

新能源发电资源评估与选址优化方法

张乃水¹ 刘 洋² 王 琪¹ 臧克新¹

1. 山东国华时代投资发展有限公司 山东 济南 250000

2. 中建八局第一建设有限公司 山东 济南 250000

摘 要：风光新能源资源存在清洁可持续、时空波动显著的典型特征，资源精准研判是新能源项目开发建设的重要基础。本文围绕新能源资源的基础特性与空间分布规律，搭建风光资源量化评估与等级判定体系，综合自然地貌、电网配套、场地建设等多重约束因素，建立多要素统筹的选址规划体系，优化场站布局与动态适配方案，完善新能源选址全流程技术逻辑，可为风光发电项目提质增效建设提供可靠技术支撑。

关键词：新能源发电；资源评估；时空特征；选址优化；工程适配

引言：清洁能源替代进程不断推进，风光发电在新型电力系统中的应用占比持续提升，成为能源转型的重要抓手。风光资源受气候、地形及区位条件影响较大，能量输出稳定性不足，传统开发模式难以适配精细化建设要求。通过系统梳理新能源资源的时空变化规律，搭建标准化风光资源量化判定体系，配套科学的选址优化方案，能够有效化解资源利用不充分、站点布局不合理等问题，提升新能源工程建设的综合质量。

1 新能源发电资源基础特性与构成体系

1.1 新能源发电资源的基本属性

新能源发电资源以自然清洁能源为主体，自身具备区别于传统化石能源的独特属性，深刻影响发电开发与利用的整体模式。资源获取依托自然环境的能量转化过程，不会产生过多污染排放，具备良好的清洁低碳特质。能量供给依托大气运动与光照辐射的自然演变，存在明显的间歇特质。外界环境出现变动时，资源供给水平会出现浮动，无法长期维持固定的输出状态^[1]。资源储量依托自然循环持续更新，长期开发过程中不会出现枯竭问题，具备可持续开发的优势。各类基础属性相互交织，决定新能源发电运行的整体特点，也对开发方式、设备配置以及运行调控提出专属的要求。

1.2 风光主流新能源资源的分布规律

风能与太阳能是当前新能源发电领域应用最广泛的资源类型，两类资源在地理空间内呈现出差异化的分布规律。太阳能资源的富集程度和区域纬度、海拔、地形开阔程度密切相关。低纬度区域光照辐射更强，全年可利用资源更为充足。高海拔区域大气遮挡更少，光照通透度更高，资源开发潜力相对突出。风能资源的分布依

托大气环流与局部地貌特征，开阔平原、沿海区域以及高原地带气流运动更为活跃，可利用风能更为充沛。封闭低洼区域气流流通受阻，整体风能储备相对匮乏。不同区域的资源富集程度存在明显区别，形成层次分明的资源空间布局。

1.3 新能源资源时空变化特征

新能源资源的供给状态会随时间与空间的转换产生规律性变动，呈现复杂且多元的变化特征。时间维度层面，光照资源随昼夜、季节的更替出现规律性增减，不同周期的辐射强度与有效利用时长存在明显区别。风能资源受气候环流影响，不同季节的风力强弱、气流活跃度存在波动，短时风速也会产生无规律变化。空间维度层面，小范围的地形起伏、植被覆盖都会改变局部资源的富集水平。不同地域的资源变化节奏各不相同，资源供给的峰值与谷值出现时段存在差异，构成新能源资源独特的时空变化格局。

1.4 新能源发电资源开发基础条件

新能源发电资源的规模化开发，需要依托多重基础条件提供支撑。自然条件决定资源的供给质量，稳定且充足的资源储备是开展发电建设的首要前提。地理空间条件限定场站建设规模，平整开阔、地质稳定的区域，能够适配发电设备的布置与长期运行。基础设施条件影响资源转化效率，完善的输电网络、配套设备可以保障电能顺利输送与消纳。环境承载条件同样制约开发进程，开发建设需要匹配区域生态承载能力，维持开发过程与自然环境的协调平衡。多项基础条件共同构成新能源资源开发的前置保障，左右发电项目的建设质量与运行状态。

2 新能源风光资源量化评估与判定方法

2.1 太阳能资源量化评估方法

太阳能资源评估以辐射总量、有效利用时长、资源稳定性为核心指标,采用定量测算公式完成精准评估。一是太阳总辐射量测算,依托地面监测与遥感数据,采用经典辐射估算模型,结合区域海拔、大气透明度、日照百分率等参数,测算区域年/季/月总辐射量,判定资源富集等级;二是有效日照时长统计,筛选辐射强度 $\geq 120\text{W/m}^2$ 的有效发电时段,统计全年有效发电时长,区分可稳定利用资源与无效零散资源;三是资源波动系数计算,通过日均、月均辐射量标准差与均值的比值,量化太阳能资源时空波动幅度,波动系数越低,资源适配规模化发电开发的性能越强^[2]。同时结合区域阴雨、雾霾天气频次,修正太阳能资源实际可利用系数,规避理论数据与实际开发的偏差。

2.2 风能资源量化评估方法

风能资源评估聚焦风速特性、风功率密度、有效风时、风能稳定性四大核心维度,采用专业化风电测算方法体系。首先是平均风速与风频分析,通过长期时序监测数据,统计区域不同高度(风机轮毂高度)年均风速、各风速区间出现频率,剔除极端无效风速数据,明确核心发电风速区间;其次是风功率密度测算,依托空气密度、实测风速数据,通过标准化公式计算区域风功率密度,该指标是判定风能资源开发价值的核心依据,直接反映单位面积风能蕴藏量;最后是有有效风能时长评估,筛选 $3\text{m/s} \sim 25\text{m/s}$ 的风机有效工作风速区间,统计全年有效发电时长,同时计算风能变异系数,评估风速季节性、日内波动规律,判定风能资源持续供电能力。

2.3 资源稳定性与适配性评估方法

针对风光资源间歇性、波动性特征,采用时序变异系数法、资源互补性评估法完成稳定性综合评估。一是时序变异系数评估,分别计算日、月、季度资源数据变异系数,精准量化资源波动强度,变异系数越小,资源输出越稳定,越适配并网发电;二是风光资源互补性评估,针对风光互补电站开发场景,测算太阳能与风能资源的时空互补系数,分析昼夜、季节资源互补规律,评估复合能源资源整体稳定性,弥补单一能源资源波动缺陷;三是极端工况适配评估,统计区域极端大风、强降雨、极端低温、连续阴雨天等恶劣工况频次,评估资源开发的环境适配性,筛选抗风险能力强的优质开发区域。

2.4 资源综合分级评估方法

为实现资源优劣的标准化判定,搭建多指标加权综合评分法,完成新能源资源分级评估,适配选址筛选需求。首先构建评估指标体系,一级指标包含资源禀赋、资源稳定性、开发可行性三类,二级指标涵盖总辐射量、有效风功率密度、资源变异系数、有效发电时长、地形适配度等核心因子;其次采用层次分析法(AHP)确定各指标权重,规避主观评判偏差,量化各指标对资源开发价值的影响程度;最后通过加权求和计算区域资源综合得分,将新能源资源划分为优质富集区、中度可开发区、低效适配区、禁开发区四个等级,为后续选址分区、布局优化、方案筛选提供量化分级依据,实现资源评估与选址工作的精准衔接。

3 新能源发电选址影响因子与适配体系

3.1 自然环境影响因子分析

自然环境是新能源发电选址需要考量的基础要素,各类环境指标对发电场站的建设与长期运行形成直接约束。气象环境包含光照条件、风力状态、降水频次、温度变化等多项内容,各项指标的稳定程度能够左右发电设备的工作效率。恶劣气象出现频次较高的区域,会提升设备损耗概率,增加运维投入^[3]。各类环境要素的动态变化,能够改变区域资源可利用质量,也会对场站建设施工、设备安置布局形成客观限制。全面梳理自然环境的影响逻辑,能够从源头筛选适配新能源发电开发的区域,规避环境因素带来的各类开发隐患。

3.2 地形地貌适配条件分析

地形地貌条件决定新能源场站的建设可行性,是选址研判的重要物理依据。地势平坦、开阔的区域,能够为发电设备排布、场站道路规划、设备运维空间预留提供良好基础,降低施工建设的整体难度。地势起伏过大、坡度偏高的区域,施工建设难度会大幅提升,场地平整成本也会显著增加。复杂山地、沟壑密集的地貌,会限制设备规模化布局,还会改变局部气流与光照传播状态,影响发电资源的实际利用质量。地貌形态带来的空间差异,会划分不同区域的建设适配等级,为选址工作提供明确的地理参考标准。

3.3 电网配套适配条件分析

电网配套设施关系新能源电能的输送与消纳效果,是选址工作不可或缺的研判内容。发电场站产出的电能需要依托完善的输电网络完成外送,电网覆盖范围、输电容量、网架结构都会影响场站运行质量。输电设施布局完善的区域,能够承接场站发电产能,减少电能滞留与浪费。输电体系薄弱的区域,大规模电能无法及时向

外送,会制约场站发电能力的发挥。结合电网配套现状开展选址分析,能够协调发电产能与输电能力的匹配关系,保障新能源电能可以稳定输送、充分消纳。

3.4 场地建设适配约束条件分析

场地建设的综合条件限定新能源发电项目的落地质量,涵盖土地空间、地质状态、建设承载力等多重约束。土地空间规模决定场站整体建设体量,充足的场地空间可以支撑规模化发电设备布局。稳定的地质结构可以承载大型设备自重,规避沉降、塌陷等建设风险。场地周边的空间布局、区域开发规划,也会对发电场站建设形成相应限制。充分研判场地建设的各类约束,能够规避建设阶段的各类隐患,保障新能源发电项目顺利落地,维持场站长期稳定的运行状态。

4 新能源发电选址统筹规划与优化路径

4.1 新能源选址多要素统筹规划方法

新能源场站选址涵盖资源、地理、电力、土建多类约束条件,单一维度的评判思路难以支撑完整的规划工作。多要素统筹规划围绕场站建设与长期运行的全部诉求搭建分析框架,纳入资源禀赋、地形形态、输电配套、土地承载等多项内容。梳理每一类条件对选址工作的制约程度,划分不同指标的研判权重,构建层次分明的规划逻辑^[4]。不同区域资源富集程度与建设基础存在区别,规划工作可以依照场地实际情况调整研判重心,减少单一指标判断带来的片面问题。完整的统筹框架整合前期资源勘测、场地勘查获取的全部数据,形成完整的选址研判逻辑,为后续站点布局设计、方案动态调整打下稳定基础。

4.2 新能源发电站点布局优化方式

站点空间排布是选址优化落地执行的关键环节,排布形式直接影响场地资源利用效率、施工成本与后期运维难度。布局优化以区域风能、太阳能资源分布态势为基础,结合场地边界、地势起伏调整设备安放位置、布设间距与整体排布密度。按照场地地质承载能力划分独立功能区域,包含设备安装区、运维通行通道、配套设施安置区以及后期拓展预留区域。清晰的空间分区可以充分释放土地利用潜力,简化现场施工流程。科学排布能够缓解山体遮挡、气流紊乱、光照不均带来的发电损耗,降低设备之间的相互干扰。最大化挖掘区域自然资源开发潜力,理顺场站内部空间结构,保障施工、巡检、检修各环节顺利开展。

4.3 选址适配性优化调整机制

不同场地的资源储备、地理形态、输电配套基础存在明显区分,统一固化的选址评判标准无法适配全部建

设场景。适配性优化调整机制依托实地勘测收集的各类数据,对初始规划方案、设备布设标准开展灵活改动。面对资源分布失衡、地势起伏复杂、输电网架薄弱等特殊场地,重新划定选址研判的核心重点,转换布局规划的设计方向。对照前期资源分析成果与场地勘测记录,筛查规划方案内部不合理内容,改动场站整体建设规模、设备排布形式与配套设施安放点位。灵活调整的运行模式可以适配各类复杂建设场地,缩小理论规划方案与现场实际建设条件的差距,提升整套选址方案落地执行的可行程度。

4.4 新能源选址长效优化提升思路

选址优化属于需要持续完善的工作,单次规划调整难以匹配行业长期发展节奏。跟随新能源开发建设的整体走向,及时更新选址分析指标与规划执行标准。积累各类场地、不同建设规模形成的选址实践经验,完善多要素统筹、空间布局、方案调整整套执行逻辑。新型发电设备与场站建造工艺持续迭代,对应改动选址评判标准,适配全新设施的布设与运行要求。持续细化选址全流程操作步骤,搭建可迭代更新的优化体系,推动选址工作走向精细、规范的运行模式,稳步提高各类新能源发电项目选址的综合水平。

结束语

新能源发电项目的运行效能与建设品质,高度依赖资源勘测研判精度和场站选址规划的合理性。精准把控风光资源的固有属性与时空演变特征,依托标准化量化评估与等级判定手段完成资源价值甄别,能够精准挖掘区域新能源开发潜力。统筹自然环境、地形地貌、电网配套及场地建设多重约束条件,通过多维统筹规划与动态方案优化,补齐传统选址模式的短板,持续完善场站规划体系,拉高新能源资源开发利用率与场站运行适配水平。

参考文献

- [1] 朱凤霞,黄润兰,顾鹏,等.复杂地形条件下风电场风能资源评估及发电量计算的研究[J].中国农村水利水电,2025(12):200-205.
- [2] 王云飞.基于生命周期分析的新能源发电项目环境影响评估[J].能源与节能,2024(12):40-42.
- [3] 虞坚阳,穆迪,王曙宁,等.考虑多类型分布式资源的新能源配电网调控潜力评估方法研究[J].能源与环保,2025,47(9):197-202,208.
- [4] 杨淑琴,罗军,胡文森.AI在新能源发电与智算中心协同选址领域的应用[J].电力科技与环保,2025,41(4):611-617.