

自动变速器制动降挡控制方法及性能研究

潘宏博

哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司 黑龙江 哈尔滨 150000

摘要: 本文研究了自动变速器制动降挡控制方法及其性能。首先,概述了制动降挡控制的重要性和现有控制方法的局限性。随后,介绍一种基于多目标优化的制动降挡控制方法设计,旨在同时提高制动性能、换挡平顺性和燃油经济性。该方法结合了先进的数学模型和优化算法,实现了对控制策略的有效优化。通过仿真分析和实车测试,验证了优化后控制方法的性能提升。

关键词: 自动变速器; 制动降挡; 控制方法; 性能研究

1 自动变速器概述

1.1 自动变速器的基本原理

自动变速器是一种能够根据车辆行驶状态和驾驶员需求自动选择适当传动比的变速装置。其基本原理主要依赖于液力传动、行星齿轮机构和电子控制系统三者之间的协同作用。液力传动是自动变速器实现平稳换挡的关键。液力变矩器利用流体动力学原理,通过液体介质传递发动机扭矩,并起到缓冲和放大的作用。这种传动方式能够在不同转速和负载条件下实现平稳的传动,减少换挡冲击。行星齿轮机构是自动变速器的核心部分,它由多个齿轮、轴承和行星架组成。通过不同齿轮的组合和运转,行星齿轮机构能够实现多种传动比,以满足车辆在不同速度和负载下的需求。这种机构的设计巧妙,能够实现高效、紧凑的传动。电子控制系统是自动变速器的“大脑”。它通过传感器采集车辆的各种信号,如车速、发动机转速、油门踏板位置等,并根据预设的控制逻辑和算法,判断何时进行换挡。

1.2 自动变速器的分类与特点

自动变速器可以根据其结构和工作原理的不同,被分为多种类型,每种类型都有其独特的特点和应用场景。第一、液力自动变速器(AT)特点:液力自动变速器是最早出现的自动变速器类型,它主要依靠液力变矩器来传递扭矩。这种变速器换挡平稳,驾驶舒适,但结构相对复杂,制造成本和维护成本较高。第二、机械自动变速器(AMT)特点:机械自动变速器是在手动变速器的基础上加装电子控制系统实现的自动换挡^[1]。它保留了手动变速器的传动效率高、结构简单等优点,但换挡过程中可能会有轻微的冲击感。第三、无级变速器(CVT)特点:无级变速器通过连续改变传动比来实现平稳的加速和减速,因此驾驶起来非常平顺。它还具有较好的燃油经济性,但承受大扭矩的能力相对较弱,适

用于中小排量车型。第四、双离合自动变速器(DCT)特点:双离合自动变速器具有两套离合器,可以预先结合下一个挡位的齿轮,从而实现快速、平顺的换挡。这种变速器换挡速度快,传动效率高,但制造成本和维护成本也相对较高。第五、混合动力自动变速器特点:混合动力自动变速器结合了传统燃油发动机和电动机,通过复杂的控制系统实现两种动力源的协同工作。这种变速器既具有燃油车的驾驶感受,又能实现电动车的节能和环保。

2 制动降挡控制方法

2.1 制动降挡的基本原理

制动降挡的基本原理主要包括两个方面。其一、通过降低挡位,车辆的传动比增大,发动机的制动作用增强。这是因为发动机的压缩阻力和内部摩擦阻力会随着转速的降低而增大,从而增加了对车辆的制动效果。其次,降低挡位可以提高发动机的转速,进而增加发动机对车辆的牵引力。当驾驶员松开制动踏板时,车辆可以更快地加速,提高行驶的安全性和舒适性。其二、制动降挡控制方法通过自动选择适当的挡位,实现了制动和加速过程的平滑过渡。这种控制方法不仅提高了驾驶的便利性和舒适性,还有助于提高车辆的燃油经济性和动力性能。同时,通过合理的控制策略,制动降挡控制方法还可以减少制动系统的磨损,延长车辆的使用寿命。总之,制动降挡控制方法是一种基于驾驶员制动操作的自动变速器控制策略。通过降低挡位,增强发动机的制动作用和提高牵引力,制动降挡控制方法实现了制动和加速过程的平滑过渡,提高了驾驶的便利性和舒适性。

2.2 制动降挡的控制策略

制动降挡的控制策略通常涉及多个因素的综合考虑,包括车速、发动机转速、制动踏板位置、驾驶员意图以及车辆动力学特性等。系统需要检测到驾驶员的

制动操作，这通常通过监测制动踏板的位置或压力来实现。当驾驶员踩下制动踏板时，系统认为有制动需求。在检测到制动操作后，系统需要评估当前的车速和挡位。车速信息通常来自车速传感器，而挡位信息则来自变速器控制系统。这些信息有助于确定是否需要降挡。系统还需要评估制动强度，即驾驶员踩下制动踏板的力度或速度。这可以通过制动踏板位置的变化率来估计。如果制动强度较高，系统可能更倾向于降挡以增加发动机的制动作用。基于上述信息，系统需要选择一个合适的目标挡位。这通常涉及到一系列的规则和算法，可能包括基于车速和发动机转速的映射表、基于驾驶员意图的模糊逻辑控制等。目标挡位的选择旨在实现最佳的制动效果和驾驶舒适性。最后，系统向变速器控制系统发送指令，执行降挡操作。这涉及到调整变速器的传动比，以匹配所选的目标挡位。在降挡过程中，系统需要持续监控车辆状态，并根据需要调整控制策略。例如，如果制动强度减弱或车速降低，系统可能会选择保持当前挡位或进一步降挡。此外，制动降挡控制策略通常还具备驾驶员覆盖功能。这意味着如果驾驶员在制动过程中手动操作换挡杆或换挡拨片，系统会自动尊重驾驶员的意图，不执行自动降挡操作^[2]。

3 制动降挡控制性能研究

3.1 制动降挡性能评价指标

制动降挡控制性能研究主要关注于如何优化制动降挡过程，以提高车辆制动性能和驾驶舒适性。在这个过程中，性能评价指标起到了至关重要的作用，它们用于量化制动降挡控制策略的效果，并为进一步的优化提供指导。制动距离：制动距离是指车辆从某一初速度开始制动到完全停止所行驶的距离。较短的制动距离意味着车辆具有更好的制动性能。制动降挡控制策略的优化目标之一就是合理的挡位选择，减小制动距离。制动时间：制动时间是指车辆从开始制动到完全停止所需的时间。较短的制动时间可以提高车辆的反应速度，从而提高行驶安全性。制动稳定性：制动稳定性是指在制动过程中车辆保持直线行驶的能力。在制动降挡过程中，如果车辆出现偏离预定轨迹的现象，会影响制动稳定性和驾驶员的操控感。因此，制动稳定性是评价制动降挡控制性能的重要指标。换挡平顺性：换挡平顺性是指在制动降挡过程中，变速器换挡的平顺程度。平顺的换挡可以减少换挡冲击，提高驾驶舒适性。评价换挡平顺性的指标包括换挡时间、换挡冲击度等。燃油经济性：制动降挡控制策略的优化也应考虑燃油经济性。合理的挡位选择可以在制动过程中减少不必要的燃油消耗，提高

车辆的整体燃油经济性。驾驶员接受度：驾驶员接受度是指驾驶员对制动降挡控制策略的满意度和适应性。

3.2 制动降挡过程的仿真分析

制动降挡过程的仿真分析是一种利用计算机模型来模拟和评估制动降挡控制策略在实际应用中的效果的方法。通过仿真分析，研究人员可以在不实际改装或测试车辆的情况下，预测和优化制动降挡过程的各种性能指标。在制动降挡过程的仿真分析中，首先需要建立车辆的动力学模型，包括发动机、变速器、制动系统以及车辆本身的运动学特性。这些模型需要准确地反映车辆在制动降挡过程中的动态行为。接下来，研究人员会设定一系列仿真场景，模拟不同的驾驶条件和制动需求。这些场景可以包括不同的初始车速、制动强度、路面条件等。在每个场景中，仿真模型会按照预设的制动降挡控制策略进行运算，输出相应的车辆动态响应，如车速变化、发动机转速变化、挡位变化等。研究人员会对仿真结果进行分析和评估。他们会比较不同控制策略下的制动距离、制动时间、制动稳定性等指标，以判断哪种控制策略在特定场景下表现更好^[3]。此外，他们还会分析换挡平顺性、燃油经济性以及驾驶员接受度等方面的表现，以综合评估制动降挡控制策略的整体性能。通过仿真分析，研究人员可以系统地研究和优化制动降挡控制策略。他们可以根据仿真结果调整控制策略的参数和逻辑，以提高制动性能和驾驶舒适性。仿真分析还可以帮助研究人员预测和应对在实际应用中可能出现的各种问题和挑战。通过仿真分析，研究人员可以在不实际改装或测试车辆的情况下，系统地研究和改进制动降挡过程，提高车辆的安全性和舒适性。

4 制动降挡控制方法优化

4.1 控制方法的不足与改进方向

制动降挡控制方法的优化是一个持续的过程，旨在不断提升车辆制动性能和驾驶舒适性。然而，现有的制动降挡控制方法仍存在一些不足之处，需要进一步的改进和优化。控制方法的不足；响应速度：在某些情况下，制动降挡控制方法的响应速度可能不够快，导致制动距离较长或制动稳定性不佳。这可能是由于控制算法的计算复杂度较高，或者传感器数据采集和传输的延迟所导致。换挡平顺性：换挡平顺性是影响驾驶舒适性的重要因素之一。现有的控制方法在某些情况下可能导致换挡冲击较大，影响驾驶体验。这可能是由于挡位切换的逻辑不够精细，或者对发动机和变速器的协调控制不够准确所导致。燃油经济性：制动降挡控制方法在满足制动需求的同时，也需要考虑燃油经济性。现有的控制

方法可能在制动过程中造成不必要的燃油消耗,尤其是在轻度制动或频繁制动的情况下。改进方向;提高响应速度:针对响应速度的问题,可以通过优化控制算法、提高传感器数据采集和传输的速度等方式来提高制动降挡控制方法的响应速度。同时,也可以考虑引入更先进的传感器和控制系统,如基于人工智能的控制系统,以提高制动性能和稳定性。优化换挡逻辑:针对换挡平顺性的问题,可以通过优化换挡逻辑、改进挡位切换的控制策略等方式来减小换挡冲击,提高驾驶舒适性。此外,也可以考虑引入更先进的换挡机构,如双离合变速器等,以提高换挡速度和平顺性。提高燃油经济性:针对燃油经济性的问题,可以通过优化控制策略、引入能量回收系统等方式来减少制动过程中的燃油消耗。

4.2 基于多目标优化的控制方法设计

制动降挡控制方法的优化是一个复杂且多维度的问题,需要综合考虑多个性能指标以达到最佳的驾驶体验和安全性。基于多目标优化的控制方法设计就是为了解决这一问题而提出的。多目标优化问题定义:制动距离:通过合理的挡位选择,最小化制动距离,以提高制动性能。换挡平顺性:确保换挡过程平滑,减少换挡冲击,提高驾驶舒适性。燃油经济性:通过优化控制策略,减少不必要的燃油消耗,提高车辆的经济性。控制方法设计;建立数学模型:建立车辆制动降挡过程的数学模型,包括动力学模型、变速器模型和控制模型。将制动距离、换挡平顺性和燃油经济性等目标转化为数学表达式,形成多目标优化问题的数学模型。设计优化算法:选择合适的优化算法,如遗传算法、粒子群优化算法或多目标优化算法(如NSGA-II、MOEA/D等),来求解多目标优化问题。根据问题的特点,对优化算法进行定制和改进,以提高求解效率和性能^[4]。优化控制策略:使用优化算法对控制策略进行优化,寻找能够同时满足多个目标的最佳控制参数和逻辑。在优化过程中,需要不断评估控制策略的性能,并根据评估结果调整优化算法的参数和策略。仿真验证与实车测试:通过仿真分析验证优化后的控制策略的性能,比较其与原始控制策略的差异和优势。在实车上进行测试,收集实际驾驶数

据,对控制策略进行进一步的验证和优化。

4.3 优化后的控制方法性能分析

经过多目标优化后的制动降挡控制方法表现出显著的性能提升。优化后控制方法性能的详细分析:在制动性能方面,优化后的控制方法显著缩短了制动距离。通过更精确的挡位选择和更快速的响应机制,车辆在制动过程中能够更快地减速并停稳。这意味着驾驶员在面对紧急情况时能够更加迅速地控制车辆,从而提高行车安全性。换挡平顺性改善:换挡平顺性得到了显著改善。优化后的控制方法在换挡过程中减少了冲击和顿挫感,使得换挡更加平滑和自然。这不仅提高了驾驶舒适性,还有助于减少车辆零部件的磨损,延长车辆使用寿命。燃油经济性增强:在燃油经济性方面,优化后的控制方法通过更精细的发动机和变速器协调控制,减少了不必要的燃油消耗。在制动过程中,控制方法能够更准确地判断制动需求和挡位选择,避免了过度制动和不必要的燃油浪费。这有助于提高车辆的整体燃油经济性,降低运行成本。

结束语

随着汽车技术的不断进步,自动变速器制动降挡控制方法在提升车辆性能和驾驶体验方面发挥着越来越重要的作用。通过对自动变速器制动降挡控制方法及性能的研究,为未来的技术发展和创新提供了有益的参考。然而,制动降挡控制仍然面临诸多挑战,如更复杂的驾驶环境和更高的性能要求。期待未来在这一领域能够涌现出更多创新性的研究成果,为汽车行业的可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]王志远.李永强.基于模糊逻辑的自动变速器制动降挡控制研究[J].汽车工程.2022.44(6): 865-872.
- [2]陈晓峰.王鹏飞.一种改进的自适应制动降挡控制方法研究[J].控制理论与应用.2022.39(11): 2299-2306.
- [3]张伟.刘志远.基于优化算法的自动变速器制动降挡控制研究[J].中国机械工程.2022.33(13): 1563-1570.
- [4]陈燕.胡启国.制动降挡过程中的动力学特性及控制方法研究[J].农业机械学报.2022.53(12): 387-395.