

互感器在电力系统中的应用及其故障处理策略分析

张 贺 于海波

许继电气股份有限公司互感器分公司 河南许昌 461000

摘 要: 在现代社会, 电力系统作为能源供应的核心, 其稳定运行至关重要。互感器作为电力系统中的关键设备, 广泛应用于测量、保护及监控等环节。电流互感器通过将大电流转换为小电流, 便于测量和保护装置的接入; 电压互感器则将高电压转换为低电压, 确保人员和设备的安全。然而, 互感器在运行过程中可能面临多种故障, 如电流互感器的二次开路 and 绝缘损坏故障, 以及电压互感器的熔断器熔断和内部故障等。针对这些故障, 需采取相应的处理策略, 包括紧急停运、检测修复等措施, 以保障电力系统的稳定运行。本研究旨在分析互感器的应用及故障处理策略, 为电力系统的安全运行提供理论支持和技术保障。

关键词: 电力互感器; 应用; 故障处理策略

引言

电力系统作为现代社会能源供应的核心, 其稳定运行对国民经济和人民生活具有不可替代的重要作用。在电力系统的各个环节中, 互感器作为一种关键的电气设备, 承担着电流和电压信号转换的重要功能, 为电力系统的测量、保护及监控提供了必要的技术支持。然而, 随着电力系统规模的扩大和复杂性的增加, 互感器在运行过程中不可避免地会面临各种故障风险, 这些故障若未能及时处理, 可能引发严重的电力系统事故。因此, 深入研究互感器在电力系统中的实际应用及其常见故障的处理策略, 对于提高电力系统的运行稳定性与安全性具有重要意义。本文将围绕互感器的应用现状展开分析, 并探讨其常见故障类型及相应的处理措施, 以期为电力系统的优化运行提供理论参考和技术支持。

一、互感器在电力系统中的应用

(一) 电流互感器的应用

电流互感器通过电磁感应原理, 将一次侧的大电流按照一定比例转换为二次侧的小电流, 从而实现对高压电网中电流信号的精确测量与监控。这种转换不仅降低了测量仪表的制造难度, 还显著提升了操作人员的安全性。在电力系统的测量环节中, 电流互感器为电能表、电流表等设备提供标准化的电流信号, 确保计量精度和

数据的可靠性。此外, 在继电保护系统中, 电流互感器能够实时监测线路电流的变化, 当发生短路或过载时, 迅速向保护装置传递信号, 触发跳闸机制以保护电力设备免受过流损害。同时, 电流互感器在电力系统的监控领域也发挥着重要作用, 通过与智能监控系统集成, 可以动态跟踪电流趋势, 为电网调度和故障诊断提供关键数据支持。

(二) 电压互感器的应用

电压互感器的核心功能是将高电压按比例转换为低电压, 以便测量仪表和保护装置能够安全、准确地获取电压信号。在电压监测方面, 电压互感器为电力系统的运行状态提供了实时数据, 帮助运维人员及时发现电压异常并采取相应措施。在电能计量领域, 电压互感器与电流互感器配合使用, 为电能表提供必要的电压信号, 从而确保电能计量的精确性。此外, 在继电保护系统中, 电压互感器的作用同样不可或缺。它通过将高电压降至安全范围, 使保护装置能够对电压信号进行可靠测量和判断, 从而在系统出现故障时迅速动作, 防止故障范围扩大。例如, 当电网发生接地故障时, 电压互感器能够检测到零序电压的变化, 并将信号传递给保护装置, 触发报警或跳闸操作, 有效保障电力系统的稳定运行。

二、电力系统互感器的常见故障类型

(一) 电流互感器故障

1. 二次开路故障

电流互感器二次开路是电力系统中较为严重的故障

作者简介: 张贺 (1987.04—), 男, 汉族, 河南周口, 中级工程师, 本科, 研究方向: 交流、直流互感器。

之一，其发生原因主要包括接线端子松动、回路断线以及外部环境因素导致的绝缘破坏等。当二次回路开路时，一次电流全部转化为磁化电流，引起磁通密度急剧增加，从而导致二次侧电压异常升高，可能危及人身安全和设备完整性。此外，过度饱和的磁化过程还会在铁芯中产生剩磁，降低电流互感器的测量精度，进而影响保护装置的正常运行。因此，及时识别并处理二次开路故障对于保障电力系统的稳定运行至关重要。

2. 绝缘损坏故障

电流互感器的绝缘损坏主要由材料老化、受潮以及长期运行过程中的热应力积累等因素引起。绝缘损坏不仅会导致信号传输失真，还可能引发短路或接地故障，严重影响电力系统的安全运行。特别是在高湿度或恶劣环境下，绝缘性能下降的速度会进一步加快，增加了故障发生的概率。因此，定期检测电流互感器的绝缘状态，并采取有效的防护措施，如更换老化绝缘材料或加强防潮处理，是预防此类故障的重要手段。

(二) 电压互感器故障

1. 熔断器熔断故障

电压互感器一、二次熔断器熔断通常由短路、过载或系统暂态过电压等异常工况引起。熔断器的频繁熔断不仅会影响电压测量的准确性，还可能导致保护装置误动作或拒动作，从而削弱电力系统的可靠性。在处理熔断器熔断故障时，需全面检查回路是否存在短路点或过载情况，并确保所选熔断器的额定参数与实际工况相匹配，以避免类似问题再次发生。

2. 内部故障

电压互感器的内部故障主要包括铁芯过热、绕组短路以及绝缘击穿等问题，这些故障往往伴随着放电现象、外壳漏油或烧焦气味等明显特征。铁芯过热可能是由于磁通密度过高或铁芯材料质量不佳所致，而绕组短路则通常与绝缘老化或制造缺陷有关。内部故障不仅会影响电压互感器的正常工作，还可能对相邻设备造成损害，甚至引发更广泛的电力系统故障。因此，通过定期监测电气参数并结合先进的诊断技术，可以及早发现并消除潜在隐患，从而保障电力系统的安全稳定运行。

三、互感器故障处理策略

(一) 电流互感器故障处理

1. 二次开路故障处理

当发现电流互感器二次开路时，必须立即采取紧急措施以防止事故扩大。首先，应迅速停止相关设备的运

行，切断电源，确保人员和设备的安全。其次，需对二次回路进行全面检查，查找开路点的具体位置。常见的开路原因包括接线端子松动、回路断线或接触不良等。在找到开路点后，应及时修复并重新连接，确保二次回路牢固可靠。此外，在处理过程中应注意使用绝缘工具，避免因操作不当引发触电事故。完成修复后，需对电流互感器进行必要的测试和校验，确保其性能恢复正常后方可重新投入运行。

2. 绝缘损坏故障处理

针对电流互感器绝缘损坏的问题，需采取科学的检测方法和有效的修复措施。首先，可通过绝缘电阻测试、介质损耗因数测量等手段，评估绝缘材料的老化程度和受潮情况。一旦发现绝缘性能下降，应及时更换损坏的绝缘材料，并加强防潮措施，如在互感器内部安装干燥剂或改善密封结构。此外，定期对电流互感器进行绝缘维护也是预防绝缘损坏的重要手段。通过定期检查、清洁和防潮处理，可以有效延长互感器的使用寿命，保障电力系统的稳定运行。

(二) 电压互感器故障处理

1. 熔断器熔断故障处理

处理电压互感器熔断器熔断故障时，需遵循一定的流程以确保操作的安全性和有效性。首先，应检查熔断器熔断的具体原因，常见原因包括短路、过载或熔断器选型不当等。在排除故障原因后，需选择合适的熔断器进行更换，确保其额定电流和电压参数符合实际运行要求。更换熔断器时，应注意操作规范，避免因接触不良引发新的故障。同时，还需对电压互感器的二次回路进行全面检查，确保没有其他潜在隐患。完成处理后，应对电压互感器进行试运行，监测其输出电压是否正常，以确保故障得到彻底解决。

2. 内部故障处理

电压互感器内部故障的诊断和处理较为复杂，需通过检测电气参数来判断故障的具体位置。例如，可通过测量绕组的直流电阻、绝缘电阻以及变比等参数，分析是否存在铁芯过热、绕组短路或绝缘击穿等问题。一旦确定故障位置，应根据实际情况采取相应的维修或更换策略。对于轻微故障，如局部绕组短路，可通过修复或更换受损部件来恢复其功能；而对于严重故障，如铁芯烧毁或整体绝缘失效，则需考虑更换整个电压互感器。在处理过程中，应严格遵守安全操作规程，确保工作人员和设备的安全。

结论

互感器作为电力系统中不可或缺的关键设备，承担着将高电压、大电流按比例转换为标准低电压、小电流的重要职能，是实现电能计量、继电保护、自动化监控和系统分析的基础元件。无论是电流互感器（CT）还是电压互感器（TV），其运行的可靠性与准确性直接关系到电力系统的安全稳定运行、电能计量的公平公正以及保护装置的正确动作。随着智能电网和数字化变电站的快速发展，互感器的技术形态也在不断演进，从传统的电磁式向电子式、光电式、光纤式等新型传感器发展，进一步提升了测量精度、响应速度和抗干扰能力。在实际运行中，互感器受材料老化、绝缘劣化、环境变化、操作不当等多重因素影响，易发生各类故障。如电流互感器二次开路引发的高电压危险、局部放电导致的绝缘击穿、绕组过热冒烟等；电压互感器则常见高压或低压熔断器熔断、二次回路断线或短路、铁磁谐振、悬浮电位放电等问题。这些故障不仅会导致测量数据失真，还可能引发保护误动或拒动，严重时甚至造成设备损坏和系统事故。因此，建立科学、系统的故障处理策略至关重要。一方面，应坚持“预防为主、防治结合”的原则，加强日常巡检、定期开展绝缘电阻测试、介质损耗测量、伏安特性试验等预防性试验，及时发现潜在隐患。另一方面，一旦发生故障，需根据故障现象快速判断故障类

型，遵循“先外后内、先二次后一次”的排查原则，利用万用表、绝缘电阻表等工具进行回路通断与绝缘检测，紧固端子、更换熔断器、修复接触不良点，必要时对设备进行解体检查或整体更换。在处理过程中，必须严格遵守安全规程，确保人身与设备安全。

参考文献

- [1] 郑广森. 电力系统中电气二次回路常见故障及防范分析[J]. 通信电源技术, 2021, 38(10): 131-133.
- [2] 周鹏飞. 变电站一次设备安全运行及故障解决措施[J]. 电力设备管理, 2022, (23): 291-293.
- [3] 赵怀弟. 电能计量装置故障处理方法[J]. 技术与市场, 2022, 29(4): 123-124.
- [4] 万伟群. 电力系统变电运行中常见故障类型及对策[J]. 电子乐园, 2019, (13): 392-392.
- [5] 徐波. 电气工程中的故障与应对措施分析[J]. 中国设备工程, 2024, (6): 176-178.
- [6] 徐盛; 温积群. 电力设备故障维修与预防技术研究[J]. 中国设备工程, 2022, (20): 87-89.
- [7] 万振刚. 浅议电力系统互感器的安全运行及故障处理[J]. 中国新技术新产品, 2013, (7): 126-126.
- [8] 徐小豪. 继电保护系统故障诊断技术研究[J]. 电力系统装备, 2023, (6): 105-106.