

新能源汽车电池系统设计

吴 为

天津中电新能源研究院有限公司 天津 300381

摘要: 新能源汽车是以电力驱动的新型能源汽车, 电池装置在长时间的驱动状态下, 电能与热能比例将会出现负增长情况, 一旦电池热能产生量高于热能输出量时, 将会加剧电力能源的损耗程度, 大大缩减电池装置的使用寿命。为推动新能源汽车行业的进一步发展, 各大汽车企业需要提升对动力电池的开发与创新水平, 应用电池冷却技术及时分散电池装置, 有效延长电池的生命周期, 为汽车企业创造更多的经济利润。

关键词: 新能源汽车; 汽车电池系统设计; 电池管理系统设计

1 新能源汽车电池系统概述

随着全球环境问题的日益严峻和对传统燃油汽车的限制, 新能源汽车作为一种可持续发展的交通工具在全球范围内受到了广泛关注。新能源汽车的核心部件之一就是电池系统, 它负责储存和释放能量, 为汽车提供动力。新能源汽车电池系统由多个组件组成, 包括电池组、电池管理系统、热管理系统等。电池组是整个电池系统的核心, 通常由多个电池单体串联或并联而成。电池管理系统负责监控和控制电池组的状态, 包括电池的充放电过程、温度、电压等参数。热管理系统用于控制电池的温度, 在极端温度环境下保护电池的性能和寿命。新能源汽车电池系统的设计需要考虑多种性能需求。首先是能量存储需求, 电池组需要具备足够的容量和能量密度, 以提供足够的续航里程。其次是动力需求, 电池组需要具备高功率输出, 以满足汽车的加速、爬坡等需求。电池系统的寿命需求也非常重要, 电池组需要具备较长的使用寿命, 以确保车辆的可靠性和经济性。最后, 安全需求也是电池系统设计的重要考虑因素, 电池组需要具备过电流和过温保护等功能, 以防止发生意外事故。在新能源汽车电池系统的结构设计中, 首先需要选择合适的电池类型^[1]。常见的电池类型包括锂离子电池、钴酸锂电池和铅酸电池等。选择合适的电池类型需要考虑能量密度、功率密度、寿命、成本等因素。然后需要确定电池数量和布置方式, 以及设计合理的电池组件之间的连接方式, 以达到最佳的能量存储和动力输出效果。此外, 电池管理系统和热管理系统的设计也非常重要, 它们需要与电池组紧密配合, 确保电池系统的稳定性和性能。

2 电池系统在新能源汽车中的重要性

电池系统是新能源汽车的核心组成部分, 对于新能源汽车的性能、续航里程、安全性以及用户体验都具有

重要影响, 因此电池系统在新能源汽车中的重要性不可低估。第一, 电池系统直接决定了新能源汽车的续航里程。传统的燃油汽车通过燃料的燃烧来提供动力, 而新能源汽车则通过电池系统储存和释放电能来提供动力。因此, 电池系统的电量容量和能量密度将直接影响车辆的续航里程。一个高性能的电池系统可以提供更长的续航里程, 增加用户对新能源汽车的接受程度和使用体验。第二, 电池系统对于新能源汽车的动力输出能力起着至关重要的作用。新能源汽车需要具备与传统燃油汽车相当的加速能力和爬坡能力, 这就要求电池系统具备高功率输出能力。优秀的电池系统能够提供充足的电能, 保证车辆在起步、超车和爬坡时有足够的动力输出, 提升驾驶体验和操控性能^[2]。第三, 电池系统的安全性是新能源汽车的关键之一。由于电池组内含有大量的化学能量, 一旦发生故障或意外情况, 可能会导致电池过热、爆炸或火灾等严重后果。因此, 在新能源汽车中, 电池系统的设计和管理需要具备严格的安全保护措施, 包括过电流保护、过温保护、短路保护等。这些保护措施可以有效预防电池系统的故障和事故, 保障乘员人员和车辆的安全。第四, 电池系统的寿命也是新能源汽车的关键因素之一。电池系统的寿命会直接影响车辆的可靠性和经济性。优秀的电池系统设计和寿命管理能够延长电池组的寿命, 减少电池更换的频率和成本, 提高新能源汽车的可靠性和经济性。

3 新能源汽车电池系统设计

3.1 电池类型选择

新能源汽车电池系统的设计是新能源汽车研发中的关键环节之一, 其中电池类型的选择是最为重要的一步。在选择电池类型时, 需要综合考虑多个因素, 包括能量密度、功率密度、寿命、成本等。能量密度是指电池单位体积或单位质量中所储存能量的多少。高能量密

度的电池可以在有限的空间内存储更多的电能，从而提高车辆的续航里程。锂离子电池是目前应用最广泛的电池类型之一，其能量密度较高，可以提供较长的续航里程。锰酸锂电池和钴酸锂电池也具有较高的能量密度。功率密度则是指电池单位体积或单位质量中所能够提供的功率。高功率密度的电池可以提供更高的峰值功率输出，满足新能源汽车在加速、爬坡等高功率需求的同时，提升车辆的动力性能。磷酸铁锂电池相对于锂离子电池来说，具有较高的功率密度，适合应用于对高功率输出要求较高的新能源汽车。另外，电池的寿命也是选择电池类型时需要考虑的重要因素。电池寿命通常指电池在特定使用条件下能够提供的循环充放电次数或使用时间。锂离子电池由于其化学特性和工艺进展，已经在提高循环寿命方面取得了较好的成果^[3]。此外，电池的寿命还会受到电池管理系统的影响，通过合理的充电和放电控制，可以延长电池的使用寿命。

3.2 电池数量和布置

新能源汽车电池系统的设计中，电池数量和布置是至关重要的环节之一。电池数量和布置的合理设计不仅关系到电池系统的性能和安全性，也直接影响车辆的续航里程、动力输出能力和驾驶体验。首先，电池数量的确定需要考虑车辆的续航里程需求。根据车辆的设计范围和驾驶需求，决定需要安装多少个电池单体进行串联或并联。一般来说，串联连接可以提高电压而并联连接可以提高电流。通过合理的电池数量设计，可以在满足车辆续航需求的前提下，尽量减小电池系统的重量和体积。其次，电池的布置需要考虑车辆的空间限制和重心平衡。电池的布置通常分为集中式布置和分散式布置两种方式。集中式布置将电池组集中放置在车辆的特定位置，可以更好地利用空间，但在重心平衡方面可能存在一定的局限性。分散式布置将电池分散安装在车辆的多个位置，可以更好地实现重心平衡，但可能会增加电缆的长度和复杂度^[4]。电池的布置还需要考虑安全性和散热问题。合理的电池布置可以减小电池系统在发生事故或故障时的风险，保护电池不受外力损伤。同时，良好的散热设计可以有效降低电池系统的工作温度，延长电池的寿命和提高电池性能。除了数量和布置方面的设计，电池系统还需要配备相应的连接器、绝缘材料、电池管理系统等关键组件，以确保整个电池系统的安全可靠性和性能表现。

3.3 电池管理系统设计

新能源汽车电池系统结构设计中，电池管理系统（Battery Management System，简称BMS）是至关重要的

组成部分。BMS的设计影响着电池系统的性能、安全性和寿命。（1）BMS负责对电池组中的每个电池单体进行监控和管理。它通过实时监测电池的电压、电流、温度等参数，对电池的状态进行判断和评估。BMS还可以精确估算电池的剩余容量和剩余使用时间，提供准确的电池状态信息给驾驶员和车辆管理系统。（2）BMS需要对电池组进行平衡控制。由于电池组中的电池单体存在差异，容易出现电压、容量等不一致的情况。BMS可以通过对电池组中的每个电池单体进行充电和放电控制，使各个电池单体的状态尽量保持一致。这样可以最大程度地发挥电池组的性能，并延长整个电池系统的寿命。（3）BMS还负责对电池的保护控制。它可以实时监测电池的工作温度，并根据温度变化进行相应的保护措施，避免电池过热、过冷等问题。BMS还能对电池组进行过压、过放、短路等异常情况的保护，及时断开电池与电动机之间的连接，保障车辆和乘车人员的安全^[1]。（4）BMS还具备通信功能，可以与车载电脑系统进行数据交互。BMS可以将电池的状态信息、故障诊断结果等传输给车辆的中央控制系统，并接受来自中央控制系统的控制指令和操作策略。这种通信功能可以实现对电池系统的更加智能和精准的管理。

4 新能源汽车电池系统安全设计

4.1 硬件安全设计

新能源汽车电池系统的安全设计是非常重要的，其中硬件安全设计是确保电池系统可靠运行和防止事故的关键方面。首先，电池系统的硬件安全设计需要考虑电池组的固定和隔离。电池组应该采用合适的固定装置，确保在车辆行驶过程中不会发生松脱和摇晃。此外，电池组还应该与车辆其他部件进行适当的隔离，以防止因碰撞、振动或电池故障等引起的电池短路或漏电等问题。其次，电池系统的硬件安全设计需要考虑电池包和电池模块的结构。电池包和电池模块应该采用防火、防爆、防冲击等安全设计措施，以提高其耐久性和安全性。例如，采用防火材料制作电池外壳，在电池故障时能够有效地抑制火势蔓延^[2]。电池系统还应具备过电流、过温度、过压、欠压等保护功能，及时断开电池与车辆其他部分的连接，避免事故的发生。另外，电池系统的硬件安全设计还需要考虑电池充电和放电控制。充电过程中，电池充电器应具备恒压、恒流、过流、过温等多种保护功能，以防止电池过充和过热。放电过程中，电池放电控制装置应具备过流、过压、过温等保护功能，避免电池过放和过载。电池系统的硬件安全设计还需考虑电池系统的散热和过温保护。合理的散热设计可以有

效控制电池温度，避免电池过热导致的安全隐患。同时，电池系统还可以通过在电池系统中安装温度传感器和温控装置，实时监测电池温度并采取相应的措施进行过温保护。例如，当电池温度过高时，系统会自动切断电池的充放电，以防止进一步的危险。

4.2 软件安全设计

在新能源汽车电池系统的安全设计中，软件安全设计是必不可少的一环。软件安全设计确保电池系统在各种工作状态下能够稳定、可靠地运行，并防止由于软件缺陷导致的潜在风险。（1）软件安全设计需要确保电池管理系统（BMS）的软件能够准确、可靠地监测和控制电池状态。这包括对电池的电压、电流、温度等参数进行实时监测，并根据这些数据进行准确的状态估计和容量估算。软件应该具备高精度的算法和数据处理能力，以确保获取的电池状态信息准确无误。（2）软件安全设计需要考虑电池管理系统的控制策略。软件应该能够根据电池的状态信息，制定合理的充放电策略，以优化电池的充电效率和使用寿命。同时，软件还应该具备过充、过放、过温、过流等保护控制功能，及时采取相应的措施，避免安全事故的发生^[3]。（3）软件安全设计需要保证BMS与车辆其他系统之间的稳定通信。BMS应该与车载电脑系统进行有效的数据交互，确保电池状态信息和控制指令的准确传输。在通信过程中，软件还需考虑数据安全的保护，包括数据加密、身份验证、数据完整性等方面的设计，防止未经授权的访问和篡改。（4）软件安全设计还需要考虑故障检测和自诊断功能。软件应该能够及时发现电池系统的故障，并通过自诊断功能提供故障诊断报告，以协助维修和维护工作的进行。软件应该能够精确判断故障的类型和位置，并向车辆操作者提供相应的警告或建议，以减少安全风险和人为错误导致的事故。

4.3 过电流和过温保护设计

在新能源汽车电池系统的安全设计中，过电流和过温保护是至关重要的措施。它们能够有效地防止电池系统因过度充电、过度放电或过热而引发的安全隐患。过

电流保护是通过监测电池系统的电流值，当电流超过设定阈值时采取相应措施。在充电过程中，当电池充电器输出过大电流时，过电流保护系统可以迅速切断电池与充电器之间的连接，以防止电池过热和损坏。在放电过程中，当电池系统输出过大电流时，过电流保护系统可以限制电流输出或迅速切断电池与负载之间的连接，以避免电池过放、电池内部损坏和电池温度升高。过温保护是通过监测电池系统的温度值，当温度超过设定阈值时采取相应措施。通过在电池系统中安装温度传感器，系统能够实时监测电池的温度变化。当电池温度超过设定值时，过温保护系统可以采取相应措施，如自动减小电流输出、降低充电功率或关闭电池与负载之间的连接，以降低电池温度，避免过热引发的安全风险。过电流和过温保护设计需要考虑故障情况下的应对措施。当电池系统出现故障或异常情况时，过电流和过温保护系统应能够迅速切断电池与充电器或负载之间的连接，以避免故障扩大和损坏影响其他系统^[4]。

结束语

新能源汽车电池系统的结构设计是确保电池系统正常运行和安全性的关键。通过合理设计电池组、BMS和其他系统组件的结构，可以实现对电池状态的准确监测和控制，提高充电效率和使用寿命，同时保障电池系统的安全性和可靠性。在新能源汽车的发展过程中，不断优化和完善电池系统的结构设计，将为实现绿色、可持续、智能的交通方式提供坚实的技术支持。

参考文献

- [1]刘娟,兰建义.新能源汽车电池回收研究及发展建议[J].中国集体经济,2020(28):60-63.
- [2]申海,刘杰,赵晓罡等.补贴时代下新能源汽车电池回收策略研究[J].西安工业大学学报,2020,40(04):455-463.
- [3]范祖良.新能源汽车电池无线充电功率控制系统设计[J].科技创新与应用,2020(24):73-74+77
- [4]张康.一种基于单片机的新能源汽车动力电池管理系统设计[J].企业技术开发,2018,37(03):6-8.