

光伏发电技术及光伏发电项目施工管理分析

杜学平

华电西藏能源有限公司 西藏 拉萨 851400

摘要：光伏发电技术可再生能源利用技术中的佼佼者，凭借其独特的优势，正逐渐成为能源领域的重要支柱。本文先是深入剖析了光伏发电的技术原理，接着讨论了光伏发电项目施工管理中存在的一些难点，包括人员管理难点、材料管理难点、光伏项目进度控制难点等问题，这些难点与问题对光伏发电项目的管理造成了不小的障碍。因此，本文针对这些难点问题进行了逐个击破，并提出了相关措施，以期提高项目管理的效率和降低风险。

关键词：光伏发电技术；光伏发电项目；施工管理

引言

随着全球能源结构的转型和气候变化问题的日益严峻，光伏发电作为清洁能源的重要组成部分，正迅速发展并广泛应用于各个领域。光伏发电技术以其清洁、安全、可持续等优点，成为未来能源发展的重要方向。然而，光伏发电项目的施工管理复杂多变，涉及众多环节和领域，如何有效提升项目管理效能，确保工程质量和投资回报，是行业内亟需解决的问题。

1 光伏发电技术

光伏效应是光伏发电技术的核心，它揭示了光线如何被太阳能电池吸收并转化为电能的过程。第一，能量转化阶段。当光线照射到太阳能电池表面时，会发生一系列复杂的相互作用。这些光线包含了大量的光子，它们以波的形式传播并携带能量。当光子与太阳能电池表面的半导体材料相互作用时，如果光子的能量足够高（即其频率与半导体材料的能带结构相匹配），光子就会被吸收。在这一过程中，光子的能量被转化为半导体材料内部的电子能量，使得电子从低能级状态跃迁到高能级状态。第二，电子-空穴对的产生阶段。在半导体材料中，电子通常处于特定的能带中，这些能带包括价带和导带。在光照下，吸收了足够能量的电子会从价带跃迁到导带，留下一个空穴（即缺少电子的位置）。这个过程中，一个电子和一个空穴就形成了一个电子-空穴对。第三，内部分离阶段。在太阳能电池中，通常存在一个特殊的界面层，如PN结。PN结是由两种不同类型的半导体材料（P型半导体和N型半导体）组成的，它们之间形成了一个内建电场。当电子-空穴对在PN结附近产生时，内建电场会将电子推向N型区域，将空穴推向P型区域。这个过程使得电子和空穴在PN结附近被有效地分离^[1]。第四，电压形成阶段。当电子和空穴被分离后，它们会在太阳能电池的两端形成电压。电子在N型区域积累形成

负电荷区，而空穴在P型区域积累形成正电荷区，这两个区域之间的电位差就形成了电压，这个电压可以被外部电路检测到并用于驱动电流。电压的数值取决于多个因素，包括光子的能量、半导体材料的性质、PN结的设计等。通常，为了提高太阳能电池的效率，需要优化这些参数以实现更高的电压输出。

2 光伏发电项目施工管理难点

2.1 人员管理难点

在光伏发电项目施工管理中，人员管理无疑是一项至关重要的任务。然而，在实际操作过程中，人员管理往往面临着诸多难点，这些难点不仅影响着施工质量和效率，也对项目的整体进展和安全带来了不小的挑战。第一，人力资源配置。发电项目施工涉及的工种多、技术复杂，要求施工人员具备丰富的专业技能和实际操作经验，由于施工人员技能水平参差不齐，往往导致施工质量和效率难以保证。一些技能水平较低的施工人员可能无法胜任某些关键工作，而技能水平较高的施工人员又可能因为缺乏合适的岗位而无法充分发挥其能力。第二，团队协作与沟通。发电项目施工涉及多个部门和多个专业领域的合作，需要团队成员之间保持紧密的协作和沟通。然而，在实际操作中，由于团队成员之间沟通不畅、信息传递不及时等原因，往往导致工作效率低下、工作失误频发；不同部门之间由于利益诉求、工作习惯等方面的差异，也容易出现协作不紧密的情况，这些问题不仅会影响项目的整体进展和质量，还会增加项目的风险和不确定性。

2.2 材料管理难点

材料采购周期长和材料价格波动大这两个问题，常常给项目的施工进度和成本控制带来严峻的挑战。第一，材料采购周期长。光伏项目通常需要大量的材料和设备，这些材料和设备的采购往往涉及多个环节和多个

供应商。由于供应链的复杂性，材料从下单到到货的周期往往较长，这不仅会导致施工现场的等待时间增加，还可能因为材料供应不及时而影响到后续的施工工序；采购周期长还可能因为供应商选择不当或采购流程繁琐而进一步延长。第二，材料检验和验收方面难点。由于检验标准复杂、检验设备和技术要求高以及检验人员经验不足等原因，材料检验和验收过程往往面临诸多挑战。检验标准可能因材料种类和用途的不同而有所差异，需要项目方具备专业的知识和技能；检验设备和技术要求也可能非常高，需要项目方投入大量的资金和人力资源；检验人员的经验和素质也是影响检验和验收效果的关键因素。如果检验人员经验不足或素质不高，就可能导致检验结果不准确或存在漏检现象^[2]。

2.3 光伏项目进度控制难点

光伏项目进度控制是确保项目按时完工、实现经济效益和社会效益的关键环节，但进度控制往往面临着诸多难点和挑战。（1）预测与控制难点。制定合理可行的进度计划是进度控制的基础，然而，由于影响进度的因素众多，制定进度计划时需要综合考虑各种因素，并进行合理的预测和评估，这要求项目团队具备丰富的经验和专业的知识，能够准确判断各种因素对施工进度影响程度；由于施工现场的复杂性和不确定性，进度监控往往面临着很大的挑战；由于调整方案可能涉及到多个方面的变化，如人员、材料、设备等，因此调整方案的制定和实施往往需要耗费大量的时间和精力。（2）进度延误。由于施工周期延长，项目需要支付更多的人工成本、设备租赁费用和管理费用等；如果项目进度延误导致设备无法按时投入使用，还可能产生额外的设备闲置费用；为了赶工，项目团队可能会采取一些不合理的施工方法或材料，进一步降低施工质量。客户对项目的期望往往与项目完成时间密切相关，如果项目进度延误，可能导致客户对项目的不满和投诉，甚至影响企业的声誉和形象。

3 光伏发电项目施工管理优化措施

3.1 人员管理优化措施

（1）完善人员配置与培训。在项目启动阶段，项目管理者应深入分析项目需求，明确所需的专业技能和知识领域，从而确保每个岗位都有合适的人选；新员工的技能水平和项目理解程度直接影响到项目的顺利进行，加强新员工培训，提高其技能水平和项目适应能力，对于项目的成功实施具有重要意义；定期举办内部培训也是提升团队整体素质的有效途径，员工可以不断学习和掌握新的知识和技能，保持与时俱进，提高团队

的整体竞争力。（2）加强沟通与协作。项目管理者应确保信息传递畅通无阻，避免信息孤岛和重复工作，这可以通过定期的项目会议、周报、邮件等方式实现；为了增强团队凝聚力，可以定期组织团队建设活动，如户外拓展、聚餐、文化沙龙等，让员工在轻松愉快的氛围中加深彼此的了解和信任；项目管理者应鼓励不同部门之间的交流和合作，打破部门壁垒，实现资源共享和优势互补；通过项目管理软件，可以实现任务分配、进度跟踪、文件共享等功能，使团队成员能够更加方便地协作和沟通^[3]。

3.2 建立完善材料管理体系

针对当前光伏项目材料管理面临的难点，建立完善材料管理体系是确保项目顺利进行、提高项目质量和效率的关键。第一，建立完善材料管理体系。这些流程和规范应涵盖从材料采购、入库、检验、存储、使用到报废的整个过程，明确每个环节的具体操作要求和责任人，确保每个环节都按照规定的流程和规范进行；为了有效执行这些流程和规范，需要设立专门的材料管理部门或岗位，并明确其职责和权限，这个部门或岗位应负责整个材料管理体系的建立、实施和维护，以及监督各个部门和人员按照规定的流程和规范进行操作。第二，加强材料质量控制。制定严格的材料检验标准和流程，这些标准和流程应涵盖材料的外观、性能、尺寸等多个方面，确保材料符合项目要求；引入专业的检测设备和人员，这些设备和人员应具备相应的专业知识和技能，能够准确判断材料的质量是否符合要求；对于不合格的材料，应及时进行处理和记录，防止类似问题再次发生。第四，加强材料库存管理。通过对项目的深入分析和预测，可以准确估计所需材料的种类、数量和时间，从而制定合理的库存计划；通过分类和标识，可以方便地对材料进行查找和使用；通过合理的存储方式，可以确保材料在存储过程中不受损坏和污染。定期进行库存盘点和清查也是必要的。通过盘点和清查，可以及时发现和处理库存问题，如积压、丢失或损坏等，确保库存的准确性和完整性。

3.3 光伏项目进度控制管理优化措施

（1）建立灵活的进度计划。由于光伏项目对天气条件有着高度的依赖性，因此必须根据历史天气数据和气象预测来合理安排施工进度；为了应对不可预见因素，如恶劣天气、设备故障等，可以引入缓冲时间和关键路径法^[4]。通过为关键任务预留额外的缓冲时间，可以确保在出现意外情况时项目仍能按时完成；进度计划需要定期审查和更新，以确保与实际进展相符。项目团队应密

切关注项目进展情况，及时调整进度计划，以应对可能出现的延误和偏差。（2）加强供应链和物流管理。在选择供应商时，应注重其产品质量、交货能力和售后服务等方面的表现；与供应商建立长期稳定的合作关系，可以确保材料供应的稳定性和及时性；为了应对供应链和物流中断的风险，项目团队需要建立应急预案，包括备选供应商的选择、物流路线的调整等；引入先进的供应链和物流管理技术，如物联网、大数据等，可以提高管理效率，降低物流成本和风险。（3）强化技术管理和变更控制。组建专业的技术团队、制定详细的技术方案、加强技术培训和知识更新等；为了应对项目过程中的变更需求，需要实施严格的变更控制流程，项目团队应建立变更申请和审批制度，对变更进行必要的评估和分析，确保变更的合理性和必要性。对于不必要的变更，应及时予以拒绝或调整，以减少对进度的影响。

4 项目分析

在西藏自治区，为了增强地区供电保障能力，全力推进保供项目成为了迫切需求。那曲色尼保供项目作为2022年下达的重大民生工程（见图1），其重要性不言而喻。该项目位于高海拔的那曲市色尼区，旨在通过建设12万千瓦的装机规模，包括12万千瓦时的储能，为那曲地区提供稳定的电力支持。



图1 2022年西藏已投产规模最大的光伏保供项目—那曲色尼保供项目现场

项目完成后，预计年均发电量可达2.47亿千瓦时，这不仅将显著减少标煤消耗和二氧化碳排放，更能在冬春季节缓解电力供需紧张，有效填补西藏高峰期的电力

缺口。但是，面对高海拔、低氧、低温及严格的环保要求，加之病毒蔓延对施工资源的严重挑战，项目建设难度极大。为此，项目团队需提前规划、周密部署，确保各项工作的顺利推进。成功实现保供投产目标，不仅将有力推动华电在藏区的高质量发展，更是对华电品牌形象的一次重要展示（见图2）。



图2 那曲色尼保供项目全容量并网

结语

通过对光伏发电技术及项目施工管理的系统分析，可以看出，高效的施工管理对于光伏项目的成功至关重要。在实际操作中，应注重全面规划与动态调整相结合，强化关键阶段的监督和控制，同时不断优化供应链管理，以应对自然环境和市场变化的不确定性。展望未来，随着技术的不断进步和政策的支持，光伏发电将在能源结构中占据更加重要的地位，为全球的绿色低碳发展作出更大贡献。

参考文献

- [1]邓贵波,张家瑞.太阳能热发电参与调节的多源联合发电系统两阶段调度策略[J].太阳能学报,2021(12):86-92.
- [2]孙阔,张雪菲.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(3):402-409.
- [3]戴晖,常平.高比例光伏并网下火电机组爬坡压力缓解策略[J].计算机仿真,2021(9):95-101.
- [4]李乐,安源.适应于光伏电站主变压器的差动保护工作模式[J].电网与清洁能源,2022(3):97-104.