

新能源光伏发电项目施工管理措施探究

田嘉轩

内蒙古华能库布齐能源有限公司 内蒙古 呼和浩特 010020

摘要:在全球能源转型与“双碳”目标推动下,新能源光伏发电项目爆发式增长,施工管理是项目落地核心,关乎质量、效率与效益。本文先分析其选址特殊、技术复杂、周期紧、质安要求高等特点;接着从计划、质量、安全、成本维度,指出计划僵化、质控不严、隐患突出、成本超支等问题;随后提出动态计划调整、全流程质控、全方位安管、精细化成本及人员培养等措施;最后从组织、制度、技术构建保障体系,助力光伏产业高质量发展。

关键词: 新能源;光伏发电项目;施工管理措施

1 新能源光伏发电项目施工特点分析

1.1 项目选址的特殊性

新能源光伏发电项目对选址有严格要求,需综合考虑光照资源、地形条件、电网接入及生态环境等多因素,呈现显著特殊性。首先,光照资源是核心指标,项目需选址在年日照时数长、太阳辐射强度高的区域,如我国西北、华北等地,但这类区域常伴随恶劣自然环境,如风沙大、温差大,给施工设备防护与人员作业带来挑战。其次,地形选择多样且受限,平原地区虽便于规模化施工,但土地资源紧张;山地、屋顶、渔光互补等特殊场景虽能提高土地利用率,却面临地形测绘难度大、施工空间受限等问题,如山地项目需应对坡度差异,屋顶项目需考虑建筑承重与结构安全。此外,选址需靠近电网接入点,避免因输电距离过远增加成本,同时还要符合生态保护要求,避开自然保护区、基本农田等敏感区域,进一步缩小选址范围,凸显选址特殊性。

1.2 施工技术的复杂性

光伏发电项目施工涉及多专业技术融合,技术复杂性远超传统土建项目。从施工流程看,需经历场地平整、基础施工、组件安装、逆变器调试、电缆铺设、并网测试等多个环节,每个环节都有专属技术标准。基础施工中,不同地形需采用不同技术方案,平原地区常用混凝土桩基,山地则需采用锚杆固定或阶梯式基础,技术参数需精准计算以保障结构稳定。组件安装技术要求严苛,需根据当地纬度与光照角度确定最佳安装倾角,误差需控制在 $\pm 0.5^\circ$ 以内,同时要确保组件间间距合理,避免遮挡影响发电效率。电气施工环节技术门槛高,逆变器与组件的电气连接需严格遵循规范,电缆接头绝缘处理、接地系统安装等细节若出现偏差,可能引发短路、触电等安全事故。另外,部分项目需结合数字化技术,如运用BIM建模优化施工流程、无人机巡检把控安装

质量,进一步增加了施工技术的复杂性。

1.3 施工周期的紧凑性

光伏发电项目施工周期受政策、自然条件与经济效益驱动,呈现明显紧凑性特征。从政策层面看,我国对光伏项目并网时间有明确要求,部分项目需在规定的期限内完成建设以享受电价补贴,若工期延误可能错失政策红利,给项目投资方带来损失。从自然条件看,施工需避开雨季、冬季严寒等不利季节,如我国北方地区冬季冻土期无法开展基础施工,南方雨季易导致场地积水影响组件安装,有效施工窗口期短,迫使项目压缩工期。从经济效益角度,项目早一天并网发电就能早一天产生收益,投资方通常会设定紧张的工期目标,推动施工快速推进。以一座100MW的地面光伏电站为例,常规施工周期约6-8个月,若叠加政策期限与季节限制,工期可能被压缩至4-5个月,各施工环节需无缝衔接,对进度管控提出极高要求,凸显周期紧凑性^[1]。

1.4 质量与安全要求高

光伏发电项目的质量与安全直接关系项目寿命与运营效益,因此要求远高于普通工程项目。质量方面,项目运营周期长达25-30年,施工质量决定设备稳定性与发电效率,如组件安装倾角偏差会导致年发电量下降1%-3%,基础施工不达标可能引发组件坍塌风险;电气连接质量若存在问题,会增加设备故障概率,提高后期运维成本。同时,项目质量需符合国家《光伏电站施工规范》《光伏电站并网技术要求》等多项标准,验收环节需通过第三方检测机构严格审核。安全方面,施工过程中高空作业、电气作业频繁,屋顶项目高空安装组件时,人员坠落风险高;电气施工中若未做好绝缘防护,易引发触电事故。此外,项目多位于户外开阔区域,夏季高温、冬季严寒、大风沙尘等恶劣天气,进一步增加了施工安全风险,因此需建立严格的安全管控体系,保

障人员与设备安全。

2 新能源光伏发电项目施工管理存在的问题

2.1 施工计划管理问题

当前光伏项目施工计划管理普遍存在计划僵化、衔接不畅与风险预判不足等问题,严重影响施工进度。部分项目制定施工计划时,未充分结合项目实际情况,照搬模板化计划,未考虑地形差异、设备供货周期等变量,导致计划与实际脱节。例如,某山地光伏项目按平原项目模板制定计划,未预留地形测绘与基础方案调整时间,施工中频繁修改计划,延误工期。计划执行中各环节衔接不畅,土建、安装、电气等施工团队缺乏有效沟通,工序交接存在滞后,如土建团队完成基础施工后,未及时通知安装团队进场,导致场地闲置1-2周。此外,计划制定时对风险预判不足,未充分考虑天气变化、设备到货延迟等突发情况,缺乏应急预案,如遇连续暴雨天气,场地积水无法施工,项目因无备用施工方案,只能停工等待,进一步加剧工期延误。

2.2 质量管理问题

施工质量管理存在管控链条断裂、检测标准不统一与细节把控不足等问题,影响项目质量。部分项目质量管理仅关注最终验收环节,忽视施工过程管控,形成“重结果、轻过程”的弊端,如未对组件安装过程进行实时监督,仅在验收时发现倾角偏差,需返工整改,增加成本。不同施工团队检测标准不统一,部分团队以经验判断代替规范标准,如螺栓紧固力矩未按设计要求的 $40\text{N}\cdot\text{m}$ 执行,仅凭借手感判断,导致组件固定不牢固,存在安全隐患。细节把控不足是常见问题,如电缆接头绝缘处理不规范、组件边框密封胶涂抹不均等细节问题,虽短期内不影响项目并网,但长期运营中易出现漏电、进水等故障,缩短设备使用寿命,降低发电效率,增加运维成本^[2]。

2.3 安全管理问题

安全管理存在培训形式化、防护措施缺失与隐患排查不到位等问题,安全风险突出。安全培训流于表面,部分项目仅通过发放手册、观看视频等方式开展培训,未结合施工场景进行实操演练,导致施工人员安全意识薄弱,如高空作业人员不清楚安全带正确佩戴方法,违规操作现象频发。现场安全防护措施缺失,部分项目为压缩成本,未按要求设置安全警示标识、防护网等设施,如屋顶项目未搭建临时防护栏杆,人员在边缘作业时坠落风险极高。安全隐患排查不到位,安全员巡检频率不足,或仅关注明显隐患,忽视隐蔽风险,如电气施工中电缆绝缘层破损未及时发现,可能引发短路起火灾

故;部分项目未建立隐患整改闭环机制,发现问题后未跟踪整改情况,导致隐患长期存在。

2.4 成本管理问题

成本管理存在预算编制粗糙、成本控制分散与浪费现象严重等问题,导致项目成本超支。预算编制阶段,未充分调研市场价格,对材料、人工成本估算偏差大,如未考虑山地项目设备运输额外费用,预算中运输成本编制过低,施工中不得不追加费用。成本控制缺乏系统性,各部门各自为政,土建部门关注基础施工成本,安装部门关注组件安装成本,未从项目整体角度统筹控制,如土建部门为降低成本选用劣质混凝土,导致基础强度不足,后期需加固,反而增加总成本。施工中的浪费现象加剧成本超支,材料管理混乱,组件、电缆等物资随意堆放,出现损坏、丢失情况;人工效率低下,部分施工人员技能不熟练,导致工序返工,增加人工成本;机械设备使用不合理,挖掘机、起重机等设备闲置时间长,设备租赁费用浪费严重。

3 新能源光伏发电项目施工管理措施

3.1 施工计划管理措施

针对施工计划管理问题,需从精准编制、动态调整与协同衔接三方面制定措施。计划编制阶段,开展全面调研,组织技术、采购、施工团队联合勘察现场,结合地形、气候、设备供货周期等因素,制定个性化计划,如山地项目预留1-2周地形复测与方案调整时间,同时运用Project软件绘制甘特图,明确各工序时间节点与责任人。建立计划动态调整机制,每周召开进度复盘会,对比实际进度与计划进度,若偏差超过3天,分析原因并调整计划,如遇设备到货延迟,及时协调供应商加急发货,同时调整后续工序,将电气施工提前,避免场地闲置。加强各团队协同衔接,建立“日碰头、周协调”沟通机制,明确工序交接流程与责任,如土建团队完成基础施工后,24小时内书面通知安装团队进场,并提交基础验收报告,确保各环节无缝衔接^[3]。

3.2 质量管理措施

构建全流程、标准化的质量管理体系,保障项目质量。施工前制定详细质量管控方案,明确各工序质量标准,如组件安装倾角误差 $\leq \pm 0.5^\circ$ 、电缆接头绝缘电阻 $\geq 100\text{M}\Omega$,同时编制质量管控手册,发放至各施工团队。加强施工过程管控,推行“三检制”(自检、互检、专检),施工人员完成本工序后先自检,再由班组互检,最后由专职质检员专检,每道工序合格后方可进入下一道,如组件安装后,质检员需使用倾角测量仪逐块检测,记录数据。引入第三方检测机构,在基础施工、组

件安装、并网测试等关键节点进行抽检,出具检测报告,确保质量符合标准。建立质量问题追溯体系,对不合格项记录整改责任人、整改措施与完成时间,整改后重新检测,直至合格,同时将质量问题纳入项目档案,为后续项目提供借鉴。

3.3 安全管理措施

从意识提升、防护强化与隐患治理三方面强化安全管理。开展针对性安全培训,结合施工场景设计培训内容,如高空作业培训包含安全带佩戴实操、应急救援演练,电气作业培训包含绝缘工具使用、触电急救方法,培训后组织考核,考核合格方可上岗,每月开展1次安全再培训,巩固安全知识。完善现场安全防护设施,按规范设置安全警示标识、防护网、临时栏杆等,如屋顶项目沿作业边缘搭建1.2米高防护栏杆,电气施工区域设置“高压危险”警示标识,同时为施工人员配备合格的防护用品,如绝缘手套、安全帽、防滑鞋,并定期检查防护用品完好性。加强安全隐患排查治理,安全员每天开展2次全面巡检,重点检查高空作业、电气设备等风险点,使用隐患排查APP记录问题,实时推送至责任人,要求24小时内整改,整改完成后由安全员复核,形成闭环管理,每月组织1次安全大检查,邀请第三方安全机构参与,排查隐蔽风险。

3.4 成本管理措施

通过精准预算、过程管控与浪费管控,实现成本有效控制。预算编制阶段,开展市场调研,收集材料、人工、设备租赁等价格数据,邀请行业专家参与预算评审,确保预算准确,如山地项目额外增加设备运输、地形平整费用预算,预留5%的不可预见费用应对突发情况。加强施工过程成本管控,建立成本管控责任制,明确各部门成本管控目标,如土建部门基础施工成本控制,在预算的 $\pm 3\%$ 以内,安装部门组件安装人工成本控制在预算的 $\pm 2\%$ 以内,定期核算各部门成本支出,超支部分分析原因并整改。减少施工浪费,规范材料管理,建立物资入库、出库登记制度,组件、电缆等物资分类存放,安排专人看管,避免损坏丢失;优化人工配置,根据工序需求合理安排人员,对技能不熟练的人员开展岗前培训,提高工作效率;合理调度机械设备,根据施工进度

制定设备使用计划,减少闲置时间,如挖掘机与起重机交替使用,提高设备利用率。

3.5 人员管理措施

人员管理需围绕专业培养、激励考核与团队建设展开。加强专业人才培养,与职业院校合作开展“订单式”培训,定向培养光伏施工技术人员,课程设置涵盖组件安装、电气调试等实操内容;邀请行业专家到项目现场授课,每月组织1次技术交流会,分享施工经验与技巧;安排新员工跟随老员工实操学习,实行“师徒制”,帮助新员工快速掌握技能^[4]。建立激励考核机制,制定绩效考核指标,将质量、安全、进度、成本等纳入考核,如组件安装合格率达99.8%以上给予奖金奖励,出现安全事故扣减绩效分;考核结果与薪酬、晋升挂钩,表现优秀的员工优先推荐晋升为班组长,激发员工工作积极性。加强团队建设,定期组织团建活动,如户外拓展、技能竞赛,增强团队凝聚力;建立公平公正的工作氛围,倾听员工意见建议,及时解决员工工作与生活中的困难,提高员工归属感与忠诚度。

结束语

新能源光伏发电项目施工管理是一项系统工程,需充分把握项目施工特点,精准破解管理中的计划、质量、安全、成本问题,通过科学的管理措施与完善的保障体系,推动项目高效落地。未来,需进一步加强行业协同,推动施工管理标准统一,培养专业管理人才,实现光伏项目施工管理的规范化、精细化与绿色化,为我国能源转型与“双碳”目标实现提供有力支撑。

参考文献

- [1]姜爱顺.新能源光伏电站项目建设管理研究[J].光源与照明,2020(08):52-53.
- [2]姜洁.太阳能光伏并网发电施工技术探讨[J].农村电气化,2021(11):74-75.
- [3]邵明德.屋顶分布式光伏发电工程总承包管理实践经验[J].太阳能,2022(4):29-35.
- [4]孙阔,张雪菲,迟福建,等.光伏电站复合储能电压波动抑制双层优化控制方法[J].可再生能源,2022,40(03):402-409.