

新能源光伏发电项目施工管理措施探究

葛良志

华润新能源投资有限公司安徽分公司 安徽合肥 230031

摘要:光伏发电项目是利用光能进行发电的发电系统,与传统能源相比具有资源清洁、可持续循环利用等优势。目前,我国正处于大量开发新能源光伏项目的过程中,光伏项目的施工建设中仍存在些许问题与工作不足。在新时期发展背景下,应针对项目施工技术和管理进行探讨,尽快完善新能源光伏项目的施工技术和管理方法,确保新能源光伏项目施工建设高效开展。

关键词: 新能源;光伏发电;施工管理

新能源光伏发电项目是当前电力系统的重要组成部分,项目的高效建设对于新能源电力系统发展具有重要作用。为提升新能源光伏发电项目建设效率,针对发电项目施工管理进行分析。

一、光伏发电项目施工管理的基本流程与关键环节

1. 前期准备阶段

现场踏勘与资源评估: 太阳能资源评估,收集项目所在地至少10年以上的历史太阳能辐照数据,计算年有效利用小时数,评估发电潜力。地形地貌勘察,查看场地地形、坡度、朝向、地质条件、是否存在冲沟或沉降地带。交通与施工条件,评估设备运输道路条件、施工所需的水电接入条件。周边环境调查,了解是否有遮挡、粉尘、盐雾、台风等不利自然因素。合规性文件与手续办理:项目备案/核准,分布式项目通常在市级或县(区)级发改委进行备案;集中式地面电站通常需要省级或国家发改委核准。土地相关手续:落实土地性质,确保项目用地为未利用地或建设用地,不能是基本农田、生态红线、自然保护区等禁止开发区域;获取土地权益,办理土地租赁/转让协议、土地预审、用地规划许可证等。相关专项报告,需要编制《土地复垦方案》、《地质灾害评估报告》、《压覆矿产资源评估》等。电网接入手续:向项目所在地的省/市电网公司提交接入系统设计方案进行评审,取得电网公司出具的《接入系统方案》或《同意接入电网的函》。环境评价与水保方案:编制《环境影响评价报告表/报告书》并报环保部门审批,取得环评批复;编制《水土保持方案报告》并报水利部门审批,取得水保批复。其他专项审批:根据项目具体情况,还需办理《社会稳定风险评估》、《林地占用审批》(如涉及

林地)、《草地占用审批》(如涉及草地)、《军事设施影响审批》等。技术方案确定:根据场地条件,初步选择组件类型、逆变器类型、支架形式;进行初步的排布设计,估算组件数量、占地面积;初步确定升压站、集电线路、并网点的位置。设备采购与施工招标:完成主要设备的采购招标,确定供应商和采购价格;完成施工及监理招标,确定EPC总包方和监理单位。工程详细设计:在初步设计基础上,进行施工图设计,包括总平图、支架基础图、电气接线图、土建施工图等。图纸会审与设计交底,组织施工、监理、设计等单位全面审查施工图纸,解决技术疑问。编制施工组织设计,全面指导施工,包含施工方案、进度计划、质量安全保证措施、应急预案等。编制专项施工方案,针对关键工序,如《组件安装方案》、《大型设备吊装方案》、《调试并网方案》等。现场准备:完成“五通一平”,搭建临时设施,设立施工标识牌和安全警示牌。

2. 现场施工阶段

材料设备进场与验收: 组件、支架、逆变器、电缆等设备材料按计划顺序进场,进行开箱验收,核对规格型号、数量、检查外观是否有破损,做好记录。施工组与安全交底:向所有施工人员进行安全和技术交底。土建工程:根据地质条件和设计选择不同形式开展基础施工,主要有混凝土独立基础、螺旋钢桩基础、混凝土灌注桩等。电缆沟开挖与砌筑:按图纸要求开挖电缆沟,必要时进行砌筑和抹面,并预留电缆穿管。升压站土建:建设设备基础、房屋建筑等。安装工程:支架安装,将前后立柱、斜撑、导轨等组件按图纸组装并固定在基础上;质量控制关键是严格控制支架的垂直度、水平度和

角度，不得影响后续组件安装。光伏组件安装，将组件搬运至安装位置，使用专用压块固定在导轨或支架上；连接时防止虚接导致接触电阻过大，发热起火。做好组串记录，详细记录每串组件对应的逆变器和位置，为后期运维排查提供依据。电气设备安装：汇流箱安装在支架上或指定位置，做好防水防尘；逆变器安装在通风良好、避免阳光直射的地方，固定牢固；箱式变压器吊装就位，安装稳固，接地可靠。升压站各类设备按要求安装到位。电气工程：直流侧接线，将组串的输出电缆接入逆变器或汇流箱，或将汇流箱的输出电缆接入逆变器的直流输入端；交流侧接线：将逆变器的交流输出端接入箱变或低压配电柜。防雷与接地系统安装：将所有设备金属外壳、支架、电缆铠装层等通过接地扁钢或导线连接至主接地网，开展接地电阻测量验证。

3. 调试并网阶段

并网前调试与自查：在申请电网验收之前，施工方必须完成所有内部调试，确保系统100%安全可靠。包括机械结构检查，检查所有支架螺栓扭矩、组件压块是否紧固牢靠，有无松动。电气连接检查，检查所有各类接头是否插接到位，电缆有无磨损，接线端子是否压紧。接地连续性检查，检查所有设备的接地连接是否可靠有效。安全标识检查，确保所有“危险”、“高压”等安全警示牌已悬挂到位。绝缘电阻测试：使用兆欧表测量直流侧正负极对地的绝缘电阻，绝缘过低说明电缆或接头有破损、潮湿。测试交流侧电缆的绝缘电阻。接地电阻测试，使用接地电阻测试仪测量整个电站接地网的电阻值。组串检查：开路电压测试，在逆变器直流开关断开的情况下，用万用表测量每一串组串的正负极间电压并记录，确保每串组串的正负极与逆变器直流输入端的正负极完全对应，防止反接。手续报验：向电网公司提交《并网验收申请》，并办理完毕《并网调度协议》、《购售电合同》等文件。电网现场验收检查消缺完毕后，按照倒送电操作流程，最终合上逆变器交流开关，实现并网发电。

二、光伏发电项目施工管理的挑战与对策

1. 安全管理挑战与对策

挑战包括高风险作业集中：高空作业、电气作业、吊装作业等多工种交叉，易发坠落、触电、物体打击等事故。人员安全意识薄弱：施工人员流动性大，安全培训效果难以保证，习惯性违章屡禁不止等。对策包括体系化与科技赋能：建立EHS管理体系并严格执行，实行每日班前会、每周安全大检查。采用科技手段：如无人

机巡检、智能安全帽、在关键区域安装电子围栏和视频监控。深化培训与明确责任：体验式安全培训，建立安全体验馆，进行实操演练。落实安全责任制，签订安全责任书，将安全与经济效益直接挂钩等。

2. 质量控制挑战与对策

挑战包括隐蔽工程隐患：接地电阻不合格、电缆敷设不规范、混凝土基础强度不足等问题，后期整改成本极高。组件隐性损伤：搬运、安装过程中的踩踏、撞击导致组件隐裂，造成永久性功率衰减且难以发现。工艺一致性差：不同施工班组水平不一，导致支架安装精度、接线工艺等差异，影响整体性能等。对策包括过程标准化与严格验收：执行“三检制”，自检、互检、专检。对隐蔽工程旁站监理，并拍照留存。引入先进检测工具，使用EL测试仪对组件进行全检或抽检；使用扭矩扳手确保螺栓紧固力。精细化安装管理，制定组件安装专项方案，规定搬运路线、使用专用工具、严禁踩踏。制作工艺样板，统一施工标准，先做样板，验收合格后大面积推广等。

3. 进度管理挑战与对策

挑战包括外部依赖性强：设备供货延迟、恶劣天气、电网验收时间不确定等因素，严重影响关键路径。协调难度大：土建、安装、电气等多个作业面需无缝衔接，一旦协调不力，极易出现窝工等。对策包括精细化的计划与缓冲：制定详尽的采购与施工计划，别关键路径，建立设备催交机制。提前设置缓冲期，在计划中预留天气/供货缓冲时间。高效协调与动态调整：每日站班会：协调各班组工作，解决接口问题。采用项目管理软件动态跟踪进度，及时预警和调整。

4. 成本控制挑战与对策

挑战包括变更与签证：地质条件与勘察不符、设计变更等因素导致工程量增加，成本超支。效率损失：施工组织不当导致人工、机械效率低下，返工更是造成巨大浪费等。对策包括前期深度介入与过程控制：加强地质详勘和图纸会审，从源头减少变更。严格执行预算和流程，规范变更签证流程，做到“先签证，后施工”。优化资源配置：精细化施工组织设计，提高人、机、料的利用效率。推广模块化施工，如采用预制舱式升压站，缩短工期，节省成本等。

5. 技术与管理挑战与对策

挑战包括技术接口复杂：组件、逆变器、支架、监控系统来自不同厂家，集成和兼容性调试复杂。资料移

交滞后：施工过程中不注重资料收集，竣工时“补资料”，导致移交不全，为后续运维埋下隐患等。对策包括提前策划与统一标准：召开技术联络会，提前明确各设备接口和技术要求。采用统一的通讯协议，确保监控系统无缝接入。过程同步与数字化：推行工程与资料同步，设立专职资料员，过程资料随时归档。建设数字孪生电站，从施工期开始搭建数字化模型，为未来智能运维提供精准数据底座等。

6. 外部环境挑战与对策

挑战包括场地分散：项目场地分散，物流、施工组织难度大，管理成本高。地方关系复杂：地面电站用地可能涉及青苗赔偿、村民干扰等问题，处理不当会严重影响进度等。对策包括标准化与本地化：采用“标准化套餐”设计，如针对分布式项目，简化设计，提高复制效率。雇佣本地劳动力：既可降低成本，也能缓和地方关系。专业沟通与预案：设立专职对外协调人员，提前与村集体、居民沟通，落实补偿方案。制定应急预案，快速稳妥处理突发事件等。

三、光伏发电项目施工管理的具体措施

1. 光伏发电项目施工管理的进度管理措施

光伏项目进度管理需遵循PDCA循环，覆盖全生命周期五大阶段：前期筹备阶段可采用GIS系统进行场地三维建模，评估地形阴影系数，并行推进环评、电网接入等行政审批。设计阶段应用专业软件模拟发电量，优化组件倾角和阵列间距，设备采购阶段，实施ABC分类管理：A类组件提前6个月锁定产能，B类支架采用框架协议采购，施工实施阶段，采用可视化施工流程，关键路径设置双倍资源缓冲，基础施工推行模块化预制桩技术，较传统浇筑缩短工期40%，并网调试阶段，建立电网公司-调试团队-监理方三方联合验收机制。

2. 光伏发电项目施工管理的安全管理措施

责任体系，实行项目经理负责制，设立专职安全员及班组安全监督岗，形成三级管理网络。签订安全责任书，将安全条款纳入分包合同，明确奖惩机制。制度保障，制定《安全操作规程》等文件，实行班前安全交底与周检制度。建立设备管理档案，记录维护及检验信息，

确保特种设备持证运行。高风险作业专项管控，电气施工需持证电工操作，严格执行断电-验电-挂牌-接地流程，使用绝缘防护装备。电缆接头采用双人复核制，杜绝虚接、裸露现象。高空作业，屋顶施工前评估承重能力，彩钢瓦屋面需铺设防坠落网，斜屋顶设置生命线系统。组件搬运采用防滑托盘，临时固定后解除，风速超标立即停工。机械吊装，吊车作业前检查钢丝绳磨损度，支腿加垫枕木，指挥人员与司机持证上岗。划定警戒区域，非操作人员禁止进入吊装半径范围。人员培训与现场管理。分层培训，新员工接受三级安全教育，特种作业人员需通过实操考核。按期开展触电、火灾应急演练，提升全员应急处置能力。

3. 光伏发电项目施工管理的质量管理措施

严格控制设计阶段的设计文件质量，开展方案优化与模拟验证。材料设备管控，供应商准入机制，建立供应商分级评估体系，优先选择TUV、CQC认证厂商，要求提供组件性能检测报告，实施到货双检制度，仓储管理规范，组件存放需离地30cm并防潮包装，施工过程监管，关键工序控制，支架安装：基础混凝土强度需达C25，预埋件水平误差 $\leq 2\text{mm}$ ，采用全站仪校准阵列间距，组件铺设：使用扭矩扳手紧固螺栓，接地电阻测试值 $\leq 4\Omega$ ，电气施工：直流电缆采用符合设计要求的规格，接线端子压接后做绝缘热缩处理，可引入无人机巡检系统。验收与运维保障，制定分级验收制度，开展分阶段验收，第三方检测机构需具备CMA资质，重点验证系统PR值等。

综上，光伏发电项目施工管理需要综合考虑技术、管理、政策等多方面因素，采用系统化的管理方法和创新的技术手段，才能确保项目顺利实施并取得预期效益。

参考文献

- [1] 王建军. 新能源光伏发电项目建设施工管理对策研究[J]. 建材与装饰, 2024, 20(32): 103-105. DOI: 10.3969/j.issn.1673-0038.2024.32.034.
- [2] 谢国令. 新能源光伏发电项目施工管理措施探究[J]. 科学与信息化, 2025(7): 10-12.