

基于移动通信技术的汽车远程故障诊断策略研究

王重阳

沈阳工学院, 辽宁 沈阳 113122

DOI: 10.61369/SSSD.2026060002

摘 要 : 近些年, 随着汽车产业升级转型稳步推进, 对汽车远程故障诊断所提出的要求越来越高。移动通信技术的迭代演进呈现出速率提升、延迟降低、连接数增加、覆盖范围扩大的核心趋势, 能够为汽车远程故障诊断提供了差异化的技术支撑。基于移动通信技术开展汽车远程故障诊断, 不仅能够支持全场景故障信息实时采集, 也能缩短车辆维修周期, 并实现预防性故障预警, 全面提升汽车远程故障诊断质量, 为汽车安全稳定行驶保驾护航。对此本文首先阐述移动通信技术在汽车远程故障诊断中的应用价值, 接着提出一系列行之有效的诊断策略, 以期对相关研究者提供一定的参考与借鉴。

关 键 词 : 移动通信技术; 汽车; 远程故障诊断; 策略

Research on Vehicle Remote Fault Diagnosis Strategies Based on Mobile Communication Technology

Wang Chongyang

Shenyang Institute of Technology, Shenyang, Liaoning 113122

Abstract : In recent years, with the steady advancement of the upgrading and transformation of the automotive industry, higher requirements have been put forward for vehicle remote fault diagnosis. The iterative evolution of mobile communication technology presents core trends of increased data rate, reduced latency, expanded number of connections, and widened coverage, which can provide differentiated technical support for vehicle remote fault diagnosis. Conducting vehicle remote fault diagnosis based on mobile communication technology can not only support real-time collection of fault information in all scenarios, but also shorten the vehicle maintenance cycle, realize preventive fault early warning, comprehensively improve the quality of vehicle remote fault diagnosis, and escort the safe and stable operation of vehicles. In this regard, this paper first expounds the application value of mobile communication technology in vehicle remote fault diagnosis, and then puts forward a series of effective diagnosis strategies, aiming to provide certain reference for relevant researchers.

Keywords : mobile communication technology; vehicles; remote fault diagnosis; strategies

一、移动通信技术在汽车远程故障诊断中的应用价值

(一) 有利于支持全场景故障信息实时采集

传统故障诊断模式受限于技术水平和通信质量, 无论是通信带宽还是通信链路稳定性, 均无法满足车辆故障诊断需求, 仅能远距离上传发动机转速在内的车辆基础参数, 不具备捕捉瞬时故障特征与高频动态数据的能力, 往往需要将车辆返厂维修, 实地采集故障数据, 才能准确判定故障性质。随着4G/5G移动通信技术的应用推广, 通过增加峰值带宽和降低通信时延, 技术层面已具备车辆远程故障诊断条件, 可实现对全场景故障信息的实时采集和传输, 同步传输海量车辆参数, 包含实时工况数据、多媒体数据、故障代码及环境数据, 并将其提交给云端平台, 正常情况下其通信时延 $\leq 1\text{ms}$, 可满足故障实时诊断需求, 而在传统诊断模式下, 数据延迟在数秒至几分钟不等^[1]。

(二) 有利于缩短车辆维修周期

传统维修模式下, 车主在发现车辆异常后需自行判断故障程

度并前往维修站点, 维修人员需通过问询、试驾等方式初步排查, 再借助专用设备连接车载系统读取故障数据, 整个过程耗时较长, 尤其当故障隐蔽或复杂时, 可能需要多次检测甚至拆解部件才能定位问题, 导致维修周期大幅延长。而基于移动通信技术的远程故障诊断系统, 能够在车辆发生故障的第一时间, 将实时故障数据、工况信息等精准传输至云端诊断平台, 维修人员可通过平台提前获取详细的故障参数与初步分析结果, 在车主将车辆送至维修站之前, 即可制定针对性的维修方案、准备所需零部件和工具, 避免传统模式中反复检测和等待配件的时间浪费, 显著提升了维修效率, 有效缩短了车辆的整体维修周期, 减少了车主的等待时间和车辆停用带来的不便^[2]。

(三) 有利于实现预防性故障预警

由于早期车载通信装置的功能较为单一, 因此在云端管理平台无法实现对行驶过程中车辆信息的精准采集, 仅能模糊掌握车辆状况, 如根据发动机转速等简单参数推测出是否存在异常情况。一般而言, 直到出现熄火或者制动失灵等情况才能发现异

常,这种做法相当于“补救性维修”的方式。在移动通信技术的帮助下,云端管理平台可以实时跟踪车辆运行状态,将所有车况参数以及外部环境因素都纳入监测范围,并使用机器学习算法分析故障发生的原因,再结合实时采集的数据预判车辆参数变化趋势,预测各种可能发生的故障及其时间,由“补救性维修”变为“预知性维修”。如基于刹车片厚度及刹车液压力变化状况,对刹车片的失效时间进行预估,并提示驾驶员检查或者更换刹车片,避免由于刹车功能失灵造成交通事故的发生^[3]。

二、基于移动通信技术的汽车远程故障诊断策略

（一）合理选择通信技术

第一,综合考虑车辆使用场景和诊断需求。针对传输速度快并且数据储存容量大的应用场景,例如对于高清视频监控的要求或者需要频繁上传大量实时监测数据,并对这些数据展开深度分析,则需要采用延迟较小、速率高以及容量大的第五代移动通信技术(5G技术)。5G技术具有微秒级低延时响应,确保在突发状况下车辆能够即时响应,实时上传多种传感装置数据。如果是定期上报车况状态或者上传小容量数据,则采用第四代移动通信系统(4G)或其衍生技术,如LTE-M、NB-IoT等技术,以此提高成本效益和网络适应性^[4]。

第二,充分考虑通信的安全性。车辆故障数据通常包含个人隐私、安全风险,所选用的移动通信技术的加密机制足够完善,如采用端到端加密、身份认证接入、权限控制等方式,防止信息被泄露篡改伪造。另外考虑移动通信技术在车辆内部环境中的适用性、抗干扰性、生命周期性、稳定性及扩展性等问题,确保汽车远程故障诊断能够稳定运行。同时,在具体应用过程中,也可以选用多种通讯模块组合,根据不同网络条件及数据传输需求,自行切换或者融合不同通信方式,以达到最优的性能和成本平衡^[5]。

（二）故障数据采集与传输

第一,故障数据采集。故障数据采集与传输是远程故障诊断核心,其质量决定诊断结果准确性与及时性。明确数据采集范围与类型,涵盖车辆动态运行参数(如发动机转速等)、电控系统实时数据流(如传感器输出信号等)、故障码(DTC);还可采集车辆静态信息(如车辆识别码等)和驾驶员操作习惯数据。数据采集通过车载诊断接口与车辆电控单元通信,用标准诊断协议读取数据,新能源汽车要关注关键部件数据流。为实时捕捉故障,数据采集需高频采样。采集完成后要进行预处理,包括数据清洗(去除异常值和噪声)、数据压缩(减小数据量)、数据格式化(转换为统一标准格式),可在车载终端本地完成^[6]。

第二,数据传输。维修人员结合数据量、重要程度以及实时性,灵活选择不同的数据采集机制。针对关键性故障数据应当采用实时上报方式,确保关键信息得到及时传达;针对普通监测数据或者非紧急故障,维修人员可以采用定时上报或者事件触发式上报,也可以使用边缘计算就近对原始数据进行初步加工和分析,只传送与可疑目标有关系的数据,由此在减少无关信息的同

时,也可以提高数据处理效率。此外,在数据传输过程中,维修人员还需要结合实际情况构建完善的数据重发机制、数据校对机制等,确保及时发现数据传输中的错误数据或者缺失数据,能够修正这些数据并重新传输,从而确保接收方所获得的数据信息是正确、完整的,进而精准定位汽车故障所在,提高故障诊断与维修水平^[7]。

（三）故障识别与诊断

在汽车故障检测以及诊断过程中,维修人员需要深度且细致地分析所接收的一切故障信息。对此,充分利用所搭建的数据库初步匹配故障码,快速判断出已知且常见的几种故障类型及原因。但是,如果维修人员无法通过故障码找到对应的匹配项,或者是遇到了比较复杂的状况,将使用较先进的智能算法,如机器学习中的神经网络和支持向量机等算法,多维度分析车辆的历史故障信息、实时运行工况,如发动机转速、温度、压力、制动情况等,同时也要综合分析外部环境信息,如路况、天气、湿度等,并挖掘出其中所蕴含的规律。另外,在将新获取的数据特征信息输入训练好的学习模型之后,维修人员能够准确判断车辆是否存在故障、存在什么故障及故障严重程度,并根据专业知识库进行验证和完善诊断结果,确保诊断结论的准确性及可靠性。比如,当检测到发动机某一缸点火线圈电压异常,除了利用故障码方式提示点火线圈存在的故障之外,还会结合该缸的燃油效率值、发动机振动情况等,判断是点火线圈老化还是线路故障抑或ECU控制单元故障引起,从而为后续的维修提供精准的指导方向^[8]。

（四）安全防护

第一,安全防护。为了确保汽车远程故障诊断系统稳定运行,在故障诊断过程中,维修人员还应制定完善的安全策略,如信息保密性、网络安全性和访问安全性等。具体如,在数据传输和存储过程中,维修人员对车辆装置故障信息进行强加密处理,如AES加密算法,保证各环节数据不会被非授权访问和篡改,并对涉及用户敏感信息及车辆重要数据等信息进行脱敏处理,比如,车辆识别码、行驶轨迹、驾驶员习惯特征等,并在满足诊断需求的前提下保护用户隐私。同时,云端管理平台中还应当构建完善的数据备份及恢复机制,维修人员也要定期备份远程故障诊断数据,避免因自然灾害、硬件故障等问题,造成的数据丢失,确保数据的完整性以及有效性,远程故障诊断质量也将随之提高^[9]。

第二,网络安全。维修人员需要采取多种措施抵御网络攻击,为汽车远程故障诊断系统稳定运行保驾护航,并充分发挥移动通信技术在远程故障诊断中的作用。一是加强车载通信模块安全防护,维修人员可以部署防火墙、引进入侵检测技术,实时监测流量大小,识别非法破坏性数据包并及时拦截,如DDoS攻击、端口扫描等,提高安全防护有效性;二是云端管理平台是远程诊断系统中负责存储与管理数据的重要模块,应当建立全方位防御机制,比如,网络安全防护层、服务器加固、数据库安全等,并定期扫描远程故障诊断系统中的漏洞并进行渗透测试,及时发现和修补系统的潜在漏洞,不断降低入侵风险性。三是建立健全应

急机制，在发生网络安全事故的时候，维修人员能够快速地启动应急预案，隔离、清除、恢复数据，最大限度地降低损失^[10]。

三、结语

总而言之，移动通信技术为汽车远程故障诊断系统的发展提供了坚实的技术支撑，其在全场景故障信息实时采集、缩短维修周期以及实现预防性故障预警等方面展现出显著的应用价值。通过合理选择通信技术、优化故障数据采集与传输流程、运用智能

算法进行故障识别与诊断，并构建完善的安全防护体系等策略，能够有效提升汽车远程故障诊断的准确性、及时性和可靠性。随着5G等新一代移动通信技术的持续演进与普及，以及人工智能、大数据分析等技术的深度融合，汽车远程故障诊断系统将朝着更智能化、精细化、安全化的方向发展，为智慧交通和汽车产业的转型升级注入新的动力，为用户带来更优质、更高效、安全的用车体验。未来，还需进一步关注技术标准的统一、跨平台数据融合以及用户隐私保护等问题，以推动汽车远程故障诊断技术在实践中得到更广泛、更深入的应用。

参考文献

[1] 彭苏皓. 基于移动通信的新能源汽车远程故障诊断方法 [J]. 农业装备与车辆工程, 2025, 63(07): 53–56.

[2] 喻鑫. 基于物联网的新能源汽车远程监控与故障诊断系统 [J]. 汽车维修技师, 2025, (02): 52–53.

[3] 李群锋, 郭刚. 基于人工智能的汽车故障诊断系统研究 [J]. 汽车测试报告, 2024, (23): 149–151.

[4] 马也. 汽车发动机的状态监测及故障诊断技术初探 [J]. 汽车维修技师, 2024, (20): 39–40.

[5] 何国俊. 智能化技术在新能源汽车故障诊断中的应用 [J]. 时代汽车, 2024, (19): 174–176.

[6] 凡仕彬. 基于大数据的新能源汽车故障诊断系统研究 [J]. 汽车维修技师, 2024, (18): 39.

[7] 梁华, 韦智勇. 基于云平台汽车远程故障诊断系统研究 [J]. 企业科技与发展, 2023, (02): 23–25+46.

[8] 朱鹏波, 温小锋, 杨毅. 远程诊断技术在汽车 OTA 刷新应用的研究 [J]. 汽车实用技术, 2021, 46(07): 45–49.

[9] 姜奉荣. 基于车联网的汽车发动机远程故障诊断系统的研究 [J]. 内燃机与配件, 2020, (06): 144–145.

[10] 江平. 基于无线移动网络的纯电动公交车远程监控与故障诊断装置研究及应用 [D]. 江苏大学, 2019.