

商用车后视镜支架轻量化设计与耐久性提升研究

陈颖壮

江门宏力后视镜实业有限公司 广东 江门 529040

【摘要】：商用车后视镜支架的轻量化设计不仅能够有效降低车体自重，还能提升燃油效率和减少排放，如何在确保结构稳定性和使用寿命的前提下实现这一目标，仍是设计中的挑战。轻量化材料的选用与结构优化是实现这一目标的核心，尤其是在保证支架的耐久性和抗冲击能力方面。为了提高后视镜支架的整体性能，采用了先进的合金材料与创新的结构设计，同时通过疲劳测试和抗腐蚀实验验证其可靠性。轻量化设计的实施不仅降低了材料成本，还延长了使用寿命，体现了科技与工程技术的结合。

【关键词】：商用车；后视镜支架；轻量化设计；耐久性；材料优化

DOI:10.12417/2705-0998.26.07.025

引言

在商用车设计中，后视镜支架的轻量化问题一直是业内关注的热点。随着环保法规的日益严格和节能减排的要求，如何通过创新设计减少车辆整体重量、提升车辆燃油效率，成为了不可忽视的课题。后视镜支架作为一个关系到安全与稳定的关键部件，轻量化设计的实现需要在确保结构强度与耐用性的基础上，进行材料的精挑细选与结构的优化改进。对于商用车的制造商而言，既要满足对支架耐久性的严格要求，又要在设计中充分考虑成本与可持续发展。通过一系列技术手段，包括新型合金材料的应用和先进的工艺优化，后视镜支架的轻量化不仅可以有效提升整车性能，还能对车主带来更高的使用效益。

1 商用车后视镜支架轻量化设计的挑战

1.1 当前设计中的重量控制难点

商用车后视镜支架在设计时，面临着如何有效减轻重量的困境。传统设计多采用钢材等较为坚固的材料，这些材料在保证支架强度的同时，往往会增加整体重量，进而影响整车的燃油效率和驾驶性能。随着环保和节能需求的不断提升，轻量化设计逐渐成为业内的一项关键目标^[1]。单纯的重量减少往往会带来支架结构的稳定性和安全性问题，因此如何在减少重量的同时，确保支架的承载能力和抗冲击能力，成为了设计过程中的难题。实现轻量化不仅要求在设计中优化材料和结构，还需解决减少重量与不降低支架功能性的矛盾，如何在这些方面找到最佳的平衡点是当前设计的核心挑战之一。

1.2 结构稳定性与耐久性的平衡问题

后视镜支架作为商用车重要的安全部件，其结构稳定性和耐久性是关键要求。在轻量化设计过程中，降低材料密度和使用更轻的合金往往会导致支架在承受外力时，表现出一定的柔性，进而影响其稳定性。特别是支架常常暴露于恶劣的天气条件和复杂的道路环境中，在设计时必须确保其在长期使用中不发生形变或破损。轻量化设计必须兼顾耐久性的提升，避免因减轻材料使用而使得支架的使用寿命大大缩短。为了在这两者之间找到合适的平衡，设计师不仅需要精确计算材料的强度，

还需要通过结构优化来分散外力压力，确保支架在减少重量的同时依然具备足够的使用寿命。

1.3 轻量化材料的选择困境

在商用车后视镜支架的轻量化设计中，材料的选择起到了决定性作用。传统的钢材因其成本较低、加工工艺成熟，一直被广泛应用于支架的制造中，但其重量较大，难以满足轻量化的要求。铝合金和复合材料作为替代选项，虽然具有较高的强度与轻量化的优点，但其制造成本较高，且在长期使用中容易受到腐蚀或磨损，影响其耐用性。选择合适的轻量化材料不仅要考虑其强度、刚性和耐久性，还需要兼顾成本和加工工艺的可行性。如何在多种材料中做出权衡，找到既满足轻量化又能保证支架长期可靠性的理想材料，是当前设计面临的另一大难题。

2 轻量化设计方法与材料选择

2.1 轻量化材料的性能分析

轻量化材料在商用车后视镜支架设计中的应用，要求材料具备较低的密度和较高的强度。常见的轻量化材料包括铝合金、镁合金以及高性能复合材料等。这些材料相比传统的钢铁材料，能够在保证强度的同时大幅减轻重量。轻量化材料的选择不仅仅是单纯的质量对比。对于支架这种要求高强度和耐久性的部件而言，材料的抗疲劳性能、抗冲击性能以及耐腐蚀性都是不可忽视的因素^[2]。铝合金具有较好的抗腐蚀性能，适应不同环境条件，但在长期的机械负荷下，其疲劳强度可能不如钢材强。材料的选择需要综合考虑其在使用过程中可能面临的各种应力和环境因素，才能有效实现轻量化且不妥协于性能。

2.2 先进合金材料的应用优势

随着材料科学的发展，越来越多的先进合金材料被引入商用车后视镜支架的设计中，这些合金材料不仅具有轻量化特性，还具备更强的耐久性和抗腐蚀性能。例如，铝合金和钛合金在减轻支架重量的同时，还具备优异的抗腐蚀性，特别适用于恶劣天气和复杂路况下的长期使用。铝合金的高比强度使得支架能在降低质量的同时，保持良好的承载能力；钛合金则在

高强度和轻量化之间达到了理想的平衡，适用于要求高强度、高稳定性的部件中。复合材料如碳纤维复合材料，虽然成本较高，但其超高的强度和刚性使得它在未来的商用车后视镜支架设计中，具备广阔的应用前景。先进合金材料为轻量化设计提供了更多选择和可能性。

2.3 结构优化技术的实现

结构优化技术通过对后视镜支架的设计进行智能化改进，使得支架在减少材料用量的同时，能够维持甚至提高其强度和稳定性。在结构优化过程中，计算机辅助设计（CAD）和有限元分析（FEA）技术起到了关键作用，通过模拟不同工况下的应力分布，设计师能够精确调整支架的几何形状和材料分布。采用加强肋条结构和合理的孔径分布，可以有效提高支架的承载能力，同时减轻重量。另一个重要的技术是拓扑优化，它能够根据受力分析自动调整支架的材料布局，去除不必要的部分，实现轻量化的同时保持结构的整体稳定性。通过这些优化技术，不仅能提升支架的性能，还能降低制造成本，为后视镜支架的轻量化设计提供了一种可行且高效的技术路径。

3 耐久性提升的技术路径

3.1 疲劳测试方法与数据分析

疲劳测试是评估商用车后视镜支架耐久性的重要环节。通过模拟实际使用过程中支架承受反复载荷的情况，疲劳测试能够揭示支架在长期使用中的弱点与潜在故障点。常见的疲劳测试方法包括静态加载和动态加载测试，通过不同的加载方式，可以模拟支架在车辆行驶过程中所经历的各种应力情况。测试结果通常以疲劳寿命曲线呈现，显示支架在不同应力下的使用寿命^[1]。数据分析则通过对这些测试数据的深度挖掘，评估不同材料和结构设计的抗疲劳能力，找出设计中的薄弱环节，进而优化设计方案。基于疲劳测试结果，设计师可以针对高应力区进行强化，或通过改变支架的形状和材质来延长使用寿命，提高支架的整体耐久性。

3.2 抗腐蚀技术的应用

后视镜支架长时间暴露于各种环境因素中，腐蚀问题一直是影响其耐久性的关键因素。特别是在潮湿、多雨、盐雾环境下，金属支架容易发生腐蚀，进而影响使用寿命。抗腐蚀技术的应用成为提升支架耐久性的重要手段。采用防腐涂层是常见的解决方案，诸如电镀、喷涂或阳极氧化处理等技术，可以有效增强支架表面的抗腐蚀性。表面处理技术如钝化处理和喷砂处理，不仅能提高支架的抗腐蚀性能，还能改善其外观和耐磨性。近年来，复合材料的应用也在抗腐蚀领域展现出优势，尤其是碳纤维和玻璃纤维复合材料，具有天然的耐腐蚀性，可以有效减少金属支架暴露的腐蚀风险。通过这些技术，商用车后视镜支架的耐久性得到了显著提升，能够适应更为苛刻的使用环境。

3.3 使用寿命延长的设计原则

为了延长商用车后视镜支架的使用寿命，在设计过程中必须遵循一定的设计原则。结构设计需保证支架的负荷分布均匀，避免集中应力，这可以有效减少疲劳损伤的发生。支架在长时间使用过程中，经常受到振动和冲击，因此设计时需要考虑减震和抗冲击性能。通过优化支架的结构，增加支架的厚度或设置缓冲区域，可以显著提升其抗冲击能力和抗疲劳能力。材料选择也直接影响支架的使用寿命，耐高温、耐腐蚀的合金材料和复合材料可以有效抵抗外部环境的侵蚀，延长支架的有效使用期。优化连接件的设计，避免因连接处松动或腐蚀而导致支架失效，也是延长使用寿命的重要措施。通过这些综合设计原则，商用车后视镜支架的耐久性和使用寿命得到了极大提升。

4 轻量化与耐久性双重目标的结合

4.1 优化结构设计方案

在实现后视镜支架轻量化与耐久性双重目标时，优化结构设计是关键一环。通过精确分析受力点和加载方式，设计师能够调整支架的几何形状，避免不必要的材料浪费。减少材料使用的同时，结构优化可确保支架的承载能力不受影响，特别是对于高应力区域，设计师会采用加固设计来提升耐久性^[4]。合理的孔洞布置或加强肋条设计，可以在不增加重量的情况下提升支架的稳定性和抗冲击性能。结构优化不仅使得支架更加轻便，也增强了其在长期使用中的可靠性，从而实现了轻量化与耐久性的良好平衡。

4.2 多项技术的综合应用

轻量化设计与耐久性提升需要多项技术的综合应用才能达到最佳效果。通过采用先进的材料科学、结构优化技术与表面处理技术等手段，能够实现支架在降低重量的同时，保持甚至提升其耐久性。高性能合金材料和复合材料的使用不仅保证了支架的强度和抗腐蚀性，还有效减少了重量。借助计算机辅助设计（CAD）和有限元分析（FEA）技术，可以对支架进行虚拟测试和优化，确保其在不同工况下的性能表现。综合应用这些技术，可以实现支架设计的全面优化，满足轻量化与耐久性双重要求。

4.3 综合效果评估与对比

在完成支架的轻量化设计和耐久性优化后，综合效果评估成为确保设计成功的关键环节。通过对新设计支架进行一系列性能测试，包括疲劳测试、抗腐蚀测试和使用寿命测试，可以全面评估设计的效果。与传统设计方案相比，轻量化支架的重量、强度、耐久性等各项指标都应有所提升。通过对比不同材料和设计方案的测试结果，可以为后续设计提供重要依据，确保新设计不仅在减少重量上有所突破，同时在耐用性上也满足商用车的实际需求。这种全面的效果评估为后视镜支架的进一

步优化提供了数据支持和实践经验。

5 轻量化设计对商用车整体性能的影响

5.1 燃油效率提升分析

轻量化设计对商用车燃油效率的提升起到了至关重要的作用。车辆的总重量直接影响发动机的负担，越重的车体需要更多的动力来驱动，从而消耗更多燃料。通过采用轻量化材料和优化结构设计，减轻了后视镜支架等部件的重量，进而降低了车辆的整体重量。轻量化的车体不仅减少了发动机的负担，还有效提高了车辆的燃油经济性^[5]。随着车身重量的减轻，商用车在行驶过程中能够更轻松地进行加速和保持速度，从而显著降低油耗，提升燃油效率。对于长时间行驶的商用车而言，这种提升尤为显著，不仅减少了日常运营成本，也符合日益严格的环保标准。

5.2 成本效益分析

轻量化设计的实施对商用车的整体成本效益产生了深远影响。虽然使用高性能轻量化材料，如铝合金和复合材料，可能会增加初期制造成本，但其带来的长期效益不可忽视。轻量化后的车辆在燃油消耗方面的节约，能够大幅降低运营成本，尤其是在高负荷运行的商用车中，燃油节省效果更为明显。轻量化设计还可以延长车辆的使用寿命，减少维护和更换部件的频率，从而降低长期的维修成本。综合来看，尽管初期投入较

大，但通过降低燃油费用和维修成本，商用车的整体经济效益得到了显著提升。

5.3 车辆安全性的综合提升

轻量化设计不仅对商用车的燃油效率和成本效益有积极影响，还在一定程度上提升了车辆的安全性。通过优化后视镜支架等部件的结构，不仅减轻了重量，还增强了部件的抗冲击性和耐久性。轻量化材料如高强度铝合金和复合材料在保证支架强度的同时，能有效抵御外部冲击和碰撞，减少事故中对乘员的伤害。轻量化设计可以改善车辆的操控性和稳定性，尤其是在高速行驶或紧急制动时，减少因车身过重导致的操控失控情况。轻量化设计提高了商用车的稳定性、反应速度以及整体安全性能，为驾驶员和乘员提供了更高的安全保障。

6 结语

轻量化设计在商用车后视镜支架中的应用，不仅有效降低了车辆的整体重量，还在提升燃油效率、降低运营成本和提高安全性方面发挥了重要作用。优化材料选择和结构设计，不仅增强了支架的耐久性，还在确保强度的前提下实现了重量的有效减轻。多项技术的综合应用为设计方案提供了全面支持，使得商用车在性能上得到显著提升。轻量化设计为商用车的可持续发展提供了有效的解决方案，为未来的技术创新和产业发展开辟了新的路径。

参考文献:

- [1] 杨帆,张维合.新能源汽车后视镜内支架大型精密注塑模设计[J].中国塑料,2025,39(09):129-133.
- [2] 吕稼均,张世阳,陈荣创,等.商用车后视镜背壳结构与注塑模具设计[J].工程塑料应用,2023,51(01):93-97+103.
- [3] 王香娟,刘松,张丽.后视镜投影灯缺陷分析及改善方案的研究[J].汽车电器,2022,(07):65-67.
- [4] 陈崇山.商用车后视镜抗抖性能评价方法及影响因素创新研究[J].装备制造技术,2022,(04):226-228+249.
- [5] 倪红星,陈荣创,吴张新.商用车后视镜设计与振动分析[J].湖北汽车工业学院学报,2021,35(04):26-30+37.