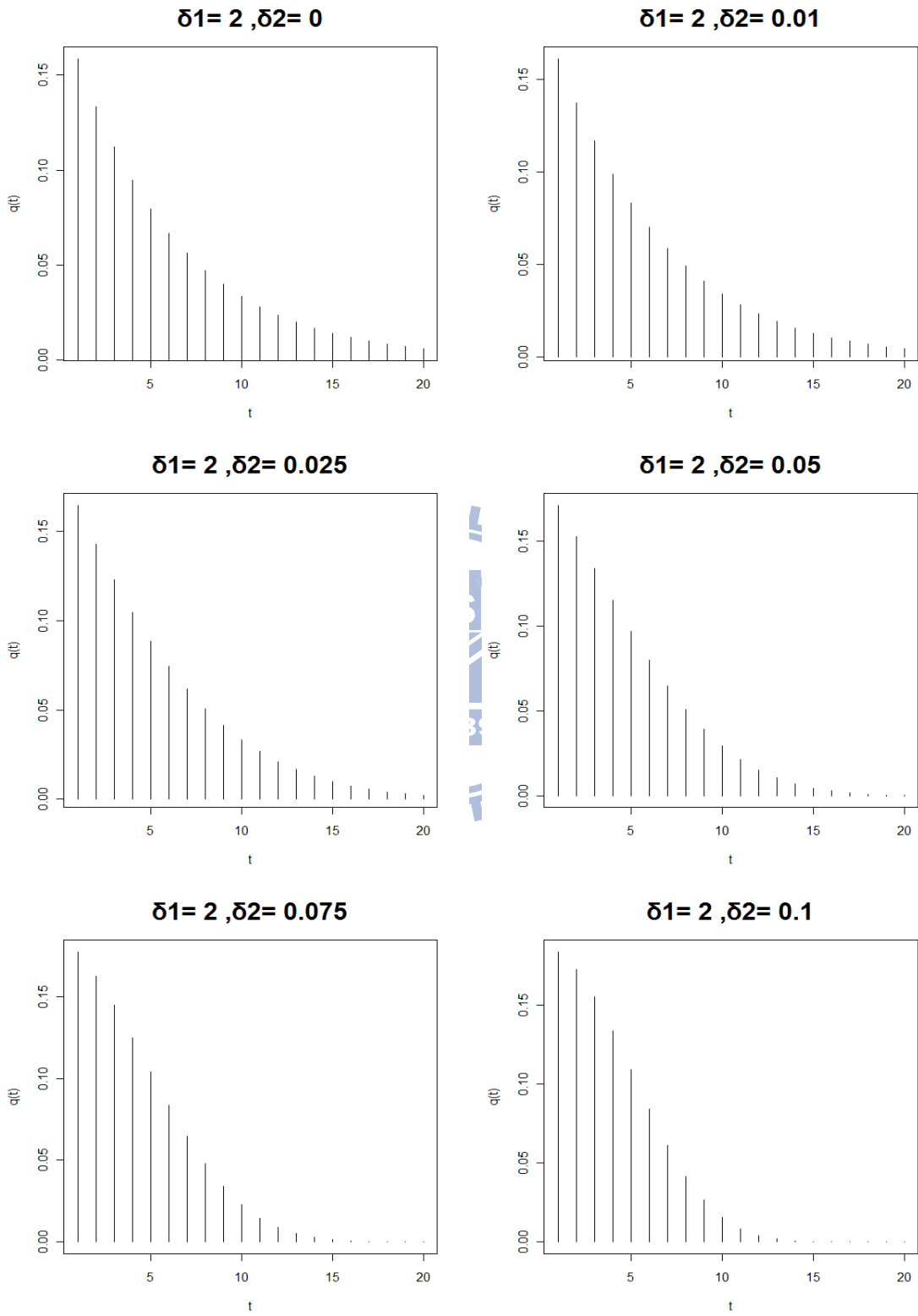


$\delta_1 = 1, \delta_2 = 0.1$



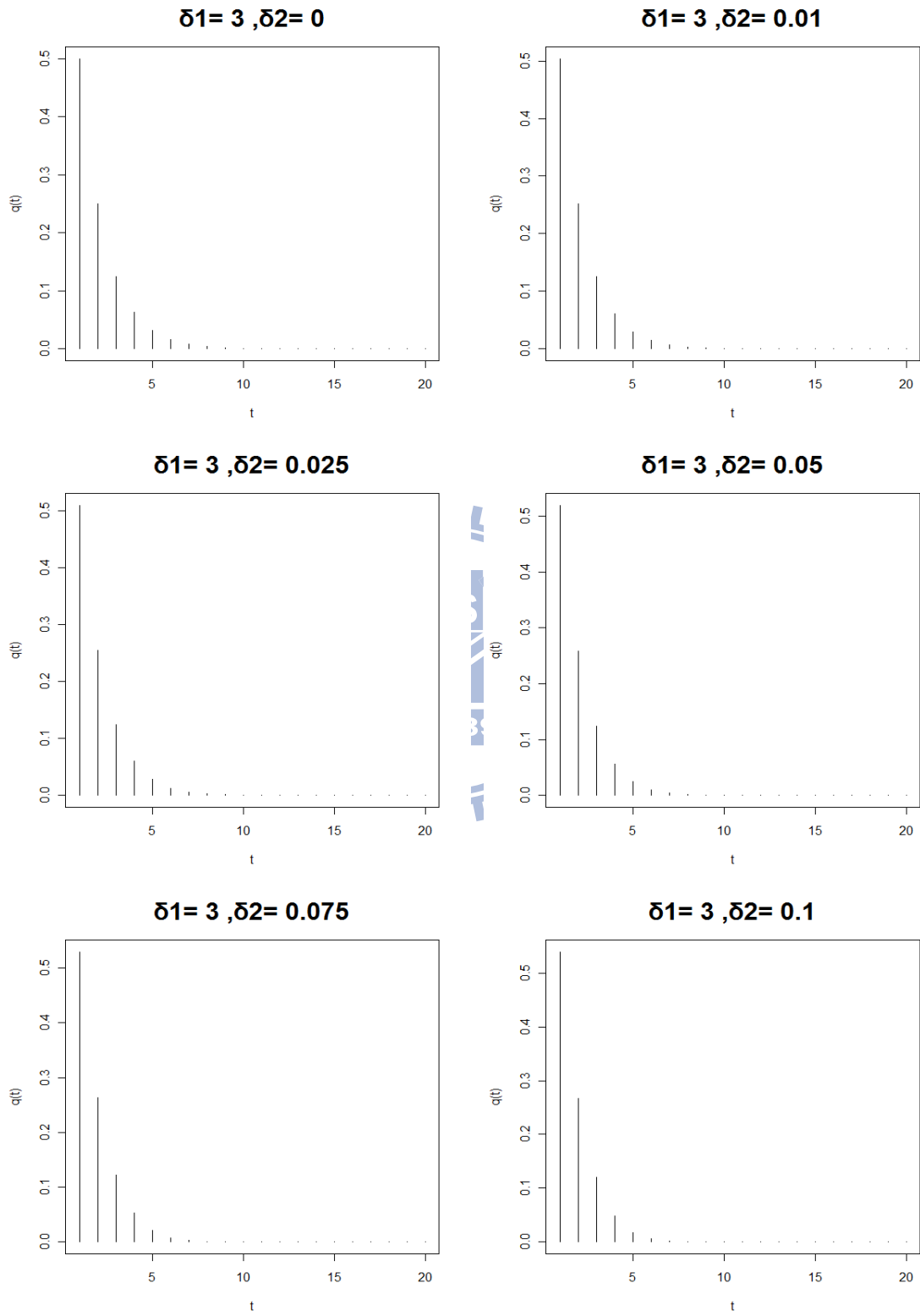
附圖B.1 (續)

$\delta_1 = 2, \delta_2 = 0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1$ (由左到右, 由上到下)

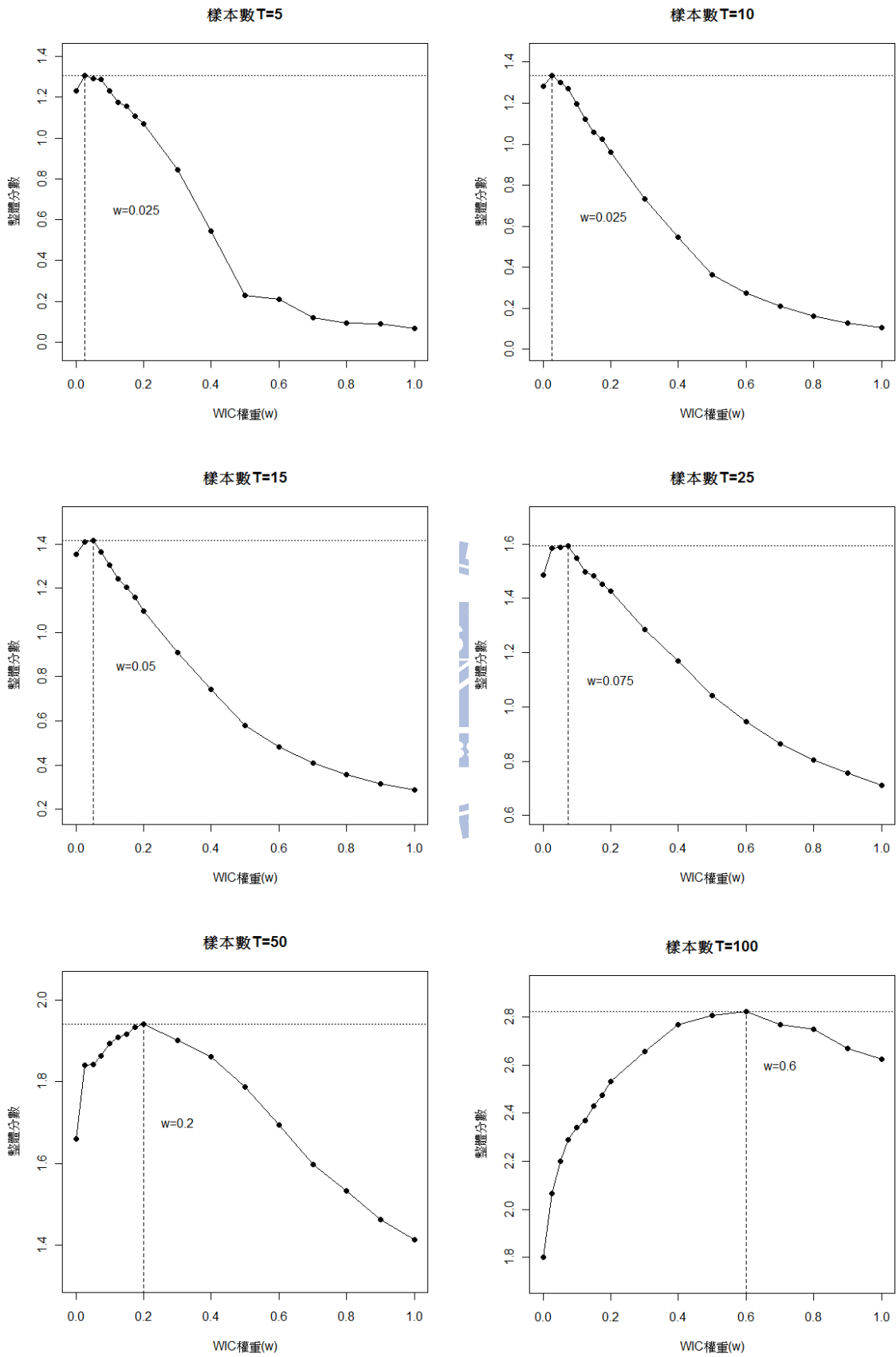


附圖B.1 (續)

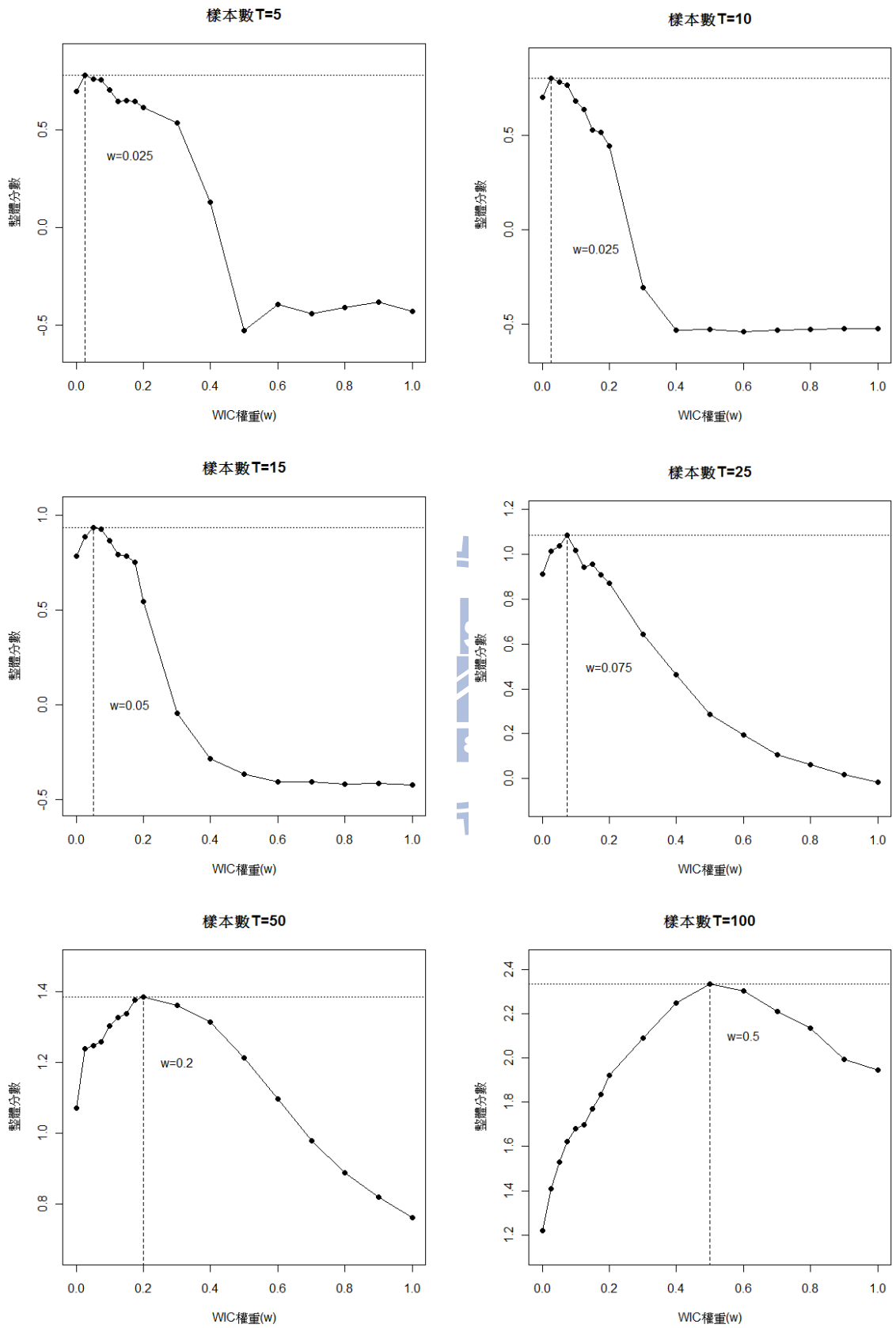
$\delta_1 = 3, \delta_2 = 0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1$ (由左到右, 由上到下)



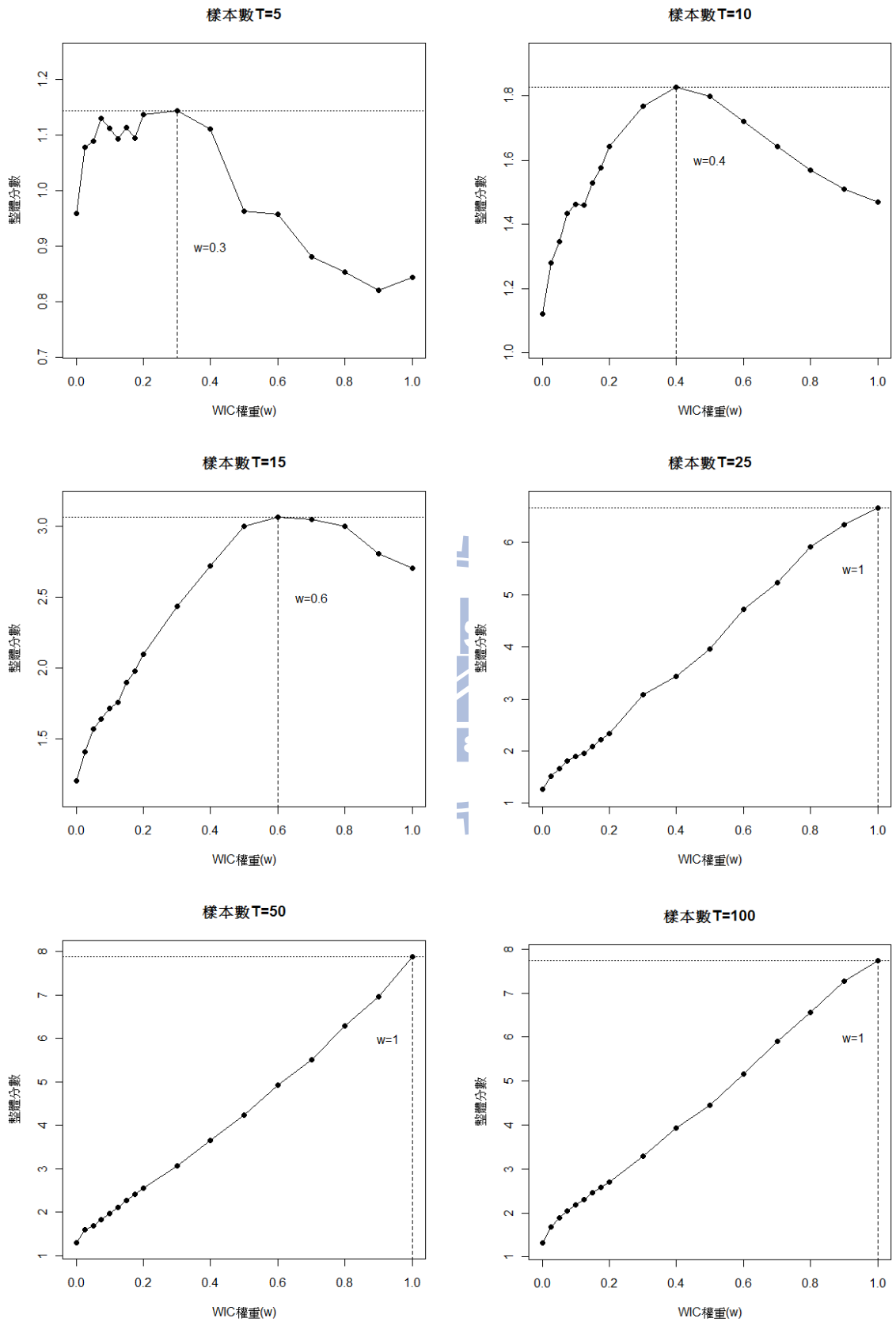
附圖 B.2 未知製程偏移程度下，不同權重的 WIC 準則之整體分數



附圖 B.3 已知製程會呈現小偏移，不同權重的 WIC 準則之整體分數



附圖 B.4 已知製程會呈現大偏移，不同權重的 WIC 準則之整體分數



附錄 C

附表 C.1 截距偏移下，由電腦套件指令所得的 ARL_1 值

λ	δ_1								
	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.5	2	3
0.05	370.37	100.4595	36.4880	20.5646	14.1197	10.7354	6.7538	4.9784	3.3473
0.10	370.37	123.2919	41.2207	20.8953	13.3783	9.7374	5.8013	4.1809	2.7606
0.15	370.37	143.8880	47.9064	22.7251	13.7208	9.5829	5.4062	3.8058	2.4757
0.20	370.37	162.0048	55.3948	25.2984	14.5737	9.7967	5.2290	3.5918	2.3081
0.25	370.37	178.0473	63.3267	28.3909	15.7797	10.2499	5.1751	3.4636	2.1880
0.30	370.37	192.3993	71.5486	31.9085	17.2801	10.8959	5.2071	3.3895	2.0921
0.35	370.37	205.3640	79.9846	35.8064	19.0526	11.7176	5.3087	3.3538	2.0129
0.40	370.37	217.1746	88.5934	40.0630	21.0912	12.7120	5.4731	3.3490	1.9476
0.45	370.37	228.0106	97.3514	44.6693	23.3992	13.8836	5.6992	3.3716	1.8946
0.50	370.37	238.0120	106.2435	49.6237	25.9864	15.2426	5.9893	3.4207	1.8526
0.55	370.37	247.2891	115.2588	54.9299	28.8665	16.8031	6.3488	3.4970	1.8207
0.60	370.37	255.9297	124.3882	60.5940	32.0571	18.5830	6.7856	3.6028	1.7983
0.65	370.37	264.0042	133.6226	66.6244	35.5787	20.6034	7.3101	3.7415	1.7850
0.70	370.37	271.5700	142.9518	73.0298	39.4537	22.8887	7.9355	3.9182	1.7808
0.75	370.37	278.6739	152.3639	79.8184	43.7069	25.4664	8.6780	4.1394	1.7859
0.80	370.37	285.3545	161.8445	86.9975	48.3640	28.3669	9.5569	4.4135	1.8012
0.85	370.37	291.6435	171.3765	94.5718	53.4513	31.6235	10.5956	4.7514	1.8278
0.90	370.37	297.5673	180.9395	102.5427	58.9949	35.2715	11.8213	5.1668	1.8678
0.95	370.37	303.1478	190.5101	110.9074	65.0197	39.3483	13.2661	5.6767	1.9238
1.00	370.37	308.4035	200.0617	119.6577	71.5481	43.8923	14.9670	6.3027	2.0000

註：粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

附表 C.2 電腦模擬一百萬次截距偏移下估計的 ARL_1 及其標準誤差

λ	δ_1								
	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.5	2	3
0.05	371.2168 (0.3582)	100.4600 (0.0849)	36.4979 (0.0237)	20.5594 (0.0106)	14.1225 (0.0061)	10.7358 (0.004)	6.7520 (0.0019)	4.9770 (0.0012)	3.3475 (0.0007)
0.10	370.0290 (0.3626)	123.4415 (0.1138)	41.2292 (0.0322)	20.8925 (0.0134)	13.3659 (0.0072)	9.7290 (0.0045)	5.7968 (0.0020)	4.1796 (0.0012)	2.7604 (0.0007)
0.15	370.6121 (0.3648)	144.0384 (0.1372)	47.8641 (0.041)	22.7168 (0.0167)	13.7177 (0.0085)	9.5964 (0.0051)	5.4075 (0.0021)	3.8085 (0.0012)	2.4754 (0.0006)
0.20	370.2946 (0.3662)	162.0342 (0.1569)	55.4123 (0.05)	25.3145 (0.0203)	14.5701 (0.0101)	9.7936 (0.0059)	5.2307 (0.0023)	3.5934 (0.0013)	2.3073 (0.0006)
0.25	370.2715 (0.3668)	177.9857 (0.1743)	63.2198 (0.0588)	28.4040 (0.0241)	15.7729 (0.0118)	10.2586 (0.0068)	5.1789 (0.0025)	3.4642 (0.0013)	2.1878 (0.0006)
0.30	370.1341 (0.3565)	192.2394 (0.1889)	71.5574 (0.0677)	31.9033 (0.0282)	17.2899 (0.0138)	10.9169 (0.0078)	5.2104 (0.0027)	3.3938 (0.0014)	2.0921 (0.0006)
0.35	370.2078 (0.3627)	205.2962 (0.2024)	79.9700 (0.0768)	35.8254 (0.0326)	19.0826 (0.016)	11.7176 (0.0089)	5.3102 (0.0030)	3.3553 (0.0015)	2.0136 (0.0007)
0.40	370.3592 (0.3657)	217.3745 (0.2145)	88.6246 (0.0858)	40.0550 (0.0372)	21.0541 (0.0183)	12.7021 (0.0101)	5.4677 (0.0034)	3.3497 (0.0016)	1.9477 (0.0007)
0.45	370.2341 (0.3657)	227.6839 (0.2252)	97.4019 (0.095)	44.6907 (0.0422)	23.4209 (0.0209)	13.8792 (0.0116)	5.6938 (0.0037)	3.3700 (0.0017)	1.8946 (0.0007)
0.50	370.5759 (0.3669)	238.0290 (0.2359)	106.2703 (0.1041)	49.6211 (0.0475)	26.0143 (0.0238)	15.2438 (0.0131)	5.9843 (0.0041)	3.4219 (0.0019)	1.8531 (0.0008)
0.55	370.0860 (0.3677)	247.1534 (0.2453)	115.3512 (0.1135)	54.8885 (0.053)	28.8456 (0.0269)	16.7968 (0.0149)	6.3578 (0.0046)	3.4993 (0.0021)	1.8212 (0.0008)
0.60	370.4172 (0.3678)	255.8812 (0.2542)	124.1700 (0.1228)	60.6245 (0.0589)	32.0053 (0.0303)	18.5789 (0.0169)	6.7887 (0.0052)	3.6047 (0.0023)	1.7982 (0.0008)
0.65	370.4053 (0.3681)	264.1523 (0.2631)	133.6579 (0.132)	66.6858 (0.0652)	35.5389 (0.034)	20.6373 (0.0191)	7.3125 (0.0058)	3.7406 (0.0025)	1.7842 (0.0008)
0.70	370.4788 (0.3679)	271.5670 (0.2702)	142.8688 (0.1416)	73.1043 (0.0718)	39.4455 (0.0381)	22.9160 (0.0216)	7.9392 (0.0066)	3.9228 (0.0028)	1.7811 (0.0009)
0.75	370.3903 (0.3575)	278.6748 (0.2779)	152.2887 (0.1514)	79.7606 (0.0786)	43.7045 (0.0427)	25.4423 (0.0243)	8.6589 (0.0075)	4.1418 (0.0031)	1.7847 (0.0009)
0.80	370.0461 (0.3619)	285.6979 (0.2851)	161.7246 (0.1606)	87.1203 (0.0862)	48.4186 (0.0474)	28.3882 (0.0274)	9.5523 (0.0085)	4.4191 (0.0035)	1.8019 (0.001)
0.85	370.4213 (0.3641)	291.6124 (0.2907)	171.4255 (0.1706)	94.4457 (0.0935)	53.4303 (0.0526)	31.5591 (0.0307)	10.5887 (0.0096)	4.7523 (0.0039)	1.8278 (0.0011)
0.90	370.2058 (0.3656)	297.6238 (0.2974)	181.1273 (0.1806)	102.4241 (0.1018)	58.9039 (0.0582)	35.2440 (0.0346)	11.8142 (0.0110)	5.1730 (0.0044)	1.8678 (0.0012)
0.95	370.4545 (0.3625)	302.6106 (0.3018)	190.7177 (0.1904)	110.8519 (0.1101)	64.8861 (0.0644)	39.3373 (0.0388)	13.2747 (0.0126)	5.6833 (0.005)	1.9220 (0.0013)
1.00	369.8680 (0.3563)	308.2060 (0.3075)	199.8010 (0.1993)	119.5095 (0.1193)	71.4626 (0.0709)	43.8736 (0.0434)	14.9684 (0.0144)	6.3090 (0.0058)	2.0012 (0.0014)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

附表 C.3 電腦模擬一百萬次斜率偏移下估計的 ARL_1

λ	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.05	370.7096 (0.3579)	49.5259 (0.0153)	29.6143 (0.0076)	20.1462 (0.0045)	16.1331 (0.0033)	13.8050 (0.0027)	7.6759 (0.0012)	5.3454 (0.0007)	4.1122 (0.0005)
0.10	370.5096 (0.3629)	50.6931 (0.0174)	29.2805 (0.0084)	19.4190 (0.0049)	15.3272 (0.0036)	12.9897 (0.0029)	7.0187 (0.0012)	4.8254 (0.0007)	3.6880 (0.0006)
0.15	369.7841 (0.3643)	52.7188 (0.019)	29.8638 (0.0091)	19.4386 (0.0052)	15.1730 (0.0038)	12.7574 (0.003)	6.7164 (0.0013)	4.5615 (0.0008)	3.4625 (0.0006)
0.20	370.2081 (0.3663)	54.9142 (0.0203)	30.7473 (0.0097)	19.7172 (0.0056)	15.2650 (0.004)	12.7477 (0.0032)	6.5625 (0.0013)	4.4048 (0.0008)	3.3192 (0.0006)
0.25	369.7039 (0.3668)	57.1048 (0.0216)	31.6795 (0.0103)	20.1403 (0.0059)	15.4832 (0.0042)	12.8630 (0.0034)	6.4849 (0.0014)	4.3015 (0.0008)	3.2208 (0.0006)
0.30	370.4346 (0.3572)	59.1295 (0.0228)	32.6925 (0.0108)	20.6428 (0.0062)	15.7676 (0.0044)	13.0419 (0.0035)	6.4566 (0.0014)	4.2373 (0.0008)	3.1500 (0.0006)
0.35	370.6514 (0.3578)	61.2615 (0.0239)	33.6790 (0.0113)	21.1577 (0.0064)	16.0957 (0.0046)	13.2766 (0.0037)	6.4588 (0.0015)	4.1970 (0.0009)	3.0986 (0.0006)
0.40	370.1302 (0.3619)	63.2909 (0.025)	34.7441 (0.0118)	21.7151 (0.0067)	16.4709 (0.0048)	13.5308 (0.0038)	6.4951 (0.0015)	4.1755 (0.0009)	3.0630 (0.0007)
0.45	370.2178 (0.3648)	65.3433 (0.026)	35.7944 (0.0123)	22.3013 (0.007)	16.8706 (0.005)	13.8318 (0.004)	6.5526 (0.0016)	4.1699 (0.0009)	3.0384 (0.0007)
0.50	370.0724 (0.3651)	67.3242 (0.0271)	36.8559 (0.0128)	22.9156 (0.0072)	17.2850 (0.0052)	14.1381 (0.0041)	6.6229 (0.0016)	4.1798 (0.0009)	3.0246 (0.0007)
0.55	370.1042 (0.3667)	69.3492 (0.0282)	37.9499 (0.0133)	23.5208 (0.0075)	17.7207 (0.0054)	14.4712 (0.0042)	6.7147 (0.0017)	4.2007 (0.0010)	3.0164 (0.0007)
0.60	369.6375 (0.3668)	71.4267 (0.0292)	39.0508 (0.0137)	24.1713 (0.0077)	18.1697 (0.0055)	14.8214 (0.0044)	6.8189 (0.0017)	4.2303 (0.0010)	3.0185 (0.0007)
0.65	370.2273 (0.3674)	73.4979 (0.0304)	40.1985 (0.0142)	24.8483 (0.008)	18.6622 (0.0057)	15.1924 (0.0045)	6.9289 (0.0018)	4.2701 (0.0010)	3.0267 (0.0007)
0.70	370.5215 (0.3624)	75.6112 (0.0316)	41.3546 (0.0148)	25.5602 (0.0083)	19.1546 (0.0059)	15.5797 (0.0047)	7.0624 (0.0019)	4.3176 (0.0011)	3.0416 (0.0008)
0.75	370.4566 (0.3648)	77.8239 (0.0327)	42.5547 (0.0153)	26.2696 (0.0086)	19.6591 (0.0061)	15.9866 (0.0048)	7.2018 (0.0019)	4.3758 (0.0011)	3.0630 (0.0008)
0.80	370.7881 (0.3648)	79.9424 (0.0339)	43.8083 (0.0159)	27.0295 (0.0089)	20.2301 (0.0063)	16.4176 (0.005)	7.3577 (0.0020)	4.4437 (0.0011)	3.0925 (0.0008)
0.85	370.2439 (0.3650)	82.3050 (0.0352)	45.1146 (0.0164)	27.8088 (0.0092)	20.8101 (0.0065)	16.8903 (0.0051)	7.5241 (0.0020)	4.5200 (0.0012)	3.1280 (0.0008)
0.90	370.7956 (0.3635)	84.5791 (0.0365)	46.4525 (0.017)	28.6526 (0.0095)	21.4260 (0.0067)	17.3583 (0.0053)	7.7099 (0.0021)	4.6062 (0.0012)	3.1696 (0.0008)
0.95	370.1386 (0.3666)	87.0164 (0.0379)	47.8853 (0.0177)	29.5255 (0.0098)	22.0501 (0.007)	17.8899 (0.0055)	7.9058 (0.0022)	4.7013 (0.0012)	3.2186 (0.0009)
1.00	370.5020 (0.3660)	89.6152 (0.0394)	49.3349 (0.0183)	30.4502 (0.0102)	22.7497 (0.0072)	18.4285 (0.0057)	8.1171 (0.0022)	4.8073 (0.0013)	3.2784 (0.0009)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

附表 C.4 電腦模擬一百萬次截距與斜率皆偏移下估計的 ARL_1

$\lambda=0.05$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	33.7298 (0.0125)	22.7917 (0.0067)	16.6405 (0.0041)	13.7699 (0.0031)	12.0165 (0.0025)	7.0820 (0.0011)	5.0524 (0.0007)	3.9447 (0.0005)
0.4	23.0492 (0.0091)	17.5754 (0.0056)	13.7429 (0.0036)	11.7555 (0.0028)	10.4712 (0.0023)	6.5349 (0.0011)	4.7800 (0.0007)	3.7844 (0.0005)
0.6	16.5277 (0.0064)	13.7880 (0.0044)	11.4508 (0.0031)	10.0877 (0.0025)	9.1568 (0.0021)	6.0398 (0.0010)	4.5243 (0.0006)	3.6282 (0.0005)
0.8	12.5324 (0.0046)	11.0982 (0.0035)	9.6620 (0.0026)	8.7280 (0.0022)	8.0518 (0.0019)	5.5935 (0.0009)	4.2853 (0.0006)	3.4751 (0.0005)
1	9.9880 (0.0034)	9.1882 (0.0028)	8.2699 (0.0022)	7.6242 (0.0019)	7.1332 (0.0016)	5.1913 (0.0009)	4.0652 (0.0006)	3.3295 (0.0005)
1.5	6.5596 (0.0018)	6.3123 (0.0016)	5.9694 (0.0014)	5.6974 (0.0013)	5.4628 (0.0012)	4.3582 (0.0007)	3.5813 (0.0005)	3.0363 (0.0004)
2	4.9039 (0.0012)	4.7968 (0.0011)	4.6454 (0.0010)	4.5097 (0.0010)	4.3868 (0.0009)	3.7274 (0.0006)	3.1863 (0.0005)	2.8097 (0.0004)
3	3.3270 (0.0007)	3.2968 (0.0006)	3.2487 (0.0006)	3.2044 (0.0006)	3.1622 (0.0006)	2.8953 (0.0005)	2.6082 (0.0005)	2.2752 (0.0004)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

$\lambda=0.1$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	34.5907 (0.0144)	22.4034 (0.0075)	15.8782 (0.0045)	12.9557 (0.0034)	11.1984 (0.0027)	6.4243 (0.0012)	4.5339 (0.0007)	3.5172 (0.0006)
0.4	23.0655 (0.0106)	16.9279 (0.0063)	12.9152 (0.0040)	10.9040 (0.0030)	9.6355 (0.0025)	5.8827 (0.0011)	4.2626 (0.0007)	3.3525 (0.0006)
0.6	15.9214 (0.0074)	12.9408 (0.0049)	10.5577 (0.0034)	9.2081 (0.0027)	8.3085 (0.0022)	5.3896 (0.0011)	4.0109 (0.0007)	3.2023 (0.0005)
0.8	11.6146 (0.0051)	10.1546 (0.0038)	8.7303 (0.0028)	7.8434 (0.0023)	7.2086 (0.0020)	4.9517 (0.0010)	3.7779 (0.0006)	3.0639 (0.0005)
1	8.9797 (0.0037)	8.2017 (0.0030)	7.3441 (0.0024)	6.7492 (0.0020)	6.3064 (0.0017)	4.5602 (0.0009)	3.5642 (0.0006)	2.9389 (0.0005)
1.5	5.6368 (0.0018)	5.4227 (0.0017)	5.1345 (0.0015)	4.8967 (0.0013)	4.7011 (0.0012)	3.7618 (0.0008)	3.1044 (0.0005)	2.6447 (0.0005)
2	4.1227 (0.0012)	4.0412 (0.0011)	3.9145 (0.0010)	3.8088 (0.0010)	3.7105 (0.0009)	3.1777 (0.0006)	2.7370 (0.0005)	2.3550 (0.0005)
3	2.7444 (0.0007)	2.7220 (0.0006)	2.6854 (0.0006)	2.6503 (0.0006)	2.6187 (0.0006)	2.3993 (0.0005)	2.1736 (0.0003)	2.0231 (0.0002)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

附表C.4 (續)

$\lambda=0.15$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	36.4295 (0.0159)	22.8910 (0.0082)	15.8537 (0.0049)	12.7693 (0.0036)	10.9472 (0.0029)	6.1207 (0.0012)	4.2706 (0.0007)	3.2910 (0.0006)
0.4	24.1972 (0.0120)	17.1719 (0.0069)	12.7933 (0.0043)	10.6724 (0.0033)	9.3557 (0.0027)	5.5749 (0.0012)	3.9989 (0.0007)	3.1320 (0.0006)
0.6	16.3338 (0.0084)	12.9306 (0.0055)	10.3386 (0.0037)	8.9270 (0.0029)	7.9994 (0.0024)	5.0831 (0.0011)	3.7497 (0.0007)	2.9847 (0.0005)
0.8	11.5994 (0.0058)	9.9496 (0.0042)	8.4351 (0.0031)	7.5216 (0.0025)	6.8712 (0.0021)	4.6410 (0.0010)	3.5176 (0.0007)	2.8477 (0.0005)
1	8.7329 (0.0041)	7.8917 (0.0032)	6.9981 (0.0025)	6.3983 (0.0021)	5.9503 (0.0018)	4.2491 (0.0010)	3.3057 (0.0006)	2.7160 (0.0005)
1.5	5.2425 (0.0019)	5.0322 (0.0017)	4.7534 (0.0015)	4.5294 (0.0014)	4.3429 (0.0012)	3.4628 (0.0008)	2.8530 (0.0006)	2.4083 (0.0005)
2	3.7518 (0.0012)	3.6746 (0.0011)	3.5630 (0.0011)	3.4636 (0.0010)	3.3774 (0.0009)	2.8936 (0.0006)	2.4895 (0.0005)	2.1638 (0.0004)
3	2.4627 (0.0006)	2.4440 (0.0006)	2.4126 (0.0006)	2.3842 (0.0006)	2.3574 (0.0006)	2.1846 (0.0004)	2.0264 (0.0003)	1.9154 (0.0003)

註：()之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

$\lambda=0.2$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	38.5234 (0.0172)	23.6698 (0.0088)	16.1100 (0.0052)	12.8309 (0.0038)	10.9272 (0.0031)	5.9597 (0.0013)	4.1110 (0.0008)	3.1485 (0.0006)
0.4	25.6998 (0.0133)	17.7534 (0.0075)	12.9538 (0.0047)	10.6884 (0.0035)	9.3023 (0.0028)	5.4099 (0.0012)	3.8397 (0.0007)	2.9903 (0.0006)
0.6	17.1777 (0.0095)	13.2457 (0.0060)	10.3907 (0.0040)	8.8800 (0.0031)	7.8989 (0.0025)	4.9114 (0.0012)	3.5866 (0.0007)	2.8423 (0.0006)
0.8	11.9373 (0.0065)	10.0474 (0.0046)	8.3897 (0.0033)	7.4091 (0.0027)	6.7309 (0.0022)	4.4627 (0.0011)	3.3557 (0.0007)	2.7026 (0.0005)
1	8.7955 (0.0045)	7.8486 (0.0035)	6.8806 (0.0027)	6.2479 (0.0022)	5.7822 (0.0019)	4.0690 (0.0010)	3.1437 (0.0006)	2.5697 (0.0005)
1.5	5.0533 (0.0021)	4.8407 (0.0019)	4.5558 (0.0016)	4.3246 (0.0014)	4.1436 (0.0013)	3.2786 (0.0008)	2.6918 (0.0006)	2.2732 (0.0004)
2	3.5389 (0.0012)	3.4656 (0.0012)	3.3562 (0.0011)	3.2613 (0.0010)	3.1778 (0.0010)	2.7182 (0.0006)	2.3404 (0.0005)	2.0624 (0.0004)
3	2.2955 (0.0006)	2.2806 (0.0006)	2.2530 (0.0006)	2.2287 (0.0006)	2.2042 (0.0005)	2.0552 (0.0004)	1.9134 (0.0003)	1.7822 (0.0004)

註：()之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

附表C.4 (續)

$\lambda=0.25$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	40.6316 (0.0185)	24.5931 (0.0094)	16.4965 (0.0055)	13.0281 (0.0040)	11.0295 (0.0032)	5.8793 (0.0013)	4.0101 (0.0008)	3.0502 (0.0006)
0.4	27.3952 (0.0145)	18.4962 (0.0081)	13.2716 (0.0050)	10.8316 (0.0037)	9.3557 (0.003)	5.3189 (0.0013)	3.7334 (0.0008)	2.8911 (0.0006)
0.6	18.2623 (0.0105)	13.7668 (0.0066)	10.5845 (0.0043)	8.9528 (0.0033)	7.9175 (0.0027)	4.8128 (0.0012)	3.4791 (0.0007)	2.7419 (0.0006)
0.8	12.5117 (0.0073)	10.3351 (0.0051)	8.4866 (0.0036)	7.4253 (0.0028)	6.7091 (0.0024)	4.3571 (0.0011)	3.2462 (0.0007)	2.6007 (0.0006)
1	9.0381 (0.0051)	7.9567 (0.0039)	6.8908 (0.0029)	6.2117 (0.0024)	5.7210 (0.0021)	3.9563 (0.0010)	3.0314 (0.0007)	2.4676 (0.0005)
1.5	4.9863 (0.0022)	4.7562 (0.0020)	4.4538 (0.0017)	4.2177 (0.0015)	4.0258 (0.0014)	3.1574 (0.0008)	2.5816 (0.0006)	2.1852 (0.0004)
2	3.4080 (0.0013)	3.3350 (0.0012)	3.2270 (0.0011)	3.1297 (0.0010)	3.0491 (0.0010)	2.5992 (0.0007)	2.2392 (0.0005)	1.9830 (0.0004)
3	2.1775 (0.0006)	2.1622 (0.0006)	2.1361 (0.0006)	2.1134 (0.0006)	2.0904 (0.0006)	1.9487 (0.0004)	1.8047 (0.0004)	1.6503 (0.0005)

註：()之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

$\lambda=0.3$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	42.7726 (0.0196)	25.5661 (0.0099)	16.9629 (0.0058)	13.3052 (0.0042)	11.1873 (0.0034)	5.8431 (0.0014)	3.9403 (0.0008)	2.9787 (0.0006)
0.4	29.1739 (0.0157)	19.3394 (0.0086)	13.6731 (0.0053)	11.0575 (0.0039)	9.4939 (0.0032)	5.2805 (0.0013)	3.6647 (0.0008)	2.8180 (0.0006)
0.6	19.4865 (0.0116)	14.3686 (0.0071)	10.8943 (0.0046)	9.1205 (0.0035)	8.0153 (0.0029)	4.7644 (0.0013)	3.4079 (0.0008)	2.6677 (0.0006)
0.8	13.2682 (0.0081)	10.7337 (0.0055)	8.6808 (0.0038)	7.5375 (0.0030)	6.7595 (0.0025)	4.2987 (0.0012)	3.1701 (0.0007)	2.5261 (0.0006)
1	9.4079 (0.0056)	8.1821 (0.0042)	6.9941 (0.0031)	6.2547 (0.0026)	5.7316 (0.0022)	3.8927 (0.0011)	2.9554 (0.0007)	2.3943 (0.0005)
1.5	4.9989 (0.0024)	4.7369 (0.0021)	4.4163 (0.0018)	4.1664 (0.0016)	3.9638 (0.0014)	3.0776 (0.0009)	2.5033 (0.0006)	2.1174 (0.0004)
2	3.3326 (0.0013)	3.2568 (0.0013)	3.1425 (0.0012)	3.0497 (0.0011)	2.9621 (0.0010)	2.5145 (0.0007)	2.1640 (0.0005)	1.9141 (0.0004)
3	2.0805 (0.0006)	2.0666 (0.0006)	2.0407 (0.0006)	2.0192 (0.0006)	1.9960 (0.0006)	1.8556 (0.0005)	1.7051 (0.0004)	1.5396 (0.0005)

註：()之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

附表C.4 (續)

$\lambda=0.35$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	44.8579 (0.0206)	26.5684 (0.0104)	17.4831 (0.0061)	13.6161 (0.0044)	11.4073 (0.0035)	5.8465 (0.0014)	3.8978 (0.0008)	2.9273 (0.0006)
0.4	30.9888 (0.0168)	20.2276 (0.0092)	14.1302 (0.0056)	11.3492 (0.0041)	9.6908 (0.0033)	5.2733 (0.0014)	3.6181 (0.0008)	2.7652 (0.0006)
0.6	20.8344 (0.0126)	15.0954 (0.0076)	11.2655 (0.0049)	9.3628 (0.0037)	8.1603 (0.0030)	4.7471 (0.0013)	3.3583 (0.0008)	2.6130 (0.0006)
0.8	14.1258 (0.0089)	11.2386 (0.0060)	8.9562 (0.0041)	7.6919 (0.0032)	6.8614 (0.0027)	4.2735 (0.0012)	3.1186 (0.0007)	2.4707 (0.0006)
1	9.9190 (0.0062)	8.4881 (0.0046)	7.1668 (0.0034)	6.3537 (0.0027)	5.7870 (0.0023)	3.8545 (0.0011)	2.9012 (0.0007)	2.3382 (0.0006)
1.5	5.0623 (0.0026)	4.7881 (0.0023)	4.4253 (0.0019)	4.1581 (0.0017)	3.9482 (0.0015)	3.0237 (0.0009)	2.4425 (0.0006)	2.0628 (0.0004)
2	3.2940 (0.0014)	3.2089 (0.0013)	3.0938 (0.0012)	2.9949 (0.0011)	2.9067 (0.0011)	2.4510 (0.0007)	2.1006 (0.0005)	1.8498 (0.0005)
3	2.0024 (0.0007)	1.9867 (0.0007)	1.9620 (0.0006)	1.9393 (0.0006)	1.9169 (0.0006)	1.7750 (0.0005)	1.6206 (0.0005)	1.4521 (0.0005)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

$\lambda=0.4$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	46.9571 (0.0217)	27.6245 (0.0109)	18.0264 (0.0064)	13.9843 (0.0046)	11.6630 (0.0037)	5.8760 (0.0015)	3.8745 (0.0009)	2.8894 (0.0006)
0.4	32.8756 (0.0178)	21.1985 (0.0097)	14.6297 (0.0058)	11.6712 (0.0043)	9.9152 (0.0035)	5.2950 (0.0014)	3.5920 (0.0008)	2.7258 (0.0006)
0.6	22.3094 (0.0136)	15.8592 (0.0081)	11.6847 (0.0052)	9.6263 (0.0039)	8.3559 (0.0032)	4.7582 (0.0014)	3.3273 (0.0008)	2.5728 (0.0006)
0.8	15.1328 (0.0098)	11.8142 (0.0065)	9.2739 (0.0044)	7.9091 (0.0034)	7.0066 (0.0028)	4.2749 (0.0013)	3.0843 (0.0008)	2.4289 (0.0006)
1	10.5209 (0.0069)	8.8682 (0.005)	7.3924 (0.0036)	6.5052 (0.0029)	5.8853 (0.0025)	3.8453 (0.0012)	2.8636 (0.0007)	2.2968 (0.0006)
1.5	5.1960 (0.0029)	4.8741 (0.0025)	4.4779 (0.0021)	4.1882 (0.0018)	3.9590 (0.0016)	2.9914 (0.0009)	2.3982 (0.0006)	2.0156 (0.0004)
2	3.2852 (0.0015)	3.1957 (0.0014)	3.0708 (0.0013)	2.9633 (0.0012)	2.8730 (0.0011)	2.4032 (0.0007)	2.0479 (0.0005)	1.7931 (0.0005)
3	1.9361 (0.0007)	1.9211 (0.0007)	1.8962 (0.0007)	1.8719 (0.0006)	1.8505 (0.0006)	1.7069 (0.0005)	1.5492 (0.0005)	1.3820 (0.0005)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

附表C.4 (續)

$\lambda=0.45$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	49.0466 (0.0227)	28.6702 (0.0114)	18.5883 (0.0066)	14.3639 (0.0048)	11.9429 (0.0038)	5.9266 (0.0016)	3.8669 (0.0009)	2.8630 (0.0007)
0.4	34.7825 (0.0188)	22.1778 (0.0101)	15.1716 (0.0061)	12.0389 (0.0045)	10.1797 (0.0036)	5.3372 (0.0015)	3.5793 (0.0009)	2.6978 (0.0006)
0.6	23.8643 (0.0146)	16.7023 (0.0086)	12.1538 (0.0054)	9.9422 (0.0041)	8.5901 (0.0033)	4.7942 (0.0014)	3.3140 (0.0008)	2.5432 (0.0006)
0.8	16.2044 (0.0107)	12.4587 (0.0070)	9.6404 (0.0047)	8.1627 (0.0036)	7.2008 (0.003)	4.2961 (0.0013)	3.0664 (0.0008)	2.3979 (0.0006)
1	11.2379 (0.0076)	9.3215 (0.0054)	7.6672 (0.0039)	6.6956 (0.0031)	6.0310 (0.0026)	3.8536 (0.0012)	2.8392 (0.0007)	2.2637 (0.0006)
1.5	5.3702 (0.0032)	5.0045 (0.0027)	4.5607 (0.0022)	4.2450 (0.0019)	3.9947 (0.0017)	2.9745 (0.0010)	2.3652 (0.0006)	1.9767 (0.0005)
2	3.2996 (0.0016)	3.2046 (0.0015)	3.0668 (0.0014)	2.9522 (0.0013)	2.8566 (0.0012)	2.3661 (0.0008)	2.0053 (0.0005)	1.7425 (0.0005)
3	1.8835 (0.0007)	1.8673 (0.0007)	1.8412 (0.0007)	1.8175 (0.0007)	1.7960 (0.0007)	1.6497 (0.0005)	1.4930 (0.0005)	1.3293 (0.0005)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

$\lambda=0.5$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	51.1180 (0.0237)	29.7226 (0.0118)	19.1972 (0.0069)	14.7739 (0.0050)	12.2548 (0.0040)	5.9949 (0.0016)	3.8732 (0.0009)	2.8481 (0.0007)
0.4	36.8016 (0.0199)	23.1677 (0.0106)	15.7466 (0.0064)	12.4211 (0.0047)	10.4684 (0.0038)	5.3955 (0.0015)	3.5827 (0.0009)	2.6798 (0.0007)
0.6	25.4925 (0.0156)	17.5749 (0.0091)	12.6506 (0.0057)	10.2913 (0.0043)	8.8368 (0.0035)	4.8406 (0.0015)	3.3109 (0.0009)	2.5213 (0.0006)
0.8	17.4022 (0.0116)	13.1627 (0.0074)	10.0673 (0.0049)	8.4416 (0.0038)	7.4040 (0.0031)	4.3378 (0.0014)	3.0590 (0.0008)	2.3739 (0.0006)
1	12.0499 (0.0083)	9.8503 (0.0059)	7.9833 (0.0041)	6.9155 (0.0033)	6.1923 (0.0028)	3.8803 (0.0013)	2.8286 (0.0008)	2.2375 (0.0006)
1.5	5.6013 (0.0035)	5.1724 (0.0030)	4.6792 (0.0024)	4.3298 (0.0021)	4.0588 (0.0018)	2.9719 (0.0010)	2.3397 (0.0007)	1.9433 (0.0005)
2	3.3417 (0.0018)	3.2333 (0.0016)	3.0853 (0.0015)	2.9595 (0.0013)	2.8541 (0.0012)	2.3428 (0.0008)	1.9688 (0.0006)	1.7003 (0.0005)
3	1.8419 (0.0007)	1.8253 (0.0007)	1.7982 (0.0007)	1.7731 (0.0007)	1.7512 (0.0007)	1.6020 (0.0005)	1.4461 (0.0005)	1.2882 (0.0005)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

附表C.4 (續)

$\lambda=0.55$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	53.2294 (0.0247)	30.8293 (0.0123)	19.8211 (0.0071)	15.2139 (0.0052)	12.5729 (0.0041)	6.0792 (0.0017)	3.8900 (0.0009)	2.8388 (0.0007)
0.4	38.7404 (0.0209)	24.2203 (0.0111)	16.3348 (0.0067)	12.8317 (0.0049)	10.7790 (0.0039)	5.4750 (0.0016)	3.5950 (0.0009)	2.6683 (0.0007)
0.6	27.1570 (0.0166)	18.5204 (0.0096)	13.2000 (0.006)	10.6656 (0.0045)	9.1268 (0.0036)	4.9139 (0.0015)	3.3209 (0.0009)	2.5082 (0.0007)
0.8	18.6811 (0.0125)	13.9305 (0.0079)	10.5274 (0.0052)	8.7736 (0.0040)	7.6576 (0.0033)	4.3936 (0.0014)	3.0615 (0.0008)	2.3586 (0.0006)
1	12.9469 (0.0091)	10.4255 (0.0063)	8.3516 (0.0044)	7.1789 (0.0035)	6.3938 (0.0029)	3.9224 (0.0013)	2.8254 (0.0008)	2.2186 (0.0006)
1.5	5.8866 (0.0039)	5.3935 (0.0032)	4.8349 (0.0026)	4.4444 (0.0022)	4.1500 (0.0019)	2.9799 (0.0011)	2.3243 (0.0007)	1.9159 (0.0005)
2	3.4012 (0.0019)	3.2803 (0.0018)	3.1192 (0.0016)	2.9844 (0.0014)	2.8729 (0.0013)	2.3276 (0.0008)	1.9411 (0.0006)	1.6648 (0.0005)
3	1.8083 (0.0008)	1.7924 (0.0008)	1.7637 (0.0007)	1.7377 (0.0007)	1.7153 (0.0007)	1.5639 (0.0005)	1.4071 (0.0005)	1.2558 (0.0004)

註：()之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

$\lambda=0.6$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	55.3500 (0.0258)	31.9290 (0.0128)	20.4910 (0.0074)	15.6677 (0.0053)	12.9261 (0.0042)	6.1779 (0.0017)	3.9181 (0.0010)	2.8371 (0.0007)
0.4	40.7557 (0.0219)	25.3214 (0.0116)	16.9649 (0.0069)	13.2763 (0.0051)	11.1142 (0.0041)	5.5724 (0.0017)	3.6202 (0.0010)	2.6650 (0.0007)
0.6	28.9212 (0.0177)	19.5077 (0.0101)	13.7829 (0.0063)	11.0718 (0.0047)	9.4350 (0.0038)	4.9964 (0.0016)	3.3373 (0.0009)	2.5007 (0.0007)
0.8	20.0892 (0.0135)	14.7622 (0.0084)	11.0195 (0.0055)	9.1259 (0.0042)	7.9205 (0.0035)	4.4642 (0.0015)	3.0747 (0.0009)	2.3489 (0.0007)
1	13.9179 (0.0099)	11.0576 (0.0068)	8.7606 (0.0047)	7.4773 (0.0037)	6.6184 (0.0031)	3.9821 (0.0014)	2.8311 (0.0008)	2.2059 (0.0006)
1.5	6.2318 (0.0043)	5.6579 (0.0035)	5.0268 (0.0028)	4.5869 (0.0024)	4.2577 (0.0021)	3.0034 (0.0011)	2.3168 (0.0007)	1.8930 (0.0005)
2	3.4942 (0.0021)	3.3614 (0.0019)	3.1745 (0.0017)	3.0298 (0.0015)	2.9067 (0.0014)	2.3226 (0.0009)	1.9176 (0.0006)	1.6347 (0.0005)
3	1.7860 (0.0008)	1.7675 (0.0008)	1.7396 (0.0008)	1.7136 (0.0007)	1.6891 (0.0007)	1.5331 (0.0005)	1.3771 (0.0005)	1.2303 (0.0004)

註：()之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

附表C.4 (續)

$\lambda=0.65$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	57.4666 (0.0268)	33.0783 (0.0132)	21.1426 (0.0076)	16.1491 (0.0055)	13.2954 (0.0044)	6.2933 (0.0018)	3.9534 (0.0010)	2.8442 (0.0007)
0.4	42.8565 (0.0230)	26.4320 (0.0121)	17.6345 (0.0072)	13.7349 (0.0053)	11.4779 (0.0042)	5.6774 (0.0017)	3.6527 (0.0010)	2.6684 (0.0007)
0.6	30.7837 (0.0187)	20.5460 (0.0106)	14.3856 (0.0066)	11.5073 (0.0049)	9.7719 (0.0039)	5.0893 (0.0017)	3.3679 (0.0010)	2.5025 (0.0007)
0.8	21.5864 (0.0145)	15.6352 (0.0089)	11.5697 (0.0058)	9.5159 (0.0044)	8.2242 (0.0036)	4.5513 (0.0016)	3.0956 (0.0009)	2.3447 (0.0007)
1	15.0669 (0.0108)	11.7714 (0.0073)	9.2040 (0.0050)	7.8001 (0.0039)	6.8770 (0.0032)	4.0541 (0.0015)	2.8476 (0.0009)	2.1998 (0.0007)
1.5	6.6359 (0.0047)	5.9632 (0.0038)	5.2430 (0.0030)	4.7524 (0.0025)	4.3941 (0.0022)	3.0388 (0.0012)	2.3146 (0.0007)	1.8773 (0.0005)
2	3.6220 (0.0023)	3.4641 (0.0021)	3.2524 (0.0018)	3.0900 (0.0016)	2.9562 (0.0015)	2.3271 (0.0009)	1.9026 (0.0006)	1.6098 (0.0006)
3	1.7722 (0.0008)	1.7509 (0.0008)	1.7234 (0.0008)	1.6958 (0.0008)	1.6681 (0.0007)	1.5108 (0.0006)	1.3536 (0.0005)	1.2109 (0.0004)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

$\lambda=0.7$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	59.6720 (0.0279)	34.2745 (0.0138)	21.8485 (0.0079)	16.6430 (0.0057)	13.6942 (0.0045)	6.4189 (0.0018)	3.9989 (0.0010)	2.8570 (0.0007)
0.4	45.0813 (0.0241)	27.5894 (0.0126)	18.2989 (0.0075)	14.2246 (0.0054)	11.8517 (0.0044)	5.7985 (0.0018)	3.6949 (0.0010)	2.6786 (0.0007)
0.6	32.7364 (0.0198)	21.6235 (0.0111)	15.0292 (0.0069)	11.9716 (0.0051)	10.1308 (0.0041)	5.2087 (0.0017)	3.4046 (0.0010)	2.5090 (0.0007)
0.8	23.2015 (0.0155)	16.5734 (0.0095)	12.1426 (0.0061)	9.9312 (0.0046)	8.5450 (0.0038)	4.6500 (0.0016)	3.1297 (0.0009)	2.3487 (0.0007)
1	16.2553 (0.0117)	12.5526 (0.0078)	9.6981 (0.0053)	8.1582 (0.0041)	7.1604 (0.0034)	4.1408 (0.0015)	2.8740 (0.0009)	2.1984 (0.0007)
1.5	7.1086 (0.0053)	6.3305 (0.0042)	5.5048 (0.0033)	4.9588 (0.0027)	4.5542 (0.0024)	3.0876 (0.0012)	2.3202 (0.0008)	1.8656 (0.0006)
2	3.7729 (0.0025)	3.5873 (0.0023)	3.3548 (0.0020)	3.1660 (0.0018)	3.0150 (0.0016)	2.3418 (0.0010)	1.8952 (0.0007)	1.5912 (0.0006)
3	1.7651 (0.0009)	1.7468 (0.0008)	1.7148 (0.0008)	1.6849 (0.0008)	1.6581 (0.0008)	1.4925 (0.0006)	1.3341 (0.0004)	1.1958 (0.0004)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

附表C.4 (續)

$\lambda=0.75$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	61.9242 (0.0209)	35.5142 (0.0143)	22.5676 (0.0082)	17.1618 (0.0059)	14.0962 (0.0047)	6.5594 (0.0019)	4.0570 (0.0011)	2.8762 (0.0008)
0.4	47.2116 (0.0251)	28.8175 (0.0131)	19.0193 (0.0077)	14.7473 (0.0056)	12.2584 (0.0045)	5.9308 (0.0018)	3.7483 (0.0011)	2.6947 (0.0008)
0.6	34.7204 (0.0209)	22.7396 (0.0116)	15.7119 (0.0071)	12.4585 (0.0053)	10.5098 (0.0043)	5.3351 (0.0018)	3.4524 (0.0010)	2.5230 (0.0007)
0.8	24.8660 (0.0166)	17.5933 (0.0100)	12.7733 (0.0064)	10.3800 (0.0049)	8.9082 (0.0039)	4.7657 (0.0017)	3.1692 (0.0010)	2.3587 (0.0007)
1	17.5873 (0.0127)	13.3947 (0.0083)	10.2363 (0.0056)	8.5606 (0.0043)	7.4755 (0.0036)	4.2416 (0.0016)	2.9067 (0.0009)	2.2032 (0.0007)
1.5	7.6712 (0.0058)	6.7534 (0.0046)	5.8051 (0.0035)	5.1962 (0.0029)	4.7477 (0.0025)	3.1488 (0.0013)	2.3368 (0.0008)	1.8591 (0.0006)
2	3.9634 (0.0028)	3.7507 (0.0025)	3.4796 (0.0021)	3.2780 (0.0019)	3.1034 (0.0017)	2.3656 (0.0010)	1.8917 (0.0007)	1.5771 (0.0006)
3	1.7701 (0.0009)	1.7489 (0.0009)	1.7138 (0.0008)	1.6844 (0.0008)	1.6545 (0.0008)	1.4816 (0.0006)	1.3205 (0.0004)	1.1841 (0.0004)

註：()之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

$\lambda=0.8$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	64.2191 (0.0302)	36.7563 (0.0148)	23.3337 (0.0085)	17.7159 (0.0061)	14.5353 (0.0048)	6.7143 (0.0019)	4.1206 (0.0011)	2.9010 (0.0008)
0.4	49.5230 (0.0263)	30.0569 (0.0136)	19.7764 (0.0080)	15.2939 (0.0058)	12.6802 (0.0047)	6.0843 (0.0019)	3.8087 (0.0011)	2.7187 (0.0008)
0.6	36.8513 (0.0220)	23.9474 (0.0122)	16.4459 (0.0075)	12.9845 (0.0055)	10.9165 (0.0044)	5.4757 (0.0018)	3.5088 (0.0011)	2.5435 (0.0008)
0.8	26.7275 (0.0177)	18.6488 (0.0106)	13.4257 (0.0067)	10.8691 (0.0051)	9.2956 (0.0041)	4.8995 (0.0018)	3.2217 (0.0010)	2.3753 (0.0007)
1	19.0642 (0.0137)	14.3246 (0.0089)	10.8308 (0.0059)	8.9930 (0.0046)	7.8272 (0.0038)	4.3648 (0.0017)	2.9502 (0.0010)	2.2139 (0.0007)
1.5	8.3213 (0.0065)	7.2349 (0.0050)	6.1569 (0.0038)	5.4643 (0.0031)	4.9647 (0.0027)	3.2254 (0.0014)	2.3591 (0.0009)	1.8585 (0.0006)
2	4.1975 (0.0031)	3.9505 (0.0027)	3.6388 (0.0023)	3.3974 (0.0020)	3.2106 (0.0018)	2.3995 (0.0011)	1.8978 (0.0007)	1.5691 (0.0006)
3	1.7852 (0.0010)	1.7596 (0.0009)	1.7210 (0.0009)	1.6861 (0.0009)	1.6571 (0.0008)	1.4750 (0.0006)	1.3110 (0.0004)	1.1747 (0.0004)

註：()之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

附表C.4 (續)

$\lambda=0.85$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	66.6135 (0.0313)	38.0839 (0.0153)	24.1115 (0.0088)	18.3037 (0.0063)	14.9825 (0.0050)	6.8803 (0.0020)	4.1985 (0.0011)	2.9364 (0.0008)
0.4	51.8806 (0.0275)	31.3745 (0.0142)	20.5616 (0.0083)	15.8509 (0.0061)	13.1258 (0.0048)	6.2451 (0.0020)	3.8803 (0.0011)	2.7477 (0.0008)
0.6	39.1022 (0.0232)	25.2094 (0.0128)	17.2041 (0.0078)	13.5426 (0.0057)	11.3533 (0.0046)	5.6307 (0.0019)	3.5756 (0.0011)	2.5691 (0.0008)
0.8	28.6935 (0.0189)	19.8323 (0.0112)	14.1512 (0.0071)	11.3828 (0.0053)	9.6984 (0.0043)	5.0435 (0.0018)	3.2827 (0.0011)	2.3950 (0.0008)
1	20.6669 (0.0148)	15.3163 (0.0094)	11.4699 (0.0063)	9.4680 (0.0048)	8.1987 (0.0040)	4.4951 (0.0017)	3.0049 (0.0010)	2.2313 (0.0007)
1.5	9.0833 (0.0072)	7.7989 (0.0055)	6.5500 (0.0041)	5.7769 (0.0034)	5.2274 (0.0029)	3.3174 (0.0014)	2.3906 (0.0009)	1.8642 (0.0006)
2	4.4941 (0.0034)	4.1914 (0.0030)	3.8286 (0.0025)	3.5527 (0.0022)	3.3417 (0.0020)	2.4475 (0.0011)	1.9091 (0.0007)	1.5647 (0.0006)
3	1.8099 (0.0010)	1.7806 (0.0010)	1.7406 (0.0009)	1.7021 (0.0009)	1.6693 (0.0009)	1.4743 (0.0006)	1.3045 (0.0004)	1.1681 (0.0004)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

$\lambda=0.9$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	69.1159 (0.0326)	39.4688 (0.0159)	25.0039 (0.0091)	18.8984 (0.0065)	15.4715 (0.0052)	7.0540 (0.0021)	4.2816 (0.0012)	2.9761 (0.0008)
0.4	54.3611 (0.0287)	32.7505 (0.0147)	21.3935 (0.0086)	16.4651 (0.0063)	13.6151 (0.0050)	6.4212 (0.0020)	3.9632 (0.0012)	2.7875 (0.0008)
0.6	41.3879 (0.0245)	26.5199 (0.0134)	18.0107 (0.0081)	14.1410 (0.0059)	11.8234 (0.0048)	5.7997 (0.0020)	3.6502 (0.0011)	2.6021 (0.0008)
0.8	30.7626 (0.0201)	21.0297 (0.0118)	14.8948 (0.0074)	11.9516 (0.0055)	10.1594 (0.0045)	5.2081 (0.0019)	3.3538 (0.0011)	2.4261 (0.0008)
1	22.4004 (0.0160)	16.3988 (0.0101)	12.1655 (0.0066)	9.9875 (0.0051)	8.6078 (0.0041)	4.6472 (0.0018)	3.0679 (0.0011)	2.2569 (0.0008)
1.5	9.9554 (0.0080)	8.4356 (0.0060)	7.0064 (0.0045)	6.1203 (0.0036)	5.5069 (0.0031)	3.4266 (0.0015)	2.4343 (0.0009)	1.8768 (0.0006)
2	4.8417 (0.0039)	4.4868 (0.0033)	4.0514 (0.0028)	3.7447 (0.0024)	3.4999 (0.0021)	2.5091 (0.0012)	1.9284 (0.0008)	1.5644 (0.0006)
3	1.8463 (0.0011)	1.8153 (0.0011)	1.7671 (0.0010)	1.7263 (0.0010)	1.6901 (0.0009)	1.4780 (0.0006)	1.3008 (0.0005)	1.1646 (0.0004)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

附表C.4 (續)

$\lambda=0.95$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	71.6586 (0.0339)	40.9425 (0.0165)	25.8455 (0.0094)	19.5611 (0.0068)	15.9779 (0.0053)	7.2539 (0.0021)	4.3761 (0.0012)	3.0255 (0.0009)
0.4	56.8921 (0.0300)	34.1635 (0.0154)	22.2609 (0.0090)	17.0981 (0.0065)	14.1279 (0.0052)	6.6114 (0.0021)	4.0551 (0.0012)	2.8331 (0.0008)
0.6	43.8636 (0.0258)	27.9141 (0.0140)	18.8601 (0.0084)	14.7568 (0.0062)	12.3346 (0.0050)	5.9937 (0.0020)	3.7391 (0.0012)	2.6447 (0.0008)
0.8	32.9377 (0.0214)	22.3505 (0.0124)	15.7233 (0.0077)	12.5654 (0.0058)	10.6313 (0.0047)	5.3877 (0.0020)	3.4358 (0.0011)	2.4656 (0.0008)
1	24.2587 (0.0172)	17.5932 (0.0107)	12.9116 (0.0070)	10.5436 (0.0053)	9.0575 (0.0044)	4.8146 (0.0019)	3.1448 (0.0011)	2.2894 (0.0008)
1.5	10.9681 (0.0088)	9.1714 (0.0066)	7.5208 (0.0048)	6.5316 (0.0039)	5.8387 (0.0033)	3.5557 (0.0016)	2.4846 (0.0010)	1.8944 (0.0007)
2	5.2765 (0.0043)	4.8345 (0.0037)	4.3323 (0.0030)	3.9708 (0.0026)	3.6965 (0.0023)	2.5867 (0.0013)	1.9585 (0.0008)	1.5713 (0.0006)
3	1.8960 (0.0012)	1.8639 (0.0012)	1.8077 (0.0011)	1.7607 (0.0010)	1.7201 (0.0010)	1.4920 (0.0007)	1.3027 (0.0005)	1.1622 (0.0004)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

$\lambda=1$

δ_1	δ_2							
	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0.2	74.2474 (0.0353)	42.4515 (0.0172)	26.7946 (0.0098)	20.2344 (0.007)	16.5179 (0.0055)	7.4644 (0.0022)	4.4812 (0.0012)	3.0812 (0.0009)
0.4	59.6229 (0.0313)	35.6819 (0.0160)	23.1993 (0.0093)	17.7949 (0.0067)	14.6693 (0.0054)	6.8253 (0.0022)	4.1605 (0.0012)	2.8878 (0.0009)
0.6	46.4627 (0.0271)	29.4037 (0.0146)	19.7664 (0.0088)	15.4328 (0.0064)	12.8715 (0.0051)	6.1949 (0.0021)	3.8412 (0.0012)	2.6960 (0.0009)
0.8	35.3426 (0.0228)	23.7389 (0.0131)	16.5954 (0.0081)	13.2086 (0.0060)	11.1470 (0.0049)	5.5890 (0.0021)	3.5293 (0.0012)	2.5105 (0.0008)
1	26.3887 (0.0185)	18.8404 (0.0114)	13.7297 (0.0074)	11.1527 (0.0056)	9.5513 (0.0046)	5.0074 (0.0020)	3.2333 (0.0012)	2.3305 (0.0008)
1.5	12.1085 (0.0098)	10.0085 (0.0072)	8.1049 (0.0052)	6.9837 (0.0042)	6.2130 (0.0035)	3.6999 (0.0017)	2.5503 (0.0010)	1.9188 (0.0007)
2	5.7919 (0.0049)	5.2605 (0.0041)	4.6621 (0.0033)	4.2408 (0.0029)	3.9224 (0.0025)	2.6790 (0.0014)	1.9942 (0.0009)	1.5815 (0.0006)
3	1.9704 (0.0014)	1.9285 (0.0013)	1.8646 (0.0012)	1.8140 (0.0011)	1.7636 (0.0011)	1.5077 (0.0007)	1.3072 (0.0005)	1.1624 (0.0004)

註：() 之值為標準誤差。粗體數字為某偏移參數下，最小的 ARL_1 。

附表 C.5 EWMA 管制圖在三種偏移下，選取較佳的 λ 所得到的 ARL_1

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		49.5259 (0.0153) <0.05>	29.2805 (0.0084) <0.1>	19.4190 (0.0049) <0.1>	15.1730 (0.0038) <0.15>	12.7477 (0.0032) <0.2>	6.4566 (0.0014) <0.3>	4.1699 (0.0009) <0.45>	3.0164 (0.0007) <0.55>
0.2	100.4600 (0.0849) <0.05>	33.7298 (0.0125) <0.05>	22.4034 (0.0075) <0.1>	15.8537 (0.0049) <0.15>	12.7693 (0.0036) <0.15>	10.9272 (0.0031) <0.2>	5.8431 (0.0014) <0.3>	3.8669 (0.0009) <0.45>	2.8371 (0.0007) <0.6>
0.4	36.4979 (0.0237) <0.05>	23.0492 (0.0091) <0.05>	16.9279 (0.0063) <0.1>	12.7933 (0.0043) <0.15>	10.6724 (0.0033) <0.15>	9.3023 (0.0028) <0.2>	5.2733 (0.0014) <0.35>	3.5793 (0.0009) <0.45>	2.6650 (0.0007) <0.6>
0.6	20.5594 (0.0106) <0.05>	15.9214 (0.0074) <0.1>	12.9306 (0.0055) <0.15>	10.3386 (0.0037) <0.15>	8.8800 (0.0031) <0.2>	7.8989 (0.0025) <0.2>	4.7471 (0.0013) <0.35>	3.3109 (0.0009) <0.5>	2.5007 (0.0007) <0.6>
0.8	13.3659 (0.0072) <0.1>	11.5994 (0.0058) <0.15>	9.9496 (0.0042) <0.15>	8.3897 (0.0033) <0.2>	7.4091 (0.0027) <0.2>	6.7091 (0.0024) <0.25>	4.2735 (0.0012) <0.35>	3.0590 (0.0008) <0.5>	2.3447 (0.0007) <0.65>
1	9.5964 (0.0051) <0.15>	8.7329 (0.0041) <0.15>	7.8917 (0.0032) <0.15>	6.8806 (0.0027) <0.2>	6.2117 (0.0024) <0.25>	5.7210 (0.0021) <0.25>	3.8453 (0.0012) <0.4>	2.8254 (0.0008) <0.55>	2.1984 (0.0007) <0.7>
1.5	5.1789 (0.0025) <0.25>	4.9863 (0.0022) <0.25>	4.7369 (0.0021) <0.3>	4.4163 (0.0018) <0.3>	4.1581 (0.0017) <0.35>	3.9482 (0.0015) <0.35>	2.9719 (0.0010) <0.5>	2.3146 (0.0007) <0.65>	1.8585 (0.0006) <0.8>
2	3.3700 (0.0017) <0.45>	3.2852 (0.0015) <0.4>	3.1957 (0.0014) <0.4>	3.0708 (0.0013) <0.4>	2.9522 (0.0013) <0.45>	2.8541 (0.0012) <0.5>	2.3226 (0.0009) <0.6>	1.8917 (0.0007) <0.75>	1.5644 (0.0006) <0.9>
3	1.7811 (0.0009) <0.7>	1.7651 (0.0009) <0.7>	1.7468 (0.0008) <0.7>	1.7138 (0.0008) <0.75>	1.6844 (0.0008) <0.75>	1.6545 (0.0008) <0.75>	1.4743 (0.0006) <0.85>	1.3008 (0.0005) <0.9>	1.1622 (0.0004) <0.95>

註：() 之值為標準誤差，< > 之值為較佳的 λ 值

附表 C.6 Shewhart 管制圖在三種偏移製程下，所算出的 ARL_1 理論值

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0	370.3983	89.5601	49.3706	30.4519	22.7423	18.4285	8.1171	4.8088	3.2772
0.2	308.4261	74.2628	42.4278	26.7837	20.2431	16.5316	7.4675	4.4819	3.0809
0.4	200.0753	59.6049	35.6919	23.1969	17.7908	14.6665	6.8257	4.1586	2.8868
0.6	119.6653	46.4741	29.4073	19.7782	15.4316	12.8626	6.1971	3.8409	2.6961
0.8	71.5523	35.3372	23.7513	16.6012	13.2080	11.1483	5.5875	3.5312	2.5100
1	43.8947	26.3382	18.8399	13.7273	11.1587	9.5510	5.0035	3.2322	2.3303
1.5	14.9677	12.1284	9.9998	8.1041	6.9828	8.1041	3.6990	2.5506	1.9191
2	6.3030	5.7969	5.2629	4.6597	4.2390	3.9200	2.6792	1.9944	1.5811
3	2.0000	1.9693	1.9272	1.8653	1.8115	1.7639	1.5085	1.3070	1.1623

附表 C.7 優化 EWMA 管制圖和 Shewhart 管制圖之 ARL_1 比值

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		0.5530	0.5931	0.6377	0.6672	0.6917	0.7954	0.8671	0.9204
0.2	0.3257	0.4542	0.5280	0.5919	0.6308	0.6610	0.7825	0.8628	0.9209
0.4	0.1824	0.3867	0.4743	0.5515	0.5999	0.6343	0.7726	0.8607	0.9232
0.6	0.1718	0.3426	0.4397	0.5227	0.5754	0.6141	0.7660	0.8620	0.9275
0.8	0.1868	0.3282	0.4189	0.5054	0.5610	0.6018	0.7648	0.8663	0.9341
1	0.2186	0.3316	0.4189	0.5012	0.5567	0.5990	0.7685	0.8741	0.9434
1.5	0.3460	0.4111	0.4737	0.5449	0.5955	0.4872	0.8034	0.9074	0.9684
2	0.5347	0.5667	0.6072	0.6590	0.6964	0.7281	0.8669	0.9485	0.9894
3	0.8906	0.8963	0.9064	0.9188	0.9298	0.9380	0.9773	0.9953	0.9999

附表 C.8 EWMA 管制圖和 Shewhart 管制圖之 ARL_1 比值

$\lambda=0.05$

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0	1.0008	0.5530	0.5998	0.6616	0.7094	0.7491	0.9456	1.1116	1.2548
0.2	0.3257	0.4542	0.5372	0.6213	0.6802	0.7269	0.9484	1.1273	1.2804
0.4	0.1824	0.3867	0.4924	0.5924	0.6608	0.7140	0.9574	1.1494	1.3109
0.6	0.1718	0.3556	0.4689	0.5790	0.6537	0.7119	0.9746	1.1779	1.3457
0.8	0.1974	0.3547	0.4673	0.5820	0.6608	0.7222	1.0011	1.2135	1.3845
1	0.2446	0.3792	0.4877	0.6024	0.6832	0.7469	1.0375	1.2577	1.4288
1.5	0.4511	0.5408	0.6312	0.7366	0.8159	0.6741	1.1782	1.4041	1.5821
2	0.7896	0.8459	0.9114	0.9969	1.0639	1.1191	1.3912	1.5976	1.7770
3	1.6738	1.6894	1.7107	1.7416	1.7689	1.7927	1.9193	1.9956	1.9575

$\lambda=0.1$

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0	1.0003	0.5660	0.5931	0.6377	0.6740	0.7049	0.8647	1.0034	1.1254
0.2	0.4002	0.4658	0.5280	0.5928	0.6400	0.6774	0.8603	1.0116	1.1416
0.4	0.2061	0.3870	0.4743	0.5568	0.6129	0.6570	0.8618	1.0250	1.1613
0.6	0.1746	0.3426	0.4401	0.5338	0.5967	0.6459	0.8697	1.0442	1.1878
0.8	0.1868	0.3287	0.4275	0.5259	0.5938	0.6466	0.8862	1.0699	1.2207
1	0.2216	0.3409	0.4353	0.5350	0.6048	0.6603	0.9114	1.1027	1.2612
1.5	0.3873	0.4648	0.5423	0.6336	0.7013	0.5801	1.0170	1.2171	1.3781
2	0.6631	0.7112	0.7679	0.8401	0.8985	0.9466	1.1861	1.3723	1.4894
3	1.3802	1.3936	1.4124	1.4396	1.4630	1.4846	1.5905	1.6631	1.7406

$\lambda=0.15$

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0	0.9983	0.5886	0.6049	0.6383	0.6672	0.6923	0.8274	0.9486	1.0565
0.2	0.4670	0.4905	0.5395	0.5919	0.6308	0.6622	0.8197	0.9529	1.0682
0.4	0.2392	0.4060	0.4811	0.5515	0.5999	0.6379	0.8167	0.9616	1.0849
0.6	0.1898	0.3515	0.4397	0.5227	0.5785	0.6219	0.8202	0.9762	1.1071
0.8	0.1917	0.3282	0.4189	0.5081	0.5695	0.6163	0.8306	0.9961	1.1345
1	0.2186	0.3316	0.4189	0.5098	0.5734	0.6230	0.8492	1.0227	1.1655
1.5	0.3613	0.4322	0.5032	0.5865	0.6486	0.5359	0.9361	1.1185	1.2549
2	0.6042	0.6472	0.6982	0.7646	0.8171	0.8616	1.0800	1.2482	1.3685
3	1.2377	1.2506	1.2682	1.2934	1.3161	1.3364	1.4482	1.5505	1.6480

附表C.8 (續)

$\lambda=0.2$

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0	0.9995	0.6132	0.6228	0.6475	0.6712	0.6917	0.8085	0.9160	1.0128
0.2	0.5254	0.5187	0.5579	0.6015	0.6338	0.6610	0.7981	0.9173	1.0220
0.4	0.2770	0.4312	0.4974	0.5584	0.6008	0.6343	0.7926	0.9233	1.0359
0.6	0.2115	0.3696	0.4504	0.5254	0.5754	0.6141	0.7925	0.9338	1.0542
0.8	0.2036	0.3378	0.4230	0.5054	0.5610	0.6038	0.7987	0.9503	1.0767
1	0.2231	0.3339	0.4166	0.5012	0.5599	0.6054	0.8132	0.9726	1.1027
1.5	0.3495	0.4166	0.4841	0.5622	0.6193	0.5113	0.8863	1.0554	1.1845
2	0.5701	0.6105	0.6585	0.7203	0.7694	0.8107	1.0146	1.1735	1.3044
3	1.1537	1.1657	1.1834	1.2078	1.2303	1.2496	1.3624	1.4640	1.5334

$\lambda=0.25$

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0	0.9981	0.6376	0.6417	0.6614	0.6808	0.6980	0.7989	0.8945	0.9828
0.2	0.5771	0.5471	0.5796	0.6159	0.6436	0.6672	0.7873	0.8947	0.9900
0.4	0.3160	0.4596	0.5182	0.5721	0.6088	0.6379	0.7792	0.8978	1.0015
0.6	0.2374	0.3930	0.4681	0.5352	0.5802	0.6155	0.7766	0.9058	1.0170
0.8	0.2204	0.3541	0.4351	0.5112	0.5622	0.6018	0.7798	0.9193	1.0361
1	0.2337	0.3432	0.4223	0.5020	0.5567	0.5990	0.7907	0.9379	1.0589
1.5	0.3460	0.4111	0.4756	0.5496	0.6040	0.4968	0.8536	1.0121	1.1386
2	0.5496	0.5879	0.6337	0.6925	0.7383	0.7778	0.9702	1.1227	1.2542
3	1.0939	1.1057	1.1220	1.1452	1.1666	1.1851	1.2918	1.3808	1.4199

$\lambda=0.3$

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0	1.0001	0.6602	0.6622	0.6779	0.6933	0.7077	0.7954	0.8811	0.9612
0.2	0.6233	0.5760	0.6026	0.6333	0.6573	0.6767	0.7825	0.8792	0.9668
0.4	0.3577	0.4895	0.5418	0.5894	0.6215	0.6473	0.7736	0.8812	0.9762
0.6	0.2666	0.4193	0.4886	0.5508	0.5910	0.6231	0.7688	0.8873	0.9895
0.8	0.2416	0.3755	0.4519	0.5229	0.5707	0.6063	0.7694	0.8977	1.0064
1	0.2487	0.3572	0.4343	0.5095	0.5605	0.6001	0.7780	0.9144	1.0275
1.5	0.3481	0.4122	0.4737	0.5449	0.5967	0.4891	0.8320	0.9814	1.1033
2	0.5384	0.5749	0.6188	0.6744	0.7194	0.7556	0.9385	1.0850	1.2106
3	1.0461	1.0565	1.0723	1.0940	1.1146	1.1316	1.2301	1.3047	1.3246

附表 C.9 R_{adj}^2 之模型選取正確率

R_{adj}^2 樣本數=5

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		27.66%	28.58%	29.94%	34.14%	36.10%	75.14%	91.28%	94.60%
0.2	37.20%	29.24%	29.10%	27.76%	26.24%	25.24%	13.30%	5.70%	4.34%
0.4	31.18%	28.04%	26.28%	24.38%	21.82%	19.64%	8.02%	3.66%	2.94%
0.6	23.56%	24.12%	21.72%	20.62%	17.06%	16.42%	5.82%	1.94%	2.50%
0.8	15.86%	20.16%	18.08%	16.22%	14.14%	12.14%	3.64%	1.52%	1.50%
1	9.16%	16.38%	15.34%	13.08%	11.36%	9.86%	2.48%	1.30%	1.30%
1.5	1.52%	10.50%	9.56%	8.60%	7.12%	6.30%	1.44%	1.00%	1.64%
2	0.06%	8.56%	7.12%	5.38%	5.40%	4.62%	1.14%	1.12%	2.72%
3	0.00%	5.08%	5.24%	4.38%	3.34%	2.86%	1.54%	2.20%	5.76%

R_{adj}^2 樣本數=10

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		28.22%	32.70%	43.40%	57.60%	71.88%	97.52%	99.40%	99.72%
0.2	40.30%	23.34%	22.40%	16.84%	12.68%	8.86%	0.80%	0.18%	0.12%
0.4	25.98%	18.66%	15.30%	10.30%	6.52%	4.54%	0.28%	0.08%	0.02%
0.6	14.96%	13.36%	10.66%	5.64%	3.34%	1.78%	0.08%	0.00%	0.02%
0.8	6.56%	9.66%	7.16%	3.38%	1.72%	0.64%	0.04%	0.02%	0.06%
1	1.88%	6.60%	4.10%	2.30%	1.02%	0.46%	0.02%	0.00%	0.06%
1.5	0.02%	2.88%	1.92%	0.96%	0.40%	0.18%	0.02%	0.04%	0.14%
2	0.00%	1.28%	0.94%	0.42%	0.12%	0.12%	0.00%	0.10%	0.72%
3	0.00%	0.82%	0.26%	0.08%	0.02%	0.02%	0.06%	0.74%	2.76%

R_{adj}^2 樣本數=15

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		28.36%	40.10%	66.58%	85.06%	93.86%	99.90%	100.00%	100.00%
0.2	39.44%	20.40%	15.64%	7.60%	3.92%	1.62%	0.04%	0.00%	0.00%
0.4	22.12%	13.26%	7.68%	3.12%	1.00%	0.38%	0.00%	0.00%	0.00%
0.6	8.88%	8.76%	4.68%	1.08%	0.16%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%
0.8	2.20%	5.08%	2.00%	0.36%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1	0.36%	3.14%	0.94%	0.22%	0.02%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%
1.5	0.00%	0.60%	0.16%	0.16%	0.04%	0.00%	0.00%	0.02%	0.08%
2	0.00%	0.28%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	0.28%
3	0.00%	0.16%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.50%	2.64%

附表C.9 (續)

R_{adj}^2 樣本數=25

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		35.74%	68.84%	95.82%	99.04%	99.80%	100.00%	100.00%	100.00%
0.2	36.54%	13.80%	5.02%	0.66%	0.10%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%
0.4	14.62%	6.06%	1.16%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
0.6	2.68%	2.54%	0.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
0.8	0.28%	0.66%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1	0.00%	0.34%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1.5	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%
2	0.00%	0.02%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%
3	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.48%	2.70%

R_{adj}^2 樣本數=50

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		77.22%	99.18%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
0.2	26.76%	2.10%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
0.4	3.42%	0.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
0.6	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
0.8	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1.5	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%
3	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.60%	2.94%

R_{adj}^2 樣本數=100

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		99.72%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
0.2	13.88%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
0.4	0.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
0.6	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
0.8	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1.5	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
3	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.46%	1.86%

附表 C.10 BIC 之模型選取正確率

BIC		樣本數=5								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		29.04%	29.68%	29.72%	31.12%	32.84%	50.84%	74.26%	84.26%	
0.2	0.00%	70.78%	69.20%	68.20%	64.56%	64.12%	45.44%	27.46%	18.24%	
0.4	0.00%	69.22%	67.30%	66.54%	64.52%	61.96%	45.28%	28.36%	20.36%	
0.6	0.00%	66.76%	67.86%	64.90%	63.34%	61.64%	47.24%	31.40%	22.86%	
0.8	0.00%	68.60%	65.92%	66.08%	64.70%	63.56%	49.06%	35.80%	28.46%	
1	0.00%	70.40%	68.22%	68.58%	66.56%	64.60%	52.58%	40.60%	32.72%	
1.5	0.00%	75.96%	74.08%	74.30%	72.48%	71.46%	61.78%	53.34%	45.70%	
2	0.00%	82.00%	82.32%	80.66%	80.40%	79.06%	73.94%	66.80%	61.02%	
3	0.00%	93.64%	92.90%	93.22%	92.64%	92.96%	91.22%	88.48%	85.36%	

BIC		樣本數=10								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		30.10%	31.96%	36.78%	43.84%	51.32%	83.40%	91.88%	95.16%	
0.2	0.00%	66.14%	64.40%	58.04%	52.28%	45.78%	19.72%	11.08%	6.46%	
0.4	0.00%	64.94%	62.54%	57.90%	51.44%	45.00%	25.38%	14.96%	8.42%	
0.6	0.00%	66.40%	64.16%	58.30%	54.44%	48.26%	32.44%	21.42%	13.50%	
0.8	0.00%	68.52%	67.46%	63.98%	59.60%	55.12%	41.16%	27.76%	19.16%	
1	0.00%	73.24%	71.24%	67.80%	63.50%	61.12%	49.88%	37.16%	27.24%	
1.5	0.00%	84.82%	84.52%	82.70%	80.50%	80.62%	73.04%	63.60%	53.58%	
2	0.00%	94.66%	93.24%	92.38%	92.60%	92.38%	89.28%	82.80%	77.16%	
3	0.00%	99.68%	99.56%	99.54%	99.70%	99.64%	99.34%	98.60%	97.52%	

BIC		樣本數=15								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		31.34%	37.10%	49.42%	61.84%	73.44%	91.10%	95.62%	98.22%	
0.2	0.00%	65.06%	59.36%	45.38%	34.60%	27.78%	12.22%	5.86%	3.12%	
0.4	0.00%	63.72%	58.34%	48.10%	39.68%	33.18%	18.92%	10.00%	6.08%	
0.6	0.00%	66.00%	61.16%	53.80%	48.50%	44.52%	28.94%	17.72%	10.98%	
0.8	0.00%	71.10%	68.24%	63.10%	57.94%	56.68%	39.12%	27.70%	19.12%	
1	0.00%	78.00%	74.32%	71.84%	68.82%	68.12%	53.36%	39.60%	29.98%	
1.5	0.00%	91.74%	91.74%	90.94%	89.90%	89.10%	81.48%	71.12%	62.84%	
2	0.00%	98.30%	98.16%	98.18%	97.78%	97.98%	95.60%	91.56%	88.46%	
3	0.00%	99.94%	99.98%	99.98%	99.98%	100.00%	99.94%	99.92%	99.64%	

附表C.10 (續)

BIC		樣本數=25							
δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		35.44%	52.16%	76.92%	83.62%	87.54%	95.98%	98.12%	98.96%
0.2	0.00%	59.80%	44.64%	27.30%	23.48%	17.64%	6.10%	3.06%	1.58%
0.4	0.00%	61.94%	48.72%	39.80%	35.56%	29.64%	14.24%	7.30%	4.60%
0.6	0.00%	66.70%	61.06%	53.84%	50.54%	47.82%	25.60%	16.22%	11.84%
0.8	0.00%	77.90%	75.68%	70.10%	65.76%	63.12%	42.96%	29.26%	23.02%
1	0.00%	86.74%	84.48%	83.66%	80.46%	77.70%	61.18%	48.16%	37.86%
1.5	0.00%	98.24%	98.24%	98.32%	97.54%	97.32%	92.26%	86.16%	79.80%
2	0.00%	99.92%	99.90%	99.86%	99.88%	99.78%	99.26%	98.66%	97.72%
3	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

BIC		樣本數=50							
δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		55.64%	83.20%	91.48%	94.04%	95.78%	98.86%	99.40%	99.70%
0.2	0.00%	41.78%	27.38%	17.56%	12.04%	8.90%	3.22%	1.72%	1.14%
0.4	0.00%	57.46%	48.94%	37.66%	29.72%	25.38%	12.08%	8.04%	5.02%
0.6	0.00%	78.30%	72.10%	63.38%	56.06%	51.60%	30.70%	21.70%	16.96%
0.8	0.00%	90.98%	88.54%	81.94%	78.20%	73.80%	59.02%	46.06%	40.34%
1	0.00%	97.50%	97.14%	94.28%	91.90%	90.28%	80.02%	71.86%	65.72%
1.5	0.00%	99.96%	100.00%	99.92%	99.78%	99.92%	99.46%	98.94%	98.22%
2	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

BIC		樣本數=100							
δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		84.46%	93.84%	97.16%	98.12%	98.56%	99.60%	99.92%	99.94%
0.2	0.00%	34.04%	19.44%	11.80%	8.42%	6.72%	2.58%	1.50%	0.74%
0.4	0.00%	68.62%	51.92%	40.96%	34.64%	29.58%	16.54%	10.86%	8.96%
0.6	0.00%	90.44%	83.94%	76.08%	70.80%	65.62%	49.50%	42.00%	35.62%
0.8	0.00%	98.60%	97.52%	95.28%	93.92%	91.96%	83.80%	76.92%	72.34%
1	0.00%	99.92%	99.76%	99.62%	99.36%	99.10%	97.60%	95.42%	94.20%
1.5	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

附表 C.11 AIC 之模型選取正確率

AIC		樣本數=5								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		38.18%	38.34%	37.54%	38.88%	39.98%	51.40%	63.90%	68.46%	
0.2	40.20%	26.04%	25.88%	25.46%	24.40%	23.14%	24.28%	25.24%	30.88%	
0.4	42.22%	25.08%	26.34%	24.22%	22.54%	21.42%	22.21%	24.48%	34.40%	
0.6	45.52%	24.16%	23.12%	22.08%	21.34%	20.06%	24.90%	28.48%	36.98%	
0.8	49.60%	22.60%	21.58%	21.28%	20.22%	20.58%	26.12%	28.40%	44.86%	
1	52.34%	21.90%	21.64%	20.24%	21.43%	21.52%	22.54%	33.02%	50.18%	
1.5	58.22%	22.08%	22.40%	20.46%	22.26%	22.16%	25.62%	46.58%	60.98%	
2	68.12%	25.52%	26.20%	27.56%	30.38%	31.10%	31.58%	55.96%	84.36%	
3	71.72%	29.62%	30.26%	31.18%	32.68%	36.08%	45.80%	72.94%	91.54%	

截距分數=1.7283 斜率分數=1.0857 截斜分數=-0.1948 整體分數=0.0682

AIC		樣本數=10								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		43.12%	44.86%	47.90%	51.66%	57.54%	76.40%	77.90%	77.58%	
0.2	44.14%	13.84%	12.92%	11.50%	9.02%	8.82%	18.92%	22.84%	23.36%	
0.4	48.86%	12.14%	10.94%	8.80%	7.14%	6.36%	22.12%	28.64%	29.80%	
0.6	55.20%	11.38%	9.68%	8.52%	6.22%	7.18%	30.12%	38.22%	36.46%	
0.8	61.26%	11.18%	9.06%	7.88%	7.02%	7.88%	38.66%	45.56%	45.42%	
1	66.22%	11.66%	9.88%	8.66%	8.26%	10.48%	49.26%	56.46%	57.92%	
1.5	73.68%	14.60%	13.60%	14.74%	18.44%	21.86%	71.08%	79.18%	80.46%	
2	77.60%	19.30%	18.34%	21.02%	26.90%	33.16%	85.84%	93.88%	92.86%	
3	78.36%	22.36%	24.12%	26.42%	30.18%	37.14%	90.74%	99.86%	99.88%	

截距分數=2.2853 斜率分數=1.7208 截斜分數=-0.1254 整體分數=0.1037

AIC		樣本數=15								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		44.32%	46.94%	56.12%	64.00%	69.60%	80.30%	79.94%	79.10%	
0.2	45.26%	11.70%	9.04%	6.48%	6.30%	6.74%	22.06%	21.94%	22.26%	
0.4	54.06%	9.50%	7.08%	5.00%	5.40%	8.72%	29.82%	29.98%	31.06%	
0.6	60.78%	9.28%	5.86%	5.54%	7.62%	14.48%	41.60%	41.90%	42.78%	
0.8	67.42%	7.98%	6.98%	7.78%	13.44%	23.38%	55.26%	56.08%	54.96%	
1	72.36%	9.08%	8.68%	11.40%	22.08%	33.78%	68.88%	68.68%	68.12%	
1.5	79.38%	14.74%	17.58%	24.42%	38.66%	53.68%	91.36%	92.04%	92.30%	
2	79.50%	19.42%	22.16%	32.20%	45.82%	61.58%	98.64%	98.86%	98.96%	
3	80.42%	20.12%	22.20%	33.68%	47.10%	62.74%	100.00%	100.00%	100.00%	

截距分數=2.6060 斜率分數=2.1581 截斜分數=0.0882 整體分數=0.2857

附表C.11 (續)

AIC		樣本數=25								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		47.00%	58.32%	73.02%	80.02%	81.34%	82.08%	81.92%	82.60%	
0.2	49.02%	7.70%	4.78%	6.74%	14.92%	21.34%	22.44%	22.74%	22.46%	
0.4	58.78%	5.68%	3.00%	11.22%	26.36%	34.76%	34.46%	37.68%	36.20%	
0.6	66.90%	5.90%	6.14%	24.04%	44.54%	52.90%	53.66%	54.02%	53.48%	
0.8	75.16%	7.46%	12.08%	39.02%	61.98%	69.96%	69.84%	71.58%	71.34%	
1	78.88%	11.50%	20.44%	51.12%	75.28%	83.68%	84.28%	85.08%	85.74%	
1.5	81.98%	20.04%	32.04%	64.90%	88.44%	97.46%	98.60%	98.80%	98.86%	
2	81.56%	19.28%	32.76%	66.68%	91.24%	98.44%	99.98%	99.96%	99.98%	
3	81.26%	20.76%	33.08%	65.92%	89.90%	98.50%	100.00%	100.00%	100.00%	

截距分數 = 3.1140 斜率分數 = 2.9735 截斜分數 = 0.5473 整體分數 = 0.7115

AIC		樣本數=50								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		60.34%	80.94%	81.74%	82.86%	83.68%	82.62%	83.22%	84.26%	
0.2	53.62%	3.16%	15.40%	26.98%	25.48%	26.84%	26.64%	25.98%	26.38%	
0.4	67.76%	5.10%	38.46%	49.86%	50.18%	49.56%	49.42%	49.46%	51.34%	
0.6	77.32%	15.88%	63.62%	75.34%	75.94%	76.52%	75.82%	75.14%	76.42%	
0.8	82.08%	27.98%	79.62%	92.00%	91.04%	91.82%	91.92%	91.20%	91.52%	
1	83.72%	35.92%	85.96%	98.20%	97.92%	98.18%	97.90%	98.20%	98.16%	
1.5	84.08%	37.64%	86.82%	100.00%	100.00%	99.98%	100.00%	100.00%	100.00%	
2	83.64%	36.44%	86.94%	99.98%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
3	83.22%	36.44%	87.68%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	

截距分數 = 3.9895 斜率分數 = 5.8312 截斜分數 = 1.2395 整體分數 = 1.4142

AIC		樣本數=100								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		82.78%	83.38%	84.28%	83.42%	84.16%	83.02%	83.72%	83.84%	
0.2	61.32%	28.80%	35.14%	35.32%	36.38%	35.08%	33.88%	35.26%	34.54%	
0.4	76.74%	65.18%	72.02%	71.24%	72.08%	71.62%	71.76%	71.92%	73.52%	
0.6	82.66%	87.74%	94.22%	93.96%	93.92%	93.88%	94.54%	94.30%	93.96%	
0.8	84.30%	92.76%	99.34%	99.52%	99.54%	99.50%	99.54%	99.44%	99.36%	
1	83.04%	93.24%	99.98%	99.94%	99.98%	99.96%	100.00%	99.98%	100.00%	
1.5	83.10%	93.04%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
2	83.46%	93.16%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
3	84.26%	92.92%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	

截距分數 = 5.9092 斜率分數 = 95.6185 截斜分數 = 2.4213 整體分數 = 2.6257

附表 C.12 AICc 之模型選取正確率

AICc		樣本數=5								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		48.94%	50.08%	49.74%	51.90%	52.76%	68.18%	83.46%	94.48%	
0.2	51.58%	0.16%	0.06%	0.06%	0.12%	0.04%	0.02%	0.04%	0.04%	
0.4	54.66%	0.12%	0.06%	0.10%	0.08%	0.04%	0.00%	0.04%	0.00%	
0.6	59.30%	0.12%	0.08%	0.02%	0.04%	0.08%	0.02%	0.02%	0.16%	
0.8	63.54%	0.06%	0.06%	0.08%	0.06%	0.04%	0.02%	0.04%	0.12%	
1	70.24%	0.12%	0.04%	0.04%	0.04%	0.02%	0.04%	0.08%	0.10%	
1.5	76.68%	0.10%	0.02%	0.06%	0.04%	0.12%	0.06%	0.10%	0.12%	
2	83.34%	0.02%	0.02%	0.12%	0.06%	0.04%	0.04%	0.12%	0.34%	
3	91.84%	0.08%	0.02%	0.08%	0.10%	0.04%	0.18%	0.34%	0.72%	

截距分數 = 2.4964 斜率分數 = 1.6411 截斜分數 = -324.69 整體分數 = -0.7376

AICc		樣本數=10								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		48.00%	48.62%	52.62%	59.34%	63.64%	88.76%	92.22%	92.42%	
0.2	49.26%	4.14%	4.02%	2.72%	2.92%	2.16%	4.20%	8.68%	8.44%	
0.4	56.26%	3.88%	3.16%	2.22%	1.68%	1.74%	4.98%	11.06%	11.34%	
0.6	63.06%	3.60%	2.54%	2.00%	1.36%	1.04%	7.54%	15.72%	16.06%	
0.8	68.60%	3.30%	2.54%	1.58%	1.22%	1.04%	11.24%	22.96%	22.60%	
1	74.36%	3.16%	2.04%	2.14%	1.74%	1.60%	16.52%	31.68%	32.70%	
1.5	83.00%	3.22%	2.94%	2.84%	3.18%	4.48%	37.00%	56.40%	55.90%	
2	88.94%	4.76%	4.62%	5.12%	6.86%	8.64%	55.30%	79.08%	79.00%	
3	91.32%	6.56%	6.34%	9.64%	11.40%	16.38%	72.24%	98.40%	98.08%	

截距分數 = 2.5141 斜率分數 = 1.7690 截斜分數 = -0.7200 整體分數 = -0.2103

AICc		樣本數=15								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		47.88%	51.58%	61.50%	68.98%	76.10%	90.26%	88.98%	90.26%	
0.2	51.60%	5.08%	3.92%	3.12%	2.82%	2.44%	12.44%	12.76%	11.68%	
0.4	58.04%	4.64%	3.50%	1.98%	1.78%	2.58%	17.60%	18.52%	18.68%	
0.6	67.12%	4.36%	2.66%	1.72%	2.20%	4.00%	29.26%	28.48%	28.56%	
0.8	72.40%	3.96%	3.20%	2.46%	3.44%	8.00%	41.80%	40.78%	40.70%	
1	78.24%	4.10%	3.38%	3.40%	7.22%	14.76%	53.90%	54.78%	54.72%	
1.5	85.60%	6.10%	6.68%	11.78%	21.44%	34.78%	83.20%	83.38%	83.44%	
2	89.16%	9.20%	11.18%	18.06%	31.32%	45.34%	96.80%	96.84%	96.44%	
3	89.76%	10.38%	12.86%	21.54%	33.96%	48.16%	99.86%	100.00%	99.96%	

截距分數 = 2.8375 斜率分數 = 2.2344 截斜分數 = -0.2046 整體分數 = 0.0843

附表C.12 (續)

AICc		樣本數=25								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		49.88%	60.18%	75.52%	84.64%	86.80%	87.38%	87.94%	87.40%	
0.2	51.06%	4.90%	3.08%	3.58%	9.60%	15.14%	16.78%	16.58%	17.46%	
0.4	62.56%	3.60%	1.98%	5.74%	17.80%	25.82%	28.64%	27.54%	28.62%	
0.6	71.44%	3.26%	2.76%	14.16%	32.40%	43.62%	45.74%	44.44%	44.88%	
0.8	78.94%	4.12%	5.44%	26.38%	51.16%	61.24%	63.12%	63.34%	63.88%	
1	82.78%	6.70%	11.82%	40.38%	66.08%	78.34%	80.28%	80.10%	79.20%	
1.5	87.46%	12.74%	24.86%	57.08%	84.06%	94.84%	97.90%	97.64%	97.58%	
2	87.04%	14.94%	26.92%	59.74%	86.24%	97.66%	99.96%	99.98%	99.90%	
3	87.48%	15.24%	26.34%	58.52%	86.84%	97.68%	100.00%	100.00%	100.00%	

截距分數 = 3.1835 斜率分數 = 3.0061 截斜分數 = 0.3749 整體分數 = 0.5626

AICc		樣本數=50								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		62.94%	81.74%	85.92%	85.74%	85.56%	85.76%	85.26%	85.56%	
0.2	55.12%	2.60%	12.40%	23.28%	24.82%	22.96%	24.00%	23.46%	23.20%	
0.4	69.58%	3.28%	31.40%	46.62%	47.22%	47.12%	47.06%	47.38%	46.40%	
0.6	78.50%	12.04%	58.48%	72.02%	72.28%	71.88%	72.82%	72.12%	72.54%	
0.8	83.88%	23.34%	75.56%	89.56%	89.84%	89.80%	90.18%	89.94%	89.66%	
1	85.78%	31.44%	83.58%	97.40%	97.52%	97.18%	97.52%	97.38%	97.90%	
1.5	86.28%	33.14%	85.38%	99.96%	99.98%	99.98%	99.98%	99.98%	99.98%	
2	85.70%	33.32%	85.40%	99.98%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
3	85.58%	33.34%	85.72%	99.98%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	

截距分數 = 4.0788 斜率分數 = 6.1632 截斜分數 = 1.1360 整體分數 = 1.3183

AICc		樣本數=100								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		84.08%	84.86%	85.12%	84.74%	85.56%	85.12%	85.28%	84.80%	
0.2	61.30%	24.86%	33.08%	33.66%	32.40%	33.38%	33.06%	33.46%	33.96%	
0.4	76.78%	63.26%	70.26%	70.84%	69.76%	71.08%	70.40%	69.98%	70.36%	
0.6	83.98%	85.38%	93.84%	93.70%	93.98%	94.18%	93.70%	93.84%	93.48%	
0.8	84.72%	91.98%	99.40%	99.46%	99.42%	99.26%	99.54%	99.20%	99.48%	
1	85.16%	92.10%	99.94%	100.00%	100.00%	99.96%	99.98%	99.98%	100.00%	
1.5	84.52%	92.60%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
2	84.24%	92.22%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
3	85.40%	92.12%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	

截距分數 = 5.6821 斜率分數 = 116.65 截斜分數 = 2.3148 整體分數 = 2.5332

附表 C.13 SIC 之模型選取正確率

SIC		樣本數=5								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		35.95%	35.75%	37.01%	38.09%	38.40%	49.80%	60.40%	62.96%	
0.2	36.07%	27.39%	27.04%	26.35%	24.77%	24.01%	20.46%	27.30%	35.69%	
0.4	39.40%	26.01%	25.48%	24.73%	23.70%	22.74%	19.24%	26.72%	37.20%	
0.6	43.02%	24.18%	23.87%	22.84%	22.03%	19.77%	18.20%	30.48%	40.91%	
0.8	46.06%	23.19%	22.97%	21.21%	20.93%	19.55%	19.12%	32.10%	44.75%	
1	49.84%	23.01%	22.23%	20.70%	20.08%	19.25%	20.50%	37.02%	50.53%	
1.5	56.44%	24.14%	22.80%	22.40%	21.60%	22.26%	28.74%	48.70%	64.56%	
2	59.68%	26.82%	27.27%	26.57%	25.85%	26.69%	36.69%	61.62%	77.87%	
3	63.12%	32.84%	33.70%	34.24%	34.94%	35.60%	49.22%	76.68%	93.82%	

截距分數=1.6187 斜率分數=1.0080 截斜分數=-0.1430 整體分數=0.0630

SIC		樣本數=10								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		44.15%	45.01%	48.16%	54.26%	57.92%	80.26%	80.94%	81.24%	
0.2	45.77%	11.69%	10.95%	9.81%	7.65%	7.37%	14.36%	20.38%	20.73%	
0.4	50.97%	10.77%	9.27%	6.87%	5.90%	5.26%	17.72%	26.20%	25.89%	
0.6	57.50%	9.62%	7.93%	6.30%	4.74%	4.85%	24.48%	32.84%	32.65%	
0.8	62.60%	9.47%	7.33%	5.83%	5.41%	6.24%	34.00%	42.66%	42.53%	
1	67.42%	9.07%	8.17%	6.30%	6.44%	8.75%	43.34%	52.70%	53.09%	
1.5	76.20%	11.50%	10.80%	11.32%	15.12%	18.56%	66.62%	77.78%	77.44%	
2	81.04%	15.36%	15.57%	18.01%	22.13%	27.59%	82.50%	92.26%	92.47%	
3	81.17%	19.44%	19.72%	23.25%	27.01%	33.13%	88.56%	99.80%	99.78%	

截距分數=2.3685 斜率分數=1.6934 截斜分數=-0.2263 整體分數=0.0385

SIC		樣本數=15								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		47.95%	50.11%	59.74%	67.35%	73.73%	86.66%	86.64%	87.45%	
0.2	48.83%	7.57%	5.73%	3.90%	3.87%	4.01%	16.14%	14.84%	15.65%	
0.4	57.17%	5.67%	3.94%	2.56%	2.43%	4.10%	21.80%	23.62%	22.49%	
0.6	64.51%	5.49%	3.41%	2.32%	3.89%	6.65%	33.60%	32.20%	33.49%	
0.8	71.22%	5.18%	3.50%	3.27%	6.51%	12.75%	45.82%	47.86%	46.30%	
1	75.93%	5.60%	4.36%	6.14%	11.34%	20.12%	58.88%	60.14%	60.07%	
1.5	84.78%	8.04%	9.56%	16.54%	28.72%	40.34%	86.64%	86.96%	87.56%	
2	86.55%	11.98%	14.72%	23.41%	36.23%	52.71%	97.80%	97.96%	97.39%	
3	86.60%	13.85%	16.33%	25.47%	38.90%	54.52%	99.94%	99.96%	99.99%	

截距分數=2.7140 斜率分數=2.2424 截斜分數=-0.1057 整體分數=0.1484

附表C.13 (續)

SIC		樣本數=25								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		50.88%	62.00%	77.70%	86.35%	90.58%	92.20%	90.98%	91.19%	
0.2	53.00%	3.31%	2.05%	1.94%	4.91%	9.42%	11.68%	11.32%	12.25%	
0.4	63.82%	2.57%	0.97%	2.54%	10.94%	20.42%	23.12%	22.38%	22.43%	
0.6	73.26%	2.03%	1.14%	7.10%	23.33%	34.97%	37.92%	38.44%	38.09%	
0.8	79.61%	2.42%	2.59%	16.35%	39.26%	53.28%	58.34%	58.20%	57.17%	
1	84.98%	3.43%	6.60%	27.61%	56.55%	69.87%	74.88%	73.12%	73.74%	
1.5	90.18%	8.06%	18.64%	47.96%	78.54%	92.98%	96.30%	96.18%	96.32%	
2	91.44%	11.10%	20.53%	52.75%	81.28%	96.21%	99.88%	99.88%	99.84%	
3	90.65%	10.77%	20.65%	52.24%	81.74%	96.32%	100.00%	100.00%	100.00%	

截距分數 = 3.1984 斜率分數 = 2.9889 截斜分數 = 0.2375 整體分數 = 0.4457

SIC		樣本數=50								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		66.76%	88.18%	94.38%	94.70%	94.98%	94.62%	94.74%	95.62%	
0.2	59.52%	0.65%	1.50%	10.43%	11.41%	11.88%	11.78%	11.28%	11.65%	
0.4	74.28%	0.29%	9.00%	28.34%	29.70%	27.96%	29.68%	28.26%	29.31%	
0.6	83.17%	1.14%	28.65%	54.07%	54.41%	54.76%	54.02%	55.38%	54.74%	
0.8	90.14%	5.68%	50.87%	78.99%	78.83%	79.25%	77.40%	78.70%	78.27%	
1	93.19%	12.12%	65.79%	92.77%	93.40%	93.45%	93.47%	93.41%	93.22%	
1.5	94.72%	17.04%	71.76%	99.76%	99.94%	99.92%	99.92%	99.98%	99.94%	
2	94.42%	17.19%	71.59%	99.93%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
3	94.67%	17.51%	71.75%	99.85%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	

截距分數 = 4.0968 斜率分數 = 5.7875 截斜分數 = 0.7208 整體分數 = 0.9151

SIC		樣本數=100								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		91.69%	96.73%	96.62%	96.57%	96.54%	97.04%	96.84%	96.60%	
0.2	66.88%	2.31%	12.62%	12.68%	12.48%	13.07%	12.58%	12.16%	12.76%	
0.4	83.50%	22.79%	44.23%	44.35%	43.46%	44.06%	44.04%	43.28%	42.68%	
0.6	92.17%	55.97%	80.07%	78.72%	79.41%	79.65%	79.50%	80.06%	79.64%	
0.8	95.92%	73.42%	96.76%	96.51%	96.59%	95.91%	96.04%	96.70%	96.54%	
1	96.38%	76.60%	99.79%	99.76%	99.72%	99.79%	99.80%	99.78%	99.73%	
1.5	96.52%	76.56%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
2	96.44%	77.05%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
3	96.63%	77.52%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	

截距分數 = 5.4114 斜率分數 = 35.228 截斜分數 = 1.3592 整體分數 = 1.5851

附表 C.14 MAE 之模型選取正確率

MAE		樣本數=5							
δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		19.19%	19.22%	19.91%	19.90%	19.33%	22.30%	23.10%	23.18%
0.2	20.13%	60.47%	59.85%	59.37%	58.74%	58.45%	60.06%	70.16%	76.11%
0.4	21.36%	59.04%	59.67%	59.61%	58.50%	58.83%	60.48%	71.30%	76.74%
0.6	21.85%	59.99%	57.61%	58.42%	58.41%	57.48%	59.34%	72.10%	77.97%
0.8	23.17%	58.35%	59.34%	58.78%	58.56%	57.77%	62.74%	72.72%	80.14%
1	24.35%	59.35%	59.24%	58.61%	58.99%	57.69%	63.72%	76.38%	82.33%
1.5	26.58%	62.14%	61.92%	63.80%	62.42%	63.82%	68.32%	80.20%	87.02%
2	26.49%	66.67%	65.77%	66.42%	66.00%	66.15%	72.96%	85.02%	92.00%
3	27.15%	70.98%	71.13%	71.11%	71.56%	71.84%	79.14%	90.56%	97.50%

截距分數 = -3.5333 斜率分數 = -7.0813 截斜分數 = 3.4158 整體分數 = 1.2331

MAE		樣本數=10							
δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		19.30%	20.07%	20.61%	21.51%	23.15%	26.60%	26.76%	26.79%
0.2	20.80%	59.73%	57.98%	56.96%	56.60%	56.33%	71.34%	73.00%	73.56%
0.4	22.22%	58.51%	56.47%	56.28%	55.43%	56.55%	72.50%	75.86%	75.42%
0.6	22.95%	57.74%	57.22%	55.99%	57.38%	58.48%	76.00%	79.78%	79.14%
0.8	24.65%	58.56%	57.78%	58.79%	59.28%	62.04%	78.68%	81.30%	82.17%
1	26.27%	61.11%	60.73%	60.41%	62.14%	65.35%	83.20%	85.32%	86.21%
1.5	27.94%	65.90%	66.32%	68.08%	68.28%	72.74%	89.86%	93.82%	93.26%
2	28.76%	69.85%	70.10%	72.67%	73.73%	75.67%	94.60%	97.70%	97.40%
3	29.34%	72.11%	72.80%	73.80%	75.76%	78.22%	96.86%	99.84%	99.89%

截距分數 = -2.4868 斜率分數 = -3.1998 截斜分數 = 2.8955 整體分數 = 1.2808

MAE		樣本數=15							
δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		20.61%	20.90%	23.05%	25.48%	27.24%	27.28%	28.64%	28.67%
0.2	22.86%	56.36%	54.27%	54.72%	56.99%	60.86%	73.02%	72.54%	72.58%
0.4	23.40%	55.80%	54.45%	55.47%	58.38%	63.92%	75.84%	75.24%	76.14%
0.6	26.21%	55.91%	55.95%	58.17%	62.01%	67.10%	80.34%	79.18%	79.88%
0.8	27.26%	58.42%	58.44%	62.38%	66.51%	71.09%	85.42%	84.76%	85.29%
1	29.04%	61.15%	62.24%	66.15%	71.19%	76.79%	89.98%	90.26%	88.70%
1.5	28.32%	67.52%	70.64%	71.46%	77.20%	83.82%	96.72%	96.72%	97.20%
2	28.63%	69.73%	71.47%	75.79%	80.50%	86.25%	99.26%	99.42%	99.43%
3	29.63%	70.70%	72.12%	76.41%	81.39%	87.21%	99.94%	100.00%	100.00%

截距分數 = -2.4964 斜率分數 = -2.4483 截斜分數 = 2.9223 整體分數 = 1.3547

附表C.14 (續)

MAE		樣本數=25								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		22.29%	23.93%	28.45%	28.83%	29.69%	29.42%	28.24%	29.16%	
0.2	22.41%	54.33%	53.67%	60.96%	68.29%	71.24%	72.20%	71.16%	72.04%	
0.4	25.11%	54.03%	55.26%	65.51%	72.80%	76.38%	76.12%	78.76%	77.97%	
0.6	27.24%	57.17%	60.60%	70.53%	78.91%	82.82%	82.64%	82.74%	83.62%	
0.8	28.77%	61.56%	66.15%	77.25%	84.68%	88.45%	88.38%	90.10%	89.55%	
1	29.46%	64.85%	70.47%	81.83%	89.38%	93.10%	94.04%	94.32%	95.12%	
1.5	29.14%	70.54%	75.00%	86.32%	95.02%	98.14%	98.86%	99.14%	99.12%	
2	29.98%	71.24%	75.95%	87.92%	95.73%	98.80%	99.90%	99.88%	99.96%	
3	29.80%	70.78%	76.94%	87.85%	95.75%	99.11%	100.00%	100.00%	100.00%	

截距分數 = -2.0764 斜率分數 = -2.0931 截斜分數 = 3.3943 整體分數 = 1.4856

MAE		樣本數=50								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		26.14%	29.93%	28.93%	30.25%	29.81%	29.36%	30.12%	30.42%	
0.2	22.75%	53.71%	67.22%	73.99%	73.57%	73.59%	73.18%	72.88%	74.29%	
0.4	26.80%	59.96%	76.14%	81.92%	82.47%	81.02%	81.54%	82.20%	81.82%	
0.6	28.94%	66.94%	84.57%	89.56%	90.84%	90.33%	89.92%	90.28%	90.08%	
0.8	29.55%	72.44%	89.99%	95.29%	95.35%	95.76%	95.66%	95.50%	95.45%	
1	30.56%	75.76%	92.42%	98.58%	98.48%	98.43%	98.60%	98.36%	98.32%	
1.5	31.02%	76.36%	93.90%	99.92%	99.98%	99.92%	99.96%	99.94%	99.98%	
2	31.66%	77.33%	93.93%	99.97%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
3	32.02%	76.60%	94.16%	99.91%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	

截距分數 = -1.3511 斜率分數 = -2.8462 截斜分數 = 4.6663 整體分數 = 1.6609

MAE		樣本數=100								
δ_1	δ_2									
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1	
0		30.90%	30.36%	30.71%	29.48%	31.12%	30.48%	30.34%	29.65%	
0.2	26.32%	72.43%	76.20%	76.51%	76.64%	76.27%	77.00%	75.92%	76.03%	
0.4	29.62%	83.72%	88.70%	87.86%	88.37%	88.47%	87.96%	88.54%	88.71%	
0.6	30.53%	91.99%	96.40%	96.28%	96.62%	96.41%	96.12%	96.76%	96.52%	
0.8	30.66%	95.33%	99.27%	99.27%	99.24%	99.26%	99.24%	99.04%	99.19%	
1	31.26%	95.40%	99.87%	99.88%	99.95%	99.91%	99.92%	99.94%	99.86%	
1.5	31.56%	96.16%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
2	31.37%	95.56%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
3	31.01%	95.46%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	

截距分數 = -1.7715 斜率分數 = -5.1728 截斜分數 = 7.4882 整體分數 = 1.8006

附表 C.15 在不同樣本數下，不同權重的 WIC 準則之全距分數

WIC 權重(w)	樣本數					
	5	10	15	25	50	100
0(MAE)	10.4971	6.0953	5.4187	5.4874	7.5125	12.6609
0.025	6.0675	3.3808	2.9333	2.8619	3.3266	4.9062
0.05	5.0405	2.6550	2.0510	2.0756	2.7338	3.6778
0.075	4.0276	2.1749	1.6681	1.3532	2.1844	2.8005
0.1	3.6651	1.7979	1.3472	1.2170	1.5304	2.3108
0.125	3.3030	1.5142	1.1670	1.0140	1.2446	2.0566
0.15	2.8777	1.2636	0.8445	0.6879	0.8862	1.5778
0.175	2.4835	1.0098	0.6519	0.5298	0.5132	1.2878
0.2	2.1145	0.7444	0.3888	0.3243	0.2003	0.7639
0.3	0.9920	0.4979	0.7770	0.6978	0.7832	0.7370
0.4	0.4833	1.1472	1.4403	1.5017	1.7415	2.3271
0.5	1.4545	2.1112	2.3154	2.4130	2.8923	4.8965
0.6	1.6289	2.2150	2.3924	2.3629	3.9519	8.3130
0.7	1.7799	2.4666	2.1501	2.7073	4.3494	15.3767
0.8	1.8973	2.4152	2.5106	2.7446	4.6547	20.7952
0.9	1.9120	2.4315	2.6088	2.5307	5.0442	59.1327
1(AIC)	1.9231	2.4107	2.5179	2.5667	4.5917	93.1973

附表 C.16 在不同樣本數下，不同權重的 WIC 準則之整體分數

WIC 權重(w)	樣本數					
	5	10	15	25	50	100
0(MAE)	1.2331	1.2808	1.3547	1.4856	1.6609	1.8006
0.025	1.3065	1.3333	1.4097	1.5837	1.8399	2.0639
0.05	1.2908	1.3010	1.4146	1.5877	1.8421	2.1991
0.075	1.2872	1.2699	1.3642	1.5938	1.8625	2.2882
0.1	1.2313	1.1975	1.3046	1.5475	1.8936	2.3391
0.125	1.1741	1.1214	1.2437	1.4960	1.9088	2.3677
0.15	1.1549	1.0597	1.2041	1.4839	1.9169	2.4286
0.175	1.1088	1.0226	1.1583	1.4522	1.9331	2.4753
0.2	1.0692	0.9614	1.0948	1.4255	1.9405	2.5314
0.3	0.8458	0.7317	0.9089	1.2850	1.9002	2.6567
0.4	0.5445	0.5454	0.7420	1.1698	1.8610	2.7668
0.5	0.2300	0.3642	0.5801	1.0419	1.7871	2.8058
0.6	0.2081	0.2727	0.4818	0.9467	1.6947	2.8228
0.7	0.1203	0.2103	0.4077	0.8633	1.5968	2.7685
0.8	0.0934	0.1624	0.3567	0.8041	1.5333	2.7484
0.9	0.0879	0.1280	0.3145	0.7563	1.4622	2.6680
1(AIC)	0.0682	0.1037	0.2857	0.7115	1.4142	2.6257

註：粗體為該樣本下，最大的整體分數

附表 C.17 最高整體分數所對應權重的 WIC 之模型選取正確率

WIC 樣本數=5 $w = 0.025$

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		22.16%	22.46%	23.54%	24.90%	25.24%	25.62%	27.96%	29.56%
0.2	23.10%	58.34%	58.98%	57.44%	57.42%	56.46%	56.40%	65.48%	72.84%
0.4	24.38%	57.78%	58.84%	57.50%	55.70%	56.30%	56.36%	67.04%	73.28%
0.6	25.04%	56.80%	56.82%	56.18%	56.38%	55.00%	56.62%	67.70%	75.14%
0.8	26.62%	55.80%	56.52%	56.10%	55.58%	54.70%	59.08%	69.14%	76.78%
1	28.92%	55.92%	56.88%	55.12%	57.32%	56.48%	60.74%	72.24%	81.04%
1.5	30.66%	57.36%	58.14%	58.96%	59.04%	60.14%	65.02%	77.36%	86.16%
2	33.22%	62.04%	62.16%	62.50%	62.96%	63.92%	69.02%	84.70%	90.94%
3	34.28%	65.80%	66.30%	66.78%	66.86%	67.36%	75.48%	89.60%	96.86%

截距分數 = -1.2122 斜率分數 = -3.0301 截斜分數 = 3.0374 整體分數 = 1.3065

WIC 樣本數=10 $w = 0.025$

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		22.70%	23.88%	24.62%	25.56%	26.78%	33.76%	34.72%	36.64%
0.2	23.48%	57.54%	54.98%	53.60%	52.96%	52.66%	66.70%	68.50%	67.54%
0.4	25.72%	56.70%	54.28%	52.26%	52.96%	52.32%	69.46%	70.94%	70.20%
0.6	27.00%	53.94%	53.78%	52.50%	53.22%	53.90%	71.90%	74.30%	73.34%
0.8	29.10%	54.92%	55.00%	53.40%	55.24%	57.22%	77.82%	78.10%	77.64%
1	31.68%	56.84%	56.00%	56.18%	58.52%	61.62%	81.78%	83.80%	82.64%
1.5	32.40%	62.20%	63.46%	64.10%	66.88%	68.90%	89.66%	92.60%	92.52%
2	33.82%	65.80%	66.88%	67.28%	70.60%	73.64%	94.98%	97.84%	97.94%
3	34.26%	68.30%	68.50%	70.24%	73.20%	75.34%	97.32%	99.92%	99.98%

截距分數 = -0.9162 斜率分數 = -0.9059 截斜分數 = 2.4647 整體分數 = 1.3333

WIC 樣本數=15 $w = 0.05$

δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		25.02%	25.78%	29.06%	33.20%	35.92%	39.84%	41.48%	45.32%
0.2	25.50%	53.50%	49.76%	48.44%	49.12%	52.58%	66.24%	61.78%	60.02%
0.4	28.14%	49.76%	47.34%	46.98%	51.40%	57.54%	68.66%	67.60%	65.32%
0.6	32.06%	48.40%	48.58%	49.74%	55.30%	61.60%	76.10%	73.86%	72.40%
0.8	34.06%	51.16%	51.74%	54.60%	60.34%	67.12%	80.80%	80.38%	79.46%
1	37.00%	53.60%	56.08%	60.04%	67.64%	72.62%	87.36%	86.98%	86.32%
1.5	37.72%	61.54%	61.84%	68.32%	73.60%	82.58%	96.52%	96.22%	97.94%
2	38.76%	63.84%	64.00%	70.12%	78.26%	84.56%	99.34%	99.40%	99.54%
3	39.60%	64.98%	65.56%	72.14%	79.60%	85.52%	99.96%	100.00%	100.00%

截距分數 = 0.1492 斜率分數 = 0.1493 截斜分數 = 2.2002 整體分數 = 1.4146

附表C.17 (續)

WIC		樣本數=25		$w = 0.075$					
δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		28.94%	31.90%	38.76%	39.92%	41.60%	45.20%	50.28%	51.58%
0.2	28.96%	44.08%	42.44%	50.58%	59.74%	62.64%	59.36%	57.22%	52.76%
0.4	33.02%	43.60%	45.64%	56.94%	65.50%	69.50%	67.04%	65.72%	62.70%
0.6	37.22%	46.16%	50.02%	65.96%	75.34%	77.22%	77.08%	77.32%	75.84%
0.8	39.70%	50.84%	58.06%	72.82%	83.26%	86.46%	87.92%	86.88%	85.02%
1	40.78%	54.92%	63.24%	79.44%	88.84%	92.56%	93.40%	93.04%	92.68%
1.5	41.82%	61.24%	68.88%	84.12%	94.14%	98.06%	99.18%	98.90%	99.24%
2	42.46%	61.74%	69.02%	84.50%	95.34%	99.16%	100.00%	99.96%	99.96%
3	43.14%	62.50%	69.68%	85.96%	96.98%	99.94%	100.00%	100.00%	100.00%

截距分數=0.9997 斜率分數=0.9585 截斜分數=2.3117 整體分數=1.5938

WIC		樣本數=50		$w = 0.2$					
δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		38.28%	50.34%	52.78%	53.18%	56.04%	61.04%	67.02%	71.32%
0.2	34.18%	28.78%	49.56%	55.96%	54.80%	54.16%	47.12%	44.10%	39.44%
0.4	44.02%	39.34%	67.86%	72.08%	71.60%	71.68%	68.16%	64.00%	61.56%
0.6	48.34%	51.64%	81.26%	86.88%	86.82%	87.28%	84.90%	85.02%	83.76%
0.8	50.22%	60.22%	89.50%	95.38%	95.48%	95.60%	95.38%	94.92%	94.90%
1	50.88%	62.92%	93.12%	98.76%	98.82%	98.50%	98.66%	98.94%	99.00%
1.5	51.30%	63.12%	93.62%	99.98%	100.00%	99.98%	100.00%	100.00%	100.00%
2	52.44%	63.84%	93.16%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3	54.08%	64.12%	94.12%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

截距分數=2.3171 斜率分數=2.2208 截斜分數=2.4211 整體分數=1.9405

WIC		樣本數=100		$w = 0.6$					
δ_1	δ_2								
	0	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.3	0.6	1
0		72.20%	72.68%	75.32%	75.58%	77.64%	80.72%	80.96%	82.66%
0.2	55.34%	43.28%	47.28%	45.30%	42.76%	42.40%	39.14%	38.26%	37.42%
0.4	70.18%	75.94%	79.52%	79.14%	78.40%	76.76%	74.70%	73.66%	72.90%
0.6	71.26%	91.70%	96.56%	96.16%	95.74%	95.76%	94.64%	94.72%	94.44%
0.8	72.24%	95.46%	99.56%	99.76%	99.62%	99.66%	99.68%	99.66%	99.24%
1	71.18%	95.22%	100.00%	99.98%	99.98%	99.98%	99.96%	99.98%	100.00%
1.5	72.88%	95.30%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2	73.34%	95.32%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3	75.00%	96.22%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

截距分數=5.9641 斜率分數=11.1668 截斜分數=2.8538 整體分數=2.8228