

引用格式: 孟霖, 郭杰, 孙驰, 等. 基于供求关系的城镇建设用地适宜性评价——以扬州市为例[J]. 资源科学, 2018, 40(1): 11-21. [Meng L, Guo J, Sun C, et al. Suitability evaluation of urban construction land based on supply and demand in Yangzhou City [J]. *Resources Science*, 2018, 40(1): 11-21.] DOI: 10.18402/resci.2018.01.02

基于供求关系的城镇建设用地适宜性评价 ——以扬州市为例

孟霖¹, 郭杰^{1,2,3}, 孙驰¹, 欧名豪^{1,2,3}

(1. 南京农业大学土地管理学院, 南京 210095;

2. 统筹城乡发展与土地管理创新研究基地, 南京 210095;

3. 农村土地资源利用与整治国家地方联合工程研究中心, 南京 210095)

摘要: 本文基于供求理论构建城镇建设用地适宜性评价指标体系, 应用BP神经网络模型测算城镇建设用地适宜性, 以期城镇建设用地的科学配置奠定理论与实践基础, 实现区域土地资源的可持续利用。研究结果表明, ①基于供求理论, 可以从本底条件、技术水平、区位交通、集约程度、人口密度、经济发展等方面构建城镇建设用地适宜性评价指标体系; ②BP神经网络可准确反映各评价单元的城镇建设用地适宜性, 有助于提高城镇建设用地适宜性评价结果的精度; ③根据测算结果可将研究区分为四个区域: 高度适宜区可进行大规模城镇建设用地开发, 但应注重城镇建设用地组团式发展, 促进产业结构优化升级; 基本适宜区可依靠高度适宜区发展, 适度开发城镇建设用地; 勉强适宜区城镇建设用地开发受限条件多, 以基本农田与生态保护优先, 选择性发展具有自然生态保护和经济效益的绿色产业; 不适宜区应注重通过政策扶持, 保障粮食安全和生态安全; ④将城镇建设用地适宜性评价结果与《扬州市土地利用总体规划(2006—2020年)》中新增城镇建设用地布局对比分析表明, 规划新增城镇建设用地配置基本满足区域供求关系, 但有部分位于勉强适宜区与不适宜区, 建议将区内部分或全部规划新增城镇建设用地剔除或调整至高度适宜区与基本适宜区。

关键词: 城镇建设用地; 适宜性评价; 供求理论; BP神经网络; 扬州市

DOI: 10.18402/resci.2018.01.02

1 引言

改革开放以来, 随着城市化和工业化进程的快速推进, 城镇建设用地扩张迅速。现阶段中国城镇建设用地仍以外延扩张为主^[1], 过多追求经济效益而忽略土地转换为城镇建设用地的适宜性, 导致大量优质农田和生态用地被侵占, 区域可持续发展面临严峻挑战^[2,3]。城镇建设用地适宜性评价通过测算潜在土地利用空间作为城镇建设用地的适宜程度, 为城镇建设用地的开发提供依据, 有利于优化土地利用结构, 协调经济发展与资源环境保护的关

系, 实现区域可持续发展。

目前城镇建设用地适宜性评价多采用LSEM方法。20世纪50年代, 美国景观规划师I.L.McHarg提出“地图叠加法”, 随后被引入土地适宜性分析, 学者们进一步创建了基于GIS的土地适宜性评价模型Land Suitability Evaluation Model(简称LSEM), 其它方法多是其拓展^[4,5]。LSEM主要分为构建评价指标体系和确定因子权重两部分^[6,7]。应用过程中, 现有研究多基于“自然-经济-社会”, 选择相应指标建立城镇建设用地适宜性评价指标体系, 缺少系统的理论

收稿日期: 2017-05-10; 修订日期: 2017-11-14

基金项目: 国家自然科学基金项目(71774086); 国家自然科学基金项目(71774085); 江苏省普通高校学术学位研究生创新计划项目(KYLX15_0540)。

作者简介: 孟霖, 女, 山东济南市人, 博士生, 主要研究方向为土地利用规划与管理。E-mail: 465545167@qq.com

通讯作者: 欧名豪, E-mail: mhou@njau.edu.cn

分析^[4,8,9]。同时,城镇建设用地适宜性评价因子权重确定主要采用两种方法:一是主观赋权法,如特尔菲法、层次分析法等^[6,10],其决策者一般是专家,权重的确定很大程度上取决于专家的知识、经验及其偏好状况,虽体现了决策者的意图和直觉,有利于表现系统的一致性和均衡性,但人为确定权重有可能夸大或降低某类指标的作用,造成评价结果无法真实的反映出事物间的关系^[7,11,12];二是客观赋权法,如主成分分析法、熵值法和结构方程模型法等^[5,13],主要通过分析指标间的相互关系或各指标值变异程度来确定权重,虽避免了人为因素带来的偏差,但较易忽略决策者主观信息中的重要部分^[14,15],二者均无法准确测算适宜性因子权重。现有研究在应用LSEM过程中,城镇建设用地适宜性评价指标体系构建时缺少系统的理论分析,同时指标权重的测算一定程度上缺乏全面性,弱化了城镇建设用地适宜性评价结果的准确性。土地作为一种“特殊商品”,其开发适宜性受市场运行基本关系——供求关系的制约,城镇建设用地适宜性必然受供求理论影响,部分学者基于供求理论研究了一系列城镇土地问题,但较少应用于城镇建设用地适宜性评价中^[16-18]。同时,BP神经网络作为一种重要人工神经网络模型,可通过模拟动物神经网络特征对信息进行处理,把隐性变量对结果造成的影响作为整体纳入计算过程中,跨越传统评价中的专家打分环节得到评价结果,在一定程度上避免主观因素对结果的影响,被逐渐引入土地生态问题研究中,但较少应用于城镇建设用地适宜性评价权重测度^[19-21]。

因此,本文以扬州市为例,利用LSEM方法,基于供求理论构建城镇建设用地适宜性评价理论框架,借助BP神经网络良好的泛化能力和容错能力,结合现有规程与文献中城镇建设用地适宜性等级划分标准,以适宜性分级的临界值作为训练样本,并运用克里金线性插值函数进行样本扩充,测算研究区城镇建设用地开发的适宜性,避免权重确定的完全主观性和对客观数据的过分依赖性,以期丰富城镇建设用地适宜性评价内涵,引导区域城镇建设用地合理配置,为土地利用规划方案的科学制定提供参考,实现区域土地资源的可持续利用。

2 研究区概况与数据来源

2.1 研究区概况

扬州市地处江苏省中部,长江下游北岸,江淮

平原南端,是南京都市圈和长三角城市群城市。境内水系发达,河流众多,地形西高东低,京杭运河以东、通扬运河以北为里下河地区,沿江和沿湖一带为平原,自然环境优越,是著名的生态园林城市。随着扬州市经济的快速发展,2005—2013年扬州市城镇建设用地规模由28 031.03hm²增加到44 258.72hm²,增长率达57.89%,扩张十分迅速。与此同时,侵占了大量耕地和生态用地,对区域粮食安全与生态安全造成较大威胁。因此,进行城镇建设用地适宜性评价,有利于为城镇建设用地的科学配置奠定基础,促进区域土地资源可持续利用。

2.2 数据来源及处理

2.2.1 数据来源

距生态保护区距离、距基本农田保护区距离、距公路距离等空间数据取自《扬州市土地利用总体规划(2006—2020年)》^[22]。扬州市DEM图与扬州市2013年土地利用现状图取自扬州市国土资源局调研结果,其中,坡度数据取自扬州市DEM图,距建成区距离、距水域距离、距公路距离等空间数据取自扬州市2013年土地利用现状图。工业技改投入、城镇人口数量、固定资产投资额、二三产业增加值等社会经济数据来源于2006—2014年《扬州统计年鉴》^[23]及各区(县、市)统计年鉴。

2.2.2 数据处理

城镇建设用地适宜性评价对象为潜在的城镇建设用地空间,以90m×90m的栅格为基本评价单元,借助ArcGIS9.3剔除现状城镇建设用地及未来城镇建设不宜或不允许占用的空间,即在土地利用现状图(2013年)上剔除现状城镇建设用地、基本农田、水域、生态保护区等规划所划定的禁止开发区域^[8,15,16],以此作为扬州市城镇建设用地适宜性评价区域。城镇建设用适宜性评价指标中的空间数据通过ArcGIS9.3空间分析功能得到各栅格的评价指标值;各栅格的社会经济数据以行政村作为数据载体,利用克里金线性插值对栅格单元进行指标赋值。通过MATLAB R2010b软件实现城镇建设用地适宜性评价BP网络模型的建立、训练与仿真。

3 研究方法

3.1 城镇建设用地适宜性评价指标体系构建

商品价格受供给与需求制约,供求关系是市场

2018年1月

机制运行的基础^[13,24]。市场经济条件下,作为生产要素之一的土地以“特殊商品”形式进入市场,必然受到供求规律的影响^[25],供求理论是资源合理配置的理论基础^[26]。城镇建设用地适宜性不仅受社会经济发展需求的影响,同样也受供给的制约,城镇建设用地规模实际上是土地供给与需求相互作用下的动态均衡^[1]。由于城镇建设用地作为土地资源被设置为固定用途——用于城市社会经济发展,因此城镇建设用地供给主要为经济供给,即以无弹性的自然供给为基础,并受本底条件、技术水平、区位交通、土地利用集约化程度等条件制约^[25],导致城镇建设用地供给存在极限;而伴随社会经济快速发展,人口密度增加导致生活空间需求增大,经济发展规模变高导致生产空间需求增强,促使城镇建设用地需求量不断增长。有限的城镇建设用地供给与不断增长的需求之间产生供求差,通过市场运行机制的调节作用,最终决定城镇建设用地开发的适宜性。因此,本文从土地供给与需求角度,构建城镇建设用地适宜性评价的理论分析框架(见图1、表1)。

3.1.1 供给要素

(1)本底条件。本底条件即适合城镇建设用地开发的自然基础条件,决定了土地自然供给条件,进而影响经济供给弹性^[27],是影响城镇建设用地开发适宜性的重要因素。扬州市地形自西向东呈扇形逐渐倾斜,对城镇建设用地供给适宜性造成一定影响。因此本文选取坡度测度区域本底条件,城镇建设用地宜布局在地势平坦地区,坡度越高,适宜性越低^[6,9]。

(2)技术水平。技术水平越高,人们改造和利用土地的能力越强,不宜利用和难以利用的土地可开

发为城镇建设用地^[16]。故技术水平较高的区域,城镇建设用地经济供给越多,适宜性越高。本文选择代表技术水平的工业技改投入作为衡量区域技术水平的指标。

(3)区位交通。区位交通从建成区影响、生态安全、粮食安全、交通便利度角度选择相应指标。

①到建成区距离是影响城镇建设用地分布最重要的区位因素^[28,29],城市聚集效应表明,距市中心越近,受其辐射作用影响,社会经济活动强度提高,其他用地转变为城市的可能性越大,经济供给越多^[30]。

②城镇建设用地开发应规避生态敏感区,保障区域生态安全:扬州市水域密布,河流、湖泊和水库发挥着重要的生态调节作用,城镇建设用地开发必须兼顾水域的保护^[7,9,14];此外,生态保护区具有重要的生态功

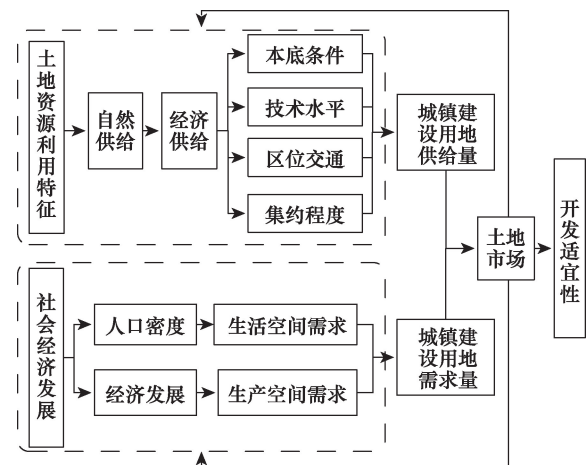


图1 供求影响城镇建设用地适宜性的理论框架

Figure 1 The theoretical framework of supply and demand factors affecting the evaluation of urban construction land

表1 扬州市城镇建设用地适宜性评价指标体系

Table 1 Index system of suitability evaluation of urban construction land in Yangzhou City

目标层	准则层一	准则层二	指标层/单位	变量说明
城镇建设用地适宜性评价	供给要素	本底条件	坡度/°	栅格的坡度
		技术水平	工业技改投入/万元	对技术研发的投入
		区位交通	距建成区距离/m	栅格到最近建成区距离
			距水域距离/m	栅格到最近河流、湖泊、水库的平均距离
			距生态保护区距离/m	栅格到最近生态保护区距离
			距基本农田保护区距离/m	栅格到最近基本农田保护区距离
	需求要素	集约程度	地均固定资产投资/(万元/hm ²)	栅格所在行政村(街道)的固定资产投资/区域城镇建设用地面积
		人口密度	城镇人口密度/(人/km ²)	栅格所在行政村(街道)的城镇人口数量/区域总面积
		经济发展	二、三产业增加值/(万元)	表示二、三产业增加值

能,但一定程度上制约城镇建设用地的扩展^[15,21,31]。
 ③城镇建设用地的扩张不能以牺牲耕地为代价,基本农田保护区的划定是保障区域粮食安全的重要举措,一般情况下,距基本农田保护区距离越近,越不适宜作为城镇建设用地^[10]。④城市扩张对交通具有一定的追随感,交通通达度通过提高接受外部市场辐射的便利度、降低运输成本来提高土地经济供给^[16,32]。因此本文选择距建成区距离、距水域距离、距生态保护区距离、距基本农田保护区距离、距公路距离作为衡量区位交通的重要指标,其中生态保护区范围为《扬州生态市建设规划(2000-2020)》^[33]水域以外的一级管控区域^[15,21]。

(4)集约程度。根据哈罗德-多马模型(Harrod-Domar)、阿罗模型(Arrow)等模型,集约利用水平反映土地-资本的替代关系,若其他变量不变,仅考虑土地与资本两个要素对经济的贡献,资本可拉动经济增长,土地与资本可实现技术替代^[34],故集约程度越高的区域,城镇建设用地开发量可适当减少,适宜性降低。本文选择地均固定资产投资作为衡量土地集约程度的指标^[35]。

3.1.2 需求要素

(1)人口密度。人地关系中,人类居于主导地位,是影响土地需求的根本因素^[16,25]。城镇人口密度增加造成土地资源利用压力与土地空间压力变大,导致生活空间需求增长,城镇建设用地开发适宜性提高^[16],故本文选择城镇人口密度作为衡量城镇建设用地需求的指标之一。

(2)经济发展。区域经济发展需要生产要素的投入,而城镇建设用地作为城镇建设、产业发展的主要载体,受经济发展规模的影响。经济发展的总量特征影响城镇用地的需求,进而驱动其规模变化^[37],经济发展水平越高,城镇建设用地适宜性越高。城镇建设用地是二、三产业的主要载体,故选择二、三产业增加值作为衡量经济发展水平的重要指标。

3.2 城镇建设用地适宜性评价分级标准确定

依据《土地评价纲要》^[38]中土地适宜性评价分级标准,将扬州市城镇建设用地适宜性划分为高度适宜、基本适宜、勉强适宜、不适宜四级。考虑到不同指标对城镇建设用地适宜性影响程度存在差异,因此对单因子同样划分为高度适宜、基本适宜、勉强适宜、不适宜四个等级,根据现有规程与相关研究,构建扬州市城镇建设用地适宜等级分级标准。其中,坡度参考中国地形地貌划分标准及相关研究分级^[7,14,15,39];距建成区距离借鉴《城市用地分类与规划建设用地分类标准》^[40]以及现有文献中的分级方案^[30,41];距水域距离、距生态保护区距离依据《扬州生态市建设规划(2000-2020)》^[33]、《江苏省重要生态功能保护区区域规划》^[42]、《扬州市生态红线区域优化调整论证报告》^[43]及相关研究进行分级^[5,17];距公路距离参考《江苏省公路条例》^[44]及其他相关研究进行量化分级^[28,45];距基本农田保护区距离参照已有研究量化分级^[37,46];工业技改投入、地均固定资产投资、城镇人口密度、二三产业增加值采用自然段点法划分为四级^[13-16](见表2)。

表2 扬州市城镇建设用地适宜等级分级标准

Table 2 Grading standard of urban construction land suitability in Yangzhou City

目标层	准则层一	准则层二	指标层	城镇建设用地适宜等级			
				高度适宜	基本适宜	勉强适宜	不适宜
城镇 建设 用地 适宜 性	供给 要素	本底条件	坡度/°	0.00~5.00	5.00~10.00	10.00~15.00	>15.00
			工业技改投入/万元	>119.00	66.00~119.00	36.00~66.00	0.00~36.00
		区位交通	距建成区距离/m	0.00~500.00	500.00~1 500.00	1 500.00~3 000.00	>3 000.00
			距水域距离/m	>3 000.00	2 000.00~3 000.00	1 500.00~2 000.00	0.00~1 500.00
			距生态保护区距离/m	>1 000.00	800.00~1 000.00	500.00~800.00	0.00~500.00
			距基本农田保护区距离/m	>800.00	500.00~800.00	200.00~500.00	0.00~200.00
			距公路距离/m	0.00~300.00	300.00~1 000.00	1 000.00~2 000.00	>2 000.00
	需求 要素	集约程度	地均固定资产投资/(万元/hm ²)	0.00~0.30	0.30~0.80	0.80~1.60	>1.60
		人口密度	城镇人口密度/(人/km ²)	>500.00	500.00~350.00	350.00~200.00	0.00~200.00
		经济发展	二、三产业增加值/万元	>1 052.00	441.00~1 052.00	156.00~441.00	0~156.00

2018年1月

3.3 BP网络模型训练样本选择与扩充

训练样本的选择是BP神经网络构建的关键,直接影响BP网络模型训练效果和城镇建设用地适宜性评价的结果^[47,48]。将城镇建设用地适宜性评价BP神经网络模型的期望输出值限制在0到1之间,设定期望输出1.00~0.75为高度适宜,0.75~0.50为基本适宜,0.50~0.25为勉强适宜,0.25~0.00为不适宜。以扬州市城镇建设用地适宜性等级分级的临界值作为训练样本,样本期望输出分别设置为1.00、0.75、0.50、0.00,构成了四组样本数据(见表3)。

尽管上述样本具有很强的代表性,但仅用此四组训练样本作为网络输入对BP网络进行训练,由于样本数量太少,网络容易出现“过拟合”现象,导致识别结果不理想^[49]。因此,应对样本进行扩充,在每级标准值之间运用克里金线性插值函数再生成99组样本数据^[47]。共有400组样本数据用于网络训练,以保证有足够数量的样本数据对BP网络进行训练,提高BP网络模型的精确性和适用性。

3.4 城镇建设用地适宜性评价

3.4.1 城镇建设用地适宜性评价BP网络模型构建

依据网络模型实际需要和指标数据的特点,确定扬州市城镇建设用地适宜性评价BP网络模型为:由含有10个输入节点的输入层、9个隐含节点的隐含层和1个输出节点的输出层构成的3层BP网络模型,其中隐含层节点数通过试凑法确定^[47]。

由于城镇建设用地适宜性指数的输出范围在(0,1)之间,确定中间层选择logsig函数,输出层均采用学习速度较快的双曲正切tansig函数。因为L-M(Levenberg-Marquardt)算法具有比traingdx(动量BP算法)和traingd(最速下降BP算法)收敛速度快、

训练精度高的特点,并且对大中型BP网络有更好的训练效果^[45-47],因此选择其作为本次的学习算法。

3.4.2 网络训练与仿真

(1)网络模型训练:将BP网络的训练样本数据集作为 P_i ,目标数据集作为 T_i 。在网络模型训练之前,首先应当对 P_i 和 T_i 进行数据转置,使得 P_i 和 T_i 的列数据相对应,并且需要对 P_i 进行数据归一化处理(公式(1)),以便消除量纲的影响,提高网络收敛速度^[49]。

$$x_i = (x_0 - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (1)$$

式中 x_0 为初始指标值; x_{\min} 为最小指标值; x_{\max} 为最大指标值; x_i 为标准化后的指标值。

数据转置和归一化处理完成后即可建立BP网络模型,在MATLAB R2010b软件中编写代码进行网络训练。经过48次训练循环,误差小于 0.01×10^{-8} ,达到设定精度要求,训练结束,网络最终均方误差(MSE)为 0.99×10^{-8} 。

(2)网络性能评价:从BP网络模型训练的误差曲线变化情况来看,误差在起初下降较快,随着BP网络训练的进行,误差下降速度变得平缓,并且曲线虽然有所波动,但不断的向目标误差接近,在训练次数为48次时与目标误差直线相交,满足设定的误差精度要求,网络完成训练(见图2)。

通过对样本训练的误差进行分析,样本数据的绝对误差最大值为 0.76×10^{-4} ,最小值为 -0.59×10^{-4} ,样本数据中相对误差的最大值为7.03%,最小值为-7.48%,说明训练好的模型精度较高。通过相关性分析,训练样本的期望输出值与实际训练结果的相关系数 R 为 0.99×10^{-4} ,说明训练后的网络具有极好的相关性和较小的偏差。网络性能分析结果表明训练后的BP网络能够进行城镇建设用地适宜性评

表3 扬州市城镇建设用地适宜性评价BP模型训练样本

Tab. 3 Samples of urban construction land suitability evaluation based on BP neural network in Yangzhou City

样本编号	坡度 /°	工业技改 投入 /万元	距建城区 距离 /m	距水域 距离 /m	距生态保 护区距离 /m	距基本农田 保护区距离 /m	距公路 距离 /m	地均固定资 产投资万元 /hm ²	城镇人口 密度 /(人/km ²)	二三产业 增加值 /万元	期望 输出	识别
1	0.00	I_1	0.00	I_2	I_3	I_4	0.00	0.30	I_5	I_6	1.00	高度适宜
2	5.00	119.00	500.00	3 000.00	1 000.00	800.00	300.00	0.80	500.00	1 052.00	0.75	基本适宜
3	10.00	66.00	1 500.00	2 000.00	800.00	500.00	1 000.00	1.60	350.00	441.00	0.50	勉强适宜
4	15.00	36.00	3 000.00	1 500.00	500.00	200.00	2 000.00	I_5	200.00	156.00	0.25	不适宜

注: I_1 表示工业技改投入最大值; I_2 距水域距离最大值; I_3 表示距生态保护区距离最大值; I_4 表示距基本农田距离最大值; I_5 表示地均固定资产投资最大值; I_6 表示城镇人口密度最大值; I_7 表示二三产业增加值最大值。

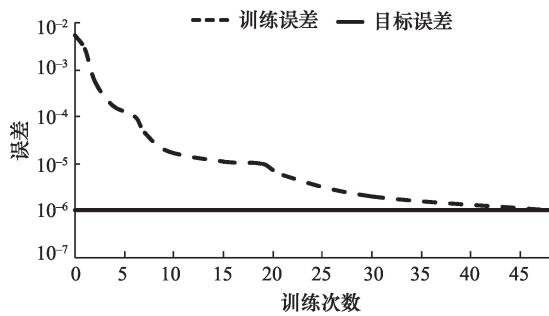


图2 BP网络训练误差曲线

Figure 2 Deviation curve of BP neural network

价仿真应用。

4 结果分析

评价区域总面积为 154 037.04hm²,运用训练好的BP网络模型进行网络仿真,测算各评价单元的城镇建设用地适宜性指数,得到城镇建设用地适宜性评价分级结果。叠加《扬州市土地利用总体规划(2006—2020年)》^[22]中新增城镇建设用地布局,验证规划新增城镇建设用地布局的适宜性^[8,15,39](见图3)。

(1)高度适宜区。总面积67 157.00 hm²,占评价区总规模的43.60%,主要分布于现状城镇建设用地周围,即邗江区的中部、广陵区的西部、江都区的东部和中部、宝应县的西北部和东北部、仪征市的南部以及高邮市的中部,符合城镇建设用地集约发展的要求。该区本底条件优越,以平原地形为主,远离水域、生态保护区等生态敏感区域,距基本农田保护区有一定距离,技术水平略低,交通便利,区位优势明显,土地集约程度较低,城镇人口密集,经济发展水平较高,城镇建设用地供给、需求数量较大,高度适宜城镇建设开发。叠加《扬州市土地利用总体规划(2006—2020年)》^[22]中新增城镇建设用地布局,结果表明高度适宜区包含规划新增城镇建设用地5692.28hm²,占新增规模总量的64.97%,说明规划基本符合区域城镇建设用地供求条件。高度适宜区可进行大规模城镇建设,基于城镇内部的既有优势产业集群,促进城镇建设用地组团式发展,加强组团间基础设施的共享与产业协作;以承接产业转移为契机,注重产业结构优化升级,促进土地资源高效利用;加强水网、绿地等重要生态用地的保护,避免大规模城镇扩张对生态环境造成破坏^[4,15]。

(2)基本适宜区。总面积49 449.80 hm²,占评价

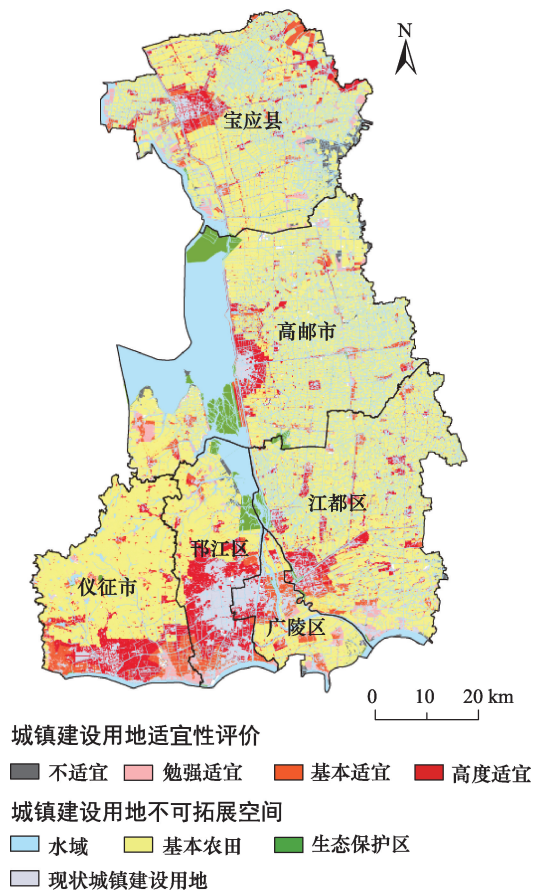


图3 扬州市城镇建设用地适宜性评价结果

Figure 3 Suitability evaluation results of urban construction land in Yangzhou City

区总规模的32.10%,多紧邻高度适宜区,部分分布于现状城镇建设用地周围,即邗江区的北部和西南部、广陵区的东北部、江都区的西南部、仪征市的南部和西南部、宝应县的西部和东北部以及高邮市的西南部。规划新增城镇建设用地2194.03 hm²位于此区域,占新增总量的25.04%。该区城镇建设用地供给与需求条件一般,基本适宜城镇建设用地开发,但部分地区基础设施配套尚未成熟,距离生态敏感区域略近,具有一定生态约束。基本适宜区可依靠高度适宜区发展,适度配置城镇建设用地,严格按照规划中城镇建设重点项目的重要性排序进行有序开发;城镇建设用地开发过程中应适当控制开发强度,避免过度开发导致的城镇建设用地无序蔓延、征而不建和土地闲置等现象;积极引导人口和经济活动的有机集中,促进区域优势企业集群的形成与发展,增强土地利用效率;注重发展第三产

2018年1月

业,推进城镇建设用地立体开发,降低经济发展对土地的依赖程度,提高土地集约利用水平,减缓城镇建设用地增长速度;适当发展无污染工业项目,避免城镇建设用地无序扩张对生态环境的破坏^[7,50]。

(3)勉强适宜区。总面积 28 775.92hm²,占评价区总规模的 18.68%,主要分布于邗江区的北部、广陵区的中部、江都区南部、仪征市的东南部和西北部以及高邮市的西南部,并散状分布于宝应县境内。该区城镇建设用地供给条件较差,需求量不高,城镇建设用地开发适宜性较低。勉强适宜区内配置新增城镇建设用地,易导致不符合供给条件的地类转换为城镇建设用地,造成供给剩余,不利于区域土地市场供求平衡的维护;且新增城镇建设用地闲置,原有地类生产、服务功能降低,易导致土地社会、经济、生态效益下降,土地价值降低,不利于土地集约利用。因此,勉强适宜区可作为土地利用总体规划中有条件建设区或限制建设区的备选区域,限制城镇建设用地开发^[51]。但规划新增城镇建设用地 801.71 hm² 位于此区域,占新增总量的 9.15%,不符合区域城镇建设用地供求条件,应选择性的将区内部分或全部规划新增城镇建设用地剔除、或就近转移至高度适宜区与基本适宜区。该区部分区域距离基本农田、水域、生态保护区等生态敏感区较近,土地利用应以基本农田与生态保护优先,着力提高粮食产量与生物多样性;选择性发展旅游、度假和休闲等具有自然生态保护和经济开发效益的绿色产业;适量配置部分地区点状开发城镇建设用地,适度引导服务型产业发展^[52]。

(4)不适宜区。总面积 8654.32 hm²,占评价区总规模的 5.62%,主要集中于高邮市与邗江区境内的高邮湖沿岸、广陵区境内的长江沿岸等生态敏感区、及宝应县东南部。该区城镇建设用地供给条件很差,需求规模较低,城镇建设用地适宜性很低。该区多近邻水域、生态保护区等生态敏感区周围,且社会经济基础十分薄弱,若配置新增城镇建设用地,造成土地覆盖类型发生变化,土地生态服务价值降低,对区域生态安全造成威胁^[51]。因此,不适宜区应作为土地利用规划限制建设区与禁止建设区的备选区域。但规划新增城镇建设用地 73.53 hm² 位于此区域,占新增总量的 0.84%,为避免城镇建

设用地盲目扩张,应将此区域的部分或全部规划新增城镇建设用地调整、配置到高度适宜区与基本适宜区。不适宜区应注重通过政策扶持,着重增加区域植被覆盖,减少水土流失,保障粮食安全和生态安全,选择性的在主干河流、主要湖面和自然保护区周围设置生态缓冲带和绿色产业基地,促进土地资源的可持续利用^[41]。

5 结论与讨论

(1)本文基于供求理论,从土地供给与需求角度构建城镇建设用地适宜性评价理论框架,并从本底条件、技术水平、区位交通、集约程度、人口密度、经济发展等方面选择 10 个指标构建城镇建设用地适宜性评价指标体系,一定程度上提高了城镇建设用地适宜性评价指标体系建立的合理性。

(2)运用 BP 神经网络进行扬州市城镇建设用地适宜性评价,避免权重确定的主观性和对客观数据的过分依赖,具有传统方法不可比拟的优越性。由于 BP 神经网络具有自学习能力,在进行城镇建设用地适宜性评价时,评价指标对城镇建设用地的影响规律可以通过 BP 模型对样本的训练获得,不需要事先确定指标的具体权重,这在一定程度上避免权重确定的完全主观性和对客观数据的过分依赖性,准确反映不同的评价单元对城镇建设用地的适宜性,有助于提高城镇建设用地适宜性评价结果的精度。

(3)根据测算结果,研究区潜在城镇建设用地空间可分为城镇建设用地高度适宜区、基本适宜区、勉强适宜区及不适宜区,其中:①高度适宜区可进行大规模城镇建设,促进城镇建设用地组团式发展,注重产业结构优化升级,避免大规模城镇扩张对生态环境造成破坏;②基本适宜区可依靠高度适宜区发展,适度配置城镇建设用地,避免过度开发导致的城镇建设用地无序蔓延、征而不建和土地闲置等现象;③勉强适宜区应以基本农田与生态保护优先,着力提高粮食产量与生物多样性,选择性发展具有自然生态保护和经济开发效益的绿色产业;④不适宜区多近邻水域、生态保护区等生态敏感区,且社会经济基础十分薄弱,应注重通过政策扶持,着重增加区域植被覆盖,减少水土流失,保障粮食安全和生态安全,促进土地资源的可持续利用。

(4)将城镇建设用地适宜性评价结果与《扬州市土地利用总体规划(2006—2020年)》中新增城镇建设用地布局对比分析发现,规划新增城镇建设用地分别有64.97%、25.04%位于高度适宜区与基本适宜区,城镇建设用地适宜性评价结果与土地利用总体规划吻合度较高,说明本研究具有可行性,且规划新增城镇建设用地配置基本满足区域供求关系。但有9.15%与0.84%规划新增城镇建设用地分别位于勉强适宜区与不适宜区,两区城镇建设用地供给条件较差,需求规模不高,城镇建设用地供求适宜性较差,规划配置新增城镇建设用地易导致不符合供给条件的地类转换为城镇建设用地,造成供给剩余,不利于区域土地市场供求平衡的维护;且新增城镇建设用地闲置,原有地类生产、服务功能降低,易导致土地社会、经济、生态效益下降,土地集约利用程度降低。为避免城镇建设用地盲目扩张,建议将区内部分或全部规划新增城镇建设用地剔除或调整至高度适宜区与基本适宜区。

(5)本文旨在为城镇建设用地适宜性评价提供一种科学、可行的方法,但适宜性评价指标繁多,且BP神经网络的模型函数的选择、训练参数等相关参数的确定也会对评价结果的准确性产生影响,如何更加科学地扩充适宜性指标体系、挑选BP神经网络的模型函数、训练参数等相关参数,仍有待进一步研究。

参考文献(References):

- [1] 杨杨,吴次芳,韦仕川,等. 中国建设用地扩展的空间动态演变格局—基于EBI和EBII的研究[J]. 中国土地科学, 2008, 22(1): 23-31. [Yang Y, Wu C F, Wei S C, et al. Spatial variation of construction land expansion in China based on EBI and EBII[J]. *China Land Science*, 2008, 22(1): 23-31.]
- [2] 翟腾腾,郭杰,欧名豪. 基于相对资源承载力的江苏省建设用地管制分区研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(2): 69-75. [Zhai T T, Guo J, Ou M H. Research on zone control of construction land in Jiangsu Province based on the relative carrying capacity of resources[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2014, 24(2): 69-75.]
- [3] Karen C S, Güneralp B, Hutryra L R. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools[J]. *PNAS*, 2012, 109(40): 16083-16088.
- [4] 宗跃光,王蓉,汪成刚,等. 城市建设用地生态适宜性评价的潜力—限制性分析—以大连城市化区为例[J]. 地理研究, 2007, 26(6): 1117-1126. [Zong Y G, Wang R, Wang C G, et al. Ecological suitability assessment on land use based on potential-constrain approach: the case of urbanized areas in Dalian city, China[J]. *Geographical Research*, 2007, 26(6): 1117-1126.]
- [5] 周建飞,曾光明,黄国和,等. 基于不确定性的城市扩展用地生态适宜性评价[J]. 生态学报, 2007, 27(2): 774-783. [Zhou J F, Zeng G M, Huang G H, et al. The ecological suitability evaluation on urban expansion land based on uncertainties[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(2): 774-783.]
- [6] 彭博,石黄磊. 武汉市工业用地生态适宜性评价[J]. 中国土地科学, 2012, 26(2): 74-78. [Peng B, Shi H L. Ecological suitability assessment on urban industrial land in Wuhan[J]. *China Land Sciences*, 2012, 26(2): 74-78.]
- [7] 尹海伟,张琳琳,孔繁花,等. 基于潜力—约束模型的冀中南区域建设用地适宜性评价[J]. 应用生态学报, 2013, 24(8): 2274-2280. [Yin H W, Zhang L L, Kong F H, et al. Suitability assessment of construction land in the central and southern parts of Hebei Province, China based on potential-limitation model[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2013, 24(8): 2274-2280.]
- [8] 薛继斌,徐保根,李湛,等. 村级土地利用规划中的建设用地适宜性评价研究[J]. 中国土地科学, 2011, 25(9): 16-21. [Xue J B, Xu B G, Li Z, et al. Suitability assessment of construction land in land use planning at village level[J]. *China Land Science*, 2011, 25(9): 16-21.]
- [9] Xu K, Kong C F, Li J F, et al. Suitability evaluation of urban construction land based on geo-environmental factors of Hangzhou, China[J]. *Computers & Geosciences*, 2011, 37(8): 992-1002.
- [10] 何丹,金凤君,周璟. 资源型城市建设用地适宜性评价研究—以济宁市大运河生态经济区为例[J]. 地理研究, 2011, 30(4): 655-666. [He D, Jin F J, Zhou J. Urban construction land suitability evaluation in resource-based cities: taking the grand canal ecological and economic area as an example[J]. *Geographical Research*, 2011, 30(4): 655-666.]
- [11] Gong J, Liu Y, Chen W. Land suitability evaluation for development using a matter-element model: a case study in Zengcheng, Guangzhou, China[J]. *Land Use Policy*, 2012, 29(2): 464-472.
- [12] Fan C J, Shen S G, Wang S H, et al. Research on urban land ecological suitability evaluation based on gravity-resistance model: a case of Deyang city in China [J]. *Procedia Engineering*, 2011, 21(1): 676-685.
- [13] 罗婧,姚亦锋,盛鸣,等. 基于GIS的陇南灾区建设用地适宜性评价[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(6): 540-544. [Luo J, Yao Y F, Sheng M, et al. Evaluation of potential land use in the region of longnan based on GIS[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2009, 18(6): 540-544.]
- [14] 王海鹰,张新长,康停军. 基于GIS的城市建设用地适宜性评价

2018年1月

- 理论与应用[J]. 地理与地理信息科学, 2009, 25(1): 14-17. [Wang H Y, Zhang X C, Kang T J. Theory and application of evaluation on ecological applicability for urban construction land based on GIS[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2009, 25(1): 14-17.]
- [15] 曲衍波, 张凤荣, 杜素芹, 等. 平谷区城镇建设用地生态经济适宜性评价方法[J]. 中国土地科学, 2010, 24(12): 21-27. [Qu Y B, Zhang F R, Du S Q, et al. Assessment method for ecological and economic suitability of urban construction land in Pinggu District, Beijing[J]. *China Land Science*, 2010, 24(12): 21-27.]
- [16] 张耀宇, 陈会广, 陈利根. 长江经济带城市群土地财政的供求驱动分析与差异化治理[J]. 经济地理, 2016, 36(2): 59-66. [Zhang Y Y, Chen H G, Chen L G. The land fiscal revenue's Supply-Demand driving factors and differential governance in the Yangtze River Economic Zone[J]. *Economic Geography*, 2016, 36(2): 59-66.]
- [17] 张文新. 城市土地储备对我国城市土地供求与地价的影响分析[J]. 资源科学, 2005, 27(6): 58-64. [Zhang W X. Impacts of urban land banking on demand supply and price of urban land[J]. *Resources Science*, 2005, 27(6): 58-64.]
- [18] 王静, 郑振源, 黄晓宇, 等. 对中国现行土地利用战略解决土地供需矛盾的反思[J]. 中国土地科学, 2011, 25(4): 9-12. [Wang J, Zheng Z Y, Hang X Y, et al. Rethinking the current land use strategies of solving the conflicts between land supply and demand in China[J]. *China Land Science*, 2011, 25(4): 9-12.]
- [19] 杨东, 郑凤娟, 刘强, 等. 基于BP神经网络的滩涂资源适宜性评价-以山东省东营市为例[J]. 资源科学, 2010, 32(12): 2336-2342. [Yang D, Zheng F J, Liu Q, et al. An evaluation of the suitability of intertribal zone resources based on a BP Neural Network: a case study of Dongying City, Shandong Province[J]. *Resources Science*, 2010, 32(12): 2336-2342.]
- [20] 肖锦成, 欧维新, 符海月. 基于BP神经网络与ETM+遥感数据的盐城滨海自然湿地覆被分类[J]. 生态学报, 2013, 33(23): 7496-7504. [Xiao J C, Ou W X, Fu H Y. Land cover classification of Yancheng Coastal Natural Wetlands based on BP neural network and ETM+ remote sensing data[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(23): 7496-7504.]
- [21] 李荣丽, 陈志彪, 陈志强, 等. 基于BP神经网络的流域生态恢复度计算-以福建长汀朱溪小流域为例[J]. 生态学报, 2015, 35(6): 1973-1981. [Li R L, Chen Z B, Chen Z Q, et al. Calculation of ecological recovery based on bp neural network: a case study of Zhuxi Small Watershed in Changting County, Fujian Province[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(6): 1973-1981.]
- [22] 扬州市人民政府. 扬州市土地利用总体规划(2006-2020年)[EB/OL]. (2015-03-30) [2016-12-11]. http://www.mlr.gov.cn/tdsc/tdgh/201003/t20100330_713337.htm. [Yangzhou Municipal People's Government. Rall Plan for Land Utilization of Yangzhou (2006-2020 year)[EB/OL]. (2015-03-30)[2016-12-11]. http://www.mlr.gov.cn/tdsc/tdgh/201003/t20100330_713337.htm.]
- [23] 潘学元, 刘网华. 扬州统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2014. [Pan X Y, Liu W H. Yangzhou Statistical Yearbook[M]. Beijing: China Statistics Press, 2014.]
- [24] 黄京鸿, 刁承泰. 重庆市城市用地供需状况研究[J]. 经济地理, 2003, 23(4): 504-507. [Huang J H, Diao C T. On the supply-demand relationship of urban land in Chongqin Municipality[J]. *Economic Geography*, 2003, 23(4): 504-507.]
- [25] 刘书楷, 曲福田. 土地经济学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002. [Liu S K, Qu F T. Land Econimic[M]. Berjing: China Agriculture Press, 2002.]
- [26] 刘涛, 曹广忠. 中国城市用地规模的影响因素分析-以2005年县级及以上城市为例[J]. 资源科学, 2011, 33(8): 1570-1577. [Liu T, Cao G Z. Determinants of city size of China: development, government and location[J]. *Resources Science*, 2011, 33(8): 1570-1577.]
- [27] 陈莹, 谭木魁, 张安录. 基于供需理论的土地征收补偿研究-以湖北省为例[J]. 经济地理, 2010, 30(2): 289-293. [Cen Y, Tan S K, Zhang A L. Research on compensation of land requisition based on theory of supply and demend-instance of Hubei Province [J]. *Economic Geography*, 2010, 30(2): 289-293.]
- [28] 李小建. 经济地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002. [Li X J. Economic Geography[M]. Beijing: Higher Education Press, 2002.]
- [29] 孟霖, 郭杰, 欧名豪. 基于适宜性和潜力分析的徐州市农村居民点整理分区管制研究[J]. 资源科学, 2014, 36(11): 2291-2298. [Meng L, Guo J, Ou M H. Zoning regulation of rural settlement consolidation based on suitability and potential analysis in Xuzhou City[J]. *Resources Science*, 2014, 36(11): 2291-2298.]
- [30] 赵乐, 朱建玲, 刘南, 等. 浙江东部沿海城市建设用地空间结构分析[J]. 经济地理, 2010, 30(3): 494-500. [Zhao L, Zhu J L, Liu N, et al. Analysis of spatial structure of urban land for construction in Eastern Coastal of Zhejiang Provirice[J]. *Economic Geograpy*, 2010, 30(3): 494-500.]
- [31] Cymerman J H, Coe S, Hutrya L R. Urban growth patterns and growth management boundaries in the Central Puget Sound, Washington, 1986-2007[J]. *Urban Ecosystems*, 2013, 16(1): 109-129.
- [32] 曹广忠, 白晓. 中国城镇建设用地经济密度的区位差异及影响因素-基于273个地级及以上城市的分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(2): 12-18. [Cao G Z, Bai X. On the location difference and influencing factors of the economic density of urban construction land in China: evidence from 273 prefecture-level cities[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2010, 20(2): 12-18.]
- [33] 扬州市人民政府. 扬州生态市建设规划(2000-2020)[EB/OL]. (2011-09-25)[2016-12-11]. <https://wenku.baidu.com/view/7690cd0d52ea551810a68797.html>. [Yangzhou Municipal People's Government. Ecological City Construction Planning of Yangzhou [EB/OL]. (2011-09-25)[2016-12-11]. <https://wenku.baidu.com/view/7690cd0d52ea551810a68797.html>.]
- [34] 梁华, 马小刚. 土地供给制度、经济增长与宏观调控-基于文献

- 研究[J]. 生态经济: 学术版, 2010, (1): 20-24. [Ling H, Ma X G. Urban land supply system, economic growth and macro-control: based on literature research[J]. *Ecological Economy*, 2010, (1): 20-24.]
- [35] 孔伟, 郭杰, 欧名豪. 不同经济发展水平下的建设用地集约利用及区域差别化管控[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(4): 100-106. [Kong W, Guo J, Ou M H. Study on land intensive utilization response on economic development and regional differentiated control of constructed land[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2014, 24(4): 100-106.]
- [36] Higgins G M, Kassam A H, Naiken L, et al. Potential Population Supporting Capacities of Lands in the Developing World [M]. Rome: FAO, 1982.
- [37] 薛东前, 王传胜. 城市群演化的空间过程及土地利用优化配置[J]. 地理科学进展, 2002, 21(2): 95-102. [Xue D Q, Wang C S. A study on the spatial process for the evolution of urban agglomerations and optimal land use[J]. *Progress in Geography*, 2002, 21(2): 95-102.]
- [38] 联合国粮食及农业组织. 土地评价纲要[EB/OL]. (2012-10-28) [2016-12-20]. <https://wenku.baidu.com/view/72c79b255901020-207409c09.html>. [Food and Agriculture Organization of The United Nations. A Framework for Land Evaluation[EB/OL]. (2012-10-28) [2016-12-20]. <https://wenku.baidu.com/view/72c79b2559010-20207409c09.html>.]
- [39] 曾维华, 柴莹, 刘茜, 等. 基于主体功能区划的规划布局优化调整方法-以博鳌亚洲论坛特别规划区规划环评为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(2): 1-5. [Zeng W H, Chai Y, Liu Q, et al. Optimal adjustment methods of planning and layout based on main function division[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2010, 20(2): 1-5.]
- [40] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市用地分类与规划建设用地标准[EB/OL]. (2010-12-24) [2016-12-11]. <https://baike.baidu.com/item/%E5%9F%8E%E5%B8%82%E7%94%A8%E5%9C%B0%E5%88%86%E7%B1%BB%E4%B8%8E%E8%A7%84%E5%88%92%E5%BB%BA%E8%AE%BE%E7%94%A8%E5%9C%B0%E6%A0%87%E5%87%86/1450420?fr=aladdin>. [Ministry of Housing and Urban-Rural Construction of the People's Republic of China. The Classification of City Land Use and Standard of Land Use Planning and Construction Land HYPERLINK "javascript: void(0);" [EB/OL]. (2010-12-24) [2016-12-11]. <https://baike.baidu.com/item/%E5%9F%8E%E5%B8%82%E7%94%A8%E5%9C%B0%E5%88%86%E7%B1%BB%E4%B8%8E%E8%A7%84%E5%88%92%E5%BB%BA%E8%AE%BE%E7%94%A8%E5%9C%B0%E6%A0%87%E5%87%86/1450420?fr=aladdin>.]
- [41] 储金龙, 王佩, 顾康康, 等. 山水型城市生态安全格局构建与建设用地开发策略[J]. 生态学报, 2016, 36(23): 7804-7813. [Chu J L, Wang P, Gu K K, et al. Ecological security pattern establishment and strategies for developing construction land in landscape-type city[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2016, 36(23): 7804-7813.]
- [42] 江苏省人民政府. 江苏省重要生态功能保护区区域规划[EB/OL]. (2015-05-25)[2016-12-11]. <https://wenku.baidu.com/view/06aff168172ded630b1cb6e9.html>. [Jiangsu Province People's Government. Planning of Important Ecological Function Protection Areas in Jiangsu[EB/OL]. (2015-05-25)[2016-12-11]. <https://wenku.baidu.com/view/06aff168172ded630b1cb6e9.html>.]
- [43] 扬州市人民政府. 扬州市生态红线优化调整报告[EB/OL]. (2016-09-18) [2016-12-11]. <https://wenku.baidu.com/view/e906d0b2fc0a79563c1ec5da50e2524de518d09f.html>. [Yangzhou Municipal People's Government. Ecological Red Line Optimization Adjustment Report of Yangzhou [EB/OL]. (2016-09-18) [2016-12-11]. <https://wenku.baidu.com/view/e906d0b2fc0a79563c1ec5da50e2524de518d09f.html>.]
- [44] 江苏省人民政府. 江苏省公路条例[EB/OL]. (2015-07-27)[2016-12-11]. <https://wenku.baidu.com/view/a9084dbc31126ed-b6f1a108b.html?from=search>. [Jiangsu Province People's Government. Highway Regulations of Jiangsu Province [EB/OL]. (2015-07-27)[2016-12-11]. <https://wenku.baidu.com/view/a9084dbc31-126edb6f1a108b.html?from=search>.]
- [45] 黄丽明, 陈健飞. 广州市花都区城镇建设用地适宜性评价研究-基于MCR面特征提取[J]. 资源科学, 2014, 36(7): 1347-1355. [Huang L M, Chen J F. Suitability evaluation of urban construction land based on features extraction of a MCR surface[J]. *Resources Science*, 2014, 36(7): 1347-1355.]
- [46] 吕晓, 黄贤金, 钟太洋, 等. 土地利用规划对建设用地扩张的管控效果分析-基于一致性与有效性的复合视角[J]. 自然资源学报, 2015, 30(2): 177-187. [Lv X, Huang X J, Zhong T Y, et al. Land expansion based on the perspective compositing consistency and effectiveness[J]. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(2): 177-187.]
- [47] 陈明. MATLAB神经网络原理与实例精解[M]. 北京: 清华大学出版社, 2013. [Chen M. Neural Network Theory and Example Based on MATLAB[M]. Beijing: Qinghua University Press, 2013.]
- [48] Yang D, Zhen F J, Liu Q, et al. An evaluation of the suitability of intertidal zone resources based on a BP neural network: a case study of Dongying City, Shandong Province[J]. *Journal of Resource Science*, 2010, 32(12): 2336-2342.
- [49] 丛爽. 面向MATLAB工具箱的神经网络理论与应用[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2009. [Cong S. Theory and Application of Neural Network Based on MATLAB Toolbox[M]. Hefei: Chinese Science and Technologies University Press, 2009.]
- [50] Huang Q H, Li M C, Liu Y X, et al. Using construction expansion regulation zones to manage urban growth in Hefei City, China[J]. *Urban Planning and Development*, 2013, 139(1): 62-69.
- [51] 黄宝荣, 张慧智, 王学志. 城市扩张对北京市城乡结合部自然和农业景观的影响-以昌平区三镇为例[J]. 生态学报, 2014, 34(22): 6756-6766. [Huang B R, Zhang H Z, Wang X Z. The impact of the urban sprawl on natural and agricultural landscape at the urban-rural interface of Beijing: taking three towns of Changping District for example[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2014, 34(22): 6756-6766.]
- [52] 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. [Yin H W, Zhang L L, Kong F H, *et al.* Suitability evaluation

of urban construction land in Jinan City based on AHP and Moving Window Methods[J]. *Resources Science*, 2013, 35(3): 530–535.]

Suitability evaluation of urban construction land based on supply and demand in Yangzhou City

MENG Lin¹, GUO Jie^{1,2,3}, SUN Chi¹, OU Minghao^{1,2,3}

(1. College of Land Management, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

2. Center of Urban-rural Joint Development and Land Management Innovation, Nanjing 210095, China;

3. State and Local Joint Engineering Research Center of Rural Land Resources Utilization and Consolidation, Nanjing 210095, China)

Abstract: We established an evaluation index system of urban construction land suitability based on the theory of supply and demand, and calculated the suitability of urban construction land using BP neural networks in order to construct theoretical and practical foundations for the scientific allocation of urban construction land. Based on the theory of supply and demand, the suitability evaluation index system of urban construction land can be constructed according to background conditions, technical level, location and transportation, intensive degree, population density, and economic development. BP neural networks reflect the suitability of urban construction land for each evaluation unit, which helps to improve the precision of urban construction land suitability evaluation results. The research area can be divided into four regions. The highly suitable region area can be used for large-scale urban construction land development. The basically suitable region can fully develop relying on the highly suitable region and expand urban construction land moderately. The barely suitable region requires basic farmland protection and ecological protection, and the green industry with natural ecological protection and economic development benefits should be selectively developed. The unsuitable region should be given more policy support to ensure food security and ecological security. By comparing the suitability evaluation results of urban construction land and the layout of planning new urban construction land of ‘Rall Plan for Land Utilization of Yangzhou (2006- 2020 year)’, most of the planning new urban construction land is located in the highly suitable area and the basically suitable region. However, some planning new urban construction land is located in the barely suitable region and unsuitable region respectively, so some or all of these should be eliminated or adjusted to highly suitable and suitable areas.

Key words: urban construction land; suitability evaluation; theory of supply and demand; BP neural network; Yangzhou City