

电流互感器二次开路对保护装置影响的现场识别研究

房杰晨

国网能源哈密煤电有限公司花园电厂 新疆 哈密 839300

【摘要】：电流互感器在电力系统中起着至关重要的作用，尤其是对于保护装置的准确性和可靠性。二次回路开路是常见的故障之一，它会直接影响保护装置的工作，可能导致误动作或无法动作，进而威胁到电力系统的安全运行。本研究通过对电流互感器二次回路开路故障在现场环境中的识别，探索了故障识别方法与防护措施。重点分析了开路状态下对保护装置的具体影响，并提出了基于实时监测和诊断的改进措施。通过现场数据采集与模拟实验，验证了相关识别技术的有效性与实用性，为电力系统的安全保护提供了有力保障。

【关键词】：电流互感器；二次回路开路；保护装置；故障识别；电力系统

DOI:10.12417/2811-0722.26.03.015

引言

电力系统中的保护装置用于保障设备的安全运行，尤其是在出现电流异常时。电流互感器是其核心组成部分，用于实时采集电流信号并提供保护装置所需的数据。电流互感器二次回路开路现象，常常被忽视，导致保护装置失效或错误动作。现场识别这一问题成为保证电力系统安全运行的关键。通过对二次回路开路现象的识别与分析，可以提前发现潜在故障，避免电力系统事故的发生。本研究旨在探讨电流互感器二次回路开路对保护装置的影响，提出高效的现场识别方案，为电力系统提供更加可靠的保护机制。

1 电流互感器二次回路开路的常见故障类型

电流互感器二次回路开路故障在电力系统中属于一种常见且严重的电气故障。其主要表现为电流互感器的二次回路因线路断开或接触不良而无法形成闭合回路。此类故障的发生通常会导致保护装置无法准确地感知到系统中的电流变化，进而影响保护装置的正确动作，甚至使其完全失效。开路故障的类型较为复杂，涉及到多种因素，其中常见的是电流互感器的二次线断开、接线端子松动、插座接触不良等。二次回路开路会造成电流互感器无法向保护装置传递正确的电流信号，导致保护装置误动或不动，极大地影响了电力设备的安全性。

在实际应用中，电流互感器的二次回路开路通常发生在设备安装、维护或操作过程中，特别是在电气设备进行检修或变更时^[1]。如果在检修过程中没有完全断开电流互感器的二次回路，或者在重新连接时接触不良，容易导致开路故障的发生。随着电流互感器长期运行，二次回路的老化、绝缘破损或连接端子腐蚀等问题，也会成为导致开路故障的潜在原因。开路的

二次回路不仅无法正常工作，还可能带来电压过高、过载等电气隐患，严重时甚至会引发电气设备的损坏，甚至导致系统停运。

故障类型的多样性使得现场诊断及处理变得更加复杂。对于电流互感器的二次回路开路故障，传统的检查方法常常无法及时发现故障的存在，尤其是在负荷运行的情况下，电流互感器二次回路的故障不易被察觉。由于开路的电流互感器不再提供正确的电流信息，保护装置依赖的信号源断开，使得保护动作不再响应，从而失去了保护电力设备和防止设备故障的功能。

2 现场环境中电流互感器故障识别的技术方法

在现场环境中，电流互感器故障的识别需要结合多种技术方法，以确保能够及时发现并处理二次回路开路等故障。当前，常见的故障识别方法主要依赖于实时监测和诊断技术，这些方法通过对电流信号的监测、数据分析与比对，能够在一定程度上识别出电流互感器的异常状态。通过在电流互感器的二次回路中安装传感器，可以实时获取电流波形和电压波形数据，利用这些数据对系统进行在线监控。当电流互感器出现开路故障时，传感器将能够检测到电流波形的异常变化，并及时发出警告信号。

数字化保护装置的广泛应用也为电流互感器故障的识别提供了更强大的支持。数字化保护装置通过集成多种测量和监测功能，能够对电流互感器的工作状态进行精确的实时检测。它能够直接监测到二次回路的电流变化，并通过与设定值的对比，判断是否存在故障^[2]。当二次回路开路时，保护装置会检测到电流信号的消失或异常，从而触发报警或保护动作。数字化保护装置还能够通过自诊断功能对电流互感器进行检查，及

房杰晨，男，1999年生于陕西省，大学本科、工学学士，继电保护高级工，助理工程师，2021年毕业于新疆理工学院，同年就职于国网能源哈密煤电有限公司花园电厂，曾参与4×660MW火电厂集控运行工作，现负责发变组保护试验、变压器级开关保护试验、电气计量关口表计校验工作，电气工器具定期试验管理工作；主要参与风机电机、凝结水泵电机设备变频节能技术改造工作，负责660MW发电机及开关、变压器的试验、PLC控制器及继电保护检修等工作，负责高耗能电机设备的淘汰、节能技术升级等工作。

时发现由于老化、腐蚀等原因导致的接触不良或开路故障。借助红外成像技术,也可以对电流互感器的工作状态进行有效监测。红外成像技术通过检测设备表面温度变化,帮助识别可能存在的接触不良、过热等问题。开路故障常常伴随接触点的电阻增大,导致局部发热,通过红外成像能够发现电流互感器及其二次回路中的异常热点。这一技术能够对电力设备进行无损检测,不仅能及时发现电流互感器的故障,还能帮助判断故障的具体位置,进一步提高故障诊断的准确性。

另一种识别方法是通过智能算法对电流信号进行分析。通过对电流信号进行频谱分析、波形分析等,智能算法能够提取出故障特征。当电流互感器的二次回路出现开路时,电流信号的幅度、频率、波形都会发生异常变化,智能算法可以通过对比历史数据或正常状态下的数据,快速识别出故障类型和位置。结合大数据分析技术,还可以对电力系统的历史运行数据进行积累和学习,使得故障识别更加精准。通过这些先进的技术手段,现场环境中的电流互感器故障识别变得更加高效和精确。多种技术手段的结合,不仅能够及时发现电流互感器的故障,还能为后续的故障处理和修复提供科学依据,从而提高电力系统的安全性和可靠性。

3 电流互感器开路故障对保护装置功能的影响

电流互感器开路故障对保护装置的功能产生了显著的负面影响,尤其是在电力系统中,电流互感器作为保护装置的核心元件之一,承担着电流测量和故障检测的关键任务。当电流互感器二次回路发生开路故障时,二次侧无法提供准确的电流信息,保护装置因此失去了其工作所依赖的基本数据源。此时,保护装置可能无法检测到电流的异常波动,导致无法及时发出警报或采取保护措施,进一步加大了电力系统发生故障的风险。

电流互感器开路故障的最直接影响是保护装置的误动作或失效。当二次回路开路时,电流互感器不会产生正确的电流信号,这可能使保护装置认为电流处于正常范围,从而错误地判断系统无异常状态^[1]。某些保护装置的逻辑依赖于电流互感器的反馈信号,如果信号丢失或发生异常,保护装置可能会进入错误的保护模式,造成不必要的停运或错误启动。在电力系统中某一设备出现短路故障时,若电流互感器未能正常工作,保护装置无法感知到电流的剧烈波动,进而不能及时切除故障设备,导致事故蔓延或设备损坏。

除了误动作和失效,开路故障还会对保护装置的灵敏度造成影响。在一些需要高灵敏度操作的场合,电流互感器的开路故障使得保护装置不能准确感应到微弱的电流变化,导致未能及时启动保护功能。尤其是在系统负荷较低时,开路故障可能不会产生明显的电流变化,保护装置难以识别出潜在的故障。即使在开路故障发生后,部分保护装置也可能因为电流信号的失真,无法有效区分正常电流与故障电流之间的差异,增加了

系统出错的概率。

电流互感器开路故障可能导致保护装置的调试与测试困难。在设备检修或维护过程中,若未能及时发现电流互感器的开路故障,可能会导致系统测试数据失真,进一步影响保护装置的调校与验证,最终影响其长期稳定运行。电流互感器开路故障的存在不仅使得保护装置功能无法发挥,还可能对电力系统的维护和故障处理带来极大的不便。

4 优化电流互感器故障识别与保护策略的措施

电流互感器故障识别与保护策略的优化需要从技术手段和管理措施两方面进行深入探讨。为了确保电流互感器故障能够及时识别并采取有效的保护措施,首先应加强电流互感器的在线监测与实时诊断。通过在电流互感器的二次回路安装高精度传感器,可以实时获取电流波形和电压波形数据。基于这些数据,利用智能分析算法对电流信号进行异常检测,一旦出现开路、接触不良或其他故障,系统能够迅速识别并报警。采用这种方法能够显著提高故障的检测效率,减少由于故障隐蔽性导致的漏检风险。

为了更好地提高电流互感器故障的识别精度,数字化保护装置的引入发挥了重要作用。数字化保护装置能够对电流信号进行高频率采样,并对数据进行全面分析与处理。通过运用算法模型,结合电流波形的变化特征,装置可以判断是否发生了开路故障,进一步判断故障的类型和程度。数字化保护装置还具备自诊断功能,可以在设备运行时对电流互感器进行周期性检查,从而避免因维护不当或设备老化导致的故障。这一技术提升了电流互感器故障识别的准确性,并确保保护装置在系统发生故障时能够做出及时反应。

电流互感器开路故障发生后,保护策略的及时响应同样至关重要。在优化保护策略时,针对二次回路开路的特殊性,可以在保护装置中引入多重保护机制。在设置保护动作逻辑时,可以设置容忍度阈值,当检测到电流波形异常时,保护装置应立刻采取预警措施,并进入待命模式,直到故障得到确认^[4]。该策略不仅能防止因开路故障导致的误动作,还能够避免在电力系统正常运行时因小幅度波动触发过多的保护动作。

为了进一步提高故障识别与保护策略的可靠性,采用先进的监测技术,例如红外成像技术和振动监测技术,也能够为电流互感器的故障识别提供额外保障。通过红外成像技术检测设备的温度分布,可以及时发现因接触不良或电流不稳定引起的局部过热现象,帮助识别潜在的开路故障位置。同时,振动监测技术能够实时捕捉到设备运行中的微小变化,从而辅助判定电流互感器是否存在故障。综合运用这些技术手段,有助于形成一个多维度、全方位的电流互感器故障识别体系,提高电力系统的运行安全。

除了技术手段外,管理层面的优化同样不可忽视。加强电

流互感器的日常检查与维护是保证其正常运行的基础。定期对电流互感器进行检修与检测,并在运行过程中密切关注设备的健康状况,能够有效减少因设备老化、接触不良等问题引发的故障。操作人员需要提升故障诊断和处理的能力,通过培训和模拟演练,使其能够迅速识别并解决电流互感器故障问题,进一步确保电力系统的稳定性和安全性。

5 电流互感器二次回路开路故障的监测与防护系统实现

电流互感器二次回路开路故障的监测与防护系统需要依赖高效的检测和响应机制来确保电力系统的稳定运行。该系统的核心在于通过实时监控二次回路的状态,及时识别开路故障,并通过相应的防护措施进行快速响应。监测系统通常结合高精度传感器与智能分析技术,将电流互感器与保护装置的实时数据进行对接,从而实现对二次回路故障的动态跟踪。一旦检测到电流信号异常,系统可以立即发出警告,并启动保护装置的备用功能,确保电力设备不受损害。

监测系统的实现依赖于对电流互感器二次回路的全面感知。通过在二次回路中安装电流、电压、温度等多维度传感器,能够对回路状态进行全面监测。传感器将数据实时传输至中央处理单元,系统通过对电流波形、频率变化、温度分布等进行智能分析,快速判断是否存在开路故障。在二次回路开路时,电流信号会迅速发生剧烈变化,这种变化可以通过频谱分析和波形识别算法进行精确识别,并结合历史数据进行比对,准确定位故障发生的时间与位置^[5]。防护系统的设计应当具备快速

响应能力,以避免故障带来的损失。当监测系统识别到开路故障后,立即启动保护策略,关闭受影响的设备或断开故障回路,防止故障蔓延并引发更大规模的事故。与此同时,保护系统还应具备自动恢复功能,确保在故障消除后,电力系统能够快速恢复正常运行。这一过程中,保护装置需要与电流互感器和监测系统紧密协作,确保能够在最短时间内做出反应。

为了确保电流互感器二次回路开路故障监测系统的稳定性和准确性,系统还应具备自我诊断和自校准能力。在运行过程中,系统应能定期检查电流互感器及其二次回路的工作状态,检测潜在的故障隐患,并根据诊断结果进行系统优化或调整。这不仅能够提高系统的可靠性,还能有效降低因故障未被及时发现而造成的风险。通过多种监测手段的结合与防护策略的灵活应用,电流互感器二次回路开路故障的监测与防护系统能够有效提高电力系统的安全性与稳定性。其通过实时监测、智能分析和快速响应的综合作用,为电力系统提供了有力的保障。

6 结语

电流互感器二次回路开路故障对保护装置功能的影响及其监测与防护策略的研究为电力系统的安全提供了新的视角。通过高效的故障识别技术和完善的保护策略,能够有效预防由于开路故障带来的风险。随着技术手段的不断优化,电力系统的运行稳定性和设备保护能力将得到进一步提升,从而保障电力网络的长期安全与可靠运行。

参考文献:

- [1] 刘仕萍,伍栋文,黄乘坤,等.基于光纤温度传感器的电流互感器二次回路开路故障监测研究[J].传感技术学报,2025,38(12):2253-2258.
- [2] 徐拓.电流互感器二次回路常见问题及防范措施分析[J].光源与照明,2024,(04):165-167.
- [3] 罗焘,陈莹,刘芮含.电流互感器二次回路两点接地故障计量分析[J].电气技术与经济,2024,(03):113-115.
- [4] 王斌武,刘俭,张军.计量电流互感器二次回路在线监测技术研究[J].电子测量技术,2022,45(17):29-35.
- [5] 晁攸重,张良武,李运杰,等.电流互感器的安全运行分析[J].电子制作,2021,(22):91-92+76.