

混合动力汽车机电耦合系统故障诊断与维修技术规范研究

于一丁

吉林市宏利源汽车贸易有限公司 吉林省吉林市

【摘要】混合动力汽车作为近年来汽车工业发展的重要方向，具有高效、环保等优势。机电耦合系统的复杂性导致其故障诊断与维修技术面临严峻挑战。本文探讨了混合动力汽车机电耦合系统中常见故障类型及其诊断方法，提出了一种基于多维度数据分析的故障诊断技术框架。通过对机电耦合系统的故障诊断模型的构建与优化，进一步分析了如何提高维修效率，减少系统停机时间，为汽车维护工作提供理论支持与技术指导。利用智能化诊断技术能够有效提高混合动力汽车机电耦合系统的故障诊断准确率，并为维修技术的进一步发展奠定了基础。

【关键词】混合动力汽车；机电耦合系统；故障诊断；维修技术；智能化诊断

【收稿日期】2025年10月24日 **【出刊日期】**2025年11月24日 **【DOI】**10.12208/j.jeea.20250216

Research on technical specifications for fault diagnosis and maintenance of electromechanical coupling systems in hybrid electric vehicles

Yiding Yu

Jilin Hongliyuan Automobile Trading Co., Ltd. Jilin City, Jilin Province

【Abstract】 As an important direction in the development of the automotive industry in recent years, hybrid electric vehicles (HEVs) offer advantages such as high efficiency and environmental friendliness. However, the complexity of electromechanical coupling systems poses significant challenges to fault diagnosis and maintenance technologies. This paper discusses common fault types and their diagnostic methods within HEV electromechanical coupling systems, proposing a technical framework for fault diagnosis based on multi-dimensional data analysis. By constructing and optimizing fault diagnosis models for electromechanical coupling systems, this study further analyzes how to improve maintenance efficiency and reduce system downtime, thereby providing theoretical support and technical guidance for vehicle maintenance. The application of intelligent diagnostic technologies can effectively enhance the accuracy of fault diagnosis in HEV electromechanical coupling systems and lay the foundation for further advancements in maintenance technologies.

【Keywords】 Hybrid electric vehicle; Electromechanical coupling system; Fault diagnosis; Maintenance technology; Intelligent diagnosis

引言

混合动力汽车作为应对环境问题的解决方案，近年来广受关注。然而，随着技术的不断进步，混合动力汽车的机电耦合系统复杂度也不断提升。其系统涉及电机、内燃机、电池等多个组成部分，这些组件相互作用，使得故障诊断变得尤为困难。传统的故障诊断方法往往难以有效识别系统中的多重故障，而随着技术的发展，智能化诊断技术逐渐被应用于这一领域，取得了一定的成果。如何通过创新的技术手段提升混合动力汽车机电耦合系统的故障诊断能力，并提高其维修效率，已成为当前亟待解决的重要问题。本文将探讨基于

数据驱动的智能故障诊断技术在混合动力汽车中的应用，提出相应的技术框架与方法，并对未来的发展趋势进行探讨。

1 混合动力汽车机电耦合系统的构成与常见故障类型

混合动力汽车的机电耦合系统由多个复杂的组件组成，包括内燃机、电动机、电池组、电控系统以及动力传动系统等。内燃机作为传统动力来源，与电动机配合，在需要时可同时提供动力或单独运行，依据具体驾驶条件切换^[1]。而电池组则负责储存和提供电能，支撑电动机的运作。电控系统负责调度和控制不同动力来

源的协调工作，实现高效能输出。在这一系统中，电动机与内燃机通过机械与电气连接实现协同工作，整个系统的稳定性直接影响到混合动力汽车的运行效率和可靠性。

在机电耦合系统中，由于其高度集成性和多功能性，各种故障类型较为复杂。常见的故障包括电池性能衰退、电控系统故障、电动机驱动异常等问题。电池衰退表现为储电能力的下降，导致电动机无法有效发挥作用，进而影响整体动力输出效率。电控系统故障则可能导致各动力源协调不当，表现为启动困难或动力切换不顺畅。电动机驱动异常通常由于电动机本身的机械或电气问题，影响到电动机的驱动效能，进一步导致汽车性能下降。由于系统的高度集成，故障往往不会单一出现，多个故障可能交织影响，进一步增加了故障诊断的难度。

混合动力汽车机电耦合系统的故障诊断与维修，要求能够识别和区分这些复杂的故障类型，并在较短时间内作出准确诊断。各个故障类型的诊断方法和维修技术都具有其特定性，依赖于车辆的设计和故障的具体表现形式。对于技术人员而言，除了了解汽车各个系统的构成与功能外，还需要掌握各类故障的常见症状和处理措施，以便及时有效地进行维修和恢复车辆的正常运行。

2 基于数据分析的混合动力汽车故障诊断方法

混合动力汽车的故障诊断需要依靠多种手段，其中数据分析是最为关键的一项技术。通过车辆的实时数据采集和分析，可以实现对系统运行状态的实时监控，从而早期发现潜在故障。数据分析方法在故障诊断中的应用主要依赖于传感器技术和车载计算系统的支持^[2]。传感器能够实时监控电池电压、电流、温度，电动机的转速、扭矩，以及内燃机的工作状态等关键数据，这些信息能够反映系统的健康状况，并为后续诊断提供依据。

利用数据分析方法，首先需要对采集到的各类数据进行预处理和特征提取，去除噪声数据并提取有效信息。然后，基于这些特征数据，应用机器学习算法进行模式识别和故障预测。常见的诊断模型包括支持向量机、神经网络和决策树等，这些算法能够通过学习历史故障数据，建立系统的故障模型，在新数据输入时，能够判断是否存在故障风险，并对故障类型进行分类。通过这种方式，可以在车辆发生故障之前进行预警，减少维修的紧急性和成本。

数据分析方法还能够为维修人员提供更精准的故

障定位。通过对多个传感器数据的综合分析，可以精确识别故障发生的位置和性质。比如，当电池组出现问题时，可能伴随着电压不稳定和温度异常的变化，通过分析这些数据，可以快速确认电池问题，并为维修人员提供详细的故障信息，避免了传统方法中需要大量人工操作和经验判断的不足。这种基于数据分析的故障诊断方法，显著提高了诊断效率与准确率。

3 智能化技术在故障诊断中的应用与优化

随着科技的发展，智能化技术在混合动力汽车故障诊断中的应用不断扩展。智能化技术主要包括人工智能、物联网和大数据等技术的结合，能够对混合动力汽车的机电耦合系统进行更深层次的分析和优化。人工智能技术通过深度学习和神经网络等方法，能够从大量的故障数据中提取复杂的模式和规律，识别潜在故障^[3]。人工智能技术在系统优化和故障预测方面的优势，体现在其自动化分析能力和自我学习能力，使得故障诊断不仅仅依赖于固定的规则，还能够在实际应用中不断完善和改进。

物联网技术的引入显著提升了混合动力汽车在故障诊断中的智能化和实时性。通过在车辆内部部署多个传感器，车辆的各项关键数据，如电池电量、电机状态、发动机温度、车速等信息可以实时采集，并通过无线网络传输到远程云端。这些数据的传输不仅能实现远程诊断，还为车主和维修人员提供了一个可随时监控和分析车辆运行状态的平台。远程专家可以借助云平台实时分析车辆的数据，精准识别故障类型，甚至提前预警潜在的系统问题，为车主提供及时的维护建议，避免了传统方式中由于故障检测滞后而导致的车辆停运或损坏^[4]。物联网技术还能在车辆行驶过程中持续监控车辆状态，帮助车主或维修人员了解实时数据，并根据实际情况进行调整和处理。通过这种方式，不仅能及时发现和解决问题，还能减少突发故障的发生，提高车辆的安全性和运行稳定性。

大数据技术的应用也是智能化诊断中的重要环节。大数据技术能够对车辆的海量数据进行存储、处理和分析，从中提取出有价值的信息，辅助故障的定位和预测。通过大数据分析，不仅能够诊断出车辆的现有故障，还能够分析出潜在的故障趋势，提前采取措施，避免故障扩大。智能化技术的优化，不仅提升了故障诊断的效率，还能使得车辆的维护更加智能化、精准化和高效化，减少了人工干预的需要，降低了维修成本。

4 混合动力汽车机电耦合系统的维修技术改进与实施

混合动力汽车机电耦合系统的维修技术是保障汽车长期稳定运行的关键。由于其系统的复杂性，传统的维修方法往往难以满足高效性和准确性的要求。在传统维修中，故障的诊断往往依赖于人工经验和常规工具，这可能导致故障排查时间较长，且存在一定的误诊风险。随着维修技术的不断进步，新的维修技术应运而生，特别是基于智能化设备的维修工具和自动化维修技术已逐渐在汽车维修行业中得到广泛应用^[5]。智能化维修设备能够通过对故障数据的实时分析，自动识别和判断故障的性质，自动推荐最合适的维修方案，显著提高诊断的准确性和维修的效率。这种技术不仅减少了人工操作的错误，还能在故障发生时快速响应，确保车辆快速恢复运行，极大地提升了维修效率并降低了故障处理的时间和成本。

混合动力汽车的维修还需要结合多学科的技术力量进行协同工作。混合动力汽车系统不仅是一个高度集成的机电系统，涉及的维修工作还需要横跨电气、机械、化学等多个领域。电池组的维修不仅仅是电气领域的工作，还需要结合材料科学和环境科学进行综合评估。通过对电池组内部电化学反应的分析，可以优化电池的修复方案，并延长电池的使用寿命。电动机和内燃机的维修则涉及到机械工程和动力学的知识，需要维修人员具备更为专业的技能和知识体系。举例来说，电动机的维修不仅需要检测其电气部分的性能，还要通过分析电机的转子、定子等关键部件的磨损程度来判断其使用寿命。内燃机的修复不仅关注机械部件的磨损，还涉及发动机内部气流、热力学等方面的深入分析。维修人员需要具备跨学科的专业知识，以确保故障的有效解决和车辆长期的稳定性。

为了确保维修技术的持续优化，需要结合实际案例进行不断总结和改进。每一次维修过程中的数据和经验，都为后续的技术改进提供了宝贵的参考。这些案例不仅可以帮助技术人员更好地理解故障模式，还能为技术革新提供灵感。通过回顾以往电池故障维修的案例，维修人员可以更好地掌握电池性能衰退的早期迹象，优化诊断流程^[6-8]。通过建立完善的维修反馈机制，整合各方面的信息，能够对维修技术进行不断优化，提升维修服务的质量和效率。反馈机制不仅能帮助维修人员改善服务质量，还能让车主了解维修过程，提升客户的信任感和满意度。技术的持续改进和客户服务的优化密不可分，确保每一辆混合动力汽车都能够得到最合适的维修服务，从而保证车辆长期的安全性和稳定性。

5 结语

混合动力汽车机电耦合系统的维修技术随着技术的不断发展，已逐步向智能化、自动化方向迈进。通过数据分析、智能化诊断设备以及多学科的协同工作，维修效率和准确性得到了显著提升。未来，随着新技术的不断进步，混合动力汽车的维修服务将更加高效和精准。维修人员需不断学习和掌握最新技术，以应对复杂的故障诊断和维修挑战。完善的维修反馈机制和个性化的客户服务将是提升维修质量和客户满意度的重要保障，确保混合动力汽车能够在长期使用中保持高效和稳定的运行。

参考文献

- [1] 蒋燕,宁韧,陈德灯. 增程式混合动力汽车技术现状[J].汽车维修与保养,2025,(09):130.
- [2] 李睿,刘文仓,方晓飞. 基于某混合动力电动汽车运行工况取消发动机机油冷却器的研究[J].内燃机工程,2025,46(04):159-171.
- [3] 桂江一. 电动后驱插电混合动力汽车结构原理及典型故障(三)[J].汽车维修与保养,2025,(08):47-50.
- [4] 邢振启. 混合动力汽车动力切换异常问题的检测与修复研究[J].汽车画刊,2025,(07):71-73.
- [5] 周阳彬,何继争,黎宗智,等. 混合动力汽车串并联模式切换控制研究[J].时代汽车,2024,(24):104-106.
- [6] 侯圣彦.新能源汽车混合动力系统能量管理策略研究[D].吉林大学,2024.
- [7] 邓涛,马宝鹏,谭孟骑. 混合动力汽车多目标改进型粒子群算法优化研究[J].重庆理工大学学报(自然科学),2024,38(11):10-17.
- [8] 刘庆丰. 混合动力汽车结构与工作原理分析[J].农机使用与维修,2023,(07):38-40.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS