

分布式光伏电站运维管理模式对比与优化路径

赵 轲 侯志国 张富凯

华能国际电力江苏能源开发有限公司南京电厂 江苏 南京 210044

摘要: 本文探讨了分布式光伏电站的特点、运维管理模式对比以及运维管理面临的挑战,并提出了优化路径。分布式光伏电站具有规模小、地理位置分散、适应性强等特点。在运维管理模式方面,定人定点、区域集中和远程集控三种模式各有优缺点。运维管理面临电站点多面广、设备质量缺陷、后台监控平台不统一和管理成本过高等挑战。优化路径包括应用智能化运维平台、提升运维人员素质、优化设备选型与配置、完善运维管理制度以及优化财务管理与能源管理合同。

关键词: 分布式光伏电站; 运维管理; 优化路径

1 分布式光伏电站的特点

1.1 电站规模较小,装机容量灵活

分布式光伏电站的一个显著特点是其规模相对较小。与传统的集中式大型光伏电站相比,分布式光伏电站通常安装在建筑物的屋顶、停车场遮阳棚、农业大棚等空间,这些场所的面积有限,因此电站的整体规模也就相应较小。然而,这种小型化的特点并不意味着发电能力的减弱。通过灵活的装机容量设计,分布式光伏电站可以根据安装场所的实际情况和需求进行量身定制,确保发电效率与空间利用率的最佳平衡^[1]。另外,小规模电站建设周期短,投资成本相对较低,使得分布式光伏电站成为许多企业、机构和家庭实现绿色能源转型的优选方案。

1.2 地理位置分散,安装位置多样

分布式光伏电站的另一个显著特点是其地理位置的分散性和安装位置的多样性。由于分布式光伏电站主要安装在建筑物的屋顶或其他闲置空间,因此其分布范围广泛,不受地理位置的限制。无论是城市的高楼大厦,还是农村的农田大棚,甚至是偏远的山区和海岛,只要有合适的安装条件,都可以建设分布式光伏电站。同时,多样的安装位置也为分布式光伏电站的设计和建设提供更多的可能性和创新性。

1.3 适应性强,环境友好,经济效益显著

分布式光伏电站还具有很强的适应性和环境友好性。作为一种清洁能源,光伏发电不产生温室气体和其他有害物质,对环境无污染;分布式光伏电站的建设和运行对气候条件的要求较低,即使在阴天或弱光环境下也能发电,只是发电量相对较少。这种适应性强特点使得分布式光伏电站能够在各种气候和地理条件下稳定运行,为能源供应提供可靠的保障。随着国家对可再生

能源的支持力度不断加大和光伏技术的进步,分布式光伏电站的发电成本逐渐降低,经济效益日益显著。

2 分布式光伏电站运维管理模式对比

2.1 专人驻点运维模式

专人驻点运维模式是一种最基础的运维方式,即设置固定运维人员仅对固定电站进行日常巡查、操作和检修。运维人员因为长期定点工作,能够根据对应电站的设备和环境特性逐步积累特殊经验,所以这种运维模式的优势主要在于问题发现及时、异常处置高效,从设备运行角度来看是最佳模式。但在电站数量多、分布广的情况下,专人驻点运维模式的劣势逐渐凸显,主要是专人专管导致人力成本较高,其次是运维人员总量增多带来人员配置和管理上的困难,从经济性角度来看是最不利的模式选择。综合考虑,专人驻点运维模式目前主要适用于集中式等装机容量较大的个别电站,而这类电站往往可能出于电网负荷调配要求,也宜设专人驻站。随着光伏发电体量和设备智能化的发展,可以预见专人驻点运维模式未来将全面被淘汰。

2.2 区域集中运维模式

区域集中运维模式是将多个相对集中的电站划定为一个区域,每个区域设置一个运维站点,每个站点配置几个运维班组进行轮换,该站点负责区域内所有电站的运维工作。例如,针对江苏省内光伏电站运维,可设置宿迁站、扬州站、常州站分别负责苏北、苏中、苏南片区。这种模式适用于运维电站数量多、分布广的情况,通过划片区集中管理降低运维成本和提高运维效率。同时,由于运维团队集中管理,便于进行统一培训和技能提升^[2]。区域集中运维模式能够实现,是基于远程监控手段的搭建、光伏发电设备故障率较低,以及部分光伏设备故障对电网的影响可控。因此,对于单个电站而言,

这种模式不可避免存在着故障处理时效偏慢、设备维护质量偏弱的劣势，但权衡多个电站的整体经济效益，区域集中运维模式仍属于较为合理的选择。

2.3 远程全局管控运维模式

远程全局管控运维模式是一种智能化运维方式，它是以远程监控平台为中心，将所有电站设备的所有运行参数实时传输到监控平台，利用物联网、大数据、云计算等先进技术，对所有电站设备进行实时监控和数据分析，能够实现故障预判、故障定位、故障前预处理，并给出故障后处置策略，仅需配置少量的运维人员开展故障检修即可。可见，远程全局管控运维模式不仅大幅提高了运维效率和准确性，同时也大幅降低了人力运维成本。然而，这种模式对技术和设备的要求较高，需要建立完善的监控系统 and 数据分析平台，前期投入资金较大，需要结合设备成本和财务条件核算可否采用。

3 分布式光伏电站的运维管理挑战

3.1 电站点多面广

由于电站点多面广，运维人员需要频繁穿梭于不同的电站之间，这不仅增加了运维的复杂性，也大大提高了运维成本。电站所处环境各异，气候条件、土壤条件、光照强度等因素都可能影响电站的运行效率和设备寿命。在实际中，由于电站数量众多且分布不均，运维人员往往难以做到对每个电站进行细致入微的巡查和维护，这可能导致一些潜在问题被忽视，进而引发更大的故障或事故。

3.2 设备质量缺陷

设备质量缺陷是分布式光伏电站运维管理中另一个不可忽视的问题。由于光伏电站建设涉及多个环节，包括设备选型、采购、安装、调试等，任何一个环节出现问题都可能导致设备质量缺陷^[1]。这些缺陷可能表现为设备性能不稳定、易损坏、寿命短等，严重影响电站的运行效率和发电收益。运维人员在面对设备质量缺陷时，需要花费大量时间和精力进行排查和修复，这不仅增加了运维难度，也可能导致设备长时间停运，造成经济损失。

3.3 后台监控平台不统一

分布式光伏电站的运维管理离不开后台监控平台的支持，由于不同电站可能采用不同的监控系统或平台，导致运维人员需要掌握多种监控系统的操作方法和数据分析技能。这不仅增加了运维人员的培训成本和时间成本，也可能导致数据孤岛和信息不对称，影响运维决策的准确性和及时性。另外，不统一的后台监控平台还可能引发数据安全和隐私保护问题，给电站的运维管理带来潜在风险。

4 分布式光伏电站运维管理优化路径

4.1 智能化运维平台的应用

智能化运维平台通过集成先进的物联网技术、大数据分析和人工智能技术，实现了对电站运行状态的实时监控、故障预警和智能诊断。首先，智能化运维平台通过部署传感器和数据采集设备，实时收集电站的各项运行参数，如光照强度、电池板温度、逆变器效率等，将这些数据上传至云端进行分析。利用大数据分析技术，平台能够识别出电站运行中的异常数据，及时发现潜在故障，避免小问题演变成大故障；其次，智能化运维平台运用机器学习算法对电站历史故障数据进行分析，建立故障预测模型。通过对电站运行状态的实时监测，平台能够预测设备故障的发生概率和可能的时间点，提前安排运维人员进行检查和维护，将故障扼杀在萌芽状态。另外，智能化运维平台还具备远程故障诊断的能力^[4]。当电站发生故障时，运维人员可以通过平台获取故障设备的详细信息，包括故障类型、位置、可能的原因以及解决方案建议。这使得运维人员能够迅速定位问题，减少现场排查时间，提高运维效率；最后，智能化运维平台还能够实现运维工作的智能化调度。根据电站的运行状态和运维人员的分布情况，平台能够自动生成最优的运维计划，包括运维人员的任务分配、路线规划等，确保运维工作的及时性和高效性。

4.2 运维人员素质提升

运维人员的素质直接关系到分布式光伏电站运维管理的质量和效率。（1）定期组织运维人员参加专业技能培训。培训内容应包括光伏电站的工作原理、设备维护知识、故障诊断与处理方法等。通过培训，提升运维人员的专业技能，使他们能够熟练掌握电站设备的运行和维护技能，提高运维工作的准确性和效率。（2）注重培养运维人员的服务意识。运维人员不仅要有过硬的技术能力，还要具备良好的沟通能力和服务意识。在面对电站用户时，运维人员应能够耐心解答用户的问题，及时解决用户的困扰，提升用户对电站运维服务的满意度。（3）鼓励运维人员参加各类技能竞赛和交流活动，以赛促学、以学促用。通过竞赛和交流活动，运维人员可以拓宽视野，了解最新的运维技术和行业动态，不断提升自己的专业素养和综合能力。

4.3 设备选型与优化配置

合理的设备选型和优化配置能够降低电站的运行成本、提高发电效率，为运维管理提供有力保障。在设备选型方面，业主应选择性能稳定、质量可靠的光伏组件、逆变器等关键设备。同时，还应考虑设备的兼容性

和可扩展性,以确保电站能够长期稳定运行。在选型过程中,业主应充分了解设备供应商的信誉和售后服务能力,避免因设备质量问题导致的运维难题。在设备优化配置方面,根据电站的实际情况和运行需求,对设备进行合理的布局和配置。例如,应根据光照条件、地形地貌等因素选择合适的安装角度和朝向;应根据电站的装机容量和发电需求合理配置逆变器容量和数量等。通过优化配置,可以确保电站设备在运行过程中能够充分发挥其性能,提高发电效率;定期对电站设备进行检查和维护,及时发现和处理设备故障和隐患。对于老化和性能下降的设备,应及时进行更新和替换,以确保电站设备的稳定运行和发电效率。

4.4 运维管理制度完善

通过建立健全的运维管理制度,可以规范运维工作的流程和要求,提高运维管理的规范化和标准化水平。

(1) 制定详细的运维工作流程和标准。这些流程和标准应涵盖电站设备的日常巡检、定期维护、故障处理等方面。通过明确的流程和标准,可以确保运维人员在工作中能够遵循统一的操作规范,提高运维工作的准确性和效率。(2) 建立运维工作的考核机制。通过对运维人员的工作表现进行定期考核和评价,可以激励运维人员积极履行职责,提高工作质量和效率。考核机制应包括运维工作的及时性、准确性、完整性以及用户满意度等方面的评价指标。(3) 建立电站设备的档案管理制度。通过对电站设备的型号、规格、安装日期、维修记录等信息的详细记录,可以形成完整的设备档案,为运维人员提供设备维护和管理的重要参考。设备档案管理制度应确保信息的准确性和完整性,方便运维人员随时查阅和更新。(4) 制定应急预案,以应对电站可能出现的突发情况。应急预案应包括故障处理流程、应急物资准备、人员调配方案等内容。通过定期的应急演练,可以检验应急预案的有效性和可行性,提高运维人员的应急处理能力^[5]。(5) 建立运维管理的持续改进机制。通过对运维工作的定期评估和总结,可以发现运维管理中存在的问题和不足,提出改进措施和建议。通过持续的改进和优化,可以不断提高运维管理的水平和效率。

4.5 财务管理与能源管理合同优化

在分布式光伏电站运维管理中,财务管理和能源管理合同的优化同样重要。合理的财务管理可以确保电站运维资金的有效使用,而优化的能源管理合同可以保障电站的经济效益和运维服务的可持续性。通过对运维成本的合理预估和控制,可以确保运维资金的充足和合理使用;还应建立完善的成本核算体系,对运维成本进行细致的分类和核算,以便更好地了解运维成本的构成和分布情况,为成本控制提供有力支持;能源管理合同应明确运维服务的范围、标准和期限,以及双方的权利和义务。通过灵活的合同条款,可以适应电站运行过程中的各种变化,确保运维服务的及时性和有效性。同时,长期的能源管理合同可以保障运维服务的稳定性和连续性,为电站的长期运行提供有力保障;应积极探索创新的运维服务模式和盈利模式。例如,可以与电站用户签订性能保证合同,承诺电站的发电效率和运维服务质量,并根据电站的发电收益获取运维服务费用。或者可以提供定制化的运维服务方案,根据电站的实际情况和需求提供个性化的运维服务,以满足不同用户的需求。

结束语

综上所述,分布式光伏电站运维管理的优化是一个系统工程,需要综合考虑技术、人员、制度等多方面因素。通过不断探索和实践,可以有效提升运维管理水平,保障电站的稳定运行和经济效益。

参考文献

- [1]徐文丽,鲍伟,王巨波,杨秀,欧善科.分布式源并网对电能质量的影响研究综述[J].电源技术,2021,39(12):2799-2802.
- [2]裴哲义,丁杰,李晨,周昶,梁志峰,于辉,徐晓春,张俊.分布式光伏并网问题分析与建议[J].中国电力,2021,51(10):80-87.
- [3]赵冰冰,燕莎莎.分布式光伏电站的服务与运维管理[J].安徽电力,2020,149(01):58-60.
- [4]黄志玮.农村地区分布式光伏电站运维管理研究[J].能源与节能,2021(11):36-37+171.
- [5]乔磊,王兆博,梁永光.农村分布式光伏电站运维技术要点[J].农村电工,2021,29(04):35-37.