



# 節能減碳 — 空壓系統的節能策略

Energy Saving and Low Carbon Emission—  
Strategies for Energy Saving on Compressed Air System

顏立永

復盛股份有限公司  
技術部  
經理

林豐詠

復盛股份有限公司  
技術部

---

---

## 關鍵詞

---

---

- 壓縮空氣系統 Compressed air system
- 節能 energy saving
- 空壓機 air compressor

---

---

## 摘要

---

---

由於近年來國際社會日漸注重節能減碳的環保議題，本文主要針對工廠中較高耗電量的壓縮空氣系統提供實務上可輕易達到的改善方式，其提高系統運轉效率的效果比起設計空壓機本身來的簡單且效益明顯，最後並舉一實例為參考並比較改善前後的差異。

For the interested topics in these years on energy saving and lower carbon emissions in the world, the methods for efficiently running compressed air systems

are proposed in the document. The methods proposed are easier than the design on air compressor and the benefits are evident. At last, a case was demonstrated and the improvement was also discussed.

---

---

## 引言

---

---

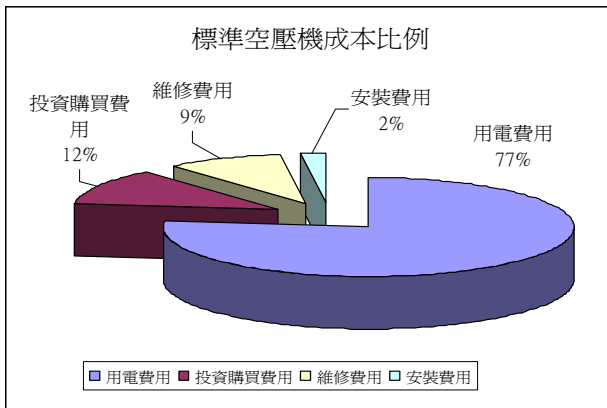
空壓機是產業界常用的通用設備，壓縮空氣在工業界的應用僅次於電力，壓縮空氣廣泛應於製造業、礦業、石化業、醫療業、電子業乃至農業、養殖業等各行各業，在工業界的使用量甚為可觀。壓縮空氣有其他能源無法取代的特性：

- 污染性低，壓縮空氣取之於大氣而回歸於大氣，不需要任何的回收處理，近年來強烈的環保意識下，即使發生洩漏也沒有污染環境的顧慮。在製程使用上，壓縮空氣可以與大部份的產品直接接觸而不會損害產品。
- 無自燃性、溫度低，不容易引起燒燙傷等重大傷

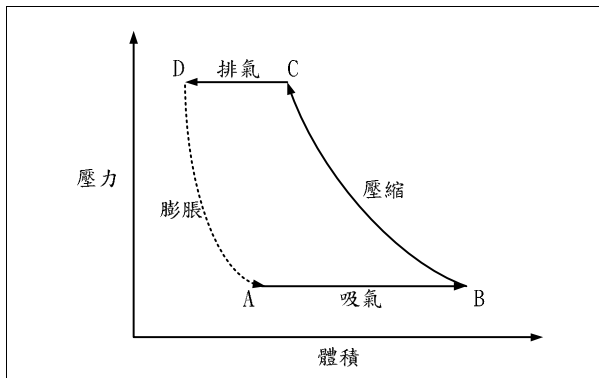


害，使用上不易造成工安意外，除了壓力容器部件需要依法規設計製造及定期檢查之外，沒有引起公害的疑慮。

鑑於近年來製造業升級帶動大型工廠高度自動化，壓縮空氣在各行各業的使用與日劇增，在產生壓縮空氣的過程中，會伴隨著大量的電力消耗，以  $7\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$  壓縮空氣系統為例，每生產  $1\text{m}^3$  的壓縮空氣大約需要消耗  $0.108\text{kWh}$  的電力(約 0.27 元)，而空壓機的生命週期內所耗用的費用而言，用電費用高達 77%，遠超過設備購買費用的 6 倍之多，對於目前動輒使用數千馬力乃至數萬馬力空壓機的工業界而言，如何節省此龐大的能源消耗費用，降低高耗能設備對環境所帶來巨大的溫室效應衝擊，確實是企業主值得深思的一個議題。



圖一 標準空壓機耗用成本比例



圖二 往復式壓縮機壓縮曲線

## 空壓機的耗功原理

以圖二的往復式空氣壓縮機壓縮曲線為例，過程 A-B 為壓縮機的吸氣過程 B-C 為壓縮空氣的多變過程 C-D 為排氣過程 D-A 為氣缸的膨脹過程。單位時間內，壓縮空氣過程的耗功對應於圖中 ABCD 區域的面積大小，依據熱力學原理，壓縮機的理论指示功率為

$$W = 0.0167 P_s V_s \eta_v \frac{k}{k-1} \left[ \left( \frac{P_d}{P_s} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \frac{1}{\eta_m \eta_T \eta_I}$$

其中

$P_s$  : 吸氣壓力(kPa)

$V_s$  : 吸入氣體容積  $\text{m}^3$

$\eta_v$  : 容積效率

K : 氣體絕熱指數，空氣為 1.4

$P_d$  : 排氣壓力(kPa)

$\eta_m$  : 機械效率

$\eta_T$  : 傳動效率

$\eta_I$  : 等熵效率

因此由以上公式可知，空壓機的理论耗功主要由吸氣風量、吸氣壓力、排氣壓力、容積效率、傳動效率、機械效率、等熵效率等所影響。除了以上的設計因素外，使用上還必須仔細考慮到用戶端的用氣方式、系統配置、使用策略及系統管理、使用環境等種種因素，才能夠讓壓縮空氣系統發揮最佳的運作，使用電費用的節省最大化。

## 空壓系統的節能途徑

### 合理的供氣壓力

在生產製程中，最注重的莫過於生產過程的穩



更完整的內容

請參考紙本【機械工業雜誌】319期・98年10月號

每期 220 元・一年 12 期 2200 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011