

# 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：採用UV-LED線路板曝光系統的節能示範項目**  
**資料來源：清潔生產伙伴計劃示範項目(13D0321)**  
**參考編號：CPE-DP021**  
**項目年份：二零一三年**

**環境技術服務供應商：深圳市宗興環保科技有限公司(51747009@qq.com)**

## 概覽

本文介紹印製線路板廠採用UV-LED線路板曝光系統的節能示範項目。工廠原本採用傳統的曝光機，除了耗電較高、光管含對環境有害的汞之外，還存在生產效率低、產品質量隨光管使用時間下降等一系列問題。為了減少運行成本和浪費，工廠決定尋找新型曝光機。

在本個案中，科羅貝電子(惠州)有限公司(以下簡稱科羅貝)是一家生產軟式單、雙面線路板(FPC)以及SMT組裝的公司。獲清潔生產伙伴計劃資助下，科羅貝安裝了新型節能紫外光發光二極體(UV-LED)線路板曝光機系統(以下簡稱UV-LED曝光系統，由深圳市虎成科技有限公司提供)，以有效減少耗電及降低燈管更換次數。系統投入服務後，每年節省用電約12.2萬度及成本約18.6萬元，項目回本期約2.2年。

結果顯示，科羅貝安裝UV-LED曝光系統是具有經濟和環保效益的。

## 技術問題

線路板在形成過程中需要使用曝光機進行圖像轉移。由於印製板的品質、精密度等問題都將取決於曝光機的性能，傳統的曝光機的問題日益顯現，包括：

- 傳統曝光燈含汞，影響環境之外更需要危廢處理單位處理
- 曝光燈隨著使用時間增長會產生光衰，影響產品品質
- 曝光燈使用壽命短，平均每年需要更換8.5支燈管，令成本上漲
- 曝光機生產效率低，對雙面板的曝光時間約為新型曝光機的兩倍
- 水冷曝光機需要採用額外資源冷卻水散熱
- 曝光機電耗較高，生產成本增加

以上因素令科羅貝急於尋找有效技術及方案，以減少營運成本，同時提升生產力及環保效益。

## 解決方案

本示範項目中，科羅貝選用新型高效能的UV-LED曝光系統代替傳統水冷曝光機，以減少耗電及棄置燈管，同時提升生產力及環保效益。

UV-LED曝光系統配置了精密的雙非球面石英透鏡，使光的平等半角小於2°(普通水冷機大於45°)，線路解晰度可達50UM/UM(普通機為100UM/UM)；沒有紅外線的熱輻射，避免了菲林脹縮，保證影像轉移的品質；由於幾乎沒有光能衰減，所以增強了製程的穩定性，提升產品的合格率；而且不產生污染性臭氧，具環保效益。此外，UV-LED曝光系統比傳統曝光機更耐用，能減少更換燈管的頻率和費用，亦不需耗用冷卻水，以及沒有待機耗電，更節省電能，預計可以節約高達80%的運行成本。



線路板曝光操作室



現場的UV-LED線路板曝光系統



UV-LED線路板曝光系統的控制面板

## 示範項目簡介

科羅貝於2014年2月17日完成現場安裝，於3月14日完成驗收工作。經過兩個月的各項指標測試，系統運行穩定正常。科羅貝在2014年4月1日至6月30日期間實測了三台曝光機的生產情況：

比較項目	UV-LED 曝光機	(原有) 志聖曝光機	(原有) 歐科瑪特曝光機
產品產量 (m <sup>2</sup> )	16,000	2,000	12,000
產品說明	線寬線距0.05以上的線路，精密度高	只能做線寬線距0.125以上的線路，精密度低	線寬線距0.05以上的線路，精密度高
功率	5kW (上下燈 3.5 kW, 其它 1.5kW)	30kW (上下燈 20kW, 其它 10kW)	15kW (上下燈 10kW, 其它 5kW)
運作時數 (小時)	1,404	408	930

結果顯示UV-LED曝光機比原有的曝光機用電量減少之餘，更能有效地提高產品精密度和生產效率，而且較耐用，達到清潔生產的目的。

## 財務分析

由於三台曝光機能生產的產品型號不同，使用頻率和時間也不統一，以下列表將比較三台曝光機於2014年4月1日至6月30日期間每單位產品的成本：

比較項目	UV-LED 曝光機	(原有) 志聖曝光機	(原有) 歐科瑪特曝光機
燈管成本*	4,583元	4,560元	12,788元
實測電費 (按電費1元/kWh)	7,020元	12,240元	13,950元
實測水費	無	冷卻水補水量約為6m <sup>3</sup> , 水價約為5元/m <sup>3</sup> , 折合水費為30元	無
合計	11,603元	16,830元	26,738元
每單位產品成本	0.725元/m <sup>2</sup>	8.42元/m <sup>2</sup>	2.23元/m <sup>2</sup>

\*燈管費用計算說明：

UV-LED曝光機3年不用更換燈管 (每支價格5.5萬元)，則3個月的燈管成本為：55,000元 ÷ 36個月 × 3個月 = 4,583元

志聖曝光燈管費用：燈管每支680元，3個月更換了約6.7支成本為：6.7支 × 680元/支 = 4,560元

歐科瑪特曝光機燈管費用：燈管每支11,000元，3個月內更換了約1.16支燈管成本為：11,000元/支 × 1.1625支 = 12,788元

科羅貝在2013年期間生產線路板量約85,000m<sup>2</sup>，其中有65%的產品使用UV-LED曝光機進行生產，即55,250m<sup>2</sup>。使用UV-LED曝光機比使用歐科瑪特曝光機和志聖曝光機分別減少成本83,151.25元/年和425,148.75元/年

在UV-LED平行曝光機投產前，志聖和歐科瑪特產量比例約30%和70%，項目投入後，整體經濟效益約：  
83,151.25元/年 × 70% + 425,148.75元/年 × 30% = 185,750.5元/年

本項目投資成本為410,000元，項目回本期：410,000元 ÷ 185,705.5元/年 = 約2.2年。

## 環境成效

使用UV-LED曝光機對比使用歐科瑪特曝光機和志聖曝光機產生的環境效益如下：

比較項目	使用UV-LED曝光機對比志聖曝光機 (30%產量)	使用UV-LED曝光機對比歐科瑪特曝光機 (70%產量)
每年用電量	減少39,780kWh	減少313,820kWh
每年減少碳排放量 (按0.9223噸CO <sub>2</sub> /MWh*)	36.69噸	289.44噸
每年水銀燈管用量	減少5.4支	減少185支

\*2013年南方電網排放因數

按產量分配計算，每年減少用電量：39,780kWh × 70% + 313,820kWh × 30% = 121,992kWh

每年減少碳排放量：36.69噸 × 70% + 289.44噸 × 30% = 112.5噸

由此可見，本項目能有效節省耗電和減少棄置對環境有害的水銀燈管，具明顯環保效益。

## 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。