

# 摩托车后视镜多档位伸缩锁定装置的力学分析与可靠性提升

黄惟云

温州市瑞云摩托车配件有限公司 浙江温州 325200

**【摘要】**本研究聚焦摩托车后视镜多档位伸缩锁定装置，旨在提升其可靠性，增强行驶安全性与用户体验。通过理论分析、案例研究和实验测试，剖析装置结构、原理及作用。针对常见受力情况进行力学分析，明确薄弱环节，从材料、工艺、环境、使用频率与维护等方面探讨影响可靠性的因素。基于此，提出材料选择优化、工艺改进、结构设计改进及制定使用维护指南等提升策略。研究成果为该装置设计与制造提供重要理论和实践依据。

**【关键词】**摩托车后视镜；多档位伸缩锁定装置；力学分析；可靠性提升

Mechanical Analysis and Reliability Enhancement of the Multi-Position Zoom Lock Mechanism for Motorcycle Rear Mirrors

Huang Weiyun

Wenzhou Ruiyun Motorcycle Parts Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang 325200

**【Abstract】** This study focuses on the multi-position zoom lock mechanism of motorcycle rear mirrors, aiming to enhance its reliability, improve riding safety, and optimize user experience. Through theoretical analysis, case studies, and experimental testing, the study examines the mechanism's structure, operating principles, and functions. Mechanical analysis under common load conditions identifies critical weaknesses, and factors affecting reliability—including materials, manufacturing processes, environmental conditions, usage frequency, and maintenance—are investigated. Based on these findings, improvement strategies are proposed, such as optimizing material selection, refining manufacturing processes, enhancing structural design, and establishing usage and maintenance guidelines. The research provides valuable theoretical and practical insights for the design and manufacturing of such mechanisms.

**【Key words】** motorcycle rearview mirror; multi-speed telescopic locking mechanism; mechanical analysis; reliability enhancement

## 一、引言

摩托车是全球广泛使用的便捷交通工具，后视镜是重要安全部件，对骑手观察后方、确保骑行安全至关重要。多档位伸缩锁定装置可让骑手根据自身需求和骑行场景灵活调整后视镜位置与角度，提升视野范围和观察便利性。

实际骑行中，不同身材骑手对后视镜最佳观察位置需求不同，如高大骑手需伸长并调整角度，娇小骑手需收缩至合适位置。不同骑行场景也需相应调整，城市道路要观察近距离状况，高速路要广阔远距离视野，越野骑行要求后视镜稳定。若该装置性能不佳，会导致视野受限、增加安全隐患甚至引发事故。

## 二、摩托车后视镜多档位伸缩锁定装置概述

以常见摩托车后视镜多档位伸缩锁定装置为例，其主要由连接头、支撑杆、导套、螺环、弹簧、波纹套、连杆、滑套、连接杆、罩体和安装座构成。连接头用坚固金属，通过焊接或螺栓与车身相连，防止松动；支撑杆为圆柱形金属杆，强度和刚性高，可承受负荷；导套套在支撑杆外侧，用耐磨、低摩擦系数材料，能顺畅滑动；螺环与支撑杆螺纹连接，转动时轴向移动；弹簧套在支撑杆上，位于导套和连接头间，起缓冲和复位作用；波纹套套在外部，用橡胶或塑料，可保护部件、防尘防雨且美观；连杆一端与支撑杆铰接，一端连

接可滑动的滑套；连接杆两端分别与导套和滑套铰接，导套滑动可带动滑套，改变连杆角度；罩体安装在连杆上，防风防水；安装座焊接在罩体上，反光镜固定其中，确保稳定。

## 三、力学分析

### 3.1 常见受力情况分析

#### 3.1.1 行驶中的振动受力

摩托车行驶中遇坑洼、减速带、石子路等路况会产生振动，车轮冲击力经悬挂系统传至车身，作用于后视镜多档位伸缩锁定装置。振动受力随机复杂，频率和振幅随路面和车速变化。低频振动由路面大起伏或过减速带引起，如30km/h过5cm高减速带，频率5-10Hz，会使后视镜装置受大冲击力，导致连接部件松动、金属部件疲劳裂纹。高频振动源于路面细微不平整，如60km/h行驶在石子路，频率50-100Hz，虽单次冲击能量小，但作用频繁，会使零部件高频疲劳磨损，影响装置调节功能。

#### 3.1.2 风阻受力

摩托车高速行驶时，风阻对后视镜作用力不可忽视，包括压力和扭矩。风阻压力随车速增加呈指数级增长，如100km/h行驶时，后视镜风阻压力达50-100N，会使后视镜变形或位移，长期作用可能致锁定结构失效。风阻还会产生扭矩，因后视镜形状和安装角度，风会产生扭转力矩，侧风环境下变化复杂，可能使后视镜扭转，若抗扭强度不足，会损坏部件或使锁定机构螺纹松动。

### 3.1.3 人为操作受力

骑手调整后视镜时,对多档位伸缩锁定装置施加旋转螺环的扭矩和推动或拉动的拉力、推力。旋转螺环时,普通成年男性施加扭矩约 $2\sim 5\text{N}\cdot\text{m}$ ,女性或力量小的骑手约 $1\sim 3\text{N}\cdot\text{m}$ ,螺环设计不合理会增加操作难度、损坏螺纹。推动或拉动调整角度时,所需力在 $5\sim 20\text{N}$ 之间,活动部件摩擦力大需更大力,可能使部件变形损坏,用力过猛会影响装置结构完整性和可靠性。

### 3.2 力学分析案例

以某品牌摩托车在城市和郊区混合道路行驶为例,速度 $20\sim 80\text{km/h}$ ,路面有平坦柏油路、坑洼路和减速带。 $40\text{km/h}$ 过 $3\text{cm}$ 深坑洼时,后视镜装置受明显振动冲击,支撑杆冲击力峰值约 $100\text{N}$ ,垂直路面向上,使连接处承受大剪切应力,可能致焊接处裂纹,同时导套摩擦力增大,润滑不足会加速磨损。 $80\text{km/h}$ 在郊区道路行驶时,风阻是主要受力因素,镜面压力约 $80\text{N}$ ,方向与行驶方向相反,风阻扭矩约 $3\text{N}\cdot\text{m}$ ,使后视镜扭转,会使铰接处销轴磨损、松动,影响调节精度和稳定性。人为操作方面,骑手旋转螺环时,因螺纹细且润滑不佳,需施加约 $4\text{N}\cdot\text{m}$ 扭矩。这比正常所需扭矩偏大,过大扭矩增大螺环与支撑杆螺纹间接触应力,易造成螺纹磨损变形,影响螺环调节和锁定功能。推动后视镜角度时,滑套与连杆摩擦力大,骑手施加约 $15\text{N}$ 推力,使连接杆和滑套承受额外应力,长期会导致连接杆变形或滑套滑槽磨损,影响后视镜角度调节范围和灵活性。

### 3.3 力学分析结论

通过对摩托车后视镜多档位伸缩锁定装置行驶中振动、风阻、人为操作等常见受力情况分析,及具体案例研究,总结出装置不同受力下的薄弱环节。振动受力时,连接部件如接头与支撑杆、连杆与铰接处易松动损坏,活动部件如导套与支撑杆、滑套与连杆磨损突出,影响调节性能;风阻受力下,后视镜镜面和迎风面易变形,连接部位和锁定结构可能松动损坏;人为操作时,螺环和支撑杆螺纹、连接杆和滑套等部件易磨损变形。

这些薄弱环节为后续可靠性提升提供依据。研究中可针对薄弱环节,从材料选择、结构优化、制造工艺改进等方面提高装置性能和可靠性。如选高强度、耐疲劳材料用于连接部件,优化连接结构增强抗冲击能力;改进活动部件表面处理工艺,提高耐磨性和润滑性;优化后视镜外形设计,降低风阻影响,提升装置可靠性。

## 四、可靠性影响因素分析

### 4.1 材料性能对可靠性的影响

#### 4.1.1 材料强度与韧性

材料强度和韧性是影响摩托车后视镜多档位伸缩锁定装置可靠性的关键因素。强度不足时,装置承受外力易变形,如支撑杆强度低于标准,受振动冲击可能弯曲,影响后方视野,约 $30\%$ 因材料强度导致的故障由支撑杆变形引起。韧性不足时,材料受冲击易脆性断裂,如连杆韧性不够,在极端路况下断裂风险大幅增加。

#### 4.1.2 材料的耐腐蚀性

摩托车户外行驶,后视镜装置接触腐蚀物,材料耐腐蚀差,零部件会被腐蚀。如螺环和支撑杆螺纹腐蚀会影响调节功能,金属部件腐蚀会降低强度,威胁骑行安全。使用超3年的摩托车中,约 $40\%$ 后视镜装置有腐蚀问题,15%因腐蚀影响正常使用,沿海或潮湿地区更严重,提高材料耐腐蚀性对保障装置长期可靠性至关重要。

### 4.2 制造工艺的影响

#### 4.2.1 加工精度

加工精度影响装置性能,精度不足会导致部件配合问题。如导套与支撑杆配合精度不够,会滑动不畅、加速磨损;滑套与连杆配合不佳,会影响角度调节功能,降低装置可靠性和使用体验。

#### 4.2.2 装配质量

装配过程直接影响装置可靠性。操作不当,如零件装配不到位会松动,焊接不牢可能导致后视镜掉落,螺纹连接不紧无法锁定位置。装配清洁也重要,残留杂质会加剧磨损,严格控制装配过程是提高可靠性的关键。

### 4.3 使用环境的影响

#### 4.3.1 温度变化

温度变化对后视镜装置影响显著。高温下,塑料部件变软、润滑油变稀,如导套变软会使后视镜晃动;低温下,材料变脆易断裂,如连杆低温断裂风险提高。此外,温度变化导致热胀冷缩,不同部件收缩程度不同会改变间隙,影响调节功能。

#### 4.3.2 湿度与雨水侵蚀

高湿度环境和雨水侵蚀影响摩托车后视镜多档位伸缩锁定装置可靠性。高湿度中,装置金属部件易腐蚀,如接头、连杆等,在湿度长期高于 $80\%$ 环境,表面形成氧化膜并增厚,最终生锈、腐蚀,降低结构强度,受力时易断裂或松动。

雨水侵蚀影响更直接,其含杂质和酸性物质,加速金属部件腐蚀,还可能进入装置内部,导致电气部件短路(若有电子调节功能)或活动部件润滑失效。

### 4.4 使用频率与维护情况的影响

#### 4.4.1 频繁操作的磨损

装置使用频率影响可靠性,频繁伸缩和锁定操作加剧部件磨损。如螺环与支撑杆螺纹频繁转动会磨损,牙型变浅、螺距变大,磨损到一定程度,螺环无法有效锁定,易松动。

导套与支撑杆、滑套与连杆等活动部件间摩擦也因频繁操作加剧磨损,表面产生划痕和痕迹,粗糙度增加、配合间隙增大,降低配合精度,使调节不顺畅甚至卡顿,影响可靠性和性能。

#### 4.4.2 缺乏维护的后果

及时清洁、润滑和检查是装置正常运行的重要措施。不及时清洁,装置表面积累灰尘、油污和杂质,进入内部加剧部件磨损,如灰尘进入导套与支撑杆间隙,划伤表面、缩短寿命。

缺乏润滑问题严重,活动部件间无足够润滑,摩擦力增大,增加调节难度、加快磨损。如连杆与滑套连接处长期缺

润滑,摩擦生热导致材料退火、硬度降低,加剧磨损。

不定期检查使潜在问题难以及时发现解决,如连接部件松动、零部件裂纹等,早期未修复会逐渐恶化,导致装置失效,影响骑行安全。

## 五、可靠性提升策略

### 5.1 材料优化选择

在提升摩托车后视镜多档位伸缩锁定装置可靠性时,材料优化选择很重要。某高端摩托车品牌新款车型后视镜装置选用高强度铝合金制作支撑杆和连接头,其强度重量比高于传统钢材,减轻了整体重量,提高抗变形能力,经测试降低了后视镜位置偏移风险。对于易受腐蚀部件,如螺环和连杆,采用不锈钢或特殊表面处理金属材料,如螺环镀铬处理,在沿海地区测试中耐腐蚀,保证锁定功能。

### 5.2 改进制造工艺

#### 5.2.1 提高加工精度的措施

采用先进加工设备和工艺是提高零部件加工精度的关键。引入高精度数控加工中心,定位精度达 $\pm 0.005\text{mm}$ ,重复定位精度达 $\pm 0.003\text{mm}$ ,加工支撑杆可保证圆柱度误差在 $\pm 0.01\text{mm}$ 以内,表面粗糙度 $Ra0.4$ 以下,减少滑动不畅和磨损问题。电火花加工工艺在加工复杂形状零部件时有优势,如连杆和滑套,加工精度可控制在 $\pm 0.02\text{mm}$ 以内,提高后视镜角度调节灵活性和可靠性。

#### 5.2.2 优化装配流程

优化装配流程和加强质量控制是确保装配质量的重要措施。装配前,用超声波清洗技术清洗零部件,用高精度光学检测设备检查尺寸和外观。装配时,制定标准化操作流程和工艺规范,使用专用工具和夹具,保证装配位置和角度准确,设置多道质量检测关卡。装配完成后,对装置进行全面性能测试,如伸缩和锁定功能、振动、风阻测试等,确保在各种条件下正常工作。

### 5.3 结构设计改进

#### 5.3.1 增强关键部位结构强度

对易受力变形部位进行结构优化可增强关键部位结构强度。如支撑杆采用空心结构并增加加强筋,减轻重量同时提高抗弯和抗扭性能。加强筋布置增强支撑杆结构强度,使其更好承受行驶振动和外力。经有限元分析软件模拟,改进后支撑杆在相同受力下,最大应力降低20%,变形量减少30%,提高了可靠性和稳定性。

对于连杆与支撑杆铰接部位,采用加强型铰接结构设计。增加销轴直径和长度,提高承载能力,同时设置加强板

分散受力、减少应力集中。如某摩托车企业改进后视镜装置,增加销轴直径和长度,焊接加强板,经实际测试,改进后铰接部位未出现松动和损坏,保障了后视镜功能和稳定性。

#### 5.3.2 增加防护结构

为防止外界因素影响摩托车后视镜多档位伸缩锁定装置,增加防护结构是有效改进思路。常见措施是在装置外部增加防水防尘罩,其采用橡胶或塑料制成,能包裹装置防止雨水、灰尘等进入。

在活动部件周围设置防护挡板,可防止异物进入导致卡滞和磨损。防护挡板用金属或高强度塑料制成,安装在活动部件间隙周围。如在导套与支撑杆滑动部位设置,能阻挡异物,经实际测试,活动部件磨损速度降低,提升了装置可靠性和使用寿命。

### 5.4 制定合理的使用与维护指南

为用户制定详细使用说明和定期维护建议,对保障装置可靠性至关重要。使用说明应包括调节方法、操作注意事项等,如调节时缓慢转动螺环,注意观察位置和角度。

定期维护建议涵盖清洁、润滑和检查。清洁建议用干净柔软布擦拭装置和防水防尘罩;润滑指导用户在活动部件连接处涂抹润滑油;检查建议定期检查连接部位和零部件状况,如检查螺栓、螺纹和铰接部位等。

通过制定并宣传使用与维护指南,能提高用户意识,及时解决问题,延长装置使用寿命,提升可靠性,保障骑行安全。

## 六、结论

本研究全面深入探讨摩托车后视镜多档位伸缩锁定装置,取得重要成果。

力学分析研究装置行驶中的振动、风阻和人为操作等受力情况,通过案例确定不同受力下的薄弱环节,为理解力学行为和提升可靠性提供依据与方向。

可靠性影响因素分析涵盖材料性能、制造工艺、使用环境、使用频率与维护情况等方面,阐述各因素对装置可靠性的影响机制。

基于上述研究,提出可靠性提升策略。材料优化选用高强度铝合金等,提高关键部件性能;改进制造工艺,采用先进技术,提高加工精度,优化装配流程并加强质量控制;改进结构设计,增强关键部位强度,增加防护结构;使用与维护方面,制定指南,提供操作和维护建议,延长装置寿命,保障可靠性。

## 参考文献

- [1]李志锐,王青,贺文杰.摩托车后视镜技术发展趋势的研究[J].小型内燃机与摩托车,2007,36(6):22-24.
- [2]张永良,胡彦,李剑峰,等.基于试验的摩托车后视镜设计改善[J].摩托车技术,2019(12):35-39.
- [3]刘雪玲.摩托车后视镜的性能检测[J].中国质量技术监督,2016(11):70-71.
- [4]李妙伦,张辰.后视镜在摩托车上的应用[J].摩托车技术,2021(1):35-39.