

DOI:10.3969/j.issn.1004-9479.2016.02.006

戚云亭,汪明峰. 产业发展与区域创新中的长三角城市网络[J]. 世界地理研究,2016,25(2):50-61

QI Y, WANG M. Yangtze-River Delta city networks in cyberspace in respect of industrial development and regional innovation[J]. World Regional Studies,2016,25(2):50-61

产业发展与区域创新中的长三角城市网络

——基于搜索引擎超链接的分析

戚云亭¹, 汪明峰²

(1. 新加坡国立大学地理系, 新加坡 117570 2. 华东师范大学中国现代城市研究中心, 上海 200062)

摘要 通过搜集和处理互联网中的关键词数据,本文测度了在产业发展和区域创新两个方面的长三角城市网络空间体系,并研究了长三角城市之间的网络协作关系。研究表明,网络信息空间中的长三角城市网络与传统的城市网络存在较大差异,主要体现在中小城市表现活跃,以及平面化网络特征。但本文的分析也表明,城市地理区位、地理邻近性及网络信息传播的特征是影响网络信息空间中的城市网络的主要因素。总的来说,网络信息空间中的城市网络形成是一个复杂机制的结果,在信息传播和基础地理条件等各种因素的相互作用中持续演化。

关键词 城市网络;网络信息空间;产业发展;区域创新;长三角

中图分类号 F207;TU982

文献标识码 A

随着新一代信息技术与城市经济社会发展相互融合,网络信息空间(cyberspace)开始进入城市和区域研究的视野。现代信息技术支撑下的“大数据(big data)”为城市网络研究提供了新的可能性^[1]。同时,城市网络与信息技术的发展也得到了政策支持。《国家新型城镇化规划(2014-2020)》明确指出,新型城镇化要“强化信息网络、数据中心等信息基础设施建设,推进智慧城市发展,优化城镇布局,促进各类城市协调发展”。在信息技术的支持下,城市之间的联系不再局限于特定实体空间,距离衰减规律和城市等级对城市间联系的制约作用减弱^[2]。换言之,城市之间逐渐呈现出网络化的特征,传统的城市等级理论已经难以有效阐释城市之间的关系。与强调规则和秩序的城市等级相比,城市网络更加重视竞争与活力^[3],然而二者并不能截然分开。在目前的研究中,学者发现中国城市网络一方面仍以高等级城市为核心节点,另一方面具有专业优势的中小城市在城市网络中的作用也越发重要^[4,5]。从区域和产业层面来说,中国城市网络在不同地域、不同产业内也会呈现出多样的特征^[3,6]。

目前国内学者主要从两个方面研究中国城市网络:一是通过企业组织的分布来探讨城市之间的关系,包括物流企业的物流网络^[7]、跨国公司的子母企业联系^[8]、电子信息企业的总部及研发中心布局^[9]、中国风险投资产业等^[5]。二是通过交通基础设施方面研究城市网络,包括利用民航、铁路的客货流量^[6,10]、中国干线公路网的通达性^[11]等。上述研究中,城市网络主

收稿日期:2015-07-14; 修订日期:2015-09-25

基金项目:国家自然科学基金项目(41371175),教育部人文社会科学重点研究基地重大项目(13JJD840010)。

作者简介:戚云亭(1995-)女,硕士研究生,研究方向为移民与社会文化地理。E-mail: cloud_tinaqi@163.com。

通讯作者:汪明峰(1977-)教授,博士,研究方向为城市地理与区域规划。E-mail: mfwang@re.ecnu.edu.cn。

要是基于实体空间中城市之间人口与经济的联系。考虑到互联网和信息技术的深刻影响, 本文认为城市网络的研究不能仅限于经济社会等实体空间之中, 更要看到信息时代中城市网络在网络信息空间中的发展。而且, 以往的研究偏重定量分析, 这样虽然可以获知中国城市网络的整体特征和发展态势, 但对于区域城市网络发展和区域城市网络在新型城镇化中的重要作用缺乏认识。

长三角城市群是我国城市发展的龙头。《国家新型城镇化规划(2014-2020)》和《长江三角洲地区区域规划(2010-2015)》都要求长三角进一步统筹区域信息网络建设, 增强创新能力, 提升国际竞争力。本文认为, 选取长三角作为研究区域, 一方面可以进一步凸显长三角作为世界第六大城市群在我国城镇化发展中的战略意义; 另一方面长三角内部较为完善的基础设施条件也减少了研究中的不确定因素。本文选取“产业发展”和“区域创新”作为主要研究方面, 一是因为根据《长江三角洲地区区域规划(2010-2015)》, “产业发展与布局”、“自主创新与创新型区域建设”是长三角地区未来发展中需要着重解决的问题, 也是我国城市在未来发展的关键; 二是在信息化时代下, 产业发展和区域创新的实现都离不开互联网络的支撑, 符合本文的网络信息空间主题; 三是产业发展和区域创新不拘于某一具体产业或领域, 同时涉及了基础设施、政策支持等诸多因素, 具有综合性的特点。因此, 本文认为“产业发展”和“区域创新”代表了长三角城市网络的未来变动趋势和综合特征, 可以用于测度长三角城市网络体系。

由此, 本文以“产业发展”和“区域创新”为切入点, 重点探究长三角区域城市网络在网络信息空间中的发展现状, 比较其与实体空间的异同, 并对于其中的影响因素和机制进行初步的定性分析。本文希望通过对于网络信息空间中城市互动关系的研究, 加深学界对于区域城市网络的认识。

1 信息时代的城市网络研究

现代信息技术的发展不仅改变了城市网络研究对象, 更改变了研究手段。前者主要是将关注点从城市之间的经济、交通联系(如物流、客流、各类经济金融数据等)转向网络、通讯联系(如社交应用中好友联系、GPS定位、网页浏览数据、搜索数据等); 后者主要是指现代信息技术的采用, 如网络数据挖掘、居民行为数据采集等^[12]。随着“大数据”时代的来临, 现代信息技术与网络信息空间、互联网地理和城市网络的相关研究显得愈发重要。

网络信息空间的网络研究可从以下几个方面入手。一是基于互联网的带宽、域名等基础设施数据。Wheeler 等学者围绕美国商业互联网络及城市节点可达性做出了一系列研究, 并对它们之间的关系和时空变化做出了探讨^[13-15]。Zook 以图表的形式展示了互联网域名在世界主要城市的分布, 分析网络信息市场在全球范围内的生产和消费的动力机制, 并比较旧的等级体系和新的网络^[16]。同样, Townsend 也通过域名注册和骨干网络的分析发现互联网推动的城市间连接与先前体系有很大的差别^[17]。Graham 的研究表明电子基础设施区位遵循于原有的全球城市网络^[18]。Malecki 分析了全球主要城市的主干网带宽、网络数量等基础设施, 发现全球城市信息网络的分布倾向于世界城市^[19]。在国内, 汪明峰等通过分析中国互联网骨干网络, 认为中国互联网基础设施的空间格局基本遵循原有的城市等级体系, 同时互联网基础设施也在重构城市的竞争优势^[20-21]。总的来说, 基础设施是网络信息空间的物质基础, 也是连接实体空间和网络信息空间的桥梁。通过网络基础设施数据, 学者可以较为准确

地探知网络信息空间中城市的空间组织体系。但由于基础设施数据属于静态数据,在一定时间内难以有大的变动,学者难以从中获知城市网络的动态变化。

二是通过信息流强度研究城市网络关系,尤其是城市间或城市用户间的联系强度。Naaman 等利用 Twitter 定位信息和时间序列模型,分析了美国不同城市间的网络活动等级和联系^[22]; Krings 等则结合电信运营商提供的用户通信信息和用户手机账单地址对应的邮政编码,得到城市之间的通讯联系和等级体系^[23]; Kang 等利用了黑龙江省移动通话记录数据,结合重力模型,测度城市间联系强度^[24]; 甄峰等从新浪微博的网络社会空间的角度入手,表明中国城市网络存在着明显的等级关系和层级区分,其后续研究则进一步证明了信息空间与经济网络、交通网络的高密度聚集区地理分布的相关性^[4,25-26]。信息流强度克服了基础设施数据的静态性缺点,可以让学者把握城市网络关系的动态变迁。然而由于信息流的测度在很大程度上依赖人际网络数据(如网络社交软件数据、电信数据等)和个人出行数据(如 GPS 位置数据),这使得研究结果难以表现城市之间在经济、社会等宏观层面的相互联系。

近年来,有学者采用“关键词频率法”验证不同城市间信息内容的关联程度,也就是通过大数据分析或关键字出现频率验证网络信息空间的分布。实证研究中, Brunn 等学者则利用“关键词频率法”评价了美国或欧洲城市在全球经济危机和气候变化问题中的网络关系^[27, 28]。本文也将采用这一方法,对特定关键词在搜索引擎中的结果进行分析以测度长三角城市网络。相比于比较静态的宏观基础设施数据,搜索数据可以更好地反映经济社会的动态变化;相比于微博等社交网络、手机及 GPS 等微观数据,搜索引擎提供的数据更加全面,而非仅仅人际网络或位置数据。通过关键词控制,搜索引擎可以反映城市之间在某一特定领域中的联系,同时广泛的信息来源又保证了数据的充足性。

本文将较为新颖的“关键词频率法”应用至中国城市网络研究中,通过搜索引擎的关键词数据来测度网络信息空间中的城市网络体系。这一研究方法通过互联网络信息研究网络信息空间,减少了对实体空间要素的依存度,可以更加客观地探知网络信息空间与实体空间的关系。

2 研究区域、数据来源及处理方法

2.1 研究区域

本文的研究区域为上海、江苏、浙江和安徽一市三省。虽然多数学者的研究以及《长江三角洲地区区域规划(2010-2015)》并未将安徽省纳入长三角范围,但本文认为在网络信息空间中,距离递减规律等实体空间要素的影响力大大减弱,城市网络的范围也可能随之改变。为更加全面客观地评价长三角城市网络体系,本文将安徽省纳入研究区域之中。

本文将《长江三角洲地区区域规划(2010-2015)》中划定的 16 个长三角核心城市作为实体空间中的长三角核心区^①,并作为网络信息空间的参考对象。由于《规划》在选取核心区时已经考虑到了自然禀赋、经济基础、城镇体系、科教文化等现实要素,所以这 16 个城市在实体空间中已经具有了核心区必备的条件,其作为网络信息空间的参考对象具有一定的科学性。

2.2 数据来源及处理方法

本文采用“关键词频率法”进行研究,即通过搜索引擎抓取超链接数量,作为原始数据。

① 包括上海、南京、苏州、无锡、常州、镇江、扬州、泰州、南通、杭州、宁波、湖州、嘉兴、绍兴、舟山、台州等 16 个城市。

综合考虑互联网搜索引擎的市场占有率情况^②, 本文选取百度和 Google 作为获取数据的搜索引擎。由于百度和 Google 的搜索工作方式不同, 同时选用这两种引擎也可增加搜索结果的准确性和客观性, 但也会导致搜索结果经常有较大差异。为融合百度和 Google 的搜索数据, 本文将对原始数据进行标准化处理(标准化公式见下文), 即将原始数据转化为百分化的相对数值, 并将百度和 Google 的百分化数据进行平均, 实现二者融合。

首先, 以“产业发展”和“区域创新”为主要方面, 通过超链接数量计算各城市的产业发展指数和区域创新指数, 分析长三角各城市在网络信息空间城市体系中的位置, 并将其与实体城市等级体系进行对比。然后, 再通过超链接数量计算两两城市间的产业协作指数和创新协作指数, 测度长三角内部各城市间的网络协作程度, 并与实体城市网络空间体系相比较, 分析二者的相关性。

本文选择搜索关键词的标准有: 1) 与“产业发展”和“区域创新”两方面密切相关; 2) 与长三角城市网络密切相关。基于此, 参考《长江三角洲地区区域规划(2010-2015)》对于产业发展和区域创新的相关表述, 本文选取上述“产业转型 / 产业发展”作为产业发展的关键词, “创新性区域 / 自主创新”作为区域创新的关键词。用于搜索引擎的关键词组合如表 1 所示。

表 1 搜索使用的关键词组合

	产业发展	区域创新
城市节点等级体系	产业转型 / 产业发展 + 城市	创新型区域 / 自主创新 + 城市
城市间网络协作关系	产业转型 / 产业发展 + 城市 A + 城市 B	创新型区域 / 自主创新 + 城市 A + 城市 B

注: 在搜索关键词中, “城市”即为各城市的具体名称。

需要指出的是, 表 1 的关键词不仅可以获取城市节点等级体系和城市间网络协作关系的原始链接数据, 还可以对搜索内容进行控制, 在一定程度上确保搜索引擎提供的超链接与城市在某一方面的发展有关, 或者与城市之间的相互协作有关。原始数据的后续处理步骤如下:

(1) 将同一搜索引擎下获取的同一方面(“产业发展”或“区域创新”)数据进行平均, 得到该方面的平均链接数, 如将在“长三角城市网络空间体系分析”中百度获取的“产业转型 + 城市”、“产业发展 + 城市”两组链接数进行平均, 获得在产业发展中的百度平均链接数。

(2) 将不同搜索引擎在不同方面的平均链接数按如下公式进行标准化处理:

$$S_{ij} = W_{ij} / \text{Max}[W_{ij}] * 100 \quad (1)$$

其中 S_{ij} 为标准化数值, W_{ij} 为平均链接数或原始数据, i 为不同的城市, j 为不同的方面。该标准化结果可以反映城市在网络信息空间中的相对规模。

(3) 将同一方面下百度标准化结果和 Google 标准化结果进行平均。最终, 在“长三角城市网络空间体系分析”中各城市将有一个产业发展指数和一个区域创新指数, 在“长三角内部城市间网络协作关系”中每两个城市间会有一个产业协作指数和创新协作指数。

(4) 使用 SPSS 软件对最终指数进行聚类分析, 并将分析结果利用 GIS 绘制成可视化地图。

3 城市节点等级体系分析

3.1 基于产业发展主题

基于各城市的产业发展指数, 通过聚类分析可将所有城市分为三类(表 2): 核心节点城

^② 根据 CNZZ 数据中心(engine.data.cnzz.com)在 2014 年 4 月的统计, 百度和 Google 的占有率之和达到 59.13%。另据 CNZZ 搜索引擎分析报告, 百度和 Google 的总评分分别为 4.5 和 4(总分 5), 居所有搜索引擎的第一、二位。

市(产业发展指数 ≥ 55.03)4个,重要节点城市(产业发展指数 ≥ 29.01)9个,以及次级节点城市(产业发展指数 < 29.01)28个。从产业发展指数来看,上海的数值最高,为66.59,徐州次之,为65.64。在核心节点城市之中,第三位的南京与徐州的产业发展指数出现了比较大的数量级差异——南京为55.71,较徐州低了近10。在核心节点和重要节点之间,产业发展指数也有比较大的数量级差异(无锡为55.03,温州为46.21)。在次级节点之中,产业发展指数最高的城市为芜湖(25.61),与盐城(最末一位的重要节点城市)的差距并不大。这些数据表明,在产业发展中,核心节点城市和重要节点城市之间存在着比较大的分化,而重要节点和次级节点之间的分化则不明显,此外,核心节点城市内部也存在着一定程度的分化。

表2 “产业发展”主题中的城市节点等级

城市	产业发展指数	所在省(市)	行政区类别	节点等级
上海	66.59	上海市	直辖市	核心节点城市
徐州	65.64	江苏省	地级市	核心节点城市
南京	55.71	江苏省	副省级城市、省会	核心节点城市
无锡	55.03	江苏省	地级市	核心节点城市
温州	46.21	浙江省	地级市	重要节点城市
苏州	44.41	江苏省	地级市	重要节点城市
宁波	40.60	浙江省	副省级城市	重要节点城市
杭州	39.60	浙江省	副省级城市、省会	重要节点城市
常州	34.65	江苏省	地级市	重要节点城市
南通	34.07	江苏省	地级市	重要节点城市
宣城	33.60	安徽省	地级市	重要节点城市
合肥	32.93	安徽省	地级市、省会	重要节点城市
盐城	29.01	江苏省	地级市	重要节点城市

从长三角的核心与非核心区域分布来看,13个核心(重要)节点城市有8个在长三角核心区域之中,但也有5个城市包括徐州、南通、合肥、宣城和温州不在核心区域。同样,属于核心(重要)节点的城市也占据核心区域中总城市量的一半。从省际分布来看,核心(重要)节点城市的分布明显不均。除直辖市上海外,江苏省13个地级市中有3个核心节点城市,4个重要节点城市,而浙江省10个地级市仅有3个重要节点城市,安徽省14个地级市中仅省会合肥市和宣城市属于重要节点城市。此外,从表2中还可以看出,大部分行政级别较高的城市在城市网络中的节点地位也较高,这表明城市的行政等级和其在城市网络空间体系中的位置存在一定的关联性。

3.2 基于区域创新主题

基于各城市的区域创新指数,通过聚类分析也可将所有城市分为三类(表3):核心节点城市(区域创新指数 ≥ 82.96)3个,重要节点城市(区域创新指数 ≥ 50.64)11个,以及次级节点城市27个。南京的区域创新指数最高,为97.04,其后为杭州,数值为89.50。核心节点城市和重要节点城市的区域创新指数有着比较明显的差异(苏州为82.96,宁波为70.33)。相比较于产业发展指数的数值分布,在区域创新主题中不同等级城市的分化更为明显。

与产业发展类似,区域创新的核心(重要)节点城市也多分布于长三角核心区域,14个核心(重要)节点城市中有8个属于核心区域。在省际差异上,江浙之间的差异并不明显,两者所属城市数量相当,但是安徽仍处于明显边缘的地带,仅合肥市进入了重要节点的等级。

表3 “区域创新”主题中的城市节点等级

城市	区域创新指数	所在省(市)	行政区类别	节点等级
南京	97.04	江苏省	副省级城市、省会	核心节点城市
杭州	89.50	浙江省	副省级城市、省会	核心节点城市
苏州	82.96	江苏省	地级市	核心节点城市
宁波	70.33	浙江省	副省级城市	重要节点城市
上海	70.10	上海市	直辖市	重要节点城市
绍兴	66.68	浙江省	地级市	重要节点城市
扬州	65.63	江苏省	地级市	重要节点城市
徐州	63.48	江苏省	地级市	重要节点城市
合肥	60.60	安徽省	地级市、省会	重要节点城市
台州	58.28	浙江省	地级市	重要节点城市
金华	56.01	浙江省	地级市	重要节点城市
盐城	55.25	江苏省	地级市	重要节点城市
温州	55.11	浙江省	地级市	重要节点城市
镇江	50.64	江苏省	地级市	重要节点城市

与产业发展主题类似,行政等级对于区域创新的节点地位也有显著的作用。

3.3 两大主题的关联度分析

进一步考察产业发展和区域创新之间的联系。将每个城市作为个体,各自的产业发展指数和区域创新指数分别作为 X 轴数据和 Y 轴数据,可得到散点图(图 1)。结果显示各个城市的散点分布相对集中,区域创新和产业发展两大主题的指数呈现出正相关的趋势。根据进一步统计分析,二者的 Person 相关系数 $r=0.574$,在 0.01 水平上显著。造成这种相关性的可能原因有两个:一是产业发展和区域创新存在着相互促进的关系,即一个城市良好的产业发展能够带动该市创新能力的提高,反之亦然;二是城市的产业发展和区域创新受到某些共同因素的影响,如较高的城市规模等级可能同时提高城市的产业发展指数和区域创新指数。

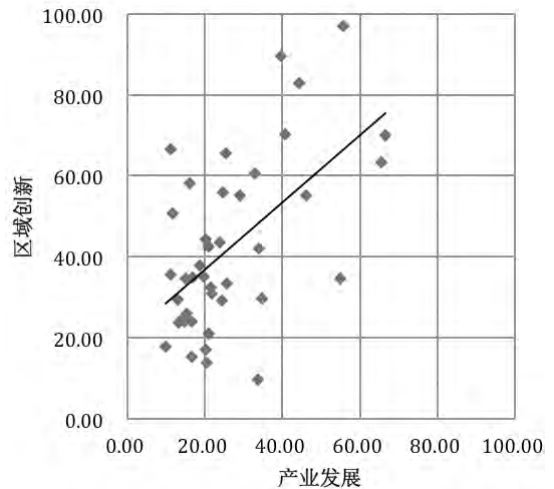


图1 区域创新与产业发展相关性散点图

4 城市间网络协作关系分析

4.1 基于产业发展主题

对城市间的产业协作指数进行聚类分析,可将两两城市之间的协作关系划分为四个等级:强(产业协作指数 ≥ 54.13)、较强(≥ 26.37)、一般(≥ 11.69)和弱(< 11.69)。结果显示,在 820 组城市中,有 5 组城市属于强协作关系,分别为合肥—杭州(72.76)、合肥—南京(64.56)、上海—合肥(57.43)、杭州—温州(54.20)以及杭州—南京(54.13);53 组城市属于较强协作关系;196 组城市属于一般协作关系;其余城市组合则属于弱协作关系(图 2)。

协作主要发生在长三角核心区域的中心城市之间,且已经形成一定的网络化结构;此外再加上与温州、徐州和合肥三个城市的联系,但这三个城市的网络协作关系呈现向核心区域的放射状,与其周边城市缺乏联系。这表明长三角城市在产业发展方面的网络协作的地理分布并不均衡,苏北、浙南及安徽等长三角非核心区域被排除在产业发展网络协作的密集区域之外。

如果按城市在“产业发展”中的节点等级划分,城市协作关系可划分为:核心-核心、核心-重要、重要-重要、核心-次级、重要-次级、次级-次级。根据城市间的产业协作指数可以发现,强协作关系均发生在核心(重要)节点城市之间,3组核心-重要及2组重要-重要,而54组较强协作关系中有34组发生在核心(重要)节点城市之间,18组发生在次级节点城市和核心(重要)节点城市之间,仅2组发生在次级节点城市之间。这表明相比于次级节点城市,核心(重要)节点城市能建立起强度更高的协作关系。这也表明基于产业发展主题,长三角城市间协作强度与城市节点等级呈现正相关关系。

4.2 基于区域创新主题

城市间区域创新协作指数的聚类分析表明,城市间的网络协作关系可划分为四个等级:强(创新协作指数 ≥ 52.27)、较强(≥ 28.65)、一般(≥ 14.63)和弱(< 14.63)。根据划分结果,820组城市组合中有8组城市属于强协作,分别为上海—杭州(80.77)、上海—南京(76.92)、上海—苏州(69.33)、苏州—无锡(63.68)、杭州—苏州(61.87)、常州—镇江(57.33)、南京—苏州(55.24)、南通—镇江(52.27);51组城市属于较强协作,280组城市属于一般协作;其余城市组合则属于弱协作(图3)。

协作关系的空间分布仍主要集中于长三角核心区域之中,沿沪宁至合肥一线分布,杭州、宁波则是网络协作中另两个重要的节点城市。而核心区域之外的合肥、徐州、六安等城市也建立起较强协作关系。总的来说,区域创新的协作关系已经出现了向核心区域外扩散

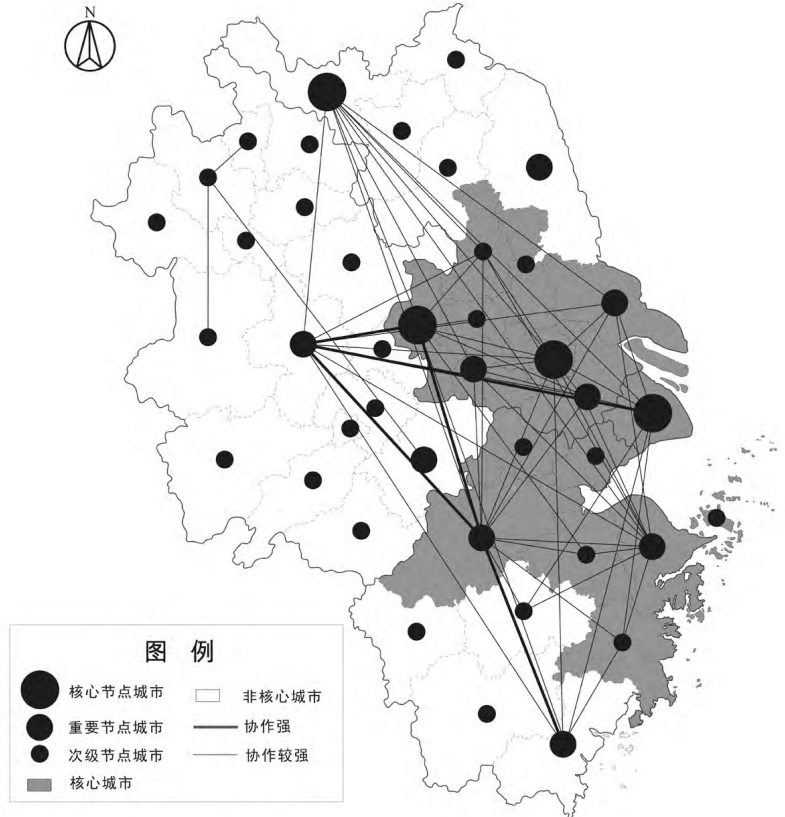


图2 产业发展中的长三角城市间网络协作关系
注:图中省略了城市间的一般和弱协作关系。

的趋势。

从城市在“区域创新”中的节点等级来分析, 8 组强协作关系有 5 组发生在核心(重要)节点城市之间, 3 组发生在核心(重要)节点城市和次级节点城市之间; 51 组较强协作关系有 15 组发生在核心(重要)节点城市之间, 29 组发生在核心(重要)节点城市和次级节点城市之间, 7 组发生在次级节点城市之间。这表明在“区域创新”主题中, 一方面核心(重要)节点城市能建立起更强的网络协作关系; 另一方面, 区域创新网络协作开始向次级节点城市平衡, 次级节点城市在网络协作中发挥了更加重要的作用。区域创新中的城市协作网络已呈现出平面化的趋势。

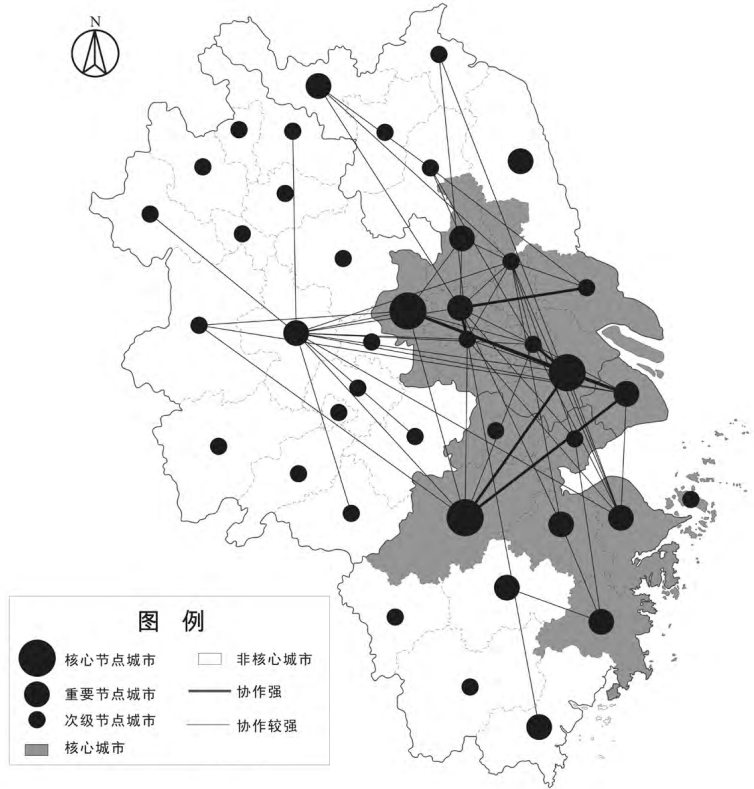


图3 区域创新中的长三角城市间网络协作关系

注: 图中省略了城市间的一般和弱协作关系。

5 网络空间与实体空间中的城市网络比较

5.1 影响因素

总的来说, 长三角城市网络在网络信息空间和实体空间中的差异主要有两方面, 一是在节点城市方面, 非核心区域的城镇在网络空间中表现突出, 且核心(重要)节点城市空间分布不再集中于核心区域, 呈现更加分散的状态; 二是实体空间中的城市网络呈现明显的等级化, 而网络信息空间中的城市网络开始向平面化网络过渡。这种差异是不同影响因素在一定机制下相互作用的结果。

首先, 城市的地理区位对于城市网络有着十分重要的影响。在实体空间中, 地理区位通过影响城市的产业发展战略、对外联系方向及方式等, 进而影响区域城市网络的形成, 而在网络信息空间中, 地理区位为城市的网络信息发展提供了基础, 如城市的经济规模影响网络信息的需求, 网络信息的传播又需要光纤等基础设施的支持。这也使得地理位置优越的城市可以更容易地在网络信息空间和实体空间中占据重要位置, 如宁沪 - 沪杭 - 杭甬沿线城市。但实体空间强调地理区位的综合优势, 而网络信息空间中单一优势即可成为重要节点城市, 比如徐州在实体空间中一直属于长三角城市网络的外缘, 而在网络信息空间中却凭借其

产业基础等优势成为了重要的节点城市。

其次,地理邻近性在两个空间中的不同作用也造成了城市网络的差异。一般来说,相比距离较远的城市,距离较近或相邻的城市之间更容易发生联系,信息交互所面临的障碍也相对较少。但在实体空间中,地理邻近性的影响弱于核心区域在整个区域的控制力,因此城市倾向于和核心区域联系,邻近城市的联系相对较弱,城市网络呈现等级化。而在网络信息空间中恰好相反,地理邻近性使得次级节点城市之间的联系大大加强,城市网络开始向平面化网络过渡。

最后,信息传播的相关特性也使得城市网络在两个空间中的表现有所差异。在实体空间中,大城市有明显优于其他中小城市的信息优势,而在网络信息空间中,这一优势被互联网信息传播的实时性弱化,导致网络信息空间中的城市协作网络开始倾向于平面化。此外,网络信息传播对地理距离不敏感,这种特性为城市网络中的长距离协作提供了可能性,如苏北的徐州、连云港、盐城等城市与温州、台州等城市之间的协作关系。这种长距离协作打破了实体空间中以核心区域为中心的区域协作网络,有利于平面化网络的形成。

5.2 机制讨论

以往文献中认为服务业发展、专业化分工、国际化程度等产业发展因素对于长三角城市网络的形成具有重要影响^[29]。虽然有学者发现实体空间中的长三角城市网络已经发生了某种重构,如杭州、苏州等二线城市与上海之间的联系较以往更加密切,但实体空间中的城市网络依然呈现出明显的层级特征和位序关系,大小城市之间差别明显,上海仍处于核心主导地位^[30-33]。对比本文对于网络空间的分析,可以看出一些非核心区域中的城市在产业发展中发挥了更加重要的作用,甚至成为网络中的重要节点。而在以往的实证研究中,这些城市被认为处于长三角城市网络中的弱势地位^[34]。此外,中小城市和大城市之间的联系更加密切,中小城市内部之间的联系也有所加强。这种差异表明,在网络空间中,非核心区域的城市突破地理区位的劣势,借助网络信息的优势,获得了更多的发展机会,面临的发展障碍也更小;并利用实体空间和网络空间中的地理邻近性,拉近自身与大城市之间的联系,并与邻近城市合作发展。但大城市在产业发展中的作用并未完全被邻近的中小城市取代。

区域创新与产业发展两个主题所反映的状况也有所不同。在实体空间中,虽然上海仍为区域创新的首位城市,但城市之间的相对差异在不断缩小,总体呈分散均衡分布^[35]。根据本文的研究,区域创新的长三角城市网络与实体空间差异较大,上海已不再是首位城市,南京等二线城市成为核心节点城市,一些非核心区域的城市也成为重要节点城市,网络空间中的城市联系也基本呈现均衡的平面网络。这表明无论在实体空间,还是网络空间中,地理区位对区域创新的影响都比较有限,中小城市之间倾向于加强联系以推进区域创新,地理邻近性的作用大大增强,网络信息的传播则为非核心区域城市提供了更加平等的发展契机。

6 结论

本文研究结果表明,网络信息空间中的长三角城市网络结构与传统的城市体系之间存在着明显的差异。首先,一些二线城市在原有长三角城市网络中依附于其他大城市,但在网络信息空间中的表现却非常活跃,成为城市网络的核心节点城市。其次,网络信息空间中的长三角城市网络也在一定程度上呈现出平面化的网络特征,原有城市网络中的等级被弱化。城市区位、地理邻近性以及网络信息传播的特性是影响长三角城市网络的三个主要因素。而

这些因素在实体空间和网络空间中的不同作用机制则造就了城市网络在两种空间中的差异。一般来说, 区位优势越优越, 经济基础和网络基础设施越好, 城市就越有可能在网络信息空间中占据重要位置。而地理邻近性和信息传播则为处在非核心区域的中小城市提供了更加平等、丰富的发展机会。

本文仅是针对网络空间中区域城市体系的初步研究, 还有不少问题有待深入探讨。本文的侧重点在于对网络信息空间中城市网络格局的分析, 对网络信息空间和实体空间的比较只进行了初步的机制分析。在后续研究中, 二者差异的形成机制有待计量模型的检验。

参考文献:

- [1] 秦萧, 甄峰. 基于大数据应用的城市空间研究进展与展望[C]. 城市时代, 协同规划——2013中国城市规划年会, 青岛, 2013.
- [2] 冷炳荣, 杨永春, 谭一洺. 城市网络研究: 由等级到网络[J]. 国际城市规划, 2004, 29(1):1-7.
- [3] 甄峰, 刘晓霞, 刘慧. 信息技术影响下的区域城市网络: 城市研究的新方向[J]. 人文地理, 2007, 22(2):76-80.
- [4] 甄峰, 王波, 陈映雪. 基于网络社会空间的中国城市网络特征——以新浪微博为例[J]. 地理学报, 2012, 67(8): 1031-1043.
- [5] 汪明峰, 魏也华, 邱娟. 中国风险投资活动的空间集聚与城市网络[J]. 财经研究, 2014, 40(4):117-131.
- [6] 金凤君. 我国航空客流网络发展及其地域系统研究[J]. 地理研究, 2001, 20(1):31-39.
- [7] 王成金. 全球集装箱航运的空间组织网络[J]. 地理研究, 2008, 27(3):636-649.
- [8] 金钟范. 基于企业母子联系的中国跨国城市网络结构——以中韩城市之间联系为例[J]. 地理研究, 2009, 29(9): 1670-1683.
- [9] 武前波, 宁越敏. 中国城市空间网络分析——基于电子信息企业生产网络视角[J]. 地理研究, 2012, 31(2): 207-219.
- [10] 金凤君, 王娇娥. 20世纪中国铁路网扩展及其空间通达性[J]. 地理学报, 2004, 59(2):293-302.
- [11] 曹小曙, 薛德升, 闫小培. 中国干线公路网络联结的城市通达性[J]. 地理学报, 2005, 60(6):25-32.
- [12] 秦萧, 甄峰, 熊丽芳, 等. 大数据时代城市时空行为研究方法[J]. 地理科学进展, 2013, 23(9):1352-1361.
- [13] Wheeler D C, O'Kelly M E. Network topology and city accessibility of the commercial Internet[J]. *Professional Geographer*, 1999, 51(3):327-339.
- [14] O'Kelly M E, Grubestic T H. Backbone topology, access and the commercial Internet, 1997-2000[J]. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2002, 29(4):533-552.
- [15] Grubestic T H, O'Kelly M E, Murray A T. A geographic perspective on commercial internet survivability[J]. *Telematics and Informatics*, 2003, 20(1):51-69.
- [16] Zook M A. Old hierarchies or new networks of centrality: the global geography of the Internet content market[J]. *American Behavioral Scientist*, 2001, 44(10):1679-1696.
- [17] Townsend A M. The Internet and the rise of the new network cities 1969-1999[J]. *Environment and Planning B Planning and Design*, 2001, 28(1):39-58.
- [18] Graham S. Global grids of glass: on global cities, telecommunications, and planetary urban networks[J]. *Urban Studies*, 1999, 36(5/6):929-949.
- [19] Malecki E, Wei H. A wired world: the evolving geography of submarine cables and the shift to Asia [J]. *Annals of the Association of American Geographers*, 2009, 99(2):360-382.
- [20] 汪明峰, 宁越敏. 城市的网络优势——中国互联网骨干网络结构与节点可达性分析[J]. 地理研究, 2006, 25(2): 193-203.
- [21] 汪明峰, 宁越敏. 互联网与中国信息网络城市的崛起[J]. 地理学报, 2004, 59(3):446-454.
- [22] Naaman M, Zhang A X, Brody S, et al. On the study of diurnal urban routines on Twitter[Z]. 6th International AAAI Conference on Weblogs and Social Media (ICWSM-12). Dublin, Ireland: June 4-7, 2012.
- [23] Krings G, Calabrese F, Ratti C, et al. Urban gravity: A model for inter-city telecommunication

- flows [J]. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2009, L07003:1-8.
- [24] Kang C, Zhang Y, Ma X, et al. Inferring properties and revealing geographical impacts of intercity mobile communication network of China using a subnet data set[J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2013, 27(3): 431-448.
- [25] 熊丽芳,甄峰,王波,等. 基于百度指数的长三角核心区城市网络特征研究[J]. *经济地理*, 2013, 33(7): 68-73.
- [26] 陈映雪,甄峰,王波,等. 基于微博平台的中国城市网络信息不对称关系研究[J]. *地球科学进展*, 2012, 27(12): 1353-1362.
- [27] Boulton A, Devriendt L, Brunn S D, et al. City networks in cyberspace and time: using Google hyperlinks to measure global economic and environmental crises[C] // Firmino R J, Duarte F, Ultramari C. (Eds.) *ICTs for Mobile and Ubiquitous Urban Infrastructures: Surveillance, Locative Media and Global Networks*. Hershey: IGI Global, 2011:67-87.
- [28] Brunn S D, Devriendt L, Boulton A, et al. Networks of European cities in worlds of global economic and environmental change[J]. *Fennia*, 2010, 188(1):37-49.
- [29] 王聪,曹有挥,陈国伟. 基于生产性服务业的长江三角洲城市网络[J]. *地理研究*, 2014, 33(2): 323-335.
- [30] 魏守华,张静,汤丹宁. 长三角城市体系序位 - 规模法则的偏差研究[J]. *上海经济研究*, 2013, 25(10):94-105.
- [31] 周光霞,余吉祥. 1990-2010 年长三角地区城市体系的演进—基于人口普查数据的研究[J]. *西北人口*, 2013, 34(2): 16-20.
- [32] 张旭亮,宁越敏. 长三角城市群城市经济联系及国际化空间发展战略[J]. *经济地理*, 2011, 31(3):353-359.
- [33] 蒲英霞,马荣华,马晓东,等. 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*, 2009, 28(1) :161-172.
- [34] 李仙德. 基于企业网络的城市网络研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2012:105-125.
- [35] 姜戈,戈冬梅,季民河. 长三角区域创新差异和位序规模体系研究[J]. *经济地理*, 2011, 31(7):1101-1106.

Yangtze–River Delta city networks in cyberspace in respect of industrial development and regional innovation:

Based on the analysis of hyperlinks provided by search engines

QI Yun-ting¹, WANG Ming-feng²

(1. Department of Geography, National University of Singapore, Singapore 117570, Singapore;
2. Center for Modern Chinese City Studies, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: With the development of Internet and information technology, cyberspace, a virtual space, has appeared in the geographic research area in addition to a physical space. In cyberspace, information can be produced, spread and received in almost one second, while such a process still rely on infrastructures in physical space. Due to that, some geographic phenomena may perform distinctively between cyberspace and physical space. Hence, there may be some new discoveries, both in theoretical and practical aspects, if differences between two spaces could be studied. From last century, there have been

geographers who have studied the European and American cities networks through immigrants, traffic flows, goods flows and other indicators which can be measured in physical space. Until now, there are also some geographers putting their attention on cities networks in cyberspace, including Castells, Zook and so forth, whose researches inspire the paper a lot. Under such a background, the paper focus on cities network in Yangtze-River Delta, exploring the difference between cyberspace and physical space and causes behind it. The paper chooses two key issues in future development of Yangtze-River Delta cities (as The Planning of Yangtze-River Delta Region in The Period of 2010-2015 proposes) as the paper's point cuts that are industrial development and regional innovation. With numbers of hyperlinks provided by search engines, Baidu and Google, the paper standardizes all the numbers first and then calculates the index of each city to measure its importance in cities network of cyberspace and compares the importance with the physical one (the physical importance will be quoted from The Planning of Yangtze-River Delta Region in The Period of 2010-2015). What is more, interaction between different cities in cyberspace will be measured in the paper as well and some compares are carried out on the basis of existing researches about Yangtze-River Delta cities network in physical space. After those, the paper finds that city's networks in cyberspace are quite distinctive from the physical one. In cyberspace, some intermediate or even small cities treated in physical space play much important roles in networks while some large cities' influence becomes inferior. Besides, the physical cities networks appear like hierarchies, but the networks in cyberspace not. Finally, the paper argues that city networks in cyberspace are still affected by basic geographical conditions, such as location, economic basis and infrastructure. And the distance between cities and information spreading also result in the difference between cyberspace and physical space. In the case, the paper makes the conclusion that city networks in cyberspace are the result of complex formation mechanism and cannot be determined by single factor.

Key words: city networks; cyberspace; industrial development; regional innovation; Yangtze-River Delta