

电气预防性试验问题及应对

李伟恒

中广核(山东)新能源投资有限公司 山东 潍坊 261000

摘要: 电气预防性试验对电力系统安全稳定运行至关重要,能全面检测设备绝缘、电气特性及机械状态,提前发现隐患。但当前存在试验标准与实际脱节、技术与设备有局限、过程管理与人员技能不足等问题。为此,需优化试验标准体系、引入先进智能诊断技术、强化全过程管理与人才培养。同时,深化试验数据分析与应用,构建统一数据管理平台,加强数据趋势关联分析,推动状态评估从定性向定量转变,以提升设备运行可靠性与运维效率。

关键词: 电气预防性试验; 问题; 应对策略

引言: 在电力系统规模持续扩大、结构日益复杂的当下,电力设备的安全稳定运行至关重要。电气预防性试验作为保障设备健康的关键手段,通过科学测试全面检测设备绝缘、电气特性及机械状态,能提前发现隐患,为运维决策提供依据。然而,当前电气预防性试验面临诸多挑战,试验标准与实际应用存在偏差,技术与设备存在局限性,过程管理和人员技能也有不足,且数据利用不充分。为有效应对这些问题,需从优化标准体系、引入先进技术、强化管理培养以及深化数据分析应用等多方面发力,以此提升试验质量,保障电力系统稳定运行。

1 电气预防性试验的重要性

电气预防性试验作为电力系统安全稳定运行的关键保障措施,在电力设备运维管理中占据着不可替代的重要地位。它借助一系列科学规范、精准可靠的电气测试手段,在确保不对设备造成任何实质性损害的基础上,全面深入地检测设备的绝缘性能、电气特性以及机械状态等多方面的变化情况。(1)从绝缘性能检测来看,电气设备的绝缘状况直接关系到其能否安全可靠运行。预防性试验能够精准发现绝缘材料的老化、受潮、劣化等早期细微问题。这些问题在初期往往不易察觉,但若不及时处理,会逐渐恶化,最终引发绝缘击穿等严重故障,导致设备损坏甚至大面积停电事故。(2)在电气特性检测方面,通过对设备各项电气参数的精确测量和分析,能够及时发现设备在运行过程中出现的性能偏差,如电阻变化、电容异常等,为设备的状态评估提供准确数据支持。(3)而机械状态检测则有助于发现设备因长期运行或外部因素导致的机械结构松动、变形等问题,防止因机械故障引发电气事故。(4)电气预防性试验的前瞻性和预防性是其核心价值所在。它能够提前识别设备潜在的安全隐患,使运维人员可以根据试验结果,科学合理地安排计划性检修,有针对性地对设备进行维护和更换,有效

避免非计划停运,降低设备故障率,减少经济损失,为电力系统的安全稳定运行构筑起一道坚实的防线^[1]。

2 电气预防性试验中存在的主要问题

2.1 试验标准与实际应用的偏差

在电气预防性试验工作中,现行部分试验标准与实际应用之间存在不容忽视的偏差。随着电力技术的飞速发展,新材料、新设备不断涌现并广泛应用于电力系统。然而,部分试验标准的更新却相对滞后,未能及时跟上这一发展节奏。这使得一些试验项目在针对新型设备开展时,其适用性和有效性大打折扣,难以精准评估新型设备的真实性能与状态。此外,目前采用的统一化标准阈值也存在弊端。它未能充分考量设备个体在制造工艺、使用年限、运行负荷等方面的差异,以及设备运行历史和现场环境等具体因素。这可能导致在试验判断时出现偏差,要么对状态良好的设备进行过度严格的试验,造成不必要的损耗和成本增加;要么对存在潜在隐患的设备试验不足,无法及时发现安全问题,给电力系统的安全稳定运行带来潜在风险^[2]。

2.2 试验技术与设备的局限性

在电气预防性试验的实际开展过程中,试验技术与设备方面暴露出诸多局限性。当下,部分现场依旧大量依赖传统且自动化程度较低的试验设备。这些设备在设计上较为陈旧,操作流程复杂,接线工作繁琐,不仅耗费大量的人力与时间,还极大地降低了试验效率。而且,由于其自动化水平有限,在试验过程中极易受到人为操作因素的干扰,比如接线错误、操作顺序不当等,进而影响试验数据的准确性和可靠性。与此同时,常规的试验方法,像绝缘电阻测试、直流耐压试验等,在检测某些特定类型的设备缺陷时存在明显不足。对于分布性缺陷以及处于早期潜伏阶段的故障,这些常规方法的灵敏度不够高,难以敏锐地捕捉到设备存在的细微问题,无

法全面且精准地呈现设备的真实健康状态，给电力设备的安全稳定运行埋下了潜在隐患。

2.3 过程管理与人员技能的不足

在电气预防性试验中，过程管理与人员技能方面存在明显短板。(1) 试验计划的制定环节，有时未能全面、深入地考量电网运行方式、环境条件等关键因素。例如，未考虑到电网高峰负荷时段开展试验可能对系统稳定造成的影响，或是未根据现场的温度、湿度等环境状况调整试验参数，致使试验安排不合理，影响试验效果与电网正常运行。(2) 现场作业时，安全措施落实不到位、操作流程不规范、数据记录不准确等问题时有发生。安全措施缺失可能引发触电等安全事故，操作不规范会干扰试验结果，数据记录不准确则无法为后续分析提供可靠依据。(3) 更为关键的是，试验人员的技术水平和对原理的理解深度直接决定试验质量。部分人员对复杂数据的分析和诊断能力不足，难以从海量数据中精准识别设备潜在问题，影响故障的及时发现与处理，给电力系统安全稳定运行带来隐患。

3 应对电气预防性试验问题的策略

3.1 优化与完善试验标准体系

当前电气预防性试验标准与实际应用存在一定脱节，优化完善试验标准体系迫在眉睫。(1) 应建立一套动态、灵活的试验标准修订机制，打破传统标准更新缓慢的僵局。积极关注行业内新技术、新方法的发展动态，对经过充分验证、成熟可靠的新技术新方法及时吸纳进试验标准中，确保标准始终紧跟技术发展步伐，为试验工作提供科学、先进的指导。(2) 推动试验标准从“一刀切”的统一模式向精细化、差异化方向转变。不同设备因其制造工艺、使用场景、运行年限等因素存在显著差异，统一标准难以精准适配所有设备。因此，要引入基于设备家族缺陷史、运行工况和环境因素的校正与评判方法。通过收集设备家族过往的缺陷记录，分析其共性特征，为同类设备试验提供参考；充分考虑设备实际运行工况，如负荷大小、运行时长等；以及现场环境因素，如温度、湿度、海拔等，对试验标准和结果进行合理校正，使标准更贴合现场实际，提高试验结果的准确性和可靠性，为电气设备的安全稳定运行提供更有力的保障^[3]。

3.2 引入先进智能诊断技术

在电气预防性试验领域，传统方式受人为主观因素和设备局限，在检测精度与效率上存在不足，引入先进智能诊断技术成为提升试验质量的关键举措。(1) 大力推广使用集成化、自动化、智能化的新型试验设备。这类设备将多种功能集成于一体，操作流程高度自动化，能按

照预设程序精准完成各项试验任务，有效减少因人工接线、操作不当等引发的人为误差。同时，其具备的数据自动采集、分析与存储功能，不仅大幅提高了测试效率，还能保证数据的准确性和完整性，为后续分析提供可靠依据。(2) 积极采用多种先进技术手段构建综合诊断体系。高频局部放电检测技术可精准捕捉设备内部的局部放电信号，及时发现潜在的绝缘缺陷；精确的介质损耗因数测量能更灵敏地反映设备绝缘性能的变化；红外热成像检测则通过检测设备表面的温度分布，快速定位过热故障点。将这些技术有机结合，从不同角度、不同层面对设备状态进行评估，实现对设备健康状况更全面、更深层次的洞察，为电气设备的运维决策提供科学、精准的支持，保障电力系统的安全稳定运行。

3.3 强化全过程规范化管理与人才培养

在电气预防性试验工作中，强化全过程规范化管理与人才培养是提升试验质量、保障电力系统安全稳定运行的重要支撑。(1) 建立并严格执行覆盖试验全流程的标准化作业程序至关重要。从试验计划的精心制定开始，要充分考虑电网运行方式、设备状态、环境条件等多方面因素，确保计划科学合理。现场准备阶段，对试验设备、安全工器具等进行严格检查和调试，保证其性能良好。安全管控方面，制定详细的安全措施和应急预案，加强现场安全监督，确保试验人员的人身安全和设备安全。操作执行过程中，严格按照标准流程进行，杜绝违规操作。数据记录与分析环节，要求数据真实、准确、完整，运用科学的方法进行分析，为设备状态评估提供可靠依据。(2) 要高度重视试验人员的系统化培训和考核。制定全面的培训计划，不仅注重理论知识的传授，更要强化实操技能的训练，让试验人员熟悉各类试验设备的操作方法和注意事项。此外，着重提升其数据分析与故障诊断能力，使其能够从海量的试验数据中精准识别设备潜在问题。通过严格的考核机制，检验培训效果，激励试验人员不断提升自身素质，打造一支专业化的高素质技术队伍，为电气预防性试验工作的高质量开展提供坚实的人才保障。

4 深化试验数据的分析与应用

4.1 构建统一数据管理平台

在电气预防性试验领域，数据的有效管理与利用是提升设备状态评估精准度、实现科学决策的关键。目前，各类试验数据、监测数据以及设备信息分散在不同系统和部门，形成了数据孤岛，严重制约了数据的深度分析和综合应用。为此，需整合历次预防性试验数据，这些数据涵盖了设备在不同时期的绝缘性能、电气特性等关

键指标,能反映设备的长期变化趋势。同时,纳入在线监测数据,其可实时反映设备当下的运行状态,为及时发现潜在问题提供依据。此外,还要整合设备台账信息,包括设备的型号、投运时间、检修历史等,有助于全面了解设备背景。通过建立统一的设备状态数据中心,将这些分散的数据进行集中存储和管理,打破数据壁垒,实现数据的共享与互通,为后续对设备状态进行深度分析、挖掘数据潜在价值提供坚实的数据基础^[4]。

4.2 加强数据的趋势关联分析

在电气预防性试验的数据分析环节,传统方式多局限于将试验数据与既定标准阈值进行简单比对,以此判断设备是否合格。然而,这种单一模式存在明显局限性,难以精准捕捉设备状态的早期细微变化和潜在风险。(1)为提升数据分析的深度与有效性,需加强对同一设备纵向历史数据的趋势分析。通过梳理设备在不同试验周期下的各项数据,绘制出数据变化曲线,清晰呈现设备性能随时间的发展趋势。例如,绝缘电阻值若呈持续下降趋势,即便当前数值仍在标准范围内,也可能预示着绝缘性能正在劣化。(2)开展不同试验项目数据间的横向关联分析也至关重要。不同试验项目从不同角度反映设备状态,将它们的数据进行关联分析,能发现单一试验难以察觉的问题。比如,绝缘电阻降低可能与介质损耗因数增大相互印证,共同指向设备绝缘系统存在缺陷,从而更早、更准确地识别设备潜在风险,为设备维护决策提供有力依据。

4.3 推动状态评估从定性向定量转变

在电气预防性试验的数据应用进程中,传统设备状态评估多依赖经验进行定性判断,如简单判定设备“合格”或“不合格”、“健康”或“有故障”,这种评估方式主观性较强,难以精准反映设备实际状态和故障严重程度。(1)为提升评估的科学性与精准性,需充分利用

数据分析工具和先进算法模型。通过对大量试验数据进行深度挖掘和分析,提取关键特征参数,构建能够准确反映设备健康状态的量化评估体系。例如,运用机器学习算法,结合设备的历史运行数据、试验数据以及故障案例,对设备当前健康状态进行量化评分,直观呈现设备状态的好坏程度。同时,基于量化评分开展风险评估,预测设备在未来一段时间内发生故障的概率和可能造成的损失。(2)这种从定性向定量的转变,能为实现预测性维护和精准的检修决策提供更科学、可靠的依据,充分挖掘试验数据的潜在价值,提高电气设备的运行可靠性和运维效率。

结束语

电气预防性试验对于保障电力系统安全稳定运行意义重大。然而,当前在试验标准、技术设备、过程管理及人员技能等方面存在诸多问题,制约着试验效果的提升。为此,需采取优化完善试验标准体系、引入先进智能诊断技术、强化全过程规范化管理与人才培养等策略加以应对。同时,深化试验数据的分析与应用,构建统一数据管理平台、加强趋势关联分析、推动状态评估从定性向定量转变,充分挖掘数据价值。只有全方位、系统性地解决这些问题,才能提升电气预防性试验的质量与水平,为电力系统的可靠运行筑牢坚实防线。

参考文献

- [1]何泽优;陈小松.探析电气预防性试验中的常见问题及应对[J].轻工科技,2021,37(06):26-27.
- [2]翟文超.基于电力设备预防性试验的状态评估[J].科学技术创新,2023,(17):220-223.
- [3]于百业.电力系统展开式高压试验车研究[J].专用汽车,2023,(06):45-48.
- [4]谢勇.关于电厂电气设备的绝缘预防性试验研究[J].现代工业经济和信息化,2020,195(9):126-127.