

· 高新科技知识普及丛书 ·

中国科普研究所组织编撰

主编 郭正谊 周汝忠 陈浩元 王 洪

各显神通的新能源

崔金泰 编著

北京工业大学出版社

内 容 提 要

能源是发展国民经济和提高人民生活的重要物质基础，也是直接影响经济发展的一个重要的制约因素。因此，能源特别是现代新能源的开发利用，一直受到世界各国的重视，并获得了迅速的发展。

本书着重介绍近年来出现的一些新能源和能源利用新技术，如初露曙光的受控核聚变反应、室温核聚变、燃料电池、海洋能发电、地热能与人造热泉、氢能、人造能源和太阳能的开发利用等。

根据我国能源资源分布的特点和开发利用情况，书中还阐述了低温核供热反应堆、燃煤磁流体发电、沼气的开发利用和风能利用等。

本书内容丰富，资料新颖、翔实，论述由浅入深，通俗易懂，是读者了解现代能源发展和利用情况的一个多姿多彩的“窗口”。

本书可供具有初中以上文化程度的干部、学生、科技人员，以及对这方面感兴趣的广大读者阅读。

各显神通的新能源

崔 奎 编著

*

北京工业大学出版社出版发行

各地新华书店经销

北京燕山印刷厂印刷

*

1993年5月第1版 1993年5月第1次印刷

787×1092毫米32开本 4.625印张 100千字

印数：1~5000册

ISBN7-5639-0222-8/T·24 定价：2.80元

(京)新登字212号

序 言

唯物史观归结人类社会的进步，来源于社会生产技术的不断发展。当生产方式出现某种重大革新时，随之而来的是社会生产力的飞跃。这种不可逆转的趋势导致社会生产关系以至社会生活方式的巨大变革。人们把这种阶段性的发展誉为技术革命。历史上曾出现多次技术革命。每一次这样的革命，都把人类社会推向一个新的历史时期。铁器的出现和广泛使用，导致了奴隶社会的解体和封建社会的产生。蒸汽机的发明和应用出现了机器代替人力的变革，开创了工业化的机器时代，并最终摧毁了封建的生产方式，萌发了资本主义社会。电力的发明和应用，大大增强了生产结构的组合形式，朝着高生产率的方向发展，其资金积累和生产规模的扩大，使资本主义国家的经济再度高涨，形成帝国主义大国。从本世纪40年代开始，电子技术的广泛应用及电子计算机的出现，开始了扩展人脑功能的新时代，加之70年代崭露头角的生物工程，大大增强了人类控制整个生物环境为人类所用的新时期。可以说，这是一次新的更为重大的技术革命，正在把人类置身于知识与物质，能源与环境，人与机器相互为用的综合统一体中。它不但促使许多国家的经济出现腾飞，而且渗透到社会各个领域，对政治、军事、文化、教育、管理方法和生活方式，以至于思想方法都产生了巨大影响，使人类跨进了信息和智能化的新时代。

整个历史的发展表明，人类社会的进步和物质财富的丰富，越来越多地依靠科学技术的发展。时至今日，在生产技术上，经验性的工艺越来越多地被具有科学实验为依据的技

术所代替。新技术的采用出于科学实验和发现、发明是不言而喻的，以至在作为上层建筑的管理方法上，也必须有现代科学工具的辅助做出运筹和决策。邓小平同志提出“科学技术是第一生产力”的英明的马克思主义论点，可以说是具有时代性的。说明在当今新的技术革命方兴未艾的时候，科学技术在现代生产发展中是主导的推动力量。

在这世纪之交行将到来的时候，科学技术的发展，特别是高新技术的发展及其产业化，已成为一个国家，一个社会能否立足于世界民族之林的战略问题。它的作用和地位，不仅仅是形成新兴工业，同样重要的是用于改造传统工业，使之现代化。可以说，谁掌握运用了更多的高新技术，谁就能振兴经济，民富国强。

现代高新技术的运用，不能单纯看做是专家的事。它是一种社会化事业，需要得到全社会的理解和支持，才能顺利而有效地进行。本书的目的，就是使广大社会，特别是非专家从业者，能够获得一定的高新技术科普知识，创造有利的社会环境，从而为高新技术的社会化做出一定的贡献。

再者，高新技术是有时间性的，高新技术经过广泛运用不断转化为常规工业技术（例如彩色电视机，在初始时是高新技术，而现在的一般家用产品则已是常规工业了），随之又有新的高新技术不断崛起。因此，做为高新技术的科普读物，也必须不断充实更新，这也是对本丛书出版的一个希望。

王大中

1993年2月28日

目 录

发展中的现代新能源	(1)
迎接能源的挑战.....	(3)
现代高科技的支柱——新能源技术.....	(4)
新能源的崛起.....	(7)
太阳能的开发与利用	(13)
太阳——人类取用不尽的能源宝库.....	(16)
太阳能热电站.....	(18)
奇妙的太阳能热管.....	(21)
太阳池发电.....	(24)
太阳能气流电站.....	(28)
应用广泛的太阳能电池.....	(30)
冶炼金属的太阳能高温炉.....	(36)
巨型浮体太阳能发电厂.....	(38)
储存太阳能的新技术.....	(41)
未来的太阳能空间电力站.....	(43)
核能利用新技术	(46)
核能与核反应堆.....	(50)
明天的核电站锅炉——“快堆”.....	(57)
可控核聚变反应.....	(60)
低温核供热反应堆.....	(64)
使用核电安全吗?.....	(68)
长寿命的核电池.....	(73)

月球上的核燃料·····	(76)
海底核电站·····	(77)
海上核电站·····	(80)
太空中的核电站·····	(82)
试管中的太阳·····	(85)
海洋能及其利用 ·····	(87)
海洋潮汐发电·····	(88)
海浪发电技术·····	(93)
海水盐差发电·····	(96)
海流能·····	(98)
海水温差能·····	(102)
沼气能的利用 ·····	(105)
一种使用方便的新能源·····	(105)
沼气的制取·····	(107)
沼气的用途日益广泛·····	(111)
沼气在未来农村能源建设中的作用·····	(112)
其它新能源的开发利用 ·····	(114)
地热能·····	(114)
风能·····	(121)
氢能·····	(126)
前途广阔的“人造能源”·····	(130)
燃料电池·····	(132)
一种发电新技术——磁流体发电·····	(136)

发展中的现代新能源

我们通常所说的能源，是指可以提供能量的物质。

大自然赋予人类的能源多种多样，按照各种能源的开发利用情况和它们在人类社会经济生活中的地位，人们把能源分为常规能源和新能源两类。习惯上，将技术上比较成熟、使用比较普遍的能源，称为常规能源，如煤炭、石油、天然气、水能等；而新近才利用的、或正在开发研究的能源，称为新能源，如太阳能、核能、沼气、风能、氢能、地热能、海洋能、电磁能等。新能源和常规能源都是相对而言的。现在的常规能源在过去也曾是新能源，而今天的新能源将来也会成为常规能源。例如，在一些工业发达国家中，目前已将使用较普遍的核能作为常规能源。

能源的划分方法较多。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、海洋能等，叫做一次能源；而把从一次能源直接或间接转化来的能源，如煤气、汽油、电能、蒸汽、沼气、氢能、激光等，叫做二次能源。

按照使用情况不同，还可以将能源分为燃料能源和非燃料能源。燃料能源包括矿物燃料（如煤炭、石油、天然气）、生物燃料（如沼气、木材、有机废物等）、化工燃料（甲醇、丙烷、酒精等）和核燃料（如铀、钍、氘等）；非燃料能源包

括风能、水能、潮汐能、地热能、太阳能、激光等。

表1 能 源 分 类

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 潮 汐 能 地 热 能	激 光
常 规 能 源	燃 料 能 源	煤 炭 油 页岩 原 岩 天 然 气 油 砂 生 物 燃 料	煤 焦 炭 焦 油 汽 油 煤 油 甲 醇 丙 烷 酒 精 火 药 精 药
	非燃料能源	水 能	电 能 热 能 蒸 汽 余 能 水 汽 能

人们还将一次能源分为再生能源和非再生能源。再生能源是指它不会随本身的转化或者人类利用而日益减少的能源，具有天然自我恢复的能力，像水能、风能、地热能、太阳能等，都可以源源不断地从自然界中得到补充；而非再生能源正好相反，它们将越用越少，不能再生，如煤、石油、天然气和核燃料等。

由于目前使用的能源以常规能源为主，而这些常规能源主要是煤、石油、天然气等非再生能源，总有一天要用完，

加上它们燃烧时污染环境和热能利用率不高等原因，世界各国都在加紧研究开发新能源，以满足社会发展对能源日益增长的需要。

迎接能源的挑战

能源是经济发展的“火车头”，也是现代化文明的三大支柱之一。在加快改革开放步伐，尽快把国民经济提高上去，沿着有中国特色的社会主义道路继续前进的今天，能源更有着举足轻重的作用，它不仅是进行现代化建设和提高人民生活的物质基础，而且已成为制约国民经济发展的的重要因素。

人们通常将能源分为常规能源和新能源两大类。常规能源是指生产技术较成熟，已被广泛使用，并在工农业生产和日常生活中起着重要作用的能源，诸如石油、煤炭、天然气、水力能和核裂变能等。目前，世界上所消耗的能源中常规能源占绝大多数，尤其是石油和天然气的消耗量已占全世界能源消耗量的70%左右。在今后相当长的时间内，常规能源仍是世界能源舞台上的主角。而新能源指的是当前尚未被大规模使用，有待进一步研究和开发利用的能源，例如太阳能、海洋能、生物质能、地热能、风能、核聚变能和人造能源等。

随着经济的发展和能源消耗量的大幅度增长，能源的储量、生产和使用之间的矛盾将会日益突出，成为世界各国面临的亟待解决的重大问题之一。现在，能源已向人类发出了挑战。据专家们估计，在世界常规能源中，除煤炭因储量较多尚可维持较长时间外，目前已探明的石油储量将于2020年左右开采完，工业发达国家的天然气也将在2020年被用尽，

发展中国家在2060年将会发生天然气短缺，作为核电站燃料的铀资源，至迟也将于2030年告罄。煤炭资源虽然较丰富，但是直接使用煤炭既不能充分利用它的能量和资源，又会对环境造成严重污染。

面对这种能源紧迫情况，世界各国除了充分利用现有的传统能源外，都在大力研究开发新能源。广泛开发新能源，实现能源多元化，要求一方面探寻新的常规能源如石油、煤炭和天然气等，另一方面应积极开发利用太阳能、地热能、海洋能、生物质能和核聚变能等新能源。不仅如此，人们还采取各种措施节约能源，并寻求煤炭、石油等的替代燃料，以减轻对环境的污染。例如，有些国家已开始试用甲醇、乙醇和氢等作为汽车和飞机的新能源。1989年，美国一架以酒精为燃料的飞机成功地飞越了大西洋；前苏联也在同年将液态氢成功地用于重型飞机上，为替代燃料的使用开创了新的途径。

近10多年来，人们在新能源的开发利用方面已经获得许多可喜的成果，其中包括最近取得重大突破的核聚变反应，以及被称为明天的核电站锅炉——快堆、异军突起的燃料电池、取用不尽的太阳能、前景诱人的风能、储量丰富的地热能、使用方便的生物质能和21世纪的理想能源——氢能等等。这些新能源的开发利用，将为人类社会文明的发展作出应有的贡献。

现代高科技的支柱——新能源技术

随着科学技术的迅速发展，人类社会正在跨入高科技时代。代表这一时代科技发展水平的高科技，将作为强大的生

产力，直接影响着人类的生产和生活方式，并推动社会走向未来的新世纪。

从1983年美国出版的《韦氏第三版国际辞典(补充9 000个词)》将“高科技”作为专用名词而正式定名以来，高科技已日益引起人们的关注，特别是拥有较强经济基础的工业化国家，更对高科技倾注了巨大的智力和财力。高科技是相对于一般科学技术和传统科学技术而言的，是一批新兴的科学技术，具有较大的突破性和创新性。目前，国际上虽然对高科技还没有明确的定义和公认的统一说法，但通常认为它是指基本原理主要建立在最新科学技术成就基础上的技术。它的主要特点表现在：一是创新性。即在广泛利用现有科技成果的基础上，通过研究与发展的投入，不断进行技术创新。二是智力性。由于高科技是知识、技术、资金密集的新兴技术，因而高科技的发展主要依赖人才及其智力，其次才是资金。三是带动性。高科技在相当大程度上是经济发展的驱动力，并能渗透到传统产业中，带动社会各行业的技术进步。四是战略性。高科技是以科学技术来体现国家的经济、政治和军事的战略实力的，因此也是国家力量的重要组成部分。

从高科技的特点可以看到，高科技和高科技产业的发展已经成为经济发展的生产力，政治上的影响力，军事上的战斗力和发展的推动力。

现代高科技的发展序列是，以信息技术为先导，以新材料技术为基础，以新能源技术为支柱，沿微尺度领域向生物技术开拓，沿宏尺度领域向海洋和空间技术扩展。由此可知，新能源技术在现代高科技中占有着重要的地位。

现在世界各工业国对高技术的发展，主要集中在新能源、信息技术、新材料、生物技术、工业自动化和机器

人，以及航天技术等领域中，而且已经取得了许多重大成果。而这些领域的每项成果，又可推动其它领域的发展和进步。作为现代高科技重要组成部分的新能源技术，是维持和发展社会生产和生活的物质动力源泉，与高技术其它领域的发展密切相关。

从本世纪50年代以来，世界上的非再生能源的消耗已达到了惊人的地步。因此，人们对能源危机的感觉不断地加深、扩大。70年代初出现的石油大幅度提价，使一些工业国，尤其是石油进口工业国如日本、美、英等国，受到了很大的冲击，产生了严重的通货膨胀、经济衰退和失业。此后，能源危机的呼声便甚嚣尘上。人们在为石油等传统的化石燃料使用枯竭而担忧。满足世界能源需求三分之一的煤，虽然供应还较充足，但终究也会用完的，而且大量使用煤还会污染环境，毁坏土地，造成灾害。核裂变反应堆电站的发展，曾给人们带来希望。到1992年初，全世界有近30个国家和地区拥有420座核电站，另有近80座正在建设中，总装机容量为3.27亿千瓦，约占世界总发电量的20%。然而，这种核电站出现的反应堆的熔化和泄漏事故使人担心。前苏联切尔诺贝利核电站的事故，已引起了人们的强烈反应和不安。不仅如此，有些国家的核电站也出现了泄漏的事故苗头。另外，直到现在还没有令人满意的处理核废料的办法。

为了推动高科技的发展，解决能源供应所面临的问题，人们投入了很多人力和物力，积极寻求新能源。随着高技术领域中的新材料技术、信息技术、海洋技术和空间技术等的发展，一批新能源如太阳能、核聚变能、氢能、海洋能、风能和生物质能等方面的研究已经取得重大突破，并展示出令人鼓舞的发展前景。例如，超导材料和超导技术的进一步发

展将为核聚变装置提供强大的磁场，并使人们早日掌握渴望已久的核聚变能；利用超导技术还可研制出实用的超大型蓄电池，将会极大地促进太阳能、海洋能、风能等新能源的发展。

可以预料，新能源的应用与发展，不仅推动着社会生产力的发展，而且将使人类从有限的一次性能源的使用，转向多样化的、再生的、取之不尽的干净能源的使用。这样，人们可以不再为能源的枯竭、环境的污染和生态的破坏而担忧。

新能源的崛起

本世纪中叶以来，一大批建立在现代科学基础上的高科技日益崛起，其中包括了引人注目的新能源技术，如核聚变能、太阳能、风能、海洋能、地热能、生物质能等。特别是近年来，为了迎接能源的挑战，在高技术各领域的推动下，人们在新能源技术的开发和应用方面取得了重要成果，有的还获得了突破，使新能源的发展进入了一个新阶段。

(1) 核能研究取得重大进展

世界上几十个国家已建成和正在建设的核电站近500座。核电可满足世界电力需求的20%左右。核能开发已成为世界各国21世纪能源战略的发展重点。

为了节省铀资源，提高核电站的安全性，各国竞相选用快中子增殖反应堆（简称“快堆”）作为第二代核电站的主要堆型。这是因为快堆的燃料可以循环使用，而且发电成本仅为压水堆的20~25%。我国建成的秦山核电站和正在建设的大亚湾核电站，都属于对铀资源利用率较低的压水堆型。因

此，我国也在研究开发先进的快堆技术，以便充分利用我们的核燃料，提高核电站的安全性与经济性，为下一世纪核能进一步发展打下基础。

英国、法国、意大利、德国和比利时合作开发的欧洲快堆计划，已进入建造快堆的示范阶段。这座电站的发电能力为120万千瓦，它是世界上第一座商用规模的大型快堆核电站。美国在快中子增殖反应堆技术的基础上，研制成“一体化快速反应堆”。这是一种革新核电技术的新措施。它的独特之处在于，以金属为燃料，采用全新的电化学再处理技术，使反应堆高效、安全地运行。

另外，各国还在积极研究一种设计简化而又更安全的反应堆，被称为新一代“自然”核反应堆。它的特点是，在更大程度上依靠重力、对流等自然现象，避免反应堆温度过高和向周围释出放射线。

更令人鼓舞的是，人们渴望实现的受控核聚变已显露出希望的曙光。1991年11月，由欧洲14个国家组成的欧洲联合核聚变实验室成功地进行了受控核聚变试验，在持续2秒的脉冲反应中获得了相当于1.5兆瓦至2兆瓦电力的能量，为人类实现彻底解决能源问题的理想向现实迈出了可喜的一步。

(2) 太阳能开发不断深化

在人类通过受控核聚变以1升海水代替300升汽油的理想变为现实之前，太阳能可说是最洁净最具有吸引力的替代能源。广泛使用太阳能的关键，在于提高太阳能的转换效率和降低成本。美国波音公司已研制出高性能的串联型太阳能电池，其在地面的光电转换效率高达35.6%，在太空中光电转换率为30.8%。澳大利亚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%，而且其成本降低到与柴油

发电相当。原苏联利用气体分子结合技术研制成光热反应器，能把太阳光转换成高值热能。美国推出新型太阳能接收器，其热能转换率达90%。美国麦迪森公司宣布在莫哈韦沙漠建造世界上设备最先进的太阳能电站，其发电能力达10兆千瓦。整个工程预计1994年完成。以太阳能为动力的航空航天器、船只和车辆，以及其它各种设备和家用器具，不断涌现出来，使太阳能的利用日益广泛深入。

(3) 氢能的利用获得重要成果

氢能在这众多的新能源中，以其重量轻、热值高、无污染和应用面广等优点，被人们称为21世纪的理想能源。美国已研制成功世界第一台以氢能为动力的汽车，可将氢能的60~80%转换成驱动能，其能量转换率比普通内燃机高1倍以上。原苏联在1989年成功地将液态氢用于重型飞机的飞行。

美国宇航部门，正准备把一种光合细菌——红螺菌带上太空，用它放出的氢气作为能源供航天器使用。红螺菌的生长与繁殖很快，而且生产成本低，既可在农副产品的废水废渣中培养，也可在乳品加工厂的垃圾中培养。

目前，科学家已研究出用阳光分解水制氢的方法。如果在水中放入催化剂，在阳光照射下，催化剂就能激发光化学反应，把水分解成氢。例如，钙和联吡啶形成的络合物就是一种能分解水的催化剂。这种催化剂所吸收的阳光，正好近似于水分解成氢和氧所需能量的光。据科学家们预计，更有效的催化剂一旦研制成功，就可用它大量制氢。到那时，人们只要汽车、飞机等油箱中装满水，再加入催化剂，在阳光照射下，水便源源不断地分解出氢，成为发动机的能源。

(4) 地热能的应用进一步扩展

地热作为一种新能源，以其干净、无污染、成本低等日

益受到人们的重视。

地热能在地下并不都是以热水状态贮存起来，还有蒸气型、干热岩型、地压型和岩浆型等多种形式。现在，人们除了用热水型地热能发电、洗浴、取暖和灌溉等外，还在积极开凿人造热泉，以便充分利用在世界上分布很广的干热岩型地热能。美国在开发地热能方面一直处于领先地位。它于70年代建成了世界上第一眼人造热泉，每小时可回收 $149\sim 156^{\circ}\text{C}$ 的热水20吨。美国洛斯阿拉莫斯国立实验室开凿了两眼深达4 389.12米的地热井，先将水送入地下，12小时后再抽上来时，水温高达 375°C 。美国还在建造发电能力为5万千瓦的人造热泉热电厂。法国已开凿了6眼人造热泉，其中1眼井深6 000米，每小时可获得 200°C 的热水100吨。

(5) 海洋能开发前景诱人

辽阔的海洋蕴藏着极为丰富的可再生能源。那永不停息的波浪、潮汐、海流、海水温差能和海水压力能等，都能向人们贡献出巨大的能量。

据计算，全世界海洋潮汐能的总储量为30亿千瓦，海流的动能储量至少有50亿千瓦，而海浪能的蕴藏量最丰富，约有700亿千瓦。目前，世界上最大的潮汐电站是法国的朗斯潮汐电站。它的海堤大坝约长750米，共装有24台水轮发电机组，总装机容量为24万千瓦。英国在1991年建成一座海浪发电站，装有一台韦尔斯气动涡轮机，是目前世界上最先进的海浪发电设备。

(6) 燃料电池异军突起

早在150多年前，一些科学家就提出了用燃料电池作为电源的设想。然而，直到本世纪80年代，燃料电池的研制才取得重要进展，使它成为新能源家族中的一位后起之秀。

燃料电池是一种利用氢和氧进行电化学反应的直接发电方式，其发电效率高达40~60%。这种发电方式不仅节约能源，不产生污染，而且不需要用水冷却，可利用的资源也很丰富。第一代磷酸型燃料电池，在美国和日本已进入实用阶段。日本已建成世界最大的燃料电池发电设施，并试发电成功。这种燃料电池的输出功率为11 000千瓦；第二代燃料电池是熔融碳酸盐燃料电池，已进入工业试验阶段。日本已在30千瓦级水平上获得了成功；第三代燃料电池，即固体电解质型燃料电池，美国已研制成了千瓦级这种固体燃料电池，正在试制25千瓦级燃料电池，并准备用5年时间完成陶瓷级固体电解质燃料电池的商业化生产。美国已成为世界上发展燃料电池最快的国家，目前至少有28台燃料电池在发电，总装机容量已超过13兆瓦。

燃料电池不仅可用于发电，而且还将大量用于交通工具的动力装置。美国已研制成功固体氧化物燃料电池。这种燃料电池的体积小，功率大。一台重约73千克的燃料电池，可代替重363千克的73.5千瓦（100马力）柴油机。燃料电池的输出功率比内燃机高4倍。

燃料电池的研制与开发将是大有可为的。

(7) 风能的开发利用有了新进展

风能是一种自然能源。据估计，太阳辐射到地球上的热量约有2%被转换为风能，约相当于10 800亿吨煤的蕴藏量。这一数值约为目前全世界一年消耗能量的100倍。由此可知，风能在新能源中占有重要的地位。在风力发电方面，丹麦一直居世界领先地位。到2005年，丹麦的风力发电量将达1200兆瓦，约占全国所需电力的10%。美国研制成的一种新式可变速风力涡轮机，其输出功率达300千瓦。