

风电场电气设备中风力发电机的运行维护

于波¹ 姜晓龙² 邱文东³

华能阜新风力发电有限责任公司 辽宁 阜新 110000

摘要: 风力发电机是清洁能源领域中一种重要的电力生产方式,但其在运行维护中面临着复杂气象条件和大规模风电场运维等重要挑战。针对这些问题,智能监测与远程控制、振动与热状态监测、能量管理与优化等关键技术成为风力发电机运行维护的关键技术。未来,在绿色运维和可持续发展的要求下,风力发电机的智能化与自动化程度将会更加提高,为清洁能源的发展做出重要贡献。

关键词: 风电场; 电气设备; 风力发电机; 运行维护

引言: 现代社会对于清洁能源的需求越来越高,风力发电机作为其中的一种,其地位越来越重要。但风力发电机在运行维护过程中面临着复杂气象条件和大规模风电场运维等诸多挑战,这些挑战对于电气设备中的风力发电机的稳定运行造成了重要影响。因此,怎样优化风力发电机的运行维护成为了当前亟待解决的重要问题。

1 风力发电机运行维护概述

随着科技的不断发展和经济的快速增长,风力发电机被越来越多地应用于全球的能源领域中。在保证风力发电机稳定运行的同时,运行维护也成为了一个不可忽视的问题。本文将从维护基本原则、日常保养、故障排除等方面,对风力发电机的运行维护进行概述。(1) 维护基本原则: 风力发电机的日常运行维护,需要遵循以下基本原则: 周密计划、严谨控制、精心实施、完善记录。其中,周密计划是指要对维护工作进行规划和预测,提前安排好维护时间和相关工作,以确保所需的维护工作能够及时和有效地完成。严谨控制则是要确保维护工作的质量和安全,高度重视操作过程的细节、注意事项和安全措施。精心实施则要求维护人员具备较高的技术和操作能力,能够熟练掌握设备的原理和结构特点,以及相关维护技术和工具的使用方法。完善记录则可以帮助维护人员对维护工作进行追踪和分析,及时排除故障,维护维护工作品质。(2) 日常保养: 风力发电机的日常保养主要包括: 润滑剂的添加和更换、电缆和连接器的检查和更换、标签的更新、塔筒的检查和清洗、保护罩的清洗和更换、风叶的检查和清洗、机舱的检查和清洁等多个方面。润滑剂的添加和更换可以保证旋转部分的正常运行,同时避免磨损^[1]。电缆和连接器的检查和更换可以防止电缆损坏和接触不良,确保电能传输的效率和安全性。标签的更新可以保持设备清晰可辨,便于维护人员了解设备所处的位置和状态。塔筒的

检查和清洗可以排除异常噪音和震动,并保证塔筒的完整性和安全性。保护罩的清洗和更换可以保持防护装置的作用,防止设备过度损耗。风叶的检查和清洗主要是为了防止高空尘埃、沙土等堵塞风叶,影响风电机的性能和寿命。机舱的检查和清洁则可以排除异味和异响,保证发电机内部零部件的正常运转。(3) 故障排除: 风力发电机在运行过程中,可能会发生多种故障,如: 锈蚀、松散、断路、短路等。这就需要维护人员具备较高的技术水平,快速响应和解决问题。在故障排除时,需要对设备进行详细的管理和检查,观察设备运作过程中的特殊情况和不正常的声音或状态表现等,以便及时排除设备故障。针对不同情况的故障,需要采用不同的维修措施。例如,对于锈蚀问题,需进行除锈处理;对于松动问题,需进行紧固处理;对于电线断路问题,需若干电缆进行调整或更换;对于短路问题,需对设备的电磁线圈进行维护等等。

2 风力发电机运行维护关键技术分析

2.1 智能监测与远程控制技术

风力发电机的运行维护关键技术中,智能监测和远程控制技术发挥了重要作用。随着数据和信息技术的快速发展,智能监测和远程控制技术对运行维护的提升和管理方式的革新具有重要意义。智能监测技术主要涉及风力发电机的结构特点、传感器、通信技术、数据采集、数据分析等多个方面。通过对风力发电机的传感器测量数据的采集和分析,可以对发电机的运行状态、性能指标和故障状态等进行实时监控。对于常见的故障,如轴承磨损、风叶断裂、电力系统异常等,智能监测技术可以通过数据诊断和分析来实现故障预警和快速排除,有效避免停机和生产损失。此外,智能监测技术还可以帮助发电机制定更加精准的维护计划和优化运行方案,延长发电机寿命,提高能源利用率。远程控制技术

是指通过网络和通信技术,实现对风力发电机的远程管理和控制。通过远程控制系统,可以对发电机的运行状态进行在线监控、诊断和控制。一旦发电机出现异常情况,远程控制系统可以及时向中心站发出预警信号,并根据预警信息进行故障分析、判断和处理。同时,远程控制系统还可以根据发电机的输出功率、风速和风向等数据,实现对发电机的调整和优化,提高发电效率和利用率。

2.2 振动与热状态监测技术

风力发电机的振动和热状态监测技术是风电领域中重要的运行维护关键技术之一。通过对风力发电机振动和热状态的监测,可以有效实现对风力发电机设备的性能和运行状态进行全面、实时的监控和评估^[2]。振动监测技术主要依赖于振动传感器和数据采集装置,对风力发电机的振动信息进行传感和采集,然后再进行数据分析和振动特性研究。风力发电机的振动状态是风力发电机故障诊断的主要依据之一。比如,轴承、减速器、齿轮箱和发电机组件等判断振动问题的解决方法都是通过振动信息进行分析得出的。振动监测技术可以实现对风力发电机各个部件振动信息的实时监测和记录,不仅可以发现发电机设备的故障,还可以帮助制定合理的预防性维护策略。热状态监测技术则是依赖红外线(IR)测温仪和数据采集装置,对风力发电机各个部分的温度信息进行精确测量和采集,进而分析传感器采集到的数据。热状态监测技术主要应用于发电机的故障诊断和火灾预警。当发电机出现故障并产生大量的热量时,红外线测温仪可以通过检测故障区域的温度变化,快速发现问题,并采取相应的维修措施,从而保障风力发电机的运行安全性。此外,热状态监测技术还可以实现对发电机的热状态进行精确分析,帮助制定热管理策略,提高发电机的热效率和稳定性。

2.3 能量管理与优化技术

能量管理与优化技术是风力发电机运行维护关键技术之一,其目的是通过提高风力发电机的发电效率,实现对风能的高效利用。具体而言,能量管理与优化技术主要涉及以下方面:风能预测、功率控制、最大功率跟踪和发电量监测等。风能预测是指通过气象预报、雷达、卫星云图等技术手段,预测未来的风能资源,并利用这些信息进行风电站的日前和实时调度。风能预测具有良好的经济效益,可以避免过度依赖后备能源产生效益损失。功率控制是指通过精确控制风力发电机的输出功率,提高电力系统的稳定性和可靠性。功率控制技术通常包括风力发电机切入和切出控制、调速控制、无功

控制等内容。其中,切入和切出控制可使风力发电机在极端天气时优先停机,以保护风力发电机;调速控制则通过调节发电机转速,实现对输出功率稳定控制,保证电力系统的稳定性;无功控制则是在保证电力系统稳定性的同时,提高风力发电机的生产效率^[3]。最大功率跟踪技术是指通过控制发电机的转速,使风力发电机的输出功率达到最大值。最大功率跟踪技术能够有效地提高风力发电机的发电效率和利用率。与功率控制类似的是,最大功率跟踪技术也需要对其进行精确的控制和监测,控制发电机的输出功率,提高风能的利用效率。发电量监测是指通过对风力发电机的实时监测和记录,对风力发电机直接、间接的电量进行分析和评估。通过对风力发电机的发电量监测,可以实现对电能质量的控制和优化,提高设备的综合经济效益。

3 风力发电机运行维护挑战与发展趋势

3.1 复杂气象条件下的运行挑战

复杂气象条件是风力发电机运行维护面临的重要挑战之一,特别是在高海拔、高纬度、高海洋风区等复杂地形与气象气候条件下,风力发电机的运行会更加困难。复杂的气象条件对风力发电机产生的影响主要表现为以下几个方面:首先,复杂的地形条件会对风力发电机的运行产生不利影响。比如,风力发电机在山区、高原等地形条件下,会受到复杂地形的阻尼和干扰,从而影响其功率输出及稳定性。其次,复杂的气象条件对风力发电机的机械性能产生不同程度的影响。当发电机遭受强风、低温等恶劣气象环境时,往往导致机械设备磨损、粘滞等问题,进而影响风力发电机的正常运转。另外,复杂气象条件也对风能预测和测算造成影响。在多变的气象条件下,风能的预测和测算难以确定,特别是在高纬度、高海拔、高负荷条件下,风能预测更容易出现误差。针对复杂气象条件下的运行挑战,未来的发展趋势在于技术不断创新和完善。例如,开发更高效、更稳定的机械设备,提高风力发电机的抗风能力,加强对风能预测的稳定性和准确性,优化风力发电机的运行、维护、调整等方面的管理。此外,风能利用在近年来得到国家大力支持。随着未来对清洁能源的需求与日俱增,风力发电机作为清洁能源之一,其在发展趋势上具备良好前景。

3.2 大规模风电场运维管理问题

风力发电机的运行维护涉及到多个关键技术和问题,同时也面临着一些挑战和发展趋势。在大规模风电场的运维管理方面,存在着一系列问题需要解决^[4]。首先,大规模风电场的分布广泛,风机数量众多,管理起

来非常复杂。运维人员需要实时监测和管理每一台风机的运行状态,及时发现并处理故障,确保风机的稳定运行。这就要求建立高效的远程监控系统,实现实时数据采集和远程操控,以便及时处理各种异常情况。其次,风力发电机的运行维护需要考虑到风电场的地理环境和气候条件,如海上风电场、高寒地区风电场等。不同地域的气候特点和环境差异对风机的性能和寿命都会产生影响。因此,针对不同地域的特点,开展风机运行维护的技术研究和适应性改进是迫切需要的。另外,大规模风电场的运维管理还面临着人力资源和成本管理的挑战。随着风电场规模的扩大,运维人员的数量也需要相应增加,如何高效调度和管理运维团队成为一个重要问题。此外,运维成本也是需要重点考虑的问题,如何降低运维成本、提高运维效率是风电行业发展的重要方向。在大规模风电场运维管理问题的发展趋势上,智能化和数字化技术将成为主要趋势。通过引入人工智能、大数据分析等技术,可以实现对风电机组的自动监测和故障诊断,提高维护效率和减少人力成本。此外,还可以通过无人机巡检、物联网等手段,提高风机设备的监测和管理能力,实现远程检修和预防性维护。

3.3 绿色运维与可持续发展要求

风力发电机的运行维护面临着一系列的挑战,同时也需要满足可持续发展的要求,推动绿色运维的发展。在这个过程中,存在着一些发展趋势。首先,风力发电的绿色运维是实现可持续发展的关键要求。通过优化风电机组的运行管理,减少能源浪费和环境污染,实现绿色发展。绿色运维是在维护风电机组性能的同时,最大程度地减少资源消耗和碳排放。这需要运维人员在日常维护过程中,注意节能减排,选择环保材料,合理开展设备的保养和维修,减少对自然环境的影响。其次,风力发电机的可持续发展要求提供更高效、更可靠的运维服务。随着风电装机容量的增大,运维工作变得更为复杂和繁重。因此,提高运维效率,降低维护成本成为发展的重要方向。为此,可以采用智能化的运维管理系

统,实现风机设备的远程监控和故障诊断,以减少运维时间和人力资源的浪费。此外,还可以借助大数据分析和人工智能等技术,提高运维的精确性和预测性,降低因故障而造成的损失。另外,风力发电机的可持续发展要求加强安全生产管理。安全是运维工作的首要任务,也是促进可持续发展的重要保障。维护人员应进行安全培训,熟悉操作规程和紧急措施,保障操作过程的安全可控。此外,还需要做好设备的定期检修和维护,确保其在正常使用过程中不发生重大事故。通过推动绿色运维、提高运维效率和安全生产管理,风能行业可以实现更加可持续和环保的发展^[5]。这需要行业各方共同努力,加强技术创新和管理提升,为绿色能源的发展贡献力量。

结束语:风力发电机在清洁能源领域的地位是不言而喻的。本文从风力发电机的运行维护出发,分析了风力发电机在智能监测与远程控制技术、振动与热状态监测技术、能量管理与优化技术等方面的关键技术,同时介绍了其在复杂气象条件下、大规模风电场运维管理和绿色运维与可持续发展等方面面临的挑战。可以看出,未来的发展趋势是提高风力发电机的智能化和自动化程度,进一步增强其适应复杂气象环境和大规模风电场环境的能力,从而更好地发挥其在清洁能源领域的重要作用。

参考文献

- [1]李胜,宋海霞,等.复杂环境下风力发电机运行挑战及维修管理[J].中国电机工程学报,2021,41(7):1991-2001.
- [2]石乃娜,潘东生,范月林.基于振动与热状态监测技术的风力发电机运行维护研究[J].电力系统自动化,2020,44(2):193-199.
- [3]熊俊升,王东亮,周文彬,等.风力发电机组能量管理与优化控制[J].电力自动化设备,2023,43(7):1-6.
- [4]王艳霞,周爱国,杜文卓,等.风电场电气设备故障诊断与维修优化分析[J].光伏与可再生能源,2022,41(12):51-57.
- [5]刘志,刘耿鑫,陈楚.面向大规模风电场的运维管理策略[J].电器与能效管理技术,2021,38(8):64-68.