

# 近20年珠三角城市群城市空间相互作用时空演变

梅志雄<sup>1,2</sup>,徐颂军<sup>1</sup>,欧阳军<sup>1</sup>,史 策<sup>1</sup>

(1.华南师范大学地理科学学院,广东广州510631;2.中山大学地理科学与规划学院,广东广州510275)

**摘要:**利用改进的引力模型和潜力模型,结合GIS空间分析方法,从地级市和县域两个空间尺度分析了近20 a珠三角地区城市间相互作用的时空演变。结果表明:珠三角地级城市空间联系总体逐步加强,并充分体现出广州的中心城市地位;县域尺度上,空间联系强度较大的主要是各地市市区之间及广-佛都市区的县市间和各地市市区与其所辖县市之间,其它县市间联系强度则较小;珠三角核心区大部分县市之间联系总体呈逐渐增强趋势,核心区外的县市之间及其与核心区内的县市间联系强度有升有降,规律性不明显。广-佛都市区和深圳-东莞-惠州都市区的城市潜力较大且变动较大,对外辐射带动作用强,其它城市潜力相对较小且变化不明显;珠三角城市潜力的区域不平衡态势明显,城市潜力的空间分异和空间辐射的特征与演变规律明显。

**关键词:**空间相互作用;引力模型;潜力模型;珠三角城市群

**中图分类号:**F129.9      **文献标识码:**A      **文章编号:**1000-0690(2012)06-0694-08

城市群研究自1950年代在西方发达国家开始后就方兴未艾,一直是国内外研究的热点。对城市群空间联系的研究是城市群研究的一个重要分支,近60 a来,国外学术界采用了多种方法,从多个尺度和层次以及多个视角对城市群空间联系的特征、影响因素、表现形式和发展趋势进行了分析。国内对城市群的研究在20世纪90年代以后才开始涌现,主要表现为借鉴国外经验,结合国内现状探讨城市群的形成发展演化、空间结构、发展规划等方面,进行城市群空间联系的结构与组织研究不多,且多以区际尺度上的联系为主,对城市群内部较小尺度的区域联系研究较缺乏。Ginkel H V等认为区域经济联系表现为经济实体区域间相互作用和关系,正是这种相互作用将各个城镇联系在一起,使之形成体系。空间相互作用理论由美国地理学家E L Ullman<sup>[1]</sup>首次提出后,就引起学术界广泛重视,并得到不断发展。国内外学术界对空间相互作用的研究主要集中在模型建立和模型应用两方面。西方学者对空间相互作用进行了较深入研究,建立了众多模型,且对其模型在城市与区域经济、国际贸易、物流、旅游和交通运输

等众多领域中的应用也进行了大量研究<sup>[2]</sup>。较典型的有Manuel G R等<sup>[3]</sup>、Djankov S等<sup>[4]</sup>、Edward L G<sup>[5]</sup>、Hidenobu M<sup>[6]</sup>、Guo Q S<sup>[7]</sup>的研究。国内对空间相互作用模型的研究起步较晚且对模型本身研究较少,其中王铮等<sup>[8]</sup>、刘继生等<sup>[9]</sup>的研究较有代表性。但使用现有模型进行实际应用研究较多<sup>[10-15]</sup>,且大多是对经济、人口或旅游等单一要素的空间相互作用进行分析,考虑多项指标对区域综合相互作用的研究较少。朱道才等<sup>[15]</sup>虽然选用城市综合质量指标并运用引力模型对安徽省城市空间格局进行了研究,但也仅选择了4个指标反映城市质量来研究单一时点的城市空间相互作用格局。城市群空间联系的强弱直接影响城市群竞争力的强弱,进而决定着城市群的兴衰。研究城市群城市间空间联系及其时空演变,对于完善中国城市空间联系研究体系、整合城市群各城市发展以提高城市群的竞争力具有重要意义。

改革开放以来,特别是近20 a,珠三角地区经济发展十分迅速,城镇体系的各方面都经历了巨大变化,城市间相互作用不断增强。因此,研究珠三角城市间相互作用及其变化,有利于促进珠三角

**收稿日期:**2011-11-30; **修订日期:**2012-01-26

**基金项目:**国家自然科学基金项目(41001078)资助。

**作者简介:**梅志雄(1976-),男,湖北黄梅人,副教授,博士研究生,主要从事GIS应用、城市与区域发展等研究。E-mail: zhixiongmei76@126.com

市间的优势互补、优化区域体系空间结构和区域发展战略的确定。综观已有文献发现,研究珠三角城市群城市空间相互作用论题极少且主要是针对单一要素的研究<sup>[16,17]</sup>,对其城市综合相互作用研究几乎没有。为此,本文在借鉴相关研究的基础上,利用空间相互作用模型,结合GIS空间分析方法,从地级市和县域两个空间尺度,以5个时间断面代表20 a的时间尺度,对珠三角地区城市间相互作用时空特征及演变规律进行分析,为珠三角城镇体系规划、决策和区域未来发展政策制定等提供依据。

## 1 研究方法 with 数据

### 1.1 模型选择与修正

#### 1.1.1 引力模型及其改进

引力模型是根据距离衰减原理和牛顿万有引力公式构造出来的用于测算两区域间空间相互作用强度大小的模型,可表达为:

$$I_{ij}=P_i P_j / (D_{ij})^b \quad (1)$$

式中, $I_{ij}$ 为*i,j*城镇间的相互作用量; $D_{ij}$ 为*i,j*城镇间距离; $P_i, P_j$ 分别为*i,j*城镇的质量; $b$ 为距离摩擦系数。

许多研究常用人口或GDP等单一指标来衡量城镇质量 $P$ ,难免具有片面性。为避免使用单一指标偏差过大的问题,本文选取若干个相互独立又能反映城镇综合实力的指标,构造城镇综合质量指数来表示城镇质量<sup>[18]</sup>。 $b$ 的取值受交通运输线网、信息网络状况和区域交通方式组成和比例等因素制约,其值可在0.5~3间变化,理论应为1或2<sup>[18]</sup>。在参考相关研究<sup>[9,19]</sup>基础上,本文取 $b=2$ 。实际上城市间联系的疏密程度与交通条件有很大关系, $D_{ij}$ 显然不能以两点间地表直线距离为准,而应取其交通网络的最短路径距离。

其实,即使两对城市的城市质量和距离指标都相等,其联系也可能不同。互补性、相关性大的两城市间联系可能更加密切<sup>[19]</sup>。另外,两地间联系的密切程度与其可达性有关,可达性可在一定程度上反映两地间相互联系的便捷性。由于许多因素难以用数据表现,因此借鉴文献[20],采用城市间综合经济相关系数和可达性系数对引力模型进行如下修正:

$$I_{ij}=R_{ij} \times \alpha_i \times P_i P_j / (D_{ij})^b \quad (2)$$

式中, $R_{ij}$ 为*i,j*城镇间综合经济相关系数, $\alpha_i$ 为可达

性系数, $D_{ij}$ 为*i,j*城镇间公路网络的最短路径距离, $P_i, P_j$ 分别为*i,j*城镇的综合质量; $I_{ij}$ 和 $b$ 的含义同式(1)。

可达性系数的计算公式为:

$$\alpha_i = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i \right) / A_i \quad (3)$$

式中, $A_i$ 为*i*城的可达性值, $A_i=D_i/V_i$ , $D_i, V_i$ 分别为*i*城与某城市中心间的交通距离和道路平均行车速度。

#### 1.1.2 潜力模型及其改进

潜力模型以引力模型为基础,计算某个城镇与城镇体系内所有城镇(含自身)间相互作用力之和,即潜力值。其计算公式相应修正为:

$$I_i = \sum_{j=1}^n I_{ij} = \sum_{j=1}^n \left( R_{ij} \times \alpha_i \times P_i P_j / D_{ij}^b \right) + P_i P_i / D_{ii}^b \quad (4)$$

式中, $I_i$ 表示*i*城的潜力值, $n$ 为城镇数目, $D_{ii}$ 为某城镇与自身的距离,以与其等面积的圆的半径来代替<sup>[18]</sup>,其它符号的意义与式(2)相同。

潜力反映了某城镇与其所在的城镇体系内所有城镇相互作用可能性的强度,即城镇所具备的集聚能力,可作为反映城镇体系空间相互作用的代表性指标<sup>[18]</sup>。

### 1.2 研究区范围界定和数据

珠三角城市群有小珠三角与大珠三角之分,本研究取小珠三角即广东珠三角为研究区。为便于对比分析,本研究区范围选取小珠三角行政范围内的广州、深圳、珠海、佛山、江门、东莞、中山、肇庆、惠州等城市及其所辖所有县市,并包括珠三角经济区以外的龙门、广宁、德庆、封开、怀集县。

本文将从地级市和县域两个空间尺度进行测算。其中,县域尺度以县级行政区为基本,将各地市市区及所辖各县市作为独立研究单元,鉴于东莞和中山两市均由分散的镇区组成,把东莞和中山全市域分别作为一个单元。由于2000年后部分城市进行了行政区划调整,为便于研究,以2009年行政区划为准,根据实际情况,对部分区域进行归并、调整,最后形成了30个基本研究单元(为避免引力和潜力值计算出现异常,把靠近江门市区的新会、靠近佛山市区的南海、靠近肇庆市区的高要,分别并入相应的市区单元)。在综合质量评价指标体系的建立上,尽量遵循完备性、不同年份可比性和层次性原则,在借鉴相关研究<sup>[14,21]</sup>的基础上,结合数据的可获得性,建立了表1所示的指标体系,以较全面地反映城市综合实力的大小。指标数据来源于1991~2010年的《广东省统计年

表1 城市综合质量评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of the comprehensive power of cities

一级指标	二级指标	
	地级城市	县级城市
城市规模水平	城市非农业人口规模(A1)、城市建成区面积(A2)	城市非农业人口数(B1)、城市建成区面积(B2)
城市经济水平	GDP(A3)、人均GDP(A4)、工业总产值(A5)、地方财政收入(A6)、地方财政支出(A7)、城乡居民年末储蓄存款余额(A8)、全社会固定资产投资(A9)、城市职工年平均工资(A10)、社会消费品零售总额(A11)、第二产业产值(A12)、第三产业产值(A13)、第三产业产值占总产值比重(A14)、外商直接投资额(A15)、实际利用外资额(A16)、外贸出口总值(A17)	GDP(B3)、人均GDP(B4)、工业总产值(B5)、地方财政收入(B6)、地方财政支出(B7)、城乡居民年末储蓄存款余额(B8)、全社会固定资产投资(B9)、城市职工年平均工资(B10)、社会消费品零售总额(B11)、第二产业产值(B12)、第三产业产值(B13)、第三产业产值占总产值比重(B14)、实际利用外资额(B15)、外贸出口总值(B16)
社会发展水平	万人拥有高校在校学生人数(A18)、万人拥有医疗卫生机构床位数(A19)、人均拥有公共图书馆藏书数(A20)、邮电业务总量(A21)、人均邮电业务量(A22)、专业技术职称人数(A23)、R&D支出(A24)、第二产业从业人员比重(A25)、第三产业从业人员比重(A26)	万人拥有医疗卫生机构床位数(B17)、邮电业务总量(B18)、人均邮电业务量(B19)、专业技术职称人数(B20)、R&D支出(B21)
基础设施水平	城市客运总量(A27)、城市货运总量(A28)、万人拥有公共汽车数(A29)、人均城市公路面积(A30)	城市客运总量(B22)、城市货运总量(B23)、人均公路通车里程(B24)

鉴》、《中国城市统计年鉴》、《中国县(市)社会经济统计年鉴》及部分地方统计年鉴和统计公报,对于个别缺失数据通过插补得到。

城市间主要运输方式有公路、铁路、水运和航空运输4种,由于水运和航空运输在珠三角各城市间不完全存在,铁路主要承担长距离运输且在各城市间也不完全存在,而珠三角大量的运输是由公路承担,故以城市间公路距离作为本文选取距离的依据。收集到广东省地图出版社出版的1990年、1994年、2000年、2005年和2009年的《珠江三角洲交通旅游图》、《广东省交通旅游图》,对其进行配准和数字化,提取出各级公路信息,再进行拓扑处理,建立网络数据集。将珠三角各地市和所辖县市抽象为网络中的节点,利用ArcGIS网络分析功能获取各节点城市间的最短路径距离矩阵。由于求算可达性系数时需要设定各级公路行车速度,根据《中华人民共和国道路技术标准》(JT-GB01~2003)对不同类型公路行车速度规定,并结合珠三角道路实际,设定高速公路120 km/h,国道80 km/h,省道及以下道路60 km/h。

## 2 实证分析

### 2.1 珠三角城市间相互作用强度测算及分析

对原始指标数据进行无量纲标准化处理,通过SPSS软件的因子分析计算各城市的综合质量

得分。由于经因子分析得出的城市综合质量得分存在负值,不利于引力和潜力模型的计算,因此借鉴文献[21]的方法在<sup>[1,10]</sup>上对原始得分进行数据变换,得到全部为正值且原数据列数值大小次序特征不变的各城市综合质量得分。根据设定的各类公路行车速度和城市间最短路径距离矩阵,利用式(3)计算各年各城市可达性系数,以城市间历年第二、三产业产值相关系数的几何平均数作为城市间综合经济相关系数,再用式(2)计算出历年城市间的空间相互作用量。从结果分析可知:

地级市尺度上,广州与其它地市空间相互作用强度普遍较高且逐步强化,充分体现了广州的中心城市地位。其中,广州与佛山联系强度最大,从1990~2009年呈逐年上升趋势,表现出强烈的同城效应,始终表现为一个核心都市区。广州与其它城市相互作用中,东莞基本处于第二、深圳第三、江门和中三在第四、五位置波动,珠海和肇庆在第六、七位置波动,惠州历年均处最后位置。对于深圳市,东莞与其联系强度最高且历年保持第一,广州和惠州在第二、三位置波动,佛山和中三在第四、五位置波动,珠海和江门在第六、七位置波动,肇庆与深圳联系强度历年均最低。深圳和惠州基本维持另一个都市区。2000年之前,东莞与广佛都市区的联系较紧密,随着时间的推移,到2005年后,它与深圳、惠州的联系越来越紧密。其

它的除了珠海和中山、江门,佛山和江门、中山,东莞和中山之间的联系强度中等以外,其它城市之间联系强度都较低。整体来看,各地市间空间联系有逐步加强的趋势。

县域尺度上,空间相互作用强度相对较大的主要是各地市市区与其所辖县市之间,由于它们本身相距较近且交通距离较短,相互联系比较密切。但也有例外,如肇庆市的四会、广宁、德庆、封开、怀集之间,虽然它们地理位置较接近,但由于其自身发展水平还不够高,其相互作用强度历年都较低。各地市市区单元之间及广—佛都市区的花都、番禺、顺德、三水、高明之间,由于交通比较方便,综合发展水平较高,其相互作用强度也较高,联系较密切。其它县市之间联系强度则较小,处于较低层次。从各县市相互作用的时间演变来看,珠三角核心区内的部分县市间的相互作用强度除个别年份下降外,总体呈逐渐增加趋势,反映了珠三角核心区一体化发展趋势日渐明显。但珠三角核心区外的县市之间及其与核心区内的县市之间联系强度有升有降,规律性不明显,这从一个侧面反映了珠三角内部发展不均衡。总之,珠三角核心区内的县市都具有较大的优势,具有一体化发展的基础。现在关键是如何提高珠三角核心区内部县市和外部县市之间的发展联系,促进整个珠三角一体化发展是值得深思的科学问题。

## 2.2 珠三角城市潜力值测算及其时空演变分析

利用公式(4)计算得到各城市的潜力值(表2、表3)。

### 2.2.1 城市潜力的时间演变

根据表2,近20a珠三角地级城市潜力主要有如下变化:①除1990年外,广州、深圳和佛山基本

位于前三名,三者位次略有起伏变化。三市潜力始终远大于其他城市,对周边城市具有很强的辐射带动作用,且除个别年份外,总体呈逐步提高趋势;②城市潜力排名变化主要集中在第四到第六位的珠海、东莞和中山。其中珠海和东莞的变动最大,前者从1990年的第三位跌落到2000年的第6位,后又升至第5位。后者从1990年的第6位跃升到2000年的第4位,之后一直稳定在第四位。中山在第5、6位间呈螺旋变化;③江门、惠州、肇庆始终位于后3位,其潜力变化不大且数值偏小,集聚能力较弱。

从各县市1990~2009年潜力值变化专题图(图1)和表3可知,近20a珠三角县市潜力呈如下变化:①从排名看,广州市区的潜力历年均位居第一。第二层次单元为佛山市区、深圳市区、顺德、花都、番禺、惠州市区、珠海市区、东莞市,除惠州市区2000年、东莞市1990年和1994年位于第10名以后,这些单元都基本在第2位到第10位间波动。第三层次单元是中山市、江门市区、增城、斗门、博罗、惠东、惠阳、台山、开平、鹤山、三水、高明,除了个别县市个别年份排名在第20名后,其余的基本都在第11位到第20位波动。剩下的九个县市的潜力都较小,基本位于20名以后,属于第四层次;②从数值上看,第一层次的广州市区历年的潜力值都最大且远高于其它县市,对其它县市具有极大的影响力。但其潜力值从1994年开始逐步下降。第二层次县市的潜力相对也较大,相比第三、四类县市有较大优势,在区域内也有较大的集聚能力,但与广州市区差距较大。其中惠州市区和东莞市的潜力除个别年份有所降低外,总体上提高趋势明显且提高速度较快;珠海市区、佛山市

表2 地级城市1990~2009年潜力值

Table 2 The potential of prefecture-level cities from 1990 to 2009

城市	1990年		1994年		2000年		2005年		2009年	
	潜力值	排名								
广州	0.0589	2	0.2697	1	0.2847	1	0.1446	2	0.2286	1
深圳	0.0645	1	0.1035	3	0.1899	3	0.1927	1	0.2013	2
珠海	0.0289	3	0.0773	4	0.0462	6	0.0356	5	0.0513	5
惠州	0.0045	8	0.0073	8	0.0077	8	0.0064	8	0.0093	8
东莞	0.0132	6	0.0455	5	0.0792	4	0.0766	4	0.0965	4
中山	0.0151	5	0.0430	6	0.0481	5	0.0251	6	0.0338	6
江门	0.0103	7	0.0164	7	0.0328	7	0.0126	7	0.0154	7
佛山	0.0262	4	0.2133	2	0.2375	2	0.1122	3	0.1892	3
肇庆	0.0014	9	0.0021	9	0.0026	9	0.0026	9	0.0017	9

表3 县级城市1990~2009年潜力值

Table 3 The potential of each county from 1990 to 2009

城市	1990年		1994年		2000年		2005年		2009年	
	潜力值	排名								
广州市区	0.4138	1	0.6424	1	0.6276	1	0.5735	1	0.5374	1
花都	0.1422	4	0.1143	8	0.1064	7	0.0899	8	0.1152	5
从化	0.0132	23	0.0161	23	0.0161	20	0.0147	22	0.0201	18
番禺	0.1605	3	0.1729	3	0.1393	5	0.1734	3	0.1103	6
增城	0.0312	17	0.0397	18	0.0302	15	0.0362	15	0.0475	14
深圳市区	0.1098	5	0.1323	6	0.2113	3	0.1667	4	0.1455	3
珠海市区	0.0727	8	0.1317	7	0.0914	8	0.0701	9	0.0665	10
斗门	0.0211	20	0.0251	20	0.0298	16	-	-	-	-
惠州市区	0.0894	7	0.1677	4	0.0672	11	0.1080	6	0.1755	2
惠东	0.0285	18	0.0255	19	0.0141	23	0.0187	20	0.0184	19
惠阳	0.0239	19	0.0230	21	0.0216	17	0.0212	19	0.0181	20
博罗	0.0393	15	0.1100	9	0.0154	21	0.0447	13	0.1044	9
龙门	0.0043	29	0.0043	27	0.0030	29	0.0042	26	0.0046	26
东莞市	0.0355	16	0.0891	11	0.1076	6	0.0929	7	0.1065	7
中山市	0.0660	9	0.0919	10	0.0785	9	0.0677	10	0.0663	11
江门市区	0.0569	11	0.0647	13	0.0627	12	0.0578	11	0.0523	13
台山	0.0557	12	0.0447	16	0.0141	22	0.0268	18	0.0150	22
开平	0.0613	10	0.0499	15	0.0207	18	0.0325	17	0.0204	17
鹤山	0.0467	13	0.0578	14	0.0514	13	0.0397	14	0.0420	15
恩平	0.0067	25	0.0084	25	0.0087	25	0.0069	24	0.0069	24
佛山市区	0.1040	6	0.2631	2	0.2521	2	0.1753	2	0.1333	4
顺德	0.1863	2	0.1660	5	0.1638	4	0.1491	5	0.1055	8
三水	0.0420	14	0.0885	12	0.0707	10	0.0553	12	0.0538	12
高明	0.0161	22	0.0406	17	0.0373	14	0.0349	16	0.0344	16
肇庆市区	0.0102	24	0.0140	24	0.0128	24	0.0146	23	0.0097	23
四会	0.0163	21	0.0191	22	0.0166	19	0.0171	21	0.0178	21
广宁	0.0064	26	0.0047	26	0.0032	28	0.0048	25	0.0048	25
德庆	0.0053	27	0.0030	28	0.0039	26	0.0027	28	0.0041	27
封开	0.0044	28	0.0029	30	0.0032	27	0.0021	29	0.0035	28
怀集	0.0036	30	0.0029	29	0.0023	30	0.0031	27	0.0031	29

说明:斗门县2005~2009年缺乏原始数据,计算结果缺失。

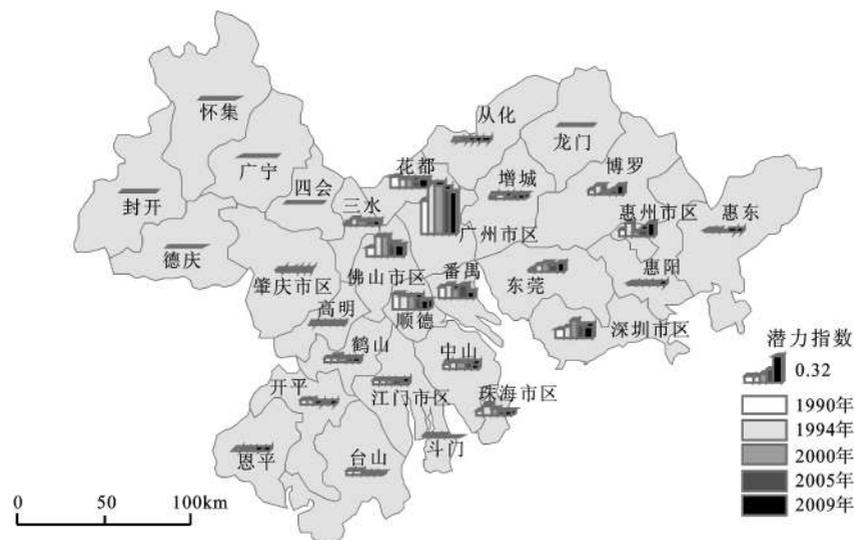


图1 1990~2009年各县市潜力空间分布

Fig.1 The distribution potential of different counties from 1990 to 2009

区的潜力除个别年份有所提高外,总体上呈逐步降低趋势;其余县市有升有降,规律性不明显。第三层次县市的潜力值较小,集聚能力较弱。其中惠阳呈逐步下降趋势,中山、江门市区除1994年外,台山、开平除2005年外也呈缓慢下降趋势,其余县市变化不大。第四层次县市的潜力值普遍偏小且在小范围内变化,保持低水平平稳状态。

### 2.2.2 城市潜力的空间演变

利用反距离权重法(Inverse Distance Weighted)对各县市潜力值进行空间化插值,得到珠三角5个时间断面的城市潜力空间分异图(图2)。

图2显示珠三角城市潜力呈现以下空间分异特征和演变规律:① 城市潜力历年都由最高峰区广州市区为中心向四周递减,呈圈层式结构。区域各城市的要素基本都流向首位城市广州,充分体现了广州作为珠三角中心城市的地位,由其为中心向外辐射效果明显。但逐渐衰减的同时在部分地区出现起伏,存在一定的空间变异性。西北部以及西部、西南部一直是低潜力县市的集中分布地;② 城市潜力空间变化幅度的区域差异明显,广—佛核心都市区往外衰减较快,而其它外围城市衰减相对较慢;③ 潜力强的城市对外辐射能力也强,珠三角县市空间辐射能力的伸缩呈现一定的规律性。广州市区的潜力一直最强,其空间辐射能力也最强,但其空间辐射能力在1994年明显伸张之后就不断收缩,最明显的是2000年收缩比较剧

烈。花都、番禺、佛山市区、顺德和珠海市区的辐射能力经历了1994年的明显伸张后也呈逐步淡化趋势。深圳的辐射能力2000年前一直在伸张,2000年后开始收缩。东莞市辐射能力伸张趋势明显。惠州市区、博罗也经历了1994年的明显伸张后,2000年急剧收缩然后又缓慢伸张,到2009年与深圳、东莞形成了另一个都市区。其它县市的辐射能力伸缩不明显,相对比较稳定。西北部和西南部的县市是周边县市潜力空间辐射的薄弱地带;④ 总体上,珠三角城市潜力的区域不平衡态势明显。最高峰广州市区的潜力1994年后虽有逐年降低的趋势,但在区域内仍占据绝对优势地位。原因是其综合实力远超其它县市,且地处珠三角的几何中心,是区域内高速公路网的中心枢纽,再加上广东省会的特殊身份,使其潜力和辐射能力远超其它县市。次高峰有两块地区:一是花都、番禺与佛山市区、顺德形成的广—佛核心都市区,该地区由于临近广州市区而与各市的联系密切,加上自身发展水平较高,因而潜力明显高于其它城市;二是由珠三角东南部的深圳逐步扩展到东莞和东北部的惠州市区、博罗县。深圳虽然自身的经济水平较高,外向型经济发达,但主要与香港等外向型经济产生联系,仅对周边一些县市有较大的影响力,对周围地区的辐射影响有限。东莞的崛起使之与周边城市的联系逐渐加大,有些方面的联系有超越深圳的趋势<sup>[7]</sup>。第三层次县市潜力较

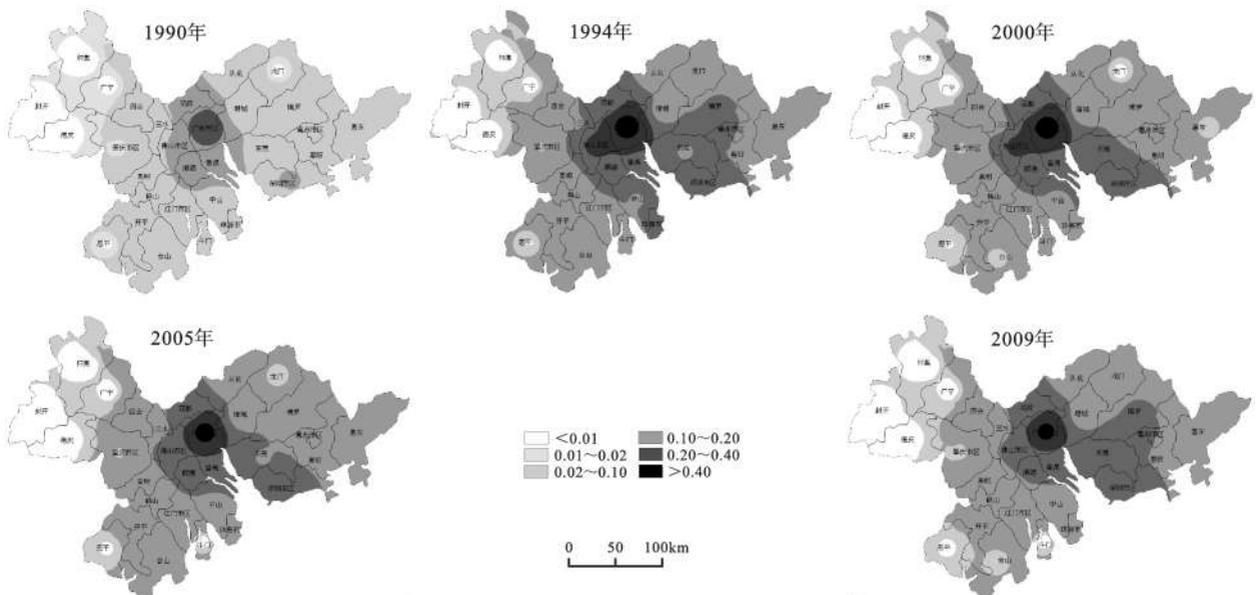


图2 珠三角城市群城市潜力空间插值效果

Fig.2 The spatial interpolation effect of the city potential in Zhujiang River Delta

弱,先从中南部和东北部地区扩展到中南部、西部、北部、东部、东北部地区的分散格局,后又收缩回中南部、西北和东部地区。第四层次县市潜力最弱且相对比较稳定,主要是西北部的广宁、德庆、封开、怀集和北部边缘的龙门以及西南部的恩平。总之,第二、三层次县市的潜力空间格局变化比较剧烈,第四层次县市综合实力不强,分布范围广,其潜力空间格局变化不明显。

### 3 结论与讨论

1) 珠三角地级城市空间联系总体逐步加强,并充分体现出广州的中心城市地位;县域尺度上,空间联系强度较大的主要是各地市市区之间及广—佛都市区的县市间和各地市市区与其所辖县市之间,其它县市间联系强度则较小;珠三角核心区内的绝大部分县市之间联系强度总体呈逐渐增加趋势,一体化发展趋势日渐明显,而核心区外的县市之间及其与核心区内的县市间联系强度有升有降,规律性不明显。

2) 广—佛都市区和深圳—东莞—惠州都市区的城市潜力较大且变动较大,对外辐射带动作用强,其它城市潜力相对较小且变化不明显;珠三角城市潜力的区域不平衡态势明显,城市潜力的空间分异和空间辐射的特征与演变规律明显。

3) 近 20 a 来珠三角地区整体得到了长足发展,但区域内发展并不均衡,特别是珠三角核心区内部和外部城市之间区域差异明显,许多珠三角边缘城市跟不上整体发展速度。核心区内部城市间引力和各城市潜力普遍较高且变化剧烈,核心区外部城市间引力和各城市潜力大多较小且变化不明显,保持低水平平稳状态。因此,未来发展要提升珠三角核心区外部及边缘地带社会经济发展水平,逐步缩小区域差异;要完善路网结构尤其是边缘区的交通网络布局,缩短空间交通距离,以增强城市间相互联系尤其是核心区内部和外部县市的发展联系,提高珠三角整体集聚水平和竞争力。

城市间相互作用影响因素众多,许多因素难以量化而没有进入本文模型;另外,模型变量和参数的确定以及城市综合质量指标体系还需进一步完善。这些有待更深入研究。

### 参考文献:

- [1] Ullman E. L. American Commodity Flow[M]. Seattle: University of Washington Press, 1957.
- [2] 秦 玉. 基于 GIS 的空间相互作用理论与模型研究[D]. 上海: 同济大学硕士学位论文, 2008.
- [3] Manuel G R, Farok V. Population, convenience and distance decay in a short-haul model of United States' air transportation [J]. Journal of Transport Geography, 1995, 3(3): 179~185.
- [4] Djankov S, Freund C. Trade flows in the former soviet union, 1987 to 1996[J]. Journal of Comparative Economics, 2002, 30(1): 76-90.
- [5] Edward L G. Learning in cities[J]. Journal of urban economics, 1999, (46): 254-277.
- [6] Hidenobu M. International urban systems and air passenger and cargo flows some calculations[J]. Journal of Air Transport Management, 2004, (10): 241-249.
- [7] Guo Q S. Reverse-fitting the gravity model to inter-city airline passenger flows by an algebraic simplification[J]. Journal of Transport Geography, 2004, (12): 219-234.
- [8] 王 铮, 丁金宏. 理论地理学概论[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [9] 刘继生, 陈彦光. 分形城市引力模型的一般形式和应用方法[J]. 地理科学, 2000, 20(6): 528~533.
- [10] 谭传凤, 李祥妹. 试论区域经济空间相互作用的微观机制[J]. 地理研究, 2001, 20(3): 315~321.
- [11] 戴学珍. 论京津空间相互作用[J]. 地理科学, 2002, 22(3): 257~262.
- [12] 宋小冬, 廖雄超. 基于 GIS 的空间相互作用模型在城镇发展研究中的应用[J]. 城市规划汇刊, 2003, (3): 46~51.
- [13] 薛 领, 杨开忠. 基于空间相互作用模型的商业布局——以北京市海淀区为例[J]. 地理研究, 2005, 24(2): 265~272.
- [14] 徐 辉, 彭 萍. 基于引力模型的江西省经济区划与协调发展研究[J]. 地理科学, 2008, 28(2): 169~172.
- [15] 朱道才, 陆 林, 晋秀龙, 等. 基于引力模型的安徽城市空间格局研究[J]. 地理科学, 2011, 31(5): 551~556.
- [16] 肖光明. 珠江三角洲九城市旅游空间相互作用分析[J]. 地理与地理信息科学, 2008, 24(5): 108~112.
- [17] 李红锦, 李胜会. 基于引力模型的城市群经济空间联系研究——珠三角城市群的实证研究[J]. 华南理工大学学报(社会科学版), 2011, 13(1): 19~24.
- [18] 许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [19] 刘承良, 余瑞林, 熊剑平, 等. 武汉都市圈经济联系的空间结构[J]. 地理研究, 2007, 26(1): 197~209.
- [20] 赵 艳. 汉长昌经济空间相互作用及整合发展研究[D]. 长沙: 湖南大学硕士学位论文, 2007.
- [21] 陈群元, 宋玉祥. 城市群空间范围的综合界定方法研究——以长株潭城市群为例[J]. 地理科学, 2010, 30(5): 660~666.

## The Spatio-temporal Evolvement of Spatial Interaction Among Cities of Zhujiang River Delta in Recent 20 Years

MEI Zhi-xiong<sup>1,2</sup>, XU Song-jun<sup>1</sup>, OUYANG Jun<sup>1</sup>, SHI Ce<sup>1</sup>

(1. School of Geography, South China Normal University, Guangzhou, Guangdong 510631, China;

2. School of Geography and Planning, Sun Yat-Sen University, Guangzhou, Guangdong 510275, China)

**Abstract:** From the spatial scale of prefecture-level city and county area, this article establishes an evaluation index system of the urban comprehensive power of Zhujiang River Delta (ZJRD) urban agglomeration to analyze the urban comprehensive power in 1990, 1994, 2000, 2005 and 2009, respectively. Moreover, the spatial interaction level among the ZJRD cities and the potential value of each city are calculated using the improved gravity model and potential model. By these results, some GIS spatial analysis methods such as space thematic map expression method and space interpolation method, etc. are used to analyze the spatio-temporal evolution of the urban space interaction of ZJRD urban agglomeration in recent 20 years. The basic conclusions are obtained as follows: 1) The spatial contact among the ZJRD prefecture-level cities has been gradually strengthened as a whole, and the centrality of Guangzhou in the region is reflected. 2) At county-level scale, the linkage between urban area and counties under the same prefecture-level city, the linkage among urban districts of prefecture-level cities and counties in the Guangzhou-Foshan metropolitan region are strong, while the spatial linkage among other counties and cities is weak. The spatial linkage among most counties at the core region of ZJRD has been gradually strengthened as a whole, however, the spatial linkage among counties out the core region and the spatial linkage between the counties at the inner core region of ZJRD urban agglomeration and counties out the core region go up and down frequently all the way and have no discernible regularity. 3) The city potential values of Guangzhou-Foshan metropolitan region and Shenzhen-Dongguan-Huizhou metropolitan region are all strong and fluctuate pronouncedly. And the diffusivity of these two regions is also stronger than the other. The potential values of other cities are relatively lower and show no obvious fluctuation. 4) There is significant imbalance of the city potential between districts. The features and evolution laws of spatial differentiation and spatial diffusivity of the city potential in ZJRD urban agglomeration are obvious and unrest under stability.

**Key words:** spatial interaction; gravity model; potential model; Zhujiang River Delta urban agglomeration