

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

統計製程管制(Statistical Process Control, SPC) 是一種在生產線上用來分析製程資料的科學方法，並且利用分析結果來改善製程。製程問題能只要以數據表示，就可以使用 SPC 來分析。近年來，對於具自我相關之製程(autocorrelated process)的統計製程管制備受業界關注，主要原因是如果製程具有自我相關特性時，進行傳統的 SPC 流程會產生錯誤的訊息，無法正確判斷製程的狀態，進而增加企業不必要的成本。而所謂的自我相關製程是指當製程為連續產出時，某一產品之品質特性量測值之間會隨著時間間隔的長短而有程度不同的關聯性。以化學製程數據為例，由於化學製程都大部分被惰性(inertial)元素所主導，如欲讓元素或化合物之間進行反應時，必須要給予製程活化能使其突破臨界值才能得到產出物，所以在其得到足夠的能量進行化學反應之前，其抽樣數據之間將具有自我相關性。此外，隨著化學反應的進行，批量中的輸入元素會逐漸消耗，進而使產出物的量測數值也會受到影響，使觀測值之間也會有顯著的自我相關性，此一關聯性會嚴重地影響統計製程管制的管制能力。而造成製程資料具有高自我相關性的原因有二：1.製程本身的特性屬於連續型的產出，例如石化工業與製藥產業等等均屬於這類型的製程；2.隨著生產線速度的不斷提升，以及製程的日益繁複，產品之某一品質特性中各個時間點的觀測值勢必具有一定程度的自我相關性。3.工具磨耗的影響，以鑽孔製程為例，由於鑽孔機隨著使用時間的增長，將會造成鑽頭產生磨損的情形，故所鑽出來的孔徑便有逐漸縮小的趨勢，使得抽樣樣本觀測值間具有自我相關的特性。一旦具有顯著的自我相關性時，傳統的管制圖最重要的假設之一：各觀察值間彼此獨立，將不再成立，這類管制圖就可能會產生錯誤的訊息。

除了考慮自我相關性對管制圖之管制能力的影響外，針對具有多個品質特性的製程進行管制監控也是一個重要的議題。現代工業製程的複雜度日漸提升，為

了使產出物能達到預期之品質，所考慮的變數也日益增加。例如在半導體製程中的化學氣相沉積步驟(Cheical Vapor Deposition)，目的是在晶圓上沉積一層薄膜，此一化學程序應用了電能、熱能與光能反應，而這些變因之間多半具有一定程度的關聯，例如電壓的改變會影響溫度，溫度的改變會影響濃度。此外產品的功能越來越多，往往需要同時監控數個品質特性才能確保其品質，而這些品質特性彼此間並不完全獨立。因此，如果把這些品質特性視為獨立變數而分別繪製管制圖予以監控，則由於品質特性間的相關性的影響，將會造成管制圖誤判的機率增大。

此外，當製程發生失控的情形且找不出非機遇原因時，製程工程師大多使用工程製程管制(Engineering Process Control, EPC)來進行回饋控制，以使輸出製程之量測值回歸到目標值，但是過去 EPC 之研究均只有針對單變量製程來處理，而在實際的工業製程裡，製程的變數常多達數十種以上，所以傳統的單變量 EPC 程序將不再適用。



1.2 研究目的

本研究之主要目的是針對具有自我相關特性之輸入-輸出(Input-output)資料型態的多變量製程，建構出一套完整的SPC與EPC流程。本研究主要分為兩個階段，第一個階段是SPC程序。首先利用倒傳遞神經網路(backpropagation neural networks)針對輸入-輸出資料型態的化工製程資料建立預測模型，利用預測值與實際值所計算出之殘差(residual)來建立Hotelling's T^2 多變量管制圖[10]，藉以消除因為自我相關所引發之問題。而當使用Hotelling's T^2 多變量管制圖偵測出製程發生失控的情形時，利用以迴歸模式為基礎的MYT分解法[11]來診斷Hotelling's T^2 統計量，藉此找出發生問題的輸出品質特性。本研究的第二階段是EPC程序。當製程發生失控的情形時，根據製程發生失控的原因找出合適的輸入變數做為控制因子，並且根據目標輸出變數之實際值與目標值之間的偏誤量來進行回饋機制以對特定的品質特性進行調節控制，使其輸出值能夠接近目標值。本研究最後以

一化學製程之實例來說明本研究所提方法之有效性。

1.3 研究假設

本研究之前提主要有以下四點假設：

1. 所有討論之變數皆以量測變數(continuous variables)為主。
2. 製程數據為具有顯著的自我相關性資料。
3. 目標(輸出)變數之間具有顯著的關聯性。
4. 製程之歷史資料是屬於平穩 (in control) 狀態。

1.4 研究架構

本研究共分為五章，第一章為緒論，說明本研究之動機、目的與架構；第二章為文獻探討，介紹相關型製程管制、多變量製程管制，以及工程製程管制；第三章為研究方法，針對自我相關多變量製程建構出一套完整的EPC與SPC流程，並利用模擬資料來驗證當資料具有顯著自我相關時，使用管制圖管制所造成的負面影響；第四章為實例分析，利用一個具自我相關性的化學多變量製程資料以及模擬資料來驗證本研究所建立的管制流程之有效性及可行性；第五章為本研究之結論。