

四川梅花鹿的行为谱及 PAE 编码系统*

戚文华^{1,2} 岳碧松² 宁继祖¹ 蒋雪梅¹ 权秋梅¹ 郭延蜀^{1**} 米 军³ 左 林³ 熊远清³

(¹ 西华师范大学生命科学学院西南野生动植物资源保护教育部重点实验室, 四川南充 637009 ;² 四川大学生命科学学院四川省濒危野生动物保护生物学重点实验室, 成都 610064 ;³ 四川省若尔盖县林业局, 若尔盖 624501)

摘 要 2007 年 3—11 月每月定期 5 d , 每天 06 :00—18 :00 在四川省铁布自然保护区的冻列乡、崇尔乡、热尔乡观察记录四川梅花鹿行为发生过程、内容、结果及其周围生境. 建立了四川梅花鹿的行为谱、警戒行为谱及其 PAE 编码系统, 填补了有蹄类警戒行为 PAE 编码的空白. 分辨并记录了四川梅花鹿的 11 种姿势、83 种动作及 136 种行为, 描述了各种行为的相对发生频次与性别、年龄、季节的关系. 与其他有蹄类相比, 梅花鹿的行为与鹿科其他动物有相似之处.

关键词 四川梅花鹿 行为谱 PAE 编码系统 铁布自然保护区

文章编号 1001-9332(2010)02-0442-10 **中图分类号** Q958.1 **文献标识码** A

Behavior ethogram and PAE coding system of *Cervus nippon sichuanicus*. QI Wen-hua^{1,2}, YUE Bi-song², NING Ji-zu¹, JIANG Xue-mei¹, QUAN Qiu-mei¹, GUO Yan-shu¹, MI Jun³, ZUO Lin³, XIONG Yuan-qing³(¹Ministry of Education Key Laboratory of Southwest China Wildlife Resources Conservation, School of Life Sciences, China West Normal University, Nanchong 637009, Sichuan, China ;²Sichuan Province Key Laboratory of Conservation Biology on Endangered Wildlife, College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610064, China ;³Ruoergai Bureau of Forestry, Ruoergai 624501, Sichuan, China). -Chin. J. Appl. Ecol. 2010 21(2):442-451.

Abstract : A monthly 5-day periodic observation at 06 :00-18 :00 from March to November 2007 was conducted to record the behavioral processes, contents, and results, and the surrounding habitats of Sichuan sika deer (*Cervus nippon sichuanicus*) in Donglie, Chonger, and Reer villages of Tiebu Natural Reserve of Sichuan Province. The behavioral ethogram, vigilance behaviors ethogram and its PAE (posture, act, and environment) coding system of the Sichuan sika deer were established, which filled the gap of the PAE coding of ungulates vigilance behaviors. A total of 11 kinds of postures, 83 acts, and 136 behaviors were recorded and distinguished, with the relative frequency of each behavior in relation to gender, age, and season described. Compared with other ungulates, the behavioral repertoire of Sichuan sika deer was mostly similar to that of other cervid animals.

Key words : Sichuan sika deer ; ethogram ; PAE coding system ; Tiebu Natural Reserve.

动物行为学是揭示动物活动规律,探索动物与其环境之间的关系,探讨动物调节行为、适应环境的起点^[1]. 行为谱是动物正常行为的全部或主要行为名录^[2],建立动物的行为谱是行为学研究的重要内容^[3],为动物行为量化研究及其他研究提供参考,还为动物保护提供指南^[3]. 自 Makkink^[4]研究欧洲反嘴鹬(*Recurvirostra avosetta*)第一次提出行为谱的概念之后,众多学者对动物行为谱进行了深入研究,这极大地推动了动物行为学的发展.

国外对动物行为谱的研究开展较早,侧重于行为机制、行为量化及适应意义. 20 世纪 70 年代,Wilson^[5]报道了新热带林栖蚂蚁(*Zacryptocerus varians*)的社会行为谱以及这些社会行为的相互联系. Stevenson 等^[6]构建了普通狢猴(*Calithrix jacchus jacchus*)的全部行为谱,并对这些行为进行详细分析. Skinner 等^[7]研究了圈养狮尾狒猴(*Macaca silenus*)的行为谱,对其行为进行描述、定义和分类,并与其他猴的行为进行了比较. 20 世纪 80 年代,Osward 等^[8]对圈养长尾猴(*Cercopithecus neglectus*)的日常行为谱进行定义、分类,并统计各种行为的相对发生

* 四川省重点学科重点项目(SZD0420)资助.

** 通讯作者. E-mail : ys. guo@tom. com

2009-07-08 收稿, 2009-11-12 接受.

频次. Jensen^[9]描述并分析了圈养母猪群居社交模式的 10 种行为谱,随后 Jensen 等^[10]对小猪吮奶时的发声行为谱进行分类,并分析和讨论了猪发声行为在功能上是否连续. Arnold^[11]报道了英国骏马的对抗行为谱. Grier^[2]研究动物行为谱时,列出行为术语,并描述其行为,解释其行为要素和行为发生的次序. McGlone 等^[12]对母羊羔分娩后 2 h 内的行为谱进行数量化,把统计的 2130 种行为分为 24 类,并描述了个体行为及其行为顺序. 20 世纪 90 年代至 21 世纪初,McDonnell 等^[13]报道了马科动物单身个体群居对抗行为谱,在此基础上,McDonnell 等^[4]进一步对马科动物行为谱进行了系统而全面的报道. Norris 等^[14]通过行为因素定量化,研究了 2 种东方蝾螈(*Triturus helveticus* 和 *T. vulgaris*)的产卵行为谱. Macnulty 等^[15]通过野狼(*Canis lupus*)研究大型食肉动物捕食时有目的有计划的行为谱,见证怎样把基本行为谱作为普通框架来分类大型肉食动物的行为. 国内对行为谱的研究尚处于起步阶段,肖建强等^[16]构建了人工饲养环境下长江江豚(*Neophocaena phocaenoides asiaeorientalis*)的行为谱,但未对其进行分类及编码. 蒋志刚^[17]从 20 世纪 90 年代中期通过对麋鹿(*Elaphurus davidianus*)行为系统观察,建立了以“姿势-动作-行为”为轴心、以行为生态功能为依据的麋鹿行为谱及其分类编码系统. 龙帅等^[18]建立了矮岩羊(*Pseudois schaeferi*)的行为谱及 PAE 编码系统.

由于人类捕猎和环境恶化,我国野生梅花鹿现存数量已不足 2000 只,濒临灭绝^[19]. 为拯救该物种,我国政府已于 1978 年将其列为国家 I 级重点保护物种予以保护, IUCN 红色名录也将其列为濒危级^[20]. 四川梅花鹿(*Cervus nippon sichuanicus*)是梅花鹿的一个亚种^[21],现主要分布于青藏高原东部边缘山地、岷山系北段、铁布、包座、白河等自然保护区及其周边 3 块完全隔离的区域^[22]. 国外关于梅花鹿行为研究报道较多^[23-29],而国内现仅有郭延蜀^[30-31]、刘昊等^[32]对其亚种行为生态学进行过研究. 研究梅花鹿行为生态,尤其是对其行为谱及 PAE 编码系统的研究,可以确定各种行为在不同性别和年龄的个体中出现的相对频度和出现的季节,了解梅花鹿的行为与其他鹿科动物是否具有相似或独特之处,进而为四川梅花鹿行为生态工作的保护和研究提供基础资料. 为此,笔者于 2007 年 3—11 月对四川梅花鹿的行为谱进行系统研究,并建立了其 PAE 编码系统.

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区概况

研究区域为四川省若尔盖县铁布自然保护区(34°02'—34°12'N, 102°58'—103°11'E),位于青藏高原东部边缘、秦岭西端,总面积约 200 km²,以保护四川梅花鹿为主. 其境内地貌属中切割山原,谷底海拔约 2450 m,峰岭 3300 m,最高可达 4000 m. 气候受西风环流及东南季风的影响,夏季温凉、冬季寒冷、干湿季明显,属山地温带气候. 天然植被面积占区总面积的 86%,森林覆盖率为 45%^[22]. 白龙江横贯分布区,境内溪流均由北而南或由南而北汇入白龙江^[22]. 植被垂直分布明显,且强烈受到坡向影响,主要植被类型:2400 ~ 2500 m 为河滩灌丛,以柳(*Salix* spp.)为主,其间夹杂有沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、小檗(*Berberis* spp.)、高丛珍珠梅(*Sarbaria arborea*)等, 2500 ~ 3200 m,阳坡为由小檗、沙棘、锦鸡儿(*Caragana* spp.)、四川扁桃(*Prunus tangutica*)、栒子(*Cotoneaster* spp.)、亚菊(*Ajania* spp.)、白羊草(*Hothrisetum flaccidum*)、短柄草(*Brachypodium sylvaticum*)等组成的灌丛草甸和山坡灌丛,局部地段有紫果云杉(*Picea purpurea*)林、青杆(*P. wilsonii*)林,该植被带是四川梅花鹿主要采食生境,阴坡以油松(*Pinus tabulaeformis*)林、粗枝云杉(*P. asperata*)林、紫果云杉林、白桦(*Betula platyphylla*)和山杨(*Populus davidiana*)林为主,林下灌木层主要为华西箭竹(*Fargesia nitida*) 3200 m 以上阳坡为灌丛草甸和裸岩区,阴坡为冷杉(*Abies* spp.)林和杜鹃(*Rhododendron* spp.)林,林下灌林层以杜鹃、忍冬(*Lonicera* spp.)、茶藨子(*Ribes* spp.)、陕甘花椒(*Sorbus koehneana*)等为优势种,林缘以上为杜鹃、栒子、绣线菊(*Spiraea* spp.)、窄叶鲜卑花(*Sibiraea angustata*)、金露梅(*Potentilla fruticosa*)、禾草、苔草(*Carex* spp.)、蒿草(*Kobresia* spp.)等组成的亚高山灌丛草甸^[22].

1.2 研究方法

主要采用直接观察法和行为跟踪法进行调查. 根据铁布自然保护区的地形特点并结合四川梅花鹿的主要分布区,在冻列乡、崇尔乡、热尔乡各设置 1 个观察点. 2007 年 3—11 月,每天 06:00—18:00 用 8×30 双筒望远镜进行持续直接观察和跟踪观察,采用所有事件记录法在每个观察点每月定期 5 d

(1—5 日在冻列乡 8—12 日在崇尔乡 ,15—19 日在崇尔乡)观察记录其行为的发生过程、内容、结果及其周边环境。

根据野外观察到的四川梅花鹿体形、体长、体高、毛色以及角的形状和大小 ,将其划分为成年雄性和雌性、亚成体、幼体。成年雄性 :角粗大 ,分 2 叉以上 ,喉及咳部有长而较黑的咳须 ,体长大约为 1.60 ~ 1.73 m ,肩高在 0.91 ~ 1.03 m。成年雌性 :无角 ,体长和肩高仅次于成年雄性。亚成体 :体型约为成体的 2/3 ,介于成体和幼体间 ,雄性有角但未分叉 ,无咳须。幼体 :体小 ,体型约为成体的 3/5 ,无角 ,不能明显区别雌雄。

1.3 行为谱(ethogram)及其编码方法

建立梅花鹿行为谱的方法包括 :1)观察、记录梅花鹿的全部行为 ;2)参考已有研究规范行为术语 ,给行为一个准确定义 ,并在行为研究期间给予补充 ;3)行为观测包括行为在雄鹿、雌鹿和幼体之间发生的频率、季节、环境及其结果等。

参照蒋志刚^[17]对麋鹿行为的编码方法 ,对梅花鹿行为进行规范和系统编码。

2 结果与分析

2.1 四川梅花鹿的姿势编码

分辨和记录了四川梅花鹿的 11 种姿势 :“ 站 ”、“ 立 ”、“ 跪 ”、“ 卧 ”、“ 躺 ”、“ 行 ”、“ 跑 ”、“ 跳 ”、“ 顶 ”、“ 爬跨 ”和“ 哺 ”(表 1)。其中前 9 种是雌雄鹿共有的姿势 ;“ 爬跨 ”是雄鹿常见的姿势 ;“ 哺 ”是雌鹿哺育幼体的姿势。前 5 种是静止姿势 ;“ 行 ”、“ 跑 ”、“ 跳 ”、“ 顶 ”和“ 爬跨 ”是运动姿势。“ 站 ”指梅花鹿四肢直立承重。“ 立 ”指梅花鹿两条后肢直立承重 ,两前肢悬空或支撑在树杆上。“ 跪 ”两前肢向后弯曲 ,肘关节着地。“ 卧 ”四肢向后弯曲 ,或前肢伸直向前 ,四肢和腹部着地。“ 躺 ”四肢伸直或弯曲 ,头部着地 ,身体一侧卧地。“ 行 ”前后肢左右交错着地 ,身体向前发生位移。“ 跑 ”前后肢快速左右交错着地 ,身体迅速向前发生位移。“ 跳 ”两前肢或两后肢同时着地 ,身体向前发生位移。“ 顶 ”个体头部稍微向下 ,身体前倾 ,雌鹿及幼体雄鹿以头相抵 ,而亚成体及成体雄鹿以头、角相抵。“ 爬跨 ”鹿的前肢或胸部腹部搭在另一个体的背上。“ 哺 ”雌鹿前后肢站立 ,偶尔后肢分开 ,站立哺乳的姿势(幼体后肢半蹲站立在母体胸腹下或体侧)。

表 1 四川梅花鹿姿势编码
Tab.1 Posture codes for Sichuan sika deer

姿势 Posture	编码 Code	姿势 Posture	编码 Code
站 Standing	1	跑 Running	7
立 Rearing	2	跳 Jumping	8
跪 Kneeling	3	顶 Spearing	9
卧 Sitting	4	爬跨 Mounting	10
躺 Lying	5	哺 Nursing	11
行 Walking	6		

2.2 四川梅花鹿的动作编码

按照动作发生部位不同(嘴部、眼部、鼻部、耳部、头颈、四肢、腰腹尾部) ,分辨并记录到 83 种动作 ,并对这些动作进行了编码(表 2)。

2.3 四川梅花鹿姿势-动作-环境(posture ,act and environment ,PAE)要素编码

观察记录到 136 种四川梅花鹿的行为 ,分列于摄食、反刍、排遗、调温、发情、交配、分娩、育幼、友好、冲突、警戒、通讯、聚群、休息、运动和其他等 16 大类行为之下。具体定义为 :

摄食行为 :鹿采食植物(包括植物的茎、叶、花、果实)、饮水、舔土以及幼体顶乳和吮乳等行为。

反刍行为 :鹿对食物进行逆呕、咀嚼、吞咽等行为 ,可观察到食物在食道中上下运动。卧息或站立时发生的反刍 ,均记录为反刍行为。

排遗行为 :鹿在食物消化后排除食物残渣、尿液及应对紧急情况发生少量排尿的行为。

调温行为 :鹿在外界温度升高和下降时所做出的适应性行为 ,包括树下卧息、泥中卧息等。

发情行为 :成体梅花鹿在交配前所发生的一系列求偶行为。

交配行为 :梅花鹿为了繁殖而在成体之间发生的如爬跨、交配、射精等行为。

分娩行为 :成体雌鹿产仔过程中发生的一系列行为。

育幼行为 :成体雌鹿在其幼体未能独立生活时表现出来的哺育行为。

友好行为 :同一鹿群或不同鹿群的个体之间发生的一系列和睦及亲等等行为。

冲突行为 :梅花鹿不同群体的个体之间发生的一系列示威及威胁等行为。

警戒行为 :梅花鹿对生存环境中的危险或潜在危险的一些本能行为反应。

表 2 四川梅花鹿动作及编码
Tab.2 Act codes for Sichuan sika deer

部位	动作 Act	编码 Code	部位	动作 Act	编码 Code
头颈部 Head and neck	摆头 Head-Shaking	1	四肢 Limbs	触 Touching with muzzle	43
	顶 Goring	2		直立 Erecting	44
	昂 Heading up	3		踏步 Stepping	45
	前伸 Extending forward	4		前迈 Stepping forward	46
	左转 Turning left	5		侧迈步 Stepping diagonal	47
	右转 Turning right	6		跑步 Running	48
	后转 Turning back	7		跳 Jumping	49
	甩头 Swagging	8		前肢伸直 Forelegs straightening	50
	蹭 Rubbing	9		单前肢弯曲 A foreleg bending	51
	擦 Wiping	10		后肢伸直 Hindlegs straightening	52
	回头 Head backward	11		前肢弯曲 Forelegs bending	53
	低头 Lowering head	12		后肢弯曲 Hindleg (s) bending	54
	角挑 Picking up with antler	13		前后肢弯曲 Foreleg and hindleg bending	55
嘴部 Mouth	啃 Nibbling	14		踢 Kicking	56
	扯 Pulling	15		刨 Pawing	57
	摘 Nipping	16		挠 Scratching	58
	嚼 Chewing	17		撑 Supporting	59
	舔 Licking	18		顿蹄 Stamping hoof	60
	咬 Biting	19		前肢开叉站立 Standing with forelegs apart	61
	卷唇 Lip curling	20		后肢开叉站立 Standing with hindlegs apart	62
	张嘴 Opening mouth	21	腰腹荐尾部 Hindquarter	直腰 Back straightening	63
	流涎 Salivating	22		伸腰 Waist stretching	64
	露齿 Showing teeth	23		弯腰 Waist bending	65
	咬齿 Gnashing	24		左转身 Turning left	66
	吞咽 Swallowing	25		右转身 Turning right	67
	闭嘴 Closing mouth	26		翘尾 Tail raising	68
	吸 Sucking	27		扫尾 Tail swapping	69
	鸣 Bleating	28		卷尾 Tail rolling	70
	吼叫 Roaring	29		尾拍打 Tail flapping	71
	吠叫 Barking	30		尾下垂 Tail drooping	72
	求偶叫 Courtship calling	31		蹭 Rubbing	73
眼鼻耳部 Ear , eye and nose	闭眼 Closing eyes	32		抖 Shaking	74
	瞪目 Staring	33		排粪 Defecating	75
	注视 Watching	34		排尿 Urinating	76
	耳前转 Ears turning forward	35		前冲 Thrusting	77
	耳后转 Ear (s) turning back	36		勃起 Erection	78
	耳侧立 Ear (s) turning to aside	37		插入 Inserting	79
	耳后伏 Ear (s) laying back	38		射精 Ejaculating	80
	耳前伏 Ear (s) laying forward	39		阴户肿胀 Genital region swollen	81
	呼气 Expiring	40		腹部收缩 Abdominal contraction	82
	吸气 Inspiring	41		产出胎儿 Birth	83
	嗅 Sniffing	42			

通讯行为 :同一鹿群或不同鹿群的个体之间传递信息的一些行为.

聚群行为 :梅花鹿聚群所表现出来的个体之间相互作用相互影响的行为.

休息行为 :梅花鹿躺卧在地面上 ,多以腹部着地呈侧卧状态 ,身体所处状态不发生改变的行为 ,包括睁眼卧息和闭眼卧息.

运动行为 :指梅花鹿通过四肢的运动完成身体的位移. 包括走动、奔跑和跳跃.

其他行为 :梅花鹿个体及个体之间为了求得舒适而发生的一些频次较低的行为.

当对四川梅花鹿的生态环境进行编码后 ,将姿势编码、动作编码和环境编码(表 3)综合为 PAE 要素编码(表 4).

表 3 环境编码
Tab.3 Environment codes

环 境 Environment	生物环境 Biotic (E1)	非生物环境 Abiotic (E2)	编码 Code
草甸 Grassland	+		1
灌丛 Shrub	+		2
森林 Forest	+		3
泥地 Mud land		+	4
农田 Farmland		+	5
雪地 Snowfield		+	6
溪流 Rivulet		+	7
河流 River		+	8
雄鹿 Male deers	+		9
雌鹿 Female deers	+		10
亚成体 Subadult	+		11
幼鹿 Fawns	+		12
母子群 Mother-child group	+		13
混合群 Mixed group	+		14
单一个体 Single	+		15

表 4 四川梅花鹿行为的 PAE 编码系统
Tab.4 PAE coding system for the behaviors of Sichuan sika deer

行为 Behaviors	成年雄性 Adult male	成年雌性 Adult female	幼体 Fawn	季节 Season	序码 Order code	PAE 码 PAE code		
						姿 势 Posture	动作 Act	环境 Environment
摄食行为 Ingestive behavior								
搜索 Searching	+	+	+	Y	1	1 4 6	4 12	1 2 3 5 6
站式采食 Feeding while standing	+	+	+	Y	2	1	4 14 15 16 17 19 25	1 2 3 5 6
行式采食 Feeding while walking	+	+	+	Y	3	6	4 14 15 16 17 19 25	1 2 3 5 6
跪式采食 Feeding while kneeling dow	+	+	+	Y	4	3	4 14 15 16 17 19 25	1 2 3
立式采食 Feeding while rearing forelegs	+	+		Y	5	2	4 14 15 16 17 19 25 44	2 3
前肢分叉式采食 Feeding while forelegs separating	+	+	+	Y	6	1	4 14 15 16 17 19 25 61	1 2 3 5 6
卧式采食 Feeding while lying	+	+	+	Y	7	4	4 14 15 16 17 19 25	1 2 3
咀嚼 Chewing	+	+	+	Y	8	1 4 5 6	17	1 2 3 5 6
饮水 Drinking	+	+	+	Y	9	1	27	7 8
舔土 Licking soil	+	+	+	Y	10	1	18	2 3 5
刨式采食 Feeding from a crater	+	+		a ,w	11	1	14 57	5 6
吮乳 Sulking			+	sp s a	12	1 3	27	1 2 3
顶乳 Bunting			+	sp s a	13	1 3	2 25 27	1 2 3
反刍行为 Ruminating behavior								
站式反刍 Ruminating while standing	+	+	+	Y	14	1	17 24	1 2 3 5 6
卧式反刍 Ruminating while lying	+	+	+	Y	15	4	17 24	1 2 3
排遗行为 Eliminate behavior								
行式排粪 Defecating while walking	+	+	+	Y	16	6	75	1 2 3 5 6
站式排粪 Defecating while standing	+	+	+	Y	17	1	75	1 2 3 5 6
卧式排粪 Defecating while lying	+	+	+	Y	18	4	75	1 2 3
行式排尿 Urinating while walking	+	+	+	Y	19	6	76	1 2 3 5 6
站式排尿 Urinating while standing	+	+	+	Y	20	1	76	1 2 3 5 6
应急排尿 Urinating while stringency	+	+		Y	21	1 6	76	1 2 3 5 6
调温行为 Thermo-regulatory behavior								
泥中卧息 Lying in mud	+			s	22	4	17 32 34	4
树下卧息 Lying under trees	+	+	+	Y	23	4	17 32 34	2 3
树下站息 Standing under trees	+	+	+	Y	24	1	17 34	2 3
聚卧 Huddling	+	+	+	Y	25	4	17 32 34	1 2 3 10 13 14
颤抖 Shivering	+	+	+	w	26	1 4 5	74	9 10 11 12 13 14 15
发情行为 Rutting and estrous behavior								
腺体标记 Glandular organ marking	+			a ,w	27	1	9 10	2 3
嗅阴 Anus-genital sniffing	+			a ,w	28	1 6	42	1 2 3 9
嗅尿 Urine sniffing	+			a ,w	29	1 6	20 42	1 2 3 9
卷唇 Flehmen	+			a ,w	30	1 6	20	1 2 3 9
圈群 Herding	+			a ,w	31	6 7	31 46 48	1 2 3 9
追逐 Chasing	+			a ,w	32	6 7	31 46 48	1 2 3 9
求偶吼叫 Courtship roaring	+			a ,w	33	1 6 7	29	1 2 3 4 6
挂草 Antler hanging with grasses	+			a ,w	34	1	13	1 2 3 4
角挑泥 Antler teasing mud	+			a ,w	35	1	13	2 3 4
泥浴 Mud bathing	+			a ,w	36	4 5	10	2 3 4

续表 4
Tab. 4 Continued

行为 Behaviors	成年雄性 Adult male	成年雌性 Adult female	幼体 Fawn	季节 Season	序码 Order code	PAE 码 PAE code		
						姿 势 Posture	动作 Act	环境 Environment
蹭角 Rubbing Antler	+			a ,w	37	1	73	2 3
求偶炫耀 Courtship displaying	+			a ,w	38	6	1 3 8	2 3
静立 Standing	+	+		a ,w	39	1		9 ,10
卷尾 Tail arching		+		a ,w	40	1 4 6	70	1 2 3 4
雌性发情 Female estrus		+		a ,w	41	1 4 6	81	2 3 4
舔阴 Licking genital area		+		a ,w	42	1	18	2 3 9
交配行为 Mating behavior								
爬跨 Mounting	+			a ,w	43	10	46 ,77	2 3
交配 Copulation	+	+		a ,w	44	10	77 ,78 ,79 80	2 3
交配后守护 Post-copulatory guarding	+			a ,w	45	1 4 6	34	2 3
交配后呆立 Post-copulatory stance	+			a ,w	46	1		2 3
自发射精 Spontaneous ejaculation	+			a ,w	47	1	80	2 3
阴茎阵挛 Penis twitching	+			a ,w	48	1	78 80	2 3
分娩行为 Parturition behavior								
娩前搜索 Panning		+		sp ,s	49	6 7	12 46 48	2 3
腹部阵缩 Abdominal contraction		+		sp ,s	50	4 5	82	2 3
产出仔鹿 Giving birth		+		sp ,s	51	4 5	82 83	2 3
食胎盘 Eating placenta		+		sp ,s	52	1 4	17 ,19	2 3
舔阴 Licking genital region		+		sp ,s	53	1 4	18	2 3
舔仔 Licking fawns		+		sp ,s	54	1 ,11	18	2 3 ,12
育幼行为 Parental behavior								
舔毛 Licking		+		Y	55	1 4 ,11	18	2 3 ,12
舔肛 Licking the anus of fawn		+		Y	56	1 4 ,11	18	2 3 ,12
寻仔 Searching for fawn		+		sp ,s ,a	57	6 7	4 ,12 28	1 2 3 5 6 ,12
哺乳 Nursing		+		sp ,s ,a	58	1 ,11	11 ,12 62	2 3
护幼 Defending fawn		+		Y	59	6 7	46 48	1 2 3
友好行为 Amicable behavior								
互相梳舔 Mutual combing	+	+		Y	60	1 4	4 ,12 ,18	1 2 3 4 6 9 ,10 ,11 ,12 ,13 ,14
互相嗅闻 Mutual sniffing	+	+		Y	61	1 4	4 ,12 42	1 2 3 4 6 9 ,10 ,11 ,12 ,13 ,14
面部接触 Muzzle contacting	+	+		Y	62	1	4 ,12 43	1 2 3 4 6 9 ,10 ,11 ,12 ,13 ,14
互相嬉戏 Mutual playing			+	sp ,s ,a	63	7 8 ,10	1 5 6 7 8 48 73	1 2 3 4 ,12
冲突行为 Conflict behavior								
平行 Parallel walking	+	+		Y	64	6	4 5 6 7 34	1 2 3 5 6
驱赶 Driving	+	+		Y	65	1 6 7	29 30 33	1 2 3 6
追逐 Chasing	+	+		Y	66	7	2 4 48	1 2 3 6
邀斗 Challenging	+			a	67	1	12 33 48	1 2 3 6
顶角 Spearing	+			a	68	1 2 9	12 33	1 2 3 6
角斗 Fighting	+			a	69	1 2 9	2 4 46	1 2 3 6
摆角 Clash swagger	+			a	70	1 2	5 6 8	1 2 3 6
低头接近 Low head approaching	+			Y	71	6	4 ,12 46	1 2 3 6
逃走 Flight	+	+	+	Y	72	7	48	1 2 3 4 5 6 7 8
露犬齿 Showing canine	+			Y	73	1 4 6	23	1 2 3 4 5 6
前肢踢 Foreleg kicking	+	+		Y	74	1 2	50 56	1 2 3 6
后肢踢 Hindleg kicking	+	+		Y	75	1 6 7	52 56	1 2 3 6
顿蹄 Stamping hoof	+	+	+	Y	76	1	60	1 2 3 6
双耳后伏 Ears laying back	+	+	+	Y	77	1 4 6 7	38	1 2 3 4 5 6 7 8
威胁 Threatening	+	+	+	Y	78	1 6	12 23 28 30 33 34	1 2 3 6
前肢刨斗 Rearing and kicking	+	+		Y	79	2	36 44 57 58	1 2 3 6

续表 4
Tab. 4 Continued

行为 Behaviors	成年雄性 Adult male	成年雌性 Adult female	幼体 Fawn	季节 Season	序码 Order code	PAE 码 PAE code		
						姿 势 Posture	动作 Act	环境 Environment
咬 Biting	+	+	+	Y	80	1 6	19	1 2 3
顺服 Yielding	+	+	+	Y	81	6 7	46 47 48	1 2 3 4 5 6
顶头 Head butting	++	++	+	Y	82	1 2 9	2	1 2 3 4 5 6
警戒行为 Vigilance behavior								
注视 Watching while waiting	++	++	+	Y	83	1	4 5 6 7 34	E1 , E2
报警鸣叫 Alarm call	+	++	+	Y	84	1 6 7	21 26 28	E1 , E2
吼叫 Roaring	+			a ,w	85	1 6	29	1 2 3 6
犬叫 Cyn-call	+	+++	+	Y	86	1 6 7	30	1 2 3 6
惊叫 Surprising call	+	++	+	Y	87	7 8	28 48 49	2 3
顿蹄示警 Stamping hoof and alert	++	+++	+	Y	88	1	34 60	1 2 3 6
惊跳 Alert jumping	+	+	+	Y	89	7 8	47 49	2 3
露臀斑 Exposing sciatic white spot	++	++	+	Y	90	6 7	48 68	1 2 3 6
通讯行为 Communication behavior								
嗅闻 Sniffing	+	+	+	Y	91	1 6	42	E1 ,E2
擦树 Rubbing tree	+			Y	92	1	9 10	2 3
擦草 Rubbing grass	+			Y	93	1	9 10	1 2
喷尿 Urine anointing	+			a ,w	94	1 6	76	1 2 3 4 5 6
寻仔鸣叫 Calling for fawn		+		s a ,w	95	1 6 7	28	1 2 3 4 5 6
寻母鸣叫 Calling for mother			+	s a ,w	96	1 6 7	28	1 2 3 4 5 6
对吼 Roaring reply	+			Y	97	1	28	1 2 3
聚群行为 Aggregation behavior								
母仔群 Mother fawn grouping		+	+	sp s a	98	1 4 5 6 7 8 11	A	13
混合群 Mixed grouping	+	+	+	Y	99	1 2 3 4 5 6 7 , 8 9 10 11	A	14
雄鹿群 Male grouping	+			sp s a	100	1 2 3 4 5 , 6 7 8 9	A	9
雌鹿群 Female grouping		+		s a	101	1 4 5 6 7 8	A	10
单一个体群 Single grouping	++	+	+	Y	102	1 3 4 5 6 7 8	A	15
休息行为 Resting behavior								
跪式卧息 Kneeling and sitting	+	+	+	Y	103	3 4 5	53	1 2 3
单肢前伸式卧息 Sitting with a single porrect foreleg	+	+	++	Y	104	4	51	1 2 3
双肢前伸式卧息 Sitting with both porrect forelegs	+	+	+	Y	105	4	50	1 2 3
侧卧 Lying	+	+	+	Y	106	5	55	1 2 3
运动行为 Locomotive behavior								
踏步 Stepping	+	+	+	Y	107	1 6	45 46	1 2 3 5 6
缓步 Walking	++	++	++	Y	108	6	46	1 2 3 5 6
小跑 Trotting	+	+	+	Y	109	7	48	1 2 3 4 5 6
奔跑 Galloping	++	++	++	Y	110	7	48 49	1 2 3 4 5 6
前行 Walking forward	++	++	++	Y	111	6 7	46	1 2 3 4 5 6
侧行 Walking aside	+	+	+	Y	112	6 7	47	1 2 3 6
跳 Jumping	+	+	+	Y	113	6 7	49	1 2 3 4 5 6 7
接近 Approaching	+	+	+	Y	114	6	46 48	1 2 3 4 5 6 7 8
离开 Leaving	+	+	+	Y	115	6	46 47	1 2 3 4 5 6 7 8
跟随 Following	+	++	++	Y	116	6	46	1 2 3 4 5 6 7 8
其他行为 Miscellaneous behavior								
玩耍 Playing	+	+	++	Y	117	7 8 10	1 5 6 7 8 48 73	1 2 3 4 5 6 12
搭背 Check-resting	+		+	Y	118	10	59	1 2 3 12
潜伏 Hiding			+	s a	119	4 5	34 38	2 3
舔鼻 Nasal licking	+	+	+	Y	120	1 3 4 6	18	9 10 11 12 13 14 15
舔腮 licking the cheeks	+	+	+	Y	121	1 4	18	9 10 11 12 13 14 15
舔毛 licking hairs	+	+	+	Y	122	1 4 5	18	E1 4 5 6
碰头 Head bubbling	+	+	+	Y	123	1 4 6	2 4	9 10 11 12 13 14 15
树杆蹭背 Scratching body against a tree	++	++	+	Y	124	1	9 10	9 10 11 12 13 14 15

续表 4
Tab. 4

行为 Behaviors	成年雄性 Adult male	成年雌性 Adult female	幼体 Fawn	季节 Season	序码 Order code	PAE 码 PAE code		
						姿 势 Posture	动作 Act	环境 Environment
岩石蹭背 Scratching body against a stone	++	++	+	Y	125	1	9 ,10	9 ,10 ,11 ,12 ,13 ,14 ,15
角搔后肢 Scratching hindleg with antlers	+			Y	126	1	11 ,58	1 2 3 4 5 6 9
角搔躯干 Scratching body with antlers	+			Y	127	1 4	10 ,58	1 2 3 4 5 6 9
后蹄搔 Scratching with hind-hoof	+	+	+	Y	128	1	58	E1 5 6
鼻镜触 Muzzle tossing	+	++	++	Y	129	1	43	1 2 3 6 ,13
卷尾 Tail arching	+	++		Y	130	1 6 7	70	E1 1 2 3 4 5 6
尾巴扫蝇 Tail swapping	++	++	+	s a	131	1 4 5 6	69 ,71	E1 1 2 3 4 5 6
皮肤抖动 Skin shaking	+	+	+	Y	132	1	74	E1 4 5 6
站立伸腰 Standing stretch	+	+	+	Y	133	1	64 ,65	E1
行走伸腰 Walking stretch	+	+		Y	134	6	63 ,64 ,65	E1
擦角 Antler sharpening	+			s a	135	1	10	1 2 3 6
擦颊 Check rubbing	++	+	+	Y	136	1	10	1 2 3

+ 表示行为可能发生 ,+ 越多 ,表示行为发生的频次越高 Indicated the behavior was likely to occur ;more + ,indicated the higher in the frequency of the behavior. Y 表示行为为全年发生 sp s a w 分别表示行为发生在春季、夏季、秋季或冬季 Y showed the behavior occurred in the whole year , and sp , s , a or w meant the behavior occurreased in spring , summer , autumn or winter , respectively.

3 讨 论

梅花鹿通过行为的表达与外界环境发生联系 , 以其行为的改变来适应生境. 本研究将四川梅花鹿的行为依其功能的不同分为 16 种大类行为 , 其中警戒行为谱及 PAE 编码系统 , 填补了有蹄类警戒行为 PAE 编码的空白. 在野外 , 对梅花鹿的了解从其行为入手 , 通过对其行为产生的原因、动机及结果进行分析 , 从而得知它的状况 , 以此为依据来指导实际的生产或管理工作 , 是野生梅花鹿管理和保护的必须手段之一.

我们观察到四川梅花鹿一些独特的行为 : 如雄鹿对吼、犬叫、报警鸣叫、惊叫、互相梳舔、互相嗅闻、交配后守护等行为. 另外 , 我们未记录到打哈欠、水中卧息、水中站息、砸唇、磨牙、游泳、吐舌、扮相、嗝气等行为 , 这些行为在龙帅等^[18]研究野生矮岩羊的行为谱及 PAE 编码系统时也未有记录 , 而蒋志刚^[17]研究半自然状态麋鹿时有这些行为及其 PAE 编码 , 这可能与野生动物的栖息环境和警惕状态有关.

在采食行为中 , 四川梅花鹿往往通过耳朵前后左右转动来侦查周围的情况 ; 雪天采食厚厚积雪下的草本时 , 先用前蹄刨开积雪 , 然后才啃食 , 另外 , 遇到草本上有脏物时 , 也用前蹄刨干净再采食. 在调温行为中 , 四川梅花鹿夏秋季为了躲避强烈光照和紫外线照射 , 主要在阴坡的针叶林内卧息 , 春冬季寒冷

主要在阳坡的灌丛草甸和半阴半阳坡的针叶林内卧息 , 四川梅花鹿一般集 3 ~ 6 只的小群在一起卧息 , 主要采取侧身卧息 , 其坡度范围大约在 10° ~ 30° , 该坡度范围能提高预防天敌的安全系数 , 又能确保自身安全性. 在友好行为中 , 同一鹿群发生的频次高于不同鹿群 , 雌鹿群发生的频次高于雄鹿群和雌雄鹿混合群 , 而在冲突行为中 , 同一鹿群发生的频次低于不同鹿群 , 雌鹿群发生的频次低于雄鹿群和雌雄鹿混合群.

通讯行为策略是自然选择的必然结果. 在通讯行为中 , 根据野外观察 , 四川梅花鹿群体间及群内分散的个体间主要采取鸣叫方式联系 , 具有其独特性、优越性. 四川梅花鹿在遇到天敌时 , 先采用听觉搜索周围天敌的具体位置 , 然后注视天敌 , 随后发出报警鸣叫. 雌雄鹿梅花鹿均会发出报警鸣叫 , 鹿群中首先察觉到危险 (天敌) 的个体发出报警鸣叫 , 其鸣叫可以将危险信号快速传递给群体中的其他个体 , 以减少天敌对群体中其他个体的威胁 , 对该物种的生存具有重要意义. 四川梅花鹿对栖息环境的长期适应形成了其特有的防御行为 , 如顿蹄示警、报警鸣叫、犬叫、迅速逃离、威吓和护幼等行为 , 这类行为和其他有蹄类有类似之处^[33].

在秋季发情交配期 , 野外观察发现吼叫是雄鹿的发情行为之一 , 而雌鹿未发现吼叫行为 , 在不同的群体间 , 一只雄鹿的吼叫会引起周围其他雄鹿的对抗性吼叫 , 这种现象称为对吼. 这与宁继祖等^[34]

研究四川梅花鹿发情期发声行为时记录到的吼叫特征相符合。另外,观察到四川梅花鹿在发情初期,雄鹿尾随雌鹿,嗅闻雌鹿阴部,并发出断断续续的低声呻吟,雌鹿不接受嗅闻而走开或跑开;到发情高峰时,雌鹿采食频次降低,站立不安,走动频繁,此时接受雄鹿嗅闻及舔其阴部,并翘起臀部让雄鹿爬跨交配;发情末期,雌鹿采食频次逐渐恢复正常,雄鹿尾随雌鹿并试图嗅闻其阴部,而雌鹿拒绝嗅闻、爬跨及交配。雄鹿之间为了争夺配偶会发生仪式化的角斗,主雄与主雄角斗时间明显长于主雄与次雄或次雄与次雄角斗时间,交配时间较短,一般 10 s 以内。雌鹿分娩一般选择针叶林产出幼仔,这可能是由于针叶林高度隐蔽,不易被高山兀鹫等天敌发现。

集群是许多有蹄类动物共有的习性,是动物行为学研究的重要领域。我们观察到的四川梅花鹿集群类型主要为混合群、母子群、雄鹿群、雌鹿群和单一个体 5 种类型。研究认为动物通过集群可以使每一个体获得一种安全感,这种安全感随集群规模的增大而增加,并且这可以大大减少个体用来防御的时间^[35]。

生活在山地的偶蹄类动物存在随季节垂直迁移的现象^[36],而食物分布格局的变化对其季节迁移起着重要的作用^[37-38]。Miura^[39]研究发现日本金华山岛梅花鹿种群存在季节性周期迁移的活动。Igota 等^[40]认为梅花鹿的迁移行为与动物获得足够高质量的食物有关。通过实地调查,并结合访问当地藏民,发现四川梅花鹿在不同的季节,对海拔和坡位有不同的选择,呈现出在夏秋季主要集中在高海拔区和中、上坡位,而在春季下移。食物组成的季节性变化可能是其主要原因之一。春季低海拔区和中、下坡位的植被较早萌发,为了获得足够食物,四川梅花鹿由高海拔区向下移动,且农耕地也成为它们一个重要的采食基地。夏秋季,由于低海拔区活动频繁,比如放牧、挖冬虫夏草、捡材砍材、捡羊肚菌和松茸等等,这些严重影响了四川梅花鹿的活动,因而梅花鹿多集中在较高的海拔和中上坡位活动,反映了梅花鹿对栖息生境安全性的要求。

致谢 感谢西华师范大学外国语学院研究生尹波及铁布自然保护区阿旺所长、俞文兰、龚军等的支持和帮助。

参考文献

[1] Banchetti R , Erra F , Ricci N , et al. Ethogram of *Aspidisca sedigita*. *Canadian Journal of Zoology* , 2003 , 81 : 14-20

[2] Grier JW. *Biology of Animal Behavior*. St. Louis :Times Mirror/Mosby , 1984

[3] McDonnell SM , Poulin A. Equid play ethogram. *Applied Animal Behavior Science* , 2002 , 78 : 263-290

[4] Makkink GF. An attempt at an ethogram of the European Avocet (*Recurvirostra avosetta* L.) with ethological and psychological remarks. *Ardea* , 1936 , 25 : 1-62

[5] Wilson EO. A social ethogram of the neotropical arboreal ant *Zacryptocerus varians* (Fr. Smith). *Animal Behavior* , 1976 , 24 : 354-363

[6] Stevenson MF , Poole TB. An ethogram of the common marmoset (*Calithrix jacchus jacchus*) : General behavioral repertoire. *Animal Behavior* , 1976 , 24 : 428-451

[7] Skinner SW , Lockard JS. An ethogram of the liontail macaque (*Macaca silenus*) in captivity. *Applied Animal Ethology* , 1979 , 5 : 241-253

[8] Oswald M , Lockard JS. Ethogram of the de brazza 's guenon (*Cercopithecus neglectus*) in captivity. *Applied Animal Ethology* , 1980 , 6 : 285-296

[9] Jensen P. An ethogram of social interaction patterns in group-housed dry sows. *Applied Animal Ethology* , 1980 , 6 : 341-350

[10] Jensen P , Algers B. An ethogram of piglet vocalization during sucking. *Applied Animal Ethology* , 1984 , 11 : 237-248

[11] Arnold GW. Ethogram of agonistic behavior for thoroughbred horses. *Applied Animal Ethology* , 1982 , 8 : 5-25

[12] McGlone JJ , Stobart RH. A quantitative ethogram of behaviour of yearling ewes during two hours post-parturition. *Applied Animal Behaviour Science* , 1986 , 16 : 157-164

[13] McDonnell SM , Haviland JCS. Agonistic ethogram of the equid bachelor band. *Applied Animal Behaviour Science* , 1995 , 43 : 147-188

[14] Norris KM , Hosie CA. A quantified ethogram for oviposition in *Triturus* Newts : Description and comparison of *T. helveticus* and *T. vulgaris*. *Ethology* , 2005 , 111 : 357-366

[15] Macnulty DR , Mech LD , Smith DW. A proposed ethogram of large-carnivore predatory behavior , exemplified by the wolf. *Journal of Mammalogy* , 2007 , 88 : 595-605

[16] Xiao J-Q (肖建强) , Wang D (王 丁). Construction of ethogram of the captive Yangtze finless porpoises , *Eophocaena phocaenoides asiaeorientalis*. *Acta Hydrobiologica Sinica* (水生生物学报) , 2005 , 5(3) : 253-258 (in Chinese)

[17] Jiang Z-G (蒋志刚). Behavior coding and ethogram of the Père David 's deer. *Acta Theriologica Sinica* (兽类学报) , 2000 , 20(1) : 1-12 (in Chinese)

[18] Long S (龙 帅) , Zhou C-Q (周材权) , Wang W-K (王维奎) , et al. Behavior coding and ethogram of the dwarf blue sheep. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报) , 2008 , 28(11) : 5632-5640 (in Chinese)

[19] Sheng H-L (盛和林). *Cervidae Animals in China*. Shanghai : East China Normal University Press , 1992 : 202-212 (in Chinese)

[20] Wang S (汪 松). *China Red Data Book of Endangered*

- Animals : Beasts. Beijing : Science Press , 1998 : 266–269 (in Chinese)
- [21] Guo Z-F (郭倬甫) , Chen E-Y (陈恩渝) , Wang Y-Z (王酉之) . A new subspecies of sika deer from Sichuan – *Cervus nippon sichuanicus* subsp. nov. *Acta Zoologica Sinica* (动物学报) , 1978 , **4** (2) : 187–191 (in Chinese)
- [22] Guo Y-S (郭延蜀) . Distribution , numbers and habitat of Sichuan sika deer (*Cervus nippon sichuanicus*) . *Acta Theriologica Sinica* (兽类学报) , 2000 , **20** (2) : 81–87 (in Chinese)
- [23] Miura S. Social behavior and territoriality in sika deer (*Cervus nippon* Temminck 1838) during the rut. *Zeitschrift für Tierpsychologie* , 1984 , **4** : 33–73
- [24] Miura S. Sika deer , their diversity of ecology and society// The Encyclopedia of Animals of the World IV. Tokyo , Japan : Heibon-sha Publishing Company , 1986 : 90–93
- [25] Endo A , Doi T. Multiple copulations and post-copulatory guarding in a free-living population of sika deer (*Cervus nippon*) . *Ethology* , 2002 , **108** : 739–747
- [26] Endo A , Doi T , Shiraki A. Post-copulative guarding : Mating behavior of non-territorial male sika deer (*Cervus nippon*) in an enclosure. *Applied Animal Behavior Science* , 1997 , **54** : 257–263
- [27] Nzgaike T , Hayashi A. Bark-stripping by sika deer in *Larix kaempferi* plantations in central Japan. *Forest Ecology and Management* , 2003 , **175** : 563–572
- [28] Endo A , Doi T. Asynchronous estrus of female sika deer (*Cervus nippon*) during the rutting season. *Mammal Study* , 2001 , **26** : 69–72
- [29] Bartos L , Zeeb U , Mikes J. Lekking behavior in sika deer// Maruyama N , Bobek B , Ono Y , eds. Wildlife Conservation : Present Trends and Perspectives for 21st century , Tokyo : Japan Wildlife Research Center , 1991 : 205–208
- [30] Guo Y-S (郭延蜀) , Hu J-C (胡锦矗) , Se K (色科) , et al. Studies on the social behavior of *Cervus nippon sichuanicus*. *Acta Theriologica Sinica* (兽类学报) , 1991 , **11** (3) : 165–170 (in Chinese)
- [31] Guo Y-S (郭延蜀) . Daily activity rhythm and time budget of Sichuan sika deers. *Acta Theriologica Sinica* (兽类学报) , 2003 , **23** (2) : 104–108 (in Chinese)
- [32] Liu H (刘 昊) , Shi H-Y (石红艳) , Hu J-C (胡锦矗) . Daily activity rhythm and time budget of Sichuan sika deer (*Cervus nippon sichuanicus*) in Spring. *Acta Theriologica Sinica* (兽类学报) , 2003 , **24** (4) : 282–285 (in Chinese)
- [33] Danilkin A , Hewison AJM. Behavioral ecology of Siberian and European red deer. London , New York : Chapman and Hall , 1996 : 149–199
- [34] Ning J-Z (宁继祖) , Guo Y-S (郭延蜀) , Zheng H-Z (郑慧珍) . The preliminary survey on vocal behaviour of Sichuan sika deer in rutting season. *Acta Theriologica Sinica* (兽类学报) , 2008 , **28** (2) : 187–193 (in Chinese)
- [35] Hamilton WD. Geometry for the selfish herb. *Journal of Theoretical Biology* , 1971 , **31** : 295–311
- [36] Herrero J , Garin I , García-Serrano A , et al. Habitat use in a *Rupicapra pyrenaica pyrenaica* forest population. *Forest Ecology and Management* , 1996 , **88** : 25–29
- [37] Garcia-González R , Hidalgo R , Amezttoy JM , et al. Census , population structure and habitat use of a chamois population in Ordesa National Park living in sympatry with pyrenean wild goat// Spitz F , Jancau G , Gonzalez G , Aulagnier S , eds. Eco-ethology : Cliff-dwelling Ungulates , Unglues/Ungulates '91. Toulouse , France : S. F. E. P. M. -I. R. G. M. , 1992 : 321–325
- [38] Langvatn R , Hantley TA. Feeding patch-choice by red deer in relation to foraging efficiency. *Oecologia* , 1993 , **95** : 164–170
- [39] Miura S. On the seasonal movements of sika deer population in Mt. Hinokiboramaru. *Journal Mammal Society of Japan* , 1982 , **6** : 51–66
- [40] Igota H , Sakuragi M , Uno H , et al. Seasonal migration patterns of female sika deer in eastern Hokkaido , Japan. *Ecological Research* , 2004 , **19** : 169–178

作者简介 戚文华 男 , 1982 生 , 博士研究生. 主要从事脊椎动物资源的保护与利用. E-mail : wenhuaqi357@163.com

责任编辑 肖 红
