

政府科技計畫績效評估報告

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用

執行期間：自96年1月至96年12月

執行單位：核能研究所

(群 組) (領 域)

評估委員：萬其超、駱尚廉、李公哲、朱 信

蔣本基、林秋裕、江誠榮、蘇肇章

黃海永

主管機關：行政院原子能委員會

中華民國97年3月30日

政府科技計畫績效評估報告

目 錄

第一部份：科技計畫成果績效評估報告

壹、執行之內容與原計畫目標符合程度

計畫執行與規劃目標內容符合。

貳、已獲得之主要成就與成果(outputs) 滿意度

(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、著作權項數等績效指標)

就技術授權及技術移轉方面值得肯定，在期刊發表及專利獲得，宜更加努力。

參、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (impacts)

一、學術成就之評述(科技基礎研究)

量化評述：

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

質化評述：

國外期刊 19 篇、國內期刊 2 篇、國內外研討會論文 39 篇。
經評審小組實地查證及討論結果，本項績效評定為「良」。

二、技術創新成就之評述(科技整合創新)

量化評述：

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

質化評述：

建立熱電漿溫度即時測量技術，可準確與即時測量電漿火炬溫度，對電漿運轉條件最佳化，火炬設計優化以及火炬模擬具重大之助益。經評審小組實地查證及討論結果，本項績效評定為「良」。

三、經濟效益之評述(產業經濟發展)

量化評述：

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

質化評述：

相關技術之技轉及委託服務評估等產生之經濟效益，經評審小組實地查證及討論結果，本項績效評定為「良」。

四、社會影響之評述(民生社會發展、環境安全永續)

量化評述：

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

質化評述：

電漿氣化熔融發電系統可做為下一代都市垃圾處理技術，達到資源全回收的目的。經評審小組實地查證及討論結果，本項績效評定為「良」。

五、其它效益之評述(科技政策管理及其它)

量化評述：

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

質化評述：

電漿熔融廠獲得運轉執照後，將作為國內低放射性廢棄物處理及處置規劃之參考設施，正積極推展應用至國內核電廠廢棄物處理及蘭嶼儲存場固化體之再處理。經評審小組實地查證及討論結果，本項績效評定為「優」。

(10:極優 9:優 8:良 7:尚可 6:可 5:普通 4:略差 3:差 2:極差 1:劣)

肆、與相關計畫之配合程度

一、本分支計畫是以本土性電漿核心技術為基礎，以發展本國

新興先進之環境電漿環保產業為目標，以解決或改善目前環保技術無法有效處理之有害廢棄物及工業製程之污染，並進而創造資源化與再生能源之高附加價值應用，以契合我國零廢與能源開發之相關政策。本計畫之發展係自成體系，並無與其他相關計畫之配合。

二、本計畫所屬各子項重要工作推展，均能緊密配合，如電漿技術精進，足以供給電漿熔融資源化技術、電漿氣化研發系統建立及污染防治研發等主要計畫工作之推展。

伍、計畫經費及人力運用的適善性

一、計畫經費

單位：元

項目 會計科目	預算數	執行數	差異	評估說明
一、經常支出				
1.人事費				
2.業務費	58,450,000	50,636,064	7,813,936	由業務費流出 7,574,336 元
3.差旅費				
4.管理費				
5.營業稅				
小計	58,450,000	50,636,064	7,813,936	由業務費流出 7,574,336 元
二、資本支出	98,686,000	87,808,337	10,877,663	由業務費流入 7,574,336 元
合計	157,136,000	138,444,401	18,691,599	請加強經費控管

二、人力運用：

相關研究人員在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。

陸、後續工作構想及重點之妥適度

- 一、高功率電漿火炬技術將續針對火炬設計及各項性能之測試技術精進，另亦朝建立直流電漿火炬系統工程標準化之目標推展。
- 二、電漿熔融資源化技術亦將持續開發下列重點工作：(1)岩礦纖維製程開發之工作，將朝纖維製備設施精進、粒子含量改善與產品應用等方面繼續加強研究與探討；(2)輕質熔岩板材製程開發之工作項，將持續探討不同固液比、發泡劑之添加對板材物性之改善程度，以建立輕質熔岩板材最佳製程；(3)電子廢棄物 IC 板之回收有價金屬之工作項，將探討以離子交換法、置換法、沉澱法、電解法等濕式冶鍊法，繼續進行電子產業廢棄物回收金屬之分離與純化研究，以建立一套最佳回收程序。
- 三、有機物電漿轉化能源技術將持續本年之氣化研發系統完成後，進行有機廢棄物蒸汽電漿氣化特性研究、氣化程序開發、整合系統功能測試、燃氣渦輪發電機進氣與發電效率研究等工作。
- 四、97 年度將持續改進重組系統，利用引擎排氣廢熱以汽化汽油及預熱空氣，加強熱回收以提高總能源效率；開發汽油霧化器，有助於汽油利用廢熱氣化之穩定性，使重組器之汽油進料更為穩定，達到穩定運作的目的。
- 五、過濾式陰極電弧電源，雖離子穿透率已提昇達 35 %，但

曳出微粒量及尺寸還有再改善之空間，目標為 $<1/\text{mm}^2$ ，此亦符合高標準膜性要求。

- 六、大面積高密度電漿源為配合量產推廣之關鍵技術，下一年度將先針對約 400 mm×400 mm 尺寸，電漿密度 10^{12} n/cm³，均勻密度±10%之目標來努力，一旦成功，將擴展至 1,000 mm×1,000 mm，可收事半功倍。
- 七、大氣電漿鍍膜取代真空鍍膜為未來大家所關切的重點，一種大氣電弧放電，噴射式低功率電漿，被採用作為大氣 PECVD 製程的重要工具，亦為目前眾所公認最有效率的電漿源。
- 八、電漿滅菌技術研發之後續工作將著重於持續改進滅菌時效，同時加強滅菌裝置之設計與物理化學計算模擬。另進行此技術應用到相關生物性表面污染與醫療器材之消毒滅菌等探討。
- 九、本計畫工作將持續以技術服務與技術開發並重，以補強展現各技術成就及成果之價值與貢獻度。

柒、綜合意見

- (一)建立全球第一種熱電漿溫度即時測量技術，可準確與即時測量電漿火炬溫度，對電漿運轉條件最佳化，火炬設計優化以及火炬模擬具重大之助益。
- (二)利用焚化灰渣電漿熔融產出之水淬熔岩為原料，產製輕質熔岩板材與熔岩纖維，該二製程技術係屬國內首次開發並已申請美國及日本專利。可有效解決都市垃圾焚化飛灰戴

奧辛與重金屬之環境污染，及再利用於民生防火建材方面，以創造產值，實具雙重效益。

(三)成果績效優良，特別是在發明專利申請有 23 件，技術移轉有 6 件。

(四)本計畫中有關電漿改質技術方面之經濟效益相當明顯。

(五)已獲得低放射性廢棄物電漿焚化熔融之正式運轉執照為一重大效益。

捌、總體績效評量

極優 優 良 尚可 可 普通 略差 差

第二部分：政府科技計畫成果效益報告

壹、基本資料

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用

主持人：鄭國川

審議編號：96-2001-03-0002

計畫期間(全程)：95年1月1日至97年12月31日

年度經費：157,136(95年度保留款 20,354)千元 全程經費規劃：479,271千元

執行單位：核能研究所

貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

一、計畫目的

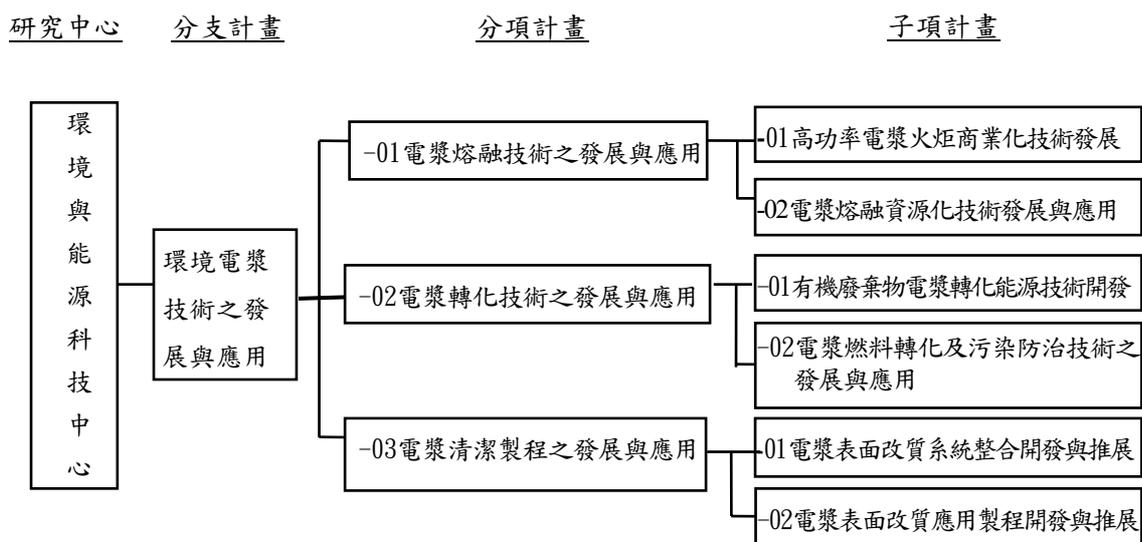
近年來由於全球環保意識的抬頭，環境保護已由污染防治、廢棄物處理等管末處理策略，進步為清潔生產、資源回收等永續發展策略，朝向零廢目標努力。台灣地狹人稠，工業化密集程度在世界上又名列前茅，環境保護問題十分嚴重，需要引進永續發展的綠色理念，發展高級環保科技，以謀求徹底解決。

核能研究所依據「國家科學技術發展計畫」中，為推動科技發展、建構綠色科技矽島、以科技引領國家邁向知識經濟時代的策略，增進全民生活品質，促進國家永續發展，持續發展高科技產業，帶動整體產業轉型與升級的措施，在包括能源與環境技術在內之重點技術領域，進行整合集中系統化之研究，包括推廣清潔生產技術、工業減廢、發展對環境衝擊最小之廢棄物處理及資源化技術，加強新興及再生能

源技術之研發與推廣，以期突破。

本綱要計畫係發展環境電漿技術，針對有害廢棄物電漿熔融，進行減容安定化，以及針對污染性表面被覆產業，進行電漿清潔製程等之產業化，在本計畫執行後，將對結合熔融、氣化、發電的下一代、廢棄物轉為永續能源的設施，以及結合永續環境、永續產業的清潔製程之推展，有所貢獻。

二、計畫架構(含樹狀圖)



三、計畫主要內容

本計畫全程自 95 年度起至 97 年度，為三年期程之計畫，96 年度繼續環境電漿技術之發展與應用，包括：熔融成本之降低、熔岩價值之提昇、有機廢棄物之轉成能源、引擎廢氣處理器與燃料重組器之實用化及有關機械、生醫、電子、塑膠、紡織等產業之電漿表面清潔製

程等重點，96 年度目標與內容如下：

(一)電漿熔融技術之發展與應用：

分項目標在於整合核心技術，創立再生資源新興產業之關鍵，促進及維護環保產業之永續發展。

- 1.電漿火炬技術之精進發展，包括：①電漿火炬壽命之延長及火炬性能提昇與驗證技術發展；已運轉低放射性廢棄物電漿處理廠系統設備電力品質之精進等；②有機物氣化轉能源用 600 kW 蒸汽火炬系統之特性測試與電極熔蝕抑低。
- 2.電漿熔融資源化技術之精進發展，包括：①焚化灰渣最適配比電漿熔融程序及水淬熔岩品質穩定化；②電子產業廢棄物電漿熔融與資源化程序之建立；③利用廢棄物熔漿，產製礦纖、粉粒等中間原料與更多樣輕質熔岩等高附加價之產品。

(二)電漿轉化技術之發展與應用：

- 1.有機廢棄物電漿轉化能源技術之開發，將利用已建立之蒸汽電漿氣化實驗系統，進行各類有機廢棄物電漿氣化程序的開發及合成氣體特性分析研究。同時結合 200 Nm³/h 合成氣淨化系統與 100 kg/h 有機物電漿氣化爐研發系統，先期發展各類有機物連續電漿氣化程序，組建 100 kW 高效率(熱效率 > 60%)電漿氣化發電示範系統，並初步連線供應直流電漿火炬所需電力。
- 2.小型引擎排氣污染防治系統之改良精進，包括電漿燃料重組系統之產氫耗能低於 2.0 MJ/kg-H₂，與內燃機實車及緊急發電機等全系統整合測試。
- 3.因應室內空氣品質改善與空氣傳染病毒防治之需要，開發符合環保、衛生、安全之低溫電漿殺菌技術，建立無菌實驗室，進行脈

衝靜電集塵殺菌機與空氣過濾殺菌機(殺菌效果 > 99.99 %)及醫療器材電漿清潔殺菌裝置等之著手開發。

(三)電漿清潔製程之發展與應用：

繼續發揮電漿綠色技術的本質，依據綠色化學理念，針對各產業綠色產品需求，開發電漿清潔製程與設備，同時追求品質創新與提昇：

- 1.電漿表面工程技術開發與推廣，著重在電漿源及電漿表面處理系統技術開發與推廣，包括：①建置大面積 800 mm × 600 mm 大氣輝光電漿產生裝置；精進提昇過濾式陰極電弧電漿源之離子通量穿透率。②開發電漿浸沒注入與電漿被覆複合功能之表面處理系統。③開發更大型捲揚式電漿活化處理裝置，適用捲繞材幅寬達 1,200 mm。④建置遙控式電漿氮化系統 $\phi 1,200 \times L 1,500$ mm。⑤繼續提昇育成推廣電漿被覆裝置，如線上即時監測系統，提供育成實驗室運作，並至少再完成推廣案 3 件。
- 2.電漿表面改質處理技術開發與應用，著重各種表面清潔處理製程研發，開發各式綠色產品，包括：①電漿浸沒注入被覆 DLC 膜，人工關節抗磨耗性提昇達 60 萬次以上；電漿浸沒注入改善半導體高介電 MOS 元件；電漿浸沒注入與氮化精密模具最佳氮化調質條件等。②開發大氣電漿誘導高分子織材親水、防水、防污清潔功能、耐水洗提昇至 50 次以上。③先進低溫電漿被覆製程，高分子抗反射膜 < 1 %，高反射膜 > 95 %；電漿被覆鎢鋼工件，抗磨耗性再提昇 2 倍。④新複合電漿改質程序開發，例如搭配電漿氮化硬化基材再被覆含金屬 DLC 膜之最佳製程等，抗磨耗性提昇至 3 倍以上。

參、計畫經費與人力執行情形

一、計畫經費執行情形：(金額單位：元)

會計科目	項目	預算數(執行數)			備註	
		主管機關預算 (委託、補助)	自籌款	合計		
				金額(元)		占總經費%
一、經常支出						
1.人事費						
2.業務費						
		58,450,000		50,875,664 (50,636,064)	32.38 % (32.22 %)	
3.差旅費						
4.管理費						
5.營業稅						
小計						
		58,450,000		50,875,664 (50,636,064)	32.38 % (32.22 %)	
業務費流出 7,574,336 元						
二、資本支出						
1.設備費						
		98,686,000		106,260,336 (87,808,337)	67.62 % (55.88 %)	
小計						
		98,686,000		106,260,336 (87,808,337)	67.62 % (55.88 %)	
由業務費流入 7,574,336 元						
合計	金額	157,136,000		157,136,000 (138,444,401)	100 % (88.10 %)	
	占總經費%	100%		100% (88.10 %)		

請將預算數及執行數並列，以括弧表示執行數。

與原計畫規劃差異說明：

本年度預算均能全部有效運用，促使本計畫順利圓滿完成。

二、計畫人力

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
鄭國川	分支計畫 主持人	12 人月 環境電漿技術之發展與應用 分支計畫推動與督導	學歷	博士
			經歷	研究員
			專長	物理

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
艾啟峰	分項計畫 主持人	12 人月 電漿清潔製程之發展與應用 分項計畫推動與督導	學歷	博士
			經歷	研究員
			專長	物理
曾錦清	分項計畫 主持人	12 人月 1. 電漿轉化技術之發展與應 用分項計畫推動與督導。 2. 電漿熔融技術之發展與應 用,開發電漿火炬和電漿熔 融資源化等相關技術。	學歷	理學博士
			經歷	研究員
			專長	電漿物理
陳靖良	分項計畫 主持人	6 人月 電漿熔融技術之發展與應用 分項計畫推動與督導	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	化學工程
王培智	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫督導 2.高功率電漿火炬商業化技 術發展	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	光電、資訊、物理
李文成	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫督導 2.電漿熔融資源化技術發展 與應用	學歷	碩士
			經歷	助理研究員
			專長	化學工程
李恆毅	子項計畫 主持人	12 人月 1. 子項計畫督導 2.有機廢棄物電漿轉化能源 技術開發	學歷	碩士
			經歷	助理研究員
			專長	機械、電機
陳孝輝	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫督導 2.電漿燃料轉化及污染防治 技術之發展與應用	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	物理
余玉正	研究人員	12 人月 有機廢棄物電漿轉化能源技 術開發	學歷	碩士
			經歷	助理研究員
			專長	物理
唐繼善	研究人員	12 人月 高功率電漿火炬商業化技術 發展	學歷	碩士
			經歷	研究員
			專長	電子工程
林登連	研究人員	12 人月 高功率電漿火炬商業化技術	學歷	碩士

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
		發展，電漿火炬之設計與測試。	經歷	研究助理
			專長	機械工程
黃世文	研究人員	12人月 高功率電漿火炬商業化技術發展	學歷	專科
			經歷	研究助理
			專長	電子工程
朱信忠	研究人員	3.6人月 有機廢棄物電漿轉化能源技術開發-協助實驗分析	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	化學工程
徐勇演	研究人員	4.8人月 電漿熔融資源化技術發展與應用-(1)灰渣熔融程序最適化研究；(2)產業廢棄物處理程序研發。	學歷	碩士
			經歷	研究助理
			專長	化學工程
孫金星	研究人員	12人月 電漿熔融資源化技術發展與應用-完成岩礦纖維產品之開發應用	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	化學工程
張烈誌	研究人員	12人月 有機廢棄物電漿轉化能源技術開發-參與電漿氣化程序實驗	學歷	碩士
			經歷	副工程師
			專長	機械
陳中生	研究人員	4.8人月 高功率電漿火炬商業化技術發展-電漿理論及模擬	學歷	博士
			經歷	研究員
			專長	物理、電漿
郭茂穗	研究人員	12人月 1.參與有機廢棄物電漿轉化能源技術開發 2.參與電漿熔融資源化技術發展與應用	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	化學工程
蔡翠玲	研究人員	2.4人月 分析工作指派與數據審核	學歷	碩士
			經歷	助理工程師
			專長	環境化學分析
溫鎮倉	研究人員	8.4人月	學歷	專科

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
		低放射性廢棄物處理	經歷	助理研究員
			專長	化學工程
楊笑山	研究人員	12 人月 有機廢棄物電漿轉化能源技術開發	學歷	碩士
			經歷	副研究員
			專長	化學工程
楊昇府	研究人員	12 人月 電漿熔融資源化技術發展與應用---多孔性輕質熔岩產品製作程序技術及產品開發、岩礦纖維技術、灰渣熔融最適化。	學歷	碩士
			經歷	助理工程師
			專長	環境工程
郭慶輝	研究人員	12 人月 建立合成氣連續監測系統,完成合成氣線上分析檢測與維護	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	化學
楊曉義	研究人員	12 人月 子項計畫管制、對外推廣及聯繫	學歷	碩士
			經歷	助理研究員
			專長	資訊處理
吳錦裕	子項計畫 主持人	12 人月 子項計畫管制、對外推廣及聯繫	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	物理
謝政昌	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫管理 2.大氣電漿源開發 3.電漿技術推廣	學歷	碩士
			經歷	助理研究員
			專長	電機、自動控制
吳敏文	研究人員	12 人月 1.大氣電漿源操作 2.高分子材料之大氣電漿改質	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	物理
蔡文發	研究人員	12 人月 電漿脈衝離子注入技術應用發展	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	物理
詹德均	研究人員	12 人月 1. PECVD 製程研發 2. 高密度電漿製程開發 3. 磁控濺射特性研究	學歷	博士
			經歷	助理研究員
			專長	光電、電子

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
蔡丁貴	研究人員	12 人月 電漿表面改質應用製程開發 與推展-	學歷	碩士
			經歷	助理研究員
			專長	電子
曾慶沛	研究人員	12 人月 1.大氣電漿源開發 2.電漿技術推廣	學歷	學士
			經歷	研究助理
			專長	電機
薛天翔	研究人員	12 人月 1.大氣電漿源操作 2.高分子材料之大氣電漿改質	學歷	碩士
			經歷	助理工程師
			專長	化學工程
蔡明瑞	研究人員	12 人月 電漿表面改質系統整合開發 與推展	學歷	碩士
			經歷	研究助理
			專長	機械工程
林獻珍	研究人員	12 人月 電漿表面改質系統整合開發 與推展	學歷	專科
			經歷	研究助理
			專長	化學工程
黃尚峰	研究人員	12 人月 電漿脈衝離子注入技術應用 發展	學歷	碩士
			經歷	助理工程師
			專長	電機
江俊茂	研究人員	12 人月 計畫管考	學歷	學士
			經歷	研究助理
			專長	資訊工程
王多美	研究人員	12 人月 1.電漿熔融資源化技術發展 與應用 2.有機廢棄物電漿轉化能源 技術開發	學歷	碩士
			經歷	副工程師
			專長	化學工程
陳永枝	研究人員	12 人月 電漿燃料轉化及污染防治技 術之發展與應用	學歷	博士
			經歷	副工程師
			專長	化學
黃孟涵	研究人員	12 人月 電漿燃料轉化及污染防治技 術之發展與應用	學歷	碩士
			經歷	助理工程師

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
			專長	學、經歷
			專長	化學工程
趙裕	研究人員	6人月 電漿燃料轉化及污染防治技術之發展與應用	學歷	碩士
			經歷	助理研究員
			專長	化學工程
張清土	研究人員	12人月 電漿燃料轉化及污染防治技術之發展與應用	學歷	碩士
			經歷	助理研究員
			專長	化學工程
陳朝鈺	研究人員	12人月 電漿燃料轉化及污染防治技術之發展與應用	學歷	碩士
			經歷	助理工程師
			專長	化學工程
胡鴻才	研究人員	12人月 電漿燃料轉化及污染防治技術之發展與應用	學歷	碩士
			經歷	助理工程師
			專長	電機

與原計畫規劃差異說明：

本年度人力規劃均能全部有效運用，促使本計畫順利圓滿完成。

肆、計畫已獲得之主要成就與量化成果(output)

表一 科技計畫之績效指標(請依計畫性質勾選項目，色塊區為必填)

計畫類別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99
學術研究	學術研究	創新前瞻	技術發展 (開發)	系統發展 (開發)	政策、法規、制度、規範、系統之規劃 (制訂)	研發環境 建構 (改善)	人才培育 (訓練)	研究計劃 管理	研究調查	其他
績效指標										
A 論文			✓							
B 研究團隊養成										
C 博碩士培育			✓							
D 研究報告			✓							
E 辦理學術活動										
F 形成教材										
G 專利			✓							
H 技術報告			✓							
I 技術活動										
J 技術移轉			✓							
S 技術服務			✓							
K 規範/標準制訂										
L 促成廠商或產業團體投資										
M 創新產業或模式建立										
N 協助提昇我國產業全球地位或產業競爭力										
O 共通/檢測技術服務			✓							
T 促成與學界或產業團體合作研究										
U 促成智財權資金融通										
V 提高能源利用率										
W 提昇公共服務										

計畫類別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99
	學術研究	創新前瞻	技術發展(開發)	系統發展(開發)	政策、法規、制度、規範、系統之規劃(制訂)	研發環境建構(改善)	人才培育(訓練)	研究計劃管理	研究調查	其他
績效指標										
X 提高人民或業者收入										
P 創業育成										
Q 資訊服務										
R 增加就業										
Y 資料庫										
Z 調查成果										
AA 決策依據										

表二 請依上表勾選合適計畫評估之項目填寫初級產出、效益及重大突破(填寫說明如表格內容)

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就(科技基礎研究)	A 論文	國內外會議論文發表 39 篇、國內外重要期刊 (SCI、SSCI、EI、AHCI、TSSCI 等)發表 21 篇,合計 60 篇。	發表期刊論文、國際性會議論文與國內會議論文,展現本所電漿技術紮根之基石,有效支援應用研究推廣。	本所電漿處理技術研發實力在國內已居主導。
	C 博碩士培育	17 人	博士培訓 13 人,碩士 4 人,為國家培養下一代之研究人員。	
	D 研究報告	40 篇	增進本所研發效益	
技術創新(科技整合創新)	G 專利	國內及國外之專利共 27 件 (申請 23、獲得 4)	配合技術創新,申請多項專利,展現應用研發實力。	部份已獲得專利提供技術授權之基礎。
	H 技術報告	15 篇	增進本所研發效益	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	J 技術移轉	6 件	技術移轉（權利金 5,239 千元），有效培育技轉廠商在全省各地茁壯生根，特別是輔導傳統產業科技化由點至面，具一定之貢獻。	部份技轉案件，產品品質極優，且符合環保要求，已部份能取代非環保電鍍製品。
	S 技術服務	技術服務 11 件	總金額 20,506 千元，提供技術推廣平台，已成為業界新產品開發可行性評估及驗證之管道，減少投資風險。	部份技轉廠商，經由此管道驗證成功後，再投資技術移轉，已有成功案例。
	O 共通/檢測技術服務	低放射性電漿焚化熔融廠獲得行政院原子能委員會放射性物料管理局核發正式運轉執照	低放射性電漿焚化熔融廠已於 96 年 2 月 16 日獲得行政院原子能委員會放射性物料管理局核發正式運轉執照，已開始例行運轉，並作為國內低放射性廢棄物處理及處置規劃之參考設施，正積極推展應用至國內核電廠廢棄物處理及蘭嶼儲存場固化體之再處理。	使我國成為世界上繼俄羅斯、瑞士、日本三國之後，第四個擁有正式低放射性廢棄物電漿處理運轉設施之國家。

伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)

一、學術成就(科技基礎研究)

- (一)本年度計畫執行期間將研發成果發表，有國外期刊 19 篇、國內期刊 2 篇、國內外研討會論文 39 篇及本所研究、技術等報告 55 篇。
- (二)建立直流電漿火炬理論模擬、渾沌模型、電力電子與電極熔蝕量測相關技術，將上述成果發表在 J. Physics D: Applied Physics 和 Computer Physics Communications 國際期刊和國內外相關學術研討會上。
- (三)利用焚化灰渣電漿熔融產出之水淬熔岩，開發成輕質熔岩板材、多孔性過濾吸音板材、透水磚、人造石材，以及利用熔吹技術將水淬熔岩製成熔岩纖維、防火纖維毯等綠色建材，其效用除可解決焚化飛灰污染環境之問題外，更能將廢棄物作有效資源化再利用及提高資源化產品附加價值。已將上述之成果發表於“Journal of the Air & Waste Management Association”與“Journal of Resources, Conservation and Recycling – Elsevier”國外期刊；及國內相關研討會，相關產品開發技術期能提供國內學術界及環保業界引用與合作開發。
- (四)建立國內第一套生質物電漿氣化實驗系統，完成木材、糖蜜殘渣和葵花子榨油殘渣等生質物之電漿氣化實驗，並與台灣大學和宜蘭大學合作進行葵花子榨油殘渣電漿裂解/氣化研究，將上述成果在國際學術研討會上發表。
- (五)針對電漿熔融技術於玻璃陶瓷及不可燃纖維應用技術之研究，適用於氣化熔岩之資源化應用，發表國外期刊兩篇。
- (六)針對介質放電之空污防治技術之研究，此技術適用於合成氣淨化

程序，發表國外期刊一篇。

- (七) Lee, How-Ming (李灝銘)，「Modeling of Fixed-bed Biomass Gasifier for Syngas Production and Electricity Generation」，榮獲 2006 年環工學會廢棄物研討會優秀論文獎。
- (八) 李灝銘、陳信良、張木彬、陳孝輝、曾錦清、魏大欽、林錕松、游生任、李壽南，「全氟化物溫室效應氣體減量技術評析」，榮獲 2006 年清潔生產暨永續發展研討會工程實務類績優論文第三名。
- (九) 陳信良、李灝銘、鄭立群、張木彬，「非熱電漿結合觸媒系統去除全氟化物之研究」，榮獲 2006 年清潔生產暨永續發展研討會工程實務類績優論文第二名。
- (十) 黃浩然、張世澤、廖德誠、李恆毅、曾錦清、鄭國川，「桿式電漿火炬之分叉特性研究」，榮獲中華民國航空太空學會第四十九屆年會暨學術研討會學生論文競賽佳作獎。
- (十一) 建立脈衝直流磁控濺鍍 SOFC 連接板保護膜製程技術，將研究成果發表在 Thin Solid Films 國際期刊及國內外相關學術研討會上，獲得瑞士 EPFL Dr. Jan Vai Herle 及 Professor M.Mach Kova 等人肯定，來函要求提供相關資料。
- (十二) 建立人工骨材(如人工關節等)性能提昇之電漿注入被覆 DLC 及氮化等技術，已有 2 篇國外期刊論文，分別發表在 Surface and Coatings Technology 及 Nuclear Instruments and Method 期刊上。另有 2 篇論文已被接受預計發表在 2008 年 International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films(ICMCTF 2008)。
- (十三) 利用本所開發之平面型大氣輝光電漿源，與中興大學合作完成聚酯織布之大氣電漿抗菌改質製程開發，並完成論文 "A Study on Chitosan Modification of Polyester Fabrics by Atmospheric Pressure

Plasma and the Antibacterial Effects"，已投稿於紡織界排名 4/14 之期刊" Fibers and Polymers"，該論文作者依序為 Yu-Bin Chang, Pei-Chi Tu, Mien-Win Wu(吳敏文), Tien-Hsiang Hsueh(薛天翔)，Shan-Hui Hsu。

二、技術創新(科技整合創新)

(一)電漿熔融技術創新

1.電漿火炬量測技術創新：

建立全球第一種熱電漿溫度即時測量技術，其應用都卜勒流速測量方法，不受假設電漿狀態是否處於 LTE 狀態或電漿線狀光譜頻寬或二次激發之光譜影響，可準確與即時測量電漿火炬溫度，對電漿運轉條件最佳化，火炬設計優化以及火炬模擬具重大之助益。

2.有害廢棄物回收與資源化技術創新：

利用焚化灰渣電漿熔融產出之水淬熔岩為原料，產製輕質熔岩板材與熔岩纖維，該二製程技術係屬國內首次開發並已申請美國及日本專利。可有效解決都市垃圾焚化飛灰戴奧辛與重金屬之環境污染，及再利用於民生防火建材方面，以創造產值，實具雙重效益。以電漿焙燒技術回收處理電子廢棄物 IC 板之有價金屬之製程技術已提出國內專利申請，該技術之特點為以電漿焙燒作前處理，將 IC 板予以脆化，以避免傳統粉碎法之粉塵、噪音及機具耗損等缺點；同時，本技術具有效且快速將 IC 板脆化處理之優點。

(二)電漿轉化技術創新

1.電漿氣化程序技術創新：

利用蒸汽電漿火炬之特性，將生質廢棄物氣化而產出高能量密度

合成氣又不需要加裝任何除焦裝置，即能持續運轉的程序系統設備，簡化了整體設備運轉與維護需求、提昇了合成氣產出效能，乃一深具實用價值之生質廢棄物蒸汽電漿火炬合成氣生產程序系統設備。申請『生質廢棄物蒸汽電漿火炬氣化爐裝置』國內專利中。發展一種水汽型電漿火炬裝置，利用一循環水經冷卻水出入口，通過該火炬本體與該噴嘴電極，藉以移除電極熱能並降低其溫度。同時，亦可作為水汽之預熱，如是，可再利用產生蒸汽作為工作氣體之外，並回收電極熱能以節省且提高能源之使用效率，並藉由可調整之正負極間距，進而達到延長其使用壽命。使本發明可適用於有機物氣化、廢棄物處理、垃圾焚化爐灰渣再處理、金屬焊接、切割、及印刷電路板等之處理。申請『水汽型電漿火炬裝置』國內專利中。

2.燃料重組與轉化技術創新：

「燃料重組方法以及重組燃料供應控制迴路及其內燃機引擎系統」發明係提供一種燃料重組方法以及重組燃料供應控制迴路及其內燃機引擎系統。其主要利用燃料重組器，藉由觸媒或電漿輔助觸媒的作用，將一部分燃料轉化為富氫氣體，以和其它部份的燃料一起進入內燃機燃燒。該控制迴路，使該富氫氣體的供應量可根據內燃機的運轉情形而自動調節。已申請我國發明專利。

(三)電漿清潔製程技術創新

- 1.平面型 RF 噴射式氬氣大氣電漿轉換金屬電極至介電阻滯電極，即可添加較高比例氧氣仍能維持穩定放電，此可大幅提昇活化效果，申請專利中。
- 2.所開發之大型中空陰極電漿源，以 350 kHz DC 放電產生電漿，離子能量小於純 DC 放電，電漿密度達 5×10^{10} n/cm³，故活化速率高，工業產量製程效率高，申請國內外專利中。

3. PIII 應用於 MOS 元件形成 high-k 介電層，可使 EOT(等效氧化層)縮小，漏電流降低，對積體元件縮小化製程提供極大的潛力。
- 4.脈衝直流被覆 LSM 膜於 Crofer 材料，有效控制 Crofer 22 基材 Cr 之逸釋，已鍍製 10 cm×10 cm 之大片 SOFC 連接板作為保護層，申請專利中。
- 5.「一種具雙重放電結構之大氣電漿反應器裝置」係一種具雙重放電發明結構之大氣電漿反應器裝置，其包含多個具鐘形雙重放電結構之非熱電漿反應器單元的串並聯交錯行列式排列以及氣流檔板所組合之大氣電漿污染去除及表面清潔處理腔體，可達到增大放電作用面積以及增加反應處理能量之功效，已申請我國發明專利。

三、經濟效益(產業經濟發展)

(一)技服金及權利金收入

- 1.台灣電漿公司「1.5 MW 以下(含)電漿火炬設計製造相關技術」技轉案權利金收入 1,000 仟元。
- 2.中船公司「都市垃圾焚化爐飛灰電漿熔融資源化處理技術開發」案技轉簽約金 200 萬元，本年度收入 600 仟元。
- 3.華懋科技公司 96 年授權金／權利金額 200 仟元。
- 4.台灣鍍膜科技股份有限公司，「電漿表面改質處理技術應用—大型螺棒電漿改質裝置」，96 年技服金收入 9,240 仟元，權利金 360 仟元。
- 5.遠東鈦金科技股份有限公司「量產式建材表面鈦瓷金電漿被覆系統翻新修正暨技術授權」，96 年技服金收入 7,856 仟元，權利金 1,144 仟元。

- 6.卓韋光電股份有限公司，「捲對捲式電漿活化裝置」，96 年技服金收入 3,210 仟元，權利金 1,650 仟元。
- 7.和成欣業股份有限公司，「陶瓷水龍頭電漿瓷金被覆技術開發先期參與」，96 年技服金收入 200 仟元。
- 8.滿益金科技有限公司 96 年權利金 115 仟元。
- 9.昇暘國際科技有限公司 96 年權利金 55 仟元。

(二)以美國 Phoenix Solutions Co.所提供商業化電漿加熱系統為例，該公司所生產電漿加熱系統規格包括：300 kW、500 kW、600 kW、1 MW、1.5 MW，起跳價格為美金 25 萬元，而每 1 MW 之市場報價為美金 100 萬元。本所預計開發之電漿火炬產品規格可能包括 5 kW、10 kW、20 kW、50 kW、100 kW、300 kW、500 kW、1.2 MW、3 MW，其應用範圍廣泛，可提供市場小型電漿加熱系統(5~50 kW)應用，如學校、實驗室、研究機構、小型工廠等，預估售價新台幣 80~200 萬元。另亦擬提供大型電漿系統(100 kW~3 MW)供市場需求，如國內甲級事業廢棄物處理機構、化工廠或鋼鐵廠，預計售價為新台幣 400 萬元起，對於本產品的市場商品應用性與價格等方面皆具有競爭力。此外；電漿熔融技術移轉或策略聯盟之推動，首以電漿火炬系統為重點項目，可從技轉案獲取簽約金及授權金。

(三)本所以水淬熔岩產製之岩礦纖維，經檢測該纖維產品之線徑 0.5~2.5 mm，粒子含有率約 10 wt%，可在 pH 值 3-13 及溫度 700 °C 以內安全使用，符合 CNS3657 的使用規範。該產品可應用於防火材料、保溫材料、吸音材及防火輕骨材之夾層材料等，目前一般岩礦纖維售價約 11 元/kg。綜此，以都市垃圾焚化灰渣產出之水淬熔岩，能進一步開發成有用之資源化產品，除能解決焚化飛灰之根本問題，亦能創造出經濟產值，實深具開發效益。

- (四)電漿輔助氣化/燃燒技術可應用於氣化及廢熱回收發電之再生能源產出，其系統兼具方便性、穩定性與安全性。
- (五)工業級小規模蒸汽產生單元在油氣價格持續飆高下，具商業應用利基(如台灣建築廢木材產量約 100 萬公噸/年，約 1.5×10^{16} 焦耳/年初級能源 或 580 萬公噸蒸汽/年)。
- (六)化學品轉化燃煤及生質廢棄物電漿氣化轉化液態燃料，已具有商業利基(如甲醇 13.3 – 16.3 NTD/kg @ 2007.10.04 MSN 台灣理財)。
- (七)生質物處理併同發電/化學品/CO₂ 減量，(1)此為電漿氣化系統最具邊際效應之應用典型。(2)未來台灣 27 座垃圾焚化廠均可能改用垃圾氣化廠。
- (八)小型電漿重組器產氫單元，世界各國正積極投入大量人力與經費發展氫經濟及利用富氫氣體降低廢氣排放。小型電漿重組器具有啟動快、即產即用無需儲氫容器的優點。可以應用於小型內燃機、固態氧化物燃料電池 (SOFC) 等方面，參考美國去年(2006)之天然氣及電力價格，此小型電漿重組產氫器之產氫成本為 1.78(工業)~2.73(住家) \$/kg H₂，與大型產氫廠的 2.11~2.17 \$/kg H₂ 成本相近，頗具商業價值。
- (九)電漿氣化發電技術規模化及推廣應用後，預期台灣每年可增加 1,000 MWe 以上再生能源(生質物)電力供應，每年創造新台幣 110 億元以上的電力產值。

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)

- (一)利用廢棄物處理產出之水淬熔岩進行相關產品試製開發，賦予廢棄物處理極佳之附加價值。水淬熔岩所製成之纖維的性質趨近於防火等級，對往後的產品性能扮演極重要的角色。尤其近年來建築物對耐火之要求日益提高，而耐火材料之使用也日漸增多，其市場應用之效益值得期待。

- (二)電漿氣化熔融發電系統可做為下一代都市垃圾處理技術，達到資源全回收的目的，提供世人永續生存的環境。
- (三)以電漿氣化技術進行廢棄物處理及併同發電/化學品產出/CO₂減量，此為電漿氣化系統最具邊際效應之應用典型。若未來台灣 27 座垃圾焚化廠均改為垃圾氣化廠，將有數百億元商機。此外，東南亞及中國大陸對小型分散式電漿氣化發電系統 (100-200 kWe) 有需要，具有新台幣 8,000 億元以上市場潛力。
- (四)目前都市高樓大廈林立，中央空調系統廣被使用，但大多數空調系統僅裝置熱交換與簡易的過濾系統，對於生物氣膠(Bio-aerosols) 的去除效率有限，也不具有殺菌的功效，對於室內空氣品質與空氣傳染疾病的預防而言，功效有限。本計劃電漿滅菌技術之開發有助於空調衛生，且與政府施政推動之室內空氣品質法案相配合。
- (五)電漿重組器燃料轉化技術針對國內都會區日益嚴重的交通空氣污染問題，開發出符合未來環保法規且具經濟效益的空污防治設備，一方面可解決我國日益嚴重之空污問題，另一方面更有助於國內車輛工業空污防治技術的生根，開創國內外空污設備市場。電漿重組器是以非熱電漿活化燃料(含氣態及液態)，經重組反應後產生富氫氣體，提高燃燒效率並使有害廢氣排放濃度減少。另電漿重組器具有省能及小型化之優點，可提供氫氣與燃料電池聯結使用來擴展燃料電池的實用性和便利性，以及和緊急發電機系統之整合，符合國內市場(例如大哥大基地台等)需求。
- (六)大氣電漿處理改質耐龍布，使其抗菌與吸溼排汗雙功能，可以取代化學處理方式，為一清潔製程，符合環保要求，唯成本稍高，全面推廣有賴政府環保政策配合。
- (七)捲揚式電漿活化系統開發成功，已應用於觸控螢幕原始材料產業的本土化，不需仰賴日本進口，建立良好的根基。

(八)電漿被覆建築金屬板，由於技術環保獨特，成本有效降低，品質優於國外，不但完全取代傳統技術，且本所技轉廠商曾併購日本相同廠商，顯示對國內產業的輔導相當成功，創造了新產業。

五、其它效益(科技政策管理及其它)

低放射性電漿焚化熔融廠已於96年2月16日獲得行政院原子能委員會放射性物料管理局核發正式運轉執照，使我國成為世界上繼俄羅斯、瑞士、日本三國之後，第四個擁有正式低放射性廢棄物電漿處理運轉設施之國家。電漿熔融廠獲得運轉執照後，已納入本所之低放射性廢棄物處理廠作例行運轉，並作為國內低放射性廢棄物處理及處置規劃之參考設施，正積極推展應用至國內核電廠廢棄物處理及蘭嶼儲存場固化體之再處理。

陸、與相關計畫之配合

- 一、本分支計畫是以本土性電漿核心技術為基礎，以發展本國新興先進之環境電漿環保產業為目標，以解決或改善目前環保技術無法有效處理之有害廢棄物及工業製程之污染，並進而創造資源化與再生能源之高附加價值應用，以契合我國零廢與能源開發之相關政策。本計畫之發展係自成體系，並無與其他相關計畫之配合。
- 二、本計畫所屬各子項重要工作推展，均能緊密配合，如電漿技術精進，足以供給電漿熔融資源化技術、電漿氣化研發系統建立及污染防治研發等主要計畫工作之推展。

柒、後續工作構想之重點

- 一、高功率電漿火炬技術將續針對火炬設計及各項性能之測試技術精進，另亦朝建立直流電漿火炬系統工程標準化之目標推展。
- 二、電漿熔融資源化技術亦將持續開發下列重點工作：(1)岩礦纖維製程開發之工作，將朝纖維製備設施精進、粒子含量改善與產品應用等方面繼續加強研究與探討；(2)輕質熔岩板材製程開發之工作項，將持續探討不同固液比、發泡劑之添加對板材物性之改善程度，以建立輕質熔岩板材最佳製程；(3)電子廢棄物 IC 板之回收有價金屬之工作項，將探討以離子交換法、置換法、沉澱法、電解法等濕式冶鍊法，繼續進行電子產業廢棄物回收金屬之分離與純化研究，以建立一套最佳回收程序。
- 三、有機物電漿轉化能源技術將持續本年之氣化研發系統完成後，進行有機廢棄物蒸汽電漿氣化特性研究、氣化程序開發、整合系統功能測試、燃氣渦輪發電機進氣與發電效率研究等工作。
- 四、97 年度將持續改進重組系統，利用引擎排氣廢熱以汽化汽油及預熱空氣，加強熱回收以提高總能源效率；開發汽油霧化器，有助於汽油利用廢熱氣化之穩定性，使重組器之汽油進料更為穩定，達到穩定運作的目的。
- 五、過濾式陰極電弧電源，雖離子穿透率已提昇達 35 %，但曳出微粒量及尺寸還有再改善之空間，目標為 $<1/\text{mm}^2$ ，此亦符合高標準膜性要求。
- 六、大面積高密度電漿源為配合量產推廣之關鍵技術，下一年度將先針對約 400 mm×400 mm 尺寸，電漿密度 10^{12} n/cm^3 ，均勻密度 $\pm 10\%$ 之目標來努力，一旦成功，將擴展至 1,000 mm×1,000 mm，可收事半功倍。

- 七、大氣電漿鍍膜取代真空鍍膜為未來大家所關切的重點，一種大氣電弧放電，噴射式低功率電漿，被採用作為大氣 PECVD 製程的重要工具，亦為目前眾所公認最有效率的電漿源。
- 八、電漿滅菌技術研發之後續工作將著重於持續改進滅菌時效，同時加強滅菌裝置之設計與物理化學計算模擬。另進行此技術應用到相關生物性表面污染與醫療器材之消毒滅菌等探討。
- 九、本計畫工作將持續以技術服務與技術開發並重，以補強展現各技術成就及成果之價值與貢獻度。

捌、檢討與展望

- 一、岩礦纖維用途廣泛，且本計畫已產製該纖維，獲得初步成果，適用於防火與保溫材、防火裝飾用紙及防火建材之中間填充料等。目前，本計畫是由焚化灰渣經電漿熔融產出之水淬熔岩為原料，再經熔吹製造岩礦纖維。爾後，如都市垃圾焚化飛灰採電漿熔融處理，建議可由熔融處理焚化灰渣直接產製岩礦纖維，以減少加熱熔融之電力費用；同時，亦能創造更高之利潤。
- 二、大型中空陰極電漿源電漿密度高，但電漿電位偏低，僅適合高分子活化，若需應用至大面積電漿被覆，仍需進一步加強研發新結構。
- 三、大氣電漿處理紡織品已能達成吸溼排汗功能，甚至亦具防繡功能，但因成本仍高，環保政策未落實前，暫緩繼續開發，但相關技術將配合大氣電漿被覆、大氣活化清潔等製程產品技術推展。
- 四、電漿表面改質對本土傳統產業之環保化已作出實績，未來將繼續發展更新穎之電漿清潔製程應用技術，擴大應用層面，亦規劃配合技術密集高科技產業推展，特別是對人類與自然互利之綠色科技材料或模組元件等，使製程及產品整體均符合環境永續發展政策。
- 五、電漿工程技術在國內雖居主導地位，但電漿基礎研究仍嫌不足，未來將加強與學術界合作，提昇學術產出至少一倍，而輔導產業，每年至少 2 家以上，每家至少投入千萬以上技術金。

填表人：鄭國川 聯絡電話：(03)4711400 轉 3470 傳真電話：(03)4711408

主管簽名：_____