

低电导率防冻液在纯电动汽车中的应用研究

喻志刚

南昌南铃新材料科技有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i7.8239

[摘 要] 随着纯电动汽车的快速发展，其热管理系统的重要性日益凸显。低电导率防冻液作为纯电动汽车热管理系统的关键组成部分，具有独特的性能优势，对保障电池及其他关键部件的安全稳定运行起着重要作用。本文深入研究了低电导率防冻液在纯电动汽车中的应用，分析了其特性、优势以及对电池性能、系统安全等方面的影响，并结合实际案例探讨了其应用效果，展望了未来发展趋势，旨在为纯电动汽车热管理系统的优化提供参考。

[关键词] 纯电动汽车；低电导率防冻液；热管理系统；电池性能

Application of low conductivity antifreeze in pure electric vehicles

Yu Zhigang

Nanchang Nanling New Material Technology Co., LTD.

[Abstract] With the rapid development of pure electric vehicles, the importance of their thermal management systems has become increasingly evident. Low-conductivity antifreeze, a key component of these systems, offers unique performance advantages and is crucial for ensuring the safe and stable operation of batteries and other critical components. This paper delves into the application of low-conductivity antifreeze in pure electric vehicles, analyzing its characteristics, benefits, and impacts on battery performance and system safety. It also explores its practical applications through real-world cases, looks ahead to future trends, and aims to provide a reference for optimizing the thermal management systems of pure electric vehicles.

[Key words] pure electric vehicle; low conductivity antifreeze; thermal management system; battery performance

一、引言

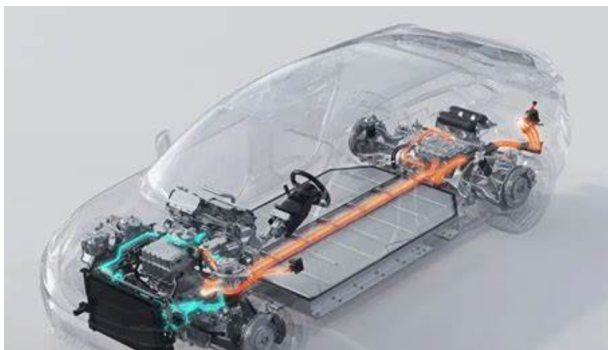
在全球倡导节能减排和可持续发展的大背景下，纯电动汽车凭借其零尾气排放、高效能等优势，成为汽车产业发展的重要方向。然而，纯电动汽车的性能和安全性高度依赖于其热管理系统。电池组、电机及电控系统在运行过程中会产生大量热量，若不能及时有效地散热，将导致部件性能下降、寿命缩短，甚至引发安全事故。低电导率防冻液作为热管理系统中的关键

传热介质，其性能直接影响着热管理系统的效率和可靠性。因此，深入研究低电导率防冻液在纯电动汽车中的应用具有重要的现实意义。

二、纯电动汽车热管理系统概述

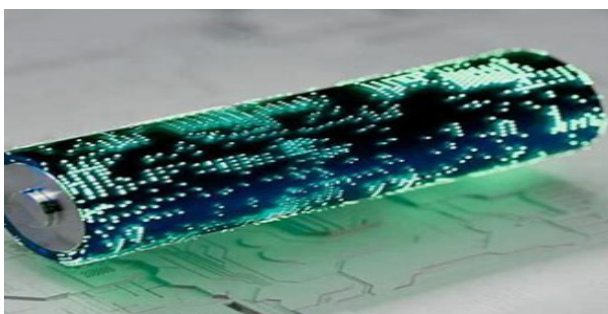
纯电动汽车的关键部件如电池组、电机和电控系统对温度敏感。电池组适宜工作温度为 20℃ - 40℃，温度过高会损害电池性能和安全。电机和电控系统在高温下效率降低，影响车

辆性能。因此,有效的热管理系统对维持车辆性能、延长寿命和保障安全至关重要。热管理系统包括冷却循环回路、加热装置、温度传感器和控制系统。冷却循环回路由冷却液、冷却水泵、散热器和热交换器组成。加热装置在低温下提升部件温度。温度传感器监测温度并反馈给控制系统,控制系统调节冷却水泵和加热装置,确保部件在适宜温度区间工作。



三、低电导率防冻液的特性

低电导率是低电导率防冻液的核心特性,传统防冻液电导率高,而低电导率防冻液通过特殊配方和工艺,电导率可降至 $100\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 以下,减少电流泄漏和短路风险,保障电气系统安全。低电导率防冻液热导率高,能迅速传导电池热量,保持电池最佳工作温度,提升充放电效率和循环寿命,保证电机和电控系统稳定运行。它化学稳定性强,抗腐蚀性好,减少维护成本,提高冷却系统寿命。低电导率防冻液环保,无毒害成分,对环境的影响小,符合绿色环保理念,有利于纯电动汽车产业可持续发展。



四、低电导率防冻液在纯电动汽车中的优势

4.1 提升电池安全性与性能

电池系统运行时可能出现电流泄漏,高电导率冷却液可能引发短路和火灾。低电导率防冻液能切断导电路径,降低短路风险,保障电池安全。例如,小米 SU7 使用的冷却液电导率低于 $50\ \mu\text{S}/\text{cm}$,大幅提高短路电阻,降低温升速率,提升电池安全性。

低电导率防冻液的热传导性能好,能快速带走电池热量,

保持电池温度均匀稳定。这有助于优化充放电效率,减少容量衰减,延长电池寿命。研究显示,使用低电导率防冻液的电池充放电效率可提高 5% - 10%,循环寿命延长 10% - 20%。

4.2 保护电机与电控系统

电机运行产生热量,过热会降低效率和绝缘性能,甚至损坏电机。低电导率防冻液能降低电机表面温度,防止效率下降和损坏,提升动力性能。例如,统一 NE100 低电导率冷却液在电机冷却方面表现优秀,降低温度,提升运行稳定性和可靠性。

电控系统含敏感电子元件,对温度和电气泄漏敏感。低电导率防冻液避免电气泄漏风险,实时监控温度,确保电控系统稳定运行,降低故障率,提升车辆控制性能和安全性。

4.3 降低维护成本,延长使用寿命

低电导率防冻液的化学稳定性和抗腐蚀性有助于减少冷却系统部件的腐蚀和老化,降低泄漏风险,减少维护频率。与传统冷却液相比,它可将冷却系统的维护周期延长 2-3 倍,显著降低维护成本。

低电导率防冻液为电池、电机和电控系统提供适宜的工作温度,减缓老化速度,延长使用寿命。例如,电池使用寿命可延长 2-3 年,电机和电控系统也能延长 1-2 年,从而降低总体使用成本。

4.4 环保特性

低电导率防冻液的环保特性使其在生产、使用和废弃处理过程中对环境的影响小,符合全球环境保护要求,有助于纯电动汽车产业绿色可持续发展。随着环保法规的严格,使用环保型防冻液将成为行业趋势,提升企业社会形象和市场竞争能力。

五、低电导率防冻液的应用案例分析

5.1 小米 SU7 的应用实践

小米 SU7 电动车使用超低电导率冷却液,电导率低于 $50\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 。实验显示,其冷却液在高压泄漏时短路电阻为 $4\ \Omega$,温升速度为 $5^\circ\text{C}/\text{分钟}$,远优于传统冷却液的 $0.1\ \Omega$ 和 $50^\circ\text{C}/\text{分钟}$ 。小米冷却系统在 48 小时浸泡测试中无短路,而传统系统 6 小时即熔断。这种设计将热失控风险降低 90% 以上,增强了电池和整车的安全性与可靠性。此外,冷却液的热传导性能保证了电池在不同工况下的适宜温度,提升了充放电效率和整车性能。

5.2 南昌南铃 NCNL-EVC100 冷却液的应用效果

南昌南铃 NCNL-EVC100 低电导率冷却液在新能源汽车市场得到了广泛应用。

该冷却液以其卓越的电导率性能和热稳定性，在多个车型中展现出显著的冷却效果。实验数据表明，南昌南铃 NCNL-EVC100 冷却液在高压环境下的泄漏短路电阻高达数千欧姆，温升速度远低于传统冷却液，有效抑制了电池系统的过热现象。在连续工作测试中，该冷却液能够保持电池包内部温度均匀，避免了局部过热导致的性能衰减，显著提升了电池系统的循环寿命。此外，南昌南铃 NCNL-EVC100 冷却液还具有良好的兼容性，与多种电池材料均能良好配合，为新能源汽车的可靠性和安全性提供了有力保障。

5.3 胜牌 HTF - LC100 的应用成果

胜牌推出的新一代纯电动车低电导热管理液 HTF - LC100，专为纯电动车开发。它采用高纯度聚酯级乙二醇及超纯水作为核心原料，具有非常低且长期稳定的电导率，能有效防止电池包及高压部件短路引发的拉弧起火事故。在某纯电动车车型上的应用测试中，使用 HTF - LC100 后，冷却系统的腐蚀情况得到显著改善，对热管理系统中的铝制部件保护效果良好。同时，其良好的散热性能确保了电机和电池在高负载工况下仍能保持稳定的工作温度，车辆的动力性能和续航里程都得到了一定程度的提升。经过长期使用监测，该车型的冷却系统维护频率明显降低，关键部件的可靠性和使用寿命得到了有效保障。

六、低电导率防冻液的发展趋势

6.1 性能优化与创新

随着纯电动汽车技术的不断发展，对低电导率防冻液的性能要求将越来越高。未来，低电导率防冻液将朝着进一步降低电导率、提高热导率、增强化学稳定性和抗腐蚀性的方向发展。通过研发新型的添加剂、改进配方和生产工艺，不断优化产品性能，以满足日益严苛的热管理需求。例如，研究人员正在探索使用新型纳米材料作为添加剂，以进一步提升防冻液的热传导性能和电绝缘性能。

6.2 与智能化热管理系统融合

智能化是纯电动汽车热管理系统的发展趋势之一。低电导率防冻液将与智能化的热管理系统深度融合，通过与温度传感器、控制系统等的协同工作，实现对冷却液流量、温度的精准调控，以适应不同工况下车辆各部件的散热需求。例如，根据电池的实时充放电状态和温度变化，智能调节冷却液的循环速度和散热强度，实现更加高效、节能的热管理。

6.3 环保可持续发展

在环保要求日益严格的背景下，低电导率防冻液将更加注

重环保可持续发展。一方面，采用更加环保的原材料和生产工艺，减少生产过程中的能源消耗和污染物排放；另一方面，提高冷却液的可回收性和再利用率，降低对环境的影响。例如，开发可生物降解的冷却液配方，以及建立完善的冷却液回收处理体系，实现资源的循环利用。

6.4 标准化与规范化

随着低电导率防冻液在纯电动汽车中的应用越来越广泛，相关的标准和规范将不断完善。目前，已有部分国家标准和行业标准对电动汽车冷却液的电导率等性能指标做出了规定，未来这些标准将进一步细化和严格，以确保产品质量和安全性。同时，企业也将更加注重产品的标准化生产和质量控制，提高产品的一致性和可靠性。

七、结论

低电导率防冻液作为纯电动汽车热管理系统的关键组成部分，凭借其低电导率、良好的热传导性能、化学稳定性、抗腐蚀性和环保特性等优势，在提升电池安全性与性能、保护电机与电控系统、减少维护成本与延长使用寿命以及符合环保要求等方面发挥着重要作用。通过实际应用案例可以看出，低电导率防冻液能够有效改善纯电动汽车的热管理效果，提升整车的性能和可靠性。随着技术的不断进步，低电导率防冻液将在性能优化、智能化融合、环保可持续发展以及标准化规范化等方面不断发展创新，为纯电动汽车产业的持续健康发展提供有力支撑。因此，进一步加强对低电导率防冻液的研究和应用推广，对于推动纯电动汽车技术的进步和产业的发展具有重要意义。

[参考文献]

- [1]梁宽.纯电动汽车底盘合装与自动化工艺技术的应用[J].汽车工艺师, 2025, (05): 22-24+30.DOI: 10.16173/j.cnki.ame.2025.05.003.
- [2]张志广, 王利民.灭火机器人在纯电动汽车火灾中的应用及技战术研究[J].消防科学与技术, 2024, 43(11): 1576-1579.DOI: 10.20168/j.1009-0029.2024.11.1576.04.
- [3]杨涛.基于情境感知理论的纯电动汽车内饰设计研究[D].广州美术学院, 2023.DOI: 10.27041/d.cnki.ggzmc.2023.00020.
- [4]文国锋, 崔双好, 沈洪军, 等.焊接差速器在纯电动汽车中的应用研究[J].汽车制造业, 2023, (01): 54-56.