

國立臺北大學通識教育中心

(國立交通大學、國立陽明大學、國立台北科技大學)

「能源概論」通識課程

(Week 16)

進度：節能利用與管理

NTPU

李育明

國立臺北大學公共事務學院
自然資源與環境管理研究所教授

June 5, 2009

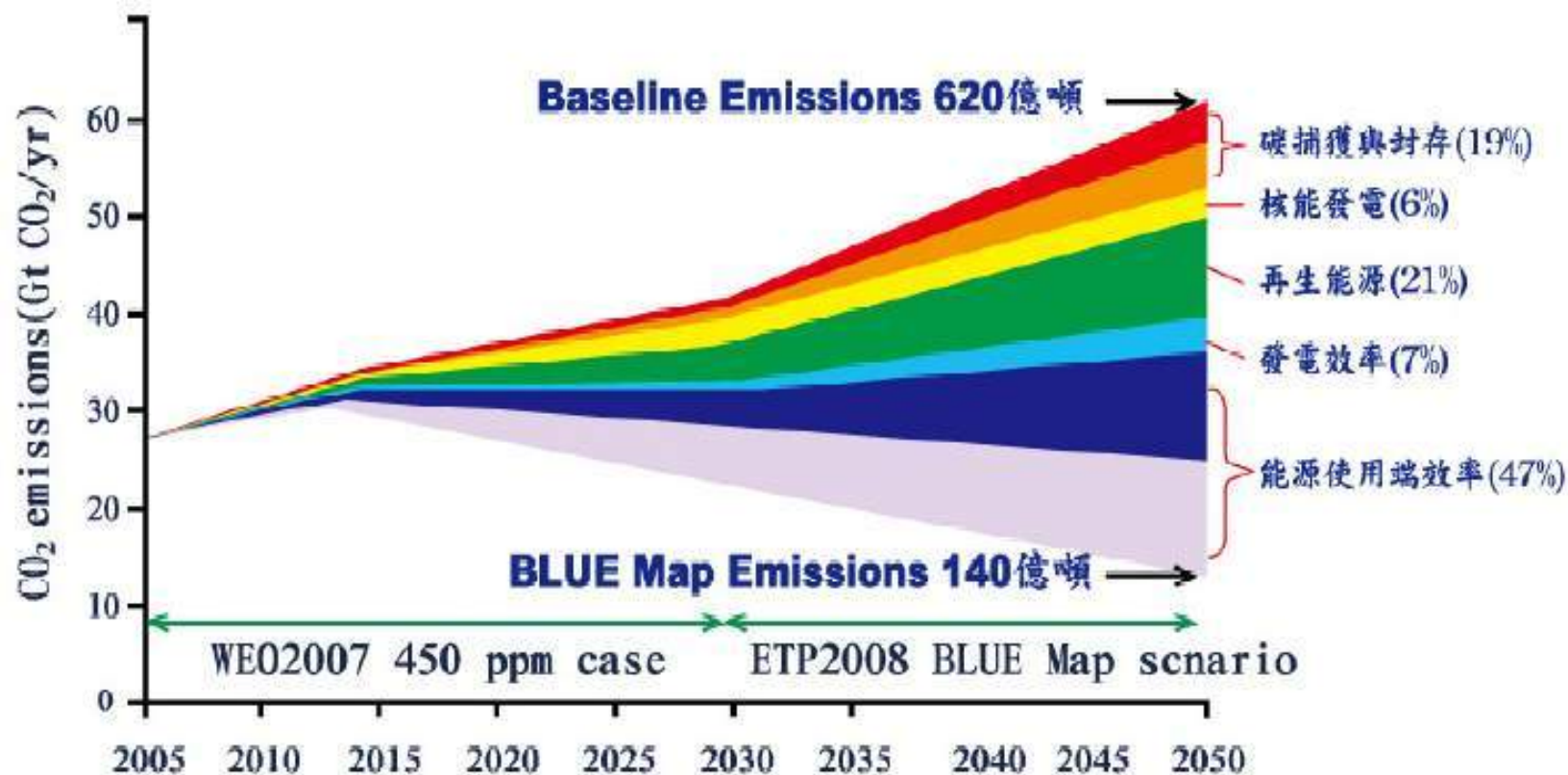
授課大綱

- 永續能源－能源永續發展
 - 能源發展關鍵問題與挑戰
 - 永續能源、能源永續發展、永續能源發展
- 能源安全
 - 能源運輸與能源安全
 - 能源安全度
- 節能利用與管理：前言
- 全國能源會議結論：能源管理與效率提升
- 部門節能利用與管理
 - 工業部門、運輸部門
 - 電力部門、住商部門
 - 『生活節能』、『節能生活』 => 下週主題

永續能源發展情勢分析



溫室氣體減量關鍵技術



資料來源：IEA Energy Technology Perspective 2008

永續能源政策原則

圖三 我國永續能源政策原則：「二高二低」



資料來源：經濟部能源局,2008

2009年全國能源會議



政策目標

2025年溫室氣體排放量回歸
2000年

2025年
能源密集度降低50%以上

支撐2015年國民所得3萬美元之
能源供應體系

核心議題

尋求對達成永續能源政策綱領政策目標之共識

永續發展與
能源安全

能源管理與
效率提升

能源價格與
市場開放

能源科技與
產業發展

全國能源會議結論：永續發展與能源安全

□ 核心議題：永續發展與能源安全

- 子議題一：低碳社會與永續發展
- 子議題二：能源安全體系建置
- 子議題三：低碳能源結構調整

子議題一：低碳社會與永續發展

一、低碳社會與永續發展理念的追求：

低碳社會建構應符合永續發展目標；永續能源發展應將有限資源作有「效率」的使用與管理，開發對環境友善的「潔淨」能源，確保持續「穩定」與「具經濟競爭力」的能源供應，方可兼顧經濟發展、環境保護及社會正義，創造一個跨世代能源、環保與經濟三贏願景。

永續發展與能源安全：低碳社會與永續發展

二、低碳社會與永續發展目標的確認：

(一)溫室氣體減量目標：全國2007年二氧化碳排放量為268百萬噸，應訂定每年減碳目標，於2016年至2020年間回到2008年排放量，於2025年回到2000年排放量(214百萬噸)，並視後京都時期協議後續發展調整減量目標。我國溫室氣體減量目標係考量我國減量與調適能力，承擔共同但差異的責任，符合國際公約基本原則。

(二)低碳社會目標：

(三)低碳經濟目標：2007年全國能源密集度為9.36公升油當量/千元，於2025年較2005年(9.65公升油當量/千元)下降50%以上，每年提高能源效率2%以上，促成綠色產業發展與清潔生產，創造綠色就業與消費，帶領產業走向更經濟有效且環境和諧之生產型態。

能源永續發展

□ 永續發展 Sustainable Development

■ 可持續發展

■ 「永續發展係指做到滿足當代需求，同時
不損及後代滿足其需要之發展。」

□ 能源與永續發展

■ 世界永續發展高峰會議 WEHAB發展核心

□ 能源發展與永續發展

■ 能源與經濟發展

■ 經濟發展與環境保護；經濟發展與社會公平正義

□ 能源永續發展

■ inter-generation世代間；intra-generation世代內

永續發展 (Sustainable Development)

- 「永續發展」一詞最早是由「國際自然及自然資源保護聯盟」、「聯合國環境規劃署」、及「世界野生動物基金會」三個國際保育組織，於1980年出版之「世界自然保育方案」報告中提出。1987年，聯合國世界環境與發展委員會(WCED)，發表「**我們共同的未來**」報告，將永續發展定義為：「**能滿足當代需求，同時不損及後代子孫滿足其本身需求的發展**」，自此推動永續發展在世界各國掀起浪潮。
- 「永續發展」應包含：**公平性 (Fairness)**、**永續性 (Sustainability)**、及**共同性 (Commonality)** 三個原則；就**社會層面**而言，主張公平分配，以滿足當代及後代全體人民的基本需求；就**經濟層面**而言，主張建立在保護地球自然系統基礎上的可持續經濟成長；就**自然生態層面**而言，主張人類與自然和諧相處。

永續發展 (Sustainable Development)

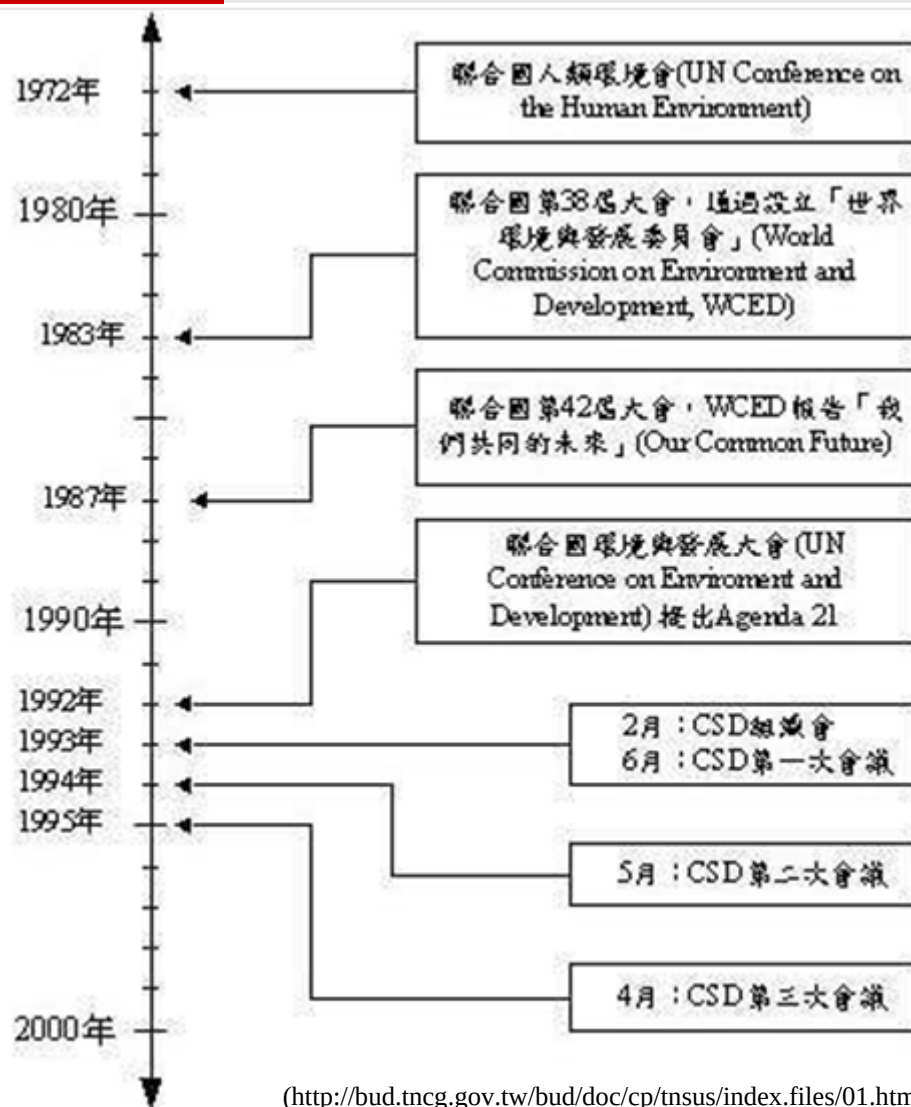
□ 《環境基本法》

「永續發展係指做到滿足當代需求，同時不損及後代滿足其需要之發展。」

□ 聯合國高峰會

■ 1992年里約熱內盧
— 地球高峰會
Earth Summit

■ 2002年約翰尼斯堡
— 世界永續發展
高峰會 WSSD



(<http://bud.tncg.gov.tw/bud/doc/cp/tnsus/index.files/01.htm>)

世界永續發展高峰會議 (WSSD)

- 『世界永續發展高峰會議 (WSSD)』：
 - 2002年8月於南非約翰尼斯堡召開
 - 簽署『世界永續發展高峰會議政治宣言』
 - 建構以水資源 (Water)、能源 (Energy)、健康 (Health)、農業 (Agriculture) 及生物多樣性 (Biodiversity) 為核心的『WEHAB』人類文明
- 能源與永續發展
 - 能源與水資源
 - 能源與健康
 - 能源與農業
 - 能源與生物多樣性

能源永續發展問題與發展目標

□ 能源與永續發展的問題

- 全球約17~20億人口沒有普及電力，約有20億人口生活在電力嚴重短缺的地區
- 全球約有1/3人口仰賴傳統燃料(如薪材及農業殘餘)滿足日常暖氣或烹飪所需
- 全球最富有與最貧窮人口，能源使用量相差25倍
- 全球超過一半溫室氣體由燃燒化石燃料造成

□ 《聯合國千禧宣言》能源發展目標：至2015年達到

- 再生能源足以供應經濟活動之能源需求
- 提高能源效率
- 發展潔淨傳統能源技術
- 促進永續生產與消費
- 提升健康與教育水準

能源永續發展

□ 能源永續發展：

- 3E：能源、經濟與環境

- Dual 3E：經濟、環境與社會

□ 永續能源發展 (李堅明)：

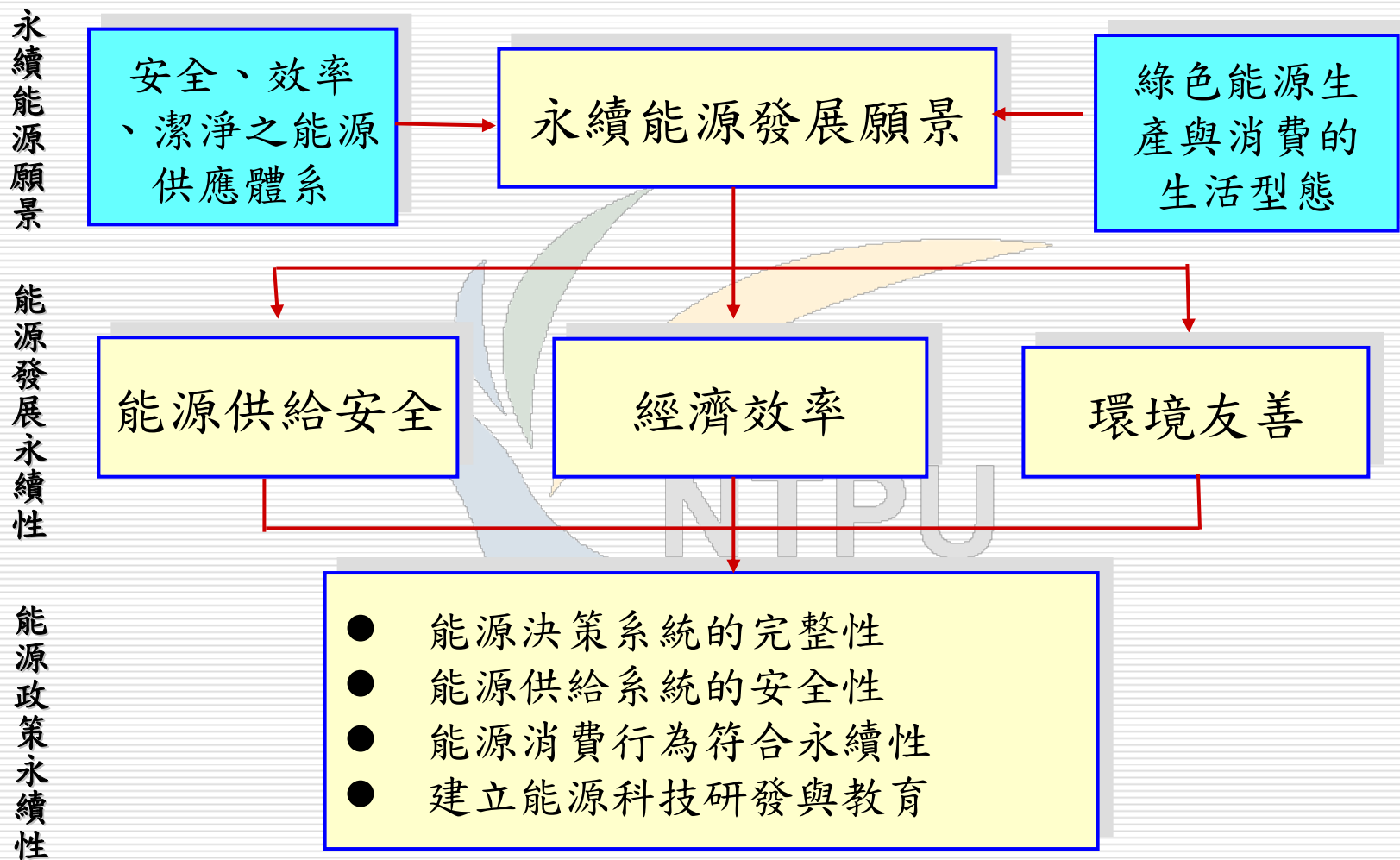
能夠充分滿足各世代追求永續發展之能源供給型態與能源消費行為。

- 永續能源發展應兼具「能源供給安全」、「經濟效率」及「環境保護」，其主要內涵：

- 提供可靠、能負擔、具經濟可行、社會能接受及對環境友善的能源供給型態

- 建立綠色消費生活型態與行為

永續能源發展架構



能源安全

□ 能源安全

- 能源進口依存度
- 運輸路線之脆弱性
- 進口地區之集中程度
- 戰備儲油：依據「石油管理法」訂定「緊急時期石油處置辦法」，建立**30天政府安全儲油**

□ 能源安全與國家安全

- 基本物資與生產料源
- 國民日常生活與經濟發展
- 戰時之部隊調動與後勤補給
- 禁運與海域封鎖

石油能源之崛起

□ 1973成立國際能源署 (IEA)

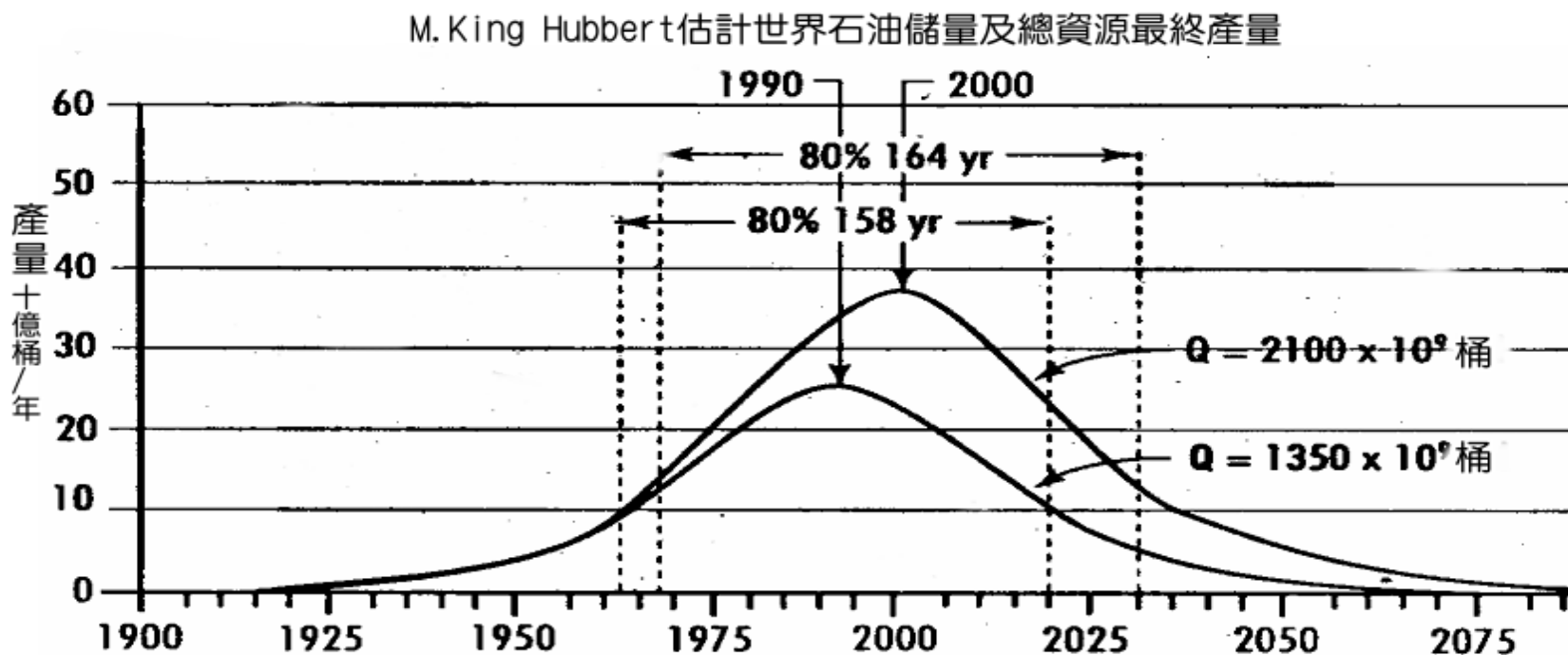
OECD國家因應1973-74間以阿戰爭引發之石油危機而設立，以協調解決石油緊急事件，目前有26個會員國。

- 1974年11月15日成立，主要功能為敦促成員國建立石油戰略，協調突發事件引起石油供應中斷時成員國之石油供應與調配。
- 啟動石油供應緊急事件因應小組4次
 - 波斯灣戰爭，當供油一度降至每日430萬桶時；
 - 1999年進入2000年顧慮電腦系統可能因千禧蟲失效；
 - 2002年委內瑞拉罷工事件；
 - 2005年凱翠娜風災造成墨西哥灣石油供應缺。
- 迄今僅2度釋出儲備用油：
 - 1990-1991之波斯灣危機
 - 2005年卡翠娜風災



石油產量曲線

- Hubbert (1949) 分析產量曲線，首先提出：當任何油田儲藏量開採到一半時，產量將到達最高峰。樂觀的估計全球石油儲量在2000年達到高峰；悲觀的看法則產量在1990年達到高峰，其後產量將逐漸減少。



資料來源：「95年度大學院校能源教育通識課程推動計畫」結案報告

資料來源：Richard Heinberg, 2003, The party's over oil, war and the Fate of industrial Societies, p89-91

世界能源展望

□ 自然資源蘊藏量豐富區域：

- 國際能源總署指出**北非與中東區域**的資源蘊藏量豐富，含有全世界經證實石油蘊藏量61%與天然氣蘊藏量45%。這些資源其他區域蘊藏量數量足以滿足未來25年的世界需求量。

□ 地緣政治 (geopolitical) 複雜區域：

- **北非及中東地區**之地緣政治複雜，已成為全世界局勢不安及國際原油市場不穩定之主要因素，各國持續關注及支持穩定該區域之政治社會穩定及和平。
- 國際能源總署2005年能源展望報告中特別指出該地區複雜之地緣政治已超過其評估範疇。
- 經濟學人 (2006年4月) 指出**油氣管線端經過地區**多為政治情勢不穩定所造成之地緣政治動盪因素。

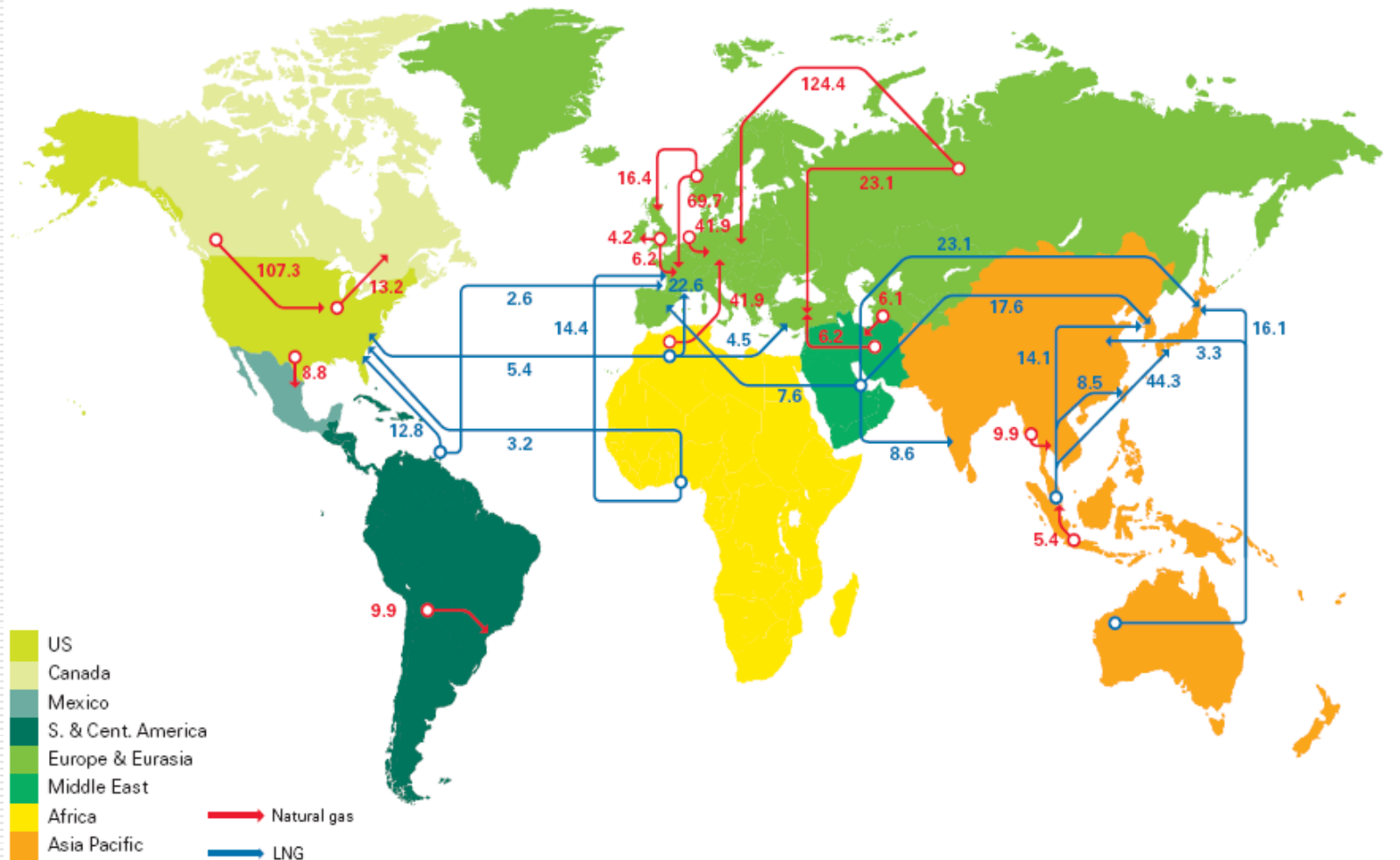
能源安全與運輸通道

- 隨著世界能源貿易的大幅增長，國際油氣運輸量逐漸增加、供應鏈變長，確保運輸通道的暢通是能源安全重視議題之一。
- 跨國運送**石油仰賴海上運輸**：海運石油成本低廉、運量大，全球石油跨國運輸量**超過3/5**的石油通過海上運輸。
- **天然氣**國際貿易**以管線運輸**為主：管線運輸具有量大、安全、方便、運費低廉等優點，為天然氣於陸地及近海輸送最佳方式，約3/4由管線運輸，1/4在液化後 (LNG) 由海上運輸

天然氣輸送路線

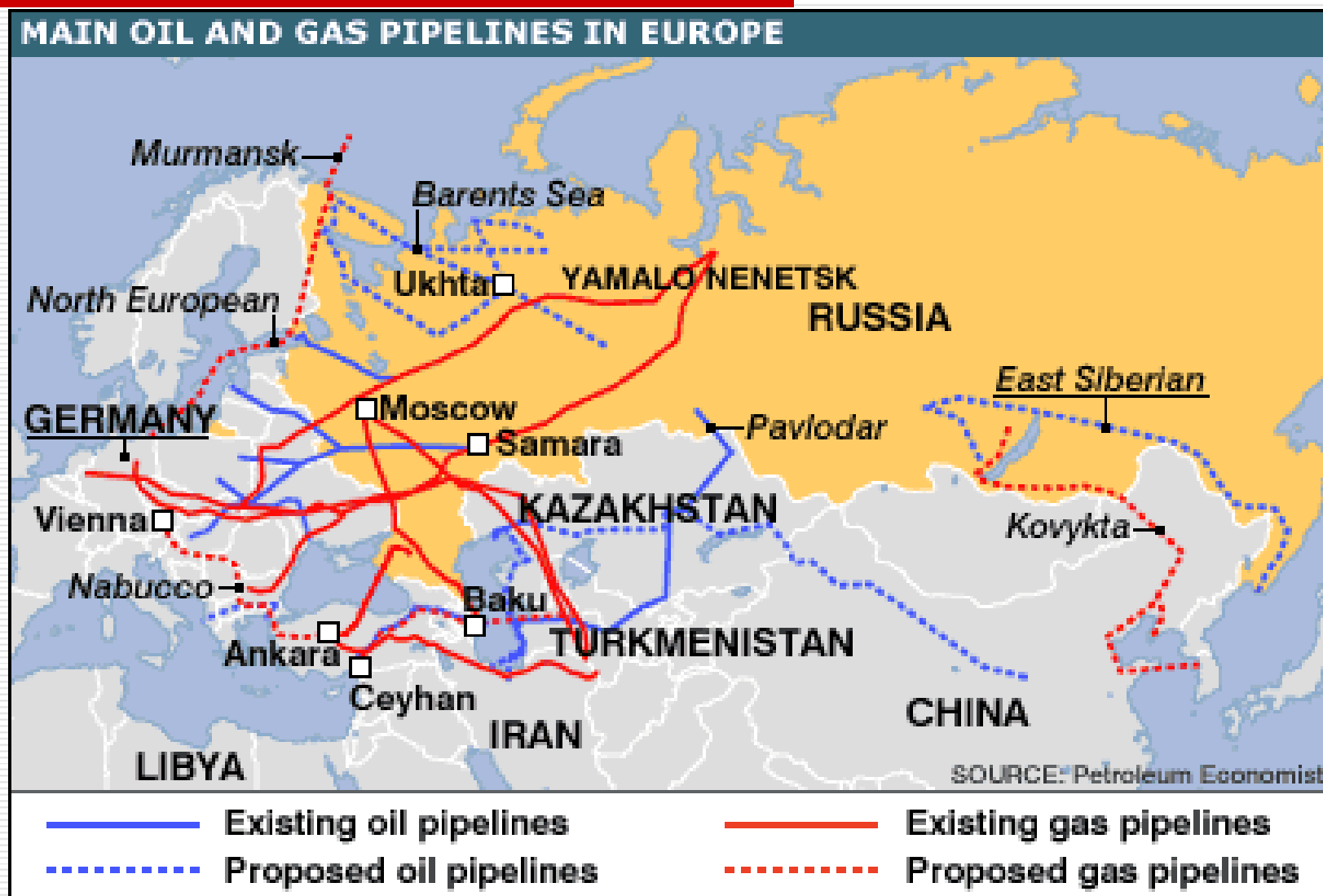
Major trade movements

Trade flows worldwide (billion cubic metres)

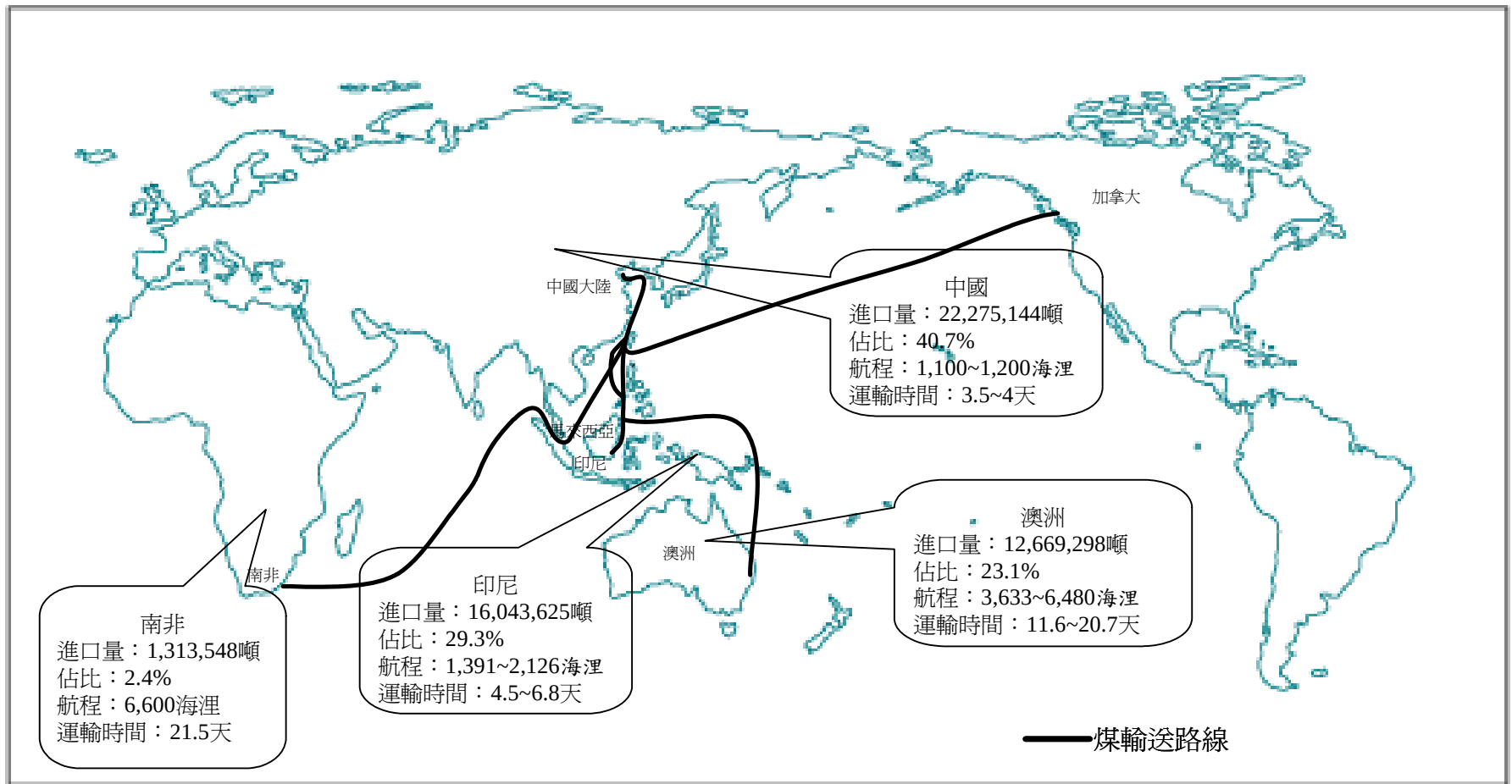


Source: BP Statistical Review of World Energy 2008

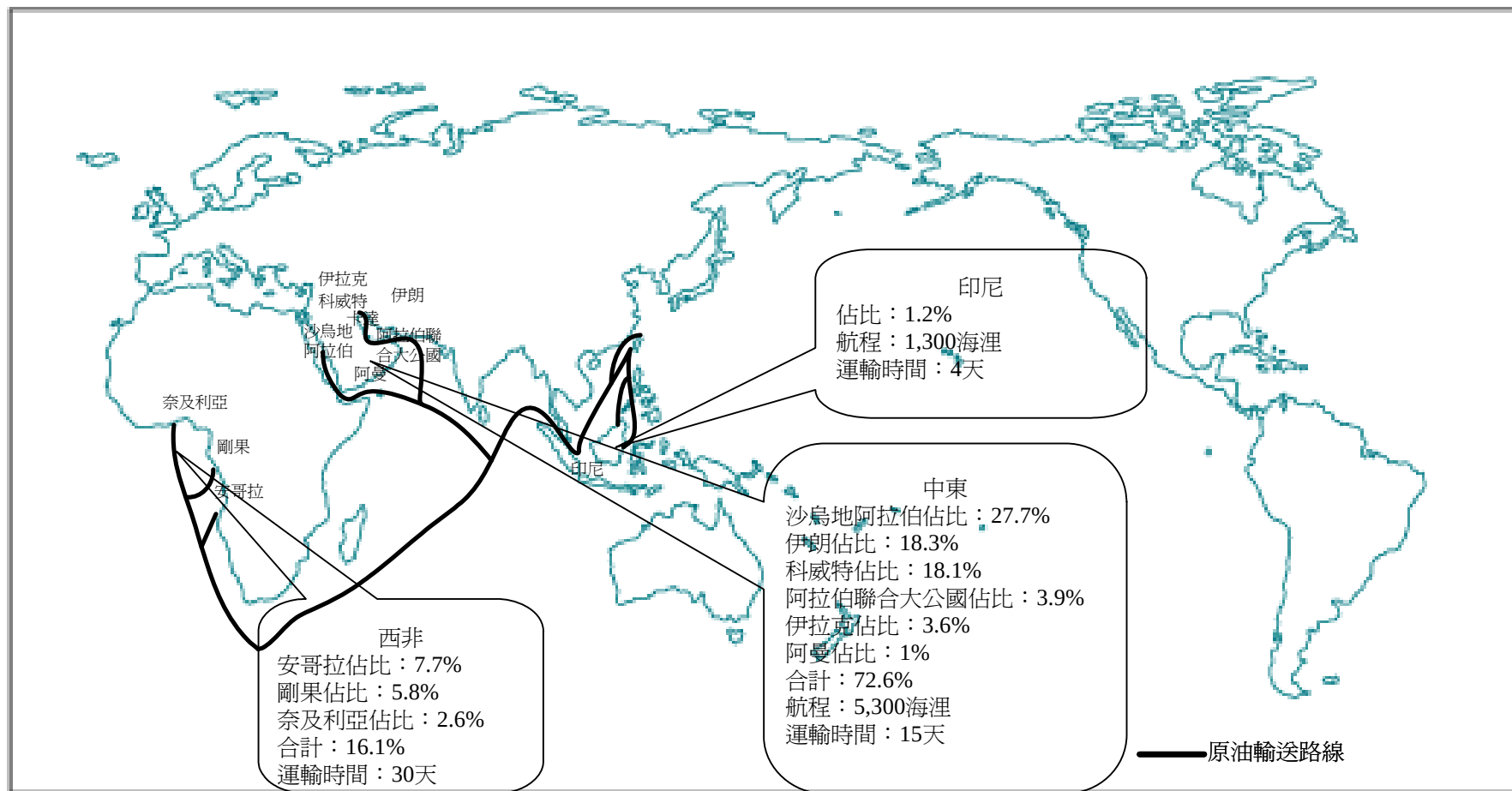
歐洲主要油氣輸送管線



我國煤進口航線圖



我國原油進口航線圖



臺灣能源所面臨之危機

□ 能源面向：

- 能源進口依存度超過98%，且來源集中，供應風險高
- 地緣政治發展不利我國，區域能源合作管道受限
- 天然氣成本高，儲存容量有限
- 能源生產力呈下降趨勢，節約能源成效待加強
- 缺乏長期有效之再生能源發展計畫

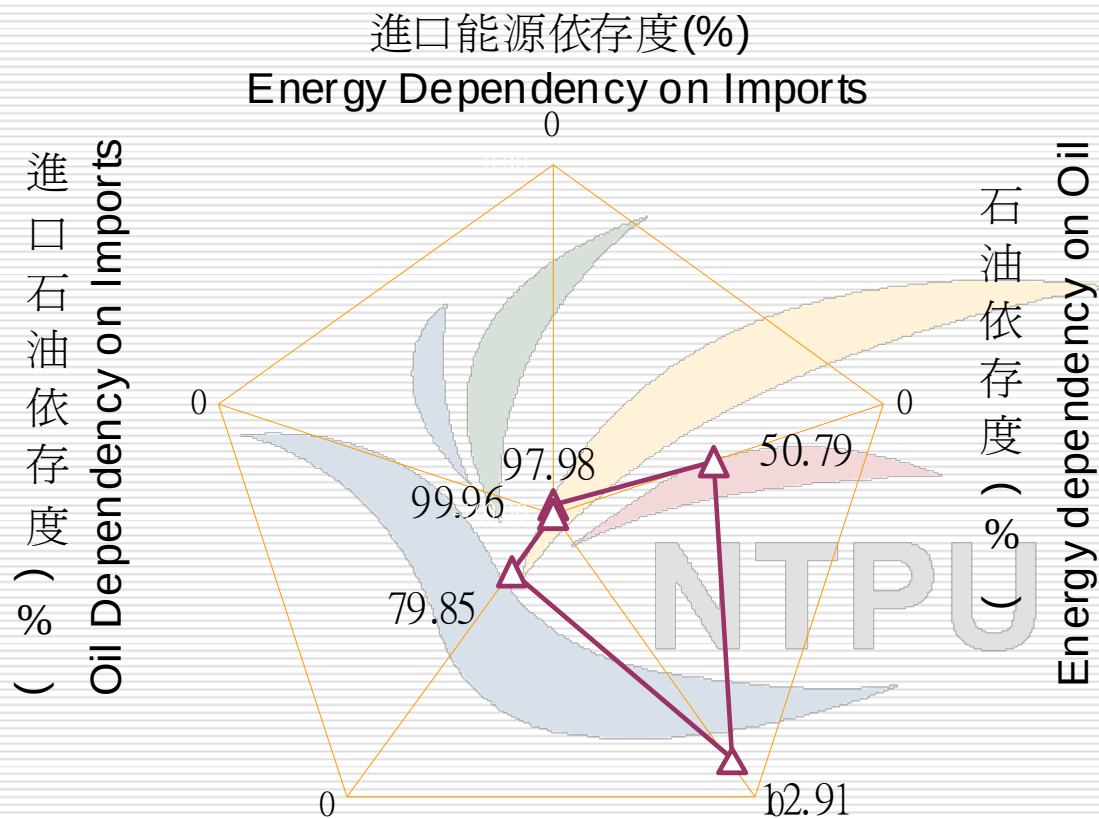
□ 環境面向：

- 溫室氣體、傳統空氣污染物排放量持續上升。
- 耗能、耗水、耗電產業比例高，加重環境負荷。

□ 經濟面向：

- 國際能源價格**飆漲**，影響民生福祉與產業發展
- 國內能源價格**扭曲**，電價未能合理反映社會成本。

台灣地區能源安全度 (2006)

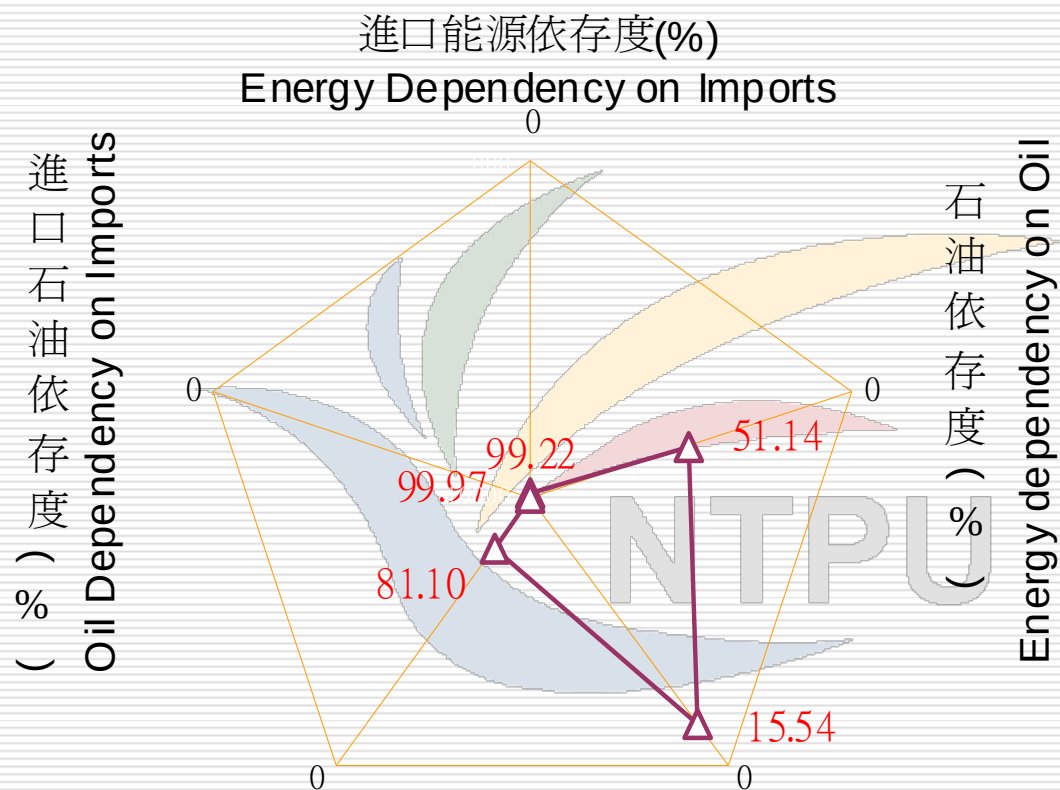


中東原油進口依存度(%)

能源進口值總進口值比率(%)

Oil Imports Dependency on the Middle East Value of Energy Imports / Total Imports

台灣地區能源安全度 (2007)



中東原油進口依存度(%)

能源進口值總進口值比率(%)

Oil Imports Dependency on the Middle East Value of Energy Imports / Total Imports

節能利用與管理：前言

□ 節能

- 節約能源
- 能源使用：化石燃料 => 排放二氧化碳
- 節能 => 減碳 => 『節能減碳』

□ 能源使用與產業結構

- 三大部門：農業、工業、服務業
- 工業生產
- 衣食住行 => 運輸與住商部門
- 政府部門

□ 節能指標

- 能源密集度與能源生產力
- 二氧化碳密集度：637 g-CO₂/kWh-electricity

節約能源

□ 工業部門

- 鍋爐與燃料燃燒：汽電共生
- 電力使用：馬達使用；離峰用電與契約容量
- 照明與空調

□ 住商部門

- 照明與空調：冰水式冷氣系統
- 烹調與熱水：天然氣與液化石油氣
- 電器使用：節能標章

□ 運輸部門

- 汽油與柴油：車輛油耗
- 軌道運輸：電力

全國能源會議結論：能源管理與效率提升

□ 核心議題：能源管理與效率提升

- 子議題一：產業結構低碳化
- 子議題二：部門效率提升因應對策
- 子議題三：政策工具規劃與整合

子議題一：產業結構低碳化

一、建立低耗能與低碳化之產業結構：

促使產業逐步邁向「**低碳化**」，提升**單位碳排放**的附加價值；新增重大投資應以**綠色能源產業**及**非能源密集產業**為優先，並鼓勵能源密集產業採用**最佳節能技術 (BAT)**。

二、引導新增重大投資因應二氧化碳減量趨勢：

能源密集產業設置應依規定儘速完成「**能源密集產業發展政策**」之**政策環評**，減少產業重大投資案之爭議。進行政策環評時並應召開**聽證會**。

三、要求既設產業提升能源使用效率

四、輔導中小企業落實具經濟效益之節能減碳措施

全國能源會議結論：能源管理與效率提升

子議題二：部門效率提升因應對策

- 一、提升整體能源使用效率及降低碳排放密集度，
未來四年每年以降低能源密集度2%為目標。
 - 二、訂定節能減碳目標，並逐年檢討及調整，以最低成本規劃可行方案。
 - 三、工業部門
 - 四、運輸部門
 - 五、住商部門
 - 六、電力部門
 - 七、政府部門
- 

子議題三：政策工具規劃與整合

耗能產業

- 界定方式：能源成本占比高或能源密集度高者
- 業別：水泥、造紙、鋼鐵、化學材料、化學纖維(紡織印染)、電子電機

能源密集產業	能源成本占該業之總生產成本之各業平均值
水泥	33.0%
造紙	10.6%
鋼鐵	8.3%
化材業	7.7%
化纖	5.7%
電子電機	4.0%

備註：資料來源為百大訪調資料

工業部門節能作法

□ 燃料使用與燃燒程序

- 蒸汽：高效率鍋爐、汽電共生、外購蒸汽
- 預熱器 (廢熱利用) 與熱交換
- 污染防治設備：低氮燃燒器

□ 電力使用

- 電弧爐煉鋼廠：離峰用電
- 馬達：高效率馬達
- 空壓機
- 製程用電

□ 廠房空調與照明

□ 能源服務產業 (Energy Service Company, ESCO)

汽電共生

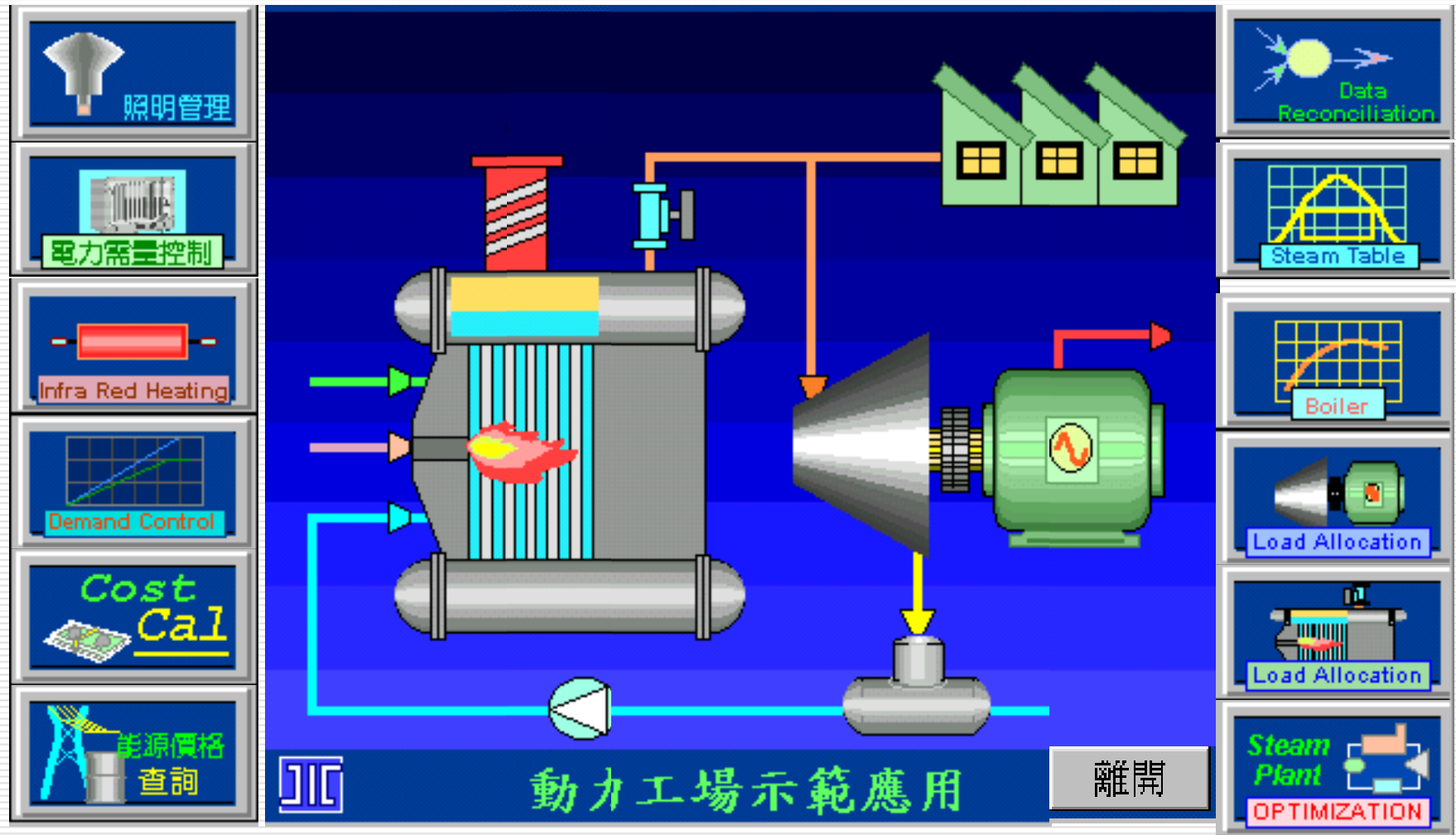
□ 定義：「**汽電共生**」就是**蒸汽**與**電力**共生。

- 先利用燃料燃燒加熱於鍋爐，使水沸騰產生高溫高壓蒸汽，再利用高壓蒸汽推動渦輪機，再由渦輪機帶動發電機產生電能。蒸汽除用來發電之外亦用於製程熱源。
- 汽電共生在中國稱為「**熱電聯產**」，在歐洲則稱為**CHP** (Combined Heat and Power)，其最主要目的係將發電循環之**過熱段**與加熱製程之**飽和段**做最有效率之組合。

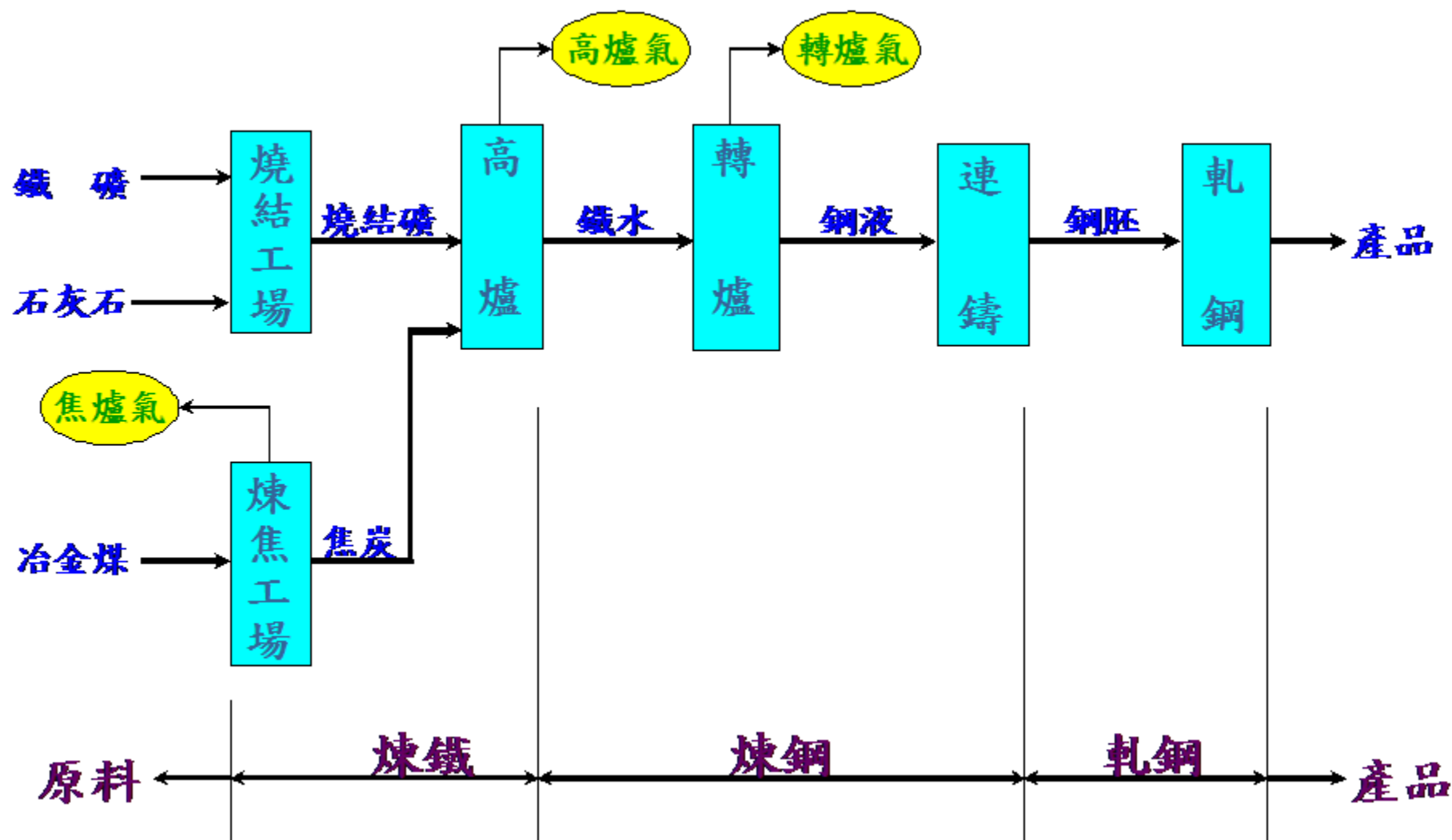
□ 汽電共生系統類別：

- **先發電循環式**：有人稱之為**頂部循環**，它是先利用燃料產生高壓高溫蒸汽去推動蒸汽渦輪發電機之後，再將此蒸汽引到工廠供製程使用。
- **後發電循環式**：有人稱之為**底部循環**，它是利用工廠製程中產生的廢熱轉換為蒸汽發電。
- **複循環式**：即先發電循環式跟後發電循環式的組合。

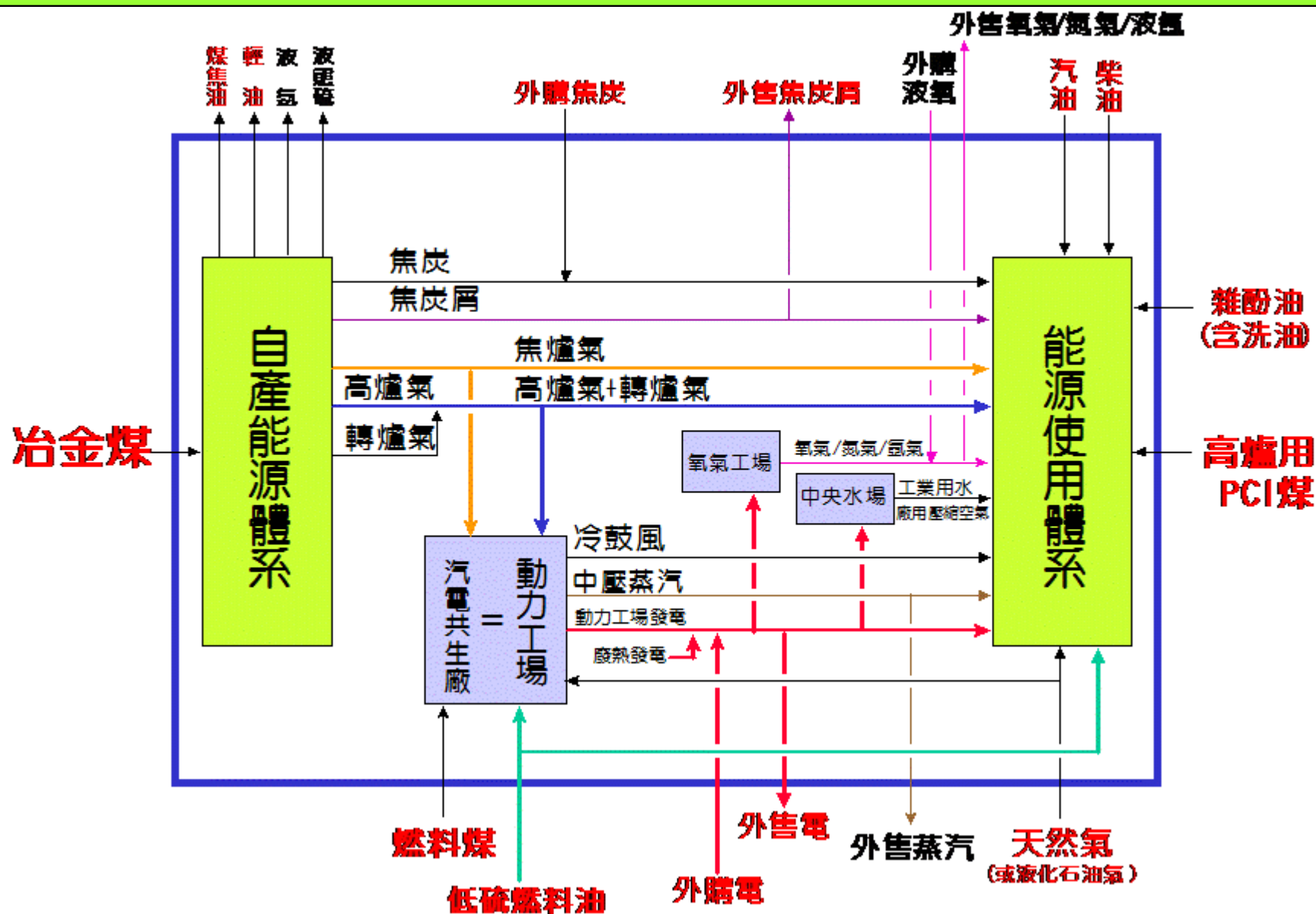
汽電共生與能源管理監控 (中油桃煉廠)



一.中鋼能源系統 1.簡易鋼品生產流程圖

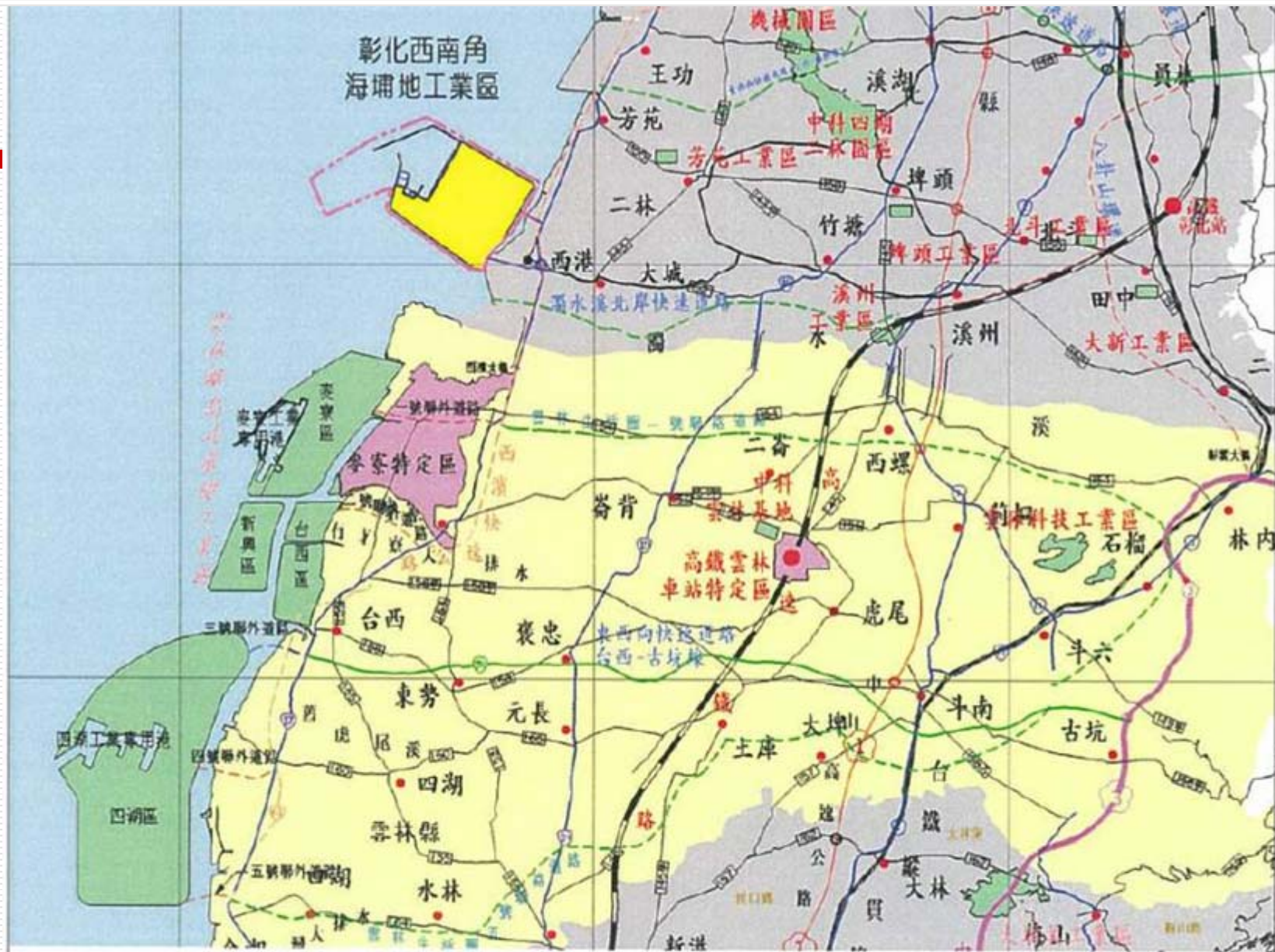


一. 中鋼能源系統 2. 整體能源使用示意圖



彰化縣西南角 (大城) 海埔地工業區計畫

- 計畫範圍：海埔地工業區，且附設1座工業專用港
- 計畫區位：
 - 計畫區係位於彰化縣境內西南隅之海岸地區，即濁水溪口以北至大城、芳苑鄉界間之大城海堤外現有浮覆海埔地及其外圍海域
- 二期開發：
 - 第一期設置2座日煉15萬桶原油的煉油廠、1座年產120萬噸乙烯的輕油裂解廠、1座年產150萬噸的芳香烴廠及23座石化中下游工廠
 - 第二期設置包括1座日煉15萬桶原油的煉油廠、1座年產120萬噸乙烯的輕油裂解廠、1座年產130萬噸的芳香烴廠及18座石化中下游工廠。



運輸部門節能

□ 運輸需求的分類

- 貨物運輸：『延噸公里』
- 人員運輸：『延人公里』
- 日常通勤

□ 人員運輸與大眾運輸

- 大客車運輸：柴油客車、CNG替代燃料
- 軌道運輸系統：捷運、鐵路運輸 (包括高速鐵路)
- 混合系統：無軌道電力公車

□ 日常通勤

- 車輛耗能標準、耗能測試、以及耗能排序
- 共乘系統 Carpool
- 高乘載 (High Occupancy Vehicles, HOV) 車道

車用燃料與運輸部門節能

□ 汽油

- 辛烷值：98、95、92 無鉛汽油
- 含氧添加劑：MTBE
- 替代燃料：液化石油氣、酒精(乙醇)、甲醇
- 油電混合車 => 電動車

□ 柴油

- 十六烷值
- 含硫量：高級柴油、超級柴油
- 替代燃料：生質柴油、二甲醚、丁醇
- CDI, TDI, ... => 廢氣環保標準

□ 電動車輛

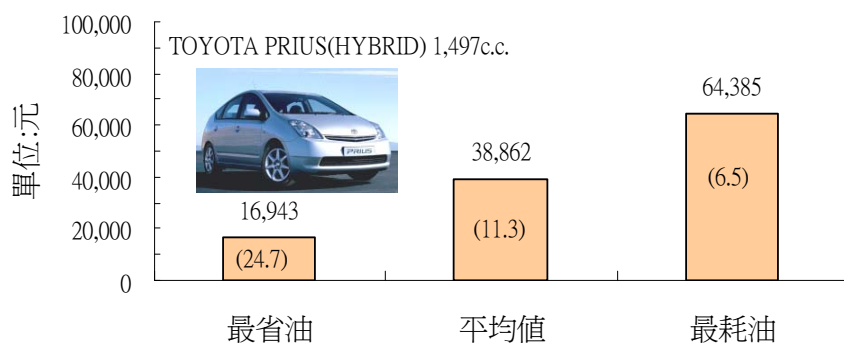
- 電動機車：充電式、燃料電池
- HEV and PHEV: Plug-in Hybrid Electrical Vehicle
- 自行車：電動輔助自行車、電動自行車

環保汽機車車型

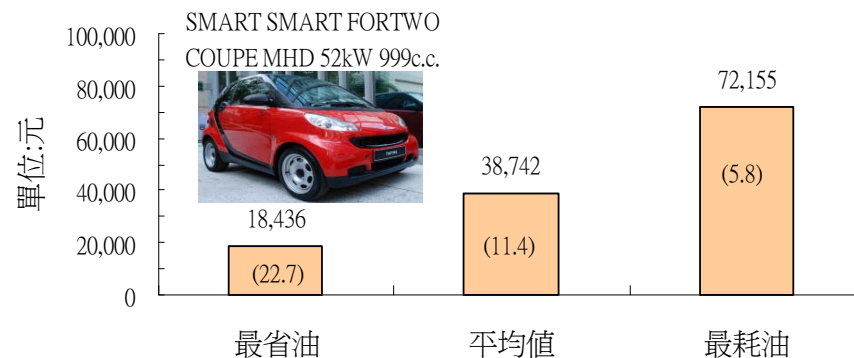
- 「**三低**」環保指標：**低廢氣排放、低噪音及低油耗**
- **轎車**代表車型包括TOYOTA PRIUS (Hybrid)、Smart fortwo、SUZUKI SX4 HB GLX、日產 TIIDA 1.6L、MERCEDES-BENZ B170、國瑞 COROLLA ALTIS 2.0L、LEXUS RX400H 與 LEXUS GS450H (Hybrid)
- 環保轎車油耗約**13.7 ~ 24.7 km/L**
- **環保機車**代表車型分別為：
三陽 tini 100與WOWOW 100 兩款車型、
山葉勁風光與 BW'S 125兩款車型、
光陽奔騰G5與GP125兩款車型
以及哈特佛 Mini-125 等7個車型
- 環保機車油耗約**46.3 ~ 56.7 km/L**

車輛省油排名

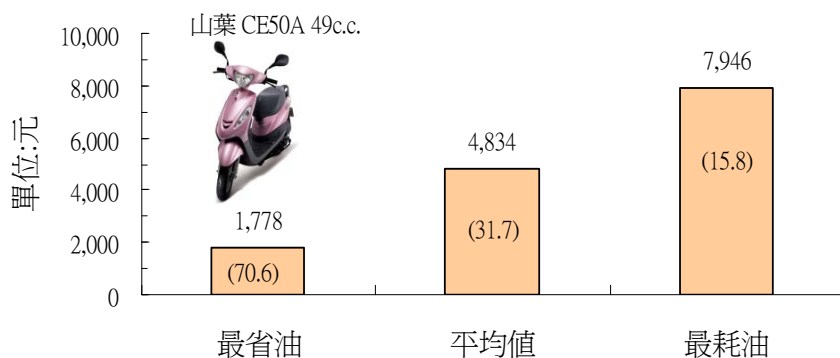
小客車(美國FTP-75測試程序)每年燃油花費比較圖



小客車(歐盟測試程序)每年燃油花費比較圖



機車(國家標準CNS 3105測試程序)每年燃油花費比較圖



註1：汽車係以每年行駛15,000公里，機車係以每年行駛4,500公里，每公升汽油27.9元、柴油24.3元為計算基準。

註2：依能源局委託之研究報告顯示，美國 FTP-75 測試程序之平均油耗約為歐盟測試程序平均油耗的1.09至1.30倍間，若以統計方式求取兩者間的關係，可得到美國測試程序之平均油耗約為歐盟測試程序平均油耗的1.15倍，判定係數(R^2)超過0.9。

註3：()內數字為該車型平均油耗認證值，單位為公里/公升。

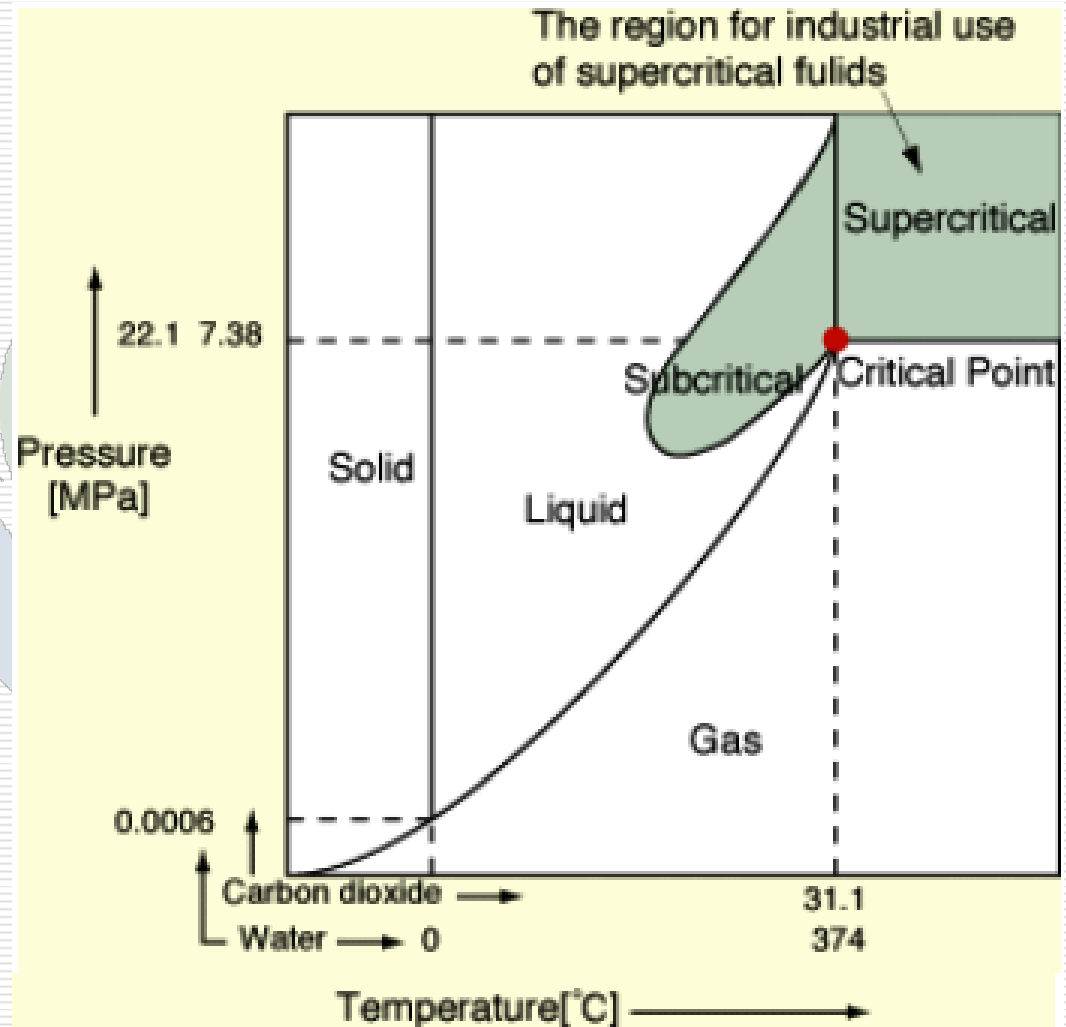
電力部門：淨煤技術

- 煤炭加工和轉化技術 (燃燒前)
- 煤炭燃燒技術：淨煤發電技術
- 淨煤發電技術 (http://www.itri.org.tw/cfc/co2/15/gw15_3.pdf)
 - 超臨界粉煤發電技術
Supercritical Pulverized Coal (PC) Combustion
 - 壓力式流體化床燃燒發電技術
(Pressurized Fluidized Bed Combustion, PFBC)
 - 壓力式流體化床複循環發電技術
(PFBC/Combined Cycle, PFBC/CC)
 - 氣化複循環發電技術
(Integrated Gasification Combined Cycle, IGCC)
- 煙氣脫硫與脫硝 (氮氧化物) 技術 (燃燒後)
 - FGD: 煙道氣脫硫技術
 - SCR: 選擇性觸媒脫氮技術

超臨界火力發電機組

□ Supercritical PCC

- 水與蒸汽的臨界參數為**22.1 MPa** / **374°C**，超過此參數即為超臨界。亦即，維持此溫度，壓力即使再上升，蒸氣也不會轉換為液態的水。
- 超臨界機組：**22.4 MPa** / **560°C**



燃煤發電技術之綜合比較

技術分類	次臨界 PC/FGD/LNB	超臨界 PC/FGD/SCR	PFBC/CC	IGCC
電廠效率(% LHV)				
目前	34~36	37~39	40~42	41~43
2010 年			48~50	48~52
污染排放(%)	比較基準			
SO _x	100	100	110~120	10~20
NO _x	100	20~30	45~55	5~10
CO ₂	100	85~95	85~95	80~90
固態廢物	100	100	100~500	40~65
粉塵排放	100	100	100	40~50
建廠成本(US\$/KW)				
目前	900~1000	1000~1200	1400~1600	1200~1700
2010 年			1100~1300	1000~1100
發電成本(¢/KWh)				
目前	3.69	3.76	-	3.76
2010 年				3.38

註：以美國建廠與運轉成本估算

(http://www.itri.org.tw/cfc/co2/15/gw15_3.pdf)

建築物節能

□ 建築物用途

- 廠房、辦公室
- 商店、醫院、學校、旅館
- 住家

□ 建築物能源使用

- 照明、通風
- 空調：冰水式空調

□ 建築物節能

- 綠建築

- 省能照明設備：T5日光燈、省電燈泡、LED燈

□ ESCO能源服務產業：『物業管理』



省電燈泡：省不省電？

各式燈具比一比							
	鎢絲燈泡	鹵素燈泡	省電燈泡	PL 燈	日光燈	T5 燈	LED 燈
發光效率 (流明/瓦)	8-20	18-20	30-50	58-87	50-80	56-90	70-160
壽命(小時)	2000-3000	2000-3000	6000	6000	7000	1萬	3萬-10萬
優缺點	耗電 高溫	耗電 高溫	比鎢絲燈泡 省電	省電	省電，汞汙 染，會閃爍	比日光燈 省電	省電，價高 無汙染
註：發光效率指每瓦電力提供的光效率 資料提供：成大教授林惠德、博士候選人陳冠群 製表：修瑞晏							

省電燈泡最省電？大錯特錯 (2008/11/10 聯合報)

燈具	廠牌	型號	瓦數	流明	壽命(Hr)	售價	電價 (元/每度)	壽命成本 (瓦數*壽命 /1000*電價 +售價)	單位成本 (壽命成本 /壽命/流明)	成本比較
日光燈	飛利浦	TLD-36W	36	2500	13000	55	2.68	1309	0.00004028	100%
省電燈泡	飛利浦	HELIX-27WD/W	27	1674	6000	210	2.68	644	0.00006413	159%
T5	飛利浦	TL'5 28W /865 HE	28	2600	20000	160	2.68	1661	0.00003193	79%