

Problems and measures of photovoltaic construction management

Guibo Zheng

National Energy Group Power Marketing Center Co., Ltd., Beijing, 100080, China

Abstract

With the acceleration of global energy supply transformation, renewable energy led by photovoltaic shows a trend of rapid development and accelerated expansion of application, and a new trend of accelerating the replacement of traditional fossil energy has been formed in major countries and regions. Taking the construction of a flexible photovoltaic station in a mountainous area as an example, the site construction situation and management status of photovoltaic projects are investigated and summarized. At the same time, taking the existing construction management process and the site environment as the core, comparing the characteristics of PC project management and EPC management, explore the optimization path of the site management structure, so as to improve the construction quality of the project, promote the construction period guarantee, and then ensure the realization of the functionality, reliability and economy of the photovoltaic station.

Keywords

PC mode; mountain pv; project management

光伏施工管理存在的问题及措施

郑桂博

国家能源集团电力营销中心有限公司，中国·北京 100080

摘 要

在全球能源供应转型加速的现在，以光伏为首的可再生能源呈现快速发展、应用加速扩张的态势，在各主要国家和地区中形成了加快替代传统化石能源的新型潮流。以某山地柔性光伏场站建设为例，通过对光伏项目现场施工情况与管理现状进行调研与总结。同时以现有施工管理流程与现场环境情况为核心，对比PC工程管理与EPC管理特点，探索现场管理结构优化路径，从而提高工程施工质量、促进施工工期保障，进而保证光伏场站的功能性、可靠性与经济性等多维度目标上的实现。

关键词

PC模式；山地光伏；工程管理

1 引言

据国家能源局数据，截至 2023 年 12 月底，全国光伏发电装机容量约为 6.1 亿千瓦，同比增长 55.2%。基于国家“十四五”可再生能源发展规划，我国将明确 2030 年实现可再生能源 12 亿千瓦以上总装机量目标，将努力实现 2060 年碳中和目标，并为实现目标而开展大规模可再生能源建设工作。同时，依据“十四五”林业草原保护发展规划与耕地保护“三位一体”制度，部分林地、平原及灌区将不再具备传统大规模光伏发电系统安装条件，具备布置在传统光伏难以布置的复杂山地环境的柔性光伏发电系统将迎来大规模的发展及建设。因此，通过对现有柔性光伏项目建设要点与管理策略的研究将具有推动类似复杂环境下光伏系统建设

管理的指导意义，有利于同种项目的管理系统改进与优化工作。

2 PC 工程管理模式

现有较为典型的工程总承包模式有集设计、采购、施工管理及试运行为一体的 EPC（Engineering Procurement Construction）总承包工程管理模式与由“采购-施工管理”构成的 PC（Procurement&Construction）总承包管理模式。其中，PC 工程总承包模式需负责材料设备的选型及采购、设备检验、现场施工及设备安装调试等工作，而相对独立的设计工作被剥离单独成项，由建设单位外委并自行管理。对施工单位而言，负责项目的前期可行性研究报告及初期设计工作的顾问单位、设计单位皆由建设单位直接管辖，因此总承包单位不可避免地将面对概算较低、概算不合理等问题。

对总承包单位而言，非统一管辖所属的设计单位在整

【作者简介】郑桂博（1988-），男，中国天津人，硕士，工程师，从事电力工程、工程管理、电力营销研究。

体施工过程中存在信息传输不及时、沟通流程较长等问题。尤其在复杂山地环境下,基于地质勘探的局限性及施工过程中的不可预见性等多重因素导致的设计变更情况下,现场施工单位通常不具备自行消除施工过程中出现的偶发性工艺缺陷或因初期勘探调研的不全面性导致的施工条件变化而产生的施工工艺变更的能力。针对施工单位具备自行解决能力的一般设计变更情况,施工单位需提交联系单于建设单位后,由建设单位依此提出设计变更要求交于设计方并在协商完成后由设计方下发设计变更通知单后完成相关设计变更。而对更加复杂的重大设计变更情况下,冗杂的流程将严重影响项目整体的施工进度,并造成经济损失。

3 项目特点及常发问题

该案例工程位属西北,处于阴山北麓与草原交界地带,占地约 790 公顷,总装机容量 200MW,场址毗邻省道,交通较为方便,具备物资大规模调运条件。光伏场区以山地丘陵为主,地势较高,土地性质为草地,符合山地光伏建设条件。场地主体构造类型以乌拉山复背斜和大青山复背斜为代表。场地地质环境复杂,粉土区域、岩土区域交错,冲沟交错、坡地陡峭,风多、风急,所以传统固定式光伏支架难以适用于该区域,因此具备可跨地形安装、布置灵活、桩基基础较少并可以牧光综合为基础实现林地环境保护的柔性支架光伏发电系统成为首选。

柔性光伏系统指采用柔性承重索替代传统式固定支架的一种系统,并由斜拉承台、斜拉索、钢立柱等基础组成一套完整的柔性光伏支架系统,具备结构简单、材料用量少、建设周期快、可通过大跨度张拉提高环境兼容性等优点。

在施工工艺上,柔性光伏系统工艺流程与固定式支架光伏系统趋于一致,除却光伏组件承重基础的应力张拉索的预应力调节施工存在一定技术壁垒,整体施工技术趋于成熟与流水化,整体施工进度取决于现场施工机械数量、施工人员及管理人员综合素养等因素的结合 [1]。

3.1 建设场站征地困难

根据国家能源局《光伏电站开发建设管理办法》第七条规定,光伏电场建设需以省级能源主管部门为单位,依据当地可再生能源消纳责任权重等条件为技术指标制定的年度开发建设方案,而该方案决定了当地每年可再生能源场站建设的总规模。因此,各方建设单位为获得相关建设指标而紧急上马新能源建设并导致在各式条件不具备、现场情况不明晰的情况下进行招标,在各式项目前期信息收集、地质勘探不全面的情况下,催促施工阶段总承包单位“跑步入场、高强度施工”,进而导致出现占用当地村民祖坟、无意间侵占当地集体土地及遇到林地、草地等生态敏感因素问题,故施工现场频繁出现来自当地村民的阻工,来自政府监管单位的巡查,这些情况都对项目的工期造成了影响。

3.2 施工单位现场资源调配能力不足

在现有的工程建设中,出于经济性及管理层面的考虑,

总承包单位通常以企业员工为核心成立项目部,在管理层面上执行现场管理职责,并不会直接投入企业直属施工人员去实施基层施工建设,而是通过招投标来招入专业分包单位来进行现场工程建设。各专业分包单位为中标,常存在互相压价致使最终中标价格略高于施工成本现象,而具备大规模现场施工管理能力的投标单位在考虑到管理成本及风险成本后离场,造成弱管理能力的施工单位中标。在可再生能源项目“大干快上”的背景下,光伏场站现场施工队伍必须具备富有现场经验的管理经验、大量熟练队伍及专业机械,而低价中标队伍往往不具备这些条件,尤其在山地复杂环境下,施工队伍存在的缺点被显著放大。

以本文某西北山地 200MW 光伏项目为例,该项目所处复杂山地环境,海拔约为 1700 米,施工环境复杂,自然条件恶劣,专业分包队伍招募施工人员缺乏相关经验且人员流失严重,需持续招募施工人员,且部分专业分包单位不具备施工器械协调能力或能力不足,在多风沙环境下机械面临损耗加剧问题,无专业人员随行进行机械故障排修及保养情况下,机械故障率较高,且部分施工单位管理人员缺乏基本的工程知识,对施工概念不理解,现场组织与管理能力不具备或较弱,常无法对施工班组形成有效管理、施工机械转场和物资调度的协调,进而导致人力资源与机械资源的浪费 [2]。

3.3 建设区域广,施工及安全管理难度较大

相比于平原、荒漠等区域的光伏场站相对平坦的建设环境,山地光伏场站地形复杂,道路陡峭,生产建设中的巡检工作耗时严重,尤其在追求“多点开花”的生产建设的高峰期,总承包单位有限的现场管理人员数量不具备全面巡视视察现场施工质量与核对施工进度能力。技术方面,现场工人中存在明显的专业素质不完全现象,部分工人施工存在不遵守培训要求、不按照技术交底方案施工,或不严格执行工艺流程的现象。安全方面,复杂山地环境存在落石、机械伤害、高空作业、车辆坠崖及施工机械滑坡等风险,即使在入场前完成“三级教育”的安全培训的情况下,现场工人中依旧存在防护用具使用不规范及不使用安全护具的情况,同时,工人为了图方便,现场严重存在用电不规范的现象。在大规模、大范围施工的时期,仅靠少数管理人员的巡查将难以发现上述问题。

3.4 生产材料调度与施工进度不匹配

在“短、平、快”的理念下,常存在分包单位错误的评估自身人员管理及调度能力与现场各班组施工效率的问题,并形成依此编制施工进度计划表与材料进场时间节点,上下施工工艺无法按时完成衔接,进场材料无法妥善保管产生非必要损耗的现象。

3.5 大面积交叉作业中的协调问题

光伏场站通常将光伏组串为基础组成的光伏方阵作为并网发电基础单元,各光伏方阵相互连接形成光伏场站。

柔性光伏支架成排施工的特性致使相邻光伏方阵必须

全部完工后方可进行钢绞线张拉施工。因此不同专业分包单位承担的相邻方阵存在施工进度不一致而导致作为光伏组件负载基础的钢绞线无法完成张拉的问题。

4 管理与技术改善措施

在总结了山地柔性光伏工程项目实际问题的基础上,综合考虑了光伏工程的基本情况与特点,提出了一系列合理的管理措施和技术改进方案,旨在提升未来类似工程项目的管理水平,确保柔性光伏工程项目建设效果,对于部分问题,我们提出了一种解决方案的构思。这一构思旨在通过学术化的方法,结合理论与实践,针对性地解决山地柔性光伏工程项目中的具体问题,这些措施和方案的实施将全面推动柔性光伏工程项目的建设质量[3]。

4.1 完善前期准备工作

(招投标降低风险)首先通过强化光伏场站前期勘探工作,并结合过往类似施工项目的现场经验,以设备物资、专业工程等方面的综合因素为基础,深入分析标段划分合理性从而优化招投标管理工作。考虑到专业工程需要较高水平的物资管理和施工设备要求,因此,在对工程进行深入研究的基础上,综合考虑投标公司的资质、业绩等元素并与合理报价区间的设置完成结合来制定综合投标机制,从而提升招投标管理水平与效率,并在招标阶段消除施工单位资源调度能力不足的潜在问题,为实际施工提供保障。

(从社会关系上解决问题)总承包单位应充分发挥自身技术与经验优势,尽可能地介入建设单位项目前期工作的开展,积极参与项目场地勘探工作,配合建设单位完成各项相关开工手续、做好用地规划与当地敏感因素排查,并为征地实施阶段中不可预见的困难做好调节用地方案,为后续施工的正常推进留下余地。

4.2 强化项目整体感知与交叉协同能力

(降低交叉作业范围)为降低交叉协同能力对项目施工进度影响,可在一定条件下,以标段优化为基础,在招标阶段合理划分施工区域,尽可能将施工工程与安装工程结合为一体,实现各标段范围内各信息的无障碍性交流与专业工程施工面的无缝衔接,在最大程度消除交叉作业的空间与时间范围的空窗期,从根本上最大化的削弱协调性问题。(通过管理优化效率)在施工范围重叠的情况下,可建立详细的

施工调度表与优先级制度为首要目标。确定关键路径与关键任务,并依此进行施工资源调度,确保各施工工序可得到适当的安排和分配,确保工艺关键节点所需各资源的有效利用与分配,保障施工进度的有效进行。

(通过技术提高现场感知)在现场作业面广、施工情况复杂,专业分包单位管理系统不完善,劳务分包管理能力显弱势,现场形势较为混乱情况下,传统的单一管理方式已经不足以完成项目的全方位管控,强化信息交流方式与项目整体感知能力成为必然。在技术条件允许下,除传统的三级计划体系与计划进度网络图进度管理外,可培养管理人员现场三维可视化模型管理能力,利用新兴技术,将无人机扫描视图与建模数据分析相结合完成现场施工进度的更新与可视化,同时通过无人机技术分类完成环境变化、现场人员及物资散料的全方位管理,为项目管理人员提供直观且清晰的工程进度感知并依此合理安排施工计划。(通过管理收集项目信息)平行管理上,管理单位可指派专责人员以施工单位每日工作计划施工区域为重点,实行施工进度与质量安全的同步监管,鼓励分包单位实行专业人员进入施工班组形成基层带班自检的机制,并采取信息化技术总筹形成线下巡检、线上复检的双重管理模式,通过立体多维度的数据结合完成安全、质量和进度的多层面综合管理并留档为产生偶发性工艺问题形成可复盘资料。

5 总结

本研究通过对山地光伏场站的基本情况详细介绍,旨在总结其项目特点。在此基础上,针对施工现场存在的问题展开了深入研究,重点关注项目的前期规划、现场施工问题以及改进措施,并从技术与管理的双重视角出发,提出了一系列可行的改进思路,意在实际施工建设中实现质量和效率的提升,为光伏场站的建设提供参考与支持。

参考文献

- [1] 杨有,刘华斌,张琦,等.光伏电站施工中的安全管理与事故防范研究[C]//《施工技术(中英文)》,2024:3.
- [2] 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(01):194-196.
- [3] 马利杰.新能源光伏发电项目建设施工管理措施探究[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(30):124-126.