

风电场智能化运维技术研究与应用

●朱晓波



[摘要] 随着全球对清洁能源需求的不断增长,风电作为重要的可再生能源在全球能源结构中的占比持续攀升,风电场的规模日益扩大。风电场运维面临着诸多挑战,智能化运维技术的出现为解决这些问题提供了新的思路,它能够提高运维效率、降低成本并提升风电场的整体发电效益。基于此,本文对风电场智能化运维技术进行了探讨,并提出了应用方案,以供实际工作参考。

[关键词] 风电场智能化;运维技术;研究与应用

在应对气候变化、推动能源转型的大背景下,风电作为重要的可再生能源在全球能源结构中的占比持续攀升。风电场的可靠运行是保障风电高效利用的关键,传统运维方式已难以满足现代风电场的需求。智能化运维技术以其先进的监测、分析和决策能力,成为风电场运维领域的研究热点,对风电场的可持续发展具有重要意义。

Q 风电场智能化运维的特点

(一)数据驱动的精准决策

风电场智能化运维以海量数据为基础进行精准决策。在传统运维模式下,决策往往依赖于有限的经验和定期检查的数据,具有一定的滞后性和片面性。而智能化运维可收集来自风机各个部件的传感器数据,如叶片的振动频率、齿轮箱的油温、发电机的输出功率等,这些数据实时且全面。通过先进的数据挖掘和分析技术,能够对风机的健康状况进行精确评估。当新采集的数据与模型出现偏差时,可及时准确地判断设备潜在故障风险,从而制定针对性的运维策略。如提前安排部件更换或维修,避免故障发生导致的发电损失,提高风电场整体的运行效率和经济效益。

(二)远程监控与自动化操作

智能化运维实现了风电场的远程监控与自动化操作。风电场通常分布在广阔的区域,传统的现场巡检方式耗费大量的人力和时间。智能化运维借助高速通信网络,将风电场内各个风机的运行参数实时传输到监控中心。运维人员在监控中心就能对全场风机进行可视化监控,就像拥有一个全方位的“千里眼”。不仅如此,对于一些常见的故障或异常情况,系统能够自动触发预先设定的操作程序进行自动化处理。这大大减少了人工运维工作量,降低了因人为操作

失误带来的风险,同时提高了故障响应速度,能够在最短的时间内使风机恢复正常运行,确保风电场的稳定发电。

(三)故障预测性维护

故障预测性维护是风电场智能化运维的显著特点。传统的维护方式大多是定期维护,按照固定的时间间隔对设备进行检修,这种方式可能会导致过度维护或者维护不足的情况。智能化运维则采用预测性维护策略,通过对风机设备长期运行数据的分析,建立设备故障预测模型。基于深度学习中的长短期记忆网络(LSTM)对风机的振动数据进行时间序列分析,能够捕捉到数据中的长期依赖关系,提前预测出设备可能发生故障的时间和部件。这样,运维人员可以根据预测结果,在故障发生之前有计划地进行维护工作,避免了突发故障造成的长时间停机。预测性维护还能够根据设备的实际健康状况合理安排维护资源,优先处理那些即将发生故障且影响较大的设备,提高维护资源的利用效率,延长设备的使用寿命,降低风电场的运维成本。

Q 风电场智能化运维技术的应用原则

(一)可靠性原则

风电场智能化运维技术的应用要遵循可靠性原则。风电场的稳定运行对于电力供应至关重要,智能化运维技术必须确保能够准确地监测和诊断设备状态。这意味着所采用的传感器、数据采集系统以及分析算法等都要有高度的可靠性。数据采集系统要保证数据传输的完整性,避免数据丢失或篡改。分析算法应经过充分的验证和测试,对设备故障的诊断准确率要达到较高水平,能够区分正常的运行波动和潜在的故障隐患。

(二)安全性原则

安全性原则在风电场智能化运维技术应用中不可或缺。要保障运维人员的安全。智能化运维系统应具备完善的安全防护机制,例如在远程控制风机设备时,要设置严格的权限管理,防止误操作。在进行现场维护时,智能化系统能够提供设备的实时危险预警,如告知运维人员哪些部件处于高温、高压或者高转速状态,存在潜在危险。要确保风电场数据的安全。随着智能化运维技术的应用,大量涉及风电场设备运行、电力生产等敏感数据被采集和传输。这些数据需要进行加密处理,防止数据泄露给不法分子,避免其利用数据进行恶意攻击或者破坏风电场的正常运行。

(三)经济性原则

经济性原则是风电场智能化运维技术应用时必须考虑的重要因素。智能化运维技术的引入是为了提高风电场的整体效益,因此要权衡技术投入与产出之间的关系。在技术选型方面,不能盲目追求高端、复杂的智能化技术,而是要根据风电场的规模、设备类型以及运营成本等实际情况进行选择。要考虑智能化运维技术对降低运维成本的实际效果。通过智能化的故障预测和精准维护,可以减少不必要的定期维护工作量,降低设备维修成本和停机造成的发电损失。此外,还要评估智能化运维技术的长期经济效益,包括设备使用寿命的延长、能源利用效率的提高等带来的经济收益,确保智能化运维技术在经济上是可行的。

Q 风电场智能化运维技术的应用

(一)设备状态监测与故障诊断中的应用

在风电场设备状态监测与故障诊断方面,智能化运维技术发挥着重要作用。通过在风机的关键部件(如叶片、齿轮箱、发电机等)安装多种类型的传感器,如加速度传感器、温度传感器、应变传感器等,能够实时获取设备运行时的各种参数。这些传感器将采集到的数据传输到数据处理中心。然后,利用智能算法对数据进行分析处理。人工智能技术中的机器学习算法,可对大量的历史故障数据和正常运行数据进行学习,从而准确识别不同类型的故障模式。这有助于运维人员提前发现潜在故障,精准定位故障发生的部位,为及时维修提供依据,避免设备故障进一步恶化,减少因设备故障导致的停机时间,提高风电场的发电效率和设备的使用寿命。

(二)在优化运维计划中的应用

智能化运维技术在优化风电场运维计划方面有着重要意义。风电场的设备众多且分布广泛,传统的固定周期运维计划往往效率低下且成本较高。智能化运维技术通过对设备状态数据的持续分析,可以制定出更具针对性的运维计划。对于那些状态良好、故障风险低的设备,可以适当延长维护周期,减少不必要的维护工作;而对于存在较高故障

风险的设备,则提前安排维护任务。智能化运维技术还能考虑到风电场的发电任务安排、气象条件等外部因素。在风速较低、发电任务较轻的时候安排设备维护,最大限度地减少维护工作对发电的影响。这样不仅提高了运维资源的利用效率,降低了运维成本,还能确保风电场的稳定运行,提升整体的经济效益。

(三)在提升风电场整体性能中的应用

智能化运维技术对于提升风电场整体性能有着多方面的贡献。在发电效率提升方面,通过实时监测风机的运行参数,如叶片的桨距角、转速等,智能化系统能够根据风速、风向等气象条件进行实时调整。在高风速时,调整叶片角度以避免风机超速,保证发电效率的同时延长设备使用寿命。在能量管理方面,智能化运维技术可以对风电场内所有风机的发电功率进行协调控制。根据电网的需求和不同风机的发电能力,合理分配发电任务,避免因个别风机的波动而影响整个风电场的电能质量。智能化运维技术还可以对风电场的运行数据进行深度挖掘,分析出影响风电场整体性能的潜在因素,如风机布局的合理性、不同季节和时段的发电规律等,从而为风电场的长期规划和优化提供依据,不断提升风电场的整体性能。

Q 风电场智能化运维技术的管理措施

(一)人员培训与能力提升管理

风电场智能化运维技术的有效应用离不开专业的人员队伍,因此人员培训与能力提升管理至关重要。针对智能化运维涉及的新技术、新设备,如先进的传感器技术、复杂的数据分析软件和智能控制系统等,要为运维人员提供系统的理论培训。让他们了解这些技术和设备的工作原理、性能特点以及操作规范。要注重实践操作能力的培养。通过建立模拟风电场环境或者在实际风电场中进行实地操作演练,使运维人员熟练掌握智能化运维设备的安装、调试、故障排查等技能。要培养运维人员的数据分析和解读能力,因为智能化运维产生大量的数据,运维人员需要能够从这些数据中准确判断设备的状态和潜在问题。还应建立持续的培训机制,随着智能化运维技术的不断发展,及时更新培训内容,确保运维人员的知识和技能始终保持在行业前沿水平,从而提高风电场智能化运维的整体质量和效率。

(二)数据管理与安全保障措施

在风电场智能化运维中,数据管理与安全保障是关键的管理措施。数据管理方面,要建立完善的数据采集系统,确保从各个风机设备传感器采集到的数据准确、完整且及时。对采集到的数据进行分类存储,例如按照设备类型、数据类型(运行参数、故障记录等)进行划分,方便后续的查询和分析。要建立数据质量管理机制,定期对数据进行清

洗、校验,剔除无效数据,保证数据质量。在数据安全保障方面,由于风电场数据涉及设备运行、发电等重要信息,必须采取严格的安全措施。采用加密技术对数据进行加密传输和存储,防止数据在传输过程中被窃取或篡改。建立强大的防火墙和入侵检测报警系统,抵御外部网络攻击。设置严格的数据访问权限,只有经过授权的人员才能访问特定的数据,确保数据的安全性和保密性,为风电场智能化运维提供可靠的数据支持。

(三)设备管理与维护策略优化

设备管理与维护策略优化是风电场智能化运维技术管理的重要内容。对于设备管理,要建立详细的设备台账,记录每台风机设备的基本信息(型号、安装时间、供应商等)、运行状况以及维护历史等。利用智能化运维技术实时监测设备的运行参数,根据这些参数对设备进行状态评估,将设备分为不同的健康等级。针对不同健康等级的设备制定不同的管理策略。例如对于健康状态良好的设备,重点关注其运行趋势的变化;对于存在潜在风险的设备,加强监测频率并及时安排预防性维护。在维护策略优化方面,改变传统的定期维护模式,采用基于设备状态的预测性维护。要优化维护流程,减少不必要的维护环节,提高维护效率。

Q 风电场智能化运维技术未来发展趋势

(一)与大数据和云计算的深度融合

随着风电场规模的不断扩大和智能化程度的提高,数据量呈爆炸式增长。未来,风电场智能化运维技术将与大数据和云计算实现深度融合。大数据技术能够处理海量的风电场运行数据,包括风机的实时运行参数、历史故障数据、气象数据等。通过大数据分析,可以挖掘出更多隐藏在数据背后的信息,如不同季节、不同地域下风机的最佳运行模式,以及各种复杂因素之间的关联关系。云计算则为数据的存储和计算提供了强大的支持。风电场分布广泛,云计算可以实现数据的集中存储和分布式计算,降低本地数据存储和处理的压力。借助云计算的弹性计算能力,能够根据实际需求快速调整计算资源,提高数据处理的效率。这种深度融合还将推动风电场运维从基于经验和规则的模式向基于数据驱动的模式转变。

(二)人工智能与机器学习的广泛应用

人工智能和机器学习在风电场智能化运维技术中的应用将日益广泛。在故障诊断方面,机器学习算法可以对风机设备的各种运行状态进行自动分类和识别。在运维决策方面,人工智能可以根据实时的设备状态和环境因素,自动生成最优的运维策略。例如,通过强化学习算法,智能系统

可以在模拟的风电场环境中不断学习和尝试不同的运维决策,以实现发电效益的最大化。人工智能还能用于风电场的性能优化。通过对风机的控制参数进行智能调整,如根据实时风速和风向优化叶片的桨距角,提高风机的发电效率。随着人工智能技术的不断发展,其自我学习和自适应能力将使风电场智能化运维系统能够更好地应对复杂多变的运行环境,不断提升运维的智能化水平。

(三)物联网(IoT)技术的全方位整合

物联网技术将在风电场智能化运维技术中实现全方位整合。在设备连接方面,物联网将使风电场内的所有设备,从风机本体到周边的辅助设备,如变电站设备、气象监测站等,都连接到一个统一的网络中。每个设备都将成为物联网中的一个节点,能够实时传输自身的运行状态信息。这将构建一个全面、实时的风电场设备信息网络。风机可以根据气象监测站传来的风速、风向信息,结合自身的运行状态,自动调整运行参数。物联网技术还将推动风电场与外部系统的连接。物联网技术的全方位整合还将带来更好的安全管理。通过对设备的实时监控和数据分析,可以及时发现设备的安全隐患,如设备的异常温度升高可能预示着火灾风险,从而提前采取措施,保障风电场的安全稳定运行。

Q 结束语

风电场智能化运维技术的研究与应用是风电场发展的必然趋势。通过智能化手段,实现了从传统被动运维向主动预测性运维的转变,大大提高了风电场的运行可靠性、发电效率并降低了运维成本。随着技术的不断发展,智能化运维将在风电场领域发挥更为重要的作用,推动风电产业迈向新的高度。

参考文献

- [1]张幸福,王毅,杨乘胜.智能化单兵设备在风电场中的应用[J].无线互联科技,2022,19(13):138-140.
- [2]张贵甲,蒋凌子.探析风电场运维管理[J].产业与科技论坛,2021,20(24):217-218.
- [3]王毅,文坤,胡凯凯,等.新基建时代风电场智能运维技术的发展与展望[J].控制与信息技术,2021(05):6-11.
- [4]吴巍.基于人工智能技术的智能化风电场运行及维护应用[J].电力设备管理,2021(05):127-129.

作者简介:

朱晓波(1984—),男,汉族,陕西宝鸡人,本科,工程师,大唐甘肃发电有限公司新能源分公司,研究方向:新能源生产运维管理。