

提升 zyj7 液压道岔运行稳定性的关键措施分析

段武君

朔黄铁路发展有限责任公司 山西省忻州市 034100

【摘要】本文通过对ZYJ7液压道岔的液压系统、机械系统、电控系统和环境因素四个方面进行全面分析,指出影响道岔正常转换的隐患,并针对相应隐患提出解决的关键措施,包括液压系统维护与优化、机械系统的维护与预防、电控系统的检查与预防、环境因素的克服与解决,对道岔运行稳定性提出整体思路。

【关键词】ZYJ7液压道岔;运行稳定性;关键性措施

Analysis of the key measures to improve the operation stability of zyj 7 hydraulic turnout

Duan Wujun

Shuohuang Railway Development Co., LTD Xinzhou City, Shanxi Province 034100

【Abstract】In this paper through the ZYJ 7 hydraulic turnout hydraulic system, mechanical system, electronic control system and environmental factors four aspects, points out the hidden trouble of the normal conversion of switch, and put forward key measures to solve the corresponding hidden dangers, including hydraulic system maintenance and optimization, mechanical system maintenance and prevention, electronic control system of the inspection and prevention, environmental factors to overcome and solve, the stability of the overall idea.

【Key words】ZYJ 7 hydraulic turnout; operation stability; key measures

引言

ZYJ7 电液转辙机是用电机作为动力采用液压传动的转辙机。用液压系统代替了机械传动机构,避免了机械磨损,延长了设备使用寿命。转辙机内部的液压系统是一个密封的部件,设有维修和维护的工作量。因此使用液压传动有利于实现长寿命、无维护、少维修的要求,这是液压系统的最大优势。本文通过分析 ZYJ7 液压道岔运行的现状与常见问题,提出了一系列提升运行稳定性的关键措施,旨在为铁路道岔的检修和优化提供实践指导,为铁路运输安全保驾护航。

1. ZYJ7 液压道岔运行现状与常见问题

1.1 液压系统运行现状分析

液压系统由以下四个主要部分组成。

1. 液压系统的能源装置: 液压泵、蓄能器及油箱、滤油器。它供给液压系统压力油,将电动机输出的机械能转换为油液的压力能,用压力油推动整个系统工作。液压泵常见故障如下:

1.1 噪音过大: 液压泵内部的齿轮、轴承磨损严重,或者液压油中含有过多空气,也可能是油液粘度过高或过低等。

1.2 压力不足: 液压油流量不足、液压泵内部泄漏、压力控制阀故障、液压泵磨损等都可能造成压力不足。

1.3 振动: 液压油流动不畅、安装不牢固等会引起液压泵振动。

1.4 过热: 液压泵工作负荷过重、油液粘度过高或过低等因素都造成液压泵过热。

2. 液压系统的执行装置: 油缸。电液转辙机中的油缸在压力推动下,带动负载进行工作,它把油液的压力能转换成机械能。油缸常见故障如下:

2.1 爬行现象: 油缸内部有空气,油液中混入杂质,导致活塞与缸筒之间的摩擦力不均匀;活塞密封件磨损,造成高低压腔窜油;液压系统压力不稳定。

2.2 外泄漏: 活塞杆表面磨损或拉伤,导致密封件失效;

缸盖处的密封件老化、损坏;油管接头松动或密封件损坏;油缸有裂缝或砂眼。

2.3 内泄漏: 活塞密封件损坏,使高低压腔之间的油液泄漏;缸筒内壁磨损,导致活塞与缸筒配合间隙过大;活塞上的密封槽加工精度不够,影响密封效果。

2.4 推力不足: 液压系统压力不够;油缸内部泄漏严重;活塞与缸筒配合间隙过小,产生过大的摩擦力;负载过大,超过了油缸的额定推力。

2.5 运动速度异常: 液压系统流量不稳定,如油泵故障、流量控制阀失灵;油缸内部有卡滞现象,如活塞与缸筒之间有异物、活塞杆弯曲;油液粘度过大或过小,影响流动速度。

3. 液压回路的方向、压力和流量控制器件: 换向阀、单向阀、溢流阀、节流阀等各种不同的阀类。阀门常见故障如下:

3.1 内漏: 密封面磨损、腐蚀或有杂质颗粒附着,导致密封不严;阀门关闭不到位,阀芯与阀座之间存在间隙;密封件老化、损坏。

3.2 外漏: 阀杆密封处填料老化、磨损,或填料压盖未压紧;阀体与管道连接处的法兰垫片损坏、螺栓松动;阀门铸件有砂眼、裂缝等缺陷。

3.3 阀门卡涩: 阀杆生锈、变形或有杂质侵入,导致阀杆与填料函、导向套之间的摩擦力增大;阀芯与阀座之间有异物卡住。

3.4 阀门关不严: 密封面损坏;阀芯脱落或阀杆断裂,使阀门无法正常关闭。

4. 油路装置: 油管、管接头等。油管常见故障如下:

4.1. 泄漏: 油管老化、磨损或受外力挤压、碰撞导致管壁破裂;油管接头处密封件损坏、松动,造成密封不严;油管材质存在缺陷,如砂眼、气孔等。

4.2. 堵塞: 油液中的杂质、颗粒、沉淀物等积聚在油管内,形成堵塞;油管内表面结垢,缩小了油管的流通面积;油管安装不当,存在死弯或变形,使油液流动不畅。

4.3. 振动与噪声: 油管固定不牢,在油液流动冲击或设备振动作用下产生振动;油液流速过高,引起油管振动;油管内含有空气,产生气穴现象,引发振动和噪声。

4.4. 腐蚀: 油液中含有水分、酸性物质等腐蚀性成分,

对油管内壁产生腐蚀；油管所处环境潮湿或有腐蚀性气体，对油管外壁造成腐蚀。

1.2 电控系统问题分析

控制环节，ZYJ7 转辙机上是通过改变电机旋转方向使油泵向不同方向泵油牵引道岔，所以控制电路的一个基本要求就是按照操作人员的意图或排列进路的程序要求去控制电机向不同方向旋转。

表示环节，ZYJ7 电液转辙机和 SH6 转换锁闭器都是通过机器内部的开闭器接点位置来反映道岔定、反位位置。表示电路就是配置必要的元器件组成电路，把现场道岔位置信息传递联锁或其他 MIS 系统。

在控制和表示过程中，必须保证室内交流电安全送到转辙机，常见的故障有室内混线，继电器接点接触不良，室外电子元器件易受雨水侵袭、尘埃沉积等因素影响而发生松脱或腐蚀，引发接触不佳，信号传输线路随时间推移逐渐陈旧，内部绝缘可能受损。

1.3 机械系统问题分析

1. 牵引功能

道岔尖轨通过安装动作连接杆连接到转辙机动作板，动作板移动将带动道岔尖轨移动。在实际使用过程中，动作杆别劲会使转换摩擦力增大，进而转换阻力增大；动作板在位移过程中，一旦有异物会产生卡阻，影响道岔转换。

2. 锁闭功能

转辙机内部的锁闭功能是用机械方法使道岔尖轨保持密贴，不因外力改变其位置。在电液转辙机内有两处实现锁闭功能：一处是使动作板保持在定位或反位不能移动所完成的锁闭功能；另一处由锁闭杆组完成。

在设备维护过程中，道岔尖轨与基本轨的锁闭力值不超过 35 kN，设备标准规定值为 60 kN，锁闭力不足致使尖轨与基本轨间间隙扩展至 3 毫米（主机 2mm 锁闭，4mm 不锁闭，副机 4mm 锁闭，6mm 不锁闭），道岔尖轨与基本轨锁闭精度降低现象显著；锁闭杆到位后，锁闭柱无法入槽，常常因为有异物掉入锁闭槽，致使道岔无法锁闭；同时，在基本轨与尖轨直接夹异物也是道岔不锁闭常见的故障。

3. 表示监督功能

转辙机用机械方法实现对道岔定位、反位以及四开状态表示与监督的取样。为达到此目的，转辙机内设有自动开闭器接点组。其中两排动接点组、四排静接点组，共组成六组定、反位接点。再常见的故障中，接点松动、接点结冰是造成无表示的主要原因。

4. 挤岔监督功能

转辙机是集中控制实现扳动道岔、排列进路设在现场的执行机构。转机应能正确反映道岔位置和尖轨密贴状态，出现挤岔应能监督。ZYJ7 转辙机系列具有挤岔监督功能时，锁闭杆应改用检查杆，该杆对应尖轨斥离位置的缺口有一斜面，与检查柱的一个斜面耦合。

1.4 环境因素影响分析

ZYJ7 液压道岔所处运行环境复杂且多变，外部要素对其效能作用显著。雨水汇聚可能渗透至岔区系统，导致液压元件生锈，干扰其正常运行；雪覆或低温气候可能提升液压油的粘稠度，系统响应速度减缓。低温条件下液压系统反应时间增至标准时间的 1.5 倍，设备运行效率显著下降。此外，尘埃与杂质的累积易于造成道岔关键部件的阻塞，设备维护难度提升，故障发生率相应增加^[1]。

2. 提升 ZYJ7 液压道岔运行稳定性的关键措施

2.1 液压系统维护与优化

2.1.1 针对液压泵常见故障，通常有以下解决方法：

1. 噪音过大

及时更换磨损的齿轮、轴承；检查管路管，排除空气，确保吸油顺畅；按要求选用优质的 YH-10 液压油。

ZYJ7 液压道岔稳定运作的必备条件为液压油，其品质直接影响液压系统运作效能与组件使用寿命。杂质、氧化产物及粘度波动是液压油失效的主要诱因。研究显示，液压油杂质浓度逾越 100 毫克每升，液压系统磨损速度加快，设备故障频率显著提升。液压油粘度波动亦会引起流量与压力波动。

当粘度降至 20 cSt（显著低于建议的 30-50 cSt 区间）时，液压泵输出流量减少 15%，液压油缸动作持续时间增加 1.2 秒。为此，需实施周期性液压油品质监督，涵盖杂质含量与粘度参数，在更替液压油过程中应全面清洁油箱及滤清器，维持液压系统内部洁净度。建议的液压油更替频率为运行 5000-8000 小时，需在特定条件下适时调整间隔时间。详情如表 1 所示。

表 1 液压油的质量监控与更换

指标	推荐值	测试值 1	测试值 2
杂质含量 (mg/L)	≤50	100	120
黏度 (cSt)	30-50	20	45
流量下降率 (%)	≤5	15	8
更换周期 (小时)	5000-8000	5500	6000

2. 压力不足

检查液压油油量，若不足则及时补充液压油；检查密封部件，有泄露及时更换；检查并调整调节阀；对磨损严重的液压泵进行更换。

3. 振动

清理液压油管路，保证油液流动顺畅；紧固安装螺栓，确保液压泵安装牢固。

4. 过热

检查液压泵，是否有异物造成工作负荷，并及时清除；更换优质的 YH-10 液压油；修复或更换因内部泄漏导致过热的部件。

2.1.2 油缸常见故障如下，通常有以下解决方法：

1. 排除方法：松开油缸的排气阀进行排气；更换或过滤液压油，清理油缸内部；更换磨损的密封件；重新装配油缸，保证安装精度；检查液压系统，稳定系统压力。

2. 排除方法：修复或更换活塞杆；更换缸盖处的密封件；拧紧油管接头，更换损坏的密封件；对油缸的裂缝或砂眼进行修补或更换油缸。

3. 排除方法：更换活塞密封件；对磨损的缸筒进行修复或更换；检查并修复密封槽的加工精度。

4. 排除方法：检查液压系统，调整压力至规定值；查找并修复油缸的泄漏部位；调整活塞与缸筒的配合间隙；核实负载情况，选择合适推力的油缸或采取措施减小负载。

5. 排除方法：检查油泵和流量控制阀，修复或更换故障部件；清理油缸内部异物，校直或更换活塞杆；选择合适粘度的液压油。

2.1.3 针对阀门常见故障，以下是相应的解决方法：

1. 内漏：研磨密封面，去除磨损、腐蚀痕迹和杂质，若损坏严重则更换密封面部件；检查阀门的关闭机构，确保阀芯能准确到位；更换老化、损坏的密封件。

2. 外漏：更换阀杆密封处的填料，均匀压紧填料压盖。

3. 阀门卡涩：清理、打磨阀杆，去除锈迹和杂质，涂抹适量润滑剂，校直或更换变形的阀杆；清除阀芯与阀座间的异物。

4. 阀门关不严: 修复或更换损坏的密封面; 检查阀芯与阀杆的连接, 修复或更换脱落、断裂的部件。

2.1.4 以下是针对油管常见故障的解决方法:

1. 泄漏: 对于老化、磨损或破裂的油管, 及时更换新的油管; 检查油管接头处的密封件, 如密封圈、垫片等, 损坏的进行更换, 并确保接头拧紧。

2. 堵塞: 纠正油管的安装错误, 消除死弯和变形, 保证油液流动顺畅。

3. 振动与噪声: 重新固定油管, 增加固定点或使用合适的管夹, 确保油管牢固; 排除油管内的空气。

4. 腐蚀: 改善油管的安装环境, 避免油管处于潮湿或有腐蚀性气体的环境中。对于已经腐蚀的油管, 根据腐蚀程度进行更换, 如采用防腐涂层、衬里等方法进行修复。

2.2 电控系统的检查与预防

2.2.1 电气连接的稳定性检查

在实际操作中, 设备长期置于户外环境中, 电气接头易发生松动、腐蚀或接触不良情况, 进一步引发传输中断导致故障发生。为此, 需构建电气连接定期审查的保养机制, 室内定期检查继电器状态, 发现异常及时更换。

确保检修人员着重核查电线接口、端部及连线缆是否呈现松脱征兆, 针对发现的问题须即时处理或替换相应元件。此外, 应在接头部位施加抗氧化措施或使用防水防护套, 提升连接节点的耐腐蚀性能。在暴雨或高湿度条件下, 应特别关注电气箱内部积水和潮湿的清除, 确保设施运作环境的干燥洁净。执行深入的电气连接检验程序, 可显著减少因接触不良造成的误操作及设备故障发生率, 增强道岔运行稳定性。

2.2.2 信号传输系统的智能化改进

铁路自动化技术持续进步, 智能监测系统在道岔信号传输领域的应用日益广泛。采用智能化信号监控系统, 可即时评估信号传输的稳定性与精确度, 预先识别潜在故障风险。尤其在远距离信号传输方面, 信号易于遭受外部干扰, 进而降低传输效能。

为了提升信号传输的稳定性, 可以运用多种抗干扰技术, 如 50Hz 与 25Hz 隔离技术和屏蔽电缆传输技术, 增强信号的抗干扰性能及传输效果。此外, 现代微机监测系统已经具备对信号传输过程中的数据变动进行实时监控、记录和解析的功能。这些系统可以为设备维护提供数据支持, 帮助快速识别潜在的故障风险。通过全程监控信号传输过程, 系统能够有效降低操作失误的发生率, 进一步提升设备的运行效率和安全性。

2.3 机械系统的维护与预防

2.3.1 减少机械摩擦的润滑措施

道岔运行中的主要阻力与磨损源自机械摩擦, 尤其是轴承、滑块及锁闭机构等核心部件。润滑油的选择与保养直接影响设备的运行效率与使用寿命。如果润滑油膜厚度不足, 摩擦因数可能上升至 0.15, 导致道岔转换所需驱动力增加 50%。研究表明, 当滑块润滑层厚度低于 1 微米时, 滑动阻力提升至初始值的 1.8 倍, 显著降低了转换速率。特别是在

湿润或尘土飞扬的环境中, 应增加润滑作业频次, 以保证润滑效果的长期稳定。为进一步提升润滑效果, 可考虑研发更具抗磨损性的新型润滑材料, 并结合智能监测技术, 实时监控润滑状态, 确保系统的持续高效运行^[1]。详情如表 2 所示。

表 2 减少机械摩擦的润滑措施

指标	推荐值	测试值 1	测试值 2
润滑油膜厚度 (μm)	1 2	0.8	1.5
摩擦系数	0.08 0.10	0.15	0.12
驱动力增加 (N)	≤ 500	750	600
润滑周期 (天)	7	10	14

2.3.2 外锁闭装置的精度提升

道岔锁闭效果受外锁闭装置精度这一关键要素制约, 关于精度降低的挑战, 可通过对锁闭框与锁闭柱相对位置进行优化, 确保锁闭装置的锁闭性能达标。维护人员需定期检验道岔的几何参数, 尤其是钢轨与基准轨之间的缝隙, 宜限定于适度范畴。此外, 可运用创新材料与制造技术增强外锁闭装置的耐用度与精确度。改进外锁闭装置的效能, 有效降低尖轨与基本轨之间的锁闭难题, 增强设备运行安全水平。

2.4 环境影响的防范与应对

2.4.1 道岔防尘与排水设施的加强

环境要素对道岔运作的稳定性作用显著, 特别是尘埃与积水难题。因此, 在道岔周边应配备高效的防尘设施与排水系统, 降低杂物与积水对设施的影响。维护人员需定时清扫道岔之污垢与油脂, 确保设施洁净。此外, 于多雨时节或暴雨过后, 需即刻对排水设施进行检验与整治, 确保地表径流迅速消散, 确保液压系统与机械结构不受损伤。提升防尘与排水设施的管理水平, 可显著降低环境因素对道岔运作的不良影响^[4]。

2.4.2 极端气候条件下的专项维护

极端气候条件对 ZYJ7 液压道岔的运用提出了更高的标准。在冬季寒冷气候下, 液压油粘度上升或增大会引发系统响应延迟, 可运用加热设备对液压油实施保温作业。同时, 对核心部件实施隔热与防冻措施, 确保设备在严寒环境中的可靠运作。在极端高温或高湿度条件下, 改进设备散热效能, 改进通风条件, 采用抗氧材料对暴露区域实施涂层作业, 采用极端气候条件下的针对性维护策略, 确保道岔在各种环境状况中实现高效运作。

结论

ZYJ7 液压道岔的运行稳定性对铁路运输的安全性和效率至关重要, 本文从液压系统、电气控制系统、机械结构及环境因素等方面分析了道岔运行中常见问题, 并提出了优化和改进的关键措施。通过定期维护液压和电气系统, 减少机械结构的摩擦和磨损, 同时加强对环境影响的防范, 能够显著提升 ZYJ7 液压道岔的运行稳定性与使用寿命。未来, 应结合智能化监测技术与全生命周期维护理念, 为液压道岔运行提供更加可靠的技术支持。

参考文献

- [1] 耿刘云. ZYJ7+SH6 型外锁闭液压道岔病害探讨及简单处理方法[J]. 运输经理世界, 2020, (05): 121-125.
- [2] 史宏力. ZYJ7 型液压道岔控制电路故障分析[J]. 科技创新与应用, 2020, (10): 119-120.
- [3] 王源. 普速铁路 ZYJ7 型液压道岔控制电路及故障分析[J]. 企业科技与发展, 2019, (12): 106-107.
- [4] 梁树臣. 浅析 ZYJ7 型液压道岔日常维护及故障处理要点[J]. 中国新技术新产品, 2019, (16): 59-60.
- [5] 纪晏宁. 电动液压道岔转换系统[J]. 中国铁道出版社, 2004, 5.