

摩托车制动片质量对制动性能的影响研究

杨 洋

湖北航特科技有限责任公司 湖北 荆门 448124

摘 要: 制动片是摩托车制动系统的核心易损件,其质量直接决定制动性能与骑行安全。本文系统分析了制动片材料组成、几何尺寸、物理力学性能及摩擦特性等质量评价指标,从摩擦系数稳定性、热衰退特性、水衰退特性及磨损寿命四个维度探讨了制动片质量对制动性能的影响机理。针对市场现存的质量问题,提出了材料优化、工艺改进、检测完善及标准监管等提升路径,旨在为制动片生产质量控制及消费者合理选配提供技术参考。

关键词: 摩托车; 制动片; 制动性能; 摩擦材料; 质量控制

引言: 摩托车制动系统是保障骑行安全的核心部件,制动片作为其中唯一与制动盘直接接触的易损件,其质量优劣直接决定制动效能与可靠性。当前,摩托车制动片市场产品质量参差不齐,低劣制动片导致的制动距离延长、热衰退严重、磨损过快等问题屡见不鲜,严重威胁骑行者生命安全。制动片质量涉及材料配方、生产工艺、尺寸精度等多重因素,其对制动性能的影响机理较为复杂。本文从制动片质量评价指标入手,系统分析其对制动性能的影响机理,并提出质量提升对策,以期为行业质量管控提供参考。

1 摩托车制动片质量评价指标体系

1.1 材料组成质量

制动片的材料组成是决定其性能优劣的根本因素。按材料类型,摩托车制动片主要分为半金属、烧结金属、少金属及陶瓷四大类。半金属材料以钢纤维为增强体,导热性好、抗热衰退能力强,但摩擦系数随温度变化明显,易产生制动噪音。烧结金属材料通过粉末冶金工艺成型,耐高温性能优异,适用于大排量摩托车,但制造成本较高。少金属材料降低金属含量,摩擦特性相对平顺,但高温下磨损较快。陶瓷材料以陶瓷纤维替代金属纤维,具有摩擦系数稳定、噪音低、粉尘少等优势,正逐渐成为中高端车型的主流选择。材料配方的科学性直接影响摩擦系数的稳定性、热衰退临界温度及磨损寿命。劣质制动片常采用廉价填料替代优质增强纤维,或使用低等级粘结剂,导致材料内部结合力不足,制动过程中易出现摩擦材料碎裂、脱落等严重质量问题。

1.2 几何尺寸质量

制动片的几何尺寸精度直接影响其与制动盘的接触状态和制动力的均匀分布。关键尺寸指标包括整体轮廓尺寸、安装孔位置公差、摩擦面平面度及背板平面度等。轮廓尺寸偏差过大会导致制动片无法正常装入卡

钳,或装入后产生卡滞、旷量,影响制动响应速度。安装孔位置不准确会使制动片在卡钳内偏斜,造成摩擦材料与制动盘接触面积不足、压力分布不均,产生偏磨现象。摩擦面平面度超差是常见问题,制动片表面不平整会导致制动时只有局部区域接触,实际有效摩擦面积减小,制动力下降。背板与摩擦材料的结合强度也是重要指标,低质量制动片常出现背板与摩擦材料粘接不牢,极端工况下发生摩擦材料整体脱落,导致制动完全失效。加工精度不足还会导致倒角尺寸偏差,影响制动片与制动盘的磨合性能和噪音表现^[1]。

1.3 物理力学性能质量

物理力学性能是评价制动片内在质量的重要参数,主要包括密度均匀性、硬度、抗压强度及导热性能。密度均匀性直接影响摩擦材料的内部结构致密度,密度不均会在制动过程中产生局部热点,诱发热弹性不稳定和摩擦系数波动。硬度是反映材料耐磨性和制动舒适性的关键指标,硬度过高会增加制动噪音倾向,同时对偶件(制动盘)磨损加剧;硬度过低则会导致制动片过快磨损,使用寿命缩短。抗压强度决定了制动片在极限制动工况下的结构完整性,劣质制动片在高温高压下可能出现材料碎裂、边缘崩缺。导热性能影响制动过程中热量的疏散能力,导热不良会使热量积聚于摩擦表面,加速热衰退。烧结金属材料导热性能优异,半金属次之,陶瓷材料导热性相对较差。制动片的压缩回弹特性也会影响制动踏板手感和制动响应灵敏度,是舒适性评价的重要维度。

1.4 摩擦性能质量

摩擦性能是制动片最核心的质量指标,直接决定制动效能。主要评价指标包括常温摩擦系数、高温摩擦系数(热衰退特性)、湿态摩擦系数(水衰退特性)、摩擦系数稳定性及磨损率。常温摩擦系数决定了常规制动

工况下的制动力大小,摩托车制动片常温摩擦系数通常要求在0.35至0.50之间。高温摩擦系数反映制动片抵抗热衰退的能力,质量优良的制动片在300℃以上仍能保持稳定的摩擦系数,而劣质产品在200℃左右即出现摩擦系数急剧下降。湿态摩擦系数考察制动片浸水后的制动恢复能力,优质产品首次制动即可恢复80%以上制动力。摩擦系数稳定性包括同一制动过程中的波动幅度和不同制动次数之间的一致性,波动幅度过大导致制动顿挫感强。磨损率则直接决定制动片的使用寿命,低质量产品磨损率为优质产品的3至5倍,更换周期大幅缩短。

2 制动片质量对制动性能的影响机理

2.1 摩擦系数稳定性对制动距离的影响

摩擦系数是决定制动距离的核心参数。根据运动学公式,制动距离与摩擦系数成反比关系,摩擦系数每降低0.1,制动距离约延长15%至25%。在60km/h初速度下,优质制动片(摩擦系数0.45)的制动距离约为18至20米,而劣质产品(摩擦系数0.30)的制动距离可延长至28至32米,差距显著。摩擦系数不稳定性带来的危害更为隐蔽,同一制动过程中摩擦系数忽高忽低,会导致制动力波动,驾驶员难以通过操作手感预判制动效果,紧急情况下极易误判制动距离。造成摩擦系数不稳定的原因包括:材料配方中润滑剂分布不均、增强纤维取向杂乱、压制工艺导致密度不均匀等。此外,不同温度区间的摩擦系数差异也是重要因素,优质产品在全温度范围内摩擦系数变化平缓,而劣质产品低温段摩擦系数偏低、高温段急剧下降,这种“两端弱”的特性在冷车启动和连续下坡工况下尤为危险。

2.2 热衰退特性对连续制动安全性的影响

热衰退是指制动片在高温条件下摩擦系数显著下降的现象,是影响摩托车连续制动安全性的关键因素。摩托车在山路下坡、频繁制动等工况下,制动系统温度快速升高,劣质制动片在200℃左右即开始出现摩擦系数下降,300℃时可能降至常温值的50%以下,制动力严重不足。优质制动片采用耐高温粘结剂和陶瓷纤维,热衰退起始温度可达350℃以上,高温摩擦系数保持率超过80%。热衰退的微观机理在于:随着温度升高,有机粘结剂逐渐分解,摩擦材料内部结构疏松;同时,摩擦界面形成的转移膜被破坏,金属氧化物等高温润滑相析出,降低摩擦系数。热衰退的恢复特性同样重要,劣质产品冷却后摩擦系数难以恢复至初始水平,而优质产品具有良好的热恢复能力^[2]。选择抗热衰退性能优异的制动片,对于经常骑行山路或载重行驶的摩托车尤为重要,直接关系到长下坡路段的制动安全。

2.3 水衰退特性对湿滑路面安全的影响

制动片的水衰退特性指制动片浸水后摩擦系数的下降程度及恢复速度,直接影响雨天骑行安全。摩托车在雨天行驶时,制动系统可能直接暴露于雨水中,制动片与制动盘之间形成水膜,摩擦系数显著降低。优质制动片采用特殊配方设计,水膜能够被快速排出,首次制动即可恢复80%以上的制动力;而劣质产品在水浸后可能出现首次制动几乎无制动力的情况,需要连续制动多次才能逐渐恢复,这一特性在紧急制动场景下极为危险。水衰退的机理包括:水膜降低固-固接触面积、水分子润滑作用降低界面剪切阻力、部分亲水性成分吸水膨胀影响摩擦材料表面形态。改善水衰退性能的措施包括优化材料孔隙率(利于水分散布)、添加疏水性润滑剂、设计排水槽等。消费者在选择制动片时,应关注产品的水衰退性能指标,尤其是南方多雨地区的摩托车用户。

2.4 磨损特性对制动系统寿命的影响

制动片磨损特性不仅决定自身使用寿命,还直接影响对偶件(制动盘)的磨损情况。低质量制动片为了降低成本,常在材料配方中混入硬质杂质或使用劣质增强纤维,这些硬质颗粒在制动过程中对制动盘产生磨粒磨损,加速制动盘表面划伤和厚度减薄。优质制动片通过优化磨料粒径和形态,在保证足够摩擦系数的前提下将对偶件磨损控制在最低水平。磨损率过高意味着制动片更换周期缩短,以每年行驶1万公里计算,优质制动片使用寿命可达2至3万公里,而劣质产品可能不足5000公里即需更换。磨损粉尘的环保性也是日益受到关注的指标,含铜、含镉等重金属的磨损粉尘对环境造成污染,欧盟等地区已对制动片铜含量作出限制。磨损形貌分析表明,优质制动片磨损表面均匀细腻,形成稳定的转移膜;劣质产品则呈现沟槽、剥落、粘着等不均匀磨损特征,进一步加速后续磨损。

3 制动片市场现存质量问题及成因

3.1 市场常见质量问题

当前摩托车制动片市场质量良莠不齐,主要存在以下几类问题。一是摩擦系数偏低或不稳定,部分低价产品常温摩擦系数仅0.25至0.30,远低于标准要求,紧急制动距离大幅延长。二是高温衰退严重,连续制动几次后制动力明显下降,山路骑行风险极高。三是磨损过快,使用寿命仅为优质产品的三分之一,且磨损粉尘量大、扬尘明显。四是制动噪音与振动异响,劣质材料与制动盘匹配性差,易产生尖叫或颤振。五是安装尺寸偏差,卡钳安装困难或制动片在卡钳内晃动,影响制动响应和安全性。六是“改包”冒充原厂件,部分商家将低质

制动片装入仿冒原厂包装销售,消费者难以辨识。七是安全性能隐患,极少数劣质产品甚至出现摩擦材料与背板脱离、材料碎裂等严重缺陷,直接导致制动失效。这些质量问题不仅影响骑行体验,更直接威胁驾驶者生命安全^[3]。

3.2 质量问题成因分析

制动片质量问题的形成具有多重根源。原材料方面,部分生产企业为压缩成本,采用回收料、廉价填料替代优质增强纤维,使用低等级粘结剂,导致产品基础性能不足。生产工艺方面,压制温度、压力、时间参数控制不当,热处理工序简化或省略,产品密度不均、固化不充分。质量管控方面,出厂检验项目不齐全,缺乏高温摩擦性能、水衰退性能等关键指标检测,部分小型企业甚至无自有检测设备,凭经验判定质量。市场环境方面,低价竞争恶性循环,一些平台以超低价吸引消费者,“10元一副”的制动片充斥市场,挤压了正规产品生存空间。标准执行方面,现行标准对热衰退、水衰退等动态性能指标要求不够严格,部分产品虽满足标准但实际使用性能较差。消费者认知方面,多数用户对制动片质量缺乏辨别能力,选购时主要看价格,忽视了安全性能。这些成因相互交织,共同导致了市场质量乱象。

4 制动片质量提升对策

4.1 生产环节质量控制

生产企业应从源头把控制动片质量。配方设计方面,应根据目标车型和使用工况优化材料配比,合理选择增强纤维类型和含量,控制铜含量以符合环保要求。原材料采购应建立供应商评价体系,对摩擦材料原料批次检测,确保批次间一致性。生产工艺方面,精确控制压制温度、压力和时间参数,建立工艺参数数据库,实现每批次可追溯;增加热处理工序,确保粘结剂充分固化,提高材料热稳定性。过程控制方面,在压制、固化、磨削、开槽等关键工序设置质量控制点,实施在线检测,不合格品自动剔除。出厂检验应覆盖常温摩擦系数、高温摩擦性能、磨损率、剪切强度等全项目,配备惯性式制动试验台进行NVH性能验证。对于出口产品,应满足相应国家和地区的认证要求。企业还应建立质量管理体系,推行ISO 9001或IATF 16949认证,持续改进产

品质量。

4.2 检测与监管完善

建立健全检测标准与监管体系是保障市场质量的重要手段。标准层面,应加快修订制动片产品标准,增加热衰退性能、水衰退性能、噪音评价等动态性能指标要求,与国际先进标准接轨。检测能力方面,依托国家级检测中心或行业第三方实验室,开展制动片型式试验和监督抽查,为中小企业的产品研发提供检测服务。市场监管方面,加大对制动片市场的抽检频次,重点检查无证生产、假冒伪劣、“改包”销售等违法行为,抽检结果向社会公示^[4]。建立产品质量信用评价体系,对不合格生产企业实施重点监管和联合惩戒。快速检测技术方面,开发便携式现场检测设备,便于执法人员在流通环节快速筛查。消费者教育方面,通过媒体、短视频等渠道普及制动片选购知识,引导消费者识别正规产品,关注包装上的生产许可证号、执行标准等信息,树立“安全第一、价格第二”的消费观念。

结束语

制动片是摩托车安全系统中不容忽视的关键部件,其质量优劣直接关系骑行者生命安全。本文揭示了制动片质量对制动性能的多维度影响,指出摩擦系数稳定性、热衰退、水衰退及磨损特性是影响安全的核心指标。当前市场质量乱象源于原材料、工艺、标准、监管等多重因素。提升制动片质量需要生产端严格把控配方工艺,检测端完善动态性能标准,监管端加大执法力度,消费端增强辨识能力。唯有各方协同,方能推动行业从低价竞争向质量竞争转变,让每一副制动片都成为骑行安全的可靠保障。

参考文献

- [1]刘权.摩托车制动器的合理设计安装[J].摩托车技术,2022,(11):40-42.
- [2]考翰林.基于大数据分析的电动摩托车质量检测与控制研究[J].质量与市场,2025,(1):30-32.
- [3]徐道能.不同参数下的摩托车制动系统啸叫复特征值研究[J].内燃机与配件,2025(15):22-24.
- [4]龙召全,苗壮,许健.浅谈L3类摩托车联合制动系统(CBS)设计理论[J].摩托车技术,2023(5):36-42.