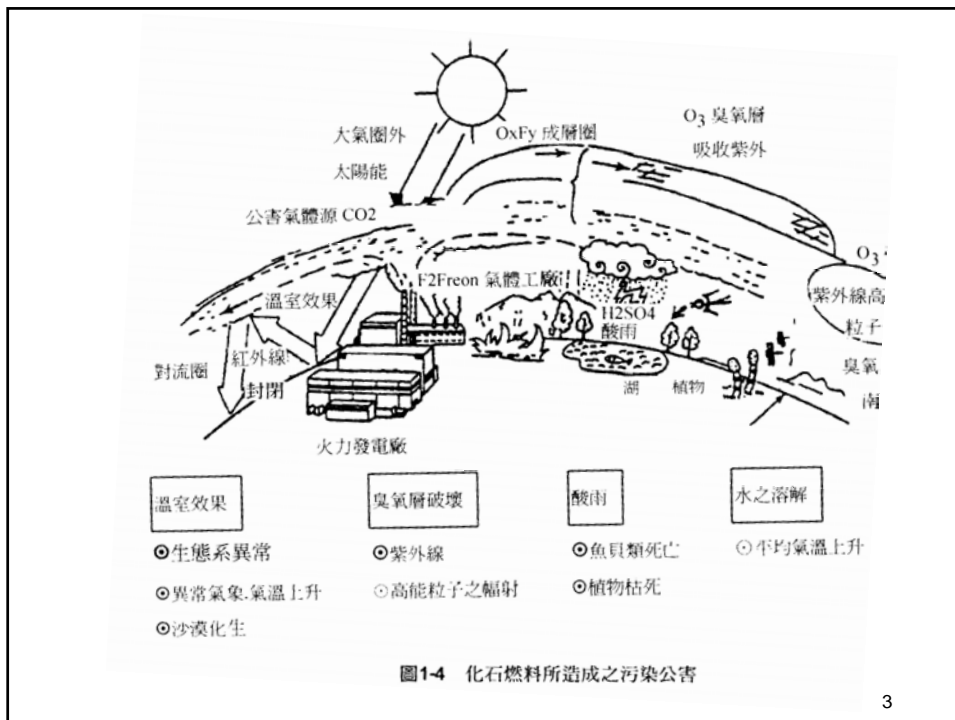


能源運用及環境

A. 能源：初始定義

- 建構現今社會的主要基材之一
- 天然資源創造貨品和提供許多服務所需使用的能源
- 目前主要使用石化燃料製造能源和(火力)發電
- 政治事件常是牽動石油價格異動的主因，進而引發能源危機：
 - ✓ 1970年代，天然氣嚴重短缺
 - ✓ 1973第一次石油禁令
 - ✓ 1979伊朗革命
 - ✓ 1991波灣戰爭
 - ✓ 2004美伊戰爭



3

化石能源衍生 三大環保議題

- 全球暖化
- 酸雨的侵害
- 輻射污染



解決之道：
建造一個綠色電力、綠色家園

4

能源的負作用

能源的生產和消費對全球經濟發展和社會進步雖有舉足輕重的作用。然而，能源的大量使用也對我們賴以生存的生態環境產生了負作用。

1. 化石燃料對環境的影響

化石燃料是目前世界一次能源的主要部分，故其開採、燃燒、耗用等方面的數量都很大，從而對環境的影響也令人關注。

對環境的影響最典型的是**煤炭開採**，包括

- (1) 開採對土地的損害：據不完全統計，迄今為止平均每開採1萬噸煤炭，將造成0.2公頃的農田塌陷，平均每年塌陷2萬公頃。
- (2) 對村莊的損害和對水資源的影響：煤礦的開採也會造成水資源的嚴重污染，對生態環境的影響層面也量大面廣，平均每開採1噸原煤，則需排放2噸污水。有些地區，由於水源和江河湖海的嚴重污染，造成居民用水短缺。

5

化石燃料對環境的影響

- 主要是燃燒時的(1)各種氣體與(2)固體廢物和(3)發電時的餘熱所造成的污染。
- 化石燃料產生的污染物對環境的影響主要有兩個方面：
 - (1) **全球氣候變化**：燃料中的碳轉變為 CO_2 進入大氣，使大氣中 CO_2 的濃度增大，從而導致溫室效應，改變了全球的氣候，危害生態平衡。
 - (2) **熱污染**：火力發電站發電所剩“餘熱”被排出到河流、湖泊、大氣或海洋中，在多數情況下會引起熱污染。例如，這種廢熱水進入水域時，其溫度比水域的溫度平均要高出7-8度，以致明顯改變了原有的**生態環境**。

6

原子能化石燃料對環境的影響

- 核動力是利用鈾-235 (或釷-239, Po-239)在中子轟擊下發生裂變，同時釋放出核能，將水加熱成蒸汽，驅動發電機組，發出電來作為動力。
- 由於核動力的燃料是核燃料(鈾或釷)，相較於煤或石油的優點是無空氣污染，無漏油等問題。
- 它的缺點是存在放射性污染，因此為了保證安全，要求由反應堆所產生的放射性廢物應與環境隔離，不讓它進入生態環境。
- 目前國內外公認比較好的處理技術是深部地層埋藏，即將燃燒完的放射性廢物進行玻璃固化後，將其埋藏于數百米深的岩層中。
- 首先在深部岩層中開挖洞室，將玻璃固化體裝入不銹鋼容器內，然後把容器放入洞室中，周圍填充膨潤土材料進行密閉，阻止萬一情況下發生的放射性物質向周圍的擴散和轉移。

7

水力發電對環境的影響

水庫建造的過程與建成之後，
對環境的影響主要包括以下幾個方面：

- (1) 自然方面
- (2) 生態方面
- (3) 物理化學性質方面
- (4) 社會經濟方面

8

水力發電 對自然環境的影響

1. 巨大的水庫可能引起地表的活動，甚至有可能誘發地震。
2. 此外，還會引起流域水文上的改變，如下游水位降低或來自上游的泥沙減少等。
3. 水庫建成後，由於蒸發量大，氣候涼爽且較穩定，降雨量減少。

9

水力發電 對生態的影響

1. 對陸生動物而言，水庫建成後，可能會造成大量的野生動植物被淹沒死亡，甚至全部滅絕。
2. 對水生動物而言，由於上游生態環境的改變，會使魚類受到影響，導致滅絕或種群數量減少。
3. 同時，由於上游水域面積的擴大，使某些生物的棲息地點增加，如釘螺。進而使得一些地區性疾病(如血吸蟲病)創造了有利的蔓延條件。

10

水力發電 對物理化學性質的影響

1. 流入和流出水庫的水在顏色和氣味等物理化學性質方面會發生改變。
2. 水庫中各層水的密度、溫度、甚至溶解氧等有所不同。
3. 深層水的水溫低，而且沉積庫底的有機物不能充分氧化而處於厭氧分解，故水體的二氧化碳含量明顯增加。

11

水力發電 對社會經濟的影響

- 修建水庫可以防洪、發電，也可以改善水的供應和管理，增加農田灌溉，但同時亦有不利之處，如
 1. 受淹地區城市搬遷、
 2. 農村移民安置會對社會結構、
 3. 地區經濟發展等產生影響。
 4. 如果整體、全局計畫不周，社會生產和人民生活安排不當，還會引起一系列的社會問題。
 5. 另外，自然景觀和文物古跡的淹沒與破壞，更是文化和經濟上的一大損失。
- 應當事先制定保護規劃和落實保護措施。

12

- 全球**40%**的能源來自石油，目前多由波斯灣地區提供
- 多半工業化國家所使用的石油來自進口
- 日本有**2/3**、美國有**1/5**、法國**1/3**的石油均來自波斯灣地區

13

能源是什麼？

- 可產生強有力活動的能力
- 能源是一守恆的物理量，在宇宙中的總能量是一個固定不生不滅的值。
- 可以許多不同的形式存在：風和流水中的動能、儲存於物質中的位能、彈性位能、化學能，化石燃料經燃燒後的熱能。
- 能源無法被創造，也無法被破壞，但可以從一個形式轉變或重新分配到另一個形式。
- 能源無法看、聽、摸、聞得到
- 但透過使用能源所產生的結果，可以知道能源的存在和價值。

14

常見及常使用的能源形式有：

- ◆ 化學能
- ◆ 核能
- ◆ 太陽能
- ◆ 熱能
- ◆ 機械能：動能、位能
- ◆ 電磁能：電能、磁能
- ◆ 生物質能

- 必須深入探討各種能源資源、能源轉換的過程
- 能源資源、各種能源使用的限制
- 使用能源對周遭環境的影響

15

能源、經濟、環境

三者間的發展息息相關

- 有效使用有限的能源
- 竭力發展新的能源材料
- ⇒ 才能維持國家的經濟成長

16

B.能源利用及環境

- 使用能源資源和化學物質是影響環境的主因之一
- 大量使用化石燃料的結果：
 - ⇒ 大氣層的CO₂含量增加了30%
 - ⇒ 造成地球暖化、溫度上升
 - ⇒ 導致南北兩極冰山融化
 - ⇒ 海平面升高
 - ⇒ 靠近海洋低窪地居民遷離、
 - ⇒ 降雨區向北移動導致農耕區域轉移
 - ⇒

17

如何妥善解決化石燃料所造成之環境污染問題？

- 各種能源替代方案
- 從穀粒中可提煉出的乙醇，
 - ⇒ 現今美國所賣出的汽油中，有10%的汽油添加了從玉米中所提煉的乙醇。

18

焦點1.1

我們的地球－過去及現在	1970	1997
世界人口	33億	58億
美國鉛的排放量 (10 ³ 公噸)	204	4
廢物回收量 (公噸)	800萬	4900萬
使用太陽能的美國家庭 (戶)	35,000	2000,000
美國每年產生的垃圾量 (公噸)	12,100萬	21,700萬
美國輸入石油佔有的比例	23%	56%
聯邦政府環境預算佔有的比例	3%	1.5%
大氣中CO ₂ 的濃度 (ppM)	325	367
世界CO ₂ 排放量 (10 ⁹ 公噸/年)	14	23

19

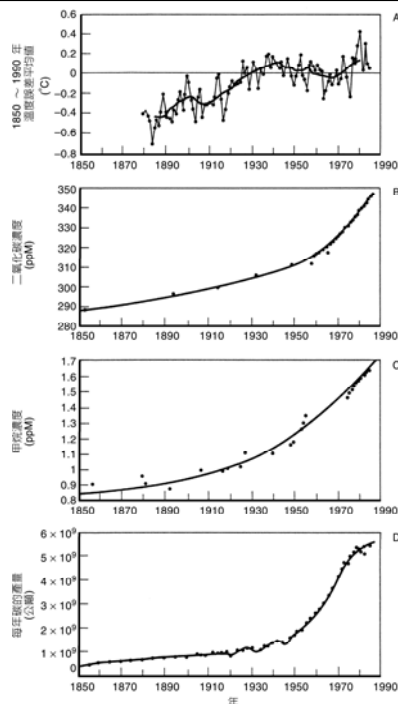


圖1.1
(A)全球溫度變遷；

(B)大氣二氧化碳濃度；

(C)大氣甲烷濃度；

(D)燃燒化石燃料碳的年產量。

20

C. 能源使用類型

- 再生能源

(Renewable Energy)

如水、風、太陽能、生物質能、潮汐、地熱等

- 非再生能源

(Nonrenewable Energy)

如化石能源、核能等

21

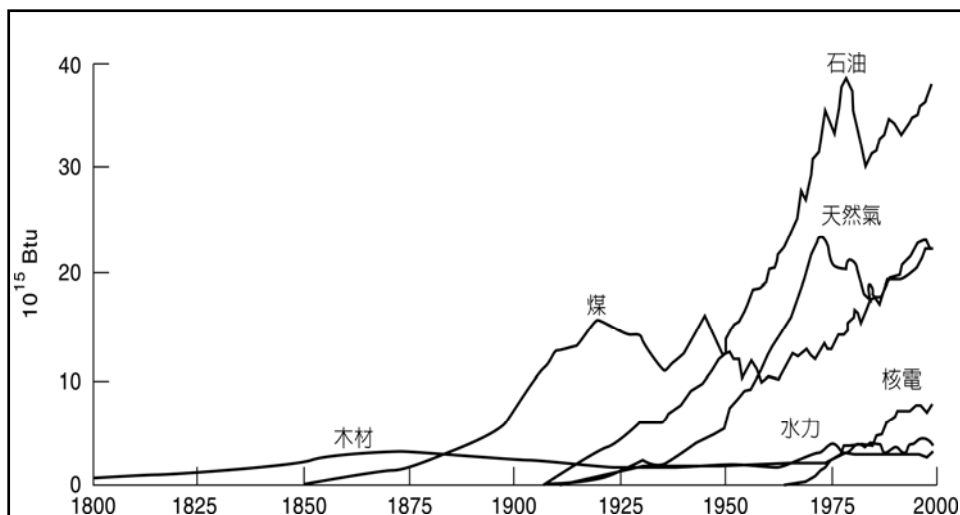
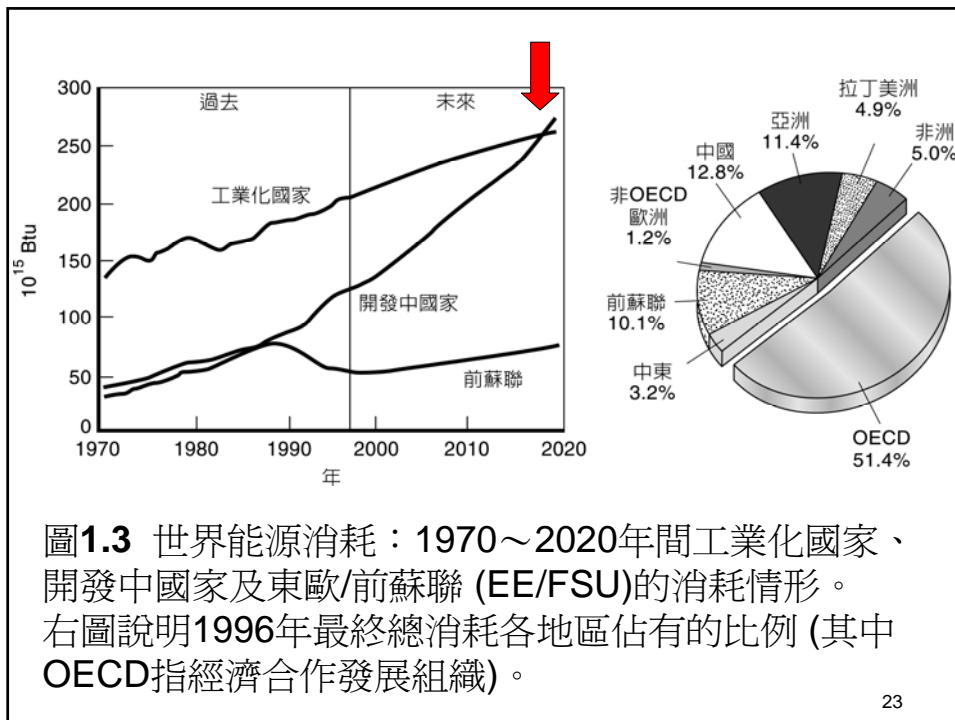
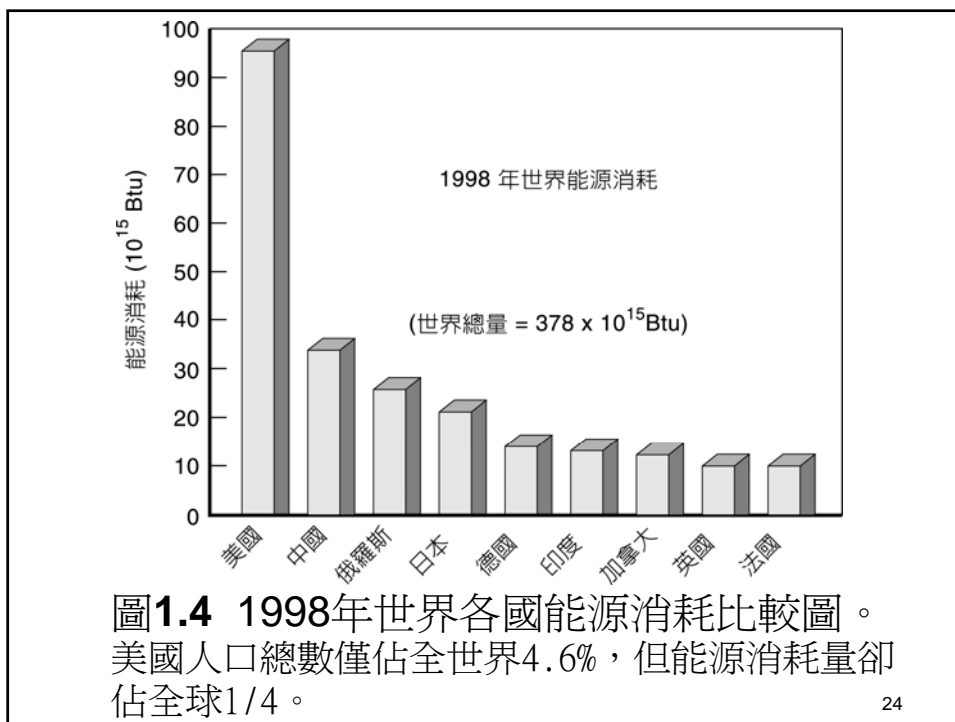


圖1.2 依燃料的類別，美國200年來能源的消耗量趨勢。Btu為能源的單位，1 Quad = 10^{15} Btu。

22



23



24

主要的能源資源

- 化石燃料：現今佔總能量的**85%**
- 再生能源約佔全約佔全世界總量的**20%**，其中包括傳統的非商業燃料像是木材和糞肥等。
- 燃料的方式不斷地演變：
 - ✓ 工業化之前，僅利用可再生的能源，如水風、太陽、生物質能、木材、煤
 - ✓ 最初利用動物、水和風力，以增加人類肌肉的力量工作
 - ✓ 18世紀後，則開始大量使用非再生能源，如化石燃料，包括木材、煤、石油、天然氣等
 - ✓ 19世紀開始使用核能

25

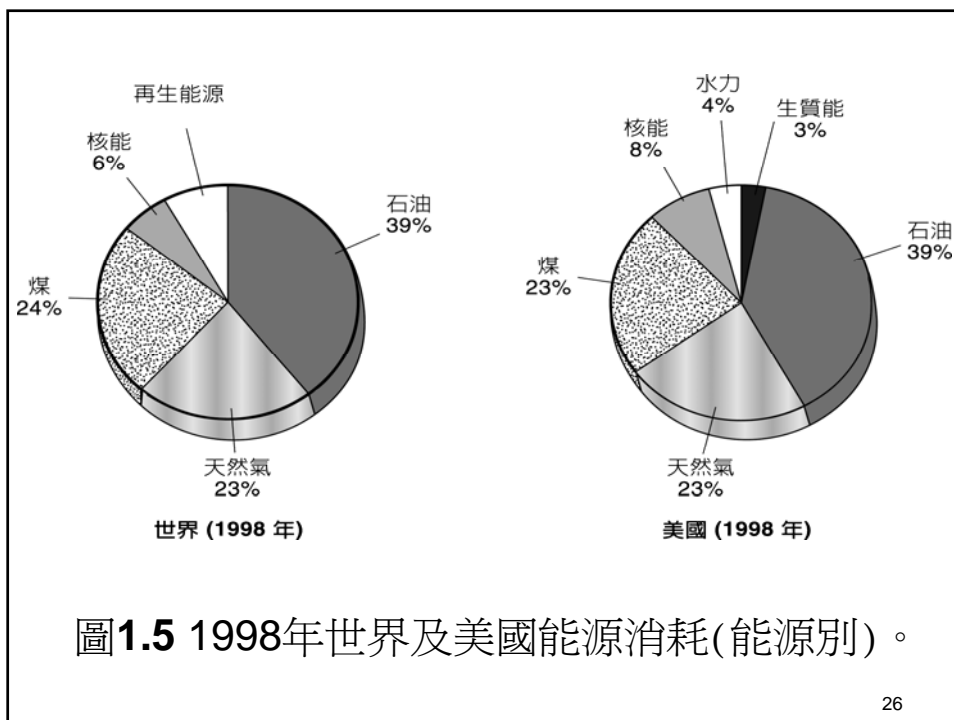


圖1.5 1998年世界及美國能源消耗(能源別)。

26

化石燃料的歷史演進

- 1859年，於美國賓州鑽出第一座油井
 - 1870年間，發明內燃機後，開始大量使用石油。
 - 1920年後，因引擎數量和開挖之石油可利用量雙雙增加，加以使用石油為燃料比燃燒煤炭來得乾淨等條件下，助長了石油使用量的遽增。
 - 目前美國燃料消耗，石油約佔40%。
 - 德州和路易斯安那州發現大量天然氣儲藏量
天然氣發現量增加+電業解制+提供更乾淨的環境(與煤炭和石油相比)
- ⇒ 美國開始大量使用天然氣，現佔23%。

27

近年來五個美國石油主要輸入國

- 委內瑞拉
- 加拿大
- 沙烏地阿拉伯
- 墨西哥
- 奈及利亞

28

再生能源 (Renewable Energy)

- 水、風、太陽能、生物質能、潮汐、地熱等
- 用於加熱、冷卻及發電
- 目前對能源的貢獻尚佔不到10%，但正在快速成長中。
- 風能雖此佔0.2%，但是目前成長最快速的能源
 - ⇒ 美國現以每年10%的速率成長，
 - ⇒ 歐洲更以每年37%的速率成長，
 - ⇒ 丹麥約有8%的電力是採用風力機供應。

29

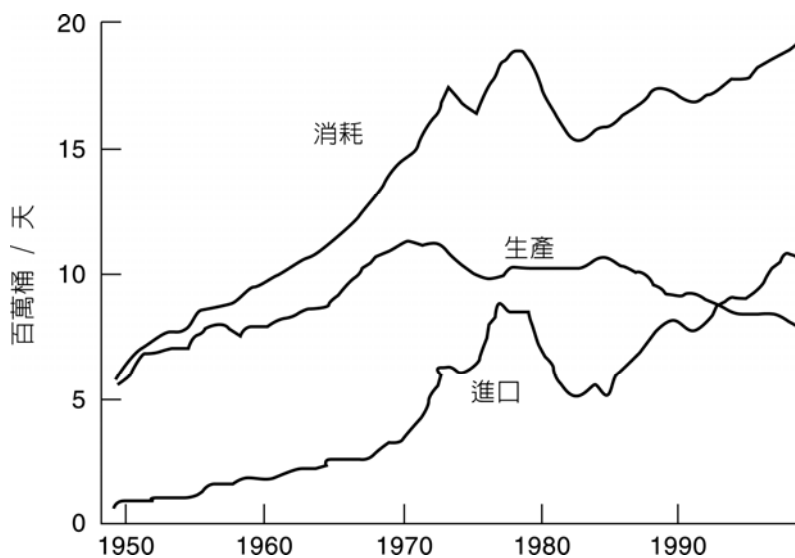


圖1.7 1949-1999年美國自產及進口石油分佈圖

30

能源的最終消費 (End Users of Energy)

主要分為四個部門：

- 交通
- 工業
- 住宅(單一或多戶住宅)
- 商業(公司、商店、學校、...)

31

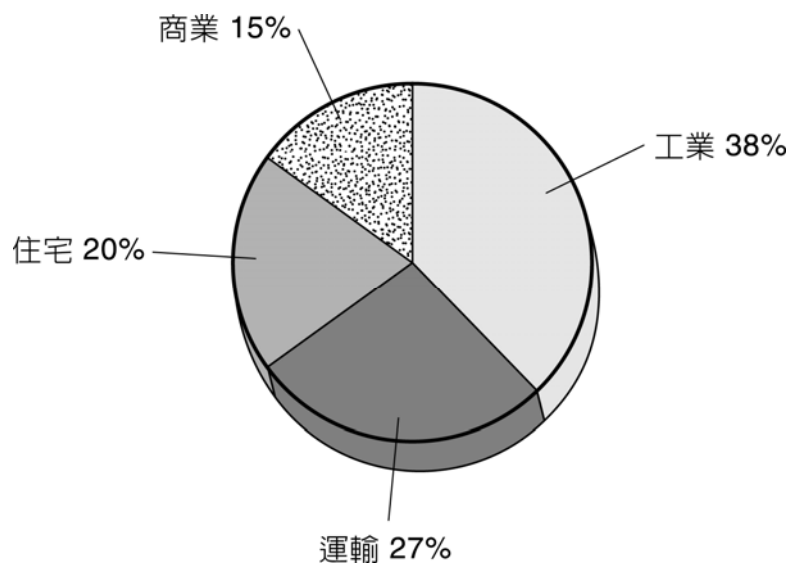
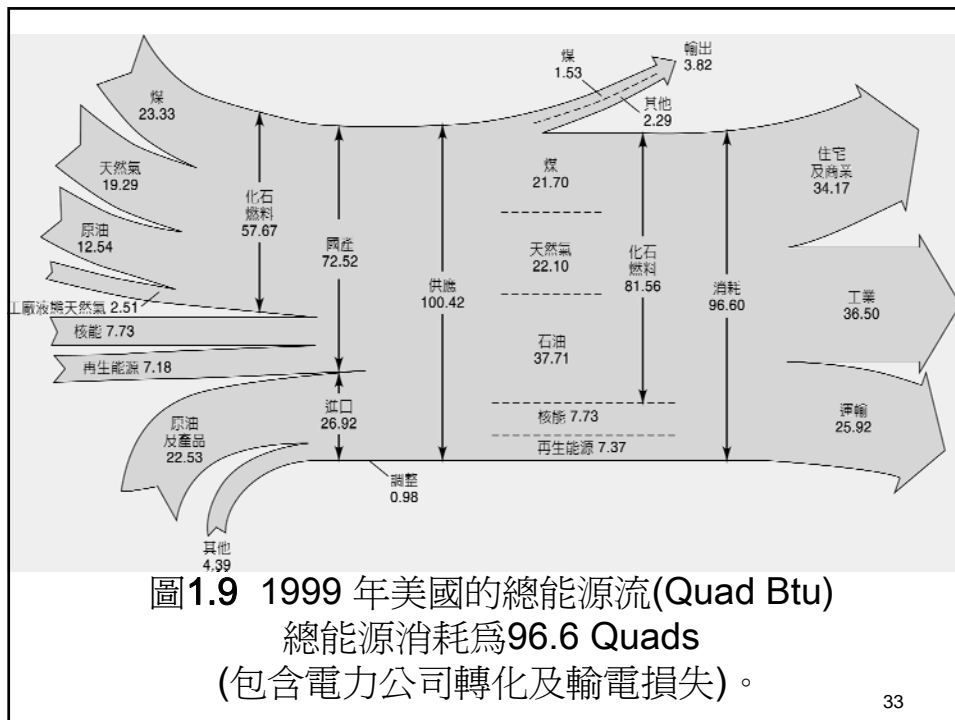


圖1.8 美國於1998年各部門的能源使用情形。

32



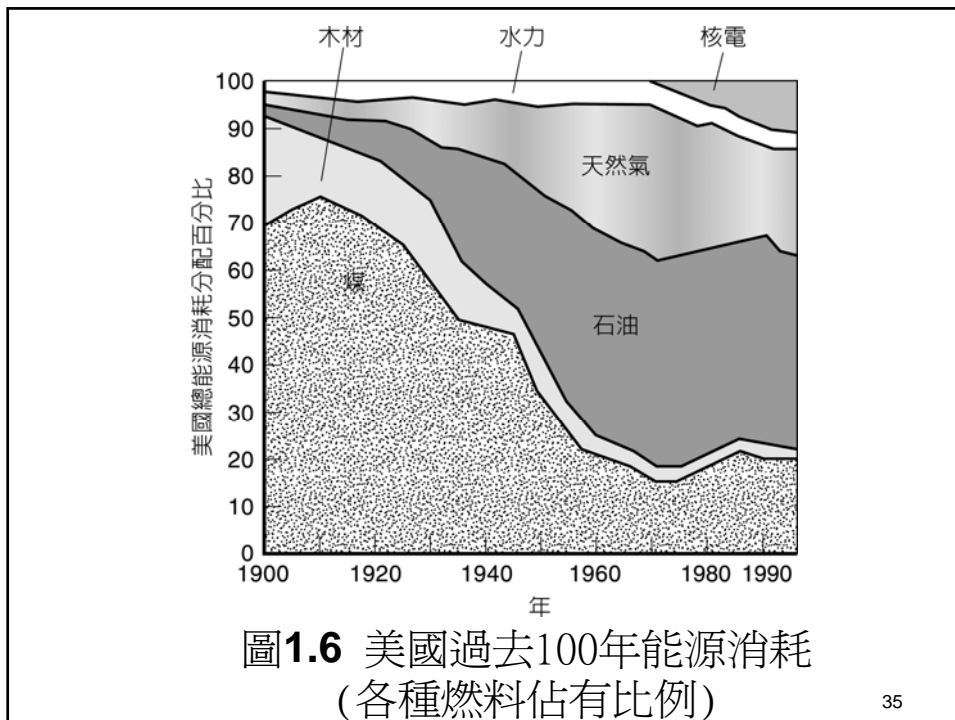
33

D. 能源資源 (Sources of Energy)

欲善用能源資源必須先瞭解下列問題：

- 有哪些能源可用？
- 各種能源的蘊藏量(Reserves)
- 燃料的成本和價格
- 消耗量的成長率

34



35

D. 能源資源 (Sources of Energy)

表1.1 世界及美國可採蘊藏量 (1998年)

資源	全世界	美國	使用年限*
石油	1020×10 ⁹ bbl 5.9×10 ¹⁸ Btu	21×10 ⁹ bbl 0.11×10 ¹⁸ Btu	8 年
天然氣	5090×10 ¹² ft ³ 5×10 ¹⁸ Btu	165×10 ¹² ft ³ 0.17×10 ¹⁸ Btu	9 年
煤炭	1.09×10 ¹² tons 27×10 ¹⁸ Btu	0.58×10 ¹² tons 14×10 ¹⁸ Btu	500 年
瀝青砂	300×10 ⁹ bbl 1.7×10 ¹⁸ Btu	22×10 ⁹ bbl 0.12×10 ¹⁸ Btu	8 年

*U.S. 蘊藏量/1998年生產量

36

各種能源常用的計算單位

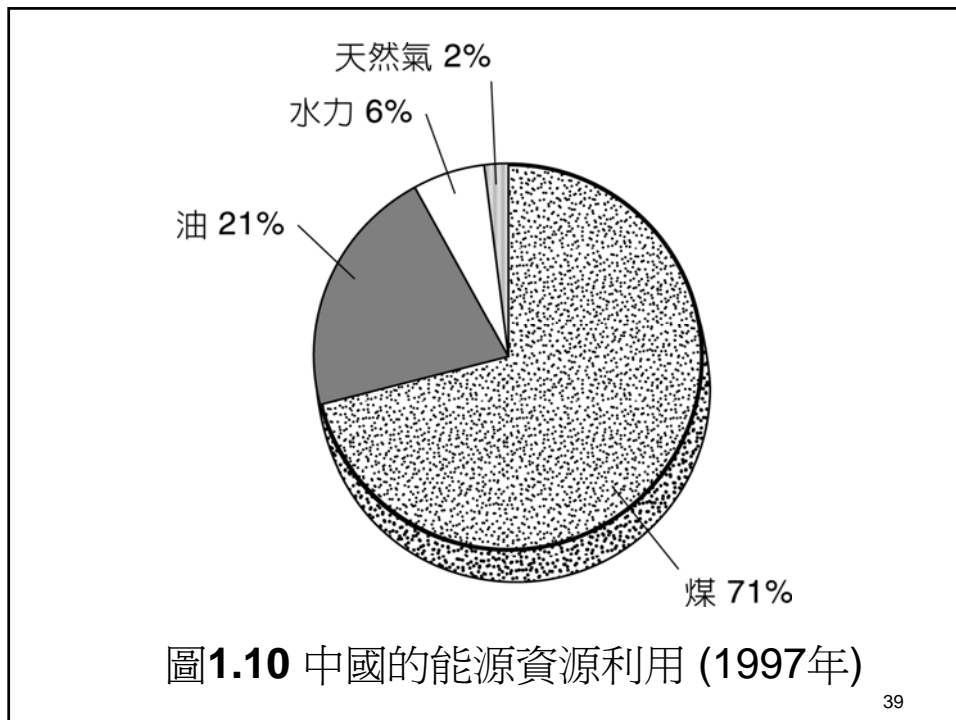
- 煤：公噸(tons)
- 石油：桶(barrels, bbl)
1桶的量=42加侖(gallons)
- 天然氣：兆立方英尺(tcf, 10^9 ft³)
- 熱能的單位：Btu-英制的熱量單位，
使一磅(1 lb)的水溫度上升1°F所需的能源。
- 各種不同蘊藏能源需換算成相同之等效能源
(熱能)單位的量，成能比較其差異和多寡。

37

焦點1.2 中國的能源 (Energy in China)

- 中國人口佔全世界人口的20%能量消耗不及全世界總能源消耗的10%
- ⇒ 平均每人能量消耗< 1/10美國人的量，<1/3全世界的平均值
- 煤是中國商用能源中最重要的資源
- ⇒ 約佔該國71%，是世界最大的煤生產和消費的國家
- 80%的人口居住在鄉村地區，總能源消耗佔全國40%，其中90%來自動植物分解所得的生物質能。
- ⇒ 使用約500萬台厭氧分解器，可將動物的糞便分解成天然氣，用以做炊煮及照明等用途。

38



39

中國的水力發電 -中國第二大能源資源

- 水力發電產量：佔全國電力的30%
- 能源產量 ≠ 發電產量
- 有 10^5 座水力發電廠
- 長江三峽的武漢地區正在興建全世界最大的水庫，預計 2009 年完工，
- 水壩橫寬約 2 km，水庫長約 600 km。
- 可發出18,600 MW 的電力
- 已被視為世界第八大奇景。
- 25萬人因建壩而被迫遷離家園

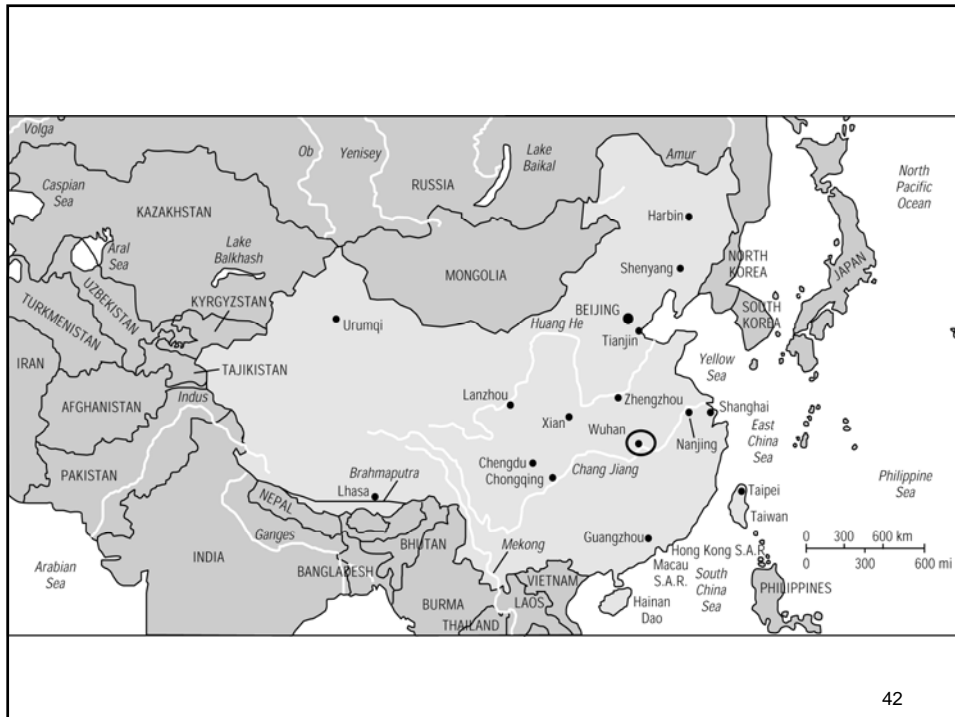
40

中國的石油發電

-中國第三大能源資源

- 中國為世界第五大石油生產國
- 但產量仍不足所需
- 故仰賴**25%**的石油進口量，以應需求。

41



42

E. 指數成長及資源耗盡

- 能源消耗的成長率(growth rate)：估計能源資源之使用年限的重要因素，成長率的計算型式有很多種
- 指數成長(exponential growth)：常用之成長率算法
- 某一物理量如每年以相同百分比率成長時稱之
- 某一物理量如以指數成長，其大小在經過一已知期間後以相同比例因子增加，亦即不論初始量的大小，增加為原物理量2倍的時間會一樣。
- 例如：存款增倍的時間與成長比率百分比兩者間的近似有用關係式為

$$\text{增倍時間} \approx \frac{70 \text{ 年}}{\% \text{ 成長率}}$$

43

表1.2 銀行存款一年指數成長率10%的範例

年底	存款(美元)	年底	存款(美元)
0	1000	12	3138
1	1100	13	3453
2	1210	14	3798
3	1331	15	4178
4	1464	16	4596
5	1610	17	5056
6	1771	18	5562
7	1948	19	6118
8	2143	20	6730
9	2357	21	7403
10	2594	22	8143
11	2854		

44

資源開發使用的變化

- 美國地質學家M. K. Hubbert:
 - ⇒ 資源使用的成長及下跌模式通常呈鐘型(bell shaped)生產/消耗曲線，可估算資源用盡的時間
 - ⇒ 通常資源最初呈指數成長的趨勢，當高品質礦床漸被用完，且生產量達到最高峰以後，成長率即反向漸漸減少，最終會降回零點，亦即該項資源消耗殆盡。
- 因當資源逐漸耗盡時，想要繼續發現及生產將會變得更加困難，價格上升，以及其他資源開始取而代之。

45

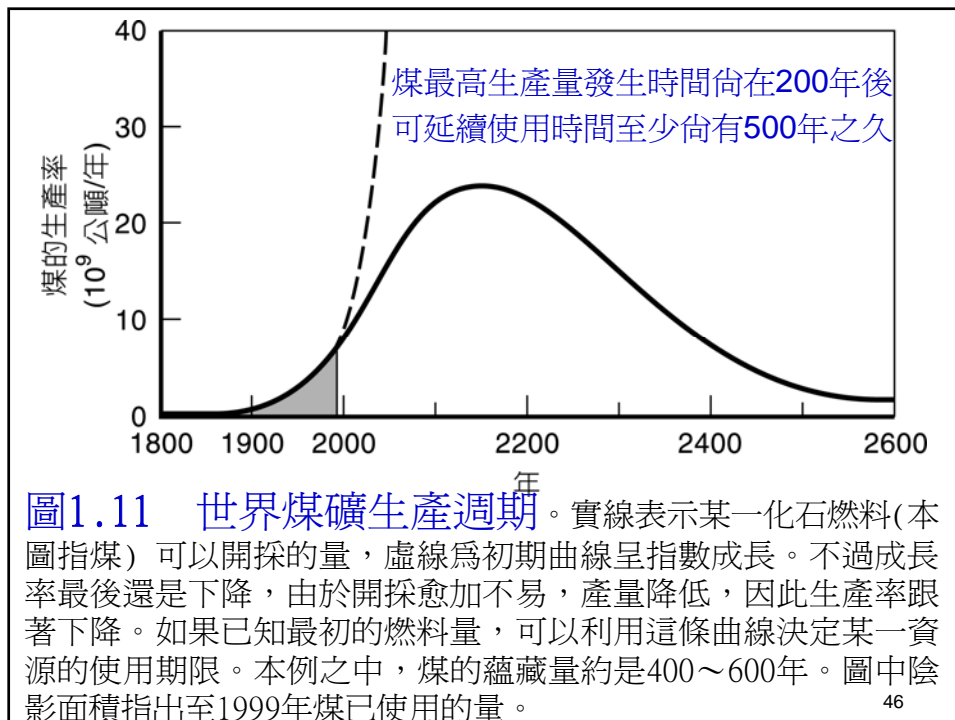
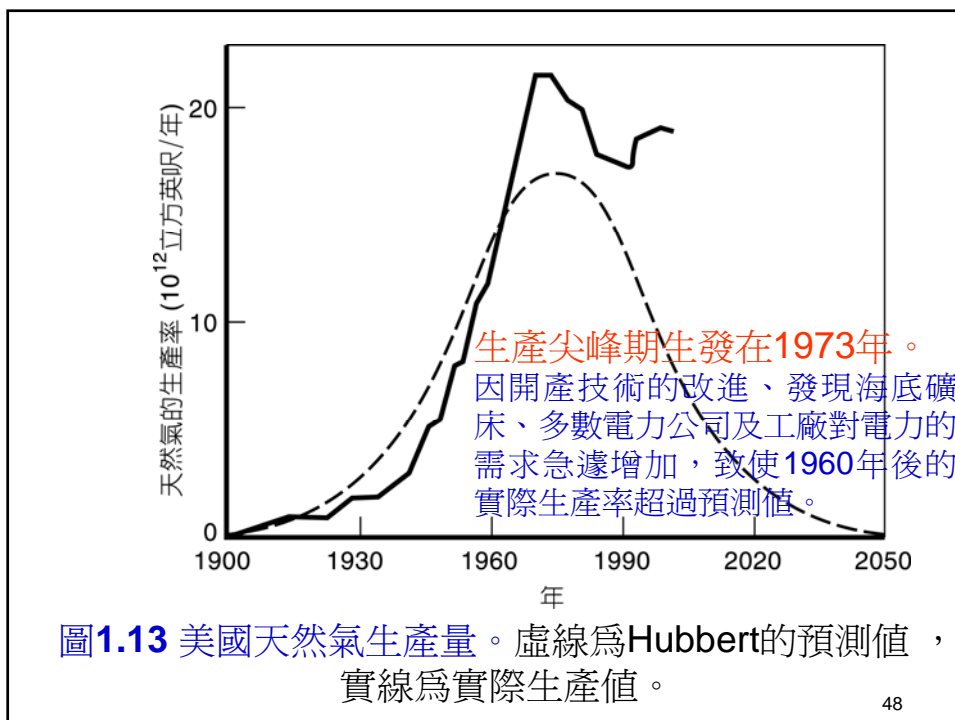
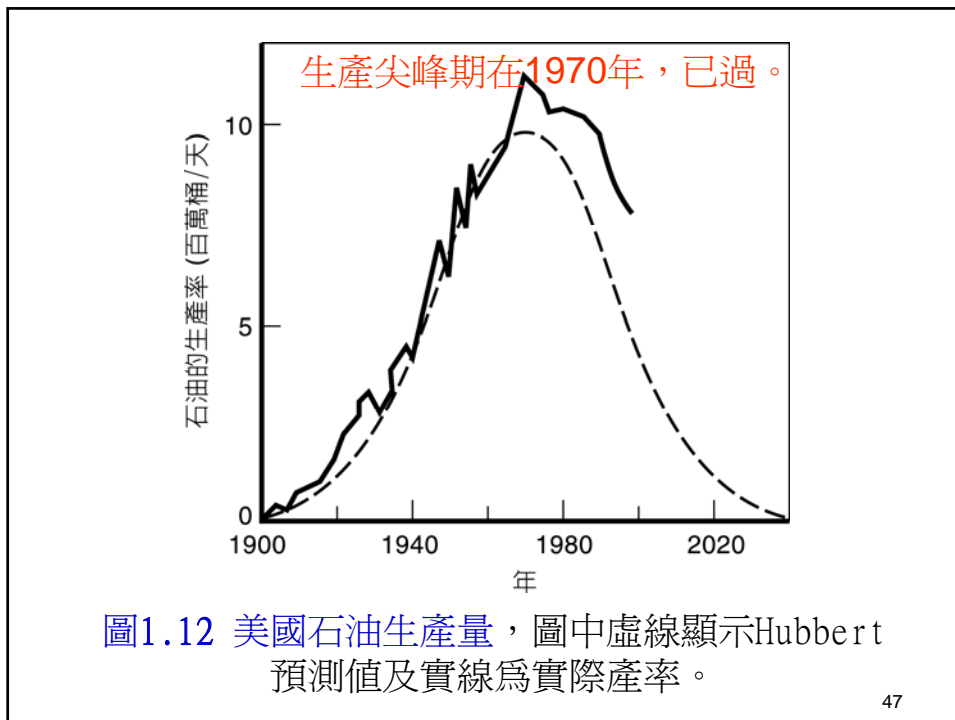


圖1.11 世界煤礦生產週期。實線表示某一化石燃料(本圖指煤)可以開採的量，虛線為初期曲線呈指數成長。不過成長率最後還是下降，由於開採愈加不易，產量降低，因此生產率跟著下降。如果已知最初的燃料量，可以利用這條曲線決定某一資源的使用期限。本例之中，煤的蘊藏量約是400~600年。圖中陰影面積指出至1999年煤已使用的量。

46



F. 石油(Oil)：重要的資源

- 二次大戰後，全球能源消耗大部分為石油燃料，幾乎佔用大半1，1950年時則才佔1/3。
- 石油能源的優點：
 - ✓ 價格低、
 - ✓ 容易空間加熱、
 - ✓ 方便交通運輸及
 - ✓ 生產電能效率高
- ⇒ 成為擴展經濟考量時的最佳燃料選擇。
- 美國石油消耗成長率每年約為5%。

49

OPEC-石油(原油)輸出國組織 (Organization of Petroleum Exporting Countries)

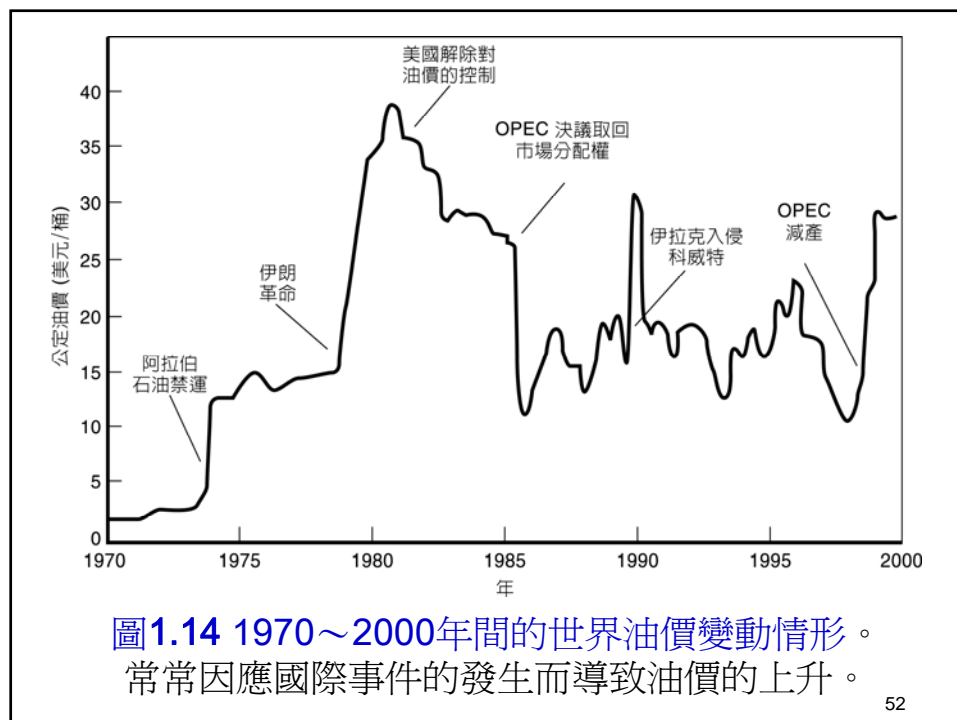
- 早期在石油快速擴展期間，大部分石油產量被較大的跨國公司所控制。
- 1960年，原油生產國推動成立一個石油生產國同業聯盟，稱為石油輸出國組織(OPEC)。
- 1970初期OPEC會員國開始控制掌控下列事項：
 - (1)控制增加石油市場的佔有率，
 - (2)設定屬於自己的輸出石油價格，
 - (3)自外國公司取得銷售石油的控制權。

50

世界油價的變動 和國際政治事件的關連性

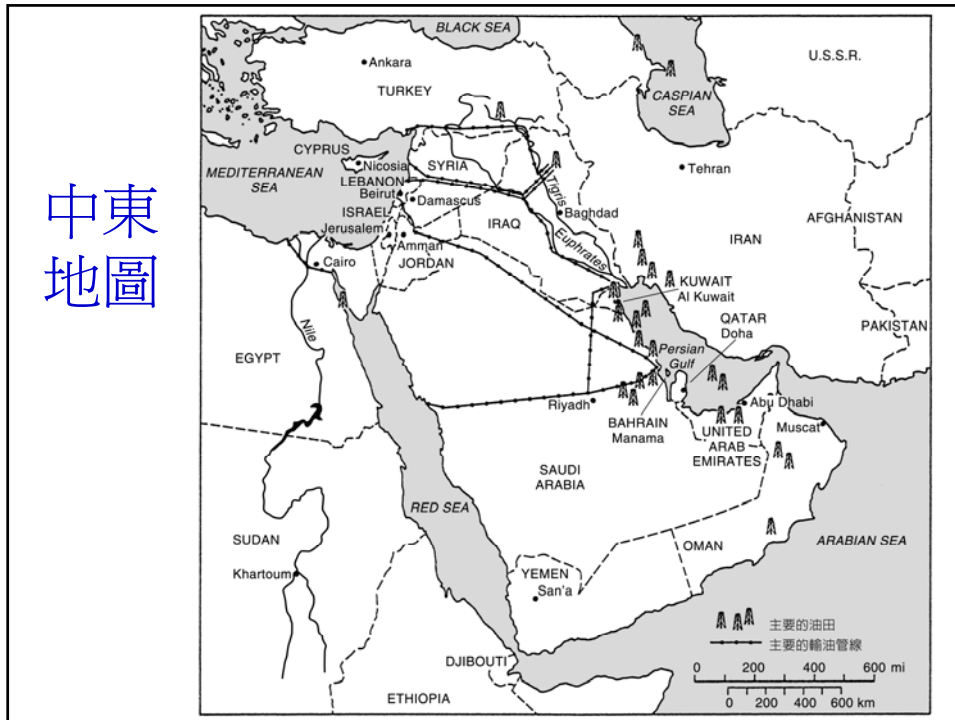
- 1973世界油價常常因應國際事件的發生而導致油價的劇烈上揚，特別是產油國家的戰亂事件。參閱 pp23 & 24.
- 年10月以阿戰爭：石油禁令，油價漲三倍, US\$25/bbl。
- 1978,1979 伊朗革命：漲2倍，US\$44/bbl.
- 1981：美國雷根總統宣布政府解除對石油價格的控制，消耗由28⇒17MBPD，下降14%。
- 1986：沙烏地產量大增3倍油價跌谷底。
- 1990.8波灣戰爭：伊拉克入侵科威特，油價創新高。
- 21世紀，大多數的油量成長需求可能來自東歐和中國，大多數供應的成長則將來自沙烏地阿拉伯、科威特和阿拉伯聯合大公國。

51



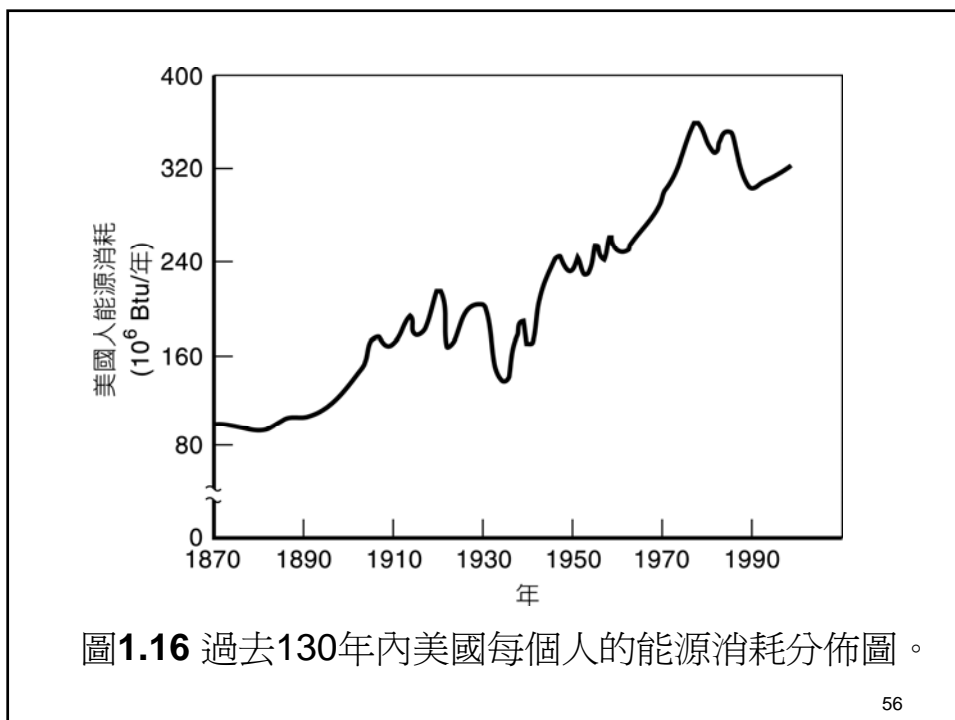
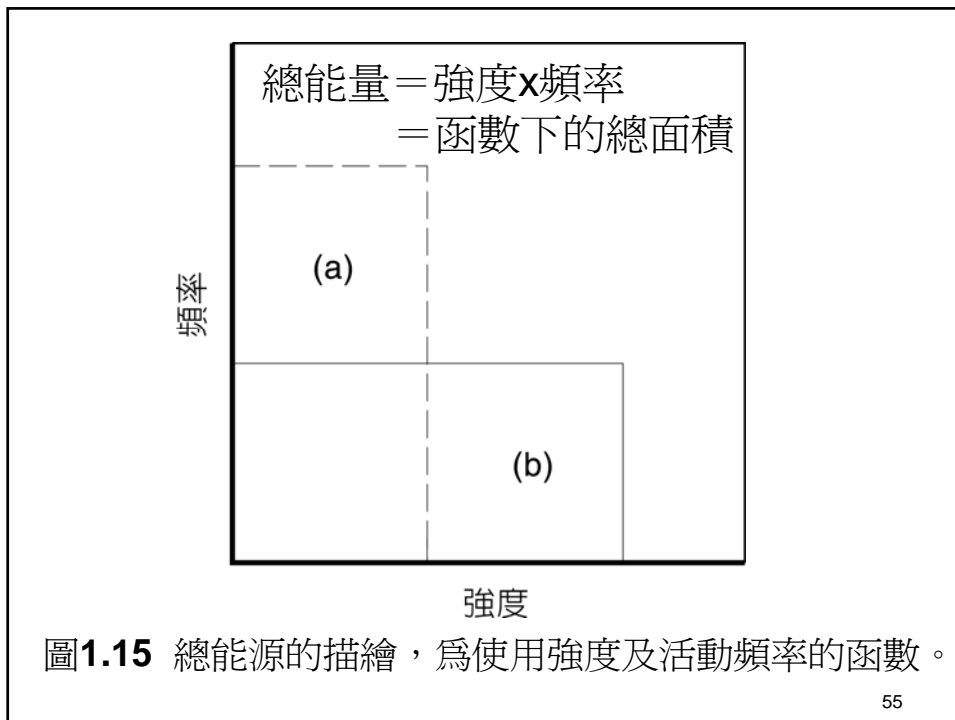
52

中東地圖



G.能源節約(Energy Conservation) 參閱pp25-28

- 活動的總消耗能源
= 一次活動所需的能源(強度) x 活動頻率
- 自技術面著手：以更有效率的方式使用燃料,以執行相同的工作，如以使用引擎效率較高的汽車
- 改變生活方式：自覺地減少使用能源，如盡量搭乘公共運輸工具、多走路、少用恆溫器。
- 能源價格應該反應企圖取代非再生能源所需的成本，而非僅是取得成本的考量。
- 能源節約的六項重要論點：參閱pp26-28.



H. 經濟及環境考量

57

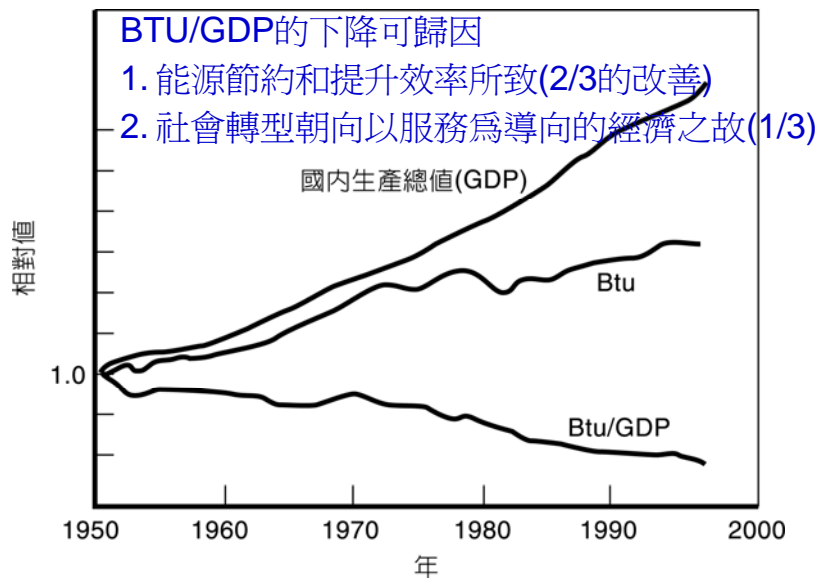


圖1.17 1950~1998年美國能源使用 (Btu)、GDP及Btu/GDP比較圖。

58

焦點1.3 京都議定書(Kyoto Protocol) 保護氣候變遷

- 1997.12 在聯合國贊助下，167個國家在日本京都會議中所制訂的環保協議書。
- 國際上第一個嘗試對已開發國家建立的規範。
- 限制會影響溫室效應之溫室氣體的排放量。
- 希望所有已開發國家在2008-2012年期間，溫室氣體混合排放量要比1990年時的平均排放量低5%。但美國必須降7%，因其CO₂排放量最高。
- 1990年約83%的溫室氣體排放是來自CO₂，此為大量使用化石燃料的結果。
- 該議定書將使燃煤和燃油發電價格上升，如此天然氣及再生能源分擔發電的比例將會上升。

59

能源政策

- 確實明瞭各種能源使用的正確方式和使用後對環境所造成的影響
- 尋找新的能源
- 設法降低能源的使用
- 考量發展新科技、能源相關生活型態、居住之星球等所可能造成的影響
- 必須妥善調整、兼顧長期條件及短程可能遭遇的困境

60

焦點1.4 2000綠色競賽

- 2000年澳洲雪梨舉辦奧林匹克運動大會，期間設立許多未來的環境標準。
- 使得該運動會中，除了運動競賽和文化展示外，環境保護成了該運會中第三個訴求主題。
- 選手村使用屋頂架設太陽光電板，建立世界最大的太陽能住宅區。
- 設計能源效率建築及被動式冷卻系統(沒有使用風扇做空氣循環)
- 使用天然氣驅動的運輸公車載送觀光客
- 使用液態氫驅動做為燃料電池的導航車和領駛車
- 使用再生能源發電已提供超級圓頂體育館所需的電力

61

I.未來發展

- 近年來能源情勢的變化摘要：
- 低的油價的優缺點：
 - ✓ 優點：能夠提升社會繁榮，使經濟和用戶在短期受益。
 - ✓ 缺點：但低油價將缺乏激勵提供改善能源效率設備的投資，使能源探勘工作滯礙不前，並減少投入替代能源的研究發展和經費。
- ⇒ 因低油價帶來高經濟成長率的同時，將伴隨著環境污染問題的大幅增加。
- 工業化社會成長是靠便宜及充裕的資源供應所致。
- 社會的進步仰賴發展科學及技術，與可用來工作的能源資源。
- 能源僅是達到某一目標的方法。
- 不論能源的取得太多太快，或太少太慢，對就人類的環境和價值觀均可能會造成影響和損害。

62