

电气设备在变电运行中的监控及异常诊断分析

傅建平

国网三明供电公司

摘要：电气设备在变电运行中的监控和异常诊断是确保电力系统安全稳定运行的重要环节。监控设备的状态和性能可以通过传感器、监测系统和数据分析技术等现代信息技术手段来实现。监测系统通过建立设备模型和数据分析技术进行故障预警和异常诊断，及时发现并修复设备的异常情况，保障设备的安全运行。这种监控和异常诊断的方式提高了电力系统的可靠性和稳定性，为设备的维护和管理提供了有力支持。

关键词：电气设备；变电运行；监控；异常诊断

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.07.072

随着电力系统规模的不断扩大和电力负荷的不断增加，变电站作为电力系统的重要组成部分承担着电能传输、分配和转换的重要任务。为了确保变电站的安全稳定运行，电气设备的监控和异常诊断显得尤为重要。通过应用现代信息技术手段，可以实现设备状态的实时监控和异常情况的准确诊断，为设备的维护和管理提供有力支持，提高电力系统的可靠性和稳定性。

一、变电运行中电气设备工作面临的问题分析

设备老化和损坏：电气设备长时间运行后容易出现老化和损坏，如绝缘材料老化、电缆接头松动、开关设备磨损等，导致设备性能下降或者故障。

过载和短路：变电站设备可能会遭受过载和短路等电力故障，这会导致设备过热、电弧产生，甚至引发火灾和爆炸，对设备造成严重损坏。

电气火灾风险：电气设备故障或不当操作可能引发电弧、漏电等情况，导致火灾风险增加。特别是在变压器、断路器等高压设备周围的火灾，往往失控难度大，威胁较大。

设备维护和检修：变电站的电气设备需要定期进行维护和检修，包括清洗绝缘子、紧固接线、测量设备参数等，这需要技术人员具备一定的专业知识和操作经验。

环境因素影响：变电站所处的环境条件，如温度、湿度、污染物等，可能对电气设备的工作产生不利影响，加速设备老化和故障的发生^[1]。

二、电气设备在变电运行中的监控分析

（一）电气设备监控工作的重要性

保障电网安全稳定运行：通过对电气设备进行实时监测和检测，及时发现异常情况和故障，可以快速采取措施进行处理和修复，避免发生事故和故障导致的停电和电网瘫痪。

提高电网可靠性和供电质量：通过电气设备的监控分析，可以对设备的工作状态、负载情况和健康状况进

行评估和预测，有针对性地制定维护计划和措施，提前消除潜在隐患，确保电网供电质量和连续性。

优化维护管理和节约成本：通过电气设备的监控分析，可以了解设备的实际工作情况和寿命状况，合理制定维护计划和周期，避免过度维护或延误维护，提高维护效率和资源利用率，降低维护成本。

数据支持决策和运维管理：电气设备的监控分析可以提供大量的数据和信息，包括实时工作参数、历史状态记录、故障统计等，对于决策和运维管理具有重要价值。通过对数据进行分析和挖掘，可以发现设备运行的规律和趋势，为决策提供科学依据，优化运维管理策略，提高电网整体效能。

（二）电力设备的安装、调试的监控

施工质量监控：监测施工过程中的质量关键点，如接线连接、设备固定等，确保施工质量符合要求。

货物验收：对购买的电气设备进行验收，检查设备的性能参数、外观完整性等，确保设备符合规范和合同要求。

安全监控：监测施工现场的安全情况，包括关键设备的吊装、施工人员的操作规范等，预防施工安全事故。

其次，在调试过程中，需要进行以下监控和分析：

安全保护系统监控：监测安全保护系统的正常运行，如跳闸保护、过载保护等，确保设备在异常情况下能够及时切断电源。

参数监测与分析：检测设备的运行参数，如电压、电流、温度等，对异常数据进行分析，及时发现设备故障并采取措施进行修复。

操作监控：监测操作人员的操作过程，如设备开关的操作顺序、操作步骤等，确保操作的准确性和安全性。

故障诊断与处理：通过监控和分析，及时发现设备故障，并进行故障诊断，采取相应的维修和处理措施，

确保设备能够正常运行^[2]。

三、电气设备在变电运行中的异常诊断方法

(一) 表面温度法

表面温度法的基本原理是，当电气设备正常工作时，其表面温度会处于一个稳定状态。然而，当设备遇到故障或异常情况时，其内部可能会产生过热现象，导致表面温度升高。通过对设备表面进行定期或实时的温度监测，可以及时发现设备的异常情况。

具体操作上，通常需要借助红外热像仪或接触式温度计等设备来对电气设备表面的温度进行测量。通过观察不同部位的温度分布和温度变化趋势，可以判断设备是否存在局部过热、电流负载不均衡、接触不良、绝缘破损等异常情况。

温度测量：使用热像仪或红外线测温仪等设备对电气设备的表面温度进行测量。应确保设备处于正常负载状态下进行测量，并选择合适的环境温度进行对比和分析。

温度对比：将测得的温度数据与设备的正常工作温度进行对比。可以通过设备制造商提供的温度标准或历史记录进行对比分析，判断是否存在异常情况。

故障定位：确定异常的设备位置和故障类型。可以通过逐一排查或进一步的测试手段，如电流测量、局部放电检测等，对变电设备进行详细的故障定位。

故障处理：根据故障的类型和严重程度，采取相应的措施进行处理。可能包括更换故障设备、修复接线、加强绝缘等。

(二) 同类比较法

同类比较法的基本思想是，在变电站内多个相同或相似类型的电气设备中，通过对它们的工作参数进行实时监测和记录，并进行数据分析和比较。当某个设备的运行参数与其他同类设备发生明显差异时，可能表明该设备存在异常情况。同类比较法的优点是简单易行，不需要特殊设备或技术要求，可以在正常运行状态下进行监测。

选择同类型设备：首先需要选择一组同类型的电气设备作为对照组，这些设备应具有相似的工作原理和工作环境。

收集基准数据：对所选设备进行长期的正常运行监测，记录下其工作参数、性能指标等基准数据，建立正常参考模型。

监测目标设备：对待诊断的目标设备进行实时监测，收集其工作数据，包括电流、电压、温度、振动等相关参数。

数据对比分析：将目标设备的监测数据与正常参考

模型进行对比分析，发现其与正常模型的差异情况。

故障排查与修复：确认异常后，根据诊断结果，针对具体故障类型进行相应的排查与修复工作。

(三) 定期红外测温法

电气设备在变电运行中的定期红外测温法异常诊断方法是一种常用的预防性维护手段，可以有效地检测电气设备潜在的故障和异常情况。下面将介绍一种基本的定期红外测温法异常诊断方法：

测温设备准备：选用高质量的红外热像仪作为测温设备，并确保其校准良好。同时，保证设备的稳定性和可靠性，以确保测温结果的准确性。

定期测温计划：制定定期测温计划，根据设备的特点和运行情况，确定测温频率和时间点。通常建议每季度或半年进行一次测温。

测温位置选择：根据设备类型和重要程度，选择具有代表性的测温位置。包括电缆接头、开关柜、端子箱等容易发生故障的部位。

温度基准确定：根据设备的正常工作状态，确定各测温位置的基准温度。可以通过历史数据分析或与设备制造商咨询得出。

红外测温操作：在测温时，确保热像仪与被测设备之间的距离和角度适当。同时，在测温区域内避免其他热源的干扰，确保测温结果的准确性。

数据记录和分析：对测得的红外图像进行记录和保存，确保数据完整性和可追溯性。然后，结合基准温度进行比对分析，发现异常温度点。

(四) 历史分析法

电气设备在变电运行中的历史分析法异常诊断方法是一种通过对设备历史数据进行分析和比对，以识别设备异常状态和故障原因的方法。该方法基于对设备运行历史数据的综合分析，通过比较实际运行情况与正常情况之间的差异，来判断设备是否存在异常状况，并进一步分析异常状况的原因。

具体的步骤包括：

数据采集：收集与设备相关的运行数据，包括温度、电流、电压、振动等各类传感器数据，同时也可以包括运行日志、操作记录等数据。

数据预处理：对采集到的数据进行噪声去除、数据清洗和格式转换等预处理操作，以保证数据的准确性和可用性。

数据分析：通过统计分析、趋势分析、频谱分析等手段对数据进行分析，找出可能存在的异常模式和规律。

异常诊断：根据分析结果，对发现的异常进行诊

断, 确定异常状况的类型和原因。可以借助专家系统、数据挖掘算法等技术进行诊断。

结果评估和决策: 评估异常状况对设备和系统安全性的影响, 根据评估结果进行相应的决策, 如维修、更换设备等^[3]。

四、电气设备在变电运行中的监控具体策略

(一) 做好电气设备管理工作

建立完善的设备档案和台账: 对于每一台电气设备建立详细的档案和台账, 包括设备参数、安装时间、维护记录等信息, 实现全过程的跟踪和管理。

定期进行巡视和检查: 定期派遣专业人员进行电气设备的巡视和检查, 发现问题及时处理, 确保设备的正常运行和安全。

制定完善的维护计划: 根据设备的特点和要求, 制定全面的维护计划, 包括定期保养、维修和大修等内容, 确保设备的长期稳定运行。

使用先进的监测技术: 引入先进的电气设备监测技术, 如红外热成像、振动监测等, 实现对设备状态的实时监测, 及早预警和处理潜在故障。

加强人员培训和技能提升: 定期组织人员培训和技能提升, 提高工作人员的电气设备管理水平和专业知识, 确保管理工作的专业性和高效性。

建立应急预案和故障处理机制: 针对设备可能出现的故障情况, 建立相应的应急预案和故障处理机制, 确保能够迅速响应和解决问题, 最大程度减少停电时间。

(二) 变电站防雷检测

雷电监测装置: 安装雷电监测仪器, 实时监测变电站周围的雷电活动情况。这些设备可以提供雷暴的预警信息, 让变电站管理人员及时采取防护措施。

动态地接地系统监测: 通过监测变电站的接地系统, 包括地网、接地装置等, 及时发现接地异常或故障, 避免雷击造成对设备和人员的伤害。

瞬时电流监测: 在关键设备和线路上安装瞬时电流监测装置, 实时监测雷击电流的大小和波形, 并与设定的报警数值进行比较, 触发报警系统以提前采取应急措施。

避雷器状态监测: 对变电站中的避雷器进行定期巡查和状态监测, 确保其正常工作。当避雷器出现异常时, 及时更换或修复, 防止雷击对设备造成二次损害。

设备绝缘状态监测: 通过绝缘电阻测试仪等设备, 对变电设备的绝缘状态进行定期测试和监测。及时发现绝缘故障, 以防止雷击引起的漏电和设备损坏。

安全培训和应急预案: 定期进行安全培训, 确保变电站人员了解并掌握雷电防护知识, 并制定详细的应急

预案, 确保在雷电情况下的快速应对和处理^[4]。

五、电气设备在变电运行中的异常诊断策略

实时监测和检测: 通过使用传感器和监测设备, 实时监测电气设备的运行参数, 如电压、电流、温度等, 以及设备的振动和噪声等, 并与预设的标准值进行比较。一旦检测到异常情况, 就可以提前采取措施。

数据分析和故障统计: 通过采集和分析电气设备的运行数据, 建立设备的故障统计模型和趋势分析模型, 可以快速发现设备可能存在的故障或异常迹象, 并进行预测和预警。

红外热像技术: 利用红外热像仪对电气设备进行扫描, 检测设备表面的温度分布情况, 从而判断设备是否存在过热、烧毁等异常情况。

检修记录和巡检报告: 及时、准确地记录设备的检修情况和巡检报告, 通过对比历史数据和不同时间段的巡检结果, 可以分析设备的运行状态和问题。

智能诊断系统: 利用人工智能和大数据分析技术, 建立完整的电气设备异常诊断系统, 实现对设备状态的实时监控、故障诊断和预测。该系统可以通过学习和分析历史数据, 不断优化诊断算法, 提高诊断准确率。

特殊测试方法: 如局部放电测试、绝缘电阻测量、电力质量分析等特殊测试手段, 可以帮助发现设备存在的潜在故障隐患^[5]。

结语

电气设备在变电运行中的监控及异常诊断是变电站运行管理的重要组成部分。电气设备在变电运行中的监控及异常诊断是提高电力系统安全可靠性的的重要手段, 能够帮助运维人员及时发现和解决潜在问题, 确保电力系统的稳定运行。在未来, 随着技术的不断进步和应用的深入, 监控和诊断手段将会更加智能化和自动化, 为电力系统管理提供更强大的支持。

参考文献

- [1] 周文青. 水力发电厂电气设备监控管理系统的设计与应用[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(02): 32-33+36.
- [2] 吴悦, 张忠会, 游志刚等. 基于可视化和数据融合的光伏电站电气设备异常运行状态检测方法[J]. 制造业自动化, 2021, 43(09): 16-19+55.
- [3] 陈同凡, 刘云鹏, 裴少通. 基于改进YOLOv3的电力设备红外诊断方法[J]. 广东电力, 2021, 34(06): 21-29.
- [4] 张善铭. 变电运行电气接头发热的原因及对策分析[J]. 光源与照明, 2021(02): 147-148.