

〔美〕Isaas R. 霍尔斯特罗姆

著

太阳能电池 与太阳能电子线路

TAIYANGNENG

DIANCHI

YUTAIYANG

NENGDIANZI

XIANLU

上海科学技术文献出版社

太阳能电池与太阳能电子线路

[美] Isaac R. Holstroemn 著

张汝舫 陆安定 周俭德 译

李 钊 闻 望 校



上海科学技术文献出版社

Energy from the Sun
33 Easy Solar Projects
Isaac R. Holstroemn 著
First Edition First Printing
Copyright © 1981 by TAB
Books Inc. Printed
in the United States
of America

太阳能电池与太阳能电子线路
[美] Isaac R. Holstroemn 著
张汝舫 陆安定 周俭德 译
李 钊 闻 望 校

上海科学技术文献出版社出版
(上海市武康路2号)

新华书店上海发行所发行
上海市印刷二厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 6.125 字数 148,000

1986年11月第1版 1986年11月第1次印刷

印数: 1—3,400

书号: 15192·463 定价: 1.30 元

《科技新书目》124-211

译者序

一次偶然的机会从书架上翻到 Isaac R. Holstroemn 所著的《Energy From The Sun》一书，初看书名似乎是一本泛论太阳能的书籍；但仔细翻阅内容，这本书却是专门介绍太阳能电池、太阳能电子器件和太阳能电子线路的专著。这样的专著在国内尚不多见。

大家知道，当前，对能源的需求日益增长，而人们使用的常规能源（如煤炭、石油、水力、天然气等）却供不应求，因此开发新能源是今天世界的必然趋势。

我国到二十世纪末在能源增长只能翻一番的条件下，要实现工农业总产值翻两番的战略目标，因此我们既要抓常规能源的开发，又要抓新能源开发。

太阳能是主要的新能源之一，它既没有污染，而且又取之不尽，目前的缺点是太阳能器件价格较贵。但是随着科学技术的进步，可以预测，在不久将来的能源结构中，它将占重要地位。

太阳能开发的途径基本上有三条：

(1) 光热转换：通过热水器、太阳灶等方式把太阳能直接转换成热能。

(2) 光电转换：通过太阳能电池把太阳能直接转换成电能。

(3) 光化学转换：通过某些无机盐类介质的化学反应来贮能。

前两种转换方式已在各个领域中得到了一定程度的应用，而最后一种转换方式尚在试验研究阶段。

Isaac R. Holstroemn 所著的此书纯属于光电转换方式,书中所介绍的 33 种电子器件,都适用于一般家用电器。通过制作太阳能电池来代替干电池或交流电源,以达到节约能源的目的。

本书的特点是具有普及性,无论学生、工人,还是其他无线电电子技术爱好者都可以阅读,为他们在太阳能利用方面提供一条由浅入深的自学途径。

本书题材新颖,读者可以从中学到光、光电转换、太阳能电池和电子电路的一些理论和制作技术。

本书的另一个特点是切合实用,读者能够按照本书介绍的方法来制作电子电路,并进一步能自己设计电子电路。

本书的内容饶有趣味。读者阅读此书一定会被它的趣味性所吸引。如果通过制作制成了各种太阳能电子器件那就更有趣了,请读者自己体会吧!

译 者 1984 年 2 月

前 言

人们对太阳能已谈论多时,但对利用此项能源的重要性,只是在不久以前,由于矿物燃料的供应不断下降,人们才有了认识,能源的利用工作才有了较大的进展。

太阳能电池虽已用了多年,但是,在发明之初,这种从光能转换为电能的转换器,其效率很低。近年来,由于对这类器件进行了大量的试验研究工作,它的转换效率才有了显著提高。可以预见,太阳能电池终有一天能与常规发电方式进行竞争,而且成为一种主要的新能源。

本书不仅是一本介绍太阳能应用电路设计方法的书籍,而且除书中介绍的三十三个太阳能电子线路(这些电子线路可以用普通工具与仪器进行制作)外,还包括许多有关光和光能的实用资料,帮助读者理解“什么是光?”这类问题,从而使读者能更全面地掌握这种能源在动力和控制方面的应用技术。

本书同时介绍了许多关于制作方面的知识,帮助读者以低廉的费用和用不多的时间来进行各项电子实验。

本书具有知识性和趣味性,并有一定的教育意义,是一本太阳能和太阳能电子线路的入门书。阅读本书之后,希望读者能继续进行太阳能方面的实验,从而深入到这一门科学的广阔领域中去。

无论读者是一位有经验的制作者,还是一位初学的人(或是介于两者之间的),在阅读了本书之后都会感到书中介绍的科学知识、电子电路以及由浅入深的讲解,是适合读者的理解能力和操作水平的。

目 录

第一章 光的特性	(1)
1-1 波长	(1)
1-2 光是能量	(4)
1-3 光电效应	(4)
1-4 激光	(7)
1-5 小结	(9)
第二章 太阳能电池和有关器件	(10)
2-1 光生伏打电池	(12)
2-2 光的集聚	(15)
2-3 太阳能电池的组合	(17)
2-4 光电导管	(23)
2-5 晶体管	(29)
2-6 光敏三极管	(35)
2-7 其他光敏器件	(38)
2-8 小结	(38)
第三章 电子电路的制作	(40)
3-1 制作用工具	(49)
3-2 测试仪器	(52)
3-3 焊接步骤	(53)
3-4 正确的焊接技术	(55)
3-5 养成良好的制作习惯	(59)
3-6 安装太阳能电池的特殊技术	(60)

3-7	太阳能电池的突击安装法	(61)
3-8	固态元件的安装	(62)
3-9	集成电路安装技术	(63)
3-10	小结	(66)
第四章	太阳能电子线路	(68)
4-1	制作前的准备	(69)
4-2	光生伏打曝光表	(70)
4-3	调试步骤	(72)
4-4	光敏电阻曝光表	(73)
4-5	调试步骤	(75)
4-6	复合曝光表	(76)
4-7	调试步骤	(77)
4-8	3 伏太阳能电池	(78)
4-9	调试步骤	(80)
4-10	6 伏大电流太阳能电源	(82)
4-11	调试步骤	(85)
4-12	多种用途的光控开关	(86)
4-13	调试步骤	(88)
4-14	电子报警钟	(89)
4-15	调试步骤	(91)
4-16	光控电子风琴	(92)
4-17	调试步骤	(94)
4-18	调幅广播增音器	(95)
4-19	调试步骤	(97)
4-20	由太阳能电池供电的调频收音机	(98)
4-21	调试步骤	(101)
4-22	由太阳能电池供电的调幅收音机	(102)

4-23	调试步骤	(104)
4-24	廉价的 12 伏蓄电池充电器	(105)
4-25	调试步骤	(108)
4-26	波长 40 米的业余无线电发射机	(109)
4-27	调试步骤	(112)
4-28	摩尔斯电码振荡器	(113)
4-29	调试步骤	(116)
4-30	自动中断商品广告广播的光敏晶体管装置	(117)
4-31	调试步骤	(119)
4-32	音响曝光表	(120)
4-33	调试步骤	(122)
4-34	由光供电的光控脉冲振荡器	(123)
4-35	调试步骤	(126)
4-36	廉价的太阳能电子手表	(127)
4-37	调试步骤	(131)
4-38	150 伏太阳能电池	(132)
4-39	调试步骤	(133)
4-40	太阳能供电的 2 米波段转换器	(134)
4-41	调试步骤	(137)
4-42	大电流可控硅开关	(137)
4-43	调试步骤	(140)
4-44	交流电器的大电流控制	(141)
4-45	太阳能供电的射频振荡器	(142)
4-46	调试步骤	(145)
4-47	光控汽车寻找器	(146)
4-48	调试步骤	(149)
4-49	光调制器	(150)

4-50	调试步骤	(152)
4-51	太阳能供电的玩具“风车”	(153)
4-52	光调电源	(154)
4-53	调试步骤	(156)
4-54	光遥控电位计	(157)
4-55	调试步骤	(161)
4-56	光控保持开关	(162)
4-57	调试步骤	(165)
4-58	太阳能供电的射频功率场强计	(166)
4-59	调试步骤	(168)
4-60	光控旋转开关	(169)
4-61	调试步骤	(171)
4-62	能调压的太阳能电池	(171)
4-63	调试步骤	(173)
4-64	太阳能供电的电视机	(174)
4-65	小结	(179)
附录		(181)

第一章 光的特性

光是我们日常赖以生活的东西，但是大多数的人还不真正了解什么是光。对于光的全部特性，无法用简单的几句话来概括，因此，本书的目的是对光的特性适当地作一概要的论述。

在中世纪时，人们以为光是由人的眼睛发出，然后传播到被看见的物体上。后来随着光学的发展，开始对光的基本特性进行了研究和评价，并就光的传播问题及其局限性进行了探讨。

为了便于讨论起见，可以设想光是像无线电波一样的东西。无线电波是能量的一种简单形式，通过空间进行传播。同样，光波也是一种能量，当它照射到任何物体上时，对该物体有一定的影响。

1-1 波 长

图 1-1 系一种典型的无线电波的电压曲线，图中表示一个

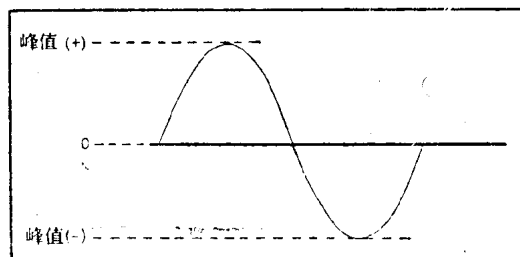


图 1-1 无线电波的电压曲线

完整的周期。其极性开始从零逐渐上升到正的峰值，然后由峰值下降，经过零点，降到负的峰值，再回到零点。

无线电波在空间以光速传播，传播速度约为每秒 186,000 英里 (30 万公里——译者注)。无线电波的频率是指在一秒钟时间的间隔内完成了多少个周波，或者是指在一秒钟里，光传播的距离内所完成的周波数。例如某一无线电波的频率是 1,000,000 赫 (赫又称周/秒)，那么，其含义就是此无线电波在一秒钟内完成了一百万个周波。

波长的定义是指无线电波完成一个周波所传播的距离。显然，此距离是随着无线电波的频率不同而变化的。在上述例子中，一个周波的距离是光线在一秒钟传播距离的一百万分之一。要计算实际的距离，只需将一秒钟内光线传播的距离 (米) 除以光波的频率 (本例中的频率是每秒一百万个周波) 即可。

无线电频谱中的波长，以米或英尺表示，通常以米表示居多。波长有时是很长的，例如，当频率为 1,000 赫时，波长大约等于 1,000,000 英尺 ① (300,000 米——译者注)；频率越低，则其波长越长。由于靠人类的感官无法知道某些辐射能量的存在，因此就需要借助特殊的仪器来检测。如无线电接收机可以用来探测无线电波，并且可以将无线电波能量的一部分转换成声波。人类的耳朵是一对天生的 (声波频率范围) 辐射能探测器。

基于同一原理，波的频率增加，则每个周波经过的距离就缩小。当频率更高时，则波长变得更短。在人们能够用眼睛感受到这种辐射能时，该辐射能的波长是属于视频范围。太阳光频谱中的可见部分称为“可见辐射能”，也就是人们所熟悉的光。

人的耳朵所能听到的频率很低，称之为“音频”，即俗称声

① 原文为 1,000 英尺。——译者注

音。随着波的频率增加就会依次进入频谱中的超声波部分、无线电频谱部分和红外线部分(这部分刚好是人的眼睛看不见的热振动波)。

频率再升高就进入频谱中的可见光部分,这一个区域是非常狭窄的。可见光通过三棱镜可以分解出多种色光。超过可见光的频率时,便有紫外线、X射线、 γ 射线和宇宙射线。

对地球这一颗行星而言,太阳是光的主要发生源,它所发出的电磁波包括以上谈及的所有频谱。人们的眼睛只能够看到太阳所发出的电磁波频谱中极小一部分,而其他部分须用另外的方法来检测。紫外线可以将人体的皮肤晒黑;红外线使人们有热的感觉,它的频率低于可见光。

颜色的检测是相当复杂的,人们能够感觉到物体的颜色仅是物体反射出来的一部分太阳光,而其余部分则被物体吸收了。例如,红颜色的毛线衣能够将可见光谱中的红色光反射出来,而吸收了绿色、蓝色和紫色光。红色光处于可见光谱的下限,而绿色光、蓝色光和紫色光则接近其上限。能够反射红色光的物质,可以称它是一个低频反射器;也可以比拟作通讯用的微波无线电反射器。红色毛线衣传播红色的光线到人们的眼中,它所传播的颜色并不是毛线衣的颜色,而是太阳光的颜色,并且只是太阳光线中的一小部分。为了证实这一点,可以把这件毛线衣放在没有阳光的暗室中,结果是什么也看不见;如果再用各种不同颜色的灯去照射同一件毛线衣,人们眼睛所看到的反射回来的颜色是各不相同的。因此,人们所看到的绝大多数物体都是没有自己的色彩的。确切地说,物体接受了太阳射来的电磁波,而仅将其中一小部分反射到人们的眼睛中去。

图 1-2 表示我们已知道的全部电磁波的频谱,人类已经掌握这一频谱中的许多部分。有些用于通讯,有些用于加热,有些

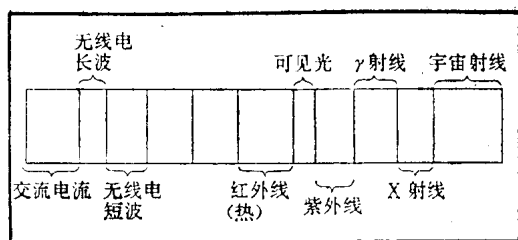


图 1-2 电磁波的频谱

用于医学(如 X 射线和 γ 射线)。来自地球外层空间的宇宙射线位于电磁波频谱的顶端。许多科学家认为,宇宙射线是一种以极高速度传播的原子微粒,它被星体或银河系的爆炸所加速。

能透过光线的物质称为透明体,可见光谱中的绝大部分光线可以不受阻挡地通过透明体;不能使可见光透过的物质称为不透明体;半透明的物质能使光线散射。

综上所述,可以归纳为:光是由太阳或人工光源(例如白炽灯,荧光灯等)释放出来的电磁波中的可见部分。

1-2 光是能量

能量可以解释为做功的能力。按照帕斯卡(Pascal)定律,能量既不能创造,也不会消灭;在可见光中所含的许多能量,人们可以设法将它取出来加以利用。例如火炉生火时,通过辐射能传递热量;无线电波通过空间传播,而被收音机的天线所接收,并转换成另一种能量(电能)。

1-3 光电效应

某些物质能从光线中取得能量(并把它转换成电能——译

者注)称之为光电效应。照射到这类物质上的能量,其中一部分被转换成电能。太阳能电池是将太阳光中的能量转换成电能的一种装置,它本身不产生电流,只是一个单纯的换能装置。有了太阳能电池,就可以利用光的能量;不然的话,这能量通常被地球所吸收而没有利用。

光电效应有许多不同的型式。某些物质受到光线照射后发生化学变化,例如摄影胶卷和照相纸等,只要没有受到太阳光线或者人工光线的照射,就能保持原有的状态;但当它受到可见光照射时,则产生化学变化,这是因为光线中的能量被转换用于做功。

一部分人听到下列情况会感到惊奇:植物是一种天然的蓄能器。例如当木材燃烧时,贮存在木材中的太阳能以辐射能的形式释放出来。

海洋通过光化过程,不断地补充氢气来贮存能量。

太阳供给地球的能量不仅是以热效应,而且同时又以各种不同频率提供能量,在自然界中以各种不同的生命形式把能量贮存起来。光电器件可以局部地或全部地利用可见光谱中各种频率的光线,某些器件对频率较低的红色光比紫色光的反应灵敏;而另一些器件则相反。对可见光谱中,某一部分响应较强,则它的转换能量也就较多。大部分光电器件既能在太阳光照射下工作,又能够在人工光线照射下工作。

为了能够更深入地理解光电效应和熟悉其应用,应进一步对光的两种基本性质进行研究分析:

(1) 光的第一个基本特性:它是一种以每秒约 186,000 英里的高速度在空间传播的能量。当光与其他形式的能(例如储存在石油、煤炭、木材以及其他可裂变物质中的化学能)相比较时,光能的这种传播方式是应该值得注意的。光能总是在永不

休止地在运动着,光能在照射物体和透过物体时,虽然要部分地受到折射和反射,但不会影响光线的运动;只有当全部光能被吸收时,才停止了运动。由于能量既不能创造,也不会消灭,因此光能并未消失,它只是被转换成了其他形式的能(例如辐射热或者电流)。

(2) 光的第二个基本特性是具有传递信息的能力。在天文学上,科学家们应用此种光能来判断星球的化学成分以及检测遥远星球的热效应等。光的这种具有传递信息的能力,为人们提供了大量有关光源和各种吸收光能材料的丰富资料。

光电器件就是利用光的这两个基本特性制造出来的。目前,光电器件已应用于许多不同的领域。太阳能电池应用了光的第一个基本特性,它从光中吸收能量,转换成供电子线路工作的电源。也有的光电器件在接受到脉冲光能时,会改变它的内电阻。根据这种特性,人们可用光线来传送和检测人类的声音。当音频信息叠加在一束光线上时,光的强度随着声波的频率而起伏变动,这种起伏变动包含着接收端所要检测的信息。当光束通过空间传输到光电物质上时,这光电物质直接对光线中的信息作出反应。光电物质可以是太阳能电池或者其他类型的光电器件,从光线中取出信息,然后重新转换成声音。

乍听起来,以上所谈的这个过程好象很复杂,但如果用儿童玩的铁罐电话来说明就容易理解了。铁罐电话由一对铁罐和一条绳子组成,当绳子在两个铁罐之间绷紧时,在一端对着铁罐说话,此时,在另一端的铁罐里可以听到声音。在这个例子中,可以把绳子比拟成光束,当音频信息送入铁罐中时,产生振动(或有变化的波),并沿着绳子传播,然后在另一个铁罐中形成相仿的振动,再将物理振动转换成音频信息。光波发射器和接受器不一定是复杂的,例如光波步话机已列为儿童玩具。

本书中的大部分设计线路是采用太阳光或白炽灯光作为能源或作控制之用的。功率较小的装置,可以直接由太阳光或人工光源供给能量;功率较大的装置要,用许多太阳能电池的组合,因此只能用太阳光来提供能量。也有一些设计项目采用蓄电池或者由常规电源供电,而仅利用光的变化(偏转)对容量或频率等进行控制,此种控制电路只需要很小的光源,例如手电筒、表盘灯、甚至发光二极管都可以。

由于光束可以用镜子来导向并可用透镜来聚焦,因此读者可以用这些工具做实验来看一下这些器件对以后要制作的电子线路的运行可能有什么作用。在了解了光的特性以后,大家可以做一些有指导意义的实验,如在商店里可以买到某种滤色镜,在某些环境里和特定条件下,可以用不可见光进行实验性的控制,观察某些光电器件对不同频率的光的响应等。

在使用太阳能电池的实验中,光线的聚焦是非常重要的。要对光电线路进行严格的控制,首先要解决光的散射问题。本书中所罗列的电子线路,可以用透镜、滤色镜和导向聚焦装置来控制光束,而光束在这些设计线路中是作为电源或者是起控制作用的。也可以借助小功率的激光装置作为通讯和控制之用。激光装置目前已在电子领域中日益普及,而且为光电实验提供了不少的可行性条件。

1-4 激 光

电磁波由被激发的原子所构成。例如在白炽灯泡中,电流流经钨丝产生高温,灯丝中的原子开始移动,而且很快地达到了激发状态。在几分之一秒时间内,各个原子以光脉冲的形式释放能量。数十亿个原子各自行动,都有它们自己的光路。