

浅析光伏电站的光伏组件选型策略

贺 瑞 赵建忠 王月华

内蒙古华电锡林浩特新能源有限公司 内蒙古 锡林浩特 026000

摘 要：光伏组件选型关乎电站运营成效。选型核心原则包括场景适配、性能平衡、效益优先；关键影响因素有应用场景与环境、核心技术参数、经济性指标。晶体硅、薄膜、新型高效组件各有特点与适用场景。选型实施路径为明确需求与条件、多维度对比筛选、全生命周期经济性评估，同时要注重风险规避与质量管控，选优质品牌组件。

关键词：光伏电站；光伏组件；选型策略

引言：光伏组件选型是光伏电站建设的关键，关乎电站全生命周期运营成效。其需综合权衡技术适配性、经济合理性与长期可靠性等多方面因素。在实际选型中，要充分考虑电站应用场景与环境条件、组件核心技术参数、经济性指标等关键影响因素。同时，需明确电站核心需求与约束条件，开展多维度参数对比与筛选，进行全生命周期经济性评估，并做好风险规避与质量管控，以实现电站经济效益最大化。

1 光伏组件选型的核心原则

光伏组件选型作为光伏电站建设的关键环节，直接关系到电站全生命周期的运营成效，需全面围绕电站长期稳定运行与高效发电的目标，综合权衡技术适配性、经济合理性以及长期可靠性等多方面因素，其核心原则主要体现在以下三个方面。（1）是场景适配原则。不同地区的环境条件差异显著，温度、光照强度、湿度、风沙状况等都会对光伏组件的性能产生影响。同时，安装场景也多种多样，包括地面、屋顶、水面等。因此，组件类型与安装方式的选择必须与电站所处的具体环境和安装场景高度适配。例如，在高温高湿地区，应选用具备良好散热和防潮性能的组件；在风沙较大的区域，组件需具备较强的抗风沙侵蚀能力；对于屋顶安装场景，要充分考虑组件的重量和尺寸，确保屋顶结构能够承受。（2）是性能平衡原则。光伏组件的转换效率、温度系数、抗衰减能力等核心参数相互关联、相互影响。在选型过程中，不能单一地追求某一高参数，而应综合考虑各参数之间的平衡。过高的转换效率可能伴随着较高的成本和较差的温度适应性，而良好的抗衰减能力则能保证组件在长期使用过程中保持稳定的发电性能。（3）是效益优先原则。这要求在选型时综合考量组件的采购成本、安装成本、运维成本以及发电收益。不能仅仅关注初始采购成本，而忽视了后续的安装和运维费用。要以全生命周期收益最大化为核心目标，通过精确的成本效益分析，选

择性价比最高的光伏组件，从而实现电站的经济效益最大化^[1]。

2 光伏组件选型的关键影响因素分析

2.1 电站应用场景与环境条件

电站应用场景与环境条件是光伏组件选型时必须重点考量的关键因素，不同场景与环境对组件的要求有着明显差异。（1）地面集中式电站通常选址于光照资源丰富的平原或荒漠地带，这里土地资源相对充裕，光照时间长且强度大。基于此，可优先选用大功率、高效率的组件，这样能在有限的土地面积上安装更多发电设备，有效降低单位发电量的土地占用成本和安装成本，提高整体发电效益。（2）分布式屋顶电站受屋顶面积和承重能力的严格限制，选型时需优先考虑组件的尺寸和重量，确保能合理安装在屋顶上。同时，要兼顾组件的抗风载、抗冰雹等防护性能，以应对复杂多变的天气状况。（3）高海拔地区紫外线辐射强、昼夜温差大，应选择耐候性强、温度系数优异的组件，保证其在极端环境下稳定运行。沿海地区湿度大、盐雾腐蚀严重，则要选用具有防腐封装工艺的组件，延长组件使用寿命。

2.2 组件核心技术参数

在光伏组件选型过程中，核心技术参数是决定组件性能与电站效益的关键因素。（1）转换效率堪称核心指标中的核心，它直接关乎电站的发电能力。高效组件在相同装机容量下，能够捕获更多太阳能并转化为电能，显著提升年发电量。然而，高效组件往往伴随着较高的价格溢价，因此在实际选型时，需综合权衡其带来的发电增益与成本增加，找到性价比的最优解。（2）温度系数反映了组件在高温环境下的发电衰减特性。负系数绝对值越小，意味着组件在高温工况下性能越稳定，对于地处热带、亚热带等高温地区的电站而言，选择此类组件能有效减少因高温导致的发电损失。（3）衰减率涵盖首年衰减与线性衰减，低衰减组件可确保电站长期稳定发

电, 延长有效发电年限。此外, 组件功率等级必须与逆变器等设备参数精准匹配, 否则会出现“组件-逆变器”不兼容问题, 造成效率损失^[2]。

2.3 经济性指标

组件采购成本是电站初期投资的重要组成部分, 需结合单位功率成本(元/W)与发电效率, 计算单位发电量的成本投入; 安装成本与组件尺寸、重量相关, 大功率组件虽可减少安装数量, 但可能增加运输与吊装成本; 运维成本需考虑组件可靠性与寿命, 优质组件可降低故障发生率与更换成本; 投资回收期与内部收益率是选型的核心经济评价指标, 需通过全生命周期成本收益分析, 判断组件选型的经济可行性。

3 不同类型光伏组件的技术特点与适用场景

3.1 晶体硅光伏组件

晶体硅光伏组件凭借其成熟的技术和稳定的性能, 占据着当前光伏市场的主流地位, 主要分为单晶硅与多晶硅组件两大类。(1) 单晶硅组件在技术性能上表现卓越。其转换效率处于较高水平, 主流量产效率可达23% - 26%, 能在有限的光照条件下产生更多电能。同时, 它具有衰减率低、寿命长的优势, 通常使用寿命可达25年以上, 可长期稳定运行。不过, 其制造成本相对较高。基于这些特点, 单晶硅组件适用于对发电效率有着高要求的场景, 比如土地资源紧张的地面集中式电站, 需要充分利用有限土地获取更多电量; 也适用于高端分布式电站, 以满足对电能质量和稳定性的高标准需求。(2) 多晶硅组件则有着不同的特性。它的成本较低, 生产工艺成熟, 且抗遮挡能力略优于单晶硅组件。但效率方面稍逊一筹, 主流量产效率在21% - 23%。所以, 多晶硅组件更适合预算有限、光照条件一般的分布式电站, 或是小型地面电站, 能在成本控制和发电需求之间实现较好的平衡。

3.2 薄膜光伏组件

薄膜光伏组件作为光伏领域的重要分支, 涵盖了碲化镉(CdTe)、钙钛矿等多种类型, 具备独特的技术特性与适用场景。(1) 薄膜组件整体具有柔性好、重量轻的显著优势。其良好的柔性使得柔性薄膜组件能够完美适配曲面屋顶、建筑幕墙等特殊安装场景, 打破了传统刚性组件在安装空间和形状上的限制, 为建筑一体化光伏(BIPV)的发展提供了有力支持。同时, 薄膜组件温度系数优异, 在高温环境下性能衰减较小; 弱光响应强, 在光照条件不佳时仍能保持一定的发电效率。(2) 钙钛矿组件转换效率提升极为迅速, 展现出巨大的发展潜力, 然而其长期稳定性仍有待进一步验证, 目前多应用于特定场

景示范项目, 以积累运行数据和经验。碲化镉组件规模化应用已较为成熟, 凭借其出色的性能, 适合高温、多雾等特殊气候地区, 但存在原材料稀缺的问题, 这在一定程度上限制了其大规模的推广应用。

3.3 新型高效组件

在光伏技术持续革新的浪潮中, 新型高效组件成为行业关注的焦点, 其中异质结(HJT)组件、TOPCon组件等表现尤为突出。(1) 这类新型高效组件具备显著优势, 它们同时拥有高转换效率与低衰减率的特性, 能在长期运行中稳定输出更多电能。具体来看, HJT组件温度系数低, 意味着在高温环境下, 其性能衰减幅度小, 能保持较高的发电效率; 并且它具有双面发电的能力, 可充分利用来自背面反射的光线, 实现发电增益的显著提升。TOPCon组件则在量产成本与效率之间达成了较好的平衡, 既保证了较高的转换效率, 又在一定程度上控制了生产成本。(2) 基于上述优势, 新型高效组件十分适合对发电收益要求高、追求长期稳定回报的大型地面电站与工商业分布式电站。不过, 这类组件也存在一定局限, 其初期投资成本高于传统晶体硅组件。但从长远来看, 可通过发电量的显著提升来弥补初期溢价, 实现整体经济效益的最大化, 展现出广阔的应用前景^[3]。

4 光伏组件选型的实施路径与注意事项

4.1 明确电站核心需求与约束条件

光伏组件选型是一项系统且严谨的工作, 首要步骤便是精准明确电站的核心需求与约束条件。(1) 在核心需求方面, 要清晰界定电站类型, 集中式电站通常规模较大、集中连片, 对电量和稳定性要求极高; 分布式电站则更为灵活, 可安装于各类建筑表面, 需兼顾与周边环境的协调性。同时, 安装场景的差异也至关重要, 地面安装需考虑地形地貌和土地利用效率, 屋顶安装要评估承重和防水性能, 水面安装则对组件的防水和抗腐蚀能力提出特殊要求。此外, 装机规模直接决定了组件的数量和功率需求, 投资预算则限制了可选组件的成本范围, 需在成本与性能之间寻求最佳平衡。(2) 在约束条件上, 要全面梳理土地或屋顶资源状况, 包括可用面积、产权归属等。当地光照与气候数据是影响组件发电效率的关键因素, 需详细分析。同时, 要严格遵循电网接入要求, 确保发电能够顺利并网。运维条件的评估也不容忽视, 便捷的运维可降低后期成本, 提高电站可靠性。

4.2 开展多维度参数对比与筛选

在明确电站核心需求与约束条件后, 光伏组件选型进入关键的多维度参数对比与筛选阶段。(1) 依据前期确定的核心需求, 从市场上精心筛选出3 - 5种具备竞争

力的候选组件,为后续深入对比提供丰富样本。对比工作需从多个关键维度展开:技术参数层面,重点关注转换效率,它直接决定了组件的发电能力;温度系数反映了组件在不同温度环境下的性能变化,对实际发电效果影响显著;衰减率则关乎组件的长期稳定运行,低衰减率意味着更持久的发电性能。环境适应性方面,耐候性决定了组件能否抵御当地恶劣气候,如高温、严寒、强风等;防护等级体现了组件对灰尘、雨水等的防护能力。供应链稳定性也不容忽视,品牌口碑反映产品质量与售后服务水平,产能保障则确保项目按时推进。(2)结合电站所处区域的辐照数据,借助光伏系统仿真软件,精准计算不同组件的发电量差异,为最终选型提供量化依据。

4.3 全生命周期经济性评估

在光伏组件选型过程中,全生命周期经济性评估是至关重要的环节,它能为决策提供科学、全面的依据。(1)要构建一套严谨的全生命周期成本收益模型,该模型需综合考虑多方面因素。在成本方面,涵盖组件采购成本,这是初始投资的重要组成部分;运输安装成本,包括将组件运至项目现场的费用以及安装调试的人工和材料成本;运维成本,涉及组件日常维护、检修以及可能出现的故障更换等费用。在收益方面,要准确核算发电量收益,根据当地的光照条件、组件性能等因素预测发电量,并结合电价计算收益;同时,充分考虑补贴政策,不同地区和时期的补贴标准会对项目收益产生显著影响。(2)通过该模型,精确计算不同组件选型方案的投资回收期、内部收益率等关键指标。在最终决策时,应优先选择全生命周期收益最高的方案,而非仅仅着眼于初期采购成本最低,以确保项目在整个生命周期内实现经济效益的最大化。

4.4 风险规避与质量管控

在光伏组件选型阶段,风险规避与质量管控是保障项目顺利推进与长期稳定收益的重要基石。(1)选型时,

应将目光聚焦于具备核心技术的品牌厂商。这类厂商往往在研发上投入巨大,掌握着先进的生产工艺与独特技术,能确保组件具备高效、稳定等优异性能。同时,产能稳定意味着其能够按时、足量供应组件,避免因供应短缺导致项目工期延误。完善的售后服务体系则能在组件出现问题时,及时提供维修、更换等服务,降低运维成本。要坚决避免选用小众品牌或无资质产品,这类产品可能存在质量参差不齐、技术不过关等问题,给项目带来潜在风险。(2)需严格核查组件的认证证书,如TÜV、UL、CQC等。这些权威认证是产品符合国际国内标准的有力证明。还应重点关注组件的质保条款,产品质保通常为10-15年,功率质保提供25年线性衰减保障,完善的质保能有效降低长期运行风险^[4]。

结束语

光伏组件选型作为光伏电站建设的关键前置工作,意义重大且影响深远。从遵循场景适配、性能平衡、效益优先的核心原则,到深入剖析应用场景、技术参数、经济性指标等关键影响因素;从明确核心需求、多维度筛选,到开展全生命周期经济性评估、做好风险规避与质量管控,每一步都紧密相连、环环相扣。只有严谨遵循这一系列流程与要点,才能选出最适合的光伏组件,为光伏电站全生命周期的稳定运行与高效发电筑牢根基,推动光伏行业朝着更优质、更高效的方向稳健发展。

参考文献

- [1]蔡高原.光伏组件技术现状及选型分析[J].河南科技,2022,41(23):44-48.
- [2]李明,张伟,王磊.光伏组件选型及光伏阵列配置优化研究[J].太阳能学报,2022,43(10):3456-3462.
- [3]王晓东,赵敏,陈思.光伏组件选型与光伏阵列配置优化策略研究[J].电力系统自动化,2021,45(12):1-6.
- [4]刘婷婷,李刚,王磊.基于遗传算法的光伏阵列配置优化研究[J].电气自动化与信息,2020,36(5):1-5.