

人工智能技术在风力发电领域的应用分析

王首柱

国能（济南）新能源有限公司河口分公司，北京 100000

[摘要] 风力发电作为全球增长最快的可再生能源之一，在面对风速波动与设备故障时，显著挑战了电网的稳定性与运维管理。传统的管理方式，往往难以提供及时的预警与高效的调度。借助机器学习与大数据分析等人工智能技术，风电产出得以精确预测，运维策略得到优化，同时潜在设备故障得以提前识别，从而提升了风力发电系统的整体效率与可靠性，AI 的应用为风电行业的智能化管理开辟了新的发展空间。

[关键词] 人工智能；风力发电；新能源

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15995

中图分类号: TM614

文献标识码: A

Application Analysis of Artificial Intelligence Technology in the Field of Wind Power Generation

WANG Shouzhu

Hekou Branch of Guoneng (Ji'nan) New Energy Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract: As one of the fastest-growing renewable energy sources in the world, wind power generation significantly challenges the stability and operation management of the power grid in the face of wind speed fluctuations and equipment failures. Traditional management methods often struggle to provide timely warnings and efficient scheduling. With the help of artificial intelligence technologies such as machine learning and big data analysis, wind power output can be accurately predicted, operation and maintenance strategies can be optimized, and potential equipment failures can be identified in advance, thereby improving the overall efficiency and reliability of wind power generation systems. The application of artificial intelligence has opened up new development space for intelligent management in the wind power industry.

Keywords: artificial intelligence; wind power generation; new energy

引言

随着全球能源转型的不断推进，风力发电凭借其清洁且可再生的特点，逐渐成为应对气候变化和减少碳排放的关键能源选择。风电输出的波动性以及设备运维问题，仍在影响其整体效率与可靠性。人工智能技术的引入，提供了创新的解决方案，利用精准的预测、智能化的监控以及调度优化，风力发电系统正朝着更高效、更稳定的方向发展。

1 人工智能技术在风力发电领域的应用优势

1.1 提高运行效率与发电质量

在风力发电系统中，提升运行效率与发电质量是实现可持续发展的核心目标。借助人工智能技术，特别是机器学习与深度学习算法，通过对大量历史数据的分析，风速、风向等气象变化能够被准确预测，从而为风机的运行提供优化方案。例如，基于实时数据的风力预测模型能够调整风机的运行角度，使风能捕获效率得到最大化，并有效减少了不必要的停机时间，此类优化不仅提升了单台风机的发电效率，也改善了整个风电场的能源输出。风力发电设备的运行模式也被人工智能进一步优化，通过实时数据监控与模型预测，能够有效规避风速波动或突发天气对发电质量的不利影响。风机状态可以被 AI 系统即时检测，并在需要时自动调整运行策略，确保设备始终保持在最佳工作状态，进而减少停机时间与故障率，增强发电的稳定性

与质量。通过这些智能化手段的运用，人工智能不仅能在短期内提升风电场的发电效率，也能在长期内降低运营成本。风力发电的整体比例与稳定性得到了进一步增强，为实现绿色低碳目标提供了坚实的基础。

1.2 降低运维成本

降低运维成本是提升风力发电经济效益的关键任务之一，而人工智能在这一过程中发挥着至关重要的作用。传统的运维模式依赖于定期人工检查与维修，虽然这种方式能保障设备运行，但其效率较低，且难以及时发现潜在故障。借助人工智能，实时监控系统通过数据分析可以预测设备的潜在问题，从而实现预测性维护。风机的运行状态得以持续监测，任何异常信号都会被及时识别并报警，进行精准的故障诊断。这使得运维人员能够在问题进一步扩展之前进行维修或替换，避免了设备停机时间过长及昂贵的紧急修复费用。除了故障预测，人工智能还在巡检工作中发挥着优化作用，显著降低了人工巡检的成本。无人机、机器人等自动化设备结合图像识别与传感技术，能够快速覆盖整个风电场并实时传回数据，从而取代了传统人工巡检的繁琐操作。不论是在高空检查风机叶片，还是在复杂地形中对设备进行监控，AI 系统均能高效完成这些任务，减少了人力成本并降低了巡检频次。通过这些措施的实施，人工智能不仅提升了运维效率，还显著降低了故

障发生的风险,减少了风力发电场的整体运营成本,实现了经济效益与环境效益的双重提升。

1.3 增强电网稳定性与可靠性

风力发电的波动性是影响电网稳定性的主要挑战。风电输出受天气条件的强烈影响,导致发电量波动频繁。如果这种波动无法有效控制,可能会引发电网频率和电压的不稳定,甚至造成电力供应中断。为了解决这个问题,人工智能技术提供了切实可行的解决方案。借助先进的人工智能算法,特别是深度学习与时间序列预测模型,可以对风电发电量进行精准的短期与长期预测。这些预测不仅帮助风电场实时了解发电情况,还能基于天气变化及时调整运行策略,有效应对发电波动。人工智能的作用还体现在优化风力发电与其他能源形式(如太阳能、火力发电等)之间的协调。智能调度系统能够实时分析不同能源的发电情况,精确调整资源配置,确保风电波动能够通过其他能源形式得到有效平衡。这样一来,电网的适应性与稳定性得以提高,电力供应的可靠性得到保障,避免了风电波动带来的电网负荷过重或电力短缺的问题。通过这种智能化的预测与调度机制,人工智能不仅帮助提升风力发电的利用效率,也降低了电网运行的风险,推动了绿色能源的平稳接入,促进了电力系统朝着更加智能与可持续的方向发展。

2 人工智能在风力发电中的主要应用

2.1 无人机应用在智能巡检之中

无人机技术在风力发电机组的智能巡检中已得到广泛应用,显著提升了巡检的效率与质量。得益于其长时间续航与强抗风能力,无人机特别适合风力发电场这种高空、辽阔且复杂的环境。操作人员通过远程控制无人机,能够迅速将其调度至指定位置,对风力发电机组进行高效的拍摄与监测,此方式不仅消除了人工巡检中的安全隐患,还有效提升了巡检覆盖范围与精准度。拍摄完毕后,无人机能够实时将采集的图像与视频通过传输系统发送到地面接收系统。技术人员在监控中心分析这些影像资料,结合风机运行状态,判断是否存在故障或潜在问题。与传统人工巡检相比,利用无人机进行智能巡检能够大幅提高效率与准确性,同时大大减少巡检成本。无需派遣工作人员进入风机高空或复杂区域,这样既节省了人力,又降低了安全风险。这种高效的巡检方式不仅确保风力发电机组的正常运行,还能够在早期发现问题并及时处理,避免了潜在的停机与维修费用,从而提升了企业经济效益以及风电场整体的运营效率。随着无人机技术的不断进步,其在风力发电行业中的应用将迎来更广阔的前景,进一步加速风力发电的智能化发展进程。

2.2 风力预测与能量评估

风力预测与能量评估是提升风力发电系统稳定性与效率的核心要素。风电输出的波动性给电网负荷调节带来了严峻挑战,而精准的风力预测对于保障风电场高效运行

至关重要,同时为电力系统调度提供了必要的支持。借助人工智能,尤其是机器学习算法,通过对历史气象数据、风速、气压、温度等多个维度的数据分析,风速与风向的变化趋势能够被准确预测。相比传统气象模型,这些预测的精度显著提高,为风电场提供了更为可靠的风力数据,使得运营策略能够根据实时预测灵活调整,从而最大化发电效率。人工智能在风力能量评估方面的应用同样至关重要,通过对实时风力资源数据的全面分析,AI 不仅能够评估风电场的潜力,还能优化风电机组的布局,并准确估算可能的发电量。这个过程为风电场在项目规划与投资决策时提供了科学依据,也为电力运营商带来了可靠的能量预估,便于电网负荷调度,从而确保电力供应的稳定性。结合风力预测与能量评估,人工智能技术显著减少了风电资源的浪费,优化了风电场的发电调度。通过这些改进,不仅提高了经济效益与环保效益,还推动了绿色能源在更广泛领域的应用。

2.3 风力发电设备的故障检测与预测性维护

风力发电设备的故障检测与预测性维护是确保系统高效、稳定运行的核心。传统的维护模式往往依赖于定期检查与人工维修,这种方式难以在问题初期发现潜在故障,而且一旦发生故障,修复成本通常较高,停机时间也相对较长。借助人工智能技术,风力发电设备的故障检测变得更加精准与实时。通过对风机运行数据的持续监控,AI 系统能够及时识别出振动、温度波动、噪音等异常信号,而这些都可能是故障的早期预警。基于实时数据,人工智能不仅能精准预测设备的剩余使用寿命,还能提出针对性的维护建议,从而避免了传统检查方式的盲目性^[1]。例如,当某个部件出现磨损迹象时,AI 系统能够提前发出警报,提醒维护人员在问题升级之前进行必要的修复或更换,这样便能避免突发性故障及高昂的维修费用。结合大数据分析,AI 能够综合评估风电场整体设备的运行状况,识别潜在的系统性故障,并为系统优化提供方案,从而进一步提升了设备运行的可靠性。通过这种预测性维护,不仅显著降低了停机时间和维修开支,还延长了设备的使用寿命,进而提高了风电场的整体运营效率,为风力发电的可持续发展提供了坚实支持。

2.4 风力发电系统的智能调度与优化

风力发电系统的智能调度与优化对于提升风电场的运行效率以及确保电力供应的稳定性至关重要。由于风力发电具有间歇性与不稳定性,风速和风向的变化直接影响发电量,而电网需求又呈现动态波动,这使得高效的调度系统显得尤为重要。借助人工智能的实时监控能力,风电输出与电网需求的信息得以精准分析,从而实现风电场发电能力的智能调配,并优化风电与储能系统之间的协调运行。AI 系统通过综合处理风速、风向、气温等环境数据,并与电网负荷需求相匹配,能够自动调整风机的工作状态

与发电策略。在风力资源充足时,系统将调动所有可用风电产量;而在风力较弱或电网负荷较重时,AI 则能够灵活调节风机的运行状态,甚至与其他能源形式(如太阳能、火电等)协同工作,以确保电网的稳定性。这一智能调度机制不仅提升了风力资源的利用效率,还有效解决了风电输出波动引起的电网不稳定问题。此外,AI 技术还能够对风电场的整体运作进行优化,分析各个风机的发电表现与效率,动态调整风电机组的工作负载,从而减少能源浪费并避免设备的过度运行。通过这种智能化的调度与优化方式,风电场的经济效益得到了显著提升,环保效果也得到了增强,为推动可再生能源的高效利用及电力系统的绿色转型提供了强有力的支持。

3 人工智能技术的未来发展趋势与前景

3.1 新兴技术对风力发电的推动作用

新兴技术对风力发电的推动作用日益显现,尤其是在人工智能、物联网、大数据以及 5G 技术的深度融合下,风力发电行业正经历着前所未有的变革。这些技术不仅显著提升了风电效率与系统的可靠性,还为可持续发展奠定了坚实的基础。作为风力发电核心技术之一,人工智能(AI)凭借其强大的数据处理与分析能力,对风力预测、故障诊断、设备维护等多个环节进行了优化。通过结合物联网(IoT)技术,实时采集各类设备的运行数据并将其传输至云平台,为 AI 提供了精准的数据支持。这样的协同工作不仅实现了精确的风速预测与智能调度,还有效推进了预测性维护,从而降低了运营成本,并提升了风电系统的整体经济效益^[2]。此外,5G 技术的广泛应用为风力发电的智能化提供了至关重要的支持,其高速、低延迟的网络特性确保了大数据能够迅速传输与处理,使风电设备得以实时响应环境变化,并精确进行控制与调度。这种高效的信息传输与实时监控,极大地提升了风电场的适应性,同时增强了应对风电输出波动对电网稳定性影响的能力。随着这些新兴技术的不断进步与深度整合,风力发电的智能化与精细化水平持续提高,风电系统与其他能源形式之间的协同能力也逐渐增强。此类技术的融合无疑将为全球能源转型及低碳发展注入强大动力,推动可再生能源的普及与广泛应用。

3.2 风力发电与人工智能的结合前景

风力发电与人工智能的结合展现出广阔的发展前景,

预计将在未来几年内深刻改变风电行业的运营模式与管理方式。随着 AI 技术的不断进步,风电场的管理将从依赖经验的传统方式,逐步转向基于数据驱动的智能化管理。通过大数据分析、机器学习与深度学习算法,人工智能能够精确预测风速、风向及气候变化,从而显著提高风电场的发电预测精度,优化风机的运行策略与调度模式。在设备故障预测与维护领域,人工智能的作用愈加重要,AI 系统可以实时监控设备状态,分析运营数据,及时识别潜在故障,甚至预测设备的剩余使用寿命。借助这一提前预警机制,风电场可以在设备发生重大故障之前进行及时维护或更换部件,从而避免停机带来的生产损失与高昂的维修费用。与此同时,AI 技术还能优化风电场与电网的互动,通过智能调度协调风电与其他能源形式的工作,以平衡电力需求与供应,提升电网的稳定性与可靠性^[3]。随着人工智能与风力发电技术的进一步融合,风电产业的效率与可持续性将获得显著提升,AI 的广泛应用不仅能有效减少资源浪费,降低运营成本,还将推动风力发电在全球能源体系中的渗透与普及,促进绿色能源的蓬勃发展。人工智能与风力发电的深度结合,既是技术发展的必然趋势,也是应对能源转型与气候变化挑战的关键路径。

4 结语

人工智能技术正深刻地改变着风力发电行业的各个层面。从风力预测、设备监测到智能调度,AI 技术显著提升了风电场的运行效率,降低了维护成本,并增强了电网的稳定性。随着新兴技术的不断进步,风力发电与人工智能的融合将加速能源转型,推动可再生能源的广泛应用。未来,人工智能将在风电领域发挥更加核心的作用,为全球绿色低碳目标的实现提供强大的技术支撑。

[参考文献]

- [1] 谢晓刚,陈俊,张安. 人工智能技术在风力发电领域的应用[J]. 中国设备工程,2021(7):35-36.
 - [2] 李耀光. 人工智能技术在风力发电领域的运用[J]. 信息与电脑(理论版),2021,33(22):159-161.
 - [3] 包连祥. 人工智能技术在风力发电领域的应用分析[J]. 光源与照明,2024(4):183-185.
- 作者简介:王首柱(1987.9—),毕业院校:毕业济南大学,公共事业管理专业,当前就职单位:国能(济南)新能源有限公司河口分公司,运检班长,工程师。