

广州市城市边缘区时空演变特征分析*

王海鹰, 张新长

(中山大学地理科学与规划学院, 广东 广州 510275)

摘要: 利用基于多准则判断的城市边缘区界定法, 对广州市 1990、2000 及 2009 年的城市边缘区时空演变特征进行分析, 研究结果表明: ①广州市发展模式已经从“单核心”扩展模式逐渐转变为“点-轴”扩展模式, 最终将形成以“多核心”为典型特征的广州大都市区; ②1990 年初期, 广州市处于城市化加速期, 整体显得较为粗放、混乱、无序。2000 年以后, 广州市城市发展战略重心向南部移动; ③城市空间扩张与破碎度变化规律具有同步性和相似性, 城市核心区的破碎度变化幅度对城市化水平具有指示作用; ④城市边缘区是一种极其敏感与不稳定的时空综合体。发展初期多表现为不连续的、破碎, 进入发展后期, 其空间形态变得连续、紧凑, 这种从无序到有序的现象将伴随着城市边缘区发展的始终。研究结果可为城市战略发展规划及城乡一体化建设提供理论支持和合理化建议。

关键词: 城市边缘区; 城市地域结构; 时空演变; 广州

中图分类号: F291.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2012) 04-0134-10

The Analysis on Spatial-temporal Evolution of Urban Fringe in Guangzhou

WANG Haiying, ZHANG Xingchang

(School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: As an important part of urban region structure, urban fringe is the most sensitive area with acute contradictions in modern urban system. Deeply research on the regulation of the regional spatial variation is very important for promoting urban construction and regional development. The method of multiple criteria was used to analyze the spatial evolution of the urban fringe in Guangzhou for 1990, 2000 and 2009. The result shows that: ① The development mode of Guangzhou has gradually changed from “single core” expansion to “point-axis” expansion, and a metropolitan area with “multi-cores” will be eventually formed. ② At the beginning of 1990s, Guangzhou was in the process of urbanization accelerated phase, and the urbanization was extensive and disordered. Since 2000, the overall strategic development center has moved to the south of Guangzhou. ③ The urban expansion and fragmentation are of synchronization and similarity. the variation extent of degree of fragmentation can indicate the level of urbanization. ④ Urban fringe is a spatial-temporal complex, which is extremely sensitive and unstable. In the early stage of development, it is no-continuous and broken, and later it becomes continuous and compact. This phenomenon from disorder to order occurs throughout the development of the urban fringe. The result can provide theoretical support and reasonable proposals for strategic development plan and the integration of urban and rural construction.

Key words: urban fringe; urban region structure; spatial evolution; Guangzhou

改革开放以来, 我国城市建设进入了一个新的发展阶段, 其特点表现为城市扩展与乡村城市化同

* 收稿日期: 2011-12-23

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40971216, 41071246)

作者简介: 王海鹰 (1980 年生), 男, 博士研究生; 通讯作者: 张新长; E-mail: eeszxc@mail.sysu.edu.cn

时并起，城乡界限逐渐变得模糊。以往传统的城乡二元分法已经不能准确反映现代城市的地域结构特征^[1-2]。随着城市化进程的加快，许多大城市出现了中心城市密集、交通拥挤、耕地减少、生态环境恶化等“城市病”问题，人与自然环境的矛盾日益突出，使得城市周边成为城市化进程中最为敏感、矛盾最为集中和尖锐的区域^[3-4]。因此，引入城市边缘区的概念，充分研究包括其在内的城市地域空间发展变化规律，实现大城市地域各组合部分的空间整合，对促进城市自身建设和区域协调发展起着极其重要的作用。

城市边缘区是指位于城市和农村之间，以土地的城乡混合利用方式为典型特征，人口和社会特征具有过渡性质的一个独特地域实体，它是城市扩散的前沿与先导区，是城市地域结构中的一个重要组成部分，是具有过渡性、模糊性、动态性、复杂性等特点^[1,5-7]。我国自 20 世纪 80 年代开始研究城市边缘区问题，相关的研究多集中在城市边缘区的概念与界定^[2,8-14]、土地利用^[15-21]、景观变化^[22-24]、城市空间结构演变^[1,4,17,26-27]等方面。从空间变化角度定量分析城市地域结构演变的研究并不多见，至今未形成一个统一的方法范式。

本文采用基于多准则判断的城市边缘区界定方法^[2]，结合广州市 1990、2000 及 2009 年空间与统计数据，重点分析广州市城市边缘区时空演变特征，从中探寻大城市地域结构在形态、功能、特征上的时空变化规律。

1 数据与方法

1.1 研究区概况

广州市（22°26′ - 23°56′N，112°57′ - 114°3′E）位于珠江三角洲的中心腹地，地势东北高，西南低，北部和东北部为山区，中部为丘陵和盆地，南部是珠江三角洲沿海冲积平原。地处南亚欧大陆热带，属亚热带季风海洋性气候。

研究区涵盖广州市目前主要城市范围，包括：海珠、黄埔、荔湾、越秀、天河、番禺、白云、萝岗、花都、南沙共 10 个区，总面积为 3 617.35 km²，由于增城、从化两个县级市，城市发展水平与主城区存在较大差距，故不在研究范围之内。

1.2 数据来源

采用了广州市 1990、2000、2009 年土地利用数据、交通数据、人口密度数据、公共管理及服务设施数据以及 DEM 数据。其中，土地利用数据采用中山大学教育部“985”遥感与 GIS 地学应用创

新平台实验室解译结果。空间数据处理方法如下：将广州市土地利用数据进行归并，得到 1990、2000、2009 年城市用地空间分布数据。人口密度数据分别通过 1991、2001、2010 年广州年鉴及广东省行政区图集获得，并将人口数据落实到街（镇）单元；交通数据由已有道路矢量图叠加上相应年份的 TM 影像进行矢量化修改获得。公共服务机构和公共管理机构数据由已有城市公共机构点空间数据，结合广州市机关事业单位地址资料修改及遥感影像获得。DEM 数据通过 1:25 万等高线图获取，先将其转化为 TIN，最后生成 DEM 数据。

所有空间数据转化为 grid 栅格数据形式，并通过空间配准统一坐标系，grid 栅格数据的分辨率为 100 m。对空间数据并进行归一化处理，消除量纲影响。

1.3 研究方法

国内外学者从多种角度提出了城市地域空间扩展理论，用以解释和分析城市空间扩张的现象和机理。主要的城市扩展模式有“同心圆”扩展模式、“点-轴”填充模式^[1,3,17,21,28]。广州市自改革开放以来经济快速增长，城市扩张和城市化进程加速发展。单从广州市的城市化水平考虑，1990 年为 69.40%，2000 年 83.79%，2005 年为 81.5%，之后至 2009 年基本保持在这个水平（广州市年鉴），城市化水平位居全国前列。可见广州市城市化进程已经从 1990 年初期的迅猛发展，过渡为平稳发展阶段。因此，研究以 2000 年为界，并将研究时期分为 2 个阶段：1990 - 2000 年、2000 - 2004 年。

1.3.1 指标体系 现代城市空间结构理论及城市边缘区的研究表明，在城市空间形态划分方面，土地利用、社会经济特征是主要的参考因素^[29-30]。研究采用了城市特征属性评价指标体系^[2]，将指标分为自然、社会经济等两大类因素。其中自然因素包括城市高程因子，社会因素包括人口密度、公共管理机构、公共服务设施因子、交通因子，共 2 大类 5 个单项指标因子^[2]，具体如下表 1 所示。

1.3.2 大城市边缘区界定方法 洛斯乌姆（L H Russwurm）从城市地区和乡村腹地联系的角度提出了区域城市模式，认为区域城市由中心至外围划分为 4 个部分，即城市核心区、城市边缘区、城市影响区和乡村腹地。借鉴洛斯乌姆区域城市模式，将广州市由中心至外围划分为城市核心区、城市边缘区、城市影响区^[31]。由于广州市城市化水平较高，纯粹乡村腹地几乎不存在，因此将乡村腹地纳入城市影响区中进行研究。研究采用基于多准则判

表 1 指标计算方法
Table 1 Compute methods of index

影响因素	指标	指标计算
自然因素	城市高程数据	等高线生成
	人口密度	统计年鉴、乡镇边界 矢量数据
社会经济因素	公共管理机构距离	欧氏距离
	公共服务设施距离	
	交通线路距离	
因变量	城市用地分布	土地利用分类

断方法划分城市边缘区。首先,利用逻辑回归模型计算城市特征属性。然后,再通过累积频率法和 K-Means 空间聚类法相结合,得到城市边缘区分布范围^[2]。

城市特征属性是指反映城市土地单元城市特征的一个综合性指标,用于表示该土地单元的城市程度。城市特征属性是由一系列因子变量来度量的,可以采用基于多准则 (MCE) 的方法来获得城市特征属性的特征向量,其函数形式为:

$$z = a + \sum_k \beta_k \alpha_k = a + \beta_1 \alpha_{\text{dem}} + \beta_2 \alpha_{\text{pop}} + \beta_3 \alpha_{\text{gov}} + \beta_4 \alpha_{\text{service}} + \beta_5 \alpha_{\text{traffic}} \quad (1)$$

式中, z 表示城市特征属性的特征向量; a 表示常量; β_1, \dots, β_5 是待定的自变量的回归系数; $\alpha_{\text{dem}}, \alpha_{\text{population}}, \alpha_{\text{service}}, \alpha_{\text{manage}}, \alpha_{\text{traffic}}$ 分别是城市高程数据、人口密度数据、公共服务设施距离数据、公共管理机构距离数据、交通路线距离数据。由于 z 值范围一般不在 $0 \sim 1$ 之间,需要利用 logit 函数变换,即 $\text{logit}(P) = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = z$, 通过逻辑回归模型^[32], 城市特征属性可由以下公式表达:

$$A_{\text{urban}} = \frac{e^z}{1+e^z} = \frac{1}{1+e^{-z}} \quad (2)$$

式中, A_{urban} 是某年度的城市特征属性; $z = a + \sum_k \beta_k \alpha_k$ 。

采用定性与定量相结合的方法来确定城市边缘区界定标准。对城市特征属性进行随机采样,去除数据异常点后,得到城市特征属性频率分布直方图。根据样本数据的统计分析结果,在图中寻找界定参考点,初步得到城市核心区、城市边缘区、城市影响区的值域区间。以所选值域区间的中值作为聚核,利用 K-Means 空间聚类法确定城市边缘区的界定标准。

假设随机样本集合为 Ω , P 为类的集合, L 为聚核集合^[33]。选取 3 个区间的中值作为聚核,记

为

$$L^0 = \{A_1^0, A_2^0, A_3^0\} \quad (3)$$

以按照距 3 个聚核欧氏距离最近的原则,把样本集合 Ω 分配到各个聚核所在的类中,记为

$$P^0 = \{P_1^0, P_2^0, P_3^0\} \quad (4)$$

其中,

$$P_i^0 = \{x \in \Omega \mid d(x, P_i^0) \leq d(x, P_j^0), j = 1, 2, 3, j \neq i\} \quad (5)$$

然后,由 P^0 出发,重新计算各类的新聚核 L^1 ,完成一次迭代过程。

$$L^1 = \{C_1^1, C_2^1, C_3^1\} \quad (6)$$

聚核计算公式为:

$$C_i^1 = \frac{1}{n_i} \sum_{x \in P_i^0} x_i \quad (7)$$

重复以上步骤,直到达到迭代收敛标准。设每类中的点与该类聚核的距离之和为 u_i , 则

$$u_i = \sum_{i=1}^3 \sum_{x \in P_i^t} d^2(x, C_i^{(t)}) \quad (8)$$

其中, P_i^t 为第 t 次分类中的第 i 类; $C_i^{(t)}$ 为第 t 次分类中 i 类的聚核; 设定迭代次数为 K , $t = 1, 2, 2 \dots K$; 经过迭代计算,得到聚类中心值和聚类点数以及分级范围。

1.3.3 特征分析方法

1) 城市地域结构变化动态度。将土地利用变化动态度计算模型应用到城市地域结构时空分异分析,用以计算城市地域结构(包括:城市核心区、城市边缘区、城市影响区)的变化强度,从宏观上数量上把握城市边缘区动态变化和发展趋势。公式如下:

$$\beta_i^{t,t+n} = \frac{a_{t+n} - a_t}{a_t} \times \frac{1}{n} \times 100\% \quad (9)$$

式中, a_t 、 a_{t+n} 分别为研究期初和研究期末某一城市地域结构类型的面积; n 为研究时段长,当时间 n 为年时, $\beta_{i,t,t+n}$ 为研究时段内城市地域结构类型的年变化率。

需要指出的是,动态度指类型数量的变化速度,其值的大小并不能指示在该地区变化的主要类型。动态度值的正负代表了该类型的正向变化和负向变化。正向变化指的是该类型面积数量变大,负向变化则反之。如果动态度为负,则需比较其绝对值大小,以此判断变化速度。

2) 城市地域结构空间转移分析。根据地图代数原理对不同时期的城市地域结构进行空间叠加运算,计算出各时期城市地域结构转移矩阵,再进一步分析城市边缘区的空间变化过程。其公式如下:

$$C_{ij}^{t,t+n} = A_{ij}^t \times 10 + A_{ij}^{t+n} \quad (10)$$

式中， A_{ij}^t, A_{ij}^{t+n} 分别是研究期初和研究期末的城市地域结构分布图， $C_{ij}^{t,t+n}$ 为城市地域结构变化，它表现了城市地域结构在时间段 n 年的类型变化及其空间分布。

3) 城市地域结构紧凑度分析。利用紧凑度指数对城市地域结构进行分析，从而掌握城市地域结构的形态特征。其公式为：

$$C = \frac{P}{2 \sqrt{\pi \times A}} \quad (11)$$

式中， P 是对象的周长， A 是对象的面积。 U 代表城市地域结构类型的紧凑度， C 值越小，其城市地域结构类型的形态越紧凑；反之，则越破碎。

2 结果与讨论

2.1 城市边缘区界定结果

对影响因子进行归一化处理，生成样本数据。利用 SPSS 进行逻辑回归分析，得到 1990、2000 和 2009 年的广州市城市特征属性。城市特征属性的逻辑回归结果（见表 2）。

表 2 逻辑回归变量系数表

Table 2 Variables in the Logistic regression Equation

年份	1990	2000	2009
人口密度	8.765	11.362	14.381
交通道路	-63.256	-62.383	-28.978
公共管理	-1.765	-0.699	-3.628
公共服务设施	-10.293	-9.258	-12.673
城市高程	-2.526	-2.977	-10.419
常量	0.224	0.724	1.917

得到城市特征属性的频率分布直方图，定性确定城市分区界定参考点，获得城市核心区、城市边缘区、城市影响区的参考区间。选取上述 3 个参考区间的中值作为聚核，再利用 K -Means 空间聚类分析法进行城市核心区、城市边缘区以及城市影响区的定量划分^[34]。经过 K 次迭代计算后，得到聚类中心值与分类结果。

结合研究区城市发展特性，参考相关专家意见，得到聚类结果（表 3）。

表 3 城市边缘区的空间聚类结果

Table 3 the results of clustering of urban fringe

年份	城市核心区		城市边缘区		城市影响区	
	聚类中心值	聚类点数	聚类中心值	聚类点数	聚类中心值	聚类点数
1990	0.763	12 663	0.327	80 647	0.031	267 250
2000	0.650	43 123	0.320	91 491	0.040	225 946
2009	0.748	52 624	0.374	89 256	0.047	218 647

利用 K -Means 空间聚类结果，获得了 1990、2000 及 2009 年的广州市城市边缘区空间分布图，如图 1 所示。

2.2 城市边缘区空间格局分析

1990 年的广州市城市地域结构虽然是以“单核心”为主的都市空间特征，但是已经出现了“点-轴”扩展的趋势（见图 1a）。除了在广州市中心区域的城市核心区之外，在远离城市核心区区域空间出现了大量城市边缘区的空间形态，而且呈现出典型的星形发散特征。这一典型特征恰恰说明了这一时期城市道路系统对城市边缘区扩张产生的

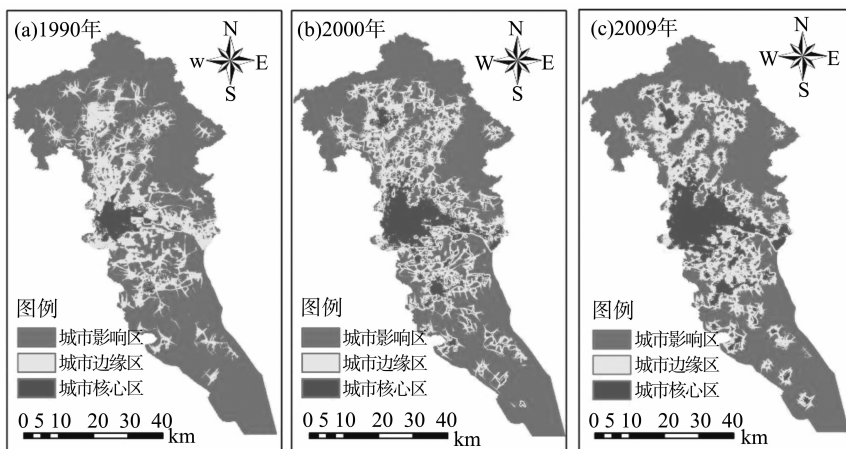


图 1 广州市城市边缘区空间分布

Fig. 1 Guangzhou urban region structure in 1990, 2000 and 2009

强烈导向作用 (此时交通道路因子回归系数高达 -63.256, 证明了道路交通系统对城市化水平的主导影响。见表 2 所示)。在 2000 年, 广州市的“点-轴”扩张逐渐演变成以城市本体向外扩张为主, 中心镇扩张为辅的“外向”扩展模式 (见图 1b)。城市核心区除了在城市本体向外扩张以后, 在远离城市中心的城市边缘区逐渐独立发展成为城市核心区。在 2009 年, 广州市的“外向”扩展模式逐渐出现了“多核心”扩展的空间特征, 即: 以在“外向”扩展模式的基础上, 城市边缘区的核心地带进一步成熟, 使得城市核心区向外蔓延扩张, 导致城市出现了“多中心”的空间形态 (见图 1c)。

2.3 城市边缘区数量特征分析

分别计算 1990、2000 及 2009 年城市地域结构类型 (城市核心区、城市边缘区、城市影响区) 的面积, 得到广州市近年来城市空间扩展的总体变化特征 (见表 4)。

表 4 广州市城市地域结构面积统计表

Table 4 Area statistic of urban region structure in Guangzhou

项目	各年份面积/km ²			面积年增长率/%	
	1990	2000	2009	1990 - 2000	2000 - 2009
城市影响区	2 671.608 0	2 258.553 0	2 184.570 7	-1.67	-0.37
城市边缘区	806.309 8	912.888 5	892.404 2	1.25	-0.25
城市核心区	127.386 4	433.776 8	527.878 1	13.04	2.21

分析该表可知, 1990 - 2000 年间广州市城市高速扩张。城市核心区面积由 127.386 4 km² 迅速增加至 433.776 3 km², 面积增长率达到 240.52%, 面积年增长率 13.04%。城市边缘区由 806.309 8 km² 增加至 912.888 5 km², 面积增长率为 13.22%, 面积年增长率 1.25%。城市影响区则逐渐减少, 由 2 671.608 0 km² 减至 2 258.553 0 km², 面积增长率为 -15.46%, 面积年增长率 -1.67%。

2000 - 2009 年间广州市城市扩张速度有所减缓。城市核心区面积由 433.776 8 km² 增加至 527.878 1 km², 面积增长率为 21.69%, 面积年增长率为 2.21%。城市边缘区地域扩展进入静止阶段, 面积甚至有所减少, 由 912.888 5 km² 减少至 892.404 2 km², 面积增长率为 -2.24%, 面积年增长率为 -0.25%。城市影响区继续减少, 由 2 258.553 0 km² 减少至 2 184.570 7 km², 面积增长率为 -3.28%, 面积年增长率为 -0.37%。

进一步分析各行政区的城市地域结构数量特征, 得到城市地域结构 (城市核心区、城市边缘区、城市影响区) 在各行政区的面积统计结果。

由表 5 分析可知, 在 1990、2000 及 2009 年, 广州市各区城市核心区比例始终排在前五位的是越秀、荔湾、海珠、天河、黄埔。其中, 越秀区在 1990 年城市核心区比例为 91.731%, 到 2009 年达到 100.00%, 而位居第五的黄埔区在 1990 年仅为 4.635%, 但至 2009 年已经升至 39.966%。

表 5 广州市各行政区地域结构面积统计表

Table 5 Area statistic of urban region structure of administrative areas in Guangzhou

km²

项目	城市核心区			城市边缘区			城市影响区		
	1990 年	2000 年	2009 年	1990 年	2000 年	2009 年	1990 年	2000 年	2009 年
白云区	6.78	84.44	93.95	252.42	273.3	234.44	495.4	396.86	426.21
番禺区	9.48	67.45	103.53	174.72	221.34	268.55	590.83	486.24	402.95
海珠区	28.78	51.44	65.96	36.98	32.52	25.13	26.52	8.32	1.19
花都区	0.19	43.67	45.32	137.6	192.21	186.69	830.98	732.89	736.76
黄埔区	4.31	28.1	37.16	55.18	43.14	41.62	33.49	21.74	14.20
荔湾区	26.18	40.49	47.15	29.89	18.18	12.29	6.66	4.06	3.29
萝岗区	0.00	9.44	13.21	26.07	35.99	33.72	140.67	121.31	119.81
南沙区	0.04	6.54	8.20	27.43	51.53	50.91	499.78	469.18	468.14
天河区	20.22	66.27	78.68	63.99	47.32	40.07	59.49	30.11	24.95
越秀区	30.73	33.48	33.50	2.77	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
总计	126.71	431.32	526.66	807.05	915.55	893.42	2 683.82	2 270.71	2 197.5

城市核心区是城市发展较为成熟的区域, 其在行政区所占比例大小能够指示该区城市发展状态与水平。由此可以判断, 1990 - 2009 年, 越秀、荔

湾、海珠、天河、黄埔等五区始终是广州市城市发展的核心区域。另外, 从表 5 数据可知, 城市核心区有向中心城镇、卫星城发展的趋势。例如: 在

1990 年，番禺、白云、萝岗的城市核心区比例仅为 1.223%、0.898%、0.000%，到 2009 年已经升至 13.358%、12.450%、7.923%。这从数据上说明，广州的城市发展模式已经从“单核心”（越秀、荔湾、海珠等）逐渐转变为“多中心”（番禺、白云、萝岗）的发展模式。

由于各行政区城市发展水平不一，城市边缘区在各行政区所占比例的随时间的变化呈现出不同的规律。一方面，在城市核心区比例较高的地区（该区域的城市发展状态与水平比较高），城市边缘区会随着时间在数量上进一步减少。譬如，在 1990 年，城市边缘区所占比例依次是黄埔、荔湾、天河、海珠、白云、番禺、萝岗、花都、越秀、南沙，分别是 59.364%、47.649%、44.530%、40.074%、33.451%、22.544%、15.635%、14.204%、8.269%、5.202%。在 2000 年，黄埔、海珠、天河、荔湾、越秀的城市边缘区比例已经分别减至 46.397%、35.241%、32.930%、28.981%、0.060%。直至 2009 年，进一步降至 44.763%、27.232%、27.884%、19.523%、0.000%。另一方面，在城市核心区比例较低的地区（该区域的城市发展状态和水平较低），随着城市化进程的发展，会有大量土地成为城市边缘区。当城市化水平的进一步提升，边缘区开始聚集填充，进一步发展成为城市核心区。此时，边缘区面积的又会有所减少。譬如，在 2000 年，白云、萝岗、花都、南沙的城市边缘比例增加至 36.218%、21.585%、19.841%、9.773%。然而到了 2009 年，白云、萝岗、花都、

南沙等区的城市边缘区比例又减少至 31.068%、20.223%、19.271%、9.656%。

2.4 城市边缘区变化动态度分析

采用动态度模型对广州市城市地域结构（包括：城市核心区、城市边缘区、城市影响区）变化状况进行分析，该模型可以直观反映城市地域结构类型变化的幅度与速度。分析结果见表 6。

由表 6 可知，1990 - 2000 年期间，广州市城市核心区动态度较高，达到 24.05%，城市边缘区扩张速度较慢，动态度为 1.32%。城市影响区不断减少，动态度为 -1.55%。2000 - 2009 年期间，城市核心区仍在不断扩张，但扩张速度减缓了很多，动态度下降到 2.41%，城市边缘区开始停止扩张，略有收缩。城市影响区进一步减小，但趋势变缓，动态度提高到 -0.36%。

表 6 城市地域结构变化动态度

Table 6 Urban region structure spatial variation dynamic degree %

项目	1990 - 2000 年	2000 - 2009 年
城市影响区	-1.546	-0.364
城市边缘区	1.322	-0.249
城市核心区	24.052	2.410

进一步计算各行政区城市地域结构变化动态度，为消除公式零除问题，将公式（9）作如下修正：

$$\beta_i^{t,t+n} = \frac{a_{t+n} - a_t}{a_t + 1} \times \frac{1}{n} \times 100\% \quad (12)$$

修正后的动态度计算结果见表 7。

表 7 各行政区城市地域结构变化动态度

Table 7 Urban region structure spatial variation dynamic degree of administrative areas %

城市地域结构	1990 - 2000 年动态度			2000 - 2009 年动态度		
	城市影响区	城市边缘区	城市核心区	城市影响区	城市边缘区	城市核心区
白云区	-1.985	0.824	99.820	0.820	-1.574	1.237
番禺区	-1.767	2.653	55.315	-1.899	2.359	5.857
海珠区	-6.613	-1.174	7.609	-8.500	-2.450	3.077
花都区	-1.179	3.940	365.378	0.059	-0.317	0.410
黄浦区	-3.407	-2.143	44.802	-3.684	-0.383	3.459
荔湾区	-3.394	-3.791	5.265	-1.691	-3.412	1.784
萝岗区	-1.367	3.665	94.400	-0.136	-0.682	4.012
南沙区	-0.611	8.477	62.500	-0.025	-0.131	2.446
天河区	-4.857	-2.565	21.701	-1.843	-1.667	2.050
越秀区	0.000	-7.294	0.867	0.000	-0.218	0.006

由表 7 可知，1990 - 2000 年间，广州市各行政区城市核心区变化幅度较大的区依次是花都、白

云、萝岗、南沙、番禺，动态度分别是 365.378%、99.820%、94.400%、62.500%、

55.315%，变化速度最低的是越秀区，仅为 0.867%。城市边缘区变化动态度较大的区依次是南沙、花都、萝岗、番禺、白云，分别是 8.477%、3.940%、3.665%、2.653%、0.824%；海珠、黄浦、天河、荔湾、越秀均为负向变化，动态度绝对值最高的是越秀区，为 -7.294%，最低的是海珠区，为 -1.174%。城市影响区除了越秀以外均为负向变化，动态度从小到大依次是南沙、花都、萝岗、番禺、白云、荔湾、黄浦、天河、海珠。越秀区变化幅度最小，为 0.000%，变化幅度最大的是海珠区，为 -6.613%。

2000 - 2009 年间，广州市各行政区城市核心区变化幅度较大的行政区依次是番禺、萝岗、黄浦、海珠、南沙，动态度分别是 5.857%、4.012%、3.459%、3.077%、2.446%，变化速度最低的是越秀区，仅为 0.006%。城市边缘区除番禺面积有所扩张以外，其它区都是负向变化。番禺的城市边缘区动态度为 2.359%。荔湾的城市边缘区负向变化最大，动态度为 -3.412%。白云、花都的城市影响区出现正向变化，分别为 0.820%、0.059%，越秀的动态度依然为 0.000%。除此以外均为负向变化，变化幅度最大的是海珠，动态度为 -8.500%。

2.5 城市边缘区空间变化分析

城市边缘区空间变化是指在城市化过程中城市地域结构内部不断调整，从而导致城市边缘区在空间上发生变化的现象。研究城市边缘区空间变化特征，对把握城市地域空间结构的扩张动力机制具有

重要意义。

利用 1990 年、2000 年、2009 年三期城市地域结构空间分布，得到 1990 - 2000 年、2000 - 2009 年两个时间段的城市地域结构空间变化图以及变化转移矩阵。

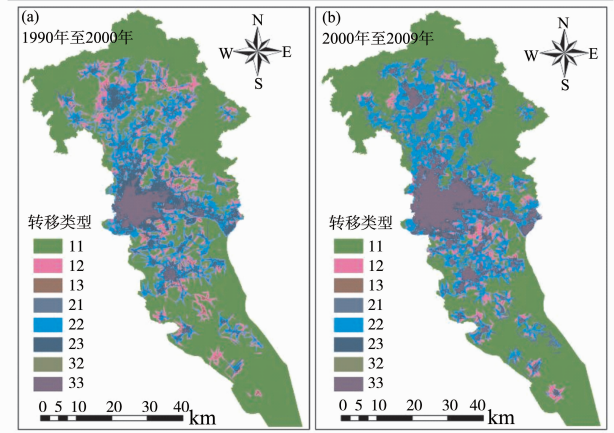


图 2 城市地域结构空间变化图

Fig. 2 Spatial change of urban region structure

如图 2 所示，为了便于数字表达，以整数 1、2、3 分别代表城市影响区、城市边缘区、城市核心区，通过地图代数法公式进行运算得到九组数字组合，代表了由研究初期到研究末期的各种类型转换。对城市地域结构类型变化图进行数量分析，得到类型转移百分比矩阵（表 8），从而分析转变的主导方向。

表 8 城市地域结构变化转移百分比

Table 8 Percentage of transformation of urban region structure

名称	1990 - 2000 年				2000 - 2009 年			
	城市影响区	城市边缘区	城市核心区	合计	城市影响区	城市边缘区	城市核心区	合计
城市影响区	83.375	15.557	1.068	100	89.722	9.716	0.562	100
城市边缘区	3.875	61.886	34.239	100	17.414	68.436	14.150	100
城市核心区	0.000	0.055	99.945	100	0.051	10.883	89.066	100

由表 8 可知，1990 - 2000 年间，城市影响区转变为城市边缘区的百分比 15.557%，转变为城市核心区的百分比为 1.068%；城市边缘区转变为城市核心区的百分比 34.239%，转变为城市影响区的百分比为 3.875%；城市核心区转变成城市边缘区的百分比仅为 0.055%；2000 - 2009 年，城市影响区转变为城市边缘区的百分比为 9.726%，转变为城市核心区的百分比为 0.562%；城市边缘区转变成城市影响区百分比为 17.414%，转变为城

市核心区的百分比为 14.150%；城市核心区转变为城市边缘区的百分比为 10.883%，转变为城市影响区的百分比为 0.051%。

数据分析表明：1990 - 2000 年间，城市地域结构空间变化主要以城市影响区转变为城市边缘区、城市边缘区转变为城市核心区为主。新增的城市边缘区大多出现在城市交通要线周围，呈星状向外发散，并在城市边缘区中心地带产生城市核心区（如图 2a 所示）。这一期间，城市地域结构空间变

化的主要驱动力主要来自于人口密度的大量增长，外来人口由于生活成本和压力的原因，导致其城市中心外围形成了低生活成本的生活聚居区（如：城市交通要线周边、城乡结合部、城中村等地），而该区域的公共管理以及服务设施往往跟不上（见表 2）。2000 - 2009 年，城市地域结构空间转变出现了大的变化，表现在城市影响区与城市边缘区、城市边缘区与城市核心区两两相互转化同时进行，且转化比例相差不大，这是由于在这期间城市地域结构不断调整的结果。在此期间，城市地域结构空间变化不仅因为人口密度的继续增加，而且由于公共管理机构的逐渐覆盖以及公共服务设施的完善，城市化不发达区域（如：城市交通要线周边、

城乡结合部、城中村等地）的城市化特征逐渐调整成熟，对城市地域结构的空间变化也产生了重要的影响，而交通系统已不再是城市化的唯一影响因素，大量适宜于城市开发的低海拔土地逐渐被城市化（见表 2）。

2.6 城市边缘区空间形态分析

利用景观生态学指标研究城市地域结构空间形态的时间变化特征，本文选用破碎度指数对城市地域结构进行分析，破碎度指数可用来度量城市地域结构的空间集聚程度，如果指数接近于“1”，则说明其形态接近于圆形，即最紧凑的形态。越大于“1”，则说明其形态越破碎、发散。城市地域结构破碎度计算结果如下：

表 9 城市地域结构破碎度指数值

Table 9 Fragmentation index of urban region structure in each administrative area

城市地域结构	城市影响区			城市边缘区			城市核心区		
	1990	2000	2009	1990	2000	2009	1990	2000	2009
白云区	15.510	14.433	11.075	20.094	27.306	20.797	7.227	22.584	14.026
番禺区	10.678	11.762	11.379	18.741	26.891	22.950	8.869	21.476	17.504
海珠区	5.766	6.503	4.804	6.960	10.861	8.588	3.333	6.197	4.945
花都区	9.387	9.448	8.661	16.855	22.930	18.715	3.883	19.839	13.483
黄浦区	8.272	7.416	7.457	7.756	13.341	11.035	7.093	10.834	7.687
荔湾区	6.593	4.385	2.655	9.084	10.982	6.235	6.601	6.181	3.656
萝岗区	5.794	7.113	6.309	8.220	13.851	11.405	无	8.653	5.835
南沙区	3.740	5.063	4.544	10.101	14.137	11.765	1.975	8.979	5.891
天河区	7.228	6.757	6.565	10.889	16.321	11.989	8.776	9.940	5.800
越秀区	1.630	无	无	6.936	2.551	4.068	2.988	1.869	1.831
广州市	22.741	22.874	19.850	39.003	54.962	43.920	15.168	38.399	26.889

如表 9 所示，广州市城市边缘区 1990 年、2000 年、2009 年的破碎度指数分别为：39.003、54.862、43.920，城市核心区的破碎度指数低于城市边缘区，分别为：15.168、38.399、26.889。城市边缘区破碎度值要大于城市核心区破碎度值，并且两者变化规律相似（见图 3），尤其在 2000 年及 2009 年，这一特征表现地非常明显。城市边缘区和城市核心区破碎度指数变化经历了一个上升再下降的过程。1990 - 2000 年间，城市核心区破碎度较之城市边缘区破碎度上升更快，但是在 2000 - 2009 年间，两者破碎度的下降速度基本相同。而城市影响区的破碎度变化不大，到了 2009 年略有下降。

1990 - 2000 年这十年间，城市核心区及城市边缘区的破碎度急剧增加，说明这一阶段广州市城市扩张力度较强，导致城市产生了大量的核心区及边缘区斑块，城市用地呈粗放式增长。2000 年到

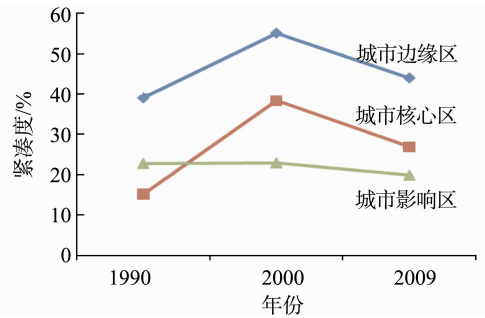


图 3 城市地域结构破碎度指数

Fig. 3 Fragmentation index about urban region structure

2009 年，城市核心区和城市边缘区破碎度降低，城市用地斑块相互联接及内部填实，城市粗放式扩张的情况有所缓和。

进一步分析广州市各区的破碎度变化情况，以城市核心区破碎度变化分析为例。

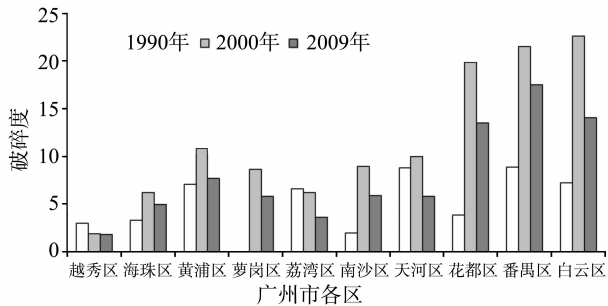


图 4 城市核心区破碎度指数变化图

Fig. 4 Change of fragmentation index about urban core region

由图 4 可知, 整体来看, 在 1990 年广州市各区城市核心区破碎度普遍比较小, 到 2000 年城市核心区破碎度普遍增加, 尤其以白云、花都、番禺、南沙增加最为显著, 其它各区城市核心区破碎度均略有增加, 越秀、荔湾等区城市核心区破碎度反而变小。到 2009 年, 各区的城市核心区破碎度普遍减小, 尤其以白云、番禺、花都减少最为显著, 越秀、荔湾破碎度进一步减小, 其它各区核心区破碎度减少的幅度不大, 如: 天河、黄浦、海珠、萝岗。由变化幅度计算可知, 城市核心区破碎度在 1990 年到 2009 年变化总幅度大小依次是白云、番禺、花都、南沙、黄浦、天河、海珠、荔湾、越秀 (因萝岗 1990 年无值, 不参与排名)。

3 结 论

城市边缘区的产生及其空间动态演变是城市化过程中必然出现的复杂地理现象, 科学界定以及定量分析城市边缘区时空演变特征, 对促进城市地域结构和功能的空间优化整合, 推动城乡一体化协调发展具有重要意义。本文利用面积数量特征、变化动态度、变化图谱及景观生态学指标等方法对广州市 1990 年、2000 年及 2009 年的城市边缘的时空演变特征进行分析, 研究结果表明:

1) 1990 - 2000 年间, 广州市处于城市扩张加速期, 以城市核心区蔓延式扩张以及城市边缘区的星形发散式扩张为主。城市作用力非常明显, 城市核心区向近域蔓延式扩张强烈。同时, 城市边缘区多沿交通要线呈放射状分布, 并在其中心地带产生城市核心区, 逐渐形成了以中心城镇、卫星城为中心的城市核心区, 城市发展从“单核扩展”模式转变为“点 - 轴扩展”模式。2000 - 2009 年间, 城市扩张力度有所减缓, 城市边缘区扩张减缓, 城市核心区在原有基础上进一步填充填实, 逐渐向城市边缘区地带蔓延。“城市郊区化”与“农村城市

化”现象并存, 最终将形成以“多核心”为典型特征的广州大都市区。

2) 1990 - 2000 年间, 城市核心区扩张最强烈的地区主要分布于广州北部, 分别是花都、白云、萝岗, 尤其以花都的扩张最为剧烈。城市边缘区的扩张变化以广州南部南沙和北部花都最为显著, 其次为萝岗、番禺、白云。总体看来, 整个大广州地区处于城市化加速期, 各区城市化建设迅猛, 显得粗放、混乱、无序。2000 - 2009 年间, 城市核心区扩张重点向广州南部和东部转移, 番禺、萝岗、黄浦成为城市核心区扩张最为强烈的区域, 城市边缘区扩张显著集中在番禺。从总体上看, 城市发展建设粗放的状态在一定程度上得到了约束, 广州市的战略发展重心南移。

3) 城市空间扩张变化规律与城市核心区与城市边缘区破碎度变化规律具有同步性和相似性。当城市处于扩张加速期, 城市核心区与边缘区的破碎度同时增加。反之, 当城市扩张力度减缓, 进入内部填充阶段时, 城市核心区与边缘区破碎度同时下降。城市核心区的破碎度变化幅度对城市化水平具有指示作用, 当某一地区城市核心区破碎度变化幅度越小, 则该地区城市发展程度越高, 如: 越秀、荔湾、海珠、天河、黄埔等, 反之, 亦然。

4) 城市边缘区是一种极其敏感和不稳定的时空综合体。在城市扩张初期, 城市边缘区多是不连续的、破碎的。随着城市的发展, 城市边缘区将变得连续、紧凑, 城市边缘区的中心地带将转变为城市核心区, 这是城市发展“趋圆性”的体现。在这一时空演变过程中, 城市周边的土地资源、生态环境往往会承受很大的压力。因此, 有必要对城市边缘区进行科学的规划与空间优化配置, 充分考虑土地资源集约化利用与生态环境保护, 将有利于城乡一体化管理和区域协调发展。

研究的重要意义在于, 本文通过分析广州市城市边缘区地域结构的时空演变特征, 把握了广州城市发展的空间扩张规律, 为城市战略发展规划及城乡一体化建设提供理论支持与建议。

参考文献:

- [1] 崔功豪, 武进. 中国城市边缘区空间结构特征及其发展—以南京等城市为例[J]. 地理学报, 1990, 45(4): 399 - 410.
- [2] 王海鹰, 张新长, 康停军. 基于多准则判断的城市边缘区界定及其特征[J]. 自然资源学报, 2011, 26(4): 703 - 714.

- [3] 涂人猛. 城市边缘区—它的概念、空间演变机制和发展模式[J]. 城市问题, 1991(04):9-12.
- [4] 杨山. 城市边缘区空间动态演变及机制研究[J]. 地理学与国土研究. 1998, 14(3):19-23.
- [5] 毛岩亮, 刘俊甲. 城市边缘区的城市化问题研究[J]. 财经问题研究. 2005(12):53-57.
- [6] 曹广忠, 刘涛等. 北京城市边缘区非农业活动特征与形成机制[J]. 地理研究. 2009, 28(5):1352-1364.
- [7] 魏伟, 周婕. 中国大城市边缘区的概念辨析及其划分[J]. 人文地理, 2006(4):29-33.
- [8] 顾朝林, 熊江波. 简论城市边缘区研究[J]. 地理研究, 1989, 8(3):95-101.
- [9] PRYOR R J. Defining the rural-urban fringe [J]. Social Forces, 1968, 47(2):202-215.
- [10] LESAGE J P, CHARLES J S. Using home buyers' revealed preferences to define the urban-rural fringe [J]. Journal of Geo-graphical Systems, 2008, 10(1):1-21.
- [11] 李世峰. 大城市边缘区的形成演变机理与发展策略研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [12] 陈佑启. 试论城乡交错带及其特征与功能[J]. 经济地理, 1996, 16(3):27-31.
- [13] 章文波, 方琦琦, 张兰生. 利用遥感影像划分城乡过渡带方法的研究[J]. 遥感学报, 1999, 3(3):199-202.
- [14] 程连生, 赵红英. 北京城市边缘带探讨[J]. 北京师范大学学报, 1995, 31(1):127-133.
- [15] DESAI A, GUPTA S S. Problem of Changing Land-use Pattern in the Rural-urban Fringe: Concept Publishing Company, 1987.
- [16] TURKER M, ASIK O. Land Use Change Detection at the Rural-Urban Fringe using Multi-Sensor Data in Ankara, Turkey [J]. International Journal of Geoinformatics, 2005, 1(3):27-36.
- [17] 晋秀龙. 城市边缘区土地利用类型及空间扩展模式[J]. 资源开发与市场. 2000, 16(6):351-353.
- [18] CENAP Sancar, SANEM zen Turan. Land use-cover change processes in Urban fringe areas: Trabzon case study [J]. Turkey Scientific Research and Essay. 2009, 4(12):1454-1462.
- [19] MARC. Landscape change and the urbanization process in Europe [J]. Landscape and Urban Planning, 2004, 67(3):9-26.
- [20] LAWRENCE W, LIBBY J. Sharp land-use compatibility change and policy at the rural-urban fringe: Insights from social capital [J]. American Journal of Agricultural Economics, 2003, 85:1194-1200.
- [21] 陈佑启, 周建明. 城市边缘区土地利用的演变过程与空间布局模式[J]. 国外城市规划. 1998(1):10-16.
- [22] 刘黎明, 李振鹏等. 城市边缘区乡村景观生态特征与景观生态建设探讨[J]. 中国人口资源与环境. 2006(3):76-81.
- [23] CROSSMAN N D, BRYAN B A. Systematic landscape restoration in the rural - urban fringe: meeting conservation planning and policy goals [J]. Biodivers Conserv, 2007(16):3781-3802.
- [24] QVISTROM M. Landscapes out of order: Studying the inner urban fringe beyond the rural-urban divide [J]. Geografiska Annaler Series B-Human Geography, 2007, 89B(3):269-282.
- [25] STEVEN J MEEUS, HUBERT Gulinck. Semi-urban areas in landscape research: A review [EB/OL]. <http://landscaperesearch.livingreviews.org/Articles/Irlr-2008-3/>, 2008-3.
- [26] 武进, 马清亮. 城市边缘区空间结构演化的机制分析[J]. 城市规划. 1990(02):38-42.
- [27] 张宁, 方琳娜, 等. 北京城市边缘区空间扩展特征及驱动机制[J]. 地理研究. 2010, 29(3):471-480.
- [28] 顾朝林, 陈田. 中国大城市边缘区特性研究[J]. 地理学报. 1993, 48(4):317-328.
- [29] KAI Gu. Exploring the fringe belt concept in Auckland: An urban morphological idea and planning practice [J]. New Zealand Geographer, 2010(66):44-60.
- [30] JEFF S S, JILL K C. Between the country and the concrete: Rediscovering the rural-urban fringe [J]. City & Community, 2008, 7(1):61-79.
- [31] 周春山. 城市空间结构与形态[M]. 科学出版社, 2007.
- [32] 蒙吉军, 严汾. 大城市边缘区 LUCC 驱动力的时空分异研究—以北京昌平区为例[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2008(3):137-144.
- [33] 朱长青, 史文中. 空间分析建模与原理[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [34] 苏伟忠, 杨英宝. 基于景观生态学的城市空间结构研究[M]. 北京: 科学出版社, 2007.