

屋面光伏发电项目施工安全风险预防探讨

段鹏飞

中冶武勘工程技术有限公司 湖北武汉 430080

DOI : 10.12238/jpm.v6i3.7805

[摘要] 在中国随着全球气候变化和环保意识的提高，光伏正逐渐成为一种重要的能源形式。在国内屋顶上安装光伏电池板已经变得司空见惯，屋顶光伏建筑可以减少土地使用，对屋面光伏发电项目施工安全风险预防进行探讨。

[关键词] 屋面光伏发电项目；施工安全风险；预防

Discussion on construction safety risk prevention of roof photovoltaic power generation project

Duan Pengfei

MCC Wujin Engineering Technology Co., LTD., Wuhan, Hubei 430080

[Abstract] With global climate change and environmental awareness, photovoltaic is gradually becoming an important form of energy. It has become common to install photovoltaic panels on roofs in China. Rooftop photovoltaic buildings can reduce land use and discuss the prevention of construction safety risks of roof photovoltaic power generation projects.

[Key words] roof photovoltaic power generation project; construction safety risk; prevention;

前言：

由于建设周期短、空间利用率高，屋顶光伏项目在清洁能源中的份额每年都在增加。光伏项目最大的技术风险是屋顶负荷考虑不足、屋顶防水损坏、电气施工。风险承担是光伏项目采用的主要风险管理方法。

一、所选主题的含义

中国已经成为世界上最大的设备生产基地，但与世界发达国家相比，光伏项目的风险管理存在明显的差距。中国项目风险管理的差距主要体现在以下几个方面：一是缺乏健全的政策和监管体系，难以形成相对稳定的市场。虽然中国通过了可再生能源法出台了相关的激励政策，但没有强制电网收购，光伏发电也没有设定收购价格。这些因素不利于建立一个稳定的市场。第二，没有专业的风险评估组织虽然光伏项目和其他项目一样，都是根据国家建筑法规进行评估的，但目前这些评估机构中很少有光伏专家。特别是光伏电站的效率主要取决于资源，这直接影响项目的经济表现。对这些指标的评估需要光伏领域的专家。第三，缺乏信息。历史数据是项目风险管理的基础。由于我国实施的光伏项目数量相对较少，许多项目没有权

威的检测机构进行跟踪和控制此类项目缺乏历史数据，这也是项目风险管理的主要缺陷之一。缺乏管理经验和知识使这些项目经理难以意识到项目风险管理，而缺乏其他领域的经验也使他们难以意识到与建设光伏电站相关的风险。

二、屋面光伏发电项目施工安全风险因素分析

目前，政治安全风险是并网光伏项目面临的重大风险。欧洲、美国、日本等国光伏的快速发展完全依赖于补贴政策。主要有两种补贴政策：第一根据区域资源，光伏发电的电网价格远远高于传统能源的价格；另一种选择是通过减少业主的初始投资，鼓励建设并网光伏发电厂，为光伏设备提供一定比例的补贴。这种政策通常需要在一段时间内进行适当的调整，稳定性相对较低。政策的变化将导致项目外部环境的重大变化因此，在实现低成本的电网连接之前，政治风险是并网光伏项目的最大风险。

项目中使用的技术是项目风险的主要来源之一。光伏发电在航空航天工业中得到了广泛应用，但电网发电才刚刚出现近十年，尤其是在中国，还没有得到广泛应用。此外许多项目是建立在现有建筑的基础上的，建设过程存在一定的风险。需要考虑的是，施工过程不会对现有建筑造成损害设计和施工技术

是技术风险的主要因素。

经济风险。光伏电站项目的建设和运行时间各不相同，建设期间关键材料的价格波动是最大的风险因素，如机架和电池板所需的金属材料的价格波动。这些价格波动将直接影响项目成本和承包商的利润。在项目运行期间经济风险主要与光伏电站的发电和电网价格有关。

风险管理。目前与国内光伏电站相关的项目经理大多是光伏系统方面的专家。具有广泛的专业知识但缺乏光伏以外的专业知识，特别是系统项目管理知识和丰富的项目管理经验。缺乏管理知识使专业项目经理难以系统地审查项目。一个常见的问题是，他们过于专注于技术而无法实现项目的技术指标，但在其他方面也存在许多问题。此外，分包商、合同、质量管理和成本管理也是促进风险管理的因素。

三、项目概况

在大楼的屋顶上，项目部门充分利用可用空间成功建设光伏设施。该项目通过安装 89 个容量为 550 W 的高效单晶光伏组件，实现了总装机容量为 48.95 kW 的光伏电站分布式系统。在最初的设计阶段，该项目充分考虑了建筑屋顶的方向和位置，并决定将光伏组件放置在西向南的方向，而不是传统的南方向。与此同时设计了一个更高的结构支架，坡度为 21 度。这种设计充分利用了可用的屋顶空间，减少了前后阵列之间的相互障碍，并最大限度地减少了发电损失。此外，高层结构的支撑有效地避免了建筑屋顶上的附属墙的堵塞，提供了方便的维修和检查板下空间的通道。由于这些原因设计优化了光伏电站系统的性能，提高了发电效率，并确保了运行期间的维护和维修的便利性。在本项目要素中光伏结构的基础采用混凝土支架 C25 钢结构的基础采用螺栓连接。设计决策是为了确保屋顶的水平完整性，并保护其绝缘和防水。此外，水平连接的应用确保了整个系统在面对风时的足够稳定性和安全性。

四、屋面分布式光伏施工安全预防

安全连接结构。首先，材料的选择要严格遵守建筑规范和行业标准。为了确保连接结构的强度和稳定性，必须使用符合标准的材料如螺栓、螺母和连接板。这些材料在用于连接结构的制造之前必须经过测试和认证。其次在连接结构的设计阶段，专业的结构工程师和结构分析软件被用来模拟各种外力的作用，以确保连接结构在不同的极端条件下具有足够的稳定性和地震性能。此外，设计充分考虑了连接结构的适应性，以适应不同的气候和环境条件。在施工过程中，工作人员引进了先进的连接技术和设备。采用高精度定位技术，确保连接部件的精度和可靠性。特别是在连接结构的组装过程中，加强了对螺栓拧紧的控制。由于适度的预压，螺栓在连接结构中处于最佳状态没有过压或松动。为了进一步提高行政办公楼屋顶分布式光伏网络结构的稳定性和安全性，在施工过程中采用了精确定位和标记控制技术。利用高精度测量工具和技术手段，确定了

每个连接段的精确位置和标记，有效地防止了位置偏差引起的误差。在焊接连接部件的过程中，要注意焊接质量消除裂缝等缺陷，确保焊接连接安全可靠。定期检查和监测是确保连接结构安全的重要手段。建筑工人接受专业的技术培训，以提高对连接结构施工要求的理解和满足。培训包括程序安全措施等。确保建筑工人有足够的专业能力，以减少人为错误的可能性。技术通信和通信是连接结构安全的重要方面。工程开始前，进行详细的技术演示和沟通，明确每个连接段的施工要求和核算。通过适当的沟通每个施工人员都对连接结构的安全施工有了清晰的认识，从而提高了施工的协调和整体效率。

配重结构安全。混凝土桥梁的选择应符合适当的标准和规范，以确保其承载能力和抗风能力。支撑的尺寸不应小于 400mm 以确保稳定性和承载能力。同时进行基本设计，以确保支撑和基础设施的深度符合设计要求，并提高整体稳定性。在屋顶安装防水层期间，工作人员铺设混凝土支架和连接杆。屋顶材料中的一些混凝土衬里增加了支撑单元和建筑结构的紧密连接，有效地减少了相对位移，增加了抗风能力。此外，为了减少风阻力下合理的风道。由于布局的科学设计，空气通道提供了畅通无阻的通道，减少了光伏组件的风阻力，降低了系统的电压，并进一步确保了重量平衡结构的安全性。在选择和设计连接杆时，工作人员特别注意强度和耐久性。选择高强度、耐腐蚀的连接材料，通过专业结构工程师的详细设计，提供足够的抗风和长期稳定性。在施工过程中工作人员强调严格遵守重量结构的技术操作规则。施工人员接受了正确安装方法和连接步骤的培训，以确保正确处理每个连接点。定期检查和监测，确保的固定状态和连接结构的整体强度与建筑、设计等领域的施工团队密切合作，共同设计施工项目，以确保悬臂结构的施工与建筑整体结构的协调形成共同工作以确保悬臂结构的最大安全。

防雷安全。施工队测量了光伏块铝合金框架的等电位连接。等电位连接是一种通过导电连接将不同的金属部件电连接成一个电单元的方法。通过在光伏组件的铝合金框架中提供等效的连接，闪电期间静电放电的可能性有效地降低并提高了系统免受雷雨的安全性。对于钢结构的基础，施工团队采取了共同连接和接地的措施。通过建立一个与地面有电连接的钢结构基础，就形成了一个良好的接地系统，可以迅速将闪电电流引入地面，以避免闪电能量直接影响光伏系统。这种设计有效地降低了系统被雷击的风险，并确保系统的持续稳定运行。最后，光伏系统与建筑物的防雷系统相连。光伏系统与建筑防雷系统有机结合，为整个建筑形成一个单一的防雷系统。建筑防雷系统通常采用导线或导体将雷电引入地下，有效减缓了雷电对建筑的冲击，也进一步提高了光伏系统在雷电天气下的安全性。铝合金边框与钢结构接地如图 1。在实践中施工人员严格遵循防雷设计的要求，以确保所有等效和接地连接的可靠性。电线和连接器的合理位置允许快速和安全的闪电进入地面，最大限

度地减少闪电对光伏系统的不利影响。定期检查和维修也是确保系统安全的重要手段。工作人员制定了定期防雷检查计划,利用专业的防雷探测设备对光伏系统进行全面检查,及时发现和解决连接断开和衰减问题,确保防雷系统长期稳定。



图1 等电位连接与接地

五、屋面光伏发电项目施工风险预防

电力风险预防。在整个施工过程中,应注意电线的一致性和清洁度。根据电气设计规则,合理安排电缆线路,确保电缆铺设合理有序。工作人员还定期检查电线,以确保电缆没有损坏、磨损或其他潜在问题,从而降低了电气故障的风险,所有外部电气设备都需要静电连接。静态交联是将设备的金属部件通过导电连接连接起来,形成一个电单体,用于防止静电的积累和释放。这种操作有效地减少了电气设备的潜在静电危险,提高了设备的稳定性和安全性。在电缆穿孔部分,采用电缆防火泥封堵的措施如图2所示。这是一种广泛使用的电气防火措施,包括在电缆穿透处填充防火溶液,以防止火灾蔓延到穿孔区域。这不仅提高了整个系统应对火灾的能力,而且提供了有效的工具来防止电气故障和火灾。为了确保整个系统的电气安全,设计团队必须仔细设计内部和外部布线。合理的电缆放置和电缆继电器的安装可以有效地避免电缆过度弯曲,并减少电缆在使用过程中的磨损。同时有关部门应严格控制电缆的固定安装和支撑,以确保电缆系统的强度和稳定性。此外,在施工过程中工人必须接受严格的电气安全培训。所有工作人员都必须接受电气安全培训,并熟悉电气设备的基本知识、操作程序和应急措施。

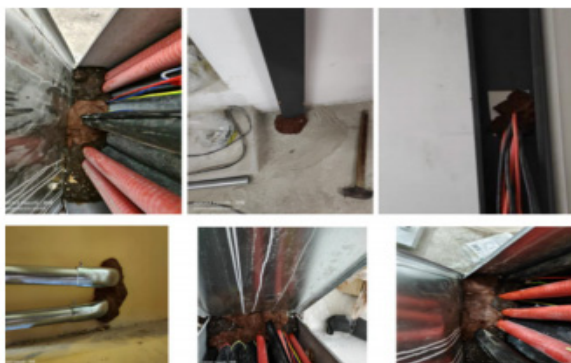


图2 缆防火泥封堵

风险管理应对。在光伏项目中,地质气候、交通、社会环境和技术等许多无法控制的因素对项目构成重大风险,如最常

见的社会风险。光伏项目的建设涉及土地使用权和林地使用等问题,可能导致与当地居民或利益相关者的冲突。此外交通条件通常很差,狭窄不平的道路会使建筑材料和设备难以运输。建筑工地也可能有交叉路口和频繁的车辆进出,增加了事故的风险。因此有效的风险管理是项目成功的关键因素。科学风险管理允许识别、评估、控制和解决各种潜在风险,减少项目的不确定性,确保项目目标的成功实现。对于可预测和可控制的风险,应采取预防措施,如加强设备质量控制提前规划运输计划组织、提前预警灾害和开展保护工作,以消除萌芽中的潜在风险。

需要建立一个全面的机制来应对突然和不可预测的风险。通过应急计划和对应急响应过程和责任的清晰定义,我们确保在危险事件发生时能够迅速作出反应并将损失降至最低。项目的组织由适当的专业管理团队组成整体管理中发挥领导作用。其他专业单位将纳入项目管理指南。土木工程相关设计、采购、施工管理,所有专业分包商建筑、劳动分包商和材料供应商都与总承包商签订了合同。在国家发展和改革委员会的领导下,项目部门应收集和明确批准建设的相关工作和程序。施工阶段未考虑到屋顶的预制消防线,通过增加维修项目消除破坏风险。由于该项目充分考虑到防水层的损坏,太阳能电池板的建造已经完成。

屋顶建造完成后,出现大漏屋顶的防水性重新加工,太阳能电池板的建设已经完成,这给恢复防水性带来了很大的困难动力成本大幅增加。此外,开发人员还按照国家标准制定了抗雷击项目,提高了设备的抗雷击能力。有关部门应严格遵守电力安全规定,定期检查和维修电气设备和电缆,确保电力安全。加强与利益相关者的沟通与协调,争取政治支持和优惠条件加强施工现场安全管理,制定详细的安全操作规则和事故计划加强与当地社区的沟通与合作,积极参与当地社区活动;同时要根据实际情况进行风险评估和管理,确保项目顺利进行。

结论:

根据建筑设计和组件的重量,设计团队设计了一个结构,以确保光伏系统在自然灾害期间的稳定性。通过科学建设规划和安全管理的结合,克服了项目的危险成功应用了光伏项目。这不仅提高了安全性还为企业节省了能源成本促进了绿色发展。

[参考文献]

- [1]姜瑞星.石油化工项目建设与试生产过程安全管理探索与实践[J].石油化工安全环保技术,2022,38(3):9-12.
- [2]陈成鹏.建筑屋面分布式光伏发电项目设计探讨[J].电力设备管理,2023(13):57-59.
- [3]王秀森.输变电工程利益相关方利益均衡分配研究[J].工程管理学报,2024(6):115.