

DOI: 10.5846/stxb201812062673

张雷, 张海旺, 王娟, 张丽, 程亚婷, 万冬梅. 东北地区北红尾鸫巢址选择及繁殖成效. 生态学报, 2020, 40(1): 70-76.

Zhang L, Zhang H W, Wang J, Zhang L, Cheng Y T, Wan D M. Nest site selection and breeding success of Daurian redstart *Phoenicurus aureus* in northeast China. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(1): 70-76.

东北地区北红尾鸫巢址选择及繁殖成效

张 雷, 张海旺, 王 娟, 张 丽, 程亚婷, 万冬梅*

辽宁大学生命科学院, 辽宁省动物资源与疫病防治重点实验室, 沈阳 110036

摘要:北红尾鸫(*Phoenicurus aureus*)是一种分布广泛的小型雀形目鸟类,主要分布于南亚东北部,东南亚北部、东亚及俄罗斯等地区,我国东北、华北、华中至西南等地也均有分布,是重要的食虫益鸟。为探究北红尾鸫巢址选择的影响因素,找到影响北红尾鸫繁殖成功率的主要巢址因子,于2017年4—7月,在辽宁仙人洞国家级自然保护区开展系统研究。共发现北红尾鸫自然巢44个,其中29巢繁殖成功,15巢繁殖失败。北红尾鸫主要筑巢于石墙缝、空心砖墙缝及废旧电表箱中。巢址参数的主成分分析结果表明:巢口因子(27.738%)、巢位因子(14.195%)、光照因子(12.145%)、人为干扰因子(10.440%)、安全因子(9.266%)和隐蔽因子(7.187%)是影响北红尾鸫巢址选择的重要因子。采用二元逻辑斯蒂回归分析繁殖成功巢与失败巢参数发现,成功巢的巢口最大高度显著小于失败巢($P=0.047$),且其距顶的距离更近($P=0.043$)。多元线性回归分析表明,巢上方盖度对繁殖成功率有极显著影响($t=2.883$, $P=0.009$)。总的来说,北红尾鸫虽偏爱筑巢于人为干扰较大的村庄房屋附近,但较小的巢口能有效避免巢捕食者的捕食,更近的距顶距离和更大的巢上方盖度能有效降低巢上方的可视程度和降水等不利因素的影响,从而提高繁殖成功率。

关键词:北红尾鸫;巢址选择;繁殖成效;繁殖成功率

Nest site selection and breeding success of Daurian redstart *Phoenicurus aureus* in northeast China

ZHANG Lei, ZHANG Haiwang, WANG Juan, ZHANG Li, CHENG Yating, WAN Dongmei*

Key Laboratory of Animal Resource and Epidemic Disease Prevention, Department of Life Sciences, Liaoning University, Shenyang 110036, China

Abstract: Daurian redstart *Phoenicurus aureus* is a secondary hole-nesting bird distributed widely in temperate Asia. The aim of this study is to identify critical features of nest site selection that affect reproductive success of the bird. All 44 nests (29 succeeded and 15 failed) were built in gaps of stone wall, cavities of hollow brick wall and ropery electricity meter boxes. The main factors that affect nest site selection were nest entrance factors (21.738%), spatial location factors (14.195%), sunshine factors (12.145%), human disturbance (10.440%), nest security (9.266%), and nest concealment (7.187%). Binary logistic regression results showed that succeed breeding nests were nearer to the roof ($P=0.043$) and had smaller entrance ($P=0.047$) than the failed nests. Multiple linear regression analysis showed that nest coverage significantly positively related with reproductive success ($t=2.883$, $P=0.009$). These findings demonstrate that Daurian redstart prefers to build their nests around villages, where strong disturbance also exist. Small entrance, sheltered above and short distance to the roof-top are relatively adaptive nest-site choice, which may play important roles in the breeding success of Daurian redstart.

Key Words: *Phoenicurus aureus*; nest site selection; reproductive effectiveness; breeding success

基金项目:国家自然科学基金项目(31872231)

收稿日期:2018-12-06; 网络出版日期:2019-10-25

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wdm9610@163.com

鸟类巢址选择研究主要是通过分析巢及巢所处的生态因子在巢址选择中的作用和地位,揭示鸟类选择筑巢位点的原因和主导因素^[1]。一个优质的巢址不仅能为鸟类整个繁殖季提供充足的食物资源^[2]和适合的微气候^[3],还能将恶劣天气、巢捕食者、人为干扰等不利因素的影响降到最低^[4-5]。因此巢址质量的好坏不仅会直接影响当年的繁殖成效^[6],还能影响亲鸟的适合度^[7],以及进一步影响鸟类的种群增长率及种群数量^[8]。

影响鸟类巢址选择的主导因素很多,如微气候、巢捕食、食物资源等。如在红柳营巢的荒漠伯劳(*Lanius isabellinus*)繁殖成功率显著高于沙枣,这是由于红柳更大的郁闭度在荒漠大风天气能给巢更好的保护^[9];Bourgeois 等则发现巢洞更深、被遮挡程度更高的地中海鸻(*Puffinus yelkouan*)巢因为更难被捕食者发现,具有更高的繁殖成功率^[10];而食物资源的丰富度则直接关系到后续的育雏活动^[2]。另外人为干扰对鸟类巢址选择也有重要影响,且这种影响通常认为是负面的,但随着鸟类城市化研究的不断深入,也有人提出相反观点,如家燕(*Hirundo rustica*)营巢于人类建筑附近可能是其几乎没有杜鹃寄生的重要原因^[11]。

北红尾鸲(*Phoenicurus aureus*)隶属于雀形目(Passeriformes)鸫科(Turdidae),在我国除新疆、西藏及青海外,各省均有分布^[12],辽宁地区属夏候鸟或冬候鸟^[13]。目前关于北红尾鸲的研究为繁殖^[14-15]、食性^[16]等生态学方面的描述性研究,巢址选择方面只有对巢址类型的简单描述,并未进行过系统研究。北红尾鸲作为典型的伴人物种,其巢址选择究竟进化出了哪些特征来适应较强的人为干扰,又有哪些特征保证了巢的繁殖成功。本文将对 14 个潜在影响北红尾鸲巢址选择的因子进行研究,旨在找到影响北红尾鸲巢址选择的因素,探讨影响繁殖成功率的原因,为北红尾鸲的研究与保护提供更多的参考资料。

1 材料与方法

1.1 研究地及物种概况

辽宁仙人洞国家级自然保护区位于辽宁省大连市庄河境内的北部山区,地理坐标 122°53'24"—123°03'30"E,39°54'00"—40°03'00"N,海拔为 200—600m。该地区濒临黄海,具有典型的海洋性季风气候特点,四季温和,雨热同季,光照和降雨集中,年降水量近 900mm。年平均气温为 8.7℃,无霜期 181.9d。该地区动物资源丰富,共记录有脊椎动物 5 纲 31 目 91 科 401 种,其中鸟类 16 目 56 科 294 种。繁殖期常见种有灰喜鹊(*Cyanopica cyanus*)、栗耳短脚鹀(*Hypsipetes amaurotis*)、北红尾鸲(*Phoenicurus aureus*)、杂色山雀(*Parus varius*)、大山雀(*Parus major*)等。保护区周围农田肥沃,树荫茂密,原始村庄稀落分布,是北红尾鸲的优质的繁殖地。

1.2 巢址参数选择与测量

于 2017 年 4 月上旬开始,在研究地周边村庄系统搜索北红尾鸲新筑自然巢,发现北红尾鸲巢后,记录巢坐标,拍照记录巢状态后进行编号,之后每天对巢内情况进行观测,记录巢的窝卵数、出雏数、出飞雏鸟数等繁殖参数,并以巢为中心,调查 14 个生态因子,包括:(1)巢址类型:石墙、砖墙、电表箱;(2)巢高(m):巢距地面的高度,用卷尺测量;(3)巢开阔度(%):巢水平方向的遮挡程度,目测估计;(4)巢距顶的距离(m):巢口中心到巢所在墙或电线杆等最顶端的距离,用卷尺测量;(5)巢向(°):以正南方向为 0°,依逆时针方向用带刻度的指南针进行测量;(6)巢距路的距离(m):用卷尺测量;(7)巢距院门(房门)距离:用卷尺测量,从住户院门到巢的距离,若巢位于废弃房屋则测量离巢最近住户院门到巢的距离;(8)巢口最大高度(m):用卷尺测量;(9)巢口最大宽度(m):用卷尺测量;(10)巢口面积(m²):利用画有 1cm² 方格的透明纸板测量;(11)从巢口到巢中心的直线距离(m):用卷尺测量;(12)巢可见度:观察者距巢 3m 从巢外辨认出巢的难易程度,分为难、中、易 3 个等级^[17];(13)巢上方盖度(%):巢上方遮挡程度,目测估算;(14)日照时长(h):每天阳光直射时间,根据巢可接受日照的角度计算。

1.3 数据处理

利用统计软件 SPSS(version 19.0)对所得数据进行统计与分析。首先对各连续变量进行 Z 标准化处理,利用单个样本 Kolmogorov-Smirnov T 检验数据是否呈正态分布。对巢址的 14 个生态因子进行主成分分析,获

得主成分和主要影响因子。再对繁殖成功巢与繁殖失败巢数据进行二元逻辑斯蒂回归分析(Binary Logistic Regression),找到成功巢与失败巢巢址因素上的差异。根据测得的窝卵数、出飞雏鸟数算得繁殖成功率。最后采用多元线性回归分析(Multiple linear regression),找到影响北红尾鸫繁殖成功率的主要因素。

2 研究结果

2.1 巢址类型

本研究共发现北红尾鸫自然巢 44 个,巢址类型共有 3 种,分别是石墙巢 28 巢(63.6%)、空心砖墙巢 12 巢(27.3%)和电表箱巢 4 巢(9.1%)。

2.2 巢址选择的主成分分析

对 44 个巢址测得的所有 14 个巢址特征进行主成分分析,特征值大于 1 的共有 6 个,累计贡献率达到 74.971%(表 1),能够解释 14 个巢址参数的全部信息,提取 6 个因子成分作为北红尾鸫巢址选择的主成分进行分析(表 2)。

表 1 北红尾鸫巢址选择的主成分分类与命名

Table 1 A description of nest-site features for Daurian redstarts

主成分 Component	参数 Parameter	特征值 Eigenvalues	命名 Name of factor	贡献率/% Ratio of contribution	累计贡献率/% Accumulative ratio of contribution
1	巢口最大高度 Maximum nest entrance height/cm 巢口最大宽度 Maximum nest entrance width/cm 巢口面积 Area of entrance/cm ²	3.043	巢口因子	21.738	21.738
2	巢址类型 Type of nest-site 巢距顶距离 Distance to roof/m	1.987	巢空间位置因子	14.195	35.933
3	巢向 Direction of nest/(°) 光照时长 Sunshine duration/h	1.700	光照因子	12.145	48.078
4	距门距离 Distance to gate/m 距路距离 Distance to path/m	1.462	人为干扰因子	10.440	58.518
5	巢口距巢中心的距离 Distance from entrance to nest center/cm	1.297	安全因子	9.266	67.784
6	巢可见度 Nest visibility by observer 巢上方盖度 Coverage of nest/%	1.006	隐蔽因子	7.187	74.971

第一个主成分贡献率为 27.738%,其中巢口面积、巢口最大高度、巢口最大宽度 3 项指标相关系数较高,这三项反映了巢口的因素对北红尾鸫巢址选择的影响,因此将其命名为巢口因子;第二个主成分的贡献率为 14.195%,其中巢址类型、距顶距离这两项指标的相关系数较高,反映了北红尾鸫对巢的空间位置的选择,将其定义为巢空间位置因子;第三个主成分的贡献率为 12.145%,其中较高相关系数为两项,分别为巢向和光照时长,反映了北红尾鸫巢址选择对光照的需求,将其定义为光照因子;第四个主成分的贡献率为 10.440%,其中距门距离、距路距离两项指标相关系数较高,这两项指标反映了人为干扰对北红尾鸫巢址选择的影响,因此定义为人为干扰因子;第五个主成分贡献率为 9.266%,巢口距巢中心点的距离相关系数较高,反映了人类及其他捕食者能接近巢中心的难易程度,代表了北红尾鸫巢的安全性,因此定义为安全因子;第六个主成分贡献率为 7.187%,其中巢上方盖度、巢可见度两项指标相关系数较高,巢上方盖度和巢可见度体现了北红尾鸫巢对周围隐蔽条件的要求,因此将其定义为隐蔽因子。

2.3 影响北红尾鸫繁殖成功与否的巢址因素

所调查的 44 巢中,29 巢繁殖成功(至少一只雏鸟成功出飞),15 巢繁殖失败。繁殖参数如表 3。对繁殖成功巢与繁殖失败巢巢址参数使用二元逻辑斯蒂回归(Binary Logistic Regression)进行分析,结果见表 4。有 3 个参数进入最终模型,模型总预测率为 69.0%。其中巢距顶的距离和巢口最大高度达到显著水平,巢向虽进

入模型,但没有达到显著水平。繁殖成功巢的距顶的距离显著小于失败巢((0.9100 ± 0.3641) m vs (1.4845 ± 0.3199) m; $P=0.047$);巢口最大高度小于失败巢((0.0530 ± 0.0067) m vs (0.0556 ± 0.0080) m; $P=0.043$)。

表 2 北红尾鸲巢址选择旋转后因子成分矩阵

Table 2 Rotated component matrix for nest-site selection factor

变量 Variable	特征向量 Eigenvector					
	1	2	3	4	5	6
巢址类型 Type of nest-site	0.083	0.916	0.142	0.027	-0.118	0.081
巢址高 Nest height to ground	0.233	0.11	-0.334	0.233	-0.463	-0.232
巢开阔度 Nest openness/%	0.289	0.478	0.436	-0.292	-0.098	0.360
巢上方盖度 Coverage of nest/%	0.248	0.063	-0.103	0.094	0.064	0.778
巢可见度 Nest visibility by observer	0.482	-0.218	0.127	-0.118	-0.058	-0.636
日照时长 Sunshine duration/h	-0.075	0.142	0.775	0.154	0.002	-0.075
巢口距巢中心的距离 Distance from entrance to nest center/cm	0.114	0.022	-0.039	0.128	0.866	0.021
巢口面积 Area of entrance/cm ²	0.909	0.148	-0.099	-0.059	-0.115	0.043
巢口最大宽度 Maximum nest entrance width/cm	0.598	0.447	-0.204	0.037	-0.139	0.110
巢口最大高度 Maximum nest entrance height/cm	0.846	-0.016	-0.04	0.064	0.274	0.039
距门距离 Distance to gate/m	-0.012	0.088	0.064	0.888	0.26	-0.008
巢距顶距离 Distance to roof/m	0.064	0.911	-0.126	-0.026	0.16	0.052
距路距离 Distance to path/m	0.022	-0.194	0.013	0.709	-0.38	0.307
巢向 Direction of nest/(°)	-0.107	-0.137	0.809	-0.053	0.041	-0.111

表 3 北红尾鸲繁殖参数

Table 3 Breeding parameters of *Phoenicurus aureus*

繁殖参数 Breed parameter	样本量 No.	最大值 Max	最小值 Min	平均值 Mean	标准差 SD
窝卵数 Clutch size	44	8	3	6	0.96
出雏数 Number of nestling	44	7	0	3	2.28
出飞雏鸟数 Number of fledglings	44	7	0	3	2.52
孵化成功率 Hatching success	44	1	0	0.55	0.36
繁殖成功率 Breeding success	29	1	0	0.72	0.24

表 4 使用二元逻辑斯蒂回归分析影响北红尾鸲繁殖成功与否的巢址因素

Table 4 Factors affecting breeding success of *Phoenicurus aureus*, analyzed with Binary Logistic Regression

参数 Parameters	第几步被移除 Steps of removed	B	S.E.	Wald 值	df	Sig.
巢上方盖度 Coverage of nest/%	1	1.356	1.724	0.001	1	0.999
巢开阔度 Nest openness/%	2	-0.022	1.568	0.001	1	0.989
巢可见度 Nest visibility by observer	3	0.112	1.619	0.005	1	0.945
巢口面积 Area of entrance/cm ²	4	-0.767	2.503	0.094	1	0.759
距门距离 Distance to gate/m	5	0.426	0.737	0.334	1	0.563
日照时长 Sunshine duration/h	6	-0.936	1.317	0.505	1	0.477
巢址高 Nest height to ground	7	-2.059	2.283	0.813	1	0.367
距路距离 Distance to path/m	8	-2.274	2.298	0.979	1	0.322
巢口距巢中心的距离 Distance from entrance to nest center/cm	9	2.431	2.010	1.462	1	0.227
巢址类型 Type of nest-site	10	-3.445	3.780	0.831	1	0.362
巢口最大宽度 Maximum nest entrance width/cm	11	5.560	5.572	0.996	1	0.318
巢距顶的距离 Distance to roof/m		1.445	0.727	3.950	1	0.047 *
巢向 Direction of nest/(°)		1.094	0.624	3.077	1	0.079
巢口最大高度 Maximum nest entrance height/cm		1.493	0.739	4.084	1	0.043 *
常量 Constant		-1.002	0.536	3.492	1	0.062

B: 回归系数; S.E.: 标准误 Standard error; df: 自由度 Degree freedom; Sig.: 显著性 Significance; *: $P < 0.05$, 差异显著

2.4 巢址特征对北红尾鸲繁殖成功率的影响

对 29 巢繁殖成功巢的各个巢址特征与繁殖成功率进行多元线性回归分析 (Multiple linear regression), 由表 5 可以看出: 巢上方盖度进入模型并达到极显著水平 ($F_{29} = 8.311$, $P = 0.009$), 繁殖成功率与其呈极显著正相关; 其他巢址因子对繁殖成功率没有显著影响。

表 5 使用多元线性回归模型分析影响北红尾鸲繁殖成功率的巢址因素

Table 5 Factors affecting on reproductive success of *Phoenicurus aureus* analysed with Multiple linear regression

参数 Parameters	B	S.E.	T 检验 T-Test	显著性 Sig.
巢址类型 Type of nest-site	-0.128	0.032	-0.669	0.511
巢址高 Nest height to ground/m	-0.158	0.148	-0.826	0.419
巢开阔度 Nest openness/%	-0.128	0.042	-0.668	0.512
巢距顶的距离 Distance to roof/m	0.308	0.053	1.636	0.118
巢向 Direction of nest/(°)	-0.112	0.058	-0.578	0.57
巢距路的距离 Distance to path/m	-0.041	0.074	-0.214	0.833
距门的距离 Distance to gate/m	0.083	0.054	0.433	0.670
巢口最大高度 Maximum nest entrance height/cm	0.062	0.064	0.313	0.757
巢口最大宽度 Maximum nest entrance width/cm	0.048	0.111	0.249	0.806
巢口面积 Area of entrance/cm ²	0.187	0.061	0.978	0.340
巢口距巢中心点的距离 Distance from entrance to nest center/cm	0.053	0.193	0.275	0.786
巢可见度 Nest visibility by observer	0.038	0.052	0.197	0.846
日照时长 Sunshine duration/h	0.019	0.077	-0.099	0.922
巢上方盖度 Coverage of nest/%	0.017	0.037	2.883	0.009 **
常量 Constant	0.022	0.389	0.057	0.956

巢上方盖度 Coverage of nest (%) 进入模型; * * : $P < 0.01$

3 讨论

3.1 北红尾鸲巢址类型

自然条件下北红尾鸲多选择岩石石缝或树洞、树根下营巢^[16,18], 而在伴人条件下多营巢于以人类建筑为基础的缝隙、洞穴或柴草垛等地^[15]。研究地村庄房屋多以石块或空心砖为基础材料, 孔洞较多, 为北红尾鸲提供了丰富的潜在巢址资源; 而在研究地特有的电表箱结构筑巢为本研究首次发现, 这也是北红尾鸲对人类活动进一步适应的结果。

3.2 巢址选择的影响因素

主成分分析结果显示, 巢口特征、巢空间位置、光照、人为干扰及巢的隐蔽性与安全性是影响北红尾鸲巢址选择主要因子。其中巢口的特征对北红尾鸲巢址选择影响最大, 因为适合大小的巢口既能限制巢捕食者的进入^[19], 也有助于维持巢内的温度恒定, 利于孵卵和育雏^[20]。此外, 巢空间位置因子也是影响北红尾鸲巢址选择的重要因子, 适当的空间位置可以降低与天敌的接触, 进而减少子代被捕食机会^[21]。筑巢太高或太低对北红尾鸲都是不利的, 太高易被鸟类天敌发现, 而太低又容易被兽类天敌捕食^[22]。影响北红尾鸲巢址选择的因子还有光照因子, 巢向和光照时长影响巢中光照的质量与时间, 充足的光照有助于保持巢中的温度和湿度, 对卵和雏鸟的发育至关重要^[23]。人为干扰因子在很多鸟类巢址选择中占重要地位, 适应人类活动的鸟类例如红尾伯劳^[24]、树麻雀^[25]会根据环境的人为干扰强度调整筑巢位点, 北红尾鸲筑巢于建筑物, 距人常活动的门及路距离较大, 巢可见度低等特点都是适应人类活动的具体表现形式。巢址的隐蔽性与安全性也影响了北红尾鸲巢址选择, 繁殖巢是容纳卵与雏鸟的场所, 巢口距巢中心的距离是卵和雏鸟与外部的安全距离^[26], 而巢的隐蔽性也在鸟类躲避风险并最终繁殖成功起到很关键的作用^[27]。

3.3 影响繁殖成功与失败的巢址因素

研究发现,繁殖成功巢的巢口更小,巢距顶距离更近。本研究中繁殖巢失败原因多为巢捕食,而通过走访调查并辅以痕迹分析后确定其主要捕食者为家猫和儿童,安文山等在研究后同样发现家猫和儿童是北红尾鸫繁殖过程中的重要捕食者^[28]。更小的巢口能更有效防止家猫的破坏,从而降低被捕食的风险。而筑巢偏向接近顶部,也能降低被儿童和家猫破坏的风险。另外,研究地北红尾鸫繁殖期集中在4、5月份,此时气温仍较低,且昼夜温差大,因此较小的巢口更有利于巢内部环境温度稳定,从而保证胚胎和雏鸟的生长发育^[29]。

3.4 影响繁殖成功率的巢址因子

北红尾鸫繁殖成功率与巢上方盖度呈极显著正相关关系,即巢上方盖度越高繁殖成功率越高,这一结论与灌丛鸟类的相关研究结果相符,鸟类会在灌丛较密的区域筑巢,通过增加巢的盖度增加巢的隐蔽性,从而提高巢的安全性^[30]。北红尾鸫多筑巢于建筑物的缝隙中,巢中环境比较稳定,而高盖度的巢不仅有更高的隐蔽性,另外还能更好的降低降雨带来的危害,使得繁殖成功率提高。

综上所述,北红尾鸫偏爱筑巢于村庄建筑物中的缝隙,巢距离人类活动地点较近,隐蔽性较好,四周及上方皆有遮挡,巢向偏南且巢口较小。此外开口的高度较小,巢距顶距离较近且盖度较高的巢更易繁殖成功。

致谢:感谢辽宁仙人洞国家级自然保护区对野外工作的支持和协助。

参考文献 (References):

- [1] Nilsson S G. The Evolution of Nest-Site Selection among Hole-Nesting Birds: The Importance of Nest Predation and Competition. *Ornis Scandinavica*, 1984, 15(3): 167-175.
- [2] Burke D M, Nol E. Influence of food abundance, nest-site habitat, and forest fragmentation on breeding ovenbirds. *The Auk: Ornithological Advances*, 1998, 115(1): 96-104.
- [3] Kesler D C, Haig S M. Microclimate and nest-site selection in Micronesian Kingfishers. *Pacific Science*, 2005, 59(4): 499-508.
- [4] Haynes T B, Schmutz J A, Lindberg M S, Rosenberger A E. Risk of predation and weather events affect nest site selection by sympatric pacific (*Gavia pacifica*) and Yellow-billed (*Gavia adamsii*) loons in arctic habitats. *Waterbirds*, 2014, 37(sp1): 16-25.
- [5] Wysocki D. Nest site selection in the urban population of blackbirds *Turdus merula* of Szczecin (NW Poland). *Acta Ornithologica*, 2014, 40(1): 61-69.
- [6] Rands M R W. The Effect of Nest Site Selection on Nest Predation in Grey Partridge *Perdix perdix* and Red-Legged Partridge *Alectoris rufa*. *Ornis Scandinavica*, 1988, 19(1): 35-40.
- [7] Roth R R, Johnson R K. Long-term dynamics of a Wood Thrush population breeding in a forest fragment. *The Auk*, 1993, 110(1): 37-48.
- [8] Murray L D, Best L B. Nest-site selection and reproductive success of Common Yellowthroats in managed Iowa grasslands. *The Condor: Ornithological Applications*, 2014, 116(1): 74-83.
- [9] 施丽敏, 刘迺发, 丁未, 赵青山, 房峰杰, 包新康. 荒漠伯劳巢址选择和繁殖成功. *动物学杂志*, 2012, 47(6): 7-13.
- [10] Bourgeois K, Vidal É. Yelkouan shearwater nest-cavity selection and breeding success. *Comptes Rendus Biologies*, 2007, 330(3): 205-214.
- [11] Liang W, Yang C C, Wang L W, Møller A P. Avoiding parasitism by breeding indoors: cuckoo parasitism of hirundines and rejection of eggs. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 2013, 67(6): 913-918.
- [12] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录(第三版). 北京: 科学出版社, 2017.
- [13] 邱英杰, 张凤江, 田华森. 辽宁的鸟类资源. *辽宁林业科技*, 2006, (6): 14-21.
- [14] 胡思玉, 陈福杰, 徐建. 北红尾鸫的繁殖行为及胚胎发育观察初报. *贵州畜牧兽医*, 2004, 28(5): 22-23.
- [15] 张青霞, 薛之东, 茹李军. 北红尾鸫的繁殖习性观察. *太原师范学院学报: 自然科学版*, 2005, 4(1): 86-88.
- [16] 朴忠万, 金志民, 杨春文, 刘铸, 李殿伟. 北红尾鸫繁殖习性观察. *安徽农业科学*, 2010, 38(9): 4614-4615.
- [17] Moskát C, Honza M. Effect of nest and nest site characteristics on the risk of cuckoo *Cuculus canorus* parasitism in the great reed warbler *Acrocephalus arundinaceus*. *Ecography*, 2000, 23(3): 335-341.
- [18] 吴逸群. 北红尾鸫的繁殖生物学研究. *甘肃林业科技*, 2010, 35(1): 69-70.
- [19] 张雷, 李东来, 马锐强, 奚长海, 万冬梅. 人工巢箱繁殖鸟类主要巢捕食者及其影响因素. *生态学报*, 2014, 34(5): 1235-1243.
- [20] 韩联宪, 程闯, 吴忠荣, 匡中帆. 栗喉蜂虎营巢行为与巢洞特征. *西南林业大学学报*, 2012, 32(6): 73-77.
- [21] Velando A, Freire J. How general is the central-periphery distribution among seabird colonies? Nest spatial pattern in the European Shag. *The*

- Condor; Ornithological Applications, 2001, 103(3): 544-554.
- [22] Lima S L, Dill L M. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, 1990, 68(4): 619-640.
- [23] 曹长雷, 高玮, 由玉岩, 王继龙, 周彤, 邓秋香. 人工巢箱条件下白眉姬鹀的繁殖习性和巢址选择. *生态学杂志*, 2010, 29(6): 1193-1197.
- [24] 徐纯柱, 郭自荣. 红尾伯劳适应性巢址选择研究. *东北农业大学学报*, 2011, 42(8): 117-122.
- [25] 张淑萍, 郑光美, 徐基良. 城市化对城市麻雀栖息地利用的影响: 以北京市为例. *生物多样性*, 2006, 14(5): 372-381.
- [26] Bueno-Enciso J, Ferrer E S, Barrientos R, Sanz J J. Effect of nestbox type on the breeding performance of two secondary hole-nesting passerines. *Journal of Ornithology*, 2016, 157(3): 759-772.
- [27] Capdevila J, Puigcerver M, López S, Pérez-Masdeu E, García-Galea E, Rodríguez-Teijeiro J D. The role of nest-site selection and cereal production in differential nest predation in Common Quail *Coturnix coturnix* and hybrid quail *C. coturnix* × *C. japonica*. *IBIS*, 2016, 158(4): 784-795.
- [28] 安文山, 薛杰森, 薛林旺, 杜顺庆. 北红尾鹑的繁殖习性. *动物学杂志*, 1997, 32(3): 30-34.
- [29] White F N, Kinney J L. Avian incubation. *Science*, 1974, 186(4159): 107-115.
- [30] Hosseini-Moosavi S M, Barati A, Hemami M R, Karimpour R. Nest-site selection and breeding success of the semi-desert bird, Grey Hypocolius *Hypocolius ampelinus*, in relation to plant structure of *Ziziphus nummularia*. *Avian Biology Research*, 2017, 10(3): 181-189.