

主编：刘以林

中华学生百科全书

素质教育
必备的参考书



ZHONG

HUA XUE SHENG

BI XUE QIAN SHU

能源工程



中华学生百科全书

能 源 工 程

总 主 编 刘以林
本册主编 余 浩

北京燕山出版社

京新登字 209 号

中华学生百科全书

刘以林 主编

北京燕山出版社出版发行

北京市东城区府学胡同 36 号 100007

新华书店经销

北京顺义康华印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 250 印张 5408 千字

1996 年 12 月第 1 版 1996 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN7-5402-0491-5

印数:6000 册

定价:320.00 元(全 100 册)

《中华学生百科全书》编委会

主编 刘以林 北京组稿中心总编辑

编委	张 平	解放军总医院医学博士
	冯晓林	北京师范大学教育史学博士
	毕 诚	中央教育科学研究所生物化学博士
	于 浩	北京师范大学物理化学博士
	陶东风	北京师范大学文学博士
	胡世凯	哈佛大学法学院博士后
	杨 易	北京大学数学博士
	袁曙宏	北京大学法学博士
	祁述裕	北京大学文学博士
	章启群	北京大学哲学博士
	张同道	北京师范大学艺术美学博士
	赵 力	中央美术学院美术博士
	周泽旺	中国科学院生物化学博士

能源家族

能源的历史和现状.....	(1)
乌金墨玉——煤.....	(3)
工业血液——石油.....	(5)
天然气.....	(7)
电.....	(8)

捕捉新能源

最干净的能源——氢	(14)
原子能	(17)
太阳能	(19)
风能	(26)
地热能	(28)
海洋能	(31)
柴草禾木的重新开发——生物质能	(36)

能源开发新技术

煤的再度开发技术	(38)
核聚变能的继续开发	(40)

丰富多样的发电新技术	(43)
雪能发电吗——发电新招	(45)
新型燃料	(46)
燃料电池	(48)
冰也能燃烧吗?	(49)

21 世纪能源展望

“反物质”能源	(52)
地球发电机	(54)
更先进的发电技术	(57)
“超导”研究成功	(58)
束能	(60)
潜能	(61)
精打细算谈节能	(63)
继往开来	(64)

能 源

能源的历史和现状

人类求生存、建城市、办工厂，需要各种不同的能源。做饭、取暖需要热能，点灯照明需要电能，万物生长需要太阳能……可以这样说，没有能源，人类就不能生存，社会就不能发展。

“能”这个词，最早是德国科学家罗伯特·迈尔提出来的。我们看不见能，但通过热、光、电、运动等能够感觉到“能”的存在。

人类利用能源的历史大致经历了柴草、煤炭、石油三个能源时期。火的使用，使人类第一次支配了一种自然力，从而使人类和动物界彻底分开。但是，当时人类还没有掌握把热能变成机械能的技巧，因此，柴草并不能产生动力。从茹毛饮血的原始社会到漫长的奴隶社会、封建社会，人力和畜力是生产的主要动力。风力和水力的利用，使人类找到了可以代替人力和畜力的新能源。随着生产的发展，社会需要的热能和动力越来越多。而柴草、风力、水力所提供的能量受到许多条件的限制而不能大规模使用。煤的发现，提供了大量热能；风车和水车的制作，积累了机械制造的丰富经验；于是，两者结合起来，蒸汽机出现了。蒸汽机的使用，不但奠

定了各国工业化的基础，也开辟了人类利用矿物燃料作动力的新时代。

但是，蒸汽机十分笨重，效率又低，无法在轻便的运输工具如汽车、飞机上使用。人类在生产实践中又发明了新的热机——内燃机。内燃机的使用，引起了能源结构的一次又一次变化，石油登上了历史舞台。世界各国依赖石油创造了经济发展的奇迹。

那么地球上的能源有哪些可用，它们又来自何方呢？

地球上的能源按其来源可分为三类。第一类是地球和其他天体相互作用而形成的，如潮汐能；第二类来自地球的內部，如地热能和原子核能；第三类来自地球以外，主要是太阳能以及由它产生的能源，如煤、石油、天然气、生物质能、水能、风能、海洋热能等等。

然而，随着人类文明的不断发展，社会对能量的需求不可遏止地猛增。地球上的能源消耗正在以惊人的速度增长，20世纪消耗的全部能源几乎等于前19个世纪所消耗的能源的一半。人类正在过分地开采和使用化石燃料和森林等自然资源，从而使得地球上的自然燃料能源的储藏量正在急剧减少。而且，由于大量利用石油、天然气和煤炭等化石燃料，已经使人类居住的环境受到越来越严重的污染，造成酸雨和气候变暖。许多科学家都认为，全球气温升高将给人类带来灾难性的后果。因此，合理开发和利用能源已成为地球人类大家庭最重要的问题了。人类必须认真对可资利用的各种能源进行“算计”和“筹划”，既要满足目前需要，又要考虑长远的影响和发展，为子孙后代的丰衣足食着想，使地球人类大家庭的明天过得更舒适、更美好。所以，人们一方面研究如何

进一步合理、妥善、高效率地开发利用化石燃料和水力等常规能源(也叫传统能源),比如研究提高能源转换效率的方法,改善能源开采和利用的方式等等,着重从节流方面想办法和采取措施;另一方面,人们又上天、入地、下海,四处寻找开源途径,探索低廉而丰富、又不影响生态环境的很清洁的新能源,比如开发太阳能、地热能、核聚变能和海洋能等等。这样,一门边缘化的、综合性的科学技术——能源技术就迅速形成,并蓬勃发展起来。

乌金墨玉——煤

煤是能源中的长辈,但人类第一次使用的不是煤,而是火和树枝柴草。

茹毛饮血的猿人对雷电引起的火十分害怕。170 万年前,由于山洪暴发,云南元谋猿人被逼进了洞中过夜。在又冷又饿、且面临被猛兽吃掉的困境中,他们偶然发现火可以用来照明,还可以取暖,于是,猿人们便纷纷向火堆围过来。

后来,传说有个叫燧人氏的人发明了钻木取火,把坚硬的木头在另一块硬木头上使劲地钻,钻出火星,点燃树枝、干草;他还会把燧石敲敲打打,敲出火来。从此,原始人掌握了人工取火的方法。人类用火照明、烤暖身体、煮熟食物,同时,用火冶炼矿石、烧制陶具和加工各种各样的物品。

正是在火的光辉照耀下,人类才迈出了文明的第一步,从而日益繁盛起来。

古希腊关于普罗米修斯盗取天上圣火送给人间的神话,是火在人类社会发展起着关键作用的最好注脚。

煤与火有着密切的关系。人们把煤炭称作乌金墨玉，不仅是它有金子般的光泽和玉石般的晶莹外表，更重要的是，它对于提高人类生活水平起了无法估量的重大作用。那么，煤炭是从哪里来的呢？

也许你会说，煤炭不就是从煤矿里挖出来的吗？！然而，你可知道，煤矿却是几经沧桑，既经历过日积月累、悠长的缓慢变化，又经历过地壳的翻天覆地的剧烈变动后才形成的。简单一点说吧，大约 100 万年到 44 亿年前，地球的环境和气候条件很适于植物的大量生长和繁殖。它们大量地出现在陆地、沼泽、湖泊和浅海中。死亡的植物日积月累，逐渐沉积起来，在细菌的作用下，经过一段很长的时间，慢慢硬化，变成褐色或黑色的泥炭。再经过一段漫长的岁月，这些泥炭被深深地埋在地下，这样，泥炭就和空气完全隔绝了。细菌在缺氧的高温条件下无法生存，终于停止了活动；泥炭却处在高温高压的环境中，被挤压成了褐煤。又经过一段很长的时间，褐煤受到更大的压力而形成更硬的烟煤。随着岁月的流逝，烟煤又受到了更大的压力，最后变成很硬的、晶莹黑亮的无烟煤。

人类利用煤炭已有 2000 多年的历史了。我国古代人民是最早发现并利用煤炭烧饭和取暖的。在公元前 200 多年的汉代，就有关于发现和利用煤炭的记载了。在西方，古希腊虽然也有人使用煤，但却因此而被治罪。欧洲人在相当长的时期内都没有利用煤炭。13 世纪 80 年代，即我国元朝初期，马可·波罗来到中国，看到中国人用煤作燃料，竟吃惊不已，并把此事在他的著作《东方见闻录》中作了详细记述。可是，到 1765 年，英国人瓦特发明了蒸汽机以后，煤炭一跃而成为人

类的主要能源，成为工农业生产和科学技术开发的原动力和人民生活的必需品。

尽管地球上的煤炭资源十分丰富，专家们估计，如果单独使用煤炭，也足以满足全人类今后至少 200 年所需要的能源，然而，它毕竟是一种非再生能源，用一点就会少一点。



工业血液——石油

在中国 3000 多年前的古书上就有关石油的记载。10 世纪初，世界上第一口油井在四川钻成，从中取出的石油被用来炼制灯油，由此可见，中国比世界上其他国家钻井采油早了 300 多年。

由于石油里的汽油容易挥发，会立即燃烧起来酿成火灾，所以，人们一直不敢把石油当燃料使用。19 世纪后半期，人们学会了炼石油的方法。

石油主要来自千百百万年前生活在浅海和内陆湖泊的浮游生物残骸。浮游生物非常小，但数量巨大，当它们死后，沉入海底或湖底腐烂，一层层泥沙盖在上面，在高压下，泥和

沙变成岩石，浮游生物的尸体变成了石油，积蓄在岩石的缝隙里。

1859年，美国在宾夕法尼亚州钻成石油井，从此，石油被大量开采出来，点石油的油灯逐步普及了，石油成了重要的能源。人们从石油中提制汽油、柴油、润滑油、沥青和其他许多化工产品。第一、第二次世界大战后，飞机迅速发展，汽车加速普及，石油作为它们的燃料，就在整个能源家族中占据了统治地位。

我国著名地质学家李四光创立的地质力学理论，用力学的观点研究地壳运动现象，探索地壳运动与矿产分布的规律，把各种构造形迹看作是应力活动的结果，建立了“构造体系”等地质力学的基本概念。他认为，我国地质构造体系的三个沉降带具有广阔的找油前景。大庆、胜利等油田的相继发现，证实了他的科学论断，也使我国从此摘掉了“贫油”的帽子。

从地下开采出来的石油，通常称作原油，需要经过加工提炼后才能使用。

但石油是非再生能源，在地球上的储藏量非常有限。据目前估计，包括海底油田和深层油田，石油地质含量总共约有3000亿吨，已探明了的石油含量不到1000亿吨。而现在的年开采量达30~40亿吨。照此发展下去，有限的石油资源很快就跟不上需要了。按目前的消费量计算，现已探明的石油储量到2020年就要用完了。

天然气

天然气与石油属于同一类，是一种更简单的碳氢化合物，成分以甲烷为主。天然气蕴藏在地层内的岩石孔隙和空洞中，在地球上的储量也很大，已探明的储量已超过石油的探明储量，是一种与石油并列的重要能源，所以，人们通常把它们总称为“油气”。

天然气的形成和石油基本相同，不过，促使有机物质进行生物化学反应的不是石油菌和硫磺菌等，而是厌氧、嫌气菌参与分解活动。天然气常常和石油埋在一起，由于天然气的比重轻，所以气在上，油在下。它和石油就像一对孪生兄弟，从形成、蕴藏到开采、使用，经常是形影不离、密不可分，这种天然气叫做油田伴生气，这样的矿脉称为油气田。天然气有时也单独储于地下，这样的矿脉叫天然气田。前苏联的西伯利亚有不少大的天然气田。我国四川盆地也有丰富的天然气资源，是我国最大的气区。

天然气的开采、运输和使用都很方便，也较清洁。由于天然气压力很高，只要钻井开孔，就容易把它采出。采出后，既可用管道直接输送到需要的地方，也可冷却到 -161°C 变成液化天然气，再用冷冻油轮或冷藏槽罐运送。比如，日本就用油轮从加拿大、阿拉斯加和印度尼西亚等地，大量进口液化天然气供城市煤气或火力发电用。天然气主要用作工业和民用燃料，或用以制造炭黑，作为合成氨、乙炔、氢氰酸、甲醇、石油和其他有机化合物的原料。

按目前的消费量计算，工业发达国家的天然气将在2030

年被采尽，发展中国家也将在 2060 年发生短缺。那时，人们就不得不开发新的能源了。

电

在现代生活中，点灯照明，使用各种家用电器，都离不开电。电是从哪儿来的？是从发电厂通过电线传送到千家万户的。

发电厂是如何产生电的？是靠发电机产生的电。

现在发电机主要有两类：一是火力发电机，一是水力发电机。

火力发电

1831 年，人们用导电的铜线做成线圈，当线圈在磁场里运动里时，线圈中竟产生了电流。于是在 1866 年，根据这一发现，人们首次制成了工业上可以应用的发电机。从此，电能引起人们的普遍关注。

19 世纪 30 年代，有一次法拉第讲课，讲的内容就是他新发现的电磁感应定律。当他讲完课走下讲台时，前来听课的一位年青人，后来做过三任英国首相的格莱斯顿（1809——1898）走上前问他：

“先生，请告诉我，您的发现会带来什么样的实际效益呢？”

“这一点，连我自己也不清楚。”法拉第回答，“不过，我不怀疑，在我的有生之年，有人会向它课税的！”

不错，法拉第，这位书籍装订工匠出身、在听了一系列

化学课程后刻苦钻研、逐步成为英国皇家学院实验室主任的卓越科学家。所发现的电磁感应现象——切割磁力线的导线能产生感生电流，确实是电学研究中划时代的伟大发现之一，是电能时代的发轫，的确给人类社会带来了极大的实际效益，给世界提供了切实有用的能源。近1个半世纪以来，所有的发电机和电动机都是应用这个原理制造的。随着时光的流逝、社会的发展，发电机已经成为人类生产动力、把机械能转化为电能的最常用的机器，电能也已成为当今社会的“空气”和“水”，是人们须臾不可或缺的必需品了。不过，迄今为止，所有的火力发电机都是经过从化学能→热能→机械能→电能的三次能量转化，才把燃料的化学能转变为电能的。即使是核电站，其发电过程也几乎与此相同。

我们已经知道，在把煤炭、石油或天然气的化学能转换为热能，再把热能转换为机械能的过程中，绝大部分热被散失而白白浪费掉了，热效率很低，最高也不过40%左右。能不能直接把热能转换成电能呢？能，当然能。本世纪50年代后期，人们终于想出了一种计高一筹的新型火力发电技术——磁流体发电。

它最突出的特点是：没有高速旋转部件，装置本身仅是一个结构非常简单的静止机械，但却能直接把热能变为电能。它启动快，效率高，污染小，而且发电容量越大就越好（别的发电机是容量越小越好）。

磁流体发电还有一些技术难关需要进一步攻克。所以，尽管磁流体发电已处在大规模工业性试验阶段，但真正大规模的工业应用，恐怕要到下个世纪才能实现。

水力发电

“君不见，黄河之水天上来，奔流到海不复回。”水从高处往低处流，流动的水包含着能量，急湍的大河包含着巨大的能量，因此，水能是人类利用很早的一种能源。

早在 3000 年前，我们祖先创造了靠水的力量转动的各种机械装置，如碾米、舂米的水碾，用来磨粉的水磨，车水灌溉农田的水车，用来纺纱的水轮等等。

水力发电通常要有两个条件：一是水源必须维持一定的落差；二是水源必须具有相当的流量。为此，人们在江河干流上建造拦河坝，筑蓄水库，迫使上游水位抬高，水坝前后的水位落差增大。高高在上的水库里的水，通过输水管引导，以很大流速冲击到水轮机上，使水轮机旋转带动发电机发电，产生电能。

水力发电比火力发电经济。因为水力发电的原料——水是免费的，所以，水电成本只有火电的四分之一。水力发电不污染环境，还可以解决防洪、灌溉、航运等各种水利问题。

地球上成千上万条奔流不息的江河为人类提供了极其丰富的水能资源。这是一种流动的再生能源，可以不断地供应，反复使用。尽管人类制造水车来带动机械碾谷、磨面至少有 2000 年的历史了，但是，水能的大规模开发和利用只不过是近 100 多年来的事。1882 年，世界上出现了第一台水轮发电机以后，随着远距离输电技术的不断提高，水力发电便迅速发展起来，水能成为仅次于石油、天然气和煤炭的主要能源。

构成水力资源的最基本的条件是水流和落差。就自然条件来说，这主要取决于降水量和地形。只要有较好的精确的

地形图和有关河流的流量等资料，就可以相当准确地估算出水能资源的理论蕴藏量。但由于受到技术和经济上的种种条件限制，这样算出的理论蕴藏量大部分无法利用。

地球上的水能资源蕴藏量相当丰富。理论上估计，年发电量为 44 万亿度，相当于装机容量 51 亿千瓦，足够目前人类 1 年所需全部能量的 70%~80%。但技术上和经济上可开发的水能资源，每年可发电仅 10 万亿度，也可以满足当前世界能源总需要量的 1/7。可惜，实际上，人类现在所消费的能源只有 2% 左右来自水电。可喜的是，人们已经充分认识到了水电的优越性及其重要意义，正在加紧开发这种能源。例如，1991 年 5 月 6 日，世界上最大的一座水电站在南美洲正式运行。它耗资 183 亿美元，建在巴西和巴拉圭交界处的巴拉那河上。坝长 7.7 千米，高 196 米，共有 18 台发电机组，功率为 1260 万千瓦，占巴西总发电量的 38%，给这两个国家带来了很大的经济效益。

我国地域辽阔，水力资源得天独厚，许多地区雨世充沛，河流众多，而且山区多，地形高差大，水能资源相当丰富，理论蕴藏量为 6.8 亿千瓦，年发电量为 5.9 万亿度；可开发的水能资源为 3.8 亿千瓦，年发电量为 1.9 万亿度，其中，近期可开发的为 1.03 亿千瓦，年发电量 4300 亿度，居世界首位。

至 1983 年，我国已建成了大型水电站 100 多座，还有 9 万多座小型水电站遍及 1500 多个县。这时的水力发电装机容量已占总装机容量的 27.6%，发电量占全国总发电量的 16.8%。然而，这些发电量还只占可能开发水力资源的 2.5%。到 1986 年，我国水电装机容量达到 2754 万千瓦，已