

# The Impact of Wind Power Generation Project on the Ecological Environment of Shanxi Province, China and the Countermeasures

Jun Duan

Shanxi Research Institute of Ecological Environment Planning and Technology, Taiyuan, Shanxi, 030024, China

## Abstract

The development of wind power is of great significance for adjusting China's energy structure, ensuring energy security, promoting energy conservation and emission reduction, and protecting the ecological environment. In recent years, with the increasing layout scale of wind power in our province, the proportion of wind power in the energy structure is constantly increasing, and its impact on the ecological environment is getting more and more attention.

## Keywords

wind power; ecological impact; protection and restoration

# 风力发电项目对中国山西省生态环境影响及应对措施

段军

山西省生态环境规划和技术研究院，中国·山西 太原 030024

## 摘要

发展风电对于调整中国能源结构，保障能源安全，促进节能减排，保护生态环境，具有重要意义。近年来随着风电在中国山西省布局规模不断加大，风电在能源结构中的比例不断上升，其对生态环境的影响越来越被大家所关注。

## 关键词

风电；生态影响；保护与修复

## 1 引言

当前，在全球能源转型和应对气候变化的大背景下，加快发展可再生能源、实施可再生能源替代行动，是中国推进能源革命和构建清洁低碳、安全高效能源体系的重大举措，是保障国家能源安全的必然选择，是中国生态文明建设、可持续发展的客观要求，是构建人类命运共同体、践行应对气候变化自主贡献承诺的主导力量，是落实碳达峰、碳中和目标任务的重要举措。

发展风电等可再生能源是国家的重大战略决策，积极推进风电发展，对于调整中国能源结构，保障能源安全，促进节能减排，保护生态环境，具有重要意义。山西省在发展火电等传统能源的同时，也在大力发展风电、光伏发电、水电等清洁能源。近年来随着风电在山西省布局规模不断加大，风电在能源结构中的比例不断上升，其对生态环境的影

响越来越被大家所关注。

## 2 以生态影响特征为主的行业发展现状

### 2.1 矿产资源开发利用

山西位于黄河中游东岸，华北平原西面的黄土高原，是中国的重要能源基地，矿产资源丰富，素有“煤铁之乡”之称。山西矿产资源种类繁多，分布广，目前山西共发现120种矿产（以亚种计），其中有查明资源储量的矿产65种，煤炭、煤层气、铝土矿、铁矿等30种矿产的储量排名居全国前十。

### 2.2 交通运输

中国山西属于内陆地区，根据山西省公路交通规划，山西省高速公路网总体布局为“4纵15横33联”，规划总里程为8418公里；普通国省道公路总体布局为“8纵16横多联（108联）”，总里程为19393公里。按照相关政策要求具有铁路专用线的大型工矿企业和新建物流园区，大宗货物铁路运输比例将达到80%以上。

### 2.3 水利工程

山西河流属于自产外流型水系，河流水源来自大气降

**【作者简介】**段军（1982-），男，中国山西太原人，硕士，高级工程师，从事环境影响评价技术评估和环境保护管理研究。

水，绝大部分河流发源于境内，向省外发散流出。大体上向西、向南流的属黄河水系，汇入黄河干流中游河段。向东流的属海河水系，是海河流域永定河、大清河、子牙河、漳河、卫河等主要河流的发源地。山西河流的开发利用对于山西乃至华北地区的社会经济发展有着重大意义，也凸显出水利工程建设的重要性和紧迫性。

## 2.4 风力发电

国家能源局发布《关于2021年度全国可再生能源电力发展监测评价结果的通报》，包括了全国9个风电重点地区的年利用小时数，其中名列前茅者包括山西。从通报的数据得知，山西风电利用小时数相比去年大幅提高，忻州市、朔州市、大同市三地区的利用小时数达到2317小时，同比去年的1750小时增长了32.40%。截至目前，山西风电行业企业达到1276家，在内陆省份中，山西名列前茅，行业潜力巨大<sup>[1]</sup>。

## 3 风电对生态环境的影响及保护措施

山西省是资源、能源大省，矿产资源、天然气（煤层气）和风能、太阳能资源丰富，公路、铁路等物流运输繁忙，上述行业建设项目环境影响主要体现在生态影响方面，影响程度大、范围广、时间久，且主要环境影响在项目建成运行一定时期后才能逐步显现，风电建设对生态环境的影响主要表现在选址布局、施工期和运营期（如图1和图2所示）。

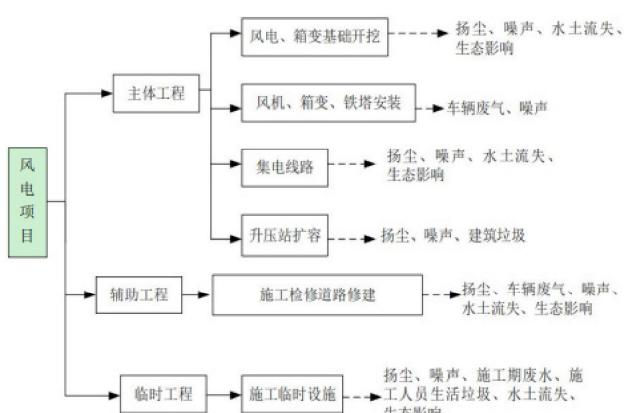


图1 施工期环境影响

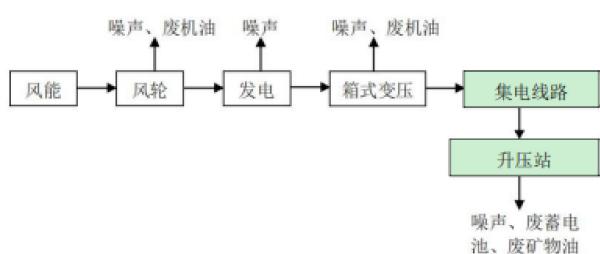


图2 运营期环境影响

①选址布局。山西省地处黄土高原，生态环境相对脆弱，

一旦破坏，不易恢复。因此，在风电项目应尽量避让自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源地保护区、基本农田等生态敏感区，确保不对其造成明显不利影响。

②工程占地。风电项目永久占地区施工将使区域内土地利用类型发生改变，植物个体损失，植被生物量减少。临时占地对占地区植物及植被的影响是暂时的，在施工结束后及时进行土地平整、复耕、植被恢复，可能使得临时占地区植物种类多样性、植被类型有所增加，将使区域内植被覆盖率形成一种动态形式的平衡。

③生境质量下降。风电设施运转、维护人员的活动等会干扰影响部分动物的活动栖息地、觅食地；新修的道路会对道路两边的两栖动物及哺乳动物的正常活动增加阻隔作用，也会加剧鸟类栖息地片段化。这些因素的叠加会造成风电场区动物栖息地质量下降，部分对栖息地变化极端敏感的种类甚至有可能离开风电场区域，转移至较远的栖息地活动。

④风机噪声。由于大多数鸟类对噪音具有较高的敏感性，在该噪音环境条件下，大多数鸟类会选择回避，这将造成鸟类活动范围的缩减。但动物对长期持续而无害的噪音会产生一定的适应性，随着运行时间的延长，这种影响会逐渐减小甚至消失。

⑤集电线路影响。直埋电缆由于地下电缆外护套和铠装层对工频电场起到了一定的屏蔽作用，加之土壤和电缆隧道起到的屏蔽作用，地表上的工频电场与建设前当地工频电场的环境背景相当。感应场的特点是随着距离的增加其场强快速衰减，高压电缆线路产生的工频磁场经过距离的衰减，对动物影响甚微。

⑥风机光影影响。风电机组不停地转动的叶片，在白天阳光入射方向下，如果投射到附近居民住宅的玻璃窗户上，可产生闪烁的光影，光影会使人时常产生心烦、眩晕的症状，正常生活产生影响。

⑦土壤影响。风电、光伏发电项目升压站设置事故油池，油浸式变压器，事故油池若容积太小或发生渗漏，会对土壤环境造成污染。另外，项目设置的危险废物暂存间、污水处理设施及管线、生活垃圾收集与暂存设施等若建设未达到相关标准要求，也可能使污染物进入土壤环境。

此外，风电对局部气温上升、局地气候的影响以及由此产生的雾霾集聚等，尚处于研究阶段。清华大学和中国气象局等专家对风电对气候效应的研究，认为风电场大范围建设可能会造成风电场下游一定距离范围内风速衰减，在垂直方向上会加强空气的流动，这就会对温度造成影响，从而对气候产生影响，但其影响程度尚无明确结论<sup>[2]</sup>。

## 4 存在的主要问题

①风电产能过剩问题。随着各地大力发展清洁能源，

特别是政府对风电进行补贴，风电在全国范围内大规模布局，导致国内部分地区出现了弃风停发现象。山西省应引以为戒，避免造成风电产能过剩。

②消纳仍是制约问题。随着大规模可再生能源发电项目开发并网，电力系统“双高双峰”特征日益凸显，对确保电网安全运行和电力可靠供应带来巨大挑战。全省包括可再生能源在内的各类电源发展规模逐年递增，用电需求不平衡和消纳市场容量不足导致风电依然面临着较为严峻的消纳压力，尤其是晋北三市风光消纳问题仍然严峻。

③占地面积较大，生态影响明显。与新疆、内蒙古、甘肃建设风电场不一样，山西省资源好、适合建设风电场的地方基本在山地，主要是五台山高山区域、管涔山及吕梁山西部区域、晋西北区域、中条山区域。而山西省大部分山区生态环境脆弱，风电场及运输道路施工过程中占地面积较大，风电机组设备大、叶片长，在山地运输需要大半径的宽弯道、比较长的进场道路和检修道路，安装每个风力发电机组都需要平整更大的施工平；实施过程中对当地植被的扰动破坏明显，一定程度上加剧了水土流失。

④缺少生态环境影响跟踪监测和评价。对于已经建成运行的风电项目对生态环境的影响缺少跟踪监测和评价，事中事后监管存在一定短板。

⑤科研投入不足，力量相对薄弱。目前风电对生态环境的影响分析还停留在防止和减缓风电扰动地表、破坏植被等，治理措施也主要是避免大面积开挖山体、恢复植被、防止水土流失、合理处置固体废物等方面，缺乏风电对大气、水资源、鸟类及野生动物影响的深入研究，科研投入不足，研究力量也相对薄弱。

## 5 工作建议

①提升消纳能力。从负荷侧、电源侧、电网侧多措并举，充分挖掘现有系统调峰能力，加大调峰电源规划建设力度，着力增强系统灵活性、适应性，破解新能源消纳难题。推进现役和新建煤电机组灵活性改造，提升电源侧灵活性调节能力；创新调度运行机制，提升电网调度运行控制水平和电网灵活调节能力；通过价格信号引导用户错峰用电，提升电力需求侧响应能力。

②适度开发，控制规模。山西省森林覆盖率小、生态环境相对脆弱，建议风电发展要兼顾生态环境，科学合理适度开发，控制风电建设规模，合理空间布局，全面提高运行管理水平，努力实现风电与生态环境相适宜，协调发展、可持续发展<sup>[3]</sup>。

③合理布局，强化生态恢复。做好前期的规划工作，尽量避开生态环境敏感区域，风力发电项目不得布局在自然保护区、风景名胜区、自然遗产地等生态保护红线区域，以及国家公园、森林公园、地质公园、湿地公园、天然林保护区、人工林区、一二级公益林地、高山草甸和鸟类主要迁徙通道等区域。

④优化工程设计，减缓生态影响。在资源、运输条件可行条件下，建议设计、安装单机规模大、资源利用好的大机组，在风电场总规模不变的情况下，减少机组数量，从而降低机组平台数量、检修道路面积。采用减少山体开挖的运输方式，使用可调节风机叶片在运输过程中垂直角度的大型运输工具。风电场及运输道路设计时应尽量减少占地、植被扰动，保护森林植被。

⑤落实跟踪监测，开展环境影响后评价。建议对风电项目工程建设和生产运营全过程进行生态环境跟踪监测，开展环境影响后评价，客观总结，有效利用后评价成果，指导在建、待建项目，吸取经验教训，采取相应对策、措施，进一步完善生态环保措施，最大限度降低生态环境影响。

⑥加强科研能力建设，加大科研投入力度。建议重视科研工作，加大科研经费的投入。深入开展风电场运行的噪声和电磁辐射对鸟类飞行方向辨识影响的研究；风电运行导致风速减小、大气扩散条件变差从而加剧雾霾集聚、局部气温升高等对大气环境的影响以及对动物、水资源等影响研究工作，针对性地提出生态保护及防治措施。

## 参考文献

- [1] 宓春秀.江苏省生物质能源供给能力评价及影响因素研究[D].南京:南京林业大学,2018.
- [2] 孟建斌,罗翠枝.风力发电项目环境影响评价研究[J].资源节约与环保,2016(4).
- [3] 陈启鑫,刘学,房曦晨,等.考虑可再生能源保障性消纳的电力市场出清机制[J].电力系统自动化,2021(6).