

混动汽车热管理系统设计及冷却系统整合策略研究

于立祥

吉利汽车研究院(宁波)有限公司 浙江 宁波 315000

摘要: 研究针对混动汽车热管理系统设计及其冷却系统整合策略进行了深入探讨。分析混动汽车热管理系统的基本原理和设计要点,包括发动机、电动机和电池等关键部件的热管理策略。探讨冷却系统整合的重要性,并提出相应的整合策略,以实现冷却效率与能耗的最优化。通过案例分析,验证所提策略的有效性。本研究不仅为混动汽车热管理系统的设计提供理论支持,也为未来汽车热管理技术的发展提供新思路。

关键词: 混动汽车;热管理系统设计;冷却系统整合

1 混动汽车热管理系统概述

混动汽车作为传统燃油汽车与纯电动汽车之间的过渡产品,其热管理系统扮演着至关重要的角色。这一系统旨在确保车辆在各种工况下,无论是纯电驱动还是混合驱动,都能维持其关键部件如发动机、电池、电机等在最适宜的温度范围内运行。混动汽车热管理系统主要由发动机冷却子系统、电池冷却子系统、电机电控冷却子系统和空调子系统组成。发动机冷却子系统通过冷却液循环,确保发动机在高效运转的同时不过热。电池冷却子系统则采用先进的热管理技术,如液冷或风冷,以维持电池在充放电过程中的温度稳定,提高电池效率和寿命。电机电控冷却子系统同样重要,它确保电机和电控单元在高负荷工作时不会产生过高的温度,从而影响车辆性能。空调子系统则为车内提供舒适的温度环境,同时也有助于整车热平衡。混动汽车热管理系统的智能化和集成化是其重要特点。通过先进的传感器和控制算法,系统能够实时监测车辆各部件的温度状态,并根据需要自动调整冷却策略,确保车辆在各种工况下都能保持最佳性能。

2 混动汽车热管理系统的组成

混动汽车热管理系统是一个复杂而精细的系统,由多个关键部分组成,共同确保混动汽车的高效和安全运行。以下是混动汽车热管理系统的主要组成部分:(1)发动机冷却子系统:这是热管理系统的核心部分之一。它通常由散热器、冷却风扇、节温器、水泵、冷却液管路等组成。这些部件协同工作,通过冷却液的循环来降低发动机的工作温度,确保发动机在最佳状态下运行^[1]。(2)电池冷却子系统:由于混动汽车搭载了电池组,因此电池冷却子系统也至关重要。该系统主要采用液冷或风冷方式,确保电池在工作过程中不会过热,从而维护电池的性能和寿命。电池冷却子系统的设计需充分考

虑到电池的特性和工作环境,以确保其稳定、安全地运行。(3)电机电控冷却子系统:混动汽车的电机和电控单元也需要适当的冷却。这一系统通常由散热器、冷却风扇等部件组成,旨在通过冷却液或空气的循环来降低电机和电控单元的温度,防止其因过热而损坏。(4)空调子系统:除了上述关键部件的冷却外,混动汽车还需为乘客提供舒适的乘坐环境。空调子系统便承担了这一任务,它通过压缩机、冷凝器、蒸发器等部件来调节车内温度,确保乘客在任何天气条件下都能享受到宜人的车内环境。

3 混动汽车热管理系统设计要点

3.1 发动机热管理系统设计要点

混动汽车中的发动机热管理系统设计,需要考虑到发动机在不同工况下的热负荷变化,并确保发动机能够持续、稳定、高效地运行。冷却液循环系统是发动机热管理的核心。设计时应考虑冷却液流量的合理分配、冷却液温度的控制以及冷却液流动路径的优化。通过精确计算冷却液流量和流速,确保发动机各个部位都能得到充分的冷却,避免局部过热。散热器是发动机热管理的重要组成部分,其性能直接影响发动机的散热效果。设计时应注重散热器的结构布局、散热面积、散热片等参数的选择和优化。考虑散热器的材料选择,确保其在高温环境下具有足够的强度和稳定性。冷却风扇是调节发动机散热量的关键部件。设计时应实现风扇的智能控制,根据发动机温度、车速等参数自动调节风扇转速,以实现精确的温度控制。这不仅可以提高发动机的散热效率,还能降低能耗和噪音。节温器是控制冷却液温度的关键部件。设计时应注重节温器的精准调控能力,确保冷却液温度能够在一定范围内稳定波动。通过优化节温器的结构和控制策略,实现发动机在不同工况下的最佳热平衡。冷却液的质量对发动机热管理系统的性能有

重要影响。设计时应注重冷却液的选用和质量控制,确保其具有良好的热传导性、防腐性和稳定性。设计合理的冷却液更换周期和检测方法,确保冷却液始终保持在最佳状态。

3.2 电动机热管理系统设计要点

电动机热管理系统是混动汽车中另一个重要的热管理系统。电动机在运行过程中会产生大量热量,如果不能及时散出,将会影响电动机的性能和寿命。电动机的散热结构是热管理系统的关键,设计时应注重散热结构的合理布局和散热面积的优化,确保电动机在运行过程中能够充分散热^[2]。考虑电动机的结构特点和运行环境,选择合适的散热方式和材料。温度传感器是电动机热管理系统中的重要部件,用于实时监测电动机的温度。设计时应合理布置温度传感器,确保能够准确反映电动机的实际温度。考虑温度传感器的精度和可靠性,以确保系统的稳定运行。冷却风扇和冷却水道是电动机散热的主要手段。设计时应注重风扇的转速和风力调节能力,以及冷却水道的流量和流速控制。通过优化这些参数,实现电动机在不同工况下的最佳散热效果。当电动机温度过高时,需要采取热保护策略来保护电动机不受损坏。设计时应制定合理的热保护策略,如降低电动机功率、限制运行时间等,以确保电动机在过热状态下能够安全运行。

3.3 整车热管理系统集成优化策略

整车热管理系统的集成优化是提高混动汽车热管理性能的关键。以下是整车热管理系统集成优化策略的主要要点:首先需要整车进行热负荷分析,了解各个部件在不同工况下的热负荷变化。这有助于确定热管理系统的设计目标和优化方向。根据整车热负荷分析的结果,对热管理系统的布局进行优化。确保各个部件的散热结构、冷却风扇等能够协调配合,实现最佳的散热效果。采用智能控制策略对整车热管理系统进行集成优化。通过实时监测各个部件的温度、车速等参数,自动调节冷却风扇、水泵等设备的运行状态,以实现精确的温度控制。设计故障诊断和预警系统,对整车热管理系统的运行状态进行实时监测和诊断。一旦发现异常情况,及时发出预警并采取相应措施,确保车辆的安全运行。采用模块化设计思想,将整车热管理系统划分为多个相对独立的模块。这有助于提高系统的可维护性和可扩展性,降低维修成本和提高生产效率。

4 冷却系统整合策略研究

4.1 冷却系统的基本原理

冷却系统作为汽车、机械设备等中不可或缺的一部

分,其基本原理在于通过有效的方式将热量从设备内部传递到外部环境,从而确保设备在合适的温度范围内运行。冷却系统通过制冷剂(如冷却液、制冷剂气体等)的循环来实现热量的转移。制冷剂在蒸发器中吸收被冷却物体的热量,随后被压缩机吸入并压缩成高温高压状态,然后排入冷凝器中。在冷凝器中,高温高压的制冷剂向周围环境释放热量,从而变成高压过冷液体。这个过程通过制冷剂与冷凝器外壁的接触,利用对流和辐射的方式将热量散发到空气中。高压过冷液体经过节流降压后,变成低温低压的液体状态,再次进入蒸发器。在蒸发器中,制冷剂汽化并吸收周围被冷却物体的热量,完成一个完整的循环。压缩机冷循环周而复始地运行,保证制冷过程的连续性。这种循环过程确保冷却系统能够持续、有效地降低被冷却物体的温度。

4.2 冷却系统的设计考虑因素

在设计冷却系统时,需要考虑几个关键因素以确保系统的性能和效率:不同的设备有不同的工作温度和热量产生方式。在设计冷却系统时,需要了解设备的具体特性,如热负荷、热源分布等,以确定系统的冷却能力和布局。设备的工作环境对冷却系统的设计有很大影响。还需要考虑环境湿度、尘埃等对冷却系统的影响。冷却系统的能源消耗是设计中需要权衡的重要因素。高效的冷却系统可以降低设备的运行成本,但也可能增加系统的复杂性和成本。需要在满足冷却需求的前提下,尽可能降低能源消耗。冷却介质的选择直接影响冷却系统的性能。常见的冷却介质包括水、空气、油等^[3]。不同的介质有不同的传热性能和成本,需要根据具体需求选择合适的冷却介质。冷却设备的选择包括散热器、风扇、水泵等。这些设备的性能和效率直接影响冷却系统的整体性能。需要选择性能稳定、效率高的冷却设备。系统的布局和通风设计对冷却效果有很大影响。合理的布局可以确保冷却介质能够均匀地流过被冷却物体,从而提高冷却效率。

4.3 冷却系统整合策略分析

冷却系统的整合策略旨在实现系统的最佳性能和效率。下面是一些关键的整合策略:(1)模块化设计:采用模块化设计思想,将冷却系统划分为多个相对独立的模块。这有助于提高系统的可维护性和可扩展性,降低维修成本和提高生产效率。模块化设计还有助于实现系统的灵活配置和个性化定制。(2)智能化控制:通过引入智能化控制技术,实现对冷却系统的精确控制。例如,根据设备的工作状态和环境条件自动调节冷却设备的运行状态和参数设置,以实现最佳的冷却效果。(3)

热管理集成：将冷却系统与其他热管理系统（如发动机热管理系统、电池热管理系统等）进行集成设计。这有助于实现资源的共享和协同工作，提高整个系统的热管理效率。集成设计还可以减少系统的复杂性和成本。

（4）绿色节能设计：在冷却系统的设计中注重绿色节能理念。例如，选择环保型冷却介质、优化冷却设备的运行参数和节能控制策略等。这有助于降低系统的能源消耗和环境影响，实现可持续发展。（5）故障诊断和预警：建立故障诊断和预警系统，对冷却系统的运行状态进行实时监测和诊断。一旦发现异常情况，及时发出预警并采取相应措施，确保系统的安全和稳定运行。

5 混动汽车热管理系统设计与冷却系统整合实例

5.1 混动汽车热管理系统设计案例介绍

在当今汽车市场中，混动汽车以其节能环保的特点受到广泛关注。为了确保混动汽车的高效稳定运行，热管理系统的设计至关重要。本案例以某款新型混动汽车为例，详细介绍其热管理系统的设计理念和实施方案。该款混动汽车的热管理系统设计充分考虑发动机、电动机、电池等多个核心部件的散热需求。在发动机热管理方面，采用先进的冷却液循环技术，通过精确控制冷却液的流量和温度，确保发动机在不同工况下都能保持最佳的工作温度。为了应对电动机和电池在工作过程中产生的大量热量，设计专门的散热结构和高效冷却系统，确保这些关键部件能够在适宜的温度范围内运行。该热管理系统还注重整车热平衡的实现。通过合理布局散热设备和优化空气动力学设计，提高整车的散热效率。同时引入智能化控制技术，实时监测并调节各个部件的温度，以实现整车热管理的最优化。

5.2 冷却系统整合策略实践分析

在混动汽车热管理系统的设计中，冷却系统的整合策略尤为关键。本案例中的混动汽车采用先进的冷却系统整合方案，旨在提高冷却效率并降低能耗。通过模块化设计将冷却系统划分为多个独立而又相互关联的模块，包括发动机冷却模块、电动机冷却模块和电池冷却模块等。这种设计不仅提高系统的可维护性，还使得各个模块能够根据实际需求进行灵活配置^[4]。在冷却介质的选择上，充分考虑传热性能、环保性和成本等多方面

因素。通过选用高性能的冷却液和制冷剂，确保冷却系统的高效运行。在智能化控制方面，引入先进的传感器和控制系统。这些系统能够实时监测各个部件的温度和冷却需求，并根据实际情况自动调节冷却设备的运行状态。这种智能化控制方式不仅提高冷却系统的响应速度，还有效降低能耗。

5.3 实例效果评估与优化建议

经过实际运行测试，该款混动汽车的热管理系统和冷却系统整合策略取得了显著成效。发动机、电动机和电池等关键部件的温度控制更加精确，整车散热效率明显提高。智能化控制技术的引入使得系统能够根据不同工况自动调节冷却设备的运行状态，从而降低能耗和排放。在实际应用中仍存在一些优化空间。例如，可以进一步改进冷却液循环技术，提高冷却液的传热效率；优化散热设备的布局和空气动力学设计，以降低风阻和提高散热面积；加强智能化控制系统的研发和应用，提高系统的稳定性和响应速度等。

结束语

混动汽车作为汽车行业的重要发展趋势，其热管理系统的设计尤为关键。随着科技的不断进步和环保要求的提高，混动汽车热管理系统面临着更高的挑战。未来，期待通过不断的研究和创新，进一步提升混动汽车热管理的性能和效率，为汽车产业的可持续发展贡献更多力量。同时也呼吁行业内外的专家学者和从业人员共同努力，推动汽车热管理技术的不断进步。

参考文献

- [1]方财义.汪韩送.罗高乔.et al.纯混动整车热管理系统的研究[J].电子设计工程.2019.22(04):137-139.
- [2]单春贤.夏灯富.刘朝阳.等.基于热电耦合液体冷却的动力电池热管理系统的实验研究[J].汽车安全与节能学报.2022(003):012-013.
- [3]卢焯华.王良旭.刘志恩.等.燃料电池汽车整车热管理系统设计与仿真分析[J].重庆大学学报.2022.45(10):13-14.
- [4]李夔宁.邓廷婷.谢翌.等.基于熵分析的电动汽车电机及电机控制器热管理系统研究[J].汽车实用技术.2020(08):04-05.