

清潔生產伙伴計劃

執行機構：



工廠行業：傢具製造業

應用技術：利用空壓機廢熱為除油工藝加溫的節能示範項目

資料來源：清潔生產伙伴計劃示範項目（10D0167）

參考編號：CP-D111

項目年份：二零一一年

環境技術服務供應商：美國寶得隆國際實業有限公司（alan@bdeies.com）

概覽

本文介紹五金工廠利用車間空壓機熱能加熱除油缸除油水以取代天然氣加溫的節能示範項目。壓縮機在運行時，真正用於增加空氣勢能所消耗的電能，在總耗電量中只佔很少的一部分，大量的電能轉化為熱量，通過風冷或者水冷的方式排放到空氣中。

在本個案中東莞新興鋼具廠有限公司（以下簡稱新興）是一間鋼材傢具工廠，主要從事傢具生產和銷售。獲得清潔生產伙伴計劃資助後，新興為工廠安裝五台空壓機熱能熱水機組（簡稱廢熱回用系統，由東莞市爵士節能科技有限公司提供，型號為JYG-K7217-1X），回用空壓機的餘熱加熱除油缸的熱水，以達到節約能源的目的。廢熱回用系統投入服務後，年節省的費用為人民幣227,128元，項目投資總額為人民幣331,100元，回本期約為1.5年。

結果顯示，新興安裝廢熱回用系統是具有環境及經濟效益的。

技術問題

在空壓機將機械能轉換為內能的過程中，空氣受到強烈的高壓壓縮，溫度驟升，同時壓縮機的高速旋轉也會摩擦發熱，使溫度高達80°C至95°C。高溫油氣流通過空壓機的散熱系統快速冷卻，以滿足空壓機正常工作的溫度要求。這些熱量通過空壓機自身的散熱系統散發到空氣或冷卻水中，造成了能源的浪費；同時空壓機因高溫而引起機油碳化、橡膠油管老化、軸油封漏油等一系列故障，帶來高成本的維修費。

解決方案

本示範項目中新興以廢熱回用系統為除油工藝製造熱水取代天然氣加熱。新興共安裝5套壓縮機熱回用系統與5台空壓機對接（包括2台50hp、1台30hp和2台20hp），為3個除油缸不間斷提供60°C至70°C熱水，以加熱及保持除油水溫度約在50°C。

為保證管路的通暢、防堵塞、防腐蝕，廢熱回用系統採用二次換熱技術，在空壓機端使用熱交換機組產生約60°C熱水，儲存在熱水儲存槽內，為除油缸提供熱水。利用耐酸城的換熱模組製成盤管狀放置於儲存槽內，當熱水進入盤管內部，透過盤管將熱量傳遞給儲存槽水，避免了直接交換造成的水污染，進而避免了堵塞和腐蝕管路及水泵的問題。壓縮機熱回用系統具備自動清洗技術，可以定期清洗對換熱單元，避免降低熱交換效率，延長機組的使用壽命。

示範項目簡介

本示範項目已於2011年10月完成安裝、調試及功能測試，並於2012年1月完成驗收工作。經實際運作後，設備基本操作一切正常及符合預期要求。



壓縮機廢熱回用系統（右）



熱水儲存槽



除油缸

成效

為瞭解使用廢熱回用系統的成效，新興在2012年9月記錄了空壓機熱回收數據，結果如下：

日期	儲存槽補充水水溫 (°C)	儲存槽出水水溫 (°C)	提升溫度 (°C)	工作時間 (小時)	水泵啟停累積 時間(小時)	產水量(m ³) (流量 × 水泵啟動時間)
20/9	25	55	30	12	4.2	32.76
21/9	23	55	32	12	4.1	31.98
24/9	25	55	30	12	4.2	32.76
25/9	24	55	31	12	4.3	33.54
26/9	25	55	30	12	4.1	31.98
27/9	25	55	30	12	4.3	33.54
28/9	25	55	30	12	4.4	34.32
合計				84	29.6	230.88

新興記錄的7天運行數據顯示，廢熱回用系統可以讓儲水箱持續提供55°C熱水，平均把自來水溫度提升至30.4°C，平均每天的產水量為32.98m³。

財務分析

按理論，1立方水溫升1°C需要熱量：
 $mc(t_2-t_1) = 1,000\text{kg} \times 4,200\text{J} \times 1^\circ\text{C}$
 $= 4.2 \times 10^6\text{J} = 1,004\text{大卡}$

則1噸水溫升30.4°C所需要的熱量為：
 $30.4 \times 1,004\text{大卡} = 3,0521.6\text{大卡}$

工廠每天平均熱水用量為32.98m³，故平均每天由此消耗的熱量為：
 $32.98 \times 3,0521.6 = 1,006,602.4\text{大卡}$

按1m³天然氣所含熱量即熱值為8,500大卡；若鍋爐熱效率為90%，那麼將32.98m³的水升高30.4°C所需要的天然氣量為：
 $1,006,602.4 \div (8500 \times 90\%) = 131.6\text{m}^3$

按每月運行26日計算，每年可減少使用天然氣：
 $131.6\text{m}^3 \times 26\text{日} \times 12\text{個月} = 41,059\text{m}^3/\text{年}$

目前天然氣費用為5.6元/m³，年節省的燃料費用為：
 $41,059\text{m}^3 \times 5.6\text{元}/\text{m}^3 = \text{人民幣} 229,932\text{元}/\text{年}$

系統共有循環泵3台(0.3kW/台)，系統使用弱電12W，每天運行時間12個小時，年消耗的功率：
 $P = (0.3\text{kW}/\text{台} \times 3\text{台} \times 12\text{小時} + 0.012\text{kW}/\text{台} \times 3\text{台} \times 12\text{小時}) \times 26\text{日} \times 12\text{個月} = 3,504\text{kWh}/\text{年}$

按工廠電費單價為0.8元/kWh，故年運行成本為：
 $3,504\text{kWh} \times 0.8\text{元}/\text{kWh} = \text{人民幣} 2,804\text{元}/\text{年}$

綜合以上兩者，項目年節省41,059m³天然氣的使用，扣除系統運行成本，每年淨節省：
 $229,932\text{元} - 2,804\text{元} = \text{人民幣} 227,128\text{元}/\text{年}$

項目總投資為人民幣331,100元，回本期約為：
 $331,100\text{元} \div 227,128\text{元} = \text{約} 1.5\text{年}$

環境成效

使用空壓機熱能熱水機組後，每年可以減少41,059m³的天然氣燃燒，但增加3,504度電的使用，空氣污染物的減排量估算如下：

能源	污染物	二氧化碳	二氧化硫	氮氧化物
減耗柴油	排放因數	2.184噸CO ₂ /萬m ³ 燃氣 ^{〔註1〕}	0.02S ^{〔註2〕} 公斤/萬m ³ ^{〔註3〕} (硫含量S = 0.0013%)	18.71公斤/萬立方米 ^{〔註3〕}
	排放減少量	8.97噸	0.4克	76.8公斤
增加耗電	排放因數(公斤/千瓦時)	0.8798 ^{〔註4〕}	0.0007 ^{〔註5〕}	0.0008 ^{〔註5〕}
	排放增加量	3.08噸	2.45公斤	2.8公斤
空氣污染物減排量：		5.89噸	增加2.466公斤	74公斤

註：1. 世界資源研究所《能源消耗引起的溫室氣體排放計算工具指南》。

2. 《工業污染源排污系數手冊——工業鍋爐》，S為柴油含硫量，以0.005%計算。

3. 《工業污染源排污系數手冊——工業鍋爐》。

4. 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》。

5. 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 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。

版本：第一版(更新日期：31-12-2014)