

公用系統節能措施

康普艾節能科技 邱文禮

中華民國109年9月



J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

講師個人經歷

新加坡商康普艾有限公司台灣分公司總經理

經濟部能源局節能輔導專家

科技部科學園區節能技術輔導委員

工研院節能查核輔導及評審委員

台達電子節能顧問

中衛中心節能講師

綠基會節能講師

中國石油學會節能講師

ESCO公會/協會節能講師

能源輔導中大型能源廠商共計1088家。

經濟部節能教育訓練課程共計85場次。

ISO 50001/集團企業能源管理/節電1%技術55場次

綠能??

節能!!

<https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=206&cid=404&cchk=8ccc1918-8cae-4f40-a2d0-b43454f4f218>

3



J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

高能力+ 高度動機的行為科學節能服務



具備能耗可視化功能之智慧插座



可視化管理系統



J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

A.空壓系統成本架構

大多數公司不知道產生壓縮空氣的成本？

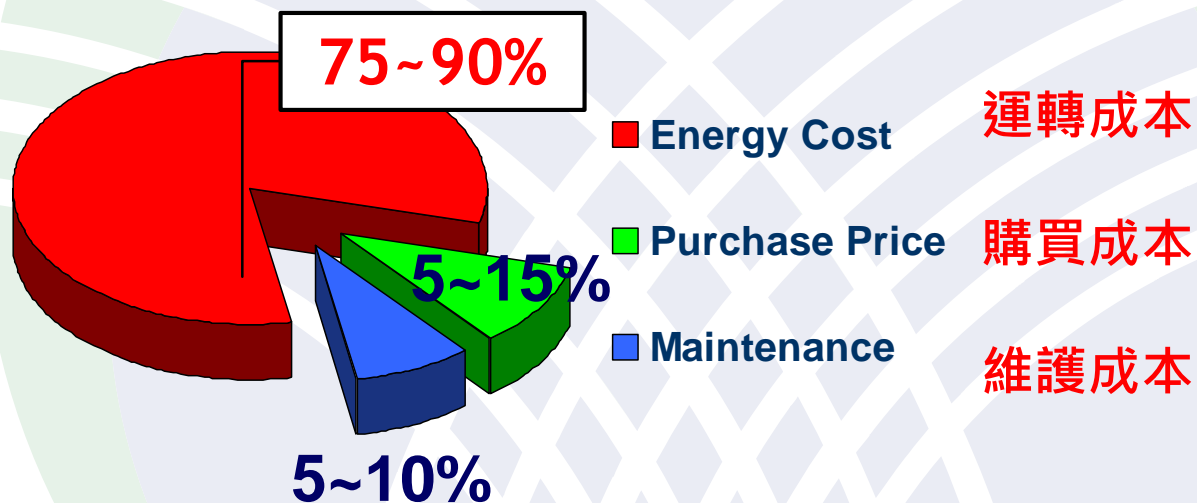
公司付出NTD0.28/M³而空壓系統的總能源又超過此金額。

請填入右方表格計算空壓機運轉十年所發生的購買成本,維護保養成本,及電費成本(以100hp為例)

| Year | Equipment | Maintenance | Energy |
|------|-----------|-------------|-----------|
| 1 | 760,000 | 75,000 | 1,935,000 |
| 2 | | 75,000 | 1,935,000 |
| 3 | | 75,000 | 1,935,000 |
| 4 | | 75,000 | 1,935,000 |
| 5 | | 75,000 | 1,935,000 |
| 6 | | 75,000 | 1,935,000 |
| 7 | | 75,000 | 1,935,000 |
| 8 | | 75,000 | 1,935,000 |
| 9 | | 75,000 | 1,935,000 |
| 10 | | 75,000 | 1,935,000 |

空壓系統成本結構

空壓系統成本結構（以十年運轉計算）



油潤滑螺旋式空壓機能效分級基準值

(一)固定轉速迴轉式空氣壓縮機

$$\eta_b = (-0.928 \ln^2(V_1) + 13.911 \ln(V_1) + 27.110) + (100 - (-0.928 \ln^2(V_1) + 13.911 \ln(V_1) + 27.110)) * d / 100$$

(二)可變轉速迴轉式空氣壓縮機

$$\eta_b = (-1.549 \ln^2(V_1) + 21.573 \ln(V_1) + 0.905) + (100 - (-1.549 \ln^2(V_1) + 21.573 \ln(V_1) + 0.905)) * d / 100$$

(三)活塞式空氣壓縮機

$$\eta_b = (8.931 \ln(V_1) + 31.477) + (100 - (8.931 \ln(V_1) + 31.477)) * d / 100$$

上述(一)、(二)、(三)之參數說明如下：

η_b : 能源效率基準 (%)

V_1 : 滿載時之入口體積流量(公升/秒, l/s)

d : 比例損失因子(Proportional loss factor), $d = -5 \sim 0$ 、 $0 \sim 5$ or 5以上

油潤滑螺旋式空壓機能效分級基準值

註：

- 一、空氣壓縮機之滿載時入口體積流量實測值不得小於產品標示值；實測效率值亦不得小於上述公式計算所得之能源效率基準 η_b ，且在產品標示值以上，並且產品標示值應符合能源效率分級基準表(如下頁)要求。
- 二、空氣壓縮機實測效率值之計算，採四捨五入至小數點後第一位。
- 三、固定轉速迴轉式及活塞式空氣壓縮機之實測效率值計算公式為：

其中， η = 空氣壓縮機之等熵效率(isentropic efficiency) (%)

V_1 = 滿載時之入口體積流量(公升/秒，l/s)

P_2 = 滿載時之出口絕對壓力(bar(a))，出口絕對壓力為表壓與標準狀態大氣壓的和

(標準狀態定義為100kpa=1bar: ; 1bar=1.02kgf/cm²)

P_{real} = 滿載時之輸入功率(kW)

11

油潤滑螺旋式空壓機能效分級基準值

空氣壓縮機能源效率分級基準表

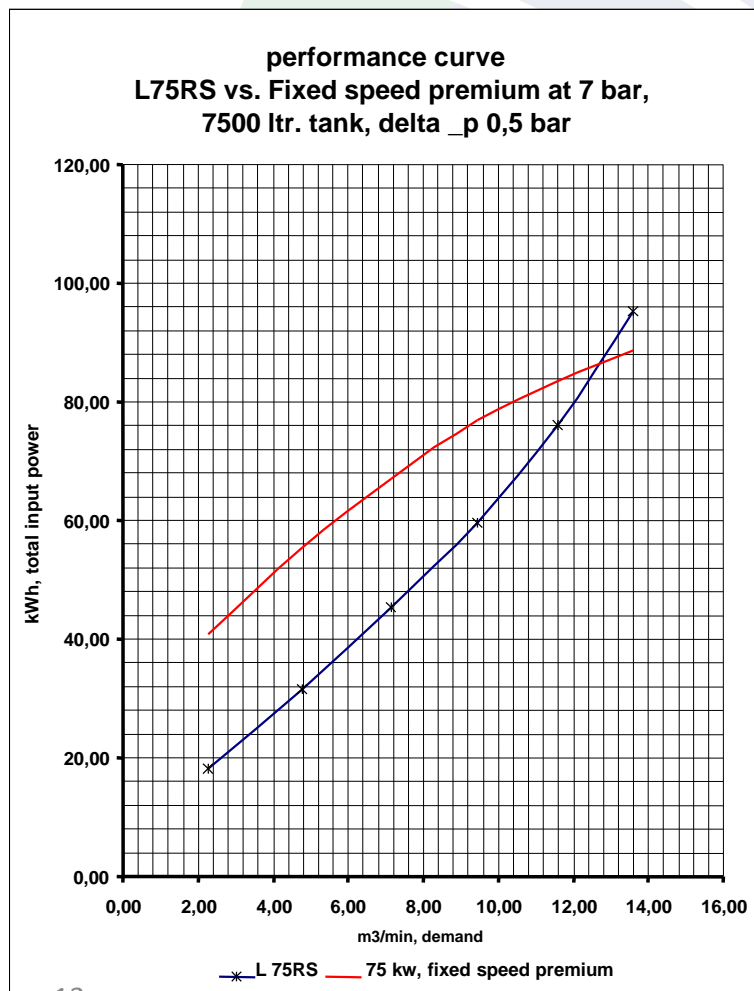
| 效率等級 | 三級 | 二級 | 一級 |
|---------------------------------------|----------|---------|-----|
| 比例損失因子d (Proportional loss factor) | -5以上，低於0 | 0以上，低於5 | 5以上 |

註：除比例損失因子d之規定依據此表，其餘事項均依據經濟部公告之「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」附件一之計算公式與規定。

資料來源：經濟部能源局>網站能源法規>法令規章>節約能源>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

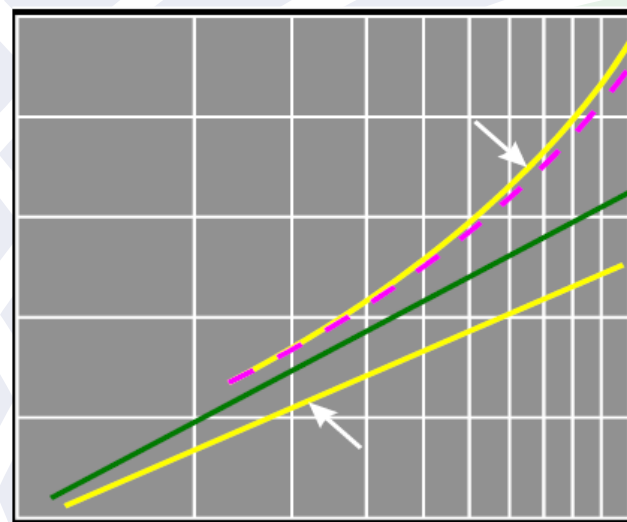
https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/Law/Content.aspx?menu_id=7165

比功率性能曲線圖



P 單位耗能= $\left[\frac{\text{總輸入電力 kW}}{\text{自由出氣量 m}^3/\text{min}} \right]$
(比功率)

總
輸
入
電
力



- p = 8.4
- p = 7.8
- p = 6.9
- p = 6.1

出
氣
量

節能概念

空壓機每增加1 bar壓力:

耗能增加 6 to 10 % 的空壓機效能

增加 8 °C的壓縮溫度

我所需知道的壓縮空氣系統?

45.3 CMM @ 100 psi = 400 hp

39.6 CMM @ 125 psi = 400 hp

34 CMM @ 150 psi = 400hp

755 l/s @ 7 bar = 300kW

660 l/s @ 8 bar = 300 kW

566 l/s @ 10 bar = 300 kW

案例中可以發現同一空壓機供應商所製造的設備,在不同的壓力下會有不同的出氣量,

因為配合現場要求壓力提高,就發現出氣量減少的事實.

當選錯機型,同樣用氣量需求的生產設備就,必須付出更高的電費.

B.控制最佳化

主從控制

串聯控制

壓力範圍控制

混合控制



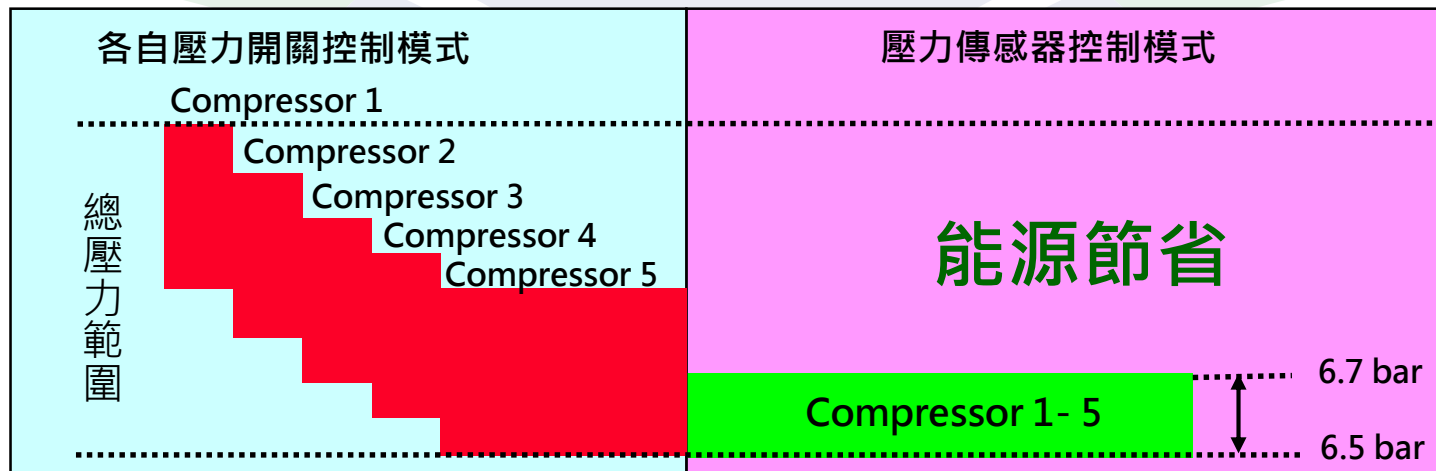
J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

早期無有效管理系統

建立管理系統



壓力可降低

$\Delta p = 0,8 \text{ bar}$

3 台 L45-7.5(45kW)

3 x 1.4 kW

4.20 kW

2 台 L110-7.5(110kW)

2 x 5.2 kW

10.40 kW

在 6.7 bar 使用壓力下的總節能量

14.60 kW

每年使用8000小時情況下

節電量

116,800 kWh

每度電 NTD 3 / kWh 節電費

NTD 350,400 / 年



J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

C.控制模式

空壓機控制模式乃依據現場用氣需求而做的調控其有以下幾種方式：

控制模式

非持續性:

- 間歇性控制 (for smaller piston compressors)
- 空車運轉控制
- 空重車運轉控制

持續性:

- 變頻變速控制
- 入口容調閥控制
- 壓縮室改變容積控制



有任何控制模式是完美無缺的？

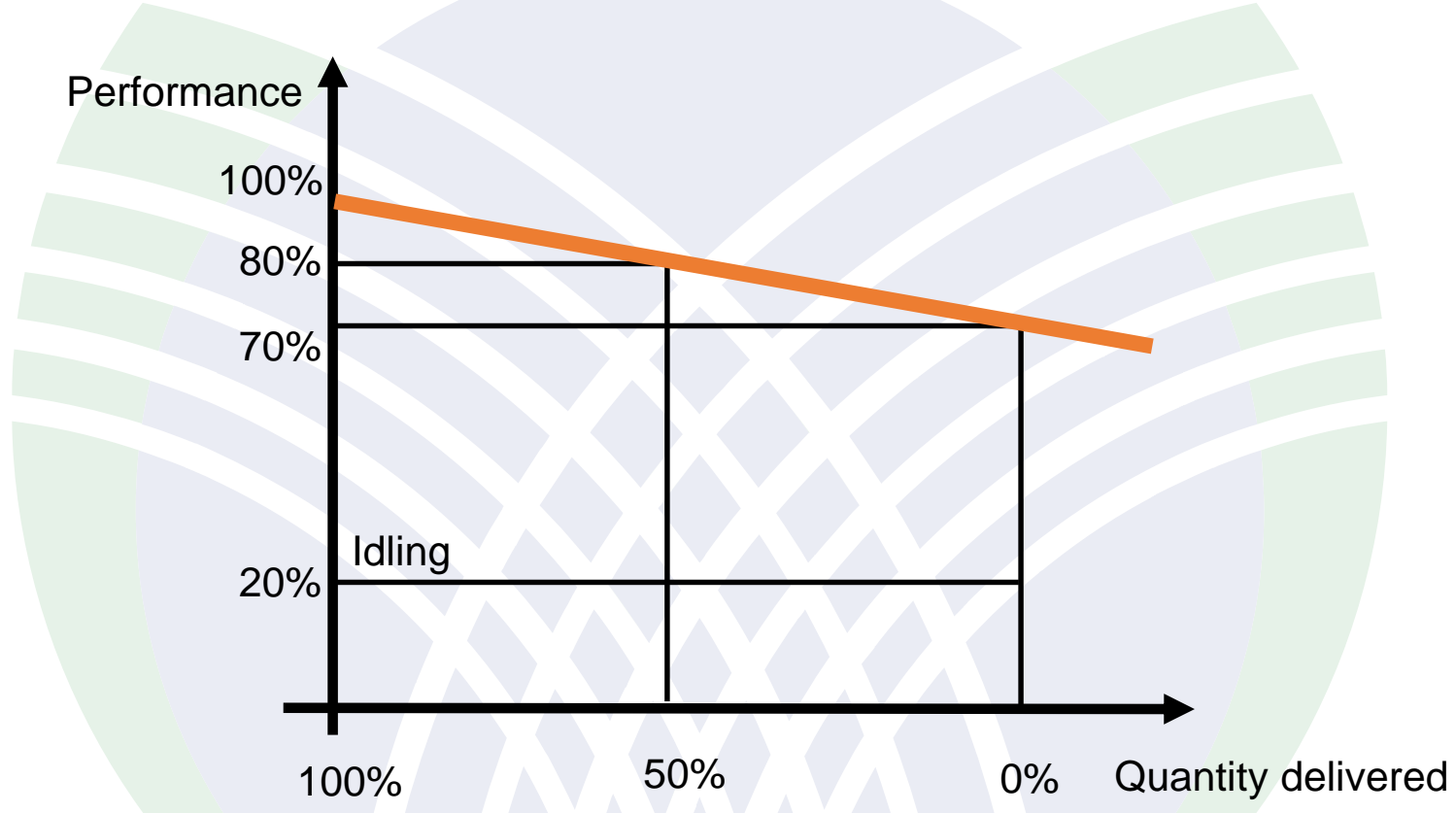
No !

A volume flow control depends on

- the properties of the compressor (model)
- drive engine (permissible number of starts per hour)
- compressed-air system
- control range required

目標： 盡可能使空壓機在全部重載狀況
最少的空車時數

持續性:入口容調閥控制



- Continuously variable control of the inlet valve enables adjustment of the supply quantity between 100% and 50%
- Power consumption is reduced to min. 80%

變速變頻控制

- ▶ By means of Regulated Speed , there is good adjustment to varying consumption of compressed air
- ▶ No idling, therefore, no idling costs
- ▶ No peaks
- ▶ Increased investment costs (electrical system)

Advice:

Plants with several compressors require tuning between controlling range and available standard compressors

D. 高效率壓縮空氣新世代

- 選擇合適空壓機
- 減少空車運轉
- 使用高效率馬達
- 熱回收
- 系統壓降最小化
- 洩漏防止
- 節能監控系統



選擇合適空壓機

**Make energy consumption
the first consideration!**

WHY?



J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

壓縮空氣

-如何降低投資成本-

如果貴廠每日24小時生產運轉, 每年約360工作日, 合計8600小時/年
每度費以3元計(kW-H)

-50HP空壓機(37kW)壹年使用所需電費 $37\text{kW} \times 8600\text{小時} \times 3\text{元}$
約= 954,600元/年

-75HP空壓機(55kW)壹年使用所需電費 $55\text{kW} \times 8600\text{小時} \times 3\text{元}$
約= 1,419,000元/年

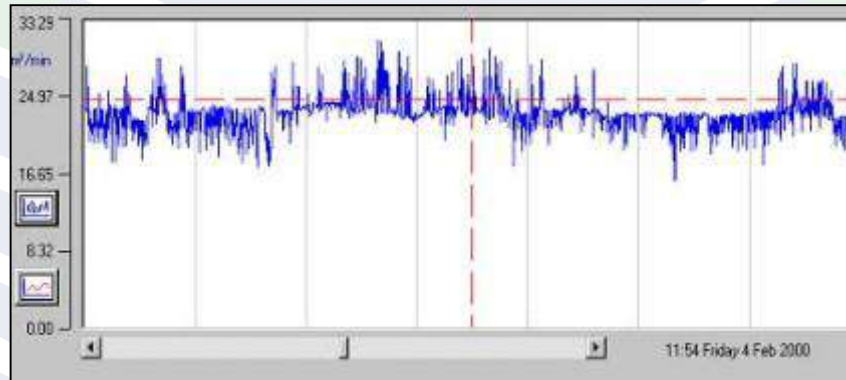
-100HP空壓機(75kW)壹年使用所需電費 $75\text{kW} \times 8600\text{小時} \times 3\text{元}$
約= 1,935,000元/年

-180HP空壓機(132kW)壹年使用所需電費 $132\text{kW} \times 8600\text{小時} \times 3\text{元}$
約= 3,405,600元/年

假設壹部空壓機有8萬小時(10年)的運轉壽命, 則上述電費須乘10倍, 選擇一部高效率的空壓機, 只要節省運轉電能10%以上, 其購機費用等於免購進!



選擇合適空壓機



Understand the air demand

It is important to understand the air demand so that the best solution can be identified

如何做?



J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

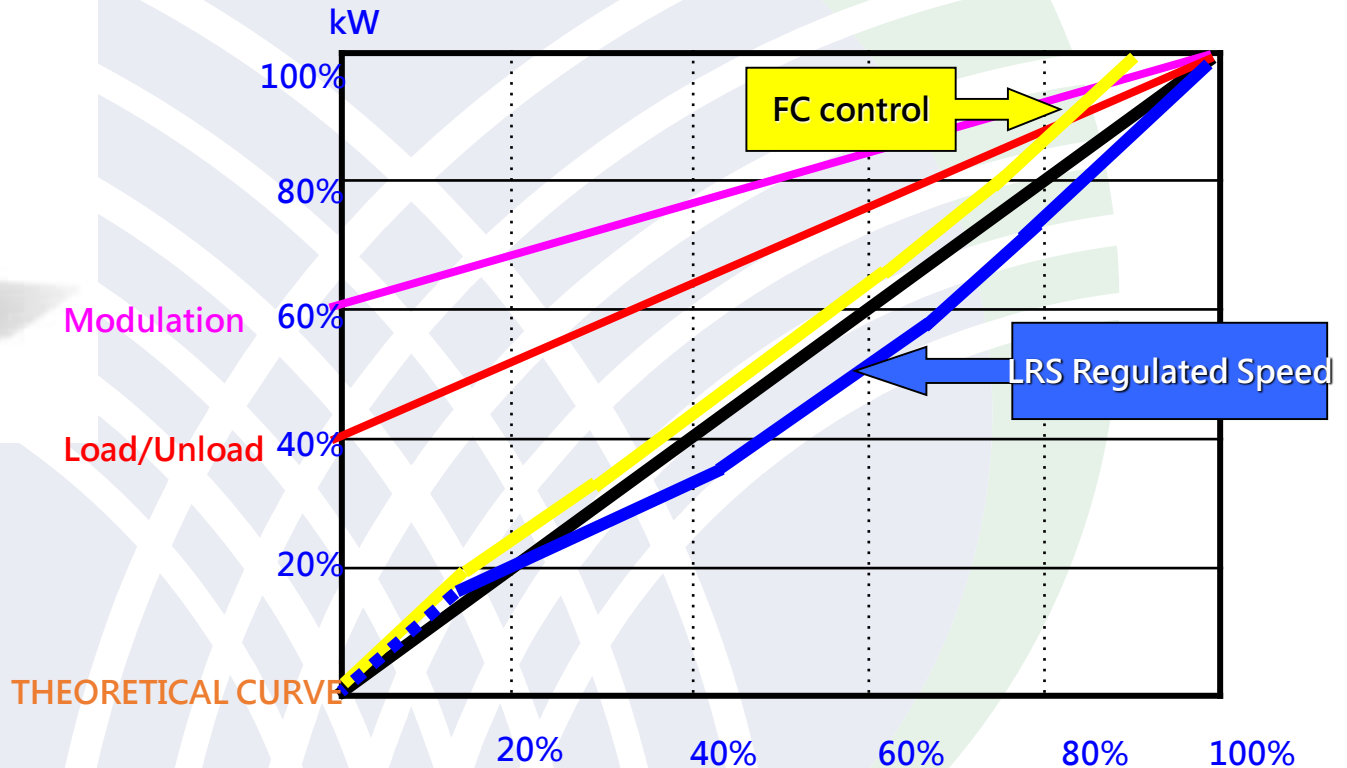
減少空車運轉

一般空壓機於空車運轉時無產生壓縮空氣,但仍然
耗能相當滿載運轉時之35~50%

- The addition of a speed regulated compressor to a system enables offload running to be minimised or eliminated thus saving energy



容量調節系統 VS LRS-系列



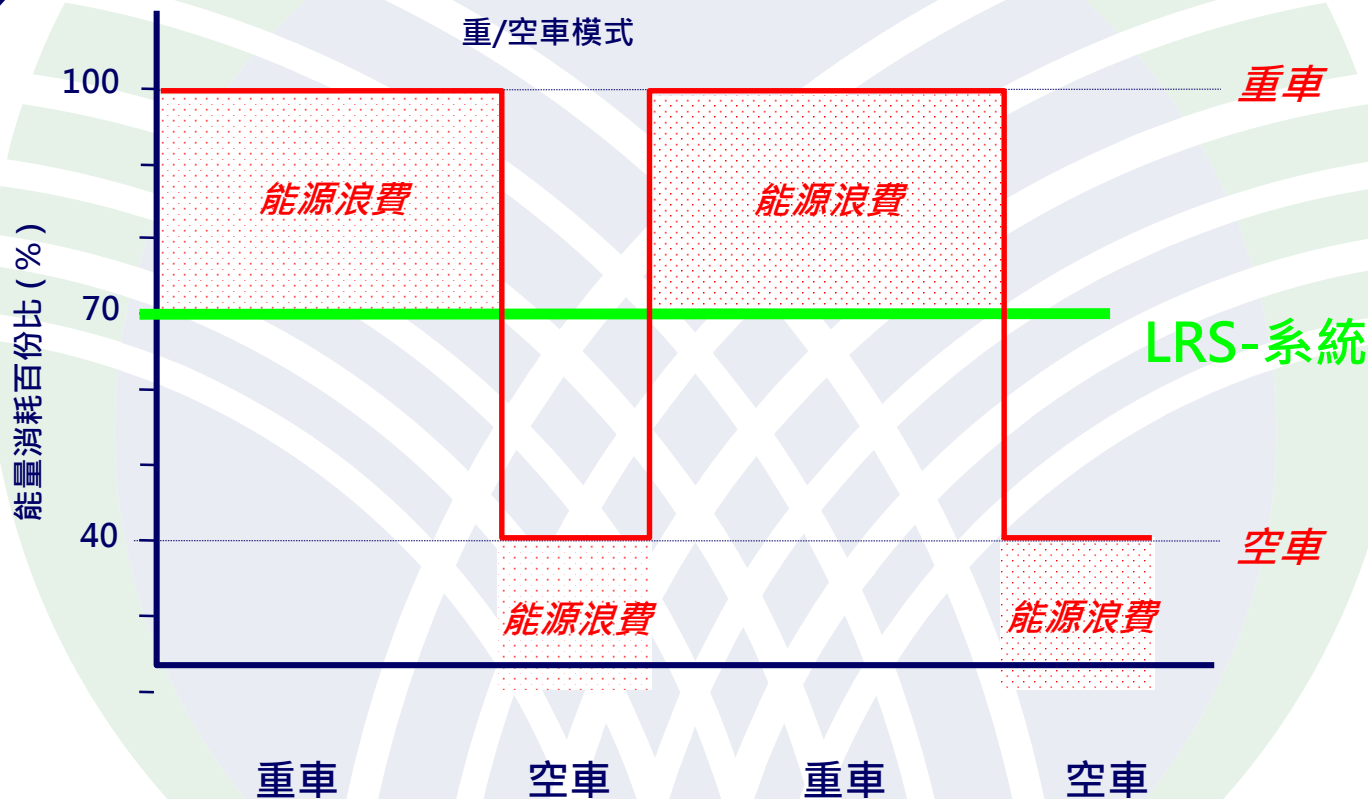
LRS Regulated Speed curve better than THEORETICAL CURVE



23%
能源大幅節省

壓縮空氣能量消耗圖

例如 能源節省70%之滿載狀態



LRS-系列空壓機，維持能源消耗在綠色直線部份



J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd

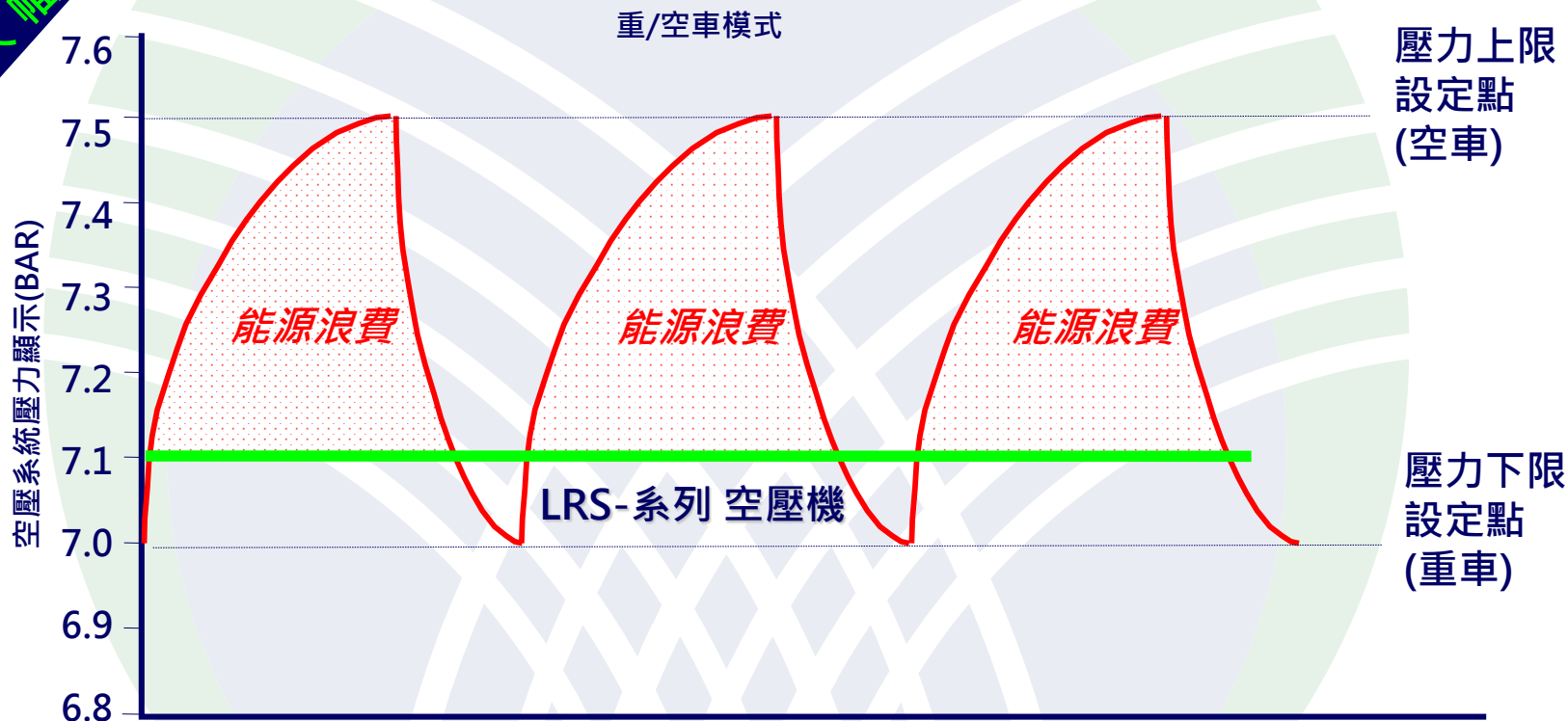


CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

1.5%
能源大幅節省

壓縮空氣能量消耗圖

例如 能源節省70%之滿載狀態



LRS-系列 空壓機提供一個固定且平穩的壓縮空氣需求，無空-重車模式進而達到理想的能源節省及狀態



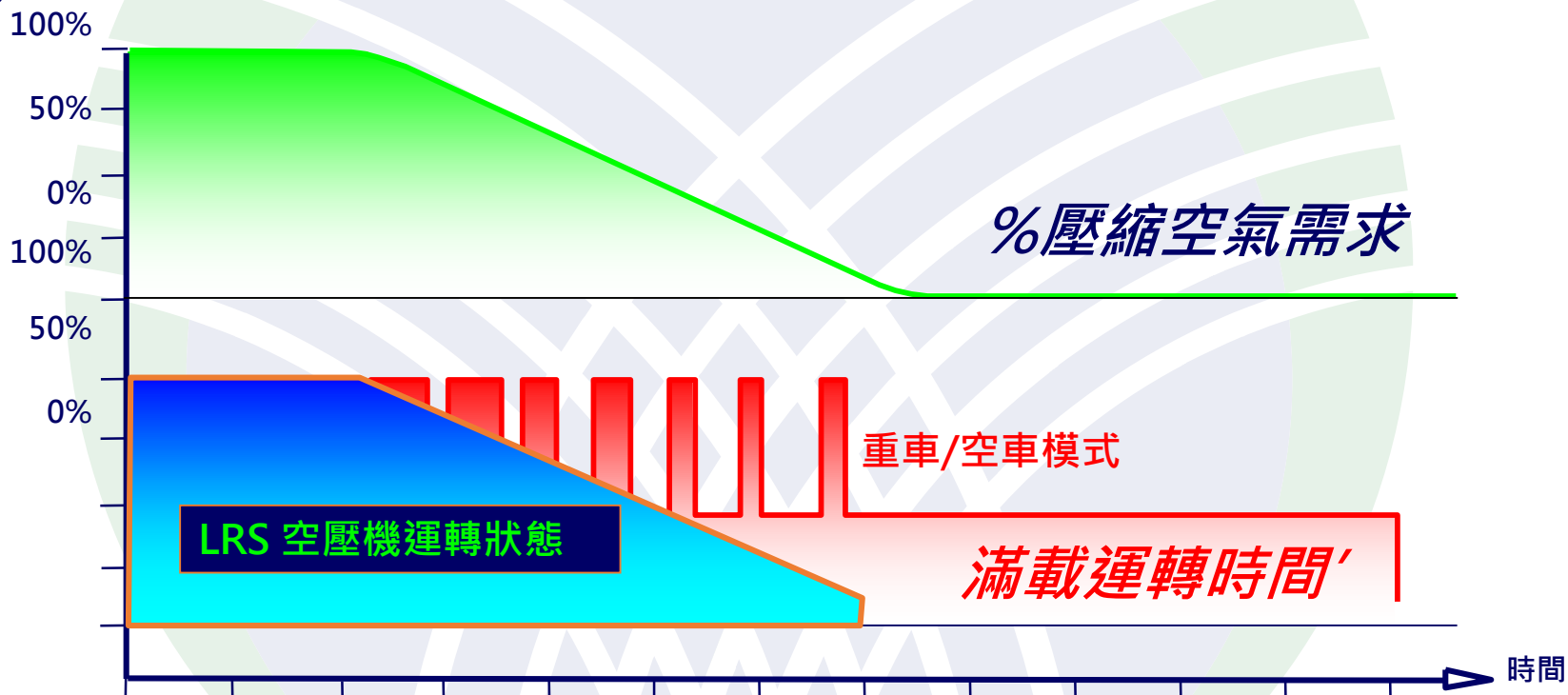
J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

0.5%
能源大幅節省

無馬達啟動次數之限制



無啟動次數限制、無馬達冷卻問題、無運轉時間

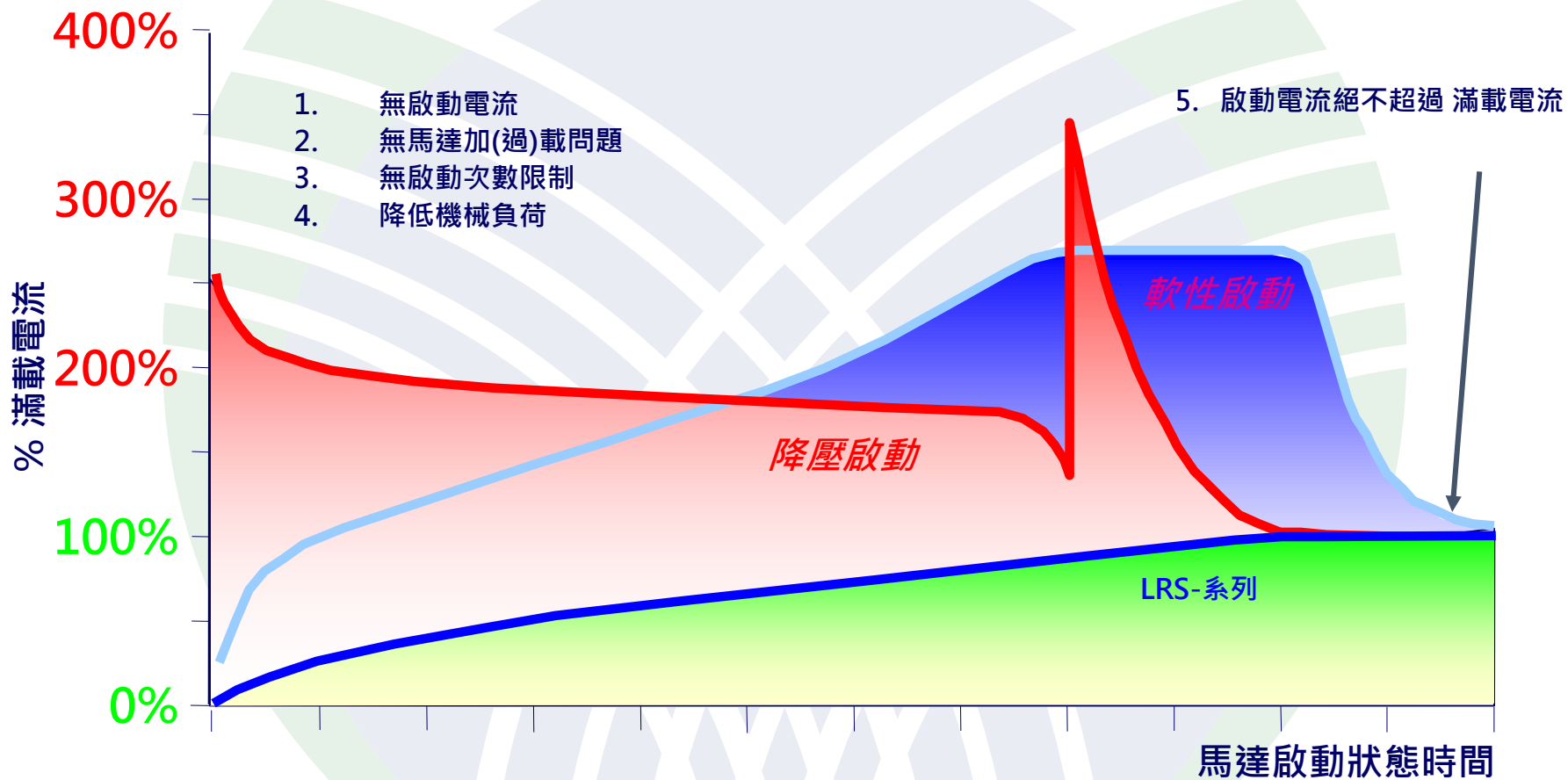


J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

LRS啟動優點



消除對於無效的峰值電流的浪費問題



J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd

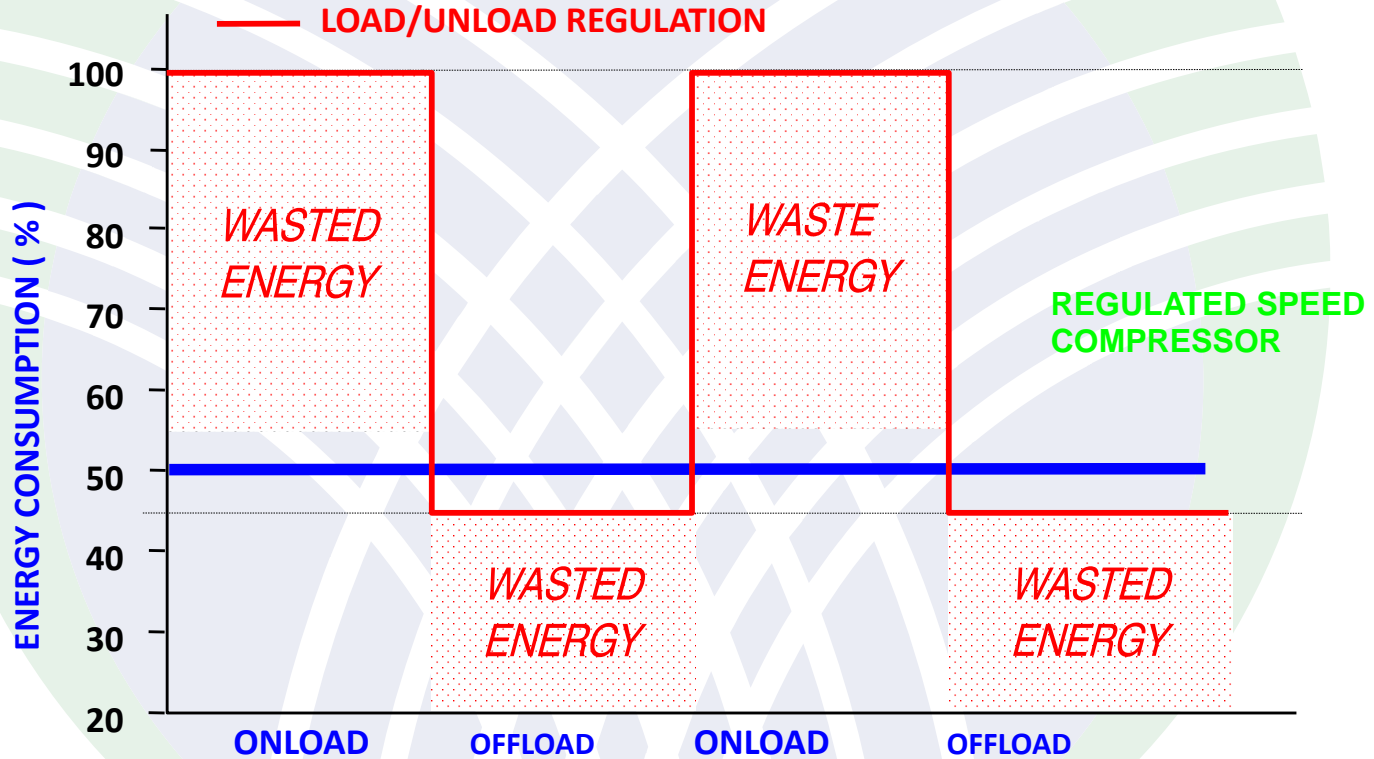


CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

36%

ENERGY SAVING

ENERGY CONSUMPTION COMPARISON
EXAMPLE ENERGY SAVING @ 50% LOAD



*RS Keeps Energy Consumption
In Direct Proportion to Air Demand*



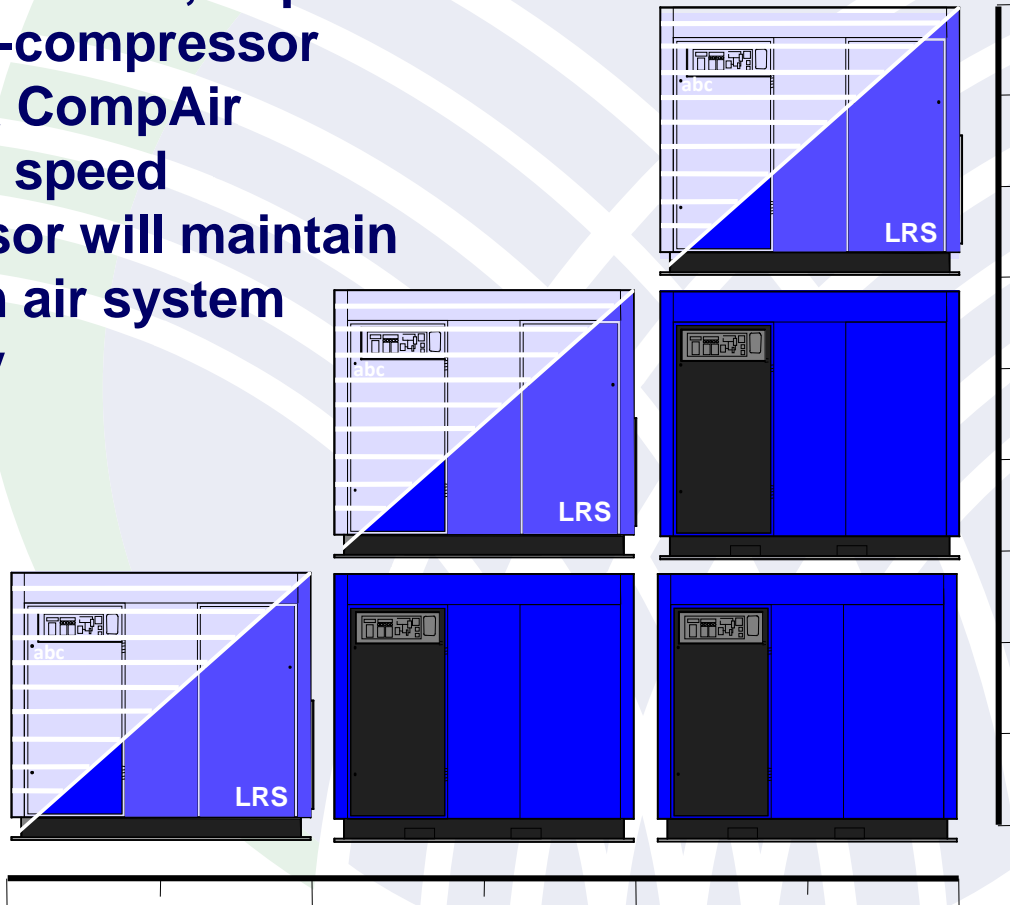
J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

Maximise Air System Efficiency

As a stand alone, or part of a multi-compressor system, a CompAir regulated speed compressor will maintain maximum air system efficiency



Keep conventional compressors at full load to exploit their maximum efficiency

使用高效率馬達

在歐洲的馬達製造廠都同意配合馬達消耗能源分級(台灣亦於104年開始實施)

共分成三種級別IE1/IE2/IE3,規範範圍從1.1到 375kW,

IE2在2011年6月16日已經是最低標準

以IE 1 / IE 2 / IE 3分級區分 - IE 3/4 是最高等級標準

| 馬達 | 相當IE 3或更高 | 相當IE 2或更高 | IE 1 以下 |
|------|-----------|-----------|---------|
| 15kW | 93% | 91% | 89.5% |
| 37kW | 94.5% | 93% | 91.2% |
| 75kW | 95.4% | 94.5% | 92.7% |
| 90kW | 95.4% | 94.5% | 93% |



能源效率基準及檢查方式內容

附表二 低壓三相鼠籠型感應電動機IE3能源效率基準

| 額定輸出功率 | | 2極 | | | 4極 | | | 6極 | | | 實施日期 |
|---------|----------|------------|------------|------|------------|------------|------|------------|------------|------|-------------|
| | | 同步轉速 (rpm) | 額定滿載效率η(%) | | 同步轉速 (rpm) | 額定滿載效率η(%) | | 同步轉速 (rpm) | 額定滿載效率η(%) | | |
| KW | HP (參考值) | 60Hz | 全閉型 | 保護型 | 60Hz | 全閉型 | 保護型 | 60Hz | 全閉型 | 保護型 | 自一百零五年七月一日起 |
| 0.75 | 1 | 3600 | 77.0 | 77.0 | 1800 | 85.5 | 85.5 | 1200 | 82.5 | 82.5 | |
| 1.1 | 1.5 | | 84.0 | 84.0 | | 86.5 | 86.5 | | 87.5 | 86.5 | |
| 1.5 | 2 | | 85.5 | 85.5 | | 86.5 | 86.5 | | 88.5 | 87.5 | |
| 2.2 | 3 | | 86.5 | 85.5 | | 89.5 | 89.5 | | 89.5 | 88.5 | |
| 3.7 | 5 | | 88.5 | 86.5 | | 89.5 | 89.5 | | 89.5 | 89.5 | |
| 5.5 | 7.5 | | 89.5 | 88.5 | | 91.7 | 91.0 | | 91.0 | 90.2 | |
| 7.5 | 10 | | 90.2 | 89.5 | | 91.7 | 91.7 | | 91.0 | 91.7 | |
| 11 | 15 | | 91.0 | 90.2 | | 92.4 | 93.0 | | 91.7 | 91.7 | |
| 15 | 20 | | 91.0 | 91.0 | | 93.0 | 93.0 | | 91.7 | 92.4 | |
| 18.5 | 25 | | 91.7 | 91.7 | | 93.6 | 93.6 | | 93.0 | 93.0 | |
| 22 | 30 | | 91.7 | 91.7 | | 93.6 | 94.1 | | 93.0 | 93.6 | |
| 30 | 40 | | 92.4 | 92.4 | | 94.1 | 94.1 | | 94.1 | 94.1 | |
| 37 | 50 | | 93.0 | 93.0 | | 94.5 | 94.5 | | 94.1 | 94.1 | |
| 45 | 60 | | 93.6 | 93.6 | | 95.0 | 95.0 | | 94.5 | 94.5 | |
| 55 | 75 | | 93.6 | 93.6 | | 95.4 | 95.0 | | 94.5 | 94.5 | |
| 75 | 100 | | 94.1 | 93.6 | | 95.4 | 95.4 | | 95.0 | 95.0 | |
| 90 | 125 | | 95.0 | 94.1 | | 95.4 | 95.4 | | 95.0 | 95.0 | |
| 110 | 150 | | 95.0 | 94.1 | | 95.8 | 95.8 | | 95.8 | 95.4 | |
| 150 | 200 | 95.4 | 95.0 | 96.2 | 95.8 | 95.8 | 95.4 | | | | |
| 185~200 | 250~270 | 95.8 | 95.4 | 96.2 | 96.0 | 95.8 | 95.8 | | | | |

註：(1) η 為額定滿載效率，實測滿載效率依中華民國國家標準CNS14400「低壓三相鼠籠型高效率感應電動機(一般用)」或依中央主管機關規定之標準試驗。

(2) 廠商於銘牌上滿載效率標示值不得小於標準值。

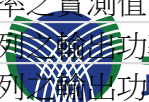
(3) 實測支滿載效率不得小於標示值η減去許可差 ε，許可差 ε 計算方式如下：

$$\epsilon = (1 - \eta) \times 15\% \quad (\text{額定輸出功率} \leq 150\text{kw 之電動機}) \quad \epsilon = (1 - \eta) \times 10\% \quad (\text{額定輸出功率} > 150\text{kw 之電動機})$$

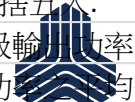
(4) 滿載效率之實測值(%)計算至小數點後第一位，小數點後第二位四捨五入。

(5) 若未表列之輸出功率，其大於一級輸出功率和小一級輸出功率之輸出功率，其效率均依其鄰近之輸出功率之效率為檢驗標準。

(6) 若未表列之輸出功率，其大於一級輸出功率和小一級輸出功率之輸出功率，其效率均依其鄰近之輸出功率之效率為檢驗標準。



POWER System Engineering Co., Ltd.



CompAir Compresses Air Energy Saving Co., Ltd.

系統壓降最小化



Operate the system at the minimum acceptable pressure - excessive system pressure increases energy costs

- A 0.5 bar reduction in operating pressure results in a 3% decrease in energy consumption**



J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

壓力降

1. 主空氣管道
2. 分支空氣管道
3. 連接線
4. 冷凍乾燥機
5. 空壓機

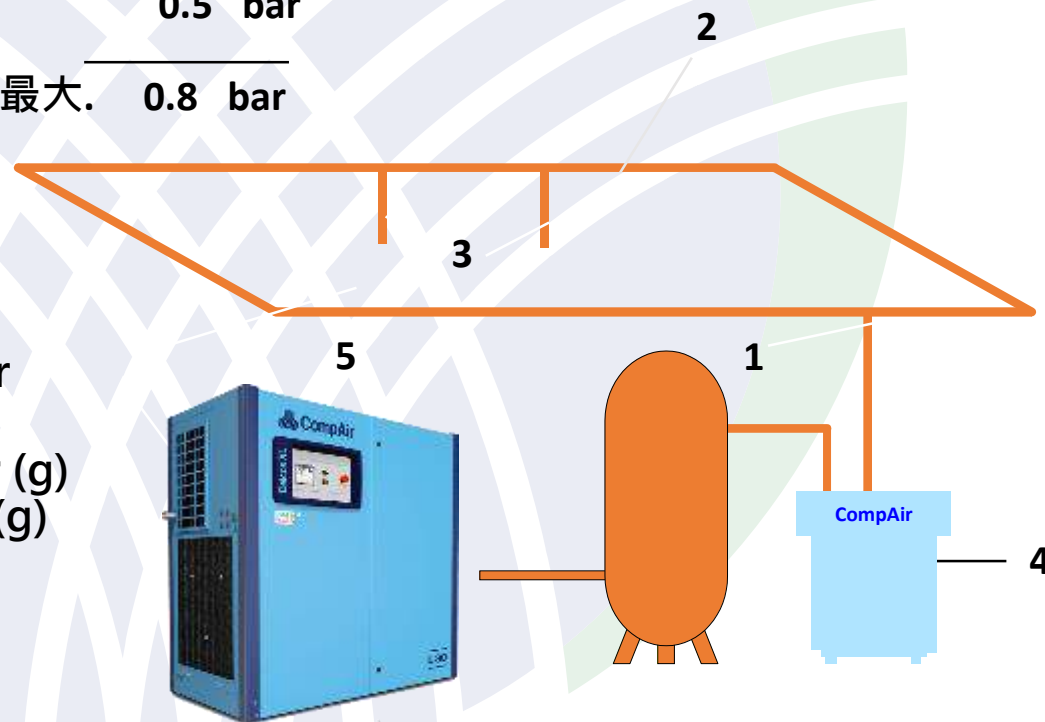
0.1 bar
0.03 bar
0.04 bar
0.2 bar
0.5 bar

最大. 0.8 bar





壓力降0.8 bar

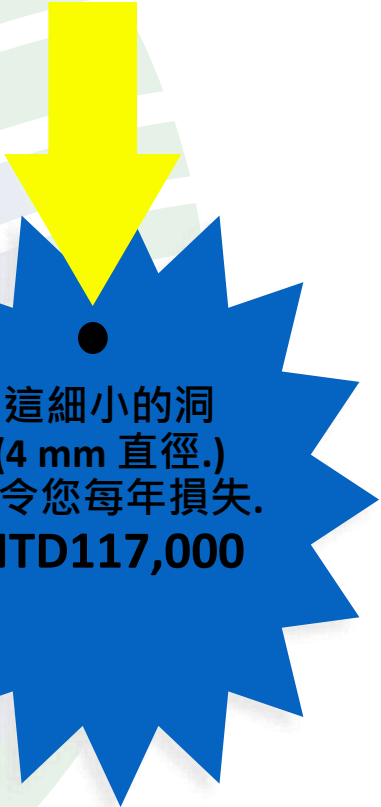
壓縮機最大壓力
使用壓力
壓力差

7.0 bar (g)
6.0 bar (g)
1.0 bar



洩漏

| 洞直徑 | 用氣量 在6 bar (g)壓力 m ³ /min | 損失 | |
|--|--|------|---------|
| | | kW | NTD*) |
|  1 mm | 0.065 | 0.3 | 5400. |
|  2 mm | 0.240 | 1.7 | 30600. |
|  4 mm | 0.980 | 6.5 | 117000. |
|  6 mm | 2.120 | 12.0 | 216000. |



這細小的洞
(4 mm 直徑.)
將令您每年損失.
NTD117,000

* Electricity costs: 2.25 NTD/kW-H
Service hours: 8000 h/year



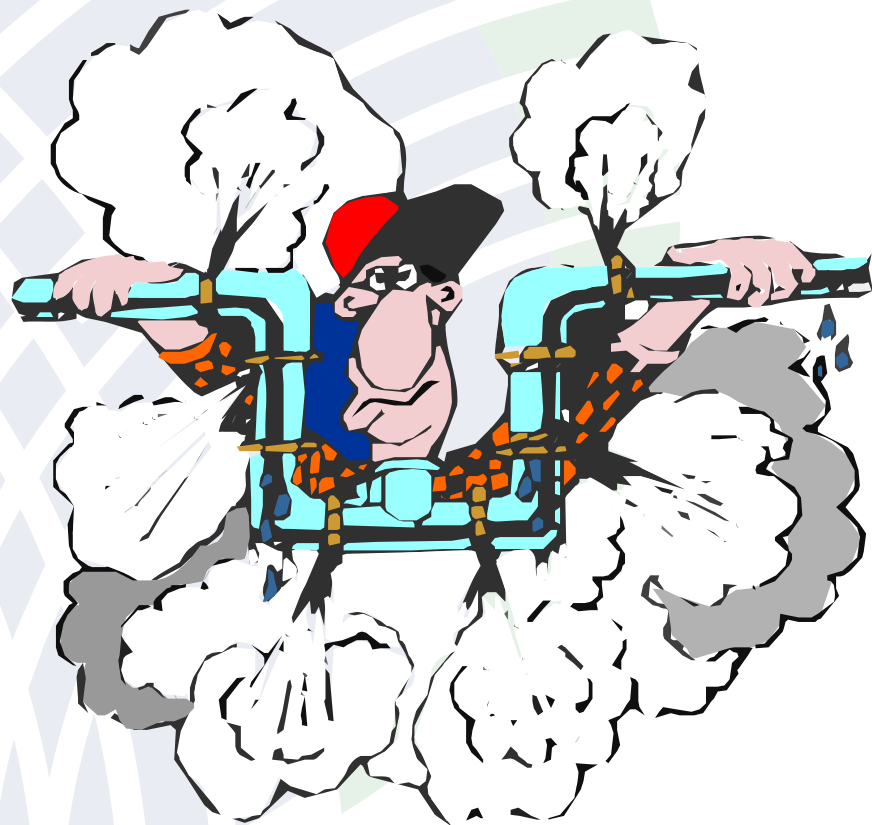
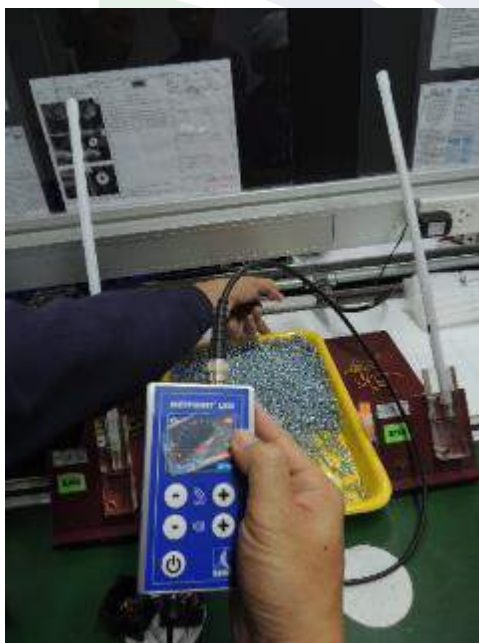
J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

如何確定洩漏點

- 使用肥皂泡沫測試管路銜接處
- 關機聽取洩漏聲
- 超音波測試
- 洩漏點的氣水泡



J. POWER 傑能系統工程
J. POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

公用設備J-BEMS智慧節能監控應用



J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

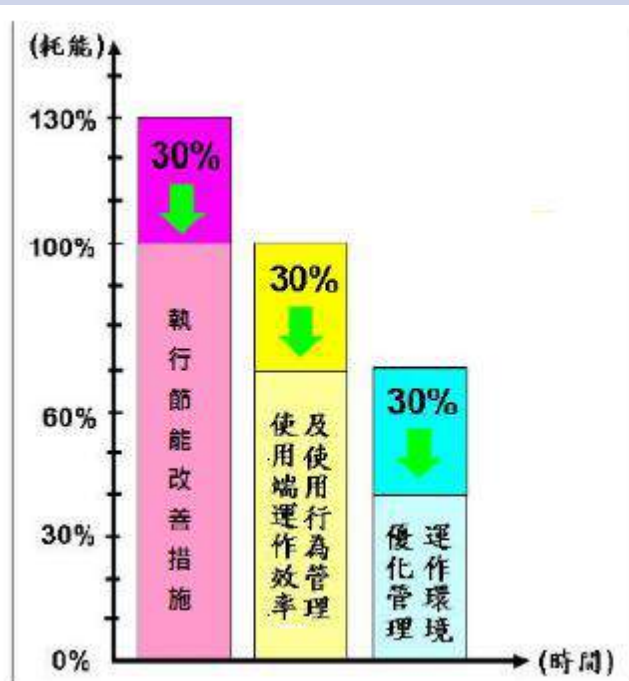
一、雲端技術應用基本概念

雲端技術應用

使用者開始執行節能措施，
平均可降低30%耗能。

系統導入遠端智慧監控功能，
平均可降低30%耗能。

系統藉由資訊統整分析，持續
優化調整系統設定，平均
可降低30%耗能



資料來源：美國能源局委託TIAX LLC之調查報告



J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



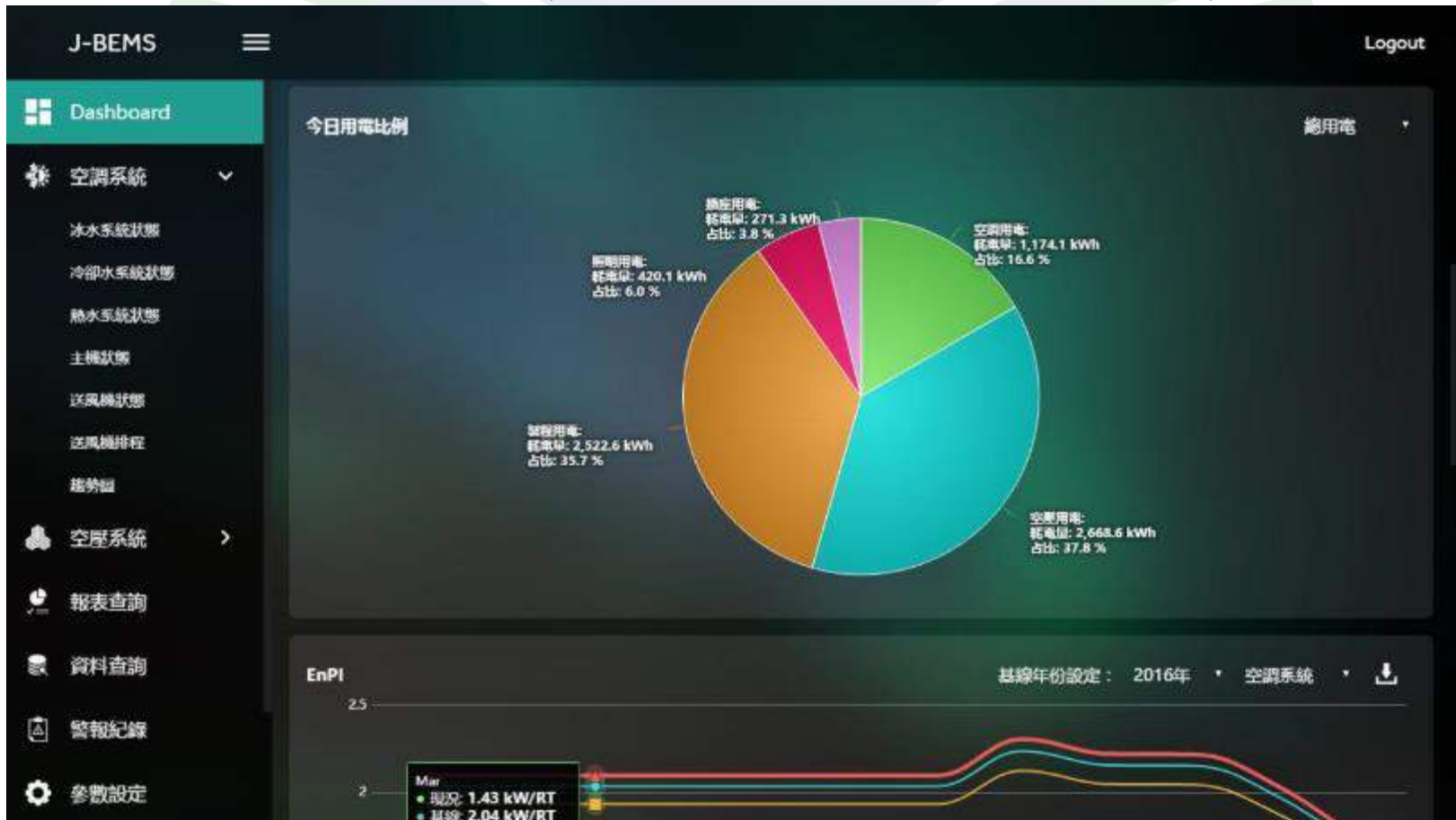
CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

三、實際案例介紹

客製化管理畫面(化繁為簡，異常管理)



客製化管理畫面(化繁為簡，異常管理)



訂定合理管理目標及即時追蹤成效

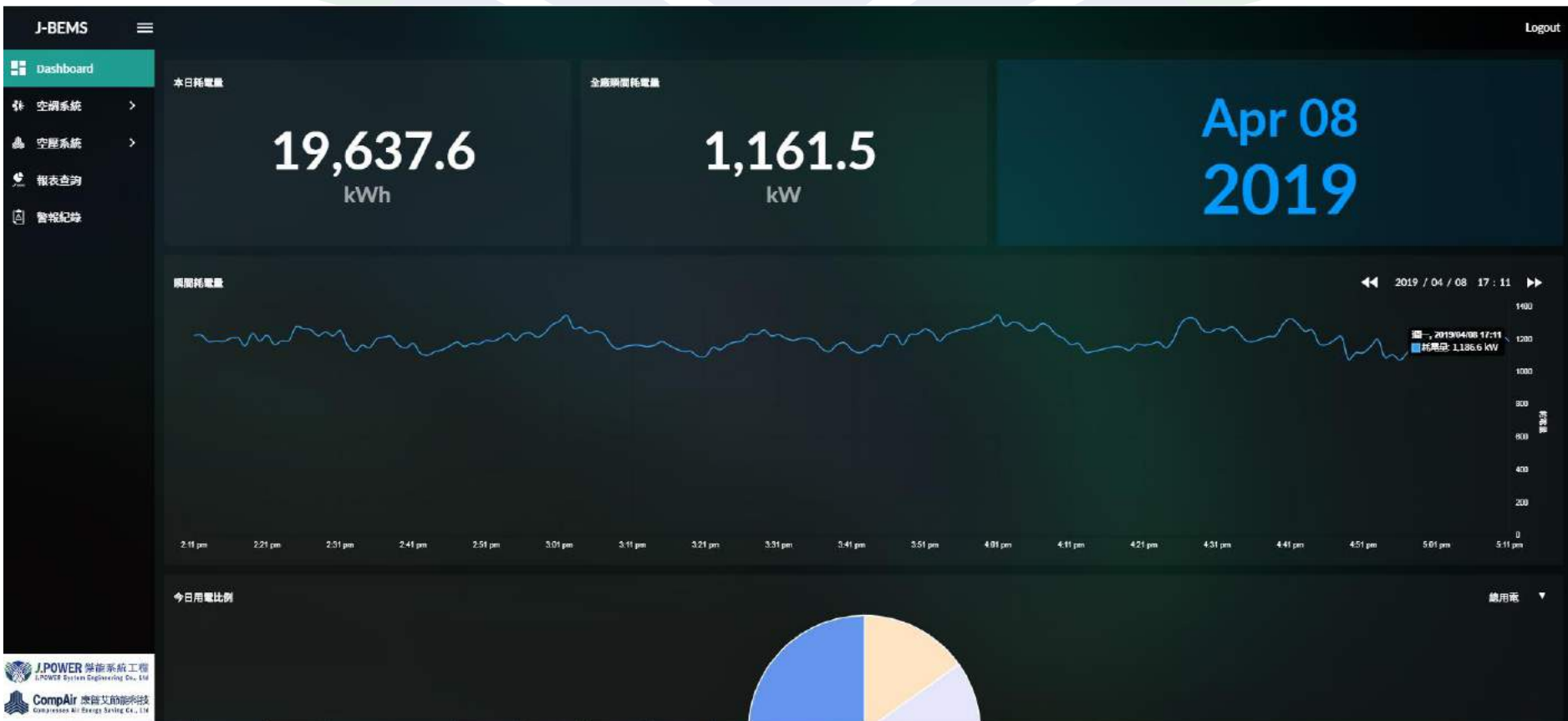


J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

電力需量控制



技師遠距診斷(減少備料故障判斷時間，加速故障修復)

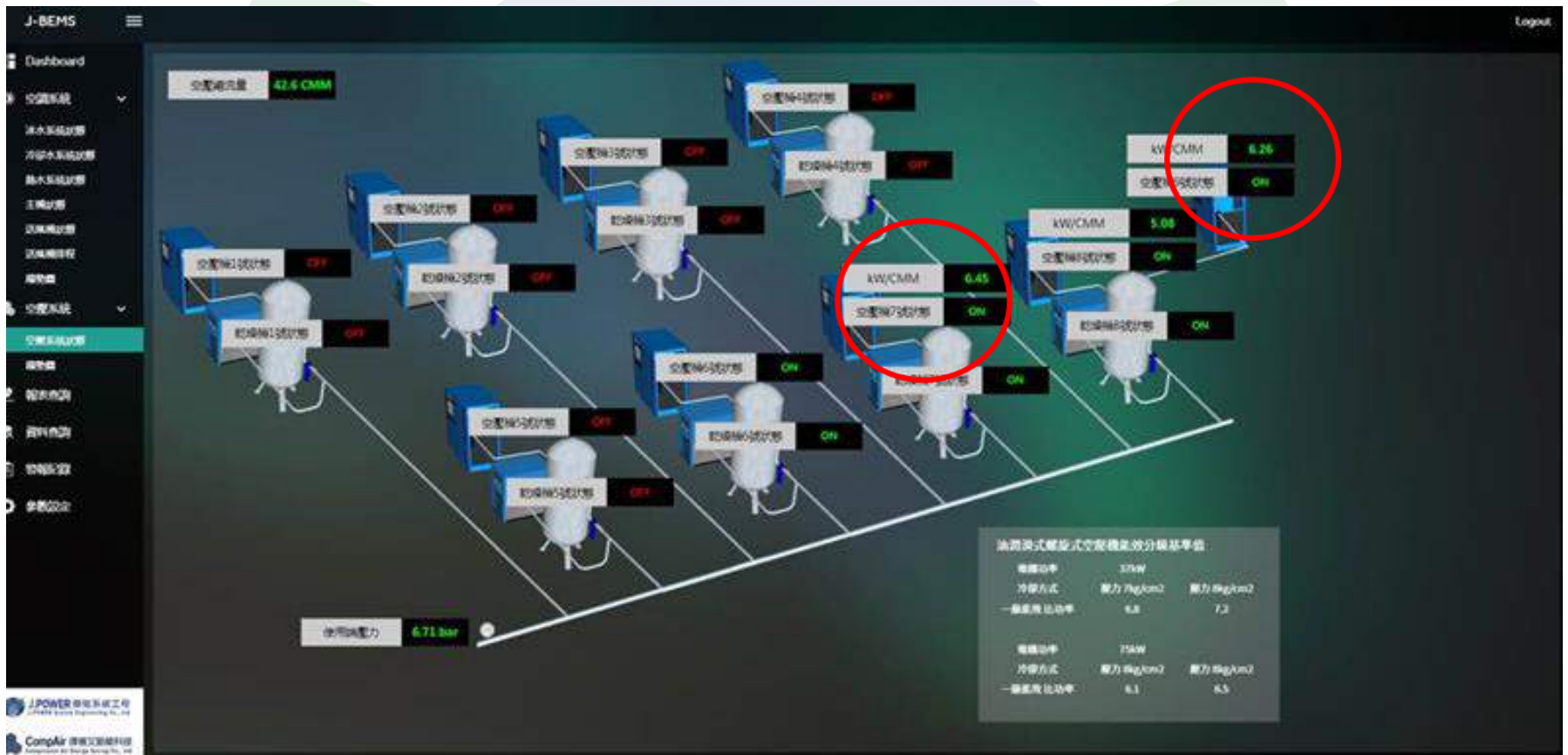


J.POWER 傑能系統工程
J.POWER System Engineering Co., Ltd



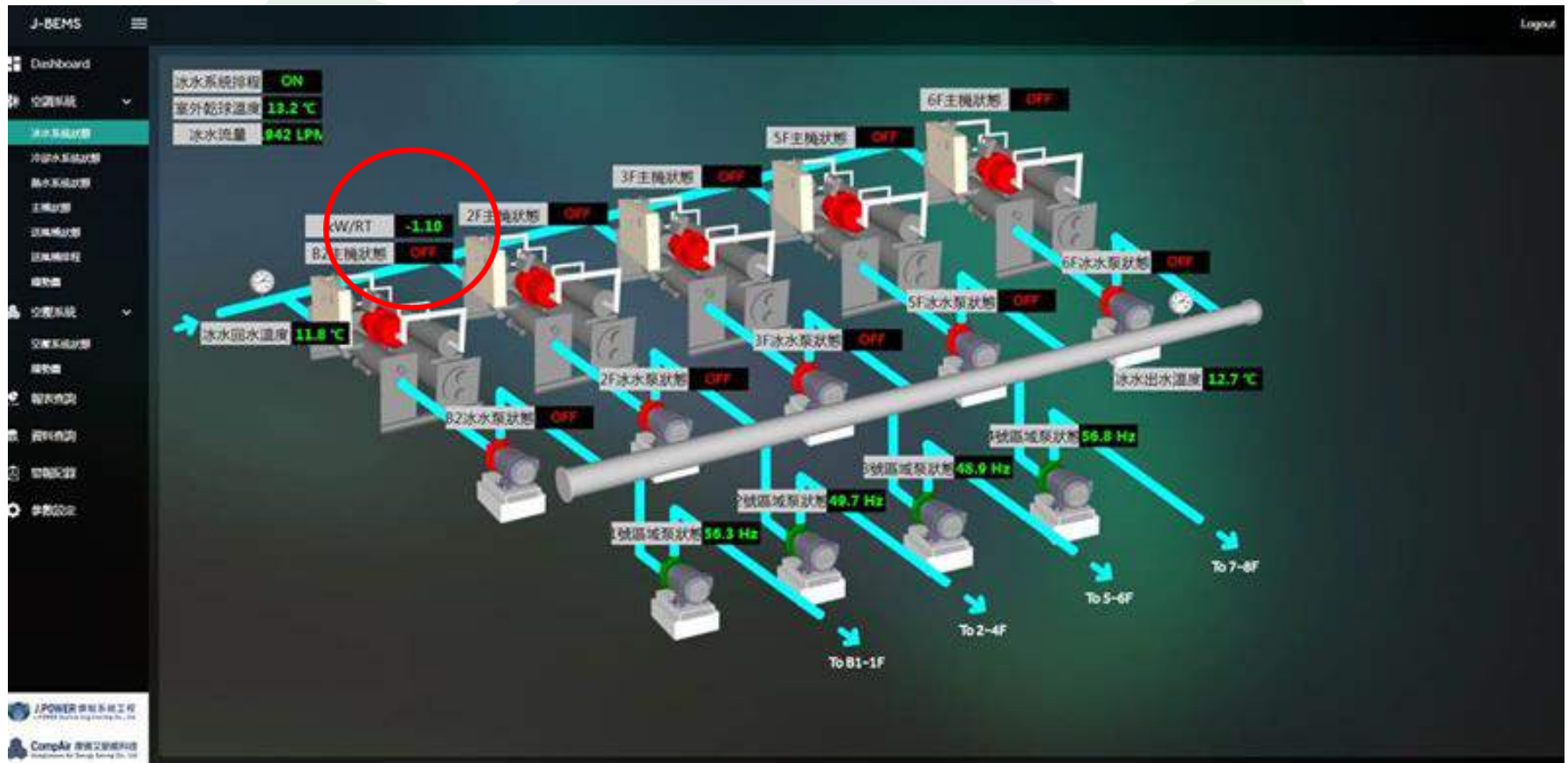
CompAir 康普艾節能科技
Compresses Air Energy Saving Co., Ltd

空壓系統主畫面



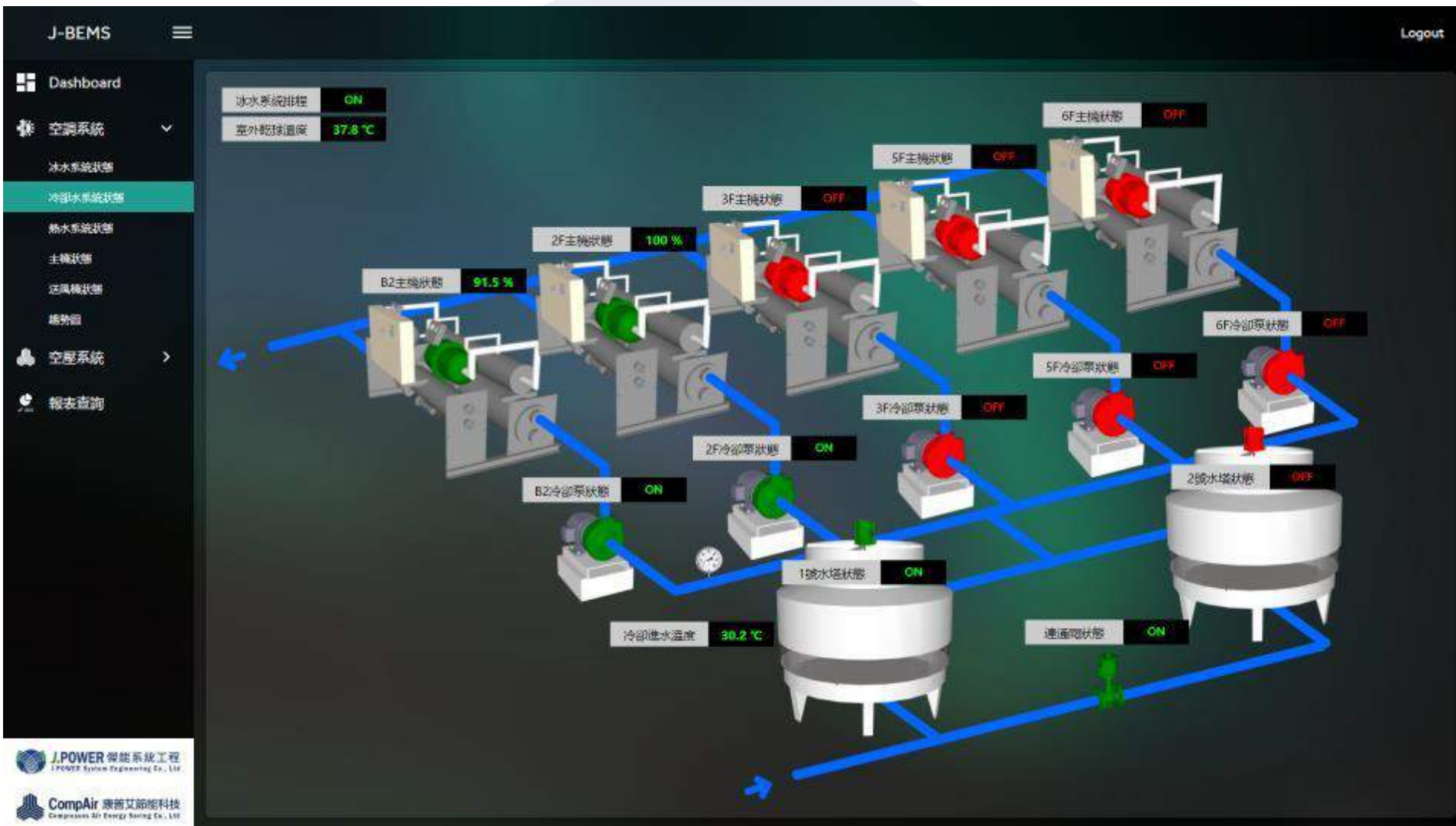
使用壓力流量控制優化空壓系統耗能,智慧監控畫面顯示可即時空壓系統運轉、壓力、流量單位耗能等。

冰水系統畫面

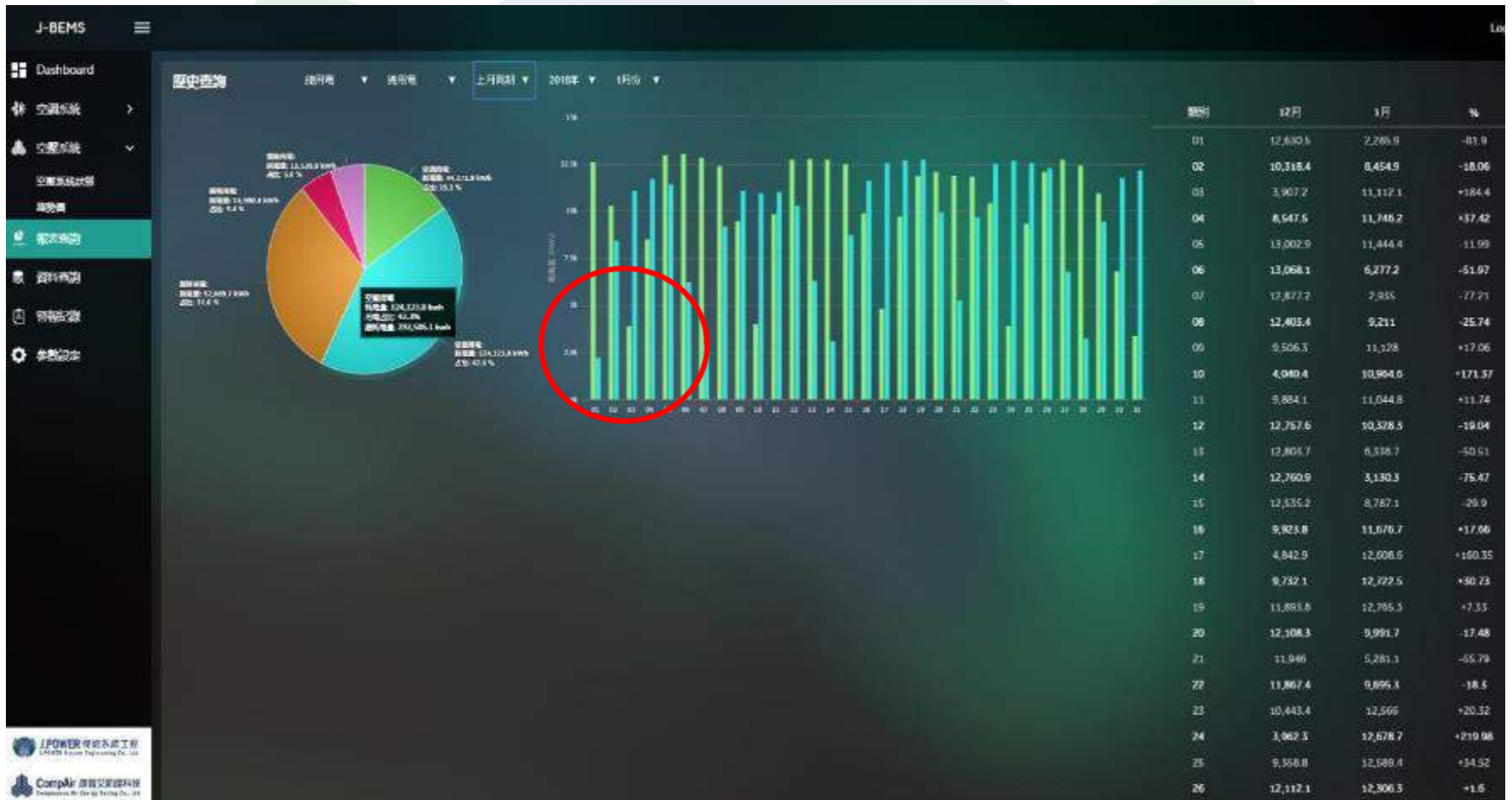


最優化監控合理起停冰水系統(冷卻水/冰水/冰水機/水塔/送風機)

冷卻水系統畫面



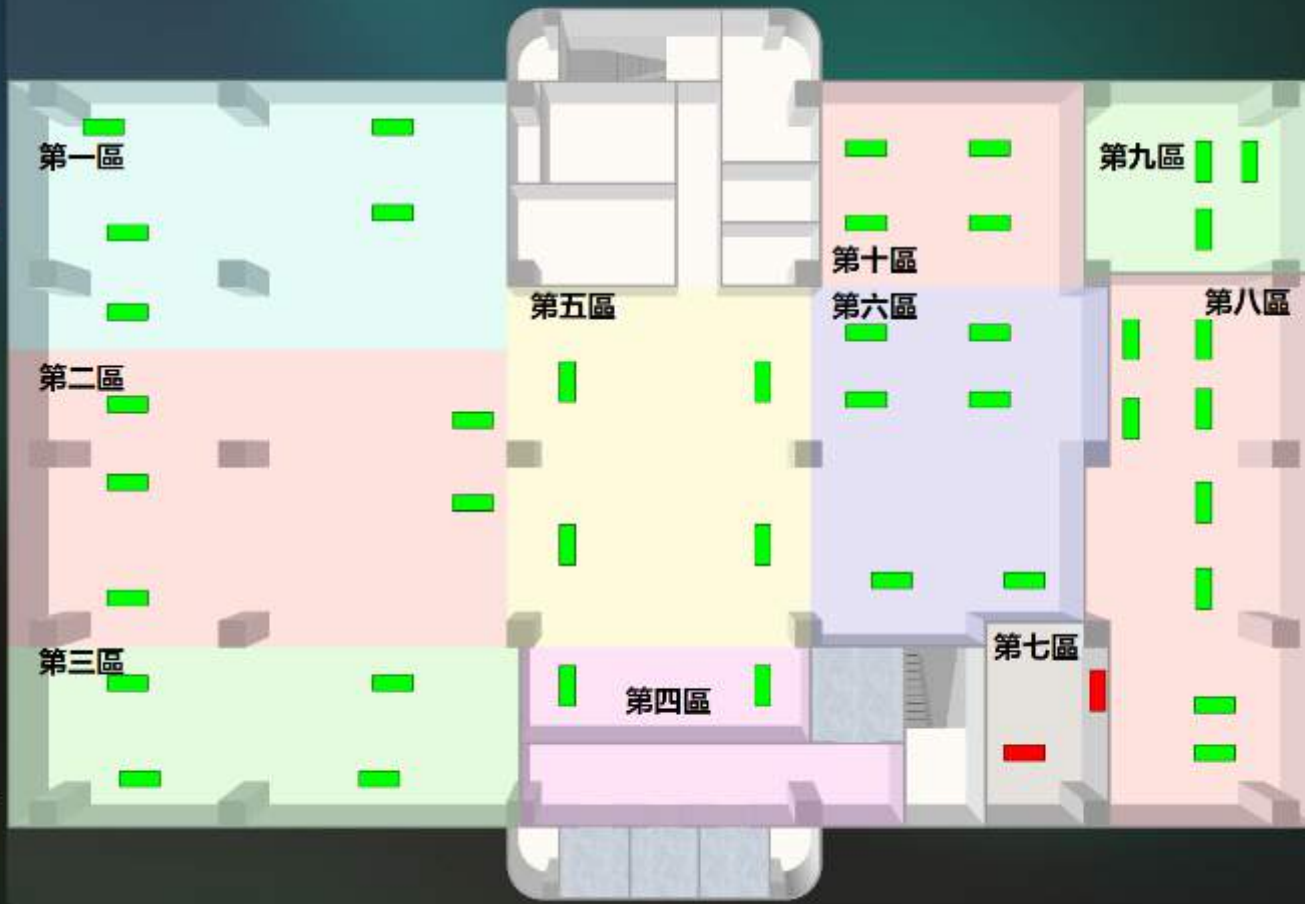
報表主畫面



智慧監控畫面可顯示即時公用系統改善前、後耗電比較及每年能源申報、遠端控制開啟、修改參數等。

6F 送風機狀態

樓層選擇



區域顯示名稱



送風機狀態



資料顯示 溫度設定 時間設定

目標預設值

| | |
|-----|---------------|
| 第一區 | 00:00 - 23:59 |
| 第二區 | 00:00 - 23:59 |
| 第三區 | 00:00 - 23:59 |
| 第四區 | 08:10 - 17:20 |
| 第五區 | 08:10 - 17:20 |
| 第六區 | 00:00 - 23:59 |
| 第八區 | 00:00 - 23:59 |
| 第九區 | 08:10 - 17:20 |
| 第十區 | 08:10 - 17:20 |

送出

- Dashboard
- 空調系統 >
- 空壓系統 >
- 空壓系統狀態
- 趨勢圖
- 報告查詢

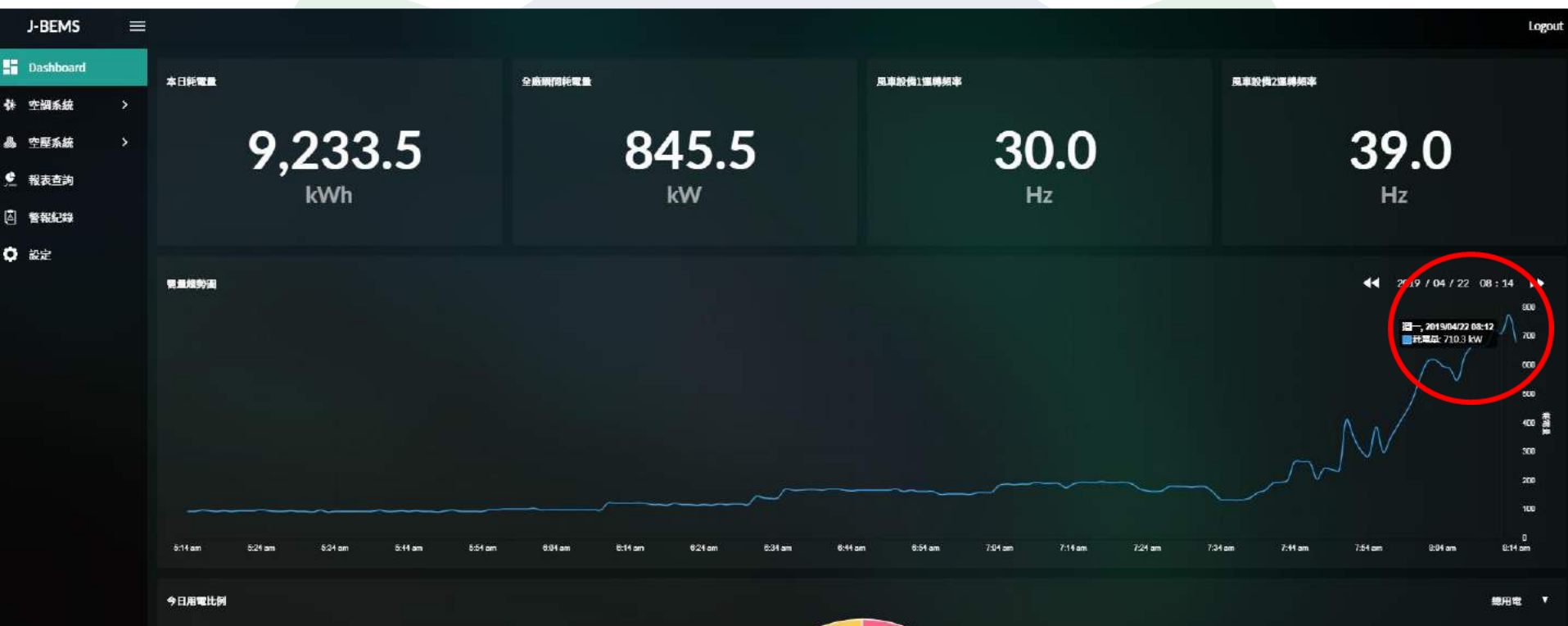
歷史查詢

總用電 總用電 去年同期 2016年



| category | 2015年 | 2016年 |
|----------|----------|----------|
| Jan | 330390.8 | 36607.1 |
| Feb | 239494.7 | 36465.3 |
| Mar | 337208.7 | 54693.8 |
| Apr | 335642.7 | 76725.4 |
| May | 340820.5 | 163379.1 |
| Jun | 281621.9 | 342988.9 |
| Jul | 126064.4 | 370089.1 |
| Aug | 0 | 363378.1 |
| Sep | 0 | 313530.4 |





電力需量經常會於周一上班出現高峰值



智慧節能監控系統可警示並導入電力需量控制, 節能手法為可停電力或降頻削尖達節能目的

謝謝您的參與!

期望您在節能減碳上共同盡一份心力!!

康普艾 邱文禮

TEL:886-2-26016589

Cell phone:0938111525

