

清潔生產伙伴計劃

執行機構：



工廠行業：藥物製造業
應用技術：濃縮鍋“熱泵雙效”節能改造項目
資料來源：清潔生產伙伴計劃示範項目（12D0267）
參考編號：CP-D096
項目年份：二零一二
環境技術服務供應商：佛山市特種設備能效測試研究院（fsnengyuan@126.com）

概覽

本文介紹中成藥生產廠對單效真空濃縮鍋進行改造後，可以大幅度減少公司濃縮鍋的用汽量，同時又能夠減少鍋爐排放物，達到很好的節能、經濟和環境效益。

在本個案中，佛山德眾藥業有限公司高明分公司（以下簡稱德眾）是中成藥的生產企業，主要產品為中藥材、藥粉、藥酒等。獲清潔生產伙伴計劃資助下，德眾將真空濃縮鍋進行“熱泵雙效”改造（以下簡稱熱泵雙效系統，設備主要由佛山德眾製藥機械有限公司提供）。熱泵雙效系統投入使用後，每年可節省蒸汽及電費合共約人民幣 2,142,402 元。整個項目的投資費用約人民幣 541,200 元，回本期約為 3 個月。

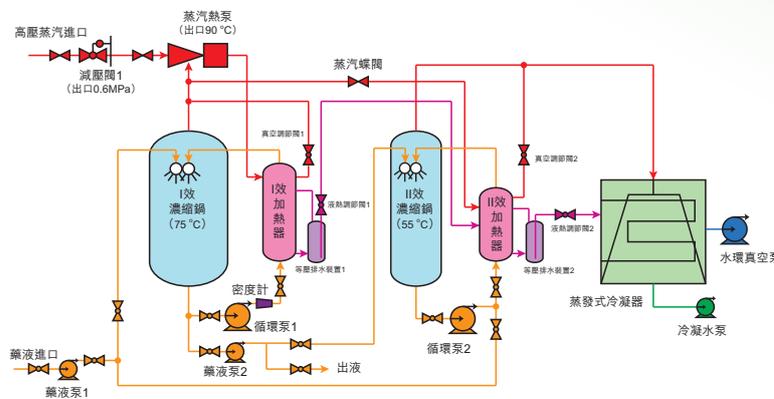
結果顯示，德眾採用熱泵雙效系統以減低能耗是具有經濟及環境效益的。

技術問題

中成藥製造過程中經常使用濃縮工藝，將藥材提取液濃縮。一般以單效真空濃縮鍋進行藥液濃縮，但由於蒸汽以一次使用方式，加熱濃縮鍋後隨即排走，因而消耗大量蒸汽，估計藥廠內濃縮鍋消耗的蒸汽量約佔鍋爐總產汽量的 50% 以上。由此，造成藥廠能耗高，鍋爐供氣長期處於滿負荷甚至超負荷的生產狀態下，因而排放更多污染物。德眾面對以上問題，急於尋找有效的技術方案，降低濃縮工藝的能源，特別是蒸汽的使用量，以減少對環境的傷害。

解決方案

本示範項目中，德眾在原單效真空濃縮鍋的基礎上進行改造，成功研發出“熱泵雙效”濃縮鍋，並應用到高明分公司。



濃縮熱泵雙效流程圖

德眾的“熱泵雙效濃縮器”是在常用的濃縮器基礎上增加蒸汽熱泵，從而達到進一步節能的目的是。一般熱泵雙效濃縮器都採用外加熱自然循環方式，但德眾的濃縮藥液黏性大，容易結垢，採用該加熱方式明顯不理想。因此採用強制循環方式，並加大管程流速。每蒸發 1 噸水，只需要消耗 375 千克生蒸汽，與普通雙效比較，節汽率可達 35%。由於 I 效的加熱器熱源是由生蒸汽與 I 效二次蒸汽而成的混合蒸汽，其



熱泵雙效系統



濃縮槽內噴洒設備

溫度較低，所以對於熱敏性物料的濃縮尤為合適。熱泵雙效系統的改造包括增加熱泵雙效濃縮器及噴霧傳質式冷凝器，安裝蒸汽熱泵與衛生型離心泵，重新設計“雙效”自動控制系統，並利用了二次蒸汽及高溫蒸汽冷凝水的熱量，增加蒸汽熱泵能，從而實現節能、降耗、減排的效果。

噴霧傳質式冷凝器是獲得國家發明專利的高效冷凝器設備，該設備集冷凝器和涼水塔於一體，代替真空濃縮系統的傳統真空設備，不需要冷卻塔、冷卻水池及大型循環水泵，不僅投資少、佔地小，節能效果還十分明顯。經在相同條件下與水力噴射抽真空設備比較，節電率可高達 60.88%。

示範項目簡介

德眾於 2012 年 4 月開始改造熱泵雙效系統，於 2012 年 7 月 15 日完成安裝、調試和驗收。熱泵雙效系統投入使用後，具有明顯的經濟及環保效益。

成效

為瞭解熱泵雙效系統的節能效果，德眾對新舊系統進行監測及對比，結果如下：

| 濃縮設備 | 真空系統 | | 蒸汽系統 | |
|--------|-----------|-------------|-------------|--------------------|
| | 真空度 (MPa) | 電單耗 (kWh/噸) | 生產速度 (kg/h) | 蒸汽單耗 (kg 蒸汽/kg 藥液) |
| 單效系統 | -0.062 | 16.47 | 2109.7 | 1.097 |
| 熱泵雙效系統 | -0.086 | 3.39 | 3996.7 | 0.366 |
| 對比 | +38.71% | -79.42% | +89.44% | -66.64% |

結果顯示，蒸發藥液的速度提高： $(3996.7 - 2109.7) \div 2109.7 \times 100\% = 89.44\%$

藥液蒸發量用蒸汽單耗下降： $(1.097 - 0.366) \div 1.097 \times 100\% = 66.64\%$

真空系統用電單耗下降： $(16.47 - 3.39) \div 16.47 \times 100\% = 79.42\%$

財務分析

按德眾濃縮系統改造前近半年的蒸汽使用 10,839 噸，用電量 205,160 kWh 來計算。

項目改造後的蒸汽年使用量為：

$10,839 \times (1 - 66.64\%) \times 2 = 7,231.8$ 噸

項目改造後的蒸汽年節約量為：

$(10,839 \times 2) - 7,231.8 = 14,446.2$ 噸

按照每噸蒸汽 128 元的平均價格計算，則一年可節省蒸汽費用：

$14,446.2 \times 128 =$ 人民幣 1,849,114 元。

項目改造後的年用電量為：

$205,160 \times (1 - 79.42\%) \times 2 = 84,444$ kWh

項目改造後的年電節約量為：

$(205,160 \times 2) - 84,444 = 325,876$ kWh

按照 0.9 元 / kWh 的平均價格計算，則一年可節省電費：

$325,876 \times 0.9 =$ 人民幣 293,288 元

每年共節約成本： $1,849,114 + 293,288 =$ 人民幣 2,142,402 元

按照本設備的投資費用為人民幣 541,200 元，回本期為：

$541,200 \div 2,142,402 =$ 約 3 個月

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)

環境成效

減少蒸汽及電耗相應減少了所排出的空氣污染量，每年減排量估算如下：

按照 2009 年蒸汽標煤單耗目標值為 100.01 千克 / 噸計算，年節約蒸汽量折標煤：

$14,446.2$ 噸 / 年 $\times 100.01$ 千克 / 噸 $\div 1,000 = 1,444.8$ 噸 (相等於 2,022.7 噸原煤)

連同每年減少電耗量 325,876 kWh，每年減排量估算如下：

| 污染物 | 二氧化碳 | 二氧化硫 | 一氧化氮 |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 電力排放因子 (千克 / 千瓦時) | 0.8798 ^[註 1] | 0.0007 ^[註 2] | 0.0008 ^[註 2] |
| 排放減少量 (噸 / 年) | 286.7 | 0.23 | 0.26 |
| 原煤排放因子 | 2.009 ^[註 3] | 16S ^[註 4] | 2.94 ^[註 4] |
| | (噸 / 噸燃料) | (千克 / 噸燃料) | (千克 / 噸燃料) |
| 排放減少量 (噸 / 年) | 4,063.6 | 11.56 | 4.25 |
| 總排放減少量 (噸 / 年) | 4,350.3 | 11.79 | 4.51 |

註：

1. 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》。
2. 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》。
3. 按世界資源研究所的中國能源消耗引起的溫室氣體排放計算工具和指南 (2011/09)。
4. 參考《第一次全國污染源普查工業污染源產排係數手冊》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。