

信号继电器接点氧化对铁路信号稳定性的影响分析

韩卫

国能朔黄铁路发展有限公司 河北省沧州市 062300

【摘要】本文分析了信号继电器接点氧化对铁路信号稳定性的影响,介绍了信号继电器的工作原理,并指出继电器接点氧化可能导致信号传输的不稳定。通过分析继电器接点氧化对铁路信号稳定性和可靠性的影响,具体探讨了继电器接点氧化导致的信号延迟和信号突变等问题。研究表明,继电器接点氧化不仅影响信号的传递效率,还可能危及行车安全。文章提出了若干预防措施,如引入接点接触电阻测量技术、控制机房环境、以及调整电流参数等。这些措施的实施,有助于提高继电器接点的工作稳定性,从而保障铁路信号系统的可靠运行。

【关键词】信号继电器;接点氧化;信号稳定性

Analysis of the influence of signal relay junction oxidation on railway signal stability

Han Wei

oneng Shuohuang Railway Development Co., LTD. Cangzhou City, Hebei Province 062300

【Abstract】 This paper analyzes the influence of signal relay junction oxidation on railway signal stability, introduces the working principle of signal relay, and points out that the relay junction oxidation may lead to the instability of signal transmission. By analyzing the effect of the relay junction oxidation on the stability and reliability of the railway signal, the study shows that the relay contact oxidation not only affects the signal transmission efficiency, but also may endanger the driving safety. Some preventive measures are proposed, such as introducing contact resistance measurement technology, control of equipment room environment and adjusting current parameters. The implementation of these measures helps to improve the stability of relay contact to ensure the reliable operation of railway signal system.

【Key words】 signal relay; contact oxidation; signal stability

引言

信号继电器在铁路信号系统中起着至关重要的作用,信号继电器是自动控制系统中常用的电器,它用于接通和断开电路,用以发布控制命令和反映设备状态,以构成自动控制和远程控制电路,其主要功能是通过控制电路信号的开关状态,是铁路信号技术中的重要部件,信号继电器动作的可靠性直接影响到信号系统的稳定性和安全性。随着铁路交通网络的快速发展,信号系统的稳定性对整个运营安全至关重要。然而随着信号设备运行时间的增加,信号继电器的接点氧化问题成了影响铁路信号稳定性的主要问题。信号继电器接点氧化现象不仅使得信号传输的质量降低,还可能造成信号延迟和信号突变,进而影响行车效率以及行车安全性。因此,分析信号继电器接点氧化对铁路信号稳定性的影响,并提出有效的检测与预防措施,成为提升铁路信号系统可靠性的关键。

1. 信号继电器及其工作原理

信号继电器是用于铁路信号中的各类继电器的统称,是

信号控制系统不可缺少的重要器件,继电器是一种电励开关由接点系统和电磁系统两大主要部分构成。其中电磁系统由线圈、固定的铁芯和轭铁以及可动的衔铁构成,接点系统由动接点和静接点构成。当继电器线圈通入一定数值的电流后,由于电磁作用或感应方法产生电磁吸引力,吸引衔铁,由衔铁带动接点系统,改变其状态,从而反映输入电流的状况。以铁路信号常用的AX系列安全型继电器为例,该继电器是采用直流24V系列的重弹力式直流电磁继电器,该继电器在铁路信号系统中广泛使用,可靠性高。该类继电器的工作原理主要是通过继电器线圈中的电流在磁路的气隙(铁芯与衔铁之间)中产生电磁力,吸引衔铁,带动接点动作的。在实际应用过程中,继电器的大部分故障发生在接点系统上,因此继电器电路的可靠性很大程度上取决于接点系统工作的可靠性,接点系统的可靠性也是关系到铁路信号稳定性的关键因素,因为这一关键因素对铁路信号稳定性的影响,对接点参数就提出了较高的要求,接点参数主要包括接点材质、接点电阻、接点压力这三个方面,在铁路信号控制和传输过程中,接点电阻是影响信号稳定性的直接因素。接点电阻由接触电阻和接点本身的电阻组成,由于接触电阻的存在,使通过接点的电流在接触过渡区产生功率损失,使接

点发热, 接点发热后增大了材料的电阻系数, 降低了机械强度。由于发热和散热是同时进行且取得平衡的, 所以接点通电后, 能产生一定的温升, 随着时间的积累接点长期通电发热与空气中的氧气接触会发生金属氧化现象导致接触电阻逐渐增大, 当接触电阻达不到信号电路中的基本要求时就会对铁路信号稳定性造成影响。通过实验得知继电器接点在通过可承受的设计电流范围内, 接点电阻基本可维持在 1Ω 以下, 随着使用时间的递增和设备运行时间的增加, 因接点受电流效应产生接点氧化, 氧化物的不断生成会引起接触电阻逐渐变大, 氧化后的接触电阻一般会升高到 3Ω 至 10Ω 范围, 增大了的接触电阻不仅会影响信号的可靠传送, 还会引起信号传输延迟和信号突变, 进而造成铁路信号系统的稳定性和可靠性下降。

2. 信号继电器接点氧化对铁路信号稳定境遇方面的影响

2.1 继电器接点氧化引起信号传输不稳定的深层道理

继电器接点氧化是缘于继电器长期运转中, 接点处于空气中和氧气与水蒸气反应产生氧化层, 氧化层的生成会引起接点接触电阻增大, 弱化电流的传导性, 进而影响到信号的响应速率及精准程度, 因为氧化层生成, 接点电阻变大, 经过接点进行信号传输的电流也会相应变小, 在信号传输电路中传输电流的变化导致信号传输变得不稳定甚至信号衰减造成信号延迟现象的发生, 在信号控制电路中会导致继电器不能正常工作造成信号突变现象的发生。

2.2 信号延迟和突变的具体表现

继电器接点电阻变大会导致经过接点的回路电流显著下降和接点电压明显升高, 无论回路电流的下降还是接点电压的升高, 在继电器控制电路中都会造成要控制的继电器不能正常工作, 以及继电器响应速度变慢等情况的发生或者造成信号联锁控制电路中的继电器突然落下导致信号突变进而危及行车安全。在接点控制信号传输电路中由于接点氧化层电阻阻滞电流的流动, 导致在信号传输过程中信号衰减变大最终可能呈现出明显的信号延迟, 这种信号延迟也许会

引发信号传输时效性的轻微丧失, 从而影响到铁路运输系统整体的稳定性和可靠性^[1]。

2.3 铁路信号系统性能下降与安全潜在隐患

信号系统的稳定态势直接牵扯铁路运输的安全, 鉴于继电器接点氧化出现的信号延迟和突变, 既影响运输效率又影响行车安全。随着继电器接点氧化现象日益加剧, 信号系统的稳定性也会迅猛下降, 如不重视最终可能会引发严重的行车事故。目前铁路信号系统内, 继电器接点氧化已成为影响运输效率危及行车安全的一个主要隐患, 我们理应引起充分的重视。

3. 继电器接点氧化的检测与预防措施

3.1 引入接点接触电阻测量技术进行定期监控

继电器的接点氧化直接引起接触电阻变大, 直接影响到信号的传输品质和系统的可靠性, 采用触点接触电阻测量技术开展定期监控, 是一种妥当的检测途径, 接触电阻指的是继电器接点在闭合状态时段电流流动时产生的电阻, 这个电阻大小直接牵涉信号传输的平稳, 若继电器接点出现氧化, 接触电阻会升高, 接触电阻从正常的 1Ω 跃至 3Ω – 10Ω 甚至更高, 当接触电阻冲破既定的界限时, 信号传输时段出现的电流衰减和延迟会更加突出, 影响铁路信号设备的稳定性。

凭借接触电阻测试工具可对继电器接点定期监控, 精准衡量触点电阻的变化, 针对新上道使用的继电器而言, 大多情况下接触电阻都处于 1Ω 以内, 在长期运行的情况下, 氧化物的聚积会引起接触电阻渐渐变大, 凭借阶段性电阻测试, 对接点电阻进行定期监控, 能够及早探知可能出现的接点氧化。当接触电阻值超出恰当工作区间时, 技术人员可迅速开展对继电器触点的维护或替换, 杜绝信号传输碰到的不利干扰, 在实际实施阶段内, 根据不同的运行情况, 可以每年或每半年开展一次接触电阻检测, 由此划定预警界限, 接触电阻达到 2Ω 就触发维护提示, 这种监控手段有效降低了因继电器接点氧化导致信号故障发生的概率, 提高了铁路信号的稳定性和可靠性^[2]。详情如表 1 所示。

表 1 利用接点接触电阻测量技术进行定期监控

测量日期	继电器型号	接触电阻 (Ω)	信号传输延迟 (ms)	备注
2020/1/15	JWXC-1700	1.2	5	正常工作
2021/1/12	JWXC-1700	2.3	8	警告提示
2022/1/12	JWXC-1700	3.1	12	需要检查
2023/1/10	JWXC-1700	4	15	故障风险
2024/1/10	JWXC-1700	5.5	20	已停用

3.2 控制机房的温度与湿度, 避免极端环境影响接点氧化

接点氧化跟环境条件关系攸关, 尤其是温湿度的改变会加速氧化进程的推进, 在继电器工作的时段里, 温湿度的起

伏直接影响继电器接点的氧化速度, 温度太低或太高, 湿度过盈或过亏, 都可能会引起接点氧化层出现, 从而影响继电器的正常工作, 若相对湿度超出 60% 时, 继电器接点的氧化速度会急剧迅猛增长, 尤其是在碰到高温的环境里面, 氧化

进展变得更加迅疾。

为了恰当防止接点氧化,要准确掌握机房温湿度的变化,合适的机房温度要维持在 18°C 至 25°C 范围内,湿度设定到40%跟60%范围内,采用空调设备与温湿度调节机具,得以保证机房环境的稳定,避免极端温湿度对继电器接点的影响,定期开展对机房环境检查与监控也是必要的,保证机房温湿度始终处于恰当范围内。通过准确掌握机房温湿度变化不仅可以延缓继电器接点氧化的进程,还能降低因环境欠佳造成的设备差错,增强信号系统运转的可靠性和稳定性,采用温湿度调控设备能有效避开高温湿环境引发的继电器接点氧化问题的发生,根据近些年现场收集的数据分析得知,在未实施温湿度管控的时段,继电器接点的氧化进程明显加快,而实施温湿度管控的时段,继电器的氧化现象明显减慢,此举不仅在防范铁路信号设备故障的发生方面意义重大,还强化了铁路信号系统的稳定性和可靠性。

3.3 调整电流参数,缓解对继电器接点的超大负荷

近年来迫于日益增长的铁路运输的需求以及行车安全的保证。铁路信号部门不得不在原有电路基础上进行了一系列的升级改造。

案例一:为提高行车效率、部分铁路在区间三显示的基础上进行绿黄码改造施工,即在原有发送器编码电路中增加了绿黄码,这一改造需要在原有进站编码电路中增加绿黄继电器(LUJ),如图1 SLUJ绿黄继电器的增加会导致部分继电器某一接点上的电流负荷增大(改造后SLXJ61-62、SZXJ61-62、STXJ51-52接点电流增大),增强了接点氧化程度。

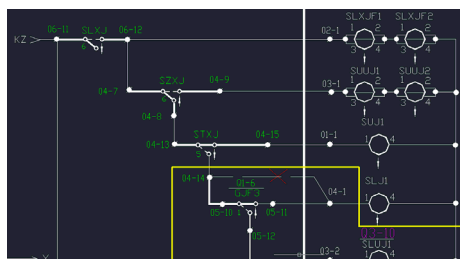


图1

案例二:为了防止区间UM71发送器故障造成信号突变影响行车效率、危及行车安全。各铁路局、公司陆续对区间UM71发送器进行了N+1冗余改造。为防止N+1切换过程中区间信号闪红的问题发生,需对原区间轨道复示继电器型号进行更换(GJF1、GJF2、GJF3进行更换),将原来的

JWXC-1700型继电器改为JWXC-H340型继电器,更换后的继电器线圈电阻是原来继电器线圈电阻的1/7,相反区间轨道复示继电器回路电流就会增大至原来的7倍,如图2经过轨道继电器接点(G1J11-12、G2J11-12)的电流就会增至原来的7倍,区间轨道继电器接点电流显著增加,加速接点氧化、甚至造成接点烧坏,导致后期区间信号故障频发。

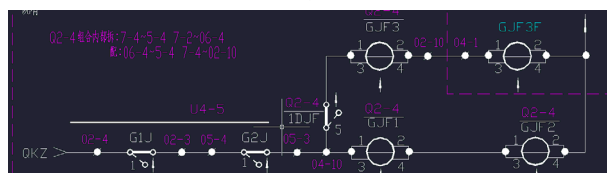


图2

由此不难看出继电器接点电流负荷变大,会加速继电器接点氧化,继电器接点在长期承受过大电流负荷的状态下,金属接点极易出现烧灼与氧化,引起接触电阻值变大,由此影响信号稳定传输,为最大限度的减缓继电器接点氧化速度,在技术条件允许的情况下,经过严格计算后适当调整电流参数,以减轻继电器接点的负荷。通过对电流参数的恰当调校,可保障继电器接点在稍低的电流范围进行工作,借此减缓接点氧化的速度,而针对出现了老化或氧化的继电器接点,过大的电流负荷也许会引发接点磨损加速,依靠调整电流至恰当范围,可以有效减少电流对接点的过大冲击,由此提升继电器接点的使用寿命。恰当调整电流参数还可以有效减小信号传输时的衰减,维持信号的稳定性和可靠性。准确掌握继电器接点电流调整参数,及时对继电器接点负荷做到恰当调整、管控,继电器接点的工作状态会愈发稳定,信号系统的稳定性和可靠性会得到极大提升,从而保证了铁路信号系统的稳定性。

结论

信号继电器接点氧化对铁路信号的稳定性具有显著的影响,接点氧化会导致信号传输不稳定,产生信号延迟和突变,进而影响列车的安全运行。为了提高信号系统的可靠性,需要采取多种措施,包括引入接触电阻测量技术进行定期监控,控制机房环境,调整电流参数等方法。这些技术措施的实施,有助于预防信号继电器接点氧化,确保铁路信号系统长期稳定运行。

参考文献

- [1]刘博.50Hz相敏轨道电路在直流牵引矿山铁路车站的应用[J].价值工程,2025,44(04):127-129.
- [2]孙子超,于森,王腾.宁波轨道交通1号线一期电客车逻辑控制单元取代继电器改造分析[J].人民公交,2024,(22):58-60.
- [3]郭虹利,黄春雷,韩安平,等.ZPW-2000R轨道电路通信盘优化设计方案研究[J/OL].铁道通信信号,1-6[2025-02-28].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1975.U.20241106.1421.002.html.