

## 电力系统变电一次设备状态检修技术

艾孜买提·努尔 闫林冲 马彪

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]** 变电站运行检修人员只有熟练使用变电站日常检修所涉及的所有设备, 才能不断加强变电站本身的工作效率。当前变电站中的运维设备种类与数量繁多, 运维人员若无法牢记设备的名称和种类, 会使运维工作无法正常进行, 容易导致安全事故的发生, 甚至会对人们的生命财产与企业的经济效益造成威胁与影响。基于此, 文章探讨电力系统变电一次设备状态检修技术, 着眼于提高检修工作的质量和效率, 确保电力系统能够持续稳定运行。

**[关键词]** 电力系统; 变电一次设备; 设备状态; 检修技术

DOI: 10.33142/hst.v6i10.10546

中图分类号: TM7

文献标识码: A

### State Maintenance Technology for Primary Equipment in Power System Substations

AIZIMAITI Nuer, YAN Linchong, MA Biao

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

**Abstract:** Only by proficiently using all the equipment involved in daily maintenance of substations can the operation and maintenance personnel of substations continuously enhance their work efficiency. There are many types and quantities of operation and maintenance equipment in current substations. If operation and maintenance personnel cannot remember the name and type of equipment, it will make operation and maintenance work unable to proceed normally, easily leading to safety accidents, and even posing a threat and impact on people's lives, property, and the economic benefits of enterprises. Based on this, the article explores the status maintenance technology of primary equipment in power system substations, focusing on improving the quality and efficiency of maintenance work, and ensuring the continuous and stable operation of the power system.

**Keywords:** power system; substitution primary equipment; equipment status; maintenance technology

#### 引言

在过去的几十年中, 电力系统的检修工作一直在不断演进, 从最初的纸质记录到数字化的设备监测和智能化的维护系统。然而, 随着电力系统的复杂性不断增加, 新技术的涌现, 出现的也是更为复杂的挑战, 需要不断优化和创新检修技术, 以适应快速变化的电力环境。

#### 1 开展变电一次设备检修工作的作用

进行变电一次设备检修工作对于电力系统的可靠性、安全性和长期稳定运行至关重要。①通过定期的检修工作, 能够及时发现设备的潜在问题和隐患, 对受损或老化的部件进行更换和修复。②变电一次设备的定期检修属于预防性维护的范畴, 通过在设备正常运行期间进行定期检修, 可以防止设备的过早失效, 减少紧急维修和替换的需求, 有助于降低运营成本, 提高电力系统的经济效益。③一次设备是电力系统的核心组成部分, 对其安全性的保障至关重要。检修工作可以及时发现设备的潜在安全隐患, 如电气连接问题、绝缘破损等, 并采取相应的安全措施。④定期检修不仅仅是对设备状态的简单检查, 还包括对设备性能的深入评估, 通过优化设备参数、更新陈旧部件和采用先进技术, 可以提高设备的整体性能。这有助于设备更好地适应电力系统的变化, 满足日益增长的电力需求。⑤

定期检修有助于延长一次设备的寿命, 通过及时的维护和保养, 防止设备过早老化和损耗, 可以保障设备更长时间的正常运行。⑥通过对一次设备进行全面检修, 整个电力系统的运行效率将得到提升, 减少设备故障和停机时间, 提高设备的可用性, 有助于确保电力系统稳定供电, 满足用户需求, 提升整体运行效率。

#### 2 一次设备检修的主要内容

##### 2.1 设备运行状态的预测和判断

设备运行状态的预测和判断是一次设备检修过程中的关键阶段。在进行一次设备检修之前, 进行设备运行状态的预测至关重要, 包括对设备的运行记录进行仔细分析, 回顾历史维修记录以及考虑设备的年限和使用情况。例如, 设备可能会因长时间运行而导致磨损、老化或因特殊工况引起异常。设备运行状态的判断需要综合考虑多方面的因素, 包括设备的实际运行参数、传感器采集的数据, 以及与设备设计规范相比较的结果<sup>[1]</sup>。先进的技术工具和监测设备是很重要的, 使用振动分析、红外热像技术、电气参数监测等现代工具, 可以提供更准确的数据和更深入的设备状态评估。通过对历史数据和实时数据的分析, 可以建立设备运行的模型, 识别出潜在的趋势和异常。

## 2.2 状态检测

### 2.2.1 离线检测

离线检测是一次设备检修过程中的重要步骤,目标是获取更深层次的信息,以便全面了解设备的状况,预防性地解决潜在问题,提高设备的可靠性和性能。工作人员会对设备进行分解,检查各个部件,清除可能存在的灰尘、污垢和其他杂质,有助于观察设备内部的具体状况,检测是否有磨损、腐蚀或其他损伤。在设备拆解的基础上,使用各种测量仪器对部件的尺寸、电气参数、机械性能等进行详细测量。同时,进行必要的试验,以验证设备在负荷条件下的性能。通过测量和测试设备的绝缘电阻、介电强度等参数,可以判断绝缘是否正常,是否需要采取进一步的绝缘措施。技术人员要细致地记录每一个步骤的结果,包括测量数据、观察到的问题和推荐的维修方案。

### 2.2.2 在线检测

在线检测通过在设备运行状态下实时监测和采集数据,旨在发现潜在问题、提前预警,并为设备的维护和维修提供实时的反馈信息。在线检测利用各种传感器和监测设备,实时采集设备运行时的数据,包括电气参数(电流、电压)、振动、温度、湿度等多个方面的信息。电流和电压的监测可以帮助评估电气系统的运行状况,振动监测可用于检测机械部件的异常,而温度和湿度的监测则有助于发现可能的绝缘问题或环境因素对设备的影响。通过实时监测,系统管理员可以获得设备运行状况的动态变化,及时发现异常情况,并进行迅速响应。在振动分析方面,通过监测设备振动的频率、幅值和相位等参数,可以识别机械部件的健康状况。异常的振动模式可能表明轴承磨损、不平衡或机械故障,这些问题可能会在早期得到发现,避免了严重故障的发生。通过建立模型、采用算法,对实时数据进行分析 and 处理,系统可以自动识别异常模式、进行故障预测,并生成警报。

### 2.2.3 解体处理

解体处理是一次设备检修的关键环节,主要是对设备中出现严重损坏、无法修复或超过寿命的部件进行拆解和处理。工作人员会根据检测结果和设备状况,有序地拆卸设备的受损部件。这可能涉及到拆卸电气元件、机械传动系统或其他关键部件,清理去除灰尘、油污、腐蚀物等,以确保部件表面干净<sup>[2]</sup>。对于无法修复的部件,解体处理还包括废弃物的处理和环保措施。解体处理阶段需要严格遵守安全规程,确保操作人员和设备都处于安全状态。同时,记录整个解体处理的过程,包括拆解步骤、清理和检查的结果以及废弃物的处理情况。

## 2.3 故障判断

故障判断是一次设备检修的核心环节,其目的是在进行全面的状态检测后,准确分析检测数据、比对设备的预定工作参数和规范,判断设备是否存在故障,并确定需要采取的后续维修措施。检测数据通常包括离线检测和在线

检测的结果,涉及电气参数、振动、温度、湿度等多方面的信息。这些数据需要仔细比对设备的设计规范和工作参数,以确认设备是否正常运行。还需要考虑设备的历史故障和维修记录,有助于识别是否存在重复发生的问题,以及了解之前采取的维修措施是否取得了有效的效果。在故障判断中,振动分析可以揭示机械部件的运行状况,而红外热像技术则能够检测电气元件的温度异常,这些都是判断设备是否存在故障的重要依据。通过对检测数据的深入分析,系统管理员可以追踪问题的源头,确定是由于设计缺陷、制造问题、长时间使用引起的老化,还是其他因素导致的故障。如果判断出存在故障,需要明确具体的故障类型和受影响的部件,以便采取相应的修复措施。

## 3 一次设备检修工作的重点设备及检测技术

### 3.1 变压设备

在一次设备检修工作中,对变压设备的维护和检测至关重要,以确保其安全、可靠地运行。在变压设备的检修中,首要任务之一是进行电气参数检测,包括测量变压器的电压、电流、功率因数等关键参数,通过这些测量,系统管理员可以评估设备的电气性能,判断其是否符合设计规范和运行要求。通过定期采集油样进行化学分析,可以检测油中的水分、杂质、气体等成分,评估绝缘油的状态,有助于判断绝缘系统的健康状况,及时发现潜在的绝缘问题,避免油质因素对设备的影响。绝缘测试包括测量绝缘电阻、介电强度等参数,以评估设备的绝缘性能,种检测技术有助于发现潜在的绝缘问题,如绝缘老化、污秽等,为及时维护和保养提供重要信息<sup>[3]</sup>。通过检测设备的温度分布,系统管理员可以识别可能存在的问题,如过载、不均负荷、接触不良等。通过局部放电检测技术,可以监测设备中是否存在局部放电现象,及时发现绝缘问题。

### 3.2 断路器

在一次设备检修工作中,对断路器的检测和维修是确保电力系统稳定运行的关键步骤。在检修中,系统管理员需要进行详细的机械运行检测,包括触头的接触状态、弹簧机构的动作情况等。对断路器的电气性能进行检测是另一个重要的方面,包括测量断路器的电流、电压、击穿电压等参数,以验证其在正常和异常工作条件下的电气性能。在检修中,需要验证这些保护功能是否正常工作。通过振动分析技术,可以监测断路器的振动情况,识别可能存在的机械故障,如触头松动、弹簧故障等。通过监测断路器的温度,可以识别可能的电气问题,如过载、接触不良等。

### 3.3 绝缘开关

在进行一次设备检修工作时,绝缘开关的检测和维护是确保电气设备可靠性的关键环节。绝缘开关的核心功能是提供可靠的绝缘隔离。在检修中,对绝缘状态的检测是至关重要的,包括通过测量绝缘电阻、介电强度等参数,评估绝缘开关的绝缘性能。绝缘开关的机械部件,如隔离刀片、操作机构等,直接影响其可靠性,在检修中,需要

进行机械运行检测,确保这些部件的运动灵活、可靠。通过局部放电检测技术,可以监测设备中是否存在局部放电现象,提前发现绝缘问题,对于维护绝缘开关的健康状态具有重要意义。通过监测设备的热量,可以识别潜在的电气问题,如过载、接触不良等。在检修过程中,对绝缘开关的维护和清理工作也是重要的,包括清除绝缘表面的尘埃、污垢,确保绝缘材料处于良好的状态。同时,可能需要对润滑部件进行添加或更换,以保障机械部件的正常运行。在检修过程的最后,需要对绝缘开关进行综合评估,包括结合所有检测数据,判断设备的整体状态,确定是否需要维修、更换部件,以及何时将设备重新投入运行。

### 3.4 电动机

电动机作为电力系统中常见的驱动设备,在一次设备检修工作中的检测和维护至关重要。电动机的电气性能是检修的关键方面之一,包括测量电动机的电流、电压、功率因数等参数,以评估其电气性能。电动机的机械部件,如轴承、联轴器等,是需要特别关注的,检修过程中需要检查这些部件的运行情况,确保其润滑良好、运转平稳。红外热像技术可用于监测电动机的温度分布,及时发现可能存在的过载、绕组故障等问题。绝缘测试包括测量绝缘电阻、介电强度等参数,以评估电动机的绝缘性能。轴对齐检测技术可用于确保电动机与负载设备之间的轴正确对齐,减少振动和磨损。在检修过程中,进行电动机的负载测试有助于评估其在实际工作条件下的性能,可以通过逐步增加负载并监测电动机的响应来完成,以确保其在不同负载下的稳定性和可靠性。清理电动机表面的尘埃、污垢,检查润滑部件,确保通风良好,都有助于提高电动机的寿命和稳定性。

## 4 提高一次设备检修工作质量的措施

### 4.1 改变状态检修工作的管理方式

改变一次设备检修工作的管理方式是为了提高效率、精确度和全面性,确保电力系统在检修过程中能够更好地应对潜在的问题。建立科学合理的检修计划,计划应详细规定每个设备的检修周期、范围、所需人力资源和物资等,确保检修工作能够有序展开。采用计划管理系统、设备管理系统等先进工具,可以实现对检修工作的全面监控和实时反馈。建立紧密的团队协作机制,使得不同专业背景的团队成员能够充分协同工作。通过促进信息共享、交流和协同操作,可以提高检修团队的整体工作效率,定期的团队会议、经验分享和培训活动有助于增进团队成员之间的沟通与理解,形成更为默契的工作合作模式。对检修团队进行系统性的培训,提高其专业知识和技能水平,能够使其更好地应对设备技术更新和复杂故障的挑战,包括但不限于设备操作培训、新技术应用培训、安全操作培训等,以确保团队始终保持在行业前沿。

### 4.2 实现电力系统工作的一体化

通过整合各个部分、优化流程和利用先进技术,一体

化的工作模式可以增强系统的协同性、减少信息孤岛,并提高整个电力系统的可维护性和可靠性。整合信息系统,通过引入先进的信息技术和数据管理系统,实现不同设备和部门之间的数据互通,确保信息的一致性和及时性。通过建立和推行一致的操作标准和流程,确保在电力系统运维和检修中能够达到协同工作的目的,包括设立一致的设备管理标准、操作规程、安全标准等,使得工作人员能够更容易适应不同设备和场景。物联网、大数据、人工智能等技术的应用,能够实现设备的远程监测、智能诊断和预测性维护。通过建立健康管理体系,能够对设备状态进行实时监测、诊断和预测,制定科学合理的维护计划。通过建立跨部门的协同工作机制,促进信息共享、资源整合和问题解决,包括定期的联席会议、跨部门协作项目、共同的培训计划等,从而实现整个电力系统的一体化运作。

### 4.3 调整工作模式

在电力系统运维中,调整工作模式是为了更好地适应不断变化的工作环境、提高效率和灵活性。对现有的工作流程进行全面分析,识别出可能的瓶颈和低效环节,通过优化流程,去除冗余步骤、简化操作,可以提高工作效率。合理的人员分工能够更好地发挥每个团队成员的专业优势,提高整体团队的协同效率,包括重新规划人员的工作职责、培训人员以适应新的工作需求,以及强调团队合作精神。随着技术的不断发展,引入先进的技术工具和系统,可以提高工作的智能化和自动化水平,比如物联网、大数据分析、人工智能等技术。采用弹性的工作时间、远程办公等方式,使得工作更加适应个体差异和员工需求,提高员工的工作满意度和生产力。培训团队成员,使其熟悉新的工作流程、工具和技术,确保团队整体能够快速适应新的工作模式。

## 5 结束语

在电力系统运维与检修工作中,通过改变管理方式、实现一体化工作以及调整工作模式等一系列综合措施,能够有效提高工作的质量和效率,进一步保障电力系统的稳定运行。在不断追求技术创新和管理创新的同时,也要时刻关注团队成员的培训与发展,以建设一个具备专业素养和团队协作力的高效团队,通过共同努力,可以更好地保障电力系统的稳定、安全运行,为社会提供可靠的电力支持。

### [参考文献]

- [1]刘恢.电力系统变电一次设备状态检修技术[J].电子世界,2021(19):208-209.
  - [2]童荣斌,黄华,肖荣洋.电力系统变电一次设备状态检修策略的探讨[J].中国新技术新产品,2019(5):48-49.
  - [3]汤尤佳,王诗清.电力系统变电一次设备状态检修技术[J].光源与照明,2023(9):7.
- 作者简介:艾孜买提·努尔(1995.12—),毕业院校:新疆大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前工作单位:国网博尔塔拉供电公司,职务:变电一次检修工,职称级别:助理工程师。