第21卷 第4期 桂 林 工 学 院 学 报 Vol.21 No.4
2001年10月 JOURNAL OF GUILIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY Oct. 2001

文章编号：1006－544X(2001)04－0376－05

广西巴马县土地适宜性评价模式探讨

文正敏

（桂林工学院土木工程系，广西桂林 541004）

摘 要：以巴马县1:1万土地利用现状图图斑作为评价单元。建立图斑的地形、土壤等适宜性等级影响因素数据库，运用主成分分析法确定各土地适宜类的参评因子，定性与定量分析相结合量化参评因子、适宜等级等，运用特尔菲测定法确定各土地适宜类号、参评因子的权重，采用经验指数和法模型划分土地等级，模型经实地评价、专家经验分析进行多次拟合和完善；并借助计算机评价确定评价结果。

关键词：土地；适宜性评价；巴马；广西

中图分号类：F592.7 文献标识码：B①

1 土地资源概况

巴马县位于桂西北山区，土地总面积1 965 km^2，辖1镇11乡、103个行政村。地貌以低山丘陵、岩溶地貌为主，气候属南亚热带季风气候。境内土坡占60%，石山占30%，平地占9%，水面占1%。全县耕地38 084 hm^2（水田9 383 hm^2，旱地28 613 hm^2）；园地1 990 hm^2；林地88 865 hm^2；牧草地6 144 hm^2；水域2 116 hm^2；未利用土地56 915 hm^2；其余为居民点及工矿用地、交通用地，共2 424 hm^2。

2 评价方法

2.1 评价程序

（1）拟定工作计划、收集资料，确定土地适宜性评价的目的、原则、指导思想。

（2）指定土地用途、预先设定土地适宜性类；划分评价单元，初步确定参评因子及其权重，并进行强度分级。

（3）确定评价系统。

（4）初步建立各适宜类的评价模型，并请有关专家对模型进行鉴定确认。

（5）技术员运用评价模型在当地老农协助下，实地对评价单元进行评价。

（6）运用计算机，分析处理实地评价结果，建立起各适宜类的评价模型，并请有关专家鉴定、确认后，运用计算机评定各单元的等级。

（7）实地校核评价结果，根据校核结果再次调整评价模型，作为最终评价模型，并运用计算机最终确定各单元的评价等级。

（8）对评价结果按各适宜类进行汇总。

2.2 评价系统

（1）土地适宜类。针对巴马县土地利用类型多样化，土地利用结构不合理而需要调整等特点，选择的土地适宜类有：宜农耕地类（包括水田和旱地），宜农后备资源类；宜园土地类，宜园后备资源类；宜林土地类，宜林后备资源类；宜牧土地类，宜牧后备资源类。对于水域，主要是盘阳河库区，可不作适宜性评价。而城镇建设用地，在编制基本农田保护区规划和总体规划时，进行单独划定，也不作适宜性评价。

（2）土地适宜等。分为一等地、二等地、三等地、不适宜4个等级。

2.3 评价单元划分

① 收稿日期：2001－05－17；修订日期：2001－08－31

基金项目：广西巴马县人民政府资助项目

作者简介：文正敏（1965－），男，广西桂林人，硕士，讲师，人文地理专业。

划分土地评价单元，应以反映土地自然属性为主，并参照反映土地社会属性的土地利用现状来进行。巴马县地貌复杂多样，土地利用类型也多样化，某地段的现状利用，反映出该地段内土地性状的一致性。在 1∶1 万的土地利用现状图上，表现为某图斑所对应的现状利用类型，其内部性状基本一致。因而，以土地利用现状图图斑作为评价单元，符合巴马县实际情况；而且，以土地利用类型的图斑作为评价单元，评价单元的界线在地面上与地块分布完全一致，便于评价成果应用和土地利用结构调整。故本次评价采用土地利用现状图图斑作为评价单元。全县共 35 813 个评价单元。

2.4　参评因子及其权重确定

（1）参评因子的确定。本次评价确定 5 种用途评价：①水作与旱作土地适宜性评价，代表性作物是水稻和玉米，一般一年两熟，双季稻、水稻—玉米、玉米—杂粮或经济作物等。②园地评价，以果梅、月柿、柑桔、芭蕉等为主。③林业用地评价，以油茶、板栗、油桐、玉桂等经济林和杉木、马尾松等用材林用地为主。④牧业用地评价，以羊、牛天然放牧为主。

把影响全县土地质量、对土地利用有限制作用的所有自然与社会经济因素进行全面系统分析，借助计算机进行主成分分析，剔除无关联因素，并对初选因素进行相关分析，再剔除相关性较小或有重复影响的因素，最后确定的参评因子为：水作为有机质、排灌条件、质地、地形条件、耕层厚度、参考产量；旱作为有机质、坡度、质地、海拔、耕层厚度、裸岩率、参考产量；园地为坡度、有机质、质地、pH 值、海拔、交通条件；林地为坡度、有机质、质地、裸岩率、林木长势、交通条件；牧地为有机质、坡度、裸岩率、质地、牧畜水源、交通条件。如表 1 所示。

主成分分析法的数学原理、步骤如下：

①利用土壤、地形等资料对各图斑进行采样，建立图斑适宜性等级影响因素原始数据库。

②将原始数据进行标准化处理，

$$X'_{ik}=(X_{ik}-\overline{X}_k)/S_k, \quad (1)$$

$$(i=1,2,\cdots,n;\ k=1,2,\cdots,p)$$

其中，$\overline{X}_k=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}X_{ik}$，

$$S_k^2=\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(X_{ik}-\overline{X}_k)^2,$$

式中，X_{ik}为第 k 个参评因子的第 i 个样本值，X_k 为第 k 个参评因子的样本均值，S_k 为标准差，X'_{ik}为 X_{ik}的标准化值，n 为第 k 个参评因子的样本大小，p 为参评因子个数。

③计算相关系数

$$\boldsymbol{R}=\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2p} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & r_{pp} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$r_{ij}=\left(\sum_{t=1}^{n}(X'_{ti}\cdot X'_{tj})\right)/(n-1) \quad (3)$$

$$(i,j=1,2,\cdots,p),$$

式中，r_{ij}为 i，j 两个参评因子之间的相关系数。

④根据特征方程

$$|\boldsymbol{R}-\lambda\boldsymbol{I}|=0$$

求 p 个特征值$\lambda_1>\lambda_2>\cdots>\lambda_p>0$，及其对应的标准化正交特征向量

$$\boldsymbol{C}^{(i)}=(C_1^{(i)},C_2^{(i)},\cdots,C_p^{(i)})^{\mathrm{T}},$$

$$(i=1,2,\cdots,p)$$

$$(\boldsymbol{C}^{(i)})^{\mathrm{T}}\cdot\boldsymbol{C}^{(i)}=\begin{cases}1, & (i=j)\\ 0, & (i\neq j)\end{cases}$$

由特征向量组成的 p 个新因子为

$$\left.\begin{aligned} Z_1&=C_{11}X'_1+C_{12}X'_2+\cdots+C_{1p}X'_p\\ Z_2&=C_{21}X'_1+C_{22}X'_2+\cdots+C_{2p}X'_p\\ &\cdots\cdots\\ Z_p&=C_{p1}X'_1+C_{p2}X'_2+\cdots+C_{pp}X'_p \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

⑤选择 m（$m<p$）个主因子，前面 m 个主因子 z_1，z_2，…，z_m（$m<p$）的方差和占全部总方差的比例为

$$a=\left(\sum_{i=1}^{m}\lambda_i\right)/\sum_{j=1}^{m}\lambda_j \quad (5)$$

如果 $a>80\%$，就选取前面 m 个主因子 z_1，z_2，…，z_m 为主因子。

参评因子确定之后，分别对参评因子进行数值量化和定性描述，并对因子指标进行级别划分。

（2）权重的确定。采用特尔菲测定法确定，其主要技术要求及步骤：①邀请熟悉土地适宜性评价的专家、技术员参加确定参评因子的权重，总人数 10～30 人。②第 1 轮确定。制好参评因子权重征询表格，发给有关专家、技术员确定；收

表 1 巴马县土地适宜性评价参评因子分级指标、指数及权重

Table 1 The rating targets, index, importance degrees, of evaluation factors of land suitability evaluation in Bama Town

用地方式	参评因子	权重	分级 Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
水田	有机质含量	0.15	≥4 (100)	4～2.5 (80)	2.5～1.5 (60)	<1.5 40
	排灌条件	0.25	充分保证 (100)	一般 (75)	差 (50)	很差 (25)
	耕层厚度	0.10	>16 (100)	16～13 (80)	13～10 (60)	<10 (40)
	地形条件	0.20	垌田,宽谷 (100)	冲田,谷地,台地 (75)	梯田、宽谷 (50)	阴山,夹沟,低洼淹田,陡坡梯田 (25)
	土壤质地	0.18	轻壤,中壤 (100)	轻粘,重壤,沙壤 (75)	粘土,砂质土,石质重壤,石质中壤 (50)	砾质土,石质,砂壤 (25)
	参考产量	0.12	>7500 (100)	7500～5625 (75)	5625～3750 (50)	<3750 (25)
旱地	有机质含量	0.12	≥2 (100)	2～1.5 (75)	1.5～1 (50)	<1 (25)
	海拔	0.12	≤300 (100)	300～500 (75)	500～700 (50)	<700 (25)
	耕层厚度	0.08	≥21 (100)	21～17 (75)	17～14 (50)	<14 (25)
	坡度	0.25	≤6 (100)	6～15 (75)	15～25 (50)	>25 (25)
	土壤质地	0.20	轻壤,中壤 (100)	重壤,沙壤 (75)	轻粘,砂质土,石质重壤,石质中壤 (50)	砾质土,石质砂壤,粘土 (25)
	裸岩率	0.08	≤5 (100)	5～20 (70)	20～40 (40)	>40 (10)
	参考产量	0.12	>3750 (100)	3750～2625 (75)	2625～1500 (50)	<1500 (25)
园地	有机质含量	0.14	≥3 (100)	3～2 (75)	2～1 (50)	<1 (25)
	pH值	0.15	5～6 (100)	6～6.5,5～4.5 (75)	6.5～7.0,4.5～4.0 (50)	>7.0,<4.0 (25)
	海拔	0.19	≤300 (100)	300～500 (80)	500～700 (60)	>700 (40)
	坡度	0.23	≤10 (100)	10～25 (75)	25～35 (50)	>35 (25)
	土壤质地	0.12	轻壤,中壤 (100)	重壤,沙壤 (75)	砂质土,石质重壤,轻粘,石质中壤 (50)	粘土,砾质土,石质砂壤 (25)
	交通条件	0.17	好 (100)	一般 (75)	差 (50)	很差 (25)
林地	有机质含量	0.13	≥3 (100)	3～2 (75)	2～1 (50)	<1 (25)
	裸岩率	0.08	≤15 (100)	15～30 (75)	30～60 (50)	>60 (25)
	坡度	0.25	≤25 (100)	25～40 (75)	40～50 (50)	>50 (25)
	林木长势	0.19	良好,成林快 (100)	中等,成林中等 (75)	生长慢,成林差 (50)	不成林 (25)
	土壤质地	0.16	沙壤,中壤 (100)	重壤,砂质土,石质中壤 (75)	轻粘,石质砂壤,石质中壤 (50)	粘土,砾质土,石质重壤 (25)
	交通条件	0.19	好 (100)	一般 (75)	差 (50)	很差 (25)
牧地	有机质含量	0.14	≥2.5 (100)	2.5～1.5 (75)	1.5～1.0 (50)	<1 (25)
	裸岩率	0.17	≤30 (100)	30～50 (75)	50～70 (50)	>70 (25)
	坡度	0.21	≤30 (100)	30～40 (75)	40～50 (50)	>50 (25)
	土壤质地	0.15	沙壤,中壤 (100)	重壤,砂质土,石质中壤 (80)	轻粘,石质砂壤,石质中壤 (60)	粘土,砾质土,石质重壤 (40)
	牧畜水源	0.15	好 (100)	一般 (75)	差 (50)	很差 (25)
	交通条件	0.18	好 (100)	一般 (75)	差 (50)	很差 (25)

注 有机质含量、裸岩率的单位均为%,耕层厚度单位为 cm,海拔高程单位为 m,参考产量单位为 kg·(hm²·年),坡度单位为(°)。表中括号内数字均为指数值。

回表格后进行统计处理，求出总体意见的概率分布、均值和方差，并制订第 2 轮征询表。③第 2 轮确定。将第 1 轮确定的结果反馈给专家、技术员，在重新确定时，可根据总体意见倾向和方差离散程度来修改自己前一次确定的值；收回表格后进行统计处理，求出均值和方差。④第 3 轮确定，方法同第 2 轮。直至方差离散程度较小为止；求出均值，即为各参评因子权重的初步方案；本次评价进行 3 轮征询。⑤在野外与有关技术员、有经验的老农进行实地校核，对初步方案进行调整，再次征询专家意见进行调整，再次实地印证、调整与平衡。经过反复多次的调整与平衡所确定的最终方案，结果令人满意。最终方案的权重分配如表 1 所示。

统计处理公式为

$$E = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} a_i, \tag{6}$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} (a_i - E)^2, \tag{7}$$

式中：E 为均值；m 为专家总人数，本次评价为 20 人；a_i 为第 i 位专家对评价因素或因子或因子要素的取值；σ^2 为方差。

2.5　等级划分方法

借助计算机，运用土地利用现状调查资料、航片、地形图、土壤普查成果及其它科研成果等资料，重点对现有农业用地进行适宜性等级划分和主导限制因素确定，初步建立各适宜类的评价模型。采用经验指数和法评价模型对土地利用现状适宜性评价进行土地等级划分，采用综合分析法和经验指数和法评价模型相结合的方法对后备资源适宜性评价进行土地等级划分。

(1)根据各参评因子权重的确定结果，将各评价单元的各个因子的权重与相应因子的等级分值相乘，并累加出各评价单元综合指数和。经验指数和法评价模型公式：

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} P_j W_j \tag{8}$$

S_i 为第 i 个评价模型中评价单元的总分值；P_j，W_j 分别为某个评价模型中的第 j 个参评因子的分级分值、权重；n 为某个评价模型中的总参评因子个数。本次评价模型建立水田、旱地、园地、林地、牧地等 5 个评价模型，即 $i = 5$。

(2)根据某种用途所有评价单元总分值 S_i 的分布情况，初步确定出一等地、二等地、三等地和不适宜等各等级的分值范围，并以各评价单元指数和的高低与各等级的分值范围进行比配，初步得到各图斑相应的适宜性评价等级。

(3)在实地抽查和征求有关专家学者意见的基础上，对初步得到的各图斑适宜性评价等级进行多次拟合，直至最后得出满意的等级划分结果，即可得到各图斑相应的最终适宜性评价等级。并借助计算机将结果汇总，得出各土地适宜类的等级面积。各适宜类的土地适宜等的分值范围如表 2 所示。

表 2　巴马县土地适宜等的分值范围

Table 2　The mark limits of suitability classes, every suitability type of land suitability evalution in Bama Town

适宜类	一等地	二等地	三等地	不适宜
水田	≥91	77～91	50～77	<50
旱地	≥79	73～79	67～73	<67
园地	≥78	68～78	58～68	<58
林地	≥80	65～80	50～65	<50
牧草地	≥90	75～90	50～75	<60

2.6　图件编制

图件分为土地利用现状适宜性评价图、后备资源适宜性评价图。以 1∶1 万的土地利用现状图晒蓝图作为工作底图，然后缩编成 1∶5 万的适宜性评价图。评价结果表示方法：采用罗马字母表示各等地，一、二、三等分别用 Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ 表示；不同适宜类着色不同。

3　结　论

(1)评价对象面广，针对性强。巴马县地处桂西北山区，山多地少，农林牧用地结构需作较大调整，且荒山荒坡及石灰岩地较多，针对这些实际情况，评价内容需要全面，除居民点用地及工矿用地、交通用地、水域和除荒草地、石灰岩地外的未利用土地没多大必要予以评价外，其余皆进行评价。同时，评价因子的选取也只针对农业用地的需要来选取，且水田、旱地、园地、林地、牧地等其评价因子各有所侧重。从而做到评价全面，而又具有针对性。

(2)充分考虑土地利用的持续性。巴马县土山陡坡面积大、有机质含量高，开荒种植作物，初期可以获得一定的产量，但随着土壤侵蚀，将导致土层变薄，甚至基岩裸露，致使土地难以利用。因此，从持续利用角度来看，陡坡开荒是不适宜的，评价中

应考虑土地用途改变引起土地质量变化,考虑地力退化和土地遭受污染的危险,以避免短期行为。

(3)充分考虑因地制宜原则。土地自然条件差异比较大,社会经济条件也有所差异,土地的地域分异比较明显,对于同一用途或土地利用方式,各地的适宜性有所差异,评价时要遵循因地制宜原则,也就是在评价因子的选择过程中,应在分析土地质量的自然属性和社会经济属性的基础上,不同用途和不同评价单元其评价因子各有所侧重。

(4)社会、经济、生态三个效益相结合。在选择参评因子时,既选取地形、坡度、耕层厚度、土壤养分、质地、pH 值等自然因子,又选取排灌条件、交通条件、参考粮食产量等社会经济因子。

(5)综合分析与主导因素分析相结合原则。土地适宜性评价是一项综合性很强的工作,评价中涉及到农林牧等各业对土地的不同要求。更重要的是,土地是由土壤、地貌、植被、气候、水文、基岩等自然因素所组成的自然与经济综合体,构成这个综合体的各个要素相互作用、相互影响、相互制约,都有其不可替代的作用。因而,只有充分考虑农林牧对土地的不同要求,综合分析各个土地构成要素,才能客观地作出评价。

然而,土地的各个构成要素在土地这个综合体中所起的作用大小不一,有起主要作用的,也有起次要作用的,而且,同一要素在不同类型的土地中,所起作用的大小差别很大。因而,在进行土地适宜性评价时,应在综合分析的基础上,找出对土地长期起主导作用的土地质量因子作为土地适宜性参评因子,并根据其作用大小,赋予相应的权重。

综合分析与主导因素分析相结合,可以增强评价成果的科学性和实用性。

(6)定性与定量分析相结合。土地对于某种用途适宜与否、适宜程度,参评因子选择、参评因子所起作用大小与等级等,能够进行量化的因素都予以量化,并建立计算机评价模型,多次拟合,以提高分析的准确性。同时,一些不能量化的因素,采用定性分析、定性分析与定量分析相结合进行分析,可以完整地反映土地性状的各个因素,以提高评价的科学性。

(7)实地评价、专家经验分析、计算机评价相结合,多次进行相互印证和调整,从而使评价结果既充分符合实际,又具有科学性,从整体上提高了成果的质量。

参考文献:

[1] 巴马县土地利用总体规划课题组. 广西巴马县土地利用总体规划(专题研究)[R]. 巴马:巴马县人民政府. 1999. 51~74.

[2] 张 超,杨秉赓. 计量地理学基础 [Z]. 上海:华东师范大学地理系,1984. 267~303.

[3] 董黎明,胡存智. 城镇土地定级原理与方法 [M]. 北京:地震出版社,1992. 184~199.

[4] 国家土地管理局土地利用规划司. 县级土地利用总体规划 [M]. 北京:中国财政经济出版社,1992. 267~303.

Experiment on land suitability evaluation in Bama of Guangxi

WEN Zheng-min

(*Department of Civil Engineering*, *Guilin Institute of Technology*, *Guilin* 541004, *China*)

Abstract: The evaluation unit is the present map stains in land use, and its determined factors are based on the key composition analysis. The combination of qualitative and quantitative analysis can quantitate the evaluation factors and land suitability classes. The delphi way is used to difine their importance degree. The way of experience index sum is used to divide land suitability classes. The models have been evaluated on the spot by experts. The evaluation results have been tested by computer.

Key words: land; suitability evaluation; Bama; Guangxi