

Application Analysis of Photovoltaic Digital Smart Platform in Photovoltaic Power Stations

Yongzhou Yang^{1,2} Xuhui Wang^{1,2} Jie Chen^{1,2} Tianlong Li^{1,2}

1. Qinghai Yellow River Upstream Hydropower Development Co., Ltd. Photovoltaic Industry Technology Branch, Xining, Qinghai, 810000, China

2. State Power Investment Group of Qinghai Photovoltaic Industry Innovation Center Co., Ltd., Xining, Qinghai, 810000, China

Abstract

With the development of social economy, environmental problems and resource problems are becoming more and more serious, so it is necessary to actively develop new energy and transform from fossil energy to clean energy. Among them, the construction of photovoltaic power station can convert the wind energy in nature into electric energy and improve the utilization rate of cleaning capacity. In the construction of photovoltaic power station, need to optimize the application of digital wisdom platform, especially with the support of digital twin technology, build photovoltaic power station digital twin visual evaluation analysis system, for photovoltaic power station operation state dynamic monitoring, truly intelligent, digital operational management, ensure the safety and reliability of photovoltaic power station operation. This paper mainly analyzes the key points of the application of photovoltaic digital smart platform in photovoltaic power stations, so as to effectively promote the intelligent and digital development of photovoltaic power stations, strengthen the level of operation and management, and lay a good foundation for the sustainable development of China's photovoltaic industry.

Keywords

digital smart platform; photovoltaic power station; application analysis

光伏数字化智慧平台在光伏电站的应用分析

杨勇洲^{1,2} 王旭辉^{1,2} 陈杰^{1,2} 李天龙^{1,2}

1. 青海黄河上游水电开发有限责任公司光伏产业技术分公司, 中国·青海 西宁 810000

2. 国家电投集团青海光伏产业创新中心有限公司, 中国·青海 西宁 810000

摘要

随着社会经济的发展, 环境问题、资源问题越来越严峻, 需要积极开发新能源, 从化石能源向清洁能源转变。其中, 光伏电站的建设可以把大自然中的风能转化为电能, 提高清洁能源的利用率。在光伏电站建设中, 需要对数字化智慧平台进行优化应用, 尤其要在数字孪生技术的支持下, 构建光伏电站数字孪生可视化评估分析系统, 为光伏电站运行状态进行动态化监控, 真正实现智能化、数字化运维管理, 保障光伏电站安全可靠运行。论文主要对光伏数字化智慧平台在光伏电站中的应用要点进行分析, 从而有效推动光伏电站的智慧化、数字化发展, 强化运行管理水平, 为中国光伏事业的可持续发展奠定良好的基础。

关键词

数字化智慧平台; 光伏电站; 应用分析

1 引言

现代化信息技术、通信技术、智能检测技术的联合应用, 进一步推动了光伏电站的数字化、智慧化运行管理, 可以有效强化光伏发电站的生产管理效率, 形成数字化智慧管理平

台, 且在三维模拟技术的联合应用下, 对光伏电站生产工况进行可视化、立体化管理。数字孪生技术的应用, 可以对物理世界和信息世界进行实时同步映射, 实现两者的交互融合, 同时在三维建模、虚拟仿真技术的联合应用下, 构建光伏电站虚拟模型, 并对孪生数据进行融合性分析, 为光伏电站的智能化监控、诊断奠定良好的依据。

2 项目概述

光伏电站数字孪生可视化评估分析系统设计与开发项目基于数字孪生技术, 通过光伏电站实景建模交互开发平台的搭建, 实现光伏电场设备三维模型库建立、模型库管理,

【基金项目】论文获得黄河公司光伏电站数字孪生可视化评估分析系统设计与开发科研项目支持。

【作者简介】杨勇洲(1987-), 男, 中国陕西咸阳人, 硕士, 从事光伏电站测试技术、电站系统评估分析研究。

光伏电站三维构建等，具备光伏电站多源异构数据接入和管理及红外热成像数据接入、各类终端渲染和可视化呈现、VR漫游功能等。从地形场景还原、组件布置、汇流箱布置、变压器布置等方面着手，实现光伏电站初步设计、三维仿真、存量电站三维实景构建、展示等，为光伏电站全生命周期数据展示提供平台和支撑。在系统平台设计中，需要保障具有良好的可维护性、先进性、安全性、可扩展性、可靠性等要求，从而保障系统的安全可靠性运行^[1]。

3 光伏数字化智慧平台的应用意义

在中国“碳中和、碳达峰”的目标要求下，光伏产业高速发展。尤其是在全球能源革命、科技改革的背景下，智能化运维应用和数字化技术的联合应用，进一步推动了光伏产业的智能化发展。但是当前中国光伏产业还面临一定的问题，如技术创新能力不足、价值链处于低端阶段，缺乏国际高端市场竞争力。在此背景下，需要积极推动科技创新，对云平台、大数据技术、物联网技术、智能技术等进行融合应用，积极推动光伏产业的智能化发展。

在光伏电站建设中，构建光伏数字化智慧平台，可以对光伏电站系统运行情况、生产工况进行实时监测，保障各项参数都符合相关质量标准要求。同时，还可以在智能化技术的支持下，及时预警系统隐蔽故障，并第一时间定位故障位置，对故障类型、原因进行智能化分析，提出针对性的处理措施，从而提高系统故障解决效率，缩短维修时间，保障整体光伏电站系统的安全运行。在数字化智慧平台的应用下，可以对大数据技术、互联网技术进行联合应用，实现光伏电站系统的自动化运行，减少人力成本，增加经济效益，且能够对电站周边环境数据汇集到数据库中，为光伏电站系统防阻塞、防尘措施的编制提供数据依据；还可以在数字化智慧平台的运行情况下，对各个光伏电站的资源信息进行高效共享，尤其可以在云计算、数字技术的支持下，对光伏电站瞬时功率、年发电量进行精准预测，从而实现光伏电站的精准化运维管理^[2]。通过搭建“智慧光伏”数字化管理平台开发应用，将数字化改革引入新能源领域，实现分布式光伏电站一站式集中运管，为新能源产业发展提供配套增值服务。其中，智慧光伏管理系统如图1所示。在数字化智慧平台基础上，可以对AI模型、算法进行精准预测，实现智能

化运维管理，并对光伏电站运维情况进行便捷化、直观化呈现，真正实现智能光伏电站提质增效。

4 光伏数字化智慧平台设计要点

4.1 光伏电站实景建模

开发光伏电站三维建模应用，通过参数化三维模型库建立、模型库管理，构建光伏电站三维场站，可实现光伏电站初步设计、三维仿真，阴影分析、发电量计算等。在实景建模前，需要对光伏电站相关地形数据进行全面收集，如需要优化处理和加载基础影像数据、高程数据、矢量数据等，并能够加载无人机勘测的正射影像、倾斜影像、激光点云数据等，且还可以导入DXF、SHP、KML等测量数据；在电站设备建模中，要结合设备外形尺寸信息、设备参数，构建合理性的设备三维模型，构建系统化的三维模型数据库，对光伏电站中组件、逆变器、变压器等地物进行分等级建模。同时要对建模大小、单位尺寸、贴图像素要求等进行严格控制^[3]。

4.2 光伏电站数字化交互设计平台

利用参数化建模工具构建光伏电站所属设备三维模型，构建系统化的三维模型数据库，其中涉及各种规格型号的组件、支架、变压器等设备模型，为光伏电站三维实景的创建奠定良好的基础。还需要构建电站设备参数库，结合设备类型，形成电站设备参数库结构，并以常用设备、物资为数据基础，形成电站设备参数库，满足存量电站、新建电站的应用需求。同时在数字化交互设计平台建设中，还需要优化三维构建，实现影像数据、高程数据、矢量数据的优化处理和加载，同时要对无人机勘测的正射影像、倾斜摄影、激光点云数据进行载入，以便真实还原光伏电站周边环境情况，同时要提供影像数据定位、精度调整、删除功能等^[4]。

4.3 VR交互体验

要积极开发VR漫游功能，构建光伏电站三维场景，对光伏电站系统的全部场景进行虚拟再现，以便对光伏电站生产工况进行动态化、仿真性展示，真实还原光伏电站现场运行环境、关键设备信息等，同时还可以利用VR眼睛对电站环境、设施设备开展沉浸式漫游，帮助用户可以在三维虚拟环境中，对电站环境、设备进行浏览查看。同时还可以利用VR交互体验模块平台，在光伏电站三维数字孪生平台的

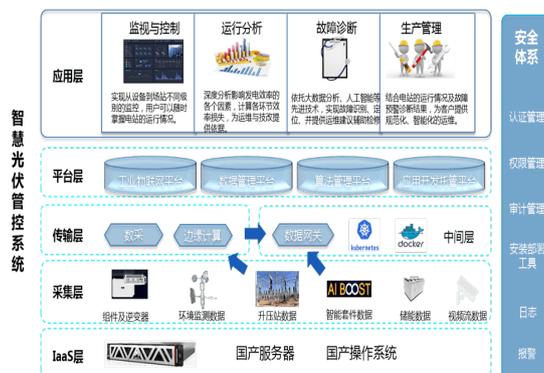


图1 智慧光伏管理系统

基础上,配套学习、训练资源,协助工作人员在虚拟环境中开展光伏电站设备感官认知、结构、原理知识的学习。在具体应用中,需要利用VR虚拟现实技术、三维建模技术、多媒体技术的联合应用,对主角场景进行漫游,并在三维空间中进行自由活动,同时还可以实现组件、汇流箱、逆变器的漫游,协助客户感受360°、全方位感官漫游体验。此外还有自由行走、漫游边界、小地图等功能,并能在VR空中俯视漫游路径。

4.4 红外测温数据展示

在对红外热成像数据接口开发中,需要预留红外热成像数据展示应用接口,以便对红外热成像数据进行导入,同时可以结合设备ID对照表,对相关数据进行自动接入^[5]。

此外,还需要在三维场景中对导入的数据进行查看,与三维场景进行关联对应,且还可以在全站二维热成像数据、三维场景数据之间自由切换,且能对关联预警数据、告警数据等进行直观化展示,只要进行点击就能够查看属性参数、性能参数、历史检测数据、故障设备标记展示等。同时还需要建立模型库,实现光伏数字化平台的数据化处理,并做好系统流程测试工作,确保整体系统的安全运行。

5 光伏电站智能运维管理体系结构

5.1 智能设备层

智能设备层与光伏发电站生产运维的所有要素相互连接,是实现物理世界与虚拟世界高度融合的连接枢纽,为数字孪生技术在光伏电站中的应用提供技术支撑。在对该层进行构建时,需要利用现代化的测量技术,对光伏电站设备的运行数据、工艺参数、环境信息等进行统一化整理,并将其转化为数字信息,为系统自我判断提供数据依据,同时还可以与决策层进行联合应用,对光伏电站生产信息传递到相应设备,构建闭环控制管理。

5.2 智能控制层

智能控制层可以对光伏电站的工艺过程开展智能化控制,同时结合实际情况,构建系统化的规则模型,并通过自适应控制、诊断预测控制、模糊控制、神经网络控制等程序,实现光伏电站系统各个生产工艺的强化控制。同时还可以对相关算法、操作系统进行优化和完善,确保光伏电站的安全运行,形成完善的日常运维管理指南,强化数据处理效果,并对数据处理中的误差进行自动修复,实现经济、环境双效益的提升^[6]。

5.3 智能监控层

智能监控层主要是对光伏发电设备运行信息、控制层实施数据、决策层策略信息进行动态化、全方位监督和控制,同时还可以对设备运行状态、远程诊断功能效果进行强化监督和管理。在光伏电站闭环管理中,要形成设备物理模型、运维规则模型,并监督控制光伏发电设备物理实体虚拟模型。为了实现系统设备安全运行,需要优化系统维修保养体

系,确保智能监控层的灵活性运行,并结合实际需求对相关功能进行针对性拓展或者缩减。

5.4 智能决策层

智能决策层需要结合光伏电站生产、运维管理中形成的数据信息,针对性开发设计大数据分析功能,实现管理数据、生产数据的有效融合。同时还可以在大数据技术、运维管理平台的基础上,实现光伏电站系统生成要素的智能化管控,开展全面性的数据分析工作,为光伏电站智能化运维管理决策提供辅助性参考依据,从而实现数字孪生目标。

6 优化策略

在未来发展中,光伏电站逐渐向物联网、大数据、互联网方向发展,尤其是物联网计数器远程读数技术的应用,可以实现光伏电站设备的全方位监控,并利用传感器无线网络,实现远程抄表;在大数据技术支持下,构建数据库,实现光伏电站数字化智能化运行,同时利用互联网技术实现自动检查,强化光伏电站管理效率的提升。为了保障光伏发展的数字化、智慧化运行管理,需要选择设施的设备型号,尤其要选择优质的太阳能电池组件,保障发电效率;要优化技术创新,对光伏组件功率预测技术、光伏组件自动清洗技术、智能运维无人机技术、跟踪AI算法等进行优化应用,提升光伏电站智能运行管理水平的提升;要维护逆变器,定期检查,减少设备内部部件损坏问题的出现。

7 结语

综上所述,随着光伏事业的高速发展,光伏电站逐渐向智能化、数字化、高效化方向发展,尤其在数字孪生技术、智能机器人、无人机等现代化技术的支持下,构建了光伏数字化智慧平台,实现光伏电场设备三维模型库建立、模型库管理,光伏电站三维构建等,并对光伏电站生产、运维数据进行相互融合,并向数字化方向转化,强化信息资源实时共享,为光伏电站的安全可靠性运行创建良好的条件,进一步提高光伏电站经济、环境效益,促进中国光伏事业的可持续发展。

参考文献

- [1] 王亚东.大型清洁能源光伏电站智慧运维模式研究[J].能源与节能,2023(9):35-38+42.
- [2] 王玉新.智慧数字技术在海上光伏电站运维管理中的应用[J].集成电路应用,2023,40(9):296-297.
- [3] 唐克洪,周慧,徐俊.分布式光伏电站智能化运维系统研究与应用[J].科技创新与应用,2023,13(19):193-196.
- [4] 张磊,叶海瑞,柏嵩.能源互联网之智能光伏电站建设及运维分析[J].华东科技,2023(6):128-130.
- [5] 潘巧波,李昂,何梓瑜,等.数字化电厂智慧平台在光伏电站的应用[J].黑龙江电力,2023,45(2):137-142.
- [6] 方磊,张玮亚,姜小涛,等.面向分布式光伏智慧运维的虚拟采集关键技术[J].电力电容器与无功补偿,2022,43(3):153-164.