

太阳能发电系统的结构和工作原理

在理解太阳能发电原理之前，如果您对太阳能还有所疑问的话，建议您先看一下什么是太阳能。

所谓太阳能发电是利用电池组件将太阳能直接转变为电能的装置。太阳能电池组件(Solar cells)是利用半导体材料的电子学特性实现P-V转换的固体装置，在广大的无电力网地区，该装置可以方便地实现为用户照明及生活供电，一些发达国家还可与区域电网并网实现互补。目前从民用的角度，在国外技术研究趋于成熟且初具产业化的是"光伏-建筑(照明)一体化"技术，而国内主要研究生产适用于无电地区家庭照明用的小型太阳能发电系统。

1、太阳能发电原理

太阳能发电系统主要包括：太阳能电池组件(阵列)、控制器、蓄电池、逆变器、用户即照明负载等组成。其中，太阳能电池组件和蓄电池为电源系统，控制器和逆变器为控制保护系统，负载为系统终端。

1.1 太阳能电源系统

太阳能电池与蓄电池组成系统的电源单元，因此蓄电池性能直接影响着系统工作特性。

(1) 电池单元：

由于技术和材料原因，单一电池的发电量是十分有限的，实用中的太阳能电池是单一电池经串、并联组成的电池系统，称为电池组件(阵列)。单一电池是一只硅晶体二极管，根据半导体材料的电子学特性，当太阳光照射到由P型和N型两种不同导电类型的同质半导体材料构成的P-N结上时，在一定的条件下，太阳能辐射被半导体材料吸收，在导带和价带中产生非平衡载流子即电子和空穴。同于P-N结势垒区存在着较强的内建静电场，因而能在光照下形成电流密度 J ，短路电流 I_{sc} ，开路电压 U_{oc} 。若在内建电场的两侧面引出电极并接上负载，理论上讲由P-N结、连接电路和负载形成的回路，就有"光生电流"流过，太阳能电池组件就实现了对负载的功率 P 输出。

理论研究表明，太阳能电池组件的峰值功率 P_k ，由当地的太阳平均辐射强度与末端的用电负荷(需电量)决定。

(2) 电能储存单元：

太阳能电池产生的直流电先进入蓄电池储存，蓄电池的特性影响着系统的工作效率和特性。蓄电池技术是十分成熟的，但其容量要受到末端需电量，日照时间(发电时间)的影响。因此蓄电池瓦时容量和安时容量由预定的连续无日照时间决定。

1.2 控制器

控制器的主要功能是使太阳能发电系统始终处于发电的最大功率点附近，以获得最高效率。而充电控制通常采用脉冲宽度调制技术即PWM控制方式，使整个系统始终运行于最大功率点 P_m 附近区域。放电控制主要是指当电池缺电、系统故障，如电池开路或接反时切断开关。目前日立公司研制出了既能跟踪调控点 P_m ，又能跟踪太阳移动参数的"向日葵"式控制器，将固定电池组件的效率提高了50%左右。

1.3 DC-AC逆变器

逆变器按激励方式，可分为自激式振荡逆变和他激式振荡逆变。主要功能是将蓄电池的直流电逆变成交流电。通过全桥电路，一般采用SPWM处理器经过调制、滤波、升压等，得到与照明负载频率 f ，额定电压 U_N 等匹配的正弦交流电供系统终端用户使用。

2、太阳能发电系统的效率

在太阳能发电系统中，系统的总效率 η_{se} 由电池组件的PV转换率、控制器效率、蓄电池效率、逆变器效率及负载的效率等组成。但相对于太阳能电池技术来讲，要比控制器、逆变器及照明负载等其它单元的技术及生产水平要成熟得多，而且目前系统的转换率只有17%左右。因此提高电池组件的转换率，降低单位功率造价是太阳能发电产业

化的重点和难点。太阳能电池问世以来，晶体硅作为主角材料保持着统治地位。目前对硅电池转换率的研究，主要围绕着加大吸能面，如双面电池，减小反射；运用吸杂技术减小半导体材料的复合；电池超薄型化；改进理论，建立新模型；聚光电池等。

几种太阳能电池的转换效率

实验室典型电池 商品薄膜电池

各种太阳能电池 max(%) 各种太阳能电池 (%)

单晶硅 24.4 多晶硅 16.6

多晶硅 18.6 铜铟镓硒 18.8

GaAs(单结) 25.7 碲化镉 16.0

a-si(单结) 13 铜铟硒 14.1

充分利用太阳能是绿色照明的重要内容之一。而真正意义上的绿色照明至少还包括：照明系统的高效率，高稳定性，高效节能的绿色光源等。

3、太阳能发电应用。

3.1 发电--建筑照明一体化

目前成功地把太阳能组件和建筑构件加以整合，如太阳能屋面(顶)、墙壁及门窗等，实现了"光伏--建筑照明一体化(BIPV)"。1997年6月，美国宣布了以总统命名的"太阳能百万屋顶计划"，在2010年以前为100万座住宅实施太阳能发电系统。日本"新阳光计划"已在2000年以前将光伏建筑组件装机成本降到170~210日元/W，太阳能电池年产量达10MW，电池成本降到25~30日元/W。1999年5月14日，德国仅用一年两个月建成了全球首座零排放太阳能电池组件厂，完全用可再生能源提供电力，生产中不排放CO₂。工厂的南墙面为约10m高的PV阵列玻璃幕墙，包括屋顶PV组件，整个工厂建筑装有575m²的太阳能电池组件，仅此可为该建筑提供三分之一以上的电能，其墙面和屋顶PV组件造型、色彩、建筑风格与建筑物的结合，与周围的自然环境的整合达到了十分完美的协调。该建筑另有约45kW容量，由以自然状态的菜子油作燃料的热电厂提供，经设计燃烧菜子油时产生的CO₂与油菜生长所需的CO₂基本平衡，是一座真正意义上的零排放工厂。BIPV还注重建筑装饰艺术方面的研究，在捷克由德国WIP公司和捷克合作，建成了世界第一面彩色PV幕墙。印度西孟加拉邦为一无电岛117家村民安装了12.5kW的BIPV。国内常州天合铝板幕墙制造有限公司研制成功一种"太阳房"，把发电、节能、环保、增值融于一房，成功地把光电技术与建筑技术结合起来，称为太阳能建筑系统(SPBS)，SPBS已于2000年9月20日通过专家论证。近日在上海浦东建成了国内首座太阳能--照明一体化的公厕，所有用电由屋顶太阳能电池提供。这将有力地推动太阳能建筑节能产业化与市场化的进程。

3.2 绿色照明光源研究

绿色照明系统优化设计，要求低能耗下获得高的光效输出，并延长灯的使用寿命。因此DC-AC逆变器设计，应获得合理的灯丝预热时间和激励灯管的电压和电流波形。目前处在研究开发中的太阳能照明光源激励方式有四种典型电路：自激推挽振荡电路，通过灯丝串联启辉器预热启动。该光源系统的主要参数是：输入电压DC=12V，输出光效>495Lm/支，灯管额定效率9W，有效寿命3200h，连续开启次数>1000次。自激推挽振荡(简单式)电路，该光源系统的主要参数是：输入电压DC=12V，灯管功率9W，输出光效315Lm/支，连续启动次数>1500次。自激单管振荡电路，灯丝串联继电器预热启动方式。自激单管振荡(简单式)电路等方式的高效节能绿色光源。

4、结束语

绿色能源和可持续发展问题是本世纪人类面临的重大课题，开发新能源，对现有能源的充分合理利用已经得到各国政府的极大重视。太阳能发电作为一种取之不尽，用之不竭的清洁环保能源将得到前所未有的发展。随着太阳能产业化进程和技术开发的深化，它的效率、性价比将得到提高，它在包括BIPV在内的各个领域都将得到广泛的应用，也将极大地推动中国"绿色照明工程"的快速发展。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/16706.html>