

汽车底盘结构优化设计与动力传动系统的匹配研究

李超群 靳鹏辉 杜飞 宋国强 张湘
天水师范学院

DOI:10.12238/pe.v1i2.6463

[摘要] 本文主要研究了汽车底盘结构优化设计与动力传动系统的匹配问题。在底盘结构优化设计方面,涵盖了底盘结构设计原则、底盘材料选择、底盘重量分布优化、底盘悬挂系统设计、底盘制动系统设计和底盘转向系统设计等内容。在动力传动系统的匹配研究方面,包括发动机与变速箱的匹配、变速箱与驱动轴的匹配、驱动轴与车轮的匹配、动力系统与底盘悬挂系统的匹配、动力系统与制动系统的匹配以及动力系统与转向系统的匹配。最后,提出了优化设计与动力系统匹配研究的实施方案,包括设计阶段、样机试制阶段、试验验证阶段和成果总结与改进阶段。

[关键词] 汽车底盘结构; 动力传动系统; 优化设计; 匹配研究

中图分类号: TS736+.1 **文献标识码:** A

Optimization Design of Automobile Chassis Structure and Matching of Power Transmission System

Chaoqun Li Penghui Jin Fei Du Guoqiang Song Xiang Zhang
Tianshui Normal University

[Abstract] This paper mainly studies the optimization design of automobile chassis structure and the matching problem of power transmission system. In terms of chassis structure optimization design, it covers the design principles of chassis structure, chassis material selection, chassis weight distribution optimization, chassis suspension system design, chassis brake system design, and chassis steering system design. In terms of matching research of power transmission system, it includes the matching of engine and transmission, transmission and drive shaft, drive shaft and wheel, power system and chassis suspension system, power system and brake system, and power system and steering system. Finally, the implementation plan of optimization design and power system matching research is proposed, including the design stage, prototype manufacturing stage, test verification stage, and achievement summary and improvement stage.

[Key words] automobile chassis structure; power transmission system; optimization design; matching research

引言

汽车底盘结构优化设计与动力传动系统的匹配是汽车工程领域中的重要研究方向。底盘结构的优化设计可以提升汽车的性能和安全性,而动力传动系统的匹配则可以实现动力输出的高效传递。两者的协调配合对于汽车整体性能的提升具有重要意义。

1 汽车底盘结构优化设计与动力传动系统匹配的意义

通过对底盘结构的优化设计和动力传动系统的匹配,可以提高汽车的操控性能、舒适性、安全性和动力性能。优化的底盘结构可以提供更好的悬挂系统效果、更高的刚性和最佳的操控灵活性。与之匹配的动力传动系统可以实现发动机的最佳工作状态,提供强劲而平稳的动力输出^[1]。这些改进的综合作用,

将大大提升汽车的整体驾驶性能和乘坐舒适度。底盘轻量化设计和动力系统合理匹配,可以减少汽车的整体质量,降低滚动阻力和风阻力,从而减少燃料消耗。同时,优化的动力系统匹配可以使发动机更经济高效地工作在最佳状态,进一步降低油耗。这将直接提高汽车的经济性和用户的使用成本效益。优化设计的底盘结构具有更高的刚性和强度,可以更好地保护车辆不受碰撞和失控的影响。与之匹配的制动系统和转向系统也可以提高汽车的主动安全性。此外,动力系统的合理匹配也可以保证车辆在加速和制动时更加可控,降低事故发生的概率。底盘和动力系统的优化设计为汽车引入新技术和新材料创造了条件。例如,优化设计可以为新能源汽车的动力系统、自动驾驶系统的传感器布局等提供机械和空间支持。它为汽车的技术升级和创新奠定了坚实的基础。

2 汽车底盘结构优化设计与动力传动系统匹配研究面临的主要问题

2.1 多目标优化问题

在底盘结构优化设计和动力系统匹配过程中,设计人员需要考虑许多相互制约的性能指标,如舒适性、操控性、安全性、经济性等。这些指标往往难以同时实现最优,需要进行权衡和折中。例如,追求舒适性和操控性可能需要增加悬挂系统的自由度,但这会降低结构的刚性,影响安全性;轻量化设计可以提高经济性,但可能降低碰撞安全性。为实现多目标的优化平衡,需要建立考虑各项性能指标的数学模型,运用多目标优化算法,开发能够自动搜索优化方案的计算平台。这需要汽车工程师与计算机算法专家通力协作,在材料、结构、控制等领域开展研究,发展能够处理高维复杂问题的优化方法,实现综合性能的最大化。

2.2 新材料应用问题

新型轻量化材料应用在底盘结构中,会带来材料力学性能预测难题。这些新材料在汽车使用寿命周期内的长期稳定性和环境适应性需要深入研究。另外,新材料的制造工艺和连接手段也决定了其在底盘中的可靠应用^[2]。这需要材料科学、加工技术、结构分析等多个学科密切合作,研发适用于新材料的结构设计理论和计算工具,解决材料强度预测、结构疲劳寿命分析、连接技术可靠性评估等问题。同时,也需要开发针对新材料的检测与维修技术,来保证底盘结构的长期安全可靠。

2.3 电子控制系统集成问题

现代底盘系统中,机械结构与电子控制系统深度集成,这提出了系统匹配、协同控制等新问题。例如,主动悬挂与ABS、TCS等电控系统协同工作时,控制策略和信息交互机制需要研究;新型传感器的布置也需要考虑系统冗余性和故障安全性。解决这些问题,需要强化对汽车复杂系统的研究,建立结构、控制、信号等多域协同仿真平台,开展系统级别的设计优化;同时,加强对汽车网络的安全性、可靠性和实时性的研究也很必要。

3 汽车底盘结构优化设计

3.1 底盘结构设计原则

汽车底盘结构设计的原则是确保底盘具备足够的刚性、强度和稳定性,以支撑整车的负载和各种力的作用^[3]。设计原则包括合理的结构布局、适当的连接方式和合理的加强措施。底盘结构应考虑整车的使用环境和功能需求,确保底盘在各种路况下都能提供稳定的悬挂和操控性能,同时满足安全性和舒适性的要求。此外,底盘结构设计还需要考虑制造成本、维修便捷性和环境友好性等因素,以实现整体性能的平衡和优化。

3.2 底盘材料选择

底盘材料的选择对于汽车底盘结构的轻量化和强度提升至关重要。常见的底盘材料包括钢铁、铝合金和复合材料等。钢铁具有较高的强度和刚性,适用于承受较大负载的部件。铝合金具有较低的密度和良好的耐腐蚀性,适用于减轻底盘重量。复合材料具有优异的强度和轻量化特性,但制造成本较高。底盘材料的选择需要综合考虑材料的性能、成本和制造工艺等因素,以满

足底盘结构的强度和轻量化要求。

3.3 底盘重量分布优化

优化底盘重量分布可以通过调整各个部件的位置和重量分配来实现。一般来说,将重量集中在底盘的中心位置可以提高车辆的操控性和稳定性,减少车辆的滚动和倾斜。同时,合理分配底盘前后和左右两侧的重量可以平衡车辆的前后重量比和左右重量比,提高车辆的平衡性和操控性能。底盘重量分布的优化还可以通过减轻底盘部件的重量、使用轻量化材料和优化设计来实现。通过优化底盘重量分布,可以提高汽车的整体性能和燃油经济性,提升驾驶体验和乘坐舒适性。

3.4 底盘悬挂系统设计

悬挂系统应根据车辆类型和用途选择适当的悬挂结构,如独立悬挂、半独立悬挂或非独立悬挂。此外,还需要考虑悬挂系统的减震器、弹簧和防倾杆等部件的选型和调校,以实现良好的悬挂效果。悬挂系统设计还需考虑底盘与车身的协调性,确保悬挂系统能够有效地吸收和分散来自路面的冲击力,提供稳定的悬挂动力学性能。

3.5 底盘制动系统设计

底盘制动系统设计是为了确保汽车在行驶过程中能够安全、可靠地制动而进行的关键工作。制动系统主要包括刹车盘、刹车片、刹车油管路和制动液等部件。制动系统设计需要考虑车辆的质量、速度和制动需求,以确定合适的刹车盘和刹车片尺寸、材料和类型。另外,还需设计合理的油管路布局和制动液供应系统,确保制动力的传递和分配均匀,提供稳定和可控的制动性能。

3.6 底盘转向系统设计

转向系统主要包括转向机构、转向柱、转向齿轮和转向杆等部件。转向系统设计需要考虑车辆的操控性能和转向灵活性,以确定合适的转向机构类型和参数。此外,还需设计合理的转向柱和转向齿轮的位置和传动比,确保转向系统的灵敏度和稳定性。转向系统设计还需考虑与悬挂系统和制动系统的协调性,以确保转向操作的准确性和可靠性。

4 动力传动系统的匹配研究

4.1 发动机与变速箱的匹配

发动机与变速箱的匹配是为了实现汽车动力传递和驾驶性能的最佳匹配而进行的研究。发动机的输出特性、扭矩曲线和功率输出范围需要与变速箱的齿轮比和传动比进行匹配,以实现合理的加速性能和燃油经济性^[4]。匹配的目标是在不同驾驶条件下,使发动机能够在最佳工作点运行,充分发挥动力性能,同时确保变速箱的换挡平顺和驾驶舒适性。匹配过程需要考虑车辆的用途、车型和驾驶习惯等因素,以满足不同用户的需求和偏好。

4.2 变速箱与驱动轴的匹配

匹配过程需要考虑变速箱的齿轮比和驱动轴的传动比,以实现合理的车速和扭矩输出。匹配的目标是在不同驾驶条件下,使车辆能够在最佳工作范围内运行,提供良好的加速性能和燃

油经济性。另外,匹配还需要考虑变速箱的换挡平顺性和驾驶舒适性,确保驱动系统的协调性和稳定性。

4.3 驱动轴与车轮的匹配

驱动轴与车轮的匹配是为了实现车辆动力传递和牵引力的最佳匹配而进行的研究。匹配过程需要考虑驱动轴的传动比和车轮的直径,以实现合理的车速和牵引力输出。匹配的目标是在不同驾驶条件下,使车辆能够充分利用发动机输出的动力,提供良好的加速性能和牵引力。同时,匹配还需要考虑驱动轴和车轮的耐久性和可靠性,确保驱动系统的稳定性和安全性。

4.4 动力系统与底盘悬挂系统的匹配

动力系统的输出特性和扭矩曲线需要与底盘悬挂系统的刚性和弹性进行匹配,以实现良好的悬挂动力学性能和驾驶稳定性。匹配的目标是确保动力系统的输出能够平稳地传递到底盘悬挂系统,提供良好的悬挂效果和驾驶体验。

4.5 动力系统与制动系统的匹配

动力系统与制动系统的匹配是为了确保汽车在行驶过程中能够安全、可靠地制动而进行的研究。动力系统的输出特性和驱动力需要与制动系统的性能和响应进行匹配,以实现良好的制动效果和驾驶安全性。匹配的目标是确保制动系统能够有效抵抗动力系统的驱动力,提供稳定的制动性能和制动距离。

4.6 动力系统与转向系统的匹配

动力系统的输出特性和扭矩曲线需要与转向系统的响应和操控性能进行匹配,以实现良好的转向动力学性能和驾驶稳定性。匹配的目标是确保动力系统的输出能够平稳地传递到转向系统,提供准确的转向反馈和灵活的操控性能。此外,还需考虑动力系统对转向系统的负荷和转向助力的影响,以实现转向系统的稳定性和可靠性。

5 优化设计与动力系统匹配研究的实施方案

5.1 设计阶段

在优化设计与动力系统匹配研究的实施方案中,设计阶段是首要的一步。在这个阶段,需要进行详细的需求分析和系统设计,明确动力系统的性能指标和匹配目标。基于这些要求,可以使用计算机辅助设计软件进行模拟和优化,以确定最佳的动力系统配置和参数。此外,还需要考虑动力系统与其他系统的集成和协调,确保整车的性能和可靠性。

5.2 样机试制阶段

这个阶段的重点是验证设计的可行性和效果。通过在实际车辆上进行测试和调试,可以评估动力系统与其他系统的匹配效果,发现问题并进行调整^[5]。还可以对动力系统进行性能测试,获取实际的动力输出和燃油经济性数据,为后续的优化提供依据。

5.3 试验验证阶段

在试验验证阶段,需要进行全面的试验和验证,以验证动力系统的匹配效果和性能。这包括在不同工况下的道路试验、实际驾驶测试和性能测试等。通过这些试验,可以评估动力系统在

不同驾驶条件下的表现,验证设计的合理性和可靠性。

5.4 成果总结与改进阶段

根据试验数据和用户反馈,评估动力系统的匹配效果和性能,并进行改进和优化。这可能包括调整动力系统的参数、优化控制策略或引入新的技术和材料等。通过不断的改进和优化,可以实现动力系统与整车的最佳匹配,提高车辆的性能和用户体验。

6 汽车底盘结构优化设计与动力传动系统匹配研究的发展方向

6.1 模态试验和仿真分析技术发展

为评估底盘结构的动力学性能,需要运用模态试验与多体系统动力学仿真相结合的技术手段。这需要不断提升试验系统的精度,如使用光电和MEMS技术获取结构高频响应;并推动仿真技术在传动系统动力学分析等方面的应用,构建包含底盘柔性的整车虚拟仿真模型,用于动力学性能优化。同时,试验与仿真结果的关联及误差评定方法也需要深入研究。

6.2 轻量化设计与碰撞安全性

轻量化底盘设计需要在满足碰撞安全性的前提下进行结构优化。这方面可探索应用吸能材料,研发高强度薄壁结构件的能量吸收结构形式,开展对轻量化结构在碰撞加载下的大变形数值模拟,并验证其仿真准确性。还需要建立轻量化材料的碰撞本构关系,并用于开发高保真的碰撞仿真模型。此外,优化侧面碰撞防护结构,研究提高侧面碰撞安全性的设计方法也是重要方向。

7 结束语

汽车底盘结构优化设计与动力传动系统的匹配是汽车工程领域的重要研究课题。通过合理的底盘结构设计和动力传动系统的匹配,可以提高汽车的性能、安全性和经济性。底盘结构的优化设计需要考虑设计原则、材料选择、重量分布优化以及悬挂系统、制动系统和转向系统的设计。动力传动系统的匹配研究需要考虑发动机与变速箱、变速箱与驱动轴、驱动轴与车轮以及动力系统与底盘悬挂系统、制动系统和转向系统之间的协调性和性能要求。通过实施优化设计与动力系统匹配研究的方案,可以为汽车工程的发展和提供重要的理论和实践指导,推动汽车行业的进步和发展。

[参考文献]

- [1]易子超.汽车底盘的结构优化与维修技术探析[J].农机使用与维修,2023,(01):31-34.
- [2]宋晓雯.基于风洞模型和压力分布云图的汽车底盘后半部结构优化设计[J].小型内燃机与车辆技术,2022,51(02):35-39.
- [3]古红晓,鲁秀伟,赵建书,等.汽车底盘的模块化设计技术研究与应用思考[J].时代汽车,2018,(12):97-98.
- [4]姜应求,车杨军,高李康.新能源汽车底盘的设计变化[J].汽车零部件,2018,(07):40-42.
- [5]王道胜,史振萍.微型新能源汽车底盘结构静强度分析及优化设计[J].汽车实用技术,2017,(01):21-22+43.