



工廠行業：	印刷和出版業
應用技術：	採用非嵌入式電磁波水垢清除技術以減少結垢及提高蒸汽鍋爐熱交換效率的節能示範項目
資料來源：	清潔生產伙伴計劃示範項目(15D0437)
項目年份：	二零一五年
環境技術服務供應商：	盈臻創能有限公司 (derek@versatech.com.hk)

概覽

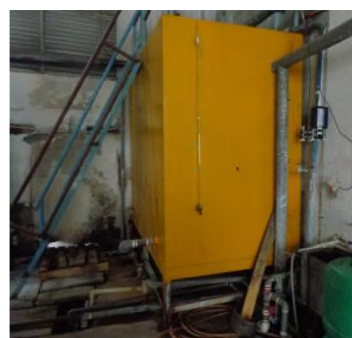
本文介紹印刷廠安裝非嵌入式電磁波水垢清除技術以減少結垢及提高蒸汽鍋爐熱交換效率的節能示範項目。印刷過程中須使用鍋爐來供應蒸汽為生產供熱。由於現時鍋爐較為老舊，用水的含鈣鎂量偏高，鍋爐內壁結垢嚴重，導致能源效益較低。

在本個案中，中星中大印刷(深圳)有限公司(以下簡稱中星)主要從事印刷業務。獲清潔生產伙伴計劃資助下，中星採用非嵌入式電磁波水垢清除技術(以下簡稱電磁波技術，由盈臻創能有限公司提供)，以清除鍋爐的水垢，從而提升鍋爐熱傳導效率和能源效益。項目投入服務後，每年減少8噸含鹽酸廢水排放；每年天然氣用量減少約2.5萬立方米，投資回本期約為1.8年。

結果顯示，中星採用非嵌入式電磁波水垢清除技術是具有環境及經濟效益的。

技術問題

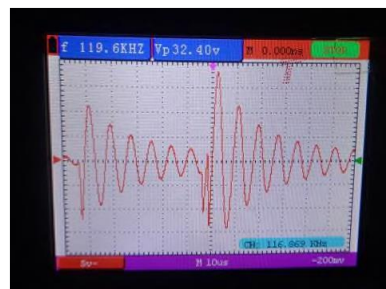
在印刷生產過程中，坑機部坑紙上漿糊後烘乾及上光部加熱耗用蒸汽。中星現時利用2台天然氣蒸汽鍋爐提供蒸汽，每天輪流使用供應。但兩台鍋爐均已使用超過15年，設備較為老舊。而所用的水含有較高的鈣和鎂，即使已使用軟水器，但鍋爐內壁結垢仍然嚴重，導致能源效益較低，與一般鍋爐比較導熱效率也較低。



鍋爐中央集水缸



電磁波技術裝置安裝



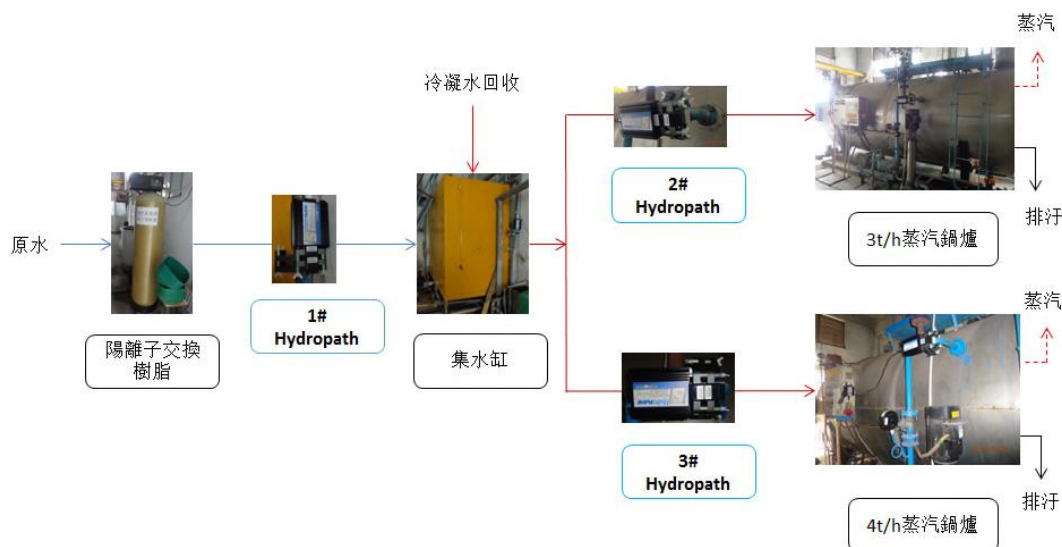
工作信號波形及電壓



解決方案

本示範項目中，中星安裝三台電磁波技術裝置。透過電磁波將存附於鍋爐內壁舊的硬水垢逐漸剝離，並通過鍋爐排污排出，快速提升鍋爐生產蒸汽的效能，降低工廠運行成本。與此同時，令水中礦物產生絮凝作用，降低鍋爐內礦物結垢狀況，防止鍋爐內生成新的硬水垢，使鍋爐長期維持高效率運行。

電磁波技術每秒產生120,000次高頻振盪(120-140kHz)電荷。電荷可穿過不同物料的管道系統(金屬/PVC/水泥)，並以水中的離子作為導電體穿越整個水系統；水中的離子越多(硬度)，電流穿過越容易。同時，利用壓差效應，令電流試圖從設備的一側流動到另一側，從而令電荷傳送到整個水系統。電磁波技術有兩大主要功能：絮凝作用及消除舊水垢。水垢(碳酸鈣)的形成在於水中的鈣鎂離子，於溫度改變或壓力影響下產生。絮凝作用下，水中產生大量交流電荷(AC)，水中離子被持續充電而產生極大吸力，將離子及雜質吸附於一起。持續不斷的高頻振盪電荷令水垢由原來堅硬具隔熱特性的霏石質(Aragonite)硬水垢，改變為鬆散容易流散的方解石質(Calcite)軟水垢，令隔熱性高的硬水垢無法形成，而軟水垢則容易被水流沖走。電磁波技術亦能減少舊水垢，當水中的鈣與碳酸氫離子合成碳酸鈣時，同時亦釋放出之二氧化碳及水，形成的輕酸則把舊水垢逐步溶解而不損壞設施。



三套電磁波技術裝置安裝位置示意圖

示範項目簡介

中星已於2016年3月完成系統的現場安裝，然後進行設備調試及試運行，並於三個月後完成驗收工作。經實際運作後，設備基本操作正常及符合預期要求。

成效

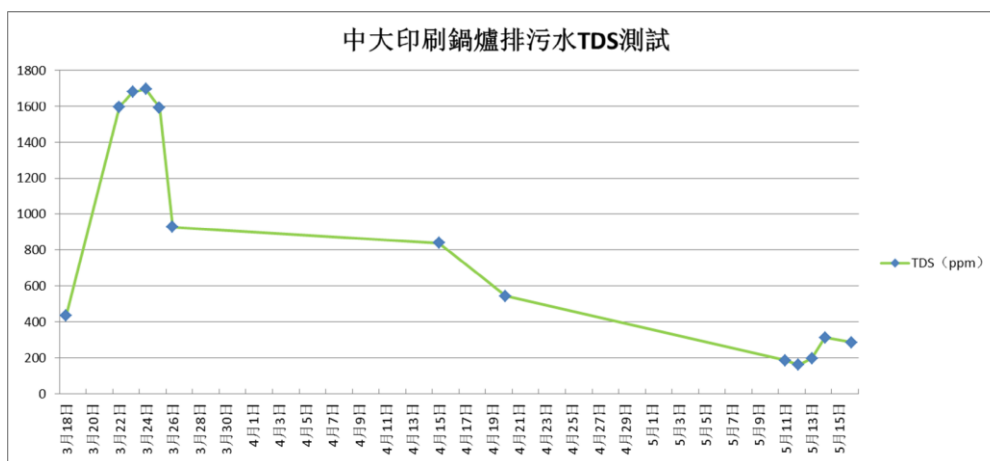
(A) 除垢和鍋爐節能成效:

為驗證系統成效，中星選取2016年3月18日至5月16日對鍋爐排污水進行留樣及分析，以評估電磁波技術



除垢成效。鍋爐排污水TDS(溶解性固體總量)測試結果如下：

日期	3月18日	3月22日	3月23日	3月24日	3月25日	3月26日	4月15日	4月20日	5月11日	5月12日	5月13日	5月14日	5月16日
TDS (ppm)	435	1,596	1,679	1,694	1,592	927	839	543	186	161	197	312	285



排污水樣TDS 測試結果顯示，系統啟用後，水中TDS 顯著升高，可見鍋爐內水垢及鐵銹脫落及溶解，並排出鍋爐。排污高峰持續約一周，待鍋爐內水垢及其他雜質逐漸排出後，排污水樣變清，TDS 逐漸降低。

安裝電磁波技術後，相對2015年同一時段，工廠生產對蒸汽需求量大幅降低；最高日蒸汽產量由30.5噸降到23.4噸，最低日蒸汽產量從10.9噸降到5噸。總蒸汽產生量降低27.9%，平均蒸汽日產量降低24.9%，節能率為4.86%–13.92%。由此可見，在電磁波技術作用下，鍋爐內水垢排出，鍋爐效率將得到提升，鍋爐蒸汽噸耗用量因而下降。

財務分析

(A) 除垢費用:

根據測試結果，安裝電磁波技術後，排污水目測渾濁度及色度顯著增加，水質溶解性鹽分（TDS）為安裝前約4倍，顯示鍋爐原有舊垢迅速脫落排出。同時可節省原有每年鍋爐除垢維護費用支出13,000元人民幣，而且因減少除垢用藥，延長鍋爐壽命。

(B) 燃氣節省:



電磁波技術運行92天後，節能率為4.86%-13.92%（根據不同鍋爐負載率區間的計算結果）。安裝後，生產蒸汽需求量顯著減少，鍋爐負載率下降雖然降低鍋爐運行效率，影響節能率，但節能效果仍然顯著。

平均節能率值為7.53%，以現時年燃氣用量329,412 立方米，每立方米4.57元計算，每年節省燃氣：
 $329,412 \text{ 立方米} \times 7.53\% = 24,805 \text{ 立方米}$

可節省燃氣支出：

$24,805 \text{ 立方米} \times 4.57 \text{ 元每立方米} = 113,358 \text{ 元人民幣}$

(C) 投資回報期：

由於本項目的投資費用為233,200元，投資回報期為：

$233,200 \text{ 元} \div (113,358 + 13,000) \text{ 元/年} = 1.8 \text{ 年}$

環境成效

系統安裝前，每年用鹽酸為鍋爐進行水垢清洗工作一次，每次耗用8噸水及支出13,000元。應用電磁波技術後，減少了8噸含鹽酸廢水排放。另外，每年節省燃氣24,805立方米，即減少53.63噸二氧化碳排放量（參考《省級溫室氣體清單編制指南》（國家發改辦氣候[2011]1041 號），天然氣二氧化碳排放系數為 $2.1622\text{kg-CO}_2/\text{m}^3$ 計算）

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。