

基于层次分析法的秦岭地区大熊猫栖息地质量评价

李军锋¹, 李天文¹, 金学林², 刘学军³, 汤国安³

(1. 西北大学 城市与资源学系, 陕西 西安 710069; 2. 陕西省自然保护区和野生动物管理站, 陕西 西安 710082;

3. 南京师范大学 地理科学学院 江苏省重点实验室, 江苏 南京 210097)

摘 要: 栖息地是大熊猫存在与否的决定因素, 栖息地保护的重要性远比对大熊猫个体的保护更加重要, 这是保护大熊猫必须采取的长远措施。以陕西省第三次大熊猫调查数据为基础, 首先确立了影响大熊猫栖息地质量的 7 个指标: 森林起源, 乔木郁闭度, 灌木盖度, 竹子生长状况, 竹子盖度, 坡度和坡向, 然后采用层次分析法计算所确立的 7 个评价指标的权重, 并结合 GIS 空间叠置分析方法对 7 个评价指标进行叠加, 获得了洋县大熊猫栖息地质量分级图。得到了以下结论: 最适宜区和适宜区主要分布在调查区的东北部, 不太适宜区和不适宜区分布在调查区的西部, 并且自东向西逐渐变差。整体而言, 调查区内大熊猫栖息地质量状况良好, 适宜大熊猫的生存与繁衍。

关键词: 大熊猫; 层次分析法; GIS; 栖息地; 质量评价; 秦岭

中图分类号: Q959. 8, X17

文献标识码: A

大熊猫是我国特有的珍稀动物, 素有“国宝”, “活化石”之称, 其声誉和影响已远远超出生物学的范畴, 受到国内国际社会的普遍关注^[1]。然而, 近几年来随着气候、土壤、植被等自然条件的变化以及砍伐森林、毁林造田、非法捕杀等人为因素的影响, 大熊猫栖息地生态环境不断恶化, 致使这种本已濒临灭绝的子遗物种的生存面临着严重的威胁。国内保护濒危物种的经验告诉我们, 栖息地是大熊猫存在与否的决定因素, 栖息地保护的重要性远比对大熊猫个体的保护更加重要, 这是保护大熊猫必须采取的长远措施, 即首先应该对大熊猫栖息地环境质量状况进行详细的调查了解, 在此基础上, 对影响栖息地质量的各种因子进行系统的分析评价^[2], 进而制定相应的保护措施。大熊猫栖息地质量评价是一个复杂的问题, 涉及因素较多, 目前还没有人提出较为全面的方案对大熊猫栖息地质量进行评价。基于此, 本文以陕西省第三次大熊猫调查数据为基础, 结合调查的实际内容, 选取了影

响大熊猫栖息地质量状况的三大自然要素, 借助层次分析法和 GIS 手段对大熊猫栖息地质量状况进行了分析评价, 以期为野生动物部门对大熊猫的管理与保护提供决策建议和科学依据。

1 资料来源与研究区域自然概况

本次调查是按照国家林业局及全国第三次大熊猫调查领导小组的工作布署及要求, 进行了科学、规范、合理的大熊猫调查工作, 取得了珍贵的第一手野外调查资料, 为研究大熊猫栖息地质量问题奠定了基础。

1.1 调查范围

根据陕西省政府 1987 年调查结果, 全省大熊猫仅分布于佛平、洋县、太白、周至和宁陕县的部分地区。1993 年和 1996 年太白山自然保护区在其境内进行了两次大熊猫专项调查, 其结果表明, 太白山自然保护区为陕西省大熊猫的一个新栖息地,

收稿日期 (Received date): 2005- 03- 15; 改回日期 (Accepted): 2005- 06- 10。

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金项目 (40271089), 陕西省重大基金项目 (2003K12- G5)。[Supported by the National Natural Science Foundation of China, NO. 40271089; the Key Project Foundation of Shaanxi Province, NO. 2003K12- G5]

作者简介 (Biography): 李军锋, 男, (1981-), 陕西临潼人, 西北大学城市与资源学系硕士研究生, 主要从事地理与地理信息系统研究。[Li Junfeng (1981-), male, Postgraduate student of department of urban and resources science, Northwest University, specialized in geography, GIS and their applications. E- mail: p_o_s_t@163.com]

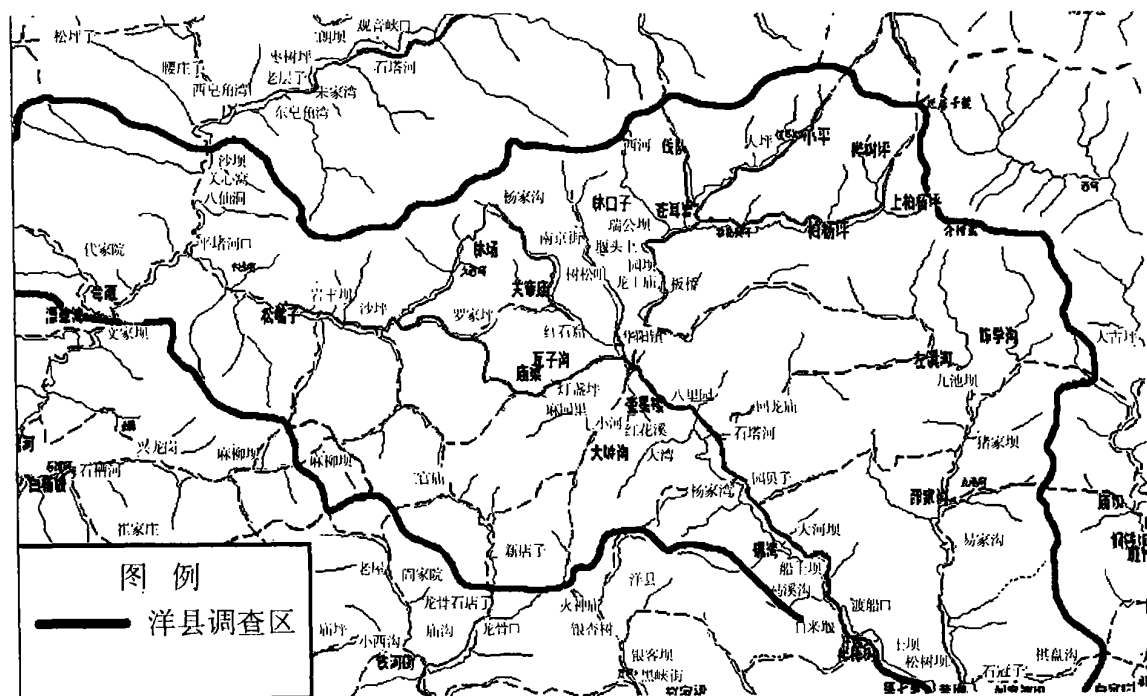
栖息地面积达 14 898 hm²，有大熊猫 11 只。本次调查范围既包含已知的大熊猫分布区，也包含其潜在的分布区域。涉及佛坪、宁陕、洋县、太白、周至、凤县、留坝、城固、宁强 9 县，其中包括佛坪、长青、周至、老县城、太白山 5 个自然保护区和太白、龙草坪、宁西、宁东 4 个林业局。总调查面积 526 385 hm²，其中已知分布区的面积 161 220 hm²，一般调查区面积为 365 165 hm²。

1.2 调查内容

针对各保护区的具体情况，调查各保护区的具体管理状况，摸清存在的问题，拟订解决方案。调查内容主要包括地名、保护区名、植被群系名称、地理位置、地形部位、坡形、坡向、坡度、海拔高度、森林起源、乔木名称及郁闭度、灌木盖度、竹子盖度及生长状况、基础设施建设及生产活动等。

1.3 研究区域自然概况

秦岭东西横亘于渭水与汉水之间,是黄河水系和长江水系的重要分水岭,也是我国南北地理分界线。在陕西省境内东西绵延 400~500 km,南北宽 120~180 km,平均海拔 1 500~3 000 m。大熊猫保护区位于秦岭中高山地区,其中绝大部分为中山区。这里山高坡陡,降雨丰沛,气候湿润,源头小溪较多,山间耕地极少。宜林草土地比重大,宜农土地比重小。区内人口稀少,人均土地面积较大。广阔的土地面积,为野生动物提供了良好的栖息环境,同时也为大熊猫的繁衍生息提供了保障。洋县是本次调查区之一,它位于汉中盆地东部, $33^{\circ}02' \sim 33^{\circ}43' \text{ N}$, $107^{\circ}11' \sim 108^{\circ}03' \text{ E}$ 。西临城固,南依西乡,东连佛平、石泉,北接太白、留坝。东西宽 56 km,南北长 76 km,总面积 $3\,206 \text{ km}^2$,大熊猫栖息地海拔高度处于 $1\,000 \sim 3\,071 \text{ m}$ 之间^[3]。洋县调查区范围如图 1 所示。



次调查资料并结合调查区的具体情况, 大熊猫栖息地质量评价的评价单元为所选取的各要素分布图叠加后所形成的最小图斑。

2.2 评价模型

本次评价模型采用层次分析法基础上的加权求和, 即通过层次分析法确定参评要素的权值, 然后利用 ArcView 软件的空间分析功能, 给各要素图层中的因子 (图斑) 赋值, 最后进行各要素图层的加权叠置运算, 求出各评价单元的最终分值, 即

$$M_i = \sum_{j=1}^7 p_j \times a_{ij}$$

式中 M_i — 第 i 个评价单元评价值; P_j — 第 j 个评价指标的权重值; a_{ij} — 第 i 个评价单元第 j 个评价指标评分值。

3 评价指标体系的建立

3.1 评价指标选取原则

评价指标又称质量鉴定因素, 它是指直接、间接影响评价对象属性或特征的可度量 (或可测定) 的主体或环境因素^[4]。正确选择评价指标是科学揭示大熊猫栖息地质量差异的前提, 一般应符合以下基本原则:

- (1) 完整性原则: 指标体系应尽可能全面地反映大熊猫栖息地质量各方面的状况;
- (2) 简明性原则: 指标概念明确, 易测易得;
- (3) 重要性原则: 指标应是诸领域的重要指标;
- (4) 独立性原则: 某些指标间存在显著的相关性, 反映的信息重复, 应择优保留;
- (5) 可评价性原则: 指标均应为量化指标, 并可用于地区之间的比较评价;
- (6) 稳定性原则: 便于栖息地评价成果资料在较长一段时间内具有应用价值。

3.2 评价指标选取

大熊猫依竹而生, 竹子与其所在的植物群落在长期的生长演化过程中形成了紧密的联系, 既相互影响又彼此促进。同时, 地形条件不仅影响植被的生长与分布, 而且制约着大熊猫的活动范围。因此, 植被要素, 食物要素和地形要素就构成了大熊猫栖息地质量评价的三大类要素。

3.2.1 植被要素

根据大熊猫栖息习性研究, 并结合调查中秦岭山区植被要素的实际调查内容, 将对大熊猫栖息有

明显影响的植被指标归结为三个方面: 森林起源、乔木郁闭度和灌木盖度。其中森林起源用于间接反映人类的干扰程度; 乔木郁闭度用于反映林内环境的湿润程度; 灌木盖度用于反映林下与大熊猫主食竹具有同等生态位的竞争程度。

3.2.2 食物要素

竹子作为大熊猫最主要的食物来源, 与大熊猫的生存及活动范围存在直接的联系。竹子的生长有其自身特性, 在中国古籍中就有“竹六十年一易根, 易根辄结实而枯死, 其实落土复生, 六年遂成町” (晋戴凯之《竹谱》) 的观察记载。1976 年岷山山系缺苞箭竹大面积开花枯死后, 曾先后发现因饥饿致死的大熊猫尸体达 138 具之多^[5]。因此保护大熊猫, 特别是对大熊猫主食竹种的研究保护就显得至关重要。根据大熊猫竹类食物供给的丰富程度, 选择竹子盖度及竹子生长状况作为食物要素的两个具体评价指标。其中竹子盖度直接反映大熊猫食物的供给程度; 竹子生长状况用来间接补充竹子盖度单一指标的不足。

3.2.3 地形要素

地形要素包括三方面的内容: 海拔高度、坡度和坡向。大熊猫栖息地的海拔高度随着季节的变化而变化, 这包括气温变化和食物变化而使大熊猫垂直迁移。在秦岭山地, 大熊猫活动的海拔下限为 900 m, 上限可达 3 000 m, 本次调查区海拔高度基本处于大熊猫活动的范围之内, 因此文中海拔高度在地形要素中可不必考虑。大熊猫以竹为食, 但是竹子的营养价值很低而且不利于能量的获取, 大熊猫每天需要花费大量时间来觅食竹子。若地形坡度太大, 其觅食时体能消耗较大而且觅食不便。坡向对大熊猫栖息也有重要的影响, 从已有大熊猫生活习性的研究来看, 它喜欢在有阳光的坡面上栖息。即大熊猫喜欢活动于坡度较小, 且有充足阳光的山间盆地, 所以在地形要素中, 坡度和坡向就成为大熊猫栖息地质量评价必不可少的基本指标。

4 评价指标权重计算

4.1 方法简介

层次分析法 (The Analytic Hierarchy Process, 简称 AHP 法) 是 20 世纪 70 年代中期由美国运筹学家 T. L. Saaty 所提出的一种实用决策方法。其基本原理是: 将评价系统的有关方案的各种要素分

解成若干层次, 并以同一层次的各种要素按照上一层要素为准则, 进行两两判断比较并计算出各要素的权重, 根据综合权重按最大权重原则确定最优方案^[6]。由于该方法具有较强的实用性、简洁性和系统性, 在许多领域得到广泛应用。

4.2 构造层次分析模型和判断矩阵

根据对大熊猫栖息地质量影响要素的划分, 层次结构图共分三层, 如图 2 所示。

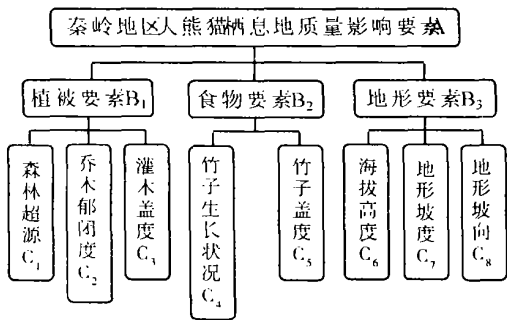


图 2 影响大熊猫栖息地质量要素的层次结构图
Fig. 2 The structure graph of quality factors influencing giant panda's habitat

按照层次分析法原理, 人们在分析一个复杂问题时, 经常要从一组因素中找出最主要的因素, 此时可以利用两两比较的方法来达到自己的目的。假设有几个因素其真实重要度分别为 w_1 、 $w_2 \dots w_n$, 如果能够精确地判断两两因素的重要度之比, 则可以得到一个重要度比矩阵 A , 其中, A 矩阵应该具有互反性和基本一致性。如果用矩阵 A 左乘因素重要度向量 $w^T = [w_1 \ w_2 \dots w_n]$, 则有

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$
$$A W = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = n W$$

应当注意到上式中 n 是 A 的特值, W 是 A 的特征向量。这就提示我们可以利用求重要度比判断矩阵之特征向量的方法来求得因素真实的重要度向量。如果 A 是精确比值矩阵, 则其特征值 $\lambda_{\max} = n$, 即 $A W = \lambda W$ 。但一般情况下 A 是近似估值, 故有 $\lambda_{\max} \geq n$, 因此可以用 λ_{\max} 的误差来判断 A 矩阵的准确性。根据文中各分析要素对大熊猫栖息

地质量影响程度, 并考虑到以上的层次分析中元素较少的情况, 可一次性构造判断矩阵如下所示

重要度	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
C_1	1	1.5	1.5	1/1.5	1/1.5	1	1
C_2	1/1.5	1	1	1/2	1/2	1/1.5	1/1.5
C_3	1/1.5	1	1	1/2	1/2	1/1.5	1/1.5
C_4	1.5	2	2	1	1	1.5	1.5
C_5	1.5	2	2	1	1	1.5	1.5
C_6	1	1.5	1.5	1/1.5	1/1.5	1	1
C_7	1	1.5	1.5	1/1.5	1/1.5	1	1

即

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1.5 & 1.5 & 1/1.5 & 1/1.5 & 1 & 1 \\ 1/1.5 & 1 & 1 & 1/2 & 1/2 & 1/1.5 & 1/1.5 \\ 1/1.5 & 1 & 1 & 1/2 & 1/2 & 1/1.5 & 1/1.5 \\ 1.5 & 2 & 2 & 1 & 1 & 1.5 & 1.5 \\ 1.5 & 2 & 2 & 1 & 1 & 1.5 & 1.5 \\ 1 & 1.5 & 1.5 & 1/1.5 & 1/1.5 & 1 & 1 \\ 1 & 1.5 & 1.5 & 1/1.5 & 1/1.5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

将矩阵 A 按列归一化: $b_{ij} = a_{ij} / \sum a_{ij}$, 得

$$B = \begin{bmatrix} 0.136 & 0.143 & 0.143 & 0.167 & 0.167 & 0.136 & 0.136 \\ 0.091 & 0.095 & 0.095 & 0.125 & 0.125 & 0.091 & 0.091 \\ 0.091 & 0.095 & 0.095 & 0.125 & 0.125 & 0.091 & 0.091 \\ 0.205 & 0.190 & 0.190 & 0.250 & 0.250 & 0.205 & 0.205 \\ 0.205 & 0.190 & 0.190 & 0.250 & 0.250 & 0.205 & 0.205 \\ 0.136 & 0.143 & 0.143 & 0.167 & 0.167 & 0.136 & 0.136 \\ 0.136 & 0.143 & 0.143 & 0.167 & 0.167 & 0.136 & 0.136 \end{bmatrix}$$

按行求和: $v_i = \sum b_{ij}$, 得到 V , 然后归一化: $w_i = \frac{v_i}{\sum v_i}$ ($i = 1, 2 \dots n$), 所得 w_i 即为 A 的特征向量的近似值。

$$V = \begin{bmatrix} 1.028 \\ 0.713 \\ 0.713 \\ 1.495 \\ 1.495 \\ 1.028 \\ 1.028 \end{bmatrix} \quad W = \begin{bmatrix} 0.137 \\ 0.095 \\ 0.095 \\ 0.199 \\ 0.199 \\ 0.137 \\ 0.137 \end{bmatrix} \quad A W = \begin{bmatrix} 0.961 \\ 0.663 \\ 0.663 \\ 1.394 \\ 1.394 \\ 0.961 \\ 0.961 \end{bmatrix}$$

4.3 一致性检验

在实际评价中评价者只能对 A 进行粗略判断, 甚至有时会犯不一致的错误。为了检验判断矩阵的一致性 (相容性), 根据 AHP 的原理, 可以利用 λ_{\max} 与 n 之差进行一致性检验。定义计算一致性指标

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

λ_{\max} 可由下式求出

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_i \left(\frac{(AW)_i}{w_i} \right) = 7.0017$$

则

$$C.I. = \frac{7.0017 - 7}{7 - 1} = 2.8 \times 10^{-4}$$

显然，随着 n 的增大判断误差会增加，因此判断一致性时应当考虑 n 的影响，可以使用随机一致性比值 $C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$ ，式中 $R.I.$ 为平均随机

一致性指标，此值与矩阵阶数有关（表 1）。当 $C.R. < 0.1$ 时，则认为判断矩阵满足一致性要求，否则须对判断矩阵进行调查。

经计算

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} = \frac{2.8 \times 10^{-4}}{1.36} = 2.06 \times 10^{-4} \ll 0.1$$

由此可见原判断矩阵具有高度的一致性，即通过检验。7 个评价指标权重如表 2 所示。

表 1 平均随机一致性指标
Table 1 Average random coincidence indicator

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$R.I.$	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59

表 2 评价指标权重
Table 2 The weight of assessment indexes

要素名称	森林起源	乔木郁闭度	灌木盖度	竹子盖度	竹子生长状况	坡度	坡向
权 重	0.137	0.095	0.095	0.199	0.199	0.137	0.137

表 4 食物要素分值表

Table 4 The value of food

要素类型	等级或划分区间	适宜状况	分值
竹子盖度 (%)	0~ 1	不适宜	5
	2~ 24	不太适宜	30
	25~ 49	适宜	80
	50~ 74	最适宜	100
	75~ 100	较适宜	70
竹子生长状况	好	最适宜	100
	中	适宜	80
	差	不太适宜	40
	无	不适宜	0

5 综合分析评价

5.1 单要素因子分值确定

为了便于分析评价，首先对单个要素图斑进行赋值，为进一步作综合评价奠定基础。根据上述对各评价要素的分析，并考虑各要素的互补作用，给各参评要素图层中图斑赋分值（图斑分值在 0~100 分之间）。植被、食物和地形要素各因子赋分值情况见表 3~ 5。

表 3 植被要素分值表

Table 3 The value of vegetation

要素类型	子类型或划分区间	适宜状况	分值
森林起源	原始森林	最适宜	100
	次生林	适宜	85
	人工林	较适宜	40
	农田	不适宜	0
乔木郁闭度 (%)	0~ 24	不适宜	20
	25~ 49	适宜	85
	50~ 74	最适宜	100
	75~ 100	较适宜	60
灌木盖度 (%)	0~ 24	不适宜	30
	25~ 49	适宜	80
	50~ 74	最适宜	100
	75~ 100	较适宜	65

表 5 地形要素分值表

Table 5 The value of terrain

要素类型	类型或划分区间	适宜状况	分值
坡度 (°)	0~ 5	最适宜	100
	6~ 20	适宜	90
	21~ 30	较适宜	70
	31~ 40	太适宜	40
	≥41	不适宜	20
坡向	南坡或无坡向	最适宜	100
	东南坡或西南坡	适宜	85
	东坡或西坡	较适宜	70
	东北坡或西北坡	不太适宜	40
	北坡	不适宜	10

5.2 图层分值计算

由于调查区各要素在其长期的演化中, 已形成了一种独特的相互依赖关系, 无论是任何一种单要素的改变, 必将影响到其它要素, 从而使整个评价要素的相互关系发生变化。如果采用对各要素进行加权求积的方法来进行评价, 必将扩大单要素对整个评价结果的影响。因此, 本文采用对各单要素进行加权求和的方法来计算评价单元的最终值, 然后划分最终分值区间, 从而形成大熊猫栖息地质量等

级的分布图。图层分值计算具体步骤如下 (图 2)。

(1) 将 (表 3~ 5) 中所确定的各因子的分值, 分别赋予各要素分布图所对应的图斑, 此时各图中的每一个图斑 (栅格) 对应一个分值;

(2) 将所确定的 7 个评价指标的权值分别与对应图层相乘, 各图斑所对应的数值即为原图斑的分值与其所在图层的权之积;

(3) 根据空间叠置分析原理^[7], 应用 ArcView 软件, 对 7 个图层进行叠加运算, 即可获得各分值区间分布图。

5.3 大熊猫栖息地分级

根据各评价指标的分值计算总图层的加权求和分值 (表 6), 从表 6 中分值可以看出:

1. 当所有评价要素的最适宜区因子完全重叠时, 其最大加权求和分值为 100 分。若该单元中有其它区间的因子落入时, 加权求和的分值总是 < 100 分;
2. 当所有评价要素的适宜区因子完全重叠时, 其加权求和分值为 84 分。若该单元中有最适宜区间的因子落入, 加权求和分值 > 84 分; 若该单元中有较适宜、不太适宜或不适宜区间的因子落入时, 加权求和的分值总是 < 84 分;

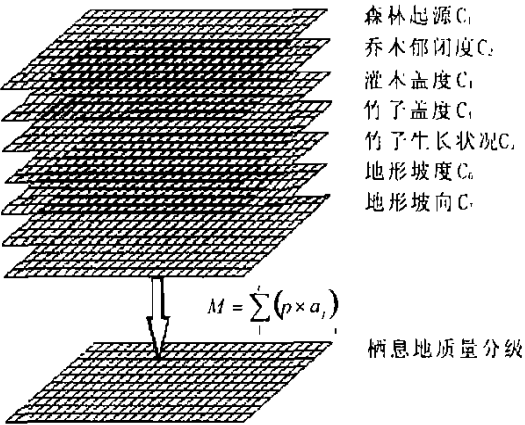


图 2 空间叠置分析示意图
Fig. 2 The graph of overlay analysis

表 6 图层加权求和分值
Table 6 The total weight of seven layers

要素名称	栖息地类型					权值
	最适宜	适宜	较适宜	不太适宜	不适宜	
森林起源	100	85	40		0	0.137
乔木郁闭度	100	85	60		20	0.095
灌木盖度	100	80	65		30	0.095
竹子盖度	100	80	70	30	5	0.199
竹子生长状况	100	80		40	0	0.199
地形坡度	100	90	70	40	20	0.137
地形坡向	100	85	70	40	10	0.137
加权求和	100	84	50	25	10	

3. 当所有评价要素的较适宜区间因子完全重叠时, 其加权求和分值为 50 分。当其它区间的因子落入时, 其分值将会变大 (或变小);
4. 当所有评价要素的不太适宜区间因子完全重叠时, 加权求和分值为 25 分。当其它区间的因子落入时, 其分值将会变大 (或变小);
5. 当所有评价要素的不适宜区间因子完全重

叠时, 加权求和分值为 10 分。当其它区间的因子落入时, 其分值总是 > 10 分。

通过上述分析并考虑到实际当中各区间的相互渗透作用, 各区间下限分值取该区间加权求和分值的 90% (相当于上一等级中允许有下一等级的两个因子出现, 这样与实际情况接近。不适宜区除外, 因为不适宜区间无下一级因子), 并且下一级

上限值与上一级下限值衔接。在此基础上，可以将大熊猫栖息地分成五个等级：第一级为最适宜大熊猫栖息的区域，分值区间在 90~ 100 分间；第二级为适宜大熊猫栖息的区域，分值区间在 76~ 90 分间；第三级为较适宜大熊猫栖息的区域，分值区间在 45~ 76 分间；第四级为不太适宜大熊猫栖息的区域，分值为 23~ 45 分间；第五级为不适宜大熊猫栖息的区域，其分值区间在 10~ 23 分间。

依据以上区间划分，应用 ArcView 软件，可得洋县调查区大熊猫栖息地的分级图（图 3）。对各级栖息地所占面积进行统计，即可得到各区间面积百分比（表 7）。从表 7 中可见，最适宜大熊猫

栖息区域的面积占 6. 7%，适宜大熊猫栖息区域的面积占 54. 5%，较适宜大熊猫栖息区域的面积占 30. 7%，不太适宜大熊猫栖息区域的面积占 7. 2%，不适宜大熊猫栖息区域的面积占 0. 9%，其中最适宜和适宜区域的面积占到整个大熊猫栖息地总面积的 61. 2%，这说明栖息地整体质量状况良好，适宜大熊猫生存与繁衍。从大熊猫栖息地质量分级图上可以看出，适宜区和最适宜区绝大部分位于在调查区的东北部，不适宜和不太适宜区多出现于调查区的西部。从总体上看，调查区内大熊猫栖息地的质量自东北向西逐渐变差，最后到不适宜大熊猫栖息。

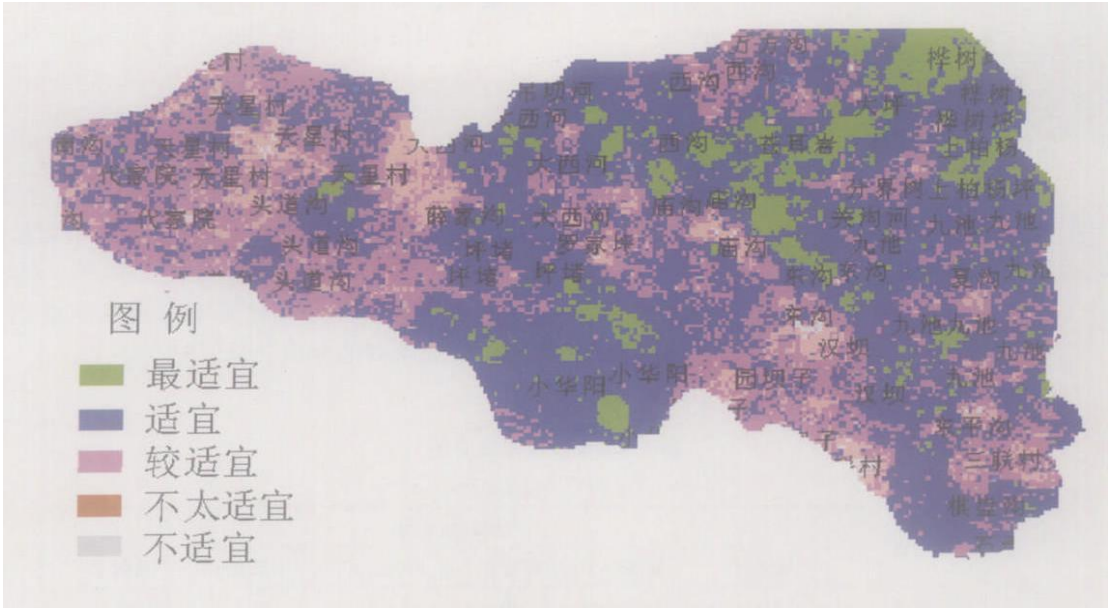


图 3 大熊猫栖息地质量分级示意图

Fig. 3 The quality grade graph of giant panda' s habitat

表 7 不同等级栖息地面积百分比

Table 7 The area percentage of different grade habitat

栖息地类型	最适宜	适宜	较适宜	不太适宜	不适宜
面积百分比 (%)	6. 7	54. 5	30. 7	7. 2	0. 9

6 结论

栖息地是大熊猫存在与否的决定因素，栖息地保护的重要性远比对大熊猫个体的保护更加重要，这是保护大熊猫必须采取的长远措施。本文运用层次分析法计算了 7 个评价指标的权重，并结合 GIS

空间叠置分析方法对 7 个评价指标进行了叠加，获得了洋县大熊猫栖息地质量分级图。通过统计分析最终得出：1. 最适宜和适宜区域的面积占到整个大熊猫栖息地总面积的 61. 2%，说明栖息地整体质量状况良好，适宜大熊猫生存与繁衍；2. 最适宜区和适宜区主要分布在调查区的东北部，不太适宜区和不适宜区分布在调查区的西部；3. 调查区大熊猫栖息地质量自东向西逐渐变差。

参考文献 (References):

[1] Pan Wenshi , Lu Zhi, Zhu Xiaojian , et al. The Chance of Continuous Survival[M] . Beijing : Peking University Press. 2001. 21~ 26. [潘文石, 吕植, 朱小建, 等. 继续生存的机会

- [M]. 北京: 北京大学出版社, 2001. 21~ 36.]
- [2] Li Tianwen, Ma Junjie, Li Yiqiao, *et al.* Research on quality valuation of panda's habitat in Qinling area based on GIS [J]. *Journal of Northwest University*, 2004, **34** (2): 228~ 232. [李天文, 马俊杰, 李易桥, 等. 基于 GIS 的大熊猫栖息地质量研究 [J]. 西北大学学报, 2004, **34** (2): 228~ 232.]
- [3] Agricultural Division Office of Yang Country in Shaanxi Province. Reports of Agricultural Division of Yang Country in Shaanxi Province [R]. 1986. [陕西省洋县农业区划办公室. 陕西省洋县农业区划报告集 [R]. 1986.]
- [4] Lu Yongsan. Environmental Assessment [M]. Shanghai: Tongji University Press. 1999. 71~ 76. [陆雍森. 环境评价 [M]. 上海: 同济大学出版社, 1999. 71~ 76.]
- [5] Qin Zisheng, Allen Taylor, Cai Xushen. The Dynamic Alternation of Bamboo and Forest of Panda's Ecological Condition in Wolong [M]. Beijing: China Forestry Press. 1993. [秦自生, [美] 艾伦·泰勒, 蔡绪慎. 卧龙大熊猫生态环境的竹子与森林动态交替. 北京: 中国林业出版社. 1993.]
- [6] Wang Yinluo. Theory, Method and Application of Systems Engineering [M]. Beijing: Higher Education Press. 1998. 170~ 174. [汪应洛. 系统工程理论、方法与应用 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1998. 170~ 174.]
- [7] Tang Guoan, Zhao Mudan. Geographical Information System [M]. Beijing: Science Press, 2001. 92~ 101. [汤国安, 赵牡丹. 地理信息系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2001. 92~ 101.]

The Quality Evaluation of Giant Panda's Habitat Based on Analytic Hierarchy Process

LI Junfeng¹, LI Tianwen¹, JIN Xuelin², LIU Xuejun³, TANG Guoan³

(1. Department of Urban and Resources Science, Northwest University, Xi'an 710069, China;

2. Wildlife Resource and Nature Conservation and Administration Office of Shaanxi Province, Xi'an 710082, China;

3. College of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: Habitat is the decisive factor for giant pandas' survival, and the protection of habitats is more important than each giant panda's conservation, which is the long-range measure for protection of pandas. The paper select three natural factors which affect the quality of giant panda's habitat and can be divided into seven evaluation indexes: origin forest, shadow-covering ration, shrub covering ration, bamboo covering ration, bamboo growing situation, slope and aspect, then calculate the weight value of seven indexes through Analytic Hierarchy Process (AHP) according to the data of the third giant pandas investigation in Shaanxi province, and overlay the seven indexes based on spatial analysis of GIS. Quality grade graph of giant panda's habitat is obtained, from which we can see that the optimum and fitting areas are mainly distributed in northeast, and the not-very fitting and incongruity areas are located in west, that is, the quality status has gradually become worse and worse from east to west. Finally we conclude that the quality status is good and is fit for giant panda's survival, and hope that the above results can offer advice and scientific basis for related wildlife nature conservation and administration office.

Key words: giant panda; Analytic Hierarchy Process (AHP); geographical information system; habitat; quality assessment; Qinling