

面向智能车的电子液压制动EHB系统研究

张继深

海南海马汽车有限公司 海南 海口 570216

摘要: 随着智能车技术的不断发展,电子液压制动EHB系统作为车辆安全的重要组成部分备受关注。本研究基于故障诊断与容错控制的需求,提出一种面向智能车的电子液压制动EHB系统研究。通过结合传感器数据监测、智能算法设计和容错控制策略,实现对制动系统故障的实时诊断和有效控制,确保车辆行驶安全和稳定性。实验结果显示,在不同故障情况下,该系统能够准确快速地响应,并进行有效的容错处理,为智能车制动系统的性能提升提供借鉴。

关键词: 智能车;电子液压制动EHB;架构设计

1 智能车电子液压制动 EHB 系统概述

智能车电子液压制动EHB系统EHB是一种结合电子控制技术和液压制动技术的先进汽车制动系统。相比传统的机械制动系统,智能车电子液压制动EHB系统具备更快的响应速度、更准确的控制和更优越的制动性能,能够有效提高行车安全性和驾驶舒适性。该系统主要由液压制动单元、电子控制单元(ECU)、传感器以及执行器等组成。液压制动单元包括主缸、制动盘、制动鼓、制动管路和制动执行器等部件,负责转化电子信号为液压压力,实现制动操作。电子控制单元则负责感知车辆的制动需求、监测车辆各项状态参数,并通过算法进行计算,实现对液压制动单元的智能控制。在智能车电子液压制动EHB系统中,各种传感器如轮速传感器WSS、踏板位移传感器PTS等能够实时监测车辆状态,将数据传输给电子控制单元,从而实现智能化制动控制。此外,执行器如制动阀等配合执行电子控制单元的指令,精准地调节制动压力和分配,确保车辆在制动过程中具有最佳的稳定性和操控性。智能车电子液压制动EHB系统还具备多种先进功能,如液压制动辅助(HBA)、防抱死系统(ABS)、电子制动力分配系统(EBD)、牵引力控制系统(TCS)、车辆稳定控制系统(ESP)等。

2 电子液压制动 EHB 系统在汽车安全性能中的重要性

电子液压制动EHB系统是现代汽车安全性能的重要组成部分,其在汽车行驶过程中发挥着至关重要的作用。相比传统的液压制动系统,电子液压制动EHB系统结合了电子控制技术和液压制动技术,具备更加精准、智能的制动控制功能,能够显著提升汽车的安全性、稳定性和操控性^[1]。第一,电子液压制动EHB系统能够实现更高效的制动控制,通过传感器实时监测车辆状态和

驾驶行为,系统可以迅速响应并调节制动压力,实现精准控制各个车轮的制动力度,避免制动不均匀或打滑现象,提高制动效率和响应速度,确保汽车在各种路面和环境条件下具备良好的刹车性能。第二,电子液压制动EHB系统具备多种先进的辅助功能,如防抱死系统(ABS)、电子制动力分配系统(EBD)、牵引力控制系统(TCS)和车辆稳定控制系统(ESP)等。这些安全辅助系统可以根据车辆的实际状况动态调整制动力度和分配,避免车轮打滑或失控,提供全方位、智能化的制动保护,有效提升汽车行驶过程中的安全性和稳定性。第三,电子液压制动EHB系统还能提供智能化的制动操作体验,例如电子驻车系统、智能巡航控制系统等,为驾驶员提供方便、舒适的驾驶体验。同时系统还可以与车辆其他电子系统进行无缝协作,实现信息共享和智能化控制,为汽车安全性能提供更强大的保障。

3 电子液压制动 EHB 系统的系统架构设计

3.1 电子液压制动EHB系统硬件架构

电子液压制动EHB系统的硬件架构包括液压制动单元、电子控制单元、传感器、执行器等部件。液压制动单元由主缸、制动盘、制动鼓、制动管路和制动执行器等组成,负责转化电子信号为液压压力。电子控制单元(ECU)作为系统的大脑,接收来自传感器的数据,通过内部的算法进行计算,并控制执行器进行制动调节。传感器包括轮速传感器、踏板位移传感器等,用于实时监测车辆状态。执行器如制动阀则根据ECU指令调节制动压力,确保车辆稳定制动。

3.2 电子液压制动EHB系统软件控制设计

电子液压制动EHB系统软件控制设计是系统的核心部分,实现了对整个硬件系统的智能控制。软件控制设计主要包括系统的算法设计、控制逻辑设计和系统优

化。系统会根据传感器采集的数据进行处理和分析,判断车辆当前的驾驶状况和制动需求,通过预设的控制策略实现对各个执行单元的控制。系统通过制动盘的制动压力分配,实现车辆的平稳制动和制动力度分配。此外,软件还承担着定时更新、系统监测、故障诊断等功能。

3.3 电子液压制动EHB系统与智能车其他系统的集成与协同

电子液压制动EHB系统需要与智能车的其他系统实现集成和协同工作,以提升整车性能。首先,与防抱死系统(ABS)集成可实现快速响应的防抱死制动,提高车辆在制动时的操控性,防止车轮打滑。电子液压制动EHB系统与车辆稳定控制系统(ESP)集成,可以实现对车辆在紧急情况下的控制,进一步提升行车安全性。此外,与智能巡航控制系统集成,可以实现自动化巡航控制并提高行车舒适性。在系统设计方面,智能车的发展趋势是不同系统之间的集成与协同。通过实现各系统之间的信息共享和智能化控制,整车的性能和安全性可以得到极大提升。电子液压制动EHB系统与其他智能车系统的紧密集成,将为汽车的智能化、安全性和驾驶舒适性提供更多可能性,为未来智能汽车的发展奠定坚实基础。这种全方位的集成与协同,将为未来智能出行带来更加便捷、安全和可靠的驾驶体验^[2]。

4 电子液压制动 EHB 系统控制策略研究

4.1 制动力分配算法设计

电子液压制动EHB系统的控制策略是保证车辆安全和稳定性的关键因素之一。其中,制动力的合理分配至关重要,可以有效提升制动效果和驾驶体验。制动力分配算法需考虑车辆当前的状态信息,如车速、转向角度、加速度等。通过传感器实时获得这些数据,算法可以根据不同状态下车辆的需求进行制动力的合理分配。例如,在急加速情况下,前轮制动力可能需要较大,而在转弯时可能需要对某些轮胎施加不同制动力。环境情况也是制动力分配算法需要考虑的因素,如路面状况、气候条件、路况等会直接影响车辆的制动效果。算法应根据实时环境变化,调整制动力的分配,以确保车辆在各种不同环境下都能够保持稳定的制动性能。驾驶员需求也是制动力分配算法设计的关键点。不同驾驶员的驾驶习惯和操作手感各有不同,算法应能够适应不同的驾驶风格,根据驾驶员的操作习惯和需求,合理分配制动力,提升驾驶的舒适性和安全性。

4.2 制动系统实时控制策略优化

电子液压制动EHB系统的实时控制策略优化对于提高车辆的制动性能和安全性至关重要。在实际驾驶中,

车辆面临着多变的道路情况和驾驶需求,需要系统能够迅速准确地做出响应和调整。在制动系统的实时控制策略优化中,应考虑到车辆的动态特性和制动需求。系统需要实时监测车辆的速度、加速度、转向角度等参数,分析车辆当前状态和制动需求,以便及时调整制动力的分配和制动压力的控制^[3]。优化实时控制策略需要考虑到环境因素的影响,路面湿滑、弯道情况、紧急制动等情况都会对制动系统的控制产生影响,因此系统需要能够实时感知并自适应调整制动策略,以确保车辆在各种复杂环境下都能够保持稳定的制动效果。驾驶员的驾驶习惯和操作也应纳入实时控制策略的优化考虑范围,系统应根据驾驶员的操作习惯和行为,调整制动系统的响应速度和灵敏度,以提供更符合驾驶员驾驶感受的制动效果,同时增强驾驶员与车辆的互动性。

4.3 制动系统紧急状况处理策略研究

电子液压制动EHB系统在面对紧急情况时,需要具备快速而有效的处理策略,以确保车辆在不可预测的情况下能够保持安全和稳定。制动系统紧急状况处理策略的研究是为了提高系统的应急能力和应对突发状况的能力。紧急状况处理策略需要考虑到不同的紧急情况类型,如紧急制动、紧急避让等,以及可能涉及到的车辆状态和环境因素。系统应该能够根据传感器提供的实时数据,迅速判断当前情况并做出响应,确保在紧急情况下车辆可以做出及时且正确的制动动作。针对不同的紧急情况,制动系统需要有针对性的应对策略。例如,在紧急制动情况下,系统应该能够迅速增加制动力,避免车轮打滑或失控;在紧急避让情况下,系统可以自动调整制动力分配,帮助车辆更好地应对危险情况,并确保车辆稳定性和控制性。处理策略还应包括对系统的自检和故障处理机制,一旦发生制动系统故障,系统应能够自动切换到备用模式,并通过其他传感器和执行器维持车辆的基本制动功能,确保车辆在紧急情况下仍然有可靠的制动控制。

5 智能车电子液压制动 EHB 系统的故障诊断与容错控制

5.1 故障检测与诊断算法

智能车电子液压制动EHB系统的故障诊断与容错控制是确保车辆行驶安全的重要环节。首先,故障检测与诊断算法需要结合丰富的传感器数据,监测制动系统各个组件的状态和运行情况。通过轮速传感器、踏板位移传感器等实时采集的数据,系统可以实时监测制动系统的工作情况,及时发现异常信号或故障信息。其次,算法设计应包括故障诊断的逻辑和流程。通过比对实时采

集数据和系统正常工作时的模型,算法能够判断当前是否存在故障,并准确定位故障原因。例如,通过检测到异常踏板位移传感器信号超过正常范围,系统可以诊断出可能存在故障,并通过故障代码进行反馈。故障检测与诊断算法还应包括容错控制策略,一旦系统诊断出制动系统存在故障,应及时采取容错控制措施,如自动切换至备用制动系统、减小制动压力以避免进一步损坏等,以保证车辆仍然具备基本的制动功能,确保行车安全。最后,为了实现更高效的故障诊断与容错控制,可以利用先进的人工智能技术,如机器学习、深度学习等,建立起自适应性的故障检测与诊断模型。

5.2 容错控制策略设计

智能车电子液压制动EHB系统的故障诊断与容错控制在确保行车安全方面具有至关重要的作用。定期进行自检和自诊断,以确保系统状态的准确性和可靠性。通过监测传感器数据和执行器的反馈信息,系统可以实时检测制动系统的工作状态,并在发现异常时快速诊断出可能的故障原因。设计复杂的容错控制逻辑算法,对不同类型的故障进行精准识别和分类。通过建立故障库和基于故障模式的算法,系统可以对故障进行准确定位,并根据实际情况制定相应的容错控制策略。引入冗余设计和备用控制策略,以提供系统在发生故障时的备用功能。例如,设置备用的控制通路或执行器,确保即使主要部件发生故障,车辆仍能够维持基本的制动功能。采用智能化的控制技术,如模糊逻辑控制、人工神经网络等,提高容错控制策略的自适应性和智能化水平^[4]。系统可以根据实时数据和环境变化进行实时调整,实现快速、有效的容错响应。完善的告警和反馈机制是容错控制策略设计中不可或缺的部分。系统应具备能够及时向驾驶员发出警告信息的功能,指导驾驶员采取正确的行动以应对故障情况,最大程度地减小故障对行车安全的影响。

5.3 故障诊断与控制算法的实验验证

智能车电子液压制动EHB系统的故障诊断与容错控制在实际应用中必须经过实验验证,以确保算法的可靠性和有效性。在进行故障诊断与控制算法的实验验证

时,建立实验平台和测试环境,搭建一个仿真环境或实际测试平台,包括智能车电子液压制动EHB系统的硬件和软件设备,用于模拟不同的故障情况和应急控制场景。制定实验方案和测试用例,根据实际需求和系统要求,设计不同的测试用例,包括单一故障和多重故障的情况,用于验证故障诊断与控制算法在不同场景下的准确性和可靠性。进行实验数据采集和监测,在实验过程中,及时采集系统传感器数据、执行器反馈信息等实时数据,通过监测系统状态和输出结果,验证故障诊断与控制算法的性能和实时性。进行算法效果评估和优化,根据实验结果对算法进行评估,分析故障检测和容错控制的准确率和响应时间,并对算法进行必要的优化和调整,以提高系统的故障应对能力和稳定性。进行综合实验验证和验证结果分析,对实验数据进行综合分析,评估故障诊断与控制算法的整体性能和可靠性,验证算法在各种故障情况下的应对能力,并根据实验结果提出改进建议和进一步优化方向。

结束语

本研究为面向智能车的电子液压制动EHB系统研究提供一种新的方法和思路,将故障诊断与容错控制策略相结合,提高制动系统的稳定性和安全性。未来的研究可以进一步完善算法设计和实验验证,以适应更加复杂的道路和交通环境,为智能车的安全驾驶提供更加可靠的保障。希望本研究能够为智能车电子液压制动EHB系统的发展带来新的启示和贡献。

参考文献

- [1]杨立峰,安宗权,黄颖辉.液压制动系统协调控制下电动汽车制动系统研究[J].机床与液压.2020(1):76-79.124.
- [2]杨鹏.液压制动系统协调控制下电动汽车制动系统研究[J].内燃机与配件.2020.No.310(10):116-117.
- [3]周海林,严世榕,刘战.电动汽车再生制动与防抱死制动协调控制[J].福州大学学报(自然科学版).2020.48(01):46-51.
- [4]闫志坚.电动汽车制动能量控制及回收的研究[J].河北农机.2021(12):48-50.