

工程机械液压系统的故障排查与维护策略

王跃明

中国二冶集团有限公司 内蒙古 包头 014020

摘要: 工程机械液压系统是精密闭环动力传递系统,由多关键部分构成,有显著优势但也存在短板。常见故障有压力异常、动作故障、泄漏与噪声振动等,针对不同故障有相应排查方法。维护策略包括液压油精细化管理、关键元件定期养护、系统清洁与环境管控。综合实施要点为建立标准化排查流程、规范维护操作流程、强化运维人员能力提升,通过这些措施可提升故障排查效率与维护质量,保障系统稳定可靠运行。

关键词: 工程机械; 液压系统; 故障排查; 维护策略

引言: 工程机械液压系统作为精密复杂的闭环动力传递体系,其核心结构涵盖动力、执行、控制、辅助元件及工作介质,具备功率密度大、传动平稳等优势,但也存在对油液品质要求高、故障诱因复杂等短板。在实际运行中,液压系统易出现压力异常、动作故障、泄漏与噪声振动等问题,影响设备作业精度与稳定性。为保障其可靠运行,需构建涵盖液压油精细化管理、关键元件定期养护、系统清洁与环境管控的维护策略,并建立标准化排查与规范维护流程,强化运维人员能力,以提升故障处理效率与维护质量。

1 工程机械液压系统的核心结构与工作特性

工程机械液压系统是一个精密且复杂的闭环动力传递系统,由多个关键部分协同工作构成。(1) 动力元件,典型代表如液压泵,是整个系统的能量源头,负责将发动机输入的机械能高效转化为液压能。执行元件,包含液压缸与液压马达等,承担着将液压能重新转换为机械能的重任,以此驱动设备实现诸如伸缩、回转、举升等多样化的动作,满足不同工况需求。(2) 控制元件在系统中起着精准调控的关键作用,像溢流阀可稳定系统压力,换向阀能改变液压油的流向,确保系统按预定逻辑运行。辅助元件虽不直接参与能量转换,但不可或缺,油箱用于储存和散热,滤清器可过滤杂质保证油液清洁,油管则负责连接各元件形成完整回路。工作介质液压油,不仅是能量传递的载体,还对元件起到润滑和冷却作用。(3) 该系统具备显著优势,功率密度大,能在较小体积内传递较大功率;传动平稳,可有效减少设备运行时的冲击与振动;动作响应快,能迅速执行操作指令;控制精度高,可实现精细的动作控制。然而,它也存在一些短板,对油液品质要求极为严苛,油液污染会加速元件磨损;元件密封性敏感,密封不良易引发泄漏;故障诱因复杂,作业过程中,外部的环境粉尘、温度波动、振动冲击,以及内部

的元件老化、油液污染、管路松动等因素,都可能打破系统正常运行状态,进而引发各类故障^[1]。

2 工程机械液压系统常见故障及排查方法

2.1 压力异常故障排查

压力异常是液压系统最常见的故障之一,主要包括系统压力不足、压力过高及压力波动过大三种情况。系统压力不足时,设备易出现动作无力、作业效率下降等问题,其核心诱因多为液压泵容积效率下降、溢流阀卡滞或调节不当、管路泄漏、液压油黏度不足等。排查时应遵循“先直观后精密”的逻辑:首先检查液压油液位与黏度,观察管路是否存在明显泄漏;其次拆解溢流阀,检查阀芯是否卡滞、弹簧是否疲劳失效;最后检测液压泵输出压力,判断泵体内部零件是否磨损。

系统压力过高易导致元件过载、管路破裂,主要由溢流阀调节压力过高、换向阀卡滞导致油路堵塞、负载异常增大等因素引发。排查时先核对溢流阀设定压力是否符合设备额定要求,再检查换向阀阀芯运动状态,排除油路堵塞问题,最后确认作业负载是否在设备承受范围内。压力波动过大则可能与液压泵吸油不畅、油液中混入空气、溢流阀响应滞后有关,排查时需重点检查吸油滤清器是否堵塞、油箱密封是否良好、溢流阀阀芯磨损情况。

2.2 动作故障排查

动作故障主要表现为执行元件动作迟缓、动作不连续、动作失控等,直接影响设备作业精度。动作迟缓多因液压油流量不足、管路阻力过大、执行元件内部泄漏、油温过高导致油液黏度下降等因素引发。排查时先检查液压泵输出流量,判断泵体是否正常;再检查管路是否存在弯折、堵塞,滤清器是否脏污;随后拆解执行元件,检查密封件是否老化、活塞或柱塞是否磨损;最后监测系统油温,排查冷却系统是否正常工作^[2]。

动作不连续通常与油路中混入空气、换向阀换向不顺畅、液压泵输出流量波动有关。排查时先打开系统放气阀排除空气,观察故障是否缓解;再检查换向阀的供电(电磁换向阀)或操控机构(手动/液控换向阀),确保阀芯能够灵活切换;最后检测液压泵的流量稳定性,排查泵体内部零件磨损情况。动作失控则可能是换向阀卡滞、传感器信号异常(电液比例控制系统)、液压油污染导致元件卡阻等原因造成,排查时需结合系统控制类型,重点检查控制元件与信号传输环节。

2.3 泄漏与噪声振动故障排查

泄漏故障分为内泄漏和外泄漏,外泄漏直观可见,多由管路接头松动、密封件老化损坏、管路过载变形等因素引发,排查时可通过观察油迹位置精准定位泄漏点,重点检查接头、密封面及管路弯曲处。内泄漏则隐蔽性较强,主要发生在液压泵、液压缸、液压马达等元件内部,表现为元件效率下降、系统油温升高,需通过检测元件进出口压力差、输出功率等参数判断内泄漏位置。

噪声与振动故障不仅影响作业环境,还可能加剧元件磨损,其诱因主要包括液压泵吸油不足、油液中混入空气、元件磨损间隙过大、管路振动共振等。排查时先检查吸油管路是否通畅,滤清器是否堵塞,排除吸油不足问题;再检查油箱油位,若油位过低易导致泵体吸空产生噪声,需及时补充液压油;随后拆解液压泵、液压马达等旋转元件,检查内部零件磨损情况;最后检查管路固定是否牢固,避免因管路振动引发共振噪声。

3 工程机械液压系统维护核心策略

3.1 液压油精细化管理

液压油作为工程机械液压系统正常运转的关键要素,其品质优劣对系统运行的稳定性起着决定性作用,故而构建一套完备的液压油管理体系至关重要。(1)在液压油选用环节,必须严格依照设备要求挑选适配的液压油型号。不同品牌、型号的液压油成分与性能存在差异,混用可能引发化学反应,改变油液性能,进而损害系统元件,所以要坚决杜绝此类行为。(2)对于液压油污染控制,要定期对吸油滤清器和回油滤清器进行检查与更换,保证其过滤精度满足系统需求,有效拦截杂质。同时,务必确保油箱密封严实,防止外界粉尘、水分等侵入,污染油液。(3)还需定期监测液压油状态,通过专业检测手段,掌握油液黏度、水分含量、杂质含量等关键指标。一旦发现油液性能下降或污染超标,应立即更换,确保系统始终处于良好的润滑与工作状态。并且要控制好系统油温,保障冷却系统正常运行,避免油温过高引发油液氧化变质、黏度降低等问题^[3]。

3.2 关键元件定期养护

为保障工程机械液压系统稳定运行,需针对关键元件制定科学合理的定期养护计划,以便尽早察觉并解决元件潜在故障。(1)对于液压泵、液压马达这类旋转元件,要定期监测其运行噪声与振动情况,同时检测输出参数是否在正常范围。每工作一定时长后,需进行拆解检查,仔细查看内部零件的磨损程度,及时更换磨损严重的零件以及密封件,防止因零件过度磨损影响系统性能。(2)溢流阀、换向阀等控制元件,要定期拆解清洗,着重检查阀芯运动是否灵活、弹簧状态是否良好以及密封性能是否达标。一旦出现卡滞、泄漏等问题,需立即处理,避免引发更严重的故障。(3)液压缸的养护也不容忽视,定期检查活塞杆表面有无磨损、变形,查看密封件密封性。及时清理活塞杆表面的粉尘、杂物,防止其划伤密封件造成泄漏。(4)还要定期检查管路及接头,查看管路有无弯折、老化、破损,接头是否松动,及时紧固松动接头,更换老化、破损管路。

3.3 系统清洁与环境管控

保持液压系统的清洁是预防故障发生的关键举措,在日常维护工作中必须高度重视系统清洁工作。(1)在拆解和安装元件时,要严格确保作业环境清洁无尘,防止各类杂质混入系统内部,对元件造成损害。添加液压油时,务必使用清洁的加油工具,从源头上保证油液的纯净度。定期对油箱内部进行全面清理,仔细清除油箱底部沉淀的杂质,防止杂质随油液循环进入系统。同时,保持设备液压系统外部的清洁,及时清理表面的粉尘和油污,这样既能提升设备外观整洁度,又便于及时发现泄漏等故障隐患。(2)鉴于工程机械作业环境通常较为恶劣,还需加强环境管控。在粉尘较多的作业场景中,为液压系统的关键部位加装防护装置,有效阻挡粉尘侵入。高温环境下,要确保冷却系统满负荷稳定运行,必要时增加辅助冷却设备,避免油温过高。在振动剧烈的作业场景,加强管路固定,选用抗振动性能优良的元件,降低振动对系统的不利影响^[4]。

4 液压系统故障排查与维护的综合实施要点

4.1 建立标准化排查流程

为提升液压系统故障排查的效率与准确性,需制定一套标准化的故障排查流程,清晰界定排查步骤、方法以及判断标准,以此杜绝排查工作的盲目性。在排查过程中,要严格遵循“先外部后内部、先直观后精密、先共性后个性”的原则。首先,运用观察、聆听、触摸等直观手段,对故障的大致范围进行初步判断。例如,仔细查看是否存在泄漏点,认真聆听设备运行时有无异常

噪声,用手触摸元件感受温度是否异常。接着,借助压力表、流量计、温度计等专业检测工具,对系统的压力、流量、油温等关键参数进行精准测量,从而精准定位故障的具体位置。最后,结合元件的结构特点与工作原理,深入分析故障的诱发因素,并制定出具有针对性的解决措施。此外,还应建立完善的故障排查记录制度,详细记录故障现象、排查过程、解决方法以及处理效果,为后续处理类似故障提供宝贵的参考依据。

4.2 规范维护操作流程

维护操作的规范程度对于液压系统的维护质量有着至关重要的决定性影响,为确保液压系统能长期稳定、高效地运行,必须制定一套极为严格且细致入微的维护操作流程。(1)在元件拆解与安装这一关键环节,操作人员务必严格依照设备手册所明确规定的步骤和要求开展工作。要选用与元件精准适配的专用工具,坚决杜绝采用暴力拆解的方式。因为不恰当的操作极有可能使元件遭受不可逆的损坏,进而严重影响整个液压系统的正常运行,增加后续维修的难度与成本。(2)当更换密封件、滤芯等易损件时,要确保所选用配件与原件在规格、型号、材质等各个方面都完全匹配。一旦使用了不匹配的配件,不仅无法发挥其应有的密封、过滤等基础功能,还可能引发一系列新的故障,导致维修成本大幅上升,同时也会延长设备的停机时间,影响生产进度。(3)在添加或更换液压油时,同样要严格遵循操作规范。加油前需做好充分的清洁工作,对加油工具、油箱周边等部位进行全面且彻底的清理,防止任何杂质混入油液,造成油液污染,影响液压系统的性能。维护工作完成后,要对系统进行全面的试运转,仔细检查系统运行状态,密切观察压力、流量、温度等关键参数是否正常,确保维护效果达到预期要求。

4.3 强化运维人员能力提升

在液压系统故障排查与维护工作里,运维人员的专业能力具有决定性意义,是确保工作质量的关键核心要素。(1)要大力强化技术培训力度。精心组织专业且系统的培训课程,内容需全面且深入。不仅要让运维人员

透彻学习液压系统的结构原理,从各个零部件的构造到整体系统的运行逻辑,都要有清晰的认知;还要使其精准掌握常见故障类型,如液压泵的流量不足、液压缸爬行等,以及对应的排查方法,像通过观察压力表数值、检查油液清洁度等手段定位故障。同时,要让他们熟悉维护操作流程和各项注意事项,例如在更换液压油时的操作规范、对密封件的检查要点等。培训形式应多样化,涵盖理论讲解与实际操作演示,确保运维人员既能深刻理解原理,又能在实际操作中熟练运用。(2)定期开展技术交流活动。搭建一个开放、共享的交流平台,鼓励运维人员分享各自在故障排查与维护过程中积累的宝贵经验,共同探讨遇到复杂问题时的解决思路。在交流中,大家相互学习、相互启发,拓宽思维视野,不断提升解决复杂问题的能力。(3)鼓励运维人员主动学习新型液压系统技术,及时了解先进检测工具与维护设备的使用方法,不断更新知识储备,提升运维工作的精准性与效率,以更好地适应液压系统技术发展的需求。

结束语

工程机械液压系统的稳定运行关乎设备作业效能与质量。从核心结构与工作特性出发,明确常见故障及排查方法,制定维护核心策略,并强调综合实施要点,涵盖标准化排查、规范维护操作以及强化运维人员能力等方面。只有将这些要点全面落实,构建起完善的故障排查与维护体系,才能有效预防故障发生,及时解决已出现的问题,保障液压系统始终处于良好运行状态,为工程机械的高效作业提供坚实支撑。

参考文献

- [1]王飞.工程机械液压系统泄漏及预防研究[J].科技资讯,2024,22(10):107-109.
- [2]刘青苑.工程机械液压传动系统故障分析与维护方案研究[J].南方农机,2023,54(24):155-157+165.
- [3]孙伟.工程机械液压系统泄漏分析及预防措施[J].设备管理与维修,2022,(24):52-54.
- [4]刘玉华.液压系统油液污染的防治及其对故障预防的作用[J].液压与气动,2023(4):122-126.