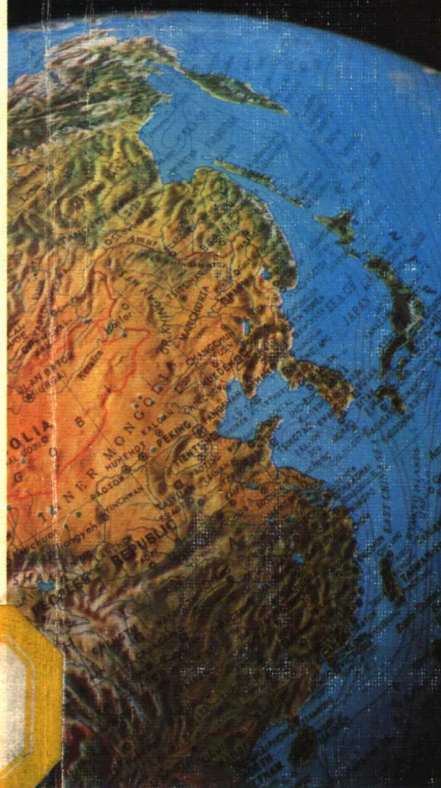


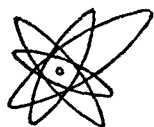
能源新探

李禹琳等編著

440848



科學知識叢書



科學知識叢書

能源新探

李禹琳等編著・商務印書館

能 源 新 探

李 禹 琳 等 編 著

出版者 商 務 印 書 館 香 港 分 館
香港皇后大道中三十五號

印刷者 商 務 印 書 館 香 港 印 刷 廠
香港九龍炮仗街七十五號

* 版 權 所 有 *

1978年3月初版

前 言

近幾十年來，全世界能量的消耗逐年在增加，每年的能耗增長率達 5%，即在十年左右的時間，能量消耗增長一倍。有人統計 1958 年全世界總人口為 29 億，所消耗的總能量為 $0.09Q$ ，相當於 37 億噸煤所產生的熱量。（ $1Q$ 等於 10^{18} 英熱單位，相當於 4 百億噸煤所產生的熱量。）

十年以後的 1968 年，世界總人口達到 35 億，總能耗為 $0.15Q$ ，相當於 60 億噸煤。從這些數字可以看出在這十年期間，世界人口增長 21%，但是總能耗增長 62%。如果按人口平均計算，能耗增長近 35%。預計到二十一世紀初，全世界能量消耗將比現在增長 2—3 倍，這使能源問題愈益成為重要問題。現在人們正在積極尋找各種辦法，以擴大獲得能量的途徑。除了更有效地利用已有的能源外，人們還在大力探索和發展各種新能源。

太陽能、地熱能、潮汐能等能源人們很早就開始利用，然而，直到最近，石油、煤等能源短缺即將出現的時刻，這些能源才引起人們較為廣泛的重視，並將作為新的能源登上世界能源舞台。現在，原子能、氫能、受控聚變核能、增殖反應堆、海洋熱能等也開始嶄露頭角，擠進了新能源的行列。

本書介紹了目前世界能量的發展和需求的情況，人類利用能源的前景，同時還分別介紹了地熱能、原子能、聚變反應

堆、增殖反應堆、乾淨的新燃料氫和甲醇、太陽能、海洋熱能、垃圾廢物能源等多種新能源的開發和利用情況。

本書綜合了 24 篇有關新能源問題的文章，系統地報道了近年來人類對新能源進行探索的成果，既有講述科學的原理，也有技術方面的資料和數據，展望新能源開發的前景。供讀者參攷。

目 錄

能源利用的前景	1
世界能量需求的發展趨勢	32
儲存電能	40
地熱發電現狀	47
原子能發電	63
地下原子能發電站	69
原子能發電的前景	73
聚變反應堆的研製概況	79
激光核聚變研究概況	83
增殖反應堆	90
各國原子能發電站的裝置與容量	96
大有希望的新燃料——氫	100
乾淨的新型燃料——甲醇	113
太陽能利用概況	117
太陽能水泵	128
太陽能製冰機	135
太陽能農業上的利用	145
海洋熱能發電	154
英國波浪發電的研究	159
垃圾、糞便和燃料農作物——一種豐富的煤氣來源	163

垃圾發電.....	172
發電技術展望.....	177

能源利用的前景

人類對能源的利用，已有很長遠的歷史。從鑽木取火到煤炭、石油、電能、原子核能的發電，這說明了人類利用能源的技術水平在不斷提高。人類學會使用火以後，蒸汽機的發明是一個重要的分界綫。隨着蒸汽機和各種機器的大量應用，煤炭、石油、電能獲得了廣泛的利用，從此，世界能源消耗量愈來愈大，幾乎依指數曲綫的速度向上增長(圖 1)。近幾十年來，每年的能耗增長率達 5%，即十年左右增長一倍。預計到二十一世紀初，全世界能量消耗將比現在增長 2—3 倍，這使能源問題愈益成爲重要問題。現在，人們正在積極尋找各種辦法，以擴大獲得能量的途徑。除了更有效地利用已有的能源外，人們還在大力探索和發展各種新能源。

人類利用能源的歷史表明，隨着科學技術和社會生產的發展，舊的能源總要被新的能源逐步代替，能源的更替是一種不可避免的傾向。在十八世紀六十年代以前，人們曾把草木燃料、畜力、風力、水力等作爲主要能源，工業革命則把它們從能源的主要地位上排擠出去了，在許多工業化的國家中，煤取得了主要能源的地位。二十世紀以來，石油開始代替煤，六十年代以來，不少國家天然氣又得到了廣泛的應

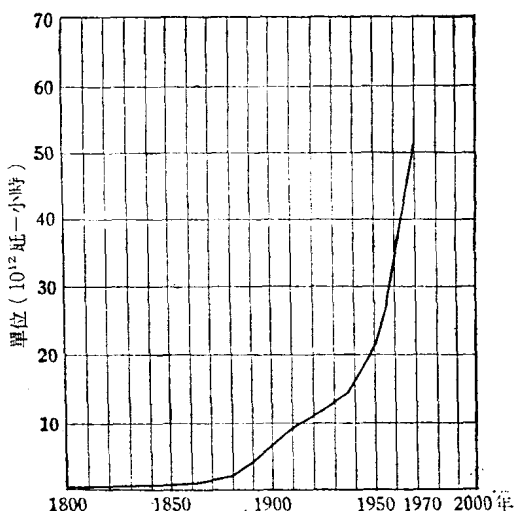


圖 1 世界能耗的增長

用……。儘管今天草木燃料的儲量不比工業革命前少，然而，世界上大部分地區再也不會把草木燃料作為主要能源來利用了。煤、石油、油頁岩等化石燃料也一樣，儘管它們的蘊藏量仍很大，但今後必將愈來愈多地用作寶貴的化工原料，而愈來愈少地作為能源來使用。所以，無論從能耗的迅速增長還是從能源更替的必然性來看，在目前大力發展煤炭、石油工業的同時，有必要注意探索和發展新能源。

所謂“新能源”，是一個相對的概念。任何能源，從它們被人們發現、認識、開始利用、到廣泛利用，都有一個歷史過程。今天，草木燃料、煤、石油、水力、電能等已被廣泛利用，但它們都有一段被人們稱作“新能源”的歷史。就石油

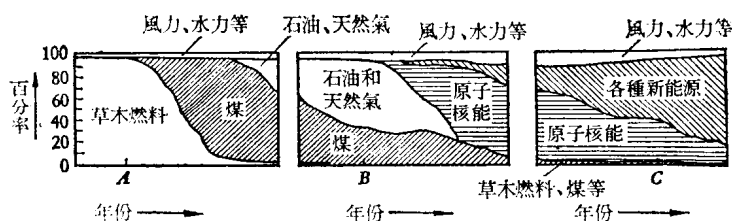


圖 2 歷史上能源構成的變化

這幅圖大致地反映了歷史上能源構成的變化以及這種變化的趨勢。在圖中 A 點年份表示為公元 500 年，那時草木燃料的消耗佔總能耗的 90% 以上；到 B 年份（如公元 1965 年）煤、石油、天然氣已經成為主要能源了；到 C 年份（如公元 3000 年）估計原子核能、太陽輻射能和各種新能源將被廣泛利用

而言，早在一千九百多年前中國就利用它了，直到內燃機發明後，石油才獲得廣泛的應用。在十九世紀下半葉的人們眼裏，石油是一種了不起的“新能源”。人們開始利用地熱、潮汐等能源的時間也很早，然而，直到最近，這些能源才引起人們較為廣泛的重視，它們作為一種“新能源”正在登上世界能源舞台。現在，海洋熱能、鈾²³⁸和鈾²³²等核燃料和新能源——氫也開始嶄露頭角，擠進了人類社會生產的“新能源”行列。下面，我們主要從技術方面就這些新能源的開發利用作一簡單介紹。

一、地熱的開發和利用

在現代技術條件下，利用地熱的方法主要有地熱發電和

地熱採暖兩種。此外，地下熱水和蒸汽在工業上還可以用於乾燥、蒸餾、發酵等工藝過程和其他需要熱水的地方，在農業上用於修建“地熱溫室”等方面。

地熱發電已有幾十年的歷史，較早開始搞地熱發電主要有意大利、新西蘭等個別國家。近十年來，地熱發電引起了人們的較大重視，發展較快，現在世界上許多國家都開始搞地熱發電了。1970年，中國在廣東省豐順縣鄧屋地方建成了第一座地下熱水發電試驗電站。

地熱發電的基本原理和一般火力發電一樣，是利用熱能通過機械能的中間轉換產生電能。與火力發電不同的是：地熱發電所需蒸汽的能量直接來自於地熱，這就省去了火力發電時燃燒煤用的大鍋爐。地球上較易利用的地熱資源有乾蒸汽田、濕蒸汽田、熱水層和熱岩層四種。不同的地熱資源，產生地熱發電所需蒸汽的方法是不同的。

1. 乾蒸汽田

產出的是蒸汽，一般採用“蒸氣法”發電；當地熱蒸汽湧出地面後，先加以淨化，除掉蒸汽中所含的各種雜質，然後就可把蒸汽通入汽輪發電機發電。有些地方，當地熱蒸汽中的有害及腐蝕性成分含量較大時，可以把地熱蒸汽作為熱源，用它來加熱乾淨的水，使其轉變為蒸汽。用這種方法發電就是所謂“二次蒸汽”發電。

2. 濕蒸汽田

一般用“汽水分離法”發電。這種地熱田的地熱井通常噴出的是蒸汽和熱水的混合物，用“汽水分離器”將蒸汽和熱水分開，就可得到能用於發電的蒸汽，而分離出來的熱水則被

排掉。

3. 熱水層

爲了推動汽輪發電機運轉，必須具備蒸汽。熱水層不產蒸汽，只產熱水，不能直接用來發電。因此，必須通過一定的途徑，用地下熱水作爲熱源來產生蒸汽。目前採用的有兩種方法，即“降壓擴容法”和“低沸點工質法”。我們知道，水的沸點和氣壓有關，在正常大氣壓（即 1 個大氣壓）下，水在 100°C 沸騰。如果氣壓降低，水的沸點也相應降低。0.5 個大氣壓時，水的沸點降到 81°C ；0.03 個大氣壓時，水在 24°C 就沸騰。“降壓擴容法”就是根據這一原理，在密閉的擴容器中抽氣降壓，使溫度不太高的地下熱水因氣壓降低而沸騰，變成蒸汽。“低沸點工質法”也叫“熱交換法”，是以地下熱水爲熱源，通過熱交換器把熱量傳給“低沸點工質”使其

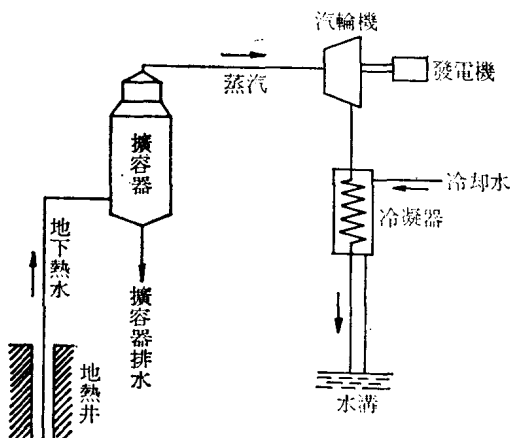


圖 3 “降壓擴容法”地熱發電原理示意圖

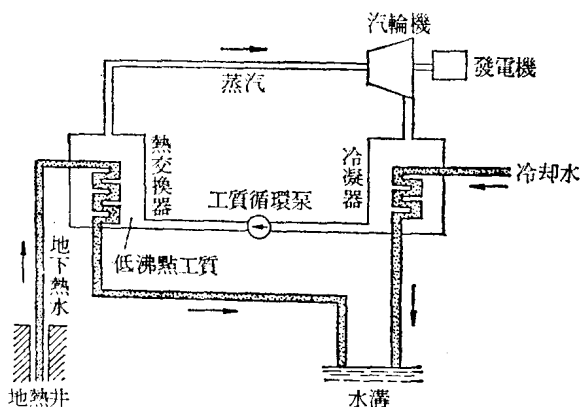


圖 4 “低沸點工質法”地熱發電原理示意圖

沸騰產生蒸汽的方法。常用的低沸點工質有氯乙烷、“氟里昂-11”。在正常大氣壓下，氯乙烷的沸點為 12.4°C ，“氟里昂-11”的沸點為 24°C 。溫度不太高的熱水就足以使它們沸騰，產生蒸汽。如果地下熱水的溫度為 $65-80^{\circ}\text{C}$ ，氯乙烷產生的蒸汽壓力可達4—7個大氣壓，這樣就可得到較高壓力的蒸汽來產生電能。這些蒸汽在冷凝器中凝結後，用泵把低沸點工質重新打回熱交換器，可反覆使用（圖4）。

4. 熱岩層

利用熱岩層的熱來發電的方法，有人也稱作“岩漿發電”。熾熱的岩漿是地球內部的巨大能源，能使地下水的溫度升高。這種地下熱水或蒸汽噴出地面時，就形成溫泉（一般用人工方法使地下熱水或蒸汽噴出地面的，叫做“地熱井”，也可稱作“人工溫泉”）。普通的地熱發電實質上就是利用這種

溫泉熱發電。無論是蒸汽田，還是熱水層，它們所產生的蒸汽的壓力和溫度均不很高，不能用於大規模發電。為此，人們設法直接利用臨近岩漿的“熱岩層”的熱來發電。為了利用熱岩層的熱能，必須先鑽相當深度（如4000—6000米）的井，在臨近岩漿的地方進行一般爆破或地下核爆破，再從地面上將水注進爆炸後形成的洞穴內，水在高溫下變成蒸汽。“熱岩層發電”就是利用這種蒸汽發電。作為一種有待開發的新能源，熱岩層幾乎到處都有，埋藏較淺的熱岩層也遠比溫泉的分佈廣泛，所含的能量也十分巨大，據估算，一立方公里熱岩層的總能量相當於產油近一億桶的大油田。因此，開發熱岩層能源有較大的實用價值。

除地熱發電外，地熱採暖是利用地熱的另一個重要方面。用這種方法採暖可以長時間的供應熱水，較恒定地保持室溫，同時可以節約大量煤炭。現在，在氣候嚴寒而多火山的冰島，已廣泛應用地熱採暖，首都雷克雅未克，在四十年代就已實現了“天然暖氣化”。中國在一些省市也已開始試驗地熱採暖方法。

地熱的開發利用，為人類提供了新能源。隨着開發規模的日益擴大，却帶來了愈來愈嚴重的環境污染問題。在地熱工廠的廢水中，鹽和礦物質的含量十分高，地熱井中也常常產生一些有害氣體（如硫化氫）。這些問題，人們正在擴大對地熱的綜合利用，以求得到解決。

5. 關於火山和地震能量的開發利用問題

來自地球內部的能源不僅包括地下熱水、地熱蒸汽和熱岩層，還包括“火山活動”、“地震”這樣一些能源。既然可以

利用地下熱水和蒸汽來發電，那麼，火山活動和地震的能量能不能被利用呢？火山活動和地震是地球內部的能量釋放到地表上來的一種能量過程，同泛濫的洪水、狂暴的颱風一樣，是“過程性能源”。從理論上講，這些能量過程都一樣，當人類尚未認識和控制它們以前，往往會造成災害，當認識並找到了控制這些能量過程的方法後，就可以被人們當作能源來利用了。如關於地震的控制問題，雖然離實現“完全控制地震”這一目標還非常遙遠，但現在也正探索某些控制地震的方法。而對某些“溫和的”火山，我們已能控制它的能量釋放過程，所以現在已能利用溫和的“火山”來發電了。總之，從能源利用的前景來看，火山活動、地震這些“過程性能源”遲早將會被人類完全控制，並將得到廣泛利用。到那時，一座座活火山和一塊塊地震劇烈區就像一個個大油田那樣成為人類寶貴的能量資源。然而，在現在的技術條件下，要在近期内利用這些能源看來是不可能的。

二、潮汐發電

潮汐蘊藏的能量很大，但長期以來未能很好地利用。最初，人們只是利用潮汐來推動水磨，應用範圍非常有限。本世紀五十年代，人們才開始利用潮汐來發電。

潮汐發電的原理，和一般水力發電的原理大同小異。潮汐發電是利用海水漲落造成的水位差，來推動水輪機，再用水輪機帶動發電機發電。不同的是，在一般水力發電站中，水的流向是單向的，流水用壩控制，通過壩的水流速度比較

穩定；而潮汐的漲潮和落潮方向相反，水流速度也有變化。因此，建造潮汐電站，必須要考慮潮汐運動的這一特點。

按照佈置型式的不問，潮汐電站通常可以分爲三種：

1. 單程式潮汐電站

一般是在河口灣處修建水壩，將河口與海灣隔開，在河口內形成一貯水池。海水在漲潮時進入貯水池，落潮時，利用貯水池和海面的水位差可推動水輪機發電。這種電站較易建造，但不能連續發電。

2. 雙程式潮汐電站

六十年代，人們設計了一種新式的水輪發電機，它可以在水流方向有變化的情況下順利運轉。當潮汐電站採用這種水輪發電機後，不僅貯水池放水時可以發電，而且在漲潮時，當貯水池蓄水時也能進行發電。

3. 連程式潮汐電站

這種電站有多個貯水池。在漲潮和落潮時，採用水輪機-水泵的組合，利用兩貯水池的水位差來推動水輪發電機發電。這種電站一般可以連續發電。

除了可以利用潮汐漲落發電外，還可以利用潮流來發電。潮流發電就是利用潮流的沖擊力使水輪機的螺旋槳旋轉而帶動發電機發電的方法。

同水力發電相比，潮汐發電不受洪水和枯水等水文因素的影響，潮汐發電的功率比較穩定，這是潮汐發電的優點。由於技術和經濟上的種種原因，世界上的潮汐能資源至今幾乎未得到開發利用；但是，今後將隨着潮汐發電技術的改進，潮汐將能爲我們提供大量的電力。

三、海洋熱能和海流動能的開發利用

海洋熱能是一種新能源。如第一部分所述，不同區域的海水，它的溫度不一樣；在垂直方向，表層海水和深層海水也有較大的溫差。怎樣利用海洋熱能呢？人們從熱機工作的原理——需要一個“熱源”和一個“冷源”——得到啓發，可以利用海水的溫差進行發電。表層海水構成“熱源”，深層海水構成“冷源”。

海水溫差發電的基本原理是：使表層海水（“熱源”）在低壓或真空鍋爐內沸騰，產生蒸汽，在低壓下通過汽輪機，帶動發電機發電。通過汽輪機後的蒸汽再引入由深層低溫海水（“冷源”）構成的“冷凝器”中，重新凝結成水。

本世紀二十年代，人們曾利用攝氏二十度的海水溫差，順利地發動了裝在汽輪機頂上的發電機。三十年代初，人們爲了利用海面和海洋深處之間較大的溫度差，試製了一個豎井，將它沉到 500 米深的海洋深處，把那裏的冷水提了上來。這樣，海面上的熱水和提上來的冷水分別構成了一個“熱源”和一個“冷源”，利用“熱源”產生的蒸汽推動了一台 22 瓩的發電機。1955—1956 年，人們在西非海岸建造了一個規模較大的試驗性海水溫差發電站，利用攝氏二十度的溫差，發出了 7500 瓩的電能。

人們不斷地改進海水溫差發電的技術，現在，除了直接用海水蒸汽作爲汽輪機中的“工作物質”外，也像在地熱發電中一樣，採用“低沸點工質”如氨、氟里昂等作爲“工作物質”。