

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2015.0001.013

## 基于锌溴电池的太阳能照明系统设计\*

张 丽<sup>1</sup>, 纪永新<sup>1</sup>, 杨 波<sup>2</sup>, 殷 俊<sup>2</sup>, 张红瑾<sup>2</sup>

(1. 国网安徽省电力公司 淮北供电公司, 安徽 淮北 235000; 2. 安徽美能储能系统有限公司, 安徽 芜湖 241000)

**摘 要:**针对能源紧缺以及化石能源的消耗致使环境污染问题,设计了一种基于锌溴电池的太阳能照明系统,系统包括太阳电池、ATmega 48 处理器、采样电路、充电电路;通过控制器对锌溴电池,太阳电池以及交直流负载的协调管理,使整个系统工作在一种高效,稳定、安全的最佳状态。

**关键词:**ATmega48; 锌溴电池; 太阳能 ; 控制器

**中图分类号:**TK5      **文献标识码:**A      **文章编号:**1672-058X(2015)01-0051-04

伴随着工业化和信息化的推进,人们对能源的需求在不断的增加,化石能源的大量消耗所造成的环境压力日益突出。因此,人们开始越来越广泛地开发和利用可再生能源,并将风能、太阳能、海洋能等可再生能源转化为电能使用,但这些可再生能源受天气的影响较大,具有不连续和不稳定性,需要构建一个配套的电能储存装置来保证发电、供电的稳定性和可靠性。采用 ATMEL 公司的 AVR 系列单片机芯片,芯片为 8 位单片机,型号为 ATmega 48 作为核心处理器,采用精简指令集,具有强大的 I/O 口功能,A/D 转换电路;功能强大的定时器/计数器及通讯接口;4 KB 的可编程 Flash,擦写寿命可达一万次,512 B 的片内 SRAM;6 通道 PWM,可用于控制输出;可以工作在恶劣的环境条件下。ATmega 48 作为控制器的核心芯片,负责管理太阳电池、锌溴电池以及负载三者的协调工作,监控整个系统的安全运行情况。

### 1 照明系统的总体设计

太阳能照明系统由 4 个部分组成(图 1),分别是太阳电池,控制器、锌溴电池、逆变器以及交直流负载。其中控制器负载管理太阳电池、锌溴电池、逆变器以及负载之间的协调工作,锌溴电池将太阳电池转化的电能进行储存,逆变器根据负载工作的需要将锌溴电池储存的直流电能转化为交流电供给交流负载使用,如果负载是直流负载那么在控制器的作用下锌溴电池直接给直流负载供电。

#### 1.1 锌溴电池技术

锌溴氧化还原液流电池是一种将能量储存在溶液中的电化学系统,是一种单沉积型液流电池,正负半电池由隔膜分开,两侧电解液均为  $ZnBr_2$  溶液。电解液在储液罐和电池构成的闭合回路中循环流动的原动力为动力泵。具有高的质量比能量、高的能量效率、能够快速充电、放电深度为 100% 时不损害电池,并且可以改善电池的状况。

$Zn-Br$  液流电池电解液为  $ZnBr$  的水溶液,负极为  $Zn$ ,正极为  $Br_2$ 。负极反应为  $Zn^{2+} + 2e^- = Zn$ ,正极反应

收稿日期:2014-05-16;修回日期:2014-06-16.

\* 基金项目:国家电网公司科技项目(521200130M0A).

作者简介:张丽(1982-),女,河北博野人,工程师,从事电网自动化与智能控制的研究.

为  $2\text{Br}^- = \text{Br}_2 + 2\text{e}^-$ , 充电过程电池反应为  $\text{ZnBr}_2 = \text{Zn} + \text{Br}_2$ 。充电时锌沉积在负极上, 正极上溴离子失去两个电子变成单质溴。放电时, 与充电过程相反, 在负、正极上分别生成锌和溴离子。

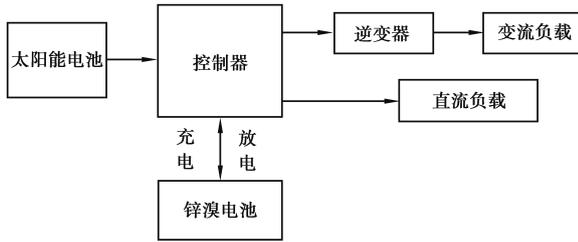


图 1 照明系统结构框

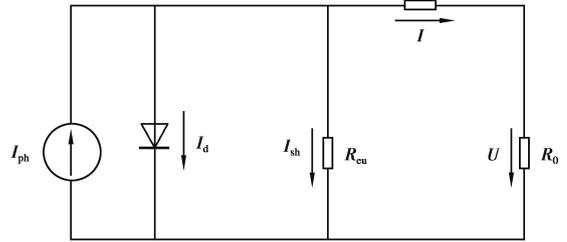


图 2 太阳能电池等效电路

## 1.2 太阳能电池技术

太阳能电池可以等效一个平面比较大的二极管, 在这个平面的上下表面各引出一个电极, 所以在上表面和下表面接触之处有电阻, 在接触面与引出的电极之间存在着漏电流, 如图 2 所示是太阳能电池等效电路。太阳能电池的输出特性方程为

$$I = I_{\text{ph}} - I_{\text{d}} \left[ e^{\frac{q(U+R_{\text{s}}I)}{nkT}} - 1 \right] - \frac{U + R_{\text{s}}I}{R_{\text{sh}}} \quad (1)$$

式(1)中:  $I$  是太阳能电池输出的工作电流;  $U$  是太阳能电池输出的工作电压;  $I_{\text{ph}}$  是光生电流;  $I_{\text{d}}$  是二极管的饱和电流;  $q$  是一个电子的电荷量 ( $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ );  $R_{\text{s}}$  是太阳能电池材料的内部的串联电阻;  $n$  是二极管特性因子;  $k$  是玻耳兹曼常数 ( $1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ );  $T$  是太阳电池的温度;  $R_{\text{sh}}$  是太阳能电池材料的内部并联电阻。

一个理想的太阳能电池, 一般在分析时  $R_{\text{sh}}$  的阻值很大, 而  $R_{\text{s}}$  的阻值却非常的小, 所以在实际的电路分析或工程计算当中, 通常将  $R_{\text{sh}}$  和  $R_{\text{s}}$  忽略不计目的是简化了分析的过程,  $R_0$  是外界负载的阻值。

## 2 照明系统硬件设计

如图 3 所示, 照明系统的硬件结构框图, 系统的核心处理器是 ATmega 48, 包括负责采样的采样电路、负责检查的检测电路、负责驱动功率管的驱动电路、保护电路以及液晶接口等组成。采样电路主要负责实时采集锌溴电池、太阳能电池的电压、检测电路在线检测太阳能电池, 锌溴电池、负载的工作状态; 根据检测电路的信息驱动电路驱动功率开关管的导通; 充电电路将太阳能电池转化过来的电能存储在锌溴电池中; 保护电路具有过载、短路等保护功能, 使整个系统工作在一种安全、可靠的状态。

### 2.1 系统电源电路设计

系统内部控制功能涉及的模块所需的电能都来自于太阳能电池转化过来的电能, 太阳能电池受外界的环境因素变化比较大, 输出的电能不稳定, 不能直接给各个模块提供一个稳定的电能, 要想得到稳定的电能供给系统中的模块使用, 通过 LM2576 电源稳压模块的处理得到一个大小符合 ATmega 48 处理器和其他模块工作所需的电能(图 4)。

### 2.2 锌溴电池采样电路设计

在系统工作时为了掌握锌溴电池的荷电状态, 通过检测锌溴电池的端电压来确定锌溴电池的工作情况, 对锌溴电池采用电阻分压式的采集送给 ATmega 48 处理器进行处理, 获取锌溴电池的实时电压, 根据锌溴电池的工作情况来决定对其进行充放电的控制, 使锌溴电池工作在最佳的状态给照明系统储存能量(图 5)。

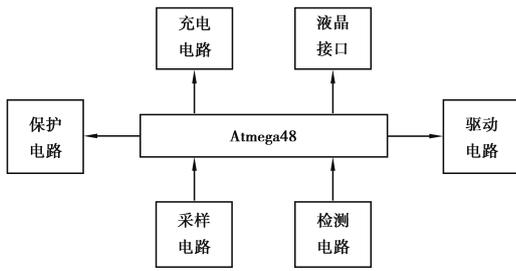


图 3 硬件系统结构框

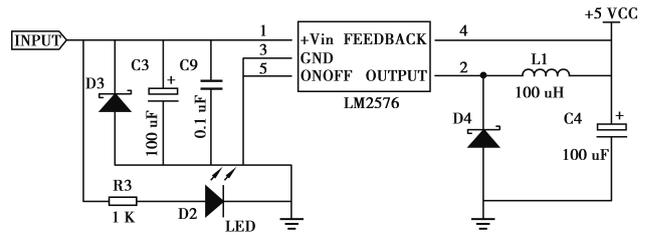


图 4 电源电路

### 3 照明系统的软件设计

照明系统是太阳能独立的发电系统,通过采集太阳能电池的端电压,将采集的信息经过 A/D 转换后送给 ATmega 48 进行分析判断,确定是白天还是夜晚,如果是白天就不需要负载灯照明,因此负载灯就不被点亮,系统执行白天对应的处理程序,锌溴电池进行电能储存;反之则要执行夜晚对应的处理程序点亮负载灯进行照明,此时通过锌溴电池白天充电储存的电能就要在控制器的作用下对负载进行放电点亮负载灯进行照明。如图 6 所示是照明系统主程序流程图。

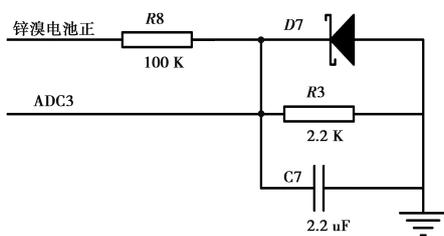


图 5 锌溴电池采样电路

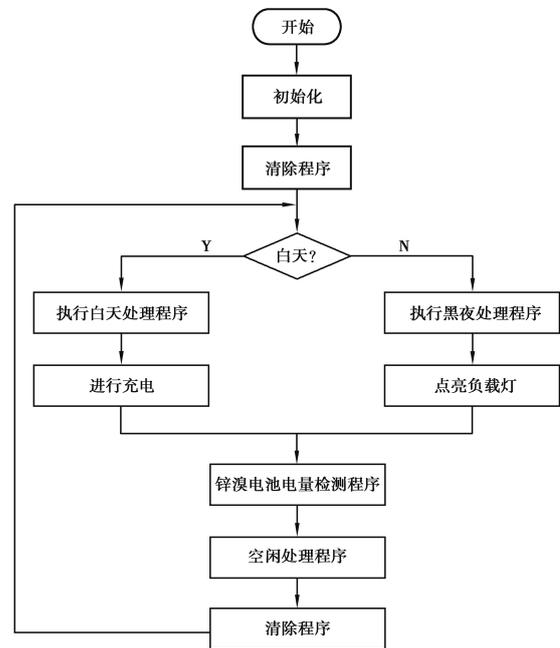


图 6 照明系统主程序流程

### 4 结 语

太阳能是一种清洁、无污染的能源,随着人们环保意识的逐渐增强,新能源已快速的被人们接收并应用到生活中,通过锌溴电池充分利用白天的太阳光能,将其转化的电能储存在锌溴电池中,到了晚上给所需的负责灯提供电能,系统结构合理,节能环保、使用性强,应用领域广泛。

#### 参考文献:

- [1] 孟琳.锌液流电池储能技术研究和应用进展[J].储能科学与技术,2013,2 (1):35-40
- [2] 张华民,张宇,刘宗浩,等.液流储能电池技术研究进展[J].化学进展,2009,21(11):2333-2340
- [3] 杨晓光,寇臣锐.太阳能 LED 照明路灯充电器的研制[J].太阳能学报,2010,31(1):67-70

- [4] 张华民. 储能与液流电池技术[J]. 储能科学与技术, 2012, 1(1): 58-63
- [5] 贾旭平. 美国 ZBB 能源公司的锌/溴液流储能系统[J]. 电源技术, 2011, 35(5): 489-492
- [6] 周明龙, 田丽, 武昌俊, 等. 基于 ARM 的煤矿安全监控系统通信分站的设计[J]. 重庆工商大学学报: 自然科学版, 2013, 30(4): 50-53
- [7] DAVID M R, SUMMER R F. Initial Test Results from the Red Flow 5 kW, 10 kWh Zinc-Bromide Module Phase I [R]. California: Sandia Nation Laboratory, 2012

## Design of Solar Lighting System Based on Zinc-Bromine Battery

**ZHANG Li<sup>1</sup>, JI Yong-xin<sup>1</sup>, YANG Bo<sup>2</sup>, YIN Jun<sup>2</sup>, ZHANG Hong-jin<sup>2</sup>**

(1. Huaibei Power Supply Company, Anhui Provincial Power Company of China State Power Grid, Anhui Huaibei 235000, China; 2. Anhui Meineng Energy Storage System Co., Ltd, Anhui Wuhu 241000, China)

**Abstract:** According to the problems in energy shortage and environment pollution caused by fossil energy consumption, a solar lighting system based on zinc-bromine battery is designed, this system consists of solar battery, ATmega48 processor, sampling circuit and charging circuit, and an optimal high-efficient, stable and safe state of the whole system can be ensured by using a controller to make coordinative management on zinc-bromine battery, solar battery and DC&AC load.

**Key words:** ATmega48; zinc-bromine battery; solar energy; controller

责任编辑: 田 静

---

(上接第 50 页)

## Analysis of Moving Trajectory of Rope-wheeled Electric Glass Lifter

**ZHAO Kun<sup>1,2</sup>, CHEN Yue-dong<sup>1</sup>, WANG Ming-zhu<sup>3</sup>, RONG Sheng-ge<sup>2</sup>**

(1. School of Electric Engineering, Anhui Polytechnic University, Anhui Wuhu 241000, China;

2. Chery Commercial Vehicle (Anhui) Co., Ltd, Anhui Wuhu 241000, China;

3. Chery Automobile Co., Ltd, Anhui Wuhu 241000, China)

**Abstract:** This paper introduces a calculation method for the moving trajectory of single-rail rope-wheeled glass lifter, analyzes its influence on auto glass jacking system, expounds the stress balance and moment balance of the jacking system by the combination of theoretical calculation and practical examples to simulate the moving trajectory of single-rail rope-wheeled glass elevator, and further analyzes the impact of the moving trajectory on the jacking system. This calculation method, with simple and practical advantage and with strong guiding significance, provides theoretical basis for the determination of the moving trajectory of single-rail rope-wheeled glass lifter.

**Key words:** electric glass lifter; stress balance; moment balance; moving trajectory

责任编辑: 田 静