

城市轨道交通供电系统电缆故障在线定位技术分析

陶方华

(江西建设职业技术学院, 江西 南昌 330200)

摘要 在信息时代,传统故障定位技术已经无法满足城市轨道交通供电系统电缆故障维修工作需求,很难确保故障定位的准确性,在此背景下,在线定位技术应运而生,该技术能够对供电系统的运行状况实施全过程测控,采集电压脉冲,做好异常脉冲的记录工作,结合脉冲分析结果对供电系统电缆故障实施准确定位,消除误报率,提升故障修复效率。本文将浅析城市轨道交通供电系统电缆故障在线定位技术,希望能为提高电缆故障维修工作水平提供借鉴。

关键词 城市轨道交通;供电系统;电缆故障;在线定位技术

中图分类号:U12

文献标识码:A

文章编号:1007-0745(2023)06-0022-03

维护城市轨道交通供电系统的安全运行,需及时修复供电系统电缆故障,确保故障定位信息的准确性,降低供电系统电缆故障带来的损失,必须充分发挥城市轨道交通供电系统电缆故障在线定位技术的功能,做好故障监测工作,对供电系统的运行状况实施全过程监管,全面采集供电系统电压脉冲,通过深度分析脉冲来准确定位故障。

1 发挥城市轨道交通供电系统电缆故障在线定位技术的作用

目前,城市轨道交通供电系统电缆故障在线定位技术是一个完整的技术体系,由多项分支技术共同组合而成,主要分支技术包括红外测温技术、远程测控技术、传感器技术、虚拟仪器技术和漏电保护技术等。红外测温技术属于常用检修技术之一,该技术能够根据供电系统设备的热分布状态实施检修诊断。在检测期间,无须和设备接触,能够实施带电测试,在远距离范围内迅速、直观监测供电系统设备的温度,判断设备运行是否正常,并迅速成像。运用红外测温技术开展城市轨道交通供电系统电缆故障检修工作,获取热像图并予以分析,能够准确判断供电系统运行状态是否正常,定位设备故障位置。检测工作中的红外辐射为电磁波,其波长在0.75~1000微米(μm)之间,和微波相比,这种电磁波的波长更短。然而,和可见光的波长相比,红外辐射的电磁波更长。红外测温技

术遵循的技术原理是:所有温度在零度以上的物体所辐射出的红外线均能够传递物体的温度特征信息。运用红外测温技术能够对城市轨道交通供电系统设备的最高温和最低温实施探测,判断供电系统电缆是否存在绝缘层破损问题、烧伤问题和串联故障问题,并对电缆故障进行准确定位^[1]。运用远程测控技术能够全方位监控城市轨道交通供电系统的运行状态,降低设备运行风险,提高供电系统工作效率,及时发现供电系统故障问题,并予以解决。目前,城市轨道交通供电系统所配置的远程测控技术设备安装了智能化仪器,能够准确做好远程分析工作,降低供电系统运行成本,提升监测数据采集效率,确保电压脉冲采集结果的精确度,减少数据信息管理工作难度。与此同时,运用远程测控技术能够有效降低事故发生率,一旦发现供电系统电缆的绝缘层出现破损问题和漏电问题,会及时发出预警,降低故障隐患。在大数据时代,远程测控技术会融合大数据技术,建立数字化监控模型,配备人工智能技术,对城市轨道交通供电系统运行状况进行全过程监控,深度分析所采集的电压脉冲和异常脉冲,这样能够及时发现电缆故障,对故障实施准确定位,并迅速采取安全应对措施,不断提高故障维修效率。

在城市轨道交通供电系统运行期间,传感器大多是对系统设备的温度、压力参数和现场湿度进行传感

★基金项目:江西省教育厅科技项目课题“城市轨道交通牵引供电系统模型建设(GJJ191389)”。

监测。发挥传感器技术的作用,首先要根据工作标准需求,选用雷达传感器、智能化传感器、电磁传感器和超声波传感器等,这样方能准确获取供电系统设备运行信息,采集精确的电压脉冲。一般来讲,如果电缆被烧伤,温度传感器所监测的温度参数会显示异常,提醒温度过高。如果存在异常脉冲,电磁传感器和超声波传感器就会发出预警信息,并准确显示故障定位。其次,要做好传感器的安装工作,避免传感器安装位置不当和松动,实现仪表的准确定位,做好信息转换工作,即迅速收集原始信息,将这些信息转换为电信号,然后将电信号传输给所连接的计算机系统,以便于迅速完成供电系统电缆故障在线定位工作^[2]。最后,要对传感器的精度实施合理定位,结合城市轨道交通供电系统安全维护工作需求,同步发挥不同传感器的作用。

优化城市轨道交通供电系统电缆故障在线定位技术应用方案,理应充分发挥虚拟仪器技术的作用,该技术能够在计算机网络技术的支持下完成电缆故障在线定位分析工作,采集精确的数据信息,通过融合大数据技术对异常脉冲进行深度分析,提高电力故障在线定位的准确性。通常,在应用虚拟仪器技术时,工作人员需要根据实际状况和工作需求,选用最佳监控模式,借助精密仪器获取电压脉冲。从应用效果来看,运用虚拟仪器技术可以准确获取电压脉冲,了解脉冲的变化,判断电缆是否存在串联故障、并联故障与断路或者短路问题。

发挥漏电保护技术的作用,能够进一步做好城市轨道交通供电系统安全保护工作,维护轨道交通供电系统运行的安全性和稳定性,健全供电系统保障装置,降低故障发生率。城市轨道交通供电系统随着工作时间的持续递增,电缆难免会出现故障,最常见的故障问题就是漏电、绝缘层破裂、电缆被烧伤、短路、断路、串联故障、并联故障等。对此,需要充分发挥漏电保护技术的作用,同时,运用动态分析法全过程跟踪城市轨道交通供电系统的运行动态,获取精确的运行参数,结合电压脉冲分析结果判断供电系统故障风险,准确定位电缆故障所处位置,为后续维修工作提供精确的参考。

2 做好脉冲采集分析工作

在城市轨道交通供电系统电缆故障在线定位技术应用中,实现电缆故障精准定位,做好脉冲分析工作至关重要。在具体分析过程中,需要搭建大数据平台,构建数据模型,运用各项分支技术获取电压脉冲,以此判断电缆故障,实现高精度定位。首先,在脉冲采

集工作中,需要综合考虑脉冲幅度、宽度与形状,合理控制脉冲采样频率,它们对电压脉冲采集质量有直接性影响。必须注意的是,因为城市轨道交通的距离通常比较大,所以在脉冲采集工作中,要确保采集间隔的高频率,同时,降低电压脉冲的宽度,充分确保电缆的分辨精度。从物理学的角度来看,物理公式中的电缆连续脉冲被写作 $f(a)$, 脉冲的抽样序列被命名为 $g(a)$, 在脉冲采样过程中,将抽样信号设置成 $ft(a)$ 。其公式写作: $ft(a) = f(a)g(a)$ 。在脉冲分析工作中,会通过傅里叶变换来计算周期函数,借助计算机技术生成电压脉冲变化图像^[3]。然后,运用大数据技术和函数来分析脉冲的宽度以及波动,以此计算电缆运行过程中的数据参数,绘制出城市轨道交通供电系统电缆的运行图像。其次,要完整采集供电系统电缆的电压脉冲,在获取电缆初识状态的数据之后,就对脉冲波动比较大的部分进行提取,做好相关记录与标记工作,这样方能为后期的故障定位提供精准的数据参考。最后,在电缆故障判断工作中,要注意把握以下要点:

第一,结合电压脉冲分析结果,对异常部分予以确定,仔细查看线缆端子与中间端子,如果存在烧伤状况与变色的现象,就说明该部分为电缆故障部位。

第二,在判断电缆故障类型的过程中,应借助大数据技术对电压脉冲实施深度分析,初步识别属于串联故障还是并联故障。一般情况下,如果一个或者多个导体存在问题,就会引发串联故障。如果是导体的绝缘性能降低,就会引发并联故障。当前工作人员通常会以计算机图像的方式来显示电缆故障简图。

第三,根据电压脉冲的动态变化情况,合理划分电缆故障的特殊种类。如果高压的脉冲变化较大,电阻小于额定参数,就说明存在低阻问题;如果高压脉冲变化较大,电阻呈现出无穷大的样态,就意味着供电系统电缆存在闪络问题;如果高压脉冲的变化比较小,电阻参数大于额定参数,就说明存在高阻问题;如果高压的脉冲变化比较小,电阻呈现无穷大趋势,就表示供电系统电压存在开路问题。

第四,要结合上一步的特殊分类,做好行波计算工作,这样方能准确监测电缆的故障位置,做好在线定位工作。在行波计算工作中,要对行波速度实施合理界定,控制好电缆材料相对电磁系数的取值范围。通常,工作人员会将电缆材料的介电系数统一设置为 1,根据相对电磁系数的划分范围对波速的计算值与使用值进行设置^[4]。举例而言,如果电缆材料的相对电磁系数在 4.1 到 4.5 的范围内,波速计算值的范围在 135 到

145 之间,使用值为 145;如果电缆材料的相对电磁系数指定为 2.5,波速计算值是 195,使用值为 170;如果电缆材料的相对电磁系数在 2.4 到 2.5 的范围内,波速计算值的范围在 185 到 190 之间,使用值为 185;如果电缆材料的相对电磁系数指定为 2.6,波速计算值是 185,使用值为 190;如果电缆材料的相对电磁系数在 4.5 到 5.5 的范围内,波速计算值的范围在 135 到 145 之间,使用值为 150;如果电缆材料的相对电磁系数在 2.1 到 2.7 的范围内,波速计算值的范围在 180 到 210 之间,使用值为 195;如果电缆材料的相对电磁系数指定为 2.3,波速计算值是 200,使用值为 195;如果电缆材料的相对电磁系数在 3.1 到 3.5 的范围内,波速计算值的范围在 155 到 170 之间,使用值为 170;如果电缆材料的相对电磁系数指定为 2.5,波速计算值是 200,使用值为 195。

3 对电缆故障进行准确定位

在经过行波计算来开展城市轨道交通供电系统电缆故障在线定位工作过程中,不仅要获取相关参数,做好行波计算工作,而且要科学判断定位结果是否符合高精度的要求,充分发挥大数据平台的作用,设置好数据采集模块,做好数据转换作业,合理划分区间定位,设置好大容量 SDRAM,发挥以太网数据接口的作用,配备大容量存储卡^[5]。首先,要运用 DPS 芯片对故障定位实施控制,进一步提高定位精度和数据采集效率。与此同时,要促进行波计算和网络平台的有效对接,将城市轨道交通供电系统监测装置与大数据平台相连接,进一步优化供电系统电缆故障在线定位技术方案。其次,遵从物理学原理,做好供电系统电缆故障在线定位技术仿真测试工作,建立好测试环境,为城市轨道交通供电系统电缆运行情况设定为以下三种不同的状态:

第一,电缆存在绝缘故障。在这种故障仿真测试过程中,先要选用一根电缆(电缆必须完整),借助壁纸刀对该电缆实施水平方向的切割,这样电缆的绝缘层就被破坏了,其导体芯会因此漏出,电缆存在绝缘故障。然后,在测试电路内引入存在绝缘故障的电缆,并施加 DC1000V,这样能够获取准确的仿真参数^[6]。

第二,电缆存在电压波动故障。在这一仿真测试工作中,需要借助供电系统的两端电压(电压会受到变压器的控制),这样电压参数处于变化波动状态下,通过仿真测试能够分析和识别故障。

第三,存在局部放电故障。在仿真测试中,需要对供电系统的放电部位进行合理控制,这样可以设置

供电系统电缆的间歇性故障,通过仿真测试能够提升故障定位的准确性,减少误报率。

另外,在具体测试过程中,要设置好故障测试点,完成仿真测试工作后,需要对测试数据进行统计分析。

相比而言,如果城市轨道交通供电系统电缆故障属于电压波动故障,电缆故障定位工作的难度会增加,误报率会更高,对此,就需要发挥各项分支技术的功能,确保定位的精准度。

4 结语

综上所述,优化城市轨道交通供电系统电缆故障在线定位技术应用方案,维护供电系统的运行安全,做好电缆故障监测工作,确保故障定位的高精度,首先,要充分发挥红外测温技术、远程测控技术、传感器技术、虚拟仪器技术和漏电保护技术的优势,对故障实施准确定位,及时发现故障问题,提升故障修复效率。其次,要充分利用大数据技术,搭建数据网络平台,构建完善的数据模型,运用各项分支技术获取电压脉冲,科学判断电缆故障,实现高精度定位。在脉冲采集工作中,理应综合考虑脉冲幅度、宽度与形状,合理控制脉冲采样频率。再次,要完整采集供电系统电缆的电压脉冲,在获取电缆初识状态的数据之后,就对脉冲波动比较大的部分进行提取,做好相关记录与标记工作,这样方能为后期的故障定位提供精准的数据参考。最后,要正确运用仿真实验来提升电缆故障定位精度。

参考文献:

- [1] 戴丽君.城市轨道交通供电系统电缆故障在线定位技术研究[J].城市轨道交通研究,2019,22(12):35-38.
- [2] 张岚,王献军,赵卫华.电力电缆故障定位在线检测研究[J].电气技术,2018,19(10):55-58.
- [3] 王丹阳,唐健钧,陈讴,等.基于时域反射法的航空电缆故障定位技术研究[J].航空制造技术,2019,62(02):84-88.
- [4] 张孟琛,牛益国,宣文华.含 DG 配电网分层分区协同故障定位隔离技术[J].电力系统保护与控制,2019,47(23):115-121.
- [5] 李卡,蔡俊强,孙二双,等.基于信息综合分析的数字化变电站故障定位技术研究[J].电子设计工程,2019,27(18):82-86.
- [6] 杜晓东,李秋阳,杨韬辉,等.基于有限元分析法的 GIS 超声波故障定位技术研究与应用[J].青海电力,2018,37(04):25-30.