

**第 1 章**

- ☆現階段，化石燃料仍是全球能源供給的主要來源，包括：煤、石油、天然氣等。 P3
- ☆化石燃料、再生能源、核能，乃是現階段能源主要供應源。 P3
- ☆燃煤電場是火力發電機組中，釋放最多空氣污染物者，二氧化碳排放問題也較嚴重，2007 年的二氧化碳排放數據台中火力發電廠站上榜首。P3
- ☆煤炭—蘊藏量最多：歐洲 33%。 P4
  - 生產量最多：亞太地區 44 億噸 總生產 69.4 億。
  - 消費最多：亞洲 65.6% 總消費 32.8 億噸。
- ☆依 2009 年數據儲存量與生產量間之比值，預估平均可開採年限：煤為(119 年)、石油(45 年)、天然氣(62.8 年)。P4-5
- ☆液化石油氣是丙烷和丁烷混合的氣態燃料，在常溫常壓的條件下經加壓或冷卻即可液化。P5
- ☆風力發電不會排放污染物與溫室氣體，但是卻有噪音、電視波、無線電波的干擾問題，以及對鳥類的威脅，和對視覺景觀的衝擊。 P7
- ☆生質能是全球第四大能源，僅次於煤、石油、天然氣，約供應全球的 14%的初級能源需求，也提供了開發中國家 35%的能源，是目前使用最廣泛的再生能源。 P.8
- ☆能源消費狀況與各國開發程度成正比，開發程度越高的國家，其人均能源消費越高。 P.9
- ☆1984-2009 年，全球能源消費總量的成長情形，其中以石油的消費量最大，其次為煤、天然氣。
- ☆1984-2009 年間，全球各地區石油生產量最大的國家是：中東 P.14
- ☆天然氣在化石燃料中，排放的污染物較少，因此許多國家在經濟許可狀況下，都會積極地使用天然氣，如將燃煤鍋爐轉為燃氣，以及使用燃氣汽車等。P.15
- ☆天然氣生產量最大的國家是：歐洲各國。 P.16
- ☆過去水力發電成長都來自開發中國家，其中以中國占一半的成長。自從中國長江三峽水電站加入後，中國已超越加拿大與巴西，成為全球擁有最大水力發電量的國家。中國成為全球擁有最大水力發電量國家。 P.19
- ☆目前全球以日本、韓國、台灣、印度、德國、中國、英國為世界上煤的進口大國，澳洲是煤最大出口國。 P.20
- ☆全球石油的儲存量，主要集中在中東地區，其次為東歐、非洲與中南美洲地區。 P.21
- ☆全球天然氣的儲存量，主要集中在中東與東歐地區 P.24
- ☆影響原油的價格包括:P.25-26
  1. 經濟成長因素，如全球 GDP 成長快速，帶動石油的需求量成長，而生產量無法加速，價格自然上升
  2. 氣候因素，如 2010-2011 年間冬季偏冷，能源需求高。
  3. 石油作為財務操作，此可從國際能源市場的長期變動中觀察出來，除了具體的石油供需變化因素外中短期內另有其他原因造成國際能源價格的變動。
  4. 地緣政治因素，這在主要產油國家的地緣政治情勢惡化時，影響最大。
- ☆預測到 2035 年前，化石燃料(石油)仍將是主要的能源供應。 P.30

**第 2 章**

- ☆世界消費的一次能源中，87%來自石油、天然氣、煤。三者中耗量最大是煤。 P.38
- ☆環境保護技術：1. 煤的清潔利用 2. 管端降低排放技術 3. 能量系統綜合與優化 4. 餘熱回收利用技術 5. 潔淨能源開發。 P.38-40
- ☆餘熱回收利用不僅可節能降耗，而且可降低排放成本，餘熱型熱泵和餘熱型制冷系統是主要的餘熱利用技術。餘熱型熱泵是指將低品位熱能轉換成高品位熱能的一種手段。P.40

☆潔淨能源：包括風能、太陽能、生質能、地熱、核能、水力發電、潮汐發電、波浪能等。其中太陽能、核能、水力發電等技術，已達實用階段。 P. 40-41

☆溫室效應：由於大量燃燒石化燃料、木材以及大量砍伐森林，導致地球大氣層中之CO<sub>2</sub>濃度增加，使CO<sub>2</sub>的產生量大於固定量，無法維持碳素循環之平衡，使氣溫逐年上升，稱為「溫室效應」。P. 41

☆溫室效應對地球環境產生衝擊如下：1. 極地冰原融化 2. 導致不正常暴雨及乾旱現象 3. 沙漠化現象擴大。P. 41

☆近百年來全球氣溫平均上升0.6~0.7°C。 P. 41

☆台灣地區的酸雨分布大約是以嘉南平原作為分界，向南或向北逐漸酸化，因而嘉南平原及東部地區是台灣雨水尚未酸化的主要地區。。 P. 41

☆化石燃料燃燒後產生的硫氧化物(SO<sub>x</sub>)或氮氧化物(NO<sub>x</sub>)，在大氣中形成硫酸或硝酸氣懸膠，或為雲、雨雪、霧捕捉吸收，降到地面成為酸雨。 P. 41

☆酸雨：分為濕沉降與乾沉降。前者是所有氣狀污染物或粒狀污染物隨著雨、雪、霧或雹等降水型態而落到地面的酸雨。後者是在不下雨的日子，從空中降下來的落塵所帶的酸性物質。 P. 41

☆由於大氣中含有大量CO<sub>2</sub>，故正常雨水本身略帶酸性，pH值約為5.6。 P. 41

☆一般以雨水中pH值<5.6，稱為酸雨。P. 41

☆許多國家均以pH值<5.0，作為酸雨定義。P. 41

☆酸雨對人類及自然生態的影響如下：

1. 造成土壤及岩石中有毒金屬元素溶解，流入河川或湖泊，嚴重時魚類大量死亡。
2. 河川酸化水質灌溉農作物累積有毒金屬，經由食物鏈進入人體，影響人類健康。
3. 造成礦物質大量流失，植物無法獲得充足養分。
4. 湖泊酸化後，生態系改變，湖中生物死亡，最後變成死湖。
5. 腐蝕建築物、公共設施、古蹟和金屬物質，造成人類經濟、財物及文化遺產損失。
6. 刺激人類眼睛和皮膚，對人體造成傷害。

☆放射性廢料產生後，即被多重密封、嚴密偵測，再裝入合格的容器後送往集中場所處置。我國依據產生廢棄物放射性強弱，區分為低放射性廢棄物與高放射性廢棄物兩類、高放射性廢棄物指核能發電用其再處理所產生的廢棄物，除此之外的放射性廢棄物均屬低放射性廢棄物。(P. 42)

☆放射性廢棄物特性

放射性廢棄物的數量(約佔1%)遠比有害化學廢棄物(約佔99%)少，其中高放射性用過核燃料占放射性廢棄物中的比例(4%)，遠小於低放射性廢棄物。放射性廢棄物對環境影響會隨時間自然衰減。(P. 42)

☆低放射性廢棄料經處理後，先貯存在廠內倉庫先有二、三年衰變時間，降低其放射性強度，而後再送往貯存場。貯存場是採鋼筋混凝土壕溝方式，頂部覆蓋水泥板密封，如蘭嶼貯存場。外國則採地表堆置或淺層洞穴、淺土掩埋等方式。(P. 43)

☆一般核能發電廠的壽命約35-40年，當核能電廠停止運轉後，必須永久性關閉，拆除廠內設備，固化處理含有輻射線廢棄物，移去燃料送至液體廢料場處置，稱為除役。 P. 43

☆珊瑚通常生長在溫度18-30°C的淺海區域，產生白化現象的主要原因是海水溫度過高，23-28°C最適溫。P. 44

☆發展風力發電，最先進的的丹麥、德國、美國等，都證實風力發電機組的設置會導致鳥類棲地切割、消失和鳥類撞擊事件。 P. 45

☆風力發電機組的設置對鳥類生態影響有：1. 遷徙時間 2. 棲地利用和 3. 繁殖期間等三個階段。P. 45

☆風機葉片旋轉範圍在離地面40~120公尺，是鳥類飛行通過風機的高危險區域，有被風機葉片撞及危險 P. 45

☆太陽能板製作對生態之影響 P. 46

其中矽晶太陽光電板製程實際上與 IC 晶片相近，會產生空氣污染與大量工業廢水，薄膜式太陽能板製造，需使用劇毒性化學原料。至於氫燃料電池，其所需要的氫氣仍靠其他能源製造。使用其他有機燃料的燃料電池也會排放二氧化碳，對於抑制暖化的減碳目標助益不大。

☆生質燃料推廣對生態之影響 P. 46

自從生質燃料積極推廣以來，印尼和馬來西亞為了生產生質柴油，大片的農田轉作和雨林開墾，成為棋盤式油棕林，總面積超過三個臺灣，使得地球殘存的熱帶雨林面臨消失浩劫。為利用存在於大自然中的生物質將其轉成能源，美國及巴西開始培育基因改造人工微生物，透過微生物轉換成可利用能源，利用大自然中 78%尚未被商業化的生物質。若人工微生物不慎釋放到自然環境中，可能會成為強勢物種、破壞生態平衡及食物鏈。

☆油污對生態影響可能持續 10 年。 P. 46

☆石油含有一種多環芳烴有毒物質，食用吸附這類有毒物質魚類、貝類等海洋生物後，人類健康將會受到致癌威脅。 P. 47

☆根據海洋學者觀察，證明潮汐發電並不會影響海洋生物。 P. 47

☆斯特蘭福德灣是全球第一個利用潮汐發電直接供電地區。 P. 47

☆綠色能源：泛指低污染且可再生利用的能源可解決石化能源耗竭和地球溫室效應所造成環境及氣候變遷問題。 P. 48

可再生能源：太陽能、風能、水力、生質能、地熱、海洋能等非化石能源，具有特點：不污染環境、不排放溫室氣體、可永續利用。 P. 48

☆太陽能是世界上最永久性能源，地球得自太陽輻射，僅為太陽輻射的二十億分之一，是地球上作為生命活動的主要能源。 P. 48

☆陽光每天到達地面的能量約為全世界石油蘊藏量的 1 / 4，具有無污染特性，有光有熱。 P. 48

☆目前太陽能發電站有中央接受的塔式電站和分布式電站兩種系統。 P. 48

☆因風力發電有不易集中的分散現象，故風力電廠所發出的電力，不需要連接上高壓輸配電網，就近輸送方式供應當地民眾用電需求。 P. 50

☆海洋發電依其能量轉動方式分為： P. 51

1. 利用每天潮汐漲落位能差產生電力之潮汐發電。
2. 利用海洋中洋流推動水輪機發電之海流發電
3. 利用波浪運動位能差、往復力或浮力之波浪能源。
4. 利用深層海水與表層海水溫差汽化工作流體帶動渦輪機發電之海洋溫差能源。

☆台灣地區可供開發海流發電應用之海流，以黑潮流經過處和澎湖水道為佳，其中黑潮四個潛力場址之潛能高於澎湖水道，而且較為穩定洋流。 P. 51

☆地熱應用的領域可分為：熱能和電能兩項。 P. 51

☆地熱若從能源利用觀點來看，地熱資源成為投資最低的再生能源。 P. 51

☆燃料電池：是將燃料的化學能，透過電化學反應直接轉換成電能的裝置。 P. 52

☆生質能源：是指自然界的有機物，經過各種化學反應，產生能量進行能源應用，如農業、工業廢棄物、動植物所產生之糞便及殘渣等廢棄物。 P. 52

生質能源的開發兼具生產能源與環保雙重功效，為最廣泛使用的再生能源。 P. 52

生質能可併用在傳統能源供應架構中，例如生質柴油可與市售柴油混合使用、氣化系統可與汽電共生或複循環發電系統結合等，為可直接商業化應用的再生能源。 P. 53

☆全球生質柴油市場和生產廠商，以歐洲為主。 P. 53

☆生質醇類市場和生產地，以美洲為主。 P. 53

☆甲烷水合物：在未來能源方面，將扮演重要角色，可成為第四代能源。 P. 55

☆專家認為形成甲烷水合物最少要具備三方面條件：

第一溫度不能太高。海底溫度 2-4°C，適合甲烷水合物，高於 20°C 就分解。

第二壓力要足夠。在 0°C 時，只需要 30 大氣壓就可形成甲烷水合物。深海每增加 10 公尺，壓力就增加 1 個大氣壓，因此，深海 300 公尺就可達到 30 個大氣壓。越深壓力越大，甲烷水合物就越穩定。

第三要有甲烷氣源。 P. 55

☆最有可能形成甲烷水合物的區域是高緯度的凍土層；另一個是海底大陸斜坡。 P. 55

☆中國是世界上多年凍土分布面積第三大國。 P. 56

☆全球甲烷水合物總能量約是所有【煤、石油、天然氣】總和的2-3倍。 P. 56

☆南海北部甲烷水合物冷泉噴溢形成的巨型碳酸鹽岩，面積達430萬平方公里，是世界上最大的自生碳酸鹽岩區。 P. 56

☆各國推動能源轉型的首要步驟是綠色能源的發展研究。 P. 57

☆台灣是個能源與資源均缺乏的國家，99%能源倚賴進口，新能源發展策略：以發展能源產業為首要，解決能源供給為次要。 P. 57

☆台灣新能源產業的發展，可能是採倒金字塔方式，由系統端逐漸進入元組件與材料產業。 P. 57

☆中國能源耗用，主要是工業化和都市化的經濟發展，有1/3耗用在建築上。 P. 57

☆預計到2030年，低碳技術能夠滿足東亞地區一半電力供應。

☆在低碳理念下，預計煤炭在電力行業的使用率到2030年，將下降70%，未來探捕捉與封存技術將得到更廣泛使用。 P. 57

☆中國能源主要來自水力、風能、生物燃料。印尼為水力、地熱。菲律賓為地熱、水力。 P. 57

☆台灣立法院已於2009年7月通過再生能源發展條例，鼓勵民間設置太陽能板，半額補助太陽能產電設備，希望於2010年前，再生能源使用比例達12%以上。 P. 58

☆台灣綠能產業，大部分屬於出口型產業，台灣太陽能光電產品外銷占98%，為全球太陽能電池市場外銷產量第4位。 P. 58

☆台灣LED省電照明設備，研發技術領先世界，LED產量居全球之冠。 P. 58

☆目前台灣綠能產業，多集中於太陽能，其他風力、地熱、生質能，雖有補貼，但仍稍嫌不足。

### 第3章

☆地球上的大氣是由多種氣體組成的，主要成分是【氮、氧、氫、水汽】等。能夠維持固定比例者，如氮、氧、氫三種氣體，其特徵--不會隨著時間、空間而變化。水汽、二氧化碳、臭氧，其成分會隨著時空改變。變化最大的就是水汽。 P. 65

☆空氣中的水汽、二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氟氯碳化物、臭氧等，是大氣中的溫室氣體，其具備維持近地面大氣穩定氣溫的溫室效應。 P. 65

☆基本上，太陽輻射熱量約 $342 \text{ Wm}^{-2}$ 進入大氣層內，其中近30%被大氣氣體分子、懸浮微粒、雲及地表等反射或散射回外太空，約50%為地表所吸收，20%留在大氣內。同時，地表與大氣也會將能量輻射回外太空，以期維持大氣層頂的能量進出平衡。過程中，大氣為穩定地表的能量收支平衡，除向外太空，亦同時往下向地表輻射能量。此種一方面吸收太陽輻射能量，亦同時向地面輻射能量的功能，使得大氣就像是溫室一般，讓近地面氣溫維持穩定適合人類居住。 P. 65

☆目前全球平均氣溫約是 $15^{\circ}\text{C}$ ，若大氣中沒有溫室氣體，預估全球將降溫到 $-6^{\circ}\text{C}$ 。但是，如果大氣中的溫室氣體增加太多，如二氧化碳增加一倍，則全球平均氣溫約會增加 $1.2^{\circ}\text{C}$  P. 65

☆溫室氣體濃度持續增加，會加強溫室效應，但懸浮微粒增加，卻會反射太陽輻射冷卻大氣，二者間相互影響，但卻是前者的效益高於後者。 P. 67

☆依據聯合國「政府間氣候變遷委員會」(IPCC)的氣候變遷評估報告，過去百年約增溫 $0.74^{\circ}\text{C}$ ，而目前全球正處於千年以來的最暖期，隨著世界人口的持續增加，能源持續消耗以及二氧化碳排放持續增加，未來全球暖化的趨勢將不會停止。 P. 68

☆氣候改變的原因一自然因素 P. 69

- 太陽與地球間距離的週期性改變。
- 太陽往地球輻射的能量強弱變化。
- 陸地板塊漂移，所造成之大區域地形地貌變化。
- 彗星撞地球的特殊狀況。

- 火山爆發後火山塵粒遮蔽天空, 造成的全球短期內降溫。
- ☆太陽與地球的運行軌道變化, 即所謂的「米蘭科維奇循環」, 此循環以 10 萬年為一次循環, 日地軌道變化, 影響太陽與地球的距離, 進而影響地球的氣溫。 P. 70
- ☆在增溫過程中, 二氧化碳溫室效應大約貢獻 70%, 其他溫室氣體約占 30% P. 71
- ☆在預測未來氣溫上升方面, IPCC 曾提出, 如果「相當二氧化碳濃度」增加 1 倍, 全球平均地面氣溫將會上升 1.5 度, 最佳估計值則為 2.5 度。 P. 74
- ☆「相當二氧化碳濃度」定義為: 將所有人為溫室氣體造成的溫度效應, 換算成二氧化碳的溫室效應時, 應有的二氧化碳濃度。 P. 74
- ☆IPCC 發現即使將大氣 CO2 濃度維持在某固定水準, 大氣溫度還是會繼續上升, 因為海洋比熱大, 循環慢, 它所吸收的熱量還是會繼續釋放至大氣, 即使大氣溫度已經穩定, 海平面高度仍會繼續上升。P. 74
- ☆大氣 CO2 濃度持續上升將造成全球氣溫持續上升與海平面上升其主因乃源自人為溫室氣體排放持續增加。 P. 74-75
- ☆全球暖化所導致之全球氣候變遷, 乃由於大氣中溫室氣體濃度持續上升所造成, 觀察到的氣候變化包括氣溫上升、暴雨頻繁、海平面上升等現象, 這些氣候變遷帶來的直接衝擊包括熱浪、乾旱、異常氣象、土石流、洪災、暴潮、國土流失、海水酸化、空氣品質惡化、海溫上升等, 間接衝擊到的則是農林漁牧等初級生產業, 更頻繁與強烈的災害損失, 以及受威脅的民眾健康和生態系統等。 P76
- ☆隨著全球溫度的上升, IPCC 估計 15 年後南美大陸安地斯山脈上的小型冰川 (約佔全球冰川總數 80%) 都會消失。預估在未來 50 年內, 覆蓋在北極的冰帽可能會在每年夏季完全融化。 P. 76-77
- ☆依據古氣候研究數據上一次間冰期(13 萬年前)的全球海水位上升約 6 公尺。 P. 77
- ☆一般地理學所定義的「熱帶」, 是夾在南北緯 23.5 度回歸線中間的區域。 P. 79
- ☆學者分析 1979 到 2005 年的衛星遙測資料, 發現熱帶已經擴張了緯度 2 度, 大約是 225 公里。
- ☆南北半球各有兩個環流系統, 一個靠近極地、一個靠近赤道, 兩個環流的交會處就是熱帶區域的南北界; 在過去 20 多年間, 南北半球的熱帶環流系統, 已經分別向極地移動了緯度 1 度, 也就是 110 公里。 P. 79
- ☆IPCC 將未來氣候變遷, 所可能造成之衝擊影響, 分成六個領域研討。包括: 1. 水資源以及其管理、2. 生態環境、3. 糧食纖維以及森林、4. 海岸以及臨海區域、5. 經濟、居住和社會、6. 健康等。P. 79
- ☆氣候上升將使得水汽蒸發量大, 但並不會使得全球總降雨量增加, 而是降雨的時間與空間分布改變。如熱浪時間拉長, 降雨時間就縮短, 所以極端強烈的豪大雨頻率會增加, 乾旱的機會也增加。熱帶地區的水量可能會增加 10 至 40%而造成淹水災難, 其他地區的水量反而會減少 10 至 30%, 而帶來乾旱問題。幾乎所有區域在水資源管理方面, 皆會遭遇到困難。P. 79
- ☆台灣雖然有豐沛的雨量, 每年約 2510 公厘, 是全球平均降雨量的 2.6 倍, 但是每人每年可得的水資源約 4500 立方公尺, 卻只有全球平均的六分之一。 P. 85
- ☆臺灣被列為缺水國家。探究原因, 臺灣地狹人稠、山坡陡峻、河川短且陡, 降雨迅速排入海中, 擷取利用頗為不易。此外, 乾濕季分明、區域降雨不平均, 水資源儲存不易, 而且調配困難。年平均用水量約為 180 億立方公尺, 但水資源利用率僅約為 28%, 已達中度用水壓力。P. 85
- ☆台灣櫻花鉤吻鮭為冰河時期的子遺生物, 是珍貴的自然文化資產。P. 89
- ☆海洋生態系則會受到水溫上升、海水酸化、海平面上升、洋流型態改變、氣候異常等因素影響。在這些因素及其交互作用下, 已對海洋基礎生產力、生物多樣性、生物群集分布、及海洋生物生理功能(如生長、代謝、生殖、行為)等造成極大影響。但是, 人為因素如過度捕撈、棲地破壞、污染及溫排水、外來種入侵等, 對台灣海洋生物多樣性所造成的破壞更直接明顯, 且應較氣候變遷更快更烈。 P89

## 第 4 章

- ☆1980 年代, 世界各國科學家們紛紛由不同角度, 先後提出全球氣候暖化的可能性與嚴重影響, 並受到廣泛的重視。特別是環保觀念進入到「永續發展」的想法時代, 如何落實地球的永續發展, 特別重要。P. 99

☆「聯合國氣候變化綱要公約」對於各締約國在採取相關行動減少溫室氣體排放時，應依據 1. 責任不同 2. 公平原則 3. 防制措施 4. 經濟發展四個基本原則實現公約的目標。P. 101

☆「京都議定書」機制，又稱「京都機制」：清潔發展機制、排放交易、共同執行等三種彈性機制。P. 102

☆「京都議定書」管制目標在 2008 年至 2012 年間，需將 CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、HFCs、PFCs 與 SF<sub>6</sub> 等六種氣體，削減至 1990 年基準之下的 5.2%。 P. 107

☆京都議定書中的清潔發展機制乃是目前跨國合作減量的主流，已有相當多計畫通過 UNFCCC 的審查，其所認可的碳減量認證，可以在碳交易市場出售。各國對於清潔發展機制已同意納入植樹造林，但不同意納入核能。P. 108

☆「京都議定書」若要具備有國際法效力，需要在全世界溫室氣體排放量 55% 中的至少 55 個國家批准。P. 108

☆「京都議定書」已於 2005 年 2 月 16 日生效成為國際法。 P. 108

☆「京都議定書」2010 年 11 月-12 月，於墨西哥坎昆舉辦「坎昆協議」，希望已開發國家於 2020 年時需較 1990 年減量 25%~40%。 P. 109

☆在「坎昆協議」中，已開發國家同意做出減量承諾，於 2020 年時需較 1990 年減量 25%~40%。這使得京都議定書的延續，相當具有希望。 P. 109

☆英國於 2008 年底通過「氣候變遷法」，設定國家減量目標為 2020 年的淨碳排放量將低於 1990 年基準線的 26%。 P. 109

☆德國於 2000 年 10 月 18 日提出「國家氣候保護計畫」，期望於 2005 年降低二氧化碳排放量達 1990 年的 75%。 P. 110

☆荷蘭在 2010 年再生能源所產生的電力占總共電量的 9%。 P. 110

☆2009 年 6 月，歐盟「氣候與能源包裹法案」正式立法，其中包括 20-20-20 目標，即在於 2020 年達到溫室氣體減量 20%、再生能源占比 20%、節能 20%。 P. 112

☆美國於 2009 年通過「清潔能源與安全法案」，其所訂定的中程減量目標是以 2005 年為基準。P. 113

☆日本為全球第五大溫室氣體排放國。 P. 113

☆我國於 2008 年 1 月 10 日成立「溫室氣體減量管理辦公室」，同年 8 月 18 日擴大組織編制成立「溫減管理室」，下設「減量規劃組」、「盤查交易組」、「宣導調適組」等三組。 P. 114

☆我國於 2010 年宣佈的減量目標為 2020 年時降至 2005 年的排放量水準，相當於在 2020 年溫室氣體排放量較基準減少 45%。 P. 114

☆英國經濟學家發表之「史登報告」強調依未來溫度上升 2-3°C 估計，21 世紀全球 GDP 產出，可能減少 0-3% 若是基準情境而導致 5-6°C 的增溫，則全球 GDP 可能減少 5-10%。 P. 115

☆若讓二氧化碳濃度在 2050 年時，穩定在 500-550ppm 間，全球的 GDP 將會降低 1%，雖然是很多，但應該仍可負擔。 P. 116

☆由於清潔發展機制(CDM)計畫成長快速，2010 年約減少 5.5 億公噸 CO<sub>2</sub>。 P. 121

☆目前全世界最積極的碳排放交易市場，就是歐盟排放交易制度。 P. 122

☆氣候變遷績效指標(CCPI)乃根據三大議題進行計分，包括：溫室氣體排放量(占 30%)、溫室氣體排放趨勢(占 50%)、氣候政策(占 20%)，其重點是放在是否改善，而非是排放量最少最排名最高。2010 年評比結果巴西排名為第 4 名(前 3 名為空缺)。 P. 122

☆氣候變遷績效指標評比結果，以巴西績效最好。 P. 122

☆氣候變遷績效指標評比結果，我國於 2010 年的名次是第 47 名。 P. 122

## 第 5 章

☆太陽能其能量為太陽內部進行的由「氫」變成「氦」的原子核反應，不停地釋放出巨大能量向宇宙空間輻射出去，稱為太陽能。 P. 129

☆廣義上的太陽能所包括的範圍非常大。狹義的太陽能則限於太陽輻射能的光熱、光電和光化學的直接轉換。 P. 129

☆太陽能：既是一次能源，又是可再生的能源。它資源豐富，既可免費使用，又無需運輸，對環境無

任何污染，現代期望太陽能能取代化石燃料作為發電的主要能源。 P. 129

☆太陽輻射功率為  $3.8 \times 10^{23}$  kW，其中 20 億分之一會到達地球的大氣層，而到達地球的大氣層的太陽能，大約 30% 會被大氣層反射，23% 會被大氣層吸收，其餘到達地球表面。 P. 129

☆太陽能利用的基本方式可分為光-熱能利用，光-電能利用，光-化學能利用，光-生物能利用四類 P. 129

☆太陽能主要是利用被動式的光熱轉換和光電轉換兩種方式。 P. 129

☆太陽能電池，為最常見也是最普遍的應用方法，透過光電轉換將太陽光中的能量轉化為電能。 P. 129

☆早期最廣泛的太陽能應用是用於水的加熱上。 P. 130

☆太陽能熱水系統主要元件：包括集熱器、儲存裝置、循環管路三部分。 P. 130

☆集熱器有三種基本構造：1. 吸熱面 2. 傳熱液體管 3. 隔熱外殼。 P. 130

☆集熱器的種類：分為平板型集熱器、真空管集熱器。 P. 131

☆太陽能集熱器在太陽能運用過程中，是吸收太陽的輻射的能，並利用傳熱的介質將熱傳熱出去的裝置，傳熱介質通常是利用水路的設計來達成熱交換的目的。 P. 133

☆太陽能熱水系統依水路迴圈方式分為兩種：1. 自然循環式 2. 強制循環式 P. 133

☆自然循環式太陽能熱水器是利用熱虹吸作用，促使水在儲水裝置及集熱器中自然流動。 P. 133

☆目前國內太陽能熱水器市場，仍以自然循環式為主。 P. 134

☆在相同的設計條件下，強制循環式太陽能熱水系統可獲得較高的水溫。 P. 134

☆最常用的暖房系統為太陽能熱水裝置。 P. 135

☆利用太陽能發電方式可以區分為：光電轉換和光熱轉換。光電轉換又稱為太陽能光電，它是透過太陽能板吸收太陽光，之後產生直流電的一種發電裝置系統，太陽能板的構造，主要是以半導體為原料所製作，為一種暴露在太陽光下便會產生直流電的發電裝置。 P. 135

☆平常所看到的太陽能計算機是光電轉換的發電實例。 P. 136

☆最常見利用太陽能發電的方式，即太陽能電池。太陽能電池，可將太陽光能直接轉化為電能，是最便利、無噪音、安全性高的再生能源電力系統。 P. 136

☆單晶矽體的太陽能電池，轉換效率較高，可達 15~24%。 P. 137

☆光熱轉換，是透過鏡子反射太陽光，然後使其聚焦於玻璃管上，玻璃管內則是可加熱的液體。 P. 137

☆太陽能電池聚光式模組，主要是透過追日系統與菲斯涅爾透鏡的組合。 P. 138

☆運用太陽能的優缺點。 P139-140

優點：

①取得容易，較無環境限制：太陽光普照大地，無論陸地或海洋，無論高山或島嶼，處處皆有，可直接開發和利用，且無須開採和運輸。

②具無毒性：使用煤炭、石油等礦物燃料會產生有害氣體和廢料，對於環境與身體健康都會造成一定程度的影響，而使用太陽能不會排放任何對環境有不良影響的物質而對環境造成污染，是一種清潔的能源。

③具永續性：據估計，在過去漫長的 11 億年當中，太陽只消耗了它本身 2% 的能量，今後數十年億年太陽也不會發生明顯的變化，所以太陽可以做為人類永久性的能源，它給地面照射 15 分鐘的能量，就足夠全世界使用一年。

④安全性佳：利用核能發電會有核洩漏的危險，一旦核洩漏了便會造成極大的生態危機，而太陽能沒有這種情況，是十分可靠的潔淨能源。

缺點：

①分散性：到達地球表面的太陽輻射總量儘管很大，但是能量密度卻很低，平均來說，夏季在北迴歸線附近的天氣較為晴朗的情況下，正午時太陽輻射的輻照度最大，在垂直於太陽光下 1 平方米面積上可接收到的太陽平均有 1000W 左右，若按全年日夜平均，則只有 200W。而在冬天大約只有夏季情況的一半，陰天一般只有 1/5 左右，這樣的能量密度不平均且不夠高，因此，再利用太陽能時，想要得到穩定的轉換功率，往往需要面積相當大的收集器和轉換設備，造價較高。

②不穩定性：由於受到晝夜、季節、地理緯度和海拔高度等自然條件的限制，以及晴、陰、雲、雨等天

氣因素的影響，因此達到某一地面的太陽輻射能量既是間斷的，又是極不穩定的，這給太陽能大規模的應用造成很大的不方便及困難。

③效率低和成本高：目前太陽能利用的發展方面，理論和技術上都是可行的且成熟，但太陽能利用的裝置，因為效率偏低且成本高，總體來說，經濟性不能與常規能源相競爭。

☆台灣太陽能產業尚屬新興產業，在技術上已達實用化的階段，但目前中游太陽能電池其發電的成本和傳統電力相較仍屬偏高，造成台灣地區使用率偏低。 P. 140

☆阻力型式的旋轉速度無法超越風速，而升力型式的則可以比風速快，因此升力型風力機效率較阻力型高，亦被稱為高速風機。 P. 142

☆風力發電的優點： P. 143-145

①風力發電污染較小：風力發電在操作過程不會排放污染物質，較不會破壞生態環境，亦沒有放射性物質的困擾，是乾淨的自然能源。

②風力發電是再生能源：風能取自大自然，是能夠永續使用的再生能源，相較於石油及天然氣等化石燃料，無匱乏之疑慮。

③風力發電效率高：風力發電主要是利用空氣流動產生風壓，推動風力機之葉片旋轉，帶動齒輪發電機來產生電力，一般風力機將風能轉換為電能平均效率約在 20%至 40%左右，比起太陽能轉換成電能效率來得高。

④風力發電所需空間小：相較其他發電方式，風力發電機僅需要 3-5 平方公尺的面積即可運作，無須規劃大片完整的土地區域來設置，因此可以利用堤岸、河堤、山脊來節省土地空間。

⑤風力發電具分散式特性：傳統較大型電機組如核能與燃煤發電在電力輸送過程中會造成電力的損失，因此風力發電機具備的分散性將成為電力系統發展的新趨勢。風力發電電機可分散設置於各地區，除了減少輸送時造成的電力損失，亦可滿足區域的尖峰負載，降低供電成本。

☆風力發電的缺點：

①影響環境生態：風力發電廠的設置可能會破壞當地的地面景觀，影響附近原有的動、植物。除此之外，風力發電機運轉時會產生龐大的噪音，會影響當地居民生活品質。

②某些地區的風力有間歇性：臺灣電力需求較高的夏季及白日，但在某些地區這些時段風力較少，因此風力發電的經濟性不足

③發電成本仍高：風力發電沒有燃料成本，其主要的成本為資本設備成本，約占總成本的 75%-90%，其餘為操作與維護費用。

☆台灣位於最大陸塊與最大海洋交界處，由於明顯的東北季風與西南季風季節交替，因此天氣變化相當顯著。此外臺灣海峽兩側山脈所形成的「狹管」地形效應，導致季風吹過時受到擠壓而加速，而造成相當強勁的風力。 P. 146

☆台灣主要的風能資源蘊藏於臺灣西半部，北部從桃園的大園到新屋沿海，新竹之新豐到香山一帶，苗栗的後龍至苑裡沿海一帶；整個中部沿海，自通霄、大甲、經梧棲、大肚，一直到彰濱及麥寮沿海一帶；南部的嘉南沿海及屏東墾丁等地亦具有豐富的風力潛能。由於西部沿海一帶大多為農田、漁塭及防風林，地區廣闊可與農漁業共生利用，非常適合大規模開發風力發電。 P146

☆台電公司自 2000 年 7 月起於澎湖白沙鄉中屯村設置了 4 部風力發電機組，成為全國第一個利用風力發電轉換成民生用電的地方。 P147

☆台灣第一座商轉的風力發電廠設置於雲林麥寮風力發電廠。 P147

☆台灣北部第一座風力示範系統位於新竹縣竹北市鳳山溪出海口正隆造紙廠春風風力發電示範系統。 P148

☆台灣風力發電產業的 SWOT 分析 P149

優勢(Strength)

1. 風力發電設置的限制不大，產業進入門檻低。
2. 台灣擁有亞洲地區最佳風能環境，具開發價值者 3000MW
3. 台灣風力發電相關工業技術已達一定水平。

4. 風力發電的產業鏈單純，關鍵技術國內應不是問題。
5. 未來隨著設置數量增加，風力發電設置成本將大大降低。

#### 劣勢(Weakness)

1. 風力發電機組開發需要投入大量資金，對國內產業界是一大難題。
2. 國內風力發電設備及關鍵零組件仍需要仰賴國外進口。
3. 風力發電較無法配合我國夏季尖峰用電需求。
4. 政府優惠收購電的價格偏低，誘因相對不足夠。
5. 國內市場規模小，若無政府整合相關企業，發展力有限。

#### 機會(Opportunity)

1. 民眾對傳統石化燃料及核能發電的有所疑慮，增加風力發電發展的契機。
2. 適合設置風力發電機組的地理位置很多。
3. 地域緊鄰中國，如技術水準能提高，我們的風力發電機組及關鍵零組件能直接外銷中國，市場商機相當可觀。
4. 亞洲地區之市場需求相對於歐洲市場而言有更大的成長空間，以臺灣的技術基礎，有機會成為零組件設計與生產基地。

#### 威脅(Threat)

1. 岸上風力發電所需設置的土地面積廣大，且尚有噪音問題，常引起廠區附近居民抗議。
2. 風能供應缺乏穩定性。
3. 國外風力機大廠技術水準高幾乎瓜分了國際市場，且近年來積極進行全球性布局併購整合相關企業
4. 國外風力機產業技術相對成熟，整機業者喜歡與當地零組件業者合作，國內零組件廠商切入難度高。☆水力是天然循環的豐富資源，若能善加利用，期開潛力也是相當可觀。水力發電可使得水資源重複利用，將其位能及動能轉換成機械能，同時有效的利用，可謂相當乾淨的再生能源。 P150

☆水力發電的原理是利用水位差產生位能或動能，使水衝擊水輪機，水輪機即開始轉動，接著將發電機接到水輪機上就可以產生電力。也就是利用水的位能轉為水輪的機械能，再以機械能推動發電機旋轉，切割磁力線產生交流電，而得到電力。 P150

☆水力發電的引水設備包括1. 水壩、2. 進水口、3. 沉砂池、4. 前池、5. 水路、6. 平壓塔 7. 壓力水管、8. 尾水道。 P151-152

☆水輪機是將水內含之位能能量轉變成為有用的機械能的機器裝置。雖然水輪機的種類繁多，但其原理都是相同的。利用高度差和大量的水流，使它經過特定的水路，從高處向下衝擊產生力量，利用這種力量作用於水輪機的轉動葉片上，驅使水輪機轉動。將水擁有之位能轉變為機械能的裝置。如果這部水輪的轉動軸與一台發電機連接，發電機就會跟轉動而產生出電。水輪機可依動作原理分成反動式水輪機及衝擊式水輪機。反動式水輪機是將持有壓力頭的水流直接作用在動輪上，運用水的壓力和流速來推動，是現代較常用的水輪機，可利用的落差和水量範圍廣闊。衝擊式水輪機則是將水流之壓力水頭全數轉變為速度水頭作用於轉動輪，其中佩爾吞水輪機為其代表。 P153

☆發電機是將機械能由磁能轉變為電能的機器，水力電廠所使用之發電機與火力及核能電廠使用之發電機最大差異在於轉子之結構，水力發電機組有豎軸及橫軸兩種方式，橫軸型發電機適合於高速運轉，檢修維護等工作較容易，但受主軸變形之限制，不適合於大型的發電機。豎軸電機較橫軸發電機軸長且大，較適合用於大型發電機使其更有效的利用落差。

☆水力發電廠可依運轉型態區分為慣常式及抽蓄式，其中慣常式發電廠包括川流式、調整池式以及水庫式。 P154

#### (1) 川流式發電廠

依河川的流量運轉，當流量大時，輸出電力可達全廠最大總容量；流量小時可能只輸出全廠容量不到三分之一的電力。所以當河川流量過大以致於多餘的水量無法利用時，就會直接排放出來，所以川流式發電廠無法儲存水量，故無法依據負載需求來調節發電量，所以通常做為「基載電廠」。其優點是可長時間穩定運轉且變動成本低。 P154

## (2)調整池式發電廠

運行的主要原理與川流發電廠相同，但調整池式發電廠的蓄水池較大，大多具有一日的蓄水量可供調節，電力公司為了要應付夏季尖峰用電，蓄水量甚為重要，而調整池就可以調節發電廠的用水量與河川自然流量之差值來配合電力系統的負載需求。P154

## (3)水庫式發電廠

當水力發電廠的水庫蓄水量很大，可以吞沒一季或一年的洪水量，並供發電廠配合電力系統負載需求使用時，稱為水庫式發電廠。水庫式發電廠的優點是其運作情況不會隨著河川的流量變化而變動，而是視電力系統負載的需要而定，可作為尖載電廠。在能量價值方面，水庫式電廠之出力，相當於淨尖峰能力發電六小時部分給予燃氣機組之能量價值，其餘部分給予燃煤機組之能量價值。P155

## (4)抽蓄式發電廠

又稱為揚水式發電廠，利用水的儲存性質來發電，有兩個相當大的儲水池，一個位在上游的前池，另一個則是在下游的後池。抽蓄水力發電之基本原理為將系統或電廠在離峰時所剩餘的電力以水力位能方式儲存，把下游後池的水抽回上游前池，而於系統尖峰供電時間由上池放水發電，成為價值較高之尖峰電力。可分為純抽蓄水力發電廠與混合式抽蓄水力發電廠。而臺灣目前擁有的抽蓄式發電廠有明潭發電廠及大觀發電廠共 10 部機組。P155

### ☆水力發電的優點： P157

優點：不僅對環境產生的衝擊較小，且提供廉價的電力，產生高效率的能量，除此之外，其運修維護的成本低且檢修期短，在發電的過程中不會產生額外的汙染。並可以管制洪水氾濫、提供灌溉用水、利於河流航運。重要的是，還可以配合需求，調節系統離尖峰時段的電力調度。

缺點：建造水力電廠的成本高，且缺少適當的地方建廠；因為較大規模的水力電廠就需要很大的土地當作蓄水池，如此一來會減少可耕地，並對下游的河川造成汙染和破壞生態，亦會因為泥沙淤積和水汙染減少水庫的壽命。

### ☆台灣水力發電產業 SWOT 分析表 P157

#### 優勢(Strength)

1. 發電技術成熟。
2. 國內開發應用經驗豐富。
3. 啟動迅速，最佳峰電源。

#### 弱勢(Weakness)

1. 優良址找尋不易。
2. 水力資源多位於偏遠地區，開發成本過高。
3. 開發規劃及工期較長。

#### 機會(Opportunity)

1. 國際油價飆漲、能源危機。
2. 政府政策積極推動。
3. 長期優惠收購電價鼓勵小水力發電投資。
4. 水資源問題為全民共識。

#### 威脅(Threat)

1. 環境爭議、民眾抗爭。
2. 集水區過度開發，嚴重影響水庫壽命。
3. 申設行政程序冗長，影響業者開發意願。