

高科技启蒙文库（第二辑）

世纪之交 话能源

王 洪
常思玖 编著

知识出版社



《高科技启蒙文库》(第二辑)

世纪之交话能源

王 洪 常思玖 编著

知 识 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

高科技启蒙文库 (第二辑)/王洪主编. —北京:知识出版社,1998.8
ISBN 7-5015-1664-2

I. 高… II. 王… III. 科学知识-普及读物 N.N49
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 05983 号

丛书责编:侯澄之

责任编辑:邓 茂

责任印制:徐继康

封面设计:天 鸣

责任校对:马 跃

高科技启蒙文库 (第二辑)

世纪之交话能源

知识出版社出版发行

(100037 北京阜成门北大街 17 号 电话:68318302)

北京宏伟胶印厂印刷 新华书店经销

1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月第 1 次印刷

开本:787 毫米×1092 毫米 1/32 印张:65

字数:1380 千字 印数:1—15000 册

全套定价:70.00 元

本书如有印装质量问题,请与出版社联系调换。

内 容 简 介

能源是社会经济发展的“火车头”，新能源技术是高技术的“支柱”。

本书用通俗易懂的语言和生动活泼的文字，并辅以大量形象化的插图，深入浅出地介绍了核能、太阳能、海洋能、生物质能、风能、地热能以及氢能等新能源的开发利用。此外还介绍了几种新式发电方法，包括磁流体发电、电气体发电以及超导技术在电力工业中的应用。

本书内容新颖而充实，是一部系统介绍能源新技术的通俗性科普读物，可供具有初中以上文化程度的广大读者阅读参考。

前 言

自从原始人懂得使用火以后，能源就成了人类文明的重要物质基础。到了近代，能源技术出现了三次重大突破，即蒸汽机、电力和原子能的发明及应用。这三次突破，成为推动社会生产力飞跃发展的巨大动力。

世界能源结构有过两次大的转变：第一次是从18世纪开始从薪柴转向煤；第二次是从20世纪20年代开始，从煤转向石油和天然气。现在，世界能源正在经历着第三次大转变，就是从石油和天然气逐步转向新能源。

煤、石油、天然气都是不能再生的矿物燃料，用去一点就会少一点，总有一天会被全部用完。另一方面，新技术革命的兴起带来了许多新的生产体系，相应地对能源系统也提出了新的要求，其中特别是要求尽可能地采用可以再生的、分散的、多样化的能源。因此专家们认为，新能源是世界新的产业革命的动力，是未来世界能源系统的基础。换句话说，新能源必将成为未来世界能源舞台上的主角。

据专家们预测，大约再过半个世纪，也就是到21世纪中叶前后，核能、太阳能将成为世界能源系统的支柱。

今天的人类已步入信息时代。今天的能源，已经今非昔比，已经不是指某一两种单一的物质，而是汇合煤、石油、天然气、水力、核能、太阳能、地热能、风能、海洋能以及沼

气能、氢能、电能等等的总称。

高技术的基本内涵，包括生物技术、信息技术、航天技术、新能源技术、新材料技术和海洋技术等领域。一些科学家把新能源技术称为“高技术的支柱”，这是意味深长的。本书在编写宗旨上不是企图去解决具体的技术问题，而是（仅仅是）回答了某些技术知识问题，以期帮助广大青少年读者开阔视野，扩大知识面，进而爱科学、学科学、用科学。不但要努力地学习现代科学技术知识的丰富内容，而且要自觉地掌握建立在现代科学技术基础之上的科学思想和科学方法，做到融会贯通，举一反三，以迎接 21 世纪的挑战。

目 录

前言.....	(1)
一、当今世界的能源问题.....	(1)
能源的分类.....	(1)
能源是社会经济发展的“火车头”	(3)
前景诱人的新能源.....	(4)
我国的能源问题及其对策	(13)
回顾与展望	(15)
二、核能和核能发电	(17)
从原子核谈起	(17)
核能的来源	(19)
核裂变	(22)
核反应堆和核电站	(24)
核燃料越烧越多的“快堆”核电站	(28)
核电站的安全性	(31)
受控热核聚变	(35)
清洁而经济的能源——核能供热	(39)
海底核电站	(44)
海上核电站	(46)
太空核电站	(48)
电池家族中的长寿星——核电池	(51)
三、太阳能的开发利用	(54)

硕大无朋的能源宝库	(54)
太阳能的来源和应用前景	(58)
太阳能热电站	(60)
太阳光发电——太阳能电池	(62)
太阳池发电	(68)
太阳能气流电站	(72)
太阳能高温炉	(75)
太阳能热管	(77)
孕育中的太阳能空间电力站	(79)
储存太阳能的新技术	(81)
四、海洋能的开发利用	(84)
海洋潮汐发电	(84)
海浪发电	(86)
海流发电	(89)
海水温差发电	(94)
海水盐差发电	(96)
五、其他可再生能源	(99)
生物质能及其利用	(99)
风能及其利用	(103)
地热能及其利用	(108)
氢能的开发利用	(114)
六、新式发电方法	(120)
磁流体发电	(120)
电气体发电	(123)
燃料电池	(126)
超导技术在电力工业中的应用	(130)

一、当今世界的能源问题

能源就是能够提供能量的物质。大自然给予人类的能源是多种多样的，能源可以分为常规能源和新能源两大类。技术上比较成熟而使用较为普遍的能源称为常规能源，如煤、石油、天然气和水能等。近几十年才开始利用或正在研究开发的能源称为新能源，如太阳能、核能、沼气能、风能、氢能、地热能、海洋能和电磁能等。

能源的分类

能源的分类方法很多（见表）。通常把直接来自自然界的未经加工转换的能源，如煤、石油、天然气、生物燃料、油页岩、水能、核能、太阳能和海洋能等，叫做一次能源；而把从一次能源直接或间接转化而来的能源，如煤气、汽油、电能、蒸汽、沼气、氢能和激光等，叫做二次能源。

根据不同的使用情况，还可以把能源分为燃料能源和非燃料能源。燃料能源包括矿物燃料（如煤、石油、天然气）、生物燃料（如沼气、木材、有机废物等）、化工燃料（如甲醇、丙烷、酒精等）和核燃料（如铀、钍、钚、氘等）；非燃料能源包括风能、水能、潮汐能、地热能、太阳能和激光等。

能 源 分 类 表

类 别		一次能源	二次能源
新 能 源	燃 料 能 源	核 能	沼 气 氢 能
	非燃料能源	太 阳 能 风 能 海 洋 能 地 热 能	激 光
常 规 能 源	燃 料 能 源	煤 炭 油 页 岩 原 然 油 天 然 气 油 砂 生 物 燃 料	煤 焦 气 汽 炭 煤 油 甲 醇 丙 烷 酒 精 火 精 电 药 热 能 蒸 水 余 汽 能
	非燃料能源	水 能	电 能 热 能 蒸 汽 余 能

还可以把一次能源划分为可再生能源和非再生能源。所谓再生能源，是指它不会随其本身的转化或者人类的利用而逐渐减少的能源，就是说它具有天然自我恢复能力。像水能、风能、地热能和太阳能等，它们都可以源源不断地从自然界中得到补充，都是典型的可再生能源。而非再生能源正好与此相反，用去一点就会减少一点，越用越少，不能再生。像煤、石油、天然气和核燃料等，都是典型的非再生能源。

目前使用的能源仍以常规能源为主，而常规能源又是以煤、石油、天然气等非再生能源为主。这些非再生能源总有一天是要用完的，加之它们在燃烧时污染环境，并且热能的利用率不高，因此目前世界各国都在加紧研究开发新能源，以

满足日益增长的社会经济发展的需求。

能源是社会经济发展的“火车头”

自古以来，人类就为改善自身的生存条件，为促进社会经济的发展，而不停地进行奋斗。在这一过程中，能源一直扮演着极其重要的角色。从世界社会经济发展的历史和现状来看，能源问题已成为社会经济发展中一个具有战略意义的问题。能源的消耗水平，已成为衡量一个国家国民经济发展和人民生活水平的重要标志。随着现代社会生产力的发展和人民生活水平的提高，商品能源消耗的增长速度大大超过了人口的增长速度。1975年，世界人口比1925年增加了1倍，世界商品能源的总消耗量增长了4.5倍，而且这种增长仍呈上升趋势。1987年世界商品能源总消耗量为100亿吨标准煤，比1975年增加70%。据专家预测，到2000年，为满足人口增长和社会经济发展的需要，世界商品能源的总消耗量将达200亿吨标准煤。

这里顺便解释一下什么是标准煤。不同种类的煤，其燃烧时的发热量是不同的。每千克煤的发热量，少的只有8360千焦耳，多的可达33440千焦耳。有关权威部门规定：每千克能发热29260千焦耳的煤，称为标准煤。吨标准煤是能量的单位。我国的能量单位习惯于采用标准煤，而其他许多国家则习惯于采用标准油。1吨标准煤的能量约相当于0.4吨标准油。

能源问题对社会经济发展起着决定性的作用。20世纪

50~70年代，由于中东廉价石油的大量供应，导致整个资本主义世界经济的飞速发展。而1973年中东战争爆发以后，由于中东各国限制石油产量，提高石油价格，带来了资本主义世界长时间的经济危机。争夺能源，成了持续8年之久的两伊冲突及1991年春天震惊世界的海湾战争等一系列国际争端的导火索。

根据国际能源专家的预测，地球上蕴藏的煤炭将在今后200年内开采完毕，石油将在今后三四十年内告罄，天然气也只能再维持60年左右。可见，能源问题必将成为长期困扰人类生存和社会发展的一个主要问题。

国际经济界提供的分析统计数据表明，由于能源短缺而造成的国民经济损失，相当于能源本身价值的20~60倍。1975年，美国由于短缺1.16亿吨标准煤，使得国民生产总值减少了930亿美元；日本由于短缺0.6亿吨标准煤，导致国民生产总值减少了485亿美元。1988年，我国由于缺电而导致国民生产总值减少了2000亿元人民币，这个数目相当于这一年我国国民生产总值的1/6。人们把能源比作社会经济发展的“火车头”，这是很有道理的。

前景诱人的新能源

解决能源问题的根本出路在哪里？说到底只有一句话——必须依靠高新科技。无论是节约能源还是开发新能源，都离不开高新科技。

从20世纪70年代后期起，受到两次石油危机冲击的西

方工业化国家，在注重开发新能源的同时，开始重视节约能源，大力采用高新科技改造传统能源工业。美英等国煤炭工业的劳动生产率近 10 多年来都得到显著提高，煤炭的生产成本大幅度下降。随着微电子技术的发展，涌现出大量的节能型生产机具及其他节能型民用产品，获得了显著的节能效益。几个主要西方工业化国家在 1978~1987 年的 10 年间，人均国民经济生产总值增长了 25%，而人均能源消耗只增加了 1.7%。

80 年代以来，各主要工业化国家竞相发展新能源技术。它们投入了大量的人力、物力、财力致力于新能源的研究开发，并已取得了长足的进展。美国、法国、俄罗斯、日本等国竞相发展核电技术，核电在这些国家的能源构成中所占的比重不断上升。其中法国一马当先，它的核电已占总发电量的 70% 以上。在美国的“战略防御计划”（即“星球大战”）、西欧的“尤里卡计划”、日本的“人类新领域研究计划”以及俄罗斯的“加速发展战略”中，关于新型能源的研究开发都占有极其重要的地位。通过最新一二十年来新能源技术的发展，已经打破了以石油、煤、天然气为主体的传统能源观念，开创了以核能、太阳能等新型能源为主要标志的新能源时代。新能源时代的到来，标志着人类文明的新曙光。

核 能

1954 年，苏联建成了世界上第一座核电站。40 多年来，特别是最近一二十年来，核能技术发展很快。现在全世界有几十个国家在发展核能发电，已经建成和正在兴建的核电站

总数近 500 座，其中包括我国 1991 年底建成的浙江秦山核电站和 1994 年初建成的广东大亚湾核电站。据权威人士透露，我国计划在 20 世纪末到 21 世纪初，再建造 10 座核电站。目前世界核能发电已达电力需求的 20% 左右。专家们预计，到 20 世纪末，全世界核电站的总发电能力将达到 7.2 万~9.5 万千瓦。到那时，核能发电量将占世界总发电量的 30%~35%。

发展核能发电受到世界各国的高度重视，因为它确实具有许多优越性：①它的能量巨大，而且非常集中。根据计算，1 克铀 235 原子核裂变时所释放的能量，相当于 2.5 吨标准煤完全燃烧时所释放的热能，或相当于 1 吨石油完全燃烧时所释放的热能。②运输方便，适应性强。有人把核电站与火电站作了个形象化的比较，一座 20 万千瓦的火电站，一天要烧掉 3000 吨煤，这些燃料需要用 100 个火车皮来运送；而一座发电能力与此相当的核电站，一天只需要消耗 1 千克铀，而 1 千克铀的体积大约只有 3 个火柴盒那么大。③核资源储量丰富，可以说取之不尽用之不竭。尽管现已探明的陆地上的铀资源很有限，但海水中的铀资源极为丰富，每 1000 吨海水中大约含铀 3 克，世界各大洋中铀的总含量可达 40 多亿吨。不过，从海水中提取铀，在技术上还有一些难题有待于进一步研究解决。④核电成本低，一般比火力发电低 20%~50%。

目前世界各国的核电站大多数仍是采用“热中子反应堆”（简称“热堆”）。在这种反应堆中有用的核燃料是铀 235，而铀 235 只占天然铀总量的 0.7%，其余的都是铀 238（还有微量的铀 234）。而铀 238 是核废料，不仅派不上用场，而且还污染环境。“热堆”属于第一代核电站，是核裂变能利用的

初级阶段。

为使目前的核废料变成发电的有用之物，必须加速发展“快中子反应堆”（也称“快中子增殖堆”，简称“快堆”）。“快堆”能够增殖核燃料，就是说它在运行过程中能够不断地产生出新的核燃料（使核燃料“增殖”）。“快堆”对核资源的利用率比“热堆”可高出五六十倍以上。“快堆”是第二代核电站，是核裂变能利用的高级阶段。

第三代核电站将是利用核聚变能量（氢弹就是利用核聚变的能量，它比利用核裂变能量的原子弹的威力要大得多）的“聚变堆”。这种核电站目前尚处于研究试验阶段。

第二代核电站虽然早在 10 多年之前就已建成并投入使用，但目前还远未达到普及的水平。当今世界上最大的“快堆”核电站，是法国的“超级凤凰钠冷快堆”核电站。它于 1986 年 1 月 14 日并网发电，其发电能力为 120 万千瓦。1991 年由英国、法国、意大利、德国、比利时 5 国合作开发的欧洲“快堆”计划已进入示范阶段。美国在“快堆”技术的基础上，研制成技术更为先进的“一体化快速反应堆”。它以金属铀为燃料（其他“快堆”是以铀的氧化物为燃料），采用全新的电化学处理技术，使核反应堆的效率更高，运行更安全。

我国也在积极研究开发“快堆”核电站。在我国的“863 计划”和“核电八五计划”中，都明确提出，要把研究开发“快堆”核电站作为解决 21 世纪我国能源问题的一个重要目标。

只要一提到“核能”，我们就知道它应包括核裂变能和核聚变能这两个方面。核能是能源家族中的后起之秀，大力研究开发核能是当今世界能源发展的总趋势。尽管目前的核电

站（无论是第一代还是第二代核电站）都还只是利用了核裂变的能量，但是为了将来能够获得更大更多的能源，发展受控核聚变是核能发展的必然趋势。

太 阳 能

太阳内部不停地进行着热核反应（氢变为氦），同时释放出巨大的能量。太阳辐射到地球上的能量，只占其辐射总能量的极小部分（约 20 亿分之一），地球每年所接收的太阳能至少有 6×10^{17} 千瓦小时，这相当于 74 万亿吨标准煤的能量。其中被植物吸收的仅占 0.015%，被人们作为燃料和食物的仅占 0.002%。可见利用太阳能的潜力很大，开发利用太阳能大有可为。

开发利用太阳能存在两个关键性问题：一是如何提高太阳能的转换效率；二是降低成本。这两个问题是互相关联的。美国波音公司已研制出高性能的串联型太阳能电池，其光电转换效率在地面上为 35.6%，在太空中为 30.8%。美国推出的新型太阳能接收器，其热能转换率可高达 90%。美国麦迪森公司在莫哈韦沙漠建造的设备先进的太阳能电站，其发电能力达 10 兆千瓦。澳大利亚利用激光技术制成的太阳能电池，在不聚焦时光电转换率达 24.2%，其成本已降低到与一般的柴油发电相当。俄罗斯利用气体分子结合技术研制的光热反应器，能把太阳光转换成高值热能。

目前，太阳能的开发利用正在不断深化，以太阳能为动力的航空航天器、船只、车辆、各种机电设备及家用电器等，正在源源不断地涌现出来。

氢 能

在众多的新能源中，氢能以其重量轻、热值高、无污染、应用面广等优点，被誉为 21 世纪的理想能源。

俄罗斯在 20 世纪 80 年代末成功地将液态氢用于重型飞机的飞行。德国的科学家计划在 20 世纪末让第一架用氢气驱动的“空中客车”飞机飞上蓝天。美国已研制成世界上第一辆以氢气为动力的汽车。特别值得一提的是，美国国家航空和航天局正计划把一种光合细菌——红螺菌带上太空，用它所放出的氢气来作为能源，供航天器使用。这种红螺菌生产成本低，生长繁殖快，在农副产品加工厂的废水废渣中均可以进行培养。

科学家们已研制出利用阳光分解水来制氢的方法。就是在水中加入催化剂，在阳光照射下，产生光化学反应而分解出氢。将来这种方法一旦投入实际使用，那么在汽车、火车、轮船、飞机等交通工具的油箱中也许就无需再装油，只要装满水就行了。

地 热 能

地热作为一种新能源，以其干净、无污染、成本低而日益受到人们的青睐。

地热能在地下的贮存形式有热水型、蒸汽型、干热岩型、地压型、岩浆型等多种形式。现在，人们除了用热水型地热能来发电、洗浴、取暖和灌溉之外，为了更充分地利用分布