

提高风力发电可靠性的风电机组运维管理研究

汪路

(深能南京能源控股有限公司)

摘要: 本文详细阐述了风电机组运行维护的相关内容,涵盖日常检修和定期维护的方式方法,并通过数据云平台介绍了物联网技术、风电电控系统培训测试平台与VR虚拟仿真实训系统在风电机组运维中的应用。此外,本文还讨论了风电机组的检修技术,包括工业物联网技术、实操平台技术虚拟现实(VR)技术、实时在线监测技术、故障预警技术等,旨在提高风电机组的运行效率和安全性。

关键词: 风电机组;日常运维;实训平台;检修技术

引言

风电机组作为清洁能源的重要组成部分,已广泛应用于全球各地。然而,风电机组在运行过程中需要日常检修和定期维护以确保其稳定、高效地运行。随着技术的不断进步,物联网、实训平台虚拟现实(VR)、在线监测、故障预警等技术在风电机组的运维中得到了广泛应用,提高了运维效率和故障处理能力。本文将详细介绍相关内容,旨在为风电行业的从业人员提供参考和指导。

1 风电机组的日常检修和定期维护

1.1 日常检修

风电机组的日常检修是确保其正常运行和延长使用寿命的重要环节,主要包括以下几个方面:

对机组进行日常巡检,主要包括月度检查、季度检查、年度检查等。主要包括检查电缆和接头是否有损坏,检查控制柜内的接线是否松动,检查断路器和保护装置是否正常。对机舱内各子系统进行检查及功能性测试,保证机组各项功能处于可用状态。对安全系统进行检查,包括检查安全绳、安全带、免爬器、助爬器、升降机等其他安全设备的完好性,确保在高空作业时的安全。检查防雷装置,确保其接地良好,没有锈蚀和松动现象,对检查问题项目进行专项记录,对一般类缺陷进行计划整改、对严重类缺陷进行专项消缺。

对风电机组进行日常检修,风机检修工程师根据风电机组SCADA系统报相应故障后进行的检修,主要内容包括:查看故障记录波形,对故障进行初步判断,携带专用检修设备及备件进行故障检修,对检修故障形成故障跟踪单,分类统计存储,对常见类故障进行系统学习,为后续检修人员提供检修经验帮助,对不常见类故障进行专项学习,形成故障检修手册,为后续检修提供技术支撑。

对风电机组进行大部件专项检修。包括齿轮箱内窥镜检查、发电机内部检查、主轴承内窥镜检查、变桨轴承专项检查、偏航电机专项检查、叶片专项检查等。齿轮箱内窥镜检查能发现早期齿轮失效、检查叶片是否有裂纹、变形或其他损伤,检查叶片的连接部位是否松动,必要时进行紧固,对轮毂、主轴和电机进行专项检查,确保没有漏油、异常磨损或异响。对发电机进行电气性

能检查,确保定转子接线铜排无虚接情况,无异响等情况。

1.2 定期维护

风电机组的定期维护是保证其长期稳定运行的重要措施,主要包括6月维护、12月维护及60月维护:

6月维护,每半年进行一次机组定期维护。主要包含对关键旋转部件定期加注油脂,例如:主轴承油脂、发电机油脂、偏航油脂、变桨齿圈油脂等,对主要高强度螺栓进行抽检或者目视检查、确保螺栓未发生松动,对各子系统进行功能性测试,如散热风扇启停、偏航开关测试、发电机滑环室散热风扇启停、碳刷磨损测试等,运维人员对风电场,检查机组的运行状态,记录运行参数,发现异常及时处理。对关键部位进行重点检查,如叶片、齿轮箱、发电机和电气系统等,确保没有异常情况。对机舱、塔筒、塔基等进行定期清洁。风电机组在运行过程中会受到风沙、雨水和鸟类等影响,导致叶片和机舱表面积灰和污垢,需要定期进行清洁。对冷却系统进行清洁,确保散热效果良好,避免因过热导致设备故障。

12月维护,在6月维护基础上进行主要易损件更换及油脂化验等工作,如齿轮箱滤芯定期更换、油脂取样检查、主要螺栓力矩100%检验或者抽检。必要时对软件升级和参数调整,以提高运行效率和安全性。

60月维护,风机在60个月(即5年)的维护周期内,需要进行一系列详细的检查和维护工作,以确保其正常运行和延长使用寿命。主要包含:在12月维护基础上主要为双馈型风电机组齿轮箱油更换工作,生产运维人员根据前期油样检验情况及风机运行数据,对齿轮箱油进行整体更换工作,对风机叶片全面清洗工作、主要关键部件全面检查测试、润滑与更换、大部件传动系统检查、风机整机性能检测与体检、整机性能评估等。

建立完善的维护记录。每次维护都要做好详细记录,包括维护内容、发现的问题、处理措施和维护结果等,通过记录和分析,及时发现机组的潜在问题,提前采取预防措施,避免故障发生。

2 风电机组日常运维相关技术

2.1 工业物联网技术

物联网(IIoT)技术在风电机组日常运维中的应用可

以显著提升设备运行的可靠性、维护效率和安全性。利用最新的工业物联网技术建设的智能化云平台,通过电力专线或者商用专线实现了对风电场各机组 SCADA 数据采集,并利用智能化的数据汇总分析,随时了解每台风电机组的运行情况,及时发现和处理潜在的问题,并提供快速的决策支持。

2.2 实操平台技术、虚拟现实(VR)技术

风电机组控制系统是控制风电机组运行、保障风电机组发电效率的重要部分,是风电机组运行的核心单元,风电机组电气系统硬件故障率较高,维护工作量大,技术要求高,维护人员提高维护能力花费时间长,维护人员能力提高的途径,往往只有通过经验积累来实现,随机性大,需要长时间的摸索学习,待大部分故障都处理过多次以后,才具备风电机组消缺的能力。因此建设风电机组电控系统功能测试和故障分析的培训测试平台非常必要,维护人员学员可以通过该平台方便快捷模拟风机功能操作、模拟排除风机主要故障,开展学习、培训和考试,同时可以对风机的部分备件进行平台测试,在正式安装使用前进行测试验证,有很好的实操实用性和技术培训指导性。

虚拟现实(VR)技术包含风电机组课程学习、机械结构及工作原理(机械原理、液压原理、润滑原理等)、虚拟装配、电气仿真操作、检修维护、运销与吊装、风电场监控室仿真,风电场岗位职责、风场管理制度、教学资源、理论考核等模块及功能。学员可对风场环境及风电机组的结构与组成进行漫游体验,真实还原风电整机厂装配现场及风电场运维环境,解决实习任务。

还可通过模拟风电机组各个部件的故障,让受训者掌握诊断故障、排查故障、部件检修的具体方法,并根据不同的故障、检修任务选择相应的操作工具、所需的零部件对任务进行操作,直至任务完成。系统具备实训模式和考核模式;在实训模式中,可由系统逐步提示受训者对机组故障的现象进行认知并掌握该故障的排除方法及对机组的正常维护、检修;在考核模式中,可自由设定受训者需要完成的考核任务,由系统自动智能评分并将分数及操作数据实时保存至数据库,便于日后查阅或导出 excel 文件存档。

2.4 实时在线监测技术

利用实时在线监测系统对风电机组的关键部件进行24X7的实时监测。在线监测系统的智能化传感器可以安装在叶片、塔筒、齿轮箱、发电机和主轴等部位,实时采集振动、温度、转速、润滑油质量等数据,并通过无线网络或风场环网,将数据传输到中央监控系统,运维人员可以实时查看每台风电机组的运行状态,故障前期预警等信息,及时发现异常情况。

在线监测技术还可以实现远程控制和故障处理。运维人员可以通过监控系统对风电机组进行远程操作,调整运行参数,进行故障诊断和处理,提高运维效率和安

全性。

2.5 故障预警技术

风电机组故障诊断技术的应用,通过与历史数据和故障机理模型数据库的比对分析,能够根据设备的异常行为准确地诊断故障类型和原因,并给出修复建议。这种自动化的故障诊断与分析能够有效地指导运维人员进行维修和维护工作,提高故障处理效率和设备稳定性。此外,通过系统对故障数据的记录和分析,可以识别和预测设备的寿命和潜在故障,有效地规避设备的损坏和停机。

通过故障预警隐患信息子菜单,可以对各场站具体到某时间段、某台风机的隐患信息进行查询。根据风机大模型预警触发条件等判据进行判定故障预警是否触发,采集秒级数据进行模型的数据对比分析,确保预警的实时准确性,并根据处理建议发送至场站处理,达到提前处理预警故障的作用,防患风机故障于未然,可提高风机可利用率。

利用振动分析技术可以帮助运维人员识别设备的异常振动模式,判断齿轮箱、轴承和叶片等部件的故障类型和位置。其次,油液分析技术可以检测出油液中的磨损颗粒、水分和杂质含量,从而判断设备的磨损程度和润滑状态,并提供设备内部磨损和润滑系统故障的早期预警。

在此基础上,通过对各种监测系统提供的多源数据,可以利用人工智能等技术手段实现数据的融合,能够更为准确的发现机组故障的根本原因和故障定位,为后续的维修提供技术指导。

3 结语

通过科学合理的运维和检修措施,结合先进的技术手段,风电机组的运行效率和安全性得到了显著提升。物联网、实训平台、VR虚拟现实、在线监测、故障预警等技术的应用,不仅提高了运维人员的工作效率,还有效减少了设备故障的发生频率。

未来,随着技术的不断进步,尤其是以人工智能技术的进步,可以实现更为精细的设备状态监测,全面提升风机各重大危险源的监控力度,风电机组的运维和检修将更加智能化和高效化,同时还让机组日常运维的更多“想象”成为可能。利用新的技术手段和新的方法,不断完善运维和检修技术,风电机组的可靠性和寿命将进一步提高,助力全球清洁能源的发展。

参考文献:

- [1]蔡扬晖.浅析风电机组的日常运维及检修技术[J].中国设备工程,2024,(08):48-50.
- [2]李寿清,李广锋.浅析如何做好风电场运行管理[J].红水河,2024,43(02):63-68.
- [3]黄简,杨程,冯天波,等.面向风电机组运维的知识图谱构建研究与应用[J].电力系统保护与控制,2024,52(08):167-177.