

新能源大基地项目数字化施工技术探索与实践

薛标文 葛德宽 韩健全

北京京能清洁能源电力股份有限公司内蒙古分公司 010070; 中国建筑股份有限公司 100080

DOI: 10.12238/ems.v6i12.10888

[摘要] 随着全球能源结构转型的不断深入, 新能源大基地项目逐渐成为实现碳中和目标的关键举措。本文针对新能源大基地项目的数字化施工技术进行了全面探讨与实践, 总结了数字化施工在项目管理、成本控制、质量保证和安全生产等方面的应用效果。通过对现有技术手段的分析和实践案例的介绍, 本文阐述了BIM技术、物联网、大数据和人工智能等数字化工具在新能源大基地项目中的实际应用及其带来的显著效益。

[关键词] 新能源; 大基地项目; 数字化施工; BIM技术; 物联网; 大数据; 人工智能

Exploration and Practice of Digital Construction Technology for New Energy Base Project

Xue Biaowen, Ge Dekuan, Han Jianquan

Beijing Jingneng Clean Energy Power Co., Ltd. Inner Mongolia Branch 010070

China State Construction Engineering Corporation Limited 100080

[Abstract] With the continuous deepening of global energy structure transformation, new energy base projects have gradually become a key measure to achieve carbon neutrality goals. This article comprehensively explores and practices digital construction technology for new energy base projects, summarizing the application effects of digital construction in project management, cost control, quality assurance, and safety production. Through the analysis of existing technological means and the introduction of practical cases, this article elaborates on the practical application of digital tools such as BIM technology, Internet of Things, big data, and artificial intelligence in new energy large-scale base projects and the significant benefits they bring.

[Keywords] new energy; Large base project; Digital construction; BIM technology; Internet of Things; big data; artificial intelligence

引言:

在全球范围内, 新能源的发展已成为各国实现可持续发展的重要战略方向。尤其是随着气候变化问题的日益严峻, 各国纷纷加大对新能源领域的投资和建设力度。新能源大基地项目作为规模化、集约化发展的重要形式, 其建设过程面临着复杂的技术和管理挑战。为了应对这些挑战, 数字化施工技术的应用成为必然趋势。通过引入BIM技术、物联网、

大数据和人工智能等先进的数字化工具, 能够显著提升项目的管理效率和施工质量, 降低成本和风险, 实现绿色施工和智能管理。

一、新能源大基地项目概述

在中国, 新能源大基地项目正快速推进, 与此同时, 亦遭遇诸多挑战。首先, 受新能源发电的间歇性和波动性影响, 新能源大规模并网给电网稳定性带来了前所未有的挑战,

“弃风弃光”时有发生。据统计，2023 年中国风电和光伏发电的弃风弃光率分别达到了 7%和 5%。这意味着在风能和太阳能发电的过程中，有 7%的风电和 5%的光电未能有效利用，直接影响了发电效率 and 经济效益。

本项目为大型风电场工程，拟安装 60 台单机容量为 5.0MW 风电机组，总装机容量 300 兆瓦，风机轮毂中心高度约 108 米，风机叶轮直径长约 185 米，扫风面积达到 3 个足球场大，安装起吊最大高度约 115 米。风电项目场址范围总体呈不规则多边形，场地总体上西北高东南低，场址南北宽约 7.0~11.0km，东西长约 35.7km，面积约 322km²，地形起伏高差较大。每年可为电网提供清洁电能 9.78 亿千瓦时，与燃煤电厂相比每年可减少二氧化碳排放量约 93.89 万吨，节能减排效益显著，对推动内蒙古自治区能源结构绿色低碳转型，促进地方经济和社会的可持续发展具有重要意义。被列入自治区 5 个 10 亿元重点项目之一。

二、新能源大基地中数字化施工技术概述

(一) 数字化施工技术的核心要素

建筑信息模型 (BIM): BIM 技术构成了数字化施工的根本，它通过构建工程项目的三维数字化模型，实现了项目设计至施工阶段，乃至整个工程全生命周期的集成化管理。

物联网 (IoT): 借助传感器和智能设备的技术手段，能够对建筑施工现场进行持续性地观察和信息的收集，从而显著提高项目管理的效率。

大数据分析: 在建筑工程的实施阶段，运用先进的数据处理技术，对产生的各类数据进行深入分析，进而为项目管理者们的决策提供科学依据。

(二) 设计施工关键技术

在项目设计阶段，通过将 BIM、GIS、IoT 等技术深度融合，解决了以下施工难点。

(1) 风力发电机叶片由于尺寸长度大，运输过程中需要保障合理的运输空间，如转弯半径，仰角要求等，避免运输损伤。

(2) 风电项目集电线路敷设范围广，传统通过二维方式统计，无法考虑地形起伏因素，需要准确地根据现场状况统计集电线路敷设置量，控制材料成本。

(3) 风电项目环境风速多变，且因作业区域广，各风机作业区风速不定，传统依靠人现场判断工作量大，无法快速根据作业环境情况调整吊装计划。

(4) 现场环境条件多变，如何有效地保障风机基础施工、

吊装施工作业质量、安全、进度。

具体应用亮点包括：

基于 BIM+GIS 的道路准确核校运输路径：通过 GIS 系统、导入 CAD 格式的二维地形图，将 CAD 数据处理成地理信息数据，同时辅助无人机倾斜摄影技术，生成风场高精度的数字高程地理信息模型，预演大型设备运输可行性（路面坡度不大于 15%，转弯半径不小于 50 米），优化检修道路，保证大型设备及风机构件运输。通过 BIM 技术模拟吊装，解决设备材料摆放、大型履带主吊及辅助吊装机械现场站位问题，对吊装方案进行比选优化。图 1 为风电施工运输和集电线路优化数据



图 1 风电施工运输和集电线路优化数据

(1) 基于 BIM+GIS 的集电线路 精准材料统计：在地形模型上根据检修道路、集电线路的坐标（按照敷设规则地面下 700mm—1000mm）建立检修道路及集电线路模型，并统计出三维检修道路、集电线路的准确净长度，为材料成本控制提供准确参考。利用 BIM 应用技术与设计院共同优化设计，将原设计单台基础钢筋量 74 吨，优化后降低至 67 吨，降低 10%，在施工前将风机基础模型绘制，在绘制过程中发现钢筋碰撞等问题及时与设计院联系优化，避免在施工过程中耽误工期，从而节约造价。

(2) 基于 GIS+IOT 的“人”“机”智慧管控：通过人员及车辆亚米级定位装置，实现对人员、车辆的合理调度，对围栏门开关状态及车辆是否侵压牧民草场进行实时监测，提升管理效率，降低项目工程施工过程中与牧民财产的纠纷。

(3) 基于 GIS+IOT 的环境智慧管控：通过扬尘监测和风速监测，实时掌握现场各风机点位环境情况，每天可以快速获得所有点位的风速环境，实时动态优化风机吊装计划。

三、新能源大基地项目数字化施工技术实践策略与应用

本大型风电场工程计划安装 60 台 5.0MW 风电机组，总装

机容量 300 兆瓦。风机轮毂高度约 108 米, 叶轮直径约 185 米, 扫风面积相当于 3 个足球场, 起吊高度最高可达 115 米。项目场址呈不规则多边形, 南北宽 7.0~11.0 千米, 东西长 35.7 千米, 总面积 322 平方千米, 地形西北高东南低, 起伏明显。该项目每年可为电网提供约 9.78 亿千瓦时清洁电能, 与燃煤电厂相比, 每年减少二氧化碳排放约 93.89 万吨, 节能减排效益显著。作为推动内蒙古自治区能源结构绿色低碳转型的重要举措, 项目有助于地方经济和社会的可持续发展, 被列为自治区 5 个 10 亿元重点项目之一。

(一) 设计施工关键技术

(1) 技术实践与应用

信息技术领域的迅猛进步催生了建筑行业的技术革新, 在项目管理、设计优化和工程施工方面, BIM、GIS 和 IoT 等前沿技术的融合运用, 极大地提高了工作效率, 在项目实施过程中, 采用了多项前沿技术, 这极大地促进了运输和集电线路施工的效率提升。

在项目实施过程中, 物联网技术的融入同样占据着不可或缺的地位, 在建设场所中布置众多感知设备, 用以捕获并传送现场的各项作业数据, 实时的环境温度和湿度数据, 以及施工设备的运行状态信息, 为施工管理环节提供了决策依据, 施工管理人员利用物联网技术, 能够对混凝土浇筑过程中的温度进行实时监控, 以此保障其质量满足既定要求, IoT 技术能够对施工车辆进行实时的监控与管理, 优化其运输路径, 进而减少运输成本和时间, 提升整体的施工效率。

(2) 多技术融合应用

通过 BIM 技术建立风机基础三维模型, 并在此基础上计算出钢筋及混凝土工程量清单, 同时, 通过三维动画模拟, 对钢筋绑扎过程进行了可视化交底, 利用 4G 智能测温技术对大体积混凝土浇筑完成后进行实时温度监控, 以此保障混凝土施工的质量, 利用建筑信息模型 (BIM) 技术, 对风机基础钢筋进行碰撞检测, 对钢筋布局进行了调整和优化, 有效减少了施工阶段钢筋干涉引发的返工现象, 从而提升了施工的效率, 降低成本。

(3) 平台化管理

该平台为项目管理提供了跨参与方的协作和信息交互功能, 兼容移动设备与网页界面, 保障了各协作方之间信息的实时流通与文档的共用, 从而极大提高了项目管理的效率。

(二) 综合应用与效益

提高施工质量和安全性: 借助三维建模技术及工艺仿真

手段, 对施工方案进行了深度优化, 从而显著提升了施工的质量和安全性, 利用安装于施工现场的先进监控装置, 通过其集成的智能化功能, 实现了对工程进度的连续监测与潜在风险的即时预警, 从而显著降低了意外事件的出现概率。

优化资源配置和进度管理: 该平台通过多方协作和数据互通, 优化了资源分配与项目进度控制, 实施即时监督管理, 跟踪建设进程与资源分配, 以此保证建设活动遵循预定计划, 有效降低了由于资源分配不妥所引起的延期现象。

降低成本和提高效益: 借助三维参数化建模技术, 并对数据流转进行深入研究, 从而对施工方案和资源分配进行优化, 有效减少了设计和施工过程中产生的返工与资源浪费, 最终实现了项目成本的降低和整体经济效益的提升。

结语:

在中国的新能源大基地项目中, 数字化施工技术的应用已经展现出了显著的优势和成效。从规划设计到施工管理, 再到运维优化, 数字化技术的全面引入不仅提升了项目的管理效率和质量, 还推动了项目的可持续发展。在规划阶段, 通过 BIM 和 GIS 技术的综合应用, 项目团队能够进行精细化的设计和科学的选址, 最大化项目的经济效益和环境效益; 在施工阶段, 物联网、大数据和人工智能技术的应用, 实现了施工过程的智能化管理和实时监控, 保障了项目的安全和高效推进; 在运维阶段, 通过智能化的监控和分析, 显著提高了设备的运行效率和寿命, 降低了运维成本。

[参考文献]

- [1]任占军. 住宅建筑施工技术中节能理念的应用探讨[J]. 居舍, 2024, (15): 76-79+82.
- [2]张扬, 卢鹭, 戴力, 等. 绿色建筑复合新能源系统施工运行技术研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2023, (21): 76-78.
- [3]饶晨. 新能源电力工程施工技术研究与应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (30): 106-108. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202330036.
- [4]尹小虎, 贾海斌. 新能源工程施工技术及其发展趋势分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (20): 129-131. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202320043.
- [5]汪志良. 新能源工程中的施工技术与管理分析[J]. 电子技术, 2023, 52(06): 145-147.

作者简介: 薛标文, 男, 1974 年 12 月 14 日, 汉, 中国, 研究: 电力建设施工数字化应用、管理。