

悬挂巢箱对次级洞巢鸟类选择天然洞的影响

赵虹^① 张克勤^{②*} 王海涛^③ 邓秋香^④ 姜云奎^③ Justin LIU^⑤ 高玮^{③*}

① 大连开发区董家沟动植物检疫站 大连 116600; ② 吉林农业科技学院动物科学学院 吉林 132101;

③ 东北师范大学生命科学学院 长春 130024; ④ 北华大学化学与生物学院 吉林 132000;

⑤ Lynbrook High School 1280 Johnson Ave., San Jose, California 95129, USA

摘要: 于2005~2007年3~7月采用在试验样地中添加巢位(悬挂巢箱)与对照样地比较的方法,探讨悬挂巢箱是否影响天然洞的入住率,并为次级洞巢鸟类提供巢位资源,进而增加繁殖种群的数量。结果发现,无论是试验样地还是对照样地,总的入住数量年间差异不显著,种类间差异显著;天然洞之间(无论是否悬挂巢箱)的入住率差异不显著;人工巢箱与试验样地的天然洞之间的入住率差异极显著;人工巢箱与对照样地的天然洞入住率差异极显著。结果表明,人工巢箱的添加为次级洞巢鸟提供了巢位资源,大大地提高了入住率;人工巢箱的悬挂并未影响天然洞的入住率,试验样地与对照样地的天然洞的入住率没有显著区别,表明适合鸟类入住的天然洞巢位资源在次生阔叶林中,处于稳定且饱和状态。所以悬挂巢箱不影响天然洞的入住率,而且为次级洞巢鸟类补充了巢位资源,因此增加了繁殖种群的数量。

关键词: 巢位;人工巢箱;天然洞;次级洞巢鸟

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2011)04-25-07

Influence of Nest Box Supplement on Nature Hole Selection by Secondary Cavity-nest Birds

ZHAO Hong^① ZHANG Ke-Qin^{②*} WANG Hai-Tao^③ DENG Qiu-Xiang^④

JIANG Yun-Lei^③ Justin LIU^⑤ GAO Wei^{③*}

① *Animal Epidemic Prevention Supervision Station Dongjiagou, Dalian Development Zone, Dalian 116600;*

② *School of Animal Sciences, Jilin Agricultural Science and Technology College, Jilin 132101;*

③ *School of Life Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024;*

④ *School of Chemistry and Biology, Beihua University, Jilin 132000, China;*

⑤ *Lynbrook High School 1280 Johnson Ave., San Jose, California 95129, USA*

Abstract: We studied the influence of providing nest boxes on the nature holes selection by secondary cavity-nest birds from March to July, 2005 to 2007 by comparing bird occupation rate between 3 experiment plots and 3 control plots. We marked all the nature holes in the 6 plots and provided 135 nest boxes the 3 experiment plots. By checking bird occupation rate in both nature holes and nest boxes, we found that 69.33%, 58.59% and 54.00% nest boxes were occupied; 5.06%, 16.52%, and 14.62% of nature holes were occupied respectively in 2005, 2006 and 2007. No any difference were detected between the three years in bird

基金项目 国家自然科学基金基金项目(No. 30670293, 30870318);

* 通讯作者, E-mail: kqzhang01@hotmail.com, gaowei1937@yahoo.com.cn;

第一作者介绍 赵虹,女,高级兽医师;研究方向:动物科学;E-mail: jingbei99@hotmail.com。

收稿日期:2010-08-02, 修回日期:2011-05-02

occupancy rate in both nest boxes and nature holes at the experiment plot, but the bird occupation rate between nest boxes was significantly different ($t = 0.539, P > 0.05$). In addition, the occupation rate in nature holes during the year of 2005, 2006 and 2007 in 3 control plots was 8.17%, 9.60% and 12.49%, no difference with experiment plots. Our results indicated that adding nest boxes can provide more nest sites for secondary cavity-nest birds ($t = 0.539, P > 0.05$). Therefore, nest boxes provided in forest can increase of the breeding population size of the secondary cavity-nest birds.

Key words: Nest site; Artificial nest box; Natural hole; Secondary cavity-nest birds

资源限制和个体生活史、种群大小及群落结构之间都有生态学方面的因果关系^[1-2]。一般来说,食物是动物最基本的生存资源,也是最主要的限制因子^[3-7],而巢位对于洞巢鸟类而言也是主要的限制因子之一^[2,5]。很少有人研究哺乳动物巢位的限制作用^[8],但在限制鸟类繁殖密度方面曾有较多报道^[9-11]。巢洞的数量和质量均有限制种群数量的重要作用^[12]。不同类型资源间的相互作用或不同类型的限制因子,如食物、巢位和捕食者也可以限制鸟类的繁殖密度和繁殖力^[10]。

研究种群调节的一个基本问题是稳定种群过程的试验验证^[13-15]。有几个限制因子,繁殖中巢位是密度制约的潜在调节因子之一^[16]。

自 20 世纪 90 年代,在国内开展了洞巢鸟类的巢位选择、取食行为、生态位和竞争、领域行为、集群行为研究,以及洞巢鸟类在鸟类群落结构形成中的作用等方面的研究^[17-29]。高玮等^[20]对东北地区 66 种洞巢鸟类的形态、分布、生境以及巢址选择和繁殖习性等进行了研究,并提出初级洞巢鸟类营巢地多样性、洞巢鸟类适应性,以及提出初级洞巢鸟类是次生落叶阔叶林鸟类群落组织结构形成中的“关键类群”。

我们采用对照样地和试验样地中添加巢位(悬挂巢箱)的方法,探讨巢位资源是否是次级洞巢鸟类巢位选择的限制因子。研究如下问题:①次级洞巢鸟类在天然样地(对照样地)中繁殖种群大小变化;②在试验样地中增加巢位(挂巢箱),入住次级洞巢鸟类繁殖种群大小的变化及试验样地中天然洞入住种群数量变化;③从两者的种群大小的比较中,探讨悬挂巢箱是否影响天然洞的入住率。

1 研究区域和研究方法

1.1 研究区域 研究地点为吉林省长白山丘陵地带的左家自然保护区,位于 126°00' ~ 126°04'E, 43°07' ~ 44°06'N, 海拔 240 ~ 460 m, 总面积为 87 km²。保护区内沟壑较多,主要生境是山岗次生杂木林,以山地次生落叶阔叶林为主,最高树龄为 50 ~ 60 年左右。保护区现有植物 40 多科 300 余种,优势树种有蒙古栎 (*Quercus mongolica*)、黑桦 (*Betula dahurica*)、糠椴 (*Tilia mandshurica*)、白皮柳 (*Salix pierotii*)、山杨 (*Populus davidiana*)、紫椴 (*T. amurensis*)、黄檗 (*Phellodendron amurense*) 等。此外还有水曲柳 (*Fraxinus mandshurica*)、槐树 (*Sophora japonica*)、色木槭 (*Acer mono*)、稠李 (*Prunus padus*)。针叶林树种包括油松 (*Pinus tabulaeformis*)、樟子松 (*P. sylvestris*)、黄花落叶松 (*Larix olgensis*) 等。林下灌木丛生,主要有紫丁香 (*Syringa velutina*)、刺五加 (*Acanthopanax senticosus*)、山荆子 (*Malus baccata*)、刺玫 (*Rosa davurica*)、榛 (*Corylus heterophylla*) 等。草本植物多为禾本科 (*Gramineae*)、菊科 (*Compositae*)、毛茛科 (*Ranunculaceae*)、蓼科 (*Polygonaceae*)、莎草科 (*Cyperaceae*) 等植物。除次生林外,还有草甸、农田、林间空地和水域等生态景观。农田分布零散,多处于山间谷地,呈斑块状。

1.2 研究方法

1.2.1 样地选取 2005 年 3 月,在左家自然保护区,运用 GPS 定位系统共测量 6 块森林的面积,林型皆为次生落叶阔叶林。其中 3 块命名为 A ~ C 样地,平均面积为 24.8 hm²,作为试

验样地,悬挂巢箱;另外3块命名为D、Y、Z样地,平均面积为15.2 hm²,作为对照样地,不悬挂巢箱。A样地面积28.2 hm²,悬挂65个巢箱,B样地24.5 hm²,悬挂55个巢箱,C样地21.8 hm²,悬挂24个巢箱。D样地24.0 hm²,Y样地10.7 hm²,Z样地10.9 hm²。

1.2.2 植被调查 林型均为山地次生阔叶林,

树龄为50~60 a。我们做出20年前后(1987年和2006年)的优势树种和树种的重要值^[30]。以标准树(1987年20棵;2006年25棵)为中心,以10 m为半径,调查范围内的树种、树高、胸径(diameter at breast height, DBH)和每种树的株数。并按胸径大小划分为3级:<20 cm、20~30 cm、>30 cm。

表1 1987年和2006年45个样方优势树种的重要值

Table 1 Important value of the dominant tree species in 45 plots sampled in 1987 and 2006

种类 Species	< 20 cm (DBH)		20 ~ 30 cm (DBH)		> 30 cm (DBH)	
	1987	2006	1987	2006	1987	2006
白皮柳 <i>Salix pierotii</i>	12.07	50.20	14.04	15.85	32.72	7.94
春榆 <i>Ulmus japonica</i>	4.64	11.06	0	12.19	0	0
黑桦 <i>Betula dahurica</i>	2.08	22.59	30.58	26.15	0	28.32
槐树 <i>Sophora japonica</i>	1.56	10.16	2.60	7.19	0	7.29
黄檗 <i>Phellodendron amurense</i>	1.79	0	9.04	9.03	14.48	0
糠椴 <i>Tilia mandshurica</i>	7.83	7.00	5.63	29.39	0	0
蒙古栎 <i>Quercus mongolica</i>	46.68	27.39	49.95	55.30	57.72	63.21
色木槭 <i>Acer mono</i>	6.94	15.33	0	3.92	0	0
水曲柳 <i>Fraxinus mandshurica</i>	2.40	0	0	3.67	0	0
紫椴 <i>T. amurensis</i>	23.90	17.13	14.39	5.30	0	0
山杨 <i>Populus davidiana</i>	7.47	0	5.69	0	0	0
稠李 <i>Prunus padus</i>	2.40	0	0	0	0	0
胡桃楸 <i>Juglans mandshurica</i>	0	4.79	0	0	0	0

重要值 = 100(相对基面积 + 相对密度 + 相对频率)/3^[30]。

Importance value = 100(relative base area + relative density + relative frequency)/3^[30]。

1987年白皮柳、黑桦、糠椴、蒙古栎、紫椴是当地优势树种。20年后的2006年,从树的胸径大小看,胸径<20 cm的白皮柳、蒙古栎仍为优势种,但也出现如色木槭、山杨、稠李、胡桃楸(*Juglans mandshurica*)的小胸径树种,为需要此类生境的鸟类提供了环境条件;胸径为20~30 cm的白皮柳、黑桦、糠椴、蒙古栎的重要值也最大。大胸径树种为初级洞巢鸟、次级洞巢鸟和大型鸟类提供了营巢条件。

1.2.3 入住鸟类调查 人工巢箱的悬挂:人工巢箱采用山雀式的木板巢箱,以松木为原料^[31]。大山雀(*Parus major*)是温带次生林的优势种,是繁殖较早的留鸟。2005年2月在大山雀繁殖以前完成人工巢箱的悬挂。巢口直径为5 cm,因此,红角鸮(*Otus sunia*)和三宝鸟(*Eurystomus orientalis*)也有部分入住。在3块

试验样地内,根据鸟类的领域大小悬挂人工巢箱,大山雀是小型鸟类,一般领域在50 m范围内(面积为0.79 hm²),所以巢箱间距定为50 m,按照棋盘式悬挂。

鸟类调查:2005~2007年,在鸟类的繁殖季节,对所有试验样地的人工巢箱进行全面观察,记录人工巢箱的利用情况,包括入住巢箱鸟的种类、数量。调查试验样地和对照样地全部天然洞(结洞、裂洞、啄洞)的数量,确认利用鸟的种类和数量。

1.2.4 数据处理 对同一样地不同年间和种类间入住数量的变化采用F检验(方差分析),对试验样地、对照样地的天然洞之间及人工巢箱与天然洞之间的入住率变化采用t-检验,对入住数(入住巢箱的数量)和入住率(入住数占总巢箱数的比例)之间采用线性相关和回归分析。全部

数据处理都使用 SPSS 13.0 软件包进行。

2 结果与分析

2.1 样地中鸟类入住种类和数量

2.1.1 试验样地人工巢箱入住鸟类及数量

对表 2 中试验样地内人工巢箱的入住数量进行方差检验, 年间差异不显著 ($F = 0.6, df = 2, P$

> 0.05), 种类间差异极显著 ($F = 38.763, df = 7, P < 0.01$)。多重检验结果显示, 大山雀与所有其他种类之间入住人工巢箱的数量有显著差异 ($P < 0.05$), 其他种类之间无显著差异 ($P > 0.05$)。对入住数和入住率之间进行了相关分析, 相关分析结果: $r = 0.389$, 相关关系不显著 ($P > 0.05$)。

表 2 2005 ~ 2007 年试验样地人工巢箱的入住数及鸟种

Table 2 Bird occupancy rate in nest boxes at experiment plots during 2005 to 2007

年份 Year	样地 Plot	巢箱数 Number of nest box	巢箱利用数量 Occupancy of nest boxes							总入住数 Total number of occupation	入住率 Occupation rate (%)	
			大山雀 <i>Parus major</i>	普通鸫 <i>Sitta europaea</i>	白眉 姬鹩 <i>Ficedula zanthopygia</i>	北红尾鹟 <i>Phoenicurus aureus</i>	红角鸮 <i>Otus sunia</i>	灰椋鸟 <i>Sturnus cineraceus</i>	三宝鸟 <i>Eurystomus orientalis</i>			戴胜 <i>Upupa epops</i>
2005	A	65	22	2	13	2	0	1	0	40	61.54	
	B	55	31	1	5	0	0	0	0	37	67.27	
	C	24	15	2	1	0	0	1	0	19	79.17	
2006	A	65	12	3	5	3	3	0	0	1	27	41.54
	B	55	21	3	3	0	0	0	1	28	50.91	
	C	24	12	2	2	0	2	0	2	20	83.33	
2007	A	65	18	1	0	2	3	0	0	24	36.92	
	B	55	31	5	2	0	0	0	1	39	70.91	
	C	24	11	1	0	0	1	0	0	13	54.17	

2.1.2 试验样地中天然洞入住鸟类和数量

对表 3 中试验样地内天然洞的入住数量的年间和种类间的变化作了检验, 年间差异不显著 ($F = 3.254, df = 2, P > 0.05$); 种类间差异极显著 ($F = 4.954, df = 7, P < 0.01$)。多重检验结果: 大山雀、沼泽山雀、普通鸫与其他所有的鸟类之间有显著差异, 它们三者之间无差异。对入住数和入住率之间进行了相关分析, 相关分析结果: $r = 0.951$, 有显著的相关关系 ($P < 0.01$), 由此建立了回归方程: $y = 0.008x + 0.01$, 其中 y 为入住率, x 为入住数。将试验样地的人工巢箱入住率与该样地的天然洞入住率进行了差异显著性检验, 检验结果: $t = 7.49, df = 10, P < 0.001$, 差异极显著。3 年中总计悬挂巢箱 432 个, 入住 247 个, 入住率 57.18%。而该样地的天然洞 1 026 个, 入住率 11.79%。

2.1.3 对对照样地天然洞的数量和利用率

对表 4 中对对照样地中天然洞的入住数量的年间和

种类间变化作了检验, 年间差异不显著 ($F = 1.184, df = 2, P > 0.05$); 种类间差异极显著 ($F = 8.468, df = 7, P < 0.01$)。多重检验结果: 大山雀、白眉姬鹩、红角鸮与其他种类之间差异显著, 它们三者之间无显著差异。入住数和入住率之间相关分析, 相关分析结果: $r = 0.952$, 有极显著的相关性 ($P < 0.01$); 由此建立了回归方程: $y = 0.011x - 0.0256$, 其中 y 为入住率, x 为入住数。对试验样地及对对照样地的天然洞入住率进行比较, 检验结果: $t = 0.539, P > 0.05$, 差异不显著。

2.1.4 2005 ~ 2007 年试验样地和天然洞各种繁殖鸟类的密度

2005 ~ 2007 年 3 a 各种繁殖鸟类在试验样地和天然洞的密度见表 5。可以看出, 试验样地中除沼泽山雀和戴胜 (不进住巢箱) 以外, 其他繁殖鸟的密度都高于天然洞。从而说明悬挂巢箱与试验样地天然洞和天然林的天然洞相比, 可以增加次级洞巢鸟的繁殖密

表 3 2005 ~ 2007 年试验样地中天然洞的入住数量和鸟种

Table 3 Bird occupancy rate in nature holes at experiment plots during 2005 to 2007

年份 Year	样地 Plot	洞数 Number of cavity	天然洞利用数量 Occupancy of natural hole							总入住数 Total number of occupation	入住率 Occupation rate (%)
			大山雀 <i>Parus major</i>	普通鸺 <i>Sitta europaea</i>	白眉姬鹀 <i>Ficedula zanthopygia</i>	沼泽 山雀 <i>Parus palustris</i>	北红尾鸺 <i>Phoenicurus aureus</i>	戴胜 <i>Upupa epops</i>	三宝鸟 <i>Eurystomus orientalis</i>		
2005	A	97	0	4	0	3	0	0	0	7	7.21
	B	112	2	2	1	0	0	0	0	5	4.46
	C	143	1	3	0	1	0	0	0	5	3.50
2006	A	95	5	1	1	8	0	1	1	17	17.89
	B	108	6	7	0	2	0	0	0	15	13.89
	C	135	6	8	1	9	0	0	0	24	17.78
2007	A	95	7	5	2	0	2	0	0	16	16.84
	B	108	6	6	1	2	1	1	0	17	15.74
	C	133	4	3	6	2	0	0	0	15	11.28

表 4 2005 ~ 2007 年对照样地天然洞的入住数量和鸟种

Table 4 Bird occupancy rate in nature holes at control plots during 2005 to 2007

年份 Year	样地 Plot	洞数 Number of cavity	天然洞利用数量 Occupancy of natural hole								总入住数 Total number of occupation	入住率 Occupation rate (%)
			大山雀 <i>Parus major</i>	普通鸺 <i>Sitta europaea</i>	白眉 姬鹀 <i>Ficedula zanthopygia</i>	沼泽 山雀 <i>Parus palustris</i>	北红尾鸺 <i>Phoenicurus aureus</i>	灰椋鸟 <i>Sturnus cineraceus</i>	戴胜 <i>Upupa epops</i>	三宝鸟 <i>Eurystomus orientalis</i>		
2005	D	125	8	5	0	1	0	0	1	1	16	12.80
	Y	177	4	0	1	1	0	0	0	0	6	3.39
	Z	96	3	1	0	4	0	0	0	0	8	8.33
2006	D	121	1	2	3	1	1	0	0	0	8	6.61
	Y	171	1	2	2	1	1	0	0	0	7	4.09
	Z	94	4	4	0	5	0	3	1	0	17	18.09
2007	D	121	6	3	0	3	0	0	0	2	14	12.40
	Y	169	4	4	0	5	0	3	1	0	17	10.06
	Z	91	6	4	0	3	0	1	0	0	14	15.38

表 5 2005 ~ 2007 年试验样地和天然洞各种繁殖鸟类的密度(只/hm²)Table 5 Breeding bird density birds nesting in nature holes at experiment and control plots during 2005 to 2007(ind/hm²)

种类 Species	试验样地 Experiment plots	试验样地的天然洞 Nature holes at experiment plots	对照样地(天然洞) Nature holes at control plots
大山雀 <i>Parus major</i>	1.245	0.328	0.541
普通鸺 <i>Sitta europaea</i>	0.653	0.349	0.384
白眉姬鹀 <i>Ficedula zanthopygia</i>	0.277	0.108	0.088
沼泽山雀 <i>Parus palustris</i>	0.000	0.241	0.351
北红尾鸺 <i>Phoenicurus aureus</i>	0.073	0.027	0.029
灰椋鸟 <i>Sturnus cineraceus</i>	0.028	0.000	0.102
戴胜 <i>Upupa epops</i>	0.000	0.018	0.044
三宝鸟 <i>Eurystomus orientalis</i>	0.036	0.009	0.044

各种繁殖鸟类的密度是 2005 ~ 2007 年试验样地和天然洞单位面积上的种类数量。

The density of breeding birds in natural hole of test plots and control plot at 2005 - 2007 were units of area number.

度。尤其大山雀(增加 0.817 只/hm² 和 0.704 只/hm²)、普通鸫(增加 0.304 只/hm² 和 0.269 只/hm²)、白眉姬 (*Ficedula zanthopygia*)(增加 0.169 只/hm² 和 0.189 只/hm²) 3 种增加更多。

3 结 论

3.1 次生林中天然洞巢位资源处于稳定状态

虽然试验样地挂有巢箱,但其中天然洞的入住率与未挂巢箱的对照样地中天然洞入住率差异不显著,说明悬挂巢箱不影响天然洞的入住率。同时表明,在次生阔叶林中适合鸟类入住的天然洞巢位资源处于稳定且饱和状态。

3.2 悬挂人工巢箱可以增加次级洞巢鸟的种群数量

试验样地中人工巢箱与天然洞之间的入住率差异极显著,说明自然存在的天然洞多数是不适合鸟类入住的,没有形成真正的巢位,限制了鸟类的巢位选择和入住率(数量);而增加合适的巢位(悬挂巢箱)可以提高次级洞巢鸟类的入住率(数量)。

3.3 人工巢箱的入住率显著高于天然洞的入住率

人工巢箱的入住率与对照样地天然洞入住率差异极显著。将试验样地人工巢箱的入住率与对照样地天然洞入住率进行比较,差异极显著。从而再次说明增加了真正的巢位资源(悬挂巢箱),可以提高次级洞巢鸟类入住率,增加繁殖种群的数量。悬挂巢箱比试验样地的天然洞和天然林的天然洞繁殖种群数量都多。

参 考 文 献

- [1] Wiens J A. On understanding a non-equilibrium world: myth and reality in community patterns and processes // Strong D R, Simberloff D, Abele L G, et al. *Ecological Communities: Conceptual Issues and the Evidence*. Princeton: Princeton University Press, 1984: 439 - 457.
- [2] Begon M, Harper J L, Townsend C R. *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. 3rd ed. Oxford: Black-Well Science, 1996.
- [3] Newton I. The role of food in limiting bird numbers. *Ardea*, 1980, 68: 11 - 30.
- [4] Martin T E. Food as a limit on breeding birds: a life history perspective. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1987, 18: 453 - 487.
- [5] Wiens J A. *The Ecology of Bird Communities*. Vol 1. *Foundation and Patterns*. London: Cambridge University Press, 1989.
- [6] Wiens J A. *The Ecology of Bird Communities*. Vol 2. *Processes and Variation*. London: Cambridge University Press, 1989.
- [7] Boutin S. Food supplementation experiments with terrestrial vertebrates: patterns, problems, and the future. *Canadian Journal of Zoology*, 1990, 68(2): 203 - 220.
- [8] Brady M J, Risch T S, Dobson F S. Availability of nest sites does not limit population size of southern flying squirrels. *Canadian Journal of Zoology*, 2001, 78(7): 1144 - 1149.
- [9] Newton I. The role of nest sites in limiting the numbers of hole-nesting birds: a review. *Biological Conservation*, 1994, 70(3): 265 - 276.
- [10] Newton I. *Population Limitation in Birds*. London: Academic Press, 1998.
- [11] Pöysä H, Pöysä S. Nest-site limitation and density dependence of reproductive output in the common goldeneye *Bucephala clangula*: implications for the management of cavity-nesting birds. *Journal of Applied Ecology*, 2002, 39(3): 502 - 510.
- [12] Sedgeley J A. Quality of cavity microclimate as a factor influencing selection of maternity roosts by a tree-dwelling bat, *Chalinolobus tuberculatus*, in New Zealand. *Journal of Applied Ecology*, 2001, 38(2): 425 - 438.
- [13] Murdoch W W. Population regulation in theory and practice. *Ecology*, 1994, 75(2): 271 - 287.
- [14] Harrison S, Turchin C N. Using density-manipulation experiments to study population regulation // Capuccino N, Price P W. *Population Dynamics: New Approaches and Synthesis*. San Diego: Academic Press, 1995: 131 - 147.
- [15] Turchin P. Population regulation: old arguments and a new synthesis // Capuccino N, Price P W. *Population Dynamics: New Approaches and Synthesis*. San Diego: Academic Press, 1995: 19 - 40.
- [16] Bednarz J C, Ripper D, Radley P M. Emerging concepts and research directions in the study of cavity-nesting birds: keystone ecological processes. *The Condor*, 2004, 106(1): 1 - 4.
- [17] 高玮, 李万超, 吕杰娣. 三种啄木鸟的生态位和竞争. *东北师大学报: 自然科学版*, 1997, (1): 78 - 81.
- [18] 高玮, 张克勤, 姜云垒, 等. 次生阔叶林中四种啄木鸟冬季取食行为的比较研究. *吉林师范大学学报: 自然科学版*, 2007, 28(3): 13 - 16.
- [19] 高玮. 中国东北地区鸟类及其生态学研究. 北京, 科

- 学出版社, 2006.
- [20] 高玮. 东北地区洞巢鸟类生态学. 吉林: 吉林科学技术出版社, 2004.
- [21] 邓秋香, 高玮, 赵虹. 两种山雀巢地选择的比较研究. 吉林林学院学报, 1997, 13(3): 154 - 156.
- [22] 邓秋香, 周彤, 高玮. 落叶阔叶林中初级洞巢鸟在群落组织结构形成中的作用. 东北林业大学学报, 2006, 34(6): 58 - 60.
- [23] 张福成, 高玮. 两种山雀繁殖领域性的比较研究//中国鸟类学会, 台北野鸟学会, 中国野生动物保护协会. 中国鸟类学研究. 北京: 中国林业出版社, 1996: 348 - 354.
- [24] 邓文洪, 高玮, 宋晓东. 破碎化次生林斑块面积及斑块隔离对大山雀繁殖成功的影响. 应用生态学报, 2001, 12(4): 527 - 531.
- [25] 邓文洪, 高玮, 于亚梅. 山地次生林长耳鸮对喜鹊巢址的利用. 生态学报, 2002, 22(1): 62 - 67.
- [26] 邓文洪, 赵匠, 高玮. 破碎化次生林斑块面积及栖息地质量对繁殖鸟类群落结构的影响. 生态学报, 2003, 23(6): 1087 - 1094.
- [27] 周彤, 曹长雷, 邓秋香, 等. 人工巢箱条件下大山雀 (*Parus major*) 的最佳窝卵数. 自然科学进展, 2007, 17(12): 1616 - 1621.
- [28] 王海涛, 高玮. 次级洞巢鸟对次生林天然树洞的利用. 动物学研究, 2002, 23(2): 136 - 140.
- [29] Wang H T, Gao W, Wan D M, et al. Nest-site characteristics and reproductive success of five species of birds breeding in natural cavities. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(7): 1376 - 1385.
- [30] Holmes R T, Sherry T W, Sturges F W. Bird community dynamics in a temperate deciduous forest: long-term trends at Hubbard Brook. Ecological Monographs, 1986, 56(3): 201 - 220.
- [31] 宋杰. 人工巢箱的制作和使用. 生物学通报, 1994, 29(4): 25 - 28.

(上接第 15 页)

- [4] Jiang Z G. Conservation Biology. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 1997: 160 - 164.
- ③论文集: 作者. 题名//编者. 论文集名. 出版地: 出版者, 出版年: 起止页码. 示例:
- [5] 陈大元. 动物显微受精与克隆研究//中国动物学会. 中国动物科学研究. 北京: 中国林业出版社, 1999: 59 - 64.
- [6] Yang T. On the leeches from Wuling Mountains area in south China//Song D X. Invertebrates of Wuling Mountains Area, Southwestern China. Beijing: Science Press, 1997: 395 - 399.
- ④学位论文: 作者. 论文题目. 保存单位所在地: 保存单位, 保存年: 起止页码.
- ⑤电子文献: 主要责任者. 电子文献题名[文献类型标志/文献载体标志]. [引用日期]. 电子文献的出处或可获得的地址, 发表或更新日期.