

新能源智慧化场站整体架构设计与建设应用研究

申金霞

国电投长江生态能源有限公司，湖北 武汉 430000

DOI:10.61369/EPTSM.2026070002

摘 要：随着新能源规模化并网落地，传统场站粗放式、人工化的管控模式已难以适配风光储一体化、多场景协同的运行需求，设备分散管控、运维效率偏低、并网适配性不足、安全管控滞后等行业痛点愈发凸显。新能源智慧化场站依托数字化、智能化技术重构场站运行体系，成为破解行业发展瓶颈、提升新能源消纳能力、保障电网稳定运行的核心路径。本文立足新能源场站实际运营场景，构建端边云协同的分层整体架构，细化各层级核心功能、技术逻辑与建设要点，摒弃通用化、模板化设计思路，聚焦场站运维、安全管控、能量调度、并网适配等实际业务场景，分析架构落地的建设路径与应用价值，同时梳理当前建设落地中的共性问题并提出针对性优化策略，为各类风光储新能源场站的智慧化改造与新建落地提供可落地、可复制的技术参考与实践支撑。

关 键 词：新能源场站；智慧化改造；架构设计；场站建设；数字化运营

Research on the Overall Architecture Design and Construction Application of New Energy Intelligent Stations

Shen Jinxia

Guodian Investment Yangtze River Ecological Energy Co., Ltd. Wuhan , Hubei 430000

Abstract： With the large-scale integration of new energy into the grid, the traditional extensive and manual control mode of stations is no longer suitable for the integrated operation needs of wind, solar and energy storage, and multi scenario collaboration. The pain points of equipment decentralized control, low operation and maintenance efficiency, insufficient grid adaptability, and lagging safety control are becoming increasingly prominent in the industry. New energy intelligent stations rely on digital and intelligent technologies to reconstruct the station operation system, becoming the core path to break through industry development bottlenecks, enhance new energy consumption capacity, and ensure stable operation of the power grid. This article is based on the actual operation scenarios of new energy stations, and constructs a layered overall architecture for end-to-end cloud collaboration. It refines the core functions, technical logic, and construction points of each level, abandons the general and template design ideas, focuses on actual business scenarios such as station operation and maintenance, safety control, energy scheduling, and grid adaptation, analyzes the construction path and application value of the architecture implementation, and at the same time sorts out the common problems in the current construction implementation and proposes targeted optimization strategies, providing practical and replicable technical references and support for the intelligent transformation and new construction of various wind and solar storage new energy stations.

Keywords： new energy station; intelligent transformation; architecture design; station construction; digital operation

引言

当前，新能源产业正加速由粗放式发展向高质量发展过渡，其中光伏、风电和储能场站建设如雨后春笋般快速涌现，场站类型也由单纯的发电形态向着综合的风光储充一体化形态逐步转变。与传统的火电厂和水电站相比，新能源电站设备类型丰富、地域分布广阔、工况变动剧烈，并且大多处于偏僻户外，传统的人工巡视、人工运维以及人工调度的运维模式弊端频现，导致高昂的运维成本、效率低下的工作效率，以及故障不及时排除、能量调配不科学以及并网运行不标准等一系列问题产生。因此，文章结合场站自身具体的生产经营需求，设计符合现场实际的整体智慧化架构，阐述各个层级的建设重点，在研究智慧化应用场景的基础上探索其应用的具体途径，以解决在具体场站生产经营中的现实性痛点问题。

作者简介：申金霞（1986.01-），男，汉族，湖北省荆门市沙洋县人，学历：大学本科，职称：工程师，研究方向：风电、光伏新能源发电工程建设管理。

一、新能源智慧化场站总体架构设计

（一）全域感知层：场站数据精准采集终端底座

2025年10月,《关于促进新能源集成融合发展的指导意见》发布,强调要“推进新能源基地各场站集中监控和一体化运维检修,提高运营效能”。为解决信息化系统相互割裂的问题,新能源企业纷纷启动一体化智慧运管平台的搭建工作,构建了集风光储等于一体的集团级管控平台,实现了本部、区域、场站三级业务的协同联动;部分企业搭建了覆盖场站的全生命周期的工业互联网平台,整合了设备故障诊断、发电功率预测、能效分析优化等核心功能,充分释放了数据要素的价值。感知层作为智慧化场站的数据来源,主要实现对全场站的设备、环境和运行状况的全面感知、精确监测,彻底改变了传统场站在数据获取方面的片面性与滞后问题。不同于普通的泛化感知架构体系,该系统主要针对新能源场站中比较重要的设备及场景部署对应的感知终端装置,而不是堆砌感知设备^[1]。对于发电和储能的重要组件如光伏组件、风机、电池储能、逆变器、箱变等部署温度、振动、电压电流状态等相关传感器来实时捕捉组件运行情况与故障先兆信息,对场站户外相关气象、温湿度、安防、消防等情况进行感知监测,采集风速、光照、雨水及火情以及相关的人员入侵等环境与安全相关信息,并且通过感知并网关口装置来监控相关的并网电能质量和并网功率变化情况及合规并网状况;感知层建设采用实用实效原则,适应新能源场站的高温、低温、风沙、潮湿等恶劣户外环境,全部终端具备防尘防水及抗干扰功能。统一数据采集的标准,规范了各种终端的数据输出格式,有效地防止了数据杂乱无章以及格式不同的情况出现,为下一步的数据传输、分析与使用奠定了基础,杜绝传统新能源场站部分设备不能接入和数据不匹配的现象。

（二）融合网络层：数据稳定传输通道支撑

作为全场站数据、命令传输通道的网络层,为感知端设备和后台平台间提供核心连接。针对新能源场站分布点位分散,部分位置有线部署不便、无线网络信号差的缺点,采取“有线+无线”的方式组网实现稳定低延时全覆盖的数据通道。对站内中控室、箱变区等较为固定的站点采取工业以太网有线传输,实现运行数据以及调度指令等重要数据快速稳定传输,避免卡顿丢包^[2]。而对于光伏矩阵、风机点位等较散乱地分布于户外的部分采用基于5G及物联网专用无线通讯技术进行无线数据传输,避免因线路敷设困难带来的额外成本并方便后期运维。

此外在网络层面采取了安全隔离和数据加密技术措施,划分生产控制大区及信息管理大区,保障两类数据分区分隔、物理隔离传输,避免网络入侵、数据篡改、错误指令的出现,能够很好地满足场站安全生产需要。较传统的单一组网形式而言,融合组网模式更加符合新能源场站的地理布局要求,并在一定程度上兼顾了传输稳定性和经济性要求。

（三）智能边缘层：就地处理卸载增效中心

边缘层,这是智慧化场站与传统数字化场站的差异所在,边缘层是实现数据就地处理、故障就地分析研判、指令就地执行的

关键。有效解决了原有数字化场站在运行中全部数据上传至云服务器造成的数据延迟大、计算浪费大以及指令响应慢的问题。在新能源场站的运维过程中,现场的工况实时发生变化且发生的故障随机性极大,边缘终端接收来自感知层的就近采集数据,并在此基础上完成轻量级数据分析以及状态分析和阈值预警等,不需要云端的指令。

在工程实践中,边缘层可以完成设备异常现场告警、运行参数现场优化、简单故障现场处理,比如针对光伏组件热斑、储能电池温度异常、逆变器偏载等常见情况,通过边缘终端及时识别异常状态,并且推送告警信息及自动调整运行参数,防止小问题造成设备故障,对于短暂功率波动进行就地功率优化调控,保证场站的稳定性并减轻云端平台计算量,极大提高场站响应速度,契合新能源动态运行需要^[3]。

（四）统一平台层：数据汇聚共享核心载体

平台层全场站智慧化控制的大脑。主要实现数据的汇聚、存储、整合、建模、调度等,彻底解决传统场站子系统分散运行、数据孤岛问题,通过发电数据、储能数据、并网数据、运维数据、安防数据和能耗数据全方位集成与融合,建立标准化的数据资源池,对多源异构数据进行清洗、分类规整、统一口径、统一标准,做到全场数据互联共享。

同时,在平台层运行基础算法模型、设备台账管理、权限管理、日志管理等基础功能,提供标准算力和数据支撑,并支持模块化拓展。场站可根据自身规模大小及业务需求灵活增加或删除应用功能,避免重建整体框架,有效降低了场站智慧化改造成本,满足小型分布式场站与大型集中式场站建设的差异化需求。

（五）业务应用层：场景化落地功能终端

应用层围绕新能源场站具体运行的业务,不虚化,不堆叠功能,以运维、安全、调度及管理为4个具体的应用场景搭建智能化、可落地的功能应用架构价值。1)智能运维管理通过平台和边缘进行数据采集分析实现对设备的全生命周期的智能化管理,自动出具巡检计划、工单及维保记录等,并替代传统的人工巡检与人工登记,实现了对故障的精准定位以及故障闭环处理极大减少人工工作量。2)安全智能管控结合消防系统、安防系统、设备安全及并网安全等多个层面数据进行整合来完成对于火灾隐患、违章作业以及过载运行及异常并网等情况下的全方位监测预警保证了没有一处场站的安全盲点存在^[4-7]。3)能量智能调度根据光照、天气条件以及负荷预测的需求,同时还要考虑电网公司的调度需求等来进行风光储协同运作的策略优化,在合适的时机采取相应的发电或者储能以及放电等工作提升新能源的消纳率避免出现弃风限电的问题。4)可视化综合管控构建新能源场站的数字孪生全景画面直观展现场站内各设备状态、数据、场站环境、各工单状态等信息实现对场站内态势一览无余地进行管控。

二、新能源智慧化场站关键点建设

（一）坚持实用可行原则

智慧化场站建设杜绝“重表面、轻内核”的错误思想,不盲

目采用高端技术、全配套设备，根据场站大小、业态类型、运维需求来选择性地进行差异化建设。小型分布式光伏及储能场站重点进行轻量化和低成本的智慧化改造，主要实现感知层数据上传以及运维预警的基本功能；大型风光储场站侧重于整个架构搭建和所有功能实现，突出智能调度、联动控制、风险预判等功能，满足规模并网及精细运维的需求，做到所有的内容都直面人工冗余问题、效率低下问题、管理滞后的问题等，让技术真正赋能实际生产场景应用。

（二）增强系统的兼容与扩展能力

新能源站场设备品牌多，版本迭代频繁，后阶段扩容改建频繁，架构搭建充分考虑了兼容性和可扩展性。整体架构为开放式的模块化架构，支持不同品牌、不同型号发电设备、储能设备和感知设备的接入，防止因设备版本升级而造成系统推翻重建。架构设计预留拓展业务接口功能，可以适应将来虚拟电厂、智能电网联动、场站集群管理等新功能需求，确保场站智慧化的系统可迭代、可升级，有效延长系统使用寿命，提高系统性价比。

（三）加强场站网络数据安全防护

智慧场站基于网络传输及交互，安全管控是场站智慧化建设的“红线”。智慧化场站在建设的同时构建相应的安全体系，从终端、网络、平台、数据等多个层面落实相关安全措施。终端层面上要对终端的接入进行严格管控，禁止任何非法终端接入；在网络层面上采取分区、分隔以及加密等技术；在平台层面对平台采取分级访问权限控制，并规范平台数据查询和平台的操作与调度等；在数据层面上做好数据备份和防止篡改等安全防护工作；保证智慧场站的运行数据、调度数据以及设备数据的安全，防止受到网络攻击、数据泄露和被恶意操控，保障场站的健康与规范运行。

三、智慧化场站应用成果与问题

（一）落实应用核心效果

该分层结构契合新能源场站运行实际，投入应用后能很好地解决传统新能源场站运维痛点，全方位地提质增效。运维方面通过智能感知、告警、工单闭环极大地降低了人工巡检工作量和人工运维成本，故障早发现早处理极大地缩短设备故障停机时间，提高了设备利用率。运行方面通过智能的风光储协同优化运行充

分考虑气象因素与电网负荷，进行合理能量调配，有效地提高场站消纳能力保证了场站并网的稳定性。安全方面能够实现全场无死角、全天候监测代替传统人工固定地点巡查，消除管控盲区极大地降低了场站事故发生率。管理方面实现数据全面汇聚，业务闭环管理，态势全景可视化彻底解决数据孤岛问题以及管理上的碎片化极大地提高了对场站运营管理工作的精细化、标准化^[8-10]。

（二）当前建设应用共性问题

从实施情况来看，当前新能源智慧化场站建设还有一些接地气的实操问题需要解决。一是功能冗余与功能不足并存，简单套用通用智慧框架，搭建大量“空功能”，缺乏场站故障精准判断，就地调度优化等必要的智能功能模块和算法，使智能化建设和实际需求脱节。二是老场改造困难重重，部分早期建成的场站设备陈旧，无标准的数据接口，增加感知装置、接入系统非常困难，改造后的数据对接不顺畅，智能化的功能不能有效发挥出来。三是运维人员难以适应，智慧化的场站以系统自动化、智能化运行特点，对运维人员数字化的操作要求更高，目前基层的运维人员大多精通传统设备的维护，对智能系统的操作、故障排查生疏，造成某些智能化设备及系统使用率不高。四是多场站协同性差，现有智慧化场站大多是单个场站的独立控制，区域内的多场站数据不能共享、无法协调调度、难以实现群优群调运行，不利于区域内新能源整体利用效率最大化。

四、结语

建设智慧化新能源场站，是对新能源场站进行数据、设备、业务、调度和安全等各个维度科学合理重构。并非简单地对场站设备智能叠加。本文提出的五层结构是基于新能源场站实际运行中的具体问题考虑实用性、适用性、扩展性的结果，有效解决了原有场站控制粗犷、效率偏低、数据分散、安全性差等问题。通过对场景建设落地、差异化改造、人才培养、集群协同等优化措施的合理运用能够有效提升智慧新能源场站的整体运营水平。未来，随着新能源事业的发展智慧新能源场站将在精细化、协调性和智能化方向上取得更好的进展，促进新能源产业高质量发展，助力能源结构转型升级。

参考文献

- [1] 唐亮. 新能源场站智慧建设的现状剖析、问题诊断与提质增效路径探析 [J]. 中国信息界, 2026, (05): 61-63.
- [2] 龙琦, 聂贤辉, 徐昌兴. 高速公路碳中和智慧服务区建设路径探究 [J]. 低碳世界, 2026, 16 (04): 123-125.
- [3] 龚俊名. 绿色转型背景下机场能源管理分析及优化路径 [J]. 民航管理, 2026, (03): 22-25.
- [4] 闫瑞丹, 和通. 数字经济驱动下郑州绿色物流供应链智慧化路径研究 [J]. 中国储运, 2026, (03): 66-67.
- [5] 王亚辉, 冯月田, 殷月阳. 数字孪生新能源智慧供热管网运行监测技术研究 [J]. 新城建科技, 2026, 35 (02): 25-27.
- [6] 李壮. 智慧化与韧性提升: 公安后勤保障优化路径探析——基于数智化新能源应急方舱的视角 [J]. 中国安防, 2026, (02): 7-9.
- [7] 张成昱. 赋能城市 智启未来 工程建设领域新型智慧能源学术交流主题论坛及协会新能源智慧应用专委会成立大会成功举办 [J]. 工程建设标准化, 2026, (01): 47-51.
- [8] 陈伯俭, 王佳. 市政供热智慧化管控的关键技术研究 [J]. 产业创新研究, 2025, (24): 103-105.
- [9] 蔡翰卿. 数字技术驱动的新能源工程智慧化建设与运维研究 [J]. 张江科技评论, 2025, (12): 112-114.
- [10] 张强. 新能源智慧运维应用研究 [J]. 中国设备工程, 2025, (23): 31-33.