

滨江地区土地利用的生态适宜性评价方法

——以镇江新民洲为例

徐康, 戴靓, 吴绍华, 周生路

(南京大学地理与海洋科学学院 南京 210093)

摘 要: 生态适宜性评价是城市开发建设的一项基础性工作, 而滨江城市的土地生态适宜性和开发利用合理性也日益成为关注的焦点。文章以江苏省镇江市新民洲港区总体规划区土地为例, 基于 GIS 空间数据分析和层次分析法 (AHP 法), 对城市土地生态适宜性进行综合评价。该方法首先依据选择城市的区位、气象、水文和地质条件, 以及主要土地利用类型, 建立土地生态适宜性评价指标体系, 再采用 AHP 法确定各评价因子权重值; 然后对各种用地类型进行因子生态适宜度评价; 最终通过地图叠加, 生成综合的城市用地生态适宜度分布图。新民洲的土地生态适宜性评价结果可为其优化土地利用结构、布局 and 生态保护提供依据。

关键词: 滨江; 城市土地; 生态适宜性评价; 新民洲

城市土地适宜性评价是城市总体规划中的一项重要基础性工作, 其核心就是合理分配利用有限的土地资源^[1]。其作用是明确土地对每一种类型的适宜程度和适宜程度的数量、质量及结构特征, 揭示影响确定利用类型的限制性因子及其限制程度^[2]。利用评价指标得出的结论, 可以指导规划在保护和合理利用优先土地资源的同时, 兼顾生态效益, 以达到城市规划中人与自然和谐共存的目的。

随着科技的进步, 通过软件进行土地的适宜性评价已可实现。尤其是基于地理信息系统技术进行土地适应性评价, 可充分利用已有数据资源, 实现土地评价过程的系统化和自动化, 并为土地管理和规划提供准确、可靠的依据^[3]。国内已有一些应用 GIS 技术进行土地适宜性评价的系统, 这些系统利用 GIS 软件来显示空间数据和分析计算。梁涛等^[4]以江西省萍乡市总体规划区土地生态适宜性评价为例, 以工业用地、居住用地、农业用地和林业用地为评价要素, 生成综合的城市用地生态适宜度分布图, 从而从空间上相对准确地表征了不同类型土地的生态适宜度, 获得很好的效果; 郑文武等^[5]采用变异系数法确定了耕地、建设用地和林地的指标权重, 并基于 GIS 技术, 应用模糊综合

评价方法, 建立了衡阳盆地的土地适宜性评价模型, 对衡阳盆地的土地利用适宜性进行了评价。相对于传统的纯数值评价方法, 基于 GIS 的土地适宜性评价方法是将数值计算与图形处理有机地结合起来, 具有简洁、直观、易操作和快速等特点^[6]。

近年来, 生态环保日益成为人们的关注焦点, 作为城市土地适宜性评价的一个重要分支, 城市土地生态适宜性评价逐渐被各个地区重视, 许多学者都利用地理信息系统工具等一系列手段, 对适宜性评价中环境的影响做了大量研究^[7]。城市土地生态适宜性的概念最早是由美国著名的景观规划大师麦克哈咯在《Design With Nature》一书中提出的, 他认为“土地生态适宜性是指由土地具有的水文、地理、地形、地质、生物和人文等特征所决定的, 对特定、持续性用途的固有适宜性程度”^[8]。笔者针对新民洲的社会、经济和人文发展状况, 根据经济发展和生态保护和谐共存的原则, 并充分尊重新民洲目前土地利用现状, 对土地利用类型进行生态适宜性评价。利用生态适宜性评价方法可为新民洲城市布局选择优化方案, 同时也为其他城市进行土地生态适宜性评价提供了一个可行的方法参考。

1 研究区概况

新民洲位于江苏省镇江市长江北岸，南临长江、东西北三面与扬州市相接，距离江苏省会南京市 60 km，距离上海市 230 km，毗邻京杭大运河与长江“十字口”交汇处，交通便捷，区位优势明显。新民洲气候温润，四季分明。年平均气温 15.2℃，境内冬季多偏西北风、夏季多偏东南风。规划区主要水体为长江，所辖江段属感潮河段，规划区内地势平坦，河流沟谷多为西—东向，属长江水系。地下水资源丰富。新民洲地质稳定性较好，地貌分区属于长江下游冲积平原区，地貌类型属长江三角洲平原中的新三角洲平原。

2 研究方法

2.1 主要评价内容与技术路线

根据镇江新民洲规划内容、各类用地现状、生态敏感性以及对文献回顾分析所得用地类型的要求，将新民洲土地利用类型分为 4 类，分别为游憩用地、农业用地、居住用地和产业用地，对 4 种用地类型分别进行适宜性评价。

技术路线步骤：首先通过实地调查和资料收集，对研究区进行详尽研究，选取符合研究区实际的评价要素和评价因子，并用 AHP 法确定各因子的权重，利用 GIS 技术对评价因子进行整合，最后在 GIS 系统中对评价因子进行叠加运算，得出研究区的生态适宜性分布图，研究技术路线见图 1。

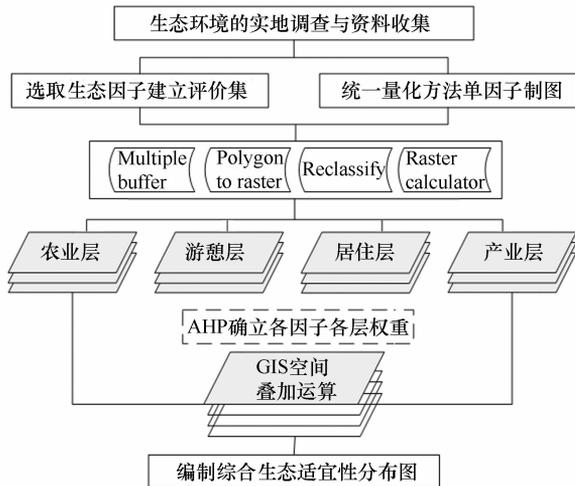


图 1 土地利用生态适宜性评价技术路线

2.2 评价指标体系

2.2.1 评价体系确定

建立评价体系包括两方面：一是评价要素及其因子的选择；二是权重的确定。目前，国内外学者主要依据土地利用类型对生态适宜性的评价要素进行确定。根据主导性、系统性、可操作性、定量与定性相结合的原则，借鉴之前学者研究成果，结合研究区实际，从以下 4 种主要的用地类型确定土地的生态适宜性因子。

农业用地（这里指耕地）指供给粮食和蔬菜等农产品及其为农业作保障的用地，耕地适宜性评价用于评定土地进行农作物种植的适宜性程度^[9]。武强等^[10]以河北省邱县农业土地适宜性评价为例，运用 GIS 技术和多源信息复合原理对农业用地的自然、社会属性进行综合评价，应用层次分析法确定因子对土地适宜性的贡献率。

产业用地指工业用地及配套设施用地。近年来，我国城市化发展突飞猛进，区域发展规划亟待完善，区域生态适宜性评价亟须开展。区域工业用地生态适宜性评价从保护城市生态环境的角度为城市的土地利用提出建议，是城市规划方法的有益尝试和补充^[11]。

游憩用地指与旅游活动有关的用地类型，包括当地文化遗址和不可开发的湿地生等生态敏感性高的生态资源。随着 GIS 应用的不断深入和扩展，GIS 的空间分析功能也在旅游资源分布^[12]和旅游区分析规划^[13]等方面的应用也日趋广泛。梁红玲等^[14]以长沙市为例，采用模糊层次分析法确定评价因子权重，并在 GIS 技术的支持下，从空间上对其旅游开发的生态适宜性进行了综合评价。

居住用地指居住用地及居住配套设施用地。郑文发等^[15]以上海市奉贤区为例，综合考虑自然环境，土地利用和服务设施等因素，建立评价指标体系，对奉贤区的城镇居住区进行适宜性评价。朱雪欣等^[16]利用 GIS 的空间分析和统计功能，根据影响农村居民点区位的自然、社会、经济和环境因素的适宜分值，利用最小限制因子方法，将佛冈县农村居民点划分为城镇转化型、城乡联合型、发展型、限制发展型和迁弃型 5 种整理。为农居整理活动提供科学依据。

在选择评价要素的基础上,对评价因子进行了删选,主要有:商服繁华度、特色防护林、环境质量、旅游资源、可达性、地形起伏(包括坡度和高程)、灌溉保证度、土壤质量、土地利用、配套设施、绿地、风向、物流运输、港区和保护区等 15 个评价因子。对评价因子的选择,原则上应尽可能全面地反映对各类用地生态适应性的影响因素,但在实际的操作中,有些具体因素常常会受到数据可获取性的限制。

2.2.2 指标权重的确定

权重把握的准确与否决定着评价结果的科学性与合理性,是土地生态适宜性评价的关键。对此,通过层次分析法(AHP)确定评价因子权重,对区域土地的生态适宜性进行评价。建立层次结构模型,构造土地生态适宜性因子两两判断矩阵,以问卷的方式,邀请多位专家对评价体系中各指标用标度方法进行两两比较打分,并采用层次分析法求得判断矩阵的特征向量和特征值,再计算各评价因子的权重。

具体步骤为:首先将专家打分的判断矩阵按列归一化。

$$\bar{b}_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{k=1}^n b_{kj}}, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

再对按列归一化的矩阵再按行求和。

$$\bar{w}_i = \sum_{j=1}^n \bar{b}_{ij}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

然后将向量归一化,得到特征向量,也就是求得评价因子的权重。

$$w_i = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{w}_i}, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

最后通过一致性检验来判断所确定的权重值是否接近客观实际。通过该种判,能够在一定程度上缓解传统的专家打分法确定权重值的主观性。具体检验方法如下。

首先计算最大特征向量。

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(A\omega)_i}{n\omega_i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}\omega_j}{\omega_i} \quad (4)$$

* $(A\omega)_i$ 表示向量 $A\omega$ 的第 i 个分量

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

通过查询平均随机一致性指标 $R.I.$,并结合计算一致性指标 $C.I.$,来演算进行检验其一致性检验 $C.R.$ (consistency ratio)

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (6)$$

当 $C.R. < 0.1$ 时,认为判断矩阵的一致性是可以接受的。通过上述运算,最终得到的土地的生态适宜性评价量化指标与因子权重(表 1)。

表 1 土地的生态适宜性评价量化体系

评价要素	评价因子	量化方法	权重	C. I.	R. I.	C. R.	检验
游憩层	商服繁华度	到商业区的距离	0.062	0.017	1.120	0.015	通过
	可达性	到道路的距离	0.099				
	环境质量	到工业区的距离	0.262				
	旅游资源	资源丰富度	0.416				
	特色防护林	到防护林的距离	0.161				
农业层	地形起伏	单元坡度值	0.143	0.029	1.120	0.026	通过
		单元高程值	0.143				
	大气敏感度	到工业区的距离	0.083				
	灌溉保证度	到水系的距离	0.215				
	土壤质量	地类图斑重采样	0.415				
居住层	环境质量	到工业区的距离	0.065	0.024	1.240	0.019	通过
	交通	到道路的距离	0.160				
	商服繁华度	到商业区的距离	0.102				
	绿地	到绿地的距离	0.043				
	配套设施	到基础设施的距离	0.249				
	土地利用	地类图斑重采样	0.379				

续表

评价要素	评价因子	量化方法	权重	C. I.	R. I.	C. R.	检验
产业层	风向	风向	0.271	0.005	0.900	0.005	通过
	保护区	到保护区的距离	0.482				
	港区	到港区的距离	0.157				
	物流运输	到道路的距离	0.088				

注: C. R. < 0.1, 则通过 AHP 的一致性检验.

从表 1 可以看出, 全部的量化指标与因子权重检验结果小于 0.1, 全部通过检验。

2.2.3 地图叠加的评价方法

对单一用地类型的生态适宜性评价时运用了 GIS 技术平台。首先将各生态因子的统计数据用评价标准进行定量化处理, 确定评价因子适宜度属性值; 再将各专题地图, 如土地利用现状图、城市污染区和工业区位置示意图、储备用地示意图、高程图、坡度图、城市交通图和城市水系分布图等信息录入, 经校准后使其成为具有地理坐标的底图; 然后将各个图层进行数字化, 并将评价因子属性值输入底图属性数据库, 生成矢量格式的适宜性评价的各因子图; 最后将适宜性评价因子图经过缓冲区处理、栅格化处理生成栅格格式的各用地类型适宜度分布图。这里通常将用地类型适宜程度分为若干的等级, 并分别赋值, 绿色区域为适宜度强的地区, 红色区域为基本不适宜地区。

3 适宜性评价结果与分析

3.1 游憩适宜性评价

游憩适宜性最强的地区主要在北部新民河边的特色防护林、青春河东部的整块绿地林地、兴港路与长江间水系环绕的湿地缓冲区; 最弱的主要分布在西边的工业和中心的高服设施等缓冲区内; 中等适宜的区域集中在青春河、北京河、朝阳河和新民河包围起来的耕地区和零散的农场、树林、大棚和有机稻田等缓冲区。因游憩用地其生态脆弱性的特点, 故需加以保护。

3.2 农业适宜性评价

最适宜农业发展的地区主要分布在兴港路以北和特色防护林以南地区, 主要分布在红旗村周边。农业适宜性最强的地区, 基本与游憩适应性中等的地区一致, 其适宜性中等的地区

也分布于游憩适宜性较好的区域, 而最弱的地区除游憩适宜性较弱地区, 不仅有西南部的临港工业区, 还有提防、道路和市政基础设施等。

3.3 居住适宜性评价

居住适宜性最强的地区集中在新民洲青春河、朝阳河和北京河两两相交处, 横港路与通港路交叉的十字区内, 这片区域, 水系发达, 道路便捷; 其也是新民洲商业服务业最发达地区, 市政服务设施最为完备的地区。以此处为中心, 居住适宜度向四周递减, 新民洲西部由于有临港工业区, 故较不适宜居住。

3.4 产业适宜性评价

新民洲临长江, 水系较为发达, 产业定位以临港产业为主, 在产业适宜性评价要素及因子权重充分考虑风向、交通通达性以及保护区范围, 而且要充分尊重土地利用现状和之前总体规划, 因此, 产业用地适宜区主要集中于下风向的临江岸线的西部; 且产业适宜性最强的地区是游憩、农业、居住适宜性都较差的地区; 产业适宜性最弱的地区主要是湿地、农用地和居住区适宜性最好的地区。

最后利用“Raster calculator”功能, 并增加以上 4 类用地的适宜度特征, 对评价要素栅格进行叠加分析, 对新民洲的土地开发利用进行综合评判。

新民洲北部与扬州交接处分布有特色防护林, 东南部地区水域相间, 是具有生物多样性特征的湿地, 临近国家重点保护的豚类保护区, 不适合人为高强度开发, 适宜游憩用地进行规划。在青春河以西, 农业适宜性相对较好, 可进行生态高效农业生产, 可以主要以大棚菜地和有机稻田等其他形式开展生产经营, 北京河以东是整片基本农田, 也可划定为农业用地片区。另外, 为促进节约集约用地, 居民点应在

公共基础设施周围集聚,故划定新民洲青春河、朝阳河和北京河两两相交处,划定为居住用地片区。长江与兴港路西侧是产业适宜性较强,主要依靠长江在新民洲段的港口,适宜发展临港工业,以江滨港口产业为导向的工业片区在此发展不仅得天独厚,于生态角度出发的适宜性也最好。

4 结论与讨论

对城市建设用地的生态适宜性评价是科学合理用地的前提,应用GIS技术和土地适宜性评价方法,对镇江市新民洲的游憩用地、农业用地、居住用地和产业用地4种用地类型,从一个较为客观的角度,进行了规划区的土地利用适宜性评价,可以减少决策失误,造成城市生态环境的破坏。本研究中所提出的采用多因子综合评价方法,综合考虑商服繁华度、环境质量、旅游资源、可达性、灌溉保证度、土地利用、配套设施、风向、物流运输和港区等因子,使评价结果更加可靠,运用系统复杂性的多层次权重分析法,提高了评价的效率,并将评价结果以图形方式直观的表现出来,为今后新民洲的土地利用规划的制定和实施提供了决策依据。

在实际操作中,虽然一致性检验在一定程度上缓解了专家赋值打分的主观性,但也不能完全避免,这是人为干扰因素之一;基于GIS技术的土地生态适宜性评价方法在资料获取上,还可能做到更为详尽。如获取的资料越翔实,则可增加的评价要素和评价因子就越多,所得出的结论就越接近实际;在适宜性分区整合方面,需和目前规划相一致,适宜性分区图只是在大的框架上对各用地类型进行划分,在操作中还要结合实际;关于城市生态规划的指标,缺乏一个统一标准,很难提出一套完整的评价要素和评价因子标准,来对城市土地的生态适宜性进行评价。

参考文献

[1] 李猷,王仰麟,彭建,等.基于景观生态的城市土地开发适宜性评价:以丹东市为例[J].生态学报,2010,30(8):2141-2150.

- [2] 武强,陈萍,董东林,等.基GIS的农业土地适应性评价系统研制技术[J].中国矿业大学学报,2001,30(4):379-384.
- [3] 夏敏,赵小敏,张佳宝,等.基于GIS的土地适应性评价决策支持系统:以南京市江宁区淳化镇为例[J].长江流域资源与环境,2006,15(3):325-329.
- [4] 梁涛,蔡春霞,刘民,等.城市土地的生态适宜性评价方法:以江西萍乡市为例[J].地理研究,2007,26(4):782-788.
- [5] 郑文武,田亚平.衡阳盆地土地适宜性评价[J].衡阳师范学院学报,2011,32(3):80-84.
- [6] 余坤勇,刘健,黄维友,等.基于GIS技术的闽江流域生态脆弱性分析[J].福建林学院学报,2009,31(3):568-573.
- [7] THERIVEL R. Strategic environmental assessment of development plans in Great Britain[J]. Environmental Impact Assessment Review, 1998, 18: 39-57.
- [8] MCHARG I L. Design with nature[M]. New York: Nature History Press, 1969.
- [9] 许倍慎,周勇,李冀云.基于GIS的耕地多目标适宜性评价在土地利用规划中的应用:以湖北省老河口市为例[J].华中师范大学学报:自然科学版,2008,42(2):286-290.
- [10] 武强,陈萍,董东林,等.基于GIS技术的农业土地适宜性综合评价[J].工程勘察,2001(4):44-51.
- [11] 陈燕飞,杜鹏飞,郑筱津,等.基于GIS的南宁市建设用地区生态适宜性评价[J].清华大学学报:自然科学版,2006,46(6):801-804.
- [12] 郭来喜,吴必虎,刘锋,等.中国旅游资源分类系统与类型评价[J].地理学报,2000,5(3):294-301.
- [13] 蒋勇军,况明生,齐代华,等.基于GIS的重庆市旅游资源评价、分析与规划研究[J].自然资源学报,2004,19(1):38-46.
- [14] 梁红玲,李忠武,叶芳毅,等.长沙市旅游开发生态适宜性评价[J].城市环境与城市生态,2009,22(6):31-34.
- [15] 郑文发,蔡永立,周昭英.城镇居住区土地适宜性评价与优化对策:以上海市奉贤区为例[J].华东师范大学学报:自然科学版,2011,3(2):108-118.
- [16] 朱雪欣,王红梅.基于GIS的农村居民点区位评价与空间格局优化[J].农业工程学报,2010,26(6):326-333.