

杭州湾南岸城乡建设用地时空演化特征分析^{*1}

何改丽¹ 李加林^{1, 2} 史小丽³ 刘永超^{4, 5} 冯佰香¹ 黄日鹏¹ 田鹏¹ 王丽佳¹ 刘瑞清¹

(1. 宁波大学地理与空间信息技术系, 浙江宁波 315211;

2. 宁波大学东海研究, 浙江宁波 315211;

3. 宁波大学学报编辑部, 浙江宁波 315211;

4. 南京大学地理信息科学系, 江苏南京 210023;

5. 南京大学中国南海研究协同创新中心, 江苏南京 210023)

【摘要】:城乡建设用地的大量增加是现代土地利用的主要特征。基于 2005、2010、2015 年的 3 期土地利用数据, 结合 GIS 空间可视化分析方法与土地利用结构模型、动态度模型、景观模型, 研究杭州湾南岸地区城乡建设用地的时空演化特征。结果表明: (1) 城乡建设用地是杭州湾南岸所有用地类型中面积增加最多且增长比例最快的土地类型, 但增速有减缓趋势。(2) 建制镇建设用地增长速度最快, 水利公共设施和独立工矿用地面积有减少趋势; 建制镇建设用地与交通用地土地动态度最大, 村庄和水利公共设施动态度最低。(3) 建设用地构成表现为建制镇>村庄>城市>交通用地>水利及公共设施>独立工矿用地, 其整体均衡性下降, 建制镇的主导性逐渐显现。(4) 建设用地空间分布呈一极核一带状, 分布零散, 并逐渐向北扩张。(5) 2010 年以前建设用地呈现出细粒分散发展特征, 2010 年以后则向粗粒发展, 景观异质性减弱。

【关键词】:建设用地; 时空特征; 景观格局; 杭州湾

【中图分类号】:K903 **【文献标识码】:**A **【文章编号】:**1004-8227 (2018) 03-0483-10

DOI:10.11870/cjlyzyyhj201803004

土地利用/覆被变化 (LUCC) 是全球气候变化和全球环境变化研究关注的重要内容^[1~3], 随着全球城市化进程的推进和社会经济的快速发展, 城乡建设用地不断增长、扩展成为当代土地利用/覆被变化的主要特征^[4]。城乡建设用地扩展表征了不同时期各种人类活动与功能组织在城乡地域上的空间叠加, 它是人类个体和集体行为与地理环境相互作用的综合体, 是研究 LUCC 驱动力

¹ 收稿日期:2017-06-02; 修回日期:2017-07-27

基金项目:2017 年度宁波市与中国社科院战略合作研究课题《宁波海湾开发与保护策略研究》(NZKT201706)

作者简介:何改丽(1993~), 女, 硕士研究生, 主要从事海岸带土地利用研究。E-mail:1692835834@qq.com

*通讯作者 E-mail:nbnj2001@163.com

的首选对象。我国的建设用地增长表现为东部地区(高高)聚集,西部地区(低低)聚集^[6],近年来城乡建设用地时空变化研究得到学术界的普遍重视。省级尺度以城市群为主体,主要包括长江三角洲、珠江三角洲和京津冀等城市群的研究^[6, 7]。厦门^[8]、上海^[9]、北京^[10]、南京^[11]、绵阳^[12]、佛山^[13]等市级尺度的研究表明,随着城市化进程的加快,城市建设用地不断扩张,城市用地呈现不同的增长轴向、模式。而县级以下尺度的城乡建设用地变化研究则相对较少。杭州湾南岸是海陆交错生态敏感区,也是国家级杭州湾新区所在地,已有的相关研究主要集中于海岸带土地利用模式^[14]、土地利用适宜性^[15]、土地生态系统服务价值^[16]等方面,对快速城市化影响下的城乡建设用地的研究较少,而杭州湾南岸是典型的淤涨型海岸,大规模围垦及城乡建设用地的增长在沿海地区具有典型性,城乡建设用地变化趋势研究对杭州湾南岸地区城镇化发展规划具有现实意义,可为浙江省乃至全国湾区建设用地开发利用与保护提供数据支撑和战略分析参考,也可丰富全球变化与人类活动响应研究的海岸带区域典型案例。

1 研究区概况

杭州湾位于我国大陆海岸线中段,浙江省和上海市之间,西起浙江海盐县澉浦镇和慈溪之间的西三丰收闸断面,与钱塘江水域为界;东至上海扬子角—宁波镇海连线,与舟山、北仑港海域为邻;南连宁波市,北接上海市和嘉兴市。杭州湾南岸所在的慈溪市地处浙东宁绍平原北部,沪、杭、甬金三角的中心地带,是国务院批准的国家级经济开发区之一。慈溪市境总面积 1154km²,海岸线长 66km。慈溪市包含 15 个镇、3 个街道以及杭州湾开发区、市滩涂地、道林镇区农垦场等特殊区域。以平原为主,有“二山一水七分地”之称。杭州湾南岸属季风型气候,地势南高北低,呈丘陵、平原、滩涂三级台阶状朝杭州湾展开。杭州湾跨海大桥的建立使慈溪成为连接上海、宁波的纽带。杭州湾南岸形成了以浒山中心城区为主体、观海卫和周巷两个小城镇为翼的“一体两翼”的城镇发展格局,近年来综合实力不断增强,成为国内知名的先进特色制造业基地。为保持行政区划的完整性,本研究所指杭州湾南岸即为慈溪市域。

2 数据与方法

2.1 数据来源及处理

以 2005、2010、2015 年共 3 期土地利用现状信息为主要数据源,进行杭州湾南岸城乡建设用地时空演化分析。社会经济人口数据来源于《慈溪市年鉴》、政府工作报告和城建资料。参考土地利用现状分类系统(GB/T21010-2007)以及杭州湾南岸土地利用方式特点将土地利用类型分为耕地、建设用地、林地、水域、滩涂、未利用地和园地,再将建设用地细分为城市用地、建制镇用地、村庄、独立工矿用地、水利及公共设施和交通用地。运用 ArcGIS10.2 生成不同时期土地利用现状图和建设用地专题图,通过空间叠加得到土地利用转移矩阵。

2.2 研究方法 with 模型

(1) 城乡建设用地扩展速度:城乡建设用地扩展速度表示单位时间内城乡建设用地面积增加的幅度,用于表征城乡建设用地扩张的总体规模和趋势^[17],其计算公式为:

$$AGA = (UJM_{n+i} - UJM_i) / n$$

式中:AGA 表示建设用地的扩展速度;UJM_{n+i}, UJM_i 表示第 n+i 年和第 i 年的城乡建设用地面积;n 表示以年为单位的时问。

(2) 扩展弹性系数:城乡建设用地扩展弹性系数是判断城市建设用地扩展合理性的重要指标,可用来衡量城市用地扩张和人口增长之间的协调关系^[18]。其计算公式为:

$$R(t) = UJM(t) / Pop(t)$$

式中:UJM(t)表示建设用地面积年平均增长速度;Pop(t)表示非农业人口平均增长速度;国际公认的城市用地规模弹性系数为1.12时比较合理。

(3) 单一动态度:城乡建设用地单一动态度是表示研究区特定时间范围内某种土地利用类型的变化速度,它可以直观的反映土地利用类型的变化幅度与速度,也能通过对比来反映土地利用类型之间的变化差异^[19]。其计算公式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a \times T} \times 100\%$$

式中:K表示研究区某种土地利用类型的动态度;U_a、U_b表示研究初期和末期某一土地利用类型的数量;T表示研究年份。

(4) 土地利用结构信息熵:土地利用结构信息熵由美国数学家 Shannon 提出,用来反映某区域系统宏观尺度上的土地用地结构特征^[20]。

$$A = \sum_{i=1}^N A_i$$

$$P_i = \frac{A_i}{A}$$

$$H = - \sum_{i=1}^N P_i \ln(P_i)$$

式中:A_i表示每种土地利用类型的面积,i为土地的种类;P_i为某一土地利用类型面积与该区域土地面积的百分比;H表示土地利用结构信息熵,信息熵高低可以反映城市用地结构均衡程度,熵值越大,说明不同职能的用地类型数越多,各职能类型的面积比例相差越小,土地分布越均衡。

利用建设用地变化均衡度和优势度来描述区域建设用地变化类型之间面积大小的差异及各类型的结构格局^[20]。

$$I = H/H_{\max} = - \sum_{i=1}^N [P_i \ln(p_i) / \ln(n)]$$

式中:I为均衡度;H_{max}为最大信息熵,I值越高则建设用地变化的均衡程度就越高。当I=0时,建设用地变化处于最不均衡状态;I=1时,建设用地变化达到均衡的理想状态。优势度公式为:

$$J = 1 - I$$

式中:J 为优势度体现了研究区域内一个或者多个建设用地结构主导该区域建设用地类型的均衡度, 与均衡度成反比。

(5) 建设用地变化区域差异模型:建设用地变化区域差异模型是指研究区域某一特定土地利用类型相对变化率^[21], 其计算公式为:

$$R = (|K_a - K_b| \times C_a) / K_a \times |C_b - C_a|$$

式中: K_a 、 K_b 分别为区域某一特定土地利用类型研究初期及与研究期末的面积; C_a 、 C_b 分别代表整个研究区某一特定土地利用类型研究初期及期末的面积。R>1, 则表示该区域这种土地利用类型变化较全区域大。

3 结果分析

3.1 杭州湾南岸土地利用构成变化特征

由图 1 和表 1 可知, 杭州湾南岸土地利用类型以耕地所占面积最大, 2005、2010 和 2015 年耕地面积分别为 49844.1、49722.3 和 51152.8hm², 分别占土地总面积的 36.76%、37.61%和 38.76%, 近 10a 来耕地面积略有增加, 耕地的增加主要来自于滩涂围垦。杭州湾南岸拥有着丰富的滩涂资源, 近年来围垦开发的滩涂近 6700hm², 是杭州湾城镇化过程中保障耕地动态平衡的主要途径。滩涂近 10a 来有明显的减少趋势, 面积由 2005 年的 36321.6hm²减少到 2010 年的 27671.9hm², 再减少至 2015 年 22524.5hm², 总面积共减少 9.72%。由于城镇化的快速发展, 杭州湾南岸城乡建设用地明显增加, 其面积由 2005 年的 24771.4hm²增加到 2010 年的 31011.6hm², 再增加到 2015 年的 36711.9hm², 占总面积的比例共增加了 9.54%。2005~2010 年的年均增长率为 5.04%, 2010~2015 年年均增长率为 3.68%, 增加速度逐渐变缓。林地面积变化相对较小, 2005、2010、2015 年林地的面积分别为 12461.1、12442.3、10810.2hm², 占总面积比例由 9.19%降到 8.19%。园地、水域、未利用变化幅度最小, 且所占比例不超过 5%。

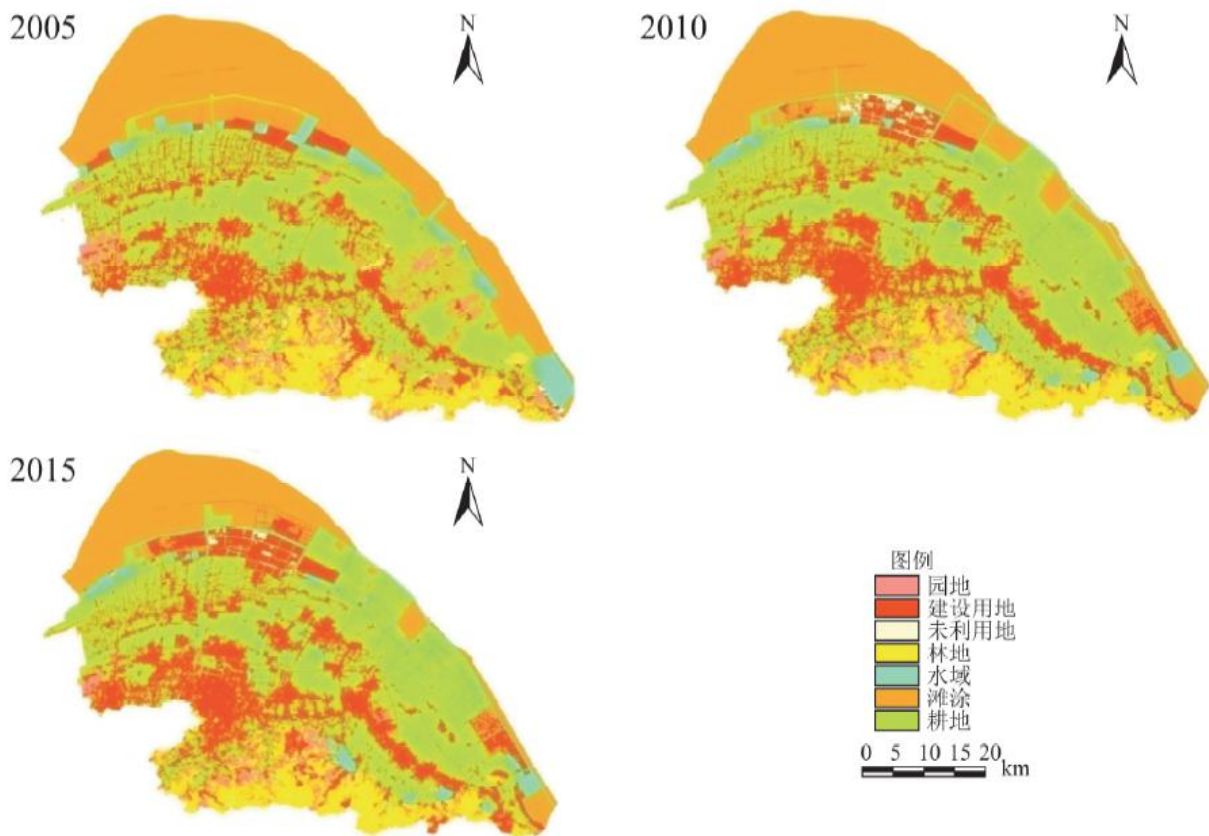


图 1 杭州湾南岸土地利用现状图

Fig. 1 Land Use Mapping in Southern Hangzhou Bay

表 1 2005~2015 年杭州湾南岸土地利用构成

土地类型	面积 (hm ²)			比例 (%)		
	2005 年	2010 年	2015 年	2005 年	2010 年	2015 年
耕地	49 844.07	49 722.35	51 152.81	36.76	37.61	38.76
建设用地	24 771.39	31 011.55	36 711.93	18.27	23.46	27.81
林地	12 461.12	12 442.26	10 810.17	9.19	9.41	8.19
水域	4 284.11	6 207.27	6 130.45	3.16	4.7	4.65

滩涂	36 321.60	27 671.87	22 524.46	26.79	20.93	17.07
未利用地	796.21	1 070.06	698.84	0.59	0.81	0.53
园地	7 118.29	4 070.31	3 962.97	5.25	3.08	3

3.2 杭州湾南岸城乡建设用地时间变化特征

3.2.1 建设用地变化规模

杭州湾南岸地处沪、杭、甬金三角的中心地带，近年来城镇化速度较快，城乡建设用地总量快速增加，其占研究区总面积的比例由 2005 年的 18.27% 增加到 2015 年的 27.81%。由表 2 可得，其中建制镇用地大规模增加。2005、2010 和 2015 年杭州湾南岸建制镇用地面积分别为 5844.16、12749.65 和 14715.07 hm^2 ，2005~2010 年年均增长 1381.10 hm^2 ，2010~2015 年年均增长 393.08 hm^2 。城市用地和交通用地次之，但增长幅度比较缓慢。2005~2010 年城市用地和交通用地年均增长分别是 411.13、263.28 hm^2 ，2010~2015 年分别为 49.79、126.16 hm^2 ，增加速度也明显变缓。村庄面积先减少后增长，由 2005 年的 10239.51 hm^2 减至 2010 年的 8906.70 hm^2 ，再增加至 2015 年的 10067.89 hm^2 ，总体保持稳定。水利及公共设施和独立工矿用地先减少后小幅度增加总体呈下降趋势，2005~2010 年均分别减少 237.76、303.16 hm^2 ，2010~2015 年均分别增加 24.11、1.40 hm^2 ，整体来看 2005~2015 年均分别减少 106.83、150.88 hm^2 。从城乡建设用地扩展的合理性来看，2005~2010 年杭州湾南岸扩展弹性系数为 1.55，接近于国际公认的 1.12，2010~2015 年为 3.50，城市扩张的速度和城市化的程度明显不协调。城市人口的不断增加以及人民生活水平的提高增加了人们对居住用地以及一些休闲娱乐设施建设用地的需求，引起了建设用地与其他土地利用类型之间的相互转化。

表 2 2005~2015 年杭州湾南岸城乡建设用地构成 (hm^2)

年份	建设用地	城市	村庄	独立工矿用地	建制镇	交通用地	水利及公共设施
2005	24 771.40	2 491.83	10 239.51	2 150.33	5 844.16	1 148.57	2 897.00
2010	31 011.55	4 547.50	8 906.70	634.55	12 749.65	2 464.95	1 708.21
2015	36 711.93	4 796.44	10 067.89	641.53	14 715.07	3 095.77	1 828.75

3.2.2 城乡建设用地变化速度

由图2可知,杭州湾南岸建设用地内部土地利用动态差异很大。2005~2010年建制镇和交通用地变化最快,年均增长率分别为23.63%、22.92%,城市用地和独立工矿用地次之,分别为16.50%、14.10%。村庄和水利公共设施变化速度最慢,分别为2.60%和8.21%。

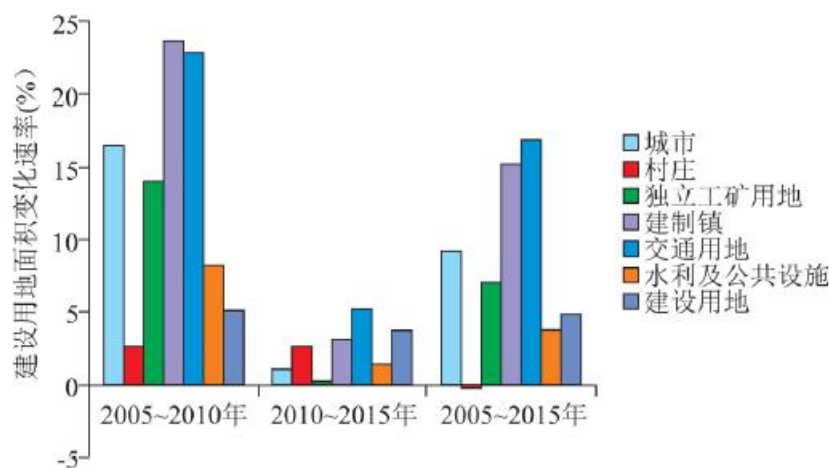


图2 2005~2015年城乡建设用地面积变化速度

Fig. 2 Area change speed of urban-rural construction land from 2005 to 2015

同时,2010~2015年各类型的建设用地变化速度大幅度减缓,交通用地增长速度最快,但年均增长率较前一阶段降低17.8%;其次是建制镇年均增长率3.08%,比前一阶段减少20.55%;由于农村居民点的调整这个阶段稳中增长无太大变化;再次是城市和水利及公共设施的年均增长率分别下降15.41%、6.8%;独立工矿用地年均增长率下降13.88%。

总体来看,杭州湾南岸建设用地内部各类用地中交通用地和建制镇的增长速度是最快的,年均增长率为16.95%和15.18%;其次是城市和独立工矿用地年均增长率为9.25%和7.02%,增长速度比较缓慢;水利及公共设施年均减长率为69%;村庄变化速度最慢,年均减少率为0.17%。随着大量农民工迁到城市生活,加入到城镇建设的大军中,城市向外扩张,出现了农村向城镇转移的趋势,导致城镇建设用地增加、农村居民点在空间上出现不规则的减少。

“大桥经济”使大量投资商在这里落户,导致早期杭州湾南岸经济实力快速提高,城镇建设需求明显增大。建设用地中城镇扩展速度由2005~2010年的平均1792.23hm²/a降至2010~2015年的442.87hm²/a,乡村用地2005~2010年以平均569.72hm²/a的速度减少,2010~2015年以233.63hm²/a的速度增长。早期的开发主要是村庄转换为城镇,后期城镇化建设中以滩涂开发为主。

3.2.3 建设用地构成变化

从表3可知,建制镇、城市、交通用地比重持续增加。建制镇由2005年的23.59%增加到2015年的41.87%;城市用地由2005年的10.06%增加到2015年的13.65%;交通用地由2005年的4.64%增加到2015年的8.81%。其他的用地类型比重都在下降,村庄减少12.69%,独立工矿用地减少6.85%,水利及公共设施减少6.49%。建设用地结构基本稳定,建制镇>村庄>城市>交通用

地>水利及公共设施>独立工矿用地，2005 年初期城镇发展落后即村庄所占的比重最大为 31.34%。2010 年以后建制镇在整个建设用地所占比例最大，持续在 40%以上，城市用地所占的比例较少，说明杭州湾南岸建设用地开发程度不深，城镇化是杭州湾南岸的主要发展方向。

表 3 2005~2015 年杭州湾南岸城乡建设用地结构(%)

年份	城市	村庄	独立工矿用地	建制镇	交通用地	水利及公共设施
2005	10.06	41.34	8.68	23.59	4.64	11.69
2010	14.66	28.72	2.05	41.11	7.95	5.51
2015	13.65	28.65	1.83	41.87	8.81	5.20

为了更深刻的研究杭州湾南岸建设用地结构变化特征，本文引入信息熵来表征建设用地变化的有序程度。从表 4 可知，杭州湾南岸建设用地结构在信息熵中属于偏上水平，由 2005 年的 1.5425 到 2015 年的 1.4152，总体保持稳定，说明土地开发利用程度较高。但是建设用地结构信息熵与标准信息熵 1.7918 相比有一定差距，说明建设用地系统结构性还有待加强，且这种差距越来越大。信息熵和均衡度的变化趋势具有一致性，当两者逐渐减少的同时优势度呈上升趋势，说明单一或多种职能类型的建设用地主导杭州湾南岸建设用地的程度加强^[22]。由上文可知，建制镇对建设用地的贡献率最高，建制镇逐渐主导杭州湾南岸建设用地的均衡性。整体来看杭州湾南岸建设用地结构均衡性比较高，优势度比较低，开发利用比较合理。而面对均衡性变弱优势度增加的趋势，杭州湾南岸建设用地土地利用结构还有待进一步调整。

表 4 2005~2015 年杭州湾南岸建设用地结构特征

年份	信息熵	均衡度	优势度
2005	1.542 5	0.860 9	0.139 1
2010	1.445 8	0.806 9	0.193 1
2015	1.415 2	0.789 8	0.210 2

3.2.4 杭州湾南岸城乡建设用地与其他土地利用类型的相互转化

由表 5 可知，近 10a 来杭州湾南岸建设用地的大面积增加主要由耕地、滩涂转化而来，分别达 8491.79 和 4174.55hm²，其中耕地的转化量几乎是滩涂的两倍。林地转换为建设用地面积达 1940.10hm²，水域中的水利工程建筑用地的增加使得建设用地增加了 855.21hm²，园地转为建设用地面积为 609.95hm²，未利用地主要分布在沿海地区和林地之间，转为建设用地的面积最少，仅为 366.12hm²。可见，占用耕地是城镇向郊区扩张的主要方式，大量的耕地转换为建设用地以后其面积依然保持增加，主要是因为杭州湾南岸的大面积滩涂围垦后转化为耕地，有 5338.86hm²的滩涂转变为耕地。10a 来耕地面积的增加量仅次于建设用地面积，而其他用地面积都在减少。其他土地利用类型转为建设用地时滩涂作为后备资源再转换为相应土地类型，保持了杭州湾南岸土地结构的合理性。耕地既是建设用地的主要来源同时也是建设用地主要流出方向。城市规划中不合理的建设用地主要转化

为耕地和水域，10a 来建设用地转换为耕地面积为 2516.95hm²，转换为水域面积为 1563.45hm²，且主要集中在观海卫镇。建设用地转换为林地、滩涂、未利用地的面积较少，转换为园地的面积最少，仅为 77.76hm²。

表 5 2005~2015 年杭州湾南岸土地利用转移矩阵 (hm²)

2015 年 2015 年	2015 年							
	耕地	建设用地	林地	水域	滩涂	未利用地	园地	总计
耕地	38 696.40	8 491.78	125.46	2 019.31	59.62	46.99	359.09	49 798.64
建设用地	2 516.95	20 256.54	121.78	1 563.45	121.1	108.91	77.76	24 766.48
林地	161.84	1 940.10	9 442.78	29.99	0.26	70.25	741.14	12 386.36
水域	1 542.45	855.21	17.05	986.29	806.51	58.1	9.36	？ 4274.97
滩涂	5 338.86	4 174.55	33.2	1 400.30	19 994.81	330.4	—	31 272.13
未利用地	99.17	366.12	178.27	42.4	11.12	68.67	27.63	793.39
园地	2783.7	609.95	851.56	85.62	0.03	15.23	2745.53	7091.62
总计	51 139.36	36 694.24	10 770.11	6 127.37	20 993.45	698.56	3 960.51	130 383.59

注：—表示未发生转移。

3.3 杭州湾南岸城乡建设用地空间变化特征

由表 6 和图 3 可知，杭州湾南岸建设用地分布存在空间差异，中西部比较集中，其他区域零散分布。北部以庵东镇为主，中西部以周巷镇、观海卫镇、横河镇为主，这些地区是农村居民点聚集区。浒山街道、坎墩街道、宗汉街道是杭州湾南岸的经济中心，建设用地为主要土地利用类型，其中浒山街道经济水平最高，以城市用地为主几乎达到饱和。整个研究区域呈现出以三街道为中心的“极核式”发展。极核周围建制镇用地零散分布，同时向东南方向跨越桥头镇、观海卫镇、掌起镇、龙山镇呈带状延伸，形成点轴模型分布。水利公共设施主要沿岸分布靠近水源，沿海地区主要以从事渔业生产的农村为主，村庄主要分布在沿海岸线的周巷镇、长河镇、庵东镇。杭州湾新区是新兴产业集聚区，以建制镇为主要建设用地类型。

表 6 杭州湾南岸 2005~2015 年各乡镇建设用地面积及其变化 (hm²)

地区	2005	2010	2015
庵东镇	2 298.70	2 624.45	4 339.37

崇寿镇	552.71	733.21	958.43
附海镇	596.60	705.62	866.97
观海卫镇	2 692.94	2 806.78	3 875.17
横河镇	1 739.32	2 254.25	2 704.95
匡堰镇	668.46	767.44	1 469.05
龙山镇	1 895.74	3 107.85	4 236.93
桥头镇	966.89	1 165.86	1 810.54
胜山镇	732.71	849.77	1 085.99
天元镇	580.48	706.40	910.77
逍林镇	750.99	934.68	1 154.80
新浦镇	996.66	1 218.94	1 316.94
长河镇	899.75	1 052.44	1 306.00
掌起镇	835.11	1 251.47	1 411.53
周巷镇	2 149.57	2 445.7	2 691.08

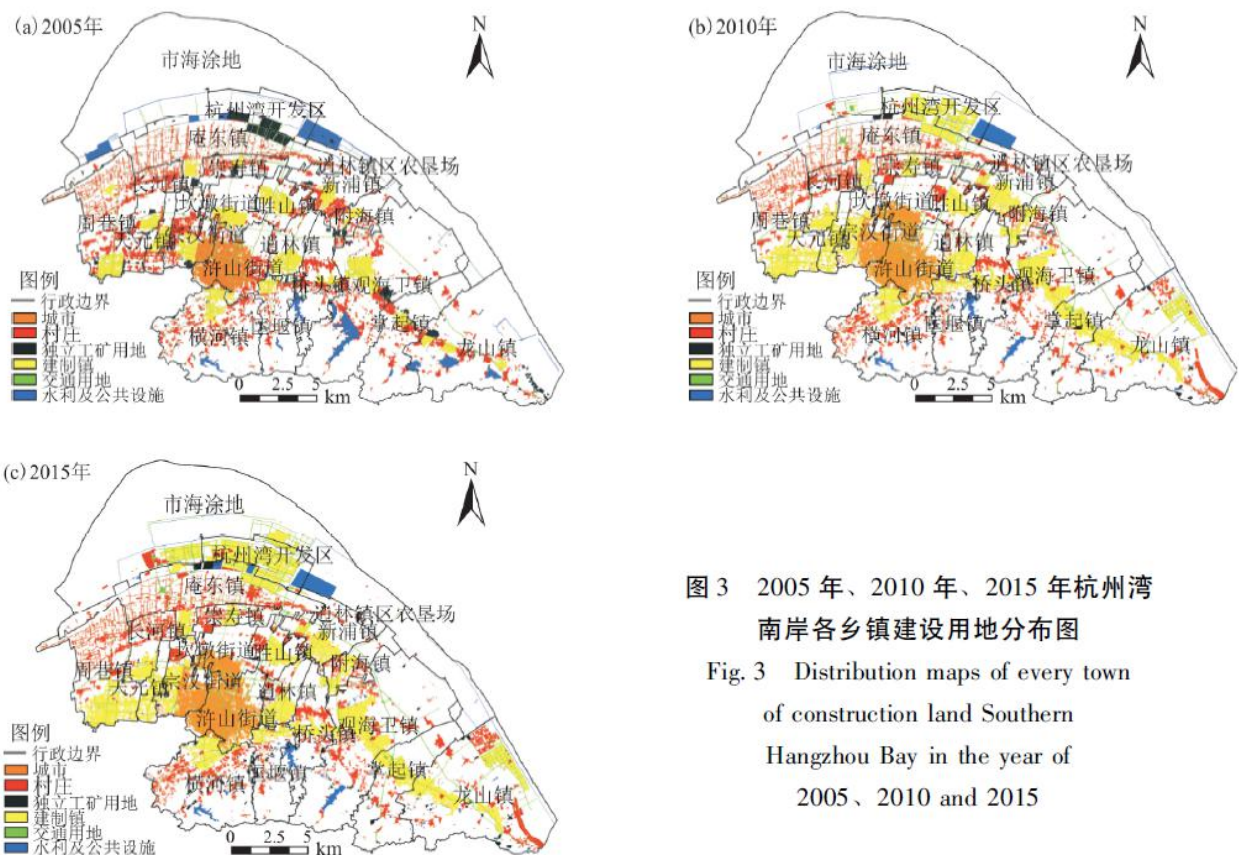


图3 2005年、2010年、2015年杭州湾南岸各乡镇建设用地分布图
Fig. 3 Distribution maps of every town of construction land Southern Hangzhou Bay in the year of 2005、2010 and 2015

从建设用地规模来看，极核中心和带状轴所跨越的各乡镇建设用地面积与其土地利用总面积保持一致。随着城镇化的推进各个镇的建设用地面积逐渐增加，2010~2015年的增长幅度远远超过了2005~2010年，且点轴集中区域增加的幅度更大。建设用地逐渐向北部扩张，形成了以宁波杭州湾经济技术开发区为中心的又一建设用地集聚区。同时观海卫和周巷两副中心地区建设用地面积增长较快。

2008年杭州湾跨海大桥的运营架起了上海、苏南地区与宁波的快速通道，横跨杭州湾促进南岸经济快速发展，原来的一些滩涂用地转变成工业基地，杭州湾开发区所属的庵东镇近10a建设用地面积增长飞快。杭州湾南岸生产总值由2005年3754080.00万元到2014年11094102.00万元增加了2倍，第二产业生产总值由2005年2303339.00万元到2014年6379252.00万元增加了1.8倍，GDP每增加一倍建设用地面积增加25%，可见经济的快速增长对杭州湾南岸建设用地的的发展有极大带动作用。

建设用地相对变化率可以直观显示建设用地变化的区域差异。从图4可知，市海滩涂和杭州湾新区建设用地相对变化率最高，其变化程度远远超过了整个杭州湾南岸。杭州湾新区是国家重点工业基地，地处海岸线边缘，滩涂的不断开垦导致扩展速度飞快。龙山镇和匡堰镇建设用地变化较剧烈，2008年7月龙山、范市、三北3个镇合并设立新的龙山镇，匡堰镇有平原造林15.5hm²、山地造林8hm²，绿化面积56.9%，属于生态保护镇。庵东镇、崇寿镇、坎墩街道、宗汉街道、桥头镇处在中心城市附近，人口密集，在城市化建设中由于土地价格变动、空间的有限性使其建设用地变化与杭州湾南岸整体水平相接近。其它地区相对变化率偏低。浒山是慈溪市城市化程度最高、三产服务业最发达、城市文化底蕴最浓厚、人口密度最大、人口流动性最大、基础设施最陈旧、建设任务最繁重的区域，这样的环境势必会对建设用地的重复利用造成障碍；附海镇形成了电风扇、取暖器、饮水机等小家电和冰箱、冰柜、洗衣机等大家电为主的工业体系，拥有大小家电企业1200多家，近年来着眼于产业向园区集聚，区域定位导致这些镇发展单一，不能多元化发展，建设用地发展迟缓。周巷镇是西部发展的中心，主要以农业为主，为保护农

业发展，建设用地类型以村庄为主。可见经济水平越高的地区相对变化率反而更小。

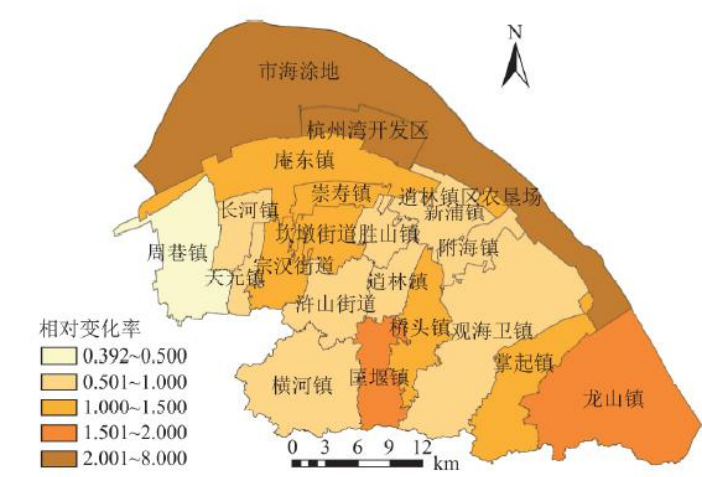


图 4 杭州湾南岸建设用地相对变化率格局分异 (2005~2015)
Fig. 4 Pattern differentiation of relative change rate of construction land in Southern Hangzhou Bay from 2005 to 2015

3.4 杭州湾南岸城乡建设用地景观格局分析

借助 ArcGIS10.2 将 3 个阶段杭州湾南岸城乡建设用地矢量分类图转换为栅格图，运用 Fragstats3.4 软件，计算不同类型建设用地的斑块数量 (NP)、平均斑块面积 (PD)、形态指数 (LSI)、平均斑块面积 (MPS)、斑块凝聚度指数 (COHESION)、Shannon 多样性指数 (SHDI)、Shannon 均匀度指数 (SHEI) 指标^[23] (表 7)，对杭州湾南岸城乡建设用地空间格局变化特征进行分析。

表 7 2005~2015 年杭州湾南岸建设用地景观水平格局指数

年份	NP	PD	LSI	MPS	COHESION	SHDI	SHEI
2005	3 786	15.285 2	91.467 4	6.542 287	98.569 7	1.542 5	0.860 9
2010	4 816	15.528 5	96.186 3	6.439 772	99.412 7	1.445 8	0.806 9
2015	5 108	14.548 8	93.841 0	6.873 414	99.068 8	1.434 1	0.800 4

由表 7 可知，杭州湾南岸城乡建设用地 10a 间景观格局指数发生了很大的变化。城乡建设用地斑块数量不断增加，由 2005 年的 3786 个增加到 2015 年的 5108 个，增加了 35%，与杭州湾南岸城乡建设用地面积大量扩张相一致。斑块密度先增加后减少，整体呈减少趋势，同时平均斑块面积先减少后增加，整体呈增加趋势，由此说明 2005~2010 年杭州湾南岸城乡建设用地景观破碎度加深，景观朝着分散零碎方向发展，2010~2015 年斑块数量增加的前提下景观还是朝着粗粒方向发展。

建设用地景观形态指数和斑块凝聚度都是先增加后减少,与其发展方向相对应,建设用地景观越破碎,斑块的形状越复杂,但大范围尺度上呈现显著的空间集群状态,有利于提高村镇的规模效应。研究初期和末期在斑块数量增加的前提下,相同用地类型整合程度在加深,同类型小斑块相互融合,只是斑块形态越来越趋向多样化。同时景观多样性指数和均匀度指数在都在下降,景观异质性不断减弱,景观演化变异逐渐趋向于单一,与上文得出的建设用地结构不均衡性直接相关。杭州湾南岸分为6个片区,即中心区片、城东片、城南片、经济开发区片、坎墩片、宗汉片等六大城乡综合区,中心片区主要是城市用地景观,杭州湾新区主要是由乡村发展起来的建制镇景观和独立工矿用地景观。

4 结论

利用 2005~2015 年土地利用变化数据,结合前人的研究通过土地利用动态度、扩展弹性系数等指标对杭州湾南岸城乡建设用地规模、结构、景观格局以及区域差异进行了详细分析,得出了以下结论:

(1)杭州湾南岸 2005~2015 年城乡建设用地面积总体呈增长趋势,逐渐变缓。城乡建设用地的增加主要是由耕地、滩涂转化而来。未来的城乡建设用地的扩展来源将趋于多元化,村庄用地城镇化的比重将会越来越大[24]。所以,城市化过程就是大量农用地转为非农用地的过程[25]。近年来杭州湾南岸的围垦事业达到了高峰,这也是建设用地保持居高不下重要原因。

(2)从杭州湾南岸城乡建设用地结构信息熵和均衡度来看,各类建设用地之间紧凑性在降低,建制镇开始主导建设用地的变化,土地利用逐渐走向不平稳状态。另一方面,建制镇快速增长说明杭州湾南岸经济水平逐渐提高,城市化进程得到有利推动。土地是可持续发展的源泉,在以后的城市发展中应注重生态保护和经济发展同步,构建可持续发展经济区。

(3)杭州湾南岸建设用地空间格局差异明显,呈现以三街道为中心的“极核式”发展,并向东南方向跨越桥头镇、观海卫镇、掌起镇、龙山镇呈带状延伸。随着杭州湾南岸滩涂围垦工程的不断进行,建设用地逐渐向北部扩张,形成了以杭州湾新区为中心的又一建设用地集聚区。这些城乡建设用地的增长与集中分布是淤涨型海岸的典型特征。

(4)随着社会经济的快速发展及国家对滩涂湿地保护的加强,杭州湾南岸地区人地矛盾将更为突出,通过围垦对解决耕地总量平衡将不再是现实方案。因此,对于属于淤涨型海岸的杭州湾南岸地区而言,城乡建设将以提高内部土地利用效率替代向海方向扩展趋势。如何合理安排老城区与新区的功能,进行建设用地的合理管控是未来需重点解决的问题。

参考文献:

[1] MOONEY H A, DURAIAPPAH A, LARIGAUDERIE A. Evolution of natural and social science interactions in global chance research programs [J]. PNAS, 2013, 110(Suppl 1):3665—3672.

[2] STERLING S M, DUCARNE A, POLCHER J. The impact of global land-cover change on the terrestrial water cycle [J]. Nature Climate Change, 2012, 3(4):385—390.

[3] SHOSHANY M, GOLDSHLEGER N. Land use and population density changes in Israel-1950 to 1990: analysis of regional and local trends [J]. Land Use Policy, 2002, 19(2):123—133.

[4] 王婧,方创琳. 城市建设用地增长研究进展与展望 [J]. 地理科学进展, 2011, 30(11):1440—1448.

WANG J, FANG C L. Growth of Urban Construction Land:Progress and Prospect [J]. Progress in Geography, 2011, 30(11):1440—1448.

[5] 王文刚, 庞笑笑, 宋玉祥, 等. 中国建设用地变化的空间分异特征 [J]. 地域研究与开发, 2012, 31(1) : 110—115.

WANG W G, PANG X X, SONG Y X, et al. The spatial differential features of construction land changes in China [J]. Areal Research and Development, 2012, 31(1) : 110—115.

[6] 李加林, 许继琴, 李伟芳, 等. 长江三角洲地区城市用地增长的时空特征分析 [J]. 地理学报, 2007, 62 (4) : 437 —447.

LI J L, XU J Q, LI W F, et al. Spatio-temporal characteristics of urbanization area growth in the Yangtze River Delta [J]. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(4) : 437—447.

[7] 叶玉瑶, 张虹鸥, 许学强, 等. 珠江三角洲建设用地扩展与经济增长模式的关系 [J]. 地理研究, 2011, 30 (12) : 2259—2271.

YE Y Y, ZHANG H O, XU X Q, et al. Study on the relationship between construction land expansion and economic growth pattern in the Pearl River Delta [J]. Geographical Research, 2011, 30(12) : 2259—2271.

[8] 梁发超, 刘诗苑, 刘黎明. 近 30 年厦门城市建设用地景观格局演变过程及驱动机制分析 [J]. 经济地理, 2015, 35(11) : 159—165.

LIANG F C, LIU S Y, LIU L M. The evolution process and driving mechanism of construction land landscape pattern in Xiamen City for Recent 30 Years [J]. Economic Geography, 2015, 35(11) : 159—165.

[9] 张心怡, 刘敏, 孟飞. 基于 RS 和 GIS 的上海城建用地扩展研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(1) : 29—33.

ZHANG X Y, LIU M, MENG F. Expansion of urban construction land in Shanghai City Based on RS and GIS [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2006, 15(1) : 29—33.

[10] LIU S H, PRIELER S, LI X B. Spatial patterns of urban land use growth in Beijing [J]. Journal of Geographical Sciences, 2002, 12(03) : 18—26.

[11] 陈爽, 姚士谋, 吴剑平. 南京城市用地增长管理机制与效能 [J]. 地理学报, 2009, 64(4) : 487—497.

CHEN S, YAO S M, WU J P. Policy instrument of urban growth management and its effectiveness in Nanjing [J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(4) : 487—497.

[12] 董廷旭, 秦其明, 王建华. 近 30 年来绵阳市城市用地扩展模式研究 [J]. 地理研究, 2011, 30(4) : 667—675.

DONG T X, QIN Q M, WANG J H, et al. Expansion modes of urban land-use in Mianyang City in the last 30 years [J]. Geographical Research, 2011, 30(4) : 667—675.

[13] 苏泳娴, 张虹鸥, 陈修治, 等. 佛山市高明区生态安全格局和建设用地扩展预案 [J]. 生态学报, 2013, 33(5) : 1524—1534.

SU Y X, ZHANG H O, CHEN X Z, et al. The ecological security patterns and construction land expansion simulation in Gaoming [J]. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33 (5) : 1524 —1534.

[14] 李伟芳, 陈阳, 马仁锋, 等. 发展潜力视角的海岸带土地利用模式——以杭州湾南岸为例 [J]. 地理研究, 2016, 35(6) : 1061—1073.

LI W F, CHEN Y, MA R F, et al. Land-use pattern in coastal zone from the perspective of development potentiality: a case study of the southern bank of Hangzhou Bay [J]. Geographical Research, 2016, 35(6) : 1061—1073.

[15] 李伟芳, 俞腾, 李加林, 等. 海岸带土地利用适宜性评价——以杭州湾南岸为例 [J]. 地理研究, 2015, 34(4) : 701—710.

LI W F, YU T, LI J L, et al. Suitability evaluation of land use in coastal zones: a case study in Southern Hangzhou Bay [J]. Geographical Research, 2015, 34(4) : 701—710.

[16] 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.

LI J L, XU J Q, TONG Y Q, 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.

[17] 黄贤金, 濮励杰, 彭补拙. 城市土地利用变化及其响应: 模型构建与实证研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2008: 62—64.

HANNG X J, PU L J, PENG B Z. Urban land use change and response: model and demonstration [M]. Beijing: Science Press, 2008: 62—64.

[18] 谈明洪, 李秀彬, 吕昌河. 20 世纪 90 年代中国大中城市建设用地扩张及其对耕地的占用 [J]. 中国科学 D 辑 (地球科学), 2004, 34(12) : 1157—1165.

TAN M H, LI X B, L C H. China medium and large cities' construction and expansion and its impact on cultivated land since the ninety of the twentieth century [J]. Science in China Series D (Earth Sciences), 2004, 34(12) : 1157—1165.

[19] 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.

WANG X L, BAO Y H. Study on the methods of land use dynamic change research [J]. Progress In Geography, 1999, 18(1) : 83—89.

[20] 杨晓娟, 杨永春, 张理茜, 等. 基于信息熵的兰州市用地结构动态演变及其驱动力 [J]. 干旱区地理, 2008,

31(2) :291—297.

YANG X J, YANG Y C, ZHANG L Q, et al. Dynamic evolution and driving force of the land use structure in Lanzhou City based on the information entropy [J]. Arid Land Geography, 2008, 31(2) : 291—297.

[21] 朱会义, 李秀彬, 何书金, 等. 环渤海地区土地利用的时空变化分析 [J]. 地理学报, 2001, 56(3) : 253—260.

ZHU H Y, LI X B, HE S J, et al. Spatio-temporal change of land use in Bohai Rim [J]. Acta Geographica Sinica, 2008, 31(2) : 291—297.

[22] 张雪茹, 尹志强, 姚亦锋, 等. 安徽省城市建设用地变化及驱动力分析 [J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(4) : 544—551.

ZHANG X R, YIN Z Q, YAO Y F, et al. Analysis on urban construction land change and driving forces in Anhui Province [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2016, 25(4) : 544—551.

[23] 徐谅慧, 李加林, 袁麒麟, 等. 象山港海岸带景观格局演化 [J]. 海洋学研究, 2015, 33(2) : 47—56.

XU L H, LI H L, YUAN J X, et al. Landscape pattern evolution of coastal zone around the xiangshangang bay [J]. Journal of Marine Sciences, 2015, 33(2) : 47—56.

[24] 冯陈晨, 李加林, 朱宇婕. 甬台温地区城镇用地扩展时空分布研究 [J]. 上海国土资源, 2017, 38(3) : 24—29.

FENG C C, LI J L, ZHU Y J. Spatio-temporal characteristics of urbanization area growth in Ningbo, Taizhou and Wenzhou City [J]. Shanghai Land & Resources, 2017, 38(3) : 24—29.

[25] 史利江, 王圣云, 姚晓军, 等. 1994 ~ 2006 年上海市土地利用时空变化特征及驱动力分析 [J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(12) : 1468—1479.

SHI L J, WANG S Y, YAO X J, et al. Spatial and temporal variation characteristics of land use and its driving force in Shanghai City From 1994 to 2006 [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2012, 21(12) : 1468—1479.