

沿海发达地区小城镇城乡建设用地变化及驱动力研究

——以宁波市奉化溪口镇为例

杨凯杰¹, 曹罗丹^{1,2*}, 陈慧霖¹, 辛欣¹, 朱宇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 东海研究院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 基于奉化溪口镇 1990~2015 年 6 期土地利用数据, 借助土地利用转移矩阵、城乡建设用地扩展速度、土地利用动态度、土地利用结构信息熵、核密度和 Logistic 回归模型等方法, 探析奉化溪口镇城乡建设用地变化特征和驱动因子。结果表明: (1)1995~2015 年, 溪口镇城乡建设用地规模不断扩大, 增长速度不稳定, 城镇用地、农村居民点用地和其他建设用地增长各具特点; (2)建设用地信息熵持续增加, 土地类型趋于复杂化、有序化; (3)城乡建设用地的转入面积远大于转出面积, 主要转入来源为耕地和林地; (4)城乡建设用地核密度高值区集聚于城镇的东北部, 核密度分布特征随时间变化不明显; (5)建设用地分布主要受社会经济因素的影响, 其中地均国内生产总值、人口密度、高程值与距河流距离影响较大。

关键词: 城乡建设用地; 驱动力; 溪口镇; 土地覆被变化

中图分类号: K903

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2021) 01-0094-08

城乡建设用地是极为重要的土地利用类型, 是人类活动影响自然环境最直观的表现, 也是社会、经济协调发展的空间投影, 其变化反映着城市发展的进程, 城乡建设用地的统筹规划与利用是实现城乡统筹的关键内容之一。随着我国城市化进程的加快, 城乡建设用地和土地资源之间的矛盾日益突出, 建设用地的增加导致农田、林地、滩涂等土地资源减少, 我国粮食安全、生态安全正不断遭受威胁; 城市增速过快也导致资源分配不合理、人口密集、交通拥堵等城市病的产生^[1]。当前我国正经历着最大规模、最为深刻的生态文明建设, 节约资源则是保护生态环境的根本之策。从建国初期提出的节约用地原则到改革开放后将节约集约用地作为一项方针政策, 再到党的十七大后对节约集约用地提出的新要求, 集约、高效地利用土地已成为新型城镇化的战略选择^[2]。研究城乡建设用地变化过程与特征, 找出驱动因子并定量揭示驱动机制, 对提高土地利用效率, 明确农田、生

态地区保护内容以及促进城市经济社会可持续发展具有重要意义^[3-4]。

城乡建设用地变化已成为土地利用/覆被变化 (Land-Use and Land-Cover Change, LUCC) 的研究重点之一, 并取得了不少成果^[5-6]。相关研究主要集中在用地变化特征的提取、建设用地扩展模式与规律、土地利用变化的驱动力分析以及城乡建设用地变化的预测及优化等方面。文献[7-9]分别探讨了中国小城镇土地利用的结构特征; 不同时段全国各地各类建设用地面积和人口数据, 总结出中国城市建设用地的时空演变规律; 利用遥感影像的解译与分析, 研究各类用地的变化。文献[10-12]将研究区间分为几个时段, 采用土地利用转移矩阵、土地利用动态度等方法分别对全国尺度、大城市、小城镇的城乡建设用地变化规律进行了探讨。文献[13-15]分别利用 Logistic 回归模型、灰色关联法以及 GIS 空间分析技术探讨了小城镇土地利用变化的主要驱动力。文献[16-18]利用多元回归模

收稿日期: 2019-08-29.

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

基金项目: 国家自然科学基金(41976209); 浙江省自然科学基金(LQ20D010006); 宁波大学科研基金(XYL20018)。

第一作者: 杨凯杰(1996-), 男, 云南玉溪人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 土地利用与管理。E-mail: yangkaijiex@126.com

*通信作者: 曹罗丹(1990-), 女, 河南许昌人, 博士/讲师, 主要研究方向: 海岸带资源开发与利用。E-mail: caoluodan@nbu.edu.cn

型、组合预测模型、Logistic 模型、灰色系统模型、CA-Markov 模型等预测了建设用地的规模,并取得了良好效果。

由于小尺度区域数据较难获取,现有研究大多集中于大尺度区域,如全国^[3,8]、流域^[19]、省^[20]和市^[21-23],对小尺度区域的研究较少,导致小城镇的土地政策制定缺乏科学依据。因此,对小城镇建设用地变化特征的研究很有必要。本文选取具有一定代表性的旅游小镇——奉化区溪口镇作为研究对象,探究不同时期溪口镇城乡建设用地的变化特征,并在此基础上找出驱动因子,借以为溪口镇的持续健康发展提供决策参考,也为揭示我国小城镇城市建设用地驱动机制积累研究案例。

1 研究区概况

溪口镇位于浙江省宁波市奉化区西北部(图1),中心位置处于北纬29°41'31",东经121°16'41",东连萧王庙街道,南接大堰镇,西临嵊州市,北与余姚市、鄞州区接壤,行政区域面积381.6 km²,是浙江省级中心镇、宁波市重点开发区域。溪口镇地形以山地、丘陵为主,总体呈西北高,东南低的地势。镇内有剡溪、筠溪等多条河流,河网密布,降水充沛。总人口超过10万,历史悠久、风光秀丽,农业和旅游业的发展潜力巨大。曾荣膺“中国水蜜桃之乡”“全国水蜜桃特色基地乡镇”“中国雷笋之乡”等称号,获评“全国十佳文化生态景区”。现有规模以上企业52家,年产值超亿元企业10家。2018年溪口入选全国综合实力千强镇。总体上,溪口镇是一个集观光游览、娱乐休憩、文化欣赏于一体的综合型旅游小镇。1990年以来,溪口镇建设用地总量持续增加,占比不断增大,在经济持续高速发展的同时,也出现了人口拥挤、交通拥堵、污染加剧、

生态用地侵占等问题。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源与处理

土地利用类型数据来自地理国情监测云平台(<http://www.dsac.cn>),主要包括溪口镇1990年、1995年、2000年、2005年、2010年和2015年共6期1:100 000土地利用数据。根据全国土地资源分类系统和研究需要的标准,把研究区土地利用类型分为6大类,提取城乡建设用地作为研究对象。高程数据来源于SRTMDEMUTM 90M分辨率的数字高程产品,本研究将其重分为5个等级。人口与地均国内生产总值公里网格数据来自中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>),分辨率为1 km×1 km。

2.2 研究方法

采用土地利用转移矩阵、城乡建设用地扩展速度、土地利用动态度、土地利用结构信息熵和核密度等方法对溪口镇1990~2015年的城乡建设用地变化进行分析,并利用Logistic回归模型探究城乡建设用地变化的驱动力。

2.2.1 土地利用转移矩阵

土地利用转移矩阵能直观、定量表明1990~2015年溪口镇城乡建设用地与其他土地利用类型之间的转化以及转移方向和速率,其通式为:

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nm} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

式中: S_{ij} 表示转移前*i*地类转换成转移后*j*地类的面积($i, j=1, 2, \dots, n$); n 表示发生了土地转移的土地利用类型总数;矩阵中每一行元素代表转移前*i*地类土地的流向信息,每一列元素代表转移后*j*地类土地的来源信息^[24]。

2.2.2 城乡建设用地扩展速度

城乡建设用地扩展速度是用来衡量某一时间段城乡建设用地面积的变化,可以反映城乡建设用地扩展的趋势与快慢,其计算公式为:

$$R = (M_{i+n} - M_i) / n, \quad (2)$$

式中: R 为城乡建设用地扩展速度; M_i 和 M_{i+n} 分别为第*i*年和第(*i*+*n*)年城乡建设用地的面积; n 为研

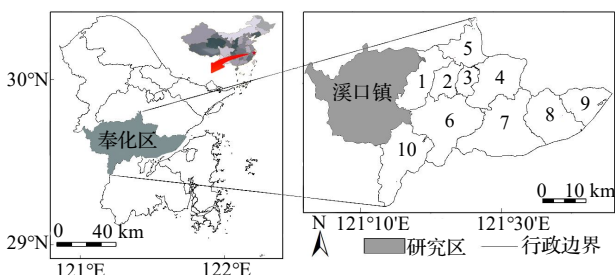


图1 溪口镇区位图

究期时段.

2.2.3 土地利用动态度

土地利用动态度是指研究期内土地类型的变化率,可以反映城乡建设用地的扩展程度,其计算公式为:

$$K = (U_b - U_a) / (U_a T) \times 100\%, \quad (3)$$

式中: K 为研究期内单一动态度; U_a 和 U_b 分别是研究期间第一年和最后一年的城乡建设用地面积; T 为研究时段长度.

2.2.4 土地利用结构信息熵

土地利用结构信息熵反映某区域土地利用结构的特点,可以用于分析城乡建设用地的结构特征及合理性,其公式为:

$$H = -\sum_{i=1}^n P_i \ln P_i, \quad (4)$$

式中: H 为土地利用结构信息熵; P_i 为各类建设用地占建设用地总面积的比例; n 为建设用地分类总数.

2.2.5 核密度分析

核密度可以用来表示城乡建设用地斑块的密度,其值越大,表示密度越高.利用 ArcGIS 10.2 中 Kernal Dentisty 工具,设置搜索半径为 4 km,可得研究区较为光滑的核密度,其计算公式为:

$$f(x, y) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n k(d_i / n), \quad (5)$$

式中: $f(x, y)$ 为 (x, y) 处的核密度; n 为观测数量; h 为带宽; k 为核函数; d_i 为某位置与第 i 个位置的距离.

2.2.6 Logistic 回归模型

Logistic 回归模型能很好地应用于因变量为离散型变量,且分布规律不明显的土地利用变化研究.本文采用 Logistic 回归模型,探究溪口镇城乡建设用地变化的驱动力.

设 P 为事件发生的概率,取值 0~1,那么 $1-P$ 表示事件不发生的概率,其表达式为:

$$P = \frac{\exp(\alpha + \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k)}{1 + \exp(\alpha + \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k)}, \quad (6)$$

对式(6)进行变换,得到线性公式为:

$$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \alpha + \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k, \quad (7)$$

式中: P 为研究区用地发生变化概率; $x_1, x_2, \cdots, x_k$ 为影响用地变化的驱动因子; α 为常数项; $\beta_1,$

$\beta_2, \cdots, \beta_k$ 为各影响因子的回归系数,取值为正,表示该回归系数对应的自变量能增加事件的发生概率,反之取值为负.

Wald 是回归系数的显著性检验统计量,用来评价每个自变量对因变量的解释程度.如果概率 P 值小于给定的显著性水平 α ($\alpha = 0.05$),则认为解释变量与概率之间的线性关系显著,应保留在方程中;反之不能通过显著性检验.对 Logistic 回归方程拟合度的检验选用 Homsmer-Lemeshow 指标(HL),检验结果包括 sig 值和 AUC 值,当 sig 值大于 0.05 时,表示拟合良好;AUC 值取值区间为 (0, 1),越接近 1 表示拟合程度越高^[25].

影响因素选取了自然因素、社会经济因素和可达性因素.其中自然因素包括高程和坡度;社会经济因素包括人口和地均 GDP;可达性因素包括距城镇、道路和河流的距离,详见表 1.

表 1 溪口镇城乡建设用地变化驱动力模型中相关变量

变量类型	相关指标	数据类型
因变量	1990~2015 年城乡建设用地变化	二分类
	高程	连续型
	坡度	连续型
	人口	连续型
自变量	地均 GDP	连续型
	距城镇距离	连续型
	距道路距离	连续型
	距河流距离	连续型

3 结果与讨论

3.1 溪口镇城乡建设用地变化特征

3.1.1 城乡建设用地规模变化

1990~2015 年,溪口镇建设用地面积不断变化,呈增长趋势(表 2).

表 2 1990~2015 年溪口镇各类建设用地

年份	城镇用地		农村居民用地		其他建设用地	
	面积/ha	占比/%	面积/ha	占比/%	面积/ha	占比/%
1990 年	73.64	31.91	157.14	68.09	0	0
1995 年	95.21	21.36	337.34	75.70	13.10	2.94
2000 年	95.67	22.35	315.92	73.80	16.50	3.85
2005 年	466.82	53.68	393.38	45.23	9.48	1.09
2010 年	479.41	52.20	400.35	43.59	38.63	4.21
2015 年	573.22	51.98	416.76	37.79	112.75	10.22

从表 2 可知, 城乡建设用地面积增加 871.94 ha, 其中城镇建设用地面积 25 年间增加 499.58 ha, 2000~2005 年间增速最快, 达 $74.23\text{ ha}\cdot\text{a}^{-1}$. 在面积持续增长的同时, 所占建设用地的比例也不断增大. 农村居民点建设用地增加 259.62 ha, 虽然面积不断增加, 但所占比例呈减少趋势. 其他建设用地从无到有, 共增长了 112.75 ha, 所占比例从 0 增加到 10.22%, 逐渐成为建设用地中不可或缺的部分.

3.1.2 城乡建设用地利用变化速度

随着城市的发展, 溪口镇城乡建设用地不断扩张, 扩展速度起伏较大(表 3). 1990~1995 年, 城乡建设用地总面积增长了 214.87 ha, 扩展速度为 $42.97\text{ ha}\cdot\text{a}^{-1}$, 增长速度较快. 1995~2000 年城乡建设用地总面积有所减小, 呈负增长. 近 15 年来, 城乡建设用地总面积从 2000 年的 428.08 ha 增加至 2015 年的 1 102.72 ha, 2000~2005 年期间扩展速度最大, 为 $88.32\text{ ha}\cdot\text{a}^{-1}$; 2005~2010 年期间扩展速度最小, 为 $9.74\text{ ha}\cdot\text{a}^{-1}$; 2010~2015 年期间扩展速度又有所增大, 为 $36.86\text{ ha}\cdot\text{a}^{-1}$.

表 3 1990~2015 年溪口镇城乡建设用地总量

年份	面积/ha	变化量/ha	扩展速度/($\text{ha}\cdot\text{a}^{-1}$)
1990 年	230.78	—	—
1995 年	445.65	214.87	42.97
2000 年	428.08	-17.57	-3.51
2005 年	869.68	441.60	88.32
2010 年	918.40	48.71	9.74
2015 年	1 102.72	184.33	36.87

通过式(3)计算, 得到溪口镇 1990~1995 年、1995~2000 年、2000~2005 年、2005~2010 年、2010~2015 年 5 个时间段的单一动态度值分别为 18.62%、-0.79%、20.63%、1.12%、4.01%. 可见 1990~1995 年间的动态度较高, 而后 1995~2000 年建设用地面积有所减小, 其动态度呈负值; 之后 15 年面积持续增加, 动态度呈先增后减再增趋势, 并在 2000~2005 年达到最大, 这与城乡建设用地面积的大幅增加相符.

3.1.3 城乡建设用地利用结构变化

通过式(4)计算信息熵, 得到溪口镇 1990~1995 年、1995~2000 年、2000~2005 年、2005~2010 年、2010~2015 年 5 个时间段建设用地信息熵分别为 0.64、0.68、0.74、0.88、0.94. 溪口镇城乡建设

用地信息熵呈持续增长趋势, 25 年间信息熵从 0.64 增加到 0.94, 表明溪口镇越来越多的土地被开发成建设用地, 土地类型逐渐复杂化, 各类土地逐渐有序化. 相对而言, 溪口镇城乡建设用地信息熵偏低, 还需不断改善其城乡建设用地结构以提高城市综合功能.

基于 1990~2015 年溪口镇城乡建设用地变化(图 2), 在 ArcGIS 10.2 软件中进行叠加得到研究区城乡建设用地的转移表(表 4), 分析溪口镇城乡建

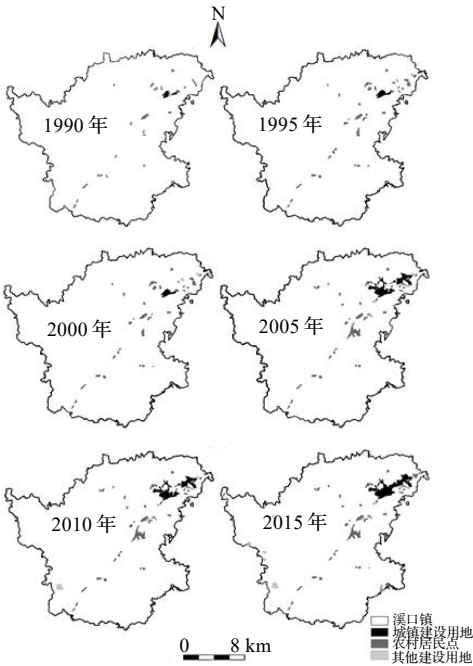


图 2 1990~2015 年溪口镇各类建设用地变化

表 4 1990~2015 年溪口镇城乡建设用地转换 ha

研究时期	转换类型	耕地	林地	草地	水域	未利用地	总计
1990~1995	转出	0.85	0.01	0	0	0	0.86
	转入	197.05	6.23	12.36	0	0.10	215.74
1995~2000	转出	25.79	0.57	0	0	0	26.36
	转入	3.53	5.26	0	0	0	8.79
2000~2005	转出	1.89	0	0	0	0	1.89
	转入	378.89	64.61	0	0	0	443.50
2005~2010	转出	0	0	0	0	0	0
	转入	10.46	38.26	0	0	0	48.72
2010~2015	转出	0	0	0	0	0	0
	转入	125.55	50.02	8.76	0	0	184.33
1990~2015	转出	28.53	0.58	0	0	0	29.11
	转入	715.48	164.38	21.12	0	0.10	901.08

设用地利用结构的变化. 总体上, 25 年间溪口镇城乡建设用地转入面积远大于转出面积, 主要由耕地、林地、草地和未利用地转入, 其中以耕地和林地转入数量最多; 每个时期都有用地转为城乡建设用地, 转入速率不稳定, 在 2000~2005 年期间共转入 443.5 ha, 是转入数量最多的 5 年; 城乡建设用地仅在 1990~2005 年期间有所转出, 1995~2000 年是唯一转出数量大于转入数量时期.

3.1.4 城乡建设用地空间变化

利用 ArcGIS 10.2 软件中的 Kernel Density 工具分析得到 1990~2015 年溪口镇建设用地密度变化(图 3).

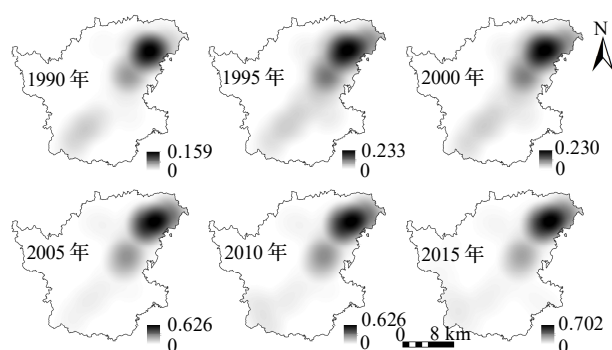


图 3 1990~2015 年溪口镇建设用地核密度变化

从图 3 可知, 25 年间城乡建设用地的核密度最高值逐渐增加, 与 1990 年相比, 2015 年核密度最高值增加了 0.543, 表明研究区斑块内城乡建设用地的斑块面积扩大、数量增加. 核密度空间分布特征随时间变化较小, 1990~2015 年核密度在空间上都呈现东北部较高的特征. 而核密度在空间分布差异较大, 表现为东北部地区有多个高值区, 集聚特征明显, 其余区域核密度较低, 西南部核密度略高于西北、东南部, 其中高值区主要位于溪口-滕头旅游景区及周围地区. 该区的雪窦山风景区、蒋氏故居等国家级景区吸引了大量人口、资金流入. 随着溪口镇乡村旅游路网的完善和旅游特色的宣传, 基础设施的不断健全, 景区的知名度得到提高, 从而吸引了更多游客, 形成集聚效应, 并带动周围各村旅游业发展. 低值区如西部地区, 海拔较高, 坡度较大, 不利地形因素限制了城乡建设用地的扩张. 如西部的石门村, 村庄分散, 劳动力外出务工, 人口大量流失, 难以形成城镇, 导致该地既没有建设城市的需求, 也缺乏建设的经济基础, 故而

建设用地数量较少.

3.2 溪口镇城乡建设用地变化驱动力分析

3.2.1 城乡建设用地驱动因子数据

从 SRTMDEMUTM 90 M 分辨率的数字高程模型(Digital Elevation Model, DEM)中提取高程和坡度信息, 导入 ArcGIS 10.2 软件, 用软件中空间分析功能处理. 以 100 m 为临界点, 得到高程(h)的分类级别: $h < 100$ m(级别 1), $100 \text{ m} \leq h < 200$ m(级别 2), $200 \text{ m} \leq h < 300$ m(级别 3), $300 \text{ m} \leq h < 500$ m(级别 4), $h > 500$ m(级别 5); 坡度(p)分类级别: $p < 2^\circ$ (级别 1), $2^\circ \leq p < 6^\circ$ (级别 2), $6^\circ \leq p < 15^\circ$ (级别 3), $15^\circ \leq p < 25^\circ$ (级别 4), $p \geq 25^\circ$ (级别 5), 结果如图 4 所示.

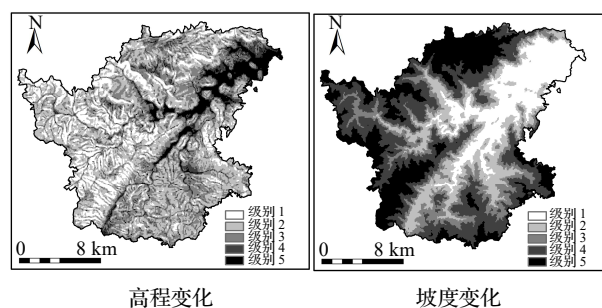


图 4 溪口镇城乡建设用地高程和坡度变化

将人口和地均 GDP 公里网格数据导入 ArcGIS 10.2 软件, 得到地均 GDP 与人口的比值, 再转化为 30 m×30 m 的栅格数据, 结果如图 5 所示.

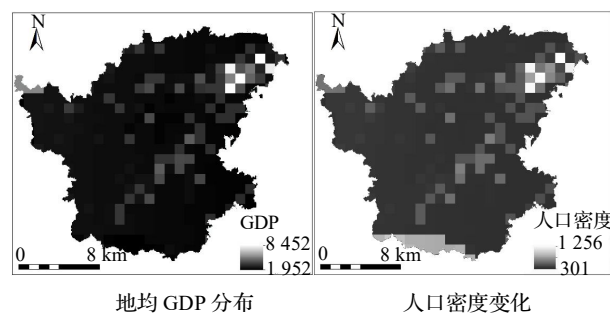


图 5 溪口镇地均 GDP 和人口密度

将城镇、水系和交通分布图导入 ArcGIS 10.2 软件进行缓冲区分析, 结果如图 6 所示. 从图 6 可知, 溪口镇主要有 2 个城镇, 分别是溪口和班溪; 河流则有剡溪、革溪江等; 道路包括 1 条国道、2 条省道及一些县乡道.

3.2.2 城乡建设用地变化驱动力分析

将城乡建设用地变化提取的所有因变量和自变量代入 Logistic 回归模型进行城乡建设用地变化

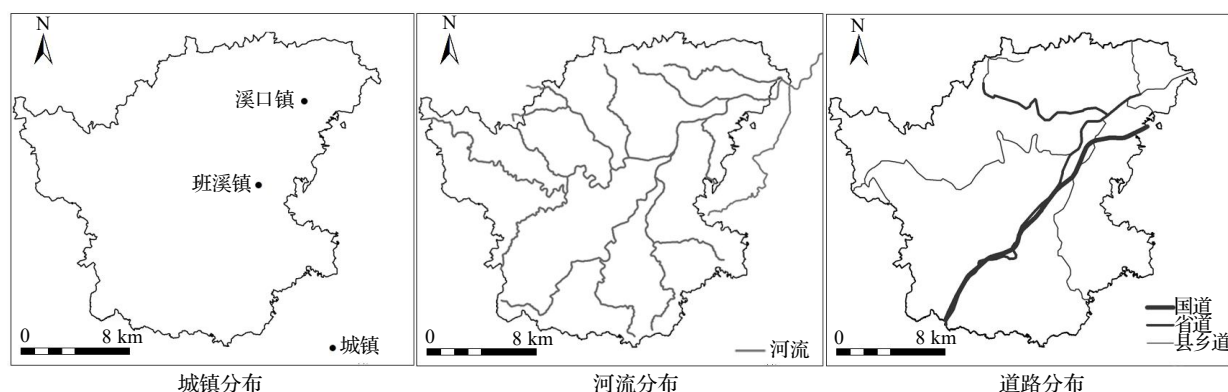


图6 溪口镇城镇、河流及道路分布

驱动力分析,结果见表5。Logistic回归模型的HL指标检验中sig值为0.693,大于0.05,各影响因素之间差异不明显,表明模型拟合效果良好;AUC值为0.83,表明模型拟合程度较高。

表5 1995~2015年溪口镇城乡建设用地变化
影响因子模型估计结果

驱动因子	参数估计	标准误差	Wald统计	自由度	显著性水平	发生比率
地均GDP	2.129	0.327	42.354	1	0.000	8.407
人口密度	1.045	0.276	14.384	1	0.000	2.844
高程	-0.475	0.139	11.676	1	0.001	0.622
坡度	-0.287	0.178	2.598	1	0.107	0.750
距道路距离	-0.251	0.192	1.702	1	0.192	0.778
距河流距离	-0.429	0.196	4.812	1	0.028	0.651
距城镇距离	0.062	0.096	0.412	1	0.521	1.064
常量	3.408	0.965	12.473	1	0.000	30.217

由表5的Wald统计量可知,溪口镇城乡建设用地空间分布解释量大小依次为地均GDP、人口密度、高程、距河流距离、坡度、距道路距离和距城镇距离。其中地均GDP对溪口镇城乡建设用地空间分布影响最大,其参数估计为正数,表明随区域地均GDP增加,城乡建设用地面积增加,两者呈正相关关系,可见地均GDP作为影响溪口镇城乡建设用地空间布局最重要的社会经济因素,其大小对城乡建设用地的建立和扩张影响最为显著。

人口密度的参数估计为1.045,其对溪口镇城乡建设用地的分布影响较大,表明随着人口增加,地区城乡建设用地面积上升。人口集聚是城市化的重要特征,在溪口镇的发展过程中,旅游业带动了当地经济的发展,相关产业应运而生,吸引了大

量劳动力。如溪口-滕头风景区及附近地区有大量就业机会,吸引了人口、资金在该地集聚,从而使城乡建设用地以此地为中心不断向外围扩张。

高程和距河流距离影响着溪口镇城乡建设用地的分布,二者Wald统计量分别为11.676、4.812,参数估计都为负值,表明高程越大,建设用地面积越少;距河流越远,建设用地越少。高程作为对溪口镇城乡建设用地布局影响最大的自然因素,反映了溪口镇的城乡建设用地大多集中在高程较小的平原和低缓丘陵和山区,这些地区生产、生活与交通方便,而高程较大的山地开发难度相对较大。距河流距离是对溪口镇城乡建设用地布局影响最大的可达性因素,体现了水源的重要性,靠近河流生产和生活用水便利,还可以发展水运,因此城乡建设用地大多靠近河流。

坡度和距道路距离对溪口镇城乡建设用地布局有一定影响,但相比前4个因子影响较弱。距城镇距离对溪口镇城乡建设用地分布的影响最小。坡度和距道路距离的参数估计均为负值,表明坡度越大或距道路越远,城乡建设用地就越少。陡峭的地形,不利于住房、道路和其他基础设施的建设,城市发展困难;道路是重要通道,地区经济发展依赖道路。

综上所述,溪口镇城乡建设用地空间布局受社会经济因素影响最大,受可达性因素和自然因素的影响相对较小。溪口镇作为旅游特色小镇,经济发展很大程度上依靠旅游业,旅游业带动周边多种产业综合发展,从而吸引更多劳动力和资金,说明社会经济因素对城乡建设用地影响较大。同时,溪口镇旅游景区地势平坦、靠近河流的地方,

自然条件优越,可见良好的自然条件是城市产生和发展的前提。基础设施建设是城乡发展的重要条件,在溪口镇经济快速发展的背景下,可达性因素对城乡建设用地扩张的促进作用会不断加强。然而各个因素之间始终是相互作用、相互影响的,自然条件会影响某地区的可达性程度,也会影响该地社会经济发展;同样,社会经济的发展会改变自然条件及可达性程度。

4 结论

(1)1990~2015年溪口镇城乡建设用地规模不断扩展,且扩展速度较快。1990~2015年间城乡建设用地总面积增加了871.94 ha,增长率为377.82%。城镇用地面积不断扩张,增加了499.58 ha,农村居民点用地和未利用地面积呈波动式增长,分别增长了259.62、112.75 ha。另外,城乡建设用地的扩展速度持续波动变化,2000~2005年扩展速度最快,为 $88.32 \text{ ha} \cdot \text{a}^{-1}$,其中城镇用地增速较快,其次是农村居民点,其他建设用地增速相对缓慢。

(2)1990~2015年,溪口镇城乡建设用地信息熵从0.64增加到0.94,呈持续增长趋势,表明溪口镇被开发的土地逐渐增多,土地类型复杂化,各类土地有序化。城乡建设用地转出面积远小于转入面积,25年内共转入901.08 ha,转出29.11 ha。其中耕地是最主要的转入类型,其次是林地、草地和未利用地。城乡建设用地总转入面积不断增长,增长率不稳定。

(3)1990~2015年,核密度空间分布随时间变化较小,空间分布差异较大,表现为东北部地区有多个高值区,集聚特征明显,其余区域核密度较低,西南部核密度略高于西北和东南部。城乡建设用地的核密度最高值上升,增加了0.543。核密度高值、低值区的分布分别与高程和坡度变化的低值和高值区相一致,说明地形可能是城乡建设用地核密度差异的主要影响因子。

(4)城乡建设用地分布受地均GDP、人口密度、高程以及距河流距离影响较大,其中影响最大的是地均GDP;受自然因素和可达性因素的影响相对较小。溪口镇城乡建设用地大多分布在地均GDP较高、人口密度较大、高程较小、靠近河流、交通便捷的区域。

参考文献:

- [1] 张利,雷军,李雪梅,等. 1997-2007年中国城市用地扩张特征及其影响因素分析[J]. 地理科学进展, 2011, 30(5):607-614.
- [2] 王建庆,冯秀丽,李加林,等. 浙江省耕地利用集约度时空变化及其影响因素[J]. 水土保持通报, 2014, 34(6):270-276; 371.
- [3] 刘纪远,张增祥,徐新良,等. 21世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析[J]. 地理学报, 2009, 64(12):1411-1420.
- [4] 张乐勤,陈素平,王文琴,等. 快速城镇化背景下建设用地扩展驱动力研究述评与展望[J]. 干旱区地理, 2013, 36(1):164-175.
- [5] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域——土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6):553-558.
- [6] Turner B L, Skole D L, Sanderson S, et al. Land use and land cover change: Science/research plan[EB/OL]. [2019-06-10]. https://www.researchgate.net/publication/40138385_Land-Use_and_Land-Cover_Change_scienceresearch_plan.
- [7] 赵鹏军,吕迪. 中国小城镇镇区土地利用结构特征[J]. 地理学报, 2019, 74(5):1011-1024.
- [8] 方创琳,李广东,张蕾. 中国城市建设用地的动态变化态势与调控[J]. 自然资源学报, 2017, 32(3):363-376.
- [9] Maying Z K, Maiming Z, Silayi A T, et al. Analysis of land use change and driving force of Bole city based on remote sensing image[J]. Agricultural Biotechnology, 2018, 7(4):229-235.
- [10] Liu J Y, Zhang Q, Hu Y F. Regional differences of China's urban expansion from late 20th to early 21st century based on remote sensing information[J]. Chinese Geographical Science, 2012, 22(1):1-14.
- [11] 姚士谋,陈爽,吴建楠,等. 中国大城市用地空间扩展若干规律的探索——以苏州市为例[J]. 地理科学, 2009, 29(1):15-21.
- [12] 张杭杭,邢颖,乐立. 都匀市城乡建设用地时空变化特征分析[J]. 中国资源综合利用, 2019, 37(10):91-97.
- [13] 李陈,程久苗,罗遥. 小城镇用地扩张驱动力分析及预测[J]. 新疆农垦经济, 2011(12):23-27.
- [14] 曾铁瑛. 小城镇土地利用变化及驱动力研究[D]. 重庆:重庆大学, 2011.
- [15] 黄天能,严志强,李月连. 典型石山地区小城镇用地扩展特征及驱动力分析——以广西都安瑶族自治县县城为例[J]. 广西师范学院学报(自然科学版), 2012, 29(2): 61-67.
- [16] 顾海燕. 城市建设用地总规模预测研究[D]. 南京:南

- 北京师范大学, 2014.
- [17] 曾敏. 基于驱动力分析的建设用地规模预测及布局研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2010.
- [18] 杨成乐. 拜城县土地利用动态变化及预测研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2017.
- [19] 邵姝遥, 曹罗丹, 田鹏, 等. 甬江流域土地利用时空格局变化特征分析[J]. 浙江农业科学, 2019, 60(8):1324-1329.
- [20] 李进涛, 刘彦随, 杨园园, 等. 1985-2015年京津冀地区城市建设用地时空演变特征及驱动因素研究[J]. 地理研究, 2018, 37(1):37-52.
- [21] 李加林, 朱晓华, 张殿发. 群组型港口城市用地时空扩展特征及外部形态演变——以宁波为例[J]. 地理研究, 2008, 27(2):275-284; 483.
- [22] 罗娣, 刘耀林, 孔雪松. 武汉市城乡建设用地时空演变及驱动机制研究——基于城乡统筹视角[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(4):461-467.
- [23] Hue S W, Korom A, Seng Y W, et al. Land use and land cover change in Vientiane area, Lao PDR using object-oriented classification on multi-temporal landsat data[J]. Advanced Science Letters, 2017, 23(11):11340-11344.
- [24] 乔伟峰, 盛业华, 方斌, 等. 基于转移矩阵的高度城市化区域土地利用演变信息挖掘——以江苏省苏州市为例[J]. 地理研究, 2013, 32(8):1497-1507.
- [25] 孙才志, 闫晓露. 基于 GIS-Logistic 耦合模型的下辽河平原景观格局变化驱动机制分析[J]. 生态学报, 2014, 34(24):7280-7292.

Urban and rural construction land changes and the driving factors for small towns in developed coastal areas: A case study of Xikou town in Fenghua

YANG Kaijie¹, CAO Luodan^{1,2*}, CHEN Huilin¹, XIN Xin¹, ZHU Yu¹

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

2.Donghai Institute, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: It is of great significance to explore the changes in urban and rural construction land and their driving forces for coordinating the allocation of urban and rural land resources. Based on the 6-stage land use data from year 1990 to 2015, the modeling methods of land involves using the transfer matrix, urban and rural construction land expansion rate, dynamics and structure information entropy of land use, kernel density. Also, the logistic regression is used to explore the changing characteristics and driving factors of Xikou town in Fenghua District of Ningbo City. The results reveal that: (1) From year 1995 to 2015, the total area of urban and rural construction land in Xikou town has been expanding, and the expanding rate is far away from a constant. The growth scale varies as manifested in urban land, rural residential land and other construction land; (2) The information entropy of construction land keeps growing up, and the land types tend to be more diversified with a certain pattern; (3) The influx area of urban and rural construction land is much larger than that of the outbound area, and the primary sources of influx area are cultivated land and forest land; (4) High-value areas of kernel density of urban and rural construction land are mainly concentrated in towns located in the northeast, and the distribution characteristics of kernel density remain stable in time; (5) The distribution of urban and rural construction land is greatly affected by the GDP per land area, population density, added value and the distance from river, showing that the socioeconomic conditions are the main influencing factors.

Key words: urban and rural construction land; driving forces; Xikou town; land use and land cover change

(责任编辑 史小丽)