

# 利用自动照相术获得天山雪豹拍摄率与个体数量<sup>\*</sup>

马 鸣<sup>1\*\*</sup> 徐 峰<sup>1</sup> R. S. CHUNDAWAT<sup>2</sup> Kubanych JUMABAY<sup>2</sup>  
吴逸群<sup>1</sup> 艾则孜<sup>3</sup> 朱玛洪<sup>3</sup>

1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011

2. International Snow Leopard Trust, Seattle, WA 98103, USA

3. 新疆托木尔峰自然保护区管理局, 阿克苏 843000

**摘 要** 采用红外线自动照相机记录雪豹的活动和个体数量, 这在国内尚属首次。野外调查开始于 2005 年 10 月 18 日, 至 12 月 27 日结束。累计野外工作 71 d, 共布设 36 台红外照相机, 约 2 094 个照相日, 50 256 h, 收回胶卷 71 个。在新疆天山托木尔峰自然保护区内 5 个峡谷的 16 个地点成功拍摄到清晰雪豹照片约 32 张, 平均拍摄率或“捕获率”达 1.53%。根据照片个体斑纹分析和“雪后痕迹调查”(Sign Survey After Snowing)的信息, 确定在 250 km<sup>2</sup> 范围内有 5–8 只雪豹活动, 个体的日活动距离 3–10 km/d, 其最低分布密度为 2.0–3.2 只/100 km<sup>2</sup>。还拍摄到其它野生动物照片 22 张, 如北山羊、野猪、草兔、石鸡、赤狐等。另外, 还调查样线 20 条, 搜集粪样和毛发样品计 31 个 [动物学报 52 (4): 788–793, 2006]。

**关键词** 雪豹 红外自动相机 拍摄率 种群密度 雪后调查法 天山

## Camera trapping of snow leopards for the photo capture rate and population size in the Muzat Valley of Tianshan Mountains<sup>\*</sup>

MA Ming<sup>1</sup>, XU Feng<sup>1</sup>, R. S. CHUNDAWAT<sup>2</sup>, Kubanych JUMABAY<sup>2</sup>,  
WU Yi-Qun<sup>1</sup>, Aizezi<sup>3</sup>, ZHU Ma-Hong<sup>3</sup>

1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China

2. International Snow Leopard Trust, Seattle, WA 98103, USA

3. Management Bureau of Tomur Feng Protected Area, Aksu 843000, Xinjiang, China

**Abstract** The main purpose of this work was to study the use of infrared trapping cameras to estimate snow leopard *Uncia uncia* population size in a specific study area. This is the first time a study of this nature has taken place in China. During 71 days of field work, a total of 36 cameras were set up in five different small vales of the Muzat Valley adjacent to the Tomur Nature Reserve in Xinjiang Province, E80°35′–81°00′ and N42°00′–42°10′, elevation 2 300–3 000 m, from 18 th October to 27 th December 2005. We expended approximately 2 094 trap days and nights total (c. 50 256 hours). At least 32 pictures of snow leopards, 22 pictures of other wild species (e. g., chukor, wild pig, ibex, red fox, cape hare) and 72 pictures of livestock were taken by the passive CamTrakker (CT) trail monitor in about 16 points of the Muzat Valley. The movement distance of snow leopard was 3–10 km/day. And the capture rate or photographic rate of snow leopard was 1.53%. Meanwhile, 20 transects were run and 31 feces sample were collected. According to 32 photos, photographic rate and sign survey after snowing on the spot, there were about 5–8 individuals of snow leopards in the research area, and the minimum density of snow leopard in Muzat Valley was 2.0–3.2 individuals/100 km<sup>2</sup>. We also observed the behavior of ibex for 77.3 hours, and found about 20 groups and a total of approximately 264 ibexes in

2006-03-15 收稿, 2006-04-20 接受

<sup>\*</sup> 国际雪豹基金会 (ISLT)、新疆保育基金会 (XCF) 资助 [This research was funded by a grant from International Snow Leopard Trust and Xinjiang Conservation Fund]

<sup>\*\*</sup> 通讯作者 (Corresponding author). E-mail: maming@ms.xjb.ac.cn

© 2006 动物学报 Acta Zoologica Sinica

the research area [*Acta Zoologica Sinica* 52 (4): 788–793, 2006].

**Key words** Snow Leopards, *Uncia uncia*, Infrared trapping cameras, Capture rate, Density, Survey after snowing, Tianshan Mountains

雪豹 (*Uncia uncia*) 属于濒危物种, 主要分布在中国的西部。相邻的 11 个国家有少量分布, 如阿富汗、印度、巴基斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯、哈萨克斯坦、俄罗斯和蒙古等。因为雪豹的数量稀少、高海拔分布和夜行性等特点, 研究的难度比较大。新疆雪豹研究项目开始于 2003 年。先后与蒙古、吉尔吉斯、印度、美国等的专家在新疆阿尔泰山、北塔山、东部天山和中部天山 (托木尔峰地区) 开展调查。主要研究内容包括雪豹的痕迹调查, 如足迹、刨痕、气味标记 (嗅迹)、尿迹、粪团、爪痕、毛发 (DNA 分析)、卧迹、食物残渣等 (马鸣等, 2005; 徐峰等, 2005)。已完成 4 次联合考察, 样线 94 条, 野外工作累计 140 余天, 同时还进行北山羊数量调查 (研究雪豹的食物资源) 和民间问卷调查。2005 年 10–12 月, 在上述考察的基础上, 开始红外自动相机布设和拍摄工作。

应用自动照相技术对野生动物进行观测和区系研究已有较长历史 (裴家, 1998; Jennelle et al., 2002; Silveira et al., 2003; Yasuda, 2004)。特别是近 10 年在美洲虎 (*Panthera onca*)、虎 (*Panthera tigris*)、豹 (*Panthera pardus*) 和大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) 等的研究方面, 已经取得一定的突破 (Karanth, 1995; Carbone et al., 2001; Wallace et al., 2003; Azlan and Sharma, 2003; 黄祥云等, 2003, 2004; Maffei et al., 2004; Silver et al., 2004; 李志兴, 2004; 卢学理等, 2005)。但是针对雪豹及其种群密度的调查尚未有先例, 在天山这样严酷的条件下, 使用红外摄影装置能否正常工作, 也是一次有意义的尝试。

## 1 调查地与方法

研究地点设在新疆天山托木尔峰自然保护区边缘的木扎特谷地。地理坐标为东经  $80^{\circ}35' - 81^{\circ}00'$ , 北纬  $42^{\circ}00' - 42^{\circ}10'$ 。天山最高峰托木尔峰海拔 7 435 m。该地区山势险峻, 平均海拔 4 000 m 以上的山地约占 60%, 其中 6 000 m 以上的高峰有 15 座, 6 800 m 以上的高峰 5 座。集中有各类冰川 509 条, 年降雨量 200–400 mm (中国科学院登山科学考察队, 1985)。

这次考察共携带红外自动相机 48 台, 属于美国产 CamTrakker 系列产品, 型号为 Ranger 35 mm

(实际上是根据中国产 Olympus TRIP 505 改装的 135 自动相机)。主要包括三部分: 普通自动对焦光学照相机、被动式红外感应装置和电池 (4 节 AA 锂电池、6V 蓄电池)。Ranger 可以自动拍摄镜头前半径 10–15 m 扇面以内发热或移动的物体。使用 ISO 400 的彩色胶卷。

约有 36 台相机分别布设在木扎特宽谷两侧及 5 个支流峡谷中 (图 1), 长度和宽度  $25 \times 10 \text{ km}^2$  范围内, 海拔 2 300–3 000 m。为了拍摄到雪豹不同侧面, 自动相机多成对固定在特制的铁杆架上, 高于地面 30–50 cm, 与雪豹身高接近。根据雪豹的习性和活动规律, 选择山口、山脊、河床、悬崖下、巨石边和大树附近布设相机, 照相机距离痕迹点 3–5 m。镜头朝向北或南, 以避免早晚的阳光直接射入相机、影响拍摄效果和干扰感应器正常工作。

在架设期间要统一自动相机的设置, 包括闪光、日期和拍摄间隔等。还要详细记录 GPS 卫星定位数据、配对相机的编号、蓄电池编号、镜头方向及测试结果、环境和痕迹类型等。在 1:50 000 的地形图上标出自动相机的分布。并在测试照相机时将安装日期、胶卷编号和相机编号等重要信息同时摄入底片中, 以免日后出错。

自动相机在底片上可记录每次曝光的日期。该自动相机有白天、黑夜和 24 h 昼夜持续工作 3 种设置, 每次曝光的时间间隔有 20 s、90 s、3 min、5 min、25 min、45 min 等 6 种选择。根据新疆天山的环境条件和雪豹的活动规律 (马鸣等, 2005; McCarthy et al., 2005), 通常固定为 24 h 连续工作, 拍摄间隔为 20 s 或 90 s 为宜。每隔 1–2 周检查一次胶卷和电池, 及时记录和更换。统一洗印胶卷, 并编号入档。

识辨个体的方法依然是采用相同侧面、部位的照片进行比较 (如斑纹、体型、毛色等)。结合拍摄的时间、地点 (1:50 000 分布地图)、拍摄率或“捕获率” (Capture rate)、“雪后痕迹调查” (Sign survey after snowing) 和食物资源状况等的综合信息, 最后确定个体及其数量, 由  $D = N/A$  得出雪豹的最低密度值 ( $D$  为最低密度;  $N$  为个体数;  $A$  调查面积)。

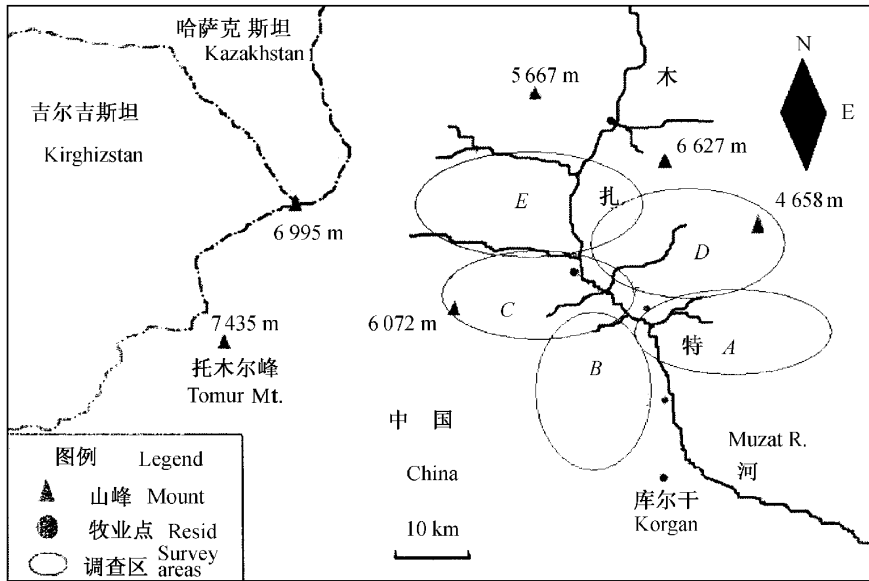


图1 新疆托木尔峰地区雪豹考察地图(根据新疆测绘局2004年新疆地图;海拔:m)

A: 色日克苏; B: 开依勒克; C: 阔克奇谷; D: 阿克奇谷; E: 吐盖别里奇。

Fig.1 The survey map of snow leopard in Tomur Area (According to the Map of Xinjiang; Elevation: meter)

A: Seriksu Vale. B: Kaiyilek. C: Kuokqi Vale. D: Akqisu Vale. E: Tugabeliqi.

## 2 结果

这次野外考察自2005年10月18日至12月27日,累计野外工作计71 d。共计布设36台照相机(其余12台有故障),约2094个照相日(Trap days or trap nights),计50256 h。收回71个胶卷,779张照片(包括测试)。成功拍摄到7种野生动物。约有22台自动相机在16个地点拍摄到雪豹照片约32张(表1)。第一张雪豹照片是10月25日拍摄的,最后一张是12月23日拍摄。11月23日在阔克奇谷拍摄到2只雪豹在一起的照片(图2下)。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只豹出没于峡谷中。问卷调查亦证实这里有母豹携带幼豹活动。综合分析,在天山木扎特谷250 km<sup>2</sup>范围内约有5-8只雪豹活动(表2),最低密度为2.0-3.2只/100 km<sup>2</sup>。依此推算,天山托木尔峰地区约4000 km<sup>2</sup>范围内分布有雪豹80-130只。是国内雪豹种群比较集中的区域。

考察期间,自动相机还拍摄到其它野生动物照片计22张,如野猪(*Sus scrofa*, 1张)、北山羊(*Capra ibex*, 3张)、草兔(*Lepus capensis*, 3张)、石鸡(*Alectoris chukar*, 5张)、赤狐(*Vulpes vulpes*, 9张)等。拍摄牦牛、山羊、狗等家畜72

表1 天山木扎特谷自动相机拍摄雪豹统计(2005)

Table 1 Data on snow leopard photo (SL) in Muzat Valley from October, November and December 2005

布设地点 Site	拍摄到雪豹 相机数(台) Numbers of camera that took SL pictures	有雪豹 胶卷数 Numbers of film roll that took SL pictures	雪豹照片数量(张) Number of SL picture			合计 Total
			10月 Oct.	11月 Nov.	12月 Dec.	
色日克苏 Seriksu Vale	3	3	0	2	1	3
开依勒克 Kaiyilek	10	12	2	7	6	15
阔克奇谷 Kuokqi Vale	5	8	1	7	2	10
阿克奇谷 Akqisu Vale	4	4	0	3	1	4
吐盖别里奇 Tugabeliqi	0	0	0	0	0	0
合计 Total	22 cameras	27 rolls	3	19	10	32

张。还补充调查样线20条,累计样线达到94条,总长度达67990 m。搜集粪样和毛发样品计31个。与此同时观察北山羊行为18 d(研究雪豹的食物资源),合计约77.3 h,统计到北山羊264只,约20群,每群13.2只,种群密度为105.6只/100 km<sup>2</sup>。



群，与牧民之间的冲突也随之加剧。对当地北山羊数量的调查，种群密度为 105.6 只/100 km<sup>2</sup>，依照数量关系比值，同样印证了雪豹食物资源的匮乏。

这次摄自木扎特谷的 32 张雪豹照片还是很有有限的，可分辨的有效“重捕率”（Re-capture rate）比较低，即可用于个体识别的、比较清晰完整的、单独一侧的照片约占三分之一，尝试进行统计学运算有一定困难。分析表 2，拍摄率与个体数量之间的相关性是不言而喻的。建议在可辨样本数量充足的时候，以 10 d 为单位，进行“捕获”与“重捕”统计，采用 Jolly-Seber 标志重捕模型估算种群密度及数量（Karanth, 1995; Maffei et al., 2004; Silver et al., 2004）。因此，除了分析照片，还必须借助其它观察方法和资料进行最低密度和数量的估算，如目击记录、痕迹分析、食物状况、问卷调查及样线统计等。冬季调查的优点是容易发现痕迹，特别是“雪后调查法”是进行稀有的夜行性动物数量调查的有效方法之一。

在数量调查方面，还没有一种设备或方法是尽善尽美的。CamTrakker 相机对所拍摄动物没有选择性，捕捉对象大到野猪，小到石鸡。有时对风吹草动、下雨或下雪也有反应。方向性也劣于其它产品（如 TrailMaster 相机采用“发射器”与“接收器”两个装置分开的感应系统，方向性强，对拍摄动物的大小或高度也有选择）。另外，该 CamTrakker 设备在应用上也存在一些问题。如高山恶劣的气候（如低温、大风、暴雪、尘暴），严重影响了自动相机的正常工作，并不是所谓“全天候”设备。进入 12 月，在 -15℃ 到 -20℃ 条件下，锂电池的使用寿命只是常温下的三分之一。感应器的灵敏度也降低了，有时拍摄的是空画面或者只有局部（如雪豹尾巴）。在寒冷的夜间，约有一半的照相机不能正常工作。

致谢 感谢支持和帮助过我们的下列人员和单位：牛亚林、木拉明、刘浦江、吐尔洪、Tomas McCarthy、George B. Schaller、Kyle McCarthy、Toby Wheeler、蒋志刚、阿布力米提、张劲硕、程芸、胡堪平、温波、谷景和、李维东、朱福德、才代、康蔼黎、吴晨、魏顺德、吴晓勇、买尔旦、克然木、吐尼牙孜、艾沙等，以及新疆林业局、新疆野生动物保护协会、阿克苏地区林业局、天山托木尔峰保护区管理局（天山林场）、新疆武警和公安边防局、新疆林科院、中国科学院（CAS）、新疆

生态与地理所、国际雪豹基金会（ISLT）、新疆保育基金会（XCF）等。

## 参考文献 (References)

- Azlan MJ, Sharma SK, 2003. Camera trapping the Indochinese tiger in a secondary forest in Peninsular Malaysia. *Raffles Bulletin of Zoology* 51 (2): 421–427.
- Carbone C, Christie S, Conforti K, Coulson T, Franklin N, Ginsberg JR, Griffiths M, Holden J, 2001. The use of photographic rates to estimate density of tiger and other cryptic mammals. *Animal Conservation* 4: 75–79.
- Chinese Academy of Sciences, 1985. The biology from Tomur areas in Tianshan. Urumqi: Xinjiang People's Press, 1–52.
- Huang YX, Hu DF, Liu WS, Jeff Muntifer, 2003. Field survey on South China tigers and their habitat evaluation in Yihuang Provincial Reserve in Jiangxi Province. *Journal of Beijing Forestry University* 25 (4): 54–58 (In Chinese).
- Huang YX, Hu DF, Tang XP, Wang ZC, Liu WS, 2004. Field survey of south China tigers and their habitat evaluation in Hupingshan National Reserve. *Journal of Zhejiang Forestry College* 21 (2): 180–184 (In Chinese).
- Jennelle CS, Runge MC, MacKenzie DI, 2002. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals: a comment on misleading conclusions. *Animal Conservation* 5: 119–120.
- Karanth KU, 1995. Estimating tiger *Panthera tigris* population from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation* 71: 333–338.
- Karanth KU, Nichols JD, 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79: 2 852–2 862.
- Li ZX, 2004. Siberian tiger reappears in Huichun. *Chinese Wildlife* 25 (2): 34 (In Chinese).
- Lu XL, Jiang ZG, Tang JR, Wang XJ, Xiang DQ, Zhang JP, 2005. Auto-trigger camera traps for studying giant panda and its sympatric wildlife species. *Acta Zoologica Sinica* 51 (3): 495–500 (In Chinese).
- Ma M, Munkhtsog B, Xu F, Mardan T, Yin SJ, Wei SD, 2005. Markings as indicator of snow leopard in field survey, in Xinjiang. *Chinese Journal of Zoology* 40 (4): 34–39.
- Maffei L, Cuellar E, Noss A, 2004. One thousand jaguars *Panthera onca* in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. *Journal Zoology (London)* 262: 295–304.
- Mallon D, 1996. Status and conservation of large mammals in Ladakh. *Biological Conservation* 56: 101–119.
- McCarthy T, Fuller T, Munkhtsog B, 2005. Movements and activities of Snow Leopard in southwestern Mongolia. *Biological Conservation* 124: 527–537.
- Pei K, 1998. An evaluation of using auto-trigger cameras to record activity patterns of wild animals. *Taiwan Forestry Science* 13 (4): 317–324.
- Schaller G, Hong L, Talipu R, Ren J, Qiu M, 1988. The snow leopard in Xinjiang, China. *Oryx* 22 (4): 197–204.
- Schaller G, 1998. *Wildlife of the Tibetan Steppe*. Chicago: University of Chicago Press, 175–188.
- Silveira L, Jacomo ATA, Diniz-Filho F, 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation* 114: 351–355.
- Silver SC, Ostro LET, Marsh LK, Maffei L, Noss AJ, 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture-recapture analysis. *Oryx* 38 (2): 1–7.
- Wallace RB, Gomez H, Ayala G, Espinoza F, 2003. Camera trapping for jaguar *Panthera onca* in the Tuichi Valley, Bolivia. *J. Neotrop. Mammal* 10 (1): 133–139.
- Xu F, Ma M, Yin SJ, Mardan, 2005. Snow leopard survey in Tumor Nature Reserve, Xinjiang. *Sichuan Journal of Zoology* 24 (4): 608–610.

- Yasuda M, 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study* 29: 37-46.
- 黄祥云, 胡德夫, 刘伟石, Jeff Muntifering, 2003. 宜黄自然保护区华南虎野生种群调查及栖息地评价. *北京林业大学学报* 25 (4): 54-58.
- 黄祥云, 胡德夫, 唐小平, 王志臣, 刘伟石, 2004. 壶瓶山自然保护区华南虎野外调查及栖息地评价. *浙江林学院学报* 21 (2): 180-184.
- 李志兴, 2004. 珙春再现东北虎. *野生动物* 25 (2): 34.
- 卢学理, 蒋志刚, 唐继荣, 王学杰, 向定乾, 张建平, 2005. 自动感应照相系统在大熊猫以及同域分布的野生动物研究中的应用. *动物学报* 51 (3): 495-500.
- 马 鸣, B Munkhtsog, 徐 峰, 买尔旦, 殷守敬, 魏顺德, 2005. 新疆雪豹调查中的痕迹分析. *动物学杂志* 40 (4): 34-39.
- 裴家 , 1998. 利用自动照相设备记录野生动物活动模式之评估. *台湾林业科学* 13 (4): 317-324.
- 徐 峰, 马 鸣, 殷守敬, 买尔旦, 2005. 新疆托木尔峰自然保护区雪豹调查初报. *四川动物* 24 (4): 608-610.
- 中国科学院登山科学考察队, 1985. 天山托木尔峰地区的生物. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1-52.