

# Research on the application of condition maintenance strategy for 110kV substation equipment

Dongmei Li Xu Chen

State Grid Heilongjiang Electric Power Co., Ltd. Daxing'anling Power Supply Company, Daxing'anling, Heilongjiang, 165000, China

## Abstract

110 kV substations are crucial nodes in power transmission and distribution. Their stable and reliable operation is vital for the safe power supply and economic efficiency of the power system. With the rapid development of China's social economy and the growing demand for electricity, higher demands are placed on the performance, operation, and maintenance of 110 kV substations. This paper focuses on 110 kV substations, aiming to enhance their operational reliability, ensure stable power supply, reduce maintenance costs, improve maintenance efficiency and quality, and promote the intelligent transformation of maintenance methods for 110 kV substations.

## Keywords

110kV substation equipment; condition maintenance; monitoring technology; data analysis; fault diagnosis

## 110kV 变电设备状态检修策略应用研究

李东梅 陈旭

国网黑龙江省电力有限公司大兴安岭供电公司, 中国·黑龙江 大兴安岭 165000

## 摘要

110 kV变电设备是电力传输及配电的重要节点,其稳定可靠的工作状态对电力系统的安全供电及经济效益具有重要意义。随着我国社会经济的迅速发展,用电需求的不断增加,对110 kV变电设备的性能、运行和检修提出了更高的要求。本文以110 kV变电设备为研究对象,以提高其工作可靠性,保证电力系统的稳定供电为目标,降低检修费用,提升检修效率和质量,对促进110 kV变电设备检修方式向智能转变有重要的现实意义。

## 关键词

110kV变电设备; 状态检修; 监测技术; 数据分析; 故障诊断

## 1 引言

传统的定期检修和预防性检修模式因不能准确把握设备的实时运行状况而造成“过度检修”或“检修不足”现象。随着传感技术、信息技术和人工智能等技术的快速发展,电力系统中的状态检修技术已成为电力系统安全运行中亟待解决的关键科学问题。在这一背景下,对我国110 kV变电设备的状态检修策略进行研究,对于提高变电设备的运行管理水平,保证电力系统安全可靠经济运行,适应社会发展的需要,具有十分重要的实际意义。

## 2 110kV 变电设备状态检修的必要性

### 2.1 保障电力系统安全稳定运行的迫切需求

110 kV 变电设备在长时间的运行中,不断受到电磁应

力、机械磨损和环境等多种因素的作用。在电力系统中,如变电设备、断路器和互感器等,由于绝缘特性的劣化,机械零件也会发生疲劳现象。比如,如果变电设备内的油质劣化,就有可能引起内部放电问题;当断路器的操作装置发生卡涩时,将引起拒动故障。若不能对其进行有效的检测与治理,就有可能出现停电事件,并有可能导致区域电力系统失效,给整体电力系统的安全与稳定带来极大的威胁。

### 2.2 降低电力系统运行检修成本

状态检修策略以设备的实际状况为基础,仅针对有缺陷或有劣化倾向的设备实施检修,可避免“一刀切”造成的资源浪费。另外,在常规检修方式下,必须对设备进行有计划的断电检修,从而造成用电中断。据有关资料表明,110 kV 变电站一次完全停检就会影响到成千上万名用电客户的正常用电,造成了几十万元的社会和经济损失,包括由于工业用户的停产和生活不方便而产生的间接损失等。而状态检修则是通过带电检测、在线监测等多种先进的技术,在不停电或短时间停电的情况下,对设备的状态进行评价,并对其

【作者简介】李东梅(1990-),女,中国黑龙江青冈人,本科,工程师,从事电力变电研究。

进行局部检修。这大大缩短了停电时长，减小了停电对用户和社会造成的经济损失<sup>[1]</sup>。

### 2.3 适应智能电力系统发展的技术趋势

随着智能电力系统的迅速发展，电力系统中越来越多的110 kV电力系统设备了大量的在线监测设备，可实现对被测对象的温度、局部放电量、机械冲程等工作参数的实时测量。状态检修策略通过对这些实时数据的整合，通过大数据分析故障诊断模型，可以准确地评价设备的运行状况，为检修决策提供科学可靠的依据，提高检修决策的针对性与有效性。

### 2.4 满足用户供电可靠性的民生需求

供电可靠性是衡量电力系统服务质量的核心指标，我国对城市配电力系统RS-3的目标值有明确要求，需达到99.989%以上。状态检修可以有效地提高电力系统的可靠性水平，降低计划停电次数，缩短事故处理时间。与此同时，随着我国城市化进程的加速，110 kV变电所所承受的用电负荷也在逐年增加，尤其是城市地区，变电站的负荷率往往在70%以上。长时间处于高负荷工况下，设备的性能劣化风险增大。状态检修能够通过通过对高负荷设备的监控频率进行动态调整，使其能够在保证电力供应的前提下，能够有效地防止设备过载故障，从而保证电力系统的高负荷运行。

## 3 110kV 变电设备状态检修存在的问题

### 3.1 缺乏完整的设备状态检修策略体系

目前，我国110 kV电力系统中存在的一大问题是缺少完备的电力系统状态检修策略。目前，设备数据的采集、整理和综合分析工作还不够完善，存在漏检、不准确、检测手段单一等问题。

例如，我国110 kV变电设备在采集运行数据时，往往仅考虑油温、绕组温度等常规参数，而忽视了对其进行详细判断，如油中溶解气体含量、局部放电量等。在数据整理时，因没有统一的标准与标准，造成资料来源不一，无法对数据进行有效的整合与分析。这样就很难全面准确地掌握设备的实际工作状况，从而不利于进行检修决策。

### 3.2 状态监测技术有待完善

在电力企业的实际工作中，受限于当前的测试技术和工作环境等诸多因素，目前仍主要是以停电试验为主，带电测试与在线监测为辅。常规的停电试验方法可以检测出设备的某些隐患，但也有其局限性。一方面，停电试验需要将设备断电，这既会影响电力系统的正常供电，又会降低供电可靠性；另一方面，在断电、复电时，还会对设备产生附加的电气冲击，导致设备损坏。

比如，110 kV变电设备在停电试验中，必须把变电设备与电力系统隔离，这期间该区域的用户将无法正常用电。然而，由于断电实验仅限于停止运行时，不能真实地反应设备的真实工作状况，导致某些仅存在于设备工作期间的失效

隐患难以被及时检测。

### 3.3 各专业工作缺乏联系，不成体系

状态检修工作的有效开展，依赖于各种数据信息的完整化和系统化。然而，从供电企业现有的数据信息采集情况来看，各专业工作之间缺乏紧密联系，不成体系，这给状态检修工作带来了很大的阻碍。

检修记录、试验报告以及操作数据等都是分散在各个部门中进行的，各个部门之间缺少很好的交流与合作机制，使得各个数据信息都是独立的，并没有形成一个完备的数据系统。这些数据的分布、隔离给数据的分析与处理造成了很大的不便。在对设备进行状态评价与检修决策时，应充分利用各种数据信息。但是，在收集、整理、分析过程中，往往要耗费大量的时间和精力，这样既费时又费力，还容易出现漏失<sup>[2]</sup>。

### 3.4 设备运行维护指导依据需进一步优化

目前，国内还没有关于110 kV变电站设备状态检修工作的明确规定。在大部分情况下，仍沿用常规的定期检修制度，如停电试验和巡视维护按固定周期进行，技改、技术改造和检修安排按预先制定的规划完成。尽管这样做有计划、有规律，但却违背了状态检修的思想，导致了大量的人力、物力浪费。如果按常规的定期检修规程，在设备运行状况良好、参数处于正常值的情况下，仍需按规定时间进行停机测试和全面检修。这会导致诸如人力成本、设备损耗成本、停电对用户造成的经济损失等不必要的检修费用，而且还会因为频繁的检修而引起设备的附加损坏，降低设备的使用寿命。

## 4 110kV 变电设备状态检修策略的应用

### 4.1 提高变电检修技术

加强变电检修管理，是提高110kV变电设备状态检修质量和效率的重要保障。一方面，应建立健全科学合理的检修管理制度，明确检修人员的职责和权限，规范检修工作流程，确保检修工作的规范化、标准化进行。

比如，制订一份详尽的检修作业指导书，对检修前的准备工作、检修过程中的工作程序、检修后的验收准则进行了明确的规定，让检修人员在工作中有了规章制度。二是要对检修资源进行合理的配置，包括人力、物力、财力等。根据各变电站的布置及检修要求，对检修人员进行合理配置，保证每项检修工作都有充足的人力保障。同时，为保证检修工作的顺利进行，必须引进先进的检修工具与设备，以提高检修工作的效率与质量。比如，利用智能检测仪表，可以快速、准确地掌握设备的工作状况，为检修决策提供可靠的依据。

### 4.2 提高检修人员的技能水平

提升检修人员的业务素质是保证电力设备检修工作的一个重要环节。在电力企业中，要强化对检修人员的素质培

养,并定期开展技术培训与业务交流,使他们的知识结构得到进一步的更新,提升专业水平和综合能力。培训的内容应包括变电设备的工作原理、结构、运行维护知识、先进的测试技术、故障诊断方法以及检修技术等。

比如,可以请专家进行专题讲座,介绍有关变电设备检修的最新技术与经验;还可以组织检修人员到先进的变电站学习,并吸收他们的成功经验。同时,要加强检修人员的自我学习与研究,并在此基础上进行技术革新与改造,增强其解决实际问题的能力。最后,通过对检修人员的技术水平、工作表现等方面的评价,形成一套完整的评价体系,鼓励他们不断提高自身素质<sup>[3]</sup>。

#### 4.3 采用先进检测手段,加强设备监控

红外成像装置是一种以红外线技术为基础,通过对被测物体表面发出的红外线辐射能量进行测量,从而获得被测物体表面的温度场。110 kV 变电设备中,很多元件在正常工作状态下都能维持较稳定的温度,但在接触不良、过载、局部放电等故障时,其内部温度也会随之改变。红外成像装置可以把这种温度的变化记录下来,并把它转换成可视的图象。

比如,用红外成像法对 110 kV 变电设备进行检测,能清楚地观察到变电设备绕组、铁芯和套管等部位的温度场。如果一个部分的温度比其它部分要高,则说明这个部分已经出现了过热的问题,要做进一步的检查和处理。在对 110 kV 开关柜进行测试时,利用红外成像法对开关触头、母线接头等位置进行温度测量,并对其进行诊断。该方法不仅可以快速准确地检测出器件的发热状态,还可以保证设备的正常工作,为设备的故障诊断提供重要的支撑。

#### 4.4 完善设备状态评价与风险评估

建立科学客观的设备状态评价体系,是实现 110kV 变电设备状态检修的关键环节。这一体系要从设备运行历史、检修与测试状况、监测数据等多个角度出发,采用科学的评估方法与技术,全面、准确地评估设备的健康状态。对 110 kV 变电设备的运行状况进行评价,主要是对其运行时间、负荷状况、历年的检修记录和测试报告进行采集,并通过在线监控系统采集到的油温、绕组温度、油色谱分析等资料进行分析。在此基础上,利用 AHP、模糊综合评判等多种评估方法,对变电设备进行正常、注意、异常、严重四种不同的状态分级,同时要根据设备实际运行情况及行业规范,确

定合理的评估指标及阈值,以保证评估结果的科学、可靠。

#### 4.5 优化设备运行维护指导依据

制定针对状态检修的标准和规程,是优化 110kV 变电设备运行维护指导依据的核心任务。这些标准和规程应明确设备状态检修的项目、周期、方法和质量要求等内容,为状态检修工作提供具体的操作指南和规范。

如 110 kV 电力变电设备的状态检修,规范中应该明确要求定期检测的内容,如油色谱分析、绕组直流电阻的测定以及绝缘电阻的测定等等。针对不同的运行状况,制定相应的检修策略与质量验收准则。在制订标准和规范时,应根据设备的特性、运行环境和产业发展的最新技术与经验,保证其科学、合理、可行。同时,应针对当前状况的变化,适时地修改、完善相关的规范,以满足当前状况检修工作的需要。通过建立一套科学、合理、规范的标准与规范,将电力系统的状态检修工作推向规范化、规范化,从而提升电力系统维护工作的质量与效率,从而保证 110 kV 电力系统的安全、稳定运行<sup>[4]</sup>。

### 5 结语

总之,随着科学技术的发展,我国 110 kV 变电设备的状态检修工作将会出现新的契机。一方面,随着人工智能、大数据和物联网等新兴科技的不断深入,对设备的运行维护提出了更高的要求。人工智能算法可以迅速地对大量的监控数据进行分析与处理,从而对设备的故障做出更加准确的预测,从而达到对设备的主动检修;大数据技术的应用,可以为设备的检修决策提供更加全面和精确的数据支撑。物联网能够实时、全面地获取和传递设备的运行状态信息,从而增强了实时、完备的状态监控能力。同时,通过对工业标准的进一步完善与统一,实现多厂商设备间的兼容与互通,进而提高其集成度与工作效率。

#### 参考文献

- [1] 蒋伟洪.110kV输变电线路的设备检修分析[J].集成电路应用,2021,38(06):96-97.
- [2] 刘炜炜,田杰.110kV及以下输变电运行设备实行状态检修的方法研究[J].自动化应用,2018,(09):112-113.
- [3] 刘曙光.110kV及以下输变电设备状态检修探讨[J].通讯世界,2015,(24):205-206.
- [4] 赵阳.110kV及以下输变电运行设备实行状态检修的建议及推广分析[J].科技资讯,2015,13(10):50.