

## 2 月份-彰化縣政府淨零政策資訊平台文章

面對國內溫室氣體減量及管理法修法與國際溫室氣體排放管制趨勢，推動製造部門溫室氣體減量刻不容緩。由於製程技術或設備導入須考量之因素眾多，為協助工廠順利進行低碳生產新技術或設備導入之前期規劃，經濟部產業發展署辦理「低碳生產技術彙編」，藉由各產業專家所建議低碳生產技術設備之技術介紹及實務案例，以協助企業排除技術篩選之困擾與障礙，順利導入低碳生產製程技術。

本系列內容將介紹四種不同製程動力系統節能技術，本篇說明「螺旋式空壓機雙段壓縮技術」，重點如下：

### 製程動力系統節能技術：#2 螺旋式空壓機雙段壓縮技術

#### 🔍 技術原理

空壓系統節能方法包含空壓機群控、空壓機房冷熱分離、降低管路壓力損失、修復管路洩漏、調適最佳使用系統壓力、廢熱回收、採用變頻空壓機及汰換為較高效率之空壓機...等。此外，為了有效率的管理其能源使用，建置能源管理系統或監控平台可讓能源用戶更了解空壓系統的能源使用效率，並從能源管理平台中找出節能改善的機會點，甚至掌握大數據進一步發展以 AI 智慧技術控制空壓系統，逐步精進能源使用效率。空壓系統節能方法中，將效率較低的空壓機汰換為效率較高之設備，可以達到節能方法中相對較高的節能效益。目前市售的微油螺旋式空壓機中，以雙段壓縮技術運行的空壓機效率普遍優於傳統單段壓縮的空壓機。

傳統微油螺旋式空壓機為單段壓縮設計，為了提高微油螺旋式空壓機的效率，改良研發的雙段壓縮技術可減少壓縮熱的產生以提高運轉效率。而等熵壓縮(Isentropic Compression) 為絕熱壓縮其過程中無熱量之傳遞，等溫壓縮(Isothermal Compression) 指氣體在壓縮過程中溫度保持不變；雙段壓縮相較單段壓縮可減少壓縮熱的產生，等熵壓縮曲線往等溫壓縮曲線接近，進而減少作功。

#### 🔍 技術特點

相較單段壓縮，製程空壓設備運用螺旋式雙段壓縮技術有下特點：

1. 高效節能，降低用戶在空壓機生命週期的付出成本。
2. 雙段壓縮更接近等溫壓縮，可減少壓縮熱的產生，進而減少作功。
3. 於相同的排氣壓力及輸出風量下，理論上雙段壓縮較單段壓縮可減少約 15% 作功，其產氣效率可提升約 8~15% (依各廠設計效率不同而有所差異)。
4. 降低洩漏、提高容積效率
5. 零部件所受的壓差小、熱負荷低
6. 維護保養便捷、安全環保

#### 🔍 注意事項

技術規劃設計應考慮因素包括：

1. 安裝位置距海平面高度
2. 環境溫、濕度
3. 需求壓力、風量
4. 是否有變頻節能控制需求
5. 冷卻方式為水冷式或氣冷式
6. 電源電壓別/ 頻率別
7. 安裝位置空間大小...等

## 🏠 建議應用場域

螺旋式雙段壓縮技術可應用產業為使用微油式空壓機之製造業，若其他產業具有相同或類似設備者亦得斟酌參考與應用。

## 🏠 應用案例

國內某家印刷電路板製造廠商，廠內原有 3 台 350 hp 單段微油螺旋式空壓機，將其中 1 台替換 270 hp 微油螺旋式雙段壓縮空壓機，改善後量測功率為 20.32 kW，效率值(比功率)由 6.63 kW/(m<sup>3</sup>/min) 提升至 5.60 kW/(m<sup>3</sup>/min)，顯示設備汰換為雙段壓縮空壓機節能率可達 15.5%。

# 彰化縣政府淨零政策資訊平台

# 淨零排放 # 製程動力系統節能技術設備 # 螺旋式空壓機雙段壓縮技術

低碳生產技術  
製程動力系統節能技術設備應用 (2)



## 螺旋式空壓機雙段壓縮技術

📈 高效節能 **降低成本**

📉 雙段壓縮 15%↓ **減少做工**

📈 8~15%↑ **產氣效率**

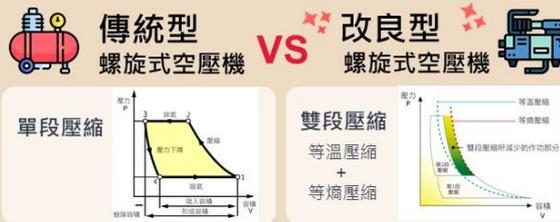
📈 降低洩漏 **提高容積效率**



低碳生產技術  
製程動力系統節能技術設備應用 (2)



## 技術原理



### 兩種螺旋式空壓機差異在於「壓縮技術」

雙段壓縮技術可減少壓縮熱的產生以提高運轉效率，包含：

- 等熵壓縮：為絕熱壓縮，過程中無熱量傳遞
- 等溫壓縮：氣體在壓縮過程中溫度保持不變

低碳生產技術  
製程動力系統節能技術設備應用 (2)



## 應用場域

### ○ 可應用產業



- 使用微油式空壓機之製造業均可評估，例如利用壓縮空氣推動氣壓缸、電磁閥等氣動元件。
- 建議應用產業：鋼鐵業、紡織業、造紙業等

知識補給站  
空壓系統節能方法



- 空壓系統節能方法包含空壓機群控、空壓機房冷熱分離、降低管路壓力損失、修復管路洩漏、調適最佳使用系統壓力、廢熱回收、採用變頻空壓機及汰換為較高效率之空壓機等，亦可置能源管理系統或監控平台，找出空壓系統能源使用效率改善機會點。
- 將效率較低的空壓機汰換為效率較高之設備，可以達到節能方法中相對較高的節能效益。

低碳生產技術  
製程動力系統節能技術設備應用 (2)



## 實務案例

### 電子產業



國內某家印刷電路板製造廠商，廠內原有3台350 hp單段微油螺旋式空壓機，將其中1台替換270 hp微油螺旋式雙段壓縮空壓機。

替換微油螺旋式雙段壓縮空壓機效益估算



投資金額 約**470萬元** / 每台  
(含主體設備、管材配件、安裝工程等)

節能率 **15.5%** ↑

節能績效 **96萬元/年** ↓

減碳量 **168.6公噸 CO<sub>2e</sub>** ↓

投資回收年限 約**4.9年**