

变电运维巡检系统的提升策略

王志娟 吕强强

内蒙古电力(集团)有限责任公司阿拉善供电分公司 内蒙古 阿拉善盟 750300

摘 要:电力系统运维标准化、精细化水平持续提升,传统变电运维巡检系统逐渐暴露出架构不完善、运维机制不健全、人员能力适配性不足等各类问题,难以适配现代化变电运维工作要求。本文立足变电巡检工作实际场景,从系统基础架构优化、作业运行机制完善、运维人员能力建设、系统创新升级四个维度,搭建全方位的系统提升路径,逐一解决现有巡检体系中的运行短板与管理漏洞,稳步提升变电运维巡检工作的规范化、智能化与高效化水平。

关键词:变电运维;巡检系统;运维机制;智能化升级;能力建设

引言:变电站是电力电网安全稳定运行的核心枢纽,设备巡检运维工作是排查设备隐患、规避运行故障、保障供电稳定的关键环节。电网建设规模持续扩大,变电设备类型不断更新,运维作业场景愈发复杂,传统巡检系统的运行模式、管理体系与技术支撑逐渐滞后于行业发展节奏。系统架构零散、作业流程粗放、人员专业能力不均、技术应用滞后等问题,持续制约变电运维巡检质量与作业效率的提升。依托多维度优化举措完善巡检体系,能够有效适配现代化变电运维的高标准要求,为电网设备安全稳定运行提供坚实保障。

1 优化变电运维巡检系统基础架构

1.1 完善系统功能模块布局

变电运维巡检系统的功能模块是开展各项巡检工作的核心载体,模块布局的合理性直接影响巡检工作的整体推进效率。针对现有系统模块布局零散、功能分区混乱的问题,需重新梳理系统内置的全部功能单元^[1]。依据变电巡检的实际作业顺序和工作场景,对各类功能模块进行整合与拆分。归类整合设备巡检、台账管理、信息录入、任务调度等基础功能单元,拆分交叉重叠、用途混杂的冗余模块。聚焦一线运维人员的操作习惯,调整模块排布顺序,将高频使用的核心功能放置在系统操作首页,低频的辅助功能收纳至次级菜单。明确每个模块的应用定位与使用场景,杜绝不同模块之间的功能重叠与权限冲突。合理规整系统整体功能框架,让模块划分贴合现场巡检作业逻辑,简化人员日常操作步骤,降低系统使用门槛。

1.2 升级系统软硬件配套设施

软硬件设施的运行状态,决定了变电运维巡检系统的整体运行稳定性。针对现有软硬件设备老旧、运

行卡顿、适配性不足等问题,开展全方位的设施升级更新工作。迭代系统后台运行程序,修复程序运行中存在的卡顿、闪退、响应迟缓等问题,提升系统运行的流畅度。更新前端操作设备,替换老化、灵敏度不足的巡检终端、手持设备及配套硬件,保障现场巡检数据采集的精准度。优化硬件设备的兼容性能,适配不同作业环境下的使用需求,提升设备在复杂变电运维场景中的稳定运行能力。更新系统配套的基础运行组件,夯实系统运行的硬件支撑与软件基础,有效规避设备老化、程序滞后引发的各类运行问题,筑牢系统稳定运行的硬件软件根基。

1.3 梳理系统数据传输运行链路

数据传输链路是变电运维巡检系统数据流转的关键通道,通畅的链路是保障巡检工作有序推进的前提。全面排查系统现有数据传输链路,排查链路堵塞、通道狭窄、数据丢失等各类隐性问题。梳理数据从现场采集、终端上传、后台存储、页面展示的全运行流程,标记流程中存在的传输断点与卡顿节点。规整数据传输通道,划分不同类型巡检数据的专属传输链路,避免各类数据混杂传输引发的拥堵问题。规范数据传输的运行逻辑,统一数据传输的标准规范,减少数据传输过程中的错乱、缺失、延迟问题。优化链路运行的承载能力,扩容数据传输通道容量,持续完善整套数据传输体系,保障巡检数据全程完整、高效流转。

2 完善变电运维巡检作业运行机制

2.1 细化巡检作业流程规范

变电巡检作业流程是运维工作有序开展的核心准则,流程细则的完备程度,直接决定现场巡检工作的规整程度。现有巡检作业流程存在内容宽泛、步骤笼统

的问题,不同人员开展同类巡检工作的操作标准存在差异。结合变电设备运行特性与现场作业场景,对整套巡检作业流程进行逐级细化。拆解设备外观检查、运行参数核对、隐患排查记录等各个作业步骤,明确每一项操作的具体内容与执行标准。针对不同电压等级、不同类型的变电设备,划分差异化的巡检作业细则,填补通用流程无法覆盖的作业细节^[2]。明确巡检作业的先后步骤与操作要点,统一现场作业的执行标准。约束巡检操作的细节要求,规避人为操作随意性带来的作业偏差,让每一次巡检作业都有清晰、具体的执行依据。

2.2 规范巡检任务分配与执行流程

巡检任务的分配与执行,是衔接系统管理与现场作业的关键环节。原有任务排布方式较为粗放,任务划分界限模糊,容易出现作业遗漏、岗位脱节等情况。结合运维人员岗位能力、值守区域与工作职责,建立清晰的任务分配标准。依据设备运行负荷、运维工作轻重缓急,合理排布日常巡检、专项巡检、例行复查等各类工作任务。明确各岗位人员的任务承接范围与作业职责,厘清不同班次、不同岗位的工作边界。理顺任务下发、现场执行、进度反馈的完整流程,杜绝任务积压、执行滞后、反馈缺失等问题。压实各环节作业责任,构建权责清晰、运转有序的任务执行体系,保障各项巡检任务高效落地。

2.3 搭建常态化巡检运维管控机制

常态化管控是维持变电巡检工作稳定推进的重要保障,能够持续约束现场作业质量,稳住运维工作基本秩序。传统巡检管控多以阶段性核查为主,日常管控力度不足,难以及时发现作业中的不规范行为。搭建覆盖巡检全时段、全流程的常态化管控模式,将管控工作融入日常巡检各个环节。聚焦作业规范性、任务完成质量、信息录入精准度等核心维度,设定明确的管控核查内容。落实常态化日常核查工作,及时纠偏不规范的巡检操作与作业行为。持续规整整体运维工作秩序,固化优良的巡检作业习惯,形成长期稳定、闭环可控的巡检运维管理格局。

3 强化变电运维巡检人员能力建设

3.1 构建系统化人员培训体系

变电运维巡检具备专业性强、作业标准严的特点,人员专业水平直接决定巡检工作质量。现阶段巡检培训模式较为松散,培训内容缺乏整体规划,知识输出不成体系。培训内容多围绕基础操作展开,覆盖范围有限,无法应对现场复杂的运维工作场景。结合变电巡检岗位

的工作属性与能力要求,搭建完整、有序的培训框架。深度梳理变电设备运维知识、系统操作流程、现场作业规范以及隐患辨识要点,搭建层次分明的培训内容^[3]。按照人员从业时长、岗位层级、专业水平划分培训梯队,针对新人、在岗员工、技术骨干设置不同的学习重点。改变传统单一的授课模式,针对个人知识薄弱点开展针对性教学。固定每月2次专项培训、每季度1次综合考核的长期培训节奏,规划阶段性学习任务,补齐人员专业知识短板,搭建稳定完备的岗位知识储备体系。

3.2 优化岗位人员职责配置

科学合理的岗位职责划分是保障巡检工作有序推进的核心支撑,能够有效规避工作混乱、责任空置等问题。当下部分变电站巡检岗位的职责划分较为笼统,岗位工作边界模糊,各项巡检工作的归属划分不够细致。粗放的岗位管理模式,容易出现作业内容重复、关键环节无人对接的情况,造成人力资源浪费,也会降低整体巡检效率。结合变电站整体运维架构与现场作业总量,全面梳理各巡检岗位的工作范畴。根据站内设备分布区域、运维难度、作业频次,重新细化各岗位的权责范围与工作内容。明确设备状态核查、现场巡检记录、隐患信息上报、系统数据录入等细分工作的岗位归属,细化不同班次、不同岗位的工作侧重点。结合运维人员的专业特长、实操能力与从业经验完成人力调配,让人员能力与岗位需求相互匹配。细化的岗位权责体系可以理顺全站巡检工作分工,让各项运维工作落地有据、责任清晰。

3.3 搭建人员实操能力提升体系

变电巡检现场工况复杂多变,单纯的理论学习无法支撑人员完成高质量作业。现有培养方式偏重理论输出,对现场实操训练的关注度不足,人员面对突发工况的处置经验较为匮乏。针对巡检作业的实操属性,搭建完整的实操能力提升体系。围绕变电站日常巡检、设备核查、异常处置等全部现场作业场景,设计常态化实操训练内容。训练内容覆盖设备外观排查、运行参数核对、异常现象甄别、现场基础处置等核心作业项目。立足日常运维中的高频难点和常见问题,开展专项实操训练,积累现场处置经验。常态化组织实操练习,督促人员熟练掌握各类巡检操作技巧和作业规范。持续打磨巡检队伍的现场作业能力,夯实全站运维工作的人力基础。

4 推进变电运维巡检系统创新升级

4.1 融入智能化巡检技术应用

电力变电运维行业处于持续革新的状态,运维管控标准与现场作业要求不断提升,传统巡检模式的短板逐步凸显。过往巡检工作依托人工完成设备排查、数据登记、状态研判,作业质量高度依赖人员从业经验与现场状态。复杂的站内环境、长时间重复性作业都会干扰判断精度,催生排查疏漏、辨识不准等各类问题。传统作业模式的上限,已经无法匹配现阶段变电站规模化、精细化的运维管理需求^[4]。引入成熟的智能化巡检技术,能够从技术层面革新现场作业形态,摆脱人工运维的固有局限。结合变电站设备排布方式、日常运行工况以及各类巡检作业场景,筛选适配变电专业场景的智能感知、视觉识别、自动数据采集等前沿技术。把智能技术嵌入设备日常巡检、实时状态监测、异常隐患辨识等核心作业环节,替代大量机械性、高重复度的人工操作。新增多样化的智能巡检作业形式,完成大范围、高密度的设备状态筛查,精准捕捉人工巡检难以发现的微小异常与潜在隐患。缩减人工作业投入,提升巡检工作的覆盖范围与判别精度,推动传统人工巡检向智能精细巡检全面转型。

4.2 优化系统数据整合与利用方式

变电运维日常巡检会源源不断产生各类数据,涵盖设备实时运行参数、现场作业登记记录、隐患排查台账以及设备周期运维日志等内容。这类数据完整记录设备运行轨迹与现场作业情况,是优化运维模式、把控设备运行状态的核心资源。传统巡检系统的数据处理模式较为单一,核心功能仅局限于基础数据存储。不同类型的运维数据分散储存在系统不同模块与各类作业终端,整体归集程度偏低,分类体系杂乱。大量具备参考价值的运维数据长期闲置,无法转化为运维优化的有效依据,造成数据资源浪费。针对巡检全流程的数据产出链路进行系统性梳理,统一全站巡检数据的收纳、分类、归档标准。依据设备品类、作业类型、数据属性开展分级收纳,搭建结构清晰、规整统一的站内数据资源体系。深入挖掘数据隐藏的规律与价值,依托数据波动特征研判设备运行状态变化,提前锁定潜在运行风险。彻底改变只存不用的数据处理模式,让数据深度参与运维分析、作业优化、设备管控等核心工作,切实发挥数据资源的赋能价值。

4.3 建立系统动态迭代更新机制

电网变电设备持续更新扩容,站内运维场景不断丰富,巡检工作的精细化、标准化要求持续提升。固定不变的系统架构与功能模块,很难适配动态变化的运维工作需求。长期未进行优化升级的巡检系统,会出现功能陈旧、场景适配不足、技术支撑薄弱等各类问题,制约运维工作质量提升。搭建规范完整的动态迭代更新机制,可以让巡检系统的功能与性能长期适配现场运维发展节奏。长期收集一线运维人员的操作体验与使用反馈,系统梳理平台运行阶段出现的功能缺陷、操作漏洞与性能短板。结合站内设备更新、智能设备接入、作业流程升级等各类变化,明确系统迭代优化的核心方向。制定阶段性系统升级方案,对老旧低效功能进行优化重构,填补现有功能短板,升级系统底层运行架构^[5]。兼容各类全新智能巡检设备的接入运行,拓宽系统功能应用边界。持续打磨系统运行稳定性与实用性,完善平台综合性能,保障巡检系统始终适配变电运维长效发展需要。

结束语

变电运维巡检系统的优化升级是一项系统性、长期性的完善工作,覆盖系统架构、作业管理、人员素养、技术创新多个核心层面。通过规整系统基础架构、细化巡检运行机制、强化人员综合能力、推进智能技术革新,可全方位补齐传统巡检模式的运行短板。多维度优化举措相互支撑、相辅相成,能够有效规整变电巡检作业秩序,提升系统运行稳定性与实用性,推动变电运维巡检工作向标准化、精细化、智能化方向稳步进阶,为电力电网运维体系高质量发展筑牢基础。

参考文献

- [1] 黄芸. 变电站智能巡检机器人运维监控系统的设计与应用 [J]. 自动化应用, 2026, 67(3): 275-278.
- [2] 史明宇, 田念龙, 康甫. 巡检机器人在变电站安全运维系统中的应用 [J]. 电气技术与经济, 2026(6): 165-167, 171.
- [3] 赵伯文, 姚玉军, 刘杨. 智能巡检系统在变电运维中的应用 [J]. 模型世界, 2023(23): 4-6.
- [4] 王子杰. 配电室巡检自动化系统在变电站运维中的应用效果分析 [J]. 建筑与施工, 2026, 5(7): 28-29.
- [5] 王习琼, 高志林, 温业盛, 等. 基于二次系统模型的变电站运维检修策略优化研究 [J]. 科技与创新, 2026(3): 106-108.