



# 雷射動態變焦模組之 光路設計與應用

The Design and Application of Laser Dynamic Zoom System

## 楊映暉

工研院南分院  
積層製造與雷射應用中心  
雷射應用系統部

## 胡平浩

工研院南分院  
積層製造與雷射應用中心  
雷射應用系統部

## 陳峻明

工研院南分院  
積層製造與雷射應用中心  
雷射應用系統部

## 關鍵詞(keywords)

- 雷射加工 Laser Processing
- 工作距離 Working Distance
- 動態變焦 Dynamic Zooming

## 摘要(Abstract)

雷射導入厚度 30 mm 以下的板金切割以逐漸受到工業應用的矚目。針對不同厚度的金屬材料，製程需要改變雷射聚焦平面與材料表面的關係，提昇雷射加工的成效。雷射動態變焦技術可透過複合光學架構，進行不同光槓桿比例的調變，滿足不同鈹材製程所需的焦點位置需求。整合雷射動態變焦技術與自動焦距檢測模組，使得

雷射切割頭內之光學鏡片相對位置移動，在光斑尺寸固定的前提之下，達到焦距呈線性變化之光學變焦系統，並具備微小且快速的聚焦位置變化。

Sheet metal laser cutting of up to 30 mm thickness is becoming an industrial spot light. To optimize the cutting result of different thickness, the process needs to change the geometry between the focal plane and the surface of metal. The laser dynamic zooming system comprising multi-lens provides a method to solve the above problem. The laser dynamic zooming system can move focal plane by dislocating the multi-lens configuration. The focusing spot size keeps at different focal planes. The zooming is linear, swift and high resolution.



## 1. 前言

雷射導入板金切割/焊接應用是新型態的工業革命，浪潮也隨著雷射功率持續提升與成本下降，深獲得市場的好評。

雷射切割機制為材料吸收雷射光束，引起鍵結振動轉換成熱能，當能量累積超過足以破壞材料鍵結的閥值後，材料呈融熔狀態，此時熔化的材料仍受周邊材料吸附，而尚未切割，因此熔化的材料需藉由高壓噴嘴氣流向下推出，達到切割效果，如圖 1。切割時材料汽化後繼續吸收雷射能量會形成電漿，這些電漿會影響材料對雷射的吸收率，屏蔽了部份雷射向材料表面的直接注入，導致加熱熔化時間變長，熱影響區域變大，因此雷射起始穿孔的口徑較大。材料越厚，雷射穿透的孔徑越大。當材料被雷射穿透後，以一定速度移動光束，則前緣熔化的材料，在雷射噴嘴吹出的氣流的助推下被正向吹出，形成的電漿存在切縫內，此時電漿進一步吸收的雷射能量，將通過熱傳導傳遞到材料基體，這相當於增大了材料對雷射的吸收率，而使加熱熔化時間變短，熱影響區域變小，切縫變窄。

影響雷射切割品質的主要技術參數，有焦點位置、焦點大小、景深、噴嘴結構、氣流壓力、輔助氣體、切割速度等設計。雷射切割的優點之一，是光束能匯聚成很小的光點，獲得極高的能量密度，加熱材料，並以高壓氣體直接切出狹窄割縫，為此需要控制焦點光斑直徑尺寸，以及焦點位置的高度對於切口品質影響極大。

雷射切割與模具沖壓的比較，如表 1 所示。由於雷射切割的特點：無刀具磨耗、切割低形變、

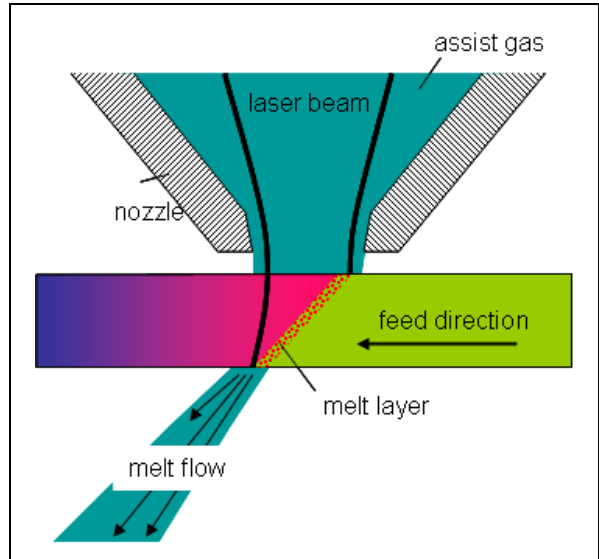


圖 1 切割製程示意圖

表 1 切割設備技術比較表

	雷射切割	模具沖壓
加工方式	非接觸式加工	接觸式加工 毛邊多 邊緣撕裂、翹曲、變形
切割線寬	數十~數百 $\mu\text{m}$ (視光學配置而定)	無
適合板厚	數十 $\mu\text{m}$ ~30 mm	0.4 mm以上
設備成本	800~1500萬	500~800萬
生產成本	切割氣體	模具、冷卻潤滑劑

無污染與簡化複雜製程，可大幅地提升工業生產經濟效益，應用含括板厚 30 mm 以下的碳鋼、不鏽鋼，10 mm 以下的鋁合金板金組件，與 6 mm 以下的金屬管件國外大於 2 mm 的金屬板材多採用雷射切割製程。而對於雷射切割的影響，除了雷射源的功率輸出與速度的搭配外，影響切割的關鍵因素大多來自於雷射切割光學模組所決定。

由於雷射光束具備高能量密度特性，能量密度與光斑尺寸成反比，同時焦點光斑尺寸與透鏡焦距成正比，故透鏡焦距越短，焦點光斑直徑就越小，易於產生狹窄的切縫，但同時也使得加工

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】359期・102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

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)