

无人值守变电站远程巡视与应急响应机制探讨

晁良友

国网西藏电力有限公司超高压分公司 西藏 拉萨 850000

【摘要】：无人值守变电站是智能电网建设的重要组成部分，远程巡视与应急响应机制的完善程度直接决定其安全稳定运行水平。立足无人值守模式的运行特点，聚焦远程巡视的精准性不足、应急响应流程不顺畅等核心问题，探索科学高效的远程巡视实施路径与应急响应体系，优化技术应用与流程设计，强化各环节协同联动，可有效提升无人值守变电站的运维效率与风险处置能力，防范各类安全隐患扩大，保障电网供电的连续性与可靠性，为无人值守变电站的规范化、常态化运行提供有力支撑。

【关键词】：无人值守变电站；远程巡视；应急响应；运维管理；安全运行

DOI:10.12417/2811-0722.26.05.021

引言

无人值守变电站依托自动化、智能化技术实现了运维模式的革新，大幅降低了人力成本，提升了运维的便捷性，已广泛应用于电力系统建设中。远程巡视作为无人值守模式下设备状态监测的核心手段，承担着隐患排查、状态研判的重要职责，而应急响应机制则是应对设备故障、突发灾害等异常情况的关键保障。当前，远程巡视仍存在感知不全面、研判不精准等问题，应急响应过程中存在流程繁琐、联动不足等短板，这些问题直接影响无人值守变电站的运行安全性与稳定性。深入探索远程巡视与应急响应的优化路径，破解运行中的各类难题，衔接好设备监测与异常处置的各个环节，既能充分发挥无人值守模式的优势，也能为电力系统的安全高效运行筑牢基础。

1 无人值守变电站远程巡视与应急响应现状剖析

无人值守变电站远程巡视依托视频监控、智能传感等技术实现非现场监测，替代传统人工巡视，已形成以集控中心为核心的巡视体系，可实时监测各类关键设备。但仍存在感知设备覆盖不全、监测有盲区，巡视技术不成熟易漏判误判，以及巡视流程不规范、标准不统一等问题。应急响应针对各类突发情况初步建立流程与分工，可应对常见突发事件，却存在应急预案缺乏个性化、应急联动不畅、信息传递滞后，以及远程应急操控技术不足、依赖人工处置等短板^[1]。二者作为运维核心环节协同性不足，缺乏有效衔接与统一管控平台，信息共享不畅，难以形成“巡视发现—异常预警—应急处置”闭环，影响运维效能与变电站安全运行。

2 无人值守变电站远程巡视存在的核心问题

2.1 远程巡视技术应用不完善

远程巡视技术的应用水平直接决定巡视质量，当前相关技术应用仍存在诸多不足。部分无人值守变电站的远程巡视设备配置较为落后，视频监控清晰度不足、帧率不够，无法清晰捕捉设备的细微缺陷，红外测温、声纹监测等先进技术的应用范围有限，难以实现对设备运行状态的全方位、多维度监测。部分技术存在兼容性问题，不同厂家的感知设备、监控系统之间

无法实现高效联动，数据传输存在延迟、卡顿等情况，影响巡视数据的实时性与准确性^[2]。此外，远程巡视技术的运维保障不足，部分设备缺乏定期检修与校准，易出现设备故障、数据失真等问题，导致远程巡视无法正常开展，难以发挥技术支撑作用，无法及时发现设备运行中的安全隐患，为变电站的安全运行埋下风险。

2.2 远程巡视流程不规范

规范的巡视流程是保障远程巡视质量的关键，当前无人值守变电站远程巡视流程仍存在诸多不规范之处。缺乏统一的巡视标准，不同集控中心、不同站点的巡视周期、巡视内容、巡视方法存在差异，部分巡视工作流于形式，未按照实际需求开展针对性巡视，导致巡视工作缺乏系统性与科学性。巡视数据的管理不够规范，巡视过程中采集的设备运行数据、异常信息缺乏统一的整理、存储与分析，数据利用率低下，无法通过对巡视数据的分析研判设备运行趋势，难以实现隐患的提前预判。同时，巡视责任落实不够明确，部分巡视人员责任心不足，存在漏巡、错巡等情况，巡视记录不完整、不规范，无法为后续的设备运维与应急处置提供可靠的参考依据。

2.3 巡视人员专业能力不足

远程巡视工作对人员的专业能力提出了较高要求，需要工作人员熟练掌握远程巡视设备的操作方法、具备较强的设备状态研判能力。当前，部分巡视人员的专业能力无法满足工作要求，对远程监控系统、智能传感设备的操作不够熟练，难以快速、准确地操作设备开展巡视工作；对变电站各类设备的运行原理、故障特征了解不深入，无法通过巡视数据精准判断设备运行状态，难以识别设备的细微缺陷与潜在隐患，易出现漏判、误判的情况。此外，缺乏系统的专业培训，巡视人员的知识更新不及时，无法掌握最新的远程巡视技术与设备运维方法，难以适应远程巡视工作的开展需求，影响了远程巡视工作的质量与效率。

3 无人值守变电站应急响应机制存在的突出短板

3.1 应急预案缺乏针对性与可操作性

应急预案是应急响应工作的基础，当前无人值守变电站的应急预案存在针对性不强、可操作性不足的问题。多数应急预案采用通用性模板，未结合变电站的设备类型、运行状态、地理位置、周边环境等实际情况进行个性化制定，对不同类型突发事件的处置流程、处置方法规定不够具体，无法精准适配各类突发情况。预案中对突发事件的预判不够全面，对一些罕见的突发情况未进行充分考虑，缺乏对应的处置措施，导致突发情况发生时无法快速启动有效的处置方案^[1]。同时，应急预案的内容较为繁琐，重点不突出，部分处置流程设计不合理，缺乏可操作性，工作人员在应急处置过程中难以快速掌握流程要点，影响了应急处置的效率与效果。

3.2 应急联动机制不健全

应急联动机制是保障应急响应高效开展的关键，当前无人值守变电站的应急联动机制仍不够健全。集控中心、运维队伍、抢修队伍、消防部门等相关单位之间缺乏有效的沟通协调渠道，信息传递不及时、不精准，突发情况发生时，各单位之间的响应衔接不够紧密，存在推诿扯皮、配合不畅等情况。应急资源的调配缺乏统一的管控，不同单位的应急设备、物资、人员无法实现高效整合与共享，导致应急资源浪费，部分应急资源无法及时调配到现场，影响应急处置的进度。此外，缺乏常态化的应急联动演练，各单位之间的协同配合能力不足，突发情况发生时难以快速形成处置合力，无法高效开展应急处置工作。

3.3 应急技术支撑与保障不足

应急技术支撑与保障能力直接影响应急响应的效果，当前无人值守变电站的应急技术支撑与保障仍存在明显不足。缺乏高效的远程应急操控技术，突发情况发生时，无法通过远程手段快速控制设备状态、切断故障源头，部分操作仍需依赖人工现场处置，增加了应急处置的风险与难度。应急监测设备配置不足，无法实时、精准地掌握现场突发事件的发展态势，难以作为应急处置方案的制定提供可靠的技术支撑。应急物资的储备不够合理，部分应急物资储备不足、更新不及时，部分物资的存放位置不合理，无法在突发情况发生时快速调取使用；应急电源、通信设备等保障设施的可靠性不足，易出现故障，影响应急处置工作的正常开展。

4 无人值守变电站远程巡视优化路径

4.1 完善远程巡视技术应用体系

优化远程巡视技术应用，需结合无人值守变电站的运行特点，构建全方位、多维度的技术应用体系。加大先进巡视技术的推广与应用力度，全面配备高清视频监控、红外热成像、声纹监测、智能巡检机器人等设备，实现对站内设备、环境的全

方位覆盖，消除监测盲区，提升对设备细微缺陷的识别能力^[4]。加强技术兼容性优化，统一巡视设备与监控系统的技术标准，实现不同厂家设备、系统之间的高效联动，提升数据传输的实时性与准确性。建立健全巡视技术运维保障机制，定期对巡视设备进行检修、校准与维护，及时排查设备故障，确保设备正常运行；加强技术创新，探索边缘计算、数据融合等先进技术在远程巡视中的应用，提升巡视数据的分析研判能力，实现隐患的提前预判。

4.2 规范远程巡视流程管理

规范远程巡视流程，需建立统一的巡视标准与管理体制，提升巡视工作的系统性与科学性。制定统一的远程巡视标准，明确巡视周期、巡视内容、巡视方法与质量要求，结合不同站点的实际情况，细化巡视要点，确保巡视工作有序开展。规范巡视数据管理，建立统一的巡视数据管理平台，对巡视过程中采集的设备运行数据、异常信息进行统一整理、存储与分析，挖掘数据背后的设备运行规律，实现隐患的提前预判与精准排查。明确巡视责任分工，将巡视任务落实到具体岗位、具体人员，建立健全巡视考核机制，加强对巡视工作的监督与考核，杜绝漏巡、错巡等情况，确保巡视记录完整、规范，为后续设备运维与应急处置提供可靠参考。

4.3 提升巡视人员专业能力

提升巡视人员专业能力，需建立完善的培训与考核体系，打造一支高素质的远程巡视队伍。制定系统的专业培训计划，结合远程巡视技术的发展与工作需求，定期开展针对性培训，重点培训远程巡视设备的操作方法、设备运行原理、故障特征识别、巡视数据解读等内容，提升巡视人员的专业技能。加强实操训练，组织巡视人员开展模拟巡视、故障研判等实操演练，提升人员的实操能力与应急处置辅助能力。建立健全考核机制，将培训效果与考核结果挂钩，定期对巡视人员的专业能力进行考核，考核不合格者暂停上岗，直至培训合格，确保巡视人员具备足够的专业能力胜任工作，提升远程巡视工作的质量与效率。

5 无人值守变电站应急响应机制优化策略

5.1 优化应急预案设计增强实操性

优化应急预案设计，需结合无人值守变电站的实际情况，增强预案的针对性与可操作性。摒弃通用性模板，结合变电站的设备类型、运行状态、地理位置、周边环境等实际情况，制定个性化的应急预案，针对设备故障、火灾、极端天气、外力破坏等不同类型的突发事件，明确具体的处置流程、处置方法、责任分工与注意事项，确保预案能够精准适配各类突发情况^[5]。全面梳理各类可能发生的突发事件，充分考虑罕见突发情况，补充完善对应的处置措施，确保预案的全面性。简化预案内容，突出重点，优化处置流程，明确各环节的时间节点与操作要求，

增强预案的可操作性,让工作人员在应急处置过程中能够快速掌握流程要点,高效开展处置工作。

5.2 健全应急联动机制强化协同效能

健全应急联动机制,需加强各相关单位之间的沟通协调,形成处置合力。建立统一的应急联动指挥平台,整合集控中心、运维队伍、抢修队伍、消防部门等相关单位的资源,实现信息共享、指令传达、资源调配的一体化管理,确保突发情况发生时,各单位之间能够快速沟通、高效配合。明确各单位的应急职责与分工,建立健全协同处置机制,规范信息传递流程,确保突发情况信息能够及时、精准地传递至各相关单位,避免出现推诿扯皮、配合不畅等情况。开展常态化的应急联动演练,定期组织各相关单位开展联合演练,模拟各类突发情况的处置过程,提升各单位之间的协同配合能力,确保突发情况发生时能够快速形成处置合力,高效开展应急处置工作。

5.3 强化应急技术支撑与保障能力

强化应急技术支撑与保障,需提升应急技术应用水平,完善应急保障体系。加大应急技术研发与应用力度,推广远程应急操控、智能应急监测等先进技术,实现对突发情况的实时监测与远程处置,能够快速控制设备状态、切断故障源头,降低

应急处置的风险与难度。完善应急监测设备配置,在站内关键位置配备高精度的应急监测设备,实时、精准地掌握现场突发事件的发展态势,为应急处置方案的制定提供可靠的技术支撑。优化应急物资储备管理,结合变电站的实际需求,合理储备应急物资,定期对物资进行检查、更新与补充,确保物资处于良好状态;规范物资存放位置,建立物资台账,确保突发情况发生时能够快速调取使用。加强应急保障设施建设,提升应急电源、通信设备等设施的可靠性,确保应急处置工作的正常开展。

6 结语

本文围绕无人值守变电站远程巡视与应急响应机制展开探讨,明确了二者在无人值守变电站安全运行中的核心作用,剖析了当前远程巡视与应急响应存在的问题及短板,提出了针对性的优化路径与策略。远程巡视与应急响应机制的完善是一个系统工程,需统筹技术应用、流程管理、人员能力与联动保障等多个方面,实现二者的协同高效运行。通过优化远程巡视技术与流程、提升人员专业能力,健全应急预案与联动机制、强化技术支撑与保障,能够有效提升无人值守变电站的运维效率与应急处置能力,防范各类安全隐患,保障电网供电的连续性与可靠性,为智能电网的高质量发展提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 赵华东.无人值守变电站照明系统节能设计与施工技术[J].灯与照明,2025,49(06):80-82.
- [2] 管佩祥,夏长生,赵宝军,等.一种基于区域集控模式的无人值守变电站技术[J].中国科技信息,2025,(22):102-104.
- [3] 胡昇.无线通信网络在无人值守变电站远程监控中的应用[J].集成电路应用,2025,42(09):360-361.
- [4] 时晨.无人值守变电站应用的雷达监测及其组网技术[J].电子制作,2025,33(16):117-120.
- [5] 陈军.论矿山无人值守变电站的改造[J].新疆有色金属,2025,48(04):89-90.