

新能源汽车安全事故特征、成因以及预防研究综述

戴晨

盐城工学院经济管理学院

摘要：本文聚焦新能源汽车安全问题，通过对多篇文献资料的梳理以及实际案例的分析，探讨了新能源汽车安全事故的特征、成因及预防措施。首先阐述其发展态势及事故引发的关注。分析事故特征，通过普遍情况下的具有代表性案例及数据予以说明。其次深入探究事故成因，电池系统的热失控与老化质量问题、充电设施故障及高温环境影响、碰撞下车身结构和高压系统设计缺陷是主因。事故发生后，火灾易燃、易复燃，基于此提出预防措施，涵盖优化电池质量、保障充电安全、提升消防员对新能源汽车火灾危险辨识能力等方面，旨在为新能源汽车安全保障提供参考，推动产业健康发展，保障驾乘人员生命财产安全。

关键词：新能源汽车；安全事故；电池

引言

据公安部统计，截至 2024 年 6 月底，全国机动车保有量达 4.4 亿辆，其中汽车 3.45 亿辆，新能源汽车 2472 万辆，占汽车总量的 7.18%。上半年新注册登记新能源汽车 439.7 万辆，同比增长 39.41%，创历史新高。在国家政策和市场需求的加持下，新能源市场迎来高速发展，与燃油市场形成强竞争。据公开报道，近 3 年来国内新能源汽车火灾发生率从 2021 年的万分之 1.85，降低到 2023 年的万分之 0.96，与此同时，燃油车的起火率则在万分之 1.5 左右^[1]，并且根据国际上的公开数据，世界上新能源汽车销量比例最高的国家挪威，汽油和柴油汽车的火灾发生率是新能源汽车的四到五倍。然而，新能源汽车一开始的发展已然给大众留下了易燃的刻板印象，与之相关的安全事故也逐渐引起了社会各界的高度关注。因此，深入研究新能源汽车事故的特征、成因以及预防策略，对于保障驾乘人员生命财产安全、促进新能源汽车产业健康稳定发展都至关重要。

1 新能源汽车事故特征

1.1 火势发展迅猛且扑救困难

新能源汽车起火事件在充电中、行驶中、停放下等多种场景下均有发生。据 2011—2019 年新能源汽车事故调研数据显示，热失控扩散导致动力电池出现安全问题的比例占 50% 以上。事实上，新能源汽车的安全隐患对车企而言，已经成为制约其发展的短板^[2]。各品牌均有发生自燃的案例，如 2021 年 4 月，上海一辆特斯拉 Model 3 在某小区地下车库充电桩处充电时突然起火，火势迅速蔓延，导致周边车辆也受到不同程度的损坏。2022 年 8 月，行驶过程中，一辆蔚来 ES8 在高速行驶时冒烟起火，给驾乘人员带来了极大的危险。2023 年 5 月，一辆比亚迪汉 EV 在停车场停

放状态下，起火自燃，引发了广泛关注。而从车辆外部见到明火到驾驶室起火，平均间隔时间仅有 64 秒，即短时间内发生剧烈燃烧，产生大量有毒有害气体，对周边环境及救援人员构成严重威胁。

新能源汽车一旦起火，火势往往在短时间内迅速扩大，这主要是由于电池内部的化学反应在起火后会持续进行，释放出大量的热量和可燃气体，如氢气、甲烷等。这些气体不仅易燃，而且会使火势加剧，导致传统的灭火方法难以有效控制火势，即使消防人员使用大量的灭火泡沫和水进行扑救，仍然难以迅速扑灭大火，而且在明火被扑灭后，车辆还存在复燃的风险。

1.2 故障突发且隐蔽性

新能源汽车的电气与电子控制系统复杂，许多故障具有突发性。部分故障在车辆行驶过程中毫无征兆地出现电机突然停止工作、电子控制系统死机等。而且，一些潜在故障具有较强的隐蔽性，在常规的车辆检测与维护中难以发现。电池内部的微短路问题可能在长时间积累后才引发严重事故，而在前期车辆可能表现正常，给事故预防带来极大困难。

1.3 碰撞后次生风险高

新能源汽车在发生碰撞事故后，除了车身结构损坏和驾乘人员受伤等传统风险外，还存在着高压系统短路、漏电、电池起火等次生风险。由于新能源汽车的高压系统分布在车身各处，碰撞极可能导致高压线路破损、电池组变形，从而引发高压电泄漏和电池热失控等危险情况^[3]，给救援工作带来了很大的困难，同时也对驾乘人员和周围环境造成了严重的威胁。

2 新能源汽车事故成因

2.1 电池系统因素

动力电池故障在事故原因中占比高达 77%，电池

系统主要存在两方面的问题，一是热失控问题。电池在充放电过程中，由于内部短路、过充过放、散热不良等原因，可能引发热失控。在高温环境下长时间充电或快速充电，会使电池内部温度急剧升高，当超过一定阈值时，电池内部的化学反应加剧，产生大量热量，最终导致热失控，引发起火^[4]。热失控一旦发生，不仅会使电池自身起火燃烧，还会释放出可燃气体，进一步加剧火势，在多起新能源汽车起火事故中，都发现了热失控导致的电池起火和火势迅速蔓延的情况。二是电池老化与质量问题。随着使用时间的增加和充放电循环次数的增多，电池会出现老化现象，表现为电池容量衰减、内阻增大等。部分电池可能在生产过程中存在质量缺陷，如电极材料不均匀、电池封装不严等，这些问题都会增加电池故障的风险，从而引发起火事故^[5]。一些使用年限较长的新能源汽车，其电池故障导致的事故发生率相对更高。

2.2 充电设施与环境因素

在充电设施故障方面，实际案例屡见不鲜，此类事件不仅对车辆本身造成了严重损毁，还危及了周边其他车辆和人员的安全，同时也使得该充电站的信誉受到极大影响，周边用户对在此充电产生了担忧，进而降低了用户对新能源汽车使用的信心。

而高温环境对新能源汽车的影响也十分显著。央视网统计过去六年企业报告的新能源汽车火灾事故分布，历年6至8月均为明显高发期。起火时段分布较为平均，每天7时至9时及13时至18时起火数量相对较多且集中。充分体现了高温环境与车辆起火事故之间的紧密联系，车辆长时间暴露在阳光下或在高温环境中行驶、充电，会使电池和电气系统的温度升高，增加了热失控和故障的风险。此外，高温还会加速电池的老化过程，降低电池的性能和安全性^[6]。因此，高温严重威胁着新能源汽车的安全运行，而室外环境又是无法避免的外部因素，这也正是新能源汽车面临的一大问题。

2.3 碰撞事故因素

在车身结构与电池防护不足方面，诸多实例揭示了其潜在风险。部分新能源汽车在研发设计阶段，未能充分考量碰撞下电池组的安全性，致使防护设计存在短板^[7]。在发生严重的侧面碰撞事故中，车身结构强度未能有效抵御冲击，从而侧面发生严重变形，直接挤压到了位于底盘的电池组。由于缺乏足够的缓冲和防护结构，电池组内部的电芯受到挤压破裂，引发了电池短路，瞬间产生大量热量，最终导致起火燃烧，造成了车内驾乘人员被困以及车辆的严重损毁^[8]。

同样，高压系统设计缺陷也是不可忽视的问题根源。新能源汽车的高压系统在遭遇碰撞时，其安全机制本应迅速启动以保障人员和车辆安全，但实际情况却不尽如人意。在与前方车辆发生追尾时，碰撞瞬间，车辆的高压系统断电保护机制未能及时生效，高压线路在碰撞冲击下发生破损，导致高压电泄漏。这不仅对车内驾乘人员构成了触电威胁，在救援人员抵达现场实施救援时，也因漏电风险而受阻，大大增加了救援的难度和危险系数，使得事故的危害程度进一步加剧。此类事件表明，高压系统设计缺陷在碰撞事故中极易引发连锁反应，严重威胁着各方人员的生命财产安全，亟待汽车制造商优化改进高压系统的安全设计，以降低碰撞事故中的次生风险。

3 新能源汽车事故预防措施

3.1 优化动力电池包产品质量

对汽车厂商来说，动力电池的升级优化是核心课题之一，而这需要围绕电池材料研发和相关技术革新持续发力。安全是动力电池的底线，电池包必须配备完善的热失控防护方案。关键要实现的是，即便发生热失控，也能在规定时间内有效遏制风险，杜绝起火、爆炸等可能造成人身伤害的危险情况。因此，车辆需要搭载更安全、更高效的电池包，同时在电池系统中嵌入多重安全保护机制。比如过电压保护、过流保护、温度保护等，这些机制能实时监控并调节电池系统的工作状态，从源头避免外界因素引发的电池自燃问题。此外，还要强化底盘电池包的防护能力，减少行驶过程中因碰撞、刮擦等意外对电池造成的损伤。一旦发现潜在安全隐患，厂商需及时启动召回程序，快速响应并解决问题，全方位提升动力电池使用的稳定性与可靠性。

3.2 落实新能源汽车充电的安全措施

充电设施制造商应加强对充电桩等充电设备的质量管控，严格遵循国家标准和行业规范进行生产。对充电设备的关键部件，如电压调节模块、充电接口等，进行严格的质量检测和可靠性验证，确保充电设备的稳定性和安全性。推动充电设施行业的标准化建设，统一充电接口、通信协议、充电功率等技术标准，提高充电设备的兼容性和通用性。

3.3 提高消防员对新能源汽车火灾危险的辨识能力

新能源汽车火灾处置因动力电池特性具有显著特殊性，对消防救援工作提出更高要求。消防救援人员需系统掌握不同类型新能源汽车结构、火灾处置要点及安全注意事项，同步强化个人防护、漏电监测、断电、破拆等专项技能训练。需重点摸排熟悉辖区内新能源

汽车生产企业、4S 店、大型地下停车场等重点场所，针对性制定精细化处置预案，确保安全高效处置。同时，应与车企及经销商建立联动机制，将技术骨干纳入专家库^[9]，复杂场景下通过实时沟通获取技术支持，为科学处置筑牢保障。

4 结语

新能源汽车的安全事故问题不容忽视，其具有独特的事故特征，成因涉及多个关键领域。通过实施针对性的预防措施，有望降低事故发生率，提升新能源汽车的整体安全性。然而，这需要汽车制造商、充电设施供应商、消防部门以及整个社会的协同努力与持续改进。随着技术的进步和安全意识的增强，新能源汽车有望在保障安全的前提下，继续保持其市场竞争力，实现可持续的高速发展，为全球能源转型和环境保护作出更大贡献。但在未来发展中，仍需持续关注新出现的安全问题，并及时调整和完善相关策略与技术，确保新能源汽车始终处于安全可靠的运行状态。

参考文献：

[1] 于量. 不让新能源车进地库真能防患于未“燃”?[N].

解放日报,2024-09-11(010).

[2] 师雨菲. 电动汽车频现自燃, 固态电池能否堪大任?[J]. 能源,2020,(07):47-49.

[3] 张微. 新能源汽车电池技术发展瓶颈分析及对策研究[J]. 金属功能材料,2021,28(01):78-84.

[4] 吴圣红, 余理, 赵陈磊. 新能源汽车电池热管理技术探讨[J]. 南方农机,2024,55(04):155-158.

[5] 郭斌, 刘新华, 何榕, 等. 锂离子电池性能衰减与热失控机制研究进展[J]. 稀有金属,2024,48(02):225-239.

[6] 周洋捷, 王震坡, 洪吉超, 等. 新能源汽车动力电池“过充电-热失控”安全防控技术研究综述[J]. 机械工程学报,2022,58(10):112-135.

[7] 闫鹏飞, 何兴, 高妍, 等. 新能源汽车底部碰撞安全测评技术研究[J]. 消防科学与技术,2024,43(05):737-742.

[8] 张祎辉, 汪健. 电动汽车电池箱体结构轻量化设计[J]. 机电工程技术,2024,53(04):236-240.

[9] 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(07):54-56.