

# 中国城市网络空间结构研究 ——基于A股上市医药公司网络

叶雅玲<sup>1</sup>, 杨博飞<sup>2</sup>, 何紫云<sup>2</sup>, 曾贝妮<sup>2</sup>, 潘峰华<sup>2\*</sup>, 方 成<sup>2</sup>

(1. 北京大学深圳研究生院城市规划与设计学院, 广东 深圳 518055; 2. 北京师范大学地理科学学部, 环境遥感与数字城市北京市重点实验室, 北京 100875)

**摘 要:** 基于特定行业的企业联系数据研究城市网络具有独特的价值, 对理解产业格局和城市功能都有重要意义。本文利用中国A股上市医药企业总部和子公司区位信息, 研究中国医药行业的城市网络空间结构及其特征。研究发现: ①中国医药企业总部主要集中在沿海三大经济区, 即京津冀、长三角和珠三角地区; ②中国医药企业的城市网络大致呈现以京津冀、长三角、珠三角、成渝地区及武汉为中心的菱形结构; 城市网络之间的联系强度差异显著, 主要通过等级扩散和邻近扩散形成, 表现在发达城市之间及距离相近者联系较强; ③发达城市在网络中普遍具有较高的权力和影响力, 部分药材资源丰富的中小城市也在网络中发挥重要作用; ④中国医药行业仍处于国际化的初期阶段, 在该行业拥有较强国际联系的城市有杭州、深圳、昆明、天津等; ⑤医药产业不同行业城市网络空间格局差异较大, 北京、上海、武汉等大城市在各个网络中都发挥重要节点的连通作用。

**关键词:** 医药企业; 城市网络; 空间结构; 上市企业; 企业网络; 中国

## 1 引言

随着中国社会经济的快速发展, 城市之间的联系更加密切, 网络或网络化的视角开始进入主流社会科学研究中, 在人文地理学的相关研究中, 城市网络也成为当前研究的重点(Taylor, 2004)。国内外学者采用不同的城市间关联数据, 推动了城市网络研究的热潮。这些研究有的是基于城市属性数据计算模拟的联系来构建城市网络(冷炳荣等, 2011; 程婧瑶等, 2013; 汤放华等, 2013), 有的则着眼城市之间基础设施(Bruinsma et al, 1993; Guy et al, 1997)、交通流(金凤君, 2001; 周一星等, 2002; Li et al, 2016; Zhu et al, 2017; 陈伟等, 2017)、信息流(Graham, 1999; Grubestic et al, 2002; 汪明峰等, 2006; 陈映雪等, 2013)、知识流(Liefner et al, 2011; Lu et al, 2012; Ma et al, 2015)等非企业的关联。

然而, 由于企业在现代人类经济活动中不可替代的重要地位以及数据的可获取性, 基于企业关联构建城市网络的研究获得了最多的关注。以Taylor主持的GaWC的一系列研究为代表, 一些学者通过企业总部—分支机构关联对城市网络的组织结构展开了广泛的研究并取得了丰富的成果(Derudder et al, 2003; 金钟范, 2010; 谭一洺等, 2011; 尹俊等, 2011; Derudder et al, 2013; Taylor et al, 2013; Taylor et al, 2014; 李仙德, 2014; 唐子来等, 2014; Zhao et al, 2015; 吴康等, 2015; Pan et al, 2018)。而与基于企业内部组织结构构建的城市网络相对应, 另一些学者则意识到企业间联系的重要研究价值, 并利用微观产业链调查、风险投资和企业首次公开募股行为开展了相关的城市网络研究, 将基于企业网络的城市网络研究进一步完善(马海涛等, 2011; 程玉鸿等, 2014; Pan et al, 2016; Pan et al, 2017)。

收稿日期: 2017-09-02; 修订日期: 2017-12-21。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41871157); 国家社会科学基金重大项目(14ZDA035)[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41871157; Major Program of National Social Science Fund of China, No.14ZDA035]。

作者简介: 叶雅玲(1994-), 女, 福建宁德人, 硕士研究生, 主要研究方向为经济地理, E-mail: yeyaling@pku.edu.cn。

通讯作者: 潘峰华(1982-), 男, 江苏常州人, 博士, 副教授, 主要研究方向为经济地理、金融地理和城市与区域发展, E-mail: pan-fenghua@bnu.edu.cn。

引用格式: 叶雅玲, 杨博飞, 何紫云, 等. 2018. 中国城市网络空间结构研究: 基于A股上市医药公司网络[J]. 地理科学进展, 37(8): 1096-1105.  
[Ye Y L, Yang B F, He Z Y, et al. 2018. Spatial structure of urban network based on Chinese A-share listed medicine enterprise network [J]. Progress in Geography, 37(8): 1096-1105.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2018.08.009

从整体结果来看,上述基于企业的研究较为真实地还原了现实城市之间的经济网络,同时提供了一些不同行业视角下城市网络形态会存在差异的重要证据。例如,在金融行业企业构建的网络中,北京和深圳是比上海更加重要的风险投资中心(Pan et al, 2016);但从奢侈品行业企业网络来看,北京与上海的重要程度相当,并高于深圳(程玉鸿等, 2014)。这种差异较好地说明了不同行业企业构建的网络会反映出城市网络不同侧面的性质,研究不同行业的企业网络对于研究城市网络和城市功能具有独特的意义。如Martinus等(2015)选取能源行业,利用社会网络分析研究澳大利亚能源企业网络,讨论资源型城市在特定网络中的位置和作用,以及如何成为区域子网络的战略中心及全球化战略中心。王成金(2008)基于物流行业,从总公司、配送部门和营业点的城市网络解析中国物流企业的空间网络结构,探讨其空间组织、职能联系与运营机制。武前波等(2012)对中国的电子信息产业生产网络的分析,发现了在该产业中存在地方化网络和全球化网络两种不同的区域组织。

但是,还鲜有研究从医药企业网络来考察城市之间的联系和网络。医药行业关乎人类生命健康问题,对社会发展意义重大。随着国民经济的发展,中国医药企业迅速壮大,在全国各地设立大量分支机构,不同城市的分支机构之间联系频繁复杂并形成复杂的网络。本文选取中国A股上市医药企业研究城市网络空间结构,旨在深入理解中国医药企业城市网络的空间特征,并揭示不同城市之间的功能联系,探讨各个城市在医药企业网络中的功能差异。在分析中国医药企业网络的基础上,本文通过中国医药企业在海外的分支机构研究中国医药企业和城市对外联系的情况,考察中国城市在全球化型城市网络中的地位。此外,进一步细分企业网络,深入分析不同职能分支企业构成的城市网络结构,更为全面地探讨各个城市在特定的子网络中所扮演的角色及其与其他城市的关系。

## 2 方法和数据

### 2.1 研究方法

本文基于中国医药上市企业研究城市网络空间结构,首先由医药上市企业整体总部—分支结构分析国内外城市网络空间格局,通过计算城市功能得分反映城市在该网络中的重要程度,并计算城市

间的联系强度,探究网络中各城市之间的功能联系。利用点出度、点入度和特征向量中心度进一步分析各城市在网络中的影响力、威望和权力。其次,依据分支机构的职能差异对比分析中药行业、生物医药及医疗器械3个子网络,研究不同城市关系网络背后的成因,并比较在不同医药行业网络下的城市定位,从多维的视角更综合地分析每个城市的角色。通过对整个医药企业网络 and 不同职能分支机构的子网络分析,旨在从整体上理解医药企业的网络布局模式,深入分析城市在网络中的地位和作用,并探讨城市如何在不同的网络内发挥对应的功能角色,体现其节点价值。

#### (1) 联系强度

参考世界城市网络研究方法(Taylor, 2004),利用定向矩阵( $V$ )计算城市之间的联系强度。定向矩阵 $V$ 是每个城市对( $a, b$ )之间所有 $m$ 个公司的服务价值( $v$ )的总和,即城市 $a, b$ 通过 $m$ 个企业形成的联系值。其中 $a$ 和 $b$ 是对于企业 $j$ 服务价值公司所对应的城市, $v_j(a, b)$ 是企业 $j$ 在城市对( $a, b$ )之间的服务价值,即企业总部权重与子公司权重之和。本文结合当前对城市网络等级划分的研究及医药企业的具体情况,对总部与子公司进行二级划分,将总部服务价值权重赋值为2,子公司赋值为1。

$$V = \sum_{j=0}^m v_j(a, b) \quad (1)$$

#### (2) 城市功能得分

某个城市的城市功能得分 $S_i$ 等于设立在该城市的企业总部数量与权重之积,加上设立在该城市的分支机构数量与权重之积。计算出各个所在城市的综合功能得分 $S_i$ ,排序后即为城市的空间网络体系。城市功能得分反映了城市的重要程度,即在城市体系中的等级(尹俊等, 2011)。

$$S_i = Q_h \times q_h + Q_b \times q_b \quad (2)$$

式中: $Q_h$ 指城市 $i$ 的医药企业总部( $h$ 代表总部, headquarter)数量; $Q_b$ 指该城市子公司( $b$ 代表子公司, branch)数量; $q$ 为权重( $q_h=2, q_b=1$ )。

### 2.2 数据来源和企业概况

通过收集2015年中国医药企业A股上市公司年报(不含港澳台地区),获取中国医药上市企业的总部—分支数据,子公司所在城市分为国内和国外城市。以地级及地级以上城市为基本空间单元进行数据处理和归并,分行业、分城市、分企业整理数据。通过Google Earth等软件查询各城市经纬度,导入ArcGIS10.2生成专题图,进行城市网络分析。

将100家中国医药企业空间组织机构进行统计归类,100家总部集中在47个城市,1776家子企业分布于259个城市。其中,国内1718家子企业分布于225个城市;国外58家子企业分布于34个城市。基于母子企业的分布情况,统计共有网络联系键1232户,联系622个城市对,258个城市节点(34个国外城市,224个国内城市)。其中,国际网络联系键共60户,联系50个城市对,50个城市节点(34个国外城市,16个国内城市);国内网络联系键共1172户,联系572个城市对,224个城市节点。

图1为中国医药企业总部数量分布图,其总部主要集中在北京、上海、杭州、深圳4个城市,分别为11、10、7、5家,占据样本的33%。广州、重庆、天津、绍兴、珠海、淄博、长沙、武汉、昆明、南昌、台州、连云港12个城市企业总部数量为2~4家,占据样本的36%。余下的31个城市总部数量仅占样本量的31%。从中国医药企业总部数量的分布特征来看,100家医药企业总部主要集中在沿海三大都市圈,即京津冀、长三角和珠三角地区,东北平原、山东半岛、中部、川渝等地区也有集聚分布,共计47个城市。

但是医药企业总部分布并不完全集中于东部沿海的经济发达城市,还有部分分散于中西部城市。与大多数金融企业或电子信息企业总部多分

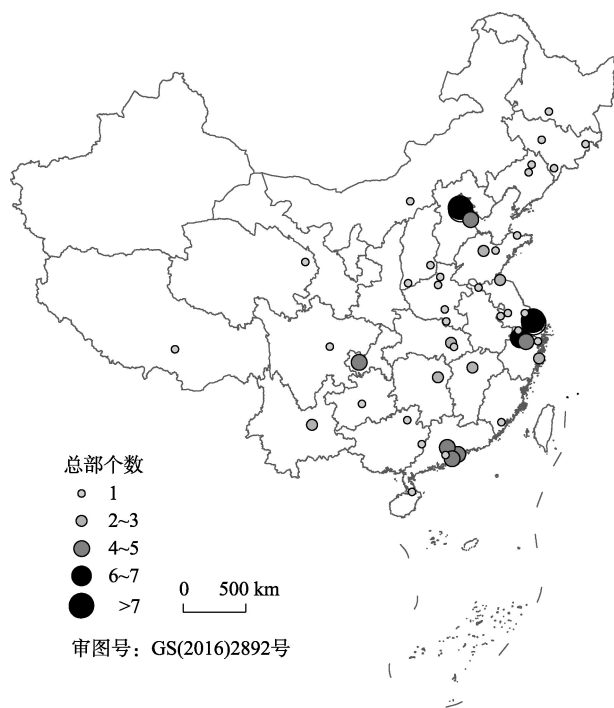


图1 医药企业总部数量分布

Fig.1 Distribution of headquarters of Chinese medicine enterprises

布于省会或中心城市不同的是(尹俊等, 2011; 武前波等, 2012; 董琦等, 2013; 叶磊等, 2016),医药企业总部还有一些分布在江门、铁岭、信阳、通化、镇江、运城、驻马店等经济发展稍弱的城市。这与医药企业本身的分布特征有关。企业选址原则包括靠近市场和靠近原料地,对制药企业而言,当靠近原料地比靠近市场影响更大时,则将企业布局在靠近原料地。因此医药企业总部分布相对较为分散。

### 3 基于连通性的城市网络体系分析

#### 3.1 国内城市网络等级体系分析

通过对企业总部和分支机构进行不同赋值,计算得出城市功能得分(国内前20大城市功能得分见表1)。利用ArcGIS10.2制图,采用自然断裂点将城市功能得分分为5级(图2)。可以看出,城市功能得分>100的只有上海和北京,为第一级;杭州、广州、重庆、天津、南京、深圳、武汉、成都、香港、沈阳、淄博、昆明城市功能得分在31~100之间,为第二级;海口、绍兴、长沙、哈尔滨、济南、珠海、延边、合肥、张家口、郑州、贵阳、福州、南昌、宁波、苏州、太原、漳州、衡阳、南通、台州、宜春、呼和浩特城市功能得分在13~30之间,为第三级;余下城市功能得分<12,分为第四级与第五级。

##### (1) 发达地区及部分内陆省会城市得分较高

在中国医药企业城市网络体系中,功能得分在30以上的14个城市中,11个都位于京津冀、长三角、珠三角及成渝地区,其中上海、北京、杭州、广州、重庆、天津得分都超过50,说明发达城市医药企业力量普遍较为雄厚。海口、长沙、哈尔滨、济南、合肥、郑州、贵阳等省会城市在网络体系中的地位也比较高。城市功能得分较低的城市多位于发达

表1 国内前20大城市功能得分

Tab.1 Top 20 cities with the highest urban function scores

城市	总部得分	子公司得分	城市功能得分	城市	总部得分	子公司得分	城市功能得分
上海	20	134	154	香港	0	42	42
北京	22	123	145	沈阳	2	37	39
杭州	14	81	95	淄博	6	31	37
广州	8	70	78	昆明	4	31	35
重庆	8	50	58	海口	2	28	30
天津	8	45	53	绍兴	8	22	30
南京	2	48	50	长沙	6	20	26
深圳	10	38	48	哈尔滨	2	22	24
武汉	4	44	48	济南	0	24	24
成都	2	40	42	珠海	8	13	21



地区的边缘地区或内陆中心城市,如宣城、雅安、延安、宜宾、银川、鹰潭、营口、榆林、岳阳、枣庄、周口等城市得分仅为1。说明这类城市在该网络体系中的地位相对较低,但由于其仍然属于网络体系中的节点,应利用与发达城市之间的联系进一步提升其在网络中的地位。

(2) 中国医药企业城市网络联系强度差异显著,主要通过等级扩散和邻近扩散形成

城市网络中共有 572 个城市对,联系强度最高的是北京-张家口为 54,最低为 3,联系强度在 20 以上的仅占 3.3%,15 及以上占 8.4%。其中北京-张家口、杭州-上海、北京-上海、杭州-台州、上海-淄博、北京-衡阳、南昌-宜春联系强度较大,在 40 以上;杭州-绍兴、武汉-北京、武汉-上海、深圳-广州、南京-福州、新乡-重庆联系强度为第二级,在 30 及以上;海口-北京、烟台-北京、北京-泰安、北京-广州、淄博-北京、北京-成都、深圳-香港、新乡-黔南、重庆-成都、淄博-成都、淄博-济南、武汉-郑州、武汉-重庆、武汉-淄博、武汉-天津、杭州-宁波、武汉-黄冈、武汉-杭州、南昌-北京为第三级,联系强度在 18 到 30;其余城市对联系强度稍弱,在 18 以下(图 2)。

城市网络之间的联系主要通过等级扩散和邻近扩散形成,表现在发达城市之间及距离相近者联系较强。从图 2 可以看出,中国医药企业的城市网

络大致呈现以京津冀、长三角、珠三角、成渝地区及武汉为中心的菱形结构,说明这五大城市群医药产业一体化程度较高,城市之间联系强度大。东北部及西部地区也有部分城市节点,南北向联系强于东西向联系。发达城市之间彼此联系非常密切,如杭州与上海、北京与上海、北京与武汉、上海与武汉、广州与深圳等城市之间联系强度都在 35 以上。此外,距离相近的城市之间联系也较强,如北京与张家口、杭州与台州、南昌与宜春、杭州与绍兴联系强度均达到 30 以上(表 2),说明邻近地区便于交流与管理,对医药企业选址扩散也具有较大的影响力。

(3) 发达城市在网络中普遍具有较高的权力和影响力,部分药材资源丰富的中小城市也在网络中发挥重要作用

从上述分析可以看出,基于中国医药企业网络的城市网络空间结构,主要以发达城市为重要节点,而由于其独特的行业属性特征,也有部分企业选择将总部或分支机构设立在药材资源丰富的中小城市,构建城市网络联系。因此,为了分析这些城市是否确实成为网络中重要的节点,即该城市具有别的城市不可替代的资源,参考 Alderson 等(2004)对城市网络的分析,通过点出度、点入度和特征向量中心度进一步分析各城市在网络中的影响、威望和权力。点出度为从该城市出发与其直接联系的城市数量,表明“中心城市”属性;点入度为到达该城市并与其直接联系的城市数量,表明“门户城市”属性;特征向量中心度为基于节点连接程度的相对排序。表 3 为利用 Gephi 0.9.1 计算得到中国医药企业网络城市的节点中心性(排名前 10)。

从表中可以看出,上海、香港和北京在网络中处于领先地位,具有极高的权力和影响力,武汉、长沙、杭州、深圳等城市在网络中的影响也较大。结合点出度与入度分析,武汉、北京、杭州、深圳、上海、广州等城市出度高,入度也高,说明其既是中心城市,又是门户城市,在整体网络中处于绝对主导

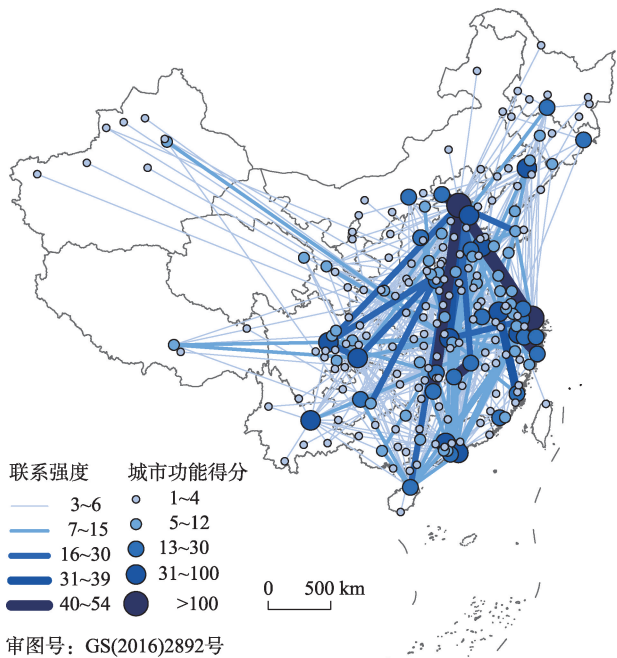


图2 国内城市功能得分及其联系强度  
Fig.2 Urban function scores and urban connectivity

表2 国内城市对联系强度前 18 名

Tab.2 Top 18 city pairs with the highest connectivity values

城市对	联系强度	城市对	联系强度	城市对	联系强度
北京-张家口	54	南昌-宜春	42	重庆-新乡	30
杭州-上海	51	绍兴-杭州	39	北京-海口	27
杭州-台州	48	北京-武汉	39	北京-烟台	24
北京-上海	48	上海-武汉	36	北京-泰安	21
上海-淄博	45	广州-深圳	36	北京-广州	21
北京-衡阳	42	南京-福州	33	北京-淄博	21

地位。长沙、海口、重庆、天津、昆明、南京、珠海、绍兴、南昌等城市出度高,入度也较高,说明其在网络中也具有较高的地位。淄博、烟台、连云港、新乡等城市出度高,入度低,说明其是中国医药企业总部集聚的中心城市,在网络中确实具有较高的影响力,但不是分支机构集聚的区域门户城市。成都、苏州、合肥、济南、太原、兰州、西安等城市出度低,入度高,说明这些城市是企业分支机构高度集聚地,为各地区提供医药生产销售服务等功能的区域门户城市。此外,部分中小型城市,如焦作、泰州、菏泽、淮安、南充也在网络中拥有一定权力和影响力,这主要是由于医药企业本身独特的行业属性特征使然,药材资源丰富成为了这些城市天然优势。

### 3.2 国际城市网络等级体系分析

(1) 国外分支机构偏好离岸金融及医药发达地区,其选址布局受企业职能差异影响

从中国医药企业在国外的分布情况来看(表4),特伦顿、维尔京群岛的城市功能得分最高,为6;开曼群岛、圣地亚哥为5;纽约为4;巴西利亚、多佛、山景城、首尔、新德里为2;其余城市仅为1。维尔京群岛、开曼群岛是著名的离岸金融中心;特伦顿所在的新泽西州的制药业在全美名列第一,拥有默克公司、庄臣父子等制药大公司,生产的药品占美国总生产的25%,有“全美的药箱”之称;圣地亚哥、纽约、首尔等城市经济发达,当地制药能力强。可见离岸金融中心或医药发达城市的功能得分相对较高,是中国医药企业的海外子公司的优选所在地。但需要注意的是,对离岸金融中心的投资,可能只是企业为了获取外资身份,进而在国内享受地方政府的政策优惠之举。

为进一步分析中国医药在国外分支机构的职

能差异,对企业对外投资进行功能区分。依据分支机构的行业属性,将其分为生产销售及服务,临床研究及技术研发,贸易投资,数据分析管理,及制造业(图3)。从图3可以看出,生产销售及服务类与临床研究及技术研发占比最高,均达30%以上;其次是贸易投资,占比21%;数据分析管理及制造业占比分别为9%和5%,相对较低。整体上,中国医药企业对外投资还是以生产销售及研发为主。

对比不同子企业的布局选址发现,生产销售及服务行业主要分布于美国、印度、荷兰、柬埔寨、肯尼亚、坦桑尼亚、乌干达及尼日利亚等国家,临床研究及技术研发行业主要分布于美国、加拿大、马来西亚、新加坡、韩国等,贸易投资主要分布于维尔京群岛、开曼群岛及部分美国城市,而数据分析管理

表4 国外城市功能得分

Tab.4 Urban function scores of some selected cities in other countries

城市	功能得分	城市	功能得分	城市	功能得分	城市	功能得分
特伦顿	6	新德里	2	鹿特丹	1	塔什干	1
维尔京群岛	6	法兰克福	1	洛杉矶	1	维多利亚	1
开曼群岛	5	汉堡	1	名古屋	1	温哥华	1
圣地亚哥	5	吉隆坡	1	莫斯科	1	悉尼	1
纽约	4	金边	1	内罗毕	1	巴黎	1
巴西利亚	2	坎帕拉	1	萨摩亚群岛	1	达雷斯萨拉姆	1
多佛	2	埃克斯顿	1	拉各斯	1	新加坡	1
山景城	2	安提瓜	1	博尔斯瓦德	1	马哈拉施特拉邦	1
首尔	2	杜塞尔多夫	1				

表3 中国医药企业网络的城市节点中心性前10名  
Tab.3 Top 10 cities with highest centrality of the key nodes in the urban networks shaped by medicine enterprises in China

特征向量中心性		点出度		点入度	
上海	1.00	武汉	1.00	上海	1.00
香港	0.91	北京	0.82	北京	0.92
北京	0.81	长沙	0.77	香港	0.77
广州	0.64	杭州	0.70	成都	0.54
武汉	0.64	深圳	0.46	广州	0.46
成都	0.63	海口	0.38	杭州	0.42
杭州	0.60	淄博	0.36	苏州	0.42
昆明	0.53	重庆	0.31	武汉	0.38
苏州	0.47	上海	0.30	深圳	0.35
济南	0.45	烟台	0.30	天津	0.35

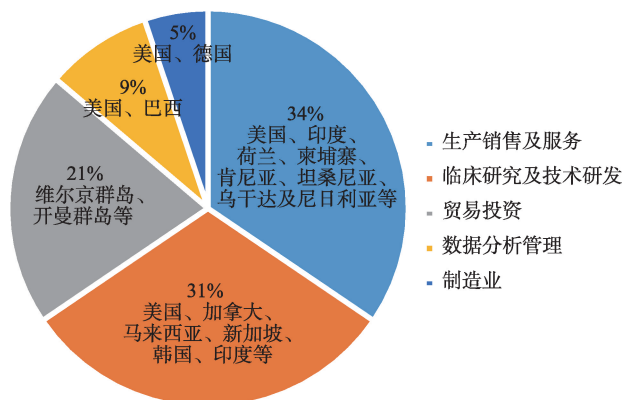


图3 中国医药企业对外投资功能区分及主要分布地  
Fig.3 Geographical and functional distribution of investments overseas of Chinese medicine enterprises

仅分布于美国、德国和巴西,制造业仅分布于美国、德国和安提瓜。可以看出,不同地区子公司业务性质差异较大,美国城市涉及行业范围最广,各个行业均在美国有所布局;马来西亚、新加坡、韩国等国家以临床研究为主;维尔京群岛、开曼群岛主要是贸易投资;柬埔寨、肯尼亚、坦桑尼亚、乌干达及尼日利亚等国以药品生产、批发及零售为主。可见,中国医药上市企业在布局海外城市网络时,子公司的职能差异是影响企业布局选址的重要因素。

(2) 中国医药行业仍处于国际化的初期阶段,在该行业拥有较强国际联系的城市有杭州、深圳、昆明、天津等。为了度量中国城市与国际城市的联系情况,计算中国医药企业所在城市对外连接度,即该城市与所联系的国外城市的联系强度总和(表5),表征该城市基于中国医药企业在国际城市网络中的连通能力。可以看出,杭州、深圳两大城市对外发展较好,对外连接度遥遥领先,为名副其实的“医药发展潜力之都”,昆明、天津及连云港也处于领先的地位。进一步分析发现,杭州、深圳、天津及连云港4个东部沿海城市,主要与美国或离岸金融中心联系较多;地处内陆的昆明,其国际联系则主要发生在非洲国家。而北京、上海、广州等一线城市基于中国医药企业在国际城市网络中的连通能力并不突出,如北京联系的国外城市只有巴西利亚和博尔苏瓦德;上海联系的只有开曼群岛、纽约和印度马哈拉施特拉邦;广州则仅与纽约、圣地亚哥和温哥华3个城市联系。此外,沈阳、通化、武汉、长沙等城市在国际城市网络中的连通能力则更差,基于中国医药企业仅有一个国外城市联系键。

从国内外医药企业城市网络的联系强度来看(图4),杭州-特伦顿、深圳-圣地亚哥联系强度最高,为9;杭州-首尔、杭州-维尔京群岛、深圳-开曼群岛、深圳-维尔京群岛、台州-多佛、天津-山景城联系强度较高,为6;余下的城市对联系强度稍弱,仅为3。相比电子信息、互联网等其他行业(何菊香等, 2015; 赵旭明等, 2016),中国医药行业在海外发展稍弱,仅有包括恒瑞医药、健康元、九安医疗、昆

药集团、理邦仪器、泰格医药等在内的22个集团,分布于34个国外城市,58个子公司。与谢丽云(2014)的研究结果相似,中国医药企业对外发展仍处于初级阶段,且地区发展差异较大,整体有待提升。

#### 4 中药、生物医药及医疗器械行业城市网络空间格局分析

医药行业可以分为中药行业、生物制药行业、医疗器械行业、化学制药行业、医药流通行业和医疗服务行业(王维刚, 2007)。不同行业之间的业务性质相差较大,所需要的技术支持和对城市的依赖也大不相同。为了进一步研究不同功能分支机构的城市关系网络,本文依据分支机构功能差异选取中药行业网络、生物医药网络和医疗器械网络,对国内城市网络开展企业分支机构的职能分析,比较在不同业务性质下城市之间的联系格局,从不同的视角更理论化地分析每个城市的角色,进一步提高对中国医药企业城市网络空间格局的理解。

从图5可以看出,中药行业城市联系网络大致以武汉为中心,呈放射状的联系格局。联系强度最强的是武汉-保定,联系强度为9;连云港-拉萨、天津-北京、天津-成都、武汉-定西、武汉-黄冈、武汉-晋城、武汉-台州、武汉-许昌联系强度为6;东北部及中西部城市对联系强度较弱。中药行业的企业总部的选址条件以靠近原料地为主,杭州、昆明、长治等城市物种丰富,植物资源充足,成为中药行业的企业总部所在地。35个子公司所在城市中,联系强度最高的保定被称为“长寿之城”,是中国四大药都之一,其中草药资源十分充足;延边、甘孜、伊犁、玉林等城市,地理位置虽偏,不及经济发达的大城

表5 中国医药企业总部所在城市对外连接度

Tab.5 External connectivity values of cities with medicine enterprise headquarters in China

城市	杭州	深圳	昆明	天津	连云港	广州	上海	台州
对外连接度	42	33	18	15	12	9	9	9
城市	北京	海口	淄博	沈阳	通化	武汉	信阳	长沙
对外连接度	6	6	6	3	3	3	3	3

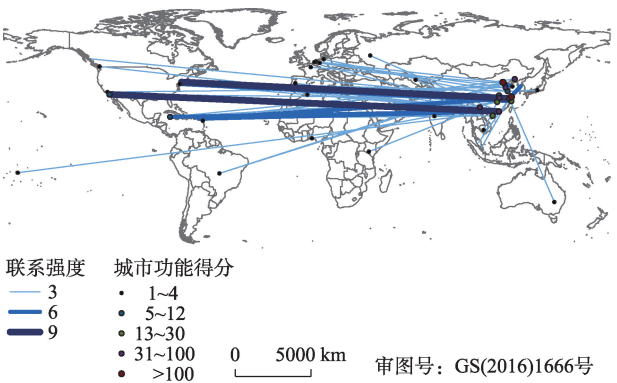


图4 国外城市功能得分及其联系强度

Fig.4 Urban function scores and connectivity values of some selected cities in other countries



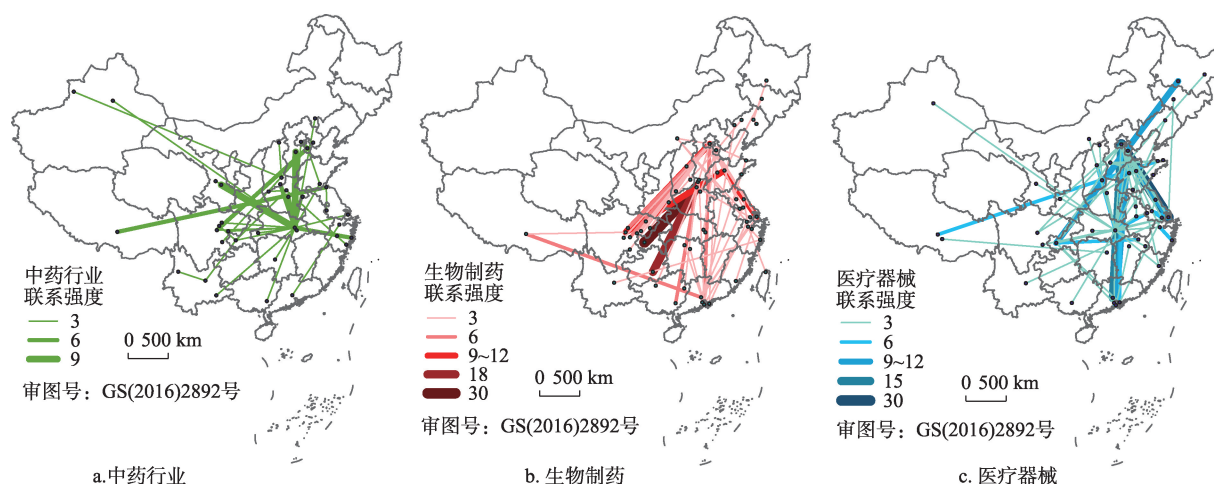


图5 中药行业、生物医药及医疗器械行业城市网络联系图

Fig.5 Urban networks shaped by medicine enterprises of traditional Chinese medicine, bio-pharmaceuticals, and medical apparatus and instruments

市,但药材资源丰富,皆是耳熟能详的中药之城,成为中药行业的子公司所在地。

生物制药行业城市联系网络大致以北京、广州、杭州、新乡、天津、淄博等城市为中心,呈现南北城市联系的空间格局,西部地区几乎无城市网络节点。联系强度较高的城市对有重庆-新乡、黔南-新乡、成都-北京、成都-淄博、上海-淄博,联系强度在9以上。需要特别指出的是华兰生物工程股份有限公司位于河南新乡市,突出了新乡在城市网络中的地位。生物制药行业除了对原料的要求,更需要高新的科技水平,因此相比于中药行业,生物制药总部城市的分布明显向大城市靠拢;在子公司所在地的选择上,有资源丰富型的,如达州、黔南、益阳等城市,但更多的是科技发达的大城市,如北京、上海、广州、香港等。

医疗器械行业城市联系网络大致以北京、天津、上海、深圳、广州、武汉、重庆等大城市为中心,呈现以南北联系为主、武汉为中心放射状联系为辅的空间格局。联系强度最大的是北京-上海,为30;北京-广州联系强度为15;重庆-哈尔滨及淄博-上海联系强度为12;珠海-天津联系强度为9;北京-深圳、台州-杭州、武汉-南京、武汉-太原、烟台-拉萨、镇江-上海、镇江-苏州、重庆-景德镇、淄博-济南9个城市对联系强度为6,其余为3。医疗器械行业联系较为密切,尤其是发达城市间的联系加强,突出了几个节点城市的重要地位,北京、天津、上海、深圳、广州、武汉等城市占据了将近60%的联系强度。相比于前2个行业,医疗器械行业集聚性更大,经济发达城市之间的联系更强。

## 5 结论与讨论

从20世纪80年代以来,部分中国学者陆续对城市网络展开相关研究,但与国外学者对上市企业总部-分支网络长时间深入研究相比较,中国的此类研究仍然处于起步阶段(鲍超等,2014)。随着中国医药企业的迅速发展,不同城市之间密切的货物与信息流动加强了城市间的联系,并形成复杂的网络,但国内结合医药业探讨城市网络的研究几乎为零。不同行业的企业网络对于研究城市网络和城市功能具有独特的意义,Sigler等(2016)对材料、能源、工业和金融企业的城市网络进行对比分析研究发现,不同行业都具有独特的城市关系,并基于不同的历史和路径依赖轨迹,通过制度及行业等特定影响因素形成。因此,本文参考城市网络的研究方法,以中国A股上市医药企业为研究对象,分析其构成的城市网络空间结构特征。研究主要结论为:

(1) 中国医药产业形成的城市网络空间格局具有区域特性,基本形成了京津冀、长三角、珠三角、成渝经济区和武汉城市圈5个城市区域;北京、上海、武汉、杭州、广州、深圳是网络中最重要的节点,共同构成了中国医药企业城市网络的基本框架。中国医药企业城市网络之间的联系主要通过等级扩散和邻近扩散形成,城市之间联系最密切的是北京和张家口、杭州和上海、北京和上海及杭州和台州。京津冀、长三角、珠三角、成渝经济区及武汉城市圈五大城市群医药一体化程度高,城市联系强度大。区域性的城市网络节点还包括长沙、海口、重

庆、天津、昆明、南京、珠海等沿海经济发达城市或区域中心城市。这与其他学者基于金融企业(尹俊等, 2011)、物流企业(董琦等, 2013)或电子信息企业(武前波等, 2012)的国内城市网络研究相比较, 重要网络节点及主体结构大体一致; 而与之不同的是, 部分药材资源丰富的中小城市也在网络中发挥着重要连通作用。通过3个中心性测度发现, 绍兴、南昌、淄博、烟台、连云港、新乡、太原、兰州、西安等城市都在网络中发挥不同的作用, 焦作、泰州、菏泽、淮安、南充等中小城市也在网络中拥有一定的权力和影响力, 体现了医药企业独特的行业属性特征。

(2) 通过分支机构在海外的分布情况研究中国医药企业国际化发展现状, 整体上中国医药企业对外投资还是以生产销售及研发为主。在该行业拥有较强国际联系的城市是杭州和深圳, 昆明、天津、连云港对外联系强度也较高, 其余城市则联系较弱。中国医药业城市网络创造的空间结构和表达方式呈现出相对不变的“传统”模式: 联系较强的城市或地区主要是离岸金融中心及医药发达城市, 如特伦顿、维尔京群岛、开曼群岛、圣地亚哥、纽约等。此外, 子公司选址布局受企业职能差异影响, 表现为主要依据行业属性选择城市, 如维尔京群岛、开曼群岛是著名的离岸金融中心, 设立在此的公司业务性质主要是贸易投资方面; 新加坡、韩国等发达地区, 业务性质主要是临床研究。总体上, 中国医药企业仍处于国际化的初期阶段, 整体有待提升。但需要注意的是, 本文基于中国医药企业研究城市网络, 外资企业不在研究范围内, 因此只能在一定程度上表明中国医药业全球化发展现状。

(3) 依据分支机构的行业属性细分医药企业网络, 不同行业城市网络空间格局差异较大。中药行业大致以武汉为中心, 北京、天津等大城市及保定等中草药资源丰富型城市为重要节点, 呈放射状的联系格局, 东北部及中西部城市间联系强度较弱。生物制药行业大致以北京、广州、杭州、新乡、天津、淄博等城市为中心, 呈现南北城市联系的空间格局。医疗器械行业大致以北京、天津、上海、深圳、广州、武汉、重庆等大城市为中心, 呈现以南北部联系为主、武汉为中心放射状联系为辅的空间格局。总体而言, 制药型企业在药材资源丰富的中小型城市间的联系较多, 研发型企业发达城市之间联系较强, 而生产销售型企业联系范围最为广泛, 北京、上海、武汉、杭州等城市在各个网络中都发挥着重要节点的连通作用。

## 参考文献(References)

- 鲍超, 陈小杰. 2014. 中国城市体系的空间格局研究评述与展望[J]. 地理科学进展, 33(10): 1300-1311. [Bao C, Chen X J. 2014. Reivew and prospect of research on the spatial pattern of China's urban system[J]. Progress in Geography, 33(10): 1300-1311.]
- 陈伟, 刘卫东, 柯文前, 等. 2017. 基于公路客流的中国城市网络结构与空间组织模式[J]. 地理学报, 72(2): 224-241. [Chen W, Liu W D, Ke W Q, et al. 2017. The spatial structures and organization patterns of China's city networks based on the highway passenger flows[J]. Acta Geographica Sinica, 72(2): 224-241.]
- 陈映雪, 甄峰, 王波, 等. 2013. 基于社会网络分析的中国城市网络信息空间结构[J]. 经济地理, 33(4): 56-63. [Chen Y X, Zhen F, Wang B, et al. 2013. Chinese city network structure in the cyberspace based on social network analysis[J]. Economic Geography, 33(4): 56-63.]
- 程婧瑶, 樊杰, 陈东. 2013. 基于重力模型的中国金融中心体系识别[J]. 经济地理, 33(3): 8-14. [Cheng J Y, Fan J, Chen D. 2013. Discernment of Chinese financial center system: Gravity model approach[J]. Economic Geography, 33(3): 8-14.]
- 程玉鸿, 孟俊华. 2014. 基于高端消费文化视角的中国城市中心性及其网络结构的实证分析[J]. 经济地理, 34(2): 28-34. [Cheng Y H, Meng J H. 2014. Empirical analysis of Chinese urban network architecture based on centrality: From the world's top luxury brands city location perspective. [J]. Economic Geography, 34(2): 28-34.]
- 董琦, 甄峰. 2013. 基于物流企业网络的中国城市网络空间结构特征研究[J]. 人文地理, 28(4): 71-76. [Dong Q, Zheng F. 2013. The study on spatial structure characteristics of China's city network based on the logistics enterprise network[J]. Human Geography, 28(4): 71-76.]
- 何菊香, 赖世茜, 廖小伟. 2015. 互联网产业发展影响因素的实证分析[J]. 管理评论, 27(1): 138-147. [He J X, Lai S X, Liao X W. 2015. An empirical analysis on the determinants of internet industry development[J]. Management Review, 27(1): 138-147.]
- 金凤君. 2001. 我国航空客流网络发展及其地域系统研究[J]. 地理研究, 20(1): 31-39. [Jin F J. 2001. A study on network of domestic air passenger flow in China[J]. Geographical Research, 20(1): 31-39.]
- 金钟范. 2010. 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, 29(9): 1670-1682. [Jin Z F. 2010. On structural properties of transnational urban network based on multinational enterprises network in China: As the case of link with South Korea[J]. Geographical Research, 29(9): 1670-1682.]
- 冷炳荣, 杨永春, 李英杰, 等. 2011. 中国城市经济网络结构空间特征及其复杂性分析[J]. 地理学报, 66(2): 199-211. [Leng B R, Yang Y C, Li Y J, et al. 2011. Spatial characteristics and complex analysis: A perspective from basic activ-



- ities of urban networks in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 66(2): 199-211.]
- 李仙德. 2014. 基于上市公司网络的长三角城市网络空间结构研究[J]. *地理科学进展*, 33(12): 1587-1600. [Li X D. 2014. Spatial structure of the Yangtze River Delta urban network based on the pattern of listed companies network[J]. *Progress in Geography*, 33(12): 1587-1600.]
- 马海涛, 方创琳. 2011. 基于企业微观视角的城市区域生产网络空间组织研究: 以粤东城镇群服装生产为例[J]. *地理科学*, 31(10): 1172-1180. [Ma H T, Fang C L. 2011. Spatial organization of production networks in city-region based on enterprises relationship: A case of apparel production in urban agglomeration of Eastern Guangdong Province[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 31(10): 1172-1180.]
- 谭一洛, 杨永春, 冷炳荣, 等. 2011. 基于高级生产者服务业视角的成渝地区城市网络体系[J]. *地理科学进展*, 30(6): 724-732. [Tan Y M, Yang Y C, Leng B Q, et al. 2011. Urban network system in Chengdu-Chongqing Region in the perspective of advanced producer service[J]. *Progress in Geography*, 30(6): 724-732.]
- 汤放华, 汤慧, 孙倩, 等. 2013. 长江中游城市群经济网络结构分析[J]. *地理学报*, 68(10): 1357-1366. [Tang F H, Tang H, Sun Q, et al. 2013. Analysis of the economic network structure of urban agglomerations in the middle Yangtze River[J]. *Acta Geographica Sinica*, 68(10): 1357-1366.]
- 唐子来, 李涛. 2014. 长三角地区和长江中游地区的城市体系比较研究: 基于企业关联网络的分析方法[J]. *城市规划学刊*, (2): 24-31. [Tang Z L, Li T. A comparative analysis of urban systems in the Yangtze Delta Region and the Yangtze Region: An approach of firm-based interlocking network[J]. *Urban Planning Forum*, (2): 24-31.]
- 汪明峰, 宁越敏. 2006. 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*, 25(2): 193-203. [Wang M F, Ning Y M. 2006. The network advantage of cities: An analysis of spatial structure and node accessibility of Internet backbones in China[J]. *Geographical Research*, 25(2): 193-203.]
- 王成金. 2008. 中国物流企业的空间组织网络[J]. *地理学报*, 63(2): 135-146. [Wang C J. 2008. Spatial organizational network of logistics company in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 63(2): 135-146.]
- 王维刚. 2007. 中国医药产业成长特征与机理研究[D]. 上海: 同济大学. [Wang W G. 2007. The research on the growth features and mechanisms of China's medical industry[D]. Shanghai, China: Tongji University.]
- 吴康, 方创琳, 赵渺希. 2015. 中国城市网络的空间组织及其复杂性结构特征[J]. *地理研究*, 34(4): 711-728. [Wu K, Fang C L, Zhao M X. 2015. The spatial organization and structure complexity of Chinese intercity networks[J]. *Geographical Research*, 34(4): 711-728.]
- 武前波, 宁越敏. 2012. 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*, 31(2): 207-219. [Wu Q B, Ning Y M. 2012. China's urban network based on spatial organization of electronic information enterprises[J]. *Geographical Research*, 31(2): 207-219.]
- 谢丽云. 2014. 我国医药制造业经济产出状况及其影响因素分析[D]. 北京: 北京中医药大学. [Xie L Y. 2014. Woguo yiyao zhizaoye jingji chanchu zhuangkuang jiqi yingxiang yinsu fenxi[D]. Beijing, China: Beijing University of Chinese Medicine.]
- 叶磊, 段学军. 2016. 基于物流企业的长三角地区城市网络结构[J]. *地理科学进展*, 35(5): 622-631. [Ye L, Duan X J. 2016. City network structure of the Yangtze River Delta region based on logistics enterprise network[J]. *Progress in Geography*, 35(5): 622-631.]
- 尹俊, 甄峰, 王春慧. 2011. 基于金融企业布局的中国城市网络格局研究[J]. *经济地理*, 31(5): 754-759. [Yin J, Zhen F, Wang C H. 2011. China's city network pattern: An empirical analysis based on financial enterprises layout[J]. *Economic Geography*, 31(5): 754-759.]
- 赵旭明, 杨晓涵. 2016. 跨境电子商务发展对我国对外贸易模式转型影响分析[J]. *商业经济研究*, (8): 75-77. [Zhao X M, Yang X H. 2016. Kuajing dianzi shangwu fazhan dui woguo duiwai maoyi moshi zhuanxing yingxiang fenxi[J]. *Journal of Commercial Economics*, (8): 75-77.]
- 周一星, 胡智勇. 2002. 从航空运输看中国城市体系的空间网络结构[J]. *地理研究*, 21(3): 276-286. [Zhou Y X, Hu Z Y. 2002. Looking into the network structure of Chinese urban system from the perspective of air transportation[J]. *Geographical Research*, 21(3): 276-286.]
- Alderson A S, Beckfield J. 2004. Power and position in the world city system[J]. *American Journal of Sociology*, 109(4): 811-851.
- Bruinsma F, Rietveld P. 1993. Urban agglomerations in European infrastructure networks[J]. *Urban Studies*, 30(6): 919-934.
- Derudder B, Taylor P J, Hoyler M, et al. 2013. Measurement and interpretation of connectivity of Chinese cities in world city network, 2010[J]. *Chinese Geographical Science*, 23(3): 261-273.
- Derudder B, Taylor P J, Witlox F, et al. 2003. Hierarchical tendencies and regional patterns in the world city network: a global urban analysis of 234 Cities[J]. *Regional Studies*, 37(9): 875-886.
- Graham S. 1999. Global grids of glass: On global cities, telecommunications and planetary urban networks[J]. *Urban Studies*, 36(5): 929-949.
- Grubésic T H, O'Kelly M E. 2002. Using points of presence to measure accessibility to the commercial internet[J]. *The Professional Geographer*, 54(2): 259-278.
- Guy S, Graham S, Marvin S. 1997. Splintering networks: Cities and technical networks in 1990s Britain[J]. *Urban Studies*, 34(2): 191-216.
- Li Z Y, Dawood S R S. 2016. World city network in China: A network analysis of air transportation network[J]. *Modern Applied Science*, 10(10): 213.

- Liefner I, Hennemann S. 2011. Structural holes and new dimensions of distance: The spatial configuration of the scientific knowledge network of China's optical technology sector[J]. *Environment and Planning A*, 43(4): 810-29.
- Lu L, Huang R. 2012. Urban hierarchy of innovation capability and inter-city linkages of knowledge in Post-reform China[J]. *Chinese Geographical Science*, 22(5): 602-16.
- Ma H T, Fang C L, Pang B, et al. 2015. Structure of Chinese city network as driven by technological knowledge flows [J]. *Chinese Geographical Science*, 25(4): 498-510.
- Martinus K, Sigler T J, Searle G, et al. 2015. Strategic globalizing centers and sub-network geometries: A social network analysis of multi-scalar energy networks[J]. *Geoforum*, 64: 78-89.
- Pan F H, Bi W K, Lenzer J, et al. 2017. Mapping urban networks through inter-firm service relationships: The case of China[J]. *Urban Studies*, 54(16): 3639-3654.
- Pan F H, He Z Y, Sigler T J, et al. 2018. How Chinese financial centers integrate into global financial center networks: An empirical study based on overseas expansion of Chinese financial service firms[J]. *Chinese Geographical Science*, 28(2): 217-230.
- Pan F H, Zhao S X B, Wójcik D. 2016. The rise of venture capital centres in China: A spatial and network analysis[J]. *Geoforum*, 75: 148-158.
- Sigler T J, Martinus K. 2016. Extending beyond 'world cities' in World City Network (WCN) research: Urban positionality and economic linkages through the Australia-based corporate network[J]. *Environment and Planning A*, 49(12): 2916-2937.
- Taylor P J. 2004. *World city network: A global urban analysis* [M]. London, UK: Routledge.
- Taylor P J, Derudder B, Faulconbridge J, et al. 2013. Advanced producer service firms as strategic networks, global cities as strategic places[J]. *Economic Geography*, 90(3): 267-91.
- Taylor P J, Derudder B, Hoyler M, et al. 2014. City-dyad analyses of China's integration into the world city network[J]. *Urban Studies*, 51(5): 868-82.
- Zhao M X, Liu X J, Derudder B, et al. 2015. Mapping producer services networks in mainland Chinese cities[J]. *Urban Studies*, 52(16): 3018-3034.
- Zhu Z R, Zhang A, Zhang Y H. 2017. Connectivity of intercity passenger transportation in China: A multi-modal and network approach[J]. *Journal of Transport Geography*, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.05.009>.

## Spatial structure of urban network based on Chinese A-share listed medicine enterprise network

YE Yaling<sup>1</sup>, YANG Bofei<sup>2</sup>, HE Ziyun<sup>2</sup>, ZENG Beini<sup>2</sup>, PAN Fenghua<sup>2\*</sup>, FANG Cheng<sup>2</sup>

(1. School of Urban Planning and Design, Peking University Shenzhen Graduate School, Shenzhen 518055, Guangdong, China; 2. Beijing Key Laboratory of Environmental Remote Sensing and Digital Cities, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** Urban network research based on a specific type of industry has unique value and is essential for understanding the industrial pattern and urban function. Using the data of headquarters and branches of the Chinese A-share listed medicine enterprises, this article analyzes the characteristics of urban networks shaped by these firms. The results show that: (1) Most of the headquarters of medicine enterprises are concentrated in the coastal economic regions, including the Yangtze River Delta, the Pearl River Delta, and the Beijing-Tianjin-Hebei Region. Wuhan, Beijing, and Hangzhou are the important nodes in the network. (2) Five urban clusters stand out in the urban networks shaped by Chinese medicine enterprises. Moreover, the connectivity values in urban networks are significantly different, which are mainly formed by hierarchical diffusion and proximity diffusion, with strong connections between the developed city pairs and their surrounding cities. (3) Developed cities generally have high power and influence in the network. Meanwhile, some small or medium-sized cities with abundant resources have also played an important role in the network. (4) China's medicine industry is still in the early stages of internationalization. Only a few cities, such as Hangzhou, Shenzhen, Kunming, and Tianjin, have strong international connections. (5) The spatial structures of urban networks vary greatly among different subsectors of medicine enterprises, while Beijing, Shanghai, Wuhan, and other major cities play a central role in all subnetworks.

**Key words:** medicine enterprise; urban network; spatial structure; publicly listed firm; firm network; China