

文章编号:1671-251X(2014)01-0105-04 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.028  
朱前伟. 防爆锂离子电池电源电路设计[J]. 工矿自动化, 2014, 40(1):105-108.

# 防爆锂离子电池电源电路设计

朱前伟

(中煤科工集团常州研究院有限公司, 江苏 常州 213015)

**摘要:**针对煤矿对防爆锂离子电池的需求,设计了一种防爆锂离子电池电源电路,详细介绍了该电路的组成和功能。该电路采用隔爆分腔设计,当锂离子电池组或电池管理系统发生故障时,充电控制系统和放电控制系统可以快速可靠地断开与锂离子电池组的连接,确保了其他设备的安全;具有充放电保护、电压均衡保护、超温保护、实时显示等功能。

**关键词:**锂离子电池; 电池管理; 充电控制; 放电控制; 均衡保护

中图分类号:TD68 文献标志码:B 网络出版时间:2013-12-31 10:00

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.028.html>

Design of power supply circuit of explosion-proof lithium ion battery

ZHU Qianwei

(CCTEG Changzhou Research Institute, Changzhou 213015, China)

**Abstract:** For coal mine demand of explosion-proof lithium ion battery, a kind of power supply circuit of explosion-proof lithium ion battery was designed, composition and functions of the circuit were introduced in details. The circuit uses flame-proof cavity design, when the lithium ion battery units or battery management system happen failure, the charging control system and discharging control system can quickly and reliably disconnect with the lithium ion battery, so as to ensure safety of other equipments. The circuit has functions of charge and discharge protection, voltage balance protection, over temperature protection and real-time display.

**Key words:** lithium ion battery; battery management; charging control; discharging control; balance protection

## 0 引言

随着煤炭工业的快速发展和矿山装备技术的进步,安全生产监测和监控系统等对煤矿用防爆电源的要求越来越高,同时,即将实施的 GB 3836.2-2010《爆炸性环境 第 2 部分:由隔爆外壳“d”保护的设备》中明确禁止存在析氢危险的铅酸电池在隔爆腔内使用。目前,煤矿井下使用的防爆电源中基本上都是以铅酸电池作为后备电池的,在这种形势下,锂离子电池代替铅酸电池将是大势所趋<sup>[1]</sup>,因为作为防爆电源备用电池使用时,镍氢电池和镍镉电池与锂离子电池相比都存在很大的不足。由于锂离

子电池组对电池管理系统和充放电控制系统比铅酸电池的要求更高,因此,不能直接把铅酸电池的相应电路直接拿来使用,需另行设计。为此,笔者设计了一种防爆锂离子电池电源电路。

## 1 防爆锂离子电池电源电路设计

防爆锂离子电池电源电路本身包括很多部分,如电池管理系统、充电控制系统、放电控制系统、电源输入、电源输出、冷却系统等,本文主要介绍锂离子电池的电池管理和充放电控制系统<sup>[2]</sup>。

由于锂离子电池对环境温度的要求较高,因此,在煤矿井下使用时宜采用隔爆分腔设计。这样,

收稿日期:2013-06-20;修回日期:2013-09-20。

作者简介:朱前伟(1979—),男,江苏徐州人,工程师,硕士,主要从事防爆产品的检验工作,E-mail:zhucongwei@126.com。

一方面可以减少电源中的其他热源对锂离子电池的影响;另一方面,当锂离子电池本身发生危险时,不会影响其他电路的正常工作。

电池管理系统(包括均衡充电部分)和锂离子电池组放在同一个隔爆腔内;电池的充电控制系统和放电控制系统等放在另一个隔爆腔内。当锂离子电池组或电池管理系统发生故障时,充电控制系统和放电控制系统可以快速可靠地断开与锂离子电池组的连接。

## 2 电池管理系统

锂离子电池组的电池管理系统可以安全、高效地使用锂离子电池,充分发挥锂离子电池的作用。从单体电池到电池系统是一个复杂的过程,如电池之间的连接、电池的固定、绝缘处理、防水、防尘、防爆设计等。电池管理系统一方面可监控电池的工作状态(电池电压、电流和温度),通过对这些参数的测量,预测电池的SOC(State of Charge),另一方面可实现电池均衡和电池热管理功能<sup>[3]</sup>。电池管理系统是防爆锂离子电池电源中的一个重要部分,其优劣将直接影响电池的寿命,也影响电源的性能,其主要由充放电保护电路、电池均衡电路、超温保护电路等组成,基本功能如下:

- (1) 检测和显示单体电池的电压、温度、容量。
- (2) 检测和显示电池组的电压、电流。
- (3) 对电池过充电保护、过放电保护等,保证电池工作过程的安全。
- (4) 显示与存储电池充放电信息、电池故障信息等,并存储电池健康状态信息。
- (5) 通过总线等传输方式与电源的其他部分通信,输出电池信息、接收控制命令等。
- (6) 对电池进行热管理,保证电池不超温工作。
- (7) 对单体电池由于长期运行出现的不均匀现象进行均衡处理。

### 2.1 充放电保护电路

目前,锂离子电池保护电路采用的芯片大多是针对单体电池的,而单只芯片一般最多只能同时保护3~4只单体电池。防爆锂离子电池电源中使用的单体电池为7只,因此,选用了ISL9208芯片,ISL9208芯片可应用于5~7个(9.2~30.1 V)单体电池。另外,配合低功耗MSP430F155微处理器可以实现锂离子电池组的充放电保护以及信息的采集和传输。

ISL9208与MSP430F155组成的充放电保护电

路原理如图1所示。过充电电压、过放电电压、过电流检测电压是通过软件设定的。过充电保护延时时间、过放电保护和释放延时时间、过电流保护和释放延时时间均可以通过软件设定。

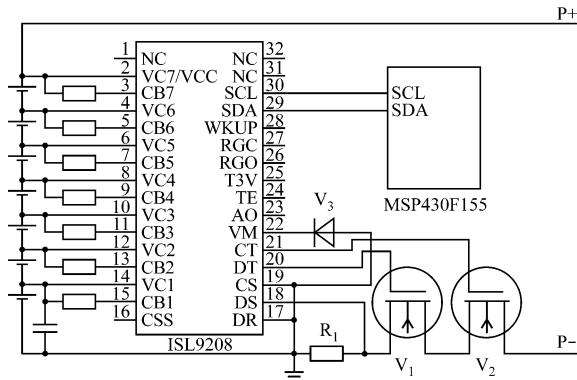


图1 充放电保护电路原理

(1) 过充电保护。ISL9208内部的模拟多路转换器监测每只单体电池的电压,如果该电压高于过充电保护电压,持续时间超过过充电延时时间,则关闭充电控制芯片场效应管V<sub>2</sub>,此时仍监测所有单体电池的电压,当单体电池电压低于过充释放电压时,则打开充电控制芯片场效应管V<sub>2</sub>。ISL9208监测的单体电池的电压通过I<sup>2</sup>C接口传输给微处理器MSP430F155。

(2) 过放电保护。如果单体电池的电压低于过放电保护电压,持续时间大于过放电延时时间,则ISL9208关闭放电控制芯片场效应管V<sub>1</sub>。同时,ISL9208进入休眠状态,当外部电压高于休眠电压时,ISL9208被唤醒,微处理器MSP430F155通过I<sup>2</sup>C接口经ISL9208充电控制芯片场效应管V<sub>2</sub>导通,当单体电池电压高于过放电电压,持续时间大于过放电释放延时时间,微处理器MSP430F155通过I<sup>2</sup>C接口经ISL9208控制放电芯片场效应管V<sub>1</sub>导通。

(3) 过电流保护。在放电过流保护或者短路保护后,ISL9208采样过流保护电阻上的电压,当电压高于过电流保护电压,持续时间大于延时时间,ISL9208关断放电芯片场效应管V<sub>1</sub>。在放电芯片场效应管V<sub>1</sub>导通之前,MSP430F155通过I<sup>2</sup>C总线对ISL9208内部寄存器进行写操作,启动内部集成的负载监测电路,同时,ISL9208开始监控负载,输出负载监控电流7.5 μA,如果负载电阻大于150 kΩ,持续时间大于过电流保护释放时间,则ISL9208打开放电控制芯片场效应管V<sub>1</sub>。

### 2.2 均衡保护电路

在锂离子电池组使用过程中,由于自身因素或

外界因素等使得单体电池的容量、内阻、电压等不一致,而且随着使用的时间逐步变大,影响整个电池组的性能,均衡性的破坏又会导致安全隐患,因此,对其进行均衡保护是非常重要的。

常用的均衡方法有开关电容均衡法、降压型变压器法、平均电压均衡法<sup>[4]</sup>,本电路采用的是平均电压法,即一个场效应管和限流电阻串联后,再与单体电池并联。

在充电过程中,微处理器 MSP430F155 判断单体电池最大电压和最小电压的偏差,如果该值超过设定值,则微处理器通过 I<sup>2</sup>C 接口与 ISL9208 通信,ISL9208 控制电压高的单体电池对应的场效应管导通,使流过它的电流部分分流,从而使其充电速度比其他单体电池慢,直到所有单体电池的偏差都在设定的范围内。

在放电过程中,微处理器 MSP430F155 判断单体电池最大电压和最小电压的偏差,如果该值超过设定值,则微处理器通过 I<sup>2</sup>C 接口与 ISL9208 通信,ISL9208 控制电压高的单体电池对应的场效应管导通,增加其负载,从而使其放电速度比其他单体电池快,直到所有单体电池的偏差都在设定范围内。

### 2.3 超温保护电路

锂离子电池充电和放电过程中都有严格的温度要求,温度过高则电池有爆炸的危险;若温度过低,由于锂离子的活性变差,又会影响锂离子电池的寿命,综合多方面考虑,本设计中采用的温度范围为 0~45 °C(充电),-20~60 °C(放电)。当然,温度为 20 °C 左右时,充放电性能最好。

本系统采用的温度监测元件为 PT100,其测温范围广(-50~600 °C),精度高、稳定性好、抗干扰能力强。常用的 PT100 测温电路有两线制桥式电路、三线制桥式电路和恒流源电路,相对来说,恒流源电路的测量精度比其他 2 种高,因此,本系统采用恒流源电路,如图 2 所示,其中 U<sub>1</sub> 为基准稳压源,N<sub>1</sub> 为运算放大器,R<sub>4</sub> 为铂电阻 PT100,AD0 直接与 C8051F310 的 A/D 输入引脚连接,这样每个单体电池都可以通过这种电路来把电池的表面温度传递给 C8051F310,然后,在充放电过程中,如果电池的表面温度超过设定值,则关闭相应的单体电池对应的 MOSFET。当然,这个温度可以根据实际需要修改。

### 3 充电控制系统

以锂离子电池的电化学特性为基础,采用恒流、

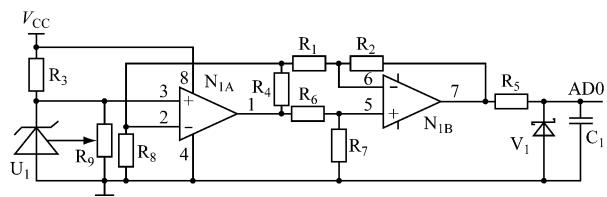


图 2 PT100 恒流源测温电路

恒压的串联充电方法,以 UC3844 为核心<sup>[5]</sup>,配合高频变压器、开关 MOS 管、线性光耦、运算放大器等组成充电电路。该充电电路具有响应速度快、稳定性高的优点及短路保护等功能,非常适用于锂离子电池组的充电。

### 4 放电控制系统

在电池管理系统中,已经有电池组的过放电保护,这里的放电控制系统,在具有过放电保护功能的基础上,主要是实现对锂离子电池组的定期放电,防止锂离子电池组一直处于只充电不放电的状态,提高电池组的性能,延长电池组的寿命。放电控制电路如图 3 所示,VIN 是前级电源给负载供电的输入,VC 是充电电路的输出,VBAT 为 7 节串联的锂离子电池组,LOAD 为负载,FD1、FD2、FD3 为与微处理器 C8051F340 的引脚相连的放电控制端。当微处理器 C8051F340 接收到远端的放电命令时,先通过 FD2 关断 V<sub>9</sub>,使充电电路不能给电池组充电,然后通过 FD1 关断 V<sub>4</sub>,使前级电源也不能给负载供电,最后,通过 FD3 打开 V<sub>10</sub>,使电池组放电。具体的放电电流的大小和实际带的负载的多少有关系,放电时间的长短可以由远端的设备或自身的计时来确定。

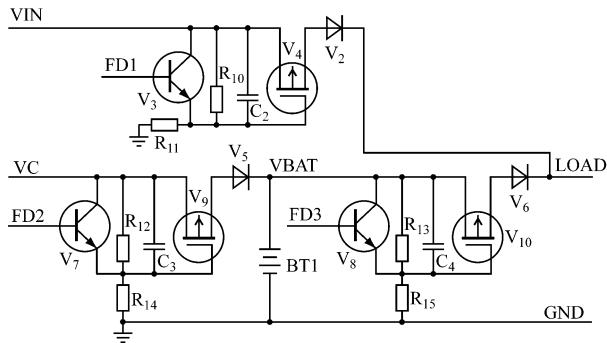


图 3 放电控制电路

### 5 结语

防爆锂离子电池电源电路选用了资源丰富的锂离子电池保护芯片,使电池管理系统的功能更强大,提高了锂离子电池组的安全性,从而保证了防爆锂

文章编号:1671-251X(2014)01-0108-03 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.029

胡昊,陈思林,刘俊鹏,等.电子胶带秤在立井砂石散料回填计量中的应用[J].工矿自动化,2014,40(1):108-110.

# 电子胶带秤在立井砂石散料回填计量中的应用

胡昊, 陈思林, 刘俊鹏, 李颖, 李文杰, 殷亮

(西北核技术研究所, 陕西 西安 710024)

**摘要:**主要介绍了电子胶带秤的结构组成、工作原理、安装及校验方法,系统分析了电子胶带秤误差产生的原因,结合实际使用的经验提出了一些减小误差的方法。

**关键词:**立井; 散料回填; 带式输送机; 电子胶带秤; 称重传感器; 速度传感器; 校验; 误差

**中图分类号:**TD679      **文献标志码:**B      **网络出版时间:**2013-12-31 10:01

**网络出版地址:**<http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.029.html>

Application of electronic belt weigher in weighing of backfilled bulk  
gravel in vertical shaft

HU Hao, CHEN Silin, LIU Junpeng, LI Ying, LI Wenjie, YIN Liang

(Northwestern Institute of Nuclear Technology, Xian 710024, China)

**Abstract:** The paper introduced structure, working principle, method of installation and calibration of electronic belt weigher, and analyzed causes for error of the electronic belt weigher. Meanwhile, it also put forward methods of reducing errors in metering combined with usage experience of electronic belt weigher.

**Key words:** vertical shaft; bulk backfill; belt conveyor; electronic belt weigher; weighing sensor; speed sensor; calibration; error

## 0 引言

电子胶带秤是一种动态连续称重的计量设备,在我国电力、化工、煤炭、水泥、粮食等行业得到了广泛的应用<sup>[1-2]</sup>。在某回填工程中,回填砂石散料的重量是保证回填质量的重要参数,是分析回填密实度、吊重卸载、回填高度等关键技术参数的基础。因此,

准确计量回填砂石散料是十分重要的。鉴于电子胶带秤具有测量准确度高、安装简易、易于维护等特点以及可安装在带式输送机上,实现输料、称重同时连续进行,有利于提高工程效率等优点,在散料回填工程中选用0.1~2 000 t/h,0.5 级的电子胶带秤进行砂石的计量。本文主要介绍了电子胶带秤的工作原理、安装维护方法,并分析了误差产生的原因及减小

收稿日期:2013-07-19;修回日期:2013-12-06。

作者简介:胡昊(1978—),男,湖北黄梅人,工程师,硕士,现主要从事智能机械方面的研究工作,已发表文章20余篇,E-mail:hhlyx@sohu.com。

离子电池电源和煤矿井下设备的安全。该电源具有充放电保护、电压均衡保护、超温保护、实时显示等功能,符合煤矿防爆用电源的要求。

## 参考文献:

[1] 吴宇平,万春荣,姜长印.锂离子二次电池[M].北京:化学工业出版社,2002:326.

- [2] 朱前伟,孙小进,汪丛笑,等.VRLA蓄电池在线监测系统的设计[J].工矿自动化,2009,35(8):12-14.
- [3] 陈守平,张军,方英民,等.动力电池组特性分析与均衡管理[J].电池工业,2003(6):25-27.
- [4] 李娜,白恺,陈豪,等.磷酸铁锂离子电池的均衡保护技术综述[J].华北电力技术,2012(2):60-65.
- [5] 刘树林.基于UC3842的输入过压保护电路研究[J].铸造技术,2005,26(10):876-879.