

# 清潔生產伙伴計劃

執行機構：

## HKPC<sup>®</sup>

Hong Kong Productivity Council  
香港生產力促進局

**工 廠 行 業：**藥物製造業  
**應 用 技 術：**乾式螺桿泵替代水環泵回收有機溶媒的減排示範項目  
**資 料 來 源：**清潔生產伙伴計劃示範項目（11D0202）  
**參 考 編 號：**CP-D086  
**項 目 年 份：**二零一一  
**環境技術服務供應商：**深圳市環境工程科學技術中心有限公司  
(13544252530@163.com)

## 概覽

本文介紹藥廠採用螺桿泵替代水環泵，並以冷凝回收有機溶媒的減排項目。藥廠以往採用水環式真空泵抽濾有機溶媒，既產生大量有機廢水，又使有機廢氣難以回收，存在經濟損失及環境問題。

在本個案中，深圳信立泰藥業股份有限公司製藥一廠（以下簡稱信立泰）主要從事頭孢呋辛鈉、頭孢西丁鈉等化學合成原料藥的研究和生產，獲清潔生產伙伴計劃資助下，採用乾式螺桿真空泵（由威海智德真空科技有限公司提供，由1台 DP430-4 及4台 DP140-4 乾式螺桿真空泵組成）代替舊有水環泵抽濾有機溶劑（丙酮），再以冷凝方式回收。系統投入服務後，每年回收丙酮約65.55噸、減少揮發性有機化合物（VOC）排放19.7噸，並節省自來水用量約3.5萬噸及減少2.7噸化學需氧量（COD）的排放，每年產生經濟效益約人民幣66.56萬元。設備的投資費用為人民幣35.4萬元，回本期約為6個月。結果顯示，信立泰安裝乾式螺桿泵替代水環泵以回收有機溶媒具有一定的經濟和環保效益的。

## 技術問題

製劑生產過程中需使用大量有機溶媒。傳統以水環真空泵抽送有機溶媒。水環真空泵中裝有適量的水作為工作液，隨著葉輪的旋轉，泵腔容積不斷變化，實現吸氣、壓縮和排氣。由於運行時，工作液（水）與揮發的有機溶媒直接接觸，故排放的廢水中含有大量有機溶媒，令廢水處理負荷增大。

水環真空泵排出廢水及在廢水處理時，會揮發有機溶媒到大氣環境中，產生廢氣及臭味，而揮發的有機溶媒含有大量雜質及水份，難以回收再用。結果，使用水環真空泵抽濾有機溶媒，排出的揮發有機溶媒得不到有效回收，因而產生大量VOC及含有有機溶媒的廢水，存在經濟損失及環境問題。

## 示範項目簡介

信立泰於二零一一年六月二十二日完成乾式螺桿真空泵的安裝，並於七月十五日完成設備的調試和驗收工作。設備運行正常，符合預期的效益。



有機溶媒回收系統



乾式螺桿真空泵

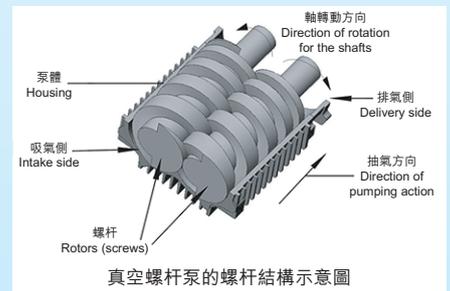


水環泵

## 解決方案

本示範項目中，信立泰採用乾式螺桿真空泵替代水環泵冷凝，成功回用溶媒及實現污水減排。

乾式螺桿真空泵利用齒輪高速轉動，左右螺桿同步反向旋轉相互嚙合但不接觸，利用泵殼和嚙合的螺桿將螺旋槽分隔成多個傳遞層級。氣體在螺旋槽層級間傳輸運動，但無壓縮，只有螺桿最末端的螺旋結構對氣體有壓縮作用。螺桿式真空泵採取乾式運行方式，接觸氣體部分是乾式狀態，沒有含溶媒的污水產生，從而減少用水量。



在乾式螺桿泵抽濾有機溶媒時，夾帶產生的有機廢氣，通過增設的冷凝器以水冷方式進行冷凝，回收有機溶媒循環再用，因此可以減少VOC的排放。

# 清潔生產伙伴計劃

## 成效

為了核證螺桿真空泵的成效，信立泰於七月十六日至十七日，對單台 DP-430 螺桿泵運行（累計 10 個小時）期間的有機溶媒（丙酮）回收量進行了記錄，結果如下：

序號	抽濾起始時間	抽濾結束時間	累計抽濾時間（分鐘）	丙酮回收量（升）
1	第一天01:00	第一天04:40	60	50
2	第一天05:30	第一天07:25	50	50
3	第一天13:30	第一天14:40	70	100
4	第一天17:45	第二天00:55	150	150
5	第二天01:30	第二天02:30	60	70
6	第二天05:05	第二天07:50	165	200
7	第二天13:30	第二天14:30	45	50
合計			600	670

註：1. 此台螺桿真空泵為 DP-430，抽氣速率為 432m<sup>3</sup>/h。

2. 抽濾起始時間至結束時間是整批物料抽濾的運行工作時間，累計工作時間是螺桿泵實際運行的時間，由於在抽濾過程中溶媒收集罐中真空度過高時，則會暫時停泵運轉，因此出現累計工作時間與實際運行時間不符的情況。

按信立泰生產情況，5 台螺桿泵日平均抽濾執行時間約 2 小時。

(A) 105 車間一台 DP430-4 每天回收丙酮量：

按上表，2 個小時可回收 134 升，其中丙酮含量約 86%-90%，取中間值 88% 計算，折合純丙酮回收量為 134 x 88% = 117.92L。按丙酮的密度 0.791 計算，折合純丙酮為 117.92 升 x 0.791 = 約 93.3 公斤。

(B) 101 車間四台 DP140-4 每天回收丙酮量計算：

DP140-4 抽氣速率為 145m<sup>3</sup>/h，而 DP430 抽氣速率為 432m<sup>3</sup>/h，按抽氣速率比例粗略推算，4 台 DP140-4 共回收丙酮為 93.28kg x (145 x 4m<sup>3</sup>/h ÷ 432m<sup>3</sup>/h) = 約 125.2 公斤。

兩個車間每天回收純丙酮共 218.5 公斤，按每月 25 天工作，每年共可回用丙酮量：

218.5 公斤 / 天 × 25 天 / 月 × 12 月 / 年  
= 約 65.55 噸

節約用水：

原有 5 台水環真空泵，平均一台水環泵需用水 2 噸 / 小時，按每天每台使用 12 小時計算，一天需用水 120 噸。

採用螺桿真空泵後，只需消耗少量的螺桿泵間接冷卻水，DP430-4 每日冷卻水消耗 0.84m<sup>3</sup>，4 台 DP140-4 每日消耗冷卻水 1.2m<sup>3</sup>，五台螺桿泵一天用水約 2.04m<sup>3</sup>，每天可節約用水 118 噸，每年可節約用水：

118 噸 / 天 × 25 天 / 月 × 12 月 / 年 = 35,400 噸

## 財務分析

按丙酮單價人民幣 8.43 元 / 公斤計，每年回收丙酮產生的經濟效益為：

65,550 x 8.43 = 人民幣 552,587 元

水費按人民幣 3.2 元 / 噸計，每年節約用水產生的經濟效益為：

35,400 x 3.2 = 人民幣 113,280 元

綜合以上，每年共節省人民幣 665,867 元，按設備投資費用為人民幣 354,000 元計算，回本期為：354,000 ÷ 665,867 = 約 0.5 年（約 6 個月）。

## 環境成效

採用 5 台水環真空泵後，可每年減少排放：

1. VOC 減排量：65.55 噸 x 30 %（按排入大氣的丙酮佔 30% 計算）= 19.7 噸
2. 廢水減排量為 35,400 噸
3. 按廢水的 COD 值大約介乎於 75-135mg/L，按較保守的 COD 值 75mg/L，項目每年減少 COD 的排放量約為：  
75 克 / 噸 x 35,400 噸 ÷ 1,000 ÷ 1000 = 2.7 噸

## 查詢

### 香港生產力促進局清潔生產伙伴計劃秘書處

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。