

10kV 配电系统继电保护的常见问题和措施分析

曾 顺

中车株洲电力机车有限公司, 湖南 株洲 412000

[摘要]在现代电力系统中, 继电保护技术扮演着至关重要的角色, 尤其是在 10kV 配电系统中。其核心功能是确保电力设备的安全, 通过及时隔离故障区域, 防止故障扩展, 保障其他设备与线路的正常运行。随着电力需求的快速增长, 配电系统的规模和复杂性不断扩大, 传统的继电保护方式在面对新挑战时, 常常无法有效应对。电流互感器饱和、励磁涌流以及不匹配的保护设备等问题, 成为影响系统稳定性与可靠性的主要因素。文章分析这些问题, 并提出可行的技术措施, 以确保 10kV 配电系统能够在复杂环境中保持良好的运行状态。

[关键词]10kV 配电系统; 继电保护; 电流互感器; 励磁涌流; 保护设备

DOI: 10.33142/hst.v8i6.16929

中图分类号: TM77

文献标识码: A

Analysis of Common Problems and Measures of Relay Protection in 10 kV Distribution System

ZENG Shun

CRRC Zhuzhou Electric Locomotive Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan, 412000, China

Abstract: In modern power systems, relay protection technology plays a crucial role, especially in 10 kV distribution systems. Its core function is to ensure the safety of power equipment, by timely isolating the fault area, preventing the expansion of faults, and ensuring the normal operation of other equipment and lines. With the rapid growth of electricity demand, the scale and complexity of distribution systems continue to expand, and traditional relay protection methods often fail to effectively respond to new challenges. The saturation of current transformers, excitation inrush current, and mismatched protective equipment have become the main factors affecting system stability and reliability. The article analyzes these issues and proposes feasible technical measures to ensure that the 10 kV distribution system can maintain good operating conditions in complex environments.

Keywords: 10 kV distribution system; relay protection; current transformer; excitation inrush current; protection equipment

引言

10kV 配电系统在现代电力网络中发挥着重要作用, 其稳定性直接影响着区域电力供应的可靠性。随着电力需求不断增加, 配电系统在规模及复杂度上的提升, 对继电保护提出了更高的要求。继电保护不仅需实时监测设备状态, 还需在发生故障时迅速切除故障部分, 防止事故蔓延。然而, 随着系统复杂性的增加, 常见的保护问题逐渐显现, 如励磁涌流的影响、电流互感器饱和等问题, 这些问题若得不到及时处理, 会导致保护失效, 进而威胁电力系统的稳定运行。

1 10kV 配电系统继电保护的作用概述

10kV 配电系统中的继电保护的核心作用包括故障检测、设备保护、故障隔离以及提升系统可靠性等方面。通过迅速检测并响应故障, 继电保护能够在出现故障时采取有效措施, 防止设备遭受进一步损害, 并为系统的恢复赢得宝贵时间。随着智能化技术的发展, 现代继电保护不仅具备自动化控制能力, 还能自我恢复, 极大提升了系统运行的效率与可靠性。

1.1 故障检测与隔离

继电保护系统通过持续监测电流、电压等关键参数, 当发生故障时, 能迅速识别并触发保护措施, 从而及时断

开故障区域与其他正常区域的连接。保护系统响应的速度至关重要。通过快速切断电流, 继电保护能够减少电力系统的压力, 为故障排除与电力恢复提供了必要的时间。减少停机时间与设备损坏风险, 从而保障了电力供应的连续性。

1.2 设备保护

如果未能及时切断电流, 设备可能因过载、短路等故障而遭受严重损害, 甚至可能永久失效。继电保护系统通过迅速切断故障部分, 避免了设备长时间处于危险状态, 从而有效延长设备的使用寿命。例如, 在变压器发生短路时, 继电保护系统能够立刻切断电流, 防止过热或绝缘损坏等问题的发生, 不仅避免了故障扩展, 还防止了设备受到更严重的损害, 确保了电力系统的安全运行。

1.3 提升系统可靠性

继电保护系统的优化配置大大增强了配电系统的可靠性。通过合理部署保护装置, 系统能够实时监控设备的状态, 及时发现并响应潜在故障, 从而有效避免因设备老化、负荷波动等问题引发的系统停机。通过这种配置, 配电系统的运行稳定性得到了显著提高, 设备能够在非故障状态下稳定运行。智能化继电保护技术使得系统不仅可以自动检测潜在的故障, 还能在发生故障时自动恢复供电, 减少了停机时间, 提升了电力系统的整体可靠性与灵活性。

1.4 自动化与智能化发展

随着继电保护技术的不断发展,数字化与智能化已成为提升配电系统保护能力的重要途径。利用先进的智能算法,继电保护系统能够在故障发生前通过对系统状态的实时监控和数据分析,预测潜在的故障,并及时采取预防措施,能够提高系统对故障的响应速度,还能提高处理精度。现代继电保护系统还具备自动恢复供电的能力。发生故障后,系统能够自动检测并启动恢复措施,迅速恢复正常供电^[1]。这种自动化控制能力极大地增强了电力系统的自我修复功能,减少了人工干预的需求,进一步提高了系统的稳定性与效率。

2 10kV 配电系统继电保护的配置情况

继电保护的不同类型的保护配置,如线路保护、变压器保护、母联备投保护与 Pt 切换保护,在电力系统中发挥着不同但同样重要的作用。

2.1 线路保护

线路保护是配电系统中最为常见的保护形式,主要用于监测线路中的短路、过载等故障。一旦发生故障,保护装置会迅速切断故障部分,从而确保其他线路正常运行。为了确保保护的可靠性,线路保护一般配备速断保护、过电流保护及接地保护等多重保护方式。速断保护能够在电流短路时迅速断开线路,防止故障蔓延;过电流保护则有效防止设备因过载而损坏,及时切断电流;接地保护则用于防范接地故障,减少对系统的影响。多重保护的联动作用大大提高了线路保护的效率,确保了电力系统的正常运作。

2.2 变压器保护

变压器在配电系统中担负着至关重要的任务,其保护配置在确保系统安全方面起着核心作用。变压器保护包括差动保护、过电流保护与过电压保护,主要应对短路、过载及励磁涌流等故障。及时启动保护措施,有效切断电流,防止变压器遭受进一步的损害。差动保护可以通过检测变压器输入与输出电流之间的差异,及时发现内部故障;过电流保护则在变压器出现过载时,确保迅速断电,避免长期过载运行;过电压保护则用于防止电压异常对变压器造成损害。变压器保护通过多项措施协同作用,保障了设备的安全稳定运行。

2.3 母联备投保护

母联备投保护是配电系统中的重要保障手段,尤其在负荷较大或对电力供应要求高的地区更为常见。其作用是在主母线发生故障时,能够通过备用母联进行电力切换,保证供电系统的稳定与连续运行。备投母联切换系统通常与自动化控制系统结合使用,能够在主母线发生故障时自动完成切换,确保供电不中断。通过备投母联,电力系统能够在主母线故障时迅速恢复供电,避免长时间停电。此保护措施增强了配电网的灵活性与稳定性,尤其适用于负荷较重、重要负荷集中的地区。

2.4 Pt 切换保护

Pt 切换保护主要用于电压监控与调节,确保电力设备运行在安全电压范围内,避免电压波动对设备造成影响。电力设备对电压波动非常敏感,过高或过低的电压都会对设备造成损害^[2]。Pt 切换保护通过实时监测电压变化,在电压异常时及时调节,保障系统的稳定运行。当电压出现波动时,Pt 切换保护能够快速响应,调节电压源或负载,从而保证设备的安全运行。

3 概述 10kV 配电系统继电保护的常见问题

3.1 励磁涌流的影响

变压器在接通电源时,由于电流突然增大,常会出现励磁涌流现象。如果涌流的幅度过大,继电保护系统可能无法及时判断故障,甚至发生误动作。过度的励磁涌流会导致误报警或不必要的跳闸,进而影响系统的运行稳定。若未有效控制励磁涌流,保护系统的灵敏度将受到影响,无法在故障发生时迅速反应。这样,故障区域可能会扩展,最终危及整个系统的安全。对此问题的有效处理是保障电力系统正常运行的关键。

3.2 电流互感器过饱和

电流互感器(CT)负责监测电流,并为继电保护系统提供重要信号。然而,当电流达到较高值时,电流互感器可能发生饱和,这会导致其输出信号失真。电流互感器饱和时,继电保护系统可能无法正确判断故障情况,甚至会发生误动作。特别是在短路或过载情况下,饱和现象会更为严重,继电保护系统无法准确定位故障位置,导致保护系统未能及时隔离故障电流。若饱和问题未得到解决,继电保护的精准度将大大降低,继而影响整个电力系统的稳定性与安全。

3.3 开关保护设备选择不当

在继电保护系统中,开关保护设备的选择至关重要。若选择的开关设备与系统的实际需求不匹配,可能导致保护系统的反应迟缓,未能及时隔离故障。例如,开关设备的响应时间过长或额定电流范围不匹配,会导致继电保护系统无法迅速切除故障电流,延误保护动作。这种问题不仅增加了设备损坏的风险,还可能扩大故障范围,危及电力系统的正常运行。对于负荷较重或故障发生频繁的区域,开关保护设备的选择应更加谨慎,以确保故障发生时能够及时切断电流,保障系统安全。

3.4 继电保护定值配合不合理

继电保护定值的合理设置对于保护系统的稳定性至关重要。不合理的定值设定可能导致保护装置无法在故障发生时及时动作,甚至错误切断正常电路。如果定值设定过高,保护装置可能错过故障初期的反应时机,无法有效防止故障蔓延;若定值设定过低,则会导致正常运行中的设备被误切除,影响系统的稳定性。因此,合理的定值配置需要基于实际运行条件、负荷特性以及设备的工作范围

精心设计。不合理的定值设置会大幅降低继电保护系统的反应速度与准确性，从而影响系统的安全性。

4 10kV 配电系统继电保护常见问题的应对措施

4.1 控制励磁涌流过大

在变压器接入电源时，励磁涌流问题通常会导致继电保护系统受到影响，特别是当涌流过大时，可能引起误动作。为了解决这一问题，通常采用几种方法进行控制。首要措施是通过在变压器接入时使用串联电抗器，这有助于限制励磁涌流的幅度，从而避免过大的电流冲击对保护系统造成干扰。此外，合理安排变压器的投运顺序也是一种行之有效的控制措施。通过分阶段投运，不仅能够减少涌流对系统的影响，还能有效避免电流过大时引发的保护误动作。与此同时，选择性能优异的保护装置，尤其是那些具备高精度、高速度响应的设备，将极大提升保护系统的稳定性。

4.2 避免电流互感器饱和

电流互感器（CT）在继电保护系统中的作用至关重要，它提供了精确的电流测量数据，以支持故障判断。然而，当电流互感器发生饱和时，测量结果将出现失真，影响保护系统的准确性。因此，必须采取适当措施避免电流互感器饱和^[3]。首先，选用符合负载要求的电流互感器是非常必要的，特别是在高负载或复杂运行环境下，必须确保电流互感器具有足够的线性范围，能够在高电流条件下依然正常工作。此外，定期进行校准与维护工作也是确保电流互感器不发生饱和的关键措施。通过定期检查与调整电流互感器的性能，可以有效避免因设备老化或故障导致的饱和现象。最终，结合实时监控技术，可以实时追踪电流互感器的工作状态，确保其始终处于最佳工作条件，从而保障继电保护系统的正常运行。

4.3 改进配电所保护设备

随着电力需求的增长及配电系统复杂性的提高，传统的继电保护设备已不再适应现代电网的需求。因此，更新升级配电所的保护设备成为必要的举措。引入先进的数字化、智能化保护设备能够显著提升系统的响应速度与处理能力。智能保护装置不仅可以实时监控配电网的运行状态，还能根据负荷变化自动调节保护参数，以实现更加精准地保护。在发生故障时，这些设备能够迅速识别并采取相应措施，极大降低故障蔓延的风险。此外，数字化保护设备能够通过自我诊断与数据传输功能，提升系统的稳定性与可靠性。

4.4 定期巡视与检修继电保护设备

继电保护设备在长期运行过程中，可能因老化、磨损等原因导致性能下降，因此定期进行设备巡视与检修是必要的。这项工作能够及时发现设备潜在问题，防止设备故障或性能下降对系统造成不良影响。定期检查保护设备的

各个组成部分，尤其是关键部件，如电气连接、开关设备等，是确保继电保护系统稳定运行的关键环节。在巡视过程中，除了检查设备本身的物理状态，还应检测设备的运行参数与系统兼容性，确保其能在负荷波动或故障情况下正常工作。通过对保护设备进行功能性测试，验证其在各类负荷条件下的表现，确保其在发生故障时能够迅速响应。此外，定期的检查与维护还应关注设备所处环境的温湿度、通风情况等因素，保证外部环境对设备没有不良影响。

4.5 对继电保护工作人员的要求

为了确保继电保护设备在各种情况下能够正常运行，工作人员必须具备扎实的电力系统理论知识以及丰富的实践经验。定期对工作人员进行专业培训是提高其技能水平的重要手段。培训内容应涵盖继电保护设备的操作原理、常见故障的处理方法及应急响应措施等，确保工作人员在实际操作中能迅速应对各种情况。定期组织技术交流与应急演练，能够帮助工作人员熟悉复杂的故障情境，提高他们的应变能力^[4]。在演练中，通过模拟各种故障场景，工作人员能够熟悉设备的操作流程，掌握有效的故障处理方法。通过这种培训与演练，工作人员能够在面临紧急情况时，冷静应对，确保继电保护系统的安全稳定运行。

5 结语

10 kV 配电系统中的继电保护，不仅在设备安全方面发挥着关键作用，还能有效保证系统在故障情况下的稳定性。随着电力需求的上升，配电网的规模与复杂性不断增加，继电保护面临着更加严峻的挑战。若忽视励磁涌流、电流互感器饱和等问题，系统的保护功能可能会失效，从而影响电力供应的稳定。本文针对这些常见问题进行了深入探讨，提出了有效的解决措施，旨在为提升系统的可靠性与稳定性提供理论依据。在继电保护技术不断发展的背景下，数字化与智能化技术的引入将为系统提供更加灵活与高效的故障应对能力，未来有望进一步保障电力系统的安全运行。

【参考文献】

- [1]陈万钦.10kV 配电系统继电保护配置及整定计算[J].集成电路应用,2022,39(1):288-289.
- [2]姚聪周.6kV 供配电系统中继电保护装置的应用探究[J].科技视界,2019(14):47-48.
- [3]陈万钦.10kV 配电系统继电保护配置及整定计算[J].集成电路应用,2022,39(1):288-289.
- [4]付明立.10kV 高压配电系统及继电保护动作实例分析[J].现代建筑电气,2022,13(11):23-25.

作者简介：曾顺（1972.9—），男，汉族，中车株洲电力机车有限公司。毕业学校和专业：湖南株洲铁路电机学校，焊接专业。