

卧龙自然保护区大熊猫生境评价

欧阳志云¹, 刘建国², 肖 寒¹, 谭迎春³, 张和民³

(1. 中国科学院生态环境研究中心, 北京, 100080; 2. Michigan State University, East Lansing, MI 18824, USA; 3. 卧龙自然保护区大熊猫研究中心, 四川 623006)

摘要:生物的生境是指生物生活繁衍的场所,由生物与非生物环境构成。近几个世纪以来,物种绝灭的速度加快,生物多样性丧失最重要的原因是生物生境的人为破坏。对保护生物的生境评价,是分析这些物种种群减少、濒危原因的重要手段,还能为制定合理的保护对策提供依据。根据大熊猫生境分布特点提出了大熊猫生境结构理论模型,将影响卧龙大熊猫生境质量的因素分为物理环境因素、生物环境因素和人类活动因素,探讨了生境评价的程序与卧龙大熊猫生境评价准则,运用地理信息系统技术与空间模拟方法分析了卧龙大熊猫生境质量。在人类活动影响下,卧龙自然保护区内适宜大熊猫生存的生境面积有 57597.3hm²,其中最适生境面积为 6256.1hm²,主要分布在海拔 2300~2800m 的平缓山坡与台地。

关键词:生境评价;大熊猫;地理信息系统

An assessment of giant panda habitat in Wolong Nature Reserve

OUYANG Zhi-Yun¹, LIU Jian-Guo², XIAO Han¹, TAN Ying-Chun³, ZHANG He-Min³

(1. Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China; 2. Department of Fisheries and Wildlife, Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA; 3. China Giant Panda Research Center, Wolong Nature Reserve, Sichuan, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(11): 1869~1874.

Abstract: Wildlife habitat is influenced by biotic and abiotic environmental factors and human activities. Habitat assessment can provide essential information for wildlife refuge design and management. In this paper, the conceptual framework and assessment methods of wildlife habitat with an example of giant panda habitat assessment were discussed.

The procedure of wildlife habitat assessment includes (1) analysis of species' habitat requirement, (2) identification of the restricting or leading factors that influence the population and their behavior, (3) establishment of evaluation criteria for each factor and the completion of a suitability assessment for single factors, and (4) a synthesis of the habitat analysis and evaluation in light of criteria.

The key factors affecting the behaviors and reproduction of giant panda were divided into three categories: physical environmental factors, biological environmental factors and impacts from human activities. In Wolong, the giant panda usually lives in slope area of the ranging of 1 400 m to 3 600 m asl and feeds on *Bashania fangiana*, *Yushania brevipaniculata* and *Fargesia rebusta* under mixed of coniferous and deciduous forests and conifer forests. The competing species are bamboo-eating animals such as red panda and bamboo mice. The major human activities that affect the quality of the giant panda's habitat are deforestation, transportation, agricultural activities, forest resource collection and local residents' everyday activities.

The assessment results showed that under the restraint of physical environmental factors, 985.09km²

基金项目:科技部 973 项目(G2000046807),国家自然科学基金(39470147),美国科学促进会(AAAS)及 Michigan State University 资助项目。

收稿日期:2000-12-29; **修订日期:**2001-05-03

作者简介:欧阳志云(1962~),男,湖南人,博士,研究员。主要从事生物多样性保护和生态规划研究。

area, 49.4% of the total area of Wolong Nature Reserve, is suitable for giant panda habitat and 113.27km² is highly suitable habitat. From the perspective of biological factors, 856.10km² habitat where the giant panda can be distributed, 246.14km² are highly suitable habitat for giant panda. Considering both physical and biological suitability, we concluded that in Wolong, 826.14km² provide suitable habitat for giant panda, most of them are distributed on the slope area from 2 000 to 3 500 m asl. The impact of deforestation, transportation, agricultural production, and collection of forest resources on panda habitat were analyzed. 445.24km² habitat, 22.3% of the total area, was affected by human activities. By overlaying the natural habitat suitability distribution and the map of human impacts distribution in Wolong, the suitable habitat for giant panda covers an area of 57597.3 hm², of which, 6256.1 hm² is highly suitable habitat. Due to the disturbance of human activities, about 250.17km² of suitable habitat environment was lost. As a result, the original suitable habitat was reduced by 30%. In the mean time, the transportation routes, agricultural fields and residence along Gengda and Pitiao Valley not only cause direct affects on the habitat of giant panda, but lead to the fragmentation of giant panda habitat. In the long run, this does great harm to the survival and reproduction of giant panda. Because of the interference and destruction by human activities, the existing suitable habitat for giant panda is 575.97km², which has a capacity for 156 giant pandas.

Key words: habitat assessment; giant panda; geographical information system (GIS)

文章编号:1000-0933(2001)11-1869-06 中图分类号:Q16 文献标识码:A

生物的生境(即栖息地)是指生物生活繁衍的场所,由生物与非生物环境构成。近几个世纪以来,物种绝灭的速度加快,生物多样性丧失最重要的原因是生物生境的人为破坏。对生物,尤其是保护生物的生境评价,是分析这些物种种群减少、濒危原因的重要手段,同时,还能为制定合理的保护对策提供依据。地理信息系统作为一类分析与处理空间资源数据与信息的计算机系统,具有空间特征数据的采集、存贮、分析处理、转换及显示等功能。地理信息系统已广泛应用于地学、资源与环境的评价与管理,城市及区域的规划与管理等许多领域。近年来,地理信息系统已开始为生态学家所重视,并开始应用于景观生态学、生态系统研究,并逐渐渗透到从个体生态、行为生态,乃至全球生态各个层次的研究之中。地理信息系统在生物保护中的作用,在国外已有一些成功的实例。如 Burrough^[1]将地理信息系统原理应用于土地资源评价中。Yen-zon 等^[2]运用地理信息系统(ArcInfo)对尼泊尔朗唐国家公园小熊猫栖息地及种群的大小进行了研究。Caldecott^[3]以地理信息系统技术建立了用于评价人类活动对自然保护区影响的专业信息系统,为野生生物生境分析与评价提供了一个便利而有效的工具。自70年代以来,对大熊猫的生物学、行为学、生态学进行了大量的研究^[4-7],林业部曾专门组织对四川、陕西、甘肃的大熊猫及其栖息地进行了综合考察^[8],这些研究对大熊猫保护起了重要的指导作用。欧阳志云等研究了大熊猫生境结构^[9]以及人类活动对大熊猫生境影响的过程^[10]。秦自生、胡锦涛、Schaller、潘文石、Taylor、Reid、等均从不同角度描述或探讨了大熊猫的生境特点,尤其大熊猫对竹子的选择进行的深入的研究^[4-7,11]。本项研究拟在深入分析大熊猫生境要求的基础上,以过去长期的研究成果为基础,运用生态学、保护生物学的知识,提出了地理信息系统在野生生物栖息地评价的方法与步骤,以期能为地理信息系统在生物保护中的应用提供参考,促进我国自然保护的管理水平。

1 大熊猫生境评价方法

生境分析与评价的主要目标是通过分析生物的生境要求及其与当地自然环境的匹配关系,明确其生境的分布范围与特征,因此,一个典型的生境评价过程包括:分析对象物种的生境要求,明确影响其种群及行为的限制因素或主导因素;建立各项因素相应的评价准则,并进行单项因素的适宜性评价;根据一定的准则进行综合生境分析与评价;明确保护区各空间单元对对象物种的适宜性特征(图1)。

1.1 大熊猫生境影响因素

根据超体积生态位原理,运用过去长期积累的大熊猫生物学、生态学研究成果,分析大熊猫各生态位因了环境梯度中的位置,并结合卧龙自然环境的具体情况,找出影响其生存与种群繁衍的主要因素,作为评价其生境质量的指标。综合分析表明,影响卧龙大熊猫生境质量的因素可以划分为三大类:物理环境因素、生物环境因素和人类活动因素。

1.1.1 物理环境因素 影响大熊猫生境或栖息地的物理环境因素有海拔高度、地貌类型、坡度、水源等方面。据调查研究,在卧龙大熊猫通常在海拔 1400~3600m 之间的海拔范围内活动,并喜在地形平缓、坡度在 20°以下平缓上升的山脊与平台活动取食^[12,13]。

1.1.2 生物环境因素 与大熊猫生境相关的生物环境因素包括可食竹类的分布及丰富度、植被类型、天敌及竞争物种的分布。卧龙大熊猫的主要可食竹类有冷箭竹(*Bashania fangiana*)、拐棍竹(*Fargesia rebusta*)、短锥玉山竹(大箭竹)(*Yushania brevipaniculata*)等,据研究,大熊猫以取食冷箭竹、短锥玉山竹和拐棍竹为主^[14,15]。针阔混交林及针叶林是大熊猫的最适植被^[16]。竞争物种主要有竹鼠、小熊猫等食竹类动物,但在卧龙,竞争物种与天敌对大熊猫生境质量没有明显不利影响^[17]。

1.1.3 人类活动因素 在卧龙,影响大熊猫栖息地质量的人类活动主要有木材与薪柴砍伐、交通、农业活动、林下资源的采集以及当地居民的日常生活活动等,这些生产与生活活动,或直接破坏大熊猫栖息地,或使栖息地隔离、破碎化,导致生境质量的下降。

1.2 大熊猫生境评价准则

根据第二次大熊猫调查^[8],以及大熊猫与卧龙自然环境、人类活动的相互关系,建立自然环境因素的适宜性评价准则矩阵(表 1),人类活动对大熊猫生境影响的评价准则(表 2),以及人类活动对潜在生境影响的评价准则(表 3),这里,潜在生境是指没有人类活动影响的野生生物生境,通常由影响野生生物生存繁衍的物理因素和生物因素所确定。

1.3 空间模拟与分析

在大熊猫生境评价过程中,以地理信息系统 ArcView 为工具,以评价准则为基础,进行空间模拟与分析(图 2)。在空间模拟的过程中,应用生态位适宜性模型^[20],首先分析单一因素的适宜性特征,然后,根据影响因素的性质,综合分析物理环境、生物环境因素的适宜性分布特征,得到卧龙大熊猫潜在生境分布特征,以及人类活动影响强度的空间分布特征;最后综合物理环境、生物环境因素以及人类活动的影响,得到卧龙大熊猫生境适宜性的空间分布特征。

2 卧龙大熊猫生境适宜性特征与种群估计

2.1 潜在大熊猫适宜生境

基于上述准则,运用生态位适宜度模型评价卧龙大熊猫生境适宜性,明确卧龙可作为大熊猫栖息地的区域及分布特征,结果表明:在物理环境因素的制约下,卧龙适宜大熊猫生存的面积有 98609.0hm²,占总面积

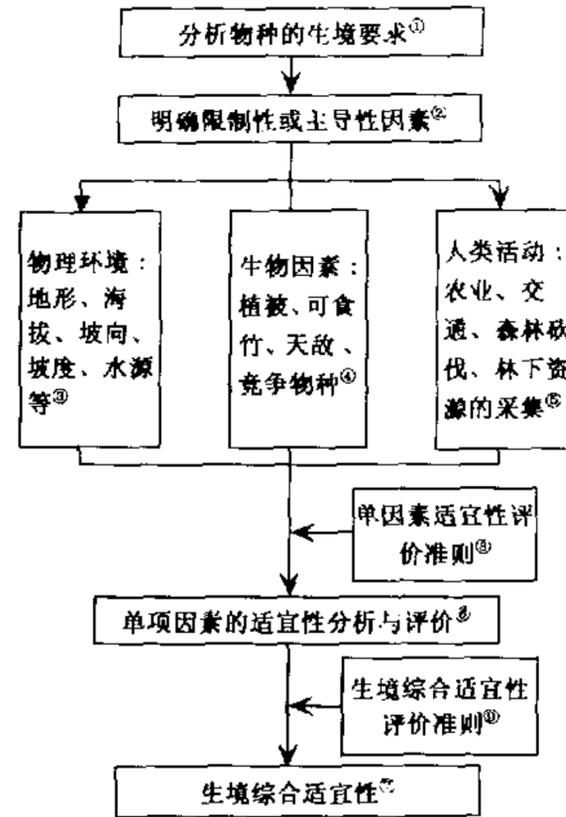


图 1 卧龙自然保护区大熊猫生境评价程序

Fig. 1 The procedure of assessing giant panda habitat

① Analysis of species' habitat requirement; ② Identification of the restricting or leading factors; ③ Physical environmental factors: terrain, elevation, slope, and water sources; ④ Biological environmental factors: vegetation, edible bamboo, natural enemy and competing species; ⑤ Human activity factors: agricultural activities, transportation, forest felling, forest resource collection; ⑥ Suitability assessment for single factors; ⑦ Integrated suitability assessment; ⑧ Evaluation criteria for each factor; ⑨ Integrated evaluation criteria.

表 1 自然环境因素评价准则

Table 1 Criteria for abiotic and biotic suitability assessment

因素 Factor	最适宜 Highly suitable	适宜 Suitable	次适宜 Marginally suitable	不适宜 Unsuitable	
物理环境 Physical factor	海拔(m) Elevation	>2250~≤2750	>1500~≤2250 >2750~≤3250	≤1500 >3250~≤3750	>3750
	坡度(°) Slope aspect	≤15	>15~≤30	>30~≤45	>45
生物环境 Biological Factor	植被 Vegetation	针阔混交林 亚高山针叶林	常绿落叶阔叶林 针叶林	耐寒灌丛 低山次生灌丛	高山草甸 高山流石滩 稀疏植被
	竹子种类 Bamboo	冷箭竹 拐棍竹	冷箭竹 拐棍竹	华西箭竹(<i>Fargesia nitida</i>), 短锥 玉山竹, 油竹子(<i>F. angustissima</i>), 白夹竹(<i>Phyllostachys nidularia</i>)等	人工林 无竹子

表 2 人类活动对大熊猫生境影响的评价准则

Table 2 Criteria for assessment of human impacts on giant panda habitat

人类活动类型 Human factor	强烈 Strong	比较强烈 Moderate	有影响 Weak	无影响 None
森林砍伐 Time from timber harvest (a)	≤20	>20~≤50	>50~≤80	>80 or 原始森林
主要公路 Distance from main road (m)	≤60	>61~≤210	>210~≤720	>510
小路 Distance from small road (m)			≤30	>30
居民活动 Distance from residential area (m)	≤900	>900~≤1410	>1410~≤1920	>1920
农业活动 Distance from cropland (m)	≤90	>90~≤240	>240~≤750	>750
采集(海拔高度) Location of herb collection (elevation, m)			>1750~≤3600	

表 3 人类活动对潜在生境影响的评价准则

Table 3 Criteria for combination of potential habitat and human impact

潜在生境质量 Quality of potential habitat	人类活动的影响程度 Human impact			
	强烈 Strong	比较强烈 Moderate	有影响 Weak	无影响 None
1	4	3	2	1
2	4	3	3	2
3	4	3	3	3
4	4	3	4	4

* 1 最适宜生境 Highly suitable; 2 适宜生境 Suitable;

3 次适宜生境 Marginally suitable; 4 不适宜生境 Unsuitable

积的 49.4%, 其中最适宜生境面积为 11326.6hm²; 从生物环境因素角度来看, 卧龙适宜大熊猫的生境有 85610.2hm², 其中最适宜生境为 24614.0 hm²(表 4)。综合物理环境与生物环境适宜性得到卧龙的潜在适宜生境为 82614.0hm², 在空间上主要分布在海拔 2000~3500m 的平缓坡地, 且主要为亚高山针叶林及针阔叶混交林两种类型的植被, 林下分布着稠密的冷箭竹、短锥玉山竹与拐棍竹(图 3)。

2.2 人类活动对生境的影响

根据表 2, 分析卧龙保护区内森林砍伐、交通、农业生产、森林资源采集等活动对大熊猫生境的影响。结果表明, 卧龙保护区内有 44523.6hm² 的潜在生境已不同程度地受到了生产、生活活动的影响, 占保护区总面积的 22.3%。比较自然环境的生境适宜性与人类活动的影响, 可以发现卧龙保护区内受人类活动影响的区域主要分布在大熊猫的适宜区。根据影响方式与影响强度可将人类活动影响区域划分为 3 种类型: 第 1 类是指居民点、交通路线、农田, 以及森林砍伐人工更新而成的种群单一的用材林区域, 这部分区域在短期内不可能恢复成为大熊猫的栖息地; 第 2 类为受人类活动影响的区域, 如森林砍伐后自然恢复更新在 20a 以内, 以及交通、农业活动的边缘地带, 虽然这些地区人类活动影响的强度相对弱一些, 有的只是间接的影响, 但也难以成为大熊猫的主要栖息地; 第 3 类区域主要包括中草药采集比较集中和频繁的地区, 以及森林砍伐后自然更新与恢复 20a 以上的区域, 这部分区域对大熊猫的行为存在一定的干扰作用, 使其生境的质量有所降低, 但不影响其作为大熊猫栖息地。

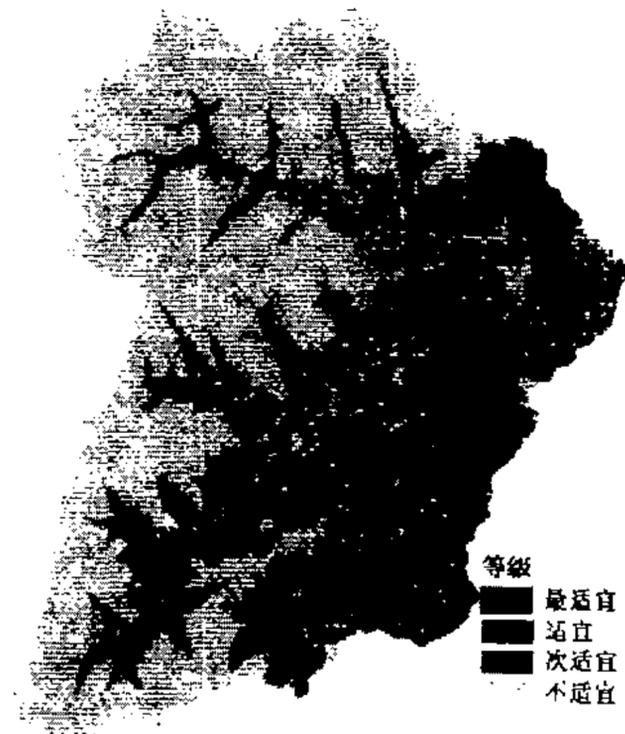
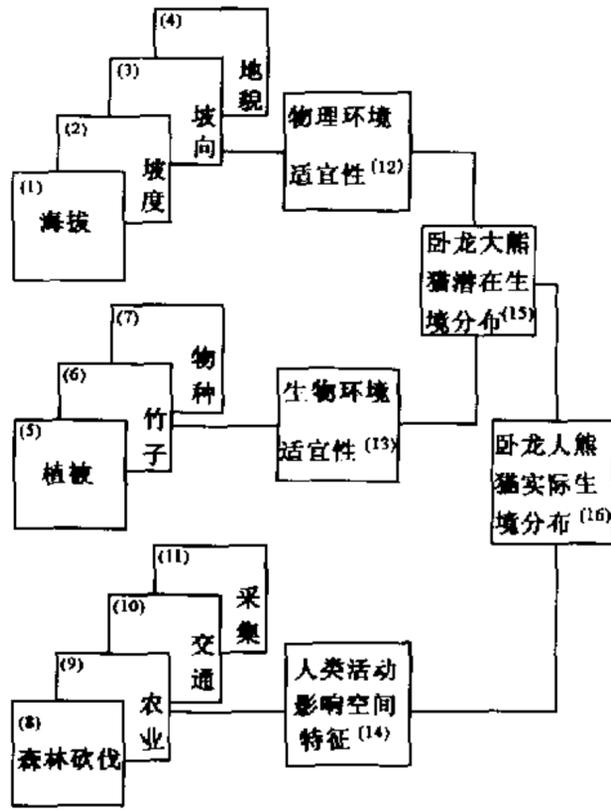


图 2 卧龙大熊猫栖息地评价过程空间模拟与分析示意图

Fig. 2 The spatial analysis of giant panda habitat in Wolong

① Elevation; ② Slope; ③ Aspect; ④ Terrain; ⑤ Vegetation; ⑥ Edible Bamboo; ⑦ Competing species; ⑧ Forest felling; ⑨ Agricultural activities; ⑩ Transportation; ⑪ Forest resources collection; ⑫ Physical environmental suitability; ⑬ Biological environmental suitability; ⑭ Human activity influence; ⑮ Potential habitat for giant panda; ⑯ Actual habitat for giant panda.

图 3 卧龙自然保护区大熊猫潜在生境空间分布特征

Fig. 3 The distribution of giant panda potential habitat in Wolong Nature Reserve

2.3 大熊猫实际生境

运用表 3 的准则,将潜在生境适宜性分布图与人类活动的影响范围进行叠加分析,从而可以得到卧龙保护区内人类活动影响下的生境适宜性特征(图 4)。在卧龙,大熊猫实际生境面积为 57 397.3hm²,其中最适宜生境面积为 6 256.1,适宜生境为 24 434.0hm²,次适宜生境为 26 907.2 hm²。人类活动导致大熊猫潜在生境面积丧失 25 016.7hm²,其中最适宜的潜在生境减少了 44.3%,适宜的潜在生境减少了 44.6%,次适宜的潜在生境减少了 1.3%。同时,交通路线、沿耿达河、皮条河谷的农田及居民区,除其自身直接对大熊猫的生境影响外,还导致卧龙大熊猫生境的分隔与破碎化,把卧龙的大熊猫分割成彼此隔离的小种群,对卧龙大熊猫种群的生存与繁衍极其有害。

表 4 卧龙大熊猫潜在生境质量

Table 4 The quality of potential giant panda habitat in Wolong

生境质量等级 Class of habitat quality	物理因素适宜性面积(hm ²) Suitable habitat size in physical factor	生物环境适宜性面积(hm ²) Suitable habitat size in biological factor	潜在生境面积(hm ²) Potential habitat size
最适宜生境 Highly suitable	11326.6	24611.0	11226.6
适宜生境 Suitable	52389.0	50076.0	44137.3
次适宜生境 Marginally suitable	34893.4	10920.2	27250.1
合计(适宜生境)Sum (suitable habitat)	98609.0	85610.2	82614.0
不适宜生境 Unsuitable habitat	101172.1	114170.0	117166.6

3 讨论

卧龙大熊猫生境质量主要取决于海拔、坡度、地形地貌等地理特征,以及可食竹的分布、植被类型、人类活动等因素。结果表明,卧龙大熊猫的最适生境主要分布在海拔 2300~2800m 的平缓山坡与台地,这里分布着亚高山针叶林及针阔叶混交林两种类型的植被,林下有稠密的冷箭竹、短锥玉山竹与拐棍竹。

人类活动是大熊猫生境破坏与生境质量下降的主要原因。自有人定居以来,森林砍伐、农业、交通、居民活动等不断扩展,受人类活动影响的生境面积达卧龙总面积的 22.3%,占大熊猫适宜面积的 51.4%。

根据大熊猫无线电项圈跟踪及行为生态学研究,在卧龙平均每只大熊猫需要 480hm² 栖息地^[4],因此,以潜在的适宜面积 82 614.0 hm² 计,并假设大熊猫巢域重叠为 30%,则卧龙自然保护区理论最大种群数为 224 只,由于人类活动对生境的干扰与破坏,以现有适宜生境面积 57 597.3 hm² 计,估计最大可承载大熊猫 156 只,并且被保护区内的耿达河、皮条河以及沿河谷两岸的人类活动隔离成至少 3 个彼此互不联系的种群。

参考文献

- [1] Burrough P A. Principles of geographical information system for land Resources assessment. Oxford: Clarendon Press, 1986.
- [2] Yonzon P, et al. 韩念勇译. 地理信息系统用于尼泊尔朗唐国家公园小熊猫栖息地评价与种群估算. 人与生物圈计划通报, 1992.
- [3] Caldecott J O. Designing protected area projects to reduce conflicts with local people. In: Proceeding of the IVth World Congress on National Parks and Protected areas. Caracas, 1992.
- [4] 胡锦涛,夏 勒等. 卧龙的大熊猫. 成都:四川人民出版社, 1985.
- [5] 潘文石,高郑生,吕 植. 秦岭大熊猫的自然庇护所. 北京:北京大学出版社, 1988.
- [6] Taylor A H and Zhisheng Q. Structure and composition of selective cut and uncut *Abies-Fruga* forest in Wolong Natural Reserve, and implications for panda conservation in China. *Biological Conservation*, 1989, 47, 83~108.
- [7] Reid D, Jinchu H. Giant panda selection between *Bashama fangiana* bamboo habitats in Wolong Reserve, Sichuan, China. *J. of Applied Ecology*, 1991, 228~243.
- [8] China Ministry of Forest and World Wildlife Fund. A comprehensive survey report on China's giant panda and its habitat. Chengdu, 1989.
- [9] 欧阳志云,刘建国,张和民. 卧龙大熊猫生境的群落结构研究. 生态学报, 2000, 20(3): 458~462.
- [10] Jianguo L, Zhiyun O, William W, et al. A framework for evaluating the effects of human factors on wildlife habitat: the case of giant pandas. *Conservation Biology*, 1999, 13(6): 1360~1370.
- [11] 秦自生, Taylor A H, 蔡绪慎. 卧龙大熊猫生态环境的竹子与森林动态演替. 北京:中国林业出版社, 1993.
- [12] 卧龙自然保护区,四川师范学院. 卧龙自然保护区动植物资源及保护. 成都:四川科学技术出版社, 1992.
- [13] 刘淑珍,等. 卧龙地貌的特征和大熊猫. 野生动物, 1984, (1): 6.
- [14] 易同培. 四川竹类植物志. 北京:中国林业出版社, 1997, 1~358.
- [15] 胡锦涛,等. 大熊猫的食性研究. 南充师范学报, 1981, (3): 17.
- [16] 唐雅英. 竹子与大熊猫的营养. 野生动物, 1983, (5): 1.
- [17] 胡锦涛,等. 大熊猫、金丝猴等珍稀动物生态生物学研究. 南充师范学报, 1980, (2): 1.
- [18] 胡锦涛等. 大熊猫的生物学. 科学杂志, 1981, 38(3): 181~191.
- [19] 胡锦涛等. 大熊猫生物学研究与进展. 成都:四川科学技术出版社, 1990.
- [20] 欧阳志云,工如松,符祥南. 生态位适宜度模型及其在桃江上土地利用规划中的应用. 生态学报, 1996, 16(2): 113~120.

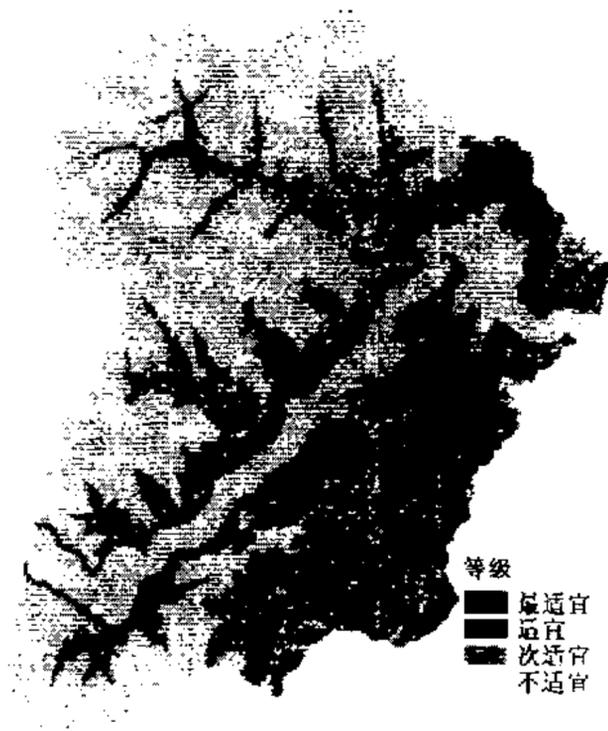


图4 人类活动影响下的卧龙大熊猫生境空间分布特征
Fig. 1 The distribution of giant panda habitat influenced by human in Wolong Nature Reserve