

试析电力设备运维管理及安全运维策略

赵 磊 任 超 王祥宇

内蒙古电力(集团)有限责任公司锡林郭勒超高压供电分公司 内蒙古 锡林浩特 026000

摘要:本文系统分析电力设备运维管理的核心内容,包括以全生命周期为基础的运维体系框架、涵盖状态监测等的关键环节及数字化与智能化技术支撑;梳理安全运维策略构建路径,涉及风险识别评估、核心防控策略及人员能力建设,剖析运维与安全衔接短板;提出管理联动、技术赋能、持续改进的协同优化方案,为提升电力设备运行可靠性与安全性提供实践参考。

关键词:电力设备;运维管理;安全运维;协同优化;智能化技术

引言:电力设备是电力系统稳定运行的核心载体,其运维管理质量直接影响供电连续性与设备使用寿命,安全运维则关系电网稳定、人员安全及生产生活秩序。当前,电力设备向复杂化、智能化发展,传统运维管理与安全防控存在衔接不畅、技术脱节等问题,难以适配设备运行需求。明晰运维管理核心要点,构建科学安全运维策略,推动两者协同优化,对提升电力设备管理水平、保障电力系统可靠运行具有重要意义,也是电力行业高质量发展的关键课题。

1 电力设备运维管理的核心内容

1.1 运维管理体系框架

运维管理体系以全生命周期管理理念为基础,贯穿设备规划、设计、运行至退役的各个阶段。规划环节需结合电力系统整体需求明确设备运维标准,设计阶段融入便于后期检修的结构细节,运行过程中动态跟踪状态变化,退役阶段落实环保处置与资源回收^[1]。运维模式包含多种类型,预防性维护通过定期检查提前规避潜在隐患,预测性维护依托监测数据预判故障趋势,状态检修根据设备实际运行状态灵活安排维护,故障检修聚焦故障发生后的快速修复与恢复。运维资源协同强调人员、技术、工具、备件的统筹配置,人员按技能等级分配岗位,技术与设备类型精准适配,工具定期校准确保精度,备件合理储备并优化库存结构,定期评估资源匹配度并动态调整,保障各资源高效联动支撑运维工作。

1.2 关键运维管理环节

设备状态监测是运维工作的核心基础,通过部署各类传感装置采集设备温度、振动、绝缘性能等实时运行数据,全面掌握设备工况。多维度状态评估采用阈值分析判断参数是否超出安全范围,通过趋势预测分析数据变化规律,结合健康指数综合评定设备整体运行状况,为后续运维决策提供依据。故障诊断与处理需先按故障

性质、影响范围进行分类,再通过核查设备运行记录、检测关键部件等方式开展根因分析。应急响应机制需明确故障上报流程、人员调度方案与资源调配路径,修复流程通过优化工序衔接、提前备好备件等方式缩短处理时长。维护计划制定需基于风险评估确定维护优先级,对高风险设备优先安排维护任务,同时结合设备历史运行数据、所处环境温湿度及负荷波动等因素,参考季节变化对设备的影响,动态调整维护周期与内容,确保计划贴合实际需求。

1.3 运维管理技术支撑

数字化工具为运维工作提供高效辅助,设备资产管理系统实现设备信息、运维记录、备件库存等数据的集中管理,便于追溯与分析;移动运维平台支持运维人员在现场实时录入数据、查询资料、接收任务指令,提升现场工作效率。智能化技术深度融合优化运维模式,物联网技术实现设备数据实时传输与互联,通过部署多类型传感器覆盖设备关键部位,确保运行参数无死角采集;大数据分析技术依托算法模型挖掘数据中隐藏的故障征兆与运行规律,构建设备健康评估体系,提前识别潜在问题;数字孪生技术构建设备虚拟模型,1:1还原设备结构与运行逻辑,模拟不同工况下的设备运行状态与故障场景,为运维方案制定提供精准参考。此外,运维决策支持系统整合数字化工具与智能化技术产出的数据成果,自动生成维护建议与风险预警报告,辅助管理人员快速制定科学运维策略,进一步提升运维管理的智能化与精细化水平。

2 电力设备安全运维策略的构建

2.1 安全风险识别与评估

安全风险识别需全面梳理潜在风险来源,设备老化体现在核心部件磨损、绝缘层老化脱落、金属构件锈蚀等,长期运行易引发短路、漏电、部件卡滞等故障,

影响设备稳定运行；操作失误多因人员未严格遵循规范流程，如检修时未执行断电验电流程、误触设备控制开关、参数设置偏差等，可能直接造成设备损坏甚至引发连锁事故；环境干扰包含高温、潮湿、雷击、电磁干扰、粉尘堆积等，高温会加速设备元件老化与绝缘失效，潮湿易导致电路短路或金属部件腐蚀，雷击与电磁干扰可能破坏设备控制系统，粉尘堆积则会堵塞设备散热通道、影响绝缘性能^[2]。风险评估采用风险矩阵模型，结合风险发生的可能性与造成影响的严重程度划分风险等级，借助量化评估方法，通过系统分析设备运行参数、历史故障记录、环境监测信息等，精准衡量各类风险对设备安全运行、电网稳定及人员安全的威胁程度，为后续风险管控优先级划分与策略制定提供清晰依据。

2.2 安全运维核心策略

预防性安全控制从设备设计与防护入手，设备冗余设计为关键回路设置备用路径，为变压器、断路器等核心部件配备备份装置，当主设备或回路出现故障时，备用系统可快速切换，保障供电连续性；安全防护装置配置需覆盖全流程，过载保护装置在设备负荷超出额定值时自动切断电源，接地系统将设备外壳漏电导入大地，防雷设施通过避雷针、避雷器等拦截雷电冲击，多重防护降低设备受损风险。过程安全管控聚焦操作规范与监督，标准化作业流程明确设备巡检、检修、启停等各环节操作步骤与安全要点，操作权限分级根据人员技能与职责划分操作范围，避免无关人员误操作；现场安全监督机制推行双人确认制度，关键操作需两人共同核对后执行，搭配视频监控实时监测现场作业情况，及时纠正不规范行为。应急安全响应注重预案与演练，应急预案需明确故障隔离措施，快速切断故障设备与系统的连接，制定设备恢复流程缩短停电时间，规划人员疏散路线与避险区域保障人员安全；定期开展应急演练模拟不同故障场景，检验预案可行性与人员处置能力，通过演练总结经验优化预案，持续提升应急响应效率。

2.3 安全文化与人员能力建设

安全意识培训体系通过多样化形式强化人员安全认知，案例教育选取电力行业过往典型设备安全事故案例，详细剖析事故发生的直接原因、间接诱因、造成的损失及后续整改措施，让人员直观认识风险危害；模拟演练设置设备误操作、突发故障、极端天气影响等贴近实际的场景，让人员在模拟环境中练习安全操作规范、风险预判方法与应急处置流程，将安全意识融入日常工作的每个环节。运维人员技能认证针对不同设备类型与岗位需求，设定涵盖设备工作原理、安全操作规范、故

障诊断方法、应急处理流程等内容的专业技能考核标准，通过理论考试与现场实操考核综合评估人员能力，只有认证合格的人员方可上岗开展运维工作。动态考核机制定期组织技能测评，结合人员日常工作表现、故障处置效果、安全操作记录等多方面情况综合评分，对考核不达标人员制定针对性强化培训计划，通过专项辅导、实操训练等方式提升其技能水平，培训后重新考核，确保运维人员始终具备适配设备安全运维的专业能力，满足不同场景下的运维需求。

2.4 运维管理与安全运维的现存衔接短板

运维管理与安全运维在实际运作中常存在衔接不畅问题，导致整体效能难以充分发挥。数据层面存在割裂现象，运维管理积累的设备运行数据、检修记录等，与安全运维所需的风险监测数据、事件记录等未能实现有效互通，形成数据孤岛。运维人员在制定维护计划时，难以及时参考安全风险等级；安全管理人员分析风险时，也无法全面调用设备运维历史数据，影响决策的精准性。责任边界存在模糊地带，部分涉及运维与安全交叉的工作，如设备检修中的安全防护措施落实、故障处理后的安全风险评估等，未明确划分责任主体。出现问题时易出现相互推诿，导致工作衔接滞后，既影响运维效率，也埋下安全隐患。技术应用存在脱节情况，运维管理中引入的数字化、智能化工具，多聚焦设备状态监测与维护效率提升，未与安全运维的风险预警、防护控制等功能深度融合；安全运维采用的防护技术与监测手段，也未充分纳入运维管理的全流程管控，形成技术应用“两张皮”，难以实现运维与安全的协同联动。此外，流程衔接存在断点，运维计划执行过程中，安全风险评估未作为前置必要环节，部分高风险设备维护前未开展专项安全研判；安全事件处置后，相关整改要求未能及时同步到运维管理的后续计划调整中，导致同类问题反复出现，制约电力设备运维与安全管理整体水平的提升。

3 电力设备运维管理与安全运维的协同优化

3.1 管理-安全联动机制

运维管理与安全运维通过数据与事件形成紧密联动，运维过程中积累的设备运行数据、故障记录、检修档案等信息，可直接驱动安全策略迭代升级。系统分析设备常见故障模式，比如变压器过载跳闸、电缆绝缘击穿等典型问题，能反推出当前安全防护在负荷监控、绝缘检测等方面存在的薄弱环节，据此调整过载保护参数、优化绝缘检测频次或升级防护装置配置，让安全策略更贴合设备实际运行风险^[3]。当安全事件发生后，组建

专项小组深入调查事件原因、梳理处置过程中的流程漏洞与责任盲区，将调查结果细化为具体改进条目纳入后续运维计划制定环节，优化维护周期、检修重点及操作规范，比如针对误操作引发的事故，增设操作权限二次核验流程，避免同类安全事件重复出现。这种双向联动让运维管理更具针对性，安全运维也能依托运维数据获得更精准的防控方向，形成管理与安全相互促进的良性循环。

3.2 技术赋能协同路径

技术创新为运维管理与安全运维的协同提供有力支撑，智能传感器打破传统监测局限，采用多参数集成设计，在采集设备温度、振动、运行负荷等运行状态数据的同时，同步监测绝缘性能、接地电阻、防雷装置有效性等安全相关指标，实现状态与安全双维度数据的实时同步采集与关联存储，为两者协同分析提供统一、完整的数据基础。人工智能算法深度整合运维与安全数据，通过深度学习设备长期运行规律、历史故障特征与安全事件诱因，既能精准预测设备潜在故障，比如提前识别轴承磨损引发的振动异常，提前安排维护；又能识别安全风险征兆，比如通过绝缘电阻变化趋势预警漏电风险，发出风险预警并推送处置建议，实现故障预测与安全预警的一体化管控。此外，数字化运维平台将运维流程管理、备件管理与安全风险监控、隐患排查模块深度融合，运维人员可在同一平台查看设备运行状态、接收并处理维护任务，实时监控安全指标波动、接收风险提示并启动应急处置流程，大幅提升协同工作效率。

3.3 持续改进体系

PDCA循环模式能有效推动运维与安全的深度融合，计划阶段结合设备年度运维目标、历史故障频次与安全风险等级，制定兼顾设备效能提升与安全防控强化的工作方案，明确不同电压等级、不同类型设备的维护周期与安全

检查重点；执行阶段严格落实运维任务与安全措施，同步记录运维操作细节、设备状态变化与安全指标数据，确保过程可追溯；检查阶段组织技术与安全人员联合复盘，对比预期目标，分析运维流程在效率、成本方面的不足，以及安全策略在风险覆盖、响应速度上的短板；处理阶段总结经验，将高效的运维方法、有效的安全防控措施固化为标准流程，针对发现的问题制定专项改进方案并纳入下一循环，推动两者协同水平不断提升。同时，通过行业交流会、技术研讨会等渠道，积极借鉴其他企业在跨部门协同运维、全生命周期安全管控等方面的先进经验，结合自身设备型号、电网结构与运行环境进行适配调整，避免盲目照搬。加强与科研机构合作，探索毫米波雷达监测、边缘计算等新型技术在协同优化中的应用，通过经验借鉴与技术创新的深度融合，构建更贴合自身需求、可持续迭代的协同改进路径。

结束语

电力设备运维管理与安全运维的协同优化，是破解当前管理难题、提升设备运行效能的关键路径。通过构建完善的运维体系、精准的安全策略，打通两者衔接堵点，依托技术创新与管理升级实现深度联动，可有效保障设备稳定运行。未来需持续深化技术融合与流程优化，推动运维与安全管理向智能化、一体化发展，为电网高质量运行筑牢坚实基础。

参考文献

- [1]王文骅,陈裕.试析电力设备运维管理及安全维护策略[J].模型世界,2023(13):109-111.
- [2]药文刚.试析电力设备运维管理及安全维护策略[J].电脑爱好者(普及版),2023(10):262-264.
- [3]姚玉军,刘杨,赵伯文.试析电力设备运维管理及安全维护策略[J].百科论坛电子杂志,2023(4):37-39.