

铁路信号轨道电路介绍及故障分析

段武君

(国能朔黄铁路发展有限责任公司原平分公司, 山西 原平 034188)

摘要 不同类型的轨道电路具有不同的使用特点, 其性能会直接影响铁路运输的安全, 当前我国的铁路信号轨道电路故障诊断系统尚未达到理想的应用状态, 所以在故障诊断阶段仍需要依靠现场工作人员的操作处理, 为了保证工作人员的人身安全, 降低故障处理难度, 因此需要加大对轨道电路智能化故障诊断系统的研发力度。本文主要分析了轨道电路的主要作用及其基本构成, 以及常见的轨道电路种类, 并通过对25Hz相敏轨道电路的介绍和故障分析, 详细论述故障诊断系统的设计方案, 实现对铁路信号轨道电路故障位置的精准定位, 并针对分路不良问题提出科学的治理措施。

关键词 铁路信号 轨道电路 故障诊断系统

中图分类号: U284

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)06-0028-03

铁路信号设备在现代化铁路交通运输事业发展过程中的广泛应用, 使其技术性得到显著提高, 能够保障铁路运输的安全性。信号设备具有连续性工作的特点, 主要安装在室外环境, 会受到外界因素的影响, 在设备管理过程中存在许多困难。想要全面提高铁路信号系统的安全管理水平, 就需要分析铁路信号轨道电路存在的故障问题, 建立故障诊断系统、智能识别故障诊断功能, 及时发现铁路运输过程中信号设备轨道电路存在的隐患, 分析轨道电路故障的主要原因, 为后续的维护与维修提供技术支持。

1 轨道电路的作用、组成及分类

1.1 作用

参考《中华人民共和国铁道行业通用技术标准》, 对轨道电路进行全面分析, 主要利用铁路线路的钢轨完成信息传递, 达到区段占用检查的目的。轨道电路通过电气绝缘节和机械绝缘节两种形式, 对轨道电路区段进行划分, 结合得到的数据判断轨道电路当前的工作状态, 是否存在故障区段红光带、分路不良等问题。结合轨道电路的实际工作状态, 运用科学合理的技术处理手段, 采用标准的检查方式, 分析轨道电路区段的运行情况, 对判断列车是否占用具有明显的风险预警作用, 在铁路安全运输中起到重要的作用。

1.2 组成

轨道电路的组成主要分为导体、钢轨绝缘、送电端设备和受电端设备。导体区域主要包括钢轨以及钢轨的接续线, 按照不同的轨道类别选择合理的接续线; 钢轨绝缘大多数采用机械绝缘, 只有一部分传统型轨

道电路会采用电气绝缘节, 在安装过程中站内一离区和三接近区段主要位于站内与区间之间的交界处, 因此, 需要采用机械绝缘节保证钢轨的绝缘性; 送电端设备主要分为轨道电源变压器、熔断器以及防雷设备, 只有满足轨道电路的供电需求, 才能够保证站内与区间轨道电路的正常运行, 采用特定的电源模块完成供电需求, 结合轨道电路的设计要求, 选择不同类型的变压器, 主要分为扼流变压器、轨道变压器以及匹配类变压器三种形式; 受电端设备同样包含必要的变压器设施, 安装限流电阻协调好各单元的运行状态, 加强对接收器、继电器等基础设备的防雷保护, 保证受电端设备运行的稳定性。

1.3 分类

按轨道电路的工作方式分为开路式和闭路式轨道电路。闭路式轨道电路能够检查轨道电路的完整性, 所以目前信号设备中多采用闭路式轨道电路; 按牵引电流通过方式分为单轨条和双轨条轨道电路。双轨条轨道电路工作比单轨条轨道电路稳定可靠, 极限长度基本上可以满足闭塞分区长度的要求, 但成本高。电气化区段多采用双轨条轨道电路; 按相邻钢轨线路的分割方法, 分绝缘节式和无绝缘节式轨道电路。我国目前应用的有: 50Hz轨道电路、25Hz相敏轨道电路、微电子交流计数轨道电路和移频轨道电路(有4信息、8信息、18信息和UM71、ZPW2000)。

2 25Hz相敏轨道电路介绍及故障分析

2.1 25Hz相敏轨道电路

25Hz相敏轨道电路的组成主要分为电源、变压器、继电器、电子接收盒以及钢轨引接线等, 为了全面提

高抗牵引电流的干扰能力,适应电气化区段,需要在原有的基础上进行25Hz相敏轨道电路结构调整,采用焊接的方式完成钢轨引接线安装,有效降低接触电阻。通过一长一短的引接线设计方式,为等阻线的安装提供便利,轨道电路的送电端和受电端在安装过程中,需要选择合适的变压器型号,可以分别增设适配器减少脉冲干扰。优化二元二位继电器装置的工艺设计,有效避免分路不良问题的发生,为了保证传输功率,需要在局部线圈添加补偿电容,选择扼流变压器进一步提高抗冲击电流的能力,但在安装阶段需要控制好变压器的中点对称度。

2.2 25Hz 相敏轨道电路发码区段故障

站内的电码化区段出现故障后,会产生电码化干扰,因此需要断开室内电码化区段发送器的运行状态。一般情况下电码化发送器包含主备发送器与+1发送器,在故障维修阶段需要保证多台发送器的同时断开。当轨道电路发生故障时,电码化区段的发码电路处于持续工作的状态,在区段故障处理需要采用预发码干扰,保证发送器断开。

在进行正线区段故障处理的过程中,轨道电路的传输通道存在数据信息,直接进行发送器断开处理会为后续的维护带来困难,因此需要了解传输通道上25Hz轨道电路信息与电码化信息内容,利用移频在线测试记录表进行频率选择,并完成档位测试。

2.3 25Hz 相敏轨道电路非发码区段故障

电源供电故障:在进行电源供电引起的轨道电路故障排查的过程中,根据实际故障现象判断是多个轨道电路同时故障,还是某一电路区段的设备故障。首先进行电源供电现状排查,当电源屏轨道电路模块出现故障时,所有由该电源提供电能的区段都会出现故障,会出现多个区段红光带的预警情况;当出现局部电压超标时也会引发多个区段故障,工作人员需要重点检查电源屏的显示情况。轨道电路相位角故障:在实际运行过程中会出现轨道电路相位角变化,引发一系列故障问题,在进行25Hz相敏轨道电路相位角设计时,需要结合轨道设计需求参考超前局部标准,当出现轨道电路相位角与实际需求不符的问题时,进行相位角故障处理,判断故障发生的主要原因,进行相位角标准调节。同时,要避免因盲目调整导致轨道电压发生变化,当一部分配有适配器25Hz轨道电路区段无法实现相位角调整时,需要对适配器进行调整,相位角故障通常发生在施工改造阶段,受到扼流引接线长短的影响。

3 铁路信号轨道电路故障位置的判断和处理

3.1 轨道电路故障处理步骤

在进行轨道电路故障处理的过程中,首先要确定故障发生的类型以及故障的具体位置和范围,查阅集中检测数据通过现场分线盘甩线和系统测试的方式,确定故障发生的具体位置,观察器材、配线以及设备的运行状态。为了保证设备故障点判断的准确性,需要工作人员到故障发生地点进行统一处理,如果无法在短时间内确定故障点,则需要按照一定顺序对电缆、接收端、钢轨绝缘、引接线、跳线等环节进行故障查找,最终确定发生故障的设备,并通知信号专业人员进行故障处理。^[1]

3.2 室内故障判断处理

控制台出现移频报警:观察轨道电路的工作状态,当其处于稳定运行时,对移频柜衰耗盘的灯亮情况进行观察,确定发出预警的位置是“发送端”还是“接收端”。如果发送端出现故障,进行衰耗盘发送电源的电压值测试,与标准值进行对比,当数值处于正常范围内,判断故障原因可能是发送器运行问题,发送器更换后检查电源、断路器等外部设备的工作状态。接收端出现故障时,测试衰耗盘接收电源的电压值,电压正常需要更换接收器,更换后检查电源、断路器 etc 外部设备的工作状态。轨道电路红光带:首先检查接收器电压数值是否正常,进行衰耗盘电压检测,若电压正常再检查衰耗盘励磁电路,如果以上数值均处于正常值,对列车运行区段衰耗盘电压进行检测,分析列车运行区段衰耗盘与本区段衰耗盘区间的通道状态,如果以上检查结果均显示正常,大概率是室外故障。^[2]

3.3 室外设备故障处理

信号专业人员在故障检测的过程中,首先进行轨道区段轨面电压数值测量,观察轨面电压的显示情况,如果轨面电压为零,故障位置大概率在送电端,若轨面电压显示正常或高于标准值,故障位置大概率在受电端。通过对送端轨面电压、扼流变压器、限流电阻等数值的对比分析,判断故障所处的位置,运用MF-14万用表按照标准顺序进行电压测试,分析电压突变点,得到准确的故障位置。开路故障要重点进行“三线”检查,观察送电端的限流电阻电压数值,分析是否为短路故障,运用轨道电路故障诊断仪选择合适的档位进行引入线电流测量,分析受电端是否出现短路。

4 铁路信号轨道电路分路不良的有效防治

4.1 风险防控体系的构建

结合当前铁路的运行情况,自动完成风险识别,充分利用现有资源降低事故的发生频率,保证铁路运

输的经济效益,随着我国高铁建设规模的不断扩大,需要意识到铁路信号轨道电路的重要性,结合日常工作经验完成各类故障的现场处理,精准测量列车运行参数,将信息数据发送到铁路系统调度中心,为列车的调度提供依据,提高铁路系统运行的稳定性。^[3]

4.2 轨道清理工作

在进行轨道清理的过程中,经常会发现轮道电阻问题,轨道平面出现锈蚀现象,导致轨道电路分路不良,因此,需要工作人员定期进行轨面清理,并对轨面的实际运行状态进行测试,确定清理范围后通过电脉冲法完成区段轨面清理。利用自动化在线监测系统了解轨道的占用状态,轨道电路系统运行阶段会向轨道施加电压,道床中的杂质会降低轨道与道床之间的绝缘性,负责线路检查的工作人员需要充分了解当前的道床清理情况,对于一些降水量较大的铁轨路段,需要保证路基排水系统的稳定运行,通过脉冲清理设备完成灰尘清理。

4.3 在线监测系统

在线监测技术的有效应用,主要负责对轨道电路的系统运行状态进行监测,实现对故障频发区的综合管理,将监测得到的数据和信息提交到铁路部门,深入了解不同路段故障发生的主要原因,制定出科学合理的防护措施,优化传统的管理体系,保证轨道电路的稳定运行。为了有效降低轨道电路分路不良问题的发生,需要对不同区段的工作状态进行监测记录,一旦在检测过程中发现某一路段故障频发,就需要安排信号专业人员到现场对故障产生原因进行分析,检查相关设备的实际运行情况,完成项目检查后自动进行系统修复。

5 25Hz 相敏轨道电路的故障诊断系统设计方案

5.1 系统中区段分析模块的技术构架

结合 25Hz 相敏轨道电路的实际工作状态,将在线监测系统得到的数据信息整合到一起,参考各区段的工作表现进行数据分离处理,分析模拟量与开关量的变化情况。模拟量分析指的是电压分析,根据得到的分析结果,将路段的工作状态分为“空闲状态”“过车状态”“占车状态”三种形式。在此基础上进一步分析,采用模糊神经网络进行故障诊断,系统根据诊断结果,向管理中心输出保障报警。

5.2 模糊神经网络在故障诊断系统中的应用

运用模糊神经网络组建故障分析模型,推动故障诊断流程的智能化发展,通过程序输入结合故障排除经验,从不同的角度填写预估参数值进行故障分析,

派遣信号专业人员到故障现场检测从而快速进行故障维修。首先,设定好三个输入参数,通过系统模拟检测出常见的四种 25Hz 相敏轨道电路故障,输出系统监测过程以及最终分析结果,由专家总结故障分析经验,参考故障诊断规则,适当地调整模型参数,逐一对模型分析结果进行验证,全面提高 25Hz 相敏轨道电路故障诊断效果。结合模糊神经网络模型输出的故障预警,参考诊断规则进行故障位置确认。

5.3 系统界面功能的实现

25Hz 相敏轨道电路故障诊断系统中的 C++ Builde 软件开发平台,能够自动将在线监测到的数据信息储存在系统数据库,并可以在各区段分析模型中设定标准参数,为后续的智能分析以及轨道电路故障诊断奠定有利基础,结合最终的故障诊断结果输出故障报警。

5.4 25Hz 相敏轨道电路故障诊断系统设计

在智能化诊断系统设计的过程中,需要明确 25Hz 相敏轨道电路的主要特点和工作原理,从不同的工作状态分析 25Hz 相敏轨道电路常见的故障以及形成原因。在此基础上融入模糊神经网络,输入、输出标准参数,建立网络分析模型,根据均匀传输线理论,计算变压器电压的临界值,并判断是否输出系统预警,采用四端网络分布特点,计算轨道四端网钢轨的形状和相对位置,得到具体电路长度,为了保证参数计算的精准性,选取标准参考值进行计算模拟。

6 总结

铁路信号轨道电路是铁路运行控制的基础设施,在实际运行过程中,轨道电路可以用于某一车段的线路检查,判断特定区段内钢轨的完整性,利用轨道电路将地面信号精准传输到运行机车,保证列车运行的稳定性和安全性。负责铁路信号的工作人员,在日常作业过程中会遇到不同类型的轨道电路故障问题,一旦出现轨道电路故障将会影响行车安全。轨道电路故障的长时间存在,不利于铁路运输效率的提升,因此需要通过安全风险管控技术,保障铁路行业的安全稳定发展。

参考文献:

- [1] 房刚. 轨道电路典型问题分析与处置 [J]. 铁路通信信号工程技术, 2021, 18(S1): 5-8.
- [2] 王嘉鑫. 探究现代铁路信号设备的故障与安全保障措施 [J]. 机械管理开发, 2020, 35(11): 300-301.
- [3] 樊伟伟, 温永勇. 铁路信号设备的维修措施研究 [J]. 设备管理与维修, 2020(12): 32-33.