

浅谈新能源电站电气设备运维检修措施

王瑞进 王海宏

华润新能源投资有限公司宁夏分公司 宁夏 中卫 755000

摘要: 新能源电站电气设备运维检修面临技术适配性不足、管理体系不完善、人员专业能力欠缺等问题。为此,需采取技术优化措施,引入智能化监测技术实现故障预警与精准诊断,优化检修方案适配设备特性,推广状态检修模式。同时,要构建全生命周期管理体系规范流程,强化人员专业培训,建立“理论+实践+考核”培训体系与技能等级认证体系,并构建绩效考核与激励机制,设立量化指标,建立故障复盘与经验分享机制,保障电站安全高效运行。

关键词: 新能源电站; 电气设备; 运维检修; 措施

引言: 随着新能源产业的蓬勃发展,新能源电站如雨后春笋般涌现。电气设备作为电站的核心组成部分,其运维检修工作至关重要。由于新能源电站电气设备具有类型多样、技术原理复杂、运行环境特殊等特点,当前运维检修面临着技术适配性不足、管理体系不完善、人员专业能力欠缺等诸多问题。这些问题不仅影响电站的发电效率和稳定性,还可能引发安全事故。为有效解决这些问题,提升运维检修水平,需从技术优化、管理规范以及人员保障等多方面入手,构建一套科学、完善的运维检修体系,保障新能源电站的安全、高效运行。

1 新能源电站电气设备运维检修现存问题

新能源电站电气设备具有类型多样、技术原理复杂且运行环境特殊等特点,这使得其运维检修工作面临着诸多严峻挑战,这些问题主要集中在技术适配性、管理体系以及人员专业能力三个方面。(1) 技术适配性不足: 传统运维技术大多是为常规火电、水电设备量身定制的,难以充分满足新能源设备的特殊需求。以光伏逆变器为例,它需要实时且精准地监测光伏组件的输出功率和电压波动情况。然而,传统的人工巡检方式由于受到人力和时间等因素的限制,很难实现高频次、高精度的数据采集。这就导致无法及时察觉光伏逆变器在运行过程中出现的细微异常,进而影响整个光伏发电系统的效率和稳定性。再看风电场主变压器,它通常处于高海拔、强风的恶劣环境中。传统的绝缘检测方法在这样的环境下极易受到干扰,例如强风可能会影响检测设备的稳定性,高海拔导致的低气压可能会改变绝缘材料的性能,从而使检测结果出现较大误差,无法准确判断设备的绝缘状态,给风电场的安全运行埋下隐患。(2) 管理体系不完善: 部分新能源电站在运维检修管理方面存在明显缺陷,缺乏统一的管理标准。在设备台账管理上,更新不及时的问题较为普遍,这使得设备的基本信息、

运行状态等无法得到准确记录和跟踪。同时,检修记录不规范,导致后续的检修工作缺乏有效的参考依据。这种情况容易造成设备“带病运行”,即设备存在潜在故障但未被及时发现和处理,增加了设备损坏和安全事故的风险;也会出现“过度检修”现象,即对设备进行不必要的检修,浪费了大量的人力、物力和财力。例如,一些电站没有建立设备全生命周期档案,无法根据设备的运行年限、故障历史等因素制定个性化的检修计划,只能采用“一刀切”的检修方式。此外,检修流程缺乏闭环管理,故障处理后没有及时进行复盘分析,无法总结经验教训,导致同类故障反复出现,影响了电站的正常运行。(3) 人员专业能力欠缺: 新能源电气设备融合了电力电子、自动化控制、信息技术等多学科技术,对运维人员的专业素养提出了极高的要求。但目前部分运维人员仍然停留在传统电气设备的检修经验层面,对新能源领域的新技术掌握不足。比如,对于光伏逆变器的MPPT(最大功率点跟踪)控制原理,很多运维人员只是一知半解,无法准确调整控制参数以实现最大功率输出;对于风电逆变器的拓扑结构,也不清楚其工作原理和常见故障点。在设备故障诊断时,由于缺乏相关知识和技能,容易出现判断失误,导致故障处理时间延长,影响电站的发电效率和经济效益^[1]。

2 新能源电站电气设备运维检修技术优化措施

2.1 引入智能化监测技术,实现故障预警与精准诊断
为提升新能源电站电气设备运维水平,实现故障的早发现、早处理,需积极引入智能化监测技术,达成故障预警与精准诊断的目标。(1) 借助物联网(IoT)、大数据、人工智能(AI)等前沿技术,构建一套完善的电气设备智能化监测系统。该系统能够实时采集设备运行数据,为故障预警与精准诊断提供有力支撑。例如,在光伏逆变器上安装温度传感器、电流传感器、振动传感

器,利用边缘计算模块对逆变器的IGBT(绝缘栅双极型晶体管)温度、输出电流谐波含量、柜体振动频率等关键参数进行实时分析。一旦数据超出预设阈值,系统便会自动发出预警信号,并精准推送故障位置与可能原因。在风电场主变压器上部署在线油中溶解气体监测(DGA)装置,结合AI算法深入分析油中甲烷、乙炔等气体含量的变化趋势,提前识别变压器内部的局部放电、过热等隐患,有效避免突发故障。(2)充分利用无人机巡检技术提升野外设备的巡检效率。针对光伏电站大面积的光伏组件,采用搭载高清摄像头、红外热像仪的无人机进行巡检,可快速识别组件热斑、隐裂、遮挡等问题,巡检效率较人工提升5-10倍。对于风电场的塔筒、机舱内部设备,通过无人机搭载激光雷达,在不停止风机运行的情况下,检测塔筒焊缝缺陷、机舱内电缆绝缘状态,大幅降低停机损失^[2]。

2.2 优化检修技术方案,适配新能源设备特性

为切实提升新能源设备检修的质量与效率,需依据不同类型电气设备的技术原理和故障规律,精心制定差异化的检修技术方案,以此增强检修工作的针对性与有效性。(1)对于光伏逆变器,要定期开展MPPT跟踪精度测试。通过精准对比实际输出功率与理论最大功率的偏差,准确判断逆变器的功率转换效率。一旦发现偏差超过5%,需立即调整MPPT控制参数,若功率模块出现损坏,则要及时进行更换,确保逆变器稳定运行。对于风电变流器,应将检查重点放在直流母线电容上,重点检测其容值与ESR(等效串联电阻)。利用专用电容测试仪进行细致检测,当容值衰减超过20%或者ESR增大超过50%时,迅速更换电容,防止变流器输出波形出现畸变,保障电力传输质量。(2)针对特殊环境下的设备检修,更要优化技术手段。如在沿海风电场,对开关柜、断路器等设备采用“除湿+防盐雾”双重防护措施。定期使用超声波清洗设备清除设备表面盐雾附着物,并严格检测设备绝缘电阻,确保绝缘值达到 $\geq 1000\text{M}\Omega$ 的规范要求。在高海拔光伏电站,考虑到空气稀薄对绝缘性能的影响,采用高原型绝缘材料替换传统绝缘部件,并适当提高设备的绝缘试验电压,按海拔每升高1000m,试验电压提高5%的标准执行,全力确保设备绝缘可靠。

2.3 推广状态检修模式,替代传统定期检修

为提升新能源电站设备检修的精准性与经济性,应摒弃传统“一刀切”的定期检修模式,积极推广基于设备运行状态数据与故障风险评估的状态检修模式,达成“该修才修、修必修好”的目标。(1)构建全面且科学的设备状态评估指标体系。从设备健康度这一关键维度出发,考

量绝缘状态、部件磨损程度等指标;结合运行负荷维度,分析日均发电量、负荷率等数据;同时纳入环境影响维度,关注温度、湿度、腐蚀程度等因素,并制定相应的量化评估标准,为精准评估设备状态奠定基础。(2),借助大数据平台的强大功能,整合设备历史运行数据、检修记录以及故障信息。运用先进的机器学习算法,构建设备健康度评估模型。通过该模型定期生成设备健康报告,直观呈现设备当前的运行状态。(3)依据健康报告制定个性化的检修计划。对于健康度在90分以上的设备,仅需进行日常监测;健康度处于70-90分的设备,需适当加强巡检频率;而健康度低于70分的设备,则立即安排检修。如此,既能避免过度检修造成的资源浪费,又能有效防范因检修不足而引发的故障风险^[3]。

3 新能源电站电气设备运维检修管理与人员保障措施

3.1 构建全生命周期管理体系,规范运维检修流程

为提升新能源电站电气设备运维检修水平,需着力构建全生命周期管理体系,以此实现运维检修的标准化与规范化,覆盖设备从采购到报废处置的全流程。(1)在设备采购环节,应精明确定设备的技术参数、质量标准以及运维要求。优先挑选配备智能监测接口、易于维护的设备,为后续高效运维奠定基础。安装调试阶段,需严格依照规范操作,完成安装后开展全面性能测试与验收,保证设备初始状态处于最佳水平。(2)运行维护阶段,建立电子设备台账至关重要。实时更新设备运行数据、巡检记录和故障信息,实现设备状态全程可追溯,便于及时发现潜在问题。检修改造时,制定详尽的检修方案与安全措施,检修完成后进行严格的验收测试,确保设备恢复正常运行。报废处置阶段,对设备进行拆解评估,回收可利用部件,有效避免环境污染。(3)制定统一的运维检修管理制度不可或缺。明确各部门、各岗位的职责分工,规范巡检流程,细化每日、每周、每月的巡检内容与重点;明确故障处理流程,规定故障上报时限、诊断方法以及维修审批程序;规范检修作业流程,涵盖检修前安全交底、检修中质量控制以及检修后验收标准,全方位保障运维检修工作有序、高效开展。

3.2 强化人员专业培训,提升运维检修能力

鉴于新能源电气设备技术更新快、专业性强的特点,构建“理论+实践+考核”三位一体的培训体系,对提升运维人员专业能力至关重要。(1)理论培训上,定期组织针对性技术培训。培训内容全面且深入,涵盖光伏逆变器、风电变流器、主变压器等核心设备的工作原理、结构组成,以及常见故障现象、诊断方法与处理策

略。邀请设备厂家技术专家和行业资深工程师授课，他们凭借丰富的实践经验和专业知识，为运维人员带来前沿、实用的理论知识。（2）实践培训方面，建立与电站实际高度一致的实训基地，配备齐全的设备。运维人员在此通过模拟故障排查、设备拆装、参数调试等实操训练，将理论知识转化为实际操作能力，切实提升动手能力，积累实践经验。（3）考核环节，实行严格的培训考核制度。考核内容包含理论知识笔试和实操技能考核，全面评估运维人员的学习成果。考核合格者才能上岗，不合格者需重新培训，直至达标，确保每位运维人员都具备独立完成设备运维检修工作的能力。（4）建立人员技能等级认证体系，依据工作年限、技术水平、故障处理经验划分初、中、高三个等级，不同等级对应不同岗位职责与薪酬待遇，激发运维人员学习热情。同时，鼓励他们参与行业技术交流和技能竞赛，拓宽技术视野，汲取先进运维检修经验^[4]。

3.3 建立绩效考核与激励机制，激发人员工作积极性

为充分调动新能源电站运维人员的工作积极性与责任心，需构建一套科学、完善的绩效考核与激励机制，将运维检修工作成效与人员绩效紧密相连。（1）在绩效考核方面，应设定一系列精准、量化的指标，涵盖设备故障率、故障处理及时率、检修质量合格率、发电量损失率等关键维度。例如，若设备故障率低于预设目标，在考核中给予相应加分；而故障处理超时，则进行扣分处理。每月依据绩效考核结果发放绩效奖金，对表现卓越的人员，授予“月度运维之星”“年度检修能手”等荣誉称号，并提供晋升机会，让他们在职业发展中获得更多认可与成长空间。对于未达到考核标准的人员，开展谈话提醒，深入分析问题根源，共同制定切实可行的改进计划。若连续多次考核不合格，则进行岗位调整或

安排待岗培训，促使其提升业务能力。（2）建立故障复盘与经验分享机制也至关重要。每次设备故障处理完毕后，及时组织运维人员召开复盘会议，全面剖析故障原因，系统总结处理经验，形成丰富实用的故障案例库。同时，定期举办经验分享会，鼓励运维人员积极分享故障诊断技巧、检修心得，加强人员之间的技术交流与互动，有效提升团队整体的运维检修能力，推动新能源电站安全、稳定、高效运行。

结束语

新能源电站电气设备运维检修工作任重道远。现存问题从技术适配、管理体系到人员能力，全方位制约着电站稳定运行。而优化措施涵盖技术引入、方案优化、模式推广，以及管理、人员保障等多方面，形成了一套较为完整的解决方案。通过构建全生命周期管理体系、强化人员培训、建立绩效考核与激励机制等举措，可有效提升运维检修水平。未来，需持续关注技术发展，不断优化管理策略，激发人员潜能，让新能源电站电气设备运维检修工作更加科学、高效、精准，为新能源产业的蓬勃发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]周发刚.电气设备运行和维护特点及管理方法[J].大众标准化,2020(21):191-192.
- [2]李鹏.污水厂电气设备的检测与维护管理[J].智能城市,2020,6(15):67-68.
- [3]张明玺.电气运行设备日常保养与维护[J].科技创新,2020(08):180-181.
- [4]高大明,詹姚林,张江红.大数据背景下新能源配套电气设备质量管理研究[J].设备管理与维修,2021(14):3-4.