

陈阳,马仁锋,任丽艳,等. 海岸带土地发展潜力评价——以杭州湾南岸为例[J]. 海洋学研究,2016,34(1):27-34, doi:10.3969/j.issn.1001-909X.2016.01.004.

CHEN Yang, MA Ren-feng, REN Li-yan, et al. Land development potential assessment in coastal zone: A case study on the southern bank of Hangzhou Bay[J]. Journal of Marine Sciences, 2016,34(1):27-34, doi:10.3969/j.issn.1001-909X.2016.01.004.

海岸带土地发展潜力评价

——以杭州湾南岸为例

陈阳¹, 马仁锋^{1,2}, 任丽艳¹, 李伟芳^{*1}, 李加林^{1,2}

(1. 宁波大学 城市科学系, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波大学 浙江省海洋文化与经济研究中心, 浙江 宁波 315211)

摘要:土地潜力评价是编制土地利用规划的前提,把握土地的潜在经济效能是城镇化、工业化快速推进背景下土地资源合理配置的重要命题。本文甄选自然条件、生态敏感性、经济发展和空间结构指标建立了土地发展潜力评价体系,分别采用模糊综合评价法与网络层次分析法赋权指标体系与计算权重,测度发展潜力值并划分了杭州湾南岸余姚、慈溪和镇海的海岸带土地发展潜力区。结果显示:(1)低发展潜力区面积为 237.14 km²,占比为 17.73%;中发展潜力区面积为 323.08 km²,占比为 24.15%;高发展潜力区面积为 473.34 km²,占比为 35.38%;极高发展潜力区面积为 304.27 km²,比例为 22.74%。(2)按照地类的级别面积分析,交通运输用地和自然保留地面积在极高潜力区中达到峰值,呈由高向低等级面积递减态势;耕地、其他农用地、城乡建设用地和其他建设用地在高潜力区中占比最大,且基本布局于极高、高潜力区;园地、河流水面、水利建设用地区集中于中潜力区,而沿海滩涂与林地基本分布于低、中潜力区。(3)余姚、慈溪和镇海海岸带土地发展潜力类型呈现不同特点,余姚属于待提升型,慈溪为均衡发展型,镇海是高质发展潜力型。

关键词:土地发展潜力评价;ANP;模糊综合法;海岸带;杭州湾南岸;

中图分类号:P748

文献标识码:A

文章编号:1001-909X(2016)01-0027-08

Doi:10.3969/j.issn.1001-909X.2016.01.004

0 引言

土地是经济发展的载体,土地资源的调配直接影响其他资源的配置,决定经济运行。在现阶段城镇化推进的背景下,土地被城市扩张、经济建设快速蚕食,导致人地矛盾的持续升级。因此,把握不同区域的潜在土地经济、生态效益,明晰土地发展潜力状态,是土地开发和利用的依据,对促进土地和经济协调、共赢

的发展尤为重要。

土地潜力评价是根据特定目的对土地自然、经济、生物与生产性能的潜能进行综合评估或分等定级的过程。19世纪30年代美国农业部最早制定了《土地潜力生产评级》八级制系统^[1],开创了土地潜力评价研究先河。早期的土地潜力评价多集中于农业生产范畴,旨在探清农地生产潜力差异,如我国于70年代编制的1:1 000 000土地资源图评价系统,即是服

收稿日期:2014-12-31

修回日期:2015-12-08

基金项目:国家自然科学基金项目资助(41471004,411710736);浙江省自然科学基金项目资助(Y5110321)

作者简介:陈阳(1989—),男,浙江台州市人,主要从事土地资源利用与规划研究。E-mail:herochen945@163.com

* 通讯作者:李伟芳(1964—),男,副教授,主要从事土地资源管理研究。E-mail:liweifang@nbu.edu.cn

务于农林牧生产的潜力评价体系^[2]。目前,土地潜力评价研究逐渐向村庄、城市、工业用地、建设用地等方面研究领域延伸^[3-7]。尽管潜力评价研究呈现多元化,但研究多侧重挖掘土地利用“量”的潜力,而较少着眼于土地的经济发展潜力。同时,空间结构作为土地显性形态的其中一重属性^[8],在土地潜力评价研究中亦未受到重视。

本研究以人类经济开发活动为取向标准,以经济效益为目标、协同生态效益因素的考量,选取杭州湾南岸海岸带为研究区,择取自然条件、生态敏感性、经济发展和空间结构指标建立发展潜力评价体系,测度海岸带土地的发展潜力分异,以期为高速城镇化的海岸带土地资源可持续开发提供依据。

1 研究区和数据源

研究区位于浙江省宁波市北部,介于 $29^{\circ}55' \sim 30^{\circ}27'N$, $120^{\circ} \sim 121^{\circ}E$ 之间,东与北仑区相连,西邻绍兴市,北部隔杭州湾与上海、嘉兴相望,总面积约 $1\,337.83\text{ km}^2$ 。研究区包含余姚、慈溪和镇海段 13 个镇(道林农垦场非正式乡镇建制,本文就近与新浦

镇合并)、2 个街道以及杭州湾新区和市属海涂地(图 1)。2010 年区内总人口达 85.63 万人,工业总产值约 935.19 亿元,各乡镇农民人均纯收入均高于 11 000 元,属我国经济发达区^[9-11]。

杭州湾南岸耕地和建设用地面积分别达 504.09 和 300.37 km^2 ,西迄余姚,东至镇海均有广阔耕地分布,而余姚泗门镇、杭州湾新区和镇海角是 3 个建设用地核心区^[12]。此外,杭州湾南岸属淤涨型岸滩,沿海滩涂占研究区面积 20.52% ,是浙江省土地后备资源最为充足的地区。然而,工业化和城镇化建设快速吞并优质耕地和湿地资源^[13-14],导致生态环境和经济发展矛盾日趋白热化。

研究数据来源于余姚市、慈溪市和镇海区 2012 年度第 2 次全国土地详查更新数据和统计年鉴,中国科学院国际科学数据服务平台 30 m 空间分辨率 DEM、Slope 数据以及宁波市国土资源局地质灾害、地表沉降图。研究在土地规划分类的基础上,设定二级地类为分析主体,根据研究需要,将水库水面、水利建设用地独立为二级地类;将采矿用地归入其他建设用地中;将沿海滩涂独立为一类,将内陆滩涂归入自然保留地。

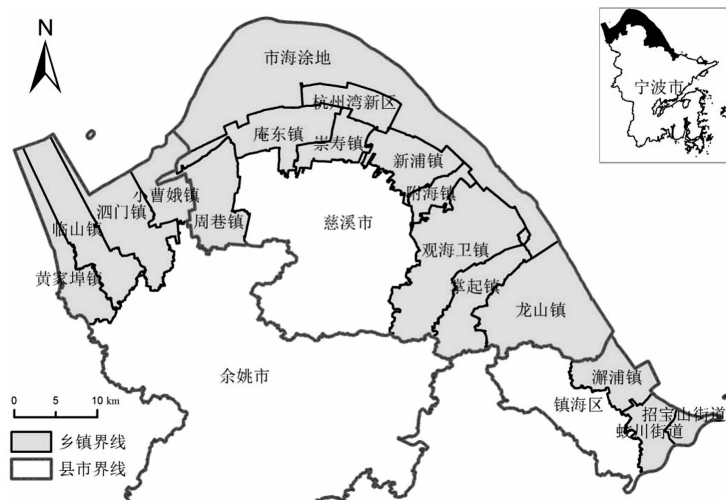


图 1 研究区区位概况

Fig. 1 Location and situation of the study area

2 研究方法

2.1 指标选取

遵循科学性、有效性和可获得性原则,明晰土地发展潜力评价概念与构成,研究从空间结构、自然条件、经济发展和生态敏感性 4 个方面建立发展潜力评价指标体系(表 1)。土地利用空间格局现状是土地

再开发的基础,研究以优势度、距离和集聚 3 个视角审视土地空间格局,选取地类优势度、最邻近距离、土地集聚和高低值集聚状况以表达土地空间结构潜力;高程、坡度对产业区位选择、农业发展及城市建设等存在着直接影响,因此本研究选取高程和坡度因子以表征自然条件优异度在土地发展潜力中的作用;选取地类组成、生态管制、地质灾害和地面沉降以衡量研

究区生态敏感性水平;以乡镇人口密度表征人口对土地的需求量和开发支持力度,以交通可达性、城镇依托度和政策优势反应各乡镇经济发展的潜力。

研究以 ArcGIS 10.2 为指标处理平台,采用平均最邻近指数、空间自相关(Moran's I 指数)、高低集聚

(General G 指数)处理最邻近距离、土地集聚和高低值集聚 3 个指标;利用多环缓冲功能分析生态管制、城镇依托度和政策优势,通过 OD 成本矩阵测度交通可达度。最后,依据资料对其余指标进行计算与矢量化处理。

表 1 土地发展潜力指标体系

Tab.1 Index system of land development potential assessment

指标层次	指标分类	指标说明	计算和处理	权重
空间结构 潜力 B ₁	地类优势 度 C ₁	表征某地类面积在海岸带范围内的比重优势。公式中 D_i 表示 i 地类优势度, A_{kco} 为研究区内 i 地类面积, A_{kcc} 为 3 个市(区)所有 i 地类面积	$D_i = (A_{kco} / \sum_{i=1}^n A_{kco}) (A_{kcc} / \sum_{i=1}^n A_{kcc})$	0.067 8
	最邻近距 离 C ₂	衡量某地类斑块之间联结的紧密程度,间距宽大不易保持斑块之间联系,联系紧密则利于土地开发。公式中 R 为最邻近指数, $\bar{r}_i$ 为 i 地类斑块之间实测平均距离, n 代表地类斑块总数, A 为区域面积	$R = \frac{\bar{r}_i \sqrt{n/A}}{0.5}$	0.066 6
	高低值集 聚 C ₃	衡量某地类大/小斑块集聚的格局,大斑块地类集聚利于土地的规模开发,节约成本。公式中 $E(G)$ 和 $Var(G)$ 分别为 General G 指数期望值和变异值, x_i 和 x_j 是地类 x 的 i, j 斑块属性值, $w_{i,j}$ 是空间权重, n 为某地类斑块总数	$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j}(d) x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j};$ $Z(G) = \frac{G - E(G)}{\sqrt{Var(G)}}$	0.080 7
	土地集 聚 C ₄	衡量某地类整体的空间集聚状态。公式中 $\bar{x}$ 是 x 地类所有要素平均值,其他参数意义同上	$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$	0.089 5
	高程 C ₅	衡量海拔高程对土地经济发展的支持或限制程度	通过 30 m 空间分辨率 DEM 数据提取	0.085 4
自然条件 潜力 B ₂	坡度 C ₆	衡量坡度对土地经济发展的支持或限制程度	通过 30 m 空间分辨率 Slope 数据提取	0.052 4
生态敏感 性 B ₃	地类组成 C ₇	表达不同地类中生物构成、活跃程度以及对生态的影响程度	按照土地利用现状地类划分	0.068 3
	生态管制 C ₈	反映对湿地资源、生物多样性保护、物种保护以及重要水源保护等生态管制	按照滩涂资源区、湿地生物保护区、自然遗迹及风景旅游区、旅游度假区等区域以 2 km 间隔缓冲区分析	0.085 8
	地质灾害 C ₉	综合反映滑坡、泥石流、地裂缝、水土流失等地质灾害点数量、密度等情况	根据宁波市地质灾害图矢量化形成	0.056 3
	地面沉降 C ₁₀	综合反映区域内构造沉降、抽水沉降和采空沉降的空间格局状态及危害程度	根据宁波市地面沉降图矢量化形成	0.030 3
	人口密度 C ₁₁	体现人类生产活动的分布,数值越大,社会经济活动越频繁,土地资源利用程度就越高	人口密度 = $\frac{\text{乡镇人口}}{\text{乡镇行政区面积}}$	0.088 2
经济发展 潜力 B ₄	交通可达 性 C ₁₂	测度城市、乡镇、村落等节点交通网络时间成本的可达性。公式中 A_i 是节点城镇到其他所有城镇最少运行时间总和; n 是节点数; T_{ij} 是从 i 点到 j 点的最少运行时间,时间越少可达性越好	$A_i = \sum_{j=1}^n T_{ij}$	0.067 1
	城镇依托 度 C ₁₃	城市、乡村对周边海岸带经济、社会发展的辐射影响及距离衰减作用	根据城市、建制镇为中心,间隔 2 km 缓冲区分析	0.093 2
	政策优势 C ₁₄	体现政策对于海岸带土地利用规划、经济发展等优势及对周边海岸带土地的经济开发影响	按照国家、省、市、县级的开发区、新区等建设地域以 2 km 间隔缓冲区分析	0.068 4

2.2 模糊综合评价和隶属度运算

模糊综合评价是以 ZADEH^[15] 提出的模糊数学

概念为核心形成的评价方式,它能够量化模棱两可、分类不明显的要素,综合考量多重要素的影响,为处

理不确定的问题提供了较好的研究方法。根据对模糊综合评价的理解,将 14 个指标值分为 4 个赋值等级进行归一化处理(表 2),按照指标处理结果对经济潜力开发的优劣度依次划分为 4 个等级,优劣度由 D_4 向 D_1 递减。同时,按照表 2 中指标的类型,采用

阈值型和 S 型隶属度函数对指标进行 $[0.1, 0.9]$ 赋值,其中地类优势度、最邻近距离、高低值集聚、土地集聚和人口密度运用 S 型隶属度函数赋值。因土地的经济开发活动大致与生态敏感性呈反比例关系,将生态敏感性作逆向处理。

表 2 指标赋值条件区间
Tab. 2 The index value districts

指标	等级			
	D_4	D_3	D_2	D_1
地类优势度	>1.5	$1.0 \sim 1.5$	$0.5 \sim 1.0$	≤ 0.5
最邻近距离 *	<0.4	$0.4 \sim 0.6$	$0.6 \sim 1.0$	≥ 1.0 或不具显著性
高低值集聚 *	>2.58	$1.96 \sim 2.58$	$-1.96 \sim 1.96$ 或不具显著性	≤ -1.96
土地集聚 *	>0.5	$0.3 \sim 0.5$	$0.1 \sim 0.3$	≤ 0.1 或不具显著性
高程/m	<150	$150 \sim 300$	$300 \sim 400$	≥ 400
坡度/ $^\circ$	<10	$10 \sim 20$	$20 \sim 30$	≥ 30
地类组成	城乡建设用地、 交通运输用地	园地、耕地、其他农用地、 其他建设用地	水利建设用地	沿海滩涂、水域、林地、 自然保留地
生态管制/km	≥ 6	$4 \sim 6$	$2 \sim 4$	<2
地质灾害	不易发区	低易发区	中易发区	高易发区
地面沉降	不易发区	低易发区	中易发区	高易发区
人口密度/人 $\cdot$ km 2	$>1\ 000$	$800 \sim 1\ 000$	$500 \sim 800$	≤ 500
交通可达性/h	<80	$80 \sim 94$	$94 \sim 106$	≥ 106
城镇依托度/km	<2	$2 \sim 4$	$4 \sim 6$	≥ 6
政策优势/km	<2	$2 \sim 4$	$4 \sim 6$	≥ 6

注: * 表示 $P < 0.05$ 时显著

阈值型隶属度函数:

$$f(x) = \begin{cases} 0.1, D_1 \\ 0.4, D_2 \\ 0.6, D_3 \\ 0.9, D_4 \end{cases} \quad (1)$$

S 型隶属度函数:

$$f(x) = \begin{cases} 0.1, D_1 \\ 0.8(x - D_1) / (D_4 - D_1), D_1 < x < D_4 \\ 0.9, D_4 \end{cases} \quad (2)$$

$$f(x) = \begin{cases} 0.1, D_1 \\ 0.8(D_1 - x) / (D_1 - D_4), D_4 < x < D_1 \\ 0.9, D_4 \end{cases} \quad (3)$$

2.3 ANP 网络层次分析法

网络层次分析法是 SATTY^[16] 在层次分析法的基础上于 1996 年提出,它致力解决内部组织依赖性和反馈效应的多准则模型。本文结合专家意见,采用网络层次分析法确定土地发展潜力评估中的指标权重。其关键步骤在于构建指标之间的联系,形成交错的指标网络(图 2),进而通过构建判断矩阵梳理指标间的相对重要性,通过一致性检验后计算超矩阵得到

权重值。鉴于指标依赖关系复杂,指标运算量繁重,故研究使用 Superdecisions 软件对指标权重进行科学计算,得到权重见表 1。

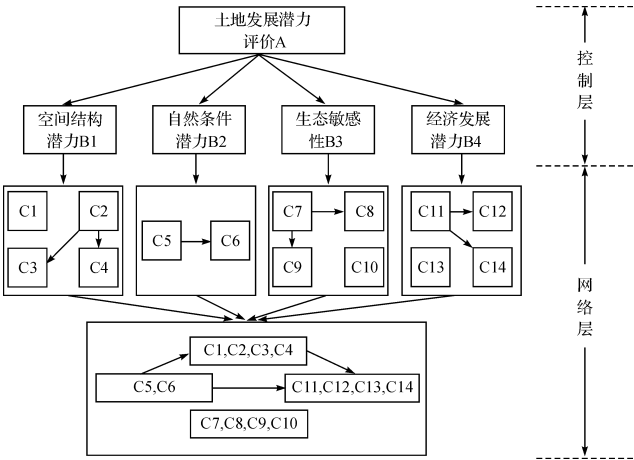


图 2 土地发展潜力评价 ANP 结构模型
Fig. 2 ANP structural mode of land development potential assessment

3 土地发展潜力评价结果分析

3.1 土地发展潜力分区

使用 ArcGIS 软件的地图代数功能将所有指标的计算分值乘以相应权重,得到土地发展潜力概况,并运用自然断裂点法划分为 4 个潜力区。

表 3 发展潜力分区面积情况

Tab. 3 Area and ratio of each land development potential districts

潜力等级	面积/km ²	比率(%)
极高潜力区	304.27	22.74
高潜力区	473.34	35.38
中潜力区	323.08	24.15
低潜力区	237.14	17.73

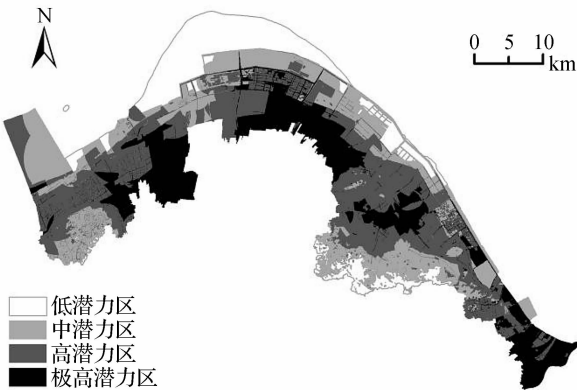


图 3 土地发展潜力分区

Fig. 3 Distribution of land development potential districts

概览杭州湾南岸土地综合发展潜力评价分区(图 3)和各自区级的面积、比例情况(表 3),不难看出极高发展潜力区多以组团式分布,大致包括蛟川街道—招宝山街道组团、观海卫中部、崇寿镇—附海镇—新浦南部组团以及泗门镇和小曹娥镇南部,面积为 304.27 km²,

占研究区面积的 22.74%。值得注意的是,由镇海石化区北沿的部分慈东产业园区片也属于极高潜力区范畴,可以看出慈溪东部的自然滩涂经政府的规划、招商投资持续开发,土地经济潜在效能提高。高潜力区覆盖范围最大,占面积和比率分别高达 473.34 km² 和 35.38%,范围大致由镇海区澥浦镇起经慈东区片与庵东组团达宁波海岸带最西端。其中,基于慈北滩涂建设而成的杭州湾新区亦属于高潜力开发区。

中潜力区分布面积为 323.08 km²,占比率达 24.15%。中度发展潜力区布局较为零碎、分散,最为集中的区域为镇海与慈溪交界的翠屏山区带和慈溪北部滩涂区片。其余部分格局零散,空间跨度大,大致涵盖余姚北部滩涂带、余姚海岸带南部林地区以及庵东镇。低潜力区分布面积最为狭小,其面积为 237.14 km²,比率占据 17.73%,基本都依附于中潜力区布局,主要为慈溪北部淤积滩涂和南部翠屏山区两部分,以研究区北部呈弧状分布,西迄小曹娥镇北部扩展至龙山镇北部区。这两部分区域鲜有大规模人为经济开发,仍保持着较强的自然特性,因此存在连片中、低发展潜力区。

3.2 土地发展潜力分区内的土地利用类别比较

研究经潜力分区和土地利用现状图层叠置分析,得到土地发展潜力各分区内的地类构成(表 4 和图 4)。以绝对量来看,耕地与城乡建设用地在极高潜力区占主导地位,两者占极高潜力区面积 74.91%。同时,相对量上仅有交通运输用地与自然保留地在极高潜力区达到其比率峰值,分别为 63.98%和 82.06%。交通运输用地在极高发展潜力区中布局比率最大在情理之中,而附着于城镇、耕地周边的广袤自然保留地呈现出极高开发潜力的特征,昭示着杭州湾南岸拥有除沿海滩涂之外的优质土地后备资源。

表 4 各发展潜力区的土地利用类型分布

Tab. 4 Area of land use types in different land development potential districts

级别	耕地	林地	园地	其他农用地	城乡建设用地	交通运输	水利用地	其他建设用地	沿海滩涂	河流水面	自然保留地
低潜力区	10.12	46.72	0.37	0.00	0.01	0.00	0.55	0.01	179.34	0.01	0.01
中潜力区	92.99	31.90	8.95	8.39	26.97	0.74	10.76	1.10	90.97	49.55	0.74
高潜力区	273.02	0.84	2.03	13.07	123.75	8.57	5.69	3.71	0.04	39.14	3.49
极高潜力区	128.08	0.02	6.36	8.32	99.85	16.53	0.03	2.17	0.02	23.50	19.40

在高潜力区中,耕地面积达 273.02 km²,占比率为 54.15%。耕地作为农业生产和粮食安全的基础,慈溪、余姚为宁波市创汇型农业基地^[17],农业的发展

有望进一步挖掘耕地的发展潜力,实现土地的高发展潜力向经济效益的转化。另外,服务于农业发展的其他农用地(包括设施农用地、坑塘水面、田坎、农村道

路和沟渠),与耕地联系紧密,近 45%集中于高潜力区。高潜力区中,城乡建设用地以 123.75 km² 居其次,其他建设用地亦基本分布于高、极高潜力区。

相反的,沿海滩涂和林地则属于“低潜力型”地

类,其面积主要集中在中、低潜力区内,随着潜力区的级别升高,两者面积均急剧减少。园地、河流水面和水利建设用地则多集中于中发展潜力区,因兼具自然与人工特性,表现出一定的经济可开发潜力。

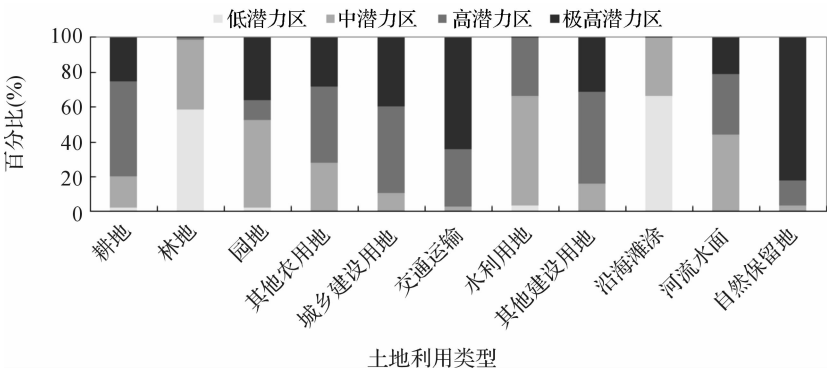


图 4 各发展潜力分区内的地类比例

Fig. 4 Ratio of land use types in different land development potential districts

3.3 各市(区)土地发展潜力特征

为能够掌握各市(区)的土地潜力分布等级情况,利用 ArcGIS 中每个市(区)的行政区划矢量界线与研究区综合发展潜力分区矢量图层进行空间叠加分析,再一一清选每个市(区)各级别数据,重新整理计算得到每个市(区)级别行政区的土地发展潜力分区情况(表 5)。

3 个市(区)海岸带土地发展潜力级区分布情况存在较大差异。余姚市海岸带土地发展潜力分区属于待提升型,表现为“中间大,两头小”,高潜力区面积占相对优势,占据面积比例达 50.25%,加上中等潜力区所占据面积,超过余姚海岸带面积的 85%;而极高潜力区和低潜力区面积占比未达 15%,特别是低潜力级别面积仅占 3.85%。“中间大,两头小”的特点表明余姚市海岸带的土地资源拥有充裕的经济发展空间,具备高强度经济开发活动的资质。慈溪土地

发展潜力则为均衡发展型,研究区内慈溪市的 4 个潜力等级区占据面积较为相近,处于 22%~32%的区间内,面积最大值与最小值之间比率差也仅为 8.86%,相较余姚市和镇海区更为均衡。慈溪是研究区的海岸带主干体,由慈东工业园区经龙山镇农业、林业带,连接慈东北耕地-城镇带,过杭州湾新区产业集聚圈至庵东一轴向农业带,东西跨度大,境内土地利用模式、开发程度迥异,故而形成了土地发展潜力等级较为均衡的现象。镇海海岸带土地发展潜力属于高质发展潜力型,极高和高潜力区占绝对优势,其总和占镇海岸段面积达 92.46%,且无低潜力区分布。考虑到前述内容,高人工化的地类具有更高的经济潜力和开发价值,而镇海区片恰恰为宁波石化、炼化产业以及港口物流平台,是宁波市主要产业区和重点开发岸段^[18]。因此这也一定程度上决定了镇海区内部由极高潜力区面积向低潜力区逐级递减,中、低潜力区面积狭小的格局。

表 5 各市(区)发展潜力分区面积和比率

Tab. 5 Area and ration of land development potential district in different counties

潜力等级	余姚		慈溪		镇海	
	面积/km ²	比率(%)	面积/km ²	比率(%)	面积/km ²	比率(%)
极高潜力区	28.85	10.31	215.25	22.48	60.17	59.97
高潜力区	140.66	50.25	300.09	31.34	32.60	32.49
中潜力区	99.63	35.59	215.89	22.54	7.56	7.54
低潜力区	10.76	3.85	226.38	23.64	0.00	0.00

4 结论与讨论

进入新世纪,城镇化、工业化进程上升到新的层次,推进行步伐加快。杭州湾南岸余姚、慈溪和镇海 3 个市(区)经济建设尤为瞩目,以经济为目的的土地开发活动更为频繁。本研究以上述地域为研究靶区,评测了海岸带土地利用的发展潜力,得到以下结论:

(1)研究区内低发展潜力区面积为 237.14 km²,集中分布于杭州湾南岸北部和南部;中发展潜力区面积为 323.08 km²,占比 24.15%;高发展潜力与极高发展潜力区面积为 473.34 和 304.27 km²,占研究区面积 58.12%,说明研究区土地资源具备充足的经济可开发潜力空间。

(2)按照地类的级别面积分析,研究区土地利用类型随着潜力分区的递减,呈现人工地类向自然地类过渡的规律。其中,耕地和园地经过人类活动干预,呈现较强的土地开发潜力。极高与高潜力区中,以耕地与城乡建设用地为主体;在中、低潜力区中,沿海滩涂和林地占比最大。

(3)余姚、慈溪和镇海海岸带土地发展潜力分区呈现不同特点,余姚属于待提升型,表现为中等级别的发展潜力占优势;慈溪为均衡发展型,各潜力区面积比例较为平衡;而镇海是高质发展潜力型,极高潜力级分区占据主导,无低发展潜力区存在。

土地的空间结构直接影响土地的开发价值,如土地斑块的集聚有利于大规模的经济开发,随机、离散的土地斑块之间联系松散,势必增加开发成本,也间接影响土地利用方式、经济产出和经营方式等,故本研究将空间格局纳入到土地发展潜力的考虑范畴内,利用 Moran' I 指数、General G 指数和平均最邻近要素等方法测度了空间格局,提供了有益的研究方法借鉴。然而囿于研究资料的局限和缺乏,研究所选用的指标不甚全面,将在未来的研究中不断完善。

杭州湾南岸滩涂面积广袤,不仅是后备土地资源富集区,更具备丰厚的生态服务价值^[19]。研究显示研究区内沿海滩涂基本均为中、低发展潜力区,对滩涂资源的开发耗时耗力且生态影响严重。因此,有必要遏制滨海产业园区向滩涂扩展的趋势,发挥其水土养护、生物庇护等间接经济价值。

参考文献(References):

- [1] WU Ci-fang, SONG Ge. Land use science[M]. Beijing: Science Press, 2009.
吴次芳,宋戈. 土地利用学[M]. 北京:科学出版社, 2009.

- [2] NI Shao-xiang. General observation of the land use type and evaluation[M]. Beijing: Higher Education Press, 1999.
倪绍祥. 土地类型与土地评价概论[M]. 北京:高等教育出版社, 1999.
- [3] ZHANG Ji, ZHU Xiao-hua, LIU Yan-sui, et al. A survey of village land use potentiality based on 0.25 m resolution images—exemplified by 12 villages in Juye County, Shandong Province[J]. Economic Geography, 2010, 30(10): 1 717-1 721.
张济,朱晓华,刘彦随,等. 基于 0.25 m 分辨率影像的村庄用地潜力调查——以山东省巨野县 12 个村庄为例[J]. 经济地理, 2010, 30(10): 1 717-1 721.
- [4] YANG Da-bing, ZHANG Wen-xin, YAO Qing. Study on urban land-use capacity assessment in the central district Tangshan City [J]. Areal Research and Development, 2012, 31(2): 90-94.
杨大兵,张文新,姚清. 唐山市中心区土地利用潜力评价研究[J]. 地域研究与开发, 2012, 31(2): 90-94.
- [5] ZHEN Jiang-hong, CHENG Shun, GUO Yong-chang, et al. Studies on the assessment for land use intensification potentiality of industrial field in Baotou City[J]. Economic Geography, 2004, 24(2): 250-253.
甄江红,成舜,郭永昌,等. 包头市工业用地土地集约利用潜力评价初步研究[J]. 经济地理, 2004, 24(2): 250-253.
- [6] TANG Qing, AN Xiang-sheng, XU Yong. Potential assessment of reserved construction land in Shanxi province[J]. Economic Geography, 2010, 30(2): 294-298.
汤青,安祥生,徐勇. 山西省后备建设用地潜力评价[J]. 经济地理, 2010, 30(2): 294-298.
- [7] MA Gang, LI Hai-yu, XU Yi-lun. Analysis on Nanjing urban land use potential based on GIS[J]. Geography and Geo-Information Science, 2005, 21(3): 56-59.
马刚,李海宇,徐逸伦. 城市土地潜力分析——以南京市为例[J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21(3): 56-59.
- [8] LONG Hua-lou. Land use transition and rural transformation development[J]. Progress in Geography, 2012, 31(2): 131-138.
龙花楼. 论土地利用转型与乡村转型发展[J]. 地理科学进展, 2012, 31(2): 131-138.
- [9] Yuyao Statistical Bureau, Survey Office of the National Bureau of Statistics in Yuyao. Yuyao statistics yearbook [M]. Yuyao: Yuyao Statistical Bureau, 2013.
余姚市统计局,国家统计局余姚调查队. 余姚统计年鉴[M]. 余姚:余姚市统计局, 2013.
- [10] Cixi Statistical Bureau, Survey Office of the National Bureau of Statistics in Cixi. Cixi statistics yearbook[M]. Cixi: Cixi Statistical Bureau, 2013.
慈溪市统计局,国家统计局慈溪调查队. 慈溪统计年鉴[M]. 慈溪:慈溪市统计局, 2013.
- [11] Zhenhai Statistical Bureau, Survey Office of the National Bureau of Statistics in Zhenhai. Zhenhai statistics yearbook[M]. Zhenhai: Zhenhai Statistical Bureau, 2013.
镇海区统计局,国家统计局镇海调查队. 镇海统计年鉴[M]. 镇海:镇海区统计局, 2013.
- [12] CHEN Yang. Research on land use pattern in coastal zone—the south bank of Hangzhou Bay as case[D]. Ningbo: Ningbo University, 2015.
陈阳. 基于发展潜力评价的海岸带土地利用模式研究——以杭

- 州湾南岸为例[D]. 宁波: 宁波大学, 2015.
- [13] REN Li-yan, YUE Wen-ze, LI Jia-lin, et al. Impact of economic development on wetlands in Hangzhou Bay Industrial Belt[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2010, **20**(3): 406-416.
- [14] REN Li-yan, YUE Wen-ze, WU Ci-fang. Potential impact of urban planning on cultivated land protecting in Hangzhou Bay area in Zhejiang Province[J]. *Transactions of the CSAE*, 2010, **26**(5): 306-311.
- 任丽燕, 岳文泽, 吴次芳. 浙江省杭州湾地区城市规划对耕地保护的潜在影响[J]. *农业工程学报*, 2010, **26**(5): 306-311.
- [15] ZADEH L A. Fuzzy sets[J]. *Information and Control*, 1965, **8**(3): 338-353.
- [16] SATTY T L. The analytical network process: Decision making with dependence and feedback[M]. Pittsburgh: RWS Publication, 2001.
- [17] WEI Xin, MAO Xiao-bao, WANG Mei-qing. A study of regional layout and development of agriculture around Hangzhou Bay[J]. *Economic Geography*, 2005, **25**(1): 92-96.
- 卫新, 毛小报, 王美青. 环杭州湾地区农业区域布局与农业发展研究[J]. *经济地理*, 2005, **25**(1): 92-96.
- [18] SUN Wei, CHEN Cheng. Spatial function regionalization and spatial governance of the coastal zone: A case study in Ningbo City[J]. *Geographical Research*, 2013, **32**(10): 1 878-1 889.
- 孙伟, 陈诚. 海岸带的空间功能分区与管制方法[J]. *地理研究*, 2013, **32**(10): 1 878-1 889.
- [19] LI Jia-lin, XU Ji-qin, TONG Yi-qin, et al. Effects of land use changes on values of ecosystem service on coastal plain of south Hangzhou Bay bank[J]. *Economic Geography*, 2005, **25**(6): 804-809.
- 李加林, 许继琴, 童亿勤, 等. 杭州湾南岸滨海平原生态系统服务价值变化研究[J]. *经济地理*, 2005, **25**(6): 804-809.

Land development potential assessment in coastal zone: A case study on the southern bank of Hangzhou Bay

CHEN Yang¹, MA Ren-feng^{1,2}, REN Li-yan¹, LI Wei-fang^{*1}, LI Jia-lin^{1,2}

(1. *Urban Science Department, Ningbo University, Ningbo 315211, China*; 2. *Marine Culture and Economy Research Center, Ningbo University, Ningbo 315211, China*)

Abstract: Development potential assessment of land resource plays foundation for land use planning. Therefore, finding out the land potentiality of economic production capacity is a key proposition of allotting land resource in the background of urbanization and industrialization. In this study, the index system was established based on natural condition, ecological sensitivity, economic development and spatial structure, moreover, fuzzy comprehensive evaluation and analytic network process method were adopted respectively to value each index and weight. This study figured out potential value by map algebra in ArcGIS and divided study area into four potential districts with natural break method. The conclusions show that: (1) low potential district has the area of 237.14 km², taking the percentage of 17.73%; medium potential district has the area of 323.08 km², taking the percentage of 24.15%; high potential district has the area of 473.34 km², taking the percentage of 35.38% and extreme high potential district has the area of 304.27 km², taking the percentage of 22.74% respectively. (2) According to the analysis of land use types in different land potential districts, transport land and natural reserved land area reaches the peak in extreme high potential district and decrease from the extreme high potential district to the low potential district; cropland, rural-urban construction land, other agricultural land and other construction land have the biggest ratio in the high potential district and mostly distribute in the extreme high or the high potential district; garden plot, water surface and water conservancy land are basically distribute in the medium potential district, while tidal flat and woodland distribute in the medium and low potential district. (3) Land development potential types in coastal zone of these cities have different characteristics, which are specified as: the potential district in Yuyao county belongs to further-promotion type, the potential district in Cixi county belongs to balance development type and the potential district in Zhenhai belongs to high potential quality type.

Key words: land development potential assessment; analytic network process; fuzzy comprehensive evaluation; coastal zone; the southern bank of Hangzhou Bay