

# Current Situation and Improving Methods of Stand-Alone Photovoltaic Power Equipment

Dongyu Liu, Hailong Yu, Yan Gao

North China Electric Power University, Baoding  
Email: yuhailong1982101@163.com

Received: Mar. 1<sup>st</sup>, 2013; revised: Apr. 20<sup>th</sup>, 2013; accepted: May 4<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Dongyu Liu et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Abstract:** The photovoltaic power generation can take full advantages of the solar resources to solve the electricity problem in western areas without electricity, but it is severely limited to the lifetime of the photovoltaic power generation equipment. This article focuses on the status of independent photovoltaic power generation equipment, and how to improve the lifetime of the photovoltaic power generation equipment from the composition of the photovoltaic power generation equipment, so as to realize the long-term use of the region without electricity independent photovoltaic power generation in the west.

**Keywords:** Stand-Alone Photovoltaic Power Equipment; Current Situation; Improving Methods

## 独立光伏发电设备的现状及改善方法初探

刘冬雨<sup>1</sup>, 于海龙<sup>1</sup>, 高艳<sup>2</sup>

华北电力大学, 保定  
Email: yuhailong1982101@163.com

收稿日期: 2013年3月1日; 修回日期: 2013年4月20日; 录用日期: 2013年5月4日

**摘要:** 光伏发电可以充分利用现有的太阳能资源, 解决西部无电区的用电问题, 但目前我国无电地区的用电问题严重受限于光伏发电设备的使用寿命。本文重点介绍独立光伏发电设备的现状, 从光伏发电设备组成上重点阐述如何提高光伏发电设备的使用寿命, 进而实现独立光伏发电在西部无电地区的长久使用。

**关键词:** 独立光伏发电设备; 现状; 改善方法

### 1. 引言

目前, 中国已成为世界上第一大能源国, 但在严峻的能源形势和人类生态环境的压力下, 能源问题仍是制约我国经济发展的关键性问题。“十二五”期间, 中国在青海、新疆、甘肃等太阳能资源丰富的地区建设大型并网光伏电站, 鼓励应用光伏发电技术, 同时要求提高光伏电池和电池组件的转换率及其控制系统技术。因此, 合理改善光伏发电设备来提高其使用

寿命, 实现太阳能在无电地区的充分利用成为光伏发电技术应用的首要任务。

### 2. 光伏发电

光伏发电是利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能的一种技术<sup>[1]</sup>。它可以有效解决我国西部无电地区的用电问题, 使人们的生活更加方便。

## 2.1. 光伏发电的分类

1) 按是否接入市电网分：并网光伏系统，离网(独立光伏系统)。

2) 按安装位置的不同分：地面光伏系统，屋顶光伏系统，光伏建筑一体化光伏系统。

3) 按是否设置蓄电池等储能装置分：带有储能装置系统，不带储能装置系统。

4) 按采用光伏组件的形态不同分：建材型光伏系统，建筑构件型光伏系统，安装型光伏系统

5) 按采用光伏组件的类型不同分：平板式光伏系统，聚光式光伏系统。

6) 按装机容量分：小型系统(装机容量不大于 50 kwp)，中型系统(装机容量在 50~1000 kwp 之间)，大型系统(装机容量不小于 1000 kwp)。

7) 按跟踪方式的不同分：固定式光伏系统，单轴追日式光伏系统，双轴追日式光伏系统。

## 2.2. 独立光伏发电设备的组成

独立光伏发电系统是指仅依靠太阳能电池组件供电的光伏发电系统或主要依靠太阳能电池供电的光伏发电系统。其主要组成部分有光伏电池、蓄电池、控制器和逆变器。与其它发电方式所用设备相比，独立光伏发电设备主要由电子元器件构成，不涉及机械部件，所以发电方式简洁精炼，可靠性高，稳定性好，寿命比其他方式较长，安装维护简便。因此，用户可以学习一些简单的维修技术自行维修。

## 3. 独立光伏发电设备的现状

独立光伏发电设备为西部无电地区的居民送去了电能，使他们也像城市居民一样用起了电视、冰箱等家用电器，但是在长久使用的过程中，独立光伏发电设备出现了一些问题，比如：光伏电池和蓄电池的非正常使用损耗，热斑现象等。

### 3.1. 光伏电池

光伏电池是利用半导体的光伏发电效应制成的直接将太阳能辐射转换为电能的转换器件，将若干个光伏电池封装在一起就成了光伏电池组件，再将若干个组件组合在一起就形成了一定功率的光伏阵列，光伏电池等效电路如图 1 所示。光伏电池的使用材料有

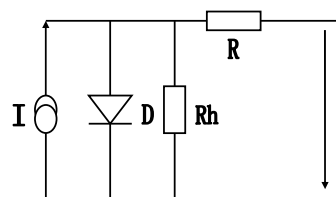


Figure 1. Photovoltaic battery equivalent circuit  
图 1. 光伏电池等效电路

单晶硅、多晶硅、结晶硅和非结晶硅，工业量产的光伏电池效率一般在 16.8%~18.0%左右，实验室内光伏电池的效率可达 20%。实验室追求高效率可以不计算成本，工业上需要在高效率 and 低成本之间找到最佳的平衡点。

目前，在光伏电池的使用过程中，出现了热斑现象，也就是光伏组件处于正向工作电压时，组件中某个单体光伏电池由于被遮挡等原因而带负压，成为电路中的负载，并以热量形式消耗其他单体光伏电池产生的功率，这种热量的长时间积累会损坏单体光伏电池或者封装材料，并可能造成光伏组件永久损坏。

### 3.2. 蓄电池

光伏发电对蓄电池的基本要求有：自放电率低、使用寿命长、深放电能力强、充电效率高、少维护或免维护、工作温度范围宽、价格低廉等。目前，我国使用的蓄电池容量大多为 12 Ah，电池组在一个月内自放电 0.36 Ah，剩余 11.64 Ah，自放电率达 3%/月，自放电率相对比较低。蓄电池的使用寿命为两到三年，寿命相对较短，而且在使用中需要定期加酸加水进行维护，还会产生酸雾污染环境，不利于保护环境。同时，蓄电池受光伏发电的波动性、高温条件、恶劣的使用环境等因素的影响严重降低其使用寿命。

### 3.3. 控制器

控制器是对蓄电池的充电和放电过程加以控制，防止过充电使蓄电池大量出气造成水分散失和活性物质的脱落，过放电加速栅板的腐蚀和不可逆硫酸化，进而保护蓄电池不受过充电和过放电的损害。

### 3.4. 逆变器

光伏电池和蓄电池发出的是直流电，当负载是交流负载时，需要逆变器将直流电转换成交流电。光伏电站中逆变器的基本要求是：电压稳定、频率稳定、

输出的电压及其频率在一定范围内可调、具有一定的过载能力、谐波含量尽量小、具有短路、过载、过热过电压、欠电压等保护功能和报警功能、启动平稳，启动电流小，运行稳定可靠、换流损失小，逆变频率高，具有快速的动态响应。

## 4. 独立光伏发电设备的改善方法

### 4.1. 光伏电池

#### 4.1.1. 薄膜电池

在非晶硅材料衬底上铺上很薄的一层光电材料就构成薄膜电池，其结构如图 2 所示。这样大大减少了光电材料的消耗，也容易形成批量生产，降低光伏电池的成本。同时，薄膜电池采用多薄层、多 p-n 结的结构形式，可实现 40%~50% 以上的光电转换率，使太阳能充分利用，提高了光伏电池的使用寿命。

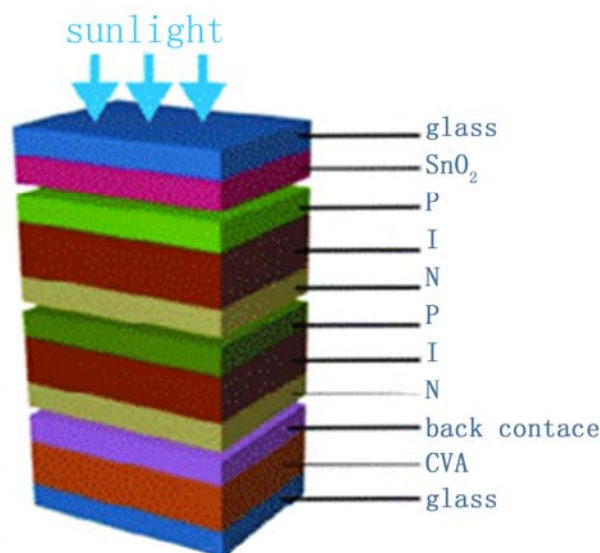


Figure 2. Thin-film battery  
图 2. 薄膜电池示意图

#### 4.1.2. 改善热斑现象

太阳电池热斑是指太阳电池组件在阳光照射下，由于部分组件受到遮挡无法工作，使得被遮盖的部分升温远远大于未被遮盖部分，致使温度过高出现烧坏的暗斑，热斑可能导致整个电池组件损坏，造成损失。因此，需要研究造成热斑的内在原因，从而减小热斑形成的可能性。

太阳电池热斑的形成主要由两个内在因素构成，分别与内阻和太阳电池自身暗电流大小有关，所以，我们可以采用旁路二极管来降低热斑现象的影响，如图 3 所示。当某组件被阴影遮挡或出现故障而停止发电时，在该二极管两端形成正向偏压导通，从而避免热斑效应，同时不影响其他组件的正常发电<sup>[2]</sup>。

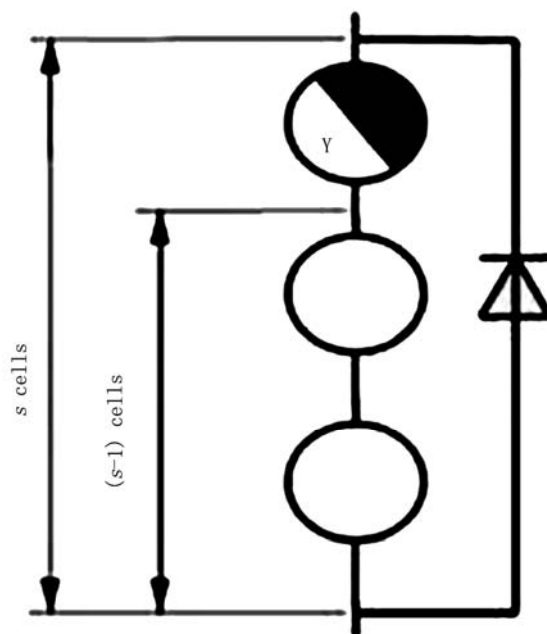


Figure 3. Using the bypass diode to improve hot spot phenomenon  
图 3. 采用旁路二极管改善热斑现象

### 4.2. 蓄电池

1) 改进蓄电池的性能: 通过改进电解液及铅膏的配方和添加剂、栅板的性能和制作工艺等方法，以提高蓄电池的循环寿命、提高电池的高低温性能和过放电性能。

2) 要有良好的系统设计: 在选择蓄电池时要考虑到长期阴雨天气对蓄电池存储容量的影响，以及资源浪费、成本问题等合理选择电池的容量。

3) 正确的充放电控制: 蓄电池的寿命与放电深度密切相关，放电深度一般要控制在 15% 左右，同时，要合理的设置充放电电压，防止过充电和过放电。

4) 正确的使用和维护: 蓄电池要维持在适当的温度范围下，所以在使用时要有良好的通风措施。对蓄电池还要进行定期的检查，如有损坏应立即进行维修。户用人员应具备一定的维修技能，保证蓄电池的正常使用。

### 4.3. 控制器

控制器控制整个系统的工作状态，在西部偏远地

区温差较大,可以在控制器中增添温度补偿功能,使控制器始终处于自身的工作温度,提高使用寿命,并合理控制蓄电池的使用。同时,还可以增添光控开关和时控开关对控制器进行控制<sup>[3]</sup>。

#### 4.4. 逆变器

1) 逆变器的电源要具有较高的效率:合理提高逆变器的电源效率进而最大限度的使用太阳能电池,提高系统的效率。

2) 逆变器的电源要具有较高的可靠性:独立光伏发电主要应用于西部偏远地区,许多居民不具备维修维护能力,一旦独立光伏发电设备出现问题,居民就会再次处于无电状态,这就要求我们保证逆变器就有较高的可靠性,所以,逆变器要有合理的电路结构,严格的元器件筛选,并要求逆变器具备各种保护功能,如输入直流极性接反保护,交流输出短路保护,过热、过载保护等<sup>[4]</sup>。

3) 要求直流输入电压有较宽的适应范围:由于太阳电池的端电压随负载和日照强度而变化,蓄电池虽然对太阳电池的电压具有重要作用,但由于蓄电池的电压随蓄电池剩余容量和内阻的变化而波动,特别是当蓄电池老化时其端电压的变化范围很大,如 12 V 蓄电池,其端电压可在 10 V~16 V 之间变化,这就要求逆变器必须在较大的直流输入电压范围内保证正

常工作,并保证交流输出电压的稳定<sup>[5]</sup>。

## 5. 结语

本文对独立光伏发电设备进行阐述,提出一些改善独立光伏发电设备的措施,综合应用各改善措施,可实现独立光伏发电系统的长久应用<sup>[6]</sup>。这有利于解决我国西部无电偏远地区的用电问题,是从国家角度出发的真正有利于保障和改善民生的正确举动,能有力地让能源发展成果更多地惠及全体人民,所以解决光伏发电设备的使用问题,提高光伏发电的使用寿命可以真正的让光伏发电长久应用于西部无电地区。

## 参考文献 (References)

- [1] 曹卫华. 独立光伏发电系统高效充电控制器设计[J]. 浙江大学学报, 2010, 44(7): 1260-1265.
- [2] 陆晓楠. 适用于光伏发电系统的混合级联式逆变器[J]. 清华大学学报, 2011, 5(3): 351-355.
- [3] 陈卫民. 一种智能光伏发电逆变器设计[J]. 中国计量学院学报, 2009, 4: 320-323.
- [4] 周子胡. 光伏发电利用技术研究[J]. 电源学报, 2012, 5: 10-14.
- [5] 赵朝会. 光伏发电技术的研究现状和应用前景[N]. 上海电机学院学报, 2008, 2: 104-109.
- [6] 徐文武. 太阳电池逆电流对热斑保护的影响研究[A]. 杨克武, 周立军. 全国半导体器件技术研讨会论文集[C]. 杭州, 半导体技术杂志社, 2010: 41-43.