

能量與環境-課程目標

- 瞭解現有能源的來源和形成。
- 能源活動可能產生的污染和環境問題。
- 瞭解新/替代能源、再生能源。
- 瞭解全球能源與環境議題。

能量與環境-授課進度

授課進度表		
週次	內容 (Subject/Topics)	備註
1	能源與永續	
2	綜觀能源發展	
3	能源的儲存與傳遞	
4	太陽能	
5	太陽能電池原理	
6	太陽能電池應用	
7	風能	
8	海域風能	
9	波浪能	
10	期中考試週	
11	海洋能源	
12	海洋熱能與鹽差能	
13	生物能源	
14	水力能	
15	地熱能源	
16	燃料電池	
17	全球能源發展	
18	期末考試週	

能量與環境-參考書籍

- Energy, R. A. Hinrichs, M. Kleinbach, Thomson Corporation
- 再生能源概論，華健、吳怡萱，五南文化

能量與環境-學期成績計算方式

- 平時成績：20%
- 期中考成績：40 %
- 期末考成績：40 %

能源的概念

- 能源問題是21世紀的熱門話題

- 能源的定義

比較集中的含能體或能量過程稱為能源。

可以直接或經轉換提供人類所需的光、熱、動力等任何形式能量的載能體資源。

能源的分類

- 以能量基本蘊藏方式的不同，可以將能源分為三大類：
 1. 來自地球以外的太陽能
 2. 地球自身蘊藏的能量
 3. 地球和其他天體引力相互作用而形成的

何謂能源

- 能源：能量的來源
- 是可發生工作能力的根源、可作功
- 能量可以是電能、動能、位能、熱能等型態
 - 電能：使電燈發亮、使電腦運作
 - 動能：驅動車輛、提升重物
 - 熱能：烹煮、加熱水產生蒸氣

能源特性

- 熱力學二大定理
 - ✓ 第一定理：能量守恆
 - ✓ 第二定理：能量於不同型態之轉換過程中，部分能量會形成不可利用之廢熱，即具「熵 (Entropy)」特性
- 部分能源不具可儲存性或較難儲存，如電力、熱
- 能源轉換與廢熱利用
 - ✓ 燃料電池
 - ✓ 油電混合車 (hybrid cars)

燃料電池發電：具有高效率之特點

- 傳統熱機發電：化學能(燃燒)→熱能→機械能→電能
- 燃料電池發電：化學能(電化學反應)→電能



油電混合動力車：廢能利用、低油耗

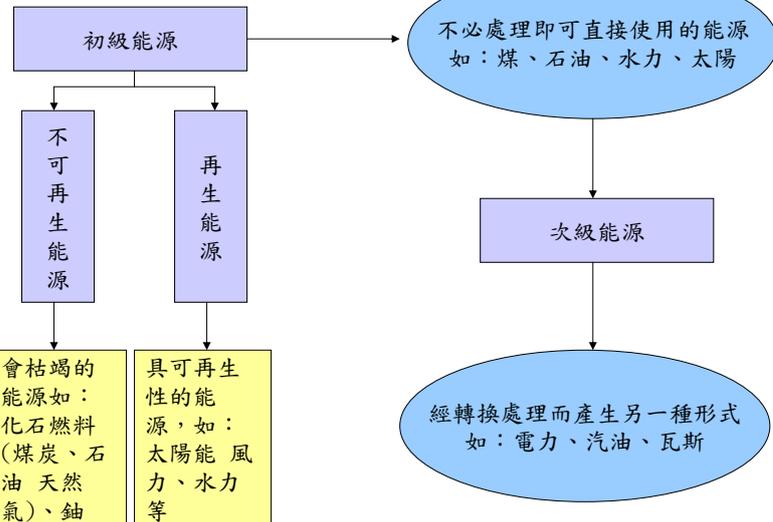
HSD 油電複合動力科技構成元件



能源的重要概念

- 能量單位
- 效率
 - 效率產出與投入之比值
 - 發電熱效率：產出電力與投入燃料熱量的比值
- 動力機械
 - 動力機械引擎(內燃機)
 - 馬達(電動)
- 汽車油耗
 - 汽車油耗行使每公里所耗汽油量
 - 每公升汽油可行駛里程數

能源的種類與型態



初級能源

- 化石能源：化石燃料
 - 煤炭
 - 石油
 - 天然氣
- 核能發電、水力發電、太陽能
- 化石燃料
 - 原料用途：石油化工(石化產業)、煤化工
 - 燃料(能源)用途：鍋爐、發電、加熱...
 - 煉油廠**vs.** 石化廠(輕油裂解廠)

再生能源

- 太陽能
- 風力
- 水力
- 地熱
- 生質能
 - 海洋能潮汐
 - 波浪
 - 海流
 - 海洋溫差、鹽差



能量的量度

- 度量衡：英制、公制
 - 英制：呎、磅、馬力
 - 公制：米、公斤、瓦
 - 數量級：千(k)、百萬(M)、毫(m)、微(μ)、奈(n)
 - 奈米：十億分之一公尺(nm)
- 英制能量單位
 - 英制熱能單位 (**British Thermal Unit, BTU**)
 - 馬力小時 (**horsepower-hour**)
- 公制能量單位：國際系統 (**System International, SI**)
 - 卡、千卡；焦耳
 - 千瓦小時

能量的單位

- 當量：以初級能源熱含量為基底
 - 公秉油當量、公噸油當量
 - 公噸煤當量
- 個別能源的單位表示方式
 - 煤炭：以重量單位表示，即公噸、公斤、磅等
 - 原油、汽油、柴油等液體燃料：以容積單位表示，即公秉、公升、加侖、桶
 - 天然氣、石油氣等氣體燃料：以體積單位表示，即立方公尺、立方呎
- 電力相關單位
 - 發電設備容量則以瓩 (kW) 表示
 - 發電量則以瓩小時 (kWh)，俗稱「度」

常用能源單位的換算

- 熱量、動能：卡路里 1(卡) = 4.1868 焦耳
- 英制、公制：1 BTU = 1,055 焦耳 = 252 卡
- 電力、動能：1瓩小時 (kWh) = 3.6×10^6 焦耳
- 能源統計
 - 1公噸油當量 (TOE) = 1.04×10^{10} 仟卡
 - 1公秉油當量 (KLOE) = 0.92×10^{10} 仟卡
 - 1公噸煤當量 (TOC) = 0.64×10^{10} 仟卡
- 2006 年能源消費總量
 - 中國大陸：24.6 億噸標準煤當量
 - 台灣地區：1.23 億公秉油當量

功率單位說明

- W (Watt, 讀成瓦特或瓦), 為功率單位; G (讀成Giga) 表示 10^9 , GW表示十億瓦; M (讀成Mega) 表示 10^6 , MW表示百萬瓦; k (讀成kilo) 表示 10^3 , kW表示瓩 (讀成千瓦)。
- 1瓩的發電裝置連續發電1小時所產生的電力為1瓩小時, 俗稱1度電; 耗電功率1瓩的電器用品連續使用1小時所耗的電力也為1瓩小時。
- 由於能量有熱能、電力、動能……等各種形式, 能量單位通常亦會加註能量形式, GWth就表示熱功率百萬瓩。

能源常用單位換算

符號	說明
g (公克)	Gram = 0.03527 ounces
Kg (公斤)	Kilogram = 1,000 grams = 2.205 pounds
T (公噸)	Ton (metric) = 1,000 kilograms = 2,205 pounds = 0.98421 long ton
M (公尺)	Meter = 3.28 feet = 39.37 inches
Cm (公分)	Centimeter = 1/100 meters = 0.3937 inches
Km (公里)	Kilometer = 1,000 meters = 0.621 miles
Km ² (平方公里)	Square kilometer = 100 hectares = 0.3861 square miles
M ³ (立方公尺)	Cubic meter = 1,000 liter = 35.31 cubic feet
L (公升)	Liter = 1,000 cubic centimeters = 0.2642 USA Gallons
ton (公噸噸重)	ton = 1.16KL = 7.2964 barrels
Kl (公秉)	Kiloliter = 1,000 liters = 6.29 barrels
bbt (桶)	Barrel = 42 USA gallons = 0.15898 kiloliters
kcal (千卡)	Kilocalorie = 427 kilogram - meters = 3.968 B.T.U.=4,187KJ
kw (瓩)	Kilowatt = 1,000 watts
Mw (千瓩)	Megawatt = 1,000 kilowatts
Gw (百萬瓩)	Gigawatt = one million kilowatts
Kwh (度)	Kilowatt hour = 1,000 watt hours
Gwh (百萬度)	Gigawatt hour = one million kilowatt hours
kv (千伏特)	Kilovolt = one thousand volts
10 ⁶ (百萬)	One million
10 ⁹ (十億)	One billion = 1,000 million
10 ¹² (兆)	One trillion = 1,000 billion

能源產品單位熱值

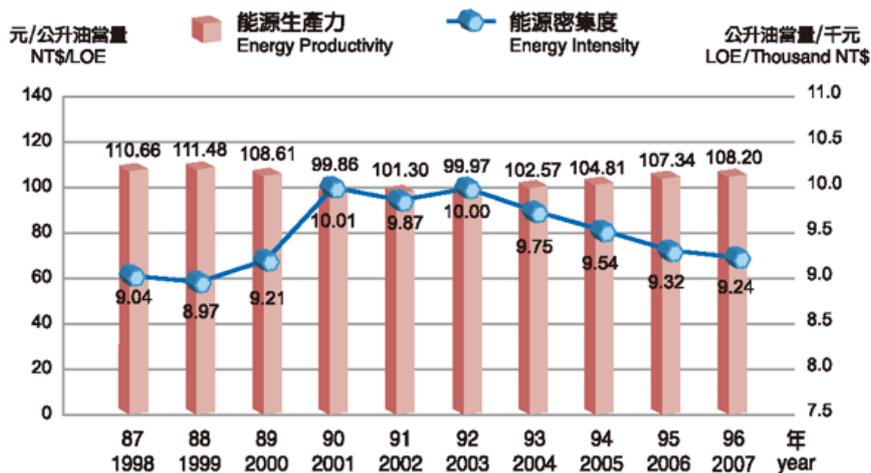
能源產品	單位Unit	熱值(千卡) Heating Value (kcal)	公斤油當量LOE (0.000千卡 / 公斤) (0.000kcal / liter)	Energy Product
煤 - 塊煤	-	-	-	Bituminous Coal-Coking Coal
自產	公斤(kg)	6,200	0.6589	Indigenous
進口	-	-	-	Imported
中國	公斤(kg)	7,200(自80年止)	0.8000	Steel
其他	公斤(kg)	7,300(自81年起)	0.8200	Steel
其他	公斤(kg)	6,800	0.7156	Others
煤 - 蒸汽煤	-	-	-	Bituminous Coal-Steam Coal
自產	公斤(kg)	6,200	0.6589	Indigenous
進口	-	-	-	Imported
中國	公斤(kg)	7,190	0.7889	Steel
其他	公斤(kg)	6,400	0.7111	Others
新亞煤	公斤(kg)	7,100	0.7889	Anthracite
亞煤	公斤(kg)	5,900	0.6556	Sub-bituminous Coal
焦炭	公斤(kg)	7,000	0.7778	Coke Over Coke
煤	公斤(kg)	3,850	0.4222	Patent Fuel
焦爐氣	立方公尺(m³)	4,200	0.4667	Coke Over Gas
高爐氣	立方公尺(m³)	777	0.0863	Blas Furnace Gas
轉爐氣	立方公尺(m³)	1,869	0.2077	Cryogen Steel Furnace Gas
原油	公升(liter)	9,000	1.0000	Crude Oil
添加劑	公升(liter)	9,000	1.0000	Addtives
液化石油	公升(liter)	9,000	0.9889	Liquid Oil
煤油	立方公尺(m³)	9,000	1.0000	Refinery Gas
液化石油氣	公升(liter)	6,000(自79年止)	0.6667	Liquefied Petroleum Gas (LPG)
丙烷	公升(liter)	6,635(自80年起)	0.7372	Liquefied Petroleum Gas (LPG)
天然氣	公升(liter)	6,520	0.7244	Propane Air (PA)
石油	公升(liter)	6,700	0.7444	Natural Gasoline
石油	公升(liter)	7,500	0.8667	Naptha
應用汽油	公升(liter)	7,500	0.8667	Motor Gasoline
航空汽油	公升(liter)	7,500	0.8333	Aviation Gasoline
航空煤油	公升(liter)	6,000	0.6667	Jet Fuel
煤油	公升(liter)	6,500	0.9444	Kerosene
煤油	公升(liter)	6,800	0.7778	Diesel Oil
柴油	公升(liter)	6,200	1.0222	Fuel Oil
白油	公升(liter)	6,000	1.0000	White Spirit
潤滑油	公升(liter)	6,500	1.0667	Lubricants
柏油	公升(liter)	10,000	1.1111	Asphalts
溶剂	公升(liter)	6,300	0.9222	Solvents
石蠟	公升(liter)	6,000	1.0000	Paraffin Wax
石油	公升(liter)	6,300	0.9111	Petroleum Coke
其他石油產品	公升(liter)	6,000	1.0000	Other Petroleum Products
(自產)天然氣	立方公尺(m³)	6,000(自79年止)	1.0000	(Indigenous) Natural Gas
(進口)天然氣	立方公尺(m³)	6,900(自80年起)	0.9889	(Imported) Natural Gas
(進口)液化天然氣	立方公尺(m³)	6,000	1.0000	(Imported) Liquefied Natural Gas
水力發電	度(kWh)	860	0.0956	Hydro Power
核能發電	度(kWh)	2,606	0.2896	Nuclear Power
火力發電	度(kWh)	2,700	-	Thermal Power
地熱發電	度(kWh)	6,500	0.9556	Geothermal Power
太陽能發電	度(kWh)	860	0.0956	Solar Photovoltaic
風力發電	度(kWh)	860	0.0956	Wind Power
電力(消費量)	度(kWh)	-	-	Electricity consumption
太陽熱能	單位公升·月 m³·month	39,780	4.4200	Solar Thermal

註：液化石油類：1公升=1.789公升(自82年起) 汽化煤油類：1公升(液體)=1.055公升(氣體)=1.786公升
=1.818公升(一般) (自83年起) 汽化天然氣：1公升(液體)=1.320公升(氣體)=2.207公升(液體)
1.867公升(應用)

能源統計指標

- 能源彈性值：指在同一期間，能源消費成長率與實質國內生產毛額成長率之比值，亦即實質國內生產毛額每成長一個百分點所需的能源消費成長。
- 能源生產力：指在同一期間，每一單位能源消費所產生的實質國內生產毛額。
- 能源密集度：指在同一期間，生產每一單位實質國內生產毛額所需投入之能源。

能源生產力與密集度



未來能源發展趨勢

- 發展趨勢
 - 開源、節流
 - 綠色能源、替代能源、潔淨能源
- 綠色能源
 - 再生能源
 - 節約能源與提升能源效率
- 替代能源
 - 可替代現有常用能源，如化石能源、核能等
 - 再生能源與燃料電池技術

未來能源發展趨勢

● 新能源

- 化石能源的新興利用方式（例如煤氣化等）
- 再生能源的新利用（通常排除水力及風力）
- 氫能利用（包括燃料電池與核融合）
- 木質素或纖維素水解成五碳醣的利用等

● 潔淨能源

- 指污染較少或二氧化碳排放較低的能源
- 例如天然氣（與石油、煤炭相比）、再生能源、核能（暫且不論放射性污染）

● 氫能與氫經濟

- 燃料電池、核融合、木質纖維素

綠色能源

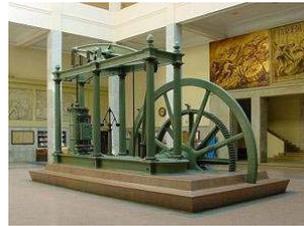
- 既然稱為「綠色」，就表示它符合環境保護的要求，也符合讓全球人類「永續發展」的標準。儘管它也是能源的一種，但是和我們印象中的儲量有限、會產生污染的傳統化石能源並不同，因為它增加溫室氣體的可能性非常低，危及生態環境的影響也很小。

- 這些所謂的「綠色能源」，大致上分為兩類：

1. 再生能源：太陽能、生質能、風力、地熱能、水力、海洋能源等。
2. 節能與提昇能源效率：像是節能設計的綠建築，或是高效率、低污染的新能源技術，例如高效率熱能利用技術、燃料電池等。

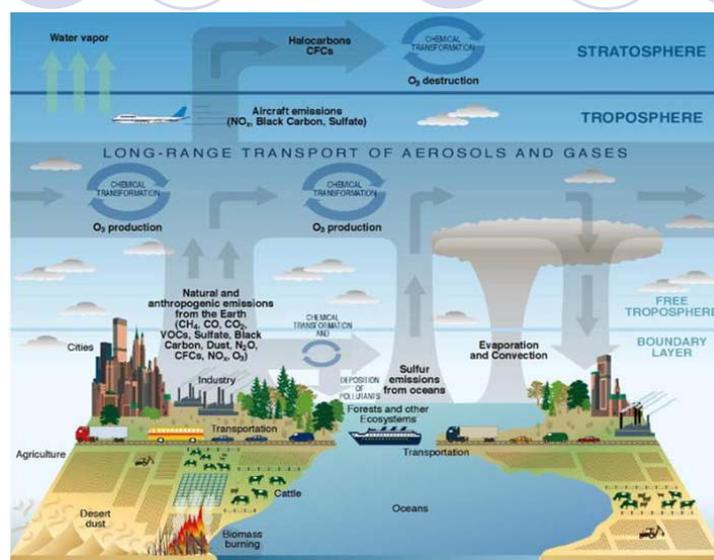
能源利用與人類文明

- 工業革命(1759-)
 - 機械能取代獸力與人力
 - 燃煤鍋爐產生水蒸氣
- 自石油中提煉煤油(1852-)
 - 取代鯨油
 - 照明、取暖
 - 石油化學工業
- 石油危機
 - 原油供應減少
 - 油價上漲
- 溫室氣體與全球暖化

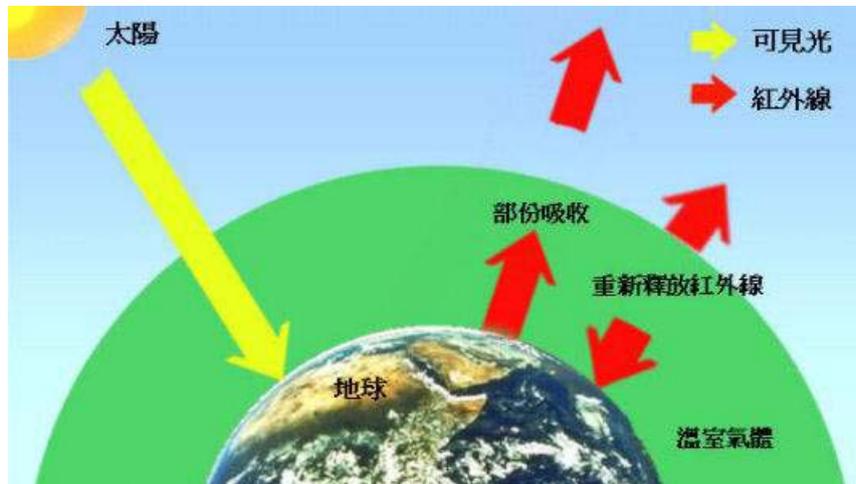


瓦特所發明的蒸汽機

臭氧層破壞：氟氯碳化合物



溫室效應



若無溫室效應，地球表面的平均溫度預估為： -18°C (目前約為 15°C)

溫室氣體及其來源



能源小常識

人類所產生的溫室氣體

燃燒石油、煤炭、天然氣→二氧化碳 (CO_2)

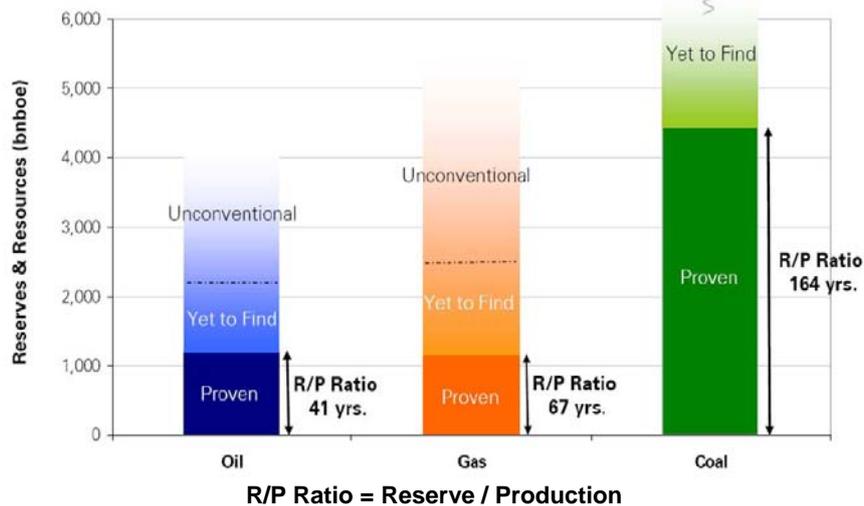
農業活動、垃圾掩埋→甲烷 (CH_4)、氧化亞氮 (N_2O)

舊型滅火器、舊型冰箱及冷氣機→氟氯碳化物 (CFCs)

鋁製品、半導體製程→氟碳氫化物 (HFCs)

電力設備、半導體製程、鎂製品→六氟化硫 (SF_6) 或全氟化物 (PFCs)

全球化石燃料可開採年限示意圖

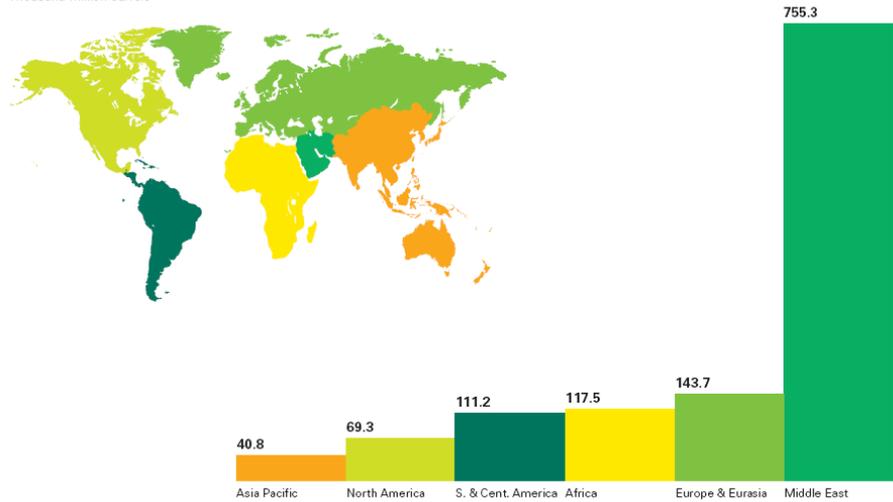


全球能源分佈與消費概況

- 能源消費
 - 主要集中於北美洲與中東
 - 其次為歐洲與澳洲
 - 亞洲、中南美洲與非洲消費量持續增加
 - 能源消費與開發程度密切相關
- 各種能源需求成長
 - 石油的需求呈緩和成長
 - 煤與天然氣有較高的需求成長
 - 水力發展已趨飽和，核能發電則仍有疑慮，兩者所佔全球能源消費的比重相對降低

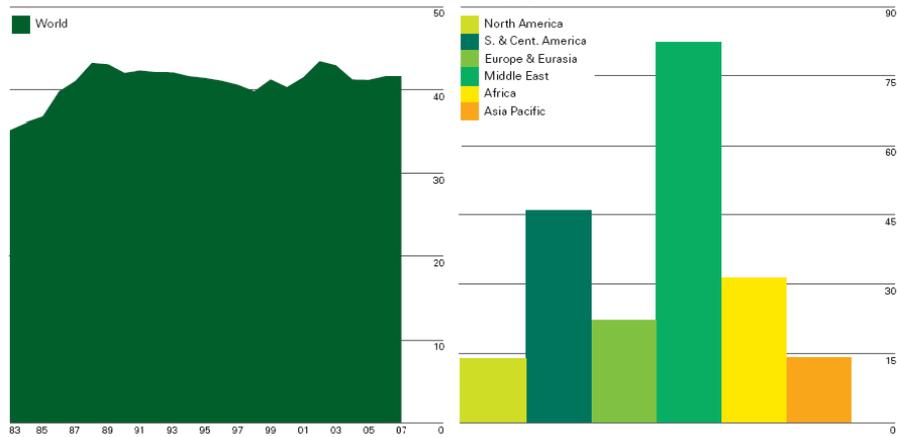
石油蘊藏與區域分布

Proved reserves at end 2007
Thousand million barrels



石油蘊藏與開採情形

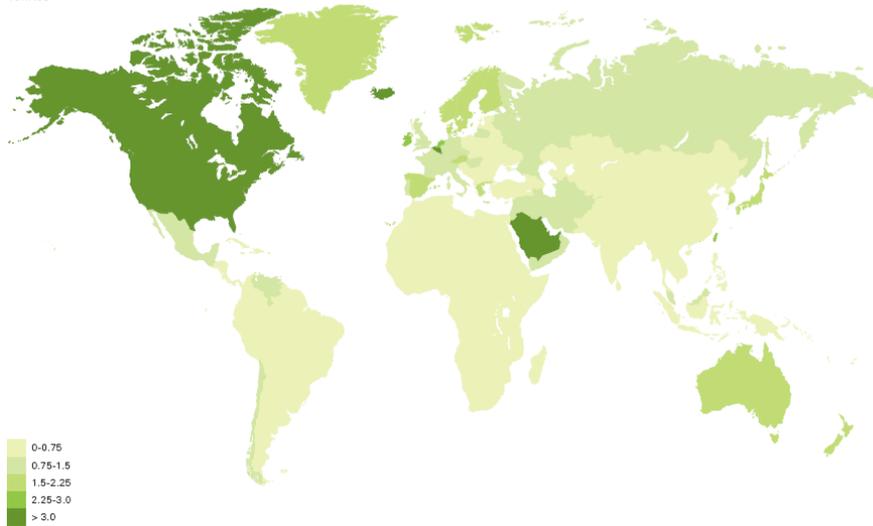
Reserves-to-production (R/P) ratios
Years



The world's proved oil reserves edged lower in 2007 and the R/P ratio of 41.6 years was unchanged in the face of declining oil production. The level of reserves fell by 1.6 billion barrels in 2007 due to declines in Mexico, Syria, Qatar and Norway, which were partly offset by increases in Brazil, Egypt and Russia.

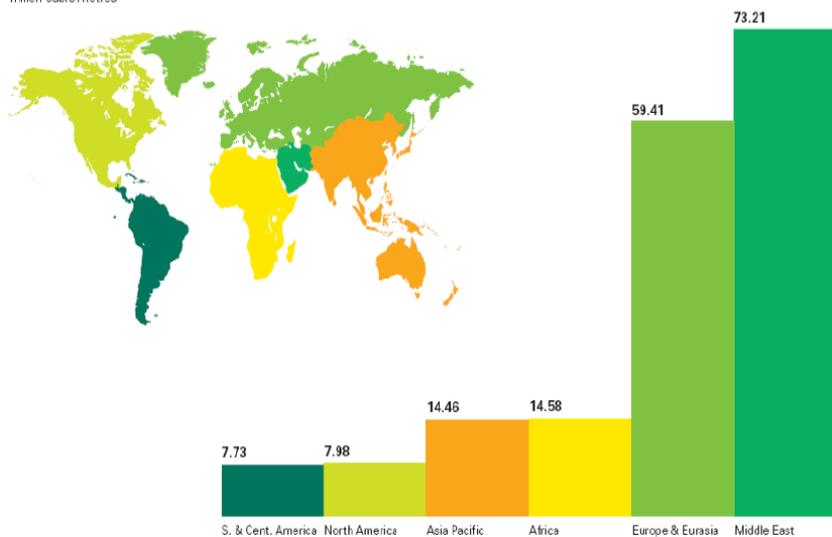
人均石油消費量 (公噸油當量/人)

Consumption per capita 2007
Tonnes



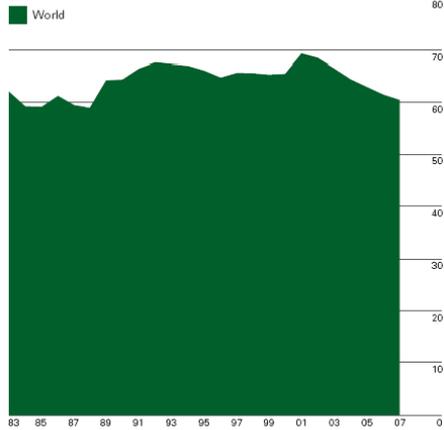
天然氣蘊藏與區域分布

Proved reserves at end 2007
Trillion cubic metres

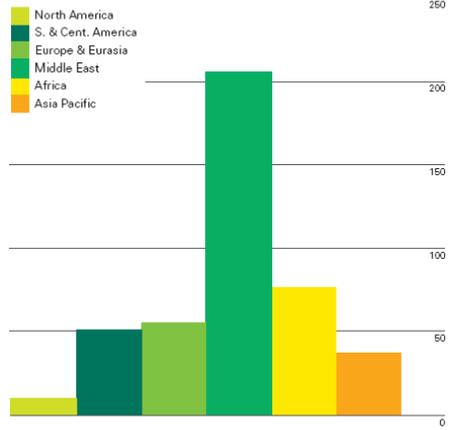


天然氣蘊藏與開採情形

Reserves-to-production (R/P) ratios
Years



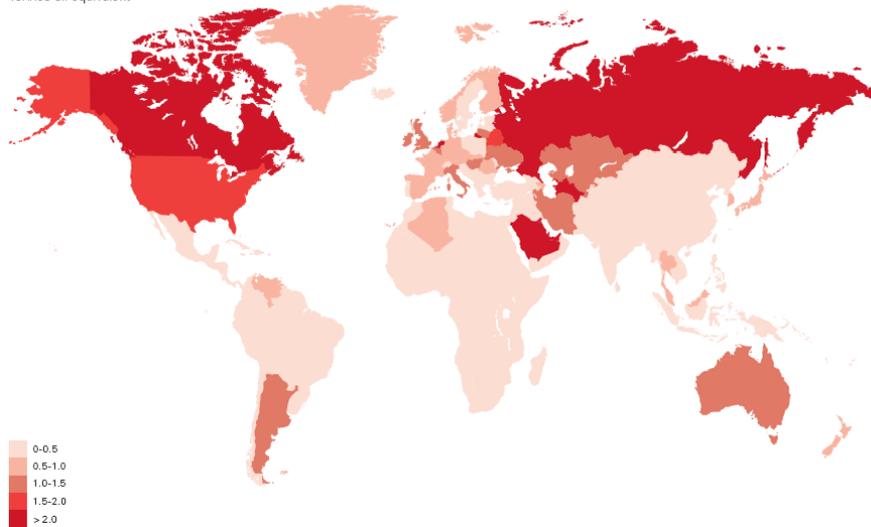
2007 by region



The world's natural gas R/P ratio declined to 60.3 years in 2007, even though reserves increased by more than 1 trillion cubic metres. Increases in Indonesia, Iran and China accounted for most of the growth.

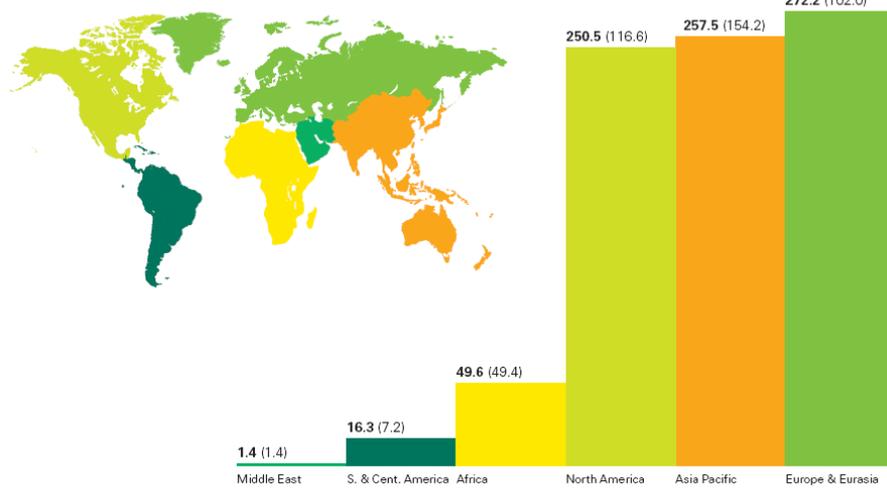
人均天然氣消費量 (公噸油當量/人)

Consumption per capita 2007
Tonnes oil equivalent



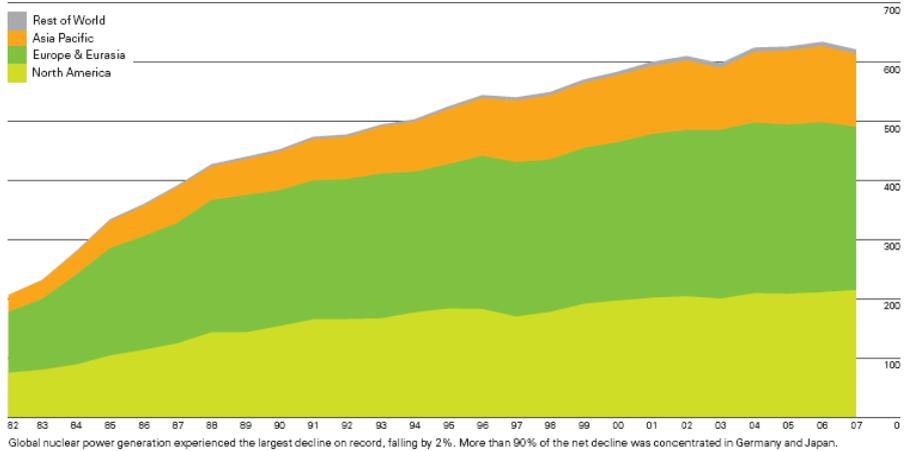
煤炭蘊藏與區域分布

Proved reserves at end 2007
 Thousand million tonnes (anthracite and bituminous coal shown in brackets)



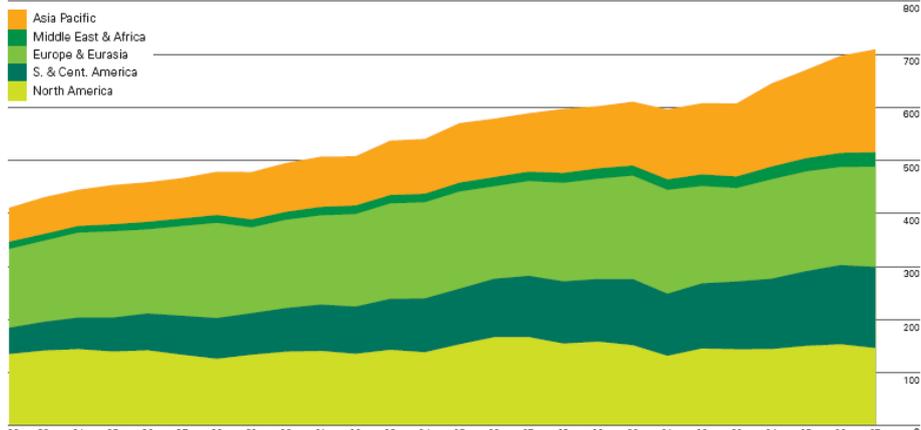
各地區核能消費情形

Consumption by region
 Million tonnes oil equivalent



各地區水力發電消費情形

Consumption by region
Million tonnes oil equivalent

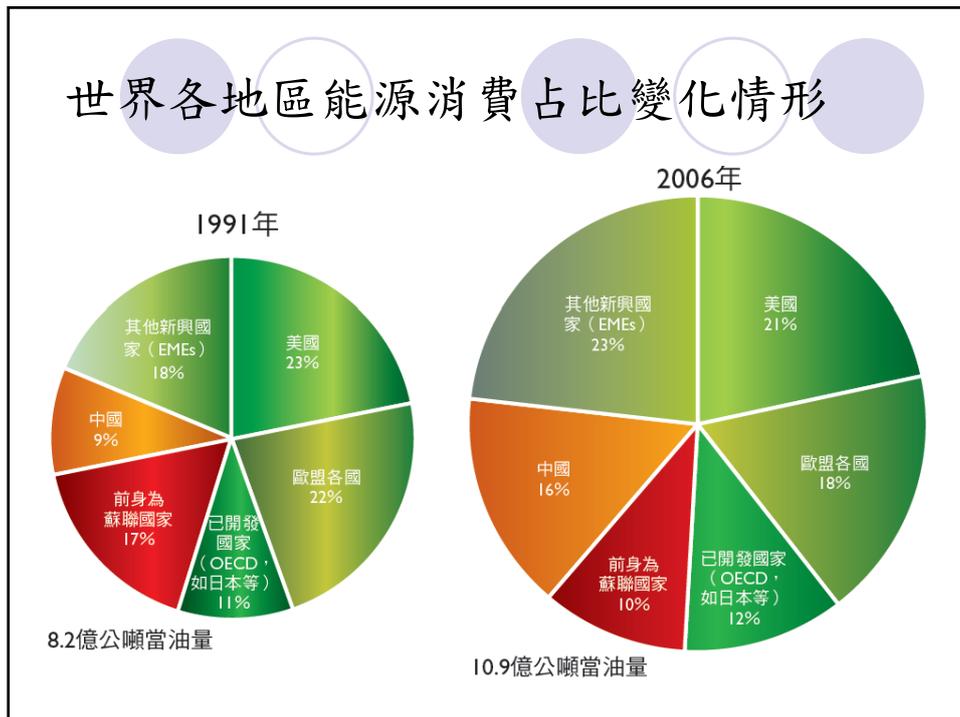


Growth in global hydroelectric power generation was 1.7%, slightly below the historical average. New capacity in China and Brazil and improved rainfall in Canada and northern Europe offset drought conditions in the US and southern Europe.

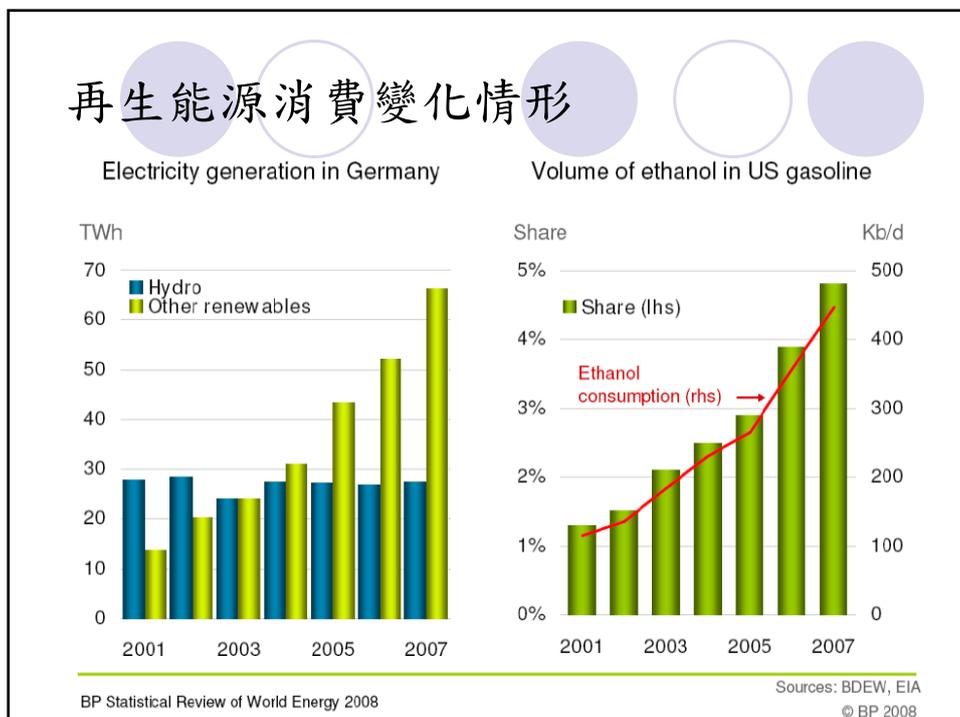
世界上兩大水力電廠比較

主要設施項目	伊太普(ITAIPU)	中國長江三峽
水利工程主要河川名稱	*巴拉那河(Parana River), 水利資源為巴西、巴拉圭兩國所共有。	*長江(揚子江)為中國大陸第一內陸河川。
工程耗用混凝土量	*全部工程: 1,280萬立方公尺 *大壩部分: 813萬立方公尺	*全部工程: 2,800萬立方公尺 *大壩部分: 1,486萬立方公尺
大壩與水庫	*大壩: 高196公尺、長7,760公尺 *蓄水量: 290億立方公尺 *溢洪壩在大壩左側, 電廠位於大壩中段	*大壩: 高185公尺、長2,309.47公尺 *蓄水量: 393億立方公尺 *溢洪壩居大壩中段, 兩側為電廠。
發、輸電設施	*裝置容量: 1,260萬仟瓦(70萬仟瓦x18台; 巴西9台, 60Hz; 巴拉圭9台, 50Hz) *年發電量: 750~770億度。 *輸電線路: 交流750KV 3回。 直流±500KV 3回。 *絕大部分電力(約,230萬仟瓦)輸往巴西, 巴拉圭僅2~4%。	*裝置容量: 1,820萬仟瓦(70萬仟瓦x26台, 50Hz, 不含右岸擴建中之6台) *年發電量: 847億度。 *輸電線路: 交流500KV 11回。 直流±500KV 2回。 *供電範圍甚廣, 東至上海, 南至廣州
工程現況與投資金額	*已完工, 全部工期16年。 *工程金額: 200億美元。	*進行中, 2009年完工, 全部工期17年。 *工程金額: 約250億美元。

世界各地區能源消費占比變化情形



再生能源消費變化情形





結語

- 全球能源供需逐漸失衡
 - 中國、印度等人口大國的需求大增
 - 地緣政治學與能源安全
- 化石能源 **vs.** 再生能源
 - 再生能源佔比仍偏低；化石能源蘊藏逐漸枯竭
- 溫室氣體 **vs.** 核能議題
 - 環境變遷的挑戰 **vs.** 非核「信念」的堅持
- 終極解決方法
 - 氫能
- 當前須迫切面對與因應的課題
 - 節約能源；提高能源使用效率
 - 能源多元化；全球能源供需的平衡