

第三屆臺灣國際雷射應用展

工研院展現雷射研發能量

在全球性的先進製造趨勢下，可以廣泛應用於工業、醫療、國防、民生等領域的雷射科技，不僅可有效推動製程的革新與提升，加上各種相關研發技術不斷推陳出新，為產業的升級轉型帶來更多動能及競爭優勢。在 2015 臺灣國際雷射應用展中，工研院「雷射光谷成果專區」，展出多項創新雷射技術及應用，突顯領導臺灣雷射技術和產業發展的能量。

撰文／魏茂國 攝影／黃鼎翔

隨著產品客製化、細微化、高值化等發展，使得雷射科技已成為當前產業尋求創新突破的一大關鍵，並且在技術持續翻新之下，也愈來愈受到各界的重視和運用。臺灣雷射科技應用協會理事長潘忠義指出，雷射科技整合了光、機、電、控制等技術，對於在製程中導入自動化、智慧化，或是實現綠色製程等，都具有重要的地位及角色；如能串聯起雷射產業的供應鏈，將會對臺灣製造業的深化與茁壯帶來相當大的幫助。

先進製造激發雷射市場成長

自美國的先進製造夥伴計畫（Advanced Manufacturing Partnership）、德國的工業 4.0（Industry 4.0）等針對製造業的改革策略開始，至今已在許多重要國家掀起先進製造的浪潮；例如英國的高值製造策略、日本的產業振興計畫、韓國的製造產業創新 3.0、中國大陸的中國製造 2025 等。這些先進製造策略的主要概念，都脫離不了運用更創新的科技，並結合智慧化、數位化等製造方法，使得生產過程更具效益，提升產品價值與產業競爭力。

我國也於今（2015）年提出了「生產力 4.0」，就是要以智慧製造打造臺灣全球生產製造供應鏈的關鍵地位；而且在落實先進製造當中，除了資訊、感測、材料、機械等各項技術的整合，雷射當然也是不可或缺的一環。工研院南分院積層製造與雷射應用中心主任洪基彬表

示，相對於車削、銑、刨、磨、鑽等傳統製造方式（接觸式、減法），先進製造更倚靠整合資訊自動化、高速運算、感測、網路、複合加工（加法與減法）等方式，不只發展潛力更高，並促使雷射製程成為國家發展先進製造策略的核心工具。

如對應工具機市場的狀況，因應先進製造而產生的



示，相對於車削、銑、刨、磨、鑽等傳統製造方式（接觸式、減法），先進製造更倚靠整合資訊自動化、高速運算、感測、網路、複合加工（加法與減法）等方式，不只發展潛力更高，並促使雷射製程成為國家發展先進製造策略的核心工具。

工研院南分院積雷中心主任洪基彬表示，未來希望針對 3D 列印，連結設計端與製造中心，整合軟硬體促成「3D 列印雲」，成為先進製造的創新模式，以面對國際的發展與競爭。



由工研院輔導、榮剛材料科技負責雷射加工頭、新代科技開發控制器，並由和和機械整合生產臺灣第一臺 3D 光纖雷射全自動切管機，使得整機和關鍵零組件都能夠完全國產自製。

雷射加工機需求，近年來更是不斷成長；特別是複合式的雷射加工機，約自 2010 年開始進入產業應用後，至 2014 年已有將近 2.5 億美元的市場，估計到了 2018 年更將突破 10 億美元。這也代表雷射加工已經逐漸整合傳統加工方式，形成創新複合式的加工製程與智慧製造技術，並開始在先進製造中扮演重要角色；因此各家國際工具機大廠也接連推出複合式的雷射工具機，並朝向高速、高精度、環保化、智慧化、複合化等趨勢開發。

同時在「雷射光谷」計畫中，工研院也積極進行與國內廠商共同投入雷射關鍵模組自主、雷射創新應用、雷射產業鏈建構等推動，包括雷射源、光刀引擎、積層製造、整合系統等相關技術，也都是產業跨入先進智慧製造時的關鍵。面對產業進入先進製造的需求，洪基彬指出，從過去設備、材料、製程等技術的研發，開始為產業建立基礎，再經由不斷地精進與改良，使得技術水準

和品質得以提升，並朝向高階複合加工技術發展，已為產業建立相當基礎；未來則希望能針對先進的複合式加工方式，連結設計端與製造中心，整合軟硬體促成「綠色光谷」，成為先進製造的創新模式，以面對國際上的競爭。

雷射加工應用持續提升

在本次臺灣國際雷射應用展裡，工研院展出多項雷射研發技術與合作成果。首先是在雷射加工應用方面，對於加工製程中經常使用的切割和切孔需求，工研院已研發出多款雷射加工頭技術，除了可以適用不同功率的雷射（< 2,000W），並結合調焦和光斑位移等技術，讓加工模組可進行三維移動的切割與切孔，目前包括鎢鋼、不鏽鋼、鈦等堅硬金屬，以及陶瓷、藍寶石等硬脆材質板件皆可實現高速而質優的切割成效，最薄可切割至 0.1mm 的厚度，能適用於光罩、機板、裝飾品、建材等

物品的切割。

比起切割各種板件更複雜困難的切管，則是展出了由工研院輔導、榮剛材料科技開發雷射加工頭、新代科技開發控制器，並由和和機械整合生產的臺灣第一臺 3D 光纖雷射全自動切管機，使得整機和關鍵零組件都能夠完全自製。特別是相較過去四軸切管機僅能直切的特性，這臺五軸切管機具有可擺頭斜切的切割頭，能讓管件的切割面更為平整、精準，對後續銲接組裝等製程很有幫助；並且因為採用光纖雷射，使得調機與維護上省下許多工作及成本，所需廠房空間、電力與模具成本也較少，目前已投入量產及銷售，包括建築、汽車、運動器材、醫療輔具等都很適用。

在玻璃材質的應用上，入圍 2015 年全球百大科技獎 (R&D 100 Awards) 的「雷射無痕玻璃削整設備」(gLaserTrim)，則是以 10W 以下的低功率脈衝雷射，運用於強化玻璃或藍寶石基板等硬脆材質的無痕削整，能夠經由調控雷射的最佳參數，精準控制雷射溫度梯度與玻璃的作用範圍，以熱效應將玻璃邊緣產生的細微裂痕移除，不需要再經高分子材料包覆補強，或是以雷射熔融後再固化成型。而且經雷射無痕削整後的玻璃邊緣，不只變得更光滑，還能提高強度、避免因碰撞而產生破裂，可讓 0.1mm 的多層超薄玻璃經削整後，彎折強度達到 500MPa 以上，像是手機玻璃螢幕與保護貼、玻璃削孔等都可使用。

而於加工製程中，有廣泛需求的金屬銲接功能，目前工研院已經開發可以適用於同質及異質材料銲接的雷射技術，例如鋁、銅、鈦、不鏽鋼等相同材質的銲接，不只具有表面平整度佳、堅固、快速等優勢，而且不需要再經修整；或是在碳鋼與不鏽鋼、銅與黃銅、銅與鋁、高速鋼與合金鋼等異種材質間的銲接，除了可以避免材質差異，而造成的銲接品質不良，並且也能夠有效的運用在如刀具的刀刃與刀背，或是需要在不同部位具有堅硬強度和避免生鏽等性質的自攻螺絲等，另外還有像是汽機車鈹金、手工具、工具機等，都可以藉此提高產品品質。

另外在模具的咬花加工上，工研院也推出「雷射精微曲面複合加工技術」(雷射數位咬花技術)，尤其相對

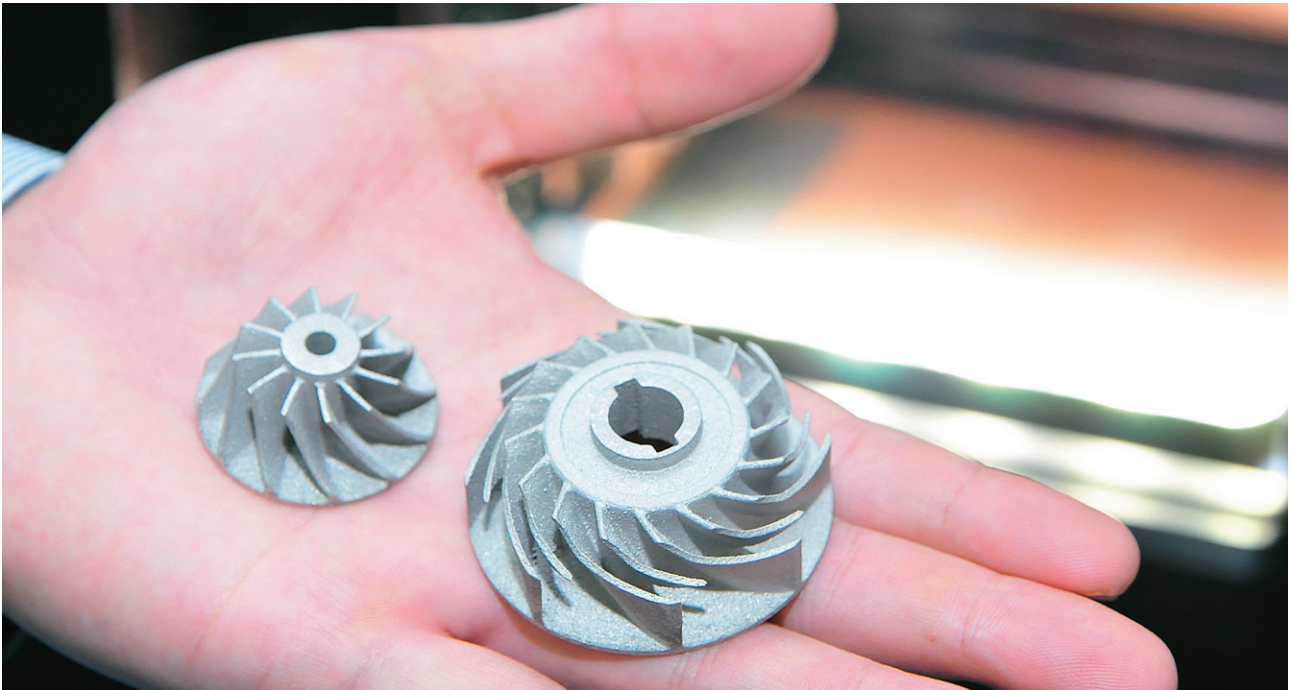
於傳統人工蝕刻咬花的耗時、人為因素影響品質與環境汙染問題，雷射數位咬花明顯更為快速、細緻、品質均一而環保；特別是對於具有曲面弧度的模具，如手機和電腦外殼、汽車方向盤與儀表板等組件的模具，就可先透過曲率分析、配合變焦模組，並將圖檔經計算與數位分層後加工，目前最多已可分為 256 層、每層可加工 0.5 至 1 微米 (μm)，讓雷射可以精準而曲線平滑地刻出花紋，以利後續射出成型。

積層製造成為技術焦點

近年來發展相當迅速的積層製造 (3D 列印)，為產品開發與生產製程帶來相當顯著的變革；以 2014 年全球 3D 列印的產值已達 41 億美元，估計到了 2025 年還將突破 200 億美元，而且各種設備機型不斷推出。其中市場成長最快的就是雷射金屬積層製造 (Laser Metal Additive Manufacturing)，包括粉床熔融成型技術 (Powder Bed Fusion; PBF) 與直接能量沉積技術 (Directed Energy Deposition; DED)，可直接一次成型複雜形貌與特殊結構之金屬元件，成為未來新創高價值產品之重要工具。

因此在 2015 臺灣國際雷射應用展中，工研院特地展出第一臺國人自製的雷射金屬積層製造 (3D 列印) 設備，可製作 10cm 及 25cm 立方體積工件，成品尺寸精度可達正負 50 微米 (μm)，最小製作直徑約為 100 微米 (相當於頭髮粗細)，緻密度大於 99% 以上，拉伸強度以鈦合金為例已達 950MPa 以上。以工研院與管樂器專業代工製造廠益豐國際共同開發的 3D 列印薩克斯風吹口彎管 (頸管) 來說，比起傳統經設計、開模、試產、測試等過程所花的時間，不僅能快上十倍，還能節省動輒上百萬元的開模費用，而且也利於產品開發和客製化生產。

同時工研院還開發出鈦合金、鈷鉻鉬合金、高強度鋁合金、麻時效鋼、模具鋼、多元合金等各種雷射金屬積層製造專用的金屬粉體，可供醫療、航太、汽機車、文創等多種產業用途，能夠印製較一般 CNC 傳統加工更複雜的形狀，效益更高之金屬零組件，讓國內的設備商及材料商都能夠有更多發展機會。目前工研院也已促成



透過「3D 列印材料晶控光引擎」，更名為產品提供差異化與高值化的設計，並減少製作時間與成本。

東台精機、精剛精密及嘉義鋼鐵合組金屬積層製造研發聯盟，投入開發商用型國產金屬 3D 列印設備及專用材料，使國內金屬 3D 列印產業之建立指日可待。

而另一項同樣獲得 2015 年全球百大科技獎入圍的「3D 列印材料晶控光引擎」（Optical Engine for Material Grain Microstructure-Controllable Additive Manufacturing Technology），就是建構在雷射金屬積層製造技術的基礎上，藉由特殊設計的雷射光學引擎，包括在燒結前的模擬分析，並且在製程中調控不同雷射光學與材料之作用的機制，進而改變金屬材料的結晶結構；也就是能在同個工件的不同部位上，呈現不同的強度、硬度、韌性等機械性質，以符合產品使用或運作上的需要。

例如汽車的渦輪引擎葉片，中間軸承部位就需要耐磨、硬度要高，而旋轉葉片則需要高韌性；或是在客製化的生醫材料、航太零件等產品上，都可透過「3D 列印材料晶控光引擎」，在同個列印過程中就達成所有目標，因此與一般金屬 3D 列印僅能製作單一功能性質產品截然不同，更名為產品提供差異化與高值化的附加價值，大幅減少製作投入之時間與成本。

創新推出大功率雷射源

在雷射源技術方面，初期臺灣產業需求為 50W 以下雷射光源；隨著雷射應用範圍愈來愈廣，國內許多業者嘗試切入高功率雷射源應用，並希望能透過雷射源自主化降低投資成本。因應國內廠商需求，工研院成功研發出 500W 連續式光纖雷射源，可供廠商用於金屬焊接與切割；此系統採用光纖雷射做為光學核心，具備小體積、低維護成本優勢，並可整合國際大廠之雷射加工設備，吸引許多國內廠商合作與投資意願，將陸續推出更高功率的雷射源產品。

工研院研發之奈秒光纖雷射技術已移轉搏盟科技，並促成該公司成立雷射源新事業部，推出 10W 與 20W 脈衝式光纖雷射源，讓臺灣雷射產業從無頭工業晉身為有頭（雷射源）產業，避免持續受制於國外廠商倚賴進口。同時在 3D 列印、金屬加工等設備需求不斷成長之下，預估全球雷射加工雷射源市場將從 2015 年的 38.3 億美元，至 2018 年將超越 50 億美元，以新興國家成長最快，藉由雷射源技術自主帶動國內廠商雷射製程創新，將可搶進國際市場，帶動另一波雷射商機。■