

# The Impact of Wind Farm on Bird Migration and the Path of Ecological Protection

Daili Li

Yunnan Enjie Industrial Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

## Abstract

With the rapid development of the wind power industry, the construction and operation of wind farms have exerted multidimensional impacts on bird migration, emerging as a significant threat to biodiversity. This paper systematically examines the core mechanisms by which wind farms affect bird migration, including physical threats from direct collisions, behavioral disturbances causing altered migration rhythms, habitat destruction leading to fragmented migration support systems, and cumulative ecological risks from regional development. Integrating existing research and practical experience, the study proposes targeted conservation strategies from four dimensions: source control, process optimization, technological support, and institutional safeguards. These include scientific site selection, low-intervention operations, intelligent monitoring, and closed-loop management. The findings provide theoretical and practical references for balancing wind energy development with bird migration protection and maintaining regional ecological equilibrium.

## Keywords

Wind farm; Bird migration; Ecological impact; Conservation pathways; Biodiversity

# 风电场对鸟类迁徙影响及生态保护路径

李代丽

云南恩捷实业有限公司, 中国·云南昆明 650000

## 摘要

随着风电产业快速发展,风电场建设与运行对鸟类迁徙产生多维度影响,已成为威胁生物多样性的重要因素之一。本文梳理风电场对鸟类迁徙的核心影响机制,包括直接碰撞的物理威胁、行为干扰导致的迁徙节律改变、栖息地破坏引发的迁徙支撑系统碎片化及区域连片开发的累积生态风险。结合现有研究与实践,从源头管控、过程优化、技术支撑、制度保障四个维度,提出科学选址、低干扰运行、智能监测、闭环管理等针对性保护路径,为协调风电能源开发与鸟类迁徙保护、维护区域生态平衡提供理论与实践参考。

## 关键词

风电场; 鸟类迁徙; 生态影响; 保护路径; 生物多样性

## 1 引言

鸟类迁徙属于地球生态系统的重要组成部分,对维持生物多样性、调节食物链平衡起着不可替代的作用。近些年来,全球风电产业飞速发展,风电场在陆地和海上广泛分布,风机运行、施工建设等活动同鸟类迁徙通道、栖息地紧密接触,造成诸多生态问题。鸟类碰撞致死、迁徙路线偏移、栖息地碎片化等问题越来越严重,一些珍稀濒危鸟类种群处于衰退的风险当中。

已有研究表明,我国西北迁徙廊道、东部沿海滩涂等区域的风电场已经出现黑颈鹤、丹顶鹤等珍稀鸟类碰撞致死

事件,为区域鸟类种群带来严重影响。风电场的建设及运行会对黑颈鹤等珍稀鸟类的越冬栖息地造成干扰,从而影响到它们的越冬种群生存状态及活动规律<sup>[1]</sup>。在此背景下,系统剖析风电场对鸟类迁徙的影响机制,探寻科学可行的生态保护途径,对推动风电产业绿色可持续发展,守护鸟类迁徙安全,破解能源开发与生态保护矛盾,有着十分重要的现实意义和生态价值。

## 2 风电场对鸟类迁徙的核心影响机制

风电场主要从直接碰撞、行为干扰、栖息地破坏三个层面,对迁徙鸟类形成立体威胁。风机叶片旋扫区和鸟类飞行高度高度重合,夜间迁徙和弱光环境又进一步增加了碰撞的可能性,春秋迁徙季风险最大,猛禽、鹤类等大型鸟类致死率更高,密集区年均死亡率可达每万千瓦0.8—3.2只。风机噪声、光影和电磁辐射会迫使鸟类偏离最佳路线,干扰鸟

【作者简介】李代丽(1990—),女,中国云南昆明人,本科,工程师,从事污染防治、项目环评、排污许可、生态环境保护、环境管理等研究。

类的通讯和导航,虽然不会直接致死,但是会极大增加鸟类体能消耗、降低繁殖成功率,并引起群落结构的变化。风电场建设还会破坏湿地、草原等重要的微生境,造成栖息地破碎化、食物资源缺乏,使水鸟的繁殖率下降10%至16%,削弱了迁徙廊道的生态支撑功能<sup>[2]</sup>。

从长期生态效应来说,区域风电场群连片开发会形成累积影响,阻断多条迁徙通道、占用多处栖息地,造成鸟类种群数量和遗传多样性下降。珍稀鸟类大多属于繁殖率低、恢复时间长的可选择物种,局部死亡就会造成种群的衰减。鸟类作为生态系统中的关键物种,其数量和行为变化会沿着食物链传递,进而影响植被、昆虫、微生物等组成成分,导致区域生态系统结构和功能发生改变。大范围、长时间叠加的风险,是风电场开发中需重点关注的生态风险。

### 3 风电场鸟类迁徙生态保护路径

#### 3.1 源头管控:科学选址与生态避让

##### 3.1.1 建立迁徙廊道数据库

整合卫星追踪、雷达监测、地面调查数据,绘制出全国鸟类迁徙路线、停歇地、觅食区高精度生态红线图,将其纳入国土空间规划和风电项目审批前置条件。依托高校、科研院所及生态保护机构,开展跨区域联合调查工作,对东亚—澳大利亚、中亚等地的重点迁徙路线进行细致分析,在各个季节、各个物种之间做出迁徙路线的划分以及主要的活动范围。数据库实行动态更新机制,按照年度监测数据及时增添新增停歇地、觅食区信息,标出珍稀濒危鸟类主要栖息地,为风电项目选址提供准确的生态依据,从源头上避免项目和鸟类迁徙关键区域发生空间重叠的情况,牢牢筑牢生态保护第一道防线。

##### 3.1.2 严格执行避让标准

禁止在核心迁徙通道、珍稀鸟类集中区布置风电场,重要栖息地外围设置5-10公里生态缓冲带,缓冲带内风机密度和高度严格控制。根据不同的生态敏感区制定差异化避让标准,沿海滩涂、内陆湿地等水鸟集中分布区缓冲带可以适当加宽到10公里,禁止建设连续式的风电场,避免形成鸟类迁徙的物理屏障<sup>[3]</sup>。明确缓冲带内禁止开展植被清除、地表硬化等破坏生境的活动,限制风机单机容量和安装密度,使缓冲带起到隔离与缓冲功能,减少风电场对鸟类迁徙的间接干扰,实现能源开发与生态保护的空间分离。

##### 3.1.3 强化前期生态评估

将鸟类影响专项评价纳入环评强制性内容,实行全年周期性监测,确定敏感物种、迁徙高峰、飞行高度,为选址提供科学依据。前期评价要涵盖整个鸟类迁徙周期,春季3—5月、秋季8—10月主要对迁徙种群数量、轨迹和行为进行监测,非迁徙季主要对留鸟和繁殖鸟类的活动规律进行监测,全面掌握区域鸟类群落结构和生态需求。在评价时主要关注珍稀濒危鸟类分布及活动范围,通过量化方法评价风电

场建设造成的碰撞风险、栖息地破坏程度,提出相应的避让和减缓措施。对评估不合格的项目坚决不予审批,对存在潜在生态风险的项目要求优化选址方案,确保项目建设前充分规避鸟类迁徙核心风险点。

#### 3.2 过程优化:工程与运行的低干扰设计

##### 3.2.1 优化风机布局与参数

降低风机轮毂高度和叶片扫风面积,避开鸟类主要飞行高度层;采用分散式布局,减少连续障碍带;控制叶片尖端线速,提高鸟类避让时间。结合区域鸟类飞行高度监测数据,将风机轮毂高度调整到鸟类非主要飞行区,中小型候鸟集中区可适当降低轮毂高度,猛禽活动频繁区优化叶片扫风面积,减少物理碰撞概率。抛弃连片密集式布局模式,采用分散式、组团式布局,确保风机之间留有足够的鸟类通行空间,避免形成连续的飞行障碍带。合理控制叶片尖端线速,使叶片尖端线速处于鸟类可以快速识别、避让的范围之内,在兼顾发电效率的同时,实现生态保护与能源生产的协调优化。

##### 3.2.2 实施动态运行调控

迁徙高峰期、夜间、恶劣天气时使用雷达+视觉AI监测系统,鸟类靠近时自动减速,确保发电效率和生态安全。根据监测数据,在春秋迁徙高峰期,对核心区域的风机实行分时段降载或者停机,重点时段(清晨、傍晚鸟类迁徙活跃期)适当延长停机时间;夜间开启智能监测模式,当监测到鸟类集群靠近时,自动降低风机转速或者停机,避免夜间视觉辨识能力弱造成的碰撞风险。提前启动预警系统,对于雾、霾、暴雨等恶劣天气条件采取降载停机措施,降低鸟类碰撞发生的概率。同时建立动态调控台账,记载调控时段和效果,按照监测数据不断改善调控方案,实现运行阶段低干扰管控<sup>[4]</sup>。

#### 3.3 技术支撑:智能监测与预警体系

##### 3.3.1 构建全域监测网络

部署鸟类监测雷达、高清摄像头、声学监测设备,实时采集迁徙种群、轨迹、数量数据,建立区域联动预警平台。在风电场和周边重要区域部署相应的监测设备,通过雷达对迁徙种群的轨迹进行大范围的监测,高清摄像头对鸟类个体的行为和碰撞现象进行采集,声学监测装置对鸟类的鸣叫、集群活动等信号进行捕捉,从而达成天空地面一体化的观测。整合各个监测设备的数据,创建区域联动预警平台,实现数据的实时传输、分析以及共享,精准识别鸟类迁徙高峰、集群路线和高风险区域。该系统可以根据鸟类的数量、距离风机的距离设定不同预警等级并发出信号,为风机的运行调控提供及时准确的信息。

##### 3.3.2 推广智慧保护技术

应用AI识别、大数据分析、无人机巡护等方式,实现风险的自动识别、快速处置,建立鸟类碰撞和行为影响长期监测站,量化保护措施效果。通过AI识别技术可以快速地对监测数据进行分析,识别鸟类种类、数量和活动情况,

准确判断碰撞的风险,从而实现风险的自动预警和处理。利用大数据分析,发现鸟类迁徙规律同风电场影响之间的结合,从而改进保护方案和风机运行调节策略。采用无人机巡护代替传统的人工巡护,提高巡护效率,覆盖人工难以到达的区域,及时发现栖息地破坏、鸟类碰撞等问题并及时处置。建立长期监测站,对鸟类碰撞死亡率、种群数量变化、行为改变等进行持续跟踪,量化保护措施的实施效果,为以后保护方案的优化提供数据支持。

### 3.3.3 加强生态修复技术应用

对风电场及其周边地区实施栖息地人工修复工作,恢复植被、水源,并且设置人工觅食点、安全停歇区等措施以补偿由于生态环境破坏所造成的损失。对于风电场施工过程中造成栖息地破坏的区域,采取有针对性的修复措施,加强施工范围内的植被物种配置,提高植被覆盖率,为鸟类繁殖、栖息创造有利条件,修复水库、芦苇滩的水源湿地生态系统,确保水鸟的觅食、停留生存需求。根据区域鸟类的食性来建设人工觅食点,投放适宜的食物来补充自然食物资源的不足,在风机外围安全区域内建设人工停歇区,设置防护设施,为迁徙鸟类提供安全的中途补给场所。采用生态修复技术改善区域生态环境,提高栖息地质量,补偿风电场建设所造成的生态损失,促进鸟类种群恢复<sup>[5]</sup>。

### 3.3.4 制度保障:政策与管理的闭环体系

#### 完善法规标准

制定风电项目鸟类保护专项规范,明确监测、避让、减缓、补偿等强制性要求,将生态保护纳入风电项目的全生命周期管理。结合我国风电产业的发展和鸟类保护的实际情况,制定风电项目鸟类保护专项法规,对风电项目的前期评估、建设施工、运行管理、退役修复等各个环节的鸟类保护要求作出具体规定,明确企业的责任。完善鸟类监测技术标准、栖息地修复标准、生态补偿标准等有关标准体系,对保护措施的実施流程和效果评价进行规范。将鸟类保护纳入风电项目全生命周期管理,从项目审批、建设、运行到退役,全过程加强监管,对违反法规标准的企业,依法进行处罚,确保保护措施的落实。

#### 建立生态补偿机制

推行“谁开发谁保护、谁造成生态影响谁补偿”的原则,征收生态补偿金补偿迁徙廊道修复及鸟类保护科研。建立健全风电项目生态补偿机制,确定补偿主体、补偿范围、补偿标准、补偿方式,对风电项目建设造成的鸟类栖息地破坏、种群影响等,由项目开发企业承担补偿责任。征收生态补偿

金专项用于鸟类迁徙廊道修复、栖息地人工修复、鸟类保护科研、监测设备部署等工作,确保生态损失得到补偿。其次,企业实行自愿生态补偿,即通过企业的公益捐赠资助、企业与其他组织合作等方式来进行生态补偿。

#### 强化多方协同监管

能源、生态环境、林草三个部门共同审批、执法,引入第三方机构独立评价,鼓励公众和公益组织参与监督,形成保护合力。建立跨部门协同监管机制,能源部门负责风电项目的审批和行业管理,生态环境部门负责生态环评和环保监管,林草部门负责鸟类资源保护和栖息地管理,实现联合审批、联合执法、联合督查,避免监管脱节。聘请第三方专业机构,对风电项目鸟类保护措施实施效果和生态影响程度展开独立评价,确保评价结果客观公正,为监管工作提供科学依据。畅通公众监督渠道,鼓励公民、公益组织参与到鸟类保护的监督当中来,对于风电项目建设及运行过程中出现的违规行为进行举报,形成政府监管、企业自律、公众参与的多元协同保护格局。

## 4 结语

风电场对鸟类迁徙的影响具有多维度、累积性特点,直接碰撞、行为干扰、栖息地破坏、区域叠加效应都会对鸟类种群的生存以及生态系统稳定造成威胁,并且非致死性影响的隐蔽性容易被忽视。从实践上来说,以源头科学选址、生态避让为基础,工程运行低干扰为方式,智能监测预警系统为平台,全过程制度保障为抓手,可以减缓风电场生态破坏的力度。未来还需完善法规标准、多方协同、推进监测技术创新、栖息地修复,促进风电能源开发与鸟类迁徙保护协调发展,保障生物多样性、生态系统平衡。

## 参考文献

- [1] 董紫娟.风电场建设对黑颈鹤 (*Grus nigricollis*) 越冬种群的影响及风险防范[D].大理大学,2025.
- [2] 任西婵,伊坤朋,曹垒.优化风电场和电网布局以避免鸟撞[J].环境保护科学,2022,48(03):13-19.
- [3] 宋惠君.风电建设对鸟类迁徙的影响——以青山风电场为例[J].绿色科技,2023,25(18):87-92.
- [4] 陈斯婷,李智,马丽.海上风电场对鸟类生态影响研究[J].环境影响评价,2022,44(03):31-34.
- [5] 林晋洪,陈振亮,王送林,等.基于鸟类行为-风机参数交互影响的海上风电场鸟击风险预测[J/OL].南方能源建设,1-7[2026-02-28].