

集中式光伏电站 EPC 项目施工全过程管理优化研究

姚 标

中国水利水电第十一工程局有限公司, 河南 郑州 450001

[摘要]新疆坐拥国内顶级光热资源,是大型集中式光伏电站核心建设区域。本地光伏项目多落地戈壁荒漠场地,存在作业面广、施工周期集中、设备物料运输量大以及多工序交叉并行等建设特征,同时长期面临昼夜温差悬殊、沙尘频发、冬季极寒以及夏季高温等极端工况,叠加电网接入标准严苛与偏远场地资源调配难度大等现实问题,极易引发施工节奏紊乱、质量偏差、安全隐患以及成本超支等一系列问题,传统粗放型 EPC 施工管理模式已无法适配本地规模化光伏项目高质量建设需求。本文分为两部分,首先论述集中式光伏电站 EPC 项目施工全过程管理中存在的问题,其次论述集中式光伏电站 EPC 项目施工全过程管理优化策略。本研究成果可为新疆同类戈壁光伏项目施工管理提供实操参考,助力区域新能源项目提质增效落地,夯实西北清洁能源规模化与高质量发展根基。

[关键词]集中式光伏电站; EPC 项目; 施工; 全过程管理

DOI: 10.33142/hst.v9i8.20439

中图分类号: TM727

文献标识码: A

Research on Optimization of Construction Process Management for EPC Projects of Centralized Photovoltaic Power Stations

YAO Biao

Sinohydro Bureau 11 Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450001, China

Abstract: Xinjiang boasts top domestic solar thermal resources and is the core construction area for large-scale centralized photovoltaic power stations. Local photovoltaic projects are mostly located in Gobi desert sites, with construction characteristics such as wide working areas, concentrated construction periods, large equipment and material transportation volumes, and multiple processes crossing and parallel. At the same time, they face extreme working conditions such as large temperature differences between day and night, frequent sandstorms, extreme cold in winter, and high temperature in summer. Coupled with strict grid access standards and difficult resource allocation in remote sites, it is easy to cause a series of problems such as disorderly construction pace, quality deviations, safety hazards, and cost overruns. The traditional extensive EPC construction management model is no longer suitable for the high-quality construction needs of local large-scale photovoltaic projects. This article is divided into two parts. Firstly, it discusses the problems in the management of the entire construction process of centralized photovoltaic power plant EPC projects. Secondly, it discusses the optimization strategies for the management of the entire construction process of centralized photovoltaic power plant EPC projects. This research result can provide practical reference for the construction management of similar Gobi photovoltaic projects in Xinjiang, help improve the quality and efficiency of regional new energy projects, and consolidate the foundation of large-scale and high-quality development of clean energy in Northwest China.

Keywords: centralized photovoltaic power station; EPC project; construction; whole process management

引言

相较于中东部常规光伏项目,新疆戈壁荒漠区域大型集中式光伏工程建设条件更为复杂。项目普遍存在占地面积广、施工点位分散、土建及安装工程量大、场外运输距离远以及多工序交叉作业频繁等特点。同时区域独特自然环境带来诸多施工制约,全年大风沙尘天气多发、昼夜温

差波动剧烈、冬季低温冻土以及夏季高温暴晒,大幅压缩有效施工窗口期,对现场施工节奏、工序衔接、工程质量以及作业安全均形成严苛考验。此外,光伏电站多选址偏远荒漠地带,物资仓储、人员调配、机械调度以及水电保障等现场配套条件薄弱,电网接入、属地管控以及环保合规等外部约束更为严格,进一步提升项目施工管理整体难

度。现阶段国内光伏 EPC 项目施工管理大多沿用通用化管控模式,体系偏向传统粗放,针对性与适配性不足。多数施工方案、管控标准以及风险防控措施,仅适配常规平原与城市周边光伏工程,未结合新疆荒漠特殊工况做出动态调整。实际施工过程中普遍存在进度管控刚性不足、资源调配效率偏低、极端天气应急处置滞后、施工精度把控不严以及多专业协同不畅等问题,极易引发工期延误、物料损耗、工程返工以及安全隐患等各类风险,影响项目建设质量、投产效率与运营效益,难以满足当前新疆大型集中式光伏规模化、标准化以及高质量建设发展需求。

1 集中式光伏电站 EPC 项目施工全过程管理中存在的问题

1.1 前期勘察设计深度不足,与新疆本地场地条件适配性差

多数 EPC 项目沿用通用化设计方案,未结合新疆特殊地质与气候开展精细化勘察。新疆多地光伏场址表层为普通土层,深层分布膨胀黏土、盐碱土以及冻土层,常规勘察仅覆盖浅层土质,无法精准判定地下土质结构。进场施工后频繁出现桩基承载力不足与基坑沉降等问题,被迫推翻原有基础施工方案,重新调整桩基埋深与施工工艺。同时设计环节忽略新疆大风、极寒以及高温温差特点,部分支架结构与组件排布设计未适配戈壁强风荷载标准,施工完成后易出现支架变形与组件倾角偏移问题,影响施工质量与后期发电效率^[1]。此外部分设计图纸仅标注通用国标要求,未对接新疆电网属地专项技术规约,从而为后续并网调试埋下阻碍。

1.2 进度管控模式粗放,极端气候与地域条件造成工期波动大

新疆大型光伏项目施工面分散且覆盖范围广,现有进度计划多采用整体统筹模式,未拆分分区与分工序精细化节点,各作业面施工节奏混乱。新疆气候季节性特征极强,夏季地表高温极易引发焊接工序变形失真,被迫暂停室外作业;冬季冻土厚度大,桩基施工需动用专业破冻设备,施工效率大幅下降,整体工期普遍延误 20%~30%。春秋季节戈壁大风且沙尘天气频发,制约组件安装与电气布线等精细工序开展。多数项目未针对本地气候规律编制动态进度预案,仅依靠常规工期排布,遭遇恶劣天气后无法快速补工,叠加偏远场址交通通行限制,整体工期履约稳定性极差。

1.3 现场施工质量管控薄弱,戈壁施工标准化落地难度大

新疆光伏项目多为露天野外作业,作业环境恶劣,质量管控难度远高于室内及常规场地施工。一线施工人员多

为流动劳务队伍,缺乏新疆戈壁光伏施工实操经验,对冻土桩基、盐碱地防腐以及防风加固等专项工艺掌握不足,施工操作依赖个人经验,标准化执行不到位。土建隐蔽工程管控存在明显漏洞,桩基浇筑与基坑回填等工序缺少全程旁站监督,盐碱场地未做好防腐防渗处理,易出现基础腐蚀与地基松动隐患。组件安装环节易出现面板磕碰、对位偏差以及阵列间距不均等问题,人工安装精度参差不齐,批量施工下质量缺陷累积,大幅增加后期返工成本。同时现场质量巡检多流于形式,偏远作业面巡检频次不足,问题整改闭环不及时。

1.4 安全管理体系适配性不足,野外作业风险防控漏洞多

新疆大型光伏项目作业点分散、作业半径大以及现场人员流动性强,通用安全管理制度无法适配本地野外施工场景。戈壁荒漠无遮挡与极端天气多发,高空组件安装与户外电气接线作业,面临大风、高温、低温冻伤以及沙尘侵袭等多重安全风险,项目未制定针对性专项安全管控方案。一线劳务人员安全培训流于形式,未针对新疆特殊作业环境开展专项安全教育,人员风险辨识能力薄弱。偏远作业面安全巡检覆盖不全,管理人员无法实时掌握各分散作业面施工状态,违规操作与无防护作业现象频发。同时荒漠地区应急救援条件差,应急物资储备不足且救援距离远,突发安全隐患无法快速处置,安全事故防控压力极大。

1.5 供应链与施工衔接脱节,偏远场址物资保障能力不足

新疆光伏项目物资供应链条长且环节多,物资供货与现场施工节奏匹配度低。核心设备、主材生产、运输周期受跨省物流以及地域路况影响大,常出现设备到货滞后与批次错乱问题,导致现场停工待料与工序衔接断层。现场仓储管理不规范,戈壁场地无标准化仓储分区,设备与材料露天随意堆放,未做防风沙、防盐碱以及防温差保护,物资损坏与失效情况频发^[2]。物资进场验收流程简化,偏远场址验收人员配置不足,部分瑕疵设备与不合格材料直接投入施工,埋下质量隐患。同时供应链无动态联动机制,施工进度调整后物资供应计划无法同步更新,供需错配问题持续存在。

2 集中式光伏电站 EPC 项目施工全过程管理优化策略

2.1 深化属地勘察设计,构建新疆场景专属设计体系

摒弃行业通用设计套用模式,落地勘察、适配以及出图递进式属地设计流程。新疆光伏场址多分布戈壁与荒漠区域,场地土质涵盖盐碱土、冻土层以及戈壁砂土,地质

结构复杂且区域差异明显。项目前期需扩大勘察覆盖范围,加大勘探深度,全面摸排场区土层结构、土质特性及地基承载性能,依据不同区块地质条件划定差异化基础施工工艺,杜绝统一标准适配全场地的粗放设计模式^[3]。结合新疆区域常年大风、强沙尘以及昼夜温差剧烈的气候特征,优化支架荷载参数、组件安装倾角以及阵列布局间距,强化整体结构抗风、抗形变以及抗腐蚀性能,适配野外长期露天运行工况。设计阶段主动对接新疆各地州电网机构,精准对接属地并网技术规范、通信传输方式以及设备接口标准等专项要求,将电网规约全面融入施工图纸,从源头杜绝设计方案与现场施工与属地规范脱节问题。针对冻土与盐碱特殊区域单独编制专项设计方案,重点优化桩基防腐、地基加固以及设备防护相关设计内容,有效减少施工阶段设计变更与现场返工等问题。

2.2 推行分区动态进度管控,适配新疆气候施工节奏

突破传统整体统筹进度管控模式,贴合新疆大型光伏项目场地跨度大与作业点位分散的施工特点,推行分区、分工序以及分阶段精细化进度管控模式。依托新疆四季气候变化规律,科学划分施工窗口期,合理排布工序施工时序。春夏季气候温和且风沙偏少,集中开展组件安装、电气布线以及设备调试等精细作业;秋冬季针对性推进场地平整、桩基施工以及土方作业等土建基础工程,规避夏季高温造成构件变形与冬季冻土硬化降低施工效率等问题。提前梳理大风、强沙尘以及寒潮降温等极端天气影响,编制专项应急施工预案,预留弹性施工工期,极端天气结束后快速调配人力与机械设备补足滞后工序,压缩工期延误时长。建立日常巡查、周度复盘以及月度纠偏的动态管控机制,实时跟踪各作业面施工推进情况,针对滞后工序及时调整资源配置并优化施工组织,避免工序滞后累积扩大。结合偏远场址道路通行限制,统筹安排物资进场、设备调试以及交叉施工各项工作,保障各工序有序衔接与高效推进。

2.3 落地属地化施工标准,强化现场质量闭环管控

结合新疆戈壁荒漠施工工况,制定适配本地光伏工程的专项施工质量标准,统一冻土桩基施工、盐碱地防腐处理、支架拼装以及组件铺设等核心工序的施工规范与验收标准。针对现场流动劳务队伍工艺水平参差不齐与缺乏荒漠施工经验的问题,所有作业人员上岗前开展属地化专项技术交底与实操培训,重点讲解特殊地质与极端气候下的施工重难点及工艺管控要点,培训考核合格后方可进场作业。严格落实隐蔽工程管控要求,对桩基浇筑、基坑回填以及地下线缆敷设等隐蔽工序实施全过程旁站监督,同步留存施工影像、工序记录以及检测数据,实现隐蔽施工可

追溯,从源头规避基础沉降、线路故障以及防腐失效等质量隐患^[4]。优化现场巡检体系,加密偏远作业面巡检频次与覆盖点位,组建专职质量整改小组,对现场出现的安装偏差、设备损伤以及防腐施工不达标等问题,现场处置、即时整改以及闭环销号。正式批量施工前推行样板引路制度,打造标准化施工样板,统一全场施工尺度与工艺标准,规避大规模施工后质量缺陷累积与集中返工的问题。

2.4 搭建野外专项安全体系,筑牢极端工况安全防线

摒弃通用工程安全管理模式,立足新疆荒漠野外施工独有工况,搭建针对性与落地性更强的现场安全管控体系。针对区域多发大风、极端高温、低温寒潮以及强沙尘等恶劣天气,梳理高空安装、电气接线以及野外露天作业等高风险工序,编制专项安全作业规程,明确恶劣天气下高危作业停工标准,杜绝违规冒险施工。优化一线作业人员安全教育模式,围绕新疆施工现场独有风险开展常态化专项培训,重点强化极端天气风险辨识、野外作业规范、突发隐患处置以及应急自救等实操能力。调整现场安全巡检布局,采用定点岗位值守搭配动态巡回检查的组合模式,实现大范围分散作业面全覆盖管控,严查无防护作业、违规操作以及设备带病运行等安全隐患。完善荒漠施工现场应急保障体系,在各作业片区就近储备防风、防暑、防冻及应急救援物资,设置临时应急救援点位,缩短偏远作业区域应急响应时长。全面落实全员安全生产责任制,明确总包、分包及各岗位人员安全管理职责,逐层压实管控责任,杜绝安全管理制度流于形式与落地不实。

2.5 优化属地供应链体系,实现物资与施工精准联动

结合新疆区域物流周期长、路途不确定性大以及现场仓储条件有限的行业特点,重构适配大型集中式光伏项目的物资供应保障机制。项目前期提前摸排核心设备与主材生产周期,结合跨省物流运输时效制定备货计划,提前完成物资排产与储备工作,错峰物流运输高峰,保障各类物资按需进场与无缝对接施工工序。建立物资供需动态联动机制,依托现场施工进度调整供货节奏与物资进场计划,解决物资供货与现场施工脱节与工序停工待料等问题。规范物资进场验收标准,配置专职验收人员,对到场设备、材料开展外观、性能以及参数全方位核验,不合格物资一律禁止投入施工,从源头把控工程物资质量^[5]。细化现场仓储分区管理,对电气设备、光伏组件、辅助耗材分类存放以及分区管控,全面落实防风沙、防腐蚀以及防暴晒防护措施,最大限度降低物资存储损耗。搭建属地优质供应商资源库,辅助建材与零星设备优先本地采购,缩短物资运输周期,提升现场物资保障效率与应急补给能力。

3 结束语

综上所述,本次研究仍存在一定提升空间,研究侧重施工落地阶段全过程管理优化,对光伏项目全生命周期数字化深度应用、智慧工地长效运维以及极端灾害场景应急体系细化等前沿内容挖掘不足。在后续研究中,相关工作者可结合新疆新能源基地规模化开发趋势,融入数字化与智能化管控手段,进一步完善荒漠光伏 EPC 项目全链条管控体系,持续提升大型集中式光伏工程建设精细化与智能化水平,为区域新能源产业提质增效与能源结构持续升级提供坚实实践支撑。

[参考文献]

[1]黄满华.集中式光伏项目管理中的 EPC 模式应用[J].电

子元器件与信息技术,2023,7(11):17-20.

[2]叶金伟.EPC 模式下光伏电站建设过程的项目管理措施研究[J].中国科技投资,2024(19):125-127.

[3]顾涛.基于 EPC 模式下光伏电站建设过程的项目管理研究[J].建筑技术开发,2020,47(16):61-62.

[4]石卉.浅析 EPC 模式下光伏电站建设过程的项目管理[J].居业,2018(11):154-155.

[5]贺才伟.EPC 光伏电站工程建设过程的项目管理分析[J].低碳世界,2017(4):114-115.

作者简介:姚标(1990—),毕业于吉林大学土木工程专业(工业与民用建筑方向),当前就职于中国水利水电第十一工程局有限公司,项目总工,副高级工程师。