



中原城市群多极网络空间组织的形成与识别

陈 斐,沈炜怡

(浙江理工大学经济管理学院,杭州 310018)

摘 要: 基于多极网络空间组织的构成要素,采用社会网络分析方法分析 2007—2022 年中原城市群空间经济网络的特征及变化情况,运用引力模型和构建增长极指标来识别增长极,并利用共生度模型探究空间经济网络与多增长极之间的共生关系。研究结果表明:中原城市群空间经济网络整体发展水平稳步上升,“十”字形和“米”字形空间经济网络分别在 2010 年和 2022 年成型;形成了以郑州为增长极,洛阳、新乡和许昌为潜在增长极的“1+3”多极增长格局;中原城市群空间经济网络与多增长极具有互利共生关系。总体上,在中原城市群的发展过程已出现多极网络空间组织现象,正处于“多增长极、多层次、多节点”的空间发展状态。该研究识别了中原城市群的多极网络空间结构,并对中原城市群的发展提出了一定的政策启示。

关键词: 中原城市群;多极网络空间组织;增长极;空间经济网络;社会网络分析;引力模型

中图分类号: F127

文献标志码: A

文章编号: 1673-3851(2025)02-0029-10

The formation and identification of multipolar-network spatial organization in central plains urban agglomeration

CHEN Fei, SHEN Weiyi

(School of Economics and Management, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Based on the constituent elements of multipolar-network spatial organization, the characteristics and changes of spatial economic network of central plains urban agglomeration from 2007 to 2022 are analyzed by using social network analysis method, and the gravity model and the construction of growth pole index are used to identify growth poles. Furthermore, the symbiotic relationship between spatial economic network and multiple growth poles is explored by using symbiosis degree. The results show that the overall development level of the spatial economic network of central plains urban agglomeration has steadily increased, and the cross-shaped and meter-shaped spatial economic networks have taken shape in 2010 and 2022 respectively; "1+3" multipolar growth pattern with Zhengzhou as the growth pole and Luoyang, Xinxiang and Xuchang as potential growth poles has been formed; there is an asymmetric symbiotic relationship between spatial economic network and multi-growth poles of central plains urban agglomeration. In total, in the development process of central plains urban agglomeration, the phenomenon of multipolar-network spatial organization has appeared, and it is in the spatial development state of "multi-growth pole, multiple levels and multiple nodes". This study identifies the multipolar-polar network spatial structure of the central plains urban agglomeration and has certain policy implications for the development of the central plains urban agglomeration.

Key words: central plains urban agglomeration; multipolar-network spatial organization; growth pole; economic network; social network analysis; gravity model

收稿日期:2024-03-29 网络出版日期:2024-10-24

基金项目:国家社会科学基金重大项目(19ZDA055)

作者简介:陈 斐(1971—),男,江西抚州人,教授,博士,主要从事区域经济发展、空间计量经济分析方面的研究。

随着全球化和区域一体化的不断推进,城市群作为区域发展的重要载体,城市群及其网络空间组织的研究日益受到重视^[1]。中原城市群是我国中部地区的核心城市群,其发展不仅关系到我国区域经济的增长,也是推进我国新型城镇化战略的关键。我国“十四五”规划指出,要以促进城市群发展为抓手,全面形成“两纵三横”城镇化战略格局。因此,改善城市群内部空间结构,实现多中心、多层级、多节点的网络型城市群是新型城镇化战略的核心内容,有助于构建以促进区域协调发展为核心的空间发展模式。

关于城镇体系的相关研究在2010年后逐渐转向城市网络研究^[2],各主要城市群成为我国城镇化发展的主体和学者们关注的对象。例如,李娜^[3]利用城市流强度和引力模型来判断长三角城市群的空间层级与空间联系,发现长三角城市群形成了多中心支撑的网络化布局。赵渺希等^[4]利用企业总部一分支机构特征对城市网络的计算方法进行完善,发现长三角城市群的多中心程度明显提高,珠三角多中心程度一直相对显著,而京津冀城市群的多中心程度提升相对平缓。姚作林等^[5]运用经济联系强度、城市中心性和断裂点模型来研究成渝城市群的空间结构,结果显示成渝城市群形成了“2—4—4”的三级中心城市体系。涂建军等^[6]基于铁路客运数据对长江经济带的长三角、长江中游城市群和成渝三大城市群进行空间结构分析,发现长三角和长江中游城市群呈现多中心结构。覃成林等^[7]研究发现我国已初步形成七大增长极共存的多极网络空间发展格局。上述研究表明,城镇体系正在经历由中心地式向网络化转变的过程。相较于21世纪形成的东部、中部、西部和东北部的四大区域格局,学界通常认为多极网络空间组织模式在协调发展方面更具有优势^[8]。近几年,对多极网络空间组织的研究方法进一步完善。覃成林等^[9]构建了用A股上市公司的总部和子公司数据描述空间经济网络、构建综合识别的增长极指标,用共生度模型检验共生关系的总体框架,并用此框架揭示了广东的多极网络发展格局,验证了其指标和框架的有效性^[10]。区域经济多极网络空间组织不仅是区域经济空间组织研究领域中有价值的研究问题,也是一个亟待研究的新现象。

目前关于中原城市群多极网络空间组织模式的研究主要集中在两方面。一是关于多中心发展模式或多极网络空间组织模式。赖建波等^[11]研究发现,

中原城市群的空间结构呈现出以郑州为核心的多中心结构。孙颖琦等^[12]基于多源数据和多个维度研究,发现黄河流域的城镇体系具有多中心分布特征,规模等级趋于均衡。朱永明等^[13]对中原城市群经济高质量发展水平和空间联系的分析表明,中原城市群经济结构呈现出以郑州、洛阳、济源为主网络的空间关联网络。二是关于空间经济网络。学者们利用多种数据如城市交通^[14]、物流网络^[15]和百度指数^[16]等探讨了中原城市群的空间网络结构和格局。韩婷婷等^[17]通过对比分析社会经济数据、交通数据和信息数据下城市网络的空间格局,发现中原城市群形成了“郑州—新乡—开封”的三角态势。

综上所述,中原城市群同时具有“多极”或“多中心”的发展模式和空间经济网络,然而,这些研究聚焦中原城市群空间结构的某些方面,未从空间组织的视角进行探究。作为全国多极网络发展格局的七大增长极之一,中原城市群也可能具备多极网络空间组织的特点。然而,中原城市群是否具有多极网络空间组织现象,以及形成何种多极网络空间发展格局,现有文献尚且缺乏探讨。鉴于此,本文基于多极网络空间组织的含义和形成机制,构建空间经济网络,采用社会网络分析方法考察中原城市群多极网络空间结构的发展状况,并构建增长极指标,采用共生度模型来分析空间经济网络和多增长极间的共生关系,在此基础上提出多极网络空间结构对中原城市群发展的政策启示。

一、多极网络空间组织的含义及形成机制

(一)多极网络空间组织的含义

在区域发展过程中存在空间极化的趋势,即一些地区相对聚集了更多的资源和机会,而其他地区则可能处于相对落后的状态。而且随着空间经济网络的发展,不同地区之间形成了复杂的经济联系和互动关系。在此情况下,增长极与空间经济网络会相互促进,形成有机结合的关系,进而演化出多极网络空间组织模式^[18]。

空间经济网络、多个增长极共存以及二者间的共生关系是多极网络空间组织这一有机整体不可分割的三个重要部分。其中,空间经济网络由各种空间关系和经济联系构成,是经济活动的组织形式和表现方式,反映了不同地理区域之间的经济互动和关联程度;多增长极布局指的是地区内部存在两个或更多的增长中心,它们协同联动,相互促进了整个区域的经济的发展。正因为多极网络空间组织是一个

有机整体,所以并不能以简单的“多极+网络”的关系进行研究,一个区域内的若干个增长极与空间经济网络间存在着动态变化和不同类型的共生关系,它们相互依存、相辅相成。

(二)多极网络空间组织的形成机制

多极网络空间组织主要从以下四个方面由简单到复杂逐步形成。本文借鉴贾善铭^[19]的研究,从经济主体与区位相匹配的视角出发,引入匹配成本的概念,将非均质空间纳入机制分析中。

1. 均质空间中的单极网络形成

在均质空间中单极网络形成过程中,规模经济、网络外部性、资源优势等因素直接影响某一地区单极网络的形成和发展。规模经济使得经济主体在某个地区范围内聚集,形成集聚效应,进而形成单极网络。网络外部性则是因某些地区的发展会与其他地区的经济主体带来积极的外部性效应,吸引更多的经济主体聚集。

2. 单极网络的空间规模约束

随着单个增长极网络的规模增大,可能会出现边际收益递减等问题制约单极网络进一步扩张。此外,地理空间限制、资源分布、交通条件等也是制约单极网络规模扩张的重要因素。

3. 非均质空间中的若干单极网络的关联聚合

经济实体与区位之间的适应是不断演进的动态平衡过程,其中经济实体的能力和所处区位的资源配置不断调整以强化协同效应。这样不仅塑造了增长极间的空间联系,而且决定了匹配过程中所涉及的成本大小,由此直接影响经济实体与区位资源间的契合度。不同的匹配契合程度将产生不同的集聚或扩散效应,并影响区位间的相互作用。例如,中原城市群内的城市都是经济主体,资源条件的差异使各城市具有不同的区位特征,其中某些城市因其各种资源网络优势而吸引其他单极网络进入或合作,进而形成跨地区的多极网络空间组织。

4. 区域经济多极网络空间组织的非对称一体化

区域经济多极网络空间组织的形成过程中,不同单极网络之间可能存在着非对称的合作与竞争关系。一些单极网络可能因其在某个领域或产业的优势地位而发挥主导作用,成为多极网络空间组织的核心。同时,其他单极网络可能会与之合作或竞争,形成非对称的一体化关系,这种关系将影响整个区域经济多极网络空间组织的稳定和发展。

二、研究设计

(一)研究区域

依据 2016 年国务院批复的《中原城市群发展规划》,中原城市群涵盖了豫、皖、冀、鲁、晋 5 省,全域共计 30 个地级市(包括河南全省 18 座城市,安徽省的亳州、宿州、阜阳、淮北、蚌埠,河北省的邯郸、邢台,山东省的菏泽、聊城,山西省的晋城、长治和运城),总面积 28.7 万 km²。

(二)研究方法

本文通过三种方式来识别与分析中原城市群的多极网络空间组织:一是构建空间经济网络,采用社会网络分析方法考察其空间经济网络的发展状况;二是构建增长极指标,并借助 2022 年经济联系层级网络来判别是否存在多极共存现象;三是采用共生度模型来分析空间经济网络和多增长极间的共生关系。

1. 空间经济网络分析方法

首先,空间经济网络是涉及多个维度的,但目前碍于综合测度的困难,还只能基于研究目的和可获得的数据选择特定类型的经济网络进行研究。为了具体描述空间经济网络特征,需要选择具有代表性的数据和指标来构建空间经济网络,我国快速交通网络、信息网络和企业空间组织网络发展已经较为成熟,为此提供了有利条件^[20]。本文以有向的高铁频次数据来构建空间经济网络,出于以下两个原因:一是随着交通技术的不断创新改进,城市之间的空间可达性不断提升,加强了城市间的经济联系和交流互动程度。随着中原城市群内高速铁路网络的建设逐步完善,大大提升了城市间空间经济联系,利用高铁数据可以更准确地反映空间经济网络的新变化;二是中原城市群 2010 年正式进入高铁时代,城市间的高铁联系从无到有并快速大规模地扩展,因此利用高铁数据更利于观察空间经济网络的构建过程和特征。然后,用社会网络分析方法中的网络规模、网络密度和网络连通度指标来考察空间经济网络整体发展水平。其中,网络规模是网络中城市节点的数量,用已经开通高铁并且接入高铁网络的城市个数来衡量,用 a 表示;网络密度以节点在网络中实际存在的边数除以最大可能边数描述,刻画了包含 a 个节点的网络的密度,用 D_a 表示,计算公式为:

$$D_a = \sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^n \frac{F_{xy}}{a(a-1)}, x \neq y \quad (1)$$

其中: F_{xy} 表示城市 x 通向城市 y 的列车频次,分母表示网络中最大可能边数。网络连通度刻画出城市节点之间存在重复联系时所有节点间的联系紧密程度,表达式为:

$$T = \frac{F}{a} \quad (2)$$

其中: F 为高铁网络中所有C字头、D字头和G字头列车运行频次之和。

2. 多极共存分析方法

关于增长极的测算和评估,一种是采用路网数据^[21]、人口分布^[22]、产业结构^[23]等指标来衡量某一城市在区域经济增长中地位;另一种是通过聚类分析将区域分成不同的集团,并确定一个尺度,在此尺度内的区域称之为增长极^[24]。但覃成林等^[10]指出,测算增长极的方法或指标应反映其经济属性与关系属性,增长极不仅要具备良好的经济联系能力以带动周边区域的经济发展,而且应在空间经济网络中占据重要地位。因此,本文借鉴上述构建增长极指标的观点,兼顾节点的经济属性和网络关系属性,基于指标的信息量将城市经济联系总量 R_{it} 和节点度 $N(it)$ 合成为测度增长极的综合指标 I_{it} ,其计算式为:

$$I_{it} = \alpha_1 R_{it} + \alpha_2 N(it) \quad (3)$$

其中: α_1 和 α_2 是由CRITIC权重法计算得到 R_{it} 和 $N(it)$ 的权重,该综合评价方法兼顾了数据间的变异性 and 相关性。 R_{it} 采用引力模型计算,经典引力模型将两地区之间的经济联系强度表述为:

$$E_{ij} = k_{ij} \frac{\sqrt{P_i G_i} \cdot \sqrt{P_j G_j}}{D_{ij}^2} \quad (4)$$

其中: E_{ij} 表示节点 i 和节点 j 的经济联系强度值; P 、 G 分别为人口、经济指标; k_{ij} 为引力系数, D_{ij} 为两地区间的“时间距离”,用于修正引力模型的引力系数。可将引力模型简化为:

$$E_{ij} = \frac{G_i \cdot G_j}{D_{ij}^2} \quad (5)$$

$$E_i = \sum_{j=1}^n E_{ij} \quad (6)$$

其中,“时间距离”的计算方式如下:首先利用ArcGIS中的网络分析计算得到O-D距离矩阵,即最短公里距离,然后,依据交通运输部发布的《公路工程技术标准》(JTGB01—2014),将公路方式(国道和省道)的行车速度统一为80 km/h,得到“时间距离”。

最后,用自然断裂法根据 I_{it} 值大小将城市分为五级,并根据以下两个原则选择核心城市:一是有限性原则, I_{it} 值的位序高低并不是唯一标准,即使 I_{it} 值排名靠前也可能不是核心城市;二是增长极空间匹配性原则,即要考虑城市与周围城市间的经济联系,来综合确定核心城市和次级节点城市^[25]。

3. 空间经济网络和多增长极的共生关系检验方法

经济学中“共生理论”最初由生物学中的共生现象拓展得来。本文利用共生度模型计算共生度来判断两者间的共生关系。先选择反映多增长极和空间经济网络的参数,对于多增长极而言,增长极指标 I_{it} 代表着城市的经济属性和关系属性,对于空间经济网络而言,网络规模代表着城市网络的覆盖度,即网络中实际参与联系的城市节点数。因而将各城市 I_{it} 值之和 $Z_P = \sum I_i$ 作为多增长极的参数,网络规模 $Z_T = T$ 作为空间经济网络的参数;并通过式(7)、式(8)计算 P 与 T 间的数量关系:

$$P = \alpha + \beta T \quad (7)$$

$$T = \lambda + \mu P \quad (8)$$

由此得出多增长极对空间经济网络的共生度 θ_{PT} 和空间经济网络对多增长极的共生度 θ_{TP} 计算式:

$$\theta_{PT} = \left(\frac{dZ_P}{Z_P} \right) / \left(\frac{dZ_T}{Z_T} \right) = \beta \frac{T}{P} \quad (9)$$

$$\theta_{TP} = \left(\frac{dZ_T}{Z_T} \right) / \left(\frac{dZ_P}{Z_P} \right) = \mu \frac{P}{T} \quad (10)$$

其中: θ_{PT} 表示空间经济网络参数的变化所引起的多增长极参数的变化,体现空间经济网络对多增长极的贡献力度; θ_{TP} 同理。参考袁纯清^[26]对共生关系的分类, θ_{PT} 和 θ_{TP} 的不同取值组合对应着不同的共生关系类型,见表1。

表1 共生关系类型及含义

θ_{PT} 和 θ_{TP} 的取值组合	共生关系类型	共生关系含义
$\theta_{PT} \cdot \theta_{TP} < 0$	寄生共生	对一方有利,对另一方有害
$\theta_{PT} > 0, \theta_{TP} = 0$ 或 $\theta_{PT} = 0, \theta_{TP} > 0$	偏利共生	对一方有利,对另一方无害
$\theta_{PT} > 0, \theta_{TP} > 0$ 且 $\theta_{PT} = \theta_{TP}$	对称互利共生	对双方平等有利
$\theta_{PT} > 0, \theta_{TP} > 0$ 且 $\theta_{PT} \neq \theta_{TP}$	非对称互利共生	对双方有利但不平等

(三)数据来源

研究数据主要来自《中国城市统计年鉴》及中原城市群5省的统计年鉴及部分辖市的统计年鉴、统计公报。2007—2016年的高铁数据主要来自全国铁路列车时刻表,但缺少2013年的高铁数据,2017—2019年和2022年的高铁列车数据来源于盛名时刻列车表。2020—2022年铁路运行受新型冠状病毒疫情影响,班次减少甚至停运,其中2022年的高铁运营状况仍受疫情影响,但仍然拥有实际运营能力,因而采用2023年7月1日的运行数据(剔除在2023年新开通的高铁线路与站点)来近似反映2022年底中原城市群高铁网络潜在的实际运营能力。对数据作如下处理:先根据列车种类,从列车时刻表中收集高速铁路、城际铁路和动车的列车班次信息。其中,2007年动车组列车越过200公里的高速铁路门槛,在第六次铁路大提速时动车全面投入运营;2010年郑西高铁开始正式投用并由此进入高铁时代;2014年城际列车开始运营。然后以30个城市的高铁站点为基本研究单元,确认城市群内运行的列车班次,并对一个城市拥有的多个高铁站点做合并处理,即对只在城市内部通车而不与其他城市通行的列车班次作剔除处理,得到不同城市间的列车班次。最后以列车的行驶方向依次计算两个城市间的列车频次。

三、结果分析

(一)中原城市群空间经济网络特征及变化

从网络规模、网络密度和网络连通度来考察分析空间经济网络的特征和变化。

第一,空间经济网络规模变化情况见图1。由图1可知,随着高铁站点的建设和高铁线路的开通,中原城市群空间经济网络规模不断扩大。由于高铁不断由“十”字形向“米”字形延伸,城市陆续加入到中原城市群的高铁网络中,开通高铁的城市个数由2007年的7个增至2022年的29个,即2022年的空间经济网络由29个城市节点组成。截至2022年末,除济源外,中原城市群的其他城市均已开通高铁。

第二,空间经济网络密度变化情况见图2。由图2可知,中原城市群空间经济网络联系总数和网络密度不断增大。2007年网络联系总数和网络密度分别为26和0.02,城市之间的联系较少且松散,节点度比较高的仅有郑州、新乡和安阳少数城市。2014年网络联系总数和网络密度增加至1453和

0.18,洛阳、许昌、邢台、三门峡等节点度高的城市数量增多,同时不断有宿州、鹤壁、洛阳等新节点城市的加入。而2019年网络联系总数和网络密度分别达到4673和0.39,相较于2018年分别增加了19.97%和44.03%,仅2019年就有6个新节点的加入,说明中原城市群空间经济网络的整合性和凝聚力的提高。2022年的网络联系总数和网络密度分别为5655和0.48,相对于2019年增加了22.17%和24.35%,说明中原城市群空间经济网络联系越来越紧密。

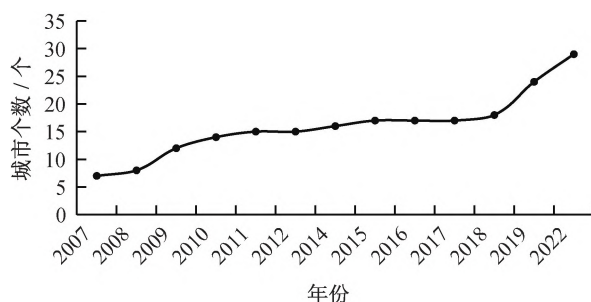


图1 2007—2022年中原城市群空间经济网络规模变化示意

注:2020年、2021年因新型冠状病毒疫情影响,高铁实际运营能力波动大,故作剔除处理。下同。

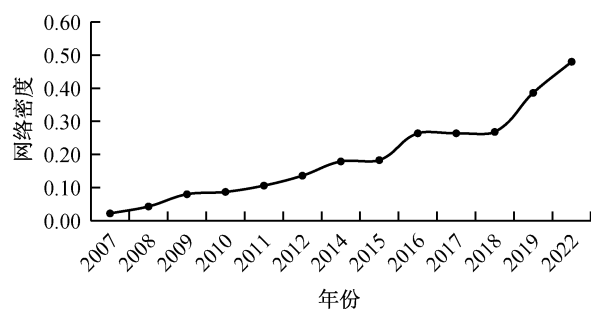


图2 2007—2022年空间经济网络密度变化示意

第三,空间经济网络连通度变化情况见图3。由图3可知,网络连通度的增大趋势最为明显,在2007年、2014年、2018年和2022年分别为3.71、90.81、214.72和195.34,相较于2007年分别增长了24倍、57倍和53倍,这表明中原城市群空间经济网络中节点连接越来越紧密。由于徐兰高铁(郑徐段)的开通,2015—2016年间网络连通度明显增长,旧节点间的联系大幅增加,城市群东部连通性明显增强,如开封的节点度由2015年的0.24增加到2016年的0.60,宿州由0.14增加到0.58。

为更直观地分析空间经济网络特征和变化,且考虑到篇幅限制,选取2007、2010、2015、2018、2019和2022年六个年份并用ArcMap 10.8软件进行可视化处理,空间经济网络变化结果见图4,由图4可知空间经济网络总体呈现出由南北向东西的动态变

化趋势。2007 年各城市间的联系较少且集中在南北方向上的动车上。2010 年进入高铁时代后,三门峡和洛阳等新节点加入,中原城市群东西方向的联系开始随徐兰高铁(郑西段)的开通运行逐渐增多,2010 年初步形成“十”字形的空间经济网络。进一步地,除新增节点所带来的新连接之外,原有节点间也发展出新的高铁联系。例如,2012 年邢台与三门峡、洛阳等城市初次建立起联系。同时,原有节点间的联系也得到了加强,如郑州与信阳间的高铁联系量在 2012、2016 和 2018 年显著增加,从而整个空间经济网络的实际联系数量明显增多,在 2018 年“十”字形空间经济网络达到成熟阶段。2019 年位于西南方向的平顶山和南阳,以及东南方向的亳州、周口、宿州和阜阳开始和其他城市建立高铁联系,显现出“米”字状的“撇”“捺”。而 2020 年的郑太高铁(太

焦段)的建成将东北方向上的长治和晋城加入到空间经济网络中,完善了“点”;2022 年郑济高铁的通车将东北方向上的新乡、濮阳、聊城纳入进来,完善了“撇”。至此,中原城市群“米”字形已经成型,全国首个“米”字形高铁网络架构落成。

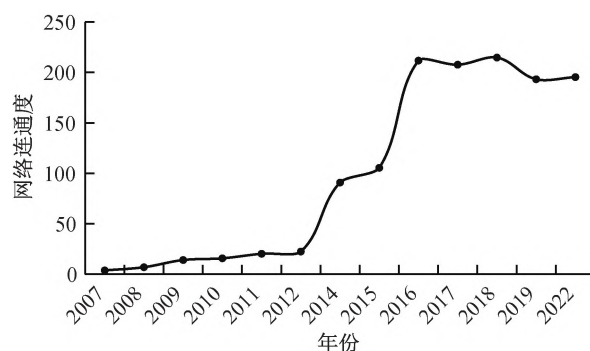


图 3 2007—2022 空间经济网络连通度变化示意

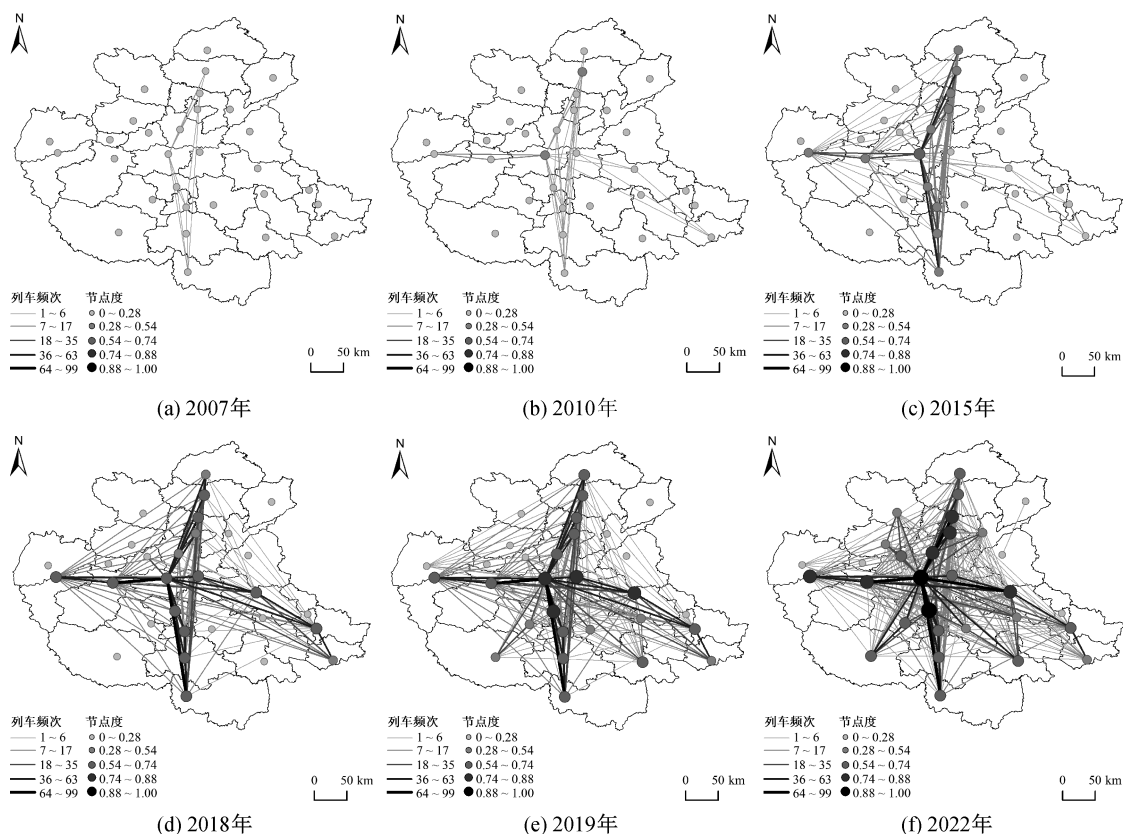


图 4 2007、2010、2015、2018、2019、2022 年中原城市群空间经济网络变化示意

对图 4(f) 2022 年空间经济网络进行具体分析可知:总体上,2022 年的空间经济网络以京广和徐兰为依托构成的“十”字形网络为主,郑焦城际铁路、郑济高铁、郑渝高铁(郑襄段)和郑阜高铁“绘出”了“米”字形网络的“点”“撇”“捺”和“撇”,“米”字形网络已经从纸上蓝图变为地上通途。由其分布特征可知,2019 年呈现出“南高一北低”的不均衡格局,网

络联系以河南省内为主,省际间的联系还较少,但 2022 年新增高铁站点和高铁线路的开通运营使得更多的城市节点参与进来。由城市间已开通的高铁运行频次可知,2022 年网络连接数排名前五的城市对依次是:郑州与许昌、洛阳与郑州、郑州与洛阳、商丘与郑州、新乡与郑州,相对应的已开通高铁列车频次分别为 99、96、86、86 和 83 次。其次,由节点度和

列车运行频次可知,少数的节点拥有大量的连接,而绝大多数节点仅拥有少量连接,表明中原城市群内部仍存在较强的异质性。具体来看,从郑州驶向城市群其他 28 个城市(2022 年济源未开通高铁)的高铁列车频次高达 1099 次,数量占城市群内所有 C 字头、D 字头和 G 字头列车运行频次总数的 17.79%;从城市群其他 28 个城市驶入郑州高铁列车频次为 1119 次,数量占城市群内所有 C 字头、D 字头和 G 字头高铁列车运行频次总数的 18.11%,这说明中原城市群空间经济网络中大约五分之一的高铁线路都会经过郑州,体现出郑州重要枢纽作用。相反,聊城、菏泽和淮北等城市由于高铁开通运营时间不久,其节点度较小,如聊城的节点度仅为 0.04,驶出和驶入的列车频次分别为 5 和 1 次,在网络中处于边缘位置。

(二) 中原城市群多极共存特征及变化

为了识别出中原城市群的增长极城市,首先对历年的经济联系网络进行考察,随后进一步分析在

原有经济联系网络的基础上叠加高铁节点后的网络格局变化,也即增长极指标 I_{it} 值的变化。其次,以 2022 年的 I_{it} 值层级为主、经济联系网络层级为辅,选择出增长极城市。

根据上述分析方法和增长极指标计算式,借助引力模型计算出经济联系强度值,并用自然断裂法划分五个层级,见图 5。由图 5 可知,经济联系网络具有以下三个特征:一是整个城市群的经济联系显著提高,2010 年、2015 年、2018 年、2019 年和 2022 年的经济联系总量增幅相较于上年分别增加了 2.37、2.97、1.56、1.14、1.45 倍。二是郑州的集聚能力增强,以郑州为核心的联系网络覆盖范围更广、更紧密,在 2010 年形成了郑州—洛阳—新乡—开封—许昌的“一主四副”的紧密经济联系格局,并随时间不断优化。三是省际间的经济联系强度相较于省内还是较弱,长久以来以行政边界来组织经济的行政管理模式导致部分省份“背靠背”的“向心”式指向各自省份中心区域。

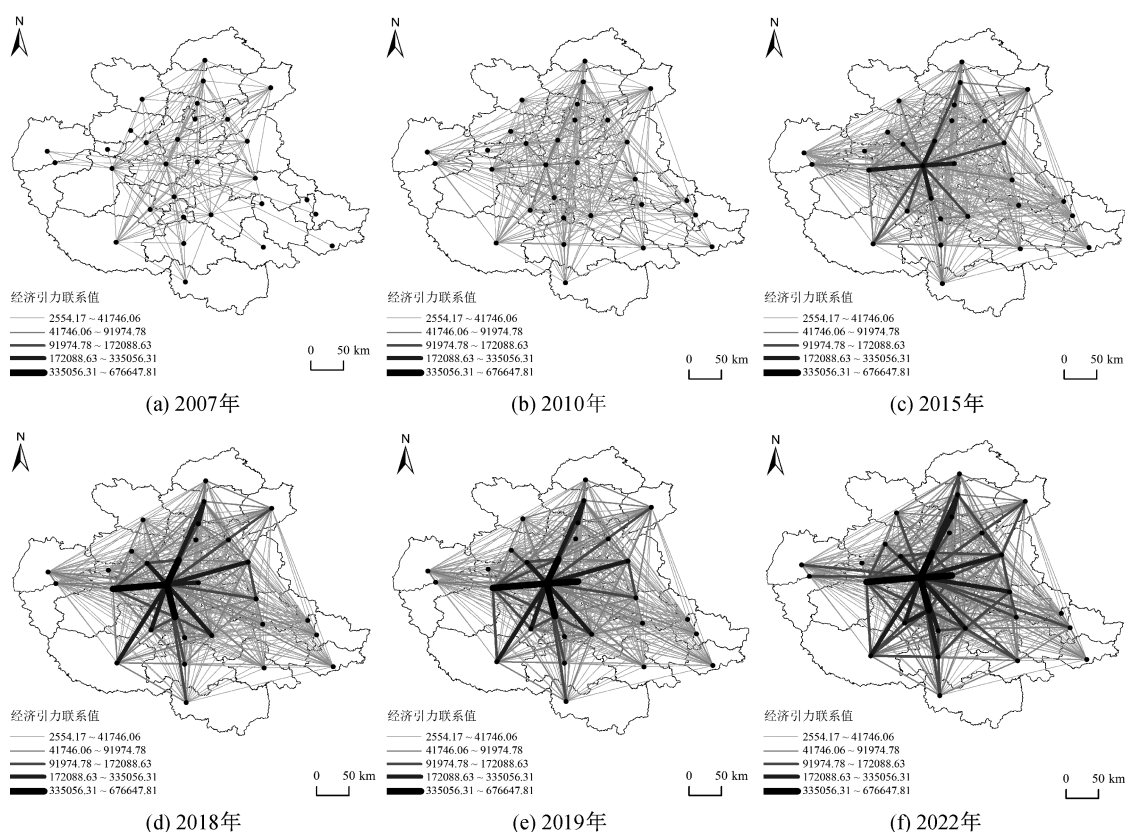


图 5 2007、2010、2015、2018、2019、2022 年经济联系网络变化示意

由经济联系值和节点度合成的增长极指标 I_{it} 值层级变化情况见图 6。由图 6 可知,首先,郑州一直位于第一层级,说明其具有很高的首位度和很强的经济增长能力。其次,京广和徐兰形成的“十”字

形区域中多为高层级城市,且京广线上的城市层级提升较快,2007—2015 年西部城市层级逐渐提高,其中洛阳和三门峡尤为显著;相反,2007—2019 年西北方向的几个城市位于第五层级,表明其在空间

经济网络中的地位不高、经济增长能力还有待提高,如 2015 年长治由于煤炭市场的萧条对经济产生一定影响,导致经济联系总量降低。2018、2019 和 2022 年东部城市层级逐步提升,如开封、商丘和宿

州层级变动明显。最后,“十”字形区域成型后,南部城市等级率先提高,如南阳、平顶山和阜平等,由第四层级上升为第三层级。

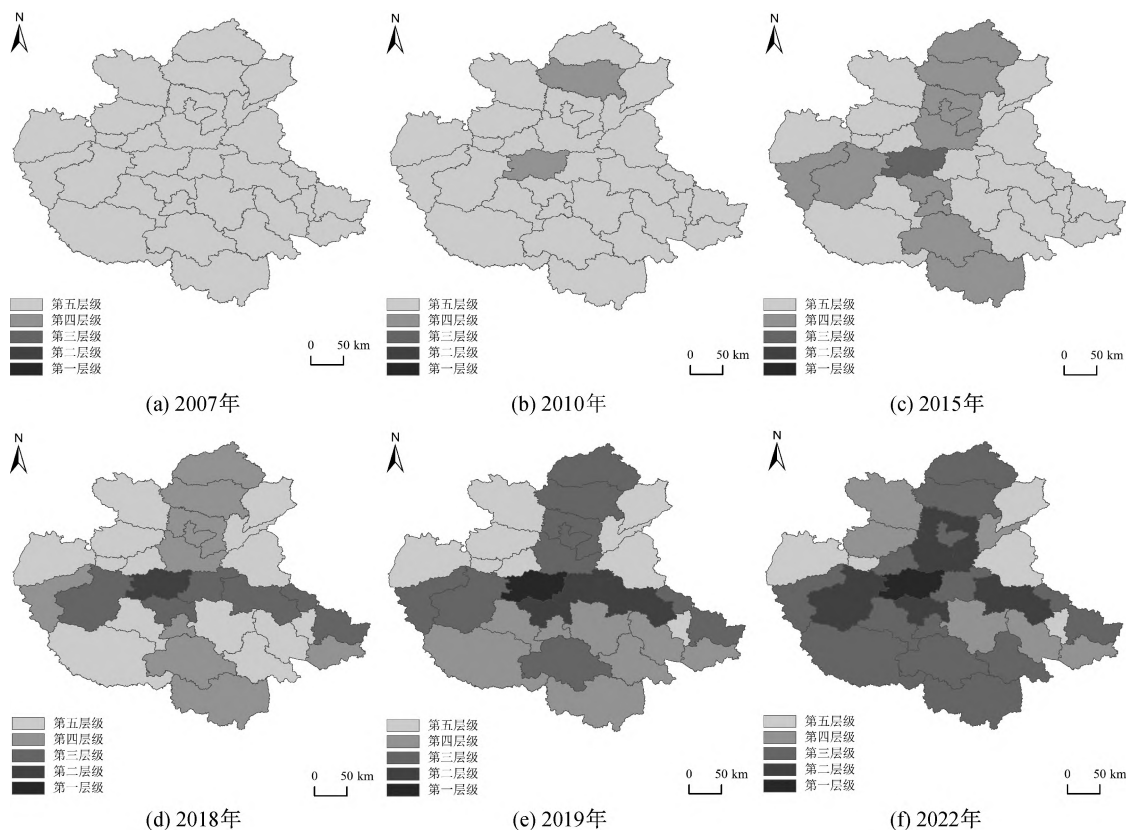


图 6 2007、2010、2015、2018、2019、2022 年 I_{it} 值层级变化

其次,以增长极指标 I_{it} 值为主,以 2022 年城市间的经济联系为辅来分析中原城市群的多极共存格局,以期选择出核心城市和次级节点城市,同时遵循上述核心城市有限性原则和增长极的空间匹配性原则。

基于 I_{it} 值和经济引力值划分的第一层级都仅有郑州,其 I_{it} 值为 1,而第二位许昌 I_{it} 值为 0.78,说明郑州在整个区域资源的组织和整合中居于主导地位,是中原城市群的核心增长极。

处于第二层级网络的城市有许昌、商丘、新乡、洛阳、安阳,将它们与周边城市的经济联系紧密度作为选择层级重要城市的考察要求,其中许昌、新乡、洛阳这三个城市与其他城市的联系强度更高,因此这三者作为第二层级网络的次级核心城市,同时作为潜在增长极辐射周边地区,能一定程度上弥补郑州对于覆盖边缘地区的缺失,比如有利于“新乡—晋城—长治”和“洛阳—运城”“分支”的开辟,以提升中原城市群的经济活力。

同样地,第三层级网络包括鹤壁、开封等 13 座

城市,其中开封、邯郸、驻马店和南阳的对外经济引力值占总经济引力值比为 4.06%、4.13%、3.71% 和 3.97%。因此,开封、邯郸、驻马店和南阳为第三层级的节点城市。第四层级网络中,周口、晋城、长治、濮阳和亳州作为次级节点城市;菏泽和聊城为第五层级网络的一般城市。以自然断裂法划分的 I_{it} 值层级和经济联系强度层级都具有低 I_{it} 值或弱联系值占据了大多数城市这一特点,但它们贯穿整个城市群,是整个网络高质量发展的基础。最终的城市层级划分见表 2。

(三) 空间经济网络和多增长极的共生模式

多增长极和空间经济网络之间存在共生关系是判断存在多极网络空间组织的必要条件,二者在形成过程中为了发展的需要会相互吸引合作、相互补充依赖^[7]。基于此认识以及前文述及的检验方法,计算出二者间共生度见表 3,由表 3 可知 $\theta_{PT} \neq \theta_{TP} > 0$,表明中原城市群多增长极和空间经济网络之间具有非对称互利共生关系,说明多极增长和空间经济网络的发展对彼此都是有利的,只是相互影响程

度不对等,但二者的不对等程度在逐年减小。此外,其共生模式具有以下特点:a)在多增长极和空间经济网络的共生程度上,通过比较共生度值的大小,总有 $|\theta_{PT}| > |\theta_{TP}|$,说明代表空间经济网络参数的变化能更大程度地引起多增长极参数的变化。b)在多增长极和空间经济网络的关系变化趋势上, θ_{TP}

小幅度增加,说明增长极对空间经济网络的依赖程度在增强,作用程度逐年提高,表现在多增长极对空间经济网络发展和演进的推动作用,因此进一步巩固多极网络增长的发展格局;相反, θ_{PT} 呈现出递减趋势,说明空间经济网络对多增长极的影响作用在逐年减小,二者关系正朝着正向对称的互利关系发展。

表 2 2022 年 I_{it} 值层级划分以及核心城市、次级节点城市

I_{it} 值层级	层级划分城市	核心城市、次级节点城市
第一层级	郑州	郑州*
第二层级	许昌、商丘、新乡、洛阳、安阳	许昌 ² 、新乡 ² 、洛阳 ²
第三层级	鹤壁、开封、三门峡、邯郸、驻马店、阜阳、平顶山、信阳、南阳、焦作、邢台、漯河、宿州	开封 ³ 、邯郸 ³ 、驻马店 ³ 、南阳 ³
第四层级	周口、晋城、长治、濮阳、亳州、蚌埠	周口 ⁴ 、晋城 ⁴ 、长治 ⁴ 、濮阳 ⁴ 、亳州 ⁴
第五层级	运城、菏泽、淮北、聊城、济源	菏泽 ⁵ 、聊城 ⁵

注: * 表示核心城市,2、3、4、5 分别表示每个层级的次级核心城市、节点城市、次级节点城市、一般城市。

表 3 2007—2022 年空间经济网络与增长极的共生度

共生度 类型	不同年份的共生度												
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2022
θ_{PT}	7.60	4.59	3.70	3.93	3.41	2.64	2.12	2.17	1.55	1.52	1.55	1.48	1.32
θ_{TP}	0.12	0.20	0.25	0.23	0.27	0.35	0.43	0.42	0.59	0.61	0.59	0.62	0.70

四、结论与政策启示

(一) 结 论

本文通过运用多极网络空间组织的识别分析方法,从多极网络空间组织的构成要素空间经济网络、多极共存和二者间的共生关系出发,探究了中原城市群是否有多极网络空间组织现象,以及该现象的特征和变化趋势,并验证了研究结果的有效性。

研究表明,中原城市群具有多极网络空间组织现象,处于“多增长极、多层级、多节点”的空间发展状态,依据如下:一是其空间经济网络能够持续发展。中原城市群网络规模和网络密度增长较快,网络连通度相对较高但不稳定,2018 年“十”字形的空间经济网络达到成熟阶段后,2022 年形成“米”字形网络,一定程度上减少了区位和交通的局限性对经济发展的限制,有利于城市群内的紧密衔接和高效联通,也与《中原城市群发展规划》中依托“米”字形的发展轴带相呼应。二是多极共存格局。历年增长极指标的变化显示“十”字形区域多为层级较高的城市,2022 年五个不同层级城市之间的相互连接组合,组成中原城市群空间组织的核心体系,形成了以郑州为增长极,洛阳、新乡和许昌为潜在增长极的“1+3”多极增长格局,此外,郑州的辐射范围进一步扩大,而潜在增长极的辐射力有限,洛阳和新乡主要辐射山西方向,许昌主要辐射城市群南部地区。三

是增长极和空间经济网络二者间具有共生关系,即空间经济网络的发展推动了多增长极的演进,且多极共存有利于空间经济网络的发展,其中前者的作用效果强于后者,体现在空间经济网络的发展一方面巩固了原有增长极的地位,并孕育新的增长极以强化多极增长格局。

(二) 政策启示

以上研究结论对于加快中部地区崛起、促进中原城市群的科学发展有一定的政策启示:

其一,在推动中原城市群空间结构优化的过程中,需要建立与之适应的空间组织基础,而目前初步形成的多极网络空间组织适宜作为优化升级中原城市群空间结构的组织基础。

其二,本文发现,郑州为中原城市群的增长极,洛阳、新乡和许昌为潜在增长极,它们是驱动不同层级城市实现网络联动发展的重要节点城市,这为中原城市群发展规划中构建“一核四轴四区”网络化空间格局提供了依据。因此,一方面,要推动这四个增长极深度融合、联动发展,防止“一市独大”造成城市群的效率损失,提升潜在增长极的城市质量,以郑州航空港、河南自由贸易试验区、郑洛新国家自主创新示范区等的建设为支撑,大力加强郑州、洛阳、新乡和许昌的互动,巩固“1+3”多极增长格局,使之成为共同带动中原城市群崛起的核心增长区域。另一方面,支持次级区域中心城市组团式发展,如支持基础

条件好且发展潜力大的濮阳、聊城、安阳、邯郸等次级节点城市的建设,打造城市群新的增长区域和开放空间,有助于处于省际边界城市的成长,进而促进省际相邻城市的合作联动和城市群协调发展。

其三,空间经济网络的发展壮大不仅有利于中原城市群多增长极共存,而且空间网络中各城市联系也因此更加密切。尽管中原城市群的空间经济网络对多极增长的作用逐年增强,但其空间上聚焦于“十”字区域,个别行政区域的连通性覆盖不足,还有较大的改善空间。针对此情况,一方面,可以借助不断完善的“米”字形高铁网来促进实现区域内的交通一体化,以降低城市间互动交流和合作共享的成本,使城市群的融合发展更加凸显,在多极网络发展格局的建设中将展现出更大的潜能;另一方面,应该深化区域间的交流合作,如支持安阳、邯郸在京津冀与中原城市群的互动发展中发挥更大的作用,城市群内各方共同构建合理科学且切合各方利益需求的经济发展规划。此外,除了高铁网络外,也要重视高速交通网络和航空网络的发展,发挥信息网络和企业空间组织网络这两大经济联系网络的重要作用。

参考文献:

- [1] 沈文成,李培庆,姚雯雯,等.多重流空间视角下的中国城市网络空间结构特征及组织模式[J].地理研究,2023,42(2):514-533.
- [2] 胡国建,陈传明,金星星,等.中国城市体系网络化研究[J].地理学报,2019,74(4):681-693.
- [3] 李娜.长三角城市群空间联系与整合[J].地域研究与开发,2011,30(5):72-77.
- [4] 赵渺希,钟烨,徐高峰.中国三大城市群多中心网络的时空演化[J].经济地理,2015,35(3):52-59.
- [5] 姚作林,涂建军,牛慧敏,等.成渝经济区城市群空间结构要素特征分析[J].经济地理,2017,37(1):82-89.
- [6] 涂建军,王静松,汪世豪.长江经济带三大城市群内外联系及其空间结构异质性:基于铁路客运大数据视角[J].世界地理研究,2024,33(3):89-102.
- [7] 覃成林,韩美洁.中国区域多极网络空间发展格局分析[J].区域经济评论,2022(2):16-22.
- [8] 黄征学,覃成林,李正图,等.“十四五”时期的区域发展[J].区域经济评论,2019(6):1-12.
- [9] 覃成林,唐雅岚.长江经济带多极网络空间发展格局研究:“经济网络—多增长极—共生关系”分析框架的构建与应用[J].西部论坛,2022,32(1):1-15.
- [10] 覃成林,黄丹.区域多极网络空间组织识别方法及应用:以广东为例[J].经济经纬,2022,39(2):3-11.
- [11] 赖建波,朱军,郭煜坤,等.中原城市群人口流动空间格局与网络结构韧性分析[J].地理与地理信息科学,2023,39(2):55-63.
- [12] 孙颖琦,张子龙,陈兴鹏,等.多源数据视角下黄河流域城市体系的规模等级与网络结构分析[J].地理科学,2024,44(2):268-277.
- [13] 朱永明,贾宗雅.城市经济高质量发展的空间联系及其特征研究:以中原城市群为例[J].生态经济,2022,38(12):82-88.
- [14] 安俞静,刘静玉,乔墩墩.中原城市群城市空间联系网络格局分析:基于综合交通信息流[J].地理科学,2019,39(12):1929-1937.
- [15] 赵芮,丁志伟.基于流空间视角的中原城市群物流网络结构及其影响因素分析[J].地域研究与开发,2022,41(4):71-77.
- [16] 张宏乔.基于信息流的中原城市群城市网络空间特征及演化分析[J].地域研究与开发,2019,38(1):60-64.
- [17] 韩婷婷,王凯娟,薛娇娇,等.多数据视角下的中原城市群城市网络对比研究[J].河南大学学报(自然科学版),2021,51(6):643-654.
- [18] 胡军,覃成林.中国区域协调发展机制体系研究[M].北京:中国社会科学出版社,2014:143-147.
- [19] 贾善铭.区域多极增长机制研究[D].广州:暨南大学,2014:35-37.
- [20] 覃成林,贾善铭,杨霞,等.多极网络空间发展格局:引领中国区域经济2020[M].北京:中国社会科学出版社,2016:110-112.
- [21] 梅大伟,修春亮.基于公路客运流的哈长城市群空间关联特征与组织模式[J].现代城市研究,2022(3):49-55.
- [22] 李铭,易晓峰,刘宏波,等.作为增长极的省会城市经济、人口和用地的集聚机制分析及对策建议[J].城市发展研究,2021,28(8):70-76.
- [23] 张凌洁,马立平.城市群产业关联分析与增长极选择[J].统计与决策,2021,37(23):116-120.
- [24] 张治河,金云鹤,郭晓红,等.中国西部创新增长极选择与培育研究[J].科研管理,2021,42(7):1-10.
- [25] 覃成林,陈丹.高速铁路与我国多极增长格局[J].开发研究,2019(1):71-78.
- [26] 袁纯清.共生理论及其对小型经济的应用研究(上)[J].改革,1998(2):100-104.

(责任编辑:陈丽琼)