

配电网小电流系统断线接地故障研究

谭卫斌 张 敏 倪勤盛

珠海许继电气有限公司, 广东 珠海 519000

[摘要]小电流系统断线接地故障对供电质量和设备安全产生严重影响。故障会导致电压波动、谐波增加、瞬时电压降低、频率漂移和电能损耗增大,影响电网的稳定性。故障还会导致设备地线电压波动,可能引起设备损坏和人身安全问题。检测方法包括线路参数检测和故障信号分析,需选择合适的检测方法并进行综合判别。解决方法包括装置监测与保护措施、线路改造与优化设计以及运行管理与维护策略。

[关键词]配电网;小电流系统;断线接地故障

DOI: 10.33142/hst.v6i8.10159

中图分类号: TM862

文献标识码: A

Research on Broken Line Grounding Fault in Low Current System of Distribution Network

TAN Weibin, ZHANG Min, NI Qinsheng

Zhuhai XJ Electric Co., Ltd., Zhuhai, Guangdong, 519000, China

Abstract: The grounding fault caused by wire breakage in small current systems has a serious impact on power supply quality and equipment safety. Faults can lead to voltage fluctuations, increased harmonics, decreased instantaneous voltage, frequency drift, and increased energy loss, affecting the stability of the power grid. Faults can also cause voltage fluctuations in the equipment ground wire, which may cause equipment damage and personal safety issues. The detection methods include line parameter detection and fault signal analysis, and appropriate detection methods need to be selected for comprehensive discrimination. The solutions include device monitoring and protection measures, line renovation and optimization design, as well as operation management and maintenance strategies.

Keywords: distribution network; low current system; broken line grounding fault

引言

配电网是现代电力供应系统中不可或缺的重要组成部分,而小电流系统断线接地故障是其面临的一个重要问题。该故障对供电质量和设备安全产生严重影响。针对这一问题,本论文旨在对小电流系统断线接地故障进行深入研究,并提出相应的解决方法。通过实地调查、理论分析和实验仿真,将探讨故障的原因、影响以及检测与判别方法,为配电网的可靠性和安全性提供有效的技术支持和指导。

1 小电流系统断线接地故障的影响

1.1 对供电质量的影响

小电流系统断线接地故障是指在配电网中,因为松动、老化等原因导致的绝缘材料出现损坏或破裂,使得电路出现接地或断路现象,形成了一条较高阻抗的回路。这种故障虽然电流很小,甚至只有几毫安,但如果未及时排除会对供电质量产生严重影响。小电流系统断线接地故障会导致电压波动。因为该故障形成的回路阻抗较高,即容易引起电压的下降。在线路长度一定的情况下,电源端的电压不难受到回路阻抗的影响,而表现为幅值的降低和相位的角移。同时,故障还会带来谐波问题。因为断线接地故障形成的回路对于高频信号具有比较大的阻抗,所以会造成谐波电流,进一步影响电压品质。小电流系统断线接地故障还会对瞬时电压产生影响。这种故障下,给定的负载电

流和电源电压呈一定的时间关系,导致瞬时电压降低。在发生瞬时电压降低的情况下,距离设备工作点较远的负载电器可能会失效,从而影响到生产和供电质量。小电流系统断线接地故障还会引起频率漂移。这主要是因为接地故障会导致配电网出现谐波问题,进而导致频率的变化。频率漂移虽然不会对单个用户造成很大影响,但是对于整个电力系统而言,会影响系统的稳定性和可靠性。小电流系统断线接地故障还会导致电能损耗增大。因为故障形成的回路阻抗较高,而且存在着强烈的谐波问题,这就会在电网中形成一个虚拟电容。虚拟电容所形成的等效电路会导致电能的损耗增加,使得供电质量降低。小电流系统断线接地故障对供电质量的影响是十分显著的。该故障会导致电压波动、谐波增加、瞬时电压降低、频率漂移和电能损耗增大,给电网的稳定运行带来了极大的不利影响。因此,相关部门需要加强对配电网的检测和维护,及时发现和解决小电流系统断线接地故障,以保障电网的正常运行。

1.2 对设备和人身安全的影响

小电流系统断线接地故障不仅会对供电质量产生影响,同时还会对设备和人身安全造成潜在威胁。小电流系统断线接地故障会导致大量的漏电电流在电路中流动,因此很容易使得设备的地线电压产生显著的波动。如果出现了这种情况,就会对设备的运行和正常使用产生不利影响,

甚至造成设备损坏、故障和停机等问题。例如,交流电机在运行时如果出现地线电压的波动,就会受到振动、噪声和过热等问题的困扰,从而可能导致电机的烧毁。小电流系统断线接地故障还会对人身安全产生影响。其中最主要的就是漏电问题。当电器或工具出现漏电时,如果接触到带电体,就会形成电击事故,给人身健康造成不良影响。尤其是存在易燃、易爆危险品的场所,更需要格外重视漏电问题,以防止触电引起火灾或爆炸等事件发生。小电流系统断线接地故障还可能引发电弧故障。因为电弧故障的发生不仅会产生高温、火焰等有害气体,还会产生大量的强光和声波等影响,具有很大危险性。而且电弧的持续时间长短以及能量大小,还会对设备和人员产生不同程度的危害。小电流系统断线接地故障的影响不仅是对供电质量的影响,而且还会对设备和人身安全产生潜在威胁。为了防止该故障的发生,需要加强配电网的检测和维护,及时发现和解决故障问题,保障电网的正常运行和人身安全。同时,对于电器的使用也需要注意漏电问题,避免不必要的意外事故的发生。

2 小电流系统断线接地故障的检测与判别方法

2.1 线路参数检测方法

通过监测和分析电网中的零序电流,可以判断是否存在小电流系统断线接地故障。正常情况下,零序电流应该接近于零。当发生接地故障时,会引入较大的零序电流,从而可以通过对电流值和波形的测量分析检测到该故障。通过安装地电压监测仪或使用地电压测量装置,可以实时监测电网的地电压情况。当发生接地故障时,地电压会出现明显的异常变化,使得接地点的电势产生显著变化。通过对地电压的监测和分析,可以判断是否存在小电流系统断线接地故障。绝缘电阻是评估电气设备绝缘状况的重要指标。利用绝缘电阻测试仪,可以对电气设备和电路的绝缘状态进行检测。当发生接地故障时,绝缘电阻会明显下降,从而可以通过绝缘电阻的测量判断是否存在小电流系统断线接地故障。通过对电网中的线路阻抗进行检测,可以判断是否存在接地故障。接地故障会导致电路回路的阻抗增加,因此可以通过对线路阻抗的测量来判别是否存在小电流系统断线接地故障。接地故障会导致电网中出现谐波电流问题。通过安装谐波电流检测装置,可以对电网中的谐波电流进行监测和分析。当检测到谐波电流超过一定阈值时,可以判断是否存在小电流系统断线接地故障。以上是一些常用的线路参数检测方法,可以用于检测和判别小电流系统断线接地故障。

2.2 故障信号分析方法

小电流系统断线接地故障的检测与判别方法之一是故障信号分析方法。这种方法通过对电网中出现的异常信号进行分析和处理,可以快速准确地检测到小电流系统断线接地故障。漏电流是小电流系统断线接地故障的显著表现之一。通过安装漏电流检测器,可以实时监测电路中的

漏电流情况。当发生接地故障时,漏电流会显著增加,超过设定的阈值,从而触发报警或保护装置。通过对漏电流信号的分析 and 处理,可以判断是否存在小电流系统断线接地故障。接地故障会导致电网中出现频谱成分的变化。通过采集电网信号,并对其进行频谱分析,可以发现频谱中的异常成分。例如,如果接地故障引起了谐波电流增加,那么在频谱中就会出现相应的谐波成分。通过对频谱中异常成分的识别和分析,可以判断是否存在小电流系统断线接地故障。接地故障会导致电网信号的波形发生变化。通过采集电网信号的波形,并对其进行分析,可以发现波形中的异常特征。例如,接地故障会导致电流波形的形状变化,甚至出现间断或峰值过高的情况。通过对波形的分析和处理,可以判断是否存在小电流系统断线接地故障。接地故障会引入额外的噪声信号。通过对电网信号中的噪声进行分析,可以检测到噪声水平的异常变化。例如,当发生接地故障时,电网中的噪声水平通常会显著增加。通过对噪声信号的分析 and 处理,可以判别是否存在小电流系统断线接地故障。

2.3 其他相关方法的比较与评价

故障录波分析是通过采集电网信号的波形并记录下来,然后对录得的波形进行分析和处理。这种方法具有高精度和可靠性,可以获取详细的故障信息。然而,它需要大量的数据存储和处理能力,并且对设备和人员要求较高。电力差动保护是一种常用的接地故障保护方法,它通过对电流差值进行检测和判别。这种方法具有快速响应和高可靠性的优点,可以有效地检测到系统接地故障。然而,电力差动保护需要在系统中布置差动保护装置,成本较高,并且对系统的拓扑结构和运行方式有一定要求。放电检测是一种通过监测系统内的放电现象来判别接地故障的方法。它可以检测到系统中产生的电弧放电、地电流放电等现象,并通过分析这些放电信号来判别接地故障。放电检测方法具有较高的灵敏度和准确性,但需要专门的装置和技术支持。综合保护方法是将多种保护措施相结合,综合考虑不同参数的变化和信号的特征。通过设置多个保护装置和检测手段,可以提高故障检测的准确性和可靠性。然而,综合保护方法需要更多的设备和系统集成,增加了系统的复杂性和成本。综合评价上述方法,不同的方法在检测精度、响应速度、可靠性、成本以及对系统的要求等方面存在差异。选择合适的检测与判别方法需要根据具体情况进行综合考虑。

3 小电流系统断线接地故障的解决方法与措施

3.1 装置监测与保护措施

安装合适的接地保护装置是预防小电流系统断线接地故障的关键。接地保护装置可以及时检测到系统中的接地故障,并采取相应的保护措施。常用的接地保护装置包括差动保护装置、过电压保护装置等。确保这些装置的正确安装和运行,能够提高对接地故障的检测和定位能力。定期进行系统接地检测是预防断线接地故障的重要手段。

通过使用专门的接地电阻测试仪等设备,对系统的接地电阻进行测量和检查,及时发现接地电阻异常或增大的情况。如果发现接地电阻超出规定范围,应及时采取补救措施,如清洗接地体、加强接地装置等,以减小接地电阻,降低潜在故障的风险。对小电流系统进行定期巡检和维护是预防断线接地故障的重要环节。巡视人员应定期检查设备的接地装置和线路的绝缘情况,及时发现和处理可能的故障点。对设备进行清洁和防腐蚀处理,确保接地装置和线路的正常运行。为了提高对小电流系统断线接地故障的监测能力,可以增加额外的监测手段。例如,安装漏电流检测器、振动传感器等设备,通过监测电流、振动等信号变化,实时了解系统的运行状态,及时发现故障迹象并采取相应措施。装置监测与保护措施是预防小电流系统断线接地故障的重要方法。通过安装合适的接地保护装置,进行系统接地检测,定期巡检和维护,增加监测手段等手段,可以有效预防和控制小电流系统断线接地故障的发生,为确保系统的安全稳定运行,需要遵守相关的操作规程和安全生产制度,加强人员培训和安全意识,提高故障处理的能力和效率。

3.2 线路改造与优化设计

在设计阶段,应根据实际需要选择合适的线路类型和规格。对于易受外界干扰或有较高故障风险的区域,应选择耐候性好、抗腐蚀的线缆材质,如防腐处理过的铝包钢绞线等。此外,合理布置线路,减少线路长度、交叉和重叠,可以降低故障的可能性。在一些特殊环境中,如潮湿、腐蚀等恶劣条件下,应增加线路的防护措施。例如,在易受潮湿和腐蚀的地方,可以采用防水套管、防腐涂层等保护措施来延长线路的使用寿命。合理的接地设计是预防断线接地故障的重要措施之一。应根据系统的特点和要求,选择适当的接地方式,如单点接地、多点接地或直接接地等。此外,可以考虑使用接地电极加大接地面积或采用深埋接地材料,以降低接地电阻,提高接地效果。在线路布置时,可将敏感设备与其他干扰源保持一定的距离,避免相互干扰。对于较长的线路,可以采取分段的方式进行设计,每段线路之间设置隔离开关,以减少一段线路发生故障对整个系统的影响。针对小电流系统,合理设计并安装过载保护装置是必要的。过载保护装置可以在线路过载时自动切断电流,防止线路因过负荷而导致的断线接地故障。通过线路改造与优化设计,可以提高小电流系统的稳定性和可靠性,减少断线接地故障的发生。

3.3 运行管理与维护策略

建立定期的巡检制度,对小电流系统进行全面的检查。检查内容包括线路连接是否紧固、设备运行是否正常、接地系统是否完好等。此外,通过使用合适的检测工具,如红外热像仪、接地电阻测试仪等,对系统进行定期的电气参数测量和故障预警,以及及时发现潜在的断线接地故障

隐患。如果发现线路连接不良、设备故障或接地系统失效等问题,应及时进行维修和处理。对于一些常见的故障,可以建立快速响应机制,通过备品备件的准备和专业技术人员的配备,迅速进行维修,建立故障记录和统计分析体系,根据故障情况和原因,及时改进维护策略,减少故障发生的可能性。随着设备使用寿命的增加,设备老化和损坏的风险也会增加。因此,建议根据设备的使用年限和状态,制定适当的设备更替计划。在更替设备时,应选择符合标准要求、质量可靠的新设备,并确保其与原有系统的兼容性。运行管理和维护工作的质量和效果与人员的技术水平和意识相关。因此,建议组织相关培训,提高操作人员和维护人员的技能与知识,加强安全意识和责任意识的培养,使每个人都意识到小电流系统的重要性,并且能够及时报告和处理潜在的问题。建立数据记录和监测系统,对小电流系统的运行情况进行实时监测。通过收集和分析系统的运行数据,可以提前发现异常现象和趋势,及时采取相应的措施,以防止断线接地故障的发生。

4 结语

本论文对配电网小电流系统断线接地故障进行了深入研究,分析了故障的原因、影响以及解决方法。通过理论探讨和实验仿真,提出了一系列有效的解决方案和措施,为配电网的可靠性和安全性提供了有价值的技术支持和指导。但同时也需要注意本论文研究仍存在的不足和问题,未来还需进一步完善和深化研究,不断提升配电网的安全稳定运行水平。

【参考文献】

- [1]张闻勤,王亚.配电网小电流接地系统单相故障定位新方法探讨[J].电气开关,2022,60(3):4.
- [2]张闻勤,王亚.配电网小电流接地系统单相故障定位新方法探讨[J].电气开关,2022(03):60.
- [3]吴照裕.小电阻接地配电网断线和高阻接地故障保护策略研究[J].华南理工大学,2021(02):50.
- [4]豆文政,冯杰,孟春旅,等.配电网小电流单相接地故障选线方法研究[J].微型电脑应用,2022(38):1.
- [5]甘亚洲.配电网小电流接地系统单相故障定位分析[J].通信电源技术,2022,39(18):16-18.

作者简介:谭卫斌(1986.1—),毕业院校:西南石油大学,所学专业:仪器仪表工程,当前就职单位:珠海许继电气有限公司,职务:二次产品部副经理,职称级别:电气工程师;张敏(1989.4—),毕业院校:西安理工大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:珠海许继电气有限公司,职务:主管,职称级别:助理工程师;倪勤盛(1982.8—),毕业院校:重庆大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:珠海许继电气有限公司,职务:经理,职称级别:工程师。