

人工智能技术在风力发电中的应用研究

潘哲

国家能源（山东）新能源有限公司，山东 济南 250014

DOI: 10.61369/SSSD.2025070007

摘 要： 随着人们对用电量需求的增多，发展相对成熟的风力发电规模也在逐渐扩大，以适应生活所需。这就导致渐渐出现了行业集中、管理难度大的问题，致使风力发电难以取得更大突破。人工智能是新时代的产物，有效推动了各领域的发展。风力发电中应用人工智能技术，是未来的大势所趋，有助于风力发电更加现代、规范。本文立足风力发电领域，对人工智能技术在该领域的应用展开研究，借此深入了解人工智能技术，并使其和风力发电深度融合在一起。

关 键 词： 人工智能技术；风力发电；应用

Research on the Application of Artificial Intelligence Technology in Wind Power Generation

Pan Zhe

National Energy (Shandong) New Energy Co., Ltd., Jinan, Shandong 250014

Abstract： With the increasing demand for electricity, the relatively mature scale of wind power generation is gradually expanding to meet the needs of daily life. This has led to the gradual emergence of industry concentration and management difficulties, making it difficult for wind power generation to achieve greater breakthroughs. Artificial intelligence is a product of the new era, effectively promoting the development of various fields. The application of artificial intelligence technology in wind power generation is the trend of the future, which will help wind power generation become more modern and standardized. This article focuses on the field of wind power generation and conducts research on the application of artificial intelligence technology in this area, in order to gain a deeper understanding of artificial intelligence technology and deeply integrate it with wind power generation.

Keywords： artificial intelligence technology; wind power generation; application

引言

经济发展促使人们对能源的需求持续攀升，传统火力发电模式会产生有害气体，对环境造成严重污染，尽管短期内可获得巨利，可长此以往却会影响人居环境，最终危害人们的身体健康。因此，我国积极转型，寻求新型发电方式，风力发电便是新型发电之一。地球是人类赖以生存的家园，只有在经济发展的同时，兼顾自然环境，才能保护我们的家园。风力发电指的是以风力带动风车叶片旋转，用增速机加快速度，驱动发电机发电。人工智能技术发展已经相对成熟，但其还未大范围应用于风力发电中。根据应用效果来看，人工智能技术和风力发电的结合，可提高风力发电效率，规避发展中的问题。文章首先简要概述了人工智能技术，随后阐述了风力发电应用人工智能技术的意义，最后对风力发电实际中的应用，进行了论述，以此推动风力发电的发展。

一、人工智能技术概述

现代社会各领域发展信息化的“身影”随处可见，可见计算机技术已经渗透于各个行业，大数据、智能化技术、智能机器人等变得不再陌生，并且对行业发展的助力显而易见。人工智能是计算机技术被深入开发、模拟和拓展的结果，这也是未来发展的趋势之一。风力发电应用人工智能技术，可助力发电企业构建自动化体系，实现发电时各个环节的控制，提高发电效率，做到经济效益和社会效益的“双丰收”。人工智能技术目前主要包含三

种：第一，神经网络控制技术。该技术一般应用于数字计算和处理，数据处理应用更多。数字处理系统可独立运行，即便其它系统丧失功能，神经网络控制技术在应用时也未受影响；第二，专家系统控制技术。该技术更多是应用于智能组织、调节与控制缓解，可从一定程度上解决非结构性问题。其弊端在于在表面知识处理过程中，模仿能力不足；第三，综合智能控制技术。目前来看，综合智能控制技术已经逐渐趋于整体化和集成化，可实现对模糊数据的处理，将多种资源整合，减少系统故障，整合相关的智能技术^[1]。

二、人工智能技术应用于风力发电领域的必要性

（一）提升工作效率，增强可靠性

风力发电是一种可再生能源，能减少我们对石油和天然气的过度使用，减少温室气体排放。但其应用技术上存在许多无法解决的问题，例如发电功率的波动性以及其预知性难以预测。风力发电机效率的影响因素包括风力变化、老化因素、需要维修因素等等。人工智能技术能对风力发电机及时做出有效的数据分析，以增加风力发电机的工作效率，提前预测出需要维修的部位，从而防止其因故障停电而停机，最终实现有效发电。人工智能技术还能在电网管理中提供准确的预测值，对了解风力发电的生产起着辅助和关键作用，使电网运营商能够更好理解供求关系，实现最佳控制，从而将不必要的能源消耗概率降到最低，最使电网总能保持平稳运行。

（二）合理控制成本，拓宽利润空间

就风电场建设及维护成本昂贵这一特点而言，人工智能技术的应用可以帮助提升工程设计建设和维护流程，从而降低建设维护成本。例如，利用人工智能驱动循环和四维设计，在风电场建设之初，生成详细的“数字孪生”3D模型，借此提升风机位置摆放方案及性能，降低可能出现的延误风险和超预算风险。人工智能技术应用还能提前发现或预防设备的损坏、维护，将维修费用降到最低，同时避免设备更换带来的额外成本。此外，利用人工智能技术也可提升电能生产及传输，在市场上优化电能产品的价值，以增加收入，吸引更多的投资，为项目带来更长久、持续的回报。

（三）践行气候目标，实现行业可持续发展

随着世界其他国家绿色能源的需求增加，风能作为一种重要的能源之一，其发展与完善备受关注。人工智能技术可提高风电效率、降低成本、加快传统能源转型的进程，显著减轻对石油等化石燃料的大量依赖性，同时可以极大减少全球温室气体的排放量^[2]。人工智能技术在风力发电中的应用最终的受益方不只是某个项目或是国家，而是会拓宽范围，全世界都会因此受益，对于人类应对气候变迁和促进可持续发展的工作起着重要作用。利用人工智能技术来提高风电效率使得风能成为长期可靠而又环保的能源，同时在全世界能源结构中具有更高的比例。

三、人工智能技术在风力发电中的应用

（一）无人机巡检

无人机技术在风力发电领域的主要优势在于抗风能力十分强大，同时工作时长也比较长，再加上利用人工智能，无人机还可以对自身进行自主巡查，使相关工作人员通过更便捷的方式控制无人机，对指定的区域开展全面、智能化拍摄，并在无人机巡查过程中一直监测风力发电系统运行情况，以确保其能够正常运行。无人机巡查结束后，会自动将拍摄到的海量照片及影像信息传输给地面工作人员，让地面工作人员通过对比无人机巡查效果与现实发电运行情况，对其进行判断。相比于人工进行巡查的效

果，借助人工飞行器进行巡查显著增强了工作质量和效率，还降低了巡查的成本及出现工作误差的机率，有利于风力发电效果的提升。

（二）风电功率预测

利用人工智能的风力发电行业，电力预测方式分为统计性预测和物理性预测两种，其中物理预测是主要方式。物理性预测是对气象预报进行数据推理，得出影响风力发电的关键性参数，如风向、风速等，并将这些参数与风机周围的实际情况进行对比，根据所有信息构建分析模型后，将这些参数通过人工智能大数据分析精确运算，从而得出风电功率。统计性预测是对数理统计的参数进行分析，对发电机组实际发电量与理论发电量进行深入研究，根据大范围历史数据制作分析模型，再通过人工智能大数据分析得出未来风电功率^[3]。这种预测方式具有数据范围大、智能化及自动化的特点，能从大范围数据中找到数据之间的对应关系，从而使风能发电预测更精准。

（三）智能感应技术

对于未来的风力发电行业来说，大量使用智能化电子设备是风力发电行业健康、持续发展的必要条件。要有效发挥上述设备的作用，就要依赖人工智能技术的感知功能。具体操作方法是：构建智能电网模型，与风力发电场上的各个设备联接成整体，对它们进行统一集中管控。此外，还应该对智能电网的实时运作安全状况进行维护，包括工厂内部的各种电子设备信息，利用无线感知和智能感应器维持智能风电场的正常工作。但是，由于智能感知技术中传感器要求较高，存在较大的费用问题和发展空间有限等问题。风力发电机是制造大量数据的设备，例中型的风力发电厂也许拥有几千甚至上万台的风力机，而这些风力机在运作过程中，产生的数据至少都在TB级别。所以，使用智能感知技术的同时，可以积极推广大数据技术，利用大数据技术搜集存储机械设备的数据，将其运用到人工智能技术中，如深度学习、机器学习和自然语言处理等方式，挖掘分析风力发电机的数据，有效评估它的运行状况，对潜在的健康隐患提前告警，避免关键部件风电机组发生故障，降低无谓能源的消耗^[4]。

（四）神经网络算法

风电系统机组运行发电过程中，其机械构件必须要保持旋转运转发电，这会加剧工作强度。同时，受到工作环境的制约，又因其数量逐渐增多，所以更应避免不必要的经济损失发生。风电机组作为一种综合复杂装置，其各个零部件如发电机、齿轮箱、电子设备等均有可能出现故障，出现故障可单一也可能是多个故障存在映射关系，因此判断系统状态并快速做出故障响应是困难的。过去常采用数学模型分析诊断和传统诊断方法处理这类问题，一是利用模态辨识进行模糊诊断，二是对设备状态信息进行监测和分析，之后用其他物理原理做故障诊断，而现阶段人工仍旧是最常用处理办法。采用人工智能中的智能诊断工具，能更为精确的识别设备故障。

人工神经网络是一项新兴的人工智能技术，能模拟人脑的学习流程，采用精准处理和自适应学习方法，来自动归纳出相应规则。只需为它提供特定的输入值，便能得到期望得到的最佳值。

这种技术拥有极强的实时监控能力，以及极高的错误检知能力，能即时分析出现故障的状况，防止信息遗漏或是被误发。因此，相关人员可以根据风电机组故障诊断和人工神经网络算法，构建故障模型。其中模型包含输出层、隐藏层、输入层三个部分。输入层是负责收集风力发电机的各个物理属性，如风向、风速、电机转速、叶片速度及润滑油温度等，会根据不同的外界条件及各个部件的敏感度调整以上几个参数，减小机器出现故障的可能性^[5]。输出层就相当于故障预警的核心，输出的信息有偏航系统问题、发电机问题、齿轮箱问题与整体运行状况良好。此外该算法还负责自动整理出现过的问题，从中提取齿轮箱、电机和偏航系统等样本数值，作为故障警告的标准比较值。神经网络输出节点与3种运行情况相对应，当输出值较低时，往往提示系统有故障情况。

（五）微电网系统

除了能够自主判断设备系统的异常状况，人工神经网络算法还可以准确预计当前电网的用电量。作为小型的供电网，分布式微电网由局部分散的风力和太阳能组成，它的产生受到巨大的波动性和低惯量的影响。由于其惯性小，并且变化较快，由此导致

短时内的负荷预测更加困难，增加了总负荷预报的困难。不过用此方式能够快速完成负荷预报。首先，准确定义不同的用电器使用行为，如工业生产、供热和照明等，对不同的使用行为提取相应的负荷值^[6]。然后人工神经网络算法进行学习、训练，输入分布式微电网内每个小时被测得的数据（包括可能影响该电网负荷的气候环境等参数）。最后，当给定风速、温度等相关数据时，能够准确对相关情况就进行预估。此时，利用人工智能技术预测负荷，以确定风力发电机的输出功率以及该分布式微电网内需用户的需求，调整分布式微电网电力流向，维持整个电力系统的平衡稳定。

四、结束语

综上所述，风力发电关系到千家万户，更关系到社会的和谐稳定，其为社会发展和人类生活提供了巨大的能源支撑。为应对人们对新型能源的需求，就要相关人员优化风力发电管理模式，致力于提高发电效率，在满足人们需求的同时，降低可能产生的成本。总体来说，人工智能技术和风力发电的融合，可以随时监控风力发电机组的运行情况，使现在的风力发电智能化系统更加完善。

参考文献

- [1] 张利斌. 远程协作与云技术在实验室项目管理中的应用——以风力发电3D虚拟仿真控制实验室建设为例[J]. 数字通信世界, 2025, (01): 115-117.
- [2] 师重庆. 多旋翼无人机对风力发电场送电与集电线路杆塔本体的自动巡检技术分析[J]. 电力设备管理, 2024, (15): 204-206.
- [3] 鲁俊勇, 张健文, 张超, 等. 风力发电并联网的继电保护定值问题与校正技术分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40(09): 118-119.
- [4] 刘小林, 魏博文, 游宗哲, 等. 融合倾斜摄影与BIM技术的复杂路段内风力发电设备通行性预判方法[J]. 三峡大学学报(自然科学版), 2023, 45(04): 108-112.
- [5] 赵炳南, 黄宸, 耿岚鑫, 等. 基于新一代信息技术的风力发电机组检验检测技术认可评价研究及应用[J]. 设备监理, 2022, (06): 61-65.
- [6] 赵计生, 额尔登吉茹嘎. 基于数字孪生与人工智能的风力发电机智能监控巡检系统研究[J]. 光源与照明, 2024, (03): 72-74.