

文章编号: 1007-6301 (2001) 04-0331-10

上海城市空间结构的复杂性分析

王 铮^{1,2}, 邓 悦¹, 宋秀坤¹, 吴 兵¹

(1. 华东师范大学城市与环境动态过程重点实验室, 上海 200062;

2. 中国科学院政策与管理研究所, 北京 100080)

摘要: 本文研究了上海市空间结构的复杂性。研究发现与经典的城市空间结构模式不同, 上海的空间结构表现出复杂性。这些复杂性包括商业重心与 CBD 分离; 城市产业带存在多重结构; 城市出现递阶行为上的边缘城市, 它们的分布具有类似混沌的特点。本文对伯吉斯 (Burgess) 以来的城市标准模式提出修正。

关键词: 城市空间结构; 复杂性; 上海

中图分类号: TU 984 **文献标识码:** A

1 引言

复杂性是正在被认识到的自然现象, 1999 年, 著名科学杂志 *Sciences* 发表文章讨论了地理学领域的复杂性问题, 它包括景观复杂性、气候复杂性以及有联系的经济复杂性。城市的空间结构作为一种经济景观, 与城市发展形成互动关系, 必然表现出复杂性。实际上早在 1925 年伯吉斯就发现城市的空间结构呈有序环状模式 (Burgess, 1925)^[1], 城市以不同的功能亚区围绕单一的中心, 有规则地扩展形成同心圆结构: 即中央商务区 (CBD)、居住区和通勤区三个环带。在后来的发展中, 廖什发现了城市的扇形分异 (Lsch, 1954)^[2], 揭示了城市空间模式的复杂性, 王铮 (1995)^[3]证明环形分异与扇形分异是共存的, 环形分异是贝塞尔函数产生的零阶分异, 扇形分异是 1 阶分异, 与原子的电子云结构类似。

为了进一步认识城市空间结构的复杂性, 本文选择上海作为实证研究的对象, 目的在于从现象学角度认识复杂性, 以期推动空间结构的复杂性理论分析。在上海的发展过程中, 地理学界对城市的空间结构, 有良好的研究基础, 早在 1985 年汤建中、严重敏^[4]就对上海城市发展的空间形态作了分析; 最近, 吴志强 (2000)^[5]对上海市土地开发的空间布局特征进行了研究, 房国坤等 (2000)^[6]对上海的空间扩张问题与环境问题作了讨论, 邓悦、王铮、吴永兴 (2001)^[7]对上海空间结构演化的新形态——边缘城市开展了分析。本文则重点分析城市空间结构作为一种实在对象的复杂性特征, 这种特征认识将从更广泛的人口、用地、经济等多方面进行测度, 最后基于复杂性约束, 探讨土地利用变化的预测方法问题。从而对城市空间结构的复杂性提出认识。

本文结构如下: 第二节探讨城市中心变化的复杂性; 第三节研究工业用地空间格局演

收稿日期: 2001-05; 修订日期: 2001-10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (49971008)

作者简介: 王铮 (1954-), 男, 云南陆良人, 研究员, 博士生导师。E-mail: liwang@public.bta.net.cn

变的复杂性; 第四节探讨边缘城市现象的复杂性; 第五节给出结论。

2 城区中心演变的复杂性

经典的城市空间结构模型认为城市存在一个中心, 就是CBD, 中央商务区(Herbert, Thomas, 1997)^[8], 它以大型商场、银行和金融与证券交易中心为特征。上海的CBD出现在中百一店至南京东路外滩沿线及黄浦江对岸的陆家嘴地区, 这个CBD基本上是1949年前形成的。现在的问题是这个中央商务区是否是城市的商业重心, 这里我们要强调, “重心”与“中心”有区别也有联系。中心是经济活动的中央地带, 重心是区域几何单元在加权后的平均结果, 商业重心是关于各单元商业强度加权, 人口重心是区域单元关于人口分布加权。

计算人口重心, 常用的模型如丁金宏(1996)所利用的^[9]: 假设空间中的一个中心城有 n 个区, 并且各区内部的人口分布是均匀的, 那么各区的人口重心和商业重心也就是其几何中心, 设各区的人口重心位置为 (x_i, y_i) , 那么这个城市人口重心的位置 (\bar{x}, \bar{y}) 为 x :

$$\bar{x} = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^n x_i p_i \quad (1)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^n y_i p_i \quad (2)$$

式中 P 为中心城的总人口数, p_i 为第 i 区的人口数, n 为中心城内的亚区的总数。

商业重心的推求原理基本同上, 稍有不同的是, 考虑到各亚区商业规模的不同, 因此将人口数量换为各区零售业的平均规模, 将上面的式子改变为以下公式进行计算:

假设各区的商业重心为 (x_i, y_i) , 那么中心城的商业重心为 (\bar{x}, \bar{y}) :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \frac{p_i}{m_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{p_i}{m_i}} \quad (3)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \frac{p_i}{m_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{p_i}{m_i}} \quad (4)$$

式中 x_i 和 y_i 为各区的商业中心, p_i 为各区的商业零售业的从业人员数, m_i 为第 i 个区内的零售商业网点数, $\frac{p_i}{m_i}$ 代表第 i 区商业的平均规模。

根据式(1)~(4), 我们利用ArcView及MapObjects并借助VisualBasic编程, 计算得到上海市及浦西的商业重心, 结果见图1、2。计算的数据来源如下: 从统计年鉴上获得人口和商业数据, 其中浦西的人口数据从1990年开始至1998年, 商业数据从1995年开始至1998年; 而浦东的人口数据从1994年到1998年, 商业数据只有1998年的。

从图1、2中我们可以清楚地看出, 上海市的商业重心与CBD发生明显的偏离, 并且它不象CBD稳定, 发生着持续移动。上海商业重心的移动在方向上以东西向移动为主, 南北向移动幅度相对较小。这种中心对重心的偏离, 与廖什的区位理论不一致(Lesch, 1954)^[2], 产业没有最优寻址, 这是一种复杂现象。我们从图2中可以看到, 人口重心也对CBD有明显偏移, 由于需求决定了商业的发展, 商业重心必然追随人口重心。CBD随商业重心移动, 是产业的空间惯性导致的。按照城市地理学和城市经济学的经典理论, 由于产业惯性的存在, 城市的空间经济结构分异的商业中心可能长期保持不变, 但是由于廖什过程的存在, 商

业服务追求最大利润, 新兴企业会追随人口重心, 这样商业重心会发生可观察到的位置变化。而 CBD 由于商业建筑的规模大, 经营成本高, 迁移是几乎不可能的, 同时新的大型商业单位, 为了追求聚集效应, 继续在 CBD 聚集, 强化 CBD。这些过程的综合, 将产生 CBD 的突然衰落, 表现为跳跃性迁移。跳跃性迁移, 是一种复杂性。这种复杂性在北京 CBD 的变化中表现明显。在元代, 运河直通鼓楼, 北京的中央商务区也位于鼓楼一带, 到了明代, 官员自南方来, CBD 迁移到的前门一带。清代开始王公贵族在皇宫东侧的聚集使得王府井大街成为 CBD。1949 年后北京市加强了城市西部的建设, 杨吾扬 (Yang, 1990)^[9] 计算, 北京的人口重心已经迁移到西单, 存在商业中心的迁移可能, 仅仅因为产业惯性 CBD 还位于王府井, 王府井保持着持续兴旺。1990 年代, 北京市政府实行改造王府井大街工程, 工程耗时八年, 结果改造完成的王府井大街经济却萧条了。我们解释这种现象为: 在八年中, 消费者改变了自己的消费惯性, 一般投资者因为无法追随王府井的改造和回报时间, 选择追随人口重心。商业中心出现了跳跃迁移, 这与复杂性现象的突变是一致的。

比较上海在改革开放后, 人口重心与商业重心的变化是有意义的。1985~ 1990 年, 上海人口重心缓慢向西迁移。1990~ 1994 年人口重心向东大幅迁移。在此期间, 随着浦东开发的兴起和上海整体经济、技术水平的提高, 南浦大桥、杨浦大桥及越江隧道相继建成, 城市发展已经能够跨越黄浦江这一空间障碍, 开始向东部蔓延。中心城区改造产生的大量动迁人口中, 有相当一部分搬迁到了浦东。浦西部分虽然不包括浦东, 但是它的人口重心显然也受到了影响, 因此大幅度地向东部迁移。浦东开发高潮过后, 1994~ 1998 年人口重心又开始反向向西移动。其中, 1994~ 1997 年人口重心移动幅度较小, 几乎处于停滞状态, 与

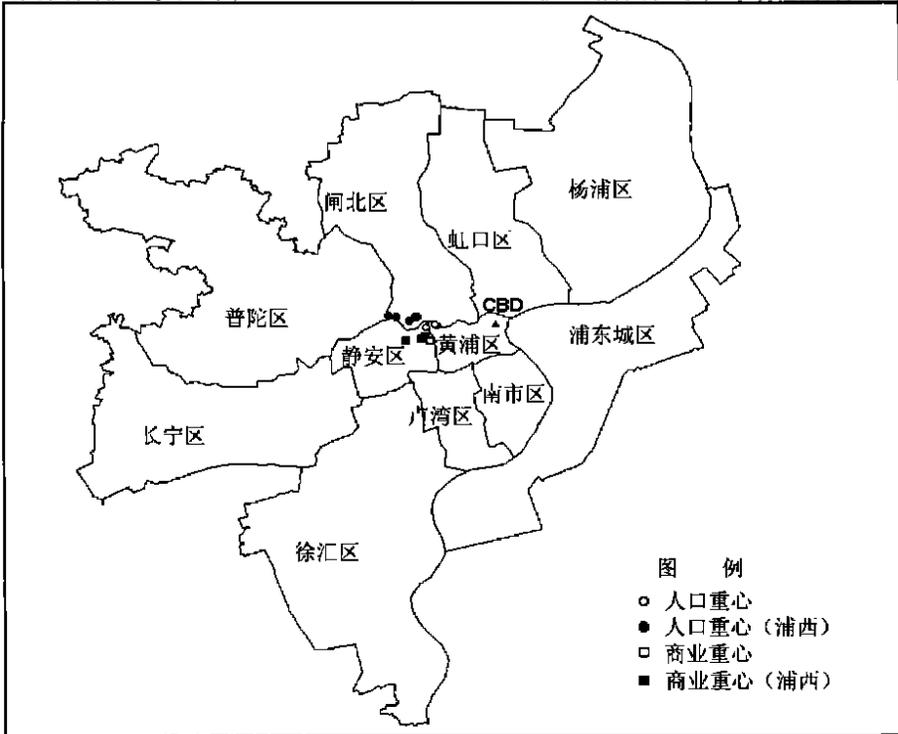


图 1 上海市市区图及人口重心和商业重心

Fig. 1 The urban map, population cg (center of gravity) and commercial cg in Shanghai

浦东开发带来了浦西的发展一致，此时人口重心处于相对稳定的阶段，但仍然可以看出在小幅地向西挪动。1997年~1998年人口重心则大幅度地向西南部迁移。这是因为上海市西南片区条件较好，虽然浦东发展的力度较大，但在经过开发高潮后，浦西的人口重心又恢复了人口自然移动的方向。

商业重心的变化出现了类似人口重心的特征。由于只有1998年的浦东各街道的商业数据，我们只求得1998年上海市的商业重心的位置，它落在静安区的石门二路街道，在该年整个上海市人口重心的东南面。浦西的商业重心在静安区，它的演化可以分为两阶段：1995~1996年和1996~1998年。1995~1996年，商业重心向东部迁移，这是浦西发展受浦东开发的影响的证据。1996~1998年商业重心转为向西南方向移动，显然是人口重心迁移的拖动作用产生的。分析表明商业重心移动滞后人口重心移动两年。这是需求比供应主动的空间证据，原因是商业迁移和新兴需要成本，其重心的迁移滞后于人口重心的移动。这种滞后性是空间结构演变的复杂性的又一个表现。

从图2中我们还观察到，在整体特性上，整个上海市人口重心基本都在苏州河南岸的黄浦区，并且1994年以来，上海市人口重心一直在向西迁移，几乎每隔两年，有一个大幅度的跳跃，1995~1996年有一次跳跃，1997年到1998年的移动幅度最大。商业重心在人口重心的南面。这是由于长期以来上海市的商业中心在黄浦区和静安区的南京路和淮海路，由于商业重心具有相对稳定性和继承性，因此仍然保留在苏州河南岸。这种趋势在短时期内不会发生很大的转变。此外商业重心不仅与人口的分布有关，还受到人口收入分布的影响。经初步调查，我们发现上海市区南片的居民收入较高，因此商业重心在人口重心的南

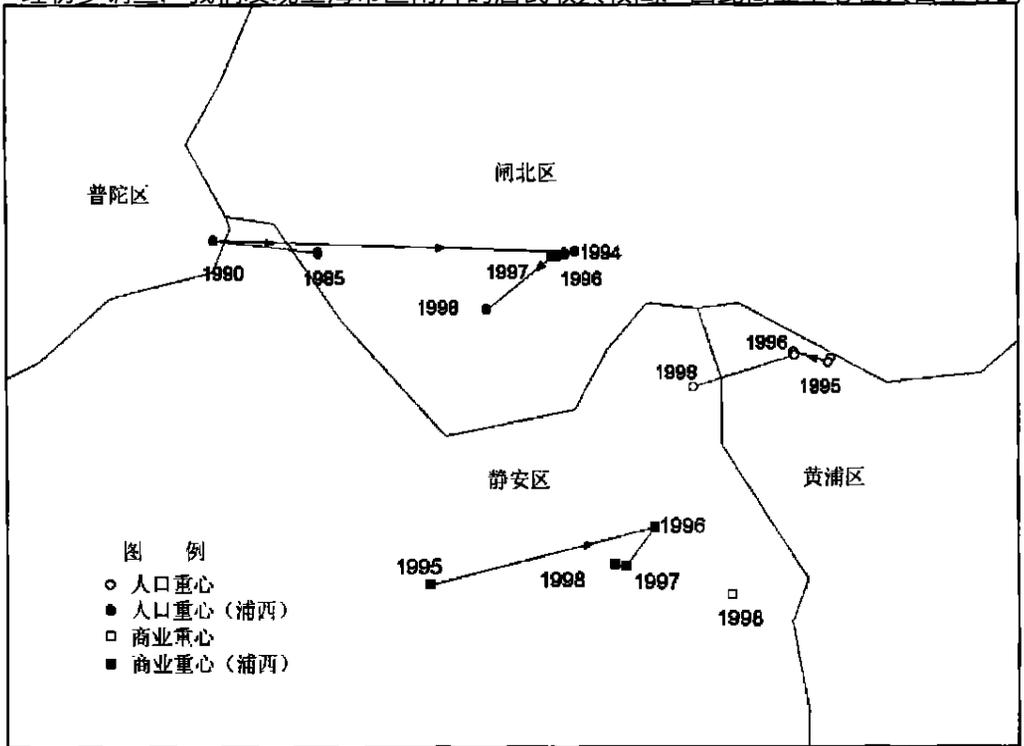


图 2 上海市人口重心和商业重心的移动

Fig. 2 The transfer of population cg and commercial cg in Shanghai

边。这些现象揭示, 空间结构存在多因子作用, 这是空间结构表现出复杂性的原因之一。

3 中心城区工业用地演化的复杂性

在城市的空间结构中, 产业带的分布是基本特征, 经典的伯吉斯模型与廖什模型就是关于产业带的。产业带现在仍然是讨论的热点, 例如How land, Katkhanova (2000)^[10]也开展了类似研究, 产业带问题也是本文分析的重要内容。为此我们参考伯吉斯模式, 构造一个环形参考系统, 研究上海产业土地利用与标准模式的差异, 以期发现复杂性。

我们选用了梅安新教授、吴建平副教授解译的上海城市土地利用图, 这些图件包括1947、1958、1964、1979、1984、1988、1993和1996年8个年份的遥感图像, 这些遥感图像解译成果经专家评审通过, 可靠性高。

我们以“市百一店”为环形系统的中心, 因为它是典型的城市中心标志。以这个中心为圆心, 以1 km 为间隔, 在上海土地利用图上作11个圆, 圆之间相割形成环(最内圈为半径1 km 的圆), 这些环叠加起来基本可以覆盖整个上海市中心区。为了消除外围环中黄浦江的干扰, 便于比较, 我们计算各环内工业用地占环总面积的比例, 从而归纳出中心城区用地结构随时间变化的规律和空间变化规律(见图3)。

首先, 从图3中可以看到, 城市工业用地比例分布的复杂性。在1947年到1964年以单峰为主, 离中心4~5环(离市百一店3~5 km)处为城市工业用地比例最高的地方。1979年这种单峰变成了双峰, 离中心7~9环(离市百一店6~9 km)处又出现了一个工业用地比例高峰, 而第10环(离市百一店9~10 km)却出现了明显的低谷, 之后工业用地比例又有所上升。而到了1984年以后, 从第7环(离市百一店6~7 km)朝外, 工业用地的比例

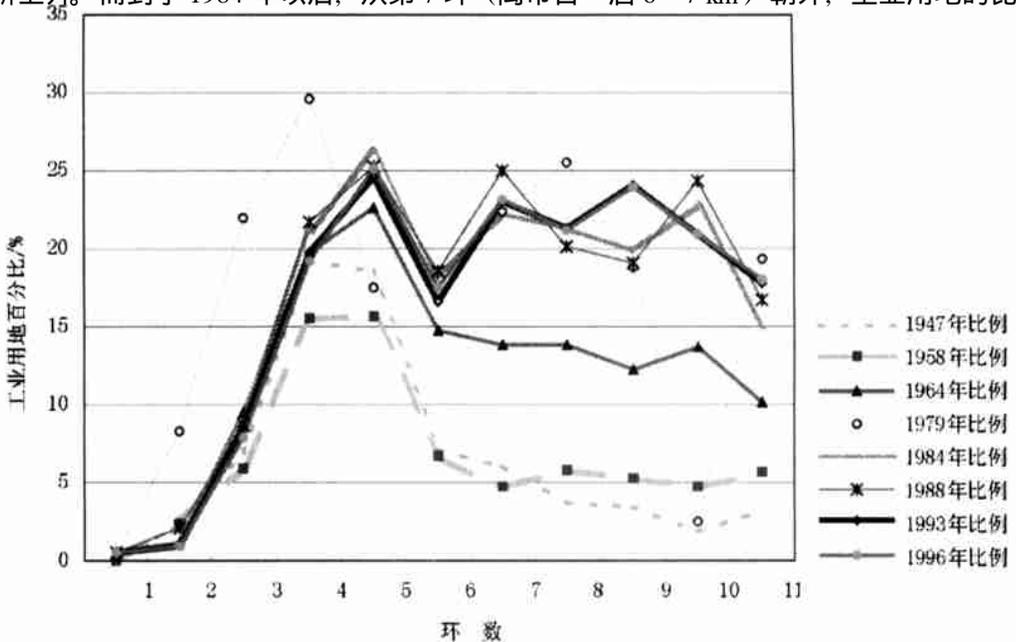


图3 上海城市中心区工业用地比例变化图

Fig.3 Ratio change of industrial land in central of Shanghai

都在 20% ~ 25% 左右。1979 年开始的双峰结构反映了上海在改革开放后工业经济的发展, 在原来的外围地带出现了新的工业带。双峰结构, 是老城市持续发展的特征。1988 年后用地出现三峰结构, 这是上海经历了一次新的发展机会的结果。1991 年开始的浦东开发, 没有改变“三峰结构”, 而只是移动了第三峰的位置, 使之向心运动, 这与浦东开发主体靠近市中心有关。三峰结构的存在说明上海工业带与居住带交替出现, 而不象 Bruggess 等的标准模式那样, 认为只有单带出现。交替现象产生多峰结构的存在, 揭示了城市空间结构的复杂性。

其次, 城市空间结构的复杂性还出现在城市扩张方面。1947 年到 1979 年, 各环的工业用地比例基本都在上升。具体来看: 1947 年, 离市中心 7 km 以外 11 km 以内工业用地比例不到 3%, 到 1958 年增至 5% 左右, 而到 1964 年已增至约 13%, 排除由于特殊原因而突变的第十环 (离市百一店 9~ 10 km) 以外, 到 1979 年平均增加到 20% 左右。我们可以看出上海工业在 1947 年, 主要集中在第 4、5 环 (离市百一店 3~ 5 km), 而到 1979 年已经延伸到距城市中心十几公里以外, 这是 1949 年后, 上海经济发展的空间证据, 也是空间结构存在自我生长过程的表现。1984 年以后, 离中心 8~ 10 km 处的工业用地的比例有了大幅度的提高, 从 15% 以下提高到 20% 以上, 这是城市扩张的结果。而在离中心 6 km 处存在一个工业用地的低谷, 这是两个工业用地密集区之间存在一个稳定的隔离带。在该环内工业用地的比例基本在 15% ~ 20% 之间, 在各个时期几乎不动, 从遥感图像中可以看出, 该环内的用地以居住和商业用地为主, 工业用地所占比例较少。稳定隔离带的存在, 是简单模型没有发现的, 这是空间模式复杂性的表现。它的成因可以解释为由于产业惯性的存在, 人们宁愿开放新的产业带而拒绝改造旧城区用地。

第三, 城市的复杂结构会逐渐趋向稳定。从图 3 中可以看到, 1947 年至 1979 年, 上海市区工业用地的变化起伏较大, 尤其在第七至第十一圈层。而 1984 年以后, 工业用地分布结构逐渐趋向稳定。并且越靠近市区, 用地结构越平稳。这是城市发展过程中, 复杂结构逐渐趋向稳定的表现。

城市工业用地变化, 是随经济发展调整的 (Miyao, 1981)^[11], 以上研究表明, 城市空间结构在城市发展的动态作用下, 将形成多重产业带结构。与传统模式相比, 上海的城市结构表现出典型的复杂性现象。

4 边缘城市现象的复杂性

上海城市空间结构演变的复杂性, 除了中心与重心的分离和产业带的重复外, 还在于它产生了边缘城市。边缘城市是一种既不同于伯吉斯模型, 也不同于廖什模型的城市空间分异现象。它是出现在中心城市外围, 但由中心城市提供城市服务, 承担城市某种产业功能的, 离城市有一定距离的人口与产业聚集点。一般来说, 它是相应时代的新兴技术产业化的产物。Garreau (1991)^[12]最早提出边缘城市的概念。

据 Henderson (1996)^[13]对边缘城市的研究, 为了追求利润的最大化, 随着中心城的资本存量 (或资本吸纳能力) 逐步的提高, 边缘城市与中心城的距离呈“混沌 (chaos)”态变化: 城镇中心移动的大致趋势是向中心城靠拢, 以获取信息, 提高生产效率, 但同时也会提高次中心的地租—交通总和费用。为了降低该费用, 城镇在中心城的资本存量达到某一

临界值时, 会突然跳出中心城的辐射范围, 成为独立于中心城的城镇。就是这种中心城与边缘城市之间的相互作用的变化, 导致了边缘城市在空间上表现出“混沌”的现象, 即一种复杂性特征。

根据边缘城市的特点, 邓悦、王铮、吴永兴 (2001)^[7]识别了上海的边缘城市。上海市的边缘城市、潜在边缘城市的分布如图 4 所示。其中, 宝山、金山卫、松江镇、周西、周浦和嘉定镇被识别为边缘城市或将成为边缘城市。从这些城镇的分布来看, 受到交通线的强烈控制, 他们都发育在放射状交通线附近, 但又都不在放射状交通线和环状交通线的交叉点上。实际上这可能因为交叉点上商业功能较强, 地价高, 不利于产业的专门化和发展带有风险性的新产业。同时, 边缘城市又需要靠近交通干道, 使得现代化生产有必要的交通保证。

然而, 并非所有的交通干道交汇点都发育边缘城市, 边缘城市明显发育在两个扇形区, 扇形的顶角约 60° 。扇形区一个方向是西南向, 一个方向近正北向, 在东南方向有一个微弱发展的扇形区, 在其它方向缺乏边缘城市发育。一个例外是青浦, 这是一个老城镇, 青浦

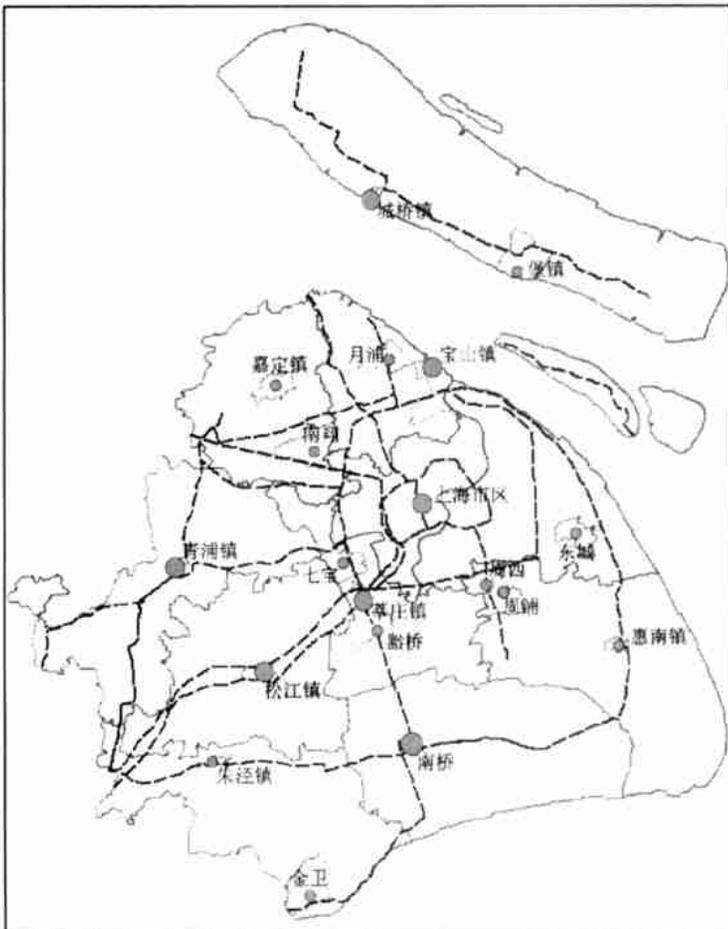


图 4 上海市潜在边缘城市的空间结构

Fig. 4 Spatial structure of potential edge cities in Shanghai

正在被规划为高新技术的城镇,可见历史的力量在改变这一标准模式。进一步,从潜在的边缘城市来看,它们同时受到“环形”方面的影响。从图3我们可以看出,发展中的边缘城市的规模大小与其离中心城区的距离之间存在有序的关系:离中心城区20 km内,没有边缘城市发育。在距离达到20 km的范围,出现莘庄和宝山两镇,受中心城区的辐射较强,人口规模在6万至8万左右;离中心城区超过20 km后,城镇的规模开始下降到4万左右;在距中心20~30 km的范围内缺乏城镇。距离达30 km左右后,出现了又一个边缘城市密集带,包括上海市境内最大的城镇松江镇,其人口规模近10万,其它城市人口也达到6万。此后又出现城镇缺乏带,距中心城区50 km左右出现金山卫以及城桥镇,人口规模又达到了一个高峰:8万人左右。扇形结构与环形结构的存在,使得边缘城市在空间出现了有序中叠加无序的特征。同时靠中心城较近的城镇因受其辐射,规模普遍较大;当离中心城距离增大时,城镇的规模会减小,但隔一定的距离又会出现规模较大的城镇,数量虽少但规模大于内圈的城镇。这些特征在空间上表现出“似周期非周期”的特征,是典型的复杂性特征,或者如Henderson(1996)^[13]说的是空间结构的“混沌”表象。

其实,在城市空间扩张中,城市不是连续地去占有空间,而是以“飞点”形式发育边缘城市或者亚中心,本身就是一种复杂现象,边缘城市的出现,是这种现象的极端。更早,王铮在昆明观察到城市空间扩张首先在外围地区形成“飞点”式的亚中心,称它们为“飞点”是因为它们行政上、经济职能上和服务需求上是城市的“飞地”;与周围地区缺乏联系,呈点状分布。1993年昆明外围的王大桥、小坝、莲花池等地都具有这样的特征。接着城市道路辐射,中心城市与这些“飞点”联系加强,飞点向横向交通发展,多个城市形成了同一层次的环城路,这个过程我们称为“横截”,因为它们横向联系反而削弱了与中心城市的联系,这时“飞”的性质也蜕化了,形成真正的亚中心。昆明大约在1996年左右完成这个过程。此后在各扇形区内城市功能发展起来,完成填充,城市完成它的面状扩张。然而边缘城市位置上完全“孤立”,缺乏横向联系,却不仅受到“扇状”交通线的控制,还受到中心城的“环状”区位作用的控制,空间分布上呈现出复杂性,是一个值得继续观察的现象。

5 总结与讨论

复杂性研究,是刚刚兴起的一门科学,尽管过去在非线性分析中有许多与复杂性联系的研究,但是对复杂性的认识还刚刚开始。本文从实证角度试图认识城市景观的复杂性,具有探索意义。

根据本文研究,我们发现城市空间结构除了标准的伯吉斯模式和廖什扇(或称廖什景观)外,还存在着下列几方面的复杂性:

(1) 城市CBD与商业重心不重合,CBD基本稳定不变,而商业重心则追随人口重心。在商业重心与CBD明显偏离的情况下,可能发生CBD的跃迁,这是一种突变现象。

(2) 城市的产业带结构不一定是伯吉斯的单一环形结构,城市各个时期的发展,可能形成多个伯吉斯环形相间出现的结构。即城市空间模式,不仅存在人们认识到的多中心,而且出现了产业带动多重结构。

(3) 城市发展到一定规模后,空间结构出现“飞点”,它的典型是边缘城市。边缘城市在空间分布上同时受到环形结构和扇形结构格局的控制,在空间上表现出“似周期非周

期”的混沌特征。

参考文献:

- [1] Burgess E W. The Growth of the City[M]. In: Park R E, Burgess E W, McKenzie R D (eds). The City, Chicago: University of Chicago Press, 1925.
- [2] Lisch A. The Economics of Location[M]. New Haven: Yale University Press, 1954.
- [3] 王铮. 区域激励的空间行为[J]. 中国管理科学, 1995, 3(2): 9-15.
- [4] 汤建中, 严重敏. 上海经济发展方空间分析[J]. 地理研究, 1985, 4(3): 5-13.
- [5] 吴志强, 姜楠. 全球化理论实证研究: 上海城市土地开发空间布局的特征[J]. 城市规划汇刊, 2000(4): 38-46.
- [6] 房国坤 等. 上海市空间扩张与环境演变的若干问题[J]. 人文地理, 2000, 15(6): 17-20.
- [7] 邓悦, 王铮, 吴永兴. 上海的边缘城市[J]. 人文地理, 2001, 16(2).
- [8] Herbert D T, Thomas C J. Cities in Space: City as Place[M]. London: David Fulton Publishers, 1997.
- [9] 丁金宏. 人口空间过程: 胶东半岛的实证研究[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1996. 111.
- [10] Howland M, Katkhanova A M. Change in St Petersburg industrial Belt after land privatization[J]. *Environment and Planning (C)*: 2000, 18: 271-283.
- [11] Garrau J. Edge City[M]. New York: Doubleday, 1991.
- [12] Henderson V, Mitra M. The new urban landscape: Developers and edge cities[J]. *Regional Science and Urban Economics*, 1996, 26: 613-643.

The Complexity Analysis of the Spatial Structure in Shanghai

WANG Zheng^{1,2}, DENG Yue¹, SONG Xiu-kun¹, WU Bing¹

(1. Urban & Environmental Dynamics and Geocomputation Laboratory, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 2. Institute of Policy and Management, CAS, Beijing 100080, China)

Abstract: In this paper we make a research on complexity of the spatial structure of Shanghai. It is found that the spatial structure of Shanghai not only shows the typical Burgess structure and Lisch sector but also shows a sign of complexity. The evidences are as following:

Firstly, the commercial cg (center of gravity) and the central business center (CBD) of Shanghai are separated. The CBD of Shanghai is quiet stable because the existence of industrial inertia. But the commercial cg always moves after the population cg to pursue maximal profit. The interaction of the commercial cg and the CBD may cause a sudden transition of the CBD. This phenomenon is the mutation in Chaos theory.

Secondly, the industrial zones may not always be of united Burgess Structure. Different period may produce different Burgess rings because of different technique. In 1950's and 1960's there's only one peak in Shanghai which stands for the agglomeration of industry. It is near the central business center. And in 1970's and 1980's another peak appeared in the area 7~8 kilometers away from center. After 1990 the third peak came out further

away from the CBD. There are stable low-density industrial areas between the first peak and the second peak from the center. So the industrial zones appear alternatively in spatial. As to the case of Shanghai, it is showed as an industry-oriented multiple structure.

Thirdly, edge cities will appear after the central city overcomes the potential threshold. Edge cities appear in a hierarchical way, and look like flying spots in spatial. It is seemed that in Shanghai the edge cities are controlled by the round force and sector tension simultaneously. The scales of the edge cities are controlled by the spatial distance between the center of Shanghai and edge cities. But the control power shows no linear character. If the edge cities are too near to the center, they are of course more likely to accept the leakage from the center, but it also raise the rent of edge cities. So the scale of these edge cities will be neither too large nor too small. As the distance becomes longer, edge cities will be sparse. But as the rental comes down the scale of the edge cities are larger although the number of them are small. In general, the spatial distribution of the edge cities in Shanghai shows the evidences of chaos.

Key words: City spatial structure; complexity; Shanghai