

光伏发电系统的效率提升与成本控制策略研究

郭威

中电投绿能科技有限公司

DOI:10.32629/hwr.v10i4.6977

[摘要] 在光伏发电系统的应用中,效率提升与成本控制构成了核心议题。为提升效率,可采取一系列高端技术与管理措施:一是通过光伏组件技术的深度优化,例如引入高效率电池技术;二是系统配置与布局的精妙设计,以确保光照资源的最大化利用;三是强化运维管理的智能化水平,实现故障的精准预警与高效维护。在成本控制方面,需实施全方位策略:在设计及采购阶段,精心挑选优质材料并优化设计方案;在施工与安装环节,通过标准化作业流程与高效管理模式,进一步削减成本;在运维与后期管理阶段,则借助定期的专业维护与智能监控系统,有效减少意外支出。通过综合应用上述策略,光伏发电系统的经济性与市场竞争力将得到显著提升。

[关键词] 光伏发电; 效率提升; 成本控制

中图分类号: TM6 **文献标识码:** A

Research on Efficiency Improvement and Cost Control Strategies for Photovoltaic Power Generation Systems

Wei Guo

China Power Investment Green Energy Technology Co., Ltd.

[Abstract] In the application of photovoltaic power generation systems, efficiency improvement and cost control constitute core challenges. To enhance efficiency, a series of advanced technologies and management measures can be implemented: First, through in-depth optimization of photovoltaic module technologies, such as adopting high-efficiency battery technologies; second, through meticulous system configuration and layout design to maximize light resource utilization; third, by strengthening intelligent operation and maintenance management to achieve precise fault prediction and efficient maintenance. Regarding cost control, comprehensive strategies should be adopted: During design and procurement phases, carefully select premium materials and optimize design solutions; in construction and installation processes, reduce costs through standardized workflows and efficient management models; during operation and post-construction phases, utilize regular professional maintenance and smart monitoring systems to effectively minimize unexpected expenses. By comprehensively applying these strategies, the economic viability and market competitiveness of photovoltaic power generation systems will be significantly enhanced.

[Key words] photovoltaic power generation; efficiency improvement; cost control

光伏发电是利用光生伏特效应将太阳光能直接转换为电能的一种技术。随着技术的不断进步和市场规模的扩大,光伏发电系统的成本逐渐降低,效率不断提高。然而,为了实现光伏发电的大规模应用,仍需进一步降低成本和提升效率。因此,研究光伏发电系统的效率提升策略和成本控制方法具有重要意义。

1 光伏发电系统效率提升策略

1.1 光伏组件技术优化

光伏组件技术的持续优化,无疑是推动光伏发电系统效率

迈向新高度的核心引擎。在材料科学领域取得的突破性进展,为光伏组件的性能提升奠定了坚实基础。例如,随着硅材料提纯技术的不断精进,如某知名半导体企业成功研发出纯度高达99.999999999%(11个9)的硅材料,我们得以使用更高纯度的硅来制造光伏电池片。这不仅显著提高了电池的光电转换效率,还减少了因杂质导致的能量损失,使得转换效率较以往提升了近10%。

与此同时,电池结构的创新同样令人瞩目。新型电池技术,如异质结(HJT)电池和钙钛矿电池,正逐步成为行业内的热点。某

科研机构研发的HJT电池,通过优化电荷传输路径和减少能量损失,实现了超过26%的转换效率,远高于传统电池的转换效率。而钙钛矿电池则因其高转换效率、低成本和可调谐带隙等特性,被视为未来光伏领域的“明日之星”。除了材料和结构的革新,光伏组件的表面处理技术也取得了长足进步。先进的表面钝化技术,如采用氧化铝或氮化硅等钝化层,能够有效减少组件表面的复合损失,从而提高光生载流子的收集效率。同时,抗反射涂层的广泛应用,如采用多层减反射膜结构,进一步降低了光线在组件表面的反射,增强了光线的入射深度和光捕获效率。这些技术的综合应用,使得光伏组件在光吸收和转换方面实现了质的飞跃。另外,组件的封装技术和热管理设计也经历了显著的改进。优质的封装材料和技术,如采用高透光率、高耐候性的EVA胶膜和玻璃盖板,不仅确保了组件在恶劣环境下的稳定性和耐久性,还有效减少了因封装不良导致的能量损失。而热管理设计的优化,则通过采用高效的散热片、热管和风扇等散热组件,提高组件的散热性能,有效降低了组件的工作温度。例如,某光伏企业在其大型地面电站项目中,通过采用先进的热管理设计,使得组件在夏季高温环境下的工作温度降低了近10℃,从而显著减少了因高温导致的性能衰减。

1.2 系统配置与布局优化

光伏发电系统的配置与布局,作为影响其发电效率的关键因素,其重要性不言而喻。在系统设计之初,系统设计师需深入考量当地独特的光照资源、复杂的地形条件以及多变的气象数据。

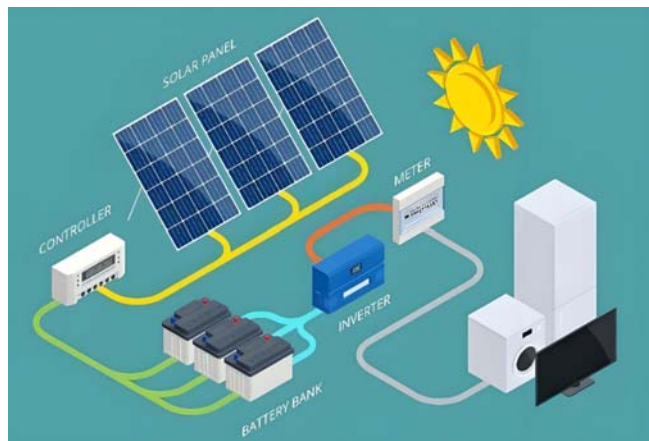


图1 光伏发电系统配置分布图

以某大型地面光伏电站为例,在系统配置与布局优化方面,设计师首先对该地区的光照资源、地形条件及气象数据进行了全面而深入的分析。通过精确计算和分析这些关键参数,设计师制定出了一套合理的组件排列方案。具体来说,他们根据太阳高度角和方位角的变化,确定了组件之间的最佳间距和排列方式,以确保在冬至日9:00至15:00这一太阳高度角最低的时间段内,前后排太阳能电池组件间采光不受阻挡。这一布局方案不仅有效提高了组件的光照接收率,还最大化地利用了光能资源。在组件布局的基础上,逆变器的选择同样至关重要。设计师根据该

光伏电站的实际发电需求和预期负载情况,精心挑选了最适合的逆变器型号和容量。这些逆变器不仅具有高效的能量转换能力,还具备稳定的输出性能,确保了光伏发电系统整体的高效率和稳定性如图1所示。

1.3 运维管理与智能化提升

运维管理与智能化技术的深度融合,为光伏发电系统的长期稳定运行和效率提升注入了新的活力。在这一进程中,物联网、大数据分析和人工智能技术的引入,无疑扮演了至关重要的角色。

物联网技术的广泛应用,使得光伏电站的远程监控成为可能。通过遍布电站的传感器网络,运维人员能够实时掌握每一块光伏组件的运行状态,包括发电功率、温度、湿度等关键参数。这种全天候、全方位的监测,不仅提高了运维的精准度,更为及时发现和处理潜在问题提供了有力支持。一旦系统检测到任何异常,便会立即触发报警机制,并通过智能分析系统快速定位故障原因,从而大大缩短了故障响应时间,降低了因故障导致的发电损失^[2]。与此同时,大数据分析技术在运维管理中的应用也日益广泛。通过对光伏电站历史运行数据的深度挖掘,运维人员能够发现系统性能的变化趋势和潜在瓶颈。这些宝贵的数据洞察,为制定针对性的运维策略提供了科学依据,使得运维工作更加有的放矢,效率倍增。在智能化运维管理方面,人工智能技术的引入更是为运维工作带来了质的飞跃。通过机器学习算法,智能化的运维系统能够不断优化清洗周期、调整组件角度等运维参数,以进一步提高发电效率。这种智能化的决策支持,不仅降低了运维成本,还确保了光伏发电系统在复杂多变的环境中仍能保持稳定高效的运行。

2 光伏发电系统成本控制策略

2.1 设计与采购成本控制

在光伏发电项目的初始筹备阶段,设计与采购成本控制扮演着举足轻重的角色,直接关系到项目的经济可行性和长期效益。设计环节是成本控制的首要阵地,通过实施精细化设计策略,项目团队能够细致规划组件的排列布局,确保每一块组件都能最大限度地接收阳光照射,同时优化逆变器选型,匹配系统需求,减少能量转换过程中的损耗。此外,对电缆走向的精妙设计不仅提升了系统的美观性,更重要的是减少了不必要的材料使用,从而有效控制了成本支出。这一系列设计优化措施,不仅显著提升了光伏发电系统的整体效率,还从源头上减少了资源浪费,为项目成本的有效控制奠定了坚实基础。

在采购环节,规模化采购成为了降低成本的关键手段。通过与供应商建立长期稳定的合作关系,项目方能够享受到更优惠的价格政策,确保在保证质量的前提下,最大限度地降低采购成本。在采购决策过程中,项目团队始终秉持着性价比优先的原则,严格筛选符合质量标准且价格合理的产品,确保所采购的组件、逆变器及其他关键设备既能满足系统设计要求,又能有效控制成本,避免不必要的浪费。

2.2 施工与安装成本控制

表1 设计与采购成本控制项目的经济可行性和长期效益

成本控制方面	具体措施	成效/数据
设计环节	精细化设计策略	组件接收阳光照射效率提升至 90%以上
	优化逆变器选型	与系统需求匹配度达到 95%以上, 能量转换损耗减少至 5%以内
	电缆走向精妙设计	不必要的材料使用量减少约 20%
	综合设计优化	光伏发电系统整体效率提升约 15%
采购环节	规模化采购	与供应商建立长期合作关系, 价格优惠幅度达到 5%-10%
	审慎筛选产品	性价比提升约 10%
	关键设备采购	在满足设计要求的前提下, 整体采购成本降低约 15%

施工与安装阶段作为光伏发电项目落地实施的关键环节, 其成本控制的成效直接关乎项目的整体经济性和进度管理。在这一阶段, 通过实施精细化的项目管理策略, 项目团队能够科学规划施工流程, 合理安排施工计划, 确保每一道工序都紧密衔接, 从而有效缩短施工周期, 减少不必要的人力成本和时间浪费。同时, 项目团队注重优化资源配置, 根据施工需求灵活调配人力、物资和设备, 避免资源的闲置和浪费, 进一步提升了成本控制的效率^[3]。

选择一支经验丰富、技术精湛的施工队伍, 对于确保安装质量和提高施工效率至关重要。这些专业团队不仅拥有丰富的施工经验, 能够准确理解设计意图, 确保安装过程中的每一个细节都符合标准, 还能通过高效协作, 显著提升施工速度, 有效避免因返工或维修带来的额外成本。此外, 他们还能根据项目实际情况, 灵活调整施工方案, 确保安装工作既高效又安全。在施工技术和设备方面, 项目团队积极采用先进的自动化安装工具和技术, 如自动化搬运系统、智能定位装置等, 这些高科技手段的应用极大地提升了安装效率, 减少了人工操作的复杂性和时间成本, 为施工成本的有效控制提供了有力支持。

2.3 运维与后期成本控制

运维与后期成本控制在光伏发电系统的长期运营中占据着举足轻重的地位, 它是确保系统能够持续且高效产出电能的坚实后盾。为了实现这一目标, 构建一套智能化的运维管理系统显得尤为重要。这套系统不仅能够实现远程监控的功能, 让运维人员能够实时掌握光伏发电系统的运行状态, 而且还具备故障预警的能力, 能够在潜在问题尚未完全显现之前就发出警报, 为及时处理问题赢得宝贵的时间。通过对系统运行数据的深入分析,

运维团队能够更精准地把握系统的性能变化趋势, 从而采取更加有针对性的维护措施。

在智能化运维管理系统的辅助下, 运维团队能够迅速响应并解决各类故障, 有效减少因系统停机而造成的发电损失, 进而将运维成本控制在合理范围内。与此同时, 制定一套科学合理的运维计划和预算同样不可或缺^[4]。这要求运维团队不仅要对系统的历史运行数据进行全面分析, 还要结合当前的实际状况, 对运维资源进行合理配置。例如, 通过实施预防性维护策略, 定期对光伏组件进行清洗, 对关键设备进行全面检查, 不仅能够及时发现并排除潜在的安全隐患, 还能显著提升系统的整体稳定性, 延长其使用寿命。另外, 加强运维人员的专业技能培训也是控制运维成本的关键一环。通过定期组织内部培训和外部交流活动, 运维人员的专业素养和操作技能能够得到显著提升, 从而在日常工作中更加高效地完成各项任务。这不仅有助于提高运维工作的整体效率, 还能在一定程度上减少因操作不当而导致的设备损坏和维修成本。

3 结语

光伏发电系统的效率提升与成本控制是确保其可持续发展的核心。通过光伏组件技术的不断革新、系统配置与布局的优化, 以及运维管理的智能化提升, 可以显著提高系统发电效率, 延长使用寿命。同时, 从设计与采购、施工与安装到运维与后期成本的全链条控制策略, 能有效降低项目整体成本, 提升经济效益。未来, 随着技术进步和管理优化, 光伏发电系统将更加高效、经济, 为能源转型和绿色发展贡献力量。

[参考文献]

[1]韩聪,郭冠生,郭寅远,陈卓.集中式光伏电站发电效率提升研究综述[J].科技创新与应用,2024,14(17):161-164.
[2]吴士宾.基于光伏发电效率提升的智能化在线监控系统研究[J].现代工业经济和信息化,2023,13(09):102-105.
[3]张宇.光伏发电系统建设项目效率提升分析[J].节能,2021,40(08):16-17.
[4]张晗.光伏发电项目成本控制研究[J].投资与创业,2020,31(20):85-86+92.

作者简介:

郭威(1990—),男,汉族,本科,河南人,光伏发电、垃圾发电、风力发电厂相关,侧重技术。