

商洛市土地利用结构优化的情景分析

孙丕苓, 杨海娟

(西北大学 城市与环境学院, 陕西 西安 710127)

摘要: 以陕西省商洛市为例, 借助灰色线性规划模型, 对宏观的土地利用结构优化进行了情景设定与分析。研究表明, 在未来 10 a 内, 商洛市土地利用结构仍以农用地为主, 适宜发展以林为主、林农结合的复合经营方式, 建立立体复合生态系统, 保护湿地, 防止水土流失; 在土地利用结构优化过程中, 要充分考虑区域发展的整体效益和长远利益, 注重经济效益、社会效益和生态效益的协调统一。研究表明, 情景分析在土地利用结构优化中具有可行性, 在宏观市域尺度上的土地利用结构优化配置中具有有效性。

关键词: 土地利用结构优化; 灰色线性规划; 情景分析; 商洛市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)02-0200-06

中图分类号: F301.21

Land Use Structure Optimization in Shangluo City of Shaanxi Province: Scenario Analysis

SUN Pi-ling, YANG Hai-juan

(College of Urban and Environment Science, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710127, China)

Abstract: As a case study, the grey linear programming method has been used to analyze the land use structure optimization in Shangluo City in Shaanxi Province. It shows that farmland will still be the main land use type in the next 10 years in this area. The multiple-purposed land use and forestry mixed with cultivation should be promoted, considering multidimensional ecosystem construction and soil, water and wetland conservation. In the process of land use structure optimization, the economic, social and ecological effects of the land use should be emphasized comprehensively with the guarantee of long-term benefits and sustainable development of this area. Scenario analysis method is proved to be a feasible and effective method in land use structure optimization.

Keywords: land use structure optimization; grey linear programming; scenario analysis; Shangluo City

优化土地利用结构是实现区域土地利用可持续性、促进区域经济快速发展和保证生态环境安全的重要途径, 土地利用结构优化研究也因此成为国土资源开发利用研究的重要内容。国内外专家学者们已从土地利用优化配置的模型^[1-2]、土地利用结构及动态^[3-5]等方面进行了大量研究^[6]。国外土地利用结构优化研究^[7]范围广泛、注重深度探讨、技术手段先进, 但对区域土地利用的整体性、层次性以及土地利用结构优化配置的动因机制研究略显不足。国内多采用传统的模型方法, 以县域单元为单一整体进行研究, 侧重于土地利用结构地域差异现象研究, 主要探讨土地利用结构动态变化^[8-10]与区域土地合理利用的途径^[11], 从不同角度分析区域土地利用现状以及区域土地利用结构优化配置^[12-13]。近年来, 不少学

者将相关模型算法集成引入到具体的优化模型, 并运用其进行土地结构优化研究^[14-15]。在一定程度上解决了传统土地资源优化配置模型的非动态、单目标性等缺点^[16]。土地利用结构系统具有复杂性、动态性和多目标性等特征。土地利用结构优化配置具有多样性和多目标性, 适宜采用具有动态性能够提高决策性等特点的方法进行进一步研究, 因此, 情景分析法有望深化土地利用结构优化研究。

“情景(scenario)”最早由 Kahn 和 Wiener 提出。情景分析方法适用于具有复杂性、动态性、多目标性, 可控制度低、不确定程度高的系统研究。近年来, 情景分析法在研究诸多关联因素影响下具有不确定性问题的优势已被普遍认可; 目前主要应用在企业战略制定、微观尺度的土地利用变化、污染物排放和控制规

收稿日期: 2011-05-10

修回日期: 2011-08-09

资助项目: 西北大学研究生创新基金项目“基于情景分析的山区土地利用结构优化研究”(10YSJ05)

作者简介: 孙丕苓(1984—), 女(汉族), 山东省新泰市人, 硕士研究生, 从事土地利用与规划研究。E-mail: sapphire816@163.com。

通信作者: 杨海娟(1965—), 女(汉族), 陕西省铜川市人, 博士, 副教授, 主要从事房地产估价、区域经济等领域的研究。E-mail: xayhj@126.com。

划、景观与环境规划等领域^[17-18],但鲜有学者将其引入宏观的土地利用结构优化研究中。商洛市是典型的生态脆弱区,但其作为南水北调工程的重要水源涵养地和关中生态屏障,生态环境保护尤为重要,在土地利用结构配置中须重视生态效应。基于此,本研究以商洛市为例,借助线性规划模型,综合考虑国家政策因素的影响,构建不同情景,对商洛市土地利用结构的优化配置展开情景分析,以为商洛市土地利用结构优化配置提供借鉴,并为区域土地利用结构优化研究探索一种新的思路和方法。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

商洛市位于陕西省东南部,与鄂豫两省交界,位于东经 108°34'20"—111°01'25",北纬 33°02'30"—34°24'40"之间。该市土地总面积 19 586.4 km²,占陕西省总面积的 9.36%,辖商州区、洛南县、丹凤县、山阳县、商南县、镇安县和柞水县 1 区 6 县。至 2007 年底,该市总人口 243.23 万人,占陕西省人口的 6.51%,其中农业人口 206.17 万人,占该市总人口的 84.76%。实现国民生产总值 135.61 亿元,社会固定资产投资达 102.70 亿元。

1.2 数据来源与研究方法

土地利用类型划分参考《全国土地分类(过渡时期)》。地类数据来源于陕西省土地利用变更调查数据(1997—2007年),《商洛市土地利用总体规划(1997—2010年)》;社会经济数据来源于《陕西省统计年鉴》、《商洛市统计年鉴(1998—2008年)》、《商洛市国民经济和社会发展第十一个五年规划》,以及由商洛市国土资源局及其它相关单位提供的数据和资料等。

本研究拟采用线性规划方法构建土地利用结构优化模型,模拟生态效益、经济效益以及综合效益导向下的商洛市土地利用结构。在此基础上考虑到国家耕地保护与退耕还林政策的影响,引入情景分析,设置耕地保护政策导向、生态效益导向、经济效益导向以及综合效益导向共 4 种情景,对商洛市未来的土地利用结构方案展开分析,探讨市域宏观尺度上的土地利用结构优化问题。

1.3 商洛市 2007 年土地利用结构现状

据陕西省土地利用变更调查数据,2007 年商洛市耕地面积为 197 897.0 hm²,占土地总面积的 10.10%;园地面积 7 261.3 hm²,占土地总面积的 0.37%;林地面积 1 448 101.8 hm²,占土地总面积的 73.93%;牧草地 129 478.3 hm²,占土地总面积的

6.61%;其它农用地面积 19 818.0 hm²,占土地总面积的 1.01%;城镇用地面积 2 519.1 hm²,占土地总面积的 0.13%;农村居民点用地面积 27 808.5 hm²,占土地总面积的 1.42%;独立工矿用地面积 1 370.7 hm²,占土地总面积的 0.07%;交通用地面积 4 086.8 hm²,占土地总面积的 0.21%;水利用地面积 1 333.7 hm²,占土地总面积的 0.07%;其它建设用地面积 255.5 hm²,占土地总面积的 0.02%;其它土地面积 118 706.8 hm²,占土地总面积的 6.06%。总体来看,商洛市土地利用效率较低,农用地所占比重较大,建设用地区域小,其它土地类型面积大比重高。

商洛市土地利用结构特征为:(1)耕地比重小,林地比重较大。2007 年商洛市耕地面积占土地总面积的 10.10%,远低于陕西省 19.72% 的平均水平;林地面积占土地总面积的 73.93%,远高于全国 18.21% 和陕西省 50.28% 的平均水平。(2)建设用地比重较小。2007 年末该市建设用地面积为 37 373.8 hm²,占土地总面积的 1.92%,低于陕西省 3.91% 的平均水平,在一定程度上限制了商洛市经济的发展。(3)土地后备资源丰富。至 2007 年该市其它土地面积为 118 706.8 hm²,占土地总面积的 6.06%,其中荒草地占其它土地总面积的 63.50%,高于陕西省 55.83% 的平均水平。

2 商洛市土地利用结构优化研究

2.1 土地利用结构优化模型构建

灰色线性规划模型具有良好的解决非线性问题的能力和易适性的特点,弥补了一般线性规划模型的不足,其数学模型为:

$$f(x) = \sum_{j=1}^m c_j x_j \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq (\geq) b_i \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, m) \quad (3)$$

式中: x_j ——土地利用类型; c_j ——效益系数向量; a_{ij} ——约束系数; b_i ——约束常数。

其中公式(1)为目标函数,公式(2)为约束条件,公式(3)为非负约束条件。

2.2 变量设置

以土地利用现状分类为基础,结合商洛市土地资源特点以及土地利用规划的要求,综合考虑相关数据的可操作性和目标函数效益系数的易确定性,以 2007 年为基期,规划目标年为 2020 年,设置 12 个决策变量:耕地(X_1),园地(X_2),林地(X_3),牧草地(X_4),其它农用地(X_5),城镇用地(X_6),农村居民点用地(X_7),独立工矿用地(X_8),交通用地(X_9),

水利用地 (X_{10}), 其它建设用地 (X_{11}), 其它土地 (X_{12})。

2.3 约束条件与目标函数的构建

2.3.1 约束条件 约束条件主要的建立主要从与土地利用结构关系密切的土地资源、社会需求及生态要

求等方面着手^[16], 参照《土地评价纲要》和《土地利用总体规划编制规程》的规定以及商洛市生态脆弱区的土地适宜性评价结果。其设置应满足总量因素、宏观规划因素、生态环境因素、经济因素及非负条件等方面的约束, 设置结果详见表 1。

表 1 商洛市土地利用结构优化约束因素及表达式

约束因素	约束因子表达式	
总量因素	人口总量 农区用地和城镇用地人口密度分别为 1.06 和 210.19 人/hm ² 预测 2020 年人口总量达 2 603 046 人: $1.06(X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_7) + 210.19X_6 \leq 2 603 046$	
	土地面积 $X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{11} + X_{12} \leq 1 958 637.5 \text{ hm}^2$	
宏观规划	农用地约束 耕地: $189 227.0 \text{ hm}^2 \leq X_1 \leq 197 897.0 \text{ hm}^2$ 园地: $X_2 \geq 7 333.3 \text{ hm}^2$ 林地: $X_3 \geq 1 506 666.7 \text{ hm}^2$ 牧草地: $X_4 \leq 129 478.3 \text{ hm}^2$ 其它农用地: $X_5 \leq 19 818.0$	
	建设用地约束 建设用地总规模: $X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} \leq 42 626.7 \text{ hm}^2$ 城乡建设用地规模: $X_6 + X_7 + X_8 \leq 34 206.7 \text{ hm}^2$ 城镇工矿用地: $X_6 + X_8 \leq 34 206.7 \text{ hm}^2$	
	其它土地约束 $X_{12} \leq 118 7606.8 \text{ hm}^2$	
	基本农田约束 至 2020 年基本农田面积 $\geq 176 667.0 \text{ hm}^2$	
	宜耕面积约束 坡度 $< 15^\circ$ 的耕地面积 $\leq 73 800.0 \text{ hm}^2$	
	宜林面积约束 宜林面积约为 $902 167.0 \text{ hm}^2$	
	宜牧面积约束 宜牧面积约为 $80 664.0 \text{ hm}^2$	
	宜建面积约束 适宜建设用地面积约为 $37 374.0 \text{ hm}^2$	
	生态环境	2020 年森林覆盖率不低于 80% $X_3 \geq 1 958 637.5 \times 80\% \text{ hm}^2$ 牧草地不低于现状面积 $X_4 \geq 4 129 333.3 \text{ hm}^2$
	经济约束	城镇用地 $X_6 \geq 2 519.1 \text{ hm}^2$ 独立工矿用地 $X_8 \geq 13 707.7 \text{ hm}^2$ 交通过地 $X_9 \geq 4 086.8 \text{ hm}^2$
非负约束	$X_1, X_2, \dots, X_{12} \geq 0$	

2.3.2 构建目标函数

(1) 生态效益最大化。以单位面积上各土地利用类型的生态服务价值作为变量系数, 建立基于生态系统服务价值的目标函数来预测生态效益最大化时商洛市的土地利用数量结构。鉴于模型计算非农建设用地生态服务价值取 1, 其它土地利用类型参照谢高地等人^[19]的研究结果, 并根据商洛市实际情况进行修正, 计算得出商洛市农田自然粮食产量经济价值为 733.7 元/(hm²·a)。因而得出商洛市不同生态系统单位面积的生态服务价值。目标函数确定为:

$$\max f_1(X) = 5 796.2X_1 + 14 607.9X_2 + 2 011.3X_3 + 8 545.5X_4 + 2 818.6X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + 33 015.4X_{10} + X_{11} + 5 285.1X_{12}$$

(2) 经济效益最大化。利用 1999—2007 年商洛市相关统计数据, 利用预测不同土地利用类型的产出效益。其中其它建设用地 X_{11} 与其它用地 X_{12} 基本不

产生经济效益, 考虑到模型计算的需要将目标函数中 X_{11} 和 X_{12} 的系数设定为 1。目标函数确定为:

$$\max f_2(X) = 45 830.8X_1 + 43 076.2X_2 + 1 272.5X_3 + 47.8X_4 + 2 177.4X_5 + 38 385.4X_6 + 30.8X_7 + 2 036.3X_8 + 637 870.1X_9 + 17.7X_{10} + X_{11} + X_{12}$$

(3) 综合效益最大化。考虑到商洛市发展定位及陕南突破发展思想指导, 在保持经济较快发展的同时, 促进区域生态环境的改善, 有利于满足商洛市作为南水北调水源保护区的需要。将综合效益最大化作为区域土地数量结构优化的目标, 结合专家打分法计算出生态效益和经济效益权重分别为 0.35 和 0.65, 并将其作为综合效益最大化的目标模型。即目标函数为:

$$\max f_3(X) = 0.35 \times \max f_1(X) + 0.65 \times \max f_2(X)$$

3 种不同效益导向下土地利用结构优化方案详见表 2。

表 2 商洛市土地利用现状结构及其优化方案

hm²

土地利用类型	面积	生态效益方案	经济效益方案	综合效益方案
耕地	197 897.0	192 321.0	189 175.9	190 276.7
园地	7 261.3	7 333.3	7 331.3	7 332.0
林地	1 448 101.8	1 524 125.2	1 506 654.9	1 512 769.5
牧草地	129 478.3	129 333.3	129 333.3	129 333.3
其它农用地	19 818.0	18 208.5	17 408.5	17 688.5
城镇用地	2 519.1	2 906.9	4 508.8	3 948.1
农村居民点用地	27 808.5	24 068.2	25 223.8	24 819.3
独立工矿用地	1 370.7	1 383.1	2 342.4	2 006.6
交通用地	4 086.8	4 225.1	6 864.4	5 940.6
水利用地	1 333.7	2 024.3	1 329.2	1 572.5
其它建设用地	255.0	247.9	247.9	247.9
其它土地	118 706.8	52 460.7	68 217.1	62 702.4

2.4 情景设置与情景分析

根据所选取的驱动因素其自身不确定性和对系统的潜在影响,将政策、经济、生态因素置于一个三维直角坐标系中,每条轴线代表一种驱动因素。在关键驱动因素轴线上,情景所处的位置为每个情景提供了基本情节或界定状态,沿着关键驱动因素方向的发展决定了不同情景间的差别。根据经济效益、生态效益和社会效益相统一;因地制宜,分级指导和宏观控制相结合;保护和利用并重,开发与整治并举;统筹兼顾,全面安排,积极保护等原则^[20]。结合商洛市的实际情况建立了 4 种情景。

2.4.1 耕地保护导向情景 该市耕地以坡耕地为主,数量少,质量差,耕地和基本农田保护压力大,考虑耕地保护政策和退耕还林政策因素的影响,预测 2007—2020 年耕地保护导向下各地类需求变化(表 3)。

表 3 2007 年和 2020 年商洛市各类土地利用类型需求

土地利用类型	面积/hm ²		增幅/%
	2007 年	2020 年	
耕地	197 897.0	193 561.8	-0.22
园地	7 261.3	7 261.3	0.00
林地	1 448 101.8	1 501 357.7	2.72
牧草地	129 478.3	128 367.5	-0.06
其它农用地	19 818.0	17 412.3	-0.12
城镇用地	2 519.1	2 906.9	0.02
农村居民点用地	27 808.5	24 068.2	-0.19
独立工矿用地	1 370.7	1 683.1	0.02
交通用地	4 086.8	4 129.7	0.00
水利用地	1 333.7	1 333.7	0.00
其它建设用地	255.0	317.7	0.00
其它土地	118 706.8	76 237.6	-2.17

保护耕地是实现粮食安全的有效途径之一。基本农田由质量较高的耕地与园地构成,随着经济的发

展,建设占用耕地成为一种必然的趋势。通过农用地整理、水毁耕地的开发及农村居民点的整理等方式补充耕地以确保基本农田的数量不减少。该情景下,依据国家政策的指导,强化耕地保护,严格控制建设占用耕地。到 2020 年,耕地面积减少率为 0.22%,林地增幅为 2.72%,牧草地与其它农用地减幅分别为 0.06% 和 0.12%;城镇用地增幅为 0.02%,建设用地增幅为 0.07%,农村居民点用地减幅达 0.19%,建设用地与其它土地减幅分别为 0.15% 与 2.17%。总体来说,林地和其它土地结构变化最大。经过调整商洛市土地利用结构仍以林地、牧草地等农用地为主,城镇用地呈现出一定的扩张趋势。

2.4.2 生态效益导向情景 考虑到环境因素影响以及生态安全屏障保护要求,根据商洛市土地适宜性评价结果,基于生态系统服务价值的目标函数预测生态效益导向下的土地利用需求变化(表 4)。经计算,该情景下商洛市林地和其它土地变化幅度最大,林地增幅为 3.88%,其它土地减幅 3.38%。生态耕地面积有小幅减少,减幅为 0.28%,园地面积基本平衡略有增加。受退耕还林政策的影响,林地面积增幅较大;城镇用地与交通水利用地略有增加,居民点用地面积减少;其它土地面积减少幅度较大,土地利用效率不断提高。林地面积增幅较大,符合商洛市生态环境建设目标要求,对于土地利用结构的调整、水土保持和生态环境的改善具有重要意义,有利于实现其生态效益目标。

商洛市正处于较低经济发展水平,需要扩大城镇建设用地来推动经济的发展。目前商洛市的发展还没有达到依靠集约利用建设用地来提高经济发展水平的阶段。实践证明,盲目追求生态效益,将在一定程度上阻碍经济的发展,导致土地利用结构畸形。

2.4.3 经济发展导向情景 综合考虑各类经济因素的影响,通过预测各类土地的产出效益,计算经济发

展导向下的各类土地利用需求变化(表 4)。经计算发现,城镇用地面积和交通水利用地面积增幅较大,分别为 0.10% 和 0.14%,满足了商洛市城镇化水平提高对交通设施的要求。改善了商洛市的基础设施,打破了制约其经济发展的交通瓶颈,有力地促进了商洛市的经济发展。此情景下,耕地与其它土地面积减少幅度较为明显,分别为 0.45% 和 2.57%。随着经济发展,耕地面积将不断减少,这就为商洛市的耕地、基本农田保护和粮食安全带来挑战,为生态环境保护造成压力,致使商洛市资源供需矛盾更加突出。总之,单纯追求经济效益,忽略社会、生态效益,使得生态环境容量超出预期水平,即会导致土地利用结构畸形。

3.4.4 综合效益导向情景 为实现经济、社会和生态环境的协调持续发展,综合考虑政策、经济、环境因

素的影响,在权衡生态效益和经济效益的合理配比的基础上,构建综合效益目标函数,计算综合效益导向下的各类土地利用需求变化(表 4)。

与前 3 种情景相比,综合效益导向情景下的土地利用结构优化配置方案更为科学合理。该情景下,受耕地保护和退耕还林政策影响,林地面积增加幅度最大为 3.30%,耕地减少幅度为 0.39% 介于耕地保护政策导向,生态效益导向情景与经济效益导向情景之间;随着土地的开发,土地利用率不断提高,其它土地面积不断减少,2007—2020 年其它土地减幅高达 2.86%;城镇建设用地和交通水利建设用地增幅分别为 0.07% 和 0.09%。综合效益导向下,林地的增加一方面增强了土地生态系统的稳定性,另一方面压缩了粮食安全与建设用地需求的土地供给,对耕地、建设用地等土地利用的集约度提出了较高的要求。

表 4 商洛市不同情景下各类土地利用需求变化

hm²

土地利用类型	生态效益导向情景		经济效益导向情景		综合效益导向情景	
	变化值/hm ²	增幅/%	变化值/hm ²	增幅/%	变化值/hm ²	增幅/%
耕地	-5 576.0	-0.28	-8 721.1	-0.45	-7 620.3	-0.39
园地	72.0	0.00	70.0	0.00	70.7	0.00
林地	76 023.4	3.88	58 553.1	2.99	64 667.7	3.30
牧草地	-145.0	-0.01	-145.0	-0.01	-145.0	-0.01
其它农用地	-1 609.5	-0.08	-2 409.5	-0.12	-2 129.5	-0.11
城镇用地	387.8	0.02	1 989.7	0.10	1 429.0	0.07
农村居民点用地	-3 740.3	-0.19	-2 584.7	-0.13	-2 989.2	-0.15
独立工矿用地	12.4	0.00	971.7	0.05	635.9	0.03
交通用地	138.3	0.01	2 777.6	0.14	1 853.8	0.09
水利用地	690.6	0.04	-4.5	0.00	238.8	0.01
其它建设用地	-7.6	0.00	-7.6	0.00	-7.6	0.00
其它土地	-66 246.1	-3.38	-50 489.7	-2.58	-56 004.4	-2.86

3 结论

情景分析在土地利用结构优化中具有可行性,在宏观市域尺度上的土地利用结构优化配置中具有有效性。本研究提出的“灰色线性规划模型(兼顾政策因素)+情景分析”的分析模式,是对区域土地利用结构优化配置的一种新探索,为土地利用结构优化研究提供了一种新的思路。

在对商洛市土地利用结构现状分析的基础上,采用灰色线性规划模型模拟不同情景下的土地利用结构,综合考虑政策因素,对商洛市土地利用结构不同情景方案进行横向对比分析,得到以下结论:(1)综合效益导向情景下的商洛市土地利用结构优化方案更为科学。区域土地利用可持续发展应在遵守国家政策的基础上,以保障粮食安全实现生态效益、社会

经济效益的合理协调为目标;生态效益导向情景下盲目追求生态效益最大化或者经济效益导向情景下单纯追求经济效益最大化,忽视生态效益、社会效益,都有可能造成土地利用结构的畸形。(2)商洛市土地利用结构均以农用地为主,各用地类型中林地面积最大。商洛市适宜发展以林为主、林农结合的复层经营方式,建立立体复合生态系统,以便更好发挥南水北调水源涵养地和关中生态屏障的作用,保护湿地防止水土流失。

然而灰色线性规划模型属于一种单目标规划模型,缺乏弹性,在约束条件设置上未考虑国家政策等不易量化的因素,从而导致该模式存在一定的局限性。因此,尝试寻求具有弹性的优化模型来辅助情景分析,提高情景设置的科学性、合理性与有效性,探索具有一定普适性的区域土地利用结构优化配置的情

景分析模式,可能是未来的研究方向之一。本研究仅是在宏观的市域尺度上进行了尝试;在微观尺度上,如何将情景分析法用于土地利用主体决策行为与土地利用结构变化的整合研究,也是值得探索的新命题。

[参 考 文 献]

- [1] Xu Yong ,Tang Qing. Land use optimization at small watershed scale on the Loess Plateau [J]. *Journal of Geographical Sciences* ,2009 ,19(10) :577-586.
- [2] 邱炳文,陈崇成. 基于多目标决策和 CA 模型的土地利用变化预测模型及其应用 [J]. *地理学报* ,2008 ,63(2) :165-174.
- [3] Wang Xinhao ,Yu Sheng , Huang G H. Land allocation based on integrated GIS-optimization modeling at a watershed level [J]. *Landscape and Urban Planning* ,2004 ,66(2) :61-74.
- [4] Huda A S. Optimal land-use allocation in central Sudan [J]. *Forest Policy and Economics* ,2006 ,8(1) :10-21.
- [5] Sadeghi S H R , Jalili K , Nikkamib D. Land use optimization in watershed scale [J]. *Land Use Policy* ,2009 ,26(2) :186-193.
- [6] 龚建周,刘彦随,张灵. 广州市土地利用结构优化配置及其潜力 [J]. *地理学报* ,2010 ,65(11) :1391-1400.
- [7] Churieee. E. Intergration of linear programming and gas for land use modeling [J]. *Intemational Journal of Geographical Information System* ,1993(1) :5-9.
- [8] 田光进,张增祥,王长有,等. 基于遥感与 GIS 的海口市土地利用结构动态变化研究 [J]. *自然资源学报* ,2001 ,16(16) :543-546.
- [9] 张明. 区域土地利用结构及其驱动因子的统计分析 [J]. *自然资源学报* ,1999 ,14(4) :381-384.
- [10] 龙花楼,李秀彬. 长江沿线样带土地利用格局及其影响因素分析 [J]. *地理学报* ,2001 ,56(4) :417-425.
- [11] 陈彦光,刘继生. 城市土地利用结构和形态的定量描述:从信息熵到分数维 [J]. *地理研究* ,2001 ,20(2) :146-152.
- [12] 刘闯. 区域土地数量结构分析模型及其应用 [J]. *中国土地科学* ,1989(3) :31-38.
- [13] 张明,朱会义,何书金. 典型相关分析在土地利用结构研究中的应用:以环渤海地区为例 [J]. *地理研究* ,2001 ,20(6) :761-767.
- [14] 郑群英,周生路,任奎. 土地利用结构优化生态效益考量方法研究 [J]. *资源科学* ,2009 ,31(4) :634-640.
- [15] 黎夏,刘小平,何晋强,等. 基于耦合的地理模拟优化系统 [J]. *地理学报* ,2009 ,64(8) :1009-1018.
- [16] 潘竟虎,石培基,赵锐锋. 基于 LP—MCDM—CA 模型的土地利用结构优化研究:以天水市为例 [J]. *山地学报* ,2010 ,28(4) :407-414.
- [17] Linneman P E , Klein H E. The use of multiple scenarios by U. S. industrial companies: A comparison study between 1977—1981 [J]. *Long Range Planning* ,1983 ,16(6) :94-101.
- [18] 张向龙,王俊,杨新军,等. 情景分析及其在生态系统研究中的应用 [J]. *生态学杂志* ,2008 ,27(10) :1763-1770.
- [19] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法 [J]. *自然资源学报* ,2008 ,23(5) :911-919.
- [20] 除多,张镜铨,郑度. 拉萨地区土地利用变化情景分析 [J]. *地理研究* ,2005 ,24(6) :869-876.
- [29] 任曼丽. 城市湿地生态系统服务功能及其价值评估:以开封市湿地为例 [J]. *安徽农业科学* ,2008 ,36(16) :6935-6938 ,6942.
- [30] 韩美,张晓惠,江泓,等. 山东省寿光市湿地生态系统价值评估 [J]. *水土保持研究* ,2007 ,14(3) :281-282 ,286.
- [31] Mitsch W J , Gosselink J G. *Wetlands* [M]. New York: John Wiley & Sons ,2000.
- [32] 陆健健. *中国湿地* [M]. 上海:华东师范大学出版社,1990.
- [33] 孟宪民. 湿地与全球环境变化 [J]. *地理科学* ,1999 ,19(5) :385-391.
- [34] Ledoux L , Turner R K. Valuing ocean and coastal resources: A review of practical examples and issues for further action [J]. *Ocean & Coastal Management* ,2002 ,45(9/10) :583-616.
- [35] 陈仲新,张新时. 中国生态系统效益的价值 [J]. *科学通报* ,2000 ,45(1) :17-22.

(上接第 199 页)