

电动自行车锂电池伤害监测研究及推广 对我国经济的影响

吴传洋, 李浪, 许桢贤

南方(韶关)智能网联新能源汽车试验检测中心, 广东 韶关 512000

摘要: 随着电动自行车数量的激增, 锂电池的安全问题也日益凸显, 对我国经济发展和人民群众的生命财产安全构成了潜在威胁。本文通过对市场抽取26批次在用电动自行车锂电池进行电池容量、电芯单体电压两种测试, 结合测试结果和数据分析, 基于GB/T 22760风险评估导则, 完善了电动自行车锂电池伤害监测研究体系和维度, 建立相关风险等级和评估机制, 旨在为我国电动自行车行业的健康发展和经济社会的可持续发展提供有力保障。^[10]

关键词: 电动自行车; 在用锂电池; 质量安全; 风险监测; 评估机制

Research on Lithium Battery Injury Monitoring of Electric Bicycle

Wu Chuanyang, Li Lang, Xu Zhenxian

South (Shaoguan) Intelligent Network New Energy Vehicle Test and Testing Center, Shaoguan, Guangdong 512000

Abstract: With the surge in the number of electric bicycles, the safety of lithium batteries has become increasingly prominent, posing a potential threat to China's economic development and the safety of people's lives and property. In this paper, 26 batches of in-use electric bicycle lithium batteries were selected from the market for battery capacity and cell voltage tests. Combined with test results and data analysis, based on GB/T 22760 risk assessment guidelines, the research system and dimension of electric bicycle lithium battery injury monitoring were improved, and relevant risk levels and evaluation mechanisms were established. The purpose is to provide a strong guarantee for the healthy development of China's electric bicycle industry and the sustainable development of economy and society.^[10]

Keywords: electric bicycle; lithium battery; long-term use; quality and safety; risk monitoring

引言

我国是全球电动自行车生产、消费大国, 电动自行车的普及与我国经济的快速发展和城市化进程的加速密不可分。其中锂电池电动自行车因能量密度高、轻质化和寿命长等优势, 已成为市场主流, 社会保有量已超过3.5亿辆。据数据显示, 2023年中国电动自行车市场规模已达到160.66亿美元。电动自行车在我国经济发展中具有重要意义, 它不仅推动了相关产业链的发展, 还促进了绿色出行和环保理念的普及。

电动自行车火灾事故成为突出的风险安全问题主要出现在电动自行车的动力电池技术变革, 锂电池成为新动力源后。近年来, 因锂电池在充电过程中起火爆炸引发火灾事故频繁发生, 引起社会广泛关注。同时, 目前各地监管部门开展的监督检查和风险监测主要是针对新生产的锂电池产品, 对锂电池因使用一定年限后的质量安全状况关注较少, 而后者往往更容易引发火灾事故。^[6-9]

因此, 实施针对在役锂电池因性能退化所致损害的检测与监控, 对于维护我国经济社会持续健康发展的长远目标具有至关重要的意义。

一、质量安全状况分析

(一) 标准现状

在锂电池方面, 国家标准GB/T36972-2018《电动自行车用

锂离子蓄电池》^[2]包含了电池的外观尺寸、电芯单体安全性能、电池保护电路安全性能以及电池外壳的安全性能要求。而2024年发布的GB43854-2024《电动自行车用锂离子蓄电池安全技术规范》作为首个电动自行车锂电池产品的强制性标准, 从电气安

作者简介:

吴传洋(1979-), 男, 汉族, 总经理, 工程师, 本科;

李浪(1988), 男, 汉族, 技术部部长, 高级工程师, 本科;

许桢贤(1987), 男, 汉族, 工程师, 硕士。

全、机械安全、环境安全、其他等4个方面对电池组和单体电芯进行了规定。

(二) 安全现状

根据国家消防救援局的最新统计,2023年全国范围内电动自行车火灾数量急剧攀升至2.1万起,与2022年相比增长了约17.4%。火灾频发的主要原因涵盖电池故障、电气线路老化短路以及违规停放与充电行为^[3],这些因素共同作用下,不仅加剧了火灾的风险,还导致火灾发生时火势迅猛、蔓延迅速且易于复燃,极大地增加了人员疏散与逃生的难度。

二、监测项目设计与采样分析

(一) 方案设计依据

锂电池随着使用年限的增加,可能出现以下两种情况:1、整包电压尚处于厂家定义的范围,整包剩余容量已不可接受。这种情况下该电池包将被停用、报废、回收。2、整包电压尚处于厂家定义的范围,整包剩余容量尚可接受,但个别电芯的电性能参数已经劣化到超出锂电池行业推荐使用范围以外。^[4]这种情况下该电池包将被继续使用,相关电芯容易过充电或过放电,进而引发电芯过热或内部析锂析铜现象,有较大的安全风险。^[12]

本次监测项目主要针对上文第2种情况进行项目设计,旨在评估在用电动自行车锂电池包内各电芯单体性能参数的一致性可能导致的风险。^[11]

(二) 采样分析

本次共采样26个电池包组,标称电压均为48V,电池标称容量在8Ah到30Ah之间,来源于12个不同的品牌。所有样品在采样时消费者均自述处于正常使用状态。

三、监测过程与监测结果分析

(一) 样品有效性筛查

在对样品在进行测试前准备工作时。对26批次样品进行充放电容量测试,所有26批次样品中,有3批次样品充电容量衰减到20%以下,5批次样品放电容量衰减到20%以下。为了确保所有样品均为可正常使用状态,进行等效续航里程测试。

通过测试与仿真计算可得样品的等效可行驶里程,其中1个样品的可行驶里程小于5km,属于无效样品,剩余25个样品均为有效样品。

(二) 电池容量测试分析

通过测试分析,大部分样品的剩余充放电容量衰减率集中在20%到80%之间,符合本次在用电动自行车锂电池监测采样原则。其中3个样品基本为全新电池,容量衰减小;剩余样品虽然充放电功能正常但容量均出现不同程度的衰减,个别样品的容量低于20%,处于报废边缘。

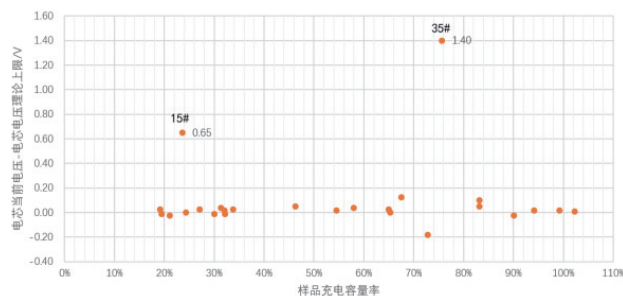
(三) 电芯单体电压测试分析

根据行业经验,三元锂电池的电芯电压使用范围是2.5V~4.2V,而电动自行车锂电池在充放电过程中,一般通过电

池保护板控制电池包总电压作为充放电截止条件。对于标称电压为48V的三元锂电池来说,其充电截止电压一般为54.6V左右,其放电截止电压预留较大的安全余量,一般为40V左右。^[5]

1. 充电过程数据分析

记录充电容量测试结束瞬时的各电芯电压数据,并计算样品的各电芯当前电压分别与电芯电压边界理论值、电芯电压边界允许使用值的差值,结果具体如图1所示。

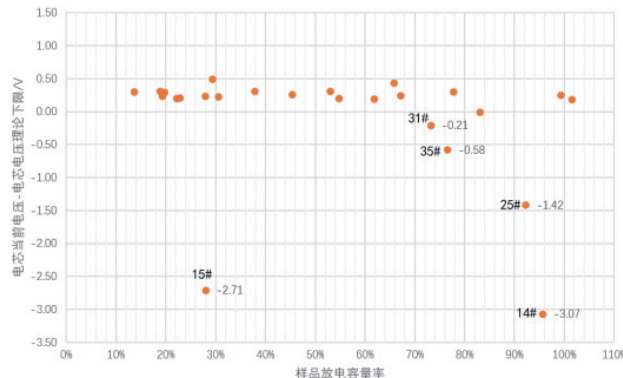


>图1 充电过程最大压差与剩余容量对比图

从图1可以看出,除了15#、35#的电芯单体电压明显超过电芯允许使用的电压上限外,剩余23批次样品的单体电压均未有明显超限现象。其中15#样品的电芯的最高压达到4.85V,超出了三元锂电池4.2V的理论上限,存在明显过充现象。

2. 放电过程数据分析

记录放电容量测试结束瞬时的各电芯电压数据,并计算样品的各电芯当前电压分别与电芯电压边界理论值、电芯电压边界允许使用值的差值,结果具体如图2所示。



>图2 放电过程最大压差与剩余容量对比图

由图2可知,因各电芯的一致性较差且电池包保护板未控制电芯电压值,所有的电池包均出现电芯电压低于厂家希望控制的允许使用下限值。其中14#、15#、25#、31#、35#电池包的电芯电压低于2.5V的理论边界值,已经存在过放现象。特别是14#、15#电池包内部出现了电芯电压小于0V的现象。^[13-15]

四、风险评估

本项目在对电动自行车锂电池电芯单体电压性能劣化情况分析的基础上,结合电动自行车锂电池产品典型伤害事故案例和风险成因分析,根据GB/T22760—2020《消费品安全风险评估导则》,综合伤害后果的严重程度和伤害发生的总体可能性,确定电动自行车锂电池故障起火爆炸引发火灾伤害事故的风险等级为

“低风险至中等风险”。而且，随着锂电池使用时间越长、安全性能不断劣化，老年人群体给电动自行车锂电池充电引发火灾伤害事故的可能性会大大增加，伤害风险等级较大可能达到“中等风险”以上级别。

五、结论

通过本次伤害监测，将锂电池起火自燃现象总体风险等级被

评为“低风险至中等风险”，对于老年人等特殊群众可达到“中等风险”，同时获得了一套完整的锂电池风险监测流程，包含安全性分析、监测项目设计及风险评估三大部分，并以此完成相关风险评估业务。对于政府部门、行业组织、生产企业、消费者进一步提高对电动自行车锂电池风险关注度和进一步完善相关防范措施具有积极作用，对于保障我国经济社会的可持续发展具有重要意义。

参考文献

- [1] 丁志英, 李向峰, 梁俊超. 电动自行车电池产品过充电测试及风险分析 [J]. 科技创新导报, 2020, NO.02: 83-84.
- [2] 王飞鸿. 电动自行车用锂离子电池产品质量安全风险分析 [J]. 中国标准化, 2022, 8: 213-216.
- [3] 前瞻经济学人. 电动自行车产业: 江苏省缘何领衔电动自行车行 [R/OL]. [2020-09-14]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1677778204822042238&wfr=spider&for=pc>.
- [4] 邓晶晶, 李智星, 谢天泽, 等. 锂离子电池产品质量安全风险监测研究 [J]. 电池, 2024, 54(03): 395-398. DOI: 10.19535/j.1001-1579.2024.03.021.
- [5] 李鑫. 三元锂/磷酸铁锂电池管理系统的研究 [D]. 哈尔滨工程大学, 2023. DOI: 10.27060/d.cnki.ghbcu.2023.000125.
- [6] 袁清堂. 防范处置锂电池火灾的策略 [J]. 今日消防, 2024, 9(04): 50-52.
- [7] 阮立, 许添, 于娜娜, 等. 电动自行车锂电池起火问题引导下的产品质量监管方案研究 [J]. 小型内燃机与摩托车, 2022(001): 051.
- [8] 董振华. 电动自行车锂电池管理系统设计 [D]. 北方工业大学, 2010.
- [9] 马贵龙. 电动自行车使用锂电池需要注意的若干问题 [C] // 全国电动自行车信息交流会. 2007.
- [10] 黄文杰, 陈基. 电动自行车锂电池的使用研究 [J]. 科技传播, 2013(8): 2. DOI: CNKI: SUN: KJCB.0.2013-08-036.
- [11] 王孟轩, 李琨, 张昆明. 电动自行车锂电池均衡电路设计 [J]. 电源技术, 2018, 42(7): 3. DOI: CNKI: SUN: DYJS.0.2018-07-022.
- [12] 李春南, 梁志勇, 梁景志. 电动自行车锂电池国内外标准对比及安全风险分析 [J]. 轻工标准与质量, 2023(1): 51-53.
- [13] 蒋申. 基于物联网技术的电动自行车锂电池管理单元研究与设计 [D]. 重庆邮电大学, 2020.
- [14] 王瑞昆. 电动自行车锂电池充放电信息统计功能设计与实现 [J]. 电脑迷, 2018. DOI: 10.3969/j.issn.1672-528X.2018.32.120.
- [15] 张军元. 电动自行车锂电池充放电保护方案 [J]. 电子产品世界, 2007(6): 2. DOI: 10.3969/j.issn.1005-5517.2007.06.032.