

九十二年度一千萬元以上政府科技計畫績效
評估報告書

計畫名稱：電漿與清潔製程技術之發展及應用

(原子能領域)

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：行政院原子能委員會核能研究所

原能會科技計畫成果效益報告

壹、基本資料：

計畫名稱：電漿與清潔製程技術之發展及應用

主 持 人：艾啟峰

審議編號：92-2001-14-02-01-45

計畫期間(全程)：91 年 01 月至 95 年 12 月

年度經費：72,857 千元 全程經費規劃：285,947 千元

執行單位：核能研究所物理組、化工組、工程組，核儀組

貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

一、計畫目的

中華民國原子能科技發展中程計畫，於 91 年度起增列「能源與環保科技研發次領域」，並且已將「環保與再生資源技術開發」列為「能源與環保科技研發次領域」發展重點之工作項目，核研所並於 90 年 10 月成立「能源與環境科學中心」規劃工作小組。在環保與再生資源技術開發上，電漿及特殊技術在環保之發展與應用、電漿被覆產業技術開發，以及加速器應用於產業清潔製程研究發展，對我國有害事業廢棄物的處理、移動與固定污染源所排放廢氣的消除、工業製程廢棄物的減低，以及清潔製程之研究，提供有效的處理技術與防治方法，使我國環境可免於被污染並提昇產業永續經營的條件與機會，符合國家建設的總體目標。核研所在此領域發展，現階段以多年來發展所具有之核能技術能量，提出具體可行計畫，拓展此領域之研究開發，逐步由實用至前瞻，由點而面之策略發展。

二、計畫架構

本計畫包括電漿及特殊技術在環保之發展與應用、電漿被覆產業技術開發與推廣及加速器應用於產業清潔製程研究發展等三個分項計畫。其目的為研發高效能的廢棄物處理技術用於有效處理氣體、液體及固體廢棄物；建立環保產業應用技術，用於減少污染物的產量；發展多方位的污染防治技術，用於收相輔相成的效果。此外設計價格低廉、堅固耐用的下水道污泥堆肥設施及開發控制臭氣之堆肥技術，並推廣資源回收再利用政策。整合多種符合環保且具市場價值之電漿被覆製程裝置於一體，配合模組化、連續式、高產能之多功能電漿鍍膜系統開發，用於適應高科技產品生命期短、多變化及性能不斷提升之需求，且有效降低成本，以提高報酬率，同時利用加速器產生之離子、質子、電子，應用於光電等半導體與紡織產業之製程，發展建立清潔製程技術，以提昇產業之技

術能力。

三、主要內容：

1.電漿及特殊技術在環保之發展與應用

- (1)研製高效能小型化低溫電漿廢氣處理系統，改善移動性污染源，並達到 85 % 以上之廢氣去除率。
- (2)研製大流量(3,000Nm³/hr)乾式低溫電漿廢氣處理系統，使符合環保排放標準。
- (3)建立 250 公斤/小時電漿焚化熔融爐示範處理系統，開發有害廢棄物電漿處理程序及熔岩資源回收再利用程序，增進廢棄物資源化及環境保護效益。
- (4)建立 1,000 公升/小時有機溶劑廢水電漿處理系統，使處理後之廢水符合流放水標準。
- (5)開發以滲透蒸發技術為主之廢水處理程序及廢水處理整合技術，以期經濟有效處理含低濃度(0.5~5%)有機溶劑之工業廢水。
- (6)建立 1,000 公斤級好氧/厭氧發酵自動控制系統及污泥好氧/厭氧發酵堆肥程序。

2.電漿被覆產業技術開發與推廣

- (1)開發電漿鍍鋁技術，取代非環保之電鍍鎳，產品通過 MIL-83488C 軍規驗證。
- (2)精進電漿被覆陶瓷硬膜應用工程技術，取代電鍍鉻、黃金及陽極處理等污染製程，擴大推廣技轉於產業界至少 8 家以上。
- (3)開發電漿浸沒及金屬寬離子束注入前瞻製程技術，應用於精密模具軸承、生醫器材、汽車零件及半導體製程等耐磨、耐蝕、延壽、高效率等功能提昇。
- (4)開發電漿輔強被覆高精密光學多層膜技術，推廣應用於光電業、航太業及節能環保業等生產製程。
- (5)發展模組化連續型電漿被覆系統裝置及各式新功能電漿產生裝置，提供高科技產品生命期短、多變化及性能不斷提昇之要求。
- (6)建立電漿被覆產業育成中心，提供業界創業試產之最佳場所，有效改善環境污染問題。

3.加速器應用於產業清潔製程研究發展

- (1)建立離子佈植技術：建立不同能量、不同質子束流在垂直腔面射型雷射(VCSEL)或共振腔二極體(RCLED)元件之自動化製程能力。
- (2)建立光源元件之後端製程：在 GaAs 系列與 InP 系列 VCSEL 或

RCLED 等磊晶上以適當條件經離子佈植後，開發後端製程，使 VCSEL 及/或 RCLED 輸出功率 $\geq 2\text{mW}$ 。

- (3)開發並推廣離子佈植在先進光源元件之製程應用：協助開發長波長如 1.3-1.5 μm VCSEL 或其它可見光如綠光、藍光等光源元件之製程。
- (4)以粒子隔絕技術及設計建造一半自動化晶圓照射設施，從事矽晶圓及質子罩幕材料照射後改質資料庫。
- (5)以 PEI 為核心技術設計混合式 IC，完成系統單晶片(System On a Chip, SOC)之矽驗證程序。
- (6)建立國內鈷六十製備功能性紡織材之新技術。

參、計畫經費與人力

本計畫在經費及人力資源運用情形如下：

一、經費：

1.預算控制情形

本計畫九十二年度預算經費為72,857千元，實際支用(含結報數、預付數、政策指示流用數) 69,222千元，支用比率95.01%。

2.資本支出預算控制結果

本計畫九十二年度資本門編列經費計50,652千元，實際支用47,414千元(由經常門流用5,108千元)，支用比率93.61%。

二、人力：

1.人力運用量之控制效果

研究人員 級職分佈	研究員	副研究 員	助理研 究員	研究助 理	合計	人力運用量 之控制效果
預定投入 計畫人力 (人/月)	130	194	177	48	549	對計畫達成 度影響： 無影響
實際投入 計畫人力 (人/月)	117	182	177	48	524	

2.人力運用質之控制效果

研究人員級 職分佈	博士	碩士	學士	其他	合計	專長分佈及 質之控制效果

預定投入計畫人力(人/月)	261	212	97	312	882	物理、機械、資工、電漿、表面、薄膜、環工、加速器、半導體、光電、真空、化工、電機
實際投入計畫人力(人/月)	242	206	97	306	851	對計畫達成度影響：無影響

肆、計畫已獲得之主要成就與成果(output) (如論文篇數、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、專利項數、著作權項數等)

國外期刊論文發表數	3 篇
研討會論文發表數	9 篇
博士培訓人數	2 人
發明專利申請數	5 件
新型、新式樣專利申請數	2 件
研究報告數	16 篇
技術轉移件數	2 件
技術轉移廠商數	2 家
技術轉移權利金額	742,491 元
專業服務件數	6 件

伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

(請以學術或技術成就、經濟效益、社會效益以及其它效益等項目詳述)

一、學術成就

- 1.計畫執行期間將研發成果，發表於國內外研討會 12 篇、核研所對內報告 16 篇。
- 2.透過與環保署及業界討論等管道，讓國內環保業界瞭解電漿熔融技術之應用，並積極與具有潛力之業界進行技術轉移或合作開發方案之探討，以期解決國內有害事業廢棄物之處理問題。同時本年度已完成「電

漿焚化熔融處理有害廢棄物產業化應用與發展」及「都市垃圾焚化爐飛灰電漿熔融資源化處理技術開發」計畫書。

3. 受邀參加十月二十八日於龍華大學舉辦的國際電漿應用技術研討會，就核能研究所電漿技術處理廢棄物之研發現況為題發表公開演講。
4. 受邀在化學工程學會舉辦之電漿技術應用研討會講述「真空濺鍍及離子鍍技術及應用」(2003.08.12)；在清大講述「電漿鍍膜」(2003.05.01)；在中科院材發中心講述「離子束輔強鍍膜」(2002.12.16)。

二、技術創新

1. 以電漿熔融技術處理都市垃圾焚化爐飛灰於國內是屬首創，尤其是針對本國都市垃圾焚化爐灰渣及醫療廢棄物發展特屬處理程序，經核研所測試成熟後將推廣於國內各業界，故屬於創新且領先的技術。
2. 研發的電漿廢氣及廢水處理技術為目前熱門的電漿技術研發應用，尤其在消毒殺菌水處理及小型引擎廢氣處理上。許多先進國家及商業公司均積極研發中，仍屬一創新技術。
3. 滲透蒸發技術處理有機溶劑廢水為目前各先進國家積極研發之技術，國外已商業化之應用以醇類及有機溶劑之脫水為主，於廢水處理上之工業應用實例仍然少見。國內目前尚未聞此技術之商業化應用實例，本計畫以產業含低濃度有機溶劑廢水處理程序開發為目標，以解決實際廢水處理問題為著眼點。
4. 電漿注入實驗裝置之調諧導波管耦合之高密度微波源是一種相當創新之電漿源技術，實驗證明靈活性高，有助於提高實用產能，已提出專利申請中。
5. 所研製之大氣輝光電漿產生裝置，國內首創。
6. 第四代批次式電漿被覆系開發，及配備剛新創之偏心旋轉柱靶磁控濺射源，整體均將為國內外首創。
7. 提出利用質子佈植技術形成一種具有電流堵塞結構之發光二極體專利案，經與國內某家 LED 生產大廠生產的產品相互驗證，結果顯示質子佈植-LED 之亮度較其市售 LED(擁有自己的專利)之亮度高出約 6% 左右，證實質子佈植-LED 是一有效與創新的技術。
8. 開發創新之 III-V 族半導體製程技術，可應用於光電半導體元件製作。

- 9.建立輻照法(含 γ -射線及電子束)研製高功能性纖維布料改質製程方法及 FT-IR、SEM、ESCA、EA 等測試技術方法。

三、經濟效益

- 1.電漿熔融處理焚化爐灰渣及醫療廢棄物，不僅可將該二類廢棄物有效減容並能達無害化，同時電漿熔融技術營運所產生之內需市場及產值將達數百億元，對國家之經濟效益甚佳。
- 2.以發揮電漿環保關鍵技術的效用，建立完全本土化及國內自主的電漿環保技術，技轉協助本國廠商建立環保設施研製能力，提昇產業競爭力，創造經濟效益。例如採用研發成果與廠商合作的半導體製程 PFCs 廢氣電漿洗滌器，目前在台積電試運轉，深受重視極可能獲採用。
- 3.大氣輝光電漿無需昂貴之真空系統，因此裝置成本低，且又適合快速高產能及大面積之基材，對塑膠材、紡織材表面處理未來將是主流，經濟效益無限。
- 4.建立連線式模組化電漿被覆量產裝置，降低產業界生產成本，提高產品對國際競爭力。
- 5.台灣光電科技產業的發展肇始於 1983 年，由 1985 年新台幣 83 億元的產值，逐年成長至 2002 年的 4,938 億元，預估今年可突破 6,000 億元大關，可謂「高倍數」產業的寫照。迄今臺灣在 LED、資訊產品與 LCD 等市場上，仍是全球前三大生產重鎮。未來光電產業仍是台灣經濟成長的火車頭，更是政府「兩兆雙星」計畫裏的一支經濟命脈。
- 6.質子佈植在光電元件中形成電性隔絕，其應用廣泛。過去廠商是直接送到國外執行，本計畫如完成，可使質子佈植技術在國內生根，不僅降低廠商成本且增強其全球競爭力。

四、社會效益

- 1.藉由電漿熔融處理程序，估計減容比將大於 6，並符合法規需求，可避免掩埋場所需龐大土地需求及民眾抗爭，並有助於祛除民眾擔心環境受到污染的疑慮。
- 2.利用已建立之電漿廢棄物處理技術及滲透蒸發技術，以期能協助解決我國有害事業廢棄物處理、有機廢水淨化處理及國內日趨嚴重之空氣污染等問題，並增進我國環境保護效益。
- 3.電漿表面改質各種技術開發，均是對應現行高污染表面處理技術，發

展一種可取代的製程，對未來環境貢獻可以預見。

- 4.育成實驗室建立，可提供傳統產業科技化或研發再創業之試驗場所，一旦新產品通過驗證，再投入量產系統開發，減少投資風險，一年可孕育 2-3 家業界，扶植傳統產業轉型，本土生根。
- 5.已技轉廠家，均接受核研所技術授權，在全省各地生根茁壯，特別是輔導傳統產業科技化由點至面，對核研所聲譽形象提升不斷擴大。
- 6.從台灣光電產業的活力與發展趨勢，未來光纖通訊不再高貴，光纖普及到家，可搭配平面顯示器欣賞高畫質電視，利用藍光碟片做錄影，報紙成 e-paper，LED 取代電燈等情境，是指日可待。質子佈植是清潔製程，可取代傳統的機械與化學製程，對國內環境的維護是十分重要的。

五、其他效益

1.計畫已獲得之主要成就與成果（output）

- (1)電漿鍍鋁可取代電鍍鎳，並通過軍規 MIL-83488C 驗證。
- (2)電漿注入確實可提升 304 不銹鋼及生醫材之表面硬度
- (3)質子佈植技術之建立及可完全應用到光電元件(例如；VCSEL、RCLED、LED、等)。

2.計畫主要成就及成果之價值與貢獻度（outcome）

- (1)電漿鍍鋁為一綠色製程，取代非環保電鍍鎳，不但抗蝕功能佳，且對環保作出貢獻。
- (2)電漿注入氮化表面改質提升表層硬度，取代傳統氮化，可縮短製程至少 4 倍以上時間。
- (3)質子佈植技術已完全應用到 VCSEL、RCLED 與 LED 等產品，國內已有十多家廠商使用此技術，開發與生產相關的光電產品，供應國內外市場的需求。

陸、與相關計畫之配合

能提供加速器相關技術於其他加速器應用計畫。

柒、後續工作構想之重點

50%之資源用於對外技術推廣，50%之資源用於研發。

加速器產業清潔製程對外技術服務之重點在光電元件之質子佈植，研發重點在矽量子點發光二極體之開發。電漿被覆產業推廣應用以育成實驗室運作為主，研發則著重以電漿注入與大氣電漿技術建立為主，電漿環保技術

推廣以半導體廠、電漿處理廠廢氣處理案為主，研發則著重在電漿廢氣、廢液處理技術之精進。

捌、檢討與展望

- 一、對外技術服務所需人力與訓練是加速器應用於產業清潔製程研究發展分項計畫待加強的部份。
- 二、電漿改質促使傳統產業升級，業界要求高產能、高品質、低成本及低風險，加速育成實驗室運作，勢在必行。
- 三、滲透蒸發薄膜分離技術為頗具發展潛力的一項重要化工操作單元，與其他傳統操作單元做適當搭配，將可發揮加成效果，組合成一個經濟有效的操作程序，可以廣泛應用於資源回收、污染防治等工業應用上。以本研究(計畫只有一年度)目前所奠定之良好研發基礎，足可以對業界特定廢水之處理提供相關測試及程序開發服務，或配合核研所其它計畫提供技術支援。

玖、補充參考資料：93 年 2 月 24 日向原能會評審小組簡報資料併附如后。

填表人：艾 啟 峰 聯絡電話：(03)471-1400 轉 7330 FAX NO：(03)471-1408

原能會科技計畫成果績效評估報告

計畫名稱：電漿與清潔製程技術之發展及應用

主 持 人：艾啟峰

審議編號：92-2001-14-02-01-45

執行單位：核能研究所

壹、本計畫主要成就貢獻(評述計畫研發成果與執行績效)

利用電漿新技術改善傳統技術所帶來的缺點，並廣泛運用於各種民生用途，已是近年來相當重要的新研發導向，本計畫所發展出的技術大多為核研所研發的獨特技術，並量化成果有國外期刊論文 3 篇、國內外會議論文 9 篇、發明專利申請(5 件)、新型與新式樣專利申請 2 件、研究報告 16 篇、技術轉移 2 件、技術轉移權利金 742,491 元及技術服務 6 件等，同時培訓博士 2 人，成效優異。而計畫質化成果更有如下重要項目：

- 1.完成 3,000Nm³/hr 低溫電漿廢氣處理相關實驗設施建置及 250 kg/hr 先導型焚化爐二燃室及廢氣處理與監測裝置，提供電漿環保程序實務測試。
- 2.完成電漿鍍鋁技術建立，通過 MIL-83488C 軍規驗證，取代具有毒害之電鍍鎳製程，提供抗蝕功能。
- 3.建立電漿氮化及電漿注入相關技術，取代傳統化學及熱處理製程，效率提昇 3 倍，應用於鋼材表面改質。
- 4.發展塑膠表面金屬化電漿被覆製程，取代非環保電鍍及噴塗製程，已具實用性，正推廣至 3C 產業。
- 5.完成國內首創之大氣輝光電漿產生裝置，取代真空電漿應用於高分子材表面改質，可大幅降低成本，潛力無窮。
- 6.建置育成實驗室，提供產品開發及驗證之最佳場所，減少廠商投資風險。
- 7.開發質子佈植電流堵塞結構高亮度發光二極體製程，亮度提升 15-27%，具實用功能。

綜合上述成果，本計畫在年度已展現相當優異的執行績效。

貳、計畫經費與人力運用(評述計畫資源使用之效益性)

本計畫九十二年度預算經費為72,857千元，實際支用(含結報數、預付數、政策指示流用數) 69,222千元，支用比率95.01%。資本支出預算控制結果本計畫九十二年度資本門編列經費計50,652千元，實際支用47,414千元(由經常門流用5,108千元)，支用比率93.61%。另研究相關人員之職級分佈及學歷專長分配皆屬適當，在質與量的控制方面，亦相當良好。

參、評估主要成就及成果之績效 (outcome)

(評估主要成就及成果之價值與貢獻度)

(分就學術或技術成就、經濟效益、社會效益以及其它效益；並以五等第評量 5 為優 4 為良 3 為可 2 為稍差 1 為劣)

☒學術或技術成就；☒經濟效益；☒社會效益；☒其它效益

1. 學術或技術成就之評述：

依核研所自評報告書中學術或技術成就敘述，並經評審小組實地審查及討論結果，本項績效優異。

2. 經濟效益之評述：

依核研所自評報告書中經濟效益敘述，並經評審小組實地審查及討論結果，本項績效優異。建議進一步將經濟效益力求量化，以更展現成果。

3. 社會效益之評述：

依核研所自評報告書中社會效益敘述，並經評審小組實地審查及討論結果，本項績效優異。

4. 其它效益之評述：

依核研所自評報告書中其它效益敘述，並經評審小組實地審查及討論結果，本項績效優異。尤其在對環保效益之貢獻度，可有效為台灣產業界提供相當助力。

肆、綜合意見

一、在未來朝向綠色環保科技促進民生應用方面，本計畫陸續建立完成氮化鈦、氮化鋯及類鑽薄膜等之電漿被覆技術，並積極拓展民生應用在如建材、工具、航太組件、電腦組件等，迄今已陸續完成對十餘家廠

商之技術移轉，成果豐碩。

二、本計畫育成實驗室之建立，是相當成功的範例，也有效將技術移轉至民間，對促進產業技術升級，厚植原子能科技對民生之應用價值，有顯著效果。

三、92 年度為本計畫五年期計畫之第一年，已有相當傑出研發成果，惟為充分讓研究成果貼近市場需求，宜確實掌握市場調查資訊，選定產值較大或附加價值較大的產品為主力，加以研究創新。

四、以政府投資觀點而言，技術移轉權利金似屬偏低，建議核研所參考投入經費訂定適當之權利金收入目標。

伍、績效評量： ☒優 ☐良 ☐可 ☐差 ☐劣

綜合上述效益，評審小組評定本計畫 92 年度績效評量應列為「優」。

評估人員：蔡春進、鄭天佐、連雙喜、陳式千、鄭耀宗、林清發

評估時間：93 年 2 月 24 日