



光學尺讀頭 可靠度設計及改善

Optical Encoder Read Head Reliability Design
and Improvement

董書屏

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

簡麗珍

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

陳建文

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

戴鴻名

工研院量測中心
儀器與感測技術發展組
副組長

關鍵詞(Keywords)

- 線型光學尺 Linear Optical Encoder
- 可靠度 Reliability
- 失效 Failure

摘要(Abstract)

精密生產設備中光學尺是重要的關鍵零件。光學尺的組成包含光學讀頭及主尺，藉由光學尺面上的刻劃的量測圖案，判斷位置。而運作方是透過光學讀頭與高精度之主光柵相對運動，能夠產生連續變化之光強訊號，透過感測器輸出至後端的解相位控制器，計算出兩者相對位置。故此，我們計算整體可靠度時需要每一個光學尺元件可

靠性，透過整體失效分析(FMEA)找出影響系統可靠度最關鍵因素。我們找出影響光學尺可靠性關件元件後計算失效時間。

Optical encoder is commonly used for position and motion sensing in precision production. It has a readhead paired with a scale that encodes position. Continuous light intensity changes are produced by relative motion between the readhead and the high-precision optical grating. Relative position between the readhead and the optical grating is deduced based on the light intensity changes through phase-angle calculation controller. In this paper, failure analysis for optical devices is considered in overall reliability analysis. Thus, all the critical factors affecting system reliability can be identified. Mean Time Between Failures (MTBF) is calculated



and encoder module failure rate is improved.

1. 前言

可靠度為產品在規定時間與規定條件下完成任務的機率[1]。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，在滿足可靠度指標前題下，對零件、組件、模組、設備、系統等進行設計工作[2, 3]。為滿足工具機之中對於光學尺可靠度基本需求，訂出合理設計規格，找出有效降低失效發生機率設計。

光學尺可靠性設計，即為有效降低失效發生機率之設計。最具體表示為平均失效時間(MTBF)，MTBF 表示所有產品零件失效發生機率的總合。當光學尺尚未發生失效階段，透過預估光學尺可能發生失效機率，以機率設計觀點和實際環境參數使用結合，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。在零部件失效機率估算之中，找出影響失效件關鍵零件，並提供合理新開發方向及未來可能的維修成本。

2. 光學尺可靠度設計

光學尺主要功能為提供位移資訊，提供工具機控制器透過馬達及導軌進行步進與位移使用，當光學尺無法提供訊號達成控制位移時，即為失效狀態。嚴格來說，若使用時間之中無法滿足工具機系統設計需求，包含精度、整機環境參數影響、公差等等，所有不確定性因素超過原設計需

求，即為失效狀態。光學尺於工具機操作之中，切削油漬與粉塵沾汙和長時間環境溫度變異為最常發生失效狀況。根據操作及維護條件，定出光學尺使用規範。工具機中充斥靜電和高磁場環境，對於介面通訊安全防護要求更為嚴格，加工時振動環境與鎖固應力交互影響、位移速度與摩擦關係、光學零件起霧與切削液潮濕狀態引起電路鏽蝕，使得設計參數條件成為更複雜狀況，也因可靠度需求產更多複合問題。材料疲勞因素是否考慮?該如何選用?尺身壽命如何分析?這些都是我們關心的部份，以上有不同切入考慮的途徑，首先，我們將針對可能發生失效原因進行整理。

2.1 光學尺功能與條件分析

以光學尺功能如圖 1 所示，光學尺可分為以下元件,包含讀取頭光學模組及讀取頭電子模組,最終將訊號已通訊線路送至工具機控制器，其中讀取頭光學模組包含發光二級體驅動電路、發光二級體光源、相關光學零件等如非球面鏡、分光光柵、主光柵及光感測電路。而讀取頭電子模組包含電流變電壓模組,差動放大電路、濾波電路及放大器,透過電子電路將訊號送至工具機控制器。而濾波電路除濾除相關雜訊外，部份包含穩定訊號功能。主尺則是主光柵，讀取頭光學模組與主光柵可靠性設計以容差為考量。而讀頭電子模組則以降低訊雜比為目標。工具機控制器對於編碼器(encoder)訊號有分成 sin-cos 1VPP 弦波通訊、TTL 方波通訊或是 ENDAT2.2，常見日系及歐系控制器有不同規格需求。為滿足通訊規範，對光學尺均有不同要求。當輸入電壓雜訊過大、過低或過高都會當成作錯誤(error)警告訊息，這點需要

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】396期・105年3月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw