

結合中間資料與設限衰變值之維納過程壽命推估與加速模型

分析

李語捷

國立高雄大學統計學研究所

摘要

高可靠度產品的壽命試驗中，由於觀測時間受限，多數產品元件於試驗期間內尚未發生失效，使得僅依賴失效時間之方法難以有效推估壽命分布。當可觀測之品質特性（quality characteristics）隨時間呈現衰變，且其衰變行為與失效機制相關時，可透過衰變試驗取得額外可靠度資訊，以輔助壽命分布的推估。在衰變路徑符合維納衰變過程（Wiener degradation process）假設下，Tang 和 Su (2008) 提出利用中間資料（intermediate data），亦即衰變路徑通過預設非失效門檻（nonfailure threshold）之時間資訊（threshold crossing times），進行壽命分布估計。然而，在有限的試驗時間情況下，部分衰變路徑可能尚未通過非失效門檻，因而產生時間設限資料，使得僅依賴中間資料之推估方法受到限制。為解決同時包含中間資料與時間設限衰變資料之壽命分布參數估計問題，本研究結合 Lee 和 Tang (2007) 針對時間設限維納衰變資料所提出之修正最大概似估計方法（modified maximum likelihood method），建構一套統一之概似推估架構，以同時整合門檻通過時間與設限時間下之衰變值資訊，並進一步擴展至多道非失效門檻之境。此外，考量實務上常透過調整環境應力（如溫度）以加速產品衰變過程，本研究進一步將所提出之概似推估架構推廣至加速衰變模型（accelerated degradation model）。在維納衰變過程假設下，本研究建立模型參數與應力水準之關聯結構，使漂移與變異參數皆可隨應力條件進行調整，並據此整合不同應力水準下之衰變資料，以進行壽命分布之推估，並提供外推至正常使用條件之分析基礎。此外，透過實證分析顯示，在部分情境下，允許變異參數隨應力水準改變，或採用分層參數設定，能更充分反映衰變行為之異質性，並提升模型擬合與推估之表現。

關鍵詞：中間資料、加速衰變模型、修正最大概似估計、衰變試驗、設限衰變資料、維納過程