

省级分布式光伏电站集控运营中心设计规划探讨

李飞 周法硕 罗亿州

北京京能清洁能源电力股份有限公司华南分公司, 中国·广东 湛江 524000

摘要: 在全球新能源产业蓬勃发展的进程中, 分布式光伏电站的规模迅速扩张。然而, 其分散布局与广泛分布的特点, 给运营维护工作带来了极大挑战。论文以福建省分布式光伏电站集控运营中心建设项目为范例, 提出了基于大数据与人工智能技术构建全数字化运营维护云中心的方案。该方案旨在通过高精度数据采集与精细化管控, 推动运维模式从粗放分散型向智能集中型转变, 进而实现电站全生命周期收益的最大化。论文详细阐述了建设的必要性、遵循的管理原则、中心的定位与规模、具体建设方案以及费用预算, 为分布式光伏电站的智能化运维管理提供了理论与实践依据, 助力新能源产业高质量发展。

关键词: 分布式光伏电站; 集控运营中心; 大数据

Design and Planning of the Construction Plan for a Provincial Distributed Photovoltaic Power Station Centralized Control and Operation Center

Fei Li Fashuo Zhou Yizhou Luo

Beijing Jingneng Clean Energy Power Co., Ltd. South China Branch, Zhanjiang, Guangdong, 524000, China

Abstract: In the booming process of the global new energy industry, the scale of distributed photovoltaic power plants is rapidly expanding. However, its dispersed layout and widespread distribution have brought great challenges to operation and maintenance work. The paper takes the construction project of the distributed photovoltaic power station centralized control and operation center in Fujian Province as an example, and proposes a solution to build a fully digital operation and maintenance cloud center based on big data and artificial intelligence technology. This plan aims to promote the transformation of operation and maintenance mode from extensive and decentralized to intelligent centralized through high-precision data collection and refined control, thereby maximizing the full life cycle benefits of the power station. The paper elaborates in detail on the necessity of construction, the management principles to be followed, the positioning and scale of the center, the specific construction plan, and the cost budget, providing theoretical and practical basis for the intelligent operation and maintenance management of distributed photovoltaic power plants, and helping to promote the high-quality development of the new energy industry.

Keywords: distributed photovoltaic power station; centralized control and operation center; big data

0 前言

近年来, 全球新能源行业发展迅猛。截至 2024 年底, 全国光伏累计装机容量约 8.86 亿千瓦, 其中分布式光伏约 3.75 亿千瓦。预计 2025 年, 全国光伏累计装机容量将达 9.5 亿千瓦, 分布式光伏将增至 4.85 亿千瓦。在中国“双碳”目标的推动下, 整县光伏建设火热开展, 分布式光伏电站迎来爆发式增长。由于其分布分散、范围广泛, 传统运维模式难以满足需求。构建基于大数据和人工智能的全数字化运营维护云中心, 实现运维智能化、集中化, 保障电站收益最大化, 已成为行业发展的必然趋势。

1 背景介绍

本建设方案围绕某公司在福建省的分布式光伏电站集控运营中心建设项目展开。该公司在福建的分布式光伏装机

容量为 100MW, 均为工商业分布式屋顶项目, 采用“自发自用、余电上网”模式。这些项目分布在 8 个地市的 41 家企业, 屋顶类型多样, 涵盖混凝土、钢结构、钢混结构等。如此分散的布局, 给电站的运营维护带来了严峻挑战, 凸显了建设集控运营中心的重要性。

2 建设必要性

该项目分布于福建省 8 个地市的 41 个地点, 容量 100MW, 远期规划达 300MW, 分布将更广泛。由于电站数量多、场址分散, 且逆变器厂家不同, 监控后台各异, 数据难以统一, 一线运维人员面临诸多难题:

2.1 数据采集与传输问题

逆变器厂家繁杂, 数据传输标准不一, 格式混乱, 严重威胁系统数据和网络安全, 也阻碍了数据的整合分析, 无法为运维决策提供可靠依据。

2.2 运行状态监控难题

电站各部分整体运行情况缺乏直观呈现方式,运维人员难以全景监控,故障发生时定位困难,严重影响故障处理的及时性和效率。

2.3 故障预警与诊断缺陷

现有手段无法及时主动发现低效、故障器件,故障定位不准,消息滞后、误报频发,导致设备长期“带病”运行,缩短使用寿命,增加损坏风险。

2.4 数据采集质量缺陷

电站设备多、数据采集量大,但采集标准不统一,数据的准确性、完整性和实时性无法保障,无法支持电站的精细化管理。

2.5 报表管理效率低

日常报表和管理依赖手工操作,效率低、易出错,数据保存和查找不便,难以统一管理。人工抄录、层层汇报的方式,使数据准确性和时效性大打折扣。报表格式多样,生成不灵活,自动化程度低。

2.6 运维时效性与效率低下

分布式电站分散,缺乏集控中心,主要依靠现场维护,无法满足运维时效性和效率要求。遇到紧急故障时,响应处理不及时,影响电站发电和经济效益。

2.7 运维操作不规范

一线运维人员缺乏标准操作流程指导,巡检项目多但无明确指引,技能水平参差不齐,存在安全隐患,无法形成有效闭环管理。

2.8 数据分析能力不足

光伏系统运行数据主要依靠人工统计分析,面对复杂项目时,分析手段有限,难以实现精细化分析,无法精准找出影响发电量的因素。

2.9 智能化程度不足

缺乏大数据智能分析手段,电站集中化、智能化、自动化程度低,未能充分利用互联网+云计算技术整合、分析数据并决策,无法挖掘数据价值实现高效运营。

2.10 管理体系不完善

电站缺乏统一的生产运营、分析、诊断和管理体系,未建设数字化智能分析平台,无法集中管理电站资源,难以把控项目进展,不利于整体规划决策。

2.11 管理手段落后

缺乏数字化手段支持运营管理制度的落实,管理工作烦琐低效。电站运行、值班、运维考核等缺乏统一规范的评价制度,无法有效激励运维人员提升工作质量和效率。

3 管理原则及定位

3.1 管理原则

采用“管理智能化、运维集控化、远端少人化”的生产管理模式,利用智能化手段实现高效管控,通过运维集控

化提升效率,推进远端少人化降低成本,保障电站安全稳定运行。

3.2 定位

集控运营中心定位为“生产运营中心、检修中心及技术中心”。借助集中监控平台,实现对各场站发电设备的远程监控和智慧运营,承担安全、运行、设备、市场营销等管理职能,为电站运营提供全方位支持。

4 建设规模

4.1 场地规模

分布式集控运营中心建设面积不少于 400m²,其中设备机房及监控室不少于 200m²,办公面积不少于 100m²,库房、安全工器具室、应急物资库房等约 100m²,满足设备运行、人员办公和物资存储需求。

4.2 软硬件规模

硬件按接入 300MW 容量规划,软件按 100MW 容量规划,并预留 150MW 硬件扩展空间。监控中心模块化设计,功能分区明确,各模块兼容性强、可接入性好,便于系统升级和扩展。

5 建设方案

5.1 总体方案

分布式集控运营中心采集、整理所属场站生产实时数据,实现远程实时监视、报警、智能分析、视频采集和不安行为告警等功能,并通过三区网络将数据传输至上级公司智慧监管中心存储、展示,为决策提供数据支持。

5.2 网络架构

系统采用两层部署,即集控运营中心层和场站层。场站层根据接入方式分为接入地调分布式、接入配网分布式、小型分布式(户用),如图 1 所示。

5.2.1 集中生产运维中心层

集控运营中心在保障安全的前提下,对各场站进行实时监视和生产管理,不进行远程控制,系统及视频监控部署于安全Ⅲ区,确保数据安全和系统稳定。

5.2.2 接入地调分布式场站

在接入地调分布式场站的生产大区部署Ⅰ区数据采集设备或服务器,采集各类数据后,经数据转发设备或服务器,通过运营商搭建的 VPN 隧道接入集控运营中心,实现数据集中治理、远程监视、诊断分析和经营管理。

5.2.3 接入配网分布式场站

接入配网分布式电站利用数据采集装置汇总逆变器、汇流箱等设备数据,通过运营商网络或 4G 无线网络上传至集控运营中心。

5.2.4 小型分布式场站(户用)

小型分布式或户用光伏场站通过通讯棒或数据采集设备采集逆变器数据,上传至集控运营中心服务器。

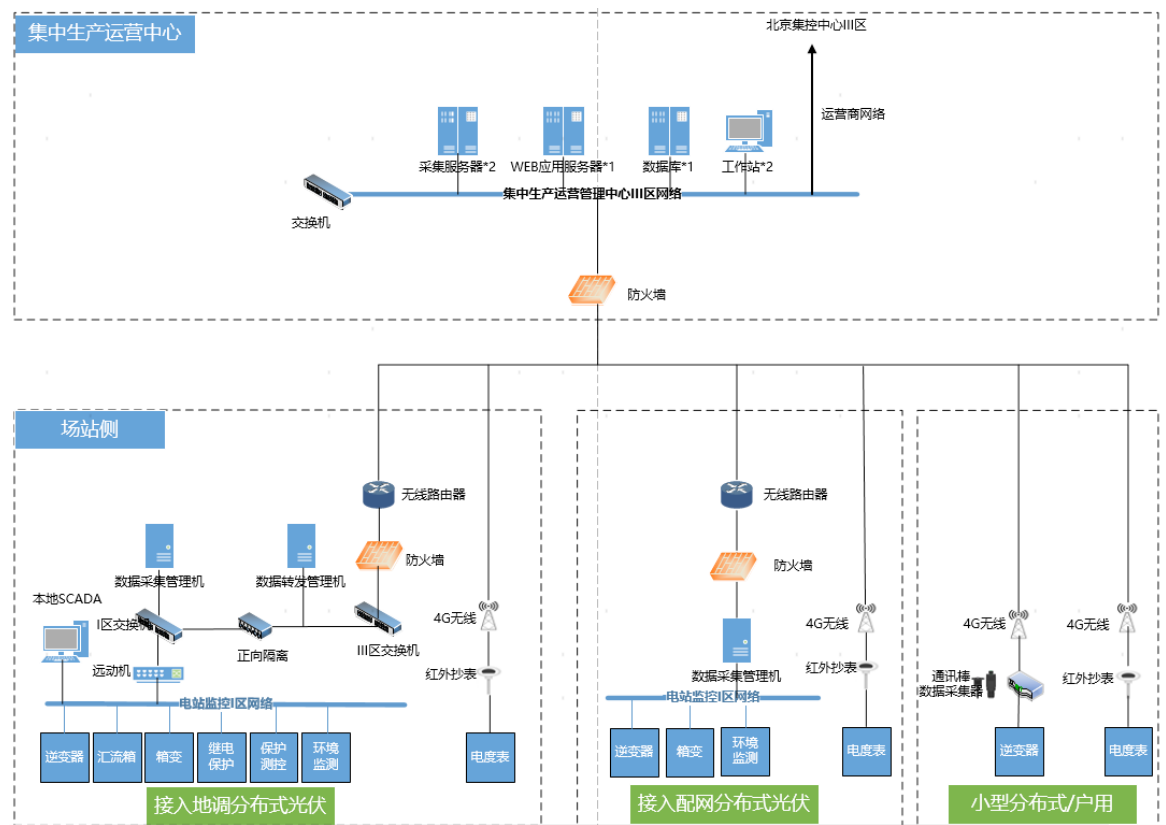


图 1 网络架构

5.2.5 电度表数据

针对各类场站的电度表，采用红外采集方式获取正反向总有功、尖峰平谷等数据，通过 4G 网络传输至集控运营中心。

5.3 网络方案

中大型分布式场站租赁不小于 100Mbps 的动态运营商网络，集控运营平台租赁不小于 1000Mbps 的静态 IP 运营

商网络，实现场站与平台互联互通，上传光伏场区和视频数据。小型分布式或户用场站则利用运营商 4G/5G 无线网络实现数据传输。

5.4 业务系统部署

集控运营中心系统从运维和运营视角设计功能如表 1 所示。

表 1 集控运营中心系统从运维和运营视角设计功能

功能集	子功能	描述
消息公告		支持公告发送与接收，可选择人员范围
大屏		以 GIS 地图展示电站分布和发电情况，用于整体预览和宣传
首页	电站列表	集中展示多电站或单电站运营看板，呈现多维度运营指标
集中监视	主接线图	实时可视监视升压站设备，展示电气接线图和实时数据，支持远程运维
	光伏区监视	集中监视光伏区域设备，查看实时和历史数据，支持远程控制
	告警管理	实时查看设备告警，平台声音提示，支持 APP、短信推送
生产运维	工单管理	创建告警、抢修等多种工单，支持流程流转
	两票管理	支持创建两票，两票审核，两票统计
	缺陷管理	创建缺陷票并转工单
	巡检管理	派发巡检任务，支持移动运维流程，可自定义巡检项
	运维地图	在地图上查看电站分布和运维轨迹，支持地图派单
智能诊断	指标对比分析	选择不同电站和指标进行多维度对比，支持图表展示
	发电损失诊断	统计逆变器发电情况，评估发电能力
	组串离散率诊断	分析组串离散率，评估不同组串发电能力
	设备健康度评估	从逆变器故障率等方面评估设备健康度，支持报告导出
	电站报告	基于诊断数据生成电站报告

续表 1

功能集	子功能	描述
运营管理	绩效考核	多维度考核电站，定期生成考核报表并支持导出
	培训管理	创建培训知识库目录，上传下载和预览培训资料
报表管理	常用报表	展示电站发电量、收益报表，支持导出
	自定义报表	自由组合电站和设备指标生成报表，支持导出和图形化显示
资产管理	电站台账	数字化呈现电站属性，支持修改
	设备台账	展示设备铭牌、配置信息和维护信息关联，支持修改
	备品备件	管理电站备品备件及出入库
系统配置	站点接入	绑定新建电站实体与设备
	人员权限	域管理：新建公司并配置信息
		权限设置：限制未授权用户登录，屏蔽不同权限
		人员管理：管理系统登录用户，支持新建、删除、禁用
	日志管理	操作日志：记录运维人员操作
		运行日志：记录系统软硬件服务及部件运行状态
		安全日志：记录系统重大参数变更信息
	公司管理	管理业主单位信息，支持新增、修改和删除
移动 APP	运营视图	App 首页、常用报表展示、账号设置
	移动运维	结合 Web 工单和巡检功能，支持工单创建、消缺拍照和轨迹跟踪

5.5 UPS 系统方案

UPS 按工业现场标准设计，适应监控运营中心环境。采用在线式并联冗余接线，配置 10kVA 主机和 2 组各 16 块电池，实现 8 小时不间断供电。市电中断时，自动切换至电池供电。UPS 柜通过液晶显示屏显示运行状态和参数，异常时文字提示并记录事件。采用薄膜键盘操作，可编程、整定和修改。装置为微型机、模块化设计，由主控线路微机完成采样、控制和监视，参数通过微机设置，提高可靠性和精度。具备自诊断和事件记录功能，方便维护分析，可自动检测和充电。

6 费用预算

电力监控系统采用自建私有云模式，需自建机房并购置硬件服务器和网络设备。初期硬件按 300MW 容量规划，软件按 100MW 容量规划。集控运营中心主要设备包括多种服务器、网络设备等，软件涵盖操作系统、平台软件等，单个集控运营中心软硬件建设成本约 80 万元。接入地调的分布式光伏单个场站建设成本约 8 万元，接入配网的约 4 万元，接入小型分布式 / 户用的约 1 万元。

7 结语

论文系统设计了福建省分布式光伏电站集控运维中心建设方案，提出构建基于大数据和人工智能的全数字化运营维护云中心。该方案解决了分布式光伏电站的运维难题，实现了智能化、集中化管理和精细化管控。通过模块化设计和预留扩展空间，具备良好的扩展性和兼容性。全面的规划和费用预算分析，为项目实施提供了有力保障。本方案为分布式光伏电站智能化运维管理提供了有效解决方案，对推动新能源行业高质量发展具有重要参考价值。

参考文献：

[1] 张善强,郭杨.新时代新能源光伏无人值守智能电站项目的整体规划与目标设定[J].价值工程,2025,44(2):86-89.

[2] 袁鹏.光伏电站中光伏阵列布局对电气输出的影响[J].光源与照明,2025(1):129-131.

作者简介：李飞，男，中国河南开封人，本科，助理工程师，从事新能源发电和集中控制研究。