

# 铁路轨道电路分路不良原因及整治措施

李丽梅

国能新朔铁路有限责任公司大准公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

**摘要:** 本文聚焦轨道电路分路不良问题,先阐述其核心概念,指出本质是分路电阻超范围致信号误显示,还划分了永久性与间歇性两种类型。接着从轨道表面、设备、外部环境三方面分析原因。随后提出整治措施,包括优化轨道表面清洁防护、强化设备检修更换、采取环境针对性防控。最后强调分路不良整治后的运维管理,涵盖建立常态化巡检机制、加强运维人员技能培训、完善故障应急处置流程,以此保障轨道电路稳定运行,维护铁路运输安全与秩序。

**关键词:** 铁路轨道电路;分路不良;成因分析;整治措施

引言:轨道电路作为铁路信号系统的关键构成,其分路状态直接影响行车安全与运输效率。分路不良作为常见故障,本质是列车车轮与钢轨接触时,分路电阻超出正常范围,使轨道电路无法精准切换状态,给行车调度带来严重隐患。其成因复杂,涵盖轨道表面状态异常、设备自身损耗与故障以及外部环境因素影响等多个方面。大准线是运煤专用线,上行万吨列车,下行空车运行;站内正线列车通过多,侧线列车通过少,钢轨碾压不良;装煤线污染严重,针对这一难题,需从整治措施与运维管理双管齐下,通过优化轨道表面清洁与防护、强化设备检修与更换、采取应对环境影响的针对性措施,以及建立常态化巡检机制、加强运维人员技能培训、完善故障应急处置流程等手段,全方位保障轨道电路的稳定运行,为铁路运输安全与高效提供坚实支撑。

## 1 轨道电路分路不良核心概述

轨道电路分路不良是铁路信号系统中的常见故障,其本质在于列车车轮与钢轨接触时,所形成的分路电阻超出正常范围,无法达到轨道电路分路灵敏度的既定要求,进而致使轨道电路不能从“空闲”状态精准切换至“占用”状态。(1)在铁路正常运行场景下,列车车轮与钢轨紧密贴合,构建起低电阻的电气通路。此通路可有效分流轨道电路中的电流,接收端设备依据检测到的电流变化,准确反馈列车占用轨道的信息,为行车调度提供可靠依据。然而,当出现分路不良情况时,车轮与钢轨间的接触电阻显著增大,形成高电阻接触状态。此时,电流分流效果大幅减弱,接收端设备难以察觉电流应有的变化,仍持续检测到“空闲”信号,最终引发信号误显示,给铁路行车安全带来严重隐患。(2)依据故障的具体表现特征,轨道电路分路不良可划分为永久性分路不良和间歇性分路不良两种类型。永久性分路不良主要由设备老化、轨道结构损伤等相对固定的因素引发,这

些因素长期存在且难以在短时间内消除,对轨道电路的稳定运行构成持续威胁。间歇性分路不良则受环境变化、接触状态波动等临时性因素影响,其发生具有不确定性和随机性,增加了故障排查与处理的难度。准确识别和区分这两种类型的分路不良,对于采取针对性的整治措施、保障铁路运输安全具有重要意义<sup>[1]</sup>。

## 2 轨道电路分路不良原因分析

### 2.1 轨道表面状态异常

轨道表面的清洁度与接触性能对车轮和钢轨的分路效果起着关键作用,是导致分路不良的首要因素。(1)钢轨长期暴露于大气环境中,其表面极易附着各类杂质,像油污、粉尘、铁锈以及氧化层等。在这些杂质里,铁锈和氧化层尤为常见。钢轨表面发生氧化反应后,会生成一层致密的氧化铁薄膜,此薄膜具有极大的电阻。当列车车轮与之接触时,会显著增大接触电阻,极大地阻碍了轨道电路电流的分流,进而引发分路不良。(2)在隧道、桥梁等相对潮湿且封闭的区域,钢轨表面容易凝结水汽,为青苔滋生和锈蚀产生创造了条件,进一步恶化了车轮与钢轨的接触状况。在一些货运线路,煤炭、矿石等货物在运输过程中散落至钢轨表面,会形成一层绝缘层,同样会破坏正常的分路效果,导致轨道电路分路不良现象的发生。

### 2.2 设备自身损耗与故障

轨道电路相关设备自身的损耗、老化以及故障状况,会直接对电路的整体性能产生不良影响,进而引发分路不良问题。(1)钢轨作为轨道电路的核心导体,在列车长期运行过程中,持续承受着列车的碾压与冲击。这种高强度的机械作用,极易使钢轨出现磨损、裂纹以及剥离等损伤。这些损伤会导致钢轨的有效截面变小,电阻相应增大,从而对电流的正常传导产生阻碍,影响轨道电路的分路效果。(2)轨道接头处的鱼尾板、螺栓等连

接件,若出现松动、锈蚀等情况,会显著增加接头的接触电阻,破坏轨道电路的连续性,使电流无法顺畅流通。

(3) 轨道电路的发送端、接收端设备,例如变压器、继电器、电缆等,随着使用时间的增长会发生老化,其参数出现漂移。这会导致电路的灵敏度降低,即便车轮的分路效果处于正常状态,接收端设备也可能出现误判,最终表现为轨道电路分路不良。

### 2.3 外部环境因素影响

自然环境与运营环境的动态变化,会通过一系列复杂的物理和化学过程,间接引发轨道电路分路不良现象。

(1) 自然环境因素中,低温、雨雪、冰冻等恶劣天气对钢轨表面状态影响显著。在这些条件下,钢轨表面易形成薄冰或积雪层,冰面绝缘性极高,会大幅阻碍车轮与钢轨间的有效电气接触,导致分路电阻急剧升高,破坏正常分路效果。高温高湿环境同样具有危害性,高温会加速钢轨的氧化反应,促进锈蚀生成;高湿则使水汽更容易附着在钢轨表面,为锈蚀提供条件,同时加速轨道电路相关设备中金属部件的腐蚀以及电子元件的老化,降低整个电路系统的稳定性,增加分路不良出现的几率。(2) 运营环境方面,列车运行密度和载重等运营参数对轨道电路分路状态影响突出。高密度列车运行会使钢轨表面磨损不均,局部出现凹凸不平,严重影响车轮与钢轨接触的紧密性和均匀性。重载列车频繁运行产生的反复冲击,会加剧钢轨及连接件的机械损耗,使接触面粗糙度增加,导致接触电阻增大,进而大幅提升轨道电路分路不良的发生概率<sup>[2]</sup>。

## 3 轨道电路分路不良整治措施

### 3.1 优化轨道表面清洁与防护

为有效应对轨道表面杂质与氧化层所引发的分路不良问题,需制定一套科学且常态化的清洁与防护方案。(1) 在清洁方面,应定期运用钢轨打磨机对钢轨表面实施打磨作业。通过精准控制打磨参数,能够高效去除钢轨表面因长期暴露而形成的铁锈、氧化层以及各类附着杂质,使钢轨表面恢复原有的光滑度,进而显著降低车轮与钢轨之间的接触电阻,保障电流正常分流。(2) 针对隧道、桥梁等相对潮湿且易出现水汽凝结的区域,要安装专业的通风除湿设备。通过持续的通风换气,有效降低区域内的湿度,减少水汽在钢轨表面的凝结。同时,定期在这些区域喷洒防锈剂,形成一层保护膜,延缓钢轨的氧化速度,延长钢轨使用寿命。(3) 还需建立一套完善的轨道表面状态巡检机制。采用目视检查与电阻检测相结合的方式,对钢轨表面进行全面细致的检查。一旦发现钢轨表面存在油污、货物残渣等可能形成绝缘层的物

质,立即安排清理,从源头上杜绝因轨道表面问题导致的分路不良现象。

### 3.2 强化设备检修与更换

为有效降低轨道电路分路不良风险,需构建一套全面且细致的全周期设备运维体系,及时排查并处理设备损耗与故障问题。(1) 钢轨作为轨道电路的核心部件,其状态直接影响分路效果。要定期采用先进的探伤检测技术对钢轨进行全面检查,精准识别钢轨是否存在磨损、裂纹、剥离等损伤情况。一旦发现问题,需根据损伤程度及时采取补焊、打磨等修复措施,若损伤严重则应立即更换钢轨,确保钢轨的完整性和良好的导电性能。(2) 对于轨道接头处的鱼尾板和螺栓等连接件,要加强日常检查与维护。定期对其进行紧固处理,防止出现松动现象;及时清除表面的锈迹,保证连接件的光洁度。若发现连接件老化严重,应果断更换,确保轨道接头处接触良好,降低接触电阻。(3) 轨道电路的发送端和接收端设备对电路灵敏度起着关键作用。要定期对这些设备的参数进行校准,保证其处于最佳工作状态。同时,及时更换老化的变压器、继电器、电缆等部件,避免因设备性能下降而引发分路不良误判,保障轨道电路稳定可靠运行。(4) 是分路不良区段均采用高压脉冲制式轨道电路设备,目前此制式轨道电路设备安全性能高。

### 3.3 应对环境影响的针对性措施

鉴于不同环境对轨道电路产生的影响存在差异,需结合具体环境特点,采取具有针对性的差异化防控措施,以有效降低环境因素对轨道电路的不利影响。(1) 在低温雨雪天气条件下,薄冰和积雪会在钢轨表面形成,其高绝缘性会严重干扰轨道电路的正常分路。因此,需提前在钢轨表面喷洒适量的融雪剂、除冰剂,阻止薄冰和积雪的形成,确保车轮与钢轨能够保持良好的电气接触。(2) 对于高温高湿区域,高温会加速设备老化,高湿则易引发钢轨锈蚀和设备短路等问题。应优化设备散热结构,增强设备的散热能力,同时加强钢轨及设备的防潮、防腐处理,如涂刷防潮防腐涂料,以延长设备使用寿命,保障电路稳定运行。(3) 针对高密度、重载运营线路,列车频繁运行和重载冲击会对钢轨及设备造成较大损伤。要适当提高钢轨打磨、设备检修的频次,及时修复列车冲击造成的损伤。此外,合理调整列车运行间隔,避免钢轨表面因持续高强度碾压而产生过度磨损,从而维持车轮与钢轨之间良好的接触状态,减少分路不良现象的发生。

## 4 分路不良整治后的运维管理

### 4.1 建立常态化巡检机制

轨道电路分路不良整治完成后,为保障其长期稳定

运行,构建“日常巡检+定期检测”的双重运维模式十分必要。(1)日常巡检是整个运维工作的基础。巡检人员需以严谨的态度着重检查轨道表面状态,仔细查看是否存在油污、粉尘等轻微杂质。这些杂质若长时间留存,可能形成绝缘层,影响轨道电路分路效果,一旦发现要立即清理。同时,要认真检查设备连接情况,特别是轨道接头处的鱼尾板、螺栓,查看其是否松动。若存在松动,会增大接触电阻,影响电路正常工作,需及时紧固。(2)定期检测则借助专业仪器,对轨道电路分路电阻、设备参数等关键指标进行精准测量,并将详细数据记录形成台账。通过对比不同时期的检测数据,能提前预判潜在故障风险,为后续维护和维修提供有力依据,实现故障的早发现、早处理。此外,要明确巡检责任分工,将巡检区域和任务细化到个人,确保巡检工作全覆盖、无死角,杜绝分路不良问题复发。

#### 4.2 加强运维人员技能培训

在轨道电路分路不良整治后的运维管理中,提升运维人员的专业能力是保障整治效果持续有效、确保运维质量稳定可靠的关键所在。(1)需定期组织系统且全面的技能培训。培训内容要紧密围绕轨道电路展开,涵盖其工作原理,让运维人员深入理解电路运行机制;详细讲解分路不良的各类成因及识别方法,提高其对故障的敏锐感知度;强化整治措施实操训练,使运维人员熟练掌握不同情况下的处理技巧;教授专业的设备检测方法,确保能精准获取设备状态数据。(2)还应开展案例分享会。通过剖析各类分路不良整治的成功案例,总结宝贵经验供运维人员学习借鉴;同时分析失败案例,汲取教训,进一步规范操作流程,避免运维人员因操作不当导致故障扩大或反复出现,切实保障运维工作的专业性与规范性,为轨道电路稳定运行提供坚实人力支撑。

#### 4.3 完善故障应急处置流程

为有效应对轨道电路分路不良故障,保障铁路运输秩序,需制定一套科学完备的分路不良故障应急处置方案。方案要详细明确故障排查、整治以及恢复运行的各个环节流程,并严格规定各环节的时限要求,以此提升应急

响应效率,确保故障能够得到快速、有效的处理。(1)要配备齐全专用的应急设备,如便携式钢轨打磨机,可在故障现场及时对钢轨表面进行处理;电阻检测仪能快速检测分路电阻情况,为故障判断提供依据;备用连接件可及时更换老化或损坏的部件,保障设备连接正常。(2)建立故障应急联动机制,加强运维、调度等部门之间的协调配合。一旦发生故障,各部门能够迅速响应、协同作战,最大程度减少故障对运输秩序的影响。此外,定期开展应急演练也至关重要,通过模拟真实故障场景,检验应急处置流程的可行性和有效性,及时发现其中存在的问题并加以优化,持续提升应对突发故障的能力<sup>[3]</sup>。轨道电路分路不良情况下,设备保证不了安全,就必须依靠人来保证行车安全,与机车联控,值班员时刻与司机确认占用与出清进路轨道区段或者需要行车值班员加强瞭望,站内安装摄像头,减少值班员劳动强度。

#### 结束语

轨道电路分路不良的整治与运维管理是一项长期且系统的工程,关乎铁路运输的安全与效率。通过深入剖析分路不良的成因,我们针对性地提出了优化轨道表面、强化设备维护、应对环境影响等整治措施,并构建了常态化巡检、人员技能培训、故障应急处置等运维管理体系。然而,铁路运输环境复杂多变,新技术、新设备不断涌现,分路不良问题仍可能以新的形式出现。因此,我们需持续关注轨道电路的运行状态,不断优化整治措施与运维管理方案,加强技术创新与人才培养,以适应铁路运输发展的新需求,为铁路事业的安全、稳定、高效发展提供有力保障。

#### 参考文献

- [1]李丁一.分析铁路信号系统轨道电路分路不良的危害及防治[J].中国新通信,2020,22(02):106.
- [2]毕超.铁路信号系统轨道电路分路不良的危害及防治研究[J].中国设备工程,2024,(01):223-225.
- [3]关磊.铁路信号系统轨道电路分路不良的防治措施[J].模型世界,2022(1):25-27.