

核
电
探
秘

少年

编著 / 延军

SHAO NIAN XIAN DAI KE XUE JI SHU CONG SHU SHAO NIAN XIAN DAI KE XUE

这里三面环山，一面靠海，圆柱形的摩天建筑物是安设核反应堆的主厂房，又叫安全壳。整个非常坚固的钢筋混凝土圆筒，壁厚各1米以上，由成千上万吨钢铁和水泥浇灌而成，因此，即使要求地基能承受每平方米10吨重量，并且核电厂的整个寿命期内不能产生沉降。鞍山谷有这样的条件，对山体进行适当开挖后，整个厂房直接座落在基岩上。这里地质构造稳定，震级低，可保证主厂房稳如磐石。安全壳近旁的长方形建筑物是汽轮发电机厂房，里面的设备与主厂房服务，这片平地原先是经常被海水淹没的滩涂，经过设计人员的精心安排，用开挖的土石方修筑的一条海堤，才从海水中夺得了这一片土地。厂区内高低参差的重叠叠峰，厂区和居民村之间一道完美的天然屏障，把含有大量放射性物质的反应堆及外面的厂房包



中，并面向江阔的海面，大大地增加了当地居民的安全感。还有一些看不见的冷谷地也为这些设施提供了十分便利的条件。例如核电厂运行时需要大量的冷却水，这些水是经由一个穿山的涵洞，从海平面下的一个取水口中汲取的。水道深而稳定，可以汲取到深层的低温海水。核电厂需的淡水则是用泵从新建了一个自来水厂，生产的淡水足以满足生产和生活的需要。核电厂运行产生的废水（都贮存在厂区的地下建筑物内）这些建筑物能有效地防止放射性物质外泄。还可以看到，这里没有常规电厂里必不可少的铁路专用线。对核电厂来说，烧整整三年，而一吨燃料总共只用40吨二氧化碳。因此就没有必要建造铁

少年现代科学技术丛书

核 电 探 秘

延 军 编著

少年儿童出版社

核电探秘

延 军 编著

杨 超等 插图 盛于华 装帧

少年儿童出版社出版发行

(上海延安西路 1538 号)

邮政编码 200052

总发行所 上海发行所经销

商务印书馆上海印刷厂排版 江苏新沂印刷厂印刷装订

开本 787×1092 1/32 印张 4.275 字数 82,000

1995 年 3 月第 1 版 1996 年 4 月第 3 次印刷

印数:20,001—41,000

ISBN7-5324-2442-1/N-244(儿) 定价:4.70 元

致少年读者

少年朋友们，当前，全世界的科学技术突飞猛进，日新月异。为了早日实现我们伟大祖国的四个现代化，你们应该努力学习现代科学文化。你们正处在长身体、长知识的时期，精力旺盛，求知欲强，应该以科学知识武装自己，将来为祖国的宏伟建设事业作出贡献。

为了帮助你们实现这一美好的愿望，我们三家出版社曾在八十年代合编了一套《少年现代科学技术丛书》，受到广大少年读者的欢迎。这次，为了及时反映当代最新科学技术发展的情况，我们三家出版社又将这套丛书修订补充，重新出版。希望通过介绍当前国内外一些影响大、前途广的新科学技术，能有益于你们增长知识，扩大眼界，活跃思想，进一步引起探索科技知识的兴趣和爱好。

怎样通俗地向少年朋友介绍现代科学技术，这是一个新的课题。我们真诚地希望少年读者积极提出批评、建议和要求，让我们共同努力，编好这套丛书。

少年儿童出版社

北京少年儿童出版社

安徽科学技术出版社

目 录

一、能源新葩——核电	(1)
时代的灾难	(1)
呼唤新能源	(3)
美妙的设想	(4)
谁能不负众望	(6)
地球的收支帐	(9)
取之不尽的能量宝库	(13)
小巫见大巫	(15)
珠联璧合的地方	(19)
得天独厚	(20)
二、探索核能脚步	(21)
“布丁中的葡萄干”	(24)
暗斑图像的秘密	(27)
炮弹换来金钥匙	(31)
炼金术梦想成真	(35)
从混乱的顶峰上下来	(38)
让火焰熊熊燃烧	(42)
酒瓶商标纸上的记录	(43)
三、色彩缤纷的核电世界	(50)
在爆炸声中跨入原子时代	(53)

粗心的估计.....	(52)
原子锅炉和核燃料.....	(54)
和平利用原子能的开端.....	(59)
望尘莫及的高温功能.....	(62)
从核潜艇“红鱼号”开始.....	(65)
最强劲的对手.....	(69)
独树一帜.....	(73)
四、从核电站的安全说起	(76)
核电站不是原子弹.....	(76)
荒谬的“中国综合症”.....	(79)
三道防线和四道屏障.....	(81)
震惊世界的三里岛事故.....	(85)
“世界的辐射首都”.....	(89)
小小的风险.....	(93)
五、放射性管理和辐射防护	(97)
两种“燃烧”的对比.....	(97)
寻找最终的归宿.....	(101)
从一个壮烈的史实说起.....	(103)
从保守到乐观.....	(109)
六、核能的未来	(114)
越烧越多.....	(114)
人造的微型太阳.....	(118)
地平线上的曙光.....	(123)
奇妙的微观世界.....	(127)

一、能源新葩——核电

时代的灾难

1965年11月9日，在美国发生了一起重大的事故，它震撼了整个纽约及其附近的其他城市。西方报纸都在显著位置上刊载出题为《时代的灾难》、《世界的末日》等文章，广播电台和电视台也用大量时间报导事故详情。

究竟发生了什么事？原来，横跨美国和加拿大的一根次要的输电线发生了故障，致使其他一些并联输电线路断开。接着，故障像雪崩似的一个接一个发生，结果迫使总容量达4500万千瓦的发电站纷纷停止供电。几百公里范围内的电力网终于彻底瓦解。美国东部八个州和加拿大两个省的几千万居民失去了电力供应。

没有了电，便没有了光明，也没有了动力。

整个晚上，纽约市笼罩在一片黑暗和混乱之中。由于交通信号灯不亮了，车祸不断发生。交通因大街阻塞完全中断。公共汽车、无轨电车、小汽车排成了长龙。地下铁道中的列车也被“冻结”在黝黑的隧道中部。

断电还使通风和地下水抽吸系统停止了运行。

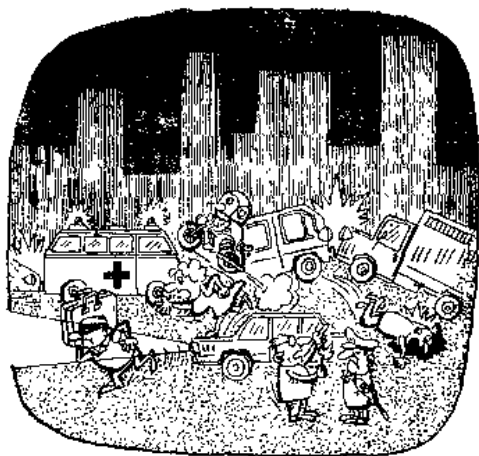


断电以后

事故发生在交通“高峰”时刻，下班的人们被困在电梯里。因为空气不畅通，电梯变成了闷热窒息的密封罐。

一切电动机和电气设备都停止了运行。冷藏库因断电而失效。工厂工艺流程遭到破坏，铁水凝固，操作中断，甚至引起火灾。

有人却趁火打劫。而警察根本无法履行职责，因为通讯联络也已中断……几小时内，纽约和其他几个城市全部陷入瘫痪状态。人们落入了可怕的境地。直到次日，各发电站陆续恢复工作后，情况才开始好转。



人们落入了可怕的境地

这次事故，损失惨重。不少人受伤、致残，甚至死亡。有些人则因房屋被大火席卷而失去了栖身之地。保存在冷藏库中的几万吨食品开始变质，只好作为垃圾清理掉……

这次事故清楚地表明，一个现代化城市的生存和发展与电能的供应关系多么密切。

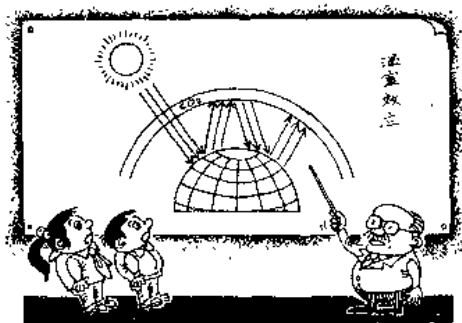
呼唤新能源

20余年过去了，人们对电力的需求不仅丝毫不减，反而更加依赖它了。由于电能输送方便，电器使用简单，如今电已经深入到人类日常生活的每个角落。电饭煲、微波炉、电热灶代替了煤炉；电热水器、电淋浴器代替了开水壶。电视机、冰箱、空调器，以及各式各样的新型电器产品，不断改善着人们的生活。

然而，真正需要大量电能的不是各家各户，而是工农业生产。钢铁厂、水泥厂、化肥厂、有色金属冶炼、农业灌溉和排涝等，像鲸吸水一样消耗着大量的电能。各国政府都把能源开发作为发展经济的基础，将电力建设当作头等大事。发电厂的烟囱像雨后春笋般的矗立起来，煤炭、石油、天然气等大量一次性能源滔滔不绝地从地下采掘出来，以满足人类日益改善的物质和精神生活的需要。

现在，人类驾驭能量的规模已经相当庞大。由于大规模地使用能源，不少地区开始出现能源危机。

随着物质文明的发展，人类对生态环境的破坏也达到了



温室效应

比较严重的程度。大量二氧化碳排入大气造成“温室效应”。地球在二氧化碳的覆盖下会吸收阳光的能量而逐年升温。当温度上升到使极地的冰山全部融化时，全球的海平面就会上升，淹掉大部分工业发达、商业繁荣的沿海城市。

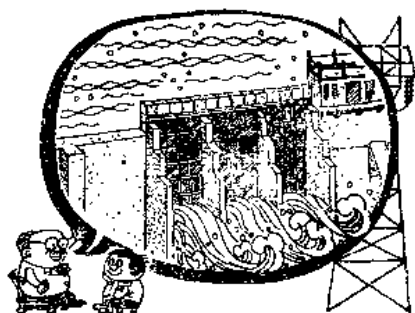
“未来学”学派认为，如果人类社会继续按目前的势头发展，那么到下个世纪中叶，由于资源，尤其是能源的限制，人口和产品会转而急剧下降，而环境污染则急剧加重，文明社会随着开始凋谢……

为了避免这种真正的“时代的灾难”，我们只有两条出路：一条出路是非常节省地使用地球上剩下的能源资源，另一条出路是尽快地开发和利用能取而代之的强大的新能源。

美妙的设想

人类为寻找能源曾绞尽脑汁，留下过很多美妙设想。

地理学家们知道，每秒钟有 8.8 万立方米的海水从大西洋经直布罗陀海峡流入地中海，然后在那儿蒸发掉。而流动的水只要有落差就可用来发电。因此早在本世纪初就有人建议，

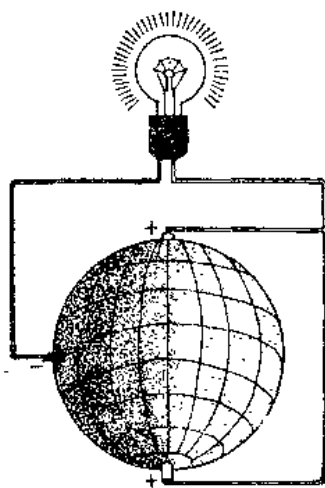


落差发电

用水坝将直布罗陀海峡拦住，把地中海的水位人为地降低 200 米，这样建在直布罗陀海峡上的水电站就可以发出 1.2 亿千瓦的电力。

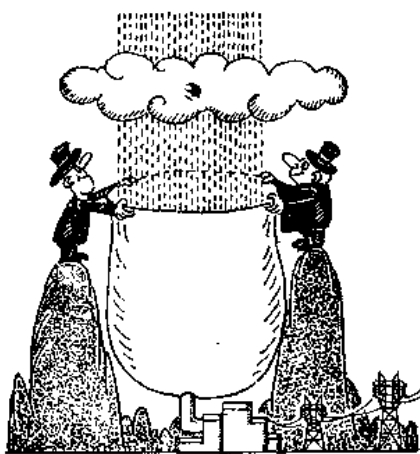
人们还想利用地球本身来发电。具有磁场的天体旋转

时，由于电磁感应，会产生电动势。我们的地球每 24 小时旋转一圈。如果利用地球作为天然发电机的转子，南北极成为正的接线端，赤道成为负的接线端，则理论上可获得 10 万伏左右的电压。利用这种异乎寻常的发电机，就可以把地球巨大的转动能分出一部分来供人类使用。



地球发电

还有过一个利用中微子能量的设想。中微子是天体核反



捕捉中微子

应中产生的一种中性的基本粒子，它的质量几乎为零，但却具有能量。从太空落到大地上的中微子流，按功率计，不亚于太阳能。由于中微子与物质的相互作用很微弱，因此中微子流可以自由地穿过云层，来到地球上供我们使用。但它同时也能轻而易举地

穿透整个地球，重新进入太空，使我们失之交臂。因此，要利用它，必须想办法在中微子经过我们身旁时把它留住……

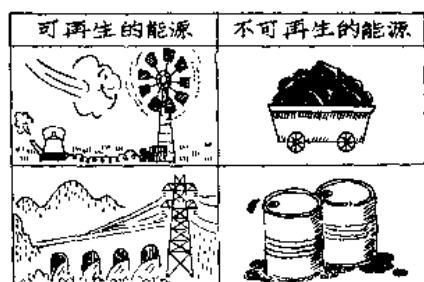
这些方案理论上无懈可击，这些能量客观上也都存在，但最终都没能付诸实施。原因在哪儿呢？原来，我们人类在利用能量时，对能源的品质有一定的要求。如果不符合这些要求，使用起来就不那么得心应手，甚至会增添麻烦。

谁能不负众望

从现代化生产的角度来看，一种理想的能源至少要符合四点要求。

首先，它应当是源源不断的，是能量的“源”泉。这类能源有两种：使用掉以后还会在短期内重新产生出来的能源，如风

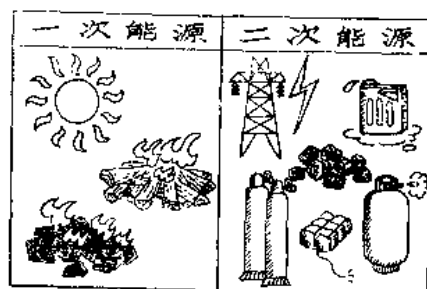
能、水能等，称为可再生的能源。可再生能源要及时利用，否则也会白白流失掉。还有一种在短期内不能再生出来，用一点少一点的能源，如煤炭、石油等，称为不可再生的能源。不可



可再生能源与不可再生能源

再生能源是古代动植物的残骸，经过亿万年的演变而逐渐形成的化石燃料，因为它们的储存量较大，所以才能源源不断地开发出来供人类使用。

其次，能源应当是比较便宜的。也就是说当人们使用它时付出的代价是可以接受的。在古代社会里，利用能源的方式十分原始，要求也不高。人们用木柴来烧烤猎获的野兽，用动物的脂肪来照亮幽暗的洞穴，一起挤在冬天的阳光下取暖。利用这些自然形态的能源，在当时不需要花太高的代价。这些天然存在的、未经人类加工的能源，如阳光、木柴、煤炭等，



一次能源与二次能源

统称为一次能源。然而到了今天，社会大生产的精细分工对能量的使用提出了各种特殊的要求，因此必须对一次能源进行改造，将它们转变成二次能源。我们日

常生活和生产中使用的电能、汽油、焦炭、煤气等都属于经过加工的二次能源。二次能源还包括氢气、火药、乙炔、甲醇等能贮存和放出能量的化学物质。

除了加工外，还要对能源进行采集、运输、转化，并分配到各个使用能量的地方，这是一个庞大复杂的工程。一种能源是否能够在国民经济中得到发展，并站稳脚跟，归根到底，取决于建成这套工程所花的代价。

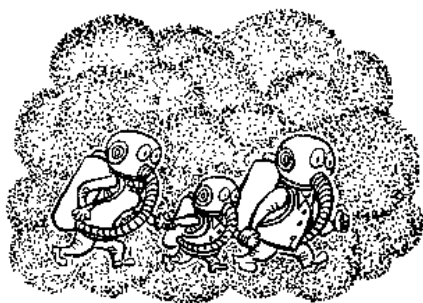
符合上面两点要求的能源品种很多，煤、石油、太阳能、风能、核能都可以用。然而，基于当前工农业生产用能的特点，如今对能源还有第三个要求：能源的能量密度必须很大。由于生产用能的规模有了巨大的发展，金属冶炼、机械制造、农业生产、交通运输等部门，每天消耗着几百万千瓦的电能，只有高度密集的能源，才能满足工农业突飞猛进的发展需求。

按照第三点要求，所有一般的能源都要退居一旁，而把冠军让给裂变的原子。在能量密集方面，其他能源都是无法和核能竞争的。按照原子裂变的原理建造的核电站，它的单套机组的最大功率目前已达到150万千瓦，足以满足一座现代化城市的用电需要。

除了要求能源具有上述三点品质以外，对能源还有更为重要的一点要求：它不会给生态环境带来有害的影响。

近年来由于不重视生态保护，人类活动已在全球规模上造成一些严重的后果。对热带雨林滥加采伐，破坏着大气中氧的平衡；非洲沙漠不断扩张，使它剩下的沃土有五分之二将变成不毛之地；亚洲将有三分之一，拉丁美洲将有五分之一

的地方步其后尘。大型火电站排出的废热使很多大河的水温猛增，影响了水生生物的生长。水电站的建造影响着鱼类的回游繁殖。泄漏到空气中的氟利昂致冷剂正在破坏地球高空的臭



生态环境受到污染

氧层，使人类暴露在强烈的太阳辐射之中。污浊的大气威胁着人类的生存……

各种能源对生态环境造成的影响差别很大，一些常规的动力工程，如火电站、水电站等等，从生态学的角度来看是不够理想的，有的甚至就是污染环境的罪魁祸首。与它们形成鲜明对照，不断制造放射性物质的核动力，却是一种生态学上十分干净的新型能源。它在生态学上的优越性仅次于日趋匮乏的天然气。

根据以上四点要求对各种能源进行全面考查，现在越来越多的有识之士认识到，正是核能代表着动力事业发展的新方向，它能帮助我们克服种种危机，迎接文明社会面临的各种新挑战。

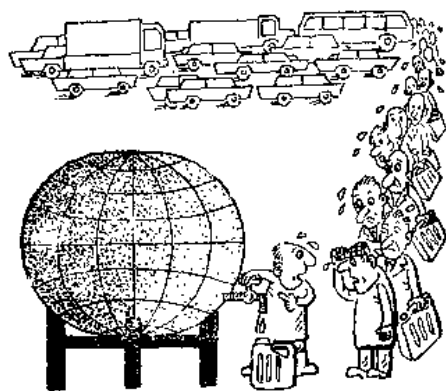
地球的收支帐

460 年以前，伟大的航海家麦哲伦和他勇敢的水手们历

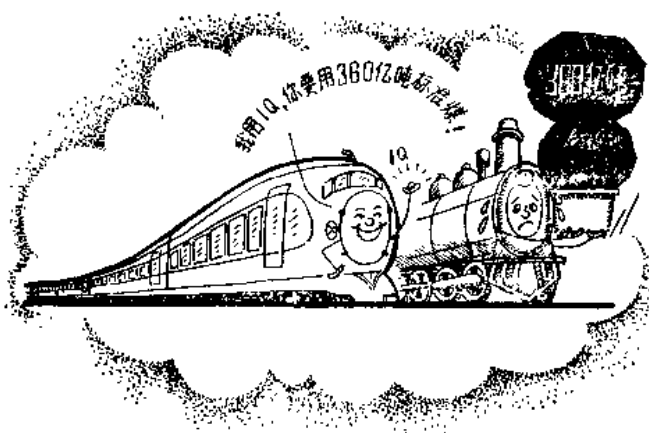
尽千辛万苦,用了3年多时间,完成了第一次环球航行。当人们张大嘴巴,睁着惊诧的眼睛,听他们介绍美丽的异国风光、富饶的沿海岛屿、热带丛林中的冒险经历、惊涛骇浪里的生死搏斗时,大家开始感觉到我们的地球是多么的巨大,在它里面蕴藏着的资源无穷无尽,足以让子孙万代生生世世地享用下去。

然而,今天,当宇航员坐上宇宙飞船,只用1小时左右的时间,就绕地球一周时,大家心目中的地球已经明显地缩小了。人们不由自主地开始考虑:我们的地球究竟有多少资源可继续慷慨地供我们挥霍使用?又需要多少能量才能保证人类社会继续繁荣昌盛呢?

在我们这颗行星上,现在生活着50亿男女老少。根据统计,我们每年消耗的能量约为 $0.27Q$ (Q 是一个新的能量单位,1 Q 相当于燃烧360亿吨标准煤所释放的能量)。这个数



地球还剩多少能源



1Q 相当于燃烧 360 亿吨标准煤所释放的能量

字还将随着人口的增长和生活质量的改善而继续增长。

据估计, 100 年以后全世界的人口最终将稳定在 120 亿左右。那时, 全球的能量需求将是多少个 Q 呢?

经过详细的分析, 动力学家们认为, 到了 2100 年, 由于矿物资源日益减少, 人们不得不转向开发品位较低的贫矿(品位是指矿物的含量), 这样取得每吨原料所需的能耗将会显著地增加。为了养活众多的人口, 人们将在土地上大量使用化学肥料以增加作物产量, 还要大面积地实行人工灌溉, 以开垦原来不适于耕作的荒地。这样一来, 每吨粮食所需的能耗也将大幅度地提高。由于石油短缺, 那时的交通工具得用新的燃料(很可能是氢气)来代替。生产氢气要比开采地下的石油复杂得多。更令人头痛的是, 这时地球上的淡水资源也不够了。很多地区得像现在的海湾国家那样, 消耗大量的能量来淡化海水。