

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：以低溫等離子系統處理噴漆揮發性有機物 (VOC) 廢氣的減排示範項目

資料來源：清潔生產伙伴計劃示範項目 (13D0295)

參考編號：CPE-DP003

項目年份：二零一三年

環境技術服務供應商：佛山市技術標準研究院 (佛山市特種設備能效測試研究院)
(645927287@qq.com)

概覽

本文介紹金屬製品廠以低溫等離子系統處理噴漆揮發性有機物 (VOC) 廢氣的減排示範項目。工廠一般採用水簾櫃及活性炭吸附工藝處理噴塗的 VOC 廢氣，但因為經常要監控處理結果及更換活性炭，故不能有效穩定 VOC 的處理成效。

在本個案中，佛山惠洋噴塗工業有限公司 (以下簡稱惠洋) 主要從事來料加工，包括專業鈹金製作及氟碳噴塗。獲清潔生產伙伴計劃資助下，惠洋安裝兩組低溫等離子有機廢氣淨化系統 (以下簡稱低溫等離子淨化系統，由廣州市綠景環保工程有限公司提供)，以減少噴漆工序的 VOC 廢氣排放。項目投入服務後，每年可減少 VOC 排放量約 16.2 噸，可節省成本約 14.2 萬元，投資回本期約為 4.6 年。

結果顯示，惠洋安裝低溫等離子淨化系統是具有環境及經濟效益的。

技術問題

在噴塗加工過程中，會產生一定量的 VOC 廢氣，其主要成分為苯、甲苯、二甲苯等，對環境和人體有害。惠洋原本採用活性炭吸附工藝對廢氣進行淨化，但其運行成本和維護費用高，而且隨著設備的老化和產量的增加，淨化效率有所下降，因此惠洋急於尋找有效技術及方案，以減少生產過程中 VOC 的排放量，保證 VOC 穩定達標排放，提高公司的環保表現。

解決方案

本示範項目中，惠洋安裝兩組低溫等離子淨化系統，以減少噴漆工序的 VOC 排放。

系統主要包括一體化前處理 (高壓水霧衝擊) 及脫霧、低溫等離子體淨化和水噴淋等。由於噴塗產生的廢氣帶有油漆顆粒，因此在廢氣進入等離子設備前，先進入一體化處理塔將油脂及顆粒物體等在高壓水霧衝擊下取出，再經脫霧裝置將水霧去除。低溫等離子體淨化為本套等離子有機廢氣淨化系統的技術核心，每組系統均為二級處理，是電離、化學、催化等綜合作用下的電化學氧化過程。低溫等離子體淨化器會產生強大電場能量，破壞廢氣分子結構，使有機廢氣得到分解及碳化。有害的有機化合物會轉化成無害的二氧化碳和水分子。廢氣經低溫等離子淨化處理後，再經水噴淋塔終端沖洗處理，使廢氣排放更具穩定性。

示範項目簡介

惠洋已於 2013 年 7 月至 8 月期間完成系統的現場安裝、調試及試運行，並於 12 月 5 日完成驗收工作。經實際運作後，設備基本操作正常及符合預期要求。



低溫等離子淨化系統的外觀



二級低溫等離子有機淨化器



鋼製水噴淋塔排放筒



低溫等離子淨化系統的工藝流程圖

成效

為了驗證低溫等離子淨化系統的成效，惠洋於2013年10月16日對系統進行檢測，結果如下：

排放監測項目		噴塗工序有機廢氣1號排放口 (處理風量為48,000m ³ 組)		噴塗工序有機廢氣2號排放口 (處理風量為32,000m ³ 組)		DB44/814-2010 排放標準
		處理前	處理後	處理前	處理後	
苯	濃度(mg/m ³)	0.035	0.018	0.036	0.024	1
	速率(kg/小時)	0.0013	0.00069	0.00067	0.00044	0.4
甲苯與 二甲苯合計	濃度(mg/m ³)	108.0	14.53	29.4	2.78	20
	速率(kg/小時)	4.11	0.553	0.54	0.051	1
苯系物	濃度(mg/m ³)	128.9	14.72	31.0	3.024	--
	速率(kg/小時)	4.91	0.5602	0.57	0.5554	--
總VOC	濃度(mg/m ³)	156.0	26.3	76.8	11.4	30
	速率(kg/小時)	5.94	1.00	1.42	0.21	2.9

結果顯示，改造後，VOC均達標排放(取廣東省地方標準《傢俱製造行業揮發性有機化合物排放標準》(DB44/814-2010)第II時段的限值標準)。

噴塗工序有機廢氣1號排放口(處理風量為48,000m³機組)的VOC處理效率：

(處理前VOC排放速率-處理後VOC排放速率) ÷ 處理前VOC排放速率 × 100%

= (5.94 - 1.00) ÷ 5.94 × 100% = 83.16%

噴塗工序有機廢氣2號排放口(處理風量為32,000m³機組)的VOC處理效率：

(1.4 - 0.21) ÷ 1.42 × 100% = 85.21%

財務分析

A. 節省更換活性炭的成本

以往採用活性炭處理工藝，共有吸附器40個單元，每個單元25kg碳，即共1噸活性炭。每個月需要更換1次活性炭，平均價格為8,750元/噸，每年更換新的活性炭所需費用為：

8,750元/噸 × 1噸/月 × 12個月 = 10.5萬元/年

B. 節省回收廢舊活性炭的成本

每年委託外包商回收廢舊活性炭的費用為2.5萬元/年。

C. 節省整體用電

項目實施前，惠洋採用活性炭及水簾櫃處理工藝，耗電設備為4台功率各為15kW的抽風機，即總功率為60kW；另外配備4台功率各為0.75kW的循環水泵，即總功率為3kW。設備每天運行8小時，以一年330天計算，即一年的用電量約為：

(60kW+3kW) × 8小時/天 × 330天/年 = 166,320kWh/年

項目實施後，惠洋採用低溫等離子淨化系統，其中耗電設備包括2台DSG-24型低溫等離子有機廢氣淨化器設備(5.7kW/台)、2台DSG-16型低溫等離子有機廢氣淨化器設備(2.8kW/台)、2台抽風機4-72型(一台37kW，另一台18.5kW)，即整套系統總功率為：

5.7kW/台 × 2台 + 2.8kW/台 × 2台 + 37kW/台 + 18.5kW/台 = 72.5kW

惠洋有2類噴塗產品，一類噴塗產品需要兩面噴塗，此時低溫等離子淨化系統需要滿負荷進行，即使用功率為72.5kW；而另一類產品只需要一面噴塗，只需要系統50%的負荷即可，即使用功率為36.25kW。這2類噴塗產品的產量比例大概為1:1，系統每天運行8小時，以一年330天計算，即預計系統用電量為：

(72.5kW+36.25kW) × 8小時/天 × 330天/年 = 143,550kWh/年

因此，項目實施前後對比相差的用電運行成本為：

166,320kWh - 143,550kWh = 22,770kWh/年

以每度電為0.75元計算，則項目完成後可以減少電力成本：

22,770kWh/年 × 0.75元/度 = 17,077.5元/年

D. 增加清洗成本

項目改造後，採用低溫等離子處理工藝，運行費用主要為定期清洗維護費用，一年須清洗3次，預計每次定期清洗維護大約1,650元，即每年費用約4,950元。

每年總運行成本節省：

105,000元 + 25,000元 + 17,077.5元 - 4,950元 = 人民幣142,127.5元

由於本項目的投資費用為人民幣647,640.8元，投資回收期為：

647,640.8元 ÷ 142,127.5元/年 = 4.6年

環境成效

按處理前後的檢測報告，假定全年工況不變、每天工作8小時、每年運作330日計算，則系統每年可去除VOC量約為：

330天/年 × 8小時/天 × (5.94 - 1.00 + 1.42 - 0.21) kg/小時 = 16.2噸/年

若比較以往活性炭處理系統(取其效率80%)，預計每年可進一步減少VOC排放為：

330天/年 × 8小時/天 × [(5.94+1.42) × 20% - (1.00+0.21)] kg/小時 = 0.692噸/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。