

分布式光伏发电项目光伏阵列布局优化探讨

王界项 施敬萍 刘伟
浙江嘉越能源科技有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i7.8202

[摘要] 在能源危机与可持续发展需求的推动下，分布式光伏发电项目愈发受到关注。光伏阵列布局作为影响分布式光伏发电系统能量产出与经济效益的关键环节，其优化设计至关重要。本文深入探讨分布式光伏发电项目中光伏阵列布局的优化策略，旨在为提升分布式光伏发电系统效率、经济性与稳定性提供理论参考与实践指导，推动分布式光伏发电产业的高效发展。

[关键词] 分布式光伏发电；光伏阵列布局；优化策略

Discussion on the optimization of photovoltaic array layout in distributed photovoltaic power generation projects

Wang Jiexu Shi Jingping Liu Wei

Zhejiang Jiayue Energy Technology Co., LTD.

[Abstract] Driven by the energy crisis and the demand for sustainable development, distributed photovoltaic (PV) power generation projects are gaining increasing attention. The layout of PV arrays is a critical factor affecting the energy output and economic benefits of distributed PV systems, making its optimization essential. This paper explores optimization strategies for PV array layouts in distributed PV projects, aiming to provide theoretical insights and practical guidance to enhance the efficiency, economy, and stability of these systems, thereby promoting the efficient development of the distributed PV industry.

[Key words] distributed photovoltaic power generation; photovoltaic array layout; optimization strategy;

当下全球都面临着能源难题，煤炭、石油这些传统能源的储量越来越少，且其利用过程产生大量污染物，对生态环境造成严重破坏，比如汽车尾气、工厂排出的黑烟，在这种情况下，分布式光伏发电作为一种清洁、可持续的能源解决方案，凭借其就近发电、就近并网、就近转换、就近使用的优势，在能源供应体系中占据愈发重要的地位。在分布式光伏发电系统中，在分布式光伏发电系统中，光伏阵列布局涵盖阵列布置与倾角设置等关键内容，直接关乎系统的发电效率与经济效益，因此，深入探讨分布式光伏发电项目光伏阵列布局的优化策略，具有重要的现实意义。

一、分布式光伏发电系统概述

分布式光伏发电和集中式光伏发电的核心原理都是“光

伏效应”。当太阳光照射到光伏电池这种半导体材料上，电子吸收了光子带来的能量，挣脱原子的束缚。在半导体内部电场的作用下，把电子和空穴分别推到两边，电子流动起来就产生了电流，这样就把光能变成了电能。分布式光伏发电系统主要由光伏电池、支架系统、逆变器、电能储能系统构成。光伏电池是核心，其质量和性能直接影响发电效率；支架系统用于固定光伏组件，需适配建筑或场地空间；逆变器将光伏电池产生的直流电转换为交流电，满足用电设备需求；电能储能系统可储存多余电能，应对光照变化、用电低谷等情况。

二、光伏阵列布置的关键考量因素

(一) 布置地点的选择

1. 地理位置与太阳辐射

光伏电站选址特别关键，地方不同，接受太阳辐射的情况差别巨大。低纬度地区每天照到太阳的时间也比较平均，而高纬度地区，冬天日照时间短，光照明显较少。所以建分布式光伏电站时，需结合项目所在区域的太阳辐射数据，优先选择太阳辐射资源丰富的区域。以我国为例，西北部分地区年太阳辐射总量高，适合发电；此外还需留意当地的地形。平坦开阔的地形有利于光伏阵列的大规模整齐布置，减少地形起伏导致的阴影遮挡与安装难度，所以在山地建电站前，一定要仔细测量地形，规划好光伏板的位置。

2. 环境条件与遮挡规避

周边的建筑物、树木、山体等，若距离光伏阵列过近，会在一天中的某些时段投射阴影，遮挡光伏板，降低其对太阳辐射的接收量。因此，在选址阶段，需对项目周边环境进行全面勘察，绘制遮挡物分布地图，计算不同时段遮挡物的阴影范围，确保光伏阵列布置区域尽量避开遮挡。例如，在城市分布式光伏发电项目中，屋顶光伏阵列布置需考虑周边高层建筑的遮挡。通过太阳轨迹模拟软件，分析不同季节、时段高层建筑阴影在屋顶的移动路径，合理规划光伏阵列在屋顶的布置区域与范围，避免阴影覆盖。

3. 地面稳定性与承载能力

光伏阵列安全稳定运行，需要良好承载能力与稳定性。不管是把光伏板布置在房顶上还是地面上，都得保证下面的基础能够承受光伏板、支架等设备的重量。如果在地面上建光伏电站，就得先检查一下土壤的状况，测试土壤的承载力、压缩性。如土壤太软、承重力不够，就得想办法加固；如果在屋顶上安装光伏板，就要先弄清楚屋顶的承载能力设计标准，同时还要注意屋顶的防水和防腐性能，避免光伏阵列布置对屋顶原有结构与功能造成破坏。

(二) 阵列排列方式的优化

1. 等距离排列

在安装光伏板的时候，有一种很常见的排列方法，让光伏阵列保持同样的距离，整整齐齐地排开，我们把这叫做等距离排列。在平坦场地，可以让光伏阵列顺着东西方向，或者南北方向排列。这种排列方式布局规整，便于施工安装与后期维护管理。间距的确定得考虑很多因素，如太阳高度角、日照时长以及避免阵列间相互遮挡等因素，在实际操作时，要结合当地的日照情况和场地条件进行调整，确保在全年大部分时段，阵

列间无明显遮挡，提升光伏板整体利用率。

2. 交错排列

交错排列是在等距离排列基础上的优化方式，如果想在同样的面积多安装光伏板，就可以使用交错排列。交错排列就是让光伏板按一定规律错开摆放，但这对距离和角度要求特别高，需精准计算，避免因交错导致的阴影遮挡问题。为了避免这种情况，工程师会用计算机模拟软件模拟结果，再仔细调整光伏板交错的距离和角度，实现既增加布置密度，又保障发电效率的目标。

三、光伏阵列倾角优化的原理与方法

(一) 倾角对发电效率的影响机制

光伏阵列倾角是指光伏阵列板面与地平面的夹角，其大小直接影响光伏板接收到的太阳辐射量。太阳高度角随日期、地点变化而改变，光伏阵列倾角需与之适配，才能使光伏板表面尽可能垂直于太阳光线，最大化接收太阳辐射。当光伏阵列倾角与太阳高度角之和为 90° 时，光伏板表面接收的太阳辐射最集中，发电效率理论上最高。但由于太阳高度角在一天内不断变化，无法时刻保持这种理想状态，因此需要综合考虑不同时段、季节的太阳高度角变化规律，确定一个相对最优的倾角，使光伏阵列在全年或特定时段内的发电效率总和最大化。

(二) 基于计算机模拟的倾角优化

将太阳位置模型与光伏阵列的位置、方位、倾角等参数输入光伏系统模拟软件，模拟不同倾角设置下，光伏阵列在全年或特定时段内的发电情况。软件通过计算太阳辐射接收量、光伏板发电效率等指标，输出不同倾角对应的发电量数据。通过对比不同倾角下的发电量，确定使发电量最大的倾角值，即为理论上的最佳倾角。例如，在我国北方地区，冬季太阳高度角小，为提升冬季发电效率，可适当增大倾角；夏季太阳高度角大，可适当减小倾角。通过计算机模拟，能够精准找到在不同季节、不同地理位置下，兼顾各时段发电效率的最佳倾角。

(三) 基于实测数据分析的倾角优化

通过在项目现场安装小型气象站与光伏监测设备，采集太阳辐射强度、光伏板发电量、环境温度等数据，统计不同季节、不同时段内，光伏阵列在不同倾角下的发电表现，通过数据拟合与分析，确定在不同季节和时段，使发电量相对较高的倾角范围。结合当地的能源需求与电网消纳情况，若项目在某时段电力需求大或电价高，可优先选择该时段发电效率高的倾角，

提升项目经济效益。

四、光伏阵列布局中安全性与可靠性的保障

(一) 地震影响与结构设计

地震会对光伏阵列的支架结构、基础等造成破坏，影响系统安全稳定运行。对于地震多发地区的分布式光伏发电项目，要按照当地的地震设防烈度，进行光伏阵列支架与基础的结构设计。采用抗震设计规范，选择合适的支架材料与连接方式，增加支架结构的抗震性能。例如，采用高强度钢材制作支架，优化支架的节点连接设计，使其具备一定的弹性变形能力，在地震作用下可吸收部分能量，减少结构破坏。同时，对光伏阵列基础进行加固处理，如采用桩基础，提升基础的抗震稳定性。

(二) 风荷载与雪荷载应对

不同地区的风速、降雪量存在差异，需根据当地气象数据，计算光伏阵列所承受的风荷载与雪荷载。对于高风速地区，要优化光伏阵列的布置方式与支架结构，降低风阻。例如，采用合理的阵列排列角度，使光伏板在大风天气下能够减少迎风面积，或者增加支架的抗风强度设计，采用三角形稳定结构等。在降雪量大的地区，需考虑光伏阵列倾角对雪滑落的影响。适当增大倾角，可使积雪在自身重力作用下更容易滑落，减少积雪对光伏板的压力与遮挡。同时，要对支架结构进行雪荷载验算，确保其能够承受积雪重量，避免因积雪过多导致支架坍塌。

五、分布式光伏发电项目光伏阵列布局优化的综合实施路径

(一) 多因素综合考量

在分布式光伏发电项目光伏阵列布局优化过程中，需综合考虑地理位置、地形地貌、环境条件、太阳辐射规律、经济性以及安全性等多方面因素。地理位置与地形地貌直接决定了光伏板能不能顺利安装；环境条件影响遮挡规避与布局可行性；太阳辐射规律是光伏板的倾斜角度和排列方式的依据。以一个位于丘陵地区的分布式光伏发电项目为例，首先需勘察地形，选择相对平坦、遮挡少的区域布置阵列；结合当地太阳辐射数据，通过计算机模拟与实测数据分析确定合理倾角；同时，考虑丘陵地区可能的强风、地震等灾害，优化支架与基础结构设计；最后，通过经济性分析，平衡投资成本与发电量收益，确定最终的光伏阵列布局方案。

(二) 优化方法的协同应用

在为分布式光伏发电项目设计光伏板布局时，计算机模拟、实地测量分析和经济性评估就需协同应用。计算机模拟能在短时间内把布局方案都进行预评估，为项目提供初步的优化方向；实测数据分析通过收集光伏板实际运行时的数据，对模拟结果进行验证与修正，让它更符合真实情况；经济性评估从项目收益角度出发，对优化方案进行筛选，确保布局优化既提升发电效率，又具备良好的经济效益。

(三) 项目全生命周期的优化理念

为光伏阵列进行布局优化需要贯穿整个项目的全生命周期。在项目施工过程中，需根据实际施工条件与场地变化，对布局进行适当调整；在项目运行阶段，随着周围的环境变化以及光伏板发电能力下降，也需要我们定期给光伏阵列布局进行评估与优化。通过长期观察和分析数据，一旦发现发电效率变低，就得调整光伏板的倾斜角度、清理遮挡物、更换光伏板位置，只有经常调整优化，光伏项目才能持续高效发电，带来稳定的收益。

结论

分布式光伏发电项目中，通过合理选择布置地点、优化阵列排列方式，能够减少遮挡，提升光伏板利用率；依据太阳辐射规律优化光伏阵列倾角，可最大化接收太阳辐射并平衡投资收益；同时，充分考虑自然灾害因素，保障系统安全性与可靠性，结合多方法协同应用与全生命周期优化理念，能够实现分布式光伏发电项目的高效、稳定运行。在未来的分布式光伏发电产业发展中，光伏阵列布局优化将朝着更精准、更智能、更经济的方向发展，为分布式光伏发电在能源转型中发挥更大作用提供有力支撑。

[参考文献]

- [1]潘大飞.太阳能光伏发电系统阵列布局优化与发电效率分析[J].通信电源技术, 2024, 41(9): 127-129.
- [2]袁鹏.光伏电站中光伏阵列布局对电气输出的影响[J].光源与照明, 2025(1): 129-131.
- [3]张屹然.光伏发电系统效率优化策略与实践研究[J].通信电源技术, 2025, 42(2): 134-136.

作者简介：王界项，出生年月：1990年5月，男，汉族，籍贯：浙江省嘉兴市，学历：本科，职称：工程师，研究方向：电气系统及其自动化。