

產業落地、轉型升級

高能雷射銲接應用與國產化設備推動

看過金鐘得獎劇集《做工的人》，多會對傳統氬銲對人員健康的影響印象深刻。傳統銲接高熱、危險，工作環境差，加上少子化致人力短缺，技術傳承青黃不接。工研院與經濟部技術處投入「高能雷射銲接應用與國產化設備推動」，以雷射銲接新技術與設備國產化為產業解決難題，提升產業競爭力，獲工研菁英產業化貢獻金牌獎肯定。



工研院設計「智慧雷射銲接專家系統」協助產業解決銲接難題，提升大規模生產效益。

撰文／涂心怡

銲接是機械製造領域重要的加工技術，要牢牢接合金屬，銲接的技術可說是實用又可靠。近年來，雷射銲接因加工光點小、能量集中、銲速快等特性，不僅能加快生產速度，也能兼顧品質，因此國際間掀起一股雷射銲接旋風。隨著雷射銲接技術的快速發展，臺灣是全球具代表性的加工製造與機械設備出口基地，相關產業也正積極導入雷射銲接技術。

檢測與補償系統 助攻銲接良率

「從傳統走到新技術與應用，雷射運用在未來

的10至30年間，預估會有2位數的成長。」工研院南分院執行長曹芳海進一步分析，尤其在銲接的使用上，相較於傳統銲接銲點大，且必須輸入極高能量才能銲得深，雷射銲接光能照射面積僅傳統銲接的十分之一至百分之一，銲後外形美觀，且能量集中、聚焦，無須太高的能量就能銲得深，減碳效益可達50%至80%，加上雷射銲接速度快，大規模生產效益更佳。

另外，面臨銲接人力短缺及高技術門檻、作業環境辛苦等挑戰，曹芳海認為導入雷射銲接是相關應用產業必要走的路。其中高能雷射，又稱高功率

雷射，其輸入功率超過1,000瓦，且為連續輸出，對於在銲接後必須保有高機械強度與高導電性等需求的應用，像是電動車、建築與能源等產業是一大助力。

放眼國際，尤其歐洲國家，高能雷射銲接的應用多已臻成熟，然而需要補足、改善之處也不少。長年浸淫製造現場，工研院南分院經理王雍行看見了產業在導入高能雷射銲接時會遇到的問題。

「首先，是雷射銲接物件的待銲邊緣需要平整無縫隙，但實務上常見銲接物件的邊緣不平整或彎曲，就會產生縫隙導致施做困難，兩者勉強銲在一起，成功機率大打折扣。」王雍行說，為此，研發團隊開發出一系列檢測與補償系統，如「銲前檢測技術」，將縫隙太大、尺寸落差過多的物件一一檢測挑出；對於縫隙較小、非直線需轉彎的物件，則透過「智慧銲道追蹤補償技術」，利用不同的銲接參數以及加溫熱能動態調整，讓熱融後的物件得以交融均勻並將縫隙補滿；「對於熔點高，卻又相對較薄的金屬，過往總難免碰到加熱後捲翹變形的難題，團隊也研發出『高效夾持模組』，消除熱應力以抑制變形，讓銲接的效果更臻完美。」

智慧雷射銲接專家系統 減少成本損耗

銲接物的型態將影響雷射銲接效果，在已知材質的狀況下，可透過檢測或參數調整來提升銲接品質，但對於未知或未曾做過的材料，要怎麼才能確保雷射銲成功、品質過關？工研院團隊也有解決方案。

王雍行說明，過去業界在進行新材料的雷射銲接之前，為了計算出該材料的雷射吸收率，往往只能以土法煉鋼的試誤法，靠經驗設定一個功率參數進行銲接，銲接完成後再透過機械加工切開，經研磨、腐蝕至平滑後，再放置顯微鏡下觀察其銲接深度與寬度是否達到標準，常需要來來回回調整，少說得做個10幾、20次後，才能得到一個完美的參數，不僅耗時費日，成本的消耗更是一大損失。

為解決此問題，團隊設計出「智慧雷射銲接

專家系統」，使用者僅須輸入雷射功率、銲接速度以及路徑，系統即能透過計算反推新材料的吸收率，得出可能的銲接深度、寬度、機械強度、抗衝擊等數據。王雍行坦言，現階段該系統所推估參數正確率約7到8成，雖還未達百分之百，「但至少可以得出一個參數雛形，後續再調整數次就能定案，大幅降低試誤次數。」

從核心技術到落地普及 雷銲產業漸露曙光

「我們最大的成就感來自將高能雷射銲接應用落實到產業，」曹芳海說，高能雷射銲接是帶動產業升級的重點技術，短期以研發與布局核心技術切入，以特色化光路、智慧化製程來凸顯技術差異性與價值；中期則布建雷銲試製示範場域，以製程應用先行，走向國產化模組自主，進而達成國產設備的擴散；長期則規畫串接公協會與學界，達到技術落地普及與人才培育的目標。

「目前研發團隊已將成果實際應用於產線，」曹芳海說，截至2021年底，已與螺絲扣件、電動巴士、熱交換器、鋰電池模組、電子產業管件工程系統及雷射設備等大廠建立示範產線，並有雷射源、銲接頭、鏡組、雷射控制器與雷射設備業者加入國產雷銲供應鏈，落地商轉。帶動應用產業轉型升級之餘，臺灣雷銲產業也在團隊積極推動下漸露曙光。■



雷射銲接具有加工光點小、能量集中、銲速快等特性，不僅能加快生產速度，也可兼顧品質，引起一股雷射銲接旋風。