

变电检修运维中的状态检修策略优化研究

吴 佳

1. 浙江容大电力工程有限公司 浙江 杭州 310000
2. 浙江容大电力工程有限公司富阳供电服务分公司 浙江 杭州 310000

摘 要：本文聚焦变电检修运维，剖析设备状态监测不准确、检修决策缺乏科学性、检修资源配置不合理等问题，针对性提出优化策略。通过引入先进监测技术完善设备状态监测系统，构建数据驱动的风险评估模型实现科学检修决策，按需优化资源配置提升管理效率，并从技术平台整合、管理制度创新、人员能力提升三方面提出实施保障措施。研究成果为提升变电设备运行可靠性、降低运维成本、提高电力系统整体效能提供参考，助力变电检修运维向智能化、高效化方向发展。

关键词：变电检修运维；状态检修；策略优化；资源配置；智能监测

1 引言

在智能电网快速发展的当下，变电设备作为电力系统的关键枢纽，其稳定运行对保障供电可靠性与电能质量至关重要。传统定期检修模式存在检修过度或不足、资源浪费等问题，难以适应现代电网精细化、智能化运维需求，亟需优化状态检修策略。近年来，电力行业逐步推进设备状态检修，但在监测技术应用、决策机制构建及资源调配等方面仍存在短板，导致设备故障预判能力不足、运维效率低下。随着物联网、大数据等新兴技术的成熟，为变电设备状态检修策略优化带来新契机。本文立足实际需求，深入剖析变电检修运维现存问题，探索科学有效的优化路径，旨在提升变电设备运维水平，增强电力系统运行稳定性与经济性，为行业发展提供理论与实践参考。

2 变电设备检修运维现存问题

2.1 设备状态监测不准确问题

在变电设备检修运维实践中，设备状态监测不准确已成为制约行业智能化发展的核心瓶颈。一方面，监测技术手段落后严重阻碍数据采集的时效性与完整性，部分变电站仍采用传统人工巡检方式，依靠运维人员肉眼观察、简单仪器测量，难以捕捉设备内部隐性故障，无法实现对设备全生命周期的实时动态监测。同时，现有传感器在复杂运行环境下暴露出显著的性能短板，例如高压开关柜内局部放电传感器易受电磁干扰，变压器油温传感器在极端温度下出现测量偏差，导致关键参数失真，无法精准反映设备运行状态。此外，数据传输与处理环节的系统性缺陷加剧了监测误差，通信网络带宽不足、协议兼容性差导致数据丢包率居高不下，而部分老旧系统仍采用人工录入与单机处理模式，缺乏自动化

分析能力，无法及时对海量数据进行深度挖掘与异常识别。这些问题相互交织，使得运维人员难以构建准确的设备健康模型，最终导致故障预判失效，为电网安全稳定运行埋下隐患。

2.2 检修决策缺乏科学性问题

当前变电设备检修决策体系中，经验主义主导与科学方法缺失并存，严重削弱了运维管理的效能。过度依赖人工经验的决策模式使检修方案缺乏量化依据，部分运维人员仅凭历史故障记录和个人主观判断制定检修计划，忽略设备实际运行工况与个体差异，导致检修决策滞后于设备真实需求。同时，风险评估体系的缺失加剧了决策的盲目性，由于缺乏基于大数据和人工智能的故障预测模型，无法对设备潜在风险进行动态评估与分级管理，难以确定故障发生概率和影响范围，致使高风险设备得不到及时检修，而低风险设备却频繁停机维护，造成资源浪费与供电可靠性下降。此外，僵化的固定周期检修制度进一步放大了决策缺陷，该模式无视设备运行负荷、环境条件的动态变化，机械执行统一检修周期，既无法满足设备个性化维护需求，也无法适应新型智能电网的实时调控要求，最终导致检修成本攀升与设备寿命缩短的双重困境。

2.3 检修资源配置不合理问题

检修资源配置失衡已成为制约变电运维效率提升的主要障碍，其在人力、设备与物资管理层面呈现多重矛盾。人力资源分配的结构性问题突出表现为专业技能与岗位需求不匹配，基层运维团队中具备高压试验、智能诊断等专业能力的技术骨干短缺，而普通巡检岗位人员冗余，导致复杂故障处理响应迟缓，基础巡检工作效率低下。检修设备与工具的配置缺乏科学规划，部分单位

盲目追求设备高端化,采购的精密检测仪器与实际运维需求脱节,长期闲置造成资源浪费;而关键的应急抢修设备却存在数量不足、老化严重等问题,无法满足突发故障的快速处置需求。物资储备管理的混乱局面更为严峻,仓储系统缺乏智能信息化管理手段,备件库存依赖人工台账,难以实现物资需求的精准预测与动态调配,经常出现紧急维修时关键配件短缺,而常规耗材大量积压的现象。这种资源错配不仅增加了运维成本,更在设备故障时因抢修资源不足延长停电时间,对电网安全稳定运行构成严重威胁。

3 基于问题导向的状态检修策略优化

3.1 优化设备状态监测系统

首先,引入先进监测技术是提升监测水平的关键。积极采用物联网、大数据和人工智能技术,构建智能监测网络,实现对变电设备运行状态的实时感知与全方位监测。例如,应用红外热成像技术,可对设备接头、套管等部位的温度进行非接触式检测,及时发现过热缺陷;利用局部放电在线监测技术,能实时捕捉设备内部绝缘缺陷产生的局部放电信号,为故障诊断提供依据。其次,升级传感器性能是保障数据准确性的基础。研发耐高温、抗干扰、高精度的新型传感器,提高传感器在复杂环境下的可靠性和稳定性。如采用光纤传感器替代传统电子传感器,可有效解决电磁干扰问题,提升数据采集的准确性。最后,完善数据传输与处理机制是实现监测数据价值的重要环节。搭建高速、稳定的通信网络,采用5G、工业以太网等技术,确保数据实时、准确传输;构建智能数据分析平台,运用机器学习算法对采集到的海量数据进行深度挖掘和分析,实现设备状态的智能诊断与故障预测,为运维决策提供科学依据。

3.2 构建科学检修决策体系

基于数据驱动的决策方法是实现精准决策的前提,通过整合设备运行数据、历史检修数据、环境数据等多源信息,建立数据仓库,运用数据挖掘和分析技术,挖掘数据背后的潜在规律,为检修决策提供客观依据。例如,利用设备的负荷数据、温度数据、振动数据等,通过机器学习算法建立设备健康评估模型,实时评估设备健康状态,为检修决策提供支持。建立精确的风险评估模型是科学决策的关键,综合考虑设备故障概率、故障后果严重程度等因素,构建基于风险的评估模型,对设备进行风险分级管理。采用故障树分析、贝叶斯网络等方法,量化评估设备故障风险,确定设备检修的优先级。动态调整检修周期是提升检修决策科学性的重要手段,摒弃传统固定周期检修模式,根据设备健康状态、

风险等级和运行环境等因素,制定个性化的检修计划。对高风险设备缩短检修周期,增加检修频次;对低风险设备延长检修周期,减少不必要的检修工作,实现检修资源的合理利用和设备全生命周期管理。如图1所示:

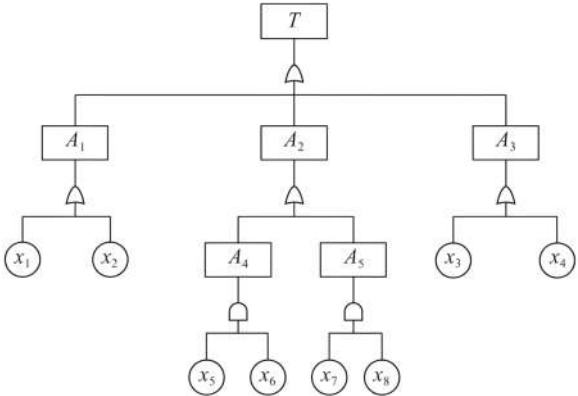


图1 故障树分析模型图

3.3 合理配置检修资源

优化人力资源布局需以岗位需求为导向,建立科学的岗位能力模型,明确各岗位所需的专业技能和知识储备,根据岗位需求配置人员,实现人力资源的精准匹配。加强人员培训与技能提升,通过开展技能培训、技术比武、专家讲座等活动,提高运维人员的专业素质和综合能力,培养复合型人才,解决专业技术骨干短缺问题。按需配备检修设备与工具要求根据设备类型、检修项目和实际需求,制定科学的设备采购计划,优先配备必要的检测设备和抢修工具,提高设备的实用性和利用率。建立设备全生命周期管理系统,对设备的采购、使用、维护、报废等环节进行全过程管理,实现设备资源的优化配置。建立高效物资储备管理系统需要引入智能化仓储管理技术,采用物联网、RFID等技术实现物资的智能化管理,实时掌握物资库存信息,实现物资需求的精准预测和动态调配。建立物资储备定额标准,根据设备类型、运行状况和历史消耗数据,合理确定物资储备数量,避免物资积压和短缺现象,提高物资使用效率,降低仓储成本,确保设备检修工作的顺利进行。

4 策略实施保障措施

4.1 技术平台整合与应用

当前变电运维存在监测、诊断、管理等多系统独立运行现象,数据格式不统一、接口标准缺失导致信息孤岛问题突出。为解决这一问题,需搭建统一的智能化技术平台,整合设备状态监测、检修决策支持、资源管理等模块。通过采用标准化数据接口与通信协议,实现多源异构数据的无缝传输与交互共享,避免数据重复采集与冗余存储。同时,运用云计算、大数据技术构建数据

中台,对设备运行数据、环境数据等进行集中存储与深度挖掘,结合机器学习算法建立设备健康评估模型,实现故障预测与风险预警。此外,将人工智能技术融入平台开发,打造智能诊断、检修方案自动生成等功能,推动运维工作从经验驱动向数据驱动转变。通过技术平台的整合优化,可显著提升数据处理效率,为状态检修策略的精准实施提供可靠的技术保障。

4.2 运维管理制度创新

传统运维管理模式以事后维修和定期检修为主,难以适应基于状态的新型检修需求。为此,需构建以设备状态为核心的全生命周期管理制度,明确各部门在状态检修中的职责与流程,建立从设备采购、安装调试到退役报废的全链条管理机制。同时,建立动态绩效评估体系,将设备可用率、故障响应速度、检修成本控制等指标纳入考核,激励运维人员主动落实状态检修策略。此外,打破部门壁垒,建立跨专业协同机制,促进设备管理、运行维护、技术支持等部门的信息共享与协作,形成高效的运维管理闭环。针对新技术、新设备应用,同步完善操作规范与安全标准,确保检修作业规范化、标准化。通过制度创新,可有效解决传统管理中职责不清、流程不畅等问题,为状态检修策略的持续优化提供制度支撑。

4.3 人员能力提升体系建设

随着智能化技术的广泛应用,对运维人员的专业素养与综合能力提出更高要求。当前部分运维人员存在新技术掌握不足、数据分析能力薄弱等问题,制约策略实施效果。为此,需构建分层分类的培训体系,针对不同岗位需求开发课程,内容涵盖设备状态监测技术、数据分析方法、智能检修工具使用等。通过“线上+线下”混

合式教学模式,结合案例分析、实操演练等方式,提升培训的针对性与实效性。同时,建立“导师制”和技术交流平台,发挥技术骨干的传帮带作用,促进经验共享与能力提升。此外,完善职业发展通道,将技能水平与岗位晋升、薪酬待遇挂钩,激发员工学习积极性。通过系统化的能力提升体系,打造一支具备专业技术能力、创新思维和实践经验的高素质运维队伍,为状态检修策略的顺利实施提供人力保障。

5 结语

本研究围绕变电检修运维中的状态检修策略优化展开,系统梳理了设备状态监测、检修决策及资源配置等现存问题,并针对性提出优化方案。通过引入先进技术、构建科学体系和完善管理机制,为提升变电设备运维效率与可靠性提供了理论与实践路径。未来,随着智能电网技术的持续发展,状态检修策略将进一步融合人工智能、大数据等前沿技术,向着更智能、更高效的方向演进,为电力系统安全稳定运行提供更强保障。

参考文献

- [1]曹玉琴,李颖敏.变电运维在设备状态检修中的作用研究[J].科学大众(科技创新),2019(2):143-144.
- [2]李小琴.探究变电运维在设备状态检修中的作用[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2021(5):82-83.
- [3]李伟.电力变电运维检修管理优化研究[J].中国科技期刊数据库 工业A,2022(3):134-136.
- [4]肖艳婷.变电设备状态监测及状态检修策略的应用研究[J].华东科技(综合),2020(6):331-331.
- [5]李诗梦.变电运维在设备状态检修中的运用解析[J].电子乐园,2021(6):193-193.