

关于电气继电保护故障分析

杨少博

国电内蒙古东胜热电有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 随着电力工业的飞速发展,电力系统的稳定性和可靠性要求日益提高。本文首先阐述了电气继电保护的概念及重要性,接着从设备质量、安装调试、运行维护和系统故障冲击等方面详细分析了故障产生的原因,介绍了外观检查、测量、替换、逻辑分析等故障诊断方法,并提出提高设备质量、加强安装调试管理、完善运行维护制度、增强抗干扰能力以及加强技术培训与人才培养等预防措施,旨在提高电气继电保护的可靠性与稳定性,保障电力系统安全稳定运行,减少故障带来的不良影响,为电力行业相关工作提供有益参考。

关键词: 电气; 继电保护; 故障; 分析

引言:在现代电力系统中,电气继电保护起着至关重要的作用,它犹如电力系统的“安全卫士”,能够迅速且准确地检测故障,并及时发出信号以切除故障元件,确保电力系统的正常运行。然而,由于受到多种因素的影响,继电保护装置可能会出现各类故障,这些故障不仅会影响其自身的保护功能,还可能对整个电力系统的稳定性造成严重威胁。因此,深入研究电气继电保护故障的相关内容,包括故障原因、诊断方法以及预防措施等,对于保障电力系统的可靠运行具有重大的现实意义和价值。

1 电气继电保护概述

电气继电保护是电力系统安全稳定运行的关键防线。它通过各类继电器及保护装置,对电力系统中的电气设备进行实时监测与保护。当被保护设备发生故障或出现不正常运行状态时,继电保护能迅速准确地判别故障类型和位置,并及时发出跳闸指令切断故障电路,或发出报警信号提醒运行人员进行处理,从而有效防止故障范围扩大,保障电力系统的连续性供电和设备的安全。其核心原理是基于电力系统的电气量(如电流、电压、功率等)变化特征来实现故障检测与判别,涵盖了从一次系统获取信号、经互感器转换、保护装置逻辑判断到执行动作输出等一系列复杂而精密的过程,不同类型的继电保护(如电流保护、电压保护、距离保护等)在不同的电力系统场景中发挥着各自独特且不可或缺的作用。

2 电气继电保护故障的原因分析

2.1 设备质量问题

部分继电保护装置及其元件在生产环节,因原材料选用不佳、加工工艺粗糙、质量管控不严等,致使设备初始质量存在缺陷。例如一些继电器的触点材质不过

关,易出现接触不良或烧蚀现象;互感器的绝缘材料性能差,长期运行易发生绝缘击穿。这些先天性不足使得设备在投入使用后,故障发生概率大幅增加,严重影响继电保护系统的可靠性,且故障往往具有随机性和隐蔽性,难以提前精准预判,为电力系统的稳定运行埋下隐患^[1]。

2.2 安装调试不当

在安装过程中,若施工人员专业素养欠缺、未严格遵循安装图纸与工艺标准,可能出现设备安装位置偏差、接线不规范、螺栓未紧固等问题。调试阶段,若调试人员对保护原理理解不深、操作流程不熟悉,可能导致定值设置错误、保护功能测试不全面等情况。这些不当操作会使继电保护装置无法准确反映电力系统的运行状态,在故障发生时不能及时、正确动作,进而对电力系统的安全运行构成威胁。

2.3 运行维护不善

电力系统运行期间,继电保护装置需定期维护保养。然而实际情况中,由于维护人员技能水平参差不齐、责任心不强,常出现维护计划执行不到位、巡检工作敷衍等现象。未及时清理设备表面积尘、检查接线端子松动情况、测试保护性能等,导致设备老化、磨损加剧,长期积累下的小问题逐渐演变为严重故障,使继电保护装置的可靠性随运行时间下降,无法有效发挥其保护功能,危及电力系统的稳定运行。

2.4 系统故障冲击

当电力系统发生短路、接地等严重故障时,瞬间会产生巨大的短路电流和过电压。这些强大的电动力和高电压可能对继电保护装置的硬件造成直接损坏,如互感器铁芯饱和、绕组变形,继电器触点粘连、线圈烧毁等。故障冲击引发的电磁干扰也会影响保护装置的电子元件正常工作,导致其逻辑判断失误或数据采集异常,

使继电保护装置在关键时刻无法准确动作,从而扩大故障范围,给电力系统带来更大的损害。

3 电气继电保护故障的诊断方法

3.1 外观检查法

外观检查法是一种基础且直观的电气继电保护故障诊断方法。检修人员通过对继电保护装置及其二次回路的外观进行细致查看,包括设备外壳有无破损、变形,指示灯是否正常亮起或熄灭,插件是否牢固插入插槽,接线端子有无松动、氧化或过热迹象,以及设备周围有无异味、异常声响或冒烟等情况。例如,若发现继电器外壳有烧焦痕迹,可能暗示其内部存在短路故障;接线端子处有明显氧化层,会影响电路的连接可靠性,可能导致信号传输异常。这种方法能够快速发现一些较为明显的故障表象,初步判断故障的大致范围和可能原因,为后续进一步深入诊断提供重要线索,在故障排查初期具有关键作用,能够及时排除一些因外观异常引发的简单故障,提高故障诊断效率^[2]。

3.2 测量法

测量法借助万用表、示波器等专业仪器,对继电保护装置二次回路中的电气参数进行精确测量,以判断其是否处于正常范围。例如,使用万用表测量电阻值,可检测继电器线圈是否开路或短路、二次回路线路是否存在断路或接触不良;测量电压值能判断电源供应是否正常以及各节点电压是否符合设计要求;通过示波器观察电流、电压的波形,可分析互感器输出信号是否畸变,进而判断其是否存在饱和或二次回路短路等故障。与正常运行时记录的标准参数对比,若测量值出现偏差,便能精准定位故障点。这种方法具有较高的准确性和可靠性,能够深入挖掘潜在的电气故障,为确定故障性质和制定修复方案提供关键依据,广泛应用于各类继电保护故障诊断场景中。

3.3 替换法

替换法是在怀疑某一部件出现故障时,采用正常的相同型号部件将其替换,以此来判断原部件是否故障的方法。例如,当怀疑某一继电器动作异常时,用一个经过测试正常的继电器替换它,然后观察继电保护装置的整体运行情况。若替换后装置恢复正常运行,则说明原继电器存在问题;若故障依旧存在,则继续排查其他可能的故障部件。这种方法简单直接,能够快速验证对故障部件的怀疑,尤其适用于难以通过其他方法准确判断故障的情况,如一些间歇性故障或电子元件性能劣化导致的故障。但该方法需要有充足的备用部件,且要求替换操作准确无误,以免引入新的故障因素,在实际应用

中需谨慎操作并结合其他诊断方法综合判断,以确保故障诊断的准确性。

3.4 逻辑分析法

逻辑分析法依据继电保护装置的逻辑原理和电力系统的运行方式及故障特征,对保护装置的动作为进行严密的推理和分析。首先,技术人员需深入了解保护装置的设计逻辑,如在不同故障类型下哪些保护应启动、动作顺序如何、动作时限怎样设定等。然后,结合电力系统当时的运行工况,包括运行方式、负荷情况以及发生故障的具体现象,判断保护装置的实际行动是否符合预期的逻辑关系。例如,当系统发生短路故障时,若近故障点的主保护未动作,而远后备保护动作了,这就与正常的保护动作逻辑相悖,说明保护装置可能存在定值设置错误、逻辑判断回路故障或信号传输受阻等问题。这种方法要求技术人员具备扎实的专业知识和丰富的实践经验,能够从宏观角度把握整个电力系统和继电保护装置的运行逻辑,精准定位故障原因,在复杂故障诊断中具有不可替代的作用,有助于全面深入地解决继电保护系统的故障问题,确保电力系统的安全稳定运行。

4 电气继电保护故障的预防措施

4.1 提高设备质量

在电气继电保护系统中,设备质量是保障其稳定运行的基础。电力企业应选择具有良好口碑、资质合格且生产工艺先进的设备供应商,确保所采购的继电保护装置、互感器、继电器等设备在原材料选用上符合高标准,例如采用高质量的绝缘材料和耐用的金属部件,以增强设备的抗老化和抗磨损能力。在设备采购环节,应严格执行质量检测流程,对设备的各项性能指标进行全面测试,包括动作准确性、灵敏度、绝缘性能等,杜绝质量不合格的产品进入电力系统。建立设备质量追溯体系,一旦发现设备在运行过程中出现质量问题,能够迅速定位问题根源,及时与供应商沟通解决,同时也为后续设备采购提供参考依据。此外,定期对在运设备进行质量抽检,关注行业内设备质量的发展动态,及时更新和升级设备,确保继电保护设备始终保持较高的质量水平,降低因设备自身质量问题引发故障的概率,从而为电力系统的安全稳定运行提供可靠的硬件保障。

4.2 加强安装调试管理

安装调试环节对于电气继电保护系统的正常运行至关重要。在安装阶段,施工人员应具备专业的技能资质和丰富的实践经验,严格按照设备安装图纸和施工规范进行操作。确保设备安装位置准确无误,接线牢固可靠,避免出现接线松动、接错线或虚接等问题,同时保

证设备的接地系统符合安全标准,有效防止因接地不良引发的故障。对于二次回路的布线,应遵循整齐、清晰、避免交叉的原则,减少线路之间的电磁干扰和潜在的短路风险。在调试过程中,调试人员要熟悉继电保护装置的工作原理和调试流程,对保护定值进行精确计算和细致整定,确保其与电力系统的运行参数相匹配,并通过模拟各种故障情况对保护装置的动作性能进行全面测试,包括动作速度、动作准确性和可靠性等方面。调试过程中应详细记录各项测试数据和调试结果,形成完整的调试报告,为后续的运行维护提供参考依据。

4.3 完善运行维护制度

完善的运行维护制度是保障电气继电保护系统长期稳定运行的关键。电力企业应制定详细、科学且具有可操作性的运行维护计划,明确规定维护的周期、内容和标准。定期对继电保护装置进行巡检,包括外观检查、清洁设备表面积尘、检查接线端子的紧固情况、测量设备的电气参数等,及时发现并处理潜在的安全隐患,如部件的磨损、老化、松动以及电气性能的劣化等问题。建立健全设备缺陷管理制度,对发现的故障和缺陷进行分类分级记录,制定相应的处理措施和修复计划,并跟踪缺陷的处理进展直至完全消除。加强对运行维护人员的管理和监督,确保其严格按照制度要求执行维护任务,对于维护工作不到位的情况进行严肃问责。此外,还应定期对继电保护系统进行全面的校验和测试,包括保护定值的复核、动作逻辑的验证以及整体性能的评估等,确保系统在长期运行过程中始终保持良好的工作状态,随时能够准确快速地应对电力系统可能出现的故障,保障电力系统的安全稳定运行。

4.4 增强抗干扰能力

在电气继电保护系统中,增强抗干扰能力是预防故障的关键环节。一方面,要优化设备的硬件防护。对继电保护装置采用屏蔽外壳,减少外界电磁场对其内部电子元件的干扰,尤其是在变电站等强电磁环境中,良好的屏蔽措施能够有效阻挡空间辐射干扰。合理布置设备的接地线路,确保接地电阻符合标准,为干扰电流提供稳定的泄放路径,防止其在装置内部形成环流而影响正常运行。另一方面,需加强软件抗干扰设计。通过采用数字滤波算法,对采集到的信号进行处理,滤除因干扰产生的杂波信号,还原真实的电气量参数,提高保护

动作的准确性。此外,还可以设置软件陷阱和看门狗程序,当系统因干扰出现程序跑飞或死机等异常情况时,能够及时复位并恢复正常运行,保障继电保护系统的稳定性和可靠性,从而在复杂多变的电气运行环境中,可靠地发挥其保护功能,预防因干扰引发的故障。

4.5 加强技术培训与人才培养

电气继电保护领域技术持续更新迭代,加强技术培训与人才培养至关重要。首先,电力企业应定期组织内部培训课程,邀请行业专家或设备厂家技术人员进行授课,深入讲解继电保护新原理、新技术,如智能变电站中的继电保护配置与应用,以及新型保护装置的操作与维护要点等,确保技术人员能够紧跟技术发展步伐。除理论学习外,实践操作培训不可或缺。通过搭建模拟实验平台,让技术人员在近似真实的工作场景中进行故障排查、装置调试等训练,提升其实际动手能力和问题解决能力。企业应建立完善的人才培养体系,为员工制定个性化的职业发展规划,鼓励员工参与技术研发与创新项目,为其提供广阔的成长空间,激发员工的学习积极性和创造力。此外,加强与高校、科研机构的合作,开展产学研联合培养模式,为企业定向输送高素质的继电保护专业人才,不断充实和优化企业的技术人才队伍,为电气继电保护工作的高质量开展提供坚实的人才保障,从根本上降低因人员技术不足导致的故障风险^[3]。

结束语

总之,电气继电保护故障的分析与防范是保障电力系统安全稳定运行的关键环节。通过对故障原因的深入剖析,如设备质量不佳、安装调试失误、运行维护缺失及系统故障冲击等,我们明确了问题的根源所在。借助有效的诊断方法和针对性的预防措施,能够极大地降低故障发生的概率,提升继电保护装置的可靠性和稳定性。

参考文献

- [1]朱广伟.微机继电保护在企业供电系统中的应用及发展趋势[J].辽宁科技学院学报,2010,191-192
- [2]吴金珠.电力系统继电保护故障分析与处理措施探究[J].现代信息科技,2019(12):42-43.
- [3]刘宏强.电力系统继电保护装置故障分析与处理研究[J].科技创新,2019(27):168-169.