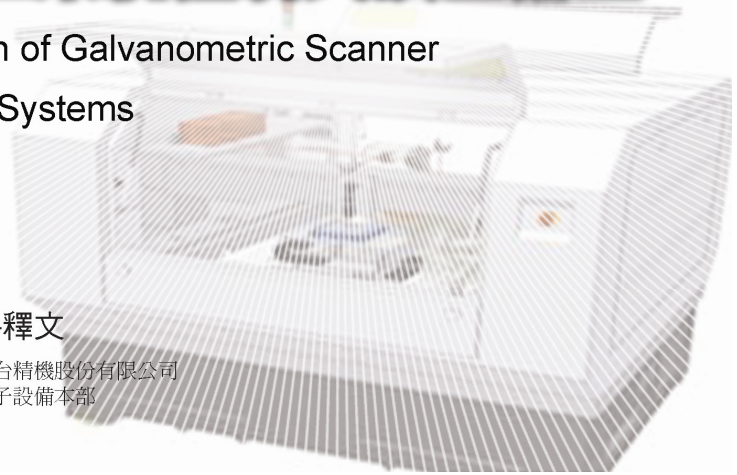


# 振鏡掃瞄雷射加工系統控制與誤差補正

Control and Error compensation of Galvanometric Scanner  
for Laser Materials Processing Systems



陳育斌

東台精機股份有限公司  
電子設備本部

王森茂

東台精機股份有限公司  
電子設備本部

許釋文

東台精機股份有限公司  
電子設備本部

## 關鍵詞

- 雷射掃瞄系統 Laser scanning system
- 電流計 Galvanometer
- 畸變誤差 Distortion error
- 誤差補償 Error compensation

## 摘要

掃瞄雷射加工系統已廣泛使用於雷射加工設備中，掃瞄技術發展成為雷射加工設備廠商重點研究方向。本文主要探討振鏡掃瞄雷射加工系統相關技術，包含掃瞄系統構造、振鏡掃瞄系統控制與誤差補償技術。在振鏡掃瞄系統方面，主要利用電流計驅動反射鏡擺動，藉由反射鏡角度改變雷射光束位置。雖然振鏡掃瞄雷射加工系統可增加雷射加工效率，但會伴隨畸變誤差於光學系統中，主要由於光

學路徑誤差使實際光束偏離理論位置造成影像畸變，這畸變誤差不會改變聚焦功率，但會造成加工精度誤差。對此本文探討畸變誤差因素與精度補償技術，提供業界振鏡式掃瞄系統技術資料。

Laser scanning system has been widely used in laser materials processing system and is the major research in the development of laser system. The study is interested in the techniques of galvanometric scanning system, including system structure, control and error compensation. Generally, the mirrors can perform high-speed deflection about an axis of rotation of the galvanometric scanning motor, hence, the laser beam onto the defined locations via turning scanning mirrors. Although the galvanometric scanning system can increase the speed and efficiency of laser materials process, it is usually associated with a field distortion error in the optical system. The distortion error does not result in a blurred projection image, but it will decrease the positioning accuracy of scanner. The paper



discusses the distortion error and compensation method of laser scanning system, and the technology informations of galvanometric scanning system can be provided.

## 前言

非傳統加工技術應用於先進材料與特殊加工需求，為目前機械加工技術重要研究發展方向。在非傳統加工技術中，雷射加工製程已取代許多傳統加工製程，如金屬切割、焊接與熱處理等製程，並且多數先進材料加工與精密加工製程，需借重雷射加工技術才可達成加工需求，因此雷射加工技術已成為目前加工製程主流之一。對於雷射加工設備，國內具備設計開發能力，也有成立專門研究單位與架設專業雷射網站，可提供國內業者相關資訊。目前也有許多國內商品化設備於產線上使用，可見國內雷射機台設備開發能量不亞於國外廠商，而持續提升國內研發雷射加工設備技術，將可為國內開創另一兩兆雙星新紀元。

雷射加工系統依控制雷射加工路徑方式，分成雷射束直接加工系統、雷射掃瞄加工系統與雷射投影加工系統等。雷射束直接加工系統，一般常設計於 CO<sub>2</sub> 雷射鋼板切割機，利用聚焦鏡將雷射光束聚焦成高能量光斑，藉由材料表面吸收高能量雷射光斑，熔化或汽化材料達到加工目的，工件輪廓外型是藉由進給系統移動控制。雷射投影加工系統與雷射束直接加工系統相似，但工件輪廓外型是藉由光學系統上的光罩控制，所以此加工系統無法任意改變加工工件形狀，但加工速度比其他兩者快速。雷射掃瞄加工系統光學系統較前者複雜，其工件加工輪廓需藉由控制掃瞄光學系統達成，雖然加工速度不及雷射投影加工方式，但可以產生多變的圖案，且速度介於前面兩者，因此目前雷射加工系統已廣

泛採用此加工系統架構。

有鑑於雷射加工機廣泛使用雷射掃瞄加工系統，本文將介紹雷射掃瞄系統原理與控制技術，首先說明振鏡式雷射掃瞄加工系統架構與振鏡掃瞄頭 (Galvanometric Scanner) 原理及控制方法，最後探討掃瞄頭精度誤差與補正方法，希望藉此提供業界相關技術資訊與未來開發設備的參考。

## 雷射加工系統簡介

圖一為一雷射束直接加工系統架構示意圖，包含雷射源、光路導引單元、聚焦單元、同步觀測單元、進給單元、控制單元、冷卻與輔助單元等。雷射束直接加工系統，類似傳統工具機架構，主要利用進給系統移動控制加工工件輪廓，不同之處是使用聚焦後雷射光束為加工刀具。無論雷射加工系統型式為何，雷射源分成氣體雷射、固態雷射與液態雷射三種主要類型。常用於雷射加工系統雷射源為二氧化碳雷射、YAG 雷射、準分子雷射、UV 雷射、光纖雷射與紅寶石雷射等，雷射源選用主要是依據材料與加工精度而定，高精度或微細加工應用會選擇準分子雷射與 UV 雷射，金屬材料多數會採用 YAG 雷射或光纖雷射。但這並非雷射源選用為通則，有些因素必須要詳加考慮，包含成本與加工效率。在光路導引單元方面，主要功用將雷射光束導引到聚焦鏡上，有些加工系統為了提升加工品質，會在光路中加入光束整形功能與光偏振裝置。聚焦單元主要將雷射光束聚焦成很小光斑，由於單位面積能量提升進而熔化或汽化欲移除的材料，而聚焦光斑正比於聚焦鏡焦距長度，即雷射光斑越小則聚焦鏡焦距越短。觀測單元一般分成同軸與離軸兩種，圖一為同軸觀測系統，其觀測光軸與雷射光軸同軸，因此觀測影像中心即雷射聚焦焦點，為防止雷射光因反射進入觀測鏡頭內，這系統需在觀測鏡



更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】323期・99年2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