

文章编号 :1007-649X(2000)02-0058-03

预防蓄电池过放电保护电路

杨维国¹, 刘恩臣¹, 孙树旺², 杨满香³

(1. 郑州工业大学开普公司, 河南 郑州 450002; 2. 郑州工业大学化工学院, 河南 郑州 450002; 3. 郑州工业大学新能源研究室, 河南 郑州 450002)

摘 要: 用蓄电池做后备电源的系统(或设备), 常因过放电导致电池提前报废而造成设备故障。根据电池电压随容量变化的规律, 利用电压比较器和电压基准源设计制作了电池放电保护电路, 当电池放电量接近容量的 50% 时, 启动预警信号; 当电池放电量达到容量的 80% 时, 电路自动切断负载, 防止电池过度放电, 延长电池寿命, 保证系统(或设备)在供电恢复正常后能正常运行。

关键词: 后备电源; 过放电; 切断; 蓄电池; 负载

中图分类号: TP 331 文献标识码: A

0 引言

在太阳能供电系统中, 为保证不间断供电, 最常用的方法是将太阳能电池与蓄电池相结合, 共同组成不间断供电系统; 一些特殊仪器或仪表要求能在市电断电时正常工作, 也采用蓄电池做后备电源。蓄电池过放电是导致蓄电池提前损坏或报废的直接原因, 同时也直接影响仪器使用寿命。为保护蓄电池免遭过放电而损坏, 需根据负载情况设定电池放电终止电压, 保护蓄电池, 延长电池使用寿命和仪器无故障运行时间。本文以开普公司射频卡售饭机的电源为例, 简单介绍蓄电池过放电防护电路的设计。

1 工作原理

根据电池寿命与放电深度的关系及电池电压与放电率和放电深度关系, 结合设备实际负荷, 确定电池放电终止电压, 设计电池放电防护电路。电池寿命(循环次数)与放电深度关系如图 1 所示^[1]。

1.1 放电终止电压的确定

根据图 2 所示放电电压与放电率的关系^[1], 并结合实际系统负载情况及集成稳压器 LM2940^[2]的各项参数, 通过一定的计算, 从而确定放电终止电压。

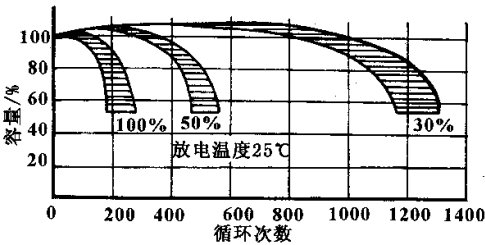


图 1 电池寿命与放电深度的关系

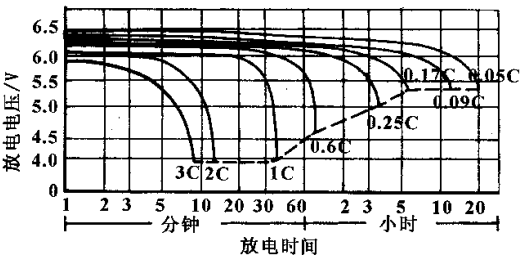


图 2 电压与放电时间和放电率的关系

实际系统电流消耗 400~450 mA, 选用电池型号为 CB612, 标称电压 6.3 V, 容量 1.2 Ah, 放电率约 0.35 C。集成稳压器 LM2940 最小输入电压 V_{\min} 约为 5.64 V, 据此确定放电终止电压为 5.7 V。在电池放电至 5.8 V 时, 红色 LED 发光管进行预警, 提示用户电池容量不足, 如继续使用至电压跌至 5.7 V 时, 系统自动切断负载, 拒绝供电, 必须充电后才能继续使用, 避免蓄电池过度放电, 预防蓄电池提前报废。

收稿日期: 1999-12-01 修订日期: 2000-01-03

作者简介: 杨维国(1963-)男, 河南省临颖县人, 郑州工业大学开普公司工程师, 主要从事电子技术智能卡应用方面的研究。
万方数据

1.2 低压检测原理

原理图如图 3. 图中 TPS2015 智能分布式电源开关^[3]作开关使用 SW-PB 为电源开关按键 ; 双 D 触发器 CD4013^[4]中 U2A 与外围电阻、电容等组成单稳电路消除按键抖动 ,U2B 组成双稳电路驱动 TPS2015 控制电源通断 ;LM393 电压比较器与外围电路构成低压检测电路 ;TL431 基准稳压器构成 2.5 V 参考电压源 . 当采样电压 $V_{in} \cdot V_1 / (R_8$

$+ R_9 + V_1)$ 低于 2.5 V 时 ,红色 LED 发光预警 ; 当电池电压 $V_{in} \cdot (R_9 + V_1) / (R_8 + R_9 + V_1)$ 也低于 2.5 V 时 ,LM393(U3B)输出高电平控制 CD4013(U1B)组成的双稳电路的置位端 ,使双稳电路输出置 1 ,控制电子开关 TPS2015 强行切断负载 ,同时 LM393 构成的低压检测电路失去电源 ,退出工作 ,不会误触发电子开关 ,即使通过充电使电池电力充足 ,也必须人工按动 SW-PB 才能使电源重新供电.

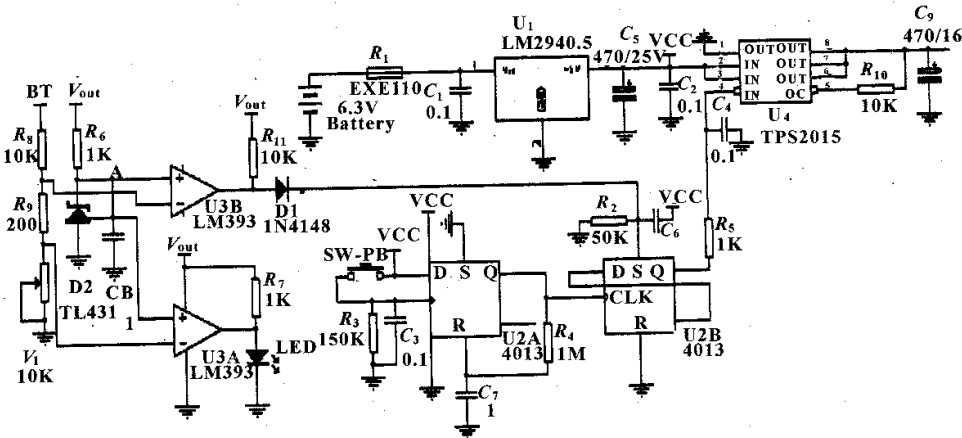


图 3 低压检测原理图

2 参数计算

2.1 参考电压、限流电阻的计算

TL431 的主要参数见表 1 ,其基本工作电路见图 4.

表 1 电压基准源 TL431 的主要参数

项目	参数
最大输入电压/V	36
最小工作电流/mA	1
最大工作电流/mA	100
基准电压/V	2.5
输出最大可调电压/V	36
温度系数/(%/℃)	0.003

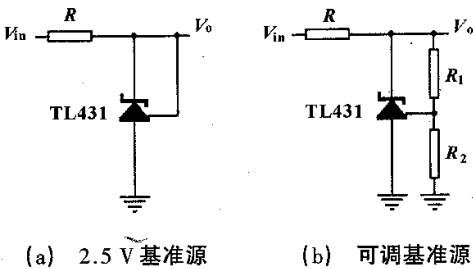


图 4 TL431 基本工作电路

图 4(b)中基准电压 V_o 与电阻 R_1 , R_2 的关

系为

$$V_o = 2.5(1 + R_1/R_2) . \tag{1}$$

由于图 3 系统中使用 6.3 V 电池作后备电源 ,经 LM2940 低压差集成稳压器稳压后为负载提供能源 ,为此选择参考电压为 2.5 V ,基准源为 TL431 的基本电路.

根据 TL431(或 AS431)的工作原理 ,图 3 中限流电阻取 $R_6 = 1\text{ k}\Omega$;电流为 $(5 - 2.5) / R_6 = 2.5\text{ mA}$,这符合器件工作条件.

2.2 采样电阻的计算

由 1.2 和 1.3 中所述 ,要求 $V_{in} \approx 5.7\text{ V}$ 时 ,有

$$V_{in} \cdot (V_1 + R_9) / (R_8 + R_9 + V_1) \leq 2.5 ; \tag{2}$$

要求 $V_{in} \approx 5.8\text{ V}$ 时 ,有

$$V_{in} \cdot V_1 / (R_8 + R_9 + V_1) \leq 2.5 . \tag{3}$$

由式 (2) 可以看出 , R_8 的压降约为 3.2 V ,由于 LM393 内阻很高 ,采样电路电阻愈高 ,电源消耗愈小 .在满足 LM393 输入要求的前提下 , R_8 取 $10\text{ k}\Omega$,采样电流约 $320\text{ }\mu\text{A}$,据此算出 $(R_9 + V_1) \approx 7.8\text{ k}\Omega$;由式 (3) 可以求出 $V_1 \approx 7.67\text{ k}\Omega$,取 $V_1 = 7.6\text{ k}\Omega$,或选用 $6.8\text{ k}\Omega$ 的电阻和 $3\text{ k}\Omega$ 的电

位器, $R_9 \approx 200 \Omega$.

根据计算结果, 核对保护电压:

$$V_{in} \leq 2.5(R_8 + R_9 + V_1)(R_9 + V_1) \approx 5.7 \text{ V}.$$

$$V_{in} \leq 2.5(R_8 + R_9 + V_1)V_1 \approx 5.85 \text{ V},$$

基本符合原设计要求.

3 结 论

实际电路中, 为保证对电池进行过放电保护的精确控制, V_1 选用了精密电位器进行调节. 对不同电压电池组, 可利用图 4(b) 电路调整基准参考电压, 根据式 (1) 确定 R_1, R_2 阻值.

由于电路中增加了容量不足的预警功能, 可使工作人员提前作好准备工作, 避免突然断电造

成不必要的损失; 在无人值守时, 当电池储备能量接近放空时, 对负载强行断电, 保护电池免遭损坏.

参考文献:

- [1] 廖志成. 免维护兼可维护式单体密封铅蓄电池 [N]. 电子报, 1996-03-10(6).
- [2] 上海电器科学研究所. 实用电子元器件手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998.
- [3] Texas Instruments. 智能分布式电源开关芯片 TPS2014, TPS2015 [J]. 电子产品世界, 1997(7): 125.
- [4] 宋春荣, 刘芳芳, 杨礼成, 等. 通用集成电路速查手册 [M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1995.

A Protection Circuit for Batteries Overwork

YANG Wei-guo¹, LIU En-chen¹, SUN Shu-wang², YANG Man-xiang³

(1. CAP Electronics Technology Company, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China; 2. College of Chemical Engineering, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China; 3. New Energy Resource Lab, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The rechargeable batteries are used for backup power internal electrically equipments and instruments. But batteries lifetime usually is shorten by overwork and then malfunctions of equipment are induced. To avoid the complexion described above, the protection circuit against overwork is designed. It is based upon the voltage comparator and regulator. It will light up a red LED when the volume of the batteries discharged close upon 50%. It will switch off the load automatically when it discharged closing to 80% of their energy capacity, thus overwork of batteries can be avoided and lifetime may be extended.

Key words: backup-power; overwork; switch off; secondary cell; load