

粤港澳大湾区智慧城市群空间范围识别研究

王卉彤¹ 邵宏伟² 曲泽宇² (1.中央财经大学 财经研究院,北京,100081; 2.中央财经大学 经济学院,北京,102206)

【摘要】以粤港澳大湾区作为研究对象,基于核心—边缘理论,采用 TOPSIS—熵权法、社会网络分析法和自然断点法,综合运用属性数据和流数据识别大湾区智慧城市群的空间范围。研究发现:(1)大湾区呈现出以广州、深圳、香港为核心智慧城市、以东莞、澳门、佛山、江门、珠海为边缘智慧城市的“3+5”智慧城市群空间分布格局。(2)核心智慧城市具有较强虹吸效应,在一定程度上导致了边缘智慧城市和其他城市发展缓慢。(3)边缘智慧城市与其他城市之间逐渐显示出“马太”分级趋势。基于此,为完善大湾区智慧城市群发展战略、推进大湾区智慧城市群建设提出对策建议。

【关键词】智慧城市群; 空间范围; 粤港澳大湾区

【中图分类号】F129.9

【文献标识码】A

0 引言

随着我国城市化进程的不断加快,传统城市群交通拥堵、环境污染等问题日益严重。在信息技术的推动下,智慧城市群作为传统城市群的高级阶段,成为城市群高质量发展的必然选择。在信息数据和交通基础设施不断完善的基础上,智慧城市之间的社会经济联系更加密切,形成了一个治理水平高效、信息化程度高的巨型系统。随着智慧城市之间区域联系的增强,城市的集聚效应和拥挤效应对经济、社会产生的影响愈发显著,影响了微观个体乃至社会整体的福利水平^[1]。智慧城市群的空间范围识别是理解智慧城市群形成发育、演化过程、未来发展的前提工作,也是优化城市分工、提高城市社会福利水平的关键环节,然而智慧城市群空间范围具有模糊性的特征^[2],我国尚未出台智慧城市群空间范围的划分标准,传统城市群空间范围的识别方法能否对智慧城市群进行有效的识别尚不明确。如何有效识别我国智慧城市群的空间范围呢?在智慧城市个体向智慧城市群体发展的过程中,智慧城市个体在其中所承担的角色和城市间的相互定位是怎样的?

智慧城市群在成为当代经济社会发展重点领域的同时,也引起了学术界的广泛关注。智慧城市群雏形源于 Graham 等对城市信息通信功能特殊性的研究^[3],在互联网、物联网、云计算等新兴信息通信技术的推动下,智慧城市的跨区发展能够提高城

市整体的智慧发展水平^[4-5]。陈伟清等人以广西北部湾智慧城市群为例,从智慧技术、智慧治理、智慧公民等维度构建评价指标体系,测算智慧城市群协同建设水平^[6]。此外,何琴等人分别基于 AHP 层次分析法和 TOPSIS—熵值法评价了长三角、环渤海和呼包鄂的智慧城市群建设水平,最终提出了智慧城市群的建设新思路^[7]。Markkula 等、Giffinge 等分别从智慧城市群的功能与发展战略的角度丰富了智慧城市群的理论研究^[8-9]。尽管目前关于智慧城市群的研究日益增多,但智慧城市群空间范围识别作为智慧城市群研究的一项基础性工作,研究仍然不够完善。同时,现有关于智慧城市群的研究主要聚焦于长三角、环渤海等区域,而对于开放程度和经济发展程度都较高的粤港澳大湾区的研究依然不够丰富,难以体现其区域的特殊性。粤港澳大湾区是国家重大战略发展区域,目前正在稳步推进智慧城市试点和智慧城市群的建设,如何有效识别大湾区智慧城市群的空间范围、明确内部智慧城市的角色和定位仍然面临很大挑战。

目前关于城市空间范围和空间联系的研究主要集中在传统城市群中,研究方法可以归结为两种:第一种是基于静态属性数据的指标识别方法和模型分析方法^[10]。第二种是基于流数据的分析方法^[11]。属性数据获取简单,但对城市间联系的测度水平较弱。流数据有助于识别空间联系和空间格局,但是可能会忽视城市自身的属性信息。Feng

Zhen 研究发现属性数据反映了城市群现阶段的发展水平,而流数据分析能够预测城市群未来的发展水平^[12]。张艺帅在此基础上,基于场所空间视角和流动空间视角,综合采用了“地域属性”数据和“网络联系”流数据对我国传统城市群的发展阶段和发展水平进行了识别^[13]。空间范围识别主要以基于属性的方法或基于流数据的方法为主,两者分别有各自优点且具有内在统一性,而在智慧城市群的空间范围识别中,这两种类型信息都是不可或缺的,因此联合两种方法对信息联系程度更高、网络联系更加复杂的智慧城市群进行空间范围识别的可行性亟待检验。

为此,本文以粤港澳大湾区作为研究对象,结合国内外文献,采用大湾区 2019 年的静态属性数据和动态流数据,运用 TOPSIS—熵权法、社会网络分析法和自然断点法等方法识别出粤港澳大湾区智慧城市群的空间范围,并通过分析湾区智慧城市群的空间格局和城市定位,为进一步推进大湾区智慧城市群建设提出对策建议。

1 研究数据与研究方法

1.1 研究范围

粤港澳大湾区由珠三角范围内的广州、深圳、珠海、佛山、东莞、惠州、中山、肇庆、江门 9 个城市和香港、澳门 2 个特别行政区共同组成。2019 年大湾区总面积约为 5.6 万 km²,总人口约为 7200 万人,经济总量为 11 万亿元,占我国经济总量的 11.5%。大湾区不仅是国家重大战略发展区域,也是世界湾区规模和综合实力中的第四大群体,其经济实力、开放程度与智慧程度均位于国内城市群的前列。2019 年,国务院出台《粤港澳大湾区发展规划纲要》提出要将粤港澳大湾区打造成世界级智慧城市群。

1.2 研究数据

本文采用的属性数据主要来源于《国际统计年鉴》《中国统计年鉴》《广东统计年鉴》《香港统计年鉴》等统计年鉴。流数据中主要来自百度指数、车次网、12306 网站、喷射飞航(turbojet.com.hk)和 wind 数据库。数据收集时间为 2019 年,对于个别缺失的数据,通过插值法估算求得。

1.3 研究方法

智慧城市群是智慧城市和城市群的有机结合,

为有效测度智慧城市群的空间范围,本文基于智慧城市研究中的智慧化水平评估和城市群研究中的“核心—边缘”理论,结合静态属性数据与动态流数据,将智慧城市群划分为核心智慧城市和边缘智慧城市两类。首先,基于反映城市自身特性的属性数据构建智慧城市评价体系,采用 TOPSIS—熵权法测算智慧城市评分,筛选出核心智慧城市。其次,基于反映智慧城市群信息、交通、经济联系的流数据,通过归一法构建综合流网络,运用综合流网络密度、综合流网络中心势对智慧城市评价进行补充,测度单个城市对智慧城市群全局评估指标的影响,并采用自然断点法对其进行分级。最后,确定智慧城市群的空间范围。技术路线图如图 1 所示。

1.3.1 核心智慧城市识别

智慧城市群的核心智慧城市决定了智慧城市群的发展进程和发展水平,其自身应具有较强的发展实力。本文从智慧化水平和社会经济发展水平两个层面构建智慧城市评价体系^[14]。具体评价指标体系如表 1 所示。

由于各项指标单位不统一难以直接进行比较,因此本文采用 TOPSIS—熵权法对各项指标进行赋权,测算各个城市的综合得分,并参照涂建军等城市实力等级的划分方法^[15],采用自然断点法将智慧城市从高到低分为 A、B、C 三个等级,处于 A 等级的城市为核心智慧城市,B、C 等级的城市需要通过构建综合流网络进行进一步识别。

1.3.2 边缘智慧城市识别

通过测度城市个体对智慧城市群全局的影响,进而判断城市能否纳入到边缘智慧城市范畴中。具体操作如下:首先,采用信息流、交通流、和经济流构建智慧城市综合流网络;然后采用社会网络分析法,逐步向网络中添加城市,并测度全局网络中心势、网络密度以及智慧城市群平均分^①的变化,进而评估城市个体对整体产生的影响,最终判断该城市是否为边缘智慧城市。

(1) 智慧城市综合流网络构建

智慧城市群是依托现代信息网络和交通技术所形成的巨型系统,城市间经济联系十分紧密。为此,本文根据智慧城市间信息流、交通流、经济流数据,参考王少剑等^[16]对流数据的处理方法,将三种流联系矩阵数据组成综合网络,如表 2 所示。

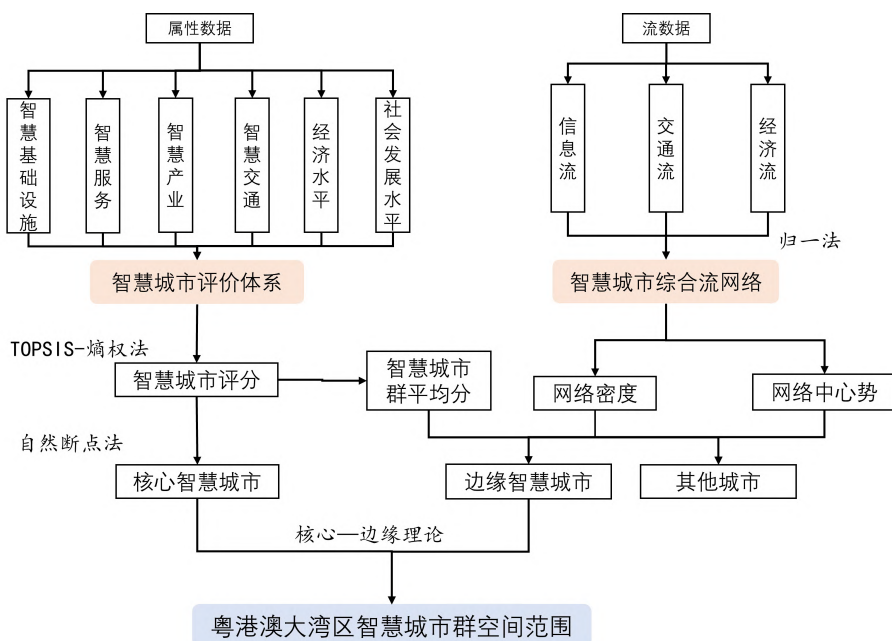


图1 粤港澳智慧城市群空间范围技术路线图

资料来源: 作者自绘

表1 智慧城市评价体系

目标层	准则层	指标层
智慧化水平	智慧基础设施	宽带光纤接入率
		移动电话普及率
	智慧服务	信息传输、计算机服务和软件业从业人员(万人)
		科学技术支出(万元)
		政务数据中心建设(完全没有、基本没有、较少、大部分有)
	智慧产业	租赁和商业服务业(万人)
		文化体育和娱乐业(万人)
		专利申请授权量(件)
	智慧交通	人均道路面积(m ²)
		公路旅客运量(万人)
社会经济 发展水平	经济水平	财政收入(亿元)
		城镇居民人均可支配收入(万元)
	社会发展水平	人口密度(万人/km ²) 第三产业比重(百分比)

资料来源: 作者整理

(2) 网络中心势

网络中心势采用城市位序与联系度回归系数

的倒数来测度。依次加入智慧城市个体后,观测网络中心势的变化,并采用自然断点法进行分级。

(3) 网络密度

网络密度反映了网络中各个点之间关联的紧密程度。加入智慧城市个体后,智慧城市群网络密度提升幅度越大说明该智慧城市的地位越重要。网络密度的测算方法如下:

$$nd = \sum_{i=1}^n W_i / s$$

其中,nd表示网络密度,s表示区域面积。

依次加入智慧城市后,观测智慧城市网络密度的变化,并采用自然断点法进行分析,保留该结果进而应用于边缘智慧城市的评估。

2 粤港澳大湾区智慧城市群空间范围识别结果

2.1 核心城市识别结果

根据智慧城市综合等级评价指标,并运用TOPSIS—熵权法计算出粤港澳大湾区智慧城市评分结果,评分越高,说明智慧城市的智慧化水平和社会经济水平越高。

由表3中可以看出:智慧城市间智慧化水平和

社会发展水平不均衡。前三名中,深圳市评分最高,其次为广州市、香港特别行政区。深圳作为我国改革开放的窗口,具有较好的经济基础,且近年

来在智慧政务、智慧民生等方面均做出了积极努力,评分表现优异。而惠州、肇庆等地的智慧化水平和社会经济发展水平仍有较大的提升空间。

表 2 智慧城市综合流网络

数据类型	测算方法	指标含义
信息流联系强度	$C_{ij} = c_{ij} \times c_{ji}$	C_{ij} : 城市间的信息流联系强度, c_{ij} : 城市 i 在城市 j 的信息流 ^②
交通联系强度	$T_{ij} = B_{ij} + R_{ij} + F_{ij}$	T_{ij} 表示城市之间的交通流联系强度, B_{ij} 、 R_{ij} 、 F_{ij} 分别表示公路、高铁、轮渡三种交通方式日均荷载总人数
经济流联系强度	$E_{ij} = \frac{\sqrt{P_i G_i P_j G_j}}{D_{ij}^2}$	E_{ij} 表示城市间的经济流联系强度, P_i 和 P_j 分别表示 i 城市和 j 城市的人口总数, G_i 和 G_j 分别表示 i 城市和 j 城市的 GDP, D_{ij} 表示城市 i 与城市 j 之间的欧式距离
综合流联系强度	$X = \frac{x - \min}{\max - \min} \times 1000$ $W_{ij} = C_{ij}^* + T_{ij}^* + E_{ij}^*$ $W_i = \sum_{j=1}^n W_{ij}$	x 为原始联系度值, X 为数据归一放大后的数据。 C_{ij}^* 、 T_{ij}^* 、 E_{ij}^* 分别表示归一放大处理后的信息流、交通流和经济流联系强度, W_{ij} 表示城市间的综合流强度。 W_i 城市 i 在智慧城市群中的综合流联系总强度

资料来源: 作者整理

表 3 粤港澳大湾区智慧城市评分结果

	智慧城市评分	排名
深圳	68.06	1
广州	60.56	2
香港	42.24	3
澳门	22.43	4
佛山	18.24	5
东莞	16.89	6
珠海	15.03	7
江门	14.38	8
中山	12.01	9
惠州	10.60	10
肇庆	9.99	11

资料来源: 作者计算而得

表 4 智慧城市层级划分结果

网络中心势			网络密度		智慧城市群平均分	
城市级别	得分范围	城市	得分范围	城市	得分范围	城市
A	28.73%~41.12%	东莞、佛山、 江门、中山	16.86 ~ 36.88	东莞、澳门、 江门、珠海	38.07 ~ 48.32	澳门、佛山、 珠海
B	16.49%~28.72%	澳门、珠海、惠州	9.92 ~ 16.85	佛山、中山、惠州	29.98 ~ 38.07	江门、东莞
C	7.12%~16.48%	肇庆	4.88 ~ 9.91	肇庆	26.40 ~ 29.98	肇庆、中山、惠州

资料来源: 作者计算而得

根据粤港澳大湾区智慧城市评分,采用自然断点法将智慧城市群分为 A、B、C 三个等级。如图 2 所示,其中广州、深圳、香港位于 A 级,识别为核心智慧城市。澳门、佛山等其他 8 个城市为 B 级和 C 级,能否纳入智慧城市群范畴需要进一步识别。

2.2 边缘智慧城市识别结果

基于核心智慧城市的识别结果,构建初始智慧城市网络,将其他 8 个城市按照综合流强度(或智慧城市评分值)从大到小排序,然后将其依次加入到初始智慧城市网络中,逐步构建多元的动态智慧城市网络,计算加入新城市后智慧城市全局网络中心势、网络密度和智慧城市群平均分的数值,并采用自然断点法对该数值进行分类,划定 A、B、C 三个等级(表 4)。

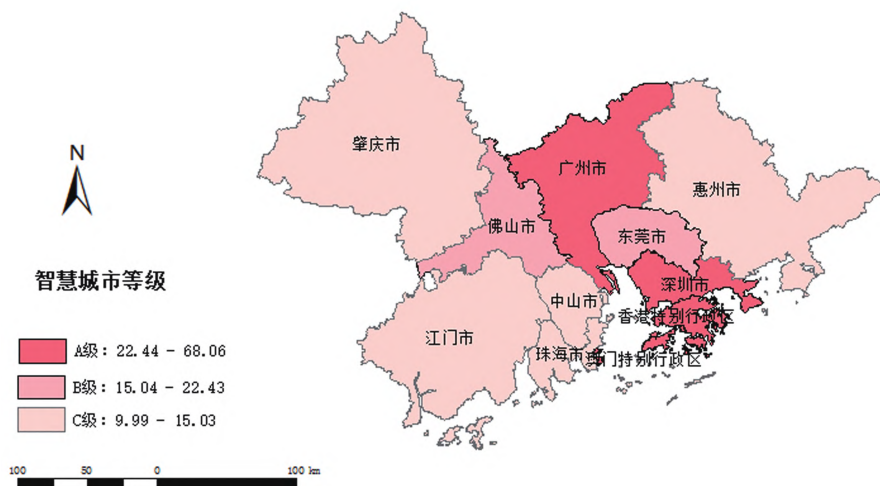


图2 核心智慧城市识别结果

资料来源: 作者自绘

结果显示,在网络中心势方面,东莞、佛山、江门和中山对网络中心势所产生的影响更大,说明相对于其他城市而言,加入这四个城市能够使网络更加集中。相反,肇庆的网络中心势评级最低,该城市的加入可能会使网络更加分散。在网络密度性方面,东莞、澳门、江门、珠海与核心城市之间有着更密切的联系,对于智慧城市群网络发育具有更大的贡献。而佛山、中山等城市与核心智慧城市联系相对较弱。从智慧城市群平均分来看,澳门、佛山、珠海处于A级,而肇庆、中山、惠州处于C级。

根据城市层级综合划分结果,如果某个智慧城市的最终评价结果含有2个或2个以上A评级,则认为该城市对于智慧城市群具有重要带动作用,属于边缘智慧城市。除此之外的其余城市则认为发展存在短板,尚不能进入粤港澳大湾区智慧城市群范围中,定义为其他城市。智慧城市群的空间范围评级结果如下所示:

从识别结果来看,东莞、澳门、佛山、江门、珠海5个城市有2个或2个以上A类评级,对全局网络中心势、网络密度和智慧化水平平均分的影响相对较大,识别为边缘智慧城市;中山、惠州、肇庆评级中B、C类评级数目较多,对大湾区智慧城市群整体的发展影响不大,为其他城市,不在本次大湾区智慧城市群的范畴中。整体上来看,粤港澳大湾区智慧城市群形成了“3+5”的空间格局。根据评价结果,绘制粤港澳大湾区智慧城市群空间范围图,如图3所示。

表5 粤港澳大湾区智慧城市群空间范围评级结果

城市	网络中心势	网络密度	智慧城市群平均分	城市类型	是否为粤港澳大湾区智慧城市群构成城市
香港	-	-	-		
深圳	-	-	-	核心	是
广州	-	-	-		
东莞	A	A	B	边缘	是
澳门	B	A	A	边缘	是
佛山	A	B	A	边缘	是
江门	A	A	B	边缘	是
珠海	B	A	A	边缘	是
中山	A	B	C	其他	否
惠州	B	B	C	其他	否
肇庆	C	C	C	其他	否

资料来源: 作者计算而得

3 研究结论

本文以粤港澳大湾区为例,基于2019年的统计数据,对智慧城市群空间范围的识别进行了深入研究,并得出以下结论。

(1) 大湾区智慧城市群由深圳、广州、香港3个城市作为核心智慧城市,东莞、澳门、佛山、江门、珠海5个城市作为边缘智慧城市共同构成,形成了“3+5”的空间格局。相较于《粤港澳大湾区规划纲要》中提出的构建大湾区智慧城市群设想,其理论测算结果小于实际规划结果。值得关注的是,核心智慧城市中,香港的智慧城市评分水平落后于深圳、广州,这是由于近年来深圳和广州科创水平发展迅速,导致香港的区位优势逐渐减弱,但是其在金融

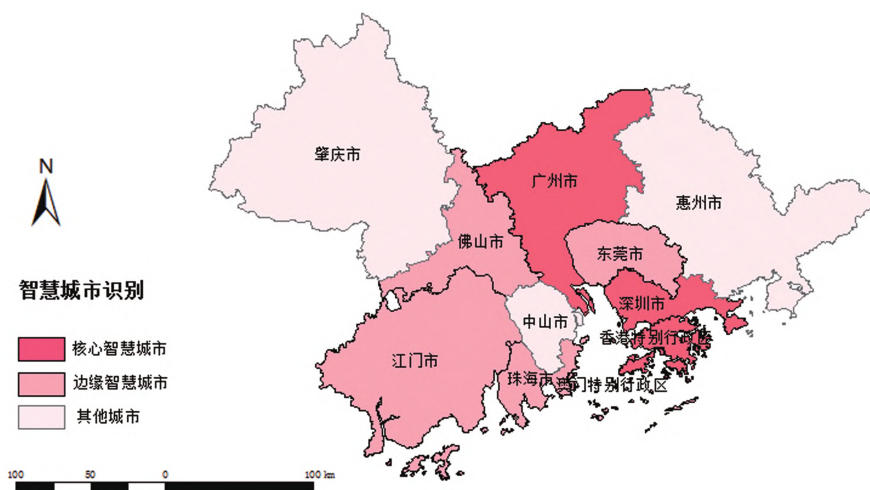


图3 粤港澳大湾区智慧城市群空间范围识别结果

资料来源:作者自绘

资本和国际化程度等方面的优势仍然不容忽视。

(2) 大湾区核心智慧城市具有较强虹吸效应。粤港澳大湾区智慧城市群的识别结果表现出了以深圳、广州和香港为核心智慧城市空间网络分布特点。从大湾区智慧城市评分结果来看,广州、深圳和香港的评分远高于湾区内部其余智慧城市的评分,核心智慧城市展现出了显著的发展优势,但是对智慧城市群内部其余城市产生了较强的虹吸效应,导致边缘智慧城市发展不足,且难以获得集聚带来的好处,在一定程度上限制了智慧城市群整体协调性发展。

(3) 大湾区边缘智慧城市和其他城市之间显示出“马太”分级趋势。与边缘智慧城市相比,其他城市在智慧城市群平均分、网络密度和网络中心势等方面都存在着显著劣势,发展相对缓慢,马太效应趋势逐步显现出来。边缘智慧城市中的东莞市位于大湾区中心地带,其智慧城市平均分、网络密度、网络中心度评分较高,发展趋势向好。与之相比,肇庆市各项评级均处于C级,未来有较大提升空间。

4 政策建议

在识别粤港澳大湾区智慧城市群空间范围的基础上,通过分析其空间分布特征,对大湾区智慧城市群的发展提出对策建议。

(1) 提升核心智慧城市辐射影响力,实现智慧城市群协调发展。应加快核心智慧城市的科技创新等智慧产业向外转移或扩散,采取政策倾斜等方

式引导核心智慧城市企业与其余智慧城市企业开展科技合作,推动核心智慧城市优质科技创新资源向其他城市辐射。如香港作为亚洲金融中心,积极探索金融创新的道路,为拉动智慧城市群经济做出更大贡献;深圳和广州进一步发挥在大数据、人工智能等新技术方面的优势,促进内部其余智慧城市传统产业向智慧产业的转型与升级,并为湾区提供充足的人才供给。

(2) 发挥边缘智慧城市优势,促进智慧城市群网络充分发育。边缘智慧城市自身智慧化水平和社会经济发展水平较高,并且与核心城市之间联系密切,在大湾区智慧城市群的发展过程中起到了桥梁作用。因此应着力突破大湾区内部“两种制度”背景下跨区、跨境发展中的体制阻碍,加快粤港澳与珠三角地区的深度融合,推进“去边界化”进程,围绕边缘智慧城市构建一体化的交通网络枢纽,保障边缘智慧城市与核心智慧城市间信息流、交通流和经济流的畅通,进一步推进边缘智慧城市与其他城市智慧政务、资格互认等更深层次的合作,并使边缘智慧城市切实发挥枢纽作用,提高智慧城市群网络的发育水平。

(3) 未能进入智慧城市群范围的其他城市加强自身建设,优化城市间联系与合作。中山、惠州虽然毗邻广州等核心智慧城市,但与大湾区智慧城市群内部的城市仍然有很大差距。肇庆市、惠州市基础设施偏弱,应通过增大高铁布线密度、强化信息

基础设施建设,加快各类资源要素在城际间的流动,早日实现整个智慧城市群的一体化融合发展。

智慧城市群是一个复杂开放的系统,其空间范围边界具有模糊性的特征,且处于动态调整的演进过程中。本文为智慧城市群的识别提出了一条新路径,随着智慧城市群的高速发展,其评价指标体系也应处于动态调整过程中,但是目前缺少动态跟踪,这也将是下一步工作的重点。△

【注释】

- ①智慧城市群平均分为智慧城市群内部所有智慧城市评分之和的平均分。
- ②信息流用百度指数测度,并根据 Statcounter 公布的 2019 年各地区搜索引擎使用比例进行加权修正。

【参考文献】

- [1] 王俊,李佐军.拥挤效应、经济增长与最优城市规模[J].中国人口·资源与环境,2014,24(07):45-51.
- [2] MORANDI C, ROLANDO A, VITA S D. From Smart City to Smart Region [C]. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology, 2016.
- [3] GRAHAM S G, MARVIN S. Telecommunications and The City: Electronic Spaces, Urban Places [M].1996.
- [4] FA A,FG B, RG C. Smart City implementation and discourses: An integrated conceptual model. The case of Vienna - ScienceDirect [J]. Cities, 2018, 78: 4-16.
- [5] BURANGE A W, MISALKAR H D. Review of Internet of Things in development of smart cities with data management & privacy [R]. IEEE, 2015: 189-195.
- [6] 陈伟清,吕冬妮,史丽娜,等.广西北部湾经济区“智慧城市群”协同建设水平评价及对策研究[J].管理现代化,2016,36

(06):26-29.

- [7] 何琴.基于 AHP 的智慧城市群建设水平评价模型及实证[J].统计与决策,2019,35(19):64-67.
- [8] MARKKULA M, KUNE H. Making Smart Regions Smarter: Smart Specialization and the Role of Universities in Regional Innovation Ecosystems [J]. Technology Innovation Management Review, 2015, 5(10):7-15.
- [9] MORANDI C, ROLANDO A, DI VITAS. From Smart City to Smart Region: Digital Services for an Internet of Place [M]. Cham: Springer, 2016.
- [10] 吴常艳,黄贤金,陈博文,等.长江经济带经济联系空间格局及其经济一体化趋势[J].经济地理,2017,37(07):71-78.
- [11] 程利莎,王士君,杨冉.基于交通与信息流的哈长城市群空间网络结构[J].经济地理,2017,37(05):74-80.
- [12] ZHEN F, QIN X, YE X, et al. Analyzing urban development patterns based on the flow analysis method [J]. Cities, 2019, 86 (MAR): 178-197.
- [13] 张艺帅,赵民,程遥.我国城市群的识别、分类及其内部组织特征解析——基于“网络联系”和“地域属性”的新视角[J].城市规划学刊,2020(04):18-27.
- [14] 孙伟,闫东升,吴加伟.城市群范围界定方法研究——以长江三角洲城市群为例[J].地理研究,2018,37(10):1957-1970.
- [15] 涂建军,朱月,李琪,等.基于网络空间结构的长江经济带城市影响区划定[J].经济地理,2017,37(12):65-73.
- [16] 王少剑,高爽,王宇渠.基于流空间视角的城市群空间结构研究——以珠三角城市群为例[J].地理研究,2019,38(08):1849-1861.

作者简介:王卉彤(1970-),女,博士,中央财经大学财经研究院,教授,博士生导师。研究方向:区域经济。

收稿日期:2021-10-28

Research on the Spatial Scope Recognition of Smart City Clusters in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

WANG Huitong, SHAO Hongwei, QU Zeyu

【Abstract】Based on the core-edge theory, this article takes the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area as research object, adopts the TOPSIS-entropy weight method, the social network analysis method and the natural breakpoint method, and applied attribute data and flow data to identify the space of smart city clusters in the Greater Bay Area. The research found that: (1) The Greater Bay Area presents a spatial distribution pattern of "3+5" smart city clusters with Guangzhou, Shenzhen and Hong Kong as the core smart cities and Dongguan, Macau, Foshan, Jiangmen and Zhuhai as the marginal smart cities. (2) The core smart city has a strong siphon effect, which leads to the slow development of edge smart cities and other cities to a certain extent. (3) The "Matthew" classification trend gradually shows between edge smart cities and other cities. Based on this, this study puts forward corresponding policy recommendations for cities at different levels within the smart city cluster.

【Keywords】Smart City Clusters; Spatial Scope; Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area