

# 新疆雪豹种群密度监测方法探讨

马鸣<sup>1</sup>, 徐峰<sup>1</sup>, Bariushaa Munkhtog<sup>2</sup>, 吴逸群<sup>1</sup>, Tomas McCarthy<sup>3</sup>, Kyle McCarthy<sup>3</sup> (1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆乌鲁木齐 830011; 2. 蒙古科学院生物研究所, 乌兰巴托, 蒙古; 3. 国际雪豹基金会, 西雅图 WA 98103, 美国)

**摘要:** 2004—2010年间, 前后累计 270多天, 新疆雪豹研究小组在新疆北塔山、阿尔泰山、昆仑山、天山东部和托木尔峰地区 20多个地点(山谷), 对雪豹(*Uncia uncia*)的痕迹进行了全面调查, 共计完成 150多条样线, 总长度接近 190 km, 痕迹数平均为 1~3个·km<sup>-1</sup>。记录到的痕迹有粪团、嗅痕(气味标记)、足迹链、刨痕(刨坑)、爪痕、卧迹、毛发、尿迹、血迹、剩余食物(动物尸体)和吼声等。通过痕迹学的分析, 初步掌握雪豹的领域范围、分布规律和相对密度。之后开展了红外相机拍摄、雪豹食物资源普查、市场毛皮调查、贸易通道调查、杀戮案件搜集、民间问卷调查、非政府组织(NGO)社区服务与牧业冲突调研等工作。同期布设红外相机 36台, 约 2 094个照相日, 计 50 256 h 回收胶卷 71个, 回收清晰雪豹照片 32张, 平均拍摄率或“捕获率”(capture rate)达 1.53%。确定在托木尔峰 250 km<sup>2</sup>范围内有 5~8只雪豹活动, 密度为 2.0~3.2只·(100 km<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>。在比较分析各种监测结果的基础上, 讨论了新疆雪豹种群密度不同监测方法的优点与局限性。

**关键词:** 雪豹; 监测方法; 痕迹; 红外相机; 相对密度

**中图分类号:** X176 X835 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-4831(2011)01-0079-05

**Monitoring of Population Density of Snow Leopard in Xinjiang** MA Ming<sup>1</sup>, XU Feng<sup>1</sup>, Bariushaa MUNKHTSOG<sup>2</sup>, WU Yi-qun<sup>1</sup>, Tomas MCCARTH Y<sup>3</sup>, Kyle MCCARTH Y<sup>3</sup> (1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences Urumqi 830011, China 2. Biology Institute of the Mongolian Academy of Sciences Ulaanbaatar Mongolia 3. International Snow Leopard Trust Seattle WA 98103, USA)

**Abstract** The snow leopard (*Uncia uncia*) is a very rare species in China. The survey of traces of snow leopard in Kuntun, Altay and Tianshan is the main step of the "Project of Snow Leopard in Xinjiang" supported by the International Snow Leopard Trust (SLT) and the Xinjiang Conservation Fund (XCF). During the field survey from 2004 to 2010 the Xinjiang Snow Leopard Group (XSLG) spent about 270 days in over 20 different places, covering over 150 transects totaling nearly 190 km, and found 1-3 traces per kilometer. The traces of snow leopard recorded include dung, odor, chains of footprints, scraping paw nail marks, lying mark, fur, urine, bloodstain, leftover of prey corpse, roaring and others. Based on tracin analysis, the XSLG got to know primarily scopes of the domains, distribution and relative density of the snow leopard in these areas. Then the group began to take infrared photos, conducted survey of food sources of the leopards, investigated fur market and paths of trading, and cases of killing, and carry out civil survey through questionnaire, non-government organization community service and research on conflicts between grazing and wildlife protection. A total of 36 infrared cameras were laid out working a total of about 2 094 days or 50 256 hours. A total 71 rolls of film were collected and developed, including 32 clear pictures of snow leopards, thus making up a shooting rate or capture rate of 1.53%. It was ascertained that in Tomur Peak area, there were 5-8 snow leopards roaming within a range of 250 km<sup>2</sup>, forming a population density of 2.0-3.2 per 100 km<sup>2</sup>. After comparing the various monitoring results, the advantages and limitations of different monitoring methods have been discussed.

**Key words** *Uncia uncia*; snow leopard; monitoring method; trace; infrared camera; relative intensity

雪豹(*Uncia uncia*)隶属于食肉目猫科, 已被纳入国家一级保护动物名录、世界自然保护联盟(IUCN)红皮书和《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES)附录 I 是评价生物多样性丧失的重要指示物种<sup>[1]</sup>。雪豹仅分布于中国及与其相邻的几个国家。20世纪下半叶, 中国西部雪豹被国外专家关

注, 但考察方法简单, 主要采用直接观察法, 即通过实地访问和考察, 分析雪豹的分布状况<sup>[2-3]</sup>。近年

收稿日期: 2010-11-30

基金项目: “十一五”国家科技支撑项目(2008BAC39B04); 国家自然科学基金(30470262, 30970340)

来,国内学者开始在青海、西藏、新疆展开雪豹调查<sup>[4-6]</sup>。但是,对野外雪豹种群密度、生态与行为的报道仍然很少。雪豹行为的机警和诡秘性、特立独行、夜间活动、高海拔分布等特点,给研究者带来巨大挑战。因此,探讨雪豹监测方法和制订统一可行的规则成为重要课题<sup>[7]</sup>。

## 1 研究方法

2004—2010年间,前后累计 270 多天,新疆雪豹研究小组在新疆北塔山、阿尔泰山、昆仑山、天山东部和托木尔峰地区 20 多个地点(山谷),对新疆雪豹进行了全面调查。由于雪豹行为和分布区域的特殊性,采用单一的研究手段很难正确判断其生存状况。在无损伤和干扰小的前提下,对雪豹的研究方法与对其他动物略有不同。

### 1.1 痕迹样线法

调查开始之前,调查者应接受基本方法与技能培训。痕迹辨认是基本内容之一,通常将雪豹痕迹分为足迹(footprints)或足迹链(chain)、刨痕(scrapes)或爪痕(claw rake)、粪便(feces or urine)、气味标记(scent spray)、毛发(hair)、卧迹以及食物残留物等。通过辨认和痕迹计数,可以清楚地了解雪豹的分布范围和大致种群密度。测量和拍摄足迹、刨痕(刨坑)等,则可以得到个体差异、年龄(成幼)和性别方面的相关资料。

根据痕迹调查来估算动物种群密度,其计算公式<sup>[8]</sup>为:

$$P = 1.57 S / d \quad (1)$$

式(1)中, $P$ 为动物种群密度,只 $\cdot (100 \text{ km}^2)^{-1}$ ;  $S$ 为痕迹密度,个 $\cdot \text{km}^{-1}$ ;  $d$ 为平均每天迁移距离,km。

### 1.2 红外照相法

采用红外线自动相机记录雪豹的活动和个体数,这在国内尚属首次<sup>[9]</sup>。考察中携带的红外自动相机为 CamTrakker 系列产品。红外照相法可弥补痕迹样线法的一些缺陷,如雪豹与豺(*Cuon alpinus*)、狼(*Canis lupus*)、猞猁(*Lynx lynx*)的痕迹混淆问题。借助照相术可以准确辨别物种,并且通过雪豹身体的斑纹、长相进行个体识别或标记,结合“标记重捕”原理,利用计算机及数学模型完成种群密度计算<sup>[10]</sup>。

### 1.3 食物资源法

主要根据有蹄类如北山羊(*Capra ibex*)、岩羊(*Pseudois nayaur*)、盘羊(*Ovis ammon*)等的种群数量或密度来估算雪豹数量。项目组在蒙古研究雪豹种

群密度时应用了食物量估算法(ungulate biomass), 该方法是借鉴其他大型哺乳动物调查方法提出的<sup>[11]</sup>,其经验公式为:

$$P = S \cdot W / 150 d \quad (2)$$

式(2)中, $P$ 为雪豹种群密度,只 $\cdot (100 \text{ km}^2)^{-1}$ ;  $S$ 为雪豹主要猎物的种群密度,只 $\cdot (100 \text{ km}^2)^{-1}$ ;  $W$ 为雪豹猎物的平均体质量,kg  $d$ 为雪豹平均体质量,kg。该方法从食物资源角度研究雪豹的种群密度,考虑了雪豹与其所在生态系统的关系,对保护管理来说具有参考价值。

### 1.4 项圈跟踪法

该方法为动态监测手段之一,包括无线电跟踪和卫星跟踪等,项圈可自动脱落和回收。这种方法的实施难度较大,诸如成本高、活体捕捉风险大、政府审批与监管严等。项目组在蒙古和巴基斯坦的试验表明,该方法对雪豹的领域范围、移动距离、活动规律及繁殖行为研究是有价值的<sup>[11-12]</sup>,间接为其他方法提供了较准确的数据。

### 1.5 粪便分析法

该方法也称遗传物检测法或遗留物检测法,是无损伤分析方法之一。应用线粒体(mtDNA) Cyt b 基因特异性引物对粪便样品进行鉴定,剔除有疑问的样品。之后,利用筛选的卫星引物,对雪豹粪便样品进行基因分型分析,检测出不同的个体及性别,从而进行个体数和性别比统计<sup>[13-14]</sup>。该方法也可用于其他遗传样品如血液、毛发、肌肉、皮组织等的分析。

### 1.6 问卷调查法

设计合理的问卷,除了可以了解雪豹的分布状况、与牧民的冲突、狩猎与毛皮贸易等,对于查明雪豹的历史分布、文化典故、食物资源、繁殖洞穴和幼崽数量等也有一定价值。一些牧民有目睹或猎杀雪豹的经历,不同民族对待野生动物的态度也是不同的。一些权威专家给出的经验值<sup>[2-3]</sup>多来自实地问卷调查。

## 2 结果与分析

### 2.1 采用痕迹样线法监测雪豹种群密度

根据分析,新疆天山托木尔峰地区属于雪豹痕迹中等偏低密度(5~20个 $\cdot \text{km}^{-1}$ )地区,据此估算该地区雪豹种群密度约为 2~5只 $\cdot (100 \text{ km}^2)^{-1}$ 较为合理<sup>[15]</sup>。而按照 FORMOZOV 的方法<sup>[11]</sup>,计算雪豹密度需要了解雪豹痕迹密度与平均日移动距离。托木尔峰地区雪豹痕迹密度最大为 4.41个 $\cdot \text{km}^{-1}$ (表 1),据邻国蒙古和前苏联(西天山)调查数

据<sup>[11, 16]</sup>, 雪豹夏季平均每天迁移距离为 6.8 km, 冬季为 3.9 km。根据雪豹痕迹密度数据(表 1)和式(1)计算得到, 该地区雪豹种群密度为 0.87~1.78 只·(100 km<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>。

表 1 托木尔峰自然保护区不同地点雪豹痕迹调查

Table 1 Survey of snow leopard traces in five valleys of the Tomur Nature Reserve

调查地点	样线总长 / km	痕迹总数	痕迹密度 / (个· km <sup>-1</sup> )
破城子	4.417	3	0.68
博孜墩	4.279	0	0
库尔干	3.959	11	2.78
英也尔	6.125	27	4.41
塔克拉克	7.482	16	2.14
合计	26.262	57	

## 2.2 采用食物资源法监测雪豹种群密度

雪豹的主要猎物为大型有蹄类动物, 如北山羊、岩羊、盘羊等, 并且雪豹种群密度与其主要猎物的种群密度直接相关<sup>[11, 17-18]</sup>。项目调查区域内主要有蹄类动物为北山羊, 在木扎特河谷冬季群体数量为 8~14 只·群<sup>-1</sup>, 共发现北山羊约 20 群 264 只。据此得出该区域北山羊种群密度为 270 只·(100 km<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>, 将其代入式(2)计算得到, 雪豹种群密度为 1.59~3.23 只·(100 km<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>(表 2)。

表 2 托木尔峰自然保护区不同调查方法所得雪豹种群密度与数量比较

Table 2 Population densities and populations of snow leopard in the Tomur Nature Reserve obtained through different surveying methods

调查方法	种群密度 / (只·(100 km <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> )	雪豹种群数 / 只
SCHALLER 经验值法 <sup>[2-3]</sup>	0.63	15
JACKSON 痕迹法	2~5	48~119
FORMOZOV 分析法	0.87~1.78	21~42
食物量估算法	1.59~3.23	38~77
红外相机调查法	2.0~3.2	48~76

保护区面积按 2 376 km<sup>2</sup> 计。

## 2.3 采用红外照相法监测雪豹种群密度

在天山托木尔峰自然保护区共布设 36 台照相机, 累计 71 d 野外调查, 约 2 094 个照相日 (trap days or trap nights), 计 50 256 h, 回收 71 个胶卷 779 张照片。成功拍摄到 7 种野生动物<sup>[9]</sup>。约有 22 台自动相机在 16 个点位拍摄到雪豹照片 32 张(表 3), 平均拍摄率或“捕获率”(capture rate)达 1.53%。同时, 考察队员在开依勒克营地附近也遇见过 2 只雪豹。虽然在吐盖别里奇没有拍摄到雪

豹, 但痕迹调查表明, 至少有 2 只雪豹出没于峡谷中, 问卷调查亦证实该地有母豹携带幼崽活动。综合分析认为, 在天山木扎特河谷 250 km<sup>2</sup> 范围内有 5~8 只雪豹活动, 最低密度为 2.0~3.2 只·(100 km<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>(表 2)。

表 3 托木尔峰自然保护区红外相机雪豹调查

Table 3 Findings of the survey with infrared cameras in the Tomur Nature Reserve

调查地点	拍得雪豹有雪豹相机数 胶卷数	不同月份拍得雪豹照片数			
		10	11	12	合计
色日克苏	3 3	0	2	1	3
开依勒克	10 12	2	7	6	15
阔克奇	5 8	1	7	2	10
阿克奇	4 4	0	3	1	4
土盖别里奇	0 0	0	0	0	0
合计	22 27	3	19	10	32

## 2.4 采用粪便分析法监测雪豹种群密度

关于粪便分析, 国际雪豹基金会 (SLT) 项目组在青海搜集疑似雪豹粪便样品 106 份, 成功扩增 78 份样品的 mDNA Cytb 基因片段, 并进行测序。结果只有 21 份被确定为雪豹粪便, 其余为猓、狼或狐狸 (*Vulpes*) 粪便<sup>[13]</sup>。因为样品量太少, 还不足以用来估算雪豹的种群数量和密度。

## 2.5 采用问卷调查法了解雪豹分布与种群状况

以 2008 年 10—11 月昆仑山雪豹调查为例, 访问对象来自和田地区的和田市、和田县、皮山县、墨玉县、洛浦县、策勒县、于田县和民丰县。受访者包括牧民、矿工、司机、官员、猎人、商贩、教师、学生、民警、军人等计 746 人, 其中以牧民为主, 占 62.60%。民族有维吾尔、汉、回、塔吉克、柯尔克孜等, 维吾尔族受访者占 79.89%。调查结果显示, 野外见过雪豹的人占受访者总数的 6.84%, 低于见过豹、狼和有蹄类的受访者比例(表 4), 且见过雪豹的受访者年龄多集中在 50 岁以上(图 1)。调查者希望更多的年轻人能够提供近期见过雪豹的证据, 因为这些结果可以反映雪豹近年来在这些区域的分布情况, 然而见过雪豹的年轻人只占受访者总数的 1.74%, 这印证了雪豹的濒危程度。但从另一个角度来分析, 这部分雪豹群体大多集中于田县, 还有一部分集中在策勒县, 说明雪豹的分布呈现区域性差异。 $\chi^2$  检验表明不同调查地点间的区域性差异极显著 ( $\chi^2 = 32.37, P < 0.01$ )。

## 3 讨论

种群数量的估计一直是雪豹研究的一个难题。

在野外调查时,通常认为雪豹留下的痕迹越多,表示雪豹在一个地区的种群密度越高。可是雪豹的痕迹与种群密度之间的这种线性关系受多重因素的影响,譬如不同观测者之间的判别误差以及抽取样线

或样方的数量、大小、季节、地表结构、坡度、方向(坡向)、海拔、气候、植被以及痕迹在环境中的保留时间等,因此其只能是相对的结果,要慎重对待。

表 4 昆仑山地区雪豹分布情况问卷调查结果

Table 4 Questionnaire analysis of snow leopard distribution in Kunlun Mountains

调查地点	受访人数	见过雪豹人数	见过雪豹人数占受访人数比例 %	见过豺狼人数	见过豺狼人数占受访人数比例 %	见过有蹄类人数	见过有蹄类人数占受访人数比例 %
民丰	89	5	5.62	9	10.11	19	21.35
于田	118	19	16.10	54	45.76	13	11.02
策勒	244	22	9.02	52	21.31	7	2.87
和田	122	3	2.46	34	27.87	2	1.64
皮山	169	1	0.59	77	45.56	15	8.88
其他	4	1	25.00	1	25.00	0	0
合计	746	51		227		56	

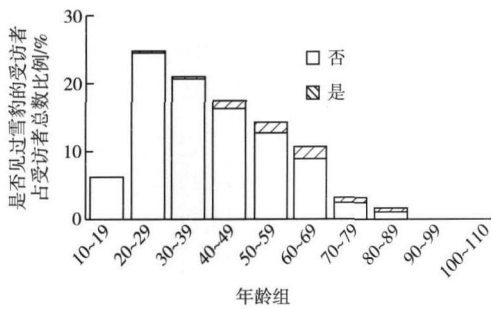


图 1 昆仑山雪豹问卷调查中是否见过雪豹的受访者年龄构成

Fig 1 Age structure of interviewees in questionnaire of snow leopard in Kunlun Mountain

由于新疆没有其他大型猫科动物分布,除了可能与猞猁、狼有混淆外,雪豹痕迹识别并不十分困难<sup>[4]</sup>。实践表明,痕迹调查和研究,特别是足迹测量和分析,还可以用以判别个体之间差异、成幼(年龄)或雌雄。如果对采集到的毛发和粪便进行 DNA 检测,准确性则会更高。冬季调查粪便和刨痕容易被大雪覆盖,这就是托木尔峰地区某些痕迹比较少的一个原因。由于一些地点人为干扰大(如放牧、旅游、采矿、伐木、偷猎),痕迹存在的时间缩短,调查难度加大,准确性降低。

MCCARTHY 等<sup>[7]</sup>对痕迹法、食物法、照相机法、粪便法等进行比较,认为痕迹法可能会受到环境扰动和观察者偏差影响,结合照相和遗传识别也许会降低偏差。但是,采用有蹄类食物量估算或捕获-再捕获(重捕法, capture-recapture)等方法并不能完全支持上述结果。雪豹调查还需要摸索更科学、准确、简单和经济实用的方法。

根据红外相机的拍摄率或“捕获率”来计算雪豹种群数量是相对准确的计算方法,该方法已成功应用于老虎 (*Panthera tigris*) 和豹子 (*Panthera pardus*) 等大型猫科动物,是成熟的方法。但是照相机并不完全适用于雪豹种群数量研究,它的准确性依赖于研究地点内雪豹的种群密度高低、拍摄时间长短、研究地区雪豹的日活动距离长短以及家域面积大小等。雪豹种群密度非常低,很多地区 100 km<sup>2</sup> 范围内还不到 1 只,在这种情况下雪豹的拍摄率极低,标记重捕法因估计值区间大而几乎无法精确应用。因此,该方法的使用具有很大的局限性。

根据雪豹的食物量来计算雪豹种群数量,也存在一定偏差。雪豹的食物种类丰富,除了比较容易观察到的有蹄类如北山羊、盘羊,还包括小型哺乳动物、鸟类、爬行类等。各种食物在研究地点雪豹食谱中所占比例很难得到准确的计算。此外,即使可以准确计算出环境中雪豹的可利用食物量,猞猁、狼和狐狸等与雪豹食物组成接近的物种也会与雪豹竞争食物,它们的食物量的多少会直接影响雪豹可取食的食物总量。因此,根据食物量来计算雪豹种群数量,也很难做到精确。

根据雪豹粪便、毛发等的 DNA 分子标记<sup>[13-14]</sup>来测算雪豹的种群数量是目前最准确的方法,它可以精确到个体数量(只)。但它的问题是价格昂贵,野外样品采集和保存也比较困难。通常测定 1 个样品就需要花费约 325 美元,很难在大尺度范围内搜集样品和推广应用。另外,在不同国家之间进行样品的运输和保存也会遇到麻烦,每个国家都有不同的法规。如果在当地分析,又需要有一定的设备和技术人员。所以该方法实施起来还相当困难。

在对雪豹进行野外调查的同时, 通过问卷调查掌握被捕食者的分布和数量依然是非常重要的。被捕食者包括盘羊、北山羊、岩羊、野兔 (*Lepus*)、旱獭 (*Marmota*)、雪鸡 (*Tetraogallus himalayensis*)、石鸡 (*Alectoris chukar*) 等, 其信息主要从 2 个渠道获取: 一方面是访问当地居民; 另一方面是记录所有野外调查中遇见的猎物种类和数量, 或是它们留下的诸如足迹和粪便等痕迹。这些同样也是用于生态系统健康评价的重要指标<sup>[19-20]</sup>。统计分析这些问卷, 可与其他研究结果进行对比和印证。

致谢: 野外支持和帮助过雪豹项目组的人员和单位: 牛亚林、木拉明、刘浦江、吐尔洪、George B. Schaller、Raghu Chundawat、Kubanych Jumabay、胡宝文、邢睿、Toby Wheeler、徐海根、蒋志刚、徐爱春、蒋可威、江晓珩、阿布力米提、张劲硕、程芸、胡堪平、温波、陈莹、David Malbn A. Bayarjanga、Jennifer Snell、Ruhlman、谷景和、李维东、才代、康蔼黎、吴晨、魏顺德、吴晓勇、买尔旦、梅宇、克然木、吐尼牙孜、艾沙、莫思荣、戴焕喜、齐军、戴志刚、向文军、杜利民、苟军等, 以及新疆林业局、新疆野生动物保护协会、新疆动物学会、阿克苏地区林业局、天山托木尔峰保护区管理局(天山林场)、新疆武警边防局、新疆各地公安局、新疆林业科学院、中国科学院(CAS)、中国科学院新疆生态与地理研究所、国际雪豹基金会(SLT)、新疆保育基金会(XCF)等, 在此一并表示感谢。

#### 参考文献:

- [1] 徐海根, 丁晖, 吴军, 等. 2010年生物多样性目标: 指标与进展[J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26(4): 289-293
- [2] SCHALLER G, HONG L, TALIPU R, *et al*. The Snow Leopard in Xinjiang, China [J]. *Oryx*, 1988, 22(4): 197-204.
- [3] SCHALLER G. Wildlife of the Tibetan Steppe [M]. Chicago: University of Chicago Press, 1998, 175-188.
- [4] 马鸣, MUNKHTSOG B, 徐峰, 等. 新疆雪豹调查中的痕迹分析[J]. 动物学杂志, 2005, 40(4): 34-39.
- [5] XU A C, JIANG Z G, LIC W, *et al*. Status and Conservation of Snow Leopard in the Gouli Region, Kunlun Mountains, China [J]. *Oryx*, 2008, 42(3): 460-463.
- [6] XU F, MA M, WU Y Q. Recovery of Snow Leopard *Uncia uncia* in Tonur National Nature Reserve of Xinjiang, Northwest China [J]. *Pakistan Journal of Zoology*, 2010, 42(6): 825-827.
- [7] MCCARTHY K, FULLER T, MA M, *et al*. Assessing Estimators of Snow Leopard Abundance [J]. *The Journal of Wildlife Management*, 2008, 72(8): 1826-1833.
- [8] MCCARTHY T. Snow Leopard Survival Strategy [M]. Seattle: International Snow Leopard Trust, 2003.
- [9] 马鸣, 徐峰, CHUNDAWAT R S, *et al*. 利用自动照相术获得天山雪豹拍摄率与个体数量[J]. 动物学报, 2006, 52(4): 788-793.
- [10] JACKSON R, ROE J D, WANGHUK R, *et al*. Estimating Snow Leopard Abundance Using Photography and Capture-Recapture Techniques [J]. *Wildlife Society Bulletin*, 2006, 34(3): 772-781.
- [11] MCCARTHY T. Ecology and Conservation of Snow Leopards, Gobi Brown Bears and Wild Bactrian Camels in Mongolia [D]. Amherst University of Massachusetts, 2000.
- [12] MCCARTHY T, FULLER T, MUNKHTSOG B. Movements and Activities of Snow Leopards in Southwestern Mongolia [J]. *Biological Conservation*, 2005, 124(4): 527-537.
- [13] 张于光, 何丽, 朵海瑞, 等. 基于粪便 DNA 的青海雪豹种群遗传结构初步研究[J]. 兽类学报, 2009, 29(3): 310-315.
- [14] JANECKA J E, JACKSON R, ZHANG Y G, *et al*. Population Monitoring of Snow Leopards Using Noninvasive Collection of Scat Samples: A Pilot Study [J]. *Animal Conservation*, 2008, 11(5): 401-411.
- [15] JACKSON R, HUNTER D O. Snow Leopard Survey and Conservation Handbook [M]. Seattle: International Snow Leopard Trust, 1996.
- [16] KOSHKAREV E. Characteristics of Snow Leopard (*Uncia uncia*) Movements in the Tien Shan [J]. *International Pedigree Book of Snow Leopards*, 1984, 4: 15-21.
- [17] 徐峰, 马鸣, 殷守敬, 等. 新疆北塔山雪豹对秋季栖息地的选择[J]. 动物学研究, 2006, 27(2): 221-224.
- [18] CHUNDAWAT R S, RAWAT G S. Food Habits of Snow Leopard in Ladakh, India [C] // FOX J, JUZENG D. Proceedings of the Seventh International Snow Leopard Symposium. International Snow Leopard Trust, Seattle, 1994: 127-132.
- [19] 蒋明康, 王智, 秦卫华, 等. 我国自然保护区内国家重点保护物种保护成效评价[J]. 生态与农村环境学报, 2006, 22(4): 35-38, 102.
- [20] 王智, 蒋明康, 秦卫华. 中国生物多样性重点保护区评价标准探讨[J]. 生态与农村环境学报, 2007, 23(3): 93-96.

作者简介: 马鸣(1957—), 男, 山西祁县人, 研究员, 学士, 主要研究方向为动物生态学。E-mail: maning@ms.xjhu.ac.cn; maning3211@sina.com