

不同纬度洞巢鸟类对人工巢箱的利用及差异

张建伟^① 王建峰^② 刘建平^① 梁伟^{①*}

① 热带岛屿生态学教育部重点实验室, 海南师范大学生命科学院 海口 571158; ② 河北塞罕坝国家森林公园 承德 068450

摘要: 迄今对洞巢鸟类生活史特征的纬度变异 (特别是热带洞巢鸟类的繁殖) 了解还十分有限。我们于 2018 年 3 至 8 月, 分别在海南吊罗山 (热带)、河南董寨 (亚热带) 和河北塞罕坝 (温带) 的林缘地带, 悬挂相同规格的人工巢箱招引洞巢鸟类繁殖, 用以比较不同地理区域的洞巢鸟类对人工巢箱的利用情况及其孵化成效和繁殖成功率。野外共悬挂 577 个木制巢箱, 3 个研究地的利用率在海南吊罗山为最低 (32.6%), 河南董寨最高 (92.0%)。3 个地点均有大山雀 (*Parus cinereus*) 入住 (占总巢数的 84.3%), 其孵化成效和繁殖成功率在 3 个地点不存在显著差异 ($P > 0.05$)。但在河北塞罕坝, 大山雀的孵化成效 (75.7%) 和繁殖成功率 (65.7%) 显著低于同域繁殖的褐头山雀 (*Poecile montanus*) (97.7% 和 97.7%) 和煤山雀 (*Periparus ater*) (93.5% 和 90.3%) ($P < 0.05$)。研究表明, 3 个地理区域利用巢箱繁殖的洞巢鸟的种类、数量以及对巢箱的利用率均存在差异, 但对于广布种大山雀来说, 地理位置的差异并不影响其孵化成效和繁殖成功率。

关键词: 洞巢鸟类; 人工巢箱; 孵化成效; 繁殖成功率; 大山雀

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2019) 04-465-06

Latitudinal Variation in Use of Artificial Nestbox by Cavity-nesting Birds in China

ZHANG Jian-Wei^① WANG Jian-Feng^② LIU Jian-Ping^① LIANG Wei^{①*}

① Ministry of Education Key Laboratory for Tropical Islands, College of Life Sciences, Hainan Normal University, Haikou 571158;

② Saihanba National Forest Park, Hebei Province, Chengde 068450, China

Abstract: Latitude variations in the life history characteristics of cavity-nesting birds, especially the breeding biology of tropical cavity-nesting birds, are still poorly understood. From March to August 2018, artificial nestboxes were set up in Diaoluoshan of Hainan, Dongzhai of Henan, and Saihanba of Hebei, China, to compare use of nestbox, hatching success and breeding success of cavity-nesting birds (Figure 1). A total of 577 nestboxes were set up in the field, among which the utilization rate was the lowest in Hainan (32.6%), while the highest was in Henan (92.0%) (Table 1). The Great Tit (*Parus cinereus*) was the most common cavity-nesting bird species found at three study sites, and there was no significant difference in hatching

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31772453);

* 通讯作者, E-mail: 13976699091@139.com;

第一作者介绍 张建伟, 男, 硕士研究生; 研究方向: 鸟类行为生态; E-mail: zld-504836586@qq.com.

收稿日期: 2019-01-02, 修回日期: 2019-04-17 DOI: 10.13859/j.cjz.201904002

success and breeding success of Great Tits among three sites. However, hatching success (75.7%) and breeding success (65.7%) of Great Tits were significantly lower than those of Willow Tits (*Poecile montanus*) (97.7% and 97.7%) and Coal Tits (*Periparus ater*) (93.5% and 90.3%) within the same study area in Hebei (Table 2). Our study showed that there were variations with latitude in cavity-nesting bird species, species abundance and use of nestboxes. However, there were no significant differences in hatching success and breeding success for Great Tits, a common cavity-nesting bird across China.

Key words: Secondary hole-nester; Artificial nest box; Hatching success; Breeding success, Great Tit

在鸟类, 有高达 1 878 种 (占全部鸟类种数的 18.1%) 依赖树洞巢繁殖 (van der Hoek et al. 2017)。除一些初级洞巢鸟类 (primary hole-nesters) 啄木鸟等能自己开凿树洞外, 次级洞巢鸟类 (secondary hole-nesters) 只能利用天然洞穴或初级洞巢鸟类开凿的洞穴繁殖 (Martin et al. 1999, Remm et al. 2006)。根据次级洞巢鸟类这一习性, 人们可利用人工巢箱 (artificial nest-box) 来招引洞巢鸟类繁殖。

最早开展人工巢箱招引鸟类繁殖的工作始于 20 世纪 50 年代的荷兰 (Kluijver 1951, Lack 1955)。人工巢箱方便标记亲鸟、雏鸟并开展监测, 容易进行实验操作和控制, 而且能保证足够大的实验样本量, 因此, 许多鸟类生态学的理论, 例如生活史对策、种群动态、性选择等, 大多是来自于对洞巢鸟类的研究 (Evans et al. 2002)。人工巢箱的广泛使用更深化了人们对洞巢鸟类, 特别是小型雀形目鸟类的生态、行为和生理的了解 (Lambrechts et al. 2010)。迄今这些研究主要集中在温带地区开展, 人们对热带洞巢鸟类生活史特征的了解依然非常有限 (van der Hoek et al. 2017)。而且, 由于不同的研究者使用的巢箱材料、规格, 洞口大小, 以及悬挂的高度、生境等差异较大, 使得即便是对同一鸟种的比较也非常困难 (Lambrechts et al. 2010)。

营巢成功与否直接关系到鸟类繁殖的成败, 孵化成效 (hatching success) 和繁殖成功率 (breeding success) 是影响鸟类繁殖力和种群动态的重要因素, 也是鸟类生态学研究的重要内容 (Gill 2007)。鸟类的巢址选择和鸟巢结

构会影响后代的生长发育 (Hansell et al. 2002, Mainwaring 2016)。许多洞巢鸟类是广布种, 这就使得检验环境异质性对其繁殖生物学的影响变为可能, 例如探讨鸟类体型大小的地理纬度变异、种内和种间相互作用 (捕食、竞争、寄生)、光周期、气候等因素对鸟类窝卵数和繁殖成效的影响等 (Lack 1947)。对于小型的洞巢鸟类而言, 已知在较小的洞穴中存在温度过高的风险, 繁殖成功率会降低 (Mertens 1977)。

国内开展人工巢箱招引鸟类繁殖的工作始于 20 世纪 60 年代, 其中较为系统的人工巢招引和监测分别是北京师范大学自 1983 年开始在北京小龙门林场 (郑光美 1995, Wang et al. 2008) 和东北师范大学自 1986 年起在吉林左家林场 (高玮等 2004) 所开展的工作。但采用相同规格的巢箱、悬挂在相似生境中以进行比较的研究很少 (Liang et al. 2016)。为此, 我们于 2018 年的 3 至 8 月, 分别在海南吊罗山自然保护区 (热带地区)、河南董寨自然保护区 (亚热带地区) 和河北塞罕坝国家森林公园 (温带地区) 的林缘, 悬挂相同规格的人工巢箱招引洞巢鸟类繁殖 (图 1), 调查不同地理区域的洞巢鸟类对人工巢箱的利用情况, 同时比较 3 个地理种群的大山雀 (*Parus cinereus*) 以及同域分布、生态位相似的 3 种山雀的孵化成效和繁殖成功率, 以探讨时空环境异质性对洞巢鸟类繁殖的影响。

1 研究地区和方法

1.1 研究区概况

吊罗山国家级自然保护区位于海南陵水东

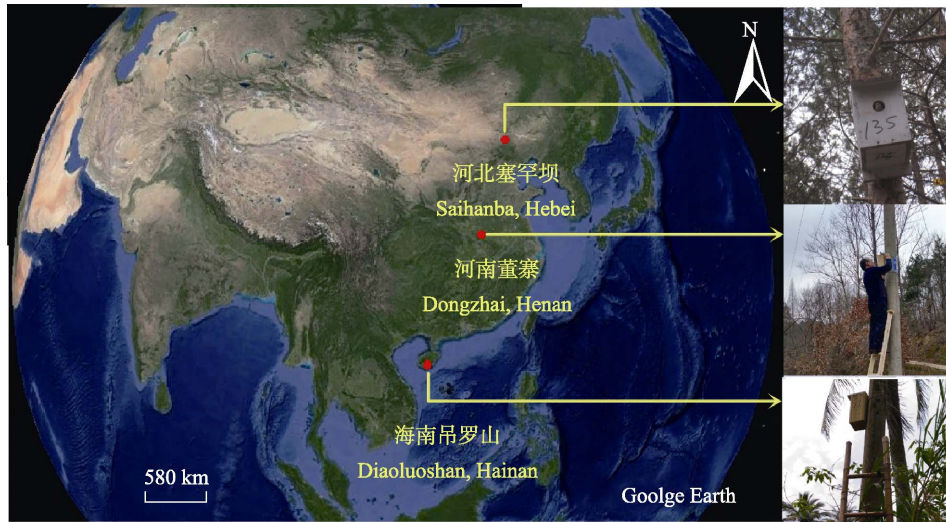


图 1 所悬挂巢箱的 3 个野外研究点

Fig. 1 Nestbox used for three study sites across China

南部 (18°43' ~ 18°58' N, 109°43' ~ 110°03' E), 海拔 100 ~ 1 499 m (Liang et al. 2016), 为低地原始热带雨林区, 属热带海洋季风气候。董寨国家级自然保护区位于河南罗山的大别山北麓, 海拔 70 ~ 840 m (31°28' ~ 32°09' N, 114°18' ~ 114°30' E), 属于北亚热带向暖温带过渡区域, 气候温暖湿润 (Cantrell et al. 2016, Lv et al. 2018)。塞罕坝国家森林公园位于河北最北部 (42°02' ~ 42°36' N, 116°51' ~ 117°39' E), 海拔在 1 350 ~ 1 650 m 之间, 西北与内蒙古接壤, 是河北主要的天然次生林与人工林林区 (Liu et al. 2017)。

1.2 研究方法

3 个研究地点的巢箱均悬挂在林缘, 沿着小路边的电线杆或较直而光滑的树干上。巢箱间距离为 50 ~ 100 m 不等, 巢箱距地面的高度约为 3 m。采用木制巢箱, 其中海南吊罗山悬挂 282 个, 河南董寨 100 个, 河北塞罕坝悬挂 195 个。巢箱内径 (长 × 宽 × 高) 为 15 cm × 15 cm × 31 cm, 巢箱木板厚 1.5 cm, 洞口直径 6.0 ~ 6.5 cm。巢箱开口中心距巢箱底部 20 cm。为防止顶盖被风吹开或被花鼠 (*Tamias sibiricus*) 等动物掀开, 或被大嘴乌鸦 (*Corvus*

macrorhynchos) 打开巢箱盖掠食 (叶萍等 2018), 箱盖一侧用合叶和挂钩固定。

3 个地点最早开始利用人工巢箱繁殖的鸟种均为大山雀。大山雀的筑巢期在吊罗山为 3 月初, 河南董寨为 3 月中旬, 河北塞罕坝为 5 月初。每周至少对全部巢箱进行 1 次检查。若观察到巢箱中有巢材, 或者亲鸟出入巢箱, 则改为每 4 或 5 d 检查一次。巢箱中观察到至少 1 枚鸟卵时, 定义该巢箱被利用。当确定巢箱被利用后, 利用微型摄像头 (型号: HD99S-32G, 深圳市希格科技有限公司) 录像, 进一步确定利用巢箱的鸟种。巢箱的利用率为观察到至少 1 枚鸟卵的巢箱数占总巢箱数的比例。孵化成效为至少孵出 1 只雏鸟的巢占所观察巢的比例。繁殖成功率指繁殖成功的巢数占所观察巢数的比例; 繁殖成功指至少有 1 只雏鸟存活到离巢 (Pribil 1998)。

1.3 统计与分析

用统计软件 SPSS 19.0 对数据进行统计与分析。用 Kolmogorov-Smirnov 检验数据的正态性分布。非正态分布的数据用非参数检验。呈正态分布的数据用单因素方差分析 (One-way ANOVA) 进行多组间的比较。

2 结果

2.1 人工巢箱的利用情况

3 个研究地点巢箱的利用率, 海南吊罗山为最低 (32.6%), 河南董寨最高 (92.0%) (表 1)。

2.2 入住鸟种及其孵化成效和繁殖成功率

在入住鸟种中, 海南吊罗山有大山雀 (占 48.9%)、鹊鸂 (*Copsychus saularis*) (45.6%)、麻雀 (*Passer montanus*) (3.3%) 和白尾蓝地鸂 (*Myiomela leucurum*) (2.2%); 河南董寨有大山雀 (占 82.6%)、丝光椋鸟 (*Sturnus sericeus*) (10.9%) 和白眉姬鸂 (*Ficedula zanthopygia*) (6.5%); 河北塞罕坝有大山雀 (占 47.6%)、

褐头山雀 (*Poecile montanus*) (29.3%)、煤山雀 (*Periparus ater*) (21.1%)、普通鸂 (*Sitta europaea*) (1.3%) 和白眉姬鸂 (0.7%) (表 2)。

除麻雀外, 大山雀的孵化成效和繁殖成功率在所入住的鸟种中均最低, 但 3 个地点大山雀的孵化成效 ($H = 0.088, P > 0.05$, Kruskal-Wallis H test) 和繁殖成功率 ($H = 0.393, P > 0.05$, Kruskal-Wallis H test) 均差异不显著。在河北同域繁殖的 3 种山雀 (大山雀、褐头山雀和煤山雀) 的孵化成效 ($H = 8.484, P < 0.05$, Kruskal-Wallis H test) 和繁殖成功率 ($H = 8.747, P < 0.05$, Kruskal-Wallis H test) 均存在显著差异; 大山雀的孵化成效和繁殖成功率

表 1 3 个地点人工巢箱的利用情况

Table 1 Artificial nest box used by different bird species at three study sites

地点 Study site	悬挂巢箱总数 Total nestbox	有巢材的巢 Nestbox with nest materials	未被利用的巢 Nestbox unused	有鸟卵的巢 Nest with egg	巢箱利用率 Nestbox used (%)
海南吊罗山 Diaoluoshan, Hainan	282	155	127	92	32.6
河南董寨 Dongzhai, Henan	100	92	8	92	92.0
河北塞罕坝 Saihanba, Hebei	195	175	20	147	75.3

表 2 巢箱入住鸟种及其孵化成效和繁殖成功率

Table 2 Hatching and breeding success of hole-nesting birds at 3 study sites

地点 Study site	物种 Species	有卵的巢 Nest with egg	繁殖失败原因 Factor of nest failure			孵化成效 Hatching success (%)	繁殖成功率 Breeding success (%)
			人为破坏 Destroyed	捕食 Predated	不明原因 Unknown		
海南吊罗山 Diaoluoshan, Hainan	大山雀 <i>Parus cinereus</i>	45	7	1	2	77.8	60.0
	鹊鸂 <i>Copsychus saularis</i>	42	1	1		100.0	95.2
	麻雀 <i>Passer montanus</i>	3	2			33.3	33.3
	白尾蓝地鸂 <i>Myiomela leucurum</i>	2				100.0	100.0
河南董寨 Dongzhai, Henan	大山雀 <i>Parus cinereus</i>	76	17	1	3	72.4	57.9
	丝光椋鸟 <i>Sturnus sericeus</i>	10				100.0	90.0
	白眉姬鸂 <i>Ficedula zanthopygia</i>	6				100.0	100.0
河北塞罕坝 Saihanba, Hebei	大山雀 <i>Parus cinereus</i>	70	10	6	1	75.7	65.7
	褐头山雀 <i>Poecile montanus</i>	43			1	97.7	97.7
	煤山雀 <i>Periparus ater</i>	31	2			93.5	90.3
	白眉姬鸂 <i>Ficedula zanthopygia</i>	1				100.0	100.0
	普通鸂 <i>Sitta europaea</i>	2				100.0	100.0

显著低于褐头山雀 ($P < 0.05$, Kruskal-Wallis test), 而煤山雀和褐头山雀的孵化成效及繁殖成功率不存在显著差异 ($P > 0.05$, Kruskal-Wallis test)。3 个地点影响入住巢箱鸟类孵化成效和繁殖成功率的主要因素是人为破坏, 而河北塞罕坝的大山雀有一定比例的巢捕食 (8.6%) (表 2)。

3 讨论

巢址选择是栖息地选择的重要组成部分, 巢址的优劣直接关系着鸟类的繁殖和后代的存活 (Quader 2006, Rader et al. 2007, MacDonald et al. 2016, McFarland et al. 2017)。巢址选择通常是权衡各种竞争选择压力后的结果 (Marina et al. 2010, Guilherme et al. 2018), 例如显眼位置的巢, 其好处是能够接受阳光的照射, 但被捕食的风险会显著增加, 所以鸟类必须在两者间进行权衡 (Hansell 2005, Lima 2009)。本研究中, 海南吊罗山的人工巢箱利用率最低, 可能是由于该地生境为原始热带雨林, 挂巢地的林龄较老和天然树洞较多导致。其次, 在该地巢箱多挂在公路边的电线杆上, 车流量较大和人类活动频繁都可能影响洞巢鸟对人工巢箱的选择, 而在河南董寨和河北塞罕坝挂巢地点多为林地内, 人类干扰较少, 这些差异都会导致巢箱的利用率不同。当然, 从本实验也能看出: 纬度和海拔的差异会导致鸟类区系发生不同程度的改变, 这更需要长期的资料积累。

我们在河南董寨悬挂巢箱招引的鸟类为大山雀、丝光椋鸟和白眉姬鹎, 这与 Yang 等 (2012) 主要招引到大山雀和山麻雀 (*Passer cinnamomeus*), 以及朱家贵等 (2016) 招引的主要鸟种为红角鸮 (*Otus scops*)、麻雀、大山雀、山麻雀 (*Passer cinnamomeus*) 和丝光椋鸟不同。我们的研究中没招引到红角鸮可能是由于巢箱的类型不同, 红角鸮偏爱卧式巢箱, 而我们悬挂的都是小型山雀式立式巢箱。我们没有招引到树麻雀和山麻雀, 可能原因是董寨保护区内村庄的居民很多都搬迁到镇上居住, 农

田大都无人耕种。居民搬迁和食物来源减少导致这两种麻雀大都转移到附近的镇上。

本研究表明, 3 个地点大山雀的孵化成效和繁殖成功率并不存在显著差异, 环境异质性对大山雀繁殖的影响并没体现在孵化成效和繁殖成功率上, 可能原因是人工巢箱为大山雀提供了相对安全的巢址, 使得卵和雏鸟的被捕食率降低。在河北塞罕坝, 大山雀的孵化成效和繁殖成功率显著低于同域繁殖的褐头山雀和煤山雀, 这与程成等 (2011) 在北京小龙门的的研究结果类似, 他们对人工巢箱条件下的繁殖比较也发现大山雀的孵化成效和繁殖成功率显著低于褐头山雀。在河北塞罕坝, 大山雀的繁殖期要比褐头山雀和煤山雀的繁殖期长 (大山雀可繁殖 2 次), 且窝卵数也要高于后两者。这提示大山雀可能采取高产卵数、低存活率的繁殖对策 (程成等 2011)。

致谢 海南吊罗山和河南董寨国家级自然保护区及河北塞罕坝国家森林公园为本研究提供支持和帮助。

参 考 文 献

- Cantrell A, Lv L, Wang Y, et al. 2016. Evaluation of nest site preferences of a nest dismantler, the hair-crested drongo (*Dicrurus hottentottus*) in Dongzhai National Nature Reserve of Central China. *Avian Research*, 7(1): 8.
- Evans M R, Lank D B, Boyd W S, et al. 2002. A comparison of the characteristics and fate of barrow's goldeneye and bufflehead nests in nest boxes and natural cavities. *Condor*, 104(3): 610–619.
- Gill F B. 2007. *Ornithology*. New York: W. H. Freeman & Co.
- Guilherme J L, Burnside R J, Collar N J, et al. 2018. Consistent nest-site selection across habitats increases fitness in Asian houbara. *Auk*, 135(2): 192–205.
- Hansell M H. 2005. *Animal Architecture*. Oxford: Oxford University Press.
- Hansell M H, Deeming D C. 2002. Location, structure and function of incubation sites // Deeming D C. *Avian Incubation: Behaviour, Environment and Evolution*. Oxford: Oxford University Press, 8–27.

- Kluyver H N. 1951. The population ecology of the great tit, *Parus m. major* L. *Ardea*, 39(1/3): 1–135.
- Lack D. 1947. The significance of clutch-size. *Ibis*, 89(2): 302–352.
- Lack D. 1955. British tits (*Parus* spp.) in nesting boxes. *Ardea*, 43(1): 50–84.
- Lambrechts M M, Adriaensen F, Ardia D R, et al. 2010. The design of artificial nestboxes for the study of secondary hole-nesting birds: A review of methodological inconsistencies and potential biases. *Acta Ornithologica*, 45(1): 1–26.
- Liang W, Møller A P, Stokke B G, et al. 2016. Geographic variation in egg ejection rate by great tits across 2 continents. *Behavioral Ecology*, 27(5): 1405–1412.
- Lima S L. 2009. Predators and the breeding bird: behavioural and reproductive flexibility under the risk of predation. *Biological Reviews*, 84(3): 485–513.
- Liu J, Ma L, Zhang Z, et al. 2017. Maximum frequency of songs reflects body size among male dusky warblers *Phylloscopus fuscatus* (Passeriformes: Phylloscopidae). *European Zoological Journal*, 84(1): 186–192.
- Lv L, Li J, Kingma S A, et al. 2018. Do hair-crested drongos reduce prospective territory competition by dismantling their nest after breeding? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 72(1): 12.
- MacDonald E C, Camfield A F, Martin M, et al. 2016. Nest-site selection and consequences for nest survival among three sympatric songbirds in an alpine environment. *Journal of Ornithology*, 157(2): 1–13.
- Mainwaring M C. 2016. The transition from dependence to independence in birds. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 70(9): 1419–1431.
- Marina M, Alonso J C, Martín C A, et al. 2010. Nest-site selection by great bustards *Otis tarda* suggests a trade-off between concealment and visibility. *Ibis*, 152(1): 77–89.
- Martin K, Eadie J M. 1999. Nest webs: a community-wide approach to the management and conservation of cavity-nesting forest birds. *Forest Ecology and Management*, 115(2/3): 243–257.
- McFarland H R, Kendall S, Powell A N. 2017. Nest-site selection and nest success of an Arctic-breeding passerine, Smith's longspur, in a changing climate. *Condor*, 119(1): 85–97.
- Mertens J A L. 1977. Thermal conditions for successful breeding in great tits (*Parus major* L.). *Oecologia*, 28 (1): 1–29.
- Pribil S. 1998. Reproductive success is a misleading indicator of nest-site preferences in the red-winged blackbird. *Canadian Journal of Zoology*, 76(12): 2227–2234.
- Quader S. 2006. What makes a good nest? Benefits of nest choice to female baya weavers (*Ploceus philippinus*). *Auk*, 123(2): 475–486.
- Rader M J, Brennan L A, Hernández F, et al. 2007. Nest-site selection and nest survival of northern bobwhite in southern Texas. *Wilson Journal of Ornithology*, 119(3): 392–399.
- Remm J, Löhms A, Remm K. 2006. Tree cavities in riverine forests: what determines their occurrence and use by hole-nesting passerines? *Forest Ecology and Management*, 221(1/3): 267–277.
- van der Hoek Y, Gaona G V, Martin K. 2017. The diversity, distribution and conservation status of the tree-cavity-nesting birds of the world. *Diversity and Distributions*, 23(10): 1120–1131.
- Wang N, Zhang Y, Zheng G. 2008. Breeding ecology of the narcissus flycatcher in North China. *Wilson Journal of Ornithology*, 120(1): 92–98.
- Yang C, Liang W, Cai Y, et al. 2012. Variation in russet sparrow (*Passer cinnamomeus*) breeding biology in relation to small-scale altitudinal differences in China. *Zoological Science*, 29(7): 419–422.
- 程成, 梁伟, 张子慧. 2011. 人工巢箱中大山雀和褐头山雀的繁殖比较. *生态学杂志*, 30(7): 1575–1578.
- 高玮, 王海涛, 王日昕, 等. 2004. 中国东北地区洞巢鸟类生态学. 长春: 吉林科学技术出版社.
- 叶萍, 杨灿朝. 2018. 乌鸦学会打开巢箱进行捕食. *动物学杂志*, 53(5): 788–789.
- 郑光美. 1995. 鸟类学. 北京: 北京师范大学出版社.
- 朱家贵, 溪波, 杜志勇, 等. 2016. 董寨国家级自然保护区人工巢箱招引鸟类研究. *安徽农业科学*, 44(18): 160–161.