

液压与气动系统在机电设备中的故障排查研究

作者：潘栋深

身份证号：530103197501182915

摘要：液压与气动系统是机电设备的核心动力传动单元，凭借传动平稳、过载保护可靠、动力输出稳定的优势，广泛应用于工业机床、工程机械、自动化生产线等各类机电设备中，直接决定设备启停、传动、执行等功能的稳定运行。复杂工况、长期负荷运行、养护不到位等因素，极易引发泄漏、压力异常、动作卡顿等故障，造成设备停机、生产中断，增加企业运维成本。为提升机电设备运行稳定性，降低故障停机率，本文系统梳理液压与气动系统的常见故障类型，深入剖析故障产生的核心诱因，总结科学规范的故障排查流程与方法，结合行业研究成果提出长效防控与优化对策，为机电设备液压气动系统的运维检修、故障处置提供实践参考。

关键词：液压系统；气动系统；机电设备；故障排查；设备运维

一、引言

在现代机电一体化设备体系中，液压与气动系统承担动力传递、动作驱动、负载调节的核心职能，是保障设备自动化、连续化运行的关键组成部分。液压系统以液压油为传动介质，具备动力大、传动平稳的特点，多用于重载机电设备；气动系统以压缩空气为介质，响应速度快、清洁环保，适配轻型自动化作业设备。

长期工业运行过程中，介质污染、部件磨损、管路老化、操作不当等问题，会导致液压与气动系统故障频发。多数企业故障排查方式粗放，多采用盲目拆卸、经验判断的模式，排查效率低、故障复发性强，无法从根源解决设备隐患。系统掌握标准化故障排查方法，精准定位故障诱因，是提升机电设备运维质量、保障生产稳定运行的关键。

二、液压与气动系统常见故障类型

（一）液压系统典型故障

液压系统故障主要集中在压力异常、介质泄漏、动作失效、油温过高等方面。压力异常分为压力过高与压力不足，多由溢流阀卡滞、液压泵磨损、管路堵塞引发，直接导致设备动力不足或过载卡顿。泄漏故障分为内泄漏与外泄漏，密封件老化、管路接头松动、阀体磨损都会造成油液渗漏，不仅浪费资源，还会降低系统压力稳定性。

同时，液压油污染、油温过高会加速部件磨损，引发阀体卡滞、传动抖动、设备动作迟缓等问题，严重时会造成设备停机故障。研究表明，液压油污染变质、部件老化及维护不当是引发液压系统各类故障的核心诱因，直接影响设备使用寿命与运行稳定性。

（二）气动系统典型故障

气动系统常见故障包含气压不稳、气缸动作卡顿、气源泄漏、阀体失效等。空气过滤器堵塞、调压阀失灵会导致供气压力波动，使气缸伸缩速度不均、设备动作偏移。管路接头密封老化、气管破损会造成气源泄漏，降低系统工作压力，影响设备执行精度。

此外，压缩空气含水、含杂质过多，未经过滤净化处理，会腐蚀气动阀体、堵塞节流孔，造成气缸卡顿、动作滞后、换向失灵等故障，导致自动化设备动作错乱、工序衔接失效。

三、液压与气动系统故障主要成因

（一）介质品质不达标

液压油、压缩空气作为传动介质，其品质直接决定系统运行状态。液压油长期使用未更换，会产生氧化杂质、水分超标，造成油液污染，磨损泵体、阀体内部结构。压缩空气未经过干燥过滤处理，含有的水分、粉尘会腐蚀气动元件，堵塞管路与阀口，是各类气动故障的主要诱因。

（二）核心部件老化磨损

液压泵、电磁阀、气缸、密封件等属于易损耗部件，长期往复运行会出现磨损、弹性失效、形变老化等问题。密封件老化会直接引发泄漏故障，阀体阀芯磨损会导致控制精度下降、压力调节失灵，部件老化累积是系统故障频发的基础性原因。

（三）运维操作不规范

设备日常运维不到位、操作不规范，会大幅提升故障发生概率。操作人员频繁启停设备、超负荷运行，会加剧系统冲击与部件损耗。日常未定期检查油位、气压、管路状态，未及时更换滤芯、密封件，微小隐患长期累积，最终演变为重大设备故障。

四、液压与气动系统科学故障排查方法

（一）遵循先外后内、先简后繁排查原则

故障排查需摒弃盲目拆卸的方式，遵循标准化排查原则，优先检查直观、简易的外部问题。工作人员可先观察管路是否破损、接头是否松动、油位气压是否正常、滤芯是否堵塞，排除外部简易故障后，再对泵体、阀体、气缸等核心内部部件进行检测，避免无效拆卸造成二次损坏。

（二）分段检测定位故障点位

针对复杂故障采用分段排查法，将整体系统划分为动力段、控制段、执行段、管路段，逐段检测压力、流量、动作状态，精准锁定故障区域。通过压力表、流量计等仪器检测参数变化，结合设备运行工况，判断故障类型与诱因，提升排查精准度与效率。

精准的参数监测与分段故障定位，能够有效缩小故障排查范围，避免盲目检修，大幅提升机电设备液压气动系统的故障处置效率。

（三）结合设备自诊断辅助排查

现代机电设备搭载智能自诊断系统，可实时监测液压气动系统运行参数，自动生成故障代码。排查人员可结合故障代码、设备运行数据，快速判定故障类型，结合人工检测完成精准检修，实现智能化、高效化故障排查。

五、故障预防与系统运维优化策略

（一）严格把控传动介质品质

定期更换液压油，清理油箱杂质，保持油液清洁度，根据设备工况匹配对应标号液压油。完善气动系统气源净化装置，定期更换空气滤芯、干燥器，去除压缩空气中的水分与杂质，从源头规避介质污染引发的各类故障。

（二）落实常态化部件养护更换

建立设备定期养护台账，定期检查密封件、管路、阀体、泵体状态，对老化、磨损部件提前更换，避免故障发生。定期校准压力阀、调压阀参数，保证系统压力、流量稳定，维持设备正常运行工况。

（三）规范操作与检修流程

规范设备启停、负载调节操作流程，杜绝超负荷、频繁启停等违规操作，减少系统冲击损耗。统一故障排查、检修、装配标准，检修完成后做好调试校验，确保设备参数达标，规避故障复发问题。同时，企业应搭建系统化的人员培训体系，定期组织运维人员开展液压、气动系统专项技能培训，普及故障识别、规范检修、日常养护等专业知识，提升工作人员的实操能力与故障研判水平。结合设备运行台账开展周期性复盘分析，总结高频故障诱因与处置经验，持续优化运维方案，形成发现、处置、预防、优化的闭环运维管理体系，从人为管理层面大幅降低系统故障发生概率。

六、结语

液压与气动系统的稳定运行是机电设备正常作业的基础，泄漏、压力异常、动作卡顿等各类故障，由介质品质、部件损耗、运维不当等多重因素共同引发。粗放式的故障排查模式效率低、隐患残留多，无法适配现代机电设备精细化运维需求。企业需遵循科学排查原则，采用分段检测、智能诊断相结合的排查方式，精准定位、快速处置故障。同时落实常态化养护管理，严控介质品质、规范操作流程、及时更新损耗部件，全方位降低故障发生率，持续提升机电设备运行稳定性与使用寿命，保障工业生产高效、平稳开展。

参考文献

- [1] 张军胜. 工程机械液压传动系统常见故障与排查研究[J]. 建筑施工与发展, 2023, 5(02): 134-136.
- [2] 冯蕴雯, 潘维煌, 路成. 机电设备液压系统故障诊断与优化技术[J]. 西北工业大学学报, 2022, 40(04): 732-738.
- [3] 王浩宇. 气动控制系统常见故障分析及运维策略[J]. 机械工程与自动化, 2024(03): 156-158.
- [4] 李建军. 液压气动系统在机电设备中的应用与故障防控[J]. 装备制造技术, 2023(09): 201-203