

# 工廠能源管理系統建置



經濟部能源局 指導  
工業技術研究院 編印  
綠能與環境研究所

經濟部能源局廣告品

# 工廠能源管理系統建置

## 節約能源技術手冊

委託單位：經濟部能源局

執行單位：工業技術研究院

# 工廠能源管理系統建置

## 目 錄

壹、前言

貳、能源管理系統持續改善迴圈

參、能源管理團隊

肆、能源規劃

伍、重大能源使用作業管制

陸、監督測量和分析

柒、結論

附錄一

附錄二

## 壹、前言

98 年全國能源會議核心議題能源管理與效率提升，其子議題產業結構低碳化，於要求既設產業提升能源使用效率中提出建立能源管理制度，目前能源管理系統標準，具代表性的為英國標準協會(BSI)98年公佈的 EN-16001 能源管理系統，與美國 ANSI/MSE 2000-2008 能源管理系統，ISO-5001 能源管理標準由聯合國工業發展組織 (United Nations Industrial Development Organization, UNIDO)96年向聯合國提出需要制定相關的能源管理標準以因應氣候變遷，97年 ISO 技術管理委員會建立委員會 (ISO/PC242)，並於 100 年 6 月 15 日公佈 IS 版。

藉由建立 ISO 50001 國際能源管理系統，使工廠能夠建立所需的系統和程序以持續改善能源績效，且更有效率的實施能源管理。並導致降低能源成本、減緩溫室氣體排放量和其他環境衝擊。本教材提供有關能源管理系統建置實務技術，包括如能源管理組織建立、能源政策承諾、能源審查作業、能源基線和能源績效指標訂定、重大能源使用的作業管制等技術，工廠可以參考和引進，執行應用並建置能源管理系統，落實持續能源績效提升，以利節約能源之推動，如此可降低工廠能源成本，減少能源密集度，強化能源管理的對外溝通，促進供應鏈的能源效率提升。

## 貳、能源管理系統持續改善迴圈

ISO-50001 能源管理系統標準的目的，包括建立系統和程序以改善能源績效，能源績效則包括能源效率、使用、消耗及強度等各方面皆適宜，藉由系統化的能源管理，導致降低能源成本、減少溫室氣體排放量和其他環境衝擊，此標準適用於各種類型和規模的組織，不論任何地區、文化和社會條件。因此適用範圍甚為廣泛，可設計成獨立使用，也可以與其他管理系統連結或整合。標準基於規劃(P)－執行(D)－檢查(C)－行動(A)之持續改善架構，並將能源管理系統導入組織日常作業實務中，持續改善架構如圖 2-1，循環架構說明如下：

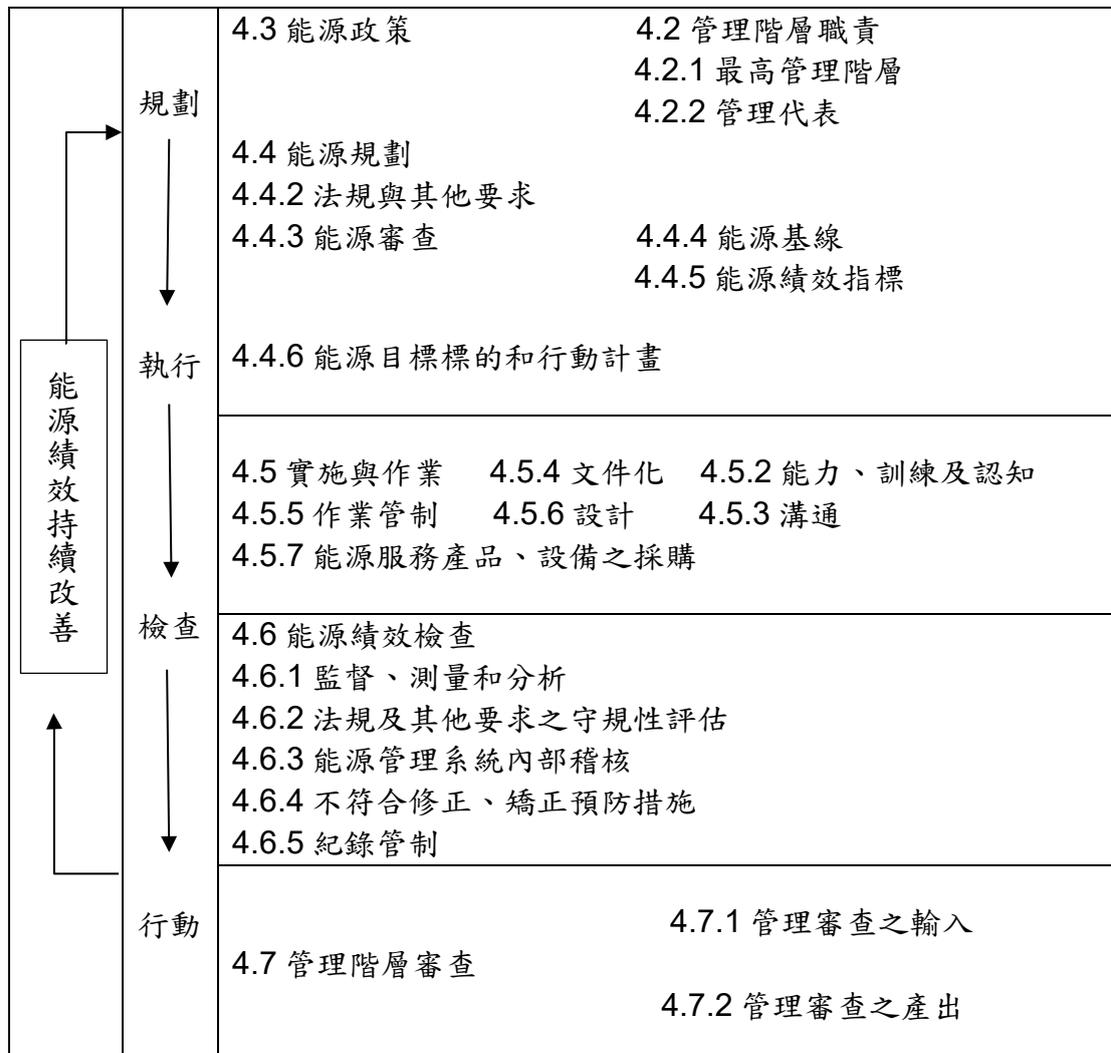


圖 2-1、能源管理系統持續改善架構

### (一) 規劃

進行能源審查與建立基準線、能源績效指標、目標、標的和行動計畫，所獲得成果得以改善能源績效，符合工廠能源政策，其中能源審查為主要重點，主要步驟包括評估過去和現在的能源使用與消耗量和估計未來能源使用與消耗量建立能源基線和能源績效指標；根據能源流分析能源使用，耗能最大者為重大能源使用，鑑別出對能源使用與消耗有重大影響的設施、設備、系統、製程和為組織工作或其代表的人員，鑑別出影響重大能源使用及消耗的其他相關變數；依據上述鑑別和評估找出能源績效改善機會。

### (二) 執行

在執行面則著重在重大能源使用的作業管制，首先確保與重大能源使用相關的任何員工或代表具適當教育、訓練、技能或經驗；重大能源使用需建立與設定準則，並依作業準則來操作與維護設施、製程、系統及設備；重大能源使用的新設計、修改和更新的設施、設備、系統和製程應考慮能源績效改善的機會和作業管制；重大能源使用採購應告知供應商採購評估有部分是基于能源績效為考量，並於採購規範中訂定重大能源使用的評估準則。

### (三) 檢查

除了能源績效指標監督測量外，針對重大能源使用需監督測量其相關變數，確保重大能源使用依既定之作業準則下操作，其他屬於法規和其他要求守規評估，內部稽核皆需在建置過程如期完成。

#### (四) 行動

主要為最高管理階層應審查組織之能源管理系統，以確保其持續適用性、適切性及有效性，藉由管理審查的輸入，適時提出決定與行動，使能與能源承諾一致。

### 參、能源管理團隊

最高管理階層應展現其對能源管理系統(EnMS)的承諾和支持，最高管理階層應指派一位具備適當技能和能力的管理代表，管理代表成立能源管理團隊來負責能源管理系統活動之有效實施與達成能源績效改善。國內已實施環境與安全衛生管理的工廠，在其一階管理手冊中皆已成立團隊，能源管理團隊可以和既有團隊結合。

#### (一) 能源管理系統活動

指派能源管理團隊人員和職責之前，先了解能源管理系統之活動，了解有那些活動非常重要，可能有些活動早已經在工廠中進行，亦有相關負責人員，整合現有活動並將相關負責人員納入能源管理團隊中，表 3-1 為能源管理系統之活動。

表 3-1、能源管理系統之活動和職責

工作	負責	行動
行動計畫	將節能方案轉化為年度能源工作計畫	每年彙整節能方案，包括時間與期程，確保行動計畫如期實施
能源審查	執行能源審查以更新行動計畫	可以委託外部顧問或內部自行能源評估，並將節能建議納入行動計畫
能源管理手冊	維持能源管理手冊內容之更新	修改手冊部份內容，以與最新政策和修改程序一致
能源管理法規和能源使用效率標準	了解最新能源管理法規現況與能源使用效率標準	工廠需宣布與更新能源管理相關法規，確保相關人員了解最新發展/情況
數據監督與測量	蒐集能源計量表數據與監督數據之彙整	進行電力、瓦斯、用油等數據測量與蒐集，彙整數據與分析
內部與/或外部稽核	定期進行針對能源管理系統之稽核	進行內部稽核，決定是否需要外部稽核
溝通	內部與外部溝通之完整性與正確性	針對能源管理進行內部與外部溝通
能源合約	針對工廠能源合約來做出建議	要求能源報價，並評估報價和對管理階層提出建議意見

文件化管理	一套完整與更新之能源管理檔案文件	編製與管理(數位化)能源管理系統之檔案文件
-------	------------------	-----------------------

## (二) 能源管理團隊人員工作

能源管理團隊真正重要的是那些部門可以影響能源績效，該部門之主管應該納入能源管理團隊，能源管理團隊參與人員若能具備清楚工作與職責時，則可以保證能源管理系統實施成功。例如工作現場的員工在日常工作中，直接與設備接觸，因此對能源績效產生最直接影響力，因此部門主管必須指派具備充分職權與技能之管理人員，表 3-2 為能源管理團隊人員職責，其中最高管理階層為總經理，各部門主管皆有相應的工作與行動。

表 3-2、能源管理團隊人員職責

職務	工作	負責	行動	職權
總經理	行動計畫	達成目標	評估能源政策	核准能源政策
			指派達成行動計畫之資源	核准能源管理預算
	評估	監督改善能源績效現況	定期評估能源管理系統	
作業經理/廠長	行動計畫	管理與改善能源績效	實施節能措施	核准節能措施
			實施需要的矯正與預防措施	
	訓練與認知	廠務管理	廠務管理中激勵員工	提供和通知員工所需的相關訓練方案
			在工作中或工作會議時討論能源審查	
採購主管	重大能源使用採購	採購重大能源使用設備	在採購決策中考量能源審查評估結果	確認重大能源使用設備符合採購要求
技術部門主管	新設計和修改	考量能源績效改善機會	設備之維修保養	

			設備技術改良	
		採購重大能源 使用設備	訂定重大能源使用設 備採購評估準則	核准重大能源使用設 備之採購

## 肆、能源規劃

為了促成持續改善能源績效之活動，必須建立能源規劃程序，圖 4-1 為其概念圖，能源規劃應包含對可以影響能源績效之活動的審查，依據規劃產出來考量該輸入那些資料，針對資料需如何審查。另外對於法規要求，必須鑑別和選取那些法規是工廠需要遵守，再進一步確定工廠是否守規。

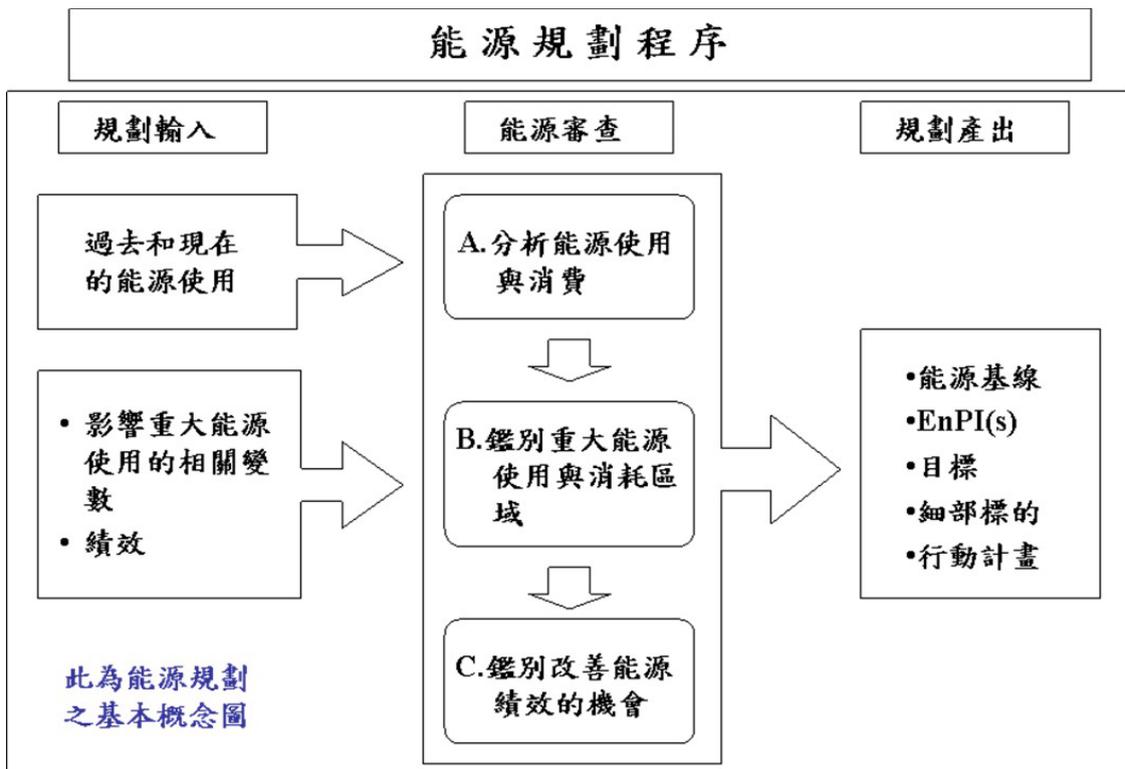


圖4-1、能源規劃程序之概念圖

### (一) 國內相關能源法規與規定

應鑑別和取得與其能源使用、消耗及效率相關之適用法規，在建立與維持能源管理系統時確保法令規章已納入考量。因此需蒐集國內政府公布之能源政策、相關法規與規定，相關之法規包括如下（表 4-1），新設設備節約能源所進行之相關規範，及再生能源之相關規範，詳如表 4-2、表 4-3。

1. 國家「永續能源政策綱領」，政策目標為「能源、環保與經濟」三贏，提高能源效率方面，未來 8 年每年 2% 以上；基本原則將建構「高效率」、「高價值」、「低排放」及「低依賴」二高二低的能源消費型態與能源供應系統；在「節流」方面，推動產業的實質節能減碳措施。本公司將朝此方向努力。
2. 國家「能源管理法」，目前與本公司有關之條文為第 9 條、第 11 條、第 12 條，本公司皆已依規定辦理。未來中央主管機關如針對條文第 8 條、第 17 條、第 18 條公告與本公司有關之規定，將予以納入。
3. 國家「能源管理法施行細則」，目前與本公司有關之條文為第 6 條、第 7 條、第 8 條、第 9 條、第 10 條、第 11 條，本公司皆已依規定辦理。
4. 國家「公告能源供應事業及能源用戶達應辦理能源管理法規定事項之能源供應數量、使用數量基準及應儲存之安全存量」，本公司電力契約容量超過 800 kW。
5. 國家規定「能源用戶應申報使用能源之種類、數量、項目、效率、申報期間及方式」，本公司已依規定辦理。

本公司蒐集國家中央主管機關針對

表 4-1、法規及行政規則－綜合類表

法規	連結位置
<u>永續能源政策綱領</u>	能源局
<u>能源管理法</u>	全國法規資料庫
<u>能源管理法施行細則</u>	全國法規資料庫
<u>公告能源供應事業及能源用戶達應辦理能源管理法規定事項之能源供應數量、使用數量基準及應儲存之安全存量</u>	能源局
<u>能源研究發展基金收支保管及運用辦法</u>	全國法規資料庫
<u>經濟部能源局對民間團體辦理能源領域會議及活動補助或捐助作業要點</u>	能源局
<u>能源用戶應申報使用能源之種類、數量、項目、效率、申報期間及方式</u>	能源局
<u>經濟部能源產業溫室氣體確證及查證補助作業要點</u>	能源局

資料來源：經濟部 能源局 > 能源政策與措施

<http://www.moeaboe.gov.tw/Policy/PoMain.aspx?PageId=polist>

資料來源：經濟部 能源局 > 政府資訊公開 > 法規及行政規則 > 綜合類

[http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Laws/all/LAllMain.aspx?PageId=all\\_06](http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Laws/all/LAllMain.aspx?PageId=all_06)

表 4-2、法規及行政規則－節約能源表

法規	連結位置
<u>車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法</u>	全國法規資料庫
<u>漁船用引擎容許耗用能源標準及管理辦法</u>	全國法規資料庫
<u>鍋爐效率標準</u>	能源局
<u>空調系統冰水主機能源效率標準</u>	能源局
<u>低壓三相鼠籠型感應電動機能源效率標準</u>	能源局
<u>窗型冷氣機能源效率比值標準對照表</u>	能源局
<u>箱型冷氣機能源效率比值標準對照表</u>	能源局

法規	連結位置
<u>電冰箱能源因數值標準</u>	能源局
<u>低壓單相感應電動機能源效率標準</u>	能源局
<u>螢光燈管能源效率標準</u>	能源局
<u>螢光燈管用安定器光效因數基準</u>	能源局
<u>無風管冷氣機能源效率比基準</u>	能源局
<u>電冰箱能源因數值基準</u>	能源局
<u>緊密型螢光燈管能源效率基準</u>	能源局
<u>安定器內藏式螢光燈泡能源效率基準</u>	能源局
<u>除濕機能源效率基準</u>	能源局
<u>白熾燈泡耗用能源效率標準</u>	能源局
<u>公司購置節約能源或利用新及淨潔能源設備或技術適用投資抵減辦法</u>	全國法規資料庫
<u>購置節約能源設備優惠貸款第二期貸款要點(修正版)</u>	能源局
<u>政府機關及學校全面節能減碳措施</u>	能源局
<u>節能績效保證專案示範推廣補助要點(節能績效保證專案示範推廣補助計畫 99 年受核定補助名單)</u>	能源局
<u>中央空氣調節系統電表及線路裝置規則</u>	能源局
<u>車型或車輛耗能證明申請及核發作業要點</u>	能源局
<u>車輛容許耗用能源標準新車抽測及複測作業要點</u>	能源局
<u>委託檢測機構或車輛製造廠辦理車輛耗能標準檢測認可作業要點</u>	能源局
<u>汽車、機器腳踏車能源耗用量及其效率標示格式</u>	能源局
<u>經濟部能源局節能標章推動使用作業要點</u>	能源局
<u>節能標章規費收費標準</u>	全國法規資料庫
<u>高效率道路照明燈具示範計畫審查及補助作業要點(高效率道路照明燈具示範計畫採購技術規範)</u>	能源局
<u>LED 交通號誌燈節能專案計畫補助作業要點(LED 交通號誌燈節能專案計畫 98 年度執行成果考核結果表)</u>	能源局

<u>指定能源用戶應遵行之節約能源規定</u>	能源局
<u>專業機構或技師辦理能源管理法檢查業務認可管理辦法</u>	能源局
<u>窗（壁）型及箱型冷氣機能源耗用量與其能源效率分級標示事項、方法及檢查方式</u>	能源局
<u>電冰箱能源耗用量與其能源效率分級標示事項、方法及檢查方式</u>	能源局
<u>能源用戶自置或委託技師或合格能源管理人員設置登記辦法</u>	能源局
<u>技師或能源管理人員辦理能源管理業務資格認定辦法</u>	能源局
<u>冷氣不外洩現場稽查程序作業要點</u>	能源局
<u>禁用白熾燈泡現場稽查程序作業要點</u>	能源局
<u>除濕機能源耗用量與其能源效率分級標示事項、方法及檢查方式</u>	能源局
<u>安定器內藏式螢光燈泡能源耗用量與其能源效率分級標示事項、方法及檢查方式</u>	能源局

資料來源：經濟部 能源局 > 政府資訊公開 > 法規及行政規則 > 節約能源

<http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Laws/saveenergy/LSaveMain.aspx?>

[PagelD=I save list](#)

表 4-3、法規及行政規則—再生能源表

法規	連結位置
<u>太陽光電發電系統設置補助作業要點</u>	能源局
<u>台灣電力公司再生能源電能收購作業要點</u>	台灣電力公司
<u>經濟部評選再生能源電能收購對象作業要點</u>	能源局
<u>一般廢棄物掩埋場沼氣發電獎勵辦法</u>	全國法規資料庫
<u>第一階段設置離岸式風力發電廠方案</u>	能源局
<u>石油煉製業與輸入業銷售國內車用柴油摻配酯類之比率實施期程範圍及方式</u>	能源局
<u>經濟部能源局燃料電池示範運轉驗證補助作業要點</u>	能源局

法規	連結位置
<u>九十八年度振興經濟擴大公共建設投資計畫－公共建設太陽光電示範設置申請作業須知</u>	能源局
<u>九十八年度振興經濟擴大公共建設投資計畫－公共建設太陽光電示範設置申請作業須知第九點修正規定</u>	能源局
<u>經濟部能源局辦理臺北市高雄市都會區酒精汽油推動計畫補助作業要點</u>	能源局

<u>再生能源發展條例</u>	能源局
<u>中華民國九十九年度再生能源電能躉購費率及其計算公式</u>	能源局
<u>再生能源發電設備設置者與電業爭議調解辦法</u>	能源局
<u>再生能源發電設備總裝置容量達五百瓩以上者，其再生能源發電設備及供電線路所需使用土地之權利取得、使用程序及處置，準用電業法第五十條至第五十六條規定</u>	能源局
<u>九十九年度振興經濟擴大公共建設投資計畫－補助地方自治團體行政機關公共建築太陽光電示範設置申請作業須知</u>	能源局
<u>再生能源熱利用獎勵補助辦法</u>	能源局
<u>再生能源發電設備免徵及分期繳納進口關稅品項及證明文件申請辦法</u>	能源局
<u>再生能源電能費用補貼申請及審核辦法</u>	能源局
<u>電業及自用發電設備設置者繳交再生能源發展基金辦法</u>	能源局
<u>再生能源發電設備示範獎勵辦法</u>	能源局
<u>設置再生能源設施免請領雜項執照標準</u>	能源局
<u>風力發電離岸系統設置海域範圍所定低潮線</u>	能源局
<u>經濟部主管「再生能源熱利用獎勵補助辦法」第2條第2項權限事項自該辦法生效日起委任本部能源局辦理</u>	能源局
<u>再生能源發展基金收支保管及運用辦法</u>	能源局
<u>「中華民國99年度電業及自用發電設備設置者繳交再生能源發展基金費率」，適用發電期間自98年8月1日至99年6月30日止，並自即日生效</u>	能源局
<u>再生能源發電設備設置管理辦法</u>	能源局
<u>中華民國一百年度再生能源電能躉購費率及其計算公式</u>	能源局
<u>經濟部一百年第一期太陽光電發電設備競標作業要點</u>	能源局

資料來源：經濟部 能源局 > 政府資訊公開 > 法規及行政規則 > 再生能源

[http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Laws/secondaryenergy/LSecondaryMain.aspx?PageId=1\\_secondary\\_list](http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Laws/secondaryenergy/LSecondaryMain.aspx?PageId=1_secondary_list)

## (二) 能源審查

在能源審查中本手冊將提供簡易式作法，包括需要那些能源使用資料輸入和如何來決定重大能源使用，進而改善能源績效機會的優先排序考量。

### 1. 分析能源使用與消費

為了建立工廠能源基線需要工廠能源使用，此部份的作法將在後面能源基線中說明，為了決定工廠重大能源使用，建議以製程別能源使用來繪製能源流（圖 4-2），圖 4-2 是一個能源流的示意圖，但在製程能源使用卻沒有進一步細分，建議工廠若資料足夠，在製程能源使用中在往下細分，當工廠完成能源

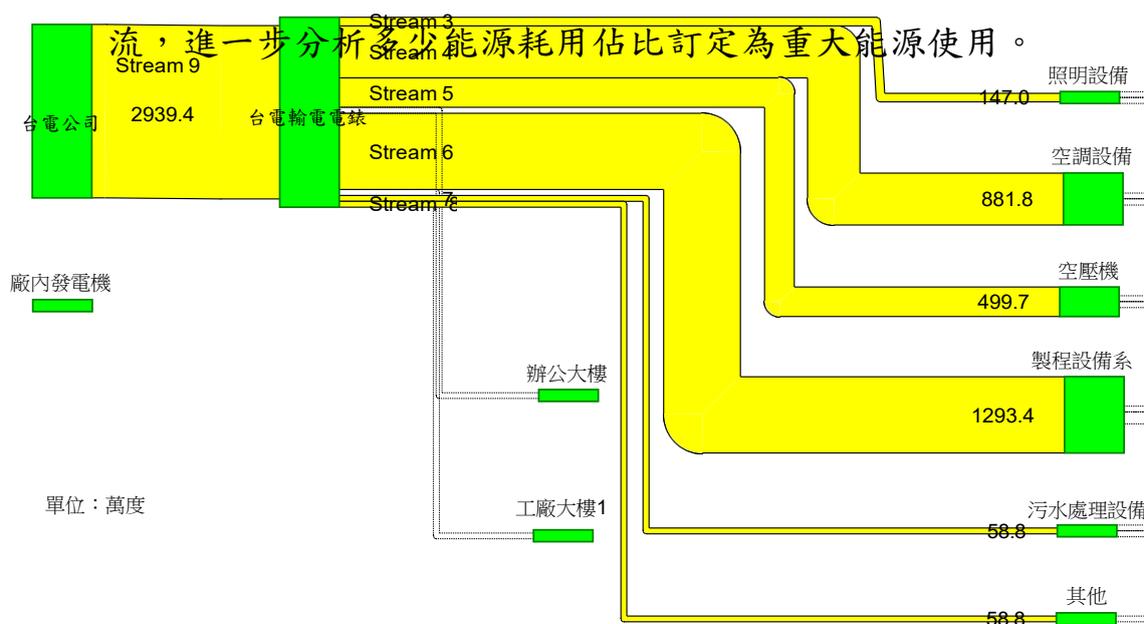


圖 4-2、能源流向圖

### 2. 重大能源使用的分析

對於重大能源使用分析那些設備使用了大部分的能源，並且詳細分析影響能源使用的主因等，首先建立重大能源使用的

設備清單，對於耗電設備應用表 4-3 填寫，對於耗電和耗燃料設備應用表 4-4 填寫，依據設備清單能源耗用結果，可以依耗能大小訂定選取標準，選取設備則在下一步驟進行改善能源績效機會優先排序，分析影響能源使用的主因和進行能源績效改善潛力排序。

**表 4-3、耗電設備清單表**

序號	設備名稱	設備功率	製造年份	每天作業時數
1				
2				
3				
4				
5				
6				

**表 4-4、耗電和耗燃料設備清單表**

序號	設備名稱	設備功率	製造年份	每天作業時數	能源種類/ 能源消耗
1					
2					
3					
4					
5					
6					

### 3.改善能源績效機會的優先排序

對於具節能潛力或耗能大的重大能源使用的設備，分析其能源使用效率和影響能源使用的主因，再依評估因子進行改善能源績效機會的排序，依最後評分加總進行排序，工廠自行訂定排序前多少名需提行動計畫，進行能源績效改善活動，本節建議評估因子如下，工廠可以決定適合自己的評估因子，自行增加和減少評估因子。

- (1) 節能機會：該設備是否有節能機會，假如有節能機會，其投資回收年限是多少，投資回收年限 $<3$  其評分應該較高。  
影響能源使用主因：能源使用主因是否可以管控或則改善，假如有則評分較高。
- (2) 能源使用效率：能源使用效率可以和業界標準或專家建議標準或其他同型設備比較，假如能源使用效率差則評分應該較高。
- (3) 設備使用年限：由於各產業設備老舊情形不同，建議工廠自行訂定年限，使用年限長則評分較高。
- (4) 能源再利用：有無能源再利用機會，例如廢熱回收或區域能源整合，有能源再利用機會則評分較高。
- (5) 能源耗用占比：設備能源消耗占總能源消耗的占比，占比高則評分較高。

### (三) 建立基線和能源績效指標

能源基線主要和能源績效進行比較，藉由比較可以了解工廠實施能源管理之後，能源績效改善情況，掌握工廠是否能達到既訂之能源目標。工廠使用能源審查時之資訊來建立能源基線，所考量之數據期間適合於工廠之能源使用與消耗，建議可以用前 3 年能源使用資料（表 4-5），能源基線建立作法，以能源消耗和產量為例，將 36 筆產量和能源消耗進行迴歸分析（圖 4-3），可以得到方程式(能源消耗=0.0119×產量+28.856)，假如比較本年 6 月的能源績效，將 6 月的產量帶入方程式得到該月的基線能源消耗，再實際量測該月的能源消耗，則二者則可以進行比較。假如公司訂定能源目標為單位產品耗能降低 1%，則能源基線的單位產品耗能降低 1%可做為工廠的能源績效指標，每月以實際量測的單位產品耗能與能源績效指標比較，圖 4-4 中顯示假如量測能源績效落在能源績效指標線上面則表示工廠沒達到能源目標，假如落在能源績效指標線的下面，則表示達到目標，如此則可以分析該月是否達到能源目標，年底工廠是否達到能源目標，假如不如預期則預先提出矯正預防措施。

表 4-5、該年 12 個月能源使用調查表

月	電力	柴油	瓦斯	其他	總能源	產量(公噸)	總能源/產量
一月						1	0%
二月						1	0%
三月						1	0%
四月						1	0%
五月						1	0%
六月						1	0%
七月						1	0%
八月						1	0%
九月						1	0%
十月						1	0%
十一月						1	0%
十二月						1	0%
<b>總計</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0%</b>

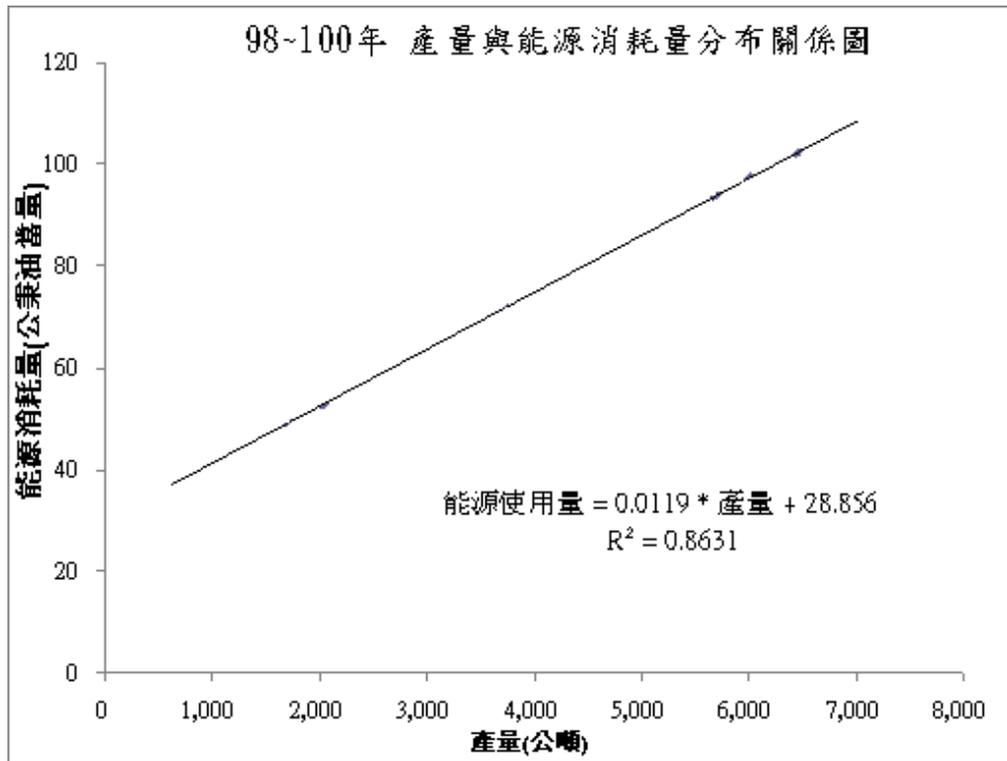


圖 4-3、能源消耗與產量迴歸分析

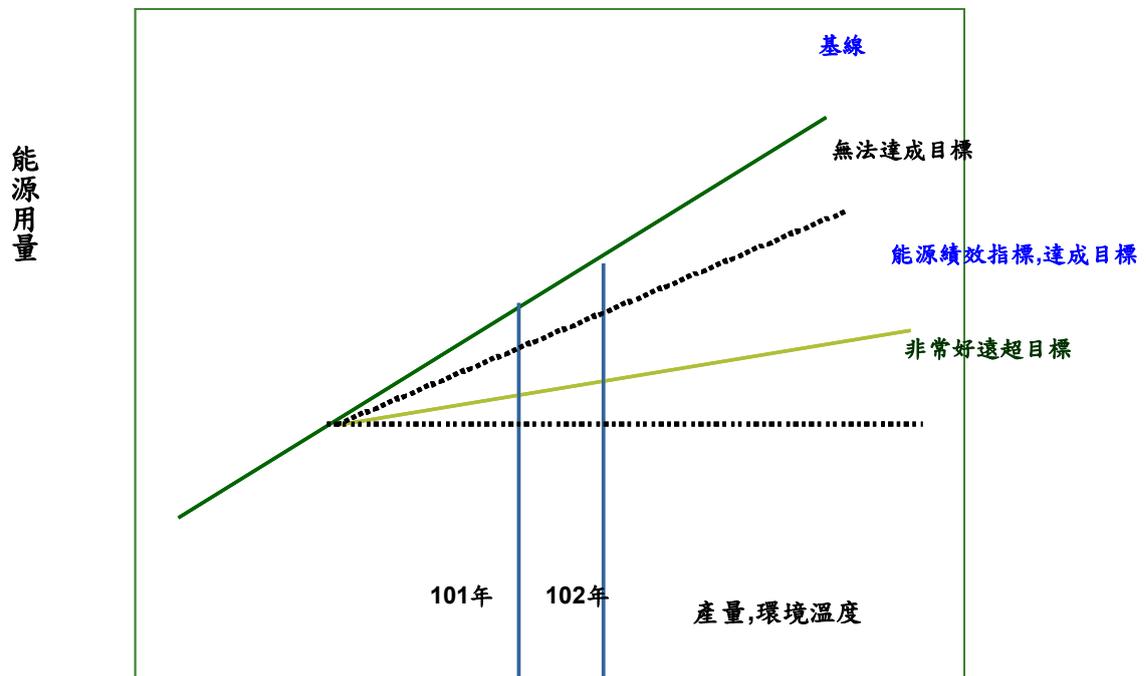


圖 4-4、能源績效指標與能源績效比較

#### (四) 能源目標、標的和行動計畫

工廠針對內部各相關部門、階層、製程或設施，建立、實施及維持文件化的能源目標與標的。工廠永遠可以找到方法來達成目標與取得能源績效改善。管理階層通常可以找到針對所有需求之最佳解決方案。但是在實務上，下列障礙可能會影響能源管理之成功實施，包括缺乏金錢與時間、於能源系統了解不足、具有成見，因此為達成能源目標則管理階層需決定破除障礙，附錄一分高低成本提供節能機會供工廠研擬行動計畫時參考。藉由前述能源績效改善機會排序，工廠則將此能源績效改善機會轉化成行動計畫，行動計畫可以和工廠現行環安衛管理系統的管理方案結合（表 4-6），應用相同表單，但是行動計畫則在節能驗證方面有較為嚴格的要求，行動計畫應包括如下，前面 2 點和環安衛管理系統要求一樣，第 3 點和第 4 點要求則比較近似「國際節能成效量測及驗證協定」(International Performance Measurement Verification Protocol:IPMVP)部份要求，如何查證能源績效改善之方法包括在行動計畫中說明如何計算節能，用什麼裝置量測變數和量測頻率；如何查證結果之方法則是有那些數據或表單可供查證，進而能證明實際獲得節能成效，假如原先表單無法填入查證說明則在原先表單另外增加查證說明附件。

- (1) 責任指派；
- (2) 達成個別標的之方法和時程；
- (3) 如何查證能源績效改善之方法說明
- (4) 如何查證結果之方法說明。

表 4-6、結合環安衛管理方案

政 策				
目 標		標 的		
方案名稱		方案編號		
主辦單位		制修訂日期		
現況分析		方案來源		<input type="checkbox"/> 環安衛政策之承諾 <input type="checkbox"/> 不可接受風險 <input type="checkbox"/> 環境考量面、能源審查 <input type="checkbox"/> 法規不符合狀況 <input type="checkbox"/> 員工與利害相關者要求事項 <input type="checkbox"/> 不符合事項、事故、事件 <input type="checkbox"/> 管理代表，認為有必要時
方案計畫工作內容	預估執行期間	承辦人	協辦單位/人員	進度查核點
預 期 評 估			預定完成日期	預估總經費
			管理代表	
			<input type="checkbox"/> 方案可行 <input type="checkbox"/> 退回重擬	

## 伍、重大能源使用作業管制

工廠藉由能源審查鑑別重大能源使用後，應規劃和重大能源使用相關之作業與維護活動，包括建立與設定準則，為了重大能源使用之有效運作或維護，確保重大能源使用能在不浪費能源情況下運作，或是缺這些作業管制將可能導致重大偏離有效的能源績效，表 5-1 提供作為重大能源使用管理，在表中訂定重大能源使用的影響能源使用的作業基準值，以及基準值的使用測量裝置和測量方法，附錄二提供公用設施的合理化操作基準，可以供重大能源使用設定作業準則之參考。工廠依據作業準則來操作與維護重大能源用之設施、製程、系統及設備，同時追蹤及檢討既訂之作業準則是否太寬鬆，調整作業準則使得設備能夠在運作時能更節省能源，對於作業準則的程序文件或重大能源使用的相關技術文件則可以在表 5-2 中進行文件化管制。

表5-1、重大能源設備明細表

單位	設備名稱	設備功率	影響能源使用 變因基準值		測量裝置	測量方法
			數值	單位		

表5-2、重大能源設備技術文件總覽表

項次	存入日期	文件編號	文件機密等級	文件名稱	保存年限	備註
			<input type="checkbox"/> 一般類 <input type="checkbox"/> 管制類 <input type="checkbox"/> 機密類 <input type="checkbox"/> 極機密類			

## 陸、監督測量與分析

能源管理系統監測測量可以將前面幾節能源審查、行動計畫、基線建立和重大能源使用作業準則中，其相關變數和結果皆需測量，並定期分析能源績效和基線差異，分析重大能源使用作業準則中之既定基準是否太寬鬆造成運作時能源浪費，因此工廠必須量測的主要關鍵特性應包括：

- (1) 能源審查中製程別能源消耗，重大能源使用相關效率、功率等產出結果；
- (2) 重大能源使用作業基準之相關變數；
- (3) 工廠或製程別的能源績效，以便於和基線比較 (4)

行動計畫在達成目標和標的之節能成效相關變數

針對以上的主要關鍵特性的監督與測量，其所獲得之結果應予以記錄，表 6-1 監督量測一覽表可以利用來表示工廠在能源管理有應用到那些測量裝置、量測頻率和自行量測或委外量測，為了主要關鍵特徵的設備，得以提供準確的與可再現的數據，在表 6-1 也將設備校正資料放入，包括校正週期，自校或委外校正。



## 柒、結論

### (一) 能源管理作業實施

#### 1. 設備效率提升

- (1) 定期維護與保養、預防保養。
- (2) 探討設備效率，檢討重大能源使用設備操作準則。

#### 2. 製程改善

- (1) 減少不良率
- (2) 制定省能管理，節能做法宣導與推展
- (3) 節能意識與技術提升，各單位人員每年透過內部節能教育訓練，人員定期外訓提升設備節能技術。
- (4) 鼓勵節約能源提案及提供績效改善獎勵機制，藉由提案改善平台，各單位隨時皆可提案(包括管理面或技術面)。

#### 3. 設計與採購節能

- (1) 更新和修改設備時，設計與採購時，評估與考量節能機會，如整廠節能整合設計、購買高效率節能設備、耗能大的製程設備可以考慮新購時要求安裝量測裝置。

### (二) 能源管理持續推動

1. 定期召開會議，追蹤、檢討能源政策、績效、節能目標與改善方法。
2. 掌握能源耗用狀況及提供管理資訊，節能專案進度管控。提供充分的人力與經費，每年提撥節能經費，進行設備更新與改善投資。
3. 定期檢查製程區域別能源績效指標，如未達指標則提出分析與對策研討。
4. 定期追蹤檢討重大能源使用設定之準則，是否太寬鬆

5. 定期內部稽核確保能源管理有效被實施，以持續改善系統
6. 不定期提供、宣導推廣節能資訊活動，並參與相關研討會。

## 附錄一：節能潛力

### (一) 熱能

低成本 / 短期機會	
能源節約機會	檢查行動
1.在不冒黑煙情況下，減少過剩燃燒空氣	1. CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> 量測
2.達到完全燃燒的狀況	2.煙灰/CO 測量
3.維持鍋爐清潔，無煙灰與結垢	3.監視煙道氣溫度之上升
4.清理或汰換鍋爐保溫層	4.定期檢查鍋爐保溫層之狀況
5.給水槽安裝保溫層	5.檢查給水溫度損失
6.冷凝水送回管線安裝保溫層	6.檢查冷凝水送回管線之可能熱能損失
7.使補充水與進水之水質最佳化	7.監測補充水與進水之硬度、酸度、氧氣等水質
8.使鍋爐排放水(blowdown)最小化	8a.監測鍋爐水中之溶解固體濃度 8b.改善鍋爐排放水之控制
9.維持嘴嘴、爐格(grades)、燃料供應壓力/溫度於設備製造廠商規格	9a.確保可取得廠商規格及予以使用 9b.定期檢查與重新設定/維修保養
10.提昇燃燒空氣溫度至最高	10.自鍋爐房之最高點引入空氣
11.降低超過系統/製程要求處之蒸汽壓力	11.檢查系統/製程需求；調整控制
12.使用煙道管來導入較暖的燃燒空氣	12.將燃燒空氣進氣管安裝於室內較高處
13.安裝自動化瓦斯外洩偵測器	-
14.清理蒸汽管線洩漏處	-
高成本 / 長期機會	
能源節約機會	檢查行動
1.為能快速因應需求量變化，將一個或多個鍋爐改成隨時可用積蓄爐(live accumulator (緩衝槽(buffer tank))。台灣未有蒸汽緩衝之儲槽	1.監測/評估需求量改變模式
2.改變控制至”大火(高負載)-小火(低負載)-關閉”或是”調節-小火(低負載)-關閉”(modulating-Low-Off)。	2.監測/評估需求量改變模式
3.安裝閃沸蒸汽熱能回收(flash steam heat recovery)	3.考量在大容量情況下，使用高(連續/頻繁)排放(blowdown).
4.改善燃燒控制	4a.提供足夠熱能投入以符合需求 4b.使燃料/污染最小化 4c.保護人員/設備
5.廢熱回收	5a.節約裝置(Economizer) 5b.空氣加熱器(recuperator)

6.安裝鍋爐排放水熱能回收	6.考量在大容量情況下，使用高(連續/頻繁)排放(blowdown).
7.使用製程整合	7.將具備明顯不同熱能要求之製程單元進行配對(亦即是離開需要高壓蒸汽製程之冷凝水，可以變成低壓蒸汽，可以使用於僅需要低壓蒸汽之製程單元)。

## (二) 熱能分配(Heat Distribution)

低成本 / 短期機會	
能源節約機會	檢查行動
1.清理/汰換有問題之保溫層	1.對管道實施保溫處理，特別是在閥門周圍處
2.清理低效率之蒸汽祛水器/漏出口(traps/drains)、閥軸(Valve spindles)等	2.定期檢查系統中洩漏之處
3.安裝閥門以分開系統中週期性使用項目	3.檢查系統以找出週期性(例如季節性、每晚)使用項目(例如小型暖氣爐)。
4.去除/孤立滯水處(dead-legs)與多餘管道	4.檢查找出流體停滯處與多餘管道。
高成本 / 長期機會	
能源節約機會	檢查行動
1.以更具效率設計來替代祛水器/漏出器	1.監視現有祛水器之效率與熱損失
2.汰換或增加保溫層	2.檢查現有保溫層；估計系統熱損失
3.使冷凝水回收最大化	3.測量冷凝水中廢棄熱能
4.重新設計系統以使管線最小化	-
5.降低產生壓力	4.鍋爐產生壓力與現場使用壓力差合理化

### (三) 熱能利用

#### 1. 製程

能源節約機會	檢查行動
1. 工廠之保溫隔熱	檢視保溫
2. 局部燃燒器效率	煙灰/CO 測量
3. 使熱傳導效率最大化	-
4. 改善控制器 (例如調溫器 (thermostats))	-
5. 考量替代能源來源	檢視廠內可用廢棄熱源
6. 確保工廠處於高負載因數(load factor)	-
7. 消除不具效率之熱待機('hot standby')期間	-
8. 回收廢熱至製程	-
9. 回收熱能以供他處使用	-
10. 訓練員工進行人工控制，與尋找節能機會	-

#### 2. 空間加熱/暖氣

低成本 / 短期機會	
能源節約機會	檢查行動
1. 使用空間有人使用才開暖氣	-
2. 設定調溫器至感覺舒適之最低溫度	-
3. 減少熱空氣損失	-
4. 清潔與有效率利用暖氣爐	-
5. 維護不具暖氣區域之管線保溫層	-
6. 檢查冷凝水祛水器	-
7. 自熱水系統排出空氣	-
8. 定時開關	-
9. 適當處採用人工控制器	-
高成本 / 長期機會	
能源節約機會	檢查行動
1. 安裝更多/更具效率調溫器 (thermostats)	-

2. 使用電動閥來將建築物分為不同區域	-
3. 空氣簾(Air curtains)	-
4. 改變能源來源	-
5. 改變暖氣系統:  保溫良好，高通風量時，使用散熱式 (radiant heat)暖氣系統。	
保溫不佳，低通風量時，使用對流式 (convective heat)暖氣系統。	
6. 改善建築物保溫	-

#### (四)電能

##### 1.馬達

能源節約機會	檢查行動
1. 嘗試確保馬達容量不超過滿載 25%	監測馬達運轉電流值
2. 安裝馬達控制器(伏特、功率因數與固定速度控制).	-
3. 內建‘軟啟動(soft-start)’設施	-
4. 安裝變動速度趨動器	-
5. 安裝高效率馬達	-

##### 2.壓縮空氣

低成本 / 短期機會	
能源節約機會	檢查行動
1.盡可能予以關閉	監測空壓機運轉電流值
2.在針對個別機器之空氣供應管線上安裝低成本電動感應閥(solenoid valve)，當機器關閉時，儘快關閉壓縮空氣供應	-
3.定期清潔空氣進入口過濾器	檢視過濾器維修週期
4.儘可能使用最低作業壓力，降低局部壓力	空壓機操作壓力與現場使用最高壓力差合理化
5.儘可能使用最低空氣入口溫度	檢視空氣入口溫度
6.安裝二速馬達	-
7.清理洩漏處	檢視洩漏處
8.定期檢查正確之溫度設定	檢視操作溫度
高成本 / 長期機會	

能源節約機會	檢查行動
1. 安裝一個小型(jockey)壓縮機以符合離峰需求	-
2. 安裝空氣入口管線於可確保最低溫度空氣處	-
3. 安裝空氣流量與電錶以監測空氣流量與電力使用量	監測流量與用電量
4. 針對多台壓縮機設施，安裝現代化控制器	監測空壓機負載
5. 安裝標準化熱回收單位	-
6. 空氣進行預冷	-
7. 若某些使用者使用低壓空氣(2.5-3 bar)時，安裝兩套分離系統(亦即高低壓分流)	監測廠內壓縮空氣使用壓力
8. 使用變頻控制之空氣壓縮機	監測空壓機負載
9. 針對特殊應用，使用個別之壓縮空氣供應	-
10. 使用電動工具來替換氣動工具	-

### 3. 真空

低成本 / 短期機會	
能源節約機會	檢查行動
1. 可能時儘量予以關閉	監測真空泵運轉電流值
2. 要維持泵效率與預防故障必須要定期進行保養，特別是當真空空間會凝結蒸氣時。	-
3. 清理洩漏處	檢視洩漏處
高成本 / 長期機會	
能源節約機會	檢查行動
1. 安裝標準化熱回收單位	-
2. 適用具備數個傳遞點之中央式真空/吸塵系統	-

## 4. 冷藏(Refrigeration)

設計措施	
能源節約機會	檢查行動
1. 依據溫度將數個冷藏室進行分組	監測數個冷藏室溫度需求
2. 使用整體化的工廠配置 - 針對蒸發器或凝結器之使用最佳化(亦即是去除障礙)	-
3. 透過門戶開啟, 減少能源損失	檢視門戶開啟需求
低成本 / 短期機會	
能源節約機會	檢查行動
1. 當不需要時關閉燈光、風扇、泵等	-
2. 清理損害之保溫層/密封條	檢視保溫層/密封條
3. 檢查冷媒污染	監測冷媒品質
4. 檢查蒸發器與凝結器上之結垢	監測蒸發器與凝結器操作壓力
5. (多台壓縮機系統); 設定控制器來啟動最少數量之壓縮機	監測壓縮機負載
6. 監測除霜期間之時機與歷時。視需要而非定期進行除霜。	-
7. 在採行最高需求量電價制度時, 進行負載之重新排定時間表(例如在夜晚進行冷藏)	-
8. 藉著安裝可拆式塑膠簾/板或是以PS泡棉塊來填補冷藏空間方式來使需要冷藏空間最小化	-
9. 當壓縮機關閉時亦關閉蒸發器風扇	-
10. 調節凝結器壓力(因此亦調節溫度)	-
11. 延後壓縮機啟動。開始時僅啟動通風。	-
12. 增加蒸發溫度, 亦即提高蒸發氣出口溫度。	監測溫度
高成本 / 長期機會	
能源節約機會	檢查行動
1. 安裝電錶與儀器以監測設備與冷房	-
2. 安裝能源管理系統以分析整個冷藏系統之作業	-
3. 使用有效保溫材料與密封物。	-
4. 安裝有效膨脹/擴張閥。僅可能避免頂部壓力控制	-
6. 在凝結器回收廢熱	-
7. 進行冷媒之自動放流以去除任何滲入空氣	-

8. 在制冷器壓縮機上安裝頻率控制器 (亦即式 VRF)	-
9. 在蒸發器風扇上安裝高效率或兩速電 動馬達	-
10. 為冷藏單位建立一個冷卻之前端空 間	-
11. 適用來自壓縮機之熱冷媒氣體於除 霜循環之初始階段使用	-
12. 使用來自其他製程之餘熱於吸收/吸 取式冷卻之冷卻力生產	-

## 5. 通風系統

低成本 / 短期機會	
能源節約機會	檢查行動
-	-
高成本 / 長期機會	
能源節約機會	檢查行動
1. 使用旋轉式轉輪來回收排出空氣之熱能	
2. 藉著安裝下列裝置來盡可能減少空氣通風: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 定時器開關;</li> <li>● 使用偵測感應器</li> <li>● 空氣品質</li> <li>● 風扇馬達之變頻控制</li> </ul>	
3. 透過具備下列之門戶開口預防洩漏: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 隔熱</li> <li>● 散風簾(Draught curtains)</li> <li>● 空氣墊(Air cushion)</li> <li>● 自動門</li> <li>● 滑門</li> <li>● 門與門柱之間的橡膠密封條, 以取代門刷或是無密封條</li> </ul>	

## 6. 廢氣排除系統

低成本 / 短期機會	
能源節約機會	檢查行動
-	-
高成本 / 長期機會	
能源節約機會	檢查行動
1. 使用局部排氣系統。局部排氣系統之目的乃是自源頭移除污染物(灰塵、煙霧、蒸氣等)	-
2. 改善排氣系統效率之一些方案包括: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 對於風扇電動馬達之變頻控制</li> <li>● 關閉不使用之排氣點</li> <li>● 啟動排氣系統時, 關閉所有排氣點</li> </ul>	-

## 7. 空調

低成本 / 短期機會	
能源節約機會	檢查行動
-	-
高成本 / 長期機會	
能源節約機會	檢查行動
1. 使用熱能儲存系統(例如儲冰槽)	-
2. 窗戶使用遮蔽裝置	-

## 附錄二：作業準則訂定參考

### (一) 熱媒鍋爐與耗能合理化管理試行與修正

表1 熱媒鍋爐耗能合理化管理試行基準建議值

空氣比	1.3~1.4 (相當含氧比 5%~6.2%) 以下
排氣溫度	220 ~ 250°C以下
爐壁外表溫度	60 ~ 70°C以下

### (二) 離心式冰水主機耗能合理化管理基準 97.09.03 制訂

(冷凍能力 300RT 以上、冷媒種類 R123)耗能合理化管理基準值

項次	主要控制參數	操作合理化範圍	
1	(蒸發器側)冰水出水溫度(°C)	7~11(舒適性)，產業則依其需求。	
2	(凝器側)冷卻水進水溫度(°C)	外氣濕球溫度+ 2 ~ 3	
		外氣濕球溫度+ 4	須保養清洗
		外氣濕球溫度+ 5	立即檢查，更換冷卻水塔散熱材
3	蒸發器趨近溫度(°C)	1 ~ 3	
4	凝器趨近溫度(°C)	≤4	

### (三)壓縮空氣系統耗能合理化基準

#### 1、空壓機擺放位置：

項目	合理化建議	節能量換算
進氣入口溫度	<35°C (夏季)	一般而言，空壓機的進氣溫度每升高 4°C，將增加空壓機輸出等效壓縮空氣時約 1%的功率消耗
維護保養空間、起重設施與移動走道	維護保養空間離牆 90CM 並預留走道	-
儲存桶、乾燥與過濾設備的擺放空間	儲存桶放室外通風處，避免接受乾燥機排出熱風	-
噪音防治問題	< 85 dBA	-
靠近主要用氣點或高使用壓力點	增設二次儲存桶或增壓機	-

#### 2、空壓機冷卻系統

項目	合理化建議	節能量換算
單段式 冷卻器出口空氣溫度減去 冷卻水入口溫度	< 10°C(冷卻水) < 5°C(冰水)	每壓縮段空氣入口溫度 每 5°C溫差約會增減 2% 的功率消耗
多段式 前段入口空氣溫度減後段 空氣入口溫度	< 10°C(冷卻水) < 5°C(冰水)	每壓縮段空氣入口溫度 每 5°C溫差約會增減 2% 的功率消耗
冷卻水之鈣硬度	< 100 PPM CaCO <sub>3</sub>	-
冷卻器冷凝水的酸鹼值	pH 6.0 ~ 8.5	-
懸浮粒濃度 (suspended solids)	< 50 PPM	-
冷卻水泵控制方式	多機同時變頻	-

### 3、空壓機房通風：

項目	合理化建議	節能量換算
空壓機房的容許環境溫度介於5°C~40°C	理想的環境溫度介於20°C~30°C	空壓機入口空氣溫度每10°C溫差，約會增減3%的功率消耗
空壓機房之通風空氣流動設計速度	最好低於3m/s，最高不得超過5m/s	-
排熱導管之空氣流速	低於6 m/s	-
進氣風口面積的設計壓力降	低於100pa	-
排熱導管面積的設計壓力降	低於50pa	-

### 4、空壓機控制方式

項目	合理化建議	節能量換算
空壓機群採用容調或空、重車運轉的台數	只有1台	往復式空壓機空車的耗能約為重車時的15%~20%；螺旋式空壓機空車的耗能約為重車時的30%~40%。
空壓機群的重車占比，	最好高於83%	往復式空壓機空車的耗能約為重車時的15%~20%；螺旋式空壓機空車的耗能約為重車時的30%~40%。
供應側的總壓力變動範圍	二次空氣桶壓力減空壓機群的最高壓力應低於0.6bar	每1bar壓力差約相當於6%功率消耗。
離心式空壓機的進氣閥(IGV)開度與旁通閥(BOV)開度	進氣閥開度100%旁通閥開度0%	

## 5、空壓機保養與效率

項目	合理化建議	節能量換算
空壓機是否定期進行效率檢測	每年 1 次	往復式與螺旋式空壓機的運轉效率會逐年遞減，通常運轉 5 年後效率會減少 30~60%。
空壓機是否定期進行中間、後部冷卻器檢查與清洗	每年 1 次	每壓縮段空氣入口溫度，每 5°C 溫差，約會增減 2% 的功率消耗。
空壓機的進氣濾網是否定期更換	壓差達 120 mm 水柱高時更換	每 250 mm 水柱高的壓力降將增加空壓機輸出等效壓縮空氣時約 1.6% 的功率消耗
空壓機油過濾器與潤滑機油是否定期更換	全合成潤滑油約 5,000 小時，礦物基潤滑油約 2,000 小時	-

## 6、乾燥機

項目	合理化建議	節能量換算
乾燥機的入口溫度	低於 38°C	入口溫度必須確保低於 38°C，否則將會使乾燥機超載並可能產生結露問題。
乾燥機前端是否有良好的卻水裝置並正常排水且不排氣	全開閥式無耗氣自動卻水器	可減少乾燥機的壓縮空氣排氣損失(與點放式相較)
乾燥機的壓降	冷凍式 < 0.3 kg/cm <sup>2</sup> 吸附式 < 0.5 kg/cm <sup>2</sup>	每 0.3kg/cm <sup>2</sup> 壓降，約增加能耗 2%。
吸附式乾燥機是否有放空(Purge)現象	任何時候均不應有放空現象	參閱表 4.3.1 乾燥機型式與能源耗用對照表
乾燥機的壓力露點是否合宜	參閱表 4.3.2 ISO8573.1	參閱表 4.3.1 乾燥機型式與能源耗用對照表

## 7、精密過濾器：

項目	合理化建議	節能量換算
精密過濾器的入口溫度	低於 38°C	入口溫度必須確保低於 38°C，否則將會使精密過濾器超載並可能產生結露問題。
精密過濾器是否有良好的卻水裝置並正常排水且不排氣	全開閥式無耗氣自動卻水器	可減少乾燥機的壓縮空氣排氣損失(與點放式相較)
精密過濾器的壓降	0.2~0.3kg/cm <sup>2</sup>	每0.3 kg/cm <sup>2</sup> 壓降約增加能耗2%。

## 8.空氣桶：

項目	合理化建議	節能量換算
初級空氣桶的容量	1/6~1/10 的壓縮空氣總流量	參閱表 16 初級空氣桶設計容量與平均耗能關係表。
初級空氣桶是否有良好的卻水裝置並正常排水且不排氣	全開閥無耗氣式自動卻水器	可減少乾燥機的壓縮空氣排氣損失(與點放式相較)
二段空氣桶的容量及由最高壓力降到最低壓力的時間	參閱表 4.3.4 3 分鐘	-
空氣桶的連接管路	下進上出	-

9. 管路佈置、洩漏與壓力降的點檢表：

項目	合理化建議	節能量換算
是否以目標壓力降來計算管路管徑	主管路 < 0.04 kg/cm <sup>2</sup> 分支管 < 0.04 kg/cm <sup>2</sup> 連接管 < 0.03 kg/cm <sup>2</sup>	每1K 壓力差，約相當於6% 功率消耗。
管路佈置型式	環狀管路	-
管路低點是否設置排水管及卻水器	全開閥無耗氣式自動卻水器	約可減少乾燥機的壓縮空氣排氣損失(與開放式相較)
末端實際壓力與空壓機群最高操作壓力點的總壓力差	優 < 1.5 kg/cm <sup>2</sup> 良 < 2.0 kg/cm <sup>2</sup> 可 < 2.5 kg/cm <sup>2</sup>	每1kg/cm <sup>2</sup> 壓力差，約相當於6% 功率消耗。