

集中式光伏电站安全管控一体化平台建设研究

张磊 李放 敖华清 张源 胡川平

中国建筑第八工程局有限公司西南分公司 四川 成都 402760

摘要: 本文旨在探讨集中式光伏电站安全管控一体化平台的构建和应用,通过融合5G通信、人工智能、先进计算和工业互联网等技术,提升作业人员管控、消防监控和设备健康管理的效率。文章分析了光伏电站在环境、技术、人员和自然灾害方面的安全风险,并提出了切实可行的解决策略。一体化安全管理平台是提高光伏电站安全性、可靠性和效率的关键,为未来能源行业的安全管理发展提供了方向。

关键词: 集中式光伏电站;安全管控;一体化平台;5G通信;人工智能

引言

随着全球气候变化问题的日益严峻和各国对可持续发展目标的承诺加深,光伏电站作为绿色电力开发的重要能源项目,迎来了前所未有的政策支持与市场需求双重利好。集中式光伏电站作为其中一种主要形式,其安全管控问题日益凸显。本文将从安全风险分析、一体化平台建设、技术应用及挑战应对等方面展开研究。

1 集中式光伏电站安全风险分析

1.1 环境风险

在环境风险方面,集中式光伏电站往往选址于环境较为恶劣的区域,如荒漠、矿产废弃地等。这些地区易受极端天气影响,如沙尘暴带来的沙尘覆盖可能影响光伏板发电效率,甚至造成设备损坏;洪水则可能冲刷电站基础,危及整体结构安全。此外,极端温差也可能加速设备老化,增加运维难度。

1.2 技术风险

技术风险方面,随着电站规模的不断扩大,技术集成的复杂性显著增加。光伏组件、逆变器、变压器等设备之间的协调运行成为挑战,任一环节的故障都可能影响整个电站的稳定运行。同时,当前部分电站智能化水平有限,缺乏高效运维手段,难以实时监测设备状态并快速响应故障。

1.3 人员风险

人员风险同样不容忽视。集中式光伏电站占地面积广阔,运维人员分散,管理难度较大。若人员安全意识淡薄、操作不规范,极易引发安全事故。例如,错误的操作可能导致设备损坏,甚至引发火灾等严重后果。

1.4 自然灾害风险

此外,自然灾害风险也是电站必须面临的挑战。地震可能导致设备基础松动、结构受损;雷电则可能直接击中光伏板或电气设备,造成设备损坏甚至火灾。因

此,电站需制定完善的预防和应对措施,以降低自然灾害对电站设备和基础设施的威胁。

2 集中式光伏电站安全管控一体化平台的构建

2.1 平台设计原则

在构建集中式光伏电站安全管控一体化平台时,应严格遵循一系列核心设计原则,以确保平台的高效、稳定与兼容性。首先,完整性是平台设计的基石。这意味着平台必须能够全面覆盖电站内所有关键设备,无论其厂商、种类或型号如何,都能实现监测数据的统一、完整采集。通过这一原则,我们确保平台能够获取到最全面的电站运行状态信息,为后续的安全分析与决策奠定坚实基础。其次,规范性是平台稳定运行的保障。平台设计应遵循行业标准和最佳实践,确保数据格式、通信协议等各方面的规范性,从而降低系统复杂度,提高数据处理的准确性和效率。扩展性则是平台适应未来发展的关键^[1]。随着电站规模的扩大和技术的不断进步,平台应具备灵活扩展的能力,以便轻松应对新增设备、功能或应用场景的需求。最后,开放性原则确保了平台的兼容性与可集成性。平台应支持与其他系统的无缝对接,如能源管理系统、故障预警系统等,以实现数据的共享与协同,进一步提升电站的整体安全管理水平。

2.2 平台功能模块

2.2.1 作业人员管控模块

作业人员管控模块是平台的重要组成部分,它利用先进的身份识别技术和实时定位技术,对进入电站的作业人员进行全面管控。通过为作业人员配备智能身份标识卡或穿戴设备,系统能够实时记录人员的进出时间、活动轨迹和作业区域,确保人员安全并优化作业流程。此外,该模块还集成了安全培训与教育功能,为作业人员提供定期的安全知识培训和考核,提升他们的安全意识和操作技能。通过数据分析,系统还能对作业人员的

行为模式进行监测和预警,及时发现并纠正不安全行为,有效预防安全事故的发生。

2.2.2 消防监控模块

消防监控模块是保障光伏电站消防安全的关键。它集成了烟雾探测、火焰探测、温度监测等多种传感器,能够实时监测电站内的火灾隐患。一旦检测到异常情况,系统会立即触发报警,并通过5G通信技术快速将报警信息发送给相关人员,确保他们能够迅速响应并采取灭火措施。同时,该模块还具备智能分析功能,能够根据历史数据和当前环境状况,预测火灾发生的可能性,并提前采取预防措施^[2]。例如,当环境温度持续升高或烟雾浓度异常时,系统会自动调整消防设备的运行状态,如增加喷淋频率、启动排烟系统等,以降低火灾风险。

2.2.3 设备健康管理模块

设备健康管理模块是平台的核心功能之一,它利用大数据分析和人工智能技术,对光伏电站内的各类设备进行实时监测和故障预测。通过收集设备的运行数据、维修记录、故障历史等信息,系统能够建立设备的健康档案,并对其进行全面评估和分析。该模块能够实时监测设备的运行状态,如电流、电压、温度、振动等关键参数,一旦发现异常,系统会立即发出预警,并给出具体的维修建议。此外,通过深度学习算法,系统还能对设备的故障模式进行识别和学习,从而提前预测设备可能发生的故障,并制定相应的预防措施。

除了上述核心功能模块外,平台还支持与其他系统的无缝集成,如能源管理系统、环境监测系统等,实现数据的共享和协同。通过融合5G通信、人工智能、大数据等先进技术,平台能够实现对光伏电站的全方位、实时监控和管理,为电站的安全、稳定、高效运行提供有力保障。同时,平台还具备高度的可扩展性和灵活性,能够根据电站的实际需求和未来发展进行定制化和升级,确保平台的长期价值和可持续发展。

3 关键技术的应用与融合

3.1 5G通信技术

在集中式光伏电站的安全管控一体化平台中,5G通信技术的引入标志着电站运维模式的重大革新。5G通信技术以其高带宽、低时延、广连接的显著优势,为光伏电站的远程监控和数据传输提供了前所未有的强大支持。具体而言,5G的高带宽特性使得大量高清视频流和实时数据能够毫无阻碍地在电站与监控中心之间传输。这意味着运维人员无需亲临现场,即可通过高清摄像头实时监控电站设备的运行状态,如光伏板的清洁度、逆变器的工作状况等。这种远程监控能力极大地提高了运

维效率,降低了因人员往返现场而产生的时间成本和安全风险。同时,5G的低时延特性为电站的故障诊断提供了有力保障。在设备出现故障时,系统能够迅速收集故障信息,并通过5G网络实时传输给后台的故障诊断专家系统。这使得专家能够即时分析故障原因,给出准确的诊断结果和维修建议,从而大大缩短了故障处理时间,减少了因设备停机而造成的经济损失。此外,5G的广连接特性使得光伏电站内的各类设备能够轻松接入网络,实现数据的互联互通。这不仅有助于构建全面的设备监控体系,还为电站的智能化提供了坚实基础。通过5G网络,电站可以实时收集、分析和利用各类设备数据,优化运维策略,提高电站的整体运行效率。

3.2 人工智能技术

在集中式光伏电站的安全管控体系中,人工智能技术的融入为电站的安全稳定运行注入了新的活力。借助机器学习、深度学习等先进技术,电站设备的运行数据得到了前所未有的深度挖掘和利用。人工智能系统能够实时监测电站设备的各项运行参数,如电流、电压、温度、振动等,并通过这些数据构建出设备的运行状态模型。通过对比历史数据和实时数据,系统能够识别出设备运行的异常模式,从而预测设备故障的趋势。这种预测能力使得运维人员能够在设备故障发生之前,就采取必要的维护措施,有效避免了因设备故障而导致的安全事故和停机损失^[3]。此外,人工智能技术还能够对电站的安全风险进行智能评估。系统能够根据设备的运行状态、环境因素、历史故障记录等多维度信息,综合评估电站的安全风险水平。对于高风险区域或设备,系统会发出预警,并给出具体的风险防控建议,帮助运维人员及时采取措施,降低安全风险。值得一提的是,人工智能技术还能够与5G通信技术相结合,实现远程智能监控和故障诊断。通过5G网络,运维人员可以实时获取电站设备的运行数据,并利用人工智能系统进行远程分析和诊断。这种结合不仅提高了运维效率,还降低了因人员往返现场而产生的安全风险。

3.3 工业互联网技术

在光伏电站的安全管控与高效运营中,工业互联网技术正逐渐成为不可或缺的关键力量。通过构建一个高度集成的工业互联网平台,电站内的各类设备得以实现真正的互联互通,从而促进了数据的无缝共享与高效协同作业。工业互联网平台作为电站设备的“神经中枢”,能够实时收集并整合来自光伏板、逆变器、储能系统、气象站等多元设备的数据。这些数据经过清洗、分析后,形成电站运行的全面视图,为运维人员提供了

精准决策的依据。例如,通过对光伏板发电效率的实时监测,系统可以及时发现并定位发电异常的板块,指导运维人员进行快速响应和处理,从而确保电站发电量的最大化。此外,工业互联网技术还促进了电站设备之间的协同作业。通过平台上的智能调度系统,不同设备可以根据电站的整体运行需求和当前状况,自动调整工作状态,实现资源的优化配置。这种协同作业模式不仅提高了电站的整体运行效率,还降低了因设备间不协调而产生的能耗和损失。更为重要的是,工业互联网平台还为电站的远程监控和故障诊断提供了可能。运维人员可以通过手机、平板等移动设备,随时随地访问平台,查看电站的实时运行状态,接收故障预警信息,并进行远程故障诊断和维修指导。这种便捷性极大地提高了运维效率,降低了运维成本,为光伏电站的长期稳定运行提供了有力保障。

4 面临的挑战与对策

4.1 技术集成的复杂性

一体化安全管理平台作为光伏电站智能化管理的核心,需要集成包括5G通信、人工智能、工业互联网在内的多种先进技术。这些技术各自拥有独特的通信协议、数据格式和接口标准,使得技术集成的复杂性显著增加。此外,不同厂商、不同型号的设备也可能存在兼容性问题,进一步加剧了技术集成的难度。为应对这一挑战,可以采取以下策略:(1)加强技术研发与创新:持续投入研发资源,优化技术集成方案,提高系统的兼容性和稳定性。通过自主研发或合作开发的方式,突破技术瓶颈,实现不同技术之间的无缝对接。(2)制定统一的技术标准:在平台设计之初,就制定一套统一的技术标准和规范,确保各类设备和技术能够按照统一的标准进行集成和应用^[4]。这有助于降低技术集成的复杂度,提高系统的整体性能。(3)实施模块化设计:采用模块化设计思路,将平台划分为多个相对独立的模块,每个模块负责特定的功能或技术集成。这种设计方式便于系统的维护和升级,同时也降低了技术集成的风险。

4.2 数据安全问题

随着光伏电站智能化水平的提高,数据成为电站运

营和管理的重要资产。然而,数据的收集、存储、传输和使用过程中都存在着潜在的安全风险,如数据泄露、非法访问、数据篡改等。这些安全问题不仅可能损害电站的利益,还可能对运维人员的隐私和安全构成威胁。为保障数据安全,需要采取以下措施:(1)实施数据加密:对敏感数据进行加密处理,确保数据在传输和存储过程中的安全性。采用先进的加密算法和密钥管理机制,确保加密的有效性和可靠性。(2)强化访问控制:建立严格的访问控制策略,对数据的访问进行细粒度的控制。通过身份认证、权限管理、审计日志等手段,确保只有经过授权的人员才能访问相关数据。(3)建立数据备份与恢复机制:定期对数据进行备份,并建立完善的数据恢复机制。在数据丢失或损坏时,能够迅速恢复数据,确保电站运营的连续性。(4)加强安全培训与意识提升:对运维人员进行定期的安全培训,提高他们的数据安全意识。通过模拟演练、案例分析等方式,让运维人员了解数据安全的重要性,并学会如何防范数据安全风险。

结语

集中式光伏电站安全管控一体化平台的建设对于提高光伏电站的安全性、可靠性和效率具有重要意义。通过融合5G通信、人工智能、先进计算和工业互联网等技术,可以实现对光伏电站的全方位、实时监控和管理。然而,技术集成的复杂性和数据安全等挑战仍需进一步解决。未来,随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展,一体化安全管理平台将在光伏电站的安全管控中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]张焕杰.大型集中式光伏电站安全管控一体化平台的建设[J].节能,2024,43(07):101-103.
- [2]王家万.大型集中式光伏电站安全管控一体化平台的建设[J].太阳能,2023,(04):71-77.
- [3]邓森.数字化电厂智慧平台在光伏电站中的应用研究[J].智能城市,2024,10(09):51-53.
- [4]楼梁.浅析数字孪生光伏电站运维平台的设计与开发[J].中国设备工程,2024,(19):92-94.