

变电运维全流程安全风险管控与效能提升路径

闫振军

内蒙古电力(集团)有限责任公司鄂尔多斯供电分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

【摘要】：变电运维全流程安全风险管控是保障电力系统稳定运行的核心，效能提升则是适应电力行业发展需求的关键。通过梳理变电运维各环节安全风险点，制定针对性管控措施，同时优化运维流程、引入先进技术手段，可实现安全风险有效降低与运维效能显著提升。阐述了变电运维全流程中安全风险的主要表现形式，分析了影响运维效能的关键因素，提出了涵盖风险识别、评估、应对及效能优化的综合路径，为变电运维工作的高质量开展提供方向。

【关键词】：变电运维；安全风险管控；效能提升；全流程；电力系统

DOI:10.12417/2705-0998.25.20.014

引言

变电运维工作是电力系统稳定供电的重要支撑，其全流程的安全与效能直接关系到电力供应的可靠性和经济性。当前，电力负荷持续增长，电网结构日益复杂，变电运维面临的安全挑战不断增多，传统运维模式在效能方面也逐渐显现出不足。如何在保障运维全流程安全的基础上，突破效能瓶颈，成为亟待解决的重要课题。深入探讨变电运维全流程安全风险管控要点与效能提升方法，能够为突破当前运维工作困境提供有效思路，推动电力运维领域持续健康发展。

1 变电运维全流程安全风险的主要表现与成因分析

1.1 设备运行环节安全风险的具体体现

变电运维中，设备运行环节是安全风险的高发区域。变压器作为变电系统的核心设备，在长期运行过程中，可能因绝缘老化出现局部放电现象，若未能及时发现，会逐步加剧设备损坏，甚至引发故障停运。断路器在操作过程中，可能因机械部件磨损或操作机构卡涩，导致分合闸动作异常，影响电力系统的正常切换，严重时会造成电网供电中断。互感器若出现精度偏差，会导致计量数据不准确，不仅影响电力调度决策，还可能引发电费计量纠纷，这些设备运行中的问题均对变电运维安全构成直接威胁。

1.2 人员操作环节安全风险常见类型

人员操作环节的安全风险多源于操作不规范和安全意识薄弱。在设备巡检过程中，部分运维人员未严格按照巡检流程开展工作，对设备关键参数的检查流于形式，遗漏潜在安全隐患，如未能及时发现接线端子的松动情况，可能导致接触电阻增大，引发局部过热。在倒闸操作时，若操作人员未严格执行操作票制度，出现误操作，如误拉合隔离开关，会破坏电网运行的稳定性，甚至造成设备损坏和人员伤亡，这些不规范操作行为严重影响变电运维全流程的安全。

1.3 环境因素引发的变电运维安全风险

环境因素对变电运维安全的影响不容忽视。在高温天气下，变电室内温度升高，会影响设备的散热效果，导致设备运

行温度超出正常范围，降低设备绝缘性能，缩短设备使用寿命，增加设备故障发生概率。潮湿环境则可能使设备金属部件出现锈蚀，影响设备的机械性能和电气性能，如开关柜内的金属连接件锈蚀后，会导致接触不良，引发设备发热故障。雷电天气可能引发雷击事故，损坏变电设备的电子元件，造成设备停运，给变电运维安全带来严峻挑战。

2 影响变电运维全流程效能的关键因素探究

2.1 运维流程设计对运维效能的制约作用

不合理的运维流程设计会显著降低变电运维效能。部分变电运维流程存在环节冗余现象，例如设备检修流程中，审批环节过多且流程衔接不顺畅，从基层班组提交检修申请，到技术部门核查、安全部门评估，再到上级主管审批，各环节常因信息传递不及时出现等待，导致检修工作准备时间过长，原本可快速修复的设备小故障，因流程延误逐渐发展成影响供电的大问题。流程缺乏灵活性，面对突发设备故障时，无法快速调整流程步骤，只能按照固定流程开展工作，即便故障紧急也需完成所有常规手续，使得故障处理效率低下，延长设备停运时间，影响电力系统的正常供电，进而制约整体运维效能的提升。

2.2 技术应用水平对运维效能的影响机制

技术应用水平是影响变电运维效能的重要因素。传统的人工巡检方式效率低下，运维人员需要携带基础工具在变电站内逐一检查设备，无论是户外的变压器、断路器，还是室内的控制柜、互感器，都需逐台查看状态、记录参数，不仅耗费大量人力和时间，还难以实现对设备运行状态的实时监测，像设备内部绝缘老化、线路隐性过热等早期故障隐患，往往因无法及时察觉而错过最佳处理时机。在数据处理方面，若缺乏先进的数据分析技术，大量的运维数据只能零散存储，无法通过系统分析挖掘设备运行规律和潜在问题，无法为运维决策提供科学依据，导致运维工作只能凭经验开展，缺乏针对性，影响运维效能。

2.3 人员专业素养与运维效能的关联

运维人员的专业素养直接关系到变电运维效能。部分运维

人员对新型变电设备的结构和工作原理了解不深入,如今变电站中广泛应用的智能巡检机器人、数字化继电保护装置等,其内部构造和工作逻辑与传统设备差异较大,这些人员在设备维护时难以精准判断运行状态,故障处理过程中更是无法快速准确找到问题根源,只能反复排查,延长故障处理时间。随着电力技术的不断更新,部分运维人员缺乏持续学习的意识和能力,对远程监控系统操作、设备智能诊断方法等新技能掌握不足,难以适应现代化变电运维工作的需求,导致运维工作效率低下,无法充分发挥先进设备和技术的优势,制约运维效能的提升。

3 变电运维全流程安全风险管控的具体实施路径

3.1 构建完善的安全风险识别与评估体系

构建安全风险识别与评估体系是开展安全风险管控的基础。需结合变电运维全流程特点,明确各环节的风险识别范围和重点,制定详细的风险识别清单,涵盖设备运行、人员操作、环境影响等各个方面。通过日常巡检、设备状态监测、故障统计分析等方式,全面收集风险信息,确保风险识别的全面性和准确性。在风险评估环节,采用定性与定量相结合的评估方法,对识别出的风险进行等级划分,确定高、中、低不同等级的风险,为后续风险应对提供依据,使风险管控更具针对性。

3.2 制定针对性的安全风险应对策略

针对不同等级的安全风险,制定差异化的应对策略。对于高等级风险,如变压器绝缘老化可能引发的故障,需立即采取措施,安排专业人员进行全面检修,更换老化部件,同时加强对设备的实时监测,确保设备运行状态稳定。对于中等级风险,如断路器操作机构卡涩问题,可制定定期维护计划,增加维护频次,及时发现并处理潜在问题,防止风险升级。对于低等级风险,如环境湿度轻微超标,可通过加强通风、放置除湿设备等方式进行控制,同时定期监测环境参数,确保风险处于可控范围。

3.3 建立安全风险管控监督与改进机制

建立监督与改进机制是保障安全风险管控有效实施的关键。设立专门的监督小组,定期对变电运维全流程的安全风险管控工作进行检查,查看风险识别是否全面、评估是否准确、应对措施是否落实到位。通过现场检查、资料查阅、人员访谈等方式,及时发现管控工作中存在的问题,并提出整改意见。建立反馈机制,收集运维人员在风险管控过程中遇到的问题和意见,结合实际运行情况,对风险识别清单、评估方法和应对策略进行不断优化和完善,持续提升安全风险管控水平。

4 提升变电运维全流程效能的有效措施

4.1 优化变电运维流程结构

从简化冗余环节和增强流程灵活性两方面推进变电运维

流程调整,是提升运维效率的关键方向。组织专业团队对现有运维流程开展全面排查,梳理出存在重复或耗时过长的审批节点,结合实际工作场景剔除无效环节,同时清晰界定各岗位在流程中的职责范围与任务完成时限,避免因职责模糊导致流程卡顿。在设备检修场景中,用电子化审批替代传统纸质审批,借助线上平台实现审批流程的快速流转,大幅压缩等待时间;针对突发设备故障,专门设计紧急检修流程,明确应急启动条件与各环节响应时限,确保故障发生后能迅速调配资源开展维修,减少设备停运对电力供应的影响,让流程更贴合运维工作的实际需求。

4.2 引入先进技术提升运维智能化水平

先进技术的融入为变电运维智能化升级提供了有力支撑,能显著改善运维工作的效率与质量。在设备巡检环节,大规模推广无人机巡检模式,利用无人机的灵活移动特性,深入变电场所中人工难以涉足的高空、狭窄空间,搭配高清摄像头捕捉设备外观细节,结合红外测温设备实时监测设备温度变化,精准识别部件破损、温度异常等潜在故障。借助物联网技术搭建设备监测网络,将变压器、断路器等关键设备的运行参数传感器与远程监控系统相连,实现电压、电流、温度等数据的实时采集与传输,运维人员通过监控平台即可远程掌握设备运行状态,减少现场巡检的频次与人力投入。运用大数据分析技术对历史运维数据、设备运行数据进行深度挖掘,总结设备故障发生的规律与征兆,提前预判可能出现的故障风险,为运维计划制定与故障处理提供科学参考,让运维工作更具前瞻性。

4.3 加强运维人员专业素养培养

运维人员的专业能力直接影响变电运维工作的成效,从培训内容与培训方式两方面改进培养模式,可有效提升人员素养。结合电力行业技术发展趋势与变电运维岗位实际需求,搭建分层分类的培训体系,针对新入职人员重点开展基础设备原理、安全操作规范培训,针对资深运维人员则聚焦新型设备运维技术、故障诊断方法等进阶内容,确保培训内容与岗位需求精准匹配。采用“理论授课+现场实操”的混合培训模式,邀请电力行业资深专家讲解技术理论与行业前沿动态,同时安排运维人员在模拟运维场景或实际变电场所进行操作训练,通过拆解设备、模拟故障处理等实操环节,强化人员对技术的掌握程度。建立完善的培训考核机制,定期组织理论测试与实操考核,将考核结果与个人绩效、岗位晋升挂钩,充分调动运维人员主动学习的积极性,推动其专业素养持续提升,为运维效能提升筑牢人才基础。

5 变电运维全流程安全与效能协同发展的保障体系构建

5.1 完善管理制度保障协同发展

完善的管理制度是实现变电运维全流程安全与效能协同

发展的基础。制定涵盖安全管理和效能管理的综合性管理制度,明确各部门和人员在安全风险管控和效能提升工作中的职责和权限,避免出现职责不清、推诿扯皮的现象。建立安全与效能双重考核机制,将安全指标和效能指标纳入考核体系,如设备故障发生率、运维工作完成效率等,通过考核引导运维人员重视安全与效能协同发展。定期对管理制度的执行情况进行检查和评估,根据实际运行情况及时修订和完善制度,确保制度的科学性和可操作性,为协同发展提供制度保障。

5.2 强化资源配置支撑协同发展

合理的资源配置能够为变电运维全流程安全与效能协同发展提供有力支撑。在人力资源配置方面,根据运维工作要求,合理调配具有不同专业技能的运维人员,组建专业的运维团队,确保在开展安全风险管控和效能提升工作时,人员配备充足且专业对口。在物资资源配置方面,加大对先进运维设备和安全防护用品的投入,如购置新型检测设备、无人机、绝缘防护装备等,为安全风险管控和效能提升工作提供物资保障。合理规划资金使用,将资金重点投入到安全风险管控关键环节和效能提升技术研发方面,确保资源得到高效利用,推动协同发展。

5.3 构建沟通协作机制促进协同发展

构建良好的沟通协作机制有助于促进变电运维全流程安

全与效能协同发展。建立部门内部和部门之间的定期沟通会议制度,如运维部门每周召开工作例会,汇报安全风险管控和效能提升工作进展情况,交流工作中遇到的问题和经验,共同探讨解决方案。加强与设备供应商、科研机构的沟通协作,及时了解新型设备和先进技术的发展动态,引进适合自身需求的设备和技术,同时借助科研机构的技术力量,开展安全风险管控和效能提升方面的研究,解决运维工作中的技术难题。通过有效的沟通协作,整合各方资源和力量,形成工作合力,推动变电运维全流程安全与效能协同发展。

6 结语

运维流程设计、技术应用水平与人员专业素养,共同构成了影响变电运维全流程效能的核心要素。冗余且缺乏灵活性的流程设计,会延缓故障处理节奏,阻碍运维效率提升,传统技术手段的局限,使得设备监测与数据利用存在短板,难以满足现代化运维需求。人员专业素养的不足,则让先进设备与技术的价值无法充分发挥,制约运维工作提质增效,明确这三大因素的影响机制,是突破变电运维效能瓶颈的前提。唯有针对这些关键问题精准发力,通过优化流程、升级技术、提升人员素养,才能推动变电运维工作迈向更高质量,为电力系统稳定运行提供更坚实的保障。

参考文献:

- [1] 陈嘉伟,林思远.变电运维全流程安全风险管控策略研究[J].电力安全技术,2023,25(4):28-33.
- [2] 赵宇轩,吴雨桐.提升变电运维效能的技术手段与实践分析[J].中国电力,2024,57(2):112-118.
- [3] 马浩然,高思琪.变电运维中设备安全风险成因及应对措施[J].电气应用,2023,42(7):45-50.
- [4] 董子墨,田雨薇.智能化技术在变电运维效能提升中的应用[J].电力建设,2024,45(3):89-95.
- [5] 周梓航,夏语冰.变电运维安全与效能协同发展保障体系构建[J].电网技术,2023,47(9):3345-3352.