

新型智能化太阳能光伏控制器的 研究与应用分析

云南晶能科技有限公司 傅定文* 韩莉娅 庄勇
云南师范大学太阳能研究所 谢建

摘要 随着太阳能光伏电源系统的迅速发展,关键设备中控制器的控制技术也在不断创新,这大大提高了光伏系统电源可靠性和太阳能利用率、降低成本,从而为光伏控制器的发展提供了技术保障。新型智能化光伏控制器是太阳能光伏系统应用的重要设备,本文对其控制技术、设备特点和性能进行了分析和探讨。

关键词 光伏电源 智能化 控制器 分析

A study and an applied analysis of the new pattern of solar energy photovoltaic intelligent controller

By Fu Dingwen*, Han Liya, Zhuang Yong and Xie Jian

Abstract The central controller, as the key component, plays a crucial role in the rapid development of solar energy photovoltaic power system. The application and improvement of the central controller contributes a lot to the development of the whole system. The innovation of this control-technology may enhance the reliability and the efficiency of the system and lower the cost as well. Therefore the study on the new pattern of the intelligent controller becomes an important issue in of solar energy photovoltaic power system research. The paper discusses the research questions in this field and makes a study on its technological features, capacities.

Key words Solar energy photovoltaic power, Intelligentize, Controller, Analyse

★Yunnan Renewable Energy Co. Ltd.

Yunnan Normal University Solar Energy Reserach Institute

0 引言

太阳能光伏电源应用面临的最大问题是成本投入较高,这是目前各国研究和攻克的目标。那么应如何降低太阳能光伏电源的成本使之推广应用? 1. 应不断提高太阳能电池板的转换效率 2. 应不断降低太阳能电池板的生产成本 3. 可通过光伏控制系统提高太阳能电源的利用效率和系统持续运行能力。在现有的基础上,通过先进的控制技术提升太阳能利用效率,是降低成本有效而现实的途径。

太阳能电源在各行业已应用,但还存在一系列问题。首先,物理性能上存在某些缺陷。太阳能电源只有在有太阳光时才发电,在夜晚不发电,阴雨天发电量也很小。其次,太阳能电源在应用时需与储能设备(蓄电池)配套使用,特别是在光伏发电离网系

统中应用,蓄电池存在使用寿命较短、易损耗问题,某种程度上制约了太阳能电源的推广应用。如在通信机站的不间断电源供电系统中,太阳能户用电源用户每天都要用电,而太阳能路灯系统阴雨天时就易断电。因此,稳定性和可靠性成为首先要解决的问题。根据太阳能电源的特性,采用先进的控制技术和多功能的控制方式是解决太阳能电源缺陷、提高太阳能电源可靠性的有效方法。

1 太阳能光伏控制系统对光伏电源应用的关键作用

1.1 太阳能光伏控制器可降低光伏电源的运营成本

太阳能光伏控制器是整个光伏电源系统的控制核心,其“充电-储能-输出”过程均由控制器完成。先进的控制器

可以提高太阳能的充电利用效率,延长蓄电池的使用寿命以及整个光伏系统的可靠性,降低太阳能组件的功率配置量,减少建站后的运行维护费用,从而降低光伏电源的运营成本。

1.2 太阳能光伏控制器可提高光伏电源的可靠性

先进的控制器可优化光伏系统“充电—储能—输出”的电源管理。采用 PWM 脉宽调制技术、最大功率跟踪控制技术、智能化互补控制技术,可以在最大程度上利用太阳能发电,提升蓄电池转换效率,维



*傅定文,1967年10月出生,大学本科,高级工程师
地址:云南省昆明市龙泉路

护蓄电池的物理、化学性能,延长蓄电池使用寿命,提高光伏系统可靠性。

2 控制器主要技术原理分析

2.1 控制器原理

2.1.1 初级太阳能光伏控制器

光伏系统控制器控制原理:初期的光伏控制器主要针对蓄电池作过充、过放控制(见图1所示)。过充控制:即太阳能电池方阵给蓄电池充电时,当电压达到允许值上限,切断充电;过放控制:即负载放电时,当蓄电池电压下降至保护值,切断输出。

2.1.2 改进型控制器

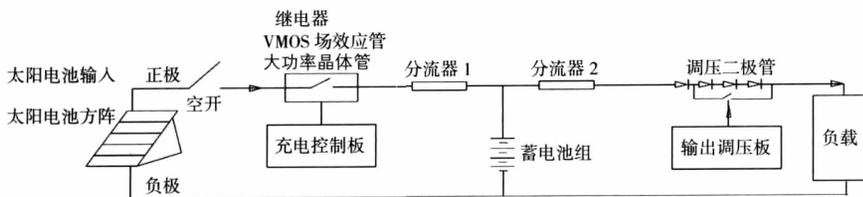
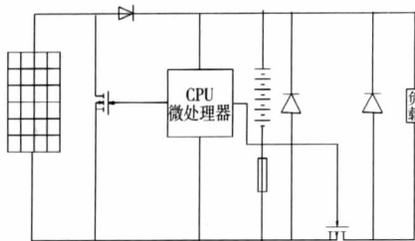


图1 普通光伏系统控制器原理图

根据控制器的控制极性可分为正接地控制器与负接地控制器。

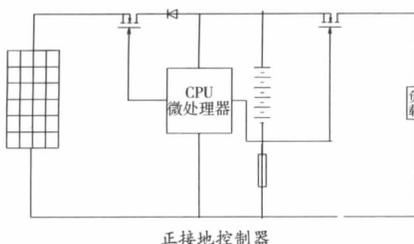
负接地控制器(见图2所示)的控制特点:充电时,电流通过二极管对蓄电池充电,MOSFET管处于截止状态,控制器通过对太阳能电池充电回路的短路,配合防反充二极管来控制充电过程。



负接地控制器(旁路控制)

图2 改进型负接地控制器原理图

正接地控制器(见图3所示)通过场效应管的导通和截止实现太阳能电池的通/断控制,控制方便可靠。



正接地控制器

图3 改进型正接地控制器原理图

3 新型智能化光伏控制器

3.1 技术特点

采用(1+1)双回路全程PWM充电方式、蓄电池(1+1)主/备储能方式与输出(1+1)双回路互补输出相结合的光伏智能化控制体系。智能化光伏控制器(见图4所示)

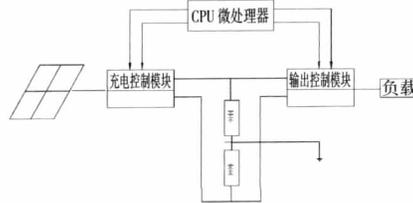


图4 智能化光伏控制器原理图

充电完成,效率较高,控制方便,缺点:当旁路控制器件发生损坏时,无充电电流输入,易造成光伏电源系统断电。

应用对象:单电源的光伏系统使用效果较好,使用时双电源易烧毁器件。双电源工作时由于电源充足,控制器的控制器件经常处于短路控制状态,太阳电池的电能主要通过场效应管的节电阻来耗散功率,工作时长,所以易烧毁。

正接地控制器(串联控制)的优点:使用寿命较长,性能稳定。单电源使用时,控制管烧坏有利有弊:有利方面,对光伏电池和负载配置均衡的站点,太阳能光伏组件直接对蓄电池充电,系统还可继续工作;不利方面,双电源工作时(有市电辅助供电),电源充足,易造成蓄电池充电过压;

此控制器可间歇处于关断状态,控制器件可经常处于冷机状态,大大延长控制器使用寿命。在实际应用中,故障率低,使用效果较好,这种控制方式常常被采用。

应用对象:可广泛使用。单电源、双电源应用效果都比较好。现在电子行业的用电设备大多数采用正接地方式,其控制技术和电路结构本身具有诸多优点,可适应光伏电子行业发展潮流。

3.3.2 成本分析

目前,国内有不少厂家生产太阳能光伏控制器(见图6所示),现在通用的控制器比早期的控制器有了长足改进。首先控制器在生产中采用的关键器件主要是进口,其他器件国产化,其生产成本不高,销售价位也不高(较进口控制器)。但对用户来讲,其应用成本较高。这里主要指整个光伏电源系统的运营维护成本较高,比如控制方式简单或不合理,易造成蓄电池使用寿命短、过早报废,或因控制故障造成蓄电池报废;或可靠性差造成人工管理费用高等,所以先进的光伏控制技术研发和应用将对光伏产业发展起到至关重要的作用。



图6 光伏发电控制器

示)可最大限度提高光伏电源的充电利用率,提高蓄电池的转换效率,延长蓄电池的使用寿命;提高光伏系统设备的可靠性和稳定性。

3.2 应用示范

太阳能光伏控制器随着光伏电源在各领域的推广得以普遍应用(见图5所示),控制技术也得到大力发展。



图5 光伏电站

3.3 性能对比分析

3.3.1 控制方式分析

从早期控制器采用的通/断控制器件来看,可分为继电器控制器、大功率晶体管控制器、MOSFET(场效应管)控制器。

这类控制器的特点是采用大功率器件做通/断控制,继电器、大功率晶体管控制器需要驱动电路,功耗较大,场效应管控制器控制方便,但器件易损坏。

负接地控制器(旁路控制或并联控制)的优点:控制器件可选取功率较小的器件,对蓄电池充电的主回路直接由二极管单向

3.4 该新型智能化光伏控制器应用的可靠性分析

这里介绍一种先进的光伏控制系统和控制器。常规的光伏系统采用一路控制开关、一组蓄电池、一路输出电路。本项目通过自主研发的光伏系统智能化充放电互补控制装置,采用软件和硬件电路相结合的方式,充电回路采用双回路 PWM 全程控制方式,储能采用主/备双蓄电池方式,输出采用双回路轮流交替输出方式,电源管理由常规控制器(充电-储能-放电)1×1×1 模式变为(2×2×2)8 倍控制模式,可优化电源管理,提高智能化程度。对蓄电池采用脉冲调制技术充电;主蓄电池维持电源系统的正常运行与平衡,备用蓄电池吸收多余电能,输出时,双蓄电池交替轮流输出,高电位蓄电池组优先输出(见图 7 所示),对光伏整个供电系统的蓄电池来说,降低了一半的循环次数,并增大了蓄电池在高电位循环的概率。因此该控制系统可大幅降低单组电池长时间放电产生的电池板极化和硫化,延长蓄电池的使用寿命;提高光伏系统设备的可靠性和稳定性,从而减小能量损耗,达到降低光伏系统成本的目的。该技术已获两项国家发明专利,属国内首创。

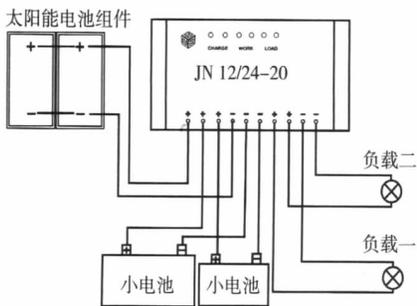


图 7 光伏控制器原理图

新型智能化太阳能光伏控制技术目前已在通信、电力、高速公路、户用系统、太阳能路灯等领域使用,并取得良好效果。例如在太阳能路灯的应用上(见图 8 所示)相同配置的太阳能路灯,采用此控制系统亮灯时间较使用常规控制器长 15%~25%。阴雨天造成断电的概率明显下降,即使断电阳光照射当天即可恢复供电,普通控制器,为了预备较长阴雨天,需配置较大容量的蓄电池。断电后,需较长时间阳光照射补充电能后才能恢复供电,易造成设备故障的假象。这种新型智能化控制系统(控制器)有效解决

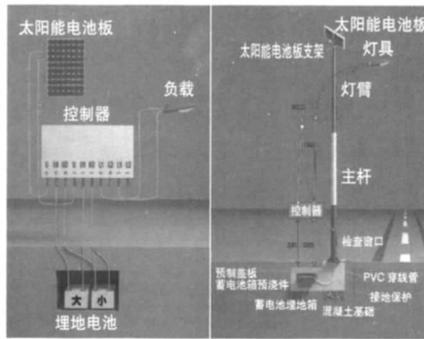


图 8 智能化光伏控制器系统路灯应用示意图

了太阳能光伏电源的许多应用缺陷,使太阳能光伏电源的应用更充分、可靠。

4 智能化光伏控制器技术的经济性分析

4.1 最大限度提高了光伏发电的利用率

太阳电池的伏安特性决定了对蓄电池充电方式的局限性,蓄电池可接受电能(电流)能力是随着充电过程进行而逐渐下降,到充电后期,充电电能(电流)多用于电解水,产生气体,会影响蓄电池寿命。容易出现蓄电池容量未充满却不能充入的现象(常称之为“虚满”)。这在很大程度上影响了蓄电池的充、放电容量,进而降低了光伏电池功率利用效率,不能最大功率利用,造成太阳能电源的浪费。

光伏系统智能化充放电互补控制技术,利用单片机软件对电源充放电进行智能化管理,结合 PWM 脉宽调制技术对两组蓄电池全程互补充电控制,实现太阳能光伏电源利用最大化,很大程度上消除了太阳电池和蓄电池特性造成的充电虚饱和态,提高了光伏发电的利用率,真正意义上实现了节能、环保。

4.2 提高蓄电池转换效率,延长蓄电池使用寿命

新型智能化充放电互补控制系统采用全程 PWM(1+1)充电模式,(1+1)主/备储能装置、(1+1)双回路输出控制系统,采用脉冲调制技术使蓄电池尽可能充满电量,而间歇期使蓄电池因化学反应产生的氧气和氢气有时间重新化合而被吸收,将浓差极化和欧姆极化得到消除,从而减轻蓄电池内压,使下一轮的充电能够更加顺利地进行,蓄电池也可以吸收更多的电量。间歇脉冲使蓄电池有较充分的反应时间,减少了析气量,提高了蓄电池的充电电流接受

率、太阳能电池的利用效率、蓄电池转换效率和有效容量。

4.3 提高光伏系统设备的可靠性和稳定性

户用光伏系统和独立光伏电站是解决我国边远无电地区居民和社会用电问题的重要方式。特别是无人值守的光伏系统,要求性能更加可靠、维护更加方便。本项目中光伏系统智能化充放电互补控制装置使整个光伏系统中最易受损害的部分——蓄电池寿命延长了 0.5~1 倍;其控制功率器件采用倍容设计,工作在间歇状态,大幅提高了器件的使用寿命,从而提高整个系统的可靠性。节约光伏系统运营成本,减少了人工维护次数,提高光伏系统设备的稳定性。

5 应用前景

新型智能化控制器改变原有太阳能控制器的控制结构和体系,采用了 PWM 脉宽调制技术,根据太阳电池、蓄电池的物理特性,研发了新型控制结构和控制体系,提高太阳能利用效率和蓄电池转换效率,充电时,双蓄电池优先较小容量的蓄电池充电,可迅速提升蓄电池的电压至高位,保证系统正常供电,多余电能由备用蓄电池吸收储备,在阴雨天电量不足时输出,可度过较长的阴雨天,大大提高了太阳能电源系统的可靠性;电能输出时,两组蓄电池中电位高的蓄电池优先输出,如此交替供电,保证蓄电池组在高位循环输出,有效地延长了蓄电池的使用寿命;互补装置决定控制器在功率器件上为双倍容量配置,大幅提高系统载荷能力,保证控制器的高可靠性。

由此可见,新型智能化太阳能控制器一方面为系统集成商降低了工程成本和维护成本,另一方面也为用户降低了运营成本,因此具有很高的经济价值和应用价值。 (责编:侯艳丽)

参考文献

- 1 王长贵,王斯成.太阳能光伏发电技术.北京:化学工业出版社,2005,9
- 2 谢建.太阳能利用技术.北京:中国农业大学出版社,1999,8
- 3 李安定.太阳能光伏发电技术.北京:北京工业大学出版社,2001,12
- 4 段万普.蓄电池使用技术.昆明:云南科技出版社,2008,7