

# 人为干扰对武汉市城市绿地鸟类群落结构的影响

尼玛卓玛<sup>①</sup> 李映灿<sup>②\*</sup> 赵华斌<sup>①②\*</sup>

① 西藏大学生态环境学院青藏高原生物多样性与生态环境保护教育部重点实验室 拉萨 850000;

② 武汉大学生命科学学院青藏高原生物多样性与生态环境保护教育部重点实验室 武汉 430072

**摘要:** 城市绿地生态系统是城市景观的重要组成部分,具有重要的生态与文化价值。鸟类是城市绿地生态系统的指示类群,研究人类活动对鸟类资源的影响能够为城市生态景观的建设与维护提供重要理论依据。本研究于2021年10月至2022年5月,采用样线法对武汉市不同干扰强度的城市绿地内林鸟群落进行调查。共记录到鸟类11目34科100种,其中国家二级重点保护鸟类9种,在物种组成上以雀形目为主(76种,占调查到总鸟种数的76%),在居留型上以留鸟为主(42种,42%),在区系上主要属于东洋界(45种,45%)。繁殖季鸟类物种数高于非繁殖季,主要是由于夏候鸟和旅鸟的增加导致。在不同干扰强度中,重度干扰斑块的平均鸟类个体数最多,轻度干扰斑块的鸟类物种丰富度、多样性指数和均匀度指数最高,而中度干扰斑块的鸟类个体数、物种丰富度、多样性指数和均匀度指数均为最低,且繁殖季和非繁殖季鸟类群落结构在不同人为干扰强度中的格局未发生变化。综上所述,武汉市城市绿地的鸟类多样性较为丰富,随着干扰强度增加,鸟类多样性出现非线性差异,揭示了人为干扰与自然干扰对生态影响的差异;在面积狭小、破碎化严重的斑块中,人为干扰可能有利于城市绿地鸟类多样性的维持。

**关键词:** 鸟类; 城市绿地; 武汉市; 人为干扰

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2024) 03-337-12

## Effects of Anthropogenic Disturbance on the Community Structure of Birds in Urban Green Spaces in Wuhan, China

Nima Zhuoma<sup>①</sup> LI Ying-Can<sup>②\*</sup> ZHAO Hua-Bin<sup>①②\*</sup>

① Key Laboratory of Biodiversity and Environment on the Qinghai-Tibetan Plateau, Ministry of Education, School of Ecology and Environment, Tibet University, Lhasa 850000;

② Key Laboratory of Biodiversity and Environment on the Qinghai-Tibetan Plateau, Ministry of Education, College of Life Sciences, Wuhan University, Wuhan 430072, China

**基金项目** 国家自然科学基金项目 (No. 31722051), 西藏大学研究生高水平人才培养计划项目 (No. 2021-GSP-S046);

\* 通讯作者, E-mail: yingcanli@whu.edu.cn, huabinzhao@whu.edu.cn;

**第一作者介绍** 尼玛卓玛, 女, 硕士研究生; 研究方向: 鸟类生态学; E-mail: 3263374365@qq.com。

收稿日期: 2023-06-25, 修回日期: 2024-01-23 DOI: 10.13859/j.cjz.202423120

**Abstract: [Objectives]** Urban green spaces are vital components of the urban landscape and hold significant ecological and cultural values. Studying the impact of human activities on bird diversity can provide a theoretical basis for constructing and maintaining ecological urban landscapes. **[Methods]** This study used the transect method to investigate bird communities in 8 urban green spaces with 3 disturbance levels in Wuhan, China from October 2021 to May 2022. The bird community structure was analyzed using diversity parameters, including species richness, diversity index, evenness index, and dominance index. Differences were assessed using one-way ANOVA. **[Results]** A total of 100 bird species in 11 orders and 34 families were recorded, including 9 nationally protected birds species at the II-level (Appendix 1). Passerines comprised the majority (76 species, 76% of the total bird species surveyed) of the recorded species, with the most important fauna and resident type were oriental birds (45 species, 45%) and resident birds (42 species, 42%), respectively. During the breeding season, the number of bird species is higher than that during the non-breeding season, primarily due to an increase in summer visitors and passage migrant. Among the bird communities in green spaces with varying disturbance intensities, the highest species richness, Shannon-Wiener index, and uniformity index were observed in mildly disturbed areas, while the species richness, Shannon-Weiner index, and uniformity index are the lowest in areas with moderate interference (Fig. 1). The dominance index was highest in highly disturbed areas, and lowest in mildly disturbed areas (Fig. 1). During different seasons, there are differences in bird diversity and community structure, but seasons do not affect the pattern of bird communities across different levels of human disturbance. **[Conclusion]** In summary, the bird diversity of urban green spaces in Wuhan is relatively rich, and there was a nonlinear relationship with disturbance intensity, indicating that the difference between human disturbance and natural disturbance in small and fragmented patches may be more conducive to maintaining biodiversity.

**Key words:** Birds; Urban green space; Wuhan; Human disturbance

城市化被定义为将自然栖息地转化为部分被建筑物覆盖的地区 (Marzluff et al. 2001), 天然植被转化为人工植被, 自然景观越来越被人造建筑或硬化的路面所代替以及城市人口所占比例不断上升等 (Fernández-Juricic 2000)。城市化的迅速发展和人口增加对城市环境造成一定影响, 如导致生境破碎化、生物多样性减少及栖息地丧失等 (Fardila et al. 2007)。鸟类分布广泛, 是最常见的城市野生动物, 由于其对环境变化十分敏感, 加之生境因子是城市鸟类群落结构至关重要的影响因素 (赵洪峰等 2002), 所以鸟类常被当作城市生态环境质量的指示物种 (邓娇等 2014, 张贵文 2019, 田璐嘉 2022)。通过对城市鸟类的监测可以有效了解城市的生态环境状况, 对改善居民福祉有着重大意义 (贺萌等 2020)。

干扰是自然界中无处不在的一种现象, 是影响城市生态系统发育和演变过程的一个主要因素 (刘吉平等 2008, 叶淑英等 2014)。城市鸟类的生活史与绿地环境密切相关, 因此, 有关人为干扰对城市绿地鸟类影响的研究在国际上日益受到重视, 并成为研究热点。大量研究表明, 鸟类物种丰富度、多样性指数、均匀度与人为干扰强度呈负相关关系 (郑光美 1984, 隋金玲等 2004, Clergeau et al. 2006, 杨敏等 2008, 郭熙川 2016, 张贵文 2019); 部分研究认为, 在一定条件下, 城市化水平能够增加鸟类群落的多样性, 即符合中度干扰假说 (Crooks et al. 2004, 赵彬彬 2021); 还有研究发现, 随着距市中心距离的增加, 鸟类群落的多样性也逐渐增加, 与偏僻的乡村地区相比, 近郊的鸟类多样性更高 (Goudie 1993)。因此, 城市绿

地生态系统中人为干扰对鸟类群落结构的影响尚不清晰。本研究为了探讨城市化背景下武汉市鸟类多样性现状以及不同干扰强度下的鸟类多样性变化，阐明鸟类多样性与干扰强度的关系，在武汉市选取不同人为干扰强度的城市绿地斑块，通过鸟类调查和群落结构分析，以期在城市鸟类群落保护和绿地生态系统维持提供理论依据。

## 1 研究方法

### 1.1 研究区域概况

武汉市位于江汉平原东部、长江中游，长江与汉水的交汇处，地理位置为 114°16'43" ~ 114°29'11" E, 30°21'37" ~ 30°34'27" N，平均海拔约 23.3 m。武汉市气候类型属北亚热带季风性气候（潘延宾等 2008），常年雨量充沛、热量充足、雨热同季、光热同季、冬冷夏热、四季分明，年均气温为 15.8 ~ 17.5 °C，年均降水量约为 1 100 mm，年无霜期长达 211 ~ 272 d（张洪茂等 2006），生境类型多样；优势植被有侧柏（*Platycladus orientalis*）、湿地松（*Pinus elliottii*）、杜英（*Elaeocarpus decipiens*）、樟树（*Cinnamomum camphora*）、雪松（*Cedrus deodara*）、梧桐（*Firmiana*

*platanifolia*）、梅花（*Armeniaca mume*）、水杉（*Metasequoia glyptostroboides*）、广玉兰（*Magnolia grandiflora*）、栾树（*Koelreuteria paniculata*）及悬铃木（*Platanus spp.*）等。

### 1.2 调查方法

根据武汉城市绿地的景观类型和人为干扰强度，本研究共选取了 8 块斑块，分别是九峰山、八分山、喻家山、磨山、武汉大学、沙湖公园、首义公园和汉口江滩，划分成 3 个干扰强度：轻度干扰（九峰山、八分山）、中度干扰（喻家山和磨山）和重度干扰（武汉大学、沙湖公园、首义公园和汉口江滩）（表 1）。于非繁殖季（2021 年 10 月至翌年 1 月）和繁殖季（2022 年 3 至 5 月），采用样线法对目标斑块的鸟类物种多样性进行调查。每个斑块设置 2 条样线，每条样线长度约 1.5 ~ 2.0 km，共计 16 条样线，记录样线两侧约 100 m 范围内的鸟类。在繁殖季和非繁殖季分别对每个斑块进行 3 次重复调查，调查时段为 7:00 ~ 10:00 时和 16:00 ~ 19:00 时，沿样线以 1.0 ~ 1.5 km/h 速度步行观察记录，利用 10 × 42 双筒望远镜（KOWA BD II）及相机（Nikon P300s）观察和拍摄，记录鸟类物种及其行为、个体数量、样线与鸟类的直线距离、生境类型和时间；使

表 1 不同干扰等级划分及其特征

Table 1 Classification of different disturbance levels and their characteristics

干扰等级 Disturbance level	斑块 Patches	地理位置 Location	斑块主要特征 Major environmental characteristics of the patches
轻度干扰 Mildly disturbed	九峰山 Jiufengshan	114°49'36" E, 30°50'40" N	以乔木林、乔灌混合林为主，道路的数量少，且以土路为主，人类活动稀少，核心区域人迹罕至，几乎没有房屋等建筑物，距市中心偏远
	八分山 Bafenshan	114°29'43" E, 30°35'87" N	Dominated by forest and mixed shrubbery, few roads, mostly dirt roads; sparse human activity, especially in the core area; almost no buildings and far from the city center
中度干扰 Moderately disturbed	喻家山 Yujiashan	114°41'41" E, 30°52'15" N	以次生乔木林和灌木林为主，人工绿地和硬化道路较少，人类活动稀少，建筑物数量少
	磨山 Moshan	114°41'11" E, 30°52'15" N	Dominated by secondary forest and shrub forest, with some artificial green spaces and paved roads, sparse human activity, and few buildings
重度干扰 Highly disturbed	武汉大学 Wuhan University	114°35'99" E, 30°53'37" N	学校和公园，以人工绿地和房屋建筑物为主，内部有大量硬化道路，人类活动频繁
	沙湖公园 Shahu park	114°36'08" E, 30°57'01" N	Schools and parks, dominated by artificial green spaces and buildings. Numerous paved roads, and human activities are frequent in this area
	首义公园 Shouyi park	114°31'73" E, 30°54'16" N	
	汉口江滩 Hankou river beach	114°31'44" E, 30°60'26" N	

用 GARMIN GPS 和奥维地图手机端记录斑块、样线经纬度和行进轨迹。

根据《中国鸟类野外手册》(约翰·马敬能等 2000) 和《武汉鸟类图鉴》(颜军 2020) 鉴定鸟类物种, 根据《中国鸟类分类与分布名录》(第 4 版, 郑光美 2023) 鉴定居留型; 根据《中国动物地理》(张荣祖 2011) 鉴定区系类型; 根据 IUCN 红色名录确定鸟类的濒危状况 (IUCN 2022)。

### 1.3 数据分析

由于部分斑块中存在水域, 本研究获得的武汉市城市绿地鸟类调查观测数据在排除水鸟后进行统计处理和分析, 计算调查区域内鸟类群落的香农威纳多样性指数 ( $H'$ )、均匀度指数 ( $J$ ) (马克平等 1994) 和伯杰-派克优势度指数 ( $I$ ) (Berger et al. 1970)。多样性指数表示一个群落的多样性统计量; 均匀度指数则表示一个群落中不同物种的个体分布状况; 伯杰-派克优势度指数表示群落中优势种的重要性, 群落的优势度指数越大表明该群落中优势种的地位越突出。其计算公式如下:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

$$J = -\sum P_i \ln P_i / \ln S$$

$$I = n_{\max} / N$$

式中,  $P_i = n_i/N$ ,  $n_i$  为第  $i$  物种的个体数,  $N$  为样本的总个体数,  $S$  为群落的物种数,  $n_{\max}$  为群落中优势种的个体数。

数据分析均在 Graphpad prism v5.01 中完成, 采用单因素方差分析 (one-way ANOVA) 方法进行差异性分析。

## 2 结果

### 2.1 武汉市城市绿地鸟类物种组成

本次研究在武汉市城市绿地共记录到鸟类 13 118 只, 隶属于 11 目 34 科 100 种, 其中, 雀形目鸟类种类最多, 有 76 种 (占本次调查记录鸟类物种数的 76%); 在科水平上, 以鹡科鸟类最多 (11 种, 11%), 其次是柳莺科 (8 种, 8%); 属于国家二级重点保护的鸟类 9 种, 包括蛇雕 (*Spilornis cheela*)、凤头鹰 (*Accipiter trivirgatus*)、赤腹鹰 (*A. soloensis*)、日本松雀鹰 (*A. gularis*)、灰脸鵟鹰 (*Butastur indicus*)、北鹰鸱 (*Ninox japonica*)、红隼 (*Falco tinnunculus*)、燕隼 (*F. subbuteo*) 和画眉 (*Garrulax canorus*); 国家“三有”保护野生鸟类 91 种; 所有物种均为 IUCN 红色名录的无危级物种 (附录 1)。

在区系方面, 东洋界鸟类物种数最多, 有 45 种 (占本次调查记录鸟类物种数的 45%), 广布种次之 (31 种, 31%), 古北界鸟类最少 (24 种, 24%)。从居留型方面, 以留鸟为主, 有 42 种 (占调查到总鸟种数的 42%), 夏候鸟和旅鸟分别为 25 种和 17 种 (分别占 25% 和 17%), 冬候鸟最少 (16 种, 16%)。留鸟构成武汉市城市绿地鸟类组成的主体 (表 2)。

非繁殖季共记录到 54 种鸟类, 其中留鸟

表 2 不同干扰强度斑块的鸟类区系和居留型组成

Table 2 Composition of fauna and residence type in patches with different disturbance intensity

区系和居留型 Fauna and resident type		鸟种数量及占比 Number and proportion of bird species			
		轻度干扰 Mildly disturbed	中度干扰 Moderately disturbed	重度干扰 Highly disturbed	总计 Total
区系 Fauna	东洋界 Oriental species	37 (49.3%)	20 (41.7%)	33 (43.4%)	45 (45.0%)
	古北界 Palaearctic species	20 (26.7%)	13 (27.1%)	21 (27.7%)	24 (24.0%)
	广布种 Widespread species	18 (24.0%)	15 (31.3%)	22 (28.9%)	31 (31.0%)
居留型 Resident type	留鸟 Resident	39 (52.0%)	29 (60.4%)	31 (40.8%)	42 (42.0%)
	冬候鸟 Winter visitor	12 (16.0%)	9 (18.7%)	12 (15.8%)	16 (16.0%)
	夏候鸟 Summer visitor	15 (20.0%)	3 (6.3%)	18 (23.7%)	25 (25.0%)
	旅鸟 Passage migrant	9 (12.0%)	7 (14.6%)	15 (19.7%)	17 (17.0%)
总计 Total	75 (100%)	48 (100%)	76 (100%)	100 (100%)	

35 种（占非繁殖季调查到总鸟种数的 64.8%）、冬候鸟 13 种（24.1%）、旅鸟 4 种（7.4%）、夏候鸟 2 种（3.7%）；繁殖季共记录到 95 种鸟类，其中留鸟 40 种（42.1%）、冬候鸟 14 种（14.7%）、旅鸟 16 种（16.9%）、夏候鸟 25 种（26.3%）。繁殖季鸟类的物种增加主要是由于夏候鸟和旅鸟。

## 2.2 不同干扰强度下的鸟类群落结构

在不同干扰强度的斑块中，轻度干扰斑块共记录到鸟类 75 种 3 477 只，优势种为白头鹎（*Pycnonotus sinensis*, 838 只，24.1%）、红头长尾山雀（*Aegithalos concinnus*, 395 只，11.4%）和黄腹山雀（*Pardaliparus venustulus*, 353 只，10.2%）；中度干扰斑块共记录到鸟类 48 种 2 451 只，优势种为白头鹎（625 只，25.5%）、黄腹山雀（418 只，17.1%）和大山雀（*Parus*

*minor*, 323 只，13.2%）；重度干扰斑块共记录到鸟类 76 种 7 190 只，优势种为白头鹎（2 014 只，28.0%）和乌鸫（*Turdus mandarinus*, 765 只，10.6%）。从群落结构上，轻度干扰斑块中鸟类多样性指数最高，并显著高于中度干扰斑块（ $F = 6.02, P < 0.05$ ）；轻度干扰斑块中鸟类的均匀度指数最高，优势度指数最低，而中度干扰斑块中鸟类均匀度指数最低，重度干扰斑块中鸟类的优势度指数最高（图 1）。

## 2.3 繁殖季节对不同干扰强度斑块中鸟类群落结构的影响

繁殖季的物种数、多样性指数、均匀度指数和优势度指数均高于非繁殖季，在不同干扰强度斑块中存在相似的响应。繁殖季和非繁殖季，轻度干扰斑块的鸟类物种数和多样性均为

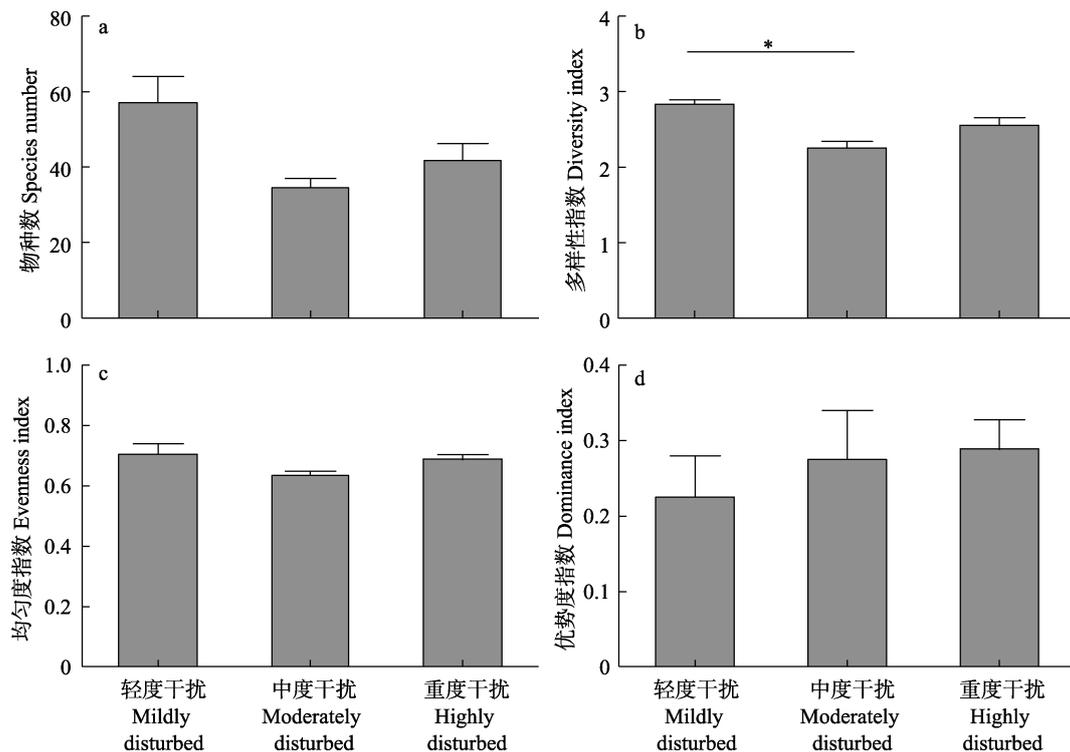


图 1 不同干扰强度下的鸟类多样性指数

Fig. 1 Diversity indexes of birds in different disturbance intensity

a. 物种数; b. 多样性指数; c. 均匀度指数; d. 优势度指数。平均值 ± 标准差; \*  $P < 0.05$ , 采用单因素方差分析。

a. Species number; b. Diversity index; c. Evenness index; d. Dominance index. Mean ± SD; \*  $P < 0.05$ , one-way ANOVA.

最高, 中度干扰斑块的鸟类物种数和多样性最低, 并且轻度干扰斑块的多样性显著高于中度干扰斑块, 与全年数据相比, 轻度干扰斑块的多样性还显著高于重度干扰斑块 ( $F = 12.45$ ,  $P < 0.05$ ) (图 2)。

### 3 讨论

#### 3.1 鸟类物种组成

本次研究共记录到鸟类 11 目 34 科 100 种, 占湖北省记录到鸟类总数的 19.2% (2012 年最新统计为 521 种) (雷进宇等 2012)。本次调查的物种数较少, 这主要受到调查的斑块数量、类型和调查时间等因素的影响。

从类群上看, 本次记录到的雀形目鸟类超过了城市绿地鸟类总数的一半 (76%), 说明城

市绿地内的常绿阔叶林和针阔混交林等为鸣禽类提供了丰富的食物和良好的隐蔽条件 (宋朝枢等 1999)。由于观光需要, 城市绿地公园的植被大多为人工种植物, 树木的盖度、高度和树种多样性等方面有较大的差异, 植被在垂直结构上多数缺乏灌木层和草本层。但公园内有着大片草地和裸地等空旷地, 便于鸟类在地面取食, 并且存在大量的生活垃圾、伴生昆虫及各种树木的果实, 为雀形目鸟类提供了重要的食物来源。

在区系上, 武汉城市绿地鸟类以东洋界物种为主, 其次为广布种, 这与武汉的地理区划一致。武汉属于东洋界华中区东部丘陵平原亚区, 与古北界的华北区毗连 (张荣祖 2011), 因此鸟类区系以东洋界为主。

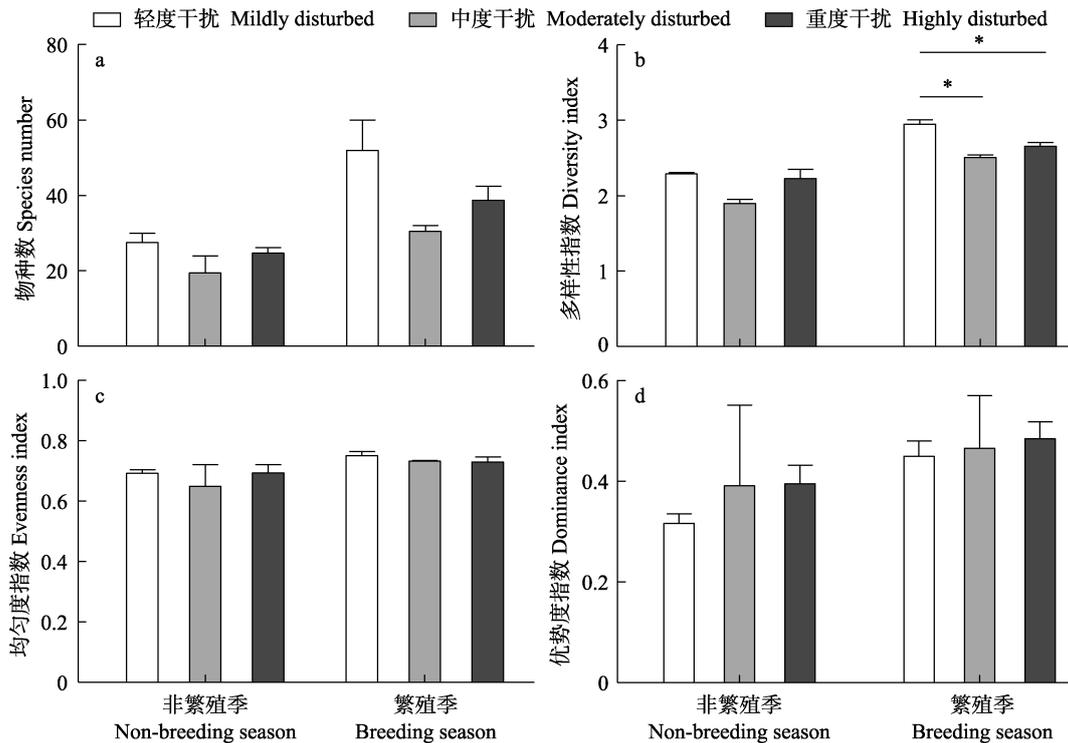


图 2 繁殖季和非繁殖季不同干扰强度对鸟类群落结构的影响

Fig. 2 The impact of different disturbance intensity on bird community structure during breeding and non-breeding seasons

a. 物种数; b. 多样性指数; c. 均匀度指数; d. 优势度指数。平均值 ± 标准差; \*  $P < 0.05$ , 采用单因素方差分析。  
a. Species number; b. Diversity index; c. Evenness index; d. Dominance index. Mean ± SD; \*  $P < 0.05$ , one-way ANOVA.

武汉城市绿地的鸟类在繁殖季时物种数(95种)明显多于非繁殖季(54种),其中主要为夏候鸟和旅鸟的物种增加,即繁殖期夏候鸟大量迁入,增加了武汉城市绿地的鸟类丰富度和多样性。

### 3.2 干扰强度与鸟类多样性的关系

在城市绿地中,人为干扰和景观异质性是影响鸟类多样性的重要因素(曹长雷等 2010, 余恬静等 2022, 佟富春等 2023)。在轻度干扰斑块中,斑块面积较大,空间异质性强,主要植被类型为次生林,植被覆盖度和多样性较高,为鸟类提供了广阔的栖息地和丰富的自然食物资源(孙勇等 2015, 王彩红 2020)。较少的人为干扰也使得这些斑块的非伴人居型鸟类物种多样性远高于其他斑块,鸟类物种数和多样性均为最高。重度干扰斑块多为高校和城市核心区的小公园,人为活动较频繁,人来人往,道路四通八达,且植被均为人工林,并不适于大型鸟类和非伴人居型鸟类的生存;但人为活动对大型鸟类的驱赶作用为大量小型鸟类带来了安全的生存空间(王智慧 2002)。人类栽种的挂果植物和遗弃的食物残渣也为一些杂食性鸟类和植食性鸟类提供了食物资源(王彦平等 2004, 贺萌等 2020, 黄子峻等 2023),因而重度干扰斑块平均记录到的鸟类个体数量达 1 797.5 只,超过其他干扰斑块,平均物种数也高于中度干扰斑块。中度干扰斑块面积介于重度干扰和轻度干扰斑块之间,主要植被类型为人工林,自然资源较为匮乏,环境承载量低,人为干扰更加剧了鸟类资源的流失,因此无论是物种数或个体数均为最低。另外,尽管繁殖季和非繁殖季的差异影响了武汉城市绿地的鸟类多样性,改变了鸟类群落结构和居留型类型,但繁殖季或非繁殖季对不同人为干扰强度中的鸟类群落结构格局没有影响。

一些研究结果(文隲英等 2006, Roux et al. 2007)符合中度干扰假说,即当一个生态系统处于中等干扰程度时,其物种多样性最高,干扰强度过高或者过低都会导致物种多样性下

降。然而,在本研究中,重度干扰与轻度干扰斑块的物种多样性相近,而中度干扰斑块物种数最低,与中度干扰假说相悖。中度干扰假说的前提包括:(1)干扰本质上是对生态系统的破坏,这种破坏会导致原有生态位发生空缺,诱导新物种的入侵和定殖;(2)频繁的干扰会导致先锋种不能发展到演替中期,使多样性较低。然而,在城市生态系统中,人为干扰并非单纯的破坏行为,人为喂养和人工鸟巢直接为鸟类提供了食物和栖息地资源,人为栽种的景观植物、遗弃的食物、残渣和坚固保暖的人工建筑也能间接帮助鸟类定殖(蓝方源等 2021)。由于资源过于丰富,甚至部分迁徙鸟类在城市中出现了不迁徙的种群,仅依赖城市资源来度过寒冬。在自然演替方面,人类强大的环境改造能力能够直接改变并维持城市公园等小面积生态系统的演替阶段,有效避免了在频繁干扰下自然演替难以进行的问题。因此,人为干扰并不等同于对生态系统的破坏(罗祖奎 2010),人为干扰强度也不能简单认定为对生态系统的破坏程度,在面积狭小及破碎化严重的斑块中,人为干扰可能有利于生物多样性的维持。

### 参 考 文 献

- Berger W H, Parker F L. 1970. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. *Science*, 168(3937): 1345–1347.
- Clergeau P, Croci S, Jokimäki J, et al. 2006. Avifauna homogenisation by urbanisation: analysis at different European latitudes. *Biological Conservation*, 127(3): 336–344.
- Crooks K R, Suarez A V, Bolger D T. 2004. Avian assemblages along a gradient of urbanization in a highly fragmented landscape. *Biological Conservation*, 115(3): 451–462.
- Fardila D, Kelly L T, Moore J L, et al. 2017. A systematic review reveals changes in where and how we have studied habitat loss and fragmentation over 20 years. *Biological Conservation*, 212: 130–138.
- Fernández-Juricic E. 2000. Bird community composition patterns in urban parks of Madrid: the role of age, size and isolation. *Ecological Research*, 15(4): 373–383.

- Goudie A. 1993. The human impact on the natural environment. Oxford: Blackwell.
- IUCN. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. [DB/OL]. [2023-10-03]. <https://www.iucnredlist.org>.
- Marzluff J M, Bowman R, Donnelly R. 2001. Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World. Norwell, MA: Kluwer Academic Press.
- Roux K E, Marra P P. 2007. The presence and impact of environmental lead in passerine birds along an urban to rural land use gradient. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 53(2): 261–268.
- 曹长雷, 韩宗先, 李宏群, 等. 2010. 城市化对涪陵三峡库区城市鸟类群落结构的影响. *安徽农业科学*, 38(3): 1275–1278.
- 邓娇, 晏玉莹, 张志强, 等. 2014. 城市化对长沙市区城市公园繁殖期鸟类物种多样性的影响. *生态学杂志*, 33(7): 1853–1859.
- 郭熙川. 2016. 城市化进程中兰州市鸟类群落结构与多样性变迁研究. 兰州: 西北师范大学硕士学位论文.
- 贺萌, 杨妙琛, 裴迎峰, 等. 2020. 城市化和城市绿地对城市鸟类影响的研究进展. *湖北农业科学*, 59(17): 11–15.
- 黄子峻, 佟富春, 麦艳仪, 等. 2023. 干扰强度和斑块结构对广州城市公园鸟类群落的影响研究. *林业与环境科学*, 39(3): 8–18.
- 蓝方源, 马行健, 逯金瑶, 等. 2021. 城市化对鸟类筑巢的影响研究综述. *生物多样性*, 29(11): 1539–1553.
- 雷进宇, 张立影, 张叔勇, 等. 2012. 湖北鸟类种数的新统计. *四川动物*, 31(6): 987–991.
- 刘吉平, 张顺, 陈智文. 2008. 人类活动对三江平原东北部湿地鸟类的干扰. *东北林业大学学报*, 36(12): 40–42.
- 罗祖奎. 2010. 崇明东滩水鸟对鱼塘抛荒早期阶段的反应及食物因子分析. 上海: 华东师范大学博士学位论文.
- 马克平, 刘玉明. 1994. 生物群落多样性的测度方法 I  $\alpha$  多样性的测度方法 (下). *生物多样性*, 2(4): 231–239.
- 潘延宾, 姚崇怀, 宁云飞, 等. 2008. 城市绿地系统规划中的鸟类保护规划以——武汉市为例. *湖北林业科技*, 37(2): 21–24.
- 余恬静, 刘一凡, 危嘉航, 等. 2022. 南京玄武湖鸟类多样性及空间分布. *江苏林业科技*, 49(3): 35–41.
- 宋朝枢, 刘胜祥. 1999. 湖北后河自然保护区科学考察集. 北京: 中国林业出版社.
- 隋金玲, 李凯, 胡德夫, 等. 2004. 城市化和栖息地结构与鸟类群落特征关系研究进展. *林业科学*, 40(6): 147–152.
- 孙勇, 鲁长虎, 王征, 等. 2015. 长广溪国家城市湿地公园鸟类群落结构及季节动态. *四川动物*, 34(4): 541–547.
- 田璐嘉. 2022. 城市与郊区植被组成对鸟类群落的影响: 以海口市和三亚市为例. 海口: 海南大学硕士学位论文.
- 佟富春, 郑泽惟, 林嘉莉, 等. 2023. 广州市帽峰山森林公园鸟类多样性研究. *热带地理*, 43(9): 1726–1737.
- 王彩红. 2020. 长春北湖国家湿地公园鸟类群落多样性及时空动态研究. 长春: 吉林农业大学硕士学位论文.
- 王彦平, 陈水华, 丁平. 2004. 城市化对冬季鸟类取食集团的影响. *浙江大学学报: 理学版*, 31(3): 330–336, 348.
- 王智慧. 2002. 人类活动引起的环境变化对湿地鸟类的影响. *贵州师范大学学报: 自然科学版*, 20(2): 46–49.
- 文陇英, 李仲芳. 2006. 干扰对物种多样性维持机制的影响. *西北师范大学学报: 自然科学版*, 42(4): 87–91.
- 颜军. 2020. 武汉鸟类图鉴. 武汉: 湖北科学技术出版社.
- 杨敏, 吴庆明, 齐锐, 等. 2008. 春季人为干扰活动对扎龙湿地鸟类群落结构影响的初步研究. *野生动物*, 29(3): 118–120.
- 叶淑英, 郭书林, 王振龙, 等. 2014. 人类活动对城市园林麻雀警戒距离的影响. *河南大学学报: 自然科学版*, 44(4): 461–466.
- 约翰·马敬能, 卡伦·菲力普斯, 何芬奇. 2000. 中国鸟类野外手册. 长沙: 湖南教育出版社.
- 张贵文. 2019. 城市发展特征对鸟类多样性分布影响研究. 呼和浩特: 内蒙古大学硕士学位论文.
- 张洪茂, 孟秀祥, 张辉. 2006. 武汉市区及市郊鸟类多样性初步调查. *西华师范大学学报: 自然科学版*, 27(2): 120–128.
- 张荣祖. 2011. 中国动物地理. 北京: 科学出版社.
- 赵彬彬. 2021. 鹞落坪夏季鸟类对不同人为干扰的响应机制. 合肥: 安徽大学硕士学位论文.
- 赵洪峰, 雷富民. 2002. 鸟类用于环境监测的意义及研究进展. *动物学杂志*, 37(6): 74–78.
- 郑光美. 1984. 北京及其附近地区夏季鸟类的生态分布. *动物学研究*, 5(1): 29–40.
- 郑光美. 2023. 中国鸟类分类与分布名录. 4 版. 北京: 科学出版社.

## 附录 1 武汉市城市绿地鸟类名录

## Appendix 1 List of birds in the urban green space in Wuhan, China

物种名 Species	区系 Fauna	居留型 Residential type	IUCN 红色名录 The IUCN Red list	保护级别 Protection category	干扰程度 Disturbance intensity
I 鸡形目 Galliformes					
一 雉科 Phasianidae					
1 灰胸竹鸡 <i>Bambusicola thoracicus</i>	O	R	LC	III	1, 2
II 鸽形目 Columbiformes					
二 鸠鸽科 Columbidae					
2 山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	W	R	LC	III	1, 2, 3
3 珠颈斑鸠 <i>S. chinensis</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
III 夜鹰目 Caprimulgiformes					
三 雨燕科 Apodidae					
4 白腰雨燕 <i>Apus pacificus</i>	O	S	LC	III	1
IV 鹃形目 Cuculiformes					
四 杜鹃科 Cuculidae					
5 噪鹃 <i>Eudynamis scolopacea</i>	O	S	LC	III	1, 3
6 鹰鹃 <i>Hierococyx sparveroides</i>	O	S	LC	III	1, 2
7 四声杜鹃 <i>Cuculus micropterus</i>	O	S	LC	III	1
8 中杜鹃 <i>C. saturatus</i>	W	S	LC	III	3
9 大杜鹃 <i>C. canorus</i>	W	S	LC	III	1, 2, 3
V 鹰形目 Accipitriformes					
五 鹰科 Accipitridae					
10 蛇雕 <i>Spilornis cheela</i>	O	R	LC	II	1
11 凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	O	R	LC	II	1, 2, 3
12 赤腹鹰 <i>A. soloensis</i>	O	R	LC	II	1
13 日本松雀鹰 <i>A. gularis</i>	W	W	LC	II	1
14 灰脸鵟鹰 <i>Butastur indicus</i>	W	S	LC	II	1
VI 鸮形目 Strigiformes					
六 鸮科 Strigidae					
15 北鸮 <i>Ninox japonica</i>	W	S	LC	II	3
VII 犀鸟目 Bucerotiformes					
七 戴胜科 Upupidae					
16 戴胜 <i>Upupa epops</i>	W	W	LC	III	2
VIII 佛法僧目 Coraciiformes					
八 佛法僧科 Coraciidae					
17 三宝鸟 <i>Eurystomus orientalis</i>	O	S	LC	III	1
IX 啄木鸟目 Piciformes					
九 啄木鸟科 Picidae					
18 斑姬啄木鸟 <i>Picumnus innominatus</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
19 棕腹啄木鸟 <i>Dendrocopos hyperythrus</i>	O	P	LC	III	3
20 星头啄木鸟 <i>Yungipicus canicapillus</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
21 大斑啄木鸟 <i>D. major</i>	W	R	LC	III	2
22 灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>	W	R	LC	III	2

## 续附录 1

物种名 Species	区系 Fauna	居留型 Residential type	IUCN 红色名录 <i>The IUCN Red list</i>	保护级别 Protection category	干扰程度 Disturbance intensity
X 隼形目 Falconiformes					
十 隼科 Falconidae					
23 红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	W	R	LC	II	1
24 燕隼 <i>F. subbuteo</i>	W	S	LC	II	1
XI 雀形目 Passeriformes					
十一 黄鹡科 Oriolidae					
25 黑枕黄鹡 <i>Oriolus chinensis</i>	W	S	LC	III	3
十二 山椒鸟科 Campephagidae					
26 暗灰鹡鹩 <i>Lalage melaschistos</i>	O	S	LC	III	3
27 小灰山椒鸟 <i>Pericrocotus cantonensis</i>	O	S	LC	III	1, 3
28 灰喉山椒鸟 <i>P. solaris</i>	O	R	LC	III	3
十三 卷尾科 Dicruidae					
29 黑卷尾 <i>Dicrurus macrocercus</i>	O	S	LC	III	1, 3
30 灰卷尾 <i>D. leucophaeus</i>	O	S	LC	III	1
31 发冠卷尾 <i>D. hottentottus</i>	O	S	LC	III	3
十四 王鹡科 Monarchidae					
32 寿带 <i>Terpsiphone incei</i>	O	S	LC	III	3
十五 伯劳科 Laniidae					
33 红尾伯劳 <i>Lanius cristatus</i>	P	P	LC	III	1, 3
34 棕背伯劳 <i>L. schach</i>	O	R	LC	III	1, 3
十六 鸦科 Corvidae					
35 松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>	W	R	LC	III	1, 2, 3
36 灰喜鹊 <i>Cyanopica cyanus</i>	P	R	LC	III	1, 2, 3
37 红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythroryncha</i>	O	R	LC	III	1, 2
38 喜鹊 <i>Pica pica</i>	P	R	LC	III	1, 2, 3
十七 山雀科 Paridae					
39 黄腹山雀 <i>Pardaliparus venustulus</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
40 大山雀 <i>Parus minor</i>	W	R	LC	III	1, 2, 3
十八 莺鹡科 Sylviidae					
41 棕头鸦雀 <i>Sinosuthora webbiana</i>	W	R	LC	III	1, 2, 3
十九 扇尾莺鹡科 Cisticolidae					
42 纯色山鹡鹩 <i>Prinia inornata</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
二十 燕科 Hirundinidae					
43 家燕 <i>Hirundo rustica</i>	W	S	LC	III	1, 3
44 金腰燕 <i>Cecropis daurica</i>	W	S	LC	III	1, 3
二十一 鹡科 Pycnonotidae					
45 领雀鹡 <i>Spizixos semitorques</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
46 白头鹡 <i>Pycnonotus sinensis</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
47 绿翅短脚鹡 <i>Ixos mccllellandii</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
48 栗背短脚鹡 <i>Hemixos castanonotus</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
49 黑短脚鹡 <i>Hypsipetes leucocephalus</i>	O	R	LC	III	1, 2

## 续附录 1

物种名 Species	区系 Fauna	居留型 Residential type	IUCN 红色名录 The IUCN Red list	保护级别 Protection category	干扰程度 Disturbance intensity
二十二 柳莺科 Phylloscopidae					
50 巨嘴柳莺 <i>Phylloscopus schwarzi</i>	W	P	LC	III	2, 3
51 黄腰柳莺 <i>P. proregulus</i>	P	W	LC	III	1, 2, 3
52 黄眉柳莺 <i>P. inornatus</i>	P	P	LC	III	1, 2, 3
53 极北柳莺 <i>P. borealis</i>	W	P	LC	III	1, 3
54 淡脚柳莺 <i>P. tenellipes</i>	W	P	LC	III	2, 3
55 冕柳莺 <i>P. coronatus</i>	W	P	LC	III	1
56 冠纹柳莺 <i>P. claudiae</i>	O	S	LC	III	1, 3
57 黑眉柳莺 <i>P. ricketti</i>	O	S	LC	III	3
二十三 树莺科 Cettiidae					
58 棕脸鹟莺 <i>Abroscopus albogularis</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
59 强脚树莺 <i>Horornis fortipes</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
二十四 长尾山雀科 Aegithalidae					
60 银喉长尾山雀 <i>Aegithalos glaucogularis</i>	O	R	LC	III	1
61 红头长尾山雀 <i>A. concinnus</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
二十五 绣眼鸟科 Zosteropidae					
62 暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops japonicus</i>	O	R	LC	III	1, 3
二十六 噪鹛科 Leiothrichidae					
63 画眉 <i>Garrulax canorus</i>	O	R	LC	II	1
64 黑脸噪鹛 <i>Pterorhinus perspicillatus</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
65 白颊噪鹛 <i>P. sannio</i>	O	R	LC	III	1, 3
二十七 椋鸟科 Sturnidae					
66 八哥 <i>Acridotheres cristatellus</i>	O	R	LC	III	1, 3
67 丝光椋鸟 <i>Spodiopsar sericeus</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
68 灰椋鸟 <i>S. cineraceus</i>	W	W	LC	III	3
二十八 鹑科 Turdidae					
69 怀氏虎斑地鹑 <i>Zoothera aurea</i>	W	W	LC	III	2
70 灰背鹑 <i>Turdus hortulorum</i>	P	W	LC	III	1, 2, 3
71 乌灰鹑 <i>T. cardis</i>	P	P	LC	III	2, 3
72 乌鹑 <i>T. mandarinus</i>	W	R	LC	III	1, 2, 3
73 白眉鹑 <i>T. obscurus</i>	W	P	LC	III	3
74 斑鹑 <i>T. eunomus</i>	P	P	LC	III	1, 2, 3
75 宝兴歌鹑 <i>T. mupinensis</i>	O	W	LC	III	3
二十九 鹎科 Muscicapidae					
76 红胁蓝尾鹎 <i>Tarsiger cyanurus</i>	P	W	LC	III	1, 2, 3
77 白眉姬鹎 <i>Ficedula zanthopygia</i>	P	S	LC	III	3
78 鹊鹎 <i>Copsychus saularis</i>	O	R	LC	III	1, 2, 3
79 北红尾鹎 <i>Phoenicurus auroreus</i>	P	W	LC	III	1, 2, 3
80 紫啸鹎 <i>Myophonus caeruleus</i>	O	S	LC	III	3
81 蓝矶鹎 <i>Monticola solitarius</i>	P	R	LC	III	1
82 灰纹鹎 <i>Muscicapa griseisticta</i>	W	P	LC	III	2, 3

## 续附录 1

物种名 Species	区系 Fauna	居留型 Residential type	IUCN 红色名录 <i>The IUCN Red list</i>	保护级别 Protection category	干扰程度 Disturbance intensity
83 乌鹀 <i>M. sibirica</i>	W	P	LC	III	3
84 北灰鹀 <i>M. dauurica</i>	P	P	LC	III	1, 3
85 鸫姬鹀 <i>Ficedula mugimaki</i>	P	P	LC	III	1, 3
86 红喉姬鹀 <i>F. albicilla</i>	P	P	LC	III	3
三十 梅花雀科 Estrildidae					
87 白腰文鸟 <i>Lonchura striata</i>	O	R	LC	III	1, 3
三十一 雀科 Fringillidae					
88 麻雀 <i>Passer montanus</i>	W	R	LC	III	1, 3
三十二 鹁鸽科 Motacillidae					
89 灰鹁鸽 <i>Motacilla cinerea</i>	W	W	LC	III	1, 3
90 白鹁鸽 <i>M. alba</i>	W	W	LC	III	1, 2, 3
91 树鹁 <i>Anthus hodgsoni</i>	P	W	LC	III	1, 2, 3
三十三 燕雀科 Fringillidae					
92 燕雀 <i>Fringilla montifringilla</i>	P	P	LC	III	1, 2, 3
93 黑尾蜡嘴雀 <i>Eophona migratoria</i>	P	S	LC	III	1, 2, 3
94 金翅雀 <i>Chloris sinica</i>	W	R	LC	III	1, 2, 3
95 黄雀 <i>Spinus spinus</i>	P	W	LC	III	1, 2, 3
三十四 鹀科 Emberizidae					
96 白眉鹀 <i>Emberiza tristrami</i>	P	W	LC	III	1, 3
97 小鹀 <i>E. pusilla</i>	P	W	LC	III	1, 3
98 黄眉鹀 <i>E. chrysophrys</i>	P	P	LC	III	1
99 黄喉鹀 <i>E. elegans</i>	P	W	LC	III	1
100 灰头鹀 <i>E. spodocephala</i>	P	S	LC	III	3

区系: W. 广布种; O. 东洋界; P. 古北界。居留型: R. 留鸟; S. 夏候鸟; W. 冬候鸟; P. 旅鸟。IUCN: 2018 年世界自然保护联盟, LC. 无危。保护级别: II. 国家二级保护动物; III. 三有: 国家保护的有益的或者具有重要经济、科学研究价值的野生动物。干扰强度: 1. 轻度干扰; 2. 中度干扰; 3. 重度干扰。

Fauna: W. Widespread species; O. Oriental species; P. Palaearctic species. Residential type: R. Resident; S. Summer migrant; W. Winter migrant; P. Passage migrant. IUCN. International Union for Conservation of Nature: LC. Least Concern. Protection category: II. Grade II key state-protected species; III. List of wildlife under state protection that are beneficial or have important economic and scientific research value. Disturbance intensity: 1. Mildly disturbed; 2. Moderately disturbed; 3. Highly disturbed.