

## 变电二次线智能检测技术及实践应用

杜明灿 王英杰 兰玉辉

国网新疆电力有限公司博尔塔拉供电公司, 新疆 博尔塔拉蒙古自治州 833400

**[摘要]** 电力系统在现代社会中扮演着至关重要的角色, 为工业、商业和居民生活提供了不可或缺的能源支持。继电保护是确保电力系统的安全、稳定运行的关键, 而继电保护二次回路作为继电保护系统的核心组成部分, 其性能对电力系统的稳定性和安全性具有直接的影响。电力二次回路是保证电路安全稳定运行的基础, 但是在二次回路使用中不可避免地会出现故障, 此时使用二次线检测技术可快速锁定故障。为提高二次线检测水平, 通过总结分析二次回路特征、检测必要性, 并使用检测装置进行二次线检测, 明确检测装置使用方法, 从而提高二次线检测水平。

**[关键词]** 二次回路; 智能检测; 智能校线仪

DOI: 10.33142/hst.v6i10.10548

中图分类号: TM766

文献标识码: A

### Intelligent Detection Technology and Practical Application of Substation Secondary Lines

DU Mingcan, WANG Yingjie, LAN Yuhui

Bortala Power Supply Company of State Grid Xinjiang Electric Power Co., Ltd., Bortala Mongolian Autonomous Prefecture, Xinjiang, 833400, China

**Abstract:** The power system plays a crucial role in modern society, providing indispensable energy support for industry, commerce, and residential life. Relay protection is the key to ensuring the safe and stable operation of the power system, and the secondary circuit of relay protection, as a core component of the relay protection system, has a direct impact on the stability and safety of the power system. The secondary power circuit is the foundation for ensuring the safe and stable operation of the circuit, but faults are inevitable during the use of the secondary circuit. In this case, the use of secondary lines detection technology can quickly lock in faults. In order to improve the level of secondary lines detection, by summarizing and analyzing the characteristics of the secondary circuit, the necessity of detection, and using detection devices for secondary lines detection, the method of using detection devices is clarified, thereby improving the level of secondary lines detection.

**Keywords:** secondary circuit; intelligent detection; intelligent detection instrument

### 引言

电力系统的运行环境日益复杂, 面临着来自各种因素的挑战, 如负荷波动、电力质量问题和潜在的故障风险。为应对这些挑战, 传统的继电保护系统已经难以满足对系统安全性和可靠性的更高要求。基于此, 变电二次线智能检测技术应运而生, 通过引入先进的数据采集、信号处理和人工智能技术, 为继电保护系统赋予了更强大的监测、诊断和响应能力, 不仅有助于提高电力系统的智能化水平, 还能有效应对系统面临的复杂挑战, 为电力行业的可持续发展打下坚实基础。

### 1 电力系统继电保护二次回路概述

#### 1.1 继电保护二次回路的特征

继电保护二次回路非常繁琐, 不但有开关和测量, 还有信号系统等内容。各种电子元件和传感器组成, 用于监测电力系统中的电流、电压和其他关键参数, 传感器的选择和布局是特别重要的, 以确保对系统各部分的监测是全面而准确的。例如, 电流变压器和电压变压器的正确选择能够提供对电流和电压的高精度测量, 从而为继电保护提供可靠的输入数据。继电保护二次回路的构造还需要考虑

到环境条件和电力系统的特殊要求<sup>[1]</sup>。某些情况下, 需要防护罩或特殊材料以抵御恶劣的气象条件或其他外部因素的影响。从功能角度来看, 继电保护二次回路的任务主要包括监测电力系统中的异常条件, 并在检测到故障时迅速采取措施以隔离故障并保护系统设备。继电保护二次回路还要具备通信功能, 能够与其他系统部件进行实时通信, 以便在必要时进行协调动作。继电保护二次回路通过其精心设计的特征, 为电力系统提供了有效的保护机制, 确保在各种条件下系统能够安全、稳定地运行。

#### 1.2 继电保护二次回路的必要性

##### 1.2.1 继电保护装置须足够安全

继电保护装置在电力系统中的运行至关重要, 其安全性是确保电力系统正常运行和人员设备安全的关键因素之一。硬件设计需要保证继电保护装置在各种工作环境下都能稳定可靠地运行, 包括在高温、低温、高湿度或其他极端气象条件下的性能稳定性。抗干扰能力也是硬件设计中的重要考量, 以确保在电力系统中可能存在的电磁干扰或其他噪声影响下, 继电保护装置能够正常工作。软件逻辑的设计需要考虑到各种潜在故障情况, 并确保继电保护

装置对于异常情况的检测和响应是准确而迅速的。继电保护装置需要具备良好的自检和监控机制,能够定期检测自身硬件和软件的运行状态,有助于在出现问题时及时发现并采取措施修复,确保装置一直保持在最佳的工作状态。必须确保操作人员能够正确使用继电保护装置,并且在需要时能够迅速而安全地进行维护和修复。为此,可能需要提供详细的操作手册和培训计划,以确保人员具备足够的技能来应对各种情况。继电保护装置的安全性是一个复杂而综合的问题,需要在硬件设计、软件逻辑和人员培训等多个层面上进行全面考虑,以确保电力系统的安全和可靠运行。

### 1.2.2 具备超强服务性能

超强的服务性能包含了多个方面的要求。首先,继电保护装置需要能够实时、准确地监测电力系统中的各种参数。这就要求继电保护装置具备高精度的传感器和采样系统,能够对电流、电压等关键参数进行快速、可靠地测量,只有准确获取系统状态的数据,继电保护装置才能在发生故障时迅速做出正确的决策。其次,响应速度是超强服务性能的关键。继电保护装置必须能够在毫秒级别内对系统异常作出反应,以确保在故障发生时能够立即隔离受影响的区域,最大限度地减少电力系统的停运时间。另外,超强服务性能也要求继电保护装置具备灵活性和可配置性。电力系统的结构和运行条件可能因时而异,因此继电保护装置需要能够适应不同的工作场景和要求,包括灵活的配置参数、多种工作模式的支持以及对新技术的快速适应能力。最后,超强服务性能还要求继电保护装置具备良好的通信能力。它需要能够与其他系统组件、监控系统以及远程操作中心进行实时通信,以便共享信息、接收指令,并协调系统范围的操作。超强服务性能是继电保护装置必须具备的特征,它不仅关系到电力系统的稳定性和可靠性,也直接影响到电力供应的连续性和质量。

## 2 电力系统继电保护二次回路的优点

### 2.1 较高的安全性能

较高的安全性能是继电保护装置在电力系统中发挥有效作用的核心要素之一。继电保护装置的硬件设计必须高度可靠,要采用高质量的电子元件和传感器,以及结构坚固的外壳,以防止外部环境的不利影响。电力系统中可能存在的振动、湿度、温度等极端条件都需要考虑在内,以确保硬件在各种环境下都能够稳定运行<sup>[2]</sup>。采用先进的算法和逻辑,结合合适的故障检测机制,以确保在电力系统发生故障时能够迅速而可靠地做出正确的决策,隔离故障点,防止故障扩大影响。自检机制能够定期检测硬件和软件的运行状态,及时发现潜在问题并采取相应的修复措施,有助于防范可能的故障,并确保继电保护装置一直处于最佳工作状态。继电保护装置还需要具备较高的抗干扰和抗攻击能力,以防范可能的外部干扰和恶意攻击。

### 2.2 经济适宜

经济适宜性是继电保护装置设计和运行的另一个关键方面。继电保护装置的成本效益,包括硬件和软件的开

发成本、制造成本以及安装调试成本。在设计阶段,需要权衡性能和成本,以确保在提供必要保护的同时,不引入过多的不必要的开销。继电保护装置的维护费用也需要考虑在内,如定期维护、更新升级成本以及对可能发生故障的部件进行更换的费用。如果一个装置的投资能够降低电力系统的停运时间、提高设备利用率,或者减少因故障而引起的损失,那么这个投资就具备了良好的经济适宜性。随着技术的发展,经济适宜性还涉及到继电保护装置的可持续性,要确保在装置的寿命周期内,它能够适应电力系统的升级和变化,而不需要频繁更换。经济适宜性要求在设计、制造、运行和维护阶段综合考虑多个因素,以确保继电保护装置在提供有效保护的同时,最大限度地实现成本效益,为整个电力系统的可持续运行作出贡献。

### 2.3 可靠性好

可靠性好意味着装置在各种工作条件下能够持续稳定地执行其功能,以便快速而准确地检测和隔离电力系统中的故障。采用高质量、耐用的电子元件和传感器,以确保装置在长时间运行中不易出现硬件故障。此外,对于关键组件的冗余设计也是提高可靠性的有效手段,即使在某些组件发生故障时,装置仍然能够维持基本功能。采用完善的算法和逻辑,以应对不同类型的故障和异常情况,必要时,可以使用多重检测和决策,软件的可更新性也是提高可靠性的一环,允许在需要时进行升级和修复,以适应电力系统的变化。继电保护装置的可靠性还与其对外部环境和电力系统变化的适应能力有关,包括对温度、湿度、电磁干扰等因素的耐受性,以及对电力系统结构变化和升级的适应性。定期的维护工作、远程监控和自动故障检测都是确保继电保护装置可靠运行的手段,有助于在故障即将发生或已经发生时,能够及时发现并采取措施,最大程度地减小停运时间和损失<sup>[3]</sup>。继电保护装置在设计、制造和维护过程中,综合考虑硬件、软件和环境因素,以确保装置在其寿命周期内能够始终保持高度可靠性,为电力系统的正常运行提供持续的支持。

## 3 变电二次线智能检测技术的关键技术与方法

### 3.1 数据采集与传输技术

在变电二次线智能检测技术中,数据采集与传输技术是确保系统有效运行的基础。选择合适类型和规格的传感器是数据采集的首要任务,传感器的选择需综合考虑监测需求、环境条件和成本效益,布置传感器的位置也至关重要,以确保全面监测电力系统各个关键节点,获取准确的数据。选择适当的通信方式,如互联网通信、局域网通信,或者无线通信技术,需要考虑到数据传输的速率、稳定性和成本,采用可靠的数据传输协议,例如 MQTT、CoAP 等,有助于确保数据的安全和完整性。在电力系统中,及时获取数据对于快速识别并响应潜在问题至关重要。因此,数据采集和传输的系统应具备高度的实时性,确保数据在发生故障或异常情况时能够及时传递给智能检测系统。对于大规模电力系统,数据采集和传输需要考虑系统的可扩展性,要能够处理大量的数据流,同时保持高效的性能。采用加密通信、身份验证和访

问控制等安全措施,以确保数据传输的机密性和系统的防护性。数据采集与传输技术在变电二次线智能检测系统中扮演着关键角色,其设计需要全面考虑传感器选择、通信方式、实时性、可扩展性和安全性等因素,以确保系统能够高效稳定地运行,并为智能检测提供可靠的数据基础。

### 3.2 信号处理与分析技术

信号处理与分析技术在变电二次线智能检测系统中是至关重要的,它们通过对采集到的电力系统数据进行处理和分析,帮助系统深入了解系统状态、检测异常情况并做出及时的响应。由于电力系统中的数据容易受到各种噪声干扰,使用数字滤波器、小波变换等技术可以有效去除噪声,提高信号的质量,有助于确保从传感器获取的数据准确无误,为后续的分析提供可靠的基础。频域分析通过对信号进行傅里叶变换等处理,可以揭示系统中存在的频率成分,包括谐波等。时域分析则侧重于观察信号在时间轴上的变化,有助于识别系统中的瞬态现象。这两种分析方法相辅相成,能够全面了解电力系统的运行状况。通过使用数学工具和算法,系统可以自动提取电力系统信号中的重要特征,例如波形形状、频谱特性等。在电力系统中,数据量通常庞大,因此需要使用高效的算法和工具,以便在合理的时间内完成数据处理和分析。并行计算、分布式处理等技术在这一领域发挥着关键作用,确保系统能够处理大规模数据流。

### 3.3 人工智能在智能检测中的应用

人工智能(AI)在变电二次线智能检测中的应用具有革命性的意义,它不仅提高了系统的自主性和智能性,还使得对电力系统的监测和管理变得更为高效和精确。AI在机器学习通过对历史数据进行学习,机器学习算法能够建立起对电力系统正常运行和异常情况的模型。支持向量机(SVM)、决策树、随机森林等算法被广泛应用于电力系统状态的分类和识别,通过对算法参数的调优,系统能够更准确地捕捉电力系统中的模式,实现对异常情况的精准判断。深度学习模型,尤其是神经网络,能够处理大规模、高维度的数据,并自动提取特征,使得系统可以更好地适应电力系统的复杂性和变化性。机器学习和深度学习的结合,使得系统能够从数据中学到更为复杂的模式和规律,为电力系统中潜在的故障和异常提供了更为敏锐的检测手段,帮助系统更早地发现问题,提前进行干预和维修。人工智能还可以应用于故障诊断与预测,通过对历史数据和实时数据进行分析,系统可以预测潜在的故障风险,帮助运维人员制定更合理的维护计划,有助于减少系统的停运时间,提高电力系统的可靠性和稳定性。AI系统能够有效地处理电力系统中庞大的数据流,提高了系统的实时性和响应速度,并行计算、分布式处理等技术的应用,使得人工智能系统能够应对不断增长的数据需求,确保系统能够在复杂环境中高效运行。

## 4 变电二次线智能检测技术的实践应用

### 4.1 实验设计与数据采集

实验设计与数据采集需要精心设计实验方案以满足实验目的,并确保采集到的数据具有代表性和足够的信息

量。明确实验的目的包括对智能检测算法性能的评估、系统在不同工况下的稳定性测试,或是对系统对特定故障的响应能力的验证,有助于确定实验的具体内容和方案。在实验方案的设计中,还需要考虑到系统的配置和环境条件,包括确定所需的传感器类型与数量、实验设备的参数设置,以及模拟的电力系统负载和故障情境<sup>[4]</sup>。而电流传感器、电压传感器、温度传感器等的选择要根据实验目标和系统要求来确定,对传感器的布局也需要精心设计,以确保覆盖到电力系统中的关键节点。为了确保实验结果的可信度,数据采集的频率应该足够高,能够捕捉到系统运行中的瞬时变化。数据采集系统的稳定性和可靠性也是关键因素,以防止实验中或数据丢失。

### 4.2 数据处理与分析

数据处理与分析是变电二次线智能检测技术实践中的关键环节,通过对采集到的大量数据进行深入分析和处理,从中提取有用的信息、发现潜在问题、优化算法模型,为系统的性能提升提供指导。数据预处理和清洗是确保分析结果可信度的前提,包括去除数据中的噪声、处理异常值,以及对数据进行标准化或归一化,确保分析过程中不受到无效或误导性的数据影响,从而提高后续分析的准确性。频域分析和时域分析是常见的手段,前者用于揭示信号的频率成分,后者用于观察信号在时间轴上的变化。机器学习算法和深度学习模型也在数据分析中发挥关键作用,通过对历史数据的学习,系统能够识别模式、建立模型,从而对未知数据进行预测和分类。通过数学工具和算法,系统可以自动提取电力系统信号中的重要特征,例如波形形状、频谱特性等。通过直观的图表、曲线或可视化工具,将分析结果以清晰的方式呈现出来,有助于更好地理解系统的运行状态。

## 5 结语

变电二次线智能检测技术在电力系统领域的应用标志着科技进步和智能化管理的深度融合,智能检测技术的不断发展和应用为电力系统的智能化管理提供了新的思路和解决方案。希望未来能够有更多的研究和实践,推动该技术的进一步发展,为电力系统的安全、稳定、高效运行做出更大的贡献。

### [参考文献]

- [1]王明佳.浅析智能变电站的继电保护二次回路故障诊断问题[J].电子元器件与信息技术,2021,5(9):214-215.
  - [2]张良.基于电流互感器的二次回路故障智能检测方法[J].电气传动自动化,2021,43(5):49-52.
  - [3]卞凯鸣.智能变电站继电保护二次回路在线监测与故障诊断技术研究[J].电子测试,2021(20):98-99.
  - [4]孙吕祎,周丽芳,吴旻哲.变电站继电保护二次回路监测分析[J].集成电路应用,2021,38(12):238-239.
- 作者简介:杜明灿(1994.8—),毕业院校:湖北宜昌三峡电力职业学院,所学专业:继电保护及其自动化,当前就职单位:国网博尔塔拉供电公司,职务:变电二次检修班副班长,职称级别:助理工程师。