

# 人为干扰对校园鸟类活动的影响

李琳<sup>①②④</sup> 陈文文<sup>①③④</sup> 赵金明<sup>②\*</sup>

① 安徽大学资源与环境工程学院 合肥 230601; ② 淮北师范大学生命科学学院 淮北 235000;  
③ 安徽升金湖湿地生态学国家长期科研基地 池州 247230; ④ 湿地生态保护与修复安徽省重点实验室 合肥 230601

**摘要:** 在城市化进程不断加快的背景下, 人类活动对环境的干扰也在不断变化, 鸟类可通过调整自身活动, 如改变栖息地点、活动时间以及逃逸决策, 来适应不断变化的环境。2023年12月至2024年3月, 以位于合肥市的安徽大学、合肥工业大学和安徽三联学院3所大学校园内常见鸟类为研究对象, 调查了寒假(2024年2月)与非寒假(2023年12月至2024年1月与2024年3月)期间大学校园内18个研究地点鸟类的数量、活动时间、鸟类的惊飞距离以及逃跑距离。运用广义线性模型分析了寒假对7种鸟类, 即灰喜鹊(*Cyanopica cyanus*)、喜鹊(*Pica serica*)、珠颈斑鸠(*Spilopelia chinensis*)、黑脸噪鹛(*Pterorhinus perspicillatus*)、黑尾蜡嘴雀(*Eophona migratoria*)、乌鸫(*Turdus merula*)以及黑领椋鸟(*Gracupica nigricollis*)的数量、惊飞距离与逃跑距离的影响, 采用Kruskal-Wallis检验分析寒假对鸟类活动时间的影响。结果表明, 寒假期间鸟类数量更多, 寒假与非寒假期间鸟类活动时间存在显著差异( $H = 12.37, df = 2, P = 0.002$ )。寒假对鸟类的影响存在种间差异, 相比非寒假, 寒假期间乌鸫的惊飞距离显著更长( $t = 2.528, P = 0.021$ ), 其他鸟类的惊飞距离则无显著差异。7种鸟类的逃跑距离在寒假和非寒假之间无显著差异。此外, 惊飞距离与鸟群规模呈显著正相关( $t = 2.354, P = 0.019$ ), 惊飞距离也与起始距离呈显著正相关( $t = 11.017, P < 0.001$ )。随着鸟类与遮蔽物之间距离的增加, 逃跑距离同样显著增加( $t = 7.877, P < 0.001$ )。本研究表明, 在所调查的学校中, 寒假期间鸟类数量更多, 鸟类惊飞距离最短, 表明人类活动在时间和空间上的变化使得校园常见鸟类改变了其原本的行为, 而且不同物种之间的行为调整方式有所不同。本文研究了鸟类对城市环境的适应性反应, 有助于更深入地理解人类主导景观中鸟类的行为生态学特征。

**关键词:** 人为干扰; 个体丰度; 广义线性模型; 惊飞距离; 逃跑距离; 逃逸决策

**中图分类号:** Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2025) 05-673-10

## Effects of Human Disturbances on Bird Activities in Campus

LI Lin<sup>①②④</sup> CHEN Wen-Wen<sup>①③④</sup> ZHAO Jin-Ming<sup>②\*</sup>

① School of Resources and Environmental Engineering, Anhui University, Hefei 230601; ② School of Life Science, Huaibei Normal University, Huaibei 235000; ③ Anhui Shengjin Lake Wetland Ecology National Long-Term Scientific Research Base, Chizhou 247230;  
④ Key Laboratory of Wetland Ecological Protection and Restoration, Anhui Province, Hefei 230601, China

**基金项目** 国家自然科学基金项目 (No. 32471569, 31800325), 安徽省高等学校自然研究项目 (No. 2022AH050371);

\* 通讯作者, E-mail: zhaojm2022@163.com;

**第一作者介绍** 李琳, 女, 硕士研究生; 研究方向: 鸟类生态学; E-mail: lilin10092024@163.com。

收稿日期: 2024-08-29, 修回日期: 2025-03-24 DOI: 10.13859/j.cjz.202524195 CSTR: 32109.14.cjz.24195

**Abstract: [Objectives]** With the acceleration of urbanization, human disturbances have become increasingly prevalent, prompting birds to adapt their behaviors to the changing environment. These adaptation activities include shifts in habitat selection, activity periods, and escape responses. **[Methods]** From December 2023 to March 2024, we conducted a field study using direct observation to assess bird abundance and activity patterns across 18 study sites at Anhui University, Hefei University of Technology, and Anhui Sanlian College in winter vacation (February 2024) and non-winter vacation (from December 2023 to January 2024, and March 2024) (Fig. 1). At each site, we recorded the count of people, human activity duration, number of birds, and bird activity duration within a 10-min observation session. In addition, we measured the flight initiation distance (FID) and distance fled of birds. We adopted generalized linear models to analyze the effects of winter vacation (number of people and human activity duration) on the number of birds, FID, and distance fled of seven bird species (*Cyanopica cyanus*, *Pica serica*, *Spilopelia chinensis*, *Pterorhinus perspicillatus*, *Eophona migratoria*, *Turdus merula*, and *Gracupica nigricollis*). We performed the Kruskal-Wallis test to examine the effect of winter vacation on bird activity duration. **[Results]** The number of birds during winter vacation was higher than that during non-winter vacation ( $H = 12.37$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.002$ ). However, the effect of winter vacation on FID varied among species. Specifically, *T. merula* exhibited a longer FID during winter vacation ( $t = 2.528$ ,  $P = 0.021$ ), whereas other six bird species showed no significant differences in FID across different time periods. No significant difference in distance fled was detected between winter and non-winter vacations for all seven species. Further analysis revealed that FID was positively correlated with flock size ( $t = 2.354$ ,  $P = 0.019$ , Fig. 4) and starting distance ( $t = 11.017$ ,  $P < 0.001$ ). And distance fled increased as the distance between birds and nearby shelter increased ( $t = 7.877$ ,  $P < 0.001$ ). **[Conclusion]** This study highlights that number of birds is notably higher during winter vacation across the surveyed campuses, while FID is shortest during this period. These findings suggest that spatial and temporal variations in human activities influence the behavior of common urban birds, with different species exhibiting distinct behavioral adjustments. Our study provides valuable insights into the adaptive responses of birds to urban environments, contributing to a better understanding of avian behavioral ecology in human-dominated landscapes.

**Key words:** Human disturbance; Individual abundance; Generalized linear model; Flight initiation distance; Distance fled; Escape decision

城市化是指人类为了满足自身的生存和发展需求而大规模改造土地的过程。这不仅导致生境丧失与生境破碎化 (Swenson et al. 2000, McKinney 2002, Grimm et al. 2008, Batáry et al. 2018), 还对城市中的野生动物造成了巨大干扰 (Carral-Murrieta et al. 2020)。在城市化进程加快的背景下, 自然栖息地被高楼大厦取代, 适宜鸟类栖息的绿色区域被高速公路和建筑物包围 (Tietze 2018), 原本完整的生境变得支离破碎。此外, 人类的生产活动导致当地物种灭绝率逐渐增加, 当地物种逐渐被广泛分布的

外来物种取代 (McKinney 2002)。研究表明, 随着城市化的推进, 城市中鸟类的丰富度逐渐降低, 而丰度逐渐增加 (Batáry et al. 2018)。同时, 城市噪声水平与鸟类丰富度之间存在显著负相关关系 (Carral-Murrieta et al. 2020)。

城市中人类的日常活动对野生动物的数量具有重要影响, 部分物种通过利用人类提供的资源, 如获取人类提供的食物源以及居住在人为搭建的安全栖息场所, 从而在城市中持续生存和繁衍 (Sol et al. 2013, Xu et al. 2021)。Warrington 等 (2022) 发现, 疫情期间人们长

期处于家中时，城市中超过一半的鸟类数量呈下降趋势。Gordo 等（2021）发现，相比非疫情期间，城市鸟类在疫情期间出现的概率没有增加，但在每日清晨的可观测性显著增加。Soh 等（2021）发现，疫情期间及其后期，更多的原鸽（*Columba livia*）选择减少休息时间，增加觅食与移动时间。现有大量研究发现，人为干扰对城市常见鸟类多样性存在显著影响（Cooke et al. 2020, Matuoka et al. 2020, Liordos et al. 2021），但人们对鸟类在不同时间面对不同程度人为干扰时的行为变化仍然缺乏了解。

已有研究表明，鸟类会将人类视为潜在捕食者（Frid et al. 2002, Bötsch et al. 2018）。当觅食中的鸟类暴露于人类活动时，它们可能表现出两种典型的行为响应：一是立即中止觅食并寻找遮蔽物；二是根据过往经验或采用新的反捕食策略来调整当前行为。这种应对机制充分体现了鸟类在面对生存威胁时所具备的行为可塑性（Sol et al. 2013）。行为可塑性是动物适应新环境的主要机制，较强的行为可塑性有助于动物长期生活在迅速变化的环境中（Price et al. 2003, Sol et al. 2013, Ducatez et al. 2020）。先前的研究也认为，能够及时调整行为，尤其是愿意探索和利用新的生态机会的物种更有可能在城市环境中表现出较强的扩散能力和较高的种群密度（Ducatez et al. 2020），同时有研究发现，善于学习的动物在新环境中的死亡率更低，这体现了学习能力是动物适应新环境的关键因素（Møller 2009）。

在动物对不同生活环境表现出的适应行为中，鸟类的逃逸决策代表了一种反捕食行为，体现了它们在停留与逃跑之间的权衡（Zhou et al. 2020, Yuan et al. 2024）。这种行为反映了鸟类对人为干扰的容忍程度（Morelli et al. 2023, Ma et al. 2024）。惊飞距离（flight initiation distance, FID）是指捕食者接近目标个体导致其逃跑时捕食者与目标个体间的距离，而逃跑距离（distance fled, DF）是指鸟类逃跑位置与逃跑之后首次停落的位置之间的距离。通过测

量惊飞距离和逃跑距离来量化鸟类的逃逸决策是行为生态学研究常用的方法之一（Lin et al. 2012, Morelli et al. 2022）。

大学校园的假期为我们探究野生动物在面对剧烈的人为干扰变化时的反应提供了实验机会。本研究以合肥市三所大学校园内常见鸟类为研究对象，调查了寒假（2024 年 2 月）与非寒假（2023 年 12 月至 2024 年 1 月与 2024 年 3 月）期间大学校园内鸟类的数量、活动时间、惊飞距离以及逃跑距离，拟回答以下两个问题：1）哪些因素影响校园常见鸟类的数量、活动时间、惊飞距离以及逃跑距离？2）寒假和非寒假期间鸟类的数量、活动时间、惊飞距离以及逃跑距离是否发生显著变化？由于寒假期间校园内人数迅速下降，故推测，1）在寒假期间观察到的鸟类数量与鸟类活动时间更多。猎物分心假说（distracted prey hypothesis）指出，在面对多种外部干扰时，猎物无法对某一刺激源（如人类）出现带来的捕食威胁立刻做出反应（Chan et al. 2010, Hammer et al. 2023）。因此我们预测，2）在人为干扰较强的非寒假期间鸟类的惊飞距离以及逃跑距离更短。本研究旨在研究校园鸟类在适应不断变化的人为干扰时的行为调整，以期为制定城市校园鸟类的保护与管理措施提供合理依据。

## 1 研究地区与方法

### 1.1 研究地点与时间

合肥市（116°41' ~ 117°58' E， 30°57' ~ 32°32' N）为安徽省会，位于中国东部地区，地处中纬度地带，属亚热带季风性湿润气候，四季分明，气候温和，雨量适中。本研究两次实验均在合肥市蜀山区的 3 所大学校园内展开，即安徽大学（磬苑校区）、合肥工业大学（翡翠湖校区）与安徽三联学院，选取了 18 个研究点（图 1）依次进行调查。校园内鸟类 100 余种，常见鸟类有灰喜鹊（*Cyanopica cyanus*）、喜鹊（*Pica serica*）、珠颈斑鸠（*Spilopelia chinensis*）、乌鸫（*Turdus merula*）、

灰椋鸟 (*Spodiopsar cineraceus*)、黑脸噪鹛 (*Garrulax perspicillatus*)、黑尾蜡嘴雀 (*Eophona migratoria*) 以及黑领椋鸟 (*Gracupica nigricollis*)。2023 年 12 月至 2024 年 3 月, 分别在寒假之前 (2023 年 12 月 19 日至 2024 年 1 月 5 日)、寒假期间 (2024 年 1 月 25 日至 2 月 17 日) 以及寒假结束之后 (2024 年 2 月 29 日至 3 月 13 日) 调查鸟类的数量、活动时间、惊飞距离以及逃跑距离。

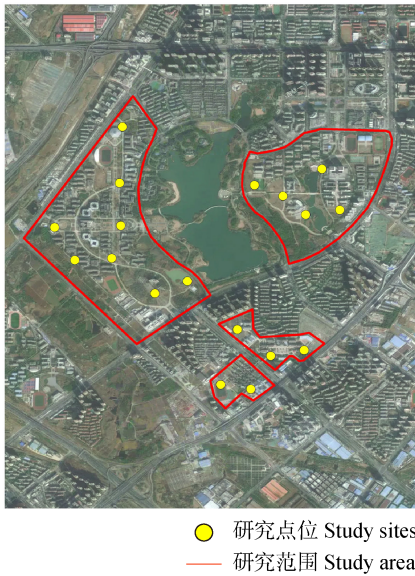


图 1 研究区位置以及样点分布

Fig. 1 Location of the study area and study sites

## 1.2 人为干扰因素及鸟类行为调查

实验一采用样点法调查人类干扰因素及鸟类行为, 调查时间选择鸟类活动比较活跃的上午 7:00 ~ 9:30 时和下午 15:30 ~ 17:30 时, 在 3 所大学校园的 18 个研究点 (图 1) 依次进行调查, 即安徽大学 8 个、合肥工业大学 5 个、安徽三联学院 5 个。大学校园的调查顺序是随机的, 且各研究点间距大于等于 200 m。在晴朗无风的天气条件下, 利用直接观察法在以自身为中心的 50 m 范围内记录 10 min 内每一研究点的人数、人类活动时间以及机动车辆的数量, 同时使用 UW079 (10 × 42) 双筒望远镜 (USCAMEL, 美国) 记录 10 min 内出现在每

一研究点的鸟类数量、种类、活动地点 (树枝、草地、水泥地、基础设施)、活动时间以及行为, 警戒即鸟类中断当前的活动环顾四周以发现潜在的风险, 觅食指鸟类低头啄食。在每一研究点共调查 3 次。

## 1.3 惊飞距离与逃跑距离测量

实验二采用样线法调查人类靠近时的鸟类惊飞距离和逃跑距离。分别在安徽大学、合肥工业大学与安徽三联学院校园内部沿不同路线进行观测, 为获取足够的数量, 每所学校共调查 9 次 (寒假前 3 次、寒假 3 次、寒假后 3 次), 为了避免重复, 在寒假前、寒假与寒假后三个不同时间段内调查者在每所学校的 3 次观测路线均不同。通过人类靠近的方式获取鸟类惊飞距离和逃跑距离, 这种方法已被广泛用于量化鸟类的逃跑决策 (Tätte et al. 2018, Zhao et al. 2023)。在三所大学鸟类活动较活跃的上午 7:00 ~ 9:30 时和下午 15:30 ~ 17:30 时进行调查。首先, 借助双筒望远镜确定被观察鸟类, 然后以恒定的速度 (7.8 m/min) 走向被观察个体以排除速度对鸟类的影响, 直到鸟类表现出明显的逃跑行为 (步行或飞行)。调查者在开始接近鸟类时使用木棍标记起点, 当鸟类开始逃跑时调查者在此时的位置放置第二根木棍。通过记录步数 (Møller et al. 2014) 来测量惊飞距离, 即鸟类逃跑的位置与第二根木棍之间的距离; 使用同样的方式测量起始距离 (start distance, SD, 即逐渐靠近的观察者与目标个体间的距离)、逃跑距离以及逃跑位置与最近遮蔽物之间的距离 (图 2)。此外还记录了距离鸟类最近的遮蔽物类型, 即阻挡观察者视线对鸟类起到一定保护作用的建筑物、灌木或乔木。本研究定义鸟类个体间距离不超过 10 m, 则为同一群体。当鸟群中个体数大于 1 时, 调查者首先靠近鸟群中相距最近的个体直至其逃跑, 并且记录该个体的最近邻距离, 即与该逃跑个体最近个体与它的距离。在同一调查区域内对不同种类的鸟类进行观察, 确保对同一只鸟试验不超过两次, 以增加观察结果之间的独立性。

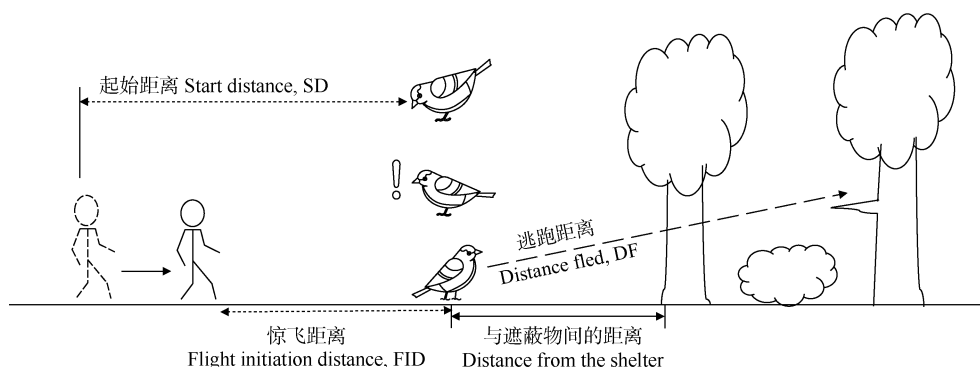


图2 惊飞距离和逃跑距离示意图

Fig. 2 Schematic diagram of flight initiation distance and distance fled

#### 1.4 数据分析

在总体与物种水平上，以鸟的数量为因变量，以时间段、人数、观察地点、人活动时间以及车辆数作为自变量，采用拟合负二项分布的广义线性模型探究影响鸟数量的因素。由于鸟类活动时间比例不符合正态分布（Shapiro-Wilk normality 检验， $P < 0.05$ ），故采用非参数的 Kruskal-Wallis 检验比较不同时间段、观察地点以及遮蔽物类型之间鸟类活动时间比例的差异。参照 Sol 等（2018）的方法，分析前排除了样本量小于 10 的物种，惊飞距离与逃跑距离经过 Box-Cox 转换后符合正态分布，以惊飞距离与逃跑距离为因变量，以时间段、观察地点、种类、起始距离、与遮蔽物之间的距离、遮蔽物类型以及鸟群大小为自变量，利用线性回归模型探究影响惊飞距离与逃跑距离的因素，根据校正的赤池信息准则最小原则（corrected Akaike information criterion, AICc）选取最优估算模型，并且对于存在显著影响的类别变量，通过 Tukey's honestly significant difference (HSD) 进一步检验。结果表示为平均值  $\pm$  标准误（mean  $\pm$  SE），显著性水平设置为 0.05。以上分析均在 R（4.3.1）中完成。

## 2 结果

### 2.1 影响鸟类数量与活动时间的因素

在 2023 年 12 月至 2024 年 3 月，共调查了 19 种鸟类（ $n = 579$ ）的活动时间，其中数量较

多的为喜鹊（ $n = 105$ ）、珠颈斑鸠（ $n = 105$ ）、灰椋鸟（ $n = 97$ ）、黑尾蜡嘴雀（ $n = 70$ ）和灰喜鹊（ $n = 50$ ）。此外，共调查了 337 只鸟类的惊飞距离与逃跑距离，数量较多的为珠颈斑鸠（ $n = 98$ ）、灰喜鹊（ $n = 77$ ）、喜鹊（ $n = 53$ ）、黑脸噪鹛（ $n = 30$ ）、灰椋鸟（ $n = 23$ ）、乌鸫（ $n = 20$ ）以及黑领椋鸟（ $n = 16$ ）。

寒假期间观察到在树枝上的鸟类数量更多，其次是草地上。在总体水平上，时间段、人数、人活动时间以及车辆数对鸟类数量均无显著影响。针对不同的鸟种，影响其数量的因素具有种间差异性。人数对黑尾蜡嘴雀的数量存在显著影响（ $z = 2.868$ ， $P < 0.001$ ，图 3），但对灰喜鹊、喜鹊、珠颈斑鸠、黑脸噪鹛以及乌鸫的数量无显著影响。随着人数的增加，黑尾蜡嘴雀的数量显著增加。Kruskal-Wallis 检验结果表明，不同时间段的鸟类活动时间比例存在显著差异（ $H = 12.37$ ， $df = 2$ ， $P = 0.002$ ），寒假期间鸟类活动时间比例显著高于非寒假期间。不同活动地点的鸟类活动时间比例存在显著差异（ $H = 67.583$ ， $df = 3$ ， $P < 0.001$ ），鸟类在草地的活动时间占比最高，其次是树枝。并且鸟类觅食与警戒的活动时间比例也存在显著差异（ $H = 40.93$ ， $df = 1$ ， $P < 0.001$ ），觅食活动时间比例显著高于警戒。

### 2.2 影响鸟的惊飞距离以及逃跑距离的因素

在总体水平上，鸟群大小对惊飞距离存在显著影响（ $t = 2.354$ ， $P = 0.019$ ，图 4），随着

鸟群大小的增加，城市常见鸟类的惊飞距离显著增加。与遮蔽物之间的距离对逃跑距离存在

显著影响 ( $t = 8.208, P < 0.001$ , 图 5)，随着与遮蔽物之间距离的增加，常见鸟类的逃跑距

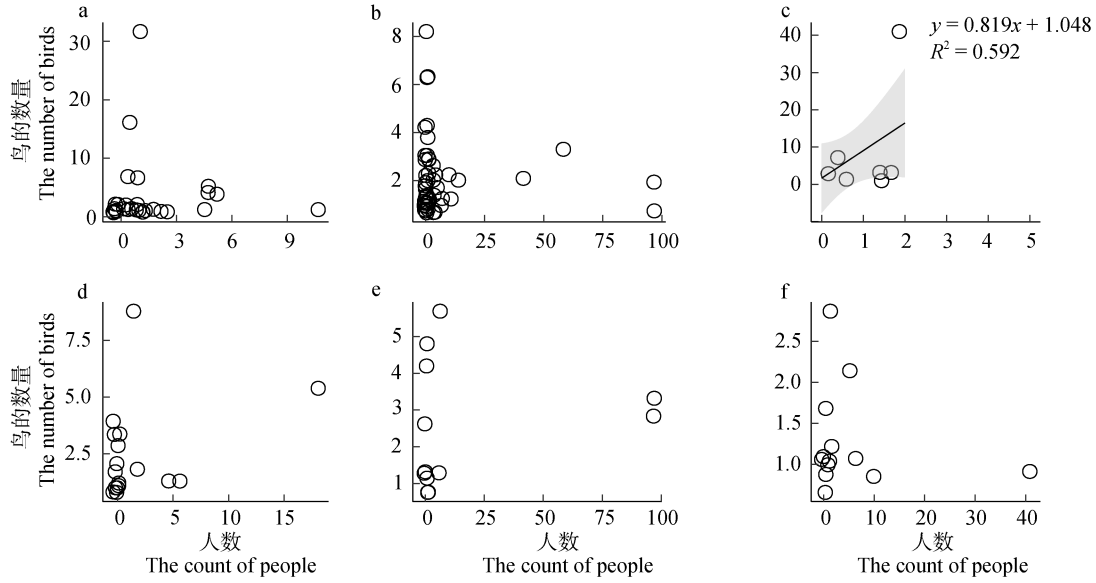


图 3 6 种鸟类的数量与人数的关系

Fig. 3 Relationships between the number of birds of six species and the count of people

a. 喜鹊; b. 珠颈斑鸠; c. 黑尾蜡嘴雀; d. 灰喜鹊; e. 黑脸噪鹛; f. 乌鸫。拟合线周围的灰色区域代表 95% 置信区间。  
 a. *Pica serica*; b. *Spilopelia chinensis*; c. *Eophona migratoria*; d. *Cyanopica cyanus*; e. *Garrulax perspicillatus*; f. *Turdus merula*. The gray area around the fitted line represents the 95% confidence interval.

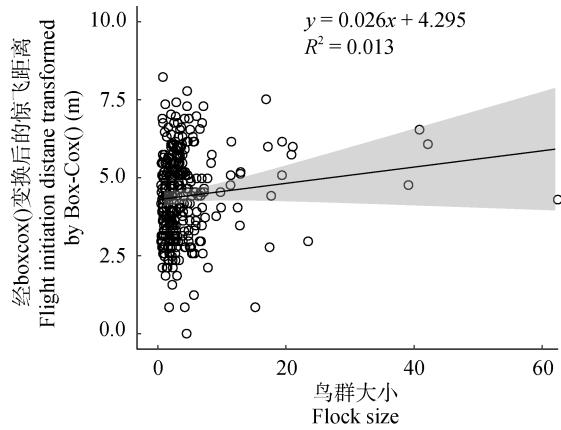


图 4 惊飞距离随着鸟群大小的增加而增加

Fig. 4 The flight initiation distance of birds increased with the increase in flock size

拟合线周围的灰色区域代表 95% 置信区间。  
 The gray area around the fitted line represents the 95% confidence interval.

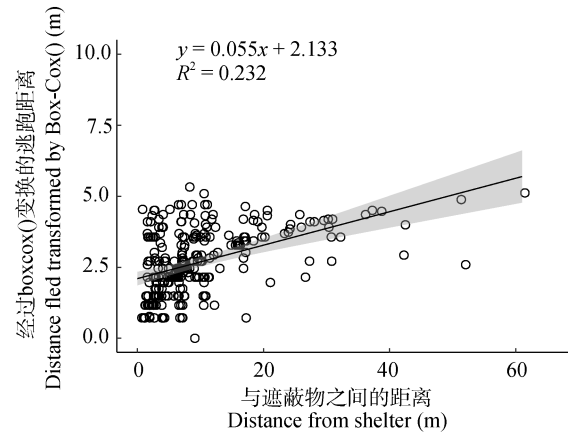


图 5 逃跑距离随着与遮蔽物之间距离的增加而增加

Fig. 5 The escape distance of birds increased as the distance from shelter increased

拟合线周围的灰色区域代表 95% 置信区间。  
 The gray area around the fitted line represents the 95% confidence interval.

离显著增加。在物种水平上, 珠颈斑鸠 ( $t = 3.487$ ,  $P < 0.001$ )、灰喜鹊 ( $t = 5.777$ ,  $P < 0.001$ )、乌鸫 ( $t = 2.932$ ,  $P = 0.010$ )、灰椋鸟 ( $t = 2.357$ ,  $P = 0.035$ )、黑脸噪鹛 ( $t = 4.470$ ,  $P < 0.001$ ) 以及黑领椋鸟 ( $t = 3.02$ ,  $P = 0.012$ ) 与遮蔽物之间的距离均与逃跑距离呈现显著正相关, 而喜鹊与遮蔽物之间的距离对逃跑距离不存在显著影响 ( $t = 1.208$ ,  $P = 0.234$ , 图 6)。在物种水平上, 不同时间段乌鸫的惊飞距离存在显著差异, 寒假结束后乌鸫惊飞距离显著大于寒假期间

( $t = 2.528$ ,  $P = 0.021$ )。灰喜鹊的鸟群大小与逃跑距离呈显著正相关 ( $t = 3.265$ ,  $P = 0.002$ )。

### 3 讨论

本研究发现, 随着寒假期间校园内人口数量逐渐减少, 可观测到的鸟类数量随之增加, 说明人类的存在给绝大多数鸟类带来了生存压力。此外, 人为干扰对鸟类数量的影响存在种间差异, 如黑尾蜡嘴雀的数量随着人数增加而增加, 而其他鸟类的数量与人数均无显著相关。

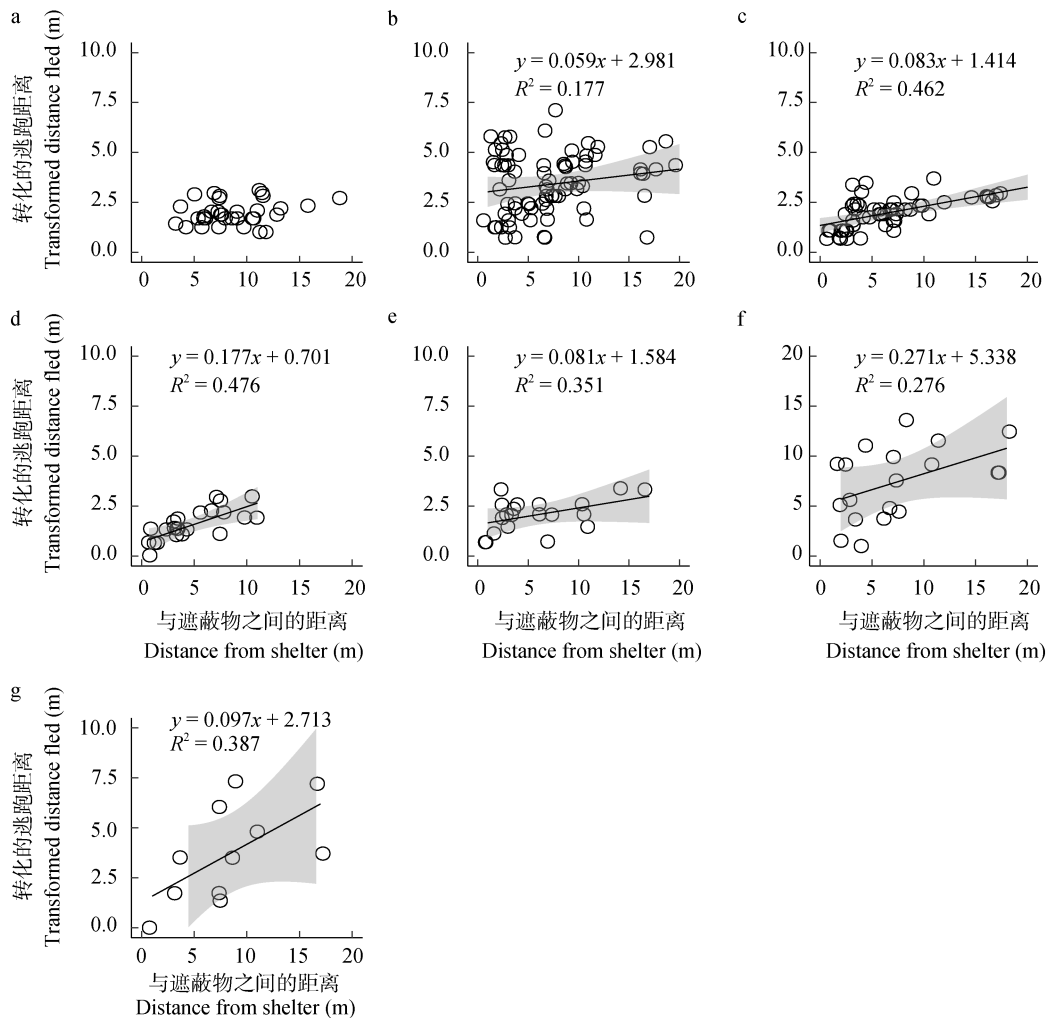


图 6 不同种类的鸟类逃跑距离和与遮蔽物之间距离的关系

Fig. 6 Relationships between the escape distance and the distance from refuge of different bird species

a. 喜鹊; b. 珠颈斑鸠; c. 灰喜鹊; d. 黑脸噪鹛; e. 乌鸫; f. 灰椋鸟; g. 黑领椋鸟。拟合线周围的灰色区域代表 95% 置信区间。

a. *Pica serica*; b. *Spilopelia chinensis*; c. *Cyanopica cyanus*; d. *Garrulax perspicillatus*; e. *Turdus merula*; f. *Spodiopsar cineraceus*; g. *Sturnus nigricollis*. The gray area around the fitted line represents the 95% confidence interval.

由于人类的出现直接或间接地改变了鸟类的栖息环境 (Xu et al. 2022)、捕食风险 (Díaz et al. 2023) 以及获取食物的难易程度 (Soh et al. 2021), 在同一地点观测到适应能力不同的鸟类数量存在差异。北美城市地区 86 种鸟类中 66 种鸟类行为的变化与新冠疫情期间人类活动减少相关 (Schrimpf et al. 2021)。一项在草原上开展的研究发现, 为了补充能量, 绝大多数草原鸟类会在工作日人类出现频率较低的时间段开展觅食活动 (Tarjuelo et al. 2015)。在人为干扰较强的城市地区, 鸟类的生境偏好 (Sun et al. 2024) 以及获取食物的来源 (Sanderfoot et al. 2022) 也会影响鸟类的活动, 如喜鹊与珠颈斑鸠经常在人类出现概率较高的草地或马路边觅食。

本研究发现, 寒假对鸟类惊飞距离的影响存在种间差异, 寒假结束后乌鸫的惊飞距离显著增加, 这与 2022 年新冠疫情结束后暗眼灯草鹀 (*Junco hyemalis*) 的惊飞距离显著下降的研究结果相反 (Diamant et al. 2023), 并不支持猎物分心假说。这可能是鸟类对环境的适应性结果, 寒假期间随着人类干扰降低, 鸟类的警惕性也会降低, 寒假结束后随着人类干扰增加鸟类的警惕性也随之增强。此外, 本研究中, 城市校园常见鸟类的惊飞距离随着鸟群规模的增加而增加, 这一结果与先前群居鸟类惊飞距离更长的研究结果一致 (Morelli et al. 2019), 并支持多眼假说 (many-eyes hypothesis), 即在较大的群体中, 猎物会更早地发现捕食者, 从而提前逃跑 (Hammer et al. 2023)。除了群体大小 (蒋一婷等 2014) 与体重 (王茜 2022) 这些鸟类自身因素外, 人为干扰 (张微微等 2011, Díaz et al. 2023) 与栖息地因素 (王彦平等 2004, 方小斌等 2017) 也会影响鸟类的惊飞距离。城市中人类频繁出现, 鸟类对人类的敏感度降低, 因此城市鸟类的惊飞距离往往比郊区鸟类的短 (Morelli et al. 2022)。

在本研究中, 与遮蔽物之间的距离对逃跑距离存在显著影响, 并且不同物种间存在差异。

鸟类的逃跑距离随着与遮蔽物之间距离的增加而增加, 表明鸟类逃跑时最终的停留位置可能在遮蔽物附近。7 种鸟类中喜鹊的逃跑距离和其与遮蔽物间的距离无显著相关性, 说明不同鸟类对人类的容忍度存在差异, 喜鹊对人类的容忍度较高。此外, 个体体重也会影响逃跑距离, 较重的鸟类往往会提前逃跑 (Tätte et al. 2018)。

无论是鸟类数量还是逃跑决策的变化, 都是鸟类适应大学校园环境变化的方式。本研究发现寒假期间鸟类数量更多, 乌鸫的惊飞距离更短, 逃跑距离在寒假与非寒假期间无显著差异。了解鸟类的行为调整在保护城市生物多样性以及制定城市可持续发展计划中具有重要作用, 如城市管理中需考虑原鸽如何根据人类活动调整觅食与警戒等活动, 以控制原鸽的数量在合理范围内 (Soh et al. 2021); 城市管理者需要依据鸟类的逃逸决策来衡量鸟类对环境的适应能力, 为城市中不同场所制定科学的野生动物管理计划 (Morelli et al. 2018)。由于本研究数据量有限, 在实验设计环节未纳入季节更迭以及个体体重差异等因素, 为进一步确认与验证人为干扰对校园常见鸟类活动的潜在影响机制, 今后的工作应在延展观察的时间跨度与拓宽观察的空间范畴基础上, 深入探究校园常见鸟类的行为模式及其活动规律, 从而为该领域的研究提供更为坚实、全面的数据支撑和理论依据。

## 参 考 文 献

- Batáry P, Kurucz K, Suarez-Rubio M, et al. 2018. Non-linearities in bird responses across urbanization gradients: a meta-analysis. *Global Change Biology*, 24(3): 1046–1054.
- Bötsch Y, Gugelmann S, Tablado Z, et al. 2018. Effect of human recreation on bird anti-predatory response. *PeerJ*, 6: e5093.
- Carral-Murrieta C O, García-Arroyo M, Marín-Gómez O H, et al. 2020. Noisy environments: untangling the role of anthropogenic noise on bird species richness in a Neotropical city. *Avian Research*, 11(1): 32.
- Chan A A Y, Giraldo-Perez P, Smith S, et al. 2010. Anthropogenic

- noise affects risk assessment and attention: the distracted prey hypothesis. *Biology Letters*, 6(4): 458–461.
- Cooke S C, Balmford A, Johnston A, et al. 2020. Variation in abundances of common bird species associated with roads. *Journal of Applied Ecology*, 57(7): 1271–1282.
- Diamant E S, MacGregor-Fors I, Blumstein D T, et al. 2023. Urban birds become less fearful following COVID-19 reopenings. *Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences*, 290(2005): 20231338.
- Díaz M, Møller A P. 2023. Lockdown effects on fear revealed direct and indirect effects of human presence on perceived predation risk. *Science of The Total Environment*, 872: 162122.
- Ducatez S, Sol D, Sayol F, et al. 2020. Behavioural plasticity is associated with reduced extinction risk in birds. *Nature Ecology & Evolution*, 4(6): 788–793.
- Frid A, Dill L M. 2002. Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation Ecology*, 6(1): 11.
- Grimm N B, Faeth S H, Golubiewski N E, et al. 2008. Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864): 756–760.
- Hammer T L, Bize P, Gineste B, et al. 2023. Disentangling the “many-eyes”, “dilution effect”, “selfish herd”, and “distracted prey” hypotheses in shaping alert and flight initiation distance in a colonial seabird. *Behavioural Processes*, 210: 104919.
- Lin T, Coppack T, Lin Q X, et al. 2012. Does avian flight initiation distance indicate tolerance towards urban disturbance? *Ecological Indicators*, 15(1): 30–35.
- Liorios V, Jokimäki J, Kaisanlahti-Jokimäki M L, et al. 2021. Patch, matrix and disturbance variables negatively influence bird community structure in small-sized managed green spaces located in urban core areas. *Science of The Total Environment*, 801: 149617.
- Ma L K, Liu Q Q, Wang J J, et al. 2024. Higher adaptive tolerance with higher risk for sparrows living in airport environments. *Global Ecology and Conservation*, 52: e02967.
- Matuoka M A, Benchimol M, de Almeida-Rocha J M, et al. 2020. Effects of anthropogenic disturbances on bird functional diversity: A global meta-analysis. *Ecological Indicators*, 116: 106471.
- McKinney M L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, 52(10): 883.
- Møller A P. 2009. Successful city dwellers: a comparative study of the ecological characteristics of urban birds in the Western Palearctic. *Oecologia*, 159(4): 849–858.
- Møller A P, Erritzøe J. 2014. Predator-prey interactions, flight initiation distance and brain size. *Journal of Evolutionary Biology*, 27(1): 34–42.
- Morelli F, Benedetti Y, Díaz M, et al. 2019. Contagious fear: Escape behavior increases with flock size in European gregarious birds. *Ecology and Evolution*, 9(10): 6096–6104.
- Morelli F, Leveau L M, Mikula P, et al. 2023. Are birds more afraid in urban parks or cemeteries? A Latin American study contrasts with results from Europe. *Science of The Total Environment*, 861: 160534.
- Morelli F, Mikula P, Benedetti Y, et al. 2018. Escape behaviour of birds in urban parks and cemeteries across Europe: Evidence of behavioural adaptation to human activity. *Science of The Total Environment*, 631/632: 803–810.
- Morelli F, Mikula P, Blumstein D T, et al. 2022. Flight initiation distance and refuge in urban birds. *Science of The Total Environment*, 842: 156939.
- Price T D, Qvarnström A, Irwin D E. 2003. The role of phenotypic plasticity in driving genetic evolution. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270(1523): 1433–1440.
- Sanderfoot O V, Kaufman J D, Gardner B. 2022. Drivers of avian habitat use and detection of backyard birds in the Pacific Northwest during COVID-19 pandemic lockdowns. *Scientific Reports*, 12: 12655.
- Schrumpf M B, Des Brisay P G, Johnston A, et al. 2021. Reduced human activity during COVID-19 alters avian land use across North America. *Science Advances*, 7(39): eabf5073.
- Soh M C K, Pang R Y T, Ng B X K, et al. 2021. Restricted human activities shift the foraging strategies of feral pigeons (*Columba livia*) and three other commensal bird species. *Biological Conservation*, 253: 108927.
- Sol D, Lapedra O, González-Lagos C. 2013. Behavioural adjustments for a life in the city. *Animal Behaviour*, 85(5): 1101–1112.
- Sol D, Maspons J, Gonzalez-Voyer A, et al. 2018. Risk-taking behavior, urbanization and the pace of life in birds. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 72(3): 59.
- Sun C N, Hassin Y, Boonman A, et al. 2024. Species and habitat specific changes in bird activity in an urban environment during Covid 19 lockdown. *eLife*, 12: RP88064.
- Swenson J J, Franklin J. 2000. The effects of future urban development on habitat fragmentation in the Santa Monica Mountains. *Landscape Ecology*, 15(8): 713–730.
- Tarjuelo R, Barja I, Morales M B, et al. 2015. Effects of human activity on physiological and behavioral responses of an endangered steppe bird. *Behavioral Ecology*, 26(3): 828–838.
- Tätte K, Møller A P, Mänd R. 2018. Towards an integrated view of escape decisions in birds: relation between flight initiation

- distance and distance fled. *Animal Behaviour*, 136: 75–86.
- Tietze D T. 2018. *Bird Species: How They Arise, Modify and Vanish*. Cham: Springer International Publishing.
- Xu H Y, Zhao X B, Jia R, et al. 2022. Behavioral plasticity mediates adaptation to changes in food provisioning following the COVID-19 lockdown in black-headed gulls (*Larus ridibundus*). *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10: 1013244.
- Xu W Y, Gong Y, Wang H T. 2021. Alert time reflects the negative impacts of human disturbance on an endangered bird species in Changbai Mountain, China. *Global Ecology and Conservation*, 28: e01709.
- Yuan K Q, Yang S, Liu J P, et al. 2024. Responses of birds to observers holding popguns: Hunting history influences escape behavior of urban birds. *Current Zoology*, 70(5): 631–636.
- Zhao J M, Liu H C, Li S Y, et al. 2023. Flight order does not influence individuals' flight initiation distance in small bird flocks. *Behaviour*, 161(2): 113–132.
- Zhou B, Liang W. 2020. Avian escape responses to observers wearing clothing of different colors: A comparison of urban and rural populations. *Global Ecology and Conservation*, 22: e00921.
- 方小斌, 邹瑀琦, 丁长青. 2017. 鸟类惊飞距离及其影响因素. *动物学杂志*, 52(5): 897–910.
- 蒋一婷, 丁长青. 2014. 非致命性捕食风险对鸟类的影响. *动物学杂志*, 49(4): 613–620.
- 王茜. 2022. 城市鸟类群落同质化过程中逃离行为与进化独特性关系研究. 沈阳: 辽宁大学硕士学位论文.
- 王彦平, 陈水华, 丁平. 2004. 惊飞距离——杭州常见鸟类对人为侵扰的适应性. *动物学研究*, 25(3): 214–220.
- 张微微, 马建章, 李金波. 2011. 骨顶鸡等游禽对不同人为干扰的行为响应. *生态学报*, 31(6): 1695–1702.

(上接 650 页)

似种中华攀雀雄鸟头顶淡灰色而不为白色, 前额、眼先经眼一直到耳羽形成一宽的黑色带斑, 其上下缘似窄的白带, 后颈和颈侧暗栗色, 其余上体沙棕色, 下体皮黄色。经查阅《中国鸟类野外手册》(约翰·马敬能 2022) 和《中国鸟类志: 雀形目(下卷)》(赵正阶 2001), 鉴定为白冠攀雀 (*R. coronatus*)。依据《中国鸟类分类与分布名录》(第 3 版, 郑光美 2017), 确认其为陕西省鸟类分布新记录种。根据相关文献资料, 初步推测该种在陕西省为旅鸟, 其居留型和亚种还有待于进一步观察。



图 1 白冠攀雀 (*Remiz coronatus*) (汪青雄摄)

Fig. 1 White-crowned Penduline Tit (Photo by WANG Qing-Xiong)

罗磊 肖红 汪青雄\*

陕西省动物研究所 西安 710032