

行政院原子能委員會 108 年第 5 次委員會議紀錄

一、時間：中華民國 108 年 6 月 20 日(星期四)下午 2 時整

二、地點：原能會 2 樓會議室

三、主席：謝曉星主任委員

紀錄：李佳誠、萬延瑋

四、出席人員：(詳如簽到單)

五、列席人員：(詳如簽到單)

六、宣讀原能會 108 年第 4 次委員會議紀錄暨報告後續辦理情形:(略)

主席徵詢與會人員均無意見後，裁示：原能會 108 年第 4 次委員會議紀錄暨報告後續辦理情形相關資料，洽悉。

七、報告事項：

「電漿技術之發展與應用」報告案：

(一)報告內容：略。

補充說明：

核研所早期從事高溫電漿研發工作，著重於放射性廢棄物之處理，目前已完成階段性驗證工作，以後除役工作如需此類技術，核研所可隨時協助國內廠商推動。目前低溫電漿技術於民生科技之應用，因廠商主要缺乏生產設備，核研所不僅提供電漿源、製程控制、自動控制設計及生產設備，亦將持續精進電漿應用技術與機台自主開發能力，為傳統產業開創新天地。另核研所亦開始規劃結合量子材料與人工智能，發展新穎的量子元件，提升材料競爭力。

主席說明紀要：

- 1、有關前清大退休教授楊銀圳博士發現：在粒子加速器導出 W 中間子之新聞報導，清華大學加速器實驗室業已發布相關聲明澄清，本事件已暫告一段落，藉此機會向各位委員說明。
- 2、本報告提及之低溫電漿之應用，基本上就是電漿鍍膜 (coating)，高溫電漿應用就是電漿燃燒 (combustion)，而高密度聚焦電漿應用就是核融合，以上 3 項議題皆屬電漿物理領域，扼要說明提供各位委員參考。

(二)委員發言紀要及回應說明：

主席發言紀要：

全世界電漿發展現況如何?請作說明。

核研所回應說明紀要：

目前國際上於電漿領域之研究，主要為熱電漿核融合、電漿於材料與醫學之應用以及基礎研究，其中又以材料改質為應用主流。在研發經費方面，核融合研究比例約占電漿領域全體經費 45%，其餘則分散在其他應用領域。

委員發言紀要：

- 1、簡報中對於電漿介紹界定為氣態以上高能帶電粒子謂之電漿，為高能氣體狀態，翻譯取名為帶有液態概念之「電漿」，所本為何？
- 2、簡報介紹在工業廢棄物處理再利用上，鋁製煉產業的鋁集塵灰、鋁浮渣可透過電漿精煉氧化方式製成高鋁耐火磚。

過去環保團體要求鋼鐵業者應妥善處置煉鋼製程產生之爐渣及集塵灰，早期沒有灰渣的儲存管理規劃前都為拋棄處置而造成很大環保問題，上述的這項技術能否應用在鋼鐵業?如可行則建議核研所與中鋼公司或可考慮合作研發。

原能會回應說明紀要：

- 1、電漿由克魯克斯在 1879 年首度發現，於 1928 年美國科學家歐文·朗繆耳與湯克斯首次將 Plasma 一詞引入物理學，用以描述氣體放電管裡的物質形態類似液體，隨放電管外型而改變。Plasma 是源自希臘文，意為可形塑的物體，此字有隨著容器形狀改變自身形狀之意。中文翻譯為電漿，乃根據教育部外來語之統一翻譯。
- 2、有關電漿在環保之應用，目前已有環保業就焚燒垃圾廢棄物之需求來洽談，傾向由業者投入經費，核研所提供相關技述輔導或技轉。若產業有此需求，核研所將應用相關技術，對煉鋼產業有所貢獻。

委員發言紀要：

- 1、電漿鍍膜需要電力來產生電漿，請說明直接用電阻產熱方式加熱蒸鍍與用電漿鍍膜何者較節省能源?實務上，什麼情況的鍍膜要用電漿才能達成？
- 2、簡報有關電漿特性及分類圖，圖中標示之氣體電子密度，請說明是何種氣體之電子密度。另外，圖中標示的 Gas 和 Solid 符號對應是其單位體積的分子數，應說明清楚，以免誤會為電子數。

- 3、簡報陰極電弧電漿示意圖標示之電漿攜流氣體與反應氣體為何?並請說明該示意圖之工作原理?電漿鍍膜優勢為何?又電漿鍍膜過程中，會產生物理及化學現象，不宜說其為以物理製程取代化學製程。
- 4、核研所電漿爐處理低放射性廢棄物是採用何種方法?該電漿爐是否仍在運作?若停止運作，其原因為何?是否曾被監察院糾正?其原因為何?

原能會回應說明紀要：

- 1、物理熱蒸鍍是利用高溫將靶材原子蒸發，以進行鍍膜。陰極電弧鍍膜則是以電弧能量將靶材蒸發，在電漿環境下進行鍍膜。相對物理熱蒸鍍，電漿鍍膜製程可調控參數較多，例如：可在被鍍物加偏壓，讓離子加速運動，以較高能量進行鍍膜，提高薄膜之緻密性。就能源消耗而言，電漿鍍膜的確比物理蒸鍍需要較多的電能，惟薄膜品質優於熱蒸鍍之薄膜，若就一成品生產總能耗而言，電漿製程具競爭性。
- 2、於電漿分類與特性圖中將氣體標示在密度 $2.69 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 處，是為說明不同電漿技術之電漿密度，並非氣體的電漿密度為 $2.69 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ，後續會修正簡報，加註說明，以利閱讀。
- 3、(1)電漿製程中以惰性氣體做為攜流氣體，由於氬氣價格低，一般優先使用，反應氣體則依鍍膜產品而定。
(2)以金色氮化鈦 TiN 膜為例，電漿靶材採用鈦金屬，在真空腔體內通入氬氣(攜流氣體)與氮氣(反應氣體)，並在靶材施以負電壓，當引弧後，將引發放電形成電漿。於基板

上外加負電壓，離子被負電壓加速，再次獲得能量，加速衝撞基板，形成細緻、緊密、附著力強之 TiN 膜層。

(3)傳統蒸鍍製程較適合低熔點金屬，高熔點金屬膜或反應膜(如 TiN)，傳統蒸鍍很難達成。另電漿中具有能量之離子態靶材粒子，可以清潔待鍍物表面，增加薄膜附著力，也很容易與其他粒子發生化學反應，毋須高溫就可沉積反應性薄膜。而電漿鍍膜製程屬清潔製程，可部份取代傳統濕式電鍍製程，減少工業污染源，有助於環保。

(4)鍍膜區分為物理氣相沉積(Physical Vapor Deposition, PVD)及化學氣相沉積(Chemical Vapor Deposition, CVD)兩類，分類方式一般單指其料源端(Source)被氣化(或分解)的方法是物理或是化學方式。

4、(1)核研所處理低放之電漿爐，係採用熱效率較高之傳輸型火炬。核研所低放電漿爐主要處理的是非可燃廢棄物，如污染水泥塊，在低溫時為高阻值絕緣物，高溫下熔融態才具導電性，在運轉上有特殊性。

(2)核研所低放電漿爐已針對此類非可燃廢棄物完成運轉測試，開發出對應之最佳運轉參數及標準作業程序，完成原先的階段性任務。目前暫停運作，係針對第一代設計系統的運轉過程中觀察到之進料桶架橋、卸料順暢度、電弧短路現象、及負壓與氣爆預防等問題，提出優化方案，並撰寫為經驗傳承文件，作為日後參考依據。未來台電公司在電廠除役作業若有此需求，核研所可以提供必要的技術協助。

(3)核研所低放電漿爐於 102 年被監察院糾正，其案由主要為設備使用率較低，且推廣成效有限與原預期效益未符等議題，在核研所針對提高設施安全性、提升廢棄物處理量、減少能源消耗，確保輻射安全及人員操作安全等面向提送改善規劃報告之後，已獲同意結案。在核研所持續推廣之下，運用相關技術已完成 8 件技轉/技服案，技轉金額大於 1,800 萬元，促進民間建廠投資大於 25 億元。

委員發言紀要：

- 1、核融合技術是否為核研所未來發展重心？
- 2、環境保護、環境永續及核廢料處理，仍是原能會須關注之議題。請問電漿技術用於核能廢棄物處置上，相對其他技術領域，其經濟效益、成本效益及環境保護效益之競爭性為何？

原能會回應說明紀要：

- 1、核研所將以高密度電漿聚焦(Dense Plasma Focus, DPF)核融合實驗裝置，進行前瞻電漿技術研究，建立高溫電漿磁控核融合量測及診斷技術，培育相關人才，以利未來與世界接軌。
- 2、核研所與鋁金屬及環保業者廢棄物處理之合作開發，目前是以技術輔導及技轉方式為主，不會佔用到核研所研發經費。前期高密度電漿聚焦技術(Dense Plasma Focus, DPF)是使用科發基金之經費，將來視研發進展逐步增加經費。低溫電漿技術已非常成熟，目前是在原子能系統工程整合發

展計畫相關應用項下執行，經費佔比並不高，核研所會持續推動，並隨政府政策要求，積極向部會爭取經費。

主席說明紀要：

- 1、目前原能會與核研所預算經費是拮据的，研究之重點項目，未來將視其應用於何處，再進行預算分配。
- 2、國際上高溫或低溫核融合相關研究，已歷經數十年，目前仍無重大進展，惟早期提出之聚焦電漿技術，其民生應用已相當廣泛。目前國內中子技術相對薄弱，僅有清華大學與核能研究所具有研發能量，而中子應用領域相當廣泛，尤其是醫療領域或是放射性照射部分。因此，中子相關技術值得投入，並作為前瞻技術研發議題。

八、決定：

- (一)洽悉，同意備查。
- (二)電漿技術應用領域廣泛，請核研所持續以獨特的專業知識與技術，創新研究成果，協助國內產業發展。
- (三)建議核研所未來與經濟部及環保署等部會攜手合作，共同推動民生應用，造福民眾。
- (四)請科技部支持電漿技術之前瞻創新研究，以協助國內產業取得獨特競爭利基，增加國際競爭力。

九、臨時動議：無。

十、散會(下午 3 時 19 分)

行政院原子能委員會 108 年第 5 次委員會議簽到單

時間：中華民國 108 年 6 月 20 日（星期四）下午 2 時整

地點：行政院原子能委員會 2 樓會議室

主席：謝主任委員曉星

出席人員：

龔委員明鑫

請假

吳委員政忠

黃錦明代

潘委員文忠

邱仁杰代

沈委員榮津

吳豐盛代

陳委員時中

曾伯昌代

張委員子敬

盧柏州代

陳委員良基

張嘉峰代

方委員良吉

請假

施委員信民

施信民

張委員靜文

張靜文

張委員似璵 張似璵

龍委員世俊 請假

艾委員和昌 請假

吳委員彥雯 請假

關委員蓓德 請假

吳副主任委員美玲 請假

劉副主任委員文忠 劉文忠

列席人員：

邵主任秘書耀祖 邵耀祖

林所長金福 林金福

陳局長鴻斌 陳文泉代

徐主任明德 徐明德

王處長重德 王重德

張處長欣 李詩思代

劉處長文熙 劉文熙

廖處長家群 廖家群

列席單位：

原能會

高荊芳

謝政昌

李錫山

吳錦裕

陳孝輝 李信誠

國營會

高麗美