

由第十七屆國際製造工程學會電物理與電化學加工會議

分析電加工技術研究發展方向



顏炳華¹、廖運炫²、許東亞³、洪榮洲⁴、顏木田⁵

¹ 國立中央大學機械工程學系

² 國立台灣大學機械工程學系

³ 國立台北科技大學製造科技研究所

⁴ 逢甲大學機械與電腦輔助工程學系

⁵ 華梵大學機電工程學系

國際電加工研討會(International Symposium for Electromachining, ISEM)最早開始於 1960 年，主要目的在於超越政治障礙提供一學術與技術討論機會，以交換東西方研究經驗與技術資訊，早期研究經驗交換主要集中於放電加工與電化學加工領域，至 1995 年第十一屆國際電加工研討會為止，已擴展至快速成型技術(Rapid Prototyping Technology)、微細加工(Micro Machining)、電子束加工(Electro Beam Machining)、雷射束加工(Laser beam Machining)、超音波加工(Ultrasonic Machining)、電漿加工(Plasma jet Machining)等非傳統加工領域，此研討會每屆都是由國際製造工程學會(International Institution of Production Engineering, CIRP)所協助辦理，會議議程委員超過三分之一為 CIRP 會員，而能在此研討會發表論文者亦多是此領域之活躍專家學者，第十七屆國際電加工研討會於 2013 年 4 月 9 日至 4 月 12 日於比利時盧汶市 Provincial House of Vlaams-Brabant 舉行，由比利時盧汶大學機械工程學系 Kruth 教授與 Lauwer 教授共同籌辦此屆研討會，經由 2012 年國際製造工程學會科學與電加工技術委員會決議將研討會名稱更改為 17th CIRP Conference on Electro Physical and Chemical Machining (ISEM XVII)並保留國際電加工會議名稱縮寫為(ISEM XVII)。盧汶大學機械工程學系從 1960 年代開始一直都是放電加工研究重鎮，創立者 Snoyes 教授在放電加工學術領域有卓越貢獻，VanDijck 博士在放電熱傳數學模式方面是研究先驅，主辦者 Kruth 教授在放電加工適應性控制與雷射層積製造領域、Lauwer 教授在放電加工製程規劃與微放電加工領域亦都有傑出研究成果，機械系 Duflou 教授在雷射加工領域亦有許多研究成果，另外機械系生產工程、機械設計與自動化組(Division of Production Engineering, Machine Design and Automation, PMA) Hendrik Van Brussels 教授在機器人研究領域亦是國際知名傑出學者。在產學合作方面，盧汶大學與瑞士放電加工機廠商 AgieCharmilles 公司一直有長期合作計畫。

本屆研討會有來自十八個國家學者專家總共發表了一百篇論文，綜觀此屆研討會內容，在電加工領域可分為下列幾大主題：雕模放電加工、線切割放電加

工、微放電加工、氣中放電加工(Dry EDM)、電化學加工、加工建模與模擬 (Process Modeling and Simulation)、雷射與電子束加工(Laser and Electro Beam Machining)、超音波加工、混合製程(Hybrid Processes)與其他非傳統加工方法。以下將針對各項主題做一概略性介紹:

1. ISEM 17 會議主題與論文簡介

(1) 專題演講

第一場由美國 Nebraska-Lincoln 大學 Rajurkar 教授主講，論文題目是”Review of Electrochemical and Electrodischarge Machining”，Rajurkar 教授長久以來研究主題皆集中於放電加工與電化學加工，此篇論文評論近年來在放電加工、電化學加工、微放電加工、奈米加工與複合加工之研究結果，電化學加工先進技術內容包含:電化學製程建模、模擬與電極設計、製程監視與控制、製程能力與電化學之複合加工。放電加工先進技術內容包含:加工機制、電源系統、放電間隙監視與控制、電極設計、介電液與噴流方式、表面品質、微放電加工電極磨耗與補償、複合式放電加工與微放電銑削。

第二場演講由葡萄牙 Leiria 技術研究院 Levy 教授主講，演講題目是”Additive Manufacturing - Close to Industrial Break Through - Challenges in Research and Applications.”，Levy 教授是 Center for Rapid and Sustainable Product Development 負責人，為 Additive Manufacturing 領域研究權威與先鋒者，擁有 30 項專利，發表超過 150 篇論文。Levy 教授在此演講介紹 Additive Manufacturing 之技術發展包含:製程技術、材料、幾何尺寸、應用、系統、設備裝置與操作。

第三場專題演講由瑞士 Schumacher 教授主講，演講題目為: Historical Phases of EDM Development Driven by The Dual Influence of “ Market Pull and “ Science Push” 。 Schumacher 教授為德國亞琛工業大學博士，為工具機研究所創立者 Opitz 教授的學生，曾任職於 Agie 公司二十餘年，畢生致力於放電加工研究與教學。此篇論文介紹放電加工發展歷史，由於電晶體、積體電路與微處理器之發展

帶動放電加工在六零年代與七零年代之演變與發展，三位國際製造工程學會 (CIRP)主席荷蘭飛利浦公司 B. L. Ten Horn 教授、比利時盧汶大學 Jacques Peters 教授與德國亞琛工業大學 Opitz 教授對於放電加工領域之貢獻卓著，瑞士 Agie 與 Charmilles 公司(現已合併為 AgiCharmilles 公司)放電加工機發展演進，最後說明新的電子元件技術與軟體快速發展亦推動放電加工技術之發展，特別是軟體發展與感測技術對於放電加工機在自動化工廠應用越顯重要。

(2) 雕模放電加工

- 國立台灣大學提出線性馬達雕模放電加工之排渣效應研究……
- 西班牙畢爾包工程學院等單位應用中央合成實驗設計法探討放電加工參數對於 C1023 航空合金翼縫加工特性的影響……
- 日本東京大學與新日鐵高新材料公司合作研究銅箔片電極對於單晶碳化矽放電加工特性……
- 日本富山縣立大學與日本工業大學共同研究含硼多晶鑽石雕模放電加工特性……
- 德國亞琛工業大學分析雕磨放電加工高深寬比孔穴製造時之電極撓曲量測
- 瑞士蘇黎世聯邦理工學院與 AgieCharmilles 公司共同提出微小型放電加工超精修表面研究……
- 德國亞琛工業大學探討不同石墨等級對於雕磨放電加工金屬去除率與電極磨耗率之影響……
- 中國哈爾濱工業大學與江蘇冬慶數控機床公司共同研發微放電加工之陣列微孔加工多模式放電電源……
- 日本名古屋工業大學研究放電加工材料移除的發生與氣泡膨脹的關係，此研究應用高速攝影機觀察氣泡膨脹與收縮以及飛散的殘渣顆粒……
- 德國柏林工業大學與弗勞恩霍夫製造系統與設計技術研究所共同提出雕模放電加工技術參數最佳化研究以應用於渦輪原件 ……

- 比利時盧汶大學研究團隊研究 $(\text{Nb}_x\text{Zr}_{1-x})\text{B}_2\text{-SiC}$ 複合材料放電加工特性與材料移除機制……
- 中國北京電加工研究所與首都航太機械公司共同提出五軸精密放電加工技術以應用於整體葉輪加工……
- 日本筑波工業大學、三菱電機公司、東京大學 Masuzawa 教授與獨立行政法人大學評價與學位授與機構等單位共同提出具有往復式旋轉線導具之線放電銑削加工研究……

(3) 線切割放電加工

- 華梵大學研發多晶鑽石專用電源系統，應用微細線切割放電加工製作多晶鑽石刀輪，探討多晶鑽石加工特性……
- 中國南京航空航天大學則提出線切割放電加工製作多晶鑽石微銑削刀具之最佳化研究……
- 金屬中心與南台科技大學共同提出微線切割放電加工多晶鑽石加工特性研究……
- 鈦合金因具有強度高、耐蝕性好、耐熱性高等特點而被廣泛用於航太工業
- 中國山東理工大學與美國阿拉巴馬大學合作研究不同放電能量下之線切割放電加工鐵鎳基超合金(Inconel 718)表面……
- 國立台灣大學提出基於比放電能之線切割放電加工線上厚度估測方法並應用於伺服進給控制……
- 日本岡山大學、東洋先進機床與 Tokusen Kogyo 公司共同提出以軌道形狀電極之多線切割碳化矽基礎研究……
- 瑞士蘇黎世聯邦理工學院提出工件旋轉圓周速率對於線切割放電修整(Wire Electrical Discharge Dressing)的影響……
- 日本東京大學探討考慮線電極附近所產生電磁場之線切割放電加工線電極阻抗分析，提出線與工件間之電磁數學模式與渦電流方程式……

- 中國上海交通大學提出新型線切割放電加工軌跡插值法則，此法則採用一般化圓弧長度增量法……
- 中國哈爾濱工業大學、北京清華大學與江蘇冬慶數控機床公司共同提出快走絲線切割放電加工機電源技術研究……

(4) 微放電加工

放電加工除了針對硬質金屬材料加工外，對於微細模具、微細孔或細小溝槽及微細流道等金屬元件，微放電是不可或缺的加工技術

- 西班牙巴斯克自治區大學提出利用傳統放電形雕加工機及銅鎢電極材料……
- 美國加州大學戴維斯分校提出結合半導體製程方式製作鑽石基材之半球形電極工具……
- 北京清華大學提出結合 WEDG 技術修整微細電極工具後，再利用放電掃描方式進行微細結構之加工……
- 西瑞士應用科技大學提出利用現有市售之管狀電極工具 (直徑: 0.8 mm 長度: 12 mm)，配合現有放電機台(AgieCharmills)及高速主軸(10000 rpm)進行掃描加工……
- 來自德國 A. Schubert 學者發表了利用輔助電極方式，進行陶瓷工件放電掃描加工……
- 日本東京農工大學 Prof. Natsu 團隊研究發現在微細電極加工時由於排屑問題及不正常短路現象……

(5) 氣中放電加工

- 隨者綠色製造加工製程的需求，氣中放電加工已成為放電加工領域快速發展的方向之一……

- 瑞士蘇黎世聯邦理工學院探討氧化氣體對於氣中放電加工穩定性的影響，實驗結果顯示採用空氣、二氧化碳、氮氣與氧氣作為介電媒介……
- 中國哈爾濱工業大學研究混和氧氣與低溫冷卻法之氣中放電加工研究……

(6) 電化學加工

- 金屬工業研究發展中心研究電化學加工用微細電極之絕緣層製作，使用螺旋電極……
- 俄羅斯莫斯科圖拉國立大學探討採用鑽石砂輪之電化學加工研磨法……
- 阿曼蘇丹卡布斯大學使用精密電化學加工並利用酸化硝酸鈉加工不銹鋼 304 材料……
- 德國亞琛工業大學探討 ECM 加工鈦鎳基合金之研究，研究進料速率與其電流密度在圓柱形工具電極之 ECM 實驗……
- 日本東京農業技術大學研究採用雙極性脈衝電源 ECM 製作 WC 合金微針
- 德國微製造技術中心研究逆噴射電化學加工，探討限制電流密度分佈之微孔前邊緣密閉區……
- 德國薩爾州大學研究片狀鑄鐵之脈衝電化學加工 (PECM) 加工，觀察綜合數學模型與加工參數的交互運用對材料去除率 (MRR) 和表面粗糙度 (Ra) 之影響……
- 瑞士魯汶-日內瓦天主教大學進行微 ECM 銑削性能觀察，以不同加工參數、電極幾何形狀和旋轉電極對加工性能之影響……

(7) 超音波加工

- 馬來西亞馬來亞大學應用超音波輔助鑽孔，於玻璃纖維層板鑽孔研究上藉以減少推力……
- 日本長岡技術大學探討聚碳酸酯的切削特性受到中心斜面刀片縮進與超音波影響……

- 中國廣東省技術大學以超音波振動輔助微銑削 Al6061 材料.....

(8) 混合製程

- 國立台灣大學研究電解液中添加表面活性劑:十二烷基硫酸鈉 (SDS) 研究對於電化學放電加工(ECDM)石英之影響.....
- 印度科學理工學院探討磁鋸效應，可以用來切割含有一個預先存在的切口或裂紋的金屬.....
- 伊朗伊斯法罕大學以輔助超音波振動法來改善線放電車削(WEDT)的加工效率低之缺點.....
- 台北科技大學研究提出結合微電化學加工和單脈衝放電(OPED)法生產微型三次元量測儀的探測微球形測針的一種新複合加工技術.....

以上是針對 ISEM 17th 國際會議中微細放電加工技術幾篇主要代表論文簡單介紹，因為涉及引用與轉載權利之問題，因此不能提供讀者加工後之圖片，讀者如果有興趣可至相關網站[1]繼續閱讀更詳細資料。

參考文獻

- [1] Proceedings of the Seventeenth CIRP Conference on Electro Physical and Chemical Machining (ISEM), Procedia CIRP, Vol. 6, pp. 1-638, 2013.
<http://www.sciencedirect.com/science/journal/22128271/6>

完整文件~僅提供本會會員索取

還沒加入會員嗎?趕快拿起電話

04-23502169#535 陳小姐

台灣電加工學會

Taiwan Society
TSEME
Electrical Machining Engineering