

# 电气化铁路牵引变电所继电保护

郝文茜

呼和浩特铁路局呼和浩特供电段 内蒙古 乌兰察布 012000

**摘要：**铁路系统在我国交通体系中发挥着至关重要的作用，对经济发展做出了非常重要的贡献。铁路运输不仅运输量大，而且运输速度快，并且在安全性上具有非常显著的优势。对于电气化铁路来说，牵引系统是其功能实现最重要的部分，而牵引继电保护，则对牵引系统的安全可靠性有非常重要的影响，所以深入研究电气化铁路牵引变电所继电保护对于保障铁路运输的安全可靠性有非常重要的现实意义。

**关键词：**电气化铁路；牵引；变电所；继电保护

引言：作为一个国家经济体系的重要支柱产业，电力行业的发展直接影响着城市的发展建设，同时也关系着社会的进步。在牵引变电所的日常运行中，继电保护作为尤为关键的组成部分之一，发挥着安全屏障功用，可以有效检测各种故障及异常状况，并及时反应安全问题，尽可能地减少损失，同时推动电力行业的进一步发展。然而，一旦继电保护发生故障，则会影响到牵引供电的稳定性。

## 1 电气化铁路牵引变电所继电保护概述

随着科技的不断进步，铁路交通已经发生了很大的变化。与传统的铁路不同，电气化铁路以电力技术作为动力源，具有更高的速度和更高的效率。电气化铁路牵引变电所继电保护是为了保护电气化铁路牵引变电所和相关设备的安全运行而设计的一种自动化装置。

电气化铁路最显著的特点是其牵引系统采用的是交流电机牵引，而电气化铁路牵引变电所则是电力系统的核心部分。该设备从变配电所取得高压电，通过降压变压器将电压降至适合机车牵引的低压水平，然后将其输送到牵引电机上驱动机车行驶。因此，为了让电力传输系统在电气化铁路中正常运行，需要对电气设备进行继电保护，这样才能带来更稳定安全的运行和更加高效的节能环保。

电气化铁路牵引变电所继电保护的作用是对电气设备运行过程中的电气故障、机械故障、短路故障等进行快速检测和处理，以确保电气设备运行稳定安全，为电气化铁路的可靠运行提供支持。继电保护的核心思想是在电气设备运行时，通过对其工作参数的监测和测量，检测出设备中可能存在的故障，如电流异常、电压过高或过低等，并在发现问题时立即采取保护措施，切断电路，以避免设备受到更大的损坏<sup>[1]</sup>。

## 2 继电保护原理及分类

继电保护是电力系统中解决电力设备故障最常用的

措施之一，其基本原理是基于电力系统中各种参数的监测和测量。当电力设备发生故障时，继电保护能够及时检测出问题，并采取相应的措施，以保证电力系统运行的稳定性和安全性。

继电保护可分为两种类型：电气量保护和差动保护。主要保护对象包括发电机、变电站、变压器、高压开关等电力设备。电气量保护的核心是通过检测电气设备的电流、电压等相关参数的大小，来判断是否存在异常情况。常见的电气量保护包括电流保护、电压保护、过电流保护、跳闸保护等。差动保护是通过检测两相电压或两相电流之间的差值，来确定设备之间的相互连接状况，并做出相应的措施。差动保护主要用于保护发电机、变电站、变压器等重要设备。

继电保护系统通常由三部分组成：输入模块、处理模块和输出模块。输入模块通过电流互感器、电压互感器等装置采集各种参数信号，并将其转换为处理模块可以接受的信号。处理模块根据输入模块所提供的参数信号，进行数据处理和分析，并判断设备是否有故障发生。当处理模块检测到设备故障时，输出模块将做出相应的保护措施，如切断电路、关闭开关等，以确保电力系统的正常运行。

电力系统是一个复杂的系统，因此继电保护的设计和应用需要考虑多种参数和因素。在设计继电保护系统时，需要考虑设备的类型、工作电压、电流等参数，以及设备的故障模式和故障类型，以确保系统可以准确地检测电力设备的故障情况。此外，还需要确保系统的灵敏度、可靠性和鲁棒性，以及系统的防误动作、抗干扰能力和容错性等，以能够在各种环境下正常工作和保护电力系统。

综上所述，继电保护作为电力系统中常用的保护措施之一，其原理是基于电气量和差动量的监测和测

量,以及对数据信号的处理和分析。基于这些技术手段,继电保护可以在电力设备发生故障时及时检测出问题,并采取相应的保护措施,以保证电力系统的正常运行和安全性。

### 3 电气化铁路牵引变电所继电保护方案设计

#### 3.1 继电保护方案设计原则

继电保护是保障电力系统运行安全的重要手段,其设计方案要充分考虑到电力系统的安全可靠性,确保及时准确地检测和限制各种异常情况下可能出现的电气故障。以下是继电保护方案设计的原则:

(1)合理的技术选型与匹配。继电保护方案设计应根据被保护元器件的工作原理、故障类型、故障电流、运行环境和要求等进行合理的技术选型和匹配,保证方案的适用性、可靠性和稳定性。(2)灵敏度与速度的平衡。继电保护方案设计应灵活运用各种保护技术,使其具有合理的触发延时和切断时间,保证其对故障的快速准确响应防止设备受损,同时要避免误操作和过度保护。(3)重保护、轻告警的原则。继电保护方案应遵循“重保护、轻告警”原则,在设备故障严重或可能造成设备损坏等情况下启动保护动作;在短时间内无法达成“重保护”条件,但需引起注意的异常变化时,应发出告警,提醒操作人员及时处理。(4)纵向防护和横向联动的原则。继电保护方案应把各个级别设备安全保护纵向整合至维护中,确保上下级电力设备出现故障时,能够快速准确地进行测量与控制,灵活切换保护措施,减少故障风险;同时还要考虑横向设备之间的联动问题,使继电保护系统能够及时发出警告并启动保护动作。(5)可靠性与容错性并重的原则。继电保护方案应充分考虑系统的可靠性和容错性,以避免设计中的失误和故障对系统的负面影响。为此,可采用各种不同的技术手段,如多重保护、备份保护等,使方案具备更高的可靠性和容错性。(6)全面、科学、合理的测试计划。继电保护方案设计后,应制定全面、科学、合理的测试计划,在设备投入运行前进行系统整体联调、经验验证等测试,以确保系统的稳定性、准确性和可靠性,在设备正常运行后还要定期检查和维修,保证其长期稳定运行。

#### 3.2 继电保护方案设计流程

继电保护方案设计是保障电力系统运行安全的重要手段,其设计流程一般包括以下几个步骤:

(1)需求分析。工程设计项目启动后,需对工程进行详细分析、了解业主的电气需求,进行技术交流,获取相关设计需求和规范标准,分析工程各个系统的特点、其自身系统运行特点和系统间的交互关系,明确方

案的最小需求、保护范围和保护时间,最终明确系统保护方案。(2)系统拓扑分析。根据工程中提供的电气结构图和设备自身的特点,绘制系统拓扑图,明确电气设备的保护对象和保护层次,并针对不同类型设备、设备之间的连接关系等进行分析,并结合工程的特点和要求,确定保护方案。(3)电气特性参数测量。针对电气设备的特性参数进行测量,对各种类型的电气信号(如电流、电压、电阻、电容、电感等)进行采样测试,得到信号波形和特性参数,并根据采样数据和规范标准类型,选定适用测量装置。(4)选型与配合件选择。根据需求分析、电气特性参数测量结果以及特定工程特点,选择适合系统保护的继电保护器、电流互感器、电压互感器、时间继电器、绝缘监测器等保护和监测装置,并合理配置配合件,以满足保护要求。(5)系统仿真、优化和决策。根据以上条件,对系统进行仿真或等效计算分析,针对具体工程环境和系统运行要求,进行优化设计,以确定保护方案,根据仿真的结果,制定解决方案。(6)整合与设计方案的提交。整合各个子系统的保护方案,进行现场勘察、制定施工图纸和标准应用规范,并工程监理验收,制定施工流程和标准操作规程,最终提交工程设计方案文件,让工程得以顺利实施和运行。(7)器件接线和继电保护逻辑设计。选择好各种继电保护装置和仪器后,需要进行保护系统的接线和继电保护逻辑设计。根据设备的保护范围、级别和运行状态,制定保护配电方案,明确各个电气元器件之间的接线顺序和连接方式,同时也需要对保护逻辑进行设计,确定保护的运行方式和逻辑,保证电力系统的安全稳定运行。(8)测试和调试。继电保护方案设计完成后,需要进行相应的测试和调试,以确保保护系统的可靠性和稳定性。主要包括设备接线测试、逻辑测试和调试,电气特性参数测试和采样,保护动作测试等内容。测试完成后,还需要对测试结果进行分析和处理,以进一步优化保护方案和设计。(9)工程施工和运行维护。继电保护方案的实施和上线考验方案的可行性和合理性,使用过程中还需保证继电保护的正常工作,以确保电力系统的正常运行。在工程施工和运行维护中,需要注重相关技术规范的遵守,根据实际情况和保护效果的反馈,逐步进行优化和改善,让电力系统保持高效稳定的运行状态<sup>[2]</sup>。

#### 3.3 继电保护参数的选择与计算

继电保护参数的选择与计算是继电保护方案设计的重要环节,需要根据具体的被保护元器件种类和其特性参数进行选取和计算。具体的步骤如下:(1)电气特性参数的测量和分析。在继电保护参数的选择和计算前,

需要对被保护元器件的电气特性参数进行测量,包括电流、电压、电阻、电感等参数,并根据采集到的数据进行分析 and 处理。同时还需要结合规范标准中的相关要求和 技术规范,获取系统的相关参数,如故障电流、标准互感比等。(2)选取继电保护装置。在根据规范标准选取适当的继电保护装置时,需要考虑保护对象的工作原理、故障类型、故障电流、运行环境和要求等因素,并根据规范标准和电气特性参数的测量结果,确定选取的继电保护装置型号。(3)总保护计算。针对电力系统中各种元器件的故障类型和电气特性参数进行计算和分析。主要包括各种故障类型的电流计算和电压、电阻等参数的计算,以确定各种故障情况下继电保护的判断和动作条件。(4)配置电流互感器的计算。在确定继电保护装置后,需要根据系统实际情况和规范标准要求配置适当的电流互感器,计算并确定电流互感器的参数,如变比、短时电流容量、额定电流准确度等。(5)配置电压互感器的计算。电压互感器是继电保护装置中的重要组成部分,需要根据系统的电压等级和被保护元器件的电气特性参数进行计算和分析,并选取合适的电压互感器,确定其变比、额定电压、绕组接线等参数。

#### 4 电气化铁路牵引变电所继电保护故障分析与处理

电气化铁路牵引变电所是铁路系统中的关键部件,其电气设备包括牵引变压器、牵引变流器、直流筒状励磁装置、系统控制和保护装置等,这些设备的运行状态对于铁路的正常和安全运行至关重要。在牵引变电所的运行过程中,如果出现继电保护故障,可能会导致设备受到损坏,甚至影响到铁路线路的安全运行。因此,对牵引变电所继电保护故障的分析和处理非常必要。具体步骤如下:

4.1 继电保护装置的分析和测量。在发生继电保护故障时,首先需要对涉及的继电保护装置进行分析和测量。主要包括检测电路、电源电压、继电器的接点和输出电路等,以确定继电保护装置是否工作正常。

4.2 故障原因的分析和诊断。如果继电保护装置工作正常,但出现保护动作,则需要进行故障原因的分析和诊断。主要包括故障类型和故障位置的确定,判断是其

中哪一种地方故障引起的。同时,还需要通过查看装置的历史记录、日志和故障报告来确定故障的具体表现和原因<sup>[1]</sup>。

4.3 故障处理的方案设计。根据故障的原因和实际情况,设计合适的故障处理方案。例如,可以对继电保护装置的接线和配置进行清理和调整,更换部件或更换整个继电保护装置等,以确保牵引变电所的电气设备运行正常。

4.4 故障处理的实施和验证。在确定故障处理方案后,需要进行实施和验证,以确保故障处理的有效性和可行性。例如,进行接线、接口和设备的检查和确认,测试和调整继电保护装置的工作参数,检查和验证实施效果。

总之,在牵引变电所继电保护故障的分析和处理中,需要有系统的思路和细致的操作,同时还需根据实际情况和规范标准要求,结合现场操作和经验,综合运用各种技术手段和工具,最终确保设备安全稳定运行。

#### 结语

电气化铁路牵引变电所的继电保护是确保铁路设备安全和正常运行的重要保障,而有效的继电保护故障处理则是保障铁路系统安全性的重要环节。针对继电保护故障,技术人员需要密切关注设备的运行状况,进行定期检测和维护,并及时排除可能的故障问题。同时,在继电保护方案的配置和设计上,需要充分考虑设备的实际情况和需求,选用合适的型号和配置方案,确保设备能够正常运行并提供有效的保护。

#### 参考文献

- [1]李晋新,黄逸松,周波等.电气化铁路牵引网的故障诊断与继电保护[J].铁道工程学报,2021,38(2):109-116.
- [2]周秋生,邓华,臧红星等.电气化铁路牵引供电系统中继电保护的研究[J].铁路科学与工程学报,2019,16(6):1092-1098.
- [3]王裕良,谢中卫,王兆同等.电气化铁路牵引变电所数字化继电保护技术研究[J].铁道学报,2018,40(9):123-130.