

· 调查与评价 ·

大丰风电场建设对盐城自然保护区的生态影响分析

宋文玲 钱谊* 苏晓星

(南京师范大学地理科学学院,江苏扬州210046)

摘要 研究了大丰风电场一期、二期工程对盐城沿海湿地珍禽国家级自然保护区的生态影响。结果表明,在自然保护区实验区内建风电场会改变自然保护区生态结构和功能,使生物量减少,鸟类栖息地丧失,物种多样性下降,景观破碎化。提出了对策措施,以降低由于风电场的建设对自然保护区造成的生态影响。

关键词 风电场;生态系统;自然保护区;盐城大丰;生态损害

中图分类号 X826 摇摇 **文献标识码** B 摇摇 **文章编号** 1006-2009(2011)04-0032-05

Analysis of Ecological Impact on Yancheng Nature Reserves for Building Dafeng Wind Farms

SONG Wen-ling, QIAN Yi*, SU Xiao-xing

(School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing, Jiangsu 210046, China)

Abstract : The ecological impact of building Phase I and Phase II wind farms in Dafeng on Yancheng National Nature Reserves was analyzed. The results showed that building wind farms in reserves would change the structure and function of the ecological protection, biomass and bird habitat loss, decrease of species diversity, landscape fragmentation. Some countermeasures were proposed to reduce the impact of the wind farm construction on the Nature Reserves.

Key words : Wind farms ; Ecosystems ; Nature reserves ; Yancheng Dafeng ; Ecological damage

摇摇风电是一种清洁的可再生能源,同其他能源相比具有良好的社会、经济和环境效益。然而对已建风电场的调查研究发现,风电场会产生电磁污染、噪声污染、视觉影响、影响鸟类、破坏生态等不利因素^[1-2]。建在保护区内的风电场,对生态环境影响非常明显。

江苏盐城沿海湿地珍禽国家级自然保护区(简称自然保护区)地处沿海,风能资源丰富,是江苏省发展风能的首选之地^[3]。现通过对建在自然保护区内的大丰风电场进行调查,分析风电场的建设对自然保护区的生态影响。

1 保护区概况

自然保护区(32°36'50"N—34°32'24"N, 119°47'35"E—121°5'10"E)地跨东台、大丰、射阳、滨海和响水5个县(市)。自然保护区南北长约200 km,东西最宽处约20 km,总面积2 960 km²,海

岸线长约530 km。自然保护区内现有植物480种,动物1 470种,其中鸟类382种,鱼类281种,昆虫310种,两栖爬行类45种,哺乳类48种;全区特有物种43种,濒危物种62种,丹顶鹤、白鹤、白鹳、黑鹳等12种为国家一级重点保护动物,黑脸琵鹭、灰鹤等67种动物属国家二级重点保护对象。自然保护区主要保护对象是以丹顶鹤为主的珍稀鸟类,以芦苇为主的湿地植被,以及沿海滩涂湿地生态系统^[4]。

据观察,东亚90%以上的候鸟经我国东部沿海迁徙通道南北迁徙,自然保护区是我国东部沿海迁徙通道最重要的地段,每年春秋两季大约有近

收稿日期 2010-12-23;修订日期 2011-07-04

基金项目 环保公益性行业科研专项基金资助项目(200709051)

作者简介 宋文玲(1984—),女,辽宁本溪人,硕士生,研究方向为环境影响评价与规划。

* 通讯作者 钱谊 E-mail njqianyi@163.com

300 万只鸕鹚类涉禽经停区内,每年约有 50 多万只水禽在自然保护区越冬。自然保护区还是我国沿海生物多样性最丰富的重要地区之一,物种数量约占我国海岸带生物物种总数的 1/10。

2 大丰风电场概况及其区位分析

2.1 大丰风电场区位与自然保护区的关系

大丰风电场一期、二期工程均位于实验区南部,场区总计占地面积 58.4 km²,约占自然保护区总面积的 2.0%,占实验区 2.7%,见图 1。

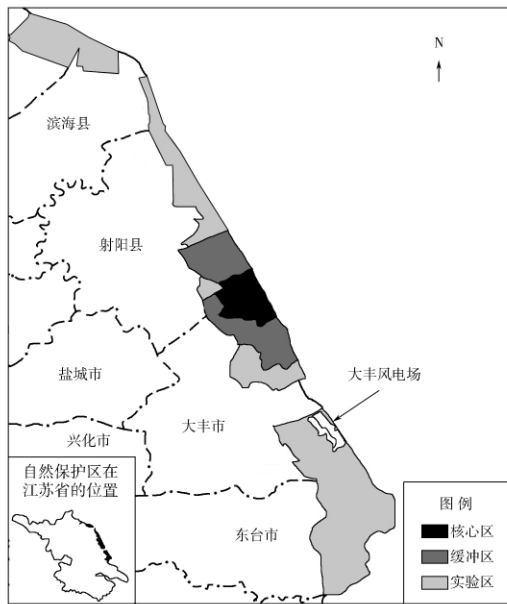


图 1 大丰风电场与自然保护区的位置
Fig. 1 Position of wind power site and the nature reserves

历年调查和统计资料表明,目前在自然保护区内越冬的丹顶鹤共有 7 个小种群。大丰风电场项目涉及到的丹顶鹤栖息地有王港南侧滩涂和竹川垦区丹顶鹤栖息地。项目建设地的滩涂也是鸕鹚等迁徙鸟类栖息和觅食的主要场所。

2.2 大丰风电场概况

大丰风电场分为一期工程和二期工程建设,风电场一期工程(200 MW)位于大丰市海堤公路以东王港闸和川东闸之间的沿海滩涂上,在自然保护区实验区内。风电场南北长约 17 km,东西宽约 8 km,整个风力发电场由南到北呈带状分布,占地面积 32.9 km²。该项目于 2006 年 12 月开工建设,2009 年 10 月全部机组投产发电。风电场二期工程(100 MW)位于一期工程的西侧,在自然保护区实验区内。风电场二期南起川东港口,北至王港口,西临海防公路,呈条带状,南北长约 15 km,东西宽 1 km~3 km,占地面积 25.4 km²。二期工程 2010 年开工建设,预计 2012 年投产。

3 主要生态影响分析

3.1 生态系统生物量损失

风电场范围内的生态系统类型较多,有天然的海岸滩涂生态系统、河口生态系统、草甸生态系统,还有各种人工生态系统,如淡水养殖生态系统、垦区生态系统等。建设项目占地类型主要有滩涂、鱼塘、草地等。永久占地造成生物量损失按照 20 年计算,临时占地造成生物量损失按照 2 年计算(自然保护区管理处同建设单位协商的结果)。

根据实地调查走访得知,占用养殖塘使生物量损失造成的经济损失为 0.996 元/(m²·a)。风电场占地范围内的植物以互花米草为主,芦苇、碱蓬等其他植物分布面积不大,所以按互花米草的生物量计算占地范围内植物的生物量损失。植被调查表明,互花米草的生物量损失按 8 479 g/(m²·a)计算,光滩地底栖动物生物量损失按平均 98 g/m²计算。风电场二期占用的土地类型基本为鱼塘,故植物损失量可以忽略不计;二期项目也不占用光滩,故也可以忽略光滩底栖动物生物量损失。所以风机占用土地而使生物量减少造成的直接经济损失见表 1。

表 1 大丰风电场占地面积及经济损失

Table 1 Area of wind power station and economic losses

项目名称	占地类型	养殖塘		草地		光滩	
		A/m ²	经济损失/万元	A/m ²	m (植物生物量损失)/t	A/m ²	m (底栖生物量损失)/t
大丰一期	永久占用	63 260	126.01	320 542	54 355.91	8 591	16.78
	临时占用	173 700	34.6	849 401	14 403.72	237 899	46.46
大丰二期	永久占用	310 465	618.45				
	临时占用	105 520	21.02				
总计		652 945	800.08	1 169 943	68 759.63	246 490	63.24

3.2 摇对鸟类的影响

3.2.1 摇鸟类栖息地的丧失

生境丧失是风电场建设对自然保护区最直观的生态影响模式。大丰风电场建设项目占用的土地类型有养殖塘、耕地、草地、林地、潮间滩地、高滩地,其中养殖塘、光滩是珍禽栖息、觅食的主要场所。由于风机底座占地永久造成鸟类栖息地丧失约为 0.79 km^2 ,占保护区总面积的 0.03% 。

经过实地考察观测到,风电场风机之间空地上,鸟类活动非常少。可能是由于风机的噪声和风机对鸟类的伤害所引起的。风机运转时,每台风机产生的噪声值为 $96\text{ dB(A)}\sim 104\text{ dB(A)}$,对噪声敏感的鸟选择回避,其次转动的风机及架空的输电线会导致鸟撞击伤亡,大多数鸟主动回避在此区域栖息和觅食。

下降的环境质量已经不能满足丹顶鹤及其他一些鸟类对栖息地的要求。风电场间接造成的栖息地丧失面积约为 58 km^2 ,占自然保护区总面积的 2.0% ,远远大于直接造成的损失。此处栖息地的丧失将迫使在风电场范围内越冬的丹顶鹤及其他鸟类向核心区迁移,加剧了核心区鸟类对栖息地、食物的争夺。

3.2.2 摇风机和输电线路对鸟类的伤害

风电场对鸟类的伤害来自鸟类撞击风机、塔架、输电线^[5-6]。这种碰撞可能发生在鸟类该地迁徙及季节性迁徙途中。鸟类撞击风机或输电线的概率同候鸟迁徙的规模、气象条件、风电场选址关系很大^[7-8]。

普通鸟类迁徙过程中飞翔高度 $<400\text{ m}$,鹤类在 $300\text{ m}\sim 500\text{ m}$,鹤、雁等最高可达 900 m ^[9]。风电场机组运行高度 $<100\text{ m}$,一般情况下风电场对鸟类迁徙没有影响。但是候鸟在迁徙中途停歇和觅食时,以及遇到不良气象条件时飞行高度一般 $<100\text{ m}$ 。由于此时飞行高度较低,旋转着的巨大风电机叶轮将会阻止丹顶鹤及其他鸟类在风电场范围内飞行和停留,同时,风机运行时存在鸟碰撞叶片导致伤亡的风险。

自然保护区是东北亚、澳大利亚候鸟季节性迁徙的咽喉之地,也是丹顶鹤等鹤类主要越冬地。每年3月—5月、8月—10月期间,有大量候鸟飞经此处,在滩涂停息数日或者在此越冬,觅食于高滩地或潮滩地,在保护区内补充能量。

大丰风电场地处自然保护区实验区内,风电场

呈条状沿海滩布置,其特殊的地理位置导致鸟类撞击风机和输电线路概率增大。风电场长度大约 17 km ,占地约 58.37 km^2 ,占据如此大的空间范围,使得对鸟类伤害威胁性变大。所以大丰风电场的建设对迁徙候鸟、越冬鸟类以及当地的留鸟危害性非常大。

在《江苏大丰(70 WM)风电项目生态环境影响评价专项报告》中,记录了2008年的9月4日—9月11日一期建设项目靠近沿海滩涂和鱼塘附近电线所造成的鸟类撞击死亡情况,统计结果见表2。

表2摇一期风电场鸟类撞击死亡统计

Table 2摇Numbers of the birds killed by crash during the first stage of wind power station

鸟类名称	死亡数量/只
红颈滨鹬	4
鹤鹑	4
黑翅长脚鹬	2
水鹤	1
黑腹滨鹬	7
大滨鹬	2
红脚鹬	1
矶鹬	1
白鹳	1
栗鹑	1
小鹑	1
合计	25

3.2.3 摇噪声对鸟类的影响

根据噪声预测公式进行计算^[10],噪声预测结果见表3。

表3摇风机噪声预测结果

Table 3摇The prediction of noise from wind turbines

预测距离 <i>l/m</i>	垂直影响预测值 <i>L_p/dB(A)</i>	水平影响预测值 <i>L_p/dB(A)</i>
10	75.91	73.00
50	61.97	58.96
75	58.65	55.00
100	55.87	52.86
150	52.26	49.25
200	49.68	46.67
210	48.12	45.00
300	46.00	42.99
400	43.33	40.32

风机在运转过程中产生的噪声主要来自于叶片扫风噪声和机械运转噪声。风电场一期、二期工程共布设风机 247 台, 风机声功率范围约 96 dB (A) ~ 104 dB (A) 按照每台风机声功率 104 dB (A) 计算, 预测采用等距离衰减模式, 并参照最为不利时气象条件等修正值。

当风机正常运转的时候, 垂直方向的噪声影响相对较大。昼间距离风机 150 m 以上的高空处, 噪声值 < 55 dB (A); 夜间 400 m 高空处, 噪声值 < 45 dB (A) 噪声满足《声环境质量标准》(GB 3096 - 2008) 中的 I 类标准。对于水平地面, 昼间水平距离 75 m 处、夜间水平距离 210 m 外的噪声满足《声环境质量标准》中的 I 类标准。

风机的噪声对候鸟和旅鸟影响不大, 对留鸟的影响很大^[1]。大多数鸟类对噪声具有较高的敏感性, 在这种声环境条件下, 丹顶鹤等对声音较为敏感的珍禽会选择回避, 其他珍禽会减少在此活动频率。

2009 年实地考察, 发现风机之间的空地及风机周围 200 m 范围内, 没有丹顶鹤在此活动, 偶有几只苍鹭、麻雀、喜鹊飞过。风电场及其周围已经丧失了作为丹顶鹤等鸟类栖息地的功能, 使原来生活在该地的丹顶鹤及其他鸟类另寻栖息地, 加剧了鸟类种群之间对食物和栖息地的争夺。

3.2.4 摇风电场对主要保护物种丹顶鹤的影响

自然保护区内珍禽以鹤类种数最多, 约占全世界的 50%。其中又以国家一级保护动物丹顶鹤最为重要, 每年来此过冬的丹顶鹤总数约占全国的 90% 以上。

研究表明, 丹顶鹤对越冬栖息地有较高的环境要求, 主要栖息在开阔的滩涂湿地, 偏爱的生境是稻田和草滩, 其次是养殖塘和互花米草滩及芦苇地, 丹顶鹤越冬期间觅食范围可达 30 km²。根据历年鸟类观测, 大丰风电场的周边范围涉及丹顶鹤在自然保护区内的 3 个越冬地: 四卯西和王港滩涂、竹川垦区、东川垦区, 根据多年观测, 在该区栖息的丹顶鹤平均 150 只。

随着大丰风电场一期的建设, 风电场范围内的景观改变, 噪声增加, 人为干扰活动频繁, 致使环境质量下降。丹顶鹤对环境质量要求较高, 所以当人为干扰增多的时候, 风电场周围已经不适合丹顶鹤对越冬环境的要求, 丹顶鹤将另择栖息地。大丰建设项目所在的竹川垦区, 在 2005 年调查的时候可

能还有一个族群的丹顶鹤 (约四五只) 在此栖息。到 2009 年, 调查结果显示风电场及周围 200 m 范围内无丹顶鹤踪迹。

3.3 摇景观分析

景观变化最显著的标志是由于土地利用与土地覆盖发生变化而导致的景观类型和景观格局的变化。利用遥感和 GIS 对风电场周围大约 8 km 范围内的土地利用方式进行分析, 风电场占用的景观类型主要为互花米草滩、养殖塘及光滩, 见表 4。

表 4 摇土地利用现状

Table 4 摇 Present situation of land utilization

土地利用方式	A/10 ⁷ m ²	A (风电场)/m ²
光滩	5.59	246 490
耕地	9.41	0
养殖塘	14.08	652 945
互花米草滩	5.73	1 169 943
建设用地	2.81	0
其他	1.47	0
海域	6.20	0
总计	45.29	2 069 378

风电场项目改变了土地的利用方式, 从而使自然型、半自然型的斑块变为人工类型的斑块, 致使景观类型发生变化。风电场的建设导致大面积的湿地景观丧失, 生境质量下降, 景观退化, 物种活动受到影响。

风电场建设导致原来连续的斑块被风机和道路割裂成一个个小的斑块, 致使景观破碎化, 景观格局发生变化。景观破碎化也导致斑块的周长增加, 越来越多的边缘暴露在受人类活动的影响景观之中, 产生了显著的边缘效应^[11], 导致某些需求较大生境面积的物种种群数量减少。因此对于自然保护区景观破碎化的结果将会导致其主要保护物种丹顶鹤等鸟类的适宜生境不断减少, 威胁其繁殖与生存。

3.4 摇对生物多样性的影响

风电场的建设对植被和土壤造成影响, 风机进行检修时可能造成油污染^[12], 导致物种受到影响。风电场建设改变了自然保护区区域内的景观环境, 使人为干扰增多, 环境质量下降, 许多物种受其影响被迫迁移出去。例如, 为了减少鸟类到湿地觅食引发的伤害事故, 部分风机周围原有的湿地被平整为旱地, 水分、土壤等非生物环境的改变, 以及原有

滩涂植被的消失会导致大量底栖生物缺乏生存、穴居和繁衍的庇护地而逐渐消亡,原有滩涂湿地生态系统中的高等动物(鸟类、哺乳动物等)也随着大量底栖动物及植物种子等食物的消失被迫迁移出目前的栖息地。在局地范围,生物多样性将急剧下降,并且恢复的可能性甚微。

4 生态损害减缓措施

4.1 工程措施

(1) 风电场建设前应该合理规划风电场位置和占地范围,风机位置布设应该避开越冬鸟类和历年迁徙鸟类的主要活动场所;(2) 施工时尽量减少占地,减少开挖面积,减少植被破坏;(3) 对于风电场内的所有风机、架空的输电线路应涂警示色,输电线路尽可能地埋。

4.2 生物保护和生态补偿措施

(1) 保护区同建设单位应该签订相应的补偿协议,未来几年建设单位应该有规划的实施生物保护及生态补偿措施。

(2) 风电场的建设导致鸟类觅食地减少,食物量不足,所以应该对自然保护区鸟类进行补饲,制定鱼类、甲壳类、贝类增殖放流计划,减少风电场占地对鸟类觅食的影响。

(3) 风电场的建设导致鸟类栖息地丧失,可以通过征购养殖塘等办法对鸟类栖息地进行补偿。未来风电场范围内新淤涨的滩涂,应该禁止开发,可以将其归入到保护区内。

(4) 建设候鸟观测救助站,及时观测鸟类动向,以及对受伤鸟类进行救助。

4.3 生态监测和管理措施

(1) 在整个施工期内,由建设单位委托的环保专职人员承担生态监理,自然保护区管理局应明确专人分工参与施工期的环境监理。制定相应的环保手册对施工人员、施工区域、施工方式、施工时间进行有效指导。如禁止施工期大挖大建,防止施工车辆噪声污染,防止施工人员废物排放,避免在鸟类大规模迁徙时段施工等。

(2) 运营期应该注意监督建设单位的生态保护措施是否到位,观察生态补偿措施效果;风电场运营的时候,在候鸟迁徙高峰来临时应该关闭风机;自然保护区同建设单位应该定期对风电场范围内的鸟类做专项监测。

5 结语

大丰风电场建设对生态环境造成不利影响。

(1) 造成植被破坏、生物量减少、物种多样性下降、景观破碎化等影响;(2) 风电场占用了自然保护区大面积土地,造成鸟类栖息地和觅食地丧失;(3) 风电场运营以后产生的噪声,以及对鸟类的潜在伤害降低了保护区的生态环境质量,导致生态系统服务功能下降。

针对大丰风电场同自然保护区特殊的地域关系,在风电场建设和运营时一定要采取严格有效的生态保护措施,对鸟类丧失的栖息地进行补偿、对鸟类适当的补饲、风机择时运行、输电线路地埋等保护措施,以减少对保护区生态环境的影响。确保风电的开发不影响自然保护区生态平衡,使风电开发发挥更大的社会和环境效益。

[参考文献]

- [1] 摇赵大庆,王莹,韩玺山. 风力发电场的主要环境问题[J]. 环境保护科学, 2005, 31(6): 66-67.
- [2] 摇魏庆勇,刘巧梅,刘来胜. 风电场开发的环境效益及环境影响[J]. 环境与可持续发展, 2009, 34(1): 11-13.
- [3] 摇石崇,钱谊,许燕华,等. 射阳港区规划对盐城自然保护区的生态影响研究[J]. 环境监测管理与技术, 2010, 22(3): 31-34.
- [4] 摇黄世成,姜爱军,刘聪,等. 江苏省风能资源重新估算与分布研究[J]. 气象科学, 2007, 27(4): 407-412.
- [5] 摇DREWITT A L, LANGSTON R H W. Assessing the impacts of wind farms on birds[J]. Ibis, 2006, 148(1): 29-42.
- [6] 摇许燕华,钱谊,陈雁,等. 东沙洲离岸潮间带风电场建设对鸟类的影响[J]. 环境监测管理与技术, 2010, 22(3): 19-24.
- [7] 摇ERICKSON W P, JOHNSON G D, SRICKLAND M D, et al. Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States [EB/OL]. [2010-04-10]. http://www.west-inc.com/reports/avian_collisions.pdf.
- [8] 摇RICHARDSON W J. Bird migration and wind turbines: Migration timing, flight behavior and collision risk. Proceedings of national avian-wind power planning meeting [EB/OL]. [2010-04-10]. <http://www.nationalwind.org/publications/avian.html>.
- [9] 摇邢莲蓬,杨贵生. 内蒙古辉腾锡勒地区鸟类研究[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2003, 34(6): 663-667.
- [10] 摇环境保护部. HJ 2.4-2009 环境影响评价技术导则 环境[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2010.
- [11] 摇刘红玉. 湿地景观变化与环境效益[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 93-114.
- [12] 摇褚建. 风力发电对青海生态环境的影响[J]. 青海环境, 2006, 16(3): 123-124.