

检验与测试

串联锂电池组电压测量新方法

李蕴秋¹, 王念春¹, 王洪富¹, 王竞春²

(1 东南大学 电气工程学院, 江苏 南京 210096;

2 句容供电公司, 江苏 镇江 212400)

摘 要: 提出了一种串联锂电池组测量电压新方法, 针对 8 串锂电池组, 采用线性光耦 HCNR201 和光电继电器 AQW210EH 等器件设计了电压测量电路, 详细分析了测量电路的工作原理并推导出外围电阻的计算方法。该测量方法具有电路简单、成本较低、抗干扰性好、误差小等的优点。

关键词: 串联电池组; 电压测量; 线性光耦; 光电继电器

中图分类号: TM911; TM933.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-3175(2010)09-0052-03

Novel Measurement Method for Voltages of Lithium Batteries in Series

LI Yun-qi¹, WANG Nian-chun¹, WANG Hong-fu¹, WANG Jing-chun²

(1 School of Electrical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China;

2 Jurong Power Supply Company, Zhengjiang 212400, China)

Abstract: A novel measurement method for voltages of lithium batteries in series was presented. A voltage measurement circuit, which used linear photocouplers HCNR201 and photoelectric relays AQW210EH, was designed for eight lithium batteries in series. The working principle of the measurement circuit was analyzed in detail and the computing method for periphery resistances was made a deduction. This measurement method is with advantages of simple circuits, lower cost, good anti-interference, and less errors.

Key words: batteries in series; voltage measurement; linear photocoupler; photoelectric relay

0 引言

串联锂电池组广泛应用于便携式工具、笔记本电脑、通信电台以及便携式电子设备、航天卫星、电动自行车、电动汽车、储能装置中。为了使电池组的可用容量最大化并提高电池组的可靠性, 电池组中的单体电池性能应该一致, 从而需对单体电池进行监控, 即需要对单体电池的电压进行测量。

1 不同端电压测量方法比较

人们在研究锂电池监测系统过程中, 提出了许多串联电池组单体电池端电压测量方法。主要有以下几种:

1.1 直接采样法

直接采样法采用线性运算放大器组成线性采样

电路^[1-2], 经模拟开关选通要采样的通道, 后经电压跟随器送入嵌入式微处理器, 但是该电路存在电阻匹配和漏电流的缺点。

1.2 V/F转换法

V/F转换法在多路输入信号的选择上采用模拟开关进行选通^[3], 在模拟信号的转换上用可编程定时器的V/F转换器。但采用V/F转换作为A/D转换器的缺点是响应速度慢、在小信号范围内线性度差、精度低。用光电隔离器件和大电解电容器构成采样、保持电路来测量电池组中单只电池电压。此电路缺点是在A/D转换过程中电容上电压会发生变化, 导致测量精度降低, 并且电容充放电时间及晶体管和隔离芯片等器件动作延迟导致采样时间较长。

1.3 浮动地技术测量电池端电压

由于串联在一起的电池组总电压达几十伏, 甚至上百伏, 远远高于模拟开关的正常工作电压, 因

作者简介: 李蕴秋(1985-), 男, 硕士研究生, 研究方向为锂电池充电系统、嵌入式系统开发、UPS等;

王念春(1966-), 男, 教授, 博士, 研究方向为电力电子技术在电力系统中的应用、新能源发电等;

王洪富(1987-), 男, 硕士研究生, 研究方向为锂电池充电系统、嵌入式系统开发、UPS等。

此需要使地电位随测量不同电池电压时自动浮动来保证测量正常进行^[4]。该方法虽然可以达到较高的测量精度,但是地电位经常受现场干扰发生变化,不能对地电位进行精确控制,影响整个系统的测量精度。

在比较了以上各种方法的基础上,本文提出了一种测量端电压的新的方法。与以往的方法相比,采用光电继电器,解决了漏电流的问题,并且重新设计了投切电路,使其所需的光电继电器的数量比参考文献[1]和[5]减少一半,减小了体积,成本大大降低。

2 电压测量电路设计

为了不将噪声引入单片机系统。采用线性光耦HCNR201将噪声信号与单片机系统隔离开来。电压测量电路如图1所示。

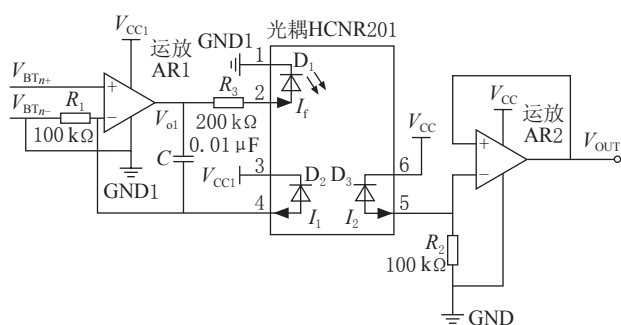


图1 光电导模式下的电压测量电路

电路主要由线性光耦HCNR201和运算放大器组成,其中 V_{BTn+} 为第 n 节电池的正极电压, V_{BTn-} 为第 n 节电池的负极电压, V_n 为第 n 节电池的电压。在隔离电路中,通过调整 R_1 来调节初级运放输入偏置电流的大小, C 起反馈作用,同时滤除了电路中的毛刺信号,避免HCNR201的铝砷化镓发光二极管LED受到意外的冲击。 R_3 可以控制LED的发光强度,从而对控制通道增益起了一定作用。因此电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 的选择是有限制的。

$$V_n = V_{in} = V_{BTn+} - V_{BTn-} \quad (1)$$

由图1可得:

$$I_f = (V_{O1} - V_{D1}) / R_3 \quad (2)$$

式中 V_{D1} 为 D_1 的正向压降。

$$I_1 = V_{in} / R_1 \quad (3)$$

因为 $I_1 \approx 0.0048I_f$,所以将式(2)代入式(3),可得:

$$(V_{O1} - V_{D1}) / R_3 = 208.33V_{in} / R_1 \quad (4)$$

则:

$$(V_{O1} - V_{D1}) = 208.33V_{in} \times R_3 / R_1 \quad (5)$$

令 $R_1 = 208.33R_3$,则:

$$V_{O1} = V_{in} + V_{D1} \quad (6)$$

因为 $R_3 = (V_{O1} - V_{D1}) / I_f$,将公式(6)代入上式:

$$R_3 = V_{in} / I_f \quad (7)$$

由图1得:

$$V_{out} = I_2 \times R_2 \quad (8)$$

由图1及公式(2)得:

$$V_{in} = I_1 \times R_1 \quad (9)$$

令 $V_{out} = V_{in}$,则:

$$I_1 \times R_1 = I_2 \times R_2 \quad (10)$$

由于器件参数的离散性, I_1 近似等于 $0.0048I_f$, $K_3 = I_2 / I_1 \approx 1$,又因为 $K_3 = I_2 / I_1$,所以 $R_2 = R_1$,但 R_1 、 R_2 、 R_3 尚需在估算值附近调整,力求获得最佳线性度。光电导模式下的电压测量Pspice仿真曲线如图2所示,取 $R_1 = 100k\Omega$, $R_2 = 100k\Omega$, $R_3 = 200\Omega$,进行Pspice仿真,当电池电压从0V到5V变化时,测量电路有相当高的测量精度。

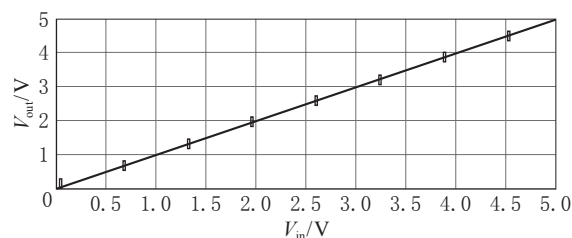


图2 光电导模式下的电压测量Pspice仿真曲线

3 测量电路及工作原理

由于系统由8节锂电池串联组成,如果直接测量8节锂电池的电压,运放的输入电压将高达三十几伏,这已超出绝大多数运放的工作范围。

针对目前应用比较广泛的8串锂电池组,本文通过采用一种新电压测量电路,大大减小了测量电路点的体积和成本。测量电路如图3所示。通过光电继电器将单节电池的电压直接投切到测量电路输入端,并且浮动测量电路的地使其与被测单体电池具有相同的地电位。这样就解决了直接测量时输入电压值最高不会超过5V,串联电池组输入电压过高的问题,同时由于省去了飞跨电容,在A/D转换过程中电压波动小,提高了测量精度。

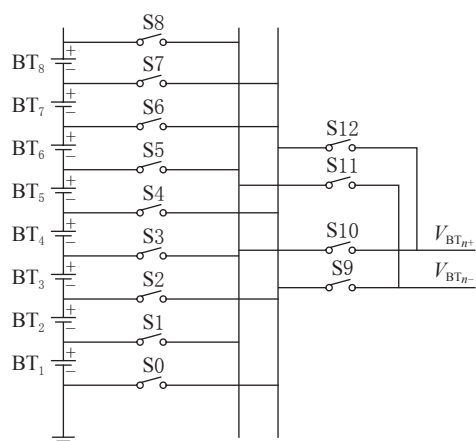


图3 串联锂电池组电压提取电路

图3中的开关S0~S12对应于光电继电器RELAY0~RELAY12。测量第一节电池(BT₁)两端电压时,闭合RELAY0、RELAY1、RELAY9、RELAY10。测量第二节电池(BT₂)两端电压时,闭合RELAY1、RELAY2、RELAY11、RELAY12。以此类推,被测量的单体电池不同,所需闭合的光电继电器也需跟着相应地改变。两个运放选用高精度运放OP07以提高测量精度。运放AR1通过15V直流电源供电且此直流电源地随着测量电池的改变而改变,以确保运放正、负两端的电势差为固定的15V。光电继电器(RELAY_n)选用松下公司的AQW210EH,结构如图4所示。

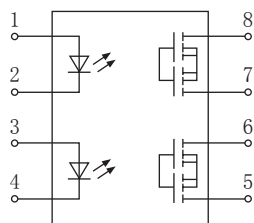


图4 光电继电器结构图

AQW210EH光电继电器为2集成器件,一个芯片可以实现2个开关的作用,通过控制端来控制开关的通断。但是应该注意的是,由于光电继电器开关有一定的导通内阻,所以在选择电阻时应作一些调整,否则会造成一定的测量误差。

4 结语

本文提出了一种串联锂电池组电压测量新方法,它的硬件电路主要由线性模拟光耦,光电继电器和高精度运放组成,通过使用光电继电器投切的方法将单体电池的电压投切到测量电路,解决了电池测量中漏电流的问题。相对于以往的投切电路而言,这种电路拓扑使用的光电继电器数目可减少近一半,大大地降低了成本,具有很好的实用价值。

参考文献

- [1] Garrett D B, Stuart T A. Transfer Circuit for Measuring Individual Battery Voltages in Series Packs [J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 2000, 36(3): 933-940.
- [2] 李树靖, 林凌, 李刚. 串联电池组电压测量方法的研究[J]. 仪器仪表学报, 2003(z1): 212-213.
- [3] 张利国, 蒋京颐. 一种串联蓄电池组电压巡检仪的设计[J]. 现代电子技术, 2006, 29(20): 7-8.
- [4] 刘和平, 张小东, 郑群英, 曾光群. 纯电动汽车电池组多路抗共模电压测量系统[J]. 自动化技术与应用, 2008, 27(5): 97-99.
- [5] 古启军, 陈以方, 吴知非. 串联电池组电压测量方法的研究[J]. 电测与仪表, 2002, 39(5): 26-29.

收稿日期: 2010-05-07

(上接第45页)

器的灵敏可靠动作,需要合理选型、仔细安装,故障后要严格检查故障原因。但是,特别要注意的是不可因为有漏电保护器而忽视保护接地和保护接零的重要作用,漏电保护器只可以作为补充的防护而不可作为唯一的防护。

参考文献

- [1] GB 13955—2005 剩余电流动作保护装置安装和运行

[S].

- [2] JGJ 46—2005 施工现场临时用电安全技术规范 [S].
- [3] 岳雪钢, 祁红宇. 施工现场漏电保护器频繁跳闸原因分析[J]. 电工技术杂志, 2004(6): 86-88.
- [4] 吕云龙. 漏电保护器的选用与拒动误动分析[J]. 太钢科技, 2004(3): 54-56.

收稿日期: 2010-06-22