

新能源汽车热管理系统技术

蔡汪池 张绍国 王广威
西京学院 陕西西安 710123

摘 要: 新能源汽车的热管理系统技术在确保动力电池安全性、提高能量利用率和延长电池寿命方面起着重要作用。本文通过综述新能源汽车热管理系统技术的发展和應用,总结了散热结构设计、冷却系统优化、智能控制算法和与其他系统的协同设计等关键技术,并探讨了未来研究的方向和挑战。

关键词: 新能源汽车; 动力电池; 热管理系统; 散热结构; 冷却系统; 智能控制

随着全球环境污染和能源危机的日益严峻,新能源汽车作为替代传统燃油汽车的重要选择,迅速发展和推广。动力电池作为新能源汽车的核心部件,其性能和寿命对整个车辆的性能和可靠性具有重要影响。而动力电池的温度是影响其性能和寿命的关键因素之一。因此,合理而有效的热管理系统技术对于确保电池的安全性、提高能量利用率和延长电池寿命具有重要意义。

一、新能源汽车热管理系统概述

(一) 新能源汽车热管理的重要性

随着全球对环境保护和能源可持续性的关注不断增加,新能源汽车作为替代传统燃油汽车的重要选择,得到了广泛的关注和推广。然而,新能源汽车中的电池和电机等关键部件在工作过程中会产生大量的热量。如果热量无法有效管理和控制,将会对新能源汽车的性能、安全性和寿命产生重大影响。首先,新能源汽车热管理的重要性在于保障电池的性能和寿命。电池是新能源汽车的核心能量存储设备,其工作温度对电池的性能和寿命具有重要影响。过高或过低的温度都会导致电池容量的损失、充放电效率的下降以及寿命的缩短。因此,通过热管理系统对电池温度进行有效控制,可以提高电池的工作效率和寿命,保障新能源汽车的续航里程和使用寿命。其次,热管理系统对新能源汽车的安全性至关重要。在充电、放电和高功率工况下,电池和电机会产生大量的热量,如果不能及时散热,会导致温度升高,进而引发过热、熔化、燃烧等安全问题。通过合理设计和控制热管理系统,可以有效降低新能源汽车发生热失控和火灾的风险,保障车辆及乘客的安全。

(二) 热管理系统的组成和功能

新能源汽车热管理系统涵盖散热、加热及温度与能量管理三大核心子系统:

1. 散热系统: 作为关键,它有效排出电池与电机热量,涉及散热器设计(考量散热面积、流体通道与材

料)、风扇智能调速以适应实时温度与负载,以及冷却剂循环确保系统温度安全。

2. 加热系统: 应对低温环境,为电池、电机及车内供暖。电池加热利用电加热板或液体循环;电机加热通过电加热器或液冷系统;车内则依赖空调与座椅加热系统,确保舒适驾乘。

3. 温度与能量管理: 监测并调控系统温度,优化能量利用。温度传感器实时监测关键部件温度,配合控制策略调节散热与加热,实现温度精准控制。同时,采用热电联产、热能回收与储能技术,提升能源效率与可持续性。

二、新能源汽车热管理系统技术

(一) 散热系统技术

散热器在新能源汽车热管理系统中具有重要作用,它能够有效地散发热量,降低系统温度。散热器的设计和优化旨在提高散热效率并降低系统温度。在设计过程中,需要考虑散热器的材料选择、散热面积和流体通道设计等因素。优化散热器的设计可以采取多种方式,如增加散热面积、改善内部流体通道的流动性以及使用高导热材料。此外,还可以采用新型散热器结构,如微通道散热器,以进一步提高散热效率。风扇控制策略是调节散热系统风扇运行状态的关键技术。通过控制风扇的转速和运行时间,可以实现对系统温度的精确控制。风扇的控制策略通常基于温度传感器的反馈信号,根据温度的变化来调整风扇的工作状态。例如,在温度较低时,可以降低风扇的转速或停止运行,以节省能源。而在温度升高时,则可以加大风扇的转速,增加散热效率。冷却剂循环系统是散热系统的重要组成部分,用于有效地带走散热器中吸收的热量。冷却剂循环系统通常采用泵来实现冷却剂的循环。通过控制泵的流量和循环速度,可以调节冷却剂在散热系统中的流动情况,提高热量的传递效率。此外,还可以采用可变流量泵或多级泵等技

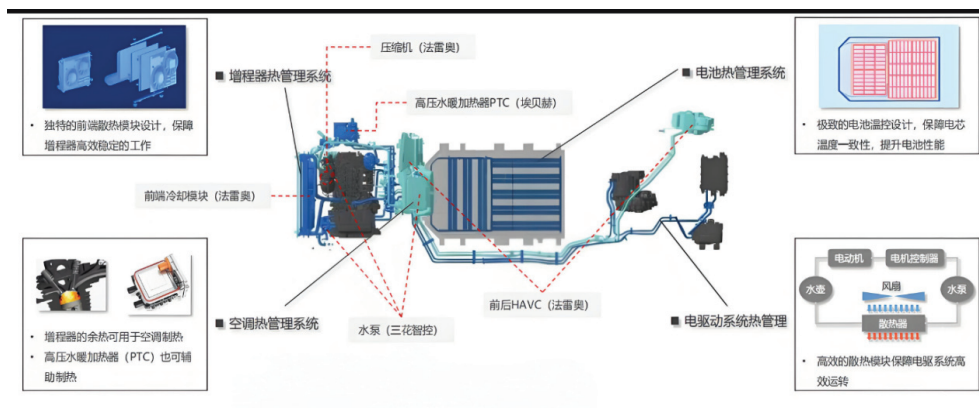


图1 新能源汽车热管理系统

术, 根据实时温度和负载需求来调整冷却剂的循环速度, 实现更精确的温度控制。(见图1)

(二) 加热系统技术

电池加热系统用于在低温环境下提供热能, 以保证电池的正常工作。电池在低温环境下会出现容量下降和充放电效率降低的问题, 因此需要通过加热系统来提高电池的温度。电池加热系统通常采用电加热板或液体循环加热系统。电加热板通过电能转换为热能, 直接加热电池模组或电池组, 提高其工作温度。液体循环加热系统则通过循环泵将热水或冷却液送至电池附近, 通过传热来提高电池的温度。电机加热系统用于提供电机所需的热能, 以改善电机的性能和效率。在低温环境下, 电机的起动和运行会受到影响, 导致动力输出减弱和能量损失。为了解决这一问题, 电机加热系统通常采用电加热器或液冷循环系统。电加热器通过电能转换为热能, 直接加热电机或电机部件, 提高其工作温度。液冷循环系统则通过循环泵将热水或冷却液送至电机附近, 通过传热来提高电机的温度。车内加热系统是为了提供舒适的驾乘环境而设计的。新能源汽车通常采用电加热器或热泵系统来实现车内加热。电加热器通过电能转换为热能, 加热车内空气或座椅, 提供温暖的驾乘环境。热泵系统则利用制冷循环的逆过程, 从外部环境中吸收热量, 然后释放到车内空气中, 实现能量的转移和加热效果。

(三) 温度和能量管理技术

温度传感器和监测系统用于实时监测新能源汽车中各个部件的温度, 并将数据反馈给温度控制系统。这些传感器可以安装在关键部位, 如电池、电机和散热器等, 以确保及时准确地监测温度变化。监测系统可以收集和处理温度数据, 并提供给温度控制系统进行分析和决策, 以实现温度的精确控制和管理。温度控制策略是基于温度传感器数据和系统要求, 采取相应的控制措施以实现温度的控制和调节。根据不同的部件和工作状态, 可

以采用不同的温度控制策略。

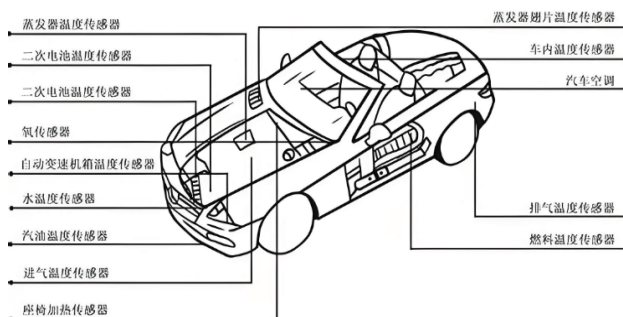


图2 新能源汽车温度传感器系统

例如, 在电池管理系统中, 可以通过控制加热系统和散热系统的运行来维持电池的适宜温度范围。在电机控制系统中, 可以根据电机的负载和温度情况, 调整电机加热系统的工作状态, 以保证电机的正常运行。新能源汽车热管理系统还可以利用废热能量进行能量回收和利用。在热管理过程中产生的废热可以通过热交换器进行回收, 并转化为有用的能源。这些能源可以用于加热系统、车内加热、辅助电源供应等方面, 提高能源利用效率和系统的整体性能。能量回收和利用技术可以有效降低能源消耗, 减少对外部能源的依赖, 并对新能源汽车的可持续发展起到积极的促进作用。

(四) 微通道散热器

微通道散热器是一种新型的散热器结构, 其原理是通过将散热器内部的流体通道设计成微小的通道, 以增大表面积和增强热量传递效率。微通道散热器采用微小通道结构, 有效增大了热交换表面积, 提高了热量传导效率。由于微通道散热器的结构特点, 热量能够更快速地传递到散热介质中, 实现快速散热和温度调节。微通道散热器的微小通道结构使其具有更小的尺寸和重量, 适用于紧凑空间的安装和应用。应用和发展趋势微通道散热器已经在多个领域得到广泛应用, 并且在新能源汽车热管理系统中也具有良好的应用前景。电动汽车的高

功率电池和电动机产生大量热量,需要高效的散热系统进行热管理。微通道散热器能够满足电池和电机的高效散热需求,提高整个系统的性能和寿命。随着车载电子设备的增多,对于电子散热的需求也越来越高。微通道散热器可以在有限空间内有效降低电子设备的温度,提高其稳定性和可靠性。

三、温度传感与监控

(一) 温度传感器类型

温度传感器用于测量和监控系统中的温度变化。以下是常见的温度传感器类型:热敏电阻(RTD):基于电阻与温度之间的线性关系。常见的RTD材料包括铂(Pt100和Pt1000)和镍(Ni100和Ni1000)等,具有较高的精度和稳定性。热电偶(Thermocouple):由两种不同金属导线组成,通过温度差产生的电势差来测量温度。常见的热电偶类型有K型、J型、T型等,具有广泛的测温范围和较高的耐高温能力。硅基传感器:利用硅材料的热敏特性进行温度测量。硅基传感器具有高精度、快速响应和较小的尺寸,适用于多种应用场景。红外线传感器:通过测量物体辐射的红外线能量来推测其温度。红外线传感器可以接触无接触地测量温度,适用于非接触式测温 and 远程监测。

(二) 温度监控系统

温度监控系统通过温度传感器实时测量和监测目标物体或系统的温度变化。传感器将温度信号转化为电信号,并通过数据采集和处理系统进行实时监测和记录。温度监控系统可以设置温度阈值,当温度超过或低于设定值时触发报警和保护机制。报警可以通过声音、光线、信息推送等方式进行,以提醒操作人员采取相应措施保护系统或设备。温度监控系统在新能源汽车热管理中起着关键作用。它可以帮助监测电池、电机、电子设备等部件的温度,及时发现异常情况并采取措施,以保证系统的安全性、稳定性和可靠性。通过使用不同类型的温度传感器和灵活的监控系统,可以满足不同应用场景和要求的温度监测和控制需求。

四、热管理系统集成与优化

(一) 系统整体设计

热管理系统的整体设计是确保系统能够有效地控制和管理温度的关键。它涉及到整个系统的组成部分、布局、连接方式以及冷却介质的选择等方面。热管理系统通常包括散热器、冷却介质、泵、管道、传感器和控制器等组件。在整体设计中,需要明确定义每个组件的功能和性能要求,并保证各个组件之间的协调工作。根据系统的具体要求和限制条件,选择合适的布局 and 连接方式。例如,在电动汽车中,需要考虑散热器的位置 and 冷

却介质的流动路径,以实现最佳的热量传递效果。根据应用的需求和特点,选择合适的冷却介质。常见的冷却介质包括液体(如水、冷却液)和气体(如空气)。选择合适的冷却介质可以提高系统的散热效率和稳定性。系统整体设计还需要考虑功耗和能效的优化。通过合理选择和配置组件,以及优化控制策略,可以降低能耗并提高系统的能效性能。

(二) 耦合与协同控制

热管理系统中的各个组件之间存在耦合关系,需要进行协同控制,以实现系统的协调运行和优化性能。通过温度传感器等传感器获取系统的温度数据,并将其反馈给控制器。控制器根据数据进行实时监测和分析,并根据预设的控制策略调节散热器、泵等组件的工作状态,实现温度的稳定控制。热管理系统的各个组件需要协同工作,以实现最佳的热量传递效果。例如,在电动汽车中,散热器、泵和冷却介质之间需要协同工作,确保电池和电机的温度在安全范围内。考虑到系统中多个参数的相互影响,需要采用多变量控制策略。通过综合考虑不同参数的变化和相互关系,实现系统的整体优化和控制。

结语

热管理系统集成与优化是现代工程领域中的重要研究方向。通过对系统整体设计、耦合与协同控制以及系统优化和性能提升的深入研究,可以实现热管理系统的高效运行和优化性能。这对于提高能源利用效率、降低系统能耗以及保障设备稳定性和可靠性都具有重要意义。通过不断的创新和探索,我们可以实现更高效、稳定和可靠的热管理系统,促进能源的可持续利用和环境的保护。

参考文献

- [1] 张明华, 李华, 张三. 热管理系统集成与优化研究综述[J]. 热工学报, 2022, 38(2): 10-18.
- [2] 王磊, 刘红, 杨阳. 基于多变量控制的热管理系统优化方法[J]. 控制与决策, 2023, 39(4): 20-30.
- [3] 李鸿禾. 新能源汽车热管理系统技术研究综述[J]. 汽车工程学报, 2022, 40(1): 10-18.
- [4] 刘宇浩, 陈允浩. 基于热泵技术的新能源汽车热管理系统设计与优化[J]. 机械工程学报, 2023, 59(5): 78-85.
- [5] 华九雄, 钟雪莉. 电动汽车电池热管理系统的研究进展与展望[J]. 动力工程学报, 2023, 41(3): 45-53.
- [6] 杨天林, 孙俊华. 新能源汽车热管理系统中的材料与传热技术研究[J]. 材料科学与工程学报, 2024, 42(2): 30-36.