

清潔生產伙伴計劃

工廠行業：	紙張和紙品製造業
應用技術：	沼氣入爐摻燒系統
資料來源：	清潔生產伙伴計劃示範項目(10D0147)
參考編號：	CP-D055
項目年份：	二零一零
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

本文介紹將沼氣注入煤爐摻燒的節能減排示範項目。以往，造紙污水厭氧處理工藝所產生的沼氣(主要成份是甲烷及二氧化碳)，一般通過儲氣槽收集後，經由地面燃氣火炬燃燒後排放到大氣。由於沼氣含有大量能量及屬於溫室氣體，此舉不但浪費了大量燃料，亦排放溫室氣體。

在本個案中，廣東理文造紙有限公司(以下簡稱理文)從事紙的製造，獲得清潔生產伙伴計劃資助下，將燃煤鍋爐改造，包括增設沼氣燃燒頭及摻燒控制系統等，將沼氣摻入鍋爐作為輔助燃料。設備投入運作後，估計每年節約標煤量約9,929噸及減少相關空氣污染物排放，節省燃料成本為人民幣約550萬元。項目的投資費用為人民幣124萬元，回本期約2個月。結果顯示，沼氣入爐摻燒系統是具有環保及經濟效益的。

技術問題

傳統鍋爐只使用單一燃料，理文的鍋爐使用原煤作為燃料，年耗量大，為工廠主要的生產成本之一。另一方面，工廠的污水處理使用厭氧工藝分解有機污染物，過程產生大量沼氣(約28,000 m³-30,000 m³/天)。沼氣內含有高濃度甲烷(含量約61%，熱值為22.28MJ/m³)，是一種高熱能燃料。若將沼氣回收利用，作為鍋爐的輔助燃料，可以節省原煤的使用量。以往，因為缺乏回收沼氣的相關技術及設備，一般將沼氣以火炬排空燃燒，這樣做既污染了環境，又浪費了大量燃料能源，亦產生多餘的溫室氣體排放。此外，沼氣回收也必須考慮安全問題。

解決方案

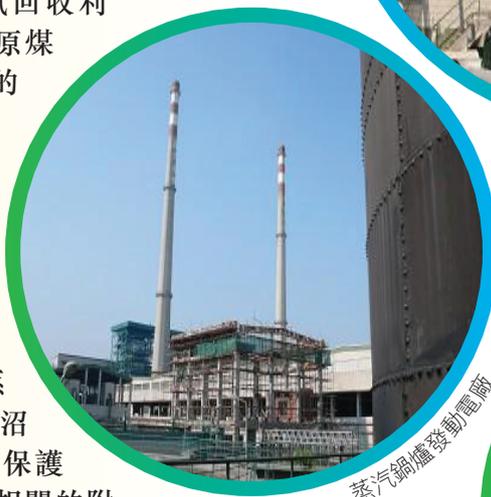
本示範項目中，理文安裝了沼氣入爐摻燃燒系統，系統包括五大部分：沼氣增壓系統、燃燒器管路保護系統、燃燒器部分、控制系統、以及相關的附件，回收沼氣作為鍋爐的輔助燃料。

污水處理站厭氧工藝產生的沼氣，通過羅茨增壓風機增壓後，由管路輸送到電站鍋爐。爐前管路上設有管路安全保護閥組，再通過安裝在爐牆上的沼氣燃燒器把沼氣噴入鍋爐內燃燒。整套系統採用PLC程式控制，並能在集控室顯示及操作，並與原電廠DCS系統聯鎖控制，確保燃燒安全及可靠。

此外，為了進一步保護整體燃氣系統，分別在鍋爐前牆和後牆增設聲光報警的燃氣外漏檢測設備(左右各一套)。報警信號同時接至集控室顯示，它可以有效地檢測由於閥門、管道等導致燃氣外漏所產生的危險。電廠同時配備六套可攜式沼氣檢測儀，以便於電站維護人員監測及維護系統的使用。



厭氧處理工藝及沼氣儲存槽



蒸汽鍋爐發動電廠



沼氣入爐摻燒燃燒器

清潔生產伙伴計劃

示範項目 簡介

沼氣入爐燃燒系統自二零一零年十二月開始規劃及安裝，至二零一一年五月完成設備的安裝及調試。系統運行後沼氣在爐中燃燒穩定，經環保單位的檢測，鍋爐排放達標。與以往日均用煤量的對比後，用煤量明顯減少，達到了預期成效。

成效

理文在設備安裝後，對沼氣入爐燃燒系統的成效進行評估，記錄系統的運作，與同期的能耗表現比較如下表：

月份	發電量 (萬度) (折標煤能量 tce *)	供蒸汽量 (噸) (折標煤能量 tce *)	用煤量 (噸)
4月 (改裝前)	7,976.56 (9,803)	208,625 (26,829)	74,933.27
每噸煤輸出能量為 $(9,803 + 26,829) / 74,933.27 = 0.4889\text{tce/t}$			
6月 (改裝後)	7,968.28 (9,793)	208,630 (26,829.8)	73,774.83
每噸煤輸出能量為 $(9,793 + 26,829) / 73,774.83 = 0.4964\text{tce/t}$			

註：*按 GB/T2589-2008《綜合能耗計算通則》

數據顯示，安裝沼氣入爐燃燒控制系統後，總結節能率為：

$$(0.4964 - 0.4889) \div 0.4889 \times 100\% = 1.534\%$$

而鍋爐的節煤率為：

$$(74,933.27 - 73,774.83) \div 74,933.27 \times 100\% = 1.546\%$$

財務分析

根據廣東理文實際記錄的資料，安裝了沼氣入爐燃燒系統後，年節省使用原煤約 13,901 噸 (折合約 9,929 噸標煤)。

按每噸標煤價約為人民幣 550 元計算，每年節省煤費用： $9,929 \times 550 =$ 人民幣 5,460,950 元。整個項目總投資費用為 1,240,000 元

回本期約為： $1,240,000 \div 5,460,950 = 0.23$ 年 (約 3 個月)

環境成效

使用沼氣入爐燃燒系統後，理文每年可以減少使用 13,901 噸原煤，亦相應減少了燃燒煤時所排出的空氣污染物，每年減排量估算如下：

污染物	二氧化碳	二氧化硫	氮氧化物
排放因子 (噸/噸燃料)	2.009*	0.0080**	0.0029**
排放減少量 (噸/年)	27,927	111.2	40.9

* 參考世界資源研究所的《能源消耗引起的溫室氣體排放計算工具指南》。

** 參考《第一次全國污染源普查工業污染源產排污系數手冊》的《4430 熱力生產和供應行業(包括工業鍋爐)》，並按原煤的含硫量約 0.5% 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) 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。