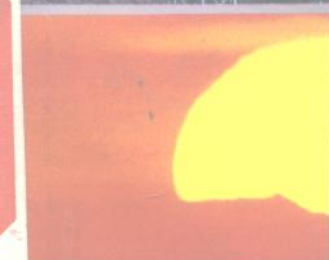
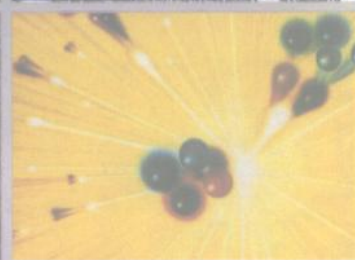
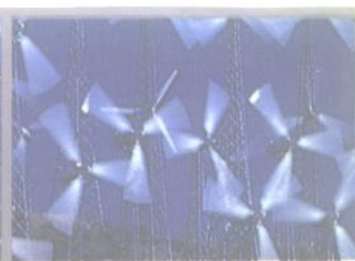
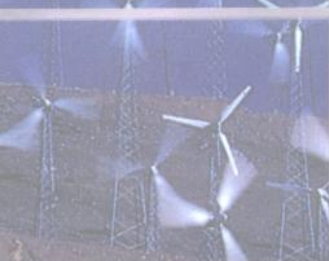




现代高技术丛书

新能源

中国科学技术协会主编
上海科学技术出版社



92
144.4

中国科学技术协会主编



现代高技术丛书

胡成春 编著

新能源

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是现代高技术丛书中的一册专门介绍当代新能源开发和利用的高科技普及读本。内容包括太阳能、生物质能、风能、地热能、海洋能、氢能等6个大类,作者用简明的语言和图表把现代新能源利用中的高新理论和技术深入浅出地展示给广大的读者,使读者较全面地了解当前国际国内在新能源的研究、开发和利用等方面的成果以及美好前景。

本书适合于开发、研究新能源以及对新能源有广泛兴趣的读者朋友。

现代高技术丛书

新 能 源

中国科学技术协会主编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所经销 上海市印刷三厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 5.625 插页 4 字数 149,000

1994年12月第1版 1994年12月第1次印刷

印数 1—3,000

ISBN 7-5323-3450-3/TK·13

定价: 9.10元

(沪)新登字108号

现代高技术丛书编审委员会

主 任： 朱光亚

副主任： 高 潮 闵桂荣

编 委(以姓氏笔画为序):

王守觉	王希季	王国文	邓寿鹏	刘化樵
刘成彦	刘胜俊	江东亮	孙延军	孙毓彦
朱光亚	闵桂荣	李 士	杨沛霆	何国祥
张 晶	陈伯镛	陈树楷	陈章良	武明珠
赵文彦	胡成春	胡 英	钟义信	高 潮
郭景坤	顾孝诚	戴绪愚		

序 言

1992年10月召开的党的十四大，以邓小平同志建设有中国特色社会主义的理论为指导，确立了建立社会主义市场经济体制的目标。会议指出社会主义的根本任务是发展生产力，现阶段必须以经济建设为中心，加快改革开放和现代化建设步伐，才能推动社会全面进步。科学技术是第一生产力，经济建设必须依靠科技进步和劳动者素质的提高。现代科技突飞猛进，社会主义市场经济不断发展，我们不懂得、不熟悉的东西很多。因此全党同志不仅要抓紧学习政治、经济和先进经营管理，还要学习现代科学文化。

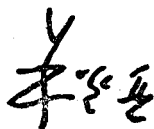
由中国科学技术协会组织编辑、上海科学技术出版社负责出版的《现代高技术丛书》，就是在1992年初小平同志视察南方发表重要谈话，举国上下学习讲话精神、加快改革开放和建设步伐的情况下开始筹划的。经过一年多的努力，现在开始与读者见面了。这套丛书是以高技术的若干领域为主要内容，请国内在这些领域中卓有成就的专家学者撰写汇编而成的，面向广大干部和非专业领域的科技工作者，是一套深入浅出的高级科普读物，重点是为各级领导干部学习高技术知识服务。

什么是高技术呢？需要指出的是，早在60年代这一名词就已在外国出现，但直到现在，对它的含义和范围，大家的认识仍有差异。一般认为，高技术是指以最新的科学发现创造为基础、具有重要应用价值的技术群。正是由于近半个世纪来科学技术日新月异的发展，高技术的内涵和范围也在不断发展和深化。50年代我国制定的《1956—1967年科学技术发展远景规划纲要》，被列在12项重点任务前列的原子能技术、喷气与火箭技术、半导体技术、电子计算机技术和自动控制技术这5项技术群，就属于这种范畴，当时在我国称之为尖端技术。80年代我国开始引入高技术这一名词，到1986年初制定《高技术研究发展计划纲要》，被评选列入的7个技

术群是生物技术、航天技术、信息技术、激光技术、自动化技术、新能源技术和新材料技术。这一事例不仅说明我们应动态地理解高技术这一概念，而且要认识到，高技术代表着科学技术发展的前沿，代表科学技术在社会进步和经济发展中的巨大力量，对增强一个国家的综合国力起着重要作用。

既然高技术是以最新的科学发现与创造为基础的，需要指出的另一点是，发展高技术、尤其是要实现其产业化，还应十分注意其必须具备的条件，包括掌握有关科学技术知识的人才、研究开发工作所必需的先进仪器装备与大量资金的投入、具有良好素质的工人队伍、大批生产必须具有的经济规模、工艺装备的不断更新需求以及相关高技术的配套发展等等。因此，既要积极进取，又要有敏锐的市场意识，把握机遇，善于经营。

前不久，江泽民总书记在会见全国科技工作会议代表时指出，要进一步确立和贯彻邓小平同志关于科学技术是第一生产力的伟大战略思想，加速科技进步，为90年代乃至下个世纪经济、社会发展提供强大动力。并再一次强调，要在干部特别是领导干部中普及现代科学技术知识。《现代高技术丛书》的及时出版，让更多的人能从中了解高技术的内涵、现状和发展趋势，将是十分有益的。展望世纪之交科学技术的发展，当然还应包括自然科学、技术科学的基础性研究以及全球生态环境变化与影响等方面的深入浅出评述和预测。更全面地介绍与普及现代科学技术知识，为增强全社会的科技意识，各级领导加强对科技工作的领导，把科学技术切实放在优先发展的战略地位，还需要科技界同志们继续努力。



1993年6月3日

前 言

能源是支撑现代人类社会生存和发展的柱石。17世纪工业革命以来，人们开始在地下大规模开采煤炭和石油，那是数千万年（第三纪）以至五亿年前（古生代和晚元古代）地球上生物的遗产。现在，人们把煤炭和石油作为主要能源。但是这种资源是有限的，在今天的开采和耗费的速度下，石油储藏要在百年内用尽。煤炭资源也不可能永续，发达国家已几将耗尽。中国的煤藏量在万亿吨以上，还有相当潜力。但是，烧煤带来很多问题：运输、排放大量有害气体，包括 CO 、 CO_2 、 SO_2 、 NO_x 和其它，对人类生存环境构成一定的危害。中国人民很幸运，煤炭探明储量已近万亿吨，远景储量还要多，够我们和后代烧几百年。

从长远看，人类还要在这个地球上长期继续生存和发展下去。化石能源不可能永续利用。只有“可再生能源”才实际上是无限的。近代物理学和天文学证明，由天体物理运动发出的能量为基础的可再生能源，太阳能、风能、潮汐、水力、生物质能、地热、化学能、核聚变能等实际上是无限的，能和日月同辉，与宇宙共存。

科学已经预言，几百年后，人类文明的支柱将毫无疑问地要从化石能源转向可再生能源。所以，关于再生能源的研究、开发利用是人类科学技术永恒的主题。中国也绝不例外。

本书作者胡成春同志，长期从事新能源研究和发展工作，参与了中国各项新能源发展计划，主持了多项国际合作事宜。他为可再生能源的研究和开发工作贡献了宝贵的年华和智慧。这种“先天下之忧而忧”的精神，是一位真正科学工作者的奋发精神的写照。

时间无情，作者已近花甲。他集毕生所学所悟，热情洋溢地编写这本专著，以启示和引导后人。其志应颂，其果可贺。

和整个科学事业一样，能源科技的进步也将永无止境。只有一代接一代地努力奋斗，才能保证中华振兴和发达至久远。此书必能为今后的探索者提供有益的参考，促进我国新能源的开发。我祝贺成春同志的成就，并愿与读者共勉。

宋健

1992年9月14日

目 录

第一章 太阳能	1
一、太阳能资源和发展简史	1
二、太阳能的热利用	5
三、太阳能光电转换	26
第二章 生物质能	45
一、微生物创造的能源工厂	45
二、生物质液化	56
三、生物质气化	60
四、高效固体燃料	64
五、能源植物与生物工程	66
第三章 风能	71
一、风能资源	72
二、风能转换系统及其工作原理	77
三、风力提水	83
四、风力发电	84
五、风能采暖	97
六、风帆助航	100
第四章 地热能	103
一、地热能的资源	103
二、地热能的开采	115
三、地热能的直接利用	118
四、地热发电	124
五、干热岩地热开发	129

第五章 海洋能	131
一、海洋能的资源.....	131
二、潮汐发电.....	133
三、波浪发电.....	141
四、海洋热能转换.....	149
五、远古积存的海洋能.....	153
第六章 氢能	155
一、各种制氢方法.....	156
二、氢的贮存.....	158
三、贮氢材料的研究.....	159
四、氢能利用的广阔前景.....	162
结束语	166
编后	169

第一章 太 阳 能

一、太阳能资源和发展简史

1. 巨大的资源——几万倍于世界现有能源

太阳是一颗炽热的恒星，地球上万物生长和变化，都有赖于它的光和热。根据近代宇宙科学的发展，了解到太阳的能量是氢核子的聚变热核反应。这种来自宇宙的能量极其巨大和持久。生活在地球上的人类和一切生物，都享受到太阳的恩惠。从远古以来，人们都尊崇太阳神，总想知道太阳的神秘。究竟太阳有多大？它离我们有多远？它的能量如何？

按照德国天文学家威尔曼的测算，太阳的直径为 1392530 公里，这大概是迄今最精确的数值。由此推算，太阳的体积约为 141 亿亿立方公里，这相当于地球体积的 130 万倍。按太阳的质量推算，太阳的质量约为 2000 亿亿亿吨，如果地球的质量为 60 万亿亿吨，则无疑太阳要比地球大 33 万多倍。正因为太阳具有巨大的质量，所以在太阳系已知的九大行星都被它吸引着绕自己旋转。

太阳与地球的距离约 15000 万公里。太阳中心的温度估计可达 1500 万 K，表面温度约为 6000K。每分钟太阳输出的能量约为 234.46×10^{26} 焦。当然，太阳辐射能是向宇宙四方八面发射的，而能达到地球大气高层的能量非常少，大约是其总辐射量的 20 多亿分之一，其中还有大部分能量被大气层反射与吸收掉，有的能量变成了风、雨、霜、雪等，真正辐射到地球陆地上的能量大约为 17 万亿千瓦。即使这样七折八扣，这个能量数字仍是十分惊人。也就是说地球每年从太阳获得的能量相当于目前世界每年能源供应总量的几万倍。所以说太阳能资源是极其巨大的。

地球上蕴藏的煤炭、石油和天然气等化石能源资源，从其形成

过程而言，也是亿万年前太阳能转换的积蓄。人们现在开发利用的水能和风能，以及广泛的生物质能，同样是太阳辐射能的转换，这些都是广义的太阳能。

目前，人们研究的太阳能是较狭义的，是仅指太阳的光和热的直接转换。为了说明这部分的太阳能资源，首先要了解太阳能辐射。通常它包括太阳的直接辐射和天空散射辐射。二者之和称为总辐射。太阳的总辐射值可以用辐射仪测出，它是太阳能资源的依据。

另外，太阳常数也与资源有关。简单地说，太阳常数是指平均日地距离时，在地球大气层上界垂直于太阳光线的表面上，每单位面积和单位时间内的太阳辐射能的数值，通常是以焦/米²·分或瓦/米²来表示。这一常数受到测量技术条件的限制会有一些的差异。根据近年国际航空航天实测结果，太阳常数 I_0 为 1353 瓦/米²或 48714 焦/米²·小时。图 1-1 为日地关系与太阳常数*。

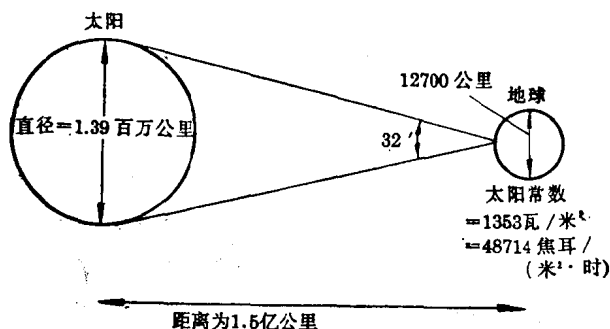


图 1-1 日地关系与太阳常数

为了简便起见，按照太阳常数的值，可以把太阳辐射到地面的能量大致估算为 1000 瓦/米²。

中国地域辽阔，据气象部门的实测资料，全国大约有三分之二

* 太阳常数按测定时间不同，曾有过 1384 瓦/米²，1367 瓦/米²等，此处按 1971 年 Thekaekara 和 Drummoud 的测量结果，最近世界辐射计量标准又定为 1370 瓦/米²，引自龚德等著《太阳能工程——原理和应用》，学术期刊出版社，1988。

以上的地区太阳能资源比较丰富,尤其是西藏和西北地区,太阳能辐射强度大,日照时间比较长,特别适合太阳能利用的发展。表1-1 为中国太阳能资源的分布。

表 1-1 中国太阳能资源的分布^{*}

地 区	级 别	年总辐射量千 瓦·时/米 ² ·年	年日照时数及百分数
内蒙、塔里木、青藏高原	丰富区	>1740	>3300, 70%
新疆北部	较丰富区	1510~1740	2800~3000, 65%
东北西部、内蒙东部、华北、 陕北、宁夏、甘肃部分	较丰富区	1510~1740	2600~3000, 63%
东北、内蒙呼盟	可利用区	1280~1510	2600左右, 60%
黄河、长江中下游及东南 沿海、云、藏、川的一部分	可利用区	1200~1500	2000~2500, 55%
川、贵、桂、湘、赣部分地区	贫乏区	930~1280	<1800, 40%

2. 传奇的发展史和光辉的前景

据古籍记载,中国是世界上利用太阳能最早的国家之一。远在三千年前,我们的祖先就发明了“阳燧取火”。这是人类历史上最早的一种太阳能聚光器,在世界科学发明史上占有重要的地位。它比外国相传的希腊著名科学家阿基米德利用太阳能聚焦烧毁敌舰的故事大约要早九百多年。现在北京中国历史博物馆还收藏着春秋、汉、唐、宋等诸代的出土阳燧,有的至今光亮照人,尚能聚光。天津艺术博物馆珍藏的汉代阳燧,背面清晰地镌有铭文“五月五,丙午,火燧可取天火”和“长乐未央”宫的篆体文字。图1-2为中国古书中阳燧的记载。

有关阳燧的记载,在《墨经》和《博物志》均有论述。西汉淮南王刘安撰写的《淮南子·天文训》及北宋沈括的《梦溪笔谈》中也有

^{*} 参照朱瑞兆等著《中国太阳能·风能资源及其利用》,气象出版社,1983。

珍貴宋版印

傳曰○先夜中星反隅如

同燭氏掌以夫遂取明火於日以鑒取明水於月以共祭祀之明盥明燭共明水。

夫以水爲玄酒○夫方得反司農音得盛音黃注作
火以爲玄酒○夫方得反司農音得盛音黃注作

凡邦之大事共墳燭庭燎

故嘗墳焉黃鄭司夔云黃獨麻獨也玄謂墳大也
樹於門外曰大燭於門內曰庭燎皆所以照衆焉
明○黃扶于反

中春以木鐸修火禁于國中

火爲之季處春及將備出風火燥也○中火音禁謂仲用

軍旅修火禁。邦若屋誅。則爲明竊焉。

[illegible]

图 1-2 《周礼·司寇刑官之职》一书中有关阳燧的记载

详细描述阳隧的使用方法。

在国外,这种从太阳聚光取火的方法被誉为圣火。流传至今,奥林匹克运动会的火炬就是用这种圣火点燃的,以表示庄严。

1615年法国的考克斯(S. de Caux)曾发明太阳能水泵,首先把太阳能转换成机械能。1901年美国的伊尼斯(A. Eneas)制造了太阳能发动机。1954年美国的贝尔研究所试制成功硅太阳能电池,开创了光电转换的实例。但是在现代的高新技术发展中,除了太阳能电池和太阳能热水器已进入到商业性开发外,其它太阳能利用仍处于工业化生产的前夕,它已经孕育着巨大潜力。本世纪70年代初,国际上出现第一次石油危机时,太阳能研究提到了议事日程,美国建立了太阳能研究所,从开始每年300万美元的投入,逐步增加到7亿多美元。1974年日本推出了“阳光计划”。一个以高新技术为基础的太阳能研究高潮到来了。1981年联合国召开了新能源和可再生能源会议,1990年组成了“太阳能发展与环境专家小组”,使太阳能的发展与环境条件的改善紧密地联系在一起。因此,它预示着这一学科光辉的发展前景。

1992年俄罗斯发布一项科学试验新消息,即利用“进步”号宇宙飞船将巨大的太阳光反射镜放入地球轨道上,使俄罗斯某些地区的黑夜变成白天。这项措施不仅适用于地球高纬度区因季节原因日短夜长的改变,也可用来照亮地震或洪水等自然灾害地区,使救援工作顺利进行。

“进步”号飞船携带的这种太阳光反射镜,直径为22米。俄罗斯空间科学家准备把大约100面太阳光反射镜发射到离地面1550公里到5500公里的轨道上,使其排列成绕地球的环状带。反光镜用的材料为镀铝涤纶薄膜,重量较轻,而反光性好,同时这种反光镜也能为宇宙飞船的太阳能电池板增强光电转换效率。

二、太阳能的热利用

太阳能的热利用是将太阳的辐射能转换为热能而加以利用。

实现这个目的的器件叫“集热器”。由于用途不同，集热器及其匹配的系统类型非常繁多，名称也各不相同。例如，用于炊事的叫“太阳灶”；用于产生热水的叫“太阳能热水器”；用于烘干物品的叫“太阳能干燥器”。此外还有“太阳能熔炼炉”、“太阳能海水淡化器”、“太阳热发电”、“太阳房”、“太阳能制冰机”等等。这些器件都采用了当代新技术和新材料，所以可以叫新技术产业，而且日益进入人们的日常生活，成为节约常规能源的新产品。

1. 太阳灶和高温太阳炉

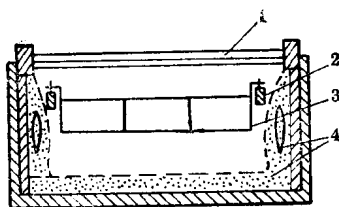
(1) 太阳灶

太阳灶是最普通的一种太阳能热利用器。它直接把太阳的辐射能转变为热能，供人们炊事用，以代替普通民用炉灶，节约燃料，清洁无烟。这种太阳能器件，结构简单，造价不高，特别适合农村地区使用。目前，中国约有十余万台各式太阳灶在农村中使用。

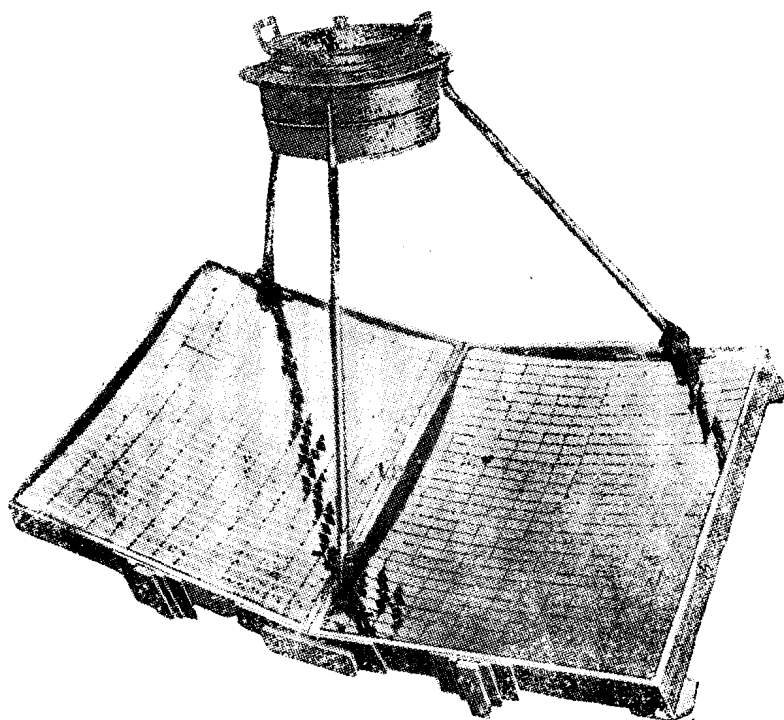
太阳灶的种类很多，但大体上可分为两种类型。即闷晒式和聚光式。前者关键是保温材料，后者集中反映在反光材料上。

闷晒式太阳灶

这种太阳灶又叫箱式太阳灶，因为它主要是箱体结构，镶有玻璃盖板，置于阳光下闷晒，箱内温度即可升高。其原理是：太阳辐射的可见光波长较短，容易透过玻璃而进入箱体。当阳光落在箱底黑色的吸收层时，即转变为一种热的红外波，其波长较长，不易透过玻璃。加之箱体由保温材料做成，箱内的温度不易外泄。经过一段时间的积累，箱内温度可逐渐升高，一般可达 150°C 左右，足够煮熟食品。这种热箱的原理也叫“温室效应”。现在人们常谈论环境问题时，往往提到“温室效应”，那是由于大量使用化石燃料，产生的二氧化碳在地球的上空形成一层类似玻璃的透光气层，当太阳射到地面变成的热就被它阻挡不易散失，因此地面气候变暖。人们生活在这种闷热的气氛中，当然不舒服，甚至会使得高山冰雪加速融化，引起海水上涨，陆地缩小。这种环境的变化，势必威胁人类。所以，就大环境而言，温室效应是一件坏事。然而在小的



(a)



(b)

图 1-3 各种太阳灶

a、箱形闷晒式太阳灶 b、偏轴聚光式太阳灶

1—玻璃箱盖；2—支架挂条；3—支架；4—保温层