

# 清潔生產與節能減碳 —以宏洲窯業股份有限公司為例

▶ 專案6部 林振芳

## 一、前言

為因應國際綠色環保潮流，響應政府節能減碳與永續發展政策，以協助產業進行改善體質及節能減碳等工作，本會從98年起配合新北市政府經濟發展局協助輔導境內所轄產業轉型成為全球化、知識化、綠色化之新時代工廠，並使工廠調整產業結構方向，朝向減廢、節能及產品高值化，以及降低溫室氣體排放量等清潔生產和轉型綠色產業目標邁進。

本會藉由協助經濟發展局推動轄內產業清潔生產，可幫助產業有效提高能資源的使用效率、降低對環境的衝擊，並符合環保法規、國際標準、規範，進而提升產業競爭力，是不失為解決產業發展所衍生環境問題的根本方法。而清潔生產(Cleaner Production, CP)依據聯合國環境規劃署(United Nations Environmental Program, UNEP)的定義係指「持續地應用整合且預防的環境策略於製程、產品及服務中，以增加生態效益和減少對於人類及環境的危害」。所以清潔生產對產業而言不僅具有污染防治的精神，也延長了對產品、環境的責任，並以追求「生態效益」及「永續發展」為目標。

本文即以位於鶯歌區主要生產建築用瓷磚、地磚之宏洲窯業股份有限公司為例，分享該廠與綠基會合作在節能、減廢、環保的清潔生產成果和溫度氣體減量績效。

## 二、輔導紀要

位於新北市鶯歌區的宏洲窯業股份有限公司，以生產陶、石質地壁磚為主，創業34年來以「關懷環境，永續經營」的經營理念，除持續推動防治製程污染，並致力於減廢及零污染的挑戰，98年3月起參加環保局低碳社區推廣計畫和99年經發局清潔生產計畫，透過本會輔導團隊進廠輔導設備能耗檢測與節能減碳規劃，進行電力系統改善、空氣壓縮機汰換、燒成爐燃燒機噴嘴改善、球磨機加裝變頻器、噴霧乾燥熱風發生爐移位、加強保溫與燃油燃燒機汰換為天然氣燃燒機等改善，每年共可節省電力752,997kWh、節省燃料248,855m<sup>3</sup>、相當減少二氧化碳排放1,793公噸 CO<sub>2</sub>e。該公司輔導前能耗設備及能源使用和溫室氣體排放概況與輔導改善建議及改善成果敘述如下：

### (一)輔導前能耗概述

#### 1.電力系統

為11.4kV高壓供電系統，經常契約容量為1,200kW，97年用電量約為804.7萬kWh/年，電費1,577萬元/年，平均電價1.96元/kWh，相當溫室氣體排放當量5,118.1噸 CO<sub>2</sub>e/年。主要耗能設備分為：

(1)製程--軋土設備、軋釉設備、噴乾設備和燒成窯等動力馬達耗電。

(2)公用--空壓機、冰水機和照明等設備能



耗。

## 2.熱能系統

熱能系統以燃料種類區分為

(1)燃料油--製程原料陶土噴霧乾燥系統，設有熱風乾燥爐2座，燃料使用低硫重油，年耗用量約1,085kL、費用約1,627.5萬元/年，相當溫室氣體排放當量3,245噸 CO<sub>2</sub>e/年。

(2)天然氣--製程設有2條磁磚燒成窯，年耗用天然氣量約3,073,490m<sup>3</sup>、費用約5,133.5萬元/年，相當溫室氣體排放當量6,451.6噸 CO<sub>2</sub>e/年。

### (二)輔導改善建議

宏洲窯業現場相關主管與本會輔導團隊經多次會議討論後，選擇出包括全廠用電負載、空壓機系統、噴霧乾燥熱風爐、燒成爐和球磨機等設備，較具改善急迫性和能達到清潔生產成效的項目，以精密儀器進行量測和資料分析，輔導改善建議分述如下：

#### 1.電力系統改善建議

(1)根據該公司提供用電資料顯示，全年未超約，這表示契約容量訂定偏高，經由電腦軟體試算最適契約容量為1,004kW，離峰契約196kW。

(2)由於生產作業型態改變，用電集中在離峰(約1,100kW)，尖峰及半尖峰時段用電需量降低(約550kW)，建議可利用廠內既有生產用電需量負載管理與台電訂定計畫性減少用電措施一及二。在目前非夏月10~12月份訂定計畫性減少用電措施一，每月減少用電需量4天，當月減少用電部分之契約容量以80%計收基本電費；夏月(5月中下旬~9月)，與台電訂定計畫性減少用電措施二，每月週一至週五每天10:00~12:00及13:00~17:00減少用電需量，若當月達到減少用電需量，依當月減少用電部分之契約容量減收比

例，全年度折扣減收基本電費，至多每月該部分契約容量可減收75%。

(3)為避免超約罰款和方便生產排程及控制合理使用電力，建議增設電力監控系統。

#### 2.空壓機系統改善建議

現場有4台50 hp及1台30 hp螺旋式空壓機，其中50hp空壓機管路連通，供應窯燒等現場氣動元件使用，30hp空壓機配合另一區球磨機生產備料製程，單獨供氣。50hp空壓機機齡約15年(1994年)、30hp空壓機機齡約4年(2005年)，其中4台50hp空壓機已外加變頻控制。目前開1條生產線，運轉兩台50hp空壓機，訪測當時50hp空壓機運轉頻率分別為46Hz及47Hz，估算負載率分別為76%及78%。

一般而言，空壓機馬力大的效率比馬力小的好，運轉年限愈短效率也越好，以目前而言，宏洲窯業空壓機運轉約15年，其效率已衰減與新機有所差異，雖然採用外加變頻減少空車耗電，但空壓機效率會變差是事實，因此依目前空壓機運轉情形來看，用氣量其實不大，若原先新機4 cfm/hp，目前可能已降至3cfm/hp，以此推估目前壓縮空氣需求量可能為231cfm。

(1)建議汰舊換新，新購1台50hp螺旋式空壓機當基載，配合既有50hp變頻空壓機，當能發揮空壓系統運轉效能，節省空壓機耗電，降低能源使用費用。

(2)訪視作業廠區時可聽見壓縮空氣洩漏聲，判斷應是壓縮空氣管路遍佈全廠，使用多年後，管路中的電磁閥、高壓軟管及快速接頭等配件，常發生破損洩漏而不知或忽略，壓縮空氣之洩漏雖不致造成污染或危害，但也是能源之浪費，建議盡速修復改善。

#### 3.熱風乾燥爐改善建議

目前製程原料陶土噴霧乾燥系統，設



有熱風乾燥爐2座，分別產製570~580 °C熱風供應製程原料陶土泥漿之乾燥(噴霧式)使用。現場勘察發覺目前使用中的熱風乾燥爐，或因使用已久(17年)爐體保溫略差，經現場人員協助量測，爐壁溫度達61~78°C。

(1)宏洲窯業使用台灣中油低硫重油，燃油價格近年來節節上升，此台熱風乾燥爐為主要生產設備之一，每年消耗燃油頗多，因此，建議及早洽商改善爐體保溫，除節省燃油耗損也兼顧工作環境之安全。

●熱風乾燥爐面積約 $50.3\text{ m}^2$ (長約 $7.0\text{ m} \times$ 直徑 $2.0\text{ m}$ 、銀白色)、整體平均溫度以 $68^\circ\text{C}$ 計，全年操作時間以 $6,200$ 小時計，現況熱損：

$50.3\text{ m}^2 \times 290\text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} = 14,587\text{ kcal/h}$   
 $14,587\text{ kcal/h} \times 6,200\text{ h/年} = 90,439,400\text{ kcal/年}$

(2)為響應新北市政府節能減碳政策，及避免全球溫室效應持續擴大，建立綠色製程、減少高碳能源之使用，故建議宏洲窯業將原本使用低硫重油之噴霧乾燥熱風爐燃燒機更換為天然氣燃燒機，以符合低碳且綠色環保之世界潮流。

(3)觀察設置於二樓之噴霧乾燥熱風發生爐因空間狹小維護保養不易，加上使用已久，和熱風管內襯耐火及保溫材損壞增加熱損失等，導致熱風產生效率變差，無法達到製磚原料乾燥需求，建議應加以改造強化並移置至一樓，以提高原料乾燥效率，增加處理能量，降低產製產品單位能源使用，達到節能減碳之目的。

#### 4.磁磚燒成爐燃燒機改善建議：

磁磚燒成爐燃燒機原直接以空氣混和天然氣後噴出燃燒加熱窯爐，輔導團隊觀察如此燃燒機噴燃效果易受負載變化

時空氣或瓦斯壓力影響，無法充分混和得到最佳燃燒效果，建議洽商改進此混和方式。

#### 5.輓土球磨機改善建議：

宏洲窯業全廠動力設備馬達大多已裝設變頻器，以負載量控制使用電力，實值他廠效法，輔導團隊觀察到有7台輓土球磨機尚未裝設變頻器，目前以固定轉數和轉速運轉，似無法達到最佳能耗控制點，建議改善以提高能源使用效率。

#### (三)清潔生產改善成效

宏洲窯業在 曾董事長及 陳總經理支持下從98年起逐一依據輔導團隊所建議項目改善，成果斐然，現將其節能減碳與清潔生產績效成果分享列舉如下：

##### 1.電力系統改善成效

###### (1)合理契約容量訂定：

預估調降契約至 $1,004\text{ kW}$ ，並訂定離峰契約 $196\text{ kW}$ ，全年可減少電費支出 $34.8$ 萬元。

###### (2)訂定計畫性暫停用電措施及電力監控系統

另外經加裝電力監控系統後，夏月(5月中下旬~9月)訂定計畫性減少用電措施二，非夏月(10月~12月)訂定計畫性減少用電措施一，減少契約容量 $502\text{ kW}$ ，全年可減少電費支出 $85.6$ 萬元。

##### 2.空壓機改善成效

###### (1)空壓機汰舊換新

空壓機經新購 $100\text{ hp}$ 變頻空壓機汰舊換新後，經輔導團隊實際檢測可減少用電約 $21.1\text{ kW}$ ，全年運轉時數以 $8,640$ 小時估算，預估可減少用電量約 $182,304\text{ kWh/年}$ 、節省 $37.4$ 萬元/年，及相當減少溫室氣體排放當量約 $111.6$ 公噸- $\text{CO}_2\text{e/年}$ 。

###### (2)修補空氣管線及其配件等洩漏

現場檢漏改善後，減少空壓機耗電 $10\%$ 約 $20,443\text{ kWh/年}$ 、節省 $4.2$ 萬元/



圖1 熱風乾燥爐經位移改善後外觀及天然氣燃燒機與爐壁溫度量測值

年，及相當減少溫室氣體排放當量約12.5公噸-CO<sub>2</sub>e/年。

### 3.熱風乾燥爐改善成效

#### (1)熱風乾燥爐壁保溫改善

熱風乾燥爐壁改善後爐體平均溫度降至40℃，其節能效益6,658 m<sup>3</sup>/年、節省燃料費用約10.8萬元/年，及相當減少溫室氣體排放當量約14公噸-CO<sub>2</sub>e/年。

#### (2)熱風乾燥爐更換潔淨燃料

經計算更換燃料後約可降低約27.7%二氧化碳排放，若加上燃油電加熱器、燃油輸送泵浦、燃油加壓泵浦和燃油運送車油耗等，整體可相當減少溫室氣體排放量約810公噸-CO<sub>2</sub>e/年和約53萬元/年的燃料價差。

#### (3)熱風乾燥爐改造位移

熱風乾燥爐改造位移包含爐內保溫磚、耐火泥重新施作和熱風管管內保溫層改善等，提升熱風產生效率4~8%，約可提高效率4%，相當節省天然氣37,255m<sup>3</sup>/年、節省燃料費用約60.4萬元/年，及相當減少溫室氣體排放當量約78.2公噸-CO<sub>2</sub>e/年。(如圖1所示)

### 4.磁磚燒成爐燃燒機改善成效

磁磚燒成爐燃燒機經於噴嘴端加裝螺旋片，藉空氣與天然氣進氣流動產生之推力帶動螺旋片旋轉，使兩者充分混和提高燃燒效率，節省天然氣量204,942

m<sup>3</sup>/年、節省燃料費用約33.2萬元/年，及相當減少溫室氣體排放當量約430.2公噸-CO<sub>2</sub>e/年。

### 5.轉土球磨機改善成效

7台轉土球磨機經裝設變頻器後，依負載設定不同轉數和轉速，充分發揮研磨效率，縮短球磨時間，與減少用電量約550,250kWh/年、節省112.8萬元/年，及相當減少溫室氣體排放當量約336.8公噸-CO<sub>2</sub>e/年。

## 三、結 論

經濟部能源局能源查核大都著重在能源大用戶或電子產業，相對於如宏洲窯業等傳統型的中小企業輔導較少，還好經發局積極對轄內中小型企業以專案輔導方式和補助新購換置節能設備等計畫措施，並藉由本會輔導團隊提供節能減碳診斷輔導與推動各項節約能源應用方法，期達成促進能源、環境及經濟之永續發展。

以輔導團隊過往輔導經驗來看，原先預期如宏洲窯業股份有限公司般傳統磁磚業很難有很好之配合改善意願和節能減碳績效，但令輔導團隊訝異的是宏洲窯業全體員工高度支持曾董事長和 陳總經理改變的理念，齊心投入改造，以設備節能、製程提高能效及使用低碳燃料等多項改善工程，積極和世界溫室氣體減量及清潔生產潮流併行，實值得其他傳統行業和中小企業仿倣借鏡，也令輔導團隊佩服，特此文記述。 ∞