

河南伏牛山北坡果子狸夏季巢穴生境特征

曾国仕, 郑合勋*, 邓天鹏

(河南大学生命科学学院, 开封 475001)

摘要:通过对伏牛山北坡果子狸夏季巢穴生境选择的研究,以海拔、植被类型、坡度、坡向、坡位、巢穴隐蔽程度、水源距离、干扰距离、郁闭度、乔木距离、灌木距离、灌木密度 12 个指标进行评估。分析结果表明,果子狸夏季巢穴生境的选择特征是:(1)地理分布因子:海拔 900—1200 m 地带,以阔叶林为主,杂有少量针阔混交林。(2)干扰因子:距离人类活动较近的地方。(3)隐蔽因子:郁闭度高、灌木密度高、隐蔽程度好的巢穴。(4)地形因子:巢穴位于斜坡或陡坡的上坡位或中坡位的阳坡或半阳坡。(5)食物丰富度因子:巢穴选择在乔木个体发育较好的阔叶林中,有丰富的食物来源。(6)水源因子:水源距离在 100 m 以内。

关键词:伏牛山;果子狸;洞穴选择;聚类分析;主成分分析

A preliminary analysis on summer caves selection of Masked palm civet (*Paguma larvata*) on the north slope of Funiu Mountain

ZENG Guoshi, ZHENG Hexun*, DENG Tianpeng

College of Life Science, Henan University, Kaifeng 475001, China

Abstract: Summer caves of Masked palm civets (*Paguma larvata*) were surveyed on the north slope of Funiu Mountain in July and August, 2005. Twelve environmental variables possibly pertaining to cave selection were measured, including altitude, vegetation type, slope, aspect, location, level of cave concealment, distance to water source, distance to disturbance, canopy cover, average distance to trees, average distance to shrubs, shrub density. The results showed that summer caves of the Masked palm civet were located in broadleaf forests with high levels of canopy cover, shrub density and concealment, at an elevation of 900—1200 m on skew and steep, sunny and semi-sunny slopes. The caves were usually close to human residences and less than 100 m from a water source.

Key Words: Funiu Mountain; Masked palm civet (*Paguma larvata*); cave selection; principal component analysis; cluster analysis

果子狸(*Paguma larvata*)俗名花面狸、香狸、白额灵猫,主要分布在热带和亚热带地区,在国内主要分布于河北、山西、陕西和长江以南地区^[1-2],河南省各山区均有分布^[3]。2003 年以前,国内外有关果子狸的研究主要集中在人工饲养繁殖和疾病防治,部分涉及其基础生物学,对野生果子狸研究较少^[2];2003 年以后在果子狸对 SARS 的传播媒介作用和医疗应用价值方面^[4-7]和生态学方面^[8]开展了研究。为了有效控制和管理果子狸的种群数量,预防和防止其向人类传播潜在的病源,必须加强有关果子狸生态学方面的研究。果子狸属夜行性,巢穴作为其生存的基本条件之一,可为其提供休息、隐藏、产仔、躲避不良气候和敌害的场所。因此,研究果子狸巢穴的生境特征与选择对于了解其生活史是非常重要的。于 2005 年 7—8 月在河南伏牛山北坡对野生果子狸夏季巢穴的生境选择进行了研究。

1 研究地区概况

豫西中部伏牛山山区属于秦岭山系向东延伸的余脉,位于东经 110°30′—113°05′,北纬 32°45′—34°00′,

基金项目:河南大学博士科研启动费资助项目

收稿日期:2008-09-23; 修订日期:2008-12-01

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhx@henu.edu.cn

是暖温带南缘向北亚热带过度地带,我国温带与亚热带的一条自然分界线,南北植物交汇,植被茂盛,为动物生存创造了良好条件^[9-10]。伏牛山北坡属暖温带,平均气温 12.1—12.7℃,南坡 14.1—15.1℃。年较差为 25.6—27.5℃。伏牛山年平均降水量在 800—1100 mm,属于湿润气候。壳斗科(Fagaceae)、松科(Pinaceae)、桦木科(Betulaceae)、杨柳科(Salicaceae)、榆科(Ulmaceae)、槭树科(Aceraceae)是本区森林植被的主要成分^[8-9]。

2 研究方法

2.1 巢穴的确定

由熟悉果子狸生活习性的当地向导和 3 条猎狗协助,在伏牛山北坡经常有果子狸出没的地带分区域搜索其巢穴。发现巢穴后,主要通过足迹、粪便进行判断。果子狸足印的各类垫印较大而紧靠、印趾垫与间垫相距较近、掌垫宽长且左右分开,与同域分布的鼬科类动物的各类垫印较小而分散、趾垫与间垫相距较远、掌垫呈不规则的短宽“V”型区别明显;其粪便为 3 节堆放、杂有果渣或枝节^[11]。本次调查共确认有效果子狸巢穴 41 个,其中在用巢穴 26 个,旧巢穴 15 个。

2.2 生态因子的测量

生态因子的选取、划分和测定方法参照高中信、鲁庆彬、王正寰、张洪海^[12-15],以果子狸洞穴为中心,设一个 10 m×10 m 的样方,对下列 12 个生态因子进行测定,具体方法如下:

(1)海拔 GPS 测量,分为 ≤ 900 m、 $> 900—< 1200$ m 和 ≥ 1200 m 以上 3 个等级。

(2)植被类型 根据样方所在地的植被特征分为阔叶林和针阔混交林两种。

(3)坡度 用罗盘测定样方中心上下延伸 5 m 的坡度。分为平缓坡($0—< 20^\circ$)、斜坡($20—< 40^\circ$)和陡坡($\geq 40^\circ$)3 个等级。

(4)坡向 阳坡测定标准为 S67.5°E—S22.5°W,半阳坡为 N22.5°E—S67.5°E 和 S22.5°W—N67.5°W;阴坡为 S67.5°W—N22.5°E。

(5)坡位 样方山坡上 1/3 为上坡位,中间 1/3 为中坡位,下 1/3 为下坡位。

(6)巢穴隐蔽程度 以样方为中心,在 4 个方向的最开阔处立一根 1 m 高标杆,以其最近的不可见距离来衡量,分为良好(≤ 10 m)、中等($> 10—< 20$ m)和差(≥ 20 m)。

(7)水源距离 巢穴距溪涧或水塘的直线距离,分为近(≤ 100 m)中($> 100—< 200$ m)远(≥ 200 m)3 个等级。

(8)干扰距离 巢穴离居民点、公路、林间作业点和农田的直线距离,分为轻度干扰(≥ 1000 m)、中度干扰($> 500—< 1000$ m)和重度干扰(≤ 500 m)。

(9)郁闭度 样方林冠的遮阴程度,分为低郁闭度($\leq 50\%$)、中郁闭度($> 50\%—< 75\%$)和高郁闭度($\geq 75\%$)。

(10)乔木距离 以巢穴为中心,将 10 m×10 m 样方划成 4 个 5 m×5 m 正方形小样方,测量小样方内距离中心点最近的乔木距离,其平均值为乔木距离。分为 ≤ 75 cm、 $> 75—< 150$ cm、 ≥ 150 cm 3 个等级。

(11)灌木距离 测量方法同乔木距离,分为 ≤ 50 cm、 $> 50—< 100$ cm、 ≥ 100 cm 3 个等级。

(12)灌木密度 按丛记录样方内的灌木数量,分为低(≤ 20 丛)、中等($20—< 30$ 丛)、高(≥ 30 丛)3 个等级。

2.3 数据处理方法

通过对 12 个生态因子在样方中出现的频率统计、聚类分析和主成分分析,分析影响果子狸夏季巢穴选择的各种因素及其内在关系。

3 结果与分析

3.1 巢穴特征

41 个果子狸巢穴都为石洞,洞内通道狭隘曲折且深,难以测量。1—3 个洞口,1 个洞口的占 39.0%,2 个

占 41.5%, 3 个占 19.5%。洞口形状多样, 大小差别很大, 平均大小为 $(27.80 \pm 15.67) \text{ cm} \times (58.48 \pm 43.40) \text{ cm}$ 。

3.2 生态因子的分布频率

从样方各项生态因子的分布频率(表 1)看, 海拔 900—1200 m (87.8%)、阔叶林 (95.12%)、陡坡 (68.29%)、水远距离近 (87.8%)、郁闭度高 (87.8%), 说明果子狸对这 5 个生态因子具有很强的选择性。另外, 阴坡仅占 9.76%, 下坡位仅占 17.07%, 灌木距离 $\geq 100 \text{ cm}$ 只占 7.31%, 灌木密度低只占 12.2%, 说明果子狸对这 4 生态因子也具有选择性。

表 1 果子狸巢穴选择的各项因子分布频次

Table 1 Distribution of ecological factors in cave selection of masked palm civets

项目 Items	类别 Classification	生态因子在样方中的分布 Factor distribution		生态因子在各聚类中的分布 Frequency and percentage in each cluster			
		频次 Frequency	频率 percentage	A (N = 14)	B (N = 4)	C (N = 4)	D (N = 19)
海拔 Altitude/m	≤ 900	3	7.32%	1 (7.14%)	2 (50%)	0	0
	$>900 - <1200$	36	87.8%	13 (92.86%)	2 (50%)	2 (50%)	19 (100%)
	≥ 1200	2	4.88%	0	0	2 (50%)	0
植被类型 Vegetation	阔叶林 Broad leaf forest	39	95.12%	14 (100%)	4 (100%)	2 (50%)	19 (100%)
	混交林 Mixed forest	2	4.88%	0	0	2 (50%)	0
坡度 Slope Gradient	平缓坡 Gentle	5	12.2%	1 (7.14%)	4 (100%)	0	0
	斜坡 Ramp	8	19.51%	8 (57.14%)	0	0	0
	陡坡 Steepness	28	68.29%	5 (35.71%)	0	4 (100%)	19 (100%)
坡向 Slope Direction	阳坡 Sunny slope	18	43.9%	9 (64.29%)	2 (50%)	1 (25%)	6 (31.58%)
	半阳坡 Half sunny slope	19	46.34%	4 (28.57%)	2 (50%)	3 (75%)	10 (52.63%)
	阴坡 Shady slope	4	9.76%	1 (7.14%)	0	0	3 (15.79%)
坡位 Position Rank	上坡位 Upper slope	17	41.46%	13 (92.86%)	4 (100%)	0	0
	中坡位 Middle slope	17	41.46%	1 (7.14%)	0	4 (100%)	12 (63.16%)
	下坡位 Lower slope	7	17.07%	0	0	0	7 (36.84%)
巢穴隐蔽程度 Shelter	良好 Best	13	31.71%	9 (64.29%)	4 (100%)	0	0
	中等 Good	16	39.02%	5 (35.71%)	0	0	11 (57.89%)
	差 Worst	12	29.27%	0	0	4 (100%)	8 (42.11%)
水源距离 Water Distance	近 Close	36	87.8%	14 (100%)	4 (100%)	0	18 (94.74%)
	中 Middle	2	4.88%	0	0	1 (25%)	1 (5.26%)
	远 Far	3	7.32%	0	0	3 (75%)	0
干扰距离 Interference Distance	轻度干扰 Slightly	7	17.07%	0	0	4 (100%)	3 (15.78%)
	中度干扰 Commonly	8	19.51%	0	0	0	8 (42.11%)
	重度干扰 Severely	26	63.41%	14 (100%)	4 (100%)	0	8 (42.11%)
郁闭度 Canopy Cover	低 Lower	1	2.44%	0	1 (25%)	0	0
	中 Middle	4	9.76%	1 (7.14%)	3 (75%)	0	0
	高 High	36	87.8%	13 (92.86%)	0	4 (100%)	19 (100%)
乔木距离/cm Tree Distance	≤ 75	13	37.71%	3 (21.43%)	1 (25%)	1 (25%)	8 (42.11%)
	$>75 - <150$	24	58.54%	9 (64.29%)	3 (75%)	3 (75%)	9 (47.37%)
	≥ 150	4	9.75%	2 (14.28%)	0	0	2 (10.52%)
灌木距离/cm Shrub Distance	≤ 50	24	58.54%	6 (42.86%)	2 (50%)	4 (100%)	12 (63.16%)
	$>50 - <100$	14	34.15%	7 (50%)	0	0	7 (36.84%)
	≥ 100	3	7.31%	1 (7.14%)	2 (50%)	0	0
灌木密度/丛 Shrub Density	低 Lower	5	12.2%	4 (28.57%)	0	0	1 (5.26%)
	中等 Middle	14	34.14%	5 (35.71%)	0	3 (75%)	6 (31.58%)
	高 High	22	53.66%	5 (35.71%)	4 (100%)	1 (25%)	12 (63.16%)

3.2 生态因子的聚类分析

对生态因子的聚类分析(图 1),在欧氏距离 18 的水平上将 41 个巢穴样本分为 A 组(14 个样本)、B 组(4 个样本)、C 组(4 个样本)、D 组(19 个样本),每组中的巢穴样方数量和频次列于表 1。通过分析比较每组对巢穴选择有影响的生态因子的共同特征和不同特征,可归纳出伏牛山北坡夏季果子狸巢穴的生境特征:位于海拔 900—1200 m 的阔叶林中,选择斜坡或陡坡的中上坡位,坡向多为阳坡或半阳坡,水源距离近、郁闭度高、巢穴隐蔽程度较好,中度或重度干扰,乔木距离适中,灌木较密集。

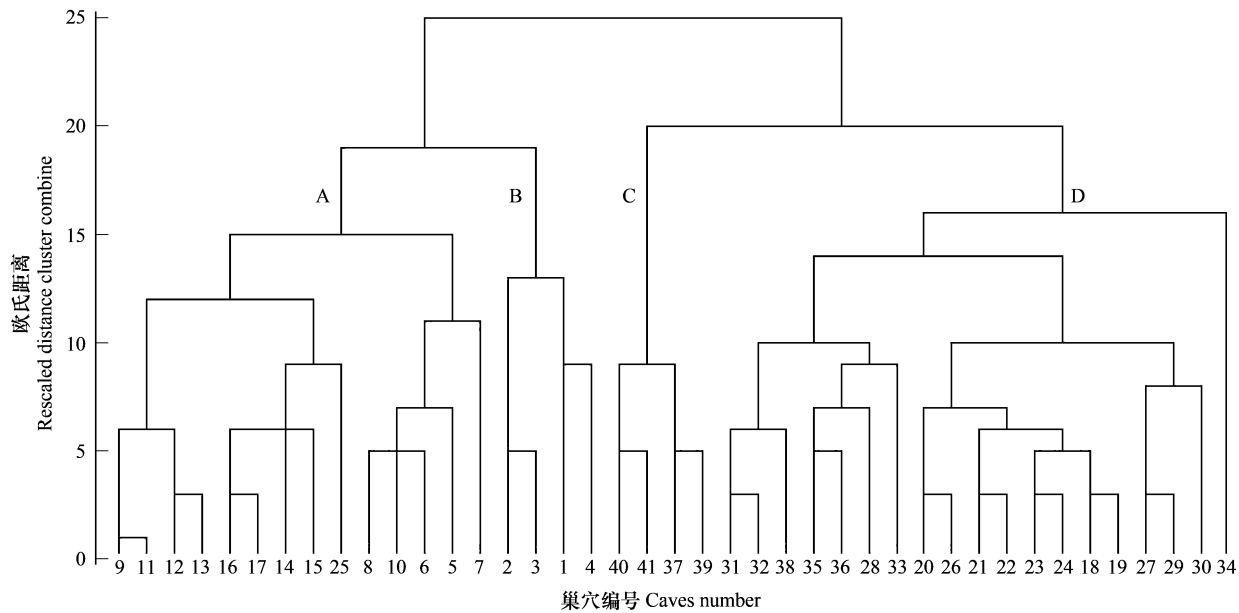


图 1 41 个果子狸巢穴选择聚类图
Fig.1 Cluster analysis of caves selection for masked palm civet

3.3 生态因子的主成分分析

对 13 个生态因子主成分分析相关矩阵的前 5 个主成分的累积贡献率为 79.62%,可以概括地反映果子狸巢穴的生境特征(表 2)。

表 2 果子狸巢穴选择 13 个生态因子前 6 个主成分的负荷量
Table 2 Loadings of 13 ecological factors by masked palm civet for the prior six principle components

生态因子 Ecological factors	主成分 Components				
	1	2	3	4	5
海拔 Altitude	0.636	-0.427	0.316	0.259	-0.113
植被类型 Vegetation type	0.577	-0.671	0.073	0.064	0.092
坡度 Slope gradient	0.791	0.514	0.179	0.030	-0.124
坡位 Position rank	0.248	0.142	0.048	0.001	0.887
坡向 Slope direction	0.560	0.508	0.023	0.187	0.057
隐蔽程度 Shelter	0.877	0.207	-0.138	-0.143	0.017
干扰距离 Interference distance	0.675	-0.601	-0.002	-0.042	0.002
水源距离 Water distance	-0.792	0.205	0.162	0.168	-0.135
郁闭度 Canopy cover	0.573	0.453	0.478	0.017	-0.121
乔木距离 Trees distance	-0.255	-0.096	0.410	0.774	0.017
灌木距离 Shrubs distance	-0.506	-0.039	0.478	-0.148	0.402
灌木密度 Shrubs density	0.123	0.130	-0.703	0.566	0.157
贡献率 Ratio of contribution/%	35.438	15.444	10.868	9.160	8.709
累计贡献率 Accumulative ratio of contribution/%	35.438	50.881	61.749	70.909	79.619

第 1 主成分中,巢穴隐蔽程度、水源距离、坡度、干扰距离、海拔的相关系数绝对值较高,分别属于隐蔽因子、水源因子、地形因子、干扰因子、地理分布因子。在第 2 主成分中,相关系数绝对值较高的有植被类型、干扰距离、坡向,其中植被类型与果子狸的食物多少相关,属于食物丰富度因子,干扰距离在第 1 主成分中已经被提取,坡向属于地形因子。第 3 主成分中,相关系数绝对值较高的为灌木密度、灌木距离和郁闭度,与巢穴的隐蔽程度有关,属于隐蔽因子。第 4 主成分相关系数绝对值较高的为乔木距离、灌木密度,其中乔木距离与乔木个体大小发育有关,进而与果子狸的食物丰富度相关,列入食物丰富度因子,灌木密度在第 3 主成分中已经被提取。第 5 主成分相关系数绝对值较高的为坡位,属于地形因子。

综合上述对生态因子的分布频率、聚类 and 主成分分析的结果,可以将果子狸夏季巢穴的生境选择特征归纳为:(1)地理分布因子,海拔 900—1200 m 的地带,以阔叶林为主,混有少量的针阔混交林。(2)隐蔽因子,郁闭度高、灌木密度高、隐蔽程度好的巢穴。(3)干扰因子,距离人类活动较近的地方。(4)地形因子,巢穴位于斜坡或陡坡的上坡位或中坡位的阳坡或半阳坡。(5)食物丰富度因子,巢穴选择在乔木个体发育较好的阔叶林中,有丰富的食物来源。(6)水源因子,水源距离在 100 m 以内。

4 讨 论

动物的生境选择受诸多因素影响:除了动物本身的特性之外,还包括生境的特性、食物的有效性、隐蔽场所和空间利用的有效性、捕食和竞争等诸多因素^[16]。从栖息生境上来看,果子狸栖息于毗邻农作区的亚热带常绿阔叶林、暖温带针阔混交林、灌丛^[2]、岩裸地^[1, 17]和农作区^[8, 17];从取食食物上来看,果子狸为杂食性,以树叶、嫩枝条、果实、谷物等作为食物,也捕食雏鸟、鸟卵、蛙、鼠、昆虫之类的食物^[1-2, 8],而且由于不同栖息环境和不同季节而形成的食物种类和丰富度的不同,果子狸的主要食物随之而发生变化,野果是森林环境夏秋季节的主要食物,栽培果实是农作环境中夏秋季节的主要食物^[8];从巢穴选择上来看,果子狸可以岩洞、树洞、土穴^[1-2]、乱石堆、柴草堆^[17]作为巢穴。上述 3 个方面说明果子狸具有较为广泛的生境适应能力,在不同的生境中采取不同的食物和巢穴选择适应对策。果子狸在伏牛山北坡栖息于海拔 900—1200 m 的次生阔叶林,以栎林为主,杂有野生柿子树、山楂、板栗、猕猴桃等果树^[9],可能是果子狸夏季食物的主要来源之一。同时,巢穴又选择在距离山区村落较近的区域,也可能与获取农作物食物有关,因为夏季正是当地农作物生长旺盛和一些果树的成熟季节。本次调查发现的所有巢穴全部是岩石洞穴,这也是由伏牛山北坡的生境条件所决定的,次生阔叶林无特大乔木,没有形成树洞的自然条件,石质山体土质较少,也很难具备利用土穴改造为巢穴的自然条件。巢穴选择阳坡或半阳坡,可能是该环境的植被生长旺盛而食物丰富。巢穴选择位于上坡位或中坡位的斜坡或陡坡,同时巢穴周围灌木茂密,显然与提高隐蔽程度和有利于逃避敌害有关。巢穴离水源较近,可能与夏季高温,需水量较大有关。

References:

- [1] Shou Z H. Chinese economy fauna (beasts). Beijing: Science Press, 1964: 382-384.
- [2] Jiang Z G, Li C W, Zeng Y. Status of the research on Masked Palm Civets. Chinese Journal of Zoology, 2003, 38(4): 120-123.
- [3] Shao W J. Henan chorography eighth volume: fauna. Zhengzhou: Henan People Press, 1992: 204-238.
- [4] Zhang C Y, Wei J F. Adaptive evolution of the spike gene of SARS coronavirus during interspecies transmission from palm civet to human. Journal of Jiangsu University (Medicine Edition), 2006, 16(5): 374-379.
- [5] Xiao Y H, Meng Q W, Yi X N, Guan Y T, Liu Y G, Li C W, Wang M P, Kong X G, Wu D L. Experimental infection of SARS-CoV in civets: a pathological study. Chinese Journal of Clinical and Experimental Pathology, 2006, 22 (4): 477-484.
- [6] Guan Y, Zheng B J, He Y Q, Liu X L, Zhuang Z X, Cheung C L, Luo S W, Li P H, Zhang L J, Guan Y J, Butt K M, Wong K L, Chan K W, Lim 3W, Shortridge K F, Yuen K Y, Peiris J S M, Poon L L M. Isolation and characterization of viruses related to the SARS coronavirus from animals in southern China. Scienceexpress, www.scienceexpress.org/4September 2003/ Page1 /10.1126/ science. 1087139.
- [7] Diana Bell, Scott Robertson, Paul R. Hunter. Animal origins of SARS coronavirus: possible links with the international trade in small carnivores. The Royal Society. Published online, 3/6/2004.
- [8] Zhou Y B, Zhang J S, Slade E, Zhang L B, Palomares F, Chen J, Wang X M, Zhang S Y. Dietary shifts in relation to fruit availability among

- masked palm civets (*Paguma larvata*) in central China. *Journal of Mammalogy*, 2008, 89(2): 435-447.
- [9] Xia Z R, Chen X H, Liang J B. A Survey on diversity of amphibians in Funiu Mountain, Henan. *Sichuan Journal of Zoology*, 2006, 25(2): 307-311.
- [10] Ding S Y, Lu X L. Comparison of plant flora of Funiu Mountain and Jigong Mountain natural reserves. *Geographical Research*, 2006, 25(1): 62-70.
- [11] Ma S L, Ma X F, Shi W Y. A guide to mammal tracking in china. Beijing: China Forest Publishing House, 2001.
- [12] Gao Z X, Zhang M H, Hu R B. Winter bedding site selectetion of ussurian wild pig in the lesser khing-an mountains. *Acta Theriologica Sinica*, 1995, 15(1): 25-30.
- [13] Lu Q B, Hu J C. Preliminary analysis on the habitat selection of black bears in the Minshan Mountains. *Acta Theriologica Sinica*, 2003, 23(2): 99-105.
- [14] Wang Z H, Wang X M. Ecological characteristics of Tibetan fox dens in Shiqu County Sichuan Province, China. *Zoological Research*, 2006, 27(1): 18-22.
- [15] Zhang H H, Dou H S, Zhai H C, Wu M R. Characteristics of dens in spring of three species of cands. *Acta Theriologica Sinica*, 2006, 26(12): 3980-3988.
- [16] Zhang H M, Hu J C. Habitat selection of *Procapra picticaudata* in summer in the northwestern plateau, Sichuan. *Sichuan Journal of Zoology*, 2002, 21(1): 12-15.
- [17] Zhang B L, Su X L, Gao G C, Zhang W H. Distribution and population of Masked palm civet (*Paguma Larvata*) Chinese Journal of Zoology, 1991, 26(5): 42-45.

参考文献:

- [1] 寿振黄主编. 中国经济动物志——兽类. 北京: 科学出版社, 1964: 382-384.
- [2] 蒋志刚, 李春旺, 曾岩. 果子狸研究现状. *动物学杂志*, 2003, 38(4): 120-123.
- [3] 邵文杰. 河南省志, 第 8 卷, 动物志. 郑州: 河南人民出版社, 1992: 204-238.
- [4] 张驰宇, 魏继福. SARS—CoV 由果子狸向人类跨种传播中 S 蛋白的适应性进化研究. *江苏大学学报(医学版)*, 2006, 16(5): 374-379.
- [5] 肖一红, 孟庆文, 尹训南, 关云涛, 刘永刚, 李昌文, 王牟平, 孔宪刚, 吴东来. 果子狸 SARS-CoV 实验性感染的病理学研究. *临床与实验病理学杂志*, 2006, 22(4): 477-484.
- [9] 夏中荣, 陈晓虹, 梁俊波. 河南伏牛山两栖动物资源调查. *四川动物*, 2006, 25(2): 307-311.
- [10] 丁圣彦, 卢训令. 伏牛山和鸡公山自然保护区植物区系比较. *地理研究*, 2006, 25(1): 63-64.
- [11] 马世来, 马晓峰, 石文英. 中国兽类踪迹指南. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [12] 高中信, 张明海, 胡瑞滨. 小兴安岭地区野猪冬卧息地选择的初步研究. *兽类学报*, 1995, 15(1): 25-30.
- [13] 鲁庆彬, 胡锦鑫. 岷山黑熊生境选择的初步分析. *兽类学报*, 2003, 23(2): 99-105.
- [14] 王正寰, 王小明. 四川省石渠县藏狐洞穴的生态特征分析. *动物学研究*, 2006, 27(1): 18-22.
- [15] 张洪海, 窦华山, 翟红昌, 吴牧仁. 三种犬科动物春季洞穴特征. *生态学报*, 2006, 26(12): 3980-3988.
- [16] 张洪茂, 胡锦鑫. 川西北高原藏原羚夏季生境选择. *四川动物*, 2002, 21(1): 12-15.
- [17] 张保良, 苏学良, 高贵昌, 张万和. 花面狸的分布及种群组成研究. *动物学杂志*, 1991, 26(5): 42-45.