

分散式风力发电的风资源评估及选址优化研究

邓声权

南方电网综合能源贵州有限公司 贵州贵阳 55002

摘要: 分散式风力发电系统依赖于精确的风资源评估和优化的选址方案,以提高发电功率输出和系统稳定性。基于沿海区域风能案例,分析了风速、风向、地形、电网接入等多维选址因素,构建了功率输出和成本效益的优化模型,提升发电效率。同时,通过多维协同优化策略,采用变桨距控制和能量存储系统,有效缓解了风力波动对发电稳定性的影响。研究成果为分散式风电项目的科学选址与稳定运行提供了理论依据与实践支持。

关键词: 分散式风力发电; 风资源评估; 选址优化; 功率输出; 系统稳定性

引言:

风力发电的基本原理是把风的动能转为电能,风能是一种新能源也是一种可再生资源,其蕴含的能量巨大,在全球煤炭、石油、天然气等不可再生能源日益减少的当下,各国开始重视各类新能源的开发,其中风资源被普遍的大规模的开发来进行风力发电。风能发电分为两大类,一类为集中式风能发电,一类是分散式风能发电,两类发电方式在装机规模、电网接入、投资规模的大小、风资源的分布方式,风电的消纳方式等都有所区别。于风资源的不稳定性及复杂的地理环境,选址优化成为分散式风电项目高效运行的核心问题。基于此,本研究围绕风资源高效利用、功率输出最大化及系统稳定性,针对沿海风能资源丰富区域进行了详细分析,并构建了适用于分散式风电的优化选址模型。本研究旨在提供分散式风电项目的规划与实施依据,以推动分散式风力发电在清洁能源领域的应用。

1. 分散式风力发电的风资源评估方法

1.1 多维风资源数据收集与处理

分散式风力发电的风资源评估需从多维角度全面获取数据,以确保评估结果的准确性和选址优化的有效性。在具体案例中,风速、风向、温度、气压等气象要素的实时数据采集是评估风资源的基础。采用高分辨率气象数据采集技术,结合遥感技术、气象站数据及卫星观测数据获取区域内风力资源分布信息,确保数据的广覆盖性和准确性^[1]。在数据处理阶段,将数据进行归一化处理,以消除数据尺度差异对分析的影响,通过风速频率分布、风向玫瑰图等工具进行定量分析。使用大数据分析平台整合多年来的气象数据,构

建区域性风资源数据库,为后续的评估提供长期可靠的基础数据支持。在数据校验阶段,通过对比气象站历史数据,确保实时数据的可靠性,构建高精度的风资源地图。

1.2 适用于分散式风电的风资源评估模型构建

基于充分的数据收集与处理,构建适用于分散式风力发电的风资源评估模型至关重要。该模型从案例地实际出发,整合不同气象因素,通过多元回归分析方法,定量评估风速、风向及年均风能密度等关键要素对发电功率的贡献度。模型设计采用气象因素多维叠加的方式,以风速-风能转换效率为核心,构建能有效预测风电系统输出功率的数学模型。考虑分散式风电对小规模、局地化选址的需求,模型中融入地理和经济约束条件,通过优化算法实现风资源利用效率的最大化。模型动态反馈风资源变化情况,通过实时监测风速变化与发电效率的关系,调整风电系统的运行参数。结合案例的实测数据验证模型的预测精度,通过误差分析优化模型参数,从而在满足电网需求的前提下最大化风资源的利用。模型的构建不仅提升了选址的精确度,同时为后续风电场的运维管理提供了科学依据。

2. 分散式风电选址优化的关键因素分析

2.1 选址影响因素的识别与分析

分散式风力发电的选址涉及多方面因素,需要全面评估自然、经济和技术等多维要素。以某沿海地区为案例,选址的首要影响因素是风资源的稳定性与可利用率。该区域的年均风速为 6.5m/s,在风能资源的等级划分中,属于优质风能资源区域,且风向稳定,适合分散式风力发电的建设。地形条件也直接影响风资源的分布和风电机组的布局^[2]。该地

区地形以丘陵和平原为主，坡度小于 10%，有利于风力机安装及维护。风资源在平原区域表现更为集中，且障碍物较少，可降低风电机组运行中风切变对叶片的损耗。电力接入条件是分散式风电选址中至关重要的因素。案例区域距离主电网线路仅 10 公里，线路电压等级为 110kV，具备较好的电网接入条件，可以显著降低输配电成本。选址中还需考虑当地环境与社会因素，如土地利用政策、生态保护要求、居民区的噪声影响等。当地政府对风力发电项目持支持态度，并提供一定的税收减免和基础设施建设支持，进一步提高了项目的经济性与可行性。通过对多维因素的深入分析，确立选址的优先区域，为风电项目的经济效益与社会效益的最大化奠定基础。

2.2 基于资源与经济效益的选址优化模型设计

在选址因素分析的基础上，结合案例地具体的风资源分布和经济环境，构建了选址优化模型。该模型首先引入资

源利用效率指标，通过风速风能转换率函数，计算各候选区域的单位风能发电量。以案例地年均风速 6.5m/s 为例，结合空气密度、风速频率分布等参数，模型模拟风力机组的功率输出情况，测算全年平均发电量。为最大化项目的经济效益，模型设计了基于成本-效益分析的评价机制，通过评估设备安装、维护、土地使用成本与发电收入的比值，筛选经济效益最佳的选址。考虑到案例区域距离电网较近的优势，模型中加入电力接入成本计算，通过线路长度、电压等级与输配电效率等参数量化成本，使得最终的选址方案兼顾经济性和技术可行性。模型在多目标优化算法的支撑下，实现风资源利用和经济效益的平衡，最终得出最优选址方案。在案例中，该模型成功地将风资源条件较佳、经济成本较低的区域选为优先区域，并将较高成本区域排除在外，为分散式风电项目的高效实施提供了科学依据。

表 1: 沿海区域风力发电项目选址评估数据

评价指标	候选区域 A	候选区域 B	候选区域 C	数据来源
年均风速 (m/s)	6.5	6.0	5.8	国家气象局风速数据
年平均发电量 (MWh)	8,000	7,200	6,500	模型计算预测数据
风能利用率 (%)	32	30	28	风电技术研究院
土地使用成本 (万元 / 亩)	3	4	2.5	地方土地管理局
电网接入距离 (公里)	10	15	20	国家电网接入规划
安装维护成本 (万元)	1000	1100	1050	风电设备制造企业提供数据

3. 分散式风电系统效率提升路径

3.1 基于优化选址的功率输出提升

优化选址是提升分散式风力发电功率输出的核心环节。在具体案例中，通过对风资源高效利用区域的精准定位，确保风电机组的安装区域具备持续稳定的风力条件，最大程度上实现功率输出的优化。案例地区具有季节性强风的优势，因此在设计功率输出模型时，需要根据风速频率分布和季节性变化，设定风电机组的最佳布局方案。基于地形、风向及障碍物的分析，风电机组在主风向区域呈现梯度分布，以减少风速减损并提升整体功率输出。优化后的选址不仅使风电机组能够获取稳定且高效的风能，同时也降低了风切变对设备的冲击力，延长了设备使用寿命^[9]。为了在低风速季节提升功率输出，采用具有低速启动性能的风电机组，使得风速不足时仍能保证一定的发电量。通过优化选址，发电场区的年平均功率输出相较于初步规划提升了近 20%，这一显著提升表明优化选址在分散式风电功率输出中的重要性。通过

科学合理的风电机组布局和风资源最大化利用，有效降低了风电场在实际运行中的能耗损失，使整体功率输出达到最佳状态。

3.2 多维协同优化下的发电系统稳定性

在分散式风力发电系统中，发电的稳定性是保证电力供应质量的关键。以案例地区为例，在风资源评估的基础上，构建了多维协同优化的稳定性提升策略。该地区风速变动较大，需在系统中引入实时风速监测设备，以捕捉风力波动数据，并根据风速的变化动态调整发电系统的运行参数。为此，风电系统采用变桨距控制和无功功率补偿技术，在风速变化频繁时自动调节叶片角度，以减小功率波动，提升系统稳定性。同时，结合能量存储系统，将峰值时段的电能进行储存，在低风速或无风条件下释放电力，确保电力供应的连续性。利用大数据分析平台实时监控电网负荷情况，通过负荷预测技术优化风电系统输出功率与电网需求的匹配度，避免供电波动对电网带来的冲击。系统稳定性优化方案在多次测试中

显示出较高的适应性，特别是在极端天气和风速剧烈变化时，仍能保证发电的稳定性。通过多维协同优化设计，该分散式风力发电系统实现了对风力波动的有效应对，确保了风电场的长效、稳定运行，为项目的可持续发展提供了有力支持。

结语：

通过对分散式风力发电项目的风资源评估和选址优化研究，明确了风速、风向、地形和电网接入等多维因素对功率输出和系统稳定性的影响。通过构建优化选址模型，实现了风资源利用率和发电效益的平衡，显著提升了功率输出。多维协同优化策略有效提高了系统对风力波动的适应性，保

障了发电的稳定性。本研究不仅为分散式风电项目的高效布局 and 运维提供了可靠的理论和技术支持，也为清洁能源的广泛应用和能源结构转型奠定了基础。

参考文献：

- [1] 刘刚 . 基于风力发电的配电网侧储能容量优化设计 [J]. 石河子科技 ,2024,(01):36-37.
- [2] 赵长伟 , 王慧 , 顾志成 , 等 . 分散式风储系统频率和电压调节能力评估关键技术 [J]. 综合智慧能源 ,2024,46(6):78-87.
- [3] 王彬 . 分散式风电中 MCP 方法对风速和发电量预测的误差研究 [J]. 节能 ,2023,42(11):67-70.