

新時代的科技文明

帶您探尋未來社會的軌跡

1

■ 能源
■ 電子
■ 資訊



序

自從電腦打敗人類，榮膺八十年代的「風雲人物」之後，無庸置疑的，新的科技文明已帶給人類前所未有的新震撼，並且，在可以預見的未來，人類更將面臨前所未有的新挑戰。

其實，人類文明的進步，原本就奠基於鍥而不捨的創新與發明上。我們的祖先不斷在學習，如何能夠克服重重險阻，適應、改造惡劣的環境，如何趕上時代的腳步，以期生存得更好，更舒適。

時至今日，科技發展更為快速，種種「尖端科技」一日千里，都令我們有應接不暇的感覺。諸如太空的探測、新能源的開發、資訊的應用、電子的再發現、各種新材料的創造、更為便捷的交通設施、更周密的國防戰備、更深入的醫學探討、更進步的生化工程等，都在今天及未來的人類文明中，扮演著令人矚目、舉足輕重的角色。

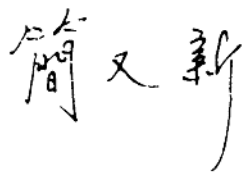
身為一個現代人，處在這樣一個科際整合的時代裏，如果我們無法因應潮流，勢必被淘汰；如果對最新科技一無所知，勢必寸步難行。但是，這些日新月異、看似艱深無比的科技新知，我們應該從何了解？如何吸收呢？

這就是「新時代的科技文明」編輯的動機所在。書中匯集了多位學者專家的心血智慧，以審慎的科學態度，和精確的科學知識，為讀者提供一條快速、便捷的新知捷徑。書中列舉的十項最新科技，

都與我們的生活息息相關，是現代人必須具備的知識。並且以深入淺出的文字，配上明晰翔實的圖解，即使讀者對科學完全陌生，也能很快地抓住要領，清楚明瞭。

在時間不停的飛逝下，人類也將永不停止的向前邁進。這本書，將幫助您適應這千變萬化的科技時代，並使您躍身於時代的尖端。不論您從事任何行業，這些科技新知，都會讓您受益無窮！

淡江大學航空工程學系主任
兼工學院院長



七十二年三月于台北

目錄

能 源

■ 極地和海底的石油	8
■ 石油	10
■ 液化天然氣	11
■ 煤炭	12
■ 煤炭的液化和氣化	13
■ 鈾資源	14
■ 鈾濃縮	15
■ 核能	16
■ 核子動力船	18
■ 放射性同位素	19
■ 核融合	20
■ MHD	21
■ 核燃料再處理	22
■ 原子爐廢棄物及其處理	23
■ 太陽能	24
■ 水力	26
■ 風力	27
■ 波浪	28
■ 潮力	29
■ 海水溫度差的能量	30
■ 地熱能量	31
■ 生物能量	32
■ 酒精	33
■ 氫能量	34
■ 燃料電池	35
■ 油頁岩與含油砂	36
■ 地區能源	37
■ 能源貯藏	38
■ 節省能源的技術	39

電 子

■ 半導體	44
■ 約瑟芬組元	45
■ 積體電路	46
■ LSI	47
■ 微處理機	48
■ 磁氣泡	49
■ 電子光學	50
■ 雷射	51
■ 液晶	52
■ 線上作業	53
■ OA	54
■ 電腦保全	56
■ 超級電腦	57
■ 第5代電腦	58
■ 軟體工程	59
■ 程式語言	60
■ 資料庫	61
■ 電子機械學	62
■ 機器人	63
■ 數值控制	64
■ 彈性生產系統	65
■ CAD/CAM	66
■ CAI	67

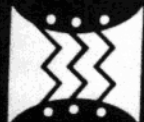
資 訊

■ 數字通訊	72
■ INS	74
■ 電子交換機・數字交換機	75
■ 高性能電話機	76
■ PCM	77
■ 代碼化與復號化	78
■ 聲頻書畫機	79
■ 數據通訊	80
■ 打印終端機	81
■ 包裹交換機	82
■ 地區網路	83
■ VENUS	84
■ 網路體系	85
■ 汽車電話	86
■ 電視會議 / 電話	87
■ 光通訊系統	88
■ 主導系統	90
■ 文字多重播放系統	91
■ CATV	92
■ 影碟記錄裝置	93
■ 數位的聲音	94
■ 傳真機	95
■ 日文處理機	96
■ 電報傳真機	97
■ CB暨BS	98
■ 國際商業通訊衛星	99
■ 海上通訊衛星	100
■ 聲音認識	101
■ 聲音合成	102
■ 人工頭腦	103



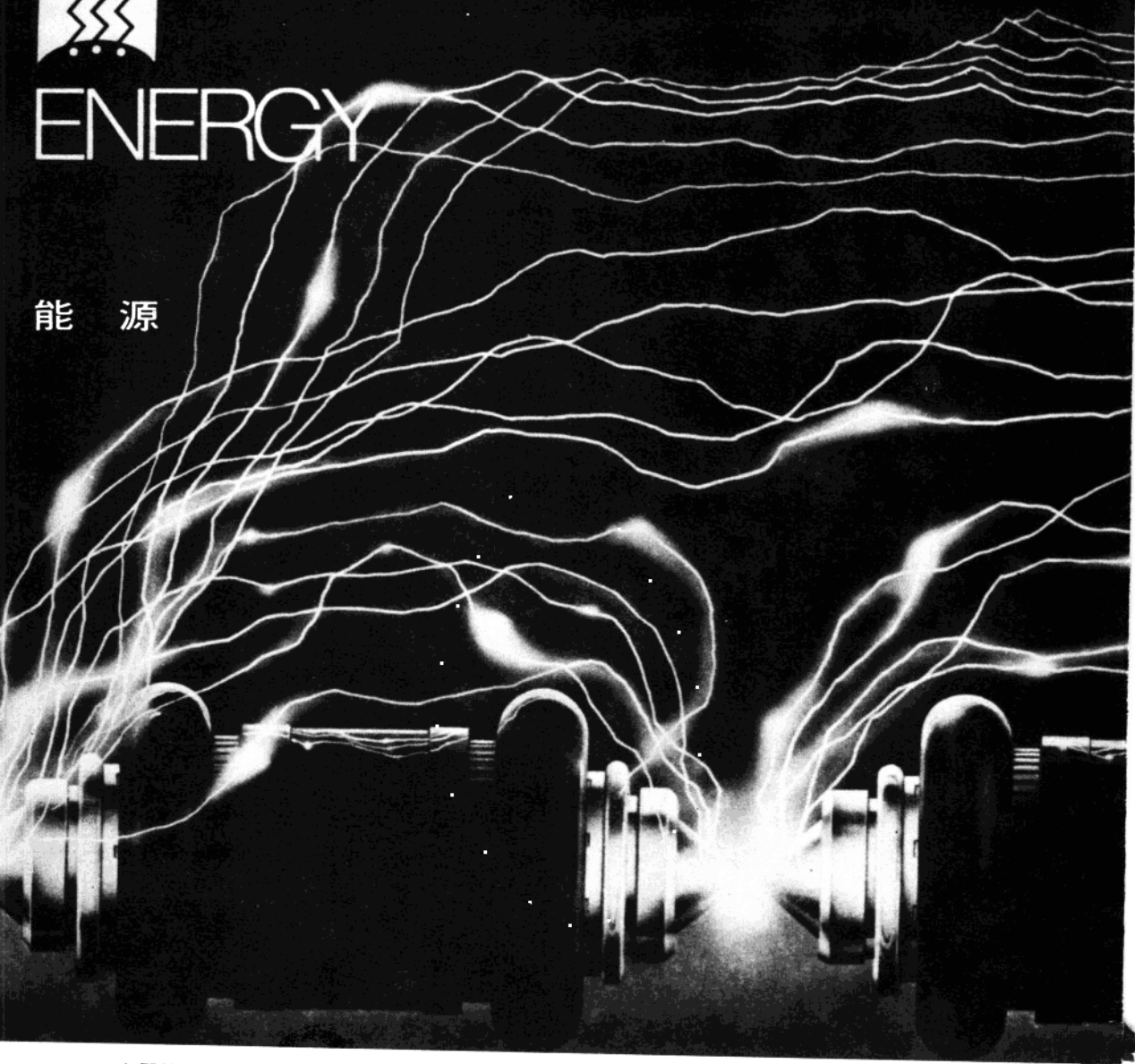
能 源

科學家們預測，在西元2000年以後，我們所擔憂的能源問題即可迎刃而解，到時將有更新的能源會出現，來取代目前產業界和工業界依賴甚重的石油。而這個新能源很可能就是太陽能——在聰明的人類，積極的研究和開發下，太陽能成為我們的新能源是指日可待的事情。



ENERGY

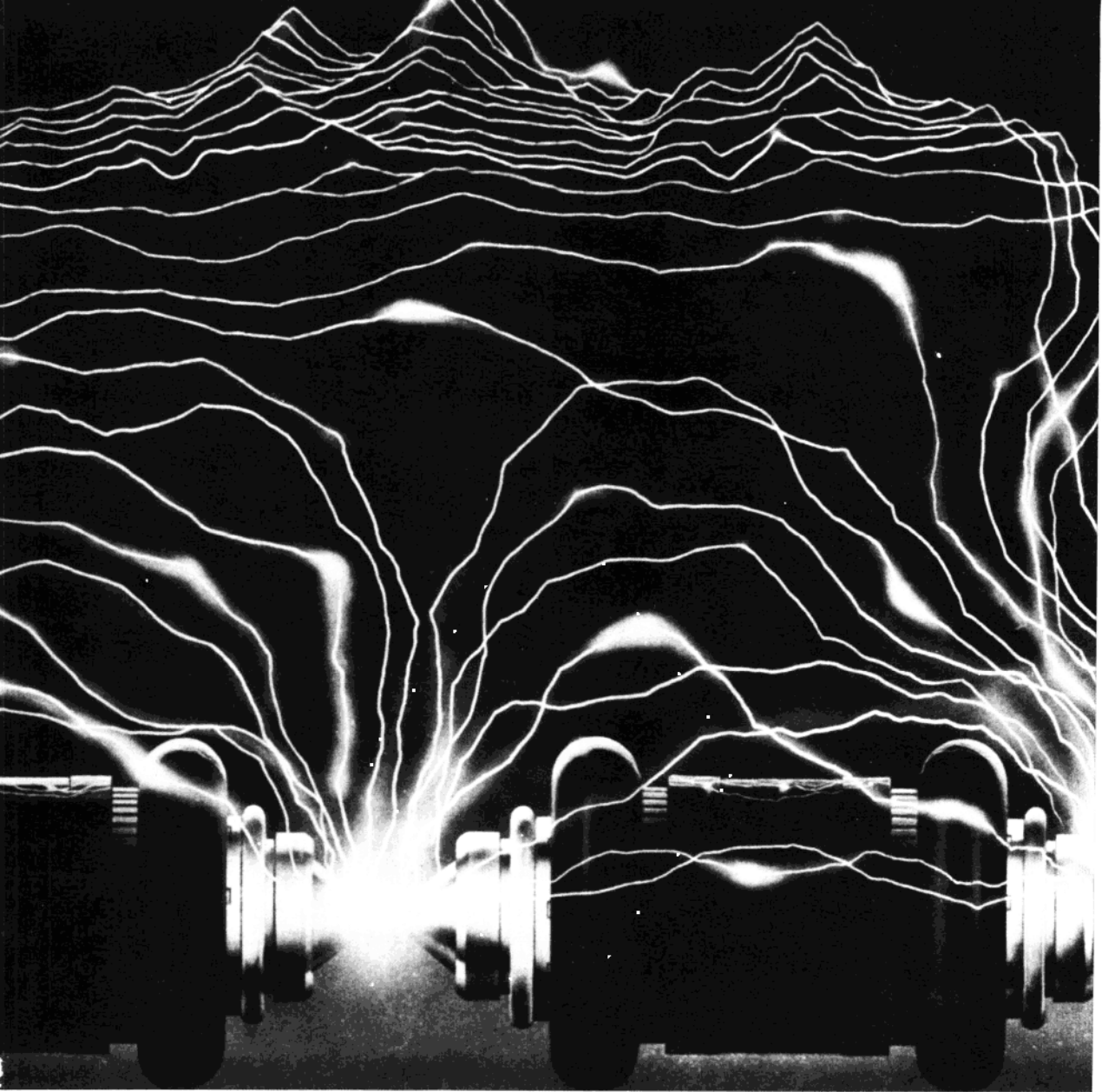
能 源



人們的日常生活，無時無刻不需要能源——起床後的洗臉、吃飯、到公司上班使用電腦、電話等，都需要消耗到能源。而且，這種現象不僅止於動物，就是植物亦同，若沒有了能源，它們就無法進行光合作用，繼續地生存下去。因此，有人說「能源是生物生存的必要條件」。

研究過去的歷史，我們就可以發現人類的智

慧，大都由環境激發出來，地球上的資源可能有枯竭的一天，但人類的智慧却永無止境。例如，在產業革命初期，由於木材的需求量大增，促使人們對森林任意破壞，導致後來甚至於連造船、升火的材料都很缺乏。但這次的木材危機，卻促使人們懂得利用煤炭來作燃料。至於石油的使用也是因為美國油燈專用的鯨油愈來愈少，使得人



們不得不找出新的代替品。

由上面的例子，我們敢斷言，石油危機不但打不倒人類，更會促使人們早一點發現新的能源，使人類更進步。

石油的不足，促成人們對太陽能、地熱及海洋資源等自然能源的注意，但是，人類早已有使用自然資源的經驗，對於使用它們可能產生的後

遺症，不能不提早防範——例如，石油和煤炭的消耗，造成大氣中碳酸氣的增加，而且，森林的濫砍亦使地球幾乎產生沙漠化的危機。因此，有關新資源的開發和使用，我們在事先都必須具備正確的態度。人類是否真正是萬物之靈，現在已面臨很大的考驗，當然，整個問題的關鍵，就在新資源的尋找及其開發。



1 極地和海底的石油 OIL UNDER

石油的出產地逐漸由陸地移到海洋，科學家們預測，在八十年代末期，人類即能自海深2000公尺的海底採掘石油

陸地的石油資源，幾乎已被採掘殆盡了，因此，近年來的石油探勘，人們已逐漸將箭頭指向浩瀚無垠的海洋。而且，這種嘗試已有了顯著的成果。

1965年，石油探勘隊在澳洲附近的巴士海峽，發現了蘊藏量極為豐富的油田，這次的成功加上人們對陸地的失望——在同一時期，這支探勘隊亦在陸地上作了150次的嘗試，但大都失敗了。因此，海洋資源的開發就更受矚目了。終於，在世人的努力下，阿拉斯加的科克灣、奈及利亞、加彭、蘇伊士灣等地區，都發現了比陸地更大的油田。而且，根據美國路易斯安那州的官方資料顯示，在陸上探勘石油的成功率是12%，但在海洋卻高達40%，而且，每口油井的採量，在陸上是一萬公秉，但在海洋卻可達十萬公秉，如此可見海洋資源的豐富了。

美國的史克利浦斯（Scrpps）海洋研究所，是調查全世界海底石油蘊藏量的機構，隸屬這個機構指揮的葛雷蒙挑戰者號（Glamer Challenger）在墨西哥水深3600公尺的深海底，發現了一座巨大的岩鹽圓頂（Dome），並克服了種種技術上的困難，穿透這個圓頂，而採掘了為數不少的石油和天然氣。

從深海底採掘石油和天然氣的計劃，順利地進行著。目前，在美國加州、路易斯安那州和北海等地，水深540公尺的水域都廣泛被探勘過了，世界上最大的石油公司——艾克森（Exxon）宣稱，以現在的採掘技術而言，水深600公尺以內的地區，還可順利進行，且利潤相當高。但相信到了1980年代末，新技術的發明，會使得人們在2000公尺深的海底，也能遊刃有餘地工作。但由於海底的環境和陸地不同——據美國專家技術研討會的記錄：

「北海在水深100公尺以下的地區，波浪非常大，冬天的風速每秒達45公尺，有時浪高可達20公尺，縱然以千噸以上的挖鑿機來工作，也往往被風浪推倒……」

由此可見其艱辛了，因此，海底資源的開發，還是要

人們不斷研究，不斷克服困難，才能有所成就。

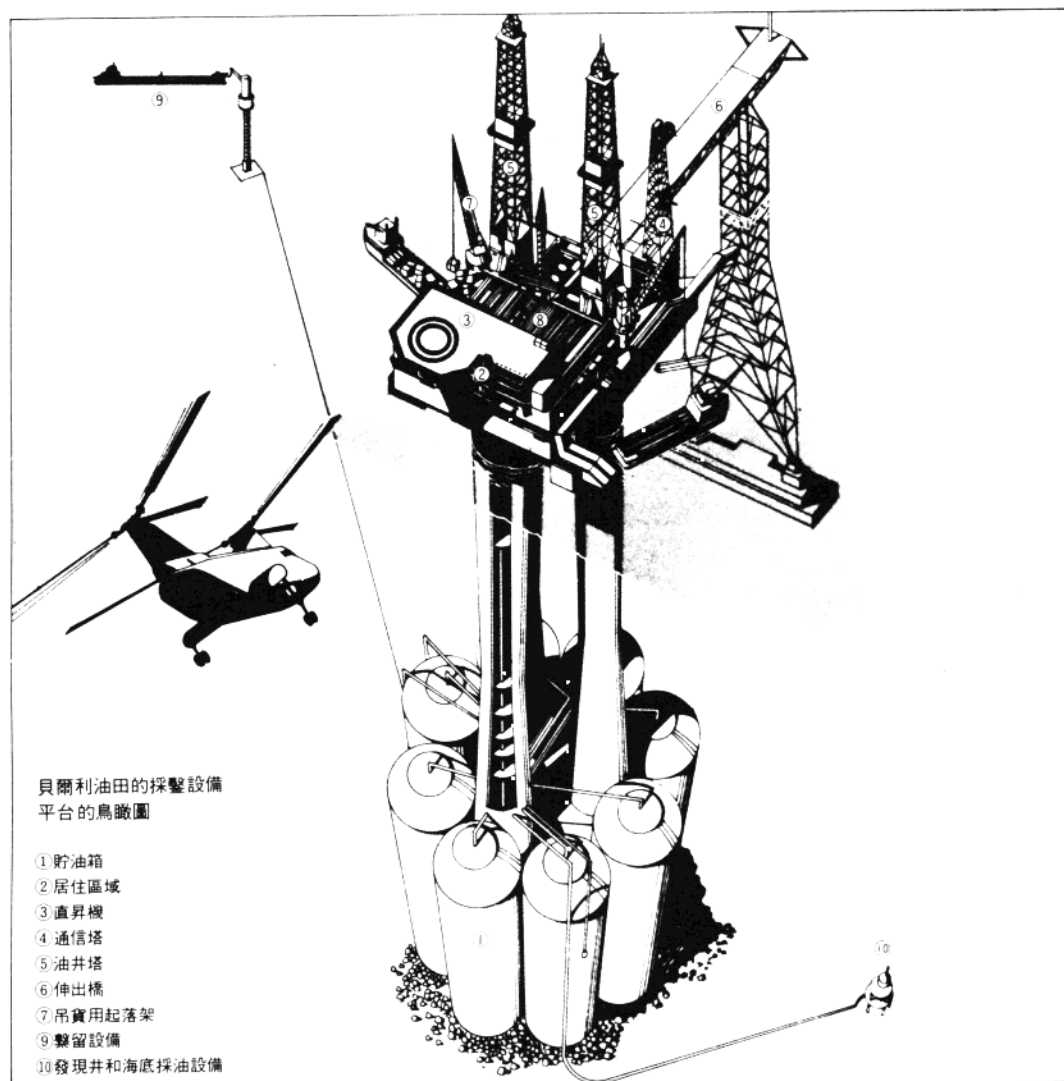
至於亞洲部分，在日本列島周圍的大陸棚和東中國海亦發現了幾處油田，但其中最值得一提的，位於西面群島和中國大陸之間的海底，據研究，這一地區在開發後，其產量可能和波斯灣的油田不相上下。而在台灣、越南至泰國之間的海底，亦很被看好，幾年前就陸續有人在探勘了。

而在前不久成為英、阿戰場的福克蘭群島，亦是一個蘊藏量豐富的油產地——在其附近寬500公里，長1350公里的大陸棚，據估計可能藏有600億桶的石油，而這個厚度六千至九千公尺的堆積層，卻僅有200公尺以內的水深而已，難怪自1981年脫殼（Shell）石油公司和艾克森石油公司一獲得開採權後，就不餘遺力地大興土木了。

此外，福克蘭群島南端的海域，也被認為藏有豐富的石油和天然氣，而且，主持“國際海洋開發十年計劃”的美國格雷蒙挑戰號，亦在南極的羅斯海（Ross sea）、維多海（Weddell sea）及貝林吉斯好傑（Bellingshausen）海，發現了厚達2000公尺以上的第三紀變質層，而在這巨大的堆積層中，存有豐富的石油和天然氣。在格雷蒙挑戰者號鏗而不捨的探勘下，1972～73兩年間，在羅斯海，水深470公尺的冰海底，再度發現藏有天然氣的徵兆——在鑽探的四處鑽孔中，有三處冒出了乙烷和甲烷氣，這個發現引起了先進國家對南極海域礦物資源的關切，而美國地質研究所在1974年的研究報告中認為，上述三個海域最少具有150億桶的石油和3兆立方公尺的天然氣，比阿拉斯加油田更為富饒（蘇俄對阿拉斯加油田的估計量是300～600億桶的數目）。

另一個與南極遙遙相對的油產區——北極地區，自從1970年，在加拿大附近的馬更些三角洲（Mackenzie Delta）發現了石油後，陸續又在波福海（Beaufort sea）利用地震探查法，發現了具有

POLAR ICE PACK AND OFFSHORE OIL



10 億桶產量的油田，約有 45 處之多。

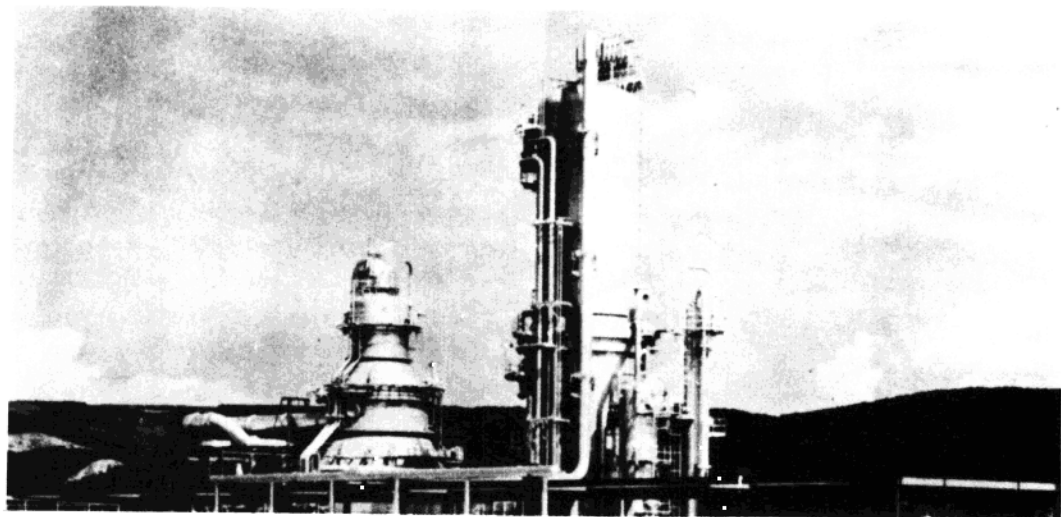
北極海的資源真是無法估計，依照美國和加拿大的共同調查報告指出，單就加拿大附近的海域，就可開採 115 億桶石油和 60 兆立方公尺的天然氣（1972 年），而且，這些資源在 1973 年又會增加為，石油 473 億桶，天然氣 327 兆立方公尺，這些產量若與其他地區的海域合起來，只石油一項來說，每年的年產

量就可達 2,000 億桶。

由於在冰海地區採掘石油，必須事先建造人造島嶼，成本非常昂貴——馬更些三角洲的採鑿工作到 1988 年為止，據估計須花費 400 億美元，而且，這筆費用每年會上漲 17 % 的幅度，因此，研究者認為 1980 年代，北極地區的石油開發費用就會高達 1,700 億美金。

2 石油 PETROLEUM OIL

據估計，全世界的石油總儲存量高達6500億桶



■ 石油蒸餾裝置

據礦物開採專家表示，石油比煤炭還早被人們發現，但由於原油含有大量的汽油，若直接當作燃料來用，很容易引發火災，非常危險。因此，石油被普遍當作燃料來用，還是在十九世紀末葉，當人們已經發明了蒸餾裝置，懂得利用蒸餾法將原油中的汽油分離後的事了。

後來，在美國由於油燈所需的鯨油愈來愈缺乏，因此，就有人嘗試以石油來代替鯨油。這個嘗試成功後，石油就和人們的生活結下了不解之緣——雖然，後來愛迪生發明了白熱燈泡，電燈取代了油燈，但是，另一種更重要的發明產生了一一發明汽車。使得石油和人們的日常生活，仍然保持著密切的關係。

人們在油燈和汽車引擎時代，對石油的利用均僅止於輕質油，因而另一部分被分離出來的重油，就變成很難處理。後來，幸好有人發現這些看似廢物的重油，是船舶最好的燃料，而且也很適合作工廠發電的燃料，如此才奠定了重油的地位。

隨著機械文明而產生的飛機和汽車等交通工具，需要大量的石油當燃料，因此，在二十多年前就有人

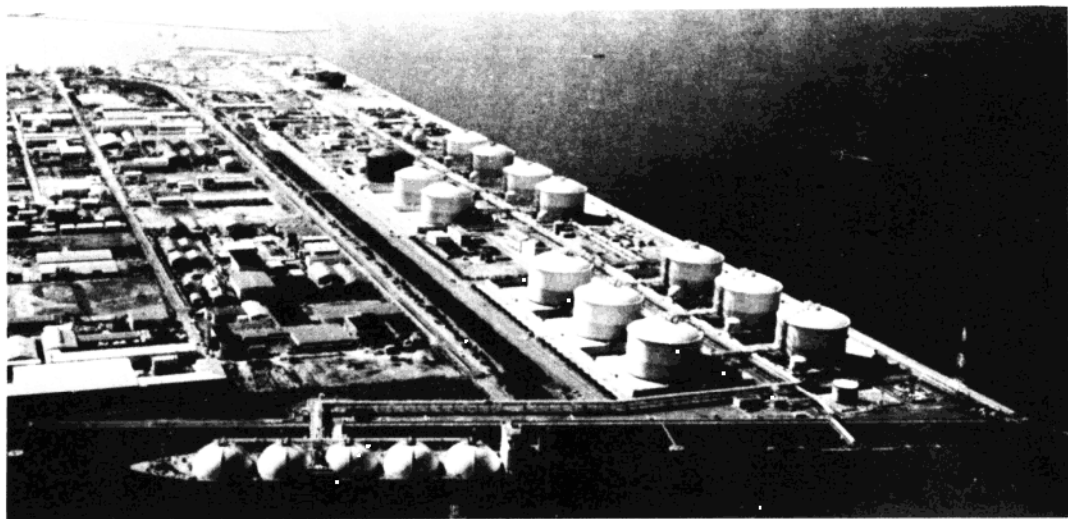
擔心石油在人們毫無節制的使用下，會逐漸枯竭，而以先知者的姿態，大聲疾呼人們要節約能源。幸而到了1960年代，人們陸續地在中東地區，發現了蘊藏量相當豐富的石油。再加上海底開採技術的進步，石油的供應量就逐漸增多了。

但無論如何，地球上的資源畢竟是有限量的，據估計，我們已經消耗了地表石油藏量的 $\frac{1}{3}$ ，剩下的650億桶（每桶可容納150公升）石油，如果以目前每年消耗210億桶的數量估計，再過三十年後，人們若無法發現新的油井，就沒有石油可以用了。而且，縱然可能發現新的油產區，但那些新油田必然是分佈在很偏僻或很不易開採的地方，因此，開採成本一定會偏高，對消費者有很大的影響。

石油的產生雖有各種學說，但其中以“生物起源說”最受人重視，支持這一學說的人士認為，石油是因為水中的浮遊生物或海藻，受到地熱或壓力的影響而產生的。而其主要的成分，依產地的不同而可分為重質油，輕質油和含硫磺油等，這些成分可利用常壓蒸餾裝置，按各組成分子沸點的不同依次分解出來。

3 液化天然氣 LIQUEFIED NATURAL GAS

此種礦產的發熱量高，被認為是一種很潔淨的能源，常被充作都市瓦斯、電力來使用



所謂 LNG 即為液化天然氣，是一種存在於華氏零下 160 度的超低溫氣體，其主要成分除了甲烷外，有時還包含著乙烷和丙烷，每公斤的發熱量高達一萬三千卡——亦即，每一立方公尺可產生一萬一千大卡（Kilcalorie）左右的熱量。

由於液化天然氣具有超低溫的特性，故在其裝載儲存方面，最好採取具特殊效果的實氏體（Austenite）或鋁等材料所製造的油箱，以防產生其他金屬在低溫下所可能產生的脆變，因此，油箱的銲接處亦須經特別設計，才能勝任運輸或儲存液化天然氣的任務——否則，1952 年在英國所發生的煙霧事件，則隨時都可能重演。此一事件是因為英國自阿爾及利亞購買了大量的液化天然氣，但因為裝御不當，而發生了 400 人中毒死亡的慘劇。

由於液化天然氣的發熱量高，燃燒完全，不留殘值，故其清潔性相當高，而被普遍當作都市瓦斯和電力來使用。

華氏零下 162 度的液化天然氣，每公斤能產生 200 大卡左右的熱量——如，100 噸液化天然氣就能產生 2000 億大卡的熱量或冷凍效果，因此，除都市瓦斯和電力外，它還被利用為汽車、廢輪胎或其他器具的粉碎，食品的冷凍保存，製造乾冰、液化碳酸氣以及將海水淡化等作用。

據研究，全世界的天然氣存量共有 71 兆 3,500 億立方公尺，這個數字換算為石油就等於 4,570 億桶，其中以年產 146—256 兆立方公尺的蘇俄居首，她不僅供應本國使用，還有餘力輸出至歐洲。此外，美國和伊朗二地的蘊藏量亦相當豐富。

4 煤 炭 COAL

繼石油問題之後，煤炭的開採等問題亦逐漸受到人們的矚目，目前最大的困難是如何克服脫硫煤層所產生的問題

據說，人們在很早的時候就懂得使用煤炭了——中國在三千年前，希臘於二千年前。但是被當作能源，普遍用於日常生活中，還是在歐洲發生了能源危機之後。

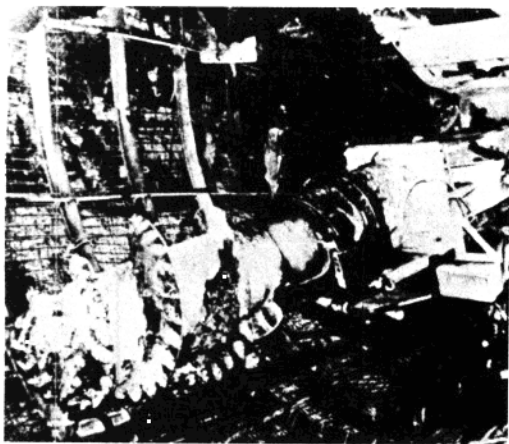
但在開始幾年間，人們所使用的燃料和煉鐵用的還原材料，仍以木材居首，這種現象在瓦特和史蒂文生相繼發明了蒸氣機和汽車後，由於人們對木材的需求量驟增，但木材的來源卻非常有限。因此，煤炭才廣泛地被運用為冶鐵的材料，後來並取代了木材的地位，而成為二十世紀前半資源的主流，創造了所謂的“煤炭文明時代”。

可是到了1960年代，由於中東石油的大量開採，使得煤炭的身價一落千丈。因此，有人認為煤炭即將被淘汰了，這種命運在後來由於石油危機的出現而解除了。而且，對煤炭深具信心的人士認為，煤炭在不久之後，即將重振昔日的雄風，因為石油在地表的蘊藏量只有2,000億噸左右，但煤炭卻高達10兆噸之多。

煤炭由於煤層分佈的地帶和埋藏的時間有所不同，而有很大的區別——一般說來，能簡單地分為由陸地植物所變化成的陸植煤，和水生植物所蘊釀成的腐泥煤二種，但就目前而言，我們日常所使用的，大部分是由古生代時期的植物，被地層埋入後，產生變質而成的陸植煤。

陸植煤由於其埋藏的年代不同，而可分為泥煤、亞煤、褐煤（Browner coal），瀝青煤、無煙煤和石墨等，其中，在質和量均居重要地位的瀝青煤，每1公克的標準發熱量是7千卡，具有很強的黏性，因此，時常被當作冶鐵的還原劑，在石油化學工業尚未發達以前，瀝青煤是化學工業的最主要原料。

一般煤炭的運輸，在以前均以固體的形式進行，等抵達目的地後，再按需要弄碎，投入發電的暖爐或窯業爐中燃燒。但在今日，人們已經習慣了石油這種簡便的運輸方式，若欲使煤炭恢復昔日的風采，還須



■西德魯德·科雷公司在地下坑道挖鑿煤礦的情形

在運輸和使用上多加研究和改良才行。

煤炭的運輸成本極高，因此，若是每一公克能產生六千卡熱量，且含灰量在18%以下的煤礦，運送起來還算划算，但若碰到每公克僅能產生五千卡熱能，含灰量在20%~30%之間的煤礦，運送這些東西就好像在運灰一樣，一點經濟價值都沒有。至於含水量高，熱量每公克僅能產生一千九百卡的褐煤，最好等它自然風乾後，再運往目的地，會比較經濟。

除了運輸的困難外，煤炭在裝卸和儲存方面，亦不能像石油般，可用唧筒來處理。而且，若煤炭堆積在一起也很容易引起火災，最麻煩的是這種易著火的東西，卻不能直接當作燃料來用，而必須經過脫硫、脫硝的手續，或製成微粉煤才能使用。此外，煤層的尋找比石油困難，因而使得有意從事此項探勘活動的人裹足不前，故在能源的運用上，它遠比石油不利。但是，近些年來，由於石油價格的高漲，使得人們又再圖將能源的重心，轉移至煤炭身上。

全世界的煤炭生產量，每年約達25億噸，其主要產區在美國、蘇俄、中國、荷蘭、南非及西德等地。



5 煤炭的液化和氣化

LIQUEFACTION AND
GASIFICATION OF COAL

利用新技術使煤炭更容易使用，更受人歡迎

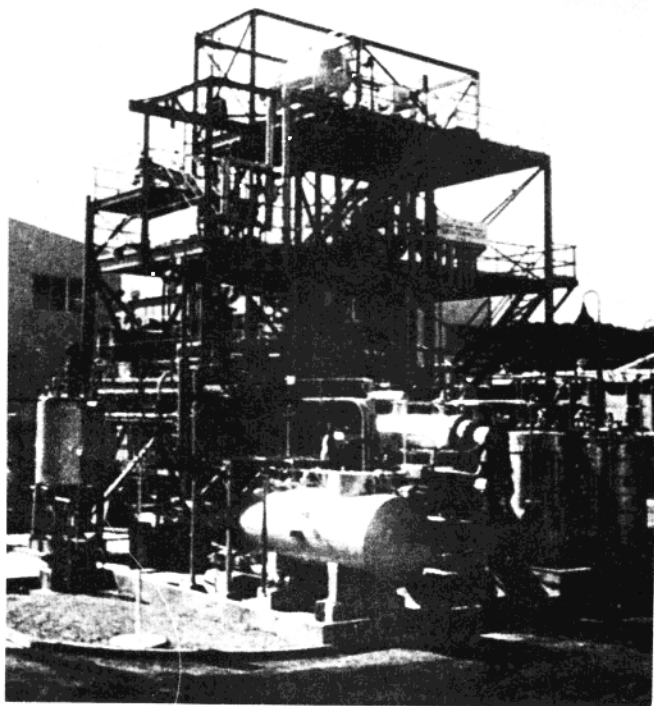
所謂煤炭的液化和氣化，是指利用科學的加壓法，製造出煤炭汽油，並把剩下來的焦煤和水蒸氣混合，製造出水性氣（一氧化碳和氫的混合物）——人們之所以會創造出這種方法，是因為人們已被簡便，舒適的石油文明寵壞了，因此，若煤炭想在能源資源中佔得一席之地，亦必須逐步改良，才能廣為人們接受。至今為止，煤炭液化和氣化有不少成功的事例，其中以製造成都市瓦斯最為普遍。此外，德國在第二次世界大戰中，亦曾利用這種技術來達到戰爭的目的，至於蘇俄是在煤層隧道的另一端，利用鋼管輸入水蒸氣和氧的混合氣體，使煤層燃燒起來，然後才搜集已呈氣化的煤氣。

煤炭的液化和氣化，需要諸多條件來配合，才能順利達到目的——一般說來，若準備將1立方公尺的煤炭，製造出9,000卡，以甲烷為主要成分的煤氣，必須利用70毫巴的壓力，用熱將煤炭分解後，再加入水蒸氣進行第二次的分解工作，如此即能產生一氧化碳和氫（一氧化碳即為瓦斯的學名）。緊接的是將重質油送入水蒸氣和氧中，然後再利用加壓流動床爐進行分解，經過催化反應後，即能製造出甲烷——此時，亦可將食鹽、氯化鈣等物質加入，並加熱至1,000度使其熔化，如此即能製造出熔鹽。或者亦有人將溫度加熱至1,500℃以上，則煤炭和水蒸氣都會完全氣體化了。

除了上述二種方法外，也有人利用含氧量極高的空氣，製造出1,000～20,000卡左右的地熱瓦斯，然後再以燃氣渦輪機和蒸氣渦輪機等複合發電的方式來發電。

煤炭的液化法雖然有很多種，而其

原理均僅是利用高溫和高壓的方法，在反應爐中添加氫氣，而使固體的煤炭產生流動化，然後再除去液化後會變成灰的硫磺和氮氣，將多灰的煤炭改造成一種乾淨的能源。因此，有人將重質油當作催化劑混合在煤炭層裡，創造出一種淤漿（Slurry），然後再以400～500℃的溫度和100～300毫巴的氣壓，加上適量的氫氣，使煤炭直接液化。還有將煤炭的粉末，混合在2～5倍的煤炭系溶劑中，然後，再以400～450℃的溫度，和10～150毫巴的氣壓，把煤炭分解、液化。除上述這二種以外，亦有將重質油和煤炭混合，在常壓下加熱至380～420℃，如此即能將煤炭中的灰質去掉，並達到液化的效果。



■所窩里斯氏液化工廠

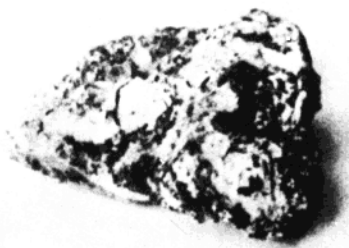


6 鈾資源 URANIUM RESOURCE

由海水回收鈾的試驗

二十世紀初，由於核子武器的廣法製造，使得鈾礦的需求量大增，當時的主要產區是分佈在剛果（今日的薩伊）、辛科瓦貝和北美大陸的波多拉迪（port radium）及科羅拉多高原等地而已。

後來，由於競武風氣大盛，因此，人們對於鈾礦資源的開發就更加積極了——這使得1942年，年產量只有1,000噸左右的鈾礦石（ U_3O_8 ）、至1959年已高達四萬噸以上。這種白熱化的競爭，後來由於國際局勢的安穩而暫緩，對鈾礦的開採也漸漸減少了。但近些年來，由於和平用途的昇高，人們對鈾礦的需求又再度升高了，因此除了在1952～56年間所發現的礦田進行開採以外，亦有人陸續在澳洲、加拿大、尼日、馬利共和國等地，進行大規模的探勘活動。但是對稀有資源的鈾而言，人們這種毫無止境的需求，是地表蘊藏量所能滿足的嗎？

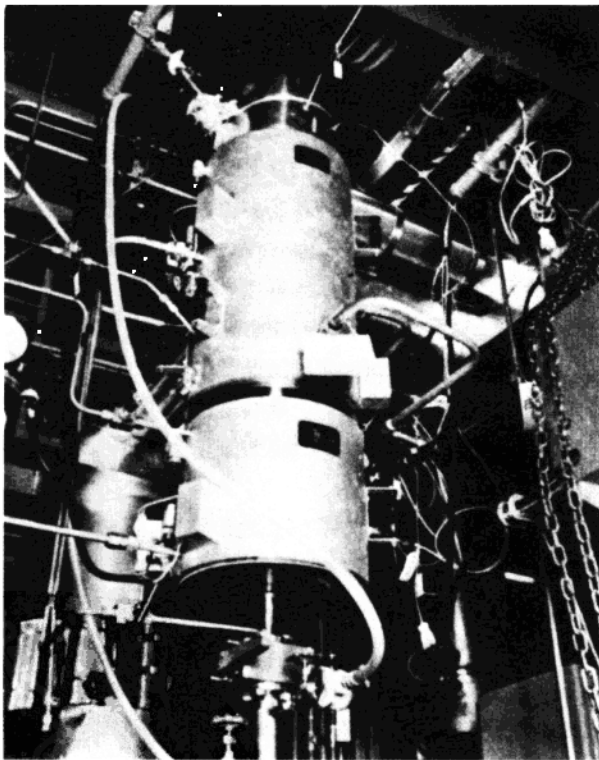


■ 鈾礦石

舉例來說，日本的核能計劃顯示，至西元2000年止，日本即需要40萬噸的鈾礦（ U_3O_8 ），但到目前為止，日本境內才探勘到9千噸鈾礦埋藏量（ U_3O_8 ）而已。其不足之數，日本政府已在研究，如何自海水中回收鈾礦——據研究報告中顯示，每噸海水中藏有3毫升的鈾，因此，在全世界的海域中，就可回收到50億噸鈾礦，此數不可謂之不鉅，因此，日本已開始設立試驗工廠，準備在三年間，自300萬

噸的海水中，回收10公斤的鈾礦，並預備在1990年，達到年產3,000噸的目標。

鈾礦資源在世界上的儲存量，以蘇俄和東歐諸國最為豐富——利用 U_3O_8 法探勘，其埋藏量已被確定為180萬噸。但是，最大產鈾國並不是上面那二個地區，而是分佈於美國、澳洲、南非和加拿大等四個國家，其中以美國居首，並明文禁止鈾礦出口。此外，法國、加拿大、阿爾及利亞、阿根廷和巴西、尼日等地亦有少數蘊藏量。至於印度雖然鈾礦很少，但卻蘊藏有豐富的鈷礦，此一資源能利用中子吸收法，將核能分裂為 U_{233} 。亦是一種很重要的資源。



■ 反應爐（提煉鈾）



7 鈾濃縮 URANIUM ENRICHMENT

提高 U_{235} 比例的濃縮法有氣擴散法和離心分離法

在天然的鈾礦中， U_{235} 的比例僅在 0.7 %，無法在輕水爐中充分地進行核分裂。因此，鈾礦在使用前，須先提高 U_{235} 的比例——此法即叫作濃縮，經過濃縮處理後的鈾即稱為濃縮鈾。

原子彈所使用的鈾， U_{235} 的比率須高達 100 %，但若使用於和平用途，則其純度就不需要這麼高，至於將鈾進行濃縮的方法，有氣擴散法和離心分離法。

所謂濃縮是利用鈾同位素間的質量差距，氟元素加入固體的六氟化鈾中，使其變化為六氟化鈾，然後再進行加熱，六氟化鈾即會變成氣體。

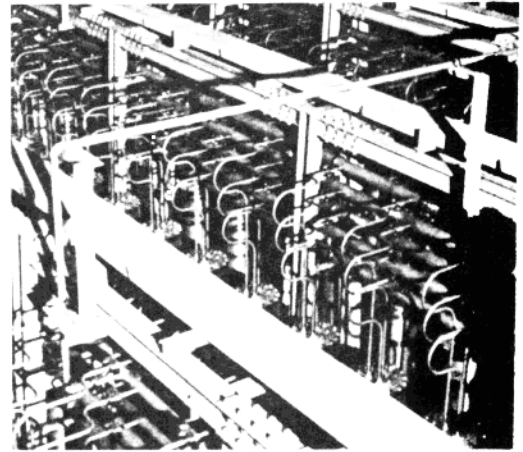
所謂氣擴散法，是透過一個佈滿小孔的裝置——口徑僅有十萬分之一毫升，然後利用鈾的特性加以分離（加熱後，輕的 U_{235} 會迅速通過小孔，但較重者的速度則較緩），如此則能將不同性質的鈾適當的分離出。此法的缺點是因為鈾的性質非常相似，故須反覆進行，才能達到濃縮的目的——反覆作 3,000 次才能提煉出 90 % 的濃縮鈾。因此電力成本非常高。而且也需要具備精密的技術和設備，目前採用這種方法的國家，有美、英、法等國。

離心分離法是利用脫水機的原理，把六氟化鈾的氣體導入圓桶中，然後高速地轉動離心機，由於愈重的粒子會產生愈大的離心力。因此，像 U_{238} 等重粒子即會被拋到外側去，其餘較輕者仍然會停留在離心機的中心部分。離心機每秒的周速高達 400 公尺，但所耗費的電力卻只有氣擴散法的 1/10，因此，廣受西德、荷蘭和英國的歡迎。

除了上述二種方法外，濃縮鈾的方法還有雷射法和噴嘴法（Nozzle method）等化學分離法。雷射法是由美國加州大學的羅倫斯·阿力巴莫研究所開發

出來的。此法是以特定波長的雷射光和紫外線，來照射天然鈾所產生的蒸氣，使 U_{235} 的原子離子化，然後再利用電場或磁場來進行分離。此法的優點是 U_{235} 的回收率非常高，耗電量少，且工廠設備成本亦較便宜，因此，美國將來要建造的第四廠，據預測，一定會利用這種方法。

至於在南非共和國已被廣泛採用的噴嘴法，是由西德的卡莫·路易研究所發明的，此法是在半圓形的小導管中吹入六氟化鈾和氫的混合瓦斯氣體，如此一來，比重較大的瓦斯即能和氫分離。簡言之，此種化學分離法是利用 U_{235} 和 U_{238} 吸著度的差距來進行。目前在日本和法國都非常熱中此一方式而積極研究。可惜此法濃縮性較低，故在核子擴散方面，具有很高的危險性。



■鈾濃縮試驗工廠的加速器

8 核能 NUCLEAR POWER

核能發電從輕水爐，到轉換爐、高速增殖爐，不斷的演進

1942年12月2日，世界第一次核分裂連鎖反應，成功的完成於美國芝加哥大學。這座被稱為芝加哥原子爐1號的原子爐，是在義大利科學家費米（E. Fermi）之指導下，由43名美籍科學家合力建造而成。因此，在芝加哥大學的校園內，至今仍留有刻著「人類在此第一次成功的釋放核能」的紀念碑。

1939年1月，丹麥哥本哈根的物理學研究所長包恩（N. Bohn），證實了核分裂可產生巨大的核能。而德國化學家哈恩（O. Hahn），則考慮到如果以中子撞擊鈾，其原子核是否會遭破壞。

當中子進入原子核之時，原子核會呈現不穩定狀態，因而引起核分裂。在這分裂之際，原子核會產生好幾個中子（鈾²³⁵時，平均是2.5個），這些中子又撞擊其他的原子核，這種不斷地產生中子之持續反應，就是所謂的連鎖反應。核能的基本特性，就是利用核分裂來產生巨大的核能。愛因斯坦的相對論，更將此能量產生的理論加以說明。根據相對論，原子核在分裂時，會失去一些質量，並產生了相當於此失去部分之質量的能量。

煤和石油在燃燒成氧化物之際，分子的結合能之差異就會變成熱能。但核能是由質量本身轉換成熱能，所以以同樣的重量來比較，鈾²³⁵所產生的能量，是煤的三百萬倍，石油的二百萬倍。

核能首次的應用，是在1945年8月，投擲於日本廣島及長崎的兩顆原子彈，接著更應用於發展核子動力潛艇。直到1952年12月8日，美國的艾森豪總統，在紐約聯合國總部，發表了一篇「核能的和平用途」之演講，才開始將核能應用於和平方面。其中最具代表性的，即為用於核能發電方面。

不論是火力發電或核能發電，都是利用熱能製造出蒸氣，再以此蒸氣來推動渦輪機。

目前所使用的發電用原子爐之燃料，有天然鈾，以及鈾²³⁵和鈾²³⁸的同位素，其中只有鈾²³⁵可做為燃料，而天然鈾的使用率只有0.7%。發電爐可將

此比率提高到2~3%。此外，鈾²³⁸可吸收中子而成為鈾²³⁹，其中分裂的部分即成為能源以供利用。

在美國，應用最普遍的發電爐首推輕水爐，共有BWR（沸騰水型）及PWR（加壓水型）兩種。日本的發電爐大部分是輕水爐，但其第一座發電爐（日本核能發電公司的東海發電廠1號機），是從英國輸入的天然鈾型。

根據日本工業會議之調查，於1981年12月底，全世界的核能發電廠，運轉中的有266座，建設中的有243座，已訂購的有40座，計劃中的有143座，總數是692座，其總容量有5億8763萬7400瓩。而利用核能發電之國家總共有23國，其中美國居首位，法、俄、日次之。日本於運轉中的發電爐有23座，共計1567萬6000瓩。可供應所需能量的5%。根據日本長期能量需要量之預估，在1990年將會達到4600萬瓩，因此計劃以核能發電，來供給全需要量的11.3%。目前，每個國家都希望以核能來取代煤及石油。

若只以鈾²³⁵為燃料，則資源量將很有限，故目前正推行要將鈾²³⁸轉換成鈾²³⁹，以配合新型發電爐之發展。至於核燃料開發事業團所開發的動力爐，是新型轉換爐及高速增殖爐。而正統的鈾爐是高速增殖爐。但由於其普遍的使用化，預測將要到2010年才能達成。因此便以新型轉換爐，為原子爐計劃之過渡期。由於將鈾有效的加以利用，其能量將為鈾燃料的70倍。目前雖正考慮要將鈾，積極地應用於輕水爐燃燒之核燃料循環利用（pu-thermal utilization）。但由於此做法將引起核能之擴散，因此美國不表同意。自從1973年3月28日，美國賓州之哩島的核能發電廠2號爐發生事故之後，全世界核能發電廠之建設，呈現了停滯的狀態。但根據各國民意調查，這次事故之後，在技術方面而言，初期的故障減少了，且運轉的效率增高。例如日本從1980年以來，運轉的效率超過了60%。