

清潔生產伙伴計劃

執行機構：

HKPC

工業應用技術：皮革製品業
材料來源：誘導蒸發冷氣及熱回收製生活熱水的節能技術
參考編號：清潔生產伙伴計劃示範項目(08D0044)
項目年份：CP-D047
二零零八
環境技術服務供應商：快意空調設備有限公司 (info@coolpoint.com.hk)

概覽

本文介紹應用於工廠空調及熱水供應的節能示範項目。一般企業空調能耗高，而且新風量不足，使室內空氣質素惡化。在製冷的過程中，壓縮機產生大量的冷凝熱浪費。同時，企業的生活熱水經由鍋爐(燃燒柴油或天然氣)供應，耗能較多。如果能將兩者合理綜合利用，則可以起到降低能耗的作用。

在本個案中，廣州市寶詠皮具有限公司(以下簡稱寶詠)從事真皮手袋及銀包生產，獲清潔生產伙伴計劃資助下，裝置了誘導蒸發冷氣/熱回收系統(快意空調，型號：CX200D 10台及RH38E 2台)。系統投入服務後，估計每年可節省166,407元人民幣，項目回本期約2.1年。

結果顯示，寶詠安裝誘導蒸發冷氣/熱回收系統是具有環境及經濟效益的。

技術問題

為提升工作環境質素，工廠於廠房安裝空調設備，以降低車間的氣溫及調節室內濕度。但寶詠廠房空間寬廣及員工多，傳統空調不僅能耗高，而且因空氣內迴圈過程中新風量不足，易使室內空氣質素變差。

此外，生活熱水是企業的一項明顯的能耗，一般工廠採用鍋爐以燃燒柴油或天然氣等方式提供。但是，這種加熱方法能效較低，燃燒柴油或天然氣會排放空氣污染物，造成環境污染。

解決方案

寶詠在本示範項目中安裝誘導蒸發冷氣/熱回收系統，系統由誘導蒸發冷氣室內機、室外熱回收機、淨化空氣系統、自潔系統及精密電子控制系統等組成，兼具傳統空調及蒸發冷卻的優點，達到節能減排的效果。

誘導蒸發冷氣機採用兩級熱濕交換系統提供冷氣。第一級採用直接蒸發式換熱器，把水均勻地噴淋在多層波紋纖維疊合物構成的熱濕交換器上，進行熱濕交換；第二級製冷由直接膨脹翅片蒸發器組成，蒸發溫度為10-15℃，將已預冷的空氣進一步降溫，深化製冷。通過這兩級熱、濕蒸發系統，空氣與冷凝水、冷煤蒸發等混合冷熱交換，保證了換熱的最大溫差，有效減少能量損失。

熱回收系統主要由熱回收器(兼冷凝器)、冷煤製冷循環系統、熱水溫度調節系統及精密電子控制系統等組成。由蒸發冷氣機產生的廢熱會進入熱回收器被冷煤吸收。而自來水進入熱回收器後，通過獨特的多通道微管換熱器，快速地吸收高溫氣態冷煤中的大部分冷凝熱，製成55℃左右的熱水供員工宿舍使用，節省熱水加熱成本。

示範項目簡介

寶詠於二零零八年十二月二十三日完成了八套誘導蒸發冷氣機及兩套誘導蒸發冷氣+熱回收機的現場安裝，經過一個月的運行，完成了系統測試及驗收。測試結果達到了機組的設計參數，而且整體機組運行正常。



誘導蒸發冷氣+熱回收室外機和儲水罐



誘導蒸發冷氣機室外機



誘導蒸發冷氣機正面圖

清潔生產伙伴計劃

成效

為瞭解誘導蒸發冷氣及熱回收設備的運行情況及節能效果，實詠測試了2台誘導蒸發冷氣機(二樓及三樓各一台)，1台誘導蒸發冷氣+熱回收機(四樓)的製冷及製熱效能。在測試過程中，機組的環境溫度設定為26°C，相對濕度80%。測試數據顯示，各項目都均與設計參數相若。誘導蒸發冷氣機(二至四樓)製冷效能測試結果：

項目	設計參數	誘導蒸發冷氣機(二樓)	誘導蒸發冷氣機(三樓)	誘導蒸發冷氣+熱回收機(四樓)
實際運行功率 (kW)	6.2	6.02	6.01	6.03
實際風量 (m ³ /h)	12,000	11,377.9	11,939.3	11,493.1
製冷量 (kW)	32.0	32.38	31.79	33.1
製冷系數	-	5.38	5.29	5.49

除了三台誘導蒸發冷氣機外，實詠還測試了一台CX200D + RH38E 機組在單獨製熱水模式(即只製熱水不供冷氣)運行下的表現。根據現場記錄顯示，機組出水量為639.7 L/h，進水溫度為26.5至27°C，出水溫度為53.5至54°C，功率4.57kW，製熱量20.07kW及製熱系數4.39。測試結果達到設計要求，其中實際出水量更比預期450 L/h較多。

按工廠職工人數280人，每人用熱水量40L/天計算，每天需熱水量11,200L/天。以熱天進水27°C，春秋進水22°C，冬天進水17°C，出水按55°C計算，各時期所需熱量如下：

熱天157天： $(55^{\circ}\text{C}-27^{\circ}\text{C}) \times 11,200\text{L} \times (1\text{kcal/L}^{\circ}\text{C}) \div 860\text{kcal/kWh} = 364.65\text{kWh/天}$ (1kWh=860kcal)

春秋78天： $(55^{\circ}\text{C}-22^{\circ}\text{C}) \times 11,200\text{L} \times (1\text{kcal/L}^{\circ}\text{C}) \div 860\text{kcal/kWh} = 429.77\text{kWh/天}$

冬天130天： $(55^{\circ}\text{C}-17^{\circ}\text{C}) \times 11,200\text{L} \times (1\text{kcal/L}^{\circ}\text{C}) \div 860\text{kcal/kWh} = 494.88\text{kWh/天}$

每年共需製熱量 155,107 kWh

若以誘導蒸發冷氣+熱回收機在熱天給車間送冷風的同時，還可以製造生活熱水，這部分熱水是不需要額外再耗能的(因為熱回收的功率已經計算入製冷中)，故熱天所需製熱量不需另外計算。假設春秋有2/3的製熱量及冬天所有熱量由CX200D+RH38E機組單獨製熱：

春秋所需製熱量 $429.77 \times 78 \times (2/3) = 22,348.04\text{ kWh}$

冬天所需製熱量 $494.88 \times 130 = 64,334.4\text{ kWh}$

每年共需製熱量 86,682.44 kWh

若比較了風冷式中央空調/電製熱機與誘導蒸發冷氣機/熱回收系統的電耗情況。結果如下：

製熱部分應分二部分：製冷+製熱水時和單製熱水。

項目	風冷式中央空調 機能/電製熱機	誘導蒸發冷氣機/ 熱回收系統
製冷能效比	2.9	5.39
平均製冷量 (kW/台)	32.42	32.42
每年耗電量 (kWh/台)/(每年 操作2,744小時,利用率=0.7)	21,473	11,553
每年製冷電費(共10台) (每度電人民幣0.7元)	150,312	80,873
每年製熱量 (kWh)	155,107	86,682
每年耗電量 (kWh)	158,272*	19,745**
每年製熱電費 (每度電人民幣0.7元)	110,790	13,822
每年總電費 (人民幣)	261,102	94,695

註：* 假設以往以電加熱，能源效率取0.98；** 製熱系數4.39

由以上比較的結果，實詠安裝了誘導蒸發冷氣/熱回收系統後，每年總電費節省超過了60%。

財務分析

以比較風冷式中央空調機為例，本項目的直接經濟效益分為兩個部分：

以每一度電約人民幣0.7元計算

製冷部分：

每年省電量：

相對風冷式中央空調機能 = $21,473 - 11,553 = 9,920\text{kWh}$

十台誘導蒸發冷氣省電能量 = $9,920\text{kWh} \times 10 = 99,200\text{kWh}$

每年省電費用：

相對風冷式中央空調機能 = $150,312 - 80,873 = \text{人民幣}69,439\text{元/年}$

製熱部分：

每年省電量：

相對風冷式中央空調機能 = $158,272 - 19,745 = 138,527\text{kWh}$

每年省電費用：

相對風冷式中央空調機能 = $110,790 - 13,822 = \text{人民幣}96,968\text{元/年}$

每年總節省電量：

= $99,200 + 138,527 = 237,727\text{kWh}$

每年總省電費用：

= $69,439 + 96,968 = 166,407\text{元人民幣/年}$

本項目投資約人民幣343,200元，相對風冷式中央空調機的回本期為

= $343,200 \div 166,407$

= 2.1年

環境成效

本項目採用誘導蒸發冷氣/熱回收系統後，每年總節電為237,727kWh，節省用電可減少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 (千克/千瓦時)	0.8798*	0.0007**	0.0008**
排放減少量 (噸/年)	209.2	0.166	0.190

* 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

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。