

## 10kV 供电系统中防越级跳闸保护技术研究

郭亚洁 刘畅 封硕

国网石家庄供电公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]** 10kV 供电系统是电力系统中重要的配电系统之一, 其稳定运行对于保障电力供应的可靠性至关重要。然而, 在 10kV 供电系统中, 由于各种原因, 可能会出现越级跳闸现象, 给供电系统的正常运行带来严重的影响。因此, 研究和实施有效的防越级跳闸保护技术至关重要。将对 10kV 供电系统中防越级跳闸保护技术进行全面的探讨和分析, 并提出相应的优化和改进方案。

**[关键词]** 10kV 供电系统; 跳闸保护技术; 越级跳闸

DOI: 10.33142/hst.v6i6.9765

中图分类号: TM77

文献标识码: A

### Research on Protection Technology for Anti Skip Tripping in 10kV Power Supply System

GUO Yajie, LIU Chang, FENG Shuo

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

**Abstract:** The 10kV power supply system is one of the important distribution systems in the power system, and its stable operation is crucial for ensuring the reliability of power supply. However, in a 10kV power supply system, due to various reasons, there may be a phenomenon of skip tripping, which seriously affects the normal operation of the power supply system. Therefore, it is crucial to research and implement effective anti skip tripping protection technologies. A comprehensive exploration and analysis will be conducted on the anti skip tripping protection technology in the 10kV power supply system, and corresponding optimization and improvement plans will be proposed.

**Keywords:** 10kV power supply system; trip protection technology; skip tripping

#### 引言

在电力系统中, 供电系统的稳定运行和设备的正常工作对于社会经济的发展至关重要。而在供电系统中, 跳闸保护技术是确保电力系统安全运行的重要组成部分。然而, 在 10kV 供电系统中, 由于电压等级较高, 存在着越级跳闸的风险, 这对供电系统的稳定性和设备的安全性提出了更高的要求。因此, 防越级跳闸保护技术的研究和应用成为了当前供电系统领域的关键问题。

#### 1 10kV 供电系统概述

##### 1.1 10kV 供电系统的结构和特点

10kV 供电系统, 是指用于输送和供应 10 千伏 (kV) 电压的电力系统。它是中低压电力系统和高压电力系统之间的一个重要环节, 承担着将高压电能转换为中低压电能并分配给终端用户的重要任务。

10kV 供电系统的结构包括主变电站、配电站、中压线路、配电变压器和低压线路等组成部分。主变电站是 10kV 供电系统的核心, 负责将高压输电线路的电能通过变压器转换为 10kV 电能, 并通过中压线路传输到各个配电站。配电站负责将 10kV 电能通过配电变压器转换为中低压电能, 并通过低压线路供应给终端用户, 10kV 供电系统的特点有以下几点: (1) 高压输电和中低压供电的过渡。10kV 供电系统处于高压电力系统和 中低压电力系统之间, 起到了连接两者的桥梁作用。它承担了将高压输电线

路的电能转换为中低压电能并供应给终端用户的任务<sup>[1]</sup>。(2) 高电压等级。10kV 电压属于较高的电压等级, 相比于低压系统, 它具有更高的输电能力和更远的传输距离。这使得 10kV 供电系统能够满足大型工业和商业用户对电能的需求。(3) 复杂的保护控制系统。10kV 供电系统需要配备复杂的保护控制系统, 以确保系统的安全和稳定运行。这包括跳闸保护、过流保护、短路保护等技术手段, 能够及时检测和隔离故障, 防止电力系统发生故障事故。(4) 大规模的设备 and 设施。10kV 供电系统涉及到大规模的设备 and 设施, 如变电站、配电站、变压器、线路等。这些设备和设施需要经过精确的设计和布置, 以确保系统的可靠性和稳定性。

##### 1.2 10kV 供电系统中的跳闸保护技术

跳闸保护技术是 10kV 供电系统中非常重要的一项技术, 它能够及时检测和隔离故障, 保护电力系统的安全运行。跳闸保护技术主要通过监测电流、电压和频率等参数, 对故障信号进行判断, 并采取相应的措施, 包括跳闸、断电等, 为隔离故障并保护设备和人员的安全, 在 10kV 供电系统中, 常用的跳闸保护技术包括过流保护、短路保护和接地保护等<sup>[2]</sup>。

(1) 过流保护。过流保护是 10kV 供电系统中最常用的一种保护技术, 它通过监测电流的大小和变化趋势, 当电流超过设定值或出现异常时, 及时切断电路, 以防止设

备受到过大电流的损坏。(2) 短路保护。短路保护是针对电路发生短路故障时的保护措施, 短路故障是指电路中两个或多个导体之间发生直接接触, 使电流过大而产生的故障。短路保护能够及时检测到短路故障, 并迅速切断电路, 以保护设备和人员的安全。(3) 接地保护。接地保护是为了防止电力系统发生接地故障而采取的保护措施, 接地故障是指电力设备或线路的金属部分与地之间发生直接接触, 造成电流通过地线流回电源的故障。接地保护主要通过监测接地电流和接地电压等参数, 当接地电流超过设定值时, 及时切断电路, 以防止接地故障的发生。

## 2 10kV 防越级跳闸保护技术的关键技术研究

### 2.1 越级跳闸检测技术

(1) 电流特征分析法。电流特征分析法是一种常用的越级跳闸检测技术。通过对电流波形的分析, 发现越级跳闸故障引起的电流突变或异常变化。例如, 当发生越级跳闸故障时, 电流波形可能会出现剧烈的振荡或突变, 与正常的电流波形有明显的区别。因此, 通过对电流波形进行实时监测和分析, 及时检测到越级跳闸故障, 并触发相应的保护措施<sup>[3]</sup>。(2) 电压特征分析法。类似地, 电压特征分析法也是一种常用的越级跳闸检测技术。电压波形的异常变化往往是越级跳闸故障的一个重要指标。当发生越级跳闸故障时, 电压波形可能会出现剧烈的波动或突变, 与正常的电压波形有明显的差异。因此, 通过对电压波形进行实时监测和分析, 及时检测到越级跳闸故障, 并采取相应的保护措施。(3) 率特征分析法。除了电流和电压特征分析法, 率特征分析法也是一种常用的越级跳闸检测技术。率特征分析法主要通过对电力系统的频率进行监测和分析, 来判断是否发生了越级跳闸故障。当发生越级跳闸故障时, 电力系统的频率往往会出现异常变化。因此, 通过对频率进行实时监测和分析, 及时检测到越级跳闸故障, 并采取相应的保护措施。

### 2.2 越级跳闸判据制定技术

(1) 极限电流判据。极限电流判据是 10kV 防越级跳闸保护技术中的一个重要方面。它基于电力设备的额定电流和额定电压来确定设备能够承受的最大电流值。当电力系统中的电流超过设备的极限电流值时, 设备就会发生故障, 从而引发越级跳闸的风险, 对设备进行详细的测试和分析。首先, 通过实验室测试来确定设备的额定电流和额定电压。然后, 使用数学模型和计算方法来计算设备的极限电流值。这些计算方法基于设备的电气特性和热特性, 考虑到设备的绝缘能力、导热能力和散热能力等因素。通过对设备的极限电流进行准确的判据, 有效地预防越级跳闸的发生<sup>[4]</sup>。

(2) 电压异常判据。电压异常判据是 10kV 防越级跳闸保护技术中的另一个关键方面。它基于电力系统中的电压异常情况来判断是否存在越级跳闸的风险。电压异常可能包括电压过高、电压过低或电压波动等现象。在实际运行中, 电力系统中的电压可能会受到外界因素的干扰, 导

致电压异常。这种异常可能会对电力设备造成损坏, 从而引发越级跳闸的风险。因此, 通过监测和分析电力系统中的电压异常情况, 及时采取措施来预防越级跳闸的发生。使用各种电压监测装置和传感器来实时监测电力系统中的电压情况。这些装置和传感器将电压数据传输到监控系统进行分析 and 处理。监控系统根据事先设定的电压判据来判断是否存在电压异常, 并及时采取相应的措施, 如自动切断电源或降低电压等, 以保护设备的安全运行。

(3) 负荷状况判据。负荷状况判据是 10kV 防越级跳闸保护技术中的另一个重要方面, 它基于电力系统中的负荷状况来判断设备是否能够承受越级跳闸带来的额外负荷。当电力系统中的负荷超过设备的额定负荷能力时, 设备就会发生过载现象, 从而引发越级跳闸的风险。使用电力系统中的负荷监测装置和传感器实时监测负荷情况。这些装置和传感器将负荷数据传输到监控系统进行分析 and 处理。监控系统根据设备的额定负荷能力和负荷状况判据来判断是否存在过载风险, 并及时采取相应的措施, 如自动切断电源或调整负荷分配等, 以保护设备的安全运行。

### 2.3 防越级跳闸保护装置的设计与实现

#### 2.3.1 硬件设计

**传感器选择:** 传感器是防越级跳闸保护装置的重要组成部分, 用于检测电力设备和系统的电流、电压等参数。在 10kV 电力系统中, 传感器的选择要考虑到电压等级较高和电流较大的特点, 需要具备高精度、高可靠性和耐压能力强的特点。

**信号采集与处理:** 防越级跳闸保护装置需要采集和处理传感器获取的电流、电压等参数信号。在硬件设计中, 需要选择合适的模拟信号采集电路和数字信号处理器, 确保信号的准确性和稳定性。

**通信模块设计:** 防越级跳闸保护装置需要与其他设备进行通信, 例如与主控系统进行数据交互。在硬件设计中, 需要考虑通信模块的选择和设计, 确保数据传输的可靠性和实时性。

**电源设计:** 防越级跳闸保护装置需要独立供电, 以确保其正常运行, 在硬件设计中, 需要设计合适的电源模块, 满足装置的功耗需求, 并具备过压、过流等保护功能<sup>[5]</sup>。

#### 2.3.2 软件设计

**跳闸保护算法设计:** 防越级跳闸保护装置的核心功能是根据电力设备和系统的电流、电压等参数, 判断是否存在越级跳闸的危险, 并及时触发跳闸保护动作。在软件设计中, 需要设计合适的算法, 确保跳闸保护的准确性和可靠性。

**故障诊断与报警功能设计:** 防越级跳闸保护装置需要具备故障诊断和报警功能, 能够及时检测和识别电力设备和系统的故障, 并通过报警方式提醒操作人员进行处理。在软件设计中, 需要设计相应的故障诊断算法和报警逻辑。

**远程监控与控制功能设计:** 防越级跳闸保护装置需要支持远程监控和控制, 以方便操作人员对电力设备和系统

进行监测和控制。在软件设计中,需要设计相应的远程监控与控制功能,支持远程数据访问和操作。

数据存储与分析功能设计:防越级跳闸保护装置需要具备数据存储和分析功能,能够将采集到的参数数据进行存储和分析,为电力设备和系统的状态评估和故障诊断提供支持。在软件设计中,需要设计相应的数据存储和分析算法。

### 3 10kV 防越级跳闸保护技术的优化与改进

#### 3.1 技术优化方向

10kV 防越级跳闸保护技术的优化与改进是为了提高其精确性和可靠性在电力系统中,10kV 防越级跳闸保护是一项关键技术,其作用是在电力系统中发生故障时,及时切除故障线路,保障电力系统的安全运行。因此,优化和改进 10kV 防越级跳闸保护技术对于保障电力系统的稳定运行具有重要意义。

##### 3.1.1 精确性提高

改进故障检测算法:通过引入新的故障检测算法,提高对故障的检测精度。例如,使用基于电流和电压波形的故障检测算法,通过对电流和电压波形进行分析,更准确地判断故障的类型和位置。

提高采样频率:采样频率的提高提高对电流和电压的采样精度,从而提高故障检测的准确性。通过增加采样频率,更精确地捕捉故障发生时的电流和电压变化,提高故障检测的准确性。

改进故障定位算法:故障定位是 10kV 防越级跳闸保护技术中的关键环节,准确的故障定位提高保护系统的精确性。通过引入新的故障定位算法,提高故障定位的准确性。例如,使用基于时差测量的故障定位算法,通过测量故障点到不同测量点的信号传播时间差,准确地确定故障点的位置<sup>[6]</sup>。

##### 3.1.2 可靠性增强

改进保护设备的硬件设计:保护设备的硬件设计直接影响其可靠性。通过优化保护设备的硬件设计,提高其抗干扰能力和抗击电弧能力,减少误动作和漏动作的发生。例如,采用抗干扰能力更强的电路设计,增加对外部干扰的抵抗能力。

改进保护设备的软件设计:保护设备的软件设计是提高其可靠性的关键因素之一。通过改进保护设备的软件设计,提高其故障检测和故障定位的准确性,减少误动作和漏动作的发生。例如,优化保护设备的算法,提高故障检测和故障定位的精度。

加强对保护设备的维护和管理:保护设备的维护和管理对于保证其可靠性至关重要。通过定期对保护设备进行检修和校验,及时发现和排除潜在故障,提高保护设备的可靠性。同时,加强对保护设备的管理,建立健全的保护设备管理制度,提高保护设备的管理水平。

#### 3.2 技术改进方法

(1) 硬件改进。改进保护设备的传感器:传感器是 10kV 防越级跳闸保护技术中的核心部件,对其性能的要

求非常高。通过改进传感器的设计和制造工艺,提高其采样精度和抗干扰能力,提高保护设备的精确性和可靠性。

改进保护设备的信号处理电路:信号处理电路是保护设备中的关键部件,对电流和电压信号进行处理和分析。通过优化信号处理电路的设计,提高对电流和电压信号的采样精度和处理速度,提高保护设备的精确性和可靠性。

改进保护设备的输出电路:输出电路是保护设备中将跳闸信号传递给断路器的关键部件,对其可靠性的要求非常高。通过改进输出电路的设计和制造工艺,提高其抗击电弧能力和抗干扰能力,减少误动作和漏动作的发生。

(2) 软件改进。改进故障检测算法:故障检测算法是 10kV 防越级跳闸保护技术中的关键部分,对其准确性和可靠性有着重要影响。通过引入新的故障检测算法,提高对故障的检测精度和速度,减少误动作和漏动作的发生。

改进故障定位算法:故障定位算法是 10kV 防越级跳闸保护技术中的另一个重要部分,准确的故障定位提高保护系统的可靠性和稳定性。通过引入新的故障定位算法,提高故障定位的准确性和速度,减少误动作和漏动作的发生。

改进保护设备的人机界面:人机界面是保护设备与操作人员之间进行信息交互的重要通道。通过改进人机界面的设计,提高其友好性和易用性,减少操作人员的误操作,提高保护设备的可靠性。

## 4 结语

防越级跳闸保护技术的研究和应用对于 10kV 供电系统的安全运行和设备的正常工作具有重要意义。通过对越级跳闸检测技术、越级跳闸判据制定技术和防越级跳闸保护装置的设计与实现进行研究,有效地防止越级跳闸对供电系统造成的危害。同时,通过技术优化和改进,进一步提高防越级跳闸保护技术的精确性和可靠性,为供电系统的安全运行提供更好的保障。

### [参考文献]

- [1] 全莉. 供电系统中防越级跳闸保护技术研究[J]. 内蒙古石油化工, 2022, 48(12): 95-97.
  - [2] 包喆, 尹贻辉, 王永新. 防越级跳闸保护技术的研究与实际应用[J]. 中国金属通报, 2021(11): 150-151.
  - [3] 任俊卿. 现场开关中防越级跳闸保护装置的应用分析[J]. 当代化工研究, 2021(17): 89-90.
  - [4] 王志. 基于保护单元的去中心化防越级跳闸研究[J]. 煤, 2021, 30(7): 62-64.
  - [5] 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, 46(1): 176-177.
  - [6] 李炎明. 网络继电保护在井下供电系统防越级跳闸中的应用[J]. 江西化工, 2020(3): 161-162.
- 作者简介: 郭亚洁(1993.2—), 毕业院校: 河北科技大学, 所学专业: 电气工程, 当前工作单位: 国网石家庄供电公司, 职务: 无, 职称级别: 工程师。