

风电场对盐城珍禽国家自然保护区鸟类的影响*

许遐祯^{1,2} 郑有飞^{1,3,*} 杨丽慧^{1,3} 吕士成⁴

(¹ 南京信息工程大学气象灾害省部共建教育部重点实验室, 南京 210044; ² 江苏省气候中心, 南京 210008; ³ 南京信息工程大学环境科学与工程学院, 南京 210044; ⁴ 江苏盐城国家级珍禽自然保护区管理处, 盐城 224002)

摘要 利用保护区历年鸟类监测数据, 以及短期野外实地调查数据, 结合保护区生态环境特点, 研究了风电场建设对盐城珍禽国家自然保护区鸟类的影响。结果表明: 风电场建立通过占用鸟类栖息地而间接影响风电场周围鸟类的栖息和觅食, 但总体来说, 其影响较小; 风机转速较慢及保护区鸟类飞行高度均高于风机高度, 风机与鸟类的碰撞风险较低; 为了保护鸟类的安全及保障其正常生存, 需要采取合理布局风电场、建立鸟类观测站、协调区域滩涂及邻近地区的开发建设等措施。

关键词 风电场; 鸟类; 生态分布; 影响

中图分类号 Q959.7 文献标识码 A 文章编号 1000-4890(2010)3-0560-06

Influence of wind power field on birds in Yancheng National Rare Waterfowls Nature Reserve of Jiangsu. XU Xia-zhen^{1,2}, ZHENG You-fei^{1,3}, YANG Li-hui^{1,3}, LÜ Shi-cheng⁴ (¹Key Laboratory of Meteorological Disaster of Ministry of Education, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China; ²Jiangsu Climate Center, Nanjing 210008, China; ³College of Environmental Science and Engineering, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210044, China; ⁴Yancheng National Rare Waterfowls Nature Reserve in Jiangsu, Yancheng 224002, Jiangsu, China). *Chinese Journal of Ecology* 2010 29(3) 560-565.

Abstract: Based on the long-term monitored data on birds and short-term field observation, in combining with the environmental characteristics of Yancheng National Rare Waterfowls Nature Reserve, this paper analyzed the influence of wind power field on the birds in the Reserve. Owing to the occupation of avian habitat, the establishment of wind power field had indirect effects on the inhabiting behaviors and foraging of birds, but the impact was relatively small. The slow fan speed and the higher altitude at which the birds fly led to a lower collision risk between fan and birds. In order to protect the safety of birds and their normal life, some countermeasures such as rational distribution of wind power fields, establishment of bird observation stations, and coordination of developing and constructing regional beach and adjacent areas were proposed.

Key words: wind power field; birds; ecological distribution; influence.

风力发电是一项发展最快、商业化最广泛、经济上最适用的清洁能源, 欧美及中国都非常重视风能资源的开发利用。据统计, 世界风力发电装机容量已由 1990 年的 200 万 kW(世界能源理事会编, 1998) 增加到 2005 年的 5892 多万 kW(World Wind Energy Association 2006)。中国《可再生能源发展“十一五”规划》提出, 到 2010 年风电总装机容量达到 1000 万 kW, 但中国风电的发展已经远远超

出了规划目标。建设风电场可能会对生态环境和鸟类造成一定的影响, 特别是会对鸟类产生影响。在美国、加拿大、爱尔兰、德国、西班牙、丹麦等国就风电场对鸟类碰撞及迁飞影响已开展了大量的研究工作, 风电场建立会造成鸟类碰撞死亡、影响鸟类迁飞等(Winkelman, 1989; Desholm & Kahlert, 2005; Desholm *et al.* 2006; Kikuchi 2008)。研究表明, 每年死于阿特蒙隘口风力发电场的鸟类多达 5000 只(United States Government Accountability Office, 2005) 秋季北迁的候鸟在距离风力发电场 400 m 左右就开始变换垂直方向飞行(Petersen *et al.* 2006),

* 南京信息工程大学气象灾害省部共建教育部重点实验室课题资助项目(KLME0808)。

** 通讯作者 E-mail: zhengyf@nuist.edu.cn

收稿日期: 2009-09-17 接受日期: 2009-11-12

白天鸟类在 3 km 以外改变飞行方向,而夜间鸟类在 1 km 以外改变飞行方向从而绕开风电场飞行 (Desholm & Kahlert 2005),且主要集中在对鸟类的直接碰撞。江苏沿海是中国风能丰富区之一,盐城是中国珍禽自然保护区。因此,开展江苏省风电场对盐城珍禽自然保护区鸟类的影响,具有实际意义和学术价值。

1 研究地区与研究方法

1.1 风电场概况

江苏省沿海目前已建、在建(或已获批准)风电场共 12 个,规划风电场多个。其中规划风电场主要位于东台市、大丰市的沿海滩涂、海上辐射沙洲以及浅海地区。本研究区主要涉及东台、大丰及响水 3 大风电场,东台风电场采用 134 台单机容量为 1500 kW 的双馈感应型风力发电机,轮毂安装高度 65 m,风轮转速 $10 \sim 20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,发电机 $1800 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$;大丰风电场采用 81 台单机容量为 750 kW 的变速定桨风电机组和 93 台 1500 kW 变速变桨风电机组,其中 750 kW 机组轮毂安装高度为 60 m,1500 kW 机组轮毂安装高度为 65 m;响水风电场安装 134 台单机容量为 1500 kW 的变速变桨风电,轮毂安装高度 65 m。

1.2 区域特征

盐城沿海滩涂湿地是国际重要湿地,亦即江苏盐城国家级自然保护区,也称盐城生物圈保护区,是以丹顶鹤等湿地珍稀物种包括丹顶鹤、白头鹤、白枕鹤、灰鹤、白鹳、黑鹳、黑脸琵鹭等及其赖以生存的海滨湿地生态系统为主要保护对象的中国最大海岸带湿地类型自然保护区。盐城沿海滩涂珍禽自然保护区由隶属盐城市的响水、滨海、射阳、大丰、东台 5 个沿海县(市)的滩涂组成(图 1),呈西北-东南向的狭长地带,北起响水的灌河,南至东台的新港闸,西起黄海公路(陈家港-李堡),东到海水-3 m 等深线。它位于中国海岸线中段、苏北平原东部,东临黄海,地理位置 $32^{\circ}20'N-34^{\circ}37'N$, $119^{\circ}29'E-121^{\circ}16'E$,是北温带与亚热带的过渡地带。由于受海洋气候和陆地气候的双重影响,气候温暖湿润,年平均气温 $13.7^{\circ}C \sim 14.6^{\circ}C$,平均降水量 $980 \sim 1070 \text{ mm}$,适宜的气候条件和优越的自然环境不仅孕育了丰富的生物资源,也为各种鸟类的生存提供了优越的条件。

其生态系统由许多各级小生态系统组成,如依区域划分的潮上带生态系统、潮间带生态系统,依植

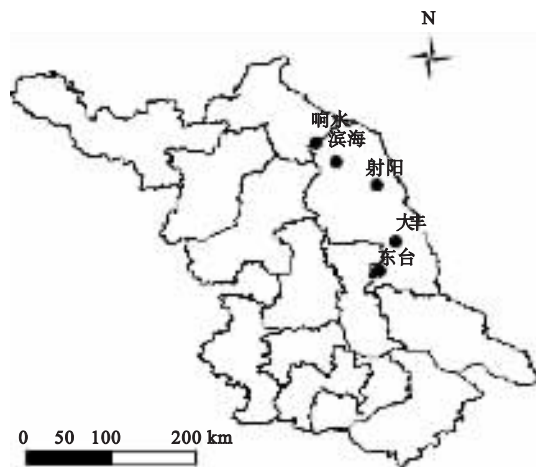


图 1 研究区域概况示意图

Fig. 1 Sketch map of the studied area

被类型划分的沼泽-草地生态系统、平原林业生态系统,依人为措施划分的围垦区生态系统、盐田区生态系统、养殖区生态系统、保护区核心区生态系统等。这些生态系统一般包含 4 个生产层:前植物生产层、植物生产层、动物生产层和外生物生产层,其中以获得植物及其产品为主要目的的植物生产层为生态学上的初级生产,是滩涂生态系统的基础(王资生和阮成江 2001)。

1.3 资料收取与数据处理方法

收集保护区历年的鸟类数据,此数据来源于江苏省国家级盐城沿海珍禽自然保护区,并于 2009 年 2 月 12—16 日对盐城沿海滩涂开发状况、鸟类区系组成及其生态分布进行了野外调查,调查主要以定点观察和路线统计相结合,直接计数。调查范围为盐城国家级珍禽自然保护区所属区域范围(图 1)。核心区及其缓冲区为重点调查范围。主要工具为 $10 \times 50 \text{ w}$ 双筒望远镜和 20 倍单筒望远镜、MINLTA (AF80-400) $\times 2$ 照相机等。丹顶鹤随时间变化趋势采用一元线性回归,并进行回归系数的显著性检验,采用 Origin 绘图。

2 结果与分析

2.1 盐城沿海滩涂珍禽自然保护区鸟类区系组成

2.1.1 鸻鹬类 据保护区历年资料得出,保护区内鸻鹬涉禽的重要栖息地可分为灌东盐场盐田和三圩港北滩涂、死生港北滩涂、射阳盐场盐田和扬水滩及东沙港外滩涂、核心区中路港滩涂、大丰四卵西河口滩涂、大丰港栈桥两侧滩涂、竹港河口滩涂、梁垛河口及其以南至条子泥滩涂。

表 1 盐城沿海滩涂珍禽自然保护区部分鸕鹚类涉禽迁徙种群数量(2000—2001) *
Tab.1 Migratory population of waders in natural reserve for rare birds in beach region of Yancheng

种类	2000 年				2001 年			
	春季		秋季		春季		秋季	
	种群数量 (只)	超过迁徙 种群比例 (%)	种群数量 (只)	超过迁徙 种群比例 (%)	种群数量 (只)	超过迁徙 种群比例 (%)	种群数量 (只)	超过迁徙 种群比例 (%)
黑翅长脚鹬 <i>Himantopus himantopus</i>	3057	15	1648	8	461	2	359	
反嘴鹬 <i>Recurvirostra avosetta</i>								
蛎鹬 <i>Haematopus ostralegus</i>	147	1						
蒙古沙鹁 <i>Charadrius mongolus</i>	2329	2	1237	1	1264	1		
灰斑鹁 <i>Pluvialis squatarola</i>	6195	4	1387	1	5295	4		
翻石鹬 <i>Arenaria interpres</i>			1528	5	3125			
尖尾滨鹬 <i>Calidris acuminata</i>	2514	1	3165	1		1		
弯嘴滨鹬 <i>C. ferruginea</i>	4485	1	5319	2	57867			
黑腹滨鹬 <i>C. alpina</i>	75720	25	61503	12		12	16531	3
大滨鹬 <i>C. tenuirostris</i>	5743	1						
三趾鹬 <i>C. alba</i>	126	1	1663	5	10133			
红胸滨鹬 <i>C. ruficollis</i>	18529	3	26560	5		2		
阔嘴鹬 <i>Lymnocola falcinellus</i>	1756	10	4400	27	945		1309	8
半蹼鹬 <i>Limnodromous semipalmatus</i>	1793	8	411	1		4		
黑尾塍鹬 <i>Limosa limosa</i>	4956	3	2414	1				
斑尾塍鹬 <i>L. lapponica</i>	17467	5	6416	1				
中杓鹬 <i>Numenius phaeopus</i>	1681	4	1057	2			435	1
白腰杓鹬 <i>Tringa ochropus</i>	783	3	1178	5	3834			
鹬 <i>Tringa erythropus</i>	9086	18	9447	18	9126	7	554	1
泽鹬 <i>T. stagnatilis</i>	16516	18	9189	9	584	8	1650	1
青脚鹬 <i>T. nebularia</i>	4426	8	2723	4		1		
小青脚鹬 <i>T. guttifer</i>	51	5	45	4				
林鹬 <i>T. glareolax</i>	634	1	803	1				
翘嘴鹬 <i>Xenus cinereus</i>			387	1				

* 数据来源于江苏省国家级盐城沿海珍禽自然保护区 2000—2001 年调查统计数据整理。

从表 1 可以看出 ,黑腹滨鹬和红胸滨鹬分布很广 ,为保护区最常见的种类 ,其最大数量群是在潮间带泥滩和盐场的水库扬水滩 ;灰斑鹁和蒙古沙鹁分布类似于黑腹滨鹬 ,鹬、泽鹬和红胸滨鹬分布也很广 ,但主要集中在盐场一带 ,绝大多数半蹼鹬分布在保护区中部的泥滩 ,这些区域均距离风电场所在区域较远 ,而黑翅长脚鹬则比较喜欢分布在海堤内侧或附近的池塘 ,春季迁徙也喜欢在水库或鱼塘中 ;小青脚鹬多在虾塘或池塘的水边 ,且大丰风电场及东台风电场范围包含有大面积的人工养殖塘。

2. 1. 2 丹顶鹤 通过对固定觅食地和夜宿地范围的丹顶鹤数量统计 ,将盐城沿海滩涂珍禽自然保护区的越冬丹顶鹤种群分为 8 个小群(表 2)。

盐城沿海滩涂珍禽自然保护区是世界上丹顶鹤最重要的越冬地 ,据历年丹顶鹤越冬种群数据整理得出图 2(吕士成 2009) ,从图 2 可以看出 ,该区丹顶鹤越冬种群数量呈波动变化。2000 年以前 ,丹顶鹤越冬数量呈上升趋势 ,且于 2000 年达到最高值 ,

2001 年突然下降 ,之后又缓慢回升 ,但总体上呈上升趋势。这可能与繁殖地干旱、春季火灾及人为捡卵与幼鸟有关 ,也可能与迁徙途中停歇地、栖息地环境质量恶劣 ,以及与越冬地冬季干旱、农药中毒、栖息地环境改变等有关。

表 2 保护区丹顶鹤栖息地分布及观察到种群数量 *
Tab.2 Information of the amount , distribution and habitat of *Grus japonensis* natural reserve for rare birds in beach region of Yancheng

序号	分布地点	种群数量
1	灌东盐场	2 ~ 35
2	射阳盐场及滩涂	15 ~ 164
3	核心区及射阳芦苇基地	281 ~ 770
4	四卯西及王港	48 ~ 250
5	竹川垦区	4 ~ 114
6	东川垦区	3 ~ 148
7	笆斗垦区及滩涂	2 ~ 35
8	六灶滩涂	31 ~ 100
	合 计	386 ~ 1616

* 资料来源于江苏盐城国家级珍禽自然保护区管理处。

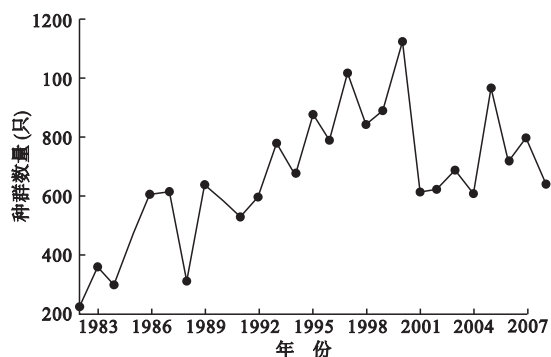


图2 1982—2008年盐城沿海滩涂珍禽自然保护区丹顶鹤越冬种群数量变化

Fig.2 Change of the wintering red-crowned crane population in natural reserve for rare birds in beach region of Yancheng in 1982—2008

资料来源于吕士成(2009)。

2.2 保护区鸟类的生态分布

湿地鸟类的分布取决于地貌、土壤、植被、水分、气候等多种因素。有研究学者按照江苏省沿海湿地的生态环境将沿海区鸟类的生态分布分为:潮间带滩涂水域鸟类群、芦苇碱蓬滩涂鸟类群、碱蓬灌草丛区鸟类群、盐场虾池鸟类群、苇塘草地鸟类群、平原林区鸟类群六个区(刘奕林,2006;戴科伟,2007)。结合实际观测资料,根据鸟类活动情况及栖息地植被特点,将保护区内鸟类栖息地生境分为盐沼、开阔水域及河口、芦苇荡、草地和草甸、林区及种植区与居民区6个区:

1) 盐沼生境。该区多为泥滩和盐场地区。迁徙的水鸟和越冬的水鸟栖息于这些地区,黑嘴鸥利用碱蓬滩繁殖,在泥滩和盐场扬水滩上觅食蟹类和沙蚕。许多燕鸥选择碱蓬泥滩这些地方作巢。成千上万只岸鸟觅食泥滩上的螺类、小蚌和食物团粒。这些地方维持了重要的水禽群落和丰富的生物多样性,自然就是鸟类重要的栖息地。

2) 开阔水域及河口生境。该区是水禽重要栖息地。冬季盐场的水库和近海,水禽主要栖息于此,野鸭和白骨顶觅食浅水处的贝螺类;夏季,一些鸥类捕捉水体中的鱼虾。

3) 芦苇荡。夏季,该生境是大苇莺、黄斑苇开鸟等鸟类的繁殖地,也有鸢等猛禽及一些食虫鸟类来芦苇捕食;冬季,未收割的苇地成为震旦鸦雀和棕头鸦雀的栖息地,芦苇收割后,丹顶鹤和灰鹤多觅食苇根处的螺类,成为鹤类重要的栖息地之一。

4) 草地和草甸。草地为鸟类提供良好的繁殖环境,比如丰富的昆虫食饵,较方便的巢材来源等。

夏季,该生境会吸引许多鸟类在这些地区繁殖,如小鸬等。冬季,它是小蝗莺等居留地。

5) 林区及种植区。该区有大量的林鸟。夏季,林区为鹭类提供了良好的巢区,靠近种植区的灌丛和高苇草地是小鸬、黑卷尾的筑巢抚育后代的家园。冬季,该区为灰棕鸟和夜鹭的栖息地,而常见种如环颈雉、珠颈斑鸠、山斑鸠、棕背伯劳等在林区及种植区栖息。其中树上营巢的鸟类,喜欢在电线上停歇,未绝缘的高压线可能对其有一定的影响(邢莲莲和杨贵生,2003),因此建立风电场时远离人工林或采用地下电网,可以减少对鸟类的危害。

6) 居民区。该区有灌丛和高大林木,夏季,麻雀、棕背伯劳、白头鸭、斑鸠等鸟类在此区繁殖,金腰燕和家燕主要利用楼房的檐角筑巢。冬季,大山雀、灰棕鸟和乌鸫等鸟类栖息于其周围。

2.3 风电场对鸟类的影响

全世界候鸟迁徙通道主要有6条,经过中国的鸟类有3条秋季迁徙路线(吕士成等,2007):第1条是西路,经过新疆;第2条是中路,经过湖南湖北;第3条是东路,从俄罗斯自西伯利亚-东亚-澳大利亚。其中第3条路线经过江苏盐城,既是中国境内主要的候鸟迁徙通道,又是世界最重要的候鸟迁徙通道。保护区滩涂地是候鸟迁徙的停靠站和觅食处。

目前,江苏省苏北沿海区域风电场主要建立在大丰、东台及响水3个区域,该区域距离盐城珍禽保护区核心区距离较远,风电场对生活在核心区及其附近区域的鸟类栖息、觅食产生的影响相对较小,但主要是通过直接占用栖息地及活动空间对其产生影响。而生活在风电场周围的鸟类相对较少,相对鸟类总体来说影响不大,但是,由于缺乏风电场附近鸟类习性的观测资料,风电场对生活在其附近鸟类栖息觅食的影响还有待进一步研究。

江苏省沿海滩涂是雁鸕类、鸬鹚类及鹤类等候鸟的主要迁徙驿站,每年约有300万只候鸟路经此地(徐菲菲等,2005),虽然盐城沿海滩涂湿地是东南亚及澳大利亚与西伯利亚苔原南北候鸟迁徙的重要停歇地,但在迁徙途中,一般鸟类的飞行高度为300 m左右,候鸟的迁飞高度在300 m以上,如燕为450 m、鹤为500 m、雁为900 m(苏文斌等,2002)均远远超过风机的高度(100 m以下),另据咨询保护区专家得知丹顶鹤在春秋长途迁徙中飞行高度在100~400 m,而在保护区栖息地内部活动时飞行高

度会低于100 m。因此风电场对这些鸟类迁徙过程的影响相对较小,对保护区内鸟类栖息、觅食的影响有待进一步探讨。

此次调查过程中,在大丰、东台风电场风机下未发现鸟的尸体及碰重现象,主要是由于鸟类与风机发生撞击而造成死亡通常与风机的转速呈一定的相关关系,一般变速的风机对鸟类的影响较大。即使如此,在许多情况下仍然有80%以上的鸟类可以穿过变速的风机而不受丝毫损伤。一般情况下,相应飞行高度下穿越风电场的鸟类撞击风机的概率只有0.1%~0.01%(孙靖等,2007)。而且,江苏已建风电场建风机的转速在 $11.0 \sim 20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 速度较慢,而鸟类的视觉极为敏锐,反应机警,加之鸟类主要集中在核心区,风电场周围鸟类不密集,因此发生鸟类碰撞风机致死现象的可能性很小;也可能与此次观测时间较短有关。因此,长时期对鸟类进行连续观测是很重要的,在风电场周围建立鸟类观测站,加强风电场区域鸟类生活习性(栖息、觅食、迁飞)等行为是必要的。

通过调查研究,大丰风电场周围未开垦区域以互花米草为主,互花米草既破坏了沿海生物的栖息环境,也占据了鸟类的生存空间,所以在此区域生存的鸟类较少。而大丰风电场的开垦区域及东台风电场周围已被开发为人工湿地予以连片养殖,这种通过在允许开发区域根据滩涂湿地特性,进行适宜性的相关产业活动,本身仍然保持了湿地原有的基本特性,在强度适中的情况下,可适度调节珍禽鸟类的栖息空间(孙靖等,2007)。但是,风电场对生活在此养殖塘内的鸟类影响大小有待进一步研究。此外,风电场建立后是否引起高空风场的改变,进而对鸟类产生影响的研究有待探索。

大丰、东台及响水风电场均距离居民区较远,因此风电场对生活在居民区生态环境中鸟类的影响不大。

3 结论与建议

3.1 盐城沿海滩涂珍禽自然保护区鸟类区系组成

保护区有偶见种34种,迷鸟38种。从鸟类的生态类型来分,保护区内有繁殖鸟类共有66种,留鸟30种、夏候鸟56种、冬候鸟119种、旅鸟189种,分别占保护区鸟类总数的7.61%、14.21%、30.20%、51.78%(吕士成等,2007)。可见,冬候

鸟、旅鸟是盐城沿海滩涂鸟类的基本类型。且盐城区鸟类区系主要由古北型、东洋型和广布型种类组成,其中东洋界种鸟类成份最多,广布型鸟类次之,这更多反映了该湿地鸟类地理区系的特点(吕士成和周世鄂,1990)。

3.2 保护区鸟类的活动特点

从保护区鸟类的组成分析可以得到鸟类的活动有以下特点:1)部分鸟类在保护区常年可见。这主要是一些留鸟,种群数量不多;2)冬季鸟类的种类及数量较多,鸟类活动频繁。这主要是一些雁鸭类及其他越冬鸟类,通常种群数量大。根据近几年保护区的调查统计,估计冬季雁鸭类有80多万只,加上鸕鶿类、鹭类、鹈鹕类及鸥类等,保护区鸟类总数量达100多万只;3)鸟类在保护区出现的时间差异大。每年春秋两季,是以鹈鹕类为代表的旅鸟迁徙期,它们只在保护区作短暂的停留,而冬候鸟则在10月开始陆续迁来越冬,至翌年3月前后才迁出保护区,北返繁殖;4)部分鸟类在保护区内有集群现象。在每年12月—翌年2月中上旬,冬候鸟群体相对稳定,是集群高峰期。尤其是当气温达到 -4°C 以下时,则有数以万计的大群体一起觅食、栖息。射阳盐场约 60 hm^2 的盐田,豆雁、灰雁和其它水禽可达4万只,位于缓冲地带的射阳林场竹林,面积约 60 hm^2 秋季夜间聚集了十几万只灰椋鸟。

3.3 风电场对鸟类的影响及其防护措施

风电场的建立占用一定的土地面积而直接破坏原生环境,从而迫使栖息在风电场范围内的鸟类迁移到别处,重新选择适宜的生存环境如人工湿地,但从总体上看对其影响不大(孙靖等,2007)。江苏省苏北沿海区域风电场主要建立在大丰、东台及响水3个区域,该区域距离盐城珍禽自然保护区核心区距离较远,风电场对生活在其核心区及其附近区域的鸟类栖息、觅食产生的影响相对较小,但主要是通过直接占用该区域鸟类栖息地及活动空间对其产生影响。这3个区域风电场的建设可能迫使栖息于风电场范围内的越冬丹顶鹤及各种鸟类迁移到其他地方,从而使其他区域如核心区鸟类的承载压力加大,但生活在风电场周围的鸟类相对较少,相对鸟类总体来说影响不大。可以通过有效利用淡水资源,实施生态蓄水,人为创造生境多度空间,修复原生生境的破坏(崔保山和刘兴士,2001),从而为风电场范围内的鸟类提供更多生境。如盐城自然保护区水禽湖的建立后,水禽栖息的种类由建立前的16种增加到37种,

数量由 3459 只增加到 97747 只,水禽栖息次数由 210132 只·d⁻¹ 增加到 2256834 只·d⁻¹(王会, 1999)。

江苏省沿海区滩涂是雁鸭类、鸕鹚类及鹤类等候鸟的主要迁徙驿站,而这些候鸟的迁飞高度均远远高于风机(100 m 以下)高度,因此鸟类在迁徙过程中,风电场风机对鸟类造成的伤害较小,这与荷兰自然物理研究所的研究结果一致(李文婷, 2004)。在风机上适当的位置安设闪烁灯光、以及采用不同色彩搭配,如旋转时形成鹰眼图案,促使鸟类产生趋避行为,可以降低撞击风险(马元斑, 2005),还可以在风电机周围施放毒饵,以控制作为鸟类食物来源的啮齿动物在风轮机基础周围集结,从而减少对鸟类伤害的几率(郑磊夫, 2007)。

鸟类与风机发生撞击而造成死亡通常与风机的转速呈一定的相关关系,一般变速的风机对鸟类的影响较大(Percival, 2003),江苏已建风电场的风机转速在 10~20 r·min⁻¹,速度较慢,而鸟类的视觉极为敏锐,反应机警,加之鸟类主要集中在核心区,风电场周围鸟类不密集,因此该区域发生鸟类碰撞风机致死现象的可能性较小。

目前,由于缺乏风机与鸟类碰撞概率数据、缺乏长时期风电场周围鸟类生活习性(栖息、觅食、迁飞)以及接近风机的回避等行为的监测数据,风电场对生活在其周围养殖塘内的鸟类影响大小还有待进一步探索。因此,应在风电场区域建立鸟类观测站,加强风电场区域鸟类活动特征(如栖息选择、迁徙路线、高度等)以及鸟类与风机撞击情况及鸟类在输电线路上的栖息情况的观测,合理调整运行及防范措施。将风电场对鸟类的影响防范工作纳入区域发展规划,协调区域滩涂及邻近地区的开发建设。

参考文献

崔保山,刘兴土. 2001. 黄河三角洲湿地生态特征变化及可持续性管理对策. 地理科学, 21(3): 250-256
戴科伟. 2007. 江苏盐城湿地珍禽自然保护区生态安全研究(博士学位论文). 南京:南京师范大学.
李文婷. 2004. 青海省建设大型风电场对环境的影响. 青海环境, 14(2): 83-84.
刘奕林. 2006. 盐城海滨湿地生态系统的研究(硕士学位论文). 南京:南京林业大学.
吕士成,施问全,孙明,等. 2007. 江苏盐城沿海滩涂生物资源及其环境保护. 现代农业科技, 24: 97-201.
吕士成,孙明,邓锦东,等. 2007. 盐城沿海滩涂湿地及其生物多样性保护. 农村环境与发展, (1): 11-13.

吕士成,周世鄂. 1990. 射阳林场鸟类调查. 江苏林业科技, (1): 27-35.
吕士成. 2009. 盐城越冬丹顶鹤栖息地保护与经济发展之间的关系. 野生动物杂志, 30(1): 37-39.
马元斑. 2005. 减少风轮机与鸟类碰撞的新方法. 水利水电报, 26(3): 30.
世界能源理事会. 1998. 新的可再生能源. 未来发展指南. 北京:海洋出版社.
苏文斌,董晓红,赵红岩,等. 2002. 内蒙古辉腾锡勒风电场对生态环境的影响. 内蒙古农业科技, (4): 5-6.
孙靖,钱谊,许伟,等. 2007. 江苏大丰风电场对鸟类的影响. 安徽农业科学, 35(31): 9920-9922.
王会. 1999. 人工湿地的生态效益研究. 湿地通讯, (3): 5-6.
王资生,阮成江. 2001. 盐城滩涂生态系统及可持续利用. 海洋科学, 25(7): 15-18.
邢莲莲,杨贵生. 2003. 内蒙古辉腾锡勒地区鸟类研究. 内蒙古大学学报(自然科学版), 34(6): 663-667.
徐菲菲,杨达源,黄震方. 2005. 基于层次熵分析法的湿地生态旅游评价研究——以江苏盐城丹顶鹤湿地自然保护区为例. 经济地理, 25(5): 707-711.
郑磊夫. 2007. 海上风电工程生态环境影响及对策. 上海电力, (2): 136-139.
Desholm M, Fox AD, Beasley P, et al. 2006. Remote techniques for counting and estimating the number of bird-wind turbine collisions at sea: A review. Ibis, 148(Suppl. 1): 76-89.
Desholm M, Kahlert J. 2005. Avian collision risk at an offshore wind farm. Biology Letters, 1: 296-298.
Kikuchi R. 2008. Adverse impacts of wind power generation on collision behaviour of birds and antipredator behaviour of squirrels. Journal for Nature Conservation, 16: 44-45.
Percival SM. 2003. Birds and Wind Farms in Ireland: A Review of Potential Issues and Impact Assessment. Durham, UK: Ecology Consulting.
Petersen IK, Christensen TK, Kahlert J, et al. 2006. Final Results of Bird Studies at the Offshore Wind Farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. National Environmental Research Institute.
United States Government Accountability Office. 2005. Wind Power: Impacts on Wildlife and Government Responsibilities for Regulating Development and Protecting Wildlife. Washington, D. C., U. S.: Government Accountability Office.
Winkelman JE. 1989. Birds and the wind park near Urk: Collision victims and disturbance of ducks, geese and swans. RIN Report 89/15. Arnhem, The Netherlands: Rijkinstituut voor Natuurbeheer.
World Wind Energy Association. 2006. Statistics March 2006. Bonn, Germany: WWEA Head Office.

作者简介 许遐祯,男,1963年生,博士研究生,高级工程师。主要从事气候变化、风能资源开发利用研究。E-mail: xuxz0119@126.com
责任编辑 李凤芹