

环滇池地区城镇用地扩展特征及推进模式研究¹

陈长瑶^{1,3}, 李君², 张磊³, 王涛³

(1. 云南师范大学 泛亚商学院, 云南 昆明 650092;

2. 云南师范大学 经济与管理学院, 云南 昆明 650500;

3. 云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650500)

【摘要】: 以多时相 Landsat TM/ETM/OLI 卫星遥感影像为数据源, 利用遥感和 GIS 技术提取环滇池地区 5 个时期 (1990~1995、1995~2000、2000~2005、2005~2010、2010~2017 年) 的城镇用地信息, 运用扩展动态分析法、象限方位分析法和同心圆分析法, 对环滇池地区城镇用地扩展特征进行分析。结果表明: (1) 环滇池地区城镇用地整体扩展态势明显, 5 个时段内城镇扩展强度指数依次为 0.237、0.137、0.291、0.282、0.199, 扩展特征呈现出显著的阶段性和波段性, 东北和东南方向上城镇扩展速度较快, 成为城镇扩展的主体方位; (2) 不同时期城镇用地圈层扩展有明显的差异性, 1990~1995 年, 距滇池沿线 0~2km 和 2~4km 范围内为城镇用地的主扩展区; 1995~2000 年, 各圈层城镇用地扩展相对比较均匀; 2000~2005 年, 整体扩展加速, 距滇池沿线 2~4km 和 4~6km 范围内为城镇用地的主扩展区; 2005~2010 年, 距滇池沿线 4~6km 和 6~8km 范围内为城镇用地的主扩展区; 2010~2017 年, 在距滇池沿线 2~4km 和 8~10km 范围内为城镇用地的主扩展区。(3) 受自然条件、社会经济、历史文化和政策等因素影响, 城镇用地扩展主要体现出开发区推进、新城区建设推进, 城中村改造推进和农村就地城镇化推进 4 种模式。

【关键词】: 城镇用地; 扩展特征; 推进模式; 环滇池地区

【中图分类号】: K902 **【文献标识码】**: A **【文章编号】**: 1000-5110 (2018) 03-0128-11

1978 年以来, 中国工业化、城镇化的快速发展引起世界的关注,^①而快速城镇化的重要特征之一就是城镇用地扩展时空演变加速, 因此, 城镇用地扩展不仅成为评价城镇化水平的重要测度指标, 同时也是土地利用/覆盖变化 (LUCC) 研究重要领域之一。^②城镇用地扩展直观地体现城镇化和城镇发展的空间过程与特征, 对城镇用地扩展问题的研究可以加深对城镇化本质的理解, 进而为城镇可持续发展提供有效的决策依据, 因此近年来该领域的研究也引起城镇化研究者的重视。^③对城镇扩展进行深度研究, 有助于提高对城镇用地的预测和调控能力,^④发掘城镇扩展蔓延的内在驱动力, 模拟城镇演变的轨迹, 预测城镇未来演化趋势,

¹**【作者简介】**: 陈长瑶, 男, 云南曲靖人, 云南师范大学副教授, 研究方向为经济地理、城市规划与区域发展。

【基金项目】: 国家自然科学基金项目“环滇池地区城市空间演变机理与优化研究”(41761031); “山地多民族共生区农户居住空间演变机制研究”(41601179)。

^①田光进. 基于遥感与 GIS 的中国城镇用地扩展特征[J]. 地理科学进展, 2013, (4).

^②许彦曦, 陈凤, 濮励杰. 城市空间扩展与城市土地利用扩展的研究进展[J]. 经济地理, 2007, (2).

^③刘涛, 曹广忠. 城市用地扩展及驱动力研究进展[J]. 地理科学进展, 2010, (8).

^④陈振杰, 李满春, 刘永学. 浙西低山丘陵区城镇用地扩展研究——以桐庐县为例[J]. 自然资源学报, 2006, (4); Keel Schotten,

从而制定合理的调控政策及设计科学的城镇规划,进而有效地引导和调控城镇化的发展,减少城镇化过程的资源环境负效应,推动城镇的持续健康发展。^①在研究方法上,利用遥感与GIS技术进行城镇用地扩展定量分析已成为研究的主要方法;^②在研究范围上,既有全国或区域层面上的研究,^③又有针对特定城镇的研究。^④因此,在3S技术,特别是GIS和RS技术的辅助下,越来越多的研究将视角重新回归土地本身,力图通过土地利用的时空变化,并以相应历史时期的重要事件及自然环境特征解释土地利用变化的驱动力。^⑤

我国西南地区独特的高原湖泊平坝区环滇池地区,受其“依山傍湖”的区位影响,区域内生态环境脆弱、水土保持困难,是人地关系较为敏感的区域之一。^⑥随着区域内城镇化、工业化及非农化进程的加速,城镇用地扩展显著,区域内土地利用的空间组织和形式组合发生改变,建设用地扩展冷点区和热点区呈现出迁移、变化的动态过程。鉴于此,本文选取环滇池地区为研究区域,利用遥感和GIS技术对其1990年、1995年、2000年、2005年、2010年和2017年的影像进行解译,对区内城镇用地扩展特征进行分析,以期对未来城镇空间优化提供参考依据。

一、研究区域与数据来源

(一) 研究区域——环滇池地区

环滇池地区是云南省社会经济和城镇发展最集中、最有活力的地区,也是云南省具有高原湖泊生态脆弱区、历史文化多元融合区、城镇经济发展活跃区等多重叠特征的典型区域,“人地关系”具有鲜明特征。该区主要包括:五华区、盘龙区、官渡区、西山区、呈贡区、晋宁区、嵩明县和安宁市8个县(区市),区域面积约6688km²,其中滇池流域面积约2960km²(含滇池水域面积306.3km²)。1978年以来,环滇池地区城镇社会经济取得快速发展,截至2015年,该区常住人口约467.10万人,总人口占昆明市的71.95%,地区生产总值占昆明市的87.38%。快速城镇化背景下,该地区城镇空间职能、结构、类型、组合不断发生变化,城镇用地过度蔓延、土地浪费严重、生态质量下降等诸多问题日益突出,制约着区域内经济可持续发展。

(二) 数据来源

由于受研究区域时间跨度较大和影像获取质量等问题的影响,文章选用环滇池地区1990年3月、1995年3月,2005年3月和2010年4月的TM数据、2000年3月的ETM数据和2017年3月的OLI数据。对影像进行大气校正、几何校正、镶嵌与裁剪

Roland Goetgeluk, Maarten Hilferink, et al. Residential construction, land use and the environment, simulation: for the Netherlands using a GIS-based land use model[J]. Environmental Modelling and Assessment, 2001, (6); Carlson T N, Arthur S T. The impact of land use-land cover changes due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective[J]. Global and Planetary Change, 2000, (25).

^①李飞雪,李满春,刘永学等.建国以来南京城市扩展研究[J].自然资源学报,2007,(4);王婧,方剑琳.城市建设用地增长研究进展与展望[J].地理科学进展,2011,(11).

^②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,(4).

^③张落,吴楚材,姚士谋等.苏南地区近20年城市用地扩展的特点与问题[J].地理科学进展,2003,(6);张文忠,王传胜,等.珠江三角洲城镇用地扩展的城市化背景研究[J].自然资源学报,2003,(5);李加栋,许继琴,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,(4).

^④马荣华,陈雯,陈小卉等.常熟市城镇用地扩展分析[J].地理学报,2004,(3);刘峰.新型城镇化背景下耕地保护机制创新研究——以湖南为例[J].湖南财政经济学院学报,2016,(2);康红刚,孙希华.基于RS和GIS的城市扩展及驱动机制研究——以济南市为例[J].地域研究与开发,2009,(3);李晓文,方精云,朴世龙等.上海城市用地扩展强度、模式及其空间分异特征[J].自然资源学报,2003,(4).

^⑤陈松林,刘诗苑.海湾型城市建设用地扩展的时空动态特征及驱动力研究——以厦门市为例[J].地理科学,2009,(3).

^⑥张磊,李君,武友德等.云南环洱海地区城镇聚落用地扩展特征及模式分析[J].水土保持研究,2017,(6).

等预处理。基于研究区现状，参照 GlobeLand30 中的地表覆被分类标准，采用监督分类和目视解译将该区土地利用类型初次划分为城镇用地、农村用地、林草地、耕地、水体及裸地等 6 类，并通过实地调研以提高精度，实际精度达到 75~80%，分类后的结果如图 1 所示。

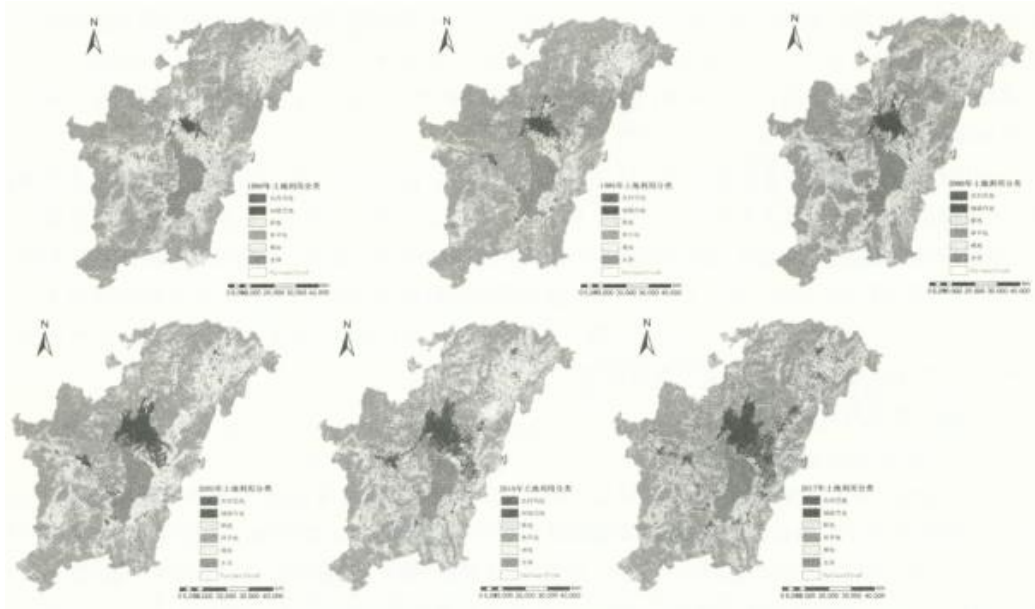


图 1 环滇池地区土地利用分类图（1990~2017 年）

二、研究方法 with 指标选取

（一）扩展分析指标

城镇用地扩展强度指数能反映出研究单元年均新增城镇用地占自身土地面积的比例，可用于描述城镇扩展的时间变动特征。

①计算公式为： $I = \frac{U_{ij}}{T_j \cdot TLA_i} \times 100$ (1)，其中，I 为城镇用地扩展强度指数， U_{ij} 为 j 时段第 i 个研究区域城镇扩展面积， T_j 为 j 时段的时间跨度， TLA_i 为第 i 个单元土地总面积。城镇用地扩展贡献率是指某空间单元在研究时期内城镇用地扩展面积占同期整个研究

区域城镇扩展总面积的百分比。计算公式为： $C = \frac{U_{ij}}{A_i - A_0}$ (2)，其中，C 为城镇用地扩展贡献率， A_i 为所有研究单元末期城镇用地面积之和， A_0 为所有研究单元基期城镇用地面积之和。

（二）象限分析法

象限分析法是研究城镇用地空间格局变化的常用方法之一，能直观反映城镇在不同象限方位的扩展演化进程。通过叠加不同方位、不同时期的城镇用地图斑，进而分析城镇用地的扩展强度、贡献率等时空扩展特征及规律。^④

（三）缓冲区分析

^④张磊，李君，武友德等. 云南环洱海地区城镇聚落地扩展特征及模式分析[J]. 水土保持研究，2017，（6）.

②赵胜男，任志远，张晗等. 2013 年西安市建设用地扩展特征及效益分析[J]. 陕西师范大学学报（自然科学版），2015，（4）.

缓冲区分析是指为了识别某地理实体或空间物体对其周围的邻近性或影响度而在其周围建立的一定范围的区域。缓冲区生成有 3 种类型：一是基于点要素的缓冲区，通常以点为圆心、以一定距离为半径的圆；二是基于线要素的缓冲区，通常是以线为中心轴线，距中心轴线一定距离的平行条带多边形；三是基于面要素多边形边界的缓冲区，向外或向内扩展一定距离以生成新的多边形。^①

三、环滇池地区城镇用地扩展特征分析

基于环滇池地区 1990 年、1995 年、2000 年、2005 年、2010 年和 2017 年的遥感影像解译结果，利用 GIS 技术提取环滇池地区 6 期城镇用地的分布及面积信息，对其扩展特征进行总体分析如图 2 所示。发现，随时间演进，该区域城镇用地扩展迅速，5 个时段内城镇扩展强度指数依次为 0.237, 0.137, 0.291、0.282, 0.199, 27 年间，城镇用地扩展了 5.29 倍，面积达到 411.58 km²，年均扩展速度达 15.24km²/a。

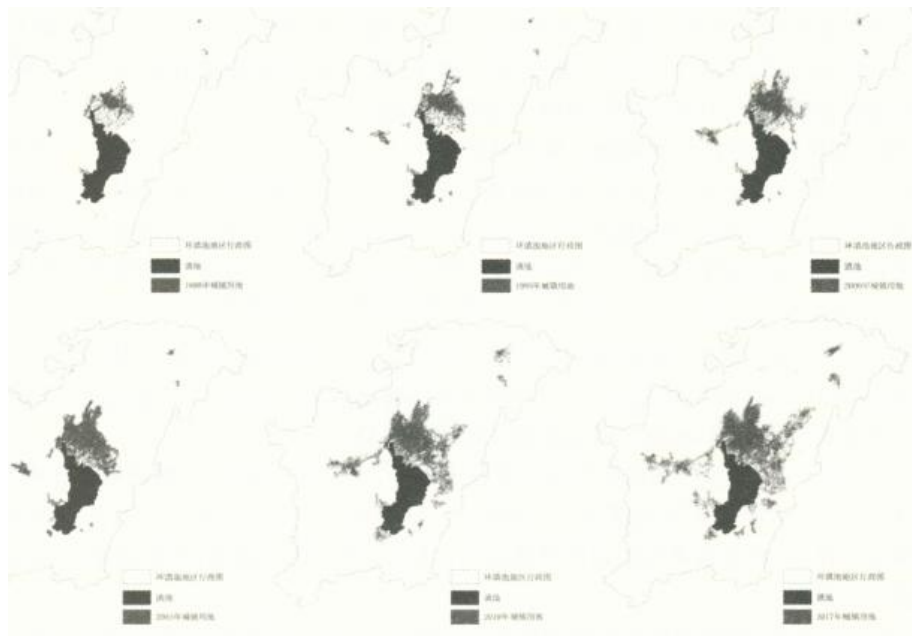


图 2 环滇池地区城镇用地变化图（1990~2017 年）

（一）不同象限方位的环滇池地区城镇用地扩展分析

为了解城镇用地在不同方位的扩展情况，基于 ArcGIS 10.2 软件，结合实地调研情况，采用象限方位分析法，以滇池几何中心为原点，东西方向为横轴、南北方向为纵轴，以逆时针方向依次将该区分为 8 个象限区域。通过公式（1）（2），计算 1990~2017 年间环滇池地区不同象限区域内城镇用地的扩展强度指数^②及贡献率如表 1~表 5 所示，象限城镇用地扩展如图 3 所示。

1. 不同时期环滇池地区城镇用地扩展强度特征

（1）1990~1995 年，各个象限方位的城镇聚落用地均有所扩展，但强度存在明显差异，其中，第二和第三象限的扩展强度

^①戴忱. Arc GIS 缓冲区分析支持下的城市规划用地布局环境适宜性分析[J]. 现代城市研究, 2013, (7).

^②依据环滇池不同区域城镇用地象限扩展强度的大小，将其分为高速扩展型(0.3, +∞)、快速扩展型(0.2~0.3)、低速扩展型(0.1~0.2)、缓慢扩展型(-∞, 0.1)4 类。

分别为 0.325, 0.557, 属高速扩展型; 第四象限为快速扩展型; 第一、五、六和第八象限的扩展强度为 0.006, 0.034, 0.047, 0.003, 属缓慢扩展型。

(2) 1995~2000 年, 城镇扩展强度放缓了步伐, 这个时期第二、三象限属于城镇主要扩展方向, 扩展类型分别属于快速和高速扩展型; 而在第五、六、七和第八象限城镇扩展呈现缩减的态势, 扩展强度分别为-0.008, -0.003, -0.047, -0.002, 属于缓慢扩展型。

(3) 2000~2005 年, 城镇用地仍然以北部扩展为主, 第一象限扩展强度不断提高, 与第二和第三象限同属于高速扩展型, 扩展强度分别为 0.401、0.639、0.329; 第四、五、六、七、八象限扩展强度均低于 0.1, 属于缓慢扩展型。

(4) 2005~2010 年, 传统扩展强度较大的第二、三象限放缓扩展的步伐, 扩展强度为 0.266 和 0.185, 属快速和低速扩展型; 第一、六、七和第八象限扩展强度迅速提高, 成为扩展的主要方向, 其中第一和第八象限扩展强度为 0.834 和 0.667, 属于高速扩展型, 第六、七象限属于低速扩展型; 而第五象限扩展仍然很缓慢。

(5) 2010~2017 年, 各个象限方位的城镇用地扩展的强度逐步缩小, 差异也在逐步缩小, 其中, 城镇主要沿着东南方向的第八象限扩展, 扩展强度为 0.412, 属高速扩展型; 第一、二、四和第七象限扩展强度分别为 0.297, 0.297, 0.213, 0.237, 属快速扩展型; 第五象限加快扩展的步伐, 扩展强度增加到 0.155, 属低速扩展型; 第三和第六象限则属于缓慢扩展型。

2. 不同时期环滇池地区城镇用地扩展贡献率特征

(1) 1990~1995 年, 城镇用地的主要增长极位于第二、三、四象限, 扩展贡献率分别为 46.292%、31.648%和 15.391%, 年均扩展速度为 $7.360\text{ km}^2/\text{a}$ 、 $5.032\text{ km}^2/\text{a}$ 和 $2.447\text{ km}^2/\text{a}$; 第五、六、七象限为城镇用地的次要增长区, 扩展贡献率分别为 1.860%、2.023%和 3.060%; 而其余 2 个象限的用地扩展贡献率均小于 1%, 总和仅为 0.243%。

(2) 1995~2000 年, 城镇用地的增长极仍然位于第二、三、四象限, 扩展贡献率分别为 52.389%、31.458%和 14.561%, 年均扩展速度为 $4.810\text{ km}^2/\text{a}$ 、 $2.888\text{ km}^2/\text{a}$ 和 $1.337\text{ km}^2/\text{a}$; 第六、七、八象限扩展贡献率和年均扩展速度均为负值, 呈现出城镇用地在缩减的趋势。

(3) 2000~2005 年, 城镇用地的主要增长极位于第一、二和第八象限, 扩展贡献率分别为 11.326%、74.017%和 15.205%, 年均扩展速度为 $2.216\text{ km}^2/\text{a}$ 、 $14.482\text{ km}^2/\text{a}$ 和 $2.975\text{ km}^2/\text{a}$; 第五、六、七象限为城镇用地的次要增长区, 扩展贡献率和年均扩展速度均比较小, 但在逐年提高; 而第四象限的用地扩展贡献率仍为负值-4.516%。

(4) 2005~2010 年, 城镇用地的主要增长极位于第一、二、四、八象限, 扩展贡献率分别为 24.317%、31.750%、22.151%和 6.102%, 年均扩展速度为 $4.608\text{ km}^2/\text{a}$ 、 $6.016\text{ km}^2/\text{a}$ 、 $4.197\text{ km}^2/\text{a}$ 和 $1.156\text{ km}^2/\text{a}$; 第三象限扩展处于饱和期, 扩展贡献率在减少; 而第六、七、八象限扩展贡献率在逐步增加, 但仍然还很小。

(5) 2010~2017 年, 城镇扩展的增长极主要位于第一、二、四、五象限, 随着新机场的开发和城镇上山, 第二象限重新焕发生机, 扩展贡献率和年均扩展速度迅速提高, 分别为 50.374%和 $6.736\text{ km}^2/\text{a}$; 除第六象限扩展贡献率为负值-0.720%外, 城镇用地扩展向着北、南的第一、三、四和七、八象限方向上扩展, 为城镇用地扩展的次要增长区。

表 1 环滇池地区不同象限区域城镇用地扩展特征（1990~1995 年）

象限	1990 年 面积/km ²	1995 年 面积/km ²	1990~1995 年 扩展面积/km ²	扩展强度	扩展强度 类型	扩展贡献 率/%	年均扩展 速度 km ² /a
第一象限	0.426	0.592	0.166	0.006	缓慢	0.209	0.033
第二象限	62.570	99.369	36.799	0.325	高速	46.292	7.360
第三象限	25.184	50.343	25.159	0.557	高速	31.648	5.032
第四象限	2.417	14.652	12.235	0.276	快速	15.391	2.447
第五象限	2.546	4.024	1.479	0.034	缓慢	1.860	0.296
第六象限	2.353	3.961	1.608	0.047	缓慢	2.023	0.322
第七象限	0.008	2.440	2.432	0.123	低速	3.060	0.486
第八象限	0.048	0.076	0.027	0.003	缓慢	0.034	0.005

表 2 环滇池地区不同象限区域城镇用地扩展特征（1995~2000 年）

象限	1995 年 面积/km ²	2000 年 面积/km ²	1995~2000 年 扩展面积/km ²	扩展强度	扩展强度 类型	扩展贡献 率/%	年均扩展 速度 km ² /a
第一象限	0.592	2.710	2.118	0.077	缓慢	4.614	0.424
第三象限	99.369	123.420	24.051	0.212	快速	52.389	4.810
第三象限	50.343	64.785	14.442	0.320	高速	31.458	2.888
第四象限	14.652	21.336	6.685	0.151	低速	14.561	1.337
第五象限	4.024	3.692	-0.333	-0.008	缓慢	-0.724	-0.067
第六象限	3.961	3.850	-0.111	-0.003	缓慢	-0.242	-0.022
第七象限	2.440	1.517	-0.923	-0.047	缓慢	-2.012	-0.185
第八象限	0.076	0.056	-0.020	-0.002	缓慢	-0.044	-0.004

表 3 环滇池地区不同象限区域城镇用地扩展特征（2000~2005 年）

象限	2000 年 面积/km ²	2005 年 面积/km ²	2000~2005 年 扩展面积/km ²	扩展强度	扩展强度 类型	扩展贡献 率/%	年均扩展 速度 km ² /a
第一象限	2.710	13.790	11.080	0.401	高速	11.326	2.216
第二象限	123.420	195.833	72.412	0.639	高速	74.017	14.482
第三象限	64.785	79.660	14.876	0.329	高速	15.205	2.975
第四象限	21.336	16.918	-4.419	-0.100	缓慢	-4.516	-0.884
第五象限	3.692	7.313	3.622	0.083	缓慢	3.702	0.724
第六象限	3.850	4.419	0.569	0.017	缓慢	0.581	0.114
第七象限	1.517	1.945	0.428	0.022	缓慢	0.437	0.086
第八象限	0.056	0.010	-0.046	-0.005	缓慢	-0.047	-0.009

表 4 环滇池地区不同象限区域城镇用地扩展特征（2005~2010 年）

象限	2005 年 面积/km ²	2010 年 面积/km ²	2005~2010 年 扩展面积/km ²	扩展强度	扩展强度 类型	扩展贡献 率/%	年均扩展 速度 km ² /a
第一象限	13. 790	36. 829	23. 039	0. 834	高速	24. 317	4. 608
第二象限	195. 833	225. 913	30. 081	0. 266	快速	31. 750	6. 016
第三象限	79. 660	88. 014	8. 353	0. 185	低速	8. 817	1. 671
第四象限	16. 918	37. 904	20. 986	0. 474	高速	22. 151	4. 197
第五象限	7. 313	5. 065	-2. 248	-0. 052	缓慢	-2. 373	-0. 450
第六象限	4. 419	10. 015	5. 596	0. 165	低速	5. 907	1. 119
第七象限	1. 945	4. 333	2. 388	0. 121	低速	2. 521	0. 478
第八象限	0. 010	5. 791	5. 781	0. 667	高速	6. 102	1. 156

表 5 环滇池地区不同象限区域城镇用地扩展特征（2010~2017 年）

象限	2010 年 面积/km ²	2017 年 面积/km ²	2010~2017 年 扩展面积/km ²	扩展强度	扩展强度 类型	扩展贡献 率/%	年均扩展 速度 km ² /a
第一象限	36. 829	48. 333	11. 504	0. 297	快速	12. 291	1. 643
第二象限	225. 913	273. 063	47. 149	0. 297	快速	50. 374	6. 736
第三象限	88. 014	89. 992	1. 978	0. 031	缓慢	2. 113	0. 283
第四象限	37. 904	51. 089	13. 185	0. 213	快速	14. 086	1. 884
第五象限	5. 065	14. 450	9. 385	0. 155	低速	10. 027	1. 341
第六象限	10. 015	9. 341	-0. 674	-0. 014	缓慢	-0. 720	-0. 096
第七象限	4. 333	10. 901	6. 568	0. 237	快速	7. 018	0. 938
第八象限	5. 791	10. 789	4. 998	0. 412	高速	5. 340	0. 714



图 3 环滇池地区八象限城镇用地扩展图（1990~2017 年）

（二）不同圈层距离内的环滇池地区城镇用地扩展分析

为反映城镇用地随距离变化的时空演进特征，采用同心圆分析法，以滇池沿岸为圆心，2km为间隔，生成0~2km、2~4km、4~6km、6~8km、8~10km覆盖环滇池地区城镇用地的5个缓冲带。基于扩展分析公式，分5个时间段，测度27年间与环滇池不同距离圈层内城镇用地圈层强度指数^⑥和贡献率的变动状况如表6~表10所示，缓冲区城镇用地扩展如图4所示。

1. 环滇池地区城镇用地的圈层强度特征

（1）1990~1995年间，随着昆明市城镇化和工业化的继续加快，市场经济不断完善，昆明市的城镇建设出现前所未有的高潮，在距离环滇池沿岸0~2km、2~4km、6~8km、8~10km的圈层范围内，北部、南部和东部由于受到昆明高新区、昆明经济技术开发区和滇池旅游度假区3个国家级开发区等建设驱动，城镇用地扩展属于快速扩展及以上，其中扩展最快的是0~2km和2~4km之间，属于高速扩展型。

（2）1995~2000年由于环湖公路、1999年昆明世博会前期等影响扩展的驱动，城镇用地扩展强度有了放缓，在4~6km范围内，西部地区由于受到西山等山脉的影响，扩展强度为缓慢增长型，城镇用地扩展强度较弱。

（3）2000~2005年间，1999年昆明世博会后，城镇化和现代化进程的步伐加快，第三产业在国民经济结构中的比重不断扩大，生产服务性消费功能日趋完善，城镇与周围区域功能的交换更加频繁，人流、物流、信息流和能量流相互交错联系日益密切。距离环滇池0~2km、2~4km、4~6km和6~8km的圈层内部，安石公路、滇池路、春城路、昆玉公路的建成，在城镇继续向东、西方向上扩展的同时极大地改善城镇南部地区交通不便的情况，城镇开始转移向南部蔓延，城镇的扩展强度为高速增长，分别为1.544、1.650、1.649和1.276。

（4）2005~2010年间，在0~2km的圈层范围内，由于湿地保护等生态措施的实施，城镇扩展的面积在减小，属于缓慢扩展型；在4~6km和6~8km的圈层内，城镇扩展向东南加速扩展，属于快速扩展型。

（5）2010~2017年间，0~2km、4~6km、6~8km的圈层范围内，城镇空间扩展的强度在减少，属于低速扩展型；0km~2km之间由于耕地保护和生态湿地的建立，扩展强度在趋缓为0.296；4~6km和6~8km之间城镇建设用地趋于饱和，扩展强度在减弱；2~4km和8~10km圈层内部之间，由于环湖高速、西北部G59高速公路和长水机场的兴建等的影响，城镇扩展强度在逐步加速，属于快速扩展型，分别为0.820和0.517。

2. 环滇池地区城镇用地圈层的扩展贡献率特征

（1）1990~1995年，5个圈层内城镇扩展相对较快，城镇用地的主要扩展区位于滇池沿岸0~2km、2~4km的圈层范围内，北部扩展相对较快，贡献率达16.942%和15.721%；在4~6km、6~8km和8~10km的圈层范围内，为城镇聚落的次要扩展区，扩展贡献率分别为13.856%、15.059%和13.139%。

（2）1995~2000年，城镇化的逐步加快，城镇扩展贡献率出现较大的差异，在0~2km和4~6km的范围内城镇扩展贡献率仅为5.059%、1.705%，处于一个缓慢发展阶段，其他圈层扩展贡献率相对均匀。

（3）2000~2005年，昆明市进入高速发展的时期，城镇的发展呈现出填充式的发展，进入卫星城扩展阶段，受到政策、交通等的影响，以交通为依托的相邻空间被填充，主要扩展区集中在0~2km、2~4km、4~6km和6~8km之间，其中2~4km和4

^⑥①依据环滇池不同区域城镇聚落用地扩展强度的大小，将其分为高速扩展型（1，+∞）、快速扩展型（0.5~1）、低速扩展型（0.1~0.5）、缓慢扩展型（-∞，0.1）4类。

~6km 城镇扩展贡献率高达 20.980%、22.409%。

(4) 2005~2010 年, 城镇扩展不断向外推移, 在 0~2km 的范围内由于湿地保护、退耕还湖等生态措施, 城镇扩展贡献率出现的负值为-5.332%, 主要扩展区集中在 4~6km、6~8km 的范围内, 但贡献率相对较前几年低; 次级扩展区在 2~4km、8~10km 之间, 仅为 2.394%, 3.146%, 城镇缓慢发展。

(5) 2010~2017 年, 城镇的扩展范围主要集中在 2~4km 之间, 北部城镇趋于缓和, 主要来源于东西南部卫星城 2~4km 范围内的城镇扩展, 扩展贡献率为 15.269%; 0~2km、6~8km 和 8~10km 的内部圈层范围内为城镇的次级扩展区, 城镇扩展贡献率分别为 5.354%, 7.901%和 11.986%; 4~6km 圈层范围内, 为城镇扩展最小的地区, 扩展贡献仅为 2.798%。

表 6 环滇池地区不同圈层距离城镇用地扩展特征 (1990~1995 年)

圈层	1990 年 面积/km ²	1995 年 面积/km ²	1990~1995 年 扩展面积/hm ²	扩展强度	扩展强度 类型	扩展贡献 率/%	年均扩展 速度 km ² /a
0~2km	12.761	26.229	13.468	1.114	高速	16.942	2.694
2km~4km	16.145	28.642	12.498	1.004	高速	15.721	2.500
4km~6km	20.115	31.130	11.015	0.829	快速	13.856	2.203
6km~8km	15.422	27.393	11.971	0.832	快速	15.059	2.394
8km~10km	13.348	23.793	10.445	0.674	快速	13.139	2.089

表 7 环滇池地区不同圈层距离城镇用地扩展特征 (1995~2000 年)

圈层	1995 年 面积/km ²	2000 年 面积/km ²	1995~2000 年 扩展面积/hm ²	扩展强度	扩展强度 类型	扩展贡献 率/%	年均扩展 速度 km ² /a
0~2km	26.229	28.552	2.323	0.192	低速	5.059	0.465
2km~4km	28.642	33.861	5.219	0.419	低速	11.368	1.044
4km~6km	31.130	31.913	0.783	0.059	缓慢	1.705	0.157
6km~8km	27.393	32.060	4.667	0.325	低速	10.166	0.933
8km~10km	23.793	29.520	5.727	0.370	低速	12.475	1.145

表 8 环滇池地区不同圈层距离城镇用地扩展特征 (2000~2005 年)

圈层	2000 年 面积/km ²	2005 年 面积/km ²	2000~2005 年 扩展面积/hm ²	扩展强度	扩展强度 类型	扩展贡献 率/%	年均扩展 速度 km ² /a
0~2km	28.552	47.218	18.666	1.544	高速	19.080	3.733
2km~4km	33.861	54.386	20.525	1.650	高速	20.980	4.105
4km~6km	31.913	53.836	21.923	1.649	高速	22.409	4.385
6km~8km	32.060	50.411	18.351	1.276	高速	18.757	3.670
8km~10km	29.520	42.794	13.274	0.856	快速	13.568	2.655

表 9 环滇池地区不同圈层距离城镇用地扩展特征（2005~2010 年）

圈层	2005 年 面积/km ²	2010 年 面积/km ²	2005~2010 年 扩展面积/hm ²	扩展强度	扩展强度 类型	扩展贡献 率/%	年均扩展 速度 km ² /a
0~2km	47.218	42.166	-5.052	-0.418	缓慢	-5.332	-1.010
2km~4km	54.386	56.654	2.269	0.182	低速	2.394	0.454
4km~6km	53.836	62.598	8.762	0.659	快速	9.249	1.752
6km~8km	50.411	63.335	12.924	0.899	快速	13.641	2.585
8km~10km	42.794	45.774	2.980	0.192	低速	3.146	0.596

表 10 环滇池地区不同圈层距离城镇用地扩展特征（2010~2017 年）

圈层	2010 年 面积/km ²	2017 年 面积/km ²	2010~2017 年 扩展面积/hm ²	扩展强度	扩展强度 类型	扩展贡献 率/%	年均扩展 速度 km ² /a
0~2km	42.166	47.177	5.011	0.296	低速	5.354	0.716
2km~4km	56.654	70.946	14.291	0.820	快速	15.269	2.042
4km~6km	62.598	65.217	2.619	0.141	低速	2.798	0.374
6km~8km	63.335	70.729	7.395	0.367	低速	7.901	1.056
8km~10km	45.774	56.993	11.219	0.517	快速	11.986	1.603

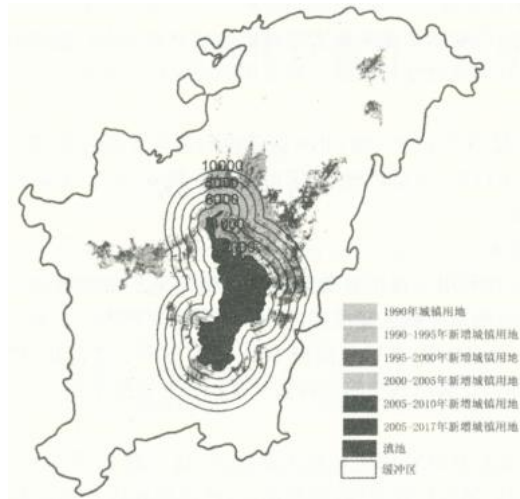


图 4 环滇池地区缓冲区城镇用地扩展图（1990~2017 年）

（三）环滇池地区总体扩展特征分析

1. 环滇池地区城镇用地整体扩展态势明显

1990~2017 年 5 个时段内城镇扩展强度指数依次为 0.237, 0.137, 0.291, 0.282, 0.199, 扩展特征呈现出显著地阶段性和波段性, 总体扩展趋势相对明显, 城镇扩展强度和贡献率先以第一、二和第三象限为主要扩展区, 随着时间的推移, 第八象限

加入主要的扩展区。具体来看，北部城镇聚落地扩展规模及速度均远大于南部地区。受长虫山和西山等山脉影响北部和沿滇池西部地区海拔与坡度整体较高，后备扩展用地不足，随时间推移城镇聚落地扩展强度与贡献率先高后走低；西北部地区受交通干线 G59 通达度提升的驱动，城镇化与非农化进程加速，城镇用地扩展的强度和贡献率逐步提高；东部地区受呈贡新区建设带动，城镇聚落用地的扩展强度和贡献率稳步提升；南部地区由于昆玉高速和高铁的开通，城镇用地的扩展强度和贡献率迅速提升。

2. 不同时期、不同距离圈层内环滇池地区城镇用地扩展有明显的差异性

从各时期看，1990~1995 年，在距滇池沿线 0~2km 和 2~4km 范围内为城镇用地的主扩展区；1995~2000 年，各圈层城镇用地扩展相对比较均匀；2000~2005 年，整体扩展加速，距滇池沿线 2~4km 和 4~6km 范围内为城镇用地的主扩展区；2005~2010 年，距滇池沿线 4~6km 和 6~8km 范围内为城镇用地的主扩展区；2010~2017 年，距滇池沿线 2~4km 和 8~10km 范围内为城镇用地的主扩展区。从 27 年变动看，在距离滇池沿岸 2~4km、4~6km 的圈层范围内，受环湖高速公路沿线、卫星城、高铁等修建的驱动，城镇用地扩展强度最高，为主要扩展区；在 6~8km 的圈层范围内，随着时间的推移，受交通便捷度提升及新区和交通要道扩展的影响，城镇用地的扩展强度较高，为次要扩展区；在 0~2km、8~10km 的范围内，城镇聚落的扩展强度虽相对较弱，但后备扩展空间充足，已变为城镇聚落用地的重要潜在扩展区；沿岸耕地保护和生态湿地的建立，北市区受到长虫山等山地因素、开发成本、后备用地等方面的影响，城镇聚落用地的扩展难度较大，扩展强度与贡献率均较低。

四、环滇池地区城镇用地扩展推进模式

环滇池地区城镇用地扩展具有自身的特征，总体呈现沿交通、沿河流、沿湖的扩展特征，结合以上分析，通过进一步研究，结合城镇扩展推进主导方式的不同，归纳出 4 种城镇用地扩展推进模式。

（一）开发区推进模式

开发区推进模式在环滇池地区城镇用地空间演变中最具代表性。环滇池地区最早的开发区建设始于 1992 年。这一时期，昆明经济技术开发区、昆明高新技术产业开发区、昆明滇池国家旅游度假区、昆明西苑综合开发区相继成立，产业的快速集聚实现城镇地域空间和人口规模的跳跃性增长，城镇空间在特定区域迅速形成并扩展，有力地改变环滇地区城镇用地空间的结构和功能。

（二）新城区推进模式

20 世纪 90 年代以来是昆明市东、西、南、北 4 区建设的迅猛发展时期，推动环滇地区城镇用地结构的显著变动。尤其是 2003 年以来，呈贡新城、安宁市的太平新城、晋宁新城等建设推进，加速环滇池地区城镇用地空间的多向拓展。

（三）城中村改造推进模式

城中村改造中土地的合理利用与转型显著影响着城镇用地扩展的效率。2008 年昆明市政府启动城中村改造，截至 2014 年，昆明市主城区建成区近 300 平方公里范围内共有 382 个城中村，居住人口达 106.5 万人，居住用地 22.1 平方公里，总建筑面积 4447 万平方米。结合城镇发展需要进行的城中村改造，有效地改善城镇空间结构，城镇用地空间也得到优化调整和有效利用。

（四）农村就地城镇化推进模式

城镇用地扩展过程中，农村就地城镇化是较为典型的“自下而上”型的推进模式。20 世纪 90 年代以来，在国家“小城镇战

略”和“新农村建设”政策推动下，环滇池地区乡镇企业工业化迅速发展，新一轮乡镇产业的发展推进农村产业化的进程，加快农村就地城镇化的速度，农村土地用地方式的转型迅速，这种转变与城镇空间扩展“自上而下”的发展相契合，整体推进环滇池地区城镇用地空间的扩展。