

Chapter *1*

概 述

- 1.1 能源及其分類
 - 1.2 新能源及其在能源供應中的作用
 - 1.3 新能源技術的發展
- 思考題
參考文獻

1.1 能源及其分類

1.1.1 能量與能源

從物理學的觀點看，能量可以簡單地定義為作功的能力。廣義而言，任何物質都可以轉化為能量，但是轉化的數量、轉化的難易程度是不同的。比較集中而又較易轉化的含能物質稱為能源。由於科學技術的進步，人類對物質性質的認識及掌握能量轉化方法也在深化，因此並沒有一個很確切的能源的定義。但對於工程技術人員而言，在一定的工業發展階段，能源的定義還是明確的。還有另一類型的能源即物質在宏觀運動過程中所轉化的能量，即所謂能量過程，例如水的勢能落差運動產生的水能及空氣運動所產生的風能等等。因此，能源的定義可描述為：比較集中的含能體，或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。

能量的單位與功的單位一致。常用的單位是爾格、焦耳、千瓦小時等（單位換算見表1-1）。能源的單位也就是能量的單位。在實際工作中，能源還可用煤當量（標準煤）和油當量（標準油）來衡量，1千克標準煤的發熱量為29.3kJ，1千克標準油的發熱量為41.8kJ。千克標準煤用符號kgce表示，千克標準油用符號kgoe表示。也可以用噸標煤（tce）或噸標油（toe）及更大的單位計量能源。

表1-1 能量單位的換算

| 單位 | 千焦 (kJ) | 千瓦·時 (kW·h) | 千卡 (kcal) | 馬力·時 (hp·h) | 公斤力·公尺 (kgf·m) | 英熱單位 (B.t.u.) | 英尺·磅力 (ft·lbf) |
|------|------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| kJ | 1 | 2.77778×10^{-4} | 2.38846×10^{-1} | 3.776726×10^{-4} | 1.01927×10^2 | 9.47817×10^{-1} | 7.37562×10^2 |
| kW·h | 3600 | 1 | 859.846 | 1.359621 | 3.67098×10^5 | 3412.14 | 2.65522×10^6 |

| 單位 | 千焦 (kJ) | 千瓦·時 (kW·h) | 千卡 (kcal) | 馬力·時 (hp·h) | 公斤力·公尺 (kgf·m) | 英熱單位 (B.t.u.) | 英尺·磅力 (ft·lbf) |
|--------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| kcal | 4.1868 | 1.163×10^{-3} | 1 | 1.58124×10^{-3} | 426.936 | 3.96832 | 3088.03 |
| hp·h | 2.647796×10^3 | 735.499×10^{-3} | 632.415 | 1 | 270000 | 2509.63 | 1952913 |
| kgf·m | 9.80665×10^{-3} | 2.724069×10^{-6} | 2.34228×10^{-3} | 3.703704×10^{-6} | 1 | 9.29487×10 | 7.23301 |
| B.t.u. | 1.05506 | 2.93071×10^{-4} | 2.51996×10^{-1} | 3.98466×10^{-4} | 1.075862×10^2 | 1 | 778.169 |
| ft·lbf | 1.35582 | 3.76616×10^{-7} | 3.23832×10^{-4} | 5.12056×10^{-7} | 1.38255×10^{-1} | 1.28507×10^{-3} | 1 |

1.1.2 能源的分類

對能源有不同的分類方法。以能量根本蘊藏方式的不同，可將能源分為以下三類：

第一類能源是來自地球以外的太陽能。人類現在使用的能量主要來自太陽能，故太陽有「能源之母」的叫法。現在，除了直接利用太陽的輻射能之外，還大量間接地使用太陽能源。例如目前使用最多的煤、石油、天然氣等化石資源，就是千百萬年前綠色植物在陽光照射下經光合作用形成有機質而長成的根莖及食用它們的動物遺骸，在漫長的地質變遷中所形成的。此外，如生物質能、流水能、風能、海洋能、雷電等，也都是由太陽能經過某些方式轉換而形成的。

第二類能源是地球自身蘊藏的能量。這裡主要指地熱能資源以及原子能燃料，還包括地震、火山噴發和溫泉等自然呈現出的能量。據估算，地球以地下熱水和地熱蒸汽形式儲存的能量，是煤儲能的1.7億倍。地熱能是地球內放射性元素衰變輻射的粒子或射線所攜帶的能量。此外，地球上的核裂變燃料（鈾、鈾）和核聚變燃料（氘、氚）是原子能的儲存體。即使將來每年耗能比現在多1000倍，這些核燃料也足夠人類用100億年。

第三類能源是地球和其他天體引力相互作用而形成的。這主要指地球和太陽、月球等天體間有規律運動而形成的潮汐能。地球是太陽系的九大行星之一，月球是地球的衛星。由於太陽系其他八顆行星或距地球較遠，或質量相對較小，結果只有太陽和月亮對地球有較大的引力作用，導致地球上出現潮汐現象。海水每日潮起潮落各兩次，這是引力對海水做功的結果。潮汐能蘊藏著極大的機械能，潮差常達十幾公尺，非常壯觀，是雄厚的發電原動力。

能源還可按相對比較的方法來分類，如表1-2所示。

表1-2 能源的分類

| | | 可再生能源 | | 不可再生能源 |
|------|-------|---|--|----------------------|
| 一次能源 | 常規能源 | 商品能源 | 水力（大型） 核能（增殖堆） 地熱 生物質能（薪材秸稈、糞便等） | 化石燃料（煤、油、天然氣等） 核能 |
| | | 傳統能源（非商品能源） | 太陽能（自然乾燥等） 水力（水車等） 風力（風車、風帆等） 畜力 | |
| | 非常規能源 | 新能源 | 生物質能（燃料作物制沼氣、酒精等） 太陽能（收集器、光電池等） 水力（小水電） 風力（風力機等） 海洋能 地熱 | |
| 二次能源 | | 電力、煤炭、沼氣、汽油、柴油、煤油、重油等油製品、蒸汽、熱水、壓縮空氣、氫能等 | | |

註：人力計入勞動力，不計入能源。

(1)一次能源與二次能源。在自然界中天然存在的，可直接取得而又不改變其基本形態的能源，稱之為一次能源，如煤炭、石油、天然氣、風能、地熱等。為了滿足生產和生活的需要，有些能源通常需要經過加工以後再加以使用。由一次能源經過加工轉換成另一種形態的能源產品叫做二次能源，如電力、煤氣、蒸汽及各種石油製品等。大部分一次能源都轉換成容易輸送、分配和使用的二次能源，以適應消費者的需要。二次能源經過輸送和分配，在各種

設備中使用，即終端能源。終端能源最後變成有效能。

- (2) 可再生能源與不可再生能源。在自然界中可以不斷再生並有規律地得到補充的能源，稱為可再生能源，如太陽能 and 由太陽能轉換而成的水力、風能、生物質能等。它們都可以循環再生，不會因長期使用而減少。經過億萬年形成的、短期內無法恢復的能源，稱之為不可再生能源，像煤炭、石油、天然氣、核燃料等。它們隨著大規模地開採利用，其儲量將越來越少，總有枯竭之時。
- (3) 常規能源與新能源。在相當長的歷史時期和一定的科學技術水準下，已經被人類長期廣泛利用的能源，不但為人們所熟悉，而且也是當前主要能源和應用範圍很廣的能源，稱之為常規能源，如煤炭、石油、天然氣、水力、電力等。一些雖屬古老的能源，但只有採用先進方法才能加以利用，或採用新近開發的科學技術才能開發利用的能源；有些能源近一、二十年來才被人們所重視，新近才開發利用，而且在目前使用的能源中所占的比例很小，但很有發展前途的能源，稱為新能源，或稱替代能源，如太陽能、地熱能、潮汐能等。常規能源與新能源是相對而言的，現在的常規能源過去也曾是新能源，今天的新能源將來又成為常規能源。
- (4) 從能源性質來看，能源又可分為燃料能源和非燃料能源。屬於燃料能源的有礦物燃料（煤炭、石油、天然氣）、生物燃料（薪材、沼氣、有機廢物等）、化工燃料（甲醇、酒精、丙烷以及可燃原料鋁、鎂等）、核燃料（鈾、鈾、氚等）等四類。非燃料能源多數具有機械能，如水能、風能等；有的含有熱能，如地熱能、海洋熱能等；有的含有光能，如太陽能、鐳射等。

從使用能源時對環境污染的大小，又把無污染或污染小的能源稱為清潔能源，如太陽能、水能、氫能等；對環境污染較大的能源稱為非清潔能源，如煤炭、油頁岩等。石油的污染比煤炭小些，但也產生氧化氮、氧化硫等有害物質，所以，清潔與非清潔能源的劃分也是相對而言，不是絕對的。

1.1.3 能源的開發利用

(1)煤炭

煤炭是埋在地殼中億萬年以上的樹木和植物，由於地殼變動等原因，經受一定的壓力和溫度作用而形成的含碳量很高的可燃物質，又稱作原煤。由於各種煤的形成年代不同，碳化程度深淺不同，可將其分類為無煙煤、煙煤、褐煤、泥煤等幾種類型，並以其揮發物含量和焦結性為主要依據。煙煤又可以分為貧煤、瘦煤、焦煤、肥煤、漆煤、弱黏煤、不黏煤、長焰煤等。

煤炭既是重要的燃料，也是珍貴的化工原料。20世紀以來，煤炭主要用於電力生產和在鋼鐵工業中供煉焦，某些國家蒸汽機車用煤比例也很大。電力工業多用劣質煤（灰分大於30%）；蒸汽機車用煤則要求質量較高：灰分低於25%，揮發分含量要求大於25%，易燃並具有較長的火焰。在煤礦的附近建設的「坑口發電站」，使用了大量的劣質煤來作燃料，直接轉化成電能向各地輸送。另外，由煤轉化的液體和氣體合成燃料，對補充石油和天然氣的使用也具有重要意義。

(2)石油

石油是一種用途廣泛的寶貴礦藏，是天然的能源物資。但是石油是如何形成的，這個問題科學家一直在爭論。目前大部分的科學家都認同的一個理論是：石油是由沈積岩中的有機物質變成的。因為在已經發現的油田中，99%以上都是分布在沈積岩區。另外，人們還發現了現代的海底、湖底的近代沈積物中的有機物，正在向石油慢慢的變化。

同煤相比，石油有很多的優點：首先，它釋放的熱量比煤大的多，每千克煤燃燒釋放的熱量為5000kcal/kg，而石油燃燒釋放的熱量大於10000多kcal/kg；就發熱而言，石油大約是煤的2~3倍；石油使用方便，它易燃又不留灰燼，是理想的清潔燃料。

從已探明的石油儲量看，世界總儲量為1043億噸。目前世界有七大儲油區，第一大儲油區是中東地區，第二是拉丁美洲地區，第三是前蘇聯，第四是非洲，第五是北美洲，第六是西歐，第七是東南亞。這七大油區占世界石油總量的95%。

(3)天然氣

天然氣是地下岩層中以碳氫化合物為主要成分的氣體混合物的總稱。天然氣是一種重要能源，燃燒時有很高的發熱值，對環境的污染也較小，而且還是一種重要的化工原料。天然氣的生成過程同石油類似，但比石油更容易生成。天然氣主要由甲烷、乙烷、丙烷和丁烷等烴類組成，其中甲烷占80%~90%。天然氣有兩種不同類型：一是伴生氣，由原油中的揮發性組分所組成，約有40%的天然氣與石油一起伴生，稱油氣田，它溶解在石油中或是形成石油構造中的氣帽，並對石油儲藏提供氣壓；二是非伴生氣，與液體油的積聚無關，可能是一些植物體的衍生物。60%的天然氣為非伴生氣，即氣田氣，它埋藏更深。

最近10年液化天然氣技術有了很大發展，液化後的天然氣其體積僅為原來體積的1/600。因此可以用冷藏油輪運輸，運到使用地後再予以氣化。另外，天然氣液化後，可為汽車提供方便的污染小的天然氣燃料。

(4)水能

水能資源最顯著的特點是可再生、無污染。開發水能對江河的綜合治理利用具有積極作用，對促進國民經濟發展，改善能源消費結構，緩解由於消耗煤炭、石油資源所帶來的環境污染有重要意義，因此世界各國都把開發水能放在能源發展戰略的優先地位。

世界河流水能資源理論蘊藏量為40.3萬億千瓦時，技術可開發水能資源為14.3萬億千瓦時，約為理論蘊藏量的35.6%；經濟可開發水能資源為8.08萬億千瓦時，約為技術可開發的56.22%，為理論蘊藏量的20%。已開發國家擁有技術可開發水能資源4.82萬億千瓦時，經濟可開發水能資源2.51萬億千瓦時，分別占世界總量的33.5%和31.1%。開發中國家擁有技術可開發水能資源共計9.56萬億千瓦時，經濟可開發水能資源5.57萬億千瓦時，分別占世界總量的66.5%和68.9%，可見世界開發水能資源主要蘊藏量在開發中國家；而且已開發國家可開發水能資源到1998年已經開發了60%，而開發中國家到1998年才開發20%，所以今後大規模的水電開發主要集中在開發中國家。中國水能資源理論蘊藏量、技術可開發，和經濟可開發水能資源均居世界第一位，其次為俄羅斯、巴西和加拿大。

(5) 新能源

人類社會及經濟的發展需要大量能源的支援。隨著常規能源資源的日益枯竭以及由於大量利用礦物能源而產生的一系列環境問題，人類必須尋找可永續發展的能源道路，開發利用新能源和可再生能源無疑是出路之一。

1.2 新能源及其在能源供應中的作用

1.2.1 新能源的概念

新能源是相對於常規能源而言，以採用新技術和新材料而獲得的，在新技術基礎上系統地開發利用的能源，如太陽能、風能、海洋能、地熱能等。與常規能源相比，新能源生產規模較小，使用範圍較窄。常規能源與新能源的劃分是相對的。以核裂變能為例，20世紀50年代初開始把它用來生產電力和作為動力使用時，被認為是一種新能源。到80年代世界上不少國家已把它列為常規能源。太陽能和風能被利用的歷史比核裂變能要早幾個世紀，由於還需要通過系統研究和開發才能提高利用效率，擴大使用範圍，所以還是把它們列入新能源。

按1978年12月20日聯合國第33屆大會第148號決議，新能源和可再生能源共包括14種能源：太陽能、地熱能、風能、潮汐能、海水溫差能、波浪能、木柴、木炭、泥炭、生物質轉化、畜力、油頁岩、焦油砂及水能。1981年8月10～21日聯合國新能源和可再生能源會議之後，各國對這類能源的稱謂有所不同，但是共同的認識是，除常規的化石能源和核能之外，其他能源都可稱為新能源和可再生能源，主要為太陽能、地熱能、風能、海洋能、生物質能、氫能和水能。

由於化石能源燃燒時帶來嚴重的環境污染，且其資源有限，所以從人類長遠的能源需求看，新能源和可再生能源將是理想的持久能源，已引起人們的特別關注，許多國家投入了大量研究與開發工作，並列為高新技術的發展範疇。由不可再生能源逐漸向新能源和可再生能源過渡，是當代能源利用的一個重要特點。

1.2.2 新能源在能源供應中的作用

能源是國民經濟和社會發展的重要戰略物質，但能源同樣是現實中的重要污染來源。太陽能、風能、生物質能和水能等新能源和可再生能源由於其清潔、無污染和可持續開發利用等特性，既是未來能源系統的基礎，又是目前急需的補充能源。因此在能源、氣候、環境問題面臨嚴重挑戰的今天，大力發展新能源和可再生能源不僅是適宜、必要的，而且是符合國際發展趨勢的。

(1)發展新能源和可再生能源是建立可永續發展能源系統的必然選擇

煤炭、石油、天然氣等傳統能源都是資源有限的化石能源，化石能源的大量開發和利用，是造成大氣和其他多種類型環境污染與生態破壞的主要原因之一。如何解決長期的用能問題，以及在開發和使用資源的同時保護好人類賴以生存的地球的環境及生態，已經成為全球關注的問題。從世界共同發展的角度以及人們對保護環境、保護資源的認識進程來看，開發利用清潔的新能源和可再生能源，是可持續發展的必然選擇，並越來越得到人們的認同。既然人類社會的可永續發展必須以能源的可永續發展為基礎。那麼，什麼是可永續發展的能源系統？根據可永續發展的定義和要求，它必須同時滿足以下三個條件：一是從資源來說是豐富的、可持續利用的，能夠長期支援社會經濟發展對於能源的需要；二是在質量上是清潔的、低排放或零排放的，不會對環境構成威脅；三是在技術經濟上它是人類社會可以接受的，能帶來實際經濟效益的。總而言之，一個真正意義上的可永續發展的能源系統應是一個有利於改善和保護人類美好生活、並能促進社會、經濟和生態環境協調發展的系統。

到目前為止，石油、天然氣和煤炭等化石能源系統仍然是世界經濟的三大能源支柱。毫無疑問，這些化石能源在社會進步、物質財富生產方面已為人類作出了不可磨滅的貢獻；然而，實踐證明，這些能源資源同時存在著一些難以克服的缺陷，並且日益威脅著人類社會的發展和安全。首先是資源的有限性，專家們的研究和分析，幾乎得出一致的結論：這些不可再生能源資源的耗盡只是時間問題，是不可避免的。表1-3是法國專家20多年前所作出的分析，現在看來他的結論依然是正確的。

表1-3 世界不可再生能源開採年限估計

| 能源情況 | 種類已探明的儲量 (PR) 和推測出的潛在儲量 (AR) | 消耗期 (西元) |
|----------|---|----------------------------------|
| 煤 | 900 (PR) 2700 (AR) | 2200年左右 |
| 石油 | 100 (PR) 36 (AR) | 2020年以前 |
| 天然氣 | 74 (PR) 60 (AR) | 2040年左右 |
| 鈾 | 按熱反應爐計 60 (PR+AR) 按增值反應爐計 1300 (PR) 1600 (AR) | 按熱反應爐計2073年 按增值反應爐計2110~2120年 |
| 所有不可再生能源 | 1100 (PR) 300 (AR) | 2200年左右 |

其次是對環境的危害性。化石能源特別是煤炭被稱為骯髒的能源，從開採、運輸到最終的使用都會帶來嚴重的污染。大量研究證明，80%以上的大氣污染和95%的溫室氣體都是由於燃燒化石燃料引起的，同時還會對水和土壤帶來一系列污染。這些污染及其對人體健康的影響是極其嚴重的，不可小視。表1-4指出了全球生態環境惡化的一些具體表現，令人怵目驚心。從而迫使人們不得不重新尋求新的、可永續使用而又不危害環境的能源資源。

表1-4 全球生態環境惡化的具體表現

| 項目 | 惡化表現 | 項目 | 惡化表現 |
|-------|------------|--------------|-------------|
| 土地沙漠化 | 10公頃 / 分鐘 | 二氧化碳排放 | 1500萬噸 / 天 |
| 森林減少 | 21公頃 / 分鐘 | 垃圾產生 | 2700萬噸 / 天 |
| 草地減少 | 25公頃 / 分鐘 | 由於環境污染造成死亡人數 | 10萬人 / 天 |
| 耕地減少 | 40公頃 / 分鐘 | 各種廢水、污水排放 | 60000億噸 / 年 |
| 物種滅絕 | 2個 / 小時 | 各種自然災害造成的損失 | 1200億美元 / 年 |
| 土壤流失 | 300萬噸 / 小時 | | |

新能源和可再生能源符合可永續發展的基本要求，它具有如下特點：

- ①資源豐富，分布廣泛，具備替代化石能源的良好條件。以中國為例，僅太