

空壓公用系統 節能方法及案例

郭維仁

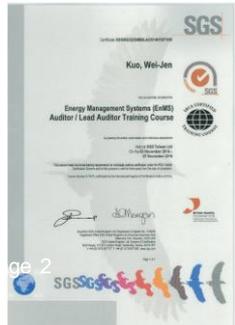
2020.11.16





Tel: 02-29951411 ext. 601
Cell Phone: 0939-330978
E-Mail:
william.kuo@fusheng.com

- 學歷 – 淡江大學航太所碩士班
淡江大學機研所博士班
- 經歷 – 勇盛公司特殊氣體應用產品經理
復盛公司能源商務部 經理
106年度經濟部工業局產業節電技術人才培訓-講師
108年度節能績效率測與驗證工程師初級班-講師
108年度ESCO節能技術人才培訓班-講師
108年度台電公司第1、2期節約用電與負載管理研習班-講師
108年度經濟部工業局「空調系統動力設備與空壓系統設備
節能技術實務講習會」-講師
109年度ESCO節能技術人才培訓班-講師
109年度勞動署節能技術服務業教育訓練班-講師
109年能管員空壓系統節能量測培訓-講師
- 證書 – ISO50001 EnMS主任稽核員
CMVP 國際量測驗證師
高級節能績效率測與驗證工程師



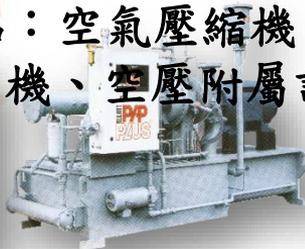


空壓機界的領導品牌

- 1953年在台灣成立
- 總部位於新北市三重區
- 全球工廠總數：15
- 全球員工總數：2,967人(2019年)



■ 主要產品：空氣壓縮機、冷媒壓縮機、高溫熱泵壓縮機、鼓風機、發電機、空壓附屬設備、真空熱泵蒸餾機



課程大綱

- 壓縮空氣系統
- 壓縮空氣系統節能手法
- 壓縮空氣系統能源管理監視平台
- 節能案例分享
- Q&A

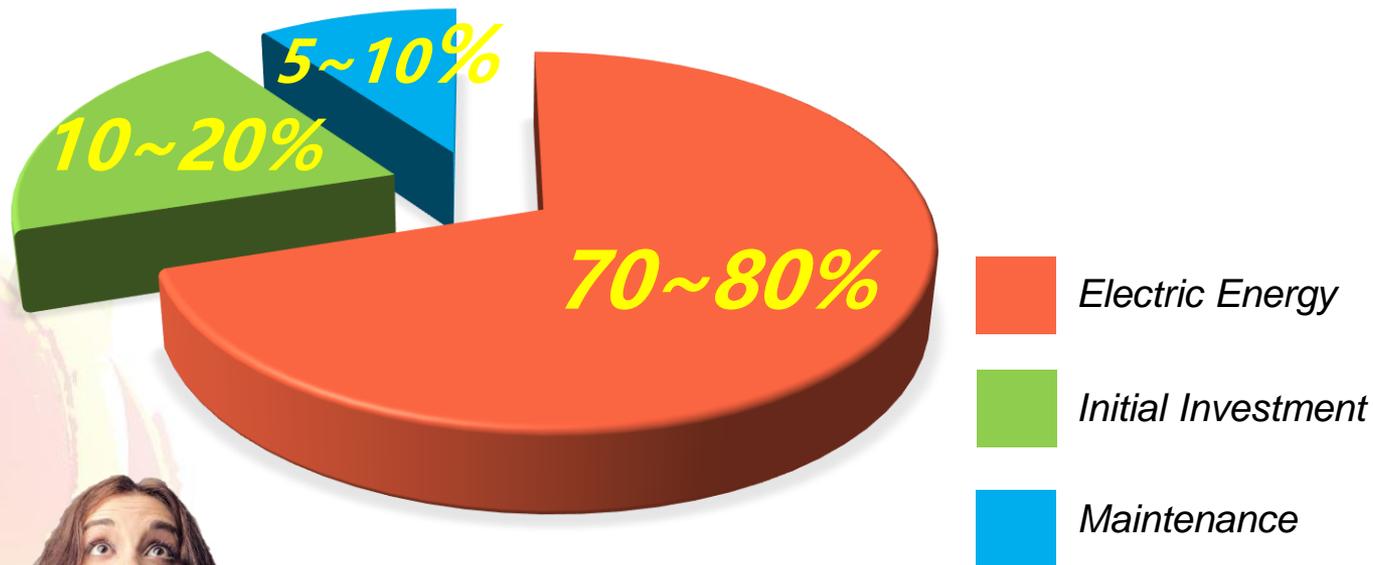


金屬基本工業歷年用電分佈

年度	製程動力	空調	空壓機	冷凍冷藏	污水處理	電熱	照明	集塵	其他
2009	53.4%	1.7%	3.0%	0.1%	4.1%	31.8%	1.0%	2.5%	2.4%
2010	73.3%	2.0%	3.8%	0.0%	2.1%	11.8%	1.2%	1.8%	3.9%
2011	70.8%	2.1%	5.2%	0.0%	2.6%	17.0%	1.3%	2.5%	3.3%
2012	69.9%	2.0%	4.2%	0.0%	2.5%	13.2%	1.2%	2.3%	4.7%
2013	72.4%	2.0%	3.9%	0.0%	2.4%	12.6%	1.1%	2.1%	3.5%
2014	70.9%	1.9%	4.0%	0.0%	2.2%	13.3%	1.1%	2.0%	4.5%
2015	68.0%	2.0%	4.2%	0.1%	2.6%	16.4%	1.3%	2.0%	3.6%
2016	66.2%	2.1%	4.1%	0.1%	2.6%	19.1%	1.1%	1.7%	2.9%
2017	63.5%	2.1%	4.5%	0.0%	2.7%	21.0%	1.2%	2.0%	2.9%
2018	61.0%	2.0%	4.4%	0.1%	2.6%	23.7%	1.1%	2.1%	3.2%

資料來源:2019年能源查核年報-生產性質行業

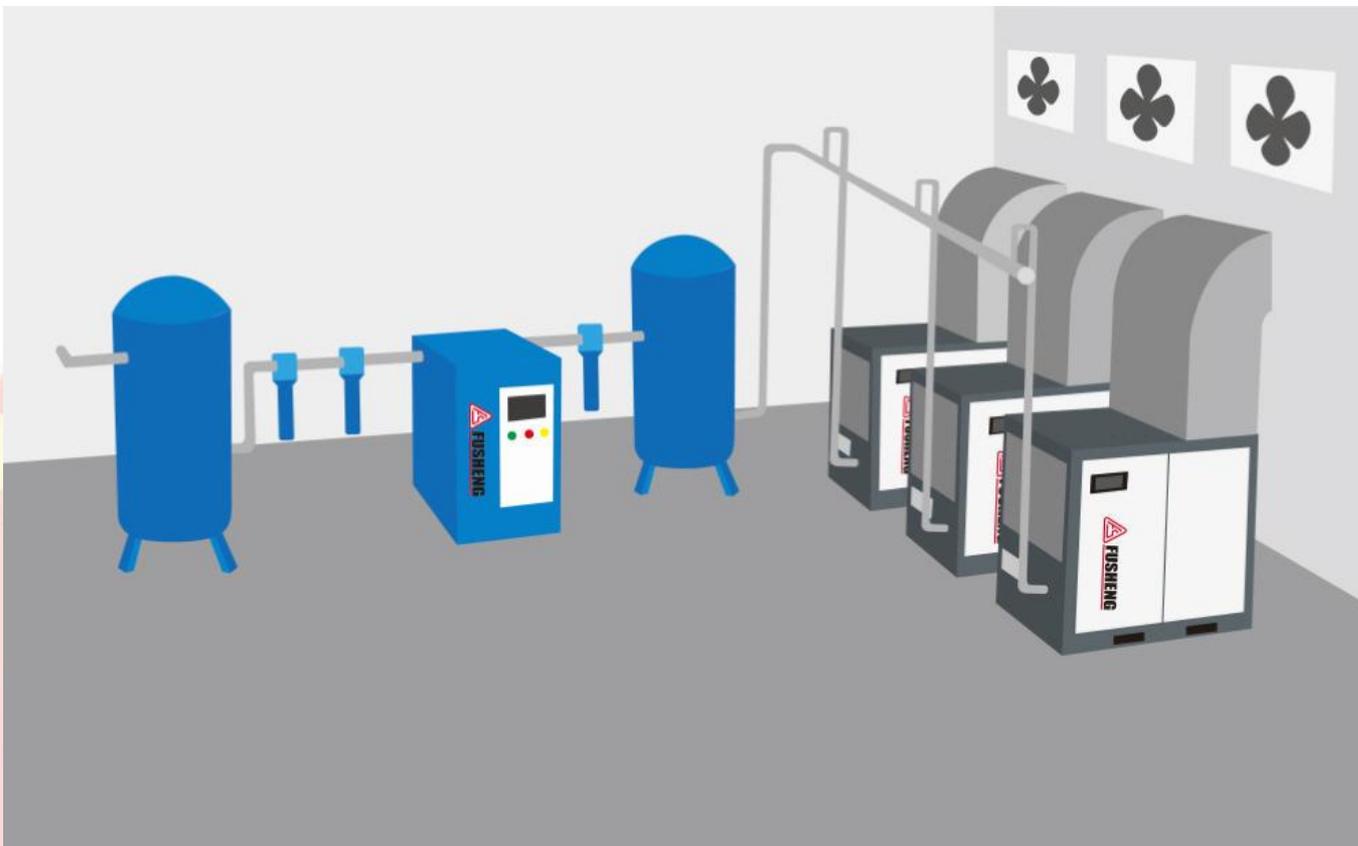
壓縮空氣系統節能為何如此重要？



空壓機十年運轉成本

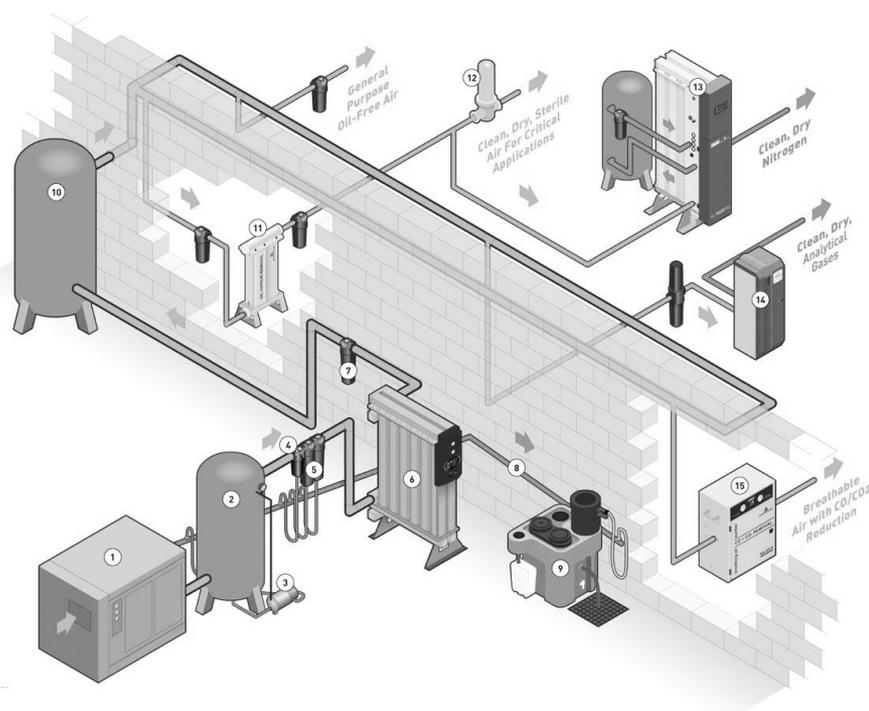


何謂壓縮空氣系統？

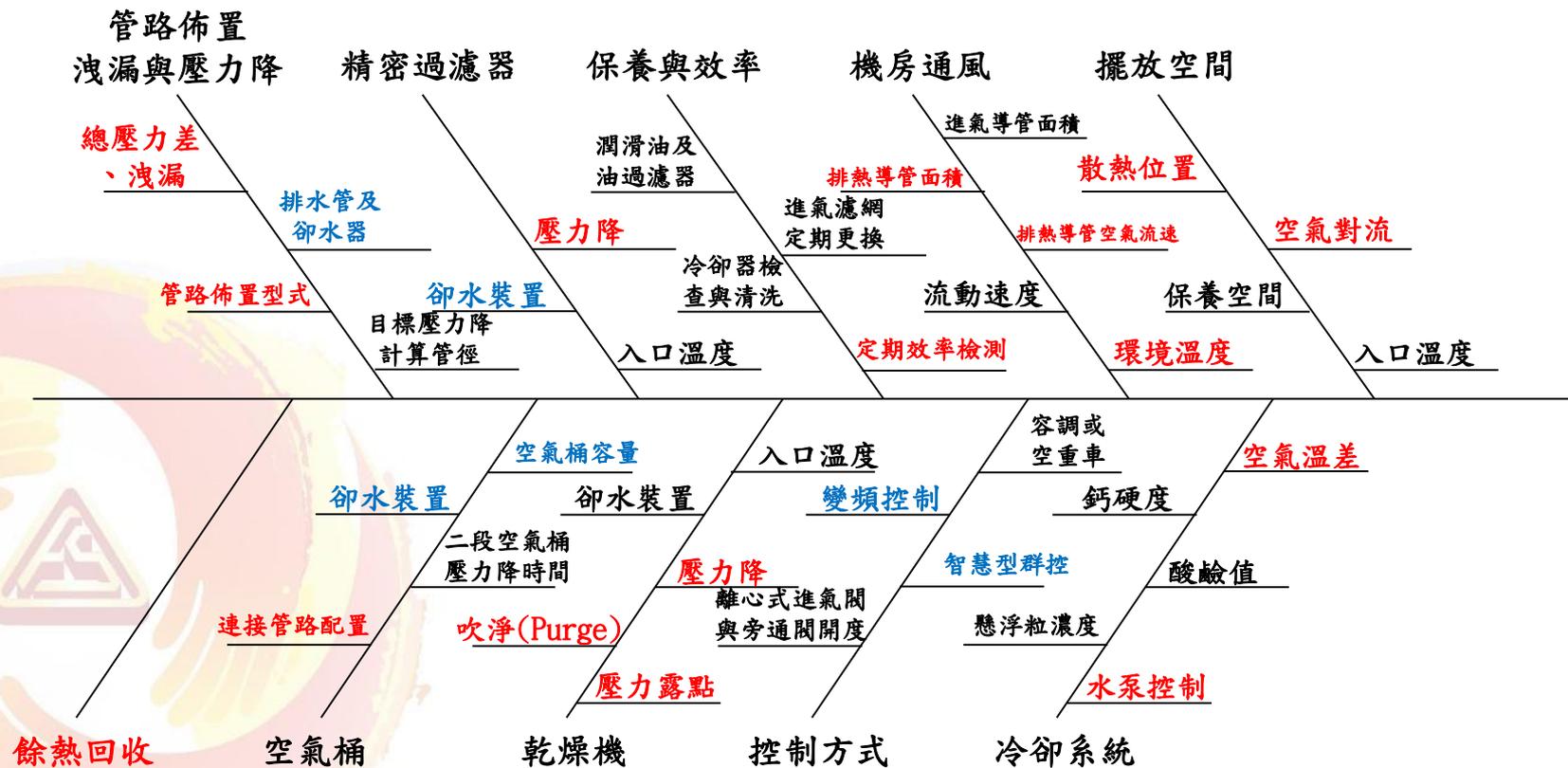


1. 產氣系統
2. 儲氣系統
3. 後處理系統
4. 管路系統
5. 環境系統

- 環境溫度高
- 設備耗能問題
- 缺乏負載管理
- 冷卻水泵
- 系統壓力差過大
- 系統管路洩漏
- 樹狀結構配管
- 高壓低用
- 壓縮空氣品質問題
- 維修服務



空壓系統節能十大方向



課程大綱

- 壓縮空氣系統
- 壓縮空氣系統節能手法
- 壓縮空氣系統能源管理監視平台
- 節能案例分享
- Q&A



分流管&集氣管

- 分流管&集氣管路設計流速以**6m/sec**為基準，可使空氣在管路中擾流現象降低，減少壓降，並可平均分流。

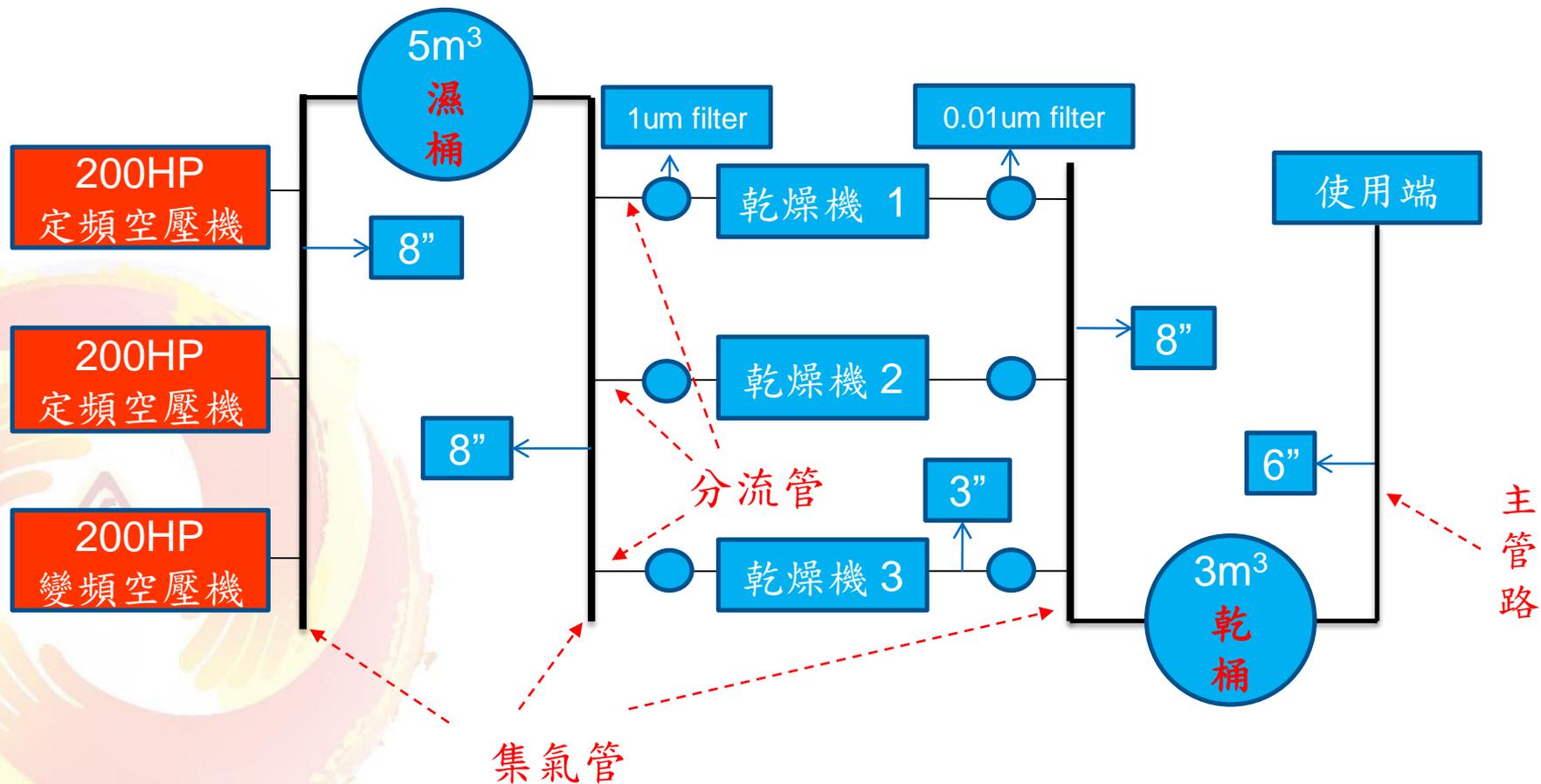
$$D^2(\text{m}^2) = \frac{\frac{4}{\pi} \times \text{流量}(\text{m}^3/\text{sec})}{(\text{表壓力}+1) \times \text{流速}}$$

主管路

- 壓縮空氣主管路設計流速以**8~10m/sec**為基準，但需考慮管徑大小及管路總長，以避免管路壓降過高。

$$D^2(\text{mm}^2) = \frac{1273 \times \text{流量}(\text{L}/\text{sec})}{(\text{表壓力}+1) \times \text{流速}}$$

集氣管、分流管、主管路

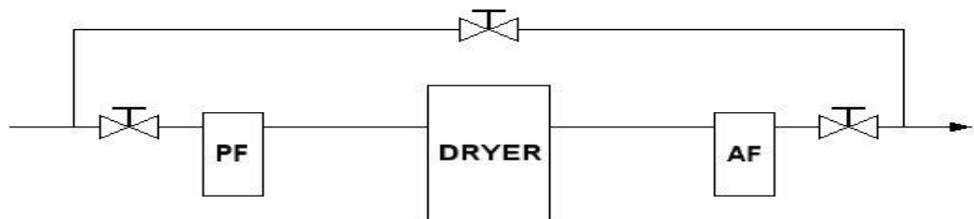


A. 減少系統管路的壓損-管路閥件及彎頭

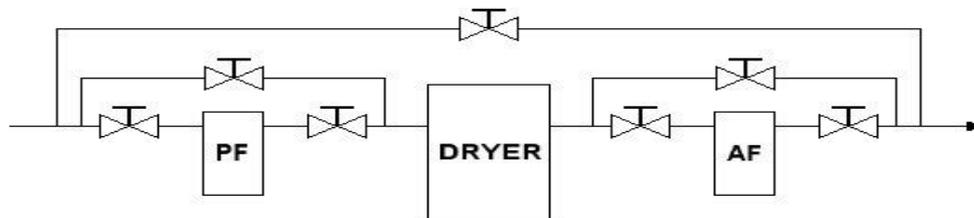
維修保養便利性

劣

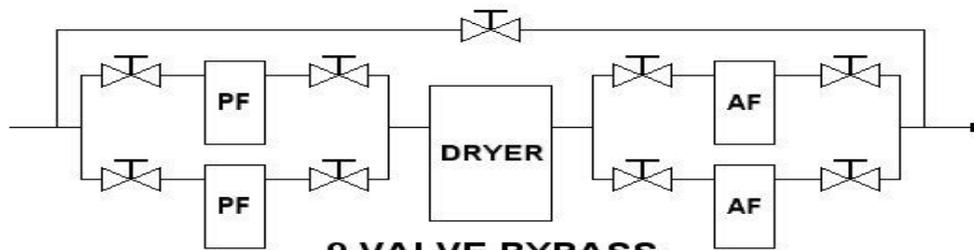
優



3 VALVE BYPASS



7 VALVE BYPASS



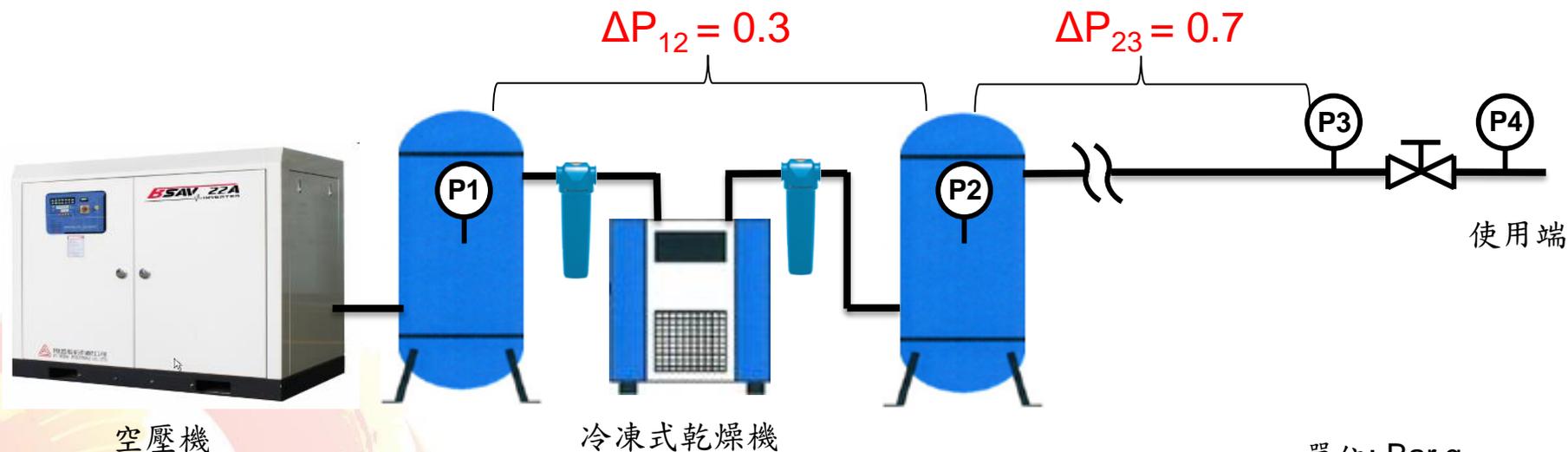
9 VALVE BYPASS

少

能量損耗

多

B. 評估調降空壓機排氣壓力的可行性

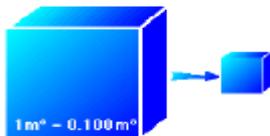


位置	空壓機 排氣壓力, P1	總供氣側 供給壓力, P2	調壓閥前 壓力, P3	使用端 壓力, P4
改善前	8	7.7	7	5~5.5
改善後	7	6.7	6	5~5.5

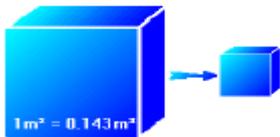
空壓機排氣壓力減少1kg/cm²約可省6~8%耗功

C. 減少壓縮空氣浪費-洩漏

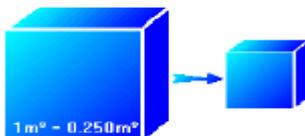
9bar



6bar



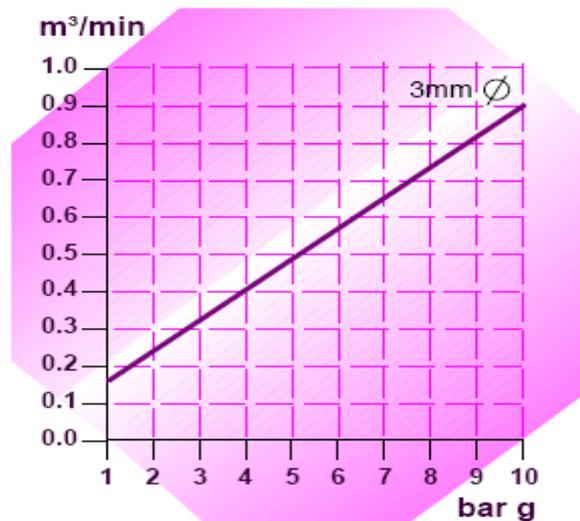
3bar



Atmospheric pressure



The higher the pressure, the more air that will escape through a given-size hole !



相同洩漏孔徑下，系統壓力越大，洩漏量越多

C. 減少壓縮空氣浪費-洩漏

孔徑	6 bar 時的空氣消耗量 (m ³ /min)	功率消耗 (kW)
• 1 mm	0.065	0.3
• 2 mm	0.24	1.7
● 4 mm	0.98	6.5
● 6 mm	2.12	12

以Φ1 mm 的小孔為例，每年運轉 6,000 小時計算，每度電 3.5 元計，每年洩漏量成本浪費高達 **6,300** 元電費

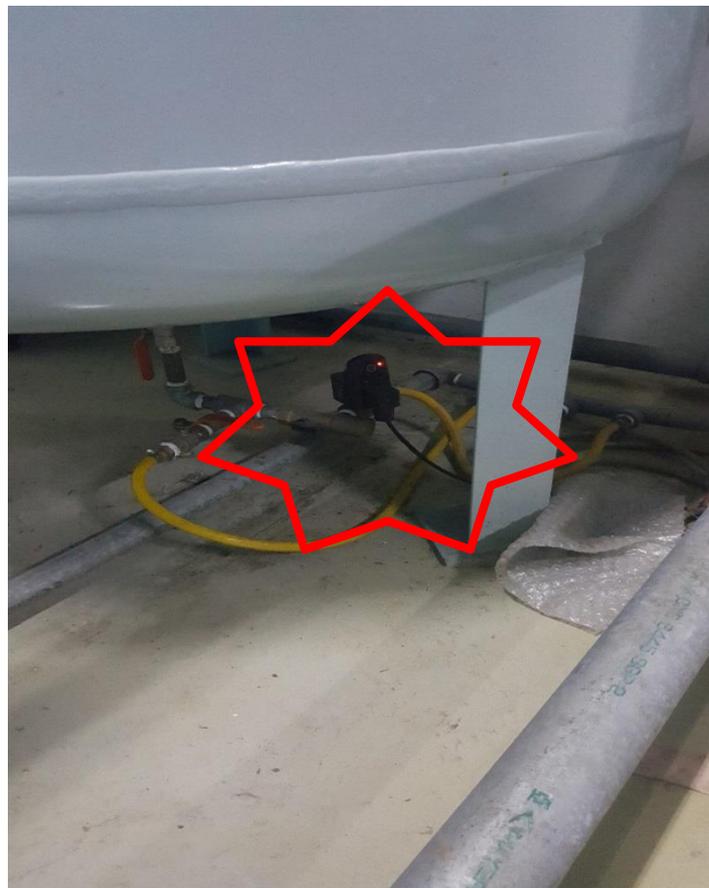
C.減少壓縮空氣浪費-汰換電子式卻水器

排放時間

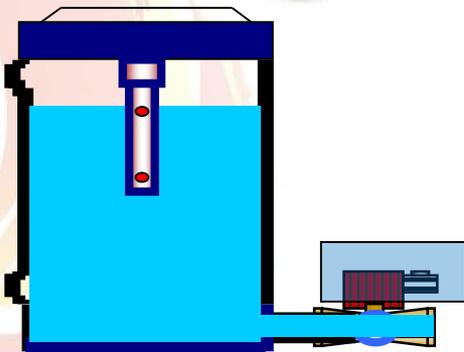
循環週期



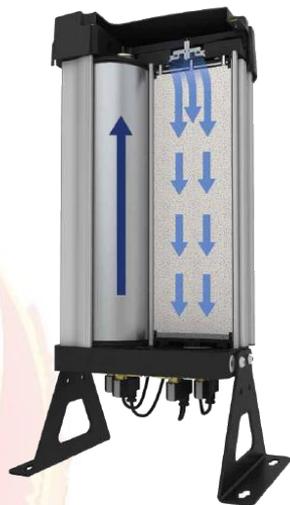
却水口



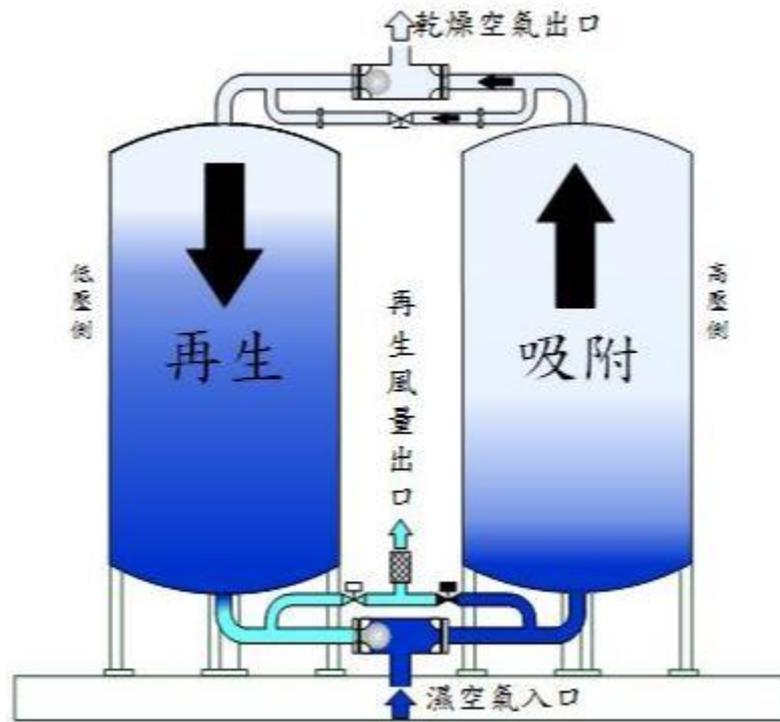
無耗氣式排水器-只排水、不排氣



無熱式吸附式乾燥機流程圖



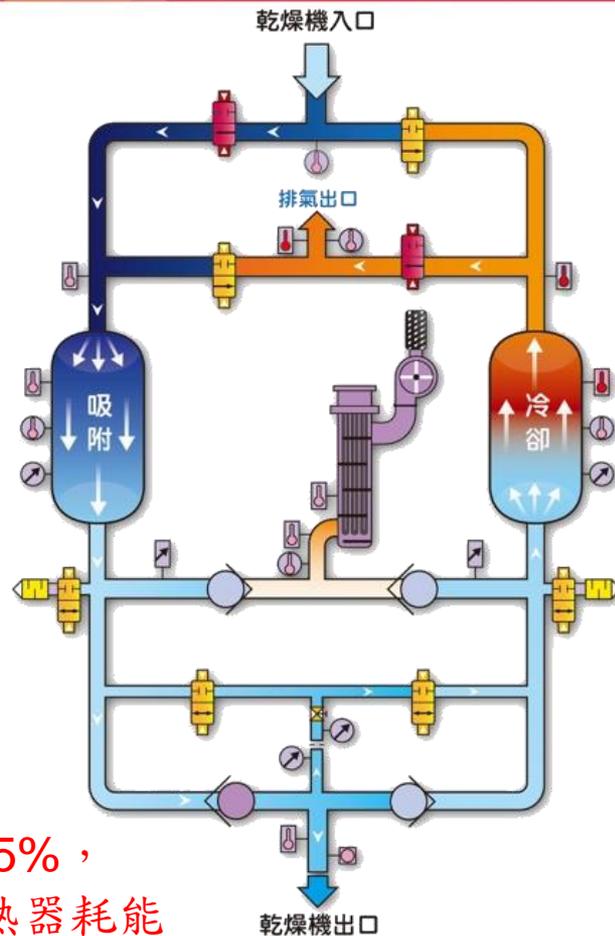
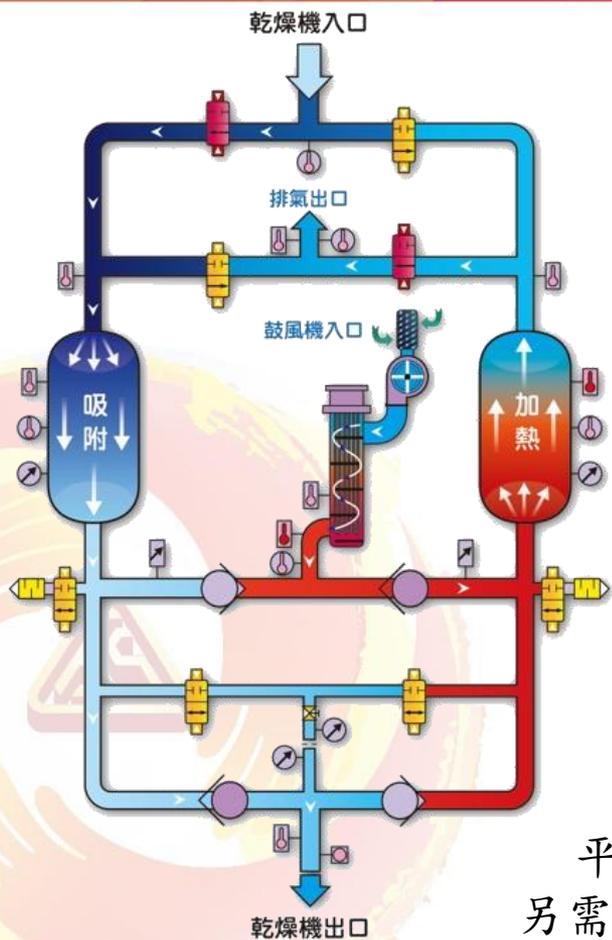
模組式



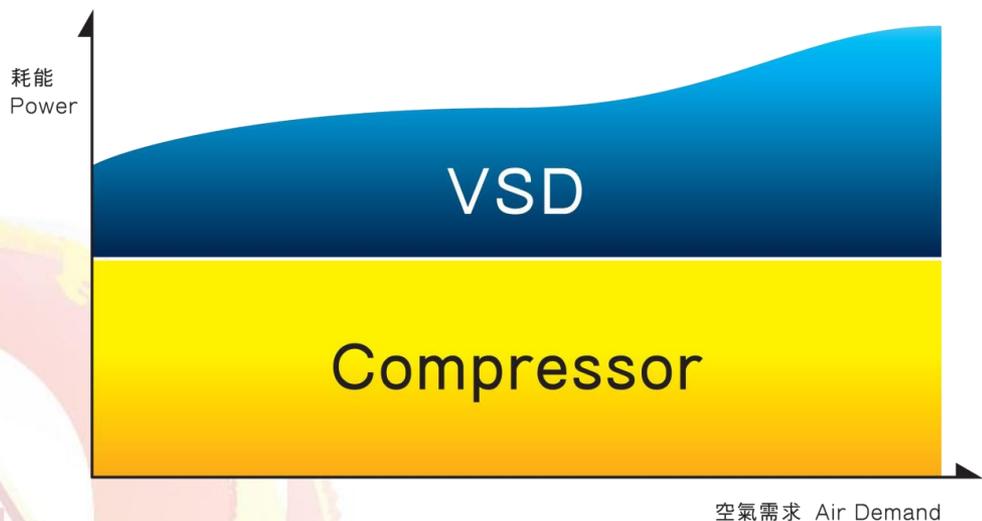
雙塔式

壓力露點-40°C，平均再生風量約15%

加熱式吸附式乾燥機流程圖



平均再生風量約1~5%，
另需考慮鼓風機與加熱器耗能

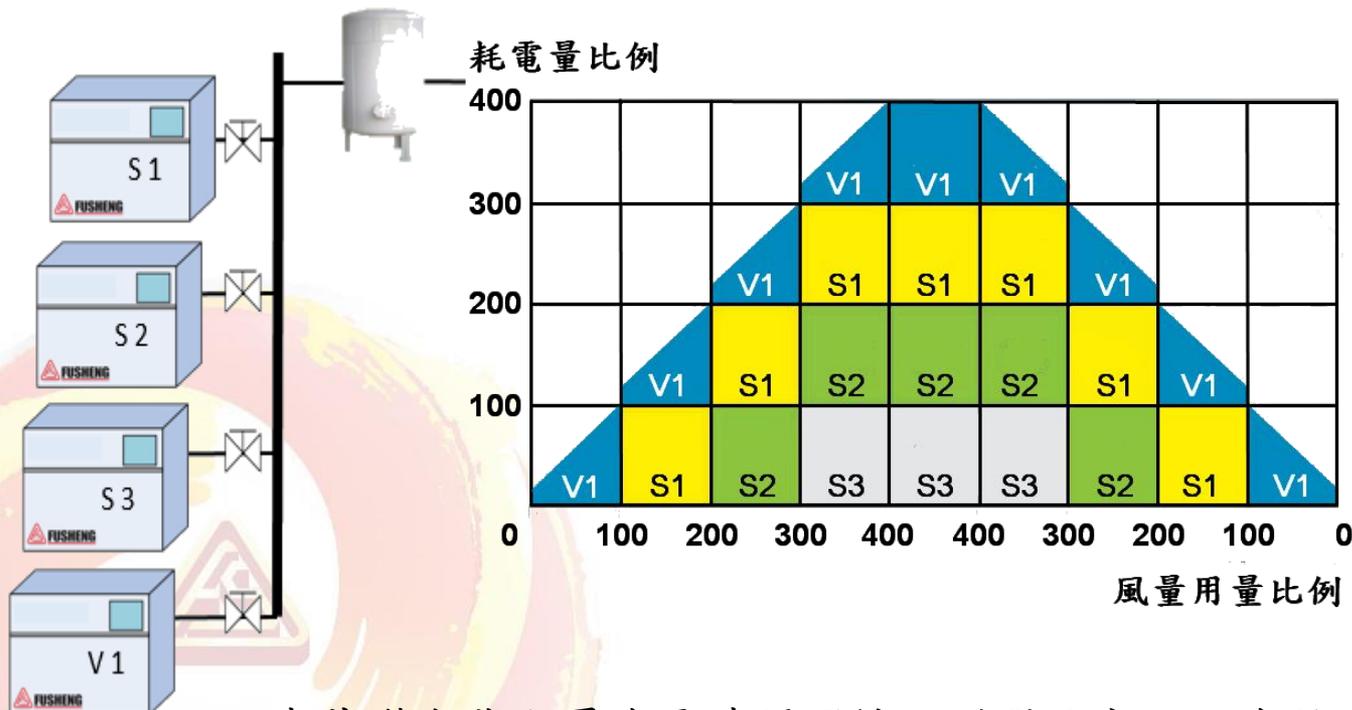


變動負載機

基礎負載機

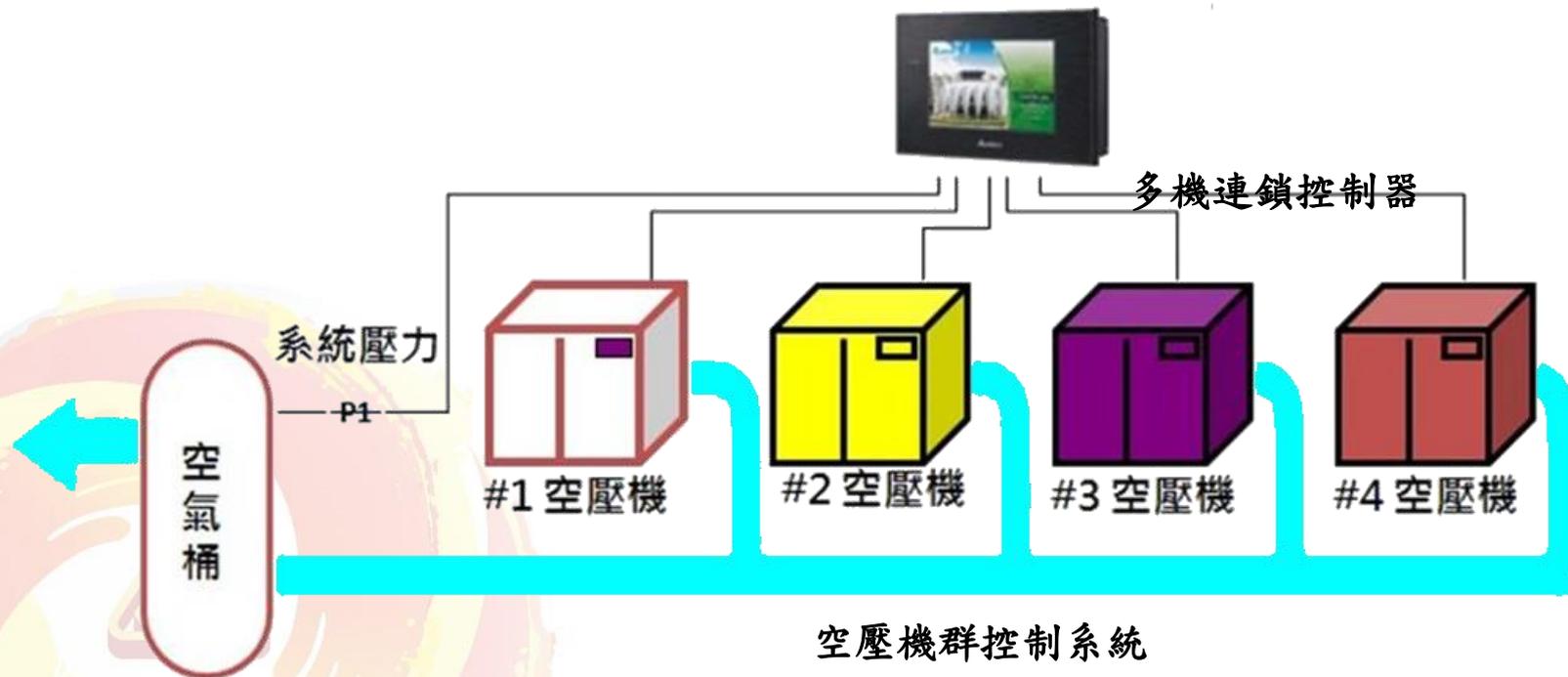
- 基礎負載機：滿載操作，沒有容調、變頻及空重車操作模式。
- 變動負載機：依系統用氣需求量，藉由容調、變頻或空重車操作模式提供系統所需求的風量。

D. 空氣壓縮機負載管理



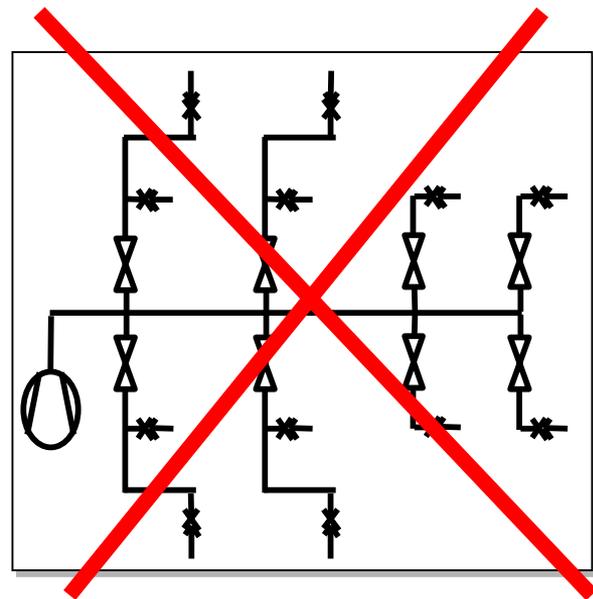
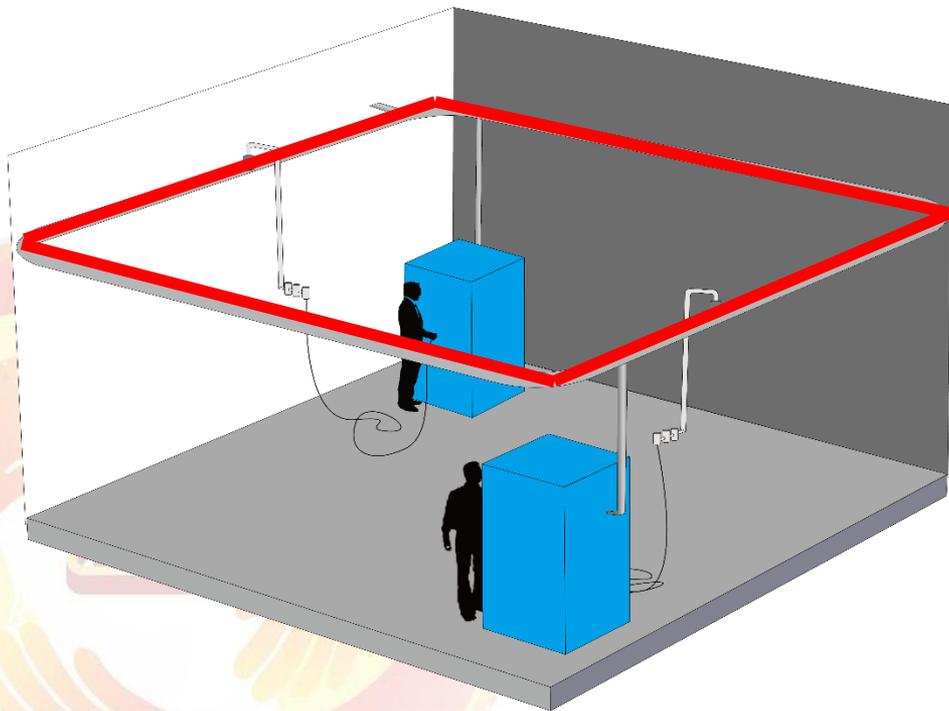
V1: 變動負載
S1~S3: 基礎負載
效率: S1 > S2 > S3

- 當基礎負載空壓機長時間運轉，則選用高能效機種以降低運轉成本，如S1。
- 能效差的基礎負載空壓機如S3，則在最後空氣需求量不足時才使用。



外部多機連鎖控制器除了可以減少空壓機空車所造成的浪費外，也可以減少部分假性需求所產生的能源浪費。

E. 管路佈置型式-環狀管路



環狀方式配管可以減少管路壓損及避免管線末端壓力或風量的不足。

泵浦相似定律

流量： $Q_2 = Q_1 \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$

壓力（水頭）： $H_2 = H_1 \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2$

功率： $P_2 = P_1 \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^3$

N ：泵浦轉速



G. 高效率空壓機-空氣壓縮機能效分級制度

空氣壓縮機容許耗用能源基準與能源效率分級標示事項、方法及檢查方式
(110年1月1日生效)



經濟部 公告

中華民國108年1月8日

經能字第10704607600號

附件五

空氣壓縮機能源效率分級基準表

效率等級	三級	二級	一級
比例損失因子 d (Proportional loss factor)	-5 以上，低於 0	0 以上，低於 5	5 以上

註：除比例損失因子 d 之規定依據此表，其餘事項均依據附件一之計算公式與規定。

資料來源：經濟部能源局能源法規官網

https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/Law/Content.aspx?menu_id=7165

G. 高效率空壓機-空氣壓縮機能效分級制度

相同壓力及風量，比例損失因子不同所造成的效率差異(定頻機為例)

		Ex. A	Ex. B	Ex. C	Ex. D	Ex. E
壓力	kg/cm ² g	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
風量	m ³ /min	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
比例損失因子	d	-15	-5	0	+5	+15
等熵效率要求	%	71.67	74.14	75.37	76.6	79.07
理論等熵功率	kW	65.62	65.62	65.62	65.62	65.62
實際功率	kW	91.55	88.50	87.06	85.66	82.99
比功率	kW/(m ³ /min)	6.54	6.32	6.22	6.12	5.93
效率差異	%	-10.3	-6.58	-4.89	-3.2	0

效率差異%計算為比功率(Ex.E – Ex.A) / Ex.E x 100%

新節電運動 動力與公用設備補助專案

- 完整申請範例
- 作業要點
- 申請流程
- 申請Q&A
- 補助懶人包
- 補助產品查詢
- 下載專區
- 實驗室名單
- 申請進度查詢

補助申請入口

高效率產品申請登錄

已登錄產品查詢

馬達更新 節電成真

高效率馬達規範
低壓三相鼠籠型感應電動機(又稱馬達)，以及相關設備(包含变频器、空氣壓縮機、吸塵器等)內含馬達者，其餘效率應符合經濟部能源局規定：
○ 104年1月1日起全面使用IE2以上馬達
○ 105年7月1日起全面使用IE3以上馬達

工廠請使用 **IE3馬達**
● 使用電佔工廠用電50-70%，IE3馬達效率提升3%以上，透過節省的電費，使用2至6年即可回收建置成本，符合成本效益又環保。

[首頁](#)

補助產品查詢 **PRODUCT**

核准日期區間: 從 到 已登錄 註銷登錄

產品名稱: 公司:

登錄編號:

關鍵字:

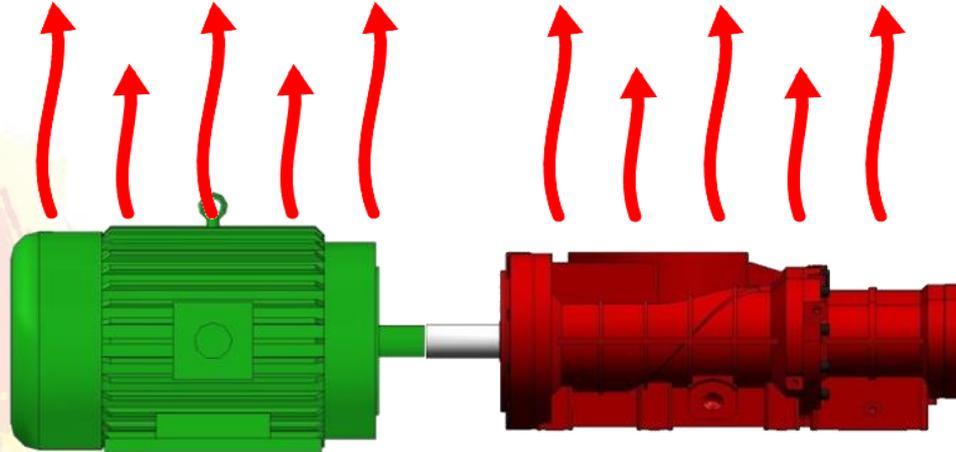
產品規格	登錄編號	標示義務公司	產品類別	產品型號	額定功率kW	登錄通過日期	有效無效
	ACF-109-000056	復盛股份有限公司	固定轉速迴轉式空氣壓縮機	SA110TXV(出口壓力:7)	110	2020/05/22	有效
	ACF-109-000057	復盛股份有限公司	固定轉速迴轉式空氣壓縮機	SA110TXV(出口壓力:8)	110	2020/05/22	有效

H. 空壓機廢熱回收

80~90% POWER

be transferred to **HEAT**

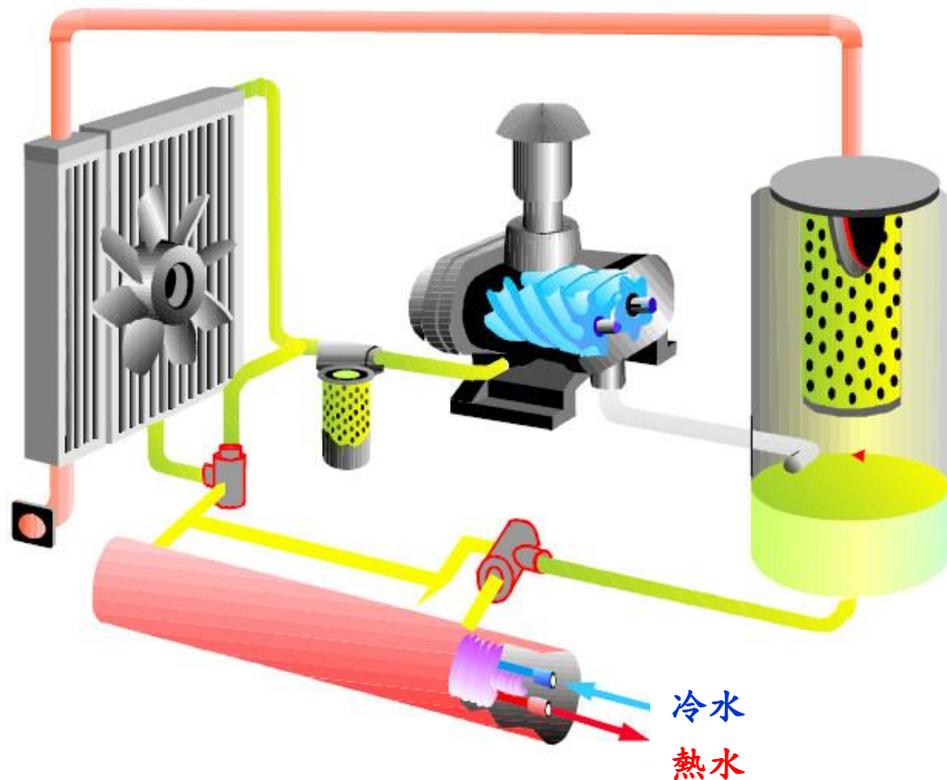
100%
POWER



10~20% POWER
be transferred
to **WORK**

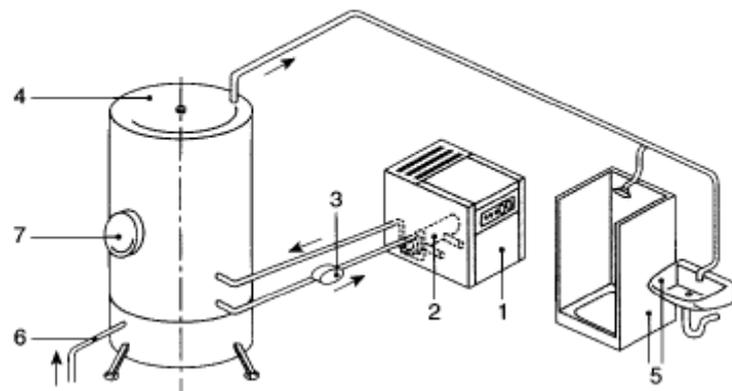
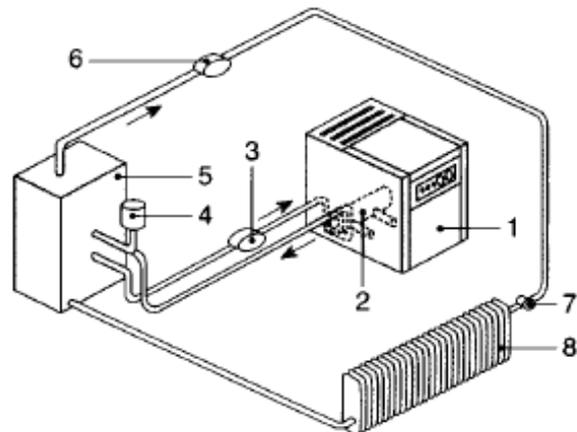


空壓機 潤滑油循環系統

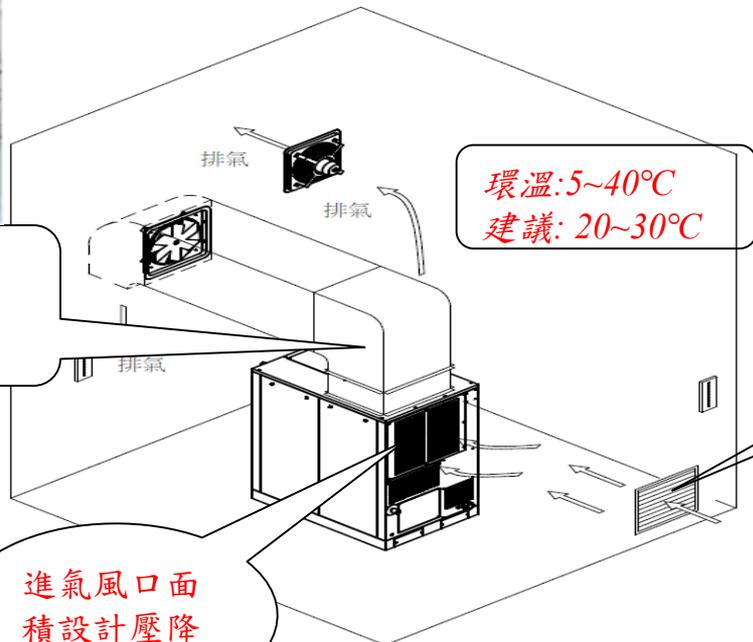


H. 空壓機廢熱回收-應用

- 冷水加熱：可將 12°C 冷水加熱到 $50\sim 85^{\circ}\text{C}$
- 可用作其他液體介質的加熱
- 可作為**鍋爐補水**的預加熱
- 進入中央空調系統使用/供暖
- 生活用水及地暖用水
- 工業工藝加熱
- **工業清洗**和衛生設施清潔

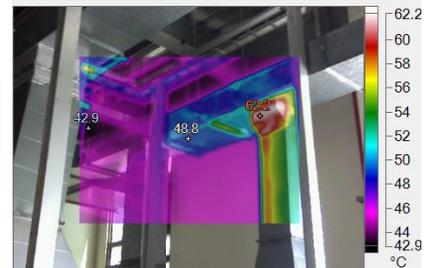


I. 機房通風



排熱導管
流速 < 6m/s
壓降 < 50Pa

進氣風口面積設計
壓降 < 100pa



< 3m/s

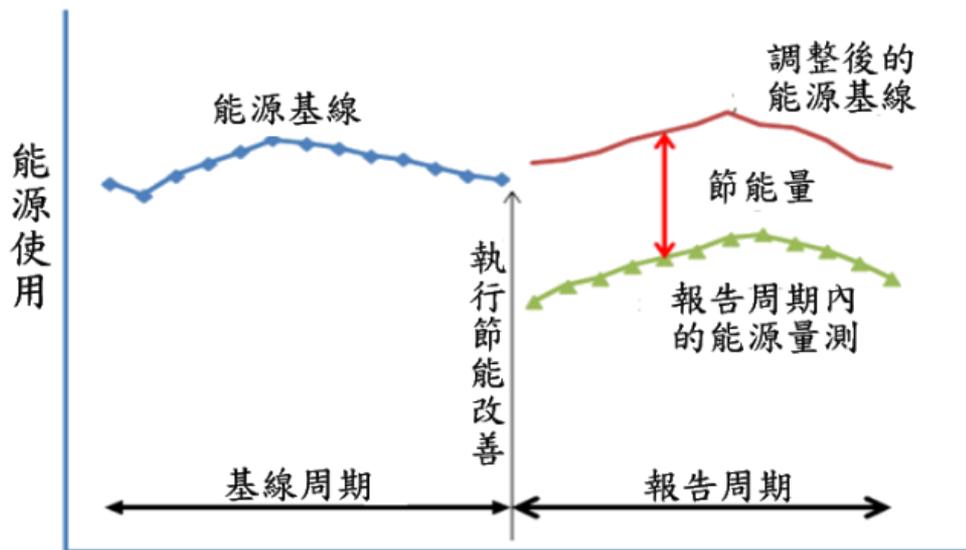


課程大綱

- 壓縮空氣系統
- 壓縮空氣系統節能手法
- 壓縮空氣系統能源管理監視平台
- 節能案例分享
- Q&A
-
-

為何要監視運轉及操作記錄？

- 符合ISO 50001 能源管理系統要求
- 瞭解系統用能現況
- 瞭解系統節能改善後的成效



空壓站: CompressorStationNo1



空壓站資訊

名稱: CompressorStationNo1
地址: 三重市光復路二段60號



整站耗功(kW)
50



空壓機總耗功(kW)
45



系統供氣量(cmm)
4.8



系統壓力(bar)
6.3



系統比功值(kW/cmm)
9.4



露點溫度(°Ctd)
15.4

空壓系統耗功佔比

SC 3F#3機-定頻(AC23): 0.0 %
SC 3F#2機-定頻(AC22): 0.0 %

SC 3F#1機-變頻(AC21): 100.0 %

名稱	ID	啟動狀態	異常警報	空重車狀態	耗功(kW)	排氣壓力(bar)	排氣溫度(°Ctd)	運轉累計時間(hr)	重車累計時間(hr)
SC 3F#1機-變頻(AC21)	TS4140037	啟動	正常	重車	45	6.4	85	32154	28722
SC 3F#3機-定頻(AC23)	DSA140041	停機	正常	空車	0	6.3	27	12069	10183
SC 3F#2機-定頻(AC22)	TSA140042	停機	正常	空車	0	6.2	58	14370	11224

查詢

友善列印

您選擇的區間為：2019-03-01 ~ 2019-03-31

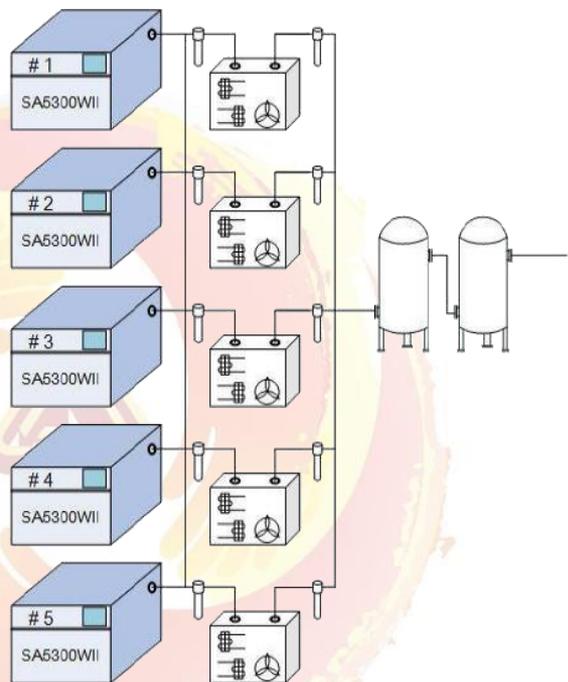


課程大綱

- 壓縮空氣系統
- 壓縮空氣系統節能手法
- 壓縮空氣系統能源管理監視平台
- 節能案例分享
- Q&A
-
-

北部某公司，內有復盛微油定頻螺旋式空壓機SA5300W II 共5台，使用約9~10年。

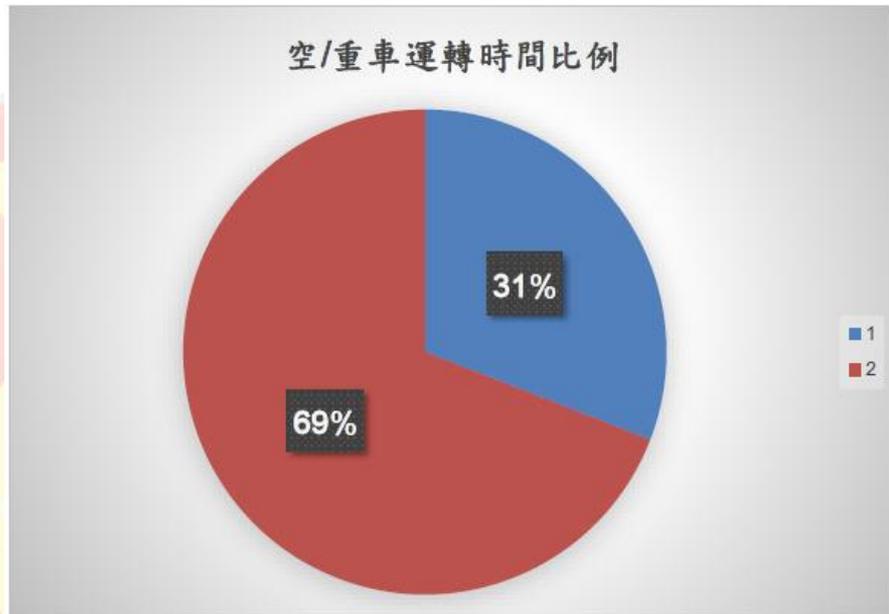
壓縮空氣系統配置如下：



空壓機編號	馬達 kW	銘牌風量 m ³ /min	購買至今累計天數	累計總運轉時數	累計總重車時數	累計總空車時數	空車時間佔比%	累計空車總耗電 kWh
1	220	42.0	3,170	28,607	20,973	7,634	26.7%	869,131
2	220	42.0	3,097	28,581	19,189	9,392	32.9%	1,069,279
3	220	42.0	3,097	28,591	19,378	9,213	32.2%	1,048,900
4	220	42.0	3,097	28,576	19,045	9,531	33.4%	1,085,104
5	220	42.0	3,170	28,506	20,131	8,375	29.4%	953,494

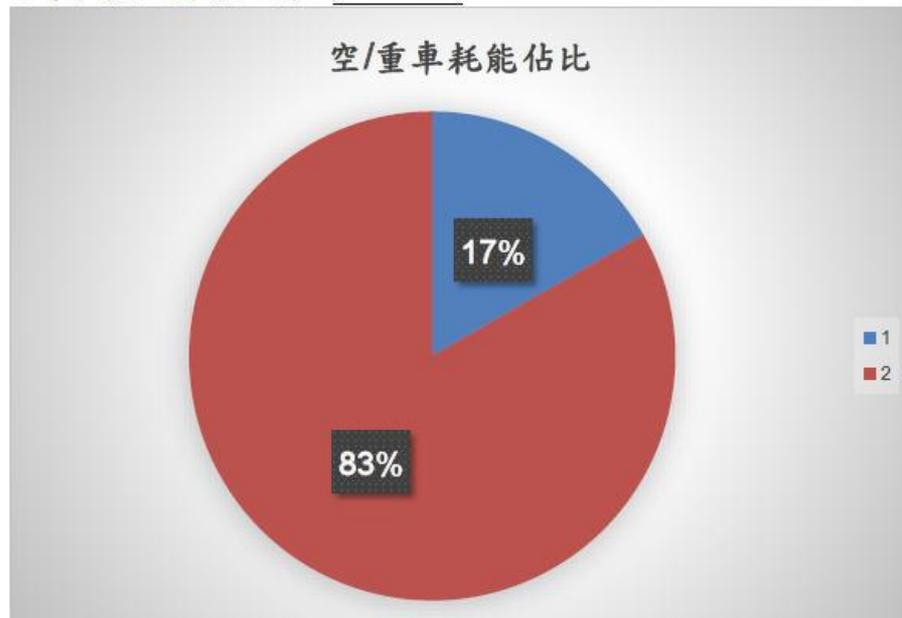
空壓機編號	馬達 kW	銘牌風量 m ³ /min	平均空壓機運轉時數/天	平均每小時空車耗電	預估年運轉時間, hr	空車一半浪費電量 kWh	重車一半耗電量 kWh
1	220	42.0	9.0	113.85	3,294	100,073	610,963
2	220	42.0	9.2	113.85	3,368	126,021	572,169
3	220	42.0	9.2	113.85	3,370	123,619	577,805
4	220	42.0	9.2	113.85	3,368	127,886	567,876
5	220	42.0	9.0	113.85	3,282	109,787	586,434

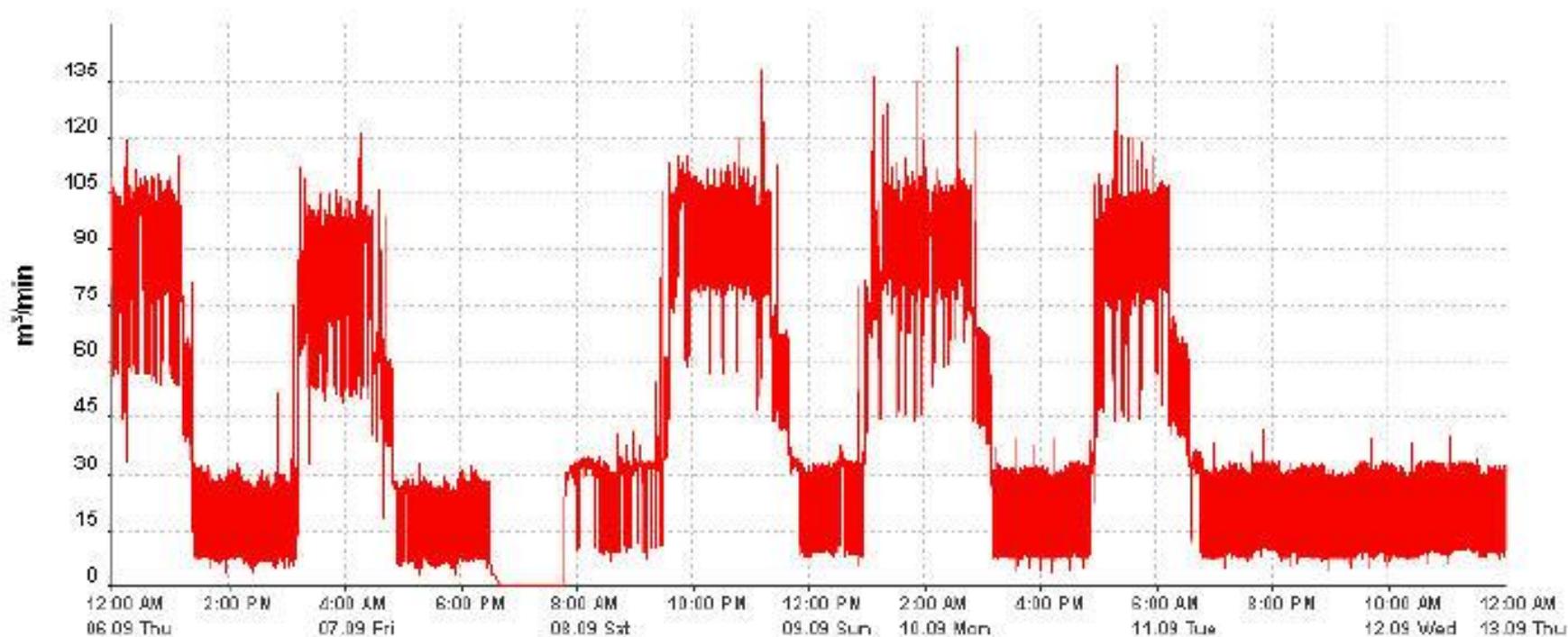
空車運轉時間佔比：30.9 %
重車運轉時間佔比：69.1 %



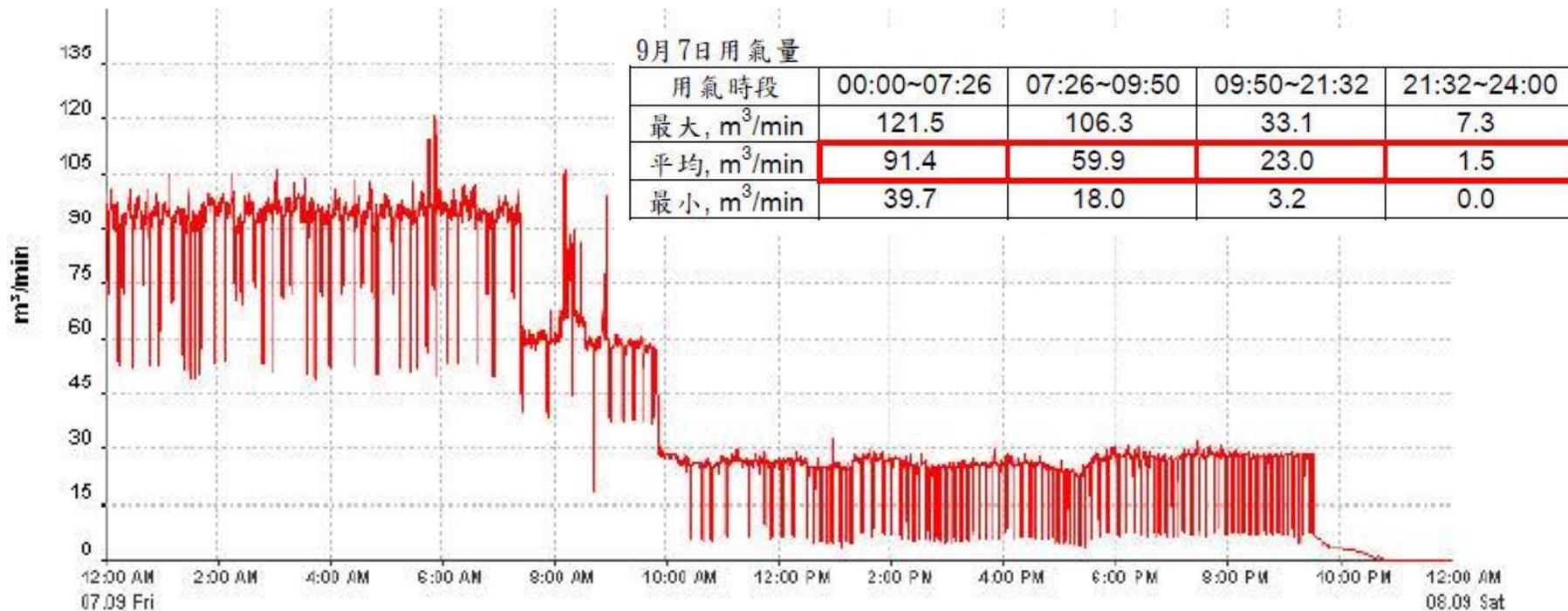
年空車耗能：587,387 kW
年重車耗能：2,915,247 kW

空車耗能佔總耗能比例：16.77 %





2018年9月6日AM 00:00~2018年9月13日PM 00:00



9月7日 (五)

單機效率量測

項次	#1	#2	#3	#4	#5
銘牌風量, m ³ /min	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00
量測風量, m ³ /min	33.67	35.31	33.67	33.49	34.47
風量差異, %	-19.8	-15.9	-19.8	-20.3	-17.9
舊機比功率, kW/(m ³ /min)	7.77	7.93	8.07	8.12	7.75
新機比功率, kW/(m ³ /min)	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68
比功率差異, %	-26.9	-28.3	-29.6	-30.1	-26.8

舊機搭配SAV200W^{plus}新機進行負載管理運轉模式

9月7日用氣量

用氣時段	風量	00:00~07:26	07:26~09:50	09:50~21:32	21:32~24:00
最大, m ³ /min	m ³ /min	121.5	106.3	33.1	7.3
平均, m ³ /min		91.4	59.9	23.0	1.5
最小, m ³ /min		39.7	18.0	3.2	0.0
# 1 SA5300WII	33.67	●	×	×	×
# 2 SA5300WII	35.31	×	×	×	×
# 3 SA5300WII	33.67	×	×	×	×
# 4 SA5300WII	33.49	×	×	×	×
# 5 SA5300WII	34.47	●	●	×	×
# 6 SAV200W ^{plus}	42.789	54.36%	59.43%	53.75%	0.00%

Q & A



谢谢!
THANKS