

山地风电光伏总包项目施工组织管理实践

赵辉

中国能源建设集团辽宁电力勘测设计院有限公司, 辽宁 沈阳 110034

DOI:10.61369/WCEST.2025050014

摘 要： 在新能源产业快速发展的背景下，山地凭借其丰富的风资源和光照资源，成为风电光伏项目开发的重要载体。然而山地地形复杂、生态敏感、施工条件恶劣等特点，给项目施工组织管理带来诸多挑战。本文以山地风电光伏总包项目为研究对象，从项目施工组织管理的核心特征与难点出发，深入探讨施工组织设计优化、施工资源精细化配置、施工过程全周期管控及生态保护协同等关键实践环节，结合实际案例分析管理模式的应用成效，旨在为同类项目的施工组织管理提供可借鉴的实践经验。

关 键 词： 山地；风电光伏；总包项目；施工组织管理；实践

Practice of Construction Organization and Management of Mountain Wind Power and Photovoltaic General Contracting Project

Zhao Hui

China Energy Construction Group Liaoning Electric Power Survey and Design Institute Co., Ltd., Shenyang ,
Liaoning 110034

Abstract： Against the backdrop of rapid development in the new energy industry, mountainous regions have emerged as crucial sites for wind and solar power projects, leveraging their abundant wind and solar resources. However, the complex terrain, ecological sensitivity, and challenging construction conditions in these areas pose significant challenges to project management. This study examines a turnkey wind and solar power project in mountainous regions, focusing on core characteristics and key challenges in construction organization. It explores critical implementation aspects including optimized construction planning, refined resource allocation, full-cycle process control, and eco-friendly coordination. Through case studies, the research demonstrates the effectiveness of management models, aiming to provide practical insights for similar projects.

Keywords： mountainous area; wind and solar power; turnkey project; construction management; practice

引言

随着“双碳”目标的推进，风电光伏等可再生能源项目迎来规模化发展机遇。山地地区因具备独特的资源禀赋，成为新能源项目布局的重点区域^[1]。与平原地区相比，山地风电光伏项目施工面临地形起伏大、运输路径复杂、气候条件多变、生态保护要求高等突出问题，对总包单位的施工组织管理能力提出更高要求。总包模式下，施工组织管理需统筹设计、施工、采购等多环节，协调多方资源，破解山地施工瓶颈。本文基于山地风电光伏总包项目施工实践，深入剖析管理中的关键问题与解决路径，为提升项目施工质量、效率及安全性提供实践参考^[2]。

一、山地风电光伏总包项目施工组织管理的内涵与难点

（一）核心特征

山地风电光伏总包项目施工组织管理具有鲜明的系统性特征，既需要整合风电与光伏两种业态的施工规律，同时还需要符

合山地特殊环境^[3]。项目一方面涉及风机基础、塔筒吊装、光伏支架安装、电缆敷设等专业施工，各环节衔接紧密，需制定统一的施工组织框架；另一方面，总包单位作为责任主体，需协调设计单位优化图纸、监督施工单位规范作业、对接设备供应商保障交付，形成全链条管理体系。另外，山地项目施工受自然条件影响较大，施工组织管理应具备较强的灵活性，能随着天气、地形

作者简介：赵辉（1982-），男，辽宁鞍山人，汉族，高级工程师，硕士，研究方向：电力工程。

等动态调整施工方案。

（二）主要难点

地形复杂性是山地项目施工组织管理的首要难点。山地地形起伏大，部分坡度超过30度，施工场地平整难度大，风机、光伏组件等大型设备运输路径规划困难，甚至临时修建施工便道，增加了施工组织的难度。同时，山地地质条件复杂，有的区域易发生滑坡、泥石流等地质灾害，施工前要细致勘察，施工中要加强监测，对施工组织的安全性提出了很高的要求^[4]。

二、山地风电光伏总包项目施工组织设计优化实践

（一）施工总体部署优化

建筑施工是指工程建设实施阶段的生产活动，是各类建筑物的建造过程，也可以说是把设计图纸上的各种线条，在指定的地点，变成实物的过程。它包括基础工程施工、主体结构施工、屋面工程施工、装饰工程施工等。施工作业场所称为“建筑施工现场”或叫“施工现场”，也叫工地。建筑施工是人们利用各种建筑材料、机械设备按照特定的设计蓝图在一定的空间、时间内进行的为建造各式各样的建筑产品而进行的生产活动。它包括从施工准备、破土动工到工程竣工验收的全部生产过程。这个过程中将要进行施工准备、施工组织设计与管理、土方工程、爆破工程、基础工程、钢筋工程、模板工程、脚手架工程、混凝土工程、预应力混凝土工程、砌体工程、钢结构工程、木结构工程、结构安装工程等工作。建筑施工是一个技术复杂的生产过程，需要建筑施工工作者发挥聪明才智，创造性地应用材料、力学、结构、工艺等理论解决施工中不断出现的技术难题，确保工程质量和施工安全。这一施工过程是在有限的时间和一定的空间上进行着多工种工人操作的活动。施工总体部署要坚持“分区作业、动静分离、协同推进”的原则。根据山地地形特征和项目范围，施工区域分为风电施工区，光伏施工区和公共配套区，各区设置独立的施工入口和作业通道，避免工序之间的交叉干扰^[5]。例如，某山地项目，总包单位按照等高线分布将光伏施工区按照坡度划分成若干单元，各单元采用“由下至上”施工顺序，减少施工材料的垂直运输距离；风电施工区围绕风机点位划分作业半径，保证吊装设备作业空间的充分利用。同时，合理规划临时设施布局。由于山地土地资源紧张且生态敏感，临时宿舍、材料仓库等设施优先选址于荒地或缓坡区，采用装配式活动板房，减少对地表的破坏。便道施工原则是“依山就势、少挖少填”，尽量利用现有山路拓宽改造，不修建长距离的新便道，这样既降低了施工成本，也减少了生态扰动^[6]。

（二）关键施工方案优化

对山地施工的关键工序，制定专项优化方案。风机基础施工中，传统的大开挖方式容易造成山体滑坡，总包单位可采用“挖孔桩+锚杆支护”的施工方案，根据地质条件调整挖孔深度和锚杆间距，在保证基础稳定性的同时，减少土方开挖量。如在山地岩层较多的部位，采用水磨钻挖孔，避免爆破施工对山体结构的破坏。吊装是风电施工的核心环节，山地吊装受地形限制，大型

设备进场困难。吊装场地要提前由总包单位平整，以“履带吊+辅助起重机”联合吊装方式，根据风机重量和吊装高度，精确地计算吊点位置和吊装半径。对坡度大的部位，在吊装场地铺设钢板或碎石垫层，增加地面承载力，防止设备下陷。在光伏施工中，支架安装应适应山地坡度变化^[7]。对于总包单位，可采用可调式光伏支架，通过调整支架倾角适应不同坡度的地形，使光伏组件接受足够的光照。同时，采取“预制桩基础+现场组装”的施工方法，预制桩提前在工厂生产，在现场利用小型打桩机植入，减少现场混凝土浇筑量，缩短施工周期。

三、山地风电光伏总包项目施工资源精细化配置实践

（一）人力资源配置

山地项目施工对人员专业能力要求较高，总包单位要建立“核心团队+专业班组”的人力资源配置模式。项目经理、技术负责人、安全总监等核心团队组成，拥有丰富的山地项目管理经验，负责施工组织协调、技术决策；按工序划分专业班组，如风机吊装班组、光伏支架安装班组、电缆敷设班组等，每班配有熟练技工和专职安全员。针对山地施工的特殊性，提前开展山地施工安全规范、特殊设备操作技巧、生态保护要求等专项培训^[8]。例如，对吊装班组进行山地吊装模拟演练，提升应对复杂地形的操作能力；对现场管理人员进行地质灾害识别培训，确保及时发现并处置施工中的安全隐患。同时，建立绩效考核机制，将施工质量、进度、安全及生态保护指标与班组绩效挂钩，激发施工人员的积极性。

（二）机械设备配置

机械设备配置需坚持“适配地形、高效协同”的原则。根据山地地形特点，选用小型化、履带式设备，如小型挖掘机、履带式起重机、山地运输车等，提高设备在复杂地形中的通行能力。例如，采用履带式运输车运输光伏组件，其履带式设计可有效降低对地面的压强，适应泥泞、坡度较大的施工环境。建立机械设备全周期管理体系，总包单位设备管理部门负责设备的调度、维护和保养。施工前，对所有设备进行全面检修，更换老化零部件；施工中，安排专职设备管理人员驻场，实时监测设备运行状态，及时处理设备故障；在施工间隙，对设备进行定期保养，确保设备处于良好运行状态^[9]。同时，采用信息化手段优化设备调度，通过施工管理平台实时更新各区域施工进度和设备需求，实现设备的动态调配，提高设备利用率。

（三）材料资源配置

材料供应是保障施工进度的关键，总包单位需建立“提前储备、分区仓储、精准配送”的材料管理模式。在施工前，根据施工进度计划编制完整的材料需求清单，与供应商签订长期供货合同，确定材料交付的时间、质量标准等。同时考虑山地运输不便，在施工区域周边设置临时中转仓库，提前做好风机塔筒、光伏组件、电缆等主要材料的储备工作，避免因材料供应滞后影响施工进度。对材料运输要制定专项方案，针对不同的材料特性和运输要求，选择不同的运输方式。例如风机塔筒长度比较大，运

输车辆选用专用运输车辆，在运输过程中安排专人护送，根据路况调整行驶速度；光伏组件容易碎，运输箱采用定制防震运输箱，运输车辆采用平稳性较好的货车，车厢内铺设缓冲材料。在材料进场后，严格执行验收制度，对材料的规格、质量进行检验，合格后方可投入使用，同时做好材料的仓储管理，避免因山地潮湿、多雨等环境因素导致材料损坏^[10]。

四、实践中山地风电光伏总包项目施工过程全周期管控

（一）进度管控

山地项目施工进度受自然条件影响较大，总包单位需要建立“计划先行、动态调整、节点控制”的进度管控体系。在施工前，结合项目合同要求及山地施工特点，编制详细的施工进度计划，确定各工序的起止时间、施工班组和资源需求。将施工进度划分为多个关键节点，如施工便道完工、风机基础浇筑完成、光伏支架安装完毕、并网发电等，每个节点设置明确的完成时间和考核标准。施工过程中，采用信息化手段实时跟踪施工进度，通过施工管理平台收集各班组的施工数据，对比实际进度与计划进度的偏差。针对偏差原因及时采取调整措施，如因暴雨天气导致施工延误，可在天气转好后增加施工班组、延长作业时间，确保节点目标如期完成。同时，加强与设计、设备供应商等多方的沟通协调，提前解决设计变更、设备交付延迟等问题，避免因外部因素影响施工进度。

（二）质量管控

质量管控需贯穿施工全过程，总包单位建立“事前预防、事中控制、事后验收”的质量管理制度。事前预防阶段，组织技术人员对施工图纸进行会审，针对山地施工的特殊要求提出优化建议；对材料供应商进行资质审核，选择信誉良好、质量可靠的供应商；编制专项施工方案，明确各工序的质量标准和检验方法。

事中控制阶段，加强施工现场质量巡检，重点检查关键工序的施工质量，如风机基础钢筋绑扎、混凝土浇筑、光伏支架安装精度等。采用“三检制”（自检、互检、交接检）对施工工序进行检验，上道工序不合格不得进入下道工序。

（三）安全管控

山地项目施工安全风险较高，总包单位需建立“风险分级管控、隐患排查治理”的安全管理体系。首先，进行施工安全风险辨识，针对山地施工可能存在的高处坠落、山体滑坡、设备倾覆、触电等风险，制定风险分级标准，明确各风险的管控措施和责任人员。加强施工现场安全防护，在高空作业区域设置防护栏杆、安全网，在施工便道两侧设置警示标志，在地质不稳定区域设置监测点，实时监测山体位移情况。为施工人员配备符合要求的安全防护用品，如安全帽、安全带、防滑鞋等，并强制要求施工人员规范佩戴。

五、结论

山地风电光伏总包项目施工组织管理，地形复杂，生态敏感，资源协调难度大，总包单位必须从施工组织设计，资源配置，过程管控，生态保护等方面进行系统性优化。比如通过分区作业、关键工序方案优化等，提高施工组织的科学性，通过人力资源、机械设备、材料的精细化配置，提高施工效率，通过进度、质量、安全的全周期管控，保障项目目标的实现，通过生态保护与施工协同，实现项目可持续发展。未来，随着新能源产业的发展和施工技术的发展，山地风电光伏总包项目施工组织管理将向智能化，绿色化方向升级。总包单位可进一步引入BIM技术，无人机巡检等智能化手段，实现施工过程的可视化管理；加强新型环保材料及施工工艺的研发应用，提升生态保护水平，推动山地风电光伏项目高质量发展。

参考文献

- [1] 曾桢, 齐江波, 钟炜, 陈雁云. 碳汇视角下山地风电可持续发展的对策建议 [J]. 资源节约与环保, 2025, (08): 16-19.
- [2] 王宇卫, 陆歆, 陈轩, 朱坚强, 魏奕. 浅谈设计引领在山地风电 EPC 总承包模式中的优势与应用 [J]. 电力勘测设计, 2025, (05): 82-87.
- [3] 吴昊, 姜宗柱. 山地风电工程技术及可行性评价探析 [J]. 电力设备管理, 2024, (22): 234-236.
- [4] 胡友良. “十四五”背景下湖南山地风电项目投资效益分析 [J]. 云南水力发电, 2024, 40(08): 194-197.
- [5] 黄明霞, 刘侠. 东方电气将建设国内单体最大百万级山地风电项目 [J]. 班组天地, 2024, (06): 81.
- [6] 张晓辉, 何俊杰, 陈小龙. 山地风电工程全过程项目管理策划研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024, (01): 62-64.
- [7] 李亮. 高原山地风电项目工期影响因素及管控措施 [J]. 水电与新能源, 2022, 36(07): 73-76.
- [8] 楚慧, 赵楠, 庞乃贵, 蔡珏, 谢红丽. 山地风电项目造价管理 [J]. 中国电力企业管理, 2022, (09): 42-43.
- [9] 国内单机容量最大的山地风电项目并网发电 [J]. 电世界, 2022, 63(01): 62.
- [10] 冯晓航, 沈细中. 山地风电项目安全生产标准化要素分析与实现途径 [J]. 大众标准化, 2021, (22): 49-51.