

Research on the mechanism and countermeasures of the influence of transient process of power system on relay protection devices

Qinchao Xu

State Grid Zaozhuang Power Supply Company, Zaozhuang, Shandong, 277000, China

Abstract

The influence mechanism of transient process of power system on relay protection device and corresponding coping strategies belong to the key research topic in the field of safe operation of power system. At the beginning of this paper, the basic principle and function of the relay protection device are analyzed, and the composition and working principle of its hardware, software and communication module are discussed. The strategy of relay protection device for transient process is proposed, which involves anti-interference design, optimal configuration, intelligent algorithm application, fault diagnosis and self-healing technology. The research shows that the performance and reliability of relay protection device in transient process can be effectively improved by optimizing hardware design, introducing intelligent algorithm and improving self-healing ability, so as to ensure the safe and stable operation of power system.

Keywords

relay protection device; transient process; anti-interference design; intelligent algorithm

电力系统暂态过程对继电保护装置影响的机理与应对策略研究

徐勤超

国网枣庄供电公司, 中国 · 山东 枣庄 277000

摘 要

电力系统暂态过程对于继电保护装置所产生的影响机理以及相应的应对策略, 属于电力系统安全运行领域的关键研究课题, 本文一开始就对继电保护装置的基本原理以及功能展开分析, 探讨了其硬件、软件以及通信模块的构成情况和工作原理, 基于此, 提出了继电保护装置针对暂态过程的策略, 涉及抗干扰设计、优化配置、智能算法应用以及故障诊断与自愈技术, 研究显示, 借助优化硬件设计、引入智能算法以及提高自愈能力, 可有效提高继电保护装置在暂态过程中的性能以及可靠性, 保障电力系统的安全稳定运行。

关键词

继电保护装置; 暂态过程; 抗干扰设计; 智能算法

1 引言

电力系统身为现代社会里关键的基础设施, 它安全地运行对于经济发展以及人民生活来讲极为关键, 继电保护装置作为电力系统的“守护力量”, 肩负着快速辨别并隔离故障、防止故障范围扩大的关键责任, 不过电力系统当中的暂态过程, 像开关操作、雷击以及短路等情况, 会对继电保护装置的正常工作产生一定影响, 造成误动、拒动或者动作延迟, 对电力系统的安全运行构成威胁。研究暂态过程对继电保护装置的影响原理, 并且提出有效的应对办法,

有着关键的理论以及实践价值, 本文从继电保护装置的基本原理着手, 全面分析了暂态过程的干扰机制以及其对继电保护装置的影响, 还探讨了借助抗干扰设计、优化配置、智能算法以及自愈技术等方式提升继电保护装置性能的可行性与有效性, 为电力系统的安全稳定运行给予理论支撑和技术保障。

2 继电保护装置的基本原理与功能

2.1 继电保护装置的基本构成

继电保护装置的基本构成囊括硬件组成、软件系统、通信模块以及辅助设备, 硬件组成作为继电保护装置的核心部分, 主要有信号采集单元、数据处理单元、逻辑判断单

【作者简介】徐勤超 (1986-), 男, 中国山东枣庄人, 硕士, 副高级工程师, 从事继电保护专业研究。

元以及执行单元,信号采集单元承担着从电力系统里获取电压、电流等电气量的工作,数据处理单元针对采集到的信号开展滤波、放大以及数字化处理,逻辑判断单元依据预设的保护逻辑来识别故障,执行单元则按照判断结果发出跳闸或者报警信号^[1]。软件系统是继电保护装置实现智能化的基础,包含操作系统、保护算法以及通信协议等,可达成复杂的逻辑运算以及自适应保护功能,通信模块是达成继电保护装置与电力系统其他设备之间信息交互的关键所在,支持多种通信协议以及网络拓扑结构,保障数据传输的实时性与可靠性,辅助设备有电源模块、显示器以及操作面板等,为继电保护装置的正常运行给予必要的支持。这些组成部分共同协作,保证继电保护装置在电力系统中发挥其保护功能。

2.2 继电保护装置的工作原理

继电保护装置的工作原理覆盖信号采集与处理、故障特征提取、逻辑判断与决策以及动作执行与反馈几个方面,信号采集与处理作为继电保护装置工作的起始步骤,借助传感器和变送器来获取电力系统的电压、电流等电气量,接着对信号实施滤波、放大以及数字化处理,以此来消除噪声与干扰。故障特征提取属于继电保护装置的关键环节,借助剖析电气量的变化特征,识别故障类型与位置,像短路、接地故障等情况,逻辑判断与决策呈现了继电保护装置的智能化,依据预先设定的保护逻辑和算法,判断是否符合动作条件,决定是否发出跳闸或者报警信号,动作执行与反馈是继电保护装置的最后一步,依靠执行单元发出控制信号,促使断路器跳闸或者启动报警装置,同时把动作结果反馈给监控系统,用以进行后续的分析 and 处理^[2]。这样的工作原理保障了继电保护装置可迅速、精准地识别以及处理电力系统中的故障。

2.3 继电保护装置的主要功能

继电保护装置有多项主要功能,其中囊括故障检测与隔离、系统保护与恢复、状态监测与预警以及数据记录与分析等方面,故障检测与隔离作为继电保护装置的核心功能,它依靠对电力系统电气量展开实时监测,可迅速识别故障所在并将故障区域给予隔离,以此避免故障范围扩大,系统保护与恢复属于继电保护装置的关键功能,当故障出现之后,借助自动或者手动操作来促使电力系统恢复到正常运行状态,减少停电时长以及经济损失^[3]。状态监测与预警是继电保护装置的扩展功能,借助对电力系统运行状态进行实时监测,可及时察觉潜在故障与异常状况,并发出预警信号,以便可采取相应的预防措施,数据记录与分析是继电保护装置的智能化功能,凭借记录电力系统的运行数据以及故障信息,为后续的故障分析以及系统优化提供数据方面的支持。

2.4 继电保护装置在电力系统中的作用

继电保护装置于电力系统中所发挥的作用,主要呈现为保障电力系统能安全运转、提升电力系统的稳定性、降低故障带来的损失以及减少停电时长,同时还对电力系统智能

化发展给予支持,保障电力系统安全运行属于继电保护装置的基础作用,其借助快速识别以及隔离故障,防止故障范围扩大以及设备遭受损坏。提高电力系统稳定性是继电保护装置的一项关键作用,它借助及时处理故障以及异常状况,以此保证电力系统可稳定运行,避免出现大面积停电以及系统崩溃的情况,减少故障损失与停电时间是继电保护装置具有的经济作用,其凭借快速让电力系统恢复正常运行,来降低因故障而产生的经济损失以及社会影响^[4]。

3 暂态过程对继电保护装置的影响机理

3.1 暂态过程对继电保护装置的干扰机制

暂态过程对于继电保护装置的干扰机制涉及多个方面,主要有电磁干扰的产生以及传播、信号失真以及噪声带来的影响、通信中断和数据丢失,以及硬件设备出现的瞬时过载情况,其中电磁干扰的产生与传播属于暂态过程里主要的干扰源头,这是因为在电力系统之中,如开关操作、雷击等事件会产生高频电磁波,这些高频电磁波可借助空间辐射或者导线传导的方式进入到继电保护装置内部,干扰其正常的工作状态^[5]。信号失真与噪声影响是暂态过程直接引发的后果,由于存在电磁干扰以及系统振荡等情况,继电保护装置所采集到的电气量信号有可能出现失真现象或者叠加噪声,最终致使故障判断出现错误,通信中断与数据丢失是暂态过程造成的间接影响,鉴于电磁干扰和系统振荡的存在,继电保护装置与其他设备之间的通信可能会中断,导致数据丢失或者传输延迟,影响到保护动作的准确性以及及时性。硬件设备的瞬时过载是暂态过程产生的物理影响,由于暂态过程中电气量会出现瞬时变化,继电保护装置的硬件设备可能会承受过大的电流或者电压,导致设备损坏或者性能下降,这些干扰机制共同发挥作用,使得继电保护装置的工作难度以及复杂性有所增加。

3.2 暂态过程对继电保护装置误动的影响

暂态过程对于继电保护装置出现误动的影响,主要呈现于误动的定义以及表现形式、误动产生的原因剖析、误动给电力系统带来的危害,以及误动的典型案例这几个方面,误动的定义和表现形式指的是,继电保护装置在不存在故障或者并非严重故障的情形下,发出跳闸或者报警信号,致使电力系统出现不必要的停电状况或者设备遭受损坏。误动的原因分析主要覆盖暂态过程中的电磁干扰、信号失真以及逻辑判断错误等,这些因素有可能致使继电保护装置对故障类型或者位置做出错误判断,发出错误的动作信号,误动给电力系统造成的危害主要体现在经济损失以及社会影响层面,不必要的停电会使得用户用电中断,生产停滞不前,设备损坏会增加维修成本,延长停机时间,同时误动还可能引发连锁反应,造成更大范围的系统故障^[6]。误动的典型案例包含因雷击或者开关操作引发的继电保护装置误动,这些案例为研究以及改进继电保护装置给予了关键的参考,凭借剖析误

动的影响和原因,可采取相应举措减少误动的发生。

3.3 暂态过程对继电保护装置拒动的影响

暂态过程给继电保护装置拒动带来的影响,主要呈现于拒动的定义及表现形式、拒动的原因剖析、拒动对电力系统造成的危害以及拒动的典型案例这几个方面,拒动的定义和表现形式指的是,当发生故障时继电保护装置没有及时发出跳闸或者报警信号,致使故障范围扩大或者设备遭受损坏^[7]。拒动的原因分析囊括暂态过程中的信号失真、逻辑判断失误以及硬件设备故障等,这些因素有可能致使继电保护装置无法识别故障或者延迟动作,最终无法有效隔离故障。

3.4 暂态过程对继电保护装置动作速度的影响

暂态过程给继电保护装置动作速度带来的影响,主要呈现在动作速度的定义及其意义、暂态过程对动作速度产生的延迟效应、动作速度下降对电力系统造成的影响以及提升动作速度的技术方法上,动作速度的定义和关键性指的是,继电保护装置从识别出故障直至发出动作信号所经历的时间,动作速度越快,就越可有效地隔离故障,减少故障对电力系统产生的影响^[8]。

4 继电保护装置应对暂态过程的策略

4.1 继电保护装置的抗干扰设计

继电保护装置针对抗干扰所开展的设计工作,是应对暂态过程时极为关键的策略,该策略主要覆盖了硬件抗干扰措施、软件抗干扰算法、电磁兼容性设计以及屏蔽与接地技术这几个方面,其中硬件抗干扰措施是借助对继电保护装置硬件设计加以改进,以此提升其抗干扰能力,像运用高精度传感器、滤波电路以及隔离变压器等手段,减少电磁干扰对信号采集和处理环节所产生的影响。

4.2 继电保护装置的优化配置

继电保护装置进行优化配置乃是应对暂态过程的一项关键策略,其主要囊括了配置原则与策略、保护区域的合理划分、保护装置的冗余设计以及配置优化案例分析这几个方面,配置原则与策略需依据电力系统的具体特点以及实际需求,来制定出合理的继电保护装置配置方案,像是采用分层分区保护、主备保护以及自适应保护等方式,以此提升保护性能。保护区域的合理划分要依照电力系统的拓扑结构以及运行特点,合理地划分保护区域,比如采用区域保护、差动保护以及距离保护等手段,保证故障可被迅速隔离,保护装置的冗余设计是借助增加继电保护装置的冗余配置,提升其可靠性以及容错能力,例如采用双重化配置、备用保护以及自愈技术,减少拒动和误动情况的发生。

4.3 继电保护装置的智能算法应用

随着人工智能以及机器学习技术的飞速进展,智能算法于继电保护装置里的应用渐渐成了研究的热门方向,人工智能和机器学习技术借助对大量历史数据以及实时数据加以分析,可辨别复杂的故障模式,还可以预测潜在的故障风险,举例来说,基于神经网络的故障检测算法可精准识别电力系统中的短路、接地故障等异常状况,并且迅速做出反应^[9]。机器学习技术还可凭借持续学习与优化,提升继电保护装置的自适应能力,让其可以依据电力系统的运行状态动态调整保护策略,减少误动和拒动情况的出现。

4.4 继电保护装置的故障诊断与自愈技术

故障诊断技术属于继电保护装置应对暂态过程时关键的手段之一,凭借对电力系统运行状态展开实时监测,故障诊断技术可迅速辨别故障类型以及所处位置,为故障处理给予决策方面的支持,比如依据信号处理技术的故障诊断办法可借助剖析电压、电流等电气量的变化特性,识别短路、接地故障这类异常状况,并且明确故障点的具体位置^[10]。

5 结论

本文对电力系统暂态过程给继电保护装置带来的影响机理以及应对策略展开了系统研究,先是剖析了继电保护装置的基本原理和功能,剖析了其硬件、软件以及通信模块的构成与工作原理,接着着重研究了暂态过程对继电保护装置的干扰机制、误动和拒动的影响,以及动作速度出现延迟的情况。基于此,提出了继电保护装置应对暂态过程的策略,涉及抗干扰设计、优化配置、智能算法应用以及故障诊断与自愈技术,研究显示,借助优化硬件设计、引入智能算法以及提高自愈能力,可有效提高继电保护装置在暂态过程中的性能和可靠性,保证电力系统安全稳定运行。

参考文献

- [1] 谭西章.继电保护不稳定因素分析及防范措施研究[J].电子测试,2020(16):105-106.
- [2] 刘洋,李强.探讨电力系统继电保护不稳定原因及解决办法[J].决策探索(中),2019(5):47.
- [3] 林鹏程.浅析电力系统继电保护中的不稳定因素与对策分析[J].山东工业技术,2017(21):168.
- [4] 李敏.电力系统继电保护不稳定因素及其解决对策研究[J].电子世界,2017(8):149.
- [5] 程丽.电力系统谐波对继电保护的影响研究[J].中国新通信,2017,19(1):97.
- [6] 肖湘宁,廖坤玉,唐松浩,等.配电网电力电子化的发展和超高次谐波新问题[J].电工技术学报,2018(4):707-720.