

新能源汽车火灾调查的困境与突破

王志栓

保定市消防救援支队唐县消防救援大队，河北保定，072350；

摘要：随着新能源汽车保有量的迅速增长，其火灾事故频发，给社会带来严重危害。由于新能源汽车在动力系统、储能方式等方面与传统燃油汽车存在显著差异，使得火灾调查面临诸多困境。本文深入分析新能源汽车火灾调查中在技术、标准、专业人才等方面的问题，并结合实际需求，从技术创新、标准完善、人才培养等多个维度探讨突破困境的有效策略，旨在为提高新能源汽车火灾调查的准确性和效率提供参考，推动新能源汽车产业的安全健康发展。

关键词：新能源汽车；火灾调查；困境；突破策略

DOI：10.69979/3029-2700.25.12.062

引言

近年来，全球新能源汽车产业迅猛发展。据中国汽车工业协会数据显示，2024年我国新能源汽车产量为1181.3万辆，销量达到1168.2万辆，同比分别增长35.8%和33.9%，市场占有率达31.6%。新能源汽车保有量的快速增长，伴随而来的是火灾事故风险的增加。新能源汽车火灾不仅对人员生命和财产安全造成严重威胁，还对新能源汽车产业的可持续发展带来挑战。由于新能源汽车独特的构造和工作原理，其火灾调查相较于传统燃油汽车更为复杂，面临诸多困境。深入研究这些困境并寻求突破方法，对保障公共安全、促进新能源汽车产业健康发展具有重要意义。

1 新能源汽车火灾调查的困境

1.1 技术层面困境

1.1.1 电池热失控引发火灾的复杂性

新能源汽车广泛使用的锂离子电池，在受到撞击、过热、过充等因素影响时，易发生热失控现象。电池热失控是一个复杂的链式反应过程，一旦触发，电池内部温度会急剧升高，导致电解液分解、燃烧，进而引发电池包起火。如《2024新能源车险发展报告》显示，根据2022年1-11月新能源车起火事件报道统计，22.67%的车辆在充电过程中发生自燃，16%的车辆在行驶时发生自燃，38.67%的车辆在静止停放时发生自燃，9.33%的车辆因碰撞引发起火，其他原因导致起火占比为13.33%。在火灾调查中，要准确确定热失控的起始原因和发展过程极为困难。电池内部结构精密，热失控后往往被严重烧毁，难以获取完整的原始状态信息。不同品牌、型号的电池在材料、设计和制造工艺上存在差异，

其热失控特性也各不相同，增加了调查的难度^[1]。

1.1.2 高压电气系统故障排查难点

新能源汽车配备有高压电气系统，电压通常在300-800V之间。高压电气系统中的线路、连接器、控制器等部件在长期使用过程中，可能因老化、磨损、接触不良等原因引发电气故障，产生电火花或过热，从而点燃周围可燃物引发火灾。火灾发生后，高压电气系统的部分组件可能被烧毁或损坏，其故障痕迹容易被火灾破坏。而且，高压电气系统的工作原理和控制逻辑复杂，涉及到众多电子元件和软件控制程序。调查人员需要具备专业的电气知识和检测设备，才能对系统进行全面检测和故障分析。目前，针对新能源汽车高压电气系统故障检测的技术手段还不够成熟，缺乏高效、准确的检测方法和工具，给火灾原因排查带来很大挑战^[2]。

1.2 标准规范缺失困境

1.2.1 缺乏统一的火灾调查标准

当前，我国尚未形成一套统一、完善的新能源汽车火灾调查标准。在实际调查工作中，调查人员主要参考传统燃油汽车火灾调查标准和相关的电气火灾调查标准，但这些标准无法完全适用于新能源汽车复杂的火灾场景。由于缺乏统一标准，不同地区、不同调查机构在火灾调查流程、技术方法、证据收集与分析等方面存在差异，导致调查结果的准确性和可比性受到影响。在确定火灾起火点时，传统燃油汽车火灾调查中常用的方法在新能源汽车火灾中可能并不适用，因为新能源汽车火灾可能存在多个起火点，且电池热失控引发的火灾蔓延路径复杂。没有明确的标准指导，调查人员在判断起火点时容易出现偏差，进而影响对火灾原因的准确判断。

1.2.2 新能源汽车安全标准不完善

新能源汽车安全标准是火灾调查的重要依据,但目前我国新能源汽车安全标准还存在一些不完善之处。部分标准对新能源汽车电池安全性、高压电气系统安全性等关键指标的要求不够严格,导致一些车辆在设计、制造过程中存在安全隐患,增加了火灾发生的风险。在电池热扩散方面,虽然新版《电动汽车用动力蓄电池安全要求》明确要求电池热扩散后“不起火、不爆炸”,替代原有5分钟报警的旧标准,但仍有部分企业的产品在实际应用中无法达到这一要求。而且,安全标准对一些新兴技术和应用场景的规范存在滞后性。随着新能源汽车技术的不断创新,如无线充电、智能驾驶等技术的应用,新的安全风险也随之出现,但相关标准未能及时跟进,使得在火灾调查中对这些新技术引发火灾的原因分析缺乏依据^[3]。

1.3 专业人才匮乏困境

1.3.1 调查人员知识结构单一

新能源汽车火灾调查需要调查人员具备跨学科的知识,包括汽车工程、电池技术、电气原理、火灾动力学等多个领域。目前,从事新能源汽车火灾调查的人员大多来自消防、公安等传统领域,他们在火灾现场勘查、证据收集等方面具有丰富经验,但在新能源汽车专业技术知识方面存在不足。许多调查人员对新能源汽车电池的工作原理、内部结构、热失控机理等了解有限,难以准确分析电池在火灾中的作用和火灾原因。在高压电气系统方面,调查人员可能缺乏对高压电路故障检测、电气火灾痕迹鉴定等专业知识,无法有效排查电气系统故障引发火灾的可能性。这种知识结构的单一性严重制约了新能源汽车火灾调查工作的开展。

1.3.2 专业培训体系不健全

目前,针对新能源汽车火灾调查的专业培训体系尚不完善,缺乏系统、全面的培训课程和专业的培训师资。现有的培训内容往往侧重于传统火灾调查知识和技能,对新能源汽车相关专业知识的培训较少且分散,无法满足调查人员对新能源汽车火灾调查知识的需求。培训方式也比较单一,多以理论授课为主,缺乏实践操作和案例分析,导致调查人员在实际工作中难以将所学知识应用到复杂的火灾调查场景中。而且,培训的持续性和更新性不足,不能及时跟进新能源汽车技术的发展和火灾调查技术的创新,使得调查人员的知识和技能无法得到有效提升和更新。

2 新能源汽车火灾调查困境的突破策略

2.1 技术创新突破

2.1.1 研发先进的火灾调查技术与设备

加大对新能源汽车火灾调查技术与设备的研发投入,鼓励科研机构、高校和企业开展产学研合作。研发针对电池热失控原因分析的专用设备,如高精度的电池拆解与检测工具、热成像分析系统等,能够在火灾现场快速、准确地获取电池内部结构和热损伤信息,为热失控原因判断提供依据。利用大数据、人工智能等技术,开发新能源汽车火灾事故分析平台。通过收集大量火灾事故数据,建立火灾事故模型,对火灾发生的原因、规律和趋势进行分析预测,辅助调查人员快速确定调查方向和重点。研发适用于高压电气系统故障检测的智能检测设备,能够自动检测高压线路、连接器、控制器等部件的电气参数,快速诊断故障点,并对故障原因进行分析^[4]。

2.1.2 建立火灾事故数据库与仿真模型

建立全国性的新能源汽车火灾事故数据库,收集整理各类新能源汽车火灾事故的详细信息,包括车辆品牌、型号、起火时间、地点、起火原因、事故经过等。对数据库中的数据进行分类、统计和分析,挖掘火灾事故的规律和特点,为火灾调查和预防提供数据支持。利用计算机仿真技术,建立新能源汽车火灾仿真模型。通过模拟不同场景下电池热失控、高压电气系统故障等引发火灾的过程,分析火灾的蔓延路径、温度分布、烟气扩散等情况,与实际火灾事故进行对比验证,为火灾调查提供参考依据。利用仿真模型还可以对不同的火灾预防和控制措施进行模拟评估,为制定合理的消防安全策略提供支持。

2.2 标准规范完善突破

2.2.1 制定统一的火灾调查标准

由相关部门牵头,组织行业专家、科研人员、调查人员等共同制定统一的新能源汽车火灾调查标准。明确火灾调查的流程、方法、技术要求、证据收集与分析规范等内容,确保火灾调查工作的科学性、规范性和一致性。在标准制定过程中,充分考虑新能源汽车的技术特点和火灾特性,借鉴国外先进的火灾调查标准和经验,结合我国实际情况进行优化完善。对火灾现场勘查的范围、重点部位、勘查方法等进行详细规定,针对新能源汽车电池包、高压电气系统等关键部位的勘查制定专门的操作指南。建立标准的更新机制,根据新能源汽车技术的发展和火灾调查实践中发现的问题,及时对标准进行修订和完善,确保标准的时效性和实用性。

2.2.2 完善新能源汽车安全标准体系

进一步完善新能源汽车安全标准体系,提高电池安全性、高压电气系统安全性等关键指标的要求。加强对电池热扩散、过充保护、短路保护等方面的标准制定,明确电池在不同工况下的安全性能指标,促使企业提高电池的安全设计和制造水平。对高压电气系统的绝缘性能、接地保护、电气间隙等方面制定严格的标准,规范高压电气系统的设计、安装和使用。针对新能源汽车新兴技术和应用场景,及时制定相应的安全标准。如针对无线充电技术,制定充电设备与车辆之间的电磁兼容性标准、充电过程中的安全防护标准;针对智能驾驶技术,制定自动驾驶系统的安全可靠性标准、与车辆电气系统的兼容性标准等。加强安全标准的宣贯和执行力度,确保企业严格按照标准进行产品设计、生产和检测,从源头上降低新能源汽车火灾发生的风险^[5]。

2.3 专业人才培养突破

2.3.1 优化调查人员知识结构

加强对现有新能源汽车火灾调查人员的培训,优化其知识结构。开展系统的新能源汽车专业知识培训课程,包括电池技术、高压电气系统、汽车电子控制等方面的基础知识和应用技术。邀请行业专家、高校教授进行授课,通过理论讲解、案例分析、实地参观等多种方式,提高调查人员对新能源汽车技术的理解和掌握程度。定期组织调查人员参加新能源汽车火灾事故调查研讨会,分享实际工作中的经验和问题,促进调查人员之间的交流与学习。鼓励调查人员自主学习,关注新能源汽车技术的发展动态,不断更新知识储备。同时,在招聘火灾调查人员时,适当增加具有汽车工程、电子电气等相关专业背景人员的比例,充实调查队伍,提升调查团队整体的专业素质。

2.3.2 构建系统的专业培训体系

构建完善的新能源汽车火灾调查专业培训体系,明确培训目标、课程设置、培训方式和考核评价标准。设立多层次的培训课程,包括基础培训、进阶培训和高级培训。基础培训主要面向新入职或缺乏新能源汽车知识的调查人员,内容涵盖新能源汽车基本原理、火灾特性、调查流程等基础知识;进阶培训针对有一定工作经验的调查人员,深入讲解电池热失控分析、高压电气系统故障排查、火灾现场重建等专业技术;高级培训则注重培养调查人员解决复杂火灾事故的能力,以及对新能源汽车新技术、新问题的研究分析能力。采用多样化的培训

方式,包括理论授课、实践操作、案例教学、模拟演练等。建设专业的培训实践基地,配备新能源汽车火灾调查所需的设备和工具,让调查人员在实际操作中熟练掌握调查技术和方法。建立严格的考核评价机制,对培训人员的学习成果进行考核,考核合格后方可获得相应的培训证书,确保培训质量。同时,定期对调查人员进行复训,更新知识和技能,以适应不断发展的新能源汽车火灾调查工作需求。

3 结论

新能源汽车火灾调查面临着技术复杂性、标准规范缺失和专业人才匮乏等多重困境。通过技术创新,研发先进的调查技术与设备,建立火灾事故数据库与仿真模型;完善标准规范,制定统一的火灾调查标准,健全新能源汽车安全标准体系;加强专业人才培养,优化调查人员知识结构,构建系统的专业培训体系等多方面的突破策略,可以有效提高新能源汽车火灾调查的能力和水平。这不仅有助于准确查明火灾原因,为事故处理和责任认定提供科学依据,还能为新能源汽车的安全设计、生产制造和使用管理提供反馈,促进新能源汽车产业的安全、健康、可持续发展。随着新能源汽车技术的不断进步和应用的日益广泛,持续关注和研究火灾调查问题,不断完善调查技术和方法,是保障公共安全和推动产业发展的必然要求。

参考文献

- [1] 韩光,王鑫,韩冲,等.基于大数据的新能源汽车火灾调查系统研建与应用[J].消防科学与技术,2024,43(11):1625-1630.
- [2] 辛志彬,王占.全尺寸新能源车和燃油车多场景灾害事故调查综合实战研究[J].消防界(电子版),2024,10(11):108-110.
- [3] 张欣亚.新能源汽车火灾特点与事故调查分析[J].今日消防,2023,8(10):107-109.
- [4] 张磊.新能源电动汽车火灾事故调查研究[J].时代汽车,2023(05):91-93.
- [5] 黎涛.新能源汽车火灾风险及安全对策分析[J].科技创新与生产力,2022,(12):51-53.

作者简介:姓名:王志栓,性别:男,民族:汉,出生日期:1989.09.11,籍贯:河北省定州市,职务:保定市唐县消防救援大队,职称:初级专业技术,学历:本科,研究方向:火灾事故调查。