

工廠行業：	電子零件製造業
應用技術：	還原壓縮空氣乾燥系統的節能改造項目
資料來源：	清潔生產伙伴計劃示範項目(12D0272)
參考編號：	CP-D097
項目年份：	二零一二
環境技術服務供應商：	深圳市深港產學研環保工程技術股份有限公司(lily905@126.com)

## 概覽

本文介紹工廠將熱脫附式乾燥系統進行節能改造的示範項目。以往，工廠消耗大量的乾燥壓縮空氣對吸附式乾燥系統進行脫水還原，運行成本高。此外，當系統切換吸附與還原模式時，會造成供氣系統的氣壓波動及車間設備的不穩定，影響生產效率及產品品質。

在本個案中，深圳市龍崗區橫崗光台電子廠(以下簡稱光台)主要生產LED發光二極管產品。獲清潔生產伙伴計劃資助下，將還原壓縮空氣乾燥系統進行節能改造，以鼓風機和冷水熱交換器的外部加熱再生系統替代壓縮空氣加熱還原系統(簡稱熱再生節能系統；由深圳市昌鴻盛機電設備有限公司提供)。系統投入服務後，每年可節省電費約人民幣444,600元。項目的投資費用為人民幣345,600元，回本期約9個月。

結果顯示，光台使用熱再生節能系統以減低能耗是具有經濟及環境效益的。

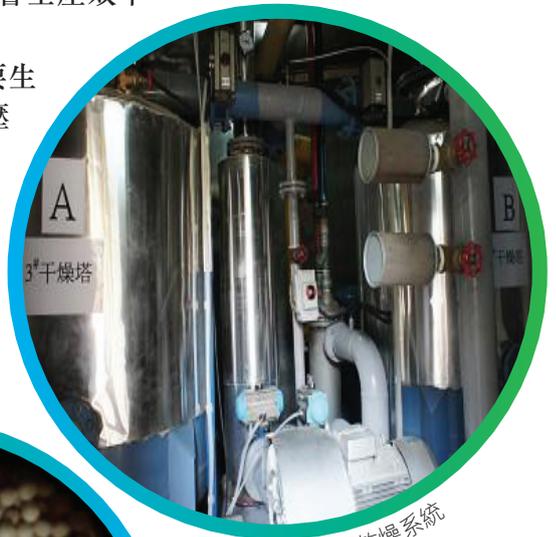
## 技術問題

工廠使用吸附式乾燥系統製造乾燥潔淨的壓縮空氣，作為自動化設備的機械動能。當吸附式乾燥系統

達到飽和時，必須進行還原，把吸附劑的水份抽走，系統才能繼續吸附工作。吸附式乾燥系統一般有兩個罐體，當其中一個進行吸附時，另一個則進行還原。以往，還原方法有無熱脫附及加熱脫附兩種：無熱脫附的還原，是採用常溫及乾燥的壓縮空氣從罐體上部向下吹掃把吸附劑的水份帶走，一般要消耗6-10%所製造的乾燥壓縮空氣量；加熱脫附的還原，則採用加熱到125°C的乾燥壓縮空氣從罐體上部向下部進行吹掃，一般要消耗4-6%所製造的乾燥壓縮空氣量。加熱脫附雖然消耗的乾燥壓縮空氣量較少，但增加了加熱所需的電耗及冷卻系統所需的乾燥壓縮空氣。以上兩種還原方式都會消耗大量的乾燥壓縮空氣，運行成本高，並且縮短了乾燥系統的整體的供氣時間及穩定性。

## 解決方案

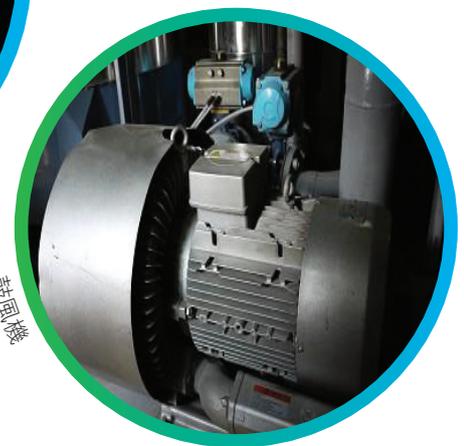
光台在本示範項目中改裝還原乾燥系統，並採用熱再生節能系統，成功達到節能及減排空氣污染物。光台現有的兩台加熱吸附式乾燥機，由壓縮空氣進行乾燥系統的還原方式，改裝為以鼓風機吹風及熱交換還原，改造設計圖如下：



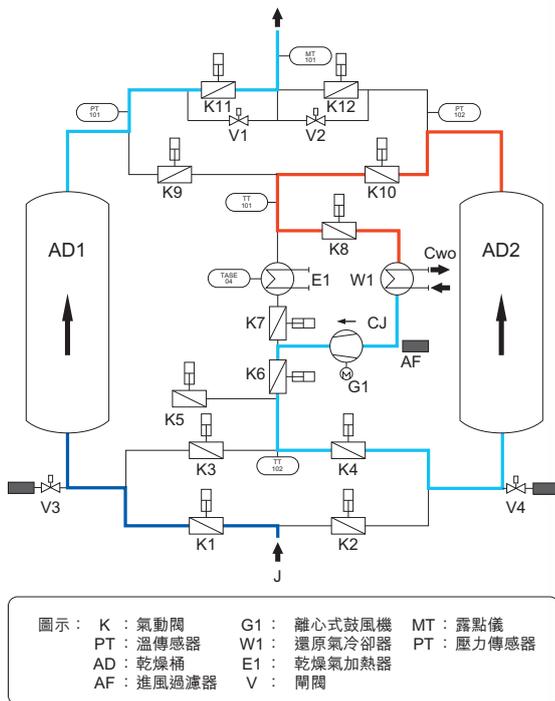
壓縮空氣乾燥系統



乾燥劑



鼓風機



**壓縮空氣的乾燥過程：**含濕空氣的壓縮空氣由蝶閥K1控制，從J進入到乾燥罐AD1內吸濕，使露點溫度降至-40 - -70°C範圍，然後從AD1的頂部通過單向閥進入管道輸送到使用點。

**乾燥罐的脫水過程：**當AD1對壓縮空氣進行乾燥時，另一乾燥罐AD2則對吸附劑進行脫水再生還原。再生還原時，AD2的泄壓閥V4打開，將罐體AD2內的壓力降到正常大氣壓力。降壓後啟動鼓風機，引入大氣中的空氣並用電加熱到125°C，送入AD2對吸附劑進行脫水。濕空氣經過K4、K5閥後排入大氣中。

**乾燥罐的冷卻過程：**熱風還原階段結束後，吸附劑溫度仍然很高，須把溫度降低至80°C以內才可以投入乾燥工作。本項目用水冷殼管式熱交換器冷卻，代替以往直接以一次過乾燥壓縮空氣進行冷卻。在冷卻過程中，通過鼓風機和罐體之間建立一閉環回路，將經由熱交換器冷卻後的空氣送入AD2中，將吸附劑的熱能帶走，直到AD2中的溫度降低到運行所需的溫度為止。

以上乾燥罐的還原過程不需要浪費大量經乾燥的壓縮空氣，因此能節省壓縮空氣的耗氣量。而兩個乾燥罐獨立運行，交替自動切換進入下一個循環功能運行，不影響壓縮空氣的供應。

## 示範項目簡介

熱再生節能系統於2012年12月10日完成安裝，通過兩週的調試及運行測試，於12月25日完成驗收。系統投入使用後，符合預期的技術及規範要求，符合預期效益。

## 成效

為了瞭解熱再生節能系統的成效，光合監測了運行數據及計算能耗下降所產生的經濟效益如下：

項目	改裝前	改裝後	變化
投入空壓機組功率 (kW)	632 (2台110kW、5台75kW及1台37kW)	519 (2台110kW、3台75kW及2台37kW)	減少113
乾燥系統設備功率 (kW)	45 (20kW及25kW空氣加熱器各1台)	53.2 (40kW空氣加熱器、鼓風機11kW及冷卻水泵2.2kW)	增加8.2
機房平均每天總用電量 (kWh/天)	15,463 (11月17-30日均量)	13,563 (12月13-26日均量)	減少1,900

系統運行後，可以減少空壓機組的使用數量，按照工廠每年工作300天計算，每年可節電： $1900 \times 300 = 570,000 \text{ kWh}$

## 財務分析

按照電費平均0.78元/kW計算，光合使用熱再生節能系統後，每年節約電費：

$$570,000 \times 0.78 = \text{人民幣 } 444,600 \text{ 元}$$

熱再生節能系統改造成本為人民幣345,600元，回本期為：

$$345,600 \div 444,600 = 0.78 \text{ 年 (約9個月)}$$

## 環境成效

除了經濟效益外，節省電力的同時等於減少了排出的空氣污染物。每年減少耗電量570,000千瓦時，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/千瓦時)	0.8798*	0.0007**	0.0008**
排放減少量(噸/年)	501.5	0.399	0.456

\* 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》。

## 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

電郵：enquiry@cleanerproduction.hk

(此文件可於清潔生產伙伴計劃網站下載：www.cleanerproduction.hk)

傳真：(852) 3187 4532

網址：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。