

物理学史中的四月

1954年4月25日：贝尔实验室示范了
第一个实用的硅太阳能电池
(译自 *APS News*, 2009年4月)

萧如珀 杨信男 译

可以将阳光转换成电流的太阳能电池开始出现于一百多年前，但早期的太阳能电池效率太低，所以并无多大用处。1954年4月，美国贝尔实验室的研究员才示范了第一个实用的硅太阳能电池。

太阳能电池的故事要追溯到1839年早期光生伏特效应的观测，法国物理学家安东尼·贝克勒尔 (Antoine Cesar Becquerel) 之子，物理学家亨利·贝克勒尔 (Henri Becquerel, 因发现放射线，于1903年获得诺贝尔物理学奖) 之父的亚历山大·贝克勒尔 (Alexandre Edmond Becquerel) 当时以金属电极置于电解溶液中做研究，发现金属若暴露在阳光下，会产生小小的电流，但他无法解释此效应。

数十年后，于1873年，英国的工程师史密斯 (Willoughby Smith) 在测试水中电报电缆的材料时，发现了硒的光电导性。1883年，美国发明家弗里茨 (Charles Fritts) 以硒做出了第一个太阳能电池。虽然弗力兹希望他的太阳能电池可以和爱迪生的火力发电厂竞争，但太阳能电池将阳光转换成电的效率低于1%，因此并不实用。硒的光生伏特性研究之后又持续了

好几十年，其间发现了几个实际的应用，但并未能广泛使用。

太阳能电池科技接下来最主要的进展是在1940年，由一位在贝尔实验室的半导体研究员奥尔 (Russell Shoemaker Ohl) 所研究出来的。奥尔当时一直在研究硅样品，其中有一个中间有一裂痕。他注意到当那个特别的样品暴露在阳光下时，电流会通过去。那个裂缝可能是样品制造时形成的，它实际是含不同程度杂质的分界线，因此裂缝的一边呈现阳性掺杂，而另一边呈现阴性掺杂，亦即奥尔不经意地做了一个 p-n 结，是太阳能电池的基本原则，过量的正电荷聚集在 p-n 结的一边，而过量的负电荷则聚集在另一边，造成了电场。当太阳能电池接到电路上时，入射到电池的光子就会踢电子一下，启动电流。奥尔将他的太阳能电池申请了专利，它大约有1%的效率。

第一个实用的硅太阳能电池于13年后，由一群贝尔实验室的科学家合力研发出来。

1953年，曾在贝尔实验室研究磁性材料的工程师乔宾 (Daryl Chapin)，正试着为偏远潮湿地区，因干电池电力消失过快的电话系统发展新电源。乔宾研究了几种替代



福勒将硼注入硅中，制成全球
第一个太阳能电池

的能源，最后选择太阳能为最有希望的能源之一。他试用硒太阳能电池，但发现它的效率太低了。

在这同时，化学家福勒 (Calvin Fuller) 和物理学家皮尔森 (Gerald Pearson) 正在研究以添加杂质来控制半导体的性质。福勒给皮尔森一个含有镓杂质的硅片，皮尔森将其浸在锂溶液中，吸附锂后就形成 p-n 结。皮尔森之后将电流计接到此硅片，对它照射阳光，令大家吃惊的是，电流计明显地跳升。

皮尔森知道乔宾做过的研究，所以去告诉他的朋友，不要再浪费时间在硒太阳能电池上，所以乔宾立即转而采用硅。

这三位科学家于是花了几个月，为改进他们的硅太阳能电池之性质共同努力。他们碰到的一个问题是，要制造出能与硅电池接头良

她用物理的情趣，引我们科苑揽胜； 她用知识的力量，助我们奋起攀登！

欢迎投稿，欢迎订阅

《现代物理知识》杂志隶属于中国物理学会，由中国科学院高能物理研究所主办，是我国物理学领域的中、高级科普性期刊。

为进一步提高《现代物理知识》的学术水平，欢迎物理学界的各位专家、学者以及研究生为本刊撰写更多优秀的科普文章。投稿时请将稿件的 Word 文档发送至本刊电子信箱 mp@mail.ihep.ac.cn，并将联系人姓名、详细地址、邮政编码，以及电话、电子信箱等联系方式附于文章末尾。

所投稿件一经本刊录用，作者须将该篇论文各种介质、媒体的版权转让给编辑部所有，并签署《现代物理知识》版权转让协议书（全

部作者签名），如不接受此协议，请在投稿时予以声明。来稿一经发表，将一次性酌情付酬，以后不再支付其他报酬。

《现代物理知识》设有物理知识、物理前沿、科技经纬、教学参考、中学园地、科学源流、科学随笔和科苑快讯等栏目，并于 2009 年增加了彩色中心插页。

2013 年《现代物理知识》每期定价 9 元，全年 6 期 54 元，欢迎新老读者订阅。

邮局订阅 邮发代号：2-824。

编辑部订阅 汇款到：北京市玉泉路 19 号乙高能物理所《现代物理知识》编辑部；邮编：100049。

需要过去杂志的读者，请按下列价格汇款到编辑部。1992 年合订本，18 元；1993 年合订本，18 元；1994 年合订本，22 元；1994 年增刊，8 元；1994 年附加增刊合订本，36 元；1995 年合订本，22 元；1996 年合订本，26 元；1996 年增刊，15 元；1997 年合订本，30 元；2000 年附加增刊合订本，38 元；2000 年增刊，10 元；2001 年合订本，48 元；2002 年合订本，48 元；2003 年合订本，48 元；2004 年合订本，48 元；2006 年仅剩 4、5、6 期，每期 7 元；2007～2012 年单行本每期 8 元；2007～2012 年合订本每本 50 元。

好导电之电极很难；另一个问题是，在常温下，锂会随着时间在硅中移动，让 p-n 结距离进来的阳光更远。为了解决此问题，他们试着使用不同的杂质，最后选用砷和硼，可以造出停留在表面附近的 p-n 结，他们还发现电极可以与硼-砷硅电池有好的导电接触。所以在设计上做一些其他的改进之后，他们就将几个太阳能电池连结在一起，创造出他们所称的“太阳电池”。

贝尔实验室于 1954 年 4 月 25 日在美国新泽西州的牧瑞丘（Murray Hill）宣布此发明，他们示范了他们的太阳能电池板，用它来转动一座小的玩具摩天轮和一个以太阳能发电的无线电发报机。

最早期的硅太阳能电池将太阳能转换成电能的效率大约有 6%，与之前的太阳能电池比起来是极大的进步。

《纽约时报》评论说，硅太阳能电池“可能标志着新时期的开始，最终会实现人类最渴望的梦想之一，即利用几乎无限量的太阳能于人类的文明上。”

最初的硅太阳能电池制造费用昂贵，而早期要将它商业化也并不是很成功，但在几年间，太阳能电池已普遍用以供应人造卫星所需的电力，之后也应用于其他的用途。

乔宾很快地简化了太阳能电池的制造过程，甚至还为中学生开发了太阳能电池科学的实验。乔宾、

福勒和皮尔森于 2008 年被选入美国国家发明家名人堂。

现在，太阳能电池已可用在各种设备上，从手持的计算器到屋顶上的太阳集能板。设计的改良，加上先进的材料，现在已可以建造效率超过 40% 的太阳能电池。太阳能电池的研究发展仍持续着，目标朝向降低成本，提升效率，以让太阳能发电比化石燃料更具竞争力。

（本文转载自 2013 年 4 月《物理双月刊》，网址：<http://psroc.phys.ntu.edu.tw/bimonth/index.php>；萧如珀，自由业；杨信男，台湾大学物理系，Email: snyang@phys.ntu.edu.tw）