

浙江省城镇建设用地空间扩展时空特征分析

王中义¹, 李加林^{1*}, 史小丽², 高扬¹, 汪海峰¹, 邵姝遥¹, 赵梦琪¹

(1. 宁波大学 宁波大学昂热大学联合学院, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波大学 学报编辑部, 浙江 宁波 315211)

摘要: 运用 1990~2015 年浙江省 6 期土地利用数据, 使用扩展速率、扩展强度、分形维数等指标分析浙江省城镇建设用地空间格局。结果表明: (1) 1990~2015 年, 浙江省城镇建设用地增长在 5 个时期呈现“W”趋势, 从不同行政等级来看, 扩展速度的发展趋势具有一致性, 2000~2005 年是浙江省不同行政等级的城市城镇用地扩展速度的最快阶段。(2) 从扩展强度来看, 浙江省在 2000~2005 年对城镇用地扩展最大, 其他时期基本维持稳定。地势平缓的城市往往开发强度大, 丘陵地区的城市处于缓慢扩展阶段。(3) 浙江省城镇用地空间结构的分形维数和稳定性特征存在波动性。城镇用地的空间结构特征与城镇用地增长过程和发展阶段具有一定的联系。(4) 浙江省城镇用地重心受到地形限制明显。西南地区受到丘陵地形影响, 重心移动方向大多数与斜长的峡谷平行; 北部平原区域的城镇用地的重心变化往往受到经济等社会因素影响较大。(5) 浙江省城镇建设用地空间扩展的影响因素上存在一定规律, 可看出 1995 年、2010 年、2015 年主要倾向于社会经济的影响, 在 2000 年、2005 年则倾向于自然因素的影响。

关键词: 城镇用地; 浙江省; 地理探测器; 空间特征; 扩展强度

中图分类号: K901

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2020) 06-0079-09

土地利用/覆被变化(LUCC)是全球气候变化和环境变化研究关注的重要内容^[1-2]。截止到 2018 年底, 全国城镇化率已经达到 59.58%, 城镇空间扩展是城市化过程空间布局与结构化的综合反映^[3]。城镇用地的空间扩展日益成为现在乃至将来土地利用变化的主要特征^[4]。

城镇建设用地的扩展特征与驱动因素成为众多学者关注的焦点。在研究尺度上, 分别从宏观(全国、大区域)、中观(省域、城市群)、微观(城市建成区)角度进行。近年来, 城镇建设用地的研究多以中观、微观角度展开。中观角度以省域作为研究对象主要有江苏省^[5]、浙江省^[6]、安徽省^[7]、福建省^[8-9]、湖北省^[10]、山东省^[11]等区域, 城市群角度主要是在长江三角洲^[12]、珠江三角洲^[13-14]、京津冀^[15-16]等经济发达地区。数据来源由传统的社会经济统计年鉴数据向遥感、土地利用调查数据等多种数据结合转变。研究方法上主要通过传统统计

方法或建立计量统计模型来进行城镇建设用地扩展特征和驱动力的研究^[16-18]。

随着改革开放, 浙江省经济得到快速发展, 由于“七山一水二分田”的自然格局, 使得土地开发日益紧张, 土地供需矛盾日益突出, 对浙江省的城镇建设用地空间扩展时空特征研究就具有一定的代表性。赵哲远等^[19]对 1996~2005 年浙江省土地利用变化进行探讨, 认为耕地是城镇建设用地的主要来源。史玉琴等^[6]重点探讨浙江省建设用地时空特征的空间相关性。本文在前人研究基础上, 通过扩大研究的时间范围以及新的研究思路来探讨浙江省不同行政等级城镇建设用地的扩展规律以及驱动因素规律。

1 研究区域概况

浙江省(118°01'~123°10'E, 27°02'~31°11'N)位于中国东南沿海地区, 东临东海, 南接福建, 西与

收稿日期: 2019-07-03.

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(41471004)。

第一作者: 王中义(1994—), 男, 浙江丽水人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 土地利用规划与保护. E-mail: nbuwzy@126.com

*通信作者: 李加林(1973—), 男, 浙江台州人, 博士/教授, 主要研究方向: 海岸带环境与资源开发. E-mail: lijialin@nbu.edu.cn

安徽、江西等地区相连,北与上海、江苏接壤,是我国最有活力的长三角经济圈的重要组成部分。全省陆域面积 $1.055 \times 10^5 \text{ km}^2$,山地占 74.63%,水域占 5.05%,地势平坦地区占 20.32%,地势由西南向东北倾斜,地形复杂。浙江省是我国行政面积最小、人口密度最大的省份之一。常住人口 5 737 万,地区生产总值(GDP) 56 197 亿元,人均国民生产总值 98 643 元,均位于全国前列位置。

2 数据来源与方法

2.1 数据来源及处理

通过地理空间数据云获取浙江省 1990 年、1995 年、2000 年、2005 年、2010 年、2015 年共 6 期陆地资源卫星数据,在 ENVI 图像处理系统下,对遥感影像进行几何校正,根据研究区域土地利用特点对城镇用地进行提取。本文研究区行政边界矢量数据选取 2015 年底浙江省最新区划为标准,将空间尺度确定为 69 个县(市、区)级单元。提取的城镇用地栅格图像经形态综合、村镇信息剔除、图像镶嵌、矢量转化,最后得到 6 个时期浙江省城镇用地矢量图。DEM 数据为 30 m 分辨率的 ASTER GDEM 数据,使用该数据获取各个县市区的平均高程、平均坡度。

此外,综合国内相关研究,本文收集浙江省 69 个县(市、区)的社会经济数据,用以分析 1990~2015 年浙江省城镇建设用地扩展的驱动因素。

2.2 城镇用地空间分析指标

2.2.1 城镇用地扩展速率

城镇用地扩展速率表示空间单元城镇用地面积的阶段变化率,该指数可研究城市的发展速度和状态^[16]。其计算公式为:

$$U_v = DU_{ea} / (D_t U_{oa}),$$

式中: U_v 为城镇用地扩展速率; DU_{ea} 为某一时间段城镇用地扩展面积; D_t 为时间段(一般以年为单位); U_{oa} 为某一时间段初期的城镇用地面积。

2.2.2 城镇用地扩展强度指数

城镇用地扩展强度指数是指研究单元平均每年增长的城镇用地占土地总面积的比重,通过比较,可以有效地反映建设用地扩展的空间差异性^[5]。其计算公式为:

$$U_i = DU_{ea} \cdot 100 / (D_t L_{ta}),$$

式中: U_i 为城镇用地扩展强度; L_{ta} 为研究单元土地总面积。

2.2.3 城镇用地扩展分形维数

分形维数源于几何概念,研究主要的方向是不规则几何形态的特征。结合地理现象的特点,目前多数的地理研究大多采用分形维数来刻画地理对象的特征,是对象空间形态分析的重要指标^[20]。其计算公式为:

$$D_{it} = 2 \ln(0.25 P_{it}) / \ln A_{it},$$

式中: D_{it} 为空间单元 i 在研究时段 t 时的分形维数值; P_{it} 为空间单元 i 在研究时段 t 时期城镇用地建成区的边缘周长; A_{it} 为空间单元 i 在研究时段 t 时期城镇用地建成区的面积。

2.2.4 城镇用地重心坐标迁移分析

通过 ArcGIS 软件计算不同时期城市中心坐标,研究城市中心迁移情况,可以分析城市空间扩展规律与扩张模式^[21]。其计算公式为:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^m (A_i \cdot X_i)}{\sum_{i=1}^m A_i},$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^m (A_i \cdot Y_i)}{\sum_{i=1}^m A_i},$$

式中: X 、 Y 分别表示城市中心经、纬度坐标; A_i 表示第 i 块矢量图斑的面积; X_i 、 Y_i 分别表示第 i 块图斑几何中心的经度和纬度的坐标; m 表示矢量图斑个数。

2.3 地理探测器

许多学者将地理探测器引入土地利用影响因素的分析^[22-25]。本文主要使用“因子探测器”分析各因子对城镇建设用地扩展的解释程度。模型表达公式如下:

$$q = 1 - \frac{1}{N\sigma^2} \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2,$$

式中: q 为某指标的空间异质性, $q \in [0, 1]$; L 为各因素的类型; N 和 N_h 分别为研究区内全部样本数和某指标 h 内的样本数; σ^2 和 σ_h^2 分别为整个研究区域的方差和指标 h 的方差; q 的大小反映了空间分异的程度, q 值越大,表示某指标对空间分层异质性越强,反之,则空间分布的随机性越强。当 $q = 0$ 时,指示研究对象不存在空间异质性; $q = 1$ 时,指示完美的空间异质性。

根据前人文献^[26-27], 考虑到数据的可得性, 本文选取浙江省各县市区的平均高程(X1)、平均坡度(X2)、GDP(X3)、人口(X4)、财政支出(X5)、全社会固定资产投资(X6)、重心到铁路距离(X7)、重心到高速公路距离(X8) 8 个因子, 将上述因子通过自然断裂分级法划分成为 5 类, 从自然条件、社会经济条件、交通条件等角度分析建设用地扩展的空间驱动机制。

3 结果分析

3.1 浙江省城镇用地扩展速率

从浙江省整体角度来看, 1990 年全省城镇用地面积 823.73 km², 2015 年全省城镇用地面积增长为 3 168.28 km², 为 1990 年 3.85 倍。1990~1995 年间城镇用地扩展面积为 214.70 km², 扩展速率 5.21%; 1995~2000 年间城镇用地扩展面积为 111.31 km², 扩展速率 2.14%; 2000~2005 年间城镇用地扩展面积为 1 246.91 km², 扩展速率 21.69%; 2005~2010 年间城镇用地扩展面积为 56.49 km², 扩展速率 0.47%; 2010~2015 年间城镇用地扩展面积为 715.13 km², 扩展速率为 5.83%。由图 1 可见, 5 个时期的浙江省城镇建设用地区展速率呈现“W”型发展趋势, 即在 1990~1995 年、1995~2000 年、2000~2005 年、2005~2010 年、2010~2015 年的 5 个时期中, 呈现下降、上升、下降、上升的态势, 具有显著的阶段性与波动性特征。

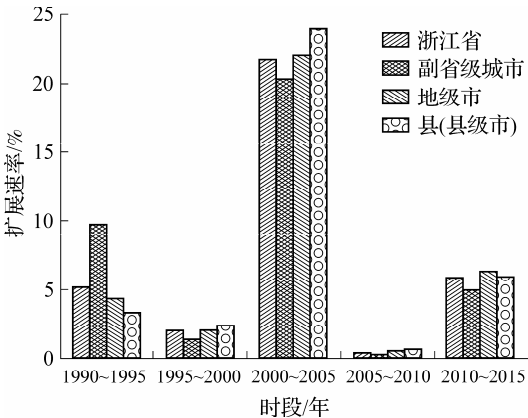


图 1 1990~2015 年浙江省不同等级城镇建设用地区展速度

不同行政等级城市不同时期的扩展速率发展趋势具有一致性。由表 1 数据可见, 1990~1995 年, 浙江省三级城镇体系中以副省级城市的扩张速率最快, 达 8.79%, 2 个副省级城市的排序为宁波>杭

州。其次为地级市, 11 个地级市城镇用地平均扩展速率为 4.36%。县(县级市)级城市的城镇用地扩展速率最慢, 仅为 3.35%。1995~2000 年, 县(县级市)级城市保持较高的城镇建设用地区展速度。地级市与副省级城市与前期相比, 扩展速率大幅度降低, 仅为 1.49%和 2.07%。2000~2005 年, 浙江省三级城镇体系的扩展速率进入高速扩展时期, 副省级城市、地级市、县(县级市)城镇扩展速率分别达到 19.88%、21.09%、23.93%。在地级市中, 温州市、嘉兴市、金华市、衢州市等城市的城镇建设用地区展速率均在 25%以上。浦江县、云和县、嘉善县、义乌市、永康市、玉环市和乐清市等县(县级市)级城市的城镇建设用地区展速率在 45%以上。副省级城市扩展速率保持平稳的高速发展, 以宁波市扩展速度最快, 达到 24.68%; 杭州次之, 为 16.51%。2005~2010 年, 副省级城市、地级市、县(县级市)级城市的城镇用地扩展速度与前期相比有着明显的下降, 其值为 0.26%、0.51%、0.61%。2010 年以后, 浙江省城镇建设用地区展速率较前期加快, 但幅度变化较为平缓。

表 1 浙江省各地级市城镇用地扩展面积 km²

地级市及省	1990~1995 年	1995~2000 年	2000~2005 年	2005~2010 年	2010~2015 年
杭州市	48.16	14.02	169.48	9.87	132.54
宁波市	65.54	30.94	273.69	3.54	81.34
温州市	-3.19	14.02	180.59	3.88	65.12
嘉兴市	22.96	11.07	163.96	16.54	81.71
湖州市	17.46	4.61	36.17	8.88	64.51
绍兴市	33.79	10.43	103.20	3.36	92.39
金华市	3.77	16.05	143.71	6.80	88.26
衢州市	1.21	2.30	59.18	0.11	26.79
舟山市	2.94	1.09	0.00	0.00	8.22
台州市	23.46	4.93	88.54	1.60	71.07
丽水市	-1.39	1.86	28.38	1.90	3.19
浙江省	214.70	111.31	1246.91	56.49	715.13

从地级市尺度来看, 1995~2000 年时期浙江省大多数地级市相对前一阶段扩展速率有所下降(图 2 的 1990~1995 年浙江省 11 个地级市扩展速度、表 1 浙江省各地级市城镇用地扩展面积)。2000~2005 年时期扩展面积数量在 5 个时期中, 大多数的地级市达到最大, 该时期内的宁波市城镇用地扩

展面积最大, 达到 273.69 km^2 ; 2005~2010 年时期扩展速率在 5 个时期中, 大多数的地级市达到最小. 2010~2015 年扩展速率又有小幅度上升. 在 5 个时期中, 舟山市由于海岛性质, 可利用土地有限, 城镇用地面积基本保持平衡. 整理历年扩展速率, 发展速率最大的分别是衢州市、金华市、温州市. 衢州主要面积增长点在衢州市区城镇用地的扩展, 金华则是义乌的城镇用地扩展, 温州为温州主城区与瑞安市的城镇用地扩展. 丽水市、衢州市在前 2 个时期内, 从扩展面积上来看变化不大, 主要由于地形造成可利用土地较少.

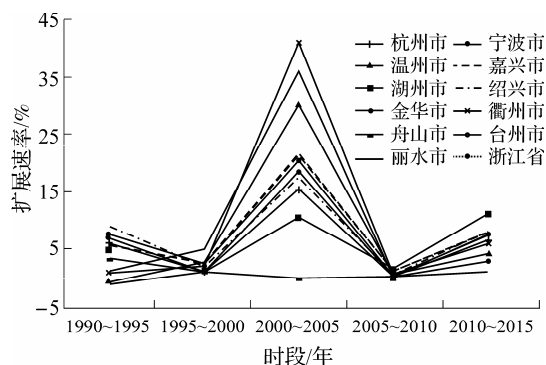


图2 1990~1995 年浙江省 11 个地级市扩展速度

从县市区尺度来看, 城镇用地扩展面积较前期增加 2 倍的县市有以下时期的城市, 2010~2015

年时期杭州市淳安县、2000~2005 年时期金华市浦江县、2000~2005 年时期丽水市云和县、2010~2015 年时期衢州市江山市, 分别达到 363.19%、186.69%、144.52%、109.10%. 淳安县在前期城镇用地面积的扩张上基本保持平衡, 城镇变化差异不大. 2010~2015 年时期, 城镇用地面积出现剧烈增长. 通过浙江天地图查看 2010 年、2015 年 2 个时期淳安千岛湖自驾车旅游交通图, 发现淳安县在 2 个时期城镇用地差异主要增长点在工业区与居住区开发的建设. 浦江县 2000~2005 年主要增长点是工业区的建立. 云和、江山的城镇用地面积的扩展与城市工业化存在一定关系. 同时, 城市基础设施的建设也贡献了一定面积数量.

3.2 浙江省城镇用地扩展强度差异

1995 年~2015 年间, 浙江省城镇用地扩张强度指数分别是 0.04、0.02、0.24、0.01、0.14, 总体趋势呈现“W”形式. 在县市区角度下, 分别计算浙江省各个县市区的城镇用地扩张差异指数, 采用自然断点分级法将发展状态划分成 5 个等级, 分别为缓慢、低速、中速、快速、高速发展. 从综合扩展强度指数来看, 1990~1995 年浙江省城镇建设用地主要以低速扩展为主, 经济发展程度相对较高区域的中心城市城镇建设用地呈现高速发展, 主

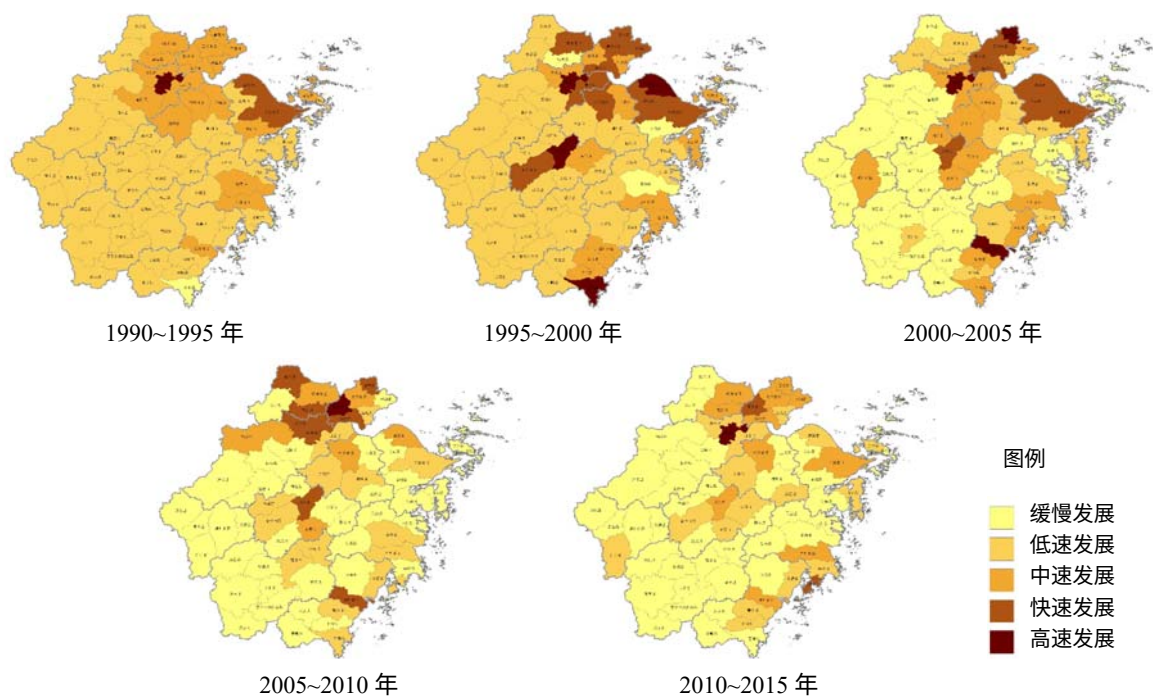


图3 浙江省城镇用地扩展强度分异

要有杭州市区、宁波市区、慈溪市3个城市;处于中速发展的城市主要有嘉兴市、绍兴市部分县市区、湖州市部分县市区、台州市区、温州市区,处于中速发展的城市在地形上具有相同之处,如湖州市扩展速度较快区域位于太湖泻湖湖沼平原,嘉兴市与绍兴市扩展速度较快区域位于钱塘江河口平原,台州市区与温州市区位于象山港口—沙埠港沿海丘陵平原。因此从某种程度来看,城镇建设用地前期扩展主要影响因素为地形。1995~2000年,钱塘江沿岸城市、金华市区、义乌市、苍南县呈现快速扩展,其余地区处于低速扩展阶段。苍南县主要扩展贡献来源于龙港镇的扩展,龙港镇被称为“中国第一座农民城”,在1995~2000年期间快速扩展。义乌市主要扩展的贡献在于江东区块建设。金华市区的扩展贡献来源于金华江南侧城镇用地的扩展。在该阶段中,城镇建设用地高速发展主要受到城市功能需求。2000~2005年,各个城市的城镇建设用地扩展速率较前期均有回落,很大程度上是受到国家制定严格的城镇建设用地开发的条例影响。沿海区域的城市扩展较快,而内陆城市的扩展速度较缓。2005~2010年,杭州市区周边地区、义乌及温州市区的城镇建设用地处于中高速扩展阶段,绍兴市部分县市、金华市市区、丽水市市区、台州市市区处于低速扩展阶段。2010~2015年,与前4期相比,城市主要呈现缓慢发展态势。处于高速发展的仅有萧山区,浙中盆地地区以及沿海地区的城市处于低速发展,缓慢扩展阶段的城市居多。

浙江省早期城镇用地发展扩展强度北部地区高于南部地区,尤其杭州市、宁波市、嘉兴市在前3期开发强度比较大(图3浙江省城镇用地扩展强度分异)。衢州市、丽水市、舟山市在开发强度上比较小。杭州市地形上北部地区偏平原,南部地区偏丘陵。因此从杭州市角度来看,杭州北部地区对城镇用地的开发强度比南部地区的开发强度要大。同时也发现城镇用地开发强度上,具有“连片”效益,即城镇用地开发强度较大的城市附近存在一个开发强度较大的城市。某种程度上,城镇建设用地的开发强度与该城市所在位置的地理环境具有重要关系。地理环境良好的地区拥有可利用土地面积较广,开发强度自然变大。

县市区边界的划分与其所在区域的地形状况具有重大关系。往往地形复杂的区域,文化、民族往往具有一定的地域统治状况。划分行政区域时,需要考虑因素就更加复杂。往往将具有联系区域划分在一起,导致地形越复杂的区域,其行政管理区域越大。而行政区域划分越大的地区,城镇用地开发强度则有所下降。

1990~2015年浙江省城镇建设用地扩展强度波动同样呈现显著的“W”型发展趋势。由图4可见,1990~1995年间,浙江省城镇建设用地扩展强度指数为0.04,后4个时间段的扩展强度指数分别为0.02、0.24、0.01、0.14。1997~1999年我国为了适应市场经济体制的需要,制定了严格规定来保护农用地,限制审批新增城镇建设用地的土地政策。可以看出,浙江省城镇建设用地扩展强度指数相较前一时期有所放缓,1995~2000年扩展强度仅为0.02;2000~2005年,扩展强度回升,达到0.24。2005年,国土资源部正式对外发布了《2005年工作要点》,强调大力推进节约和集约用地,建设用地预审、审批和供地时都必须严格执行建设用地定额指标和土地投资强度指标,使得扩展强度再次放缓^[28],2005~2010年达到5个时期最低值,仅为0.01;2010~2015年扩展强度呈现较大幅度的增加,达到0.14。

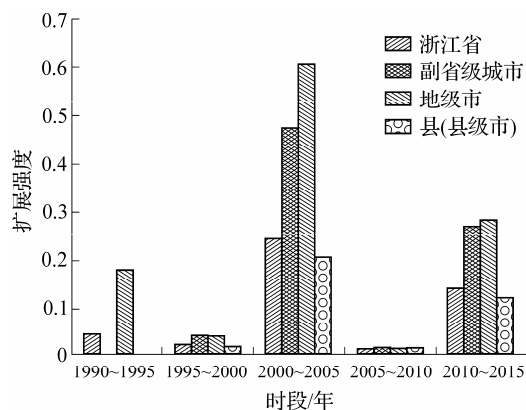


图4 1990~2015年浙江省不同等级城镇建设用地扩展强度

从不同行政等级城市类型来看,2000年以前3个不同层次的城镇用地扩展强度指数均保持在较低水平和相对平稳状态,说明该时期整个区域城镇发展缓慢,其中1990~1995年期间,地级市与县(县级市)级城市扩展强度指数均较小,但该时期副省级城市的扩展强度指数比其他2个行政等级的

城市高. 1995~2000 年 3 个不同层次行政等级的扩展强度指数相近, 县(县级市)级城市扩展强度较弱; 2000~2005 年, 不同行政等级扩展强度指数差距拉开, 表现为副省级城市>地级市>县(县级市). 从整体来看, 该时期扩展强度指数达到 5 个时间段的最高值. 2005 年之后, 各行政等级城市的城镇建设用地扩展强度指数重新回归到低水平, 2010~2015 年时间段又进一步提升.

3.3 浙江省城镇用地扩展分形模型

根据浙江省不同时期的城镇用地状况建立分形维数. 一般而言, 分形维数处在 1~2 之间; 分形维数越大, 城市形态越复杂; 分形维数小于 1.5, 城市形态较为规则; 分形维数大于 1.5 时, 城市形态较为复杂、曲折^[8]. 结果表明, 1990~2015 年浙江省城镇建设用地空间结构的分形维数分别为 1.39、1.37、1.37、1.37、1.38、1.40, 其分形维数均小于 1.5, 证明浙江省的城市形态较为规则.

从图 5 可见, 1990 年以来浙江省不同行政等级城镇用地空间结构分形维数有逐渐变大趋势, 从发展过程看, 分形维数的数值不断提高. 在 1995~2010 年, 浙江省不同行政等级的城镇用地空间结构分形维数波动不大. 2015 年, 县级市、县(自治

县)、浙江省的分形维数相对前几期, 出现大幅度的增加, 而区级行政单位的分形维数出现下降趋势. 用地趋向于规则与简单, 与浙江省区级行政单位城镇建设用地面积增加以建成区边缘填充为主有直接关系. 县(自治县)、县级市出现分形维数增加, 在一定程度上表现为向外部拓展为主, 导致该级别行政单位城镇用地的不规则程度增加.

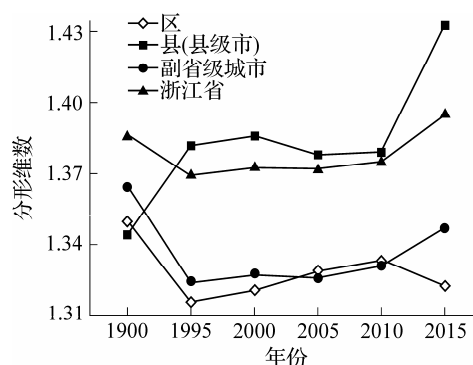


图 5 1990~2015 年浙江省不同等级城镇用地分形维数

统计浙江省 6 个时间点分形维数大于 1.5 的县市区, 分别是 1995~2015 年淳安县的 5 个时间点, 2015 年的宁海县、泰顺县、文成县. 这 4 个城市在地形上具有一定的相关性, 由于这些城市的发展受到山体影响, 不利于城市成块成团发展, 故导致

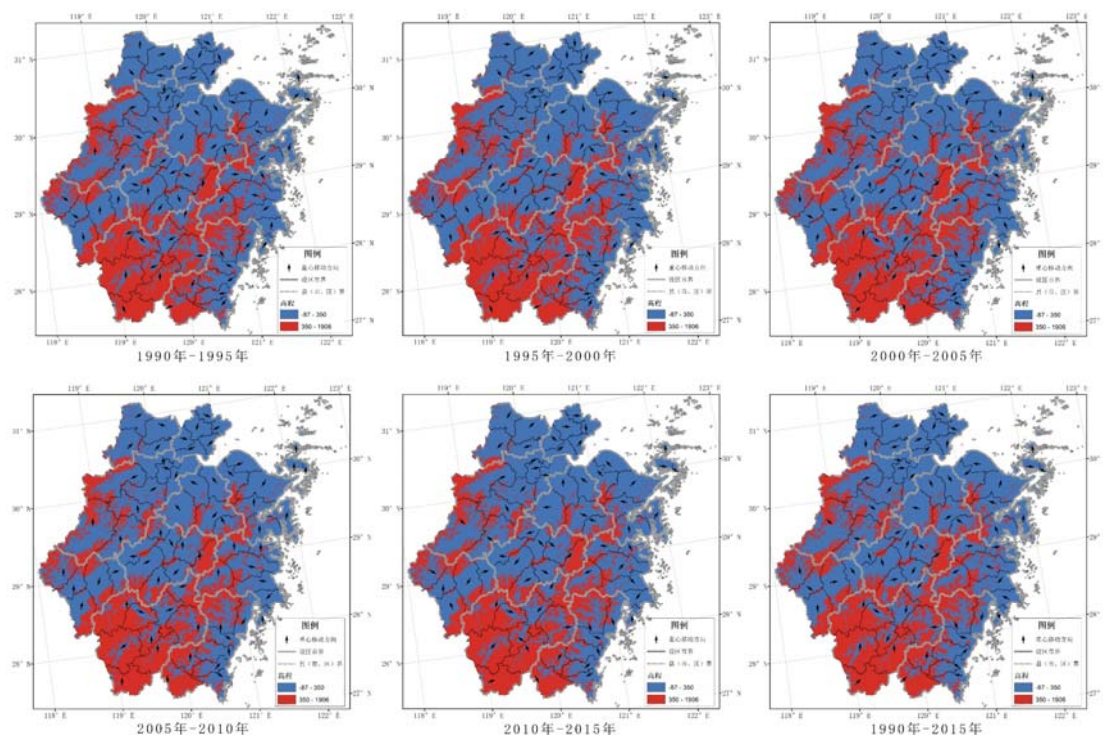


图 6 1990~2015 年浙江省城镇用地重心变化

这些县级城市在发展过程当中的分形维数处于较高位置.

3.4 浙江省城镇用地重心坐标迁移分析

浙江省城镇用地重心受到地形限制明显(图 6). 城镇用地重心变化的方向在区域上存在差别, 西南地区受到丘陵地形影响, 重心移动方向大多数与斜长的峡谷平行, 尤其丽水地区较为明显. 北部地区由于平原或大盆地地形因素, 重心偏移方向受到自然因素影响比较少. 从 1990~2015 年重心移动的方向来看, 嘉兴、湖州等北部地区的城镇用地重心方向向该区域的行政中心靠拢. 绍兴、金华等地区由于受到盆地环境的影响, 2 个或者 2 个以上同处一个盆地环境下县市区的城镇用地具有彼此靠拢的趋势. 从历年重心变化的趋势来看, 城镇用地发展具有一定自然阻隔因素的存在时, 重心发展往往发展到一定区域时, 又会朝向另外一个发展方向.

3.5 浙江省城镇建设用地扩展驱动因素

通过地理探测器得到的因子探测结果可以看出(表 2), 不同时期影响浙江省建设用地开发强度的主导影响因子是不同的. 各个时期的影响大小分别为全社会固定资产投资>GDP>地方财政支出、平均坡度>GDP>地方财政支出、GDP>全社会固定资产投资>地方财政支出、平均坡度>平均海拔>全社会固定资产投资、GDP>全社会固定资产投资>地方财政支出, 可以看出 1995 年、2010 年、2015 年主要倾向于社会经济, 在 2000 年、2005 年则是倾向于自然因素的影响. 同时, 也可看出重心距铁路距离、重心距高速公路距离对城镇建设用地的影响是有限的, 该观点也在其他学者分析论文中被

提及^[27]. 在前文对浙江省城镇用地扩展的增长趋势分析的折线图呈现出“W”趋势, 1990 年~1995 年、2005 年~2010 年在城镇用地扩展缓慢时期, 主要受到自然环境的影响, 当经济社会条件改善会促进城镇用地的开发.

从社会经济因素来看, 浙江省的全社会固定资产投资与财政支出对城镇建设用地变化具有显著影响, 说明政府投资、支出结构是影响城镇建设用地的的重要因素. 在各个时期, 该因素的驱动影响力均排在前列. 同时中国有一半以上的城市在城镇化过程中均存在人均 GDP 增量带动城镇建设用地扩张的情况^[29]. 通过地理探测器结果可以看出, GDP 对浙江省城镇建设用地的影响占据着重要位置.

从自然因素来看, 浙江省坡度、海拔在各个时期对城镇建设用地的扩展制约程度不同. 1995 年、2005 年自然因素对浙江省城镇建设扩展具有重大影响, 其他时期的影响弱于社会经济因素. 可以看出, 经济发展状况良好下通过加大投资与经济建设, 在一定程度上可以克服自然因素的影响, 但是自然因素的影响是无法避免的.

4 结论与讨论

通过对浙江省 1990 年、1995 年、2000 年、2005 年、2010 年、2015 年 6 期土地利用数据, 对浙江省城镇建设用地时空演变格局进行研究, 分析其扩展速率、扩展强度、分形维数, 得出主要结论:

(1)从浙江省城镇用地扩张速率角度看, 浙江省与各个地级市的城镇用地扩展速率在发展趋势上具有一致性, 呈现“W”型发展趋势, 城镇建设

表 2 浙江省城镇建设用地扩展强度影响因子探测结果表

因子	1995 年		2000 年		2005 年		2010 年		2015 年	
	P 值	排名	P 值	排名	P 值	排名	P 值	排名	P 值	排名
全社会固定资产投资	0.691	1	0.287	5	0.565	2	0.171	3	0.468	2
人口	0.143	6	0.273	6	0.449	4	0.107	5	0.411	4
地方财政支出	0.406	3	0.373	3	0.524	3	0.073	7	0.461	3
GDP	0.662	2	0.377	2	0.569	1	0.135	4	0.517	1
平均坡度	0.359	4	0.382	1	0.412	5	0.273	1	0.348	5
平均海拔	0.324	5	0.325	4	0.306	6	0.220	2	0.291	6
重心距铁路距离	0.047	7	0.091	8	0.157	7	0.081	6	0.086	7
重心距高速公路距离	0.019	8	0.099	7	0.057	8	0.067	8	0.023	8

用地扩展行为具有很大程度的一致性。由于每个地区受到自然环境与社会经济环境的影响,造成在城镇用地面积扩展的增量上存在差异,但增加趋势却保持一致。很大程度上,全省制定的统一政策对扩展趋势的一致性具有一定关系。同时,对比其他研究区域用地扩展速率,浙江省城镇用地呈现“W”趋势与韩玉莲等^[28]对长江三角洲地区研究发现的扩展趋势一致,也侧面反映出长江三角洲与浙江省城镇化具有一致性。

(2)从扩展强度角度看,浙江省在2000~2005年对城镇用地扩展强度最大,其他时期基本维持稳定。从各个时期来看,早期地势平坦城市的城镇建设用地扩展处于高速发展,到后期城镇建设用地扩展主要满足城市功能发展的需要。政府应当合理开发城镇建设用地,通过合理布局,优化土地空间结构来降低扩展强度。

(3)浙江省城镇用地空间结构的分形维数和稳定性特征具有一定波动性。城镇用地的空间结构特征与城镇用地增长过程和发展阶段具有一定联系。外部扩展式和内部填充式并存,快速扩张阶段以前者为主,相对稳定阶段则以后者为主。

(4)浙江省城镇用地在重心变迁上,与地形存在一定关系。西南地区受到丘陵地形影响,重心移动方向大多数与斜长的峡谷平行。北部平原区域的城镇用地的重心变化往往受到经济等社会因素影响较大。

(5)本文选取的指标可以看出浙江省建设用地的扩展影响具有一定规律性,1995年、2010年、2015年主要倾向于社会经济,在2000年、2005年则是倾向于自然因素的影响。

参考文献:

- [1] Mooney H A, Duraiappah A, Larigauderie A. Evolution of natural and social science interactions in global change research programs[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2013, 110(S1):3665-3672.
- [2] Sterling S M, Ducharme A, Polcher J. The Impact of global land-cover change on the terrestrial water cycle[J]. *Nature Climate Change*, 2013, 3(4):385-390.
- [3] 闫梅, 黄金川. 国内外城市空间扩展研究评析[J]. *地理科学进展*, 2013, 32(7):1039-1050.
- [4] 戴梁, 刘明超. 基于RS与GIS的宁波市鄞州区土地利用变化分析[J]. *地理空间信息*, 2010, 8(4):121-123.
- [5] 赵玉岩, 栾维新, 片峰, 等. 江苏省城市建设用地扩展时空变化及驱动力研究[J]. *中国科技论文*, 2015, 10(15):119-124.
- [6] 史玉琴, 李艳, 曹宇. 浙江省建设用地扩展时空特征分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2010, 19(S2):114-121.
- [7] 吴九兴, 王晓妹. 安徽省建设用地转型的时空特征研究[J]. *浙江农业科学*, 2018, 59(10):1920-1924.
- [8] 张丽华. 福建省建设用地动态变化及区域变异规律研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2008.
- [9] 傅滨桢, 陈松林. 基于Landsat TM影像的福建省城乡用地扩张时空特征研究[J]. *福建师范大学学报(自然科学版)*, 2016, 32(1):86-93.
- [10] 刘耀林, 李纪伟, 侯贺平, 等. 湖北省城乡建设用地城镇化率及其影响因素[J]. *地理研究*, 2014, 33(1):132-142.
- [11] 许凤娇, 吕晓, 陈昌玲. 山东省城乡建设用地转型的时空格局[J]. *自然资源学报*, 2017, 32(9):1554-1567.
- [12] 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.
- [13] 李珽, 符文颖, 李郁. GIS支持下的珠江三角洲核心区建设用地遥感分析[J]. *中国土地科学*, 2013, 27(9):78-84.
- [14] 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.
- [15] 赵静焱, 陈彦光, 李双成. 京津冀城市用地形态的双分形特征及其演化[J]. *地理科学进展*, 2019, 38(1):77-87.
- [16] 王海军, 张彬, 刘耀林, 等. 基于重心-GTWR模型的京津冀城市群城镇扩展格局与驱动力多维解析[J]. *地理学报*, 2018, 73(6):1076-1092.
- [17] 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EBI_i的研究[J]. *中国土地科学*, 2008, 22(1):23-31.
- [18] 王海军, 刘艺明, 张彬, 等. 基于Logistic-GTWR模型的武汉城市圈城镇用地扩展驱动力分析[J]. *农业工程学报*, 2018, 34(19):248-257; 310.
- [19] 赵哲远, 马奇, 华元春, 等. 浙江省1996—2005年土地利用变化分析[J]. *中国土地科学*, 2009, 23(11):54-60.
- [20] 叶俊, 陈秉钊. 分形理论在城市研究中的应用[J]. *城市规划汇刊*, 2001(4):38-42.
- [21] 李娜, 闫冬梅, 张丽. 天津滨海新区——曹妃甸典型地区土地利用演变分析[J]. *遥感技术与应用*, 2012, 27(2):289-295.
- [22] 王莉红. 绿洲城市空间扩张过程与模式及驱动力研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2019.
- [23] 张文静. 近20年蒙古国耕地时空变化及驱动力分析[D].

- 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2019.
- [24] 陈晓霞. 农村居民点用地空间格局及影响因素研究[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2018.
- [25] 王雅竹, 段学军, 杨清可, 等. 近30年江苏省建设用地的扩张的时空特征、模式与驱动因素研究[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(7):1531-1540.
- [26] 陈亭亭. 基于GIS与RS的县域城乡居民点时空演变特征及影响因素研究[D]. 郑州: 河南财经政法大学, 2019.
- [27] Ju H, Zhang Z, Zuo L, et al. Driving forces and their interactions of built-up land expansion based on the geographical detector – a case study of Beijing, China[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2016, 30(11):2188-2207.
- [28] 韩玉莲, 赵玉岩. 长江三角洲城镇建设用地的扩展特征及驱动力研究[J]. 上海国土资源, 2018, 2018(2):16-20; 32.
- [29] Seto K C, Fragkias M, Güneralp B, et al. A meta-analysis of global urban land expansion[J]. Plos One, 2011, 6(8): e23777.

Analysis of spatial and temporal characteristics of spatial expansion of urban construction land in Zhejiang Province

WANG Zhongyi¹, LI Jialin^{1*}, SHI Xiaoli², GAO Yang¹, WANG Haifeng¹, SHAO Shuyao¹, ZHAO Mengqi¹

(1.Ningbo University-University of Angers Joint Institute, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2.Editorial Department of Journal, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Based on the data of land use in Zhejiang Province from 1990 to 2015, the spatial pattern of urban construction land is analyzed using indicators such as expansion rate, expansion intensity and fractal dimension. The results show that: (1) From 1990 to 2015, the growth of urban construction land in Zhejiang Province showed a “W-shaped” trend throughout the five periods. At different administrative levels, the development trend of expansion speed is consistent. It is in 2000–2005 that the urban land use at different administrative levels of Zhejiang Province has the fastest expansion rate. (2) From the perspective of expansion intensity, Zhejiang Province developed with the greatest intensity of urban land expansion from 2000 to 2005. Other periods have remained basically stable. Cities with flat terrain tend to have large development intensity, and cities in hilly areas are at a slow expansion stage. (3) The fractal dimension and stability characteristics of urban land use spatial structure demonstrate certain volatility. The spatial structure characteristics of urban land suggest a certain relationship with the urban land use growth process and development stage. (4) The center of gravity of urban land is obviously restricted by terrain. The southwestern region is affected by the hilly terrain, and most of the center of gravity moves parallel to the steep canyon. The change in the center of gravity of urban land in the northern plain is often greatly related to the economic factors. (5) There exist certain regularities on the influencing factors of the spatial expansion of urban construction land. It is noticed that in 1995, 2010 and 2015, the factors are prone mainly to social economy, while in 2000 and 2005, they are more related to the influence of natural factors.

Key words: urban land; Zhejiang Province; geographic detector; spatial characteristics; expansion intensity

(责任编辑 章践立)