

精密機械精度基礎

序言

精密機械技術水準相當程度的反映了一個國家的工業技術實力，產品的精密等級與品質、可靠度，是附加價值中重要的一環，也是各國競相追逐的目標。機械工業有「工業之母」的美譽，在台灣工業發展過程中，自政府遷台以來由萌芽而逐漸成長，目前在台灣製造業中已佔有相當重要之地位。精密機械是一種高附加價值的產業，雖然台灣的產業政策發展已進入精密機械的里程，然而我國的技術仍遠落後於先進國家，如德國、日本、義大利、瑞士等。台灣機械工業的年產值已逼近一兆元之多，但真正屬於精密機械的產品部份仍然偏少。

精密機械為全球各國所重視的新興產業，但是什麼是精密機械？精密機械和一般機械的差異為何？為何台灣仍無法生產高精度的工具機、精密儀器，機械手臂及精密定位平台？這都是對精密機械的精度基礎認識不夠！其實任何製造裝備用的機器都是由幾軸精密定位台(含線性與角度)和功能頭(如主軸、測頭、握爪、曝光頭、能量束等等)所構造而成，精密定位台如不夠準確勢必影響功能點的空間位置。所以對各種精密定位台的誤差成因做深入的分析才是精密機械的精度基礎認識。

以工具機為例，眾所周知，工具機的體積誤差主要來自各軸的 6 自由度幾何誤差(3 線性及 3 角度)以及兩軸間的垂直度誤差，三軸工具機共有 21 項幾何誤差。其中，影響最大的是三軸產生的 9 個角度誤差。其實，不論是直線度誤差或是角度誤差都應在機台組裝過程中實時檢測，並做適當的微調，但是在 ISO230 的檢驗規範中沒有指定角度誤差的檢驗標準，各工具機廠也就未曾執行過，以至於組裝完成的機器定位誤差及體積誤差都很難降低。大部分的品管人員對阿貝原則與布萊恩原則的認識都不太清楚，這兩個原則是精密機械的重要依據，卻很少被注意到。

本書的撰寫是以介紹機械設備有關的精度基礎觀念為主，並非詳盡的精密機械設計，故所強調的是如何評估、檢測、調校、及補償機械設備的精度。本書適合機械類科學校在「機械設計」、「工具機設計」、「精密機械」等課程的教學與研究使用，也適合從事機械設備產品開發的企業界研發與品保人員參考，期望能提供讀者了解對精密機械精度基礎觀念的重要性。本書內容是筆者在台灣大學從事三十多年精密量測與精密機械的教學與研究經驗整理而得，第六章的自動控制部分則邀請台北科技大學機械亦曾百由教授撰寫。

本書的內容依精密機械概念、相關量測儀器、設計準則、精度檢測及補償等方式，共分成 8 章。

- 第 1 章 精密機械概論: 介紹精密機械的發展、定義及範疇
- 第 2 章 精密機械誤差成因: 介紹體積誤差及熱誤差造成因素
- 第 3 章 精密機械的光學檢測儀器: 介紹機器定位誤差的常用光學儀器
- 第 4 章 精密機械的設計準則: 介紹設計精密機械時的注意要項
- 第 5 章 機台幾何誤差調校: 介紹機台組裝時的幾何精度調校方法
- 第 6 章 精密機械自動控制: 介紹機械系統響應的各種控制器設計 (曾百由)
- 第 7 章 機器精度校正與誤差補償方法: 介紹移動軸與旋轉軸定位誤差校正方法以及移動軸直線度誤差校正的方法
- 第 8 章 體積誤差分析: 介紹體積誤差的成因，國際上體積誤差的量測方法，以及用齊次轉換矩陣分析與用阿貝原則和布萊恩原則分析的區別