

风电场中风力发电机组运行故障及维护

李江

国华巴彦淖尔(乌拉特中旗)风电有限公司 内蒙古 巴彦淖尔 015300

摘要: 风电场中风力发电机组在运行过程中可能会遭遇多种故障,如机械故障、电气故障和控制系统故障等。这些故障通常源于设备磨损、环境影响因素以及操作不当等。为确保风电场的稳定运营和高效发电,对风力发电机组的运行故障进行及时诊断和维护至关重要。因此,探讨了预防性和预测性维护策略的应用,包括定期检查、状态监测、故障预警机制和快速响应措施等。这些维护策略的实施有助于减少机组故障,提高运行效率和可靠性,降低维修成本,并延长机组的使用寿命。

关键词: 风电场;风力发电机组;运行故障;维护策略

随着全球对可再生能源需求的日益增长,风电作为清洁能源的重要组成部分,在全球能源结构中的地位愈发重要。风力发电机组作为风电场的核心设备,其稳定运行对于能源的可持续利用和环境的保护具有重要意义。然而,在实际运行过程中,风力发电机组常常面临着各种故障的挑战。从机械部件的磨损到电气系统的故障,再到控制系统的异常,这些问题不仅影响机组的发电效率,还可能对风电场的安全运营带来风险。

1 风电场中风力发电机组概述

风电场作为可再生能源的重要组成部分,其中的风力发电机组是实现风能转换为电能的核心设备。风力发电机组主要由风轮、发电机、塔筒和基础组成。风轮是捕获风能的部件,通常由多个风力发电机叶片组成,负责将风能转化为机械能。发电机则将这种机械能转换为电能,通常采用感应式发电机或同步发电机。塔筒用于支撑风轮和发电机,并使其处于合适的高度以便更好地捕获风能。基础则用于固定塔筒,确保其稳定性和安全性。风力发电机组的工作原理相对简单,当风吹向风力发电机叶片时,叶片受到风的作用力而旋转,进而带动发电机产生电能。这种转换过程既环保又高效,符合当前对清洁能源的需求。在风电场中,风力发电机组通常以集群的形式布置,每个机组都经过精心设计和安装,以确保其在各种环境条件下都能稳定运行。为了保证风力发电机组的长期可靠运行,风电场还会配备专业的运维团队和先进的监控系统,对机组进行定期检查、维护和故障处理,以确保风电场的发电效率和运行安全。随着技术的不断进步和成本的不断降低,风力发电机组在风电场中的应用越来越广泛,成为推动全球清洁能源发展的重要力量^[1]。

2 风力发电机组的运行维护重要性

风力发电机组的运行维护对于确保其长期稳定运

行、提高能源利用效率以及降低运营成本具有至关重要的意义。第一,风力发电机组通常安装在偏远地区,面临着复杂多变的环境条件,如高温、低温、高湿度、盐雾腐蚀等。因此,定期的检查和维护能够及时发现并解决潜在问题,防止因环境因素导致的设备损坏或性能下降。第二,风力发电机组的运行维护有助于减少设备故障和停机时间。一旦设备出现故障,不仅会影响风电场的整体发电效率,还会增加维修成本和停机损失。通过定期的预防性维护和及时的故障处理,可以有效降低设备故障率,延长设备使用寿命。第三,运行维护还能够提高风力发电机组的能源利用效率。通过对设备的优化调整 and 性能监测,可以发现并解决能源利用效率低下的问题,从而提高机组的发电量和经济效益。第四,风力发电机组的运行维护对于环境保护也具有积极意义。风电作为一种清洁能源,本身具有较低的污染排放。然而,如果设备维护不当,可能会导致润滑油泄露、废弃部件处理不当等环境问题。因此,通过环保型维护措施,可以减少对环境的影响,促进风电产业的可持续发展。

3 风力发电机组常见故障分析

3.1 电气系统故障

电气系统作为风力发电机组的核心组成部分之一,其正常运行对于整个机组的安全与效率至关重要。在实际运行中,电气系统也是故障频发的部分。发电机是电气系统的核心部件,常见故障包括绕组绝缘损坏、轴承损坏、冷却系统故障等。这些问题可能导致发电机运行不稳定,产生异常噪音或振动,甚至引发停机。变流器负责将发电机产生的变速变幅的交流电转换为恒频恒幅的交流电,以供电网使用。常见故障包括功率模块损坏、控制电路故障等,这些故障可能导致变流器无法正常工作,影响电能质量和机组的整体性能^[2]。风力发电机

组中的电缆与连接部分数量众多,且经常暴露在恶劣环境中,容易受到机械损伤、老化等因素的影响。常见故障包括电缆绝缘损坏、接触不良等,这些故障可能引发电气火灾或导致机组停机。

3.2 机械系统故障

机械系统是风力发电机组的基础,承担着将风能转化为机械能的重要任务。然而,在实际运行过程中,机械系统也容易出现各种故障。(1) 齿轮箱故障:齿轮箱是风力发电机组中传递动力的重要部件,常见故障包括齿轮磨损、轴承故障、油封泄漏等。这些故障可能导致齿轮箱效率下降,产生异常噪音或振动,严重时可能导致机组停机。(2) 叶片故障:风力发电机组的叶片是捕获风能的关键部件,常见故障包括叶片开裂、断裂、表面磨损等。这些故障可能导致叶片性能下降,影响机组的发电效率,甚至引发安全事故。(3) 轴承故障:轴承是风力发电机组中支撑和转动的重要部件,常见故障包括轴承磨损、疲劳断裂、润滑不良等。这些故障可能导致机组运行不稳定,产生异常噪音或振动,严重时可能导致机组停机。(4) 塔筒和基础故障:塔筒和基础负责支撑整个风力发电机组,常见故障包括塔筒裂纹、基础沉降等。这些故障可能导致机组稳定性下降,影响机组的正常运行和安全。

3.3 控制系统故障

风力发电机组的控制系统是机组的“大脑”,负责监控、调节和保护整个机组的运行。控制系统的稳定运行对于确保风力发电机组的安全、高效运行至关重要。然而,在实际运行过程中,控制系统也容易出现各种故障。(1) 传感器故障:传感器是控制系统中的“眼睛”和“耳朵”,用于监测风速、风向、温度、压力等关键参数。常见的传感器故障包括信号漂移、误差大、不响应等,这些故障可能导致控制系统无法准确获取机组运行状态,从而做出错误的决策。(2) 执行器故障:执行器是控制系统中的“手”和“脚”,负责执行控制系统的指令,如调整叶片角度、启动/停止发电机等。常见的执行器故障包括动作滞后、不动作、误动作等,这些故障可能导致机组无法按照预期执行控制策略,影响机组的性能和安全性。(3) 通讯故障:风力发电机组中的控制系统通常由多个子系统组成,这些子系统之间需要通过通讯协议进行数据交换和控制指令的传输。常见的通讯故障包括数据丢失、通讯延迟、通讯中断等,这些故障可能导致子系统之间无法协同工作,影响机组的整体运行。(4) 控制器故障:控制器是控制系统的核心部件,负责处理传感器数据、生成控制指令并发送给执行

器。常见的控制器故障包括软件故障、硬件故障、过热等,这些故障可能导致控制器无法正常工作,从而使整个控制系统失效^[3]。

4 风电场中风力发电机组维护策略

4.1 定期检查

风电场中风力发电机组的定期检查维护策略是确保这些关键能源设备长期、安全、高效运行的重要措施。这一策略的实施涵盖一系列精心规划的活动,从制定详细的检查计划,到执行专业且系统的检查任务,再到深入分析收集的数据,并根据这些信息制定针对性的维护措施。所有这些步骤都需要风电场运营商的专业知识和细致入微的关注。制定检查计划时,运营商会考虑机组的制造商建议、历史运行数据以及潜在风险点,以确保检查的周期和内容能够全面覆盖机组的各个关键部件和系统。在执行检查任务时,专业维护团队会利用先进的检测工具和设备,对风力发电机组的每个部分进行细致入微的检查,确保不留死角。检查完成后,所有收集的数据都会被详细记录下来,并经过深入分析,以识别出任何潜在的问题或故障趋势。基于这些数据,风电场会制定一系列维护措施,包括更换磨损部件、调整系统参数、优化设备配置等,以预防潜在故障的发生并提升机组性能。为了确保维护策略的有效性,风电场还会持续跟踪维护措施的执行情况,并根据实际效果进行必要的调整和优化。这一定期检查维护策略不仅有助于风电场提高能源利用效率、降低运营成本,也为风电行业的可持续发展做出了积极贡献。

4.2 故障诊断与修复

当风力发电机组出现故障或性能下降时,及时的故障诊断是恢复机组正常运行的关键。现代风电场通常配备先进的监控系统 and 专业的诊断工具,这些系统能够实时收集和分析机组运行数据,通过算法识别出异常模式,从而迅速定位问题所在。这些诊断工具不仅提高故障诊断的准确性和效率,还为后续的修复工作提供了明确的方向。一旦诊断出故障,风电场会立即启动修复工作。修复步骤可能涉及多个方面,如更换损坏的部件、调整系统参数、修复电气连接等。为了确保修复的有效性和安全性,这一过程通常会由经验丰富的专业团队进行。团队成员不仅具备深厚的专业知识,还拥有丰富的实践经验,能够迅速应对各种复杂的故障情况。在修复完成后,风电场还会进行严格的测试和验证,确保机组能够恢复正常运行并达到预期的性能标准。这些测试可能包括机械部件的功能测试、电气系统的安全检查以及控制系统的校准等。通过这些测试,风电场可以确保修

复工作的质量，并降低故障再次发生的可能性。风电场还会对故障数据进行记录和分析，以识别常见的故障模式和潜在的风险因素。这些数据可以为后续的维护工作提供宝贵的参考，帮助风电场制定更加有效的预防措施和应对策略。

4.3 预测性维护

预测性维护在风电场风力发电机组维护策略中的地位日益突出，其先进性和高效性得到了广泛认可。这种方法不仅运用最尖端的传感器技术，还融入数据分析和机器学习算法，为风电场带来前所未有的维护体验。预测性维护能够实时监控风力发电机组的运行状态，确保每一个细节都被精准捕捉。通过收集关键参数和历史数据，它建立起一个精确的故障预测模型，这一模型可以根据数据的变化趋势预测机组可能出现的故障。这种预测不仅准确度高，而且能够提前很长时间发现问题的苗头，为风电场提供宝贵的维护窗口。在数据分析方面，预测性维护能够通过机器学习算法对大量数据进行深度挖掘，发现那些隐藏在数据背后的潜在问题。通过对这些数据的细致分析，预测性维护可以预测故障发生的具体时间和可能的影响范围，从而为风电场提供切实可行的维护建议。预测性维护的优点在于，它能够在故障发生前进行及时干预，避免机组停机带来的能源损失和维修成本的增加。这不仅提高风电场的运行效率，还降低维修成本，实现经济效益的最大化。另外，预测性维护还能通过提前发现问题并采取措施，延长机组的使用寿命，为风电场的可持续发展提供了有力支持。为了不断提升预测性维护的效果，风电场还需要不断地优化模型和算法^[4]。通过不断地改进和完善，预测性维护将成为风电场维护策略中不可或缺的一部分，为风电场的稳定、高效运行提供坚实保障。

4.4 培训与人员管理

为了确保维护团队具备专业知识和技能，风电场需要定期开展各类培训课程。这些培训涵盖机组的工作原理、故障诊断技术、预测性维护方法、安全操作规范等内容。通过理论与实践相结合的教学方式，使团队成员

能够深入理解机组的运行和维护要求，掌握先进的维护技术。风电场还应鼓励团队成员参加行业内的技术交流和研讨会，与其他同行学习交流，拓宽视野，不断提高自身的技术水平。除了培训，有效的人员管理同样是维护策略成功的关键。风电场需要建立健全的人员管理制度，明确各岗位的职责和权限，确保团队成员能够各司其职，协同合作。在人员选拔方面，风电场应注重候选人的专业技能、工作经验以及团队合作精神。通过严格的招聘流程，选拔出优秀的人才加入维护团队。同时，风电场还应为团队成员提供良好的工作环境和福利待遇，激发他们的工作热情和创新精神。通过定期绩效评估，激励团队成员不断提升自身能力，为风电场的可持续发展贡献力量。

结束语

风力发电机组的运行故障及其维护策略是风电场运营过程中的重要环节。通过深入研究故障类型、原因和相应的维护措施，可以显著提高机组的运行效率和可靠性，降低运维成本，为风电场的可持续发展提供有力支撑。未来，需要进一步探索先进的故障诊断技术、预测性维护方法和智能化运维管理系统，以更好地应对各种复杂多变的环境条件和运行状况。同时，加强风电场运维人员的培训和素质提升也是至关重要的。只有不断提高运维团队的专业能力和应急响应速度，才能确保风力发电机组在风电场中的稳定运行和高效发电。

参考文献

- [1]张媛.风电场电气设备中风力发电机组的运行维护策略[J].电子技术与软件工程.2019(22):223-225.
- [2]朱江.浅论风电场电气设备中风力发电机组的运行与维护[J].科技风.2020(26):145-146.
- [3]唐书.风电场电气设备中风力发电机组的运行维护[J].通信电源技术.2020.37(04):220-221.
- [4]杜应军.李辉航.李东毅.刘术.陈玉杰.风力发电机组故障诊断系统研究[J].自动化应用.2021(11):127-130.
- [5]王庆春.王源治.风力发电设备运行维护分析[J].光源与照明.2021(09):71-73.