



智慧雷射加減法控制 與設備技術探討

Research on Intelligent Laser Hybrid Additive Manufacturing
Control Technologies and Equipment Technologies

陳信助

工研院
雷射與積層製造科技中心
雷射應用技術組
雷射製造創新部

關鍵詞(Keywords)

- 3D 列印 3D Printing
- 雷射金屬沉積 Laser Metal Deposition, LMD
- 積層製造 Additive Manufacturing, AM

摘要(Abstract)

近年來積層製造(3D 列印)技術不斷演進，在市場的應用端，可免去模具的高昂費用與製做時程，具備客製化少量低成本的優勢；設計開發者也可藉此縮短開發時程，透過 3D 列印試製成品，驗證設計概念，先進歐美國家紛紛將雷射金屬沉積(LMD)製造技術導入航太、汽機車零組件、3C 殼件、複雜的工具本體與結構體的製造[1]，分析

LMD 製程發展近程，成品雖然可直接應用於功能零組件，但仍有製造效率與尺寸精度議題，需要透過加法加工與減法加工之多功能複合製程方法，以滿足應用與製造需求；國際大廠也提出 LMD 複合製程技術，以因應 LMD 技術製造上所面臨的許多問題與挑戰。本文將針對雷射金屬積層製造與加減法複合製程控制技術、製程優勢及其應用進行介紹。

In recent years, additive manufacturing (3D printing) technology continues to evolve, in the application of the market side, the mold can be free from the high cost and long production time, allowing small quantity production and design customization in low-cost; designers can also shorten development time through the 3D printed products to verify the design concept. Advanced countries in Europe and



U.S. have applied laser metal deposition (LMD) manufacturing technology into aerospace, automotive components, 3C shell, manufacturing of complex tool bodies and structures [1]. The roadmap of LMD recent development suggests that, although the finished product can be directly applied to functional components, the manufacturing efficiency and dimensional accuracy issues remain. Additive processing and reducing processing of multi-functional composite manufacturing process are required to meet the application and manufacturing needs. International companies also proposed LMD hybrid process technology, in order to overcome many of the problems facing and challenges in the LMD manufacturing process. This paper will focus on laser metal manufacturing, hybrid process manufacturing control technology, process advantages and applications.

1. 前言

整體而言，近年來發展相當迅速的 3D 列印，的確為產品開發與生產製程帶來相當顯著的變革。工研院產業經濟與趨勢研究中心(IEK)研究員葉錦清於研討會上指出，目前 3D 列印在航太、骨科植入物、汽車產業的應用都日漸擴散，隨著未來 3D 列印技術的發展，應用更趨多元。從技術發展來看，葉錦清表示，隨著應用的多元化，由於金屬積層製造(metal additive manufacturing)技術能直接將複雜形貌與特殊結構的金屬元件一次成型，

因此金屬積層製造包括粉床熔融成型技術 (powder bed fusion, PBF)與雷射金屬沉積技術 (laser metal deposition, LMD)等，成為近年 3D 列印技術的發展主軸，這從各類 3D 列印設備供應商近來的機台銷售成長率便能得知。雷射金屬沉積技術的導入，有利於金屬製品零件的功能加值與重建，可提升石化閥件與管路、動力機械用軸件、模具設計變更與修復、滾輪、導螺桿等產品效能與品質的改善。甚至，此類技術可用於直接製造產品，例如用於航太、汽車新組件的製造與應用，包括螺旋葉片連接部件、引擎用進氣歧管、大型渦輪葉片與優化骨架及輕量化高強度結構等，LMD/DED 技術的導入可節省材料與縮減開發時程，依據美國能源部估算，相較傳統除料製造方式，可節省超過 50%之能源。

2011 年 6 月，美國歐巴馬總統所主導具國家經濟優勢的新興政策，其中規劃了「先進製造夥伴聯盟」(advanced manufacturing partnership, AMP)計畫，2012 年 3 月推動「國家製造創新網絡」(National Network of Manufacturing Innovation, NNMI)法案，投資 10 億美元在 15 個製造創新研究領域，包括積層製造。1995 年，德國國家級研究機構弗勞恩霍夫應用研究促進協會(Fraunhofer-Gesellschaft, FhG)、EOS 與 F&S 等公司，獲得國家科技研究專案經費補助，發展雷射金屬粉末熔融成型技術，奠定積層製造之發展基礎。FhG 持續投入積層製造之基礎研究，聚焦粉床熔融成型技術(PBF)與雷射金屬沉積技術(LMD)製程，建立大面積建構與高生成率、即時品質監控等關鍵技術。美國太空總署(NASA)透過金屬積層製造技術，已成功實驗製做出原尺寸火箭引擎零組件[2]，

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