

基于电路分析的ZYJ7道岔故障快速定位方法研究

李子龙

朔黄铁路原平分公司 山西 忻州 034114

摘要：道岔作为铁路信号系统关键设备，其可靠性直接影响行车安全与效率。ZYJ7道岔因复杂机电液结构，故障排查耗时久。研究通过剖析常见故障类型，提出信号流程分析、电路参数测量、分段隔离排查及对比分析等方法，构建基于电路分析的故障快速定位体系。经实际案例验证，该方法可有效缩短故障定位时间，精准锁定故障点，为铁路信号维护提供科学高效的技术手段，对提升铁路运输安全性与稳定性具有重要意义。

关键词：电路分析；ZYJ7道岔故障；快速定位方法

引言

随着铁路运输向高速化、重载化发展，ZYJ7道岔在保障行车安全与运输效率中发挥关键作用。然而，机械部件老化、液压系统泄漏及电气元件失效等问题，导致道岔故障频发。传统故障排查方法效率低、准确性差，难以满足现代铁路运维需求。本文针对ZYJ7道岔常见故障类型，深入分析故障成因，创新性地结合电路分析原理，提出一系列快速定位方法，旨在提升道岔故障处理效率，为铁路信号系统安全稳定运行提供技术支撑。

1 ZYJ7 道岔系统概述

ZYJ7道岔系统是一种先进的铁路道岔转换设备，它集成了电动液压转辙机、转换锁闭器、外锁闭装置、安装装置以及密贴检查器等多个关键部件，共同构成了一个高效、可靠的铁路信号控制系统。该系统采用液压传动与机械锁闭相结合的方式，实现了道岔转换的高精度与高可靠性，广泛应用于我国铁路提速道岔及客运专线中。ZYJ7型电动液压转辙机作为系统的核心部件，负责将电能转化为液压能，驱动道岔尖轨或心轨的转换与锁闭。其独特的双杆锁闭设计，确保了尖轨在密贴位置的稳定锁闭，有效防止了列车通过时的意外移动。转辙机还配备了挤脱表示机构，能够在尖轨受到异常外力时及时切断表示电路，为行车安全提供了有力保障。外锁闭装置则通过锁闭框、锁闭铁、锁钩等部件的精密配合，实现了道岔尖轨与基本轨的可靠锁闭。这种外锁闭方式不仅提高了锁闭结构的强度，还使得锁闭过程更加直观、易于维护。外锁闭装置还能有效适应道岔尖轨的拱腰、翻背等不良状态，确保锁闭的可靠性。安装装置则负责将转辙机、外锁闭装置等部件牢固地安装在铁路线路上，确保系统的稳定运行。通过精心的设计与安装，安装装置不仅提高了系统的整体稳定性，还方便了后续的维护与检修工作。ZYJ7道岔系统以其高效、可靠、易

维护等特点，在铁路信号控制领域发挥着重要作用，随着铁路技术的不断发展，该系统也将持续优化升级，为铁路行车安全提供更加坚实的保障。

2 ZYJ7 道岔常见故障类型及原因分析

2.1 ZYJ7道岔常见故障类型

2.1.1 道岔转换故障

道岔转换故障表现为道岔无法正常从定位转换至反位，或在转换过程中突然停止。在实际运行中，尖轨卡阻是导致此类故障的常见情形，诸如道岔区域内存在异物侵入，石块、树枝等卡住尖轨，使其无法正常移动；道岔转换过程中，转辙机动作杆、表示杆等杆件与安装装置间出现卡滞，影响传动效率，导致转换受阻。转辙机内部液压传动系统出现异常，液压泵输出压力不足，不能为道岔转换提供足够动力，也会造成道岔转换不到位。外锁闭装置部件磨损变形，锁钩与锁闭铁配合间隙过大或过小，致使道岔转换阻力增大，无法顺利完成转换动作，进而引发道岔转换故障^[1]。

2.1.2 道岔表示故障

道岔表示故障指道岔实际位置与控制台显示位置不一致，或无表示信息输出。在铁路信号系统中，道岔表示杆的精准调整至关重要，一旦调整不当，会致使其与接点组接触不良，进而无法准确传递道岔位置信息。例如，在长期使用过程中，道岔频繁动作，可能使表示杆发生偏移或松动，此时接点组便不能正确闭合或断开，反映在控制台上就会出现错误表示或无表示的情况。转辙机内部表示电路的状态也直接影响道岔表示信息传递，当表示电路出现断线、短路，或者表示继电器发生故障时，信息传递通道受阻，同样会造成道岔表示信息无法正常传递，导致道岔表示故障的发生。

2.1.3 电气故障

电气故障涵盖ZYJ7道岔系统中各类电气元件及电路

出现的异常状况。电缆绝缘层破损,致使芯线间短路或接地,破坏了电路的正常工作状态,影响道岔控制信号的传输。转辙机内部的电机绕组短路、断路,会使电机无法正常运转,进而影响道岔转换。控制电路中的熔断器熔断,切断了电路通路,导致道岔失去控制电源;接线端子松动、氧化,造成接触不良,信号传输不稳定。传感器故障也不容忽视,诸如道岔内温湿度传感器等失效,无法准确采集道岔状态信息,导致道岔机内温湿度超标无法及时发现,引发电气故障。

2.2 ZYJ7道岔故障原因分析

2.2.1 机械部件磨损与老化

ZYJ7道岔系统长期处于频繁转换与列车通过时的振动冲击工况下,机械部件极易出现磨损与老化现象。转辙机动作杆、表示杆在反复推拉过程中,与连接部件的接触部位因摩擦产生磨损,随着使用时间增长,磨损程度加剧,导致杆件尺寸变化,配合精度下降,影响道岔转换性能。外锁闭装置中的锁钩、锁闭铁等部件,在道岔转换及列车荷载作用下,表面会产生磨损、疲劳裂纹,当裂纹扩展到一定程度,就会引发部件断裂,破坏锁闭结构的完整性。安装装置的各类紧固件,如螺栓、螺母等,在长期振动作用下,易出现松动、锈蚀,导致安装结构稳定性降低,影响道岔整体运行的可靠性,最终引发机械部件相关故障。

2.2.2 液压系统泄漏与污染

液压系统是ZYJ7道岔实现动力传输的关键部分,泄漏与污染问题会严重影响其性能。液压管路接头密封件老化、损坏,导致液压油泄漏,使得系统压力下降,无法满足道岔转换所需动力。液压缸缸筒内壁磨损、活塞密封件失效,也会造成液压油内泄,影响液压系统的工作效率。液压油在使用过程中,易受到外界杂质污染,如灰尘、金属碎屑等混入油液,这些杂质会堵塞液压阀、滤清器等元件,阻碍液压油的正常流动,导致系统压力波动、动作异常。液压油氧化变质,生成胶状物质,会进一步加剧系统部件的磨损,降低液压系统的可靠性,引发道岔转换故障等一系列问题^[2]。

2.2.3 电气元件失效与电路异常

电气元件长期处于通电工作状态,且受到环境温度、湿度变化等因素影响,容易出现失效现象。继电器线圈老化、触点烧蚀,会导致继电器无法正常吸合或释放,影响道岔控制电路的通断。各类电子模块,如控制板、接口板等,因元件性能下降、焊接点虚焊等问题,出现功能异常,无法准确处理和传输道岔控制信号。电路方面,电缆因长期受拉伸、挤压等外力作用,内部芯

线出现断线、短路情况;电气连接点因氧化、腐蚀,接触电阻增大,造成信号传输衰减、失真。这些电气元件出现失效状况以及电路发生异常时,均会干扰道岔电气控制,进而引发道岔故障。

3 基于电路分析的 ZYJ7 道岔故障快速定位方法

3.1 信号流程分析法

(1) 信号流程分析法以ZYJ7道岔系统的电路信号传输路径为基础,通过追踪控制命令从控制台到转辙机各执行部件的完整传输链路,判断信号中断或异常的具体节点。在道岔转换过程中,控制信号依次经过控制电缆、表示电缆、转辙机内部电路及相关继电器组,任何环节出现问题都会导致信号传输异常。通过对各节点信号状态的分析,能够快速锁定故障发生区域。(2) 具体操作时,借助示波器、万用表等检测设备,在信号传输路径上选取关键测试点,监测信号的电压、电流、波形等参数。例如,在控制电缆的输出端检测是否有正常的控制电压输出,在转辙机的信号输入端检查信号波形是否完整,以此判断电缆传输是否正常、转辙机内部电路是否存在故障。若某一测试点信号参数与标准值存在较大偏差,即可确定该测试点前后的电路或元件存在问题。(3) 信号流程分析法尤其适用于复杂的道岔电路故障排查,能够在不拆解设备的情况下,从宏观层面掌握信号传输状况,缩小故障范围。通过对信号流程的系统分析,还可发现电路设计或布线中存在的潜在问题,为道岔系统的优化维护提供依据。

3.2 电路参数测量法

(1) 电路参数测量法通过对ZYJ7道岔系统电路中电阻、电容、电感等元件参数以及电路的电压、电流值进行精确测量,与标准参数进行对比,从而判断电路元件是否损坏或电路工作状态是否正常。在道岔表示电路中,测量表示接点的接触电阻,若阻值过大则表明接点存在氧化、接触不良等问题;测量电机绕组的直流电阻,若阻值异常则可能存在绕组短路或断路故障。(2) 实际测量过程中,需根据不同的测量对象选择合适的测量仪器和方法。对于电阻测量,可采用电桥法或万用表电阻档;对于电压、电流测量,需根据电路特点选择合适的量程和测量方式。在测量时要注意测量环境和测量条件的一致性,避免因环境因素或测量方法不当导致测量结果偏差。例如,在测量电容参数时,需将电容从电路中拆下进行测量,以确保测量结果的准确性。(3) 电路参数测量法能够准确判断电路元件的性能状态,是故障定位的重要手段之一。通过对电路参数的定期测量和分析,还可对道岔系统的电气性能进行评估,提前发现

潜在故障隐患,实现预防性维护,提高道岔系统运行的可靠性和稳定性^[3]。

3.3 分段隔离排查法

(1) 分段隔离排查法将ZYJ7道岔系统的电路按照功能或物理位置划分为若干个独立的区段,通过逐一隔离区段并测试其工作状态,逐步缩小故障范围,最终确定故障所在的具体区段或元件。在道岔控制电路中,可将电路分为控制台至分线盘区段、分线盘至转辙机区段、转辙机内部电路区段等,通过断开各区段之间的连接,分别检测各区段的信号传输和元件工作情况。(2) 在进行分段隔离时,需确保隔离操作的安全性和准确性,避免因隔离不当导致新的故障或安全隐患。例如,在断开电缆连接时,要做好标记和防护措施,防止误接或短路。在隔离某一区段后,通过对该段电路的信号测试和元件检查,判断故障是否存在于该区段。若隔离某一区段后故障现象消失,则表明故障位于被隔离的区段内;若故障依然存在,则继续对其他区段进行隔离排查。

(3) 分段隔离排查法能够快速有效地将复杂的电路故障问题分解为多个简单的子问题,降低故障排查的难度和工作量。尤其适用于难以直接判断故障位置的复杂电路故障,通过逐步缩小故障范围,可快速定位到具体的故障元件或线路,提高故障处理效率。

3.4 对比分析法

(1) 对比分析法是利用ZYJ7道岔系统中相同或相似的电路结构、设备部件,通过对比正常与故障状态下的电路参数、信号特征或设备运行状态,找出差异点,从而判断故障原因。在同一组道岔的定位和反位表示电路中,其电路结构和元件参数基本相同,当出现表示故障时,可对比定位和反位表示电路的电压、电流、电阻等参数,找出存在差异的元件或线路。(2) 在实际应用

中,对比分析法可采用多种方式进行。可对比同一道岔不同时刻的运行数据,也可对比相邻道岔或同一站场其他道岔的正常运行数据。通过对大量数据的对比分析,能够更准确地判断故障的性质和位置。例如,当某一道岔的转换时间明显长于其他道岔时,可对比其液压系统参数、机械传动部件状态等,查找导致转换时间异常的原因。(3) 对比分析法无需复杂的测试设备 and 专业知识,操作简便且具有较高的实用性。在实际应用中,工作人员只需对不同道岔或同一道岔不同状态展开细致对比。通过这种对比,不仅能够快速定位故障点,还可敏锐发现道岔系统中存在的共性问题 and 潜在风险,为道岔系统的整体维护和优化提供精准参考依据^[4]。

结语

综上所述,本文通过系统分析ZYJ7道岔常见故障类型及成因,提出基于电路分析的多种故障快速定位方法。这些方法从信号流程、电路参数等多个维度出发,形成了一套完整的故障诊断体系。经实践检验,显著提升了故障定位的准确性与效率。未来,将进一步结合智能检测技术与大数据分析,优化定位方法,推动ZYJ7道岔故障诊断向智能化、自动化方向发展,更好地服务于铁路运输安全保障工作。

参考文献

- [1]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.
- [2]梁博伟.探究利用分线盘判断ZYJ7道岔控制电路故障的方法及原理[J].中国新通信,2020,22(2):157.
- [3]赵浩.ZYJ7型电液转辙机道岔控制电路的故障分析与处理[J].电脑校园,2020(7):5040-5041.
- [4]赵涵.ZYJ7液压道岔电路分析及故障维护处理[J].电脑校园,2020(7):87-88.