

风力发电运行管理分析有效措施

侯飞龙 任牛犇 张世涛 闫冬婧 袁 鹏
华能（甘肃）新能源有限公司 甘肃 兰州 730000

摘 要：风力发电场的运行管理面临着诸多挑战，直接影响到发电效率、设备寿命以及经济效益。本文深入分析了风力发电运行管理的关键环节，包括设备维护管理、运行调度管理、安全管理以及人员培训管理等方面，并针对存在的问题提出了相应的优化策略，旨在提高风力发电场的运行管理水平，促进风力发电行业的可持续发展。

关键词：风力发电；运行管理；设备维护；运行调度；安全管理

1 引言

风力发电利用风能转化为电能，具有清洁、可再生、无污染等显著优势，对于缓解能源危机、减少温室气体排放具有重要意义。近年来，我国风力发电装机容量持续快速增长，风力发电场分布范围日益广泛。但在风力发电场规模不断扩大的同时，运行管理问题逐渐凸显。有效的运行管理能够确保风力发电机组稳定、高效运行，降低故障发生率，延长设备使用寿命，提高发电量和经济效益。

2 风力发电运行管理的关键环节

2.1 设备维护管理

2.1.1 定期维护

定期维护是按照预定的时间间隔对风力发电机组进行全面检查、清洁、润滑、紧固和调试等工作。例如，每半年对齿轮箱进行油样检测和换油操作，检查齿轮的磨损情况；每年对叶片进行外观检查和内部结构检测，修复叶片表面的裂纹和损伤。定期维护可以及时发现设备存在的潜在问题，提前进行处理，避免故障的发生和发展，保证设备的正常运行。

2.1.2 状态监测

状态监测利用传感器、在线监测系统等技术手段，实时采集风力发电机组各部件的运行参数，如振动、温度、压力、转速等，并通过数据分析技术对设备的运行状态进行评估和诊断。例如，通过振动监测可以及时发现齿轮箱、发电机等旋转部件的轴承故障、齿轮啮合不良等问题；温度监测可以判断电气元件是否过热，防止因过热引发火灾等安全事故。状态监测能够实现设备的预测性维护，根据设备的实际运行状况合理安排维护计划，提高维护效率，降低维护成本。

2.1.3 故障维修

当风力发电机组出现故障时，需要迅速准确地判断故障原因，并采取有效的维修措施。故障维修要求维修

人员具备丰富的专业知识和实践经验，能够熟练运用各种维修工具和设备。在维修过程中，应严格按照维修手册和操作规程进行操作，确保维修质量。同时，对故障原因进行深入分析，总结经验教训，采取相应的改进措施，防止类似故障再次发生。

2.2 运行调度管理

2.2.1 发电计划制定

根据气象部门提供的风速、风向等长期预报数据，结合风力发电机组的性能参数和发电场的实际情况，制定合理的发电计划。发电计划应明确各机组的发电任务和运行时间，在保证发电量的同时，充分考虑设备的疲劳寿命和运行成本^[1]。例如，在风资源丰富的季节，适当增加机组的运行时间，提高发电效率；在风资源相对较弱的季节，合理安排机组的检修和维护工作。

2.2.2 实时调度

实时调度是根据实时的气象数据和设备运行状态，对风力发电机组的运行进行动态调整。当风速突然增大或减小时，及时调整机组的功率输出，确保机组在安全范围内运行；当某台机组出现故障时，迅速将发电任务分配给其他正常运行的机组，保证发电场的总发电量不受太大影响。实时调度需要借助先进的自动化控制系统和通信技术，实现数据的快速传输和处理，确保调度指令能够及时准确地传达给各机组。

2.2.3 电网协调

风力发电具有间歇性和波动性的特点，其发电功率的输出会随着风速的变化而变化。为了确保风力发电场能够稳定地接入电网，需要与电网调度部门进行密切协调。根据电网的负荷需求和频率、电压等参数，合理控制风力发电机组的发电功率，避免对电网造成冲击。同时，积极参与电网的调峰、调频等辅助服务，提高风力发电在电网中的消纳能力。

2.3 安全管理

2.3.1 安全制度建设

建立健全完善的安全生产管理制度是保障风力发电场安全生产的基础。安全生产管理制度应涵盖设备操作规程、安全检查制度、事故应急预案等各个方面。例如,制定详细的设备操作手册,明确各岗位人员的操作职责和操作流程;建立定期的安全检查制度,对设备、设施、作业环境等进行全面检查,及时发现和消除安全隐患;制定完善的事故应急预案,明确应急处置流程和各部门的职责,定期组织应急演练,提高应对突发事件的能力。

2.3.2 安全培训与教育

加强对员工的安全培训与教育,提高员工的安全意识和操作技能。培训内容包括安全法规、安全知识、安全操作技能、事故案例分析等。对于新入职员工,要进行系统的岗前安全培训,经考核合格后方可上岗作业;定期组织在岗员工进行安全复训,不断强化员工的安全意识^[2]。同时,通过开展安全知识竞赛、安全演讲等活动,营造良好的安全文化氛围。

2.3.3 安全防护措施

在风力发电场内设置完善的安全防护设施,如防护栏、警示标志、消防器材等。对高处作业平台、电气设备等危险区域设置明显的警示标志,提醒人员注意安全;为工作人员配备必要的安全防护用品,如安全帽、安全带、绝缘手套等,并确保工作人员正确佩戴和使用。加强消防安全管理,定期对消防器材进行检查和维护,确保消防设施完好有效。

2.4 人员培训管理

2.4.1 专业培训

风力发电技术涉及多个学科领域,对运行管理人员的专业素质要求较高。因此,需要定期组织专业培训,使员工不断更新知识结构,掌握最新的技术和方法。培训内容可以包括风力发电原理、设备结构与性能、故障诊断与维修、运行调度技术等。可以邀请行业专家进行授课,或者安排员工到专业培训机构进行学习,也可以组织内部技术交流活动,促进员工之间的知识共享和经验交流。

2.4.2 技能培训

除了专业理论知识培训外,还应注重员工的实际操作技能培训。通过模拟操作、现场实操等方式,让员工熟练掌握风力发电机组的操作流程、设备维护方法和故障处理技能。例如,建立模拟操作培训室,让员工在虚拟环境中进行机组启动、停机、参数调整等操作练习;安排员工到实际运行的风力发电场进行现场实习,跟随经验丰富的技术人员进行设备维护和故障维修工作,提

高员工的实际操作能力。

2.4.3 综合素质培训

运行管理人员不仅需要具备专业的技术和技能,还需要具备良好的沟通能力、团队协作能力和应急处理能力等综合素质。因此,应开展相关的综合素质培训课程,如沟通技巧培训、团队建设活动、应急演练等。通过这些培训活动,提高员工的综合素质,增强团队的凝聚力和战斗力,为风力发电场的运行管理提供有力的人才保障。

3 风力发电运行管理存在的问题

3.1 设备维护管理方面

部分风力发电场在设备维护过程中,仍然依赖传统的定期维护和经验判断,缺乏先进的监测技术和数据分析手段。对于一些潜在的故障隐患,难以及时准确地发现和诊断,导致故障发生后才进行维修,增加了维修成本和停机时间。备品备件库存管理不合理,存在库存积压或缺货现象。库存积压会导致资金占用和备品备件老化变质;而缺货则会影响设备故障的及时维修,延长停机时间。此外,备品备件的质量参差不齐,部分备件无法满足设备的运行要求,影响了维修质量。

3.2 运行调度管理方面

风力发电的发电量与风速、风向等气象因素密切相关。目前,气象预报技术在风力发电领域的应用还存在一定的局限性,预报的准确性和及时性不能满足运行调度的需求。不准确的气象预报会导致发电计划制定不合理,影响发电效率和经济效益。部分风力发电场的调度自动化系统功能不完善,数据采集和传输的准确性、实时性较差,无法实现对风力发电机组的实时、精准调度。调度人员需要花费大量的时间和精力进行数据收集和分析,调度效率低下,难以适应大规模风力发电场的运行管理需求。

3.3 安全管理方面

部分员工对安全工作的重要性认识不足,存在侥幸心理,在工作中不严格遵守安全操作规程,如不佩戴安全防护用品、违规操作设备等。这种安全意识淡薄的现象给安全生产带来了极大的隐患。一些风力发电场为了降低成本,在安全设施建设和安全培训等方面的投入不足。安全防护设施老化、损坏,无法起到应有的保护作用;安全培训内容单一、形式化,难以达到提高员工安全意识和技能的目的。

3.4 人员培训管理方面

部分风力发电场在开展人员培训时,培训内容缺乏针对性和实用性,与实际工作需求脱节。培训课程过于

注重理论知识的传授,忽视了实际操作技能的培养,导致员工在实际工作中无法将所学知识应用到实践中。专业的培训师资是保证培训质量的关键。然而,目前一些风力发电场缺乏具有丰富实践经验和教学能力的培训师资,培训工作往往由企业内部的技术人员兼任,这些人员虽然具备一定的实践经验,但缺乏教学技巧和方法,培训效果不理想。

4 风力发电运行管理的优化策略

4.1 设备维护管理优化

加大对设备状态监测技术的投入,采用先进的传感器、在线监测系统和数据分析软件,实现对风力发电机组运行状态的实时、精准监测和故障诊断。例如,利用大数据分析技术对设备运行数据进行深度挖掘,提前预测设备故障的发生时间和部位,实现预测性维护,提高维护效率和设备可靠性^[3]。建立科学的备品备件库存管理系统,根据设备的运行状况、故障历史数据和维修计划,合理确定备品备件的库存数量和种类。采用供应商管理库存(VMI)等先进的库存管理模式,与供应商建立长期稳定的合作关系,确保备品备件的及时供应。同时,加强对备品备件的质量检验,严格把控备件质量,确保维修质量。

4.2 运行调度管理优化

加强与气象部门的合作,引入先进的气象预报模型和技术,结合风力发电场的实际情况,建立适用于本地区的气象预报系统。利用数值天气预报、卫星云图、雷达回波等多种数据源,提高气象预报的准确性和及时性。同时,建立气象预报误差评估和反馈机制,不断优化预报模型,为运行调度提供可靠的气象依据。加大对调度自动化系统的建设投入,完善系统的功能,提高数据采集和传输的准确性、实时性。采用先进的通信技术和自动化控制设备,实现对风力发电机组的远程监控和自动调度。例如,利用物联网技术实现设备与调度中心之间的实时数据交互,通过智能算法优化调度策略,提高调度效率和发电效率。

4.3 安全管理优化

通过开展形式多样的安全宣传教育活动,如安全知识讲座、事故案例分析会、安全警示教育片等,提高员工对安全工作重要性的认识,增强员工的安全意识。定期组织安全培训和考核,确保员工熟悉安全操作规程和应急处置方法,对考核不合格的员工进行再培训和补

考,直至考核合格为止。增加在安全设施建设和安全培训等方面的投入,确保安全防护设施齐全、完好有效。定期对安全设施进行检查和维护,及时更新老化、损坏的设施^[4]。同时,丰富安全培训内容和形式,邀请行业专家进行授课,组织员工到其他优秀风力发电场进行参观学习,借鉴先进的安全管理经验,提高安全培训质量。

4.4 人员培训管理优化

根据员工的岗位需求和实际工作情况,制定个性化的培训方案,确保培训内容具有针对性和实用性。在培训过程中,注重理论与实践相结合,增加实际操作技能培训的比重,让员工在实际操作中掌握专业知识和技能。例如,建立培训实训基地,为员工提供真实的操作环境,让员工在实践中不断提高自己的业务水平。建立一支高素质的培训师资队伍,通过内部培养和外部引进相结合的方式,充实培训师资力量。选拔企业内部具有丰富实践经验和教学能力的技术人员进行重点培养,定期组织他们参加教学培训和学习交流活动,提高他们的教学水平。同时,积极引进外部行业专家和高校教师作为兼职培训师资,为员工传授最新的技术和理念。

结语

本文通过对风力发电运行管理的关键环节进行深入分析,指出了当前运行管理中存在的设备维护技术落后、运行调度自动化水平低、安全意识淡薄、人员培训与实际需求脱节等问题,并针对这些问题提出了相应的优化策略,包括引入先进的维护技术和设备、提高气象预报准确性和调度自动化水平、强化安全意识教育和加大安全投入、优化培训内容和加强培训师资队伍建设和等。在未来的发展中,随着技术的不断进步和管理理念的创新,风力发电运行管理将朝着更加智能化、精细化、高效化的方向发展。

参考文献

- [1]王玉毛.风电机组运行管理与维护研究[J].石河子科技,2022,(05):28-29.
- [2]吕鑫.提高风电机组安全运行管理水平的有效途径[J].电力设备管理,2021,(03):106-107+134.
- [3]刘卫华.风电运行管理新模式探讨[J].装备维修技术,2020,(01):211.
- [4]张步恩,王林.风电工程安全管理风险与对策[J].中国电力企业管理,2024,(36):23-25.