

# 四川南充市区红头长尾山雀的巢址选择、繁殖习性与帮手行为

郭贵云<sup>①</sup> 周友兵<sup>①②</sup> 张君<sup>①\*</sup> 汤宽均<sup>③</sup> 郑锋<sup>④</sup> 敬晓晶<sup>⑤</sup>

(<sup>①</sup>西华师范大学珍稀动植物研究所 四川南充 637002; <sup>②</sup>中国科学院西双版纳植物园 昆明 650223;

<sup>③</sup>重庆市涪陵实验中学 重庆 408000; <sup>④</sup>四川省平昌中学 四川巴中 636400; <sup>⑤</sup>四川省宜宾市第三中学 四川宜宾 644000)

**摘要:** 2003年3月~2004年5月在四川省南充市区的校园和公园内对红头长尾山雀(*Aegithalos concinnus*)的繁殖生态进行了研究。结果表明,红头长尾山雀在2月上旬开始求偶、配对。2月中旬开始营巢,巢多筑于圆柏、凤尾竹等上,营巢期10~11 d,影响巢址选择主要因素6种。3月初产卵,窝卵数(5.17±0.41)枚;轮流昼夜孵卵,孵卵期为14~15 d;育雏高峰期每日9:00~10:00、16:00~17:00时,育雏期为14 d。从孵卵开始到育雏结束,其中3个巢均有一个帮手,与生殖鸟轮流孵卵和育雏。

**关键词:** 红头长尾山雀;巢址选择;繁殖习性;帮手行为

**中图分类号:** Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2006)06-29-07

## Nest-site Selection, Breeding Ecology and Helper Behavior of *Aegithalos concinnus* in Northeastern Sichuan, China

GUO Gui-Yun<sup>①</sup> ZHOU You-Bing<sup>①②</sup> ZHANG Jun<sup>①</sup> TANG Kuan-Jun<sup>③</sup>  
ZHENG Feng<sup>④</sup> JING Xiao-Jing<sup>⑤</sup>

(<sup>①</sup> Institute of Rare Animal and Plants, China West Normal University, Nanchong Sichuan 637002;

<sup>②</sup> Xishaungbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223;

<sup>③</sup> Fuling Experimental Middle School, Chongqing 010022;

<sup>④</sup> Pingchang Middle School, Bazhong Sichuan 636400; <sup>⑤</sup> Yibin Three Middle School, Yibin Sichuan 644000, China)

**Abstract:** The nest-site selection, breeding ecology and helper behavior of *Aegithalos concinnus* were studied in northeastern Sichuan from March, 2003 to May, 2004. The results showed that *A. concinnus* began breeding in early March. The male and female nested together and the nest construction period was 10–11 days. There were 6 factors that affected nest-site selection. The clutch size was 5.17±0.41 eggs. Both female and male took part in incubation for 14 to 15 days. Nestlings were fed by parental birds for 14 days and the peaks of brooding appear at 9:00–10:00 and 16:00–17:00. During incubation and raising, there was a helper in three nest taking part in incubation and raising.

**Key words:** *Aegithalos concinnus*; Nest-site selection; Breeding ecology; Helper behavior

红头长尾山雀(*Aegithalos concinnus*)是一种常见并广布于东南亚的农林益鸟<sup>[1-3]</sup>。在我国是遍布于中南部的留鸟<sup>[2-5]</sup>,世界共有6个亚种<sup>[1,6]</sup>,我国国内分布有3个亚种:指名亚种(*A. c. concinnus*)、云南亚种(*A. c. talifuensis*)、西藏亚种(*A. c. irealaei*)<sup>[3-6]</sup>。四川南充分布的

是指名亚种,留鸟<sup>[7]</sup>。红头长尾山雀主要栖息

基金项目 四川省重点学科建设项目(No. SZD0420);

\* 通讯作者, E-mail: jun962@126.com;

第一作者介绍 郭贵云,男,中学教师;主要从事中学生物学教学与动物生态学方面的研究; E-mail: guoguyun@tom.com.

收稿日期:2006-03-20,修回日期:2006-09-14

于山地森林和灌木林间,以及公园、校园等人类居住地附近的小森林里,常十余只或数十只成群活动,主要以鞘翅目和鳞翅目等昆虫为食,对当地植物的保护有重要意义<sup>[2-5,8]</sup>。对其繁殖生态学在少量文献中略有描述<sup>[2-5,9]</sup>。周立志在安徽合肥紫蓬山区对其繁殖习性进行了系统研究<sup>[10]</sup>,但在城市环境下的研究还未见报道。笔者于2004年2~5月在四川省南充市区内的公园和校园对其繁殖生态进行了研究,以期为该食虫益鸟的保护提供基础生物学资料。

## 1 研究区域与方法

**1.1 自然概况** 研究区域选在四川南充的西南师范大学、西南石油学院、北湖公园、玉屏公园(下简称西师大、油院、北湖、玉屏)及市郊。详细资料参见文献<sup>[11,14]</sup>。

**1.2 研究方法** 2003年3月~2004年5月采用焦点取样法(focal animal sampling)(观察记录一个巢的红头长尾山雀在巢周及巢附近的某一特定时间内所发生的行为)和完全记录法<sup>[12,13]</sup>(all-occurrence recording)(在一个特定观察期内记录红头长尾山雀的某一特征行为系列发生的全过程)对红头长尾山雀繁殖生态进行系统研究。从2月起,每周用望远镜把样地调查一遍,由于红头长尾山雀营巢较为隐蔽,且巢多筑在较低的乔木上和灌丛中(2~7 m),每次调查样地时,先用望远镜查看较高的树上是否有巢,然后对较低的树或灌丛认真搜寻一遍。如果发现巢,再用望远镜确认是否有红头长尾山雀出入。此外,在样地调查期间,如果发现衔小树枝、草或细编织带的红头长尾山雀,则进行跟踪,尽量找到其营巢点。对于发现的巢,则连续跟踪观察,隔两天全天观察,每天的观察时间是6:00~19:00时。将巢内出现首卵定为该巢进入产卵期,巢内孵出首雏定为进入育雏期,雏鸟飞出巢区不再归巢定为育雏期结束<sup>[14]</sup>。

巢生境选择以巢址为中心5 m × 5 m样方调查。调查营巢树种、营巢树高、巢向、巢位高度、巢上和巢下郁闭度、乔木数量、种类、平均高度、人为活动、同种及异种个体巢数等可能影响

红头长尾山雀巢址选择的参数共19个。其中,人为活动分3个等级:高(根据全天观察计算,巢下白天平均每分钟10人以上活动)、中(5~10人)、低(<5人);巢向指巢在营巢树上方向<sup>[14]</sup>。数据用SPSS 11.0统计软件分析处理。通过主成分分析(principal component analysis)确定红头长尾山雀对巢生境选择的主要因素。文中数据用 $\bar{X} \pm SD$ 表示。

## 2 结果与讨论

**2.1 巢生境选择和营巢行为** 初春季节,红头长尾山雀常十余只或数十只成群活动,性活泼,不停在灌丛或乔木间跳跃或飞翔觅食,一边取食一边鸣叫,叫声低弱。自2月上旬集群变小,开始出现求偶、配对和选巢行为,比紫蓬山区的繁殖时间早<sup>[10]</sup>,这可能是由于所研究的区域2月份温度较紫蓬山区高。主要选择在1~5 m高的小乔木或灌丛中上部营巢,此处郁闭度高、隐蔽性好,与周立志的观察结果相似<sup>[10]</sup>。巢址选定后即开始筑巢,样地首见2月14日营巢。据4巢观察,营巢期为10~11 d。雌雄共同衔材筑巢,就地取材。筑巢时,红头长尾山雀一般先就地捡一些废旧编织带(如破旧的化肥袋)、细草等搭建巢的主体框架,后在外层附着苔藓,最后内垫大量羽毛。衔材的日高峰在上午8:00时,日衔材次数 $57.25 \pm 51.03$  ( $n = 12$ ) (图1)。在营巢后期双亲开始夜宿巢中。巢呈椭球形,结构复杂、精细。巢材由外到内依次为苔藓、棉球、编织带、细草、羽毛等。巢口一般侧开,仅一个巢的口开于顶部。11个巢的数据测量为外径 $(9.60 \pm 1.87)$  cm ×  $(8.1 \pm 0.83)$  cm,内径 $(5.5 \pm 0.40)$  cm ×  $(4.63 \pm 0.36)$  cm,高 $(11.97 \pm 1.40)$  cm,深 $(7.53 \pm 1.04)$  cm,巢口径 $(3.16 \pm 0.19)$  cm ×  $(2.48 \pm 0.50)$  cm。巢材的组成与紫蓬山区的类似,但巢比紫蓬山区的小<sup>[10]</sup>。

共调查了18个巢址样方,其中西师大10个,玉屏4个,油院和北湖各2个。对18个参数(由于样方没有发现有同种鸟筑巢的情况,所以在做主成分分析时剔除了此变量)的主成分分析表明,前6个主成分特征值均大于1,累积

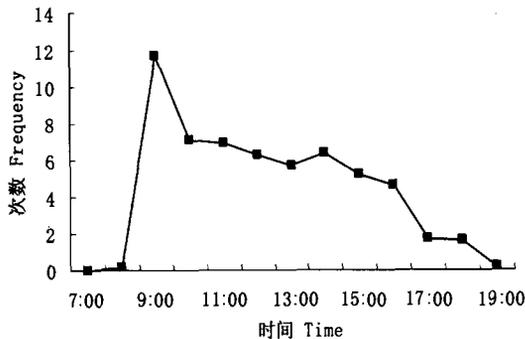


图 1 红头长尾山雀筑巢衔材频次

Fig.1 Frequency of taking nest-material by *A. concinnus*

贡献率达81.66%,说明前6个主成分基本包含了18个参数的总信息量。提取前6个主成分并计算各变量特征向量(表1)。

表 1 红头长尾山雀巢址选择各主成分的特征值

Table 1 The initial eigenvalues of the component of the choices of nestling habitat of *Aegithalos concinnus*

主成分 Component	特征值 Eigenvalue	贡献率(%) Ratio of variance	累积贡献率(%) Accumulative ratio of contribution
1	4.258	23.657	23.657
2	3.977	22.095	45.752
3	2.654	14.745	60.497
4	1.527	8.484	68.981
5	1.179	6.548	75.529
6	1.104	6.131	81.660
7	0.834	4.634	86.294
8	0.737	4.093	90.387
9	0.582	3.231	93.618
10	0.346	1.920	95.538
11	0.319	1.774	97.312
12	0.223	1.237	98.549
13	0.191	1.059	99.608
14	0.035	0.193	99.801
15	0.022	0.125	99.926
16	0.011	0.072	99.998
17	0.002	0.002	100.000
18	1.590E-16	8.884E-16	100.000

由表2和3知。第一主成分中,营巢树高与胸径、巢向和巢位高度,反映了红头长尾山雀对巢光照的要求,定为光照因子。第二主成分中,草本植物种类、距水源距离的相关系数明显偏高,反映了水源距离和巢材条件,将其定为水源和巢材因子。第三主成分中,相关系数较高

的是乔木的数量和种类,反映了上层的食物条件,将其定为上层食物因子。第四主成分中,相关系数较高的是巢上和巢下郁闭度、异种个体巢数,反映了巢周的郁闭条件及与异种间的竞争,定为郁闭度与种间竞争因子。第五主成分中,灌木数量和多度的相关系数较高,反映了下层食物条件,定为下层食物因子。第六主成分中,盖度相关系数偏高,反映了红头长尾山雀对营巢区盖度的选择,定为盖度因子。

表3中营巢树以圆柏(7次)为主,其次为凤尾竹(3次)、棕竹(2次)、罗汉松(2次)、香樟、小叶榕、桢楠和黄葛树各1次。人为活动高为4次,中为8次,低为6次。巢向是指巢在树冠的方位,以东(7次)和上(5次)为主,其次是东南(2次)、北(2次),南、西北较少,仅为1次。

**2.2 产卵和孵卵** 红头长尾山雀巢营造完成即开始产卵,每天产一枚卵,时间在早晨8时左右,样地内进入产卵期最早见于3月5日,比紫蓬山区的早近一个月<sup>[10]</sup>。卵为长圆球形,白色,略带砂土红色,卵重 $(0.70 \pm 0.05)$  g,大小为 $(13.63 \pm 9.24)$  mm  $\times$   $(10.39 \pm 0.69)$  mm ( $n = 7$ ),卵较紫蓬山区的小<sup>[10]</sup>。窝卵数为 $(5.17 \pm 0.41)$  ( $n = 6$ ),比紫蓬山区的少一枚左右,产卵期仍见亲鸟有衔羽毛补巢材行为。

产满窝后开始孵卵,雌雄亲鸟昼夜轮流孵卵。当一亲鸟飞回时,停在巢旁的树或电线上鸣叫,巢内也鸣叫响应,等巢内亲鸟出巢之后,巢外的亲鸟入巢,即完成交换。夜间亲鸟均要归巢。孵卵期为14~15 d,比紫蓬山区的短<sup>[10]</sup>。

**2.3 育雏及雏鸟行为** 雌雄鸟共同育雏,雏鸟孵出后亲鸟即开始衔食育雏。育雏初期(1~5日龄),至少有一只亲鸟巢内暖雏;5日后亲鸟共同外出觅食,归巢育雏。育雏从6:00~19:00时,日高峰在9:00~10:00、16:00~17:00时(图2),日育雏次数 $(100.25 \pm 36.94)$  ( $n = 8$ )(图3),每次育雏时巢内停留时间为 $(12.15 \pm 5.05)$  s ( $n = 408$ ),两次育雏间的时间间隔 $(528.81 \pm 403.91)$  s ( $n = 139$ )。育雏期14 d,比紫蓬山区的短<sup>[10]</sup>。

育雏期间,雏鸟排出的粪便由喂食后的亲

表 2 红头长尾山雀巢址选择参数特征向量的转置矩阵

Table 2 The rotated component matrix the choices of nesting habitat of *Aegithalos concinnus*

变量 Variable	第一特征向量 No. 1	第二特征向量 No. 2	第三特征向量 No. 3	第四特征向量 No. 4	第五特征向量 No. 5	第 6 特征向量 No. 6
营巢树种 Nest tree species	-0.183	-0.091	-0.333	-0.723	0.259	0.094
营巢树高(m) Height of nest tree	0.795	0.074	0.352	-0.053	-0.008	0.242
营巢树胸径(cm) Diameter of nest	0.839	-0.167	-0.024	-0.223	-0.2	-0.288
巢向 Orientation of nest	-0.844	-0.041	0.085	-0.391	-0.071	-0.087
巢位高度(m) Height of nest in the tree	0.765	-0.135	0.428	-0.024	-0.072	-0.017
巢上郁闭度(%) Canopy cover above nest	-0.491	0.252	0.090	0.655	-0.219	-0.253
巢下郁闭度(%) Canopy cover under nest	-0.069	0.292	-0.081	0.754	0.115	-0.079
乔木数量 Number of arbor	0.008	0.399	0.811	0.138	-0.143	-0.144
乔木种类 Species of arbor	0.282	0.103	0.914	0.116	-0.058	0.082
乔木平均高度(m) Average height of arbor	0.140	-0.358	0.073	0.221	0.046	-0.029
灌木数量 Number of shrub	-0.094	0.083	-0.272	-0.137	0.849	0.259
灌木多度(种) Species of shrub	-0.014	0.318	0.035	-0.013	0.895	-0.015
灌木平均高度(m) Average height of shrub	-0.09	0.533	0.268	0.194	0.430	-0.525
草本植物种类 Species of herb	-0.188	0.834	-0.103	0.196	0.160	0.187
盖度(%) Coverage of undergrowth	-0.11	0.303	0.007	0.027	0.300	0.791
人为活动程度 Human disturbance	0.024	0.457	0.093	0.399	0.442	0.280
距水源距离(m) Distance to water resources	0.027	-0.872	-0.134	0.113	-0.255	-0.073
异种个体巢数 Number of other bird nest	0.065	0.253	0.076	0.694	0.041	0.233

鸟衔走。亲鸟入巢十分警惕,每次衔食回巢,先停在巢旁的树或电线上,观望、鸣叫、往返飞入巢。红头长尾山雀具有强烈的护雏行为。当人接近巢时,亲鸟在附近惊叫,甚至招来附近的同伴共同御敌,直到人离开后才停息,此与周立志的观察结果相似<sup>[10]</sup>。

在 14 日龄,亲鸟引诱雏鸟出巢,时间在 10:00 时以前,由亲鸟带领在巢附近活动,常常挤

在一个树枝上,相互取暖,亲鸟继续喂食。2 d 后远离巢区,结小群活动。

**2.4 帮手行为** 在全天跟踪观察的 6 个巢中,共发现有 3 个巢(2 号、4 号和 5 号)出现了 3 个成鸟,并且 3 个鸟都参与孵卵、育雏、警戒等繁殖行为,此现象说明了红头长尾山雀繁殖期内帮手(helper)的存在。以往的研究并没有发现红头长尾山雀的繁殖中存在帮手行为<sup>[10]</sup>,而在

表 3 红头长尾山雀巢址选择的主成分分类与命名

Table 3 The characters of the major components determining nest-site selection of *Aegithalos concinnus*

主成分 Component	参数 Variable	平均值 Average	命名 Name of factor	贡献率(%) Ratio of contribution
1	营巢树高(m) Height of nest tree	4.867 ± 1.052	光照因子 Light factor	23.657
	营巢树胸径(cm) Diameter of nest tree	9.806 ± 6.148		
	巢向 Orientation of nest	-		
	巢位高度(m) Height of nest in the tree	3.767 ± 1.248		
2	草本植物种类 Species of herb	5.444 ± 2.526	水源与巢材因子 Factor of water resource and nestmaterial	22.095
	距水源距离(m) Distance to water resources	81.667 ± 83.947		
3	乔木数量 Number of arbor	1.833 ± 1.823	上层食物因子 Factor of food	14.745
	乔木种类 Species of arbor	0.833 ± 0.618		
4	营巢树种 Nest tree species	3.389 ± 2.704	郁闭度与种间竞争因子 Factor of canopy cover and comptition with other breeding bird	8.484
	巢上郁闭度(%) Canopy cover above nest	57.500 ± 24.689		
	巢下郁闭度(%) Canopy cover under nest	23.833 ± 15.275		
	异种个体巢数 Number of other bird nest	0.444 ± 0.784		
5	灌木数量 Number of shrub	5.722 ± 9.560	中层食物因子 Facotry of food	6.548
	灌木多度(种) Species of shrub	0.889 ± 1.023		
6	盖度(%) Coverage of undergrowth	51.389 ± 35.139	盖度因子 Coverage factor	6.131

其亲缘种银喉长尾山雀(*A. caudatus*)的繁殖中存在,并且研究较多<sup>[15-22]</sup>。红头长尾山雀孵卵时,帮手主要与亲鸟交换,轮流孵卵。在育雏期间,帮手衔食,帮助亲鸟参与喂食。帮手行为的存在,保证了整个孵卵和育雏期巢内至少一只亲鸟,这保障孵化和雏鸟发育过程中所需能量,为其繁殖提供了充足的食物和安全保障,有利于提高繁殖成功率和整个种群的适合度<sup>[14,20,22,23]</sup>。红头长尾山雀的帮手参与孵卵和育雏,可能是与巢被毁掉,失去配偶,或没有生殖能力,或未找到配偶,或是亚成年的个体有关<sup>[16,19,22-26]</sup>。帮手鸟通过为生殖鸟提供帮助能够获得遗传上的某些好处,提高其繁殖成功率,同时也获得生殖经验,增加存活机会<sup>[15,19,22-26]</sup>。

这些方面尚需进一步深入的标记研究。

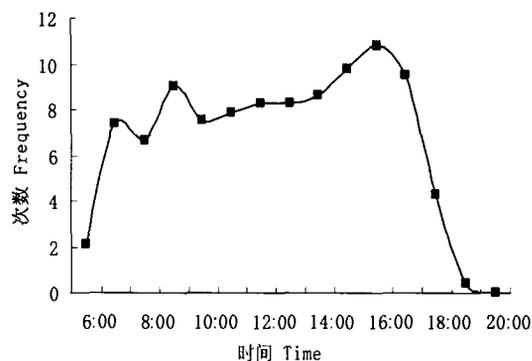


图 2 红头长尾山雀的日育雏高峰  
Fig.2 The peaks of raising of  
*A. concinnus* in each day

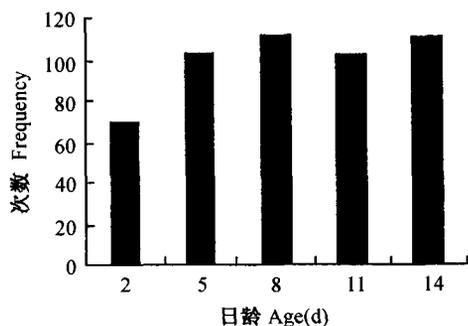


图3 红头长尾山雀的育雏次数

Fig.3 Frequency of raising of *A. concinnus*

**2.5 人为干扰和巢址选择对红头长尾山雀繁殖成功率的影响** 在西华师范大学内连续全天跟踪观察的6个巢,只有④号巢繁殖成功,也仅出巢2只幼鸟。该巢共产6枚卵,幼鸟出巢后仍然有一枚未孵化的卵,孵化率很低,可能与观察者的长期观察有关;①号巢在筑巢完成后弃巢,弃巢原因不清楚;②号巢在雏鸟13日龄时连续下雨被冻死,次日亲鸟弃巢,这主要是由于剪掉部分巢上树枝,郁闭度降低造成的,应为人为干扰造成其繁殖不成功,因为观察者多次触动干扰;③号巢因在孵卵期测量卵径不慎破损一枚而导致其弃巢;⑤号巢在孵卵期间因测量卵导致其弃巢;⑥号巢在筑巢期间弃巢,弃巢原因不清楚。在玉屏公园见到3个巢,但由于发现时正处在育雏期,所以没有进行全天跟踪观察,因而观察者的干扰就非常小,3个巢有2巢繁殖成功,卵均全部孵化,雏鸟各5只全部出巢。本研究中,红头长尾山雀的繁殖成功率较紫蓬山区的低<sup>[10]</sup>,这主要是人为干扰过高的原因。

**致谢** 承蒙西华师范大学珍稀动植物研究所胡锦鑫教授、余志伟教授、李操副教授给与指导和帮助,特此致谢!

### 参 考 文 献

- [1] BirdLife International. Threatened Birds of the World 2004. BirdLife International, Cambridge, U. K. 2004.  
[2] 赵正阶. 中国鸟类志 第I卷 雀形目. 长春: 吉林科学技

术出版社, 2001, 715 ~ 716.

- [3] 李桂垣, 郑宝贵, 刘光佐. 中国动物志 鸟纲第十三卷 雀形目. 北京: 科学出版社, 1982, 56 ~ 57.  
[4] 郑作新. 中国经济动物志 鸟类. 北京: 科学出版社, 1966, 570 ~ 572.  
[5] 李桂垣. 四川资源动物志 第三卷 鸟类. 成都: 四川科学技术出版社, 1985, 294 ~ 295.  
[6] 郑作新. 中国鸟类系统检索. 北京: 科学出版社, 2002, 268 ~ 273.  
[7] 邓其祥, 胡锦涛, 余志伟. 南充地区鸟类调查报告. 南充师范学院学报(自然科学版), 1980, (2): 46 ~ 88.  
[8] 朱曦, 唐陆法, 宣子灿. 浙江省食虫鸟类食性分析. 动物学杂志, 1999, 34(3): 18 ~ 25.  
[9] 吴至康等. 贵州鸟类志. 贵阳: 贵州人民出版社, 1986.  
[10] 周立志, 王岐山, 宋榆均. 红头长尾山雀繁殖生态的研究. 生态学杂志, 2003, 22(2): 24 ~ 27.  
[11] 周友兵, 张璟霞, 李红等. 珠颈斑鸠繁殖期占据领域鸣唱行为. 动物学研究, 2004, 25(2): 153 ~ 157.  
[12] Lehne P N. Handbook of Ethological Methods. New York & London: Garland STPM Press, 1976, 117 ~ 118, 217 ~ 219.  
[13] 徐宏发, 张恩迪. 野生动物保护原理及管理技术. 上海: 华东师范大学出版社, 1998, 66 ~ 68.  
[14] 周友兵, 张璟霞, 张君等. 南充市区火斑鸠的繁殖生态. 动物学杂志, 2004, 39(4): 16 ~ 21.  
[15] Sharp S, McGowan A, Wood M J, et al. Learned kin recognition cues in a social bird. *Nature*, 2005, 434: 1127 ~ 1130.  
[16] Hatchwell B J, Russell A F, Fowlie M K, et al. Reproductive success and nest-site selection in a cooperative breeder: effect of experience and a direct benefit of helping. *Auk*, 1999, 116: 355 ~ 363.  
[17] Hatchwell B J, Ross D J, Fowlie M K, et al. Kin discrimination in cooperatively breeding long-tailed tits. *Proc R Soc Lond. B*, 2001, 268: 885 ~ 890.  
[18] Hatchwell B J, Ross D J, Chaline N, et al. Parentage in cooperatively breeding long-tailed tits. *Anim Behav*, 2002, 64: 55 ~ 63.  
[19] Hatchwell B J, Russell A F, MacColl A D C, et al. Helpers increase long-term but not short-term productivity in cooperatively breeding long-tailed tits. *Behav Ecol*, 2004, 15: 1 ~ 10.  
[20] McGowan A, Hatchwell B J, Woodburn R J W. The effect of helping behaviour on the survival of juvenile and adult long-tailed tits *Aegithalos caudatus*. *J Anim Ecol*, 2003, 72(3): 491 ~ 499.  
[21] MacColl A D C, Hatchwell B J. Sharing of caring: nestling provisioning behaviour of long-tailed tit (*Aegithalos caudatus*)

- parents and helpers. *Anim Behav*, 2003, **66**:955 ~ 964.
- [22] MacColl A D C, Hatchwell B J. Determinants of lifetime fitness in a cooperative breeder, the long-tailed tit *Aegithalos caudatus*. *J Anim Ecol*, 2004, **73**(6):1 137 ~ 1 148.
- [23] Komdeur J, Hatchwell B J. Kin recognition: function and mechanism in avian societies. *Trends Ecol Evol*, 1999, **14**: 237 ~ 241.
- [24] Hatchwell B J, Russell A F, Ross D J, et al. Divorce in cooperatively breeding long-tailed tits: a consequence of inbreeding avoidance? *Proc R Soc Lond B*, 2000, **267**: 813 ~ 819.
- [25] Hatchwell B J, Anderson C, Ross D J, et al. Social organization of cooperatively breeding long-tailed tits: kinship and spatial dynamics. *J Anim Ecol*, 2001, **70**: 820 ~ 830.
- [26] 尚玉昌. 行为生态学. 北京: 北京大学出版社, 1998, 111 ~ 140.

(上接第 13 页)

**参考文献** 应列出与本文直接有关的中外文主要文献,未公开发表的文献可作脚注处理。本刊文献的著录格式采用顺序编码制,即以文献在文中出现的先后顺序连续编码,加方括号标注在文中引用处,文后文献表的文献要与文中一致,并按文中的顺序排列,多名作者须在列出前三名作者后加“等”。具体格式要求为:

①期刊:作者.题名.刊名(外文刊用斜体),出版年,卷(期)号:起止页码.示例:

- [1] 郑光美.黄腹角雉.动物学杂志,1987, **22**(5): 40 ~ 43.
- [2] Wu P, Zhou K Y. General condition of systematics study on Tesudines. *Chinese Journal of Zoology*, 1998, **33**(6): 38 ~ 45.
- ②专著:作者.书名.版本(第一版不标注).出版地:出版者,出版年.起止页码.示例:
- [3] 孙儒泳编著.动物生态学原理(第二版).北京:北京师范大学出版社,1992,329 ~ 330.
- [4] Jiang Zh G ed. Conservation Biology. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 1997,160 ~ 164.
- ③论文集:作者.题名.见(英文用 In):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.见:中国动物学会主编.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. In: Song D X ed. Invertebrates of Wuling Mountains Area, Southwestern China. Beijing: Science Press, 1997,395 ~ 399.

## 本刊常用计量单位符号及规范化介绍

### ①计量单位符号

公顷(hm<sup>2</sup>),公里(km),平方公里(km<sup>2</sup>),平方米(m<sup>2</sup>),米(m),毫米(mm),微米(μm),升(L),毫升(ml),微升(μl),千克(kg),克(g),毫克(mg),微克(μg),秒(s),分(min),时(h),天(d),摩尔浓度(mol/L),旋转速度(r/min),原子质量(u),赫兹(Hz),千伏(kV),国际单位(IU)。

常见废弃单位符号:道尔顿(D),克分子浓度(M),当量浓度(N),旋转速度(rpm)。

### ②数字用法

- a. 世纪、年代、年、月、日、时刻使用阿拉伯数字表示,年份要写全。
- b. 凡处在计量单位和计数单位前的数字,包括9以下的个位数字,使用阿拉伯数字。
- c. 序号和编号用阿拉伯数字。
- d. 阿拉伯数字多位数不能拆开移行。

### ③数学公式

- a. 重要公式、长式居中排,简单的、叙述性的式子串文排。
- b. 数学公式中运算符号、缩写号、特殊函数符号用正体,字母表示的函数和一般函数用斜体。