

太阳能的利用

刘圣君 尤鑫

太阳能开发利用的背景

随着全球的化石能源资源逐渐短缺、气候变化等环境压力也日趋增大，太阳能、风能以及生物质能等新能源和可再生能源已被世界各国政府作为重要的战略替代能源。根据欧盟、美国、日本等国的可再生能源规划，至 2020 年可再生能源利用率将会达到能源总消耗的 20% 以上，到目前为止，全球共有 60 多个国家和地区颁布并实施了太阳能和相关可再生能源扶持政策，许多国家相继制订了明确具体的发展目标。这些都为太阳能产业的未来发展奠定了基础，也为全球太阳能的发展和利用提供了良好的机遇。太阳能是我们众所周知的一种绿色能源，它体现在清洁、安全和可再生等几个方面，因此，太阳能在新能源的利用中潜力最大，前景也最为广阔，是实现新能源和可再生能源的重要开发能源。经计算，一个 50 kW 的太阳能光伏系统，每年的发电量可达 65479 度，能减少二氧化碳排放量 61.6 t，年节余和收入高达 79000 元。能真正实现无污染、零排放的绿色、环保的效果。近些年来，太阳能光伏发电技术在国内外的应用和发展都很迅猛。世界太阳能光伏产业以年平均超过 33% 的增长率发展，目前，全世界的光伏系统装机容量已经超过 15GW。未来，太阳能光伏应用将朝着太阳能光伏建筑一体化、光伏并网系统的方向发展。

伴随《联合国气候变化框架公约》暨《京都议定书》的出台，我国对单位国内生产总值二氧化碳减排量也做出了承诺，并把它作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划中。党中央、国务院也非常重视太阳能、风能等新能源与可再生能源的发展，并明确指出：太阳能、风能等新能源产业正孕育着新的经济

2012 年福建省高校杰出青年科研人才培育计划 (JA12445) 资助项目

增长点，也是新一轮国际竞争的战略制高点，当前国际金融危机为新能源产业的发展带来了机遇，要把发展太阳能、风能等新能源作为应对危机的重要举措。

在“十二五”规划中，关于能源发展规划的五个方面中，第一个方面就提到了太阳能。此规划之后不久召开的“全国能源工作会议”更是透露将把太阳能光伏产业培养成为中国先进的装备制造产业和新兴能源支柱产业。在规划中，预计 2015 年和 2020 年我国太阳能光伏产业年产量可达 $1.35 \times 10^8 \text{m}^2$ 和 $2.73 \times 10^8 \text{m}^2$ 。可以说，我国的太阳能光伏产业市场十分巨大，发展潜力也很可观。

太阳能光伏发电原理

太阳能光伏发电的原理简单地讲就是利用太阳能电池板将太阳光能直接转化为电能。太阳能电池是太阳能光伏发电的最基本单元，它是一种具有光电转换特性的半导体器件，能直接把太阳辐射能转换成直流电。我们在晶体硅中掺入某些元素（例如磷或硼等），使得晶体硅的电特性发生变化，进而形成具有特殊电性能的半导体材料，即 n 型半导体和 p 型半导体材料。在光照下，具有特殊电性能的半导体即 n 型半导体和 p 型半导体内能产生自由移动的电荷并形成内电场，这些自由电荷在内电场的作用下定向移动并积累，从而在其两端形成稳定的电动势，将其两端闭合便产生电流。这种现象被称为“光生伏打效应”，简称光伏效应。其结构和原理图如下：

太阳能电池的整个上表面均匀覆盖着能减少反射的反射防止膜，它使得入射的太阳光尽可能多地进入 n 型半导体区，从而减少反射的损失。反射防止膜上有栅状金属电极，反射防止膜下有 n 型半导体区（在

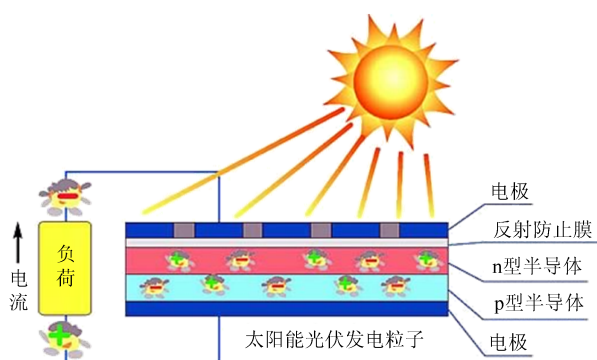


图 1

晶体硅中掺入磷)，n 型半导体区的下面就是太阳能电池的基本材料 p 型单晶硅（在晶体硅中掺入硼），如上图的 p 型半导体。这样就在 p 型半导体和 n 型半导体的界面上构成了一个 PN 结。硅片背面为金属底电极，上电极和下电极分别与 N 区和 P 区形成欧姆接触，当太阳光照在电池表面时，光子穿过减反射膜进入硅中，其能量大于硅禁带宽度的光子进入 N 区，结空间电荷区和 P 区中激发出光生电子——空穴对。各区中的光生载流子如果在复合前能越过耗尽区，就对发电电压有贡献。则光生电子留于 N 区，光生空穴留于 P 区，并且在结的两侧形成正负电荷的积累，产生光生电压，当光伏电池两端接一负荷后，就形成了光电流，光电流就从 P 区经负荷流至 N 区。

实际使用的太阳能电池需要保证一定的电压值，这需要根据负载的实际用电情况以及选用的太阳能电池板的规格而定，通过计算，把太阳能电池板进行一定数量的并联来保证我们所需要的电压。

太阳能利用实例

日常生活中我们也随处可见太阳能的多种应用，下面例举几个常见的应用实例：

1. 太阳能光伏屋顶

在屋顶上安装太阳能电池组件，在晴朗的白天就能把太阳能用蓄电池存储起来，供夜间和阴雨天使用。现在国外有很多太阳能光伏屋顶计划，欧洲太阳能发电采用了“分散开发、就地供电”的模式。自 1998 年 9 月欧洲宣布的“百万太阳能屋顶计划”后，德国政府就宣布从 1999 年 1 月起实施“十万太阳能屋顶

计划”。德国光伏发电容量截止到 2011 年年底达到 2300 万 kW，超过我国三峡水电站的装机规模，基本都分散地建在用电户屋顶上，因此，用电户可以方便地自建自发自用，富余电量可以出售给电力市场，供电不足可由大系统补给。

我国北京市大兴区也建成了 50 kW 大型屋顶光伏并网示范电站。2008 年北京奥运会主会场（国家体育场）、五棵松体育馆（篮球）、北航体育馆（举重）都安装了太阳能电池组件供电系统。“自发自用”模式已经成为国际上发展新能源的一种不可逆转的趋势，我们完全可以效仿。一栋民用住宅，在屋顶铺设 40 m² 的太阳能电池板，实现光伏建筑一体化，可以自发电 40 度。这样，用电结构就从根本上改变了，如果这栋房子原来要从大电网买 100 度电，且把它推广全国的话，意味着大电网的民用住宅供电减少了 40%。在中国电力结构中，占主导地位的火电达 70%，节省四成就相当于节省了 28%，相当于整个火电厂减少三成，这对世界能源来说将是非常大的贡献，相当于达到了世界先进水平。

2. 神州六号载人飞船的机翼

神州六号载人飞船的机翼，是由安装在推进舱和轨道舱两侧的太阳能帆板组成的。没有这对漂亮的“翅膀”，神舟六号载人飞船就无法完成在太空中预定的轨道上飞行的任务。这对“翅膀”通过不停地转动使得它能获得最多的太阳光能，转动可以自行控制也可由地面遥控。“神六”太阳能帆板总发电功率约 1200 W，足够提供飞船的用电。飞船绕地球飞行 1 圈的时间大约是 90 分钟。在光照区，太阳能帆板发电除了供飞船上的设备使用外，还能对飞船上的蓄电池进行充电。而在阴影区，太阳能帆板就通过蓄电池放电来提供飞船上设备的用电。这样，飞船就可以一直保持正常的飞行。如下图。

3. 快速公交的高架站和地面站

厦门 BRT（快速公交系统 Bus Rapid Transit）穆厝站的太阳能供电系统已经正式供电并运营，这是全国首个 BRT 绿色用电试验站点。厦门快速公交现阶段的车站形式是高架车站和地面车站。将太阳能光伏发电系统装设在高架车站、地面车站的屋顶和高架区间

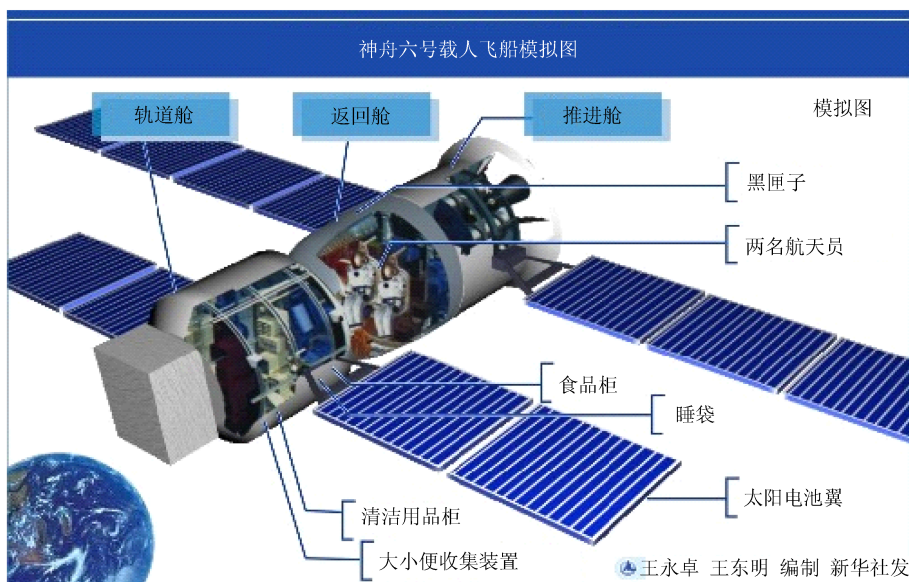


图 2

桥的侧面，将太阳能景观灯装设在高架区间，这样不仅美观，而且示范效果也很显著。太阳能电池板直接粘贴在车站顶端的弧形棚架上，这样就同站台原本的建筑完全融合在了一起。如下图：

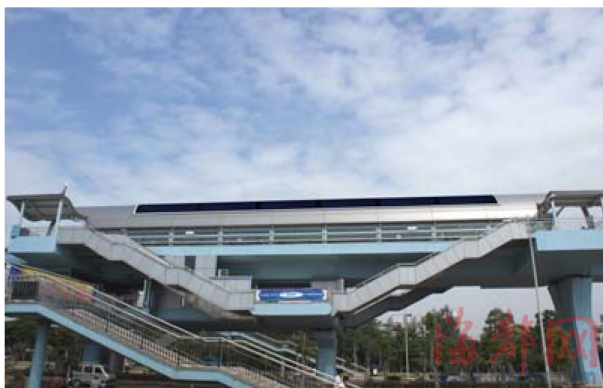


图 3

高架站和地面站的用电量也都比较低，对其照明和基本的运营需求而言，一般高架站仅需 10 kW 的太阳能光伏发电系统，而地面站仅需 4 kW 的太阳能光伏发电系统。快速公交的高架站和地面站的太阳能光伏发电系统的寿命一般是 25 年，在此期间可收回系统投资的 50%。若控制中心的太阳能光伏幕墙仅靠出租 LED 广告牌，预计 10 年之内就可收回全部投资，在系统 25 年的寿命期内，收益将超过 1000 万元。将太阳能与 LED 照明同时利用，BRT 穆厝站每年可节约电费 2 万元。厦门 BRT 穆厝站晴天一天可发电 60

度，完全能够满足场站的运营需求。若遭遇连续阴雨天和停电事件，系统配备的大容量的储能设备就发挥作用，站点的用电不会受到任何影响。车站从购票到进车门，都是电动化运行。对于这样的系统，采取太阳能光伏系统，既节能环保，又能解决公共场所应急电源的配备需求。据计算，公共场所若要增加应急电源，需要上百万元的投入，而太阳能绿色供电系统的引入，单投入

及改造费用就能减少几十万元。除太阳能供电外，厦门 BRT 穆厝站还采用 LED 照明灯，其外形与普通灯具相同，但能耗却是普通灯具的 20%。将太阳能发电系统与 LED 节能照明同时应用，每年能为穆厝站节约用电 2.6 万度、节约电费 2 万多元、减少碳排放 26.4 t。

5. 太阳能路灯

太阳能路灯是一种利用太阳能作为能源的路灯，这种路灯既不用开沟埋线，也不消耗常规电能，只要阳光充足就能就地安装，也不污染环境，因而被称为绿色环保产品，城镇的公园、道路和草坪的照明都随处可见太阳能路灯。天安门广场上的太阳能交通灯，也是一道首都绿色环保的风景。我国太阳能路灯首先在沿海发达地区使用。上海市崇明岛建成风光互补道路照明工程，深圳市福田区下沙大道两旁安装了 38 套太阳能路灯，北京市北村照明工程已经全部使用太阳能照明，青岛市政府在青岛市宾川路也进行了太阳能路灯示范性试点安装，此类太阳能路灯工程在国内的应用还非常多。

6. 太阳能轿车

随着人们对驻车高温现象（此现象主要是指停驶车辆由于阳光照射等原因引起的车内温度异常升高）及产生的有害气体、高温不适等不良后果的认识日益提高，一些高档轿车上已经开始使用太阳能天窗技术。

太阳能天窗就是在汽车天窗玻璃的下方安装太阳能电池板，它可以将吸收的太阳能直接转换成电能，然后通过空调控制单元可以将其产生的电能输送到汽车电气系统中，主要完成车内的换气通风和对蓄电池的充电工作。从而实现不依赖轿车发动机的电源供给，还可以供车内的排气扇工作，从而改善车内空气质量，奥迪 A4 轿车就可以选装太阳能天窗。

日本东京电机大学也设计出了一种轻型的太阳能轿车，在太阳能轿车的车顶上安装了两组蓄电池，利用太阳光充电后这两组蓄电池能交替使用。一组蓄电池充电后可行驶 110 km，夏季日照最长季节可行驶 150 km，最适宜于在日照时间长的地区使用。这种轻型的太阳能轿车既不用燃油，也不污染环境。

7. 太阳能遮阳帽

通过在帽子上安装一块太阳能电池，它能将太阳能直接转化为电能，为帽子后部的微型风扇提供电力。所以可以这么说，太阳越毒辣，太阳帽上的微型风扇就越会积极地帮我们驱散暑气。



图 4 太阳能遮阳帽

8. 太阳能 MP3 和手机充电器

当我们外出旅行时，最担心的就是手机和 MP3 等设备没电，其实如果我们知道了太阳能电池的工作原理，可以自制一个太阳能 MP3 和手机充电器，我们可以用一块闲置的手机电池来改装，用这种电池还有个好处就是它们都自带有过充和过放保护电路。这样不仅能解决我们外出旅行时手机和 MP3 等设备的

充电问题，而且能回收利用旧的手机电池。改装也非常简单，我们感兴趣就可以尝试。

太阳能利用的前景

不久的将来在世界能源消费中占据十分重要地位的将是太阳能光伏发电，它将成为世界能源供应的主体。预计到 2040 年，可再生能源将占总能耗的一半以上，太阳能光伏发电将占总电力的 20% 以上；到 21 世纪末，可再生能源在能源结构中 will 占到 80% 以上，而太阳能发电将占到 60% 以上。这些数字足以显示出太阳能光伏产业在能源领域重要的战略地位以及广阔的发展前景。

人类还将目光投向宇宙空间，准备在宇宙空间建造大型的太阳能发电厂，电能将通过微波输电设备，被源源不断地送回地球，损耗率低于 2%，空间电站预计到下个世纪初将建成，日益紧张的能源问题也将得以解决。空间电站实际上是利用太阳能发电的卫星，把太阳能电池板覆盖在这些卫星表面，这些太阳能电池板能够吸收和积聚大量太阳能并将其转化为电能，电能通过微波束被传回地面。空间电站是由永远朝向太阳的太阳电池阵列，把直流电转换成微波能的微波转换站，发射微波束的列阵天线等三部分组成，空间电站能通过天线以微波形式向地面输电。在地面上则要建一个面积达几十平方千米的巨型接受系统。太空太阳电站的规模十分巨大，据计算，一座 $8 \times 10^{10} \text{W}$ 的太空太阳电站其太阳电池的列阵面积就达到 64 km^2 ，还需装配几百亿个电池片，把微波发往地球的天线列阵面积需 2.6 km^2 。

空间发电有两大优点：一是可以充分利用太阳能且不污染环境；二是不用架设输电线路，可直接为空中的飞船和飞机提供电力，也可向边远的沙漠和孤岛送电。科学家预测，空间电站一旦建成，地球的能源利用将产生根本性的变化。将来，人们再也不用为地球上能源枯竭和污染问题而发愁了。产生工业三废的**大批火电厂将不复存在，人类的家园也将更加美好。

（刘圣君 厦门城市职业学院电子通信教研室 361008；尤鑫 中共江西省委党校研究所 330003）