

基于智能化运维的新能源电站优化管理研究

闫林冲

华润电力投资有限公司北方分公司 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要: 本文针对新能源电站运维管理,分析其高度自动化、需实时监控及受复杂环境影响等特点,指出人工监控低效、故障诊断与预警不足、数据利用有限等现存问题。提出构建智能化监测采集系统、应用智能故障诊断预测技术、优化运维决策与资源配置、建设智能化运维平台等策略。研究表明,智能化运维可提升电站管理水平,降低运维成本,增强可靠性,对推动新能源产业发展具有重要意义。

关键词: 新能源电站;智能化运维;优化管理

引言:在“双碳”目标驱动下,新能源电站成为能源供应体系关键力量。但传统运维管理在面对其高度自动化、环境复杂等特性时,暴露出效率低、诊断能力弱等问题。智能化运维作为创新解决方案,能提升电站运行效能,保障能源稳定供应。本文从新能源电站运维特点出发,分析现存问题,提出优化策略并展望未来,旨在为新能源电站智能化运维管理提供理论与实践参考。

1 新能源电站运维管理的特点

1.1 高度的自动化和数字化

在能源结构加速向清洁化转型的时代背景下,新能源电站呈现出显著的高度自动化和数字化特征。以光伏电站为例,从光伏组件的光能转化,到逆变器的直流-交流转换,再到升压变电器将电能升压并入电网,整个发电流程均由自动化设备完成。这些设备通过传感器、控制器等装置,实现对发电过程的精准控制,减少人工干预,提升发电效率与稳定性。数字化技术在新能源电站中的应用同样广泛且深入。电站内的各类设备都配备了数据采集模块,实时收集设备运行参数、环境数据等信息,并通过通信网络将数据传输至中央控制系统^[1]。中央控制系统借助大数据分析、云计算等技术,对海量数据进行处理和分析,生成可视化的图表和报告,为电站的运行管理提供数据支持。例如,风电运维中,风机的转速、叶片角度、轴承温度等数据都能通过数字化系统实时监测和分析,使运维人员能够及时掌握设备运行状态。

1.2 需要实时监控和快速响应

新能源电站的运行受多种因素影响,需要进行实时监控和快速响应。一方面,新能源发电具有间歇性和波动性的特点,如太阳能发电受光照强度和时间的影 响,风力发电受风速和风向的制约,电站输出功率会随时发生变化。为确保电网的稳定运行,必须对电站的运行状态进行实时监控,及时调整发电策略,维持功率平衡。

另一方面,新能源电站设备一旦出现故障,若不能及时发现和处理,不仅会造成发电损失,还可能引发安全事故。因此建立实时监控系 统至关重要。该系统需具备对设备运行参数、电网状态、环境条件等多方面信息的实时采集和分析能力,一旦发现异常情况,立即发出警报,通知运维人员采取相应措施。例如,当光伏电站的某个光伏阵列出现功率骤降时,监控系统应迅速定位故障点,运维人员可及时进行检修,将损失降至最低。

1.3 面临复杂多变的气候和地理条件

新能源电站通常建设在光照充足、风力资源丰富的地区,这些地区往往气候和地理条件复杂多变。在沙漠地区建设的光伏电站,要面临高温、风沙等恶劣环境。高温会影响光伏组件的发电效率,降低其使用寿命;风沙则会磨损光伏组件表面,导致透光率下降,进而影响发电量。沙漠地区昼夜温差大,会使设备材料产生热胀冷缩,增加设备故障的风险。在山区建设的风电项目,地形复杂,交通不便,给设备运输和安装带来极大困难。而且山区气候多变,经常出现暴雨、雷击、大雾等恶劣天气。雷击可能损坏风机的电气设备,暴雨可能引发山体滑坡、泥石流等地质灾害,威胁电站的安全运行。高海拔地区的低气压、强紫外线等环境因素,也会对电站设备的性能和可靠性产生不利影响。

2 新能源电站运维管理模式存在的问题

2.1 人工监控和巡检的效率低下

传统的新能源电站运维管理模式中,人工监控和巡检占据重要地位,但这种方式存在效率低下的问题。人工监控需要运维人员长时间值守在监控室,实时查看设备运行参数和监控画面,容易产生视觉疲劳和注意力分散,导致故障漏检。而且,人工记录数据的方式不仅效率低,还容易出现记录错误,影响数据的准确性和完整性^[2]。在巡检方面,人工巡检通常按照固定的周期和路

线进行,无法及时发现突发故障。由于新能源电站占地面积较大,设备分布广泛,人工巡检需要耗费大量的时间和人力成本。例如,大型风电场上百台风机分布在广阔区域,运维人员徒步或驾车巡检一圈可能需要数天时间,在巡检间隔期内一旦设备出现故障,无法及时发现和处理,造成发电损失。

2.2 故障诊断和预警能力不足

当前,新能源电站在故障诊断和预警方面能力有限。传统的故障诊断主要依赖运维人员的经验,通过设备运行时的声音、振动等现象进行判断。这种方式主观性强,不同运维人员的诊断结果可能存在差异,而且对于一些潜在的、早期的故障难以准确判断。在故障预警方面,现有系统大多只能在故障发生后发出警报,缺乏对故障的预测能力。由于新能源电站设备运行环境复杂,故障发生前往往会出现一些细微的征兆,如设备温度逐渐升高、振动幅度轻微增大等。但传统的监测系统无法对这些微弱信号进行有效分析和处理,不能提前预警故障,导致运维人员无法提前采取预防措施,增加了设备故障的风险和维修成本。

2.3 数据收集和分析能力有限

新能源电站在运行过程中会产生海量的数据,但目前的数据收集和分析能力无法充分发挥这些数据的价值。在数据收集方面,不同厂家生产的设备数据接口不统一,导致数据难以实现互联互通,形成信息孤岛。而且,部分数据采集设备精度不高,采集到的数据存在误差,影响数据分析的准确性。在数据分析方面,传统的分析方法主要是简单的统计和对比,无法深入挖掘数据背后的规律和潜在价值。例如,对于风机的运行数据,仅分析其平均发电量、故障率等指标,不能发现设备运行参数之间的关联关系,无法为设备的优化运行和维护提供科学依据,由于缺乏专业的数据分析人才和先进的分析工具,大量的数据未能得到有效利用,造成资源浪费。

3 基于智能化运维的新能源电站优化管理策略

3.1 智能化监测与数据采集系统构建

构建智能化监测与数据采集系统是新能源电站迈向智能化运维的基石,其核心在于借助前沿技术实现对电站全方位、精细化的管控。在传感器技术应用上,以光伏电站为例,光伏组件易受温度影响发电效率,温度传感器可实时监测组件表面及内部温度,当温度过高时预警,提醒运维人员采取散热措施;电流、电压传感器则能精准捕捉组件输出电参数变化,帮助判断组件是否存在性能衰减或故障隐患。风电项目中,风机关键部位的振动传感器可通过分析振动频率与幅度,识别齿轮箱齿

轮磨损、轴承故障等问题;应力传感器实时监测叶片所受应力,防止叶片因过度受力而损坏。统一的数据采集标准和通信协议是打破设备间信息壁垒的关键。当前,不同厂家设备数据接口各异,导致数据传输与整合困难。通过制定通用标准,如采用OPCUA协议,能实现不同品牌设备数据的无障碍交互。物联网技术的应用则将分散的传感器与设备构建成为有机网络,无论是无线的LoRa、NB-IoT技术,还是有线的工业以太网,都能确保数据稳定、快速传输至数据中心。数据中心运用分布式存储技术,如Ceph分布式存储系统,具备高可靠性、高扩展性,可高效存储海量数据,同时支持数据的快速读取与处理,为后续数据分析与电站智能化运维提供坚实的数据支撑。

3.2 智能故障诊断与预测技术应用

智能故障诊断与预测技术是提升新能源电站运维管理效能的核心驱动力,其融合大数据与人工智能技术,革新传统运维模式。在智能故障诊断模型构建方面,利用深度学习算法,如卷积神经网络(CNN),对海量历史故障数据和设备运行数据进行深度挖掘。以风电设备为例,将风机运行时的振动波形、电流变化曲线等数据作为输入,经过模型训练,使其能够精准识别齿轮箱故障、发电机异常等不同类型故障的特征模式^[3]。当设备实际运行数据出现异常波动时,模型可在短时间内诊断出故障类型与位置,并给出维修方案,相比传统经验判断,诊断准确率大幅提升。故障预测技术通过机器学习算法实现对设备未来状态的预判。以风机轴承为例,基于长短期记忆网络(LSTM)对轴承温度、振动数据进行时序分析,结合气象数据(如温度、湿度变化)和电网负荷数据,综合预测轴承故障概率。若预测到某时段轴承故障风险上升,系统自动生成预防性维护计划,安排运维人员提前检查、更换部件,避免突发故障导致停机损失。通过不断优化算法和补充数据,故障预测的时间跨度与准确性将持续提升,进一步降低运维成本与安全风险。

3.3 运维决策优化与资源配置

智能化运维为新能源电站运维决策优化和资源配置带来全新变革,通过数据驱动实现科学管理。在运维决策模型构建上,综合设备运行数据、故障历史数据、维修成本数据以及发电计划等多维度信息,运用运筹学、机器学习等方法建立决策模型。以光伏电站为例,模型根据光伏组件的发电效率、故障率等健康状态数据,结合天气预报中的光照强度预测,对不同区域组件制定差异化运维策略。对于发电效率稳定、故障率低的组件,

适当延长巡检周期；对于临近使用寿命或故障率较高的组件，增加巡检频次，提前安排维护，在保障发电效率的同时降低运维成本。在资源配置环节，智能化管理平台发挥核心作用。平台基于故障诊断结果和维修计划，利用智能调度算法，如遗传算法，合理调配维修人员、设备和备件。当某风电项目风机出现故障时，平台自动分析故障类型、紧急程度，优先调度距离最近且具备相应技能的维修人员，并根据维修需求配备合适的工具与备件，确保以最快速度抵达现场维修。通过对备件消耗数据的分析，运用库存管理模型，如ABC分类法，优化备件库存结构，减少资金占用，提高资源利用效率，实现运维资源的精准配置与高效利用。

3.4 智能化运维管理平台建设

智能化运维管理平台是新能源电站智能化运维的中枢系统，集成多种功能实现高效管理与决策。在数据展示方面，采用先进的可视化技术，如Echarts、D3.js等，将电站设备运行状态、发电数据、环境参数等信息以直观的图表、地图呈现。运维人员通过平台，可实时查看光伏电站各组件的发电功率分布、风电项目风机的运行状态，以及电站周边气象环境变化，快速掌握电站整体运行态势。平台深度集成智能故障诊断与运维决策系统，当设备出现异常时，故障诊断系统自动报警并推送诊断结果，运维决策系统随即生成相应的运维策略。同时平台建立与维修人员、设备供应商、电网调度等多方的信息交互通道，利用消息队列、WebService等技术实现信息实时共享。维修人员可通过移动端接收维修任务，设备供应商能及时了解设备运行问题并提供技术支持，电网调度可根据电站发电情况进行功率调节。此外，平台具备强大的数据分析与报表生成功能，运用数据挖掘算法对历史数据进行分析，定期生成电站运行分析报告、运维成本报告等，为电站管理者制定长期发展规划、优化运营策略提供科学依据。

4 智能化运维在新能源电站中的未来发展趋势

随着科技的不断进步，智能化运维在新能源电站中的应用将不断深化和拓展。在技术层面，人工智能、物

联网、大数据等技术将进一步融合创新，推动智能化运维技术向更高水平发展。例如，深度学习算法将更加精准地对设备故障进行诊断和预测，物联网技术将实现对电站设备的更全面、更实时的监测，大数据分析将挖掘出更多有价值的信息，为电站的优化运行和管理提供更有力的支持^[4]。在应用模式方面，智能化运维将从单个电站的独立运维向区域化、集中化运维转变。通过建立区域化的运维管理中心，对多个新能源电站进行统一监控、统一调度和统一管理，实现资源的共享和优化配置，降低运维成本，提高运维效率。智能化运维还将与能源互联网、虚拟电厂等新兴概念深度融合，实现新能源电站与电网、用户之间的互动协同，提高新能源的消纳能力和电网的稳定性。另外，智能化运维的发展还将带动相关产业的发展，如智能传感器制造、数据分析服务、运维软件研发等。未来，智能化运维将成为新能源电站发展的核心竞争力，为新能源产业的可持续发展提供强大动力。

结束语

本文系统探讨了新能源电站智能化运维的优化管理，通过剖析运维特点与问题，提出针对性智能化策略，为电站高效运行提供路径。智能化运维打破传统运维局限，实现数据驱动管理，有效提升电站综合效益。未来，随着技术进步与应用拓展，智能化运维将面临更多挑战与机遇，有望在新能源电站管理中发挥更大作用，助力能源结构转型与可持续发展。

参考文献

- [1]陈雪梅,吴丽云.智能运维技术在光伏电站中的应用效果评估.电力工程技术,2020,34(2):67-73.
- [2]李九州,王莉莉.基于大数据分析的智能运维优化策略研究.电气自动化设备,2021,28(1):32-38.
- [3]伍璇.基于智能化运维的新能源电站优化管理研究[J].中国战略新兴产业,2024,(08):109-111.
- [4]金声超,吴文宝,封永铭,等.新能源场站智慧运维应用探索[J].江西电力,2022,46(04):45-47+51.