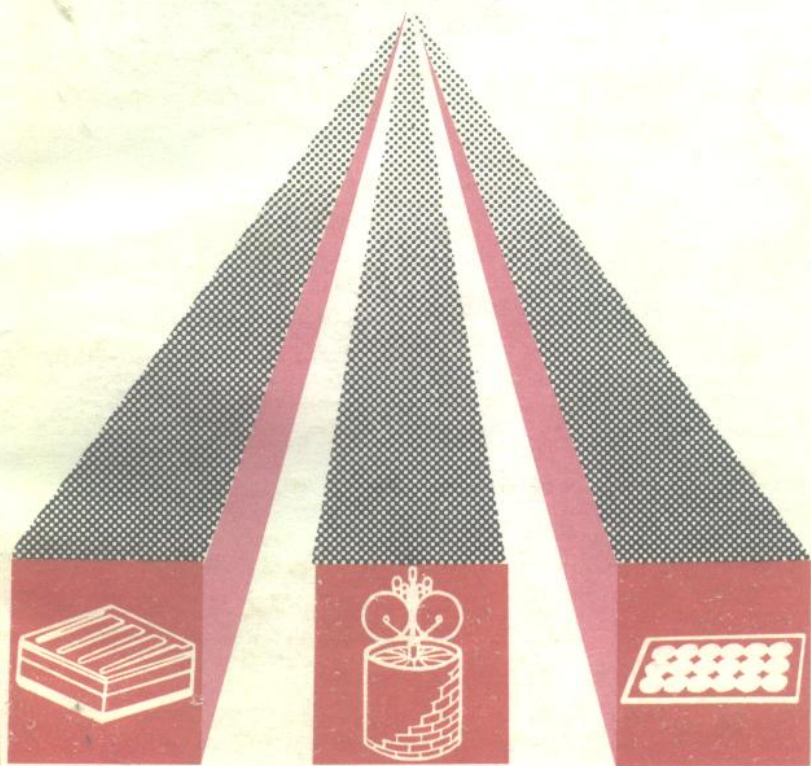


太阳能电源

郑守琛 余杰 编著



中国通信学会科普读物研究会主编

中国通信学会科普读物研究会 主编

太 阳 能 电 源

郑守琛 余杰 编著

31524/12

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书以简明通俗的方式讲述了太阳能电源的工作原理和实际应用。内容包括太阳及其辐射计量、太阳电池、太阳电池的发电装置与运用,以及太阳电池跟踪和聚光发电系统。其中既有知识性的介绍,又注重实例的说明。可供能源、通信、宇航、交通、气象等部门的职工学习参考。

太阳能电源

郑守琛 余杰 编著

责任编辑 高丕武

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

北京兴华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本: 787×1092 1/32

1990年4月 第一版

印张: 4

页数: 64

1990年4月北京第1次印刷

字数: 90

千字

印数:

1—2000册

ISBN7-115-04220-9/TM·003

定价: 1.50 元

前 言

能源同材料和信息是构成现代社会的重要支柱。而太阳能的利用，在能源科学的发展中已占有不可忽视的地位。远在三千多年以前，我国西周时代就有了“阳燧取火”的科学发明；而进入信息化社会的今天，太阳能已在相当广泛的领域中为人类造福。由于太阳能是随处可得、取之不尽、用之不竭而又没有污染的能源，其发展前途是不可限量的。

为了进一步普及推广太阳能应用技术，我们在这本小册子中，通俗地介绍了太阳能的利用及其发展概况，太阳电池的工作原理，太阳能电源系统的设计和制作，並附以若干应用实例。由于我们的经验不足和水平有限，书中的一些缺点和错误在所难免，诚恳希望广大读者不吝批评指正。

本书在编写的过程中，得到中国通信学会科普读物研究会、福建省邮电科研所领导和有关同志的支持，在此一并表示衷心的感谢。

编者

1989年5月

目 录

第一章 太阳能的利用源远流长

- 1.1 最早的太阳能利用 (1)
- 1.2 今天, 它为人类造福 (2)
- 1.3 太阳能通信电源 (6)

第二章 天然的能源——太阳及其辐射计量 (13)

- 2.1 不断爆炸的大火球 (13)
- 2.2 春夏秋冬不一样 (14)
- 2.3 太阳辐射及其计量 (17)
- 2.4 影响太阳辐射的各种因素 (23)
- 2.5 怎样计算太阳辐射量 (27)
- 2.6 实例分析 (30)
- 2.7 清洁的能源 (33)
- 2.8 我国丰富的太阳能资源 (34)

第三章 太阳电池 (37)

- 3.1 太阳电池的基本结构和工作原理 (38)
- 3.2 太阳电池的基本特性 (43)
- 3.3 硅太阳电池的制作 (49)
- 3.4 硅太阳电池的测试 (53)
- 3.5 其他太阳电池 (57)

第四章 太阳电池的发电装置与运用 (60)

- 4.1 太阳电池电源的基本装置 (60)
- 4.2 太阳电池组件 (63)

4.3	蓄 电 池	(67)
4.4	太阳电池电源系统的 设计	(76)
4.5	蓄电池容量的 确 定	(80)
4.6	调节控制 装 置	(81)
4.7	设计应用 举 例	(83)
第五章	太阳电池跟踪和聚光发电系统	(87)
5.1	太阳电池列阵的 跟 踪	(87)
5.2	太阳电池跟踪系统装置应用 实例	(95)
5.3	聚光太阳电池系统 装 置	(103)
5.4	聚光太阳电池系统装置 实例	(109)
附录	太阳与地球相对运行规律	(118)

第一章 太阳能的利用源远流长

太阳，给我们带来光明和温暖，这是地球上的每个人都能亲切地感受到的。它是我们取之不尽、用之不竭的巨大能源。

太阳是一个巨大而炽热的气体球，表面温度高达 6000°C ，虽然与地球相隔约1亿5千万公里，但是人类仍能得到它的巨大恩惠。

人类对太阳能的利用经历了漫长的道路。随着地球上石油、煤炭等有限资源的大量开发与日渐减少，人类直接对太阳能的利用愈来愈重视。在近代的能源科学中，太阳能的应用已占有举足轻重的地位。可以说，这是一门既古老而又新兴的科学。我们的祖先最早也为这门科学的发展作出了杰出的贡献。

1.1 最早的太阳能利用

据史书《周礼》记载，早在公元前11世纪至公元前771年，即在我国西周时代，已设有“司烜氏”，“掌夫燧取明火于日”。“燧”是古代取火的器具，阳燧是用青铜铸造的，它有一个呈凹形的球面镜，把它对准太阳，並让阳光反射聚集在一个焦点上，便可以使干燥的柴草、木材等易燃物燃烧起来。这种“阳燧取火”代替了原始的钻木取火方法，充分显示了我们祖先的聪明才智。“烜”即火，司烜氏就是管火的人。古书上



图1-1 司燧氏阳燧取火

的记载说明，我国西周时代不但已发明了阳燧，而且还设有专门的人员负责用阳燧向太阳取火(参见图1—1)。

在希腊，有一个妙趣横生的古代传说。相传在公元前214年间，古罗马帝国为了征服地中海中的西西里岛(在意大利南部)，派出了一支舰队去攻打这个岛屿东部的西拉修斯商埠，岛上的希腊人奋起反抗。当时著名的科学家阿基米德也参加了这场保卫商

埠的战斗。他想出一个奇妙的御敌办法，让每一个士兵手拿一块磨得光亮的盾牌，排列在商埠的城堡上。指挥官命令士兵把盾牌面向太阳，同时让反射出来的太阳光都聚集到入侵的罗马帝国舰船上。炽热的阳光照射，使舰船上的士兵惊慌失措，有些舰船着火了，希腊人终于取得了这场保卫战的胜利。

聚焦的太阳光，竟成为抵御外侮的奇妙武器，一时传为佳话。1973年，希腊科学家沙克斯为了证实这个古老的传说是否可信，他在希腊海军的支持下做了一次实验。他用了70面大镜子，每面镜子约两、三平方米，仿效阿基米德的办法，把阳光聚集照射到一艘45米长的木船上，木船果然烧起来了。

1.2 今天，它为人类造福

在大城市的楼房屋顶上，我们经常可以看到一些斜放着的太阳能热水器，为机关、学校、医院、浴室提供了廉价的热水；农村中的太阳灶可供蒸煮饭菜、烹调食物，解决了一些地区缺少柴草燃料的困难；太阳温室为培育秧苗，种植瓜果蔬

菜，提供了良好的种植环境；许多小型计算器、手表、仪器等配上了太阳电池，体积小，使用方便，避免了经常更换电池的麻烦；利用太阳能建立发电厂也已成为现实；神通广大的通信卫星，它遨游太空，转播来自各大洲的精彩的电视节目，也是靠卫星上装备的太阳能电池，而且能保证通信卫星连续工作七年至十年之久。凡此种种，不难看出太阳能已被广泛地应用到各个领域，正在为人类造福。

总的说来，太阳能的利用可以分为把太阳能转化为热能和电能两大类。

最简单的太阳能热水器，就是把太阳能直接转换为热能的一种装置。人们用表面粗糙并涂着黑色的吸热板吸取太阳能，在吸热板上盖着透光的玻璃板，板下装配有保温蓄热层，接上循环管道和水箱，在太阳光的照射下，就能使冷水变热。可贵的是，这种装置的平均收集效率可达40~50%，就是说1000瓦的太阳能辐射到热水器后，可以换得相当于400~500瓦的热能。

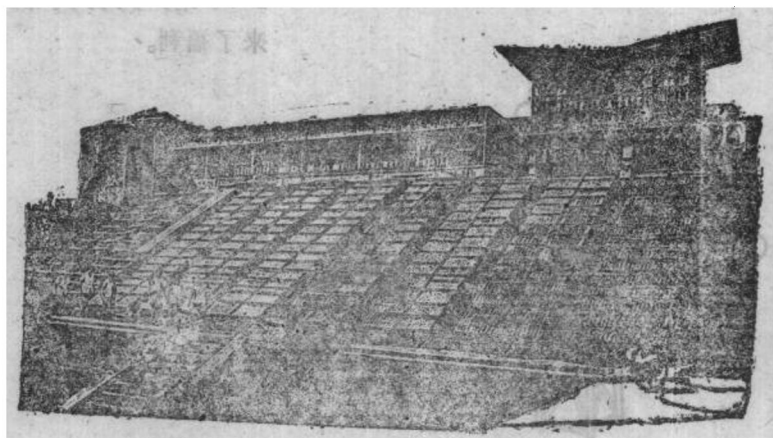


图1-2 太阳热水器示意图

图1-2是热水器的一个示意图。据了解，目前全国使用的太阳能热水器已有几十万平方米。如果按每天平均有三小时的标准阳光（即平均每平方米有一千瓦阳光辐射强度）计算，全国热水器每天所收集到的太阳能，将会相当于100万度的电能。这是一个不可忽视的数字，其经济效益相当可观。

我国广大农村已有数量可观的太阳灶，这种直接引用太阳

热能来代替柴草烧饭的办法，简便易行，得到农民的普遍欢迎。据某县科委的估算，在该县某个乡推广太阳灶之后，一个五口之家一年就可节约两千斤柴草，推广这项装置（参见图1-3）给广大农民带来了福利。

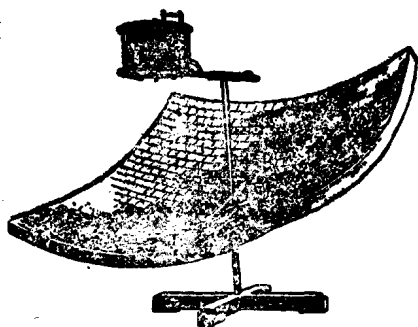


图1-3 纸壳太阳灶

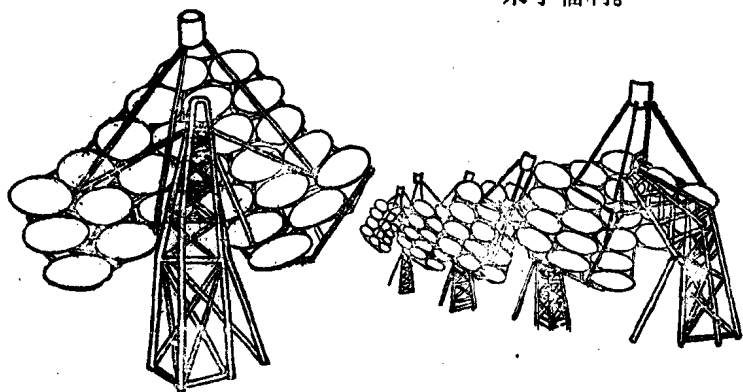


图1-4 太阳能发电厂一号的反射镜集光器阵

驱动电厂的汽轮机运转而发电。值得注意的是，这座发电厂的独特设计和先进结构，投资费用仅为每瓦2.8美元，发一度电的成本只要两美分，比用煤和用油作燃料的发电成本都要低。

然而，太阳能转换为热能的装置，一般都比较庞大，在利用上受到一定的限制，不如把太阳能转换为电能使用起来更为方便。因此，应用硅片把太阳能直接转换为电能的硅太阳电池应运而生并迅速风靡世界。

从图1-5中，我们可以看到太阳电池的应用范围相当广泛。在宇宙开发、航空、航海、通信、农牧业、公路交通以及人们的日常生活中，硅太阳电池以其体积小、价格低、质量可靠、使用方便，赢得了人们的信赖，得到了广泛的应用。

1.3 太阳能通信电源

现代通信的发展，随着人类的文明进步和科学技术迅猛发展的需要，已经达到一个崭新的阶段。在偏僻的边远地区，人们需要通信来传递沟通信息；在高山上的气象台站里，人们需要及时将收集到的气象情报迅速发送到气象中心；江河湖海上的航标灯塔，必须不停地发出航标信号，适应航远安全的需要；遨游太空的通信卫星，为了转发电视广播节目，或电话、电报信息，也需要可靠的电源供应；向宇宙深处飞去的航天器，为了探测宇宙和行星的奥秘，也需要不断地向地球发回收集到的科学数据。然而，在这些环境特殊的处所，往往无法得到发电厂输送的电源，太阳电池在这些场合却能发挥它独到的作用。

我国海疆辽阔，河湖众多，为了保证航船的安全，在港口、岛屿、险滩暗礁附近建造了许多灯塔和航标灯。应用太阳



图1-6 使用太阳电池的航标灯

电池作为灯塔。航标灯的电源，将无需经常派人补给。据了解，全国使用硅太阳电池作为航道安全指示装置的电源，总功率已达10千瓦。

在边远地区的铁路沿线上，往往没有可靠的商用电源，使用太阳电池作为铁路信号系统的电源，比自己发电或架设长距离的输电线路要经济合算得多。目前我国已有几百个边远地区的火车站，安装了硅太阳电池信号电源装置，保证了这些地区的铁路客货列车安全运行。例如在青藏高原的一个火车站上，使用的就是700多瓦的太阳电池（参见图1-7）。

高山顶上的气象台站，使用太阳电池作为气象通信的电源，既方便又可靠（参见图1-8）。显而易见，如果要把输电线路架到山顶上，不但工程浩大而且施工困难；即使在山上自

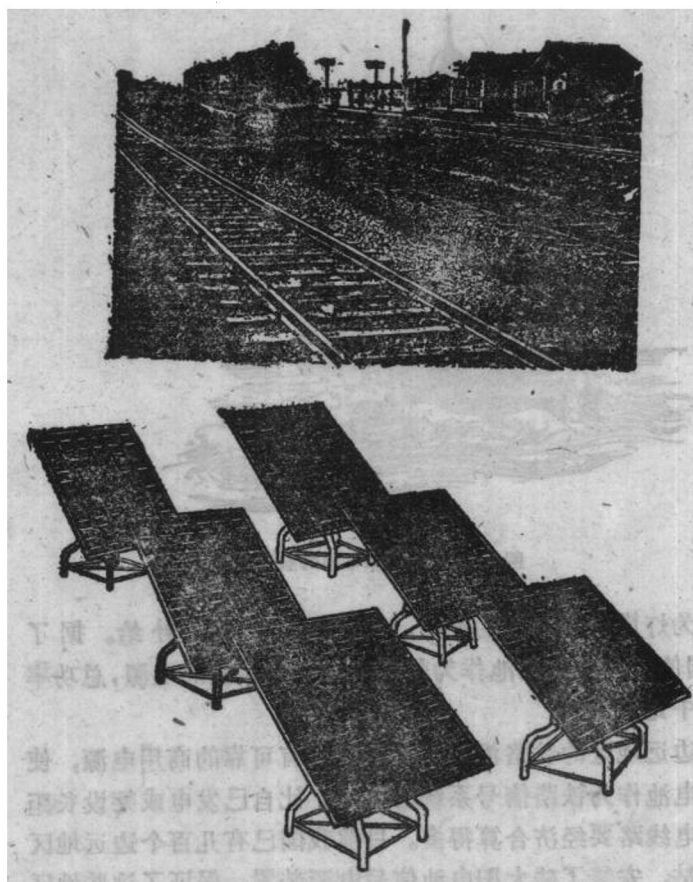


图1-7 使用太阳电池的火车站

备发电机发电，而将油料源源不断地运到山上，也是一件十分艰难的事。安装硅太阳电池却是一劳永逸的办法。

在偏僻的山区或农村，要想看到电视节目而又缺乏商用电源怎么办？装设太阳电池供电的电视差转机（见图1-9），将

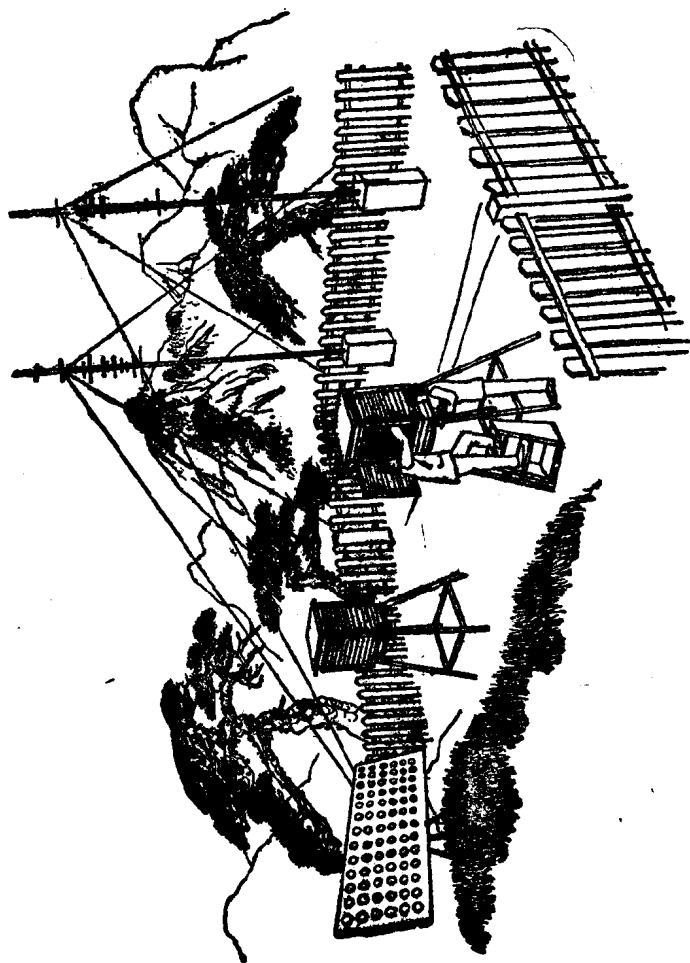


图1-8 使用太阳能电池的气象台



图1-9 太阳能电池供电的电视差转机

可以使这些地区的许多居民都有条件看到电视节目，大大改善他们的文化生活条件。而且，电视机也可以由太阳能供电，封底上图A的彩图就是北京市太阳能研究所生产的16瓦太阳能电视机。

1980年8月，DT6-1型太阳能通信电源，曾试验提供7部单路载波电话机的用电，经受了十级台风和沿海盐雾及连续阴雨天气的严峻考验。1983年6月，DT6-5型太阳能通信电源 又为15部单路载波电话机提供了24小时不间断的通信电源保证，效果良好。图1-10表示太阳能电池为载波电话供电。封底上的图B表示的是林区通信用的太阳能电源，功率为300瓦（北京市太

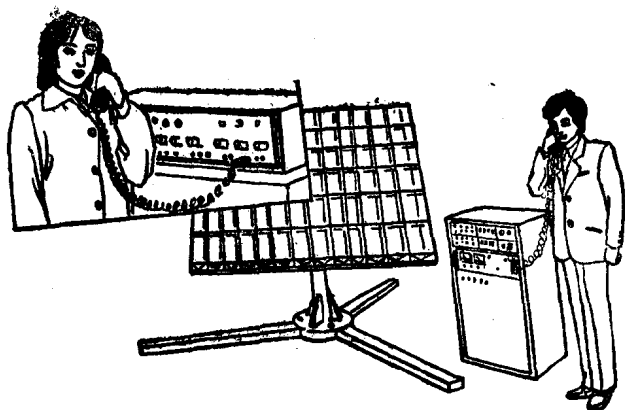


图1-10 用太阳能电池供电的电话通信

阳能研究所供稿)。

在国外，利用太阳能作为通信电源已十分普遍。80年代初，澳大利亚即着手修建一条长达1600公里的微波通信中继线路，贯穿北部一些沙漠地区，全部采用太阳能电池供电。一些发达国家的长途高速公路，在中途都设有许多用太阳能电池供电的无人值守电话站，以便车辆在中途发生故障或有特殊情况时可以及时进行通信联络。在城市污染日趋严重的今天，散居山区、远郊的乡间别墅，由于商用电源供应的困难，应用太阳能作为通信电源更是简单、经济而又方便的办法。据统计，美国有近万个家庭靠太阳能电池作为通信和家庭其它用电的电源。至于大型的太阳能电池阵，如美国洛杉矶附近的1000千瓦太阳能电池组成的电站，已于1983年2月建成投产。白天由太阳能电池向电网输电，夜晚和阴雨天则由电网向用户供电。

太阳能通信电源中最杰出的应用，要算是太空中的通信卫星了。遨游太空中的卫星，要维持其连续工作7~10年的设计