

电力系统变电检修技术探讨

黄 威 吉 鑫 张建平 林 霞

德阳明源电力集团有限公司 四川 德阳 618000

摘 要：电力系统变电检修技术对于保障电网安全稳定运行至关重要。本文探讨了变电检修的基本概念、发展历程，从传统故障检修到预防性检修的转变进行了阐述。重点分析了现代变电检修技术，如状态检修、在线监测技术等，并强调了优化检修模式、完善工艺流程及提升人员业务能力的重要性。通过科学管理和技术创新，旨在提高变电检修效率与质量，确保电力系统安全可靠运行。

关键词：电力系统；变电检修技术；优化策略

引言：随着电力需求的不断增长和电网结构的日益复杂，电力系统变电设备的运行稳定性和可靠性成为确保电力供应的关键。变电检修作为电力系统运维管理的重要环节，对于预防设备故障、提升供电质量具有重要意义。本文旨在深入探讨变电检修技术，分析其发展历程、现状及优化策略，以期提升变电检修的科学性和高效性提供理论支持和实践指导，保障电力系统的安全、稳定、经济运行。

1 变电检修概述

1.1 定义及发展历程

(1) 变电检修的基本概念。变电检修是指对电力系统中的变电设备进行合理、细致的检查、维修和维护工作。这一过程旨在及时发现和处理变电设备在运行过程中可能出现的各种故障和隐患，以确保电力系统的安全、稳定运行。变电设备主要包括高压电器、变压器、传感器、断路器以及各类开关等关键组件，这些设备的运行状态直接影响到电力系统的整体性能。(2) 从故障检修到预防性检修的发展历程。变电检修技术的发展经历了从故障检修到预防性检修的重要转变。早期，故障检修是主要方式，即设备发生故障后才进行维修。这种

方式不仅费用高昂，而且可能给生产带来严重影响，效果不佳。随着技术的进步和电力系统重要性的提升，预防性检修逐渐成为主流。预防性检修通过定期检修、状态检修等方式，主动发现和处理潜在故障，大大降低了设备受损和故障损失的风险。这一过程不仅提高了电力系统的稳定性，也显著减少了因设备故障导致的停电时间和经济损失。

1.2 变电检修的主要任务

(1) 对变电设备进行检查、维护和修理。变电检修的核心任务是对变电设备进行全面细致的检查、维护和必要的修理工作。这包括对设备运行状态的监测、故障的诊断和定位、设备的清洗和保养以及故障部件的更换和修理等。通过这些工作，可以确保设备始终保持良好的工作状态，提高设备的可靠性和使用寿命。(2) 确保变电设备在规定期限内正常运行。变电检修的另一个重要任务是确保变电设备在规定期限内能够正常运行。这要求检修人员不仅要具备丰富的专业知识和实践经验，还需要制定科学合理的检修计划和方案，确保设备在规定的检修周期内得到充分的维护和保养。同时，还需要加强对设备的日常监测和管理，及时发现和处理潜在隐患，确保电力系统的安全稳定运行^[1]。

2 传统变电检修模式分析

2.1 故障检修

(1) 特点：故障检修是在变电设备发生故障后进行的检修活动。这种模式的特点在于其被动性和滞后性。只有当设备出现故障导致电力系统运行异常或中断时，检修人员才会介入进行诊断和修复。这种方式处理不及时，往往意味着在故障发生到检修完成之间，电力系统将处于不稳定或中断状态，给用户带来不便，甚至可能造成经济损失。此外，故障检修往往伴随着较大的设备损耗和修复费用，因为故障往往意味着设备已经受到了

作者简介：黄威，1984年1月20日出生，男，湖南常德人，工程师，本科，主要从事变电工程项目管理、变电站安装及调试技术、二次设备等领域的研究开发。

吉鑫，1986年1月11日出生，男，四川达州人，工程师，本科，主要从事变电工程项目管理、变电站安装及调试技术、二次设备等领域的研究开发。

张建平，1991年1月13日出生，男，吉林四平人，工程师，本科，主要从事输电工程项目管理。

林霞，1986年6月24日出生，女，江西抚州人，工程师，本科，主要从事变电工程项目管理、变电站电气设备安装及试验、电力安全工器具检测等领域的研究开发。

一定程度的损害,修复难度较大,成本较高。(2)局限性分析:故障检修的局限性主要体现在其被动性上。它无法提前预防设备故障的发生,只能在故障发生后进行补救,这导致了检修效率低下,且可能对设备造成不可逆的损害。此外,故障检修还可能导致电力系统运行的不连续性和不稳定性,影响用户体验和电力供应的可靠性。因此,故障检修虽然是一种传统的检修模式,但在现代电力系统的要求下,其局限性日益凸显。

2.2 预防检修

(1)特点:预防检修,也称为定期检修或计划检修,是一种基于时间或运行周期的检修模式。它的特点在于其前瞻性和主动性。预防检修通过对设备的定期检查和维修,旨在提前发现并处理潜在故障,从而避免或减少设备故障的发生,保障电力系统的稳定运行。(2)存在的问题:然而,预防检修并非没有缺陷。一方面,由于设备故障的随机性和不确定性,预防检修可能无法准确捕捉所有潜在故障,导致资源浪费;另一方面,频繁的预防性检修可能导致设备过度磨损,反而缩短了设备的使用寿命。此外,预防检修还需要投入大量的人力、物力和财力,增加了电力系统的运营成本。因此,如何在保障电力系统稳定运行的同时,优化预防检修策略,降低检修成本,是当前电力系统面临的重要课题。

3 现代变电检修技术分析

3.1 状态检修

(1)定义及原理:状态检修,作为一种先进的变电检修策略,其核心在于基于在线监测技术和状态分析技术对变电设备进行检修。该技术通过持续、实时地收集设备运行数据,利用先进的算法和模型对设备状态进行评估,从而预测设备的剩余寿命和潜在故障,指导检修决策的制定。状态检修旨在实现“应修必修,修必修好”,即仅在设备确实需要维修时才进行干预,避免不必要的过度检修。(2)优势:状态检修相较于传统的故障检修和预防检修,具有显著的优势。首先,其实时性保证了设备状态的即时反馈,使检修决策更加及时、准确。其次,针对性强,通过精确分析设备状态,可以精确定位故障点,减少不必要的检查范围,提高检修效率。此外,状态检修还能有效降低检修成本,因为它避免了不必要的预防性更换和过度维修,延长了设备的使用寿命,同时减少了因设备故障导致的停电时间和经济损失^[2]。

3.2 具体检修技术

(1)在线监测技术:在线监测技术是状态检修的基础,它通过安装在设备上的各种传感器实时收集设备状

态信息,如温度、振动、电流、电压等。这些信息被传输至数据分析中心,通过算法处理和分析,生成设备状态报告,为检修决策提供数据支持。在线监测技术实现了对设备状态的实时监控,提高了故障检测的准确性和及时性。(2)定期解体监测技术:虽然状态检修强调实时性和针对性,但在某些情况下,定期对设备进行解体检查仍是有必要的。定期解体监测技术通过定期对设备进行拆解和检查,对设备的内部结构和关键部件进行详细的评估和分析,有助于发现早期故障迹象和潜在隐患。该技术是对在线监测技术的一种补充,特别是在设备复杂度高、故障模式多样的情况下,其重要性尤为突出。(3)对比分析法与综合诊断法:对比分析法是通过将设备当前状态与历史状态或标准状态进行对比,以识别设备状态的变化和异常。综合诊断法则是在对比分析的基础上,结合设备的结构、工作原理和运行环境,运用多种诊断技术和方法,对设备状态进行综合评估,以准确判断设备是否存在故障及其原因。这两种方法是故障诊断的主要手段,为状态检修提供了科学依据。

3.3 实例分析

(1)继电保护设备检修实例:继电保护设备是电力系统中的重要组成部分,其状态直接关系到电力系统的安全稳定运行。采用状态检修策略,可以通过在线监测技术实时监测继电保护设备的运行状态,如电流、电压波形、保护动作情况等。一旦发现异常,立即进行分析和诊断,必要时进行检修或更换,从而确保继电保护设备的可靠运行。(2)高压开关设备状态检修实例:高压开关设备是电力系统中用于控制和保护电路的关键设备。其状态检修涉及对开关设备的机械性能、电气性能和绝缘性能等多方面的监测和分析。通过在线监测技术实时收集开关设备的操作次数、合分闸时间、操作电压等参数,结合定期解体检查对开关设备内部机械部件的磨损情况进行评估,可以准确判断开关设备的剩余寿命和潜在故障,为检修决策提供依据。同时,利用对比分析法和综合诊断法对开关设备的状态进行综合评估,进一步提高检修效率和准确性。

4 变电检修技术的管理与优化策略

4.1 提升变电检修的认识程度

(1)强调变电检修的重要性。变电检修是电力系统运维管理的重要组成部分,对于预防设备故障、减少停电时间、提高供电可靠性具有不可替代的作用。因此,必须从思想上高度重视变电检修工作,将其视为保障电网安全稳定运行的核心任务。企业管理层应将变电检修纳入战略规划,确保检修资源得到合理配置,同时加强

对检修工作的监督和指导,确保检修任务得到有效执行。(2)加强宣传和教育工作。为了提升全员对变电检修的认识,企业应积极开展宣传和教育工作。通过举办变电检修知识讲座、技能培训班、案例分享会等活动,增强员工对变电检修重要性的理解,提高他们的专业素质和操作技能。同时,利用企业内部刊物、网站、微信公众号等渠道,广泛宣传变电检修的先进经验和成功案例,营造积极向上的工作氛围,激发员工的工作热情和创造力^[3]。

4.2 优化变电检修模式

(1)制定科学的检修计划。科学的检修计划是提升变电检修效率与效果的前提。在制定检修计划时,应综合考虑设备的历史故障记录、运行状态监测数据、运行环境条件以及检修资源的可用性等因素。采用大数据分析技术,对设备故障趋势进行预测,实现检修计划的精准制定。同时,计划应具有灵活性和可调整性,能够根据电网运行的实际需求、紧急事件的突发情况等进行适时调整,确保检修工作的及时性与有效性。(2)合理划分检修范围,避免资源浪费。在优化变电检修模式时,合理划分检修范围是关键。这要求企业不仅要對变电设备进行细致的分类管理,还需根据设备的重要程度、故障风险等级以及检修成本等因素,科学确定检修优先级。对于关键设备或高风险区域,应采取更为频繁和细致的检修策略;而对于非关键设备或低风险区域,则可适当延长检修周期,实施更为灵活的监测与维护。通过这样的差异化管理,既能有效保障电网安全,又能避免不必要的资源浪费,实现经济效益的最大化。

4.3 完善变电检修工艺流程

(1)根据设备状态信息制定检修策略。随着物联网、大数据、人工智能等技术的快速发展,变电设备的状态监测与故障诊断能力显著增强。企业应充分利用这些技术手段,实时采集并分析设备运行数据,准确评估设备健康状态,据此制定更加精准、高效的检修策略。对于处于良好状态的设备,可以适当延长检修周期;对于存在隐患的设备,则应提前安排检修,避免故障发生。这种基于设备状态的检修策略,不仅提高了检修的针对性,也大大减少了盲目检修带来的资源浪费。(2)实施标准化作业流程。标准化作业流程是提升变电检修工作效率与质量的重要保障。企业应建立一套完整的变电检修标准作业流程,明确检修前的准备、检修过程中

的操作步骤、安全措施、质量检验标准以及检修后的记录与反馈等环节。通过标准化作业流程的实施,可以有效减少人为失误,提高检修工作的规范性和一致性。同时,定期对标准作业流程进行审查与更新,确保其能够适应新技术、新设备的发展需求^[4]。

4.4 提升人员的业务能力

(1)加强专业知识和安全知识培训。人员是变电检修工作的主体,其专业能力的高低直接关系到检修工作的质量与效率。企业应定期组织专业知识与安全知识的培训,涵盖变电设备的基本原理、常见故障及处理方法、最新的检修技术与方法、安全操作规程等内容。通过培训,提升检修人员的专业技能,增强安全意识,确保检修工作安全、有序进行。(2)提升检修人员的协作能力和创新能力。变电检修工作往往需要团队协作完成,因此,提升检修人员的协作能力至关重要。企业应通过团队建设活动、跨部门合作项目等方式,增强员工之间的沟通与合作,培养团队精神。同时,鼓励检修人员在日常工作中勇于探索、敢于创新,对于提出有效创新建议或解决重大技术难题的个人或团队给予表彰与奖励,以此激发员工的创新活力,推动变电检修技术的不断进步。

结束语

综上所述,电力系统变电检修技术是确保电网安全稳定运行的关键所在。随着技术的不断进步和智能化水平的提升,变电检修正朝着更加精准、高效、智能的方向发展。未来,我们应持续关注新技术、新方法的应用,不断优化检修策略和工艺流程,提升人员专业技能和创新能力,以适应电力系统发展的需求,为构建安全、可靠、绿色的智能电网贡献力量,推动我国电力行业持续健康发展。

参考文献

- [1]田然.电力系统变电检修技术与管理研究[J].名城绘,2020,(03):43-44.
- [2]敖倩.电力系统变电检修技术及其应用探究[J].中国战略新兴产业,2021,(06):61-62.
- [3]王永宏.电力系统安全角度下的变电检修技术研究[J].科技风,2020,(09):95-96.
- [4]邱勇.电力系统变电检修技术及其应用探讨[J].环球市场,2021,(10):92-93.