

东黑冠长臂猿鸣叫特征及气象因子对鸣叫的影响

费汉榄^{1,2} 范鹏飞^{2*} 向左甫^{1*} 马长勇² 张文³ 黄涛⁴

(1 中南林业科技大学生命科学与技术学院, 长沙 410004)

(2 大理学院东喜马拉雅资源与环境研究所, 大理 671000) (3 西南林学院, 昆明 650224)

(4 广西壮族自治区靖西县邦亮东部黑冠长臂猿自然保护区, 靖西 533800)

摘要: 鸣叫是长臂猿非常典型的一个特征, 并且受到生物因素和非生物因素(如气象因子)的影响。为了解东黑冠长臂猿的鸣叫特征以及气象因子对鸣叫的影响, 2008年8月至2009年10月, 采用全事件记录法对栖息在广西邦亮自然保护区3个东黑冠长臂猿野生群体的鸣叫行为进行观察。结果表明东黑冠长臂猿倾向于在早晨鸣叫, 有91.4%的鸣叫发生在日出前0.5 h至日出后3 h之间, 其中53.1%的鸣叫发生在日出后1 h内。平均每个群体的鸣叫频次为69.7%, 一个群体平均每天鸣叫1.24次, 鸣叫的平均持续时间为18.3 min。一次二重唱中, 雌性平均激动鸣叫4.4次。长臂猿鸣叫的起始时间在光照强度的影响下差异显著, 阴天和雾天鸣叫的起始时间延后, 且雾天最迟; 降雨致使长臂猿体能的损失和光照强度减弱, 从而引起鸣叫起始时间的延后和持续时间缩短; 温度对长臂猿鸣叫的影响并不显著。

关键词: 东黑冠长臂猿; 鸣叫; 时间特征; 气象因子

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-1050(2010)04-0377-07

Effects of meteorological factors on singing behavior of eastern black crested gibbons (*Nomascus nasutus*)

FEI Hanlan^{1,2}, FAN Pengfei^{2*}, XIANG Zuofu^{1*}, MA Changyong², ZHANG Wen³, HUANG Tao⁴

(1 College of Life Science and Technology, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)

(2 Institute of Eastern-Himalaya Biodiversity Research, Dali University, Dali 671000, China)

(3 Southwest Forestry College, Kunming 650224, China)

(4 Bangliang Nature Reserve, Guangxi, Jingxi 533800, China)

Abstract: Gibbons are characterized by their species-specific calls, which are known to be affected by both biotic and abiotic factors (such as meteorological factors). To identify the effects of meteorological factors on the singing behavior of eastern black crested gibbons (*Nomascus nasutus*), we monitored three groups in Bangliang Nature Reserve, Guangxi, from August 2008 to October 2009 using all-occurrence recording. Groups sang during 69.7% of days monitored, and sang an average of 1.24 bouts per singing day. Over 90% of the songs were produced between 30 minutes before and three hours after the sunrise. The average duration of the songs was 18.3 min, and females produced 4.4 great calls/duet bout. Gibbons called later relative to sunrise on foggy days than on cloudy or sunny days. They produced shorter bouts and called later on rainy days, presumably because the energy loss and weaker solar radiation. We detected no effect of temperature on singing behavior.

Key words: Eastern black crested gibbon (*Nomascus nasutus*); Meteorological factors; Timing; Vocalization

长臂猿分布于东南亚的热带和亚热带常绿阔叶林中。现生长臂猿被分为4属16种(Geissmann, 2007), 其中中国有3属6种, 即: 西黑冠长臂猿 (*Nomascus concolor*)、东黑冠长臂猿 (*N. nasutus*)、海南长臂猿 (*N. hainanus*)、白颊长臂猿 (*N. leucogenys*)、东白眉长臂猿 (*Hoolock leuconedys*) 和

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30900169); 野生动植物保护国际(FFI)中国项目; 保护领导者项目(CLP); 国际研究基金(IFS)

作者简介: 费汉榄(1983-), 男, 硕士研究生, 主要从事长臂猿行为生态和保护生物学研究。

收稿日期: 2010-01-05; **修回日期:** 2010-05-21

* 通讯作者, Corresponding author, fanpf1981@gmail.com; zorph@126.com

白掌长臂猿 (*Hylobates lar*), 其所有种均为我国一级保护动物。东黑冠长臂猿是世界上最濒危的 25 种灵长类之一 (Long and Nadler, 2009), 被世界自然保护联盟 (IUCN) 红色名录列为全球极度濒危物种 (IUCN, 2008)。该物种历史上曾分布于红河以东的中国南部和越南北部, 自上世纪 50 年代起一度认为已经从中国灭绝 (Tan, 1985), 并且从 60 年代后越南也没有该物种分布的确切消息 (Geissmann *et al.*, 2003)。2002 年越南调查人员在越南北部 Trung Khanh 县靠近中国边境的一片喀斯特森林中重新发现了该物种的一个小种群 (La *et al.*, 2002), 随后于 2006 年 9 月在中国广西靖西县与该县交界的森林中发现了另外 3 个群体 (Chan *et al.*, 2008), 2007 年中越联合调查显示东黑冠长臂猿共有 18 群, 约 110 只, 其中分布于中国的东黑冠长臂猿有 4 群约 20 只 (Le *et al.*, 2008)。

鸣叫是长臂猿非常典型的一个特征, 所有的长臂猿都能发出具有物种特异性的鸣叫声, 通常鸣叫发生在日出之前或日出后的几个小时内。除克氏长臂猿 (*Hylobates klossii*) (Tenaza, 1976) 和银灰长臂猿 (*Hylobates moloch*) (Kappeler, 1984) 外, 其他长臂猿配对的成年个体都能发出具有性别差异的二重唱 (Marshall and Marshall, 1976; Geissmann, 2002), 其功能包括吸引配偶、领域防御与展示、食物的保护、群体的形成与维持、群体的定位、加强配对个体间的联系等 (Cowlshaw, 1992; Fan *et al.*, 2007, 2009, 范朋飞等, 2009a)。研究表明, 长臂猿的鸣叫会受到生物和非生物因素 (如气象因子) 的影响 (*Symphalangus syndactylus*: Chivers, 1974; *H. klossii*: Whitten, 1982; *N. concolor*: Sheeran, 1993; *N. gabriellae*: Rawson, 2004; *H. leuconedys*: 蓝道英等, 1999; *H. albibarbis*: Cheyne, 2007)。Chivers (1974) 和 Whitten (1982) 认为夜晚下雨或者晨雨天气引起了合趾猿 (*S. syndactylus*) 和克氏长臂猿 (*H. klossii*) 体能的损失, 使长臂猿在清晨先寻找食物来补充能量, 从而使鸣叫的开始时间推迟或者不发出鸣叫。蓝道英等 (1999) 认为光照强度是引起滇西白眉长臂猿 (*H. leuconedys*) 雨雾天鸣叫起始时间显著差异的主要原因, 而 Cheyne (2007) 认为光照强度不影响鸣叫的起始时间。除降雨和光照强度外, Cheyne (2007) 认为风力对婆罗洲白须长臂猿 (*H. albibarbis*) 的鸣叫起始时间存在一定影响。

尽管 2002 年东黑冠长臂猿被再次发现, 但迄

今为止对该物种的行为生态学研究仍属空白。2008 年 8 月至 2009 年 10 月, 我们在广西邦亮保护区对该物种的鸣叫行为进行了系统监测。本文主要报道了东黑冠长臂猿的鸣叫特征, 如鸣叫起始时间、持续时间、频次、雌性长臂猿激动鸣叫频次等, 以及光照、降雨、风速和温度等气象因子对鸣叫的影响。

1 研究方法

1.1 研究地点

研究地点位于广西壮族自治区靖西县邦亮东黑冠长臂猿自然保护区 (图 1, 22°55'N, 106°30'E) 与越南接壤的林区, 为典型的亚热带喀斯特石灰岩峰丛地貌。这里除了部分的弧形山系以外, 其余大部分地区则分布着连绵成片、一眼望不到边的尖锥状、宝剑状、柱状、塔状等形态各异、挺拔峻峭的石灰岩山峰, 而且各个山峰的高度都十分相近, 构成了一个自西北向东南缓缓倾斜的峰顶面, 在林立的石峰之间密布着一个深达 200 ~ 400m、直径 100 ~ 300 m 的封闭小洼地 (当地称为“弄”)。本研究即在几个相邻的弄与石峰之间进行。研究林区属亚热带季雨林气候, 2008 年平均气温 20.3°C, 年降雨量 1 804 mm; 2009 年平均气温 19.6°C, 年降雨量 1 363 mm。最高气温 40.8°C, 最低气温 2.7°C。

1.2 研究对象和数据收集

研究对象分布在面积约为 4 平方千米森林中, 海拔 600 ~ 950 m, 研究期间, 3 群长臂猿呈品字形分布于研究区域, 其家域有部分重叠。其中 1 群长臂猿的活动范围在中国境内, 另外 2 个群体跨中越边境活动。虽然我们无法跨国境进行跟踪观察, 但长臂猿叫声嘹亮, 在我国境内仍然能对其鸣叫行为进行监测。前三个月 (2008 年 8 ~ 10 月) 为预研究时间, 主要用于熟悉每群长臂猿的活动范围、活动规律和最早鸣叫起始时间, 并在每群活动范围内选择 3 ~ 5 个最适听点对其鸣叫进行监听, 每个听点至少能听到两群长臂猿的鸣叫。正式研究时间为 2008 年 11 月至 2009 年 10 月共监听 228 d, 平均每月监听 19 d (SD = 3.2), 其中监测天数最少有 15 d (2009 年 3 月), 最多 26 d (2009 年 6 月)。本文所有数据均来自于正式研究期间。

鸣叫数据由 2 组监测人员收集, 具体收集方法是: (1) 每月先寻找监测群体, 发现长臂猿群体后, 尽可能观察直至其进入过夜树, 进而确定第二

天早上的听点和观察点。如果群体进入越南境内，则第二天选择在距离国境线最近的听点进行监听；(2) 每天日出前 30 min，两组监测队员来到预先选定听点，以确保能听到所有 3 个群体的叫声；(3) 一旦群体鸣叫，即尝试寻找群体，根据鸣叫地点和群体结构判断鸣叫群体，期间监测队员利用对讲机联系以确定鸣叫群体并尽可能准确地记录鸣叫特征；(4) 数据记录包括：当天日出时间（通过 Magellan explorer - 500 GPS）、鸣叫群体、鸣叫类型、鸣叫开始和结束时间、雌性激动鸣叫开始时间、激动鸣叫次数及鸣叫点位置、鸣叫时天气（1 - 晴，2 - 阴，3 - 雨，4 - 雾天）、和风速（0 - 无，1 - 微风，2 - 大风）等。

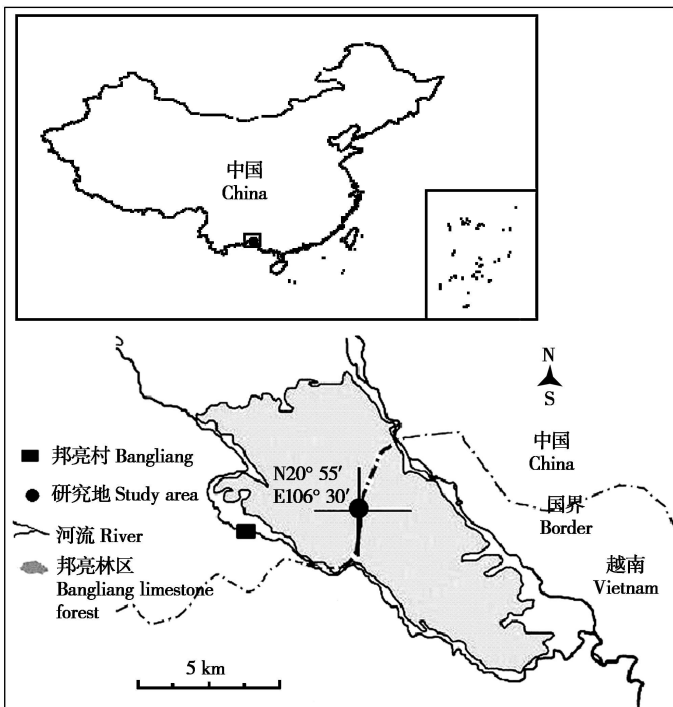


图 1 广西邦亮自然保护区地理位置图

Fig 1 Location of Bangliang Nature Reserve in Guangxi, China

一般地，长臂猿的鸣叫行为类型分为二重唱（雌雄相互配合发出的叫声）、雄性独唱、雌性独唱和警叫。在冠长臂猿属（*Nomascus*）中，典型的二重唱通常由成年雄性发起，并占主导地位，雌性通过激动鸣叫进行配合，且最后以雄性鸣叫结束（Geissmann, 2002; Fan *et al.*, 2009）。激动鸣叫（Great call）是由雌性长臂猿发出的固定刻板的叫声。西黑冠长臂猿雌性激动鸣叫次数反映了雌雄配对间的相互关系（Fan *et al.*, 2009）。因本文主要分析天气因素对长臂猿鸣叫行为的影响，而警叫通常受其他因素引发，因此警叫等行为没有包含在分析之中。

采用 HOBO pro RH/Temperature Data Logger (RG3 - M) 自记录气象仪记录研究地点的温度（每半小时一次）和降雨量（连续记录），有关仪器性能的详细描述和相关参数，见 Onset 公司的介绍：<http://www.onsetcomp.com/>。

1.3 数据分析

将天气情况按光照强弱分成晴天、阴天和雾天，并分析光照强度对长臂猿鸣叫行为的影响；通过比较前夜降雨、早晨降雨或者前夜至当天早晨都降雨以及不降雨天气条件下长臂猿的鸣叫差异分析降雨对鸣叫的影响。通过比较同一个群体鸣叫或不鸣叫的早晨日出后 3 h 的平均温度差异分析温度对鸣叫的影响。此外，按照风力的强弱划分无风、微风和大风来分析风力对鸣叫的影响。

为消除昼长变化对鸣叫起始时间的影响，在分析鸣叫开始时间时，将鸣叫起始时间减去日出时间得到鸣叫相对起始时间（Rawson, 2004; 范朋飞等, 2010b）。用 Spearman's correlation 检验激动鸣叫的次数和鸣叫的持续时间之间的关系。用 Chi-Square test 检验一天中鸣叫次数的差异和各时段鸣叫次数的差异。用 Mann-Whitney *U* test 或 Kruskal-Wallis 检验气象因子对鸣叫的起始时间、鸣叫频次、激动鸣叫次数和鸣叫持续时间的影响。所有数据用 SPSS 16.0 统计分析软件处理， $P \leq 0.05$ 作为拒绝 H_0 假设的基本标准。

2 结果

2.1 鸣叫时间特征

在 228 d 监测中，共记录到 477 次鸣叫。G1 群在 131 d 中鸣叫 158 次，G2 群在 125 d 中鸣叫了 171 次，G4 在 125 d 中鸣叫了 148 次，平均每个群的日发生鸣叫频率为 69.7%。一个群体一般每天只鸣叫一次，少有两次（G1 群 27 d、G2 群 36 d 和 G4 群 19 d），偶有 3 次（G2 群 8 d、G4 群 4 d），极少数情况下一天鸣叫 4 次（G2 一天）和 5 次（G2 一天）（Chi-Square test: $\chi^2_{G1} = 71.114$, $df = 1$, $P < 0.001$; $\chi^2_{G2} = 318.503$, $df = 4$, $P < 0.001$; $\chi^2_{G4} = 176.365$, $df = 2$, $P < 0.001$ ）。总的来说，如果发生鸣叫，一个群体平均每天鸣叫 1.24 次（表 1）。91.4% 的鸣叫发生在日出前 0.5 h 至日出后 3 h 之间，其中 53.1% 的鸣叫发生在日出后 1 h 内（表 2）（Chi-Square test: $\chi^2 = 810.061$, $df = 7$, $P < 0.001$ ）。观察记录中，鸣叫开始的最早时间是在 2008 年 11 月 19 日，G1 群在日出前 22 min 即开始

鸣叫；最晚是在 2009 年 5 月 7 日，G2 群在日出后 379 min 开始鸣叫。鸣叫的平均持续时间为 18.3 min (rang: 0.6 ~ 47.6, SD = 8.6, $n = 477$)。在 477 次鸣叫中，雄性独唱 108 次 (23%)，雌性参与的二重唱 369 次 (77%)，未观察到雌性独唱。在一次二重唱中，雌性平均发出激动鸣叫 4.4 次 (rang: 1 ~ 33, SD = 3.8, $n = 369$)。激动鸣叫次数和鸣叫持续时间显著正相关 (Spearman's rho: $r = 0.377$, $P < 0.001$)。

2.2 气象因子对鸣叫的影响

东黑冠长臂猿鸣叫的早晨日出后 3 h 内平均温

度与未鸣叫的早晨平均温度相比无差异 (Mann-Whitney U Test: $Z_{G1} = -1.107$, $P = 0.268$; $Z_{G2} = -1.697$, $P = 0.090$; $Z_{G4} = -0.714$, $P = 0.475$) (表 3)。光照、天气状况对鸣叫的影响如表 4 所示：晴天鸣叫相对起始时间要早于阴天和雾天，且激动鸣叫频次要比阴天和雾天的多；雾天的鸣叫相对起始时间最晚，且激动鸣叫频次要少于晴天和阴天；相对日出时间雨天鸣叫开始时间要比未降雨的晚，持续时间短，但是鸣叫频次却比未降雨的多；无风天气的平均鸣叫相对起始时间要比有风天气来的晚，鸣叫持续时间也短。

表 1 2008 年 8 月至 2009 年 10 月广西邦亮自然保护区三群东黑冠长臂猿鸣叫的时间特征

Table 1 Timing of singing behavior of the three studied groups of eastern black crested gibbon (*Nomascus nasutus*) in Bangliang, Guangxi, China, August 2008 - October 2009

	G1	G2	G4	Total
监测天数 Days monitored	228	228	228	228
鸣叫天数 Days during which singing was documented	131	125	125	217
鸣叫次数 Singing bouts	158	171	148	477
鸣叫频率 (鸣叫次数/监测天数)% Singing frequency (Singing bouts/ Days monitored) %	69.3	75	64.9	69.7
鸣叫频次 (鸣叫次数/鸣叫天数) Singing intensity (Singing bouts/ Singing days)	1.21 ± 0.37	1.37 ± 0.68	1.19 ± 0.45	1.24 ± 0.53
相对起始时间 (min) Starting time related to sunrise (min)	52.0 ± 64.9	40.4 ± 68.1	57.1 ± 59.2	49.8 ± 64.4
持续时间 (min) Singing duration (min)	18.9 ± 9.7	17.4 ± 7.5	18.7 ± 8.5	18.3 ± 8.6
雄性独唱 Number of male solo bouts	54	11	43	108
二重唱次数 Number of duet bouts	104	160	105	369
一次二重唱中激动鸣叫次数 Average number of great calls / duet	4.7 ± 2.6	4.5 ± 5.1	4.1 ± 1.9	4.4 ± 3.8

表 2 2008 年 8 月至 2009 年 10 月广西邦亮自然保护区东黑冠长臂猿鸣叫相对起始时间

Table 2 Frequency distribution of starting time of eastern black crested gibbon singing bouts relative to time of sunrise, Bangliang, Guangxi, China, August 2008 - October 2009

相对起始时间 (h) Starting time related to sunrise (hr)	累积 Cumulative	
	频次 Frequency	百分比 Percentage
- 0.5 ^a	44	9.2
1	297	62.3
2	381	79.9
3	436	91.4
4	460	96.4
5	471	98.7
6	474	99.4
7	477	100.0

a 表示日出前 30 min. a: 30 min before sunrise

表 3 2008 年 9 月至 2009 年 10 月东黑冠长臂猿 3 个群体鸣叫或不鸣叫时日出后 3 h 内的平均温度 (°C)

Table 3 Mean temperature (°C) within 3 hours after sunrise by gibbon group (G1, G2, G3) singing behavior, Bangliang, Guangxi, China, August 2008 – October 2009

群体 Group		平均值 Mean	最低平均值 Min	最高平均值 Max	SD	N
G1	鸣叫 Singing	17.6	5.4	24.9	5.0	131
	未鸣叫 Not singing	18.3	5.0	24.1	4.9	97
G2	鸣叫 Singing	18.3	5.0	24.9	5.0	125
	未鸣叫 Not singing	17.4	9.3	23.2	4.9	103
G4	鸣叫 Singing	18.7	5.6	24.9	5.0	125
	未鸣叫 Not singing	17.6	5.0	24.5	5.0	103

表 4 2008 年 9 月至 2009 年 10 月气象因子影响下东黑冠长臂猿鸣叫的时间特征

Table 4 Meteorological variables and singing behavior of eastern black crested gibbon, Bangliang, Guangxi, China, August 2008 – October 2009

	光照强度 Light intensity				雨 Rain			风 Wind			
	晴 Sunny	阴 Overcast	雾 Foggy	未降雨 No	前夜降雨 Rained last night	早晨降雨 Morning rain	全天降雨 All day	无 Calm	微风 Breeze	大风 Gale	全年 Total
监测天数 Days monitored	95	104	29	162	35	17	14	109	106	13	228
鸣叫次数 Singing bouts	207	211	59	329	90	41	17	192	258	27	477
每群平均鸣叫频次 Singing frequency	1.24	1.24	1.25	1.2	1.37	1.34	1.18	1.32	1.19	1.22	1.24
Kruskal-Wallis Test	$\chi^2 = 0.198, df = 2, P = 0.906$			$\chi^2 = 9.525, df = 2, P = 0.023$			$\chi^2 = 4.332, df = 2, P = 0.115$				
相对日出开始时间 (min) Starting time related to sunrise (min)	41.6	52.7	72.4	40.5	63.4	87	103.3	69.9	37.7	42.9	50.2
Kruskal-Wallis Test	$\chi^2 = 17.220, df = 2, P < 0.001$			$\chi^2 = 13.847, df = 2, P < 0.001$			$\chi^2 = 12.636, df = 2, P = 0.002$				
平均激动鸣叫次数 Mean number of great calls	4.8	4.4	3.4	4.5	4.3	3.5	6.3	4.2	4.6	4.3	4.4
Kruskal-Wallis Test	$\chi^2 = 6.762, df = 2, P = 0.034$			$\chi^2 = 3.692, df = 2, P = 0.297$			$\chi^2 = 3.714, df = 2, P = 0.156$				
持续时间 (min) Singing duration (min)	18.7	17.8	18.1	19.1	16.4	16.4	16.3	17.1	19.2	17.4	18.3
Kruskal-Wallis Test	$\chi^2 = 1.221, df = 2, P = 0.543$			$\chi^2 = 9.416, df = 2, P = 0.024$			$\chi^2 = 7.085, df = 2, P = 0.029$				

3 讨论

长臂猿的鸣叫被认为具有防御领域和食物资源、吸引和防御配偶、调节群间距离、维持群内关系等功能 (Cowlshaw, 1992; Fan *et al.*, 2007, 2009), 但验证这些功能需要通过长期的行为学观察或叫声回放实验。由于本研究持续时间短并缺乏相关实验设备, 目前无法对东黑冠长臂猿鸣叫的功能假说进行充分检验。因此本文主要讨论气象因子对鸣叫的影响。

东黑冠长臂猿和其他长臂猿一样, 都是倾向于在早上鸣叫, 若发生鸣叫, 一个群体一般每天只发出一次 (Chivers, 1974; Whitten, 1982; Sheeran, 1993; Rawson, 2004; 蓝道英等, 1999; Cheyne, 2007)。东黑冠长臂猿平均每次鸣叫的持续时间 (18.3 min) 与滇西白眉长臂猿 (19.7 min, 蓝道

英等, 1999) 相当, 比西黑冠长臂猿 (12.9 min, 范朋飞等, 2010b) 和银长臂猿 (6 ~ 11 min, Geissmann and Nijman, 2006) 的鸣叫时间长, 但短于白须长臂猿 (12 ~ 62 min, Cheyne, 2007)。东黑冠长臂猿的鸣叫以雌雄配合的二重唱为主 (77%), 有时雄性也会进行独唱 (23%), 但我们没有记录到雌性独唱。与长臂猿属 (*Hylobates*) 外的其它种长臂猿相比较, 雄性东黑冠长臂猿的独唱频率较高 (Geissmann, 2002), 这些差异也可能暗示其鸣叫功能也具有种间差异 (Geissmann, 2002)。

为实现群体之间的通讯, 长臂猿首先必须将声音传播出去, 进而实现各种不同的功能和目的。为了达到声音传播的目的, 长臂猿选择在早晨鸣叫, 因为在清晨森林中的温度梯度小, 声音散射慢, 有利于声音的传播 (Whitten, 1982; Mitani, 1985)。

由于长臂猿倾向在早晨鸣叫，因此早晨的天气情况对其鸣叫行为存在一定的影响。清晨的低温有可能影响长臂猿的体能消耗，进而抑制鸣叫的发生 (Whitten, 1982)，但本研究并不支持这一假设。日出后 3 h 内的温度对东黑冠长臂猿的鸣叫行为没有影响，在最冷的 12 月和 1 月东黑冠长臂猿仍然鸣叫。邦亮自然保护区的纬度略低于北回归线，海拔较低，属亚热带季雨林气候，年平均温度较高，观察期间无降雪天气，日出后 3 h 内平均温度高于 5℃ (表 3)。生活在这里的东黑冠长臂猿可能进化出了与之适应的形态特征，例如更长更密的毛发来降低低温的影响。生活在更高海拔、更高纬度并且气温更低的无量山西黑冠长臂猿也会在寒冷的冬天鸣叫 (范朋飞等, 2010b)。由于鸣叫行为具有某些特殊的生物学意义，因而即使在寒冷的早晨，长臂猿也鸣叫。进一步对长臂猿鸣叫功能的研究有助于解释这一现象。

早晨的光强度对东黑冠长臂猿鸣叫的起始时间和雌性激动鸣叫次数存在显著影响。相对于晴天，阴天和雾天的光照条件弱，东黑冠长臂猿开始鸣叫的时间有所推迟，雌性的激动鸣叫也有所减少；尤其在光线最弱的雾天的早晨，开始鸣叫的时间最迟，并且雌性激动鸣叫次数最少。兰道英等 (1999) 也认为光强度是引起滇西白眉长臂猿雾天鸣叫起始时间延迟的主要原因。长臂猿是昼行性动物，其生物节律可能受到光强度的调节。但 Cheyne (2007) 认为光照强度并不影响白须长臂猿鸣叫的起始时间，她认为其研究地接近赤道，光强度变化小，从而降低了光强度对鸣叫的影响。对光照强度的准确测量将帮助我们进一步了解光强度对长臂猿生物节律的影响。

降雨对合趾猿 (Chivers, 1974)、克氏长臂猿 (Whitten, 1982)、滇西白眉长臂猿 (蓝道英等, 1999)、黄颊长臂猿 (Rawson, 2004) 和婆罗洲白须长臂猿 (Cheyne, 2007) 的鸣叫起始时间存在影响。本研究中降雨对东黑冠长臂猿的鸣叫存在显著影响，无论夜晚降雨、清晨降雨或者夜晚至清晨下雨对鸣叫起始时间都存在影响。Chivers (1974) 和 Whitten (1982) 认为降雨导致了长臂猿体能的损失，故在清晨先寻找食物来补充体能的损失，从而使鸣叫起始时间推迟或者不发生鸣叫。同时清晨降雨也影响光照强度，从而引起鸣叫起始时间的推迟。

Cheyne (2007) 发现风对婆罗洲白须长臂猿

的鸣叫起始时间存在显著影响，本研究也发现风对东黑冠长臂猿鸣叫的起始时间和持续时间存在影响。Lan (1993) 认为黑冠长臂猿属的鸣叫极其精细和程式化，可能很容易受到噪音的干扰。刮风的时候，树枝的摇动很容易产生噪音，从而影响长臂猿叫声的传播质量，使得鸣叫的持续时间延长以确保群体间的通讯质量。

此外，东黑冠长臂猿是极度濒危物种，长期以来对其研究很少，其生物学基础数据十分缺乏，本研究部分结果将对其种群数量调查与监测具有重要的保护意义，将有利于我们在种群调查与数量监测时获得更加准确的种群数据。

致谢：感谢 Idea Wild 为本研究提供了必须的设备；感谢广西靖西县林业局局长黄洋、副局长覃明胜和自然保护区保护处主任谭武靖主任等同志的帮助；感谢野外工作助手黄天助和保护区其他工作人员提供的后勤服务。

参考文献：

- Chan B P L, Tan X F, Tan W J. 2008. Rediscovery of the critically endangered eastern black-crested gibbon *Nomascus nasutus* (Hylobatidae) in China, with preliminary notes on population size, ecology and conservation status. *Asian Primates*, **1**: 17 - 25.
- Cheyne S M. 2007. Effects of meteorology, astronomical variables, location and human disturbance on the singing apes: *Hylobates albicribis*. *American Journal of Primatology*, **70**: 1 - 7.
- Chivers D J. 1974. The Siamang in Malaya: a field study of a primate in tropical rain forest. *Contributions to Primatology*, **4**: 1 - 335.
- Cowlishaw G. 1992. Song function in gibbons. *Behaviour*, **121** (1 - 2): 131 - 153.
- Fan P F, Liu C M, Luo W S, Jiang X L. 2007. Can a group elicit duets from its neighbours? A field study on the black crested gibbon (*Nomascus concolor jingdongensis*) in Central Yunnan, China. *Folia Primatologica*, **78** (3): 186 - 195.
- Fan P F, Xiao W, Huo S, Jiang X L. 2009. Singing behavior and singing functions of black crested Gibbons (*Nomascus concolor jingdongensis*) at Mt. Wuliang, Central Yunnan, China. *American Journal of Primatology*, **71**: 539 - 547.
- Fan P F, Huang B, Guan Z H, Jiang X L. 2010a. Singing behavior before and after male replacement in a western black crested gibbon group in Wuliang Mountain, Yunnan. *Acta Theriologica Sinica*, **30** (2): 139 - 143. (in Chinese)
- Fan P F, Jiang X L, Liu C M, Luo W S. 2010b. Sonogram structure and timing of duets of western black crested gibbon in Wuliang Mountain. *Zoological Research*, **31** (3): 293 - 302. (in Chinese)
- Geissmann T. 2002. Duet-splitting and the evolution of gibbon songs.

- Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, **77**: 57 - 76.
- Geissmann T, La T Q, Trinh D H, Vu D T, Dang N C, Pham D T. 2003. Rarest ape rediscovered in Vietnam. *Asian Primates*, **8** (3/4): 8 - 10.
- Geissmann T, Nijman V. 2006. Calling in wild silvery gibbons (*Hylobates moloch*) in Java (Indonesia): behavior, phylogeny, and conservation. *American Journal of Primatology*, **68**: 1 - 19.
- Geissmann T. 2007. Status reassessment of the gibbons: results of the Asian Primate Red List workshop 2006. *Gibbon Journal*, **3**: 5 - 15.
- IUCN. 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. [Http://www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). [Downloaded on 21 May 2009]
- Kappeler M. 1984. Vocal bouts and territorial maintenance in the Moloch gibbon. In: Preuschoft H, Chivers D J, Brockelman W Y, Creel N eds. *The Lesser Apes*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 376 - 389.
- La Q T, Trinh D H, Long B, Geissmann T. 2002. Status review of black crested gibbons (*Nomascus concolor* and *Nomascus* sp. cf. *nasutus*) in Vietnam. 131 - 132 in *Caring for primates. Abstracts of the XIXth congress of the International Primatological Society*, 4th - 9th August, 2002, Beijing, China.
- Lan D. 1993. Feeding and vocal behaviour of black gibbons (*Hylobates concolor*) in Yunnan: a preliminary study. *Folia Primatologica*, **60**: 94 - 105.
- Lan D Y, Ma S L, Li S C, Guo G. 1999. Timing of hoolock gibbon (*Hylobates hoolock*) songs in West Yunnan. *Zoological Research*, **20** (4): 273 - 277. (in chinese)
- Le T D, Fan P F, Yan L, Le H O, Josh K. 2008. The global cao vit gibbon (*Nomascus nasutus*) population. *Fauna & Flora International, Vietnam Programme and China Programme*.
- Long Y C, Nadler T. 2009. Eastern black crested gibbon *Nomascus nasutus* (Kunkel d' Herculais, 1884) China, Vietnam. In *Primates in peril: The world's 25 most endangered primates 2008 - 2010*. (eds R. A. Mittermeier, J. Wallis, A. B. Rylands, J. U. Ganzhorn, J. F. Oates, E. A. Williamson, E. Palacios, E. W. Heymann, M. C. M. Kierulff, Long Yongcheng, J. Supriatna, C. Roos, S. Walker, L. Cortés-Ortiz, & C. Schwitzer), IUCN/SSC Primate Specialist Group (PSG), International Primatological Society (IPS), and Conservation International (CI), Arlington, VA. 60 - 61.
- Mitani J C. 1985. Gibbon song duets and intergroup spacing. *Behaviour*, **92**: 59 - 95.
- Marshall J T, Marshall E R. 1976. Gibbons and their territorial song. *Science*, **193**: 235 - 237.
- Rawson B. 2004. Vocalisation patterns in the yellow-cheeked crested gibbon (*Nomascus gabriellae*). In: Nadler T Streicher, Ha Thang Long eds. *Conservation of primates in Vietnam*, Hanoi: Frankfurt Zoological Society, Vietnam Primate Conservation Programme, Endangered Primate Rescue Center, Cuc Phuong National Park. 130 - 136.
- Sheeran L K. 1993. A preliminary study of the behavior and socio-ecology of black gibbons (*Hylobates concolor*) in Yunnan Province, People's Republic of China. Ph D dissertation. The Ohio State University.
- Cheyne S M. 2007. Effects of meteorology, astronomical variables, location and human disturbance on the singing apes: *Hylobates albibarbis*. *American Journal of Primatology*, **70**: 1 - 7.
- Tenaza R R. 1976. Songs, choruses and countersinging of kloss gibbons (*Hylobates klossii*) in Siberut Island. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, **40**: 37 - 52.
- Whitten A J. 1982. The ecology of singing in Kloss gibbons (*Hylobates klossii*) on Siberut Island, Indonesia. *International Journal of Primatology*, **3**: 33 - 51.
- Tan B. 1985. The status of primates in China. *Primates Conservation*, **5**: 63 - 81.
- 范鹏飞, 黄蓓, 管政华, 蒋学龙. 2010a. 西黑冠长臂猿雄性取代前后鸣叫行为的变化. *兽类学报*, **30** (2): 139 - 143.
- 范鹏飞, 蒋学龙, 刘长铭, 罗文寿. 2010b. 无量山西黑冠长臂猿二重唱的声谱结构和时间特征. *动物学研究*, **31** (3): 293 - 302.
- 蓝道英, 马世来, 李寿昌, 郭光. 1999. 白眉长臂猿鸣叫的时间特征. *动物学研究*, **20** (4): 273 - 277.