

清潔生產伙伴計劃



清潔生產
Cleaner Production
Partnership Programme
伙伴計劃

執行機構：

HKPC
Hong Kong Productivity Council
香港生產力促進局

工廠行業：金屬和金屬製品業

應用技術：電路板採用高分子導電膜孔化直接電鍍系統減少化學品、電、水消耗及污水排放的節能減排示範項目

資料來源：清潔生產伙伴計劃示範項目(13D0315)

參考編號：CPE-DP012

項目年份：二零一三年

環境技術服務供應商：廣州市泓耀環保工程有限公司 (hyljw205@163.com)

概覽

本文介紹金屬和金屬製品廠採用高分子導電膜孔化直接電鍍系統減少化學品、電、水消耗及污水排放的節能減排示範項目。工廠一般採用的生產工藝需消耗大量能源及化學品，污水排放亦造成環境污染，因此希望採用先進的技術以提升企業環保表現。

在本個案中，五洲電路集團有限公司旗下的梅州五洲電路板有限公司（以下簡稱五洲）主要從事二層板和多層印製電路板生產。獲清潔生產伙伴計劃資助下，五洲採用高分子導電膜孔化直接電鍍系統（由宇宙電路板設備（深圳）有限公司提供）代替傳統沉銅工藝，從而節省能源及減少污水排放，並提高生產效率。項目投入服務後，每年節約用水量約22,572噸；每年節約電量696,960度；每年節省人民幣3,714,589元，投資回本期約為0.5年。

結果顯示，五洲改用高分子導電膜孔化直接電鍍系統是具有環境及經濟效益的。

技術問題

五洲原本使用的傳統化學沉銅系統工序多而且流程長，需經過約6個化學及6個水洗過程，故耗用大量電、水和化學品，包括有毒物質如甲醛及不易被生物降解的化學品，導致廢水處理困難，排出含重金屬、化學品的污水亦對環境造成嚴重污染。為達致清潔生產、節能減排同時優化生產流程及效率，五洲須採用先進技術代替現時工藝設備。

解決方案

本示範項目中，五洲以高分子導電膜孔化直接電鍍系統取替傳統化學沉銅系統，成功節省能源及減少污水排放。

高分子導電膜孔化直接電鍍系統的原理是在電路板孔內聚合一層納米級的有機導電膠，從而成為電路板通孔的導通。相對於需6個化學及6個水洗過程的傳統化學沉銅工藝，直接電鍍系統僅透過3個化學過程便將可導電聚合物聚合成一層導電聚合物。3個化學過程包括：(1) 敏化：敏化段藥水對基體表面進行清潔處理，增加孔壁玻璃纖維和樹脂表面的親水性，潤濕孔壁，為之後的氧化提供良好的浸潤狀態及反應基礎；(2) 氧化：氧化劑高錳酸鹽在弱酸性條件下與孔壁的樹脂反應，在孔壁形成一層細緻緊密化學鍵連接二氧化錳 (MnO_2) 層，該 MnO_2 層將成為後續聚合反應的氧化劑；(3) 聚合：進入聚合液後，使聚合液中導電粒子A和B在孔內引發聚合反應，導電粒子A和B相互間呈穩定的連續狀態，在電路板孔內形成一層具有導電性能的有機導電膜。因此，新技術能縮短生產工序、時間，提高生產效率，而且減少用水、化學品從而節省生產成本及減少廢水產生。此外，直接電鍍系統可避免使用有毒或有害物質如甲醛、氰和銅離子等，減少污染。

示範項目簡介

五洲已於2013年12月完成高分子導電膜孔化直接電鍍系統更換工作。經實際運作後，設備基本操作正常及符合預期要求。



高分子導電膜工藝



電路板以平放方式進行高分子導電膜加工



完成高分子導電膜的電路板
(孔內呈黑色)

成效

為了準確及清晰地瞭解直接電鍍工藝代替沉銅工藝的實際效益情況，五洲於2014年3月進行了直接電鍍系統的現場實地成效測試，並跟2013年3月的數據作比較，以下為改造前後的用電及用水量測試的結果：

項目	改造前 (2013年3月)	改造後 (2014年3月)
總產量 (m ²)	44,800	33,600
工序總時間 (秒)	5,013	510
工作環境	有刺激性氣味 (甲醛等)	沒有刺激性氣味
總耗水量 (噸)	5,377.68	2,106.72
總耗電量 (度)	103,488	18,480

結果顯示，改造後，生產效率明顯提高；工作環境亦有改善；也節約了資源耗用。

按工廠現時每個月約3.3萬m²的產量計算，每年節約用水量為：

$$(0.12 - 0.063 \text{ 噸/m}^2) \times 33,000\text{m}^2 \times 12 \text{ 月/年} = 22,572 \text{ 噸}$$

每年節約電量為：

$$(2.31 - 0.55 \text{ 度/m}^2) \times 33,000\text{m}^2 \times 12 \text{ 月/年} = 696,960 \text{ 度}$$

財務分析

(A) 節省化學品成本

直接電鍍系統使用的敏化劑、催化劑及聚合液都是環保型的有機化合物。直接電鍍工藝比沉銅工藝節約量化學品使用量為5.36元/平方米，按照公司每個月3.3萬平方米的產量計算，每年節省化學品成本：5.36 × 33,000 × 12 = 約人民幣2,399,049元。

(B) 節約用電成本

按照每度電的成本為人民幣1元，則每年節約用電成本為人民幣696,960元。

(C) 節省用水成本

按照每噸水的成本 (包括廢水處理成本) 為人民幣15元，則每年節省用水成本為人民幣338,580元。

(D) 節省人工成本

對比傳統的沉銅工藝，因流程簡化後，直接電鍍系統節省8個操作員工，每人每年的人均工資按人民幣3.5萬元計，則每年能夠節約人力成本為：

$$8 \text{ 人} \times 3.5 \text{ 萬元/人} = \text{人民幣} 28 \text{ 萬元}$$

(E) 投資回本期

$$\text{項目投入後每年總節省成本} : 338,580 + 696,960 + 280,000 + 2,399,049 = \text{人民幣} 3,714,589 \text{ 元}$$

由於本項目的投資費用為人民幣1,730,000元，投資回本期約為：

$$1,730,000 \text{ 元} \div 3,714,589 \text{ 元/年} = 0.5 \text{ 年}$$

查詢

清潔生產伙伴計劃秘書處 (香港生產力促進局)

香港九龍達之路78號生產力大樓3樓

電話：(852) 2788 5588 傳真：(852) 3187 4532 電郵：enquiry@cleanerproduction.hk 網址：www.cleanerproduction.hk

(本文檔可於清潔生產伙伴計劃網站下載：www.cleanerproduction.hk)

聲明

本文中所示範的設備或技術其成效只代表在本項目條件下的表現，並不表示使用在其他工廠或不同條件時會有相同的效果。此外，本文提及的設備、技術及環境技術服務供應商等並不表示是香港特區政府及香港生產力促進局所認可，對任何因使用該設備、技術或服務供應商而引致或涉及的損失，香港特區政府及香港生產力促進局概不承擔任何義務、責任或法律責任。此外，類似的設備、技術及服務供應商或可在市場上獲得。讀者應認真評估對該設備或技術的實際需求，以及在採用該設備或技術之前應向有關方進行詳細諮詢。

環境成效

改用直接電鍍系統後，除了節省水、電及化學品消耗，亦大大減少污水及化學品排放，每年減排量估算如下：

項目	每年減排量
水 (噸)	22,572
CODcr總量* (噸)	1.1286
重金屬 (銅) (公斤)	2,376
甲醛 (公斤)	10,296

* CODcr排放濃度按照平均濃度為50mg/L；CODcr總量(kg) = 減排廢水(t) × CODcr的排放濃度(mg/L) × 10⁻⁶

每年可減少耗電量696,960度，由於節省用電可減少發電廠的二氧化碳及空氣污染物排放量，每年減排量估算如下：

污染物	二氧化碳	二氧化硫	氮氧化物
排放因數 (公斤/度)	0.8798*	0.0007**	0.0008**
年排放減少量	613.2噸	487.9公斤	557.6公斤

* 國家發展和改革委員會《關於公佈2009年中國低碳技術化石燃料併網發電項目區域電網基準線排放因數的公告》。

** 廣東省政府及香港特別行政區政府《珠江三角洲火力發電廠排污交易試驗計劃》