ZY4型电液转辙机典型故障识别与应急处理研究

孙 言
中国铁路北京局集团有限公司北京电务段 北京 100000

摘 要：ZY4型电液转辙机是普速铁路道岔转换的关键设备，其故障直接影响行车安全和运输秩序。本文结合现场维护实际，梳理ZY4型电液转辙机的结构特点与故障规律，将常见故障归纳为转换不到位、表示失效、液压系统异常和机械卡阻四类，分析各类故障的现象、成因和识别方法，从故障判断、临时处置、恢复确认和后续跟踪等方面提出应急处理流程，并讨论备件储备、人员培训和预案演练等保障措施。分析认为，建立以故障现象为入口、以排查顺序为主线的识别与处置方法，可缩短故障判断时间，减少对行车的影响。研究可为ZY4型电液转辙机的故障处置和日常维护提供参考。

关键词：ZY4型电液转辙机；故障识别；应急处理；道岔转换；故障处置

引言：ZY4型电液转辙机依靠液压传动实现道岔转换，具有转换力大、动作平稳的特点，在普速铁路道岔上应用广泛。转辙机长期处于室外环境，承受列车冲击、振动和温差变化，液压系统、锁闭机构和接点系统容易出现渗漏、磨损和接触不良，导致道岔转换不到位或表示失效。这类故障一旦发生，轻则影响列车正常进路，重则造成道岔中途转换、列车晚点甚至危及行车安全。现场故障处置中，部分人员对故障现象与原因的对应关系把握不准，排查顺序不清晰，容易走弯路，延长故障占用时间。近年来，围绕电液转辙机故障诊断的研究逐渐增多，但针对ZY4型设备、面向现场快速处置的系统梳理仍显不足。本文结合现场实际，归纳典型故障的识别方法和应急处理流程，为缩短故障处置时间、提高处置质量提供参考。

1 ZY4 型电液转辙机的结构与故障特点

1.1 设备组成与工作原理

ZY4型电液转辙机由电动机、油泵、油缸、锁闭机构、接点系统和动作杆等部分组成。工作时电动机带动油泵，将液压油压入油缸，推动活塞和动作杆运动，动作杆通过外锁闭装置带动尖轨转换。转换到位后，锁闭机构将尖轨锁闭在密贴位置，接点系统接通表示电路，向信号楼反馈道岔位置。整个转换过程涉及电气启动、液压传动、机械锁闭和表示反馈四个环节，任一环节异常都可能导致转换失败或表示丢失。与外锁闭装置配合使用是ZY4型转辙机的重要特点。外锁闭装置将尖轨与基本轨直接锁闭，锁闭量、锁闭间隙和安装几何尺寸直接影响转换和表示。转辙机内部液压系统对油质、油温和密封性要求较高，油液污染、油位不足或密封老化都可能引起动作无力、转换缓慢。接点系统长期处于振动环境，接点氧化、压力不足或调整不当会造成表示时通时断。

1.2 故障发生的一般规律

从现场故障统计看，ZY4型电液转辙机的故障分布有一定规律。液压系统故障占比相对较高，主要表现为渗漏、油压不足和动作缓慢，多与密封件老化、油液污染和油位变化有关。表示系统故障次之，表现为表示丢失、表示闪动，多与接点接触不良、表示杆缺口变化和外部锁闭装置调整不当有关。机械卡阻故障相对较少，但一旦发生，处置难度较大，多与尖轨爬行、滑床板缺油、异物卡阻和杆件别劲有关。电气故障主要集中在电动机、接触器和电缆回路，表现为启动困难或不能启动。季节性特征也较明显。冬季气温低，液压油黏度增大，动作阻力增加，同时尖轨与基本轨可能冻结，转换困难故障增多；夏季气温高，钢轨膨胀引起轨距和方向变化，尖轨爬行加剧，密贴和锁闭量容易超标。掌握这些规律，有助于在特定季节提前防范、快速判断[1]。

1.3 故障识别与处置中的主要困难

现场故障识别和处置存在几方面困难。一是故障现象相似而原因不同。例如转换不到位，可能是油压不足、机械卡阻，也可能是外锁闭装置调整不当，仅凭现象难以直接判断原因。二是故障发生具有偶发性。部分故障在列车通过后或气温变化时出现，现场复查时又恢复正常，难以捕捉故障状态。三是处置时间受限。道岔故障直接占用线路，处置必须在天窗时间或行车间隔内完成，时间压力大。四是人员经验差异。不同人员对故障的判断和处置方式不一，缺乏统一的排查顺序和处置标准，遇到不常见故障容易走弯路。

2 典型故障的分类与识别

2.1 转换不到位故障

转换不到位是指道岔转换后尖轨未达到密贴位置，或转换过程中途停止。现象表现为转辙机动作但尖轨不密贴、转换时间延长、动作电流异常或转换中途停止。成因主要有三类。一是液压系统问题，如油压不足、油液污染、油缸内泄，导致转换力不够，尖轨在阻力较大部位停住。二是机械卡阻，如滑床板缺油、尖轨爬行造成杆件别劲、异物卡在尖轨与基本轨之间，使转换阻力超过转辙机转换力。三是外锁闭装置调整不当，如锁闭量过大、锁闭间隙不合适，导致转换到位后无法锁闭或锁闭后尖轨不密贴。识别方法上，可先观察动作电流和转换时间。油压不足时动作电流偏低、转换缓慢；机械卡阻时动作电流明显升高、转换中途停止；外锁闭调整不当则表现为转换到位但锁闭量不合格。再结合现场检查，查看滑床板是否缺油、尖轨有无爬行、锁闭装置有无变形，逐步缩小范围。

2.2 表示失效故障

表示失效是指道岔转换到位后，表示电路未接通或表示时有时无。现象表现为控制台表示灯不亮、表示闪动或转换后表示延迟。成因主要包括：接点系统接触不良，如接点氧化、压力不足、接点片变形；表示杆缺口变化，如表示杆连接松动、缺口调整不当；外部锁闭装置未到位，如锁闭量不足、尖轨与基本轨之间有异物；电缆回路故障，如电缆绝缘不良、接线端子松动。识别时先区分是全部表示丢失还是个别位置表示丢失。全部丢失多与公共回路、电缆或接点组有关；个别位置丢失多与该位置接点、表示杆或锁闭装置有关。可用万用表测量表示电路电压，判断断路点位置；观察接点接触状态，检查表示杆缺口是否在标准范围；检查外锁闭装置锁闭量是否达标。

2.3 液压系统异常故障

液压系统异常主要表现为渗漏、油压不足、油温异常和动作缓慢。渗漏多发生在油缸密封、管接头和油泵结合面，现象为设备表面有油迹、油位下降。油压不足表现为转换无力、动作电流偏低、转换时间延长。油温异常多与油质污染、油路堵塞或长时间频繁动作有关[2]。成因方面，密封件老化是渗漏的主要原因；油液污染、油位不足、油泵磨损会导致油压不足；油路堵塞、油质劣化会引起油温升高和动作不平稳。识别时可通过观察油迹位置判断渗漏点，通过油压表测量系统压力判断油压是否达标，通过油温检查和油质观察判断油液状态。液压系统故障的识别相对直观，但处置时要注意清洁，防止杂质进入系统。补油应使用同牌号液压油，更换密封件应按规定操作，避免二次污染。

2.4 机械卡阻与杆件故障

机械卡阻表现为转辙机动作但尖轨不动或动作困难，动作电流明显升高，严重时转辙机停机保护。成因包括滑床板缺油或磨损、尖轨爬行造成连接杆件别劲、异物卡阻、外锁闭装置变形或磨损、动作杆与表示杆连接松动。识别时先检查外部，查看尖轨与基本轨之间有无异物、滑床板是否缺油、尖轨有无爬行、连接杆件有无变形。外部检查无异常时，再检查转辙机内部动作杆、锁闭机构和表示杆的连接状态。机械卡阻故障处置时应注意安全，避免强行转换造成设备损坏或人员伤害。

3 应急处理流程与方法

3.1 故障报告与初步判断

故障发现后，发现人应立即向工区和调度报告，说明道岔位置、故障现象、发生时间和影响范围。报告内容应简明准确，便于调度安排和工区准备工具备件。初步判断根据故障现象确定故障类型和排查方向，如转换不到位重点查液压和机械，表示失效重点查接点和表示杆，液压异常重点查渗漏和油压。初步判断不要求准确确定故障点，但要缩小排查范围，避免盲目拆卸。

3.2 排查顺序与故障定位

排查应遵循"先外后内、先机械后电气、先简单后复杂"的顺序。先检查外部可见部分，如尖轨与基本轨之间有无异物、滑床板是否缺油、外锁闭装置有无变形、连接杆件有无松动；外部无异常再检查转辙机内部，如油位、油压、接点、表示杆缺口；机械和液压检查后再检查电气回路，如电动机、接触器、电缆。这一顺序的道理在于，外部故障占比高、检查方便、处置简单，先查外部可以快速排除常见问题。故障定位时可采用分段隔离法，如表示失效可分段测量表示电路电压，确定断路点在接点、表示杆还是电缆；转换不到位可手动转换试验，判断是液压问题还是机械卡阻。定位过程中应做好记录，避免重复检查[3]。

3.3 临时处置与恢复确认

故障定位后，能当场处理的应立即处理，如清除异物、补充液压油、调整表示杆缺口、紧固接线端子；不能当场处理的，应按规定采取临时安全措施，如将道岔锁定在某一位置、通知车站限制使用，并尽快组织抢修。临时处置应以保证行车安全为前提，不能为恢复表示而强行短接或违章调整。故障处理后应进行转换试验，反复转换确认道岔转换正常、表示正确、锁闭可靠。试验时应与车站值班员联系，确认无列车通过。试验合格后办理销记，恢复道岔正常使用。恢复后应观察一段时间，确认故障未复发。

3.4 故障记录与后续跟踪

故障处置完成后，应将故障现象、发生时间、原因分析、处理措施、处理人员和恢复时间记录归档，记录应真实完整，便于后续分析。记录不能只写"已处理"了事，应写明故障的具体表现、判断依据和更换的部件，使他人查阅时能够还原处置过程。工区应定期分析故障规律，统计各类故障的发生频次和处置时间，找出薄弱环节，安排预防性维护。对反复发生的故障，应深入分析原因，区分是设备老化、调整不当还是外部条件影响，必要时联系厂家或技术部门协助解决，不能简单重复处理。对处置时间较长、影响较大的故障，还应组织复盘，总结经验教训，形成案例供班组学习，避免同类问题再次出现时重复走弯路。

4 应急保障措施

4.1 备件储备与管理

应急备件是快速处置故障的物质基础，备件不到位，再清晰的排查思路也难以落实。应根据ZY4型转辙机的故障规律，储备易损件和关键件，如密封件、接点组、表示杆、油管、油泵和电动机，其中密封件和接点组损耗快、更换频次高，应适当增加储备数量。备件应按规定分类存放，做好防潮、防尘、防锈处理，避免因存放不当导致备件失效；定期检查备件状态和数量，确保完好可用。备件使用后应及时补充，建立出入库记录，做到账物相符。对老旧设备，应提前了解备件供应情况，部分型号备件可能已停产或供货周期较长，必要时提前采购或寻找替代方案，避免故障发生时无件可换。

4.2 人员培训与预案演练

人员能力直接影响故障处置效率，同样的故障，经验丰富的人员能在较短时间内定位，生手则可能反复拆卸、走弯路。应定期组织ZY4型转辙机结构原理、故障识别和处置方法的培训，结合实物和模拟故障开展实操演练，让作业人员熟悉排查顺序和处置要领。培训应覆盖常见故障和少见故障，避免只会处理熟悉的问题，遇到不常见故障时无从下手。培训还应注重工电结合部内容的交叉学习，使工务、电务人员了解对方设备的基本原理和检查要点，减少结合部问题上的推诿[4]。应制定道岔故障应急预案，明确报告、响应、处置和恢复程序，定期组织演练，检验预案的可操作性和人员的应急能力，演练后及时总结，对暴露出的问题修订预案。

4.3 监测手段与信息支持

有条件的工区可利用转辙机动作电流监测、转换时间监测等手段，实时掌握道岔转换状态，发现动作电流异常、转换时间延长等趋势性问题，提前安排检查，把故障处置关口前移。监测数据应与故障记录结合分析，判断设备状态变化趋势，为故障判断和预防性维护提供依据，避免监测数据只存不用。同时，应建立故障案例库，将典型故障的现象、原因和处置方法整理成册，配以现场照片和排查步骤，供现场人员查阅，减少对个人经验的依赖。案例库应持续更新，把新发生的故障及时补充进去，形成可积累、可传承的经验资料，让个别人员的处置经验转化为班组共同的能力。

结束语

ZY4型电液转辙机的故障识别与应急处理，关键在于把握故障现象与成因的对应关系，按照合理的排查顺序快速定位，并在保证安全的前提下及时处置。本文将常见故障归纳为转换不到位、表示失效、液压系统异常和机械卡阻四类，分析了各类故障的现象、成因和识别方法，提出了故障报告、初步判断、排查定位、临时处置、恢复确认和记录跟踪的应急处理流程，并讨论了备件储备、人员培训和监测手段等保障措施。现场故障处置既需要技术能力，也需要制度保障和经验积累，只有把识别方法、处置流程和保障措施结合起来，才能缩短故障占用时间，减少对行车的影响。

参考文献

[1]沈立伟.普速铁路信号集中监测异常数据挖掘算法研究[J].中阿科技论坛（中英文），2026(4):89-93.

[2]杨志婷.浅谈ZYJ7型电液转辙机道岔的维护与故障处理[J].文渊（高中版）,2021(12):189-190.

[3]赵宝全.铁路信号系统故障预警与预防维护技术探索[J].中国新技术新产品,2024(9):5-8.

[4]孙良恒.道岔短闪故障处理优化研究[J].铁道运营技术,2025,31(3):45-48.