京津冀都市圈城镇体系演化时空特征

肖 磊[1,2],黄金川[1],孙贵艳[1,2]
(1. 中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘 要:基于1985、1990、2000和2007年的非农业人口,应用位序规模法则、ROXY指数、城市影响力等多种定量方法,系统研究京津冀都市圈城镇体系的规模结构、空间结构的演化。结果表明:京津冀都市圈虽为"双核"结构,但一直处于分散发展趋势,京、津两个巨型城市的非农人口占京津冀都市圈的比重日趋下降;京津轴线为京津冀都市圈最重要的城镇密集区,以其为中心形成显著的城市影响力圈层结构,河北各市影响力相对有限,都市圈西部、北部地区受辐射带动明显不足;城镇体系空间结构趋于合理,在京津双核主导格局下,石家庄、唐山等次中心逐渐发育,秦皇岛—唐山—北京—保定—石家庄沿线及曹妃甸—滨海新区—黄骅港的城镇发展带也逐渐呈现。

关 键 词:京津冀都市圈;城镇体系;空间结构;规模结构

1 引言

作为城市地理学的经典研究内容,城镇体系主要从等级规模结构、职能结构和空间结构来探讨和分析[1],既有对三大结构模式的定性分析和定量测度,也有从社会、经济、环境等角度分析影响三大结构形成的因素和驱动机制[2]。其中的定性侧重于概念分析、类型归纳[3-4],定量侧重于数理统计、GIS空间分析和RS分析[5-8],目前,大量研究开始注意定性与定量方法的结合[9-11]。

等级规模结构的定性研究侧重于探讨不同等级规模城镇的数量及其变化趋势[12-13]。定量研究则着眼于位序—规模结构的量化、Zipf法则的验证,进而探讨城镇规模体系的合理性,进一步分析城镇化的集散趋势[14-15]。

空间结构的定性研究侧重于利用"点—轴"理论与中心地理论对城镇空间形态结构的概括[16-18]。定量研究主要包括以下3个方面:①城镇间最短距离、空间分布重心、空间自相关指数[19-23]等分析空间布局特征;②通过分形维数辨析城镇体系的空间结构[24-25];③基于空间交互作用理论分析城镇、区域的空间联系[26]。空间联系研究的方法:①基于城镇、区域间联系的人流、货流、资金流、信息流等流量资料进行经验分析[27-29],②通过以引力模型及其衍生模型测定城镇与城镇间的联系,以及城镇与区域间的联系[30-33]。引力模型在19世纪由Ravenstein提出后,经过大量实证应用及Huff等人修正,研究方法逐渐成熟[34-36],目前包括:城市间联系强度、城市间联系格局、城市场强格局、城市影响区划分等[37-41]。

京津冀都市圈是我国北方的经济核心区,其"巨型双核"空间格局十分独特,依托合理的城镇体系统筹区域发展的任务十分繁重[42]。本文将以京津冀都市圈为案例区,系统分析其城镇体系的规模结构,深入探讨其空间结构特征,并研究分析其动态演化趋势。

2 研究方法

2.1 位序—规模法则

位序—规模法则主要反映城市规模和城市规模位序之间的定量关系,其基本公式如下:

$$\ln P_i = A - q \ln R_i \quad (1)$$

式中:P_i是第i个城市的人口,A是规模最大的城市人口,R_i是第i个城市的位序,q是常数。q是反映城市规模结构的参数,一个城市体系如果随着时间的推移q没有变化,说明该城市体系中各级规模城市的增长速度较为一致,各级规模的城市人口占城市总人口的比重基本没有变化。如果q的绝对值提高,则说明较大城市的增长快于较小城市的

收稿日期:2010-10; **修订日期**: 2011-01.
基金项目:国家"十一五"科技支撑计划重大项目课题(2006BAJ14B01);中科院地理科学与资源研究所三期创新领域前沿课题"区域发展空间结构与城乡可持续发展研究"。
作者简介:肖磊(1985-),男,江苏省泰州市,硕士生,研究方向为城市地理学。E-mail: xiaol.08s@igsnrr.ac.cn
通讯作者:黄金川,huangjc@igsnrr.ac.cn

增长,区域城市发展趋向大型化;反之,则说明总体上较小城市的增长快于较大城市,城市规模分布分散的力量大于集中的力量。

2.2 ROXY指数

ROXY指数是基于人口增长率的加权平均值与算术平均值之比构造的,反映区域范围内不同地区人口增长的集中或分散趋势,其值为正则说明集聚趋势明显,反之则说明呈现分散趋势,而且绝对值越大则该趋势越明显。公式为:

$$ROXY=\left(\frac{WAGR_{t,t+1}}{SAGR_{t,t+1}}-1\right)\times 10^4=\left\{\frac{\sum_{i=1}^{n}x_i^t\times r_i^{t,t+1}}{\sum_{i=1}^{n}x_i^t}\times\frac{n}{\sum_{i=1}^{n}r_i^{t,t+1}}-1\right\}\times 10^4 \quad (2)$$

式中: x_i^t 表示都市区 i 在 t 年的人口数; $r_i^{t,t+1}$ 表示都市区 i 在 t 年至 $t+1$ 年间的人口增长率,等于 x_i^{t+k}/x_i^t 的 k 次方根; n 为都市区数量; $WAGR_{t,t+1}$ 表示 n 个都市区在 t 年至 $t+1$ 年间的人口年增长率加权平均值,以各都市区的人口数为权重: $SAGR_{t,t+1}$ 表示 n 个都市区在 t 年至 $t+1$ 年间的人口年增长率算术平均值。

2.3 城市影响力场强

为了深入观察京津冀都市圈县级以上地域单元受城市辐射影响大小及其时间变化,本文选取1985、1990、2000、2007时间截面的县级以上城市的人口,根据引力模型计算每个县级单元所受城市影响力,分析其时空特征。特定区域受所有城市的影响力总值即为该区域的城市影响力场强,计算公式为:

$$E_j=\sum_{i=1}^{10}K\frac{P_i}{r_{ij}^b} \quad (3)$$

式中: E_j 为区域 j 所受城市影响力场强总值, P_i 为城市 i 的非农业人口数, K 为常数,这里只选取十个地级以上城市进行场强计算。 r_{ij} 为区域 j 到城市 i 的直线距离。 b 为距离衰减系数,经验值为2。

2.4 城镇空间联系

采用引力模型计算城镇间的联系强度,刻画城镇体系的空间联系状态和结节区结构[41]。计算公式为:

$$T_{ij}=K\frac{P_iP_j}{r_{ij}^b}(i\neq j;i=1,2,\cdots,n;j=1,2,\cdots,n) \quad (4)$$

式中: T_{ij} 是城市 i 和城市 j 之间的引力, n 为城市体系内所有城市的数量, P_i 和 P_j 是以非农人口进行测度的城镇规模, K 为常数, r_{ij} 为城镇间的直线距离, b 为距离衰减系数,经验值为2。规模大于城镇 i 的所有城镇中对其吸引力最大的便是城镇 i 的最大引力城镇。

2.5 数据来源与数据处理

京津冀都市圈为包括北京、天津两个直辖市和河北省的石家庄、保定、唐山、秦皇岛、廊坊、沧州、张家口、承德等八个地级市在内的城市密集地域,本文将县级及以上政府所在地作为城镇体系的基本单元。对于整个京津冀都市圈,所有的县均作为城镇体系中独立的城镇单元。地级市市区以及直辖市市区处理方法如下:张家口市下花园区、石家庄市井陉矿区、承德市鹰手营子矿区距离城区较远,作为独立城镇;河北八市分别以其市区整体为城市单元,张家口、石家庄、承德三市市区不包括上述城镇;北京市将包括东城、西城、海淀、朝阳、丰台、石景山在内的城六区整体作为北京主城;天津市将核心六区及西青、东丽、北辰、津南四区作为天津主城;北京和天津除主城外的其它辖区作为彼此独立的不同城镇。

基于数据的可获取性和可操作性,将各县城镇人口均视为集中在其城关镇。将下花园区、井陉矿区、鹰手营矿区及京津两市未列入主城的辖区的城镇人口视作集中于其区政府所在地。为使城镇体系结构具有时间和空间的可比性,选取非农业人口进行城镇体系的分析。数据来源为:《北京市统计年鉴》(1986-2008)、《天津市统计年鉴》(1986-2008)、《河北省统计年鉴》(1986-2008)。

3 城镇体系规模结构演化分析

3.1 城镇体系演化历程分析

北京和天津两个中心城市主导着京津冀都市圈的城镇体系。2007年,北京主城非农业人口708.5万人,天津市主城非农业人口437.1万人,二者之和占都市圈非农业总人口3125.3万人的36.7%。该比重1985年为54.1%,1990年为52.6%,

2000年为45.7%。虽然京津二市非农业人口比重在逐渐缩小，但时至今天其主导地位依然明显。

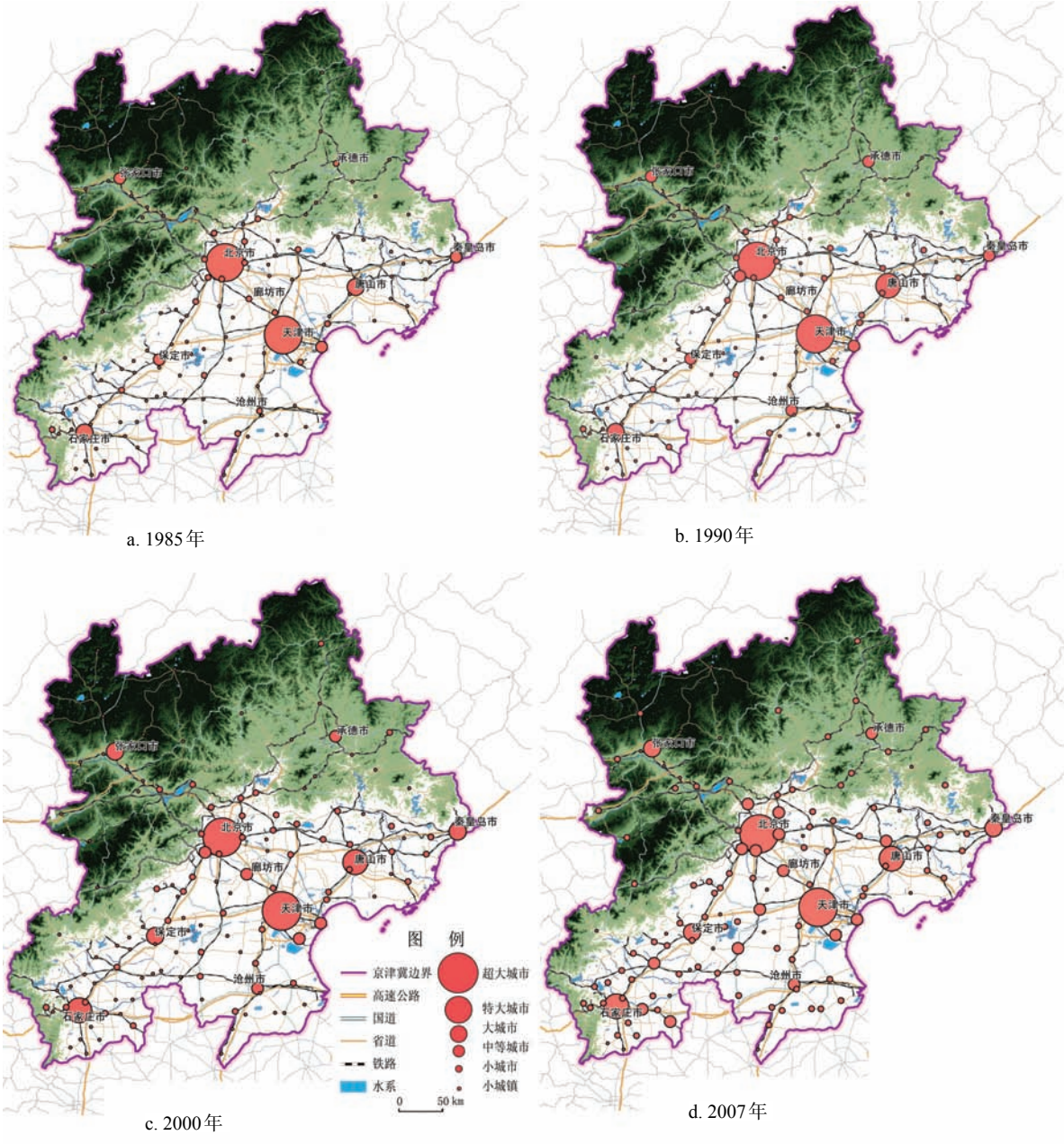
表1反映了京津冀都市圈城镇体系规模结构的变化：1985-2007年间，京津冀都市圈超大城市一直保持2个；特大城市从无到有，增加了2个；大城市从2个增至3个；50万人以上城市从4个增加到7个；中等城市大量涌现从4个迅速增长至16个，到2007年迅速减少至至23个。这说明1985年以来京津冀都市圈的小城市得到了较快发展，但这并未影响京津二市主导的“双核”城镇体系格局。

图1清晰地显示了4个时间截面上京津冀都市圈城镇体系结构的演化：1985-2007年，两极分化趋

表1 京津冀都市圈的城镇体系规模结构变化表（单位：个）

Tab.1 Change of grade scale structure of Jingjinji Metropolitan Urban system

规模等级	名称	1985	1990	2000	2007
300万以上	超大城市	2	2	2	2
100～300万	特大城市	0	1	2	2
50～100万	大城市	2	1	3	3
20～50万	中等城市	4	7	6	16
5～20万	小城市	19	24	44	81
5万以下	小城镇	100	92	70	23



a. 1985年　　b. 1990年

c. 2000年　　d. 2007年

图1 京津冀都市圈的城镇体系规模结构演化图

Fig.1 The Evolution of scale structure of Jingjinji Metropolitan Urban system

势逐渐减弱，等级结构趋于合理，但京津“双核”式格局没有改变；唐山和石家庄进入特大城市行列，成为支撑区域城镇体系的二级城市；张家口、保定、秦皇岛为具有地区影响力的大城市；西北山地的城镇发展有限，而南部平原京广线一带的城镇发展较快；京津周边的个别辖区发展迅速，如通州、昌平、顺义、大兴、塘沽、大港，与定州、霸州、廊坊、承德、任丘、沧州等一起构成中等城市梯队。

3.2 城镇体系位序—规模法结构演化分析

在对京津冀都市圈县级以上城镇进行位序—规模分析时，考虑到小城镇统计数量的缺失，将位序对数控制在4.7以内。

图2中的回归模型显示：总体上京津冀都市圈城市体系符合位序—规模法则；天津的人口规模始终高于回归预测值，使区域城镇体系呈现“双核”特征；四个年份的曲线回归斜率均明显高于全国城镇体系的斜率（-0.8），说明京津冀都市圈城镇等级差异高于全国平均水平；1985-2007年间 q 的数值逐渐减小，说明京津冀都市圈较小城市的增长快于较大城市的增长，分散的力量大于集中。

为进一步验证京津冀都市圈城镇体系处于分散发展的结论，再以ROXY指数分析城镇体系的集散趋势。基于京津冀都市圈1985、1990、2000、2007年各城镇非农业人口计算得1985-1990年、1990-2000年、2000-2007年3个时间段的ROXY指数，分别为：-4951、-5363、-3167。3个指数均为负值且绝对值较大，验证了自1985年来京津冀都市圈存在较明显分散趋势的结论。在3个指数中，1990-2000年间的ROXY指数绝对值明显最高，说明在此10年中京津冀都市圈分散趋势最强，在1985-1990年的分散发展后进入了加速分散阶段，而2000-2007年间ROXY指数绝对值最小，说明新世纪以来分散趋势减弱，属于减速分散阶段。

4 城镇体系空间结构演化分析

4.1 城市影响力格局演化分析

京津冀都市圈城市影响力场强格局演化如图3所示。①北京—天津轴线是都市圈区域中最重要的城市影响区，以其为核心形成较显著的圈层结构，距该轴线较近的地域受城市影响力显著；②北

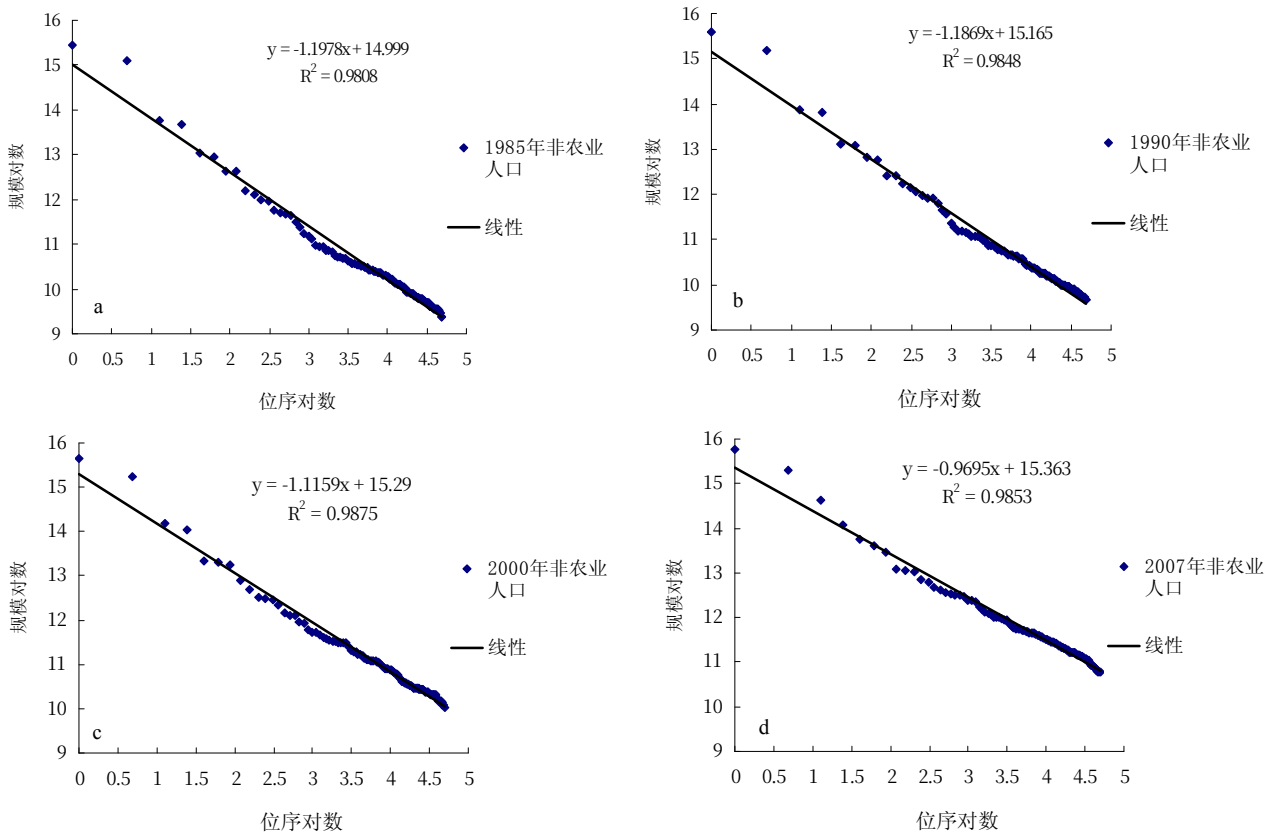


图2 京津冀都市圈非农人口的位序—规模回归图

Fig.2 Rank-Size regression of Jingjinji Metropolitan Region

部和西部基本为低城市影响力地区，这与该地区距京津双核较远有关，也与都市圈范围内的地形格局一致；③ 河北各市仅在其市区范围内有较高影响力，对周边地区辐射带动有限，形成多个零散布局的中高影响区“孤岛”；而随着时间推移，都市圈各地区受城市影响力有所增强，中低以上城市影响区范围不断扩大，到2007年形成空间连绵的影响区，区域一体化发展特征初步显现。

4.2 城镇空间联系格局演化分析

从城市间联系角度对城镇发展历程进行分析，抽象表达京津冀都市圈自1985年以来城镇间空间联系及其结构。将各城镇与其最大引力城镇进行连线，联系线粗细代表吸引力强度，与其它城市间联系线越多的城镇在城镇体系中的等级越高，而吸引力过小的城镇间联系线不予显示(图4)。

整体而言，京津冀都市圈的城镇体系空间结构

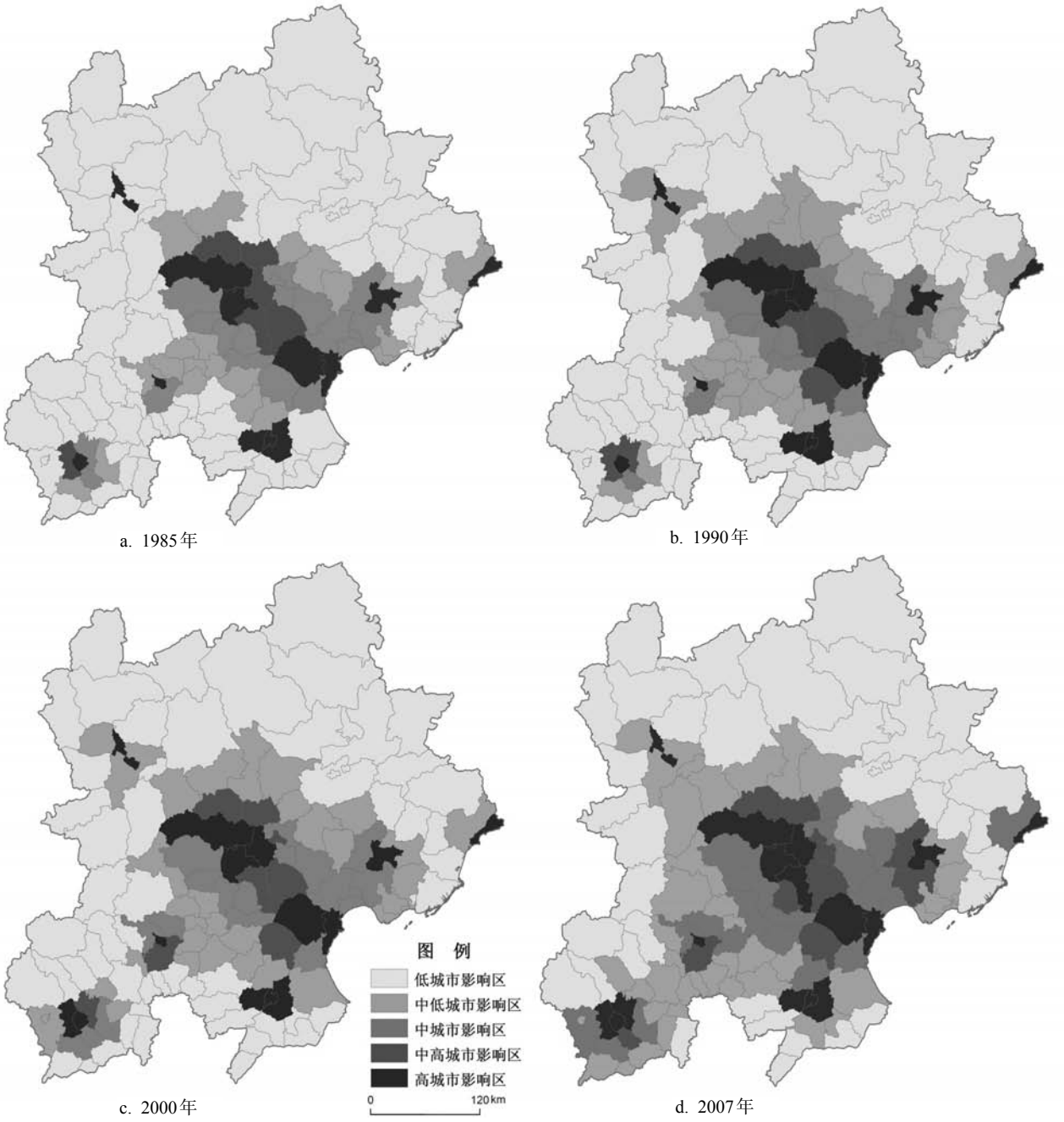


图3 京津冀都市圈城市影响力场强格局演化图

Fig.3 Field intensity pattern evolution of urban influence of Jingjinji Metropolitan Region

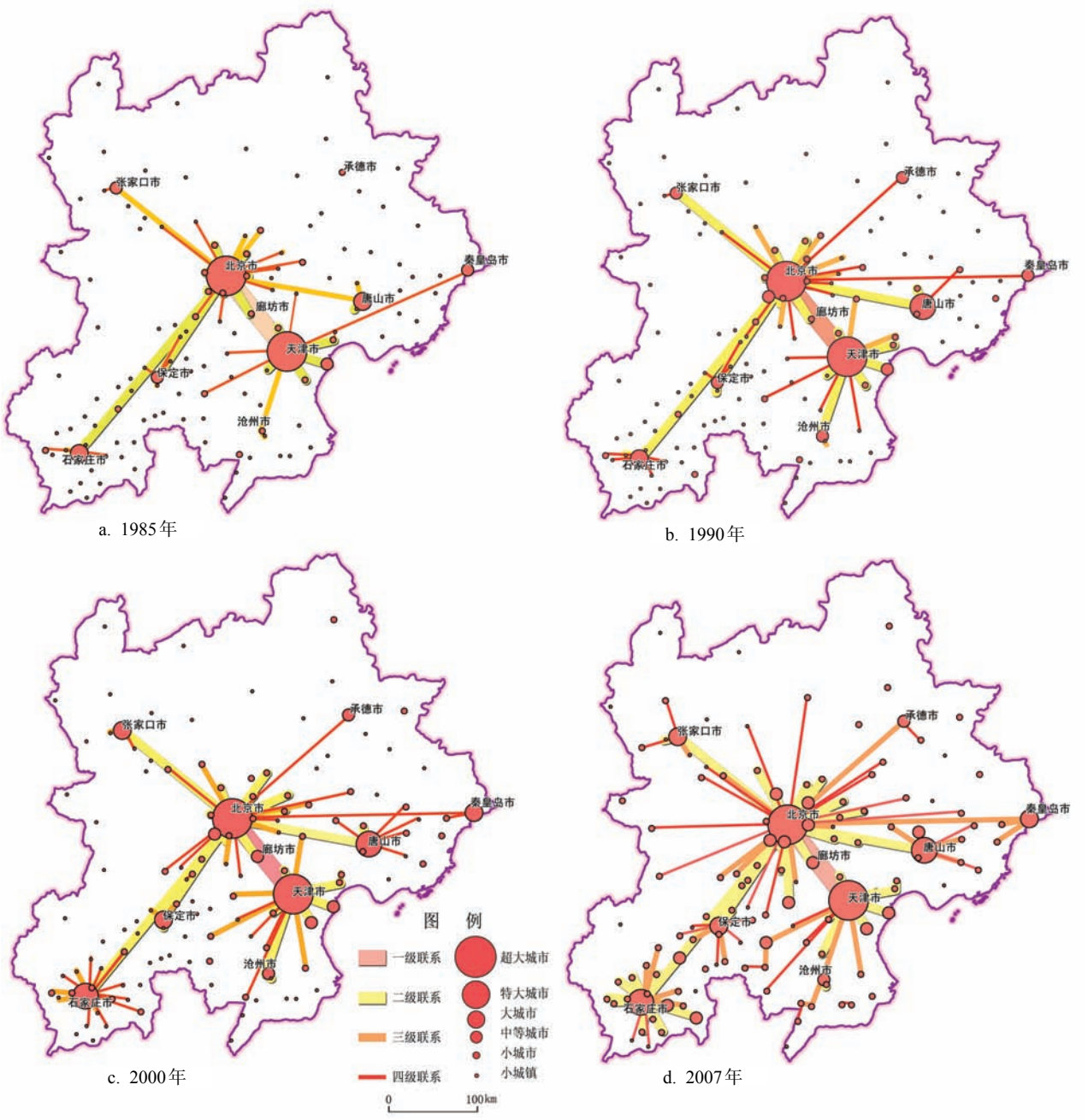


图4 京津冀都市圈城镇空间联系格局演化图

Fig.4 Spatial relation pattern evolution of Jingjinji Metropolitan Region

围绕“京—津”双核在长期内保持稳定;并伴随城镇规模扩大,区域联系不断深化、次级中心城市不断发育;城镇等级结构趋于合理,轴带化趋势明显。一级中心城市为北京、天津,二级中心城市为石家庄和唐山,三级中心城市为张家口、秦皇岛与保定,其余城市中心性很弱,尚未形成自己的辐射范围。

“京—津双核”结构在各时间截面均显著,北京始终是京津冀最重要的中心城市,是都市圈城镇等级最高的城市,在各年份均对其它城市具有较强的影响力;相对而言,天津虽有较大城市规模,但其影响力在绝大多数地区弱于北京,其腹地主要局限于周边的中小城镇,地级以上城市中仅对沧州的影响超过北京。2007年的空间结构示意图显示,京—津双核作为放射形中心的地位更加凸显。同时,石家庄、保定、唐山、秦皇岛的辐射能力显著提高,与周边小城镇的联系不断加强。

1985年，京津冀都市圈内仅大城市之间以及京津与周边城镇具有较高的城镇联系，而其余城镇相对孤立，城镇空间结构呈现双核带动为主的特点；到1990年，唐山和石家庄对周边影响显现，次中心城市雏形初现。京津的影响范围不断扩大，承德与北京间联系加强；到2000年，京津两市的影响进一步加大，石家庄和唐山的次中心地位已然形成，与周边城镇的联系加强；到2007年，京津二市影响范围继续扩大，北部和东南的多个城镇成为其腹地，张家口、保定和秦皇岛等城市的辐射能力加强，地区中心性地位显现，在地区范围内较强地联系着零星的城镇，石家庄和唐山的次级中心地位发展成熟，地区影响力不断深化。而沧州、承德、廊坊因自身规模和地理位置，始终未形成具有较高影响力的中心城市。

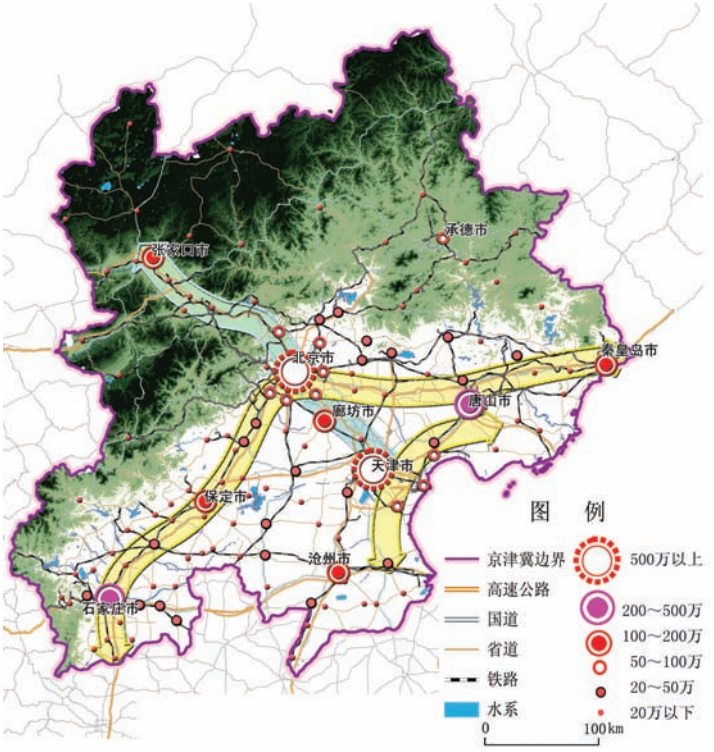


图5　京津冀都市圈的城镇体系形态结构示意图

Fig.5　Pattern structure of urban system of Jingjinji Metropolitan Region

4.3 城镇体系空间结构归纳

上述分析表明，京津冀地区北京和天津这两个双核城市的绝对人口规模虽然仍在壮大，但人口相对比重却在不断下降，与此相对应，北京—天津、北京—保定—石家庄、北京—唐山—秦皇岛等沿线的中小城市则不断发育，城市数量增长十分迅速，京津冀区域空间结构呈现出从极核辐射向轴线带动，进而向网络联系的发育趋势。基于城镇体系的演化趋势，结合各地区城镇发展规划的引导，本文将京津冀都市圈未来的城镇体系空间结构预测为“双核、双副、一轴、两带”（图5）。北京和天津为区域发展的双核，其中北京将积极疏散主城、着力发展新城，走有机疏散的城镇发展道路，天津将重点培育塘沽、大港、汉沽等滨海组团，走滨海新区崛起的城镇发展道路；唐山和石家庄为区域发展的副中心城市；张家口—北京—廊坊—天津为区域发展的城镇密集轴，其中张家口至北京沿线作为生态旅游通道和晋煤东运的货运通道功能将日渐重要，而北京至天津的经济联系功能则进一步强化，区域城镇化的龙头引导作用更加凸显；秦皇岛—唐山—北京—保定—石家庄将成长为京津冀区域的中部城镇发展带，曹妃甸—滨海新区—黄骅港为京津冀区域的沿海城镇发展带。

5　总结与讨论

规模结构方面，京津作为区域“双核”城市，其人口占整个都市圈城镇人口的比重自1985年以来一直处于下降趋势；都市圈内形成2个特大城市，中小城市数量增长迅速，而小城镇数量锐减；总体上京津冀都市圈城市体系符合位序—规模法则；1985年以来京津冀都市圈呈现明显的分散趋势。

空间结构方面，京津轴线是都市圈最重要的城镇密集区，围绕其形成显著的辐射影响圈层结构；河北各市影响力有限，尤其西、北部城市影响力较弱；随时间推移中高城市影响区范围逐渐扩大；北京始终是最重要的核心城市，地位明显优于天津，但京—津双核结构长期保持不变；城镇体系结构呈现轴带化趋势，石家庄、唐山等次中心城市逐渐发育成熟；未来京津冀都市圈城镇体系空间结构为“双核、双副、一轴、两带”。

参考文献

[1]　顾朝林. 中国城镇体系: 历史·现状·展望. 北京: 商务印

书馆, 1992: 201.
[2] FUJITA M, MORIT T. Structural stability and evolution of urban systems. Regional Science and Urban Economics, 1997, 27(4-5): 399-442.
[3] Green F H. W1 Urban hinterlands in England and Wales : An analysis of bus services. Geogr.J, 1950, 96(1): 64-81.
[4] Taffe E J. The urban hierarchy: An air passenger definition. Economic Geography, 1962, 37(1): 1-14.
[5] Garrison W L. Spatial structure of economy I. Annals of the Association of American Geographers, 1959, 49(1): 238-239.
[6] Garrison W L. Spatial structure of economy Ⅱ. Annals of the Association of American Geographers, 1959, 49 (4): 471-482.
[7] Garrison W L. Spatial structure of economy Ⅲ. Annals of the Association of American Geographers, 1960, 50(3): 357-373.
[8] 王心源, 范湘涛, 邵芸, 等. 基于雷达卫星图像的黄淮海平原城镇体系空间结构研究. 地理科学, 2001, 21(1): 57-63.
[9] Haggett A C. A Frey. Location Analysis in Human Geography. New York: John Wiley and Sons, 1977.
[10] Berry B J L, Horton F E. Geographic Perspectives on Urban Systems Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1970.
[11] Bonfig L A, Cosmi C A. GIS application for regional planning. GIS Tech. and Their Environ. Appl. GIS’98[C]. 1998: 231-240.
[12] 朱翔. 洞庭湖区城镇体系建设研究. 长江流域资源与环境, 1999, 8(3): 236-242.
[13] 刘雪, 刁承泰, 黄娟. 江津市城镇体系结构研究. 长江流域资源与环境, 2007, 16(3): 284-288.
[14] 杨吾扬. 论城市体系. 地理研究, 1987, 6(3): 1-8.
[15] 毛广雄, 曹蕾, 丁金宏, 等. 基于传统和五普口径的江苏省城市规模分布时空演变研究. 经济地理, 2009, 29 (11): 1833-1838.
[16] 王茂军, 张学霞, 齐元静. 近50年来山东城市体系的演化过程: 基于城市中心性的分析. 地理研究, 2005, 24 (3): 432-442.
[17] 许学强, 胡华颖. 我国城镇分布及其演变的几个特征. 经济地理, 1983, 9(4): 205-212.
[18] 王心源, 范湘涛, 郭华东. 自然地理因素对城镇体系空间结构影响的样式分析. 地理科学进展, 2001, 20(1): 67-72.
[19] 周一星. 城市地理学. 北京: 商务印书馆, 1995.
[20] 胡序威, 周一星, 顾朝林 .中国沿海城镇密集地区空间集聚与扩散研究. 北京: 科学出版社, 2000.
[21] 陈刚强, 李郇, 许学强. 中国城市人口的空间集聚特征与规律分析. 地理学报, 2008, 63(10): 1045-1054.
[22] 马荣华, 顾朝林, 蒲英霞, 等. 苏南沿江城镇扩展的空间模式及其测度. 地理学报, 2007, 62(10): 1011-1022.
[23] 杨国安, 甘国辉. 中国城镇体系空间分布特征及其变化. 地球资讯科学, 2004, 6(3): 12-18.
[24] 刘继生, 陈彦光. 河南省城镇体系空间结构的多分形特征及其与水系分布的关系探讨. 地理科学, 2003, 26(6): 7l3-721.
[25] 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): 171-178.
[26] 高翔, 鱼腾飞, 程慧波. 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. 地理科学进展, 2009, 28(9): 744-750.
[27] 顾朝林, 刘志洪, 万利国. 济南城市经济影响区分析. 地理科学, 1992, 12(1): 15-26.
[28] Simmons J. The Urban System and Linkages Building, Connecting and Sharing Knowledge: A Dialogue on Linkages Between Communities[D]. Ryerson University, 2005.
[29] 周一星, 胡智勇. 从航空运输看中国城市体系的空间网络结构. 地理研究, 2003, 21(3): 276-286.
[30] 李震, 顾朝林, 姚士谋. 当代中国城镇体系地域空间结构类型定量研究. 地理科学, 2006, 26(10): 544-550.
[31] Du Guoqing. Using GIS for analysis of urban system. Geo Journal, 2001, 52(1): 213-221.
[32] 杜国庆. Spatial structure of urban system in the rapidly changing period in China. 南京大学学报: 自然科学版, 2006, 42(3): 1-14.
[33] 顾朝林, 庞海峰. 基于重力模型的中国城市体系空间联系与层域划分. 地理研究, 2008, 27(1): 1-12.
[34] Ravenstein E G. The Laws of Migration. Journal of the statistical society, 1885, 48(2): 198-199.
[35] Reilly W J. Methods for the Study of Retail Relationship[D]. University of Texas Bulletin, 1929: 29-44.
[36] Huff D L, Lutz J M. Change and Continuity in the Irish Urban System, 1966-81. Uban Studies, 1995, 32(1): 155-173.
[37] Friedmann J, Miller J. The Urban Field. Journal of the American Institute of Planners, 1965, 31(4): 312-319.
[38] 陈田. 我国城市经济影响区域系统的初步分析. 地理学报, 1987, 42(4): 308-318.
[39] 周一星, 张莉. 改革开放条件下的中国城市经济区. 地理学报, 2003, 58(2): 271-284.
[40] 顾朝林. 中国城市经济区划分的初步研究. 地理学报, 1991, 46(2): 129-141.
[41] 周一星, 张莉. 中国大陆口岸城市外向型腹地研究. 地理科学, 2001, 21(6): 481-487.
[42] 樊杰. 京津冀都市圈区域综合规划研究. 科学出版社, 2008.

Temporal–Spatial Characteristics of Evolution of the Urban System in Jingjinji Metropolitan Region

XIAO Lei[1,2], HUANG Jinchuan[1], SUN Guiyan[1,2]
(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing, 100101, China;
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Based on non-agricultural population data 1985-2007 of Jingjinji Metropolitan Region, this paper applies various quantitative methods, including scale-rank law, ROXY law, and gravitational model, to systematically analyze temporal-spatial characteristics of the evolution of the scale structure and spatial structure in urban system. Results show that although Jingjinji Metropolitan Region has the "dual core" structure, it was decentralized since 1985, the proportion of Beijing and Tianjin reduced gradually. The Beijing and Tianjin axis is the most important urban area around which formed the ring structure of urban influence. The influences of cites in Hebei are much smaller, especially the northern and western area of the region get fewer develop driven force. At last the spatial structure is developing more and more efficient, while the structure was led by the "dual core", the city of Shijiazhuang and Tangshan have become the sub-region centre, and two belts of Qinhuangdao-Tangshan-Beijing-Baoding-Shijiazhuang and Caofeidian-Binhai-huanghua coastal area gradually appear.
Key words: Jingjinji Metropolitan Region; urban system; spatial structure; scale structure

本文引用格式：
肖磊, 黄金川, 孙贵艳. 京津冀都市圈城镇体系演化时空特征研究. 地理科学进展, 2011, 30(2): 215-223.