

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2019.10.016

# 环滇池城区建设用地扩张及驱动机理研究<sup>①</sup>

向冬蕾<sup>1</sup>, 李建华<sup>1,2</sup>, 刘洋<sup>3</sup>,  
刘甲明<sup>1</sup>, 杨元智<sup>3</sup>, 陈运春<sup>1,2</sup>

1. 云南农业大学 水利学院, 昆明 650201; 2. 云南农业大学 国土资源科学技术工程研究中心, 昆明 650201;  
3. 云南农业大学 资源与环境学院, 昆明 650201

**摘要:** 为了解昆明市环滇池城区建设用地扩张机理, 运用扩展速度指数、扩展强度指数、公共边指数、核密度测算法和灰色关联度分析对 2006—2015 年环滇池城区建设用地扩张模式及其扩张主要驱动机理进行探究。结果表明: 五华区、盘龙区和西山区为向内填充式集聚扩张模式, 官渡区、呈贡区和晋宁区为向外分散式扩张, 多为小中心组团扩散式扩张。2006 年环滇池城区建设用地核密度值以单中心圈层式向外降低, 2015 年核密度整体向滇池东南方向扩散分布。2006 年环滇池城区建设用地扩张为政府投资带动产业增长, 2015 年建设用地扩张以城市宏观规划建设及国家的发展战略调控驱动为主。环滇池城区建设用地整体受国家政策驱动为主, 且具有滞后性。

**关键词:** 环滇池城区; 建设用地扩张; 公共边; 核密度测算

**中图分类号:** P285.2<sup>+</sup>3

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9868(2019)10-0117-08

随着城市化、工业化发展的快速持续推进, 我国城市建设用地加速扩张, 引发政府部门及国内外学者的广泛关注。建设用地快速扩张对人口、社会、经济资源持续发展带来的胁迫作用已不断加剧, 而我国经济发展正处于经济增长“三期叠加”的新常态发展阶段<sup>[1]</sup>, 城市建设用地如何科学合理发挥其集聚和辐射带动能力, 减少对土地资源承载力的压迫, 成为一个亟待解决的问题。地方政府积极开展多规融合、城市扩展边界划定、低效用地再开发等工作来遏制城市建设用地的无序扩张<sup>[2]</sup>。国内外关于城市建设用地相关研究成果也较为丰富。研究内容上, 主要包括城市建设用地扩张趋势、驱动机制、扩张预测等方面<sup>[3-6]</sup>, 对建设用地扩张模式的研究多数是基于理论介绍以及其他定性研究, 缺乏一定的说服力, 且定量指标识别建设用地扩张模式缺乏地理空间说明, 研究结果会有一定局限性和不确定性<sup>[7-10]</sup>。而在研究区域上多选择经济发达的单一城市、沿江、沿海城市及城市群<sup>[11-12]</sup>, 较少学者对西南城市扩张模式机理开展研究。

云南省地处我国西南边陲, 与缅甸、老挝、越南三国直接接壤并同泰国、马来西亚、新加坡等国相望, 是我国面向东南亚开放的重要枢纽。作为云南省会的昆明, 不单是省级政治、经济、文化中心, 更是连接中国同东南亚各国的交通、旅游、投资和贸易的服务中心。2003 年 5 月, 云南省省委、省政府提出, 昆明要用 18 年时间, 以滇池的保护和生态建设为前提, 建设以滇池为核心、“一湖四片”和“一湖四环”的现代新昆

① 收稿日期: 2018-12-03

基金项目: 国土资源部公益性科研专项(2011511003-3); 国土资源部西南多样性区域土地优化配置与生态整治科技创新团队开放基金项目(YNTD2017KF06)。

作者简介: 向冬蕾(1995-), 女, 硕士研究生, 主要从事土地整治与利用的研究。

通信作者: 陈运春, 女, 副教授, 硕士生导师。

明。根据《昆明市城市总体规划(2011—2020年)》，昆明市将在滇池周边确定的 4 060 km<sup>2</sup> 城市规划区范围内建成“一核五轴，三层多心”的环滇池城大都市区。

本文运用定量指标结合与核密度测算法识别环滇池城区(包括五华区、盘龙区、西山区、官渡区、呈贡区、晋宁区)建设用地扩张模式。通过对环滇池城区建设用地扩张速度指数、扩张强度指数及公共边指数的定量分析，识别各研究区填充式扩张及扩散式扩张的相对程度，结合核密度测算，了解研究区内建设用地的地理空间走向，分析环滇池城区建设用地扩张模式，进一步探究影响环滇池城区建设用地扩张的主要因素，以期了解滇池城区建设用地扩张机理，对现代新昆明发展、城市发展规划、土地资源可持续性发展都有着一定的现实意义。

## 1 研究区概况

昆明市地处我国西南云贵高原中部，南临滇池，界于东经 102°10′~103°40′和北纬 24°23′~26°22′之间，总面积 21 473 km<sup>2</sup>。昆明市下辖五华、盘龙、官渡、西山、呈贡、晋宁、东川共 7 个市辖区、1 个县级市、3 个县、3 个自治县。研究区选择昆明市环滇池城区包括五华区、盘龙区、西山区、官渡区、呈贡区、晋宁区，位于滇池盆地北部(图 1)，海拔约 1 891 m，地势北高南低，属北纬低纬度亚热带—高原山地季风气候，年平均气温在 15℃左右，年平均降雨量 1 076.3 mm。截止 2015 年，研究区内总人口 399.3 万人，经济生产总值 3 108.11 亿元。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

结合研究目的，并考虑到昆明市遥感影像的现实可获取性及清晰度，本次选取美国国家航空航天局(NASA)land-sat-8 30M 分辨率的 2006 年、2015 年两期影像作为主要数据。对两期遥感影像进行大气辐射校正、几何校正、坐标配准、目视解译预处理，采用监督分类中最大似然法对两期图像进行分类，提取昆明市建设用地(包括城镇用地、农村居民点、交通用地及独立工矿用地)影像。尽管 2011 年呈贡区撤县设区及 2016 年晋宁区撤县设区，但其行政区域并无发生变化，为保证空间单元和数据的可比性，本次研究统一使用 2017 行政区划底图，行政区划底图来源于国家测绘地理信息局。此外，本次研究所涉及的人口、社会、经济数据来自于《昆明统计年鉴—2007》和《昆明统计年鉴—2016》。

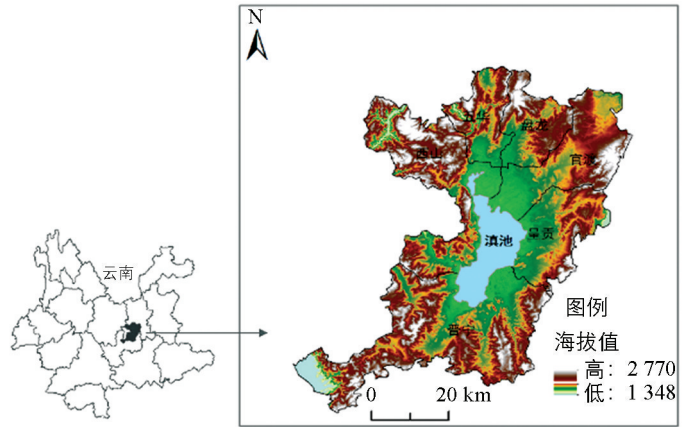


图 1 研究区位置图

昆明市建设用地(包括城镇用地、农村居民点、交通用地及独立工矿用地)影像。尽管 2011 年呈贡区撤县设区及 2016 年晋宁区撤县设区，但其行政区域并无发生变化，为保证空间单元和数据的可比性，本次研究统一使用 2017 行政区划底图，行政区划底图来源于国家测绘地理信息局。此外，本次研究所涉及的人口、社会、经济数据来自于《昆明统计年鉴—2007》和《昆明统计年鉴—2016》。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 扩展速度和扩展强度分析

扩展速度指数：主要表示城市建设用地的年均扩张率，即城市建设用地面积在研究时段内年均增长的速率，用以表征环滇池各城区建设用地扩展的总体规模和趋势变化<sup>[3, 13]</sup>。

$$KS = \frac{A_t - A_0}{\Delta t \times A_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中： $A_0$  为研究期起始年建设用地的面积； $A_t$  为研究期末年建设用地面积； $\Delta t$  为研究期时间跨度。

扩展强度指数：扩展强度指数是用各空间单元的土地面积来对其年平均扩展速度进行标准化处理，便于对比各空间单元和分析空间差异，用以表征环滇池各城区建设用地扩展的幅度<sup>[3, 13]</sup>。计算公式为

$$KQ = \frac{A_t - A_0}{\Delta t \times S} \times 100\% \quad (2)$$

式中:  $A_0$  为研究期起始年建设用地的面积;  $A_t$  为研究期末年建设用地面积;  $\Delta t$  为研究期时间跨度,  $S$  为研究区土地总面积。

### 2.2.2 公共边指数测算法

本文采用公共边测度法揭示城市建设用地的扩张类型。利用 ArcGIS 空间处理与分析工具确定新增建设用地斑块与原有建设用地斑块的公共边, 进而计算出公共边长与扩展斑块边长之间的比值  $S^{[7, 14]}$ 。因为研究对象为行政区界相连的二级行政区城市建设用地, 其发展方向受到一定限制, 为更清楚了解环滇池各城区建设用地扩张的模式变化, 此时采用公共边长与扩展斑块面积之间的比值来衡量建设用地向外扩张的范围, 设为  $S_2$ 。将原公式值  $S$  设为  $S_1$ , 以  $S_1$  值代表研究区域内新增建设用地向原有建设用地填充扩张程度, 以  $S_2$  值代表研究区域内新增建设用地向原有建设用地以外扩散式扩张的程度, 计算公式为:

$$S_1 = L/P \quad (3)$$

$$S_2 = A/L \quad (4)$$

式中:  $S_1$  是公共边长与扩展斑块边长之间的指数;  $L$  是为新增建设用地与研究期末年建设用地的公共边长度;  $P$  是新增建设用地周长;  $S_2$  是公共边长与扩展斑块面积之间的指数,  $A$  是新增建设用地面积。当  $S_1 = 0$  时, 表示新增建设用地同原有建设用地之间不存在公共边, 为跳跃式扩展类型; 因为研究区域为行政区界相连的城区, 当研究其中一个城区扩展时其扩张方向及范围受到一定限制, 故本文将  $S_1$  的临界值定为 0.3。当  $S \geq 0.33$ , 则表示新增同原有建设用地公共边界已占据新增建设用地边界的三分之一及以上, 为填充式扩张; 当  $0 < S_1 < 0.33$ , 为扩散式扩展。以  $S_2$  的值大小表示研究区域内新增建设用地向原有建设用地以外扩散式扩展的程度, 值越大表示其向外扩展的范围越长。

### 2.2.3 核密度测算法

核密度估计方法(Kernel density estimation, KDE)是从样本数据本身出发, 研究数据整体分布特征的一种方法<sup>[15]</sup>, 属于非参数的表面密度的计算方法。该方法在自然灾害、公共健康、产业空间布局热点分析与探测等领域得到了广泛的应用<sup>[16]</sup>。核密度估计通过计算区域内的数据聚集情况, 产生一个连续的密度表面, 通过它测算环滇池城区 2006 年和 2015 年建设用地空间分布核密度值, 进而研究研究区内建设用地的集聚情况。一般定义为:  $X_1, X_2, \dots, X_n$  从分布密度函数为  $f$  的总体中抽取的独立分布样本, 估计  $f$  在  $x$  点处的值, 通常采用 Rosenblatt-Parzen 核进行估计<sup>[17-18]</sup>:

$$f_n = \frac{1}{nh} \sum k\left(\frac{x - x_i}{h}\right) \quad (5)$$

式中:  $f_n$  为建设用地核密度估计值;  $n$  为建设用地点的数量;  $k()$  为核函数;  $(x - x_i)$  为估计建设用地点  $x$  到样本建设用地点  $x_i$  处的距离;  $h$  为搜索半径。

### 2.2.4 灰色关联分析

灰色关联分析是根据因素之间发展态势的相似或相异程度来衡量因素之间关联程度的一种系统分析法<sup>[9]</sup>。本文结合昆明市实际发展情况和数据的可获取性, 选取对建设用地扩展有重要影响的人口、经济、社会因素, 运用 DPS 软件进行灰色关联分析, 计算出各影响因素对研究区建设用地扩张的关联度, 得出其对建设用地扩张的相对影响力大小。

## 3 环滇池城区建设用地扩张模式分析

### 3.1 建设用地变化特征

将提取出的建设用地影像在 ArcGIS10.0 中分别进行分区统计和叠加分析并结合公式(1)、(2), 得到

2006 年至 2015 年环滇池城区建设用地变化情况(表 1). 2006 年至 2015 年环滇池城区共新增建设用地面积 256.87 km<sup>2</sup>, 其中呈贡区新增建设用地面积贡献率为 25.93%, 晋宁区贡献率为 20.66%, 官渡区贡献率为 32.16%, 西山区贡献率为 10.06%, 五华区贡献率为 6.61%, 盘龙区贡献率为占 4.58%. 官渡区、呈贡区和晋宁区对新增建设用地的贡献率都超过 20% 以上, 其中呈贡区和晋宁区建设用地增加了 4 倍以上, 是研究区建设用地扩张的重点区域; 而官渡区是个突变的快速增长区, 其贡献率高达 32.16% 却只增长了 1.33 倍, 昆明市长水国际机场国家重大项目的建设带动了官渡区商服用地及住宅用地的快速增长; 五华区、盘龙区和西山区属昆明市老城区, 城市开发较早处于建设用地平缓增长阶段.

2006 年至 2015 年环滇池城区扩展速度指数为 14.17%, 而扩展强度指数为 0.70%, 反映出环滇池城区建设用地正持续扩张, 整体开发强度缓慢, 城市发展较为迟缓. 二级行政区中呈贡区、晋宁区扩展速度指数达到了 54.17% 和 47.98%, 而晋宁区的扩展强度指数仅为 0.44%, 说明呈贡区建设用地扩张的程度较大, 晋宁区同属于建设用地快速扩张区, 但建设用地开发程度不如呈贡区, 不属于城市发展的重点区域. 和呈贡区相同扩展强度的官渡区的扩展速度仅为 14.83%, 官渡区属昆明市老城区之一, 在 2006—2015 年期间昆明长水国际机场建设运营, 其配套交通运输用地、住宅商服用地增长是其建设用地扩张的主要原因. 而五华区、盘龙区和西山区作为昆明市的老城区, 其扩展速度和扩展强度相对较平缓, 但西山区对比五华区和盘龙区会相对较高, 西山区比邻滇池, 受环滇池大都市城规划影响, 其建设用地扩张带动力更强. 昆明市老城区包括五华区、盘龙区、西山区和官渡区建设用地快速扩张及其呈贡新城和晋宁区建设用地的加速扩张也能体现出昆明市“两核一极、两区六廊”城市空间优化格局和以滇池为核心、“一湖四片”和“一湖四环”的现代新昆明规划.

表 1 2006 年和 2015 年环滇池城区建设用地面积变化情况

行政区	2006 年建设 用地面积/km <sup>2</sup>	2015 年建设 用地面积/km <sup>2</sup>	新增的建设 用地面积/km <sup>2</sup>	占总新增建设 用地面积/%	扩展速度 指数%	扩展强度 指数/%
环滇池城区	201.41	458.28	256.87	/	14.17	0.70
五华区	36.51	53.48	16.97	6.61	5.16	0.49
盘龙区	31.88	43.65	11.77	4.58	4.10	0.38
官渡区	61.90	144.52	82.62	32.16	14.83	1.45
西山区	45.17	71.01	25.84	10.06	6.36	0.33
呈贡区	13.66	80.26	66.60	25.93	54.17	1.45
晋宁区	12.29	65.36	53.07	20.66	47.98	0.44

### 3.2 建设用地扩张模式分析

根据公式(3)、(4)分别计算公共边指数  $S_1$  和  $S_2$ , 分析环滇池各城区建设用地扩张模式(表 2). 以  $S_1$  值代表研究区域内新增建设用地向原有建设用地填充扩张程度, 以  $S_2$  值代表研究区域内新增建设用地向原有建设用地以外扩散式扩张的程度.

五华区、盘龙区和西山区  $S_1$  值均大于 0.33,  $S_2$  值在 50~80 之间, 其向外扩张的范围较小, 其建设用地的扩张多发生在原建设用地的周围, 为填充式扩张. 五华区、盘龙区和西山区属于昆明市的老城区, 建设用地的扩张多为原城市经济中心带动的商服用地、社会保障及城市内部公共基础设施用地增加. 五华区为原昆明市以翠湖为中心发展时期的中心城区, 经济实力较强, 故建设用地向内填充发展的潜力较盘龙区会较小, 北部新城规划助推盘龙区建设用地的集聚扩张; 而西山区受到以滇池为核心、“一湖四片”和“一湖四环”的现代新昆明规划的带动, 有向内扩张趋势, 同时交通运输用地的扩张也是其重要影响因素.

官渡区、呈贡区和晋宁区  $S_1$  值均小于 0.33,  $S_2$  值在 120~220 之间, 其向外扩张的范围较大, 且向内填

充扩张程度较小, 故定义为扩散式扩张, 而官渡区为老城区之一, 其向内集聚程度较高, 又因昆明市长水国际机场建设运营和其带动的交通运输用地、商服用地和住宅用地而快速增长, 呈贡区和晋宁区正好位于昆明市南北向规划的发展轴上, 受到城市发展规划、环滇池城大都市区建设和城市轨道交通发展及昆明南交通枢纽建设带动, 引起其建设用地沿线扩张, 特别是呈贡区, 建设用地扩张多在地铁 1 号线周围(表 2)。

表 2 2006 年至 2015 年环滇池城区建设用地扩张模式结果

行政区	S1	S2	扩张模式
五华区	0.405	61.153	填充式
盘龙区	0.443	55.841	填充式
官渡区	0.297	120.367	扩散式
西山区	0.339	71.415	填充式
呈贡区	0.143	218.854	扩散式
晋宁区	0.138	173.294	扩散式

## 4 环滇池城区建设用地扩张驱动机理分析

### 4.1 建设用地空间变化特征

利用 ArcGIS 核密度分析工具计算 2006 和 2015 年环滇池城区建设用地核密度分布, 结合建设用地扩张模式分析, 更直观了解环滇池城区建设用地扩张空间走向, 能充分验证建设用地的扩张模式分析. 经过多次重复试验, 采用 1 000 m 的搜索半径来进行环滇池城区建设用地核密度估算, 结果采用自然断点法将建设用地密度区由低到高分 9 个评价单元, 分别是核密度 1, 2, 3...9 级, 如图 2 所示。

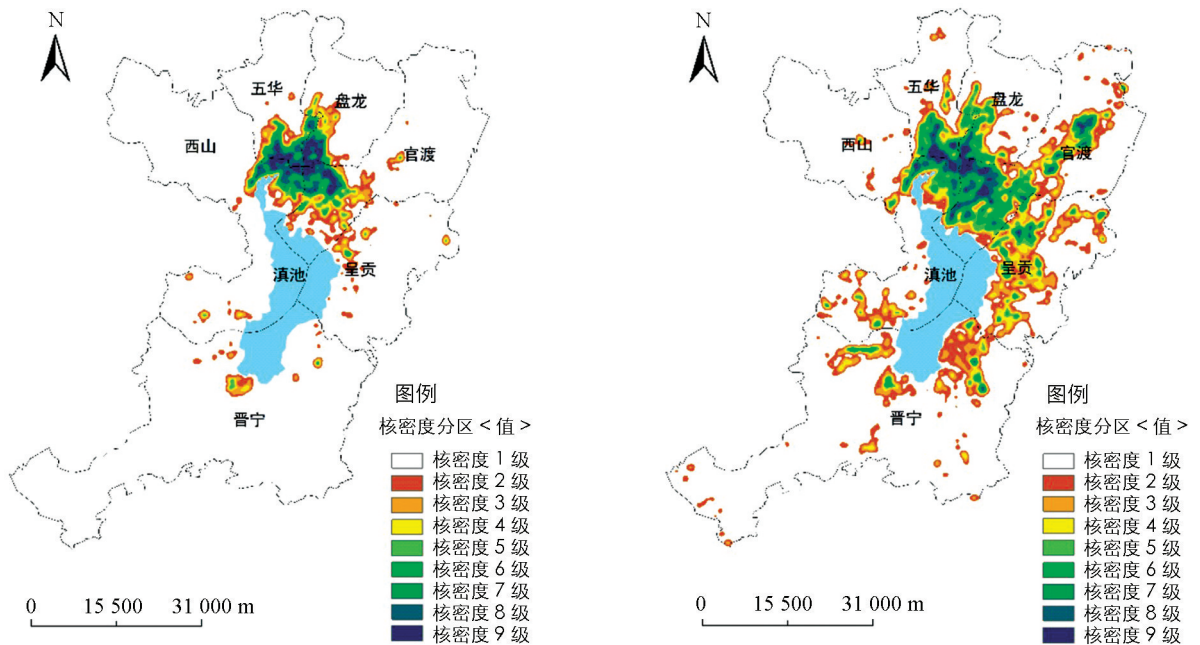


图 2 2006 年和 2015 年年环滇池城区建设用地核密度分布

2006 年环滇池城区是单中心发展模式, 建设用地密度高的区域聚集在老城区(包括五华区、盘龙区、官渡区和西山区)中心, 密度值圈层式向外降低, 离中心越远密度值越低; 呈贡区和晋宁区在区域内也呈单中心式集聚分布, 但呈贡区中心受老城区辐射, 建设用地多在与老城区交界处集聚分布. 2015 年, 环滇池城区建设用地核密度分布整体向滇池东南方位扩散, 且滇池附近建设用地密度也明显增高, 呈现以滇池为中心向四周均衡发展的形态分布, 建设用地高密度区域依旧多集中分布在老城区, 但范围有所扩大, 出现

了以昆明市长水国际机场为中心发展的建设用地高密度团块状区域。

由 2006 年到 2015 年核密度分布图变化情况可知,五华区、盘龙区和西山区向外扩张的范围较小,多为在原建设用地区域周围核密度值的增加,向外扩张的核密度级数较高,为分散原建设用地集聚程度的小型集聚区,故五华区、盘龙区和西山区可定义为填充式扩张。同时能看出盘龙区建设用地向外扩张的范围及核密度分级变化的范围较多,西山区建设用地核密度分布多增加在滇池及昆明市绕城高速周围,出现了较高核密度小团状分布,多为周边交通运输线路建设带动的建设用地集聚。官渡区、呈贡区和晋宁区在区域内都显示出明显的向外分散式扩张形态,官渡区向机场方向出现带状式较高密度分布形态及出现机场附近的高密度集聚团状和呈贡方向的高密度分布现象;呈贡区向南明显出现多个连片小范围团状高密度增加区,因地铁 1 号线、昆明南枢纽、大学城及城市基础设施、社会保障、行政驻地进驻带动呈贡新城的快速发展,呈现全范围内建设用地扩张;晋宁区在滇池交界沿线出现条带状高密度聚集区,由 2006 年建设用地中心沿滇池边界向左右两边扩张。

#### 4.2 建设用地扩张机理分析

本文结合环滇池城区实际情况及数据的可获取性,从投资驱动、经济驱动、产业驱动、人口驱动 4 个方面,选取人口密度、非农人口、地区生产总值、人均生产总值、第一产业、第二产业、第三产业、公共财政支出、城镇化率 9 个指标,对其进行定量分析。运用 DPS 软件测算各影响因素对环滇池城区建设用地面积变化的灰色关联度,了解影响环滇池城区建设用地扩张的主要因素,结果如表 3 所示。2006 年公共财政支出、第三产业、城镇化率对建设用地扩张的影响力较大,仅公共财政支出的关联度超 0.5 以上,故 2006 年建设用地扩张以政府投资驱动为主,政府投资产业带动全域经济增长助推城市发展,能反映出城市发展主要靠城市的宏观规划及财政投入强制性地调控,城市经济增长带动力不足;2015 年第三产业、人均生产总值、地区生产总值对建设用地扩张的影响力较大,但关联度都较低,而由前文分析可知环滇池城区建设用地扩张受到昆明市以滇池为核心、“一湖四片”和“一湖四环”的现代新昆明规划及政策在宏观上对建设用地的调控影响,同时还受到国家重大基础设施项目及城市轨道交通系统的建设影响,对环滇池城区建设用地扩张带来较大的影响,相比投资、经济、产业及人口驱动对 2006 年、2015 年建设用地扩张的驱动力影响,城市的宏观规划建设及国家的发展战略对建设用地扩张有着更显著的驱动作用,从侧面反映出昆明市环滇池城区在 2006 年至 2015 年建设用地扩张明显受国家政策的宏观规划影响,且其扩张强度相对迟缓,其建设用地主要还是集聚在老城区,其它区域多为密度不高的小团状分布,区域间的联系不高,其政策的响应具有明显的滞后性。

表 3 环滇池城区建设用地扩张关联度

类 型	人口 密度	非农 人口	地区生 产总值	人均生 产总值	第一 产业	第二 产业	第三 产业	公共财 政支出	城镇 化率
2006 年关联度	0.358	0.353	0.445	0.474	0.243	0.325	0.487	0.545	0.482
排 序	6	7	5	4	9	8	2	1	3
2015 年关联度	0.228	0.250	0.373	0.380	0.316	0.303	0.382	0.355	0.323
排 序	9	8	3	2	6	7	1	4	5

## 5 结 论

昆明市作为面向东南亚的桥头堡城市,探究昆明市环滇池城区建设用地扩张模式及其扩张机理对科学规划城市空间用地具有重要的战略意义。本文以环滇池城区为研究对象,利用扩展速度指数、扩展强度指数和公共边指数对 2006—2015 年建设用地扩张模式进行定量分析,结合核密度测算了解建设用地在地理

空间上的变化趋势,验证前文定量分析所得的模式判定,并用灰色关联度分析其建设用地扩张的主要驱动机理.得出如下结论:

1) 环滇池城区建设用地增长明显,官渡区、呈贡区和晋宁区对新增建设用地的贡献率较高,属建设用地重点扩张区,五华区、盘龙区和西山区建设用地增长较平缓.

2) 五华区、盘龙区和西山区为填充式扩张模式,建设用地多向原建设用地周围填充扩张,官渡区、呈贡区和晋宁区为扩散式扩张,建设用地多为向区域外部扩散式扩张.

3) 2006 年,环滇池城区是单中心圈层式发展,建设用地核密度值圈层式向外降低;2015 年,建设用地核密度整体以滇池为中心向外部扩散分布,其中滇池东南方向扩张的范围更广,同时滇池周边建设用地核密度有明显增加,呈团块状建设用地分布.

4) 2006 年环滇池城区建设用扩张为政府投资产业带动全域经济增长,2015 年建设用地扩张以城市宏观规划建设及国家的发展战略调控驱动为主.环滇池城区建设用地扩张整体受国家政策驱动为主,且具有滞后性.

### 参考文献:

- [1] 张占斌. 中国经济新常态 [M]. 北京: 人民出版社, 2014.
- [2] 赵小凤, 刘梦丽, 王柏源. 基于地理探测器的城市建设用地规模时空差异及影响因素分析 [J]. 中国土地科学, 2018, 32(5): 29-35.
- [3] 刘宝涛, 刘惠清, 郭佳, 等. 吉林省城市建设用地扩张时空特征及驱动因素分析 [J]. 资源开发与市场, 2018, 34(10): 1377-1382, 1388.
- [4] 刘涛, 曹广忠. 城市用地扩张及驱动力研究进展 [J]. 地理科学进展, 2010, 29(8): 927-934.
- [5] 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.
- [6] 曾于珈, 廖和平, 孙泽乾. 城乡建设用地时空演变及形成机理——以重庆市南岸区为例 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2019, 41(2): 100-108.
- [7] 俞艳, 胡珊珊, 童艳, 等. 基于公共边测度的城市扩张模式建模研究 [J]. 地理与地理信息科学, 2017, 33(1): 78-81, 101, 127.
- [8] 李松, 罗绪强. 基于 RS 的多数据源的 700 多年来贵阳城市扩展时空特征研究 [J]. 自然资源学报, 2014, 29(10): 1734-1745.
- [9] 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.
- [10] 刘小平, 黎夏, 陈逸敏, 等. 景观扩张指数及其在城市扩展分析中的应用 [J]. 地理学报, 2009, 64(12): 1430-1438.
- [11] 嵇涛, 杨华, 何太蓉. 重庆主城区建设用地扩展的时空特征及驱动因子分析 [J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(1): 60-66.
- [12] 吴建寨, 彭涛, 徐海燕, 等. 山东省建设用地扩展时空动态及驱动力分析 [J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(8): 164-169.
- [13] 段学军, 卢雨田, 李慧, 等. 南通市城镇建设用地扩展时空特征分析及模拟 [J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(2): 104-110.
- [14] 李怡, 刘正佳, 李裕瑞. 边境贫困县建设用地变化特征与驱动因素——以广西龙州为例 [J]. 自然资源学报, 2018, 33(8): 1291-1303.
- [15] SILVERMAN B W. Density Estimation for Statistics and Data Analysis [M]. London: Chapman and Hall, 1986.
- [16] ZHANG X P, HUANG P T, SUN L, et al. Spatial Evolution and Locational Determinants of High-Tech Industries in Beijing [J]. Chinese Geographical Science, 2013, 23(2): 249-260.

[17] 王远飞, 何洪林. 空间数据分析方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2007: 83-90.

[18] 任 平, 洪步庭, 周介铭. 基于空间自相关模型的农村居民点时空演变格局与特征研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2015, 24(12): 1993-2002.

## Analysis of Construction Land Expansion in the Urban Area Around Dianchi Lake and Its Driving Mechanism

XIANG Dong-lei<sup>1</sup>, LI Jian-hua<sup>1,2</sup>, LIU Yang<sup>3</sup>,  
LIU Jia-ming<sup>1</sup>, YANG Yuan-zhi<sup>3</sup>, CHEN Yun-chun<sup>1,2</sup>

1. College of Water Conservancy, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;

2. Research Center of Land and Resources Science and Technology Engineering,

Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;

3. College of Resources and Environment, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China

**Abstract:** In order to understand the mechanism for the expansion of construction land around Dianchi Lake in Kunming, expansion speed index, expansion intensity index, public edge index, nuclear density measurement method and gray relational analysis were used to explore the expansion mode and the main driving mechanism of the expansion of construction land around Dianchi Lake from 2006 to 2015. The results showed an inward-filled agglomeration expansion mode in Wuhua district, Panlong district and Xishan district, and an outward dispersed expansion mode in Xishan district, Guandu district, Chenggong district and Jinning district, mostly a small center group expansion mode. In 2006, the nuclear density of the construction land around Dianchi Lake decreased outwards in a single central circle, and in 2015, the nuclear density spread to the southeast of Dianchi Lake. In 2006, the construction land of Dianchi Lake area was expanded to promote industrial growth with government investment, and in 2015, the expansion of construction land was mainly driven by urban macro-planning and construction and national development strategy regulation. As a whole, the construction land in Dianchi Lake area is mainly driven by state policies, and shows a hysteresis.

**Key words:** the urban area around Dianchi Lake; construction land expansion; public edge; nuclear density calculation

责任编辑 汤振金