

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

跨世纪知识城——

# 能源工程

 **eBOOK**  
网络资源 免费下载

跨世纪知识城  
能源工程

## 捕捉新能源

### 最干净的能源——氢

虽然现在有了那么多燃料，但是真正在燃烧时完全没有污染的燃料只有一种，那就是氢。正如我们所知道的，煤炭石油等燃料都不是单质，它们燃烧时总会产生许多污染物，这些污染物无论用多么先进的技术处理，也不可能完全消除得干干净净。然而，氢的燃烧生成物只是水，没有其他物质生成，对环境没有任何污染。而且氢的热值高，每克液氢燃烧可产生 120 千焦耳的热量，是 1 克汽油燃烧放出的热量的 2.8 倍，其使用安全性也和汽油差不多。氢的储运性能好，使用也方便。其他各类能源都可以转化成以氢的方式进行储存、运输或直接燃烧使用。氢可以说是未来最理想的燃料。

氢是这样发现的。18 世纪，瑞典一位名叫卡尔·舍勒的年轻药剂师，对化学很有兴趣，一天到晚孜孜不倦地实验。有一次，他把铁屑放进瓶子里，再倒进稀硫酸，结果瓶里冒出了气泡。他赶紧把插有玻璃导管的木塞往瓶口一塞，让气泡沿着管子往外走。然后，他为了看个仔细，把一支点燃的蜡烛靠近管口，不料，逃出的气泡居然着了火，舔出细长的浅蓝色火舌。

最初，他只知道这种气体可以燃烧，并不知道它是什么，因此，他把这种气体叫做可燃空气。后来，人们发现可燃空气是所有气体中最轻的一种。我国最初把它叫做轻气，后来，统一命名后才叫它为氢气。

当欧洲发现氧气以后，英国科学家亨利·卡文迪许又做了一个实验。他把氧气与氢气放在容器里混合，然后，一通电，电光一闪，两种气体在容器里爆炸开了，水珠儿接着一滴滴落了下来。一个重大发现产生了：通过放电可以使氢气和氧气结合成水，水是由氢、氧组成的。

氢的特点是重量轻、可以燃烧，而且能量大得吓人。1977 年 11 月 19 日，印度安得拉邦马德里斯海港外狂风怒吼，巨浪翻天，海面突然燃起大火，光耀几万米，唬得人们瞠目结舌。后来才知道，那是由于强烈的飓风掠过海面，摩擦海水，引起高热，使海水分解出氢和氧，同时，飓风中的电荷使氢发生爆炸、燃烧，才引起一片火海。因此，氢是代替石油和煤炭的一种新能源，是十分理想的新燃料。

氢作为能源，有其他能源无法比拟的优越性。氢燃烧产生的热量大约是等量的汽油或天然气燃烧产生的热量的 3 倍。氢燃烧后的产物是水，不污染环境，而且，还能循环使用。为此，氢被人们誉为天字第一号的干净燃料。近几年来，液态氢已被广泛地用作人造卫星和宇宙飞船的能源。科学家们预言，氢将是 21 世纪乃至更远时代的燃料。

1990 年 5 月，在德国汉诺威工业展览会上展出了一辆氢气轿车。这种轿车的油箱里容纳的氢气不太多，只能近距离行驶，长途行驶必须不断充氢气。专家们估计，这种轿车到 21 世纪，就可以正式启用，进入国际市场。

氢活泼可爱，惹人们喜欢，但要制取氢，并不是容易的事情。

科学家已经证明，水是由氢和氧组成。如果能从水中制取氢，氢将是一种价格便宜的能源。

如何用水制造氢呢？最简单的办法是电解水，利用电能分解水，取得氢。用这种方法制氢，可以得到纯度 99.99% 的氢。电解水制氢的缺点是耗电量很高。生产 1000 克的氢，需要用 60 度左右的电，所以，并不合算，不能大量使用。

也可利用太阳光直接加热分解水制取氢。这种方法是让水先“吃”些催化剂，水吃了催化剂，就听话多了，只要有阳光就能使水分解产生氢。从 1978 年以来，人们使用的催化剂已多到几百种。尽管如此，这种制氢方法还处在试验阶段，需要进一步改进和完善。

太阳能电池有一种特性，一接触到太阳光，就会产生电。因此，人们利用太阳能电池直接分解水产生氢气，制氢率达到 12%。这是一种很有前途的制氢方法。

300 多年前，有人把一根柳条插入一只装满泥土的木桶里。他除了浇水，什么肥料也不加。5 年以后，柳条长大成树。人们奇怪，柳树靠什么长大？现在知道了，柳树和所有绿色植物的叶片中，有许多专门制造养料的叶绿体。叶绿体靠内部的叶绿素和各种催化剂，在阳光照射下，吸收空气中的二氧化碳和土壤中的水分，制造满足自己生长的养料，同时还放出氧气，这是叶片的光合作用。

1942 年，科学家观察一些藻类的生长，发现减少二氧化碳的供应，绿藻在光合作用下停止放氧，转而生氢。现在已经找到 16 种绿藻有生氢的能力。这样，一种最有发展前途的制氢方法——生化制氢产生了。科学家已制成了用叶绿体制氢的装置，用 1 克叶绿素在 1 小时内可生产 1 升的氢气。

贮藏氢，通常用钢筒。但是，氢的脾气暴躁，稍不小心，在氢中混入空气，溅入火花，它会像一颗炸弹那样发生爆炸，所以，钢筒贮氢既装不多，又不太安全。运输氢气，现在常用管道运送，费用省、运得远。不用氢气时，关闭出口，氢气停止前进，原地贮藏。

科学家发现有些金属，如钛、镁等，能像海绵吸水一样将氢吸入储存起来，这种金属被称为储氢金属。用储氢金属储氢，不仅安全，而且还能根据需要随时将氢释放出来，大大方便了氢的储存和运送。

氢的燃烧和使用有多种方法。直接燃烧是不理想的，因为直接燃烧会促使空气中的氮和氧化合成氮氧化物污染环境，而且容易发生回火现象，引起事故。现已设计制成了催化燃烧炉，用金属氧化物使氢得到催化燃烧，这样安全、没有污染、热效率高（比直接燃氢，利用率提高 20%），这样的催化燃烧炉可用作炊具和室内取暖。

以氢为燃料的动力装置如喷气发动机、涡轮发动机、燃气轮机等，目前仍处于研究试验阶段。它们运行起来噪音小、无污染、热效率高。

## 原子能

1942 年 12 月 2 日下午 3 点 25 分，在美国芝加哥大学斯特哥菲尔德体育场西看台下面的网球场里，由著名物理学家费米博士领导的科研小组，破天荒地实现了受控的原子核链式裂变反应。从此，地球人类进入了核能新时代。链式反应研究项目的提出者和协调人康普顿终于沉默不下去了，跑到电话机旁，小心翼翼地打了一个电话到华盛顿。

当时正是第二次世界大战期间，反法西斯战争已进入艰苦卓绝的阶段。以研制核弹（当时称原子弹）为直接目标的曼哈顿工程，就是爱因斯坦等著名科学家为了防止纳粹德国首先掌握核武器，而向美国总统罗斯福建议后，经政府批准实施的。

原子弹就是原子能的一种应用。原子能具有无与伦比的巨大能量，是一种高效能源。

原子弹的爆炸成功，标志着人们彻底打开了原子能这座壁垒森严的能源宝库大门，从此，原子能便在能源舞台上充分施展出它的才华。

实际上，原子能的开发，应该是自 1896 年居里夫妇从沥青中提炼出放射性元素镭之后，就开始踏上征途的。

由费米博士领导建立起来的这世界上第一座原子反应装置，是用大量的装着铀的空心石墨块“堆”起来的，因此人们便把它定名为“原子反应堆”，后来多称“核反应堆”。这个建在芝加哥大学斯特哥菲尔德体育场看台下的反应堆取得成功，证明了制造原子弹与和平利用原子能已不再是幻想，而是指日可待了。所以，人们通常把 1942 年 12 月 2 日作为人类步入了原子能时代的起始点。从此，原子核裂变能的利用以惊人的速度发展起来。

两年半以后，即 1945 年 7 月，原子弹研制成功。

1954 年，前苏联建成世界上第一座原子能发电站，发电能力为 5000 千瓦。同年，美国建造的第一艘核潜艇“鳐鱼”号下水。

1956 年，世界上第二座原子能发电站在英国运行，发电量为 9.2 万千瓦。

1958 年，美国建成的第一座真正工业规模的核电站，在宾夕法尼亚的西平波待开始运行。

秦山核电站是我国第一座自行设计和建造的核电站，它坐落在濒临杭州湾的秦山，距上海 130 千米。厂区一面临海，三面环山，并以人工围了 8 米高、1700 米长的保护坝。广东深圳大亚湾核电站是我国又一座核电站，安装两台 90 万千瓦的核电机组。1993 年 8 月，一台机组并网发电，预计全部建成后，年发电量可达 100 亿度。在 2000 年以前，我国还准备在东北、华东等地区建造几座中型核电站。

在能源家族中，继化石燃料——煤、石油、天然气之后，核燃料是人类利用的最重要的能源，也是最有开发前途的能源。原子核能的广泛利用，必将大大增强人类支配自然界的能力。

## 太阳能

人们认真地考虑利用太阳能的问题，严格说只是最近二三十年的事。一般认为，人类进一步（或者说，真正大规模地）利用太阳能，是以法国比利牛斯山巅的巨大的太阳炉为象征的。1973 年，法国国家科研中心在南部比利牛斯山上的奥德约山村，修建了世界上第一个最大的太阳炉。即使到今天，它依然是世界上最大的太阳炉。它是由 9000 块反射镜组成的、总面积达 2500 平方米、有 9 层楼那么高的聚光器，把安装在对面山上的 63 块巨型平面镜反射过来阳光，聚集到前面高塔上的炉子里，能够产生 3000 的高温，可以在 30 秒钟内把钢轨烧个洞。除了用它

进行高温科学研究外，这座太阳炉每天还能生产两三吨氧化锆和氧化钇等耐火材料。从此以后，世界上许多国家都把研究太阳能的开发和利用作为重要的能源战略和政策。例如，1978年美国总统一卡特宣布，每年的5月3日为“太阳日”。这一天，美国的450个城市，乃至世界上30个国家一百几十个地区，成千上万的人聚集在庭院里、广场上和公园里，举办新奇的太阳日活动。美国的总统、比利时的国王、英国的议员、著名的科学家、演员、老人和儿童都一起来“参拜太阳”。画有太阳日徽记的气球和风筝冉冉升空，随风起舞。人们坐在草地上，用太阳能煮咖啡、烤饼干。演员和孩子们表演着有关太阳能的节目。此外，美国国会还在太阳能研究所建立了太阳能情报资料中心；又成立了一家资金为4亿5千万美元的太阳能开发银行，专门资助各种机构开发太阳能。

日本政府1974年制订了名为“阳光计划”的太阳能应用开发计划。其中，把太阳能发电、太阳光发电、太阳能取暖与致冷系统、太阳能热水系统、民用和工业用太阳能系统等作为开发重点。该计划的执行，使日本跃入世界上开发利用太阳能的先进国家。目前，日本的太阳热发电站和太阳能电池等都已达到世界一流水平，特别是在研制单晶硅体材料的太阳光电池方面，居世界领先地位，并在1989年研制出了当时世界上转换效率最高的单晶硅太阳光电池。这种电池的转换效率高达18.1%，而一般的在15%左右。1988年初，日本的一位研究人员还提出了一个联合利用太阳能发电和超导输电技术的庞大计划。他设想，在全球布置好一些太阳能发电站，采用超导电缆把日本、美国、前苏联、西欧和中国等连接起来，再利用地球自转产生的时差，来满足全球对电力的大量需求。

除美国和日本等国家外，法国、澳大利亚、德国、荷兰、瑞典和希腊等国对开发利用太阳能也都比较积极，并取得了很好的成绩。国际标准化组织已在澳大利亚的悉尼市成立了一个着手制订太阳能工业国际标准的组织——太阳能技术委员会。澳大利亚科学院正在积极推行一项研究计划，以保证到2000年全国所需能源的1/4来自太阳能。瑞典也发表了雄心勃勃的“太阳瑞典”计划。

我国太阳能资源十分丰富，占世界第二位。太阳能年辐射总量超过140千卡/平方米(全年日照2000小时以上)的地区约占全国面积的2/3。特别是华北、西北和青藏高原，干旱少雨，全年日照超过2500小时；西藏的日喀则和拉萨更是得“日”独厚，号称“日光城”。总之，我国利用太阳能的潜力很大，开发研究与实际应用近期业已起步，有许多工作等待我们，特别是少年儿童——新世纪的主人们去做。

利用太阳能有两种途径：光利用和热利用。

太阳辐射的光子能引起物质的物理和化学变化，光利用有三种主要形式：(1) 光合技术。即生物转换，植物通过光合作用产生出有机物质，这些有机质作为燃料时，可以直接燃烧，也可以加工成沼气或乙醇等，我们将在下一部分“柴草木禾的重新开发——生物质能”中详述；(2) 光化学技术，即把化合物分解，如把水分解成氢和氧，然后把氢作为燃料，这种方法目前的效率还很低；(3) 光电技术，即用太阳能电池直接把太阳能转换成直流电能。光电技术为没有电网的边远地区提供电力开辟了道路。光电技术发展很快，硅太阳能电池板的转换效率从5%提高到将

近 20%，太阳能电池从单晶硅发展到多晶硅和非晶硅，后两种虽然转换效率稍低，但成本大大下降，每峰瓦（在太阳能密度 1000W/平方米的情况下）的成本从 50 美元降到 5 美元以下。

太阳能的热利用也可以分为三种。（1）高温系统。用旋转抛物面反射镜组成盘状集热器，持续追踪太阳光，将热量集中起来，驱动热机发电。单机发电功率可达 25 千瓦。现已制成 3—5 万千瓦的太阳能汽轮发电机系统。（2）中温系统。用柱状抛物面反射镜把阳光集中在管状吸收器上，用来生产工业用蒸汽。（3）低温系统。在 100 度以下温度运行，主要用于建筑物采暖和制冷以及供应热水。

## 太阳热水器

我国已有二三十年生产和应用太阳能热水器的历史。全国太阳能热水器的总使用面积已达二三百万平方米，其中绝大多数为居民生活用热水器。它们在节约常规能源，减少环境污染，改善人民环境卫生方面做出了贡献。

太阳能热水器的关键技术在于集热（集热器）和保温（贮热水箱）。供家庭使用的整体式热水器把集热器和贮热水箱合二为一，结构简单，容易安装，价格也较低。循环式系统的集热器和保温贮热水箱互相分开，可以用泵送或自然循环的方式运行。这样的集热器大多数采用平板型集热器供应热水，温度在 40—70 度的范围内。中国已经建立了平板型集热器热性能试验方法和产品技术条件的国家标准。近来，又与外国合作研制了新型的真空管式集热器，接近了世界先进水平。

## 太阳能干燥器

中国广大农村农产品的干燥都是靠露天晒，易受污染和气候影响。如麦收时节常有阵雨，使得小麦损失不少。80 年代以来，中国农村新能源开发的一项重要内容就是利用太阳能干燥器来干燥农副产品、食品、木材、中药材以及工业原料等等。这比用火烤安全并节约燃料，降低产品成本；比起露天晾晒卫生，减少了污染，提高产品质量；还可以提高生产效率。各地的太阳能干燥器种类不同，大致可归结为以下 5 种形式：温室型、集热器型、混合型、聚光型和整体式太阳能干燥器。

## 被动式太阳房

被动式太阳房是一种综合利用太阳能和保温隔热技术的新型节能建筑。被动式太阳房的推广对于节约常规能源、保护环境有重要的意义。被动式太阳房主要建在中国北方冬季需要采暖的地区，房屋种类不限，有学校、办公楼、商店、宾馆、饭店、医院、邮局和城乡住宅等，一般可以节能 60%—80%，投资比普通房屋增加 12%—40%，投资收回年限在 2.5—10 年间。到 90 年代初，我国约有 30 万平方米建筑面积的被动式太阳房，节约了大量采暖用的常规能源。

## 光伏技术

光伏技术是利用光生伏打效应的技术。光照在半导体 PN 结上，产生电子——空穴对，在 P 区和 N 区间产生电动势，在外部接上负载就可输出电能。太阳电池就是通过光伏效应把太阳辐射能转换成电能的器件。制造太阳电池可用硅或化合物半导体等。应用最广泛的是硅太阳电池。分为单晶硅太阳电池、多晶硅太阳电池和非晶硅太阳电池。其中单晶硅太阳电池充电转换效率最高，性能长期稳定，但成本高，非晶硅太阳电池价格便宜，能大面积使用，但需解决长期运行性能衰减的问题。

## 太阳能光化学转换

太阳光照射在半导体和电解液界面，发生化学反应，在电解液中产生电流，并使水电解直接产生氢，这就是光电化学电池中的太阳能光化学转换。

## 太阳能应用的远景

国际太阳能会议发表了一个题为“伟大的太阳能挑战”的报告。里面讲到，21 世纪应是太阳能世纪，只要把地球接收到的太阳能的 0.01% 加以利用，就可以满足全世界对能源的需求。一些专家估计，到 21 世纪中期全世界消耗的电力 20%—30% 将由太阳能电池供给。

科学家设想，太阳能电池可以做得很大，建在无人居住的沙漠或荒野上，也可以把太阳能电池板漂浮在海上。这虽然能大面积接收太阳光照，但仍受夜晚、季节和气候的限制。那么，能不能摆脱这些限制呢？有可能！让我们把太阳能电池板像人造卫星一样发射到大气层外面去！巨大的太阳能电池板怎么发射到那么高的同步轨道上去？可以先用航天飞机或大型运载火箭把预制部件送到低轨道上进行装配，再用离子推进装置把装配好的电站送到同步轨道。把太阳能电池发出的电送回地面也不容易，科学家想出的办法是把发出的电转换成微波束，发射到地面的接收装置，再转换成电能，通过电网送给用户。也可以在卫星轨道上装配一个巨大的反射镜，把太阳光直接反射到地面上的接收站，那么，这个地区将永远是白天。不知人们住在这样的地方能否习惯？

另一设想是建立太阳能——氢能系统。接收的太阳能一部分转换成电，更大部分用来制氢。产生的氢能，一部分用于当地夜间或电力高峰负荷时的需要，剩下的氢用管道输送到能源消费中心，然后将氢供民用、工业用或发电用。太阳能制氢的方法有多种，如用太阳能电池发电，再用电来分解水制氢；可聚焦太阳光，产生高温将水直接分解成氢或氧；用半导体悬浮体系的光催化，让太阳光直接分解水，即光催化反应；或应用生物工程方法，通过能利用太阳能藻类或其他植物、微生物进行生物制氢。

这样，我们在将来就有一种可能：不要发电厂和大电网，每家自己发电供自己用！白天，全家人上班、上学，房顶上的太阳能收集器接收了太阳能，自动制氢，再把制好的氢存储起来供人们晚上回来用。一般

来说，整个白天接收的太阳能应够一个晚上用的了。如不够，还有像煤气罐一样的储氢罐（用储氢合金来储氢）和像煤气管道一样的输氢管道。汽车也可以用储氢罐取代油箱，储氢罐可像充电电池那样，一旦氢用尽，可自己接通输氢管来充氢。

## 风能

人类利用风能有着悠久的历史。中国、埃及、荷兰、西班牙等国都在很早就有了风车、风磨等利用风能的设备。唐·吉诃德大战风车的故事就很形象地描写了当时的风车之多：一起旋转起来就像一队张牙舞爪的巨人一样！

历史上，利用风力只在提水、磨面以及风帆助航等方面。到了 20 世纪，特别是 70 年代石油危机之后，人们才把风力用来发电。到 90 年代初期，世界共有风力发电装置 10 万个以上，总发电能力超过了 250 万千瓦，目前正以每年 20 万千瓦的速度递增。

风能是太阳能的一种转换形式，地球接受的太阳辐射能大约有 20% 转化成风能。全球的风能总量如果有 1% 用来发电，就能满足全部能源消耗。

虽然风能是无穷尽的能源，但它的能量密度很小，不能持续稳定发电，这使得风力发电受到了限制。

### 我国风能资源

根据历年气象资料，我国在距地面 10 米高度处风能的分布情况是：东南沿海及其岛屿、青藏高原、西北、华北、新疆、内蒙古和东北部分地区为风力资源丰富的地区，平均风速大于 3 米/秒的天数在 200 天以上；甘肃、山东、苏北、皖北等地区年平均风速大于 3 米/秒的天数也在 150 天以上。初步估计我国风能资源的蕴藏量约 10 亿千瓦左右，有可能利用的约 10%，即 1 亿千瓦。风力是一种需要因地制宜加以利用的能源。只有在年平均风速较高而且稳定、远离电网并缺乏常规电源的地区，利用风能才是经济的。当前，一些偏远草原、岛屿的风力发电成本已与柴油发电相当。但大规模风力发电的成本仍高于燃煤电站，需要进一步降低成本。

### 风力发电

70~80 年代西方各国竞相研制大中型风力发电机组，希望风力发电能逐渐成为替代能源。但实际运行表明，兆瓦级大型风力发电机组的经济性不如 10~100 千瓦的中型机组成的风力发电机群。目前，风力发电主要是中型风力发电机组成风力田，向电网供电，电网不能达到的边远地区则使用中小型风力发电机供电。

50 年代以来我国开始研制现代风力发电机。80 年代，我国已有从 50 瓦到 250 千瓦的各种风力发电机；有百瓦级风力发电机 3 万余台在内蒙古、甘肃、青海、新疆等地运行，它们主要是与蓄电池配合，为牧民提

供生活用电；还有 10 千瓦级风力发电机，可为牧区、岛屿、边防哨所、高山气象站以及偏僻地区提供生活和生产用电。

今后的努力方向是突破大型风力发电机制造技术上的障碍，提高风电供应的稳定性，延长风力发电机的寿命，降低风电成本。

## 海洋能

海洋能是蕴藏在海洋中的可再生能源，包括潮汐能、波浪能、海流能和潮流能、海洋温差能和海洋盐度差能。潮汐能和潮流能来自月球和太阳的引力作用，其他海洋能都来源于太阳辐射能。这五种海洋能在全世界的可再生总量约为 788 亿千瓦，技术上可利用的能量为 64 亿千瓦。

目前只有潮汐发电技术和小型波浪发电技术开始进入实用阶段，其他几种仍在研究试验阶段。

海洋能的能量密度较小且不稳定，随时间变动大；海洋环境复杂，海洋能装置要有能抗风暴、抗海水腐蚀、抗海生生物附着的能力。现阶段，海洋能试验性发电的成本较高，尚不能与常规火电、水电竞争。但海洋能总量大，无污染，对生态环境影响小，是一种有开发潜力的可再生能源。

### 潮汐能

全世界可开发的潮汐能约 30 亿千瓦，是目前全球发电能力的 1.6 倍，每年最多能发电 2600 亿度。中国东南海岸与加拿大芬迪湾、英国塞文港湾、法国西北海岸和俄国鄂霍次克海这 5 个地方的潮汐能占了全世界可开发潮汐能的一半以上。目前世界最大的潮汐电站是法国朗斯潮汐电站，装机容量 24 万千瓦。英国计划中的塞文河口大型潮汐电站坝长 13 公里，装机容量 720 万千瓦，造价 80 亿美元。内侧方案可发电 129 亿千瓦时/年，发电成本 6.1 美分/千瓦时。外侧方案可发电 197 亿千瓦时/年，发电成本 7.1 美分/千瓦时，具有与核能发电竞争的能力。再进一步，横跨英吉利海峡筑坝建潮汐电站，装机容量可达 5000 万千瓦，造价约 320 亿美元。除了资金上的问题外，在技术上是可行的，没有施工上的难题。

中国潮汐能理论蕴藏量约 1.1 亿千瓦，年发电量为 2750 亿千瓦时，可开发的潮汐能装机容量为 2157 万千瓦，年发电量为 619 亿千瓦时，其中 80% 在福建、浙江两省（浙江占 61%，福建占 22%），此外广东占 5%、辽宁占 4%。福建、浙江能源短缺，有必要考虑建设潮汐电站。浙江钱塘江潮举世闻名，其江口潮差大，江宽水浅，有潮涌之害而无航运之利，而且两岸都是平原，缺乏淡水。如建设堤坝式潮汐电站，可采用半贯流式水轮机（“灯泡”贯流式水轮机）或全贯流式水轮机，装机约 472 万千瓦，年发电量 130 亿度，并且可在发电的同时挡潮蓄淡，促淤围垦。还可在堤坝上修路，解决两岸交通问题。这将是一项大工程，应当统筹规划，综合利用。

### 波浪能

波浪能是一种密度小、不稳定的能源。中国沿岸波浪能总功率约0.7~1亿千瓦，集中分布在浙江、福建、广东、海南和台湾5省。

将波浪能收集起来并转换成电能或其他形式能量的波能装置有设置在岸上的和漂浮在海里的两种。按能量传递形式分类有直接机械传动、低压水力传动、高压液压传动、气动传动4种。其中气动传动方式采用空气涡轮波力发电机，把波浪运动压缩空气产生的往复气流能量转换成电能，旋转件不与海水接触，能作高速旋转，因而发展较快。

波力发电装置五花八门，不拘一格，有点头鸭式、波面筏式、波力发电船式、环礁式、整流器式、海蚌式、软袋式、振荡水柱式、多共振荡水柱式、波流式、摆式、结合防波堤的振荡水柱式、收缩水道式等十余种。我国研制的新型波力发电装置也曾打入国际市场。

近年来，挪威、日本和前苏联都建立了波浪发电站，英国与印度签定了合同，在印度建造世界最大的波浪发电站，发电能力5000千瓦。据挪威的实验，一条捕鱼船在被大西洋的波浪冲击条件下从波浪吸收的能量等于船上的发动机所提供的能量。如果这项技术能够普及和提高，那么航行在大海上的船就可以不用带燃料了！

### 海流能和潮流能

海洋中部分海水以一定的速度，向着一定方向流动所具有的动能叫做海流能。比较稳定的海流能可用来发电。著名的海流能有墨西哥湾暖流能等。

潮流能是海水产生周期性往复运动时所具有的能量，主要集中在某些狭窄的海峡或海湾。海流和潮流发电装置类似，可统称为海流发电。

### 海洋温差能和海洋盐度差能

在海洋深处（1000米左右）温度经常保持在4℃，而热带海洋表面可高达二十几度，海洋表层与深层存在约20度的温差。这一海洋温差蕴藏的能量全球可开发量约100亿千瓦，在各种海洋能中居首位。

我国海洋温差资源集中在南海和台湾东岸的太平洋热带海域。

利用海洋温差发电的技术叫做海洋热能转换。根据热循环系统所用工质及流程不同可分为闭式循环海洋热能转换和开式循环海洋热能转换，以及混合循环三种类型。无论哪一种实验装置现在的效率都较低，只有2.5%左右。此外，还有雾滴提升循环、全流循环、热电效应等转换方式。海洋热能电站可分为陆基电站和海基（漂浮）电站。

在江河入海口淡水和海水之间，或者盐分浓度不同的海水之间，由于所含盐分不同，在界面上产生了巨大的能量。在界面上安置半透膜，将这一能量以渗透压的形式表示出来时，称作盐度差能。海洋盐度差能的利用还未到实用阶段。

### 柴草禾木的重新开发——生物质能

几千年来，我们的祖先一直燃烧稻草、木材等植物来做饭取暖。只

是到了 17 世纪后期，发现了化石燃料——煤、石油和天然气等以后，稻草、木材等植物能源，逐渐退居次要地位了。尽管如此，目前世界上一些经济不发达的地方，仍在用它们做燃料，约占全世界能源供应中的 15%。

农民为了种植新鲜蔬菜，常在菜田的周围打木桩，然后用塑料膜或玻璃覆盖在上面搭成温室，或叫暖房。透明的房顶可以让太阳光辐射进来，里面的热量却不容易散失出去。

我们居住的地球周围有一层大气层，它让阳光透入地表加温，而地表散发的热量，一部分被封锁在大气层里，使地球变得温暖。如果没有大气层，地球就会像月亮那样变成寒冷荒凉的世界。可是，近几十年来，人类不注意保护大气层，大量燃烧煤和石油，放出许多二氧化碳，使得大气层二氧化碳的含量越来越高，像我们冬天洗澡时用的浴罩一样，过量的二氧化碳把地球罩了起来，使得地表吸收更多的热，温度越来越高。这种现象，科学家把它叫做温室效应。温室效应对农业生产、气候及资源分布产生了很大的影响。如果人类再不采取措施，任其发展，会使冰山融化，海平面上升，海水淹没大陆，造成无法估量的灾难。

要减轻温室效应，最好的办法是大量减少使用化石燃料，寻找不产生或少产生二氧化碳的燃料。于是，科学家们重新打起稻草、树木等植物的主意了。稻草、木材等植物在燃料时释放的二氧化碳，与它们在生长过程中消耗的二氧化碳大致相等，这样可以维持大气中二氧化碳的含量稳定，避免产生温室效应。植物含有的能量也非常巨大，如稻草，每 3000 克燃烧发出的热量相当于燃烧 1 升石油发出的热量。

随着科学技术的发展，人类对能量的需求逐年增加，近 10 年来，世界各国尤其是一些发达国家，对能够用作能源的各类植物进行了大规模的研究。庄稼收割后，留在地里的稻茬、麦茬有两种用途，一是埋入土里当肥料，二是把它们挖出来作燃料，经过比较用作燃料更合算。

伐木场运出树木后，还有大量枯枝、残叶，过去往往是付之一炬，现在要充分利用它们。把它们压碎，运到工厂当燃料，尽管运输时没有煤来得容易，但木头的含硫量只有煤的 1/10，对环境污染要小得多。

养鸡场、畜牧场大量的粪便，经过细菌的分解，可以产生沼气。沼气可以用来煮饭、烧菜、烧水，还可以用来开动卡车、拖拉机、发电机。分解后的残留物质可以当肥料。蒸馏淀粉及含糖量比较高的植物，如小麦、玉米、糖浆、甘蔗、木薯等，它们先转化为葡萄糖，再经过发酵成为酒精。酒精和汽油混合，可以开动汽车、拖拉机和各种内燃机车。纯酒精也可以代替汽油使用。燃烧酒精比燃烧汽油干净，它的生成物是二氧化碳和水，没有污染环境的二氧化硫。

现在有一种新兴的种植业叫能量种植业。它选择生长迅速、含能量高的植物，如桉树、橡胶树、油棕榈、向日葵、油菜、大豆、椰子等，提取它们的植物油，这种油不但可以成为柴油的代用品，而且性能比柴油更好。

海洋里大量生长着一种叫做海藻的植物。海藻生长非常快，每天至少可长 0.6 米，收割后不需要重新种植又会生长，其中有一种叫做葡萄藻的淡水藻，它的含油量高达 85%。

将来，越来越多的能量是可以“种”出来的。

## 能源开发新技术

### 煤的再度开发技术

从 18 世纪开始到 20 世纪 60 年代，煤炭一直是能源舞台上的主角。可是到了 60 年代以后，中东石油增产，使得煤炭在能源舞台上只能当配角了。

60 年代以后，虽然出现了一段石油黄金时代，可是世界能源需求迅速增加，不久，出现了石油危机。这也是为什么近年来，中东地区总是战火纷飞的原因。各种势力都想霸占中东，攫取那里的石油。这给煤炭一个绝好的机会，使它重整旗鼓，又登上能源舞台的宝座，大放异彩。

城市居民天天使用煤气烧菜煮饭，只知道煤气是从煤气厂通过管道输送到千家万户，但并不知道煤气是怎么产生的。过去人们使用煤炭，把它当燃料使用，也就是把煤炭从煤矿中采掘出来，用火车、汽车送往发电厂、炼钢厂等，靠直接接触空气燃烧而产生热能。现在，在煤气厂，煤炭是通过干馏法，就是把煤与空气隔绝后，加热使煤分解成焦炭、焦油和煤气。这是煤气化的一种方法。焦炭可以送到炼钢厂去炼钢，也可以使它与水蒸气反应，制成水煤气。

我们使用的煤气必须用高质量的煤才能得到。由于低质煤里面有硫等杂质，靠它们制取的煤气里面也会含有硫等杂质，这在使用时很危险，又造成严重的污染。为了充分利用煤炭资源，对这种低质煤怎么办呢？科学家想出一种办法：把低质煤放入一池熔融的铁水中，让它们进行化学反应，使硫等杂质自动“跑”出来，变成渣子浮在铁水上面，这样存下来的煤就成了优质煤。

煤炭气化的更先进方法，是在地下煤层挖通巷道，从巷道的一边送入水蒸气和氧的混合气，在煤层点火，煤在地下就变成一种可以燃烧的气体，从巷道的另一边收集起来，供用户使用。

把煤的气化技术和发电厂有效地统一起来，建造一座煤气化联合循环发电厂。到了夜间，用电量骤然减少了下来，发电设备停止运行时，就利用气化设备继续生产合成气，并转化成有价值的化工副产品。

1803 年，在欧洲出现了世界上最早的蒸汽机火车，这种火车一直到现在有些国家还在使用。它用煤做燃料，把水烧成水蒸气，推动车轮转动，使火车在铁轨上行驶。新一代的火车是内燃机火车，固体的煤块不能使用，这又给人们提出了一个“怎么办”的问题。日常生活经验给科学家开了窍。烧一壶开水，水开后溢出的水溅落到煤饼上，炉火不仅没有熄火，反而蹿得更高；家庭主妇为了让煤饼烧得更旺，往往把水洒在煤饼上。煤炭的液化技术产生了。

像磨面粉一样，把煤块碾成非常细的粉末，然后加 30% 左右的水，用机器把它们搅拌均匀，再加些化学表面活性剂，这好像胶水一样，能使煤和水之间的“粘力”增加，使它们完全粘合在一起。这样制成的水煤浆可以通过管道远距离输送。目前，水煤浆在船用柴油机上的燃烧试验已经取得初步成果。科学家展望，21 世纪水煤浆可以用在内燃机上。

还有一种煤炭液化方法。石油经过提炼后剩下的暗褐色浓稠液体叫重油。把细煤粉与重油混合，加入催化剂，然后送到高压反应管中，加

上高压、高温，像变魔术那样，煤炭就变成石油了。这种方法工艺复杂，成本非常昂贵。尽管如此，有了它，人们就更有信心对能源前景抱乐观的态度。

### 核聚变能的继续开发

一谈起核聚变，大家会认为那似乎是遥远的未来才能用上的资源。实际上，太阳和其他恒星上时时刻刻都在进行着核聚变反应，太阳能本质上就是太阳的核聚变能中被太阳光送到地球上的那一部分。煤炭、石油、天然气等化石能源本质上是古生物以特殊形式储存起来的太阳能（也就是核聚变能）。水力发电之所以能利用源源不绝地从高处向低处流的水能，归根结底是太阳能把低处的水蒸发，以雨、雪的形式落在高处造成的。风力、波浪、海洋热能等等也都是太阳能的转化形式。所以，除了核聚变能是铀等裂变物质固有的、地热能是地球固有的、潮汐能主要是由太阳和月球的引力造成的以外，其他的能源几乎都来自太阳的核聚变能。

自从 1952 年美国试验成功第一颗氢弹（我国第一颗氢弹于 1967 年试验成功）以来，人类开始直接利用聚变能。氢弹爆炸是氘和氚的热核聚变反应，它的巨大能量在一瞬间释放出来，不可控制，只能当做炸弹作破坏之用而无法和平利用。要想使聚变能持续受控地释放出来并转换成电能或其他形式的能量，可就不容易了。人们努力了 40 年之久，至今受控核聚变尚未实现，仍然是可望而不可即。

可是，科学家们并没有认输，他们仍在继续努力。因为他们知道，只有受控核聚变才是人类取之不尽、用之不竭的既安全又清洁的能源，只有受控核聚变才能让人类一劳永逸地彻底摆脱能源危机的困扰。

受控核聚变消耗的是氘和氚。其中氘是天然存在的，每升海水中含有 0.03 克氘，地球的海洋里共含 45 万吨氘，所以氘是取之不尽、用之不竭的。氚可以用储量丰富的锂在反应堆中生成。氘和氚将作为第一代聚变反应堆燃料。氘—氚将作为第二代聚变反应堆燃料，它不用较麻烦的氚，只用氘就行了，但它的点火条件比氘—氚燃料还要高些。将来的受控核聚变反应堆会比现在的核裂变反应堆安全得多，因为核聚变反应堆不会产生大量强放射性物质，而且核聚变燃料用量极少，每秒钟只须投入 1 克；停止投入燃料，核聚变反应堆就能迅速关闭，不致发生重大事故。

核聚变反应堆的真正问题不在于关闭，而在于它太难启动了。要实现受控核聚变反应，必要的条件是：要把氘和氚加热到几亿度的超高温等离子体状态，这种离子体粒子密度要达到每立方厘米 100 万亿个，要使能量约束时间达到 1 秒钟以上。这也就是核聚变反应点火条件，此后只须补充燃料（每秒钟补充约 1 克），核聚变反应就能继续下去。

无论什么样的容器都经不起这样的超高温，所以，受控核聚变的关键技术在于用磁场把高温等离子体箍缩在真空容器中，平缓地进行核聚变反应。但是高温等离子体就像一匹烈马，很难约束得住。被箍缩的高温等离子体很难保持稳定，它应是均匀的柱状，但它细的地方会变得很细，像香肠一样，最后会从这里断开；有时会变得弯曲，像香蕉一样，

最终触及器壁。人们研究得较多的是一种叫做托卡马克的环形核聚变反应堆装置，但它至今不能连续运转。所以，对托卡马克有无前途，人们还在争论。

另一种方法是惯性约束，即用强功率驱动器（激光、电子或离子束）把燃料微粒高度压缩加热，实现一系列微型核爆炸，然后把产生的能量取出来。惯性约束不需要外磁场。系统比较简单，但这种方法还有一系列技术难题有待解决。

总之，未来的受控核聚变反应堆将是包括了复杂的供电系统、大型超真空系统、加料系统、大容量制冷系统、氦处理系统、遥控操作系统等系统的极复杂的高技术装置。再进一步，将是聚变—裂变混合反应堆。它的中心是聚变反应堆芯，其周围是天然铀组成的包层，包层可以被转换成裂变材料，起到燃料增殖作用，与裂变反应堆相匹配，大大提高铀资源的利用率。当然，它的结构必定复杂得多，实现起来在技术和工程上难度非常大。

最近，有些科学家声称实现了室温核聚变，但没有得到广泛承认。如果真能实现室温核聚变，当然是一件莫大的好事。不过，不少科学家怀疑它能否真正实现。

受控核聚变是人类面临的头号技术难题，美国、俄罗斯、日本和西欧各国准备加强国际合作，联合攻关，力争在下世纪初期，通过共同努力，建成世界第一个能持续运转的受控核聚变反应堆，把“人造太阳”的梦想最终变成现实！

## 丰富多样的发电新技术

火力发电、水力发电已无人不知，风力发电和潮汐发电也已有所了解。近年来，科学家另辟蹊径，研究和开发新型发电方法，知此者却寥寥无几。

让我们悄悄来到一个已建成的水坝上去挖个洞，让部分水流出来。——那会酿成水灾，是伤天害理的事情，我们不能做。

不是的！那是利用没有充分利用的余水来发电。这是开发水力发电的一个新招，但目前还用得不多，鲜为人知。

在日本静冈县，位于天龙川中游的秋叶水坝高 89 米，已有两个功率为 3.5 万千瓦的水电站。为进一步开发电力，人们在水坝高 67 米的地方，挖了一个直径 6.5 米、长 21 米的洞。水洞从 1988 年 12 月开始挖掘，仅 20 天就顺利贯通。从这个洞泻下的水，最大流量每秒钟达到 116 立方米，水流驱动设在 20 米高处的发电机水轮，从而建成功率为 4.7 万千瓦的第一个余水发电站。当然，并不是所有的水坝都能这么挖洞，必须经过周密的计算。

再让我们悄悄爬到城市的下水道去——去做贼吗？

也不是的，而是去利用污水。日本科学家发明了一种使污水沉积物固体化的方法。据称，这种固体沉积物每千克具有 1750 万焦耳的发热量，相当于低质煤的发热量。利用它发电，既可节约能源，又可保护环境，真是一举两得。

科学家预计，如果一座中等城市的污水得到充分利用，就可满足 10

%住户取暖和制冷的需要。日本打算利用城市地下水道的污水沉淀物作为能源，建造一座世界上独一无二的发电站。

家庭照明、冰箱和电视机使用的电是交流电，而手电筒用的干电池是直流电。所谓交流电是电流大小和方向随时间变化，而直流电的电流方向不随时间变化。

有一些特殊材料，如酞酸钡等，它们在直流电场作用下，会有气体附着材料表面，从而使电流不能正常流通。科学家把这种现象叫极化。奇怪的是，这种材料极化后，再去掉直流电场，极化现象并不消失。相反十分稳定地保持着，只有在炸药爆炸产生的压力和温度作用下，极化才消失，而在这时，藏在这种材料内部的能量才以电能的形式释放出来。

科学家认为，采取这种能量转换方式形成的新型能源，可以用来引爆炸药，产生激光，加速带电粒子和供电。

让我们再大摇大摆地走到火力发电机厂，毫无顾忌地把金属钾扔到锅炉中去——这不是犯罪吗？

不是的。用金属钾代替水作能源发电，这是一种发电的新技术。金属钾具有一种特性，它由液态变为气体时，它的最高温度可达到水蒸气的1.5倍。

用金属钾代替水发电的过程是，先把液态金属钾送入锅炉，加热成气体，带动汽轮发电机发电，然后进入热交换器。在热交换器里，金属钾气体再冷凝成液态。试验表明，与通常的火力发电相比，它有明显的优点：首先是发电效率提高了50%；其次是燃料消耗减少25%；此外，在发电过程中，灰粉、硫磺等有害废物的排出量也相应减少25%，从而大大降低了环境污染。

## 雪能发电吗

你知道吗，雪花不仅形态迷人，而且还蕴藏着巨大的能量，可以用来发电。煤、石油等燃烧释放的是热能，雪不能燃烧，同样能放出能量，但不是热能，而是“冷能”。生活中的制冷设备如冰箱等，在制冷时要消耗大量电能。如果用雪花来制冷，不就可以节省许多电能吗？

实际上，我们的祖先早在利用冰能了。在清朝，专门有官员负责在冬季收集冰块，贮藏在地窖里，到夏季把冰块发给皇亲贵族使用。在现代，美国科学家曾把冬天保存的500吨雪，在炎热的夏天用作高楼的空调能源。日本科学家设想在炎热夏天，把融化的雪水通过管道，对大楼降温。日本的一农业试验场，把雪堆在贮藏蔬菜、谷物的库房周围，使库房的温度保持在零摄氏度左右，蔬菜、谷物在没有制冷设备的库房里，完好保存了几个月。

目前，积雪发电已获得成功，利用积雪温差发电的独特设备也设计制造出来了。积雪发电的工作原理是这样：

把一个蒸发器放在地面上，蒸发器里面放的是沸点很低的液体化学物质，比如氟、氨等液体。再把一个凝缩器放在高山上。凝缩器里放的是雪。两个器具之间用管道连接在一起，并把管内空气抽出。然后，用地下热水和工厂里的余热，使沸点很低的氟、氨等液体变成气体，通过管道冲击汽轮机，带动发电机发电。通过汽轮机的氟、氨气体，再经过

凝缩器，在雪的冷却作用下，重新变成液体贮存在蓄水器里，通过泵送回蒸发器，循环使用，不断发电。

## 新型燃料

1988年，我国生产的一种固体燃料，是用工业下脚料锯末、秸秆、酒渣等做原料，先把它们烧成木炭状，然后加入一些叫做六亚甲基四胺的化学物质制成的。这种燃料用火柴一点就着，因此，被称为易燃燃料。它燃烧时放出的热量大，而且无烟、无味，烧后只留下少量的灰。这种燃料很受用户欢迎，现已远销美国。

人造燃料是用化学合成方法生产的燃料，把化学物质六亚甲基四胺和液氨压制成块状的固体燃料，是人造燃料中的优质产品。它在燃烧时产生的热量比烧煤高出1倍，火焰温度达到300摄氏度。它不像烧煤时会有烟灰、烧后会有灰渣，燃烧时也不放出有毒气体，所以，被家庭主妇们称赞为清洁、高效燃料，非常受欢迎。

你听说过有一种汽车，只需要水，而不需要汽油吗？英国发明家佛朗克司·柯尼正在做这方面试验。汽车都有水箱，他在水箱里的水面下，放上一个旋转的鼓，当然，这种鼓不是用皮制成的，而是用金属铝制成。然后，用一根铁丝伸向铝鼓，在铁丝与铝鼓之间加上18000伏的高压电能。在高压电作用下，水箱里的水开始分解成氧气和氢气，通过管道把氧气和氢气送到汽化器中，使它们混合，使发动机点火转动起来。

你又听说过用尿代替汽油开汽车吗？美国电信专家克拉奇菲尔德在上厕所时，看见便桶有几滴尿在闪光，这激发了他的创造欲。他拿了一块布，用尿浸润，然后通上电。不一会儿，尿布释放出一种白色气体，这种气体会燃烧。这样，克拉奇菲尔德发现了人尿中含有可燃性气体。从此，一发不可收。克拉奇菲尔德动手研制一套收集尿中可燃气体的装置，用这个装置来煮饭、开汽车。4升“尿油”可使汽车行驶300~500千米。乘车外出旅游，就不必带汽油，只靠乘客的尿就满足汽车的需要了。克拉奇菲尔德预测，“尿油”不仅能开汽车，还能开飞机、开宇宙飞船，甚至可以发电。如果你也想激发创造欲，不妨勤于观察，大胆思索，不要放过任何蛛丝马迹。

你愿意少喝一杯可口可乐吗？因为可口可乐可以代替汽油开汽车。英国科菲尔德博士，曾破天荒地做了一个实验，证实了这点。他在一辆汽车的油箱里，灌满5升可口可乐饮料和一种特别配制的化学添加剂。结果，这辆汽车以每小时90千米的速度行驶在公路上，排出的废气比烧汽油减少30%。

## 燃料电池

意大利人伏打，在1789年做了一个实验。他用一种金属片接触青蛙腿，用另一种金属片接触青蛙的神经，当用导线把两片金属连接起来时，青蛙腿发出微微颤动。这个发现引起了伏打的兴趣。接着，他用自己的舌头作试验。他把一片锡箔放在自己的舌头上，并让锡箔跟一枚银币接触，舌头上立刻有电麻的感觉。后来，他找了许多不同的金属，如

锌、锡、铅、铁、金、银等来做实验，使其中两种金属互相接触，结果，每接触一对金属，都能测出其中微弱的电流。

不久，伏打又把一组组铜片和锌片浸泡在一个个盛盐水的容器里，再用导线把它们连接起来，这样，伏打终于发明了一种能产生电流的装置——伏打电池。今天我们用的干电池，它的工作原理就来自最原始的伏打电池。

燃料电池是干电池家属中的一员，最早出现在 100 多年前，当时，没有引起人们的注意。在本世纪 60 年代执行阿波罗登月计划时，“阿波罗号”宇宙飞船上使用了燃料电池，才使得它崭露头角，引起人们的重视。

电筒里、收音机里使用的干电池，外壳是负极，中间的碳芯是正极。长期不用，干电池外壳会渗出一一种溶液，这是电解液，就好比是伏打实验时用的盐水。燃料电池也有正、负电极和电解液，只不过多了氧化剂和燃料。

燃料电池的发电原理与干电池一样，所不同的只是干电池的燃料装在电池内部，当燃料用完以后，电池就不能继续供电，需换新的电池使用；而燃料电池的燃料是贮存在电池之外的，只要燃料和氧化剂连续输入电池中，燃料电池就可源源不断地发电，燃料电池也就由此而得名。

由于使用的燃料和氧化剂有许多种，所以，燃料电池的种类很多：有氢—氧燃料电池，“阿波罗号”宇宙飞船上使用的就是这种燃料电池；有金属氢化物—空气燃料电池；有甲醇—氧燃料电池；有水—钠燃料电池。水—钠燃料电池是很先进的燃料电池，它由钠和水做燃料，钠是碱性金属，它同水一起会发生猛烈的化学反应，放出大量的热。水—钠燃料电池的副产品是氢，它是人们正在开发的新能源。使用水—钠燃料电池，不需要使用输电线，只要用汽车或火车把钠送给用户就可以，使用非常方便。

除了水—钠燃料电池之外，人们正在研究更先进的方法，直接利用天然气或人造煤气做原料的燃料电池，以海水为原料的燃料电池也在研制中。

燃料电池的优点很多，主要是在工作时没有噪音，不会产生有害气体，效率高。现代化燃料电池实际上是座无污染、无噪音的发电厂，发电容量可有 10 万千瓦，效率比小型电厂高 1~3 倍，能保证一个家庭、一家工厂，甚至整个居民点的用电。

## 冰也能燃烧吗

冰在夏天是少年朋友最喜欢的消暑饮料，怎么也能成为燃料呢？因为，此种“冰”并非那种冰。我们所说的“冰”，不是由水凝结而成的自然冰，而是由天然气——甲烷的水溶液凝结而成的。它蕴藏在海岸深处的地层中，外表和特征都与自然冰相似，但是它能直接燃烧。所以，科学家把它称为“可燃冰”、“透明煤”。可燃冰是怎么来的？它是高压、低温的产物。海洋深处的压力究竟有多大？让我们先来看一个故事。

1963 年 4 月 10 日，当时美国海军中最先进最复杂的攻击型核潜艇“长尾鲨号”，在水中试验潜艇下潜深度。当下潜到 240 多米时，艇体发出

一种尖细的叫声，叫声混杂在各种声音里，并没有引起人们的注意。战士们都沉醉在兴奋和激动中，因为这个深度是海军以前从未到达的深度，他们正在走前人从没走过的路。到了 300 多米时，刺耳的尖细叫声更加频繁急促。“砰！”潜艇的辅机舱突然传来巨大的金属爆破声。巨大的深水压力把海水汽化成浓密的雾弥盖了辅机舱。不久，核反应堆停止工作，潜艇主机车停车。艇长采取了一系列应急措施都无济于事，潜艇继续下沉。接着，机舱传来惊天动地的巨响，1500 吨海水冲进受伤的潜艇。艇内通常约每平方厘米 1 千克的空气压力，急剧上升到至少每平方厘米 56 千克，那些没有被水流冲杀的战士，顷刻间被高压空气压死了。巨大的水下压力使“长尾鲨号”核潜艇从此消失了，129 名艇员全部丧生。这一水下大悲剧惊动了美国朝野，传遍全球。

在海洋中，海洋的动物和微生物遗骸不断沉积在海底，会分解出一种甲烷气体。由于洋底的温度低而水压力非常高，所以，大部分甲烷气体不是逃逸到水面，而是被压力压到沉积岩细微的孔隙内转化为水合物。这些充满水合物结晶体的沉积物，随着时间的推移，被新的沉积物覆盖。这时，水合物开始分解，气泡冲破冰的封锁，沿着弯弯曲曲的缝隙和孔隙向上运动，重又进入上面的水合物形成区……这样，在数百万年的漫长岁月里周而复始，形成了固体化合物——冰矿矿床。

地球上冰矿的蕴藏量十分惊人。美国和加拿大沿海地区蕴藏量估计达数百亿立方米，可供开采几百年。在俄罗斯的里海、黑海和鄂霍次克海也取出了含可燃冰矿的岩芯。新西兰、印度、日本等国都有可燃冰矿存在。

只是目前世界上还没有开采冰矿的经验和技术。人们正在研究开采方法。可以预料，随着科学技术的进一步发展，不久的将来，这一难题会得到解决。到那时，人类就可以用冰做饭、取暖、炼钢、发电等。

## 21 世纪能源展望

### “反物质”能源

1908年6月30日清晨，俄罗斯西伯利亚通古斯地区发生了一场前所未有的大爆炸，它的威力相当于2000颗巨型原子弹同时爆炸。一时间爆炸的巨响震着万里长空，声音传到1000千米之外，炽热的火球在空中翻滚，熊熊烈焰把2000平方千米范围内的树木全部烧毁。巨大的气浪冲击着四面八方，100平方千米以内的房屋屋顶全都被掀掉。这场威力无比的大爆炸是怎样发生的？几十年来一直是个难解的谜。

1965年，美国科学家李比博士发表文章，认为通古斯大爆炸的起因是“反物质”引起的。反物质经茫茫的宇宙，进入由正物质组成的世界，在正物质的引力作用下，落到西伯利亚的上空，跟正物质相撞。一瞬间，正反物质全部转化为巨大的能量，周围大气的温度急剧上升，产生剧烈膨胀而发生大爆炸。正反物质的这种反应叫做“湮没”反应，在反应过程中全部物质都转化为能量。湮没反应产生的能量非常巨大，至少比核反应产生的能量大100倍，而且不产生放射性。

什么是反物质？它为什么会有这么巨大的威力？这就得从科学家爱因斯坦的一个著名的公式说起。爱因斯坦认为运动的物体都有能量，当它的总和是一个正值时，这种物质就是我们在生活中看到的各种物质。但是，当运动的物体所具的能量的总和是一个负值时，情况就完全两样了。物质的性质跟我们日常见的正好截然相反，那种物质就称为反物质。

反物质的内部组成跟正物质正好相反。正物质的原子是由带正电荷的质子和带负电荷的电子组成的，而反物质的原子却是由带负电荷的质子和带正电荷的电子组成的。所以，反物质受力后，它的运动方向跟正物质的运动方向完全相反。当你向前推它，它却往后靠；当你往南推它，它却向北移动。

正反物质在短距离内是“水火不相容”的，它们很难同时存在。一旦相遇，就相互吸引，通过碰撞而同归于尽，同时放出大量的能量。在我们所处的半个宇宙中，只有正物质存在，而离我们非常遥远的另半个宇宙中，却是反物质的世界。

这是神话故事，还是科学？这是科学！因为经过科学家几十年的努力，现在已经找到各种反粒子和反物质。1932年，科学家在宇宙射线实验中，发现了正电子。正电子是电子的反粒子。1955年，科学家获得了反质子和反中子。反质子是质子的反粒子；反中子是中子的反粒子。1965年，科学家得到了世界上第一个反物质，由反质子和反中子组成的“反氦”，后来，又得到了反物质“反氢”。

既然反物质确实存在，那么，利用反物质的特性，利用物质和反物质在湮没过程中释放的巨大能量，把反物质作为未来能源，前景是太美妙了。把反物质跟化学燃料相比较，需要使用的量相差得实在太大了。比如，把航天飞机、巨型火箭送上太空，使用液体化学燃料大概是200吨，如果换用反物质，只需10毫克（相当于小小的一粒盐）就足够了。

但是，现在要充分利用反物质还有许多困难。要得到反物质，除了研制技术上的难度非常大外，生产费用也大得惊人。初步估计，生产1

克反物质，至少要花费 10 亿美元。

另外，反物质的贮存、运输也是一大难题，它只要一接触普通的物质，就会立即爆炸。

目前，研究反物质还只是在探索阶段，要把反物质作为未来的能源，只能说是一个美好的理想。

在 21 世纪，经过科学家的不懈努力，反物质之谜将会被彻底揭开，它为人类服务的时代也将会来到。

## 地球发电机

我们的地球是一个庞大的天然磁体，它的磁场却比较弱，总磁场强度不过 0.6 奥斯特。地球磁场的强度由奥斯特换算为伽玛，则是  $6 \times 10^4$  伽玛，即 6 万伽玛。然而，地球却在不停地转动，它每 23 小时 56 分便自转 1 周，所具有的动能是一个很大的数值，为  $2.58 \times 10^{29}$  焦耳。

具有磁场的天体旋转时，由于单极感应作用，就会产生电动势。如果我们把整个地球作为发电机的转子，以南北两极为正极，以赤道为负极，理论上可以获得 10 万伏左右的电压。这便是人们把地球本身当作一个巨大的发电机的一种设想。不过，如何把地球自转发出来的电引出来使用，还须有另外的方案或设想。

电磁感应定律告诉我们，导体在磁场中作切割磁力线的运动便会产生感应电流。由于地球本身具有磁性，所以，在地球及其周围空间存在着地磁场。地球上的河流和海洋也是导体。随着地球的自转，它们自然而然地就相对于地磁场产生了切割磁力线的运动。那么，河流和海洋中就有地磁场的感生电流了。要知道，光海洋就覆盖着地球表面的 71% 呢！如果想办法把河流和海洋中的感生电流引出来，不就有巨大的电能供我们使用了吗？显然，这是利用地球发电机的另一种方案。

还有，地球本身又是一个巨大的蓄电池。它经常被雷雨中眩目的闪光充电。雷雨云聚集和储存的大量负电荷，使云层下面的大地表面感应出正电荷。两种不同极性的电荷互相吸引，就驱使电子从云层奔向大地，形成闪电给地球充电。据估算，每秒钟约有 100 次闪电袭击地球，其闪光带长度从 300 米到 2750 米不等。一次闪电电压可达 1 亿伏，电流可达 16 万安培，可以产生 37.5 亿千瓦的电能，比目前美国所有电厂的最大容量之和还多。但闪电持续时间很短，只有若干分之一秒。闪电中大约 75% 的能量作为热耗散掉了，它使闪电通道内的空气温度达到 15,000。空气受热迅速膨胀，就像爆炸时的气体一样，产生震耳欲聋的雷声，在 30 千米以外都能听到。

1752 年，伟大的富兰克林曾带着他的儿子在雷雨中用风筝捕捉闪电。他的不怕牺牲、勇于探索的精神实在可嘉；但是他的实验结果，除了导致避雷针的发明外，在利用闪电方面却影响不大，至今还没有人找到利用闪电能的有效途径。在地球表面产生的具有强大能量的闪电，能不能直接用来为人类造福呢？已转化为热能的 75% 的闪电能是否也可利用呢？有没有办法使闪电不把那么多的能量转化为热能，仍保持电能的状态为我们所用呢？能不能撇开上述思路另辟蹊径，譬如，既然闪电已把电能传给了地球，我们能不能从利用蓄电池的角度，把地球当作一个

巨大的蓄电池，想办法把电能引出来使用呢？这些答案恐怕要由未来的科学家们给出了。

此外，极光又是“地球发电机”以另一种形式发出的“希望之光”，也是一种威力巨大的“天然发电站”。

在地球的南、北两极，高阔的天幕上，竞相辉映着五彩缤纷的光弧。有的像探照灯的光芒在空中晃动；有的像彩带在空中飞舞；有的像帷幕随风飘拂；有的像成串的珍珠闪闪发光……光弧的颜色或红或绿，或蓝或紫，时明时暗，构成一幅瑰丽的景观。这就是极光。它是地球两极特有的自然现象，多出现在3月、4月、9月和10月四个月份。那么，极光是怎样发生的呢？它对人类又有什么用处呢？

我们已经知道，太阳的内部和表面进行着剧烈的热核反应，不断地产生出强大的带电微粒流——电子流。这种电子流顺着地磁场的磁力线，来到地磁极附近，以光的速度向四面八方散射。其中一部分电子流射入大气层时，使大气中的气体分子和原子发生电离，产生出大量的带电离子，发出光和电来。极光爆发时，会产生强烈的磁暴和电离层扰动，使无线电通讯和电视广播等受到干扰破坏，使飞机、轮船上的磁罗盘失灵。尽管如此，作为一种未来很有希望的新能源，它将给人类带来巨大的好处。有人推算过，极光发射出的电量高达1亿千瓦，相当于目前美国全年耗电量的100倍以上。有的科学家设想，将来在北极或南极地区，建造一座高达100千米的巨型塔架，用适当的方法把高空中极光的电能接收下来，供人们使用。这种办法能成功吗？未来的科学家们，你是否打算研究出其他更好的方案和办法呢？

### 更先进的发电技术

你是否知道？现在的火力发电要白白损失70%的能量，也就是说，燃烧100千克煤，最多只有30千克煤真正被利用，其余70千克浪费掉了！很多年以来，各国科学家一直在寻找能够提高发电效率的方法，经过长期努力，终于找到了磁流体发电的方法。

磁流体发电，通俗地讲，就是使气体在磁场作用下发电。我们知道，金属是导电的，那是因为金属导体内有自由移动的电子，所以，发电机通过用金属做成的线圈，在磁场内转动，就会发出电来。可是，气体是绝缘体，气体的流动是气体分子在运动，分子内的电子受原子核的“约束”，不能自由移动，所以，怎么能利用气体发电呢？

科学家们研制的磁流体发电机使用的气体，是经过高温处理的气体。在高温下，一般气体都会发生电离，也就是组成气体分子的每一个原子，它们外层电子不再受原子核的约束，而能自由地向各个方向移动。气体就从不导电的绝缘体变成了导电的流体，当它们高速经过强磁场时就会发出电来。

普通气体大约在7000以上，才能变成磁流体发电所需的导电气体。经过科学家的研究，找到了“种子物质”钾、钠、铯等，如果撒下少量的这种物质，就可以在3000的高温下使气体成为导电气体。由于现在开发的地热、海洋热等还不能产生几千度的高温，只能用煤、石油、天然气等化石燃料，所以，目前的磁流体发电又叫燃煤磁流体发电。只

有随着高温原子核反应堆技术的发展，核燃料的废热得到充分利用时，才能实现原子核磁流体发电。磁流体发电是一种直接的发电方式，它的排气温度很高，可以用排出的废气来产生高温高压的蒸汽，推动汽轮机，带动普通发电机发电。它的发电效率可以达到 60%，从而节约大量的能源。

磁流体发电同火力发电相比，除了热效率高外，还有很多优点。它的发电机组结构紧凑，没有高速转动部件，所以体积小，结构很简单，使用寿命长。磁流体发电机启动很迅速，从点火到大量发电，仅仅需要几十秒钟，要使它停止运动，也只需很短的时间。

现在，磁流体发电的基础研究已基本结束，进入了工业性试验的阶段。尽管如此，磁流体发电机还有许多问题有待进一步解决。

### “ 超导 ” 研究成功

金属没有电阻现象的，科学上把它叫做超导。这种超导现象，早在 100 多年前就被荷兰科学家昂尼斯发现了。

多年来，随着科学的发展，人们做了大量的工作，探索超导的奥秘。

曾有一位美国科学家用铅作为材料，做了一个封闭的圆环，并把它放在超低温的环境中，也就是使铅处于超导的状态。接着，他又将一定量的电流通入铅环，然后切断电源，使电流在铅环中没有休止地流动下去。过了几年，当这位科学家再去测量铅环的电流时，惊异地发现电流依旧跟过去一样，没有明显的减弱。这说明了电流在超导体中没有损耗，是可以永远地保存下去的。

这个实验给人们非常巨大的启示。在日常生活中，一天 24 小时里的用电量是不相同的，白天和傍晚用电量最大，到了深夜就大大地减少了。我们现在的发电厂，不可能做到白天发电多、深夜发电少，所以到了深夜，发出来的电往往会浪费掉。假如有一个很大的电力仓库，能够及时地把余下的电能储存起来，到了需要的时候再放出来，那该有多好啊！

科学家设想在地下很深的地方挖一个大坑，它的直径有 100 多米，又分成上中下三层，在里面充满着超低温的液态氦气，把超导金属做成的线圈浸没在里面。平时，可以把多余的电能储存到超导线圈里去，当需要时，再把电取出来使用。由于电能没有损耗，所以能长期地储存下去。

科学家已着手研究、制造可以储存 100 万度电的超导设备，只要制造成功，人们就再也不会为用电的不平衡而伤脑筋了。

电是从发电厂的发电机发出来的，由于发电机所用的导线是用金属铜、铝制成，在常温下电在金属导线中流过时，会因电阻而使导线发热，变成热量，无形中能量跑掉了。所以，发电厂发出来的电只有 90% 供我们使用，10% 被发电机本身消耗掉了。

如果发电机的导线是用超导金属做成的，就可以使发电机的效率提高到 98%，而且发电机也不必造得很大。目前世界上已经制造成功 1 万千瓦功率的超导发电机，到本世纪末，会有 2000 万千瓦大功率超导发电机问世。它可以供应一个现代化大城市的全部用电。

21 世纪，输电线和变压器都可能用超导金属制成，超导电缆和超导

变压器的问世，更能为人类节约巨大的电能。

## 束能

在当今世界，不管我们在地球上哪一个角落，打开收音机，就能聆听到自己喜爱的新闻、音乐、戏曲等各种节目。在收听这些节目时，不知你们是否想到过：这节目是从哪儿来的，是谁把它们送到我们耳朵里的？

这些节目是由电台预先制作好，然后，由无线电发射机，以无线电波的形式定向传播出去。无线电波的波长有不同，人们把它们分为长波、中波、短波、微波等。收音机接收不同波长的无线电波，把它们变成节目。

如果我们用放大镜把太阳聚成一点，提高太阳光的能量，就能点燃火柴、纸片。同样，科学家通过聚焦技术，把无线电波紧缩在一起，成为一种能，这种能叫做束能。

束能理论最早是在 19 世纪，由大科学家赫兹和泰拉斯提出来的。现在，这个理论已发展成熟，进入实用阶段。

微波是波长很短的无线电波。第二次世界大战后，随着微波技术的发展，科学家首先对微波聚焦，使它们成为微波束能。20 世纪 70 年代，美国计划在卫星上建造太阳能电站。电站上有两块巨大的矩形电池帆板，它们将太阳光转换成电。在电池帆板之间的微波辐射天线将电通过波发生装置变成微波能，再由微波天线聚成微波束能，发射到地面。地面接收站把接收天线收到的微波束能转换成电，供人们使用。

目前，科学家对束能的研究主要集中在建立地面微波束能站方面，为各种飞行器提供束能动力。

加拿大制造了一架利用微波束能作燃料的试验飞机。飞机机翼下面有天线，专门接受地面微波站发射的微波束能，然后，将微波束能转变成电，用作飞机动力。这架飞机在空中飞行几个月，像一个低空飞行的通信卫星，既可以监视地球大气层中的各种危险气体，又可成为无线电通信转播站。

美国航天署打算设计一种小型束能宇宙飞船，能载 5 名宇航员，船重 6 吨，升空十分方便，从简易场地起飞，只需三四分钟就可以进入运行轨道。美国科学家还设计了一种大型无人驾驶束能飞机，能在离地面 19.2 千米的高空飞行，携带 67.5 千克重的各种仪器设备，持续飞行 90 天。这架束能飞机的任务是监测地球环境。

束能是一种新型能源，正受到人们越来越多的重视。

## 潜能

天上星星亮晶晶，数也数不清。科学家们把这些星分成恒星、行星、卫星、彗星、流星等。

恒星本身发出光和热，我们的太阳就是恒星。由于过去人们认为恒星的位置是固定不动的，所以，把它们叫做恒星，实际上，恒星也在运动。许许多多的恒星组成一个集合体，就像动物世界中的动物群、密林

里的植物群，科学家们把它们称为星系，比如银河系。

我们知道，自然界的生物都有生有死，只是各种生物的生命长短不一样。其实，自然界的物质都在不停地运动着，恒星也不例外，它们也有产生的过程，也有消亡的过程。

我们日常生活中，除了用煤气、液化气烧菜煮饭以外，还有许多家庭在使用煤炉，比如用煤做成煤饼或煤球放在炉内作为燃料燃烧，放出光和热。当煤燃烧完了，就不会产生光和热，而变成一堆煤灰了。恒星能发出光和热，也是因为它内部的燃料在燃烧。恒星内部的燃料不是煤，而是原子核，通过原子核的聚变反应，产生大量的光和热。当恒星内部的核燃料用完了，它的剩余物质被紧紧地挤压在一起，压缩得非常紧密，连光都只能进，不能出，不能离开它们的表面。科学家把这种剩余物质叫做黑洞。恒星老了，衰退了，收缩成黑洞。

在漫无边际的宇宙中，黑洞是一个孤立的天体，只有网球那样大小，但它的重量却跟地球差不多。人的肉眼是看不见它们的，即使科学家用天文望远镜也看不见它们。人们只能通过黑洞的巨大吸引力，才能确定它的存在。

黑洞有巨大的吸引力，如果宇宙飞船、航天飞机飞过黑洞，就会立刻消失。凡是在黑洞附近的物质，都被它吸进去，消失得无影无踪。

黑洞似乎很可怕，可是，经过科学家们的研究，找到了一种开发和利用黑洞的能量的方法：把生产原子能的核反应堆放到黑洞上去。人们把核燃料发射到黑洞上，由黑洞内巨大的引力压缩核燃料，迫使其实现核聚变反应，释放巨大的能量，人造卫星电站接收能量反射到地面。科学家把这种能量称做潜能。

潜能的开发利用，是一项巨大的星际工程。为使这一工程成功，人类要付出惊人的代价。尽管科学家在地球上还没有实现这样的任务，但是，一旦这项工程成功了，那就能源源不断地获得非常巨大的能量，而且是一本万利的。

