

矿灯用磷酸铁锂电池

徐加伟, 路鑫, 王成伟
(山东立业机械装备有限公司, 山东 新泰 271200)

[摘 要] 介绍了矿灯用电池的特点及矿灯磷酸铁锂电池的安全性及发展趋势。
[关键词] 矿灯; 锂电池; 磷酸铁锂电池
[中图分类号] TD621 [文献标识码] B [文章编号] 1006-6225 (2008) 06-0077-02

Battery of Lithium Iron Phosphate for Safety Lamp

1 铅酸电池矿灯的缺陷

我国大部分煤炭生产企业一直延用铅酸电池作为矿灯电源, 在长期的使用过程中发现该类矿灯具有以下明显缺陷:

- (1) 矿灯体积大、重量大, 增加井下作业人员负担;
- (2) 矿灯在使用和维护过程中易发生泄漏, 内部硫酸外溢造成设备腐蚀及人员伤害事故;
- (3) 铅酸电池中大量使用铅、镉等重金属, 对环境造成严重污染, 目前欧盟及美国已经限制铅酸电池的生产;
- (4) 循环寿命短, 存储维护繁琐。

近年来, 各种新型化学电源不断涌现, 镍氢电池、锂离子电池已经逐步应用于各种便携式个人电子消费品当中, 随着锂离子电池技术的不断发展, 锂离子电池的应用领域逐渐从手机、MP3、蓝牙耳机等小型电源扩展到电动工具、电动自行车、HEV/EV 电源等大型电源系统。锂离子电池在上述应用领域中充分表现出高比能量、长循环寿命的特点, 较铅酸电源、镍氢电池性能都有很大提高。

2 新型锂离子电池矿灯的应用

2.1 锂离子电池矿灯事故分析

随着便携式电源技术的发展, 国内矿灯生产厂家逐渐将镍氢电池、锂离子电池应用于矿灯电池并取得了一定的实践应用经验。但伴随着上述新型电池在矿灯领域的推广应用, 在使用过程中也出现了一些安全事故, 造成了极为恶劣的影响, 甚至有人提出禁止锂离子电池在矿灯电源领域的应用, 许多矿灯生产厂家也在犹豫观望中, 这些都严重阻碍了锂离子电池在矿灯上的应用。从一些锂离子电池矿

灯事故分析中可以看出, 事故原因主要有:
(1) 使用钴酸锂、三元材料等热稳定性差的正极材料;
(2) 电源附带的保护电路设计及质量存在缺陷, 导致电池过充后出现安全问题;
(3) 使用操作或维护不当引起电池损坏;
(4) 电池制造厂家实力较差、产品质量不合格。

从事故分析中可以看出, 之所以出现多次锂离子电池矿灯事故, 主要在于生产厂家没有充分考虑矿灯用电池的使用特点及性能要求, 而且目前电池生产厂家良莠不齐, 导致很多技术和质量水平不达标企业进入矿灯市场, 极大地影响了锂离子电池在该领域的使用。

2.2 不同电源矿灯性能对比

从几年来各个厂家的产品及相关领域的研究报道来看, 矿灯普遍向着小体积、低重量、高亮度、照明时间及使用寿命长、免维护的方向发展, LED 等新型光源逐步应用于矿灯, 极大地提高了矿灯的整体性能。

表 1 各种矿灯用化学电源性能对比

指标名称	铅酸电池	锰酸锂电池	磷酸铁锂电池
重量比能量 (Wh/kg)	30~45	60~80	100~130
单体工作电压 /V	2	3.6	3.2
安全性能	高	高	极高
循环寿命 /h	200~500	400	1000
环境污染	有	无	无

表 1 为铅酸电池、锰酸锂电池及磷酸铁锂电池 3 种电源各项性能对比, 从表中所列数据可以看出磷酸铁锂锂离子电池的各项性能指标相比铅酸电池及锰酸锂电池有大幅度提高, 完全能够适应新一代矿灯技术发展的需要。

[收稿日期] 2008-07-22
[作者简介] 徐加伟 (1976-), 男, 山东新泰人, 现山东立业机械装备有限公司安票办公室主任。

2.3 锂离子电池用于矿灯应注意事项

根据上述分析,认为锂离子电池应用在矿灯领域要注意以下几个方面:

(1) 选择高安全性、热稳定性好的正极材料

从锂离子电池矿灯事故分析中发现,大部分电池采用钴酸锂及三元材料作为正极材料。上述两种材料在低容量手机电池可以满足安全性能要求,但容量增加后就无法满足苛刻的安全性能要求。目前在高危领域应首推安全性能高、热稳定强的磷酸铁锂材料。

(2) 选择合理的电池结构设计及生产工艺

目前锂离子电池安全事故的一个重要原因是电池内部短路造成的热失控,内部短路通常由极片制作中的颗粒、正负极配比欠佳,制作工艺控制不良等因素导致。因此,需要在电芯结构设计中,对电芯极组结构方式、极耳引出方式上充分考虑,减少内部短路问题点及发生几率。锂离子电池在荷电状态下,从正极材料中脱嵌出的锂离子嵌入到负极材料中与负极的碳材料结合成锂碳化合物,该化合物反应活性很高,当电池受到挤压、针刺或者出现内部短路时,正负极发生接触,由于正负极材料压差较高,正负极接触会迅速反应并放出大量的热量,造成电池热失控甚至起火、爆炸等极端情况出现。因此如何提高负极材料的热稳定性成为提高锂离子电池安全性的另一重点,采用在负极表面涂敷耐高温材料,负极表面经过涂敷处理后可以提高负极的稳定性,减少负极接触面积从而减小热量产生,使电池的热量发生控制在一定的范围内。

(3) 优化整体电源结构设计及保护电路板设计 矿灯使用环境比普通电源使用环境更为复杂、恶劣,为高温高湿下长期工作,并且有受到强烈冲击、跌落的可能,因此对电源结构设计提出较高要求。结构密封性强,防浸水,防尘,壳体材料熔点高,热稳定程度强,电源整体结构坚实可靠,增加电芯与外壳间的缓冲,增加电源的耐冲击、抗跌落能力。使内部电芯及保护电路能够受到外壳的有效保护,避免外界使用环境对电芯造成损害。

由于锂离子电池本身特性决定,其在过充、短路等情况下容易发生热失控,因此保护电路对于矿灯电池的安全性至关重要,目前国内外锂电池制造厂商都非常重视保护电路板设计开发。由于锂离子电池本身工作电压平台较高,矿灯用锂离子电池无须多节电池串联使用,因此保护电路相对于电动工具或电动自行车简化很多,加之手机电池保护电路技术经过多年的发展已经非常成熟,因此矿灯用锂

离子电池保护电路设计上更需要注意的是电子元器件的可靠性筛选及电路板检测,确保每个矿灯电源配备的保护电路板性能稳定可靠。保护电路板设计及检测需要充分考虑矿灯用电源使用环境特点,增加高温高湿条件下的可靠性测试。

(4) 建立锂离子电池专用充电站及管理系统

从锂离子电池安全事故中发现很多事故是在电池充电过程中或充电后发生的。由锂离子电池充电机制与铅酸电池、镍氢电池都存在很大不同,需要采用专用的充电器,充电器质量对电池充电时的安全非常重要。因此需要在使用锂离子电池矿灯的煤矿建立专门的充电维护站,采用质量可靠的充电设备对电池进行充电和维护。锂离子电池可以采用 0.5C 甚至 1C 的高倍率充电而不会在性能和安全上受到影响,因此,采用专门的充电站后,可以充分利用锂离子电池的该项特性,实现矿灯电源的快速充电,提高矿灯电源的使用效率并延长电源使用寿命。随着目前锂离子电池充电及维护技术的发展,各种智能化充电设备逐步面世,锂离子电池的充电时间更短、使用寿命延长、维护更为简便、充电安全可靠也得到很好保障,矿灯使用单位对锂离子电池矿灯电源的使用管理也越来越智能化,维护成本更为低廉,这些都将对锂离子电池的应用起到积极的推动作用。

3 结束语

从分析可以看出,虽然目前锂离子电池在矿灯电源领域的应用还处于起始阶段,暴露出了一些问题。但从矿灯整体发展看,锂离子电池由于其高比能量、长循环寿命的特点将是新一代矿灯的首选电源。在各锂离子电池生产厂家的重视和努力下,随着各种安全问题的解决,锂离子电池必将在矿灯电源领域得到越来越广泛的应用。

[参考文献]

- [1] 陈金岭. 锂离子蓄电池技术方兴未艾 [J]. 当代通信, 1997 (18): 16-19.
- [2] 陈立泉. 锂离子电池最新动态和进展——第九届国际锂电池会议简介 [J]. 电池, 1998 (6): 16-18.
- [3] 阮艳莉. 磷酸铁锂正极材料的应用基础研究 [D]. 天津: 天津大学, 2005.
- [4] 李述中, 李超, 王德民, 等. 磷酸亚铁锂正极材料的电池性能研究 [A]. 第七届全国磷化学化工暨第四届海峡化学学生物学、生物技术与医药发展讨论会论文集, 2006.

[责任编辑: 邹正立]