

变电站无人值守模式下远程许可操作系统的设计与应用

陈国伟 林浩彬

广东电网有限责任公司梅州供电局 广东梅州 514000

摘要：无人值守变电站正朝着更高的智能化和自动化水平发展，不仅提高了电力系统的安全性和可靠性，也为电力企业的经济效益提升提供了有力支持。随着人工智能和物联网技术的发展，无人值守变电站将更加智能化，能够实现自我学习和自我优化。行业标准和规范的完善将为无人值守变电站的发展提供依据，促进其推广应用。本文结合变电站无人值守模式下远程许可操作系统的设计与应用策略进行分析，以供参考。

关键词：集控模式；变电站；无人值守；技术

一、变电站无人值守变电站发展现状

无人值守变电站（UHV）作为现代电力系统的重要组成部分，正逐渐成为智能电网发展的重要趋势。随着智能传感器、自动化控制技术和通信技术的发展，变电站的自动化程度不断提高，能够实现对设备状态的实时监测和远程控制。大数据分析技术的应用，使得变电站能够收集和分析大量运行数据，提高故障预测和维护决策的科学性。无人值守变电站配备了智能监控系统，能够对关键设备进行实时监测和故障报警，提升了安全性，利用远程监控和智能分析，维护工作能够更加高效，减少了人工巡检的频次。在一些地区，已经建立了多座无人值守变电站示范项目，展示其在实际运行中的优势和效果。无人值守变电站在电力调度和供电保障中扮演了重要角色，尤其是在偏远地区和负荷变化较大的区域。采用冗余设计确保在关键系统故障时仍能保证安全运行，增强了系统的可靠性。无人值守变电站减少了人工值守的需求，从而降低了运营和人力成本，提高了经济效益。

二、变电站无人值守模式下远程许可操作系统无人值守关键技术

（一）远方监控中心建设

部署高性能服务器、数据存储设备和备份系统，以确保数据的实时处理和安全存储。采用光纤、无线网络等稳定的通信方式，确保远程监控与控制的实时性和可靠性。实施冗余供电和网络连接，提升系统的可靠性，确保在突发情况下能够继续运行。

1. 软件体系建设

数据采集与监控平台，开发综合数据采集与监控系统，实现对变电站设备状态的实时监测和分析。建立严格的权限管理机制，确保只有授权人员可以进行关键操作，保障系统安全。集成智能故障诊断算法，能够自动识别和报警，提升维护效率。

2. 工程化应用

将硬件和软件进行有效集成，实现数据的无缝对接与交互，提升系统的整体性能。在实际应用中进行系统测试，根据反馈进行不断优化，确保系统在各种工况下的稳定性。对操作人员进行系统使用培训，确保其能够熟练操作和应对突发情况，提升整体运行水平。

（二）远动数据通信网建设

采用分层架构，确保数据传输的高效性和灵活性，支持多种通信协议（如TCP/IP、UDP）。实施加密技术和防火墙措施，保护数据在传输过程中的安全性，防止未经授权的访问。构建实时数据监测平台，确保远动数据的及时获取与反馈，提高响应速度。

（三）无人值守变电站远动系统建设

整合监控、控制和数据处理功能，形成一体化的远动系统，实现集中管理与调度。引入智能算法，实现自动化监控与故障识别，降低人工干预的需求。采用统一的标准接口，便于不同设备和系统之间的互联互通，提高系统的兼容性。

（四）新的运行管理模式建设

建立基于数据分析的运行管理模式，利用大数据分析优化运行策略，提高效率 and 安全性。推行远程巡检机制，利用无人机和智能传感器进行现场监测，减少人工

项目基金：项目名称及编号：一种可提供远方许可操作的智能解锁装置 031400KZ24090061.

巡检频次。构建运行绩效评估体系，定期评估无人值守变电站的运行效率与安全性，持续改进管理模式。

三、变电站无人值守模式下远程许可操作系统存在的主要问题及优化方向

(一) 完善遥信问题

遥信信息可能存在延迟或丢失，影响设备状态的实时监测。提升数据传输的稳定性，引入冗余机制，确保信息传输的及时性和可靠性。同时，定期对遥信设备进行维护和校准。遥控操作存在响应时间长、操作失误风险等问题。采用更为直观的用户界面，优化遥控流程，并引入双重确认机制，确保遥控操作的准确性。

(二) 完善遥调问题

在进行设备调节时，可能无法实时反馈调节效果。增强遥调系统的反馈功能，实现实时监测和动态调整，确保调节的有效性和安全性。遥视监控系统的图像清晰度和更新频率不足，可能影响判断。升级监控设备，提高图像分辨率和帧率，确保监控画面的清晰度与实时性。

(三) 通信中断问题

在特殊情况下可能发生通信中断，导致无法进行有效监控和控制。建立多通道通信机制，确保在主通道故障时可自动切换至备用通道，提高系统的抗干扰能力。系统功能可能不够全面，无法满足所有监控需求。根据实际使用情况和用户反馈，持续完善系统功能，引入新的监测和控制模块，提升系统的综合能力。

(四) 移动变实现远方监视功能问题

移动变电站在远方监视时，可能受到网络和硬件限

制。改进网络适应性，采用边缘计算技术，确保移动变电站在各种环境下都能保持有效的监控和控制能力。无人值守模式下，管理责任和应急响应能力可能不足。建立明确的责任体系和应急预案，定期进行应急演练，提升操作人员的应急处理能力，确保系统在无人值守情况下的安全和稳定运行。

四、变电站无人值守模式下远程许可操作系统的设计与应用策略

(一) 系统架构设计

将远程许可操作系统分为以下四个主要模块，以确保各模块间的高效协作。实时监测变电站设备的状态和性能，包括电流、电压、温度等关键参数，提供可视化仪表盘，显示实时数据和趋势图，以便操作人员进行快速判断。实现对设备的远程控制，包括开关操作、参数调整等。提供操作日志和历史记录，以便于审计和追溯。采用大数据分析和机器学习算法，处理历史数据，识别潜在故障和运行异常。提供决策支持工具，生成报告和建议，优化运行策略。实施多级用户权限管理，确保数据和操作的安全性，定期进行安全审计，监测异常行为，防止安全漏洞。利用云计算平台提供的弹性存储和计算能力，确保海量数据的有效存储和快速处理，通过云服务，支持数据的跨区域备份和恢复，提高数据安全性。根据业务需求动态调整资源分配，确保在高负载情况下系统仍能稳定运行，通过云服务的自动扩展功能，快速应对突发事件，保持系统高可用性。在设计时，可以考虑绘制系统架构图，展示各模块之间的交互关系和数据流向，确保清晰的理解系统的整体运作。

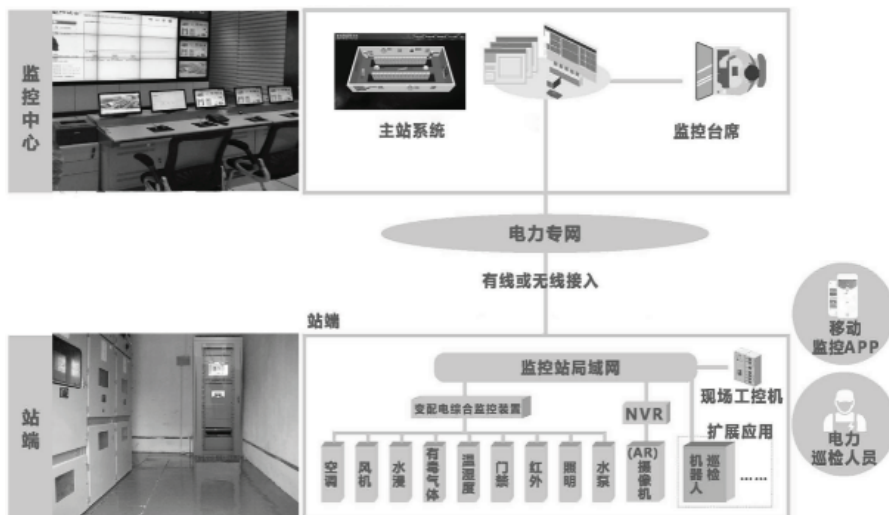


图1 变电站无人值守模式下远程许可操作系统

（二）数据采集与处理

在变电站中部署先进的传感器，监测电流、电压、温度、湿度等关键参数，以实现精确的实时数据采集，传感器应具备抗干扰能力，确保在恶劣环境下的稳定运行。使用智能设备，如智能变压器和保护装置，实时反馈运行状态，并通过网络将数据传输至中央控制系统，设备应支持多种通信协议，确保与现有系统的兼容性。收集和存储大量历史运行数据，通过分布式数据处理技术，快速分析和挖掘数据价值，实施数据清洗和预处理，确保数据质量，提升分析准确性。采用机器学习算法，识别设备运行中的潜在故障模式，建立故障预测模型，通过持续学习和优化模型，提高故障预测的准确性和及时性，从而降低维护成本和停机时间。基于数据分析结果，为操作人员提供实时建议，帮助优化运行策略和调度决策，结合预测结果，提前制定维护计划，确保设备的高效运行。实现系统的动态调整能力，根据实时数据反馈，自动优化设备参数，提升整体运行效率，通过分析不同负荷情况下的运行表现，制定最优运行模式，提高能源利用率。通过高性能传感器与智能设备的结合，辅以大数据和机器学习技术，变电站的实时数据采集与处理将更加高效，为故障预测和运行优化提供强有力的支持。

（三）用户界面设计

采用清晰的布局结构，将主要功能模块（如监控、控制、数据分析）分别划分，避免信息过载。使用一致的设计风格 and 配色方案，确保用户在不同模块间切换时的视觉连贯性。设计易于理解的导航栏，使用图标和文本结合的方式，使用户能够快速找到所需功能，提供面包屑导航，让用户清楚当前所在位置，并能快速返回上一级。提供用户友好的自定义界面选项，允许用户根据个人偏好和具体需求，选择和排列要监控的数据和指标。支持拖放功能，使用户可以轻松调整监控模块的位置和大小，创建个性化的仪表盘。设计动态更新的仪表盘，实时展示关键信息，如设备状态、运行参数和警报信息。使用图表、趋势线和报警指示器等可视化元素，帮助用户快速识别异常和变化。在界面中集成帮助按钮，提供简明的使用指南和操作视频，帮助用户快速上手。设计可交互的工具提示，用户鼠标悬停时显示功能说明，增强界面的易用性。在操作后提供实时反馈，如操作成功或失败的提示，帮助用户理解系统的响应情况。设计简洁的报警系统，通过颜色和音效快速提醒用户关注重要

信息或异常状态。

（四）安全与权限管理

根据不同的工作职责，定义多种用户角色，如管理员、操作员和审计员等，每个角色具有不同的权限级别，明确各角色的访问权限，确保用户只能访问其授权的信息和功能。实施基于角色的访问控制（RBAC），根据角色自动分配权限，简化权限管理流程。定期审查和更新用户权限，确保权限设置与实际工作需求相符。对敏感数据进行加密存储和传输，使用行业标准的加密算法，确保数据在存储和通信过程中的安全性，加密密钥管理系统，定期更换和管理密钥，防止数据泄露。实施强身份验证措施，包括多因素身份验证（MFA），提高系统的安全防护级别。采用单点登录（SSO）技术，简化用户登录流程，同时增强安全性。记录系统的所有操作和访问日志，确保对用户行为的全面追踪，以便日后审计，设定日志保存策略，确保日志数据在一定时间内可用，以满足合规要求。

（五）应用策略

在选定的部分变电站实施试点，测试系统的基本功能和性能。收集试点期间的反馈，包括操作人员的使用体验和系统的运行数据，及时进行调整。在试点结束后，进行全面评估，分析系统在实际应用中的表现，包括稳定性、故障率和用户满意度。根据评估结果，对系统进行必要的优化和调整，确保其满足更广泛的应用需求。在试点成功后，制定详细的推广计划，逐步在更多变电站中部署系统，分阶段推出新功能，确保每一步都经过充分验证和用户培训。制定系统操作培训计划，为操作人员提供系统功能、操作流程及应急处理的全面培训。培训内容应包括理论学习、实操演练和模拟应急处理等，确保人员能熟练应对各种情况。设定培训考核标准，通过考试和实践评估操作人员的掌握程度，根据评估结果，提供个性化的补充培训，确保所有人员均达到操作要求。建立运行效果监控机制，定期收集系统运行数据与用户反馈，评估系统的效能和稳定性。设定关键性能指标（KPI），如故障响应时间、系统可用性等，进行量化分析。根据评估结果，及时调整系统设置和操作流程，解决发现的问题，优化用户体验。结合新技术发展，定期更新系统功能，提升整体性能和安全性。

结束语

综上所述，通过远程操作，减少现场工作人员的需求

求,降低人力成本,集中管理多个变电站,提升运维效率,确保资源的最佳利用。在危险环境中,减少人员暴露风险,提升整体安全性,通过远程监控,及时发现异常情况,快速采取应对措施,保障系统安全。实现数据的集中存储和分析,支持决策优化,提升管理水平,结合加密与权限管理,确保数据安全,防止未授权访问。在突发事件中,远程操作系统能够迅速启用应急措施,提高响应速度。提供模拟环境,增强操作人员的应急处理能力,确保系统可靠运行。

参考文献

[1] 郑磊,王楠,陈俊,等.基于无线通信网络的无人值守变电站远程监控方法[J].电气技术与经济,2024,

(04): 193-195.

[2] 周仲波,王大力,肖力,等.基于YOLOv5算法的无人值守智能变电站异物入侵识别方法[J].电气技术与经济,2024,(04): 112-115.

[3] 张滨,甄中伍.油气田无人值守变电站的微机综合自动化系统改造分析[J].电站系统工程,2024,40(02): 59-61.

[4] 马健.煤矿地面变电站无人值守技术的研究与应用[J].自动化应用,2024,65(03): 33-35.DOI: 10.19769/j.zdhy.2024.03.011.

[5] 王妙龄,许丁伦.基于改进支持向量机的无人值守变电站遥视门禁人脸识别方法[J].电工技术,2024,(02): 37-39+44.DOI: 10.19768/j.cnki.dgjs.2024.02.011.