

城镇体系结构及与城市化的耦合机制 ——以西陇海兰新经济带甘肃段为例

高 翔, 鱼腾飞, 程慧波

(兰州大学 资源环境学院, 兰州 730000)

摘 要:城镇体系结构是城市化格局及演化的基本框架。以西陇海兰新经济带甘肃段为例, 利用甘肃段 41 个县及以上城镇统计资料, 结合相关分析模型、分形理论和 GIS 空间分析方法, 从城镇体系等级规模结构、空间结构及与城市化的定量关系入手, 探讨了城镇体系结构基本特征以及与城市化的时空耦合机制, 得到以下结论: ①甘肃段城镇体系结构以 2002 年为转折点, 进入第二阶段的倾斜发展, 其特征表现为: 等级规模不服从位序-规模法则, 属典型首位分布; 等级规模结构具有分形特征, 单核心增长格局发生分异; 空间结构具有分形特征, 呈点轴空间分布格局。②城市化水平的高低不仅取决于城市规模的大小(与城市规模呈对数关系), 还取决于等级规模结构的均衡性(其对数与不平衡指数成线性关系), 同时, 城镇体系的空间结构影响其发展的进程。并藉此探讨了甘肃段城镇体系及城市化未来发展方向与策略。

关 键 词:城镇体系结构; 城市化; 耦合机制; 西陇海兰新经济带; 甘肃

1 引言

城镇体系和城市化是城市地理研究的两个重要领域。一定区域内不同规模等级、不同职能性质的城市间产生密切联系, 形成具有一定结构和功能的有机整体, 即城镇体系^[1]。城镇体系是城市化格局及演化的基本框架。关于城镇体系与城市化的关系探讨, 国外 Perroux 提出的增长极理论^[2-3]; Christall 提出的中心地学说为城镇体系研究提供了理论基础^[4]; 国内许学强、顾朝林、周一星、陈彦光等人^[5-8]主要运用定量模型, 研究了城镇体系结构与经济发展等的关系, 且区域多集中于全国或东部地区; 方创琳等人研究了城市化与生态环境的耦合关系^[9], 丁锡祉对我国城镇体系与城市化做了定性的探讨^[10]。而对于两者的耦合机制的研究尚未见报道。研究城镇体系结构特征及与城市化的耦合机制, 对制订合理的城镇体系发展对策, 促进区域经济增长具有十分重要的意义。

2 研究概述

2.1 研究区概况

西陇海兰新经济带是国家实施西部大开发战

略着力培育的三大经济地带之一, 其城市化发展是实现该地区现代化的主要途径。西陇海兰新经济带甘肃段(以下简称甘肃段)则是甘肃经济发展的轴心地带, 其地域范围包括兰州、天水、定西、白银、武威、张掖、金昌、酒泉和嘉峪关等 9 个地级市和 46 个县(市辖区), 分别占全省的 64.3% 和 53.5%, 集中了全省 48.4% 的乡镇。截止 2006 年底, 甘肃段人口 1623.13 万人, 占全省总人口的 62%, 其中集中了全省 77.3% 的非农业人口, 年末耕地面积 2086973.3 公顷, 占全省的 61.3%、地区生产总值 2108 亿元, 占全省的 78.7%, 其中集中全省 80.1% 的工业总产值, 84.1% 的建筑业总产值以及 86.7% 的批发、零售业总产值, 是甘肃省的“黄金线”和“生命线”(图 1)。

2.2 数据采集及处理

目前, 大多数学者对城市化水平的测度是基于人口城市化过程, 指城镇人口在总人口中的比例。由于我国户籍制度的限制和西北人口流动性大等原因, 在计算西北区城市居住人口时普遍偏低, 而城市总人口是确定的, 造成城市化水平的测度往往与实际相去甚远。沈迟^[11]在分析我国城市化现状和自己多年实践经验的基础上提出了如下算法:

$$Y = (P_2 + A_1) / P_0 \quad (1)$$

式中: Y 为城市化水平; P_2 为非农业人口; A_1 为农

收稿日期: 2009-01; 修订日期: 2009-05。

基金项目: 国家自然科学基金项目(40701048); 兰州大学交叉科学青年创新基金资助(LZU200534)。

作者简介: 高翔(1974-), 男, 山东单县人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事城市化与资源可持续利用研究。

E-mail: xgao@lzu.edu.cn

村劳动力中非农劳动力; P_0 为总人口。据此计算的城市化水平见表1。需要说明的是:据第五次人口普查,甘肃省2000年市镇人口占总人口的比重为24.01%,而此处计算的2000年城市化水平为28.11%,其差异在于考虑了隐形城市化,更符合城市化发展的实际。由于数据可得性的限制,以甘肃段现有9个地级市(主要指市辖区)和32个县(市)41个城镇为研究单元,以2000-2007年《甘肃统计年鉴》为主要数据源^[12],统计41个研究单元的人口、经济等资料建立属性数据库,以城镇点和县域边界为空间数据,分析城市体系结构的特征及与城市化的时空耦合机制。

2.3 研究方法

2.3.1 规模-位序法则

规模-位序法则从城市规模、位序的关系考察了城市体系结构的规模分布特征。选用1936年辛格(H.W.Singer)提出的一般位序规模公式^[13]:

$$P_i=KR_i^{-q}$$
 (2)

式中: P_i 是一国或地区城市按人口从大到小排序后第*i*位城市的人口数, R_i 是第位城市的位序, K 、 q 为常数。 q 值大于1,说明规模分布集中,首位度高, q 值小于1,说明规模比较分散,各城市发展均衡^[14]。

2.3.2 规模等级结构指数

表征城市规模等级结构的指数主要有首位指数、不平衡指数和分维值^[15]。一般认为城市首位指数应该包括2城市指数、4城市指数和11城市指数。其公式如下:

$$S_2=P_1/P_2$$
 (3)

$$S_4=P_1/(P_2+P_3+P_4)$$
 (4)

$$S_{11}=2P_1/(P_2+P_3+\cdots+P_{10}+P_{11})$$
 (5)

其中: S_2 、 S_4 、 S_{11} 是2城市、4城市、11城市指数, $P_1\sim P_{11}$ 是位序1~11的城市非农业人口。按照城市位序-规模的原理,正常的4城市指数和11城市指数都为1,距1越大表示首位分布越明显;2城市指数为2,同样与此值差异越大表示首位分布越明显。

不平衡指数反映规模等级城市分布的均衡程

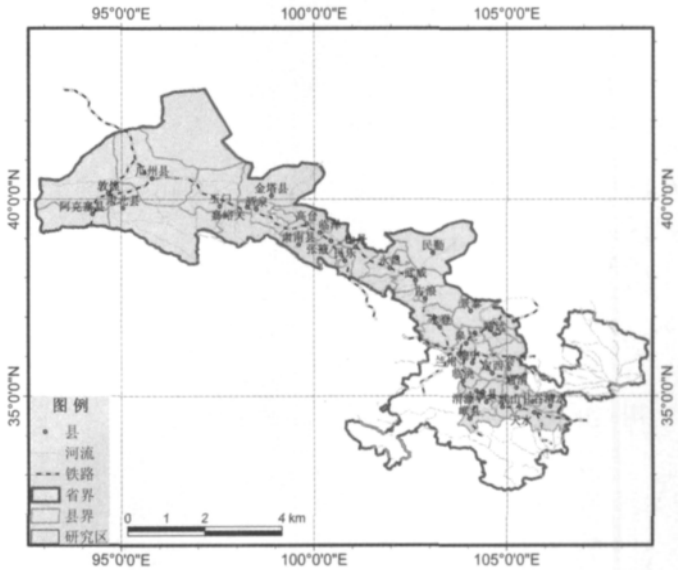


图1 研究区示意图

Fig.1 Diagram of the study area

表1 甘肃段及全省城市化水平比较

Tab.1 Comparison of the urbanization level between Gansu section and the whole province

城市化水平/%	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
甘肃段	31.87	33.38	34.68	37.59	38.41	40.03	42.26	43.51
全省	27.48	28.11	29.1	31.19	33.03	33.77	36.3	37.97

度,采用罗伦兹曲线中计算集中指数的公式求得:

$$S=\frac{\sum_{i=1}^n y_i-50(n+1)}{100n-50(n+1)}(i=1,2,3,\cdots,n)$$
 (6)

式中: S 为不平衡指数; n 为划分的等级, y_i 为各规模等级占城市人口的比重从小到大排序后第*i*级的累计百分比。 S 一般在0~1之间,越接近于1表示越不均衡。

城镇体系规模分布具有自相似性,即满足分形的特征^[16]。对于一个区域的城镇体系,若给定一个人口尺度*r*去度量,则人口大于*r*的城镇数*N*(*r*)与*r*的关系满足公式: $\ln N(r)=A-D\ln r$ (A 为常数) (7) 式中: D 为分维数,一般来说, D 值的大小具有明确的地理意义,直接反映了城镇体系等级规模结构。当 $D<1$ 时,表示该区域的城镇体系等级规模结构比较松散,人口分布差异程度较大,首位城市的垄断性较强;当 $D=1$ 时,表示该区域首位城市与最小城市的人口规模之比恰好为区域内整个城镇体系的城镇数目;当 $D>1$ 时,表示该区域城镇等级规模分布比较集中,人口分布比较均衡,中间位序的城镇数目较多。

空间关联维数用来表征城镇体系空间分维特性^[17],其基本模型如下:

$$D = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\ln N(r)}{\ln r} \quad (8)$$

$$\text{式中: } N(r) = \frac{1}{N^2} \sum_{i,j=1}^N H(r-d_{ij}) \quad (9)$$

式中: $H(r-d_{ij})$ 为 Heaviside 函数, 即 $d_{ij} < r$ 时, $H(r-d_{ij})$ 为 1, $d_{ij} > r$ 时, $H(r-d_{ij})$ 为 0, D 为关联维数, r 为距离标度, d_{ij} 为两城镇间的直线距离。 D 值均介于 0~2 之间, 越接近于 0 表明城市体系空间结构分散, 越接近于 2 表明城市体系空间结构越集中。在实际操作中, 利用 GIS 的空间分析功能, 测算城市两两之间的距离, 给定距离 r 去度量, 则小于 r 城镇数 $N(r)$ 与 r 满足: $\ln N(r) = A + D \ln r$ (A 为常数) (10)

3 城镇体系结构特征分析

3.1 不服从位序-规模法则, 属典型首位分布

城镇体系的等级结构与规模分布原本是各自独立的研究课题。现已证明, 等级模式与规模分布法则一致或兼容^[18], 可谓是殊途同归, 因此本文将两者结合起来研究。利用公式(1)对2006年41个城镇的非农业人口数据计算参数和得到模型(图2): $P_i = 135.2331 R_i^{-1.163}$, 据此计算各城市按规模-位序法则的非农业人口, 和实际值相对比, 首位城市兰州非农业人口实际值超过模拟值 37.08 万, 白银、武威、张掖、嘉峪关分别低 7.35 万、5.96 万、2.38 万、1.25 万, 其余城市基本一致(差值绝对值在 1 万), 表明城市规模体系不服从规模-位序法则, 首位城市规模过大, 而中小城市发展严重不足。而这种分布于城市发展是否有利, 目前仍是学术界争论的话题^[19], 需要进一步的研究。为了进一步验证城市体系的等级规模结构, 利用公式(2)~(5) 计算甘肃段 1999~2006 年的城市首位指数、不平衡指数($n=8$)(表 2)。从中可以看出, S_2 远大于 2, S_4 、 S_{11} 远大于 1; S 介于 0~1 之间; $D=0.869 < 1$ 拟合优度 $R^2=0.952$, 均说明甘肃段城镇规模分布较为分散, 首位城市垄断性强, 人口分布差异程度大, 也验证了规模-位序法则模拟结果的有效性。

3.2 规模结构具有分形特征, 单核心增长格局发生分异

在双对数坐标系中利用公式(7)计算分维值(步长为 1 万人), 得到 $N(r)$ 与 r 的回归模型: $\ln N(r) = 4.11 - 0.869 \ln r$ (图 3), $D=0.869 < 1$, 拟合优度 $R^2=0.952$

(表 2), 表明城镇规模结构存在分形特性。从时间序列来看, q 、 S_2 、 S_4 、 S_{11} 逐年减小, S 值逐年增大, 这说明首位分布的格局正在改观, 但都有一个共同的特征就是在 2002 年处出现了重大转折(表 2、图 4), 可以发现: 2002 年以前城镇体系以兰州为核心, 其余各城市发展均衡, 定量表现为首位指数(q 、 S_2 、 S_4 、 S_{11}) 高, 不平衡指数 S 低; 2002 年以后仍以兰州为增长

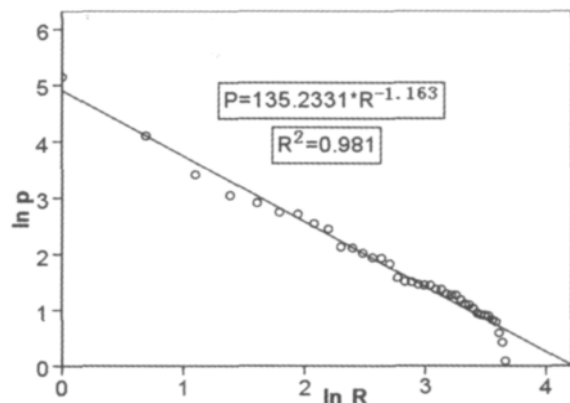


图 2 位序规模法则拟合曲线

Fig.2 Fitting curve of the order of the bits - scale principle

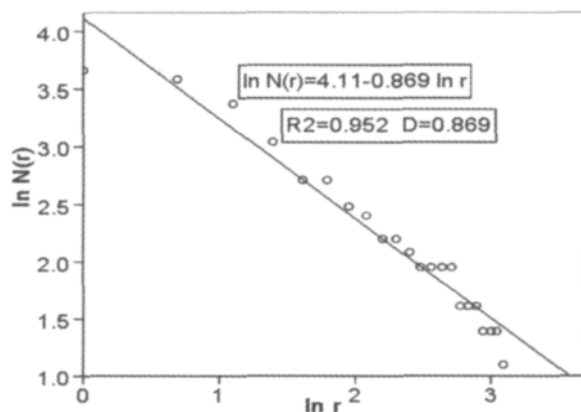


图 3 规模分形维数拟合曲线

Fig.3 Fitting curve of scale fractal dimension

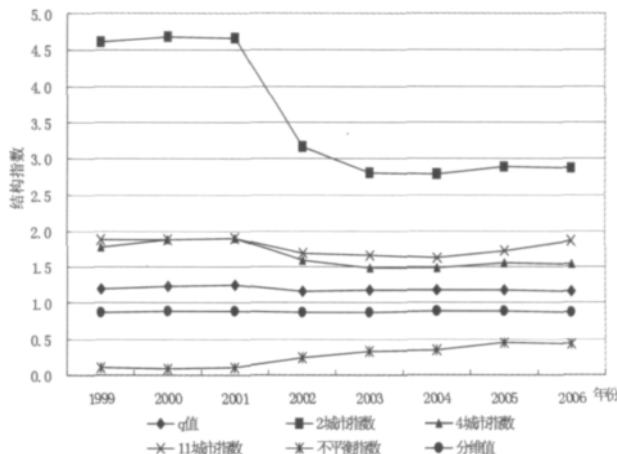


图 4 城镇等级规模结构指数历年变化

Fig.4 The change of urban grading scale structure index with years

核心,但中小城市开始发生分异,首位指数减小,不平衡指数增大,单核心增长格局被打破。

3.3 空间结构具有分形特征 呈点轴空间分布格局

利用 ArcGIS 的 point distance 功能计算 41 个点之间的直线距离,以步长 $\Delta r=50\text{km}$ 来取距离标度 r ,可以得到一系列点对 $(r, N(r))$ (表 3),在双对数坐标中画出 $(r, N(r))$,然后利用公式(10)线性回归模拟得到结果: $\ln N(r)=1.821+0.809\ln r$, $D=0.809<1$, $R^2=0.954$,拟合结果较好,表明城镇体系空间分布较集中,空间关联性较好。由于甘肃段交通牵引作用比较明显,为了直观的显示城镇的空间聚集特征,以国道线 20 km 为距离做出缓冲区,可以发现:80%的城镇集中于此缓冲区范围,表明这种集中性

以交通线为轴,呈点—轴分布格局,具有交通指向性。说明依据《西陇海兰新线经济带甘肃段开发规划》(2003):“按照节点城市—轴线开发模式,以 9 大城市市区为节点城市,非市区范围为带动区。节点城市以城市规划区为核心区,以市区其他范围为辐射区。节点城市和带动区组成甘肃段,直接辐射平凉市、临夏州和礼县、西和、成县、徽县、两当,间接辐射庆阳市、甘南州和宕昌、武都、康县、文县”的城镇化发展战略的科学性及预见性。

通过以上分析,对甘肃段城镇体系结构特征有了大致的认识:等级规模不服从规模—位序法则,呈典型首位分布;规模结构具有分形特征,单核心增

表 2 1999–2006 年甘肃段城市规模等级结构指数

Tab. 2 The urban grading scale structure index of Gansu section: 1999–2006

结构指数	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
q	1.203	1.221	1.240	1.166	1.170	1.170	1.172	1.163
S_2	4.600	4.670	4.660	3.150	2.800	2.780	2.890	2.860
S_4	1.780	1.880	1.890	1.580	1.490	1.480	1.560	1.540
S_{11}	1.880	1.870	1.890	1.690	1.650	1.620	1.720	1.860
S	0.110	0.090	0.100	0.240	0.330	0.340	0.440	0.430
D	0.872	0.881	0.884	0.878	0.878	0.880	0.892	0.869
其中: R^2	0.943	0.941	0.949	0.942	0.947	0.939	0.943	0.952

表 3 标度 r 及其对应的关联函数 $N(r)$

Tab.3 The yardstick r and the corresponding correlative function $N(r)$

r	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
$N(r)$	89	245	393	513	635	741	815	895	977	1053	1133	1193	1269
r	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300
$N(r)$	1317	1363	1421	1453	1493	1525	1553	1589	1613	1639	1659	1671	1681

长格局发生分异;空间结构具有分形特征,属典型点轴分布格局;以 2002 年为转折点,城镇体系结构发生变异。鉴于此,据姜永波确定的城镇体系发展阶段划分方案^[20]得出:甘肃段自 2002 年以来单核心增长的格局被打破,从第一阶段的低均衡发展进入第二阶段倾斜发展,那么城市化发展的状况如何?两者有何内在联系?目前,一些学者仅从国外城市发展的经验总结指出:大致以城市化水平的 15%、50%、75%将城镇体系划分为 4 个阶段:低级均衡阶段;倾斜发展阶段;完善发展阶段;高级均衡阶段,但未能从内在机制加以解释,这正是本文所要研究的核心所在。

4 城镇体系与城市化时空耦合机制

4.1 城镇等级规模与城市化耦合研究

城镇规模是经济发展的函数,而经济发展水平又决定了一国或地区的城市化水平^[21],为探讨城镇

体系与城市化的耦合关系,以经济水平为中间变量进行两者的逻辑耦合是合理的。据我国学者周一星的研究,人均 GDP 与两者具有很大的相关性^[22],因此以 2006 年 41 个研究单元的非农业人口(P)、城市化水平(U)与人均 GDP(X)分别进行回归分析。通过多模型比较发现: P 与 X 满足双对数线性关系: $\ln p=1.685+0.849\ln X$, U 与 X 的对数满足线性关系: $U=-104.567+36.952\lg X$ (图 5)。可以认为:目前甘肃段城镇规模与经济发展具有明显的规模效益递增效应,城市化水平与经济发展满足对数关系,这与周一星的结果一致^[23]。

对上面两关系式进行代数耦合得到城市化水平与城镇规模(非农业人口)的函数关系为: $\ln P=0.0532U+7.213$ 。可以看出城市化水平与城市规模呈对数关系,可以理解为城市规模增大城市化水平提高,当增加到一定规模以后城市化水平的增加不再显著,其原因可能与城市化发展的资源环境效应有关,按照方创琳等人的研究^[24],西北地区的城市

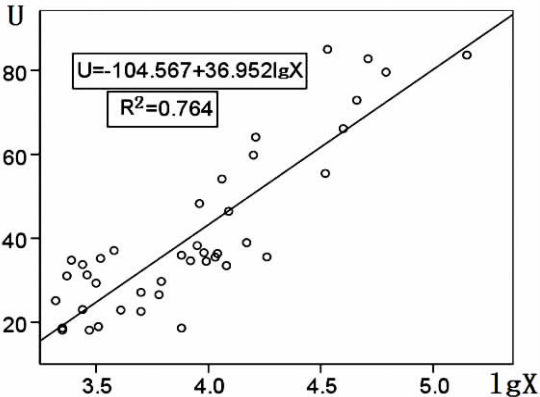
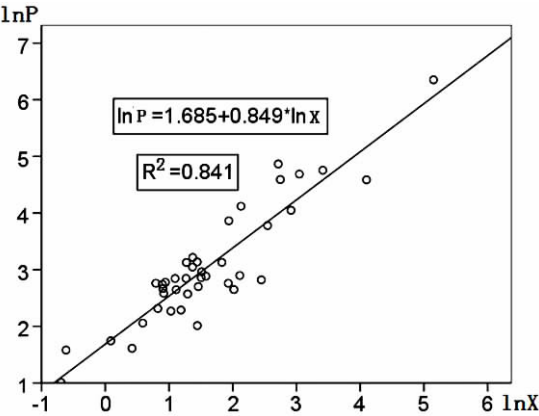


图 5 非农业人口(P)、城市化水平(U)与人均 GDP(X)回归模型(左、右)

Fig.5 Regression model of non-agricultural population and per capita GDP (left), the urbanization level and per capita GDP (right)

具有典型的“旱生”性和资源指向性,水资源是城市兴衰变迁戚戚相关,随着城市化进入加速发展阶段,城市化与生态环境处于拮抗阶段,因此在提升区域整体城市化水平时可以优先发展中小城市,控制大城市规模,使系统的拮抗水平最低,从而加速城市化的发展。

4.2 城镇等级规模结构与城市化耦合研究

为了进一步探讨城镇体系规模结构与城市化水平时间上的耦合关系,将 1999—2006 年城镇等级规模结构指数(表 2)与城市化水平(表 1)分析,首先计算各变量的相关系数矩阵(表 4),得出结论:城市化水平(U)与 2 城市指数(S_2)具有显著的负相关关系;而与不平衡指数(S)具有显著的正相关关系,可以认为快速城市化发展阶段,城市首位分布制约城市化的发展,相反等级规模分布则更有利于城市化发展;通过分析得出:城市化水平的对数与不平衡指数呈线性关系(图 6),表明随着城市化的发展,城镇体系不平衡指数先迅速增大而后逐渐变得平缓,这与各国城市化发展情况是一致的。但是,城市化水平与首位度并未表现出类似关系,可能有两方面原因:一方面是由于时间序列采集不够,另一方面两者存在更复杂的关系,这有待进一步的研究。

4.3 城镇体系空间结构与城市化耦合研究

计算各中心城市体系空间结构(考虑到范围的缩小此处步长 $\Delta r=25\text{km}$)的分形维数(表 5),其地理意义表征了城镇分布从中心城市向周围腹地的密度衰减特征^[25], $D\rightarrow 0$ 表明城镇高度集中于一地,

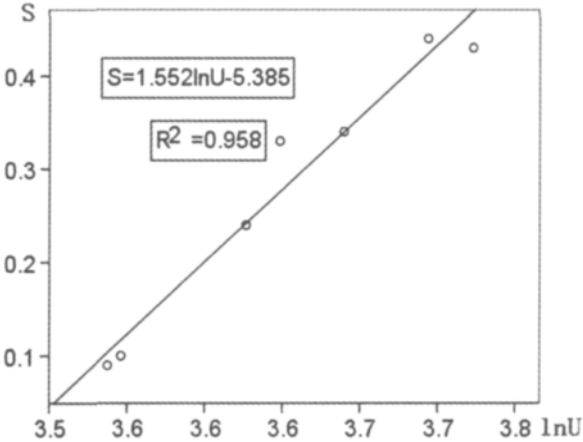


图 6 城市化与不平衡指数的回归模型

Fig.6 Regression model of urbanization with imbalanced index

表 4 城镇等级规模结构指数与城市化水平相关系数矩阵

Tab.4 The correlation matrix of the urban grading scale structure index and the urbanization level

相关系数	U	S_2	S_4	S_{11}	S	D
U	1.000	-0.837	-0.783	-0.309	0.973	-0.190

表 5 各地级市空间结构分形维数

Tab.5 The space structure fractal dimension of cities

城市	兰州	天水	白银	定西	武威	张掖	酒泉	嘉峪关	金昌
D	1.177	1.022	1.239	1.123	1.291	1.006	0.797	0.780	1.169
其中: R^2	0.969	0.963	0.976	0.892	0.967	0.982	0.955	0.922	0.992

$D\rightarrow 2$ 表明城镇均匀分布,可以发现:9 个地级市中,酒泉市和嘉峪关市分形维数 $D<1$,表明城镇分布集中于中心城镇,而其余城市均高于 1,这与甘肃段城镇分布密度东高西低的特征一致,表明分形方法在城镇空间结构研究中具有合理性,同时也应看到随着研究范围的变化,空间结构有较大差异,大部分城市腹地范围内体系结构具有均匀化的特征,这也从侧面证明了国外一些学者提出的城镇空间分布

均匀化的假说^[26],这对城镇体系结构优化显得尤为重要。为进一步揭示城市化与空间结构分形的耦合关系,对两者进行回归分析,通过数据变化和多模型比较发现(图7):城市化与城镇体系空间结构不具有简单的线性关系,但大致表现为反比例关系,即城镇体系结构越分散,空间联系越差,城市化水平越低,这也可以解释我国东部城镇密集区城市化水平高的原因。城镇体系空间结构近十年来未发生显著变化,其空间结构在时间序列上与城市化的定量关系在此不做讨论。

通过以上的分析,笔者认为:城市化水平的高低不仅取决于城市规模的大小(与城市规模呈对数关系),还取决于城镇系统规模结构的均衡性(其对数与不均衡指数成线性关系),同时,城镇体系的空间结构还影响其发展的进程。

5 结论与探讨

城市等级规模结构和城镇空间结构是城市系统的重要组织,系统演化到自组织临界状态以后,便出现幂式分布特征和分形几何结构,从而显示出一定的优化性态^[27],进而影响城市化的发展。基于城镇体系等级规模结构、空间结构和城市化的定量关系,探讨了城镇体系结构基本特征以及与城市化的时空耦合机制,得到以下结论:

(1)甘肃段城镇体系结构以2002年为转折点,进入第二阶段的倾斜发展,其特征表现为:等级规模不服从位序-规模法则,属典型首位分布;等级规模结构具有分形特征,单核心增长格局发生分异;空间结构具有分形特征,呈点轴空间分布格局,城市等级规模结构和城镇空间结构具有分形特征,开始表现出一定的优化形态。

(2)城镇体系结构与城市化的耦合研究表明:城市化水平的高低不仅取决于城市规模的大小(与非农业人口呈对数关系),还取决于等级规模结构的均衡性(其对数与不均衡指数成线性关系),同时城镇体系空间结构对城市化发展具有一定的影响。

西陇海兰新经济带甘肃段段作为我国西部大开发战略重点区域“两带一区”的重要组成部分,对于甘肃省及整个经济带上城市化可持续发展具有举足轻重的作用。鉴于目前甘肃段沿线城市规模等级不完整,城镇体系结构呈点轴空间分布的单核心增长格局,在兰州和乌鲁木齐两个特大城市之间

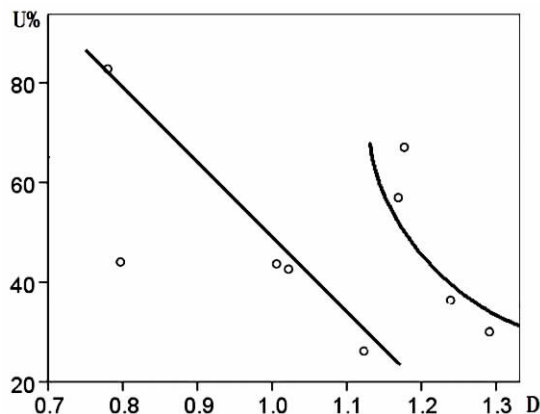


图7 城市化与分形维数空间分维值的关系图

Fig.7 Relationship map of urbanization with fractal dimension
2000 km 的范围内,缺乏在区域经济中具有支撑和能起带动作用的大城市作为“二传手”。本文认为甘肃段城镇体系结构不均衡性是导致城镇化水平低下的原因之一,因此应着力培养“桥墩”作用的酒-嘉-玉城市圈,使之成为兰州与乌鲁木齐两大城市之间的平衡中心和反磁力吸引中心。加快天水、白银城市圈及走廊城市建设,减轻中心城市兰州市的辐射带动压力,实施“中部崛起,西部开发,东部突破”战略^[28],进而从整体上提升西陇海兰新经济带甘肃段城市化在甘肃省及整个经济带上主导功能。

同时,笔者认为在研究过程和结论中也存在一些值得商榷的地方:①尺度问题。比如不同的区域选择,不同的步长会造成分形结果的不确定性,这也是目前学术界研究的热点问题。②在城镇体系结构中,未能考虑职能结构对城市化的影响,这还需要进一步深入研究。

参考文献

- [1] Knox P L. Urbanization: An introduction to Urban Geography. Englewood Cliffs N J, 1944.
- [2] 冯勇. 增长核与增长中心理论综述. 地理研究, 1990, 9(3): 87-93.
- [3] 李小建, 苗长虹. 增长极理论分析及选择研究. 地理研究, 1993, 12(3): 45-55.
- [4] Rey S. Spatial analysis of regional income inequality. In: Godchild M, Janelle D. Spatially Integrated Social Science: Examples in Best Practice. Oxford: Oxford University Press, 2004, 280-299.
- [5] 周一星, 杨齐. 我国城镇体系变动的回顾及其省区地域类型. 地理学报, 1988, 41(3): 97-111.
- [6] 顾朝林. 中国城镇体系等级规模分布及其结构预测. 经济地理, 1990, 10(3): 54-56.
- [7] 许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学. 高等教育出版社, 1997, 174-177.
- [8] 刘继生, 陈彦光, 刘志刚. 点——轴系统的分形结构及其

- 空间复杂性探讨. 地理研究, 2003, 22(4): 211–221.
- [9] 黄金川, 方创琳. 城市化与生态环境交互耦合机制与规律性分析. 地理研究, 2003, 22(2): 211–221.
- [10] 丁锡祉. 我国城镇体系与城市化探讨. 四川师范大学学报(自然科学版), 1999, 19(1): 38–45.
- [11] 沈迟. 关于城市化水平计算方法的探讨. 城市规划, 1997, 6(2): 22–26.
- [12] 《甘肃省统计年鉴》(2000—2007). 甘肃统计出版社.
- [13] 陈彦光, 刘继生. 城市系统的异速生长关系与位序—规模法则: 对 Steindl 模型的修正与发展. 地理科学, 2001, 21(4): 412–416.
- [14] 岳文泽, 徐建华, 颀耀文. 甘肃城镇体系结构及其分形模型研究. 地域研究与开发, 2004, 23(1): 16–21.
- [15] 陈彦光, 周一星. 中国城市化过程的非线性动力学模型探讨. 北京大学学报(自然科学版), 2007, 43(4): 542–549.
- [16] 岳文泽, 徐建华, 司有元, 等. 分形理论在人文地理学中的应用研究. 地理学与国土研究, 2001, 17(2): 51–56.
- [17] 刘继生, 陈彦光. 城镇体系空间结构的分形维数及其测算方法. 地理研究, 1999, 18(2): 171–172.
- [18] 王开泳, 陈田, 董玛力. 我国中部地区人口城镇化的空间格局. 经济地理, 2008, 10(3): 353–357.
- [19] 陈修颖. 长江经济带空间结构演化及重组. 地理学报, 2007, 62(12): 1265–1276.
- [20] 姜永波. 确定城镇体系发展阶段的定量方法. 山东建筑工程学院学报, 1994, 9(4): 44–50.
- [21] 周伟林, 严冀. 城市经济学. 复旦大学出版社, 2004: 19–23.
- [22] 曹广忠, 周一星, 杨玲. 中国城市经济效益的多因素分析. 经济地理, 1999, 19(2): 43–50.
- [23] 周一星. 中国城市工业产出与城市规模的关系. 经济研究, 1988(5): 74–78.
- [24] 乔标, 方创琳, 李铭. 干旱区城市化与生态环境交互胁迫过程研究进展与展望. 地理科学进展, 2005, 24(6): 31–41.
- [25] 杨晓楠, 高晓东. 基于分形理论的齐齐哈尔市城镇体系空间结构研究. 吉林师范大学学报(自然科学版), 2008(1): 93–96.
- [26] Chang Sen-dou. Modernization and China's urban development. Anna. Asso. Amer. Geogr, 1981, 71(1): 19–25.
- [27] 薛东前, 姚士谋. 我国城市系统的形成和演进机制. 人文地理, 2000, 15(1): 35–39.
- [28] 潘竟虎, 董晓峰, 鱼腾飞, 等. 基于 GIS 的甘肃省城市势力圈测度与分析. 西北师范大学学报(自然科学版), 2007, 43(3): 85–92.

Studies of Temporal and Spatial Coupling Mechanism between Urbanization and the Structure of Urban System: A Case Study of Western Longhai–Lanxin Economic Zone in Gansu

GAO Xiang, YU Tengfei, CHENG Huibo

(School of Resources and Environmental Science, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: The structure of urban system is the basic framework of the pattern and evolution of urbanization. This article takes western Longhai–Lanxin economic zone in Gansu as an example, uses statistical data of 41 counties and the above cities in Gansu section, combining the correlation analysis model, the fractal theory and the GIS spatial analysis method, from the urban system rank scale structure, the spatial structure and the urbanized quota relations, discusses the cities architecture essential feature as well as with urbanized space and time coupling mechanism, and obtains the following conclusion: (1) Gansu section cities architecture takes 2002 as a turning point and enters the second stage; inclined development, with the following characteristics: the rank scale does not obey the order of the bits – scale principle, belonging to the typical first place distribution; the scale structure has fractal features and the single core growth pattern has differentiation; and the spatial structure has fractal features, presenting the axis spatial distribution pattern. (2) The urbanized level does not only depend on the urban scale size (shows the logarithm relations with the urban scale) but also depends on the equalization of urban scale structure (its logarithm becomes linear relationship in the scale structure equalization with imbalanced index), simultaneously, the spatial structure of urban system also affects its development.

Key words: structure of urban system; urbanization; coupling mechanism; western Longhai–Lanxin economic zone; Gansu