

家用太阳能发电系统设计与推广

付安英¹, 张伟斌², 许丹², 张金博¹

(1. 陕西国际商贸学院 陕西 咸阳 712000; 2. 咸阳职业技术学院 陕西 咸阳 712000)

摘要: 太阳能发电技术已广泛应用于军事和民用领域, 针对太阳能发电系统在农村推广应用的困难, 通过调研和设计分析, 优选各部分组件, 研制安装了适应于广大农村家庭使用, 价格适中, 环保高效的太阳能发电系统, 对农村推广应用具有示范指导作用。并进行推广应用分析评估, 为太阳能发电技术推广应用可行性研究。

关键词: 光电转换; 太阳能电池; 控制器; 组件选用

中图分类号: TN66

文献标识码: A

文章编号: 1674-6236(2014)18-0145-04

Household solar power system design and promotion

FU An-ying¹, ZHANG Wei-bin², XU Dan², ZHANG Jin-bo¹

(1. Shaanxi Institute of International Trade, Xianyang 712000, China;

2. Xianyang Vocational and Technical College, Xianyang 712000, China)

Abstract: Solar power technology has been widely used in military and civilian fields, for the popularization and application of the solar power generation system in the rural areas of difficulty, through the research and design analysis, optimizing each part component, installed for the rural family use, moderate price, environmental protection and efficient solar power system, the application in rural areas has demonstrative guidance.

Key words: the photoelectric conversion; the solar cell; the controller; component selection

太阳能以取之不尽、用之不竭、绿色环保、经济高效等特点, 成为新型能源工业的主力军。1954 年美国贝尔实验室研制的第一块太阳能电池, 揭开了太阳能开发应用新篇章。我国从“东方红 1 号”到“风云 1 号”, 再从“神舟 1 号”到“神舟 10 号”载人航天工程, 再到嫦娥奔月, 太阳能发电应用技术取得了举世瞩目的成就。

半个多世纪以来, 太阳能光热、光电以应用异军突起, 由航空航天领域转为军事、民用领域, 应用进程不断加快。在党和政府加快“新农村建设”的方针指引下, 城乡差距越来越小, 新农村在新能源利用方面需求越来越大, 住房取暖、烧水做饭、大棚保温等方面, 太阳能正在取代柴火、煤炭、等传统能源, 太阳能发电应用技术已普遍展开。但由于系统设计缺陷、价格偏高、我国农民收入偏低等原因, 目前我国太阳能新能源利用市场销售比率还不到 10%, 而国际市场却高达 50% 以上。设计研制适应于广大农村家庭使用, 价格适中, 环保高效的太阳能发电系统在农村推广应用是具有重要意义。

1 原理与系统设计

1.1 太阳能电池光电转换原理

太阳能光伏发电是利用半导体界面的光生伏特效应将光能直接转变为电能的一种技术。这种技术的关键元件是太阳能电池。

太阳能电池是一种对光敏感并能将光能转换为电能的半导体器件, 能产生光伏效应的材料有许多种, 如: 单晶硅、多晶硅、砷化镓等。民用太阳能电池常使用单晶硅、多晶硅材料。在纯净硅材料中, 应用半导体工艺技术, 分别掺入 3 价元素和 5 价元素材料, 形成 P 型和 N 型硅材料, 在 P 型和 N 型接触面就会形成 PN 结。当光线照射在太阳能电池表面上, 一部分光子的能量被硅材料吸收, 光子能量传递给硅原子, 使电子通过 PN 结向 N 区运动聚集, 使空穴通过 PN 结向 P 区运动聚集。这样电子和空穴在 P-N 结两侧聚集形成电位差, 当外接电路时, 在电压的作用下, 将有电流流过电路产生一定的输出功率。这个过程就是光能转换为电能的过程^[1]。

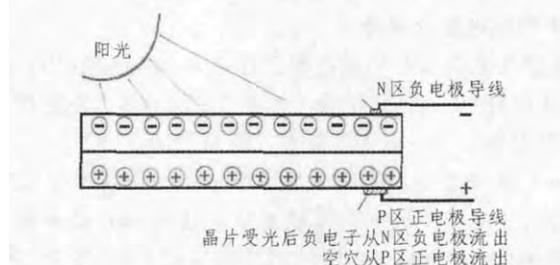


图 1 光伏发电原理图

Fig. 1 Photovoltaic principle diagram

太阳能电池经过串联后进行封装保护可形成大面积的太阳能电池组件, 再配合上功率控制器等部件就形成了光伏发电

收稿日期: 2013-12-17

稿件编号: 201312137

基金项目: 咸阳职业技术学院科学研究基金项目(2012KYA04)

作者简介: 付安英(1957—), 男, 陕西礼泉人, 正高级工程师。研究方向: 电子与光电子。

电装置。由于阳光普照大地,太阳能取之不竭、用之不尽,成为新能源发展的重点。光伏发电的优点是较少受地域限制,光伏系统还具有安全可靠、无噪声、低污染、无需消耗燃料和架设输电线路即可就地发电供电及建设周期短的优点,一直是新能源产业发展研究和推广应用主要方向。

1.2 系统设计

太阳能发电系统分为离网发电系统与并网发电系统。离网发电系统主要由太阳能电池组件、控制器、蓄电池、逆变器组成,家庭用小型太阳能发电、太阳能路灯等主要采用离网发电系统;并网发电系统是太阳能组件产生的直流电经过并网逆变器转换成符合市电电网要求的交流电后直接接入公共电网。家用分散式小型并网发电系统,特别是光伏建筑一体化发电系统,由于投资小、建设快、占地面积小、政策支持力度大等优点,逐渐成为并网发电的主流^[2]。

目前,我国农村家庭用电负载一般在3千瓦左右,设计一个3千瓦太阳能发电系统,可满足大多数家庭用电需求。

本项目拟先设计一个独立系统,安装在住户的屋顶上,向家庭提供生活用电。系统建成后,根据实际光伏发电和使用进行分析总结,对家用太阳能发电系统进行综合评估,提

出推广应用可行性方案。系统由太阳电池组件,控制器,逆变器,蓄电池等部分组成。原理图、示意图如下:

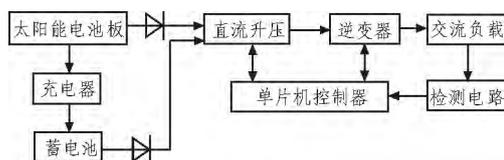


图2 家用太阳能发电系统原理框图

Fig. 2 Household solar power generation system principle block diagram

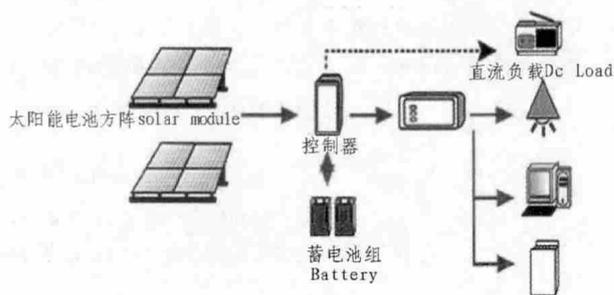


图3 家用太阳能离网发电系统原理示意图

Fig. 3 Home solar off-grid power generation system principle diagram



图4 家用太阳能并网发电系统示意图

Fig. 4 Home solar grid-connected power generation system schematic diagram

2 组件选择及应用

家用太阳能发电系统分别由太阳能电池板、电池、控制器和逆变器等组成,各个组件质量、性能、价格、效能等关系到系统设计建设的成败和推广应用效果。优选各部分组件,认真分析其性价比,合理选择使用组件,降低成本对提高系统设计建设质量和推广应用非常重要。

2.1 太阳能电池片选用

太阳能光伏发电的最基本元件是太阳能电池(片),有单晶硅、多晶硅、非晶硅和薄膜电池等。单晶和多晶电池用量最大,非晶电池用于一些小系统和计算器辅助电源等。

由一个或多个太阳能电池片组成的太阳能电池板称为光伏组件。是太阳能发电系统的核心部件 国产晶体硅电池效率在10至16%左右,国外同类产品效率约18至23%。表1列出来各种太阳能电池的光电转换最高效率。

表1 各种太阳能电池的光电转换最高效率

种类	单晶硅	多晶硅	非晶硅	砷化镓	硒化镉	铟铜	多接串叠型
最高效率	24.7%	19.8%	14.5%	25.7%	8.8%		33.3%

目前,我国由于半导体材料研制生产技术已比较成熟,单晶

硅、多晶硅、材料生产量已稳居世界各国之首,光电转换效率适中,价格较低。已成为太阳能电池首选材料。2013年多晶硅电池市场价格下降到6元/W。已具有推广应用空间。经市场调研,系统选用多晶硅太阳能电池,其光电转换效率为13~15%,性能稳定,性价比高,是理想的系统建设推广太阳能电池板。

2.2 控制器设计原理与应用

太阳能控制器是由专用处理器CPU、电子元器件、显示器、开关功率管等组成,其原理框图如图5所示。

太阳能电池组件由于太阳光的强弱变化,其产生的电流也具有波动性,如果将所生成的电流直接充入蓄电池内或直接给负载供电,则容易造成蓄电池和负载的损坏,严重影响光伏发电系统的寿命。

对蓄电池充电时,需把电流先送入光伏控制器,采用专用芯片电路对其进行数字化调节,并加入多级充放电保护,同时采用独有的控制技术“自适应三阶段充电模式”,确保电池和负载的运行安全和使用寿命。

对负载供电时,也是让蓄电池的电流先流入太阳能控制器,经过它的调节后,再把电流送入负载。一是为了稳定放电电流;二是为了保证蓄电池不被过放电;三是可对负载和蓄电池进行一系列的监测保护。

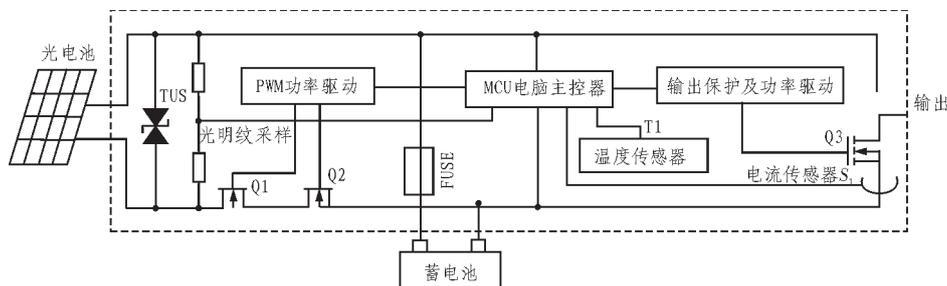


图5 太阳能控制器原理框图

Fig. 5 Solar controller principle block diagram

本设计选用 WS30-48 型太阳能控制器, 其太阳能额定功率 3 kW, 太阳能充电电流 45 A, 蓄电池额定电压 48 V。具有太阳能电池防反充、太阳能电池防反接、蓄电池过充电、蓄电池防反接、防雷等功能。性能稳定, 市场价格适中, 可满足一般家有太阳能发电系统系统使用。

2.3 蓄电池选应用

蓄电池的作用是在有光照时将太阳能电池板所发出的电能储存起来, 到需要的时候再释放出来。太阳能光伏发电, 通常采用的有铅酸免维护蓄电池、普通铅酸蓄电池, 胶体蓄电池和碱性镍镉蓄电池 4 种。铅酸免维护蓄电池因成本低、寿命长被国内广泛使用。因为其固有的“免”维护特性及对环境较少污染的特点, 很适合用于性能可靠的太阳能电源系

统, 特别是无人值守的工作站。

选用 6-QAW-100; 由 6 个单体电池组成, 额定电压为 12 V, 额定容量为 100 A·h 的免维护铅酸蓄电池。组成系统蓄电池群, 为系统推广可靠稳定能源。

2.4 逆变器设计与应用

我国家用电器的电源均使用 220 V 交流电, 而太阳能电池转换的电能及蓄电池输出的电压为直流的, 电源一般在 12~48 V。要向的电器提供 220 VAC 电能, 需要将太阳能电池和蓄电池的直流电转换成交流电。DC-AC 逆变器就将直流电转换成交流电的电子设备。

逆变器又分为离网逆变器和并网逆变器。家用小型太阳能发电系统使用的逆变器原理电路如图 6 所示。

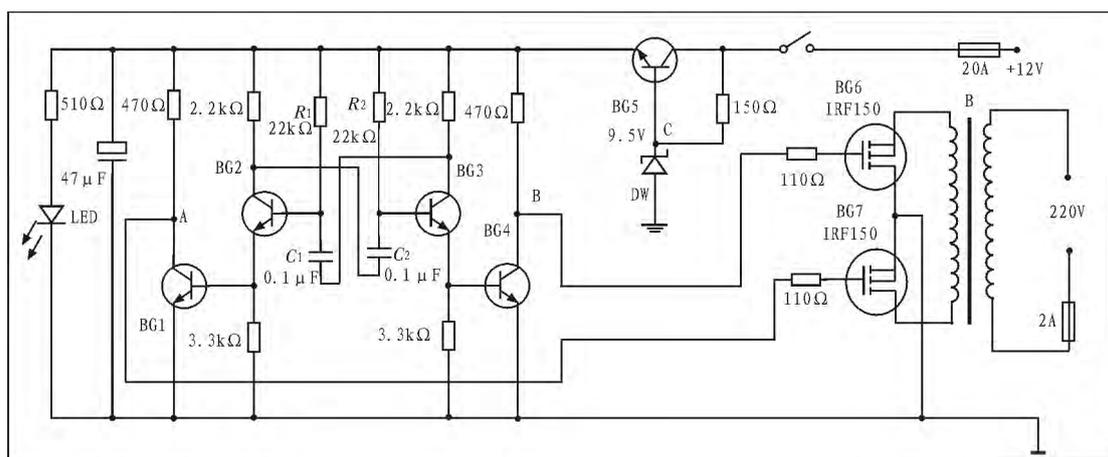


图6 PWM 功率型逆变器电路原理图

Fig. 6 Type PWM power inverter circuit principle diagram

从电路形式上看, PWM 型逆变器单相电路中主要有单相半桥、全桥和变压器组成的 PWM 型逆变电路^[3]。其中, 全桥电路应用最多。半桥电路主要用于功率很小的场合。带中心抽头变压器, 它只用两个功率开关器件, 而其电流通道只有一个开关器件, 管压降低。因此, 可用于以电池为直流电源且直流电压较低的情况。逆变器需要极高的效率和可靠性^[4]。DC 电压转换为稳定的值, 并且转换效率要达到 96% 以上。据报道, 安装在朝南屋顶上的 3 kW 串联模块预计每年可发电 2 550 kWh。若逆变器效率从 95% 增加到 96%, 每年便可以多发电 25 kWh 因此, 选择性能优良的逆变器对太阳能发电系统应用至关重要^[5]。本系统选用 1.5 kW, 2 个

逆变器即可。

3 太阳能发电系统研制结果

在家用太阳能发电系统设计和安装中, 根据总体设计思路, 在对系统电路精心设计和对太阳能电池板、蓄电池、控制器和逆变器等主要部件优选的基础上, 设计组装了家庭用 3 kW 太阳能发电系统。经使用测试, 在光照正常情况下, 可满足家庭 200 升电冰箱, 56 吋电视, 和总计 300 W 照明灯正常使用。在夏天, 同时可带动一个 1.5 匹的空调正常工作。其费用合计在 3 万元左右。现阶段, 一般经济条件好的家庭有能力建设家用太阳能发电系统^[6]。



图7 家用太阳能发电系统设计和安装示意图

Fig. 7 Household solar power generation system schematic design and installation

4 结束语

在系统设计研制过程中,注重了系统总体方案的设计以及太阳能电池板、蓄电池、控制器和逆变器等主要部件优选,力求系统功能优良可靠,价格低廉,以便在广大农村推广应用。从目前我国农村使用电网供电费用看来,整个系统的造价还偏高,使农村用户接受还有相当的难度。推广新能源在我国还有很长的路要走。

参考文献:

[1] 滨川圭弘. 太阳能光伏电池及其应用[M]. 北京: 科学出版

社, 2010.

[2] 董博. 户用光伏发电系统控制策略的研究[D]. 沈阳: 沈阳工业大学, 2011.

[3] 徐鹏来. 单相光伏并网逆变系统的分析与研究[D]. 镇江: 江苏科技大学, 2010.

[4] 姜晟, 孙道宗. 基于Atmega128的光伏并网发电系统设计[J]. 电子设计工程, 2011(22): 11-13.

JIANG Cheng, SUN Dao-zong. Photovoltaic (pv) grid power generation system based on Atmega128 design[J]. Electronic Design Engineering, 2011(22): 11-13.

[5] 周凌, 葛照强. PWM逆变器优化控制策略的分析研究[J]. 电气自动化, 2008(5): 29-31.

ZHOU Ling, GE Zhao-qiang. The analysis and research of the PWM inverter control strategy[J]. Electrical Automation, 2008(5): 29-31.

[6] 扬志权, 魏绵清. 家用太阳能光伏系统[J]. 城市建设理论研究, 2011(17): 18-21.

YANG Zhi-quan, WEI Mian-qing. Household solar pv system[J]. Urban Construction Theory Research, 2011(17): 18-21.

(上接第144页)

强度与环境, 2001(4): 7-11.

ZHANG Chun-hua, CHEN Xun, YANG Yong-min. Research on environmental factors under common life distributions[J]. Structure & Environment Engineering, 2001(4): 7-11.

[4] 陈挚. 用步进应力加速寿命试验法分析爆炸螺栓的可靠性[J]. 数学理论与应用, 2001, 21(2): 106-110.

CHEN Zhi. A reliability analysis of explosive bolt using a method about stepping up stress accelerative life testing[J]. Mathematical Theory and Applications, 2001, 21(2): 106-110.

[5] 郭春生. 快速评价半导体器件失效激活能的方法[J]. 封装测试技术, 2006(2): 122-126.

GUO Chun-sheng. Rapid evaluation method of activation energy for semiconductor device[J]. Package & Test Technology,

2006(2): 122-126.

[6] 杨丹. 电子元器件的贮存可靠性及评价技术[J]. 电子元件与材料, 2005, 24(7): 61-64.

YANG Dan. Electronic components storage reliability and evaluation technology[J]. Electronic Components & Materials, 2005, 24(7): 61-64.

[7] 戴树森, 费鹤良. 可靠性试验及其统计分析[M]. 北京: 国防工业出版社, 1984.

[8] 徐真红. 武器系统的贮存寿命预测方法研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2010.

[9] 刘秀萍. 电子产品的加速贮存可靠性模型及统计分析[D]. 贵阳: 贵州大学, 2007.

欢迎投稿！ 欢迎订阅！ 欢迎刊登广告！

国内刊号：CN61-1477/TN

国际刊号：ISSN 1674-6236

在线投稿系统：<http://mag.ieechina.com>

dzsjgc@vip.163.com (广告)

地址：西安市劳动南路 210 号 5-1-3 信箱

邮政编码：710082