信息化背景下电气运维安全风险的防控路径研究

马 莹
秦皇岛港股份有限公司电力分公司 河北 秦皇岛 066000

摘 要 在信息化技术深度融入电气运维领域的背景下，为有效提升电气运维安全风险防控水平，本文先对信息化背景下电气运维安全风险进行分类识别，明确人员、技术、管理、环境层面的风险特征与表现，再提出防控体系构建原则，进而针对性构建技术、管理、人员、数据安全防控路径。研究表明，多维度风险协同防控可形成全链条安全保障体系，通过技术与管理协同、主动预防与被动响应结合等方式，可实现信息化背景下电气运维安全的系统性防控。

关键词 信息化；电气运维；安全风险；风险防控；数据安全

Research on the Prevention and Control Path for Electrical Operation and Maintenance Safety Risks in the Context of Informatization

Ma Ying
Electric Power Branch of Qinhuangdao Port Co., Ltd., Qinhuangdao 066000, Hebei Province, China

Abstract Against the backdrop of deep integration of information technology into the field of electrical operation and maintenance (O&M), this paper aims to effectively enhance the level of safety risk prevention and control for electrical O&M. It first classifies and identifies safety risks in electrical O&M within the context of informatization, clarifying the risk characteristics and manifestations at the personnel, technical, management, and environmental levels. Subsequently, it proposes principles for constructing a prevention and control system, and then specifically constructs prevention and control paths at the technical, management, personnel, and data security levels. The research indicates that multi-dimensional collaborative risk prevention and control can form a full-chain safety assurance system. It concludes that a systematic approach to preventing and controlling electrical O&M safety risks in the context of informatization requires the synergy of technology and management, as well as the combination of active prevention and passive response.

Key words Informatization; Electrical Operation and Maintenance; Safety Risk; Risk Prevention and Control; Data Security

随着数字经济发展与“双碳”目标推进，信息化技术在电气运维领域的融合应用成为行业转型趋势，既显著提升了运维效率，也重塑了安全风险形态。当前，信息化运维模式下多维度风险交织叠加，现有防控体系存在技术适配不足、管理机制滞后等问题，难以全面应对新型安全挑战。在此背景下，开展信息化背景下电气运维安全风险防控研究，可为厘清风险传导逻辑、构建适配性防控体系提供支撑，助力推动电气运维领域安全管理数字化、精细化升级，保障电力系统稳定运行。

1 信息化背景下电气运维安全风险分类与识别

1.1 人员层面风险

信息化背景下电气运维人员层面的安全风险核心源于专业能力与信息化运维需求的适配失衡及安全责任意识弱化，这种失衡与弱化易在全流程诱发隐患。部分运维人员对智能监测系统、远程操控平台等工具的操作逻辑和预警机制认知不深，易因误操作触发设备异常，且对系统的过度依赖会退化其现场应急处置能力，导致突发场景下无法快速应对。同时，人员对运维数据录入准确性、及时性的忽视会造成管理平台研判数据失真，而违规越权访问核心权限的行为则可能直接破坏系统秩序并引发连锁安全风险。

1.2 技术层面风险

信息化技术在电气运维领域的深度应用虽提升效率，却也催生了贯穿系统搭建、运行及迭代全过程的多元技术风险。智能监测设备与传统电气设备的兼容性不足，易引发数据传输卡顿、信号丢失等问题，导致设备运行监测出现盲区，无法为风

险预警提供连续可靠的数据支撑[1]。远程运维系统传输链路若缺乏有效加密防护，易成为网络攻击突破口，黑客入侵后篡改参数、植入恶意程序的行为可能引发设备误动作甚至停机，而系统算法缺陷、软硬件老化滞后则会降低运行稳定性，进一步放大安全隐患。

1.3 管理层面风险

信息化背景下电气运维管理层面的安全风险主要体现为管理制度与信息化运维模式不匹配及管理流程闭环管控缺失，这种管理短板会导致风险难以有效遏制。现有制度多沿用传统框架，未针对信息化运维特殊性制定专项规范，对系统操作权限划分、数据管理流程、故障应急处置等关键环节界定模糊，易出现管理真空。同时，信息化运维全流程缺乏有效节点管控，数据采集、风险研判至隐患处置各环节脱节，且监督考核机制常态化不足，导致运维人员履职敷衍，预警信息未及时处置进而演变为实际事故。

1.4 环境层面风险

环境层面的安全风险虽属外部客观因素，但在信息化背景下对电气运维安全的影响更显著，且易通过信息化系统传导放大后果。极端气象条件不仅会直接损坏电气设备硬件，还会干扰信息化系统信号传输，导致远程监测与操控功能失效，而工业环境中的粉尘、湿度超标则会加速智能监测设备元器件老化，降低其运行稳定性与使用寿命。此外，周边电磁干扰会引发信息化设备数据传输错误、预警误触发，生产区域的振动、冲击等物理因素则可能造成设备连接松动、线路破损，进而引发设备故障与数据泄露的连锁风险。

2 信息化背景下电气运维安全风险防控体系构建原则

2.1 技术与管理协同原则

技术与管理协同原则是信息化背景下电气运维安全风险防控体系有效运行的核心支撑，其核心要义在于摒弃技术与管理相互割裂的传统认知，实现二者在防控体系中的深度融合与动态适配。信息化技术的迭代升级需要配套管理机制同步优化作为保障，否则智能监测、远程管控等先进技术的应用价值将因管理流程滞后而大打折扣，而管理规范落地也离不开技术手段赋能，缺乏技术支撑的管理措施易陷入形式化困境，这种协同性可形成技术赋能管理、管理优化技术的良性互动格局。

2.2 主动预防与被动响应结合原则

主动预防与被动响应结合原则凸显了信息化背景下电气运维安全风险防控的前瞻性与兜底性，核心是构建以主动预防为核心、被动响应为补充的风险管控逻辑。主动预防依托信息化监测系统对设备运行状态、环境参数等进行实时感知与趋势研判，提前识别潜在隐患并干预以降低风险发生概率；被动响应聚焦风险发生后的应急处置，借助信息化系统快速联动实现精准定位与高效处置。二者有机结合以规避预判盲区与处置滞后性，形成全链条防控闭环[2]。

2.3 全生命周期与全要素覆盖原则

全生命周期与全要素覆盖原则界定了信息化背景下电气运维安全风险防控体系的覆盖范围与时间维度，旨在打破传统运维分段管控、要素缺失的局限。全生命周期覆盖贯穿电气设备采购、安装、运行、维护至报废全流程，针对各阶段风险特征构建差异化防控机制，全要素覆盖则囊括人员、技术、管理、环境、数据等核心要素，兼顾设备硬件等有形要素与人员意识等无形要素防控，有效规避风险遗漏以保障体系系统性与完整性。

2.4 科学性与实用性兼顾原则

科学性与实用性兼顾原则明确了信息化背景下电气运维安全风险防控体系的构建标准，核心是平衡理论严谨性与实际可操作性。科学性体现为依托风险管理、系统工程等理论，采用大数据分析、风险矩阵等科学方法开展风险识别研判，保障防控措施针对性；实用性要求体系适配企业运维规模、技术水平与管理基础，规避过度追求技术先进而忽视成本与难度，确保防控措施简洁易懂、落地可行，实现理论支撑与实际应用价值的统一。

3 信息化背景下电气运维安全风险防控具体路径

3.1 技术防控路径，构建智能感知与精准管控体系

搭建多源融合智能感知网络需聚焦电气运维关键场景，在高压开关柜、变压器等核心设备节点部署高精度传感终端，涵盖局部放电、温度、振动、绝缘状态等多维度监测指标，终端搭载边缘计算单元完成原始数据的降噪、筛选与格式标准化处理，再通过工业5G与光纤双链路冗余传输至云端运维平台，同时融合机器视觉与红外热成像技术，对线路接头、绝缘子等易损耗部件实现无接触式实时监测，形成全域无死角的感知覆盖。云端平台依托深度学习算法构建设备健康评估模型，该模型结合设备历史故障数据、出厂参数与实时运行数据持续迭代，能够精准识别设备早期异常征兆并生成分级预警[3]。精准管控机制以分级预警为核心驱动，建立设备全生命周期动态台账，同步更新运行参数、维护记录与预警处置进度，一级预警直接触发智能终端联动执行隔离操作，快速切断风险源；二级预警推送至运维人员移动端，附带故障定位、成因分析与处置方案建议；三级预警纳入常态化跟踪清单，结合数字孪生技术构建虚拟仿真场景，预演不同处置

方案的实施效果，优化调整流程后再落地执行，形成感知、预警、处置、评估的全流程闭环管控。

3.2 管理防控路径，完善制度体系与流程闭环

完善信息化适配的制度体系需组建运维专家、技术骨干与合规专员联合工作组，系统梳理远程运维、数据管控、智能系统操作等信息化场景的管理盲区，修订形成涵盖权责划分、操作规范、惩戒标准的专项制度体系。制度明确运维人员、管理人员、技术人员的信息化操作权限边界，细化智能运维平台的登录认证、权限变更、数据采集与共享的标准化流程，针对越权操作、数据篡改、延迟处置等行为制订阶梯式惩戒措施，同时将制度条款嵌入信息化管理平台，通过系统功能实现操作行为的刚性约束，避免制度流于纸面。搭建全流程闭环管理机制以信息化平台为核心载体，构建“风险上报—智能研判—任务派发—处置跟踪—复核归档”的线上全链路，运维人员通过移动端实时上传风险隐患信息及现场影像，平台结合智能感知数据自动生成风险评估报告，推送至对应层级管理人员审核。管理人员依据报告制订处置方案并派发任务，平台实时跟踪处置进度与措施落实情况，处置完成后由质量监督组通过线上数据核查与线下现场核验相结合的方式复核验收，验收合格后将全流程数据归档至设备生命周期台账，平台自动统计各环节效率指标，为管理优化提供数据支撑，保障管理流程持续闭环运转。

3.3 人员防控路径，提升能力素质与安全意识

构建分层分类能力提升体系需结合运维人员岗位差异与能力短板，划分新入职人员、在岗骨干、管理人员3个层级制订差异化培育方案。新入职人员实施“理论+实操+跟岗”三维培训，理论课程聚焦信息化运维基础知识与智能设备操作原理，实操环节依托虚拟仿真培训系统开展智能监测平台、远程操控终端的模拟操作训练，跟岗阶段由资深骨干带教参与实际运维场景处置。在岗骨干重点开展进阶技术培训，邀请行业专家讲解AI故障诊断、数字孪生运维等前沿技术应用，定期组织跨区域运维技术交流研讨会，分享智能系统故障处置经验。管理人员强化信息化管理思维培育，开设数据分析、风险预判等专项课程，提升依托信息化平台统筹管控的能力[4]。打造沉浸式安全意识培育模式需打破传统宣讲式教育的局限，基于真实运维安全事故案例构建VR沉浸式体验场景，让运维人员直观感受违规操作、安全意识薄弱引发的事故后果。建立安全行为积分管理制度，信息化平台实时记录运维人员操作行为，规范操作累积积分可兑换奖励，违规操作扣除积分并关联绩效考评，同时每月推送个性化安全警示信息，内容结合个人操作历史与近期高发风险点，形成常态化、精准化的安全意识培育氛围。

3.4 数据安全防控路径，筑牢全流程数据安全防线

构建全流程数据安全防护体系需聚焦数据全生命周期关键节点：数据采集，为传感终端搭载国密算法加密模块，对原始运维数据进行端到端加密，接入云端前通过动态脱敏剥离设备编号、点位等敏感信息，仅保留核心监测参数。数据传输，采用“工业5G加密专网+光纤传输”双链路冗余设计，嵌入传输链路监测模块，实时校验数据完整性与一致性，防范篡改窃取。数据存储，实行“云端分布式存储+本地物理隔离备份”模式，云端部署区块链存证模块实现访问记录不可篡改追溯，本地备份设备定期完整性校验，保障极端场景下数据快速恢复。动态管控机制，组建专业数据安全团队，依托大数据态势感知平台实时监测数据流转全流程，通过异常行为识别模型精准捕捉越权访问、批量导出、异常IP登录等风险，触发分级预警。高等级风险启动自动响应，即刻冻结权限并应急溯源；中低等级风险推送至安全团队，结合溯源结果制订整改措施[5]。

4 结束语

信息化技术与电气运维的深度融合改变了安全风险的构成与传导机制，传统防控模式已难以适配新型运维场景。本文多维度解构风险成因，立足协同性、全覆盖原则，构建涵盖技术防控、管理优化、人员培育及数据防护的一体化防控体系，通过全流程闭环管控衔接风险识别、研判与处置，提升防控针对性与有效性。未来，可进一步探索不同行业场景下的差异化适配方案，增强策略的实践适配性，为电力运维数字化转型提供精准安全支撑。

参考文献

[1]马清峰.电厂运维作业风险预控系统设计与实现[J].电气时代,2025(7):43-45,49.

[2]王凤雪,杜守成,褚永辉,等.基于多源数据融合的变电运维误操作风险识别技术研究[J].电子元器件与信息技术,2025,9(7):103-106.

[3]潘耀山.工业互联网驱动下机电电气设备的智能化运维策略探究[J].新发现,2025(12): 13-15.

[4]邢益嘉,申晨,刘文旭.电网变电运维风险及检修技术分析[J].电力设备管理,2024(20):38-40.

[5]国家能源局.电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分:GB 26860—2011[S].北京:中国标准出版社,2011.

（本文编辑 杜宇琪）