

## 目 錄

## Table of Contents

目 錄.....	i
前 言.....	1
第 1 章 大用戶申報統計.....	5
1.1 製造業大用戶 2011 年能源使用量(不含能源部門自用).....	5
1.2 主要產業能源大用戶近 7 年能源使用統計及分析(不含能源部門自用).....	7
1.3 主要產業節能成效.....	11
1.4 主要產業近 7 年節能成效統計及分析.....	12
1.5 製造業大用戶 2011 年節能成效分析(依設備別統計).....	16
1.6 2012 年實地能源查核節能潛力與成效追蹤.....	20
第 2 章 能源指標.....	22
2.1 臺灣能源指標(能源經濟指標).....	22
2.1 臺灣能源指標(能源效率指標).....	23
2.1 臺灣能源指標(能源效率指標).....	24
2.1 臺灣能源指標(能源安全指標).....	25
2.1 臺灣能源指標(能源安全指標).....	26
2.1 臺灣能源指標(能源環境指標).....	27
2.2 各產業能源指標.....	28
第 3 章 節能案例.....	53
3.1 化工業節能改善案例.....	53
3.2 金屬基本工業節能改善案例.....	55
3.3 紡織人纖業節能改善案例.....	57
3.4 造紙業節能改善案例.....	59
3.5 水泥業節能改善案例.....	61
3.6 電子業節能改善案例.....	63
3.7 食品業節能改善案例.....	64
第 4 章 能源資訊網介紹.....	65
附 錄.....	66
國內能源相關網站位址.....	66



## 前 言

我國能源供應 97.68% 來自進口能源，自民國 80 年至 100 年國內能源總消費年平均成長率為 3.78%，其中工業部門能源消費量年平均成長率為 3.45%；民國 80 年與 100 年工業部門能源消費占比分別為 41.11% 與 38.56%，其占比有下降之趨勢，100 年之能源消費仍比前一年成長 2.54%。

根據「能源管理法」第 9 條規定，工業能源大用戶應建立能源查核制度，訂定節約能源目標及執行計畫；第 11 條規定能源大用戶應設置能源管理員負責規範之業務；第 12 條規定能源大用戶必須申報能源使用；及第 8 條規定使用能源設備的效率標準應符合規定。能源大用戶申報戶數由民國 82 年（電力契約容量超過 1,000kW）之 1,679 家逐漸成長至 100 年（電力契約容量超過 800kW）的 3,261 家，100 年工業能源大用戶耗能占國內能源消費與工業能源消費量分別為 30.48% 與 79.04%。因此，若能加強查核或輔導這些耗能較大之能源用戶，提高其能源使用效率，則可收事半功倍的效果。

近年來，地球溫暖化與全球氣候變遷的議題已為世人最重視之議題，從聯合國通過「氣候變化綱要公約」與「京都議定書」來規範各國溫室氣體的排放，並積極進行後京都相關協議之磋商，進一步強化全球節能減碳以便達成 2012 年之減量目標，因此各國政府莫不積極投入節約能源與效率提升以作為全球節能減碳之優先措施。基於國內能源資源缺乏，新能源與電源開發不易，電力 CO<sub>2</sub> 排放係數高，產業結構調整不易之環境下，為配合國家節能減碳總目標之挑戰，國內產業必須更加注重能源使用效率，以期達到節約能源，降低生產成本，提高國際競爭力。

欲提升能源節約的成果，必須採取有效的能源管理、節能技術示範推行及相關政策的配合，過去在政府主管機關強力的輔導及推動，目前已漸具成效。能源查核管理與節能技術服務係配合政府能源政策執行能源管理法之規範，以實際能源查核方式，輔導能源大用戶研擬節約能源計畫，訂定節約能源與 CO<sub>2</sub> 減量目標，並協助發掘節能機會。

「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫任務主要為執行「能源管理法」中有關能源用戶建立能源查核制度及研擬能源管理法相關規定之管理事項，及配合 97 年「永續能源政策綱領」三之(二)、在「節流」方面，推動各部門的實質節能減碳措施，

以協助達到 2015 年較 2005 年整體能源密集度下降 20% 之目標。

2012 年工業部門能源查核管理與節能技術服務計畫以輔導能源大用戶實施能源查核制度提昇能源使用效率為目的，執行成效如下：

2012 年度能源大用戶共 3,261 家，總耗能為 4,126 萬公秉油當量(含能源部門自用)，占國內能源消費量 1 億 1,192 萬公秉油當量之 36.86%。工業部門大用戶總耗能 3,411 萬公秉油當量(不含能源部門自用，共 3,204 家)，占國內能源消費量 30.48%，占工業部門能源消費 4,316 萬公秉油當量之 79.04%。

2012 年度能源大用戶申報之節約電力 10 億 960 萬度，燃料油 11.06 萬公秉，燃料煤 6.69 萬公噸，天然氣 1 億 3,334 萬立方公尺，LPG 0.1 萬公噸，總計節約量 55 萬公秉油當量，節約率 1.31%。

2012 年本計畫共完成 600 家能源大用戶實地能源查核，合計發掘節能潛力與節能成效為 99,046 公秉油當量，CO<sub>2</sub> 抑低量 271,300 公噸，其中電力節約 2 億 1,628 萬度，熱能節約 45,313 公秉油當量；完成鍋爐節能診斷及技術輔導 200 座，節能量 16,666 公秉油當量，CO<sub>2</sub> 抑低量 53,113 公噸；完成 200 家能源大用戶節能成效追蹤，節能量 30,559 公秉油當量，執行率 61.7%；再發掘節能潛力 39,491 公秉油當量。此外，也完成集團企業種子訓練與研習，發掘節能潛力共 6,258 公秉油當量，相當於抑低 1.48 萬公噸 CO<sub>2</sub> 減量。

依「能源管理法」第九條規定，能源用戶使用能源達中央主管機關規定數量者，應建立能源查核制度，並訂定節約能源目標及執行計畫。因此，本計畫的執行除可遵循法令外，還可獲得國際社會對國內推動節能與減少 CO<sub>2</sub> 的排放量的認同，同時，提升國內業者的能源生產力，達到資源的最大使用效益。因此，推動能源大用戶實施能源查核制度，是有效提高企業能源使用效率的最佳方法與手段。

2012 年製造業能源查核年報主要說明目前能源大用戶相關統計，以及可供用戶參考之指標、案例，各章節的內容如下：

第一章：係大用戶申報資料統計分析，依業別進行能源使用量、節能量統計、分析，以及實地查核輔導成效統計。

第二章：能源指標資訊，可查詢台灣總體能源指標、各業別能源指標，以及經能源局公告之各業別單位產品耗能指標、設備能源效率指標。供用戶作為設定

節能目標參考。

第三章：節能案例，由能源查核小組專家提供具實際成效之節能案例，供用戶參考。而若還需其他節能案例、各項設備節能知識學習、論文閱讀，可至能源資訊網上瀏覽。

第四章：簡介能源查核網站，期望該網站能成為用戶自我學習節能的一個工具。

附錄：提供國內能源相關網站參考資料。

## 製造業能源查核年報

---

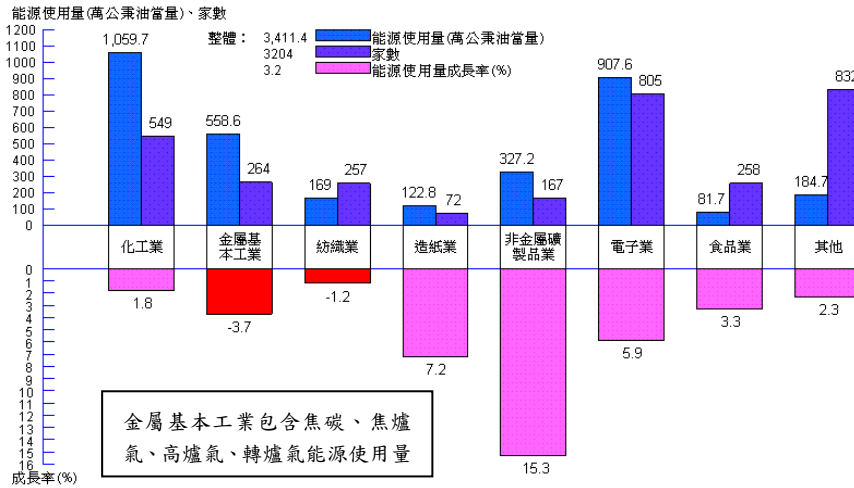
2012 年製造業能源查核年報進行統計之參數如下：

1. 電力(度) = 2.07Mcal/度 = 0.536 kgCO<sub>2</sub>/度
2. 燃料煤(公噸)
  - (1)鋼鐵業：6,830Mcal/公噸 = 2,705 kgCO<sub>2</sub>/公噸
  - (2)發電業：5,700Mcal/公噸 = 2,258 kgCO<sub>2</sub>/公噸
  - (3)其他：6,080Mcal/公噸 = 2,408 kgCO<sub>2</sub>/公噸
3. 燃料油(公秉) = 9,600 Mcal/公秉 = 3,111 kgCO<sub>2</sub>/公秉
4. 液化石油氣(公斤) = 6.635Mcal/公升 x 1.818 公升/公斤 = 12.062 Mcal/公斤  
= 1.753 kgCO<sub>2</sub>/公升 x 1.818 公升/公斤 = 3.187 kgCO<sub>2</sub>/公斤
5. 天然氣(液化)(立方公尺) = 9.0 Mcal/立方公尺 = 2.114 kgCO<sub>2</sub>/立方公尺

# 第 1 章 大用戶申報統計

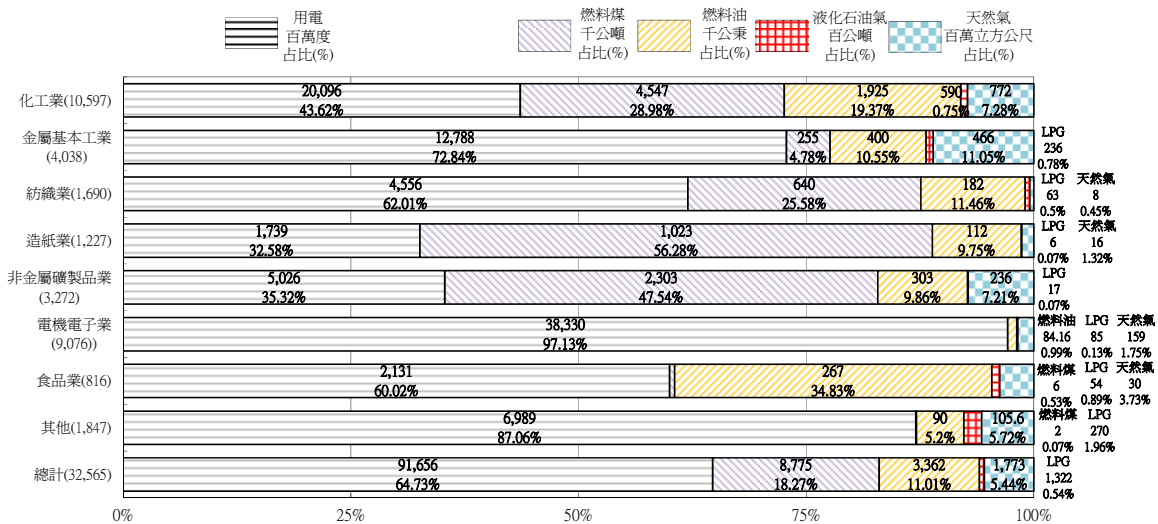
## 1.1 製造業大用戶 2011 年能源使用量(不含能源部門自用)

### (1) 主要產業耗能量、家數、能源使用量年成長率(%)



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

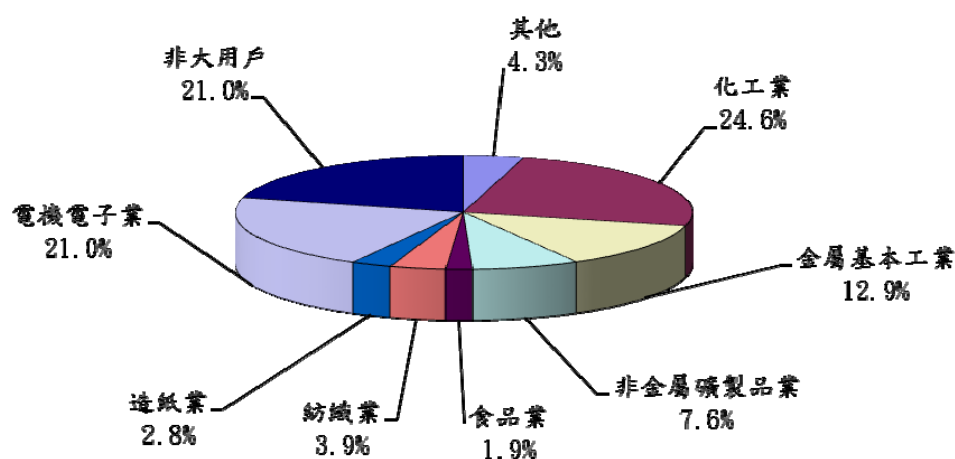
### (2) 能源使用量與結構占比統計



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

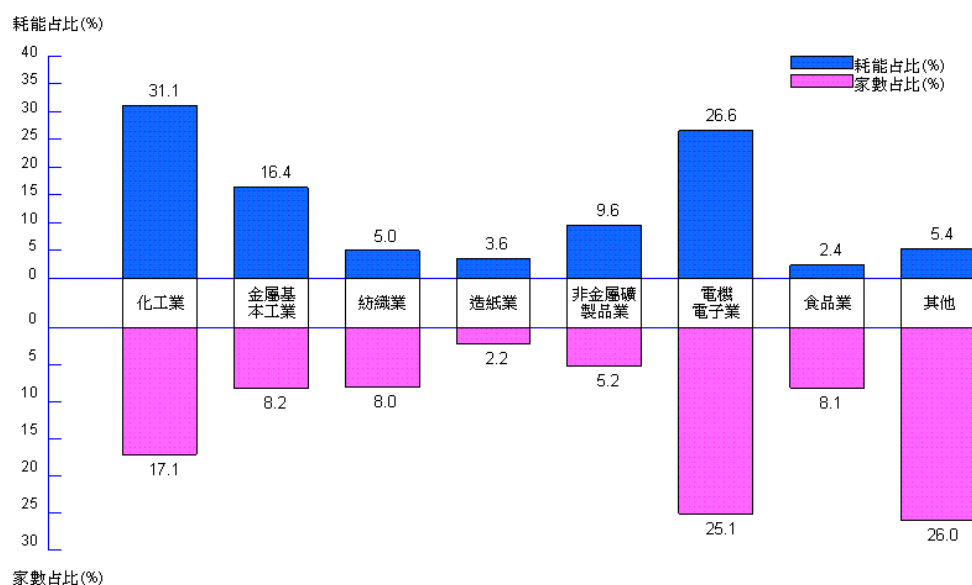
## (3) 製造業大用戶(不含能源部門自用)占工業部門耗能比例

能源大用戶中耗能最高占比為化工業(包含化材業、石油及煤製品、化學製品、塑膠及橡膠製品業)，占工業部門 24.6%；其次電機電子業(21%)、金屬基本工業(12.9%)、非金屬礦製品業(7.6%)；再其次紡織業(3.9%)、造紙業(2.8%)、食品業(1.9%)。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

## (4) 主要產業大用戶耗能占比、家數占比（與製造業大用戶相較）



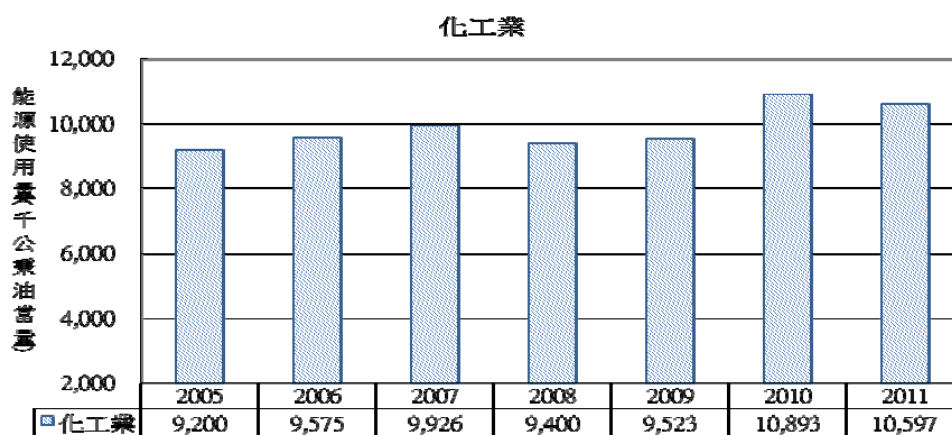
資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。



## 1.2 主要產業能源大用戶近 7 年能源使用統計及分析(不含能源部門自用)

### (1) 化工業：

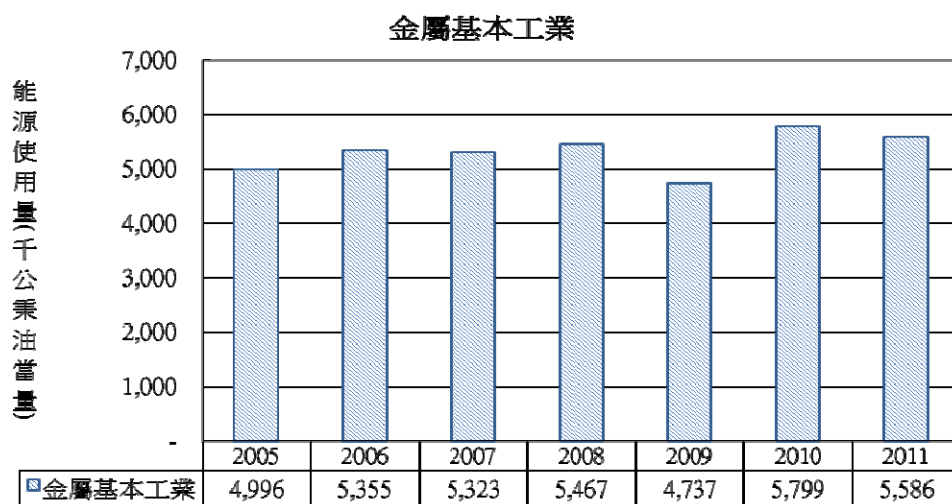
化工業 2011 年能源消費量為 10,597 千公秉油當量。較 2010 年減少 2.71%。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

### (2) 金屬基本工業：

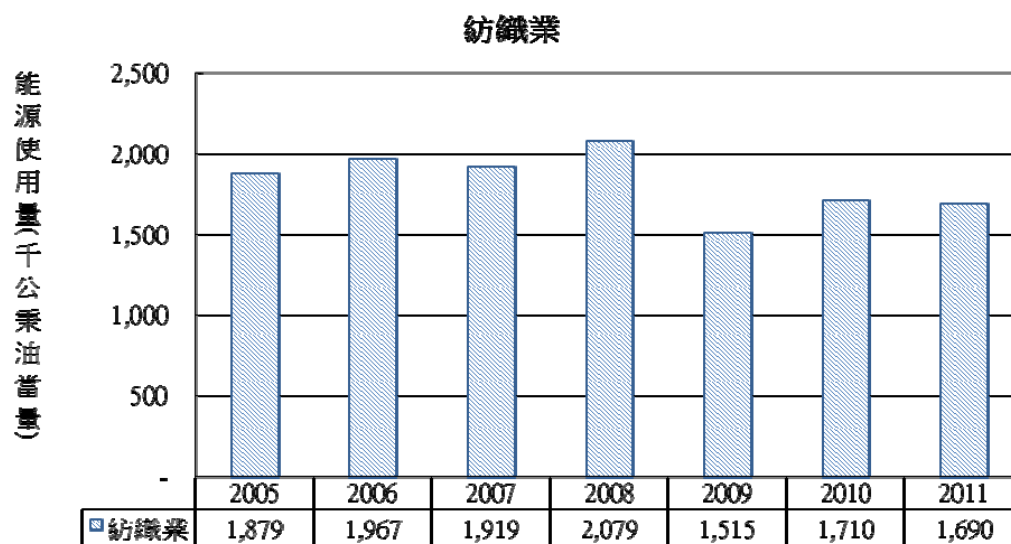
金屬基本工業 2011 年能源消費量為 5,586 千公秉油當量，較 2010 年減少 3.67%。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

## (3) 紡織業：

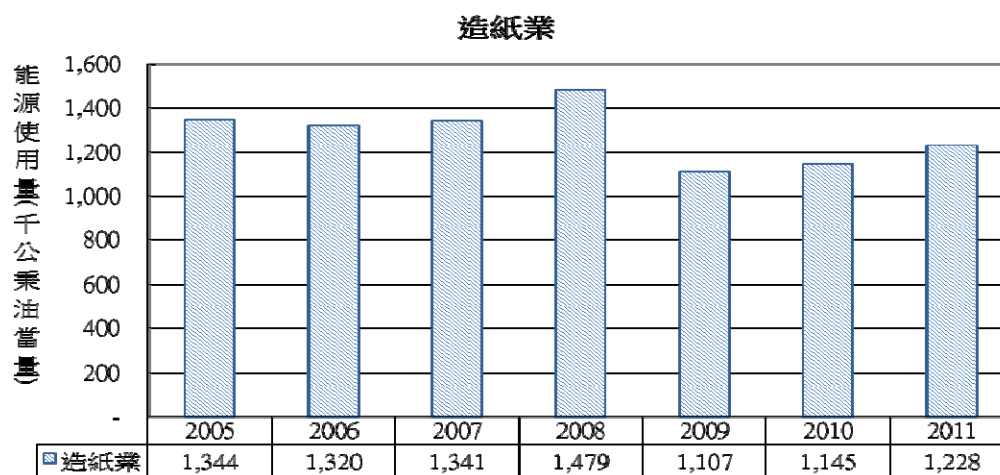
2011 年紡織業能源使用量為 1,690 千公秉油當量，較 2010 年減少 1.16%。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

## (4) 造紙業：

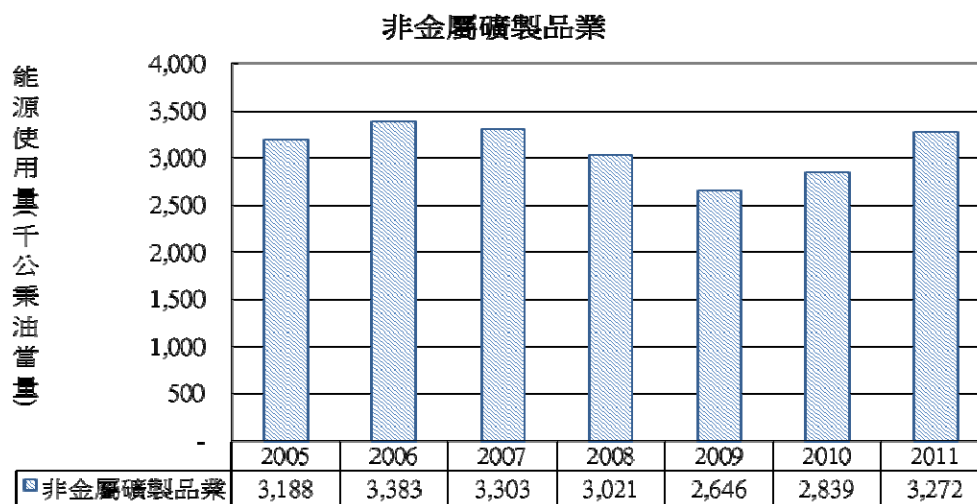
造紙業 2011 年能源使用量為 1,228 千公秉油當量，較 2010 年成長 7.25%。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

(5)非金屬礦製品業：

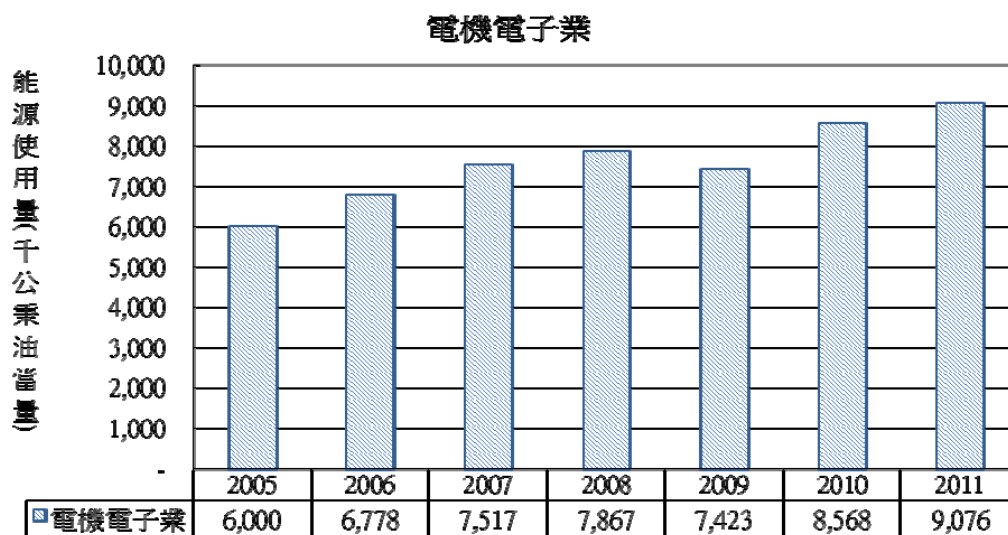
非金屬礦製品業 2011 年能源使用量為 3,272 千公秉油當量，較 2010 年成長 15.28%。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

(6)電機電子業：

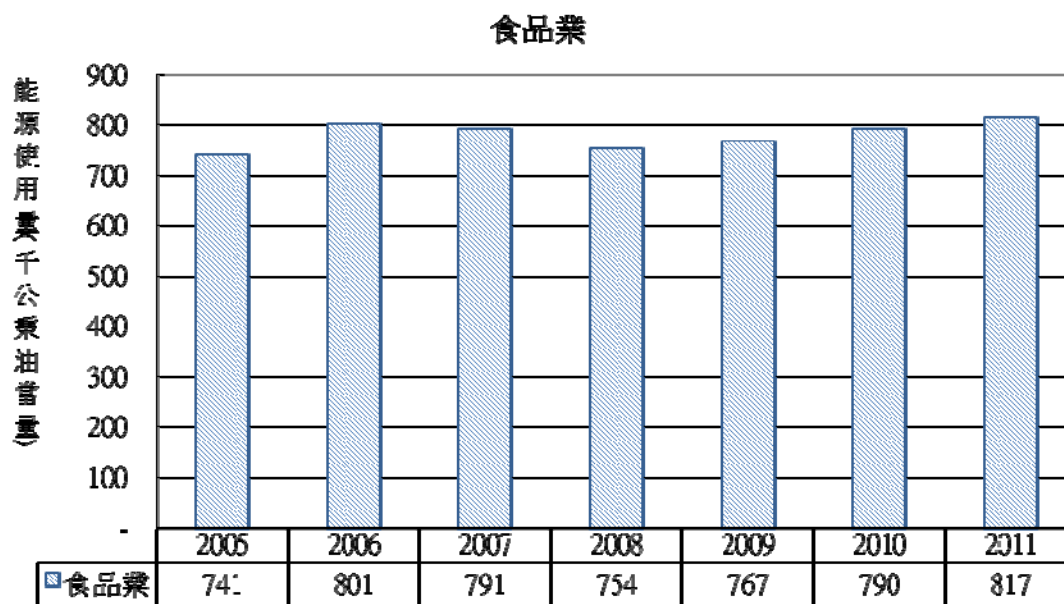
電機電子業 2011 年能源使用量 9,076 千公秉油當量，較 2010 年度成長 5.93%。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

## (7)食品業：

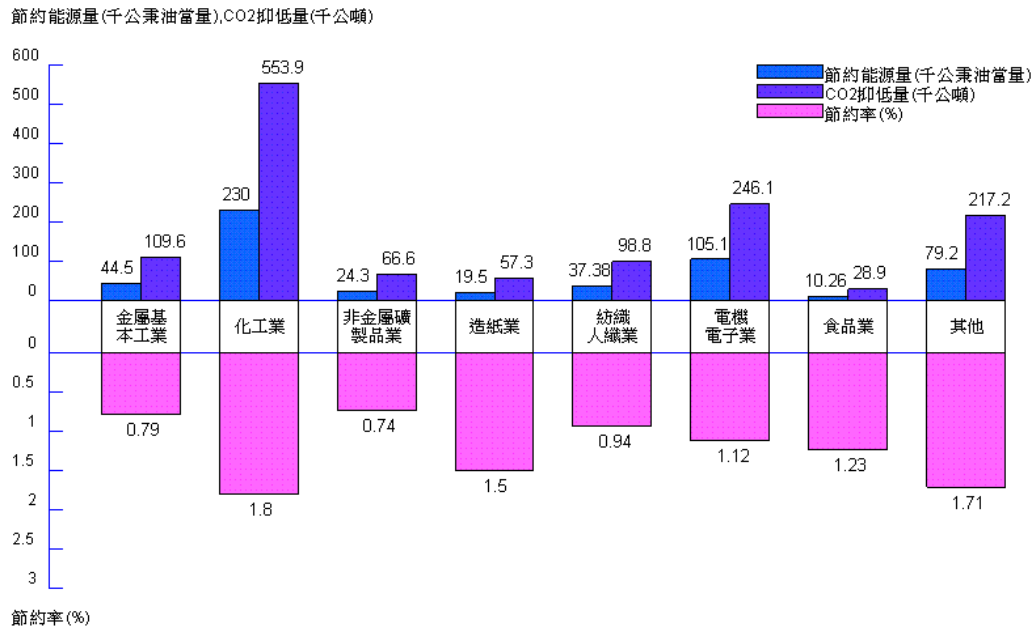
食品業 2011 年能源使用量 817 千公秉油當量，較 2010 年度成長 3.32%。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

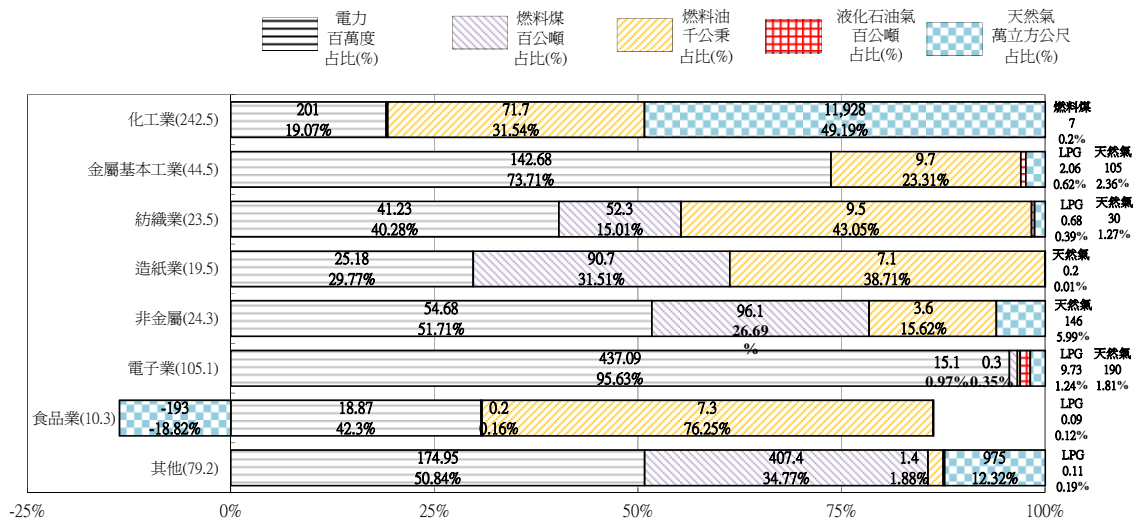
## 1.3 主要產業節能成效

### (1) 主要產業節約量、節約率、CO<sub>2</sub> 抑低量



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

### (2) 節約能源量與結構占比統計



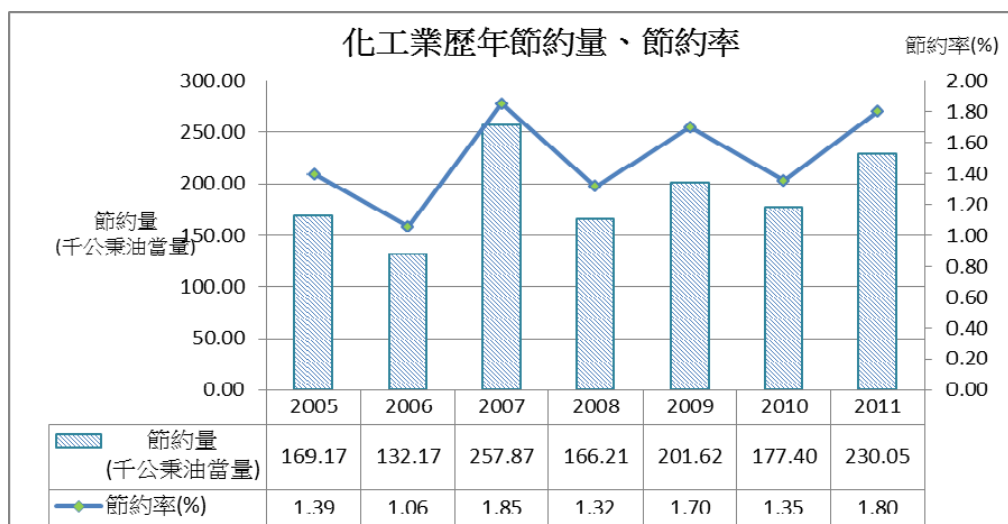
註：括號內為總節能量(千公秉油當量)

資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

## 1.4 主要產業近 7 年節能成效統計及分析

### (1) 化工業近 7 年節約量及節約率

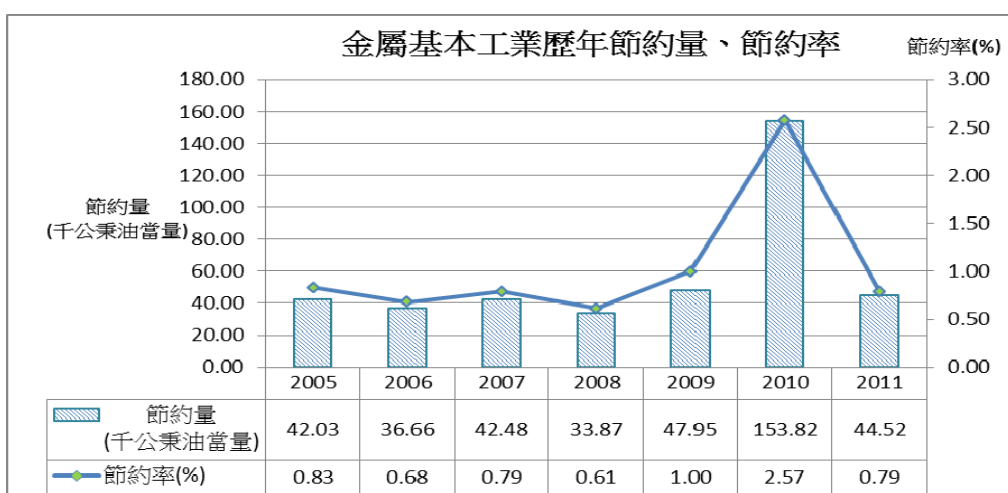
化工業 2011 年節能量為 230.05 千公秉油當量，節約率 1.8%。化工業大用戶為 2011 年耗能產業中節能量排列第 1 者。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

### (2) 金屬基本工業近 7 年節約量及節約率

金屬基本工業 2011 年節約量為 44.52 千公秉油當量，節約率為 0.79%。金屬基本工業大用戶為 2011 年耗能產業中節能量排列第 3 者。

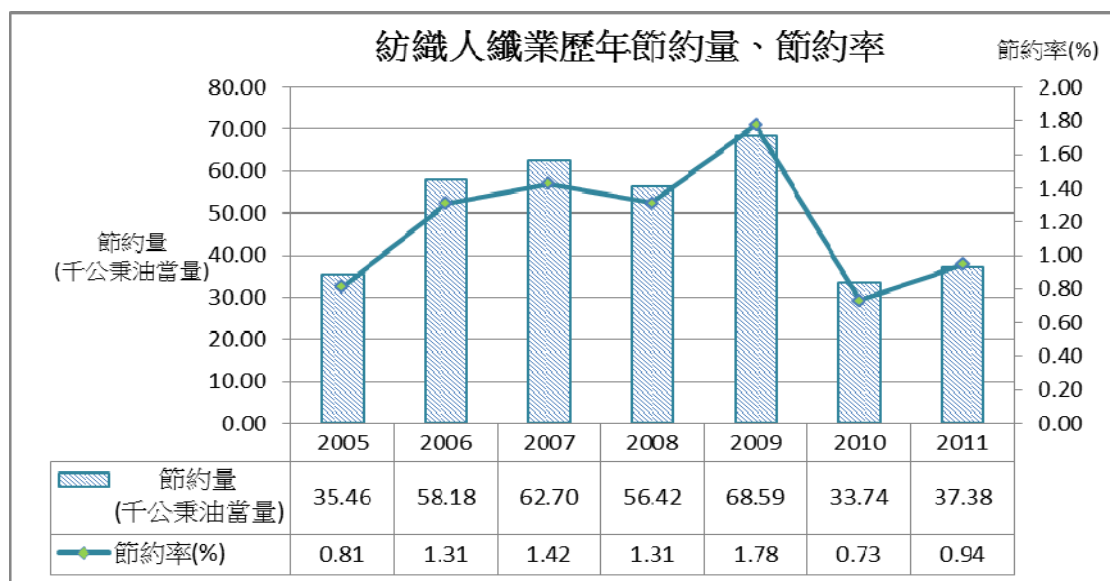


資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。



## (3) 紡織人纖業近 7 年節約量及節約率

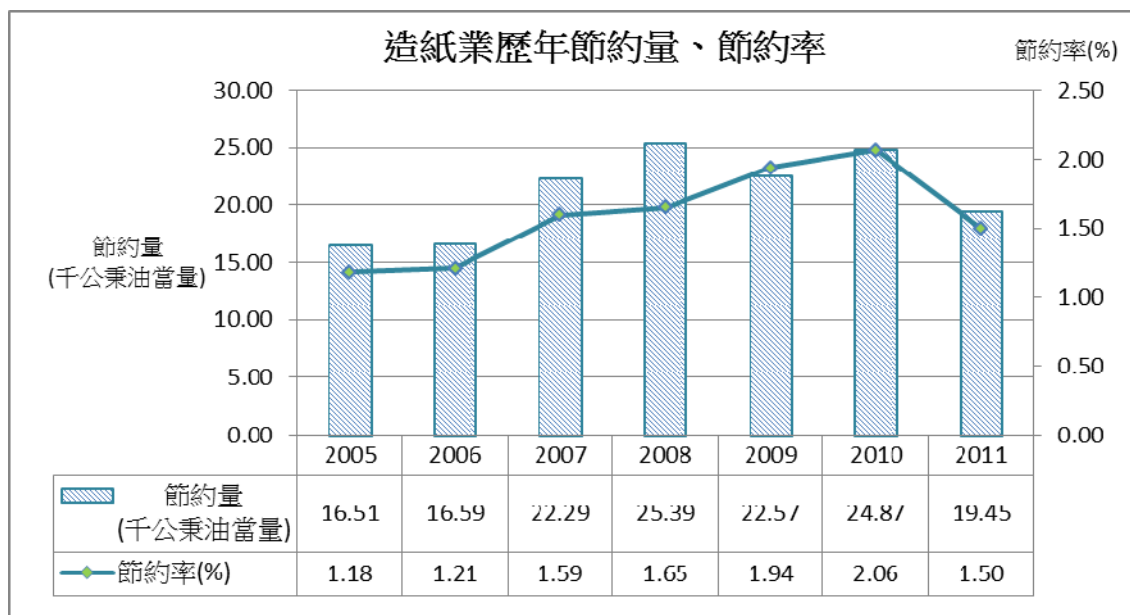
紡織人纖業 2011 年節約量減少為 37.38 千公秉油當量。節約率為 0.94%。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

## (4) 造紙業近 7 年節約量及節約率

造紙業 2011 年節能量為 19.45 千公秉油當量。節約率為 1.5%。

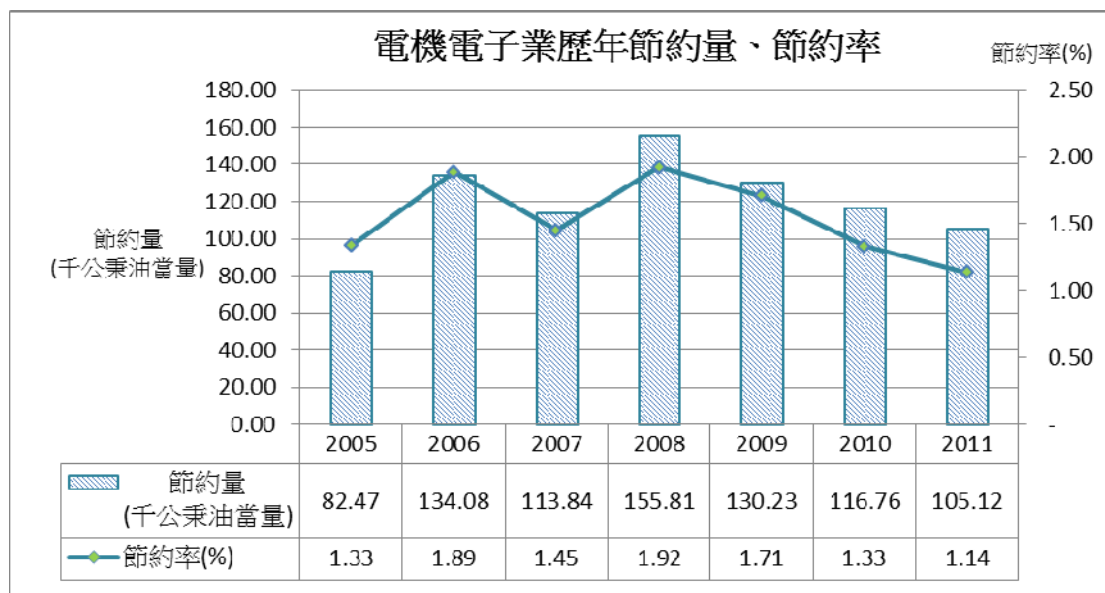


資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

# 製造業能源查核年報

## (5) 電機電子業近 7 年節約量及節約率

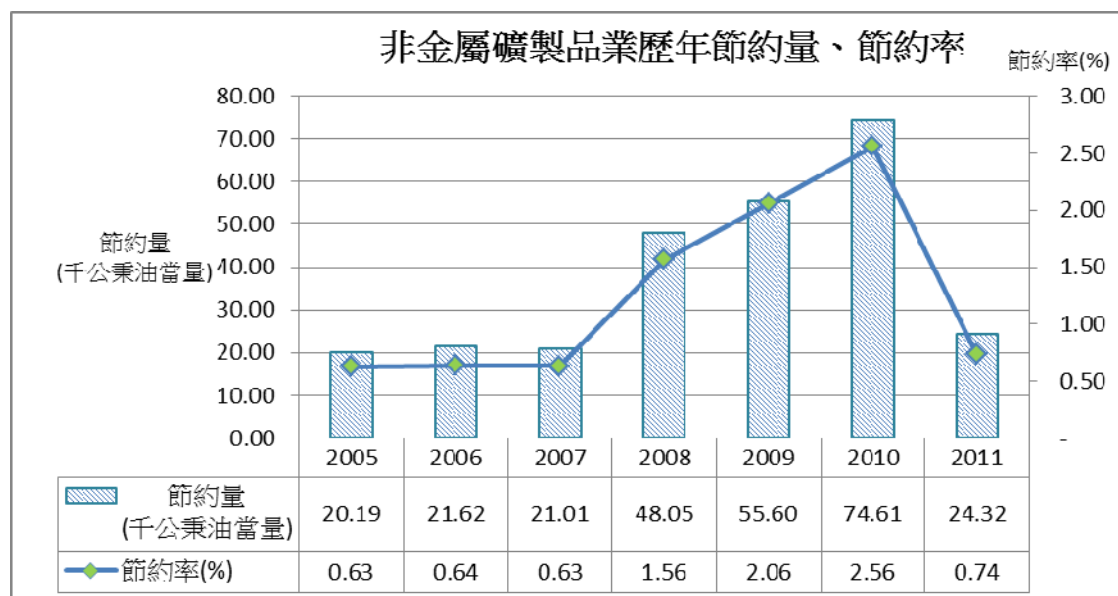
電機電子業 2011 年節約量 105.12 千公秉油當量，節約率為 1.14%。電機電子業大用戶為 2011 年耗能產業中節能量排列第 2 者。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

## (6) 非金屬礦製品業近 7 年節約量及節約率

非金屬礦製品業 2011 年節約量 24.32 千公秉油當量，節約率為 0.74%。

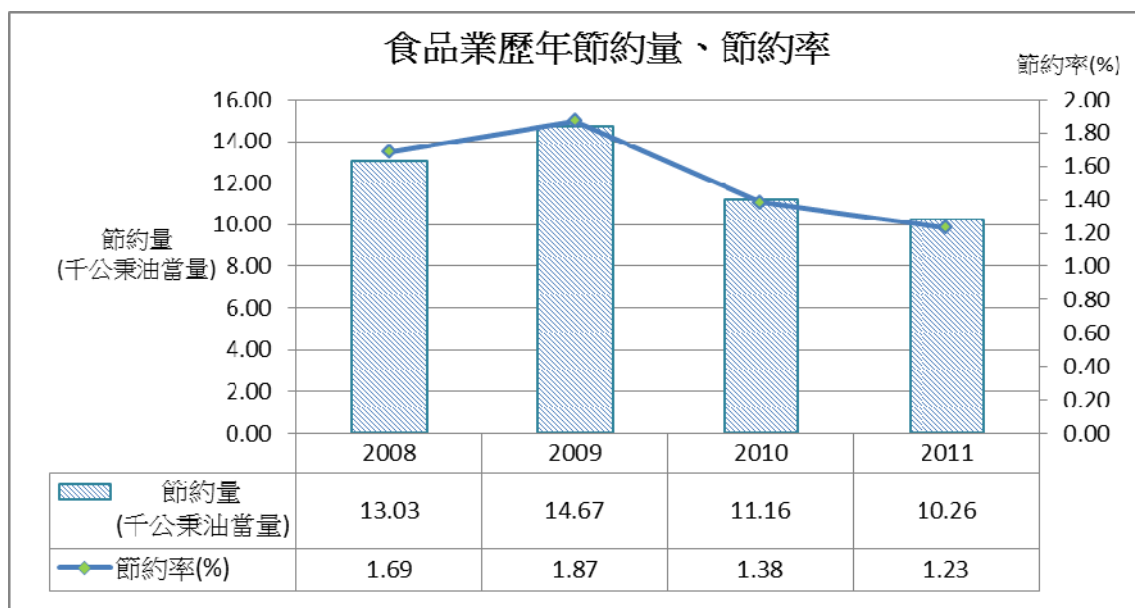


資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。



(7)食品業近 4 年節約量及節約率

2011 年食品業節約量 10.26 千公秉油當量，節約率為 1.23%。



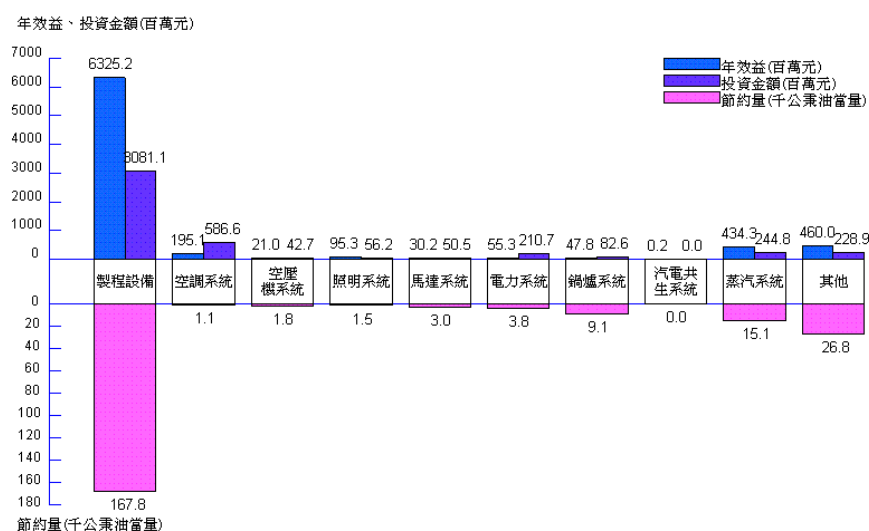
資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

# 製造業能源查核年報

## 1.5 製造業大用戶 2011 年節能成效分析(依設備別統計)

### (1) 化工業節能量、年效益與投資金額

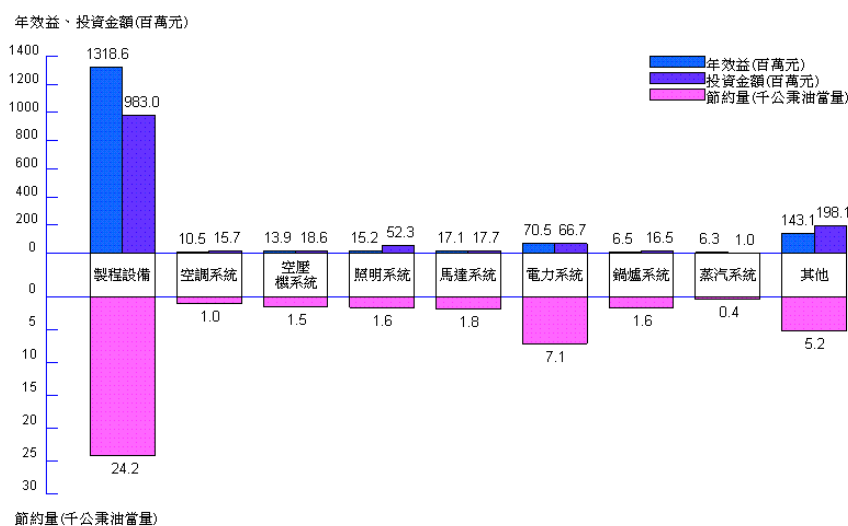
化工業 2011 年主要節能投資在「製程設備」，節能成效最佳的是「製程設備」。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

### (2) 金屬基本工業節能量、年效益與投資金額

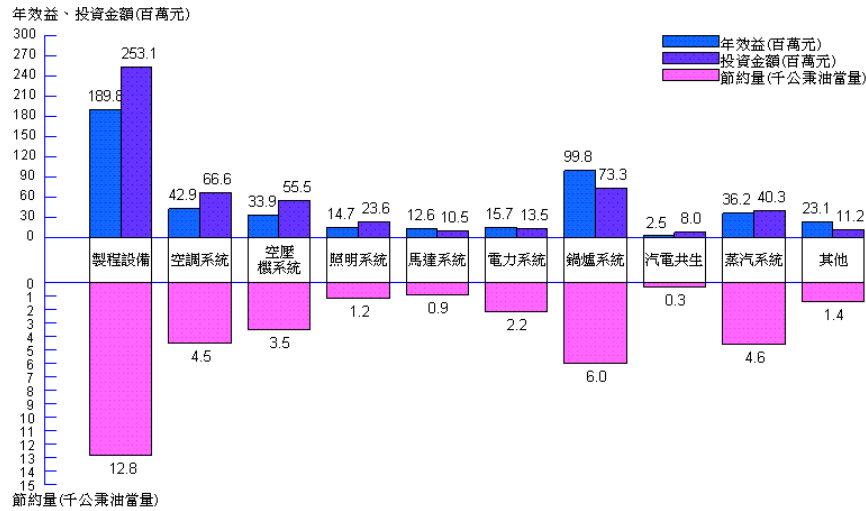
金屬基本工業 2011 年主要節能投資在「製程設備」，節能成效最佳的是「製程設備」。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

## (3) 紡織人纖業節能量、年效益與投資金額

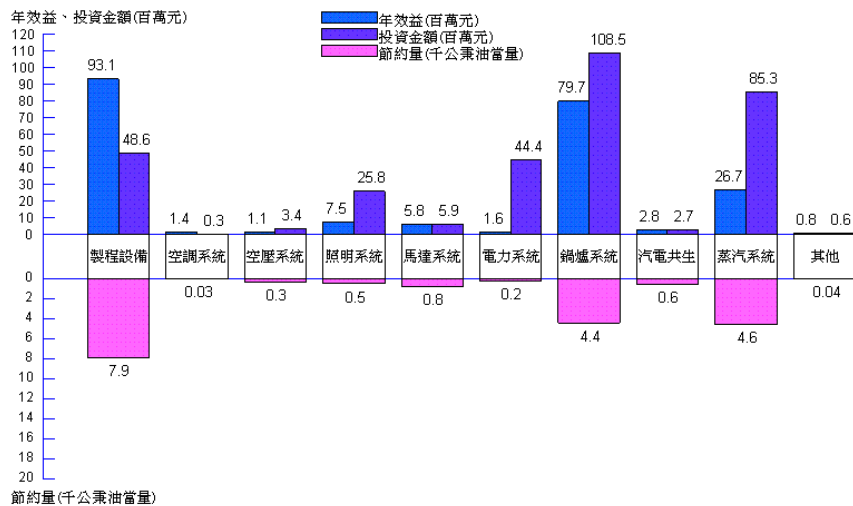
紡織人纖業 2011 年主要節能投資在「製程設備」與「鍋爐系統」，節能成效最佳的是「製程設備」、「鍋爐系統」。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

## (4) 造紙業節能量、年效益與投資金額

造紙業 2011 年主要節能投資在「鍋爐系統」、「製程設備」與「蒸汽系統」。節能成效最佳的是「製程設備」。

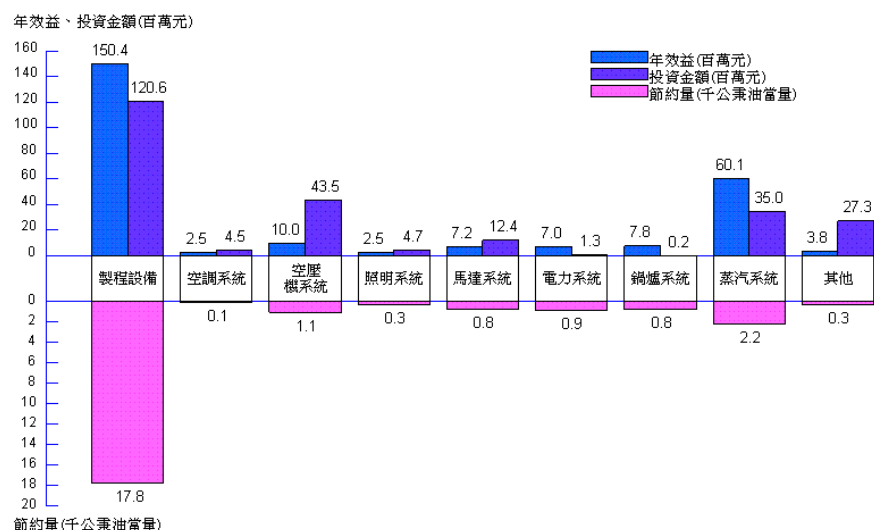


資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

# 製造業能源查核年報

## (5) 非金屬礦製品業節能量、年效益與投資金額

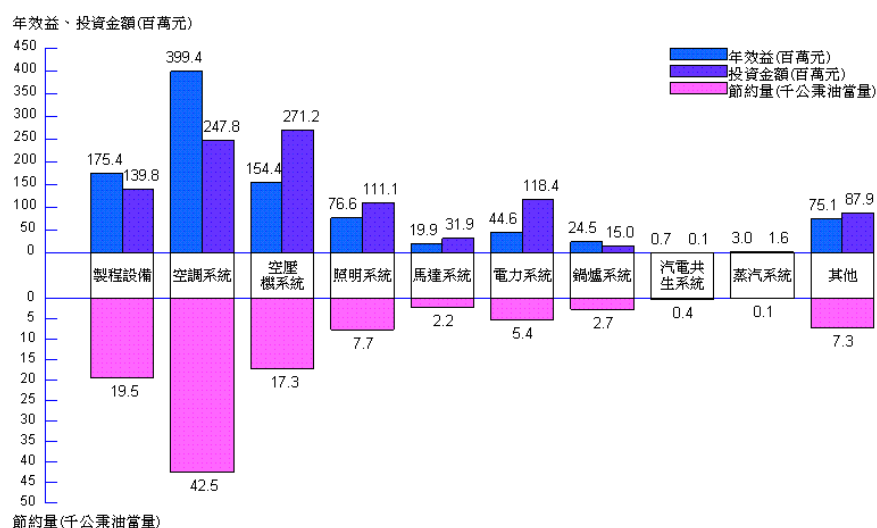
非金屬礦製品業 2011 年主要節能投資在「製程設備」、「空壓系統」，節能成效最佳的是「製程設備」。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

## (6) 電機電子業節能量、年效益與投資金額

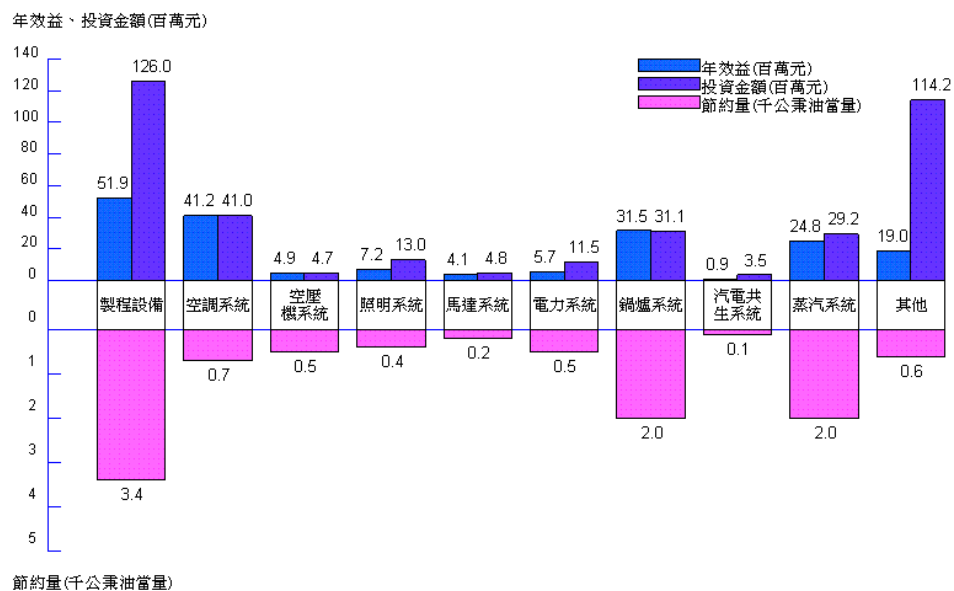
電機電子業 2011 年主要節能投資在「空調系統」、「空壓系統」與「製程設備」，節能成效最佳的是「空調系統」。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

## (7)食品業節能量、年效益與投資金額

食品業 2011 年主要節能投資在「製程設備」與「其他」，節能成效最佳的是「製程設備」、「鍋爐系統」、「蒸汽系統」。



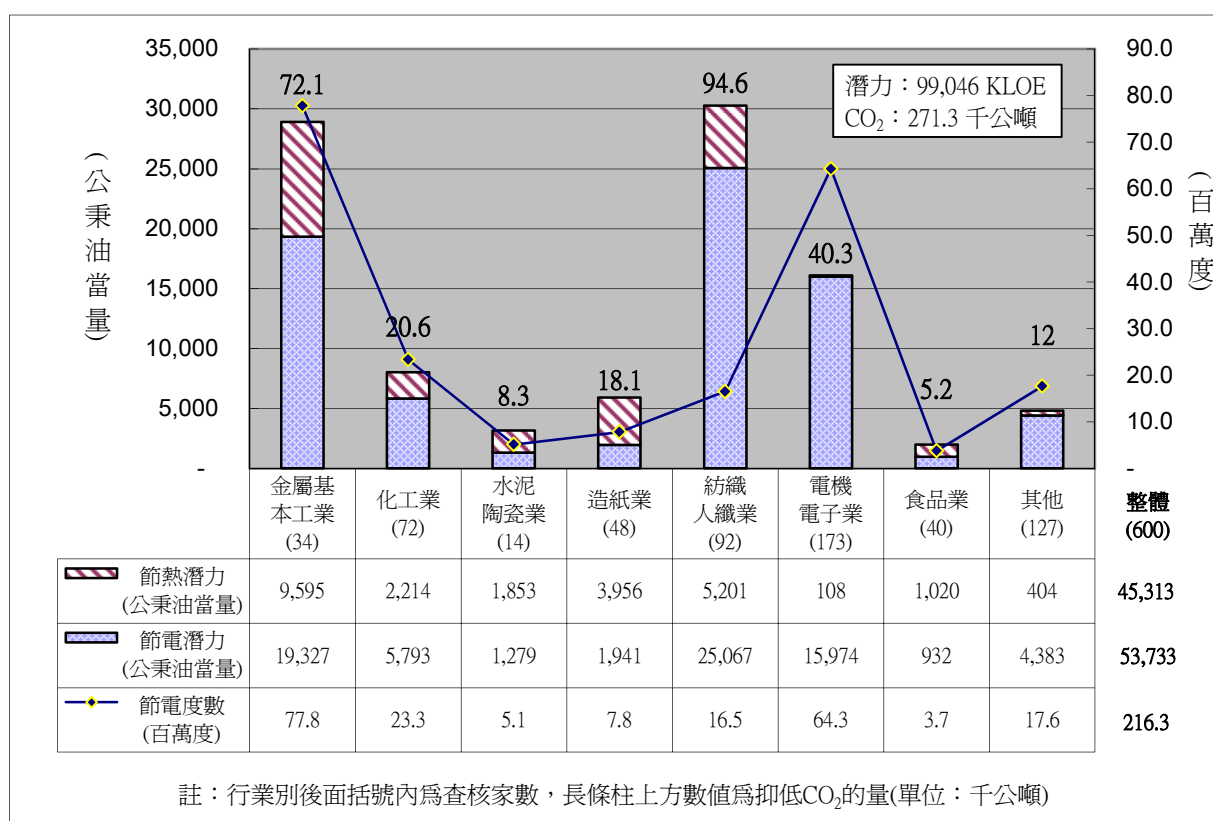
資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

# 製造業能源查核年報

## 1.6 2012 年實地能源查核節能潛力與成效追蹤

### (1)2012 年實地能源查核節能潛力統計

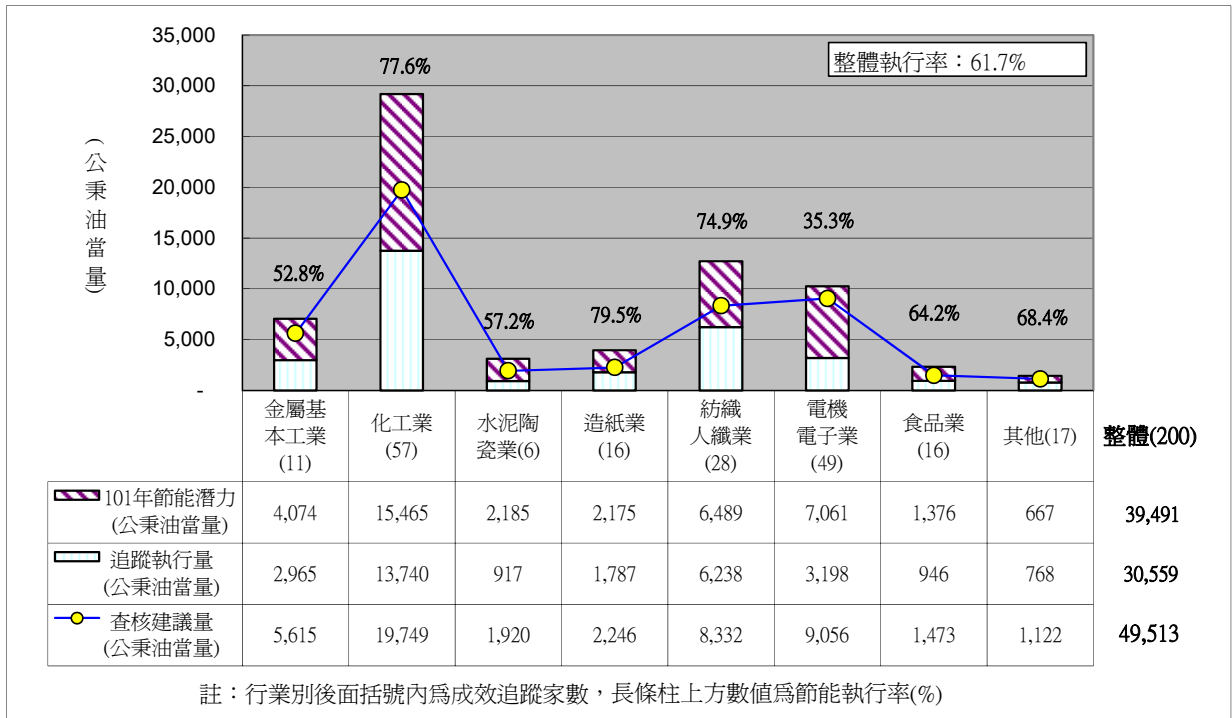
實地查核輔導能源大用戶之目的，為輔導大用戶實施能源查核制度，提昇能源使用效率。2012 年共完成 600 家能源大用戶實地能源查核，包含金屬基本工業 34 家、化工業 72 家、水泥陶瓷業 14 家、造紙業 48 家、紡織人纖業 92 家、電機電子業 173 家、食品業 40 家、其他 127 家。合計發掘節能潛力為 99,046 公秉油當量，CO<sub>2</sub> 抑低量 271,300 公噸，其中節電潛力 216.3 百萬度，約 53,733 公秉油當量；節熱潛力 45,313 公秉油當量。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

## (2)2012 年能源查核追蹤節能成效統計

2012 年完成 200 家已實地查核過之大用戶的執行成效追蹤，包含金屬基本工業 11 家、化工業 57 家、水泥陶瓷業 6 家、造紙業 16 家、紡織人織業 28 家、電機電子業 49 家、食品業 16 家、其他 17 家。經查核建議節能潛力 49,513 公秉油當量，2012 年追蹤執行成效量 30,559 公秉油當量，執行率為 61.7%。並再檢視 200 家節能潛力，共計 39,491 公秉油當量。



資料來源：工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

## 第 2 章 能源指標

### 2.1 臺灣能源指標(能源經濟指標)

項 目 Item	初級能源總供給		最終消費		國內能源消費		實質 GDP(95 年價格)	
	Total Primary Energy Supply		Total Final Consumption		Total Domestic Consumption		93SNA Real GDP (at 2006 Prices)	
	千公秉油當量 10 <sup>3</sup> KLOE	增加率 Growth Rate (%)	千公秉油當量 10 <sup>3</sup> KLOE	增加率 Growth Rate (%)	千公秉油當量 10 <sup>3</sup> KLOE	增加率 Growth Rate (%)	百萬元 Million NT\$	增加率 Growth Rate (%)
民國八十年(1991)	56,189.0	8.19	48,387.3	8.42	53,247.7	7.79	5,735,769	7.88
民國八十一年(1992)	58,425.2	3.98	51,081.8	5.57	55,847.7	4.88	6,169,225	7.56
民國八十二年(1993)	62,562.6	7.08	53,732.0	5.19	59,029.1	5.70	6,584,559	6.73
民國八十三年(1994)	65,615.3	4.88	56,698.2	5.52	62,737.3	6.28	7,084,404	7.59
民國八十四年(1995)	69,001.1	5.16	59,709.5	5.31	66,036.6	5.26	7,536,283	6.38
民國八十五年(1996)	72,359.5	4.87	62,481.2	4.64	69,081.2	4.61	7,953,510	5.54
民國八十六年(1997)	76,444.5	5.65	65,203.7	4.36	72,199.9	4.51	8,389,017	5.48
民國八十七年(1998)	81,758.1	6.95	69,048.3	5.90	76,323.4	5.71	8,679,815	3.47
民國八十八年(1999)	84,867.7	3.80	72,547.4	5.07	79,981.9	4.79	9,198,098	5.97
民國八十九年(2000)	91,486.9	7.80	78,262.4	7.88	86,204.5	7.78	9,731,208	5.80
民國九十年(2001)	95,953.8	4.88	82,733.6	5.71	90,906.1	5.45	9,570,584	- 1.65
民國九十一年(2002)	100,610.3	4.85	87,053.7	5.22	94,992.3	4.49	10,074,337	5.26
民國九十二年(2003)	104,205.4	3.57	90,484.0	3.94	98,704.1	3.91	10,443,993	3.67
民國九十三年(2004)	109,710.2	5.28	94,283.4	4.20	102,792.4	4.14	11,090,474	6.19
民國九十四年(2005)	111,010.9	1.19	95,871.2	1.68	104,858.3	2.01	11,612,093	4.70
民國九十五年(2006)	113,438.7	2.19	97,976.8	2.20	107,050.4	2.09	12,243,471	5.44
民國九十六年(2007)	120,324.6	6.07	103,417.1	5.55	112,262.4	4.87	12,975,985	5.98
民國九十七年(2008)	115,351.2	- 4.13	100,949.1	- 2.39	109,064.8	- 2.85	13,070,681	0.73
民國九十八年(2009)	112,265.2	- 2.68	98,965.5	- 1.96	106,768.0	- 2.11	12,834,049	- 1.81
民國九十九年(2010)	120,876.1	7.67	105,287.9	6.39	113,385.8	6.20	14,210,285	10.72
民國一百零一年(2011)	120,044.4	- 0.69	103,840.3	- 1.37	111,918.4	- 1.29	14,782,363	4.03

註：1. 初級能源總供給=自產+進口-出口-國際海運-存貨變動

2. 最終能源消費=工業部門+運輸部門+農業部門+服務業部門+住宅部門+非能源消費

3. 國內能源消費=能源部門自用+最終能源消費



## 2.1 臺灣能源指標(能源效率指標)

項目 Item	年中人口數 (千人) Mid-Year Population (1,000 Persons)	平均每人 能源消費量 (公升油當量/人) Per Capita Energy Consumption (LOE)	國內能源消費 彈性值 Elasticity of Domestic Consumption	能源生產力 (實質 GDP/ 國內能源消費) (元/公升油當量) Energy Productivity (NT\$/LOE)	能源密集度 (國內能源消費/ 實質 GDP) (公升油當量/千元) Energy Intensity (LOE/NT\$1,000)	平均每人用電量 (度/人) Per Capita Electricity Consumption (kWh)
民國八十年(1991)	20,458.5	2,602.72	0.99	107.72	9.28	4,566.30
民國八十一年(1992)	20,655.5	2,703.77	0.65	110.47	9.05	4,822.38
民國八十二年(1993)	20,848.5	2,831.34	0.85	111.55	8.96	5,242.09
民國八十三年(1994)	21,035.0	2,982.52	0.83	112.92	8.86	5,619.18
民國八十四年(1995)	21,215.0	3,112.73	0.82	114.12	8.76	5,940.95
民國八十五年(1996)	21,387.5	3,229.98	0.83	115.13	8.69	6,279.68
民國八十六年(1997)	21,577.0	3,346.15	0.82	116.19	8.61	6,640.90
民國八十七年(1998)	21,777.0	3,504.77	1.65	113.72	8.79	7,097.82
民國八十八年(1999)	21,952.5	3,643.41	0.80	115.00	8.70	7,331.40
民國八十九年(2000)	22,125.0	3,896.25	1.34	112.89	8.86	7,978.51
民國九十年(2001)	22,278.0	4,080.53	- 3.30	105.28	9.50	8,102.36
民國九十一年(2002)	22,396.5	4,241.39	0.85	106.05	9.43	8,495.36
民國九十二年(2003)	22,493.9	4,388.04	1.07	105.81	9.45	8,912.02
民國九十三年(2004)	22,574.7	4,553.43	0.67	107.89	9.27	9,297.54
民國九十四年(2005)	22,652.4	4,629.01	0.43	110.74	9.03	9,651.27
民國九十五年(2006)	22,739.6	4,707.67	0.38	114.37	8.74	9,945.28
民國九十六年(2007)	22,828.4	4,917.67	0.81	115.59	8.65	10,230.43
民國九十七年(2008)	22,904.4	4,761.74	- 3.90	119.84	8.34	10,032.78
民國九十八年(2009)	22,979.0	4,646.33	1.17	120.21	8.32	9,609.54
民國九十九年(2010)	23,035.4	4,922.24	0.58	125.33	7.98	10,312.58
民國一百年(2011)	23,082.5	4,848.62	- 0.32	132.08	7.57	10,494.69

Note: 1.Total primary energy supply = Indigenous + Imports - Exports - International marine bunkers -International civil aviation - Change in stocks

2.Total final consumption = Industrial + Transportation + Agricultural + Services + Residential+ Non-Energy Use

3.Total domestic consumption = Energy sector own use + Total final consumption

# 製造業能源查核年報

## 2.1 臺灣能源指標(能源效率指標)

項目 Item	1.能源密集工業能源消費 1. Energy Consumption of Energy Intensive Industries			2.能源密集工業實質生產毛額 2. Value-added of Energy Intensive Industries			能源密集工業 能源密集度 (公升油當量/千元) Energy Intensity of Energy Intensive Industries (LOE/10 <sup>3</sup> NTS)
	數量 (千公秉油當量) Quantity (10 <sup>3</sup> KLOE)	占製造業 比率(%) 1/Manufacture (%)	占國內能源 消費比率(%) 1/Total Domestic Consumption(%)	金額(百萬元) (95年價格) Amount (At 2006 Constant Prices)(Million NTS)	占製造業 比率(%) 2/Manufacture (%)	占實質 GDP 比率(%) 2 / GDP (%)	
	民國八十年(1991)	12,408	50.35	23.30	222,116	15.70	
民國八十一年(1992)	13,067	51.16	23.40	235,774	16.20	3.82	55.42
民國八十二年(1993)	13,392	51.17	22.69	255,897	17.27	3.89	52.33
民國八十三年(1994)	13,924	50.68	22.19	282,103	18.03	3.98	49.36
民國八十四年(1995)	14,286	50.12	21.63	290,033	17.60	3.85	49.26
民國八十五年(1996)	14,536	49.34	21.04	299,079	17.34	3.76	48.60
民國八十六年(1997)	15,615	49.11	21.63	336,701	18.37	4.01	46.38
民國八十七年(1998)	16,392	50.06	21.48	344,400	18.34	3.97	47.60
民國八十八年(1999)	16,927	48.52	21.16	369,764	18.35	4.02	45.78
民國八十九年(2000)	18,668	48.84	21.66	390,732	17.93	4.02	47.78
民國九十年(2001)	18,391	48.63	20.23	374,455	18.46	3.91	49.11
民國九十一年(2002)	19,980	50.15	21.03	436,547	19.26	4.33	45.77
民國九十二年(2003)	20,208	49.83	20.47	453,929	18.19	4.35	44.52
民國九十三年(2004)	21,397	50.20	20.82	482,931	17.54	4.35	44.31
民國九十四年(2005)	21,255	49.05	20.27	483,502	16.28	4.16	43.96
民國九十五年(2006)	22,389	49.98	20.91	512,787	15.83	4.19	43.66
民國九十六年(2007)	23,567	50.98	20.99	545,009	15.32	4.20	43.24
民國九十七年(2008)	21,982	49.89	20.15	513,173	14.28	3.93	42.84
民國九十八年(2009)	20,447	49.69	19.15	499,436	14.53	3.89	40.94
民國九十九年(2010)	22,935	49.98	20.23	597,287	13.86	4.20	38.40
民國一百零一年(2011)	23,377	49.84	20.89	-	-	-	-

## 2.1 臺灣能源指標(能源安全指標)

項目 Item	進口能源 依存度(%) Dependence on Imported Energy	石油 依存度(%) Dependence on Oil	進口石油 依存度(%) Dependence on Oil Imports	中東原油進口 依存度(%) Dependence on Crude Oil Imports from Middle East	石油進口總值占 總進口值比率(%) Value of Oil Imports/Values of Total Imports	石油進口總值占 總出口值比率(%) Value of Oil Imports / Values of Total Exports	石油進口總值 占 GDP 比率 (%) Value of Oil Imports / GDP
民國八十年(1991)	97.14	53.91	99.64	80.09	6.66	5.50	2.27
民國八十一年(1992)	97.23	54.29	99.78	79.98	6.08	5.37	1.99
民國八十二年(1993)	97.80	53.97	99.81	77.33	5.45	4.93	1.82
民國八十三年(1994)	97.73	54.05	99.82	73.84	5.04	4.63	1.70
民國八十四年(1995)	97.94	55.69	99.85	68.56	4.98	4.61	1.87
民國八十五年(1996)	98.13	54.82	99.86	63.07	6.06	5.30	2.13
民國八十六年(1997)	97.82	52.54	99.88	59.42	5.49	5.15	2.11
民國八十七年(1998)	97.69	52.47	99.88	61.50	4.27	4.09	1.63
民國八十八年(1999)	97.72	51.87	99.90	60.40	5.34	4.86	1.98
民國八十九年(2000)	97.87	51.64	99.93	60.34	7.08	6.68	3.04
民國九十年(2001)	97.57	51.68	99.92	68.06	8.55	7.16	3.01
民國九十一年(2002)	97.76	50.48	99.90	74.16	7.54	6.53	2.85
民國九十二年(2003)	97.52	51.88	99.91	79.04	8.87	7.76	3.64
民國九十三年(2004)	97.70	52.37	99.92	76.74	9.70	9.35	4.81
民國九十四年(2005)	97.79	52.72	99.94	82.72	12.27	11.75	6.08
民國九十五年(2006)	97.85	52.09	99.96	79.85	13.99	12.67	7.55
民國九十六年(2007)	97.48	52.20	99.97	81.15	15.57	13.84	8.68
民國九十七年(2008)	97.50	50.64	99.97	82.89	19.37	18.37	11.68
民國九十八年(2009)	97.52	52.50	99.97	81.95	16.31	13.77	7.54
民國九十九年(2010)	97.76	50.10	99.97	79.71	14.90	13.63	8.71
民國一百零一年(2011)	97.68	46.17	99.98	70.80	16.48	15.05	9.91

# 製造業能源查核年報

## 2.1 臺灣能源指標(能源安全指標)

項 目 Item	能源進口值占總	能源進口值占總	能源進口值	平均每人負	備用	電力負載 Electricity Load	
	進口值比率(%)	出口值比率(%)	占 GDP 比率	擔能源進口值		容量率	尖峰負載
	Value of Energy Imports / Value of Total Imports	Value of Energy Imports / Value of Total Exports	(%) Value of Energy Imports / GDP	(台幣元) Per Capita Energy Imports (NT\$)	(%) Percent Reserve Margin (%)	(千瓩) Peak Load (MW)	(千瓩) Average Load (MW)
民國八十年(1991)	8.94	7.38	3.04	7,374	4.80	15,321	10,233
民國八十一年(1992)	8.31	7.35	2.73	7,305	6.70	16,704	10,688
民國八十二年(1993)	7.55	6.82	2.51	7,369	4.20	17,666	11,619
民國八十三年(1994)	7.06	6.48	2.39	7,581	4.80	18,610	12,589
民國八十四年(1995)	6.86	6.36	2.58	8,867	4.70	19,933	13,454
民國八十五年(1996)	8.18	7.14	2.88	10,633	5.60	21,762	14,227
民國八十六年(1997)	7.59	7.12	2.92	11,609	11.00	22,237	15,097
民國八十七年(1998)	6.38	6.11	2.43	10,283	7.70	23,830	16,320
民國八十八年(1999)	7.28	6.61	2.69	11,828	12.50	24,206	16,639
民國八十九年(2000)	9.04	8.52	3.88	17,884	12.60	25,854	17,818
民國九十年(2001)	11.37	9.53	4.01	17,860	13.20	26,290	18,043
民國九十一年(2002)	10.28	8.91	3.88	18,054	16.00	27,117	18,939
民國九十二年(2003)	11.68	10.22	4.79	22,794	14.60	28,594	19,841
民國九十三年(2004)	13.03	12.57	6.46	32,546	20.20	29,034	20,634
民國九十四年(2005)	16.02	15.34	7.94	41,161	16.30	30,943	21,651
民國九十五年(2006)	17.75	16.07	9.57	51,538	16.10	32,060	22,439
民國九十六年(2007)	19.82	17.61	11.05	62,508	16.20	32,791	23,043
民國九十七年(2008)	25.69	24.36	15.49	85,326	21.10	31,320	22,796
民國九十八年(2009)	21.76	18.38	10.06	54,644	28.10	31,011	22,101
民國九十九年(2010)	19.97	18.28	11.68	69,004	23.40	33,023	23,674
民國一百零一年(2011)	22.59	20.62	13.58	80,870	20.60	33,787	24,320

### 2.1 臺灣能源指標(能源環境指標)

項目 Item	再生能源 占初級能源 供給比例(%) Renewable energy Supply / Total Primary Energy Supply (%)	再生能源 占電力 供給比例(%) Renewable energy power generation/Total power generation (%)	二氧化碳 排放量 (千公噸) CO <sub>2</sub> Emission (10 <sup>3</sup> M.T.)	平均每人 二氧化碳 排放量 (公噸 CO <sub>2</sub> /人) CO <sub>2</sub> emissions Per Capita (Tons of CO <sub>2</sub> Per Capita)	"國內生產毛額 二氧化碳 排放集中度 (公斤 CO <sub>2</sub> /千元) CO <sub>2</sub> Emission Intensity (Kg CO <sub>2</sub> /1000 NTD)	電力排放 係數 (公斤 CO <sub>2e</sub> /度) Electricity Emission Factor (Kg CO <sub>2e</sub> /KWh)
民國八十年(1991)	0.70	4.36	117,212	5.73	20.44	N.A.
民國八十一年(1992)	1.13	6.73	124,915	6.05	20.25	N.A.
民國八十二年(1993)	0.69	3.99	133,930	6.42	20.34	N.A.
民國八十三年(1994)	0.81	4.52	141,810	6.74	20.02	N.A.
民國八十四年(1995)	0.75	4.19	149,321	7.04	19.81	N.A.
民國八十五年(1996)	0.71	3.98	157,038	7.34	19.74	N.A.
民國八十六年(1997)	1.21	4.00	169,210	7.84	20.17	N.A.
民國八十七年(1998)	1.39	4.37	179,570	8.25	20.69	N.A.
民國八十八年(1999)	1.45	3.72	188,641	8.59	20.51	N.A.
民國八十九年(2000)	1.49	3.46	207,598	9.38	21.33	N.A.
民國九十年(2001)	1.74	3.96	211,223	9.48	22.07	N.A.
民國九十一年(2002)	1.49	2.88	219,220	9.79	21.76	N.A.
民國九十二年(2003)	1.83	2.90	228,769	10.17	21.90	N.A.
民國九十三年(2004)	1.79	2.94	236,874	10.49	21.36	N.A.
民國九十四年(2005)	1.85	3.20	243,948	10.77	21.01	0.559
民國九十五年(2006)	1.89	3.25	250,597	11.02	20.47	0.564
民國九十六年(2007)	2.30	3.49	254,116	11.13	19.58	0.559
民國九十七年(2008)	2.32	3.49	242,360	10.58	18.54	0.557
民國九十八年(2009)	2.25	3.46	230,240	10.02	17.94	0.543
民國九十九年(2010)	2.08	3.57	245,630	10.66	17.29	0.535
民國一百零一年(2011)	2.13	3.56	251,374	10.89	17.01	0.536

註：本表二氧化碳排放係依據政府間氣候變遷小組(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)於 2006 年出版之「國家溫室氣體指南」(Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)部門方法(Sectoral Approach)統計結果計算。  
 Note: All CO<sub>2</sub> related figures are preliminary and are subject to revision by the EPA.

資料來源：經濟部能源局，「中華民國 100 年能源統計年報」，民國 101 年 12 月。

## 2.2 各產業能源指標

能源密集度經濟指標因素分解分析總體及工業部門各耗能產業，以區分出產業結構及能源效率之影響趨勢，利用此方法瞭解產業能源消費的影響因素，探討能源趨勢變動的主要原因。

2011 年國內能源消費量為 111,918,369 公秉油當量，相較於 2010 年 113,385,807 公秉油當量，減少 1.29%。其中能源部門自用占 7.2%，能源消費減少 0.25%。非能源消費占比高達 19.05%，能源消費減少 11.9%。住宅部門占 11.2%，能源消費增加 1.95%。能源消費最高的工業部門占比 38.6%，但能源消費量僅成長 2.54%，遠低於經濟面之成長 5.65%。服務部門能源消費占比為 23.14%，因受到生產活動減弱及節能推動下，能源消費量僅增加 0.37%，而經濟面之成長為 3.05%。

2011 年在節能減碳意識高漲，廠商持續推動節能措施，使得能源消費變動降低 1.29%，但經濟仍維持 4.07% 的成長。

2011 年工業部門中能源消費量主要產業占比依序為化學材料業的 27.4%、電腦通訊及視聽電子產品業的 21.2%、金屬基本工業的 15%、非金屬礦業的 8.4%、紡織成衣及服飾品業的 4.5%、及紙漿紙及紙製品業的 3.4%。

就主要產業能源消費趨勢分析，2011 年各主要耗能產業除紡織業減少 7.98%、食品菸草業減少 0.18% 及化學材料業減少 2.92% 外，其他各業能源消費量皆呈成長趨勢，成長幅度依序為電腦通訊及視聽電子產品業 5.93%、金屬基本工業 5.27%、非金屬礦物製品業 12.98%、紙漿紙及紙製品業 4.02%。

分析其影響原因，化學材料製造業因石化大廠部分設備歲修，工安事故被迫停爐導致產能下降，以及近期中國大陸推行緊縮政策，加以石化行情低迷，市場觀望氣氛濃厚，中下游業者產能緊縮，惟 12 月部份設備雖陸續完成歲修復工，以及受日韓石化廠事故之轉單效應，產能利用已漸回升，然整體而言，能源消費仍較上年同期減少 2.92%，其中原歸屬於化材業之石油腦大幅減少近 15%，目前新版能源平衡表已將石油腦部分移至「非能源消費」項目。電腦通信及視聽電子產品製造業由於上半年消費性電子商品銷售暢旺，日震災轉單效應及節能減碳風潮續熱，拉抬 LED、太陽能、面板及半導體增產，惟近期歐債危機懸而未決衝擊全球金融，抑制電子商品買氣，接單受阻庫存壓力升高，抑制新

產品出貨，能源消費成長持續趨緩，僅較上年同期增加 5.93%。鋼鐵業因上半年公共工程持續推動，汽車及機械業景氣續呈活絡，相關鋼品產量提升，另鋼鐵大廠設備利用率提高，近期雖有全球景氣衰退疑慮籠罩，鋼市需求低迷，行情走跌接單不如預期，鋼廠紛紛減產因應，能源消費仍較上年同期增加 5.64%。

非金屬礦業景氣與鋼鐵業連動，在政府持續推動各項公共建設計畫，如北部地區的機場捷運環狀線、五股楊梅高速公路擴建，桃園與台中地區的鐵路高架化，以及台南、高雄鐵路地下化等重大交通建設陸續動工影響下，能源消費量上揚 12.98%。紡織成衣及服飾業 100 年價揚量跌，受到棉花價格高漲、上游化纖業事故減產、大陸銀根緊縮及歐美債務危機影響，紡織業全年生產量指數減少 6.06，整體能源消費量減少 7.98%。紙漿、紙及紙製品業與景氣連動，受到電子業外貿增溫連動的影響，能源消費量增加為 4.02%。食品及菸草業在民間消費力道增加減緩下，能源消費量微幅減少 0.18%。

2011 年國內能源密集度由 2010 年的 7.98 公升油當量/千元下降至 7.57 公升油當量/千元，降幅為 5.15%，自 96 年以來每年持續能源密集度之改善。2011 年整體能源密集度持續下降，各部門降幅依序為農業部門下降 4.37%、工業部門下降 2.94%、服務部門下降 2.60%，如下表。

表、民國 2007~2011 年部門別能源密集度之變化

單位：公升油當量/千元

項目 \ 年	2007	2008	2009	2010	2011	2010 年 成長率 (%)	2011 年 成長率 (%)	2007-2011 年 平均成長率 (%)
全 國	8.65	8.34	8.32	7.98	7.57	-4.12%	-5.15%	-2.83%
產 業 部 門	5.49	5.27	5.09	4.97	4.86	-2.35%	-2.22%	-3.22%
農 業 部 門	5.21	5.72	5.14	4.95	4.74	-3.55%	-4.37%	-4.58%
廣義工業部門	12.18	11.59	11.32	10.15	9.80	-10.33%	-3.37%	-5.29%
工 業 部 門	10.06	9.65	9.37	8.51	8.26	-9.22%	-2.94%	-4.72%
服 務 部 門	3.16	3.05	3.02	2.96	2.89	-1.85%	-2.60%	-3.06%

2011 年受到國際油價上漲影響，使得 2011 年國內平均能源價格隨之浮動，燃料油每公秉 19,634 元漲幅高達 14.81%、柴油每公升亦增加 8.33% 至 29.28 元、燃料用天然氣每立方公尺 16.51 元上揚 7.95%、每公升汽油再大幅調漲 6.23% 至 31.95 元、平均工業用電力價格每度調漲至 2.48 元，仍小幅增加 1.02%。國內能源單位熱能成本亦同步變動，100 年平均熱能成本依序為每公升油當量汽油為 36.86 元、柴油每公升油當量為 31.37 元、電力成本為每公升油當量 25.97 元、液化石油氣每公升油當量 20.6 元、燃料油每公升油當量為 18.41 元、燃料用天然氣每公升油當量為 16.69 元。其中以燃料油熱能成本上漲幅度最大 14.81%，其次為柴油 8.33%、天然氣 7.95%、汽油 6.23%、液化石油氣 3.61%。若考慮消費者物價變動率（1.42%），則扣除後 2011 年的實質熱能成本成長率則有減緩。另外，若扣掉躉售物價變動率（4.32%），則可發現電力成本呈負成長，其餘熱能成本實際成長率也有減緩。

2011 年我國實質 GDP 為 14.8 兆元，全年經濟成長 4.07%，2011 年國內能源消費量為 11,192 萬公秉油當量，相較於 2010 年不增反微幅下降 1.29%。因此，2011 年國內能源密集度由 2010 年的 7.98 公升油當量/千元，下降至 7.57 公升油當量/千元，降幅為 5.15%，已連續 8 年能源效率提升。

工業部門中能源消費占比較大的 7 大耗能產業：

2011 能源密集度(最終能源消費/產值)於各產業分別為：化工業：5.23 公升油當量/千元；金屬基本工業：3.61 公升油當量/千元；紡織業：5.75 公升油當量/千元；造紙業：8.56 公升油當量/千元；非金屬礦製品業：16.51 公升油當量/千元；電機電子業：1.91 公升油當量/千元；食品業：1.94 公升油當量/千元。

2011 能源密集度(最終能源消費/GDP)於各產業分別為：化工業：39.21 公升油當量/千元；金屬基本工業：27.46 公升油當量/千元；紡織業：21.24 公升油當量/千元；造紙業：40.12 公升油當量/千元；非金屬礦製品業：41.07 公升油當量/千元；電機電子業：3.42 公升油當量/千元；食品業：7.02 公升油當量/千元。

以下針對 7 大耗能產業進行能源效率分析：



### (1) 化工業

化工業以輕油或天然氣為原料，經過輕油裂解產生乙烯、丙烯、苯等基礎原料，進一步加工生產塑膠、橡膠、纖維中間原料，亦可純化成各種元素提供電機、機械等精密加工產業使用。下游製品廣泛用於民生用途，以及建築材料、汽車零件、高科技產品零件等，因此化工業是一個基礎工業；與景氣和民生消費能力息息相關，同時亦深受建築、汽車、高科技業的產銷影響，所以化工業也是一個景氣循環的產業。化工業包括化學材料業、化學製品業和塑膠製品業，再加上石油及煤製品業和橡膠製品業則合稱為廣義化工業。

2011 年化學材料製造業總產值為 2,185,961 百萬元，較 2010 年成長 5.80%；化學材料製造業與原油價格關聯性較高，產值持續成長主要受到原油價格持續攀升影響。主要產品產量除純對苯二甲酸(PTA)因國際市場供給量不足而持續成長外，其他如乙烯、丙烯、乙二醇(EG)、苯乙烯(SM)，則受到台塑六輕工安事件及中油五輕歲修影響而減少；主要產品價格如乙烯、苯乙烯(SM)、純對苯二甲酸(PTA)、乙二醇(EG)則受上述因素影響而上漲。2011 年化學材料業能源密集度為 54.1 公升油當量/千元，較前一年 51.4 公升油當量/千元上升 5.19%。

化學材料業能源效率分析，2001~2011 年化學材料業能源密集度大致呈下降趨勢，2011 年化學材料業能源密集度為 54.1 公升油當量/千元，較 2010 年上升 5.25%，主要受原物料成本持續提高影響，國內吸收轉嫁能力不足，使得能源密集度較前一年為高。輕油裂解是化學材料業最耗能的製程，在製程不易更動情形下，能源密集度仍維持較高水平，其變動主要受油價波動的影響較大。另外從使用能源的比重來看，電力及煤炭是化學材料業最主要的能源消費，兩者合計占了總能源消費的 86.10%。鼓勵廠商進行電力及煤炭方面的節約，將直接有助於提高能源使用效率，另外若能提高化學材料業相關產品的附加價值亦可使能源密集度進一步降低。

2011 年化學材料業整體產值持續回升，能源密集度則明顯下降，主要原因受原油價格持續攀升的影響。化學材料業屬耗能較高之產業，輕油裂解是化學材料業最耗能的製程，在製程不易更動情形下，能源密集度仍維持較高水平，顯示能源利用效率已成為產業發展的瓶頸。石化業過去以民生應用為主，近年來與高科技產業(例如人纖、光電、製

藥等)關連度密切，應適度維持產業規模。又因石化業為高耗能產業，應嚴格監督管理能耗，確保產業永續發展。中國大陸目前為台灣最大石化產品銷售市場，主要以大宗原料類最多且量最大，近年來中國大陸及中東產能陸續提升，未來台灣石化產品出口競爭力將備受考驗過去以量為主的產業型態需加以調整，除了提高產業競爭力外，進一步可降低能源密集度。建議如下：

- A.製程以電力及蒸汽需求最高，各石化廠可以合組能源公司模式，在工業區內籌設汽電共生系統，除滿足石化製程電力及蒸汽需求外，更可提升能源使用效率。
- B.具製程節能潛力石化產品製程更新，如純對苯二甲酸(PTA)、乙二醇(EG)、丙烯腈(AN)、醋酸(HAC)等。
- C.設備、系統與運轉方法的效率改善，進一步強化業者自發性節能管理，可逐步提升能源效率。
- D.產、學、研各界研發能量，開發節能新製程、新技術，並強化節能誘因機制。
- E.產品升級、多樣化及與高科技產業結合，強化對全球相關產業的服務能力，持續推動產業高值化，降低能源密集度。

有關近 5 年能源效率變化，請參考化工業能源效率分析表。

### 化工業能源效率分析

最終能源 消費量 (公秉油當量)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
化材業	12,481,053	11,429,602	11,194,604	12,174,986	11,820,034	8.76%	-2.92%	-11.67%
化工業	15,156,751	14,010,307	13,653,651	14,934,372	14,573,861	9.38%	-2.41%	-11.79%
生產毛額 (GDP) (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
化材業	215,108	196,517	213,113	236,718	218,474	11.08%	-7.71%	-18.78%
化工業	359,340	328,864	327,477	382,253	371,695	16.73%	-2.76%	-19.49%
總產值 (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
化材業	1,906,560	1,852,168	1,510,709	2,066,222	2,185,961	36.77%	5.80%	-30.98%
化工業	2,464,120	2,397,708	1,989,825	2,644,323	2,788,356	32.89%	5.45%	-27.45%
能源密集度 (GDP 為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
化材業	58.02	58.16	52.53	51.43	54.10	-2.09%	5.19%	7.28%
化工業	42.18	42.60	41.69	39.07	39.21	-6.29%	0.36%	6.65%
能源密集度 (產值為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
化材業	6.55	6.17	7.41	5.89	5.41	-20.48%	-8.23%	12.25%
化工業	6.15	5.84	6.86	5.65	5.23	-17.69%	-7.45%	10.24%

資料來源：1.工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

2.經濟部統計處，工業生產統計年報，2012 年 3 月。

3.行政院主計處，國民所得統計國內各業生產毛額(93SNA)，2012 年 11 月。

## (2) 金屬基本工業

金屬基本工業係指鋼鐵工業和非鐵金屬工業(如銅、鋁、錫等製造之行業)，其中產值以鋼鐵工業占大部分，而非鐵金屬工業中則以銅製造業占最大比例。鋼鐵製造流程主要分為二種方法：(1)高爐轉爐煉鋼：使用鐵礦和廢鋼做為原料。(2)電爐煉鋼：使用直接還原鐵(direct reduced iron)、鑄鐵和廢鋼做為原料。其中全世界鋼鐵製程約 2/3 使用高爐轉爐煉鋼製程，約 34% 使用電爐煉鋼製程，另外還有 3% 使用過時且耗能的平爐(open-hearth furnace)製程。

金屬基本工業包括鋼鐵工業及非鐵金屬工業，2011 年金屬基本工業產值為新台幣 17,946 億元，較 2010 年成長 7.12%，鋼鐵工業產值為新台幣 15,197 億元，占金屬基本工業產值的比重達 84.68%；非鐵金屬工業產值為新台幣 2,749 億元，比重僅占 15.32%。

金屬基本工業為我國第三大耗能產業，共有約有三百多家廠商，2011 年外銷占總產量 28.68%。主要產業包括鋼鐵軋延及擠型業、鋼鐵冶煉業、鋼鐵伸線業等，主要產品為粗鋼、熱軋鋼捲、鋼筋等，粗鋼是各項產品中產量最多的產品。金屬基本工業以鋼鐵軋延及擠型業產值比重最高占 50.42%，此產業屬內需型產業，目前國內鋼材基本上呈現供過於求的狀態；其次為鋼鐵冶煉業占 30.48%，以內銷市場為主，鋼鐵業因所需原料多需依賴進口，易受國際鋼鐵行情和下游鋼鐵製品產業景氣影響；而鋼材軋延、擠型、伸線業僅占 5.29%。我國金屬基本工業已屬發展成熟穩定之產業。

2011 年國內主要鋼品之產量，鋼胚為 2,288 萬公噸，較前一年增加 11.61%；熱軋鋼捲板產量為 1,679 萬公噸，較前一年增加 4.03%；冷軋鋼捲板產量為 478 萬公噸，較前一年減少 1.61%；鋼筋產量為 589 萬公噸，較前一年增加 11.55%；盤元線材產量為 235 萬公噸，較前一年增加 2.24%；型鋼產量為 176 萬公噸，較前一年增加 0.97%；冷軋不鏽鋼捲板產量為 110 萬公噸，較前一年減少 0.33%。

2011 年鋼胚平均價格每噸 23,877 元，較 2010 年成長 0.33%；而內需型之鋼筋及型鋼產品在鋼鐵原物料價格帶動下，鋼筋平均每噸為 20,626 元，型鋼為 24,297 元，分別較前一年上昇 12.08% 與 8.06%。2011 年第一季在中國鋼市尚屬熱絡、歐美市場需求回溫帶動下，加上國際煉鋼原料報價持續調漲，帶動鋼鐵業產品呈現回升走勢。第二季起，受到中國鋼材消費趨緩、歐美債信問題衝擊擴大等不利因素影響，導致中國及國際鋼價開

始修正，本產業產品報價亦出現小幅修正走勢。下半年受到國內外鋼材需求及報價持續走弱影響，加上煉鋼原料報價出現修正，我國板鋼鋼材如熱軋鋼捲及冷軋鋼捲報價出現較為明顯的修正，而條鋼鋼材如低價線材、鋼筋及 H 型鋼則由於以內需為主，受到國際鋼鐵行情影響較低，加上產業及公共工程需求仍屬熱絡，報價相對強勢。以全年而言，條鋼鋼材除鋼筋外的產品報價仍維持漲勢，而板鋼鋼材受國際鋼市影響而呈現滑落。

2011 年金屬基本工業最終能源消費量為 648 萬公秉油當量，較 2010 年增加 5.27%，連續兩年成正成長。能源使用以電力為主占 59.16%，其次為煤及煤製品占 28.46%，原油及產品製占 7.66%，天然氣占 4.57%；其中天然氣使用成長 14.57% 最多，其次為煤及煤製品增加 10.23%。而鋼鐵業最終能源消費量為 612 萬公秉油當量，較 2010 年增加 5.64%。主要原因為國內與國際經濟溫和成長刺激鋼鐵需求回升，再加上中龍鋼鐵公司 1 號高爐點火及該公司所屬熱軋工場量產後，電力和煤及煤製品能源消費量均較 2010 年明顯增加。鋼鐵業能源使用以電力為主占 58.52%，其次為煤及煤製品占 30.12%，原油及產品製為占 6.92%，天然氣為占 4.35%。各類能源使用中以天然氣使用成長 14.53% 最多，其次為煤及煤製品增加 10.23%，原油及石油產品則減少 9.17%。由於燃料油價格處於高檔，帶動廠商部分能源油燃油轉換為天然氣，使的天然氣成長較多。

2011 年金屬基本工業能源密集度為 27.5 公升油當量/千元，較 2010 年上升 7.33%，由歷年趨勢來看，能源密集度有逐年下降趨勢，顯示廠商歷年致力於能源效率提升，唯 2011 年因受景氣影響，GDP 下滑而影響能源密集度之表現。鋼鐵業是耗能的製程，在製程不易更動情形下，能源密集度仍維持較高水平；另外從使用能源的比重來看，電、煤是鋼鐵業最主要的能源消費，兩者合計占了總能源消費的 88.64%。鼓勵廠商進行電、煤方面的節約，將直接有助於提高能源使用效率，另外若能提高鋼鐵業相關產品的附加價值亦可使能源密集度進一步降低。

# 製造業能源查核年報

有關近 5 年能源效率變化，請參考金屬基本工業能源效率分析表。

## 金屬基本工業能源效率分析

最終能源消費量 (公秉油當量)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
鋼鐵業	5,638,889	5,382,232	4,665,904	5,797,328	6,124,304	24.25%	5.64%	-18.61%
金屬基本工業	6,029,761	5,749,630	4,980,097	6,157,020	6,481,626	23.63%	5.27%	-18.36%
生產毛額(GDP) (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
鋼鐵業	-	-	-	-	-	-	-	-
金屬基本工業	213,317	206,263	189,097	240,663	236,041	27.27%	-1.92%	-29.19%
總產值 (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
鋼鐵業	1,382,921	1,537,118	961,837	1,418,760	1,519,659	47.51%	7.11%	-40.39%
金屬基本工業	1,631,590	1,745,106	1,124,159	1,675,319	1,794,553	49.03%	7.12%	-41.91%
能源密集度 (GDP 為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
鋼鐵業	-	-	-	-	-	-	-	-
金屬基本工業	28.27	27.88	26.34	25.58	27.46	-2.86%	7.33%	10.19%
能源密集度 (產值為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
鋼鐵業	4.08	3.50	4.85	4.09	4.03	-15.77%	-1.37%	14.40%
金屬基本工業	3.70	3.29	4.43	3.68	3.61	-17.04%	-1.72%	15.32%

資料來源：1.工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

2.經濟部統計處，工業生產統計年報，2012 年 3 月。

3.行政院主計處，國民所得統計國內各業生產毛額(93SNA)，2012 年 11 月。

### (3) 紡織業

依據紡織產業的結構分類，可將其區分為上游的人造纖維製造業，中游的紡織業(紡紗與織布業)以及下游的成衣與服飾品業。人造纖維業主要的產品有聚酯絲、聚酯棉、聚胺絲、螺縲絲及碳纖維等；紡紗業主要的產品有棉紗線、毛紗線、混紡紗、聚酯加工絲及尼龍加工絲等；織布業主要的產品有棉布、聚酯絲織布、尼龍絲織布、其他人纖布、人纖棉布、圓編針織布及經編針織布等；成衣業及服飾品製造業主要的產品有梭織成衣、針織成衣、毛衣、襪類、紡織手套、紡織帽及其他服飾品等；不織布及其他紡織品主要的產品有不織布、紗線染整、針織與梭織布染整、地毯、毛巾物、床單物、帆布製品、繩索、鬆緊帶及其他紡織品等。

根據中華民國行業標準分類中紡織產業包括紡織業及成衣及服飾品製造業，而紡織業下細產業包括紡紗業、織布業、染整業、紡織製成品製造業，其中有關人造纖維部分(人造纖維紡紗、人造纖維梭織布業及人造纖維加工絲製造業)，其上游原材料的人造纖維製造業不屬於紡織業，而屬於化學材料製造業項下細產業。

2011年紡織產業總產值為3,378億元，其中紡紗織布業、成衣及服飾業的產值比重分別為92%與8%。近十年產值年平均成長率為-9.3%。2011年因為全球經濟持續復甦及原物料價格的上漲帶動，使得紡織業總產值成長，能源密集度亦明顯降低。

全球紡織品及成衣貿易近10年來平均成長率為6.9%，以產業規模計算，紡織工業係全球貿易市場主要產業之一。2010年全球紡織品貿易2,507億美元，前三大出口國家依序為中國占38.6%、歐盟8.3%、印度5.1%，台灣居全球第六位，占3.9%；全球成衣貿易3,515億美元，前三大出口國家依序為中國占36.9%、香港6.8%、歐盟6.3%，台灣居全球第二十九位，占0.3%。

我國紡織業是以出口為導向，易受到國際經濟景氣的影響及新興國家的競爭壓力。產業規模已達成熟期，成長趨緩。人纖加工紡紗的部分因化纖原料受制於上游石化產業，產值易受到國際油價波動影響。下游成衣服飾屬勞力密集，產業外移嚴重。

2011年我國紡織業實質GDP約914億元，占全國約0.6%，占工業部門約2%，2001~2011年年平均成長率為-3.6%。2011年紡織業產值3,378億元，占全國約0.66%，

占工業部門 2.2%，較前一年成長 2.6%，近十年平均成長率為-9.3%，其中紡紗織布業、成衣及服飾業的產值分別為 3.26%及-4.65%，產值占比分別為 92%與 8%。

2011 年影響產值增加的原因主要為全球經濟持續復甦、上游原物料價格的上漲，帶動相關紡織品價格上漲，及與中國簽訂 ECFA，使得紡織業總產值呈現成長趨勢。但也因全球經濟景氣復甦趨緩、歐債風暴影響對亞洲國家採購減緩、中國大陸貨幣緊縮政策、下半年紡織原物料價格回跌等綜合性因素，導致 2011 年台灣整體紡織產業出現開高走低的趨勢。

2011 年紡織業能源密集度(以 GDP 為底)約為 21.2(公升油當量/千元)，近五年能源密集度呈現下降趨勢(-4.1%)，從 95 年的 26.2 公升油當量/千元下降至 2011 年的 21.2 公升油當量/千元。2011 年紡織業能源密集度(以產值為底)約為 5.7(KLOE/百萬元)，近五年能源密集度成長率為負(-7%)，從 95 年的 8.3(KLOE/百萬元)下降至 2011 年的 5.7(KLOE/百萬元)。

紡織業耗能中電力約占 71%，主要使用在各類纖維產品之製造，能源密集度呈下降趨勢。能源效率持續改善中，但效率易受產品批次多影響，能源密集度變動幅度較大。

2011 年因經濟持續復甦，紡織業整體產值較 2010 年明顯增加，能源密集度則明顯下降，為近年來最低水準。紡織業非耗能高之產業，但隨著中國及東南亞國家在紡織技術上日益精進，國內產業過去以量為主的產業型態應加以調整，朝向產品高值化轉型，除了可提高產業競爭力外，進一步可降低能源密集度。

針對紡織產業未來在節能方面之發展策略建議如下：

A.加速產業結構調整：近年來我國紡織產業逐漸朝向非衣著用纖維轉型如醫療級布類，產品除有較高附加價值外，亦可減少景氣變動之干擾。

B.持續推動紡織業節能輔導改善措施：

a.加強鍋爐節能改善輔導：鏈條式塊煤鍋爐檢測與調整空氣比，及輔導燃油、氣鍋爐空氣比及排氣溫度符合節約能源規定，若無法改善，協助廠商汰舊換新。

b.改用生質能燃料、減少碳排放：鏈條式鍋爐可使用包括稻殼椰子殼、RDF 等燃



料；2017年實施之「指定能源用戶使用蒸汽鍋爐應遵行之節約能源規定」，不包括以「木材、木屑、樹皮、淤渣、黑液、廢棄輪胎或其他都市及產業廢棄物混燒者」之鍋爐。

c.製程設備節能輔導：包括(A)蒸汽祛水器洩漏測試(B)生產設備廢熱回收(C)染色機使用低浴比設備等。

C.提供節能設備更換誘因：

a.設備汰舊換新優惠貸款及利息補貼；

b.擴大辦理廢熱回收補貼。

D.推動大用戶節能目標管理：

a.依據國內單耗指標當參考，用以推動節能目標管理。

b.依 ISO 50001 國際標準輔導企業建置能源管理系統，以改善節約能源績效。

E.依能管法第八條訂定設備節約能源規定：

a.已訂定蒸汽鍋爐節約能源規定，將實際稽查，達節能目的。

b.將公告禁用新設鏈條式塊煤鍋爐節約能源規定。

# 製造業能源查核年報

有關近 5 年能源效率變化，請參考紡織業能源效率分析表。

## 紡織業能源效率分析

最終能源消費量 (公秉油當量)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
紡織業	2,628,255	2,317,269	2,009,794	2,110,279	1,941,981	5.00%	-7.98%	-12.97%
生產毛額(GDP) (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
紡織業	105,084	95,584	83,203	96,589	91,427	16.09%	-5.34%	-21.43%
總產值 (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
紡織業	344,777	312,178	262,811	329,244	337,869	25.28%	2.62%	-22.66%
能源密集度 (GDP 為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
紡織業	25.01	24.24	24.16	21.85	21.24	-9.55%	-2.78%	6.77%
能源密集度 (產值為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
紡織業	7.62	7.42	7.65	6.41	5.75	-16.19%	-10.32%	5.86%

資料來源：1.工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

2.經濟部統計處，工業生產統計年報，2012 年 3 月。

3.行政院主計處，國民所得統計國內各業生產毛額(93SNA)，2012 年 11 月。

### (4) 造紙業

造紙業為國內主要耗能產業之一，造紙業依其特性大致可分為，上游的紙漿業、中游的紙張業（文化用紙、家庭用紙、包裝用紙）、紙板業（工業用紙）以及下游的紙器、紙品加工業，我國紙廠的規模以中小型為主。

2011年紙業整體產值呈穩定成長趨勢，全年產值僅較2010年微幅增加0.83%，為1,693億元。各類紙品除了紙張業及紙漿其他製品分別負成長6.94%及4.82%外，皆出現正成長趨勢，成長幅度依序為紙板業3.98%、紙容器業3.39%、家庭及衛生用紙業2.09%。

造紙業產值結構，因受惠於台灣為外銷導向國家，出口產品如工業產品、電子產品、腳踏車多需瓦楞紙箱進行包裝，2011年紙容器業與紙板業產值占比合計超過60%，分別為33.4%與26.9%；民生家庭及衛生用紙產值持平占14.3%；近年來紙張生產因受環保、電子商務與網際網路影響，降低對紙張的需求，產值占比下降至13.1%。

紙業產量中以紙板產量為最大約293公噸，占總產量約70%，2011年受惠於電子產品包裝需求，產量增加2.8%；其次依序為文化用紙69公噸，占總產量約16.5%，受進口文化用紙及電子商務網路衝擊產量減少1.3%；紙漿36.8公噸，占總產量9%，因外銷減少產量下降4.2%；家庭用紙產量約20.5公噸，占總產量約5%，因外銷訂單增加產量增加3.7%。

各類產品外銷比例，紙板與文化用紙約3成外銷7成內銷，紙漿外銷因大陸漿廠興起降為7%，家庭用紙外銷比例則由2006年0.9%上升到2011年5.87%。近年來因國內市場需求飽和，業界至海外設廠，國內工業用紙板產量明顯下降，主要外銷國家為中國與越南，此兩地也是國內業界海外設廠之主要產地。

國內造紙業所需紙漿原料70%為廢紙，30%為純木漿，廢紙部分70%為國內回收廢紙，30%為進口；純木漿部分因台灣非產漿國70%靠進口，30%為國產，故國內紙漿價格易受國際紙漿價格影響。2011年因受到產漿國日本311地震及芬蘭紙業罷工影響，國內外紙漿與廢紙價格上半年逐季上漲；爾後因爆發歐洲債信風暴影響，下半年紙漿與廢紙價格逐季下跌。國內主要紙品平均單價，變化依序為家庭用紙單價增加2.59%為每公噸60,270元，紙板提高1.01%為每公噸15,960元，文化用紙單價下降4.7%每公噸29,060

元。

2011 年造紙業能源消費量為 145 萬公秉油當量，約占全國 1.3%，占工業部門約 3.36%，相較 2010 年增加 4%。因造紙業整體產量並無大幅增加，本研究調查能源消費量增加主要因為新增工業用紙機試運轉期間產能未達經濟規模、各廠商積極進行能源轉換試車期間相較耗能、衛生用紙接獲海外訂單此產品相較其他紙品消耗較多能源所致。

以 GDP 為底的能源密集度來看，能源密集度從 90 年每百萬元 47.6 公秉油當量，減少至 2010 年每百萬元 34.8 公秉油當量，2011 年受到 GDP 大幅下降 9.7% 影響，能源密集度上揚 15% 至每百萬元 40.1 公秉油當量。

以產值為底的能源密集度來看，2011 年造紙業受到產量增加 1.5%、新機啟動與能源轉換效率下降，能源使用量增加 4.02%，但產值僅增加 0.8%，使得能源密集度上揚 3.16%。長期來看，能源密集度從 2001 年每百萬元 12.86 公秉油當量，下降至 2010 年 8.3 公秉油當量，再增加至 2011 年 8.56 公秉油當量，其中除 2005、2009 年金融風暴及 2011 年新機啟動與能源轉換效率下降外，能源密集度皆呈下降趨勢，年平均降幅達 3.6%。究其原因 2001~2011 年廠商產量減少與致力節能，使得能源消費量年平均減少 1.0%；產品價格得以順利轉嫁年平均成長 3.5% 產值創新高所致。

近年來造紙業致力推行能源節約與積極創造附加價值成效顯著，業者持續推動節能政策，積極投資節能措施、進行能源轉換、廢棄物生質燃料的應用、上下游製程的改善，創造造紙業更高的競爭力。

有關近 5 年能源效率變化，請參考造紙業能源效率分析表。

造紙業能源效率分析

最終能源消費量 (公秉油當量)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
造紙業	1,537,619	1,432,598	1,317,987	1,393,870	1,449,852	5.76%	4.02%	-1.74%
生產毛額(GDP) (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
造紙業	44,619	40,693	37,769	40,020	36,139	5.96%	-9.70%	-15.66%
總產值 (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
造紙業	154,091	161,183	133,281	167,932	169,330	26.00%	0.83%	-25.17%
能源密集度 (GDP 為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
造紙業	34.46	35.21	34.90	34.83	40.12	-0.19%	15.19%	15.38%
能源密集度 (產值為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
造紙業	9.98	8.89	9.89	8.30	8.56	-16.06%	3.16%	19.22%

資料來源：1.工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

2.經濟部統計處，工業生產統計年報，2012 年 3 月。

3.行政院主計處，國民所得統計國內各業生產毛額(93SNA)，2012 年 11 月。

### (5)非金屬礦製品業

非金屬礦物製品製造業係指從事石油及煤以外之非金屬礦物製品製造之行業，主要包括玻璃及其製品製造業、耐火/黏土建築材料及陶瓷製品製造業、水泥及其製品製造業、石材製品製造業等。

非金屬礦物製品製造業以水泥及其製品製造業為最主要產品。

水泥產業上中下游包括：(1)上游：產出水泥原料之業者，如土石採取業(矽砂、黏土)、非金屬礦業(石灰石)、及其他(鐵渣、爐石、底渣、再生石膏)等；(2)中游：使用高溫熱處理產製水泥熟料及經研磨產出水泥之業者；(3)下游：運用水泥進行後續生產製造之業者。

非金屬礦製品業中以水泥產業(包含水泥製造業、預拌混凝土製造業與水泥製品業)的產值比重最高，占 49.05%；玻璃相關產業比重占 23.39%，黏土建築材料業則在 6.42%，其他如耐火材、陶瓷衛浴、石材製品等各產業均低於 5%。

2010 年全球水泥產能 34.1 億公噸，全球水泥需求年成長率為 5.3%，主要由新興國家需求所帶動，前三大國家依序為中國大陸 52.7%、印度 8.5%、伊朗 2.3%，台灣產能占比 0.5%；2011 年全球水泥產能 34.3 億公噸，前三大國家依序為中國大陸 58.3%、印度 6.1%、美國 2.0%，台灣產能占比 0.5%，台灣於 2011 年水泥總產量為 16 百萬噸。

2011 年非金屬礦業 GDP 占工業約 1.9%，耗能占 8.4%，水泥業產值占非金屬礦業比重約 14%。水泥業產值占非金屬礦業比重約 14%，2011 年水泥業產值為 298.8 億。水泥產量隨著國內民間建築(占七成)與公共工程(占三成)需求而起伏；近年來國內需求減少導致生產供過於求，外銷比重增大，後經政策主導逐年降低外銷比重，2009、2010 及 2011 年外銷比重分別為 51%、44%與 36%，預計於 2015 年降至 30% 以內。

2011 年非金屬礦物製造業最終能源消費量為 362.58 萬公秉油當量，較 2010 年的 320.93 萬公秉油當量增加 12.98%。2011 年水泥業總計能源使用量為 182.33 萬公秉油當量，較 2010 年減少 0.28%；各項能源消費的比率以燃料煤為主約占能源使用約 66.6%，其次為電力占 28.0%，原油產品占比 5.4%。其中以電力消費量增加 5.43% 較多，燃料煤及原油產品消費量則減少。

水泥業產製過程中使用的能源主要可分為燃煤、電力及油等 3 種，燃煤主要供熟料燒成加熱時之燃料，燃油用在旋窯點火及機器設備潤滑等，電力則供應全廠用電所需。生產每公噸水泥平均要耗用 112.9 度的電、132.7 公斤的煤和 0.42 公升的重油，能源支出占總生產成本的 50% 以上，為能源密集度較高之產業。

2001 至 2010 年非金屬礦業能源密集度的長期趨勢為逐漸下降，98 年密集度微升為 49.7 LOE/千元台幣，2010 年密集度降為 39.7 LOE/千元台幣，2011 年密集度微升為 41.1 LOE/千元台幣，能源密集度排第二，低於化材業。非金屬礦業能源密集度下降原因：主要為單位耗能較差的生產線逐漸關閉，及逐步推動節能措施等。

國產水泥(含熟料)應以內銷為主，不鼓勵外銷，外銷為調節產銷。已逐步調降水泥出口比例與產能，出口比例 2009 年為 51%，逐年調降，於 2015 年降至 30% 以內；窯爐產能 2009 年為 2,400 萬噸，於 2015 年調降至 1,900 萬噸。

有關「水泥製造業應遵行之節約能源與能源效率指標規定」已於 2012 年 9 月公告；將配合成立水泥業主要耗能設備能源效率實地稽查小組，實地查驗與追蹤，以促使業者更換高效率設備。

# 製造業能源查核年報

有關近 5 年能源效率變化，請參考非金屬礦製品業能源效率分析表。

## 非金屬礦製品業能源效率分析

最終能源消費量 (公秉油當量)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
水泥及水泥製品業	2,109,158	1,968,735	1,693,416	1,735,639	1,938,244	2.49%	11.67%	9.18%
非金屬礦製品業	3,518,389	3,370,143	2,954,365	3,209,320	3,625,790	8.63%	12.98%	4.35%
生產毛額(GDP) (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
2010 年						2011 年		
水泥及水泥製品業	-	-	-	-	-	-	-	-
非金屬礦製品業	71,965	69,700	59,457	80,587	88,288	35.54%	9.56%	-25.98%
總產值 (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
2010 年						2011 年		
水泥及水泥製品業	114,160	112,811	97,660	102,151	107,700	4.60%	5.43%	0.83%
非金屬礦製品業	217,787	215,848	184,939	205,156	219,553	10.93%	7.02%	-3.91%
能源集中度 (GDP 為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
2010 年						2011 年		
水泥及水泥製品業	-	-	-	-	-	-	-	-
非金屬礦製品業	48.89	48.35	49.69	39.82	41.07	-19.85%	3.12%	22.98%
能源集中度 (產值為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
2010 年						2011 年		
水泥及水泥製品業	18.48	17.45	17.34	16.99	18.00	-2.01%	5.92%	7.93%
非金屬礦製品業	16.16	15.61	15.97	15.64	16.51	-2.07%	5.57%	7.64%

資料來源：1.工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

2.經濟部統計處，工業生產統計年報，2012 年 3 月。

3.行政院主計處，國民所得統計國內各業生產毛額(93SNA)，2012 年 11 月。



### (6) 電機電子業

電機電子業可概分為電機工業及電子工業，電機工業產品主要包括電力系統之發電、變電、輸電、配電與各式各樣的用電設備，多屬內需型產業；電子工業產品主要包括積體電路、晶圓、主機板、監視器、光碟片、石英震盪器、液晶顯示器、液晶顯示元件、電子連接頭、電子變壓器、電源供應器等電子零組件和電腦、電子產品及光學產品製造業。

2011 年電機電子業能源消費 9,157,039 公秉油當量，較 2010 年度的 8,644,698 公秉油當量上升 5.93%。

2011 年電機電子業產值 4,804,573 百萬元，其中電子零組件製造業產值為 3,340,185 百萬元，占電機電子業產值的 69.5%，占工業產值的 21.8%；電腦、電子產品以及光學製品製造業產值為 1,049,244 百萬元，占電機電子業產值的 21.8%，占工業產值的 6.8%；電力設備製造業，產值為 415,144 百萬元，占電機電子業產值的 8.7%。2011 年電機電子業產值較 2010 年度的 4,839,455 百萬元，下跌 0.7%，分析各分類行業，電子零組件製造業由於歐美經濟展望不明、歐洲債務風暴未除，加上泰國洪水事件干擾整個 PC 市場供應鏈，造成產業產值下跌 7.8%，導致電機電子業整體產值微幅下跌；電腦、電子產品以及光學製品製造業因業者推出多款新機與低價促銷方案，以及電腦展備貨需求挹注，推升整體產業成長，成長幅度 28.9%；電力設備製造業由於亞洲新興國家經濟仍維持擴張，加上國內公共工程仍持續推動，上半年呈現持續性成長，後半年全球不景氣影響，整體產業略微成長，成長幅度 2.9%。

2011 年電機電子業能源密集度(E/GDP)約為 3.42LOE/千元，較上一年度下降 3.68%，能源密集度(E/GDP)顯示逐年下降趨勢，電子電機業 2011 年 GDP 約為 2 兆 7 千億元，占製造業的 58.4%，於製造業中排名第 1，GDP 成長率明顯高於能源用量成長率，近 10 年年平均降幅為 6.3%。主要因為產業屬於高附加價值，GDP 年平均成長率高。

電子業耗能占比較大之公用設備分別為空調系統 30~35%、空壓系統 10~15%。因此節能查核及輔導的項目仍著重於與其相關之項目。於實地查核中常見的情形，以空壓系統為例；採空/重車運轉模式之空壓機於空車時仍虛耗電能，其改善措施除採外掛變頻器方式降低能耗外，亦可於汰舊換新時採用新式的變頻、變速控制方式的空壓機，達到節

能效果。至於空壓系統乾燥機節能的問題，於實地查核輔導時亦提出相關改善建議，敦促能源用戶全面採用加熱式乾燥機並合理調整露點溫度設定，並以露點溫為參數取代定時方式，減少沖洗量以節省電能。對於採用最新式技術的零耗氣加熱式乾燥機是更為節能的設備，未來汰換時建議優先考量。此外，許多業者之空壓系統未裝設流量計，建議空壓系統裝設相關表計並定期較驗，建立長期供需用量統計、單機單位能耗分析等能耗數據，其對於空壓系統能源基線的建立實屬必要。空調系統節能方面；無塵室是電子廠能耗的大宗，常見造成耗能過多的情形為；運轉操作規格超過需求等級，改善方法可藉由檢討製程實際需求等級的合理性，逐步調降 FFU 的覆蓋率和轉速避免超規格運轉造成能源浪費、設置單獨外氣空調箱、除濕盤管採露點溫度控制、空調箱風機裝設變頻器等節能因應措施。而與製程相關性高的節能改善近來因能源價格的高漲受到相當的重視，許多大廠已投入製程節能，探討機台設備能耗原因，例如；以往產線機台製程排氣量未予管制，造成能源成本無法降低，檢討後進而減少製程排氣風量，合理降低換氣量需求使空調系統降載，達到節能效益。

2011 年由於歐債信風暴的衝擊和美國經濟復甦不明朗，使得消費力道持平，無法大幅躍升，電機電子業年產值 4,804,573 百萬元，較 2010 年度的 4,839,455 百萬元下跌 0.7%，同時 2011 年電機電子業能源消費 9,157,039 公秉油當量，較 2010 年度的 8,644,698 公秉油當量上升 5.93%。2011 年電機電子業能源密集度，以產值為底 1.9 KLOE/百萬元，較上一年度上升 6.7%，2011 年電子業產值雖然微幅下降，但以產值為底的能源使用效率下降。值得注意的是 8 吋晶圓的單位產品能耗增加係由於產能下降而機台仍需待機，造成無效能源所致。如何降低此一情形，應是設備節能技術及管理上可以努力的方向。

電機電子業由於產品良率訴求至上，因此製程條件須力求穩定，能源成本占整體生產成本比例較低，能源使用量亦隨產品製程不同呈現較大差異性，部分產品之生命週期短，製程的節能措施通常較不易實施，因此公用設備有較大節能空間，其中空調系統於典型電子廠的能源使用中占比最高，一般而言，空調耗能占全廠耗能約 25~35%。電子產業例如半導體、面板、封裝、太陽光電...等對無塵室等級需求不同，耗能不同，無法以同一標準要求廠商進行節能操作，是以電子業無塵室節能效益各有不同。對於具備無塵室的能源用戶，因無塵室潔淨度的等級及室內溫、溼度標準範圍，皆被視為與製程相關的技術機密，此種規格一般均由能源用戶自行研究完成，或由技術轉移者告知。因此耗能是否合理，莫衷一是，無法有效管理。建議檢視並合理調整潔淨室操作條件，包括

冰水出水溫度合理化、主機與冷卻水塔運轉最佳化、冷卻水泵運轉最佳化、冷卻水塔並聯操作、分析空調耗能於全廠用電占比的合理性分析、將季節氣候條件納入系統控制調整的考量例如；降低非夏季時間冷卻水的溫度、外氣空調箱的加溫器使用條件檢討...等，使無塵室以節能方式運轉，達到節能目的。

有關近 5 年能源效率變化，請參考電機電子業能源效率分析表。

電機電子業能源使用效率分析

最終能源消費量 (公秉油當量)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
電機電子業	7,617,621	8,068,668	7,680,514	8,644,698	9,157,039	12.55%	5.93%	-6.63%
生產毛額(GDP) (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
電機電子業	1,733,613	1,874,674	1,878,085	2,437,479	2,680,713	29.79%	9.98%	-19.81%
總產值 (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
電機電子業	4,464,974	4,186,601	3,619,706	4,839,455	4,804,573	33.70%	-0.72%	-34.42%
能源密集度 (GDP 為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
電機電子業	4.39	4.30	4.09	3.55	3.42	-13.28%	-3.68%	9.59%
能源密集度 (產值為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
電機電子業	1.71	1.93	2.12	1.79	1.91	-15.81%	6.70%	22.51%

資料來源：1.工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

2.經濟部統計處，工業生產統計年報，2012 年 3 月。

3.行政院主計處，國民所得統計國內各業生產毛額(93SNA)，2012 年 11 月。

## (7) 食品業

我國食品業，大體可分為上游的原物料加工製造業與下游的終端成品業，其中上游的原物料加工製造業主要為飼料、肉品、油脂、蔬菜及麵粉，屠宰、碾穀與磨粉等。下游的終端成品業主要為飲料、乳品、調味品、糖果、煙草及速食等。

我國食品業近五年來除 2009 年受金融風暴影響產值下跌外，產值均呈現逐年成長趨勢。2010 年受大宗物資價格持續上漲以及景氣復甦終端需求提高等因素，食品業總產值已恢復全球金融風暴前的水準；2011 年食品產業總產值為 6,303.3 億元仍持續成長，但因受到原物料價格上漲及塑毒事件影響，成長幅度較 2010 年略降，但仍達 6.12%。2011 年食品產業總能源使用量為 1,221,587 公秉油當量，較 2010 年微幅下降 0.18%。

全球氣候異常導致主要穀物生產國產量縮減，及美元短期弱勢和預期供需轉為緊俏等，帶動投資熱錢轉入原物料市場，從而推升 2011 年以來的國際穀物價格走勢；此外，紐西蘭強震及澳洲氣候變異，導致全球生乳及相關原料價格因市場供應缺口擴大而拉高，因此我國相關食品業者於 2011 年以來的原物料成本壓力要顯著高於 2010 年，其中又以食用油脂製造、碾穀磨粉及澱粉製造、動物飼料配製，以及麵粉條類食品製造等細項產業之直接衝擊度最大，其他包括肉類處理保藏及其製品製造、水產品處理保藏及其製品製造、糖果及烘焙炊蒸食品製造等子產業，受上游成本轉嫁影響，導致業者成本負擔加重，但因受惠政府關稅調降及耕地活化政策，加上企業採集體購料，而有助於整體壓力分散及降低。

2011 年食品業 GDP 為 1,741 億元，較 2010 年成長 6.32%。2011 年國內製造業總產值為 144,488.7 億元，其中食品產業總產值為 6,303.3 億元，較 2010 年 5,939.6 億元成長，成長幅度達 6.12%。食品業中食品製造業產值 4639.7 億元(78.01%)，較 2010 年成長 6.79%，飲料及菸草製造業為 1305.9 億元(21.99%)，較 2010 年成長 3.77%。2011 年食品業產值前四項子產業分別為非酒精飲料及菸草製造業、動物飼料配製業、未分類其它食品製造業、及屠宰業。從近 5 年產值來看，可發現食品、飲料及菸草製品批發業的產值除 2009 年受金融風暴影響而略微下滑外，本產業之產值呈現出逐年成長的趨勢，尤其近兩年受到國際大宗穀物價格上漲因素所帶動，產值出現較大幅度的成長。

近五年食品業能源效率趨勢，食品業為低能源密集度產業，2011年食品業能源密集度(GDP為底)為7.02公秉油當量/百萬元，較2010年下降了6.12%，2011年食品業能源密集度(產值為底)則為1.94公秉油當量/百萬元，較2010年的2.06公秉油當量/百萬元略為減少，降幅為5.94%。顯示價格上漲及需求面回溫使得產值明顯增加，但能源消費量僅小幅增加，因而能源密集度呈現下降趨勢。

整體而言，未來食品業經營趨勢包括：全球原物料價格仍維持上漲趨勢，促使食品價格仍面臨上漲壓力；食品安全事件不斷，將使加工食品管制日益受到重視；食品廠商意識到消費者飲食習慣的變化，而持續佈局新的餐飲通路等，其中國內食品大廠陸續開發新的多元下游通路，將使得食品加工、食品準備、清理以及製造部門等大幅增長而導致能源服務的能源使用增加。食品業屬能源密集度較低之產業，且近年來能源密集度呈現逐年下降趨勢，顯示各廠多年來均致力於效能提升。食品業能源使用以電力為主，蒸汽亦為食品業製程必需品，隨著國內油電價格上漲，若能導入汽電共生設備將可減輕上漲之壓力。此外，將食品製程等產生的廢水等進行沼氣發電亦可以降低生產成本，同時兼具環保效益。

# 製造業能源查核年報

有關近 5 年能源效率變化，請參考食品業能源效率分析表。

## 食品業能源使用效率分析

最終能源消費量 (公秉油當量)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
						2010 年	2011 年	
食品飲料及菸草業	1,218,897	1,185,258	1,173,794	1,223,784	1,221,587	4.26%	-0.18%	-4.44%
生產毛額(GDP) (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
食品飲料及菸草業						148,160	150,293	
總產值 (百萬元)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
食品飲料及菸草業						504,049	555,866	
能源密集度 (GDP 為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
食品飲料及菸草業						8.23	7.89	
能源密集度 (產值為底)	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	成長率		成長率 差額
食品飲料及菸草業						2.42	2.13	

資料來源：1.工研院綠能所，「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2012 年 12 月。

2.經濟部統計處，工業生產統計年報，2012 年 3 月。

3.行政院主計處，國民所得統計國內各業生產毛額(93SNA)，2012 年 11 月。

## 第3章 節能案例

### 3.1 化工業節能改善案例

案例1：某石化廠改善空壓機假性需求現象

現況說明	某石化廠空壓機總共有 1,000 hp(750kW)，空壓機出氣壓力高於現場用氣壓力 2 kg/cm <sup>2</sup> ，由於空壓系統管路之過濾器出口管徑變小，有流量限制的情況，造成空壓系統假性需求增加。
改善措施	建議過濾器的出、入口管徑與原管路管徑一致，減少空壓機系統假性需求的現象，如此空壓機操作壓力可從 8 kg/cm <sup>2</sup> 降至 7 kg/cm <sup>2</sup> ，其使用電力可降低 6%。
節能成效	(1)節省電力：750kW × 6% × 4,320 小時/年 = 194.4 千度/年 (2)節約金額：194.4 千度/年 × 2.6 元/度 = 50.5 萬元/年。 (3)投資金額：過濾器六組與管徑更新費用為 80 萬元。 (4)回收年限：80 萬元 ÷ 50.5 萬元/年 = 1.6 年。

案例2：化工廠冰水泵浦採用變頻運轉

現況說明	某化工廠空調系統以二台冰水主機運轉，主要供應製程使用，系統配備 2 台冰水泵浦，其馬力數分別為：一台 50 hp 及一台 40 hp，合計 90 hp。冰水泵浦採用定頻運轉。
改善措施	一般空調之冰水泵浦通常較實際容量需求增大約 20% 以上，因此建議冰水泵浦加裝變頻器控制運轉，變頻器低限值為 30Hz，耗損功率的比例為 6%。改善後電源頻率從 60Hz 降至平均 50Hz。
節能成效	(1)節省電力： $[1 - (50/60)^3] \times 1.06 \times 90\text{hp} \times 0.746 \text{ kW/hp} \times 8,600 \text{ 小時/年} = 223,200 \text{ 度/年}$ 。 (2)節約金額：223,200 度/年 × 2.6 元/度 = 58 萬元/年。 (3)投資金額：變頻控制系統設備費用約 70 萬元。 (4)回收年限：70 萬元 ÷ 58 萬元/年 = 1.2 年。

## 案例 3：石化廠鍋爐調降其排氣含氧量

現況說明	某石化廠鍋爐排氣含氧量 7.0%，全年燃料油用量約 6,000 公秉。
改善措施	建議將鍋爐排氣含氧量調整至 4.0%。所以，排氣含氧量降低 3%，燃料油可節省約 1%。
節能成效	<p>(1)節省燃料油：6,000 公秉/年 × 1% = 60 公秉/年。</p> <p>(2)節約金額：60 公秉/年 × 20,000 元/公秉 = 120 萬元/年。</p> <p>(3)投資金額：調降排氣含氧量之控制系統約 40 萬元。</p> <p>(4)回收年限：40 萬元 ÷ 120 萬元/年 = 0.33 年。</p> <p>(燃料油以每公秉 20,000 元估算)</p>



3.2 金屬基本工業節能改善案例

案例 1：鋁合金風扇葉片改為 FRP 葉片

現況說明	12 台風機葉片經過多年使用，且目前使用葉片為舊設計，加上表面已粗糙，造成風量減少效率降低，增加使用電費。
改善措施	由原始設計之鋁合金葉片改為 FRP 葉片，以風量及靜壓接近且大於為調校原則，結果風量平均提升 10.4%，平均節能 31%，風量與效率均大幅提升。  FRP(Fiber Reinforced Plastic)
節能成效	(1)節省電力： $(12.87-8.88)\text{kW/組} \times 12 \text{ 組} \times 24\text{hr/天} \times 360 \text{ 天/年} \times 31\% = 128,242 \text{ 度/年}$ (2)節約金額： $128,242 \text{ 度/年} \times 2.45 \text{ 元/度} = 314.193 \text{ 元/年}$ (3)投資金額：更換 FRP 葉片，費用 95 萬元。 (4)回收年限： $95 \text{ 萬元} \div 31.4 \text{ 萬元/年} = 3.02 \text{ 年}$

案例 2：加熱爐效率改善

現況說明	加熱爐容量為 120 公噸/hr，燃燒排氣溫度 244°C，燃燒排氣含氧量 5.8%，空氣比約 1.38，加熱爐之排氣損失約 17.4%。
改善措施	(1)低溫腐蝕控制之設定溫度為 250°C，太高，建議調降至 150°C 以下。 (2)增加噴嘴清理頻率及調整油溫設定範圍(當天已調整油溫設定至 120°C~100°C)，再調降燃燒排氣含氧量。 (3)高溫預熱空氣控制閥設定 650°C 開啟，但目前採手動操作，開度 90%，441°C 高溫空氣排放至煙囪，浪費能源，建議恢復自動操作。 (4)加熱爐一區有 8 支燃燒器，於部份燃燒器燃燒時，調降未啟用燃燒器之空氣量，以降低整體空燃比。 (5)建議調整油溫設定範圍、估計可調降加熱爐燃燒排氣含氧量至 4.5%，達標準空氣比 1.27，排氣損失約 16.2%，可減少排氣損失 1.2%。
節能成效	(1)節省燃料油： $19,746 \text{ 公秉/年} \times 1.2\% = 237 \text{ 公秉/年}$ (2)節約金額： $237 \text{ 公秉/年} \times 20,000 \text{ 元/公秉} = 474 \text{ 萬元/年}$ (3)投資金額：無 (4)回收年限：立即

## 案例 3：間接水泵系統二台並聯操作，改善為單台泵運轉操作

現況說明	<p>(1)原水泵第 1 台：揚程 44m、電流 120A、電壓 460V，耗電 82.2 kW，流量約 400 m<sup>3</sup>/hr，效率 62.1%。</p> <p>(2)原水泵第 2 台：揚程 50m、電流 140A、電壓 460V，耗電 96.8 kW，流量約 200 m<sup>3</sup>/hr，效率 44.9%。</p> <p>(3)二台並聯共計耗能 179kW。</p> <p>(4)依流量 600m<sup>3</sup>/hr、揚程 40m 最佳情況，泵浦效率 88%，而現有泵浦效率 79%，將近 9%之效損。</p>
改善措施	<p>建議以單台新泵浦，取代二台並聯操作。此單台高效率新泵浦內部表面光滑處理，降低泵浦內部表面磨擦損失；並裝配碳纖複合材料泵殼耐磨環，減小間隙。依流量約 600m<sup>3</sup>/hr、揚程 40m，馬達消耗功率 108.6kW，泵浦效率 88%，抑低量(179kW-108.6kW)為 70.4kW。</p>
節能成效	<p>(1)節省電力：70.4kW × 8,000 小時/年 = 563.2 千度/年</p> <p>(2)節約金額：563.2 千度/年 × 2.3 元/度 = 129.5 萬元/年</p> <p>(3)投資金額：新高效率泵浦含高效率馬達約 90 萬元，泵浦舊底座移除、重建、改管、配電更新等其他費用約 20 萬元，共計約 110 萬元。</p> <p>(4)回收年限：110 萬元 ÷ 130.5 萬元/年 = 0.84 年</p>

3.3 紡織人纖業節能改善案例

案例 1：電力系統改善－適當訂定契約容量及電費採用三段式計價方式（24 小時生產工廠）

現況說明	101 年契約容量 1,750kW，依電費單記錄無超約，且採用二段式電費計價方式。
改善措施	調降契約容量為 1,336kW，離峰契約 32kW，且二段式電價變更為三段式電價，可減少基本電費支出。
節能成效	(1)依 6 月 10 日之電費計價方式，契約容量 1,750kW，且採用二段式電費計價方式，年電費為 2,636.3 萬元。 (2)採用三段式電費計價方式，年電費為 2,473.9 萬元。 (3)契約容量 1,336kW，離峰契約 32kW，且採用三段式電費計價方式，年電費為 2,396 萬元。 (4)節省電費：2,636.3 萬元/年 - 2,396 萬元/年 = 240.3 萬元/年

案例 2：空壓機系統改善

現況說明	(1)某能源用戶，一廠使用編號#6、#7 之空壓機 30hp(22kW)共 2 台，均為一般型機台(非變頻)。二廠使用編號#1 至#5 之空壓機 50hp(37kW)共 5 台，其中#1、#2 做為容量控制(load/unload)。 (2)二廠編號#1、#2 空壓機原設計耗能比為 6.67 kW/CMM (37kW/5.5M <sup>3</sup> /min)，但往復式空壓機每年效率會遞減，推估已降低 15%之能效，耗能比變為 7.88kW/CMM。操作狀態為 53%負載 (135s/120s 60/30A 50%電力消耗) (3)一廠#7 空壓機為 30hp(22kW)，操作狀態為 53%負載(153/120s, 42/24A,57%電力消耗) (4)能源浪費： 空車運轉能耗： $37\text{kW} \times 2 \times (47\% \times 50\%) + 22\text{kW} \times (47\% \times 57\%) \times 8,500 \text{ 小時/年} = 20.4 \text{ 萬度/年}$ 效能差能耗： $(7.88 - 5.5)\text{kW/CMM} \times 23\text{CMM} \times 8,500 \text{ 小時/年} = 46.5 \text{ 萬度/年}$ (市場普遍使用之耗能比為 5.5~6 kW/CMM)
------	---

改善措施	建議一廠將編號#6、#7 空壓機改採用一台 50hp 空壓機，二廠將#1、#2 空壓機改採用一台 100hp 變速空壓機做容量控制(load/unload)。
節能成效	(1)節省電力：20.4 萬度/年 + 46.5 萬度/年=66.9 萬度/年 (2)節約金額：66.9 萬度/年 × 2.54 元/度=169.9 萬元/年 (3)投資金額：100hp 變速空壓機約 105 萬元，50hp 螺旋式空壓機約 38 萬元，合計需投資 143 萬元 (4)回收年限：143 萬元 ÷ 169.9 萬元/年=0.84 年

### 案例 3：染色機加裝水對水熱交換器

現況說明	廠商染色機本身僅止於回收冷凝水，並無針對廢熱水進行回收，染機廢水排放溫度尚有 60~80°C，直接排放尚需經過自然降溫，浪費可用能源。
改善措施	加裝水對水熱交換器，可有效回收廢水之熱能，經升溫之軟水可有效應用於廠區機台內使用。
節能成效	(1)節省燃料油： A.軟水端回收熱量 $Q_{in}=2,000L/hr \times (45-30)^{\circ}C \times 1kcal/^{\circ}CL=30,000 kcal/hr$ B.製程中餘熱： $Q_{all}=4,000L/hr \times (80-30)^{\circ}C \times 1 kcal /^{\circ}CL=200,000 kcal/hr$ 能源回收效率： $(30,000/200,000) \times 100\% \times 0.85=12.7\%$ (15%環境熱散) C.省能效益：30,000kcal/hr ÷ 5,800 kcal 煤/kg × 10 台 × 8,040 hr/年 ÷ 1000kg/Ton=415.9 Ton 煤/年 (2)節約金額：415.9 Ton/年 × 3,200 元/Ton=133.1 萬元/年 (3)投資金額：板式熱交換器、管路配置及其他相關週邊配件每組 300 萬元。 (4)回收年限：300 萬元 ÷ 133.1 萬元/年=2.25 年。

## 3.4 造紙業節能改善案例

案例 1：加強鍋爐熱回收利用效能

現況說明	現有 2 台燃氣煙管式鍋爐容量為 12.5 Ton/hr，交替使用，產製 12 kg/cm <sup>2</sup> 壓力蒸汽供給製程使用。依監測資料顯示，鍋爐爐體出口之燃燒排氣溫度約 200℃ 左右。現有鍋爐之排氣未裝設熱回收裝置，排氣溫度未達將來管制之基準 170℃ 左右。全年天然氣用量計約 500 萬立方公尺，天然氣燃料費用約 21 元/立方公尺。估算 1 台鍋爐天然氣用量約 250 萬立方公尺。
改善措施	建議裝設高效能熱回收利用裝置，提高鍋爐補充軟水溫度由 30℃ 提高至 60℃ 以上，並降低排氣溫度至 160℃ 左右，使熱回收之燃料節約率再提升 4%。鍋爐運轉宜應用監控系統監測排氣熱回收之運轉效能，依據各監測點之溫度變動，確認節熱器效率。
節能成效	(1) 節省燃料油： 2,500,000 立方公尺/年 × 4% = 100,000 立方公尺/年 (2) 節約金額：100,000 立方公尺/年 × 21 元/立方公尺 = 210 萬元 (3) 投資金額：蒸汽回收控制系統約 300 萬元 (4) 回收年限：300 萬元 ÷ 210 萬元/年 = 1.43 年

案例 2：變頻器諧波及功因改善

現況說明	全廠(含汽電共生)共約 59 台變頻器，容量約 3,376kW。以一般工業用而言，變頻器產成之諧波 THD(總諧波失真率)約 50%，遠超出台電及 IEEE 管制標準，此將造成設備損失增加，依國外研究資料顯示，增加量約為非線性負載設備容量的 3~5%。諧波亦將會造成設備使用壽命減少及故障率增加等，以及降低供電系統安全性，抑制諧波後功率因數將相對提高。年運轉時數約 8,640 小時，每度電平均單價以 2.65 元計。
改善措施	建議於 75kW 以上(總容量約 2,200kW)變頻器線路加裝諧波抑制裝置，以抑制 THD 至 10% 以下。
節能成效	(1) 節省電力：2,200kW × 4% × 8,640 小時/年 = 760,324 度/年。 (2) 節約金額：760,324 度/年 × 2.65 元/度 = 201.48 萬元/年。 (3) 投資金額：共 15set，約共 310 萬元 (4) 回收年限：310 萬元 ÷ 201.48 萬元/年 = 1.54 年。

## 案例 3：蒸汽祛水器維修保養

現況說明	全廠蒸汽祛水器總共有 145 只，檢測數 126 只，正常個數 110 只，異常個數 16 只(蒸汽祛水器洩漏個數 13 只，旁通閥洩漏 3 只)，未檢測個數 19 只，良率 76%。經測試蒸汽總洩漏量每年約 506.93 公噸。蒸汽每公噸成本以 460 元計。
改善措施	建議立即進行維修或更新(蒸汽祛水器汰換 13 只，閥件 3 只)，可節省燃料煤用量。(6kg/cm <sup>2</sup> 之飽和蒸汽熱焓為 659.5kcal/kg。)
節能成效	<p>(1)節省燃煤：<math>506.93 \text{ 公噸/年} \times 659.5 \text{ 千卡/公噸} \div 6,400 \text{ 千卡/公噸} = 52.24 \text{ 公噸/年}</math></p> <p>(2)節約金額：<math>460 \text{ 元/公噸} \times 506.93 \text{ 公噸/年} = 23.32 \text{ 萬元/年}</math></p> <p>(3)投資金額：汰換祛水器 13 只，閥件 3 只約 24 萬元</p> <p>(4)回收年限：<math>24 \text{ 萬元} \div 23.32 \text{ 萬元/年} = 1.03 \text{ 年}</math></p>

3.5 水泥業節能改善案例

案例 1：調控旋窯燃燒排氣含氧量減少排氣損失

現況說明	<p>(1)全廠現有 3 套燃煤旋窯生產設備，均已裝設廢熱回收發電系統。依現場之線上即時自動監控系統數據顯示，K1，K2 旋窯預熱器出口處之燃燒排氣含氧量約 3.5%~3.9%，空氣比約 1.2，2 套旋窯預熱器出口處之排氣溫度約 370°C~450°C，排氣進入 A、B 邊廢熱鍋爐產製蒸汽發電，排氣溫度降至 230°C~260°C，排氣損失約 20%。</p> <p>(2)K3 旋窯預熱器出口處之燃燒排氣含氧量約 1.3%，旋窯預熱器出口處之排氣溫度約 370°C。</p> <p>(3)100 年燃料煤用量約 552,836 公噸，每公噸約 4,200 元。</p> <p>(4)全年運轉約 8,000 小時。</p>
改善措施	<p>(1)建議調控旋窯預熱器之燃燒用空氣量，使燃燒排氣含氧量調降至 3%，空氣比為 1.15。依燃燒空氣比與排氣熱損失之關連圖表顯示，旋窯預熱器排氣損失可減少至 19% 以下，排氣損失約減少 1%，可提高旋窯及預熱器效率 1%。K1 與 K2 旋窯及預熱器燃煤用量約占 60%。</p> <p>(2)旋窯及預熱器附屬廢熱鍋爐連同冷卻器附屬廢熱鍋爐，最終排氣溫度約 140°C 以下，排氣含氧量 6.6%~12.2%，顯示中間過程滲入外氣。</p> <p>(3)3 套燃煤旋窯廢熱回收發電系統發電比例約達 62%~70%，應定期評估整體熱電最適比例之效益。</p>
節能成效	<p>(1)節省燃料煤：<math>552,836 \text{ 公噸/年} \times 60\% \times 1\% \div 2 = 1,658 \text{ 公噸/年}</math></p> <p>(2)節約金額：<math>1,658 \text{ 公噸/年} \times 4,200 \text{ 元/公噸} = 696 \text{ 萬元/年}</math></p> <p>(3)投資金額：燃燒控制調整約 600 萬元</p> <p>(4)回收年限：<math>600 \text{ 萬元} \div 696 \text{ 萬元/年} = 0.9 \text{ 年}</math></p> <p>(5)抑低 CO<sub>2</sub> 排放量：<math>1,658 \text{ 公噸煤} \times 2.48 \text{ 公噸 CO}_2/\text{公噸煤} = 4,112 \text{ 公噸 CO}_2</math></p>

## 案例 2：加強旋轉窯爐最適化運轉

現況說明	<p>(1)全廠現有 3 套燃煤旋轉窯爐生產設備，均已裝設廢熱回收發電系統。依線上即時自動監控系統數據估算整體系統設備效率，#1 旋窯生產特別產品，單位產品耗能約 1,350kcal/kg，#2 旋窯單位產品耗能約 912kcal/kg，#3 旋窯單位產品耗能約 901kcal/kg。</p> <p>(2)比對國際類似水泥製程系統設備之單位產品耗能約 800kcal/kg，差異約 12.5%。</p> <p>(3)100 年燃料煤用量約 552,836 公噸，每公噸約 4,200 元。</p> <p>(4)全年運轉約 8,000 小時。</p>
改善措施	<p>(1)建議調控旋轉窯爐整體系統設備之最適化運轉條件，以線上即時自動監控系統，精確調節燃料用量與各項操作條件設定。調控最適化運轉條件使單位產品耗能逐步降至 880 kcal/kg，燃料節約率約 2%。</p> <p>(2)3 套旋窯爐內溫度變化範圍幅度約為 1,192°C~1,382°C，穩定調控變動幅度可提高能源效率。</p> <p>(3)旋窯爐體表面溫度最高約達 380°C，造成表面輻射散熱損失偏高，連帶耗損冷卻風扇用電，建議保溫改善至 340°C 以下，減少表面輻射散熱損失。</p>
節能成效	<p>(1)節省燃料煤：552,836 公噸/年 × 2% = 11,056 公噸/年</p> <p>(2)節約金額：4,200 元/公噸 × 11,056 公噸/年 = 4,643.5 萬元/年</p> <p>(3)投資金額：設備改善與運轉調整約 3,000 萬元</p> <p>(4)回收年限：3,000 萬元 ÷ 4,643.5 萬元/年 = 0.7 年</p> <p>(5)抑低 CO<sub>2</sub> 排放量：11,056 公噸煤 × 2.48 公噸 CO<sub>2</sub>/公噸煤 = 27,419 公噸 CO<sub>2</sub></p>



### 3.6 電子業節能改善案例

案例 1：冰水幫浦加裝變頻器，節省電能。

現況說明	1.廠內空調系統以 1 台 60RT 冰水機運轉，供應製程使用，冰水幫浦採定載運轉，有改善空間。 2.空調系統年運轉時數為 1,500 小時。 3.冰水機效率約 0.69kW/RT。
改善措施	1.建議冰水幫浦加裝變頻器，並以冰水管線壓力或供/回冰水管壓力差做為控制變數，使幫浦依照冰水負載改變冰水流量，幫浦轉速與電源頻率成正比，而幫浦耗功與轉速比三次方成正比。因此部份負載狀況下，利用變頻器調降幫浦轉速，耗能亦隨之降低。 2.加裝變頻器後，依附載狀況，運轉頻率平均為 42Hz。 3.變頻器之低限值為 30Hz，變頻器耗電約增加 6%。
節能成效	(1) 節省電力： $\{1 - [(42/60)^3 \times (1 + 0.06)]\} \times 60 \text{ RT} \times 0.69\text{kW/RT} \times 1,500 \text{ 小時/年} = 39,450 \text{ 度/年}$ 。 (2) 節約金額： $39,450 \text{ 度/年} \times 2.7 \text{ 元/度} = 106,515 \text{ 元/年}$ 。

案例 2：降低冷卻水塔趨近溫度

現況說明	冰水主機冷卻水溫度設定為 28°C，回水溫度約 31.2°C，未充分利用冷卻水塔降低冷卻水溫。
改善措施	建議依據冰機廠商建議之冷凝器最低允許冷卻水溫，儘可能將其降低，冬季可設於 23~25°C，並修改程式以外氣溼球溫度+3°C 為參數控制冷卻水溫，每降 1°C 冷卻水供水溫度，可節省冰水主機用電 1.5%。
節能成效	(1) 節省電力： $0.68\text{kW/RT} \times 2,400\text{RT} \times 4,000 \text{ 小時/年} \times 1.5\% = 97,920 \text{ 度/年}$ 。 (2) 節約金額： $97,920 \text{ 度/年} \times 2.35 \text{ 元/度} = 230,112 \text{ 元/年}$ 。 (3) 抑低 CO <sub>2</sub> 排放量： $97,920 \text{ 度} \times 0.612 \text{ 公斤 CO}_2/\text{度} \div 1000 = 59.9 \text{ 公噸 CO}_2$ 。

## 3.7 食品業節能改善案例

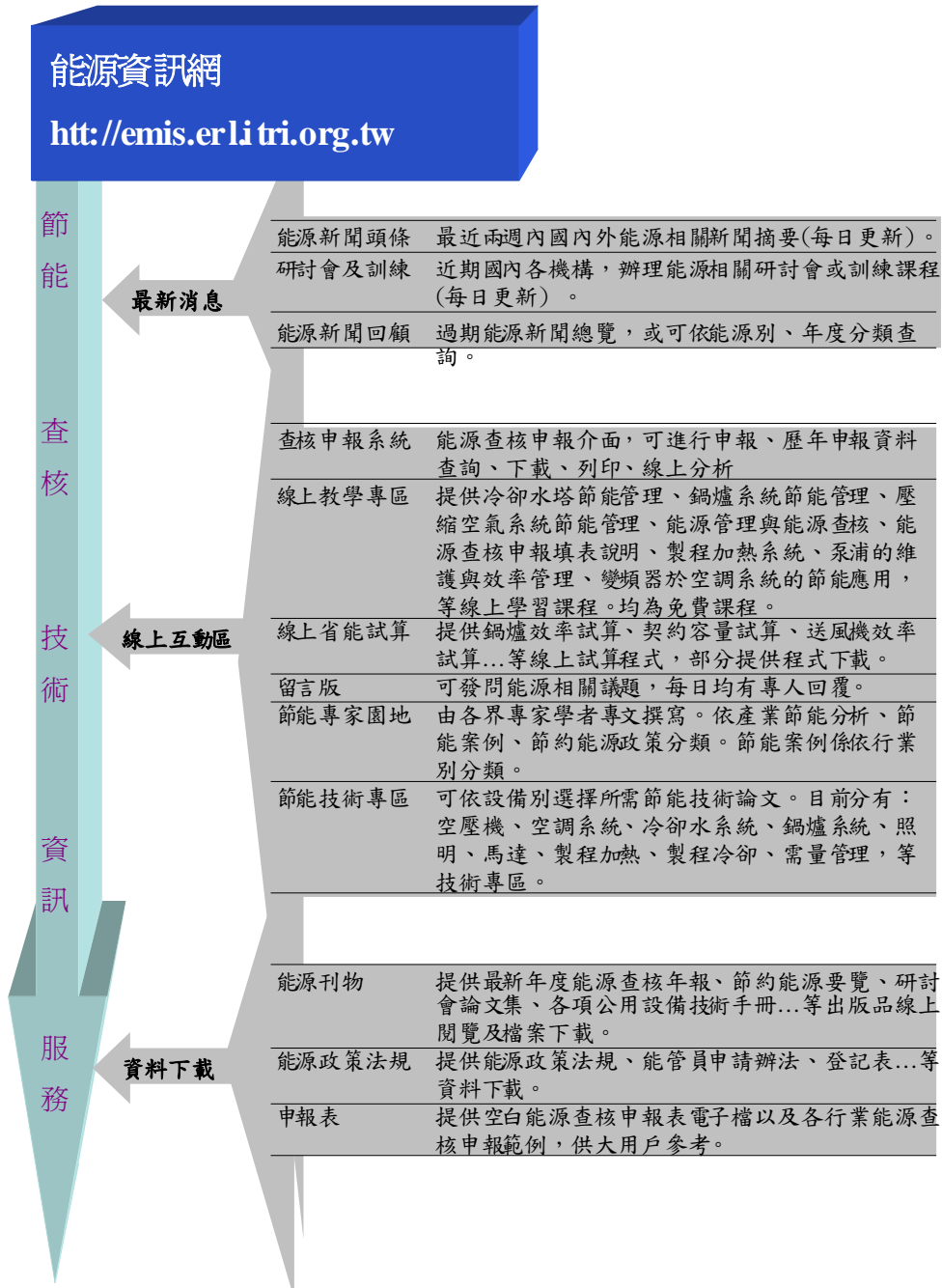
### 案例 1：增設熱泵，提高鍋爐給水溫度

現況說明	某廠現階段鍋爐產生蒸汽至現場使用，蒸汽冷凝水回收偏低，導致鍋爐給水溫度僅 30°C，應再提高鍋爐給水溫度。
改善措施	建議增設熱泵，提高鍋爐飼水溫度至 75°C。給水溫度每增加 10°C，可節約燃料用量 1.5%。
節能成效	<p>(1)節省燃料油：(全年燃油用量約 10,000 公秉)  <math>(75^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}) \div 10 \times 1.5\% \times 10,000 \text{ 公秉/年} = 675 \text{ 公秉/年}</math>。</p> <p>(2)節約金額：(燃料油以每公秉 20,000 元估算)  <math>675 \text{ 公秉/年} \times 20,000 \text{ 元/公秉} = 1,350 \text{ 萬元/年}</math>。</p> <p>(3)投資金額：投資熱泵系統約 1,855 萬元。</p> <p>(4)回收年限：<math>1,855 \text{ 萬元} \div 1,350 \text{ 萬元/年} = 1.37 \text{ 年}</math>。</p>

### 案例 2：鍋爐燃燒用空氣送風機採變頻控制

現況說明	某廠 20 公噸/小時鍋爐之燃燒用空氣送風機使用 50hp 定速馬達，以出風口擋板調節所需風量。擋板開啟度約 20%~50%，長期均低於 40%。
改善措施	鍋爐燃燒用空氣送風機之運轉控制機制，採用變頻控制運轉，減少 16hp 電能浪費。
節能成效	<p>(1)節省電力：節省電力 <math>12\text{kW} \times 5,840 \text{ 小時/年} = 70,080 \text{ 度/年}</math>。</p> <p>(2)節約金額：(電力以平均電費每度 2.24 元估算)  <math>70,080 \text{ 度/年} \times 2.24 \text{ 元/度} = 15.7 \text{ 萬元/年}</math>。</p> <p>(3)投資金額：投資改善控制系統約 20 萬元。</p> <p>(4)回收年限：<math>20 \text{ 萬元} \div 15.7 \text{ 萬元/年} = 1.3 \text{ 年}</math>。</p>

# 第 4 章 能源資訊網介紹



## 附 錄

### 國內能源相關網站位址

#### (1)能源查核網站位址

能源資訊網	<a href="http://emis.erl.itri.org.tw/">http://emis.erl.itri.org.tw/</a> or <a href="http://emis.itri.org.tw/">http://emis.itri.org.tw/</a>
-------	--

#### (2)國內能源相關網站位址

1	經濟部	<a href="http://www.moea.gov.tw/">http://www.moea.gov.tw/</a>
2	經濟部能源局	<a href="http://web3.moeaboe.gov.tw/">http://web3.moeaboe.gov.tw/</a> or <a href="http://www.moeaboe.gov.tw/">http://www.moeaboe.gov.tw/</a>
3	節能標章網站	<a href="http://www.energylabel.org.tw/">http://www.energylabel.org.tw/</a>
4	節約能源園區	<a href="http://www.energypark.org.tw/">http://www.energypark.org.tw/</a>
5	產業資訊服務網	<a href="http://www.itis.org.tw/">http://www.itis.org.tw/</a>
6	能源教育資訊網	<a href="http://energy.ie.ntnu.edu.tw/">http://energy.ie.ntnu.edu.tw/</a>
7	能源國際合作資訊網(APEC)	<a href="http://apecenergy.tier.org.tw/">http://apecenergy.tier.org.tw/</a>
8	氣候變化綱要公約資訊網站	<a href="http://www.tri.org.tw/unfccc/">http://www.tri.org.tw/unfccc/</a>
9	行政院環保署	<a href="http://www.epa.gov.tw/">http://www.epa.gov.tw/</a>
10	全國法規資料庫	<a href="http://law.moj.gov.tw/">http://law.moj.gov.tw/</a>
11	交通部運輸研究所	<a href="http://www.iot.gov.tw/">http://www.iot.gov.tw/</a>
12	台灣綜合研究院	<a href="http://www.tri.org.tw/">http://www.tri.org.tw/</a>
13	台灣電力公司	<a href="http://www.taipower.com.tw/">http://www.taipower.com.tw/</a>
14	台灣大電力研究試驗中心	<a href="http://www.tertec.org.tw/">http://www.tertec.org.tw/</a>
15	內政部建築研究所	<a href="http://www.abri.gov.tw/">http://www.abri.gov.tw/</a>
16	中華經濟研究院	<a href="http://taiwan.wtocenter.org.tw/">http://taiwan.wtocenter.org.tw/</a>
17	中華建築中心	<a href="http://www.cabc.org.tw/">http://www.cabc.org.tw/</a>
18	中華民國能源之星網站	<a href="http://energystar.epa.gov.tw/">http://energystar.epa.gov.tw/</a>
19	中國石油公司	<a href="http://www.cpc.com.tw/">http://www.cpc.com.tw/</a>
20	財團法人中技社	<a href="http://www.ctci.org.tw/">http://www.ctci.org.tw/</a>
21	工研院綠能與環境研究所	<a href="http://www.itri.org.tw/chi/gel/">http://www.itri.org.tw/chi/gel/</a>
22	再生能源網	<a href="http://re.org.tw/">http://re.org.tw/</a>
23	節約用水資訊網	<a href="http://www.wcis.itri.org.tw/">http://www.wcis.itri.org.tw/</a>