

Study on the fault judgment and treatment method of railway truck brake valve

Tianlin Xiong

China Railway Wuhan Bureau Group Co., Ltd., Xiangyang, Hubei, 441000, China

Abstract

As we all know, railway freight car is the mainstay of China's transportation system, shoulder an important transportation mission. But ensuring its safe operation always faces severe challenges. In the past, the railway truck fault detection mainly relied on manual on-site operation, which has a huge workload and low efficiency. In the high intensity working environment for a long time, the physical and mental staff are under heavy pressure, and it is easy to make omissions or mistakes in the detection process, and these errors will become a major hidden danger threatening the safe operation of the train. In this regard, many enterprises actively participate in the research and development of the automatic fault identification and detection system, and strive to break through the limitations of traditional manual detection, improve the quality and efficiency of detection, and better serve the railway transportation safety guarantee work.

Keywords

railway truck; brake valve; fault judgment; handling

铁路货车制动阀的故障判断与处理方法研究

熊天林

中国铁路武汉局集团有限公司襄阳车辆段, 中国 · 湖北 襄阳 441000

摘 要

众所周知, 铁路货车是我国交通运输体系的中流砥柱, 肩负着重要的运输使命。但保障其安全运行始终面临严峻挑战。过去, 铁路货车故障检测主要依靠人工现场操作, 该方式工作量巨大, 效率低下。长期处于高强度的工作环境, 工作人员身心压力沉重, 检测过程中很容易出现遗漏或失误, 而这些差错都会变成威胁列车安全运行的重大隐患。对此, 许多企业积极投身到铁路货车运行故障自动识别检测系统的研发中, 力求突破传统人工检测的局限, 提高检测质量与效率, 更好地服务于铁路运输安全保障工作。

关键词

铁路货车; 制动阀; 故障判断; 处理

1 引言

当前, 社会经济迅猛发展, 生活节奏逐渐加快, 铁路货运系统也顺应趋势, 不断提升机车运行速度。但在高速运行的背后, 货车制动系统却频繁出现故障, 逐渐成为火车安全运行的重大隐患。在列车行驶时, 其自身庞大的质量加上所载货物的重量, 共同产生强大的运行惯性, 会进一步增加制动系统的负荷, 很容易引发制动故障。一旦发生此类故障, 铁路货车自身安全将受到直接威胁, 甚至导致脱轨等事故。而整个铁路系统的运输秩序也会受到冲击, 引发运输延误、货物积压等问题, 严重影响铁路运输的高效性与稳定性。

2 铁路货车制动系统

在铁路运输体系中, 制动系统是确保列车安全、准时运行的关键, 每一列铁路货车都配备着这一装备, 能帮助司机根据实时的运行情况, 实现对列车运行速度的灵活且准确调控, 保证列车能在指定位置平稳停靠。面对复杂的运输环境, 例如, 在遇到弯道、道口等特殊路段时, 司机能利用制动系统, 进行减速操作, 保障行车安全。而在紧急情况或必要时刻, 制动系统能迅速响应司机的停车指令, 全面守护铁路货车的运行安全, 为整个铁路运输过程筑牢安全防线。不仅如此, 制动系统的功能在车辆停放环节也发挥着重要作用, 能让车辆在停靠时保持平稳且灵活的状态, 可以避免位移或晃动, 确保车辆在静止状态下的稳定性^[1]。

【作者简介】熊天林（1975-），男，中国湖北随州人，从事铁路货车制动研究。

3 铁路货车制动阀的故障

3.1 阀芯卡滞

铁路货车制动阀的阀芯卡滞,是常见且危害极大的故障。制动阀阀芯在频繁制动操作中,承担着切换通路的任务。但许多因素容易致其卡滞。运行环境中的杂质,如,风沙区的沙尘、检修遗留的金属碎屑,会随制动系统介质流入阀内,堆积于阀芯与阀壁间隙,阻碍阀芯滑动。制动阀内部零件长期摩擦产生的碎屑,如果没有被过滤装置清除,也会加剧卡滞风险。另外,润滑不足也是重要因素,高温时润滑油变稀流失、低温时凝固,或维护不及时未补充,都会让阀芯与阀座间摩擦力剧增,阀芯很难顺畅动作。一旦阀芯卡滞,制动阀无法依指令正常开闭,制动系统失控,货车行驶中无法精准调控制动力,运输安全风险大增,严重时还会引发列车脱轨等重大事故。

3.2 阀体泄漏

阀体泄漏会严重威胁铁路货车制动系统的正常运行。制动阀阀体长期受内部高压气体或液体冲击,并面临外部震动、碰撞与机械磨损。内部高压介质侵蚀,让阀体金属材料逐渐疲劳,形成微小裂缝或砂眼。外部频繁震动,让阀体各连接部位密封件松动、变形,如,橡胶垫圈老化、金属密封环磨损。而在恶劣天气下,潮湿环境的水汽渗透,会加速阀体金属腐蚀,削弱结构强度。阀体一旦泄漏,制动系统压力骤降,制动效率也会大幅度降低。另外,货车制动时制动力不足,制动距离延长,紧急制动时甚至无法及时停车,会严重影响铁路运输安全与效率,还会因频繁维修而增加运营成本。

3.3 120 主阀故障

制动缓解异常通常是由滑阀、节制阀密封不严导致漏泄,或局减阀、加速缓解阀出现功能性的故障引发。当滑阀、节制阀密封面磨损,高压空气易渗漏,干扰正常的制动缓解流程。局减阀和加速缓解阀故障,会让压力控制失常,阻碍缓解动作执行。

3.4 紧急阀故障

紧急制动效率低下主要源于紧急活塞密封失效而导致的漏泄,打破系统压力平衡,阻碍紧急制动的有效触发。与此同时,紧急活塞杆缩孔容易被杂质淤积堵塞,干扰气流通路,严重降低紧急制动的响应速率与作用效果。

3.5 制动阀清洁度不达标

清洁度不达标是铁路货车制动阀运行故障的一大因素,对制动阀正常运作产生显著影响,很容易引发意外紧急制动、自然制动异常、缓解不到位等故障情况。当滑阀副间混入异物,滑阀会出现垫起或拉沟情况,严重干扰制动阀精准动作,让制动指令无法准确执行。而相关逆流稳定孔如果被异物堵塞,制动系统内部压力平衡被打破,触发各类制动故障,在一定程度上威胁制动系统的稳定性。而清洁度不达标的根源,主要包含内部与外部两方面因素。在长期使用中,

制动阀内部金属部件受介质侵蚀,不断产生腐蚀碎屑,这些碎屑在阀内循环流动,会逐渐降低系统清洁度。对于外部环境,异物可以通过多种途径侵入,如,排气口反吹带入的沙尘等,进一步加剧清洁度恶化。为改善这一状况,应该采取有效的措施。首先,利用迷宫式排风部对既有阀进行防尘改造,凭借其独特结构有效阻挡外部异物入侵^[2]。其次,在制动阀检修时强化清洗流程,利用专业设备与药剂,彻底清除阀内腐蚀产物和外来异物。通过这些手段保障制动阀清洁度,降低故障发生频率,确保铁路货车制动系统稳定、可靠运行。

4 铁路货车制动阀故障的处理方法

4.1 优化润滑管理

在铁路货车制动阀的维护工作中,要选择适配的润滑油。由于制动阀工作的环境相对复杂,运行状态多变,尤其是高温地区运行的车辆,要选用具备卓越耐高温和抗氧化性能的润滑油。这类油品能有效抵御高温影响,防止黏度降低和流失,保障阀芯和重要部件始终处于理想的润滑状态,确保制动阀稳定、高效运作。与此同时,还应该建立科学的润滑周期制度,综合考虑制动阀的使用频率、行驶里程等因素,运用数据分析模型精准确定润滑油的补充与更换时机。尤其在日常维护中,利用专业检测工具对润滑点进行全面检查,确保润滑油均匀覆盖各运动部件,从根本上减少因润滑不足导致的阀芯卡滞等故障,为铁路货车制动阀的可靠运行提供支持,如下图。



图:日常检查

4.2 卡滞故障处理方法

当制动阀出现阀芯卡滞故障时,必须迅速启动高效的处理制度,先对制动阀进行全面拆解操作,运用专用清洗剂,对阀芯和阀腔内部进行深度清洁工作。清洗剂的选择要根据故障成因及内部杂质特性进行精准匹配,确保能彻底清除因杂质侵入、零件磨损产生的碎屑等导致卡滞的异物。在清洗过程中,适当融入超声波清洗设备,利用超声波的高频振动特性,增强清洗效果,实现对细微杂质的深度清理,不放过任何一个可能影响阀芯运动的微小颗粒^[3]。而针对因磨损导致阀芯表面粗糙度增加、阻碍阀芯滑动的情况,要采用高精度的打磨与抛光工艺进行修复,运用专业打磨工具,严格按

照阀芯的设计精度要求,对磨损部位进行打磨,之后通过抛光处理,恢复阀芯表面的光洁度,降低阀芯与阀壁之间的摩擦力。如果阀芯磨损程度比较严重,超出预先设定的公差允许范围,应该及时更换全新的阀芯,新的阀芯应该经过严格的质量检测流程,确保其各项性能指标符合设计要求。

4.3 120 主阀故障和紧急阀故障的处理办法

120 主阀故障的故障处理。对滑阀与节制阀进行拆解,检查其密封面。如果磨损程度较轻,可以采用专业研磨工具进行修复,恢复密封精度。但磨损严重,则要更换全新的适配磨损件。针对局减阀与加速缓解阀,要检查内部弹簧的弹性和密封件的完整性,弹性不足的弹簧或损坏的密封件应及时更换,确保两阀恢复正常工作状态。

紧急阀故障的处理。面对紧急活塞漏泄,要精准拆解,选用适配密封胶圈进行更换,以此来恢复其密封性能,保障压力稳定传导。针对缩孔堵塞,可以利用特制清理工具,深入缩孔,清除内部杂质,确保缩孔畅通无阻,让紧急制动时气流依设计路径顺利流动,让紧急阀恢复正常工况。

4.4 阀体泄漏的处理方法

面对铁路货车制动阀的阀体泄漏故障,要精准研判泄漏状况,按照严重程度与具体位置,制定针对性处理方案。当阀体表面出现微小裂缝或砂眼,可以进行焊接修复。在焊接以前,利用电动打磨机等专业工具,对泄漏处进行打磨与清洁,彻底清除杂质、氧化物,为焊接奠定基础。之后,根据阀体材质,匹配焊接材料,如,碳钢阀体选用适配碳钢焊条。在焊接时优先采用氩弧焊工艺,来控制热输入,降低对阀体其他部位的热影响,同时还要根据阀体厚度、材质等因素,调控焊接电流、电压和速度,确保焊接质量,防止阀体变形或产生新缺陷,保障修复后阀体的结构完整与密封性能。如果阀体泄漏因密封件老化、损坏,如,橡胶垫圈失效,要及时更换新密封件,确保规格与原品一致,更要注重材质特性,让其具备良好的密封与耐腐蚀性能,以此来适应制动阀内部的复杂环境^[4]。

4.5 应用精准维修技术

利用高精度探伤仪、电子显微镜等设备,能精准分析故障。探伤仪运用超声波、射线等物理原理,深入阀体内部,可以探测出微米级的微小裂缝,这些裂缝往往是引发故障的潜在隐患。电子显微镜则凭借高分辨率成像,清晰展现阀芯表面的磨损痕迹与微观缺陷,为故障诊断提供微观层面的依据。在维修过程中,激光熔覆和 3D 打印等先进制造技术的应用,针对磨损阀芯,激光熔覆技术利用高能激光束,将高性能合金粉末快速熔合在阀芯基体表面,形成具备优异耐磨、耐腐蚀性能的熔覆层,恢复阀芯尺寸精度与表面性能,有效延长其使用寿命。而对于难以获取的特殊制动阀零件,

3D 打印技术通过层层堆积材料,能快速制造出符合严格要求的零件,有助于缩短零件制造周期、降低采购成本,还可以实现零件的个性化定制,满足不同制动阀的特殊需求,保障制动阀维修质量与可靠性,提升铁路货车制动系统的稳定性。

4.6 优化作业工序保证制动阀的检修质量

在铁路货车制动阀的维护流程中,优化清洗环节能确保制动阀性能稳定。对于制动阀阀体外观的清洗,要强化对各阀安装面和通路外露口防护工作,在清洗以前,利用钢丝刷细致地清理阀体外部的灰砂和锈皮,将附着的顽固杂质彻底清除,为后续清洗工作奠定基础。之后,把阀体置于外观清洗机中,进行深度清洗操作,让各制动阀的外部清洗质量达到严苛标准^[5]。过去,制动阀零配件与阀体混放在清洗筐内一起清洗、检修这种方式频繁引发配件缺失、相互磕碰等问题,且主阀体内暗道繁杂,经超声波清洗机的清水槽清洗以后,容易存水生锈。对此,优化后的工艺在完成阀体外观清洗以后,不再将制动阀放入超声波清洗机,而是交由专业的制动阀检修人员负责内部清洗。在工艺调整过程中,为避免阀内零配件在清洗和存放时发生碰伤,要按照制动阀内部零配件在形状、大小、体积上的差异,自主研发适配的存放框,可以选用硬质塑料材质制成,具备分格存取功能,来满足清洗、烘干等操作需求。当然,还能与铜质配件一同参与清洗、烘干流程,实现配件的定置摆放,降低相互碰伤的概率,提升制动阀装配环节的质量管控水平。

5 结语

总而言之,对于铁路货车制动阀故障的判断与处理流程,各环节环环相扣且十分重要。在日常维护中,通过定期清洁、合理润滑等措施,有效降低故障发生概率。在故障检测时,要精准定位潜在隐患。而故障维修要根据不同情况采取针对性手段,维修后经严格调试与验证,确保性能达标,以此来保障制动阀稳定运行,大幅度提升铁路货车运输的安全与可靠性,为铁路货运事业的长远发展提供重要支持。

参考文献

- [1] 李明亮.铁路货车120型制动阀的故障判断与处理方法[J].包头职业技术学院学报,2024,25(04):39-43.
- [2] 张玉东.铁路货车超偏载检测装置传感器故障的判断与处理方法[J].铁道技术监督,2006,34(07):34-36.
- [3] 李伟,杨林,罗明洋,等.铁路货车智能铆接系统的研究与设计[J].铁道车辆,2024,62(02):113-117.
- [4] 吕亚博.基于深度学习的铁路货车轴承故障诊断研究[D].辽宁省:大连交通大学,2023.
- [5] 王斌.浅谈关于车辆制动系统的故障判断与应急处理[J].内燃机与配件,2017,(22):87-88.