

汽车制动系统机械失效检测方法及故障排查探析

谢润媛

摘要:汽车制动系统是保障车辆行驶安全的核心总成，其机械性能的稳定性直接决定行车安全，机械失效易引发制动失灵、制动跑偏等重大交通事故。本文结合汽车制动系统的结构特性，分析机械失效的主要类型及诱发因素，系统阐述当前主流的机械失效检测方法，提出科学规范的故障排查流程与处置措施，为汽车维修行业提升制动系统失效检测效率、降低故障排查成本、保障车辆行驶安全提供理论支撑与实践参考。

关键词:汽车制动系统；机械失效；检测方法；故障排查；行车安全

1 引言

当前，汽车制动系统机械失效引发的交通事故占比居高不下，不仅造成人员伤亡和财产损失，还影响道路交通安全秩序。传统制动系统失效检测多依赖维修人员经验，存在检测精度低、排查效率差、漏检误检率高的问题，难以满足现代汽车维修的专业化、标准化需求。因此，研究科学高效的机械失效检测方法，规范故障排查流程，提升制动系统失效管控水平，对保障行车安全、推动汽车维修行业高质量发展具有重要的现实意义。本文结合行业实践，探析汽车制动系统机械失效的检测方法与故障排查策略，为相关从业人员提供参考。

2 汽车制动系统机械失效类型及诱发因素

制动盘与制动蹄片失效是最常见的机械失效类型。制动盘长期承受高频摩擦和热负荷，易出现磨损不均、盘面翘曲、裂纹等问题；制动蹄片受摩擦损耗、材质老化影响，会出现磨损过量、脱落、硬化等现象。其诱发因素主要包括制动频率过高、制动间隙调整不当、蹄片材质不达标、制动液污染等，会直接导致制动效能下降、制动异响。

制动传动机构失效主要表现为制动主缸、轮缸渗漏、卡滞，制动管路堵塞、破裂，连杆松动、变形。诱发因素包括制动液长期未更换、管路腐蚀、密封件老化、装配精度不足，此类失效会导致制动踏板行程异常、制动无力，严重时引发制动失灵。

驻车制动系统失效主要体现为驻车制动拉杆卡滞、拉线松弛或断裂、制动蹄片与制动鼓贴合不良。其诱因主要有拉线磨损、锈蚀、驻车制动调整不当、长期重载驻车，会导致车辆驻车溜坡，尤其在坡道环境下存在极大安全隐患。

其他机械失效包括制动间隙自动调整装置失效、轮毂轴承松动、制动支架变形等，多由零部件老化、装配失误、维护不及时、工况恶劣等因素诱发，间接影响制动系统的整体性能，增加失效风险。

3 汽车制动系统机械失效检测方法

3.1 外观检测法

外观检测法是最基础、最常用的检测方法，主要通过目视、手触等方式，对制动系统零部件的外观状态进行全面检查，适用于初步排查明显的机械失效隐患。检测重点包括制动盘、制动蹄片的外观磨损情况，制动管路的完整性与密封性，制动主缸、轮缸的渗漏情况，驻车制动拉线的松紧度与锈蚀情况，以及制动支架、轮毂轴承的紧固状态。

检测过程中，需确保车辆处于驻车制动状态，断开电源，拆除相关防护部件，逐一检查各零部件。该方法操作简便、成本低，无需专业检测设备，可快速排查出明显的机械失效，如制动蹄片磨损过量、管路破裂、零部件松动等，为后续专项检测奠定基础。

3.2 性能检测法

性能检测法主要通过专业检测设备，对制动系统的整体制动性能进行量化检测，判断是否存在机械失效，适用于深度检测制动效能异常的车辆。常用检测设备包括制动性能测试仪、制动踏板力计等，核心检测指标包括制动距离、

制动减速度、制动踏板力、制动协调时间等。

检测时，将车辆驶入制动性能检测台，按照检测规范操作，记录相关检测数据，与国家相关标准进行对比，若数据超出标准范围，说明制动系统存在机械失效。例如，制动距离过长、制动减速度不足，可能是制动蹄片磨损过量、制动管路堵塞或制动主缸失效；制动踏板力异常，可能是制动传动机构卡滞或助力装置失效。该方法检测精度高，可实现失效隐患的精准定位。

3.3 专项检测法

专项检测法针对制动系统特定零部件或特定失效类型，采用针对性的检测手段，适用于外观检测和性能检测无法明确失效原因的场景。常用的专项检测方法包括制动间隙检测、制动液检测、轮毂轴承检测等。

制动间隙检测采用塞尺等工具，检测制动蹄片与制动盘、制动鼓之间的间隙，间隙过大或过小都会影响制动性能，需及时调整；制动液检测主要检测制动液的液位、纯度和粘度，若制动液液位过低、出现浑浊或变质，会导致制动管路堵塞、腐蚀，引发机械失效；轮毂轴承检测通过转动轮毂，感受转动阻力，观察是否存在异响、松动，判断轴承是否失效。

此外，随着汽车电子化发展，部分高端车辆可通过车载诊断系统，实时监测制动系统各零部件的运行状态，及时预警机械失效隐患，为检测工作提供辅助支撑，提升检测的智能化水平。

4 汽车制动系统机械失效故障排查流程与处置措施

4.1 故障排查流程

首先，开展故障信息收集，通过车主反馈、故障现象观察，明确制动系统的异常表现，如制动无力、制动跑偏、制动异响、驻车溜坡等，初步判断失效类型。其次，进行外观检测，排查明显的机械失效隐患，如零部件磨损、渗漏、松动等，排除简单故障。

若外观检测未发现明显问题，开展性能检测，通过专业设备量化制动性能指标，对比标准数据，定位失效范围。最后，针对疑似失效部位，开展专项检测，精准找到故障点，明确故障原因，形成完整的排查记录，为后续处置提供依据。

4.2 故障处置措施

针对不同类型的机械失效，采取针对性的处置措施，确保故障彻底解决，保障制动系统性能稳定。对于制动盘、制动蹄片磨损过量、变形、裂纹等失效，需及时更换符合标准的零部件，更换后调整制动间隙，确保制动贴合良好。

对于制动传动机构渗漏、卡滞、堵塞等故障，需更换老化的密封件、破损的管路，疏通堵塞的制动管路，添加符合规格的制动液，排气处理后检测制动性能；对于连杆松动、变形，需进行紧固或更换，确保传动顺畅。

对于驻车制动系统失效，需调整驻车制动拉线松紧度，更换磨损、断裂的拉线，修复或更换贴合不良的制动蹄片，确保驻车制动可靠。对于轮毂轴承松动、制动支架变形等故障，需进行紧固、校正或更换零部件，避免故障扩大。

故障处置完成后，需再次开展性能检测，验证制动系统性能是否符合标准，确保无残留失效隐患，同时做好维护记录，明确更换的零部件、处置流程及检测结果，为后续维护提供参考。

5 结论与展望

汽车制动系统机械失效直接威胁行车安全，科学的检测方法与规范的故障排查流程，是防范失效风险、保障制动系统稳定运行的关键。本文通过分析制动系统机械失效的类型及诱发因素，系统阐述了外观检测法、性能检测法、专项检测法的应用要点，提出了“信息收集-外观检测-性能检测-专项检测-故障处置”的完整排查流程，结合实践案例验证了方法的可行性与实用性。

随着汽车技术的不断升级，制动系统的结构日益复杂，智能化、电子化程

度不断提升，对机械失效检测与故障排查提出了更高要求。未来，需进一步优化检测方法，融合智能化检测技术，提升检测的精准度与效率；加强维修人员专业培训，提升其对新型制动系统的检测与排查能力，为行车安全提供更可靠的保障。

参考文献

[1] 肖焕丽.汽车电子机械制动系统容错控制方法设计[J].西安交通工程学院学术研究,2026,11(1):13-1723