

源网荷储一体化项目光伏总承包工程质量控制方法探讨

鄂学鹏 史波峰

中国铁建电气化局集团第二工程有限公司 山西太原 030000

摘要:在推进我国能源结构转型与‘双碳’战略目标过程中,智慧能源系统的一个关键发展方向是源网荷储一体化。在此项目建设当中,光伏总承包工程占据核心地位。在光伏总承包工程实际施行期间,现面临诸多严峻难题,如质量标准缺乏一致性、过程管控体系尚不完善、协调管理存有较大难度等,致使工程质量与运行安全保障陷入困境。针对现有的质量控制措施薄弱之处,本论文在光伏总承包工程全生命周期内,系统梳理各阶段在施工现场管理、技术标准贯彻、供应链协同、关键节点质量验收等方面的质量控制要点。构建起以数字化质量管理平台、全流程风险预警及闭环追溯机制为核心要素的质量管控体系。经研究表明,多专业协同管理的强化、智能监测技术的引入以及全过程信息化水平的提升,能有效增进工程质量控制的科学性与可操作性,显著降低项目缺陷风险,提升系统运行的稳定性与安全性。

关键词:源网荷储一体化;光伏总承包;工程质量控制

引言

随着我国“双碳”战略目标的推进,能源结构转型成为社会发展的关键。在保障新能源大规模并网以及安全稳定运行等层面,源网荷储一体化项目的作用无可替代。源网荷储模式是指由源(发电端)、网(输配端)、荷(用电端)、储(储能端)所构成的系统协作,有效提升电力系统灵活性与智能化水平。在政策引导以及国内外市场需求的驱动下,光伏产业链逐渐完善。总承包模式对有助于整合多方资源,能够加强工程实施进程的专业性与系统性。通过高质量的设计与建设,光伏工程可应对对源网荷储项目在负荷波动、有效支撑绿色低碳目标的达成。相较于传统电力系统,源网荷储一体化对发电、输配、储能等环节的协同优化有所要求,针对光伏系统的可靠性以及建设标准提出更为严苛的条件。光伏总承包工程质量管控的强化,不单单是顺应双碳战略的必然抉择,亦是保障项目整体效能的关键部分。

1 光伏总承包工程全生命周期质量控制要点

1.1 施工现场管理主要措施

源网荷储一体化项目光伏总承包工程施工时,现场组织结构的科学化程度和执行力,都直接影响到质量管理有效性。项目多采用多级分包及专业化班组运作模式,此时业主、总包商、分包商与监理单位的工序交叉,需要有效协调以防范责任交叉或遗漏。合理施工组织,既保障资源配置的优化,也促使各专业工序高效衔接,降低工序延误所引发质量隐

患。施工流程标准化方面,项目现场根据光伏工程工艺特点,制定详细作业指导书与流程管控表,落实作业前技术交底与工序质量点检。在流程执行过程中若出现异常,可通过记录、反馈与整改机制,保障问题快速闭环。

光伏施工现场的安全管控措施,对工程质量有着双重效用体现。从人员安全管理视角看,严格施行的进场教育以及持证上岗,降低了违规操作面临的风险,保障了高质量的施工。在施工时间内,通过设备联锁和智能预警机制,针对重大危险源以及关键设备开展实时监控管理动作,可以大幅降低质量事故发生的概率。以光伏组件安装这一环节为例,经由设立安全风险点,并配套应急响应预案,不但对人员安全形成保护,同时保障设备安装精度,确保单点失误不会给整体工程质量带来不可控的影响。

1.2 技术标准和关键节点质量验收机制

对光伏总承包而言,严格执行国家及行业技术标准是确保项目质量的核心环节。基础施工阶段,混凝土浇筑、结构放线与防渗处理标准的执行,对基础下沉与渗漏隐患的有效预防有着关键作用。结构安装以及光伏组件布置环节,需与 IEC、GB 及相关新能源标准相匹配,对关键连接件、受力节点与布线方案开展逐项检测,确保系统的整体安全性。电气接入与并网调试进程中,检查范围包括交流、直流配线色标一致性、绝缘测试及接地电阻合格。验收过程既关注硬件性能,亦涵盖系统集成稳定性。源网荷储一体化光伏工程

关键节点质量控制内容与主要验收标准梳理如下表 1 所示：

表 1 源网荷储一体化光伏工程关键节点质量控制内容与主要验收标准

阶段	关键节点	执行标准	验收措施
基础施工	混凝土强度 / 防渗	GB 50010/GB 50108	样品送检、逐批验收
结构安装	主结构拼装	IEC 61215/GB 50797	扭矩检测、外观检查
组件布置	光伏组件连接及支架	IEC 61730/ 企业标准	随机抽检、定点复查
电气配线	绝缘与色标一致性	GB 50217/IEC 60364	专业仪表测量、现场验证
并网调试	接地 / 交流性能测试	GB/T 7261/IEC 60529	电阻测量、功能联调

1.3 供应链协同与多专业协同管理

在源网荷储一体化项目的光伏总承包工程当中，涉及土建、电气、自动化以及信息化等诸多专业。而供应链管理贯穿设计、采购、安装以及运维的各个阶段，对质量控制产生着决定性影响。从设计开始，供应链管理便要求对材料以及设备展开选型工作，与主流生产厂家进行深度接洽，确保采购物料与规范标准一致，防止因产品型号或者批次的差异，致使施工现场出现不兼容隐患。多专业协同并非仅体现于核心设备的招采环节，也包括施工方案的优化。如电气工程与土建工程，在走线预埋孔、支架基础尺寸等方面，方案参数的共享必不可少，否则极易在后续阶段产生返工，增加质量风险。

2 数字化质量管理平台与智能监测技术应用

2.1 数字化质量管理平台建设与应用

数字化质量管理平台的运用，促使光伏总承包工程能够对全流程实时数据进行采集和动态分析，把诸如质控节点、施工信息、供应商管理等流程，统一归至平台进行跟踪。还可以在关键环节布置智能传感设备，像组件安装质量监测、焊接点温度检测、运维影像采集等，这样系统能够自动生成具备可追溯性的质量档案。智能算法会对每一项流程变更以及设备参数异常进行标记，且推送预警。项目管理人员可在平台智能大屏上，查看各工程细分模块风险波动趋势以及应对举措。

在数字化平台为实现多维度信息整合提供了可能，这其中涵盖设计变更、材料验收、施工进度、环境参数以及检测报告等多方面。而所有这些数据，均与合同履约状况、供应商信用评定以及检验记录存在紧密联系。以隐患点数据分布情形为例，平台能够自动构建起闭环管理链路。一旦技术人员发现电气系统出现异常，警报会即刻传达至相关责任人，同时整改进度会进行实时反馈，以此确保问题能够在规定的时间内高效完成闭合。各环节所产生的处理痕迹，能够被迅

速查询获取，进而形成完整的信息追溯体系，有效减少管理盲区以及重复隐患。

2.2 引入智能监测与信息化水平提升

智能监测技术的引入使得光伏总承包工程质控手段发生了根本转变。相较于传统人工巡检方式，分布式无线传感器网络能够对现场环境、设备运行状况以及工序节点等方面的实时数据展开持续性采集。在采集过程中，该网络可自动察觉异常变化，并即刻推送，这无疑提升了项目对潜在风险的反应速度。以光伏组件温度、汇流箱电流波动以及逆变器故障等关键数据为例，这些数据在经过边缘计算终端的综合剖析之后，可实现远程可视化的主动报警效果。工程师借助现场智能终端，可随时对异常趋势图进行查询，进而为后期决策与迅速整改提供帮助，这在很大程度上缓解了因信息孤岛以及人员依赖所导致的管理不确定性。

多专业协同作业精准度因信息化水平的提升得以强化。在建设单位、总包方、专业分包以及设备供应商等多流程且跨专业的协作场景中，智能监测平台实现了工序进度、质量检测还有设备性能的在线共享。各参与方借助统一的数据接口与质量评价模型，能够同步管理标准化合验收、技术交底和隐患闭环等环节，以避免沟通滞后与信息丢失。在实际应用时，与 BIM（建筑信息模型）、GIS 及 IOT（物联网）技术的联动，使得项目各阶段的质量检测数据、地理位置标记以及工程日志皆可实现一体化汇总，为工程后续的运维与扩容升级积累高价值的质量数据库。

3 质量控制体系优化与源网荷储一体化项目高质量发展路径

3.1 工程质量控制对系统安全与经济效益的影响

源网荷储一体化光伏总承包项目中的工程质量控制，保障了系统能够长期稳定运行安全。通过严格把控光伏组件支架稳定性、逆变器接线可靠性等关键环节，从而降低了设备早期失效概率，同时也减少了因隐性缺陷致使的电气安全

事故与潜在的系统停机风险。鉴于光伏电站一般处于高温、高湿或风载等复杂环境中连续运行,提升工程质量标准有助于提高关键结构抗变形能力以及防腐蚀能力,同时提升整体系统的环境适应性与使用寿命。

在经济效益范方面,质量管控与项目投资收益率展现出高度关联性。优质的工程项目,能够大幅减少运维阶段因故障修缮、停机检修而产生的直接经济损耗。以逆变器接线、支撑架构或者电缆敷设等施工环节为例,当实行严格的技术规范标准之后,设备运行的稳定性可获得显著增强,促使电站发电量损失比例低于行业平均水准。从长远视角审视,高质量的建设工程,可有效减少后期维护成本,降低项目全生命周期的运营成本,提高电站的净现值以及内含报酬率,从而为业主达成更高的经济收益。

系统整体智能化运行水平亦受工程质量的影响。智能控制系统通过实时采集、分析并预测设备运行状态,能够及时识别到异常,提前预防各类安全隐患,从而减少因突发事件导致的产能损。一旦出现质量问题,运维团队可以通过完善的数据追溯链迅速锁定缘由,缩短故障修复周期,进而提升光伏电站的能效与经济创造力。

3.2 源网荷储一体化项目高质量发展的实践路径

行业实践侧重于源网荷储一体化项目的高质量发展中的全链路的标准化与科学化建设。以光伏总承包工程的实施阶段为例,系统集成商连同各专业分包团队,持续致力于破除设计、采购、施工以及运维等环节间的协同阻碍。通过对接口管理与责任划分的清晰界定,能够实现项目资源的高效配置。跨专业协同作业模式,不仅成功减少了技术层面的相互推诿现象以及质量盲区,更有效提升源网荷储一体化项目的整体效能。相较于传统的分散式管理,多主体协作进程中的信息共享与节点把控,促使项目管理从粗放型模式向精细化模式转变,助力工程质量迈向更高水准。

在行业实践范畴内,数字化与智能化质量管控成为另一核心突破的归结点。光伏总承包项目中,正逐步推广具备自动采集、远程监控以及全过程追溯功能的数字化平台。借助智能感知设备,能够实现对关键施工节点与运行状态实施实时预警,据此项目团队可以进行大数据分析,针对潜在隐

患制定个性化的整改举措。与人工巡检及纸质台账相比,数字化平台赋予了高度可扩展的数据流通能力,为项目在整个生命周期内的质量管控与持续优化提供了数据支撑。智能化监测手段与闭环追溯系统的协同配合,呢能够有效实现问题的精准定位以及及时解决,进而推动提升项目运营安全与经济效益。

持续引入高标准技术规范与创新型质量验收办法,是高质量发展路径上为实现标准化与可操作性提升开辟了新空间。第三方质量认证连同全过程风险评估机制,为更多业主及承包商所采用,这是强化工程管理“第三只眼”。在实际项目当中,动态分级验收以及分包责任制的采用,使得新技术应用与传统经验得以共存。工程建设质量不再单纯仰仗单一流程或者负责人,而是借由多重机制实现共同保障,进而直接推动了行业建设水平的整体性跃升。

4 结语

源网荷储一体化项目中,光伏总承包工程所涉及的质量控制工作,实则构成了确保系统能够实现安全、稳定以及经济运行状态的核心要素。通过精心构建全生命周期质量控制体系,将数字化平台、智能监测手段以及多专业协同机制加以有机融合,能够显著提升工程质量的科学性与可操作性。未来,应持续推进技术标准的统一进程以及信息化深度融合;同时,强化风险预警与闭环管理工作,以此为新能源项目实现高质量建设以及可持续发展提供稳固且坚实的保障。

参考文献:

- [1] 熊惠敏,王清,王翠. 新能源入市背景下园区源网荷储一体化电价政策优化研究 [J]. 价格月刊,2025,(08):54-62.
- [2] 胥勇,王睿,席管龙,等. 基于“源网荷储”协同的清洁能源消纳优化研究 [J]. 能源与节能,2025,(06):7-9+75.
- [3] 罗宏波,施铭涛,汪涛,等. 基于互联网发展的电力“源网荷储一体化”项目建设分析 [J]. 电工技术,2024,(S2):634-636.
- [4] 武彦婷,翟彦寿. 源网荷储一体化项目政策分析及开发策略探讨 [J]. 电力勘测设计,2024,(06):19-23.
- [5] 魏瑶,徐乾杰. 互联网发展下的电力源网荷储一体化项目建设研究 [J]. 电工技术,2024,(S1):46-48.