

工具機可靠度分析技術

Reliability Analysis Technology of Machine Tool

¹ 羅世杰 / ² 蕭錫鴻 / ¹ 李坤穎 / ¹ 魏士傑 / ¹ 廖彥欣

¹ 工研院智慧機械科技中心 智慧機械技術組 工作機械技術部

² 工研院智慧機械科技中心 智慧機械技術組 工作機械技術部 經理

前言

工具機的可靠度必然重要，但往往在開發新產品的時候總是不被放在首要的考慮重點，主要因為工具機系統是由多個次系統組合而成的一個複雜系統，其系統結構複雜、功能多樣性及應用範圍廣，整機系統的可靠度不僅須考慮各次系統的問題，還須考慮次系統間的匹配問題，這些問題都會影響整機系統的可靠度，也因此發展工具機可靠度的技術，已是成為主要課題。本文將探討及發展工具機系統於設計階段導入可靠度工程技術的方法。

前言

國內的工具機在功能及精度面取得了一定的成果，但在可靠度方面仍與國外先進工具機廠有很大的差距，工具機可靠度水平的高低，嚴重影響產業的製造能力，也因此台灣在高階工具機市場佔有率低，僅能在中低階市場上生存，另外中國大陸在 2009 年至今針對工具機可靠度已有深入的研究，已漸漸地拉近與國內工具機可靠度的差距，且台灣目前在工具機可靠度的研究技術少，未來國內工具機將陷入被前後包夾造成出口衰退的危機，因此提升國內工具機可靠度是必要的課題。

工具機系統可靠度基礎技術研究

1. 工具機整機系統失效模式與效應分析

FFMEA 分析 (失效模式與效應分析) 過程需了解產品的功能及特徵，在這正常的使用條件下可能

有何潛在的失效模式，這些失效影響的效應為何？將這些潛在的效應其嚴重度、發生率及難檢度做評分，並算出各失效的 RPN 值 (風險優先數值)，並針對較高的 RPN 值實施建議改正措施。能在工具機的設計或生產階段找出發生失效問題的主要原因。藉此將工具機系統內所有組件可能發生的各種失效模式與造成的不良後果的效應都辨識出來，並依照每一失效模式對系統任務所造成的損害進行適當的評估。因此未來可以在工具機生產前有效避免潛在失效的問題發生，縱使這些失效問題發生，也能預先擬定的解決的方式，因而有效降低因失效所造成的損失或浪費，且從設計階段，經 FMEA 分析所獲得的失效分析資料可作為未來設計改善的必要參考資料，未來導入產業能藉此與設計、生產製造、品管及售服人員共同建立 FMEA 分析並從使用者的回饋資訊，以使設計準則更加正確與完整。

2. 可靠度配當與預估分析

工具機系統是以評點配當法的方式，從內部具有設計經驗的工程人員進行評點分析，依據各系統評點資料的結果得到各系統的權重因子，然後預估各系統可靠度值的分配，以達到合理的系統可靠度分配的目的。

可靠度預估是一種在系統研發與製造過程中，以提供設計者固有可靠度期望值的指引，藉此能對產品的可靠度進行評估與驗證其現況是否符合規定需求的技術。產品在設計與零件選用應將可靠度配當所評估各子系統的可靠度值列入考量，依照先前的 FMEA 分析中所列的關鍵零件清單，對這些元件進行失效率預估，評估是否大於設計目標值如未達到需修改設計方式或更換零件，直至預估結果符合設計目標即完成預估程序。

3. 工具機可靠度試驗規劃

試驗主要藉由 FMEA 分析中得知各系統主要失效原因，其造成失效的應力條件可作為試驗的參考基準，從失效的產生的現象作為失效評判的基準，從測試的子系統中以適當的樣品數進行測試，一般的壽命試驗是強度衰減的方式達到失效的目的，但此試驗方式較為耗時，加速壽命試驗以設計的極限條件下增加其應力，且加速的因子並不影響其他失效模式的發生的結果，此方式能縮短試驗時間促使失效模式的發生，再以實驗的結果經數據分析擷取可靠的數據以建立子系統的壽命分佈曲線。

結論

透過開發過程失效模式與效應分析的建立以了解設計時的缺點，根據失效事件的發生分析評估可能產生的問題，找出解決的方案，其設計改善措施就可用來做為消除潛在的失效，透過持續不斷的改善，以減少潛在失效的嚴重性、頻率及提高偵測性。未來業者在開發整機系統或次系統時，可作為日後

預防及技術參考的依據。從分析過程找出失效的關鍵性零件並對其關鍵零件做可靠度預估，有效的幫助業者評估零組件可靠度狀況，未來可透過可靠度資料庫的建立，在產品發生異常狀況前，針對產品進行監控與預警，以確保產品的可靠度，維修人員即可依照所建立的資料庫來判斷故障發生的原因，對主要失效原因進行維修，以減少維修成本以及大幅降低故障發生率，以提升國內整機甚至模組的基礎設計開發水準，促使國內工具機可靠度的提升。