

BAI KE SHI JIE ZHI SHI CONG SHU

百科世界知识丛书

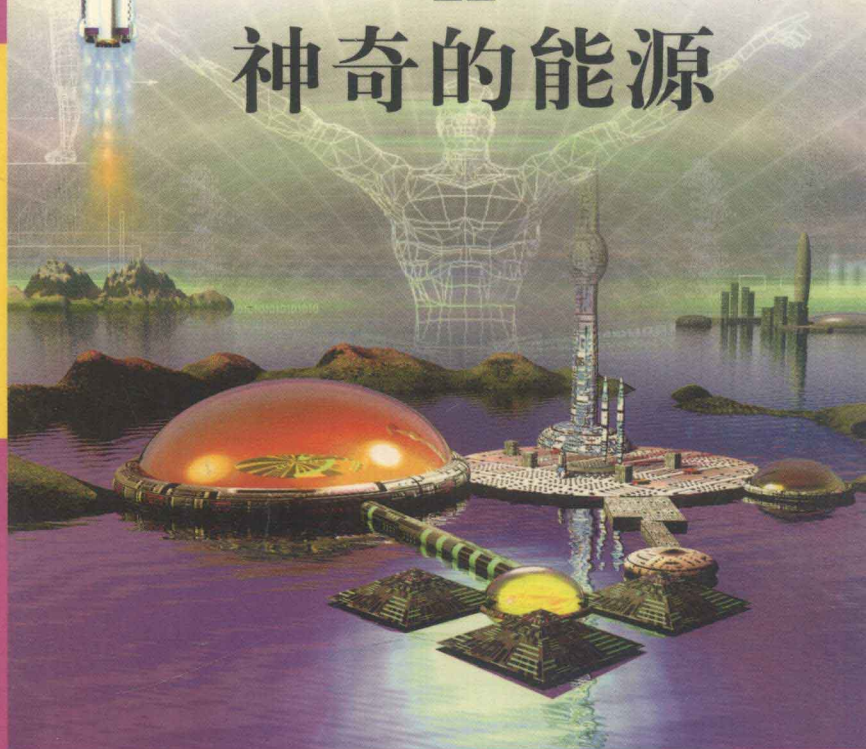
科学素质教育文库

第三辑



11

神奇的能源



广州出版社

科学素质教育文库：

百科世界知识丛书·第三辑

11

神奇的能源

柯焕德 主编

麻元凤 编著

广 州 出 版 社

奥新登字 16 号

责任编辑 辛 子

责任校对 容晓风

封面设计 一点工作室

书 名 百科世界知识丛书(第三辑)

编 者 柯焕德主编

出版发行 广州出版社(广州市人民中路同乐路 10 号 邮编:510121)

经 销 各地新华书店

印 刷 北京海德印务有限公司

规 格 787×1092 毫米 32 开本 82.5 印张

字 数 1396 千字

版 次 1997 年 11 月第 1 版

印 次 2004 年 9 月第 2 次

印 数 20001—30000 册

书 号 ISBN7-80592-707-3/G·131

定 价 163.00 元

前 言

能源就是指能产生能量的各种物质资源的总称。

人类在生产和生活中需要各种各样的能,如热能、电能、光能、机械能等。能源是维持人类生存和发展的不可或缺的物质条件,从原始人最早钻燧取火以作能源到现代社会人们衣食住行各方面的需要都可证明这一点。如原始人首先利用火作能源,以此维持生命、照明取暖、保暖和保存食物,以及取代人力劳动等;近现代社会中,蒸汽机的运用把煤、石油等化石燃料堆上能源舞台,史称第一次能源革命;随后电能跨入能源行列,电气化极大地改变了人们的生产生活,引起了历史上具有深刻影响的第二次能源革命;太阳能、海洋能、生物质能的广泛运用又开始了人类历史上的第三次能源革命。由此说,能源是人类社会经济发展的动力。人类史上每一次重大产业革命都源于新能源和动力装置的产生。这就是能源的神奇表现之一,同时也是人类扩大能源的来源、制造能源奇迹的有力证据。

地球上蕴藏有各式各样的数量大得惊人的自然能源。据统计,地球上煤储量约为 76000 亿吨,石油为 2600 亿吨。太阳能、风能、潮汐能等取之不尽、用之不竭的能源也是数量巨大的。据科学统计,每年照到地面上的太阳能量要比目前全世界已利用的各种能量的总和还要大一万倍,而人类对此至今大部分还没有能充分利用。此外,人们发现并揭开了原子能的神秘“外衣”,现在原子能的利用展现了能源远大而奇妙无穷的前景。这些又是自然界中能源的神奇表现之一。

人类不断地获取能源,人类不断改进科学技术开发新能源领域和充分利用现有能源,创造了一个又一个的能源奇迹。随着常规能源资源的日益减少,而世界人口的急剧增长和现代社会的迅猛发展,人类对能源的需求量越来越大。如 1973 年~1974 年由石油涨价而引发了西方经济学家称谓的第一次能源危机,1979 年~1980 年又发生了第二次能源危机。能源问题完全成为我们社会经济生活的一根神奇的“魔棍”。

目 录

一、煤炭采完了怎么办·····	(1)
1. 煤是怎样形成的 ·····	(1)
2. 煤炭资源的储量和潜力 ·····	(3)
3. 煤炭在未来的作用 ·····	(8)
二、能源危机与“能源之王”·····	(13)
三、天然气的广阔前途·····	(22)
四、威力巨大的核能·····	(34)
1. 原子能核电站的优越性 ·····	(38)
2. 核电站的核反应堆 ·····	(40)
3. 核燃料问题 ·····	(46)
4. 原子能的利用前景 ·····	(49)
五、潜力巨大的海洋能·····	(51)
1. 海洋能资源概述 ·····	(51)
2. 海洋能开发史 ·····	(55)
3. 海洋能的开发利用 ·····	(58)
六、永不枯竭的太阳能·····	(63)

1. 巨大的太阳能能源	(63)
2. 太阳能的特性	(64)
3. 太阳能利用及其转化原理	(65)
4. 太阳能的利用前景	(78)
七、有待开发的风能	(82)
1. 风能的形成	(82)
2. 风能的特性	(84)
3. 风能的利用	(86)
4. 风能利用的广阔前景	(94)
八、神奇莫测的地热能	(98)
1. 地热能的形成	(98)
2. 地热能的开发现状	(100)
3. 地热能的利用	(102)
九、神奇的氢能	(112)
1. 制氢	(115)
2. 氢的输送与贮存	(118)
3. 氢的广泛的用途	(120)

一、煤炭采完了怎么办

煤和石油是主要的常规能源,是几个世纪以来人类能源舞台的主角。目前世界能源消耗结构大约为:煤约占 27%,石油和天然气占 65%,其他占 8%。煤在能源家族中曾经独占鳌头,后来才被石油所取代而屈居第二,但是煤的资源要比石油丰富得多。从开采规模来说,煤的全盛时期还未到来;从资源的蕴藏量来说,煤有可能在今后一段时间内重新取代石油,夺回能源第一位的地位。但是煤炭储量也是有限度的,若干年后煤炭采完了怎么办呢?

1. 煤是怎样形成的

煤是古代的植物体因为地壳运动而埋没地下,在适宜的地质环境中经过漫长年代的演变而成的,含碳量一般为 46% ~ 97%,是重要的燃料和化学工业原

料。煤在地球上的储量非常丰富。据估算,全世界煤的总储量约为 13 万亿吨,超过了矿物燃料资源的 90%。世界能源会议规定煤炭资源是“在不久的将来,能人为开发和利用的地下煤炭的总量”。就全球而言,世界煤炭资源大部分集中在北半球,主要集中在原苏联、美国和中国。南半球的产煤地实际上是很少的,就目前所知,仅澳大利亚、博茨瓦纳和南非共和国具有较多的煤矿。

煤是人类较早利用的自然资源之一。原始人钻木取火,最早利用的是草本能源,以后人类发现埋藏在地下的化石燃料(煤炭、石油、天然气)可以产生高温的热能。在矿物燃料中,煤炭的历史最早。煤炭作为小量地、地区性的燃料,已有很悠久的历史。早在 2000 多年前,我国战国时编著的《山海经》一书,就写到了煤,汉、唐时,已建立了手工业煤炭业,煤在冶炼金属方面亦得到广泛应用。到公元 13 世纪,意大利人马可·波罗来到中国时,他的游记中曾提到当时中国应用一种“黑色的易燃物”。在欧洲,希腊人知道煤并称为“炭”,这就是现在“硬煤”一词的来由。英国早在 1307 年用煤烧制石灰,致使南怀克镇的大气污染,爱德华二世发出禁止用煤炭烧制石灰的禁令。到 16 世纪,由于木炭销路扩大,引起木炭危机,终于导致居民把煤炭作为一种燃料充分利用。之后,煤炭逐渐用于火车牵引和发

电站发电等领域。由此,煤炭成为世界能源的重要组成部分。

2. 煤炭资源的储量和潜力

煤炭根据其含炭成分分为以下几类:含炭成分在 92% 以上的,一般称白煤或无烟煤;含炭在 70% ~ 80% 的,统称烟煤;品质最低的称褐煤。煤中所含的硫,是空气污染的主要来源。

世界煤炭资源的储量,包括已探明的储量以及可能增加的储量两部分。煤储量的标准是什么呢?一般是指煤矿的深度,硬煤以 1500 米为限,褐煤以 600 米为限;煤层最低的厚度,硬煤为 0.6 米,褐煤为 2 米。据世界能源会议 1978 年估计,煤储量总数为 107000 亿吨,其中硬煤为 82180 亿吨,褐煤为 25430 亿吨。由于煤炭资源丰富,其储量可供开采的年限在百年甚至两百年以上。因此在石油涨价冲击引起的“能源危机”之后,无论是世界能源会议的规划还是各国的能源政策,都把煤炭作为发展的对象,把煤炭作为石油枯竭后转换到其他能源过渡时期的桥梁。

煤炭生产的潜力不但有赖于可利用的资源或储量,还须具有技术条件、发展潜力的基本设施:国内的

煤炭需求以及出口的可能性等。现有的煤炭储量可供利用的条件包括煤层的厚度、煤炭的质量、深井采掘的煤层深度、地质结构以及可露天开采的深度和煤层负荷的形式。所需基本设施的关键包括环境保护问题和水源的可利用性,不但要提供煤炭的清洁和采掘过程的需要,还须考虑煤炭的运输。与石油、天然气等相比,煤存在开采难度大、能量利用效率不高、运输不便、直接燃烧会污染环境等缺点,因此,在不久的将来,煤炭将成为动力和有机原料的主要来源,并且成为生产天然气和石油的原料;但是从长远来看,煤炭作为一种载能体是没有大的发展前途的,在一次能源总产量中的比重将不断下降,1966年为40%,1980年为27%,2000年将下降为23%。但是,任何一项工艺均在一定时期产生,代替原有工艺达到繁荣期,而后让位于新的更加完善的工艺。在现代能源问题上,由于廉价石油和天然气储量将迅速枯竭,这就使得在能源市场上本来已排挤了煤炭地位的更完美的石油和天然气开采和利用工艺,在不久的将来让位于煤炭。因此作为一次能源的耗煤量绝对值将继续增加。1965年为23亿吨标准燃料,到2000年将增至48亿吨。

煤在上一世纪里就开始广泛应用于工业和日常生活,本世纪初越来越多地取代木材成为能源平衡中的主要燃料。有的国家煤已占所需总能量的70%以上。

从前煤主要是供单独的和公共的采暖系统、机车和轮船、发电站的锅炉以及工业炉窑直接燃烧用。大部分高质量的所谓炼焦煤被加工成高炉炼铁用的冶金焦炭。一般说来,小型锅炉和窑炉只适宜烧热值高、挥发分高的优质烟煤;只有设备好的刁型锅炉才能烧灰份大的次煤,因此这种煤主要用于大型火力发电站。前面已讲到,按碳化程度来说,煤可分为最年青的褐煤和年代比较久的烟煤和无烟煤。按工作物质计算,褐煤的燃烧热值为 2000 ~ 5000 千卡/公斤,烟煤为 1400 ~ 6900 千卡/公斤,无烟煤为 5700 ~ 7500 千卡/公斤。褐煤的天然含水量高达 40%,灰份高达 50%。因此,烧煤比烧天然气或石油产品复杂得多。

但是,问题不仅在于组织烧煤过程比较复杂,而且还在于烧煤会产生许多环境污染问题。如一座装机容量为 100 万千瓦的发电站,每昼夜燃烧热值为 15000 千焦耳/公斤的煤约 2 万吨,假设这种煤的灰份为 30%,那就是说,每天要往电站运 2 万吨煤,然后再从电站运走 6000 吨灰渣。尽管现在采用了很先进的除尘设备,仍然有部分矿物组份以粉尘的形式排入大气。此外,煤炭几乎都含有一定的硫,这意味着还要往大气排放相当数量的二氧化硫。所有这些问题都会使原来使用清洁的石油和天然气作燃料的动力装置,因改烧煤炭而变得格外复杂。所以,尽管存在着石油危机,许

多专家也呼吁,而且全世界的煤炭资源比石油和天然气资源的总和还要多得多,而煤炭开采的下降趋势至今仍在发展,如美国曾一度减少了煤的开采。

全世界煤的储量虽大,但迅速增加开采量却有很大困难。1975 年世界煤的年开采量已超过 30 亿吨,这些煤基本上都是由井下开采的。兴建煤矿需要大量投资,井下的劳动条件也很艰苦,这就使今后煤炭工业所面临的问题不能不靠井下开采来解决。露天开采的前景比较开阔,近来苏联及其他国家发现的煤田,尤其是埋藏不深的褐煤田,都可采用露天方法开采。露天开采方法是先将煤层上面覆盖的土层进行大面积的剥离。这一工作可用步进式挖土机等来完成,一次就能挖土几百立方米,并送到 100 米~150 米远的地方,然后再开采煤层。按现代环境保护的要求,露天煤矿开采完毕后,采煤企业必须回填矿坑,恢复原有的地形。这项工程的费用也要计算入采煤成本,采出的煤价格因而略有提高。前文已提到,含水量及灰份高的煤主要用作动力燃料。但如果这些廉价动力煤的煤田地处交通不便又远距中心城市,这些煤该如何利用呢?如苏联西伯利亚煤田就属于这种情况。一是远距离运煤。但不很合算。因为即使采用比较便宜的铁路运输也不合算,其中有一半(有时一半以上)运的都是水分、灰份等无用的东西。一是在煤矿附近建设大型发电

站,用高压输电线输送电能。但这一方法也不一定可取。如果在采煤的地方将煤进行动力、化工综合利用可能更好。在动力化工联合企业里,煤通过加工可生产出便于铁路运输的生焦炭、液体或气体合成燃料,许多芳香类有用产品和焦油等,还可生产电能。

由此可见,发展煤炭工业、增加煤炭产量说起来容易做起来难。作为发展煤炭工业可能产生的问题的实例,下面摘录不久前美国电力科研所的研究报告。其中援引了矿井、露天矿和基础设施的总数,以及必要的劳动力资源:美国煤矿开采量若从 1977 年的 4.5 亿吨增加到 2000 年的 18 亿吨,采煤投资为 550 亿美元。东部各洲需 347 个矿井(开采量为 200 万吨/年)及 50 个露天矿(400 万吨/年);西部各洲需 242 个露天矿(600 万吨/年)及 48 个矿井(200 万吨/年)。这些煤需要 2200 列专用列车(每列 10500 吨),6000 列常规列车(每列 7225 吨),300 条驳船(每条 2100 吨),1600 辆载重汽车(每辆 25 吨)及通流能力为 2500 吨/年、长为 1600 米的 10 条矿浆管道来运输。运输系统的投资为 610 亿美元。而且,在这个假设中美国在 2000 年只开采全世界煤炭需要量的 24%,由此可见,世界采煤工业面临的是一个多么艰巨的扩大采煤量的任务!

3. 煤炭在未来的作用

世界具有丰富的已探明煤炭资源,可以预测,加强地质勘探应能在尚未考查的世界地区发现大型产煤地。可以期待,这种潜在可能的发现,实质上增加了煤炭资源的极限值,甚至在所需要的世界煤炭开采量为最大时,现有的煤炭储量也足够满足世界 200 多年的能源需要。而且,随着转换技术的发展,煤炭可能成为更有效地用来代替日益减少的石油与天然气。前面我们已讲到,煤在能源中占有重要的地位,但煤与石油、天然气等相比较,又存在开采难度大、能量利用效率不高、运输不便、直接燃烧会污染环境等缺点。因此,大规模使用煤作为能源,必须在技术上采取相应对策。

当前,技术上趋向成熟,经济上切实可行的方法是将煤汽化或液化,使之成为清洁的、利用效率较高的燃料。而且煤用作化学工业原料的作用将越来越大。应当寻求新的煤炭利用方法,如流化床燃烧,制造无硫燃料、发动机用的液体燃料、天然气代用品——煤气(直到本世纪 30 年代才相当广泛地用煤生产人工煤气即水煤气或发生炉煤气,这种合成煤实际上是当时唯一的生活用煤气)等。利用石油化工采用的气体与液体

产品的加工法,从煤中提取化工原料。现在众所周知的固体燃料加工流程,有效系数低,在新条件下将不适用了。煤的液化和气化是大有发展前途的,但技术难度较大,一时难以有重大的突破。

煤的液化就是由溶剂将精制煤变成轻油,可代替石油,主要有三种方法:石油合成法、添氢法、干馏法。南非正在试验日处理 2900 吨煤、生成 4400 桶汽油的合成法装置。美国已有日规模 50 吨的添氢法试验装置,以及日规模 36 吨的干馏法试验装置。液化煤将首先用于飞机、汽车。最近美英等国在研究混合使用煤和石油的方式,据称比液化煤的技术难度小,有可能在较短期内实现。煤的地下气化,即使煤在地下燃烧,直接生成可燃气体输送到地面上,这是近年出现的一项更为诱人的新技术。地下汽化法是传统采煤方法的革命,矿工不再需要下井,安全性高,投资少,而且煤炭开采率高。传统采煤法回采率一般只有 40% 左右,而地下汽化法可提高到 95% 以上。但地下汽化的控制很难,目前只有苏联、比利时和中国获得过成功。1987 年徐州马庄矿地下汽化试验获得成功,标志我国在煤炭开发史上进入先进的领域。

煤的汽化就是让煤与蒸汽、氧或空气发生反应,制造出含有一氧化碳、氢、甲烷的气体。其中低卡气主要用来做发电用燃料,高卡气用来供应城市或制造合成

氨和氢。西德这方面技术已经过关,近来美国、日本等也急起直追。煤的气化技术可促进发电技术进步,但煤气化后作发电用燃料的转换效率比直接烧煤低70%~80%,美国已研制了废热回收循环设备,估计亦是今后主要发展的方向。随着燃气轮机技术的进步,80年代应用航空型燃气轮机,复合循环的设备效率将达50%左右,从而可大大提高煤的气化复合循环发电设备的经济性。

总之,世界煤炭资源是丰富的,据世界能源会议的估计,全世界的煤炭资源有把握的推测数量约为 10×10^{12} 吨煤当量(国际通用能源计量单位),如此巨大的蕴藏,其能量相当于世界已知石油储量的25倍,按照1978年世界煤炭产量 3×10^9 吨煤当量计算,该储量可满足人类几千年的需要。即使人类仅仅依靠煤炭作能源,并且按照几年前世界能源消费量3.5%的增长率持续增长,加上不可避免的浪费,现有的煤炭储量至少可以满足世界能源要求100年以上,直到像核聚变和太阳能这样的新能源渡过开发阶段,实现广泛的实际应用。尽管从上个世纪到本世纪前50年,煤炭已经作为人类的主要能源,但仍有如此大量可供人类利用。根据现有的煤炭开采技术和经济条件,这里只把整个煤炭储量的不足10%作为可利用的能源。然而,随着煤炭开采和利用技术的不断改进,可利用能量的比例