

Key Points of EPC General Contract Management for Large-scale Mountain Photovoltaic Projects

Fan Zhang Dongyang Liu Linlin Li

China Power Construction Group Guizhou Electric Power Design & Research Institute Co., Ltd., Guiyang, Guizhou, 550008, China

Abstract

Large-scale mountainous photovoltaic projects pose higher demands on EPC (Engineering, Procurement, and Construction) general contracting management due to their complex terrain, environmental conditions, and construction difficulties. This paper delves into the key points of EPC general contracting management, focusing on the characteristics of mountainous photovoltaic projects. It conducts an in-depth analysis of these management points and reveals the unique advantages of the EPC general contracting model in large-scale mountainous photovoltaic projects. The paper provides effective management strategies and innovative ideas to address the complexity and challenges in project management, offering references and insights for the efficient implementation of future mountainous photovoltaic projects.

Keywords

large-scale mountain photovoltaic project; EPC general contracting; project management; construction progress

大型山地光伏项目 EPC 总承包管理要点

张凡 刘东阳 李林林

中国电建集团贵州电力设计研究院有限公司, 中国·贵州 贵阳 550008

摘 要

大型山地光伏项目因其复杂的地形、环境条件及施工难度对EPC总承包管理提出了更高的要求。论文针对山地光伏项目的特点深入探讨了EPC总承包管理的关键要点。对这些管理要点进行了深入分析和揭示了EPC总承包模式在大型山地光伏项目中的独特优势, 提供了有效的管理策略和创新思路以应对项目管理中的复杂性和挑战, 为未来山地光伏项目的高效实施提供了参考和借鉴。

关键词

大型山地光伏项目; EPC总承包; 项目管理; 施工进度

1 引言

目前光伏技术不断发展和光伏发电成本逐步降低, 山地光伏项目成为了利用边远和贫困地区土地资源的重要途径, 为能源结构转型和乡村振兴提供了新的机遇。EPC 总承包模式作为一种集成设计、采购与施工的管理模式能够有效应对大型山地光伏项目的复杂性与不确定性。在这个背景下探索 EPC 总承包管理模式在山地光伏项目中的应用对于提高项目管理水平、推动光伏产业的发展具有重要的实践意义。

2 项目规划与设计阶段管理

2.1 项目可行性研究与选址分析

山地光伏项目的可行性研究涉及项目所在区域的资源

评估、环境影响评估以及社会经济因素分析。项目的选址需要综合考虑地理位置、日照条件、土地利用政策以及电网接入等因素。利用年平均日照小时数、年辐射量等数据可以借助以下公式计算每个地点的光伏发电潜力:

$$E = A \cdot G \cdot H \cdot \eta$$

其中, E 为年发电量 (kWh); A 为光伏面板的总面积 (m^2); G 为光照强度 (kW/m^2); H 为年平均有效辐射时数 (小时); η 为光伏组件的转换效率。在此基础上结合当地的地形、气候条件及基础设施水平, 选择具有高光伏发电潜力的区域进行建设。

2.2 系统设计与技术方案优化

系统设计包括光伏组件的选择和布置, 光伏组件的类型直接影响系统的整体效率。不同光伏模块的转换效率与年发电量对比如图 1 所示。为了最大化光伏阵列的发电能力需要合理调整组件的安装倾斜角度和排列方式^[1]。山地光伏项目的阵列布置要采用倾斜式支架以适应不同坡度的地形和

【作者简介】张凡 (1986-), 男, 满族, 中国贵州贵阳人, 硕士, 高级工程师, 从事建筑结构理论及应用研究。

确保光伏板表面能够充分接收太阳辐射。系统设计中还需考虑最大功率点追踪 (MPPT) 技术的应用, MPPT 能够实时调整光伏组件的工作状态以确保在不同气候和环境条件下光伏系统始终运行在最佳发电状态。

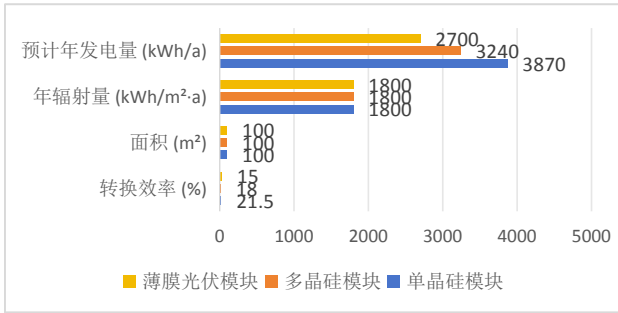


图 1 不同光伏模块的转换效率与年发电量对比

系统优化方面需要加入智能监控系统对每一组光伏组件的运行状况进行实时监控, 及时发现系统的潜在问题并进行远程调整。山地地形复杂的区域, 电缆的敷设需要合理规划以减少能量损耗并确保电力输送的安全性^[2]。对于大型山地光伏项目还需要进行电气系统的优化设计和电池储能系统的配置以应对负荷波动和间歇性的光照变化。

2.3 风险评估与应对策略

山地光伏项目的风险有自然灾害风险、地质灾害风险、技术风险及管理风险。在规划阶段必须进行详细的风险评估并制定相应的应对策略。

暴雨、洪水、地震等自然灾害风险会影响项目建设与运行。对于暴雨和洪水可以借助地质勘察和水文分析来判断区域的洪水风险并结合实际情况对基础设施进行加固设计。针对地震区的光伏项目设计需要根据地区的地震烈度要求加强支架和基础的抗震设计。

滑坡、塌方等地质灾害风险在山地地区尤为严重。在选址时应避免选择地质不稳定的区域并进行详细的地质勘探以确保项目基础设施的安全性^[3]。针对潜在的滑坡区, 设计时要采取加固措施, 如地基加固或支护结构的设计。

3 施工管理与进度控制

3.1 山地光伏项目施工组织与方案制定

施工组织中需要对项目区域进行详细的地形勘察与分析来确定各施工区域的地质条件、坡度、交通状况等。结合现场实际制定合理的施工路线与资源配置方案。光伏组件和支架的安装需要特别注意地面支撑结构的稳定性以确保支架系统能够在长期运行中承受外界环境压力。施工过程中要确保施工节点的顺利衔接和避免因某一环节滞后导致整体工程延误。为了做到这一点施工组织方案应包含详细的时间安排与资源调度计划和明确每个施工阶段的目标和时间节点, 合理安排施工队伍和机械设备的使用。制定还应考虑到山地项目的特殊性。由于山地道路狭窄、崎岖不平传统的大

型施工机械难以通行, 因此需要使用适应山地环境的小型履带式挖掘机、运输车等设备^[4]。这些设备具备较强的越野能力能在有限的空间内灵活作业。针对项目现场的特殊要求还需要设置临时施工道路和运输通道并进行必要的路基加固以确保施工设备的顺利进场与材料的及时运输。

3.2 施工进度与资源配置优化

施工进度管理需要明确施工的关键节点并根据项目规模和任务复杂性将施工过程进行详细分解。每个施工节点需要量化明确的时间要求和工作内容。项目管理团队应基于工作量、工期安排以及资源供给情况灵活调整施工方案。如果预计支架安装作业时间较长可以增加支架安装队伍、提升工作效率来缩短施工周期。根据不同施工任务的工作量可以计算出每项任务的具体施工时间。光伏支架的基础安装一般需要 20~30 人次的投入, 而电缆敷设和连接需要 15~20 人次, 具体时间安排和工人配置可根据现场实际情况做出调整。

为了应对山地项目的施工进度滞后必须进行合理的资源配置优化。资源配置优化需要考虑施工人员的合理调配。在山地施工中由于道路复杂施工现场面积狭小, 施工队伍的作业空间有限, 要合理配置施工人员的数量、技能和工作安排。灵活的小型挖掘机或履带式设备等能够在不平坦地面上稳定运行可以保证施工工作的顺利进行。在光伏支架安装阶段可能需要使用专门的光伏支架安装设备, 这类设备的运输与配备必须提前做好调度。根据项目实际需要计算出设备每台设备的使用时长、效率和负载能力从而制定合理的设备调度计划以避免设备闲置或过度使用。不同类型施工设备的资源需求对比如表 1 所示。

表 1 不同类型施工设备的资源需求对比

设备类型	数量需求	每台设备工时 (小时/天)	运作效率 (单位/天)	总资源需求 (单位工时)
小型挖掘机	5	10	8	400
履带式设备	3	8	6	144
起重吊装设备	2	6	4	48
电焊设备	10	12	5	600

可以清晰地看到不同类型设备的数量、效率与工时需求对项目进度的影响。合理配置这些资源可以有效地提高施工效率, 确保项目按时完成。

3.3 安全管理

由于山地地形复杂、作业环境艰苦施工过程中极易发生安全事故, 必须制定严格的安全管理制度。在危险性较高的作业区域施工现场应设置专门的安全管理人员负责全面监督各项安全措施的实施。必须加强对施工人员的安全培训以确保每位施工人员了解和遵守安全操作规程^[5]。高风险作业环节要进行专项安全检查, 高空作业时要佩戴安全带、施工设备配备防护装置等必要的防护措施, 施工现场应配置足够的临时围挡、警示标识、应急通道等安全防护设施。

4 运营与维护管理

4.1 项目交付与验收标准

交付和验收标准应依据国家和行业的相关规范以确保所有设备和设施符合设计和质量要求。对于光伏系统的交付验收标准有以下几个方面：①在交付时需进行现场测试，检测系统的输出功率并与设计值进行比对以确保光伏组件、逆变器、电池储能系统等设备的实际运行状态与设计方案一致。②所有电气设施的安全性需要得到验证。③根据 GB50797—2012《光伏发电系统设计规范》及 GB/T 25829—2010《光伏电站技术要求》应进行直流和交流回路的测试以确保电气系统的绝缘性和接地系统的稳定性。④系统监控设备要进行功能测试以确保远程监控和数据采集系统的正常运行。

4.2 设备调试与系统优化

设备调试主要是对光伏组件、逆变器、电池储能系统以及电气设备的全面检查和调节。光伏组件需要检查连接是否正常和所有组件的串联和并接线是否符合设计要求。还要进行直流电压和电流的测试以确保系统能够达到设计的最大输出功率。需要验证逆变器的最大功率点跟踪 (MPPT) 功能和进行功率因数和谐波水平的测试。系统优化主要是借助软硬件的优化配置提高系统的发电效率。在山地地区地形复杂光照不均，部分区域可能会受到阴影的影响导致发电效率下降。调整光伏阵列的排布、优化组件的间距以及改变支架的倾斜角度可以减少阴影效应。利用数据分析技术对历史发电数据进行分析可以发现潜在的设备故障或性能下降的迹象并通过系统优化方案进行调整。引入动态调整的智能支架可以提升系统对光照变化的适应能力和优化光伏板的倾斜角度以确保最大化的电力输出。

4.3 长期运行的监控与维护管理

长期运行的监控与维护管理是保障山地光伏项目稳定、高效运行的基础。在系统的运行阶段实时监控系统能够随时掌握系统的工作状态和及时发现系统异常。监控系统应包括光伏阵列的发电数据监测、逆变器的运行状态监控、电池储能系统的充放电状况监控以及环境监测数据的采集。建立远程数据监控平台能够实时监测各个节点的运行情况，生成历

史数据报表可以分析系统性能来识别潜在的技术问题和故障隐患^[6]。而监控系统需要结合温度传感器、湿度传感器、光纤传感器等传感器技术获取各类环境数据以便分析不同气候条件下系统的运行效率。

维护管理应遵循定期检查、预防性维护与应急修复相结合的策略。多尘地区要定期对光伏组件的清洁和检查；逆变器需要定期检查其冷却系统和风扇；电缆线路需要进行检查以避免因磨损或老化导致的电力损耗。

5 结论

大型山地光伏项目的 EPC 总承包管理凭借精确的规划设计、合理的施工组织与高效的资源配置成功克服了山地环境的挑战和确保了项目的顺利实施与高效运行。对地形的详细勘察与可行性分析项目能够最大限度地优化光伏系统设计并提升整体发电效率。施工过程中充分考虑设备的选择与调度使得复杂地形的施工任务得以高效完成。精确的人力与物力调度减少了设备闲置和人员等待和确保了施工进度的顺利推进。项目在施工进度优化和质量控制方面实现了时间、成本和质量的良性平衡，最终在预定工期内完成了光伏系统的安装与调试。建立完善的监控与维护体系保证了项目长期稳定运行，故障率低于 1% 和平均年发电量达到设计值的 98% 以上确保了项目的经济效益和可持续发展。

参考文献

- [1] 郑伟.新质生产力驱动下云浮市财政工程项目资金管理思考[J].合作经济与科技,2025(2):105-107.
- [2] 王璐琪,冯为民.面向智能建造的工程项目管理课程模块化案例教学模式[J].高等建筑教育,2024,33(6):85-90.
- [3] 陈依暹.房建EPC模式下建筑工程质量管理措施分析[J].中国建筑金属结构,2024,23(11):141-144.
- [4] 冯博博.EPC石化工程总承包项目成本管理研究[J].石化技术,2024,31(11):309-311.
- [5] 罗兵,代昌东,倪川,等.大型山地集中式光伏选址及装机规模分析[J].电工技术,2024(3):7-11.
- [6] 赵建生,金理,李亚纯,等.山地光伏发电建设项目施工管理对策研究[J].云南水力发电,2024,40(1):194-196.