

配电网中防越级跳闸保护技术的研究与实际应用

刘畅 封硕 郭亚洁

国网石家庄供电公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着电力行业的快速发展, 供电设备的使用量也越来越大。由于电力与人们的日常生活生产息息相关, 电力系统的安全系数要求相当高。只有保证供电系统的高安全性和高可靠性, 才能保障整个电网的稳定运行, 保障生活生产的持续运转。其中, 配电网中防越级跳闸保护技术尤为重要。文中对防越级跳闸保护技术相关知识进行了分析, 对目前防越级跳闸保护技术的实际应用进行了探讨。

[关键词]越级跳闸; 配电系统; 预防; 保护技术; 应用

DOI: 10.33142/hst.v6i8.10166

中图分类号: TM3

文献标识码: A

Research and Practical Application of Anti Skip Tripping Protection Technology in Distribution Networks

LIU Chang, FENG Shuo, GUO Yajie

State Grid Shijiazhuang Power Supply Company, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the rapid development of the power industry, the usage of power supply equipment is also increasing. Due to the close relationship between electricity and people's daily life and production, the safety factor of the power system is required to be quite high. Only by ensuring the high safety and reliability of the power supply system can the stable operation of the entire power grid be guaranteed and the continuous operation of daily life and production be guaranteed. Among them, the anti skip tripping protection technology in the distribution network is particularly important. The article analyzes the relevant knowledge of anti skip tripping protection technology and explores the practical application of current anti skip tripping protection technology.

Keywords: skip level tripping; power distribution system; prevention; protection technology; application

引言

配电网是电力系统中的重要组成部分,起着将高压电能分配到用户的作用。然而,由于配电网中存在着多级变电站、多级配电柜和各种连接线路,跳闸保护的准确性和速度成为了一个关键问题。防止越级跳闸是保障配电网运行稳定和可靠的关键,因此越级跳闸保护技术的研究和应用具有重要的现实意义。

1 配电网中防越级跳闸保护技术相关概述

1.1 越级跳闸

越级跳闸是指电力系统故障时,本应由保护整定优先跳闸的断路器来切除故障电路,但是却由上一级断路器跳闸来切除故障,造成大范围断电跳闸行为称为越级跳闸^[1]。

电力系统中的跳闸保护是为了保护电力设备和电网的安全运行而设计的,当电流过载、短路或其他故障发生时,保护装置会自动切断电路,避免设备损坏、事故发生或供电中断。当电力系统出现重大故障或严重电流过载时,为了迅速切断电路以保护设备,保护装置有时会越级跳闸,直接从较低级别的保护层次跳到较高级别的保护层次。

1.2 越级跳闸发生的原因

在配电网中,发生越级跳闸的原因多种多样。其中常见的原因包括以下几种:主开关负载容量小于分开关负载

总和的容量;主开关有漏电保护装置然而分开关没有;两级断路器保护不匹配;经常带负荷操作主开关导致触头碳化接触不良后电阻增大电流升高发热跳闸;下级断路器配置的保护无法正确判断故障(比如单相接地故障但未配置零序保护);断路器老化导致分离脱扣时间变长等。

具体可能会引起越级跳闸的现象有以下几种:

1.2.1 过载

当电网负载超过设备额定工作范围时,电流会急剧增大,导致电路过载。过载会产生大量热量,使电气设备温度升高,进而造成设备过热,甚至引发火灾。为了保护电力系统的安全,保险丝或保护装置会自动跳闸,切断电源,以避免继续过载。

1.2.2 短路

短路指的是电流在电路中非正常通路上流动,通常是由于电线之间发生了接触或其他形式的损坏而引起。在短路情况下,电流会迅速增大,并且电压会急剧下降,进而造成电网发生越级跳闸。这可能会导致电气设备受损甚至发生火灾。为了防止进一步的危险,保护装置会立即跳闸,切断电流。

1.2.3 接地故障

接地故障是指电流在电路中通过错误的接地路径流

动,导致接地电阻减小,进而引发保护装置的动作,导致越级跳闸。通常是由于设备绝缘损坏或接地导线松动引起的。接地故障会导致电路中的电流失效,并且可能会产生危险的接地电压。为了确保人身安全和设备的正常运行,保护装置会立即跳闸,切断电源。

1.2.4 负荷不平衡

配电网中的负荷分布不均匀,或者某些负荷突然发生变化,都会导致电网的负荷不平衡。当电流不平衡超出可接受范围时,会导致电力系统的不稳定,影响设备的正常运行。负荷不平衡会引起相电流不等,从而导致保护装置产生误动作,发生越级跳闸。

1.2.5 外部干扰

外部干扰包括雷击、电磁干扰和突然的电力波动等。这些干扰会对配电网产生影响,可能导致电气设备故障或电路临时失效。为了保护设备和电力系统的安全,保护装置会迅速跳闸,避免进一步的损坏和危险。同时,操作人员误操作或操作失误,如误开、误关设备,未按正确程序执行操作,也可能导致保护装置误判或绕过保护装置,引发越级跳闸。

1.3 预防越级跳闸

1.3.1 计算现场负载

准确计算现场负载能够帮助确定合理的供电方式和容量,并避免负载过载引起的越级跳闸。这涉及到对负载的合理预估和准确测量,通过对现场用电设备的功率、运行时长、峰值负载等因素进行综合考虑,制定相应的负载计划和控制措施,以往的经验 and 数据分析可能用于指导更准确的负载计算。此外,利用现代化的智能传感器和监控设备对负载进行实时监测,能够及时发现负载异常情况,为预防越级跳闸提供有效的数据支持。

1.3.2 合理设计开关

在配电网的设计过程中,开关的选择和布置应根据现场负载情况进行合理规划。应充分考虑设备的负载特性和负荷需求,选择合适的开关容量和类型。合理设计开关的功率容量和分布布局,可以减少负载过流和短路导致的越级跳闸现象发生。此外,还应合理设置跳闸保护装置,确保开关在面对故障时能够迅速跳闸,保护电力系统的安全运行。

1.3.3 设置三级配电断路器

三级配电断路器能够提高配电网的抗干扰和稳定性。三级配电断路器一般分为主干断路器、分支断路器和终端断路器,每个级别都有不同的保护功能。一级断路器用于维护整个配电系统的正常运行;二级断路器用于切断不同负载环节,确保负载优先级的平稳运行;三级断路器用于隔离和保护每个独立的用电回路。通过合理设置三级配电断路器,可以在电网运行时及时检测和隔离故障,防止其越级蔓延,降低越级跳闸的发生概率。

表1 三级配电概率

配电等级参数	额定电流	剩余(漏电)电流	故障动作时间
一级配电	200A	300-150ma	0.2s
二级配电	63A	100-50ma	0.15s
三级(终端)配电	32A	30-15ma	0.1s

1.3.4 使用同一厂家的断路器

为了提高配电系统的稳定性和兼容性,建议在同一个配电系统中使用同一厂家的断路器。这样可以确保配电系统中的断路器在技术规格、质量标准和操作特性上具有一致性,减少因不匹配而引起的故障和跳闸现象。选择权威可靠的设备供应商,严格按照规范要求进行设备选型和使用,可以大幅度降低越级跳闸的风险。

2 防越级跳闸保护方案

2.1 时间级差方案

时间级差方案是通过设定不同电压级别的保护装置的时间级差,实现防越级跳闸。具体的方法包括:

延时保护装置:在高、低电压级别之间安装延时保护装置,使高电压级别的保护装置在低电压级别保护装置动作后才跳闸,以避免越级跳闸。

动态调整延时时间:随着电网负荷的变化,通过实时监测和分析,动态调整延时保护装置的时间,以适应不同工况下的跳闸需求。

间隔装置:在配电网的不同电压级别之间增加间隔装置,通过控制跳闸的时间间隔,避免各级保护同时跳闸。

目前来看,时间级差方案虽然成本相对较低,但需要精确地设置时间延迟,对时间要求较高,如果误差较大,可能导致保护装置无法及时跳闸,从而影响系统的安全性。而且,在一些复杂变化的电力系统中,时间级差方案可能无法满足越级跳闸的需求。

2.2 光纤纵差方案

光纤纵差方案是利用光纤传感技术,实现不同电压级别之间的跳闸信号传递和协调。具体的方法包括:

光纤传输通信:在配电网的不同电压级别之间安装光纤传感器,通过实时监测电流和电压等参数,传递跳闸信号。通过这种光纤通信线路,实现设备之间的实时通信。这样,当某个设备发生故障时,可以及时向其他设备发送信号,协调保护装置的动作,避免越级跳闸。

光纤纵差保护:光纤纵差保护是利用光纤传输装置来测量和比较上下级设备之间的电压、电流等参数,通过相应的算法判断故障的位置和类型,并实现保护装置的动作。这样,在发生故障时,能够准确地确定故障的位置,并采取相应的保护措施,避免越级跳闸。

目前来看,光纤纵差方案可以精确地传输故障信息,避免了时间级差方案中的时间误差问题,提高了系统的可靠性。同时,这种方案具有较高的适应性,适用于各种复

杂的电力系统,能够满足不同电压级别设备之间的跳闸需求^[2]。不过,由于光纤传输技术的特殊性,在维护和故障排查方面相对复杂,需要专业人员进行操作。

3 配电网中的防越级跳闸保护技术

3.1 差动保护技术

差动保护技术是一种常用的防越级跳闸保护技术,它基于电流差动原理的保护技术,通过比较电流的差值来判断故障的发生位置,并快速切断故障点。当电流差异超过设定值时,差动保护装置将发出跳闸信号,以实现保护装置的动作。差动保护技术具有操作灵活、响应速度快的优点,但对于大规模配电网来说,需要对其应用进行细致的设计和優化。

3.2 过电压保护技术

过压保护装置是一种能够检测电压异常情况的装置,它主要通过监测电网中的电压变化,当电压超过一定的阈值时,过压保护装置会发出跳闸信号,从而切断电源,保护设备免受电压过高的影响。过电压保护技术具有响应速度快、可靠性好的特点,但是在实际应用中需要考虑到电压变化的特征和电网的稳定性。

3.3 过流保护技术

过流保护技术是防越级跳闸保护中的一种常用技术,它通过监测电流的大小和变化来判断故障的发生,并在电流超过额定值时及时切断电源,以保护设备免受过载或短路等故障的影响。过流保护技术具有简单可靠、应用广泛的特点,但是在高负荷情况下可能出现误动作的问题。

3.4 隔离开关

隔离开关是一种常见的用于隔离故障电路的装置,它能够切断电源,将故障电路与运行正常的电路隔离开来,从而保护设备的安全运行,避免故障扩大。

3.5 防越级跳闸保护技术应用领域

防越级跳闸保护技术主要运用在煤矿供电领域中。煤矿供配电网是为矿井提供电能的重要系统,其系统的安全和稳定性一直备受关注。由于煤矿地下环境复杂且电力负荷变化较大,煤矿供配电网面临着许多潜在的安全风险,其中越级跳闸事件是煤矿电力系统中常见且十分危险的故障。目前来看,防越级跳闸保护技术的应用已经成为降低煤矿供配电网事故风险、提高供配电系统可靠性的关键。防越级跳闸保护技术的实际应用场景包括矿井供电系统、井下供电系统和地面供电系统等。

4 煤矿供电系统的防越级跳闸策略

4.1 定期检查和维修养护

定期检查设备是预防越级跳闸的关键。这包括煤矿供电系统的电缆、开关设备、保护装置等。工作人员应定期检查电缆是否出现老化、磨损、绝缘破损等现象,因为这些问题可能导致电流超负荷和短路,引发越级跳闸。此外,

开关设备和保护装置也需要经常检查,确保其工作正常、灵敏度符合要求。同时,根据供电系统的使用情况和故障原因(表2),制定维修计划,定期进行设备的维护保养工作。这包括定期更换设备中的易损件、清洁设备表面和内部的灰尘和污垢,确保设备的正常运行。同时,还需要及时修复设备中出现的故障,以防止故障进一步扩大和引发越级跳闸的风险。另外,加强员工培训 and 安全意识教育,提高员工对供电系统的使用和维护的专业水平和意识,从而减少人为因素引发的越级跳闸。

表2 越级跳闸事故

容易产生内部故障的部位	故障产生原因
断路器	维护不良、机构螺钉松动、绝缘度不足
隔离开关、负荷开关、接地开关	误操作、接触不良或发热严重
互感器	铁磁谐振
电缆室	设计不当、布置不当、固体或液体绝缘的损坏
所有的部位	工作人员的失误、在电场作用下老化污染、潮气、灰尘和小动物的进入 过电压、过电流

4.2 设计煤矿供电网的防越级跳闸保护系统

4.2.1 地面主站及备用站

首先,地面主站及备用站是煤矿供电网的控制中心,主要承担监控和控制整个供电系统的任务^[3]。在设计防越级跳闸保护系统时,地面主站需要具备实时监测供电网的负荷情况、电压和电流波形等参数的能力。通过对这些监测数据的分析,可以及时发现供电网中的异常情况,如过载、短路等故障。同时,地面主站还应具备智能判断和决策的能力,能够根据监测数据做出自主的控制操作,如自动切换备用电源、发出警报信号等。

4.2.2 井下电力监控分站

井下电力监控分站是供电网与井下电气设备之间的桥梁,主要负责监控井下电气设备的运行状态和电能消耗情况。在设计防越级跳闸保护系统时,井下电力监控分站需要具备实时监测井下电气设备的电流、电压、频率等参数的能力。通过对这些参数的监测和分析,可以了解井下设备的工作状态,并及时发现异常情况^[4]。同时,井下电力监控分站还应具备与地面主站通信的能力,以实现地下和地面的信息交互,提供井下电气设备的状态信息和故障报警信息。

4.2.3 智能保护装置

智能保护装置是煤矿供电网的最后一道防线,主要负责对供电系统中的故障进行保护和隔离。在设计防越级跳闸保护系统时,智能保护装置需要具备快速检测和判断供电系统中的故障类型和位置的能力。通过对电流和电压等参数的监测和分析,智能保护装置可以实时地判断故障类

型,如短路、过载、接地等,并在最短时间内进行保护动作,切断故障电路并隔离故障区域^[5]。同时,智能保护装置还应具备自我诊断和自动复位的能力,以提高系统的可靠性和自动化程度。

5 结语

综上所述,防越级跳闸保护技术的应用能够有效防止煤矿供配电系统中的越级跳闸事件,提高供电系统的可靠性和稳定性。然而,应用该技术还存在一些挑战,包括技术成本、设备可靠性等方面的问题。未来的研究可以集中在进一步提高防越级跳闸保护技术的准确性和可靠性、推广智能化的保护技术,以及应用先进的故障定位技术等方面。只有不断创新和改进,才能提高配电网的安全性和可靠性,促进电力行业以及相关行业的可持续发展。

【参考文献】

- [1]杨云鹏,李贞,马运亮,等.一种防越级跳闸保护方法与系统[J].河北化工,2023(7):10-11.
 - [2]杨海鹏,王跃,李哲,等.一种防越级跳闸保护装置在现场开关中的应用[J].能源技术与管理,2021(8):6-9.
 - [3]李捷.防越级跳闸保护技术在煤矿供配电网中的应用[J].煤矿现代化,2021(7):8-9.
 - [4]潘广执.祥升煤矿防越级跳闸系统设计[J].河北化工,2021,44(6):77-78.
 - [5]周裕思.继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理研究[J].电脑乐园,2021(4):430.
- 作者简介:刘畅(1993.10—),毕业院校:华北电力大学,所学专业:电力系统及其自动化,当前就职单位:国网石家庄供电公司,职务:无,职称级别:工程师。