

◆特邀栏目◆

广西兴安县兴安片区风电场秋季鸟类多样性及其受风机的影响^{*}黄勇杰¹,赵岩岩¹,温远光¹,孙冬婧¹,高惠¹,梁佳¹,朱健²,周晓果^{1**}

(1.广西科学院生态环境研究所,广西南宁 530007;2.广西泰能工程咨询有限公司,广西南宁 530023)

摘要:风电场建设对鸟类的影响是近年来鸟类生态学研究热点之一。为了解广西兴安县兴安片区风电场的鸟类物种组成及其受风机的影响,本研究于2021年9-10月,采用样线法对该区域的鸟类多样性进行调查。调查结果显示,共发现鸟类10目34科68种,目、科种类最多的分别是雀形目(Passeriformes,54种)和鹟科(Muscicapidae,6种)。白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)多度(49.7%)最高,其次是棕头鸦雀(*Sinosuthora webbiana*,19.1%)和暗绿绣眼鸟(*Zosterops simplex*,15.0%)。调查的各生境类型中,灌木林记录的鸟类种类(42种)最多。距风机700 m以外鸟类丰富度最高,且数量明显增加,而700 m范围内鸟类数量变化不明显。研究结果表明,鸟类受风机的影响可能与局部的地形和植被差异有关。

关键词:风电场 鸟类 多样性 兴安县 秋季

中图分类号:Q958.1 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2022)03-0304-07

DOI:10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20221019.012

风电场建设造成的噪声污染、电磁干扰、侵占和破坏野生动物栖息地等影响,可能导致一系列生态问题^[1]。目前,风电场建设对生态环境及鸟类的影响受到越来越多的重视。国外在风电场对鸟类撞击及迁飞影响方面开展较多研究^[2-4],发现鸟类与风机的碰撞风险可能与其集群性^[2]、飞行方式^[5]、年龄^[6]及性别^[3,7]存在关联。我国已有学者关注沿海地区和丘陵地带的风电场建设对鸟类迁徙、多样性、栖息地等的影响^[8-12],主要对相关地区的鸟类组成、季节性差

异及风力发电机对鸟类觅食、飞行高度、影响距离、鸟撞概率等方面的影响进行了调查,但相关研究仍处于起步阶段,在山地风机方面的相关研究更少,急需对不同地区、不同地貌类型开展不同方向的调查研究。

广西地处中、南亚热带季风气候区,北面是湘桂走廊,南面是北部湾沿海,风能资源丰富。近年来,广西风电产业迅猛发展,目前已在桂北、桂中、桂南等地相继建成风电场并投入使用,总装机容量日益增加。其中,桂北地区成为华南最大的风电项目集群区^[13]。

收稿日期:2022-06-15

修回日期:2022-07-29

* 广西科学院桂科学者团队项目(CQ-C-2405)资助。

【作者简介】

黄勇杰(1990-),男,博士,助理研究员,主要从事生物多样性研究。

【**通信作者】

周晓果(1980-),女,博士,副教授,主要从事森林生态学研究,E-mail:xgzhou2014@126.com。

【引用本文】

黄勇杰,赵岩岩,温远光,等.广西兴安县兴安片区风电场秋季鸟类多样性及其受风机的影响[J].广西科学院学报,2022,38(3):304-310.

HUANG Y J,ZHAO Y Y,WEN Y G, et al. Birds Diversity and Their Influence by Wind Turbines in Autumn at Xing'an Area Wind Farms, Xing'an County, Guangxi [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2022, 38(3): 304-310.

桂北地区以山地、丘陵为主,地形复杂多样,该区域所在的湘桂走廊是我国中部候鸟迁徙的重要通道。然而,该区域风电场的建设和运营对鸟类的影响尚未清楚。本研究于2021年秋季(9-10月)对广西兴安县兴安片区风电场开展调查,探讨该区域风电场秋季鸟类物种组成及其受风机的影响,为该区域鸟类资源保护及未来风电场建设提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

兴安片区风电场(110°28' - 110°41'E, 25°28' - 25°36'N)位于广西兴安县兴安镇源江村附近的山脊区域,由源江、唐家冲、殿堂、道坪等多个风电场组成,风电机组超过400台,总装机容量超过900 MW。该区域处于中亚热带湿润季风气候区,年平均气温18.6℃,年降水量1 876.5 mm。山区植被垂直分布差异明显,上坡植被类型以禾本科草丛、灌木林和人工林(杉木林和少量马尾松林)为主,山腰以下及沟谷主要是次生的常绿阔叶林、常绿针叶林、山地常绿落叶阔叶混交林和竹林。

1.2 鸟类调查方法

2021年9-10月,采用样线法对研究区域的鸟类进行调查。依据科学性、代表性、随机性及可行性原则,在风电场及其附近区域共设置17条样线(图1),每条样线长约2 km。在日出后30 min到上午11:00,下午15:30至日落前30 min,选取晴朗天气,以1-2 km/h的速度步行,利用双筒望远镜(FOR-ESTER 8×32)观察,记录看到及由叫声识别到的鸟类的名称、数量及所在栖息地类型,并通过最新的Google Earth高分辨率影像测量鸟类距最近风机的距离。

1.3 数据处理

本文将物种数和个体数量百分比分别定义为物种丰富度(Species richness)和物种多度(Species abundance)。将鸟类与风机的距离划分为5个梯度:

表1 广西兴安县兴安片区风电场秋季鸟类种类

Table 1 Bird species in autumn in Xing'an area wind farms in Xing'an County, Guangxi

序号 Serial number	物种 Species	生境类型 Habitat type	居留型 Resident type	分布型 Distribution type
1	灰胸竹鸡 <i>Bambusicola thoracicus</i>	SH, ME	RB	S
2	小鹏鹑 <i>Tachybaptus ruficollis</i>	RE	RB	W
3	池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	RE	SB	W

0-100 m、100-300 m、300-500 m、500-700 m和>700 m^[14],用单因素方差分析(one-way ANOVA)检验各梯度内鸟类个体实际数量差异。由于数据不符合正态性检验和方差齐性,使用Kruskal-Wallis检验进行组间两两比较。此外,使用Mann-Whitney U检验比较留鸟和候鸟与风机距离的差异,以分析迁徙和非迁徙鸟类对风机的响应。所有分析均在R 3.6.3中进行。

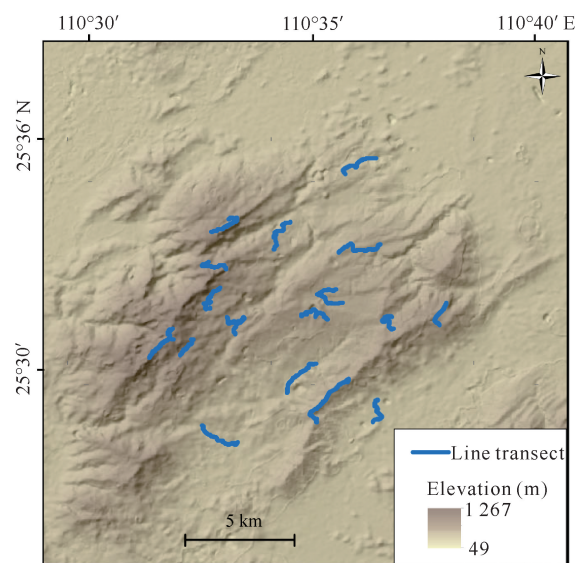


图1 兴安片区风电场鸟类调查样线

Fig. 1 Line transects for bird survey in Xing'an area wind farms

2 结果与分析

2.1 鸟类物种组成

本次调查共记录到鸟类68种(表1),隶属10目34科,其中雀形目(Passeriformes)物种数(54种)最多,占调查种类的79.4%,其他各目均在10种以下;鹎科(Muscicapidae)鸟类种类(6种)最多,其余各科为1-5种;白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)多度(49.7%)最高,其次是棕头鸦雀(*Sinosuthora webbiana*, 19.1%)和暗绿绣眼鸟(*Zosterops simplex*, 15.0%),其余鸟种均在9%以下(图2)。

续表

Continued table

序号 Serial number	物种 Species	生境类型 Habitat type	居留型 Resident type	分布型 Distribution type
4	黑翅鸢 <i>Elanus caeruleus</i>	SH	RB	S
5	凤头蜂鹰 <i>Pernis ptilorhynchus</i>	-	PB	U
6	黑冠鹃隼 <i>Aviceda leuphotes</i>	BL	SB	W
7	蛇雕 <i>Spilornis cheela</i>	-	RB	W
8	普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	-	WB	W
9	红脚苦恶鸟 <i>Zapornia akool</i>	ST	SB	W
10	白胸苦恶鸟 <i>Amaurornis phoenicurus</i>	RE	SB	M
11	山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	CF,SH,OR	RB	O
12	斑头鸫鹛 <i>Glaucidium cuculoides</i>	CF	RB	W
13	普通翠鸟 <i>Alcedo atthis</i>	SH,ST	RB	O
14	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	CB	RB	O
15	小灰山椒鸟 <i>Pericrocotus cantonensis</i>	ST	PB	O
16	棕背伯劳 <i>Lanius schach</i>	SH,ME,CR	RB	W
17	黑枕黄鹂 <i>Oriolus chinensis</i>	BL,CB,CR	SB	W
18	发冠卷尾 <i>Dicrurus hottentottus</i>	CB	SB	W
19	灰卷尾 <i>D. leucophaeus</i>	CF	PB	O
20	黑卷尾 <i>D. macrocercus</i>	BL	SB	O
21	松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>	CF,CB,SH	RB	U
22	红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythroryncha</i>	CF,CB,SH	RB	W
23	灰树鹊 <i>Dendrocitta formosae</i>	CF,BL,CB,SH	RB	W
24	大嘴乌鸦 <i>Corvus macrorhynchos</i>	CB,SH	RB	E
25	远东山雀 <i>Parus minor</i>	CF,ME,OR,ST,RA	RB	O
26	小云雀 <i>Alauda gulgula</i>	SH	SB	W
27	栗背短脚鹎 <i>Hemixos castanonotus</i>	BL,CB,SH,RE	RB	W
28	绿翅短脚鹎 <i>Ixos mccllellandii</i>	CB,SH	RB	W
29	领雀嘴鹎 <i>Spizixos semitorques</i>	CF,CB,SH,OR	RB	S
30	黄臀鹎 <i>Pycnonotus xanthorrhous</i>	SH	RB	W
31	白头鹎 <i>P. sinensis</i>	CF,SH,BF,ME,OR,ST	RB	S
32	家燕 <i>Hirundo rustica</i>	SH	SB	C
33	金腰燕 <i>Cecropis daurica</i>	ST	SB	O
34	红头长尾山雀 <i>Aegithalos concinnus</i>	CF	RB	W
35	黄眉柳莺 <i>Phylloscopus inornatus</i>	CF,ME,CR	WB	O
36	黄腰柳莺 <i>P. proregulus</i>	SH	WB	O
37	褐柳莺 <i>P. fuscatus</i>	CF,ME,OR,ST	WB	O
38	极北柳莺 <i>P. borealis</i>	CF	WB	O
39	白斑尾柳莺 <i>P. ogilviegranti</i>	SH	SB	S
40	东方大苇莺 <i>Acrocephalus orientalis</i>	ME	SB	O
41	棕扇尾莺 <i>Cisticola juncidis</i>	SH	RB	W

续表

Continued table

序号 Serial number	物种 Species	生境类型 Habitat type	居留型 Resident type	分布型 Distribution type
42	暗冕山鹧鸪 <i>Prinia rufescens</i>	SH	RB	W
43	黄腹山鹧鸪 <i>P. flaviventris</i>	ME	RB	W
44	纯色山鹧鸪 <i>P. inornata</i>	SH, ME	RB	W
45	长尾缝叶莺 <i>Orthotomus sutorius</i>	SH, BF, ME, RA	RB	W
46	红头穗鹛 <i>Cyanoderma ruficeps</i>	CF, CB, SH, ME	RB	S
47	棕颈钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus ruficollis</i>	CF, CB, SH, OR	RB	W
48	华南斑胸钩嘴鹛 <i>Erythrogonys swinhoei</i>	CF	RB	W
49	灰眶雀鹛 <i>Alcippe davidi</i>	CF, CB	RB	W
50	淡眉雀鹛 <i>A. hueti</i>	SH	RB	W
51	画眉 <i>Garrulax canorus</i>	CF	RB	S
52	棕头鸦雀 <i>Sinosuthora webbiana</i>	SH, OR	RB	S
53	暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops simplex</i>	CB, SH, BF, ME, CR, OR	RB	O
54	鹊鸂 <i>Copsychus saularis</i>	ST	RB	W
55	白冠燕尾 <i>Enicurus leschenaulti</i>	ST	RB	S
56	紫啸鸫 <i>Myophonus caeruleus</i>	SH	RB	O
57	红喉姬鹀 <i>Ficedula albicilla</i>	OR, ST	PB	M
58	红尾水鸫 <i>Rhyacornis fuliginosus</i>	ST	RB	O
59	东亚石鹀 <i>Saxicola stejnegeri</i>	SH, ME	RB	O
60	叉尾太阳鸟 <i>Aethopyga christinae</i>	CB, OR	RB	W
61	麻雀 <i>Passer montanus</i>	RA	RB	O
62	斑文鸟 <i>Lonchura punctulata</i>	SH, RE	RB	W
63	白鹡鸰 <i>Motacilla alba</i>	SH, ME, CR, OR, ST, RE	RB	W
64	田鸫 <i>Anthus richardi</i>	SH	WB	O
65	树鸫 <i>A. hodgsoni</i>	SH, ME	SB	M
66	金翅雀 <i>Chloris sinica</i>	SH, ME, CR	RB	O
67	白眉鸫 <i>Emberiza tristrami</i>	SH, ME	WB	O
68	小鹪 <i>E. pusilla</i>	SH	WB	O

Note: CF - Coniferous forest, BL - Broad-leaved forest, CB - Coniferous broad-leaved mixed forest, SH - Shrubbery, BF - Bamboo forest, ME - Meadow, CR - Cropland, OR - Orchard, ST - Stream, RE - Reservoir, RA - Residential area, RB - Resident birds, SB - Summer migrant birds, WB - Winter migrant birds, PB - Passing birds, O - Widespread type, W - Oriental type (include a handful of palaeotropical and global tropical types), C - Northern type, U - Palaearctic type, M - Northeast type (near or northeast China), E - Monsoon type (mainly humid region of eastern), S - Southern China type; "-" indicates habitat type is uncertain since the recorded bird was flying

调查发现国家Ⅱ级重点保护鸟类8种,包括黑翅鸢、凤头蜂鹰、黑冠鹃隼、蛇雕、普通鳶、斑头鸫鹀、红隼和画眉。广西重点保护鸟类有灰胸竹鸡、池鹭、黑枕黄鹀等17种。从居留类型看,调查共记录到留鸟43种,占调查种类的63.2%;夏候鸟13种,占19.1%;冬候鸟为8种,占11.8%;旅鸟4种,占5.9%。留鸟的数量(608只)较候鸟(106只)多。

在中国动物地理区划方面,本研究区域属于华中区,且靠近华南区^[15]。本次调查的68种鸟类中,在区系组成上以广布种(55种,占80.9%)为主,其次为分布于华中-华南区的物种(7种,占10.3%)和华中-华南-西南区的物种(4种,占5.9%),华中-西南区和华南-西南区分布的均只有1种(占1.5%),总体符合所处的动物地理分布特征。

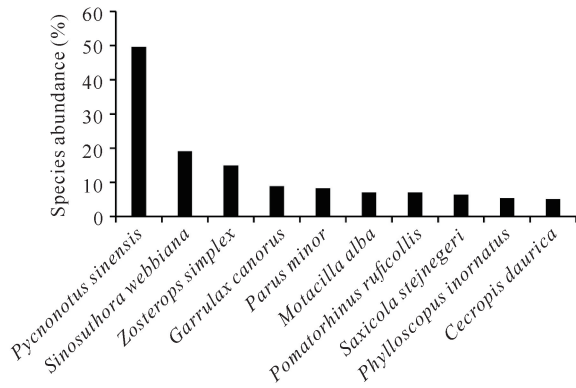


图2 兴安片区风电场鸟类记录排前10位的物种多度

Fig. 2 Top 10 species abundance of the bird recorded in the Xing'an area wind farms

从分布类型上看,东洋界鸟类(30种,占44.1%)占主要地位,其次为广布型(22种,占32.4%)和南中国型(9种,占13.2%)。东北型(中国东北地区或再包括附近地区)(3种,占4.4%)、古北型(2种,占2.9%)、全北型(1种,占1.5%)及季风型(1种,占1.5%)鸟类较少。由于研究区域位于热带和亚热带的过渡区,除广泛分布的鹁科、柳莺科和鹎科鸟类外,热带及亚热带分布的扇尾莺科鸟类种类较为突出。

2.2 不同栖息地的鸟类组成

本次调查记录的鸟类栖息地包括阔叶林、针叶林、针阔混交林、竹林、灌木林、农田、果园(主要种植柑橘)、草丛、居民区、水库和溪流。其中,灌木林占比(61.7%)最高,其后依次为乔木林(包括阔叶林、针叶林、针阔混交林和竹林,18.3%)和草地(9.3%),其他

生境类型在调查区域占比($<4\%$)均较低。各类生境中记录的鸟类种类和数量与各生境类型占比呈相同趋势(图3),其中灌木林分布的鸟类种类和数量最多,其他生境均较少。

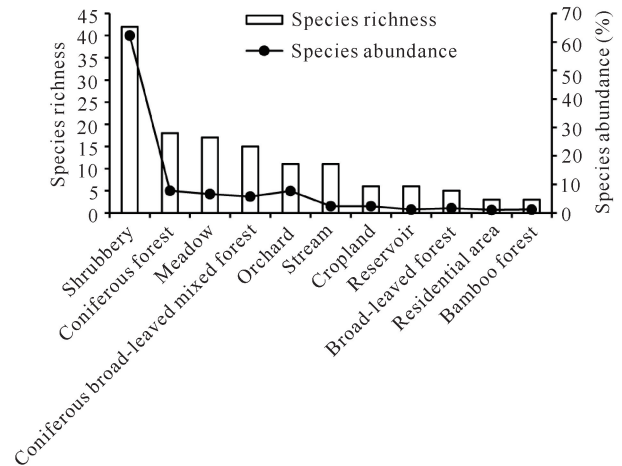
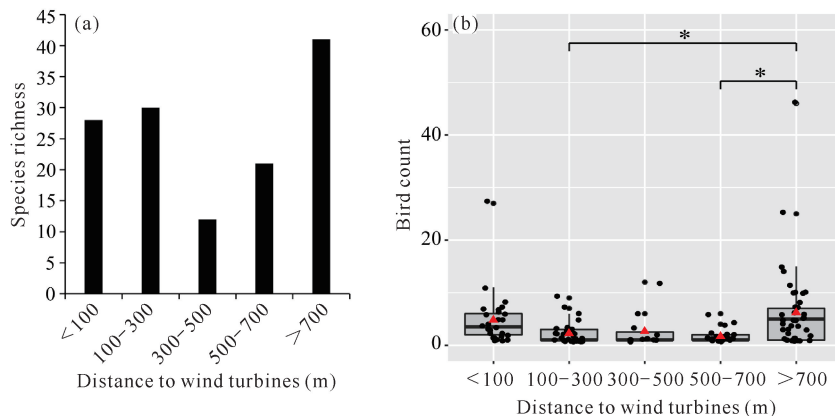


图3 兴安片区风电场不同生境记录的鸟类物种丰富度和多度

Fig. 3 Species richness and abundance of birds recorded in different habitats in the Xing'an area wind farms

2.3 风机对鸟类分布的影响

鸟类距风机不同距离梯度分析中,距风机 >700 m 鸟类丰富度最高,其后依次是 $100-300$ m 和 <100 m,在 $300-500$ m 的鸟类丰富度最低[图4(a)];分析发现,在距风机 700 m 范围内鸟类数量变化不明显,但当距离 >700 m 时,数量明显增加[图4(b)]。Mann-Whitney U 检验结果表明,留鸟和候鸟距风机距离无显著差异($Z = -0.68, P = 0.27$)。



• indicates the actual count of each bird species, ▲ indicates mean value in each distance gradient, and * indicates significant difference ($P < 0.05$) in bird count between distance gradients

图4 鸟类物种丰富度和数量随与风机距离的变化

Fig. 4 Changes in bird species richness and amount at different distances from the wind turbines

3 讨论

研究区域处于“湘桂走廊”要冲,南来北往的候鸟均可经过此地,本次调查期间,夜间也听到了迁徙的鹭科鸟类鸣声。然而,尽管调查时间为候鸟迁徙季,但所发现的鸟类中留鸟的种类和数量均远大于候鸟,对广西桂北其他丘陵地带风电场区域的调查也有类似发现^[9,14,16],说明此地区留鸟资源较丰富。

风电场对鸟类的影响主要体现在鸟类生存、栖息地利用和迁徙等方面^[17,18]。高速飞行的鸟类与风机涡轮一旦发生碰撞,容易导致其直接死亡^[19]。由于风电场建设主要位于山脊或山顶,生境类型以灌木林为主,调查到的多为灌丛鸟类,如白头鹎、画眉等常见鸟,这些鸟类的飞行高度较低。此外,鸟类视觉较敏锐,其对风电场的回避距离为100-3 000 m^[20],鸟类在白天和晚上分别在距风电场3 000 m和1 000 m处改变飞行方向^[21]。综合分析表明,鸟类发生直接撞击致死的概率相对较低。

研究发现,风机产生的噪声对鸟类行为以及栖息地选择的影响范围为500-800 m^[22,23]。本研究发现,距风机700 m以外鸟类种类和数量均较高,表明当距离超过700 m时风机对鸟类的影响很小,与前人研究结果相似。值得注意的是,在本区域距风机300 m内的鸟类丰富度较300-500 m高,这与其他陆地风电场中鸟类丰富度与距风机距离呈明显正相关的趋势不同^[14],可能与局部的地形和植被差异有关。研究区域海拔为400-1 272 m,与其他陆地风电场相比,本次调查海拔范围相对较大,鸟类物种组成更易表现出垂直方向上的差异性^[24],而不遵循水平方向上的一般规律。此外,风电场中的主要植被类型——灌木林多位于斜坡,栖息于其中的鸟类受山顶风机噪声的直接影响不大。然而,风电场在建设过程中会对这些鸟类的栖息地造成破坏,可能导致栖息地破碎化^[14,25],及时营造可替代的栖息地有助于降低风机的负面影响^[17]。

风机上装置的航空障碍灯会对夜间迁徙的鸟类产生一定干扰,特别是降雨、大雾等天气,风机产生的红色和白色光源会对鸟类产生吸引,从而增加撞机风险^[20,26]。此外,风机也会对候鸟迁徙路线产生阻碍,鸟类为了躲避风机而选择改变飞行路线或升高飞行高度,导致额外的能量消耗^[27];还可能会扰乱其在固有路线上觅食地和停歇地的选择,从而造成潜在危害^[20]。尽管本次调查结果表明,留鸟和候鸟与风机

的距离差异不明显,但仍需进行长期监测,以全面评估风电场对鸟类的负面影响,从而制定合理的防范措施并优化风电场建设与鸟类保护的策略。

4 结论

本研究于2021年秋季,采用样线法对广西兴安县兴安片区风电场的鸟类多样性及其对风机的响应进行调查分析,共发现鸟类10目34科68种,以留鸟为主,其中雀形目和鹳科鸟类的丰富度最高,白头鹎的多度最高,发现黑翅鸢、凤头蜂鹰、黑冠鹃隼等国家Ⅱ级重点保护鸟类8种。生境类型方面,灌木林生境发现鸟类的种类和数量最多。距风机700 m以外,鸟类的丰富度和数量均最高,300-500 m丰富度最低。鸟类受风机的影响可能因局部地形和植被的差异而有所不同。

参考文献

- [1] GAMBOA G, MUNDA G. The problem of windfarm location: A social multi-criteria evaluation framework [J]. *Energy Policy*, 2007, 35(3): 1564-1583.
- [2] KIKUCHI R. Adverse impacts of wind power generation on collision behavior of birds and anti-predator behavior of squirrels [J]. *Journal for Nature Conservation*, 2008, 16(1): 44-55.
- [3] TRAVASSOS P, SEIXAS F, MARTINS A, et al. Differential mortality of birds killed at wind farms in Northern Portugal [J]. *Bird Study*, 2014, 61(2): 255-259.
- [4] FURNESS R W, WADE H M, MASDEN E A. Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms [J]. *Journal of Environmental Management*, 2013, 119: 56-66.
- [5] MARQUES A T, BATALHA H, RODRIGUES S, et al. Understanding bird collisions at wind farms: An updated review [J]. *Biological Conservation*, 2014, 179: 40-52.
- [6] EVERAERT J, STIENEN E W M. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium) [J]. *Biodiversity and Conservation*, 2007, 16(12): 3345-3359.
- [7] STIENEN E W M, COURTENS W, EVERAERT J, et al. Sex-biased mortality of common terns in wind farm collisions [J]. *The Condor*, 2008, 110(1): 154-157.
- [8] 张欠欠. 莱州湾南岸沿海风电场对鸟类影响的研究[D]. 济南: 山东大学, 2019.
- [9] 吴冉昕. 广西桂北丘陵地带风电场建设对鸟类群落的影响研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2019.
- [10] 石婷婷. 渤海湾南岸湿地鸟类多样性及风电场对鸟类的影响[D]. 济南: 山东大学, 2020.
- [11] 魏科技, 姜海萍, 王伟, 等. 徐闻沿海风力发电场对鸟类的影响分析[J]. *环境科学与管理*, 2011, 36(7): 153-

- 157.
- [12] 刘越强,赵华. 云南鸟类敏感区域已建风电场鸟撞影响调查[J]. 环境科学导刊,2017,36(S2):167-169.
- [13] 曾帆,王琳,冯义军. 国家电投:桂北崛起“风电长廊”[N/OL]. 中国电力报,2017-10-24[2022-06-12]. <https://news.bjx.com.cn/html/20171024/857078.shtml>.
- [14] 蔡国威,袁倩敏,梁健超,等. 广东连州风电场鸟类多样性及其对风机的响应[J]. 四川动物,2021,40(5):558-567.
- [15] 张荣祖. 中国动物地理[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [16] 谢小兵,雷波,刘力章. 乐安风力发电场对鸟类的影响研究[J]. 江西科学,2014,32(6):837-841,864.
- [17] 朱永可,李阳端,楼瑛强,等. 风力发电对鸟类的影响以及应对措施[J]. 动物学杂志,2016,51(4):682-691.
- [18] 胡韧,叶锦韶,戚永乐. 海上风电场对鸟类的影响及其危害预防[J]. 南方能源建设,2021,8(3):1-7.
- [19] WANG S F, WANG S C, SMITH P. Ecological impacts of wind farms on birds: Questions, hypotheses, and research needs [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews,2015,44:599-607.
- [20] DREWITT A L, LANGSTON R H. Assessing the impact of wind farms on birds [J]. IBIS,2006,148(S1):29-42.
- [21] 王明哲,刘钊. 风力发电场对鸟类的影响[J]. 西北师范大学学报(自然科学版),2011,47(3):87-91.
- [22] OBERMEYER B, MANES R, KIESECKER J, et al. Development by design: Mitigating wind development's impacts on wildlife in Kansas [J]. PLoS One,2011,6(10):e26698. DOI:10.1371/journal.pone.0026698.
- [23] PERCIVAL S M. Birds and windfarms: What are the real issues? [J]. British Birds,2005,98:194-204.
- [24] DING Z F, HU H J, CADOTTE M W, et al. Elevational patterns of bird functional and phylogenetic structure in the central Himalaya [J]. Ecography,2021,44(9),1403-1417.
- [25] LEDDY K L, HIGGINS K F, NAUGLE D E. Effects of wind turbines on upland nesting birds in conservation reserve program grasslands [J]. Wilson Bulletin,1999,111(1):100-104.
- [26] POOT H, ENS B J, DE VRIES H, et al. Green light for nocturnally migrating birds [J]. Ecology and Society,2008,13(2):47-60.
- [27] STEWART G B, PULLIN A S, COLES C F. Poor evidence-base for assessment of windfarm impacts on birds [J]. Environmental Conservation,2007,34(1):1-11.

Birds Diversity and Their Influence by Wind Turbines in Autumn at Xing'an Area Wind Farms, Xing'an County, Guangxi

HUANG Yongjie¹, ZHAO Yanyan¹, WEN Yuanguang¹, SUN Dongjing¹, GAO Hui¹, LIANG Jia¹, ZHU Jian², ZHOU Xiaoguo^{1**}

(1. Institute of Eco-Environmental Research, Guangxi Academy of Sciences, Nanning, Guangxi, 530007, China; 2. Guangxi T-Energy Engineering Consulting Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530023, China)

Abstract: The impact of wind farm construction on birds is one of the hotspots in avian ecology research in recent years. In order to understand the bird species composition of wind farms in Xing'an area of Xing'an County, Guangxi and its influence by wind turbines, the bird diversity in this area was investigated by line transect method from September to October 2021. The results showed that a total of 68 species of birds were found in 34 families of 10 orders, and the most species were Passeriformes (54 species) and Muscicapidae (6 species), respectively. The highest abundance of species was *Pycnonotus sinensis* (49.7%), followed by *Sino-suthora webbiana* (19.1%) and *Zosterops simplex* (15.0%). Among the habitat types surveyed, the highest bird richness was found in shrubberies (42 species). The richness of birds was the highest 700 m away from the wind turbines, and the number increased significantly, while the number of birds did not change significantly within 700 m. The results show that the influence of wind turbines on birds might be related to local differences of topography and vegetation.

Key words: wind farms; birds; diversity; Xing'an County; autumn

责任编辑:陆媛峰