

# GIS 支持下的锦州葫芦岛沿海土地生态适宜性评价

苏 雷<sup>1,2</sup>, 朱京海<sup>3</sup>, 傅立群<sup>2</sup>, 胡远满<sup>1</sup>, 刘 淼<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 沈阳应用生态研究所 森林与土壤生态国家重点实验室, 沈阳 110016;

2. 辽宁省葫芦岛市建委 辽宁 葫芦岛 125001; 3. 辽宁省环保厅 沈阳 110033)

**摘 要:**基于 GIS 和遥感技术,应用数学概念中的多准则多目标评价原理,将地形、水域、交通等诸多影响因子进行多因子权重叠加,对锦州葫芦岛沿海地区土地适宜性进行分析。评价结果表明:Ⅰ类适宜区,面积约为 161 439.3 hm<sup>2</sup>,适宜城市发展建设用地;Ⅱ类适宜区,面积约为 290 081.79 hm<sup>2</sup>,适宜耕地;Ⅲ类适宜区,面积约为 52 438.68 hm<sup>2</sup>,适宜恢复牧草地建设;Ⅳ类适宜区,面积约为 266 589.18 hm<sup>2</sup>,适宜发展园地和林地;Ⅴ类适宜区,面积约为 80 731.53 hm<sup>2</sup>,主要适宜水域及其他用地。

**关键词:**GIS; 生态适宜性; 适宜性评价; 锦州葫芦岛沿海地区

**中图分类号:**X826

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2013)04-0207-06

## Evaluation on Coastal Area Ecological Suitability of Jinzhou-Huludao Based on GIS

SU Lei<sup>1,2</sup>, ZHU Jing-hai<sup>3</sup>, FU Li-qun<sup>2</sup>, HU Yuan-man<sup>1</sup>, LIU Miao<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Forest and Soil Ecology, Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China; 2. Huludao Urban-Rural Construction Committee, Huludao, Liaoning 125001, China; 3. Department of Environmental Protection of Liaoning Province, Shenyang 110033, China)

**Abstract:**Based on GIS and remote sensing technology, the land suitability of Jinzhou-Huludao coastal area was studied by using multi-criteria multi-objective evaluation principle of mathematics concept considering terrain, water, transportation, and other factors. The results show that: I-class suitability area is 161 439.3 hm<sup>2</sup>, which is suitable for city construction land; II-class suitable area is 290 081.79 hm<sup>2</sup>, which is suitable for cultivated land, III-class suitable area is 52 438.68 hm<sup>2</sup>, which is suitable for recovery of grassland construction; IV-class suitable area is about 266 589.18 hm<sup>2</sup>, which is suitable for the development of garden and forest land; V-class suitable area is about 80 731.53 hm<sup>2</sup>, which is mainly suitable for water and other land.

**Key words:**GIS; ecological suitability; suitability evaluation; Jinzhou-Huludao coastal area

联合国粮农组织(FAO)于 1993 年出版的《土地利用规划指南》中指出,土地适宜性评价是土地利用规划的重点,是土地合理利用的基础工作<sup>[1]</sup>。我国现阶段已进入转型发展时期,一方面,未来 20 a 我国城镇化将继续保持稳健发展的态势;另一方面,人地矛盾日益突出,水资源紧缺、生态环境污染等各类问题凸显<sup>[2]</sup>。在此背景下,土地适宜性评价的应用领域逐步拓展,目前主要包括以下五类:一是土地利用规划<sup>[3]</sup>、区域规划<sup>[4]</sup>及景观规划<sup>[5]</sup>,二是农业用地的评

价<sup>[6]</sup>,三是城市建设用地的评价<sup>[7-8]</sup>,四是自然保护区或旅游区用地的评价<sup>[9]</sup>,五是项目选址以及环境影响评价<sup>[10]</sup>。近年来,随着 3S 技术的不断发展,土地适宜性评价从单一的评价体系发展成多种新的评价体系,评价因子也呈现多样化的趋势,经济、社会、环境、行为等因素的引入使得评价所考虑的因素更为全面<sup>[11]</sup>。不断完善的评价体系可以为城市规划的用地发展策略、功能布局、生态功能分区、资源保护、景观规划等提供科学依据<sup>[12]</sup>。基于对不同的土地利用内

收稿日期:2012-12-12

修回日期:2013-01-14

资助项目:国家自然科学基金项目“三维城市扩展及其环境效应研究”(41171155);国家自然科学基金项目“城市扩展导致的景观格局变化与非点源污染关系”(40801069);中华环境保护基金会“格平绿色助学行动——辽宁环境科研教育 123 工程”(CEPF2010-123-1-4)

作者简介:苏雷(1982—),女,辽宁葫芦岛人,博士,高级工程师,主要从事景观生态和城市规划方面的研究。E-mail:13610827741@163.com

通信作者:朱京海(1960—),男,北京人,双博士,研究员,博士生导师,主要从事城市规划、环境保护和景观生态方面的研究。E-mail:zhu Jinghai@163.com

涵与应用方式的理解,土地适宜性评价形式不同。通过适宜性评价可解决位置选取和位置搜索两方面问题。位置选取是指某种土地利用候选区域情况是确定的,目的在于确定最适合的特定位置,对各个候选区域进行分级评估。如果没有候选区域的范围位置信息,需采取一定的方法确定评价单元,然后进行评价,研究目的在于确定适合位置的边界<sup>[13]</sup>。本文的适宜性评价主要是解决位置选取问题。

## 1 区域概况与数据处理

### 1.1 区域概况

锦州葫芦岛沿海地区包括锦州市区、葫芦岛市区、兴城市和凌海市 4 个城市(以下简称“锦葫沿海地区”),行政范围面积为 7 847. 6 km<sup>2</sup>,沿海岸线呈带状

分布,地理坐标介于北纬 39° 59′—41° 26′,东经 119°12′—121°45′。该区域地处辽西走廊,濒临渤海辽东湾,是东北亚经济圈、京津冀经济圈和环渤海经济圈三圈的交汇处,是沟通关内外、联结东北与华北的黄金通道。锦葫沿海地区属于温带季风性气候,地势连绵起伏,地貌类型齐全,既是“城市热点区域”,又是“生态敏感区域”<sup>[14]</sup>。

### 1.2 数据来源与处理

生态适宜性评价采用的数据资料及主要用途见表 1,在对 Landsat ETM 遥感影像进行校正、配准以及目视解译的基础上,获得了景观类型图、交通用地等影响因子数据。在对影像进行多波段融合、校正、配准的基础上,利用 ERDAS 获得归一化植被指数(NDVI)的栅格数据。

表 1 数据来源及主要用途

数据源	轨道号	成像日期/获取时间	数据分辨率	主要用途	
Landsat TM 卫星影像	120-31	1990. 10. 11	30 m	景观格局空间分布信息提取;道路、水体、林地等专题要素提取	
	120-32	1990. 09. 02	30 m		
	121-31	1990. 06. 20	30 m		
	121-32	1990. 09. 02	30 m		
Landsat ETM 卫星影像	120-31	2000. 06. 12	30 m		
	120-32	2000. 06. 12	30 m		
	121-31	2000. 06. 19	30 m		
	121-32	2000. 06. 19	30 m		
	120-31	2010. 09. 28	30 m		
	121-32	2010. 09. 19	30 m		
	121-31	2010. 08. 02	30 m		
	120-32	2010. 09. 28	30 m		
辽宁省国土资源信息	—	2001. 08	—	辅助影像校正和解译;道路、水体和行政边界提取	
辽宁省地图	—	2006. 06	1 : 550000		
地形图	—	1968	1 : 100000		
国土、规划部门相关图纸	—	1990—2020	—	适宜性分析中地形因子的制作及其它辅助分析	
数字高程	40-5—120-5	—	30 m		
	40-5—121-5				
	41-5—120-5				
	41-5—121-5				
坡度数据	40-5—120-5	—	30 m		
	40-5—121-5				
	41-5—120-5				
	41-5—121-5				

## 2 评价方法

本文采用数学概念中的多准则多目标评价进行生态适宜性分析,通俗的理解为多因子权重叠加。在适宜性分析中,影响因子的选择、标准化、权重的确定以及如何将 GIS 和决策过程相结合,是评价方法得当

的关键<sup>[15]</sup>。评价过程具体分以下几个步骤:影响因子选择、因子评分、权重确定、综合评价、构建生态适宜性评价模型。

生态适宜性的基本表达式为:

$$S=f(x_1,x_2,x_3,\cdots,x_i)$$

(1)

式中: S——生态适宜性等级;  $x_i$  ( $i=1,2,3,\cdots$ ,

$n$ )——用于评价的一组变量。目前常用的基本模型是权重修正法:

$$S = \sum W_i X_i \quad (2)$$

式中: $S$ ——生态适宜性等级; $X_i$ ——变量值; $W_i$ ——权重, $i=1,2,3,\dots,n$ 。

采用公式(2)进行生态适宜性评价的最大缺点是每个变量对于生态适宜性的贡献是十分复杂的,有些因素对某种土地利用构成绝对限制,有些则构成发展潜力,因此也可以把生态适宜性理解为生态潜力扣除生态限制性的剩余。

## 3 评价过程

### 3.1 影响因子选取

影响土地生态适宜性的因素众多,本研究在进行生态调研、相关图件以及文本资料收集的基础上,在有关专家的指导下选取了对土地的适宜性影响大、稳定性强并且能够确切地反映土地区域性的内在差异特征的主导因子,它们主要包括地形因子、水域因子、交通因子、城镇吸引力、海岸线距离和现状因子。

(1) 地形因子。高程:海拔高度对建设用地有限制作用。锦葫沿海地区包括低山丘陵、丘陵漫岗、沿海平原等基本地貌单元。进行建设用地生态适宜性评价时,需要对地势进行分析,从高程出发选取适合城市建设的用地。与此同时,高程也是景观价值评价需要考虑的因素之一。应用 DEM 数据提取出研究区内最高高程为 875 m,最低高程为 0 m,即海平面。坡度:一般坡度较大的区域稳定性较差,容易造成各种地质灾害,不适宜进行建设,对工程技术性要求也越高,是影响建设投资、开发强度的重要控制指标之一。锦葫沿海地区总体呈现西北高、东南低的地形,坡度在 0%~62.32%之间。

(2) 水域因子。城市的发展需要大量的水资源支撑,而锦葫沿海地区水资源分布不均匀,局部地区水资源比较匮乏,水源地的保护已成当务之急。锦葫沿海地区的进一步发展还急需新建水源地;河流是区域的血脉,在改善区域景观质量、维持正常水循环等方面发挥着重要作用。河流廊道不仅能维持生态系统的平衡,还是区域生态格局安全的重要廊道。因此,水域的合理利用与保护对锦葫沿海地区景观生态格局的稳定性与社会经济可持续发展至关重要。本研究将水域因子划分为一级河流缓冲区、二级河流缓冲区和水源地保护三个层面。

(3) 交通因子。交通线路对城镇建设的导向性很强,交通可达性强、便捷度高的区位比其他地方更容易转化为城镇。用地道路分布直接影响交通的便

利性,离道路越近的地方,建设适宜性越高。本研究将交通区位分为公路交通和铁路交通两部分进行分析。

(4) 城镇吸引力。由于集聚效应的作用,已建成的区域更具有内在的不断拓展的动力机制,因而已有建成区周围的土地具有优先发展的优势和条件。该影响要素从城镇建成区的距离和农村居民点距离两个层面考虑。

(5) 海岸线距离。美丽的大海和优美的海岸线是锦葫沿海地区的灵魂所在、优势所在,对其进行科学保护、合理利用是关系区域长远发展的重大问题。沿海城市的发展与海洋的关系密不可分,建设用地应该避免选在海陆交错带区位上。由于海陆交错带生物多样性丰富,且属于生态敏感区域,一旦破坏很难修复,因此,建设用地的适宜区位应在海岸带控制线以外。

(6) 现状因子。土地利用类型是建设用地开发的背景因素。现有土地利用方式直接决定着土地开发的生态适宜性。国家对土地各类用地的相关规定、要求直接决定了是否适宜开发建设,因此现状因子也是影响土地生态适宜性的主要因素。

### 3.2 评价体系的建立

采用特德尔菲法确定单因子敏感度的评价值,一般分 3 级,用 5,3,1 代表生态敏感性的高低,对于划分等级较多的因子,可采用 4,2 作为中值确定基础因子后,针对各个基础因子的原始信息进行等级化、数量化评价。通过土地生态调查,明确目前的土地状况,采用专家打分法确定各影响因子的权重,建立评价指标体系如表 2 所示。

## 4 结果与分析

### 4.1 单因子评价

以 ArcGIS 9.0 为平台,建立 GIS 基础数据库后,进行单因子评价,形成单因子适宜性评价图(图 1)。在评价图形成的过程中,数据是以栅格的形式表示的,各栅格有其单独的属性值,因此,评价结果既可以通过图中颜色的深浅表示,也可以通过多个栅格数据属性的综合分布状况,得到适宜性值的分布范围。

### 4.2 综合评价

对各单因子评价图进行加权叠加,生成多因素综合评价图,评价土地利用发展的生态适宜性,得出锦葫沿海地区土地利用发展用地综合评价价值  $S$  在 2.14~4.86 之间变化(图 11)。

在图 11 的基础上制作各适宜类评价单元加权综

合指数和出现频数分布直方图,根据各适宜类直方图中的加权指数和在空间上的聚散和分布规律,确定各评价单元的土地生态适宜性,划分不同类别适宜区范围。本文以确保现状景观基本在该景观类型适宜区范围内为原则,将锦葫沿海地区的土地综合生态适宜区划分为五类,每类综合指数  $S$  的数值范围为:

4.14< $S$ ≤4.86 I 类适宜区:适宜发展建设用地

3.56< $S$ ≤4.14 II 类适宜区:适宜耕地建设  
3.24< $S$ ≤3.56 III 类适宜区:适宜草地建设  
2.66< $S$ ≤3.24 IV 类适宜区:适宜林地、园地建设  
2.14< $S$ ≤2.66 V 类适宜区:适宜水域及其他用地  
依据以上分级标准,将生态适宜性综合评价图(图 11)在 GIS 平台下重新分类,得到各类适宜用地的分布图(附图 7)。

表 2 生态适宜性评价因子等级划分标准

一级指标	二级指标	属性分级	评价值	权重
地形因子	高程	0~50 m	5	0.03
		50~100 m	4	
		100~200 m	3	
		>200 m	1	
	坡度	0~5%	5	0.07
		5%~20%	3	
		>20%	1	
水域因子	一级河流缓冲区	>200 m	5	0.05
		100~200 m	3	
		<100 m	1	
	二级河流缓冲区	>100 m	5	0.05
		50~100 m	3	
		<50 m	1	
城镇吸引力	水源地保护区	>1000 m	5	0.10
		100~1000 m	3	
		<100 m	1	
	距离城镇建成区	城镇建成区距离 0~2 km	5	0.10
		城镇建成区距离>2 km	3	
	距离农村居民点	农村居民点距离 0~0.5 km	5	0.05
		农村居民点距离>0.5 km	3	
交通因子	公路距离(国道、省道)	<1 km	5	0.05
		1~2 km	3	
		>2 km	1	
	铁路距离	0.5~3 km	5	0.05
		>3 km	3	
		<0.5 km	1	
海岸线	海岸线距离	0.8~5 km	5	0.05
		>5 km	4	
		<0.8 km	2	
现状因子	土地利用现状	建设用地	5	0.4
		耕地	4	
		草地	3	
		园地、林地	2	
		水域及其他	1	

为保持锦葫沿海地区的土地生态环境平衡,建立区域景观格局优化模式,从生态学角度来分析锦葫沿海地区土地生态适宜性及最佳生态适宜性利用模式:  
I 类适宜区,适宜发展城市建设用地,面积约为 161 439.3 hm<sup>2</sup>,主要分布在海岸线边缘地带(陆地区

域)、公路交通沿线及原有的建设用地周边区域。将 I 类适宜区的分布与 2010 年锦葫沿海地区建设用地进行对比可以看出:锦州港与葫芦岛港区将是城市扩展的热点,除此之外,兴城市海岸线边缘地带也比较适宜发展为建设用地。

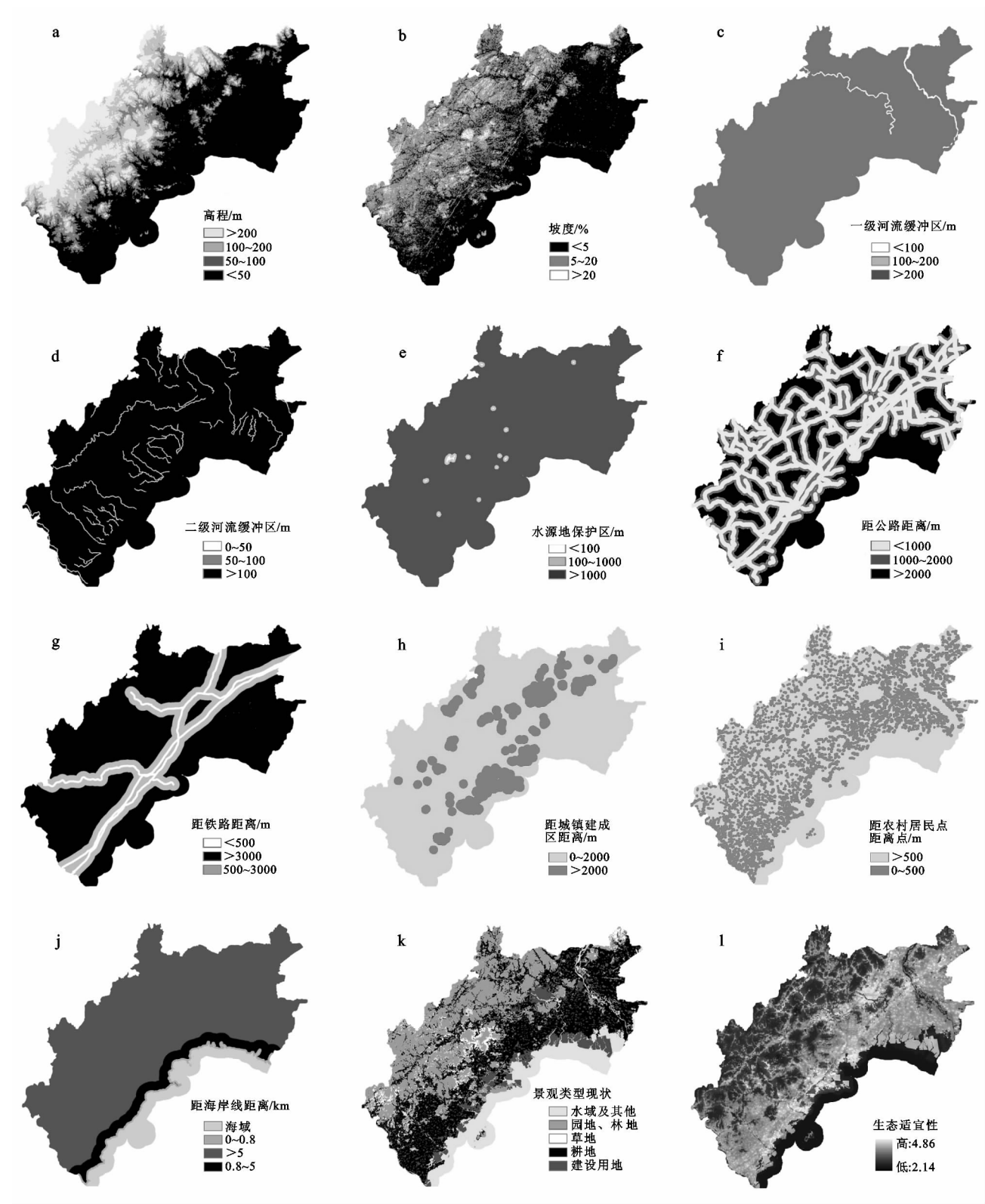


图 1 单因子适宜性评价及生态适应性综合评价结果

Ⅱ类适宜区,面积约为 290 081.79  $\text{hm}^2$ ,适宜耕地,主要集中在凌海市东北和西南的丘陵漫岗和中南部的平原地区、葫芦岛市连山区东南部的平原地区和兴城市东南部的沿海平原地区。

Ⅲ类适宜区,面积约为 52 438.68  $\text{hm}^2$ ,集中分布在锦葫沿海地区西北方向的低山丘陵区,坡度主要在

5%~20%之间,该适宜区多为土层浅薄、肥力低下的棕壤土,适宜恢复牧草地建设。

Ⅳ类适宜区,面积约为 266 589.18  $\text{hm}^2$ ,适宜发展园地和林地,主要分布在海岸线边缘(靠近海洋一侧)及西北方向的山地丘陵地区。锦州港与葫芦岛港以工业发展为主,工业污水超标排放,对海洋环境已

造成了一定的污染破坏;其他海岸带地区主要发展海水养殖、特色滨海旅游和原生沙质海岸保护区,因此构建海岸带防护林带非常必要。

V类适宜区,面积约为 80 731.53 hm<sup>2</sup>,主要适宜水域及其他用地,该区域也是最不适宜城市开发建设的区域。

## 5 结论与讨论

将适宜性评价结果与《辽宁省土地利用总体规划(2006—2020)》中该区域各类土地利用规划数据进行对比,发现该评价结果在建设用地、耕地、园地和林地的指标上有较大富余,主要是由于进行适宜性评价时考虑了海陆全域空间,因此土地总量上会有所增加,填海造地仍将是锦葫地区的发展趋势;结合适宜用地分布图(附图7)可以看出,向海岸带延伸的景观类型主要包括建设用地和园地、林地,海岸带地区适宜生态敏感带林地的建设,构建沿海生态绿色廊道,协调建设用地与生态保护林地的空间布局有助于构建生态安全格局。

本研究对锦葫沿海地区的自然环境特征、土地资源开发利用现状、环境保护总体规划、生态保护与建设需求等一系列因素进行系统地分析,筛选一定的生态因子对土地进行生态适宜性评价,考虑到区域内各种自然生态景观资源和各生态要素之间的关系、区域生态系统的稳定和发展,来划定土地生态适宜性分区,并确定各类型区域的土地用途。生态适宜性评价有利于从开发建设的根源上控制和减少人类活动对生态系统的不利影响,促进城市建设和生态建设的协调发展。该评价结果可为土地利用规划、区域规划等提供决策辅助,同时需进一步融合城市规划、景观生态学、城市生态学等相关知识,为景观格局空间优化奠定基础,如在此基础上可以开展城镇空间发展布局、构建区域生态安全格局、绿色空间规划等工作。

### 参考文献:

[1] 蔡玉梅,董祚继,邓红蒂,等. FAO土地利用规划研究进

展评述[J]. 地理科学进展,2005,24(1):70-78.

- [2] 姚士谋,陆大道,王聪,等. 中国城镇化需要综合性的科学思维[J]. 地理研究,2011,30(11):1947-1955.
- [3] 陈颖,吴柏清. 基于GIS的土地适宜性评价:以四川省马尔康县为例[J]. 水土保持研究,2010,17(4):100-103.
- [4] 刘忠秀,谢爱良. 区域多目标土地适宜性评价研究:以临沂市为例[J]. 水土保持研究,2008,15(1):176-178.
- [5] 刘摇岳. 基于适宜性分析与GIS的长沙市大河西先导区城市绿道网络设计[J]. 生态学杂志,2012,31(2):426-432.
- [6] 张力小. 中国北方农牧交错带农牧业选择适宜性分析:以科尔沁沙地为例[J]. 水土保持研究,2007,14(5):44-47.
- [7] 霍震,李亚光. 基于GIS的滇池流域人居环境适宜性评价研究[J]. 水土保持研究,2010,17(1):159-162.
- [8] 张浩,赵智杰. 基于GIS的城市用地生态适宜性评价研究:综合生态足迹分析与生态系统服务[J]. 北京大学学报:自然科学版,2011,47(3):531-538.
- [9] 林杰,徐文轩,杨维康,等. 卡拉麦里山有蹄类自然保护区蒙古野驴生境适宜性评价[J]. 生物多样性,2012,20(4):411-419.
- [10] 苏宁征. 福建省东北部沿海土地生态适宜性分析[J]. 海峡科学,2010(6):20-23.
- [11] 史同广,郑国强,王智勇,等. 中国土地适宜性评价研究进展[J]. 地理科学进展,2007,26(2):106-115.
- [12] Svoray T, Bannet T. Urban land-use allocation in a Mediterranean ecotone:habitat Heterogeneity Model incorporated in a GIS using a multi-criteria mechanism[J]. Landscape and urban planning,2005,72(4):337-351.
- [13] 邱炳文,池天河,王钦敏,等. GIS在土地适宜性评价中的应用与展望[J]. 地理与地理信息科学,2004,20(5):20-23.
- [14] 苏雷,朱京海,胡克梅,等. 基于CA模型的城市空间扩展模拟预测:以锦葫沿海地区为例[J]. 国土资源遥感,2012,24(3):129-134.
- [15] 张东明,吕翠华. GIS支持下的城市建设用地适宜性评价[J]. 测绘通报,2010(8):62-64.