

清潔生產伙伴計劃

執行機構：

HKPC

工廠行業：印刷及出版業
應用技術：以臭氧系統控制中央空調水塔結垢問題的節能技術
資料來源：清潔生產伙伴計劃示範項目(09D0095)
參考編號：CP-D029
項目年份：二零零九
環境技術服務供應商：東莞市清潔生產科技中心 (dgcpmail@126.com)

概覽

本文介紹應用於工廠中央空調水塔的臭氧殺菌除垢技術的示範項目。中央空調耗電量大，而細菌藻類在水管積垢，會使空調用電效能下降，若沒有定時清理，會減低空調效率。

在本個案中，東莞永洪印刷有限公司(以下簡稱永洪)是一間主要從事印刷製品生產的企業，獲清潔生產伙伴計劃資助下，為33台中央空調水塔安裝了臭氧系統(東莞市華清環保工程有限公司製品)，以控制細菌及藻類在冷卻水塔內積垢的問題，達到提升空調能效的目的。系統投入服務後，估計每年可節省190,368元人民幣，回本期約2年。

結果顯示，永洪使用臭氧系統控制中央空調水塔的結垢問題是具有環境及經濟效益的。

技術問題

中央空調應用甚廣。冷媒於空調系統中不斷運行，通過壓力變化達致氣、液兩態的相互轉化，從而進行吸熱製冷的效果。而冷媒吸收的熱量會通過熱交換系統，由另一種介質或一般用水帶走。最後，水介質會在冷卻水塔內把熱傳送到空氣把熱量散失。

由於冷卻水塔內，水與空氣不斷接觸運行進行熱交換，長久而言，自來水當中的細菌及藻類會在水塔及水管內累積，形成污垢。污垢會降低水與空氣的熱交換效率，使水介質的熱量未能有效排走，而使空調的製冷下降，增加電耗。同時，為了確保空調的製冷，企業需要經常清洗系統，使操作成本上升。

解決方案

本示範項目中，永洪以臭氧系統控制中央空調水塔的結垢問題，改善原先系統中積垢嚴重及電耗大的問題，因而達到節能減排的效益。

臭氧除垢防垢滅藻殺菌系統包括了臭氧發生器、過濾單元及水質軟化機。

(1) 臭氧發生器為水中添加臭氧，以破壞細菌及藻類的細胞膜，防止細菌及藻類於水管中積垢，並分解水管積垢上的有機物。

(2) 去除的物質會被過濾系統過濾，以保持水的潔淨，維持冷卻水塔內較高的熱交換率。

(3) 水質軟化機可以有效將自來水中的鎂及鈣離子去除，降低自來水的硬度，使其不能產生無機沉澱物，進一步降低冷卻水塔及管道的積垢情況。經上述臭氧系統處，水管的積垢問題可以有效被控制，提升熱交換率，降低空調能源成本；此外，亦減少人工清垢的頻率。

示範項目簡介

永洪於2009年8月7日~22日完成現場安裝，再經一星期完成設備測試及系統調試，然後正式投入使用，總體上設備運作正常。



系統的臭氧發生器



積垢嚴重的水管



使用臭氧系統後改善了積垢厚度

成效

為了證實臭氧系統的節能及除垢成效，永洪於2009年11月27日對兩台冷卻水塔，一台沒有安裝臭氧系統(A水塔)，另一台安裝了臭氧系統(B水塔)，各進行了十五日的實地測試。污垢的熱阻值是使用由南京工業大學科技開發中心研製的專用設備即換熱器線上監測儀(WGRZ—3型)來進行測量。因為積垢會阻礙冷卻水塔的熱傳遞，減低需降溫的水介質在進出兩口的溫差，積垢度愈厚，熱傳遞的效能便愈低，所消耗的能源便會愈大。測試結果如下表示：

測試因子	A 水塔 (2009年11月27日 - 12月19日)	B 水塔 (2009年12月14日 - 29日)
平均污垢因數 (平方米·℃/W)	2.583×10^{-4}	1.212×10^{-4}
污垢因子* (平方米·℃/W)	0.000176	0.000088
能耗增加率因子* (%)	10.6	5.3
因積垢的能耗增加率 (%)	$(2.583 \times 10^{-4} \times 10.6\% / 0.000176) = 15.56$	$(1.212 \times 10^{-4} \times 5.3\% / 0.000088) = 7.3$

*積垢因子及能源增加率因子會隨積垢厚度而改變

結果顯示，安裝了臭氧系統後可以減少因積垢而造成的能耗，比沒有安裝的減少了 $= 15.56 - 7.3 = 8.26\%$

此外，亦記錄了冷卻水塔在測試過程的第一日及最後一日的進出口水溫溫差，以比較安裝臭氧系統後冷卻水塔的熱交換成效，結果如下表表示：

測試	A 水塔	B 水塔
第一日出口水溫溫差 (°C)	10.5	10.9
第十五日出口水溫溫差 (°C)	7.6	9.9
十五日內溫差的改變 (°C)	-2.9	-1

結果顯示，安裝了臭氧系統的冷卻水塔，其進出口的水溫溫差明顯比較穩定，在十五日內的進出口水溫溫差沒有大的變動，亦表示經安裝臭氧系統後，冷卻水塔的熱傳效率維持在較高水平。

永洪同時亦量度了在場的臭氧含量，以確保臭氧濃度不會對員工造成影響。結果在場實測的空氣臭氧濃度為0.012毫克/平方米，遠較「室內空氣質量標準(GB/T 18883-2002)」的標準0.16毫克/平方米為低。

財務分析

中央空調的總功率為937.5千瓦，假定每日使用16小時，工作240日：

- 每年的電耗 = $937.5 \text{ 千瓦} \times 16 \text{ 小時/日} \times 240 \text{ 日} = 3,600,000 \text{ 千瓦時/年}$
- 使用臭氧系統，每年可節電8.26%，每年節省用電 = $3,600,000 \text{ 千瓦時/年} \times 8.26\% = 297,360 \text{ 千瓦時/年}$
- 市場上每度電費需0.8元人民幣，每年可節省電費 = $297,360 \text{ 千瓦時/年} \times 0.8 \text{ 元人民幣/千瓦時} = 237,888 \text{ 元人民幣/年}$
- 臭氧系統每年耗電59,400千瓦時，每年系統操作使用的電費 = $59,400 \text{ 千瓦時/年} \times 0.8 \text{ 元人民幣/千瓦時} = 47,520 \text{ 元人民幣/年}$
- 每年的經濟效益 = $237,888 - 47,520 = 190,368 \text{ 元人民幣/年}$
- 示範項目總投資377,000元人民幣，回本期 = $377,000 \div 190,368 = 1.98 \text{ 年 (約2年)}$

由於安裝臭氧系統後，可以減省耗水、人工費用、清洗費用等，實際上的回本期會更短。

環境成效

本項目案實施後共減少相應電量237,960千瓦時。所以，除了經濟效益外，由節省用電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)	209.4	0.167	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。