

新能源车辆火灾事故预防与安全管控研究

张雪峰

中石化胜利油田分公司车辆管理中心 山东 东营 257100

摘要：随着新能源车辆保有量激增，其火灾事故因蔓延快、灭火难、危害大等特性，成为制约行业安全发展的关键问题。本文分析新能源车辆核心结构与火灾特性，梳理事故统计分布规律，从车辆自身技术、外部使用环境、监管管理三个维度剖析起火成因，提出技术优化、使用规范、预警防控等预防策略，构建多元协同的安全管控体系，为降低火灾事故发生率、保障人员财产安全、推动新能源汽车产业高质量发展提供理论与实践支撑。

关键词：新能源车辆；火灾事故预防；安全管控

引言：在“双碳”目标引领下，新能源车辆成为汽车产业转型升级的核心方向，但其火灾事故频发引发社会广泛关注。相较于传统燃油车，新能源车辆火灾受动力电池热失控等因素影响，具有特殊性和高危害性，现有防控技术与管控体系仍存在诸多不足。基于此，本文聚焦新能源车辆火灾事故预防与安全管控，系统分析事故现状、成因，探索科学有效的防控与管控路径，对破解行业安全难题、提升产业安全水平具有重要的现实意义。

1 新能源车辆火灾事故相关理论与现状分析

1.1 新能源车辆核心结构与火灾特性

(1) 核心结构：核心部件包括动力电池、驱动电机、电控系统。其中动力电池分为三元锂和磷酸铁锂，三元锂能量密度高但热稳定性较差，易引发热失控；磷酸铁锂热稳定性更优，起火风险较低。驱动电机和电控系统负责动力传输与控制，其线路老化、短路等问题也可能诱发火灾，各部件安全特性直接影响车辆火灾风险等级。(2) 火灾特性：相较于传统燃油车，新能源车辆火灾具有显著特殊性，核心表现为蔓延速度快、危险性高，电池热失控后短时间内可引发爆燃；灭火难度大，需消耗大量灭火剂，且扑灭后易复燃；燃烧过程中会释放一氧化碳、氟化氢等有毒有害气体，易造成人员中毒，加剧事故危害^[1]。

1.2 新能源车辆火灾事故统计与分布特征

(1) 事故统计：近年来，随着新能源车辆保有量激增，火灾事故数量逐年上升，年均增长率维持在较高水平。车型分布上，纯电动车辆事故占比高于混动车辆，主要因纯电动车辆依赖动力电池供电，风险点更集中。(2) 分布特征：时间分布上，充电状态和静置状态下事故占比较高，行驶状态事故相对较少；区域分布上，一线城市因车辆保有量大，事故发生率高于二三线城市；损失方面，电池烧毁后车辆基本全损，且易引燃周边车

辆，造成较大财产损失。

1.3 新能源车辆火灾事故防控与管控现状

(1) 现有防控措施：企业层面优化电池结构、完善热管理系统；行业层面出台多项安全标准，规范生产与使用；监管层面建立风险预警机制，强化源头管控。(2) 现有管控体系：推行“线上预警+线下检测”一体化机制，依托智慧监管云平台接入车辆数据，实现风险实时监测，但部分地区平台应用不够充分。(3) 现存突出问题：防控技术仍有不足，难以完全杜绝热失控；管控责任划分不明确，企业、监管部门联动不足；应急处置能力薄弱，救援装备适配性差；部分安全标准落地不到位，违规生产、使用现象依然存在。

2 新能源车辆火灾事故成因分析

2.1 车辆自身技术因素

(1) 动力电池缺陷：动力电池是引发火灾的核心诱因，部分电池存在生产瑕疵，如电芯封装不严、电解液泄漏等；长期使用后电芯老化，性能下降，易出现内短路，进而引发热失控；同时，行业内能量密度与安全性的矛盾突出，部分企业为追求续航里程，过度提升能量密度，忽视了电池热稳定性，进一步增加起火风险。(2) 电控与电机故障：电池管理系统(BMS)设计缺陷会导致充电、放电控制失衡，无法及时监测电芯温度和电压异常；驱动电机内部线圈短路、绝缘层破损，以及线路长期使用后的老化、磨损，会产生电火花，引燃周边易燃部件，诱发火灾^[2]。(3) 设计与制造问题：电池包防护设计不足，无法有效抵御外力冲击，易造成电芯破损；散热系统设计不合理，高温环境下热量无法及时散发，加速电池热失控；部分部件装配质量不达标，存在松动、接触不良等问题，长期运行后易引发故障、诱发火灾。

2.2 外部环境及使用操作因素

(1) 外部环境因素: 高温暴晒会导致电池温度骤升, 突破热失控临界值; 低温环境会降低电池性能, 增加充电故障风险; 暴雨泡水会造成车辆电路短路, 进而引发电池起火; 外力碰撞、挤压会直接损坏电池包和线路, 诱发火灾。(2) 使用操作因素: 充电异常是常见诱因, 包括充电器过充、快充不当损伤电池, 私拉乱接电线导致充电电压不稳; 车辆碰撞后未及时专业处置, 盲目移动车辆会加剧电池破损和泄漏; 日常维护缺失, 未及时检查线路、电池状态, 导致隐患长期积累, 最终引发火灾。

2.3 监管与管理因素

(1) 监管体系不完善: 部分企业未严格落实事故报告制度, 隐瞒火灾事故信息, 导致监管部门无法及时掌握真实风险; 监管技术手段滞后, 对车辆运行状态、电池健康状况的实时监测能力不足, 难以提前预警隐患。

(2) 标准与规范滞后: 新能源汽车行业发展迅速, 部分新兴领域存在标准空白, 对新型电池、充电设施的安全要求不明确; 现有标准执行力度不足, 部分企业违规生产、偷工减料, 未严格遵循安全规范。(3) 从业人员素养: 维修人员专业能力不足, 对新能源汽车电池、电控系统的维修技术掌握不熟练, 维修过程中易操作不当引发故障; 应急处置人员技能欠缺, 不熟悉新能源汽车火灾的处置流程和方法, 无法快速有效控制火势, 加剧事故危害。

3 新能源汽车火灾事故预防策略

3.1 车辆自身安全技术优化

(1) 动力电池安全优化: 聚焦动力电池本质安全提升, 加大核心技术研发力度, 推广难燃电解液替代传统易燃电解液, 降低燃烧风险; 改进正极材料配方, 提升材料热稳定性, 缓解能量密度与安全性的矛盾; 加快固态电池技术产业化应用, 从根本上解决液态电池电解液泄漏、热失控等问题, 同时完善电池热管理系统, 实现温度精准调控, 防范热失控引发火灾。(2) 电控与电机系统升级: 完善电池管理系统(BMS)的预警功能, 优化电压、温度、电流监测精度, 实现异常情况实时报警、自动断电, 从源头遏制故障扩大; 优化电控与电机线路布局, 减少线路交叉重叠, 采用耐高温、耐腐蚀的绝缘材料, 提升线路老化抗性; 提高电机、电控部件的防护等级, 防范外力损伤和环境侵蚀, 降低短路起火隐患^[3]。(3) 设计与制造质量管控: 强化电池包防护设计, 采用高强度壳体和缓冲结构, 提升抗碰撞、抗挤压能力, 防止电芯破损泄漏; 严格落实生产检测流程, 对电池、电控、电机等核心部件进行全流程检测, 杜绝不

合格产品出厂; 健全缺陷召回制度, 对存在安全隐患的车辆及时启动召回, 快速整改, 消除批量安全风险。

3.2 使用环节安全预防

(1) 规范充电行为: 加大合格充电设备推广力度, 严禁使用劣质充电器、充电线, 推动充电设施标准化升级; 明确充电操作规范, 严禁过充、快充滥用, 避免高温、低温环境下长时间充电, 划定专门充电区域, 加强充电场景安全管理, 配备灭火器材, 严禁充电时无人看管。(2) 加强日常维护: 建立新能源汽车定期检测制度, 重点检测电池健康状态、线路绝缘性能、电机运行情况, 及时发现并排除隐患; 督促用户及时更换老化、破损的部件, 严禁私自改装车辆电路、电池等核心系统, 杜绝改装引发的安全风险, 明确维修机构资质要求, 规范维修操作流程^[4]。(3) 用户安全宣传: 通过车企官网、线下门店、社区宣传等多种渠道, 普及新能源汽车火灾预防知识, 明确充电、停放、维护的安全注意事项; 开展应急处置常识培训, 告知用户火灾初期的正确处置方法, 引导用户配备车载灭火器材; 提升用户安全意识, 摒弃违规使用习惯, 形成“人人重安全、人人守安全”的良好氛围。

3.3 环境适配与风险预警预防

(1) 环境适配措施: 针对高温、低温、暴雨等极端天气, 制定专项防护方案, 高温天气引导用户避免车辆暴晒, 低温天气做好电池保温防护; 优化车辆停放与充电环境, 避免在易燃易爆区域、低洼积水区域停放和充电, 完善停车场、充电站的通风、排水、防火设施, 提升环境安全等级。(2) 早期预警技术应用: 推广超声无损监测、光纤原位监测等先进技术, 实现动力电池热失控早期预警, 实时监测电芯状态、电池包温度变化, 提前发现热失控苗头并发出预警信号; 推动预警技术与车辆控制系统、智慧监管平台联动, 实现异常情况自动处置, 为火灾预防争取充足时间, 降低事故发生率和危害程度。

4 新能源汽车火灾事故安全管控体系构建

4.1 管控体系构建原则与框架

(1) 构建原则: 管控体系构建需遵循四大核心原则, 确保体系科学可行。全面性原则要求覆盖车辆生产、使用、维护、应急等全流程, 无安全管控盲区; 针对性原则聚焦新能源汽车火灾核心诱因, 重点破解动力电池、电控系统等关键领域管控难题; 可操作性原则立足实际应用场景, 制定具体、可落地的管控措施, 避免形式化; 协同性原则强调各主体联动配合, 打破部门、领域壁垒, 形成上下联动、左右协同的管控合力。(2)

体系框架：以“多元协同、责任明晰”为核心，明确政府、企业、用户、第三方机构四大主体的管控职责，构建全方位、多层次的协同管控格局。政府发挥监管引领作用，企业履行主体责任，用户落实使用维护义务，第三方机构提供专业技术支撑，四者各司其职、密切配合，实现从源头防控、过程监管到应急处置、事后改进的全链条管控。

4.2 各主体管控责任落实

(1) 政府层面：进一步完善新能源车辆安全监管体系，明确各监管部门职责分工，避免监管缺位、越位；强化安全标准执行力度，加大对违规生产、违规使用等行为的查处力度，形成监管震慑；推动智慧监管云平台全覆盖，实现车辆运行数据、电池状态、充电情况的实时监测，提升监管智能化水平，实现风险精准预警、快速处置。(2) 企业层面：严格落实安全生产主体责任，将安全管控贯穿生产、销售、售后全流程；加强生产环节质量管控，严格执行检测标准，杜绝不合格产品出厂；完善缺陷召回机制和事故报告制度，及时发现并整改产品安全隐患，主动上报火灾事故信息，配合监管部门开展调查处置，持续优化产品安全性能。(3) 用户与第三方层面：用户需履行使用维护责任，严格遵循充电、停放、维护等安全规范，及时排查车辆使用过程中的安全隐患，杜绝违规操作；第三方机构（维修、检测、应急服务机构）需提升专业服务水平，加强从业人员专业培训，为用户提供规范的维修、检测服务，参与协同管控，协助开展安全宣传、应急处置等工作^[5]。

4.3 应急处置与事后管控

(1) 应急处置体系：制定新能源车辆火灾专项应急预案，明确应急响应流程、处置步骤和责任分工，确保火灾发生后能够快速启动、高效处置；配备专用灭火设备和防护装备，针对动力电池火灾特点优化灭火方案，提升灭火效率；加强应急队伍建设，开展专项应急演练，提升应急处置人员的专业技能和协同作战能力。

(2) 事后管控措施：完善火灾事故调查机制，组建专业调查团队，深入分析事故成因，明确事故责任；强化事故溯源分析，深挖事故背后的技术缺陷、管理漏洞，形成事故分析报告，为管控体系优化提供依据；推动技术改进，针对事故暴露的问题，督促企业优化产品设计和

生产工艺，同时强化责任追究，对违规主体依法依规严肃处理，形成警示效应。

4.4 管控体系运行保障措施

(1) 政策保障：完善新能源车辆安全相关法律法规，细化各主体管控责任和处罚标准，为管控体系落地提供法律支撑；出台扶持政策，鼓励企业加大安全技术研发投入，推广先进防控技术和装备，倒逼管控体系不断完善，推动行业安全高质量发展。(2) 技术保障：加大防控技术研发投入，重点攻关动力电池热失控预警、高效灭火、智慧监测等核心技术，提升管控技术水平；推动智能化、协同化管控技术应用，实现监管数据互联互通，提升管控效率和精准度，为管控体系稳定运行提供技术支撑。

(3) 人才保障：建立健全从业人员培训体系，针对企业技术人员、监管人员、维修人员、应急处置人员等不同群体，开展针对性培训，重点提升安全管控、应急处置、技术检测等专业素养；培育专业人才队伍，补齐人才短板，为管控体系运行提供坚实的人才保障。

结束语

新能源车辆火灾事故预防与安全管控是一项系统性工程，需兼顾技术创新、规范执行与协同管控。本文通过全面分析事故成因，提出的预防策略与管控体系，可有效弥补现有工作短板，防范电池热失控等核心风险。未来需持续强化技术研发、完善标准体系、落实各方责任，推动防控技术与管控模式迭代升级，化解安全隐患，为新能源汽车产业安全、健康、可持续发展筑牢安全防线。

参考文献

- [1] 惠中卫. 新能源汽车火灾事故的消防救援策略研究[J]. 今日消防, 2024, 9(7): 54-56.
- [2] 陈明, 刘洋, 赵峰. 新能源汽车火灾扑救难点与对策分析[J]. 中国安全生产科学技术, 2025, 21(4): 88-94.
- [3] 郭贻晓. 新能源汽车火灾特性及灭火救援技术研究[J]. 建筑技术科学, 2025, (5): 63-65.
- [4] 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.
- [5] 张磊. 新能源电动汽车火灾事故调查研究[J]. 时代汽车, 2023, (5): 91-93.