

第三章 管制流程之建構

中外文獻大多數只針對具有(1)自我相關特性的單變量製程或是(2)無自我相關之多變量製程兩者之一做 SPC 方面之研究，同時對具有此兩種特性之資料進行研究則十分少見，更未見到結合 EPC 於具自我相關性之多變量 SPC 程序之相關文獻。由於整合具自我相關性之多變量 SPC 及 EPC 程序對目前高科技產業而言非常重要，故本研究特別針對具有自我相關特性的多變量製程，建立一套完整的 SPC 與 EPC 流程。

3.1 管制流程的執行步驟

本研究所建立之整合 SPC 與 EPC 流程主要是利用一個倒傳遞神經網路模式來處理兩個部分：1.利用倒傳遞神經網路模式來求得輸出變數的殘差，接著利用殘差來建立多變量管制圖，藉以消除當進行管制圖管制時，自我相關性所帶來之錯誤訊息；2.當製程發生失控時，將輸出變數實際值與目標值之間的偏差值代入倒傳遞網路控制器，藉以求出控制變數的調整量以進行回饋控制。

本研究執行製程管制之流程，分為兩個階段說明如下：

階段一：SPC 程序

此一程序包含了解析用管制圖流程與管制用管制圖流程。各個流程的詳細步驟如下：

(1). 解析用管制圖流程

在解析用管制圖流程中，當多變量歷史資料具有顯著的自我相關時，則應建立倒傳遞網路模式來求得殘差，之後再利用所得之殘差進行 Hotelling's T^2 管制圖的統計製程管制，藉以消除自我相關性所帶來的錯誤訊息。解析用管制圖流程各步驟之說明如下：

步驟 a. 收集並解析資料

針對收集來的歷史資料進行解析，以瞭解變數的個數與類型。同時針對各個輸出變數畫 \bar{X} - R_m 管制圖以確認資料散佈的情形。

步驟 b. 計算資料的自我相關程度

進行各個輸出變數自我相關程度的計算。如果有一個以上的輸出變數具有顯著的自我相關性，則進行步驟 c，否則進行以觀測值為基礎之多變量管制即可（即跳至步驟 e，將其中之殘差換成原始各輸出變數資料）。

步驟 c. 建構倒傳遞網路模型

首先進行模式的特性設定，接下來界定隱藏層(hidden layer)的神經元個數、動量(moment)與學習率(learning rate)此三項變動因子的範圍，在範圍內進行神經網路之訓練，利用重複訓練的方式來找出最佳的因子參數設定。決定模型特性與變動因子後，便進行網路模式的訓練。在考量網路的預測能力、模式的複雜度與廣義化的能力後，便可決定最佳的網路參數設定。

步驟 d. 計算殘差並進行常態性檢定

將輸入變數向量帶入倒傳遞網路模式便可得到下一期的輸出變數預測值向量，接著比較實際值與預測值後，我們便可得到各個輸出變數的殘差。之後針對殘差來進行常態性檢定。如果殘差不獨立且不服從常態分配，則必須回到步驟 c 來進行網路模型的修正；如果殘差獨立且服從常態分配，則進行步驟 e。

步驟 e. 建構輸出製程之殘差的Hotelling's T^2 管制圖

當驗證殘差彼此獨立且服從常態分配後，便可針對殘差來建立Hotelling's T^2 管制圖。如果 T^2 統計量超出管制界限，則我們稱此時點的觀測值發生失控的情形，便可進行步驟f。如果製程沒有發生失控的情形，則進行後續之管制用管制圖流程的步驟a。

步驟 f. 處理超出管制界限的觀測值

當觀測值發生失控的情形，可依照下列三個方式來處理：

- 若有一或二點超出管制界限，則應調查原因並加以消除。然後修

正或去除這些點之數據，再用剩下來之數據重新計算管制界限。

- 雖有點超出管制界限，但原因不明，或已查明原因，而無法消除時，則無須除去這些點。
- 如有三個(含)以上的點超出管制界限，則應調查原因，改善製程後再重新蒐集數據〔即回到步驟 a〕。

(2). 管制用管制圖流程

經由解析用管制圖之分析後，確定製程穩定，另由直方圖或製程能力分析後判讀解析用管制圖能滿足規格需求，且將來是按同樣生產條件繼續生產時，便可延用其管制界限來管制製程。建立管制用管制圖之步驟如下：

步驟 a. 記入必要事項

將製程名稱、管制項目、測定單位、機械號碼、管制圖號碼、測定者、操作者、數據之期限等資料填入管制圖。這些資料如果完整，以後用管制圖之資料來研究製程才不會發生問題。

步驟 b. 訂定解析用管制圖之界限為管制用管制圖之界限

將解析用管制圖流程中所決定之各個管制圖之管制界限與中心線繪入管制用管制圖中。

步驟 c. 抽樣並將樣本代入前饋倒傳遞網路

由製程抽取輸入及輸出變數的樣本，測定及記錄其特性值，之後將輸入變數樣本帶入先前所訓練的前饋倒傳遞網路模型，便可得到下一期的輸出變數預測值向量。

步驟 d. 計算殘差並畫管制圖

將輸出變數實際值與預測值相減後，我們便可得到各個輸出變數的殘差。將所得之殘差向量轉換成 T^2 統計量，並按時間順序分別點入輸出變數之殘差Hotelling's T^2 管制圖內。

步驟 e. 判定製程是否安定

點入管制圖內之樣本點，如均在管制界限內，或無特殊圖案出現時，則判定製程安定，可繼續生產下去。如有點超出管制界限或出現特殊圖案時，則判定製程失控，接著進行EPC程序來使製程回復穩定狀態。

階段二： EPC 程序

當製程發生失控的情形，則針對超出管制界限的Hotelling之 T^2 統計量利用在第二章所介紹之MYT分解法來進行診斷，以找出造成失控之原因。根據MYT分解結果確認出造成製程失控的變異之原因後，便可以針對變異因子來進行工程製程管制。根據發生失控之輸出變數的偏差量來計算控制變數的調整資料，將之代入後，再回到統計製程管制持續進行監控。詳細步驟如下：

步驟a. 解析Hotelling's T^2 統計量

針對超出管制界限的Hotelling's T^2 統計量進行解析的工作。利用Mason et al.[11]所提出利用迴歸分析的方法將 T^2 統計量分解成各個不同的獨立部分之MYT解析方法，藉以判斷出發生失控的原因是來自那個輸出變數或是變數間的相關性發生了改變。

步驟 b. 決定回饋控制之偏誤量

經由步驟 a 找出造成製程失控的輸出變數後，根據此輸出變數其預測值與實際值之間的偏誤量來計算出各個輸入變數的製程調整值。

步驟 c. 選擇合適的輸入變數作為控制變數

在進行此步驟中需要考慮兩點：(1).針對所選定的輸入變數導入調整值時，希望此調整值之導入對所選定的輸入變數之影響越小越好
(2). 製程導入調整值後，除了讓造成製程失控的輸出變數之輸出值能夠接近目標值外，同時對於其他輸出變數的影響希望能越小越好。根據上述之兩點來決定最合適的控制變數。

步驟 d. 導入控制變數調整量並持續監控

選定控制變數後，將控制變數的調整資料於下一時點導入製程，之後回到管制用管制圖流程以持續進行對輸出變數的監控管制。



3.2 製程管制程序的建立流程

階段一：SPC 程序--解析用管制流程圖

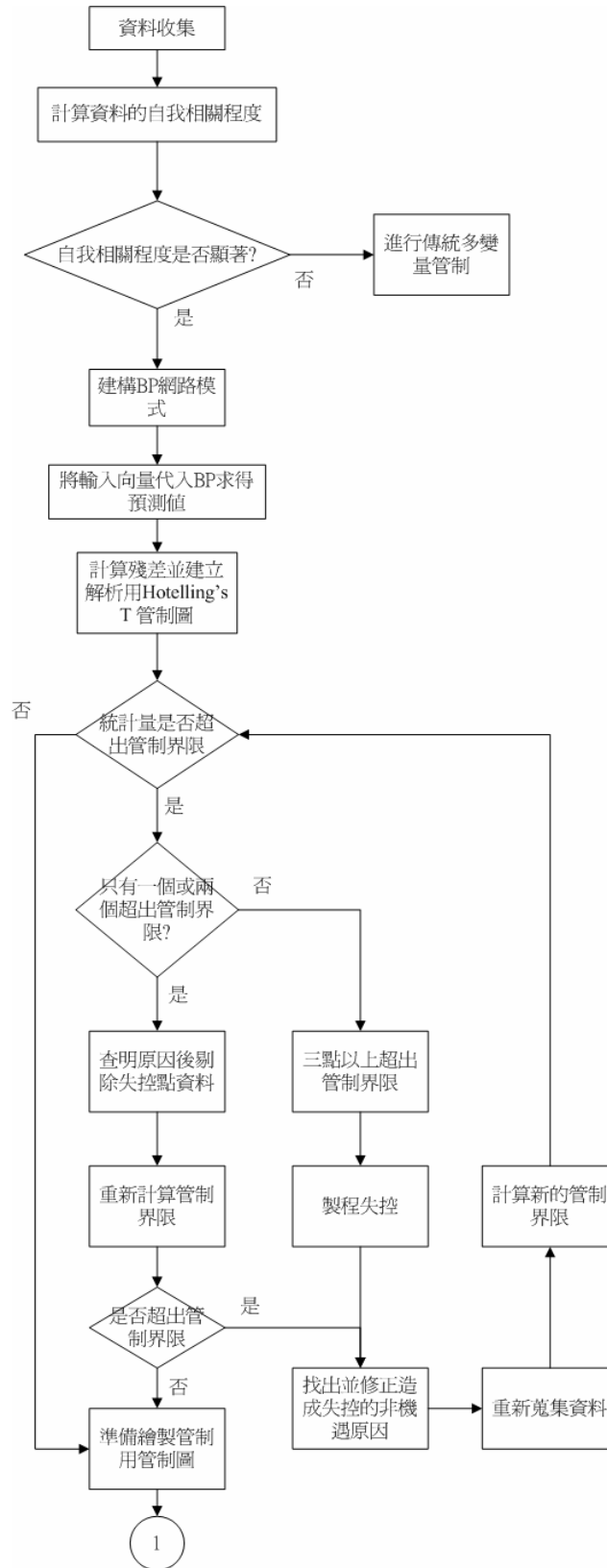


圖 3.1 解析用管制流程圖

階段一：SPC 程序--解析用管制流程圖

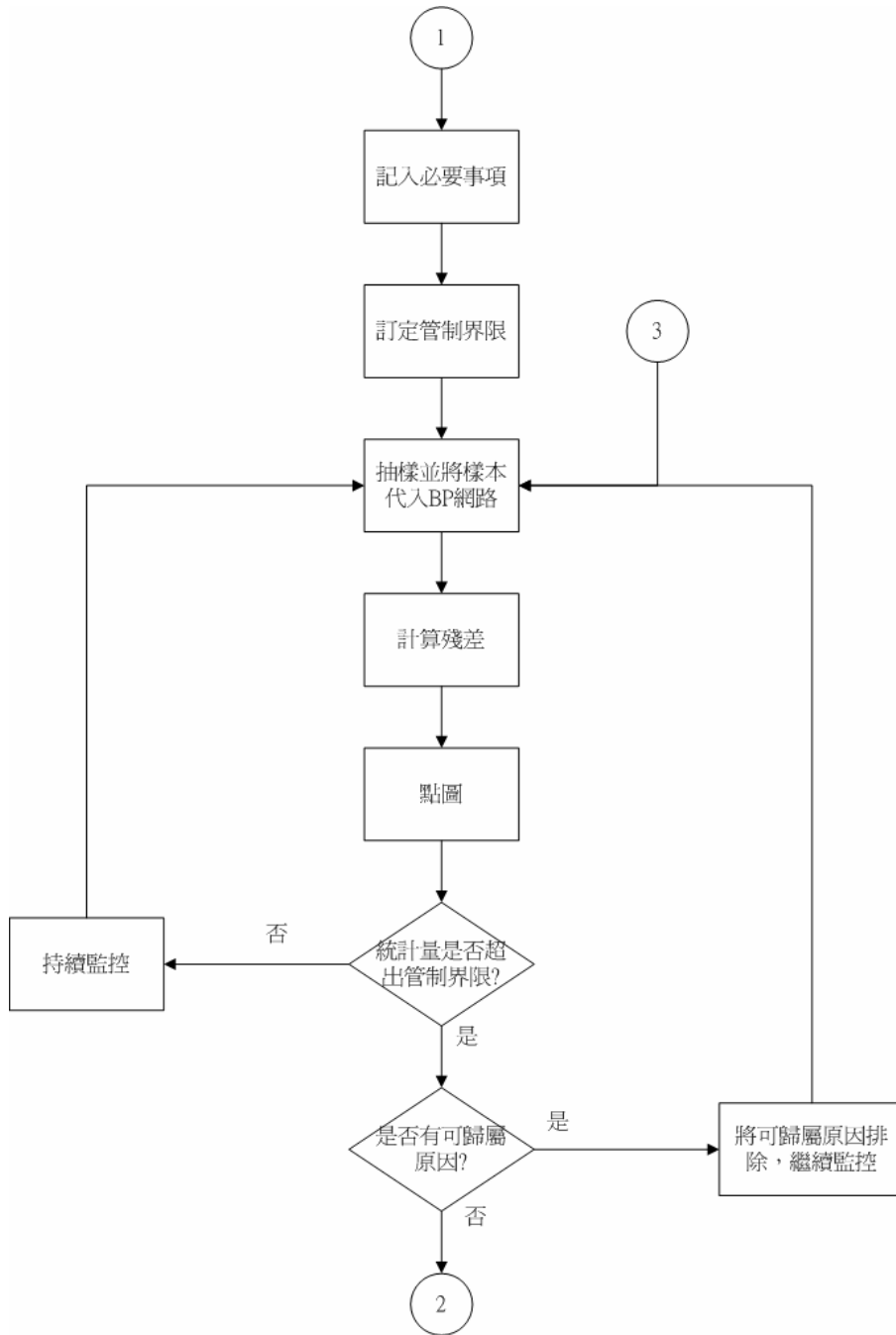


圖 3.2 解析用管制流程圖

階段二：EPC 程序

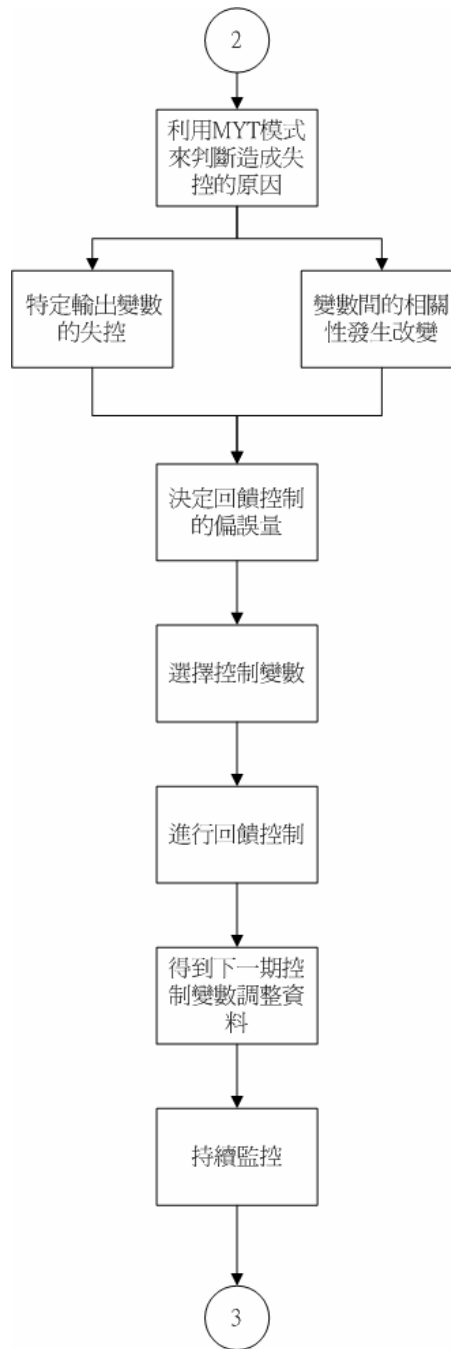


圖 3.2 EPC 程序流程圖

3.3 以模擬資料驗證自我相關性對管制圖管制能力的影響

此部分將以模擬資料來計算以觀測值為基礎 (observation-based) 與以殘差為基礎 (residual-based) 的 Hotelling's T^2 管制圖的平均串長度 (average run length, ARL) 值，以驗證自我相關性對於管制圖管制能力的影響。本研究利用 Matlab 軟體進行數據之模擬。

3.3.1 模擬數據產生步驟

以下是模擬資料數據產生的步驟說明：

步驟 1：利用蒙地卡羅模擬法模擬出具自我相關性之多變量資料，每此模擬批量包含了 1000 個觀測點。

步驟 2：根據模擬環境的狀態，針對輸出變數導入各個水準的製程偏移量。

步驟 3：重複步驟 1，直至產生出每一種模擬狀態所需的 30 個批量。

3.3.2 模擬說明

以下將藉由安定狀態下與失控狀態下的製程模擬資料來說明自我相關性對管制圖管制能力的影響。



3.3.2.1 製程模擬狀態：安定狀態

在此部分模擬出安定狀態的化學製程資料，藉此比較以觀測值為基礎的 Hotelling's T^2 管制圖與以殘差為基礎的 Hotelling's T^2 管制圖在製程為安定狀態下的 ARL 值。若製程處於安定狀態下，則 ARL 越小表示出現假警報的機率越高。表 3.1 為模擬資料安定狀態之設定。

表 3.1 模擬資料安定狀態之設定

模擬狀態	安定狀態
製程偏移量	0
批量觀測點	1000
模擬批量數	30

根據每一批量資料模擬的結果可以分別計算出以觀測值為基礎與以殘差為基礎的 Hotelling's T^2 管制圖的 ARL 值，並且重複模擬 30 次批量來計算 ARL 之平均值。結果如表 3.2 所示：

表 3.2 以觀測值為基礎與以殘差為基礎之 Hotelling's T^2 管制圖的 ARL 值之比較

	以觀測值為基礎 Hotelling's T^2 管制圖	以殘差為基礎之 Hotelling's T^2 管制圖
ARL	18.28	518.26

由表 3.2 可知若直接以觀測值為基礎來進行 Hotelling's T^2 管制圖管制時，平均每 18 個時間點就會出現假警報。反之若以殘差為基礎來進行 Hotelling's T^2 管制圖管制時，平均每 518 個時間點才會出現超出管制界限的情形。根據此結果可以驗證當製程處於管制狀態下進行管制圖監控時，自我相關特性對管制圖之管制能力的確具有強烈的負面影響。若利用殘差來進行管制則會大大降低假警報發生的機率。

3.3.2.2 製程模擬狀態：失控狀態

當製程發生各種程度的偏移時，利用 ARL 值來比較以觀測值為基礎和以殘差為基礎的 Hotelling's T^2 管制圖偵測製程失控程度的能力。若製程處於失控 (out of control) 狀態下，則 ARL 值越小表示偵測製程出現失控的能力越高。表 3.3 為模擬資料失控狀態之設定。

表 3.3 模擬資料失控狀態之設定

模擬狀態	失控狀態
偏移量水準設定	1σ , 1.5σ , 2σ , 2.5σ , 3σ
批量觀測點數	1000
模擬批量數	30
偏移導入時點	t=101

根據每一批量資料模擬的結果可以計算出以觀測值為基礎與以殘差為基礎的Hotelling's T^2 管制圖的ARL值，並且重複模擬 30 次批量來計算ARL之平均值。結果如表 3.4 所示。

表 3.4 在不同製程偏移量下，利用以觀測值為基礎與以殘差為基礎的Hotelling's T^2 管制圖分別管制所計算 30 個批量的ARL平均值之比較

Hotelling's T^2 管制圖	以觀測值為基礎	以殘差為基礎
製程偏移量		
1σ	13.5	148.5
1.5σ	7.6	61.1
2σ	6.1	22.7
2.5σ	3.4	5.9
3σ	1.8	2.1

由表 3.4 可知，以原始觀測值為基礎的Hotelling's T^2 管制圖下，由於自我相關性的影響，使得不論製程發生小偏移或是大偏移的狀況下，其所偵測到的失控點無法有效反應製程偏移的狀態，故無法藉由ARL來判別製程失控的程度。而以殘差為基礎的Hotelling's T^2 管制圖下，當製程的輸出變數產生不同程度的偏移下，其對應的ARL值有顯著的差異，也就是鑑別能力高，因此可知以殘差為基礎的Hotelling's T^2 管制圖能夠有效的偵測出製程的偏移狀況。