

# 西安地区鸟类区系 30 年的变化

高学斌<sup>①</sup> 赵洪峰<sup>②\*</sup> 罗时有<sup>①</sup> 罗磊<sup>①</sup> 侯玉宝<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> 陕西省动物研究所 西安 710032; <sup>②</sup> 陕西师范大学生命科学学院 西安 710062)

**摘要:** 采取路线调查法, 在 1977~ 1980 年和 2004~ 2007 年两个阶段对西安地区的鸟类进行了调查, 并通过比较来说明西安地区鸟类 30 年来的变化。将调查地区分为 4 种生境类型( 浅山地带、农田村落、水域和城市建筑区), 并在每种生境类型中进行鸟类物种和种群数量统计。结果表明: 2004~ 2007 年调查的物种数( 149 种) 比 1977~ 1980 年调查的物种数( 138 种) 略有增高, 在人为干扰相对较少的浅山地区鸟类物种在两次调查中均最多, 而人口集中的城市建筑区物种在两次调查中均最少。比较两个阶段的鸟类, 有 24 种在 2004~ 2007 年的调查中没有见到, 但又新增了鸟类 34 种, 每种生境类型中的物种组成和每个物种的数量在不同阶段也不同。在城市建筑区植食性鸟类增多, 而在浅山地区食虫鸟类相对更多。随着城市化进程的加快, 需要关注城市鸟类的保护。

**关键词:** 鸟类; 城市; 变化; 西安

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250 3263( 2008) 06- 32 11

## Avifauna Changes in 30 Years ( 1977 to 2007) in Xi'an, China

GAO Xue Bin<sup>①</sup> ZHAO Hong-Feng<sup>②\*</sup> LUO Shi You<sup>①</sup> LUO Lei<sup>①</sup> HOU Yu Bao<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> Shaanxi Institute of Zoology, Xi'an 710032; <sup>②</sup> College of Life Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

**Abstract:** Avifauna changes in 30 years in Xi'an were analyzed based on two bird surveys by line transect method conducted from 1977 to 1980 and 2004 to 2007. Totally, 138 species were recorded in the first bird survey and 149 species in the second survey in four types of habitat, namely shallow hill zone, village cropland, open water, and city building zone. Highest bird richness was found in the shallow hill zone where the ecological environment was undisturbed, while in city building zone the bird richness was the lowest in both of the bird surveys. Comparing with the result got in the first survey, 24 species were not found and 34 birds have been added in the list, while 24 birds recorded in the first survey have not been found in the second survey. The species richness and abundance in each habitat was different for the two surveys. More bird species feeding on foliage have been recorded in the city building zone and more insectivorous birds have been recorded in the shallow hill zone in the second survey comparing with the result of the first bird survey. More attention should be paid to the urban bird conservation as the size of city expanded speedily.

**Key words:** Birds; City; Change; Xi'an

城市化是经济进步和社会发展的必然结果, 城市鸟类的栖息地和自然栖息地有明显的区别。城市是人口集中的区域, 人为干扰频繁而且程度强烈, 城市的异质化程度高, 人造景观代替了自然景观<sup>[1]</sup>, 随着城市化程度不断的提高, 城市中鸟类的区系成分组成和群落结构也

基金项目 中国科学院西部之光项目和陕西省科学院社会发展项目( No. 2006K- 12);

\* 通讯作者, E-mail: zhaohf@snnu.edu.cn;

第一作者介绍 高学斌, 男, 副研究员; 研究方向: 鸟类生态学; E-mail: gaodb63@163.com.

收稿日期: 2008-04-18, 修回日期: 2008-09-09

会发生变化<sup>[2]</sup>。

西安是我国规模较大、历史悠久的城市之一,关于西安的鸟类,解放前研究较少,解放后 20 世纪 50 年代末和 60 年代对西安地区的鸟类调查集中体现在《秦岭鸟类志》中<sup>[3]</sup>,之后,陕西省动物研究所于 1977 年 5~7 月、1978 年 5~6 月和 12 月、1980 年 6~7 月中旬相继又进行了采集、观察和访查\*。2004 年 6 月、2005 年 2 月下旬至 3 月和 11 月、2006 年 7 月、2007 年 4~6 月,我们对西安地区的鸟类又做了进一步的调查。由于 20 世纪 60 年代的调查比较零散,不适合用于比较,所以,对比分析 1977~1980 年和 2004~2007 年的鸟类区系,以期了解西安市鸟类多年的变化。并通过该区近 30 年鸟类区系的变化来说明城市化进程对鸟类多样性的影响。

## 1 研究地区概况及调查范围

西安介于北纬  $33^{\circ}42' \sim 43^{\circ}44'$ ,东经  $107^{\circ}40' \sim 109^{\circ}49'$ ,属于北暖温带半湿润季风气候。位于陕西关中盆地中部偏南,南倚秦岭山脉,北靠渭北黄土台塬<sup>[4]</sup>。为了便于比较,2004~2007 年进行的鸟类调查,设定的调查区域与 1977~1980 年的调查区域基本一致。调查区域东自灞桥,南抵五台山,西至沔河,北达渭河滩(草滩)(图 1)。韦曲、王曲联线以东,还保存着面积较大的黄土台塬,海拔 500~700 m,由于流水的长期侵蚀作用,台塬被切割成一些宽窄不等的条块,如神禾塬、少陵塬、狄寨塬等,塬面平坦;联线以西为渭河平原,海拔 380~500 m,地形开阔平坦。调查区地势由东南向西北倾斜。植被除五台山(海拔 700~1600 m)为以桦(*Betula* sp.)、栎(*Quercus* sp.)及杨(*Populus* sp.)为主的天然阔叶林外,其他均为(耕作区、村落、城区)人工林。20 世纪 60 年代以前,村落、西安城墙周围及市郊道旁生长有较大的中国槐(*Sophora japonica*)、洋槐(*Robinia pseudoacacia*)、柳(*Salix matsudane*)、楝(*Melia azedarach*)、臭椿(*Ailanthus altissima*)、榆(*Ulmus pumila*)、小叶杨(*P. simonii*)等为主的大树。有

些“古树”直径达 70~140 cm,高数十米。自 20 世纪 60 年代始大树逐渐被砍伐,同时栽植了小树,1977~1980 年这些树的最大胸径约 10~12 cm。条形农田四周及村落道路两旁几乎皆是钻天杨(*P. pyramidalis*)、箭杆杨(*P. nigra*)为主的纯林带。而市区和近郊则以法国梧桐(*Platanus acerifolia*)为主,兼有杨树和中国槐。农作物则以小麦、玉米、水稻及豆类为主,经济作物有棉、油料作物和蔬菜等<sup>[4]</sup>。近些年来,西安城区面积扩展较大,市郊苗圃、果园区也增多,农作区迅速缩小,行道树为新栽观赏种类。浅山地区大多开发为生态旅游区,植被在全面禁伐后逐渐恢复中。

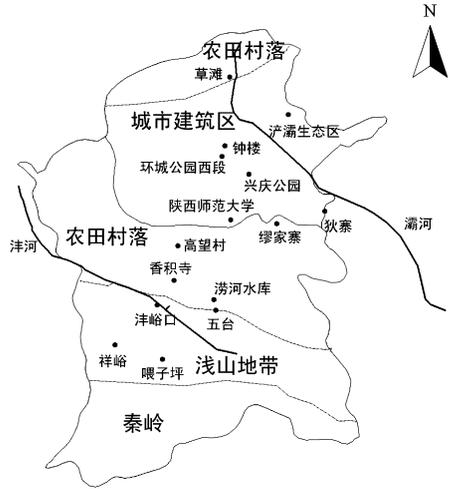


图 1 调查区域、生境划分和样点示意图

Fig. 1 The sketch map of survey area, habitat type and sampling sites

圆点: 调查样地; 粗线: 主干河流; 细线: 调查区域轮廓。  
Black points: the sampling sites; Thick lines: mainstream of river;  
Thin black lines: the contour of survey area.

调查区内有灞河、沔河、河、涝河、河、河,这些河流向北均流入渭河<sup>[4]</sup>。1960 年前,河岸、滩地较宽,水流量较大,河漫滩荒地也较多,河岸及滩地林木茂盛、灌丛郁蔽。1960

\* 罗时有,解文治,沈均梁. 西安地区的鸟类区系及人类经济活动及其影响的初步研究. 大连: 全国脊椎动物(鸟兽)学术讨论会, 1980.

年以后,由于上游修水库(大小几十座)和修引水灌溉渠(大小几百条),使下游河水流量减少,甚至有时断流。继而又砍伐河滩林木、围河造田,使河床变窄,有的河流修筑岸堤导致河床各段宽窄不一。再加之沿河所建的工厂将污水排入河中,使河水污染严重,水生生物种类(尤其动物)极为贫乏。自20世纪末期,环保工作加强,污水得以治理,呈大水状的河段生态恢复较好,但河堤修筑后,岸边植物基本为小型观赏种类,总体来看河水流量较小或已断流。

## 2 研究方法

**2.1 生境类型界定和划分** 在1977~1980年的调查中,根据实际情况和植被类型,分为三种生境类型,即浅山地带、农田村落和水域。2004~2007年的生境划分与原来的基本一致,只是将城市建筑区单独列为城市建筑区生境,主要是因为随着城市的建设,城市建筑区已经成为独特的人工景观。另外,由于1977~1980年的调查并未将城市建筑区生境及其中鸟类单独列出,而是归入农田村落中。为了便于与2004~2007年的城市建筑区的鸟类进行比较,我们根据1977~1980年的调查记录将其中的鸟类重新统计,列入城市建筑区。

(1) 浅山地带,即西安市郊南部的秦岭浅山地带,海拔500~700 m,属于人口较少的植被茂盛地区。选择样地3处,分别是祥峪( $33^{\circ}59'47''\text{N}$ ,  $108^{\circ}45'22''\text{E}$ )、喂子坪( $33^{\circ}57'04''\text{N}$ ,  $108^{\circ}51'03''\text{E}$ )和五台( $34^{\circ}02'17''\text{N}$ ,  $108^{\circ}53'18''\text{E}$ )。

(2) 农田村落,即城市郊区的农耕地、果园,面积随周边的开发逐渐减少。选择样地4处,分别是狄寨( $34^{\circ}12'59''\text{N}$ ,  $109^{\circ}07'01''\text{E}$ )、草滩农场( $34^{\circ}23'58''\text{N}$ ,  $108^{\circ}56'59''\text{E}$ )、高望村( $34^{\circ}09'45''\text{N}$ ,  $108^{\circ}51'24''\text{E}$ )和缪家寨村( $34^{\circ}11'48''\text{N}$ ,  $109^{\circ}01'17''\text{E}$ )。

(3) 水域,主要是城市周边的河流,另外也包括池塘、人工湖等水域环境(包括公园内的人工湿地)。选择样地4处,分别是灞生态区( $34^{\circ}19'14''\text{N}$ ,  $109^{\circ}02'23''\text{E}$ )、涝河水库( $34^{\circ}02'57''\text{N}$ ,  $108^{\circ}53'11''\text{E}$ )、沣峪口( $34^{\circ}02'15''\text{N}$ ,  $108^{\circ}49'02''\text{E}$ )和香积寺(河、河交汇处)( $34^{\circ}04'41''\text{N}$ ,  $108^{\circ}51'12''\text{E}$ )。

(4) 城市建筑区,即城市的核心区,人口集中的居民区、工商业区,以及城市中的公园、校园等绿地。选择样地4处,分别是兴庆公园( $34^{\circ}14'55''\text{N}$ ,  $108^{\circ}58'44''\text{E}$ )、陕西师范大学校园( $34^{\circ}12'16''\text{N}$ ,  $108^{\circ}56'41''\text{E}$ )、钟楼( $34^{\circ}16'10''\text{N}$ ,  $108^{\circ}56'27''\text{E}$ )和环城公园西段( $34^{\circ}15'40''\text{N}$ ,  $108^{\circ}55'15''\text{E}$ )。

在以上的4种生境类型中,浅山地带多年来除了面积减少外植被的变化较小。农田村落中农田的面积呈现下降趋势,但仍旧以小麦、玉米为主要农作物。由于人为干扰,河流干涸,导致水域大面积减少。城市建筑区的面积则随着城市建设逐渐扩大。

**2.2 调查方法** 1977~1980年采用路线调查法,并结合标本采集和访问调查。在每种生境选取3~4处典型样地,在每处样地内划定一条调查路线,长度一般为2~3 km,每条路线调查最少3次,宽度一般为左右50 m。2004~2007年,对鸟类物种的调查同样也采用路线调查法,并辅助以定点观测和网捕。调查时间为天气条件较好的早晨和傍晚,共划定路线15条,每个月调查时间为20 d。优势种按照常规确定,即在每种生境平均数量大于10只/km的为优势种,1~10只/km为常见种,<1只/km为稀有种,数量统计仅在繁殖季节进行。各年代不同生境类型的鸟类物种组成的相似性用Sorerson相似性指数( $C_s$ )计算。需要说明的是1977~1980年仅在农田地带数量统计,通过查询原始调查记录列出其他生境类型中的常见种。

## 3 结果

**3.1 鸟类区系分析** 两个时间阶段观察到的鸟类物种组成见附录(分类系统参考郑作新<sup>[5]</sup>)。两个时间阶段的各生境类型的物种居留型组成见表1。从附录可以看出,1977~1980年共观察到鸟类138种,2004~2007年观察到鸟类149种。尽管鸟类的物种数量30年来差别并不大,但2004~2007年的物种组成和1977

~ 1980 年的相比, 已经发生了较大的变化, 115 种鸟类在两个时间阶段都能够见到, 但 2004~ 2007 年调查中新记录了 34 种鸟, 而 1977~ 1980 年原有的 24 种鸟在 2004~ 2007 年调查中并未见到。从表 1 还可以看出, 在两个时间段, 留鸟、夏候鸟、冬候鸟和旅鸟的相对比例没有显著变化, 但 2004~ 2007 年冬候鸟有减少的趋势, 留鸟和夏候鸟有增加的趋势; 浅山地区的鸟类物种丰富度在任何年代都最高, 而城市建筑区的鸟类在任何年代都最低; 浅山地区的留鸟相对比例最高, 水域的迁徙鸟相对比例最高。

表 1 西安不同年代的鸟类居留型组成

Table 1 The composition of resident and migratory birds of Xi'an recorded in the two surveys

	生境类型 Habitat type			
	浅山地带 Shallow hill zone	农田村落 Village cropland	水域 Open water	城市建筑区 City buildings zone
1977~ 1980	80	70	57	50
R	46	34	17	26
S	20	22	13	14
W	3	7	18	5
P	11	7	10	5
2004~ 2007	86	72	62	46
R	52	37	18	24
S	22	21	20	13
W	2	5	12	3
P	10	9	12	6

R: 留鸟; S: 夏候鸟; W: 冬候鸟; P: 旅鸟或迷鸟。

R: Resident; S: Summer; W: Winter; P: Passaging.

### 3.2 不同年代各生境鸟类物种组成

#### 3.2.1 浅山地区

1977~ 1980 年在浅山地区有 80 种鸟类, 2004~ 2007 年观察到鸟类 86 种, 两个时间阶段均能见到的有 68 种。1977~ 1980 年仅在浅山地区分布的鸟类有 4 种, 2004~ 2007 年的调查中这些物种均没有见到。2004~ 2007 年仅在浅山分布的有 11 种, 优势种是绿背山雀(*Parus monticolus*) (12 只/km) 和红嘴蓝鹊(*Urocissa erythrorhyncha*) (14 只/km), 常见种有金翅(*Carduelis sinica*)、大山雀(*P. major*) 和喜鹊(*Pica pica*), 1977~ 1980 年没有数量统计, 常见种有红嘴蓝鹊和大山雀。

#### 3.2.2 农田村落

1977~ 1980 年在农田村落分布的鸟类有 70 种, 2004~ 2007 年有 68 种, 两个阶段的共有物种 56 种, 1977~ 1980 年仅在农田村落分布的只有燕隼(*Falco subbuteo*), 2004~ 2007 年的调查中没有见到。2004~ 2007 年仅在农田村落分布的鸟类只有新增鸟类斑胸短翅莺(*Bradypterus thoracicus*)。根据 1977~ 1980 年在西安草滩果园和农田的调查, 麻雀(*Passer montanus*) (44 只/km)、红尾伯劳(*Lanius cristatus*) (21 只/km)、灰椋鸟(*Sturnus cineraceus*) (11 只/km) 为优势种, 常见种有火斑鸠(*Oenopopelia tranquebarica*)、黑卷尾(*Dicrurus macrocercus*) 和大山雀。2004~ 2007 年的调查, 麻雀仍然是优势种, 数量增加(56 只/km), 而另一个优势种是新增物种白头鹎(*Pycnonotus sinensis*) (40 只/km)。常见种有珠颈斑鸠(*Streptopelia decaocto*)、金翅和灰椋鸟, 1977~ 1980 年的常见种火斑鸠已经被珠颈斑鸠替代, 黑卷尾在 2004~ 2007 年的调查中仅见到几只。

#### 3.2.3 水域

1977~ 1980 年在水域中分布的鸟类有 57 种, 2004~ 2007 年有 62 种, 两个年代共有种 48 种, 1977~ 1980 年的鸟类有 9 种没有见到, 新增鸟类 14 种。西安周边的河、河和涝河在 1977~ 1980 年已经受到严重污染, 2004~ 2007 年这两条河流河面狭窄, 流量较小。水鸟主要集中分布在河、灞河和沔河, 1977~ 1980 年的常见种是金眶 (*Charadrius dubius*) 和绿头鸭(*Anas platyrhynchos*), 2004~ 2007 年的优势种是金眶 (34 只/km) 和白鹭(*Egretta gazetta*) (45 只/km), 常见种有灰头麦鸡(*Vanellus cinereus*) 和斑嘴鸭(*A. poecilorhyncha*)。

#### 3.2.4 城市建筑区

1977~ 1980 年在城市建筑区有 50 种, 在 2004~ 2007 年的调查中有 46 种, 两个时间阶段的共有种有 39 种。两个时间阶段只有普通楼燕(*Apus apus*) 一种在城市建筑区分布。2004~ 2007 年城市建筑区的优势种有麻雀(40 只/km)、灰喜鹊(*Cyanopica cyana*) (38 只/km)、白头鹎(32 只/km)、乌鸫(12 只/km), 其中白头鹎是近年来在秦岭北坡新出现的鸟类, 由于适应城市环境, 成为优势种群。常见种有

珠颈斑鸠和普通楼燕。1977~1980年常见物种有灰喜鹊、喜鹊和麻雀。

## 4 讨论

**4.1 鸟类区系变化** 1977~1980年调查的月份主要集中在夏季和冬季,为了便于比较,2004~2007年的调查的月份也主要集中在夏季和冬季,秋季并未进行调查。2004~2007年未见到的24种鸟类(16种为迁徙鸟,8种为留鸟)中,有7种水鸟,4种鸮类和5种猛禽(附录)。其中有国家重点保护动物11种,20世纪60年代分布的朱鹮(*Nipponia nippon*)、鸢(*Milvus migrans*)和大鵟(*Buteo hemilasius*)在两个调查阶段中均未见到,尤其是朱鹮,现在仅分布于秦岭南坡极狭窄的区域。

新增加的34种鸟类(18种迁徙鸟,16种留鸟)中,有10种水鸟和3种猛禽。一方面,由于气候变暖,东洋界鸟类北扩的趋势日趋明显<sup>[6]</sup>,如白头鹎、黑尾蜡嘴雀(*Eophona migratoria*)等原来仅在秦岭南坡分布的物种在2004~2007年的调查中已经扩散到秦岭北坡;另一方面,白领凤鹛(*Yuhina diademata*)等鹛类、灰头灰雀(*Pyrhula erythaca*)等则由秦岭北坡高海拔地区迁移到低海拔地区;新增的鸟类主要分布在浅山和水域地区,而仅有几种如白头鹎、黑头蜡嘴雀(*E. personata*)等扩散到人为干扰强烈的农田村落和城市建筑区,反映出这些新增的物种大部分还未适应强烈干扰的城市和农耕地环境。

鸟类区系的另外一个明显的变化是在各生境类型中常见种和优势种的变化,如在浅山地区新出现的绿背山雀,农田村落和城市建筑区新出现的白头鹎和珠颈斑鸠数量的增加,尤其是白头鹎和珠颈斑鸠,在很多城市的鸟类调查中如北京天坛公园<sup>[7]</sup>、邢台地区<sup>[8]</sup>、武汉市区及市郊<sup>[9]</sup>、上海郊区<sup>[10]</sup>等都呈现数量增加的趋势,这两种鸟类主要以城市中绿化林的种子和果实为食,已经适应了城市环境,而火斑鸠在各个城市的数量却较少。

在乡村到城市中心区的生物多样性的梯度分布上,一般有两种观点,一种基于中度干扰假

说,认为城市郊区的生物多样性最丰富<sup>[11]</sup>;而另一种观点认为随着乡村向城市中心区过渡,物种多样性呈现逐渐下降<sup>[12]</sup>。本研究结果与第二种观点一致,但由于样地设计等问题是否会导致取样误差,还需要更多的调查来补充。

**4.2 物种生境选择的变化** 大部分鸟类在不同年代对生境的选择没有变化,但有些物种在不同的年代对生境的选择已经不同。如大嘴乌鸦(*Corvus macrorhyncha*)、小嘴乌鸦(*C. corone*)、松鸦(*Garrulus glandarius*)和喜鹊的分布区明显减小。但领雀嘴鹀(*Spizixos semitorques*)等物种的分布区则明显增加。农田村落是城市建筑区向浅山地区的过渡地带,但农田村落的鸟类物种组成与城市建筑区的鸟类物种组成的相似性( $C_S_{1977-1980} = 0.783$ ,  $C_S_{2004-2007} = 0.729$ )高于与浅山地区的相似性( $C_S_{1977-1980} = 0.64$ ,  $C_S_{2004-2007} = 0.57$ )。麻雀和白头鹎在前两类生境中均为优势种,这和农田村落与城市建筑区都是人为干扰强烈的环境有关。

**4.3 水鸟的变化** 由于水质的下降,在渭河、涝河和泾河流域,1977~1980年仅见到很少单独活动的水鸟。2004~2007年的调查,这三条河流河道狭窄,污染严重,很少有鸟类在此地活动。在渭河和灞河的上游,可以见到较多的成群水鸟,渭河和灞河的北部,泾渭湿地已经建成了自然保护区,对于西安水鸟的保护有促进作用。在渭河和灞河地区,鸟类的数量呈现了由下降到上升之后又下降的过程。在灞生态开发区建设之前(2004年),水鸟如白鹭的数量显著增加,而灞生态开发区的建设,导致环境发生了很大的改变,据赵振斌等<sup>[3]</sup>在2005年夏季对灞河鸟类的调查,共观察到鸟类33种,其中白鹭、金眶鸻、斑嘴鸭等数量较多。但由于灞生态开发区的建设,河道修整与截流导致一部分河段水面变宽变深,一部分河段河流变小,沼泽型湿地面积减少,水质下降,以及工程建设的强烈人为干扰,都导致水鸟种类和数量的下降。据我们2007年5月的调查,白鹭、金眶鸻等水鸟的种类和数量在灞河交汇处已经显著减少,仅在渭河和灞河的上游未遭受严重干扰的地区

鸟类种类和数量仍然较多。另外, 西安地处中国鸟类迁徙中间路线上, 所以迁徙水鸟种类和数量的变化比较明显, 7 种水鸟消失, 10 种水鸟新增。有些鸟类的居留类型已经发生变化。例如, 原为旅鸟的灰头麦鸡已经成为繁殖鸟, 原为夏候鸟的灰椋鸟已经在西安常年停留, 成为留鸟。

**4.4 城市建筑区鸟类的变化** 由于城市建筑区的强干扰性, 相比其他地区, 城市建筑区鸟类种类最少, 但鸟类常常集群, 密度较高。在城市的公园、校园和植被较好的居民区常常有较多的鸟类。城市建筑区鸟类最明显的变化是大型树栖鸟类的消失。郑光美<sup>[14]</sup>在 20 世纪 80 年代调查北京市的鸟类时, 发现大型树栖鸟类呈现剧烈下降。胡鸿兴<sup>[15]</sup>在调查武汉地区的鸟类时也观察到大型鸟类的数量急剧下降。西安城区的鸟类同样, 在 20 世纪 60 年代, 西安城墙周围、市郊、村落、河流两岸均生长有高大的树, 是喜欢在高大树上营巢或活动的鸟类的栖息场所, 而在 1977~1980 年, 这些高大的树已被砍伐殆尽, 致使在这些树上营巢和栖息的鸟类随之而逐渐减少或绝迹。例如鸢在两个时间段的调查中均没见到, 大嘴乌鸦、小嘴乌鸦等鸟类在 1977~1980 年在城市建筑区数量急剧减少, 而 2004~2007 年尽管植被在恢复中, 调查也仅发现这些鸟类在浅山地区有零星分布。另外, 在城市中由于高大建筑较为密集, 家燕(*Hirundo rustica*)和金腰燕(*H. daurica*)数量较少, 而普通楼燕的数量较多, 但其营巢区常常在古建筑上。

我们将西安城市建筑区与北京市天坛公园的鸟类<sup>[7]</sup>、邢台地区的鸟类<sup>[8]</sup>和武汉市中心区的鸟类<sup>[9]</sup>进行比较后发现, 尽管各个城市鸟类组成有较大差异, 但麻雀和灰喜鹊是城市建筑区的优势物种, 这也从一个侧面反映出有些物种已经完全适应了城市的环境, 但城市鸟类相对单一。

**4.5 鸟类食性组成变化** 在没有见到的 24 种鸟类中, 有 11 种雀形目鸟类, 包括 6 种食虫鸟类, 4 种杂食性鸟类和 1 种植食性鸟类。新增的 20 种雀形目鸟类中, 15 种为食虫鸟类, 其中 10 种仅在浅山地区和水域分布。在城市建筑区新增的 7 种鸟类中, 6 种为植食性鸟类, 且城市建筑区优势种和常见种以杂食性和植食性鸟类为主, 食虫鸟类呈现下降趋势。在浅山地区, 优势种和常见种主要是食虫鸟及杂食鸟类。Mckinney<sup>[16]</sup>总结前人的研究, 认为城市核心区的常见鸟类主要有三大类: 即杂食性鸟类(主要是鸦类)、食果(种子)类(主要是雀类)和雨燕类; 城市建筑区鸟类密度较高的原因之一是人类提供了充足的食物(垃圾和栽种植物); 城市建筑区的树栖食虫类会逐渐减少。西安鸟类 30 年来的变化与其一致, 也反映出这些特点。

**4.6 城市鸟类的保护** 城市鸟类是城市环境质量的指示标准和城市景观的重要组成部分。从西安 30 年来的鸟类变化可以看出, 城市化导致了不同生境中的鸟类多样性的变化, 尽管一些物种消失, 但是新的物种开始在城市中出现并逐渐建立种群, 有些物种甚至成为优势种。因此, 城市化对生物多样性的影响常常是复杂的。由于城市化导致的本土生物多样性丧失和外来种入侵几率的增高, 所以城市生态系统常常处于不稳定状态, 非常脆弱<sup>[17]</sup>。城市是非常特殊的景观, 也是人口集中和经济活动频繁的地区, 城市的生物多样性在生物知识的公众科普宣传中有重要的意义。城市作为特殊的生态系统, 其生物多样性的保护已经得到关注, 建立城市自然保护体系对于城市生物多样性和环境保护有重要意义。

致谢 解文治、沈均梁、李迪飞、苏学良等同志先后参加了野外调查工作, 在此表示衷心的感谢。

附录 西安不同年代的鸟类物种组成

Table Appendix the avifauna in Xi'an by the two surveys

物种 Species	生境类型 Habitat type				居留型 Residence status
	浅山地带 Shallow hill zone	农田村落 Village/ cropland	水域 Open water	城市建筑区 City buildings zone	
小 <i>Tachybaptus ruficollis</i>			b, c		R
苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>		b, c	b, c		R
池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>		b, c	b, c		S
大白鹭 <i>Egretta alba</i>			b, c		W
中白鹭 <i>E. intermedia</i>			c		S
白鹭 <i>E. garzetta</i>		b, c	b, c		S
牛背鹭 <i>Bubulcus ibis</i>			c		S
夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>			b, c		S
黄苇 <i>Ixobrychus sinensis</i>			c		S
黑鹳 <i>Ciconia nigra</i>			b		P
大天鹅 <i>Cygnus cygnus</i>			b		W
豆雁 <i>Anser fabalis</i>			b		W
赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>			b, c		W
赤颈鸭 <i>Anas penelope</i>			b, c		P
赤膀鸭 <i>A. strepera</i>			c		P
绿翅鸭 <i>A. crecca</i>			b, c		W
绿头鸭 <i>A. platyrhynchos</i>			b, c		W
斑嘴鸭 <i>A. poecilorhynchos</i>			b, c		S(W)
针尾鸭 <i>A. acuta</i>			b, c		W
白眉鸭 <i>A. querquedula</i>			c		W
白秋沙鸭 <i>Mergus albellus</i>			b, c		W
普通秋沙鸭 <i>M. merganser</i>			b, c		W
白尾鹳 <i>Circus cyaneus</i>		b, c			P
赤腹鹰 <i>Accipiter soloensis</i>	b, c	b			R
雀鹰 <i>A. nisus</i>	b, c	b			S
金雕 <i>Aquila chrysaetos</i>	b	b			R
红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	c	b, c			R
红脚隼 <i>F. vespertinus</i>		b, c			S
燕隼 <i>F. subbuteo</i>		b			R
石鸡 <i>Alectoris chukar</i>	b, c				R
环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>	b, c	b, c			R
红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	b, c				R
灰鹤 <i>Grus grus</i>			b		W
黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>			c		S
白骨顶 <i>Fulica atra</i>			b, c		S
大鸨 <i>Otis tarda</i>			b		W
水雉 <i>Hydrophasianus chirurgus</i>			c		P
彩鹳 <i>Rostratula benghalensis</i>			b		S
嘴鹳 <i>Ibidorhynchos struthersii</i>			b		R
凤头麦鸡 <i>Vanellus vanellus</i>			b, c		W
灰头麦鸡 <i>V. cinereus</i>			b, c		S(P)
金眶 <i>Charadrius dubius</i>			b, c		S
针尾沙锥 <i>Gallinago stenura</i>			b, c		P
扇尾沙锥 <i>G. gallinago</i>			b, c		P
灰尾漂鹬 <i>Heteroscelus breipes</i>			b		P
青脚鹬 <i>Tringa nebularia</i>			c		P

续表

物种 Species	生境类型 Habitat type				居留型 Residence status
	浅山地带 Shallow hill zone	农田村落 Village/cropland	水域 Open water	城市建筑区 City buildings zone	
白腰草鹞 <i>T. ochropus</i>			b, c		W
林鹞 <i>T. glareola</i>			c		P
矶鹞 <i>T. hypoleucos</i>			b, c		P
红嘴鸥 <i>Larus ridibundus</i>			c		W
普通燕鸥 <i>Sterna hirundo</i>			b, c		S
白额燕鸥 <i>S. albfrons</i>			c		S
山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	b, c	b, c	b, c	b, c	R
灰斑鸠 <i>S. decaocto</i>		b, c	b, c	b, c	R
珠颈斑鸠 <i>S. chinensis</i>	b, c	b, c	b, c	b, c	R
火斑鸠 <i>Oenopelia tranquebarica</i>	b, c	b, c			R
四声杜鹃 <i>Cuculus micropterus</i>	b, c	b, c		b, c	S
大杜鹃 <i>C. canorus</i>	b, c	b, c		b, c	S
领角 <i>Otus bakamoena</i>	b, c				R
雕 <i>Bubo bubo</i>	b				R
领鸺 <i>Glaucidium trochiloides</i>	c				R
斑头鸺 <i>G. aculeoides</i>	c	c		c	R
纵纹腹小 <i>Athene noctua</i>	c	c			R
长耳 <i>Asio otus</i>	b	b		b	P
普通楼燕 <i>Apus apus</i>				b, c	S
白腰雨燕 <i>A. pacificus</i>	b, c	b, c			S
普通翠鸟 <i>Alcedo atthis</i>			b, c		R
蓝翡翠 <i>Halcyon pileata</i>			b, c		S
冠鱼狗 <i>Ceryle lugubris</i>			b, c		R
戴胜 <i>Upupa epops</i>		b, c	b, c	b, c	R
蚊 <i>Jynx torquilla</i>	b, c	b, c			P
星头啄木鸟 <i>Picoides canicapillus</i>	b, c	b, c		b, c	R
大斑啄木鸟 <i>P. major</i>	b, c	b, c		b, c	R
灰头啄木鸟 <i>Picus canus</i>	b, c	b, c		b, c	R
凤头百灵 <i>Galerida cristata</i>		b, c	b, c		R
云雀 <i>Alauda arvensis</i>		c	b, c		W
小云雀 <i>A. gulgula</i>			b, c		W
家燕 <i>Hirundo rustica</i>		b, c	b, c	b, c	S
金腰燕 <i>H. daurica</i>	b, c	b, c	b, c	b, c	S
山 <i>Dendronanthus indicus</i>	b, c	b, c			S
白 <i>Motacilla alba</i>	b, c	b, c	b, c	b, c	R
灰 <i>M. cinerea</i>	b, c	b, c	b, c	b, c	S
黄 <i>M. flava</i>		c	c		P
田 <i>Anthus novaeseelandiae</i>		b, c	b, c	b, c	P
树 <i>A. hodgsoni</i>	b, c	b, c		b, c	P
水 <i>A. spinoletta</i>	b, c		b, c		P
暗灰鹑 <i>Coracina melaschistos</i>	b				S
长尾山椒鸟 <i>Pericrocotus rhodogaster</i>	c			c	P
领雀嘴鹀 <i>Spizixos semitorques</i>	b, c	c		c	R
黄臀鹀 <i>Pycnonotus xanthorrhous</i>	c	c		c	R
白头鹀 <i>P. sinensis</i>	c	c		c	R
太平鸟 <i>Bombycilla garrulus</i>		b	b	b	W
红尾伯劳 <i>Lanius cristatus</i>		b, c		b, c	S

续表

物种 Species	生境类型 Habitat type				居留型 Residence status
	浅山地带 Shallow hill zone	农田村落 Villages/cropland	水域 Open water	城市建筑区 City buildings zone	
楔尾伯劳 <i>L. sphenocercus</i>		b, c			S
黑枕黄鹂 <i>Oriolus chinensis</i>	b, c	b, c		b, c	S
黑卷尾 <i>Dirurus macrocerus</i>	b, c	b, c		b, c	S
灰卷尾 <i>D. leucophaeus</i>	b, c	b, c			S
发冠卷尾 <i>D. hottentottus</i>	c				S
北椋鸟 <i>Sturnus sturninus</i>	b, c	b, c		b, c	S
丝光椋鸟 <i>S. sericeus</i>		b		b	S
灰椋鸟 <i>S. cineraceus</i>		b, c		b, c	R(W)
松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>	b, c	b		b	R
灰喜鹊 <i>Cyanopica cyana</i>	b, c	b, c		b, c	R
红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythrorhynchos</i>	b, c	b, c		b, c	R
喜鹊 <i>Pica pica</i>	b, c	b, c		b	R
红嘴山鸦 <i>Pyrhocorax pyrrhocorax</i>	b	b		b	R
达乌里寒鸦 <i>Corvus dauurica</i>	b	b		b	R
秃鼻乌鸦 <i>C. frugilegus</i>	b	b		b	R
小嘴乌鸦 <i>C. corone</i>	b, c	b		b	P
大嘴乌鸦 <i>C. macrorhynchos</i>	b, c			b	R
白颈鸦 <i>C. torquatus</i>	b	b		b	R
褐河乌 <i>Cinclus pallasi</i>			b, c		R
鹁鹑 <i>Troglodytes troglodytes</i>	b, c		b, c		R
红喉歌鸲 <i>Luscinia callipe</i>	b, c				P
蓝歌鸲 <i>L. cyane</i>	b				P
红胁蓝尾鸲 <i>Tarsiger cyanurus</i>	b, c	c			R
金色林鸲 <i>T. chrysæus</i>	b, c				R
北红尾鸲 <i>Phoenicurus aureus</i>	b, c	b, c	b, c	b, c	R
黑喉红尾鸲 <i>P. hodgsoni</i>	b	b			W
红尾水鸲 <i>Rhyacornis fuliginosus</i>			c		R
白顶溪鸲 <i>Chamaeorornis leucocephalus</i>			c		R
小燕尾 <i>Enicurus scouleri</i>	b				R
黑背燕尾 <i>E. leschenaulti</i>	b, c		b, c		R
黑喉石 <i>Saxicola torquata</i>	b, c				S
蓝矶鸫 <i>Monticola solitarius</i>	b, c		b		R
白眉地鸫 <i>Zoothera sibirica</i>		b, c			P
乌鸫 <i>Turdus merula</i>		b, c		b, c	R
白眉鸫 <i>T. obscurus</i>	b, c				P
斑鸫 <i>T. naumanni</i>		b, c		b, c	W
黑脸噪鹛 <i>Garrulax perspicillatus</i>	b, c				R
山噪鹛 <i>G. davidi</i>	c				R
画眉 <i>G. canorus</i>	b, c				R
白颊噪鹛 <i>G. sannio</i>	b, c				R
橙翅噪鹛 <i>G. dliotii</i>	b, c				R
锈脸钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus erythrogenys</i>	c				R
棕颈钩嘴鹛 <i>P. nivicollis</i>	c				R
白领凤鹛 <i>Yuhina diademata</i>	c				R
棕翅缘鸦雀 <i>Paradoxomis webbianus</i>	b, c				R
强脚树莺 <i>Cettia frontipes</i>	c				S
斑胸短翅莺 <i>Bradypterus thoracicus</i>		c			R

续表

物种 Species	生境类型 Habitat type				居留型 Residence status
	浅山地带 Shallow hill zone	农田村落 Village/cropland	水域 Open water	城市建筑区 City buildings zone	
东方大苇莺 <i>Acrocephalus orientalis</i>	b, c		b, c		S
厚嘴苇莺 <i>A. aedon</i>			b, c		P
棕眉柳莺 <i>Phylloscopus armandii</i>	b, c	b, c		b, c	R
黄腰柳莺 <i>P. proregulus</i>	b, c	b, c		b, c	S
黄眉柳莺 <i>P. inornatus</i>	b, c	b, c		b, c	S
冠纹柳莺 <i>P. reguloides</i>	b, c	b, c		b, c	S
棕扇尾莺 <i>Cisticola juncidis</i>	c		c		S
红喉[姬] <i>Ficedula parva</i>	b, c				P
方尾 <i>Culicicapa ceylonensis</i>	b, c		b, c		S
寿带鸟 <i>Tepisiphone paradisi</i>	b				S
沼泽山雀 <i>Parus palustris</i>	b, c				R
黄腹山雀 <i>P. venustus</i>	b, c	b, c			R
大山雀 <i>P. major</i>	b, c	b, c	b, c	b, c	R
绿背山雀 <i>P. monticolus</i>	c	c			R
红头长尾山雀 <i>Aegithalos concinnus</i>	c				R
普通 <i>Sitta europaea</i>	b, c				R
暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops japonica</i>	c				S
山麻雀 <i>Passer rutilans</i>	b, c				R
[树] 麻雀 <i>P. montanus</i>		b, c		b, c	R
燕雀 <i>Fringilla montifringilla</i>	b, c			b, c	P
金翅[雀] <i>Carduelis sinica</i>	b, c	b, c		b, c	R
灰头灰雀 <i>Pyrhala erythraea</i>	c				R
锡嘴雀 <i>Coccothraustes coccothraustes</i>	b, c	b, c		b, c	W
黑尾蜡嘴雀 <i>Eophona migratoria</i>		c		c	P
黑头蜡嘴雀 <i>E. personata</i>		c		c	P
灰眉岩 <i>Emberiza cia</i>	b, c	b, c		b, c	R
三道眉草 <i>E. aioides</i>	b, c	b, c		b, c	R
小 <i>E. pusilla</i>		b, c		b, c	W
黄喉 <i>E. elegans</i>	b, c	b, c		b, c	R
黄胸 <i>E. aureola</i>	b, c				P
灰头 <i>E. spaldophala</i>	b, c	b, c			S
田 <i>E. rustica</i>	b, c	b, c			W

b: 1977~ 1980 年的鸟类; c: 2004~ 2007 年的鸟类; R: 留鸟; S: 夏候鸟; W: 冬候鸟; P: 旅鸟或迷鸟。

b: Birds recorded in 1977- 1980; c: Birds recorded in 2004- 2007; R: Resident; S: Summer; W: Winter; P: Passaging.

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 陈水华, 丁平, 郑光美等. 城市鸟类群落生态学研究展望. 动物学研究, 2000, 21(2): 165~ 169
- [ 2 ] 隋金铃, 胡德夫, 李凯等. 城市化和栖息地结构与鸟类群落关系研究进展. 林业科学, 2004, 40(6): 147~ 152.
- [ 3 ] 郑作新编著. 秦岭鸟类志. 北京: 科学出版社, 1973.
- [ 4 ] 陕西师范大学地理系. 西安市地理志. 西安: 陕西人民出版社, 1988
- [ 5 ] 郑作新. 中国鸟类种和亚种分类名录大全. 北京: 科学出版社, 2000
- [ 6 ] 孙全辉, 张正旺. 气候变暖对我国鸟类分布的影响. 动物学杂志, 2000, 35(6): 45~ 48.
- [ 7 ] 杨萌, 史红全, 李强等. 北京天坛公园鸟类群落结构调查. 动物学杂志, 2007, 42(6): 136~ 146.
- [ 8 ] 武宇红, 武明录, 李海燕等. 邢台市及郊区鸟类区系组成及多样性. 动物学杂志, 2006, 41(2): 98~ 106
- [ 9 ] 张洪茂, 孟秀祥, 张辉. 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), 2006, 27(2): 120~ 128
- [ 10 ] 栾晓峰, 刘俊峰, 胡忠军等. 上海郊区冬夏季鸟类群落特征比较. 动物学杂志, 2003, 38(3): 69~ 78.

- [11] Blair R B. Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the US. In: Lockwood J L ed. *Biotic Homogenization*. Norwell (MA): Kluwer, 2001, 33~ 56.
- [12] Marzluff J M, Bownan R, Donnelly R. A historical perspective on urban bird research: trends, terms, and approaches. In: Marzluff J M, Bownan R, Donnelly R eds. *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001, 1~ 17.
- [13] 赵振斌, 赵洪峰, 孙媛媛等. 西安市灞河湿地鸟类多样性调查与保护价值研究. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2007, 35(1): 112~ 115.
- [14] 郑光美. 北京及其附近地区夏季鸟类的生态分布. 动物学研究, 1984, 5(1): 131~ 139
- [15] 胡鸿兴. 武汉市自然景观的变迁与鸟类物种及数量变动. 环境科学, 1984, 5(1): 51~ 56
- [16] McKinney M L. Urbanization, biodiversity and conservation. *Bio Science*, 2002, 52: 883~ 890.
- [17] 李俊生, 高吉喜, 张晓岚等. 城市化对生物多样性的影响研究综述. 生态学杂志, 2005, 24(8): 953~ 957.

## 用真空冷冻干燥法制作的蛇标本

目前, 国内的标本制作一般均采用剥制法, 但据资料(《冷冻干燥技术与设备》赵鹤皋 2005 年 6 月华中科技大学出版社) 国外已有人采用真空冷冻干燥法。“真空冷冻干燥法”是将含水物质冻结成固态, 然后在低温、真空状态下使其中的水从固态升华成气态, 最终除去水分而保存物质的方法。该方法操作简单, 不污染环境。其特点是干燥后体积、外形基本保持不变, 而且蛋白质也不会变性。2007 年 1 月, 我们尝试用此方法制作了一条体长 53 cm 的赤链华游蛇(*Sinonatrix annularis*) 标本, 简介如下。

### 1 标本制作过程

将蛇麻醉后, 在其腹部距头部 10 cm、22 cm、37 cm 处, 用解剖刀分别切开三个 2 cm 长的矢状口。用弯嘴镊子伸入切口掏取出内脏, 用干净药棉吸取血水。然后, 将蛇的第二、第三切口用 502 胶水粘合; 称取 106 硅橡胶 250 g, 按照其出厂说明的配比加入催化剂和平联剂, 快速调匀, 用一次性塑料针筒抽取该硅橡胶, 从蛇的第一切口处缓缓注入其腹腔内, 反复抽取多次灌注(注意尽量避免混入空气泡), 当 106 硅橡胶注满腹腔后, 迅速用 502 胶水将蛇腹部的注口粘合, 以防注入的胶体返流。再将蛇放在白色聚苯乙烯泡沫板(25 cm×18 cm×1 cm) 上面造型, 头部用零碎白色泡沫板垫高, 身体周边用大头针固定, 使之达到制造者设计所要求的姿态, 再装上拟眼, 造型即告结束。待硅橡胶凝固后, 把摆好造型的“半成品蛇标本”放入真空冷冻干燥设备中或冰箱冷冻室内冷冻(-17℃), 使其保持造型姿态, 以等待真空冷冻干燥。

### 2 真空冷冻干燥

打开真空冷冻干燥机, 把上述做好的“半成品蛇标本”放置在干燥箱的搁板上, 开启机器。首先, 将蛇标本冷冻至-40℃后, 再将捕水器(吸收箱内水汽装置)制冷至-50℃, 启动真空系统, 将干燥箱的压力降至 30 Pa, 2 h 后, 将搁板的温度从-40℃升至-30℃为 0.5 h, 在-30℃保温 4 h; 接着, 再将搁板升温至-20℃为 0.5 h, 搁板在-20℃保温 6 h, 再升至-10℃为 0.5 h, 保温 6 h, 再将搁板升温至 0℃为 0.5 h, 保温 8 h, 以上真空度控制在 30~40 Pa; 然后, 将搁板温度升至 10℃为 0.5 h, 保温 4 h, 再将搁板温度升至 20℃为 0.5 h, 保温 4 h, 真空控制在 40~50 Pa; 之后将搁板从 20℃升至 40℃为 0.5 h, 保温 6 h, 真空控制在 60~70 Pa; 最后关掉真空掺气, 使真空度抽至极限(≤1 Pa), 维持 4 h。由于标本较少, 自启动真空系统后, 捕水器的温度始终保持在-65~70℃之间。

真空冷冻干燥程序结束后, 一条结构轻巧的赤链华游蛇标本就做成了(见封 4 图片)。我们将做好的赤链华游蛇标本在室内常温下放置至今, 其色彩和外形还是完好如初, 但由于该标本不含任何防蛀成分, 收藏时根据需要在其表面喷洒适量的拟除虫菊酯类防蛀剂还是有必要的。

张富强 黄 骥

(上海科技馆研究设计院藏品部 上海 200127)