

基于 GIS 的海岸带土地开发利用强度评价 ——以杭州湾南岸为例

俞 腾, 李伟芳*, 陈鹏程, 陈 阳

(宁波大学 建筑工程与环境学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 根据海岸带土地资源特征, 利用 GIS 空间分析, 结合多期土地利用数据与资源环境承载力、社会发展潜力数据进行海岸带土地利用适宜度及开发强度评价与分析, 并以杭州湾南岸为例, 对其 2000~2005 年与 2005~2010 年土地资源开发利用强度进行评价分析. 结果表明: (1)研究区土地开发强度普遍较弱, 但 2005~2010 年开发强度与 2000~2005 年的开发强度相比有所下降; (2)研究区土地开发利用平均强度具有较明显的空间分布特点, 沿海至内陆呈 U 形趋势, 且慈溪岸段较余姚、镇海岸段强; (3)开发强度较大区域土地利用变化类型主要为农用地转城乡建设用地、滩涂转城乡建设用地、浅海水域转滩涂等.

关键词: 土地利用; 开发强度; 海岸带; GIS

中图分类号: F301.24

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2015) 02-0080-05

随着海岸带经济的快速发展, 沿海土地资源短缺问题日益严重. 为提高土地资源利用效率, 人类活动不断改变土地利用类型及属性, 造成土地资源高强度开发^[1]. 当前较成熟的土地利用评价模型包括土地利用程度变化模型^[2]、土地利用动态度模型^[3]等, 偏重对土地利用数量变化的研究, 无法反映土地利用质量变化. GIS 与 RS 技术^[4-6]兼顾矢量空间与信息属性, 强大的空间分析使得复杂的土地系统评价更具科学性和时效性^[7]. 海岸带土地开发利用强度评价研究理论和方法日趋成熟, 但仍存在数据获取难度大、实际操作困难、评价模型缺乏普适性等问题. 笔者结合当前海岸带土地资源开发利用的研究热点, 以海岸带资源环境承载力、社会发展潜力为切入点, 以单因子适宜性评价为基础, 利用 GIS 对杭州湾南岸海岸带土地开发利用强度进行了评价.

1 研究区概况

杭州湾南岸研究区西起余姚市黄家埠镇, 东

至镇海区招宝山街道, 介于 29°55'~30°25'N、120°52'~121°45'E, 总面积约 1 338 km². 该区地处亚热带季风气候区, 气温适宜, 四季分明, 雨量丰富. 冬季低温少雨, 夏季雨量较多, 多年平均降水量 1 100~2 200 mm, 平均气温 15~18 °C.

近年来, 杭州湾南岸土地利用呈现建设用地快速增长、农用地与未利用地日益减少的趋势^[8-9]. 围填海工程增加的滩涂用地将作为建设用地及耕地的储备用地, 但数量增长有限^[10]. 该区域经济发展迅速, 土地资源开发频繁, 作为海岸带土地开发利用强度评价案例具有较强的代表性.

2 研究方法及数据处理

2.1 数据来源及处理

评价数据包括土地利用现状数据和评价基础数据. ENVI 软件解译 2000 年 TM 遥感影像获取该年土地利用现状数据. 整理研究区沿海乡镇土地利用规划数据库基数图斑、第二次土地利用调查数据, 获取 2005 年、2010 年土地利用现状数据. 土

收稿日期: 2014-07-04.

宁波大学学报(理工版) 网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家自然科学基金(41171073); 国家科技支撑计划项目(2013BAJ10B06); 浙江省哲学社会科学基金(12JDHY01Z); 宁波大学学科项目(XKL12016).

第一作者: 俞腾(1990—), 女, 浙江宁波人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 土地资源管理. E-mail: yuteng_linda@163.com

*通信作者: 李伟芳(1964—), 男, 浙江宁波人, 副教授, 主要研究方向: 土地利用规划与土地资源管理. E-mail: liweifang@nbu.edu.cn

地利用分城乡建设用地、农用地、浅海水域、滩涂用地和其他用地。此外,评价基础数据包括地质灾害、水资源、交通条件、城镇依托、人口资源、人均资源、社会经济和城镇化水平等。

2.2 评价指标

以科学性、相关性、可操作性为原则,针对海岸带特征建立指标体系(表1),其中地质灾害情况综合反映自然环境底质因素对不同土地利用类型分布的影响。因研究区水资源受降水影响大,故水资源仅用降水等值线。因海岸带发展受到区域性政策影响较大,社会经济影响因子更能影响或反映土地开发利用情况,故在建立评价体系中偏重社会发展潜力评价指标。

2.3 开发强度评价模型

海岸带土地开发利用强度由单因子适宜度值在属性维上的变化来体现。利用 ArcGis 将单因子基础图层与土地利用多次叠加,根据面积分布获取各土地利用类型对各影响因子不同分级的敏感程度。根据各土地利用类型在各因子组合下的适宜度评价结果,得到被赋予各单因子适宜性属性值的图斑。评价过程包括各评价因子提取、标准化处理、权重获取和具体评价4个过程。重点阐述开发利用强度评价。

根据欧式空间距离的原理,最终图斑以单因子适宜度标准化值作为属性空间维坐标,构建衡量土地资源开发强度的属性空间^[11]。当土地利用类型和评价因素发生变化时,图斑坐标前后变化值来量化土地利用类型发生转变所要施加的强度,从而构建多维向量模型:

$$Q_{DI} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (k_i x_{t_2 i} - k_i x_{t_1 i})^2} / (t_2 - t_1), \quad (1)$$

其中: Q_{DI} 表示土地资源开发利用强度; $x_{t_1 i}$ 和 $x_{t_2 i}$ 表示前期及后期某图斑在第 i 维属性空间上的定位坐标; i 表示属性空间维数,即某项评价指标; k_i 表示第 i 维权重; t_1 和 t_2 分别代表前期与后期的时间。

对8个单因子适宜度评价结果矢量图层数据矩阵 $A((2))$ 式中的各适宜度值进行标准化处理((3)式),得到每一块图斑基于单因子适宜度值的一个空间坐标值。由于土地利用共有5类,每种评价因素都分为5级,所以土地利用对应各评价因素的适宜度表示为5行5列的矩阵,其中 A_{ij} 表示第 i 种土地利用类型在某因素第 j 级下的适宜度值。标准化处理后得到 a 为该单一属性维中的坐标值。

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1j} \\ A_{21} & A_{22} & \cdots & A_{2j} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ A_{i1} & A_{i2} & \cdots & A_{ij} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$$a_{ij} = A_{ij} / \max A_{ij}, \quad (3)$$

$$a = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1j} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2j} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \cdots & a_{ij} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

适宜度的整体标准差 B 体现土地利用类型对评价因素敏感程度。标准化处理后 B 可作为相应属性空间的权重,权重的大小直接决定了该属性维对强度评价的贡献大小。权重计算方法与适宜度

表1 杭州湾南岸土地开发利用适宜性评价体系

评价目标	适宜性评价指标	含义
资源环境承载力	地质灾害	地质灾害易发、地质灾害防治等情况*
	水资源	夏季易受到热带风暴影响, 降水资源丰富**
社会发展潜力	交通条件	基于 GIS 交通网络时间成本的可达性分析
	城镇依托	以城镇点为中心, 3 km 为间距的缓冲区分析
	人口资源	人口资源来源乡镇人口密度, 反映社会经济活动的空间分布情况
	人均资源	人均资源包括乡镇人均耕地占有量与人均城乡建设用地占有量
	社会经济	社会经济情况包括乡镇产业结构与经济发展水平
	城镇化水平	城镇化水平包括乡镇非农人口比重与城乡建设用地比重

注: *数据来源于宁波市国土资源局地质灾害防治专题图; **数据来源于 2008~2012 年宁波市降水等值线图。

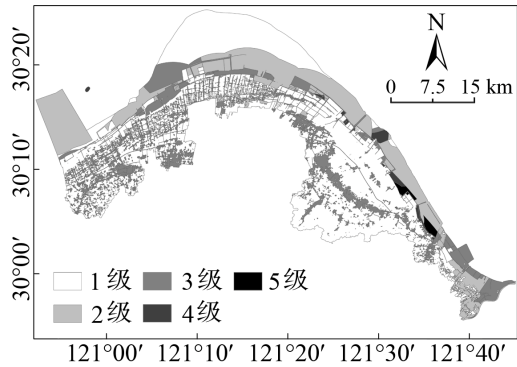
标准化为 $s = S_i / \max S_i$, 其中: s 为权重, S_i 为各评价因素中适宜度标准差.

2.4 评价结果

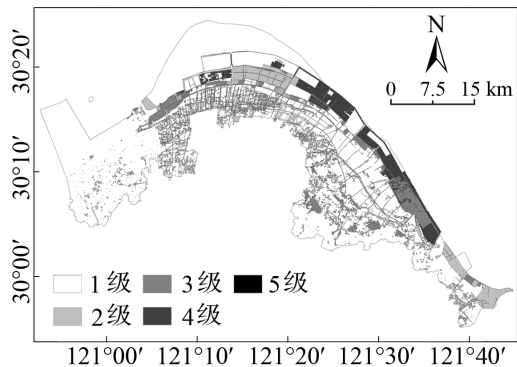
根据评价模型处理 3 期土地利用适宜度数据, 得到各评价因素权重值(表 2)和土地利用类型的适宜度值, 计算 2000~2005 年和 2005~2010 年土地开发利用对各单一影响因素下适宜度的改变强度, 即开发强度. 最终得到土地开发利用强度值域 0.016 7~0.407 0 与 0.012 1~0.425 9(图 1 和表 3).

表 2 单因子属性维权重

评价指标	2000 年		2005 年		2010 年	
	<i>B</i>	权重	<i>B</i>	权重	<i>B</i>	权重
地质灾害	19.68	0.83	21.74	0.85	20.77	0.83
水资源	13.63	0.58	15.77	0.61	16.68	0.67
交通条件	21.18	0.89	20.27	0.79	20.55	0.82
城镇依托	21.34	0.9	17.88	0.70	17.16	0.69
人口资源	23.67	1.00	23.10	0.90	23.76	0.95
人均资源	19.10	0.81	21.61	0.84	24.95	1.00
社会经济	21.48	0.91	22.43	0.87	22.71	0.91
城镇化水平	23.46	0.99	25.67	1.00	22.71	0.91



(a) 2000~2005 年土地开发利用强度分布



(b) 2005~2010 年土地开发利用强度分布

图 1 土地开发利用强度分级

表 3 2000~2005 年与 2005~2010 年强度面积分布

开发强度等级	含义	值域范围	2000~2005 年		2005~2010 年	
			面积/ km ²	百分 比/%	面积/ km ²	百分 比/%
1	弱	≤0.1	779.77	58.29	1 059.21	79.17
2	较弱	0.1~0.2	241.21	18.03	112.88	8.44
3	中	0.2~0.3	296.01	22.13	82.08	6.14
4	较强	0.3~0.4	13.07	0.98	83.51	6.24
5	强	≥0.4	7.78	0.58	0.15	0.01

3 结果与讨论

3.1 2000~2005 年空间差异分析

2000~2005 年土地开发利用强度分布差异明显: 首先 58.29%为弱, 土地利用类型基本未改变; 其次为中等, 占 22.13%; 然后为较弱, 占 18.03%; 最后为较强和强, 仅 0.98%和 0.58%. 中等以上强度合计占 23.68%. 杭州湾南岸在这期间土地开发频繁, 开发强度强与较强区域内土地利用类型转换较多, 同时土地利用所处的影响因素改变显著.

海岸带土地利用随离岸距离呈现地带性分布, 以靠海一侧作 4 km 间距缓冲带分析纵向变化规律, 沿海至内陆分 1 至 5 带与图 1 叠加后得到土地开发利用平均开发强度分布(图 2 和图 3).

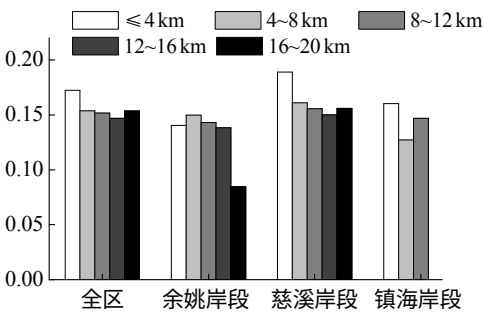


图 2 2000~2005 年土地开发利用平均强度空间分异

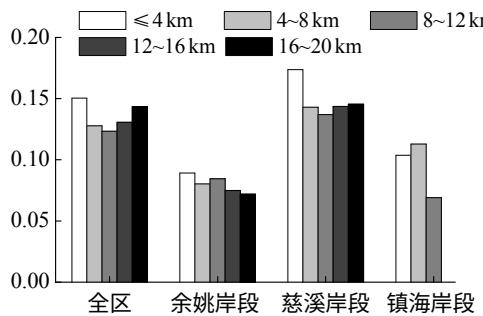


图 3 2005~2010 年土地开发利用平均强度空间分异

第1带(4 km)平均开发强度最大,为0.172 5;其次第2带(4~8 km)为0.153 7;第3带(8~12 km)为0.151 7;第4带(12~16 km)最小,为0.143 6;而第5带(16~20 km)略小于第2带,为0.153 6。

岸段上看,慈溪岸段平均强度整体水平明显大于余姚、镇海岸段,各带平均强度均大于0.15,其中第1带最大,达到0.189 0,强度趋势基本与全区一致,即1至4带递减,4至5带递增。余姚、镇海岸段中除镇海第1带0.160 3略高,其他均小于0.15。余姚岸段纵向趋势呈倒U形,在1至2带递增,2至4带缓慢递减,4至5带骤减,1至4带均在0.14左右,而第5带仅0.084 6。镇海岸段缺少第4带和第5带,空间分异与余姚相反,趋势呈U形。

开发强度等级图与土地利用类型转化图叠加,得到开发利用强度为弱,且土地利用类型不变的比例占74.19%。“弱-较弱-中”强度变化的同时,土地利用类型无改变比例从“74.19%-64.30%-54.55%”以10%速度递减。较弱强度以农用地转城乡建设用地、浅海水域转滩涂等为主。中等强度除农用地转城乡建设用地和浅海水域转滩涂外,出现较大面积滩涂转城乡建设用地、滩涂转其他用地。较强及强等级以浅海水域变滩涂为主。

3.2 2005~2010年空间差异分析

2005~2010年土地开发利用强度中79.17%为弱,较弱占8.44%,中等与较强仅6.14%和6.24%,强程度仅0.01%。在这5年间,研究区土地开发强度势头略减。第1带平均开发强度最大,为0.150 4;其次是第5带,为0.143 5;第三是第4带,为0.130 6;最后是第2带和第3带,分别为0.127 9和0.123 3。自外向内平均开发强度呈U形分布,即1至2带骤减,2至3带下降与3至5带上升幅度相近(图3)。

岸段上看,慈溪岸段平均开发强度整体水平高于余姚、镇海岸段。第1带最大,为0.189 0,2至5带均在0.14左右。余姚、镇海岸段土地利用平均开发强度远远小于慈溪岸段,除镇海第1带和第2带略高,为0.103 7和0.112 9,其他均小于0.1。余姚岸段自沿海向内陆先减后增再减,差异较小。镇海岸段缺少第4带和第5带,平均开发强度空间分异呈倒U形,即先增高后递减,第1带为0.103 7,略低于最大的第2带0.112 9,高于第3带0.069 1。

强度为弱且土地利用类型不变比例达99.68%。

“弱-较弱-中-较强”土地开发强度等级依次变化的同时,土地利用类型无改变比例先减少后增加,中等强度最低。较弱强度以农用地转城乡建设用地、滩涂转城乡建设用地为主。中等强度除农用地转城乡建设用地、滩涂转城乡建设用地外,出现较大面积滩涂转农用地和浅海水域转农用地。较强强度以滩涂转城乡建设用地、滩涂转农用地为主。强等级以滩涂转城乡建设用地为主。

3.3 土地开发利用强度空间分布特点

(1)2000~2005年全区土地开发利用强度大于2005~2010年。2005~2010年各缓冲带之间的强度差异明显。而2000~2005年第1带差异显著,其他4带差异较小。

(2)2000~2005年与2005~2010年全区各缓冲带平均开发强度均呈U形,前者最低值位于第4带,而后者位于第3带。3个岸段土地开发利用强度的空间分布特点较明显。两期慈溪岸段土地开发利用强度均大于其他岸段,尤其后期平均强度远远大于其他岸段,变化趋势与全区相同。镇海岸段前期纵向平均强度呈U形,而后期呈倒U形,差异明显。余姚岸段前期纵向平均强度呈先增后减,后期呈现先减后增再减。

4 结论

(1)研究区土地开发利用强度呈现较明显的地域性分布:在10年间杭州湾南岸各类型土地开发利用强度普遍较弱,总体情况基本符合该区域发展现状。2000~2005年土地开发利用强度较2005~2010年强,余姚、慈溪和镇海岸段土地利用强度差距明显,其中慈溪岸段较其他岸段开发强度大,与其经济产业结构及所处开发条件有关。全区开发强度较大区域以农用地转城乡建设用地、滩涂转城乡建设用地、浅海水域变滩涂等转变为主。

(2)利用多维向量模型进行土地开发利用强度评价,具有一定的科学性和实用性。该模型是基于研究区资源环境承载力、社会发展潜力等条件,依据人类对土地利用的经验总结,获取不同土地利用类型对于不同评价因素分级下的适宜度值,并以此为基础进行开发强度评价。该评价方法结合空间数据和属性数据,结果可进行统计分析,且易于空间化表达,使评价结果更加直观。

(3)利用多期土地利用数据,完善评价体系,结合相应影响因子数据,可进行区域土地开发利用强度动态变化的监测研究,不仅优化模型的构建,还可以从动态角度分析海岸带土地开发利用强度的变化,为相关土地(如土地利用规划的局部调整等)或经济(如工业新区规划等)政策提供参考。

参考文献:

- [1] 周炳中,包浩生,彭补拙.长江三角洲地区土地资源开发强度评价研究[J].地理科学,2000,20(3):218-223.
- [2] 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨[J].地理科学进展,1999,18(1):83-89.
- [3] 韩磊,侯西勇,朱明明,等.20世纪后半叶美国海岸带区域土地利用变化时空特征分析[J].世界地理研究,2010,19(2):42-52.
- [4] 孙晓宇,苏奋振,周成虎,等.基于底质条件的广东东部海岸带土地利用适宜度评价[J].海洋学报,2011,33(5):169-176.
- [5] 刘国霞,张杰,马毅,等.2008年海陵岛土地利用类型适宜性评价[J].海洋学研究,2012,30(1):82-94.
- [6] 何英彬,陈佑后,杨鹏,等.国外基于GIS土地适宜性评价研究进展及展望[J].地理科学进展,2009,28(6):898-904.
- [7] 石同广,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.
- [8] 李加林.杭州湾南岸滨海平原土地利用/覆被变化研究[D].南京:南京师范大学,2004.
- [9] 任丽燕,吴次芳,岳文泽,等.环杭州湾城市规划及产业发展对湿地保护的影响[J].地理学报,2008,63(10):1055-1063.
- [10] 王芳,朱跃华.江苏省沿海滩涂资源开发模式及其适宜性评价[J].资源科学,2009,31(4):619-628.
- [11] 孙晓宇.海岸带土地开发利用强度分析——以粤东海岸带为例[D].北京:中国科学院地理科学与资源研究所,2008.

Analysis on Exploitative Intensity of Coastal Zone Land-use Based on GIS: A Case Study in Southern Hangzhou Bay

YU Teng, LI Wei-fang*, CHEN Peng-cheng, CHEN Yang

(Faculty of Architectural Civil Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Taking into account the characteristics of coastal land resources land-use suitability, the research on exploitative intensity evaluation of coastal land resources is conducted in combination with the multiple land-use data and the environment capacity, as well as the development potential data. The GIS spatial function is adopted in analysis. Taking Southern Hangzhou Bay as a case study, the evaluation on land resources exploitative intensity is performed for two periods dating from 2000 to 2005 and 2005 to 2010, respectively. The results show that: (1) Intensity evaluation reveals that exploitative intensity in the sampled area turns generally weak in two periods as defined afore. The exploitative intensity of 2000-2005 period is stronger than that of 2005-2010. (2) Based on the buffer analysis, the sampled area is identified with the obvious spatial distribution of land development, which shows the trend in shape of the letter “U” from the coast to inland. Compared with Yuyao and Zhenhai coast, Cixi coast has higher value of exploitative intensity. (3) The main change in land-use with high development intensity is the conversion from agricultural land into construction land, and shoals into urban and rural construction land, as well as into water areas.

Key words: land use; exploitative intensity; coastal zone; GIS

(责任编辑 史小丽)