

老旧风机运维管理与故障诊断研究

李沿君

国华蒙东(内蒙古)新能源有限公司开鲁分公司 内蒙古 通辽 028000

摘要: 在全球能源转型与可持续发展的大背景下,风力发电作为清洁能源的重要组成部分,装机规模持续扩大。本文聚焦老旧风机运维管理与故障诊断展开研究。先阐述老旧风机运维管理特点,进而提出动态调整巡检周期、标准化运维流程、优化备件管理、数据驱动决策等优化策略。同时,详细介绍振动分析、温度监测等多种故障诊断技术及多技术融合诊断方式。最后探讨运维与故障诊断的智能化趋势,涵盖数字孪生、人工智能与大数据应用,以及无人机与机器人巡检等,旨在为提升老旧风机运行稳定性与可靠性,降低运维成本提供理论依据与实践参考。

关键词: 老旧风机; 运维管理; 故障诊断; 智能化趋势

引言: 随着风电产业的持续发展,大量早期安装的风机逐渐步入老旧阶段。老旧风机因运行时间长,部件磨损、老化问题突出,故障发生率上升,运维管理难度增大,不仅影响发电效率,还增加了运维成本与安全风险。在此背景下,如何科学、高效地开展老旧风机运维管理,精准诊断故障,成为风电行业亟待解决的关键问题。本文深入剖析老旧风机运维管理特点,针对性提出优化策略,并探讨先进故障诊断技术与智能化发展趋势,对保障老旧风机稳定运行意义重大。

1 老旧风机运维管理特点

老旧风机经过长期运行,其各个部件不可避免地出现磨损、老化现象,导致故障发生率显著升高。与新风机相比,老旧风机的故障类型更为复杂,不仅涉及常见的机械部件故障,如齿轮箱齿轮磨损、轴承损坏等,还可能出现电气系统老化引发的绝缘性能下降、控制回路故障等问题。同时,由于各部件之间的关联性增强,一个部件的故障可能引发连锁反应,导致多个系统出现问题,增加了故障诊断和修复的难度。运维成本高昂一方面,老旧风机故障频繁,需要投入更多的人力、物力进行维修和保养,直接增加了维修材料、人工等费用。另一方面,为确保老旧风机的安全运行,需要增加巡检和监测的频次,购置更先进的检测设备,这也进一步提高了运维成本。此外,部分老旧风机的备件可能已停产,获取难度大,价格昂贵,甚至需要定制,这也使得备件成本大幅上升^[1]。

2 老旧风机运维管理优化策略

2.1 动态调整巡检与保养周期

老旧风机因运行时长、部件磨损程度等差异,采用固定巡检与保养周期难以满足实际需求。需依据风机运行数据,如发电效率、振动频率、温度变化等,综合

评估其健康状况。对于运行状态良好、故障风险低的风机,可适当延长巡检间隔与保养周期,减少不必要的资源投入;而对于出现异常指标,如振动超标、温度异常升高的风机,则缩短周期,增加检查频次,及时排查隐患。同时,考虑季节、环境因素对风机的影响,在风沙大、温差大的季节,提前加强巡检与保养。通过动态调整,实现运维资源的精准分配,提高运维效率,降低因过度保养或巡检不足导致的故障发生概率,保障老旧风机稳定运行,延长其使用寿命。

2.2 标准化运维流程与人员培训

建立标准化的老旧风机运维流程至关重要。明确从巡检、故障诊断到维修、保养的每一个环节的具体操作步骤、质量标准和安全规范,确保运维工作有章可循。例如,规定巡检时的检查项目、记录方式,故障诊断的流程和方法,维修保养的工艺要求等。同时,加强运维人员培训,使其熟悉标准化流程。培训内容不仅包括理论知识,如风机结构、工作原理、常见故障类型等,还要注重实践操作技能,通过模拟故障场景、实际操作演练等方式,提高人员应对故障的能力。定期组织考核,检验人员对标准化流程的掌握程度和实际操作水平,保证运维工作的高质量开展,减少因人为操作不当引发的故障,提升老旧风机运维管理的整体水平。

2.3 备件管理与供应链优化

老旧风机备件管理面临备件停产、供应周期长等难题。首先,对备件进行全面梳理,根据重要程度和使用频率分类管理。对于关键且易损的备件,提前储备一定数量,确保紧急情况下能及时更换;对于非关键或使用频率低的备件,可采用按需采购策略。其次,优化供应链,与多家供应商建立长期合作关系,拓宽备件采购渠道,降低对单一供应商的依赖。同时,关注行业动态,

及时了解备件停产信息,提前寻找替代产品或进行技术改造,使非标备件标准化。此外,建立备件库存管理系统,实时监控库存数量和状态,根据风机运行情况和备件消耗规律,动态调整库存水平,避免备件积压或缺货,保障老旧风机维修工作的顺利进行,减少因备件问题导致的停机时间。

2.4 数据驱动的运维决策

借助先进的传感器和监测系统,收集老旧风机运行过程中的各类数据,如振动、温度、转速、功率等。运用数据分析技术,对这些数据进行深度挖掘和分析,建立风机健康评估模型。通过模型实时评估风机的健康状态,预测可能出现的故障类型和时间,为运维决策提供科学依据。例如,当数据分析显示某台风机的振动值持续上升且超过预警阈值时,可提前安排人员进行检查和维修,避免故障扩大。同时,根据数据分析结果,优化运维计划,合理安排巡检和保养时间,提高运维工作的针对性和有效性。数据驱动的运维决策能够实现从被动维修到主动预防的转变,降低老旧风机的故障发生率,提高发电效率和运维效益,推动老旧风机运维管理向智能化、精细化方向发展^[2]。

3 老旧风机故障诊断技术

3.1 振动分析法

振动是反映老旧风机运行状态的关键指标之一。风机在运转时,其各个部件的振动会形成特定的振动信号,这些信号蕴含着丰富的设备健康信息。通过在风机关键部位安装振动传感器,能够实时采集振动数据。对采集到的振动信号进行频谱分析、时域分析等处理,可识别出不同频率成分对应的故障特征。例如,齿轮啮合频率及其倍频处的幅值变化,可能暗示齿轮存在磨损或点蚀;轴承故障特征频率的出现,则表明轴承可能出现损伤。振动分析法具有非侵入性、实时性强等优点,能提前发现风机潜在故障,为运维人员争取维修时间。然而,该方法对传感器安装位置和信号处理技术要求较高,且环境噪声等因素可能干扰振动信号,影响诊断准确性。

3.2 温度监测法

温度是衡量老旧风机运行状况的重要参数。风机在运行过程中,各部件因摩擦、电流热效应等原因会产生热量,导致温度升高。当部件出现故障时,其温度变化往往更为明显。通过在风机关键部位,如齿轮箱、发电机、轴承等安装温度传感器,可实时监测这些部位的温度。当温度超过正常范围时,系统发出预警,提示运维人员进行检查。温度监测法简单直观,能有效发现因

过热引发的故障,如轴承润滑不良、齿轮箱齿轮磨损导致摩擦加剧等。但该方法存在一定的局限性,它只能反映部件温度异常,难以确定故障的具体类型和位置。而且,环境温度变化、传感器精度等因素也会影响温度监测的准确性。为提高诊断效果,可结合历史数据和正常运行时的温度范围,设置合理的预警阈值,并定期对传感器进行校准,确保温度监测数据的可靠性,为老旧风机的故障诊断提供有力支持。

3.3 声学诊断法

声学诊断法是利用声音信号来诊断老旧风机故障的一种技术。风机在运行过程中,其各个部件的振动和摩擦会产生声音,不同故障类型会产生不同特征的声学信号。通过在风机周围安装声学传感器,采集风机运行时的声音信号,然后运用信号处理技术,如快速傅里叶变换、短时傅里叶变换等,将声音信号转换为频谱图。分析频谱图中的特征频率成分,可判断风机是否存在故障以及故障的类型。例如,叶片裂纹产生的声音信号在特定频率段会有明显特征,通过声学诊断法能够及时发现叶片裂纹故障。声学诊断法具有非接触式测量的优点,不会对风机的正常运行产生影响。但该方法容易受到环境噪声的干扰,且对声学信号的处理和分析技术要求较高。为提高声学诊断的准确性,可采用先进的降噪算法对采集到的声音信号进行预处理,同时结合机器学习等智能算法,建立故障诊断模型,实现对老旧风机故障的精准诊断。

3.4 电气信号分析法

电气信号分析法是针对老旧风机电气系统故障诊断的重要手段。风机的电气系统包括发电机、变压器、控制柜等部件,这些部件在运行过程中会产生各种电气信号,如电压、电流、功率等。当电气系统出现故障时,这些电气信号会发生异常变化。通过安装相应的电气传感器,实时采集电气信号,并运用信号处理和分析技术,如时域分析、频域分析、小波分析等,提取电气信号中的故障特征。例如,发电机定子绕组短路故障会导致电流波形发生畸变,通过对电流信号进行分析可及时发现该故障。电气信号分析法能够准确诊断电气系统的故障类型和位置,为电气系统的维修和保养提供依据。然而,电气信号容易受到电磁干扰的影响,导致信号失真。因此,在实际应用中,需要采取有效的抗干扰措施,如屏蔽电缆、合理布局传感器等,同时结合多种信号分析方法,提高故障诊断的准确性和可靠性,保障老旧风机电气系统的稳定运行。

3.5 多技术融合诊断

单一故障诊断技术在面对老旧风机复杂多变的故障时,往往存在一定的局限性。多技术融合诊断则综合运用振动分析法、温度监测法、声学诊断法、电气信号分析法等多种技术,充分发挥各技术的优势,提高故障诊断的准确性和全面性。通过建立数据融合平台,将不同传感器采集到的振动、温度、声音、电气等信号进行集成和同步处理,运用先进的数据融合算法,如神经网络、模糊逻辑等,对多源数据进行综合分析和判断。例如,当振动信号显示异常,同时温度和声学信号也出现相应变化时,多技术融合诊断系统能够更准确地判断故障的类型和位置,避免误诊和漏诊。多技术融合诊断能够实现故障的早期预警和精准定位,为老旧风机的运维管理提供更科学、可靠的决策依据。但该方法对数据融合算法和系统集成技术要求较高,需要不断优化和完善,以提高故障诊断的效率和性能,推动老旧风机故障诊断技术向智能化、集成化方向发展^[1]。

4 老旧风机运维与故障诊断的智能化趋势

4.1 数字孪生技术

数字孪生技术为老旧风机运维与故障诊断带来新变革。它通过构建风机的虚拟模型,该模型与实际风机实时数据交互,精准映射风机运行状态。在运维中,能提前模拟不同工况下风机性能,预测潜在故障,为运维计划制定提供依据,实现预防性维护。故障诊断时,将实际运行数据输入虚拟模型,对比分析快速定位故障点与原因。数字孪生还可优化风机设计参数,提升运行效率。借助该技术,运维人员无需亲临现场,就能全面掌握风机状况,降低运维成本与风险,推动老旧风机运维向智能化、精准化迈进。

4.2 人工智能与大数据

人工智能与大数据在老旧风机运维与故障诊断中作用显著。大数据可收集风机长期运行的海量数据,涵盖振动、温度、电气信号等多维度信息。人工智能算法,如深度学习、机器学习等,能对这些数据进行深度挖掘与分析。通过训练模型,自动识别风机正常与异常运行模式,精准预测故障发生时间与类型。还能根据历史故障数据,优化运维策略,实现智能决策。人工智能与大

数据结合,打破传统诊断依赖人工经验的局限,提高故障诊断的准确性与及时性,提升运维效率,为老旧风机稳定运行提供强大技术支撑。

4.3 无人机与机器人巡检

无人机与机器人巡检为老旧风机运维带来高效便捷新方式。无人机凭借灵活机动性,可快速抵达风机各个部位,利用高清摄像头、红外热成像仪等设备,对叶片、塔筒等进行外观检查与温度监测,及时发现裂纹、腐蚀、过热等缺陷。机器人则能进入风机内部狭窄空间,如齿轮箱、发电机等,进行细致检测,获取精确数据。二者结合,实现全方位、无死角巡检,减少人工攀爬风险与劳动强度。同时,巡检数据实时传输至管理系统,便于快速分析与决策。无人机与机器人巡检提升巡检效率与质量,推动老旧风机运维向智能化、自动化方向发展^[4]。

结束语

老旧风机运维管理与故障诊断研究意义重大且任重道远。随着风电行业的持续发展,大量老旧风机面临运维挑战,提升其运维管理与故障诊断水平迫在眉睫。本研究探索的多种技术与方法,如数字孪生、人工智能、无人机巡检等,为解决老旧风机运维难题提供了新思路与有效手段,有助于降低运维成本、提高发电效率、延长风机寿命。未来,还需不断深化研究,进一步完善技术体系,加强各技术间的融合应用,以适应老旧风机复杂多变的运行环境,推动风电产业向智能化、可持续化迈进,实现经济效益与环境效益的双赢。

参考文献

- [1]傅安强.火电厂风机运行状态监测与故障诊断研究[J].产业经济,2021.134-135
- [2]姚兴龙,孙念峰.浅谈锅炉风机运行故障诊断及防范措施研究[J].建筑技术科学,2023.167-16
- [3]邢建国.煤矿主要通风机运行维护与故障诊断[J].建筑技术科学,2024.210-211
- [4]朱同兵.引风机故障诊断与改善方案研究[J].电力系统及自动化,2022.256-457