

关于汽车热能源失控的讨论

王龙伟 刘飞虎

吉利汽车研究院(宁波)有限公司 浙江 宁波 315000

摘要: 汽车热能源失控是新能源汽车安全领域的重要议题。从设计与制造环节的优化、使用与维护环节的改进,到建立预警与应急响应机制,每一步都至关重要。通过选用高性能材料、优化电池结构设计、加强安全性能测试、精细管理制造过程等措施,能够显著提升电动汽车的安全性。同时,用户需加强培训,规范充电行为,定期维护与检查车辆,以减少热失控的风险。建立预警与应急响应机制,能够及时发现并应对潜在的安全隐患,确保电动汽车的安全稳定运行。

关键词: 汽车;热能源失控;应对策略

1 新能源汽车热能源失控概述

汽车热能源失控,通常指的是燃油车、混合动力汽车和纯电动汽车中的提供动力及能源过程中管理周边温度过高发生热失控现象。混合动力和纯电动汽车分为两种热失控,一种为外在因素导致发动机壳体过温升高引起周边易燃物自燃,另一种为动力电池包内在由于电池单体内部发生放热连锁反应,导致电池温度不可控上升的情况。当电池电芯内的负极SEI膜经过高温超过100摄氏度以上后会产生分解分解,隔膜分解熔化,负极与电解液发生反应,正极和电解质也会随之分解,进而引发大规模的内短路。这一过程会迅速蔓延到其他电芯,造成严重的热失控,并可能导致电池组自燃。热失控的引发原因多种多样,包括但不限于电池包内温度分布不均、过充过放、内外短路等电因素,以及机械性损伤,如进水、密封失效、碰撞等。电池产品的研发和测试阶段不充分、动力电池测试方法和标准存在缺陷、车辆长期使用过程中电池系统和充电机等高压电器的老化,以及充电过程中的数据通信不规范等,也可能导致热失控的发生。热失控的结果可能非常严重,轻则电池包漏液、冒烟,严重的则会导致起火、爆炸,甚至将整个车辆烧成灰烬。在高速行驶或充电时发生热失控,可能迅速波及整个电池包,短时间内出现明火,严重威胁人身安全,并可能引燃附近其他车辆,引发二次事故^[1]。为了降低汽车热能源失控的风险,需要采取一系列预防措施,这包括优化电池设计和材料选择,提高电池的抗冲击能力和耐高温性能;完善电池管理系统,实时监测和控制电池温度、电压、电流等参数,及时发现异常情况并采取措施;加强电池散热设计,提高散热效率,降低电池温度;以及规范充放电过程,避免充电速度过快、电流过大等异常情况的发生。对电池使用者的充电和放

电操作进行培训,也是降低热失控风险的重要措施。

2 汽车热能源的基本组成

汽车热能源,特别是指电动汽车的能源系统,主要由动力电池组、电池管理系统(BMS)、热管理系统、充电系统等核心部分组成。动力电池组是电动汽车的核心能量源,通常由多个单体电池通过串联、并联等方式组合而成。单体电池是构成电池组的最小单元,目前市场上主流的单体电池类型包括锂离子电池、镍氢电池等。锂离子电池因其高能量密度、长寿命、低自放电率等优点,成为电动汽车动力电池的首选。电池组的设计需要考虑能量密度、功率密度、安全性、成本等多个因素,以实现最佳的车辆性能和经济效益。电池管理系统(BMS)是确保动力电池组安全、高效运行的关键系统。BMS负责监控电池组的电压、电流、温度等关键参数,对电池进行状态评估、故障诊断和预警,同时控制电池的充放电过程,防止电池过充、过放、过热等异常情况的发生。BMS的精确性和可靠性对于保障电动汽车的安全性和可靠性至关重要。热管理系统则是确保电池组在适宜的温度范围内运行的重要系统。由于电池在工作过程中会产生热量,如果热量无法及时散出,会导致电池温度升高,进而影响电池的性能和安全性。热管理系统通过合理的散热设计和控制策略,确保电池组在最佳的温度范围内运行,提高电池的性能和寿命。充电系统则是电动汽车与电网之间的接口,负责将电网的电能转换为电池组可以接受的直流电,并进行充电控制和管理。充电系统的性能和安全性直接影响到电动汽车的充电速度和充电安全。随着电动汽车的普及和充电需求的增长,充电系统的建设和管理也变得越来越重要。

3 汽车热能源失控原因分析

3.1 设计与制造环节的缺陷分析

汽车热能源失控，特别是针对电动汽车的动力电池组，是一个严重且复杂的问题。在设计与制造环节中，存在多个潜在的缺陷可能导致热能源失控。设计环节的缺陷：电池结构设计不合理；电池的内部结构，包括正负极材料、电解液和隔膜等，如果设计不合理，可能会导致电池在特定条件下产生过高的热量。例如，如果电池内部的空间布局不当，可能导致散热不良，热量无法及时排出，从而引发热失控。安全性能测试不足；在电池设计过程中，为了追求高能量密度和缩短研发周期，一些企业可能会忽视必要的安全性能测试。这可能导致电池在某些极端条件下无法正常工作，甚至引发热失控。充放电策略设计不当；合理的充放电策略是确保电池安全稳定运行的关键。如果充放电策略设计不当，例如充电速度过快、放电速度过慢等，都可能导致电池内部产生过多的热量，进而引发热失控。制造环节的缺陷：材料选择与质量控制不当；电池的材料选择和质量控制是确保电池性能和安全性的基础^[2]。如果材料选择不当或质量控制不严格，可能导致电池内部存在缺陷或杂质，进而引发热失控。生产工艺问题；在电池生产过程中，如果生产工艺存在问题，例如焊接不良、密封不严等，都可能导致电池在后期使用过程中出现漏液、短路等故障，进而引发热失控。生产环境控制不足；电池生产需要在严格的环境下进行，以确保电池的质量和性能。如果生产环境控制不足，例如温度、湿度等参数控制不当，可能导致电池在生产过程中受到损害，进而引发热失控。

3.2 使用与维护环节的问题剖析

汽车热能源失控，尤其是在电动汽车中，是一个严重威胁车辆和乘客安全的问题。除了设计与制造环节可能存在的缺陷外，使用与维护环节中的不当操作或疏忽也是导致热能源失控的重要原因。使用环节的问题：充电不当；电动汽车在充电过程中，如果充电电流过大、充电电压过高或充电时间过长，都可能导致电池内部温度升高，进而引发热失控。此外，使用不合格的充电设备或进行非法改装，也可能增加热失控的风险。驾驶习惯不良；频繁的急加速、急刹车以及长时间高速行驶等激烈驾驶行为，会使电池在短时间内产生大量热量，如果电池散热系统无法及时将热量散出，就可能导致热失控。超载或超速行驶；超载或超速行驶会增加电池的负荷，使电池内部温度升高，进而可能引发热失控。特别是在高温环境下，这种情况更加危险。环境因素；电动汽车在高温、高湿、尘土等恶劣环境下使用，可能导致电池散热不良、腐蚀等问题，从而增加热失控的风险。

维护环节的问题：电池维护不当；电池作为电动汽车的核心部件，需要定期进行检查和维修。如果电池维护不当，如未及时更换老化的电池、清洁电池表面等，可能导致电池性能下降、内部短路等问题，从而引发热失控。散热系统维护不足电动汽车的散热系统对于保障电池的安全运行至关重要。如果散热系统维护不足，如风扇故障、散热片堵塞等，可能导致电池无法及时散热，从而引发热失控。车辆检查不全面；在使用电动汽车过程中，需要定期对车辆进行全面检查，以确保车辆各部件的正常运行。如果车辆检查不全面，未能及时发现并处理潜在的安全隐患，就可能增加热失控的风险。维修操作不规范；在对电动汽车进行维修时，如果维修操作不规范或使用了不合格的零部件，可能导致电池或其他关键部件受损，从而引发热失控。

3.3 其他因素

汽车热能源失控，除了设计与制造环节的缺陷以及使用与维护环节的问题外，还受到一些其他因素的影响。外部环境因素是一个重要的考量点，高温、极寒等极端气候条件对电池性能有直接影响。在高温环境下，电池内部化学反应速度加快，可能导致热量积累过多，进而引发热失控。而在极寒条件下，电池性能可能受到抑制，充电和放电效率降低，也增加了热失控的风险。电池老化也是一个不可忽视的因素，随着电池使用时间的增长，其内部结构和材料性能会逐渐发生变化，如活性物质减少、内阻增大等。这些变化可能导致电池在充放电过程中产生更多的热量，从而增加了热失控的风险。电池管理系统（BMS）的故障也可能导致热能源失控，BMS是电动汽车中负责监控和管理电池状态的重要系统，如果BMS出现故障，可能无法准确监测电池的温度、电压等关键参数，或者无法有效控制电池的充放电过程，从而增加了热失控的风险。还需要考虑到人为因素。例如，驾驶员对电动汽车的使用不当、维修人员进行电池维修时操作不规范等，都可能对电池造成损害，进而引发热失控^[3]。

4 汽车热能源失控的防范措施与应对策略

4.1 设计与制造环节的优化措施

材料选择与技术创新；在设计及制造电动汽车热能源系统时，应优先选择具有高安全性、高能量密度、长寿命的材料。针对正负极材料、电解液等关键部件，应持续进行技术创新和研发，以提高其热稳定性和安全性。加强材料的质量控制和检测，确保使用的材料符合安全标准。电池结构设计优化；电池结构设计应充分考虑散热性能，采用合理的布局和散热设计，确保电池内

部热量能够及时散发。此外,还应加强电池组的结构强度,防止在碰撞等意外情况下电池受损。采用模块化设计,便于电池的维修和更换。安全性能测试与评估;在设计与制造过程中,应加强对电池安全性能的测试和评估。通过模拟各种极端条件下的电池性能表现,发现潜在的安全隐患,并及时进行改进。建立严格的质量检测体系,确保出厂的电池产品符合安全标准。制造过程的精细管理;制造过程应实现精细管理,确保每个环节都符合质量要求。采用先进的生产工艺和设备,提高生产效率和产品质量。加强对生产过程的监控和检测,确保每个环节都符合规范要求。对于不合格的产品,应及时进行返修或报废处理。建立反馈机制;为了不断改进和优化设计与制造环节,应建立有效的反馈机制。收集用户在使用过程中遇到的问题和反馈意见,及时进行分析和处理。对于共性问题,应及时调整设计和制造工艺,以减少类似问题的发生。

4.2 使用与维护环节的改进策略

为了提高用户对电动汽车热能源系统的认识 and 了解,应加强用户培训。通过举办讲座、培训班等形式,向用户介绍电动汽车的基本原理、使用方法和注意事项。提醒用户注意电池的使用和保养,避免不当操作对电池造成损害。充电是电动汽车使用过程中的重要环节。应引导用户选择正规的充电设备和充电站进行充电,避免使用不合格的充电设备或进行非法改装。提醒用户注意充电电流、电压和充电时间等参数的设置,确保充电过程的安全和稳定。电动汽车在使用过程中需要定期进行维护和检查。应制定详细的维护和检查计划,并提醒用户按时进行。在维护和检查过程中,应重点关注电池的状态和性能表现,及时发现并处理潜在的安全隐患。对于老化的电池和损坏的部件应及时进行更换和维修^[4]。为了方便用户进行维护和保养,应建立完善的服务网络。通过设立服务站、维修中心等方式,为用户提供便捷的服务。加强服务人员的培训和管理,提高服务质量和效率。通过对电动汽车使用数据的监控和分析,可以及时发现潜在的安全隐患和故障。应建立完善的数据监控系统和分析平台,对车辆状态、电池性能等进行

实时监控和分析。根据数据分析结果制定相应的措施和方案,以减少热失控等安全事故的发生。

4.3 建立预警与应急响应机制

为了及时发现潜在的安全隐患,应建立有效的预警系统。通过对电动汽车使用数据的实时监控和分析,发现异常情况时及时发出预警信号。预警系统应能够准确识别不同类型的异常情况,并根据实际情况制定相应的预警策略。在发生热失控等安全事故时,应迅速启动应急响应预案。预案应明确各级应急响应组织的职责和任务,并制定相应的处置措施和方案。加强应急响应组织的培训和演练,提高应急响应能力和效率。在应急响应过程中,应加强信息沟通与协调机制的建设。各级应急响应组织之间应建立有效的信息沟通渠道和协调机制,确保信息的及时传递和共享。加强与相关部门的沟通协调工作,形成合力共同应对安全事故的挑战。应根据实际情况不断总结经验教训和不足之处,并制定相应的改进措施和方案。同时加强技术创新和研发工作,提高预警与应急响应机制的智能化水平和响应速度。

结束语

汽车热能源失控是电动汽车发展中必须面对的挑战,但并非无法克服。通过不断的技术创新、严格的质量控制和有效的预防措施,能够降低热失控的风险,为电动汽车的可持续发展提供坚实保障。让我们共同努力,推动电动汽车技术的不断进步,为构建绿色、安全的出行环境贡献力量。

参考文献

- [1]王震坡.袁昌贵.李晓宇.新能源汽车动力电池安全管理技术挑战与发展趋势分析[J].汽车工程.2020.42(12):1606-1620.
- [2]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.
- [3]张新强.陈明辉.赵辉.汽车热管理系统失控风险分析及对策研究[J].车辆工程.2023.39(7):987-1002.
- [4]李阳.刘洪涛.黄俊豪.新能源汽车热失控预警与应急处理技术研究[J].新能源技术.2022.41(5):654-668.