

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 應用田口方法於電暈處理系統之最佳化整合設計開發

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2622-E-164-005-CC3

執行期間：93年05月01日至94年04月30日

執行單位：修平技術學院電機工程系

計畫主持人：許耿禎

計畫參與人員：劉忠炯、黃仲康、李健銘、余端仁、許宗卿、廖學炯

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 94 年 7 月 29 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

應用田口方法於電暈處理系統之最佳化整合設計開發

The Optimal Integrated Design and Development of  
the Corona Treating System by Taguchi Method

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 93-2622-E-164-005-CC3

執行期間：93 年 5 月 1 日 至 94 年 4 月 30 日

計畫主持人：許耿禎 助理教授

共同主持人：劉忠炯 協理

計畫參與人員：黃仲康、李健銘、余端仁、許宗卿、廖學炯

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、  
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：修平技術學院電機工程系

中 華 民 國 九 十 四 年 七 月 二 十 九 日

# 國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果精簡報告

學門領域：工程處生產自動化學門

計畫名稱：應用田口方法於電暈處理系統之最佳化整合設計開發

計畫編號：NSC 93-2622-E-164-005-CC3

執行期間：93年5月1日至94年4月30日

執行單位：修平技術學院電機工程系

主持人：許耿禎

參與學生：

姓名	年級 (大學部、碩士班、博士班)	已發表論文或已申請之專利 (含大學部專題研究論文、碩博士論文)	工作內容
黃仲康	碩士生	申請發明專利「連續式自動化表面電暈暨鍍膜處理系統」(案號：094124767)	協助設計及建構連續式自動化表面電暈暨鍍膜處理系統
李健銘	四技生	申請發明專利「電暈處理效果之自動調整系統」(案號：094124772)	協助測試電暈處理效果及其控制因子靈敏度分析

## 合作企業簡介：

合作企業名稱：友威科技股份有限公司

計畫聯絡人：劉忠炯 協理

資本額：新台幣 8000 萬

產品簡介：真空低溫連續式濺鍍機、電暈表面改質處理機、鍍膜代工

網址：[www.uvat.com](http://www.uvat.com) 電話：03-2126201

## 研究摘要：

「電暈處理」因本身具有：(1)其表面改質只影響材料表面層，不會損壞材料本體(morphologies)，仍保持材料原有的完整性；(2)表面改質是乾式潔淨

的技術，無污染物排放，符合環保需求；(3)具有多功能性，可改變材料表面的親水性、疏水性、可染性、粘接性、防皺防縮及抗靜電性等特性，「電暈處理」是目前最受歡迎低成本、無污染的表面改質技術，已被廣泛應用於來改變被印體表面的附著能量及表面張力，以配合接受或符合印刷油墨的附著或塗佈需求。

基於電暈處理過程的特殊複雜作業環境，影響電暈效果品質好壞的設計因子很多，有些是設計者可以掌握的，例如：金屬電極外型設計、金屬電極配置設計、放電架面積、放電間隙、電源頻率、傳輸速度及工作氣體種類等，但有些是不可掌握的系統雜訊因子，例如：材質種類、材料厚度、印刷油墨種類、成品閒置時間及工作環境等，上述彼此因子之間存在強烈的交互作用，加上電暈反應是瞬間能量釋放的暫態過程，準確理論分析十分繁雜，因傳統設計方式只考慮少部分重要設計因子，而且一次只改變單一設計因子，導致其設計過程十分繁雜、費時、耗工及花費高，加上其結果並非真正最佳化，已無法被業者所能接受。然而其表面能量強度及均勻度分佈情況，與印刷字體是否容易脫落剝離有極大的關係，加上客戶所委託的被印體材質種類、厚度及外型經常變化，因此傳統電暈處理系統無法一次就能滿足預期的電暈處理效果。

本計畫係針對上述現有電暈處理系統所產生的問題進行改善，並提出一種可以線上自動偵測待加工物品與油墨之間表面附著能量分佈狀況，並可立即線上調整電暈處理過程所需電壓高低、電流大小、放電間隙、或作用時間的長短之電暈處理效果之自動調整系統，該調整控制處理器可依偵測器所測得的數值，來進行：(1)即時 (real time) 調整傳送機構裝置移動的速度，進而改變作用時間長短；或 (2) 即時調整電暈放電器與傳送機構裝置之間相對位置，進而改變放電間隙；或 (3) 即時改變電暈放電器的輸入電流、電壓的大小，進而改變電暈放電強度。使待加工物品的表面電暈處理效果能一次達到預期可接受的程度，不需進行第二次電暈處理，並已將相關衍生成果以「電暈處理效果之自動調整系統」申請發明專利 (案號：094124772)。

其次，因一般在進行印刷、塗佈、鍍膜或上光等後加工處理時，為使其附著效果可以更好，被印物體或被鍍膜物體表面能量必須有較高的達因值，一般都會先將這些待加工物品先行以電暈方式的前加工處理，讓待加工物品表面的物性能有所改變，因此電暈處理與鍍膜製程通常是接續處理的。但因電暈處

理與鍍膜處理所需的承具導電特性是相反的；換言之，待加工物並不能在同一個承具接連進行二種加工處理，所以就必須有人工取出、更換承具然後再置入的動作，當然也就同樣的增加了待加工物品被外部環境以及承具碰觸污染的問題，本計劃亦提供一種(1)可以減少待加工物品及承具被外部污染及接觸機會、(2)可以能提升產品製造連續性生產效率及(3)可以達到產品製造自動化之連續式自動化表面電暈暨鍍膜處理系統，亦將將相關衍生成果以連續式自動化表面電暈暨鍍膜處理系統」申請發明專利（案號：094124767）。

### 人才培育成果說明：

本計劃執行期間，修平技術學院方面共投入 3 位研究人力（含 1 位計劃主持人、1 位碩士班研究助理及 1 位大專生研究助理），配合廠商則投入 4 位研究人力（含 1 位協理及 3 位研發工程師），因配合廠商對傳統電暈處理設備的功能性不甚滿意，針對不同的材質種類及厚度，現場工程師必須花時間多次調校多個參數及試驗後，方能得到可接受效果品質，因此委託本執行單位深入研究改善，透過友威科技股份有限公司研發工程師協助下，雙方歷經一年來的研發、設計、測試及驗證，終於開發出一台新一代連續式電暈處理設備實驗機台，並將具新穎性及功能性的研發成果陸續申請專利，截至目前，已完成二項發明專利申請，因此參與本計畫的相關研究人員不論在學術交流、設計開發、資源整合及產學合作的環境中，已打下紮實的學術基礎及實務經驗，充分達到雙方技術人才培育的成果。

### 技術研發成果說明：

本計畫技術研發成果可分為兩大主軸說明，首先設計一種新型的連續式電暈處理效果之自動調整系統，其包含有一傳送機構裝置，用於提供一橫向移動之功能。一電暈放電器，設於該傳送機構裝置之上方，用於提供一適當放電效果。一 CCD 偵測器，設於該傳送機構裝置之一側。一調整控制處理器，分別與該偵測器、電暈放電器、傳送機構裝置連接，該調整控制處理器可依偵測器所測得的數值，來進行：(1) 即時 (real time) 調整傳送機構裝置移動的速度，進而改變待加工物電暈作用時間長短；或 (2) 即時調整電暈放電器與傳送機構裝置之間相對位置，進而改變放電間隙；或 (3) 即時改變電暈放電器的輸入電流、電壓的大小，進以改變電暈放電強度。其設計的原理為先在一待加工

物品上滴上一特定油墨或水滴做為參考物，然後利用 CCD 偵測器來量測參考物（油墨或水滴）表面與待加工件表面間所形成夾角角度  $\alpha$ ，油墨在不同被印物體的表面會有不同的呈現狀態，當油墨本身的表面張力大於被印物體的表面張力時，其所形成的夾角角度  $\alpha$  就會較大，油墨就愈不容易附著於被印物體表面上，然而為了有效附著油墨、印刷、塗佈、鍍膜或上光，被印物體或被鍍膜物體表面能量必須有較高的達因值，以印刷為例，被印物體的表面附著能量就必須至少要高於油墨值達 10 達因以上，其印刷字體才能有效附著而不會剝落，因此所測得的角度值為一重要控制參數，並即時傳遞至調整控制處理器加以運算，該調整控制處理器將此參數角度  $\alpha$  與內部資料庫做比對分析後，而依參數角度  $\alpha$  的大小值，可以初步預估待加工件所需的作用時間及電暈強度，然後再發出控制訊號來自動調整傳送機構裝置之傳送速度，或控制電暈放電器之輸入電流、電壓值，或改變電暈放電器與傳送機構裝置之間的相對位置，以達到線上即時自動控制的目的。如此一來，使待加工物品的表面電暈處理效果能一次達到預期可接受的程度，不需進行第二次電暈處理，使整個傳統電暈處理的程序對於人工的依賴度便可以大幅的降低，提升正確度、自動化及工作效率，有利於市場的競爭。

其次，一般而言，在對於物品進行表面鍍膜或印刷等後加工處理時，由於有些物品本身材質的原因會使得其表面張力及附著能量太低，若直接進行表面鍍膜時，其鍍膜分佈及附著效果較差，此時便需要先對於物品的表面進行改質的電暈前加工處理，以改變其物性讓後續的鍍膜附著效果可以獲得改善與提升，故電暈處理與鍍膜製程一般是接續處理的。但因電暈處理與鍍膜處理所需的承具導電特性是相反的；換言之，待加工物並不能在同一個承具接連進行二種加工處理，所以就必須有人工取出、更換承具然後再置入的動作，當然也就同樣的增加了待加工物品被外部環境以及承具碰觸污染的問題。本計劃設計一連續式自動化表面電暈暨鍍膜處理系統，其係於一內部封閉空間內設置第一進料區、電暈處理區、第一取料反轉區、第一回流區、轉換器、第二進料區、進料減壓區、真空鍍膜區、出料增壓、第二取料反轉區及第二回流區等區域，使整體的作業流程能夠達到連續性、自動化且低污染的目的。其設計的原理為先將待加工物置於承具 A 上並置入第一進料區，待加工物便可依著移動機構通過電暈處理區進行電暈處理，迨承具 A 至第一取料反轉區時，轉換器會將待加工物自承具 A 取出，自動放置到第二進料區上的另一承具 B，而原本在第一取料反轉區之承具 A 便會經由第一回流區之回傳機構回到第一進料區待

命，供循環使用，其過程並沒有取出或接觸到承具 A。被放置於第二進料區承具 B 上之待加工物，此時便會自進料減壓區進入真空鍍膜區，進行鍍膜處理，然後由出料增壓區至第二取料反轉區完成加工，而該承具 B 則會經由第二回流區內的回傳機構回傳至第二進料區待命，等待下一個自轉換區傳送過來的待加工物，供反覆的使用，其過程亦沒有取出或接觸到承具 B。如此一來，由於整個加工的流程可以是在一內部的密閉空間內來進行，因此不僅可以避免昔日製造流程中反覆人為接觸的污染，並且可以排除待加工物在加工處理的過程中再次被曝露在外部空間而遭污染的可能。同時由於該等承具 A 及 B 可以一直保持於內部空間的各自循環系統內供循環使用，不必再外露於外部空間，所以該等承具的清潔度也可以獲得保持，不再需要每次清潔一次的繁瑣步驟，對於加工品質和效率都會有很大的提升。

### 技術特點說明：

本計劃所設計的新一代連續式電暈處理設備，其主要的技術特點在於：

- (1) 提供一種可以線上自動偵測待加工物品與油墨之間表面附著能量分佈狀況，並可立即線上調整電暈處理過程所需電壓高低、電流大小、放電間隙、或作用時間的長短之電暈處理效果之自動調整系統。
- (2) 提供一種可以減少待加工物品及承具被外部污染及接觸機會之連續式自動化表面電暈暨鍍膜處理系統。
- (3) 提供一種可以提升產品製造連續性生產效率之連續式自動化表面電暈暨鍍膜處理系統。
- (4) 提供一種可以達到產品製造自動化之連續式自動化表面電暈暨鍍膜處理系統。

### 可利用之產業及可開發之產品：

就產業前瞻性而言，國內相關連續式電暈處理設備多為外國公司所壟斷（如 AMAT、Leybold、Applied Film 及 ULVAC 等），相較於傳統批次式或晶圓式生產方式，連續式電暈處理設備具有可連續式及生產效率高等特性，可大幅提昇產能，增加製程彈性，然而國外知名半導體設備大廠，目前主要朝向開發設計金屬放電電極外型設計、金屬放電電極配置設計及放電盤面積等技術著手，並予以申請專利保護，所發展的是屬於較高階非對稱（asymmetric）金屬

電極 (electrode) 組合設計來穩定放電，鮮少發展需整體系統配合設計之連續式電暈處理設備，然而因電暈處理具有不損壞材料本體(morphologies)、符合環保需求及多功能性，可改變材料表面的親水性、疏水性、可染性、粘接性、防皺防縮、抗靜電性及生物相容性等特性，因此「電暈處理」廣大應用於如油墨、印刷、塗佈、鍍膜或上光等民生或 3C 產業，其需求量成倍數成長，因此其應用的範圍極為廣泛，是國內相關設備廠商投入開發一大契機。

### 推廣及運用的價值：

針對傳統電暈處理設備之設計開發，因影響電暈效果品質好壞的設計因子很多，有些是設計者可以掌握的，例如：金屬放電電極外型設計、金屬電極配置設計、放電架面積、放電間隙、電源頻率及傳輸速度等，但有些是不可掌握的系統雜訊因子，例如：基材材質種類、基材材料厚度、靶材印刷油墨種類、成品閒置時間及工作環境等，上述因子彼此間皆有交互作用，加上電暈反應是瞬間能量釋放的暫態過程，理論分析十分繁雜，因傳統設計只考慮少部分重要設計因子，一次只改變單一設計因子，因放電盤之金屬電極外型及配置設計皆在設備設計之初就已確定，故針對不同物品材質或油墨種類等不同電暈處理效果需求，適合調整控制的因子就剩下：電壓大小、電流大小、放電間隙以及作用時間長短等。然而上述可控因子的輸入設定值，目前皆仰賴著老師傅們多年的現場操作經驗來逐一調整及設定，若調整得當，則可以一次完成電暈處理效果，但倘若調整設定不當，則有可能因表面電暈效果不足而需要做第二次電暈處理，或因表面電暈效果過度而導致待加工物品表面局部灼傷。換言之，在習知電暈加工處理的過程中，有實務經驗的人扮演著很重要的角色，但其製程參數設定皆是離線控制調整而非線上 (on line) 自動化，而也因為如此所以會使得目前電暈處理的效率不佳、不夠自動化。

本計劃則提出一系統化的整合式設計方式，同時考慮最有可能影響電暈處理品質的設計因子，提供一種可以線上自動偵測待加工物品與油墨之間表面附著能量分佈狀況，並可立即線上調整電暈處理過程所需電壓高低、電流大小、放電間隙、或作用時間的長短之電暈處理效果之自動調整系統，可以精確控制電暈處理效果品質要求，提升設備的稼動率及產能利用率。其次，本計劃亦提出連續式自動化表面電暈暨鍍膜處理系統設計，其係於一內部封閉空間內設置電暈處理區、轉換器以及真空鍍膜區，以使整體的作業流程能夠達到連續性、自動化且低污染的目的。