

低丘缓坡建设用地适宜性评价体系研究——以云南省宾川县为例

周豹¹, 赵俊三^{1*}, 袁磊¹, 杨宏瑞², 张慧¹

(1. 云南昆明理工大学国土资源工程学院, 云南昆明 650093; 2. 昆明云金地科技有限公司, 云南昆明 650093)

摘要 针对云南省低丘缓坡土地特征, 引导低丘缓坡土地进行城镇建设开发, 构建低丘缓坡用地适宜性评价体系。首先, 通过评价因子的“弹性/刚性”性质的界定与处理, 确保评价的科学性与准确性; 然后运用 ArcGIS 进行单因子评价以及叠加综合分析, 生成适宜性评价图; 最后通过综合考虑用地成本等现实因素修正评价成果, 确保评价成果的科学合理性。并以云南省宾川县为例, 探讨了评价体系的实际应用。应用结果表明, 这套评价体系对于低丘缓坡土地的开发建设具有针对性强、评价结果较合理的特点。

关键词 低丘缓坡; 适宜性评价; 评价体系; 刚性因子/弹性因子; 云南省

中图分类号 S28 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611(2013)28 - 11528 - 04

Evaluation of Constructional Suitability of Low-hilly and Slow-sloping Land—A Case Study of Binchuan County of Yunnan Province
ZHOU Bao et al (Faculty of Land Resources Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650093)

Abstract An index system for the evaluation of land suitability for construction was presented to properly guide the urban construction and development of low-hilly and slow-sloping land resources in Yunnan Province through describing the environment characters. Firstly, a scientific security threshold was set by using “optional / unique” factor screening. Furthermore, through using the spatial analysis functions of ArcGIS, a map of suitability assessment of low-hilly and slow-sloping land resources was generated. Finally, a reasonable economy was framed by continuously extending and revising the assessment unit. Taking Binchuan in Yunnan Province as an example, the proposed system was applied to assess the suitability of low-hilly and slow-sloping land resources. The application results showed that the index system is more pertinent and enhance the rationality of the land use assessment.

Key words Low-hilly and slow-sloping land; Suitability evaluation; Evaluation system; “Optional / unique” factor; Yunnan Province

建设用地适宜性评价是在对影响建设用地的地质环境、生态因子、社会经济因素和政策因素等进行综合分析基础上, 将土地按照用作建设用地的适宜性或限制性来划为若干的等级, 从而确定土地作为建设用地的适宜程度^[1]。目前, 国内许多学者对其做了大量研究, 主要侧重于评价体系的完善和技术方法的创新。如王海鹰等利用德尔菲法确定影响城市建设用地生态适宜性的自然、社会经济和生态安全等因素, 构建评价指标体系^[2]; 葛丹东等基于多维视角, 综合规划、工程、建筑等学科, 构建了山坡城镇建设用地评价模型^[3]; 孙华芬等利用 GIS 和 BP 神经网络技术耦合^[4], 尹海伟等将层次分析和移动窗口方法相结合^[5], 王兰化等运用层次分析 - 熵值定权法分别对城市建设用地适宜性进行评价^[6]。评价体系的完善和方法的多样性, 对建设用地科学选址提供了理论支撑。

云南是典型的山区省, 生态承载力低, 生态环境脆弱, 土层薄, 地质环境复杂, 水土流失现象严重, 也有着不容忽视的人文景观和景色优美的自然旅游胜地, 如果缺乏对云南低丘缓坡地建设评价的正确认识, 不建立一套属于云南低丘缓坡自身的专门评价体系, 就很难推进低丘缓坡土地规范、科学有序开发利用。

针对云南省低丘缓坡土地特点, 传统的建设用地适宜性评价体系和方法不能完全满足要求, 主要体现以下 4 个方面: 一是在建设用地适宜性评价指标体系中, 将地质灾害、地形坡度、社会经济等要素的弹性因子和刚性因子相并置, 简单套

用一般的建设用地评价指标体系结果出现地质灾害高易发区、坡度大于 25° 区域成为一等适宜建设的悖论; 二是评价模型中将生态因子、自然灾害因子与其他因子相并置, 导致用地评价结果在应用上不能直接指导建设开发, 不能根据对生态环境的偏好及影响程度合理选择开发区块; 三是用地评价技术方法中, 一种是直接利用栅格数据进行空间叠加分析, 一种是矢量数据数据通过构建单元格通过赋值等进行计算, 前者处理过程方便, 但不利于评价结果的统计与应用, 后者处理过程复杂; 四是由于复杂的地形地貌, 需要强调坡度、高差等, 会导致评价结果地块碎小, 考虑到基础设施战线拉长、台阶与边坡处理成本、后期的工程风险大大增加及后期行政管理困难等系列后续问题, 评价结果不尽合理。笔者在现有研究的基础上, 有针对性地提出一套与云南低丘缓坡自身特点相适应的建设用地评价体系, 并以宾川县低丘缓坡资源建设适宜性评价为例, 探讨其实际运用。

1 低丘缓坡建设适宜性评价体系建立

1.1 评价原则 该研究以云南省低丘缓坡建设用地适宜性评价为主要研究对象, 确定以下主要评价原则: ①生态优先原则, 在对低丘缓坡进行开发和利用时, 应该以保护好脆弱的低丘缓坡区域生态系统(尤其是保护物种的多样性、防止水土流失和防止自然灾害)和国家自然保护区为前提; ②综合性和主导因素原则, 城镇和工业建设用地的适宜性主要是由构成土地的自然属性和社会属性的诸多因子所决定的, 因此, 评价工作必须以综合性原则为基础, 依据低丘缓坡开发的特征, 确定指标体系, 同时要注意指标的全面性和代表性; ③因地制宜原则, 根据低丘缓坡建设用地的自然条件和人为影响, 从用地位置的选择、工程量的大小、成本的高低到灾害防治设施的建立等整个过程中, 都必须严格按照因地制宜

基金项目 国家自然科学基金(41161062)。

作者简介 周豹(1985 -), 男, 安徽颍上人, 硕士研究生, 研究方向: 3S 技术研究、国土资源规划等, E-mail: heibaozi2008@163.com。
* 通讯作者, 博士, 博士生导师, 从事 GIS 理论及应用、土地资源规划研究。

收稿日期 2013-08-22

的原则;④经济、社会、生态效益相结合的原则,低丘缓坡区域是一个多层次的复杂生态系统,评价要考虑到各个方面的利益,依据低丘缓坡区域本身情况,制定出层次清楚的评价体系。

1.2 评价体系与方法

1.2.1 评价技术流程。根据对相关案例及资料的研究分析,在麦克哈格适宜性评价理论的基础上,结合云南省低丘缓坡土地实际情况,选择多因素综合评价法,采用层次组合法确定评价指标体系,通过专家打分法给各因子赋予权重,再利用 ArcGIS 空间分析模块,采用多因子叠加分析的方法与主成分分析方法结合的方式,依次对各评价因子进行评价

和归一化处理,将数据代入评价模型进行计算,得出低丘缓坡建设适宜性综合评价得分,并进行修正,最终区分出每个评价单元的建设适宜性级别。

1.2.2 评价因子选择和权重确定。参考相关山地利用相关研究成果^[7-10],根据低丘缓坡建设用地的特殊情况,综合考虑自然和社会经济条件等因素,云南省低丘缓坡建设用地评价选取对低丘缓坡建设用地影响较大的生态环境、自然灾害、地质条件、地形地貌、水文条件、土地类型和其他因子这 7 大因子类中的 18 个因子进行分析,并构建相应的评价指标体系,邀请行业专家根据实地情况判断指标相对重要程度,通过数学方法处理后确定各指标权重。

表 1 低丘缓坡建设适宜性评价指标体系

因子类	权重	因子	弹性因子权重系数	评价因子描述	评价标准(参考分值)					因子性质
					100 分	80 分	60 分	20 分	0 分	
生态环境	0.2	强制保护因子	-	自然保护区核心区和实验区、重要水源地、国家公益林、省级公益林和基本农田保护区等禁止建设区	-	-	-	-	涉及全部区域	刚性
		生态环境敏感性	1	土地生态环境综合评价成果	不敏感	轻度敏感	中度敏感	高度敏感	极度敏感	弹性/刚性
自然灾害	0.1	地震及断裂带因子	0.4	离断裂带距离	≥2 000 m	1 000 ~ 2 000 m	501 ~ 1 000 m	201 ~ 500 m	≤200 m	弹性/刚性
		地质灾害易发性	0.6	地质灾害防治规划易发区成果	非易发区	低易发区	中易发区	高易发区	灾害点及隐患点	弹性/刚性
地质条件	0.1	岩土类型	0.5	岩土性质	坚硬土或岩石	中硬土	中软土	软土	-	弹性
		岩体结构	0.5	岩体结构特征	整体块状结构	层状结构	碎裂结构	散体结构	-	弹性
地形地貌	0.2	坡度因子	0.5	地块坡度	≤8°	8° ~ 15°	15° ~ 20°	20° ~ 25°	≥25°	弹性/刚性
		坡向因子	0.2	坡度朝向	南、东南、西南	东、西	西北、东北	北	-	弹性
		地形起伏度因子	0.3	相对高差	≤10 m	10 ~ 25 m	25 ~ 50 m	≥30 m	-	弹性
水文条件	0.1	洪水淹没因子	0.2	按 5 年一遇等不同等级洪水淹没范围	不发生洪水灾害	百年一遇范围内	50 年一遇范围内	20 年一遇范围内	-	弹性
		水系水域	0.4	所处流域水系分布情况	干流、支流影响区	支流、溪流影响区	地表水一般区	无水区	-	弹性
		水源水质	0.4	供水水源等级	一级水源水	二级水源水	三级水源水	其他及水源水	-	弹性
土地性质	0.15	土地地类	1	是根据土地转变成为建设用地再恢复的难以程度	建设用地	其他土地	园地、林地、其他农用地	耕地、牧草地	-	弹性
其他因子	0.15	城镇聚集效益	0.2	中心城镇影响力	≤1 000 m	1 000 ~ 3 000 m	3 000 ~ 5 000 m	≥5 000 m	-	弹性
		交通通达度	0.3	到主要道路交通距离	≤1 000 m	1 000 ~ 2 000 m	2 000 ~ 3 000 m	≥3 000 m	-	弹性
		供电可达性	0.2	距离主要变电站距离	≤1 000 m	1 000 ~ 2 000 m	2 000 ~ 3 000 m	≥3 000 m	-	弹性
		矿产压覆	-	是否涉及压覆重要矿产	-	-	-	-	压覆区域	刚性
		群众意愿	0.3	根据调查当地群众赞成开发占总人口比例	≥95%	95% ~ 80%	80% ~ 60%	80% ~ 60%	≤60%	弹性/刚性

注:弹性/刚性代表该因子具有弹性和刚性的双重属性,当该因子属性小于某个定值时,表现为弹性,即适宜性随评价值的增大而降低。但在该因子属性大于某个定值时,表现为刚性,即地块不适合建设。在计算中,先将该因子弹性属性进行叠加分析,然后再对分析结果进行修正。

1.2.3 单因子评价。依据上述适宜性建设指标体系利用缓冲区分法(Buffer Wizard)、直线距离法(Straight Line)等空间分析方法,依次对各个因子进行评价分析。由于各评价因子的单位不同、量化数据的含义也不同,需在每个因子评价过程后,进行重分类(Reclassification),并参考因子打分表进行赋值。栅格数据利用 ArcGIS 的 Spatial Analyst Tools 模

块的 Reclassify 工具进行重分类,矢量数据需要转化为栅格数据后进行重分类,点和线数据利用 Spatial Analyst Tools 模块的 Distance、Interpolate to Raster 进行插值后再重分类,属性数据通过赋值插值等方法转换为空间数据再重分类,需注意刚性因子取值为 Y=0 或 Y=1。

地形地貌因子、水文条件、城镇聚集效益、交通通达度和

供电可达性因子,评价方法已相对成熟,这里不再赘述^[11-12]。

(1)强制保护因子是指按照法律法规的规定,必须进行强制性保护,主要包括自然保护区核心区和实验区、水库、河流、湖泊周边 100 m、重要水源地、基本农田保护区和公益林,涉及区域全部为不适宜建设区,直接做为刚性因子修正。

(2)土地生态敏感性是指在不降低环境质量的情况下,土地生态环境因子对外界压力或变化的适应能力。宾川县生态敏感性因子评价选取降水侵蚀力(R)、土壤质地因子(K)和地表覆盖因子(C),参照《云南省土壤侵蚀敏感性影响因子分级标准》方法进行分级。

(3)地震及断裂因子地震是地球内部发生的急剧破裂产生的震波,在一定范围内引起地面。世界上 90% 以上的地震、几乎所有的破坏性地震属于构造地震。地震的分布与地质断裂带分布密切相关。构造地震的发生通常会发生巨大的能量释放,造成建设物或构筑物损坏和人员伤亡。在低丘缓坡建设用地选址中,应避开地震高发区和断裂带分布区,本因子根据《云南省 1:20 万区域地质图空间数据库》提取主要断裂带进行缓冲区分析,将距离 $L \leq 500$ m 的区域划为不适宜建设区,作为刚性因子,其他缓冲距离参照评价标准作为弹性因子进行缓冲区分析。

(4)地质灾害是指自然地质作用和人类活动造成的恶化地质环境,直接或间接危害人类安全,并给社会和经济建设造成损失的地质事件,低丘缓坡建设用地必须选择地质灾害不发育或者危害程度很小、通过工程技术手段可以治理的。该因子根据各县域地质灾害防治规划,按照其地质灾害易发分区进行赋值。

(5)土地性质是由于建设用地的相对不可逆性,一旦土地转变成建设用地就难以再恢复,因此,一般应优先开发工矿等已建设用地,以及不适于耕种的未利用地,尽量保护耕地、林地。该因子按照表 1,对不同类型建设用地界线赋值。

(6)群众意愿调查,由于云南是一个多民族聚居的省,生产生活方式、思想观念差异化较大,低丘缓坡综合开发建设一定要以尊重群众意愿为底线。该因子评价采用在各评价区域内随机选取村庄进行问卷调查,并将一个村庄内的调查成果作为样点,然后利用 ArcGIS 进行插值。

1.2.4 评价模型。

对于云南省低丘缓坡建设适宜性的评价,采用静态数学模型方法,其数学模型为:

$$M = [\sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m K_{ij} \times V_{ij}) \times V_i] \times A \times B \times X_{ij} \quad (1)$$

式中,M 为低丘缓坡建设综合评价得分; K_{ij} 为弹性因子或双重属性中弹性因子的量化分数; V_{ij} 为弹性因子或双重属性中弹性因子的权重系数; V_i 为各个因子类的权重系数; A 为强制保护因子; B 为矿产压覆因子; X_{ij} 为具有弹性和刚性两重性质因子的刚性因子量化分数; Y_{ij} 为第 i 个因子类的第 j 个因子。

在此模型中,弹性因子采用累加求和的方式计算、刚性因子采用求积的方式。在刚性因子赋值只赋 0 或 1,从而确保某一评价单元一个刚性因子为不适宜的即否定所有因子的适宜性。

1.2.5 模型计算和结果修正。按照评价的数学模型,借助 ArcGIS 软件的栅格计算器(Raster calculator)中完成弹性因子适宜性叠加分析。根据模型计算的结果,对数据进行修正。修正主要是因为弹性/刚性因子具有弹性和刚性的双重属性,将具有刚性属性且不适宜建设的区域,全部作为不适宜建设区进行修正,得到初步修正成果。

由于评价因子选取较多,初步修正结果中会出现大量的碎小地块与周边地块适宜性等级不同,如果考虑到基础设施战线不易拉长、防护工程成本投入合理性及后期的项目管理等现实问题,需要对初步修正成果再次修正,使评价结果符合实际应用,修正方法如下:

(1)将修正结果 1 转换为矢量数据图层(矢量结果 1)。

(2)利用 ArcGIS 的 Select by attributes 工具进行 SQL 查询,查询公式(“Shape_Area” <= 建设用地的最小用地面积阈值 AND “适宜性评价结果” = 适宜建设)其中建设用地的最小用地面积阈值有建设部门建议值为 5 hm²。

(3)利用 ArcToolbox/Data Management Tools/Generalization/Eliminate 工具将步骤(2)选中部分合并到其周边地块中,并和周边地块属性值保持一致,得到评价结果。

1.3 低丘缓坡建设用地评价等级 按照城市规划和低丘缓坡用地评价的要求,本文按照低丘缓坡建设用地适宜性程度将其划分为 4 个等级:一等适宜、二等适宜、三等适宜和不适宜(表 2)。

表 2 低丘缓坡建设适宜性等级体系

适宜性	适宜等级	分值区间	低丘缓坡开发条件	描述
适宜建设	一等适宜	[90,100]	优	山地的坡度、工程地质等自然条件比较优越,能适应各项城市设施的建设需要。这类用地一般具有坡度适宜、地质条件良好、没有被洪水淹没的危险、生态敏感度较低等自然条件优越等特点,是能适应山地城镇、工业建设要求的用地。这类用地一般不需或只需稍加简单的工作准备措施即可进行修建
	二等适宜	[70,90)	良	适宜建设,自然基础条件、社会经济条件和人为较好,存在一定的限制因素,但采取一定的措施处理后适宜建设
	三等适宜	[50,70)	中	存在一定的自然基础条件、社会经济条件和人为因素的限制,需要采取相应的经济技术和工程设施后方可适宜建设
不适宜建设	不适宜	[0,50)	差	不适宜建设,限制因素较大,或者是某项特殊因子(如国家级公益林、自然保护区、基本农田保护区、禁止建设区等强制保护的区域)限制其不能开展建设

2 实例应用

2.1 研究区域概况 宾川县地处云南省大理州东部,金沙

江南岸干热河谷地带,东接楚雄州的大姚县,南邻祥云县,西连大理市、洱源县,北交鹤庆县和丽江市永胜县。全县国土

总面积 2 533 km²,坝区面积 427 km²。地貌按地理特点可分为以下 4 类地貌单元:东部中山峡谷区;西部中山丘陵区;南部中低山谷区;中北部低丘盆地区(宾川坝子)。境内光照充足,热量丰富,干旱少雨,立体气候明显。境内居住着汉、白、彝、回、苗、傣等 24 个民族和来自印尼、印度、柬埔寨、新加坡、马来西亚、缅甸、越南等 7 个国家的归、难侨民。

实例研究区域包括宾川县行政辖区 8 镇 2 乡内所有低丘缓坡资源分布区,总面积 142 197.38 hm²,如图 1 所示。



图 1 宾川县低丘缓坡资源分布(评价区域)

2.2 评价过程 利用各部门提供的相关图件资料,得到鸡足山保护区、重要水源地、国家级省级公益林、基本农田、断裂带、地质灾害易发性、水系等信息。利用 ArcGIS 软件从宾川县县级土地利用总体规划中提取土地利用现状图层,并从中获取城镇工矿地、农村居民点、耕地、林地、未利用地

等土地利用类型信息;提取等高线图层,并通过 ArcGIS 的 3D Analyst 分析模块生成 TIN,提取坡度、坡向与相对高差等评价指标信息。通过进入村庄进行问卷调查,得到群众意愿评价指标信息。再利用上述评价方法对各个因子依次进行评价,叠加分析、修正后得到评价结果(图 2)。



图 2 低丘缓坡地区低丘缓坡建设适宜性评价结果

2.3 评价结论与应用 如图 2 所示,根据评价结果值域将评价等级划分为一等适宜、二等适宜、三等适宜和不适宜。评价区域内,适宜进行低丘缓坡开发的土地中,一等适宜面积 3 674.61 hm²,占评价区总面积的 2.58%;二等适宜面积 18 526.43 hm²,占评价区总面积的 13.03%;三等适宜面积 17 232.51 hm²,占评价区总面积的 12.12%;不适宜进行低丘缓坡开发的土地面积 102 763.83 hm²,占评价区面积的 72.27%,不适宜用地比例较大主要是因为资源区基本农田

表 2 宾川县低丘缓坡建设适宜性评价结果

行政单位	低丘缓坡土地 资源总面积	适宜建设面积			不适宜建设面积
		一等适宜	二等适宜	三等适宜	
金牛镇	12 051.43	1 070.25	1 090.97	1 059.32	8 830.89
宾居镇	12 596.5	330.32	1 951.68	1 034.28	9 280.22
州城镇	8 310.59	294.21	1 095.33	989.01	5 932.04
大营镇	20 563.88	546.61	2 646.68	3 326.82	14 043.77
鸡足山镇	25 301.97	286.96	4 330.25	2 359.57	18 325.19
力角镇	10 698.68	227.21	975.24	818.15	8 678.08
平川镇	21 110.05	352.24	1 679.37	3 961.91	15 116.53
乔甸镇	12 578.51	259.55	2 814.95	1 498.66	8 005.35
钟英傣族彝族乡	7 811.32	105.86	958.83	873.29	5 873.34
拉乌彝族乡	11 174.45	201.4	983.13	1 311.5	8 678.42
合计	142 197.38	3 674.61	18 526.43	17 232.51	102 763.83

保护区、公益林、自然保护区面积较大。各行政区内适宜性等级面积详见表 2。根据适宜性评价成果,结合宾川县的实际情况,提出低丘缓坡开发建设管制措施。一等适宜建设区域,包括县城周边、乔甸镇、宾居镇和大营镇的周边区域,该区域地势较为平缓,生态敏感性较弱,灾害易发性小,可作为重点开发建设区域;在二、三等适宜区域,可在不破坏生态环

境等条件下进行一定的开发;不适宜建设区域严禁开发。

3 结语

该研究综合考虑影响低丘缓坡开发建设的生态环境、自然灾害、地质条件、地形地貌、群众意愿等因素,遵循“生态优先、因地制宜”的原则选取评价指标,通过对评价因子弹性和

(下转第 11535 页)

的是各评价单元之间的相对有效性,因此,这样的结果也说明甘肃省各城市之间的土地利用效率有较大的差异。

(2)从空间分布和城市发展特征上看,甘肃省城市土地利用效率呈现“两边高中间低”的空间布局,即以能源化工和新能源为支柱产业的“两翼”城市土地利用水平较高,而中心城市兰州-白银都市经济圈和传统工业城市天水的土地利用水平较低。

(3)从城市规模等级来看,大城市的土地利用水平较低,如兰州、天水、白银等;而中小城市土地利用水平较高,如酒泉、嘉峪关、庆阳和陇南等。这说明城市土地利用效率与城市的等级没有必然联系,任何城市的土地利用效率不仅取决于生产要素的投入水平,更重要的是与这些要素的合理组合和有效利用。

参考文献

- [1] 刘彦随,邓旭升,甘红. 我国城市土地利用态势及优化对策[J]. 重庆建筑大学学报,2005(3):1-4.
- [2] 潘竟虎,石培基,董晓峰. 甘肃省城市化发展与土地集约利用研究[J]. 干旱区资源与环境,2008(4):28-33.
- [3] 余小玲,张安明. 基于 DEA 模型的重庆市建设用土地利用效率时空分析[J]. 中国农学通报,2011(32):118-123.
- [4] 吴得文,毛汉英,张小雷,等. 中国城市土地利用效率评价[J]. 地理学报,2011(8):1111-1121.
- [5] 宋戈,高楠. 基于 DEA 方法的城市土地利用经济效益分析——以哈尔滨市为例[J]. 地理科学,2008(2):185-188.
- [6] 吴熙铭. 基于 DEA 方法的土地利用经济效益评价研究[D]. 杭州:浙江工业大学,2012.
- [7] 田艳曦. 城市土地利用效率评价[D]. 武汉:华中师范大学,2009.
- [8] 王雨晴,宋戈. 城市土地利用综合效益评价与案例研究[J]. 地理科学,2006(6):743-748.
- [9] 申海元,陈瑛,张彩云. 西安市土地利用综合效益研究[J]. 土壤通报,2009(2):209-212.
- [10] 赵静蓉,周忠学. 城市土地利用效率和城市化的耦合协调关系研究——以西安市为例[J]. 陕西农业科学,2012(4):154-158,198.
- [11] 孙宇杰,陈志刚. 江苏省城市土地集约利用与城市化水平协调发展研究[J]. 资源科学,2012(5):889-895.
- [12] 刘浩,张毅,郑文升. 城市土地集约利用与区域城市化的时空耦合协调发展评价——以环渤海地区城市为例[J]. 地理研究,2011(10):1805-1817.
- [13] 王安辉. 安徽省城市土地利用效率研究[D]. 杭州:浙江大学,2012.
- [14] 朱瑜馨,张锦宗. 对应分析在土地利用综合效益评价中的应用[J]. 地理科学进展,2010(4):478-482.
- [15] 刘莹,胡松山. 基于改进熵值法的开发区企业土地集约利用——以安徽省舒城经济开发区为例[J]. 安徽农业科学,2012(14):8317-8319.
- [16] 李春华,江莉佳,熊赛男. 基于 DEA 的湖南省土地集约利用评价[J]. 中国农学通报,2012(3):310-314.
- [17] 周伟,曹银贵,王静,等. 基于 GIS 和 DEA 的三峡库区城镇建设用土地利用变化与效益评价[J]. 地理科学进展,2010(11):1420-1426.
- [18] 王筱明,闫弘文. 城市土地利用效率的 DEA 评价[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2005(4):573-576.
- [19] 陈云. 长沙市城市用地扩展及土地利用经济效益研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2012.
- [20] 许建伟,许新宇,朱明侠,等. 基于数据包络分析的长三角城市群土地利用效率及其变化研究[J]. 世界地理研究,2013(1):121-129.
- [21] 刘蕾. 长三角城市用地经济效率评价[J]. 经济研究导刊,2011(8):16-17+23.
- [22] 刘东伟. 四川省城市土地利用经济效率及影响因素研究[D]. 雅安:四川农业大学,2011.
- [23] 谢芒芒,赵敏娟. 陕西省城镇土地效率评价[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2011(4):603-608.
- [24] 刘军. 陕西省城市土地利用效率评价研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2010.
- [25] 王金. 开发区土地利用效率研究[D]. 武汉:华中师范大学,2012.
- [26] 康建宇. 开发区土地利用经济效益评价研究[D]. 西安:长安大学,2010.
- [27] 刘亚锋,李团胜. 西安市土地利用动态变化评价[J]. 国土资源科技管理,2007(6):39-43.
- [28] 严萍,杨晓玲,杨彬. 西安市土地利用变化综合效益分析[J]. 安徽农业科学,2010(10):5206-5207,5247.
- [29] 王筱明,郑新奇. 数据包络分析在城市土地利用评价中的应用[J]. 山东师范大学学报:自然科学版,2005(1):48-51.
- [30] 高翔,鱼腾飞,程慧波. 城镇体系结构及与城市化的耦合机制——以西陇海兰新经济带甘肃段为例[J]. 地理科学进展,2009(5):744-750.
- [31] 的应用[J]. 地质调查与研究,2011,34(4):305-311.
- [7] 孟繁宇,樊庆铨. 层次分析-城市居住用地生态适宜性评价体系研究——以哈尔滨群力新区为例[J]. 哈尔滨工业大学学报:社会科学版,2011,13(4):88-91.
- [8] 于少康,袁芳. 基于 GIS 的浮梁县建设用适宜性评价[J]. 国土与自然资源研究,2011(6):22-23.
- [9] 陈前虎,黄杉,华晨. 山地丘陵可持续开发的用地评价模型与应用——以浙江省开化县工业新城为例[J]. 浙江大学学报:工学版,2009,43(11):2101-2106.
- [10] 高洁纯,张军. 宜丰县低丘缓坡地宜建性评价研究[J]. 江西农业学报,2013,25(2):129-131.
- [11] 郭富赞,宋晓玲,吕红艳. 基于 GIS 的兰州市城市建设用地适宜性评价[J]. 地下水,2011,33(2):179-180.
- [12] 汤国安,杨昕. 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [13] 郝从娜. 农村建设用地复垦适宜性评价研究——以重庆市丰都县某镇为例[J]. 安徽农业科学,2013,41(18):7978-7980.
- [14] 冯晓利,何伟,蒋贵国,等. 基于模糊综合评价法的双流县农用地适宜性评价[J]. 西南农业学报,2012(3):982-988.

(上接第 11531 页)

刚性的性质进行界定,采用专家打分法确定各个评价因子、因子类的权重,并通过建立评价参考因子打分表、评价数学模型和适宜性打分表,结合宾川县实例创造性提出应结合用地成本等对评价初步成果进行修正,使得评价结果的科学性、准确性和客观性都有了一定保证。

参考文献

- [1] 李德华. 城市规划原理[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2001.
- [2] 王海鹰,张新长,康停军. 基于 GIS 的城市建设用地适宜性评价理论与应用[J]. 地理与地理信息科学,2009,25(1):14-17.
- [3] 葛丹东,华晨,王纪武,等. 基于多维集成与适宜性视角的山坡地城镇建设用评价模型[J]. 浙江大学学报:工学版,2009,43(2):380-385.
- [4] 孙华芬,赵俊三. 基于 GIS 和 BP 神经网络技术的建设用地适宜性评价研究[J]. 国土资源信息化,2007(6):17-19.
- [5] 尹海伟,张琳琳,孔繁花,等. 基于层次分析和移动窗口方法的济南市建设用地适宜性评价[J]. 资源科学,2013,35(3):530-535.
- [6] 王兰化,张莺. 层次分析-熵值定权法在城市建设用地适宜性评价中