

目次

1952年7月创刊

主 编 郑光美*

副 主 编 刘恩山(常务)
朱正威
丁明孝
张 兰

编 委(按姓氏笔划为序)

丁远毅	丁明孝	王月丹	王永胜
王英典	王重力	王 薇	左明雪
石 飞	石 建	卢文祥	卢龙斗
白逢彦	朱正威	朱立祥	刘全儒
刘启宪	刘俊波	刘恩山	刘敬泽
许木启	李金龙	李晓辉	何忠效
何奕骥	张可柱	张 华	张志文
张劲硕	张春光	张雁云	陈月艳
陈伟烈	陈保新	郑光美*	郑春和
赵占良	赵尔宓*	荆林海	姜联合
徐国恒	郭玉海	桑建利	常彦忠
梁前进	鲁凤民	甄 橙	鲍时来

颜忠诚

*中国科学院院士

编 辑

张 兰 张 帆 包丽萍

主 管:中国科学技术协会

主 办:中国动物学会、中国植物学会
北 京 师 范 大 学

编辑出版:《生物学通报》编委会、编辑部

地 址:北京市新街口外大街19号
北京师范大学生命科学院内

邮政编码:100875

电 话:(010)58807645

网 址:<http://swxtb.bnu.edu.cn>

E-mail: swxt@chinajournal.net.cn

投稿邮箱:swxtb@163.com

微信公众平台:[shengwuxuetongbao](https://www.weixin.com/shengwuxuetongbao)

照 排:《生物学通报》期刊社

印 刷:河北天普润印刷厂

总发行处:北京市报刊发行局

订 购 处:全国各邮电局

合作平台:中邮阅读网(www.183read.com)

国外总发行:中国国际图书贸易总公司—
北京399信箱

广告许可证:京海工商广字第0140号(1-1)

国际刊号:ISSN 0006-3193

国内统一刊号:CN 11-2042/Q

国内邮发代号:2-506 国外代号:M320

每期定价:10.00元 全年定价:120.00元

公 开 发 行



本期责任编辑 张 帆

综述与进展

白头叶猴对喀斯特石山生境的适应 黄乘明 李友邦 周岐海(1)

微小 RNA 靶基因预测及功能分析方法综述.....
..... 王志平 陈海魁 张湘宁 王巧玲 何志巍(5)

基础与研究

人类脑容量的演变及其影响因素 姜树华 沈永红(10)

教学中关于同源染色体概念的思考 李寅昊 赵庆新(14)

生物探秘

DNA 与个体发育调控相关实例(2)——四肢动物肢体的形成机制.....
..... 朱钦士(17)

课堂教学设计

“植物芳香油的提取”教学设计——探究如何上一节高效实验课.....
..... 周 影 徐兆斌 于秀荣(22)

高三生物学“生命系统与能量”专题复习 安 军 余建云(26)

教学实践与交流

指导学生构建“群落演替”知识体系的教学实践 陈 侠 尹晓睿(29)

例析高中生物学课程必修模块中学科思想的梳理 蒋选荣(33)

“生态系统的物质循环”可视化教学探索 王卿卿(36)

初中生物学教学中整体备课的应用——以“生命的起源和生物进化”
教学单元为例 谢增兰(39)

测评研究

2015年北京高考生物学试题的解题逻辑分析 黄 晶(43)

实验与技术

组织学石蜡切片制作中固定方法的改良.....
..... 刘 艳 周 杰 黄宜兵 张桂荣
..... 姜 丹 邵 妍 李臣亮 孟庆繁(47)

简单易行的离子跨膜运输实验 刘海金 印莉萍(49)

角苔孢蒴发育的显微观察 戴锡玲 付秋爽 曹建国 王全喜(51)

摇奖机在“性状分离比模拟实验”中的开发利用 左 山(53)

关于“还原糖鉴定实验”的探究 闫计春(54)

对“检验光合作用需要二氧化碳”实验的改进 吴军华(56)

国外参考资料

美国中学生物学教材中基于模式生物的实验 章君果 张海银(57)

生物学奥林匹克竞赛

第24届国际生物学奥林匹克竞赛试题 理论II-1.....
..... 张雁云 范六民 佟向军 许崇任(60)

生物科技快讯

4则 (16)(32)(42)(46)

其 他

英文目次 (目次II)

敬告读者 (21)

更正 (42)

严正声明 (59)

BULLETIN OF BIOLOGY (Monthly)

2016 January No.1

CONTENTS (main topics)

Emphasis on white-headed langur adaptation to Karst environment.....	
.....	Huang Chengming Li Youbang Zhou Qihai(1)
An overview of bioinformatics methods for predicting targets of microRNAs and functional analysis.....	
.....	Wang Zhiping Chen Haikui Zhang Xiangning Wang Qiaoling He Zhiwei(5)
A brief talk on the development of human's brain volume and the influence factors.....	
.....	Jiang Shuhua Shen Yonghong(10)
How I teach the concept of homologous chromosomes	Li Yin hao Zhao Qingxin(14)
Examples of ontogenesis regulation(2)——Morphogenesis of tetrapod limbs	Zhu Qinshi(17)
The teaching design for "The extraction of plant aromatic oil"——to explore how to teach an efficient experimental lesson	Zhou Ying Xu Zhaobin Yu Xiurong(22)
Guiding students to construct the knowledge framework of "community succession".....	
.....	Chen Xia Yin Xiaorui(29)
Research on "mater cycle in ecosystem" in the method of visualized teaching	Wang Qingqing(36)
A whole chapter lesson planning on biology in junior middle school——Taking "the origin and evolution of life" as an example	Xie Zenglan(39)
Analysis on 2015 Beijing college entrance biology examination from the perspective of logic.....	
.....	Huang Jing(43)
The improvement of histologic fixed method in paraffin section making.....	Liu Yan Zhou Jie
.....	Huang Yibing Zhang Guirong Jiang Dan Shao Yan Li Chenliang Meng Qingfan(47)
Simple experiment of transmembrane ion transport	Liu Haijin Yin Liping(49)
Microscopic observation on capsule development in <i>Anthoceros punctatus</i>	
.....	Dai Xiling Fu Qiushuang Cao Jianguo Wang Quanxi(51)
Use of ernie in teaching law of segregation	Zuo Shan(53)
Inquiry about "reducing sugar identification experiment"	Yan Jichun(54)
An improvement of experiment for the inspection of photosynthesis needs carbon dioxide - - -	Wu Junhua(56)

白头叶猴对喀斯特石山生境的适应*

黄乘明¹ 李友邦² 周岐海²

(1 中国科学院动物研究所系统进化与分类院重点实验室 北京 100101 2 广西师范大学生命科学学院 广西桂林 541004)

摘要 全世界共有猿猴类 19 科 78 属 480 种,分布在非洲赤道以南的广大森林和萨瓦纳稀树草原、非洲大陆东面的马达加斯加岛、南美洲热带雨林和亚洲的热带和亚热带北缘等区域。我国拥有猿猴共 3 科 8 属 25 种,其中特有种 7 种。在 7 种特有种中,最有特色之一的是生活在我国广西西南部喀斯特石山地区的白头叶猴。适应石山环境的白头叶猴,进化出了一些特殊的适应特征。

关键词 猿猴 白头叶猴 适应

中国图书分类号:Q95 文献标识码:A

猿猴是人类的近亲,通常将猿猴称为灵长类,因为它们是动物界中最聪明的动物,从外形上可以看出它们有明显的脸盘,两眼向前,产生立体视觉;它们前、后肢的拇指(趾)与其余四指(趾)对握,大多数种类指(趾)末端长有指(趾)甲;大脑发达。大多数猿猴是昼行性,少数夜行性,森林为其栖息地,一旦失去了森林则无家可归。猿类包括猩猩、大猩猩、黑猩猩和长臂猿,其余均属猴类,两者最大的区别是猿类无尾,猴类有尾。

猿猴是人类亲缘关系最近的动物,目前,全世界猿猴种类共有 19 科 78 属 480 种,分别生活在非洲赤道以南的广大森林和萨瓦纳稀树草原、非洲大陆东面的马达加斯加岛、南美洲热带雨林和亚洲的热带和亚热带北缘等区域,其中南美洲(或称为新热带)156 种,非洲大陆 110 种,马达加斯加 98 种,亚洲 116 种^[1]或 119 种^[2]。

在众多猿猴种类中,与人类亲缘关系更近的是东南亚的猩猩、非洲的大猩猩和黑猩猩,它们与人类的基因相似度分别达到了 96.4%、97.7% 和 98.6%。

1 我国的猿猴

很多学者对我国猿猴的分类进行了研究^[3],近年来,随着分子系统学和系统发育基因组学的研究进展,其分类系统已多次进行修订,我国猿猴的分类地位也发生了变化。加上本世纪发现的新种和新记录种^[4],我国猿猴共有 3 科 8 属 25 种,特有种 7

种^[4-7]。其中包括 2005 年在我国西藏墨脱以南范围发现的猕猴新种——藏南猕猴 (*Macaca munzala*) (又称达旺猕猴)^[8];2011 年在缅甸和云南怒江交界区域发现的缅甸金丝猴 (*Rhinopithecus strykeri*) (又称怒江金丝猴)^[9] 及 2015 年在西藏山南地区发现的猕猴新种白颊猕猴 (*Macaca leucogenys*)^[10,11]。森林类型和温度带类型是影响猿猴分布的重要因素。在我国,猿猴主要分布在南方省份,其中云南和广西的分布分别排在全国的第 1 位和第 2 位。在众多的猿猴种类中,猕猴 (*M. mulatta*) 是分布纬度最高的猴类,20 世纪 80 年代前曾达到北京以北的河北兴隆县境内,遗憾的是后来绝迹了,因此,猕猴分布的最北界现已退缩到河南的太行山^[12];滇金丝猴 (*R. bieti*) 则是分布海拔最高的猴类,活动范围达到了海拔 4 000 m 以上的高度^[2]。

1.1 懒猴科 我国有懒猴科猴类 1 属 (蜂猴属 *Nycticebus*) 2 种,蜂猴 (*N. coucang*) 和倭蜂猴 (*N. pygmaeus*),前者分布在云南和广西,后者只分布在云南。2 种蜂猴都为国家 I 级重点保护野生动物。

1.2 猴科 我国的猴科动物有 4 属 17 种。其中猕猴属 8 种,长尾叶猴属 1 种,仰鼻猴属 4 种,乌叶猴属 4 种。

1.2.1 猕猴属 北豚尾猴 (*Macaca leonina*) 为国家 I 级重点保护野生动物,仅分布在云南西南部、南部,西藏东南部。

猕猴 (*M. mulatta*) 为国家 II 级重点保护野生

* 基金项目:国家自然科学基金项目(31360093, 31172122, 31372145)

动物,是我国分布最广泛的灵长类,长江以南各省份都有分布。

熊猴(*M. assamensis*)为国家Ⅰ级重点保护野生动物,主要分布在藏东南、滇西南、桂西南,熊猴最明显的特征是头顶毛发向四周辐射呈“漩”状。

台湾猕猴(*M. cyclopes*)属国家Ⅰ级重点保护野生动物,仅分布在我国的台湾省。

藏酋猴(*M. thibetana*)是我国的特有种,为国家Ⅱ级重点保护野生动物,体粗壮、毛色黑,分布在云、贵、川、甘、陕、皖、赣、闽等地。

短尾猴(*M. arctoides*)是国家Ⅱ级重点保护野生动物,分布在云、贵、湘、桂、粤、赣南。其最显著的特征是尾极短,呈柱状。

藏南猕猴(*M. Munzala*)和白颊猕猴(*M. leucogenys*)为新近发现的2个物种,分布在西藏墨脱一带。

1.2.2 长尾叶猴属 长尾叶猴(*Semnopithecus entellus*)是国家Ⅰ级重点保护野生动物,主要分布在印度、尼泊尔、克什米尔和巴基斯坦等地,是印度寺庙中最常见的灵长类动物,当地民众将其供奉为神猴。我国只在藏南地区有分布。

1.2.3 仰鼻猴属 仰鼻猴又称金丝猴,世界上共有5种,除了越南金丝猴(*Rhinopithecus avunculus*)分布在越南之外,我国有4个种,均为国家Ⅰ级重点保护野生动物,分别是:川金丝猴(*R. roxellanae*),分布在四川、陕西、湖北;滇金丝猴(*R. bieti*)分布在云南、西藏;黔金丝猴(*R. brelichi*)分布在贵州梵净山脉;缅甸金丝猴(*R. Strykeri*)是2010年初野生动植物保护国际(Fauna & Flora International, FFI)组织的缅甸全国灵长类动物野外调查中发现的新物种,分布在缅甸北部^[9]。我国云南高黎贡山也有分布。

1.2.4 乌叶猴属 我国乌叶猴属灵长类有4种,均为国家Ⅰ级重点保护野生动物。

戴帽叶猴(*Trachypithecus pileatus*)主要分布于印度东北部、缅甸北部。我国主要分布在云南西北部及藏东南地区。

菲氏叶猴(灰叶猴)(*T. phayrei*)是典型的东南亚热带和南亚热带的树栖叶猴,分布在缅甸、泰国、越南和我国云南。

白头叶猴(*T. leucocephalus*)是我国的特有

种,仅分布在广西西南的扶绥、江州、龙州和宁明4县境内的部分喀斯特石山群。全部种群数量不足1000只。

黑叶猴(*T. francoisi*)大部分种群在我国广西、贵州和重庆分布,少部分在越南北部分布^[11]。黑叶猴也是一种仅分布在喀斯特石山地区的叶猴种类。

1.3 长臂猿科 我国有长臂猿3属6种^[2],均为国家Ⅰ级重点保护野生动物。

1.3.1 白眉长臂猿属 东白眉长臂猿(*Hoolock leuconedys*)分布在云南高黎贡山和腾冲等地。数量极为稀少,不足200只^[3]。

1.3.2 白掌长臂猿属 白掌长臂猿(*Hylobates lar*)在我国分布在云南南部孟连、西盟和沧源等地。

1.3.3 冠长臂猿属 北白颊长臂猿(*Nomascus leucogenys*)为中国、老挝、越南三国交界地区的特有种。主要栖息于热带雨林,估计野外种群在我国已经消失^[13]。

东黑冠长臂猿(*N. nasutus*)分布在广西靖西的迪定保护区。

西黑冠长臂猿(*N. concolor*)主要分布在云南的无量山和哀牢山。野外种群数量约为1000~1300只^[3]。

海南黑冠长臂猿(*N. hainanus*),是我国特有的长臂猿,仅分布于海南霸王岭国家级自然保护区。野外种群数量不足30只,被列入世界最濒危的25种灵长类之一^[3]。

在上述25种猿猴中,我国特有的猿猴7种,分别是藏酋猴、台湾猕猴、川金丝猴、滇金丝猴、黔金丝猴、白头叶猴和海南长臂猿。

其中大部分种类多有过介绍。本文重点介绍数量稀少、分布狭窄、栖息地特殊的白头叶猴。

2 白头叶猴对喀斯特石山的适应

白头叶猴的种群数量不超过1000只,仅分布在广西西南部的扶绥、崇左、龙州和宁明4县境内的2个国家级自然保护区,即崇左白头叶猴国家级自然保护区和弄岗国家级自然保护区内,因为它们栖息在喀斯特石山环境,又称为“石山叶猴”。

2.1 白头叶猴的发现、命名与分类地位 白头叶猴顾名思义取自于“白头”+“叶猴”,白头是因为其头部毛发呈白色、上翘(图1,见插页2),叶猴是因为它们专食树叶。

成体白头叶猴体重 8 kg 左右,体长 50~70 cm,尾长 60~80 cm,四肢细长,尾长超过身体长度,长长的尾巴帮助它们在攀岩和跳跃中保持身体平衡。

白头叶猴成体的毛色为黑、白两色,与喀斯特石山悬崖峭壁的黑、白色相似,成为很好的隐蔽色。但白头叶猴的幼体毛发呈金黄色,半岁之后,金黄色开始逐渐退去,1岁半后的毛色与成体相同,但体型尚小。

白头叶猴于 1955 年由我国学者谭邦杰发现并命名^[14]。自发现以来,白头叶猴的分类地位有 2 种观点:认为是一个独立的种^[14],或是黑叶猴的一个亚种^[15],2000 年也曾被划分为越南金头叶猴(*T. Poliocephalus*)的一个亚种^[16]。随着 DNA 技术的发展,证明白头叶猴是一个独立的种。DNA 分析表明,白头叶猴和金头叶猴都起源于黑叶猴,它们分别是距今 46 万—27 万年前和 50 万—25 万年前从黑叶猴分离出来^[17]。

2.2 社会结构 白头叶猴为集群生活,每群猴少则 4~5 只,最多 30 只,占据一定面积的领地。猴群分为繁殖群和全雄群 2 类。

繁殖群为一雄多雌,由一只雄猴、若干只雌猴和小猴组成(图 2,见封面,梁霁鹏摄),一雄来自外来群,通过打败原来的雄猴,将其驱赶出猴群,取代了它的位置。被赶出繁殖群的老雄猴成为独猴,最后终老而死。

雌猴是猴群的核心,猴群中不变的成员,它们之间的亲缘关系是母女或姐妹关系。当猴群中的小猴长大至性成熟后,小雌猴留在了出生群,与母亲和姐妹一同参与繁殖后代。小雄猴则会被赶出出生群。

全雄群就是由多只被赶出出生群的小雄猴聚集在一起构成的临时群,随着一只只小雄猴战胜了繁殖群里的雄猴并成功加入繁殖群。全雄群随之逐渐解体。

2.3 白头叶猴如何适应喀斯特石山 白头叶猴栖息地的喀斯特石山是生存条件十分严酷的环境。石山平地拔起,山体上密布悬崖峭壁,峭壁上分布有形态各异、大小不等的石洞^[18,19]。白头叶猴巧妙地选择了部分天然石洞作为过夜的场所(图 3,图 3~图 6 见插页 2)。

白头叶猴栖息的石山群由一座座石山通过山

脚的坡积裙连在一起,将平地围在中间,构成一个个“盆”的结构,盆的中央是平地,当地群众称之为“山弄”,盆缘是一座座石山(图 4)。大片的山弄被当地群众开垦,种植经济作物甘蔗、花生等,导致白头叶猴的栖息地破碎化严重、人为干扰频繁,犹如甘蔗海洋中的一个一个孤岛上^[20]。

面对这样的严酷生存环境,白头叶猴必须解决三大困难。

第 1 如何获得水分。喀斯特石山缺少土壤,一旦降雨,雨水会顺石缝流到地下,成为地下水,因而几乎没有地表水。在长期适应环境的过程中,白头叶猴学会了从食物中获得水分的适应方式,清晨猴群爬到树梢采食嫩叶、嫩芽。除了含有较高的水分之外,嫩叶、嫩芽的表面还带着很多露水(图 5)。遇到天降暴雨,石山上的石凹存下一些水,白头叶猴会喝到这些水。到了地干水少的旱季,山上没有嫩叶、嫩芽,也没有露珠,白头叶猴只能采食老叶,这些老叶的含水量较少。饥渴难耐的白头叶猴偶尔也会胆战心惊地下山喝水。在笼养状态下研究表明,白头叶猴所需的水分 80%以上来自于树叶^[18,21]。

白头叶猴要解决的第 2 个问题是食物。树叶里的纤维很多,如何消化、分解是白头叶猴能否在喀斯特石山生存的关键。在长期适应环境中,白头叶猴的胃发生了改变,形成了一个容许分解纤维素细菌生存的空腔,将树叶分解为可吸收的糖类物质,因此,白头叶猴大量地采食树叶,91.6%的觅食时间花在采食树叶^[18,22-24]。由于栖息地的树叶相对丰富,白头叶猴的食物容易获得,在食物丰富的夏季,它们对食物的选择很挑剔,而在食物匮乏的冬季,它们便会放宽对食物的要求,扩大食物的选择范围^[22-24]。

与其他猿猴类不同,喀斯特石山中的悬崖峭壁对白头叶猴来说是一个巨大的挑战。适应了石山环境的白头叶猴形成了一类特殊的活动方式以攀爬悬崖,在悬崖峭壁上活动自如,尤其是成年雌猴不仅要自身飞跃悬崖,还要带着尚未独立的幼崽飞跃悬崖(图 6),育有双胞胎的母猴要带着 2 个小猴跨越悬崖。晚上入住悬崖上的石洞,形成了特有的出洞行为和入洞行为^[18,25]。“攀岩是需要上肢巨大的力量的”,推测它们的前肢臂力和抓握能

力得到了重大的发展,并在视觉和空间判断方面比其他猿猴类更为进化。

此外,白头叶猴还学会在炎热的夏天躲避太阳,寒冷的冬天晒太阳的行为^[18],通过对白头叶猴的食物选择、栖息地利用、活动时间分配等方面的研究,可以推断白头叶猴是喀斯特石山环境中陆栖动物最成功的适应者。

2.4 白头叶猴的保护 栖息地的高度隔离导致白头叶猴受到来自人类捕猎和干扰的巨大压力。20世纪80年代保护区建立之前,当地盛产“乌猿酒”,乌猿酒是用白头叶猴及其近亲黑叶猴的尸体加上一些中草药用酒泡制而成。在经济利益驱动下,残忍的杀戮使白头叶猴及其近亲黑叶猴资源遭到了巨大的破坏。白头叶猴和黑叶猴的数量急剧下降,几乎到了濒临灭绝的地步。

20世纪80年代初,国家制定了相关的法律法规,在龙州建立了弄岗国家级自然保护区。随后,在白头叶猴的其他分布区建立了保护区,乌猿酒厂被关闭,偷捕偷猎现象得到了有效遏制,当地群众的经济条件得到了改善,上山砍柴越来越少,石山上的植被也得到了恢复,白头叶猴得到了有效保护。

白头叶猴十分罕见,除上海动物园和广州长隆野生动物园饲养了几只白头叶猴以外,国内、外的其他地方再也看不到白头叶猴的身影。想要见到白头叶猴,最好的方式就是走进保护区,观察拍摄野生的白头叶猴,而且白头叶猴也是最容易观察到的国家级珍稀保护动物之一,越来越多的动物摄影爱好者慕名而来,拍摄了大量的白头叶猴照片,使白头叶猴的科普宣传教育有了大量的精彩影像资料。

主要参考文献

- [1] Wilson D, Mittermeier R. The handbook of mammals of the world-Hoofed mammals. Lynx Edicions, Barcelona, 2011.
- [2] Roos C, Thanh V N, Walter L, et al. Molecular systematics of Indochinese primates. *Vietnam J Primatol*, 2007,1(1):41.
- [3] 范鹏飞.中国长臂猿科动物的分类和保护现状. *兽类学报*, 2012,32(3):248.
- [4] 蒋志刚,马勇,吴毅,等.中国哺乳动物多样性. *生物多样性*, 2015,23(3):351.
- [5] 汪松,解焱.中国物种红色名录.北京:高等教育出版社,2004.
- [6] 潘清华,王应祥,岩崑.中国哺乳动物彩色图鉴.北京:中国林业出版社,2007.
- [7] Andrew T. Smith, 解焱.中国兽类野外手册.长沙:湖南教育出版社,2009.
- [8] Sinha A, Datta A, Madhusudan M D, et al. *Macaca munzala*: A new species from western Arunachal Pradesh, northeast India. *International Journal of Primatology*, 2005,26(4):977.
- [9] Giesmann T, Ngwe Lwin, Saw Soe Aung et al. A new species of snub-nosed monkey, genus *Rhinopithecus* Milne-Edwards, 1872 (Primates, Colobinae) from northern Kachin state, northern Myanmar. *American Journal of Primatology*, 2011,73:96.
- [10] Peeked Macaque (*Macaca leucogenys*): A New Macaque Species From Modog, Southeastern Tibet. *American Journal of Primatology Online*. 2015,77:753.
- [11] 张荣祖,全国强,赵体恭,等.灵长类(除猕猴属外)在中国的分布. *兽类学报*, 1992,12(2):3.
- [12] 张荣祖,全国强,赵体恭,等.猕猴属在中国的分布(英文). *兽类学报*, 1991,11(3):171.
- [13] Fan P F, Huo S. The northern white-cheeked gibbon (*Nomascus leucogenys*) is on the edge of extinction in China. *Gibbon Journal*, 2009,5:44.
- [14] 谭邦杰.我国的猿猴. *生物学通报*, 1955,4(3):17.
- [15] 李致祥,马世来.白头叶猴的分类订正. *动物分类学报*, 1980,5(4):440.
- [16] Groves C. *Primate taxonomy*. Washington D.C: Smithsonian Institution Press, 2001.
- [17] Liu Z J, Wang B S, Nadler T, et al. Relatively recent evolution of pelage coloration in colobinae: phylogeny and phylogeography of three closely related langur species. *PLoS One*, 2013,8(4):e61659.
- [18] 黄乘明.中国白头叶猴.桂林:广西师范大学出版社,2002,26.
- [19] Huang C M, Wei F W, Li M, et al. Sleeping Cave Selection, Activity Patterns and Time Budget of White-headed Langur. *International Journal of Primatology*, 2003,24(4):813.
- [20] Li Z Y, Rogers E. Habitat quality and time budgets of white-headed langurs in Fusui, China. *International Journal Primatology*, 2004,25(1):41.
- [21] 黄乘明,卢立仁,李春瑶. The Water Metabolism of White-headed Leaf Monkey in cage in summer. *兽类学报*, 1997,17(2):100.
- [22] Li Z Y, Wei Y, Rogers E. Foods choice of white-headed langurs in Fusui, China. *International Journal Primatology*, 2003,24:1189.
- [23] Huang C M, Wu H, Zhou Q H, et al. Feeding strategy of Francois's langur and white-headed langur in Fusui, China. *American Journal of Primatology*, 2008,70:320.
- [24] Zhou Q H, Tang X P, Huang H L, et al. Factors affecting the ranging behavior of white-headed langurs (*Trachypithecus leucocephalus*) *International Journal of Primatology*, 2011,32:511.
- [25] Huang C M, Li Y B. How does the white-headed langur (*Trachypithecus leucocephalus*) adapt locomotor behavior to its unique limestone hill habitat. *Primates*, 2005,46:261.

(E-mail:cmhuang@ioz.ac.cn)