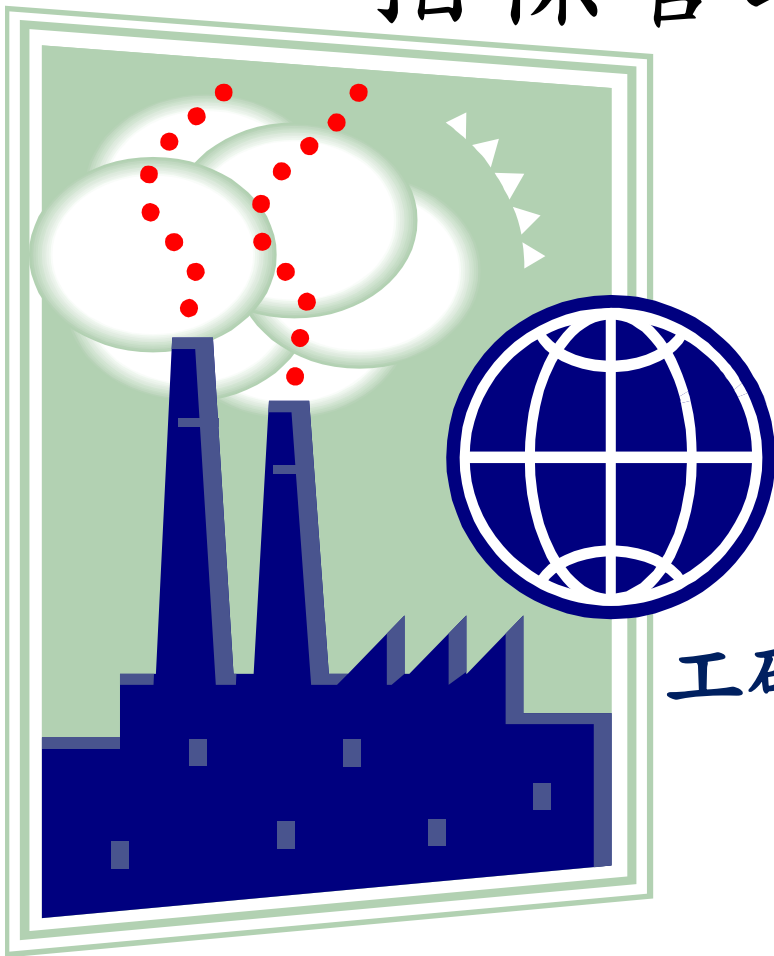


指標管理與節電技術



工研院 綠能所

施顏崇

政府政策節電1%

- 行政院訂出未來1年全國節電1%、24.52億度的目標，分政府帶頭、產業參與、民眾自發等3面向努力，這是短期目標，希望持續加強民眾改變用電行為。
- 新全民節電行動正式啟動，以1年內全民節電1%為目標。前經長張家祝宣布：
 - 自8月起將公告新增餐飲、美容美髮店等九類服務業強制納管，共17.1萬家，全面實施冷氣不外洩及室內冷氣不低於26度。
 - 另強制列管契約容量800kw的能源大戶，包括工業及服務業，在未來5年，平均每年需節電達1%，未達標將予處罰，並將篩選節電不佳的產業能源大戶，不排除公布名單。
- 列管後仍然成效不彰的產業大戶，能源局長王運銘說，依法可處2到10萬或3到15萬元，若再不改善仍可加倍連續處罰。

未來1年推動全民節電行動

日期：103年7月~104年6月

目標：再增加節電量1%（24.52億度）

政府帶頭

機關學校率先落實節電，並擴大納入國營事業

縣市共推節電，並舉辦夏月縣市節電競賽

產業參與

規範產業能源大用戶節電目標

服務業全面實施冷氣不外洩與室內冷氣溫度不低於26度

產業能源中小用戶參與節電

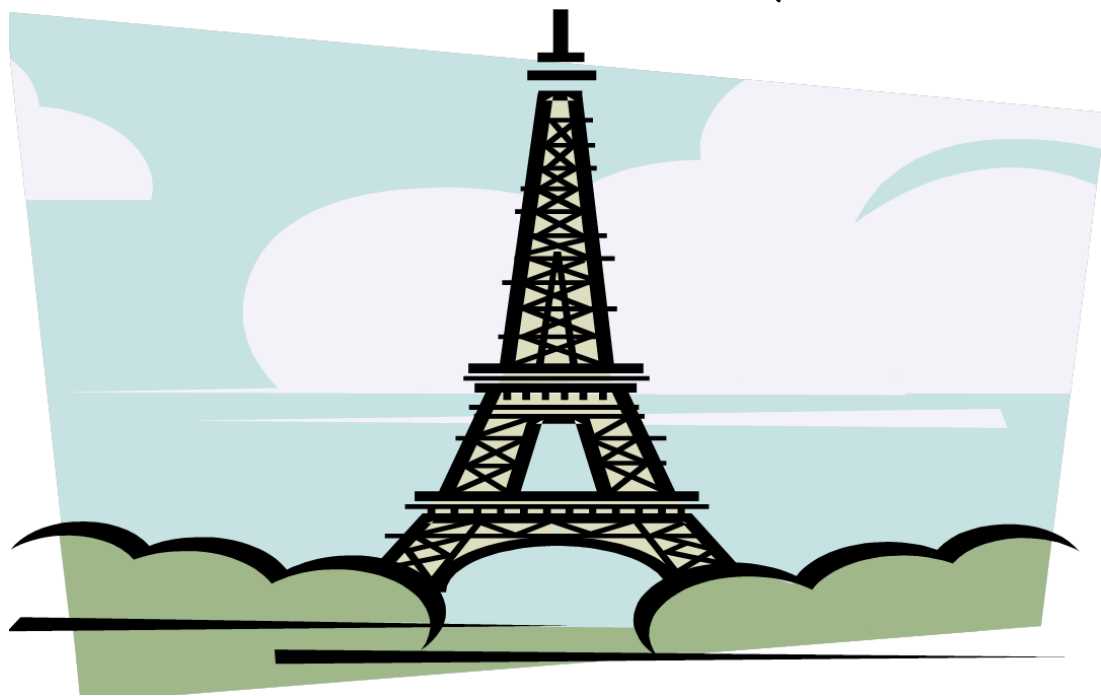
民眾自發

家庭日省一度電

學校節合家庭、社區共推節電

資料來源：經濟部

指標管理



指標管理

➤ 定義：「指標管理是一項有系統、持續性的評估過程，透過不斷地將組織流程與全球企業領導者相比較，以獲得協助改善營運績效的資訊與措施。」

➤ **基準指標管理（Benchmarking）** 又稱**指標管理**、**標竿管理**。

→ 我們做的如何？要跟誰比較？

◆ 一種系統化、架構化與規範化的方式來持續尋求最佳作業典範，並將其作為學習對象，汲取對方精華的過程；

◆ 目的在使企業能夠藉此過程有效的提昇營運績效，祈與最佳作業典範並駕齊驅，甚至凌駕其上。

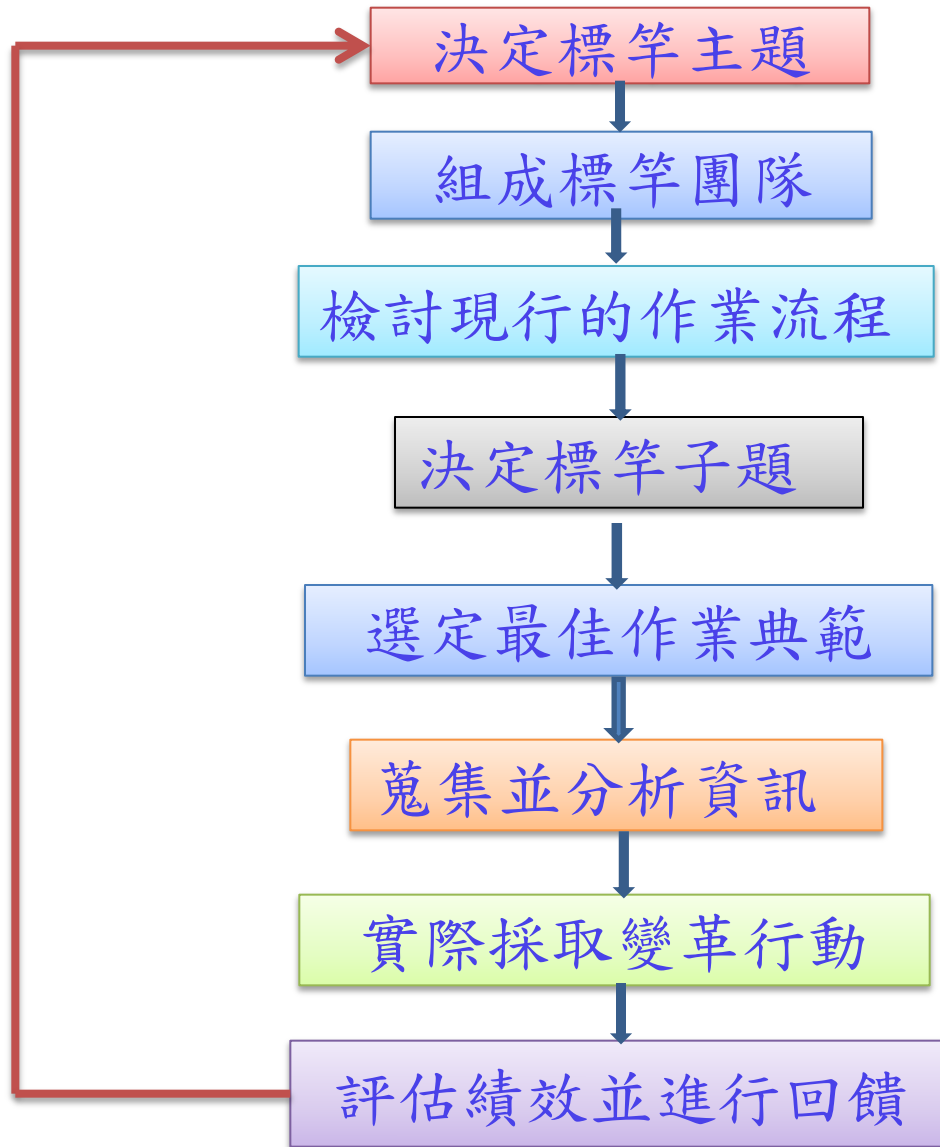
◆ 企業持續不斷地將自己的生產、產品、財務、行銷、服務及管理的績效衡量標準，經由執行措施與最強的競爭對手或被公認為是行業領袖的企業進行比對分析，並透過分析轉換其作業流程的作法與措施達到改善績效，**需持續互相比較相關流程、與管理**。

◆ 不斷尋找和研究一流公司的最佳執行方式，以此做為基礎與企業進行比較、分析與判斷，進而使企業不斷改進，創造優秀績效之良性循環過程。

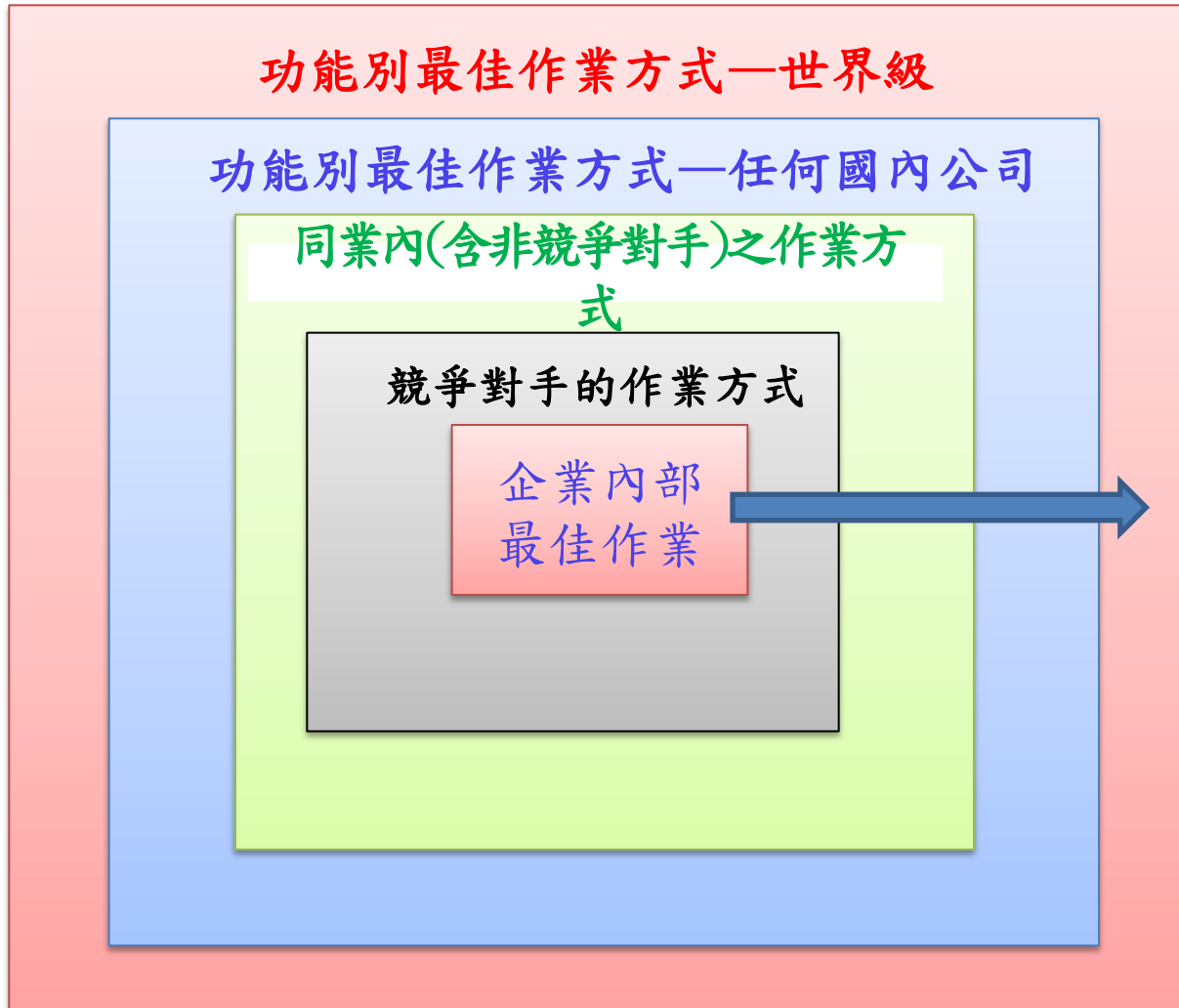
◆ **創造企業新文化與契機**。

➤ 根據美國麻省理工學院及美國生產率與質量中心研究顯示出，**標竿管理可以幫助企業節省30%~40%開支，或產生數倍以上投資效益**。

標竿管理流程



指標管理的作業方式



* 資料來源：美商惠悅企管顧問公司

能效基準指標管理的國外應用

➤ 美國環境保護局和能源部

共同推廣實施的“能源之星”標準中提出在水泥、汽車製造業等工業行業的能效基準指標，利於企業比對、評估其能效。

➤ 加拿大的能效辦公室

造紙、鋼鐵、水泥等工業行業制定“能效基準指標與比對指南”。

➤ 荷蘭“能效基準指標盟約”(Energy Efficiency Benchmarking Covenant)要求企業承諾到2012年成為世界能效領先者。

➤ 挪威的“工業能效網路”(Industrial Energy Efficiency Network, IEEN)

支持政府節能目標的項目，為企業提供技術和資金支持、承擔企業能源管理活動、評估企業的節能潛力，包括指標活動。參加此網路會員包括鋁業、麵包店、啤酒釀造業、漁業、肉製品廠、乳製品廠、鑄造業、紙業、木材製造業、洗衣店等。

➤ 歐洲委員會

自願協議中在企業能效基準指標活動中開發一套自動的計算系統，企業可以透過此系統與“最好的部門”進行能效比對，涉及的企業包括啤酒釀造業、乳製品業、麵包店。

➤ 大陸

從2005年起推動相關活動，由國家發展和改革委員會發佈並啟動“重點耗能企業能效水平對標活動實施方案”。此活動涉及的重點企業包括鋼鐵、有色金屬、電力、石油石化、化工、建材、交通運輸等行業之年耗能在1萬tce及能源大用戶。

◆ 已制定水泥業、鋼鐵業、燒鹼業、有色金屬等能效水平對標的指南。

◆ 制定46項國家標準：22項高耗能產品單位能耗限額標準，5項交通燃料經濟性標準，11項終端用能產品能源效率標準，8項能源計量、能源計算與經濟運行等節能基礎標準。

能效基準指標管理的意義

- 能效基準指標比對管理是運用“標竿管理”的原理進行在節約能源領域的管理實踐，是企業標竿管理的一個層次。
- 實施能效基準指標比對管理
 1. 充分學習能效先進企業的能源管理理念和經驗。
 2. 促進企業建立健全內部節約能源之良性迴圈機制，並制定出適合本企業的標準作業程序：
 - 能源管理基本方法；
 - 工作流程；
 - 基準指標體系；
 - 激勵機制；
- 對持續推動企業能源管理水準的提升和能效基準指標的改進，不斷提高企業經濟效益具有很重大的意義。

能效基準指標管理的實施條件

能效基準指標管理要具有強的操作性、實踐性和客觀因素配合下才能有效實施，達成目標，必須具有以下條件：

1. 企業最高階層的充分支持
2. 能效基準指標管理系統的規範
3. 企業員工主動參與
4. 創新精神
5. 完善之信息宣達與交流

企業能效基準指標實施內容

1. 確定一個目標、建立兩個資料庫、建立三個體系

➤ 確定一個目標

➤ 建立兩個資料庫

(1) 建立指標資料庫；(2) 最佳節能實踐庫。

➤ 建立三個體系

(1) 建立能效指標比對工作組織管理體系；(2) 建立能效指標比對體系；(3) 建立能效指標比對綜合評價體系。

2. 能效指標比對和指標的工作流程

3. 監督和指導實施能效指標比對和指標執行之活動

4. 總結、評估和技術措施推廣

能效基準指標體系建立

指標體系至少應包括：

1) 要素

確定一項指標的必須內容包括名稱、定義、方法學，是展開指標比對的基礎。

- 指標定義

指標在業內的通用定義，而明確指標應包含的主要概念、意義等。

- 方法學

按行業通用規範，確定該指標各項資料統計、計算的邊界，以及相應的係數、方法等。

- 展開指標比對

統計方法必須具有明確性和一致性，否則可比性和對比後的實際意義將大為削弱。

- 指標的計算公式或方法

規定一致的統計方法基礎上計算或測量得到指標值的具體方法，保證可比性，計算公式或方法也應做到科學與一致性。

2) 影響因素分析

3) 改善途徑分析

4) 指標選定

5) 明確指標方法學(含統計學和計算方法)

能效基準指標—選定

1. 首先要確定選擇哪些指標作為比對指標，通常能效比對指標應包括三個類型的指標：
 - 1) 反映企業整體能源利用狀況和能效水準、能夠涵蓋全部生產流程的指標。
 - 2) 反映主要製造流程、環節或設備能效水準的指標。
 - 3) 重要程序、設備等的關鍵性技術之參數指標，如壓力、溫度、煙道氣成分等。
2. 制定指標應先根據建構五原則：
 - 1) 全面性、獨立性、通用性、代表性和過程性。
 - 2) 再依據各行業實際、研究、選擇、確定適合各行業的基本指標系列。
 - 3) 確定的基本指標系列，應著重考慮普適性。
 - 4) 指標的選取應按照循序漸進的原則。
3. 根據比對指標工作的進度，對指標系列應進行調整、充實和完備。
4. 確定的指標數目要適中、不宜過多、也不能太少，要定期根據實際情況進行增減。
5. 採用比對指標的企業可以直接用各國或別家企業公佈之制定的指標系列展開比對活動，也可以此為基礎，可根據企業內部管理執行之需要和本地區、本企業的特點，可對行業基本比對指標系列進行擴展和調整。

明確指標統計學和計算方法

1. 選擇與確定行業基本比對指標系列的基礎上，應對某一項指標的**定義、統計學和範圍**，**計算公式或方法進行統一規定**。
2. 應用於比對指標工作中的各指標的定義，統計學和計算方法等，最好沿用行業約定習慣與行業所熟悉的規定，最好能一致被行業所接受之規範，但**需符合國際或國家統計原則和行業通用標準**。
3. 對存有爭議或分歧、模糊或界限不清的地方必須明確界定和統一規定。
 - 企業各項能源消耗專案統計的一般規定，企業能效比對指標應以此為原則進行統計和計算。
 - 工業企業能源消耗量是指統計在**一定期限內**工業企業在工業生產過程中和非工業生產消耗的各種能源量，無論其能源種類是作為燃料、動力、原材料、輔助材料使用，均作為能源消耗統計。

能效基準指標執行六步驟

□ 建立管理執行機構

由企業高層管理人員和中層管理人員組成的能效指標領導機構，領導和協調企業內部能效指標活動的展開。並根據企業的實際情況不斷改善和健全能效比對指標機構。

1. 開展現狀分析
2. 選定能效標竿
3. 制定能效實施方案
4. 比對指標實踐
5. 指標評估
6. 總結提高指標(持續改善)

能效基準指標管理的成效

➤ 發揮主體作用

- 有效的節能技術措施和最佳節能實踐。
- 引導和激勵全員參與，要不斷創新和持續改進，使能效對標活動持續開展下去。

➤ 工作指導

- 組織展開與國內外同行業能效先進企業的交流，督促企業按要求提交有關信息，組織專家審核企業提交的指標資料、總結報告。加強跟蹤、指導和監督檢查。

➤ 提高服務水準

- 充實和更新相關行業指標資訊資料庫，及時為企業提供必要的能效指標活動信息服務；
- 定期分析和匯總相關企業能效指標活動進展情況，發佈最佳節能實踐等資訊；
- 加強對相關人員的培訓。

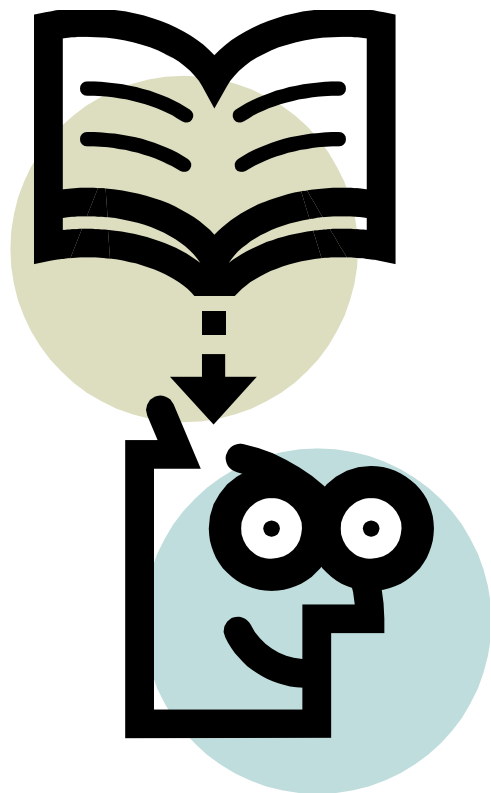
➤ 強化政策激勵

活動中獲得顯著成效的部門，優先給予支援與獎勵。

➤ 追求卓越、流程再造、持續改善、創造優勢。

- 指標管理不是一個短期活動，也不是一次就完成的活動，而是一個持續的過程。
- **追求企業永續發展。**

能效基準指標管理工具



BMT方法學

➤ BMT方法學：

1) 基準指標(Benchmarking)

2) 監測(Monitoring)

3) 目標設定(Targeting)

- BMT用於測量生產過程重點參數，並將收集的資料與外部和內部的指標進行比對，從而監測關鍵製程之績效。
- 企業通過觀察實際績效與標竿間的差距來制定改進目標，並通過實施正確的改善方法有效地改善績效並縮小差距。
- 利用迴圈實施測量、比對、設立目標及改進的步驟，BMT得以立並實施。
- 指導企業和諮詢顧問共同協助企業在現場應用對標管理，並通過提高能源效率與分別減少程序和活動強度，達到系統改善企業能源績效的目的。

BMT方法學架構



1. 指導手冊(諮詢顧問和企業用)

用於解釋整個方法學的流程，供諮詢顧問使用。

- 1) 解釋比對指標管理工具基本原理
- 2) 企業建立比對指標管理系統的詳細程序
- 3) 附件之解釋(如工作手冊、軟體、參考資料)

2. 工作手冊(指導手冊的附件)

- 1) 主要生產流程與方法
- 2) 數據收集
- 3) 指標
- 4) 目標和監測

3. 能效比對指標管理軟體(指導手冊和工作手冊的附件) 計算和分析工具

- 1) 重點績效指標和其它參數
- 2) 數據分析可量化

4. 參考手冊(指導手冊的附件)

- 1) 匯集不同行業的標準數值及其他有關的資訊
- 2) 參考手冊將置放於系統的一個單獨的資料庫中，具有隨時替換和更新的功能。
 - 行業具體案例研究及標竿
 - 最佳實踐

能源管理體系實施工具

- 系統評估工具：比如說，美國機械工程師學會就針對以下四種不同的系統提供了評估工具（壓縮空氣、過程制熱、泵和蒸汽）。他們收集並分析了工業系統設計、運營、能源使用和能效資料等方面的資訊（Sheaffer等，2009年）。
- 工廠能源快速分析工具：由美國能源部提供的一套軟體工具，可說明企業整體瞭解工廠內能耗情況；應用此工具只需一個小時（美國能源部網站）。
- “從評估到行動”（A2A）工具：由工業生產力研究所在中國開發，此工具是利用比對指標方法評估合成氨工廠現有能效水準，鑑別耗能的節能潛力。企業可將自身現有的能源管理體系實踐做法與 ISO 50001 對比，將自己的技術與最佳實踐技術相對比。此款工具的結果包括：報告書指出哪些地方有節能潛力）和行動計畫（幫助企業列出自身的角色和責任並按順序排出下一步工作重點）。
- BESS網路學習工具：適用於簡易的能源管理體系，包括：能源管理體系規定實施指南；特定行業和系統節能措施核對清單；企業引入或改進能源管理的有效實施模型；對標工具；以及其他基於網路的交互式應用（Wajer，2005a）。
- RETScreen能源管理軟體工具（即能效分析模型）：利用此工具，使用者可以對關鍵能效資料進行監測、分析並向設施操作人員、管理人員和高級決策者報告。
- 國際節能效果測量和驗證規程（IPMVP）：由國際能效評估組織（EVO）制定的一套規程，可幫助企業確定出單個設施內節能項目可靠的節能效果。使用此規程，有助於企業遵守能源管理專案，為遞交給投資者和銀行的節能專案投資申請中的節能資料提供了法律依據（Langlois，2011年）。
- 能源執行資訊系統（EMIS）：加拿大新布倫茲維克節能（Efficiency New Brunswick）工業能源管理專案下開發的工具。

超純水水質的標準 (ITRS)

項目	單位	2005年	2008年	2010年	2013年	2017年	2020年
粒子徑	nm	35	29	23	16	10	—
微粒子	個/ml	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
阻抗比 at 25°C	mΩ. cm	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
TOC	ppb	<1	<1	<1	<1	<1	<1
生菌	CFU/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
二氧化矽	ppb	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
陰離子	ppt	<50	<50	<50	<50	<50	<50
金屬	ppt	<1.0	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
溶存氧	ppb	<10	<10	<10	<10	<10	<10
溶存氮	ppm	8~12	8~12	8~12	8~12	8~12	8~12
溫度穩定性	°C	±1	±1	±1	±1	±1	±1

資料來源：The international Technology Roadmap for Semiconductors(ITRS) 的2005年版表示超純水要求水質。

電子業耗能指標-2

ESH TECHNOLOGY REQUIREMENTS AND POTENTIAL SOLUTIONS

Table 104a ESH Intrinsic Requirements—Near-term Years

Year of Production	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Driver	
DRAM ½ Pitch (nm) (contacted)	80	70	65	57	50	45	40	36	32		
MPU/ASIC Metal 1 (M1) ½ Pitch (nm)(contacted)	90	78	68	59	52	45	40	36	32		
<i>I. Chemicals and Materials Management Technology Requirements</i>											
CPIFs* completed for percent of new chemical candidates	100%										
Percent of chemical risk assessments (health and safety) completed	100%					100%					
<i>II. Process and Equipment Technology Requirements</i>											
<i>Energy Consumption</i>											
Total fab tools (kWh/cm ²) [3]	0.3–0.4					0.25–0.3					
Tool energy usage per wafer pass (300 mm versus 200 mm); baseline 1999	1	0.8		0.6			Functional Area Goals TBD				

(Abstracted from ITRS2006)

潔淨度指標

ISO 14644

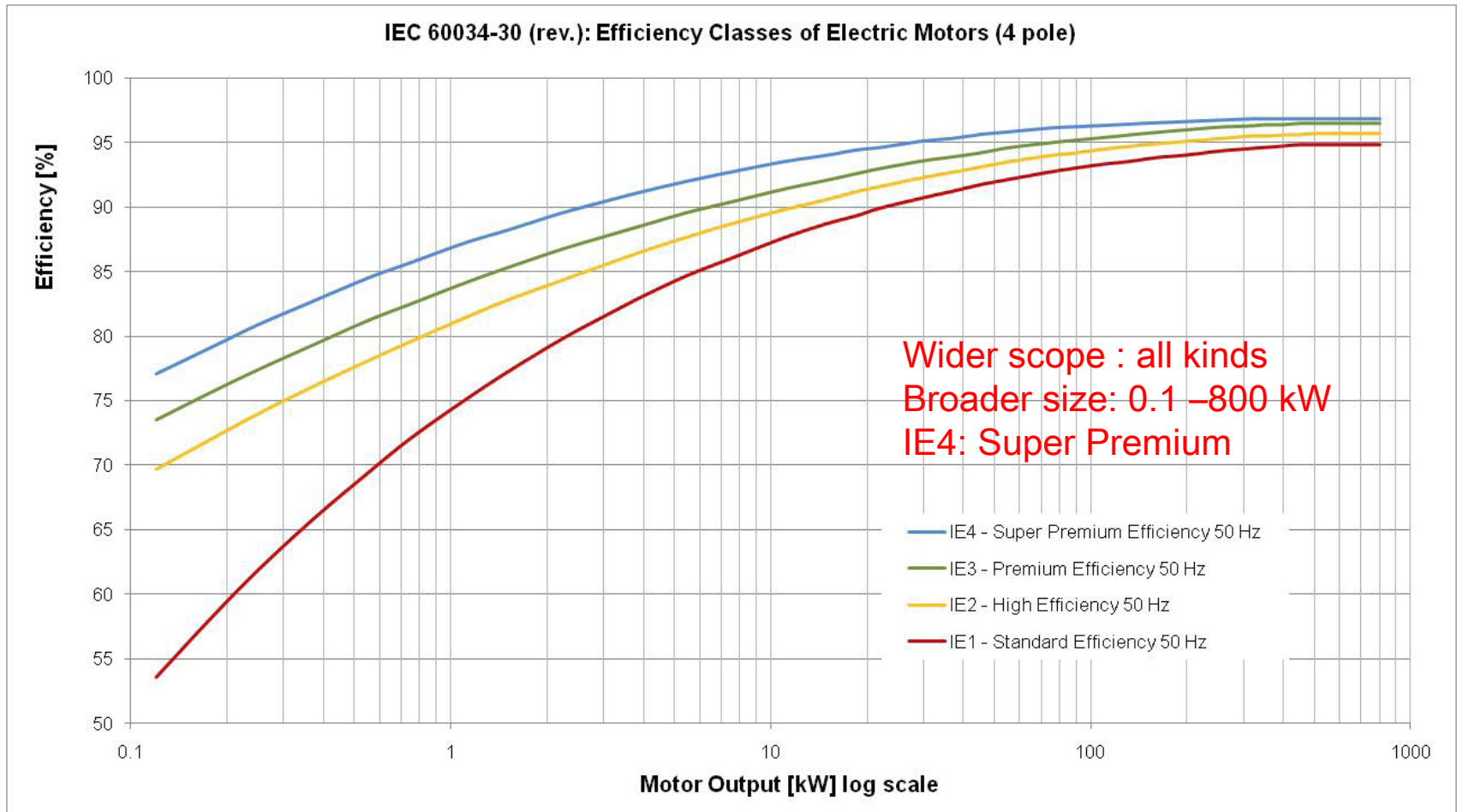
空氣潔淨度等級(N)	大於或等於表中粒徑的粒子最大濃度限值(個/m ³)					
	0.1um	0.2um	0.3um	0.5um	1um	5um
Class 1	10	2				
2	100	24	10	4		
3	1,000	237	102	35	8	
4	10,000	2,370	1,020	352	83	
5	100,000	23,700	10,200	3,520	832	29
6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293
7				352,000	83,200	2,930
8				3,520,000	832,000	29,300
9				35,200,000	8,320,000	293,000

潔淨度等級標準ISO14644根據懸浮粒子濃度這個唯一指標來劃分潔淨室(區)及相關受控環境中空氣潔淨度的等級，並且僅考慮粒徑限值(低限)0.1um~0.5um範圍內累計分佈的粒子群。根據粒子徑，可以劃分為常規粒子(0.1um~0.5um)、超微粒子(<0.1um)和宏粒子(>5.0um)。

美國聯邦標準(FED STD 209E)潔淨度指標

空氣潔淨度等級(N)			微粒的最大濃度限值(pc/m ³)					
ISO14644-1	FED STD 209E		Class	0.1um	0.2um	0.3um	0.5um	5um
class	英制	公制						
1			ISO1	10	2			
2			ISO2	100	26	10	4	
3	1	M1.5	ISO3	1,000	265	106	35	
4	10	M2.5	ISO4	10,000	2,650	1,060	353	
5(百級)	100	M3.5	ISO5	100,000	26,500	10,600	3,530	29
6(千級)	1,000	M4.5	ISO6	1,000,000	265,000	106,000	35,300	293
7(萬級)	10,000	M5.5	ISO7				353,000	2,930
8(十萬級)	100,000	M6.5	ISO8				3,530,000	29,300
9(百萬級)			ISO9				35,300,000	293,000

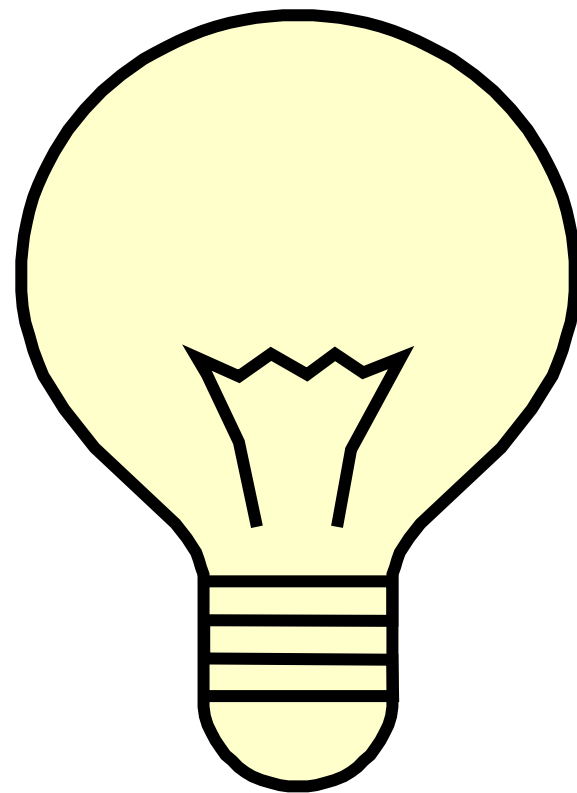
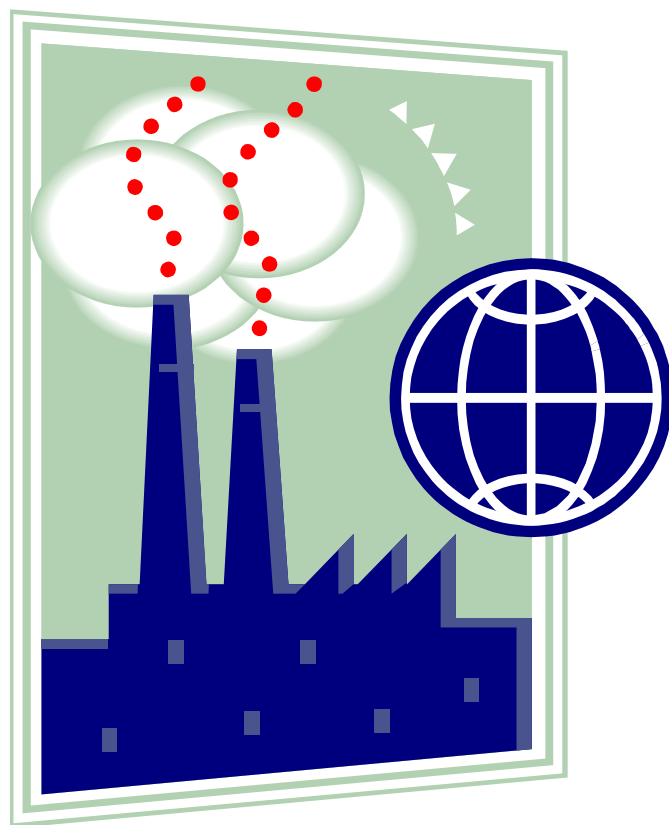
馬達效率標準



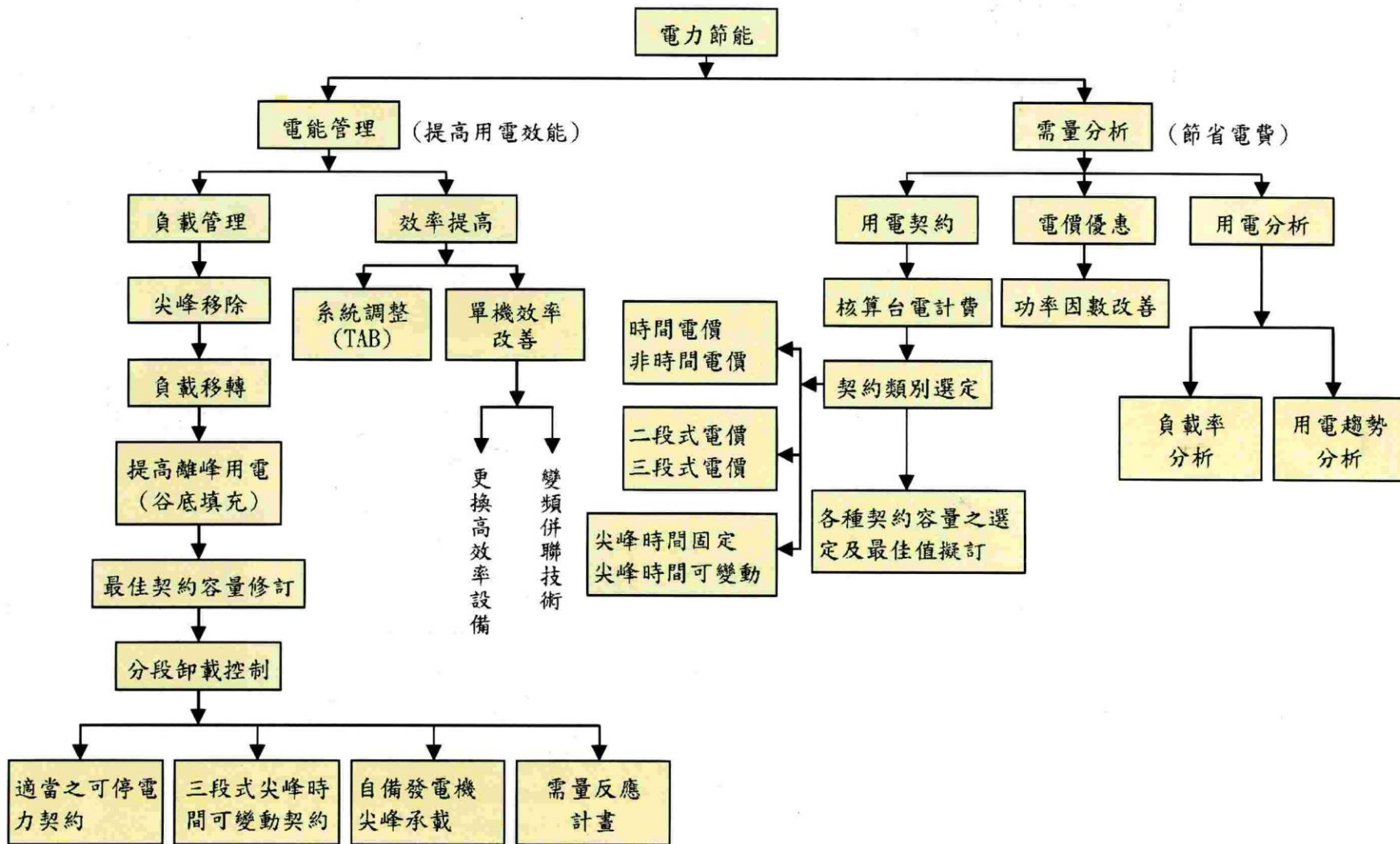
Draft IEC 60034-30 (2011)

EMSA Washington 8/9 Sept 2011

電力需求與節能



電力節能步驟



電能管理之目的

1. 減少流動電費(kWh)：

應用電能管理監控裝置之調控模組，在最低影響用電品質之前題下，執行各重大耗電系統等負載適度控制，減少流動電費。

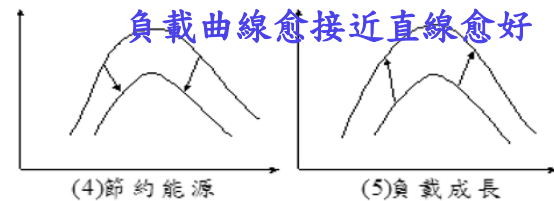
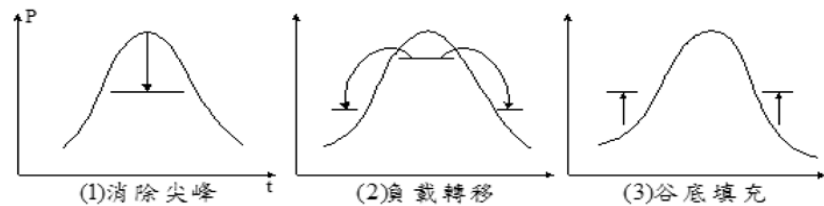
2. 減少基本電費(kW)：

應用電能管理監控裝置來調控各主機，進行卸載抑低最大需量，可減少基本電費及超約繳款。

用電需量(負荷)管理

需量(負荷)管理實施的程序：

- 1) 電力使用狀況檢討
- 2) 建立正確的電價結構
- 3) 電費增加原因探討
- 4) 需量控制系統的建立
- 5) 尋求可控制負載
- 6) 需量管理之宣傳與激勵。

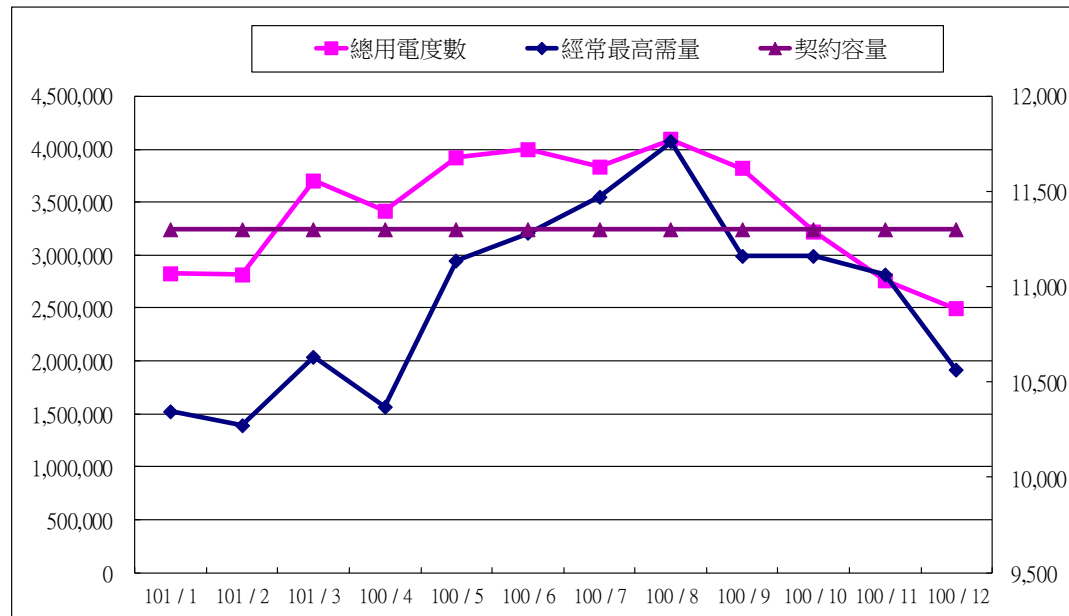


需量控制的對策：

- 消除尖峰
- 負載轉移至離峰：將尖峰負載移至離峰時段運轉
- 負載曲線谷底填充
- 能源節約對策
- 負載成長

用電需量(負荷)管理

- 不同的負荷採樣率和方法，會影響很大。
- 採樣率：測量的頻率，即每小時內負荷數據紀錄的次數。
- 採樣方法：測量之標的物，瞬時負荷還是採樣週期內的總電量。
- 電力系統負荷，是用電設備為了需求所運轉從系統獲取所需的電力。



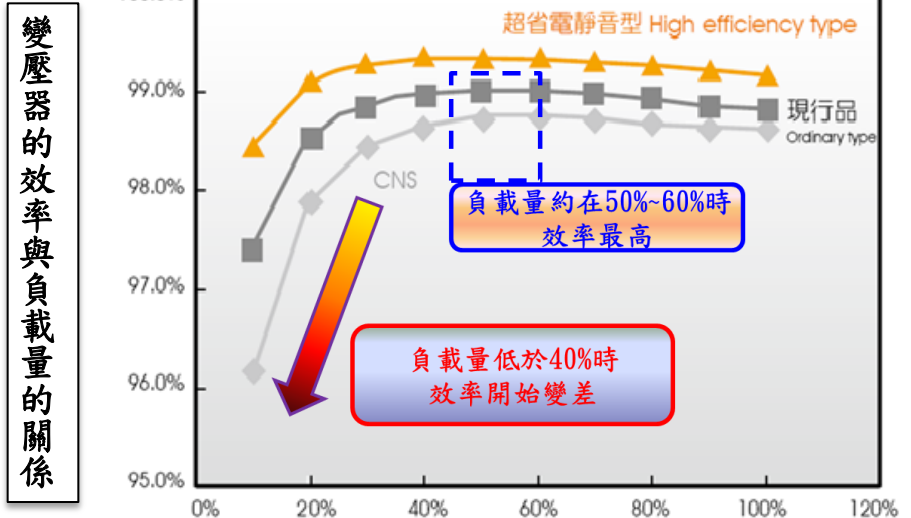
變電系統管理

變壓器選型時，主要考量變壓器容量：

- 1) 變壓器容量過小，造成過多的銅損；
- 2) 變壓器容量過大，造成過多的鐵損。
- 3) 根據需要之變壓器供電之負荷，以經濟負載率反推額定容量。
- 4) 規畫供配電系統時，節能應考量損耗。

經濟運轉

- 根據負荷增長情況，確定變壓器容量，進行擴充。
- 擴充時，依據相關標準如變壓器能效技術經濟評估導則(如DL/T 985-2005)，根據變壓器的技術參數、經濟參數、運轉參數對其技術進行分析，選擇合理之變壓器容量。
- 變電站之空調設定依主設備需求而定，溫度不宜過低。



資料來源：士林電機高效率模鑄式變壓器

變壓器更新案例

➤ 某工廠調查變壓器後，發現所用變壓器幾乎全是1971年創業以後就一直使用的。一般變壓器就是有作預防保養也不過30年，該工廠的變壓器壽命都已到期，若再考慮故障問題，有必要及早更新。

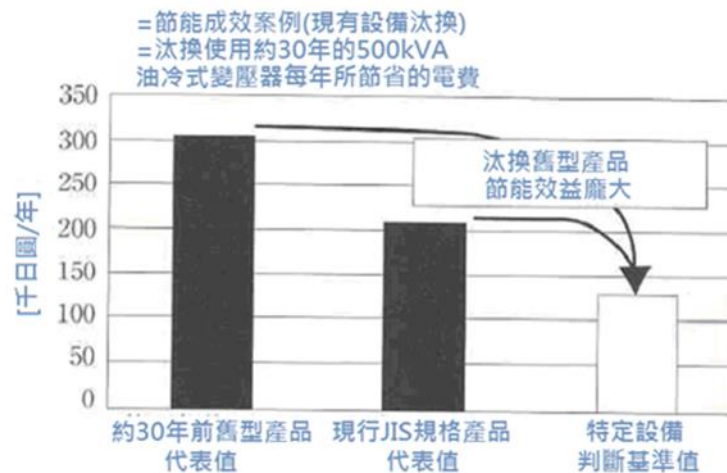
➤ 計算條件

- 年平均負載率約40%，電費X元/度（包含基本電費的平均價）
- 每年操作時數8,760小時計算
- 消耗電量=[負載損失×(負載率)²+無負載損失] ×操作時數[度/年]

消耗電費=消耗電量[度/年]×電費[元/度]

➤ 更新注意事項

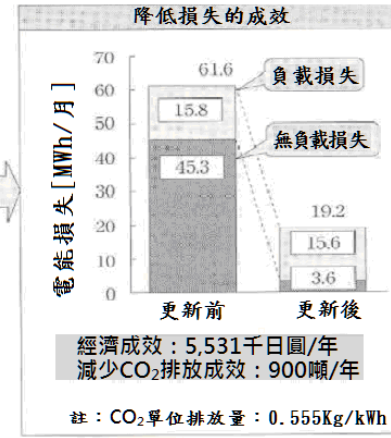
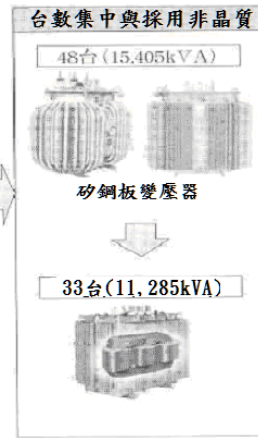
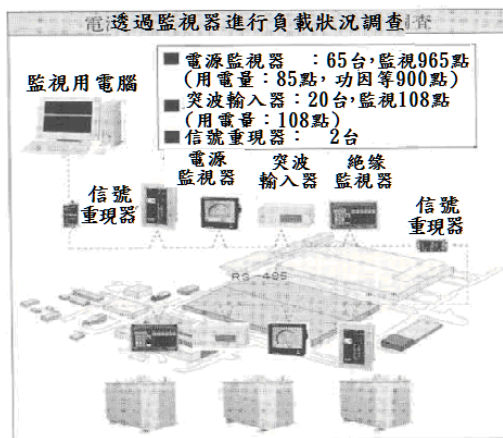
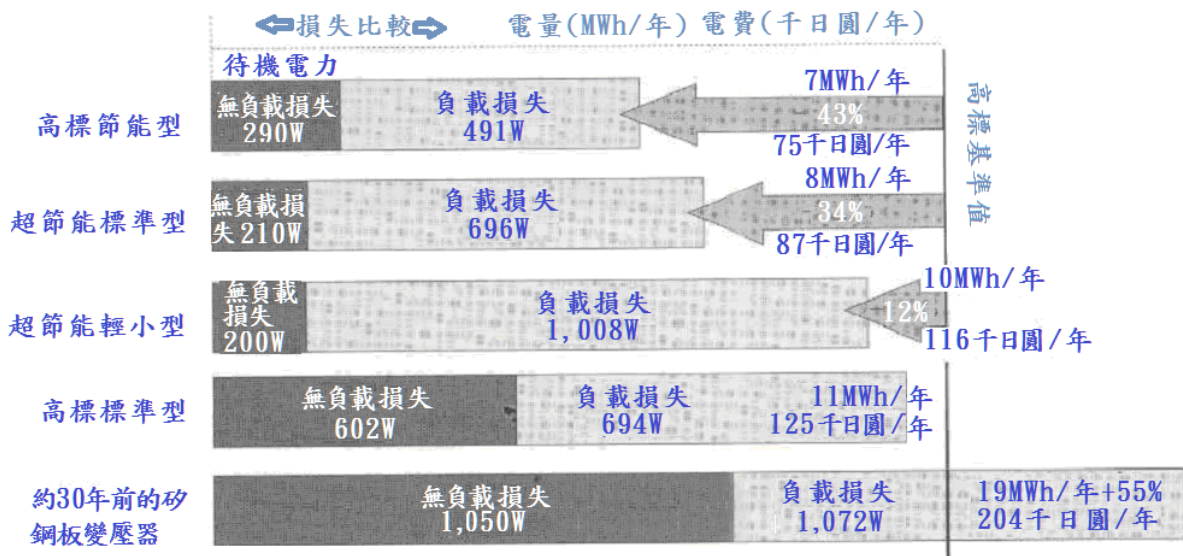
此工廠的變壓器負載率偏低，介於30%~50%，在更新時必須調整規格容量，使其負載率介於50%~60%之間。



變電室	相數	kVA	台數	消耗電量 [度/年]		電費 [元/年]		差異	
				既設	高效率	既設	高效率	電量[度/年]	年電費
第1~7 變電室	3	1,500	3	193,422	113,556	580,266	340,668	79,866	239,598
	3	750	1	39,043	19,719	117,129	59,157	19,324	57,972
	3	500	5	134,290	79,206	402,870	237,618	56,085	168,255
	3	300	3	59,814	32,883	179,442	98,649	26,931	80,793
合計			12	426,569	245,363	1,279,707	736,092	181,206	543,618

非晶質變壓器的節能成效案例

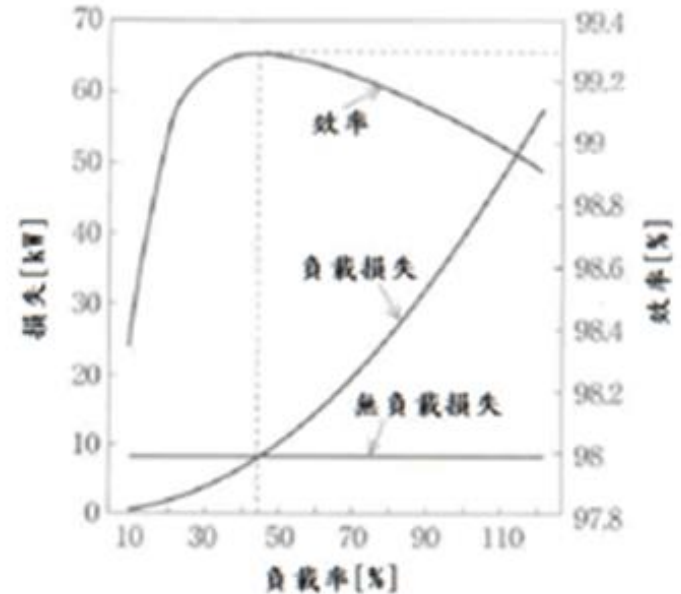
- 日立產業機械系統中事業所的案例作非晶質變壓器的導入介紹。該所以66kV受電再降壓到6kV供配至廠內各部門，各生產現場再行降壓供給各設備使用。
- 1997年以來即推行工廠節能與減少CO₂單位品排放量，各生產現場設有配電監視系統，使各生產線的電力使用量都已記錄分析。以此為基礎，在更新老舊變壓器時，配合生產線運轉狀況選定變壓器台數及容量之同時，將所有變壓器都採用非晶質產品以大幅降低電力損失方實施概況如右圖下所示。



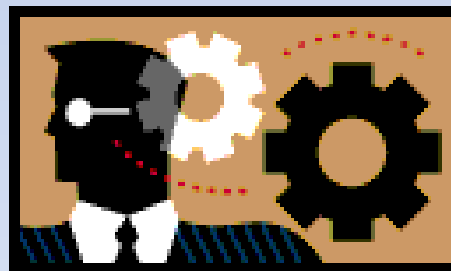
變壓器在適當負載容量下使用案例

1. 變壓器所連結的負載在未使用時，為將電源關掉。
2. 採用有效率的使用方法。
3. 變壓器的負載率與效率的關係如右圖所示，使用應在變壓器效率應在最適的範圍內。
4. 因應負載的變動而切換及配置使用變壓器等手法，經常保持最佳使用容量，以減低電力損失。
5. 案例

- ◆ 某工廠的電力設備雖是20年以上的產品，研擬各項節能及節能電費的方案措施，並對工廠內設備作全盤修正，以及檢討電力使用方法。
- ◆ 結果發現變壓器的容量對各時段的使用電力而言都太大。
 - 廠內使用2台動力用三相150kVA，以及1組照明用75kVA，容量合計375kVA。
 - 用電契約容量是300kVA，經詳細調查實際負載狀態後發現最高用電時段是開啟電爐的250kW，其它時段僅有200kW。
 - 利用假日在三相150kVA變壓器**一次側安裝開關**以便僅在使用電爐時才開啟2台變壓器，其它時段開則開1台，變壓器損失每月減少460kWh；
 - 將契約容量調降250kW後，基本電費每月減少82,000日圓。
 - 對負載容量作詳細調查，並更改變壓器的負載率及運用方法而實現了節能及降低電費的目的。



電機(馬達)系統節能



電動機系統節能的途徑和措施

1. 更新淘汰低效電動機及高耗電設備

- 推廣高效節能電動機、稀土永磁電動機、高效風機、泵、壓縮機，高效轉動系統等。
- 更新淘汰低效電動機及高耗電設備。
- 新裝電動機系統要採用相關節電設備。
- 高耗電電動機、風機、泵類系統的更新，系統要合理分配。

2. 提高電動機效率

- 推廣變頻、永磁調速等先進電動機調速技術。
- 改善風機、泵類電動機系統調節方式；合理匹配，以合適耗電合適運轉。

3. 傳動裝置和設備改造

- 以先進電力電子技術傳動方式替代傳統之傳動方式。

4. 系統優化運轉和控制

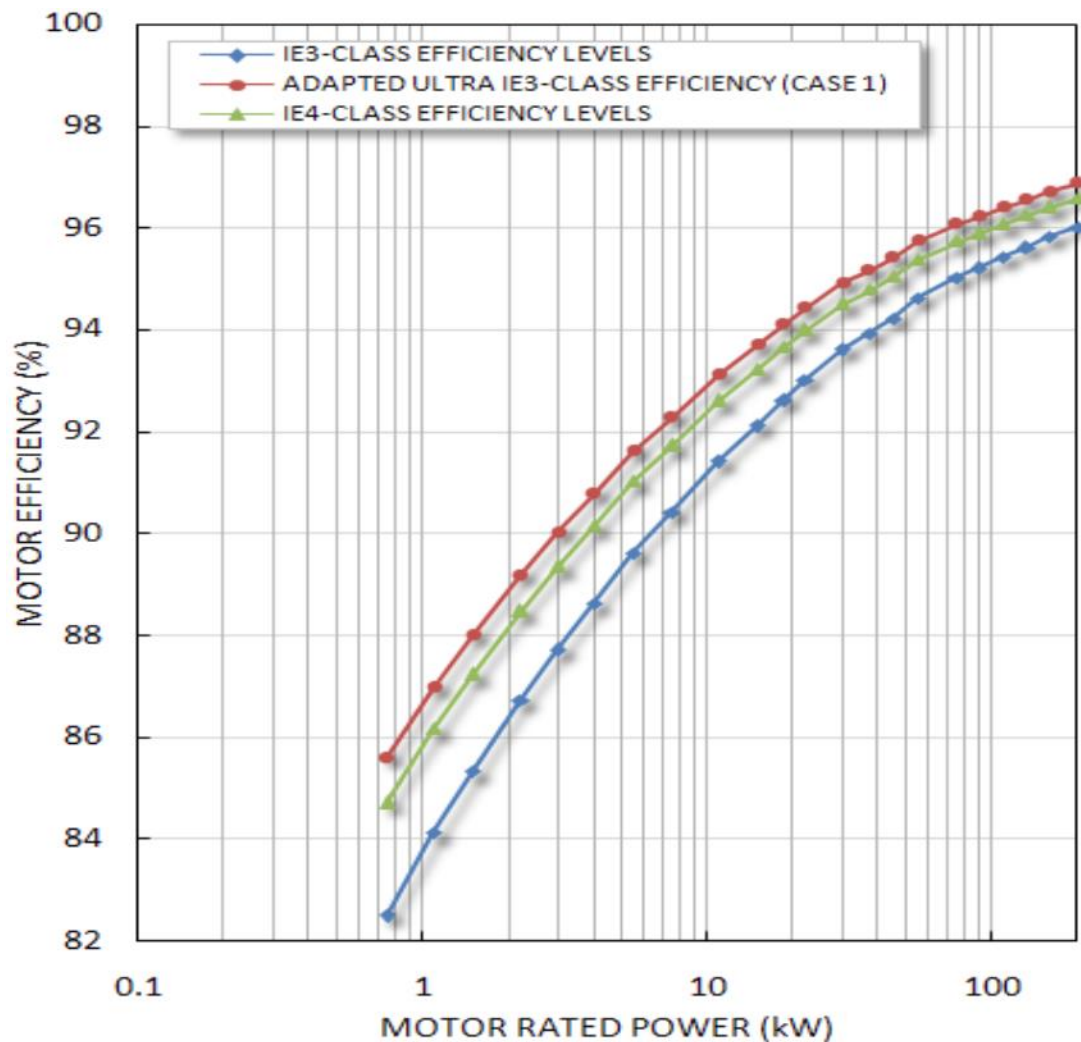
- 系統自動化控制與運轉資料儲存與分析，做為節能運轉之依據。

5. 電動機維修

- 維修係為恢復原有能效，必須做能效之驗證。

高效率馬達優點

1. 電能的節省
2. 更長的使用壽命
3. 在不良工作環境下，能效較好，例如：電壓不平衡
4. 有較高的服務係數 (higher service factors)
5. 絕緣以及軸承的壽命較長
6. 更低的無效熱能輸出
7. 更小的振動
8. 更低的噪音
9. 對於慣性高負載，加速能力佳
10. 在所有負載點都具有較高的效率



馬達負載率與效率、功率因數之關係

馬達最高效率點常設計在百分之七十五到百分之百額定負載左右，因此一般馬達都會驅動在百分之五十到百分之百的額定負載之間。如圖1表示不同大小馬達負載率與滿載效率關係，可觀察到以下現象：

- 當馬達未達額定負載的一半時(50%以下)運轉，效率明顯下降。
- 馬達效率範圍隨著其規格不同而變化，馬達最佳效率的操作區域隨著馬達容量的增加，逐漸變得更寬。
- 過低的負載率也會造成功率因數的低落（圖2），進而造成線路損失增加。
- 當馬達負載率低於50%時，宜檢查馬達容量是否適當，或適時的調整馬達操作，以防止其在效率較低的情況下運轉，造成額外的能源耗損。
- 馬達在過負載狀況下運轉時，馬達容易過熱、效率降低並且會縮短馬達壽命。

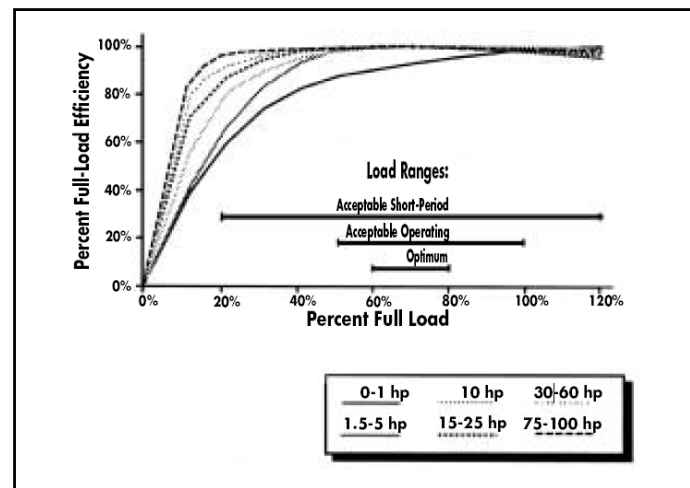


圖1 馬達負載率與滿載效率關係

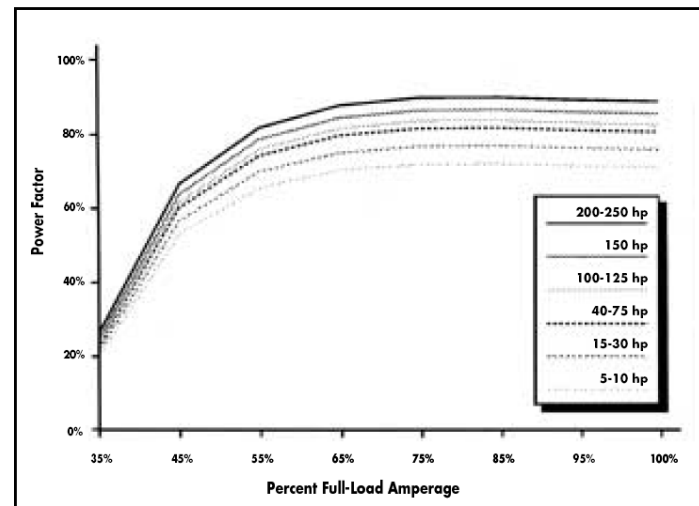


圖2 電動機功率因數與滿載電流之關係

馬達節能評估公式

➤ 高效率電動機以額定頻率及電壓運轉進行滿載特性試驗，使達到額定輸出(P_{out})，測量其轉矩、轉速、輸入功率(P_{in})、電壓以及電流，即可評估耗能程度。以一般標準效率馬達(CNS293標準)以及高效率馬達(CNS14400標準)為例，計算如下：

1. 以CNS14400高效率馬達標準中200KW-4P-3Φ-220V-60Hz-F class全閉型馬達為例，其

$$P_{out}=200\text{kw}、\eta=94.5\%$$

$$P_{in}=200\text{kw}/94.5\%=211.64\text{kw}$$

2. CNS2934一般用途低壓三相鼠籠型感應電動機中 200KW-4P-3Φ-220V-60Hz-F class全閉型，其

$$P_{out}'=200\text{kw}、\eta=91.5\%$$

$$P_{in}'=200\text{kw}/91.5\%=218.579\text{kw}$$

由以上可知，可節約能源 $218.579\text{kw}-211.64\text{kw}=6.939\text{kw}$ 。亦即高效率感應電動機由於其損失減少，其效率有效的提高，達到節約能源之目的。

➤ 傳統上，計算高效率馬達之成本效益是以滿載效率為依據，但馬達運轉並非固定在滿載工作點，尚需考慮到負載率對馬達效率的影響，因此高效率馬達與標準馬達其間的能源節省，可由下列馬達節能評估公式計算，且 E_A 、 E_B 可使用曲線迴歸法並搭配馬達特性與負載率關係圖，找出效率與負載率 (L) 的關係方程式。此公式較符合產業界實際情況，因馬達負載率常隨製程變動，而跟著不同，欲評估實際節能，此點應予考慮。

$$kW_{\text{saved}} = 0.746 \times HP \times L \times \left(\frac{100}{E_B} - \frac{100}{E_A} \right)$$

kW_{saved} = 節省之電能 (kW)

HP = 馬達輸出馬力 (HP)

E_B = 一般馬達負載率 L 時之效率 (%)

E_A = 高效率馬達負載率 L 時之效率 (%)

L = 馬達之負載率 (%)

電機系統節能

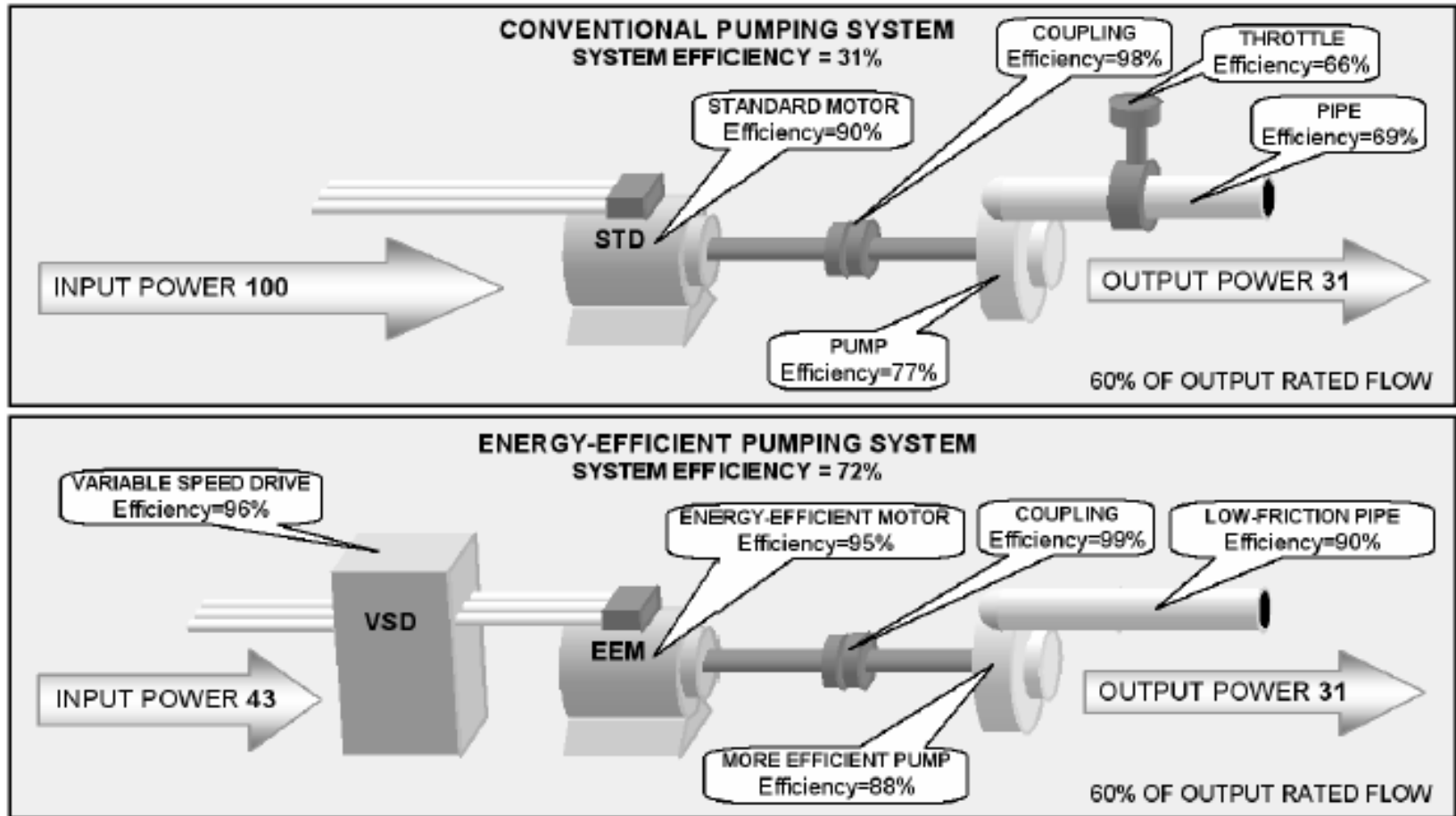
降低馬達系統之能耗，可藉由專業的查核(診斷)協助，找出以下各項節能機會點進行改善，例如：

- 使用高效率馬達或選用適當馬力馬達，提升馬達效率。
- 檢視傳動系統設計與狀況，改善傳動效率。
- 改善或汰換舊設備，提升設備效率。
- 降低系統阻抗或提升系統供應與負載的匹配性，以提高系統效率。
- 消除或降低系統負載的需求。
- 進行良好的系統維護，以維持系統最佳性能表現。

措 施	節能潛力(%)
使用高效能電動機	2~6
採用正確的型號和規格設計	1~3
採用轉速調節技術	10~50
三角皮帶改為齒型皮帶	0.5~2
間接傳動改為直接傳動	1~2
高效變速箱	2~10
潤滑、調整、微調	1~5
電力品質改善	0.5~3

泵系統節能技術

電機泵送系統的效率



資料來源：ISR - 科英布拉大學

降低能源成本，提高系統性能

任何使用工業泵可以通過節能措施來改善運轉，實現與能源相關及額外的效益。

泵系統相關的節能措施可以分為兩大類：

- **新系統**，始於選擇最佳的泵並確定正確的尺寸。
- **既設系統**的改善，則需包括確定、重新設計並改造尺寸不當或設計不當的系統。通過這些工作可以使企業同時獲得多項收益：
 - 降低能耗
 - 降低運轉、生產、維護成本
 - 提高生產率
 - 提高產品品質
 - 提高產能利用率
 - 提高系統可靠性
 - 提高對操作人員的安全性

泵浦使用常見之問題

- 泵浦選用規格錯誤
- 泵浦選用常以售價為首要考量，不重視效率狀況
- 搭配不適當的控制方式
- 泵浦入口配管方式不恰當
- 操作不當與缺乏維護保養
- 缺乏考量流體特性、用途而選錯或誤用泵浦機型

正確選擇泵及泵送系統優化的障礙

過大的泵	過小的泵
通常搭配過大的控制閥和管道。過大的控制閥會因壓降過大而浪費能源，同時也會因此而縮短閥的壽命。	產生氣穴，從而造成振動、過早磨損，導致浪費能源的內漏、密封問題和有可能造成螺栓鬆動、錯位和管道泄漏。
企圖提供比系統實際需求更高的流量。在離心泵系統中，將壓頭提高到不必要的壓力： 過量的壓頭×流量＝能源浪費	引起馬達電流過大從而導致耗電量增加。
產生過大的壓力、速度、雜訊、振動、熱以及能源的浪費。	產生不穩定的液壓工況從而引起泵的過度振動、磨損甚至失效。
引起離心泵的內迴圈。	
這對於正位移泵很少會成為問題，因為它們在低速時仍能保持高效。	
過小的管道	
限制了流量	需要更大的泵，這將浪費能源。
需要更大的泵，這將浪費能源。	
小管徑管道比大管徑管道成本低。	承包商通過以較小的管道來投標可以降低期初成本，但這會在日後的運行中消耗更多的能量。
進口處吸力差	導致潛在的泵的修理、停機和停產。

泵系統的優化措施

1. 管路最佳化

需要考慮：管道尺寸的確認、合理管道設計與佈置、最大限度減少壓力損失與選用低阻力的零組件。

2. 合理選型

在設計實應考量合理的安全係數，故泵選型會超過實際需求。對於選型過大的泵，可以採取下列措施以降低能源費用：

- 1) 利用合適揚程和流量的泵替換現有的泵。
- 2) 用更小的葉輪替換現有的葉輪。
- 3) 降低現有葉輪的外徑。
- 4) 利用變頻驅動。
- 5) 增加更小型泵來降低現有泵的間歇運轉。
- 6) 適當使用流量控制閥。

3. 多泵配置

- 1) 替代單一泵滿足系統要求，使用多個小泵組合。
- 2) 系統負荷在大波動範圍使單一泵不能連續在最佳效率點運轉。
- 3) 多泵配置具有靈活、可靠性高與在高靜壓頭的系統中能有有效滿足流量變化需求之優點。

4. 大小泵配置

大多數泵系統都有流量變化大的特性，存在著系統正常運轉而流量和最高負載下之流量有較大差異，利用不同泵配置可節約成本。

5. 應用變頻驅動

在很多系統中使用變頻調速，不僅可以提高泵的運轉效率，並使系統效率有效提高。

泵浦使用的節能作法

➤ 適時關閉不需要的泵浦

- 依照流量需求更換合適之泵浦規格或換用合適之葉輪
- 換用高效率型之泵浦(搭配使用高效率馬達)與高效率之傳動方式
- 定期整修磨損環與葉輪之間的間隙
- 定期矯正泵浦與原動機之對心
- 定期整修管路
- 流量需求改變請重新配置系統或改變控制方式，一般常見之運用方式有：
 - 1) 搭配使用變速控制(VSDs)
 - 2) 搭配使用多個並聯泵浦
 - 3) 搭配使用大小並聯之泵浦
 - 4) 配置適當之並聯迴路

泵浦系統效率比較例

高效率泵浦系統

- 1) 馬達成本與實體方面：94%
 - 2) 配合變速傳動(VSD)效率：90%
 - 3) 一般聯軸器效率：98%
 - 4) 高效率泵浦設計效率：80%
- ※系統整體效率：66%

一般泵浦系統

- 1) 一般馬達效率：90%
 - 2) 節流閥效率：70%
 - 3) 一般聯軸器效率：98%
 - 4) 一般泵浦設計效率：68%
- ※系統整體效率：42%

日本鋼廠泵浦大修管制流程

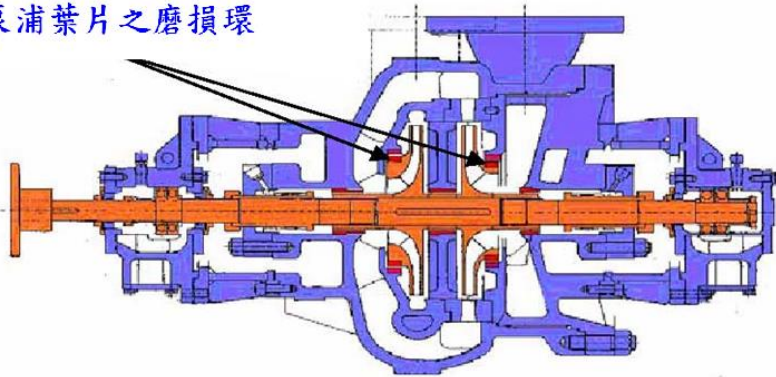
- 運轉人員發現泵浦供水量降低10%時，通知維護單位優先安排大修
- 日本鋼廠泵浦大修時，更新磨損環的比例高達80%以上
- 高壓泵磨損環才使用不銹鋼環軟化處理，低壓泵磨損環（ $< 10\text{kg/cm}^2$ ）一般均使用青銅環
- 控制單吸泵全關揚程 $< 2\%$ 內，雙吸泵全關揚程 $< 1\%$ 內，管控非常嚴格
- 日本鋼廠於14年前全廠就已逐漸將碳鋼、銅葉片泵浦改為不銹鋼葉輪泵
- 高壓泵浦（ $> 100\text{kg/cm}^2$ ）運轉超過10000hrs就安排大修，著重在更新磨損環
- 低壓泵浦運轉每6年或發現流量低於10%時就安排大修，亦著重在更新磨損環
- 全廠100%均使用不銹鋼葉片泵浦，一般水系統使用30年均沒有問題，鑄鐵泵則每5年更新一次，海水泵每10~15年更新一次
- 全廠僅加藥泵使用碳鋼葉片加ceramic coating，或FRP葉片

中國蘭州石油公司改善案例

新日本石油株式會社ESCO協助中國蘭州石油公司案例

1. 使用CFRP=Carbon Fiber Reinforced Plastic磨損環
2. 隙間的調整，(API-610基準の半分)
3. P-3B：0.75~0.80mm → 0.24mm
P-6B：0.75~0.92mm → 0.24mm

泵浦葉片之磨損環



泵浦磨損環使用新材質，磨損環間隙變小，減少流體內循環的量，也減少電力以節能。

ポンプ	Case Wear Ring (mm)				Impeller Wear Ring (mm)				Clearance (mm)			
	Front ID		Rear ID		Front ID		Rear ID		Front ID		Rear ID	
	設置前	設置後	設置前	設置後	設置前	設置後	設置前	設置後	設置前	設置後	設置前	設置後
P-3B	185.15		185.20		184.40	184.81	184.40	184.96	0.75	0.24	0.80	0.24
P-6B	180.05		180.12		179.30	179.78	179.20	178.96	0.75	0.34	0.92	0.24

ポンプ	入口圧力		出口圧力		差圧		流量		電流		電圧		動力	
	設置前	設置後	設置前	設置後	設置前	設置後	設置前	設置後	設置前	設置後	設置前	設置後	設置前	設置後
	Mpa		Mpa		Mpa		m3/hr		A		V		Kw	
P-3B	0.14	0.14	0.92	0.95	0.78	0.81	65.61	58.97	80.9	75.7	360	360	47.92	44.84
P-6B	0.14	0.06	0.88	0.93	0.74	0.87	100.48	91.81	90.0	84.0	360	360	53.31	49.76

葉片與磨損環損壞



葉片損壞



磨損環損壞



泵浦大修

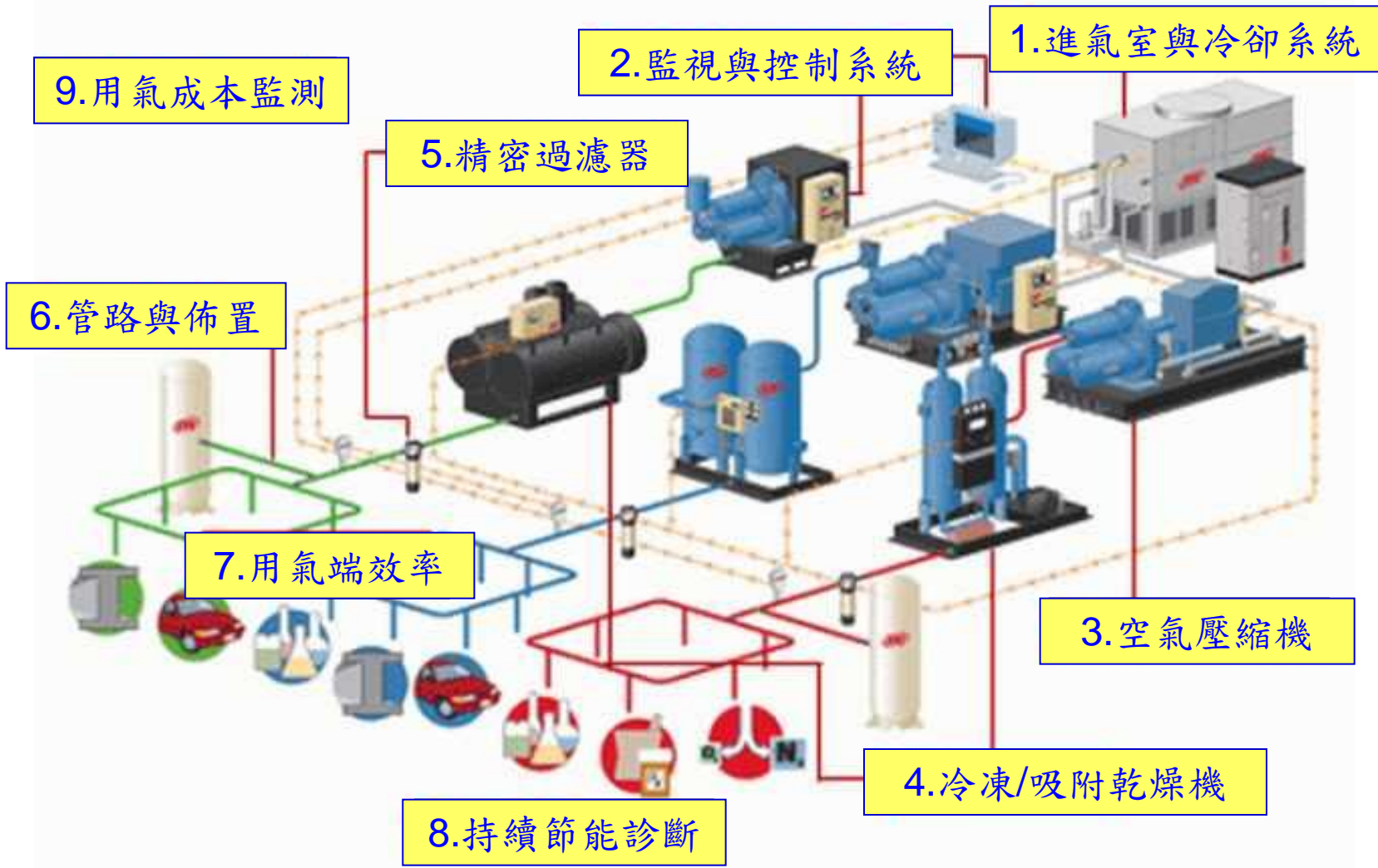
改善前效率損失：20~30%

改善後效率損失：+4~-3%

壓縮空氣系統節能技術



壓縮空氣系統組成



空氣壓縮機的運轉成本占系統耗能總成本的75%或是更高，而設備(15%)及維修保養(10%)。

壓縮空氣-如何降低投資成本

某廠每日24小時生產運轉，年運轉時數為8,600小時，電費以3元計

- 50HP空壓機(37KW)：1年使用所需電費約954,600元/年
- 75HP空壓機(55KW)：1年使用所需電費約1,419,000元/年
- 100HP空壓機(75KW)：1年使用所需電費約 1,935,000元/年
- 180HP空壓機(135KW)：1年使用所需電費約3,483,400元/年
- 假設1部空壓機有8萬小時(約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。

不同供給壓力和管口尺寸的洩漏率

- 洩漏率是非控制系統中供給壓力的一個函數，並隨著系統壓力的增加而增加。洩漏率的單位是立方尺/每分鐘（cfm），它還與管口直徑的平方數成比例

洩漏率* (cfm)						
壓力 (psig)	管口直徑 (英寸)					
	1/64	1/32	1/16	1/8	1/4	3/8
70	0.29	1.16	4.66	18.62	74.40	167.80
80	0.32	1.26	5.24	20.76	83.10	187.20
80	0.36	1.46	5.72	23.10	92.00	206.60
100	0.40	1.55	6.31	25.22	100.90	227.00
125	0.48	1.94	7.66	30.65	122.20	275.50

*對於豐滿的管口來說，以上數值應該乘以0.97和0.611以便使之更加準確。



壓縮機的位置

空氣壓縮機的位置及其吸入空氣的品質將對能源的消耗量產生重要的影響。如果吸入的空氣是涼爽、清潔和乾燥，壓縮機的性能將會有所改善。

進氣溫度

- 吸入空氣對於壓縮機效率的影響不容低估。吸入被污染的空氣或熱的空氣將會削弱壓縮機的效率，並產生額外的能源和維護成本。如果吸入的空氣中含有水分、灰塵或其它污染物，這些污染物將會堵塞壓縮機的內部元件，例如閥、葉輪、轉子和葉片等。這種堵塞將會造成元件的過早磨損，進而使壓縮機的生產能力降低。
- 壓縮機由於連續運行將會產生熱量。這些熱量將散失到壓縮機的小室/隔腔內，會導致進氣溫度提高，並進一步導致體積效率降低和功率消耗增加。作為一般規則，**“吸入空氣的溫度每升高4°C將會多消耗 1% 的電力才能達到同等的產氣量”**。

露點溫度與含水量

飽和湿分量表(大氣压下)

溫度 (°C)	湿分量 (g/m³)	溫度 (°C)	湿分量 (g/m³)	溫度 (°C)	湿分量 (g/m³)	溫度 (°C)	湿分量 (g/m³)
-87	0.0004	-52	0.0494	-17	1.37	18	15.4
-86	0.0004	-51	0.0553	-16	1.48	19	16.3
-85	0.0005	-50	0.0617	-15	1.61	20	17.3
-84	0.0006	-49	0.0689	-14	1.74	21	18.3
-83	0.0007	-48	0.0767	-13	1.88	22	19.4
-82	0.0009	-47	0.0853	-12	2.03	23	20.6
-81	0.0010	-46	0.0950	-11	2.19	24	21.8
-80	0.0012	-45	0.106	-10	2.36	25	23.0
-79	0.0014	-44	0.117	-9	2.54	26	24.4
-78	0.0016	-43	0.130	-8	2.74	27	25.8
-77	0.0019	-42	0.144	-7	2.95	28	27.2
-76	0.0022	-41	0.159	-6	3.17	29	28.7
-75	0.0026	-40	0.176	-5	3.41	30	30.3
-74	0.0030	-39	0.194	-4	3.66	31	32.0
-73	0.0034	-38	0.214	-3	3.93	32	33.8
-72	0.0040	-37	0.236	-2	4.22	33	35.6
-71	0.0046	-36	0.260	-1	4.52	34	37.5
-70	0.0053	-35	0.286	0	4.85	35	39.6
-69	0.0060	-34	0.314	1	5.19	36	41.7
-68	0.0069	-33	0.345	2	5.56	37	43.9
-67	0.0079	-32	0.378	3	5.95	38	46.2
-66	0.0090	-31	0.414	4	6.36	39	48.6
-65	0.0103	-30	0.453	5	6.79	40	51.5
-64	0.0117	-29	0.496	6	7.26	41	53.7
-63	0.0133	-28	0.542	7	7.75	42	56.4
-62	0.0151	-27	0.592	8	8.27	43	59.3
-61	0.0171	-26	0.646	9	8.82	44	62.2
-60	0.0193	-25	0.705	10	9.40	45	65.3
-59	0.0218	-24	0.768	11	10.0	46	68.5
-58	0.0246	-23	0.863	12	10.7	47	71.9
-57	0.0277	-22	0.909	13	11.3	48	75.4
-56	0.0312	-21	0.989	14	12.1	49	79.0
-55	0.0351	-20	1.07	15	12.8	50	82.8
-54	0.0442	-19	1.17	16	13.6		
-53	0.0442	-18	1.26	17	14.5		

冷凝水排放方式

理想的冷凝水排放

➤ 安全和可靠

- 由於一個可信賴的排水系統
- 由於一個適當的感測和閥門科技
- 由於一個合適的材質選擇和加工

➤ 經濟

- 低投資成本
- 長效使用壽命
- 最低服務保養需求

➤ 容易使用

- 容易操作
- 儀表顯示及操作並可遠端控制



手動排放



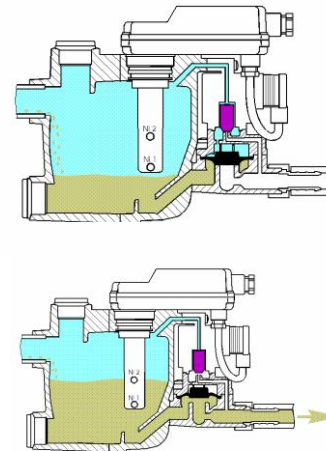
時間控制電磁閥



機械浮球祛水器



電子液位控制祛水器



不耗氣電子液位控制祛水器



美國CAS 節能措施與效益（美國地區）

節能措施	平均節能率	最大節能率	平均回收年限
減少壓空洩漏	26.3%	59.3%	0.9
降低系統壓力	2.0%	10.6%	1.3
安裝/調整空車控制系統	10.5%	33.5%	0.8
採用多機連鎖	7.6%	33.6%	2.7
減低總運轉時數	2.6%	15.8%	<0.1
總節能比率 (per plant)	43.7%	65.0%	

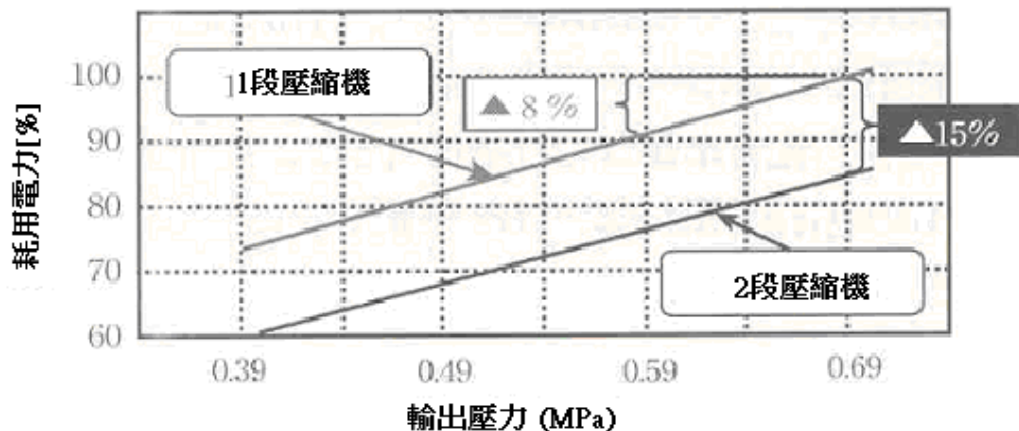
多段式壓縮優於單段壓縮

理論空氣動力表(壓力：MPa/m³，動力：kW)

壓力[MPa]	1段壓縮機[kW]	2段壓縮機[kW]
0.39	3.38	2.30
0.49	3.87	3.39
0.59	4.31	3.72
0.69	4.71	4.02
0.78	5.07	4.29

1m³/min的自由空氣作隔熱壓縮的理論動力需求，實際運作還要加上發熱損失、品牌損失、潤滑油攪拌損失等，需要搭載比動力表所列出更大的馬達。

空壓機之輸出壓力、壓縮段數與耗用電力之關係



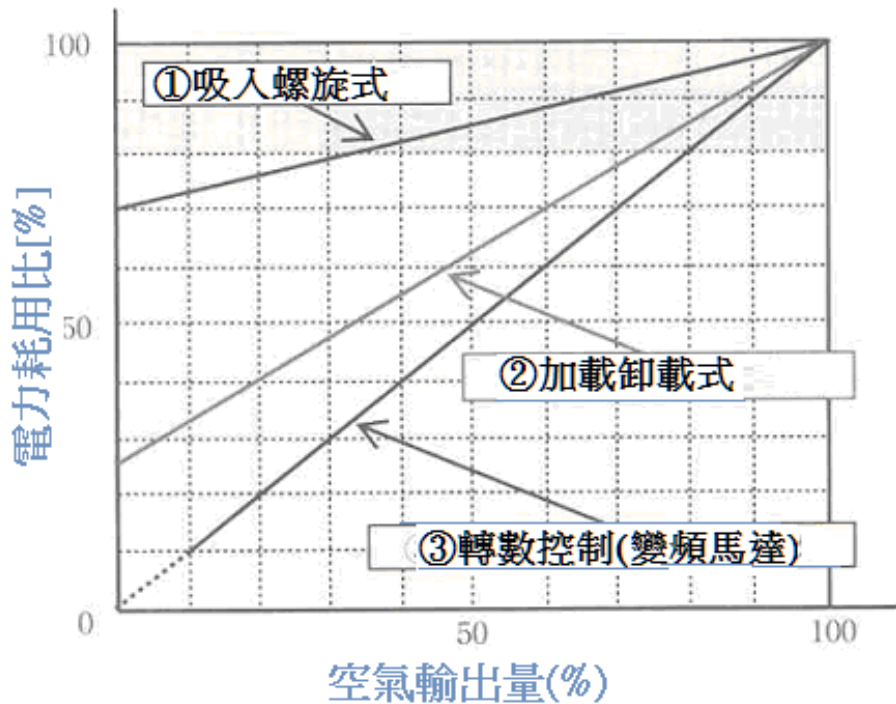
例如：

更新2台75kW的需求時，有必要檢討使用1台2段式150kW壓縮機的可行性。

運轉系統連鎖控制之節能

1. 變頻機之外，以全負載運轉的效率最佳

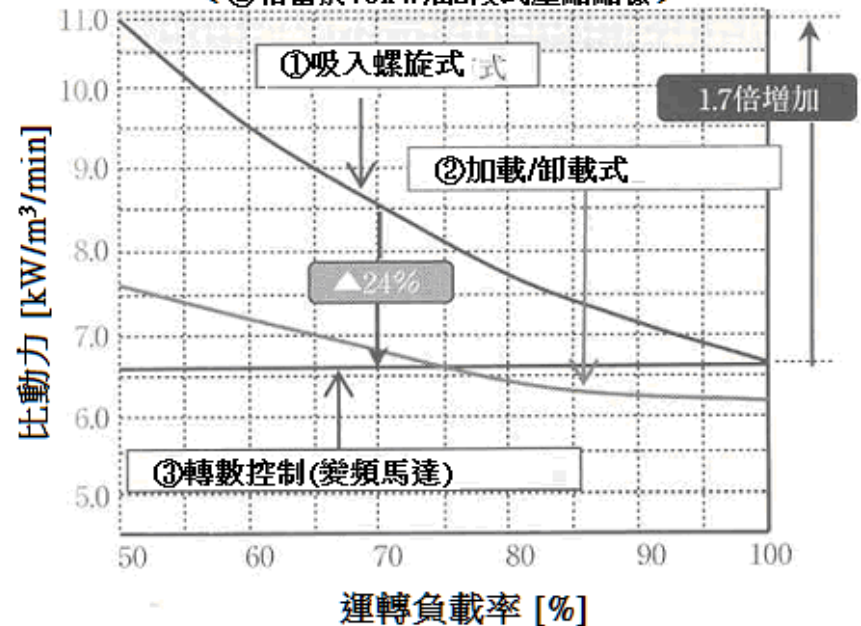
不同卸載方式的動力曲線



吸入螺旋式在降低50%的空氣使用量時的耗能仍維持在全負載的85%。

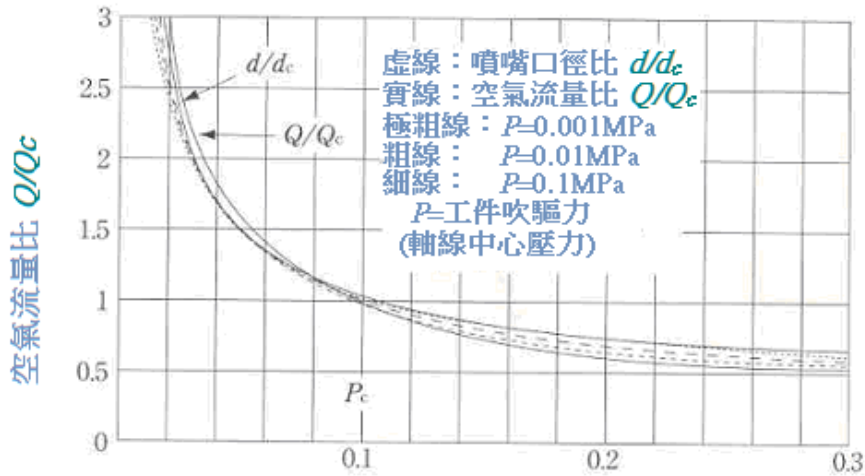
運轉負載率與單位比動力(kW/m³/min：壓縮1m³的空氣每分鐘所需要的動力)的關係

< ②相當於75kW油2段式壓縮縮機 >



吸入螺旋式在全載時比動力為6.6kW/m³/min；但負載率降到50%時反而增加到11kW/m³/min。

噴槍噴嘴口徑小壓力高



噴嘴出口壓力 P_0 [MPa]
吹驅壓力與距離保持固定時噴
嘴出口壓力與空氣流量之關係

降低空氣流的量案例

	噴嘴口徑 [mm]	出口壓力 [MPa]	吹驅壓力 [MPa]	工件距離 [mm]	空氣流量 [dm ³ /min(ANR)]
現狀	4	0.02	0.0014	100	121
改善1	1.7	0.10	0.0014	100	49
改善2	1	0.28	0.0014	100	33

橫軸表示噴嘴出口壓力，縱軸表示噴嘴出口壓力為0.1MPa時為基準的空氣流量比。所對應的噴嘴口徑也一併出示。

如左圖所示，噴嘴出口壓力低於0.1MPa，氣流就變成次音速，流量勢必隨壓力之降低而激增。某些空氣吹驅的工作時噴嘴出口壓力最少要設定在0.1MPa以上是降低空氣流量的第一條件。如果再提高噴嘴出口壓力並儘量用較小口徑噴嘴，空氣使用量就能降到最低。

例如使用4mm口徑的噴嘴，與工件保持100mm，出口壓力若為0.02MPa，它的吹驅氣流壓力是0.0014MPa，此時的空氣流量為121dm³/min(ANR)。

噴嘴出口壓力能提高到0.1MPa以上，噴嘴口徑就會縮小到 $4 \div 2.3 = 1.7\text{mm}$ ，空氣流量則降低到 $121 \div 2.5 = 49\text{dm}^3/\text{min(ANR)}$ 。如果再將噴嘴口徑縮小到1mm，依 $d/d_c = 1 \div 1.7 = 0.59$ 時，照圖示噴嘴出口壓力變成0.28MPa，此時流量比 $Q/Q_c = 0.66$ ，空氣流量為 $49 \times 0.66 = 33\text{dm}^3/\text{min(ANR)}$ ，也就是降低成目前的1/4了。

空調系統節能

空調節能規範

至少應包括九大項

- 一、機器設備效率
- 二、系統負荷及容量設計
- 三、空調區劃分與控制
- 四、空氣側系統
- 五、水側系統
- 六、散熱設備
- 七、能源回收
- 八、風管及水管路保溫
- 九、系統測試、平衡與驗收

空調冰水主機能源效率標準

執行階段		第一階段			第二階段	
實施日期		民國九十二年一月一日			民國九十四年一月一日	
型	式	冷卻能力等級	(EER) kcal/h-W	性能係數(COP)	(EER) kcal/h-W	性能係數(COP)
水冷式	容積式 壓縮機	<150RT	3.50	4.07	3.83	4.45
		≥150RT ≤500RT	3.60	4.19	4.21	4.90
		>500RT	4.00	4.65	4.73	5.50
	離心式 壓縮機	<150RT	4.30	5.00	4.30	5.00
		≥150RT <300RT	4.77	5.55	4.77	5.55
		≥300RT	4.77	5.55	5.25	6.10
冷氣式	全機種	2.40	2.79	2.40	2.79	

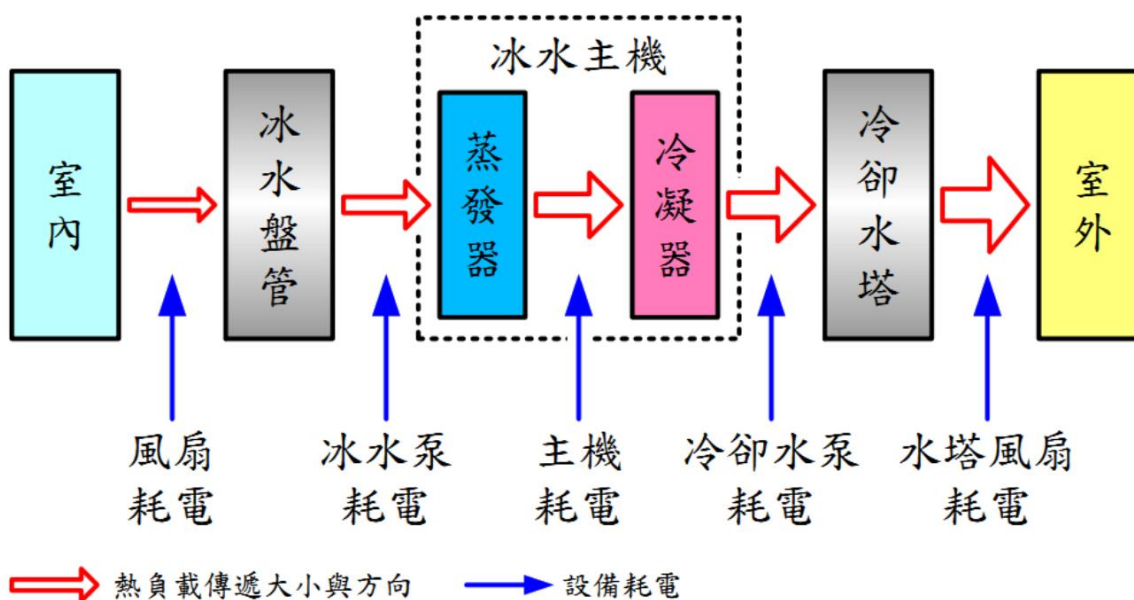
註1. 冰水機能源效率比值(EER)依CNS12575容積式冰水機組及CNS12812離心式冰水機組規定試驗之冷卻能力(Kcal/h)除以規定試驗之冷卻消耗電功率(W), 測試所得能源效率比值不得小於上表標準值, 另廠商於產品上之標示值與測試值誤差應在百分之五以內。

註2. 性能係數(COP)=冷卻能力(W) / 冷卻消耗電功率(W)=1.163EER。1RT(冷凍噸)=3024Kcal/h。

空調冰水機房效率提昇

改善冰水機房運轉效率

- 設備包括：冰水主機、冰水泵浦、冷卻水泵浦、冷卻水塔風車
- 10年前國內大約介於1.05~1.50kW/RT，若能改善至0.80kW/RT，至少可以有25%的改善潛力



冰水機群組運轉策略

- 策略一致性
- 效率高者優先
- 避免低負載運轉
 - 離心式冰水主機為例，主機的負載比例在70%至80%時系統的較佳。
 - 螺旋式主機在75%至100%時最佳。
- 配合負載需求啟動冰水機台數
 - 監測冰水機運轉效率
- 提高冰水供水溫度
 - 冰水主機供水的溫度越低，主機的蒸發壓力也就越低，系統的效率也就跟著下降。
 - 通常冰水溫度下降1°C，主機效率即下降2%~3%。
 - 在不影響製程設備要求或人員舒適度的情況下，冰水溫度應要越高越好，由於空調負載常隨外氣狀況而改變，因此可利用外氣狀況重新設定適合的冰水溫度，或是根據負載的變化重新設定溫度。
- 主機與冷卻水塔運轉最佳化，冷卻水溫降低1°C約節能3%。
 - 冷卻水泵與冰水主機聯合運轉下的最佳操作狀況進行分析評估。

空調系統效率提昇改造技術

➤ 設備汰舊更新

- 老舊或低效率冰水主機汰換(10~30%)
- Over size 泵浦換裝或葉輪切割(5~10%)
- 冷卻水塔散熱材整修換裝(2~5%)
- 變頻器導入—泵浦、冷卻水塔風車及風機(15~40%)

➤ 操作運轉管理

- 多台冰水機群組負載管理(5~10%)
- Primary-Secondary 冰水變水量系統運轉對策(3~10%)
- 水路系統平衡調整TAB(3~10%)
- 冷卻水水質管理(2~5%)
- 外氣空調箱並聯運轉(3~5%)

➤ 控制策略調整

- 變頻區域泵浦壓差設定(5~15%)
- 冰水機出水溫度設定重置(Reset) (2~5%)
- 冰水機配合需量管理減載運轉(1~5%)
- 空調箱再熱溫度調整(5~10%)

➤ 系統整合

- 冰水管路系統修改(3~15%)
- 新舊冰水機房管路整併(3~10%)
- 冷卻水塔及冰水機最適化效率運轉對策(5~15%)
- 能源資訊管理系統(EMCS)導入

➤ 熱泵或熱回收系統與空調系統整合應用(15~40%)

➤ 全熱交換器(5~15%)

➤ 雙溫度冰水系統

冷卻水塔使用注意事項

- 保養維護

- * 循環水系統

- * 風扇及馬達等驅動裝置

- * 熱交換部分(填充材或熱交換器)

- * 空氣入口百葉窗

- * 擋水簾

- * 淋水密度(均勻度)

- 循環水之水質處理

循環水系統

- 噴嘴或水盤至少每月檢查一次以避免阻塞、腐蝕或其他機構之損壞。
- 水分佈系統阻塞之影響：
 - 減少水量或造成分配不均，代表冷卻水塔能力降低
 - 分配水盤之水溢流，代表水及化學藥劑之損失
 - 填充材或熱交換器表面結垢，代表冷卻水塔能力降低
 - 造成水之飛濺損失量增加，代表水及化學藥劑之損失
 - 馬達過負載，代表能源損失及縮短馬達之壽命
- 進口端過濾器係為保護水泵及噴嘴，需每週加以檢查及清洗，可能之影響：
 - 循環水流量減少，代表冷卻水塔能力降低
 - 水泵之空蝕，增加水泵效率降低、維修費用及增加工廠之噪音
 - 過濾器損壞，代表冷卻水塔維修費用之增加
- 出口端過濾器係為保護水泵，需每週加以清洗或排放污染物。



冷卻水塔管理重點表

檢查主項目	檢查項目	檢查週期						更換週期
		日	週	月	季	6月	年	
風扇外觀	破裂、變形、生鏽、鬆動、異物						○	
減速機	輪箱油面、蝸、振動、換油		○					5000小時
皮帶	破裂、張力調整		○					7000小時
皮帶輪	銹、磨耗、皮帶屑清掃、				○			
馬達	異音、振動、腐蝕、潤滑、電流			○				
水塔外殼	破裂、變形						○	
灑水裝置	撒水管轉數、灑水孔、回轉軸、破損、變形、異物					○		
散熱填充材	水垢、污泥、破損				○			7~10年
檔水板	水垢、污泥、破損					○		7~10年
閥類	動作確認				○			
水槽	水位、補給水、清掃					○		
過濾器	阻塞、清掃						○	
水塔骨架	破裂、銹蝕、螺絲鬆動						○	

冷卻水塔效率評估重點

➤ 能源消耗

- 水塔本身之風扇及循環泵的效率變化
- 熱交換效率所導致之效率變化

➤ 水資源消耗

- 排放量及濃縮比
- 水質標準

➤ 維護保養週期

- 正常停機檢修
- 故障檢修

➤ 防火措施

結垢對耗電影響

垢之厚度	(冷水溫度不變時)電力增加
0.1m/m	增加 3%~12%
0.2m/m	增加 7%~17%
0.3m/m	增加 11%~21%
0.4m/m	增加 16%~26%
0.5m/m	增加 20%~30%
0.6m/m	增加 23%~34%
0.7m/m	增加 27%~34%

冷卻水塔節能案例

原有系統：每室循環水量為4500m³/hr，共6室，合計水量648,000m³/日；
冷卻水溫差9°C；蒸發損失為3950 m³/day；風機馬力300kW/台

運轉現況：夏季白天使用6台，晚上5台；冬季日夜均使用5台；

實際每室循環水量為4300m³/hr，共6室，合計水量619,200m³/日；
全年天數為360日。

改善方案：調整風扇葉片角度，以降低風量2%，來達成降低風機馬力之目的

備註：此處因變頻器投資太高，故僅用改變葉片角度之方式來因應

效益分析：

節省電力 = (300 kW/台 × 2% × 6台 × 8 時/天 + 300 kW/台 × 2%
× 5台 × 16 時/天) × 360 日/年 = 27.6 萬度/年

關鍵：透過水量及風量之適度搭配，以充分應用投入之能源，避免過多之風量或水量

冷卻水塔節能案例

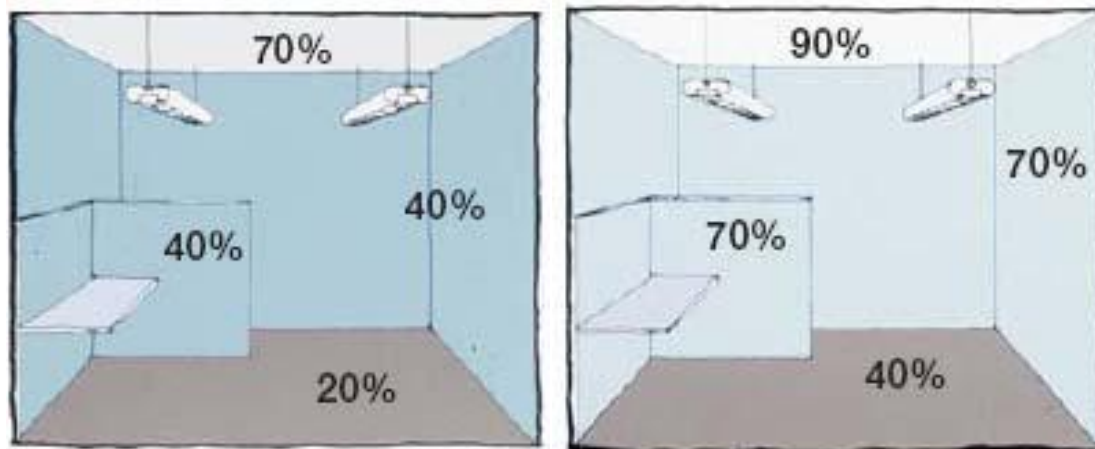
風機改為高效率風機

- 原有系統馬力分別為：420和450HP各壹台
- 原有系統實際耗電分別為：315和360kw各壹台
- 運轉時間分別為：7,600和7,600小時
- 耗電量為： $675 \times 7,600 = 5,130,000$ 度
- 改善後實際耗電分別為：275和306kw
- 改善後耗電為： $518 \times 7,600 = 4,415,600$ 度
- 節省用電量為： $5,130,000 - 4,415,600 = 714,400$ 度

照明節能

照明節能策略與做法

美國環保署能源之星建築物計畫綠色照明計畫策略及做法	北美及日本照明學會建議照明節能方法
	符合工作要求的照度標準
使用最有效率的光源及安定器 使用最有效率的燈具	對照明環境的考慮 使用高效率光源 照明器具的選用
使用安定器並依據使用狀況控制燈具的開關	晝光的利用
建立燈具的操作、維護與棄置程序	有效的迴路設計 易於維護管理的設計
使用具能源之星標章之照明產品	



提高室內天花板、牆、地面及桌面之反射率，節省能源。右圖照度提高55%，省電70%

照明節能規範指引

1. 採用高效環保省電燈具

- 燈具發光效率80流明/W以上
- 演色性80Ra以上
- 燈管壽命1.8萬/5.0萬小時以上
- 每支燈管含汞量3mg以下



2. 採用長效型燈具

- 燈具壽命指照度由100%衰退至70%時之時數，選用高效率燈具也必須考慮長效型
- 優先選用長效型燈具，如LED燈源公訂壽命是5萬小時、冷陰極管燈源公訂壽命是5萬小時、無電極日光燈公訂壽命是5萬小時、鈉光燈複金屬燈公訂壽命是1.8萬小時、T-5日光燈公訂壽命是1.8萬小時。
- 避免選用短效型燈具，如白熾燈燈具公訂壽命是1千小時、大陸製螺旋省電燈公訂壽命是1~3千小時、台製28W螺旋省電燈公訂壽命是3~6千小時、歐洲製螺旋省電燈公訂壽命是5~8千小時、台製150W螺旋省電燈公訂壽命是8千小時、T-9日光燈公訂壽命是1.2萬小時。
- 高空照明燈具禁止使用短效型燈具，如12米高使用5萬小時壽命的無電極日光燈與8千小時壽命的短效型螺旋省電燈，將造成燈具低可用率、搭架維修頻繁及工安危隲增加。
- 近距照明燈具若隨手可更換時，可以選用高效率短效型燈具，如維護工房3米高處使用400W鈉燈可以改為2米高處使用80W螺旋省電燈（節能80%）。

辦公室、大樓照明節能規範指引

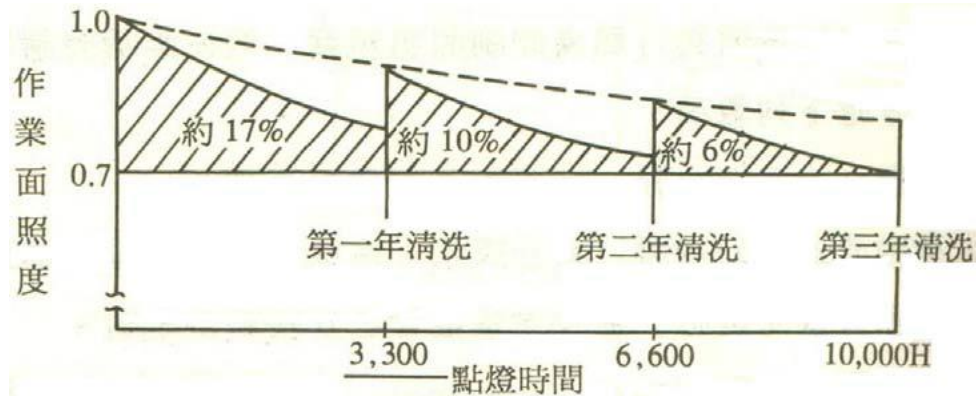
- 1) 燈管省電的原則是『長的比短的省，細的比粗的省，直的比彎的省』，需考慮成本與經濟效益。
- 2) 辦公室、大樓走廊照明燈具規劃，原則上要符合『高效率、長效型燈管』選用原則及節能70%。
- 3) 辦公室照明燈具規劃，原則上以辦公桌桌面照度達到500LUX為符合照度要求基準，群體辦公室以每張辦公桌上有一盞燈具為原則。
- 4) 辦公室燈具開關設計優先以每人具有可獨立切換開關燈源為原則，以利離席時之關閉。
- 5) 辦公室靠窗側燈具規劃手動獨立開關或自動調光之設計或使用雙遮蔽控制百葉窗，以利自然採光利用。
- 6) 電氣室、倉庫、設備間、…等燈具具備多段開關，如100坪電氣室使用80盞日光燈，規劃無人時可以0~10%燈具點亮，人員進入時可以30%燈具點亮，抄錶、檢修時可以100%點亮。

廠房照明節能規範指引

- 1) 廠房日間以自然採光為主（80%），近距照明為輔（20%）。
- 2) 廠房夜間以近距照明為主（80%），半腰照明為輔（20%）。
- 3) 廠房內或廠區工作現場6米以下照明燈具之安裝，優先選擇80~160W省能燈具替代400~1000W燈具。
- 4) 廠房舊照明規劃思維
 - 舊規劃思維是採用400~1000W高空照明燈具，形成高空照度是3~6萬LUX，而地面照度僅100~200LUX，不符合人員工作的照度需求，且形成高空照明假性需求及浪費能源的現象。
 - 新規劃思維是大量採用28~160W近距照明燈具，使人員工作環境的照度（如地面、桌面）達到500LUX符合工安的要求，而高空照度維持約50~100LUX，節省高空不需要的照度而節能50%以上。
- 5) 工廠採購燈具備品時，必須符合燈源發光效率90流明/W以上，燈具整體能耗80流明/W以上之要求。
- 6) 運轉、維護及倉儲單位採購燈具備品時，不允許發生大燈小用現象。
- 7) 燈具備品供應請建立種類多元化、公司零庫存化（以多家廠商倉庫為庫存）、叫貨及時送達化、等機制。
- 8) 生產顯示盤、建築物煙囪高度指示燈、逃生指示燈、火警監視指示燈、控制室盤面指示燈、電氣室盤面指示燈、…等，選用『高效率、長效型燈具』原則；舊廠現有部份請列入管理逐步予以更新為LED燈具（延長5倍壽命節電75% 及降低冷氣費用5~10%）。
- 9) 採購燈具不得考慮以最低標價為唯一選項，易導致集團所使用之能源設備走入高耗能化、短效型趨勢，採購時必須加入多年能源效益差異、壽命差異等列入綜合評選。

照明燈具清潔

- 照明器具使用之後，照度會有不同程度衰減，故需清潔維護。



照明器具的清潔間隔建議值

場所	乾擦	水洗
容易髒的場所	每週	每隔兩週
普通場所	每隔四週	每隔八週
乾淨的場所	每隔四週	每隔十六週

資料來源：CIE

照明案例



廠房日間點燈形成高空假性需求



採光不採陽



採光加適當遮陽結構



建築物調光遮陽



採光加遮陽格線



謝謝
敬請指教

