

【城市经济研究】

# 全面高铁时代省域中心城市空间关联网络特征研究\*

方大春 马为彪

**摘要:**通过与普通铁路网进行对比分析,利用修正的引力模型与社会网络分析法,考察全面高铁时代下中国省域中心城市空间关联网络结构变化。结果表明:在高铁交通网中,省域中心城市经济引力值大幅度上升,不同地区的提升幅度存在差异,由大到小依次为西部、东部、中部和东北;整体网络密度、点入度均值和点出度均值、中心度均值都明显提升,城市表现存在差异,合肥、长沙和天津提升相对显著;子群中城市变化不大,但子群内部、子群与子群之间密度却发生了变化。全面高铁时代,要素在省域中心城市之间流动加速,这要求各省域中心城市要在更大空间谋划产业分工,分享高铁经济红利,要重新考察各省域中心城市角色定位,从全国“一盘棋”战略,推动高铁网络经济发展。

**关键词:**高铁时代;省域中心城市;空间关联网络;社会网络分析

**中图分类号:**F426 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-5766(2018)03-0105-09 **收稿日期:**2017-10-26

\***基金项目:**国家社会科学基金项目“包容性增长的实现路径研究”(11CJL001);安徽省2018年“高校学科(专业)拔尖人才学术资助项目”(gxbjZD12)。

**作者简介:**方大春,男,安徽工业大学商学院副院长,教授,硕士生导师,博士(马鞍山 243032)。

马为彪,男,安徽工业大学商学院区域经济学硕士生(马鞍山 243032)。

DOI:10.14017/j.cnki.2095-5766.2018.0067

2016年7月13日,中国政府对外发布《中长期铁路网规划》(以下简称《规划》),明确提出建设“八纵八横”的高速铁路网,《规划》中的相关路网方案实现后,远期铁路网规模将达到20万公里左右,其中高速铁路4.5万公里左右;高速铁路网基本连接省域中心城市和其他50万人口以上大中城市,实现相邻大中城市间1至4小时交通圈,城市群内0.5至2小时交通圈。2018年中国正式拉开了“八纵八横”高铁主通道建设序幕,这标志着中国将进入全面高铁时代。高铁交通提高了城市间可达性水平,缩短了各城市间时空距离,大大促进了高铁经济带发展。高铁作为一种新型、舒适、快捷的现代化交通方式,不仅能够促进中国现代化交通格局的产生,更在很大程度上改变了中国区域经济的空间结构,有力地推进了沿线城市的经济社会发展。

## 一、文献综述

高铁建设对中国区域经济结构发展的影响一直是学者们关注的热点问题。杨维凤(2010)认为京沪高铁提升了京津冀与长三角城市群的地位,并形成诸多次级经济增长极。陈建军(2014)在研究高铁对长三角空间格局的演变时发现,日趋完善的高铁交通网络增强了整体区域的经济联系,有效促进了长江三角洲一体化进程。王姣娥(2014)基于GIS网络分析工具考察了高铁对中国城市经济空间强度的影响,发现:在高铁作用下城市空间出现明显“廊道效应”,在一定程度上重塑了区域空间结构。王雨飞等(2016)研究了全国284个地级市高铁对经济发展的增长效应与结构效应,其研究表明,高铁

的开通使区域间的经济溢出效应增加,并改变区域与城市的空间结构、分布结构与层级结构。除对高铁重塑空间结构的研究外,一些学者也从其他视角研究了高铁对中国经济发展的影响,诸如高铁改善沿线城市可达性(冯长春等,2013)、高铁对区域经济的影响(来逢波等,2016)、高铁加强沿线城市旅游经济(邓涛涛等,2016)以及高铁对区域人口流动空间的影响(李祥妹等,2014)。从已有国内文献研究来看,实证分析主要考察高铁开通以后对区域(城市)有哪些影响以及影响导致的变化特征。某一高铁开通必然对区域(城市)空间结构产生某些程度影响,区域(城市)之间空间结构地位也随之改变。如果基此来优化资源配置,往往会出现资源优化配置低效率。

本文利用社会网络分析方法(SNA),通过与全国普铁交通网对比,全面考察全面高铁时代下中国省域中心城市空间关联网络结构新特征。基于中心城市要拥有为经济中心、政治中心和交通中心等功能,一般会把省会城市作为省域的中心城市。为此,省域中心城市包括直辖市和省会城市。

## 二、模型构建与数据来源

### 1. 中国省域中心城市空间关联网络结构模型构建

基于高铁交通网规划和统计数据口径一致性等因素,没有把拉萨、香港、澳门和台北纳入,只考察中国30个省域中心城市在全面进入高铁时代中空间关联网络结构新特征。网络结构中“点”表示各省域中心城市,网络中“线”表示省域中心城市之间关系,点线相互结合构建中国省域中心城市空间关联网络。

首先,需要引入引力模型。参考王德忠(1996)引力模型,并根据本文的需要,对该公式进行修正,修正后的具体公式如下:

$$R_{i,j} = k_{i,j} \frac{\sqrt{P_i G_i} \sqrt{P_j G_j}}{D_{i,j}^2}, \quad k_{i,j} = \frac{P_i G_i}{P_i G_i + P_j G_j},$$

$$D_{i,j} = \frac{t_{i,j}}{g_i - g_j} \quad (1)$$

其中: $R_{i,j}$ 表示城市*i*与城市*j*之间空间相互作用关系; $P_i$ 与 $P_j$ 分别表示城市*i*、*j*的常住人口; $G_i$ 、 $G_j$ 分别指城市*i*、*j*的GDP值; $P_i G_i$ 与 $P_j G_j$ 分别代表城市

*i*、*j*的城市质量;城市间经济引力的单向性和差异性,各城市对经济引力的贡献是不同的,基于这一差别的影响,需要引入参数 $k_{i,j}$ ,表示*i*城市质量占城市*i*与城市*j*质量总和的权重;城市间相互作用的强度随着空间距离而衰减,即随着空间距离越远,其相互间作用就越低(王姣娥等,2014),一般将交通距离纳入模型中,用 $t_{i,j}$ 表示城市*i*与城市*j*之间的交通距离,即两城市之间最短的铁路交通时间。一般情况经济发展水平差别越大的,各城市经济之间互补性越强,那么城市之间经济距离越小,城市之间交流会加强, $g_i$ 与 $g_j$ 分别表示城市*i*与城市*j*的人均GDP,它代表各城市的经济发展水平。

### 2. 数据来源与处理

数据来源:各省域中心城市2015年常住人口、GDP与人均GDP来源于各省统计年鉴及各省域中心城市国民经济与社会发展统计公报。省域中心城市之间铁路时间来源于中国铁路客户服务中心网站。如城市间来回铁路时间不同,则采用取平均值。

数据处理:本文基于全国高铁全面开通的假设情况下,若省域中心城市之间没有开通直达高铁,那么高铁时间需要通过最短普通铁路时间换算。换算方法为:以高铁平均时速300公里/小时、动车250公里/小时、直达火车150公里/小时、特快120公里/小时进行时间换算,基于未来省会之间会开通直达列车,在此不考虑中转时间,采用转车的最短时间加总。根据公式(1),可得 $A_{30,30}=(r_{i,j})_{30 \times 30}$ 的引力矩阵,取其每行值的平均数为该行的行阈值,并将行内的每个值与其比较,当大于阈值时,取1代替,代表两省域中心城市具有空间关联性;当小于阈值时,取0替换,表示不存在空间关联关系;最终构成中国省域中心城市空间关联网络矩阵 $B_{30,30}$ ,由于得到的省域中心城市之间的引力值大小不同,即 $r_{i,j} \neq r_{j,i}$ ,所以该空间关联网络矩阵 $B_{30,30}$ 是有方向的。

## 三、中国省域中心城市空间关联网络特征变化实证分析

1. 高铁与普铁下省域中心城市间引力变化  
利用公式(1),分别计算2015年高铁交通网

与普铁交通网中各省域中心城市引力值(单位:元<sup>3</sup>·100万人/分钟<sup>2</sup>),引力值所体现的是城市之间的经济联系程度,如表1所示。

从表1可知,高铁交通网中各省域中心城市的引力值都有大幅度提高,主要是高铁通过减小各省域中心城市之间的交通时间,从而加强各省

域中心城市经济联系。从变化幅度上看,变化幅度最大的是贵阳,达到1291.79%;其次是昆明,达到1092.59%;变化幅度排在3—5位分别是广州、长沙和福州。普铁交通网作用下引力值排名前5位分别是:北京、天津、南京、重庆、上海;高铁交通网作用下引力值排名前5位分别是:北京、天

表1 2015年中国省域中心城市经济引力

城市	高铁交通网	排名	普铁交通网	排名	变化值	变化幅度(%)	排名
北京	13134409.22	1	2927593.81	1	10206815.41	348.64	17
天津	6462530.92	2	1209898.15	2	5252632.77	434.14	11
石家庄	2966295.83	7	670821.07	6	2295474.77	342.19	18
太原	77270.37	24	23189.73	22	54080.64	233.21	29
呼和浩特	56187.05	25	10919.64	23	45267.41	414.55	13
沈阳	444231.3	16	103066.35	16	341164.95	331.01	20
长春	312666.33	19	70980.51	17	241685.81	340.50	19
哈尔滨	473615.09	15	113446.32	14	360168.77	317.48	23
上海	4493315.93	4	865888.62	5	3627427.32	418.93	12
南京	4199536.94	5	1096590.73	3	3102946.21	282.96	26
杭州	1432974.35	11	199843.39	12	1233130.96	617.05	6
合肥	2113520.99	9	509448.39	8	1604072.59	314.86	24
福州	230522	20	29461.86	21	201060.13	682.44	5
南昌	406793.9	18	58598.33	19	348195.57	594.21	7
济南	560150.45	14	109518.71	15	450631.73	411.47	14
郑州	1311485.47	12	229985.57	11	1081499.9	470.25	9
武汉	2141613.86	8	435276.06	9	1706337.8	392.01	16
长沙	1901434.36	10	242820.66	10	1658613.71	683.06	4
广州	5070483.64	3	629487.73	7	4440995.91	705.49	3
南宁	228515.76	21	42032.16	20	186483.6	443.67	10
海口	3901.39	30	909.92	30	2991.47	328.76	21
重庆	3193809.74	6	1046850.4	4	2146959.34	205.09	30
成都	650815.51	13	175621.66	13	475193.85	270.58	28
贵阳	102387.19	23	7356.53	25	95030.66	1291.79	1
昆明	127334.58	22	10677.16	24	116657.42	1092.59	2
西安	427219	17	62240.16	18	364978.84	586.40	8
兰州	26445.14	26	6281.41	26	20163.73	321.01	22
西宁	7574.39	27	1841.92	27	5732.47	311.22	25
银川	6883.59	28	1394.62	28	5488.97	393.58	15
乌鲁木齐	4813.63	29	1259.39	29	3554.24	282.22	27

津、广州、上海、南京。可以看出全面高铁开通后,重庆的地位相对下降,广州的地位相对提高。

按照中国内地四大经济区划分<sup>①</sup>,再进一步计算在高铁全面开通的情况下不同地区的省域中心城市引力值平均变化率,从大到小的排序是:西部(510.25%)、东部(454.9%)、中部(447.93%)、东北(329.66%)。这说明中国进入全

面高铁时代,西部地区省域中心城市对外交通便捷的改善程度最为显著,经济联系增加幅度也最大;东部地区省域中心城市因交通条件改善,加上城市经济能级较大,对资源吸引力大于中部和东北地区的省域中心城市。

## 2.整体网络关联图

利用公式(1)分别计算2015年高铁交通网与

普铁交通网下各省域中心城市引力值,并构建高铁交通网、普铁交通网空间关联网络矩阵  $G_{30,30}$  和  $E_{30,30}$ ,导入 UCINET 软件中,并利用 UCINET 中的可视化工具 Netdraw 描述出 2015 年中国省域中心城市空间关联网络,如图 1、图 2 所示。

从图 1 中可以看出:南京、广州、杭州、武汉、

长沙等城市与其他城市有较多的连线,这说明这些城市趋向于网络的中心位置。比较图 1 与图 2,可以清晰地看出高铁交通网中中国省域中心城市空间关联网络连线明显多于普铁交通网中的连线,这说明高铁在一定程度上加强了中国省域中心城市间的经济联系。

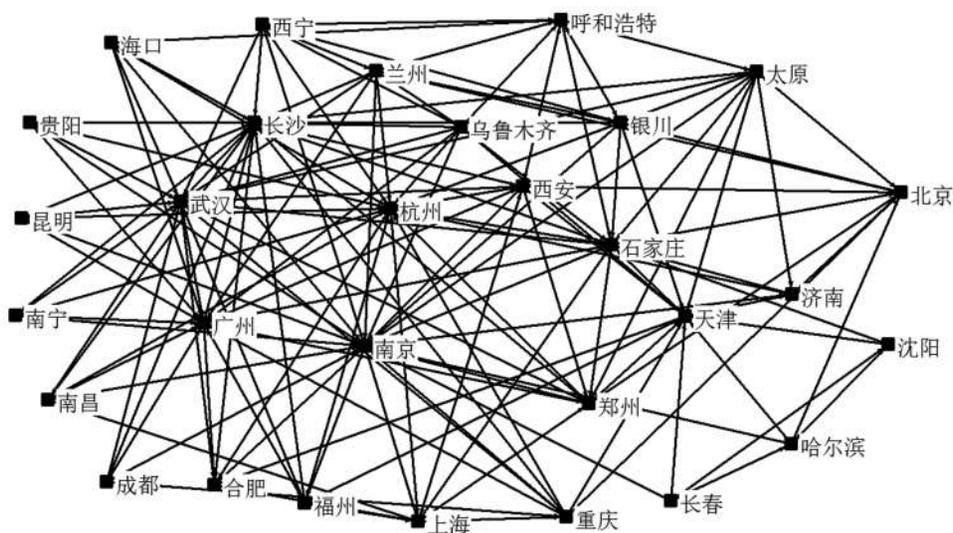


图 1 2015 年基于高铁交通网的中国省域中心城市空间关联网络

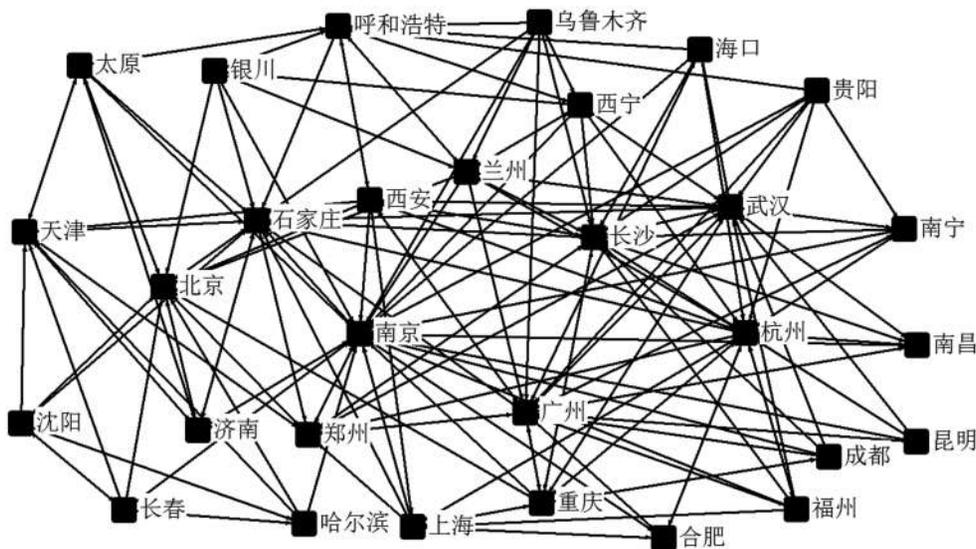


图 2 2015 年基于普铁交通网的中国省域中心城市空间关联网络

### 3. 整体网络特征

从中国省域中心城市间经济空间关联图整体网络密度,中心性与凝聚子群等视角,分析在两种不同交通网络中中国省域中心城市空间网络结构特征变化。

#### (1) 整体网络密度

网络密度表示的一个网络的关系密度,网络中行动者之间连线越多,网络密度也就越大。本

文测量的是有向的整体网络关系网,如果该网络有  $n$  个行动者,计算其网络密度为网络中包含的实际连线数目  $m$  除以包含的连线总数在理论上的最大可能值  $n(n-1)$ ,即公式为:

$$D = \frac{m}{n(n-1)} \quad (2)$$

其所测量的网络密度越大,表示各城市之间的经济关联关系越强。

从表2可以得到2015年在普铁交通网中中国省域中心城市空间关联网络关系总数为183,网络密度为0.21;高铁交通网中中国省域中心城市空间关联网络关系总数为205,网络密度达到0.24,分别高于普铁下的关联关系总数与网络密度,这说明高铁的开通加强了中国各大城市之间的经济联系。从理论上讲,该网络存在的最大关联关系数为870个(30×29),而2015年只存在205个,这说明中国高铁在提升城市之间的经济联系还有很大上升空间。

表2 2015年中国省域中心城市空间关联网络关系总数及密度

交通工具	关联关系总数	网络密度
普铁	183	0.21
高铁	205	0.24

## (2)中心性分析

中心度是对个体权力的量化分析,中心度的指标一般包括度数中心度、接近中心度和中间中心度等。度数中心度是一种较为简单的指数,如果一个点与许多点直接相连,就说明该点具有较高的度数中心度。点的接近中心度是一种针对不受他人控制的测度,如果一个点与网络中所有其他的点的距离都很短,则称该点具有较高的接近中心度。中间中心度是行动者对资源控制的程度,表示结点成员在多大程度上是网络中其他成员的中介,如果一个点处于许多其他点对的最短途径上,就说明该点具有较高的中间中心度。中心势是度量整个网络中心化的程度,如星形网络,所有成员只围绕一个成员发生联系,其他成员间都没有联系,这样网络的中心势最高。

由于城市之间测量的经济引力值不同,则社会网络图是有向图。在有向图中一个行动者的度数又可分为点入度(受益情况)、点出度(溢出情况)。有向图中行动者( $x$ )的点的度数中心度( $C_{RD}$ )公式为:

$$C_{RD}(x) = \frac{ID_x + OD_x}{2n - 2} \quad (3)$$

其中: $ID_x$ 表示 $x$ 点的点入度, $OD_x$ 表示 $x$ 点的点出度。

中间中心度( $C_{RB}$ )测量的是行动者在网络中对资源的垄断程度,如果该行动者居于许多其他

点最短途径上,表明该行动者就具有较高的中间中心度,在网络中起到“中介”的作用。点 $i$ 的绝对中间中心度( $C_{ABi}$ )计算公式如下:

$$C_{ABi} = \sum_j^n \sum_k^n b_{jk}(i), j \neq k \neq i \text{ 且 } j < k \quad (4)$$

其中: $b_{jk}(i)$ 表示 $i$ 点能控制 $j$ 与 $k$ 点的能力,即 $i$ 处于 $j$ 与 $k$ 点之间捷径上的概率。

在此基础上,计算相对中间中心度( $C_{RBi}$ ),相对中间中心度( $C_{RBi}$ )可以用于比较不同网络图中点的中间中心度,公式如下:

$$C_{RBi} = \frac{2C_{ABi}}{n^2 - 3n + 2} \quad (5)$$

接近中心度表示的是一个行动者独立于其他行动者控制的一个指标,如果一个点与网络中所有其他点的距离都很短,则称该点具有较高的接近中心度。接近中心度的值越大,表明该城市与其他城市之间的联系就越密切;反之,则表示该城市与其他城市之间的联系越为稀疏。因此,拥有较高的接近中心度( $C_{APi}^{-1}$ ),其公式表示为:

$$C_{APi}^{-1} = \sum_{j=1}^n d_{ij} \quad (6)$$

其中: $d_{ij}$ 表示的是 $i$ 点与 $j$ 点捷径中所包含的线数。在此基础上,计算相对接近中心度( $C_{RPI}^{-1}$ ),相对接近中心度( $C_{RPI}^{-1}$ )可以用来比较不同网络中两个点的接近中心度大小,公式如下:

$$C_{RPI}^{-1} = \frac{C_{APi}^{-1}}{n - 1} \quad (7)$$

表3给出了高铁交通网与普铁交通网中中国省域中心城市空间关联网络的中心度,表4给出了中间中心度与接近中心度的变化率。

从表3中可知:高铁交通网中中国省域中心城市空间关联网络中点入度均值(6.83)和点出度均值(6.83)、中心度均值(23.56)都高于普铁交通网中的点入度均值(6.10)和点出度均值(6.10)、中心度均值(21.03)。这意味着高铁全面开通将缩短省域中心城市之间的时空距离,加速了各要素在省域中心城市之间流动,从而加强省域中心城市之间的经济联系。

$i$ 点入度。上升的城市有14个,按上升量从大到小排列依次为:杭州、长沙、天津、合肥、武汉、济南、郑州、贵阳、昆明、上海、福州、南昌、广州、西安,

表3 2015年中国省域中心城市的点度中心度

城市	点入度 (高铁网/ 普铁网)	点出度 (高铁网/ 普铁网)	中心度 (高铁网/ 普铁网)
北京	9/11	4/3	22.41/24.14
天津	12/8	5/4	29.31/20.69
石家庄	15/15	6/6	36.21/36.21
太原	3/4	10/6	22.41/17.24
呼和浩特	7/8	6/6	22.41/24.14
沈阳	2/2	4/5	10.34/12.07
长春	2/2	4/5	10.34/12.07
哈尔滨	2/2	5/5	12.07/12.07
上海	5/4	9/6	24.14/17.24
南京	21/21	4/3	43.10/41.38
杭州	17/12	8/9	43.10/36.21
合肥	7/4	5/2	20.69/10.34
福州	3/2	7/6	17.24/13.79
南昌	5/4	5/5	17.24/15.52
济南	5/3	5/5	17.24/13.79
郑州	11/9	8/7	32.76/27.59
武汉	18/15	9/7	46.55/37.93
长沙	19/14	9/8	48.28/37.93
广州	13/12	11/10	41.38/37.93
南宁	2/5	5/5	12.07/17.24
海口	0/1	6/6	10.34/12.07
重庆	3/6	9/8	20.69/24.14
成都	1/1	5/5	10.34/10.34
贵阳	3/1	5/7	13.79/13.79
昆明	2/0	5/5	12.07/8.62
西安	6/5	10/9	27.59/24.14
兰州	4/4	9/9	22.41/22.41
西宁	4/4	8/8	20.69/20.69
银川	3/3	9/6	20.69/15.52
乌鲁木齐	1/1	10/7	18.97/13.79
均值	6.83/6.10	6.83/6.10	23.56/21.03

注:中间中心度、接近中心度分别是相对中间中心度和相对接近中心度。

其中上升较明显的省域中心城市为:长沙市(5)、杭州市(5)、天津市(4);下降的城市有6个,按下降量从大到小顺序排列依次为:南宁、重庆、北京、太原、呼和浩特、海口;其余10个城市保持不变。

ii.点出度。上升的城市有15个,按上升量从大到小排列依次为:太原、上海、合肥、银川、乌鲁木齐、武汉、北京、天津、南京、福州、郑州、长沙、广州、重庆、西安;下降的有4个城市,按下降量从大到小顺序排列依次为:贵阳、沈阳、长春、杭州;

剩下不变的有11个城市。

iii.中心度。上升的城市有17个,按上升量从大到小排列依次为:合肥、长沙、天津、武汉、上海、杭州、太原、郑州、银川、乌鲁木齐、福州、济南、广州、昆明、西安、南京、南昌,其中长沙与合肥增加最多,增加量都达到10.34;下降的有7个城市,按下降量从大到小顺序排列依次为:南宁、重庆、北京、呼和浩特、沈阳、长春、海口;剩下的6个城市保持不变。

点出度、点入度与中心度都同时有上升的城市有9个,分别是:天津、上海、合肥、福州、郑州、武汉、长沙、广州、西安。其中,变化最为明显的是合肥和长沙。这说明随着“八纵八横”高铁交通网的全面形成,合肥和长沙将充分发挥其承东启西、贯通南北的地理优势并利用自身的资源优势,扩大其经济影响力。

iv.中间中心度。根据表4,普铁交通网中点的中间中心度均值(2.87)要高于高铁交通网中点的中间中心度均值(2.70),表明高铁的开通降低一些城市在普铁交通网中作为“中介”的主导作用,削弱一些省域中心城市在全国省域中心城市空间关联网中的垄断作用,加强了与其他城市的经济作用,说明高铁全面通车在一定程度上打破了原先的空间经济结构。从表4中可以得到,中间中心度上升的有13个城市,下降的有17个城市。

v.接近中心度。高铁交通网中接近中心度均值(57.83)高于普铁交通网中接近中心度均值(56.12),表明高铁交通网全面开通后,使各城市在空间上更为“接近”,提高省域中心城市吸收劳动、资本、信息等资源的能力,城市经济互动更为强烈。从表4可以看出,接近中心度上升的城市有18个城市,其中变化幅度较大的有天津(22.00%)、长沙(12.20%)、合肥(11.32%)等城市,说明这些城市在全国高铁开通后,将会掌握更多的全国经济发展资源;下降的城市有5个;剩下城市的接近中心度保持不变。

中心度的比较可以分析单个省域中心城市的经济联系水平,但是无法评价经济网络的整体联系水平。通过分析网络的中心势可以判断城市间经济联系的不对称和不均衡程度,该值越接近100%,则说明网络越具有集中性。具体的数

表4 2015年中国省域中心城市的中间中心度与接近中心度

城市	中间中心度				接近中心度			
	高铁	普铁	变化值	变化率(%)	高铁	普铁	变化值	变化率(%)
北京	1.84	4.77	-2.93	-61.48	51.79	53.70	-1.92	-3.57
天津	6.33	1.82	4.51	248.35	58.00	47.54	10.46	22.00
石家庄	7.42	11.56	-4.14	-35.78	67.44	67.44	0	0.00
太原	1.78	0.77	1.01	132.38	60.42	55.77	4.65	8.33
呼和浩特	0.92	2.06	-1.14	-55.32	48.33	50.88	-2.54	-5.00
沈阳	0.24	0.28	-0.04	-14.08	46.77	46.77	0	0.00
长春	0.37	0.67	-0.30	-44.79	49.15	50.00	-0.85	-1.69
哈尔滨	0.87	0.67	0.20	29.46	50.00	50.00	0	0.00
上海	0.88	1.00	-0.12	-11.55	59.18	58.00	1.18	2.04
南京	18.52	25.46	-6.93	-27.24	78.38	78.38	0	0.00
杭州	8.65	5.91	2.74	46.45	69.05	63.04	6.01	9.53
合肥	0.67	0.14	0.53	377.86	54.72	49.15	5.56	11.32
福州	0.67	0.40	0.27	67.67	54.72	51.79	2.93	5.66
南昌	0.29	0.25	0.03	12.99	51.79	50.88	0.91	1.79
济南	0.34	0.29	0.04	13.95	55.77	54.72	1.05	1.92
郑州	1.40	2.26	-0.86	-37.88	61.70	59.18	2.52	4.25
武汉	6.57	4.79	1.78	37.24	69.05	64.44	4.60	7.14
长沙	7.67	5.51	2.16	39.28	70.73	63.04	7.69	12.20
广州	4.87	6.35	-1.48	-23.31	65.91	64.44	1.47	2.27
南宁	0.18	0.25	-0.07	-28.35	50.88	52.73	-1.85	-3.51
海口	0.64	0.67	-0.03	-4.32	52.73	52.73	0	0.00
重庆	2.12	1.70	0.42	24.91	58.00	55.77	2.23	4.00
成都	0.10	0.15	-0.05	-31.08	52.73	51.79	0.94	1.82
贵阳	0.18	0.92	-0.74	-80.15	50.88	53.70	-2.83	-5.26
昆明	0.18	0.25	-0.07	-28.35	50.88	50.88	0	0.00
西安	2.09	3.07	-0.98	-32.00	60.42	59.18	1.23	2.08
兰州	1.63	2.24	-0.60	-27.00	59.18	59.18	0	0.00
西宁	0.58	0.93	-0.35	-37.86	56.86	55.77	1.09	1.96
银川	1.50	0.53	0.97	182.61	59.18	55.77	3.42	6.12
乌鲁木齐	1.53	0.55	0.98	176.17	60.42	56.86	3.55	6.25
均值	2.70	2.87	—	—	57.83	56.12	—	—

值通过UCINET软件计算得出,如表5所示。

表5 2015年中国省域中心城市的网络中心势 (%)

交通工具	点出度中心势	点入度中心势
高铁	14.86	50.54
普铁	13.91	53.15

根据表5得出以下两点结论:一是普铁交通网中点入度中心势明显大于高铁交通网中点出度中心势,这表明中国各省域中心城市经济受益效应大于溢出效应。二是高铁交通网中点出度中心势(14.86%)大于普铁交通网中点出度中心势(13.91%),但点入度中心势(50.54%)却低于普铁普铁交通网中点入度中心势(53.15%),表明中

国省域中心城市网络中大城市控制资源的能力在降低,即处于城市的核心地位在下降,城市空间经济联系趋于均衡;说明高铁加强了中国省域中心城市经济的扩散效应,而降低涓滴效应,也从侧面验证中间中心度的计算结果。

### (3)凝聚子群分析

通过凝聚子群分析发现省域中心城市间相对“凝聚”的团体,即关系相对密集、联系相对较强的城市群。中国省域中心城市空间关联网络结构中的凝聚子群并不是城市相互间结成联盟的意思,凝聚子群内城市可能不相连,空间分布可能很广泛。对于“子群”的解释可以是:成员之

间有互动,在整体网络中扮演某种相同角色。分析网络凝聚子群的方法有很多,如n-派系、n-宗派、k-丛、k-核,但这些方法在分析网络内成员时容易忽略一个成员同时属于不同的子群的问题,这种重叠性可能隐藏了派系的结构,导致结果的偏差,而迭代相关收敛法 CONCOR 这种非重叠性的聚类分析可避免此种情况的出现。

本文采用 CONCOR 方法,以最大分割深度为 2,收敛标准为 0.2,将整个网络分为 4 个凝聚子群,结果如表 6 所示。

从表 6 可知:子群中大部分城市并没有发生大的改变,少部分城市如呼和浩特、济南、石家庄、西宁、兰州在高铁的作用下位置发生了相对的变化。

表 6 2015 年中国省域中心城市空间关联网络凝聚子群

交通工具	城市			
高铁	1	北京、天津、沈阳、呼和浩特	3	重庆、合肥、福州、成都、乌鲁木齐、郑州、南昌、西安、 南宁、海口、昆明、贵阳、石家庄
	2	广州、长沙、南京、杭州、上海、武汉	4	哈尔滨、长春、太原、银川、兰州、西宁、济南
普铁	1	北京、天津、沈阳、济南	3	重庆、合肥、福州、成都、乌鲁木齐、郑州、南昌、西安、 南宁、海口、昆明、贵阳、西宁、兰州
	2	广州、长沙、南京、杭州、上海、武汉、呼和浩特	4	哈尔滨、长春、太原、银川、石家庄

子群的内部、子群与子群之间的密度变化,如表 7 所示。高铁交通网子群内密度之和为 0.6,平均值为 0.15;普通铁路网子群内密度之和为 0.8,平均值为 0.2。子群与子群之间的密度变化:高铁交通网子群内密度之和为 3.29,平均值为 0.27;普通铁路网子群内密度之和为 2.97,平均值为 0.25。这表明高铁交通网中子群内省域中心城市联系较低,而子群之间联系却增加,进一步说明高铁推动省域中心城市之间联系。

第二,在高铁交通网中中国省域中心城市经济之间的关联关系有所提高,网络密度也有所上升,高铁的全面开通加强各省域中心城市的经济联系。

第三,高铁交通网中中国省域中心城市空间关联网络中点入度均值、点出度均值和中心度均值都高于普铁交通网中的点入度均值、点出度均值和中心度均值。这意味着全国高铁全面开通将缩短省域中心城市之间的时空距离,加速各要素在省域中心城市之间流动,从而加强省域中心城市之间的经济联系。另外,部分省域中心城市在两个不同交通网中网络特征发生显著变化。

表 7 2015 年中国省域中心城市空间关联网络密度矩阵

高铁/普铁	1	2	3	4
1	0.08/0.42	0.00/0.04	0.15/0.36	0.36/0.45
2	0.00/0.00	0.27/0.14	0.51/0.35	0.05/0.26
3	0.25/0.11	0.84/0.72	0.04/0.04	0.02/0.06
4	0.57/0.65	0.48/0.30	0.06/0.04	0.21/0.20

第四,只有少数城市在子群中发生了位置的变化,但是子群的内部、子群与子群之间的密度却发生了变化。全面开通高铁会使子群内密度变小,子群与子群之间的密度变大。这表明高铁交通网中子群内省域中心城市联系较低,而子群之间联系却增加,进一步说明高铁推动省域中心城市之间联系。

#### 四、结论与建议

本文基于全面高铁时代下,对比分析普通铁路交通网与高铁交通网中中国省域中心城市空间关联网络特征,得出以下结论:

第一,在高铁交通网中各省域中心城市的经济引力值有大幅度上升。高铁对不同地区影响变化程度也不同,从省域中心城市引力值平均变化率大小来看,西部地区省域中心城市总体上提升程度最大,东部地区次之,中部地区第三,东北地区相对较小。

根据以上的结论,给出以下建议:

第一,中西部地区要在更大空间谋划产业分工,分享高铁经济红利。全面进入高铁时代,一方面,发达城市对欠发达城市的资金、人才、自然资源的吸引就越大,这是欠发达城市所必须面临的挑战;另一方面,高铁全面开通也带来更多的机遇,城市间时空的缩短加速高新技术与知识的传播,欠发达城市可以更快地学习与引进发达城

市的先进技术来促进自身的发展。这就要求中西部城市要在更大空间范围内,谋划本地区产业发展重点,不要局限于本地资源要素禀赋。需要与发达城市经济形成共生发展格局,一起分享高铁经济红利。

第二,要在更大空间范围内,重新考察各省域中心城市的定位。高铁的全面建成,加强了中国省域中心城市之间的经济联系,有效促进了中国区域一体化的进程。这就需要在更大空间范围内,重新审视各省域中心城市的定位,特别要关注在全面进入高铁时代,中心度发生显著提升的省域中心城市,如合肥、长沙、天津等。

第三,从全国“一盘棋”的角度,推行高铁经济带规划衔接机制。相邻城市之间设立高铁经济协调推进机构,建立健全常态化合作机制,共同研究高铁经济带基础设施建设、产业转移承接、生态环境保护等跨区域的重大问题,加强规划衔接。

#### 注释

①30个省域中心城市划分为四大经济区:东部地区包括北京、天津、石家庄、上海、南京、杭州、福州、济南、广州、海口;中部地区包括太原、合肥、南昌、郑州、武汉、长沙;西部地区包括重庆、成都、贵阳、昆明、西安、兰州、西宁、银川、乌鲁木齐、南宁、呼和浩特;东北地区包括沈阳、长春、哈尔滨。

#### 参考文献

- [1]李红昌,Linda Tjia,胡顺香.中国高速铁路对沿线城市经济集聚与均等化的影响[J].数量经济技术经济研究,2016,(11).
- [2]杨维凤.京沪高铁对中国区域空间结构的影响分析[J].北京社会科学,2010,(6).
- [3]陈建军,郑广建,刘月.高速铁路对长江三角洲空间联系格局演化的影响[J].经济地理,2014,(8).
- [4]刘军.社会网络分析导论[M].北京:社会科学文献出版社,2004.
- [5]王姣娥,焦敬娟,金凤君.高速铁路对中国城市空间相互作用强度的影响[J].地理学报,2014,(12).
- [6]王雨飞,倪鹏飞.高速铁路影响下的经济增长溢出与区域空间优化[J].中国工业经济,2016,(2).
- [7]冯长春,丰学兵,刘思君.高速铁路对中国省域可达性的影响[J].地理科学进展,2013,(8).
- [8]来逢波,刘春梅,荣朝和.高速铁路对区域经济发展的影响效应及实证检验[J].东岳论丛,2016,(6).
- [9]邓涛涛,赵磊,马木兰.长三角高速铁路网对城市旅游业发展的影响研究[J].经济管理,2016,(1).
- [10]李祥妹,刘亚洲,曹丽萍.高速铁路建设对人口流动空间的影响研究[J].中国人口·资源与环境,2014,(6).
- [11]王德忠,庄仁兴.区域经济联系定量分析初探——以上海与苏锡常地区经济联系为例[J].地理科学,1996,(1).
- [12]韩会然,焦华富,李俊峰,等.皖江城市带空间经济联系变化特征的网络分析及机理研究[J].经济地理,2011,(3).

## Study on the Characterizations of the Spatial Correlation Network Structure of China's Provincial Center Cities in the Era of Comprehensive High-Speed Rail

Fang Dachun Ma Weibiao

**Abstract:** Using the method of social network analysis and the modified gravity model through the comparison of ordinary railway network, this paper explores the changes of spatial correlation network structure of China's provincial center cities in the era of comprehensive high-speed rail. The results show that: In the high-speed rail network, the economic gravity values of capital cities increase significantly. There exist differences in different regions on the increasing rate of economic gravity values, among which capital cities in western region increase the most then the eastern region, next the central region, finally the northeast region; the network density, the mean values of in-degree, out-degree and degree centrality are on the noticeable rise. Different cities show the differences in increasing rate, among which Hefei, Changsha and Tianjin increase remarkably; the members of each subgroup change little, while the density of each subgroup within and the density among different subgroups have a great change. In the era of comprehensive high-speed rail, the flow of factors has been accelerated among different capital cities. Therefore, it is necessary for the center cities to plan the division of industries in a larger space, share high-speed rail economic dividend and re-examine their own positions to promote the economic development of high-speed rail from the angle of national "a board of chess".

**Key Words:** Era of High-speed Rail; Provincial Center Cities; Spatial Correlation Network; Social Network Analysis

(责任编辑:柳 阳)