



光纖雷射切割技術原理 與薄鋼板切割應用簡介

Introduction to the Principles of Fiber Laser Cutting Technology
and the Application of Thin Steel Plates Cutting

陳智禮

工研院
雷射與積層製造科技中心
積層製造技術組
關鍵模組部

曹宏熙

工研院
雷射與積層製造科技中心
積層製造技術組
關鍵模組部
經理

關鍵詞(Keywords)

- 光纖雷射 Fiber Laser
- 雷射切割 Laser Cutting
- 碳鋼 Carbon Steel
- 不鏽鋼 Stainless Steel

摘要(Abstract)

本文將介紹雷射切割技術原理，說明影響雷射切割品質之主要因素如雷射光源特性(功率、波長、輸出模式)、聚焦方式、輔助氣體種類與氣體壓力等，其次說明 500 W CW 光纖雷射在薄碳鋼板與薄不鏽鋼板之應用實例與切割參數。

In this paper, we introduced the principles of

fiber laser cutting technology. The major factors of laser cutting qualities such as laser power, wavelength, laser beam mode, focal position, cutting gas and gas pressure were explained. The laser cutting processes of thin carbon steel plates and thin stainless steel plates with ITRI 500 W CW fiber laser are also disclosed.

1. 前言

由於全球主要消費市場持續不景氣，2016 年工業雷射設備營收預估為 3318 百萬美金，相較 2015 年呈現 4.4% 成長(表 1)，但年成長趨勢已逐漸減緩[1]。由表 1 可見在雷射雕刻(marking)、精密加工(micro materials)及巨觀加工(macro materials)年成長相近，但由於巨觀加工的設備營



表 1 所有工業雷射設備營收統計(應用別)

	2014	2015	2016
MARKING	\$544.5	\$568.6	\$590.8
Y-TO-Y		4%	4%
MICROMATERIALS	\$690.5	\$719.5	\$740.3
Y-TO-Y		4%	3%
MACROMATERIALS	\$1,738.6	\$1,891.9	\$1,987.4
Y-TO-Y		9%	5%
TOTAL	\$2,973.6	\$3,180.0	\$3,318.7
Y-TO-Y		6.9%	4.4%

表 2 所有工業雷射設備營收統計(雷射種類別)

	2014	2015	2016
CO ₂	\$694.5	\$656.7	\$587.3
Y-TO-Y		-5%	-11%
FIBER	\$1,483.6	\$1,713.7	\$1,902.6
Y-TO-Y		16%	11%
SOLID-STATE	\$463.9	\$463.4	\$461.0
Y-TO-Y		0%	-1%
OTHER	\$331.6	\$346.3	\$367.8
Y-TO-Y		4%	6%
TOTAL	\$2,973.6	\$3,180.0	\$3,318.7
Y-TO-Y		6.9%	4.4%

收 1987 百萬美金，佔設備總營收之 60%，因此為雷射設備商研發生產之重點。

雷射巨觀加工的定義是以高功率雷射源做加工，以切割、焊接、熔覆製程為主，一般多使用 CO₂ 雷射。近年來由於光纖雷射技術突飛猛進，市面上已有 kW 級光纖雷射源產品，預估 2016 年光纖雷射設備營收可成長 11%，而 CO₂ 雷射則是衰退 11%(表 2)，可知光纖雷射已開始搶占以 CO₂ 雷射為主的高功率雷射市場。

光纖雷射所需要之光學元件較傳統雷射光學元件少，且光纖具有波導的特性，可提供許多 CO₂ 雷射、固態雷射等無法提供之優點，例如：

(1) 雷射體積微小化，可適用於戶外或醫學臨床應

用。

(2) 光纖波導特性耐震防塵，不受外界環境干擾，輸出品質穩定。

(3) 光學元件間不需要特別對光校準(alignment)，可節省大量維護時間與成本。

(4) 增益光纖(gain fiber)間可互相熔接製造更大體積增益介質，不像固態雷射的雷射晶體受長晶環境限制。

(5) 單位體積光纖之散熱表面積比固態雷射晶體大，更容易做為高功率雷射輸出。

由於以上諸多優點，光纖雷射的市佔快速攀升，在 2014 年佔全體雷射設備營收 50%，到 2016 年預估將可達到 60%，成為未來雷射加工技術的主流。

2. 光纖雷射在薄鋼板的切割應用

2.1 雷射切割系統與原理介紹

雷射巨觀加工以雷射切割為主，雷射切割設備架構包含雷射源、光學反射鏡組、聚焦鏡及氣體噴嘴(gas nozzle)，氣體噴嘴搭配特定的輔助氣體如氮氣、氬氣、氧氣，如圖 1 [2-5]。藉由雷射源產生高能量的光束，傳導並聚焦於工件上，使工件快速受熱融化成液態後由輔助氣體移除。

依照輔助氣體的種類(氧氣、其他惰性氣體)可將雷射切割製程分為兩種：

(1) 使用氧氣：氧氣使材料除發生熔解相變化之外，還發生燃燒、氧化反應，其反應過程為放熱反應(exothermic reaction)，可加速切割製程，通常用於切割較厚或高反射率材料。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】407期・106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

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw