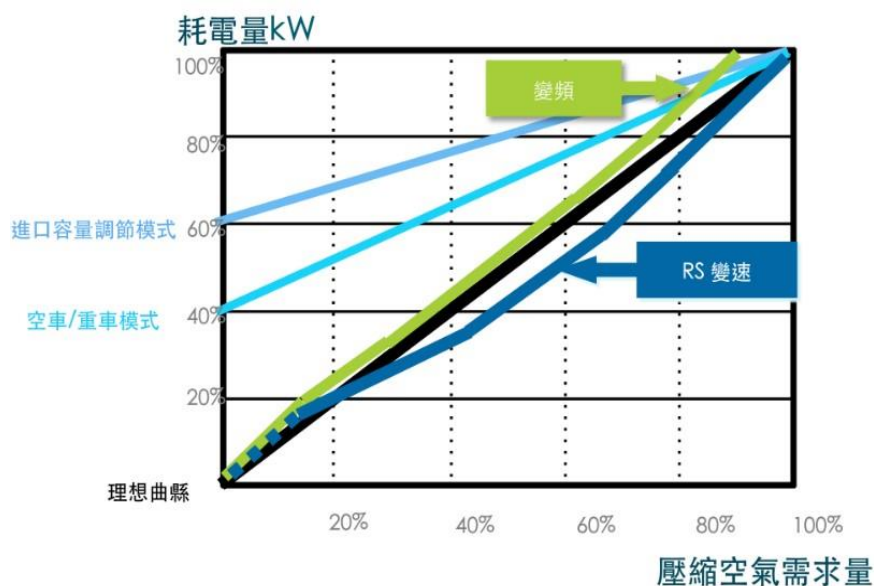


空壓系統改善前量測之重要性

一、前言

空壓系統依照空壓機容量控制方式不同，在空壓氣體容量評估上亦有所不同，其中又以容調控制方式較難以評估，造成業主針對空壓機容量、廠內用氣量需求有所誤解。故改善前的空壓系統量測非常重要，不僅可以瞭解改善前空壓系統的單位耗能，更可以依據空壓氣體流量測試結果，規劃改善後實際空壓氣體需求量，避免選用容量過大或過小設備，造成改善後空壓系統運轉效率較差、不是在最佳效率點或不符業主實際需求；故改善前的量測工作可協助業主與設計單位正確的進行設備選用，確保改善後空壓系統運轉在最佳效率點，發揮最大改善效能。

由於改善前的量測工作至為重要，希望藉由本案例的解說，協助業主對空壓機之期望及正確選用之空壓機耗電量差異，有所依循；也讓大家瞭解設備容量選用之重要性，本次電子報將此觀念與大家分享。



空壓機各種容量調整形式之性能曲線比較

二、概念

本案業主原使用 75HP 水冷式空壓機，以容調控制方式來調整空壓機的輸出容量，滿載運轉的耗電量約為 56kW。現勘階段經電流鉤錶量測，電流為 70~75A、平均耗電量為 41kW，依照該機耗電量對應容量的比值，空壓機實際輸出的容量，約為滿載供氣量之 20~40%，換算空壓機有效輸出容量約為 15~30HP。經與業主討論，囿於空壓機容量印象即為 75HP 之成見，並為了搭配未來製程增加的需求，故業主期望選用 100HP 可變速控制之空壓機。

現有空壓系統效率量測的趨勢，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：

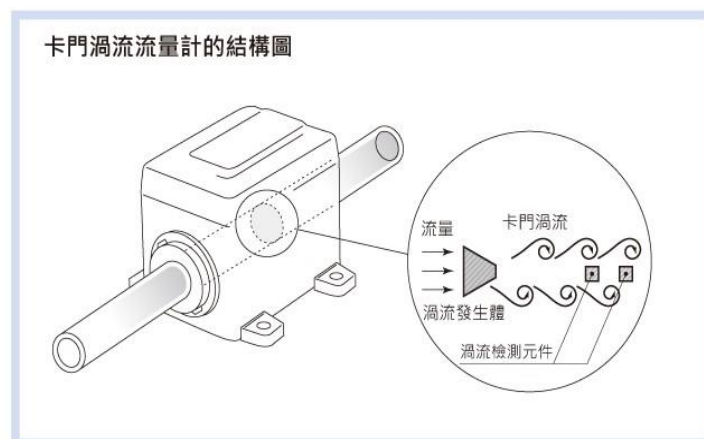
$$\text{比功率 (kW/CMM)} = \text{總輸入耗電量 (kW)} / \text{產氣量 (CMM)}$$

為確認改善前/後空壓系統單位的耗能，空壓氣體流量計在空壓系統改善前/後的測試過程中，是一項非常重要的儀器，除了可以量測用氣量以外，亦可透過長期記錄數據，瞭解空壓系統運轉狀況；更重要的是，可透過空壓系統實際的用氣量，進而評估空壓機容量的大小是否適切。空壓系統常用之流量計資料如下：

空壓氣體流量量測儀器

1. 渦流式流量計：

利用的是西奧多·馮·卡門 (Theodore von Karman) 於 1912 年從理論上證明的一個定律。在流動的流體中存在柱狀障礙物（渦流發生體）時，將會在下游生成交替渦流。流體的流速與渦流頻率互成比例。因此，檢測渦流脈衝數量便能夠測出流量。主要檢測方法是使用壓電元件來感測渦流振動。但使用超音波來檢測渦流振動更為可靠。



卡門渦流流量計的結構圖

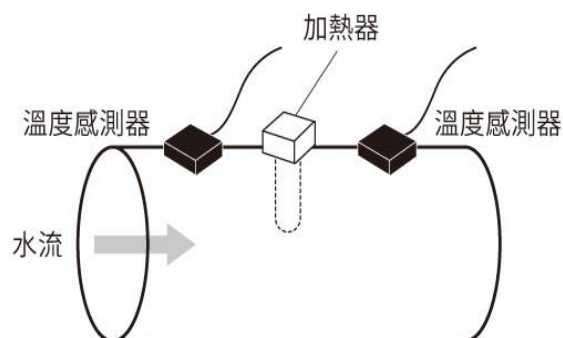
卡門渦流流量計的特點

優點	<ul style="list-style-type: none"> • 沒有機械可動部件 • 可以檢測液體、氣體以及蒸氣 • 由於沒有電極，因此具有耐化學性優異的特點 • 量程大、精度高
缺點	<ul style="list-style-type: none"> • 由於它會限制流道，因此會發生壓力損失 • 水垢與包含固體的液體會造成堵塞 • 不適用高黏度流體 • 對管路振動敏感 • 需要一段直管

2. 熱質式流量計：

流體接觸到加熱後的物體時，會從物體上帶走熱量，流體的溫度得以升高。熱質式流量計利用這個原理來量測流量。熱質式流量計可以分為兩類：

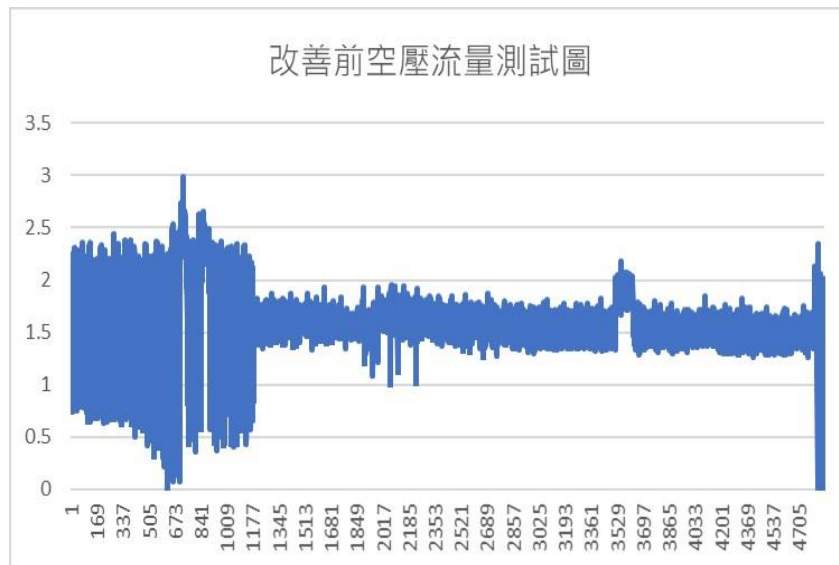
- 溫差量測法：在流體中安裝一個加熱器，在上游與下游兩個點量測流體溫度。然後根據這兩點之間的溫差得出流量。這主要應用在流量低時。
- 功耗量測法：在流體中安裝一個加熱器，在上游與下游兩個點量測流體溫度。透過對加熱器進行控制，使這兩個點之間的溫差保持恆定。流量是根據維持這個溫度所需的功率得出。



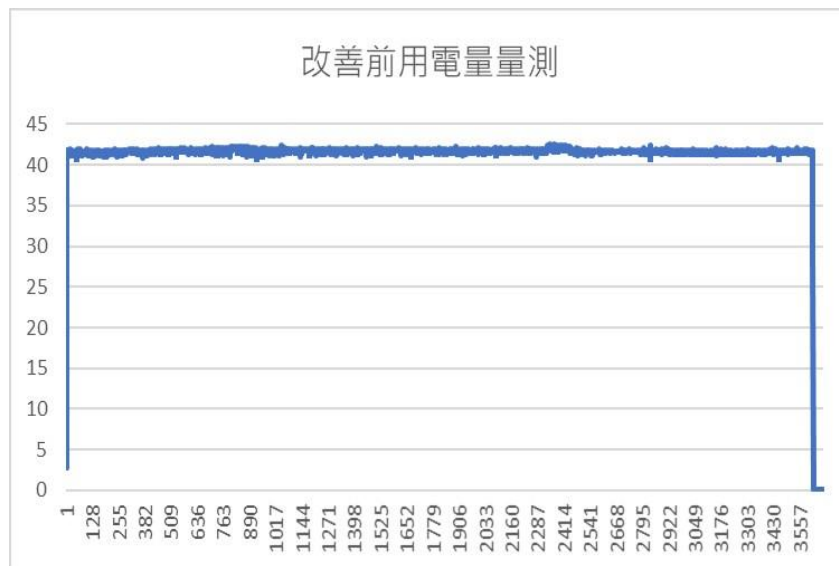
熱質式流量計量測試示意圖

改善前康普艾利用流量計及電力功率計進行一週的空壓系統效率、用氣量檢測，檢測空壓系統整體效率及空壓氣體使用量：

既有空壓系統流量量測的結果，平均流量：1.62 CMM、最大用氣量：2.98CMM。



既有空壓系統耗電量量測，平均耗電量：41.1 kW。



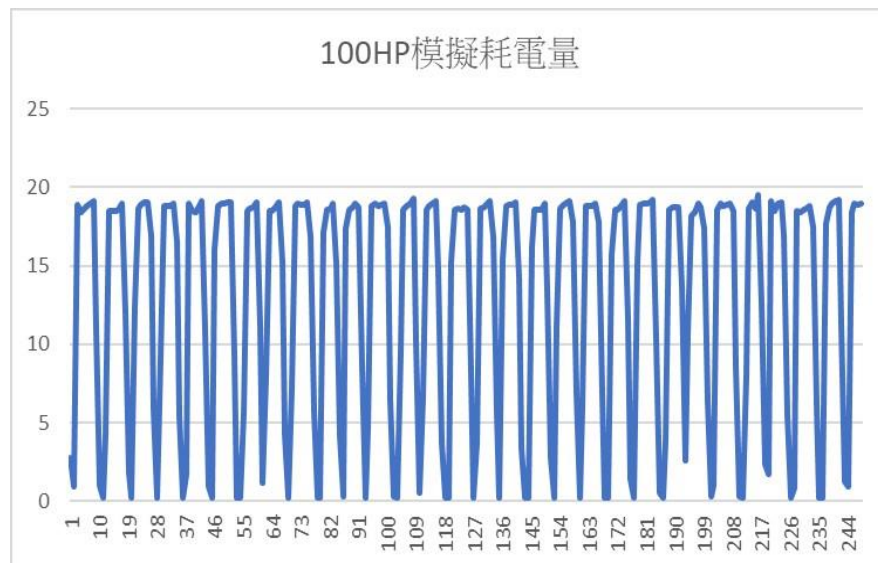
單位耗能 25.37 kW / CMM (41.1 kW / 1.62 CMM = 25.37) 。

由數據中可以發現，改善前空壓系統的單位耗能高達 25.37kW/CMM，且空壓氣體平均用氣量僅 1.62CMM、最大用氣量也僅 2.98CMM，故如採用 100HP 的空壓機，則設備容量的選用過大、即使選用康普艾最新的變速技術空壓機，仍會有空重車低效率運轉的狀況發生，影響節能效益。

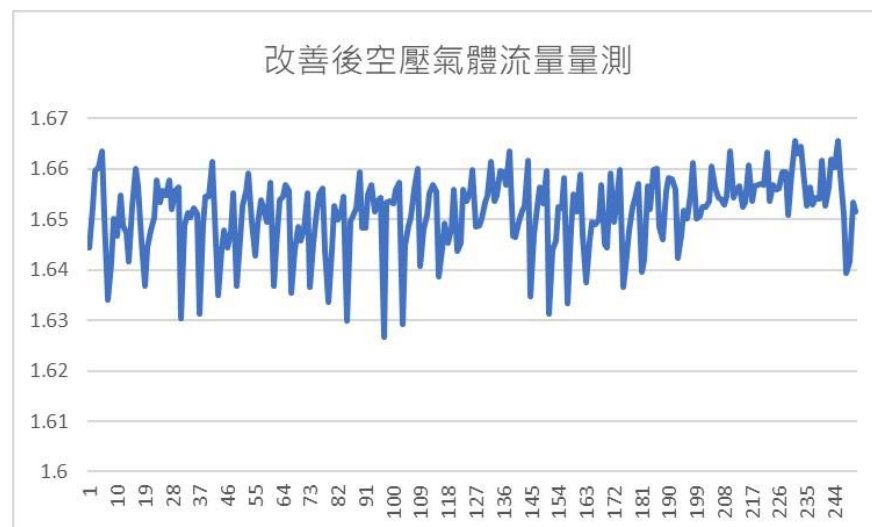
三、驗證

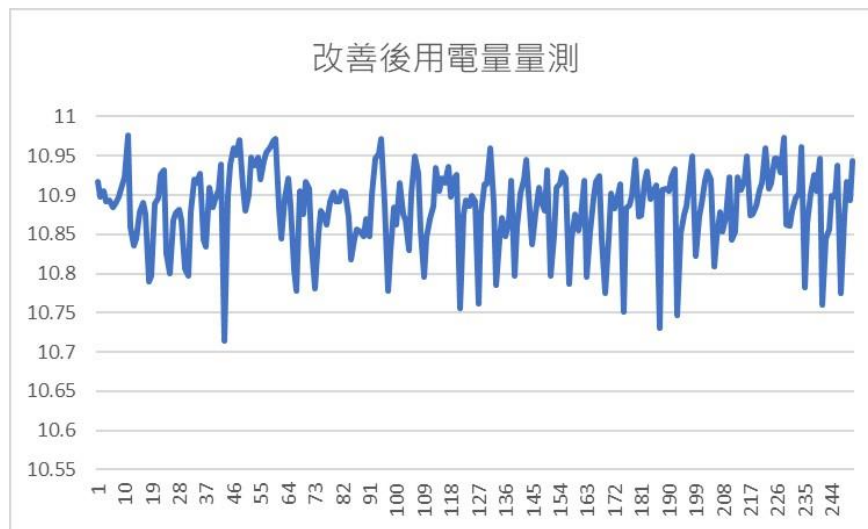
本次節能效益分析，針對業主原始提出 100HP 需求進行評估、分析；以下為分析結果及在相同供氣量的情況下，如果選用 30HP 相對於 100HP 的用電量資料。

1. 原業主要求：採用 1 台 100HP 空壓機(選用康普艾高效率變速空壓機)，以變速方式進行供氣，平均供氣量控制在 1.62CMM、平均耗電量為 14.2kW，換算單位耗能為： $14.2\text{kW} / 1.62\text{CMM} = 8.77\text{kW/CMM}$ 。



2. 如果改採用 1 台 30HP 康普艾高效率變速空壓機供應，以變速方式進行供氣，平均供氣量為 1.65CMM、平均耗電量為 10.76kW、單位耗能為 6.52kW/CMM ($10.76\text{kW} / 1.65\text{CMM} = 6.52\text{kW/CMM}$)





3. 節能效益分析

- 100HP 變速空壓機：

空壓系統單位耗能為 8.77kW/CMM、平均用氣量為 1.62CMM、年開機時間應為 8,600 小時，年度用電費用為 $8.77\text{kW/CMM} \times 1.62\text{CMM} \times 8600 \text{ 小時/年} \times 2.5 \text{ 元/度} = 30.5 \text{ 萬/年}$ 。

- 30HP 變速空壓機：

空壓系統單位耗能為 6.52 kW/CMM、平均用氣量為 1.65CMM、年開機時間為 8,600 小時，年度用電費用為 $6.52\text{kW/CMM} \times 1.65\text{CMM} \times 8600 \text{ 小時/年} \times 2.5 \text{ 元/度} = 23.1 \text{ 萬/年}$ 。

- 節電率： $(8.77 - 6.52) / 8.77 = 25.66\%$ 。
- 年節電費用： $30.5 \text{ 萬/年} - 23.1 \text{ 萬/年} = 7.4 \text{ 萬/年}$ 。

四、結論

1. 正確選用適合容量空壓機之節電率高達 25.66%，效益卓著。
2. 選用適合空壓機容量一年可節省 7.4 萬，不僅可以節省電力消耗，更重要的是節省設備購置成本，100HP 與 30HP 高效率變速空壓機，兩者價差高達 60 萬，初置成本相差 2 倍以上，不得不注意。
3. 本文重點在凸顯選用適當容量空壓機的重要性，但本案原有空壓系統之單位耗能改善亦是可討論議題之一，原有系統單位耗能高達 25.37kW/CMM 、平均用氣量為 1.62CMM，一年空壓系統用電費用為： $25.37\text{kW/CMM} \times 1.62\text{CMM} \times 8600 \text{ 小時/年} \times 2.5 \text{ 元/度} = 88.4$

萬/年、一年可節省 88.4 萬/年 - 23.1 萬/年 = 65.3 萬、節能率為：
(25.37-6.52) /25.37 = 74.3%。

4. 康普艾節能科技自許為專業節能技術服務專家，並非傳統設備商，希望提供給業主最適用設備，經過改善前量測、可以確保節能效益最大化及實際容量需求，避免業主購置容量過大設備，反而更加耗電。

(以上部分資料來源：台灣基恩斯流量計原理說明網頁)



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