

风电光伏开发中的土地利用与生态环境保护策略研究

李昂

内蒙古华电乌达热电有限公司，内蒙古乌海，016040；

摘要：研究关注风电、光伏开发对土地资源和生态环境的影响，分析其在地形和生态环境下的土地占用和生态影响，评估区域环境承载力及开发压力。而基于科学选址与合理布局、多功能土地利用方式、提升土地利用效率的技术手段运用等措施，以及依托开发前的生态环境评估与监测、施工与运营中的环境管理、生态恢复与生态补偿机制等手段，可以实现土地利用与生态环境保护目标。研究表明，合理的土地利用和环境保护措施可实现清洁能源开发与生态保护的平衡，为清洁能源的可持续发展提供了切实可行的路径。

关键词：风电光伏开发；土地利用；生态环境保护

DOI：10.69979/3060-8767.24.2.005

随着全球对清洁能源需求的增长，风电与光伏逐渐成为能源转型的关键。然而，这种大规模扩展在提升清洁能源占比的同时也对土地资源和生态环境提出了前所未有的挑战。风电和光伏项目的开发占用大量土地，平原、荒漠、山区等不同地形的土地需求各异，但每一种开发模式都涉及生态影响，可能影响生物多样性、土壤和水资源。面对这些现实问题，如何在扩大清洁能源供应的同时保护生态环境，已成为不可回避的课题。在可持续发展理念下，探讨风电和光伏开发的土地利用和生态保护策略具有重要意义。本研究将从科学合理的土地利用和生态保护角度，分析风电和光伏开发对区域生态的影响，提出实现清洁能源开发与生态环境平衡的策略，以促进未来更绿色的能源结构布局。

1 风电光伏开发对土地利用与生态环境的影响

1.1 土地资源占用与利用效率

风电与光伏开发大规模扩展，对土地资源的需求已成关键议题。无论是平原、荒漠，还是山区，风电、光伏项目的土地需求各有特点。在平原地区，风机和光伏板的布置需要广阔且相对平坦的空间，以减少设备安装和维护的难度。荒漠地区则提供了充足的日照和风力资源，但同时涉及资源运输和设备维护的挑战。山区的风电开发利用了高海拔的风能优势，尽管土地面积较小，但对环境的适应性要求极高。不同地形下，项目的土地需求和布局方式因地制宜，但均对土地资源提出了较高的占用和转化要求。如何有效提升土地利用效率，减少对其他用地类型的挤占，成为清洁能源布局的重要议题。由于风电和光伏项目可能对周边农业用地、居民区和生态区产生影响，科学合理的土地规划和资源调度显得尤

为重要。

1.2 生态系统的影响与风险

风电、光伏开发涉及大量土地调整，对生态系统的直接和间接影响不容忽视。动植物栖息地因土地开发的物理变化而发生迁移或减少，对土壤和水资源的使用也面临风险。风机运行时的噪音、旋转产生的气流效应，可能影响到鸟类和其他空中生物的栖息环境，光伏电站的大面积覆盖则可能改变地表的温度、水分状况，直接作用于植物生长环境。对生态敏感地区的开发尤其需要慎重，过度开发可能导致生物多样性的破坏，植被覆盖率下降，甚至加剧水土流失。对于这些区域，项目实施中的每一步都必须考虑到可能的生态损害，从而避免无法逆转的生态风险。每个项目场地的生态特性不同，因而在开发前的环境调研和动态生态监测中需细化到个体种群的生存状况、植物群落的演替规律等方面，以便制定精确的环境保护措施。

1.3 区域环境压力与承载力平衡

风电和光伏开发不可避免地给当地环境带来负荷，因此区域环境承载力的评估是风电光伏开发的基础。土地开发强度与生态承载力的平衡关乎清洁能源的持续性布局，过度开发会破坏区域生态平衡，还可能加剧资源枯竭风险。在一些资源有限的地区，风电、光伏设施建设若超越生态承载力，可能导致严重的环境问题，如水资源短缺、土壤退化等。土地开发的强度直接影响区域生态系统的稳定性，科学评估和合理规划可以有效缓解这些问题。对于风电、光伏项目的开发，在每个区域需要明确环境承载极限，适度开发，分步实施，保障清洁能源供应与环境保护的同步进行。避免过度开发是长

期保护生态平衡、维持可持续发展的前提,它要求在能源开发的步伐中谨慎评估资源承载能力,为未来的生态保护留足空间。

2 风电光伏开发中的土地利用与生态环境保护策略

2.1 土地利用策略

2.1.1 科学选址与合理布局

风电与光伏开发的选址和布局直接影响着土地资源的利用效率与环境承载力,科学选址的首要任务在于避免生态敏感区、自然保护区、重要动植物栖息地等脆弱区域,避免因开发活动破坏生态平衡。在选择项目用地时,关注风力资源分布、日照条件、地形地貌、地质稳定性等因素,可通过地理信息系统和遥感数据等科技手段,为选址提供全面、准确的科学依据,确保选址的精准性和可行性。

合理布局也是关键环节,特别是光伏项目的场地布置。合理的排列有助于光伏板获得最佳日照条件,还能减少光伏阵列间的遮挡,提升项目发电效率。在风电项目中,风机的布局考虑风向、地势、风速等因素,尽量避免风机间的相互干扰,确保每台风机都处于最佳运行状态。与此同时,在项目场地边缘种植灌木、设置防风屏障等生态措施,能够有效减少风沙和水土流失。通过科学的选址与布局将开发过程中的土地扰动降至最低,从而实现项目的环境友好型开发。

2.1.2 多功能土地利用方式

通过多功能利用策略可以在土地资源有限的条件下,将风电与光伏项目与其他产业整合,推动土地资源的多重效益。当前应用较广的方式有“农光互补”和“渔光互补”等模式,将光伏发电与农业、渔业结合^[1]。通过架高光伏板,使之悬浮在农田之上,不仅不影响农作物的正常生长,还可通过遮阴效果调节土壤温湿度,提升作物生长环境。农光互补模式在光伏与农业的结合中,促进了产业融合发展,并为农村社区带来双重收益。

在水体上架设光伏板的“渔光互补”模式同样具有较高的应用价值。渔业养殖与光伏发电相互依存,光伏板的遮阴减少了水体蒸发量,稳定了水温,为水产品的生长提供了适宜条件,而水体表面温度较低的环境有助于光伏板的降温,提升光伏组件的转换效率。渔光互补实现了发电与养殖的有机结合,还创造了新的生态经济发展空间,为区域经济发展带来双赢效应。与此同时,通过选择荒漠、滩涂等低生态价值地块作为项目用地,可以进一步减轻对耕地和生态敏感地带的影响,为传统

农业和生态保护留足空间。

2.1.3 提升土地利用效率的技术手段

技术创新在土地利用效率的提升中起到了关键作用,通过选用高效光伏组件、优化风机布置方案等措施,可以在不扩大用地面积的情况下提升发电效率。高效光伏组件的应用大大减少了单位面积的土地需求,例如单晶硅组件、双面发电组件等技术,均能提升单位面积的发电量,最大限度发挥土地资源的作用。新型光伏组件通过先进的材料和结构设计,适应不同气候条件,尤其在高温、高湿、低光照等区域内实现高效稳定运行,使土地利用更加高效。

在风电场中风机的布局优化通过科学的布置减少风机间的相互影响,使风电场在高效发电的同时不会对土壤和生态环境造成过度扰动。山地风场中通过应用地形数据分析,风机的定制化布置避免了风机密集排列带来的环境压力,同时保证发电效率。叶片设计的革新也提高了风电场的土地利用效率,更新一代的叶片通过更高的风能捕获能力,使风机可以适应更多样化的风速条件,减少对高风速区域的依赖,扩展了可利用区域的选择。

已建成的项目通过技术手段的升级改造进一步提升土地利用效率。例如,对于已建成的光伏项目,通过更新组件、优化逆变器,显著提高项目发电量,延长项目的使用寿命。在风电项目中通过更新风机叶片材料、提高风能捕获效率,避免整机更换,降低项目运营成本并提升整体效能^[2]。对于风机和光伏设备的智能监控,结合物联网和大数据技术,实现对设备运行状况的实时监控,能够最大限度减少设备故障率,提高能源输出的稳定性和高效性。

技术手段还能够直接服务于土地保护和生态恢复,通过引入环境监测系统,对项目用水的水源、土壤质量、空气质量等因素进行实时监测,能够及时发现潜在的环境问题,并进行及时处置。此外,监测系统通过收集数据分析项目运行与土地、气候变化的关系,为未来的开发提供数据支持和科学决策的依据。

2.2 生态环境保护策略

2.2.1 开发前的生态环境评估与监测

风电和光伏开发项目中开发前的环境影响评估是生态保护的关键措施,直接决定了项目对区域生态系统的适应性。开展详细的环境评估应以全面、科学的方法为基础,旨在识别可能影响生态系统的风险因素,确保项目的建设活动不会超出当地生态环境的承载能力^[3]。对生态环境的评估包含生物多样性、土地利用、地下水

源和空气质量等指标,通过引入遥感监测、无人机勘测等技术,实现高效、精准的环境分析。在此基础上,还需要建立评估标准和监测指标,为项目提供了一套实施过程中的合规依据,也使得后续的环境管理具备清晰的评估框架。通过对当地生态敏感区域的保护需求进行量化,将生物多样性维护、土壤质量保证以及水资源保护纳入项目的关键指标中,为开发活动提供具体的准入门槛。在风电项目中,评估可能涉及对鸟类迁徙路径、动植物栖息地的影响,而光伏项目则注重对土地占用效应、日照反射等问题的分析。科学、全面的环境评估机制为项目在实际操作中的环境管理奠定了坚实的基础。

2.2.2 施工与运营中的环境管理措施

施工阶段的环境管理是一项严密的控制活动,旨在最大程度上减少对生态系统的破坏。为保护地表土壤,应该采取限制大型机械设备过度碾压、覆盖防护垫层等措施,减少土壤结构破坏和水土流失风险。施工过程中产生的粉尘、噪音对周边生态环境和人居环境均可能造成不良影响,因此需采用洒水降尘、布设声屏障等手段,控制污染的扩散。在项目进入运营期后,环境管理措施应保持动态调控和高频监测,确保项目持续稳定的环境适应性。生态监测覆盖了空气、噪音、水源和生物多样性等多方面,通过实时数据反馈和信息处理系统,项目运营者可及时掌握生态状况的变化。根据监测结果进行适当的调整,避免项目运行过程中对生态环境的影响逐步积累,造成难以逆转的环境问题^[4]。风电场和光伏项目的运营管理中,通过减少夜间强光照射、风机运转噪声抑制等措施,保证了区域环境的宁静和动植物的正常生长繁衍。

2.2.3 生态恢复与生态补偿机制

生态恢复作为开发活动之后的环保延续措施,涉及植被恢复、栖息地修复等多层次工作,目的是将因开发产生的生态影响降至最低。风电和光伏项目中生态恢复工作应先针对土壤和植被进行修复,采取原生植物复植技术以提高植被的稳定性与生长适应性,避免开发后裸露地表引发水土流失等次生问题,为保护当地物种多样性,还可以建立生态走廊,确保动植物在项目建成后仍具备安全的活动空间。

生态补偿机制为不可逆的环境影响提供了另一个维度的弥补手段,确保项目开发后生态系统的整体健康。

补偿机制可从多方面入手,针对项目建设中导致的环境破坏进行相应的财务或资源支持^[5]。企业可以设立生态基金,以支持受影响区域的生态保护和恢复工作。同时,生态补偿的方式不应仅限于资金支持,还可以包括技术转移、培训支持和物种引进等,协助当地恢复生态平衡,促进区域的环境保护进程。在技术应用方面,生态补偿机制可依赖高科技手段进行动态追踪,确保补偿措施的实际效果。例如,在植被恢复过程中通过遥感影像、无人机巡检等技术实现生态恢复区域的动态监控,并定期采集数据分析恢复的进展情况,确保补偿效果真实、有效。生态补偿机制既是企业责任的体现,更是一种长效机制,以此达到环境保护与资源开发的平衡。

3 结语

风电与光伏开发为清洁能源提供了新的路径,但在土地利用和生态保护方面仍面临诸多挑战。研究发现,通过科学选址与合理布局、多功能土地利用模式、运用提升土地利用效率的技术手段,以及注重开发前的生态环境评估与监测、施工与运营中的环境管理、生态恢复与生态补偿机制运行,可以有效保护土地资源和生态系统。随着清洁能源需求的持续增长,未来应在政策支持和技术进步的协同作用下,进一步完善土地和生态保护策略,实现风电、光伏项目与生态系统的共存。长期平衡的绿色能源开发路径不仅服务于当下,更将为未来的生态文明建设奠定基础。

参考文献

- [1] 焦在强, 闫兴国, 陈思雨, 等. 关于风电与光伏发电生态产品价值影响的评估探索[J]. 环境保护, 2023, 51(9): 50-52.
- [2] 彭昀月, 罗永梅, 徐泽楠, 等. 集中式大型光伏及风电电场生态影响: 进展与展望[J]. 生物多样性, 2024, 32(2): 98-110.
- [3] 刘强强. 低碳经济背景下风电光伏发电产业的机遇探讨[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)经济管理, 2021(9): 2.
- [4] 赵新一. 风电光伏清洁能源对缓解环境污染的影响建模研究[J]. 环境科学与管理, 2020, 45(8): 4.
- [5] 叶极. 利用 1% 的土地开发风光项目, 美国即可实现碳中和目标[J]. 风能, 2023(3): 70-71.