

GIS 在卧龙野生大熊猫种群动态及栖息地监测中的应用

周世强, 杨建, 王伦, 谭迎春, 黄金燕, 张和民, 王鹏彦, 周小平

(中国保护大熊猫研究中心, 四川汶川卧龙 623006)

摘要: 本文初步探讨了地理信息系统 (GIS) 技术在卧龙自然保护区野生大熊猫种群动态及其栖息地监测方面的应用方法, 包括野外取样、定位、数据收集、室内资料整理、基本图层数字化、数据统计、卫星照片解译以及监测与栖息地专题图的制作, 同时指出了提高卫片解译精度的有关问题。

关键词: 卧龙自然保护区; 大熊猫; 种群动态; 栖息地; 监测; 地理信息系统

中图分类号: G202; Q959.838 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-7086 (2004) 02-0133-04

GIS Application on Population Dynamics and Habitat Monitoring of Giant Panda in Wolong, Sichuan

ZHOU Shi-qiang, YANG Jian, WANG Lun, TAN Yin-chun, HUANG Jin-yan,

ZHANG He-min, WANG Peng-yan, ZHOU Xiao-ping

(China Conservation and Research Center for the Giant Panda, Wolong, Sichuan Province 623006)

Abstract: The paper reports the application of geography information system (GIS) on population dynamics and habitat monitoring of giant panda in Wolong Nature Reserve. The methods include the wild sampling, GPS orientation, data collection, information coordination, basic theme digit, data statistic, satellite picture interpreting and execution of monitoring and habitat special map. Meanwhile, the problems on improving the precision of satellite picture are proposed by the authors.

Key words: Wolong Nature Reserve; giant panda; population dynamic; habitat; monitoring; geography information system (GIS)

野生动物及其栖息地的保护, 是当前生物多样性研究的核心领域、自然保护区经营管理的重要课

题, 受到生物学家、政府官员和社会媒体的广泛关注^[1]。如何快速、有效地获得野生动物及其栖息

收稿日期: 2003-10-08 基金项目: 世界自然基金会 (WWF) 资助项目。

表 3 两只大熊猫尿中 T/C 含量测定分段统计结果

时间段 (日期)	2.1~3.10	3.11~4.25	4.26~5.30	平均
川川	26.04±19.11	3.44±2.08	1.71±1.69	7.46±12.53
菲菲	18.88±9.25	4.68±4.17	0.91±0.52	6.91±8.51

3 分析与讨论

睾酮是动物体内直接参与雄性个体性行为和繁殖性能的生殖激素, 研究动物的睾酮水平对于了解雄性个体的性行为和繁殖性能具有重要意义。一般而言, 动物机体的睾酮水平与发情周期和年龄有

关, 表现为在发情期内睾酮水平保持较高水平, 并随着年龄的增长其睾酮水平将降低, 动物性行为 and 繁殖性能也将下降。本次研究发现, 雄性大熊猫“菲菲”(26~28岁期间)的尿中睾酮含量仍保持在较高水平, 与中壮年雄性大熊猫“川川”(16岁)没有显著差异, 仍具较旺盛的性欲, 能顺利地完成自然交配, 使受配的雌兽均怀孕产仔。由此可见在大熊猫的人工饲养与管理中, 坚持科学饲养与培育, 可以提高雄性大熊猫的繁殖能力和自然交配能力, 并延长其繁殖交配的年龄, 从而为大熊猫种群复壮及该物种的保护做出贡献。

地的相关信息,包括动物种群的数量变化、生境结构的质量状况、人为活动的影响强度,以及栖息地的动态演替规律等,需要切实可行的手段和操作技术。采用常规的调查方法和技术支持,不仅消耗大量的人力、物力和财力,而且所获信息准确度较低,对自然保护区管理指导起不到应有的效果。目前,国内外科学工作者利用计算机技术,研究适于野生动物及其栖息地分析与监测的高新技术手段,如地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)、遥感分析(RS)以及无线电跟踪技术等,为提高自然保护区的经营管理水平和野生动物的就地保护成效,发挥了重要作用。

地理信息系统(GIS)是计算机硬件、软件与规则组成的系统,支持空间数据的采集、管理、操作、分析、模拟及显示,解决复杂的计划与管理问题^[2]。它与其他信息系统的区别在于,地理信息系统强调空间实体及其关系,注重空间分析与操作。现广泛应用于环境与资源的清查与管理、农业、林业、交通与通讯、城市规划、军事、灾害和灾情评估及全球变化研究等诸多领域,并已形成了强大的技术产业。从目前的资料来看,地理信息系统技术应用于野生动物及其栖息地的研究,主要集中在生境质量的评价、栖息地破碎化的分析、种群数量的估测、管理信息系统的建立等方面^[3,4],而对于野生动物的种群动态及栖息地变化监测现处于探索阶段。

近年来,我们与国内外单位合作,研究人为活动对大熊猫栖息地的影响,以及在世界自然基金会(WWF)资助下开展的卧龙自然保护区(以下简称“卧龙”)野生大熊猫种群动态及伴生动物监测过程中,初步将地理信息系统、全球定位系统和遥感分析技术应用于野外调查和内业分析。现将应用方法作一探讨,供参考。

1 研究地的自然地理特征

卧龙位于四川省汶川县西南部,邛崃山系东南坡,岷江上游映秀西侧。东经 $102^{\circ}52' \sim 103^{\circ}24'$ 、北纬 $30^{\circ}45' \sim 31^{\circ}25'$,东西横贯60km,南北跨越63km,总面积20万 hm^2 ,是我国最大的自然保护区之一,主要保护大熊猫、金丝猴、牛羚、珙桐、水青树、四川红杉等珍稀濒危动植物以及整个森林生态系统。

卧龙地处四川盆地向青藏高原过渡的高山峡谷地带,地势由西北向东南急剧递减。由于新构造运

动的抬升作用及河流的侵蚀影响,区内山高谷深,相对高差悬殊。西北的四姑娘山海拔高达6250m,东部木江坪海拔高度仅1150m,两地仅相距48km,相对高差却达5100m。区内主要河流有皮条河、正河、西河和中河,河流西侧发育许多支流,形成树枝状水系,河谷呈“V”形状,落差较大,具有丰富的水电资源。

卧龙属青藏高原气候区,夏季凉爽多雨,冬季寒冷干燥。平均气温 9.8°C ,最低气温(1月) -1.7°C ,最高气温(7月) 17°C ,年日照时数926.7h,年降雨量1800mm,蒸发量873.9mm,相对湿度80%以上。

据中国林业科学研究院张万儒对卧龙森林土壤及其垂直分布规律研究,本区发育有从亚热带到冰缘环境的各种土壤类型,从河谷到山顶主要土壤类型垂直分布为:山地黄壤、山地黄棕壤、山地暗棕壤、山地棕色暗针叶林土、亚高山草甸土、高山草甸土和高山寒漠土。地势高差悬殊,有利于不同适应性生物的生长发育,形成明显的动植物及植被地理垂直带谱。据已采集的标本初步统计,有近4000种植物,占四川植物总数的40%,除木材类外,药用植物约870种,油脂植物80种,淀粉及糖类植物42种,纤维植物60种,单宁植物42种,芳香植物28种。此外,保护区有供大熊猫可食的竹类8种,面积近6万 hm^2 ,为大熊猫的生存繁衍提供了优越条件。列为国家珍稀濒危植物27种。本区现有高等动物约450种,其中兽类96种,鸟类283种,两栖类15种,爬行类20种,鱼类6种。有昆虫约1700种。分布有国家珍稀濒危动物57种,是我国大熊猫的重要分布区之一,大熊猫数量约占全国的10%,圈养大熊猫60余只,为世界上最大的人工饲养种群。

2 野外大熊猫种群及栖息地数据的收集

2.1 样线设置

根据野生大熊猫及其伴生动物在自己巢域内的各个点上活动概率几乎相同的原理,设置固定调查线路,每条线路满足下列条件^[4]:①是大熊猫及其伴生动物良好栖息地;②是大熊猫的主食竹类的最适分布区;③范围在大熊猫及伴生动物活动的主要海拔高度、坡度、坡向和水源等。

2.2 种群监测

采用固定样线调查法。定期收集样线内大熊猫

及其伴生动物的全部活动痕迹（包括粪便、足迹、采食状况等）和人为活动情况。

2.3 空间位置测定

在发现大熊猫及其伴生动物的活动痕迹处，利用美国 GARMIN 公司生产的全球定位仪，进行痕迹点的经纬度测定。

2.4 大熊猫栖息地调查

由于卫星图像的像素大小为地面的 30m × 30m，因此在样地设置时，为了提高卫片解译精度，必须选择大于或等于 900m² 的典型植被类型处布设样地，乔木层采用 20 × 20m² 的样方，详细记录林分郁闭度、植物种名、胸径、树高、冠幅等生长发育指数；灌木层的样方大小为 5 × 5m²，记录种名、盖度和平均高度等；草本植物层设置 1 × 1m² 小样方，调查植物类型、盖度、多度和生长势等。

3 数据处理与数字化图层

3.1 大熊猫及伴生动物监测数据的统计

将野外收集的数据（大熊猫及其伴生动物活动痕迹数据、自然地理特征数据以及痕迹点的空间位置数据）输入计算机数据库（Microsoft Excel 软件），根据野生大熊猫种群数量的统计方法^[6]，将样线上不同地点出现的各种痕迹（包括野生动物、人为活动）作为一个样点进行统计。

3.2 栖息地样地数据的统计与分析

利用 Microsoft Access 软件自行设计大熊猫栖息地数据库系统，以便数据录入、统计和分析，数据分析时可采用国内外研制的统计分析软件，如 SPSS、SAS、Mantlab 等进行。

3.3 基本图层的数字化

使用专门的数字化软件（R2V 5.6）对卧龙自然保护区的军事地形图（1:10 万），选择地形、河流、道路和乡镇这些对大熊猫及其伴生动物具有明显生物学意义的生境因子，进行数字化。数字化过程的流程图如图 1，从而形成不同的矢量图层（表 1），作为大熊猫栖息地的底图（图 2 在封 3）。

表 1 大熊猫种群动态及伴生动物监测基本图层属性表

图层属性	所属地物
点图层	居民点、乡镇、生态观察站、保护站等
线图层	河流、公路、步行道等
多边形图层	植被类型、水域（如海子）、生态旅游区、保护区功能分区等

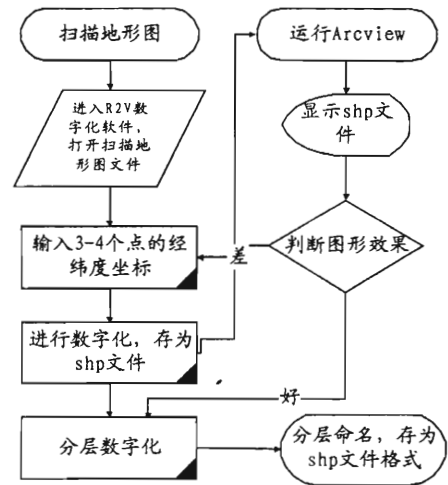


图 1 大熊猫种群动态及伴生动物监测基本图层数字化流程图

4 野生大熊猫种群动态及栖息地专题图的制作

4.1 大熊猫及其伴生动物分布图

将输入的 Excel 数据（含大熊猫及其伴生动物痕迹点的经纬度，表 2）另存为 .dbf 文件格式，运行地理信息系统软件（Arcview 3.2），在基本图层中加入动物痕迹点图层，并按不同种类分别显示，最后可以在 layout 命令下制作野生动物监测图（图 3，在封 3）。如果积累了多年数据，便能以动态方式表现监测期间的动态变化，从而进行保护管理评价。

4.2 大熊猫栖息地的卫片解译

大熊猫栖息地的卫星图像解译是一项复杂的工作，从数据输入、样点采集、图像坐标变换及矫正、样区训练（监督分类）、精度检验与评估到植被专题图的制作，需要在多个软件中进行，包括 Microsoft Access、Microsoft Excel、Arcview、ER-DAS IMAGINE 等软件，同时要求工作人员具有森林生态学和植被科学的专门知识，方能达到较高的解译精度。在此限于篇幅，仅将解译的结果图（图 4，在封 3）和解译误差产生的来由列述于下：

- 野外对植被的优势树种（或优势植物）辨认错误；
- 植被类型分布面积小于一个像素单元；
- 卫片上该植被所在像素被云层覆盖；
- 取样点（植被样方）位于两植被亚型（或群系）的镶嵌地带，边缘效应强；
- 群系命名未按《植物生态学》的命名规则进行，造成群系名称混淆，如在一个样方中，有大量

的阔叶树种(红桦),仅有少量的针叶树种(岷江冷杉或铁杉等),显然应以阔叶树种命名,其植被亚型应为山地杨桦林(典型落叶阔叶林),然而却以针叶树种命名,其植被亚型变为寒温性常绿针叶林或温性针阔混交林,结果造成图像解译与调查表格内容不符;

●调查样线布设于小山脊上,而小山脊的植被类型与邻接区域的植被不一致,且分布面积较小,可能导致第 2 点的误差;

●该地区分布的个别植被面积小,取样数量少,仅为整个样方数量的 1%~5%左右,但被选为构成分类模板的(一个)信息。

表 2 卧龙野生大熊猫及伴生动物监测数据(2002 年)

动物名称	实体(只)	足迹(次)	粪便(堆或个)	巢穴	死亡	北纬	东经
大熊猫			1			31.85408	103.33733
牛羚		1				31.24267	103.38961
大熊猫			3			31.24261	103.38025
大熊猫			1			31.22392	103.39739
大熊猫			8			31.14958	103.34406
毛冠鹿			8			31.14556	103.34578
大熊猫			38			31.07025	103.24525
牛羚						31.06492	103.25122
毛冠鹿		4				31.06431	103.25392
红腹锦鸡	3					31.05328	103.22428
苏门羚	1					31.03694	103.27028
毛冠鹿			150			31.02994	103.22639
苏门羚			117			31.02928	103.23411
小熊猫			30			31.02883	103.22772
大熊猫			30			31.02733	103.23294
大熊猫			1			31.02553	103.29025
毛冠鹿			20			31.01139	103.21639
水鹿	3					30.98897	103.17642
大熊猫			8			30.98797	103.17156
红腹角雉	3					30.98586	103.09236
勺鸡			10			30.93625	102.95186
毛冠鹿			80			30.93583	102.94703
岩羊			50			30.93558	102.94831
苏门羚			1000			30.93517	102.94986
水鹿			100			30.88228	103.26439
红腹锦鸡						30.87578	103.20200
水鹿			60			30.87406	103.19211
牛羚			1			30.86858	103.20142
牛羚					1	30.86389	103.14794
大熊猫			3			30.86292	103.14686
牛羚			280		2	30.85933	103.13289
牛羚	3		48			30.85522	103.08222
野猪		1				30.85122	102.96706
牛羚			50			30.84989	103.10928
水鹿			110			30.84989	103.10928
猪獾					1	30.83472	102.96808
小熊猫		1				30.83094	102.95275
水鹿		1	40			30.81742	102.96900

5 参考文献

- [1] 周世强, 张和民, 等. 卧龙野生大熊猫种群监测期间的生境动态分析[J]. 云南环境科学, 2001, 19 (增刊): 36~38.
- [2] 刘海燕. GIS 在景观生态学中的应用[J]. 地理学报, 1995, 50 (增刊): 105~111.
- [3] 欧阳志云, 刘建国. 卧龙自然保护区大熊猫生境评价

[J]. 生态学报, 2001, 21 (11): 1869~1874.

- [4] Susan A. Mainka, *et al.* Observation on free-ranging giant panda and other wildlife at Wuyipeng [A]. 见: 成都动物园, 成都大熊猫繁育研究基地. 成都国际大熊猫保护学术研讨会论文集 [C]. 四川科技出版社, 1994.
- [5] 胡锦涛. 大熊猫生物学研究与进展 [M]. 四川科技出版社, 1990.

周世强等：GIS在卧龙野生大熊猫种群动态及栖息地监测中的应用（图2~4）

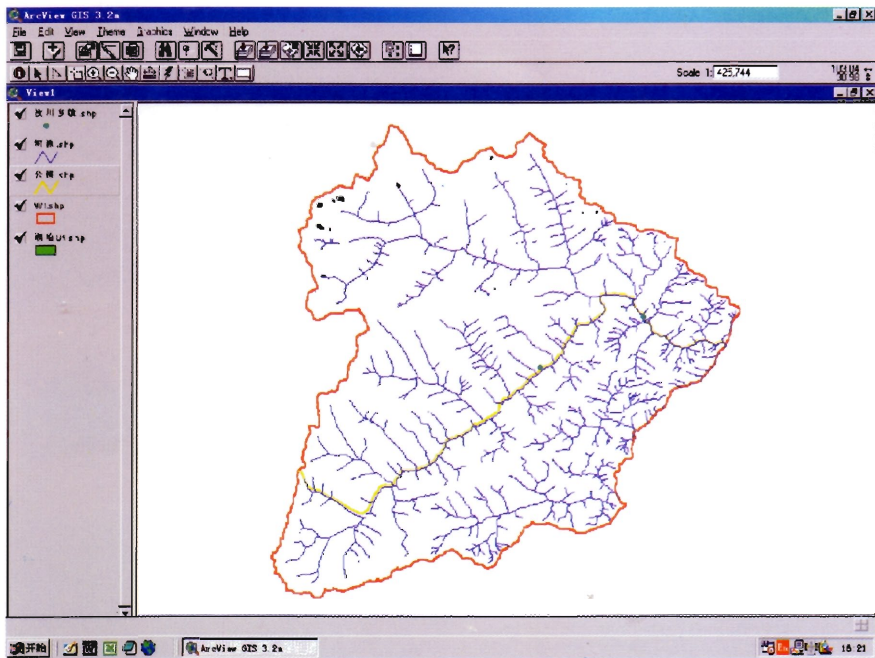


图2 卧龙自然保护区野生大熊猫种群动态及伴生动物监测基本图层示意图

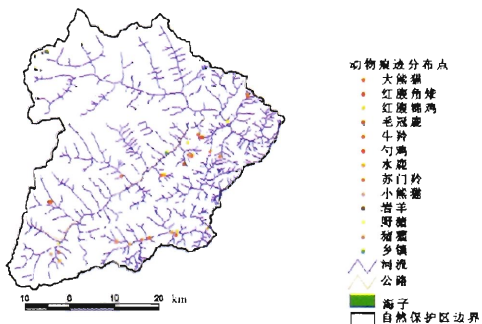


图3 卧龙野生大熊猫及其伴生动物监测痕迹分布示意图

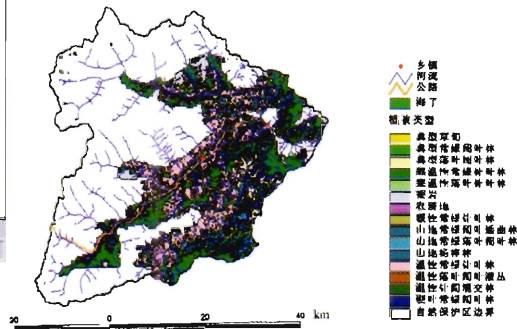


图4 卧龙自然保护区大熊猫栖息地卫星解译示意图