

# 都市圈中心城市经济辐射力的分形测度及影响因素 ——基于北京、上海、广州的实证研究

栾强, 罗守贵, 郭兵

(上海交通大学 安泰经济与管理学院, 上海 200030)

**摘要:** 依据中心城市和受辐射城市并构建测度指标体系, 引入城市间距离对分形模型进行改进, 对我国三大都市圈中心城市的经济辐射力进行客观、全面的分析比较。研究发现: 上海对半径 300 km 范围的辐射力与北京对半径 200 km 范围的辐射力相当, 而广州对半径 200 km 范围的辐射力相对较差; 3 个中心城市行政地位差别很大, 但政策支持力度对辐射力的影响与其他影响因素相比并无明显优势; 金融业发展是辐射力最重要的影响因素, 辐射力对城市货运能力和客运能力的依赖度有明显差异。

**关键词:** 都市圈; 辐射力; 分形模型; 灰色关联分析

中图分类号: F127

文献标志码: A

文章编号: 1003-2363(2016)04-0058-05

## 0 引言

从经济发展规律来看, 都市圈是中国未来城市发展的一个重要趋势。纵观国际上各大都市圈的发展, 都存在一个或几个带动性强的中心城市作为发展极, 与周边城市群进行人流、物流、资金流等各种要素交换, 形成可持续发展的良性互动。改革开放以来, 长三角、珠三角和京津冀三大都市圈的竞争力逐渐增强, 中心城市以辐射的方式带动都市圈整体的发展, 并起到了关键的作用。不同都市圈中心城市的辐射力和辐射路径均有差异, 因此选择合理的定量方法对都市圈中心城市的辐射力进行评价和分析具有重要意义。

国内外诸多学者对城市的辐射作用进行了分析研究。P. Hagget 于 1966 年在 Hagerstrand 提出的空间扩散问题基础上阐述了辐射, 认为辐射是指信息、政策、思想、技术的扩散, 能逐级传播, 效益不断放大<sup>[1]</sup>。P. R. Krugman 认为, 中心城市的辐射力能有效地推动周围城市综合经济实力、产业结构、企业规模与效益的进步<sup>[2]</sup>。D. Webster 等从促进周围城市开放活力、基础设施支撑能力、科技水平等方面肯定了中心城市辐射力的作用效果<sup>[3]</sup>。罗守贵等认为, 辐射是中心城市的显著特征, 以其技术、资金、管理、观念、生产体系等优势带动都市圈的经济的发展, 并且进一步确立对周围城市的主导作用<sup>[4]</sup>。邓宏兵从区位优势机制作用的角度阐释中心城市对都市圈的辐射, 认为辐射作用是具有高区位势能的地区在经济发展的过程中向其他地区扩散技术、输送产

品、进行投资等经济行为, 辐射过程可以促进空间上各级经济中心的形成和生产力的合理布局<sup>[5]</sup>。

关于中国的都市圈中心城市辐射力的研究, 国内许多学者应用了多种方法进行了评价分析。何龙斌通过计算周围城市与中心城市人均 GDP 比值并比较同一圈层的平均比值变化, 发现相比于北京和广州, 上海的辐射范围更大、辐射力更强<sup>[6]</sup>。李敏等用主成分分析法对小城镇经济辐射区进行定量分析, 认为小城镇的发展重点在于扩大规模和调整经济结构<sup>[7]</sup>。蒋天颖等用因子分析法和引力模型研究了区域中心城市的创新辐射力, 发现上海的区域创新空间联系量大而且联系密切<sup>[8]</sup>。冯德显等用裂点法对郑州市的辐射范围进行判定, 并用层次分析法对郑州市的辐射力进行评价, 认为扩大城市规模、构筑特色产业集群和完善基础设施是增强郑州市辐射力的重要途径<sup>[9]</sup>。杜中明等通过计量模型考察了北京和上海的辐射效应与城市三次产业结构的关系, 发现中心城市与一个周边城市的三次产业结构相似系数与中心城市对其的辐射强度的关系为二次曲线关系<sup>[10]</sup>。张虹鸥等从区位熵的角度对珠江三角洲城市群的城市流强度进行分析, 发现提高综合服务能力可以有效增强城市群中心城市的辐射能力<sup>[11]</sup>。刘崇献等使用空间引力模型对北京对周围城市的辐射力进行测算, 认为提升外向服务、合理产业布局是改善北京市辐射力的重要措施<sup>[12]</sup>。余静文等用断点回归法研究了中心城市对都市圈整体经济绩效的影响, 发现长三角都市圈和珠三角都市圈比京津冀都市圈更受益于中心城市的辐射效应<sup>[13]</sup>。潘成嵩等通过协方差分析的方法进行研究, 发现上海对周围城市具有显著的辐射效应<sup>[14]</sup>。江璐璐等使用节点分析、引力模型等方法测算安徽省与外部区域的经济联系作用量, 认为安徽省应该加强与周边区域尤其是与长三角地区的经济联系以实现跨越式发展<sup>[15]</sup>。孟可强等

收稿日期: 2015-08-31; 修回日期: 2016-06-06

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(12&ZD026); 上海社会科学院全球城市发展战略研究创新型智库项目(20140621); 上海市软科学基金课题(15692180400)

作者简介: 栾强(1992-), 男, 山东潍坊市人, 博士研究生, 主要从事产业经济研究(E-mail) LuanQiangSmile@163.com。

用面板数据计量方法进行研究,发现珠三角与长三角都市圈内城市的经济发展水平与到大港口的距离存在三次曲线关系<sup>[16]</sup>。林晓等使用威尔逊模型计算了环渤海地区中心城市的辐射范围,认为环渤海地区金融协同发展的重要途径是打破壁垒、优势互补<sup>[17]</sup>。陈晓倩等也使用威尔逊模型计算了山东半岛主要城市的辐射区域<sup>[18]</sup>。其他用于研究都市圈中心城市辐射力的方法还有主成分分析法、因子分析法等。但是,以上诸多定量方法或多或少存在以下的问题:1) 主观因素过多,未足够客观地对辐射力进行评价,如层次分析法等;2) 对数据需要满足的统计特征要求高,难免使得计算结果失真,如主成分分析法等;3) 未同时考虑中心城市、受辐射城市 and 空间距离这 3 个因素的共同效果。

与以往文献不同,本研究用分形模型对都市圈中心城市的辐射力进行综合评价,更加趋近复杂系统的真实属性。首先,分形模型排除了主观因素的影响,用严密的数学模型刻画了中心城市辐射力并用分维数加以量化;其次,分形模型使用最基本的集合与测度的概念建立评价过程,对数据的统计性质要求较低,同时一定程度上也避免了对数据的统计分布进行人为的假设所产生的误差;最后,同时考虑中心城市和受辐射城市,并借鉴经济地理学的思想用城市间距离平方的倒数对指标体系进行加权。以上处理,都使得结果更符合中心城市辐射力的真实情况。

## 1 分形模型改进与辐射力评价

### 1.1 分形原理与改进

1992 年,李后强等发表了《具有黄金分割特征和分形性质的市场网络》,开辟了中国城市分形研究;随后经过许多学者的努力,特别是刘继生等提出并总结了一系列城市体系的分形维数及测算方法<sup>[19]</sup>。分形模型在城市地理方面已经有了广泛的应用,如陈嵘对城镇等级规模分布的分形研究,刘继生等对城市体系空间结构与空间相互作用的分形研究<sup>[20]</sup>,岳文泽等对城镇体系结构的研究<sup>[21]</sup>,宋博等对土地覆被变化的研究<sup>[22]</sup>等。本研究使用分形模型中的分维数作为中心城市辐射力的量化指标。分维的定义有很多,这里使用比较常用的 Hausdorff 维数。

设  $X$  是  $n$  维空间的非空集合,  $\{U_j\}$  是  $X$  的  $d$ -覆盖,  $D$  是大于零的实数,定义:

$$K_d^D(X) = \inf \sum_{j=0}^{\infty} |U_j|^D \quad (1)$$

如果  $d$  小于两个完全可分离的集合  $E$  与  $F$  的距离,则:

$$K_d^D(E \cup F) = K_d^D(E) + K_d^D(F) \quad (2)$$

进一步将覆盖加细,即令  $d \rightarrow \infty$ , 则得到:

$$K^D(X) = \lim_{d \rightarrow \infty} K_d^D(X) = \sup \sum_{j=1}^{\infty} |U_j|^D \quad (3)$$

由以上等式可以得到:

$$K^D(E \cup F) = K^D(E) + K^D(F) \quad (4)$$

称  $K^D(X)$  为集合  $X$  的 Hausdorff  $D$  维测度,使得  $K^D(X) < \infty$  的  $D$  为 Hausdorff 维数,即分维数。

传统的分形模型评价一般分 3 步进行:首先,用梯形模糊隶属度函数对原始数据进行标准化;其次,对标准化后的数据,用其协方差矩阵的特征向量矩阵进行线性变换得到新的指标集;最后,用新指标集估计出分维数  $D$  作为综合评价指标,一般采用 OLS 方法进行估计。

本研究对模型的第一步进行改进,将周围城市与中心城市的对比和城市之间的空间距离这两个因素引入分形模型,具体的改进之处主要有两点。第一,参考陈正伟提出的总部经济辐射力的测算方法<sup>[23]</sup>,中心城市对某一城市的某指标的辐射力用受辐射城市与中心城市对应指标的比值来表示,称为外向度指数;外向度指数越大说明辐射力越强,同时还可以消除物价等因素的影响。第二,选取合适的权重将第一步中求出的中心城市周围的多个城市的外向度指数进行加权得到综合的中心城市对都市圈的辐射力二级指标;根据顾朝林等的研究,中国城市体系在省区尺度上的地区联系强度与城市间距离平方的倒数成正比<sup>[24]</sup>,此处将权重取为周围城市到中心城市空间距离的平方的倒数。

为叙述方便,约定不同中心城市  $i$  ( $i = 1, 2, 3$ , 分别代表北京、上海、广州) 的不同指标  $j$  记为  $Y_{ij}$ , 周围城市  $k$  的指标  $j$  记为  $Y_{kj}$ , 城市  $k$  与中心城市的距离记为  $d(i, k)$ 。对分形模型评价过程的两点改进分别由下式表示:

$$y_{kj} = Y_{kj}/Y_i \quad (5)$$

$$x_{ij} = [ \sum_k y_{kj}/d^2(i, k) ] / [ \sum_k 1/d^2(i, k) ] \quad (6)$$

由于所用指标均为正向指标,故首先采用半升梯形模糊隶属度函数进行量化,即:

$$q_{ij} = (x_{ij} - m_{ij}) / (M_{ij} - m_{ij}) \times 100 \quad (7)$$

其次,对数据进行线性变换以消除相关性,从而得到新的指标体系:  $Z_i = Aq_i^T$ , 这里  $A$  为  $q_i$  的协方差矩阵的特征向量矩阵。进一步对诸  $Z_{ij}$  做变换  $Z_{ij} + \Delta$ , 得到  $N$  维欧氏空间中的点集  $J(N)$ 。这里  $\Delta = \max\{|Z_{ij}| | Z_{ij} < 0\}$ 。计算出北京、上海、广州各自的分维数  $D$ , 即为中心城市辐射力综合评价指标。

关于都市圈的界定,杨勇等通过考察多个都市圈的经济势能,将京津冀都市圈和珠江三角洲都市圈的范围定为以中心城市为圆心、半径 200 km 的区域,将长江三角洲都市圈定为以上海为圆心、半径 300 km 的区域<sup>[25]</sup>。京津冀、长三角、珠三角三大都市圈范围的划分有广义和狭义之分,狭义上的划分为京津冀都市圈包括 8 个城市,长江三角洲都市圈包括 16 个城市,珠江三角洲都市圈包括 9 个城市<sup>[26]</sup>。综合多种因素,对京津冀都市圈选取北京、天津、廊坊、唐山、石家庄、秦皇岛、张家口、保定、承德、沧州 8 个代表性城市,对长江三角洲都市圈选取上海、苏州、无锡、南京、杭州、宁波、常州、南通、镇江、扬州、台州、嘉兴、湖州、泰州、绍兴、舟山 16 个代表性城市,对珠江三角洲都市圈选取广州、深圳、惠州、东莞、佛

山、江门、中山、珠海、肇庆 8 个代表性城市。

在评价指标的选取方面,通过考察中心城市对周围城市辐射作用的过程,选取了经济实力、经济结构、科技创新、人力资本 4 个具有代表性的一级指标对中心城市辐射力进行评价<sup>①</sup>。其中,经济实力包含了人均 GDP、人均财政收入、城镇职工平均工资、人均金融机构存款额等二级指标,经济结构包含了第三产业从业人员比重、第二产业产值增速、城市化水平等二级指标,科技创新包含了人均 R&D 投入、万人高校教师人数、高技术从业人员<sup>②</sup>比重等二级指标,人力资本包含了万人普通高校学生人数、万人工业企业就业人数、就业水平、万人中学生人数等二级指标。

选取以上指标作为中心城市辐射力的评价指标,主要综合了以下方面:其一,从辐射作用效果的角度对中心城市辐射力进行评价,经济水平、知识科技、人力资本最能体现辐射作用的效果,而且有直观的辐射通道可以进一步分析辐射路径,如通信、客运、货运等;其二,按照经典的经济增长模型,资本、人力和技术是最关键的要素;其三,考虑到现阶段我国的发展特征,经济结构起到了至关重要的作用;其四,辐射是区域相互作用的体现,其中人员流动、资金融通、技术溢出具有明显的辐射特征;其五,与绝对量相比,相对量可以消除一些无关因素的影响,更能反映一个地区的平均水平;分形模型体现的是指标体系的整体性,极少数不具代表性的二级指标的增加或减少不会对综合评价结果产生关键性影响。

### 1.2 辐射力的评价

根据以上处理最终得到的中心城市对都市圈的辐射力二级指标体系,用分形模型计算得到如下都市圈中心城市辐射力(表 1)及其随时间变化情况(图 1)。

表 1 中心城市辐射力  
Tab. 1 The radiation power of central cities

城市	1990 年	1995 年	2000 年	2005 年	2010 年	2013 年
北京	0.81	1.83	2.11	1.39	1.88	1.00
上海	0.94	1.36	2.30	1.41	1.82	1.11
广州	1.34	0.84	1.04	1.10	0.94	0.98

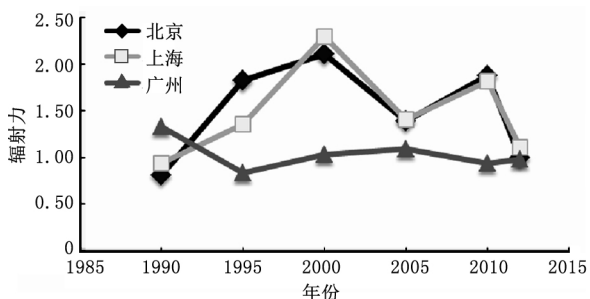


图 1 中心城市辐射力变化情况

Fig. 1 Changes of central cities' radiation power

根据北京、上海、广州对各自都市圈的辐射力评价情况,可以得到以下结论:北京的辐射力在 1990—2000 年稳步上升,并且在 2000 年达到 10 多年来的峰值,但是

除 2005—2010 年有过一段上升趋势之外,2000—2005 和 2010—2013 年这两个时间段均有明显下降;上海的辐射力与北京的辐射力几乎经历了相同的波动变化过程,并且在 2005 年之后二者的辐射力近乎相同;总体上看,北京对都市圈的辐射力与上海对都市圈的辐射力长久以来一直差别不大,但是,考虑到上海的辐射范围(半径 300 km)是北京辐射范围(半径 200 km)的 2 倍多,某种程度上可以认为在东部三大都市圈的中心城市辐射力比较中,上海发挥了更强的辐射作用。广州的辐射力除 1990 年较高之外,此后一直到 2013 年都明显地弱于上海和北京;不过,广州辐射力的波动较之上海、北京也小得多,并且 2013 年广州辐射力与上海、北京达到了差距最小,但此时上海辐射力仍强于北京,北京仍强于广州。

## 2 辐射力影响因素分析

灰色关联分析是灰色系统理论的分支,灰色关联系统理论由我国邓聚龙教授于 1982 年创立,是系统思想的一种深化和发展<sup>[27]</sup>。传统的数理统计方法在分析影响系统功能的因素时,对样本量和样本分布规律都有严格的要求,而灰色关联分析方法弥补了用数理统计方法进行系统分析的缺陷,具有诸多优点,如所需样本容量小、样本数据分布特征不局限于正态分布等典型的分布假设、计算方法简便、计算工作量相对较少。

辐射是都市圈中心城市对周围区域的影响,因此,辐射作用的效果不仅由中心城市的自身禀赋决定,而且与辐射的通道密切相关。结合上文评价辐射力的指标体系的 4 个方面,本研究进一步选取了 6 个在中心城市辐射过程中起到关键性作用的影响因素进行分析:货运总量、客运总量、金融服务、消费水平、信息传递、政策支持。其中,货运总量、客运总量有直接统计数据,金融服务能力用金融业从业人员比重表示,消费水平用年人均社会商品零售额表示,信息传递能力用万人互联网用户数量表示。关于政策支持这个变量的量化,参考社会学研究方法中的内容分析法<sup>[28]</sup>,并结合网络信息搜索的方法来确定;经过多次尝试,发现通过百度搜索引擎搜索“site: 中心城市政府官网网址 + 年份经济辐射影响”(如 1995 年北京市对都市圈辐射的政策支持力度可通过搜索内容“site: www.beijing.gov.cn + 1995 经济辐射影响”来确定)的方法得到的结果最能反映都市圈中心城市的政策支持力度,挑选合理的搜索结果并计数来作为政策支持这个变量的量化(表 2 和图 2)。

根据影响因素与中心城市辐射力的灰色关联系数,可以得到以下结论:北京、上海、广州的辐射力与自身的

① 使用的数据为 1990、1995、2000、2005、2010、2013 年这 6 个年份,数据主要来源于相关年份的《中国城市统计年鉴》。

② 这里高技术从业人员包括《中国城市统计年鉴》统计的“科学研究、技术服务和地质勘查业”“信息传输、计算机服务和软件业”这两部分从业人员。

表2 影响因素与辐射力的灰色关联系数  
Tab.2 Grey correlation coefficients  
of influencing factors and radiation power

城市	金融服务	货运总量	客运总量	政策支持	消费水平	信息传递
北京	0.805 2	0.719 6	0.557 2	0.481 0	0.524 0	0.519 5
上海	0.907 0	0.747 2	0.818 3	0.643 3	0.685 8	0.614 3
广州	0.851 8	0.795 1	0.713 3	0.592 2	0.520 9	0.648 0

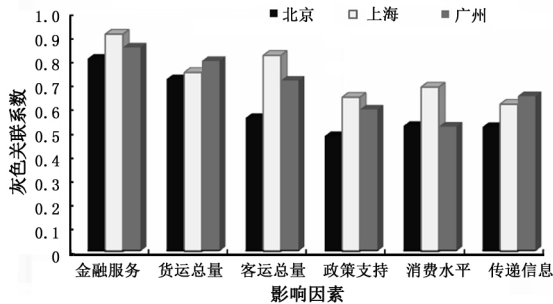


图2 影响因素与辐射力的灰色关联系数  
Fig.2 Grey correlation coefficients  
of influencing factors and radiation power

金融服务能力关联性最强,且关联系数均达到或超过了0.8。货运总量、客运总量在提升北京和广州的辐射力方面重要性均排在第二位、第三位,而上海辐射力则对客运总量的依赖程度强于货运总量。与辐射力的关联度排第四位的影响因素三者亦有差别,北京和上海是消费水平,而广州则是信息传递。值得注意的是,虽然北京是首都、上海是直辖市、广州仅是省会城市,三者的行政地位差别很大,但是政策支持力度这个变量在对三者辐射力的影响上与其他影响因素相比并无明显优势。

从图2中可以看出,在三大都市圈中对中心城市辐射力影响最大的3个因素依次是金融服务、货运能力和客运能力,而且它们与辐射力的关联系数都达到或超过了0.7。其中,影响程度差别较大的是金融服务和客运能力。金融服务能力一方面可以体现中心城市强大的融资能力对整个都市圈都产生了很强的正外部性,另一方面也是因为中心城市金融人才的集聚本身对整个都市圈金融业的发展起到推动作用。根据各城市相关数据计算,2013年广州市金融从业人员比重只有1.4%,上海是2.7%,北京已达到2.8%。这也在一定程度上解释了为什么北京和上海的辐射力相当,并且远大于广州的辐射力。北京集中了大型国有金融企业的总部,聚集了大量金融高管人才;而上海有上海证券交易所、中国金融期货交易所、上海期货交易所等大型金融机构,同时还聚集了众多外资银行;而广州则主要集中的是区域性的银行总部和小型金融企业。

辐射力是区域之间的作用,人力资本依托城市客运能力可以达到很强的流动性。比如高科技从业人员可以在不同城市进行技术传播和技术开发与推广,高校教师也可以通过在不同城市的高校学术交流和授课。这些不仅能使科技创新发挥扩散效应,而且通过人才的交

流使智力资源产生很强的辐射作用。但是,横向比较来看,影响人力资本在更大区域产生创新效率的客运总量、政策支持这两个因素与辐射力的灰色关联系数,都是上海强于广州,广州强于北京,这显然与3个城市的人力资本构成有关。R&D从业人员主要分布于高等学校、企业、事业单位和科研院所,而其中流动性最强的是高等学校和企业的科研人员。以2013年各城市的数据计算,高校和工业企业R&D人员总数在从业人员中所占比例中,北京最小,仅为1.3%,而上海和广州分别为1.5%和1.9%。这表明北京的大量科技人员集中在中科院系统和其他事业型的科研院所,其流动性和辐射作用弱于高校和企业。

### 3 结论与启示

#### 3.1 结论

本研究在同时考虑中心城市和受辐射城市特征的基础上,构建了三大都市圈的中心城市辐射力评价指标体系,并引入中心城市与受辐射城市的空间距离对分形模型加以改进。与传统的参数模型相比,分形模型具有假设更少、结论更客观的优点。因此,分形模型可以对中心城市的经济辐射力进行全面、客观的综合评价。结果发现:京津冀都市圈、长江三角洲都市圈、珠江三角洲都市圈在中国经济发展进程中起到了领头作用。上海对半径300 km的范围的辐射力与北京对半径200 km的范围的辐射力相当,而广州对半径200 km的范围的辐射力与北京、上海相比有明显的差距。北京作为首都,上海作为直辖市,广州仅为省会城市,3个中心城市行政地位差别很大,但各中心城市的政策支持力度对其辐射力的影响与其他影响因素相比并无明显优势。3个中心城市的辐射力均与其金融服务能力关联度最高,这说明金融业发展水平是辐射力最重要的影响因素。

#### 3.2 启示

北京和上海应在立足于已有优势的基础上进一步优化和发展金融业,特别是提升金融创新能力。广州应合理借鉴北京、上海的金融业发展模式,同时发挥自身优势,鼓励新常态下金融新业态的发展,如互联网金融等,以增强自身的金融服务能力,进一步提高对整个都市圈的辐射力,以实现区域优势互补,促进协同发展。此外,四通八达的交通网络和竞争协作的产业体系是中心城市辐射的根本保障。从北京、上海、广州的辐射力与各自的货运总量、客运总量以及消费水平等其他影响因素的关联度差别情况看,各中心城市应继续发挥自身的禀赋优势、区位优势,进一步完善交通网络、通信网络等辐射载体,比如有效利用港口、交通枢纽以及其他地域资源,建设更加高效便捷的城际轨道交通等。同时,应提升自主创新能力,优化自身产业结构,通过产业转移、合作联盟、资金融通等多种渠道和模式向周围城市辐射经济能量,促进都市圈整体的经济发展。

## 参考文献:

- [1] 聂华林,王成勇. 区域经济学通论[M]. 北京: 中国社会科学出版社 2006: 352 - 354.
- [2] Krugman P R. Making Sense of the Competitiveness Debate [J]. *Oxford Review of Economic Policy* 1996 12(3): 17 - 25.
- [3] Webster D, Muller L. Urban Competitiveness Assessment in Developing Country Urban Regions: The Road forward [R]. Washington, D. C.: Paper Prepared for Urban Group, INFUD, the World Bank 2000: 17 - 47.
- [4] 罗守贵,高汝熹,陈志洪. 城市竞争力的实质及其提升战略[J]. *开放导报* 2003(6): 5 - 7.
- [5] 邓宏兵. 区域经济学[M]. 北京: 科学出版社 2008: 155 - 166.
- [6] 何龙斌. 我国三大经济圈的核心城市经济辐射力比较研究[J]. *经济纵横* 2014(8): 50 - 54.
- [7] 李敏,杜志伟,李伟,等. 小城镇经济辐射区定量分析——以重庆大足县为例[J]. *地域研究与开发* 2003, 22(4): 54 - 58.
- [8] 蒋颖,华明浩. 长三角区域创新空间联系研究[J]. *中国科技论坛* 2014(10): 126 - 131.
- [9] 冯德显,贾晶,乔旭宁. 区域性中心城市辐射力及其评价——以郑州市为例[J]. *地理科学* 2006 26(3): 266 - 272.
- [10] 杜中明,唐继发. 北京和上海地区的经济辐射强度比较[J]. *生产力研究* 2012(1): 121 - 123.
- [11] 张虹鸥,叶玉瑶,罗晓云,等. 珠江三角洲城市群城市流强度研究[J]. *地域研究与开发* 2004 23(6): 53 - 56.
- [12] 刘崇献,柴南南. 北京市在京津冀都市圈的经济辐射能力研究[J]. *中国商贸* 2013(17): 131 - 133.
- [13] 余静文,王春超. 城市圈驱动区域经济增长的内在机制分析——以京津冀、长三角和珠三角城市圈为例[J]. *经济评论* 2011(1): 69 - 78.
- [14] 潘成嵩,李红. 都市圈经济辐射效应的协方差分析——以上海都市圈为例[J]. *经济研究导刊* 2010(2): 74 - 76.
- [15] 江璐璐,师谦友. 安徽省空间经济联系及省会经济辐射力分析[J]. *地域研究与开发* 2013 32(6): 39 - 43.
- [16] 孟可强,陆铭. 中国的三大都市圈: 辐射范围及差异[J]. *南方经济* 2011(2): 3 - 15.
- [17] 林晓,韩增林,郭建科,等. 环渤海地区中心城市金融竞争力评价及辐射研究[J]. *地域研究与开发* 2014, 33(6): 7 - 11.
- [18] 陈晓倩,张全景,谷婷,等. 山东半岛城市群主要城市辐射能力研究[J]. *地域研究与开发* 2012 31(6): 65 - 69.
- [19] 刘继生,陈彦光. 城市地理分形研究的回顾与前瞻[J]. *地理科学* 2000 20(2): 166 - 170.
- [20] 秦耀辰. 区域系统模型原理与应用[M]. 北京: 科学出版社 2004: 329 - 340.
- [21] 岳文泽,徐建华,颜耀文. 甘肃城镇体系结构及其分形模型研究[J]. *地域研究与开发* 2004 23(1): 16 - 20.
- [22] 宋博,马建华,秦艳培. 土地利用与土地覆被变化的分形分析——以郑汴间沙岗地为例[J]. *地域研究与开发* 2004 23(3): 106 - 108.
- [23] 陈正伟. 总部经济辐射力的统计测定方法[J]. *统计与决策* 2004(9): 45 - 45.
- [24] 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[J]. *地理研究* 2008 27(1): 1 - 12.
- [25] 杨勇,高汝熹,罗守贵. 都市圈中心城市及其经济势能[J]. *安徽农业科学* 2007 35(13): 4062 - 4063.
- [26] 张蕾,王桂新. 中国东部三大都市圈经济发展对比研究[J]. *城市发展研究* 2012 19(3): 1 - 6.
- [27] 聂华林,王成勇. 区域经济学通论[M]. 北京: 中国社会科学出版社 2006: 605 - 610.
- [28] 王霞,郭兵,苏林. 基于内容分析法的上海市科技政策演进分析[J]. *科技进步与对策* 2012 29(23): 104 - 107.

## Evaluating the Economic Radiation Power of the Central City in the Metropolitan Area Based on the Fractal Model and Its Influencing Factors Analysis: Cases Study of Beijing, Shanghai and Guangzhou

Luan Qiang, Luo Shougui, Guo Bing

(Antai College of Economics and Management, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China)

**Abstract:** Considering both central city and other cities being radiated to construct the measurement index system with the inverse square of distances between cities as the weighted index system to improve the fractal model, this paper analyzed the economic radiation power of the three central cities of the metropolitan area from China objectively and comprehensively. The study found that Shanghai's radiation power to a circle with radius of 300 km is almost the same to Beijing's radiation power to a circle with radius of 200 km, but Guangzhou's radiation power to a circle with radius of 200 km is relatively poor; The three central cities have different administrative status, but there is no obvious advantage of policy support comparing with other influencing factors; Financial industry development is the most important factor influencing the radiation power, and the radiation powers have obvious different dependence on cargo capacity and passenger capacity of the city.

**Key words:** metropolitan area; radiation power; the fractal model; grey correlation analysis