

区域城镇空间格局的识别方法及案例分析

高晓路, 季 珏, 樊 杰

(中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要:通过分析城镇之间的空间关系,探讨了区域城镇空间格局的定量化识别方法。该方法包含3个步骤:一是通过人口、产业或交通优势度的分析,识别具有较大发展潜力的城市、城镇或城镇集聚区(空间节点)。二是以空间节点之间的交通联系及其未来发展变化情况为依据,利用多维尺度分析方法展现城镇之间的空间关系(空间联系)。三是确定城镇空间影响范围,进而确定城镇空间体系的整体架构(空间圈域)。以广西西江流域7个地级市为例,运用该方法,分析了2000年以来广西西江黄金水道及区域性综合交通体系的建设对区域城镇体系产生的影响,对未来城镇空间格局的变化进行了预测。

关 键 词: 城镇体系; 空间结构; 交通优势度; 多维尺度分析; 可视化

中图分类号: K90 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2014)01-0001-09

“格局-结构-过程-机理”是地理学揭示空间分异和区域联系的主要研究范式^[1]。其中,格局和结构的识别对于把握区域发展的规律具有重要的作用。近年来,随着机动化和信息化的快速发展,城市和城镇之间劳动力、商品、技术、资金和信息等“流”的作用迅速加大,它们不仅改变着城市之间的空间距离,区域内各城市的关系也随之发生改变,交通和通讯基础设施网络建设成为重塑区域城镇空间体系的决定性因素。特别是交通基础设施作为各种流的有形空间载体,起着区域经济的纽带作用,直接影响着城市和城市群的空间演变方式和发展方向^[2]。

目前,关于交通基础设施体系对城镇空间格局演变的影响,学术界已经提出了许多具有影响力的理论。如边缘城市^[3]和卫星城市^[4]建立在中心城市与郊区的便捷交通联系之上;点-轴空间结构系统理论描述了交通运输所带动的区域经济要素集聚模式^[5];都市连绵区理论^[6]描述了人口、产业、物流、信息流等依托于交通干线不断融合和生长,带动整个地区经济系统迅速发展的过程。近年来,中国高速公路、高铁和城际轨道交通发展迅速,学术界对快速交通网络的建设对城镇空间格

局的影响给予了极大关注,通过实证研究揭示了交通基础设施对区域城镇化过程的影响机理^[7-8]。

然而,在理论和实证研究之外,如何直观地表达交通基础设施网络建设所带来的城市空间格局的变化却是一个很少探讨的问题。区域城镇空间格局是由点-线-面相互作用的系统,识别区域城镇空间格局应从其主要的因素及相互关系入手,包括各节点城市、交通网络、以及影响范围等。从技术上来说,这并非一个非常困难的问题,但由于缺乏一套完整的方法来识别城镇空间格局,目前城镇空间格局的确立大多仍是由城市规划专业人员基于对某地区实情的观察,主要根据经验定性地给出^[9]。这种方法不可避免地带有主观随意性。有时候,专家给出的方案难以客观全面地反映区域城镇的发展现状和未来基础设施变化带来的格局变化。在实践中,城市、城镇之间多对多的联系越是复杂,基于专家知识的定性判断越是不一定准确。当有很多不同的方案时,方案之间的比选也常常成为难题。

目前,城镇空间体系和结构的定量化分析方法多采用城市规模-等级的位序分析、城市发展的潜力分析^[10]、城市形态的分形分析^[11]、通过节点的

收稿日期: 2012-10-09; 修订日期: 2013-03-25

基金项目: 国家科技支撑计划(2012BAI32B07)、中国科学院重点部署项目(KZZD-EW-06)、国家自然科学基金(41171138)资助。

作者简介: 高晓路(1969-),女,内蒙古包头市,研究员,主要从事微观城市地理分析、城市环境评价、城市发展政策研究。E-mail: ga-oxl@igsnrr.ac.cn

规模和流的强度来识别城市群的中心城市^[2]、通过城市之间的交通距离或时间来判别它们的一体化程度,或者利用GIS空间分析技术,根据区域内城镇的人口、经济等指标,通过空间聚类分析,空间关联测度等指标判别城镇空间格局的集聚与离散性^[1],通过空间自相关指数等方法来识别相邻城市(城镇)的相互依赖性等^[12]。上述绝大部分方法的研究对象是“城市”本身,而不是它们之间的空间联系。定量分析的范畴往往局限于一个或几个特定城市,如果把所有城市(城镇)作为一个完整的系统,那么现有方法的作用就十分有限。它们虽然能够定性或半定量地识别出城市的定位和它们之间的相互关系,但是对城镇空间组织关系的归纳不够精确,也不够直观。

针对以上问题,本文尝试提出一套识别区域城镇空间格局,能够直观表达城市空间格局变化过程的方法和工具,并以广西西江经济带为例,分析和预测在西江黄金水道开发和陆上交通基础设施建设等机遇下,区域城镇空间格局的变化趋势,为城镇空间格局的规划提供依据。

1 区域城镇空间格局的定量识别方法

根据城市地理学的基础理论,宏观城镇空间格局的分析,关键是确定整个区域内各个城市和城镇的定位、规模、等级和空间结构。依据这个思路,本文提出了确定城镇空间体系格局的“空间节点-空间联系-空间圈域”3个步骤:首先,对系统中的主要城镇功能节点进行判识;其次,通过各个节点之间空间关系的多元尺度分析量化城镇的空间结构关系;最后,通过对各节点城市规模体量和空间影响范围的综合分析,确立区域城镇体系的整体格局。

1.1 城市节点识别

城市节点的识别主要是确定整个区域中比较重要和具有发展潜力的节点,如中心城市、中核城市、枢纽城市等。这可以通过城市(城镇)在人口、产业、交通基础设施等方面的优势度来确定。目前,学者们在衡量城市发展优势度和潜力的常用方法方面已经有广泛共识,归纳起来,常用的方法主要有:以城市的人口规模、经济生产总值、地方财政规模等规模指标来度量的城市规模法^[13,14];以城市的产业、文化、科技、金融环境、基础设施、国民素质、对外对内开放程度等发展潜力指标来度

量的城市潜力法;以及利用人口,经济,城镇发展水平等的中心性指数来表达城市在区域中的相对重要程度^[15-17]。值得说明的是,在城市体系的职能分工中,能够体现城市之间相对的优势程度,特别是针对某些特殊类型的城市来说,学者们利用优势度来体现城市某一维度在区域中的相对地位,具体表现如下:

$$R_i = \frac{U_i}{\bar{U}} \quad (1)$$

式中, R_i 是城市*i*在某一维度上的优势度, U_i 是城市*i*的某项指标, $\bar{U}$ 表示该地区城市某项指标的平均水平, R_i 大于1表示城市*i*在该维度上的发展水平高于整个地区的平均水平, R_i 越大,优势越明显^[14,15]。

1.2 城镇空间联系多维尺度分析

通过各个节点之间空间关系的多元尺度分析识别各个城市(城镇)节点之间的空间关系。计算2个地区之间的联系强度的区域经济学传统方法之一是空间相互作用模型,如利用重力模型和引力模型来计算不同人口和经济规模的城市(城镇)在一定的空间距离下的相互作用强度^[18]。也可以直接用人流、物流、信息流等信息来衡量地区之间的经济联系。常用指标包括客货运交通量、电信和邮政流量、现金流量、网络流量等,在此基础上开发了很多统计分析和网络分析等方法。但很少有方法能将城镇之间复杂的空间关系以准确、直观的方式表现出来。

本文尝试用多维尺度分析(MSA: Multi-scale analysis)的方法来解决这一问题。多维尺度分析是一种根据研究对象之间的数量化联系(通常以多个维度上的距离来表示),把它们转换为低维空间(通常是二维)上的点,并利用多点相互之间的几何距离来直观地反映研究对象之间的相似或相异程度的分析方法^[19,20]。用数学语言来说,已知*n*个研究对象,每一个都可以表示为欧氏空间中的一个点。已知研究对象两两之间的相异性(或相似性)测度,求这*n*个点在空间中的散布图,使图中任何点之间的欧氏距离都与已知的相异性测度尽可能地吻合。这个问题看似简单,其实并不容易。但近年来,通过各种算法的开发(如Kruskcal算法),统计学研究已经巧妙地解决了这个问题^[21]。

目前,多维尺度分析模块已集成在SPSS等很多统计软件中。MSA较多应用于市场研究、心理学研究等领域,主要用于分析人们在认知方面的

潜在规律性^[22, 23]。输入为研究对象(认知对象)之间的距离矩阵,如人们在不同事物的偏好方面的差异,输出结果把认知对象转换到空间感知图上,认知对象的各点之间的距离代表了它们的相似程度。在地理学领域,只有少量研究曾经用过这种方法^[24],总的来说,应用还十分有限。

MSA的特点是把复杂的空间和属性关系直观地表达在二维空间上,这种表现形式与地理学对于区域空间要素的表达方法十分相似,因此,用这种方法来分析城镇的空间关系具有独特的优势。在多维尺度分析中,核心是确定各个节点之间的关系矩阵,或称距离矩阵。这里的距离代表了城市(城镇)之间的差异性,既可以是时间距离、空间距离,也可以是属性距离^[25]。

在某些情况下,可能会用到时间或空间距离与属性距离的综合指标,即在考虑空间邻近性的同时,又考虑到属性的相似性来综合度量两者的相近性。由于物理意义的差别,它们的综合具有很大难度。常见的做法是分别对需要综合的指标进行标准的无量纲化处理,然后进行几何或算数加权平均,但是这些方法的合理性无法得到保证。最近,有学者提出内在空间距离(*intrinsic spatial distance*)的概念,即在由地理空间维度和属性维度构成的三维空间中,搜寻两点之间属性值变化最小的一条曲线,并将它的长度定义为两点之间的内在空间距离^[26]。这些新方法的开发,为把属性距离转换为空间距离创造了新的途径。

总之,构建了城市(城镇)之间的距离矩阵后,即可将之作为MSA的输入条件,通过多元尺度分析得到各个节点的二维散点分布图。散点图的 x 和 y 轴是对各个节点之间的空间联系进行降维处理后得到的综合维度,其单位与距离矩阵中用到的时间距离、空间距离或属性距离的单位一致。

1.3 城镇空间格局识别

明确城市(城镇)节点和它们的空间关系后,还需要进一步判别整个区域的城镇空间格局。为此,首先要确定每个节点的空间影响范围,然后可以依据空间影响范围的连接、交错、重叠等状况来识别城镇群、城市经济区、发展廊道、以及重要和一般发展节点,确定整个区域的城镇空间格局。

不少学者利用居民生活空间的范围来划分城市的腹地范围或影响范围^[27],也有人依据时间距离和成本来确定城市的影响范围^[28],空间经济学和时

间地理学等领域就城市间居民出行的目的和时间进行过大量研究。从交通出行活动来看,通勤、上学、商务活动、购物是普通城市居民最主要的出行目的,调查发现,大都市区和一般中小城市的居民在可以承受的时间距离门槛有显著差异,大城市居民能够承受的通勤时间较长,而中小城市居民承受的时间较短。但是已经有许多调查研究表明,就心理和生理承受度而言,单向1 h左右是通勤者普遍能够接受的极限尺度^[29]。因此,1 h的距离也就成为界定日常生活圈的主要依据。

近年来,为了解决由于城市空间范围不断扩张带来的“潮汐式交通”的压力,中国许多大城市都在打造高速、大容量、便捷的客运交通网络,其中很多城市提出“1小时公交”的目标,就是因为它将人们的空间距离感控制在一个能够接受的限度之内。同理,中心城和新城的通勤交通时间在1 h以内,能保证新城和主城的紧密联系,据此可以识别新城与主城是否属于同一城市通勤圈^[30]。可以认为,以主城为核心的“1小时交通圈”,是一个比较紧密的且一体化程度较高的生活圈。

需要注意的是,根据时间距离来界定城市的影响范围,并不是简单地以中心城市为中心点划1个固定半径的圆圈,而应该根据实际情况,考虑地理界限、生态屏障、土地利用等因素的影响,而且根据交通基础设施的建设情况确定合理的圈域范围。

近些年来,在人口和产业高度密集的地区,相邻城市(城镇)的功能联系和协作越来越紧密,形成了城市群或都市经济区(EMA: *extended metropolitan areas*),它们在更高层次的区域上构成了新的空间竞争单元^[31]。相关研究表明,如果城市之间的单程交通时间在2~2.5 h以内,就基本上可以实现当日往返,因此2~2.5 h可以作为商务活动的一个重要时间门槛。据此,可以将2~2.5 h作为识别城市群空间影响范围的时间距离,这与部分学者提出的城市群空间范围也比较符合^[32]。目前,中国三大都市圈,包括京津唐都市区,长三角都市经济区和珠三角都市经济区,都已经实现2~2.5 h可达,据此,本研究采用2.5 h这一上限,作为划分都市经济区的时间门槛。

这些研究成果为确定城市和城市群的空间影响范围提供了一定依据。据此,在上一步骤得到的城市(城镇)的散点分布图上,根据各个节点的空间影响圈域的复合情况,就可以大体确定整个

区域的城镇空间格局。下面,运用以上方法,结合广西西江经济带的案例进行具体分析。

2 西江经济带区域城镇空间格局实证研究

2.1 研究区简介

广西省西江经济带处于西江流域和北部湾沿海经济区、东盟合作区、珠江三角洲经济区相结合的黄金位置,包含西江流域(广西段)的7个地级市,南宁,来宾,贵港,百色,崇左,柳州和梧州,土地面积约为13.09万km²。据统计,截至2009年底,7个地级市的常住人口约为2 620万人,占广西省总人口约54.2%。根据中国国土开发的总体设想,广西西江经济带是未来南方地区开发轴带的重要组成部分。近年来,在建设中国-东盟自由贸易区、打造西江黄金水道和承接东部产业转移的机遇下,该区域依托资源优势和区位优势,物流、人流和资金流向沿江地区迅速集聚,产业集聚态势明显^[3]。为了适应这样的发展趋势,区域城镇空间格局的重构迫在眉睫,而区域交通基础设施的规划建设对西江经济带城镇空间格局的调整起到了重要的引领作用。

近30 a来西江经济带的交通基础设施发展,可大致分为3个时期。20世纪90年代以前,西江地区传统的航道运输在空间范围上十分有限,陆路交通发展较快,但铁路网密度较低,东部的梧州与其它城市没有铁路相连,道路网络也是以普通等级的公路为主;20世纪90年代至20世纪末期,铁路与高速公路迅速发展,陆路运输特别是高速公路占据主导地位;20世纪末期以来,国家加大了对西江航运的支持力度,西江水运迎来了良好的

发展机遇,广西壮族自治区提出了打造西江黄金水道的规划部署,同时将要建设柳州-来宾-南宁之间的城际铁路和南宁-广州之间的高铁,未来将形成高速公路、铁路、水运一体化的综合交通网络体系(表1)。

本文将1990年代以前,20世纪90年代至20世纪末和20世纪末期以来分别归纳为“铁路和普通公路时代”、“高速公路时代”和“综合交通体系时代”,作为3种情景,分别应用上文提出的区域城镇空间格局识别的三步法则,对区域城镇空间格局的演化进行对比分析,主要考虑7个地级城市在3种情景下的变化情况。由于西江经济带的空间尺度有限,本文忽略了航空网络对区域城镇空间格局的影响。

2.2 区域城镇交通区位优势度分析

随着西江黄金水道的开发和综合交通运输体系的建设,那些交通区位相对优越的城市随着人流、物流、信息流的快速流动必将迎来更好的发展机遇,人口和产业的集聚能力也会逐渐增强,更容易成为未来西江经济带的核心城市节点。

根据不同交通方式的运输能力和等级的历史、现状和规划,及不同历史时期各种交通方式的重要性,研究对各种交通方式的分担系数进行了假设,表2列出了20世纪90年代以前(情景1)、2000年代初期(情景2)和未来(情景3)的状况。其中,分担系数反映了不同交通方式在客货运交通量中所占的比例。情景1和情景2的分担系数参照了以往的交通流量统计数据,情景3则主要是基于对未来的判断和预估。可见,在情景2之下,广西段西江航道目前的等级为三级,水运的重要性相对较弱,且各个地级市之间的分配大体相当。

表1 2009年西江经济带道路交通里程(km)

Table 1 Mileages of transport routes in seven cities in Xijiang Economic Region (km)

地区	铁路	公路		内河航道	总计
		合计	高速公路		
南宁	263	10398.6	525.0	481.1	11142.7
梧州	153	5108.7	111.0	335.8	5597.5
柳州	380	7489.0	242.8	202.8	8071.8
来宾	257	5661.8	74.7	430	6348.8
贵港	115	5853.4	33.0	363	6331.4
百色	270	12912.6	178.8	318.8	13501.4
崇左	180	6156.8	160.1	549	6885.8
合计	1618	53580.9	1325.4	2680.5	57879.4

表2 不同情景下西江经济带7个地级市的交通优势度

Table 2 Transportation advantage of each city in West River Economic Belt in different scenarios

	城市	各种交通方式的分担系数				加权综合里程 (km)	交通优势 度	7市平均加权 综合里程(km)
		铁路	普通公路	高速公路	内河航道			
情景1	南宁	0.7	0.15	0	0.15	707.99	1.13	626.39
	梧州	0.7	0.15	0	0.15	249.02	0.40	
	柳州	0.7	0.15	0	0.15	693.87	1.11	
	来宾	-	-	-	-	-	-	
	贵港	-	-	-	-	-	-	
	百色	0.7	0.15	0	0.15	854.70	1.36	
	崇左	-	-	-	-	-	-	
情景2	南宁	0.40	0.10	0.40	0.10	1198.2	1.22	979.9
	梧州	0.40	0.10	0.40	0.10	881.5	0.90	
	柳州	0.40	0.10	0.40	0.10	997.2	1.02	
	来宾	0.40	0.10	0.40	0.10	954.6	0.97	
	贵港	0.40	0.10	0.40	0.10	1121.6	1.14	
	百色	0.40	0.10	0.40	0.10	869.1	0.89	
	崇左	0.40	0.10	0.40	0.10	837.2	0.85	
情景3	南宁	0.32	0.10	0.38	0.20	1214.8	1.19	1025.3
	梧州	0.30	0.10	0.35	0.25	983.2	0.96	
	柳州	0.32	0.10	0.38	0.20	1030.2	1.01	
	来宾	0.32	0.10	0.38	0.20	1029.8	1.00	
	贵港	0.32	0.10	0.38	0.20	1192.3	1.16	
	百色	0.35	0.10	0.40	0.15	871.6	0.85	
	崇左	0.35	0.10	0.40	0.15	855.6	0.83	

根据西江黄金水道开发建设规划,贵港-梧州将建成一级航道,南宁-贵港,来宾-贵港将建成二级航道,崇左-南宁,百色-南宁等将建成三级航道^[34],内河航运能力得到很大提升。因此,情景3下内河航运的分担系数由0.1提升到0.15~0.25之间,根据各地级市所在航道等级的不同,分别赋值为一级:0.25,二级:0.20,三级:0.15。然后,参照表1中各个地级市铁路,公路和航道里程的现状和规划数据对综合里程进行估算,表2的交通优势度等于各地级市的综合里程与平均综合里程的比值。值得说明的是,在地域面积悬殊较大的尺度之间,需要利用交通里程密度的比值来反映交通优势度,而在研究中,除百色市外,各市的地域面积比较均衡,而且关注的重点主要是各种交通方式运输能力的改变,因此简单利用综合里程之比来体现交通优势度的变化。

在20世纪90年代以前,该地区的铁路和内河

航道尚不发达,但由于普通公路的运力限制,使其分担系数较低,而铁路虽然尚不发达,但较强的运输能力,以及长距离运输的特点,使其在对外运输方面承担了主要的角色。此时百色市的交通优势度位于各地市首位,而梧州市的交通优势度远远低于平均水平,这是由于在其它交通方式普遍不完善的情况下,百色市的一般公路的里程数远远高于其它地市,据统计,1985年百色市的公路里程为4 415.39 km,而同期的梧州市仅为820 km。情景2中,21世纪初西江黄金水道未开发前,只有南宁,贵港,柳州的交通优势度超过了地区平均水平,而未来,虽然各城市仍以高速公路和铁路为主要的交通方式,但内河航道在城市之间的运输作用明显增强。来宾的交通优势度超过了地区平均水平,梧州的交通优势度也有明显提升,各城市的平均综合交通里程都将会有明显的提升。南宁,贵港,柳州和来宾的交通优势度将大于1,超过地

区平均水平。这一区域未来有可能成为西江经济带,乃至广西地区城镇发展的中心区域。

本研究同时计算了西江经济带各城市城镇人口的集聚优势度,对交通优势度的结论进行了补充验证。从图1中可见,2005年,南宁、柳州对于城镇人口的集聚优势较为明显。而在2008年,南宁市对于城镇人口的集聚能力明显下降,柳州市的集聚优势也缓慢下降,而其它各市对于城镇人口的集聚能力普遍上升,特别是百色市、贵港市、崇左市。此外,根据各市城市总体规划和自治区总体规划中对于城镇化率的预估,到2020年,各市城镇化率将普遍上升,特别是来宾市、贵港市的集聚优势明显上升,这使得该区域城镇人口的集聚优势将趋于均等化。

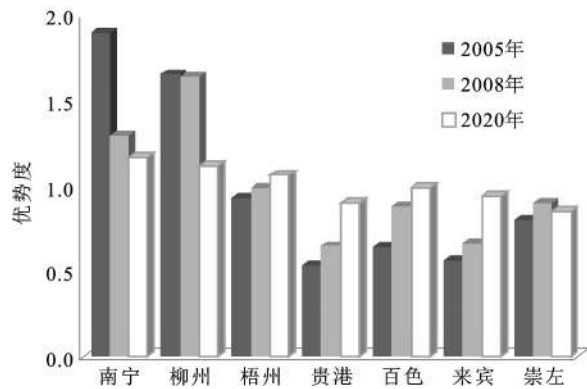


图1 各市城镇人口优势度的比较分析

Fig.1 Comparison of urban population dominance in various cities

这一结论基本与交通优势度的结论相一致,即未来南宁、柳州在区域中的优势度仍高于平均水平,而其它各市由于综合交通体系的建成,发展水平得以快速提升,特别是来宾、贵港由于其突出的交通优势地位,将吸引人口、经济快速向其集聚,这一区域将可能成为未来广西西江经济带发展的核心区域。

2.3 西江七市空间联系演化分析

以城市之间的时间成本作为城市之间的距离测度。考虑到不同交通方式的影响,按照交通速度将铁路、一般公路、航运等所需要的时间折算成高速公路所需时间,各种方式间取最小时间成本,不可达地区则设置为较大的数值,由此得到普通公路时代(情景1)、高速公路时代(情景2)和未来综合交通体系时代(情景3)的距离矩阵。

接着,以上述3种情景下城市之间的距离矩阵作为输入条件,用多维尺度分析的方法考察了7个地级城市之间的空间联系,得到二维空间散布图(图2)。为了便于说明,图中一并展示了3种情景下区域交通基础设施空间分布。可见城市之间交通条件的改变,使得它们的相互作用关系发生了很大变化。

由图2a所示,在铁路及普通公路时代,西江经济带各城市联系比较松散,特别是下游的梧州与其他城市之间由于没有铁路联系,通达性较差。由图2b所示,随着高速公路的建成,城市之间的时间成本较铁路与普通公路时代有明显降低,特别是通往梧州的高速公路修通,使西江经济带东部的梧州市与其他城市之间的可达性大大增强。图2c表明,随着西江黄金水道和综合交通体系的形成,西江中游的南宁、柳州、来宾和贵港的空间距离大大缩短,将形成一个联系非常紧密的城市群;梧州和贵港也将相向发展,空间影响范围逐渐接近,随着其间的一些中小城市的发育,它们之间将会形成一条新的城市发展廊道。

2.4 区域城镇空间格局的识别

根据各个城市不同时期交通基础设施的建设情况,以1 h和2.5 h的交通时间为标准,大体估算了城市的影响范围。在图2中,1 h的可达范围为生活圈、通勤圈,2.5 h的可达范围为经济圈、商务圈。各城市之间较强的空间联系方式为高速公路、铁路、水运交通,低等级公路等为比较弱的联系方式。当城市的影响范围互相独立时,它们只是空间上的独立节点,当城市的空间影响范围相互重叠时,它们在功能上的复合不可避免,形成城市群或城市廊道的空间形态。

在铁路及普通公路时代(情景1),柳州与来宾,南宁与崇左之间比较接近,基本上可以实现2.5 h可达,但柳州与南宁这2个主要的城市之间相互比较独立,各城市之间生活圈复合的可能性较小,尚未形成区域一体化的生活空间单元。

在高速公路时代(情景2),柳州,南宁,崇左三市的2.5小时经济圈已经开始重叠,在柳州-南宁-崇左之间建立了城市联系的高速公路通道。然而,在未来的综合交通体系时代(情景3),南宁和来宾之间将实现1小时生活圈的复合;南宁、柳州和来宾的复合趋势有所强化,柳州-南宁-崇左也会形成紧密的联系;同时,贵港与南宁、柳州的时

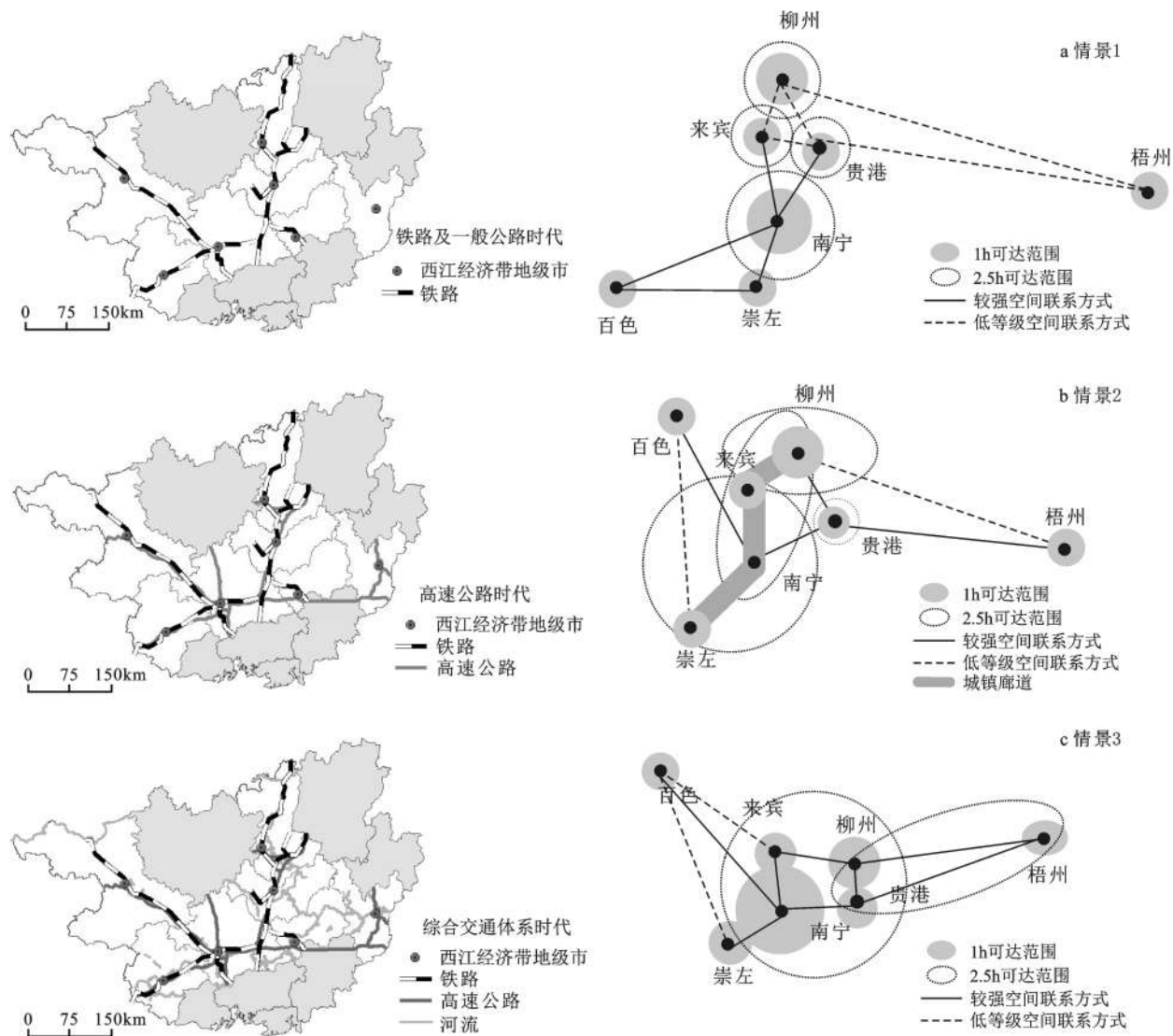


图2 各情景下各个城市的空间组织关系

Fig.2 Relationship of cities in the different transportation systems under 3 scenarios

空距离显著缩短,大体实现2.5 h内可达,为构建稳定的区域经济联系奠定了基础。因此,柳州,南宁,崇左,贵港将形成一个联系非常紧密的城市群,有望成为西江地区吸引人口和产业集聚的主要城镇化地区。

在情景3之下,经估算,梧州与贵港之间的交通成本将缩短为2.5~3 h左右,交通联系大大加强。梧州和贵港将沿西江走廊相向发展,空间影响范围逐渐接近,随着其间的一些中小城市的发育,它们之间将会形成一条新的城镇发展廊道。

由此可以判断,广西西江经济带未来将会形成不同于以往的新的城镇空间发展格局,即以南宁-(来宾)-柳州-贵港这个“三角型”为城镇集聚

区,以南宁至崇左方向,南宁至百色方向,以及贵港-梧州方向为3条发展轴线。以上结果为城镇空间结构方案的比选,以及人口、产业的调整和公共服务设施的配置提供了依据^[34]。

3 结 论

本文提出了一套定量识别区域城镇空间格局的分析方法。首先,通过规模、中心性、优势度等指标识别区域城镇空间格局中发展潜力较大的城市或城镇节点;其次,运用多维尺度分析的方法来解析城市或城镇节点之间的空间关系,以距离矩阵为基础,将城市之间多对多的关系以二维散点图的形式表达出来;最后,确定城市影响区域的空

间范围,进而识别整个区域的城镇空间格局。

广西省西江经济带的案例分析表明,在区域空间尺度上研究城镇空间格局时,三步定量法是一种比较客观和直观的方法,当城市或城镇数量多、相互之间关系复杂时,这种方法不仅能快速识别区域城镇体系的现状,也十分有助于对未来城镇空间的发展格局进行判读和预测。在区域城镇发展格局的演化过程中,交通基础设施是最主要的影响因素之一,同时城市之间的交通距离和时间成本数据的获取比较容易,据此来分析城镇空间格局十分便捷。未来,如果能够把人口、产业等因素也综合地考虑进来,将使分析结果更加全面、可信。目前,我们正在进行这种工具软件的开发。

在方法论方面,有2个方面仍需要进一步深化完善。一是关于距离矩阵的定义和测量方法。城市或城镇之间的距离不仅包含时间、空间距离,还有产业、社会、文化等各方面的属性差异,同时经济地理学对于“距离”的理解也并非“差异”就能涵括(如前文提到的同业竞争现象)。如何准确理解城市之间的距离,并把多元化的距离尺度综合起来,需要进一步研究。二是关于城市空间影响范围的界定方法。在西江经济带城镇空间格局的案例中,只是把每个城市都作为空间上的一个点,用1 h和2.5 h交通可达范围来简单地描述它们的空间影响范围。事实上,各个城镇的空间影响范围受到自身的人口和产业格局、建成区土地利用、自然地理条件、生态环境、历史文脉、交通基础设施走向及空间发展战略规划等诸多因素的影响,而且其中一些因素在对未来的预测中发挥着举足轻重的作用。因此,在实际工作中,为了确定城镇空间的格局,有必要基于这些现实因素的考虑进行更加细致的研究。

参考文献:

- [1] 马晓冬,朱传耿,马荣华,等.苏州地区城镇扩展的空间格局及其演化分析[J].地理学报,2008,63(4):405~416.
- [2] 李王鸣,柴舟跃,江佳遥.基于城市空间要素分析的浙中城市群结构特征研究[J].地理科学,2011,31(3):295~301.
- [3] 袁新国,王兴平.边缘城市对我国开发区再开发的借鉴——以宁波经济技术开发区为例[J].城市规划学刊,2010,(6):95~101.
- [4] 仇保兴.卫星城规划建设若干要点——以北京卫星城市规划为例[J].城市规划,2006,(3):9~12.
- [5] 陆大道.关于“点-轴”空间结构系统的形成机理分析[J].地理科学,2002,22(1):1~6.
- [6] 孙胤社.大都市区的形成机制及其定界——以北京为例[J].地理学报,1992,47(6):552~560.
- [7] 姚秀利.快速交通引导下的区域城镇空间组织[J].城市发展研究,2008,S1:43~49.
- [8] 杨维凤.京沪高速铁路对我国区域城镇空间结构的影响[J].河北经贸大学学报,2010,31(5):55~63.
- [9] 冷疏影,宋长青,吕克解,等.地理学学科15年发展回顾与展望[J].地球科学进展,2001,16(6):845~851.
- [10] 吕利军,王嘉学,袁 花.基于位序-规模法则的区域旅游系统规模等级结构的实证研究——以云南省为例[J].旅游研究,2010,2(1):7~12.
- [11] 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[J].地理研究,1999,18(2):171~172.
- [12] 董 青,刘海珍,刘加珍,等.基于空间相互作用的中国城市群体系空间结构研究[J].经济地理,2010,30(6):926~932.
- [13] 杨开忠,陈良文.中国区域城市体系演化实证研究[J].城市问题,2008,(3):6~12.
- [14] 刘海燕,张小雷.北疆铁路沿线城市现代物流发展格局研究[J].干旱区地理,2007,30(3):431~437.
- [15] 金凤君,王成金,李秀伟.中国区域交通优势的甄别方法及应用分析[J].地理学报,2008,63(8):787~798.
- [16] 张志斌,靳美娟.中国西部省会城市中心性分析[J].人文地理,2005,20(1):14~18.
- [17] 刘睿文,封志明,杨 艳,等.基于人口集聚度的中国人口集疏格局[J].地理科学进展,2010,29(10):1171~1177.
- [18] 卢思佳,张小雷,雷 军等.新疆城市经济区划分及影响范围[J].干旱区地理,2010,33(2):300~305.
- [19] 赵守盈.多维尺度分析技术的特点及几个基础问题[J].中国考试,2010,(4):13~19.
- [20] 韩 璐,谢俊奇.基于多维尺度分析的土地科学决策支持系统研究现状分析[J].中国土地科学,2009,23(7):37~42.
- [21] 甘资先,周方俊,肖 奕.多维尺度分析中的算法研究[J].清华大学学报(自然科学版),1991,31(6):20~27.
- [22] Machado J T, Duarte F B, Duarte G M. Analysis of stock market indices through multidimensional scaling [J]. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2011, 16 (12): 4610-4618.
- [23] Mayo C, Clark R A J, King S. Listeners' weighting of acoustic cues to synthetic speech naturalness: A multidimensional scaling analysis [J]. Speech Communication, 2011, 53(3): 311-326.
- [24] Satoru I. The evolution of the time-dimensional structure of bus-traffic network in Tyushin Region, Nagao Prefecture: 1962-1982[J]. Bulletin of the Faculty of Education, Kanazawa University: Social Science and the Humanities, 1986, 35(21): 23-27.
- [25] 唐志鹏,刘卫东,刘红光.投入产出分析框架下的产业结构协调发展测度[J].中国软科学,2010,(3):103~110.
- [26] Yee Leung, Ali Bennisr. Spatial data mining and knowledge discovery[C]. Cologne: The 32nd International Geographical Congress, August 26-30, 2012.
- [27] 森本章倫. National land planning of low carbon society: Based on view of urban planning [EB/OL]. WEB ニューズレター 新時代, 2009:68. <http://www.mlit.go.jp/kokudoikeikaku/iten/service/>

- newsletter/i_02_68_1.html.
- [28] 张莉, 陆玉麒, 赵元正. 基于时间可达性的城市吸引范围的划分[J]. 地理研究, 2009, **28**(3):803-816.
- [29] 马述林. 重庆一小时经济圈通勤交通的设想[J]. 综合运输, 2008, (4):29~33.
- [30] Kuroda T, Tabuchi T, Nakamura R. Urban and regional economics (New Version)[M]. Tokyo: Yuhikaku Press, 2008.
- [31] Fujida M, Krugman P, Venables A J. The spatial economy: cities, regions, and international trade[M]. United States of America: MIT Press, 2001.
- [32] 方创琳. 城市群空间范围识别标准的研究进展与基本判断[J]. 城市规划学刊, 2009, (4):1~6.
- [33] 梁育填, 樊杰, 孙威. 广东西江经济带产业园区发展水平综合评价[J]. 地理研究, 2011, **30**(2):324~334.
- [34] 樊杰. 西江经济带(广西段)可持续发展研究——功能、过程与格局[M]. 北京: 科学出版社, 2010.

An Analytical Tool for Identifying the Regional Structure of Urban System

GAO Xiao-lu, JI Jue, FAN Jie

(Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: Urban planners usually faced the problem of how to visualize the regional structure of urban with a quantitative method when the relationships among cities are complicated. Representing the regional structure of urban system with points (cities), lines (segmentation), and polygons (describing the influence area of cities), this article constitutes an analytical approach for identifying the spatial structure of cities in a region. A three-step procedure was proposed. First, cities with advantageous scales, good transportation conditions, and social and economic impacts in the region are chosen as critical nodes in the urban system, which are also considered to have potential for further development. Second, with a multi-scale analysis method, the spatial relation of the cities represented by such indices as traffic distance, time and cost, regional disparity, hours and the people, goods and capita are explored, whereby the cities are depicted as points on a Euclidean space, the distances of which reflecting the intensity of spatial interactions between cities. Accordingly, the concentration and departure of cities can be interpreted from the redefined locations. Third, the spheres of influence of the cities are examined, and the overall spatial pattern of the region, such as core, cluster and belt structures, connection and expanding directions, is clarified. The above method is applied to cities in the Xijiang Economic Region in Guangxi Province, China. The changes of urban structures over three periods are revealed, namely, when intra-city transportation mostly relied on low-hierarchy road and railway (before the 1990s), when express highways became the dominant (in the 2000s), and when a comprehensive transportation system consisting of highway, high-speed train and waterway transportation is put to use (under construction right now). It is found that, with the development of transportation system, connections among cities varied dramatically. For example, the city of Wuzhou was fairly isolated in the 1990s due to lack of railway connection with other cities, but in the 2000s, the distance was shortened by express highways and this trend will be further enhanced in the future. As a result, a triangle core and a belt structure will form in the region. The example demonstrated that the proposed approach is an effective tool for analyzing and predicting the development of regional spatial structures.

Key words: urban system; regional spatial structure; transportation advantageous scale; multi-scale analysis; visualization