Chapter 】 能源、再生能源 與熱能製冷

- 1.1 世界的能源
- 1.2 溫室效應
- 1.3 臭氧層破洞
- 1.4 太陽能製冷一熱動式製冷
- 1.5 參考文獻

1.1 世界的能源

★ 1.1.1 能量與能源的基本概念

在熱力學中,一般所謂的「能量」是指一個系統所具有的、可以對外界造成一個作用或對外界作功的能力。能量可以有許多不同的存在形式,例如:機械能(動能及位能)、熱能、電能、化學能、核能、輻射能等。而在實際的能量利用上,對外作功的能力最常表現在光、熱、力這三種形式。化學能、核能及輻射能必需再經過能量形式的轉換,轉變成對消費者直接有用的的能量形式,如電力、熱力。

「能源」是指一種物質,由此物質可以直接或經多次轉換而將其變成一種可供消費者利用的能量。能源可依其轉換的程度(或轉換的次數)區分為:初級能源(primary energy)、二次能源(secondary energy)及最終能源(final energy),見圖 1-1。

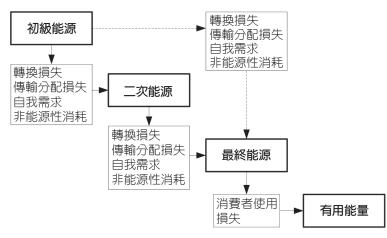


圖 1-1 能源的轉換鏈

初級能源是指尚未經過人工技術加工轉換而以原有形式存在的能量 資源,例如煤、原油、天然氣、鈾、太陽能、風能、生物質能、水能、 地熱能、海洋能、潮汐能等等。

二次能源是介於初級能源及最終能源之間的能源形態,例如汽油、油菜籽油、電力等。它由初級能源或其他二次能源經人工技術裝置轉換 而成,可再加工轉換成另一種二次能源或最終能源。

最終能源是供給到能源最末端的廣大消費群的一種能源形態,其由 初級能源或二次能源經一次或多次的能源轉換而成,例如石油產品、煤 產品、天然氣、電力等。最終能源的產生不可避免地要伴隨著加工轉換 的損失,但是它們比初級能源的利用更為有效、清潔及方便。

有用能量是指最終能源在消費者的設備作最後一次轉換所得到,以 供實際利用的一種能量形式。例如將電力經燈泡轉換為光能,將瓦斯經 由瓦斯爐燃燒轉換為熱能,將汽油經車子的引擎及傳動機構轉換為前進 的動力。

在 SI 單位系統,能量或功的單位為 J(焦耳,Joule)、Ws(瓦秒)或 Nm(牛頓米),表 1-1 為在能源技術上常用的一些單位的換算表。

	到 k.	J	kcal	kWh	LOE	kgCE	kgOE
從	乘	以					
1 kJ (1 千焦耳)	1		0.23885	0.0002778	0.0000265	0.0000385	0.0000239
1 kcal (1 千卡)	4.18	868	1	0.001163	0.000111	0.000161	0.0001
1 kWh (1千瓦小時,1度)	360	00	859.85	1	0.09554	0.13868	0.08598
1 LOE (1 公升油當量)	376	81	9000	10.467	1	1.4516	0.9
1 kgCE(1 公斤煤當量)	* 259	58	6200	7.2106	0.68889	1	0.62
1 kgOE(1 公斤油當量)	418	68	10000	11.63	1.1111	1.6129	1

表 1-1 常用之能量單位換算表

^{*}台灣自產煤

國內在能源統計上常用的單位為公秉油當量(= 1000 LOE),有別於國際慣用的 kgOE(公斤油當量)。

因為物理量常會出現極大(例如 2001 年全世界初級能源供給量約 為 1×10^{10} tOE = 4.19×10^{17} kJ)或極小($1eV=1.602\times10^{-19}$ J)的值,所以為了書寫或表達之方便與簡潔,經常會使用指數縮寫代號為單位的字首,常用者如表 1-2 所列。

字首	縮寫符號	代表量	字首	縮寫符號	代表量
Deca	da	10 ¹	Deci	d	10^{-1}
Hecto	h	10^2	Centi	c	10^{-2}
Kilo	k	10^3	Milli	m	10^{-3}
Mega	M	10^{6}	Micro	μ	10^{-6}
Giga	G	10 ⁹	Nano	n	10^{-9}
Tera	T	10 ¹²	Pico	p	10^{-12}
Peta	P	10 ¹⁵	Femto	f	10^{-15}
Exa	Е	10^{18}	Atto	a	10^{-18}

表 1-2 常用之字首代號

例

試計算以電熱水器、液化瓦斯熱水器、天然瓦斯熱水器及柴油鍋爐熱水器將 1000~kg 水自 20° C 加熱至 60° C 時所需的能源消耗量及費用。

解 將 1000 kg 水自 20℃ 加熱至 60℃ 時所需的能量為:

 $Q = mc_p \Delta T = 1000 \times 4.177 \times (60-20) = 167080 \text{ kJ} = 39906 \text{ kcal}$

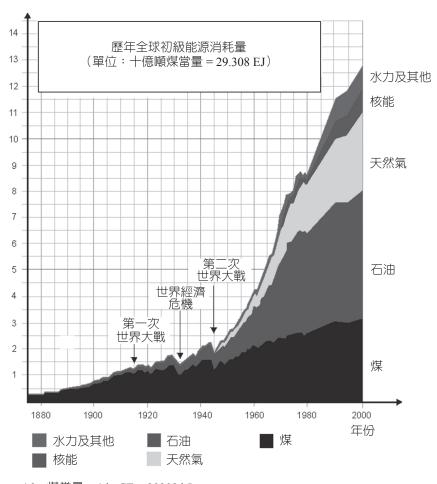
Chapter 1 能源、再生能源與熱能製冷 5

	熱値	加熱效率 η	消耗的最	終能源	能源單價	費用
電熱水器	860 kcal / 度 (kWh)	90%	44340 kcal	51.6 度	2.1 元/度	108.36 元
液化瓦斯 熱水器	12000 kcal/kg	80%	49883 kcal	4.16 kg	27 元/kg	112.32 元
天然瓦斯 熱水器	8900 kcal / 度 (m ³)	80%	49883 kcal	5.60 度	12.9 元/度	72.24 元
柴油鍋爐 熱水器	8800 kcal/L	80%	49883 kcal	5.67 L	14.1 元/L	79.95 元

能源單價為2003年11月之市場價格

在以上四種加熱方式中,以天然瓦斯熱水器最為便宜,電熱水器的加熱效率最高、消耗的最終能源最少。考慮發電效率約為34%,則電熱水器實際所耗費的初級能源為130412 kcal;相對的,假設天然瓦斯的輸送損失為10%,其所耗費的初級能源為55426 kcal,僅為電熱方式的42.5%。

★ 1.1.2 全球的初級能源需求



1 kg 煤當量 = 1 kgCE = 29308 kJ

圖 1-2 歷年 (1875~2000) 全球初級能源消耗量

圖 1-2 所示為自 1875 年至 2000 年全球初級能源的消耗量^[4]。石油、煤以及天然氣是當今世界初級能源供給量最大的前三位,但在 200 多年前的 18 世紀末時,它們的消耗量都還是非常小的,那時人們對能

源(特別是熱能)的需求大部分多是由木材來供應,小型水力及風力也 已普遍的運用於磨坊的水車、風車以及灌溉設施等。

1769 年英國人瓦特(Watt, 1736~1819)發展出可以普遍應用的蒸汽機,並使蒸汽機的熱效率成倍提高,開啟了西方國家工業化的大門,一個世紀後,1859 年法國的勒努瓦(Lenoir)模仿蒸汽機的結構設計,製造出第一台實用的燃燒煤氣的內燃機,1885 年德國的戴姆勒(Daimler,1834~1900)成功製造出第一台燃燒汽油的內燃機,1892 年德國工程師狄塞爾(Diesel,1858~1913)發明柴油內燃機,這些動力機械逐漸取代傳統的水力及風力機械,並促成石油工業的逐漸發達。直到今天,在全球初級能源的供應量上,煤都還扮演著重要的角色;20 世紀初,隨著汽車工業的興起,石油的消耗日益增加,到了1960 年代之後更超越了煤,成為初級能源的第一大供應者(見表1-3)。在工業化的國家,以木材為能源的數量愈來愈少;在水力的運用上,則是轉向大型的水力發電。

單位:PJ	1925	1938	1950	1960	1968	1980	1995
固體燃料 (煤)	36039	37856	46675	58541	67830	77118	102356
液體燃料 (石油)	5772	11017	21155	43921	79169	117112	138531
天然氣	1406	2930	7384	17961	33900	53736	88699
水力	293	674	1260	2520	3868	6358	9117
核能	0	0	0	0	176	2461	8164
總計	43511	52476	76473	122943	184766	256785	346867

表 1-3 從 1925 到 1995 年間某些年份的初級能源消耗量

1929 年,世界遭逢空前的經濟大蕭條,但自此之後,全球的能源需求節節上升。自 1930、1940 年代,二次世界大戰之後,天然氣的使用量急速增加,與石油、煤共同扮演著能源供給的重要角色。1960 年代,核能發電興起,很快的就在能源供給量上占有一席之地,但仍未能

成功取代傳統化石能源的使用,自 1990 年代之後,全球的環保意識高漲,加上核廢料處理的問題,使得核能發電的長期成長趨勢蒙上陰影, 2001 年核能僅占世界初級能源供給量的 6.9%,石油、煤以及天然氣合計占了 79.6%。

表 1-3 列出 1925 到 1995 年間某些年份的主要幾種初級能源的供給量,表中並未列入木材或可燃廢棄物等項目,在 1995 年,估計約有 25000 PJ。

西元 2004 年,全世界的初級能源供給量(Total Primary Energy Supply)為 11059 MtOE(= 463 EJ)。以地域性來看(圖 1-3 左),OECD(經濟合作發展組織)參與國就消耗了全世界 49.8% 的初級能源,其次為中國 14.7%、其他亞洲國家 11.7%、前蘇聯諸國 8.9%。以能源種類來看(圖 1-3 右),石油占初級能源供給量的 34.3%,居第一位,其次是煤 25.1%、天然氣 20.9%,這三項總計占 80.3%。 $^{[5]}$

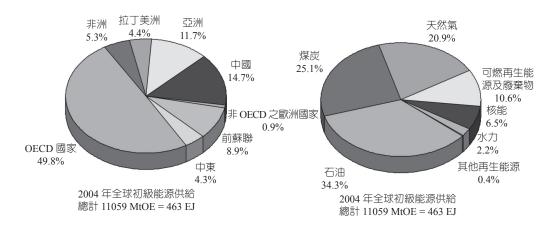


圖 1-3 以地域(左)及以能源種類(右)區分的全球初級能源供給比例圖

圖 1-4 為每人平均國內生產毛額 GDP 對初級能源消耗量的關係圖,圖中之國家為能源消耗量最大的前 15 個國家(國家名之前的數字為排名),另外還有台灣及全球平均值,表 1-4 依初級能源消耗量列出其能源相關統計數字。在對數坐標圖上,每人 GDP 與每人能源消耗約是呈線性關係的,每個國家的能源消耗量愈大,其經濟產值愈大。2004 年,全球平均每人初級能源消耗量為 1.77 噸油當量 / 人、平均每人 GDP 為 8232 美元 / 人;台灣則分別為 4.59 噸油當量 / 人、21340 美元 / 人。美國為初級能源消耗量最大的國家,分別為 7.91 噸油當量 / 人、36414 美元 / 人。

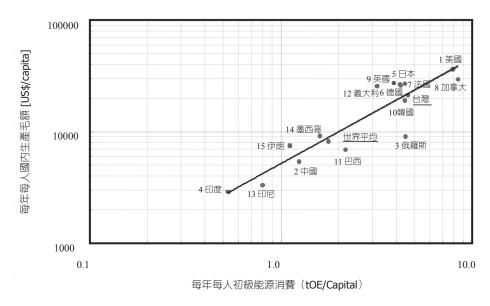


圖 1-4 國内生產毛額 GDP 與每人初級能源消耗量的關係圖

表 1-4 2004 年能源消耗量最大的前 15 個國家以及台灣的能源統計

	人口 [百萬人]	初級能源消耗量 [MtOE]	平均每人國内 生產毛額 [\$US/capita]	平均每人初級 能源消耗量 [tOE/capita]
全球總計	6352.00	11223.00	8232	1.77
美國	293.95	2325.89	36414	7.91
中國	1296.16	1609.35	5419	1.24
俄羅斯	143.85	641.53	9101	4.46
印度	1079.72	572.85	2885	0.53
日本	127.69	533.20	26875	4.18
德國	82.50	348.04	26182	4.22
法國	62.18	275.17	26991	4.43
加拿大	31.95	269.05	29637	8.42
英國	59.84	233.69	27762	3.91
韓國	48.08	213.05	19148	4.43
巴西	183.91	204.85	7532	1.11
義大利	58.13	184.46	25731	3.17
印尼	217.59	174.04	3316	0.80
墨西哥	104.00	165.48	9200	1.59
伊朗	67.01	145.84	6915	2.18
台灣	22.69	104.24	21340	4.59

石油、煤、天然氣三種化石能源是在地底下經過數百萬年的作用而 生成,自 19 世紀以來,人類正以驚人的速度使用這些能源,且快將它 消耗殆盡。以人類現有技術所能開採且具開發價值的蘊藏量而言,若以 當今的年消耗量計算,這三大化石能源尚可使用的年限從 43 年到 210 年不等(表 1-5),與人類史或地球史之長度相比,這些化石能源所主 宰的世紀算是曇花一現,「人類未來的能源何在?」於是成為這一代人 類急需解決的問題。