

Intelligent operation and production management system for new energy power plants based on Internet of Things technology

Yongqi Wu

Guizhou Qianyuan Power Co., Ltd., Guiyang, Guizhou, 550000, China

Abstract

In today's rapidly developing new energy industry, the intelligent operation and maintenance of new energy power stations is gradually undergoing a leapfrog transformation from a human wave tactic to a digital revolution. The intelligent operation and maintenance management system for new energy power stations, as the core carrier of this transformation, is redefining the operation mode of new energy power stations through data collection, intelligent analysis, real-time monitoring and other modes. Based on this, this article explores and analyzes the intelligent operation and maintenance production management system of new energy power plants under the Internet of Things technology, emphasizing continuous technological innovation and cross disciplinary integration, in order to provide necessary reference and guidance for promoting the upgrading of the intelligent operation and maintenance production management system of new energy power plants.

Keywords

Internet of Things technology; New energy power stations; Intelligent operation and maintenance

基于物联网技术的新能源电站智能运维生产管理体系

吴永琦

贵州黔源电力股份有限公司, 中国·贵州 贵阳 550000

摘要

在新能源产业快速发展的今天, 新能源电站智能运维正逐渐经历着从人海战术向数字革命的跨越式转变。新能源电站智能运维管理系统作为这场变革的核心载体, 借助数据采集、智能分析、实时监测等模式, 正在重新定义新能源电站的运营模式。基于此, 本文就物联网技术下的新能源电站智能运维生产管理体系展开探究分析, 强调持续技术创新与跨领域融合, 以期对推动新能源电站智能运维生产管理体系升级提供必要的参考借鉴。

关键词

物联网技术; 新能源电站; 智能运维

1 引言

在全球能源结构加速转型、新能源产业蓬勃发展的背景下, 新能源电站作为清洁能源供应的关键载体, 其规模与数量持续扩张。然而, 新能源电站分布广泛、设备复杂多样, 传统运维模式面临诸多挑战, 如运维成本高、效率低、故障响应不及时等, 难以满足电站安全稳定运行与高效管理的需求。物联网技术的兴起为新能源电站运维带来了新的机遇, 物联网通过将各种设备与传感器连接至网络, 可实现设备间的信息交互与协同工作, 为新能源电站的智能运维提供了强大的技术支撑。基于物联网技术构建新能源电站智能运维生产管理体系, 能够实现对电站设备的实时监测、精准数据分

析与智能决策, 从而有效提升运维效率、降低运维成本, 保障电站的安全稳定运行, 这对推动新能源产业的可持续发展具有重要意义。

2 基于物联网技术的新能源电站智能运维生产管理体系架构设计

2.1 感知层

感知层作为数据采集的基础, 其传感器选型与部署方案非常重要, 设备状态监测传感器是保障电站设备稳定运行的关键, 需依据不同设备特性精准选型。对于风力发电机组, 选用高精度振动传感器监测叶片、齿轮箱等关键部件的振动情况, 可提前预警潜在故障。而光伏组件则配备电流、电压传感器以及红外热成像传感器, 能实时掌握其发电性能和温度分布, 及时发现热斑等异常。环境参数监测传感器能全面感知电站周边环境, 为运维决策提供依据。在光伏电站, 部

【作者简介】吴永琦(1986-), 女, 中国贵州贵阳人, 本科, 高级工程师, 从事水电与新能源生产技术管理研究。

署气象站集成风速、风向、光照强度、温度、湿度等传感器，分析环境因素对发电效率的影响^[1]。在储能区域，安装温湿度传感器和气体传感器，确保储能电池在适宜环境下运行，防范热失控等风险。部署时，需要综合考虑设备分布、通信距离、供电条件等因素，采用合理拓扑结构，如星型、树型或混合型网络，确保传感器数据稳定、高效传输至物联网平台，为后续数据分析与智能运维提供可靠数据支撑。

2.2 网络层

网络层作为数据传输的桥梁，其有线通信技术如光纤通信，具有传输速率高、抗干扰能力强、稳定性好等优点，适用于对数据传输质量要求极高、距离较长的骨干网络，能确保电站核心数据快速、准确传输。然而，其部署成本高、灵活性差，在复杂地形或设备分布分散区域施工难度大。无线通信技术如 LoRa、NB - IoT 等，具有覆盖范围广、部署灵活、成本较低的特点，适合用于设备分布广泛、环境复杂的新能源电站，能快速实现大量终端设备的接入。在适合新能源电站的网络拓扑设计上，可采用混合拓扑结构，以光纤通信构建主干网络，保障核心数据的高速稳定传输，在设备端，结合 LoRa 或 NB - IoT 等无线通信技术，实现设备与主干网络的连接^[2]。对于重要设备或关键区域，可采用星型拓扑，便于集中管理和维护，对于分布广泛的设备，采用树型或网状拓扑，提高网络的可靠性和容错能力，确保数据在不同网络层次间高效、稳定传输，为智能运维提供坚实的网络支撑。

2.3 平台层

数据存储与管理平台犹如平台的“大脑仓库”，需具备海量数据存储能力，以应对新能源电站内众多设备实时产生的数据洪流。而采用分布式存储架构，如 Hadoop 分布式文件系统（HDFS），可将数据分散存储于多个节点，提高数据存储的可靠性与扩展性。同时，运用数据库管理系统对数据进行分类存储与管理，针对设备运行数据、环境参数数据、运维记录数据等不同类型数据，以此设计合理的数据模型与索引结构，确保数据的高效查询与调用。智能算法与模型应用则是平台的“智慧引擎”，借助机器学习、深度学习等先进算法，对存储的数据进行深度挖掘与分析。例如，运用故障预测算法，基于设备历史运行数据预测设备故障发生概率与时间，提前预警并制定维护策略，通过运维决策优化模型，综合考虑设备状态、运维成本、人员安排等因素，为运维人员提供最优的运维方案。这些智能算法与模型不断学习与进化，持续提升分析的准确性与决策的科学性，为新能源电站的智能运维提供强大的技术支撑，实现电站的高效、稳定、安全运行。

2.4 应用层

基于物联网技术构建新能源电站智能运维生产管理体系统架构，应用层作为直接服务于运维业务的核心层面，在运维业务功能模块中^[3]。设备监控与故障诊断模块是保障电站

稳定运行的“哨兵”，借助物联网传感器实时采集设备运行数据，通过预设的监控规则与算法，对设备状态进行全方位、全天候监测。一旦发现异常数据，立即触发故障诊断机制，运用智能算法对故障类型、位置及严重程度进行精准判断，并生成详细的故障报告，为运维人员提供清晰的故障处理指引。运维计划与任务管理模块如同电站运维的“指挥官”，依据设备监控与故障诊断结果，结合设备维护周期、人员技能、备件库存等因素，自动生成科学合理的运维计划。同时，对运维任务进行精细化管理，明确任务责任人、执行时间、任务要求等，实时跟踪任务进度，确保运维工作有序、高效开展。数据分析与决策支持模块则是电站运维的“智囊团”，对设备运行数据、运维数据等进行深度挖掘与分析，为管理层提供多维度的数据报表与可视化分析结果。基于数据分析结果，为电站的运维策略优化、设备更新改造、资源配置调整等决策提供科学依据，助力新能源电站实现智能化、精细化的运维管理。

3 基于物联网技术的新能源电站智能运维关键技术实现

3.1 设备接入与数据采集技术

在设备接入环节，不同设备协议适配与接入方法不同，新能源电站内设备种类繁多，涵盖光伏组件、风力发电机组、储能电池、逆变器等，这些设备来自不同制造商，遵循的通信协议差异显著，如 Modbus、CAN、Profibus 等。为实现设备与物联网平台的无缝对接，需开发通用的协议转换模块，该模块能够识别并解析各类设备协议，将其转换为统一的标准协议格式，以便在物联网网络中传输。同时，采用中间件技术，在设备与平台之间搭建桥梁，中间件具备协议适配、数据转换和消息路由等功能，可灵活应对不同设备的接入需求，确保各类设备能够稳定、可靠地接入物联网系统。在数据采集方面，数据采集频率与精度控制策略直接影响智能运维的效果，采集频率过高会增加网络带宽负担和数据处理成本，过低则可能遗漏关键信息。因此，需根据设备的重要性和运行状态动态调整采集频率^[4]。在精度控制上，针对不同类型的参数，如电压、电流、温度等，设定合理的精度阈值，采用高精度的传感器和采集设备，确保采集数据的准确性。同时，运用数据滤波和校准算法，对采集到的原始数据进行处理，消除噪声和误差，提高数据质量，为后续的智能分析和决策提供可靠依据。

3.2 数据传输与通信技术

在通信协议选择与优化方面，新能源电站环境复杂，设备分布广泛，需综合考虑多种因素，常见的通信协议如 ZigBee、LoRa、NB - IoT、4G/5G 等各有优劣。ZigBee 适用于短距离、低功耗设备组网，LoRa 在长距离、低速率传输场景表现突出，NB - IoT 具有广覆盖、低功耗、大连接特点，4G/5G 则能提供高速稳定的通信服务。根据电站设备的分布、

数据传输需求和成本预算,可选择单一协议或多种协议融合的方式。例如,对于电站内部近距离设备,采用 ZigBee 组网,对于偏远地区的监测设备,利用 LoRa 或 NB - IoT 实现数据回传,在需要实时高清视频监控等场景,借助 4G/5G 保障数据传输质量。同时,对选定的通信协议进行优化,通过调整网络参数、优化数据包格式等方式,提高通信效率和稳定性,减少数据传输延迟和丢包率。新能源电站涉及大量关键数据,如设备运行参数、电站生产数据等,一旦泄露或被篡改,将严重影响电站的安全运行。采用加密技术对传输数据进行加密处理,如 AES、RSA 等加密算法,确保数据在传输过程中的机密性和完整性。设置访问控制机制,对不同用户和设备分配不同的访问权限,防止非法访问。建立安全认证体系,对接物联网的设备进行身份认证,确保只有合法设备才能接入网络。

3.3 智能算法与模型应用技术

基于物联网技术构建新能源电站智能运维体系中,故障预测算法在保障电站稳定运行中,通过收集电站设备的运行数据,如温度、振动、电流等参数,运用机器学习中的时间序列分析、深度学习中的循环神经网络(RNN)及其变体(如 LSTM、GRU)等算法,对设备的历史数据进行挖掘和分析,以此建立故障预测模型。该模型能够学习设备正常运行和故障状态下的数据特征,提前预测设备可能出现的故障类型、时间和概率,为运维人员提供预警信息,以便及时采取预防措施,避免设备故障导致的停机损失和安全事故^[9]。而运维决策优化模型则是为了实现运维资源的最优配置和运维策略的科学制定,运维决策优化综合考虑电站的设备状态、运维成本、人员安排、备件库存等多方面因素,运用运筹学中的线性规划、整数规划等优化算法,构建决策模型。通过对不同运维方案进行模拟和评估,选择出最优的运维决策,如维修时间、维修人员分配、备件采购计划等,提高运维效率,降低运维成本。对于算法与模型的训练与验证方法,需要收集大量高质量的电站运行数据,并进行预处理,包括数据清洗、特征提取等。随后将数据划分为训练集、验证集和测试集,使用训练集对算法和模型进行训练,通过不断调整模型参数,使模型在训练集上达到较好的性能,以确保算法和模型能够为新能源电站的智能运维提供有效的支持。

3.4 可视化展示技术

基于物联网技术构建新能源电站智能运维体系,可视化展示技术则是提升运维管理效能与决策科学性的关键手段。运维数据可视化方案旨在将物联网采集的海量、复杂数

据转化为直观、易懂的图形化信息^[7]。通过数据挖掘与整合,提取关键运维指标,如设备运行状态、发电效率、故障预警等,运用图表(如折线图展示发电量趋势、柱状图对比设备故障率)、热力图呈现设备温度分布、仪表盘实时显示关键参数动态等多样化可视化形式,将抽象数据以直观视觉形式呈现,使运维人员能快速把握电站整体运行态势,及时发现潜在问题。交互式界面设计是实现高效人机交互的核心,界面布局遵循简洁、清晰原则,合理划分功能区域,如设备监控区、数据展示区、操作控制区等,确保信息层次分明。而采用直观的图标和符号,结合色彩心理学,运用不同颜色区分设备状态(如绿色表示正常、红色表示故障),增强信息辨识度。同时,集成多种交互功能,如缩放、筛选、钻取等,用户可根据需求灵活查看不同层级和维度的数据,深入分析问题根源,实现新能源电站的智能化、精细化运维。

4 结语

基于物联网技术的新能源电站智能运维生产管理体系为新能源电站的运维管理带来了革命性的变化,从而显著提升了运维效率与电站安全性,降低了运维成本,有力推动了新能源产业的健康发展。未来,随着物联网技术的不断进步与创新,以及与其他新兴技术如人工智能、大数据、区块链等的深度融合,新能源电站智能运维生产管理体系将迎来更广阔的发展空间。只有持续加强技术研发与创新,完善技术标准与规范,加强人才培养与引进,不断提升体系的智能化水平与综合性能,才能为新能源电站的高效、安全、稳定运行提供更加坚实的保障,助力全球能源结构向清洁、低碳、可持续方向加速转型。

参考文献

- [1] 李大盼.物联网技术在光伏电站运维系统中的研究与应用[J].信息记录材料,2024,25(08):73-75.
- [2] 刘志其,李博,任大磊,等.基于物联网技术的分布式光伏电站智能运维系统[J].通讯世界,2024,31(06):106-108.
- [3] 王璞.计算机软件开发中物联网技术的应用研究[J].信息记录材料,2023,24(06):55-57.
- [4] 张淇昶,王宇.基于物联网技术的分布式光伏电站智能运维系统[J].物联网技术,2023,13(01):137-139.
- [5] 武文江,郭俊卿.光伏电站运维中人工智能技术的应用研究[J].电力设备管理,2025,(02):156-158.
- [6] 潘磊,李婉君.知识图谱技术在配电站房智能运检中的运用分析[J].自动化应用,2024,65(22):123-125.