

文章编号: 1671-251X(2010)07-0030-03

本安电路中锂电池的设计要求

王琦，汪淳

(煤炭科学研究院上海研究院测试中心，上海 201401)

摘要:介绍了目前国内外关于锂电池的安全性能要求、本安电路中电池和电池组的设计要求,分析了本安电路电池设计中的常见问题及对策,提出了确保本安电路中锂电池安全性能的设计要求,及电池供电的本安型设备的使用和维护要求。

关键词:本安电路；锂电池；防爆；设计要求

中图分类号:TD60/68 **文献标识码:**B

Design Requirements of Lithium Battery in Intrinsically Safe Circuit

WANG Qi, WANG Chun

(Testing Center of Shanghai Ltd. of CCRI, Shanghai 201401, China)

Abstract: The paper introduced safety performance requirements of lithium battery and design requirements of battery and battery pack in intrinsically safe circuit at home and abroad, analyzed common problems in designing battery of intrinsically safe circuit and corresponding countermeasures, and proposed design requirements to insure safety performance of lithium battery in intrinsically safe circuit. Besides, it proposed requirements of use and maintenance of intrinsically safe devices power supplied by battery.

Key words: intrinsically safe circuit, lithium battery, explosion proof, design requirement

0 引言

危险的工作环境可能含有易燃气体、烟雾、粉尘或易燃性纤维等,极易发生爆炸事故,对人身和财产安全造成极大危害。众所周知,爆炸必须具备3个条件:可燃物、氧气和点燃源。为了有效预防爆炸事故,需设法避免以上3个条件同时存在,即通过选用不同的防爆技术措施来保证爆炸性环境的安全。

在爆炸性环境中使用的电气设备有多种防爆型式,如隔爆型、增安型、本质安全(简称本安)型、浇封型、正压型等^[1]。其中本安防爆型式是通过限制电路能量达到防爆的目的,其它型式都是采用机械手段实现防爆的目的。本安防爆型式与其它防爆型式相比,具有适用范围广(本安防爆型式是惟一可用于

0区危险场所的防爆型式)、体积小、结构简单、重量轻、造价低、易操作维护等特点。因此,本安防爆型式已为众多电气设备制造厂及用户所接受和欢迎。

目前大部分便携式本安设备都由电池供电,其中锂电池因其电压高、体积小、质量轻、能量高、无记忆效应、无污染、自放电小、循环寿命长而被自动化仪表厂商广泛采用。但锂电池的安全问题一直备受关注。近年来,屡屡发生锂电池爆炸伤人事故,存在极大的安全隐患。鉴此,本文将探讨本安电路中使用锂电池的设计要求及注意事项。

1 锂电池的安全性能要求

由于锂电池自身结构和原理方面的缺陷,在锂电池发生外部短路或内部短路时,可能会产生几百安培的过大电流。发生外部短路时,锂电池瞬间大电流放电,在内阻上消耗大量能量,产生巨大热量,会引起爆炸;锂电池过充时,可能会析出金属锂,在壳体破裂的情况下,金属锂与空气直接接触导致其燃烧,同时引燃电解液,发生强烈火焰,气体急速膨胀,最终导致爆炸发生。另外,某些锂电池若使用

收稿日期: 2010-04-06

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划重点项目
(2007BAK22B0201-2)

作者简介:王琦(1980-),男,山西大同人,硕士,2007年毕业于同济大学,现主要从事本安型防爆电器的检验工作。E-mail:
wanggqi@gmail.com

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

不当,如挤压、冲击和进水等会导致电池膨胀、变形和开裂,从而导致锂电池短路,在放电或充电过程放热引起爆炸事故。

对此,多个国家职能部门和国际权威的产品安全测试机构都制定了严格的锂电池检验规范或标准,如美国安全检测实验室公司(Underwriters Laboratories Inc., UL)的《UL1642 锂电池安全标准》等。针对煤矿安全仪器仪表用锂电池,我国国家矿用产品安全标志中心也制定了《煤矿安全仪器仪表用锂原电池安全标志检验规范》和《煤矿安全仪器仪表用锂离子蓄电池安全标志检验规范》,该规范规定各生产单位选用(生产)的锂电池应符合规范中的相关安全性能要求,并取得由国家认可的检测检验机构依据该规范或安全性能不低于该规范要求的相关标准出具的检测检验合格报告。

2 本安电路中电池和电池组的设计要求

(1) 使用电池供电的本安设备(该设备在危险区域使用,并且没有其它的保护手段,如隔爆外壳)中,电池应具有电解质不可能溢出的结构或加以密封,以防止电解质损坏本安电路。可排放易燃气体的电池盒应通风,以防止易燃气体浓度累加。

同一电池组中所有的电池应具有同一个电化学系统、同样的电芯设计和额定容量,并由同一个制造商生产。同一个电池组不能混合使用原电池和充电电池。在一个本安设备内部,严禁随意互换原电池和可充电电池(电池组)。原电池不得充电,如该设备内部存在另一个电压源可能和原电池互连,应采取预防措施,以防止充电电流通过原电池。

在电池组需要使用限流器件保护其自身安全,且电池组拟在爆炸性环境使用并更换时,电池组应与限流器件通过浇封等方法构成一个可整体替换的组件,该组件应能通过 GB3836.1—2000^[2] 中规定的跌落试验;如不在爆炸性危险环境场所更换电池或电池组时,还可以将电池或电池组安置在一个具有 GB3836.1—2000 规定的特殊紧固件腔体内,并符合以下要求:①电池或电池组支架或与设备连接方式应设计成在安装和更换时不会降低设备的本安性能的结构;②对于手持式电气设备或处于待机状态的携带式电气设备,应承受 GB3836.1—2000 中规定的跌落试验;③设备应具有符合 GB3836.1—2000 规定的警告标志,如“在爆炸性环境中不得拆卸电池或电池组”。

对于带外部充电触点的可充电电池或电池组,

应采取措施防止短路或防止单体电池和电池组向触点释放足以点燃火花的能量。注意应使用规定的电池组充电器充电,或用适当额定值的熔断器和阻塞用二极管、可靠限流电阻等保护电路。

(2) 应依据 GB3836.4—2000^[1] 附录 A 中的表 A1,限制电池及电池组的能量。在设计电路参数时,电池电压可取表 1 中“对火花点燃危险评定的峰值开路电压”值。如果电池及电池组的最大短路电流小于 GB3836.4—2000 附录 A 中的表 A1 中相应防爆等级 1.5 倍安全系数栏中所对应的最小点燃电流值,可直接作为电路供电电源使用。如果电池及电池组的最大短路电流大于最小点燃电流值,应在电池中串联限流器件。需要注意的是,当电池和电池组不适用表 1 时,则应按 GB3836.4—2000 第 10.9 条规定的试验来测定最高开路电压。

表 1 电池开路电压

IEC 型式	电池型式	对火花点燃危险	
		评定的峰值 开路电压/V	对元件表面 正常电压/V
K	镍- 钴	1. 5	1. 3
	铅- 酸(干式)	2. 35	2. 2
	铅- 酸(湿式)	2. 67	2. 2
L	碱- 锰	1. 65	1. 5
M	汞- 锌	1. 37	1. 35
N	汞- 二氧化锰- 锌	1. 6	1. 4
	银- 锌	1. 63	1. 55
S	锌- 空气	1. 55	1. 4
A	锂- 二氧化锰	3. 7	3. 0
C	锌- 二氧化锰(锌- 碳)	1. 725	1. 5
	镍- 氢化物	1. 6	1. 3

根据 IEC60079-11:2006^[4] 标准规定,如果本安设备内置不允许在爆炸性气体环境中更换的电池,当满足下列条件时,可以不要求在电池的端子处进行火花点燃放电试验:①单节电池的峰值开路电压小于 4.5 V;②电池端子处的最大电压和瞬态电流的乘积不超过 33 W。

上述放宽条件的理由是 4.5 V 的电压太低,在缺少电感的情况下不能触发电弧,并且在考虑 1.5 倍安全系数时,IEC60079-11:2006 附录 A 中 IIC 组电阻电路曲线允许的电压和电流的乘积达到 33 W。

3 本安电路电池设计中的常见问题及对策

(1) 电池保护元件位置不对。如对于需要限制能量元件的电池,限流电阻和保险丝应尽可能靠近

电池终端。这些元件和电池应通过封装或其它方法构成一个可以成套替换的集成保护单元。

(2) 大多数电池供应商会提供标准电池拆封套管,但该套管太薄,不能满足 GB3836.4—2000 中表 4 的相邻电池间固体绝缘最小距离为 0.5 mm 的要求。使用该种薄套管时,很可能由于间隔不够造成电池正负极间直接短路,使得限流元件失效。所以电池设计图纸中应明确规定最小厚度为 0.25 mm 的套管,使 2 个相邻电池间套管的绝缘厚度达到 0.5 mm。

(3) 在电池正、负极之间存在环状的绝缘体,该绝缘体提供了符合 GB3836.4—2000 中规定的 0.5 mm 隔离厚度的一部分。如果没有这种绝缘体,那么正负极上间距就有问题,容易造成电池短路。

4 本安电路中锂电池的设计要求

考虑到锂电池在某些情况下爆炸的可能性较大,建议对锂电池有更严格的本安要求,即取消用户可替换的锂电池结构设计,而设计为只能由专业技术人员替换的结构。锂电池应焊接或者封装在 PCB 板上,或设置在密封外壳或热收缩包装内,这样做的目的是防止用户自己更换锂电池。同时,在锂电池上或使用锂电池供电的设备贴上标牌,警告用户不得擅自更换电池。

用于本安设备的锂电池,即使其已经通过了一些检测机构的安全性能测试,仍需要进行本安火花试验,检测其是否符合本安要求,例如若本安电路中除了锂电池,还有另一个电源供电,该电源产生的电流可能进入锂电池。此时按 GB3836.4—2000 要求,锂电池应该能在 1.5 倍的最大电路故障电压和电流下不会产生爆炸或造成火灾。

为了避免上述可能发生的爆炸,并建立符合要求的本安输出,对锂电池一般作以下要求(所有的保护元件应与锂电池封装为一体或通过其它方法形成一个防篡改的集成块):

(1) 在锂电池的输出端加合适的限流电阻,以确保锂电池的输出具有本安特性;

(2) 使用 2 个阻塞二极管加限流电阻,防止回充电电流从其它电源进入锂电池;

(3) 若在本安电路设计中存在可以产生辅助电流的倒极性电源,可在限流电阻和阻塞二极管后面的锂电池输出端再连接 2 个并联二极管用来分流。

5 电池供电的本安型设备的使用和维护要求

在危险场所安装、使用和维护本安设备时,必须保持本安电路原设计状态下的电气参数和保护性能,不得改变设备本安电路和与本安电路有关的元器件的电气参数、规格和型号。在电气设备的铭牌上和使用说明书中注明该产品仅可使用指定型号容量的电池等,并增加相应的警告用语,如:“警告:仅可适用某种规格型号电池!”、“警告:不得在危险场所充电!”、“警告:严禁在爆炸性环境更换电池!”等。

6 结语

依据本安电路原理,介绍了本安电气设备中对电池或电池组的设计要求,指出了本安电路电池设计中的一些常见问题,并重点提出了对锂电池的一些设计要求。设计人员应严格按照有关标准的要求,采取适当有效的保护措施,保证电气设备的本安性能,以确保生产现场设备和人身安全。

参考文献:

- [1] 汪淳,王琦,于超龙.现场总线本安型防爆系统在煤矿自动化系统中应用的可行性分析[J].工矿自动化,2010(1): 14~16.
- [2] GB3836.1—2000 爆炸性气体环境用电气设备第 1 部分:通用要求[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [3] GB3836.4—2000 爆炸性气体环境用电气设备第 4 部分:本质安全型“i”[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [4] IEC 60079-11:2006 爆炸性气体环境用电气设备第 11 部分:本质安全型“i”[S].

BPJ4/5 矿用隔爆兼本安型交流变频器

BPJ4/5 矿用隔爆兼本安型交流变频器是由天地(常州)自动化股份有限公司研制推出的新一代矿用变频器。该变频器采用矢量控制技术,适用于交流 50 Hz, 电压 1140 V 供电系统,可对 350 A 及以下三相交流电动机进行调速控制,能实现交流电动机各种负载情况下的平滑启动、停车、调速等功能,彻底消除机械及电气冲击,延长设备使用寿命。

该变频器具有变频启动变频运行、变频启动工频运行、

特殊情况下直接启动运行 3 种控制方式;具备通信接口,可满足近控/远控/集控要求;具备功率平衡调节功能,无需借助调速型液力耦合器、CST 等机械设备,自动调节多台电动机功率平衡;可根据实际负载情况自动控制电动机的转速,降低电动机设备损耗;采用风机加真空热管散热技术,有效地解决大功率模块的散热问题。

(李明)