



New components for electromobility require novel manufacturing strategies

電動車新部件需要新的製造策略

Dr. Axel Luft

根據專家估計，到 2040 年全球銷售的所有乘用車中近 45% 將配備電池或燃料電池驅動系統。這將導致大量新系統和組件需要投入生產，這也將對供應鏈提出了挑戰。

世界各地的汽車製造商都在努力減少排放。根據德國工業協會 VDMA 和 FEV Consulting GmbH 2022 年的一項研究，到 2040 年，全球銷售的 1.28 億輛乘用車中，近 45% 將純粹由電池或燃料電池提供動力。同時，專家預計全球範圍內，內燃機車輛的銷售量與 2019 年相比，將下降約 16%。隨著電動車的發展，對電氣系統和零件的需求將不斷增加。高效燃油電池、電池組、電動馬達、高性能電子產品以及冷卻技術是未來的成長動力。

這對汽車產業的傳統製造技術產生了重大影響。雷射加工也面臨新的挑戰。新流程不斷湧現。以雙極板為例：作為一個電池堆，它們構成了燃料電池的核心並影響電池堆的功率密度。它們的厚度決定了能源的整體重量，通常只有 0.1 毫米左右。它們佔生產成本的比例高達 45%。

以電池盒為例：由於電池有火災風險，它們屬於與碰撞相關的零件之一。焊縫的品質對其穩定性起著決定性的作用。大多數部件以及每個焊接都必須是氬氣密封的。如果單一焊縫不符合要求，則必須對零件進行返工。無論如何，這些成本都是應該避免的。因此，使用者期望成品零件具有最高的電氣、機械和結構性能品質。製造中通常使用高強度鋁合金製成的結構，但這些結構具有明顯的熱裂傾向。

此外，對焊接速度的要求也很高。例如，對於單一雙極板，焊接總長度達約4.5m；對於電池冷卻板，最長可達 100 m。對於多達 400 個髮夾接續點組成的電動機或帶有多達 1,000 個電池單元的電池托盤，需要多達 2,000 個焊接。隨著切換至新的驅動方式，零件總數不斷增加，而對生產節拍的要求仍然很高。例如，對於雙極板，目標是每秒生產一塊板。

同時，物理定律也為開發人員設定了限制。當鋁製程的焊接速度超過 30 m/min 或焊接雙極板的焊接速度超過 60m/min 時，製程將無法再可靠控制，有焊接開裂的風險。

更快 · 更好 · 品質保證

Fast Component Welding (FCW) 系統技術，是一經濟高效的平行化雷射製程技術。為了實現這一目標，開發人員將複雜的技術整合到極其緊湊的掃描器單元中，這些單元被安裝在單一特定的應用板上。掃描器的數量取決於所需的應用。如此一來，可以同時處理多個組件，從而在同一時間內獲得更高的產量。另外，此系統可以擴展掃描器陣列，允許進一步處理更大的組件。在具有四個掃描器單元的陣列中，組件的處理時間因此減少到四分之一。掃描器單元經過完全校準，並根據客戶要求特別客製化。它們可以單獨控制，也可以相互協作。這使得能夠實現高品質的同步、獨立的製程控制策略。

Figure 1: 憑藉新系統，Scansonic 正在滿足雷射加工對速度和品質日益增長的需求。例如，用於電動車中的雙極板、電池接點、馬達的髮夾接點或電池托盤表面冷卻器的雷射焊接。

利用 FCW 技術提高生產力

掃描器單元可以多個相鄰設置，既可以排成一行，也可以矩陣形式設置。因此，它們提供了大掃描範圍、快速的振鏡運動、用於工件高度補償的 Z 軸移位器、自動影像識別和複雜的品質監控。例如，對於汽車電池托盤的雙極板和表面冷卻器來說，因為可以同時焊接多個焊道，這意味著每個部件的焊接速度可以顯著提高。在此過程中可能的減少振鏡角度以得到穩定的過程。

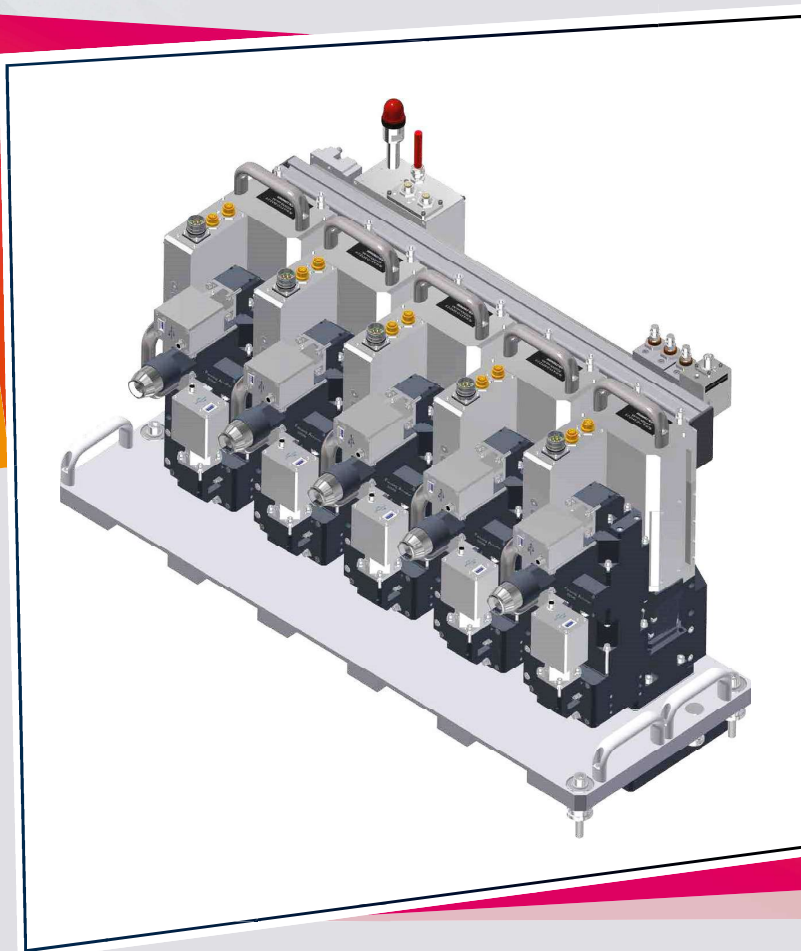


Figure 2: 五個掃描器單元排列在應用板上。它們可以實現平行焊接，從而顯著提高加工速度。

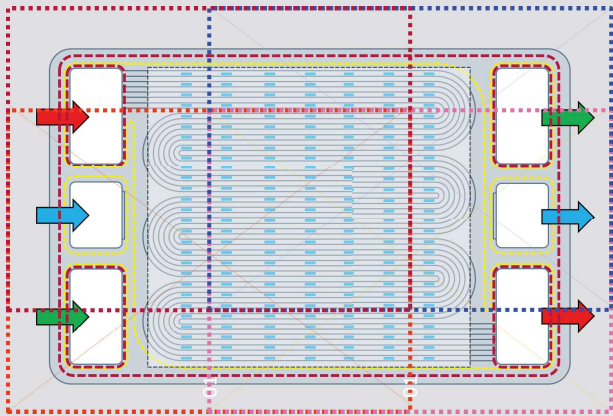


Figure 3: 以尺寸為 600 x 420 mm 的雙極板為例：單一掃描器單元的掃描區域為 400 x 310 mm²。在範例中，使用四個掃描器單元（2 行和 2 列），重疊為 200 mm。這允許總掃描範圍為 600 x 420 mm。振鏡角度小於 22°。

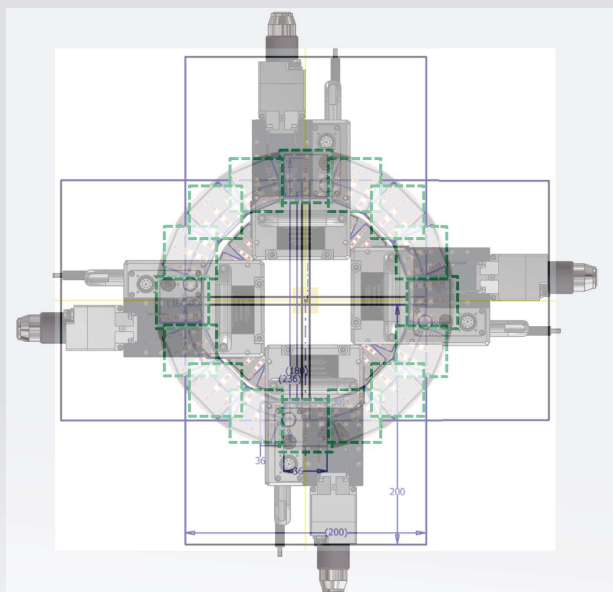


Figure 4: 以髮夾式定子為例，我們創建了 16 個視場(Fields of View)和 4 個掃描場(Scan Fields)。髮夾可以用這種方式在一個步驟中製造。

馬達定子是最複雜的零件之一，佔電動車的大部分生產成本。馬達轉動必要的磁場通常由這些銅製的髮夾產生。這些髮夾接點都是透過雷射焊接在一起。到目前為止，它們都是被放置在旋轉軸上旋轉，依次進行雷射焊接，直到完成所有髮夾接點。這是非常耗時的，因此該過程是生產率決定性的因素。

FCW 技術能同步進行焊接，使這個過程產生顯著的變化，只需幾秒鐘即可完成。FCW 系統為此應用提供總共四個掃描器單元以 90° 排列，每個單元都可以負責定子的一部分，均勻地照亮它、檢測它的位置並將其焊接起來。先進的影像處理用於一步檢測所有髮夾位置，並根據為客戶開發的精確焊接策略引導雷射光束。這些參數包括例如雷射功率、橢圓運動路徑的形狀或焊接路徑的重複次數。這意味著無論定子尺寸如何，在焊接過程中都不再需要旋轉。

除了提到的應用之外，這種非常緊湊且輕巧的鏡頭還適用於高動態過程，例如電池觸點的焊接。焊接鏡頭透過直線運動軸移動，同時高速焊接電池接點。根據應用的要求，可以使用不同的雷射光斑和雷射功率。FCW 光學元件的放大倍率範圍為 2.9 至 6 倍。發振機從使用光纖直徑為 10 或 14 μm 的單模雷射，到使用 50 和 100 μm 光纖的數千瓦多模雷射均可。借助 FCW 系統技術，工廠和機器製造商擁有標準化、完全校準的雷射焊接系統，簡化了自動化和現場個別調整，同時縮短了工作流程。

Dr. Axel Luft, Managing Director Sales & Marketing Scansonic MI GmbH