

# 新能源汽车电池热失控火灾原因和防控

王俊玲

车辆管理中心 山东 东营 257000

**摘要：**新能源汽车电池热失控火灾主要由机械电气诱因和电化学诱因导致。机械电气诱因包括电池碰撞、挤压等外力作用引发的内部短路；电化学诱因则涉及过充、过放、快充等因素导致的电化学失控。为防控此类火灾，应加强新能源汽车源头管理，提升生产过程和质量标准；强化厂商安全责任，改进电池管理系统；改善充电习惯，使用合格设备；加强火灾监测预警系统建设；同时，推动电池技术进步，研制更安全新型电池技术，提高关键材料的安全性能。

**关键词：**新能源汽车；电池热失控火灾；原因；防控

引言：近年来，新能源汽车以其环保、节能的优势在全球范围内迅速普及，然而，电池热失控火灾事件频发，成为制约其进一步发展的关键因素。这些火灾不仅造成了巨大的经济损失，更对人们的生命安全构成了严重威胁。因此，深入探究新能源汽车电池热失控火灾的原因，并提出切实有效的防控策略，显得尤为迫切。本文将从电池热失控的成因出发，综合讨论防控措施，以期新能源汽车的安全使用提供科学指导，保障行业的可持续发展。

## 1 新能源汽车电池热失控火灾原因分析

### 1.1 新能源汽车构成与特点

(1) 新能源汽车的组成部分。新能源汽车主要包括电力驱动及控制系统、驱动力传动等机械系统以及完成既定任务的工作装置等。其中，电力驱动及控制系统是新能源汽车的核心，由驱动电动机、电源（主要为动力电池）和电动机的调速控制装置等组成。动力电池作为新能源汽车的能量来源，其性能直接关系到车辆的续航能力和安全性能。(2) 电池系统在新能源汽车中的作用与地位。电池系统是新能源汽车的心脏，不仅为车辆提供持续稳定的动力来源，还决定着新能源汽车的性能、续航和安全等关键指标。动力电池的技术水平直接制约着新能源汽车产业的发展高度。因此，确保电池系统的安全稳定是新能源汽车产业持续健康发展的关键。

### 1.2 电池热失控火灾的主要诱因

(1) 机械电气诱因。电池的碰撞、挤压、针刺等外力作用可能导致电池内部短路或电解液泄漏。例如，在车辆发生碰撞时，电池包可能受到挤压，导致电池单体破裂、电解液泄漏，进而引发火灾。此外，电池线束的接触不良、振动等也可能导致电气故障，引发火灾。

(2) 电化学诱因。电池的过充、过放、快充等因素可能导致电化学失控。过充会导致电池内部产生大量气体和

热量，使电池膨胀甚至破裂；过放则可能导致电池内部结晶，降低电池性能；快充则可能加剧电池内部的电化学反应，产生大量热量。这些因素都可能导致电池热失控，进而引发火灾<sup>[1]</sup>。

### 1.3 其他潜在因素

(1) 车辆非法改装对电池系统的影响。有车主为了追求更高的性能或个性化，可能对新能源汽车进行非法改装。这些改装行为可能破坏电池系统的原有结构，导致电池散热不良、电气连接不稳定等问题，从而增加电池热失控的风险。(2) 充电习惯与设备的不规范使用。不规范的充电习惯和设备使用也是引发电池热失控的重要原因。例如，使用不匹配或老化的充电器、在极端温度下充电等都可能使电池过热或充电不平衡，进而引发火灾。此外，长时间过充或过度放电也会加速电池的老化，降低电池的安全性。(3) 季节性因素对电池性能的影响。季节性因素如秋冬季节的干燥低温环境也可能对电池性能产生影响。在低温环境下，电池的活性物质化学反应速率降低，导致电池充放电性能下降。同时，干燥的环境可能加剧电池内部的电化学反应，产生更多热量。这些因素都可能增加电池热失控的风险。

## 2 新能源汽车电池热失控火灾的特点与危害

### 2.1 火灾发生与传播特点

(1) 火灾迅速蔓延，短时间内难以控制。新能源汽车电池热失控火灾的最大特点之一是其蔓延速度极快。一旦电池发生热失控，由于电池内部储存了大量的能量，这些能量在极短时间内释放，会导致火势迅速扩大。与普通车辆火灾相比，新能源汽车电池火灾更难在初期得到有效控制。电池的热失控过程往往伴随着剧烈的化学反应，产生大量热量和有害气体，使得火势迅速蔓延，给救援工作带来极大挑战。(2) 燃烧中释放出的能量会蔓延到汽车的其他零部件。新能源汽车电池热失

控后,不仅电池本身会燃烧,其释放出的巨大能量还会迅速蔓延到车辆的其他零部件。电池热失控产生的高温足以点燃附近的电线、塑料件、内饰材料等易燃物质,使火灾进一步恶化。同时,电池内部的电解液在高温下会沸腾、喷溅,可能引燃更广泛的区域,形成连环火灾效应<sup>[2]</sup>。(3)电路系统附近极易燃烧,加剧火灾情况。新能源汽车的电路系统复杂且密集,一旦电池热失控,附近的电路系统极易成为火灾的“催化剂”。电路系统中的电线、电子元件等在高温下会迅速熔化、短路,不仅加剧了火灾的蔓延速度,还可能引发更大的电气火灾风险。此外,电路系统的燃烧还可能产生有毒气体和电击危险,给救援人员和逃生人员带来额外威胁。

## 2.2 火灾对人员与财产的危害

(1)燃烧速度快,温度高,毒性大,增加逃生与救援难度。新能源汽车电池热失控火灾的燃烧速度快、温度高,且伴随着大量有毒气体的释放。这些有毒气体包括但不限于一氧化碳、二氧化硫、氟化氢等,对人体具有极大的危害。在火灾现场,逃生人员和救援人员可能因吸入有毒气体而中毒,甚至窒息死亡。同时,高温火焰和燃烧产生的烟雾会严重阻碍视线,增加逃生和救援的难度。(2)容易造成人员伤亡与财产损失。新能源汽车电池热失控火灾不仅威胁人员生命安全,还可能造成巨大的财产损失。火灾会迅速摧毁车辆本身,烧毁车内所有物品,甚至波及周围建筑物和车辆。对于停车场、充电站等密集停放新能源汽车的场所,一旦发生火灾,将可能造成连锁反应,引发更大规模的火灾事故。此外,火灾还可能引发停电、交通中断等次生灾害,对社会经济和生活秩序造成严重影响。

## 3 新能源汽车电池热失控火灾的防控措施

### 3.1 加强新能源汽车源头管理

(1)提高新能源汽车生产过程和质量标准。新能源汽车的生产过程和质量标准是提高其安全性的基础。首先,制造商应严格遵守国家及行业标准,对电池的生产过程进行精细化管理。从原材料的采购、生产工艺的控制到成品的检测,每一个环节都应严格把关。特别是电池单体的制造,要确保其一致性良好,避免因单个电池单体性能不佳而引发整个电池组的安全问题。同时,制造商还应加强对电池包的设计和优化,确保其结构合理、散热性能良好。在电池包的组装过程中,应采用先进的封装技术和密封技术,防止水分、灰尘等杂质进入电池内部,引发短路等安全隐患。(2)建立完善的售后体系,培训驾驶人员安全意识。新能源汽车的售后体系是保障车辆安全的重要环节。制造商应建立完善的售

后服务网络,提供及时的维修和保养服务。同时,还应加强对驾驶人员的培训和教育,提高他们的安全意识。在培训内容方面,应包括新能源汽车的基本结构、工作原理、电池维护知识以及火灾应急处理措施等。通过培训,使驾驶人员了解新能源汽车的特殊性,掌握正确的使用方法和维护技巧,从而降低因人为因素引发的火灾风险。

### 3.2 强化新能源汽车厂商的主体安全责任

(1)明确汽车安全的主体责任,加大研发投入。新能源汽车厂商作为产品的生产者,应承担起汽车安全的主体责任。这要求厂商在产品研发阶段就充分考虑安全性问题,加大研发投入,提升产品的整体安全性能。在研发过程中,厂商应注重对电池热失控机理的研究,探索有效的防控措施。例如,通过改进电池管理系统(BMS)算法,实现对电池状态的实时监测和精准控制;通过优化电池包结构设计和散热系统,提高电池的散热性能和热管理能力等<sup>[3]</sup>。(2)提升电路控制系统、电气运行系统以及动力源的安全装置。电路控制系统和电气运行系统是新能源汽车的核心部分,其安全性直接关系到车辆的运行状态。因此,厂商应加强对这些系统的安全设计和保护。例如,在电路控制系统中增加过流保护、过压保护、欠压保护等安全装置,确保电路在异常情况下能够及时切断电源,防止故障扩大;在电气运行系统中采用高性能的绝缘材料和防护措施,防止电气火灾的发生;在动力源方面,加强对电池组的监控和保护,确保其在任何情况下都能保持稳定和安全。

### 3.3 改善充电习惯与设备

(1)推广规范充电行为,避免过充与长时间充电。充电行为是保障新能源汽车电池安全性的重要因素之一。为了降低电池热失控的风险,应推广规范的充电行为。一方面,驾驶人员应了解新能源汽车的充电需求和时间限制,避免过度充电和长时间充电。过度充电会导致电池内部产生大量热量和气体,增加热失控的风险;长时间充电则会使电池处于高温状态,加速电池的老化和损坏。另一方面,充电桩和充电站也应加强对充电过程的监控和管理。例如,通过智能充电管理系统实现对充电电流、电压等参数的实时监测和调节;通过设置充电时间限制和过充保护等功能,确保充电过程的安全可靠。(2)构建标准化现场环境,使用合格的充电设备与设施。因此,应加强对充电设备与设施的监管和管理。充电设备与设施的质量直接影响到充电过程的安全性和效率。要着力提升标准化建设水平,着力提升充电设施标准化,做到标准化充电,建立安全、卫生、整洁、舒

适的充电环境,自觉规范自己的行为,融入安全环境。首先,充电桩和充电站应选用符合国家标准和行业标准的合格产品。充电桩和充电站产品应经过严格的质量检测和认证,确保其性能稳定、安全可靠。其次,充电桩和充电站还应定期对充电设备进行维护和保养。例如,清洁充电接口、检查电缆和插头是否损坏、定期校准充电参数等。通过这些措施,确保充电设备始终处于良好的工作状态,降低因设备故障引发的火灾风险。

### 3.4 加强火灾监测与预警系统

(1) 建立电池热失控早期监测系统。电池热失控是一个逐渐演变的过程,能够在早期能够及时发现并采取措施进行干预,就可以有效避免火灾的发生。因此,建立电池热失控早期监测系统是非常必要的。此系统应能够实时监测电池的温度、电压、电流等关键参数,并通过算法对这些参数进行分析和处理。当检测到异常参数时,系统能够及时发出预警信号,提醒驾驶人员或管理人员采取相应措施进行处理。(2) 完善火灾预警与应急响应机制。除了建立电池热失控早期监测系统外,还需要完善火灾预警与应急响应机制,特别是单位要强化以班组为单位的集体性学习、细节化演练,以确保在意外火灾发生时能够迅速、有效地进行处置。首先,应制定详细的火灾应急预案。这个预案应包括火灾发生原因场景、报警流程、疏散逃生路线、初期火灾扑救措施、无法控制火势后的明确措施等,确保在火灾发生时能够有条不紊地进行处置。同时,预案还应定期进行演练,形成肌肉记忆,并定期评估,以确保其有效性和可操作性。其次,应建立火灾应急响应团队或一对一明确火灾应急响应救援力量。这个团队应由专业人员组成,包括消防人员、技术人员、管理人员等。他们应具备丰富的火灾应急处置经验和专业知识,能够在火灾发生时迅速响应、果断处置。此外,还应加强对新能源汽车停放和充电场所的监管。这些场所应配备足够的消防设施和器材,如灭火器、消防栓、烟雾探测器等,并定期进行维护和检查。同时,还应加强对这些场所的巡查和监控,常态化检查充电场所,以确保及时发现并处置潜在的火灾隐患<sup>[4]</sup>。

### 3.5 推动技术进步与创新

(1) 加快研制可替代的更安全电池技术。电池技术

是新能源汽车的核心技术之一,也是影响电池安全性的关键因素。为了降低电池热失控的风险,应加快研制可替代的更安全电池技术。固态电池是一种具有广阔应用前景的新型电池技术。与传统液态电池相比,固态电池具有更高的能量密度、更长的使用寿命和更好的安全性。因此,应加大对固态电池研发的投入力度,推动其产业化进程。同时,还应积极探索其他新型电池技术,如锂硫电池、钠离子电池等,以丰富新能源汽车的电池选择。(2) 提高电解液、隔膜等关键材料的安全性能。电解液和隔膜是电池中的关键材料,对电池的安全性能具有重要影响。为了提高电池的安全性,应加强对电解液和隔膜等关键材料的研究和开发。一方面,应研发具有更高热稳定性、更低挥发性和更好化学稳定性的电解液。这种电解液能够在高温下保持稳定,不产生易燃易爆气体,从而降低电池热失控的风险。另一方面,应开发具有更高机械强度、更好耐热性和更优异隔离性能的隔膜。这种隔膜能够有效地隔离正负极,防止电池内部短路和火花产生,从而进一步提高电池的安全性。

### 结束语

综上所述,新能源汽车电池热失控火灾的原因复杂多样,防控工作任重道远。通过加强新能源汽车的源头管理、明确厂商的安全责任、改善充电习惯与设备、加强火灾监测预警系统以及推动技术进步与创新,我们可以有效降低电池热失控火灾的风险。未来,随着技术的不断革新和法规的日益完善,新能源汽车的安全性将得到进一步提升,为人们的出行提供更加安全、可靠的保障。我们期待新能源汽车产业能够在保障安全的前提下,实现更加健康、可持续的发展。

### 参考文献

- [1]李炎锋,杜甜美,刘爽.城市交通隧道电动汽车火灾安全研究进展[J].消防科学与技术,2024,(09):95-96.
- [2]朱明生,李培,杨浩,等.室外集中停车充电场所电动汽车火灾灭火探究[J].汽车与新动力,2024,(03):29-30.
- [3]万绍杰.电动汽车火灾事故分析及防控对策探究[J].消防科学与技术,2024,(10):103-104.
- [4]张衡.新能源汽车电池热失控火灾原因和防控策略[J].建筑技术科学,2023,(11):114-115.