

能源的今天与明天

力 劼 编译

科学普及出版社

内 容 提 要

本书是以法国埃罗尔 (Eyrolles) 出版社出版的能源知识丛书之一《能源的今天与明天》(«Energie Pour aujourd'hui et demain») 为蓝本, 并参照国内外其它书刊发表的有关能源的资料编译而成。内容包括: 能源的分类, 煤炭, 石油和天然气, 电能, 核能, 太阳能, 地热能, 风能, 氢——无污染的含能体燃料, 燃料电池和世界能源的发展与前景等。全书约十六万字, 内容极为丰富, 知识性强, 文字通俗易懂, 向广大读者全面地介绍了能源的形成、发展历史、勘探技术、开采方式、利用状况、新能源的开发及能源的节约等科学知识, 书中并配有照片、图、表近百幅, 便于读者阅读与参考。

本书可供具有中等文化水平的广大读者阅读, 亦可供专业人员、能源企业管理干部学习与参考。

能源的今天与明天

编 译 者: 力 劫

责任编辑: 李宝荣

封面设计: 王序德

*

科学普及出版社出版 (北京海淀区白石桥路32号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
国防科工委印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 7.5 字数: 161千字

1987年4月第1版 1987年4月第1次印刷

印数: 1—4,550册 定价: 1.40元

统一书号: 15051·1189 本社书号: 1249

目 录

序言

一、能源	1
1. 什么叫能源?	1
2. 一次能源与二次能源	2
3. 常规能源与新能源	3
4. 再生能源与非再生能源	3
5. 一次能源的三大类	4
二、煤炭会失去它最后的火焰吗?	8
1. 煤炭的形成	8
2. 成煤有利的地质历史时代	9
3. 煤炭奠定了现代社会的进步和文明的基础	10
4. 煤炭的蕴藏量和产量	13
5. 煤的开采	14
6. 煤炭的综合利用	17
7. 煤的气化	18
8. 煤的液化	28
9. 到2000年煤炭将成为世界的主要能源	31
三、石油和天然气	33
1. 石油和天然气的形成	33
2. 全球盆地的分类法	44
3. 油气的勘探及提高石油采收率的方法	45
4. 世界新技术革命对石油工业的影响	51

5. 海底石油和天然气	53
6. 海底油气的勘探	57
7. 石油和天然气的运输	63
8. 石油和天然气既是优质燃料又是宝贵的化工原料	68
9. 为碳氢燃料敲丧钟为时过早	71
四、油页岩和沥青砂中有亿万吨石油	78
1. 油页岩的形成	78
2. 油页岩的开采及其工业的经济性	79
3. 油页岩工业利用途径	81
4. 油页岩工业的前景	82
五、电能	85
1. 电能的生产方法	86
2. 发电能源的演变	87
3. 火力发电	88
4. 水力发电	93
5. 磁流体发电	105
6. 潮汐能发电	109
7. 波力发电	112
8. 抽水蓄能发电	113
9. 海水温差发电	114
10. 电力生产与消耗	116
六、核能	119
1. 原子能的历史	120
2. 什么是原子能?	121
3. 原子核变化的两种类型	122
4. 增殖因子和临界质量	126
5. 原子反应堆的结构	128
6. 反应堆的种类	133

7. 核电站	134
七、太阳能	150
1. 太阳辐射能	150
2. 太阳能的收集和贮存	151
3. 太阳能利用的几种主要装置	157
4. 太阳能发电	178
5. 太阳能的利用前景	182
八、地热能	185
1. 地热能的储存形式	185
2. 地球构造和地热的储量	189
3. 地热能的利用	189
4. 地热发电的现状和未来	200
九、风能	203
十、氢——无污染的含能体燃料	209
1 制取氢气的方法	210
2. 氢的用途——从化学工业到食品工业	211
3. 氢气的输送和分配	214
十一、燃料电池	217
1. 燃料电池的原理	217
2. 铅蓄电池的缺陷	219
3. 燃料电池的出现及前景	220
十二、世界能源的发展与前景	223

一、能 源

1. 什 么 叫 能 源？

什么叫能源？能够向人们提供能量的自然资源就叫做能源。在科学实验，工农业生产，国防和人类的日常生活中，都需要能源。常见的能的形态有热能、机械能、电能、光能、声能、磁能、化学能等。原油是一种能源，因为它可以提炼出汽油、煤油和柴油等，可为汽车、飞机、坦克提供动力。煤炭是人们经常用的能源，经过燃烧后放出大量的热能可推动机械做功或发电。风也是一种能源，它可以为风车、帆船、风力发电站提供机械能。太阳光可提供热能，称为太阳辐射能，简称太阳能。通过人工的方法，借助某种设备，譬如发电站，人们又可以把燃料油、风能、太阳能和原子核能变成电能，为各种电器设备提供动力，以满足人们各种各样的需要。

世界上能源的种类很多，有大家熟悉的柴草、煤炭和石油加工出来的产品，如汽油、煤油、柴油、重油等。除了这些能源以外，还有许多种能源，如天上刮的风、河里流的水、涨落的海潮、起伏的波浪、地球内部的地热……等。为了便于了解各种能源的形成、特点和相互关系，从不同的角度对能源进行了分类。

能源总的可以分为两大类：一次能源和二次能源。一次能源又进一步分成常规能源和新能源；再生能源和非再生能源；第一类、第二类和第三类能源。

2. 一次能源与二次能源

一次能源是在自然界中现成存在的能源，也就是从自然界直接取得、不改变其基本形态的能源。如煤炭、石油、天然气、水力、核燃料、太阳能、生物质能、海洋能、风能、地热能等。它们在未被开发之前，处于自然赋存状态，这就是能源资源。世界和各国的能源产量和消费量，一般均指一次能源而言。习惯上，把各种一次能源统一折算为标准煤，每吨标准煤的发热量规定为 700 万大卡，即每公斤是 7000 大卡。

二次能源是一次能源经过加工、转换成另一种形态的能源。主要有电力、焦炭、煤气、蒸汽、热水，以及汽油、煤油、柴油、重油等石油制品。在生产过程中排出的余能余热，如高温烟气、可燃废气、废蒸汽、废热水、有压流体等也属于二次能源。一次能源无论经过转换几次所得到的另一种能源，都称做二次能源。比如，电能是由煤炭、石油、天然气、水力等一次能源转换来的。象烧煤的电厂，煤炭燃烧时先将水变成蒸汽热能，蒸汽再去推动汽轮机变成机械能，汽轮机带动发电机转换成电能，共转换了三次，但不能称为三次能源，仍把它叫做二次能源。

3. 常规能源与新能源

这两种能源的分类是相对的，取决于对它们使用的历史长短和范围大小。常规能源指当前被广泛使用的一次能源，如煤炭、石油、天然气、水力和核裂变能，世界能源消费几乎全靠这五大能源来供应。目前尚未被大规模利用、正在积极研究有待推广的一次能源叫做新能源。如太阳能、生物质能、风能、海洋能、地热能、核聚变能等。昔日被称为新能源的，不久的将来就会变成常规能源，常规能源与新能源的划分是相对的。以核裂变能为例，五十年代初，人们开始把它用来生产电力和为动力使用时，被认为是一种新能源，当步入原子能时代的今天，世界上不少国家已把核裂变能列入了常规能源。再比如太阳能和风能，尽管它们被利用的历史也很长久，比核裂变能早几个世纪，但由于只是最近几年人们才开始真正重视这些能源，投入了大批人力和物力进行研究，不断地开发和扩大利用范围，还是被列入新能源一类。在我国核裂变尚处于开创阶段，也常把它归入新能源之列。

4. 再生能源与非再生能源

人们又常常把一次能源分为再生能源和非再生能源。顾名思义，“再生”是再生产和再出现的意思。再生能源就是能够循环使用、不断得到补充的一次能源。如水能、太阳能、生物质能、风能、海洋能、地热能等。从资源角度来说，它们是取之不尽、用之不竭的，是解决人类未来能源的重要源

泉。反之，不能重复再生的一次能源，也就是在短期内无法恢复的一次能源叫做非再生能源，如煤炭、石油、天然气和核燃料等。它们用一点少一点，总有枯竭的一天。有人根据情况估算，从1977年起，如若人类能源消费的年增长率以4%计算，石油还可使用37年，天然气还可使用51年，烟煤和褐煤(以采出率50%计)则能用110年。因此，向再生性新能源过渡，是当代能源利用的一个重要特征。

5. 一次能源的三大类

按能源的形成和特点，一次能源又可以分为三大类：

第一类是来自地球以外天体的能量，主要是太阳，也包括太阳以外的其他天体。这一类包括煤炭、石油、天然气、油页岩等。它们是古代生物沉积在地下，经过多年形成的可

一次能源(常规能源与新能源)

表1-1

常 规 能 源	新 能 源
无烟煤 (化学能)	太阳能 (光能)
烟煤 (化学能)	风能 (机械能)
褐煤 (化学能)	地热能 (热能和机械能)
石油 (化学能)	潮汐能 (机械能)
泥煤 (化学能)	海水热能 (热能)
原油 (化学能)	海流波浪能 (机械能)
天然气 (化学能)	核燃料 (原子能)
油页岩 (化学能)	
油砂 (化学能)	
生物质能 (化学能)	
水能 (机械能)	

然矿物。古代生物同现代生物一样，其能量都是来自太阳的辐射能。要是追根寻源，水能、风能、海水热能、海流和波浪能也都是由太阳能形成的。

第二类是来自地球本身的一次能源，如核燃料、地热能等。

第三类是地球和其他天体相互作用而产生的能量。潮汐能就是由地球、月球和太阳三者之间相互作用而产生的。

为了清楚起见，下面把它们总括成表1-1、表1-2、表1-3，

一次能源(再生能源与非再生能源)

表1-2

按再生 性分 按来 源分	再 生 能 源	非 再 生 能 源
第一类能源 (来自地球以外)	太阳能 水 能 风 能 海水热能 海流动能 波浪动能 生物质能 (雷电能) (宇宙射线能)	无烟煤 烟 煤 褐 煤 泥 煤 石 煤 原 油 天然气 油页岩 油 砂
第二类能源 (来自地球内部)	地 热 能 (火山能) (地震能)	核 燃 料
第三类能源 (来自地球和其他 星体的作用)	潮 汐 能	
备 注	括号中的能源尚未被利用	

供读者参考。

自然界中的一次能源在进入世界三种来源的能量中（见一次能源系统图），以第一类太阳辐射能为最多，每年有 13×10^{20} 大卡，相当于186万亿吨标准燃料的热量。每年进入

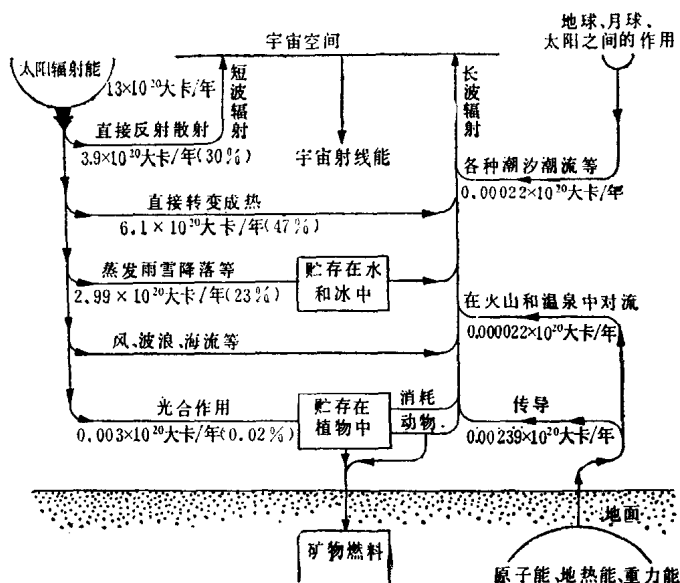
二 次 能 源

表 1-3

煤 气	（化 学 能）
焦 炭	（化 学 能）
汽 油	（化 学 能）
煤 油	（化 学 能）
柴 油	（化 学 能）
重 油	（化 学 能）
液化石油气	（化 学 能）
电	（电 能）
蒸 汽	（热能和机械能）
热 水	（热 能）
余 能	（热能、化学能、机械能）
人工沼气	（化 学 能）
氢 气	（化 学 能）
酒 精	（化 学 能）
甲 醇	（化 学 能）

世界的第二、三类的能量只有它的五千分之一。这三类能量进入世界后是如何流动的呢？根据能量不灭定律，这些能量是不会消灭的，只是转换了形式。例如，约有30%的太阳能由于遇到大气中的云层、尘埃等原因，以短波辐射的形式直接反射和散射回宇宙空间，这部分能量现在还不能利用；有47%左右被大气、陆地、海洋吸收，直接转变为热能后，以长波

辐射的形式返回宇宙空间，平常所说的太阳能就是这部分能量，现在它远未被人们很好地利用；其中有23%消耗在水分的蒸发、雨雪降落以及整个自然界中水循环过程，这是全世界水能和海水热能的来源；约有0.2%转换成为风能、波浪和海流动能的能量；只有0.02%被植物利用，转化为植物的化学能，这部分能量有的被动物食用成为动物的化学能，有的由于腐烂或作为燃料被消耗掉，其中有一部分植物和动物的机体沉积在地下，天长日久就转变成为矿物燃料。除太阳能的直接反射和散射外，所有进入世界的能量，最后绝大部分都变为热能以长波辐射的形式返回宇宙空间了。



一次能源系统图

注：一吨标准煤=700万大卡 (大卡=千卡)

二、煤炭会失去它最后的火焰吗？

1. 煤炭的形成

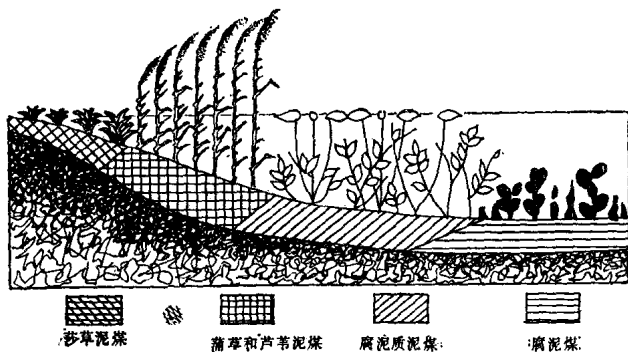
我们平常烧的煤，是从煤矿里挖出来的，块头有大有小，硬硬的，很象石头。有一种劣质煤就叫“煤石”。所以煤很容易被人误认为是一种岩石。其实它和普通岩石有本质的不同，也就是说，它的化学成分和岩石是不一样的，其主要成分是碳和氢两种可燃的化学元素。

煤的主要成分是碳、氢、氧、氮、硫和水分、灰分。其中氢和碳是两种可燃的化学元素，所以科学上把它称为碳氢燃料。按可燃质计算，除去灰分和水分，按含碳量计算，木材含 50%，泥煤约含 50~59%，褐煤含 60~69%，烟煤为 70~85%，无烟煤含碳量高达 85~95%，几乎是木材含碳量的两倍。

那么煤炭中大量的碳、氢元素是从哪里来的呢？只有搞清楚煤的形成才能找到这个问题的明确答案。关于煤的形成问题，历史上也曾出现过几种不同的假说。不过，现在已有大量的事实，证明煤是由古代的低等和高等植物转化而形成的。有人在煤层附近的岩石中，发现过保存良好的植物化石。在我国某煤矿的煤层本身就发现过一段保存完好、不过已经

完全变成煤炭的大树干。把煤切成薄片在显微镜下观察，可以清晰地看到煤中的某些植物组织。那么植物又是怎样转化成煤的呢？

原来，在地球的某些地质历史时代，环境和气候条件很适于低等和高等植物的大量生长和繁殖。它们大量地出现在陆地、湖泊和浅海中。死去的植物日积月累，在细菌的分解作用下，生成褐色或黑色的有机物质，成为厚厚的一层腐泥或泥炭。这个过程学者们称为泥炭化阶段。继而泥炭被新的泥炭或其他沉积物所覆盖，有时是由于地壳的变动把泥炭深深地埋在地下，这样泥炭就和空气完全隔绝。细菌在缺氧的高温条件下是无法生存的，因此终止了活动。然而泥炭仍处在高温高压的环境中，经过漫长的历史年代，泥炭就转变成褐煤、烟煤和无烟煤(见煤图-1)。



煤图-1 煤的形成示意图

2. 成煤有利的地质历史时代

从煤的形成过程中可以看出，大量的低高等植物遗体是

煤的原始质料。不过它能否变成煤还受其他条件的影响，其中一个重要的条件就是历史上的地壳变动。若仅从原始质料植物这个条件来考虑煤的形成，那么在自石炭纪以后所形成的各个地质层中都应该有煤。

根据地质资料分析，我国的成煤期是上石炭纪、下二迭纪、上二迭纪、侏罗纪和第三纪。二迭纪距现在为18500~26500万年，侏罗纪距现在为13000~15500万年。

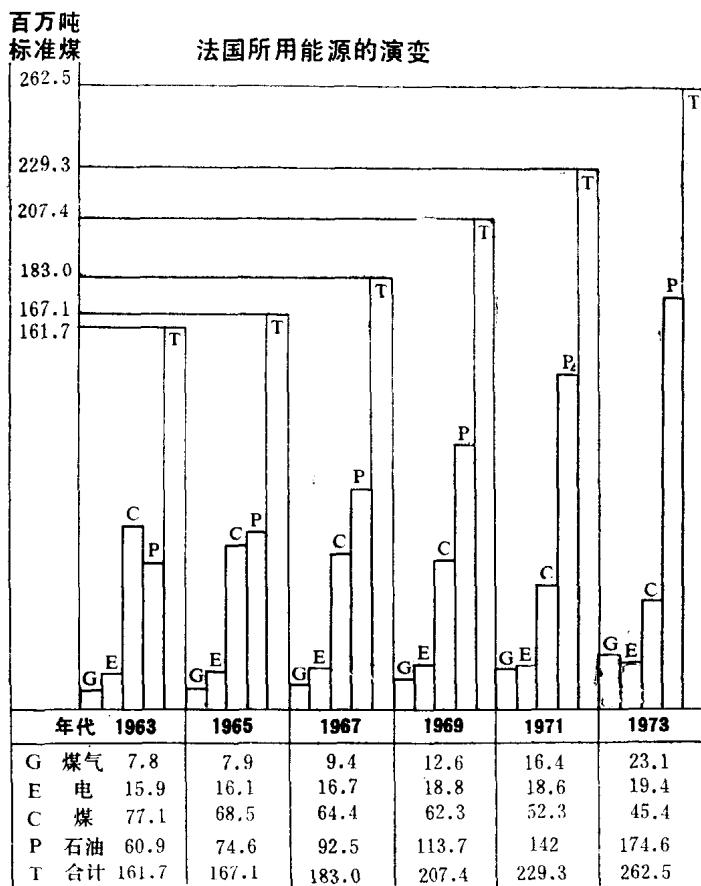
由于地壳的上升、下降、断裂和褶皱的运动，使煤层在地下的状态也复杂化了。煤层有的厚(数百米)，有的薄(仅数米)，有的深，也有的浅，甚至暴露在地球表面，称为煤苗子。例如我国煤藏量极丰富的山西省，不少地方都可以见到这种煤苗子。煤矿的形状和大小也千变万化，我国的煤田大体有地槽型、过渡型和地台型三大类。

3. 煤炭奠定了现代社会的进步 和文明的基础

大约在十一世纪，欧洲就已经开始了工业开采和利用煤炭。法国在路易九世（即圣-路易）的父亲路易八世当政时，已开始使用煤炭。第一批泥煤是在法国费朗太斯煤矿挖出来的。当时也未曾料到正是由这种泥炭开始，播下了煤炭工业发展的火种，促成了六个世纪以后的工业革命，奠定了现代社会的进步和文明的基础。

到十九世纪末，煤炭产量剧增，登上了人类能源首位的宝座。在煤炭称王的时代，照明、加热、取暖、工业和交通运输的动力车，都是用煤炭作能源的。从世界范围来看，十

九世纪末至本世纪五十年代，煤炭占人类总能量的一半以上。但由于石油和天然气的发现和大量开采，使它们逐渐代替了煤炭，成为能源的主要来源，占据了压倒一切能源的优势地位。五十年代中期，煤炭便从能源之王的宝座上跌落下来。



煤图-2 法国所用能源的演变情况