

# 提升空壓系統效率之節能效益分析

## 一、前言

空壓系統依照工廠製程類型不同，其耗電量佔全廠耗能約 15~60%，現今無人工廠及自動化生產的機台與日俱增，空壓系統的佔比將逐步提升，空壓節能的重要性也將與日俱增。

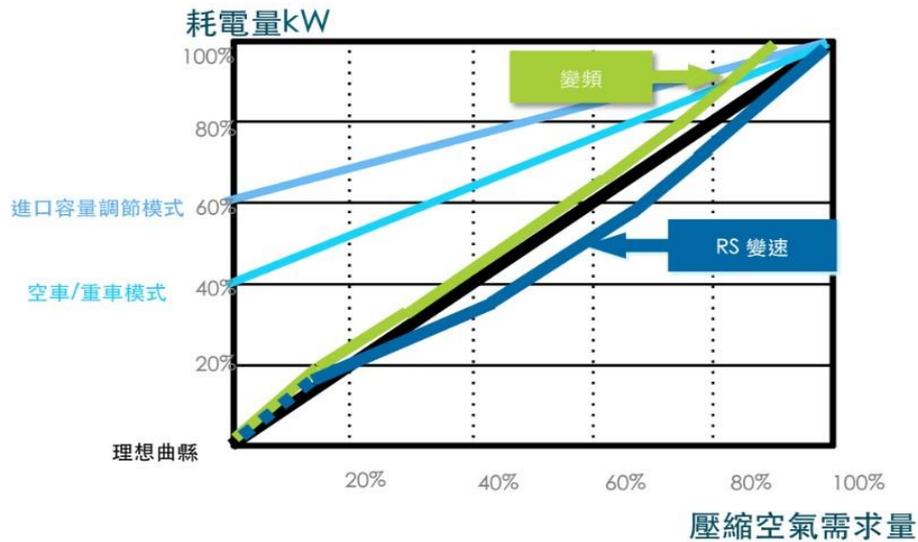
早期空壓機變速技術並未成熟，多以空重車及容調控制的方式因應現場空壓氣體用量的變化；現有空壓機變速技術成熟，利用變速因應現場空壓氣體的用量變化，將可提升空壓系統 20~70% 的使用效率，降低耗電量，協助業主降低空壓系統運轉成本，因此藉由本次電子報將此觀念與大家分享。

## 二、概念

早期空壓機變速技術並未成熟，因此變頻器應用在空壓機上，常有可靠度低、控制異常等問題，造成廠務人員不敢引入相關技術，而以空重車或進氣閥門容調的方式，進行現場用氣量變化的調整，但這兩項控制方式都會產生空壓機在不產氣（低負載）的情況下，仍需耗用 40~80% 的用電，造成系統效率下降，及單位耗能過高的不合理現象。

現今變頻器及空壓機變速技術發展成熟，可有效的依據現場用氣量的變化改變馬達的轉速，達到真正的『用多少、供多少』的節能理想曲線，但若單純使用外加變頻器來控制，在考量低轉速可能會導致馬達散熱不良的限制下，一般外加式變頻空壓機會有 50~100% 的變頻限制，也就是最低變頻耗電量必須高於 50%，故仍無法完全的符合理想曲線的應用。

而康普艾代理德國原裝的 CompAir 變速空壓機（RS 變速）的控制技術，結合變頻器及 CompAir 的轉子專利技術，如下圖一所示，可運轉在 15~100% 的變頻範圍(藍色線條)，且在 30~70% 的耗電量，反而較理想曲線（黑色線條）更加節能；較一般的變頻空壓機(草綠線條)有更佳的空壓氣體負載量與耗電量的表現，可以提供客戶更有效的節能。



圖一、康普艾變速(RS)空壓機性能曲線比較

現有空壓系統效率，均是以單位耗能（比功率）作為空壓機效能及空壓系統效率的評比，以下便是空壓系統單位耗能的計算式：

$$\text{比功率 (kW/CMM)} = \text{總輸入耗電量 (kW)} / \text{產氣量 (CMM)}$$

### 三、驗證

本次節能效益分析，針對經濟部能源局補助，某機械公司的空壓系統節能改善案進行評估、分析，以下為現場調查及改善前後的測試資料。

#### 1. 改善前：

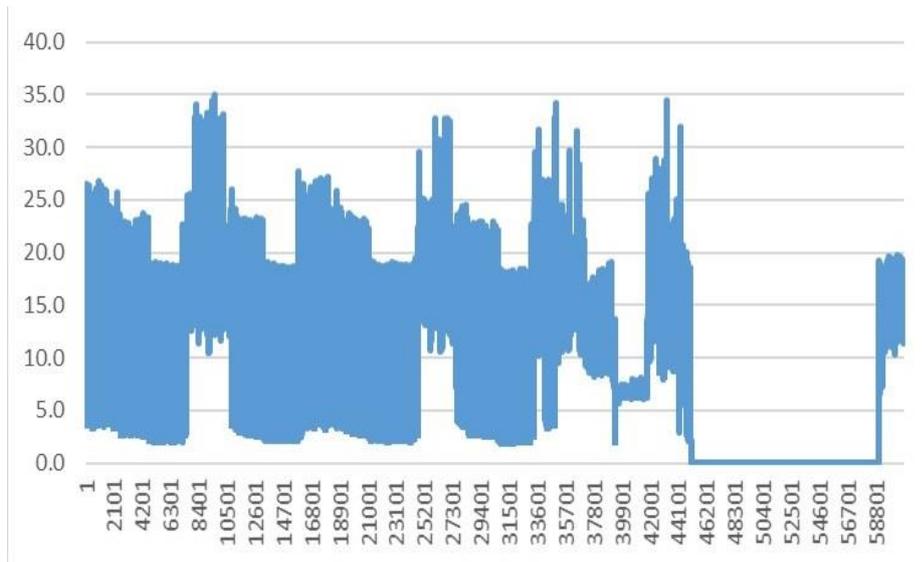
採用 2 台 200hp 空壓機，以空重車方式進行供氣，依照改善前量測資料顯示，因為機台效率較低，且使用年限較久，廠區用氣量剛好介於既有空壓機能力 180HP~250HP 之間，雖是以輪流開機的方式供應，但第 2 台空壓機在用氣量較高時仍會啟動，達到需求之後再空車、停機，造成單位耗能偏高，以下是其空壓機運轉耗電量及用氣量量測資料。



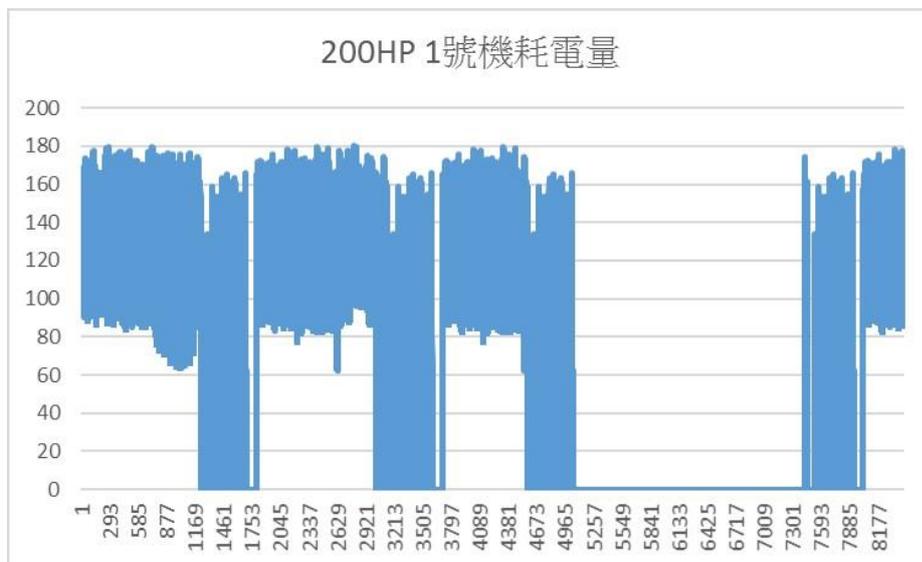
圖二、既有空壓機及改善前量測

空壓系統流量計測試值如下：

200hp compressor's flow meter average 9.3CMM max 35CMM

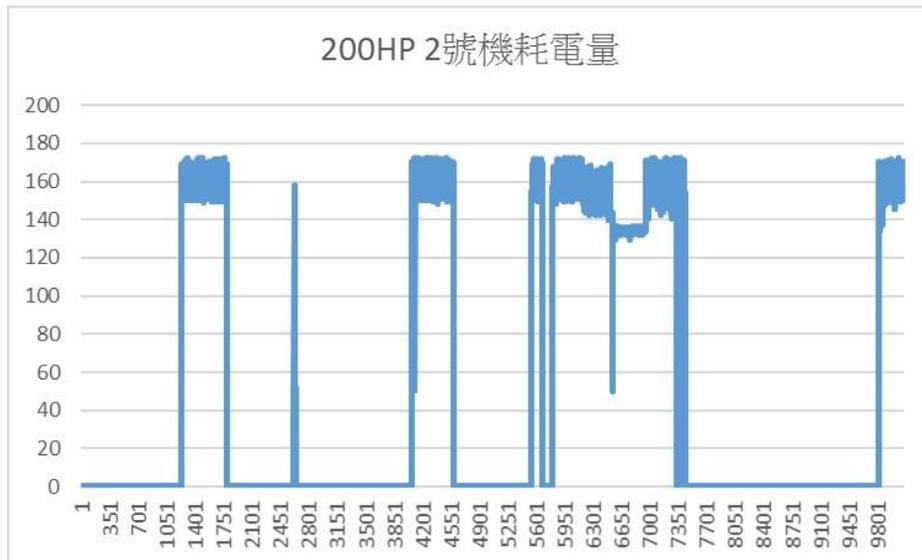


1 號 200hp 空壓機耗電量測試：



總平均消耗電力：average 66.11kW max 179.96kW

## 2 號 200hp 空壓機耗電量測試：



總平均消耗電力：average 48.01kW max 172.5kW

單位耗能 12.27 kW/CMM [ ( 66.11+48.01 ) kW / 9.3CMM ]

## 2. 改善後：

利用德國原裝康普艾高效率空壓機供應，並提供 1 台 100hp 定速空壓機及 1 台 100hp 變速空壓機，因其機台效率較高，故利用 2 台 100hp 高效率空壓機，即可供應全廠用氣，並利用變速空壓機因應現場用氣量變化，達到真正的節能理想曲線。並利用 J-BEMS(JPC Building Energy Management System)智能監控系統記錄及讀取全廠用氣量及機台耗電量等相關資料，作為後續驗證效率的計算依據。



圖三、現場施工狀況



圖四、監控畫面



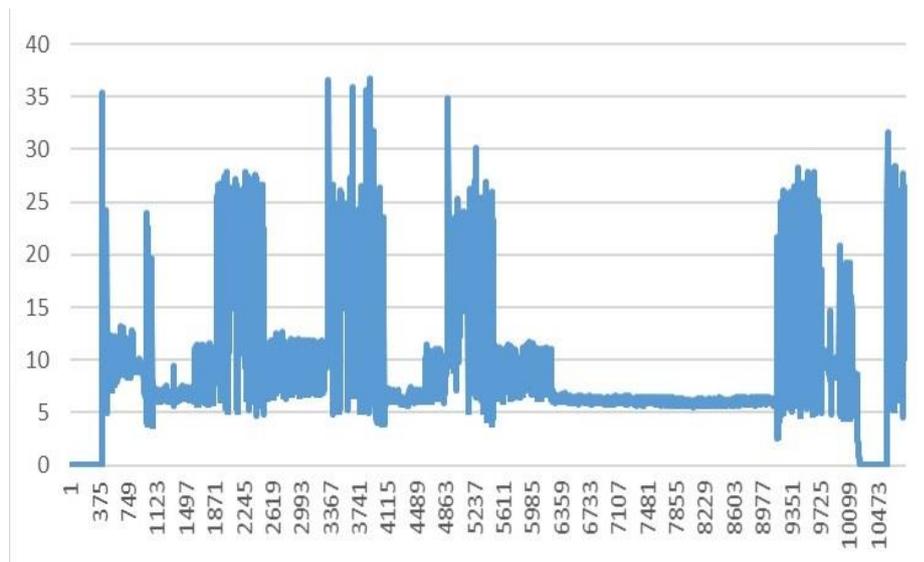
圖五、新機完成及量測

換裝 L75 及 L75-RS 空壓機後測試：

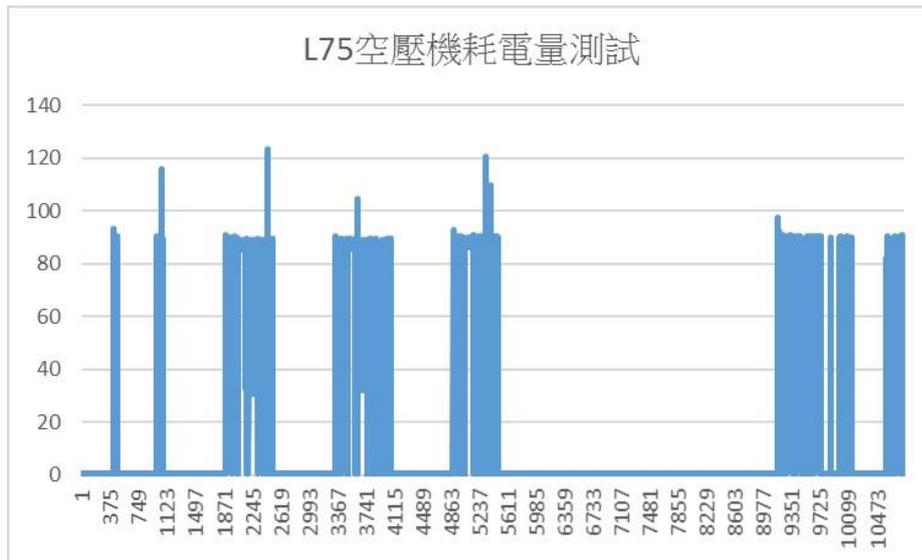
L75 及 L75-RS 空壓機測試結果：

L75&L75-RS compressor's flow test：

總平均流量為 9.32CMM、總瞬間最大流量為 36.7CMM

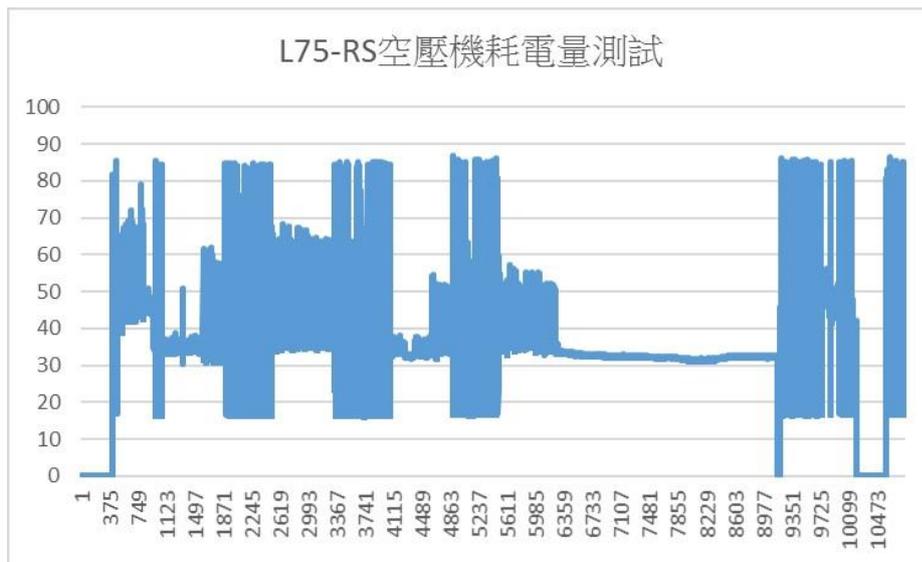


## L75 定速(定頻)空壓機耗電量測試



總平均消耗電力：average 18.22kW max 123.5kW

## L75-RS 變速式(變頻)空壓機耗電量測試



總平均消耗電力：average 34.77kW max 87kW

單位耗能 5.69 kW/CMM [ ( 18.22+34.77 ) kW / 9.32CMM ]

### 3. 節能效益分析

- 改善前：

空壓系統單位耗能為 12.27kW/CMM、平均用氣量為 9.3CMM、年開機時間為 8,600 小時，年度用電為 981,354kWh。

- 改善後：

L75 及 L75-RS 空壓機單位耗能為 5.69 kW/CMM、平均用氣量為 9.32CMM、年開機時間為 8,600 小時，年度用電 456,058kWh。

節電率： $(12.27-5.69) / 12.27 = 53.63\%$

年節電度： $981,354\text{kWh} - 456,058\text{kWh} = 525,296\text{kWh}/\text{年}$

## 四、結論

1. 改善前空壓系統之單位耗能為 12.27kW/CMM；改善後空壓系統之單位耗能為 5.69kW/CMM，節電率高達 53.63%，效益卓著。
  2. 改善後依照量測資料顯示，一年耗電為 456,058kWh，較原始耗電 981,354kWh，一年可節 525,296kWh。
1. 按照以上結論可看出，實為一項值得投資的改善措施，若各位讀者有同樣的空壓系統，可以考慮進行節能改善的評估。



新北市林口區文化二路二段 145 號 2 樓之 10

Tel :02-26016589 / Fax : 02-26015585

E-mail :Joshua.yang@compresses.com.tw