

基于“点—轴系统”理论的城市群边界识别

高晓路¹, 许泽宁^{1,2}, 牛方曲¹

(1. 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;

2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘 要:合理界定城市群的边界是认识和研究城市群的必然要求,也是通过空间规划落实区域功能空间布局和发展指向的基础条件。然而,社会各界对城市群的概念尚未达成统一的认识,对城市群空间范围的理解更是莫衷一是。为此,本文从经济地理学的“点—轴系统”理论出发,对城市群的概念进行了梳理,并提出判别城市群边界的4个步骤:一是分析对象区域是否存在若干发育良好的中心城市;二是分析这个区域的城市体系是否健全,是否具有较好的资源和环境条件;三是分析城市之间是否具有较强的社会经济联系,使之具有一体化发展的社会经济基础;四是通过对城市群实际生长边界的判别,对“点—轴系统”的发育程度进行评估,从而对该区域是否已经形成城市群进行判断。较之以前的学术研究,强调城市群的发育程度也应该作为城市群判别的重要条件,同时,也通过POI数据的Densi-Graph分析提出了判别城市群发育程度的方法。基于此,对京津冀及全国主要地区城市群的形成和发育进行了分析。结果表明,长三角城市群和珠三角城市群发展较为成熟,京津冀城市群一体化程度较之偏低,长江中游城市群和成渝城市群则尚处于形成阶段。这些结论对于客观认识城市群以及制定城市群未来发展的目标和战略具有重要意义,可为多层次的空间规划和管理政策提供参考。

关 键 词:城市边界;“点—轴系统”理论;Densi-Graph;中心性;区域发展

1 引言

2014年,国务院批准的《国家新型城镇化规划(2014-2020)》提出,将城市群作为中国推动新型城镇化的主体形态,一时间关于城市群的讨论成为热点。例如,以《国家主体功能区规划》“三横两纵”城市化格局为依托,《国家新型城镇化规划(2014-2020)》提出由5个国家级城市群、9个区域性城市群和6个地区性城市群组成的“5+9+6”城市群空间结构;中国社科院《城市竞争力蓝皮书:中国城市竞争力报告No.4》提出15个城市群,并提出了城市群的评价标准和计算方法。

合理界定城市群的边界是认识和研究城市群的必然要求,也是通过空间规划落实区域功能空间布局和发展指向的基础条件。自Gottmann(1957)提

出大都市连绵区的概念以来,地理学界、规划界和空间经济学界对城市群的研究由来已久。然而,社会各界对城市群的概念尚未达成统一的认识,对城市群空间范围的理解更是莫衷一是,学术界和政府部门从各种角度出发提出了不同的观点。因此,理清城市群边界的内涵,科学识别城市群的边界,了解中国城市群的最新发展状况,已成为当下研究城市群发展最基本的课题,具有突出的紧迫性和重要的现实意义。

传统视角对于城市群的认识是有缺陷的。其原因主要有两个方面:一是城市群中的城市或城镇通常是被抽象成点,它们之间纷繁复杂的联系则被交通或通讯线路等简单地取代。因此,对城市、城镇体系和网络结构的讨论很少深入至面域的土地利用和空间规划层面。二是城市群过多地被作为

收稿日期:2015-02;修订日期:2015-03。

基金项目:国家自然科学基金项目(41171138);中国科学院重点部署项目(KZZD-EW-06-04)。

作者简介:高晓路(1969-),女,内蒙古包头人,研究员,博士生导师,主要从事城市和区域发展、人居环境和空间分析的研究,

E-mail: gaoxl@igsrr.ac.cn。

通讯作者:许泽宁(1990-),男,博士研究生,研究方向为城市和区域可持续发展,E-mail: xuzn.13b@igsrr.ac.cn。

引用格式:高晓路,许泽宁,牛方曲. 2015. 基于“点—轴系统”理论的城市群边界识别[J]. 地理科学进展, 34(3): 280-289. [Gao X L, Xu Z N, Niu F Q. 2015. Delineating the scope of urban agglomerations based upon the Pole-Axis theory[J]. Progress in Geography, 34(3): 280-289.]. DOI: 10.11820/dlkxjz.2015.03.003

一种区域政策的工具,成为地方政府获取上级政府的政策和资金支持,并间接吸引投资的手段,政治博弈的色彩过于浓重。在这样一种不理性的思想引导下,城市群的数量和空间范围都被严重夸大了。同时,在实际操作中城市群的战略规划大多重规划、轻落地,在空间范围的界定上行政干预多于科学判断。由于缺乏统一的标准和客观的依据,使得城市群规划缺乏稳定性、长期性和延续性,针对同一个区域的不同时期、不同类别的规划内容差别较大,难以实施。这些现象对学术研究产生了很大的负面影响。

现有文献对城市群空间范围的研究大致可分为以下两类:其一,基于指标体系的城市群范围研究。首先建立指标体系作为确定城市群范围的依据,然后以统计数据为基础,以地级或县级行政区划作为基本单元,对城市群边界进行划分。如日本1960年代制定了基于城市人口规模、通勤人口比例、货物运输比例的大都市圈界定标准(张伟,2003);中国学者周一星等(1995)、姚士谋等(2006)、倪鹏飞(2008)、方创琳(2009)等也提出了中国城市群的界定标准和相关指标体系。其二,基于模型和算法的城市群范围研究。如Fragkias等(2009)应用Hoshen-Kopelman算法对中国长三角地区城市群范围进行研究;董青等(2008)采用分形理论对中国城市群的空间分布进行定量分析;黄建毅等(2010)应用加权Voronoi图对黑龙江省城市经济影响范围进行研究。这两类研究方法各有优缺点,所以将它们的结果进行综合集成也成为一种趋势,如将指标体系与场模型和潜力模型相叠加(王丽等,2013),或将城市群遴选指标与交通通达性相结合得出城市群识别体系(Zhang et al, 2012)等。不过,以指标体系为遴选依据不可避免会带有主观性,而且多项指标也难以做到统一与调和。因此,仅仅基于城市中心性和城市经济联系(交通、信息)强度的分析模型将空间数据进行简化与抽象,难以表达真正的城市群空间边界。还有一些以土地利用或夜间灯光数据为基础的遥感数据解译等研究方法(Imhoff et al, 1997; Henderson et al, 2003),它们更多地强调城市的外在形态,缺乏对城市群内部空间联系的考虑。

虽然许多学者都进行了相关探索,但城市群边界的一些根本性问题依然没有得到很好的解决。城市群边界的讨论应回归根本,从概念的梳理入手,提出界定城市群空间范围的方法体系,其中,既要考虑各个城市的中心性地位,也需要综合考虑城市之间的交通、政区的空间邻接性、社会经济、文化

和产业的相似性与互补性等各种相关要素。鉴于此,本文试图从经济地理学视角梳理城市群的概念,提出判别城市群实际边界的方法体系,并以京津冀和全国主要地区为例,在保证客观性和可操作性的前提下对城市群的发展状况进行合理的评估。

关于城市群的边界,存在若干不同的概念,如规划区边界、增长边界、规划控制边界、城市群的实际生长边界等。从区域发展目标的设定和实际发展水平的评估视角出发,首先应关注城市群实际生长边界,其相当于对城市而言的建成区边界。空间范围的设定对于评估任何一个地区的发展状态和发展水平都有巨大的影响,城市群也不例外。基于实际生长边界对于城市群发育水平和发展质量进行评估,是城市群空间规划的起点,在此基础上,才能够合理确定城市群的规划空间范围,进行基础条件的评价和资源环境承载能力的测算,并进一步考虑空间规划时在多大范围内进行人口和城镇化的总体布局、城乡统筹、产业分工、基础设施建设、生态环境保护和整治。反之,脱离了实际生长边界的客观认识去谈中国要建设多少城市群,每个城市群要包含哪些城市是不恰当的。基于以上认识,本文以城市群实际生长边界作为讨论的核心问题。

2 城市群实际生长边界判别的理论基础与方法步骤

2.1 区域发展的“点—轴系统”理论

社会经济客体在空间中扩散的方式是渐进式扩散。在一定区域内,经济社会的客体不断集聚形成城市,并在城市的不断发展下产生联系。接着,在“点—轴”渐进式扩散的发展下,逐渐形成“点—轴系统”。这与城市群由不同规模等级的城市构成,且城市之间有密切联系的特点不谋而合。

根据“点—轴系统”理论,城市系统的发育经历以下4个阶段(陆大道,2002):一是“点—轴”形成前的原始阶段,表现为空间经济个体的无组织均衡分布。二是“点—轴”初始阶段。由于集聚效应和规模效应,中心点逐渐形成,并由交通、通讯干线、能源、水源通道等“基础设施束”构成轴线。社会经济“流”沿着“轴”向四周渐进式扩散,并在距中心点一定距离的地方形成新的集聚。三是“点—轴系统”的形成阶段。随着社会进一步发展,新的“点—轴系统”进一步发育,逐步形成“以点牵线、以线连点”的网络。四是成熟阶段。随着区域经济的进一步发展,成为“点—轴集聚区”。处于成熟阶段的“点

一轴系统”具备城市群形成的必要条件,因此城市群是“点—轴系统”发展到成熟阶段的产物。

2.2 城市群边界识别的步骤和方法

基于以上理论分析,我们认为城市群的判别应包含以下4个步骤:第一,分析对象区域是否存在若干发育良好的城市,它们是否为整个区域的中心城市;第二,分析该区域的城市体系是否健全,资源和环境条件是否可以未来发展提供支撑;第三,分析城市之间是否具有较强的社会经济联系,使之具有一体化发展的社会经济基础;第四,对“点—轴系统”的发育程度进行评估,从而对该区域是否已经形成城市群进行判断。

(1) 确定若干发育良好的中心城市

中心城市是城市群发展的核心,发挥着综合服务的功能,也是城市群中各种经济要素集聚的枢纽,与周围城市具有密切联系(谭成文等,2000)。中心城市扮演着吸引优势资源的核心角色,对提升城市群整体功能、协调城市群中各类城市有序发展具有重要作用。

城市群内部各个城市的地位可以用中心性(centrality)指标来衡量,它体现了一个城市为其以外的地方服务的相对重要性。中心性的概念对城市体系研究具有十分重要的意义,它是评价城市在城市体系中的地位、划分城市等级层次体系、描述城市体系空间交互作用网络结构、确定城市的直接吸引范围的根据,还可以据此对城市体系进行横向和纵向比较,并对城镇体系规划起到指导作用(周一星等,2001)。

空间经济学理论和实证研究表明,中心性是吸引人口和产业的重要因素。若没有严格的外部制约,中心性较高的城市,综合实力往往较强。在全球化发展程度较高的今天,这一点尤为明显。因此,在实践中,常通过综合实力来进行中心性的判别。

中心性指数的计算方法常用一个或多个反映城市中心性的单项指标经过综合运算得到。指标的选取应综合反映城市规模、经济实力以及居民的生活水平等因素,如克里斯塔勒用电话指数作为度量中心性的指标,提出区位熵的计算方法;Preston(1970)、Marshall(1989)分别运用零售业和服务业销售额、中心职能和职能单元个数来计算中心性(周一星等,2001);宁越敏等(1993)采用市区非农业人口、市区工业总产值、市区邮电业务总量计算城市中心性指数;周一星等(2001)以商业、服务业、交通运输和信息业、制造业的就业人口数据为基础来计算中国223个地级以上城市的中心性;俞勇军等

(2005)运用市区生产总值、非农业人口、社会消费品零售总额计算城市中心性。现有研究主要是采取赋权重的方法进行指标的综合,包括主观赋权法(专家评分、层次分析法等)和客观赋权法(熵值法、变异系数法、主成分分析法和复相关系数法等)。例如,采用熵值法确定权重时,首先依次计算出每项指标的熵值和偏差度,然后计算指标的权重。

(2) 评估城市体系的健全性和资源环境条件

城市体系是在一定地域范围内,各类不同性质、不同规模的城市依托交通网络组成的一个相互制约、相互依存的统一体(Bournel et al, 1978)。合理的城市体系结构有利于形成良好的城市分工,对于城市职能的相互补充,城市间的相互联系,以及地区间的网络化、有序化整合发展具有重要意义。健全的城市体系是区域发展到一定阶段的产物,也是城市群发展的必要条件。城市群内部完善的城市体系不仅可以起到连接地域、加强沟通的作用,也可以有效加强城市群内部城市个体的吸引集聚和辐射扩散的双重效应。另外,合理的城市体系也能够整合空间资源,实现城市群协调高效、分工密切、科学健康的发展。具体研究包括利用城市首位指数、位序—规模法则、城市基尼系数等分析方法的城镇体系空间均衡性分析(崔世林等,2009)等。

(3) 分析城市间社会经济联系

社会经济联系的强弱直接影响城市群的整体功能。紧密的相互联系有利于发挥中心城市的核心作用,以及城市群对区域的带动作用。城市流反映了社会经济联系的强弱,反映了城市联系中城市外向功能(集聚与辐射)所产生的影响量,具体体现在人流、物流、信息流、资金流在城市间的双向或多向流动。一般认为,城市群内中心城市与其他城市的单程交通不超过2小时是较为合理的(邓锋等,2005),因其可实现商务活动的单日往返,而且这样的中短途交通联系主要是利用公路和铁路。因此,国道、高速公路和高铁的连接度、流向、流量等在社会经济联系强度的判别中比航空更具意义。

交通流量是判定城市间社会经济联系的重要依据,如苗长虹等(2006)利用公路客运和铁路客运对河南省与省内、省外经济联系进行了定量研究。除了交通流量以外,信息流也是一个重要的测度,刘春亮等(2007)利用信息节点数据对城市辐射面积和辐射空间进行分析。此外,也有学者通过构建区

域经济联系指标对区域实际联系进行评价(李国平等, 2001)。

(4) 评估“点—轴系统”的发育程度

根据“点—轴系统”理论,城市体系发展到成熟阶段,才会产生“点—轴集聚区”。在发育完善的“点—轴集聚区”内部,城市活动和土地利用的空间一体化程度较高,因此,可以将完善的“点—轴系统”视为城市群发展成熟的必要条件。

许泽宁等(2014)提出了基于电子地图兴趣点(POI, Point of Interest)数据来识别城市建成区边界的Densi-Graph分析方法。POI是各个数据供应商为了提供电子地图服务,通过实地调查采集的具有地理标识的空间特征物,如地名、建筑、住宅小区、公园等,每一条数据都包含名称、类型和经纬度等信息,信息丰富而准确,时效性也比较强,如2010年百度全国电子地图POI数据共有1000多万条。POI的密度与经济活动有着密切联系,如城市建成区和产业集中区的POI相对密集,而农村地区则相对稀疏。许泽宁等(2014)提出的Densi-Graph是一种通过POI的密度分布来识别城市建成区与农村地区空间界线的方法。其基本思路是在核密度分布的等值线图,观察与密度值 d 相对应的核密度等值线所围成的面积 S_d 的变化,即Densi-Graph图。POI的核密度等值线的一般性空间分布特征是:在城市中心区,等值线之间的距离十分紧密;在城市外围,等值线的间距逐渐扩大;在城市与农村地区的分界处,等值线的间距显著变大。定义 $S_d^{1/2}$ 为 S_d 的理论半径,并对理论半径的增量求导。当一阶导数趋近于0时,说明核密度等值线的分布是均匀的,即城市空间均匀扩张,不存在与农村的边界;当一阶导数大于0时,说明核密度等值线逐渐向外发散。对一阶导数求导,可得到密度等值线的拐点,并通过全局拐点的判别,可找到区域空间结构发生变化的关键点,也即城市群空间边界的阈值。

在区域尺度上,POI与各种社会经济活动也具有良好的对应性,中心城市、城市密集区、产业区、交通廊道周边的POI密度显著高于其他地区,这种规律对于判别城市群的实际生长边界具有很大参考价值。运用Densi-Graph分析方法,首先对POI数据进行核密度分析,即将空间中任意一点周围的一定规则区域作为密度的计算空间,通过拟合该区域内观测数据的密度,分析观测对象的空间分布态势。其中,选定规则区域的宽度——带宽(bandwidth)对于结果会产生较大影响,需要根据点数据的实际空间分布合理地确定。为了探查经济活动

分布的规律,应合理选择带宽,避免社会经济活动的空间分异特征被过于强化或弱化。分析POI在城市内部的分布规律时,需要充分辨识不同地区的空间差异,所以带宽不宜过大;而在区域尺度上,由于存在许多城市节点,而且它们相对比较分散,所以带宽应该适当加大。根据百度地图的全国POI数据,经过反复比较和测算,我们发现带宽确定为1.5 km时,可在城市群尺度上得到比较稳定的核密度估计结果,这时核密度分析结果基本不会受城市内部POI数据局部差异的影响,可以对城市分布的空间特征进行有效的刻画。如图1某区域的实际案例所示,得到以若干POI高密度聚集区为中心的核密度等值线。当城市之间的联系比较密切、一体化程度较高时,POI的密度会明显高于其外围地区。因此,通过分析核密度等值线由密至疏的分布规律就可以确定哪些城市之间具有更加密切的联系。而在这—过程中,城市群实际生长边界识别的关键是找到与疏密变化最明显的那条核密度等值线相对应的阈值。

图2利用Densi-Graph对“点—轴系统”的不同发展阶段进行了分析。在“点—轴系统”初始阶段,中心城市开始形成,并以此为中心向四周均匀扩张,POI密度等值线从密度中心向外均匀变化(图2a),其Densi-Graph曲线表现为一条水平直线(图2b)。进入“点—轴系统”的形成阶段(图2c)和成熟阶段(图2e),“点—轴系统”网络逐渐发育,POI密度等值线进一步扩张并与周围城市融合。Densi-Graph曲线随着更多城市的融合出现波动,之后又趋于水平;在城市集聚区的边缘,Densi-Graph曲线迅速上升,形成明显的拐点(图2d,图2f)。可以看

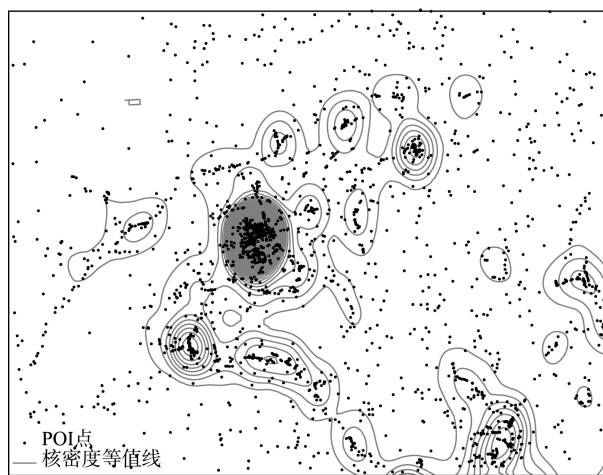


图1 POI核密度等值线的实例

Fig.1 An example of the POI density contour

出,受“点—轴系统”发育程度影响,POI密度等值线在城市集聚区内部和外部有着明显差异。根据Densi-Graph曲线的这一特点,并结合上述城市群判定的3个步骤,我们可以有效地识别城市群的实际生长边界。

3 京津冀区域城市群边界的识别

人们笼统地认为,京津冀城市群包含北京市、天津市和河北省。围绕这一区域,曾经提出许多概念,如京津唐都市圈、首都经济圈、京津冀都市经济区、环渤海经济圈等,绝大多数讨论集中于省域层面,最多是地级市的行政地域范围内。事实上,京津冀有2个直辖市,11个地级市,一共有206个县、市、区级行政单元,是一个十分广泛的行政地域范围。本文将京津冀地区作为研究区,以县、市、区为基本空间单元,将各个城市的中心城区合并之后,包含176个基本空间单元。

3.1 空间单元中心性和城市体系条件分析

我们选取一般财政收入、固定资产投资总额、社会消费品零售总额、GDP总量、第三产业比重和

常住人口六项指标来评价各个空间单元的中心性。利用熵值法,得到各个评价指标的权重(表1),其中权重最大的指标是一般财政收入(0.31),表明在研究区内176个单元中,一般财政收入的离散最大。

据此计算出京津冀地区各个空间单元的综合实力值,即中心性指数(图3)。由于数量较多,这里仅列出中心性指数大于2的空间单元(表2)。

表2的计算结果表明,北京市中心城区的综合实力最强,中心性指数达到99.62,其次为天津市滨海新区(39.45)和天津市中心城区(23.51)。北京市作为中国的首都无疑拥有这样的地位。天津市是中国北方的经济中心,滨海新区是中国北方国际航运中心和物流中心,被誉为“中国经济的第三增长极”,从中心性指数来看,它在京津冀地区的地位已经超越天津市的主城区。由于北京市中心城区和天津市滨海新区的中心性指数值远高于其他空间单元,所以本文选定它们作为京津冀地区的中心。

牛方曲等(2015)对京津冀地区的城市等级体系的分析结果表明,该区域具有较为完整的城市体系,其中北京和天津两大城市的发展较好,但河北省中小城市的发展相对滞后。从地域文化的连带性、生态环境系统的完整性、水资源的保护和利用等几个方面来看,京津冀地区的一体化发展都具有重要意义,具有发展为国家级城市群的基础条件。

3.2 城市之间社会经济联系强度分析

确定中心城市后,可通过计算与中心城市的经济社会联系度来评价城市体系的完整性以及各城市与中心城市的联系。参照大部分现有研究所选用的指标,本文采用交通可达性、公路客运量、铁路客运量和“百度搜索信息量”4个指标来计算城市间的经济社会联系强度。

交通可达性通过高速公路和高铁线路的长度及平均运行速度计算出来。它是指两城市间通勤的最小时间成本,其对应的路径称作最短路径。可达性越高,城市间的时间成本越小。通勤圈内城市与中心城市间存在多条路径,首先将各级道路图层进行叠加,并进行平面强化形成交通路网。交通路网内相邻两点间的路段的时间成本决定于该路段的长度和速度,速度由该路段的道路等级所决定。交通可达性的评价结果是一个 $2 \times M$ 阶矩阵,表征2个中心空间单元与其他每个空间单元之间交通联系的便捷度。公路客运量包括长途客运量和跨地区公交客运量。铁路客运量由城市间直达列车班数和跨地区地铁班次组成。随着互联网的普及,互联网信息量越来越大,并且涉及经济社会的方方面

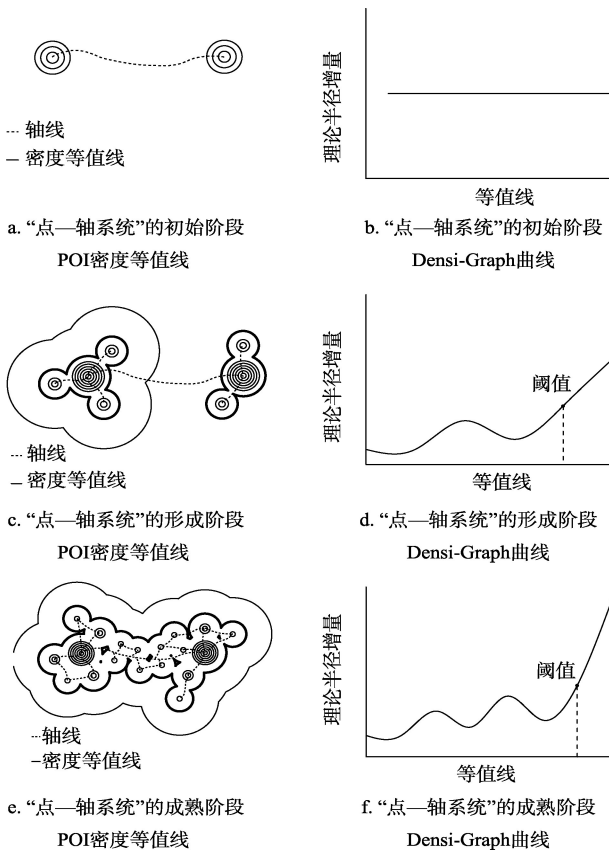


图2 POI核密度等值线的Densi-Graph分析

Fig.2 Densi-Graph analysis of the POI density contour

面。“百度搜索信息量”是通过百度搜索引擎对中心城市与通勤圈内城市联合搜索得出的信息数据量,是一个反映两城市间的联系强度的综合性指标。

交通可达性、公路客运量、铁路客运量和“百度搜索信息量”4个评价指标都体现了城市间联系强度的大小,但它们之间存在较强的相关性。如交通可达性与公路、铁路客运量具有显著的联系,百度搜索信息量则与其他3项指标都有较为显著的统计相关性。因此,通过主成分分析,确定不同指标的权重(表3),然后通过加权分析计算每一个城市与中心城市的经济社会联系强度。

为了便于把握空间结构,运用几何间隔分类法对所得结果进行分级,将北京市中心城区的两小时

通勤圈内的县、市、区划为3个等级,分级评价结果如图4中的红色系图层所示。图4中蓝色系图层代表了天津滨海新区的社会经济联系强度圈层中未被北京的联系圈层所覆盖的地区。

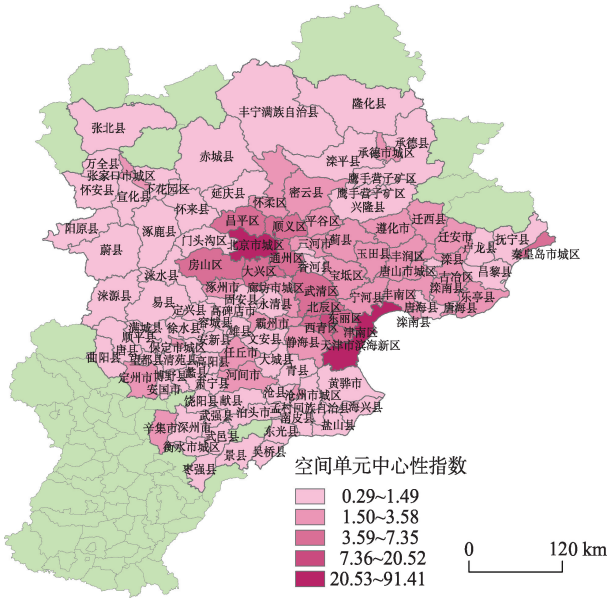


图3 京津冀区域各空间单元的中心性指数(牛方曲等, 2015)

Fig.3 Centricity score of the space units in the Beijing-Tianjin-Hebei Region

表1 空间单元中心性指数各评价指标权重
Tab.1 Weights of indicators for the evaluation of comprehensive strength of space units

指标	权重 w
一般财政收入/万元	0.31
社会消费品零售总额/万元	0.26
GDP 总量/万元	0.21
固定资产投资总额/万元	0.14
年底常住人口/万	0.07
第三产业比重	0.01

表2 京津冀地区各空间单元的中心性指数

Tab.2 Centricity score of space units in the Beijing-Tianjin-Hebei Region

空间单元	中心性指数	空间单元	中心性指数	空间单元	中心性指数
北京市中心城区	99.62	河北省武安市	3.73	河北省定州市	2.47
天津市滨海新区	39.45	天津市宝坻区	3.67	河北省邢台市城区	2.46
天津市中心城区	23.51	河北省唐山市城区	3.67	河北省鹿泉市	2.37
河北省石家庄市城区	13.76	天津市蓟县	3.51	北京市怀柔区	2.36
北京市顺义区	8.08	河北省遵化市	3.23	河北省唐山市乐亭县	2.33
北京市昌平区	6.36	河北省唐山市丰南区	3.20	河北省河间市	2.32
北京市通州区	5.91	天津市静海县	3.18	河北省唐山市滦县	2.31
北京市大兴区	5.90	河北省唐山市丰润区	3.16	河北省唐山市滦南县	2.28
天津市东丽区	5.68	河北省任丘市	3.12	河北省唐山市玉田县	2.27
天津市西青区	5.54	河北省张家口市城区	3.08	河北省承德市城区	2.27
北京市房山区	5.30	河北省藁城市	3.05	河北省邯郸市磁县	2.22
河北省秦皇岛市城区	5.29	河北省辛集市	2.74	河北省邯郸市涉县	2.18
天津市武清区	5.17	河北省廊坊市城区	2.72	河北省唐山市迁西县	2.12
天津市津南区	5.12	河北省沧州市城区	2.68	河北省石家庄市正定县	2.11
河北省迁安市	4.98	天津市宁河县	2.57	河北省黄骅市	2.07
天津市北辰区	4.83	河北省涿州市	2.54	河北省沧州市沧县	2.04
河北省保定市城区	4.31	河北省霸州市	2.52	北京市平谷区	2.03
河北省邯郸市城区	3.94	北京市密云县	2.51		
河北省三河市	3.90	河北省邯郸市永年县	2.47		

3.3 城市群发育水平评估

利用2010年的百度地图POI数据,绘制京津冀城市群Densi-Graph图(图5a)。在此基础上,对曲线的拐点进行了分析,确定了城市群生长边界的阈值。由此得到了京津冀城市群生长边界的空间范围(图5b)。图5b展示了京津冀城市群的发育状态,

表3 经济社会联系强度评价指标权重

Tab.3 Weights of indicators for the evaluation of the social economy connection strength of space units

经济社会联系强度评价指标	权重 w
铁路客运量	0.36
公路客运量	0.35
百度搜索信息量	0.27
交通可达性	0.02

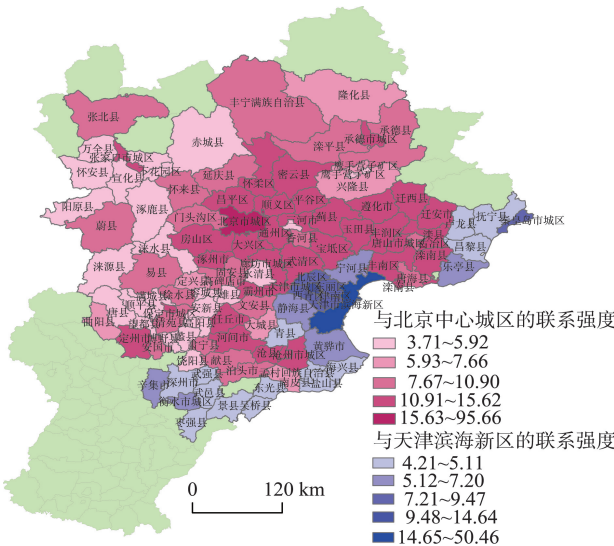
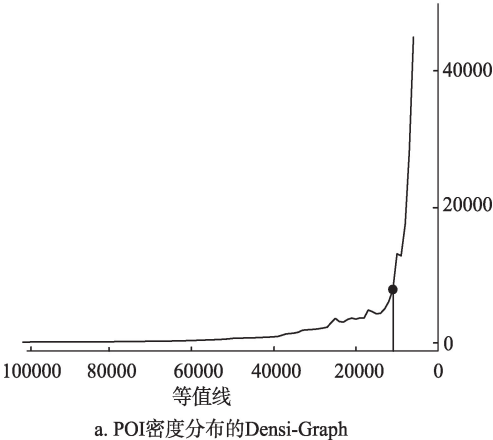


图4 京津冀地区中心城市的两小时通勤圈及联系强度
Fig.4 The 2-hour traffic circle of the Beijing-Tianjin-Hebei Region



可以看出,京津冀城市群的空间一体化范围只覆盖北京、天津以及河北的廊坊、唐山、保定和承德的部分区域,而河北省西南部承接的辐射有限,仍然呈孤立发展的状态,张家口、石家庄、秦皇岛、沧州等地级市尚未进入真正意义上的一体化发展范围。

这一结果体现了京津冀地区非均衡的过度极化态势。京津冀城市群各类功能在北京、天津等地过于集中,无法对周边地区形成有力的拉动;同时,石家庄、张家口、秦皇岛等地承担的城市群功能较弱,难以承接北京、天津地区的产业转移。未来,要想在期待的范围内推动落实京津冀城市群发展战略,一定要打破以邻为壑的封闭思维,重视地区各节点城市的发展,以实现更大地域范围内城市的均衡和协调发展。为此,应积极推动基础设施投入和路网建设,将中心城市功能向外疏散,实现对人口和产业的有效引导;另外,应通过产业结构升级和空间调整,更好地发挥次中心城市的辐射带动能力,加快区域内产业梯度推移。

4 中国主要城市群发育程度的比较

运用同样的方法,我们对中国其他几个地区的城市群也进行了分析,包括长三角城市群、珠三角城市群、长江中游城市群和成渝城市群。在《国家新型城镇化规划(2014-2020)》中,这4个城市群与京津冀城市群同属于国家级城市群。图6展示了4个城市群的实际生长范围。从城市群发育程度来看,长三角城市群和珠三角城市群发展较为成熟。其中,上海、南京、泰州、扬州、滁州、镇江、南通、马鞍山、芜湖、常州、无锡、苏州、湖州、嘉兴、杭州、绍兴、宁波、舟山等18个地级市已被纳入长三角城市群;

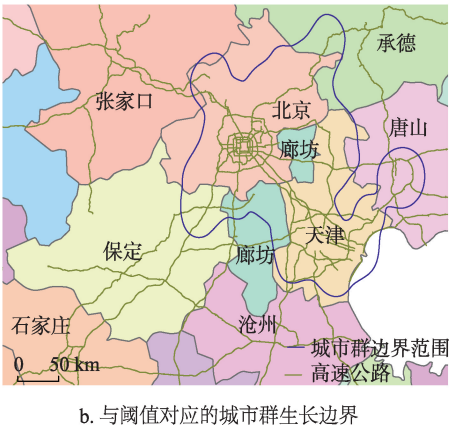


图5 京津冀城市群的边界范围的界定

Fig.5 The scope of urban agglomeration in the Beijing-Tianjin-Hebei Region

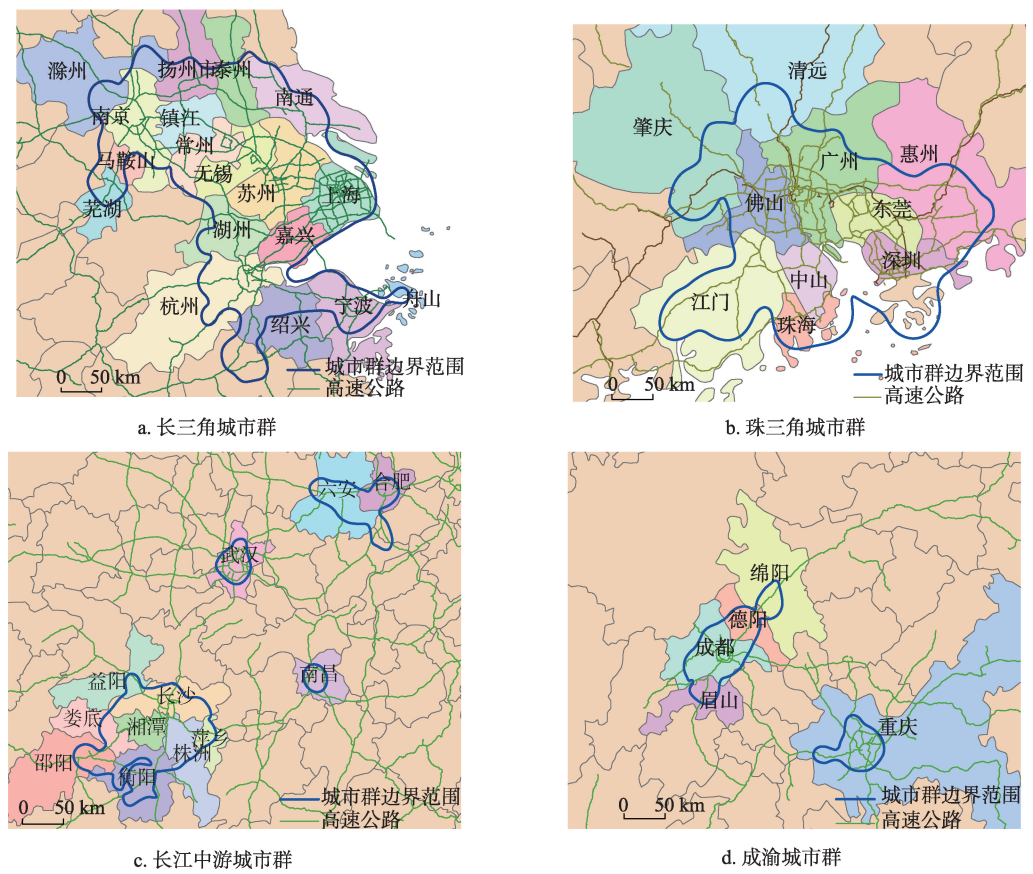


图6 中国各主要区域的城市群发育状况

Fig.6 Development evaluation of China's four national urban agglomerations

广州、深圳、东莞、佛山、中山、珠海、惠州、清远、肇庆、江门等10个地级市已被纳入珠三角城市群。对比图5b和图6可以看出,京津冀地区的一体化程度低,城市群的发育水平显著滞后于长三角和珠三角城市群。此外,长江中游城市群、成渝城市群也都处于形成阶段,成熟度较低,城市之间并没有连通,尚没有形成真正意义上的城市群。

我们可以预见,与上述5个城市群相比,其他地区的城市群发育程度更不成熟。虽然不能就此表明,中国未来十几年间要建设几十个城市群的说法缺乏合理性,但至少可以证明,现阶段提出的许多城市群,在空间界定上是不准确的。事实上,许多人把城市群与“经济区”的概念混淆了。

“城市群”是一个区域的城市发展到一定规模后自然形成的产物,不宜完全用行政指令等人为干预的方式强行界定,“圈地成群”是现实存在的误区。城市群战略意味着巨大的资源投入,在目前只有3~5个比较成熟的城市群基础上,中国是否应该进行20个乃至30多个城市群的开发与建设,它们是否都能在很短的时间内实现,有待进一步推敲。

因此,更应该以地理空间条件为基础,从国土空间发展的宏观格局入手,对城市群发展的基础条件进行客观准确的评估,才能科学地研究和制定城市群发展规划。

5 结语

在经济地理学视角下,城市群的基本概念已逐步得到认同:城市群是在特点地域范围内,自然和社会环境整体性强,人口和经济集聚规模大,城镇化和工业化水平高,基础设施体系和公共服务网络相对发达,具有较高区域一体化水平的城市群体。城市群是“点—轴城市系统”发展到高级阶段的产物。

无疑,城市群空间范围的判别应该准确体现这一概念的内涵。在以上研究中,我们提出了判别城市群边界的4个步骤:一是中心城市分析,二是城市体系和资源环境条件的分析;三是城市之间一体化发展的社会经济基础分析;四是对“点—轴”系统的发育程度进行评估。较之以往的学术研究,本文强调城市群的发育程度也应该作为城市群判别的

重要条件,这对于客观认识城市群以及制定城市群未来发展的空间战略具有十分重要的意义。

从方法论角度来说,科学界定城市群的生长边界对评估城市和城市群的发展水平具有重要的基础性作用。在本文中,传统方法的局限性通过POI数据的应用和Densi-Graph分析而获得了补充,有效提高了边界识别结果的客观性和明了性。研究成果可为多层次的空间规划和管理政策提供参考。

参考文献(References)

- 崔世林, 龙毅, 周侗, 等. 2009. 基于元分维模型的江苏城镇体系空间均衡特征分析[J]. 地理科学, 29(2): 188-194. [Cui S L, Long Y, Zhou D, et al. 2009. Spatial evenness characteristic based on meta fractal dimension model in Jiangsu Province[J]. Scientia Geographica Sinica, 29(2): 188-194.]
- 邓锋, 张小雷, 杜宏如, 等. 2005. 乌鲁木齐都市圈交通联系分析及“2小时交通圈”建设[J]. 干旱区资源与环境, 19(2): 40-45. [Deng F, Zhang X L, Du H R, et al. 2005. Analysis on transportation relationship in Urumqi megapolis and construction of "two hour circle of transportation"[J]. Journal of Arid Land Resource and Environment, 19(2): 40-45.]
- 董青, 李玉江, 刘海珍. 2008. 中国城市群划分与空间分布研究[J]. 城市发展研究, 15(6): 70-75. [Dong Q, Li Y J, Liu H Z. 2008. Research on the spatial distribution and division of urban agglomerations in China[J]. Urban Studies, 15(6): 70-75.]
- 方创琳. 2009. 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, 4: 1-6. [Fang C L. 2009. Research progress and general definition about identification standards of urban agglomeration space[J]. Urban Planning Forum, 4: 1-6.]
- 黄建毅, 张平宇, 刘毅. 2010. 1990年以来黑龙江省城市经济影响区范围变化研究[J]. 经济地理, 30(7): 1118-1123. [Huang J Y, Zhang P Y, Liu Y. 2010. The change of urban economic influence regions in Heilongjiang Province since 1990[J]. Economic Geography, 30(7): 1118-1123.]
- 李国平, 王立明, 杨开忠. 2001. 深圳与珠江三角洲区域经
- 济联系的测度及分析[J]. 经济地理, 21(1): 33-37. [Li G P, Wang L M, Yang K Z. 2001. The measurement and analysis of economic relationship between Shenzhen and Zhujiang Delta[J]. Economic Geography, 21(1): 33-37.]
- 刘春亮, 路紫. 2007. 我国省会城市信息节点辐射空间与地区差异[J]. 经济地理, 27(2): 201-204. [Liu C L, Lu Z. 2007. The provincial capital city information node radiation space research and space discrepancy in China[J]. Economic Geography, 27(2): 40-45.]
- 陆大道. 2002. 关于“点—轴”空间结构系统的形成机理分析[J]. 地理科学, 22(1): 1-6. [Lu D D. 2002. Formation and dynamics of the “Pole-Axis” spatial system[J]. Scientia Geographica Sinica, 22(1): 1-6.]
- 苗长虹, 王海江. 2006. 河南省城市的经济联系方向与强度: 兼论中原城市群的形成与对外联系[J]. 地理研究, 25(2): 222-232. [Miao C H, Wang H J. 2006. On the direction and intensity of urban economic contacts in Henan Province[J]. Geographical Research, 25(2): 40-45.]
- 倪鹏飞. 2008. 中国城市竞争力报告. 北京: 社会科学文献出版社, 28-29. [Ni P F. 2008. Annual report on urban competitiveness[M]. Beijing, China: Social Sciences Academic Press, 28-29.]
- 宁越敏, 严重敏. 1993. 我国中心城市的不平衡发展及空间扩散的研究[J]. 地理学报, 48(2): 97-104. [Ning Y M, Yan Z M. 1993. The uneven development and spatial diffusion of Chinese central cities[J]. Acta Geographica Sinica, 48(2): 97-104.]
- 牛方曲, 刘卫东, 宋涛, 等. 2015. 城市群多层次空间结构分析算法及其应用: 以京津冀城市群为例[J]. 地理研究, 34(5), 待刊. [Niu F Q, Liu W D, Song T, et al. 2015. Multi-level spatial structure analysis algorithm for urban agglomeration study in China[J]. Geographical Research, 34(5), in press.]
- 蒲英霞, 马荣华, 马晓冬, 等. 2009. 长江三角洲地区城市规模分布的时空演变特征[J]. 地理研究, 28(1): 161-172. [Pu Y X, Ma R H, Ma X D, et al. 2009. Spatio-temporal dynamics of city-size distribution in Yangtze River Delta [J]. Geographical Research, 28(1): 55-59.]
- 谭成文, 杨开忠, 谭遂. 2000. 中国首都圈的概念与划分[J]. 地理学与国土研究, 16(4): 1-7. [Tan C W, Yang K Z, Tan S. 2000. Concept and compartmentalization of China's capital circle[J]. Geography and Territorial Research, 16(4): 1-7.]
- 王丽, 邓羽, 牛文元. 2013. 城市群的界定与识别研究[J]. 地理学报, 68(8): 1059-1070. [Wang L, Deng Y, Niu W Y. 2013. The definition and identification of urban agglomerations[J]. Acta Geographica Sinica, 68(8): 1059-1070.]
- 王颖, 张婧, 李诚固, 等. 2011. 东北地区城市规模分布演变及其空间特征[J]. 经济地理, 31(1): 55-59. [Wang Y, Zhang J, Li C G, et al. 2011. Evolution and spatial characteristics of city scale distribution northeast China[J]. Economic Geography, 31(1): 55-59.]
- 许泽宁, 高晓路, 王志强, 等. 2014. 基于POI的城市边界识别技术和公共绿地建设水平评估[C]//中国地理学会2014年会论文集. 中国地理学会. [Xu Z N, Gao X L, Wang Z Q, et al. 2014. A novel method for identifying the border of urban built-up areas with POI data and estimating urban public green area[C]//Proceeding of 2014 GSC annual meeting. the Geographical Society of China.]
- 姚士谋, 陈振光, 朱英明, 等. 2006. 中国城市群[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社: 5-7. [Yao S M, Chen Z G, Zhu M Y, et al. 2006. The urban agglomeration of China[M]. Hefei, China: Press of University of Science and Technol-

- ogy of China: 5-7.]
- 俞勇军, 陆玉麒. 2005. 省会城市中心性研究[J]. 经济地理, 25(3): 352-357. [Yu Y J, Lu Y Q. 2005. Studies on centrality of provincial capitals[J]. *Economic Geography*, 25(3): 352-357.]
- 张伟. 2003. 都市圈的概念、特征及其规划探讨[J]. 城市规划, 27(6): 47-50. [Zhang W. 2003. The basic concept, characteristics and planing of metropolitan regions in Jiangsu[J]. *City Planning Review*, 27(6): 47-50.]
- 周一星, 史育龙. 1995. 建立中国城市的实体地域概念[J]. 地理学报, 50(4): 289-301. [Zhou Y X, Shi Y L. 1995. Toward establishing the concept of physical urban area in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 50(4): 289-301.]
- 周一星, 张莉, 武悦. 2001. 城市中心性与我国城市中心性的等级体系[J]. 地域研究与开发, 20(4): 1-5. [Zhou Y X, Zhang L, Wu Y. 2001. Study of China's urban centrality hierarchy[J]. *Areal Research and Development*, 20(4): 1-5.]
- Bournel L S, Simmons J W. 1978. *Systems of Cities*. New York: Oxford University Press.
- Fragkias M, Seto K C. 2009. Evolving rank-size distributions of intra-metropolitan urban clusters in South China[J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 33(3): 189-199.
- Gottmann J. 1957. Megalopolis or the urbanization of the northeastern seaboard[J]. *Economic Geography*, 33(7): 189-200.
- Henderson M, Yeh E T, Gong P, et al. 2003. Validation of urban boundaries derived from global night-time satellite imagery[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3): 595-609.
- Imhoff M L, Lawrence W T, Stutzer D C, et al. 1997. A technique for using composite DMSP/OLS "City Lights" satellite data to map urban areas[J]. *Remote Sensing of Environment*, 61(3): 361-370.
- Marshall J U. 1989. *The structure of urban systems*[M]. Toronto, Canada: University of Toronto Press.
- Openshaw S, Veneris Y. 2003. Numerical experiments with central place theory and spatial interaction modelling[J]. *Environment and Planning A*, 35(8): 1389-1403.
- Preston R E. 1970. Two centrality model[J]. *Yearbook of Association of Pacific Coast Geographers*, 32: 59-78.
- Zhang Q, Hu Y F, Liu J Y, et al. 2012. A quantitative assessment of the distribution and extent of urban clusters in China[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 1: 137-151.

Delineating the scope of urban agglomerations based upon the Pole-Axis theory

GAO Xiaolu¹, XU Zening^{1,2}, NIU Fangqu¹

(1. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Delineating the scope of urban agglomerations is a basic condition for understanding the evolution of cities and regions and for developing strategies and planning of urban agglomerations. At present, the scope of urban agglomerations in China are mainly decided based upon analyses of center cities and their connections with other cities by viewing them as separate points, but there is few consensus on how to define the spatial boundary of urban agglomerations other than using the jurisdiction border of the cities. In practice, there is a tendency to take urban agglomeration as a policy tool for raising the importance of certain areas and promoting regional development. As a result, the number and scope of urban agglomerations have been exaggerated. In order to solve these problems, in this article a methodology for delineating the scope of urban agglomerations is discussed from an economic geographic perspective based on the 'Pole-Axis Theory'. A four-step process was proposed: (1) to make judgment of the existence of central cities; (2) to examine the cities' rank system and the resources and environment base of the region to see if an urban agglomeration can be sustained; (3) to analyze the social and economic connections between central cities and other cities in the region; (4) to evaluate the development level of urban agglomerations with the scale of 'Pole-Axis Theory'. A case study is conducted in the Beijing-Tianjin-Hebei Region, and a comparison is made about the formation and development of the five main urban agglomerations in the Beijing-Tianjin-Hebei, Yangtze River Delta, Pearl River Delta, Middle Yangtze River, and Chengdu-Chongqing regions.

Key words: city boundary; Pole-Axis theory; Densi-Graph; centrality; regional development