

基于风电场大数据的AI智能巡检识别系统.

刁陈陈

国华（南乐）新能源有限责任公司 河南郑州 457400

摘要：在当今能源领域，风力发电作为一种清洁、可再生的能源形式，发展迅猛。然而，风电场的巡检工作面临着诸多挑战，随着大数据和人工智能技术的不断进步，基于风电场大数据的AI智能巡检识别系统应运而生。该系统有望解决传统巡检的难题，提升风电场的运行效率和安全性。基于此，以下对基于风电场大数据的AI智能巡检识别系统进行了探讨，以供参考。

关键词：风电场大数据；AI智能巡检；识别系统

引言

风电场的稳定运行对于保障能源供应至关重要。传统的巡检方式存在效率低、准确性差等问题，难以满足风电场大规模发展的需求。而大数据和人工智能技术的融合为风电场巡检带来了新的机遇。基于风电场大数据的AI智能巡检识别系统能够利用海量数据和智能算法，实现对风电场设备的精准巡检和故障识别，具有重要的研究和应用价值。

一、风电场大数据的特点

1. 数据体量巨大

风电场大数据最显著的特点之一就是数据体量巨大。风电场通常包含大量的风力发电机组，每台机组都配备了众多的传感器和监测设备，这些设备实时采集着各种运行数据，如风速、风向、温度、湿度、电压、电流、功率等。此外，风电场的运行还涉及到气象数据、地理信息数据、设备维护记录、发电计划等多方面的数据。如此庞大的数据量，每天都在持续不断地产生和积累。以一个中型风电场为例，每天产生的数据量可能达到数GB甚至更多。这些海量的数据为风电场的运行管理和决策提供了丰富的信息资源，但同时也对数据的存储、处理和分析能力提出了极高的要求。传统的数据处理方法难以应对如此大规模的数据，需要借助先进的大数据技术，如分布式存储和计算框架，来实现数据的高效管理和分析，挖掘其中有价值的信息，例如通过对大量历史数据的分析，优化风力发电机组的运行参数，提高发电效率。

2. 数据类型多样

风电场大数据呈现出数据类型多样的特点。其中既

包括结构化数据，如设备的运行参数、维护记录、发电报表等，这些数据具有明确的格式和定义，可以方便地进行存储和查询；也包括非结构化数据，如气象卫星云图、风电场的视频监控图像、设备的运行声音等。不同类型的数据在风电场的运行管理中都发挥着重要作用。例如，结构化数据可以用于分析设备的运行状态和性能趋势，预测设备故障；非结构化数据则可以通过图像识别、声音分析等技术，发现设备的潜在问题，如叶片的磨损、塔筒的裂缝等。然而，处理多种类型的数据需要采用不同的技术和方法，这增加了数据处理的复杂性。需要综合运用大数据分析、人工智能、机器学习等多种技术手段，对不同类型的数据进行整合和分析，实现对风电场全面、深入的了解和管理。

3. 数据实时性强

风电场大数据具有很强的实时性特点。风电场的运行状态时刻都在变化，风速、风向等气象条件以及设备的运行参数都在实时动态更新。这些实时数据对于风电场的安全稳定运行至关重要。例如，实时的风速和风向数据可以帮助控制系统及时调整风力发电机组的桨距角和偏航角度，使机组始终处于最佳运行状态，提高发电效率；实时的设备运行参数可以用于监测设备的健康状况，一旦发现异常，能够立即发出警报并采取相应的措施，避免设备故障的进一步扩大。为了充分利用这些实时数据，需要建立高效的数据采集和传输系统，确保数据能够及时、准确地传输到数据中心。同时，还需要具备实时数据分析和处理能力，能够在短时间内对大量的实时数据进行分析和挖掘，为风电场的运行决策提供及时的支持，保障风电场的高效、稳定运行。

二、AI智能巡检识别系统的组成

1. 数据采集模块

数据采集模块是AI智能巡检识别系统的基础组成部分。它主要负责收集风电场运行过程中的各种数据，这些数据来源广泛且多样。通过安装在风力发电机组各个关键部位的传感器，如振动传感器、温度传感器、风速风向传感器等，实时获取设备的运行状态信息。例如，振动传感器能够监测到发电机组关键部件的振动频率和幅度，通过对这些数据的分析，可以判断设备是否存在异常磨损或故障隐患。利用高清摄像头、无人机等设备采集风电场的图像和视频数据。高清摄像头可以对风机叶片、塔筒等外部结构进行实时监控，及时发现表面的损伤、裂缝等问题；无人机则可以对风电场的整体布局、设备分布以及一些难以到达的区域进行巡查，获取更全面的视觉信息。数据采集模块还需要确保数据的准确性和完整性，采用先进的通信技术将采集到的数据及时、稳定地传输到后续的处理和分析模块，为整个系统的有效运行提供可靠的数据支持。

2. 数据分析与处理模块

数据分析与处理模块在AI智能巡检识别系统中起着核心作用。它接收来自数据采集模块的海量数据，并运用先进的数据分析算法和人工智能技术对这些数据进行深度挖掘和处理。对采集到的结构化数据，如设备运行参数、历史维护记录等，进行统计分析和趋势预测。通过建立数学模型，分析数据的变化规律，预测设备可能出现的故障，为预防性维护提供依据。针对图像和视频等非结构化数据，利用图像识别、目标检测等人工智能算法进行分析。该模块还具备实时处理能力，能够在短时间内对大量数据进行分析，及时发现异常情况并发出预警信号，以便运维人员迅速采取措施，保障风电场的安全稳定运行。

3. 智能识别与预警模块

智能识别与预警模块是AI智能巡检识别系统的关键环节，它能够根据数据分析与处理模块的结果，实现对风电场设备故障和潜在风险的智能识别，并及时发出预警信息。在智能识别方面，该模块通过对各种数据的综合分析和判断，准确识别出设备的故障类型和位置。例如，当数据分析发现某台风机的振动数据异常且温度升高时，结合图像识别结果，判断可能是轴承出现故障，从而为维修人员提供明确的故障信息。预警功能则是根据识别结果和预设的规则，及时向相关人员发送预警信息。预警方式可以包括短信、邮件、声光报警等多种形

式，确保运维人员能够第一时间得知异常情况。智能识别与预警模块还可以对历史预警数据进行分析和总结，不断优化预警规则和模型，提高预警的准确性和及时性。通过及时有效的预警，能够帮助运维人员提前做好应对措施，减少设备故障带来的损失，提高风电场的运行效率和可靠性。

三、基于风电场大数据的AI智能巡检识别系统关键技术的应用

1. 深度学习算法

深度学习算法在基于风电场大数据的AI智能巡检识别系统中发挥着至关重要的作用。它具有强大的特征学习和模式识别能力，能够从海量的数据中自动提取有价值的特征。在风电场巡检中，深度学习算法可以对风力发电机组的各种运行数据进行学习和分析。当新的数据传入时，模型能够快速判断设备是否存在故障以及故障的类型。深度学习算法还可以用于预测性维护。通过对大量的运行数据和维护记录进行分析，预测设备未来可能出现的故障，提前安排维护计划，避免设备突发故障导致的停机损失。深度学习算法的不断优化和改进能力，使其能够适应风电场复杂多变的运行环境。随着新数据的不断积累，模型可以不断更新和完善，提高识别的准确性和可靠性，为风电场的安全稳定运行提供有力保障。

2. 图像识别技术

图像识别技术是AI智能巡检识别系统的关键技术之一。在风电场中，它主要用于对设备外观和运行状态的监测。通过安装在风电场各个区域的高清摄像头和无人机拍摄的图像，图像识别技术可以对风机叶片、塔筒等关键部件进行实时检测。例如，能够准确识别叶片表面的裂纹、磨损、腐蚀等缺陷，以及塔筒表面的涂层剥落、变形等问题。图像识别技术还可以结合深度学习算法，对设备的运行姿态进行分析。比如判断风机叶片的桨距角是否正常，塔筒是否存在倾斜等情况。图像识别技术具有非接触式、高效快速的优点，能够在不影响设备正常运行的情况下，快速获取设备的状态信息。这不仅提高了巡检的效率，还降低了人工巡检的风险，为风电场的运维管理提供了更加便捷和可靠的手段。

3. 数据挖掘与分析技术

数据挖掘与分析技术在基于风电场大数据的AI智能巡检识别系统中不可或缺。风电场产生的大数据包含着丰富的信息，数据挖掘与分析技术能够从中挖掘出潜在的规律和价值。它可以对风电场的历史运行数据进行深入分析，找出影响设备性能和发电效率的关键因素。例

如，通过分析风速、风向、温度等气象数据与发电功率之间的关系，优化发电调度策略。数据挖掘与分析技术能够发现设备运行数据中的异常模式。通过建立数据模型，对实时数据进行监测和分析，及时发现设备的潜在故障隐患，为故障预警和诊断提供依据。该技术还可以对风电场的运维成本、发电量等进行综合分析，为企业的决策提供支持。通过对不同时间段、不同设备的数据对比分析，制定合理的运维计划和投资策略，提高风电场的经济效益和管理水平。

四、基于风电场大数据的AI智能巡检识别系统功能实现

1. 设备故障识别

基于风电场大数据的AI智能巡检识别系统在设备故障识别方面展现出强大的功能。系统通过收集风电场各类设备的多源数据，如传感器监测的温度、振动、电流等实时运行数据，以及高清摄像头拍摄的设备外观图像和视频。利用深度学习算法和数据挖掘技术，对这些海量数据进行分析和处理。深度学习算法能够从数据中学习设备正常运行和故障状态下的特征模式，当监测数据出现异常时，系统可以快速准确地识别出故障类型和位置。例如，对于风力发电机组的齿轮箱故障，系统可以根据振动频率、油温等参数的变化，结合图像识别判断齿轮箱是否存在磨损、渗漏等问题。同时，系统还能对历史故障数据进行学习和总结，不断优化故障识别模型，提高识别的准确率和效率。通过及时准确的设备故障识别，运维人员可以迅速采取针对性的维修措施，减少设备停机时间，保障风电场的稳定运行，提高发电效率。

2. 安全隐患预警

安全隐患预警是该智能巡检识别系统的重要功能之一。系统持续监测风电场的各种数据，包括设备运行状态、气象条件、周边环境等。通过数据分析和挖掘技术，建立安全隐患评估模型。当监测数据超出正常范围或出现异常趋势时，系统会自动进行风险评估。例如，在强风、暴雨等恶劣天气条件下，结合设备的实时运行数据，判断塔筒是否存在倾倒风险，叶片是否可能受损。一旦发现安全隐患，系统会立即通过多种方式发出预警信息，如短信、声光报警等，通知相关人员及时采取防范措施。同时，系统还会提供隐患的详细信息和处理建议，辅助运维人员快速决策。这种实时的安全隐患预警功能，能够有效预防事故的发生，保障风电场人员和设备的安全。

3. 巡检路径规划

AI智能巡检识别系统的巡检路径规划功能为风电场的巡检工作带来了高效和便捷。系统综合考虑风电场的地理信息、设备分布、设备状态等多方面因素。根据风电场的布局和设备位置信息，生成基础的巡检路线。然后，结合设备的实时运行数据和历史故障情况，对巡检路线进行动态调整。例如，对于近期出现过故障或运行状态不稳定的设备，优先安排巡检，并规划最短的巡检路径。系统还会考虑气象条件和路况等因素，避免在恶劣天气或路况不佳的情况下前往某些区域，确保巡检人员的安全。通过智能的巡检路径规划，不仅可以提高巡检效率，减少巡检人员的工作量，还能确保对重点设备和关键区域的有效巡检，提升风电场的运维管理水平。

结束语

综上所述，基于风电场大数据的AI智能巡检识别系统具有显著优势。它不仅能提高巡检效率和准确性，还能降低人力成本和安全风险。未来，应进一步完善该系统，使其在风电场的运行维护中发挥更大作用，推动风力发电行业的持续发展。

参考文献

- [1] 李刚, 赵跃, 徐圣陶, 等. 基于风电场大数据的AI智能巡检识别系统[C]//中国电子行业协会. 电力企业网络与信息安全技术典型应用案例及论文集(2024). 辽宁国力新能源有限公司; 凌源金凌太阳能有限公司; 中国广核新能源控股有限公司辽宁分公司, 2024: 4.
- [2] 阴志鹏, 朱卫宁, 李赫, 等. 基于大数据的风力发电智慧运维体系[J]. 河北建筑工程学院学报, 2024, 42(03): 158-161.
- [3] 王振生. 提高风电场运行效率的大数据评估方法及应用研究[J]. 产业科技创新, 2024, 6(03): 87-89.
- [4] 唐亚波, 梁家铭, 龙川, 等. 风电场智能巡检系统研发分析[J]. 电气技术与经济, 2024, (02): 71-73.
- [5] 张冬梅, 吉庆昌, 常硕. 风电场集电线路智能巡检方式初探[J]. 内江科技, 2023, 44(09): 45+71.
- [6] 龙波. 基于大数据的风电场发电系统多机谐波谐振及其稳定性研究. 广东省, 电子科技大学广东电子信息工程研究院, 2023-06-28.
- [7] 刘承志, 程飞, 孟涛, 等. 风电场智能巡检系统研发与应用研究[J]. 中国设备工程, 2022, (18): 181-183.