

# 光學尺可靠性設計研究開發

<sup>1</sup>董書屏 / <sup>1</sup>簡麗珍 / <sup>1</sup>陳建文 / <sup>2</sup>戴鴻名

<sup>1</sup>工研院量測中心 儀器與感測技術發展組 精微檢測系統技術部

<sup>2</sup>工研院量測中心 儀器與感測技術發展組 副組長

前言：本文依據工具機可靠度提升開發需求，介紹以可靠度工程設計提升光學尺性能。針對嚴苛工作環境條件，建立失效模型分析預估，以機率設計進行系統改善。工具機所需光學尺操作環境條件惡劣，在急遽的溫度變化、高速振動、高週波電磁干擾及水霧與高油汙粉塵環境，仍然需要保持規格精度。故此，透過可靠度改善，使研製工作達成規劃目標。

可靠度為產品在規定時間與規定條件下完成任務的機率。可靠性設計為應用可靠度理論、技術與設計參數的統計資料，在滿足可靠度指標下，對零件、組件、模組、設備、系統等進行設計工作。為滿足工具機之中對於光學尺可靠度基本需求，找出低失效發生機率的規格。底下為開發經驗整理供讀者參考。

可靠性設計首先步驟是功能性分析。光學尺主要功能為提供位移資訊，當光學尺無法提供訊號達成控制位移時，即為失效狀態。當訊號無法穩定保持在控制器要求電壓範圍時，工具機控制器則無法穩定接收訊號。嚴格來說，若使用時間之中無法滿足精度、整機環境參數影響和公差，超過原設計需求，即呈現失效。通常切削油漬與粉塵沾污和長時間環境溫度造成精度變異為最常發生失效狀況，需訂出系統參數為此階段目標。第二步驟是失效原因分類。如組裝方式、工具及組裝溫度都是失效可能原因，例如實際於操作溫度點時，未考慮溫度補償設計則造成內應力。短時間使用時看不出變化。在長時間使用情況，溫度範圍變化大，則使用操作將產生應力釋放，光路因此發生改變。嚴重時將產生嚴重熱變形。最直接表現為訊號失真、訊號飄移及雜散光的產生。找出失效原因後，須細分類失效物理模

型，透過模型分析可以更具體預測長時間下變化，量化可靠性能。例如：類比轉數位訊號的電子量化誤差、正交誤差。解析度變化在短時間內不容易發現，就必須以更精密手法判讀。我們使用的方法為李薩育圓(Lissajous circle)訊號正交判讀法。以此為例，則可獲得長時間化情形，由得知量測重覆性(repeatability)、準確性(accuracy)及量測解析度(resolution) 隨時間變化產生失效影響。由精確評估電子元件壽命、機構強健性、抗震能力與膠材老化壽命。根據設計、製造、使用等狀態，在設計階段中儘早解決失效可能發生機率。第三步驟是失效機率計算及優化。透過可靠度計算，找出最可能發生失效的關鍵元件，利用機率計算方式降低光學尺可能發生的失效率。代入可能發生問題的環境參數，並針對不同零部件於不同環境條下推導出機率公式，保證使用發生失效時間在滿足顧客安全範圍。估算失效件關鍵零件，並提供合理未來維修成本。以開發經驗為例，找出光電元件通常是占最大失效機率的元件，與其他元件相較，屬於低成本，因此可視此元件為耗材，可以高可替代性降低失效發生機率。第四階段為可靠度性能驗證，找出評估性能驗證指標，建立環境試驗平台與評估方法。在長時間使用條件下得知光學尺規格驗證是否合於

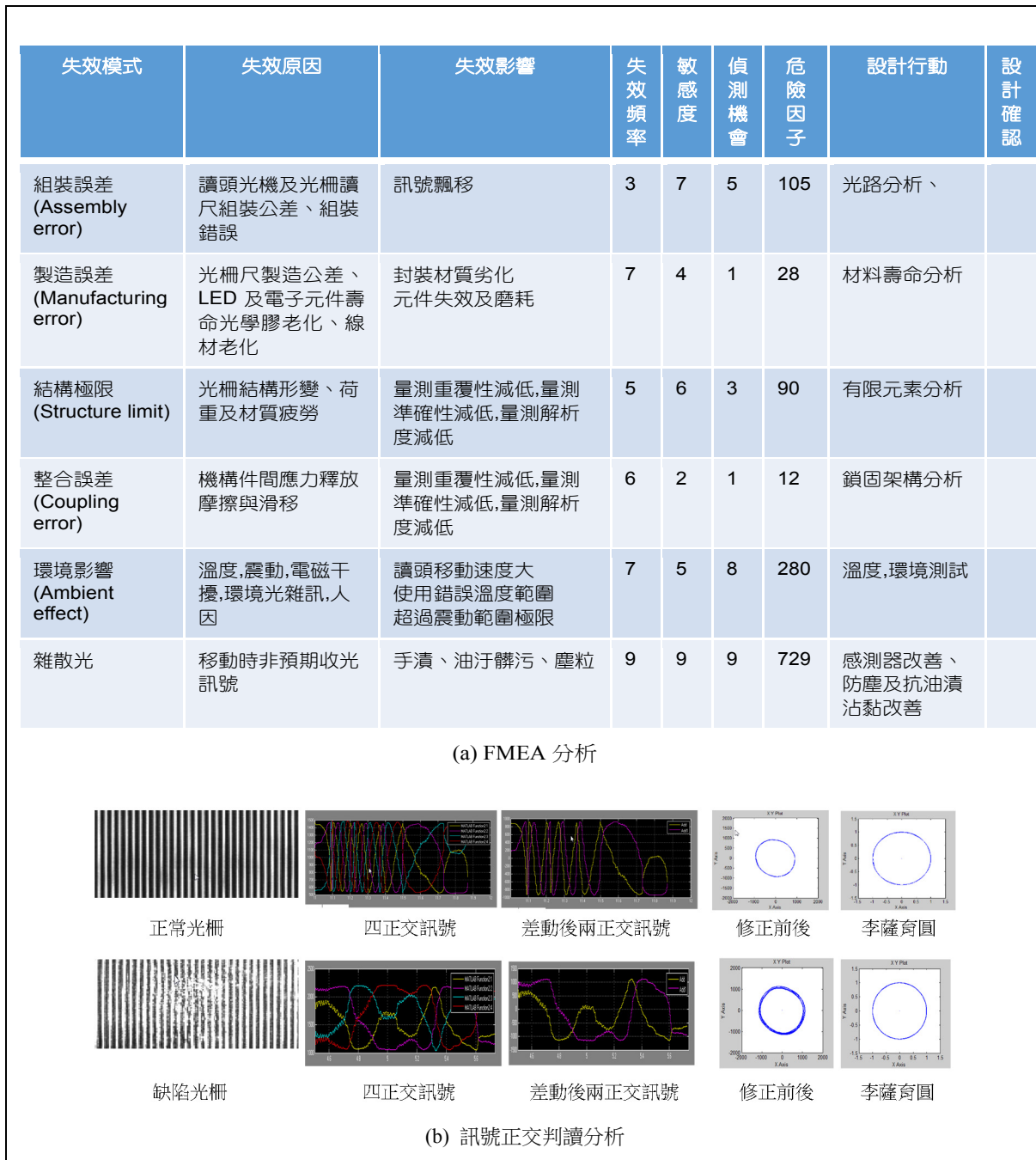


圖 1 光學尺可靠度提升項目 (a) FMEA 分析 (b)李薩育圓(LISSAJOUS CIRCLE) 訊號正交判讀分析

原可靠性設計要求。在產品開發最後階段，會根據操作及維護條件，訂出光學尺使用規範。當訂出的規範不符預期，和顧客的認知發生衝突時，將減低顧客對產品品質信賴度程度。因此每一個可靠性設計開發環結都缺一不可。

最後，和大家介紹與控制器連結經驗分享。工具機控制器對於編碼器(encoder)訊號有日系

及歐系控制器有不同通訊規範。歐系與日系輸入電壓雜訊容忍度不同，電壓過大、過低或過高都會當成作錯誤(error)警告訊息。即使滿足光學尺的規格需求，控制器通訊不同廠家有規範，此點供讀者參考。