

铁路通信电缆接地故障分析

文 / 袁启航 中铁建电气化局集团第三工程有限公司

摘要: 铁路通信电缆接地的重要性较为突出, 技术人员在切实做好前期接地处理的同时, 还应该重点关注可能出现的接地故障, 解决该方面风险。文章重点围绕着铁路通信电缆接地故障, 首先介绍了当前常用的铁路通信电缆接地方式, 然后又分析了铁路通信电缆接地常见的故障类型, 论述了铁路通信电缆接地故障定位方法, 最后又探讨了如何有效防控铁路通信电缆接地故障, 以供参考。

关键词: 铁路; 通信电缆; 接地; 故障

【DOI】 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2025. 02. 056

引言

铁路通信电缆作为比较关键的构成要素, 在现阶段铁路系统不断创新优化发展的背景下, 发挥着越来越突出的作用价值, 直接决定着铁路运行的安全性和高效性。为了确保铁路通信电缆长期稳定运行, 接地是比较关键的手段, 技术人员应该重点做好所有通信电缆的接地处理, 由此形成理想的防护条件。但是因为铁路通信电缆的分布范围较广, 且很多接地处理存在明显局限性, 影响因素同样也比较多, 容易在后续长期运行中出现故障问题, 进而导致铁路通信电缆的运行面临风险。针对铁路通信电缆接地故障进行分析, 准确找到故障点, 进而予以修复处理, 成为铁路通信电缆安全有序运行的重要保障条件。

一、铁路通信电缆接地概述

铁路通信电缆接地是比较重要的安全防护手段, 尤其是在电磁干扰问题的解决上, 可以发挥出较强的作用, 由此更好确保铁路通信电缆有序运行, 同时保障通信质量, 体现屏蔽以及滤波功能。针对铁路通信电缆接地处理方式进行分析, 主要目的是将通信电缆的屏蔽层和大地相连, 进而促使外界存在的各类干扰信号得到有效屏蔽, 解决异常电压带来的危害。当然, 铁路通信电缆面临的雷击危害, 也可以在接地后形成理想的应对效果, 有助于将雷击电流导入大地, 确保通信电缆以及周围人员得到有效保护。铁路通信电缆接地作为必不可少的重要举措, 在现阶段的受重视程度正在不断提升, 其中比较常用的接地方式有单点接地、多点接地, 技术人员需要密切结合铁路通信电缆的实际状况, 确保接地方式的选用适宜合理。

单点接地是相对简单的一种铁路通信电缆接地处理方式, 因为在该结构中并不存在回路, 有效杜绝了感应电流, 具备理想的防护效果。结合铁路通信电缆的实际状况, 技术人员在选用单点接地结构时, 可以灵活运用共用地线的串联单点接地方式或者是独立地线的并联单点接地方式, 以便在更好适应实际状况的同时, 体现出较强的可操作性和经济性特点。比如对于独立地线的并

联单点接地结构应用而言, 其优势较为明显, 可以有效解决各个电缆之间出现的相互干扰问题, 对于一些相对简单的铁路通信电缆具备理想适用性。但是如果铁路通信电缆的布置较为复杂, 数量较多, 则很难借助于该方式进行布置, 容易出现错乱。对于共用地线的串联接地方式应用效果来看, 其虽然可以实现多个铁路通信电缆的接地处理, 但是容易出现电缆间的相互影响, 且需要在具体布置中考虑到各个电缆的最优化排布, 尤其是对于接地点的选择, 更是需要重点把控, 解决该方面可能出现的最终整体接地效果受影响问题。

多点接地同样也是现阶段铁路通信电缆接地中比较常用的结构, 可以有效解决原有接地线辐射电磁波带来的不利影响。因为铁路通信电缆的运行要求较高, 如果接地线长度设置存在问题, 波长受到工作频率的影响, 在未达到接地线长度的4倍以上时, 就容易出现接地线辐射电磁波的问题, 进而对于铁路通信电缆的运行质量产生影响, 需要借助于多点接地的方式进行处理。因为多点接地方式的应用, 需要在铁路通信电缆中设置多个直接接地点, 不需要进行多点之间的连接, 如此也就可以较好控制接地线长度, 避免出现电磁波辐射问题。基于多点接地方式的应用来看, 虽然其形式简单, 并不存在复杂的连接处理节点, 但是整体规模较大, 涉及的接地点较多, 给后续检修维护工作带来较大难度, 技术人员应该根据铁路通信电缆的实际布置状况进行最优化选择。

二、铁路通信电缆接地常见故障

铁路通信电缆的重要性较为突出, 尤其是在现阶段铁路系统电气化水平不断提升的大背景下, 作为铁路运行的神经系统, 通信电缆的运行安全性以及稳定性需要得到有效保障, 以便由此发挥应有的功能价值。因为铁路通信电缆作为重要的弱电设备, 极容易受到外界环境的影响, 尤其是电磁干扰, 更是需要着重防控, 如此也就对于接地提出了更高要求。虽然现阶段铁路通信电缆的接地处理水平正在不断提升, 也可以有效实现铁路通信电缆的防护, 但是因为铁路通信电缆的分布较广,

甚至很多通信电缆所处环境条件并不是特别理想，在长期处于多种不良因素的侵蚀影响下，极容易出现故障问题，随之影响到接地效果，成为不容忽视的安全隐患。针对铁路通信电缆接地常见的故障问题进行分析，主要涉及了短路故障以及断路故障两种。

短路故障。在铁路通信电缆接地系统长期运行中，因为接地线受损或者是相关位置变动，容易出现短路故障，进而在运行过程中很可能出现较大的电流，受到该较大电流的影响，铁路通信电缆以及接地线就可能出现发热以及熔断等问题，导致其难以形成理想的运行状态。当然，伴随着铁路通信电缆接地短路故障出现，在较大电流形成后，不仅仅可能直接导致周围工作人员的安全受到影响，还会形成较大的感应电压，进而对于故障点周围的铁路通信电缆带来不利影响，导致其在电磁感应影响下，无法形成稳定运行状态，信号质量同样也会受到影响，甚至还会直接造成铁路通信电缆跳闸停电，停止运行后带来更为严重的损失。

断路故障。铁路通信电缆接地系统运行时，断路故障同样不容忽视，主要是因为铁路通信电缆接地线受到外界因素的影响，出现了明显断裂问题，难以维持有序运行状态，无法发挥出接地防护作用。因为铁路通信电缆接地系统的规模较大，接地线的总长度较大，且所处的环境条件较为恶劣，长期经受外部环境以及周围人员活动因素的影响，可能出现绝缘层以及内部断裂问题，难以将电流导入大地，成为不容忽视的故障问题。铁路通信电缆接地系统中出现断路故障的危害性较大，且很难被发现，因为可能的故障点较多，给检测维护带来了较大挑战，应该引起高度重视。

三、铁路通信电缆接地故障定位方法

铁路通信电缆接地故障的危害性较大，技术人员应该注重切实做好检修工作，针对出现的接地故障进行及时修复处理，避免因为该类故障的长期存在，影响到铁路通信电缆的稳定运行效果。具体到铁路通信电缆接地故障处理中，准确定位故障点是关键前提，也是难度较大的环节，只有明确了各个故障点，才能够采取相匹配的策略进行处理，避免做无用功。结合现阶段铁路通信电缆接地故障的定位方法进行分析，比较常用的方法如下：

相位法。铁路通信电缆接地故障定位中，相位法的应用较为常见，故障定位的准确率较高，应用也较为简便高效。相位法主要是借助于自身分布相容状况，通过相溶剂接地电阻的具体表现进行故障点的分析判断。基于相位法在铁路通信电缆接地故障定位中的应用进行分析，主要涉及了电流幅值原理以及电流相位原理，技术人员应该注重密切结合铁路通信电缆接地的具体状况，合理运用信号发送器，对于存在明显隐患的部位进行低频正弦电压信号的注入，促使其可以形成闭合回路，进

而检测判断是否存在明显故障问题。因为当注入的低频正弦电压信号通过存在故障的接地部位时，相应接地电阻的变化会直接反映出现，可以作为定位故障点的依据。基于电流相位原理，在电流经过铁路通信电缆接地系统中的故障部位时，电压相位会出现明显减少，之后又会增加，根据相应变化也就可以准确掌握故障部位。在相位法检测铁路通信电缆接地故障时，为了达到更为理想的高效准确定位效果，技术人员还可以进行仿真实验，由此更好解决方法应用中可能出现的限制问题。

电桥法。铁路通信电缆接地故障定位时，电桥法的应用同样也较为普遍，其主要是着眼于铁路通信电缆故障点和正常点之间的电势差，进行故障点位置的准确判断，无论是短路故障，还是断路故障，均可以借助于电桥法进行准确检测判断。在电桥法应用中，技术人员主要借助于低频高压发生器，作为高阻抗电桥，实现铁路通信电缆接地故障的有效定位。具体到电桥法实际应用中，技术人员主要借助于低频高压发生器中的两个电阻进行工作，其中一个进行故障点和正常点之间的电势差的测量，另外一个则进行故障点和正常点之间电压的测量。在电桥法定位铁路通信电缆接地故障时，技术人员需要确保相应仪器得到规范运用，确保其可以和电缆进行准确连接，进而逐步调控仪器中的各个开关，获取准确详尽的信息资料，便于最终进行准确判断。当然，如果铁路通信电缆的长度较为突出，且其中存在过多的接头，则很难借助于电桥法进行故障定位检测。如果铁路通信电缆接地故障并非唯一，同时存在多段故障，同样也难以在该方法应用下形成准确定位检测效果。

冲击电流法。在针对铁路通信电缆接地故障进行定位检测时，冲击电流法的应用同样较为常见，其主要检测对象是故障电缆上出现的感应电压，根据感应电压的位置以及大小进行故障点的准确判断。从冲击电流法的应用原理上来看，和其他电缆的故障检测相类似，都是借助于高压脉冲冲击电缆，明确大致的故障点，进而重点检测感应电压，确保故障点的定位准确可靠。具体到冲击电流法应用中，技术人员应该注重确保高压发生器以及电流互感器得到规范运用，确保铁路通信电缆形成理想连接效果，进而对于电流流经后形成的参数信息进行准确计算，便于进行故障点的测定。基于冲击电流法的适用性进行分析，一般长度较大的铁路通信电缆可以得到准确高效检测，对于接地范围较广的对象同样也具备较强的检测效果。当然，为了确保冲击电流法得到有效应用，技术人员除了需要准确应用处理各个参数，还应该重点关注于示波器法以及多频法的应用，由此更好定位铁路通信电缆接地故障点。

脉冲反射法。铁路通信电缆接地故障定位检测时，脉冲反射法的应用同样也可以发挥积极作用，主要借助于高阻闪络法针对铁路通信电缆的一端进行检测，由此

确定好故障位置,然后再利用低阻闪络法进一步检测。在高阻闪络法应用中,技术人员在电缆一端进行高压脉冲放电,根据反射信息来准确判断故障点,该处理方式的应用往往可以表现出较高的准确度和便捷性。在脉冲反射法应用到铁路通信电缆接地故障定位检测中时,技术人员还可以进行多次重复试验,以便促使定位结果更为准确可靠,避免在距离测定上出现较为严重的偏差。当然,因为脉冲反射法的应用对于检测仪器的要求较高,技术人员在应用前需要进行重点全面校验,确保仪器设备无误后再予以操作。

自动故障定位技术。伴随着现阶段我国自动化技术手段的发展和成熟,在铁路通信电缆接地故障定位检测中引入运用自动故障定位技术同样极为必要,有助于实时掌握铁路通信电缆的运行状况,对于出现的接地故障点及其具体类型予以及时反馈,便于在短时间内修复处理。比如针对铁路通信电缆中存在的绝缘层破损以及断线等故障问题,技术人员均可以依赖加装到铁路通信电缆中的故障定位仪进行及时处理,避免人工采取检测方式带来滞后性问题。当然,对于自动故障定位技术的具体应用而言,其同样也需要依赖于上述多种多样的检测原理和基本方法,由此准确定位各个故障点,只是不需要过多的人员参与,可以形成自动控制、自动监测以及自动报警,对于后续修复工作提供有力支持。

四、铁路通信电缆接地故障防控策略

铁路通信电缆接地故障的防控同样至关重要,技术人员在及时掌握各类故障问题,并且予以修复处理的同时,还应该将关注点前移,以便准确掌握各个接地故障的诱发因素,由此形成较为理想的全面防护效果,降低接地故障发生率。具体而言,铁路通信电缆接地故障的防控应该切实做好以下几点:

现场勘察分析。针对铁路通信电缆接地故障的形成进行分析,现场环境中存在的各个干扰因素不容忽视,尤其是对于各个埋地通信电缆,更是容易受到地下因素的影响,导致其绝缘层受损。基于此,技术人员在埋设铁路通信电缆时,应该综合做好项目勘察工作,全方位了解通信电缆所处环境的基本状况,对于周围存在的各个危害因素,制定相匹配的防护方案。比如针对铁路通信电缆周围存在较多腐蚀性土质的项目,技术人员就需要切实加大防腐力度,必要时还需要针对相应土壤进行改良,由此营造出理想的铁路通信电缆运行条件。当然,在现场勘察的基础上,技术人员还可以针对铁路通信电缆的布置方案进行合理调整,以便促使其可以形成理想的运行耐久性,降低出现接地故障的概率。

通信电缆把关。铁路通信电缆接地故障防控时,技术人员还应该积极关注来自通信电缆本身的问题,既要确保铁路通信电缆具备相应功能,也要确保通信电缆的

耐久性,严禁随意应用劣质通信电缆。针对铁路通信电缆进行把控时,技术人员应该从各个方面入手予以把控,除了重点关注电缆内芯的运行状况,还需要着重考虑到绝缘层的基本状况,确保绝缘层可以形成理想的稳定性,具体安装前进行详细检测,确保其具备相匹配的绝缘性能。针对铁路通信电缆应用中涉及的一些连接零部件,技术人员同样也需要进行精细化控制,确保这些连接点可以得到优化,避免在该方面出现严重接地故障。

注重动态监测。在铁路通信电缆接地故障防控时,技术人员还需要重点借助于动态监测手段,实时了解铁路通信电缆的运行状况,对于运行过程中存在的明显隐患予以及时处理,避免因为问题的逐步恶化和累积,出现较为严重的接地故障。为了有效提升动态监测效果,技术人员应该注重灵活引入运用先进辅助工具,尤其是现阶段受重视程度不断提升的自动化监测技术,更是可以促使其在铁路通信电缆中合理布置,力求在不影响铁路通信电缆有序运行的基础上,可以实时反馈铁路通信电缆的运行状态以及自身性能状况,尤其是对于绝缘层的基本状况,更是需要实时监测,以便有效解决该方面出现接地故障的问题。

结束语

综上所述,铁路通信电缆的运行要求较高,接地故障作为常见的故障类型,技术人员应该注重予以综合分析,明确常见的接地故障类型,加大该方面投入度。针对铁路通信电缆中出现的接地故障,技术人员应该借助于适宜合理的方法进行准确定位检测,明确发生接地故障的具体位置,进而采取恰当措施予以修复处理,确保铁路通信电缆得以稳定安全运行,避免功能受损。

参考文献

- [1] 苏博. 铁路通信中光电缆排迁割接的施工技术[J]. 中国高新科技, 2021, (09): 84-85.
- [2] 郝忠明. 铁路通信光缆线路维护[J]. 中国新技术新产品, 2019, (06): 63-64.
- [3] 张卫党. 国外长大铁路干线通信系统联调工作的组织[J]. 信息通信, 2018, (01): 205-206.
- [4] 刘仙. 铁路通信光电缆线路的维护[J]. 通讯世界, 2017, (24): 76-77.
- [5] 林虹. 铁路通信建设工程中光缆施工质量控制分析[J]. 中国高新科技, 2017, 1(06): 8-10.
- [6] 孙泽洲. 浅析铁路通信线路迁改施工技术要点[J]. 中国新通信, 2017, 19(11): 20-21.
- [7] 董相奎, 王瑞敏. 面向铁路通信电缆的综合故障诊断预测研究[J]. 技术与市场, 2016, 23(09): 7-11.