

doi:10.16652/j.issn.1004-373x.2017.04.046

光伏发电中的传感器节能控制器设计

云彩霞¹, 李丽芬¹, 蔡小庆¹, 刘晨²

(1.燕京理工学院, 河北 廊坊 065201; 2.厦门大学, 福建 厦门 361005)

摘要: 传感器储能性能较弱, 导致设计出的光伏发电中的传感器节能控制器网络延迟较长、节能效果不理想。因而, 设计一种新型光伏发电中的传感器节能控制器, 其对供电电路、无线通信芯片和太阳光传感器芯片进行重点设计。nRF905无线通信芯片对控制器中各设备、电路、元件之间的数据通信进行监控, 保障节能效果、缩短网络延迟。供电电路为控制器的节能工作供应电能、优化太阳光光强的能量转化。优化后的太阳光能量, 将通过太阳光传感器中的TSL2678芯片太阳光进行参数提取和分析, 输出太阳能最佳采集方位和该方位的太阳光光强, 实现光伏发电的最优节能。控制器软件设计部分给出了控制器的节能控制流程。分析实验结果可知, 所设计的控制器具有网络延迟短、节能效果好的特点。

关键词: 光伏发电; 传感器节能控制器; 数据通信; TSL2678

中图分类号: TN61-34; TP393

文献标识码: A

文章编号: 1004-373X(2017)04-0183-04

Design of sensor energy-saving controller for photovoltaic power generation

YUN Caixia¹, LI Lifen¹, CAI Xiaoqing¹, LIU Chen²

(1. Yanching Institute of Technology, Langfang 065201, China; 2. Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Since the sensor energy-saving controller for the photovoltaic power generation has long network latency and unsatisfied energy-saving effect due to the poor energy storage performance of the sensor, a new sensor energy-saving controller for the photovoltaic power generation was designed, and its power supply circuit, wireless communication chip and solar sensor chip were designed emphatically. The wireless communication chip NRF905 is used to monitor the data communication among each device, circuit and component in the controller to ensure the energy-saving effect and shorten the network latency. The power supply circuit supplies the electric energy for the energy-saving work of the controller, and optimizes the energy conversion of solar light. The parameters of the optimized solar light energy are extracted and analyzed through the chip TSL2678 in the solar light sensor, which outputs the optimal acquisition orientation of the solar energy and its intensity to realize the optimal energy saving of the photovoltaic power generation. The energy-saving control flow of the controller is given in Fig. 5 in this paper. The analysis experimental results show that the controller has the characteristics of short network latency and good energy-saving effect.

Keywords: photovoltaic power generation; sensor energy-saving controller; data communication; TSL2678

0 引言

太阳能是一种可再生的清洁能源。近年来, 随着科技的不断发展, 光伏发电已成为一种非常重要的发电方式。其旨在将太阳辐射到地球的巨大能量为人们所用, 以节约地球的不可再生资源、阻止环境继续恶化^[1-3]。传感器是一种以实现人类同自然界有效互动的设备, 对优化人类生产、生活方式具有重要作用。因而, 设计出一种

光伏发电中的传感器节能控制器, 满足人类日益增长的生活用电需求^[4-6]。

由于传感器的储能性能较弱, 以前设计出的光伏发电中的传感器节能控制器网络延迟较长、节能效果不理想。如文献[7]设计光伏发电中的双层储能传感器节能控制器, 其通过分析光伏发电中传感器储能弱点, 对传感器节点的能量存储器进行双层设计, 有效减少了太阳能流失情况, 节能效果良好, 但控制器的网络延迟很长。文献[8]对光伏发电中的传感器节能控制器的传感器节点进行了合理控制, 获取了较短的网络延迟。设计者还将太阳能收集板和锂电池直接连接, 期望节约设计成本, 但却导致锂电池的过度损伤。文献[9]设计基于电

收稿日期: 2016-08-25

基金项目: 国家自然科学基金(70873100); 河北省教育厅科学技术项目(Z2014166)

容和单片机的光伏发电中的传感器节能控制器,其将电容设置成控制器的电源进行供电,再利用单片机对电容的充放电流程进行控制。该控制器拥有较好的综合性能,但节能效果仍需提高。文献[10]从光伏发电中的传感器节能控制器自身考虑,对其中耗能较大的设备进行删减,并对传感器节点能耗进行了进一步优化。该控制器的节能效果良好,但网络延迟较长。

通过对上述光伏发电中的传感器节能控制器优缺点的分析,深入探讨光伏发电节能实现方案,设计一种网络延迟短、节能效果好的光伏发电中的传感器节能控制器。

1 光伏发电中的传感器节能控制器设计

所设计的光伏发电中的传感器节能控制器以调整光伏发电中太阳能采集位置为节能方案,增强光伏发电中太阳能与电能间的能量转化率,进而实现节能控制。其给出一种具有高水平能量转化优点的供电电路,提高传感器的储能性能,并为控制器合理供电。此外,通过为控制器选择合理的无线通信芯片和太阳光传感器芯片,使光伏发电的最优节能得以实现。

1.1 控制器无线通信芯片设计

在所设计的光伏发电中的传感器节能控制器中,无线通信芯片是连接各设备、电路、元件之间数据通信的中间纽带。由于无线通信芯片能够对控制器中所有通信数据进行监控,因此,无线通信芯片的高性能将给控制器带来非常好的节能效果,并可有效缩短网络延迟,故要求所选无线通信芯片应具有良好的可靠性和通信效率。

选用挪威 NORDIC 公司设计的 nRF905 无线通信芯片作为控制器的无线通信芯片。nRF905 无线通信芯片的可靠性很强,并拥有丰富的片上资源,可进行片内解编码工作,使用起来非常便利,通信效率很高,图 1 是 nRF905 无线通信芯片电路图。

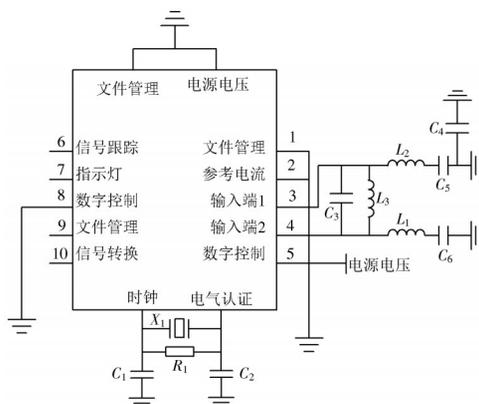


图1 nRF905无线通信芯片电路图

由图 1 可知, nRF905 无线通信芯片在发送通信数据时,光伏发电中的传感器节能控制器将输入端 1 和 2 分别置于高引脚和低引脚中,再经由通信总线将数据保存并统计,再生成通信文件。文件管理对通信文件进行核准后, nRF905 无线通信芯片再将通信数据发送出去。

在接收数据过程中,数字控制将对符合 nRF905 无线通信芯片接收标准的数据进行读取,此时接口 5 自动进入高引脚。

选用 nRF905 无线通信芯片的一项重要原因是: nRF905 无线通信芯片能够在实现控制器内部有效通信的基础上为通信工作提供节能模式,这对实现设计初衷意义非凡。节能模式可在维持控制器正常通信的前提下,缩减自身电流和数据收发的持续时间。通常,开启节能模式的 nRF905 无线通信芯片便能够满足光伏发电的通信工作需求,故可默认长期开启,于特殊情况下进行关闭即可。

1.2 控制器供电电路设计

因为传感器的储能性能较弱,所以供电电路的合理设计对光伏发电中的传感器节能控制器具有重要意义。所设计的供电电路不但能够为控制器供应工作电能,也能优化太阳光光强的能量转化。

在光伏发电中,太阳能的强弱会在一定程度上影响到供电电路的电能分配工作,因而,光伏发电中的传感器节能控制器设计了两种供电电路。当环境太阳能较强时,太阳能收集板的输出电流是不存在较大浮动的,此时供电电路应为控制器提供正向偏压,如图 2 所示。当环境太阳能较弱时,则需要增强供电电路对太阳能收集板输出电流的敏感性,如图 3 所示。

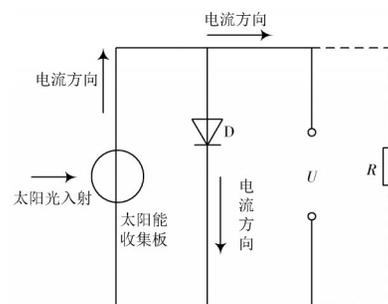


图2 太阳能较强时的供电电路

由图 2、图 3 可知,供电电路中的 R 代表外接功能电路的总负载,由于该负载值并不确定,故用虚线描述; D 是 PN 结型光电二极管,这种二极管的响应时间非常短,可实现太阳光能量的吸收以及传感器射频传输等过程。并具有非常强的光电转化性能,可对太阳光的能量转化进行合理优化; U 是供电电路的输出端; R_0 和 R_1 的作用是增强供电电路对太阳能收集板输出电流的敏感

性,这两个负载的阻值为一大一小,将二者串联并使其中之一与PN结型光电二极管进行并联,对供电电路输出值的影响非常小,可忽略不计。

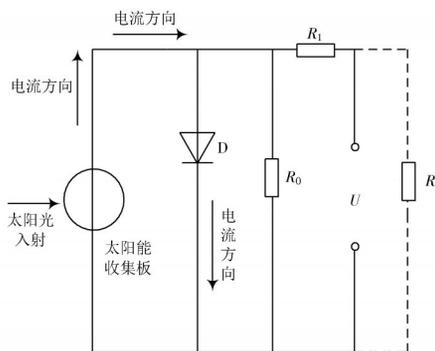


图3 太阳能较强时的供电电路

1.3 太阳光传感器芯片设计

太阳光传感器是一种不受地域经纬度限制、可对太阳运行轨迹和辐射光强进行精确感应的特效传感器。光伏发电中的传感器节能控制器选择的太阳光传感器芯片是TSL2678,该芯片的能耗低、传感效率高且量程宽,能够对60 Hz以下的太阳光波动进行自动修正,比较适合应用于光伏发电中。图4描述的是TSL2678芯片结构图。

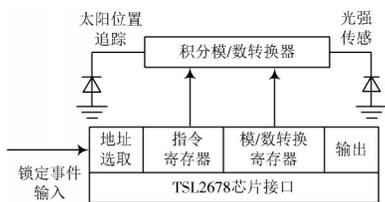


图4 TSL2678芯片结构图

由图4可知,波动幅值小于60 Hz的太阳光光强可作为锁定事件输入到太阳光传感器的TSL2678芯片中进行参数提取。高于60 Hz波动幅值的太阳光光强,将先经由供电电路进行能量转化,优化成锁定事件后再输入TSL2678芯片。积分模/数转换器先将太阳光参数转换成数字信号形式,再实现太阳光传感器对太阳光最佳采集位置和该位置太阳光光强的精准输出。

2 光伏发电中的传感器节能控制器软件设计

所提光伏发电中的传感器节能控制器的节能控制流程,如图5所示。

由图5可知,为了增强光伏发电中太阳能与电能间的能量转化率,进而实现光伏发电中的传感器节能控制器的节能控制,本文使用nRF905无线通信芯片对整个节能控制流程进行监控。供电电路初始化后,nRF905无线通信芯片帮助搜索通信数据中需要进行能量转化

的太阳光光强,经由供电电路实现能量优化。此后,nRF905无线通信芯片对太阳光传感器进行唤醒,利用其中的TSL2678芯片计算出太阳光最佳采集位置和该位置的太阳光光强。管理人员将参考该输出结果,对光伏发电中的传感器节能控制器进行调整与维护。

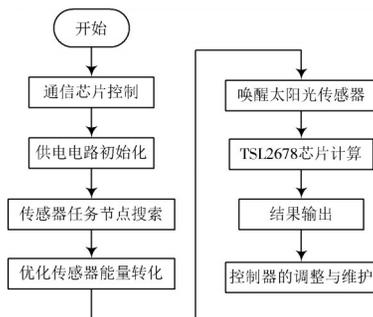


图5 节能控制流程图

3 实验结果分析

3.1 实验准备

现对某省级光伏电站进行仿真实验,分析本文所设计的控制器是否拥有较短的网络延迟和较好的节能效果。实验中与本文控制器进行对比的控制器有:双层储能传感器节能控制器和基于电容和单片机的传感器节能控制器。实验对2016年4—6月的实验光伏电站各项参数进行仿真,实验光伏电站2014年和2015年的同期实际发电量如表1所示。

表1 实验光伏电站实际发电量统计表 kW·h

年份	4月	5月	6月
2014	2 822.96	3 030.10	3 491.74
2015	2 921.79	3 067.67	3 410.23

3.2 控制器网络延迟分析

在实验光伏电网中,不同月份的网络延迟限制标准也不同,本文控制器、双层储能传感器节能控制器和基于电容和单片机的传感器节能控制器的网络延迟实验结果如图6~图8所示。

由图6~图8可知,光伏电网给出的4—6月网络延迟限制标准均为直线,直线的下方区域表示网络延迟标准范围。双层储能传感器节能控制器和基于电容和单片机的传感器节能控制器的网络延迟曲线均有超出标准范围的现象出现,而本文控制器的网络延迟曲线始终处于网络延迟限制标准直线的下方,证明本文控制器的网络延迟较短。

3.3 控制器节能效果分析

表2描述的是在三个控制器的节能控制下,实验光伏电站在4—6月的发电量。

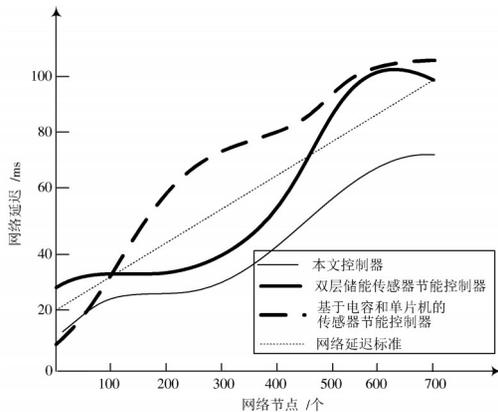


图6 4月份网络延迟曲线图

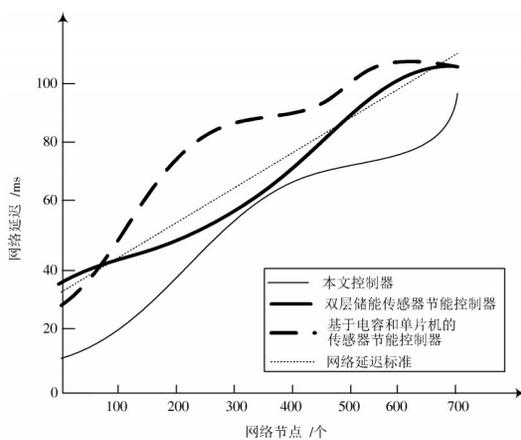


图7 5月份网络延迟曲线图

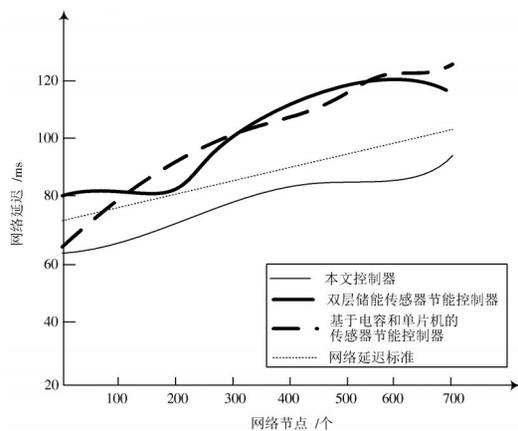


图8 6月份网络延迟曲线图

对比表1、表2可知,本文控制器产生的发电量最高,每月可平均节约实验光伏电站约740.50 kW·h的

作者简介:云彩霞(1981—),女,吉林九台人,副教授,硕士。主要从事无线通信与计算机应用研究。

李丽芬(1982—),女,河北平泉人,副教授,硕士。主要从事嵌入式系统研究。

蔡小庆(1983—),女,湖北枝江人,讲师,硕士。主要从事信号与信息处理研究。

刘晨(1994—),江苏泰州人,在读硕士研究生。研究方向为计算机项目管理。

煤炭发电量,可有效减少燃烧煤炭产生的二氧化碳、二氧化硫等有害气体的排放,证明本文控制器节能效果较好。

表2 节能控制下的发电量 kW·h

控制器类型	4月	5月	6月
本文控制器	3 320.19	4 051.20	4 222.35
双层储能传感器节能控制器	2 873.56	3 320.11	3 520.79
基于电容和单片机的传感器节能控制器	3 014.70	3 659.81	4 030.67

4 结论

本文设计一种新型光伏发电中的传感器节能控制器,其以调整光伏发电中太阳能采集位置为节能方案,增强光伏发电中太阳能与电能间的能量转化率,实现节能控制。所设计的控制器拥有高水平的能量转化供电电路,可提高传感器的储能性能、为控制器合理供电。并通过选择合理的无线通信芯片和太阳光传感器芯片,使设计初衷得以实现。本文在某省级光伏电站进行仿真实验,验证了本文控制器拥有较短的网络延迟和较好的节能效果。

参考文献

- [1] 王盼宝,王卫,吴炎.光伏发电系统中无电流传感器型MPPT控制策略[J].电力自动化设备,2014,34(10):64-68.
- [2] 张建伟,韩路,杨昊,等.大型电网能耗自动监测模块的设计与实现[J].现代电子技术,2016,39(6):150-152.
- [3] 刘芳,刘玉友,符再兴.BFC直流变换器在光伏发电系统中的应用研究[J].现代电子技术,2015,38(16):145-148.
- [4] 王阳,李少波,杨观赐,等.轨道交通环境智能节能控制技术研究综述[J].贵州大学学报(自然科学版),2014,31(1):46-51.
- [5] 陈建华,穆希辉,杜峰坡,等.基于经济线的柴油机节能控制方法研究[J].机电工程,2014,31(1):129-132.
- [6] 焦永华,段中兴,王心定,等.大型公建楼宇供热节能控制系统研究[J].工业控制计算机,2014,27(11):161-162.
- [7] 陈津刚.抽油机井工况在线优化节能控制技术研究与应用[J].自动化技术与应用,2015,34(2):71-73.
- [8] 魏召刚,林世东,魏召强.基于小型PLC的电力自动化系统节能控制模型[J].华东电力,2014,42(12):2592-2595.
- [9] 王永皎,刘荣辉.基于ZigBee技术的智能楼宇节能控制系统[J].青岛科技大学学报(自然科学版),2014,35(1):73-77.
- [10] 周婷婷,杨孝安.节能环保行业融资结构对经营绩效的影响[J].西安工程大学学报,2015,29(5):630-635.