
基于多维城市要素流的武汉城市圈城市联系与功能分析^{*1}

王海军^{1, 2} 翟丽君¹ 刘艳芳^{1, 2, 3} 徐姗^{*4, 5}

- (1. 武汉大学资源与环境科学学院, 中国湖北武汉 430079;
2. 武汉大学教育部地理信息系统重点实验室, 中国湖北武汉 430079;
3. 武汉大学地理空间信息技术协同创新中心, 中国湖北武汉 430079;
4. 中国城市科学研究会, 中国北京 100048;
5. 中国科学院地理科学与资源研究所, 中国北京 100101)

【摘要】: 文章结合统计年鉴数据和地理时空大数据, 运用多维城市要素流综合分析武汉城市圈内城市间联系与各城市功能, 并采用赋值法对 4 种城市要素流进行评分, 进而对武汉城市圈的功能布局与发展提出建议。结果表明: ①武汉是城市圈的发展中心, “一城独大” 态势依旧显著, 城市圈整体极化和辐射能力较弱, 中低级城市流强度的城市较多。②城市圈内城际空间联系不够紧密, 且联系程度空间差异较大。③根据赋值后的综合结果, 从“点线面” 的角度对武汉城市圈空间布局给出建议。点: “一三二三” 的空间布局, 中心城市为武汉, 次中心城市为黄石、鄂州和孝感, 核心区为咸宁和黄冈, 影响区为仙桃、潜江和天门; 线: 以孝感—武汉—鄂州—黄石、武汉—咸宁、武汉—黄冈为 3 个发展轴的“小” 字型的空间布局形式; 面: 将武汉城市圈进一步划分为 3 个发展区, 即武汉—鄂州—黄冈—黄石、武汉—咸宁、武汉—孝感—仙桃—潜江—天门。

【关键词】: 城市联系; 城市功能; 城市要素流; 大数据; 武汉城市圈

【中图分类号】: F291 **【文献标志码】**: A **【文章编号】**: 1000 - 8462 (2018) 07 - 0050 - 09

DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2018.07.007

¹ 收稿时间: 2017 - 10 - 19; 修回时间: 2018 - 05 - 11

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (41571384); 国家基础科学人才培养基金项目 (J1103409)

作者简介: 王海军 (1972—), 男, 陕西凤翔人, 博士, 教授。主要研究方向为地理模拟、城市规划和土地资源评价等。E-mail: landgiswhj@163.com。

***通讯作者**: 徐姗 (1987—), 女, 江苏常州人, 副研究员。主要研究方向为城乡规划与城市更新。E-mail: xushan@chinasus.org。

城市联系是当今城市群研究的热门论题。Reilly W J提出的“零售引力定律”是定量分析城市间经济联系的基础^[1]；空间相互作用理论是由Ullman E L提出的，为城市群空间相互作用的研究提供了理论支持^[2]；Edwar提出了知识溢出模型，然后在此模型的基础上对城市群内部各城市之间的知识分布及其流动进行了研究分析^[3]；Simeon Dankov等运用引力模型，以贸易流数据为基础，研究了苏联地区10年间的经济联系的变化^[4]；之后Hide-nobu Matsumoto采用引力模型，研究航空流的强度，进而分析城市群的网络特征^[5]。

Castells于1989年最早提出流空间理论，强调了城市节点的价值，无疑为全球化、信息化影响下的城市网络关系研究提供了理论框架与重要出发点。方创琳^[6]等提出，新型城镇化背景下中国城市发展格局的优化应基于流空间理论，总结流空间特点，形成建立在流空间理论之上的全新城市发展格局。

国内有关城市联系的研究有很多，在研究方法方面，学者们采用引力模型^[7-8]、城市流模型^[9-10]、SOM神经网络模型^[11]、通达性模型^[12]、相互作用强度模型等及部分模型的综合^[13-14]研究城市联系，随着大数据的普及，微博数据^[15]、豆瓣数据^[16]、POI数据^[17]等也被用于城市群空间联系的研究；在研究区域空间尺度方面，学者们从市域^[18]、省域^[19]、群域^[20-21]等多个层面上研究城市功能和城市空间结构。城际联系本质上可以说是城市功能之间的联系^[22]，而城市功能联系其实是城市各类空间流相互作用的综合反映^[23]，但是现阶段有关城市联系的研究主要集中在单角度分析城市的空间结构等方面，缺乏从综合视角对城市联系与功能的解析和基于大数据与传统数据的综合分析，并且直接利用城市要素流研究城市联系与功能的也较少。

本文从经济流、交通流、人口流、信息流多视角对城市功能和城市联系进行研究，原因如下：①经济流、交通流、人口流和信息流是当今新经济形态和信息化社会的重要组成部分^[24]。而随着城市产业的发展和城市等级规模的变化会导致城市联系和城市功能发生变化，这一变化进而通过经济流、交通流、人口流和信息流等城市要素流反映出来。②不同要素流具有不同的意义，也代表了城市不同的功能。从多维要素流的角度可多视角分析城市功能及城际联系，因此基于多维要素流的综合分析可以更好地探知城市群城市的功能发展格局，预判城市发展方向。

1 研究区概况、研究方法与数据来源

1.1 研究区概况

武汉“1+8”城市圈成立于2004年，包含武汉、黄石、鄂州、黄冈、孝感、咸宁、仙桃、潜江和天门9个城市。武汉城市圈是长江经济带的重要组成部分，在中部地区五省中居中心位置，也是今后我国区域经济增长的重要引擎。

1.2 研究方法

多维城市要素流综合了经济流、交通流、人口流和信息流等单维要素流，从多角度测度武汉城市圈城际空间联系，进而分析城市圈的城市功能和城市圈结构，一方面弥补了传统城市流模型偏向于经济分析，并不能更好反映城际其他要素流情况的缺点，另一方面多维克服了单维的单一性，能够多方面对城市圈各城市进行评价。

本文采用经济流（城市流模型）^[14]、交通流模型^[20]、人口流动模型和信息流模型^[26]来研究城际相互联系，采用隶属度模型^[25]来判断各城市要素流的主要作用方向，以此判断城市圈各城市接受其中心城市辐射的程度，采用潜力模型来判断各城市的集聚能力。

1.3 数据来源

各模型中用到的数据来源见表1。

表 1 数据来源

模型	数据来源
经济流模型	从《湖北省统计年鉴》及武汉城市圈 9 个城市的统计年鉴获得：①武汉城市圈 9 个城市 2015 年各外向服务部门的分部门全市从业人数、全市总从业人数、全国总从业人数和全市 GDP；②城市质量评价指标体系中的 27 项指标数据。
交通流模型 人口流模型	基于携程网和 114 票务网站获取研究时段内武汉城市圈两城市间每天的汽车、普通火车、动车和高铁的班次数目。爬取于腾讯迁徙平台，2016 年 11 月 1 日—11 月 7 日（共 7 天）武汉城市圈各城市之间的人口流动数据。
信息流模型	从 www.index.baidu.com 获得 2016 年 11 月 1 日—11 月 7 日武汉城市圈 9 个城市两两之间的百度指数，本文将武汉→黄石、黄石→武汉这样的城市对合并为双向联系的武汉—黄石。双向联系城市对共 36 个，建立两两间联系矩阵。

2 城市联系与功能分析

2.1 经济流视角下的城市联系与功能分析

本文采用的经济流模型是将传统的城市流模型和相互作用模型相结合，采用相互作用模型探讨城际经济联系程度，城市流模型来研究城市的功能。

2.1.1 城市外向功能量和城市流强度

由城市流模型得到武汉城市圈 9 个城市的总外向功能量和城市流强度（表 2）（区位熵的结果由于篇幅有限省略）。

表 2 武汉城市圈各城市外向功能量和城市流强度

城市	GDP（亿元）	总的外向功能量	城市流强度
武汉	10 905.60	31.18	1 640.61
黄石	1 228.11	4.38	167.57
鄂州	730.01	4.5	152.57
孝感	1 457.20	14.69	262.53
黄冈	1 589.24	5.8	201.67
咸宁	1 030.07	4.23	121.11
仙桃	597.6	3.74	186.08
潜江	557.57	0.07	2.09
天门	440.1	4.82	164.58

由表 2 可以看出城市圈中各城市的外向功能量存在较大差距。从总的外向功能量来看，武汉（31.18）明显高于其他城市，说明武汉对外服务功能较强，经济中心地位突出，极大地带动了城市圈的经济发展。城市圈中各城市（除潜江外）总的外向功能量均大于 1，说明城市圈内各城市基本具有一定的外向辐射能力。

根据城市流强度值把武汉城市圈 9 个城市分为 4 个级别，一级城市是武汉（1 640.41），城市流强度占到整个城市圈的 53%，远高于城市圈内其他城市，是城市圈的经济中心。二级城市包括孝感（262.53）和黄冈（201.67），是城市圈的次经济中心。最低级别的是潜江，说明潜江受中心城市的辐射较弱，城市流强度偏低。

2.1.2 城市综合质量评价和经济联系分析

城市之间经济联系的强弱可用城市间相互作用强度来表达，相互作用强度越大，城市间的经济联系越紧密。要测度相互作用强度，首先要计算城市的综合质量，传统的城市综合质量只是用人口规模和 GDP 来评价，但城市综合质量应该是由多种因素共同决定的综合值。因此本文在借鉴相关研究^[21]的基础上，选取了 3 个方面共 27 个指标，以反映城市的综合实力大小（表 3）。

表 3 城市综合质量评价指标体系

一级指标	二级指标
辐射力	人均 GDP (X_1)
	全社会固定资产投资额 (X_2)
	社会消费品零售总额 (X_3)
	地方公共财政预算收入 (X_4)
	第三产业占 GDP 比重 (X_5)
	进出口总额 (X_6)
	出口额 (X_7)
	金融机构人民币存款 (X_8)
	金融机构人民币贷款 (X_9)
	房屋建筑竣工面积 (X_{10})
	常住人口 (X_{11})
	高等学校数 (X_{12})
	普通高校学生数占年末户籍人口比例 (X_{13})
	工业企业单位数 (X_{14})
	就业人数 (X_{15})
吸引力	城镇居民人均可支配收入 (X_{16})
	入境旅游者人数 (X_{17})
	实际直接外商投资 (X_{18})
	城市 POI 数量 (X_{19})
	财政用于科学技术支出 (X_{20})
	国际旅游外汇收入 (X_{21})
	公路货运量 (X_{22})
	公路客运量 (X_{23})
	邮电业务总量 (X_{24})

交换力

互联网宽带接入用户 (X_{25})

公路通车里程 (X_{26})

移动电话年末用户数 (X_{27})

运用 SPSS 统计分析软件计算各城市的综合质量指标值见表 4。

表 4 武汉城市圈各城市的综合质量指标值

城市	综合质量指标值	城市	综合质量指标值	城市	综合质量指标值
武汉	44 963.72	孝感	2 626.19	仙桃	1 488.27
黄石	2 428.00	黄冈	1 436.84	潜江	1 461.32
鄂州	2 470.55	咸宁	1 366.83	天门	1 200.73

567890-在城市综合质量指标值的基础上得到城市圈经济相互作用强度矩阵。根据得到的相互作用值由高到低依次划分为强联系、较强联系、较弱联系、弱联系四个等级，利用 ArcGIS10.2 软件绘制出武汉城市圈城际经济相互作用图（图 1）。

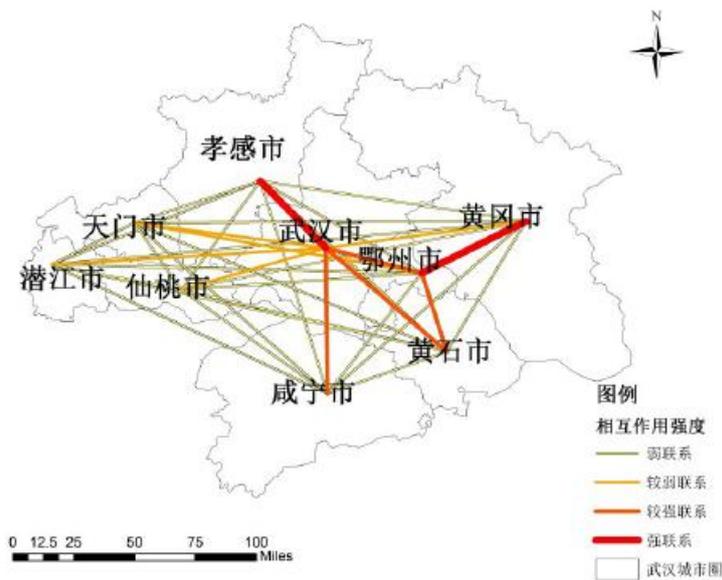


图 1 武汉城市圈城际经济相互作用图

Fig.1 The map of economic interaction between cities in Wuhan Urban Agglomeration

综上，武汉城市圈经济流网络结构不平衡，强少弱多，武汉为城市圈的经济中心，“一城独大”态势明显；“武汉—孝感”和“武汉—鄂州—黄石”是两个重要的发展极，而仙桃、潜江和天门之间的经济联系较差。武汉与咸宁和孝感经济联系紧密，但与西部仙桃、潜江和天门联系较弱，说明武汉虽然是城市圈的经济中心，但辐射作用还有待提升。

根据隶属度模型可得表 5 和图 2，从表 5 可知，武汉的首位空间联系方向是孝感，孝感、黄石、咸宁、仙桃、潜江的首位空间联系方向是武汉，由此可见武汉是城市圈中最大的空间联系集聚中心，城市圈内城市的经济流主要方向以武汉为主。除此之外，孝感对武汉的空间联系隶属度（31.99%）最高，紧密承接武汉的辐射带动作用，鄂州隶属度也相对较高，黄石和咸宁对武汉的空间联系隶属度均大于 10%，其他城市（黄冈、仙桃、潜江、天门）对武汉的隶属度一般，这与空间联系强度测算结果相一致。

表 5 武汉城市圈城市经济首位空间联系方向

联系方向 (%)	联系方向 (%)
黄石→武汉 (49.85)	武汉→孝感 (31.99)
仙桃→武汉 (72.34)	黄冈→鄂州 (67.87)
孝感→武汉 (93.33)	鄂州→黄冈 (38.25)
咸宁→武汉 (90.73)	天门→鄂州 (50.80)
潜江→武汉 (50.46)	

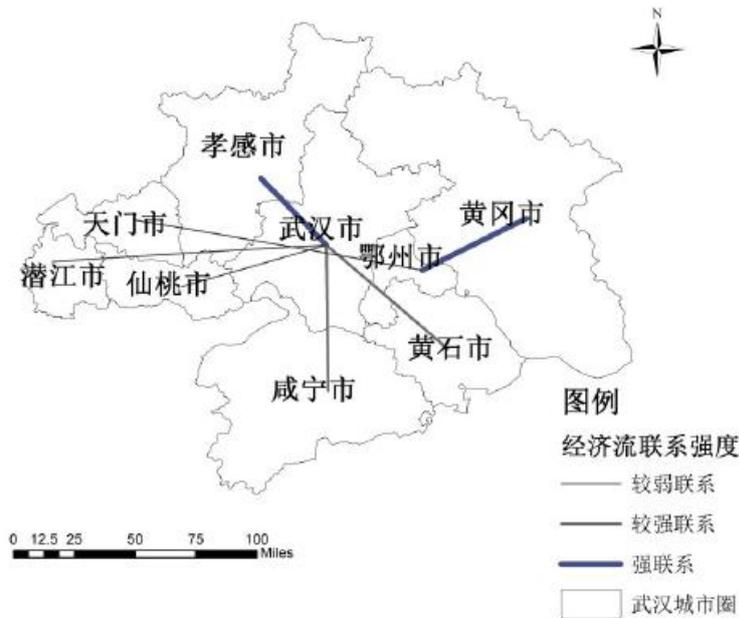


图 2 武汉城市圈经济首位联系方向图
Fig.2 The map of first economic direction between cities

由潜力模型可得武汉城市圈城市的潜力值（表6）。武汉的潜力值居首位，集聚能力强；除咸宁、仙桃、潜江、天门4个城市潜力值小，集聚能力弱，其他城市潜力值较高。

表6 武汉城市圈城市潜力值

城市 i	V_i	城市 i	V_i
武汉	57 330.430	咸宁	986.786
黄石	5 834.529	仙桃	1 367.185
鄂州	11 243.840	潜江	1 311.466
孝感	3 303.948	天门	2 081.731
黄冈	11 840.010		

2.1.3 经济流视角下的城市功能分析

武汉城市圈的城市流强度集中在第二产业，第三产业不够发达，对外服务功能不强。武汉的第二产业突出，是城市圈的工业中心，孝感、黄石和鄂州仅次于武汉，是城市圈的次级工业中心。与第二产业相比，武汉第三产业服务功能较弱，服务功能主要集中在建筑业、批发零售业等传统基础服务部门。作为核心城市，武汉通过集聚效应将周边城市的优质资源如高端人才、企业总部等吸引到本地来，再通过扩散效应（如产业转移等）对周边城市进行辐射拉动，使周边城市受益，进而推动城市圈的整体发展。而城市流强度低的几个城市，如潜江、仙桃等，应重视产业结构转型升级，与其他城市形成产业联系，以提高综合实力。

2.2 交通流视角下的城市联系与功能分析

计算两两城市间流入交通和流出交通间的均值，求出交通流联系强度值，再计算求得武汉城市圈各城市的交通流入量和交通流出量（表7）。得出两两城市间交通流联系强度值，利用 ArcGIS10.2 绘制出城市圈城际交通联系强度图（图3）。

表7 武汉城市圈各城市交通流强度

城市	交通流流入量	交通流流出量	交通联系总量
武汉	229.63	378.03	607.67
黄石	89.40	80.17	169.57
鄂州	112.07	48.93	161.00
黄冈	33.83	19.33	53.17
孝感	77.10	52.33	129.43
咸宁	89.53	65.20	154.73
仙桃	58.83	39.67	98.50
潜江	59.33	86.83	146.17

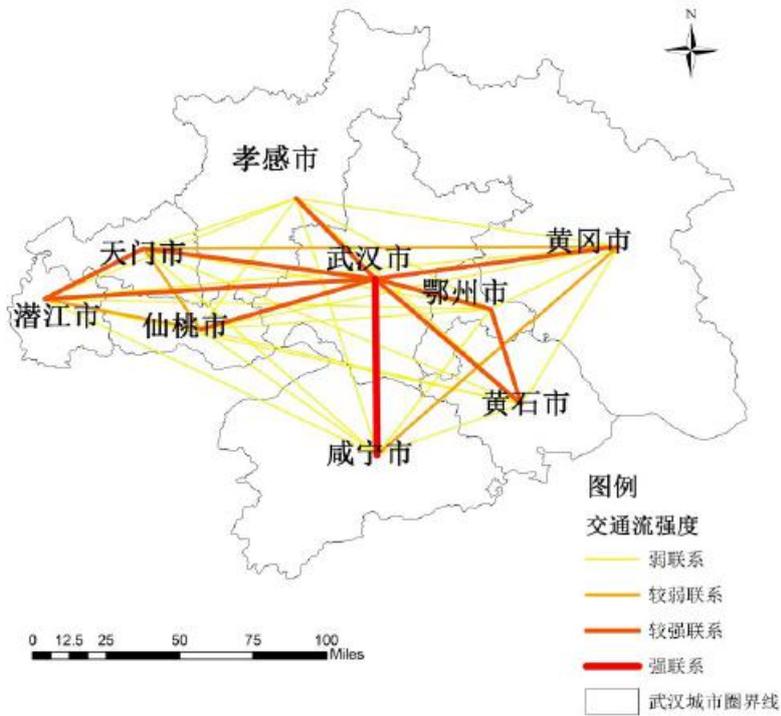


图3 武汉城市圈城际交通联系强度图
Fig.3 Traffic connection intensity map

由表 7 和图 3 可知，武汉的交通联系总量（607.67）占整个城市圈的 35.84%，在城市圈交通联系中排在首位，交通最发达。武汉与城市圈内其他 8 个城市的交通联系都处于强联系或较强联系，是城市圈的核心交通枢纽，但是其他 8 个城市间除了鄂州与黄石外，均缺乏相互的交通联系。其中武汉与咸宁交通联系强的原因可能是由于武汉与许多南部城市如广州、长沙、深圳等城市交流较多，高铁班次经过咸宁站；而天门交通流强度第二的原因可能是由于武汉与成都、重庆等城市的联系较多，动车班次经过天门站。武汉、鄂州、黄石 3 个城市间的交通联系紧密，形成了武汉—鄂州—黄石的核心交通轴，相比之下咸宁以及西部仙桃、潜江和天门 4 个城市间交通联系不足，城市各自独立发展。

由隶属度模型分析交通流的首位联系方向得到图 4，城市圈中除武汉外各城市的首位交通联系城市均为武汉，而武汉的首位交通联系城市为咸宁，城市圈的交通流隶属度具有明显的中心城市指向性。除此之外，黄石与鄂州相互间的交通流隶属度均与其和武汉相差无几，天门与潜江相互的交通隶属度也很高，说明黄石与鄂州、天门与潜江的交通联系密切。

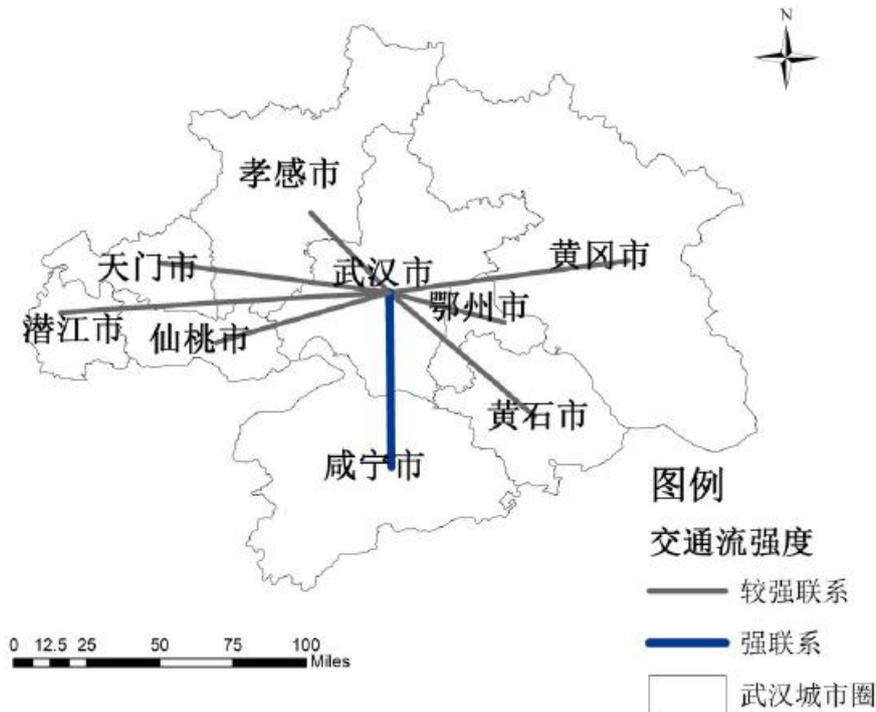


图4 武汉城市圈交通首位联系方向图
Fig.4 The map of first traffic direction

因此从交通流角度分析城市圈城市功能可知，武汉是城市圈内当之无愧的交通枢纽；天门与仙桃、鄂州的交通联系较多，应作为城市圈西部的交通枢纽；鄂州可作为城市圈东部的交通枢纽，但其与黄冈和咸宁的交通联系强度还有待提高。

2.3 人口流视角下的城市联系与功能分析

交通流模型是从城市间开设的火车和汽车班次来客观分析城市间的交通联系，理论上两城市间的开设班次越多，交通联系越紧密，而人口流则是通过城市间真正流动的人口来分析城市间的联系，既能验证交通流得到的结果，又能从另一视角分析城市功能。

先根据爬取的数据，统计出各城市之间两种出行方式的迁入迁出量。再利用 ArcGIS10.2 软件，将数据可视化，绘制出城市圈城际人口迁徙关系图，根据自然断点法，将城际迁徙关系分为四级：弱联系、较弱联系、较强联系和强联系，也将城市圈各城市根据迁入迁出量分为四级（由于篇幅有限，结果未放在文中）。

由结果分析可知武汉无论火车还是汽车的迁入迁出量都远远大于城市圈内其他城市，迁入迁出量最少的城市是潜江，仅为武汉市的 6.2%，说明城市圈人口流动呈现不平衡状态，人口主要向武汉、孝感、黄冈等城市流动。

与交通流得出的结果相似但略有不同，通过人口流动结果分析出城市圈形成了孝感—武汉，武汉—黄冈—鄂州—黄石的核心交通走廊，咸宁、仙桃、潜江及天门 4 个城市间交通联系依旧不足。

由隶属度得到人口流的首位联系方向如图 5，城市圈中其他 8 个城市均以武汉为首位联系城市，武汉的首位联系城市为孝感，

说明在与武汉进行人口流动的各个城市中，孝感市的数量最多，人口联系最为密切。武汉与西部仙桃、潜江、天门的人口流动联系最少。鄂州与黄石的人口流动较多，西部仙桃、潜江、天门与孝感的交流较多。

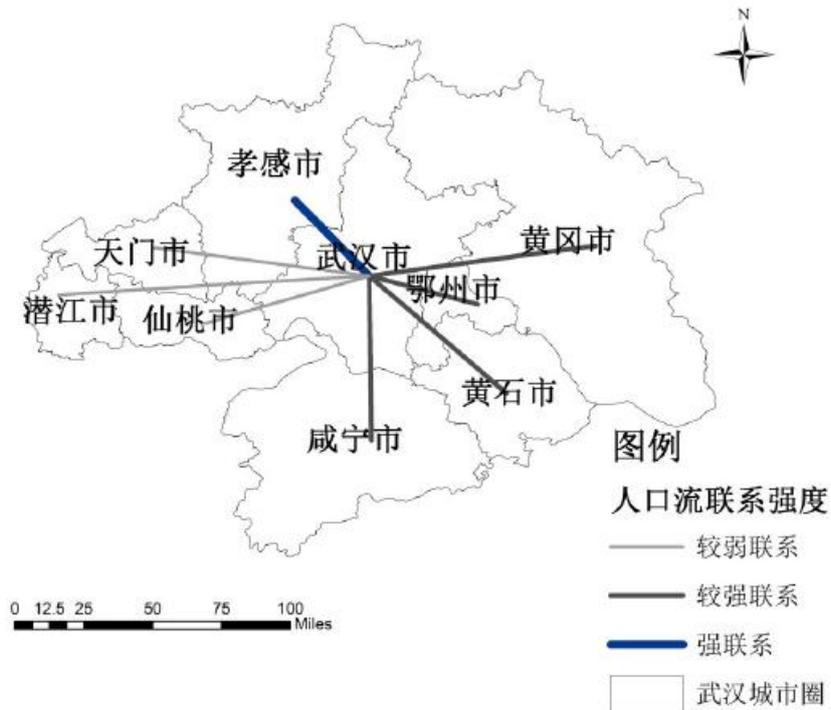


图5 武汉城市圈人口首位联系方向图

Fig.5 The map of first population direction between cities in Wuhan Urban Agglomeration

从人口流角度分析城市功能可知，武汉是城市圈的人口流动枢纽，黄石、黄冈、鄂州和孝感虽然人口流动总量较大，但鄂州与其他城市间的人口流动更为密切，所以鄂州应为城市圈东部的人口流动枢纽。

2.4 信息流视角下的城市联系与功能分析

由武汉城市圈信息流图（图6）可以发现，武汉信息流总量最大，与其他城市的信息联系最为密切，为城市圈的信息中心，仙桃、潜江和天门的信息流总量相对较低，处于边缘地区。

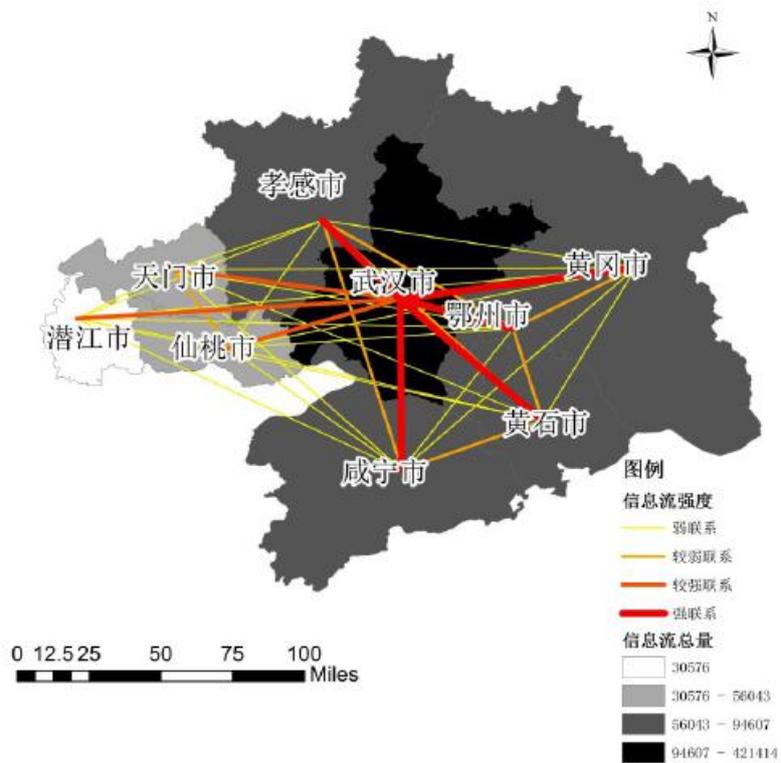


图6 武汉城市圈信息流图
Fig.6 Information flow map

由隶属度模型得到信息流的作用方向，如图7所示，城市圈中其他8个城市均以武汉为首位联系城市，城市圈的信息流隶属度具有明显的中心城市指向性。武汉的首位联系城市是黄冈。武汉在网络信息方面具有很强的中心性，武汉作为城市圈乃至整个湖北省信息化水平最高的城市，很好地辐射了城市圈内各个城市。

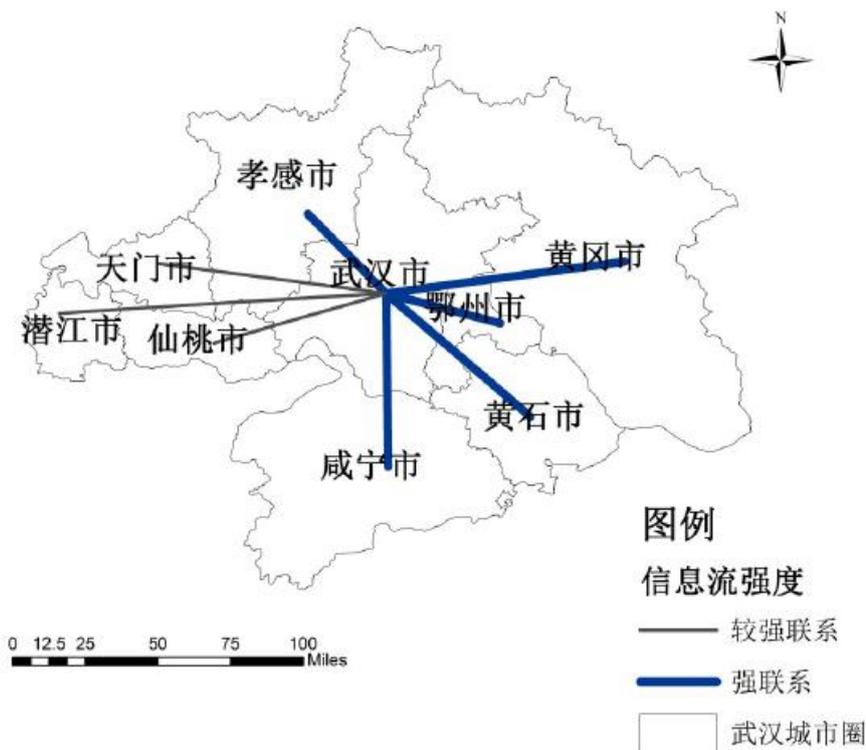


图7 武汉城市圈信息首位联系方向图
Fig.7 The map of first information direction

从信息流角度分析城市功能可知，武汉与其他城市的信息联系紧密，是城市圈的信息中心；除武汉外，鄂州与其他城市间的信息交流最为密切，因此鄂州应该为城市圈的次级信息中心。从信息流联系格局来看，信息联系主轴线为“孝感—武汉—咸宁”和“武汉—鄂州—黄石”，东部城市除黄冈外，咸宁、鄂州、黄石两两城市信息交流较为密切，城市间互相关注较多。

3 基于城市联系与功能的武汉城市圈空间发展格局分析

3.1 城市等级划分及不同要素流视角下的结果对比

武汉城市圈4种要素流总强度在排名上具有相似性也有不同，运用赋值法对4种要素流排名进行赋值，第一层次赋值为10，第二层次赋值为6，第三层次赋值为4，第四层次赋值为2，城市圈4种要素流的综合分析结果见表8，本文把城市综合质量评分排名也列入赋值项中。然后综合各类要素流得分，划分中心、副中心、核心区和影响区。

由结果可知武汉在各个方面均处于领先地位，对城市圈内其他城市具有明显的带动和辐射效应。根据城市圈4种要素流的综合得分，可将城市圈内9个城市划分为4个层次，武汉作为中心城市，孝感、黄石、鄂州为副中心城市，咸宁、黄冈为核心区，其余3个城市为影响区。

表8 武汉城市圈9个城市等级综合赋值

城市	经济流	交通流	人口流	信息流	城市综合质量	总分	区域划分
----	-----	-----	-----	-----	--------	----	------

武汉	10	10	10	10	10	50	中心城市
黄石	4	6	6	6	6	28	副中心城市
鄂州	4	6	6	6	6	28	副中心城市
孝感	6	4	6	6	6	28	副中心城市
黄冈	6	2	6	6	4	24	核心区
咸宁	4	4	4	6	4	22	核心区
仙桃	4	2	2	4	4	16	影响区
潜江	4	4	2	4	4	18	影响区
天门	2	6	2	2	2	14	影响区

将4种要素流的结果对比分析可知(表9),武汉在4种要素流中均处于中心地位,中心城市地位毋庸置疑;孝感在经济流、人口流和信息流中均为副中心,但交通流还有待提升;黄石在4种要素流中均为副中心,但对外服务能力还有待提高;鄂州的产业对外服务能力和城市综合实力需进一步加强;武汉—鄂州—黄石和武汉—孝感为城市圈内重要的发展轴,西部及北部城市发展较慢,联系较少。

表9 要素流结果对比

要素流类型	要素流中心	要素流副中心	发展区
经济流	武汉	孝感、黄冈(城市流强度); 孝感、黄石(城市综合实力)	孝感—武汉; 武汉—鄂州—黄石
交通流	武汉	黄石、天门	武汉—鄂州—黄石
人口流	武汉	孝感、黄冈、黄石、鄂州	孝感—武汉; 武汉—鄂州—黄石—黄冈
信息流	武汉	孝感、黄冈、黄石、鄂州、 咸宁	孝感—武汉—咸宁; 武汉—鄂州—黄石

3.2 基于城市联系与功能的空间发展格局分析

3.2.1 城市功能定位

根据本文的测算结果，结合多维要素流视角下的城市功能分析，可归纳出武汉城市圈的城市功能定位表（表 10）。武汉是城市圈的中心城市，也是城市圈的经济中心、信息中心、交通枢纽、人口流枢纽，但武汉的制造业、信息传输、计算机服务和软件业等产业的集聚辐射能力还较弱，需要加强该方面发展以巩固武汉在城市圈中的核心地位；黄石、鄂州和孝感为城市圈的副中心城市，综合实力较强，仅次于武汉，人口流入和流出数量较多，但经济辐射力还有待提高；黄冈的教育业发达，是武汉城市圈仅次于武汉市的教育中心，但受周边城市关注度不高，应注重提高自身综合实力并加强宣传；咸宁为城市圈中第三产业专业化较高的城市，应充分利用与武汉便捷的交通条件吸引投资，提高实力；仙桃、潜江、天门 3 个城市在经济、交通、信息等方面均处于被辐射地位。

表 10 武汉城市圈城市功能定位

城市	功能定位
武汉	武汉城市圈的中心城市，城市圈经济中心、交通枢纽、人口流枢纽、信息中心；以工业为主，教育、科技、餐饮、房地产业发达的综合性城市
黄石	武汉城市圈的副中心城市，工业发达城市
鄂州	武汉城市圈副中心城市，工业发达城市，城市圈东部交通枢纽和人口流枢纽，信息中心
孝感	武汉城市圈的副中心城市，工业发达城市
黄冈	武汉城市圈的核心区，次级教育中心
咸宁	武汉城市圈的核心区，第三产业专业化较高城市，生态城市
仙桃	武汉城市圈的影响区，重要节点城市
潜江	武汉城市圈的影响区，重要节点城市
天门	武汉城市圈的影响区，西部交通枢纽

3.2.2 空间布局建议

基于武汉城市圈各城市间多维要素流的空间联系特征和城市圈的空间层级划分，本文从“点—线—面”的空间结构视角出发，对城市圈的空间发展布局提出进一步引导和规划，如图 8 所示。

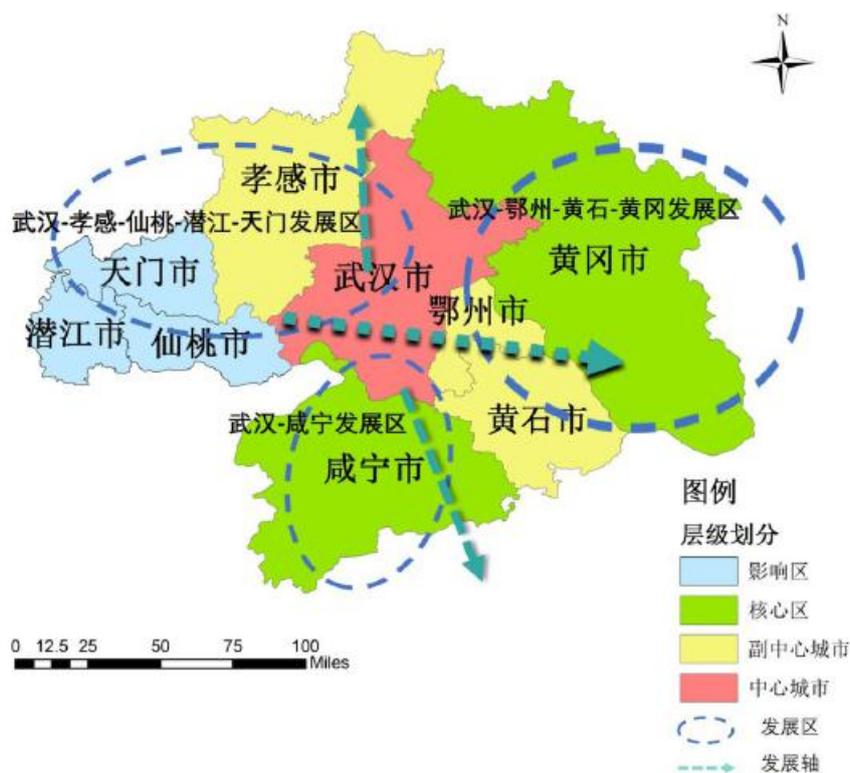


图8 武汉城市圈城市层级划分图
 Fig.8 Hierarchical map of cities in Wuhan Urban Agglomeration

点：首先，武汉是城市圈的中心城市，辐射带动了整个城市圈的发展。根据本文计算的结果，黄石、孝感、鄂州在区域城市排名中并列第二名，这说明除《武汉城市圈总体规划》（2007—2020年）中定位为副中心城市的黄石外，鄂州和孝感也逐渐具备了副中心城市的能力；咸宁和黄冈为核心区，而得分最低的仙桃、潜江和天门为影响区，形成以武汉、鄂州、黄石、孝感多中心共同发展的空间布局。

线：将中心城市（武汉）和城市圈副中心城市（孝感、鄂州、黄石）串连构成主要发展轴；将中心城市（武汉）与核心区城市（咸宁和黄冈）分别串连，构成城市圈的2个次要发展轴。因此，武汉城市圈构成以武汉为中心，孝感—武汉—鄂州—黄石、武汉—咸宁、武汉—黄冈为3个发展轴的“小”字型的空间布局形式。

面：基于城市群空间层级划分和城市间的空间联系，将武汉城市圈进一步划分为3个城市发展区，即武汉—鄂州—黄冈—黄石、武汉—咸宁、武汉—孝感—仙桃—潜江—天门。鄂州、黄冈、黄石在各要素流方面均联系密切，因此与武汉组成一个城市发展区；西部3个城市仙桃潜江天门与其他城市的联系均较少，但在人口流方面与孝感的联系较多，因此将其划为一个发展区，使得武汉与孝感可以带动城市圈西部的发展。

4 结论

本文以武汉城市圈9个城市为基本研究单元，从经济流、交通流、人口流和信息流4种要素流分析城市联系和城市功能，运用赋值法对城市圈城市进行层级划分，基于城市联系和城市功能分析，提出武汉城市圈的发展布局建议，得出主要结论如下：

①城市圈中，武汉“一城独大”，在城市圈主要发挥极化作用，但武汉还没有形成显著的外溢作用，辐射能力相对有限，仙桃、潜江、天门等距离武汉较远的城市受武汉辐射程度较低，武汉周边城市竞争优势和协作不足。

②城市圈内城市间联系程度差异大，武汉与其他8个城市在各要素流上联系密切，东部黄冈、黄石、鄂州相互联系密切，但西部仙桃、潜江和天门与其他城市及内部交流均较弱，鄂州和黄石应适当的促进产业升级，提高产业对外服务能力。

③本文提出的“一三二三”发展布局，即中心城市为武汉，次中心城市为黄石、鄂州和孝感，核心区为咸宁和黄冈，影响区为仙桃、潜江和天门，验证了孙博文等[27]提出的武汉城市圈“一个强核心—武汉、3个协同中心——武汉、鄂州和黄石”的研究结论，并对协同发展中心进行了补充，增加了孝感。武汉城市圈空间布局表现出中心城市—副中心城市—核心区—影响区的显著层级差异，联系强度从中心城市圈层向影响区圈层逐级递减，符合距离衰减规律。

④本文得出的综合排名为：武汉、黄石、鄂州、孝感、黄冈、咸宁、潜江、仙桃、天门，这与周鑫祺等[28]基于引力模型的改进模型划分出武汉城市圈的核心繁荣圈——武汉、黄石、孝感、鄂州、黄冈核心繁荣圈和中间实力圈——咸宁、仙桃、潜江、天门中间实力圈相符合，与张向敏等^[29]的研究结果也相符合。

⑤根据经济流模型，武汉城市圈中“武汉—鄂州—黄石”和“武汉—孝感”是两个重要的发展极，西部3个城市间的经济流较弱，这与黄俊等^[30]的研究结果相符合，同时也验证了钱春蕾[31]基于改进的引力模型得出的结论：武汉是城市圈的“龙头”城市，城市圈内经济联系不均衡，黄石、鄂州、黄冈彼此间的引力值较大，孝感和黄石是两个重要的经济发展区域，城市间的引力差异大；但是周琰等[32]基于2006—2012年武汉城市圈基础数据得出，武汉城市圈内与武汉经济联系强度最大的是黄冈、孝感、咸宁，最小的是仙桃、潜江、天门，本文得到的经济流结果与之有所不同，可能的原因是采用的质量评价指标有所不同。

参考文献：

- [1] Reilly W J. Methods for the Study of Retail Relationships [M]. Austin: University of Texas Press, 1929.
- [2] Ullman E L. American Commodity Flow [M]. Seattle: University of Washington Press, 1957: 60 - 73.
- [3] Edward L Glaeser. Learning in Citeis [J]. Journal of Urban Economics, 1999, 46(2): 254 - 277.
- [4] Simeon Djankov, Caroline. Freund Trade Flows in the For-mer Soviet Union 1987 to 1996 [J]. Journal of Comparative Economics, 2002, 30(1): 76 - 90.
- [5] Hidenobu Matsumoto. International Urban Systems and Air Passenger and Cargo Flows Some Calculations [J]. Journal of Air Transport Management, 2004(10): 241 - 249.
- [6] 方创琳. 中国城市发展格局优化的科学基础与框架体系 [J]. 经济地理, 2013, 33(12): 1 - 9
- [7] 关晓光, 刘柳. 基于修正引力模型的京津冀城市群空间联系分析 [J]. 城市问题, 2014(11): 21 - 26.
- [8] 李红锦, 李胜会. 基于引力模型的城市群经济空间联系研究——珠三角城市群的实证研究 [J]. 华南理工大学学报: 社会科学版, 2011, 13(1): 19 - 24.

-
- [9] 宋飏, 王士君, 冯章献. 东北地区城市群组城市流强度研究 [J]. 东北师范大学学报, 2007, 39(1): 114 - 118.
- [10] 陈群元, 宋玉祥. 基于城市流视角的环长株潭城市群空间联系分析 [J]. 经济地理, 2011, 31(11): 1 840 - 1 845.
- [11] 陈园园, 李宁, 丁四保. 城市群空间联系能力与 SOM 神经网络分级研究——以辽中南城市群为例 [J]. 地理科学, 2011, 31(12): 1 461 - 1 467.
- [12] 郭丽娟, 王如渊. 四川盆地城市群主要城市通达性及空间联系强度研究 [J]. 人文地理, 2009, 24(3): 42 - 48.
- [13] 刘建朝, 高素英. 基于城市联系强度与城市流的京津冀城市群空间联系研究 [J]. 地域研究与开发, 2013, 32(2): 57 - 61.
- [14] 周晓艳, 华敏, 秦雅雯, 等. 长江中游城市群空间联系研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(10): 1 492 - 1 499.
- [15] 王开泳, 邓羽. 基于微博数据的中原城市群空间联系强度测度 [J]. 中国科学院大学学报, 2016, 33(6): 775 - 782.
- [16] 黎智枫, 赵渺希. 赛博空间视角下中国三大城市群网络特征——基于豆瓣跨城活动数据 [J]. 人文地理, 2016(6): 102- 108.
- [17] 牛方曲, 刘卫东. 基于互联网大数据的区域多层次空间结构分析研究 [J]. 地球信息科学, 2016, 18(6): 719 - 726.
- [18] 李王鸣, 江勇. 基于城市流要素的区域城市内外部功能联系研究——以浙江省台州市域为例 [J]. 经济地理, 2012, 32: 59 - 65
- [19] 沈丽珍, 罗震东, 陈浩. 区域流动空间的关系测度与整合——以湖北省为例 [J]. 城市问题, 2011(12): 30 - 35.
- [20] 顾雯娟, 欧向军, 叶磊, 等. 基于要素流的长三角城市群空间布局 [J]. 热带地理, 2015, 35(6): 833 - 841.
- [21] 阎东彬, 丁波, 陈雪. 基于要素流的京津冀城市群空间布局研究 [J]. 经济研究参考, 2017(8): 31 - 40.
- [22] 刘涛, 仝德, 李贵才. 基于城市功能网络视角的城市联系研究——以珠江三角洲为例 [J]. 地理科学, 2015, 35(3): 306 -313.
- [23] 姜博, 王媛. 东北地区城市功能联系演进的时空格局分析 [J]. 经济地理, 2014, 34(8): 68 - 74.
- [24] 阎东彬, 丁波, 陈雪. 基于要素流的京津冀城市群空间布局研究 [J]. 经济研究参考, 2017(8): 31 - 40.
- [25] 苗长虹, 王海江. 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, 2006, 25(2): 222 - 232.
- [26] 董超, 修春亮, 魏冶. 基于通信流的吉林省流空间网络格局 [J]. 地理学报, 2014, 69(4): 510 - 519.

-
- [27] 孙博文, 李雪松, 张雨迪. 武汉城市圈多中心协同发展研究 [J]. 区域经济评论, 2016(6): 86 - 91.
- [28] 周鑫祺, 唐祥云. 基于引力模型的武汉城市圈界定及产业结构优化 [J]. 测绘与空间地理信息, 2016, 39(4): 73 - 81.
- [29] 张向敏, 王明杰, 韩勇. 武汉城市圈城市经济关联及优化研究 [J]. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 2015, 28(1): 63 - 67.
- [30] 黄俊, 李军, 周恒. 基于城市联系度的武汉城市圈动态发展研究 [J]. 规划师, 2017, 33(1): 85 - 92.
- [31] 钱春蕾, 叶菁, 陆潮. 基于改进城市引力模型的武汉城市圈引力格局划分研究 [J]. 地理科学进展, 2015, 34(2): 237 - 245.
- [32] 周琰, 张安录. 武汉城市圈空间发展动态研究 [J]. 农业技术经济, 2015(10): 117 - 127.