

基于通信流的吉林省流空间网络格局

董 超^{1,2}, 修春亮², 魏 冶²

(1. 清华大学科学技术与社会研究所, 北京 100084;

2. 东北师范大学地理科学学院, 长春 130024)

摘要: 基于实际发生的信息流研究流空间网络格局是一种新的尝试。以吉林省县级以上地方为研究单元, 以各地间固定电话通话时长为原始数据, 采用主成分分析法、C-Value 和 D-Value 层级分析法、优势流分析法、最小生成树法对吉林省流空间格局进行了分析。研究表明: 吉林省流空间是以长春市为中心, 长春市、延吉市、通化市、公主岭市为主导型城市, 吉林市、白城市、白山市、辽源市、松原市、四平市为次级主导型城市, 其他城市为从属型城市的层级化网络结构; 行政区划在流空间格局中发挥基本的影响作用; 以长春市为“单中心”的流空间特征明显, 吉林省并无明显的次中心作用, 长春市与吉林市流空间联系并不紧密, 与传统认识和意愿有所不同; 公主岭市和敦化市在吉林省流空间格局中占有重要地位, 公主岭市倾向于融入长春城市圈, 敦化市在吉林省东部空间网络格局中发挥了重要作用, 两市的区域联通功能亟待挖掘; 四平市和梨树县流空间联系紧密, 适宜同城化发展。

关键词: 通信流; 流空间; 区域网络; 吉林省

DOI: 10.11821/dlxb201404007

1 引言

纵观20年来流空间 (Space of Flows) 研究的相关文献, 大多是关于理论的探讨和概念的分析, 定量研究较少。国外相关研究主要集中于空间观念的争鸣, 如Flusser、Thackara等人开展的空间哲学分析^[1-2], O'Brien、Harvey、Negroponte、Toffler等对新时空观的解释^[3-6]。虚拟空间、网络空间、赛博空间、超空间、流空间等概念不断涌现。仅有个别学者以通信数据为基础开展了实证研究, 比如Grubestic和O'Kelly利用美国互联网基础设施中光纤骨干点的分布数据对美国大都市区进行了研究^[7]。Mitchelson和Wheeler以联邦快递的数据为基础, 考察了美国城市间信息流交互情况, 同时揭示了全球化如何影响这些城市在信息交流体系中的位置^[8]。国内相关研究主要集中于信息经济地理学领域。闫小培、路紫、张平宇、刘妙龙等从信息产业、互联网等角度开展了研究^[9-13]。针对流空间的研究近年来才开始出现。孙中伟、路紫、艾少伟、苗长虹等对流空间的形成, 流空间与场所空间 (Space of Places) 的关系等进行了研究^[14-16]。沈丽珍、顾朝林、甄峰等对流空间的结构模式和区域空间关系进行了探讨, 并以湖北省互联网数据为基础开展了实证研究^[17-20]。修春亮、董超、高鑫等诠释了流空间的基本内涵和属性, 分析了“流空间”的作用机制与区域效应^[21-22]。刘卫东、汪明峰等基于互联网数据开展了空间组织和信息网络城市方面的研究^[23-24]。国内外研究表明, 传统的城市网络主要关注基于场所空间的城市联系, 强调的是地方性; 而流空间网络则强调要素的流动, 突出的是网络化。网络化的空间代表着一种离

收稿日期: 2013-06-28; 修订日期: 2013-11-12

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41071109) [Foundation National Natural Science Foundation of China, No.41071109]

作者简介: 董超 (1982-), 四川西昌人, 博士, 博士后, 中国地理学会会员 (S110009404M), 主要从事信息经济地理、创新地理等研究。E-mail: dongc108@mail.tsinghua.edu.cn

通讯作者: 修春亮 (1964-), 教授, 博士生导师, 中国地理学会会员 (S110004378M), 主要研究方向是城市地理、经济地理、城市与区域规划。E-mail: xiuc1@nenu.edu.cn

散式的存在方式,城市间的联系不再完全取决于地理距离。随着信息和通信技术 (ICTs) 的广泛应用,信息流引导物质流有序发展,主导空间形式将从场所空间向流空间转变。

流空间的思想可追溯到古希腊哲学家赫拉克利特的流变理论,即“一切皆流,无物常住”^[25]。流空间概念最早是由曼纽尔·卡斯特1992年10月在普林斯顿大学召开的“新城市主义”研讨会中提交的论文《The Space of Flows: A Theory of Space in the Informational Society》中提出,并在其著作《The Rise of the Network Society》中进一步明确,流空间是经由流动而共享时间的社会实践组织^[26]。本研究认为,地理学意义上的流空间是:以知识和技术为基础,以信息流负载各要素流为主要运作方式,以信息流动的过程控制为主导,信息和通信网络基础设施为神经网络,核心信息化城市为枢机,信息传递中承担协调功能的地方为节点,以占支配性地位的政府和信息掌握组织为管制主体的交互性网络化空间。

20世纪90年代后,人类进入了信息主导 (Information-Dominated) 的社会^[27],在全球化和信息化背景下,流空间已经超越了时间和空间的界限,在一定程度上导引着未来地域空间格局的发育,并通过“流”的交互作用从其内部扩展到人类活动的整个领域。在众多要素流中,信息流越来越发挥着引领作用。非物质流能够依附于信息流直接作用于空间中,而物质流也越来越多地通过信息化和智能化来高效率配置和组织要素流动,进而影响空间格局。当前,以实际发生的信息流进行网络格局研究的案例极少,本文基于吉林省通信流数据,开展流空间的实证研究,是一种全新的尝试。

2 数据来源与研究方法

吉林省位于中国东北中部,现辖1个副省级城市长春市,吉林市、四平市、通化市、白山市、辽源市、白城市、松原市7个地级市,延边朝鲜族自治州和长白山管委会,各州市下辖40个县(县级市)。一般认为,吉林省城镇体系的空间结构相对比较松散,整体上为“十字型”城市带空间格局,即包括长春市与吉林市两个特大城市在内的东西向珲乌(珲春—乌兰浩特)城市带和南北向的哈大城市带。除此之外的具体结构和格局特征及其走向一直有不同的认识,尚不清晰。

本研究的基本过程是:基于吉林省各市(县)电信通信流数据,通过主成分分析、C-Value和D-Value层级分析、优势流分析、最小生成树等方法,分析吉林省流空间的基本格局,并与地域空间格局进行对比研究。

2.1 数据结构与来源

鉴于政府、企业、事业单位等主要通过固定电话或传真来处理经济社会事务,因此,本文选取各地间固定电话的通话时长作为信息流的表征,以吉林省47个市(县)作为研究对象,开展吉林省流空间格局研究(注:由于无法单独抽取数据,前郭县、长白山管委会所辖区域未作分析)。

考虑到固定电话通话的主被叫关系和时长能够体现各地之间的交往密度或联系程度,所以选取了吉林省固网用户数占绝对优势的运营商进行调研,在其计费系统中抽取了吉林省各市(县)固定电话主叫和被叫通话时长数据。在时间的选取上,主要考虑各级政府、事业单位、企业的年终总结和财务决算时期,因为此时段各地政治、经济、文化交往密度较高,电信流向数据更能充分体现吉林省流空间网络格局。因此,调研了2011年11月-2012年2月共四个月吉林省所有市(县)之间主叫和被叫的通话情况,得到47个市(县)两两之间的信息流交互数据1万余条。

2.2 主成分分析

从流向数据构成来看,某一城市的通话时长数据包括主叫通话时长和被叫通话时长,

这一双向关系在吉林省 47 个市 (县) 中正好体现为一个 47×47 的非对称矩阵, 这一矩阵又包含着双向的信息流, 所以可以假定各市 (县) 为影响流空间结构的因子, 其具体影响的方式是交互的通信信息流。在此分析的基础上, 可以尝试采用主成分分析的方法进行分析, 从而在 47 个市 (县) 中区分出对吉林省流空间起主要影响作用的因子, 将分析得到的各主成分确定为吉林省流空间的主要节点或主要层级城市。

2.3 基于 C-Value、D-Value 的层级分析

借鉴 James O. Wheeler 和 Ronald L. Mitchelson 研究美国大都市区信息流的方法^[28], 引用 C-Value、D-Value 两项指标, 确定各城市在流空间格局中的地位 and 所处的层级。具体计算公式如下:

$$C = \ln \frac{C_c}{C_s} \tag{1}$$

$$D = C_c - C_s \tag{2}$$

式中: C_c 代表某城市发送的信息量; C_s 代表某城市接收的信息量。

C 值代表某城市对信息流的控制力, 当其为正值时表明该城市在体系中属于控制型, 负值时表明该城市在体系中属于从属型, 值越大, 控制力越强。 D 值代表某城市对信息流的主导性, 接收与发送信息的差值越大, 说明该城市在体系中的主导性越强。在数据处理过程中发现, 一般情况下, 地级以上城市或经济总量较大的城市被叫通话时长远远大于主叫通话时长, 自下而上的信息流量大, 而自上而下的指令性通话相对较少。为此, 本文中 C_c 用某城市被叫通话时长表达, C_s 用某城市主叫通话时长表达。

2.4 优势流分析

优势流 (Dominant Flow) 方法由 Nystuen 和 Dacey 于 1961 年提出, 是国际上相对成熟的城市层级结构研究方法。它实质是根据某一城市最大要素流的流向去判断该城市在城市体系中的地位, 并且参照城市的规模, 确定这一城市在层级结构中所处的位置, 而这个位置反映了其在空间相互作用中的影响力或主导 (Dominance) 水平。宋伟等人将其分为 3 种类型: 主导型城市、次级主导型城市以及从属型城市^[29]。本文选取人口、通话总时长两个指标来表征城市规模的大小, 并以此来进行基于优势流的层级划分。具体来讲, 主导型城市指其最大通信流是流向一个与之相比规模较小的城市; 次级主导型城市是指最大通信流向主导型城市, 同时有一个或多个与之相比较小的城市的最大通信流流向它; 从属型城市是指最大通信流向次级主导型城市, 同时没有一个与之相比较小的城市的最大通信流流向它。同时, 选取第一、第二、第三、第四、第五优势流, 对吉林省流空间进行过程分析, 最后通过综合分析来确定吉林省流空间的基本格局。

2.5 最小生成树分析法

在图论知识背景下, 给定一个连通的无方向图, 生成树 (Spanning Tree) 是指连通其所有节点的子图 (树), 每个无方向图都可以生成不同的生成树。如果把图中的每一条边都赋予一个权重来代表两点之间相连的难易程度, 然后再计算不同生成树的权重之和。那么最小生成树 (Minimum Spanning Tree, MST) 就是权重最小的那棵树^[30-31]。移除任何一个边都可以将最小生成树分离成互不连接的两棵子树, 给定一定的条件, 将权重较大的边去掉, 那么就会生成节点关系更密切的一些子树, 这个过程可以称作子树分离^[32]。Kruskal 算法较适宜比较稀疏的图。Prim 算法适合于较为稠密的图。Prim 的具体算法如下^[33]:

假设 TE 是连通图 $G = (V, \{E\})$ 上最小生成树中边的集合。

(1) 初始化: $U = \{u_0\}$ ($u_0 \in V$), $TE = \{\}$;

(2) 对于任意的 $u \in U$, $v \in V - U$ 所构成的边 $(u, v) \in E$, 寻找一条权值最小的边 (u_0, v_0) , 并将其加到 TE, 同时将 v_0 并入 U ;

(3) 假如 $U = V$, 则转 (4), 否则转到 (2);

(4) 因此,在生成树 $T = (V, \{TE\})$ 中,一定具有 $n-1$ 条边构成边的集合 TE ,则 T 为连通图 G 的最小生成树。

引入最小生成树方法,可有助于揭示吉林省各城市间通信联系的骨干,识别重要的联系子区域,同时可以与以上优势流方法所得到的结论进行对比与验证。

3 基于通信流数据的吉林省流空间分析结果

3.1 主成分分析结果

将两两城市间主叫和被叫通话时长数据转换为 47×47 的矩阵,利用 SPSS20.0 软件进行主成分分析,结果如表 1 所示。从表中可以看出,长春市是基于流向数据的吉林省流空间首要成分,其他成分依次是延吉市、通化市、白城市、白山市、公主岭市、松原市、吉林市、辽源市、敦化市。其中占支配地位的长春市所占比例为 17.2%,而目前呈现的主要成分占总体的 81.25%。这一分析结果为吉林省流空间的主要层级节点确定奠定了基础,同时基本确认了长春市作

表 1 主成分分析结果

Tab. 1 The results of principal component analysis

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差的 %	累积 %	合计	方差的 %	累积 %
长春市	8.082	17.195	17.195	8.082	17.195	17.195
延吉市	6.313	13.432	30.627	6.313	13.432	30.627
通化市	4.544	9.669	40.296	4.544	9.669	40.296
白城市	4.193	8.921	49.217	4.193	8.921	49.217
白山市	3.670	7.809	57.026	3.670	7.809	57.026
公主岭市	3.505	7.458	64.484	3.505	7.458	64.484
松原市	2.779	5.913	70.397	2.779	5.913	70.397
吉林市	2.247	4.782	75.179	2.247	4.782	75.179
辽源市	1.749	3.721	78.900	1.749	3.721	78.900
敦化市	1.103	2.348	81.248	1.103	2.348	81.248

为吉林省流空间格局中主导城市的地位。通过分析发现,除四平市以外,其他所有地级以上城市(含延吉市)均在列,同时表明作为县级市的公主岭市、敦化市在吉林省流空间格局中占有重要地位,体现了吉林省流空间网络的整体格局。同时发现,吉林中部城市群的特征主要由长春市表达,中部城市群中的吉林市、四平市、松原市、通化市所辖的梅河口市、辉南县、柳河县均未表现出明显的主成分特征。这一方面显示中部各城市已经有了一定的整体性(中部城市群),另一方面也说明除了长春市以外,其他城市的区域功能和影响力还不强。

3.2 基于 C-Value、D-Value 的分析结果

依据前文中关于信息流流向数据分析方法中的 C-Value、D-Value 两项指标值的测度,判定各信息活跃城市是否处于主导或控制性地位,并以此作为分析流空间格局的依据。

通过对吉林省 47 个市(县)的通话时长数据进行计算,可以得出各城市的 C-Value、D-Value 特征值,本文选取了 C-Value 值为正的城市,并按 D-Value 值从大到小排列,结果如表 2 所示。从表中可以看出,长春市的 D-Value 与吉林省各城市间存在显著的差异,处于绝对的主导地位,而延吉市、通化市、四平市处于优势地位,体现出明显的主导性特征。值得注意的是,虽然白城市的 D-Value 相对较小,主导性特征不明显,但其 C-Value 较大,表现出了较强的控制性特征。这一结果呈现出了吉林省流空间的基本层级结构,即:以长春市为主导,延吉市、通化市、四平市为次级主导,白城市、吉林市、松原市、白山市、辽源市为控制节点,其他城市为基础层级的吉林省流空间层级结构。这一分析结果显示出吉林省流空间层级的控制权力主要掌握于地级以上城市。

表 2 吉林省主导型、控制型城市特征值

Tab. 2 The eigenvalue of dominant and subdominant cities of Jilin Province

城市名称	D-Value	C-Value
长春市	966976	0.655534
延吉市	563230	1.02883
通化市	395087	1.05378
四平市	323801	1.021912
白城市	135214	0.688703
吉林市	133684	0.218937
松原市	43596	0.137367
白山市	39534	0.127527
辽源市	23898	0.20628

3.3 基于优势流的分析结果

(1) 通过最大优势流确定吉林省流空间的层级。首先,直接呈现吉林省各市(县)最大通信流的流向分布情况,并以此来初步判定基于优势流的吉林省流空间的层级结构(图1)。其次,选定代表城市规模的具体表征指标,并回到源数据中精确地划分流空间的层级结构,确定主导型城市、次级主导型城市和从属型城市。本文分别以城市人口和通话时长总量代表城市规模进行测算,得出的主导型城市一致,即吉林省流空间主导型城市是长春市、延吉市、通化市、公主岭市。基于优势流的分析结果,可得出吉林省流空间层级结构为:以长春市、延吉市、通化市、公主岭市为主导型城市,吉林市、白城市、白山市、辽源市、松原市为次级主导型城市,其他城市为从属型城市的层级化网络结构(图2)。

(2) 优势流逐级分析结果。在对最大优势流分析的基础上,本文选取了吉林省各市(县)第二大优势流、第三大优势流、第四大优势流、第五大优势流进行空间分析,通过对比分析,深入研究吉林省流空间的格局。

从最大优势流的空间表达可以看出(图1),吉林省各市(县)的最大优势流均是流向上一级行政管辖城市,比如榆树市、九台市、德惠市等流向长春市,蛟河市、舒兰市、桦甸市等流向吉林市,珲春市、图们市、龙井市等流向延吉市。这一显著特征说明虽然信息流不局限于地域的邻近性,信息可以进行瞬时的跨区域传播,但信息交互最为强烈的区域仍然是具有行政管辖关系且在地域上邻近的城市之间。这在一定程度上说明了经济社会联系的行政化区域性明显,行政力量和区划因素对流空间结构具有基础性的影响作用。当然,也会受到计费标准的影响,即行政区划内同一区号属于本地网内通话,计费标准与本地



图1 最大优势流流向

Fig. 1 The direction of the first dominant flow

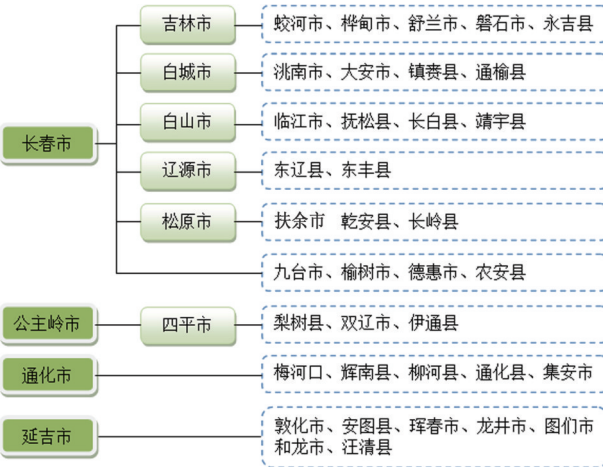


图2 基于优势流的吉林省流空间层级结构

Fig. 2 Space of flows based on the dominant flow



图3 第二大优势流流向图

Fig. 3 The direction of the second dominant flow

以外通话有所差别。

从第二大优势流的空间表达来看(图3),大部分地级市和县级市以及部分县的第二大优势流均流向长春市,长春市体现出了十分明显的高度集聚状态。因此,可以认为长春市主导着吉林省流空间的基本格局,是主导型城市。这一格局表明,城市在发展过程中,除了受行政力量干预之外,其自发的经济、政治、文化意愿均指向于发展程度最高的城市,从而获得有利于自身发展的信息和资源。同时,这种流空间特征可能与吉林省“省直管县”带来的自下而上的由基层行政单元直接联络省级行政单元的组织构架具有一定关联。

从第三大优势流的空间表达来看(图4),有部分市(县)的信息流向是长春市,比如汪清县、和龙市、安图县、长白县等;整体上看,第三大优势流的流向主要处于邻近区域的不同等级规模城市之间,比如榆树市到吉林市等。

从第四、五大优势流的空间表达来看(图5、图6),信息流呈现出在一定区域范围内同等级规模城市之间交互,在空间格局上表现出了明显的次区域特征。优势流的流向区域主要体现为南、北两部分,北面主要显现为以白城市、松原市、长春市、吉林市、延吉市为主要节点的轴区域,南面主要表现为四平市、辽源市、通化市、白山市为节点的轴区域。从第五大优势流来看,长吉都市区域、延龙图区域、南部门户次区域的空间特征明显。

结合吉林省城镇体系规划和以上分析结果,吉林省城镇体系发展中所提出的“长吉一体化”、“延龙图一体化”、“南部门户次区域”等战略与优势流分析所展现的空间结构特征是有所相符的,一定程度上表明吉林省当前城镇体系的发展战略具有一定的合理性。



图4 第三大优势流流向图
Fig. 4 The direction of the third dominant flow



图5 第四大优势流流向图
Fig. 5 The direction of the fourth dominant flow



图6 第五大优势流流向图
Fig. 6 The direction of the fifth dominant flow

3.4 最小生成树分析结果

将吉林省各城市作为节点，以两两城市间的双向通话时长总数的归一化数值 (公式3) 作为边权，构建吉林省城市通信联系网络，通过运用C++语言编程求得最小生成树计算，并使用ArcGIS进行可视化与子树的分离，获得了基于吉林省电信通信流的最小生成树和分离子树。

$$W_{ij} = MAX - T_{ij} \tag{3}$$

式中： W_{ij} 代表*i*城市与*j*城市之间连线的边权； T_{ij} 代表*i*城市与*j*城市之间双向通话时长总数；MAX代表所有两两城市之间双向通话时长总数的最大值。

分析显示，吉林省区域范围内凸显四个子树：一是包括长春市、农安县、德惠市、榆树市、九台市、公主岭市、松原市、乾安县，以长春市为中心；二是包括吉林市、蛟河市、桦甸市、磐石市、永吉县，以吉林市为中心；三是敦化市和延吉市；四是四平市和梨树县 (图7)。

以上分析结果表明，长春市与吉林市之间联系的紧密度不够，一体化特征并不明显；以长春市为中心的子树结构中，除包括长春市行政辖区内的市 (县) 外，还包括了公主岭市和松原市，一定程度上说明公主岭市倾向于作为长春城市圈的组成部分，松原市体现出与长春市的密切关联性，并作为次级中心与乾安县有着重要关系连接；以吉林市为中心的子树结构中，包括了除舒兰市以外的吉林市行政所辖区域，这与已有研究中认为舒兰市与哈尔滨的联系多于吉林市的认识相一致；延吉—敦化子树结构的凸显表明了敦化市在吉林东部区域空间联系中的重要性；四平—梨树子树结构证明了两地之间自组织联系紧密，对四平市和梨树县的同城化发展提供了参考依据。总体上看，四个子树既体现出了“长吉图”发展的脉络，也显示了沿“哈大线”的发展走向，这为吉林省“长吉图开发开放先导区战略”、优先发展“哈大”沿线经济提供了一些理论依据。

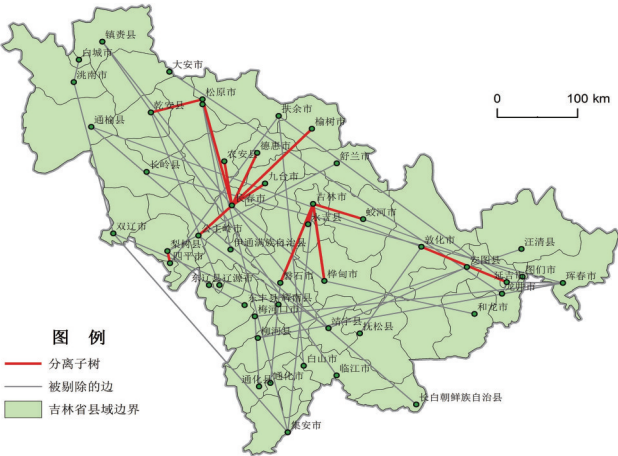


图7 基于电信通信流的最小生成树及其分离子树
Fig. 7 Minimum spanning tree and sub-tree based on telecommunication flows

4 结论与讨论

对于吉林省城镇体系的空间结构，基本的共识是“十字”形结构 (沿哈大线、珲乌线)，但对吉林省城镇体系是单中心 (以长春市为中心) 还是双中心 (以长春市和吉林市为中心)、是否存在中部城市群，是否存在南部轴带，以及还存在哪些其他的次区域结构，发展走向如何，等等，还存在很多争议。本研究立足于通信流这一全新而具有重要意义的观察视角展开分析，得出的结论将有助于认识和理解全省城镇体系的真实结构和发展方向，为吉林省城镇体系规划提供参考。

4.1 “单中心”是基本格局特征，吉林省并无明显的次中心作用

吉林省流空间格局体现出以长春市为“单中心”的明显特征，是以长春市、延吉市、通化市、公主岭市为主导型城市，吉林市、白城市、白山市、辽源市、松原市、四平市为次级主导型城市，其他城市为从属型城市的层级化网络结构。这一结论与吉林省属于长春

市、吉林市“双中心结构”的传统认识和意愿有所不同。本文认为,传统的“双中心”主要是考虑到了吉林市的经济规模和人口规模与其他地级城市的差距。然而,在流空间格局中,流向数据更能够说明城市之间的依附关系,基于流向数据的分析清晰地呈现出了吉林省流空间结构是以长春市为中心的“单中心”网络化结构,不存在明显的次级中心作用。

4.2 行政区划在流空间格局中发挥基本的影响作用

行政区划因素是流空间网络格局发展中的基本影响因素,但对流空间的次级结构影响较弱,即流空间的层级框架虽以行政区划为主,但次级结构充分表现出了各地的空间自主性和网络交互性。同时,通过优势流的逐级分析可以看出,吉林省流空间的组织过程,首先是地级行政单元内的区内组织,其次是大部分城市集中趋向于主导型城市(流空间中心),再次是基于省域行政区划下各子区域内部的组织。

4.3 流空间格局中显示出了一些次区域结构信息

吉林省流空间格局中展示出了一些次级区域,比如长吉、南部门户轴带、延龙图等区域,也发现了一些重要的地方联系,比如公主岭市与长春市联系十分紧密,倾向于融入了长春城市圈,四平—梨树关系密切,同城化发展基础良好。虽然此前有研究已经意识到这些结构的意义,但本研究可为之提供相应的佐证。在次区域结构中需注意的,最小生成树分析结果表明长春市和吉林市之间联系不紧密,长吉区域一体化特征并不显著,一体化的建设任重而道远;吉林省中部城市群的群组特征和聚合优势也未明显呈现。

4.4 公主岭市、敦化市将是区域联通的重要节点

通过以上分析发现,公主岭市和敦化市在吉林省流空间格局中占有重要地位,这与当前吉林省城镇体系中两市的地位形成一定的反差。本文认为,虽然两市在传统区域空间格局中尚未体现出突出地位,但流空间的格局一般是超前于区域经济社会发展格局的,公主岭市和敦化市的未来区位价值将逐渐呈现。从地理区位来看,公主岭市处于哈大交通走廊,并且是与长春市最为邻近的城市之一,敦化市位于长吉图开发开放先导区的中间位置。本文认为,公主岭市和敦化市将来可能会作为重要节点,在区域联通作用方面具有重要潜力,在哈大轴带以及长吉图区域发展中将发挥重要作用。

4.5 研究的不足

研究单元局限于行政区划,各县的规模大小不一,势必会对分析的结果有所影响。同时,本文仅以现状数据进行分析,缺乏历史数据进行纵向比较,未能呈现吉林省流空间的发展过程。从通信手段的使用看,移动通信未来将发挥更大作用,未来还需要不断改进数据来源和质量,发展新的分析方法,进行动态的研究。进而,通过更多的案例研究判断信息流在区域空间相互作用格局中的代表性,以及流空间的主导性。

参考文献 (References)

- [1] Flusser. Ende der Geschichte, Ende der Stadt? Germany: Picus Date Published, 1991: 1-11.
- [2] Thackara J. Lost in Space: A Traveler's Tale. Haarlem: De Grafische Haarlem, 1994: 1-6.
- [3] O'Brien R. Global Financial Integration: The End of Geography. London: Printer, 1992: 3-12.
- [4] Harvey D. The Condition of Postmodernity. Oxford: Blackwell, 1990: 4-20.
- [5] Negroponte N. Being Digital. London: Coronet, 1995: 1-16.
- [6] Toffler A. The Third Wave. New York: Bantam, 1980: 5-22.
- [7] Grubestic T H, O'Kelly M E. Using points of presence to measure accessibility to the commercial internet. The Professional Geographer, 2002, 54(2): 259-278.
- [8] Mitchelson R L, Wheeler J O. The flow of information in a global economy: The role of the American urban system in 1990. Annals of the Association of American Geographers, 1994, 84(1): 87-107.
- [9] Yan Xiaopei. Analysis on the spatial difference of the development level of information industry in Guangzhou. Economic Geography, 1998, 18(4): 10. [闫小培. 广州信息产业发展水平的区际差异分析. 经济地理, 1998, 18(4): 10.]
- [10] Lu Zi, Liu Yan. Information and communication technologies (ICTs): Catalyst of regional development. Areal

- Research and Development, 1996, 15(4): 23-25. [路紫, 刘岩. 信息通信技术 ICTs: 区域发展的催化剂. 地域研究与开发, 1996, 15(4): 23-25.]
- [11] Liu Miaolong, Yang Bing, Huang Peibei. Geographic research in the information era. *Human Geography*, 2002, 17(1): 14-18. [刘妙龙, 杨冰, 黄佩蓓. 信息时代地理学研究: NCG IA 对若干理论问题的探索. 人文地理, 2002, 17(1): 14-18.]
- [12] Liu Wenxin, Zhang Pingyu. Analysis on the regional differential of the internet diffusion in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2003, 23(4): 398-407. [刘文新, 张平宇. 中国互联网发展的区域差异分析. 地理科学, 2003, 23(4): 398-407.]
- [13] Zhang Pingyu, Liu Wenxin. Analysis on spatial difference of internet development and its change in Liaoning Province. *Economic Geography*, 2006, 26(3): 447-450. [张平宇, 刘文新, 马廷吉. 辽宁省互联网发展空间差异及其变化. 经济地理, 2006, 26(3): 447-450.]
- [14] Sun Zhongwei, Lu Zi. A geographical perspective to the elementary nature of space of flows. *Geography and Geo-Information Science*, 2005, 21(1): 109-112. [孙中伟, 路紫. 流空间基本性质的地理学透视. 地理与地理信息科学, 2005, 21(1): 109-112.]
- [15] Sun Zhongwei, Wang Yang, Li Yanli. Space of flow and its impact on the development of regional economy. *Journal of Shijiazhuang College*, 2005, 7(6): 57-61. [孙中伟, 王杨, 李彦丽. 论流空间及其对地区经济发展的影响. 石家庄学院学报, 2005, 7(6): 57-61.]
- [16] Ai Shaowei, Miao Changhong. "Space of places", "Space of flows" and "Space of actor- networks": From the perspective of ANT. *Human Geography*, 2010, 25(2): 43-49. [艾少伟, 苗长虹. 从“地方空间”、“流动空间”到“行动者网络空间”: ANT 视角. 人文地理, 2010, 25(2): 43-49.]
- [17] Shen Lizhen, Gu Chaolin, Zhen Feng. A study on the structure of space of flows. *Urban Planning Forum*, 2010, (5): 26-32. [沈丽珍, 顾朝林, 甄峰. 流动空间结构模式研究. 城市规划学刊, 2010, (5): 26-32.]
- [18] Shen Lizhen, Luo Zhendong, Chen Hao. Relation measurement and integration of regional space flows: A case study of Hubei Province. *Urban Problems*, 2011, (12): 30-35. [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. 城市问题, 2011, (12): 30-35.]
- [19] Shen Lizhen, Gu Chaolin. Integration of regional space of flows and construction of global urban network. *Scientia Geographica Sinica*, 2009, 29(6): 787-793. [沈丽珍, 顾朝林. 区域流动空间整合与全球城市网络构建. 地理科学, 2009, 29(6): 787-793.]
- [20] Shen Lizhen, Zhen Feng, Xi Guangliang. Analyzing the concept, attributes and characteristics of the attributes of space of flow in the information society. *Human Geography*, 2012, 27(4): 14-18. [沈丽珍, 甄峰, 席广亮. 解析信息社会流动空间的概念、属性与特征. 人文地理, 2012, 27(4): 14-18.]
- [21] Gao Xin, Xiu Chunliang, Wei Ye. Study on the sinicization of "Space of Flows" basing on the visual angle of urban geography. *Human Geography*, 2012, 27(4): 32-36. [高鑫, 修春亮, 魏冶. 城市地理学的“流空间”视角及其中国化研究. 人文地理, 2012, 27(4): 32-36.]
- [22] Dong Chao. On the geographical attributes of space of flows and their effects in regional development. *Areal Research and Development*, 2012, 31(2): 5-8. [董超. “流空间”的地理学属性及其区域发展效应分析. 地域研究与开发, 2012, 31(2): 5-8.]
- [23] Liu Weidong. Development of the Internet in China: Spatial characteristics and implications. *Geographical Research*, 2002, 21(3): 347-55. [刘卫东. 论我国互联网的发展及其潜在空间影响. 地理研究, 2002, 21(3): 347-55.]
- [24] Wang Mingfeng, Ning Yuemin. The internet and the rise of information network cities in China. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(5): 446-455. [汪明峰, 宁越敏. 互联网与中国信息网络城市的崛起. 地理学报, 2004, 59(5): 446-455.]
- [25] Department of History of Foreign Philosophy of Peking University. trans. *Philosophy of Ancient Greece and Rome*. Beijing: SDX Joint Publishing Company, 1957: 17. [北京大学哲学系外国哲学史教研室. 编译. 古希腊罗马哲学. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 1957: 17.]
- [26] Manuel Castells. *The Rise of the Network Society*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2010. 442.
- [27] Kellerman Aharon. Phases in the rise of the information society. *Info: The Journal of Policy, Regulation and Strategy for Telecommunications*, 2000, 2(6): 537-541.
- [28] Wheeler J O, Mitchelson R L. Information flows among major metropolitan areas in the United States. *Annals of the Association of American Geographers*, 1989, 79(4): 523-543.
- [29] Song Wei, Li Xiuwei, Xiu Chunliang. Patterns of spatial interaction and hierarchical structure of Chinese cities based on intercity air passenger flows. *Geographical Research*, 2008, 27(4): 917-926. [宋伟, 李秀伟, 修春亮. 基于航空客流的中国城市层级结构分析. 地理研究, 2008, 27(4): 917-926.]
- [30] Zahn C T. Graph-theoretical methods for detecting and describing Gestalt clusters. *IEEE Transactions on Computers*, 1971, C-20: 68-86.

- [31] Radke J D. On the shape of a set of points//Computational Morphology: A Computational Geometric Approach to the Analysis of Form. North-Holland: Elsevier, 1988.
- [32] Assuncao R M, Neves M C, Camara G. Efficient regionalization techniques for socio-economic geographical units using minimum spanning trees. *International Journal of Geographical Information Science*, 2006, 20(7): 797-811.
- [33] Jiang Bo, Zhang Li. Research on minimum spanning tree based on prim algorithm. *Computer Engineering and Design*, 2009, 30(13): 3244-3247. [江波, 张黎. 基于 Prim 算法的最小生成树优化研究. *计算机工程与设计*, 2009, 30(13): 3244-3247.]

Network structure of 'space of flows' in Jilin Province based on telecommunication flows

DONG Chao^{1,2}, XIU Chunliang², WEI Ye²

(1. *Institute of Science, Technology and Society, Tsinghua University, Beijing 100084, China;*

2. *School of Geographical Science, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)*

Abstract: Information communication is an important expression of interaction between two cities, and it is also a key element to build the city network. This study proposes to map the network structure of 'space of flows' based on the actual observed telecommunication flows, with Jilin Province as the case area. Specifically, the call durations via fixed-line telephone are employed to measure the information flows occurred between cities. The cities at the county level or above are treated as research units. To be reliable, a synthetic method composed of principal component analysis, C-Value and D-Value hierarchy analysis, dominant flow analysis, the minimum spanning tree method is utilized to map out the structure. The research reveals the following aspects. (1) The 'space of flows' in Jilin Province is a hierarchical network, which centers on Changchun. In this network, Changchun, Yanji, Tonghua and Gongzhuling are the 1st-level leading cities; Jilin, Baicheng, Baishan, Liaoyuan, Songyuan and Siping are 2nd-level leading cities, and the other cities in Jilin are subordinate cities. (2) Administrative division plays a fundamental role in the formation of the current pattern. (3) Changchun is a unique center, but on the contrary to our previous understanding, Jilin is not that 'centric', and the interaction between Changchun and Jilin is not that strong either. (4) Surprisingly, the two cities of Gongzhuling and Dunhua at the county level, play important roles in the network of 'space of flows'. Gongzhuling tends to be blended in the Changchun metropolitan area, and Dunhua becomes a key node in the eastern Jilin. The regional connectivity functions of the two cities need to be improved. (5) Siping and Lishu, have strong interaction with each other, and are supporting a further integration strategy of the two neighboring cities.

Key words: telecommunication flows; space of flows; regional networks; Jilin Province