

# 光伏发电系统设计与总包管理中的关键技术研究

郑轶昕

中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司 北京 100024

**摘要：**当前，全球正经历一场能源转型浪潮，屋顶分布式光伏发电系统，由于其独特优势作用，在能源供应领域，备受各界人士的关注。它不但可以直接满足用户的电力需求，减少能源传输中的损耗，并能充分利用建筑物闲置的屋顶空间。因为屋顶分布式光伏发电项目的突出优势，极其迅速增长的建设规模，本文从总承包管理的专业角度，深入探讨这一类项目在整个建设周期中的创新运用，以期为未来类似的光伏发电项目建设，提供宝贵的参考。

**关键词：**光伏发电系统设计；总包管理；关键技术

前言：近些年，屋顶分布式光伏发电项目，在新能源政策的推动下迅速发展起来。其中，总承包管理模式的引入，对这些项目的成功实施，起到重要的保障作用。在实际操作过程中，相关的项目设计单位、施工单位以及管理部门等相关利益方，应当加强合作，保证技术优势得到有效发挥，并全面提高项目管理的整体效果。此举，将为光伏发电系统在我国能源结构转型，以及经济社会可持续发展，发挥更加关键的作用。

## 1 光伏发电系统结构设计关键技术要点

### 1.1 设计原则

在规划屋顶分布式光伏发电项目过程中，设计的核心原则在于最大化利用建筑物提供的可用空间，并依据实际需求制定精准的技术标准，保证系统可以顺利进行电力输出，同时便于后续的运维管理。为实现这一目标，相关的项目设计规划设计人员，在项目初期应当借助先进的软件工具，对屋顶环境进行详细的阴影遮挡模拟分析。以此精准计算相邻光伏阵列之间的合理间距，以最大程度避免因建筑，或者是植被阴影产生的遮挡，并保证光伏阵列间的良好通风，从而提升系统效率、延长设备使用寿命，并保障结构的安全稳定运行。其次，借助软件模拟，相关的项目设计规划设计人员，可以直观地识别潜在的阴影区域，进而调整光伏阵列的布局，保证每块光伏板接收到尽可能多的阳光，进而提升整体发电效率。通过合理的阵列间距设计，可以大幅度减少因热积聚导致的性能下降，保证光伏组件在最佳状态下工作。此外，此布局方式充分考虑项目的长期运行需求，保证系统在极端天气条件下，依然可以安全稳定地运行，为实现可持续能源供应提供坚实的保障<sup>[1]</sup>。

### 1.2 结构安全性

在推进实际屋顶资源开发利用过程中，首要任务就是要全面细致地复核，既有建筑物的结构安全性与支撑

体系的强度，以保证建筑具备承载新增光伏系统的能力。接下来，还须严格验证光伏组件压块的强度、光伏支架的稳固性，是否符合相关荷载标准。如有不达标情况，相关的项目设计规划设计人员，需制定并执行结构加固方案，以保障系统的安全与稳定。其次，在结构设计阶段，需充分考虑屋顶分布式光伏发电项目的具体位置，及其所面临的风压条件等因素，进行抗风压计算，并同时考虑雪荷载、运行期间的组件检修荷载等。此外，还需在必要时融入抗震设计元素，全方位保障项目的安全可靠。其中，光伏建筑一体化（BIPV）的结构设计是方案规划管理的基石，相关的项目设计规划设计人员，必须提供稳固的承载条件。再次，在建设屋顶分布式光伏发电项目时，施工承包商需做好施工工艺流程的重点规划，保证在屋面施工过程中不超过建筑设计的承载能力。同时，结构专业与电气专业紧密合作，设计光伏组件的安装基础，保证满足强度可靠、抗倾覆、抗滑移等要求，并解决基础下方的排水问题，以避免积水对系统的不利影响。最后，对于箱式变压器的基础设计，一般情况下，可以采用现浇钢筋混凝土结构以保证其稳固性。若选择油浸式变压器，还需严格遵循电气防火规范，考虑防火设施配置，或者是设置贮油坑，以提升项目的整体安全性<sup>[2]</sup>。

## 2 光伏发电系统电气设计关键技术要点

### 2.1 电缆敷设与光伏组件接入

在屋顶分布式光伏发电系统的电气布局规划中，相关的项目设计规划设计人员，应当先评估屋顶的承载能力。此举可以减轻屋顶的额外负荷，保证建筑结构长期稳定。其次，选择电缆截面，应当借助详细的技术经济分析，综合考虑电流传输效率、成本效益与未来扩展潜力，以达到最佳方案。再次，光伏组件串联的建设中，相关的项目设计规划设计人员，必须严格按照设计规范

进行,并结合所选逆变器的最大功率点跟踪(MPPT)调节范围,以此确定每个组串中光伏组件的数量。最大限度地利用太阳能资源,保证逆变器在高效工作区间内运行,从而提高整体发电效率。再次,光伏组件串联的正负极出线,一般情况下,建议采用穿管敷设方式,以保护电缆免受外界环境影响,并明确每种管径的电缆数量上限,这样可以有效避免施工中电缆堆积、散热受阻,或者是增加维护难度。最后,电气设计的细化,还体现在对光伏组件朝向的严格区分上。为了保证系统运维便利性,相关的项目设计规划设计人员,应当在每台逆变器应只连接同一朝向的光伏组件,根据实时光照条件,进行相应的调节。对于较大面积的屋顶,可以将同一朝向的光伏组件整合连接到同一升压系统单元,以此简化系统结构,提高管理的总体效率,促进能源传输的平衡,为项目的长期稳定运行,奠定坚实基础<sup>[3]</sup>。

## 2.2 汇流箱、逆变器的选择

在屋顶分布式光伏发电系统的电气布局中,选择汇流箱时,应当多方面考量,以保证系统能高效、稳定地运行。首先,相关的项目设计规划设计人员,应仔细确定汇流箱出线电缆的规格,不但需满足载流量要求,还应控制电压降,以保证电能传输的质量。此外,对于汇流箱出线开关的设定,设计人员应考虑环境温度变化对其容量的潜在影响,进行必要的温度降容调整以防止过热风险。电缆敷设应遵循行业标准,采用安全可靠的穿管、桥架或者是直接明敷方式。其中,汇流箱的标识应详尽准确,应当包含规格型号、接入的光伏组串数量、出线电缆规格及连接设备编号,以便后续维护管理。在布局上,设计人员应当把汇流箱安装在屋顶较高且不易积水的位置,并具备防雷、防雨功能,以应对恶劣天气的挑战。

另一方面,光伏并网逆变器作为屋顶分布式光伏发电项目的核心动能,其选型需与安装的光伏组件总容量匹配在一起。相关的项目设计规划设计人员,应优先选择具备防孤岛保护功能的逆变器型号,以最大化电力输出,并保证并网的安全。在规划室内或者是室外直流配电柜、逆变器以及升压变压器的安装过程中,应当先明确设备尺寸参数,选择合适位置,并严格遵守相关规范,以保证操作空间需求。并且,逆变器房的设计应靠近供电范围内的建筑,以缩短输电距离并降低损耗。对于小型或者是分散的多屋面光伏项目,远离逆变器房的小屋面组件,可采用低压侧直接接入方式,从而优化系统结构并连接至总配电箱。此外,在电气设计中,相关的项目设计规划设计人员,需重视光伏组件支架与建筑

物防雷接地系统的有效融合,保证汇流箱、逆变器等设备接地连接可靠且导电性能良好。

## 3 光伏发电系统接入方案设计要点

在屋顶分布式光伏发电系统的并网方案制定过程中,应当综合考量并网容量、计量精度以及通信系统建设等相关内容,以保证满足国家电网设定的标准。首先,相关的设计规划设计人员,必须根据当地电网的特定要求,进行定制化方案设计工作,以保证电网的稳定性。其次,需进一步明确最适合的数据通信网络模式,以保证信息传输的效率、准确性。电能质量是评估屋顶分布式光伏发电项目整体性能的重要指标之一,因此必须严格遵守公用电网的质量标准。在设计与实施过程中,应当采取有效措施控制关键参数,如电压波动和谐波含量,保证输出的电能稳定纯净,实现与公用电网的无缝连接,共同维护电网的高品质运行环境<sup>[4]</sup>。

## 4 光伏发电系统总包管理关键措施

### 4.1 遵循目标第一管理原则

为保证屋顶分布式光伏发电项目,要求在年度内启动并成功并网,在建设周期上展现出高度的紧凑性。特别是对于规模在20兆瓦峰值(MWP)以下的项目,一般情况下,可以在2至3个月内完成从启动到竣工的全过程。在这严苛的时间限制下,项目不但应当应对复杂多样的施工流程,还必须保证工期的严格遵守。

屋顶分布式光伏发电项目的主要建设目标在于严格执行国家、行业与地方的各项标准,同时保证项目可以按时并网发电,从而尽早为业主带来社会与经济双方面的效益。要实现这一目标,关键在于应用EPC(设计、采购、施工)管理模式。这要求相关的设计规划设计人员,对项目有全面的理解,所制定的管理措施需具备针对性且易于执行。不论是从项目内部管理优化的角度,或者是从参与各方,主要包括建设单位、施工单位与设备供应商等之间的协同配合来看,确立实现项目整体目标为首要任务的原则至关重要。这个共同目标的确立,可以极大地促进团队之间的凝聚力,为项目的顺利推进提供内在动力。

### 4.2 加深各方协调沟通

在屋顶分布式光伏发电项目的实施过程中,EPC(工程、采购、施工)管理模式发挥着至关重要的作用。他们不但是业主信赖的责任方,EPC还主动接受监理的严格监督,同时充当桥梁,紧密联系分包商、设备供应商、设计院等多个单位,保证各环节的高效协同。在此过程中,EPC总承包项目部作为利益共同体的核心维护者,应当摒弃传统的管理方法,转向更灵活且契合项目特点的

全新管理模式。其次,在进行屋顶分布式光伏发电工程建设时,EPC管理体系的构建是一项系统工程。它要求设计、采购、施工三大环节深度融合并形成合力。引入信息化、数字化、智能化管理手段不但显著提升工程效率,还能精准掌控资金流动,保证每一笔投入都能产生最大效益。同时,EPC项目部需敏锐应对分包商在项目实施过程中遇到的挑战,保证工程按计划稳步推进,以实现各方共赢。

以福建省泉州台商投资区内的12兆瓦光伏发电示范项目为例。该项目跨越30公里范围,光伏组件巧妙安置于15家不同企业的屋顶上,这些企业既是项目的参与者,也是电力的受益者。面对如此分散且复杂的安装环境,EPC总承包项目部展现出高度的责任感。在推进过程中,项目部应当与业主及企业频繁沟通,征求意见,以保证施工方案科学可行,最终实现一次性成功建设,避免不必要的返工以及资源浪费<sup>[5]</sup>。

#### 4.3 严格控制设计环节

在实施屋顶分布式光伏发电项目时,设计院主导的EPC管理模式,可以利用设计院的专业优势,借助深化优化设计方案,有效降低项目成本。因此,EPC工程建设中,应当加强设计环节的管控,并且建立激励机制,激发设计团队的创造力,提高设计文件的质量。在遵循行业标准与EPC合同条款的基础上,相关的设计规划人员,应当进一步优化设计方案,保证光伏发电系统技术先进、经济高效,从源头保证项目的安全性,充分挖掘潜在价值,创造更多利润增长点。

其次,EPC总承包项目部,应当对项目全周期内的设计深度进行严格控制,对设计院提交的所有文件实施系统性设计评审流程,保证各专业之间的顺畅衔接,保证设计文件的安全性、经济性以及科学性。此外,项目部应定期组织设计交底会议,详细介绍施工工艺要点、挑战、特殊构造标准及关键环节注意事项,为施工人员提

供明确的指导。同时,项目部还可以积极听取业主、监理与施工承包商的建设性意见,针对设计图纸与现场实际可能存在的差异,或者是模糊之处进行充分沟通,保证设计方案准确落实,避免不必要的重复工作,从而保证施工质量与工期双重目标的实现。

对于设计变更管理,EPC总承包项目部,应当展现出高度的专业性,快速响应并有效处理各种变更需求。例如,在导轨放线前,需谨慎核对设计蓝图与现场情况,及时调整;针对建筑物遮挡、屋顶障碍等很可能影响光伏组件安装的情况,灵活调整设计方案;协调土建和机电安装的交叉作业;加强结构安全以及连接稳固等方面的变更审核,保证所有变更都基于全面的安全、经济以及效率考量,为项目的顺利推进提供有力支持。

结语:EPC管理模式的框架下的屋顶分布式光伏发电项目建设过程中,因其面临紧迫工期以及多种复杂影响因素,实现高质量的建设目标需克服诸多挑战。借助科学的EPC总包管理体系,不但可以有效应对这些挑战,各项技术指标也可以顺利达到预定的设计标准,从而保证项目运行的全面安全性、稳定性与可靠性,最终圆满实现既定的建设愿景。

#### 参考文献

- [1]于海芹,林平,于洪水.基于人工智能的太阳能光伏发电系统的应用[J].黑龙江科学,2024,15(06):125-127.
- [2]鲍英豪.铁路沿线建设分布式光伏发电系统的可行性研究[J].太阳能,2024,(03):5-13.
- [3]董建辉.高效屋顶光伏发电及其并网系统研究[J].资源信息与工程,2024,39(01):119-122.
- [4]石坤.太阳能并网光伏发电系统设计研究[J].光源与照明,2024,(01):125-127.
- [5]应栋善.基于太阳能的光伏发电系统研究[J].电气技术与经济,2023,(10):192-195.