

# 智能变电站不停电电力系统继电保护校验技术研究

苏晓晓

宁夏东部热电股份有限公司 宁夏 银川 750000

**摘要:** 智能变电站的不停电电力系统继电保护校验技术是关键研究点,其揭示了保护模式由传统向智能化的转变。该技术特色在于智能化监测与控制、高速通信与数据处理能力以及灵活的保护策略配置。面对变电运行中继电保护存在的问题,不停电校验技术通过GOOSE技术、保测一体化线路保护装置技术和出口安措技术的应用,提升继电保护性能。以山东某市高新技术产业园区智能变电站为实证,这一校验技术展现其重要性和实效,为电力系统的安全稳定运行提供坚实的保障。

**关键词:** 智能变电站;不停电校验技术;继电保护

## 1 智能变电站的保护模式

智能变电站的保护模式代表了电力系统保护技术的前沿发展,它结合先进的通信技术和数字化技术,为电力系统的稳定运行提供强有力的保障。在智能变电站中,保护模式实现从传统的分散、单一的保护功能向集中、智能化方向的转变。通过集成化的智能设备和高速通信网络,智能变电站能够实时收集、分析和处理来自电网的各类信息,包括电压、电流、频率等电气量,以及设备状态、运行工况等非电气量。这种保护模式充分利用大数据、云计算等技术,实现保护装置的自动配置和智能决策。当电网发生故障时,智能变电站能够迅速识别故障类型、定位故障位置,并自动触发相应的保护动作,如跳闸、隔离等,以最大限度地减少故障对电网的影响<sup>[1]</sup>。另外,智能变电站的保护模式还具备强大的自适应能力。它可以根据电网的运行状态和负荷变化,自动调整保护参数和策略,以适应不同的运行工况。这种自适应能力使得智能变电站的保护系统更加灵活、可靠,能够更好地应对各种复杂的电网故障。

## 2 智能变电站继电保护系统的特点

### 2.1 智能化监测与控制

传统的继电保护系统主要依赖于硬件装置和固定的逻辑判据来实现对电力系统的保护,而智能变电站继电保护系统则融入了更多的智能元素,通过高级的分析算法和智能决策支持,实现了对电力系统的全方位、智能化的监测与控制。智能化监测不仅意味着对电气参数的实时采集和监视,更包括了对设备状态、电网拓扑结构等信息的全面感知。通过实时采集和分析这些数据,智能变电站继电保护系统能够准确判断电网的运行状态,预测可能发生的故障,并提前采取相应的保护措施。在控制方面,智能变电站继电保护系统实现了从传统的“开环”

控制向“闭环”控制的转变。通过反馈机制,系统能够实时监测保护动作的效果,并根据需要调整保护策略,以实现更精确、更可靠的保护。同时,智能控制系统还具备自学习和自适应能力,能够根据电网运行的历史数据和经验,不断优化保护策略,提高保护性能。

### 2.2 高速通信与数据处理

智能变电站继电保护的另一个显著特点是高速通信与数据处理能力。在现代电力系统中,数据量庞大且实时性要求高,传统的继电保护系统往往难以满足这些需求。而智能变电站继电保护系统通过采用高速通信网络和先进的数据处理技术,有效地解决这些问题。高速通信网络确保继电保护系统与其他系统之间的实时通信和数据交换,使得系统能够快速获取电网的最新信息和状态。同时,高速通信网络还能够降低数据传输的延迟和丢包率,提高了保护的可靠性和快速性。智能变电站继电保护系统采用了先进的算法和模型,能够快速、准确地处理和分析海量的电网数据。

### 2.3 灵活的保护策略配置

智能变电站继电保护系统还具备灵活的保护策略配置特点。传统的继电保护系统往往采用固定的保护逻辑和参数设置,难以适应复杂的电网环境和多变的运行工况。而智能变电站继电保护系统则采用了模块化、可配置的设计理念,可以根据电网的实际需求和运行条件,灵活配置保护策略和参数。这种灵活的配置方式使得智能变电站继电保护系统能够更好地适应不同的电网环境和运行工况。无论是新建电网的规划设计还是老旧电网的升级改造,智能变电站继电保护系统都能够提供相应的保护解决方案,满足电网的多样化需求<sup>[2]</sup>。智能变电站继电保护系统展现了出色的灵活性,其保护策略配置不再受限于传统的固定模式。模块化、可配置的设计理念

让保护逻辑和参数可以根据电网的具体运行情况进行实时调整,以应对日益复杂多变的电网环境。无论是面对新建电网的规划设计,还是老旧电网的改造升级,它都能迅速提供最优化的保护策略,从而降低运维成本,提升电网的整体效能和经济效益。

### 3 变电运行中继电保护存在的问题

在变电运行的关键环节中,继电保护作为电力系统安全稳定运行的第一道防线,其重要性不言而喻。在实际运行中,继电保护系统也面临着一些问题和挑战。第一,随着设备使用年限的增长,元器件逐渐老化,可能导致其性能下降或失效,进而影响继电保护系统的正常工作。此外,由于运行环境、电磁干扰等因素的影响,继电保护设备也可能出现意外故障,从而影响电网的安全运行。第二,保护定值是根据电网的实际运行情况和设备参数进行设置的,如果定值设置不当,可能导致保护系统误动或拒动。误动意味着在电网正常运行时,保护系统错误地发出跳闸指令,导致设备停电;而拒动则意味着在电网发生故障时,保护系统未能及时动作,使得故障无法得到有效控制。第三,继电保护系统依赖于高速通信网络和二次回路来传输信息和指令,如果通信网络或二次回路出现故障,将导致保护系统失效,甚至引发连锁故障。第四,人为因素也可能对继电保护系统造成影响。例如,操作人员的误操作、维护人员的疏忽等都可能保护系统失效。此外,如果系统维护和管理不善,也可能导致保护系统存在隐患。

## 4 不停电电力系统继电保护校验技术

### 4.1 不停电校验技术的基本原理

不停电电力系统继电保护校验技术,作为现代智能电网发展的重要支撑,其基本原理是在不影响电力系统正常运行的前提下,实现对继电保护装置的校验工作。这一技术通过模拟电网运行状态,利用高精度测试设备和先进的数据分析手段,对继电保护装置的功能和性能进行全方位、多角度的检验。在不停电校验过程中,技术关键在于构建一个与实际运行电网高度相似但又不影响实际运行的虚拟测试环境。该环境能够模拟各种电网运行状态和故障情况,使继电保护装置在模拟的故障条件下进行响应和动作。同时,测试系统还能够实时捕获继电保护装置的動作信息,并通过分析比对来评估其性能。不停电校验技术的实施,有效解决了传统校验方法中需要停电检修、影响供电可靠性等问题<sup>[1]</sup>。它不仅能够实现继电保护装置的全天候、不间断校验,还能够缩短校验周期、提高校验效率,为电力系统的安全稳定运行提供有力保障。

### 4.2 GOOSE技术在不停电校验中的应用

GOOSE(面向通用对象的变电站事件)技术是智能变电站中用于实现数据高速通信和状态信息传输的关键技术之一。在不停电校验技术中,GOOSE技术的应用起到了至关重要的作用。在不停电校验过程中,GOOSE技术能够提供高带宽、低延迟的数据传输通道,使得测试系统能够实时获取继电保护装置的状态信息和动作数据。通过GOOSE报文传输的数据具有高度的实时性和准确性,为校验提供了可靠的数据支持。另外,GOOSE技术还支持事件驱动的数据传输方式,即当有事件发生时,相关设备会主动发送GOOSE报文通知其他设备。这一特性使得测试系统能够及时发现继电保护装置的動作情况,并进行相应的分析和评估。

### 4.3 保测一体化线路保护装置技术

保测一体化线路保护装置技术是智能变电站中实现继电保护和故障检测功能的重要技术手段。在不停电校验中,该技术同样发挥着重要作用。保测一体化线路保护装置将保护和检测功能集成于一个装置中,实现对线路电流、电压等电气量的实时监测和故障判断。在不停电校验过程中,该装置能够模拟各种故障情况,并通过内置的故障录波器等设备记录故障波形和数据。测试系统可以通过分析这些数据和波形来评估继电保护装置的故障检测能力和保护性能。保测一体化线路保护装置技术的应用,不仅提高了测试的准确性和可靠性,还使得测试过程更加简便快捷。同时,该装置还具有自诊断功能,能够实时监测自身的运行状态和性能情况,为测试的顺利进行提供了有力保障。

### 4.4 出口安措技术的改进与应用

随着智能电网技术的不断发展,出口安措技术也得到了不断的改进和应用。传统的出口安措技术主要依赖于人工操作和经验判断,存在误操作和遗漏等问题。而现代的出口安措技术则采用了更先进的手段和方法,如智能识别、自动隔离等。这些技术能够实现保护出口的安全自动隔离,防止在测试过程中因误操作而引发的安全事故。现代的出口安措技术还注重与测试系统的协同工作。测试系统能够根据测试需要自动调整安措策略,并实时监视安措状态。一旦发现异常情况,测试系统能够立即发出报警并采取相应的应急措施,确保测试人员和设备的安全。

## 5 案例分析

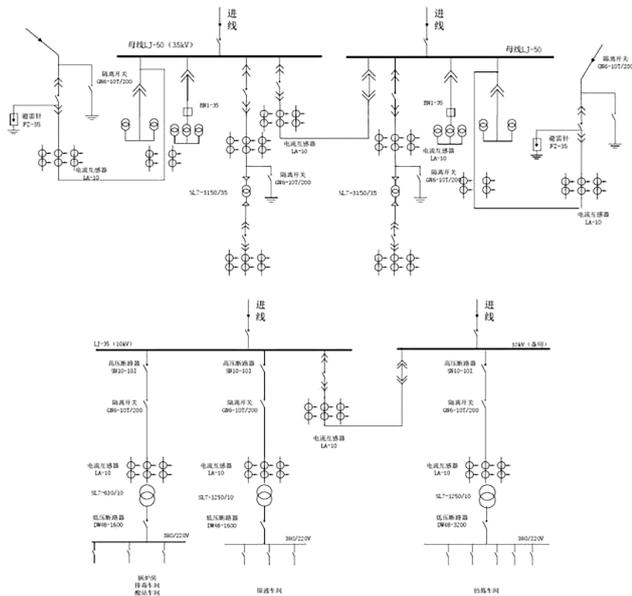
### 5.1 山东某市高新技术产业园区智能变电站建设

#### 5.1.1 负荷预测与站址选择

在山东某市高新技术产业园区智能变电站的建设项

目中,首要任务是进行精确的负荷预测。根据园区的产业发展趋势、企业用电情况以及未来几年的规划,采用科学的负荷预测方法,对园区未来的电力需求进行详细分析。同时,结合园区的地形、气候、交通等条件,对站址进行了精心的选择。最终,选定一个既满足电力需求又便于施工和运行管理的站址,为智能变电站的建设打下了坚实的基础。

### 5.1.2 电气主接线方案与设备选型



电气主接线如图所示

在电气主接线方案的设计上,根据园区的供电需求和电网结构,采用高效、可靠的电气主接线方式。同时,结合智能变电站的特点,对设备选型进行了深入的研究。选用性能优良、节能环保的一次设备,如变压器、断路器、互感器等,并配备了智能化监测和控制设备,实现对设备的实时监测和智能控制。在设备选型的过程中,充分考虑了设备的安全性、可靠性、经济性和环保性等因素,确保了智能变电站的高性能运行。

### 5.1.3 智能化二次系统设计

智能化二次系统是智能变电站的核心部分之一。在该案例中,设计先进、完善的智能化二次系统。系统包括继电保护、系统调度自动化、系统通信、并联型直流电源系统、智能辅助控制系统等多个子系统。其中,继电保护系统采用先进的保护原理和技术,实现了对电力系统的全面保护;系统调度自动化系统能够实现对电力

系统的远程监控和调度;系统通信系统则保证各个子系统之间的实时通信和数据交换。还设计智能辅助控制系统,提高智能变电站的自动化水平和运行效率。

### 5.2 继电保护校验技术在案例中的应用

在山东某市高新技术产业园区智能变电站的建设中,继电保护校验技术发挥重要作用。采用不停电校验技术,通过模拟电网运行状态和故障情况,对继电保护装置进行全面、细致的校验。校验过程中,充分利用GOOSE技术的高带宽、低延迟数据传输特性,实现对继电保护装置状态的实时监测和数据传输。还采用保测一体化线路保护装置技术,将保护和检测功能集成于一体,提高校验的准确性和可靠性。在出口安措技术的改进与应用方面,引入智能化隔离措施和自动报警系统。当校验过程中出现异常或误操作时,系统能够立即隔离保护出口并发出报警信号,确保了校验人员和设备的安全。同时,还对安措策略进行了优化和调整,使其更加符合校验的实际需求。

通过继电保护校验技术的应用,成功地保障智能变电站的安全、稳定运行。在后续的运行过程中,继电保护装置能够准确地响应各种电网故障并快速切除故障点避免了故障扩大保障电网的可靠性。

### 结束语

随着智能电网技术的不断发展,智能变电站作为电力系统的重要组成部分,其继电保护系统的性能和可靠性对电网的安全稳定运行具有重要意义。通过采用不停电电力系统继电保护校验技术,能够实现对继电保护装置的全天候、不间断校验,提高校验效率和准确性,为电力系统的安全稳定运行提供有力保障。未来,随着技术的不断进步和应用经验的积累,继电保护校验技术将不断完善和优化,为智能电网的建设和发展提供更加坚实的基础。

### 参考文献

[1]郭蓁.电力系统继电保护二次回路维护检修的分析[J].城市建设理论研究(电子版),2017(34)65.  
 [2]郭小刚,冉科,赵开喜.智能变电站不停电电力系统继电保护校验技术研究[J].电力系统装备,2023(10):11-13.  
 [3]钟伟,赵恒亮,陈秉淞,等.线路继电保护不停电校验新技术[J].电力与能源.2022,43(4).DOI:10.11973/dlyny202204014.