

傳統壓縮空氣雙塔式乾燥設備之節能技術發展趨勢

壓縮空氣係工廠四大動力源之一，耗電約占我國工業部門用電的 10%(93 年度工業部門各產業之壓縮空氣耗電情形如圖 1 所示)。壓縮空氣乾燥設備的用途是對壓縮空氣的乾燥和淨化處理。它廣泛應用於發電、化工、紡織人纖、電機電子、造紙、鋼鐵、水泥…等產業。目前國內外市場最常見的壓縮空氣乾燥設備是「無熱再生型壓縮空氣雙塔式乾燥設備」如圖 2 所示，主因是設備構造簡單維護容易及購置成本最低。此類設備耗電的原因是將目前低效率(25%)空壓機所生產的壓縮空氣，將其總壓縮空氣供應量的 15%至 50%來再生雙塔式乾燥設備的顆粒吸附劑，一是因其設備中顆粒吸附劑以填充式排列，系統阻抗高達 2000mmAq，造成空壓機需提高操作壓力而耗電；二是因吸附劑顆粒與壓縮空氣流動方向垂直，吸附劑顆粒易風化造成含塵量高，因此再生後之壓縮空氣含塵量高而無法使用，必需排至系統外，造成高耗電生產的壓縮空氣量耗損所致。

圖 1. 93 年度工業部門各產業之壓縮空氣耗電情形【1】

行業別	用電量 (93 年千度數)	壓縮空氣 用電佔比(%)	壓縮空氣用電(千度)
化工業	11,134,249	10.11	1,125,673
水泥業	3,694,794	3.0	129,318
紡織人纖業	8,633,314	16.6	1,433,130
造紙業	1,992,296	3.89	77,500
電機電子業	20,897,734	10.1	2,110,671
鋼鐵業	10,774,179	5.72	616,283
總計	57,126,564	9.6	5,492,575

【註】96 年能源查核與節能技術暨能管員推動節能交流研討會第三場論文集。

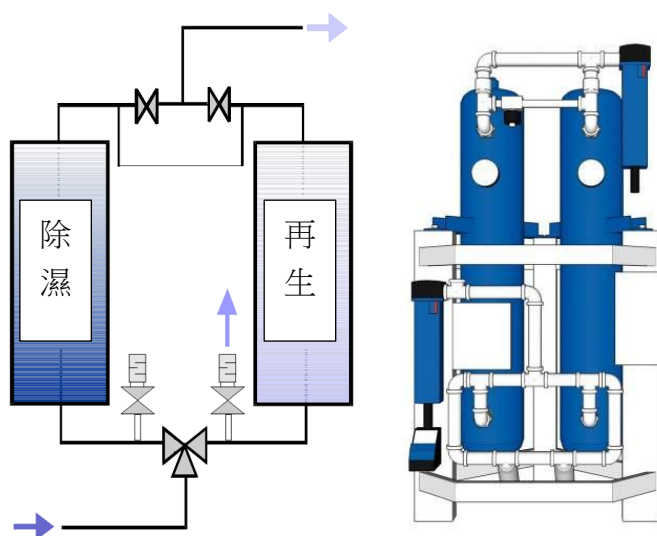


圖 2. 無熱再生型壓縮空氣乾燥設備【2】

為解決「無熱再生型壓縮空氣雙塔式乾燥設備」之耗能的問題，以滿足節能減碳的目標，國際大廠大都以降低再生用壓縮空氣量的比例，吸附劑再生能力不足的部份則以較高效率加熱的方法來補足，以獲得節能效果的改善。目前已在國內外市場推動的「加熱再生型壓縮空氣雙塔式乾燥設備」如圖 3 所示。與「無熱再生型壓縮空氣雙塔式乾燥設備」比較，它會較省能，但因會增設加熱設備及管閥件費用，目前大都應用在高科技產業，因其產品外銷至歐洲地區時需檢附「碳足跡」文件。

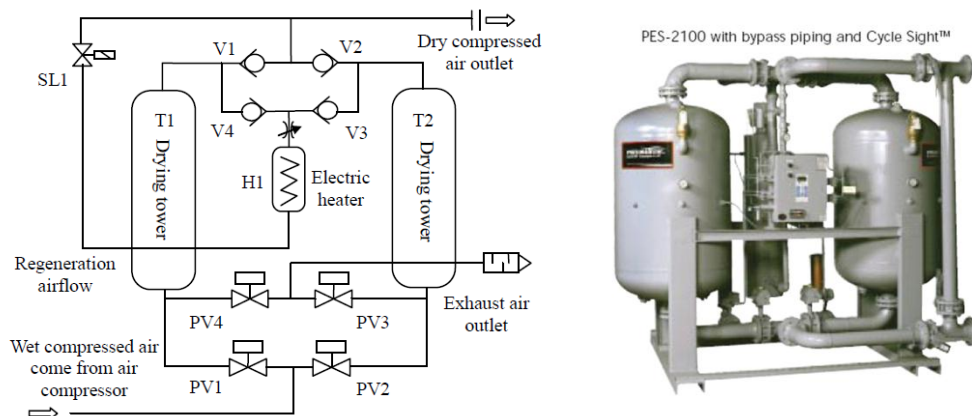


圖 2. 加熱再生型壓縮空氣雙塔式乾燥設備與其流程示意圖【3】

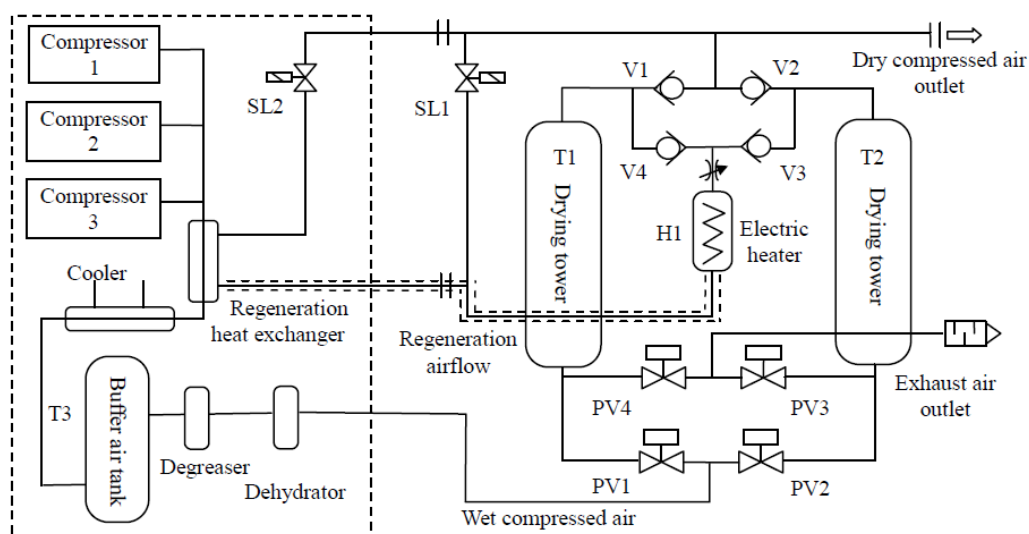


圖 3. 利用空壓機廢熱再生吸附劑，促使壓縮空氣乾燥設備節能的系統技術

最近幾年，各國為降低全球氣候暖化及石油價格飆漲的影響，紛紛加強廢熱回收利用技術的研發，壓縮空氣乾燥設備產業也不例外。因此，已有很多國際大廠及學術單位進行此類技術研發，主要的原則是利用空氣壓縮機出口處因空氣壓縮產生的熱量進行回收，在將之預熱乾燥設備內再生吸附劑的再生空氣，以降低電加熱器耗電【3】。表 1. 係加熱型與廢熱回收利用之壓縮空氣乾燥設備耗能比較，這些數據僅供參考，因為入口溫度、出口壓力露點…等條件都不一樣。但，可確定的是廢熱回收再利用，確實會較加熱型壓縮空氣乾燥設備節電。

表 1. 加熱型與廢熱回收利用之壓縮空氣乾燥設備耗能比較【2】

機型	外部鼓風機加熱 壓縮空氣冷卻	箱型內部加熱 壓縮空氣冷卻	外部鼓風機加熱 壓縮空氣冷卻	零損耗 壓縮熱回收式
入口量流	3,380 m ³ /h	6,780 m ³ /h	5,100 m ³ /h	6,000 m ³ /h
入口溫度	40℃	40℃	40℃	75~105 ℃
出口壓力露點	- 10℃	- 10℃ ~ -50 ℃	- 40℃ ~ -65 ℃	- 40℃ ~ -75 ℃
平均輸出風量	3,278 m ³ /h	5,763 m ³ /h	4,900 m ³ /h	6,000 m ³ /h
Purge air 損失	102 CMH	1012 CMH	200CMH	0
平均耗電量	130 kw/hr.	27 kw/hr.	65 Kw/hr.	31 Kw/hr.
單位產氣耗電	0.04142 Kw/M ³	0.01895 Kw/M ³	0.01735 Kw/M ³	0.00517 Kw/M ³

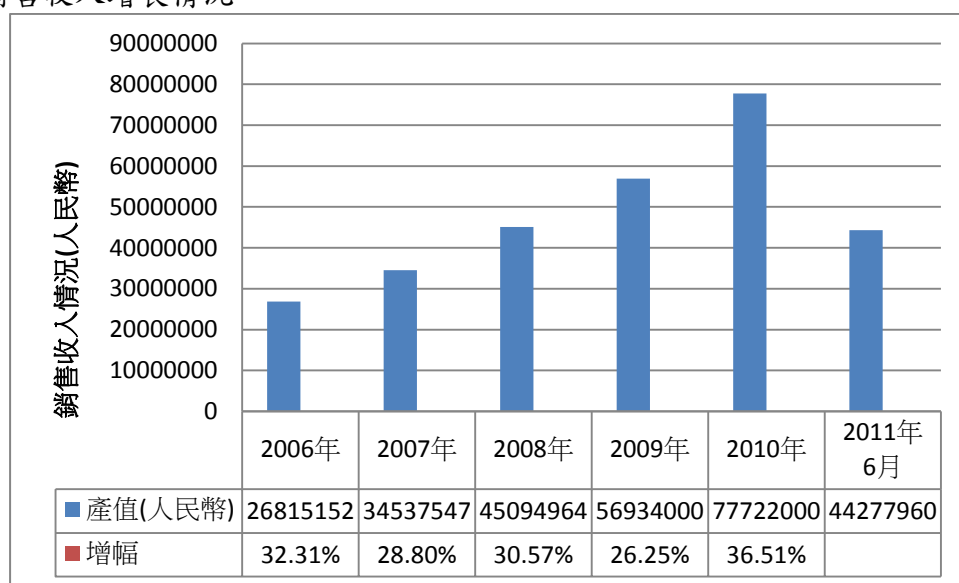
表 2、壓縮空氣應用類別及適用場所【4-5】

壓縮空氣應用 類別	適用場所	壓力 (kg/cm ²)	壓力露點 (℃)	含塵量 (mg/m ³)	含油量 (mg/m ³)
廠務設施用	氣動工具、一般廠務壓縮空氣	7~15	<-20	<15	<8
儀控用	實驗室、噴漆、粉體塗裝、氣動門	<6	-40~-70	<0.1	0.1~0.01
製程用	食品、製藥、電機電子、化工、水泥、紡織、造紙、鋼鐵…等產業	<8	-70	0.1	0.01
呼吸用	醫院呼吸系統、潛水器呼吸氣體、人工呼吸面罩	>5	-40~-70	0.1~1	0.1~0.01
車輛煞車	大型運輸車量、工程車	2~4	7	<10	<25
氣控裝置	閥門、噴流感應器、邏輯傳動元件、精密調節器、機械人	<10	-40~-70	0.1~1	0.1~0.01
氣體分離	製氮、製氧化工廠	5~220	<-110	<0.1	<0.01

壓縮空氣之用途非常廣泛，包括乾燥、氣動控制、運送、塗裝、曝氣攪拌、冷卻、充氣通風、燃燒反應、製程氣壓控制、廠務儀控等，尤其是精密的現代化工廠，均以高壓空氣做為工廠主要的動力來源，同時亦避免濕害、氧化及腐蝕現象發生所使用。表 2 係壓縮空氣於各種應用類別及適用場所之需求空氣品質，詳見表 2 所示。表 3 係大陸地區 2006-2011 年 6 月無熱再生吸附式壓縮空氣乾燥設備產業所屬行業銷售收入增長情況，2010 年無熱再生吸附式壓縮空氣乾燥設備產業的產值在大陸地區推估約 4 仟億台幣。若再將歐美日及印度、巴西、墨西哥、及東歐地區等納入估算範圍，全球總產值估計約有近兆台幣的市場。另外，以能源的角度觀察，由於壓縮空氣是工廠必備的動力源，約佔工廠總耗電的 10% 以上，若能加速新一代壓縮空氣零耗損乾燥設備技術的研發與推廣，不僅有助益國內與

全球之節能減碳的目標降低有具體貢獻，同時亦可使我國傳統產業開創新契機，競爭國際市場訂單以促使國內壓縮空氣設備產業升級，進而提供國人在節能產業的就業機會。

表 3. 大陸地區 2006-2011 年 6 月無熱再生吸附式壓縮空氣乾燥設備產業所屬行業銷售收入增長情況



參考文獻

1. 能源查核與節能技術暨能管員推動節能交流研討會論文集，96 年。
2. 黃茂興，如何打造高效與節能之吸附式乾燥機，100 年度高效率壓縮空氣乾燥設備節能技術研討會，100 年 10 月 5 日。
3. Zhang Mingzhu, Zhou Zhili, Li Hongtao, Zhang Yongbo, Energy Saving Technology of Thermal Regenerative Compressed Air Dryer by Regenerates Adsorbent with Residual Heat, 2009 Second International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, IEEE computer society, p.587-590, 2009.
4. ISO 8573-1.
5. Compressed Air Systems Market Assessment In the Public Service Electric and Gas Service Territory. Public Service Electric and Gas Company, AMSG 7537-001, May, 2001.
6. 2010 中國無熱再生吸附式壓縮空氣乾燥機產業規劃及發展預測報告。