

基于STM8的新型光伏控制器设计

陈超, 陈小元, 吴夏来

(丽水学院 工学院, 浙江 丽水 323000)

摘要:介绍一种采用STM8芯片作为核心的中小型独立光伏充放电系统控制器的基本原理及其功能,详细讨论电路主回路、开关管驱动电路、供电电源、控制电路、参数检测电路和人机交互模块等主要组成部分的电路设计。该控制器可实现整个光伏充放电系统工作状态控制和蓄电池的能量管理,功能完善,性能稳定,电路简单且成本低廉。

关键词:控制器;单片机;蓄电池;太阳能

doi:10.3969/j.issn.2095-3801.2012.05.008

中图分类号:TM343

文献标志码:A

文章编号:2095-3801(2012)05-0034-04

Designing a New Photovoltaic Controller Based on STM8

CHEN Chao, CHEN Xiaoyuan, WU Xialai

(School of Engineering, Lishui University, Lishui 323000, Zhejiang)

Abstract:The basic principle and function have been introduced about the controller of the medium and small sized isolated photovoltaic system taking STM8 as hardcore. The main circuit, the driver circuit of the switch tube, power supply, control circuit, examination and judgment on the parameters and human-computer interaction are discussed in detail. The controller can perform operation status control and energy management for the system and is characterized by perfect functions, reliable performance, simple circuits and low cost of manufacturing.

Key words:controller; one-chip computer; battery; solar energy

0 引言

目前,中小型独立光伏充放电系统在边远地区的通讯、交通、电力等领域得到了广泛应用。系统主要由太阳能电池组件、蓄电池、光伏控制器、负载组成。其中光伏控制器是整个系统自动运行的核心,其性能对整个系统的成本和可靠性有着重要的影响。但往往因为充放电控制不合理,导致控制器故障较多,维修成本高,影响整个系统正常使用。

本文研制了一款基于STM8单片机的新型光伏充放电控制器,讨论了电路主回路、开关管驱动电路、供电电源、控制电路、参数检测电路和人机交互模块等主要组成部分电路的设计,实现了系统工作状态控制和蓄电池的能量管理。

1 独立光伏充放电系统设计

收稿日期:2012-05-02

作者简介:陈超,男,浙江永康人,助教,硕士。

图1所示为常规中小型独立光伏系统结构图,主要由太阳能电池板、蓄电池、负载和控制器组成。12V规格的太阳能电池板开路电压超过21V,工作电压在15V左右,采用一块或两块串联作为输入电源,可分别满足12V和24V蓄电池的供电要求,且如使用80W的太阳能电池板,根据太阳能电池板的电压电流特性^[1],短路电流也不超过8A,可以自实现蓄电池的充电电流上限保护功能。独立光伏充放电系统常用在小区的路灯照明上,如采用10W的路灯负载,1天工作10h,采用33Ah容量的12V蓄电池可保证连续3个阴雨天时,系统也能正常工作。控制器的作用是对独立光伏系统运行的状态进行数据采集、监控和显示,控制整个系统充放电回路的状态,保证整个系统在长期无人职守的情况下可靠运行。

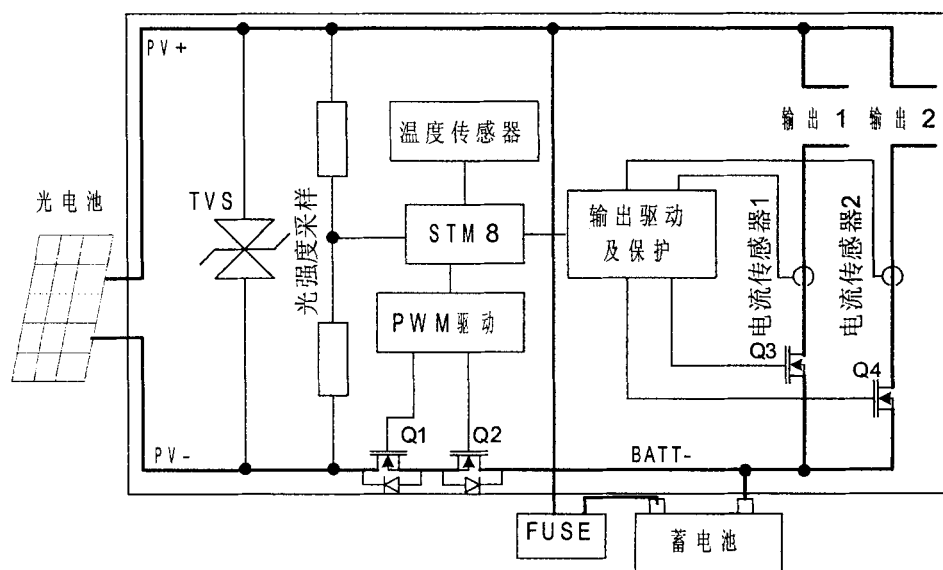


图1 控制器的结构框图

2 控制器电路设计

2.1 电路主回路

如图1所示,太阳能电池板、蓄电池和开关管 Q_1 、 Q_2 组成充电主回路,成双MOS串联式结构。采用串联式结构比较简便。 Q_1 、 Q_2 两个开关管共驱动信号,且源极共连。驱动信号采用PWM控制方式,可以有效提高充电效率。开关管 Q_1 上的体二极管可防止电池板反接。当开关管导通时,电流从 Q_1 上的导电沟道流过,压降很低,可有效减少损耗,优于单纯采用防反接二极管。

Q_3 与输出1所接的负载串联,接在蓄电池两端,组成蓄电池放电回路,当 Q_3 导通时,蓄电池对负载放电。同理, Q_4 与输出2所接的负载组成另一路放电回路。

2.2 开关管驱动电路

图2(a)所示为充电回路上开关管 Q_1 、 Q_2 驱动电路图,图2(b)所示为放电回路上开关管 Q_3 、 Q_4 驱动电路图。由于开关管 Q_1 、 Q_2 和开关管 Q_3 、 Q_4 源极接的电位不同,因此必须采用不同的驱动方式。

由图2(a)可知,当单片机STM8输出的控制信号PWM1为高电平时,三极管 T_{12} 关断, T_1 基极与发射极间无正偏电压而关断; Q_1 、 Q_2 上的栅极经电阻 R_5 、 R_1 上拉到电位V+9;不管 Q_1 、 Q_2 是否导通,电位V+9始终大于 Q_1 、 Q_2 源极电压,所以能保证开关管开通。当PWM1为低电平时, T_{12} 导通, T_1 亦导通; R_3 的阻值很小,忽略其对电位的影响, Q_1 、 Q_2 的栅极通过 R_5 下拉到电位PV-; Q_1 、 Q_2 关断。综上所述:此驱动电路实现了控制信号PWM1的电位高或低对应 Q_1 、 Q_2 的关断或导通的逻辑关系。

从图2(b)可知,当单片机STM8输出的控制信号PWM2为高电平时, T_3 导通, Q_3 关断;PWM2为低电平时, Q_3 开通。通过对 Q_3 的PWM控制,可以实现对负载功率的调节,其性能优于常通控制模式。电阻 R_{15} 阻值很大,连接在信号PWM2和电位LOAD-两端,保证缺少PWM2信号或被拉高时,都能使 T_3 导通, Q_3 关断;且当PWM2信号为低电平导致 Q_3 导通时, R_{15} 的接入使LOAD-的电位不会对PWM2信号产生干扰。

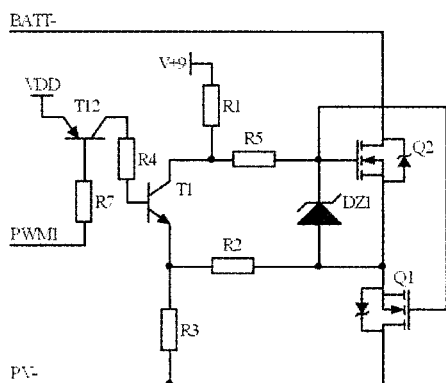
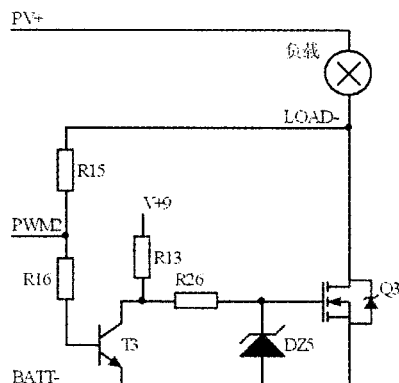
(a) Q_1 和 Q_2 驱动电路(b) Q_3 驱动电路

图 2 驱动电路

以上 2 种驱动电路中,稳压二极管 D_{Z1} 和 D_{Z2} 分别限制 Q_1 、 Q_2 和 Q_3 的栅源电压,使其不超过极限值。

从以上分析可得:单片机 STM8 输出的驱动控制信号与开关管栅极驱动电压可电位匹配,电路简单实用。

2.3 供电电源

单片机对电源质量非常严格,系统参数的采样精度亦需要稳定的电源提供保证。同时控制电路和功率电路的共地问题也是设计供电电源需要考虑的重要因素。本系统的控制电源直接从蓄电池取电,考虑到系统电源供电能力要求,采用了如图 3 所示的电路设计。

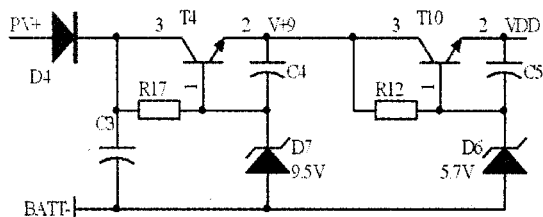


图 3 供电电源电路图

DC_ETR/TIM2_CH2/PD3(HS)	1	32	PD2(HS)/TIM3_CH1(TIM2_CH3)
[BEEP]/TIM2_CH1/PD4(HS)	2	31	PD1(HS)/SWIM
UART2_TX/PD5	3	30	PD0(HS)/TIM3_CH2(TIM1_BKIN/CLK)
UART2_RX/PD6	4	29	PC7(HS)/SPI_MISO
(TIM1_CH4)/TL1/PD7	5	28	PC6(HS)/SPI_MOSI
NRST	6	27	PC5(HS)/SPI_SCK
OSCIN/PA1	7	26	PC4(HS)/TIM1_CH4
OSCOUT/PA2	8	25	PC3(HS)/TIM1_CH3
VSS	9	24	PC2(HS)/TIM1_CH2
VCAP	10	23	PC1(HS)/TIM1_CH1/UART2_CK
VDD	11	22	PE5/SPI_NSS
VDDIO	12	21	PB0/AIN0(TIM1_CH1N)
AIN12/PA4	13	20	PB1/AIN1(TIM1_CH2N)
VDDA	14	19	PB2/AIN2(TIM1_CH3N)
VSSA	15	18	PB3/AIN3(TIM1_ETR)
[I2C_SDA]/AIN5/PB5	16	17	PB4/AIN4(I2C_SCL)

由图 3 可知,若蓄电池没有连接到光伏控制器上,则 BATT- 端将会悬空,供电电源就无法工作。此处的二极管 D_4 起到防反接的作用。采用三极管 T_4 、电阻 R_{17} 、电容 C_4 和稳压管 D_7 组成一级电源,并引入电压负反馈。采用 9.5V 的稳压管时,可以保证输出 9V 的电压,作为开关管驱动电源和二级电源的输入电源。同理,二级电源采用 5.7V 的稳压管,可以保证 5V 的输出,作为数字电源给 STM8 等芯片供电。

2.4 控制电路

本光伏控制器的核心是 ST 公司的 STM8 系列的 S105 单片机,图 4 为其封装引脚图。该芯片功能强大,集成度高,可以使电路简洁,方便维护。芯片集成了 16MHz 的系统时钟,计算速度快;可以输出高频的 PWM 信号,减小主电路的纹波电压电流;10 位精度的 ADC 可以满足系统参数检测的精度;16 个高吸收电流输出能力的 I/O 脚可以直接驱动数码管,无需数码管驱动芯片;内部集成的 EEPROM,可以记录系统故障信息等重要信息;特别是芯片具有的低功耗模式,可以减小待机损耗^[2]。

2.5 参数检测电路

太阳能电池板的电压检测方式如图 1 所示,通过电阻分压检测实现。电池板的电压值直接反映光照强度,通过对电压值的判断即可估算出光照强度,无需额外再加光强度传感器^[3]。同理,蓄电池的电压参数也可通过电阻分压的方式检测得到^[4]。

2.6 人机交互模块

人机交互模块包括LED灯、按键、数码管3个部分。5盏LED灯的各种组合显示可描述蓄电池剩余电量、过载短路报警、系统运行等状态。通过按键操作和数码管的显示,用户可以设置控制器的各种工作方式,如:

(1)纯光控模式:只要光强度降到临界点,就启动负载;反之关闭负载。

(2)光控加延时模式:此模式可以设置不同的延时时间。光照强度弱于设定值5分钟后,负载开始工作。当达到设定的延时时间时,就关闭负载。此模式的控制策略可以适用于不同光照情况的地区。

(3)通用控制模式:取消光控、延时等功能,作为一般的控制器工作。

3 充放电控制策略

有效利用蓄电池充放电特性是提高蓄电池利用率、延长其寿命的关键^[9]。本方案采用串联PWM式控制方式,即在周期不变情况下,控制输出波形的占空比,通过开关管的高频导通和关断来控制充电过程。蓄电池的充电阶段包含4个阶段^[9],如图5所示。

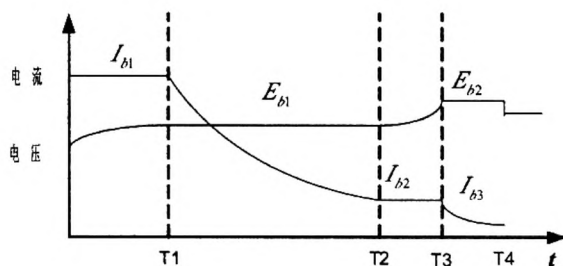


图5 充电过程曲线

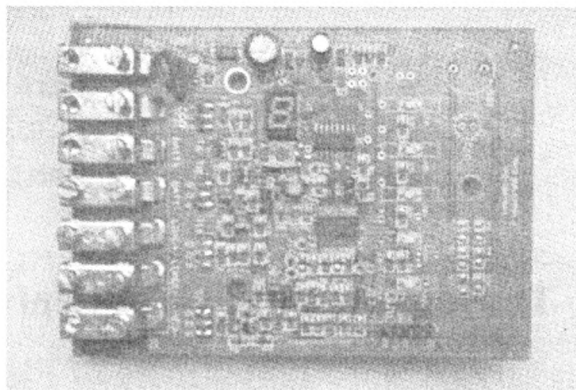


图6 控制器实物图

(1)快充阶段:太阳能电池板的短路电流和最大功率输出时的电流相差不大,如果短路电流小于蓄电池充电允许的最大电流,则开关管可采用直接导通的方式对蓄电池快速充电。当输出电压达到 E_{b1} 时,须切换到恒压充电阶段。

(2)恒压充电阶段:单片机通过恒压控制模式使输出电压恒定在 E_{b2} ,这时候充电电路的开关管处于PWM控制模式。随着蓄电池内部电压的升高,当充电电流减小到 I_{b2} 时,须切换到过充阶段。

(3)过充阶段:在此阶段,保持充电电流为 I_{b2} ,充电电路将会使蓄电池的供电电压升高到 E_{b2} 。此时,蓄电池充满,须切换到浮充阶段。

(4)浮充阶段:该阶段,充电电路将会为蓄电池提供一个精确控制,带温度补偿的浮充电压,保持蓄电池满额状态。

蓄电池的放电策略主要有常通模式和PWM控制模式2种。采用常通模式,负载可工作在满功率状态。诸如路灯负载,还可采用PWM控制模式,通过对占空比的调节可以调节输出平均电压,进而调节输出功率。

4 结束语

本文从电路设计和蓄电池充放电控制策略2个方面研究分析了一种基于STM8单片机的光伏控制器的设计。其基本功能完善、性能可靠、功耗低、操作界面简单实用,可以高效完成所有功能。按照上述思想研制的光伏控制器经过长期运行,实现了良好效果。本文设计的控制器电路简单,成本低廉,便于维修,适合于市场推广。

参考文献:

- [1]王飞,余世杰,苏建徽.采用最大功率点跟踪的光伏并网逆变器研究[J].电力电子技术,2004,38(5):4-5.
- [2]王超,刘俐,张小华.中小型独立光伏系统控制器存在的问题及改进[J].自动化与仪器仪表,2009(2):84-86.
- [3]高文杰,杨次,翟庆志.MCU控制的光伏电池测试仪设计[J].现代电子技术,2011,34(4):208-210.
- [4]刘松,杨鹏.太阳能光伏发电系统控制器的设计[J].江苏电器,2008(12):18-20.
- [5]赵秀春,章熙,李培芳.一种新型光伏照明系统控制器[J].新能源及工艺,2004(5):28-32.
- [6]张艳红,张崇巍,张兴.一种新型光伏发电充放电控制器[J].可再生能源,2006(5):71-73.

基于STM8的新型光伏控制器设计

作者: [陈超](#), [陈小元](#), [吴夏来](#), [CHEN Chao](#), [CHEN Xiaoyuan](#), [WU Xialai](#)
作者单位: [丽水学院工学院, 浙江丽水, 323000](#)
刊名: [丽水学院学报](#)
英文刊名: [Journal of Lishui University](#)
年, 卷(期): 2012, 34(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_lssfzkxxb201205008.aspx