

变电一次设备中的故障检测与维护分析

闫林冲 马彪 艾孜买提·努尔

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]随着能源需求的不断增长和电力系统的扩展, 电力一次设备的数量和复杂性逐渐提升, 及时发现并解决潜在故障问题成为一项迫切的任务。传统的维护方式已经难以适应这一挑战, 需要引入先进的故障检测技术和科学的维护策略。深入研究电力一次设备的故障类型、检测方法以及维护策略, 通过更加智能、精准的手段, 确保电力系统的高效运行和可持续发展。

[关键词] 电力一次设备; 故障检测; 维护分析

DOI: 10.33142/hst.v6i10.10541

中图分类号: TM8

文献标识码: A

Fault Detection and Maintenance Analysis in Primary Substation Equipment

YAN Linchong, MA Biao, AIZIMAITI Nuer

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

Abstract: With the continuous growth of energy demand and the expansion of power systems, the number and complexity of primary power equipment are gradually increasing. Timely detection and resolution of potential fault problems have become an urgent task. Traditional maintenance methods are no longer able to adapt to this challenge, and advanced fault detection technology and scientific maintenance strategies need to be introduced. Thoroughly study the types of faults, detection methods, and maintenance strategies of primary power equipment, and ensure the efficient operation and sustainable development of the power system through more intelligent and accurate means.

Keywords: primary power equipment; fault detection; maintenance analysis

引言

电力一次设备在现代电力系统中扮演着至关重要的角色, 它们直接关系到电能的传输、分配以及系统的稳定性。由于电力系统运行环境的复杂性, 这些设备往往面临各种潜在的故障风险, 可能导致设备损坏、系统停机, 甚至对电力供应造成不可逆的影响, 对电力一次设备的故障检测与维护显得尤为关键。

1 变电一次设备概述

变电一次设备是电力系统中的重要组成部分, 主要用于升降电压、分配电流和传输电能, 作用是将发电厂产生的高压电能通过变压器升压后, 经过断路器、隔离开关等设备进行分配, 最终送达各个用电终端。变电一次设备包括变压器、断路器、隔离开关、电流互感器、电压互感器等多种设备, 它们协同工作, 确保电能输送过程中稳定、高效地运行^[1]。变电一次设备的可靠性和稳定性对整个电力系统的正常运行至关重要, 在电力传输过程中, 这些设备承担着电能升压、分配和隔离的任务, 因此其性能直接影响到电力系统的安全性和可靠性。随着电力系统的不断发展, 变电一次设备在提高传输效率、降低能耗以及适应新能源并网等方面发挥着关键的作用。

2 变电一次设备中的故障类型

2.1 变压器故障

变压器是电力系统中的关键设备, 用于升降电压, 实

现电能的有效传输。然而, 变压器可能面临多种故障, 其中一些可能对电力系统的稳定性和可靠性产生严重影响。短路是变压器常见的故障之一, 可能发生在绕组之间, 导致电流异常增加。短路可能由于内部绝缘故障、导体断裂或外部电气故障引起, 这种故障可能导致变压器局部过热、设备受损, 甚至引发火灾。另一个常见的变压器故障是绝缘老化, 可能由于长时间的运行、高温、潮湿等因素导致, 绝缘老化可能导致绝缘击穿, 使得变压器失去正常的绝缘功能, 不仅影响设备的安全性, 还可能引发其他故障, 如短路。变压器的维护中, 定期的油质检测是至关重要的, 变压器油不仅作为绝缘介质使用, 还具有冷却和灭弧等功能, 油质的恶化可能是变压器故障的前兆, 通过监测油中溶解气体和其他污染物的浓度, 可以及早发现潜在问题, 采取维护措施。在实际运行中, 变压器故障往往会受到电力系统的负荷和环境因素的影响。因此, 及时的故障检测、维护和合理的运行管理对于确保变压器的可靠性和安全性至关重要。

2.2 断路器故障

断路器作为电力系统中的关键设备, 承担着控制电路的开闭以及保护电气设备的重要角色, 断路器也可能面临各种故障, 这些故障可能影响到电力系统的正常运行和设备的安全性。一种常见的断路器故障是触头接触不良, 触头是断路器中关键的工作部件, 负责在断开和闭合状态下

保持可靠的电气连接,当触头接触不良时,可能导致电流通过时的电弧不稳定,影响断路器的正常操作,甚至引发设备损坏。另一种常见的故障是弹簧机构故障,断路器的弹簧机构用于在断开电路时提供必要的力量,确保触头能够迅速而可靠地分离,如果弹簧机构出现故障,可能导致断路器动作不准确,影响保护装置的灵敏性。除此之外,断路器还可能面临外部因素引起的故障,比如污秽、潮湿、异物进入等,这些因素可能导致断路器的绝缘性能下降,引发漏电、击穿等问题,从而影响电力系统的安全性。为了确保断路器的可靠性,定期的维护和检测工作显得尤为重要。这包括对触头、弹簧机构的定期检查与维护,清除污秽和异物,以及使用先进的监测技术,如红外热像仪等,进行及时的故障诊断,通过这些维护措施,可以提高断路器的寿命,确保其在电力系统中的正常、安全运行。

2.3 隔离开关故障

隔离开关在电力系统中起着重要的隔离和控制作用,用于将设备或电路从电力系统中隔离,便于进行维护、检修或在紧急情况下切断电流,隔离开关也可能面临各种故障,影响电力系统的可靠性和安全性。一种常见的隔离开关故障是触点焊死,触点焊死可能由于长时间不操作、污染或设备老化引起,焊死的触点会导致开关无法正常断开,影响电路的隔离性能。为防止触点焊死,定期地运行检查和清理是必要的。另一个可能的故障是机械部件损坏,开关的机械部件,如齿轮、传动装置等,可能因为受力过大、缺乏润滑或制造缺陷而损坏,机械部件的损坏可能导致开关无法正常操作,影响系统的可控性。此外,隔离开关还可能遭遇接地故障,接地故障可能由于设备绝缘损坏、异物侵入或安装不当引起,接地故障可能导致设备失去隔离能力,增加电气设备和人员的安全风险。为了预防隔离开关故障,定期地检测、维护和清理是至关重要的。采用先进的监测技术,如红外热像仪,可以有效地检测开关运行时的异常热量,提前发现潜在问题。此外,合理地操作和维护手册,以及培训操作人员,也是确保隔离开关正常运行的重要因素。

2.4 过载与过压故障

过载与过压是变电一次设备中常见的故障类型,可能对电力系统的正常运行产生不良影响。过载是指电流超过设备额定容量的情况,这可能由于负荷突然增加、设备故障或设计不当引起,过载可能导致设备过热、电缆损坏,甚至引发设备的短路,为防止过载,通常需要通过合理的负荷管理、设备升级或添加保护装置等手段来确保设备在额定工作范围内运行。过压是指电压超过设备的额定值的情况,过压可能由于电网波动、突发事件或设备故障引起,过压可能导致设备绝缘击穿、电子元件损坏,对电力系统的可靠性造成威胁,使用合适的电压稳定装置、过压保护器等设备可以有效降低过压引发的故障风险。定期的设备

检测和维护,以及采用先进的保护装置和监测系统,能够帮助及早发现潜在问题。此外,电力系统的设计和规划也应考虑未来负荷增长和电压波动的情况,以确保设备在各种工况下都能稳定运行。

3 故障检测方法

3.1 视觉检查

视觉检查是电力设备故障检测中的一项基础且重要的手段,通过直接观察设备外观、连接和运行状态,可以及时发现可见的异常迹象,为设备的正常运行提供重要的保障。在进行视觉检查时,首先要仔细观察设备外部的表面和连接部分,检查设备是否有明显的损坏、变形、腐蚀或异物堆积等情况,包括设备的绝缘层、外壳、连接器等部分,任何异常都可能是潜在故障的迹象。检查设备是否有异常的振动、噪音或不正常的温升,这可能暗示设备内部存在机械故障、电气故障或过载等问题,特别是对于高温设备,如变压器,通过红外热像仪检测设备的温度分布,可以提前发现潜在的故障点。视觉检查还包括检查设备的操作机构,如隔离开关、断路器的操作部分,确保这些机构的运行是否流畅、稳定,操作是否符合正常要求,以避免由于操作不当导致的故障。通过视觉检查,操作人员可以快速了解设备的整体状况,发现并排除一些常见的表面问题。然而,需要注意的是,视觉检查主要适用于能够被肉眼观察到的问题,一些潜在的内部故障可能需要结合其他检测手段,如检测工具和传感器的应用,来进行全面的故障诊断。

3.2 检测工具与设备

检测工具与设备在电力设备故障检测中发挥着关键的作用,它们通过精密的测量和监测,提供了对设备内部状态的详尽信息,有助于及早发现潜在故障并采取相应的维修措施。红外热像仪是一种重要的检测工具,通过记录设备表面的红外辐射图像,可以准确地测量设备不同区域的温度分布,对于早期发现设备的电气和机械故障、热点问题非常有帮助。例如,在变压器中,异常的温度分布可能暗示着内部绝缘问题或电流过载,通过红外热像仪可以及时发现这些异常。振动分析仪是用于检测设备振动状况的工具,尤其对于旋转设备如电机、发电机等的故障监测非常有效,异常的振动模式可以指示设备的机械问题,如轴承磨损、不平衡、对中等问题,有助于提前预警并进行必要的维护。电能质量分析仪是一种用于监测电能质量的工具,它可以检测电流和电压波形,识别电网中的谐波、电压暂降、电压暂增等问题,电能质量问题可能导致设备性能下降、故障频发,因此通过电能质量分析仪的监测,可以帮助发现并解决潜在的电能质量问题。除了这些工具外,智能传感器可以实时监测设备的状态,通过数据采集和分析,提供更为准确的设备健康状态信息,有助于实现预测性维护,降低设备故障风险。

3.3 智能传感器的应用

智能传感器的广泛应用在电力设备监测领域推动了电力系统的数字化转型,先进的传感器通过实时、准确地采集大量数据,为电力设备提供了更全面的监测和控制能力。传感器能够监测各种关键参数,包括电流、电压、温度、湿度等,通过即时收集这些数据,智能传感器为运维人员提供了全面的设备健康状况的实时洞察,这种实时性的数据反馈有助于迅速发现潜在问题,提高对电力设备运行状态的敏感性。通过对历史数据的分析和机器学习算法的应用,系统可以预测设备的潜在故障,并提前通知运维人员采取必要的维修措施,这种预测性的维护策略不仅降低了突发故障的风险,还最大程度地减少了停机时间,提高了设备的可用性^[2]。传感器采集的数据可以通过互联网传输至中央监控中心,使运维人员能够随时随地远程监测设备状态,这种远程监控功能在大型电力系统中尤为重要,能够快速响应和处理各类异常情况,提高了整个系统的响应速度和可控性。

4 维护策略与周期性维护

4.1 预防性维护

预防性维护是电力设备管理中的一项关键策略,通过定期的检查、保养和替换工作,预防潜在故障的发生,提高设备的可靠性和性能,这种维护方式强调在设备出现实际故障之前采取措施,以减少突发故障对系统运行的不利影响。运维人员通过定期巡检设备外观和内部结构,检查各个关键部件的状态,清理可能影响设备正常运行的污垢和异物,这有助于消除设备表面和内部的潜在故障源,保持设备的良好状态。设备在长时间运行后,一些关键部件可能会出现磨损、老化等问题,通过定期更换这些易损部件,可以防止它们达到失效的程度,延长设备的寿命,减少因部件故障引起的停机时间。对于一些需要定期调校的设备,如保护装置、控制系统等,运维人员需要定期检查其性能,进行必要的调整,确保其在各种工况下都能正常运行。

4.2 定期性维护

定期性维护是电力设备管理中的一项重要策略,通过有计划的、定期的维护活动,保障设备在运行过程中始终处于良好的工作状态,降低潜在故障的风险,延长设备的寿命。设备的机械部件包括齿轮、轴承、传动装置等机械结构,运维人员需要定期检查它们的润滑情况、磨损状况,并进行必要的润滑和更换工作,有助于防止由于机械故障引发的设备停机和性能下降。检查电气元件、电缆连接、绝缘状况等,确保电气系统的正常运行,有助于避免由于电气故障引起的设备损坏和电力系统的不稳定。对于一些关键的电力设备,如保护装置、测量仪表等,需要定期进行性能测试,确保其在各种工况下都能正常工作,同时,

对设备进行定期的校准,保证其测量和控制的准确性^[3]。最后,定期性维护还包括对设备的整体性能评估,需要对设备的历史运行数据进行分析,评估其性能趋势,判断设备是否需要更新、升级或更换,这种维护方式有助于实现设备的合理使用寿命规划和资产管理。

4.3 应急维护

应急维护是电力设备管理中的一项紧急而重要的维护方式,主要面向突发性故障和紧急情况,目的是在设备发生严重问题或突发事件时,迅速采取措施以最小化损失、保障设备安全运行。在发现设备出现严重故障或安全威胁时,必要时需要立即停机,避免故障对整个电力系统造成更严重的影响,紧急停机程序应该是事先制定好并熟知的,以确保操作人员能够在最短时间内采取正确的停机步骤。应急维护需要迅速部署专业维修人员和必要的工具设备,对发生故障的设备进行紧急检修和维修。目标是尽快恢复设备的正常运行,减少停机时间。应急维护还需要与相关部门和团队进行紧密合作,包括与电力系统运维人员、安全人员、应急救援队伍等协同工作,共同应对紧急情况,协同合作有助于充分利用各方资源,更加迅速和有力地应对突发事件。应急维护结束后,对整个事件进行详细的事后分析,总结经验教训,找出导致故障的原因,并提出改进建议。这有助于完善应急预案,提高对类似情况的应对能力。

5 结语

在电力一次设备的故障检测与维护分析中,我们深入探讨了变电一次设备的概述、常见故障类型、故障检测方法、维护策略等多个方面。通过对变压器、断路器、隔离开关等关键设备的故障类型进行分析,我们强调了对于电力系统稳定运行的重要性。维护电力设备不仅仅是一项技术任务,更是对电力系统安全、稳定运行的责任担当,通过科学合理的维护策略和先进的监测技术,我们能够最大化地确保电力设备的可靠性,提高电力系统的安全性和稳定性,为社会的电力供应做出更为可持续、高效的贡献。在不断发展的电力领域,持续改进和学习是确保电力系统持久稳定运行的关键。

[参考文献]

- [1] 万杰枫. 变电一次设备中的故障检测与维护分析[J]. 电子技术, 2023, 52(3): 364-365.
 - [2] 沈睿. 变电系统一次设备的故障与应对措施分析[J]. 集成电路应用, 2022, 39(9): 278-279.
 - [3] 孙文选. 变电一次设备故障检测及检修的探讨[J]. 科技创新与应用, 2021, 11(26): 67-69.
- 作者简介: 闫林冲(1994.11—), 毕业院校: 西安电力高等专科学校, 所学专业: 发电厂及电力系统, 当前就职单位: 国网博尔塔拉供电公司, 职务: 变电一次检修班长, 职称级别: 助理工程师。