



工廠行業：	化學製品業
應用技術：	採用滲透膜濃縮、樹脂吸附及蒸汽脫附系統處理製藥工序廢氣以減少揮發性有機化合物的排放
資料來源：	清潔生產伙伴計劃示範項目(23D1074)
項目年份：	二零二三年
環境技術服務供應商：	深圳市覆源環境技術有限公司 (fuyuan121@foxmail.com)

概覽

本文介紹製藥廠採用滲透膜濃縮、樹脂吸附及蒸汽脫附系統處理製藥工序廢氣以減少揮發性有機化合物的排放的示範項目。

在本個案，珠海聯邦製藥股份有限公司(以下簡稱聯邦製藥)，主要從事生產生物發酵集醫藥中間體、原料藥、藥物製劑、藥包材等產品。獲清潔生產伙伴計劃資助下，聯邦製藥採用滲透膜濃縮、樹脂吸附及蒸汽脫附系統(由蘇州藍貝環保有限公司提供)，處理製藥工序廢氣以減少揮發性有機化合物的排放。項目投入服務後，每年可減少197噸VOCs排放，節約運作成本約80.5萬元，投資回本期約為3.5年。

結果顯示，聯邦製藥採用滲透膜濃縮、樹脂吸附及蒸汽脫附系統是具有環境效益的。

技術問題

六車間現有處理工藝為冷凝回收+鹼液噴淋的組合工藝。現有系統風量分別為12720m³/h 和7550m³/h，共1套冷凝回收器配兩套鹼洗噴淋設備，冷凝回收和噴淋工藝存在拮抗作用，冷凝回收需要污染物濃度盡量高，而噴淋對於高濃度的廢氣淨化效果較弱。末端排放時，濃度也不能過



採樣口位置



高。因此現有抽氣系統抽風量遠大於生產末端，淨化前端的廢氣產生量。本質上，需要加大抽風量以稀釋廢氣，從而使得最後的噴淋達到效果。因此現有系統的冷凝回收效率低。同時，由於有機物總產生量大，要降低排放濃度，噴淋系統廢水量巨大。該廢水可生化性差，進入污水系統后，對生化系統的衝擊劇烈。因此，為提升系統的原輔料回收效率，降低有機廢氣排放量，降低系統污水產生量，企業希望採用盡量優秀的工藝對現有系統進行替換。實現環境效益和經濟效益的雙贏。



滲透膜濃縮、樹脂吸附及蒸汽脫附系統

解決方案

本示範項目中，聯邦製藥採用1套1,500m³/h滲透膜濃縮、樹脂吸附及蒸汽脫附系統處理製藥工序廢氣，以減少揮發性有機化合物的排放。

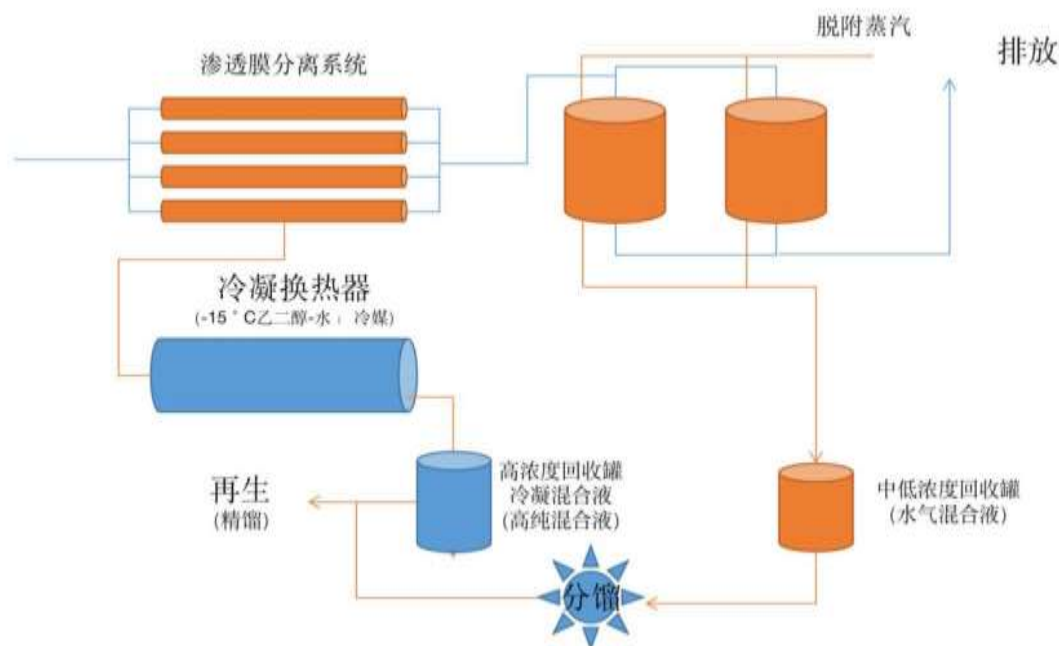
工藝流程描述：

前段採用膜分離技術，可以實現高濃度有機廢氣的進一步濃縮，實現高純度的物料收集效果。經滲透膜分離后，膜系統分為富集口和貧氣口兩股氣體。富集氣口排出的是超高濃度揮發性有機物（幾乎不含空氣和惰性氣體），而揮發性有機物中的空氣或惰性氣體從貧氣口排出（也叫透餘氣，含有少量有機物）。富集氣口排出的超高濃度揮發性有機物在真空泵的輸送下進入換熱器（採用-15°C低溫冷媒）進行液化回收，回收至回收罐里，且通過液位計和溶劑泵連鎖實現自動打料，回收下來的溶劑為高純度溶劑且幾乎不含水份，可方便廠家進行迴圈套用，省掉精餾或者在再處理等不必要的環節，非常有利於替卡西林鈉及氨苄西林鈉生產工段時的溶劑回收套用。

後段採用樹脂吸附及脫附技術，高效的吸附劑均具有較大的比表面積及發達的孔隙結構，吸附劑形狀、機械強度、比表面積、孔容、孔結構、孔徑大小及骨架結構等的差別會產生不同的吸附、脫附能力及淨化效率。吸附劑對揮發性有機物吸附的主要原理為毛細凝結和范德華力（活性炭含有少量化學吸附），是氣態向液態轉變的過程。吸附時，有機分子的自由能降低，因此，吸附是放熱過程，不過每種吸附材料的放熱係數有較大差異，活性炭和活性炭纖維的吸附放熱量大於樹脂和分子篩。



脫附是吸附的逆過程。是使已被吸附的有機分子從吸附劑中析出，吸附劑得以再生的操作過程，即被吸附於吸附劑的有機物在一定條件下，逃逸吸附劑重新進入氣相的過程，也稱解吸。解析的方式有：蒸汽升溫、氮氣脫附、電加熱、減壓脫附、微波加熱等。



廢氣處理工藝流程

示範項目簡介

聯邦製藥已於 2023 年 08 月現場安裝，並於 2023 年 09 月完成驗收交接工作。經實際運作後，設備基本操作正常及符合預期要求。

成效

為了驗證滲透膜濃縮、樹脂吸附及蒸汽脫附系統的成效，聯邦製藥於 2024 年 01 月 11 日對廢氣污染物的排放進行了監測，結果如下：

4.1 废气检测结果							
环境条件: 晴							
排放口编号: JW-FQ-0816-6							
序号	检测项目	检测点位	排放浓度 (mg/m ³)	标干流量 (m ³ /h)	排放速率 (kg/h)	制药工业大气污染物排放标准 GB 37823-2019 表 2 大气污染物特别排放限值 (mg/m ³)	排气筒高度 (m)
1	非甲烷总烃	六车间处理设备进气口	4316.6	6343	27.38	—	—
		六车间废气排放口	1.54	6925	1.07 × 10 ⁻²	60	18

按每年運作 7200 小時計算，項目實施後，VOC 減排量達到 197 噸/年，去除率高達約 99.9%，
第一版: 11-2021



大大減低排放量。

財務分析

項目投入後，每年可減少運作成本80.5萬元。

由於本項目的總投資費用為281.3萬元，投資回報期為：

$281.3 \text{ 萬元} \div 80.5 \text{ 萬元/年} = 3.5 \text{ 年}$

環境成效

項目實施後，每年能夠減少有機廢氣排放量約為197噸，達到了減排和減少VOC造成的污染的目的。

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) 27885588

傳真：(852) 31874532

電郵：enquiry@cleanerproduction.hk

網址：www.cleanerproduction.hk

(本文檔可於清潔生產網站下載：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。