

# 基于西通道的国家西向流通网络特征与组织模式

文玉钊<sup>1,2</sup>, 陆梦秋<sup>3</sup>, 李小建<sup>1,2</sup>, 车冰清<sup>4</sup>, 孟德友<sup>1,2</sup>, 史焱文<sup>1,2</sup>

(1. 河南财经政法大学资源与环境学院/城乡协调发展河南省协同创新中心, 郑州 450046; 2. 河南省城乡空间数据挖掘院士工作站, 郑州 450046; 3. 南京财经大学国际经贸学院/江苏产业发展研究院, 南京 210023; 4. 江苏师范大学“一带一路”研究院, 徐州 221009)

**摘要:** “一带一路”倡议促使国家进入全面开放、陆海统筹、门户引领的发展新阶段。相对以往侧重海洋方向上的城市流通网络研究, 内陆方向在内容和方法上都有待拓展。构建“流通成本—通达能力与生产外向型程度—市场竞争与政策保护—流通结构与组织模式”分析框架, 利用空间分析技术, 基于西通道对国家西向流通网络结构特征与货流组织模式进行研究。研究表明: 高等级流通节点在最小时间与运费成本路径上, 表现出整体上的近似性; 流通节点货流生产能力差异显著; 构建西向多层级轴—辐物流网络, 市场竞争条件下沿海地区尤其是长三角、珠三角节点具有显著的货流规模优势, 而地方补贴政策下内陆节点可辐射沿海地区并展开货源竞争; 根据节点、线路、流量等方面特征, 可提炼出国家西向流通的“三角洲结构”。在筛选出西向流通核心节点群体基础上, 提出西向货流组织的四种模式: 以顶点城市为主导的统一编组集结模式、以内陆省会城市为主导的货源集结模式、以发达外贸型城市为主导的货源产区发车模式、以重要港口城市为主导的货源集散型模式。西向流通经历了独创、扩散、分散阶段, 并将走向整合阶段, 西向流通的主导权将最终回归位于优势空间的核心节点城市。

**关键词:** 西向流通网络; 结构特征; 组织模式; 西通道

DOI: 10.11821/dlxb201906010

## 1 引言

近代以海洋方向为主导的对外开放深刻改变了生产要素的流动模式, 并在很大程度上奠定了当前国家经济地理的基本格局。2013年, “一带一路”倡议实施, 西向开放上升为国家战略。同时, 国务院先后印发《物流业发展中长期规划(2014-2020年)》《“十三五”现代综合交通运输体系发展规划》, 明确提出建设联通国际国内的物流大通道与外向型物流枢纽基地, 强化铁路的战略地位, 增强物流对“一带一路”倡议实施的支撑作用。西向开放后, 以中欧班列为主体的陆上贸易蓬勃发展, 之前几乎单一面向海洋方向的流通格局有望被打破, 以城市为节点的西向流通网络初步建立, 国家层面的流通网络体系发生一定程度重塑。

受全球海洋贸易大时代的影响, 学术界以往的研究焦点集中在以海港门户、港—城关系、港口—腹地关系为依托的物流网络组织方面<sup>[1]</sup>, Kautz所建立的海港区位论以及一些学者等所构建的港口—腹地关系理论为外向型城市流通网络研究奠定了坚实的理论基

收稿日期: 2018-01-31; 修订日期: 2019-03-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(41701141, 41430635, 41471117, 41501178) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41701141, No.41430635, No.41471117, No.41501178]

作者简介: 文玉钊(1988-), 男, 河南南阳人, 博士, 主要从事区域发展与空间规划研究。E-mail: wenyuzhao2011@sina.com

通讯作者: 陆梦秋(1992-), 女, 江苏南京人, 博士, 研究方向为经济地理与区域发展。E-mail: lumengqiu3201@163.com

1205-1223 页

础<sup>[2-10]</sup>。相比海洋方向物流研究,内陆方向流通网络研究相对滞后,在理论与实证方面均有待完善与提升。目前,国外内陆方向上的研究主要集中在接壤国家区域物流一体化方面。代表性研究有 Brocker 利用重力模型对欧盟内部国家间贸易流进行分析,指出国家边界对物流贸易具有显著的屏蔽效应<sup>[11]</sup>; McCallum 对加拿大边境各省与美国各州之间的区域一体化状况进行了讨论<sup>[12]</sup>; Sander 等则指出德国与波兰边境地区的交通物流与通信设施严重不足,致使该地区的地理优势被抵消<sup>[13]</sup>; Matthias 对法国、德国之间的物流联系进行了实证研究<sup>[14]</sup>, Hanson 对美国与墨西哥边境地区的研究表明,区域物流的一体化对当地经济发展产生了显著促进作用<sup>[15]</sup>。可见,国外的研究除了关注物流网络组织与规划外,还涉及区域间的物流协作与可持续发展、政府的角色与职能等内容。国内研究主要表现在 3 个方面:① 基于国家、省际、城市群等较大空间尺度,大多选择封闭区域以城市为网络节点进行物流网络研究<sup>[16-19]</sup>;② 以海港或机场门户为对象,进行门户间物流网络研究<sup>[20-25]</sup>;③ 近期学者已开始关注中欧班列、陆上出境门户等方面研究<sup>[26-30]</sup>。其中西向运输方面,刘卫东认为货物贸易的运输组织优化是“一带一路”建设的一个突出特征,值得地理界深入研究<sup>[26]</sup>。王姣娥等对中欧班列的运输组织策略与问题进行了研究<sup>[27]</sup>,并构建了“中欧班列”的点对点、多站挂靠、轴—辐系统等空间组织模式,基于高、中、低运价方案测算了主要出境口岸的经济腹地范围<sup>[28]</sup>。莫辉辉等建立了多式联运竞争的分析模型,并对以重庆和西安为起点的国际集装箱陆路运输经济适应区域进行了定量分析<sup>[29]</sup>。陆梦秋等采用中欧班列、中国铁路货物运费及海运数据,将不同价值的集装箱在时间成本中产生的利息纳入运费计算,构建陆海运输平衡线与集装箱价值平衡点模型,刻画了中国大陆至欧洲的陆海运输空间格局<sup>[30]</sup>。综上分析,既有研究更多的集中在中欧班列的经济适用性以及出境门户的经济腹地等方面,以节点城市为研究对象,从全局上深入剖析国家流通网络特征与规律的针对性研究依然欠缺。

事实上,地方尤其是内陆城市西向开放的热情极为高涨。国家发改委的数据显示,2017 年国内开行中欧班列城市已达 38 个,线路高达 61 条,班列开行数量 3673 列,超过以往总和并仍呈爆发式增长<sup>①</sup>。由于政府补贴成为吸引货源的重要砝码,各城市班列间低价揽货、无序竞争等问题愈演愈烈。货物更容易集聚在补贴力度大的地方,出现货物舍近求远运往班列始发地,造成物流资源的浪费。由于货源空间分布的不均衡、班列运行的分散与补贴力度的差异,班列间的无序竞争影响了资源合理配置,不利于形成西向流通的合理局面。《中欧班列建设发展规划(2016-2020 年)》明确了中欧铁路运输通道、枢纽节点和运输线路的空间布局,按照铁路“干支结合、枢纽集散”的班列组织方式,在内陆主要货源地、主要铁路枢纽、沿海重要港口、沿边陆路口岸等地规划设立枢纽节点,建设运行线路。虽然《规划》对未来五年的任务进行部署,但仍有三方面需细化研究:① 《规划》仅确定了主要货源节点、枢纽节点与港口节点及其运行线路,而事实上不同节点在西向流通网络中的地位与潜力并不相同,这对节点城市的后续发展将产生重大影响,其差异有待识别;② 随着货运铁路的持续建设,西向运输网络在线路与速度上将得到较大改善,尤其是兰渝、成兰等快速铁路的完工,将对当前运行线路产生重要影响,因此对 2020 年西向运输最优通道进行前瞻性识别尤为必要;③ 由于对欧洲出口货源集中于沿海地带尤其是长三角与珠三角地区,众多班列始发城市的货源腹地处于交叉重叠状态,合理的货流组织模式仍需进一步研究。

基于上述分析,构建“流通成本—通达能力与生产外向型程度—市场竞争与政策保护—流通结构与组织模式”分析框架,主要解决两个问题:① 从全局上识别国家西向流

① 数据来源于 2018 年 1 月 22 日国家发改委新闻发布会,《人民日报》2018 年 1 月 23 日 01 版予以报道。

通的网络结构特征; ② 根据特征提炼内在规律, 并基于市场竞争与政策保护两种背景对货流组织模式进行选择和优化。以上科学问题的解决旨在推进以内陆门户为导向的流通网络研究, 实践上为中国西向流通的优化提供参考。

## 2 分析框架

鉴于当前西向流通以货运为绝对主导, 本文中的城市流通网络为货流网络。海、陆方向流通组织特征的最大区别在于: 前者而言, 港口是腹地所有货流的集结中枢, 而内陆边境口岸更多作为提供放行的出入门户存在, 其在整个外向型物流网络中的节点功能远不能和港口相提并论; 相反, 后者的始发地往往是有较强货物组织与货流引导能力的集结中枢。而现实中, 始发城市数量较多且货源空间分布不平衡, 节点城市间存在激烈的货源竞争。同时, 始发城市除了与境外目的地进行点对点的直达发车外, 还可以选择多站挂靠组织分散货源的模式。基于内陆方向流通网络的特点, 试图构建“流通成本—通达能力与生产外向型程度—市场竞争与政策保护—流通结构与组织模式”分析框架, 剖析中国西向流通网络特征与内在规律(图1)。

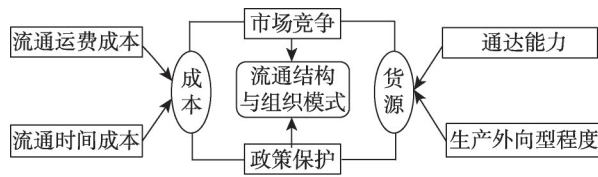


图1 西向流通网络分析框架

Fig. 1 An analytical framework of the west circulation network

### 2.1 流通成本

贸易流动具有追求效率最高与效益最大的内在需求, 因此成本仍然是西向贸易能否可持续的关键。西向陆运相对于传统海运而言, 其优势在于高效率即时间较短, 限制在于运费较高, 因而时间和运费成为西向流通成本的核心表征。而基于流通成本, 每个高等级的节点在理论上都将趋向选择最低成本的西向路径, 并由此构成最优流通网络。

### 2.2 通达能力与生产外向型程度

在流通网络中, 节点依托交通线路进行货流运输, 节点能否拥有较强的流通能力取决于两个方面, 一是其通达能力, 二是节点所在地的生产外向型程度。通达能力代表了节点的对外可达性与交通辐射能力, 一方面位于和拥有较多骨干通道的节点城市, 其通达能力较强, 有利于组织外地货源, 其在西向物流网络中的地位也较为凸显。另一方面, 通达能力较强的节点城市, 其物流辐射范围较大, 核心货源规模也随之扩大。生产外向型程度则代表了节点所在地自身的对外贸易水平和出口型货源生产能力, 一般外向型程度更强的节点, 其西向货流生产规模也越大。节点的通达能力与生产外向型程度均对其货源组织能力产生重要影响, 并与其在西向流通网络中的功能与地位密切相关。

### 2.3 市场竞争与政策保护

在市场竞争状况下, 通达能力与贸易外向型程度决定着节点在流通网络中的地位与控制能力。然而在现实中, 当地政府的经济实力与扶持力度亦是关键因素。与海运相比, 铁路运输的显著优势是运输时间短, 约为海运的1/3, 但劣势是运输成本高, 约高出海运2倍甚至更多<sup>②</sup>。尤其对于沿海地区而言, 陆运并无显著优势, 地方需要给客户大量补贴以吸引货源。另一方面, 出于对西向贸易效益最大化的追求, 中欧班列大多采取点对点的运输模式, 即各节点城市更倾向组织好货源直接发往境外目的地。该运输模式对货源产生了巨大需求, 意味着始发城市必须尽一切可能组织货源。而中国货源空间分布

② 引自搜狐网财经频道 [http://www.sohu.com/a/126468760\\_475942](http://www.sohu.com/a/126468760_475942), 作者马斌, 原文《“中欧班列”的突出问题与发展转型》首发于新创刊杂志《丝路瞭望》2017年第1期。



不均衡,珠三角与长三角成为主要货源争夺区域。为吸引货源,班列间的价格战实质为“补贴战”,有的以2000~3000美元/车(2个标箱)为补贴标准,有的政府给予省内货源补贴达7500美元/车、省外货源补贴4000美元/车,有的地方给予运行补贴6万元/列等<sup>[1]</sup>,当前中欧班列大多数线路处于亏损状态。由于开行城市越来越多,各城市基于其保护性政策对货源展开竞争,并形成当前的运营格局。

## 2.4 流通结构与组织模式

由于每个高等级节点在理论上都将趋向选择最低成本路径,因此存在最优西行线路。而在市场竞争状况下,各节点拥有合理成本支撑下的腹地范围,并具有各自的货流支配规模。但在补贴政策下,众多节点在货源上出现交叉腹地,补贴政策的不同致使节点的货流支配范围不一,货流支配规模也不再等同于“理论值”。基于流通成本、通达能力与贸易外向型程度以及市场竞争与政策保护视角,可从全局上识别国家西向流通的网络的线路、节点、流量特征,进而提炼其内在规律,并据此对节点城市货流组织模式进行选择和优化。

# 3 基于西通道的流通网络特征

## 3.1 研究对象与数据来源

**3.1.1 研究对象** 目前,依托新欧亚大陆桥和西伯利亚大陆桥,形成了由阿拉山口(霍尔果斯)、二连浩特、满洲里(绥芬河)口岸出境的西、中、东三大通道。选择西通道作为研究对象,主要基于三方面考虑:①西通道在国家“一带一路”倡议中占据核心地位,新疆被确定为丝绸之路经济带核心区,阿拉山口与霍尔果斯口岸也不断扩容与完善。②西通道对国内地区影响最大并覆盖了主体货源。西通道依托新欧亚大陆桥为主干通道,交通距离最短且沿途省份最多,对拉动内陆地区对外开放意义重大。三大通道的主要货源都分布在中国沿海地带(包括集结的海外货物),而西通道货源已覆盖西北、西南、华南、华中、华东、华北,甚至东北地区也受到辐射。③西通道对的对外贸易效应最大。西通道途经国家最多,已开通至中亚、西亚、欧洲等地班列,更多方向线路已处于测试之中。西向开放所依托的“一带一路”倡议于2013年提出,国家规划中欧班列的培育期至2020年,其运营将进入基本成熟阶段。随着国内货运铁路的持续建设,2020年部分城市的最优西向运输线路将发生变化。同时,国家与地方政府一直致力于推动国内外铁路运价率下降以及增加班列回程载货率。当前,铁路运价率等成本已持续下降,并向着理想目标靠近。鉴于以上,选取2013年、2020年为研究时间断面。

**3.1.2 数据来源** 西向货运主要采用铁路运输,始发城市对周边货源的集结则可采用公路、铁路两种。空间数据上,依托《中国交通全图》(2014年1月第2版)、《国家铁路中长期规划》《“十三五”国家交通运输体系规划》,获取2013年与2020年的货运铁路、高速公路、国道路网数据,并对相关图件进行矢量化处理。考虑到研究的全面性,将全国342个地级中心城市均纳入节点。西向货运数据上,参考国家铁路货运95306平台以及渝新欧、郑州陆港、成都蓉欧国际铁路班列有限公司、武汉汉欧国际物流有限公司等官方网站的“五定班列”信息数据。按照中国铁路货运现状,除电商货运专列外,铁路快运最高速度为120 km/h,普通货运最高速度为80 km/h,一些条件较差的线路如渝黔铁路运行时速仅有45 km/h,速度较慢的货运速度值设置为45 km/h(表1)。基于上述情况,本文货运铁路速度设置如表1所示,2020年的新增路网速度根据其线路条件进行对应设定。至2013年,大多数地级中心城市已实现高速连接,少数未通高速的则拥有国道网

表1 货运铁路速度值设置

Tab. 1 The speed value of freight railway

货运速度设定	对应的线路条件	典型线路
120 km/h	国铁Ⅰ级或地铁Ⅰ级双线电气化客货共线设计时速为200~250 km/h的快速铁路	向莆、昌九、遂渝、遂成等新建的客货共线快速铁路
80 km/h	线路等级为设计时速为160 km/h的国铁Ⅰ级或地铁Ⅰ级双线或单线电气化铁路；设计时速为120 km/h国铁Ⅰ级双线电气化货运重载铁路	京广、京九、陇海、沪昆等国家电气化骨干铁路干线
45 km/h	国铁Ⅱ级或地铁Ⅱ级及其以下级别的非电气化铁路；客运设计时速为120 km/h以下单线铁路；修建历史较长的双线电气化铁路；地质地形条件较为复杂的双线电气化铁路	宿淮、皖赣等非电气化铁路；正太、焦柳等修建历史较长铁路；鹰厦、峰福、宝成、成昆等沿线地形条件复杂铁路

络。参考“中华人民共和国公路工程技术标准（JTGB01-2014）”设定大货车的高速公路平均时速为80 km/h，国道为40 km/h。社会经济数据方面，根据《中国城市统计年鉴2014》并参考地方2013年国民经济与社会发展统计公报，获取相关指标。

### 3.2 研究方法

**3.2.1 最优路径测算** 路径分析的核心是对最佳路径的求解，即在指定网络的两个结点之间找一条阻碍强度最小的路径。Floyd算法是解决任意两点间最佳路径的一种经典算法，可以正确处理有向图或负权的最快捷路径问题。采用该算法识别不同节点至西北口岸（阿拉山口）的最小时间与距离成本路径。

**3.2.2 可达性分析** 可达性是指利用一定的交通系统从某一给定区位到达活动地点的便利程度，是反映交通成本的基本指标。依托ArcGIS平台，采用网络分析方法进行节点城市的可达性测算。其基本原理为：通过线状要素形成一个数学模型，从而进行空间分析。交通网络可以抽象成为空间几何如点、线、面等，网络模型最基本的元素是线性实体（链）及其相交形成的交点（节点），而一个完善的网络包括链、节点、中心、阻力等构成要素。对量化的交通路网进行处理，由于高速公路和货运铁路具有封闭性，因此通过设定拓扑规则以保证铁路与公路网互不连通，同时设定铁路线路在车站处才可实现连通。将西向流通网络各节点作为中心对象，在阻力设置上，设定不同交通方式与不同路段下的货运速度。通过网络分析，获取各节点城市至周边节点的时间距离，为进一步测算节点城市之间的物流联系强度提供基础。

**3.2.3 多层级物流网络构建方法** 物流网络理论认为，城市间的物流活动具有空间联系，特别是当两个城市地理位置相近或者经济特征相似时，这种联系尤为突出<sup>[32]</sup>。根据货运量、城市规模等反映物流强度的数据，依托城市空间引力模型，计算城市间物流联系强度，并根据最大方向，判断该城市的隶属状况。通过识别较高等级城市的主导网络，进而基于行政单元划分其物流辐射范围。本文采取“自下而上”的节点城市辐射范围划分方法<sup>[33]</sup>，即先基于三级节点，确定以二级节点为主体的节点腹地范围，再进一步基于二级节点测算一级节点。城市间物流联系强度模型如下：

$$T_{ij} = k \frac{\sqrt{P_i \times V_i} \times \sqrt{P_j \times V_j}}{D_{ij}^b} \quad (1)$$

式中： $T_{ij}$ 为*i*城市与*j*城市之间的物流相互作用强度； $P_i$ 和 $P_j$ 分别为*i*城市和*j*城市的货运量； $V_i$ 和 $V_j$ 分别是*i*城市和*j*城市的经济指标，采用GDP表示； $D_{ij}$ 是两城市间的时间距离； $b$ 为距离摩擦系数，本文取2； $k$ 为常数，这里取1。

再通过公式 (3), 可识别出各节点城市的最大物流联系强度:

$$T_i^{\max} = \max(T_{ij}), \quad (j = 1, 2, \cdots, n)$$

式中:  $T_i^{\max}$  表示  $i$  城市的最大物流联系强度;  $T_{ij}$  表示城市  $i$  与其他城市的联系强度。

**3.2.4 不同补贴区间流通节点辐射半径计算方法** 由于货源空间分布不均衡, 流通节点依托补贴政策进行货源竞争, 主要货源区实际上沦为众多节点的公共腹地。对于倾向于点对点出境模式的节点而言, 其对异地货源的组织费用补贴主要包括两方面: 一是货源地至班列始发地的运输补贴, 二是货源组织过程中“门对门”服务进行短驳费补贴。根据货源组织补贴额度、运费率、运输补贴系数、短驳费补贴额度可计算不同补贴区间流通节点的可辐射半径, 并以此判断其交叉腹地范围与竞争格局。计算公式如下:

$$M_{(1 \cdots n)} = \lambda(D \times P) + C_i$$

$$D = \frac{M_{(1 \cdots n)} - C_i}{\lambda} - P$$

式中:  $M_{(1 \cdots n)}$  为所设定  $i$  节点单个标箱货物的不同补贴额度;  $\lambda$  为运输补贴系数, 即组织货源运费中给予补贴的比例;  $D$  为流通节点  $i$  的可辐射范围半径, 本文中指路网距离;  $P$  为国内运价率;  $C_i$  为  $i$  节点每标箱货物的平均短驳费补贴额度。

3.3 基于西通道的流通网络特征

流通枢纽及其西向最优路径构成的节点—通道—网络系统, 是西向流通网络的架构所在。西向贸易的组织往往位于交通或货源生产能力较强城市, 因此依托物流与社会经济数据, 对全国物流节点进行能级划分, 并采用最优路径算法识别高等级节点的最优西向路径。

**3.3.1 流通节点等级判别** 参考国内外研究, 认为影响物流城市等级的主要因素有经济发展现状、物流需求现状、物流支撑与服务能力三方面。建立等级判别指标体系 (表2), 并咨询领域专家进行权重值设置。2020年数据无法获取, 但考虑到国家层面流通枢纽等级特征的相对稳定性, 仍以2013年数据反映节点等级。

采用加权因子法对各节点进行综合得分计算, 并通过聚类分析进行分类, 选取得分较高城市划为一级和二级节点, 剩余群体为三级节点。一级节点城市共有17个, 按得分顺序分别为上海、深圳、苏州、重庆、天津、宁波、广州、青岛、北京、杭州、南京、

表2 节点城市等级判别指标体系与权重设置  
Tab. 2 The evaluation index system and weight setting of node cities

一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标	权重
经济发展现状	0.22	GDP	0.35		
		规模工业总产值	0.33		
		固定资产投资总额	0.32		
物流需求现状	0.39	对外出口额	1		
物流支撑与服务能力	0.39	基础设施支撑能力	0.45	火车站等级	0.45
				公路枢纽等级	0.33
				港口等级	0.22
		物流服务能力	0.55	铁路货物发送量	0.45
				公路货物发送量	0.33
				水运货物发送量	0.22



无锡、武汉、成都、大连、郑州、厦门。二级节点有38个, 新疆无入选城市。考虑到新疆作为西通道货物汇流区以及丝绸之路经济带核心区地位, 将其得分最高的乌鲁木齐补入。从地域分布看, 长三角地区为常州、合肥、金华、南通、绍兴、嘉兴; 珠三角地区有东莞、佛山; 海西地区有福州、温州、泉州; 山东半岛为烟台、潍坊、济南; 京津冀地区为石家庄、唐山和秦皇岛; 东北地区为沈阳、佳木斯、哈尔滨、秦皇岛、牡丹江、营口; 长江中游地区有长沙和南昌; 西南地区有昆明和贵阳; 西北地区有西安、兰州、乌鲁木齐; 山西为大同和太原; 内蒙古为包头和鄂尔多斯; 广西为南宁和柳州; 此外, 还有徐州、襄阳、湛江3个城市。

**3.3.2 最小时间成本路径** 2013年一级节点城市最小时间成本路径如图2a所示。宝成、襄渝铁路是成都、重庆等西南地区货流西向集结的必经之路, 广东、福建等南方省份则依赖京广、向莆等骨干铁路, 陇海通道是长三角西向货运最快通道, 太中银、胶济、京广、京沈等干线则是山东、京津、东北等地区的快速通道。由于货运铁路的不断完善, 2020年的变化有: 一是成都、重庆不再绕道宝鸡、西安, 而是直达兰州; 二是广州、深圳的路径可不过路武汉, 直接沿湘渝之间的快速通道经重庆北上; 三是宁西铁路经过复线与电气化建设, 成为长三角南翼地区的最快货运通道(图2b)。

2013年二级节点城市最小时间成本路径如图2c所示。具体来看, 大致以陇海铁路为主轴, 形成长三角节点群体、东南节点群体、西南节点群体、东北—华北—胶东节点群体、其他节点群体等五大路径类型。2020年, 由于西南地区铁路状况的改善, 北部湾地

a. 2013年一级节点最小时间成本路径



b. 2020年一级节点最小时间成本路径



c. 2013年二级节点最小时间成本路径



d. 2020年二级节点最小时间成本路径



图2 2013年与2020年中国高等级节点城市最小时间成本路径

Fig. 2 The paths of minimum time cost of national high-grade node cities in 2013 and 2020

区将通过重庆进入西向主干道。其他地区的变化与一级节点相一致，主要为西南与华南节点可直达兰州，宁西通道货运的重要性增强（图2d）。

**3.3.3 最小距离成本路径** 鉴于本文关注点为流通网络结构，因此暂不考率节点的物流管理与服务费差异。国内执行较为一致的运价率，运输距离越近运费越低。2013年一级节点城市最小距离成本路径如图3a所示，北京—包头—额济纳旗—嘉峪关一线是北京、天津、大连等一级节点西向最短距离通道，宁西铁路则是长三角、福建、湖北等地一级节点的最短距离通道。2020年，由于额济纳旗至哈密铁路已通车，京津、东北至新疆的东西大通道打通。湘渝之间铁路的完善使华南地区经兰州至西北门户的距离更短（图3b）。二级节点路径与一级节点特征相近，2020年二者所反映的演变格局也较为类似（图3c、3d）。华南、西南地区的改变尤为明显，广州、湖南、贵州、重庆等地节点均不再绕道西安西行，而是经兰渝铁路直达新疆。

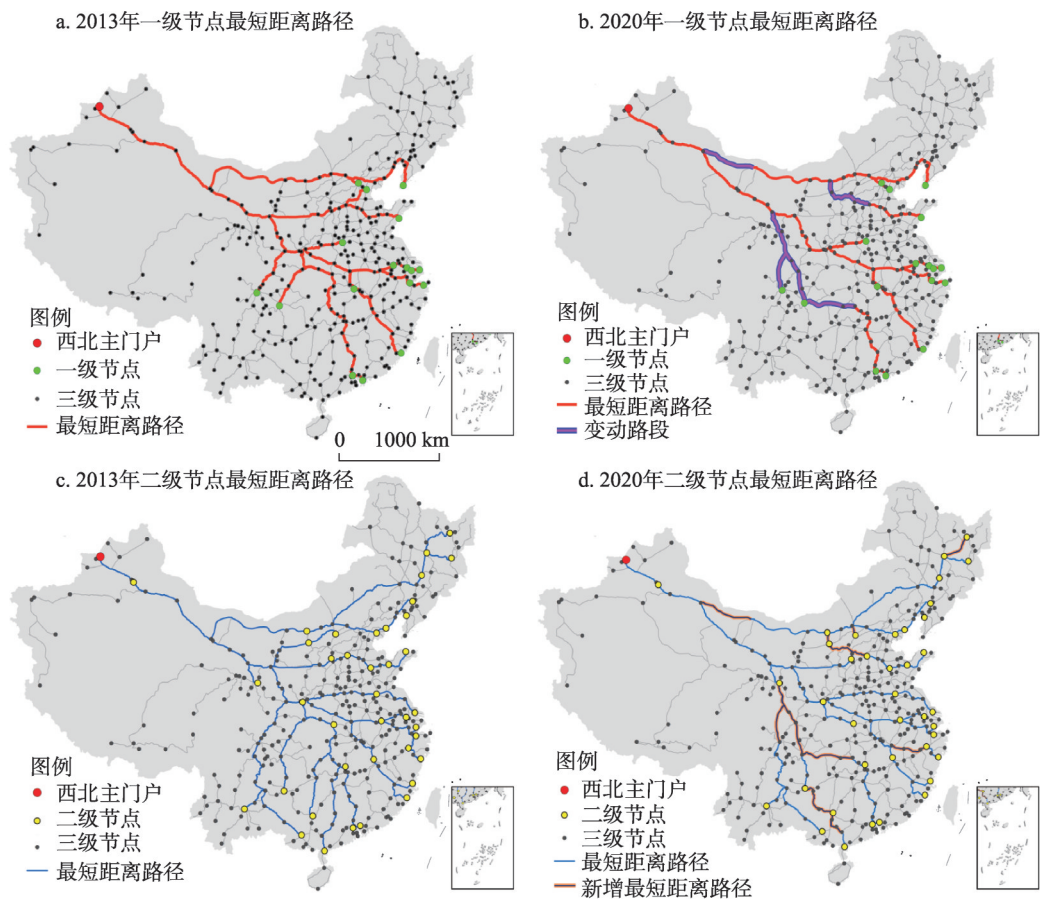


图3 2013年与2020年中国高等级节点城市最小距离成本路径  
Fig. 3 The paths of minimum freight cost of national high-grade node cities in 2013 and 2020

## 4 基于西通道的流通组织模式构建

### 4.1 基于西通道的货流组织

**4.1.1 流通节点货流生产能力差异** 由于中国经济发展与对外开放水平的不平衡，不同地区的生产外向型程度呈现显著差异。选择出口总额来代表各节点城市的外向型货流整体



生产能力,但中欧班列以欧洲国家为贸易对象,因而选择对欧洲出口额进一步体现各节点城市的西向货流生产能力。对2013年数据进行统计,采用聚类分析方法将各节点的外向型货流与西向货流生产能力进行划分,可分为超强、强、较强、较弱、弱5种类型(表3)。可以发现,一方面,不同节点的货流生产能力存在巨大差异。出口总额最高的深圳竟是最低节点的152.85万倍,西向货流生产量最大的上海高达339.09亿美元,而最低节点仅有3万美元。另一方面,货流生产能力呈现巨大的区域差异。上海、深圳、苏州三大超强城市的货源生产量远超其他节点,具有绝对优势。西向货流生产的第二梯队集中在宁波、重庆、杭州、东莞、金华、厦门、绍兴、广州、青岛、无锡、天津、成都、嘉兴、北京、南京、郑州、烟台、佛山、大连、台州、温州等城市,该群体拥有较大的西向贸易潜力。而无论是整体出口能力还是西向货流规模,最重要的节点群体基本位于东部沿海省份,仅有重庆、成都、郑州位于中西部地区。长三角西向货流规模占全国比例高达44%,珠三角达到20%,福建超过5%,环渤海地区为12%,四者合计已超过80%。同时,南北方货源规模差异明显,货源的重心区明显位于东南沿海地区。此外,通过对比整体外向货流与西向货流,发现不同节点不同地区其西向贸易在整体外贸中的比例也存在差异。具体来看,黑龙江节点群体高达51%左右,山西群体达30%左右,浙江达到了27%左右,河北达26%左右,河南和四川达24%左右,宁夏和内蒙古为21%左右,福建、湖北、安徽都达到20%左右,最低的广西仅5%左右。可见,西向货流规模大且西向贸易占比较高的节点城市或地区,是组织货源的关键,也是进行货源争夺的重点。

表3 流通节点货流生产能力差异

Tab. 3 Production capacity difference of the flow nodes

城市	出口总额 (亿美元)	外向型货流 生产能力类别	城市	对欧洲出口额 (亿美元)	西向货流 生产能力类别
深圳、上海、苏州	1757~3057	超强	上海、深圳、苏州	339.09~428.43	超强
东莞、宁波、北京、广州、天津等(18个)	294.7~908.6	强	宁波、重庆、杭州、东莞、金华等(21个)	50.77~200.08	强
珠海、中山、郑州、嘉兴、南通等(26个)	61.7~265.8	较强	惠州、南通、福州、常州、珠海等(31个)	9.46~42.57	较强
东营、唐山、贵阳、济南、太原等(110个)	10.5~58	较弱	贵阳、临沂、昆明、汕头、哈尔滨等(115个)	1.22~8.94	较弱
广安、湘潭、枣庄、鹰潭、韶关等(185个)	0.002~9.8	弱	韶关、盘锦、湘潭、安阳、宝鸡等(172个)	0.0003~1.17	弱

**4.1.2 市场竞争下的货流组织** 市场竞争条件下,不考虑地方的补贴行为,设定各高等级流通节点都拥有较为平等的西向货运组织权力,则货流理论上向距离最近的高等级节点集结,从而不产生恶性竞争。此情况下,高等级节点的货流组织能力主要与其所支配的物流网络及各次级节点的货源生产能力相关。通过构建西向物流网络,可判别无地方补贴情况下,西向货流的组织特征及结构演变。

首先通过网络可达性分析获取一、二级节点至周边节点的时间距离,利用公式(1)获得其之间的物流联系值,再利用公式(2)以低等级节点为对象识别其最大联系方向,由此形成不同等级的各级节点子网络。兰州与乌鲁木齐都深居西北内陆且远离一级节点,因而作为一级轴心城市对待。高等级节点密集区域仅保留得分最高节点,对仅覆盖1~2个三级节点的二级节点降级处理。经过筛选,一、二级物流轴心城市分别有12个、27个。基于最优路径分析,确定各等级物流辐线。选择一级轴心节点西向最优路径为主干辐线,二级轴心节点至其西向最近一级节点路段为次级辐线,一、二级轴心节点至周边三级节点的最优路径为三级辐线。由此可实现不同等级辐线对所有节点的通达与辐

射，构建2013年与2020年西向多层级轴-辐物流网络（图4），一、二级轴心节点所辐射的三级节点区域即为其支配的货流范围。

轴-辐物流网络特征主要表现在4个方面（图4）：① 在辐线上，重庆—西安辐线被重庆—兰州辐线取代，广州—长沙—重庆—兰州成为珠三角节点直达西北口岸的最重要物流通道。同时，天津—兰州辐线被天津—乌鲁木齐辐线取代，京津、内蒙古等地节点获取了新的物流通道，其便捷度进一步提升。从二级辐线来看，杭州、合肥至西安的物流便捷度增强，广西、贵州物流受兰州方向的吸引增强。② 由辐线变化引发的节点城市网络归属发生变化。具体来看，深圳、湛江、南宁、柳州为轴心的子网络均转向重庆—兰州辐线，华南地区的货物流向将发生转变。天津、大同、包头以及东北轴心节点的子网络的货流转向天津—乌鲁木齐辐线。杭州、合肥等轴心城市网络从上海—郑州辐线中剥离，长三角地区的一部分货流将发生分流。③ 辐线所承担的物流占比发生变化。如表4所示，重庆的西向通道由西安转向兰州后，其沿线途径货流量由全国比例的3.43%快速上升至23.77%，通道地位上升十分明显。而武汉至西安段、上海至西安段、石家庄至兰州段途径货流量均出现下降，下降幅度分别为64%、31%、49%，3个通道的流通地位均呈现不同程度下降。与此同时，2020年新增的天津—乌鲁木齐通道途径流量占全国比例达到8.1%，而杭州—西安通道则达到了13.22%，二者将逐步成为较为重要的西向通道和网络辐线。④ 在没有地方补贴条件下，沿海地区尤其是长三角、珠三角节点拥有压倒性的货流规模优势，且这一局面将保持稳定。

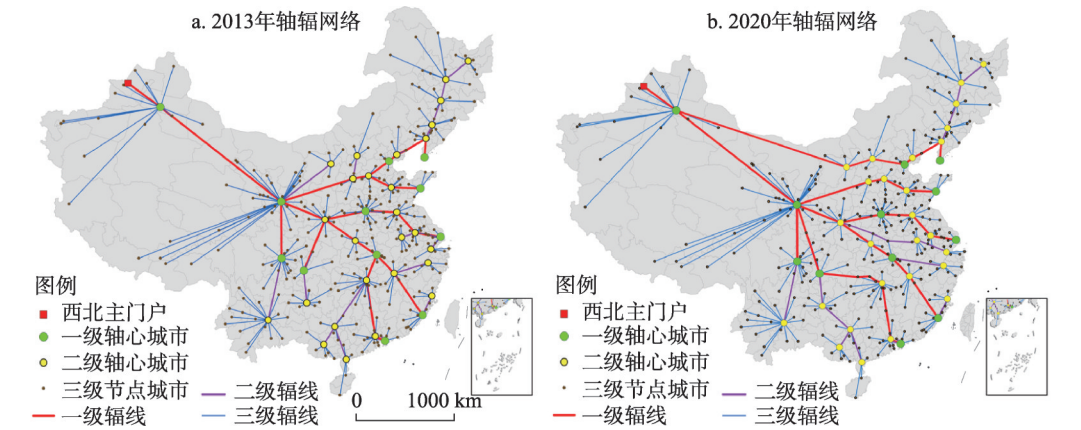


图4 2013年与2020年国家西向流通轴—辐物流网络

Fig. 4 The axis-spoke logistics network of the country's westward circulation in 2013 and 2020

**4.1.3 政策保护下的货流组织** 由于节点西向货流生产能力存在巨大差异，沿海地区节点具备显著的货源优势，内陆城市则必须借助政策补贴以扩展货流集结半径，进而辐射货流生产规模较大地区。因此，内陆节点对政策性补贴需求更大，且货流组织特征的关键体现在节点辐射范围及其相互之间的竞争格局上。从西向贸易状况看，开行班列较多且有较强财力补

表4 主通道路段途径货流量变化状况			
Tab. 4 The changes of cargo flow in the main trunk roads of logistics			
通道路段	途径流量占全网络比例(%)		变化性质
	2013年	2020年	
重庆—西安/兰州	3.43	23.77	地位上升
武汉—西安	31.80	11.46	地位下降
上海—西安	42.00	28.78	地位下降
石家庄—兰州	16.66	8.55	地位下降
天津—乌鲁木齐	—	8.10	地位上升
杭州—西安	—	13.22	地位上升

贴的内陆城市往往为省会城市, 考虑到兰州以西节点距离货源区较远且已处于西向咽喉地带, 因而不冉测算。经过筛选, 发现九大内陆省会城市是大力度补贴并与沿海地区竞争货源的核心节点群体。而随着西向贸易的深入, 中欧班列的运费逐渐下降, 国内段铁路的整体运价率已由班列开行初期的  $0.7 \text{ \$/}(\text{TEU} \cdot \text{km})$  下降至 2017 年的  $0.6 \text{ \$/}(\text{TEU} \cdot \text{km})$ , 而按照市场需求, 全线运价率下降到  $0.5 \text{ \$/}(\text{TEU} \cdot \text{km})$  时铁路走廊通道的优势将逼近海运<sup>[34-35]</sup>。根据政府部门的调研<sup>[36]</sup>, 内陆班列始发城市在货源集结铁路运输中给予的补贴占比大致为 20%, 而短驳费用平均 1000 元/TEU 左右, 对异地货源的组织费用补贴大致在 4000 元/TEU 以内。基于此, 按照补贴在 2000 元/TEU、3000 元/TEU 两种情况下, 利用公式 (3)、(4) 计算节点的物流辐射半径。考虑到 2020 年为中欧班列培育末期, 设定此时国内段所有线路都已降至  $0.5 \text{ \$/}(\text{TEU} \cdot \text{km})$  的理想价位。主要内陆节点货源辐射范围与竞争格局如图 5 所示。

其货流组织特征表现为: ① 对异地货源补贴为 2000 元/TEU 时, 2013 年内陆节点的货源组织半径可沿路网拓展 1137 km, 而随着运价率的下降 2020 年则可达到 1582 km, 相同货源区域的补贴额度可比 2013 年下降 30% 以上。当达到 3000 元/TEU 时, 2013 年的货源半径可拓展 2275 km。在 2013 年 3000 元/TEU 补贴下, 九大内陆节点的辐射范围均可覆盖秦皇岛—乌兰察布一线以南至云南的货源主体区。② 从 2000 元/TEU 补贴下辐射范围的演变看, 2020 年各节点均扩大明显。具体来看, 成都由延安—南阳—怀化—昆明—

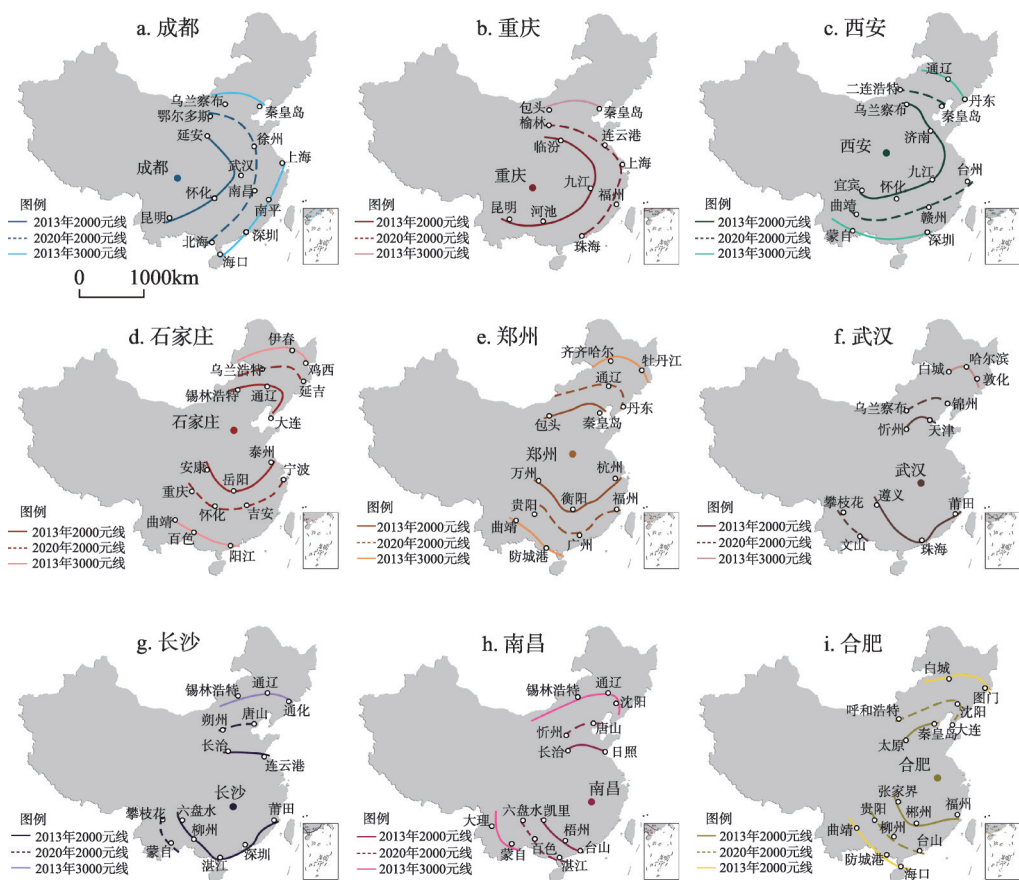


图5 2013年与2020年政府补贴下的内陆节点城市货源辐射格局

Fig. 5 The coverage range of inland cities under policy protection in 2013 and 2020



线拓展至鄂尔多斯—徐州—南昌—北海一线，重庆由临汾—郑州—南昌—柳州—昆明—线拓展至榆林—上海—梅州—珠海—线附近，西安由乌兰察布—淮安—长沙—宜宾—线拓展至二连浩特—秦皇岛以及台州—赣州—河池—曲靖沿线，石家庄由大连—通辽—锡林浩特及安康—岳阳—九江—泰州沿线拓展至延吉—哈尔滨—乌兰浩特以及宁波—衡阳—重庆沿线，郑州由秦皇岛—张家口—包头及绍兴—吉安—衡阳—万州沿线拓展至丹东—通辽及福州—龙岩—广州—桂林沿线，武汉由天津—北京—忻州及莆田—深圳—柳州—遵义沿线拓展至锦州—赤峰—乌兰察布及文山—昆明—攀枝花沿线，长沙由连云港—济宁—长治及莆田—梅州—湛江—六盘水沿线拓展至唐山—北京—朔州及蒙自—楚雄—攀枝花沿线，南昌由日照—济南—长治及台山—梅州—凯里沿线拓展至唐山—北京—忻州及湛江—崇左—六盘水沿线，合肥由秦皇岛—北京—太原及福州—郴州—张家界沿线拓展至大连—沈阳—赤峰—呼和浩特及台山—柳州—贵阳沿线。③ 对各节点 2013-2020 年情况进行对比（表 5）。在对沿海货源区的辐射上，2013 年武汉、长沙、南昌在 2000 ¥/TEU 补贴下已基本完成对长三角、珠三角、福建沿海货源区的覆盖。郑州、合肥则主要覆盖了长三角、京津及山东半岛地区。石家庄主要覆盖了环渤海地区，而成都、重庆、西安未能实现对沿海货源的有效辐射。2020 年，郑州、合肥已覆盖沿海地区，重庆整体达到长三角、珠三角、福建沿海地区，西安覆盖了长三角与环渤海地区，而成都仍未达到沿海地区。同等补贴下辐射范围的差异除了和地理位置相关外，还和各节点的对外通达能力密切相关。对外交通发达的武汉、长沙、郑州等节点其辐射范围整体处于前列。④ 从流通节点自身的等级看，南昌虽在货源辐射上具有优势，但其节点等级较低。从节点所处的物流通道看，合肥虽然对长三角货源区具备较显著的优势，但其节点并未在一级辐线上。西安对珠三角方向的辐射偏弱，但其位于两条以上一级辐线的交汇处，物流区位较为优越。石家庄的主要辐射区域偏于北方，对东南沿海辐射偏弱。⑤ 通过各内陆节点在不同补贴下的货源辐射格局可以识别其整体优势货源方向，该方向上的货流则是该节点竞争的主要目标。分析发现，九大节点的目标货流规模相差不大，其占沿海货源比例在 62%~85%之间，表明内陆节点在地方财政补贴支撑下均可具有较多的潜力货源。⑥ 各节点所处的一级物流辐线的连接方向是其组织货源的优势区域，计算沿海方向上节点群体的货源规模及其占沿海总货源的比例，则可显示出各内陆节点具有相对优势的沿海货源规模大小。结果显示，西安的优势货源最高，达到 61%~85%，郑州次之，为 47%~54%，武汉、长沙、重庆处于中等水平。

表 5 政策保护条件下内陆节点对沿海货源组织条件评价  
Tab. 5 The organizational capacity of inland nodes to coastal goods under policy protection

内陆节点	整体优势货源方向	整体优势方向货流占沿海比例(%)	节点等级	所处辐线等级	一级辐线沿海方向数量	辐线连接方向货流占沿海比例(%)	组织货流综合条件
成都	长三角、珠三角、福建	85	1	1	0	—	一般
重庆	长三角、珠三角、福建	85	1	1	0~1	25	较好
西安	长三角、山东	62	2	1	2~3	61~85	好
石家庄	长三角、环渤海	69	2	1	1~2	8~15	一般
郑州	长三角、环渤海	69	1	1	1	47~54	较好
武汉	长三角、珠三角、山东	86	1	1	1~2	14~38	好
长沙	长三角、珠三角、福建	85	2	1	1	25	较好
南昌	长三角、珠三角、福建	85	2	1	1	7~14	一般
合肥	长三角、山东	62	2	2	0	—	一般

综合分析,在政策保护条件下,内陆节点组织沿海货源综合条件最好的节点为武汉和西安,其次为郑州、重庆、长沙,其他节点条件相对不突出。

## 4.2 基于西通道的流通网络结构特征提炼

**4.2.1 经济地理学意义上的三角洲结构理论** 当河流进入三角洲平原后,往往由单一河道分化为众多的分流河道,然后通过往往不止一个出水口,进入到受水域。三角洲均有一个顶点,系指三角洲网中各河段的端点或连结点的总合,可称为顶水点<sup>[37]</sup>。陆玉麒等将顶点的概念引入经济地理意义的三角洲中,并对其进行了实证研究<sup>[38-41]</sup>。经济地理学中的三角洲经济区也拥有一个“经济顶点区域”,在这一区域内产生的高级区域中心城市就是“三角洲顶点城市”。依据城市地理学理论,水水交汇处是产生城镇的优势区位,而三角洲顶水点处拥有产生城镇并且最终升格为高级别城镇的优越条件。在流域内,历史时期对水运的依赖使航道沿线客货流量较大。因此,铁路、公路建设多类似于水系特征,从上游至下游线路逐渐增多,顶点城市正是下游三角洲网络交通运输线路的汇聚点,成为流域内重要交通枢纽,流域越大,其地位越重要。因此,顶点城市在三角洲及流域空间结构中具有独特的区位特征,它与位于三角洲底端出水口的港口城市往往构成该区域强有力的经济发展轴线<sup>[41]</sup>。

**4.2.2 国家西向流通网络的“三角洲结构”** 根据所构建的国家西向流通轴—辐网络,可通过计算轴心节点所辐射区域所有节点城市的对欧洲出口额来代表其可支配货流规模。2020年的货流数据虽无法获取,但依托交通条件与流通路径的变化,仍能识别出流通网络结构的变化。由于片区货流总量稳定,通过“自下而上”将节点支配的流量计入通道的不同路段,得到基于西通道的西向网络流量格局,其表现出与三角洲水系分布相似的空间形态,并以此提炼出国家西向流通的“三角洲”结构(图6)。参考三角洲结构的经济地理意义分析框架,对流通节点在全球网络中的功能与地位进行判别,进而对货流组织模式进行选择。

对西向流通网络特征进行提炼。① 整体上,新疆至甘肃武威段相当于干流段,是西通道国家西向流通的必经路段。北京—哈密通道的完成使干流段在哈密出现小规模汇流。② 武威以东,事实上就进入了中国路网纵横交织的高度发达区,但由于各城市的经济实力、对外贸易能力与运输成本的差异,西向流通网络表现出若干条主通道形态,包括珠三角、长三角、福建沿海、山东半岛等为端点的主通道。这些门户端点,与三角洲空间结构中的出水口城市即港口门户相对应。③ 突破了经济地理意义上三角洲一个顶点



图6 2013年与2020年国家西向流通网络结构的“三角洲模式”

Fig. 6 The "delta mode" of the westward circulation network in 2013 and 2020

城市的常规,实际上逐步演化出两组顶点城市。2013年与2020年武威与哈密分别位于三角洲的顶点。武威毗邻兰州,乌鲁木齐位于哈密下游,而兰州与乌鲁木齐均是省级中心城市,因此乌鲁木齐—哈密、武威—兰州实际上均位于顶点城市区域,具有突出的控扼能力。由于巴彦淖尔—哈密铁路段运输能力远不如兰新通道且货流贡献较弱,因此,2020年将武威—兰州同样作为顶点城市区域看待。乌鲁木齐—哈密以及武威—兰州均有能力承担国家尺度上西向货物集散,发挥重要的集结、拼装、中转功能。④ 西安与重庆是最为重要的分流点城市。分流点对相关分叉河道起着控扼作用,在西向贸易中,分流点城市可发挥集疏运枢纽功能。西安当前处于华东、华中、华南、福建、重庆等地西向运输交汇点上,具有“截流”优势。而从发展趋势看,兰渝、成兰通道的打通将使华南及湘黔桂等地货流不再经西安西行,而是转向重庆。由于华南地区货流量较大,重庆受益明显,其在全国流通格局中的地位将得到提升。⑤ 主通道相当于从顶点城市至重要出水口城市的主要河道。兰州—西安—郑州—徐州—上海、兰州—重庆—长沙—广州—深圳、兰州—西安—合肥—宁波、兰州—西安—武汉—南昌—厦门、兰州—成都—昆明、武威—中卫—太原—石家庄—济南—青岛等线路均是西向货流的支撑通道。⑥ 以往将陇海—兰新经济带作为中国“π”型国土开发战略中的一级轴线(另外为沿海和沿江轴线),连云港作为欧亚大陆桥头堡的地位也由此而来。但以上研究表明,事实上从徐州节点开始,主通道的线路就发生了变化,即不再向东延伸至连云港,而是向东南方向经南京直至上海,即上海对连云港的桥头堡的地位产生了袭夺作用。整体来看,无论是在流通节点等级还是通道路径方面,连云港在国家西向流通网络中的地位并没有得到凸显,其当前作为欧亚桥头堡的实质作用仍然有限。

### 4.3 西向流通组织模式与阶段演进

**4.3.1 流通节点货流组织模式** 通过研究,已对不同流通通道的地位进行了识别,对节点西向货流生产能力和货源分布进行了测度,不同内陆节点的货流组织条件得到了评价,不同节点在全局网络中的功能与地位也得到了判别。基于以上,西向流通的核心节点群体实际上得以筛选,包括对货流控扼能力突出的顶点城市,对沿海货源组织条件突出的内陆节点城市,西向货流生产规模可观的外贸型城市,以及物流等级较高的沿海港口城市。而根据其在西向流通网络中的功能特点,对应划分为编组集结型、货源集结型、货源生产型、港口集散型等4种类型(图7)。

综上,可提出以下货流组织模式:一是以顶点城市为主导的统一编组集结模式。乌鲁木齐—哈密、武威—兰州作为顶点城市在西向流通上具有全国性的集结、拼装、中转功能与优势,可在二者中设置国家级中欧班列编组中心,集结和协调各地分散货流,整车出境以避免物流资源的浪费。事实上,2017年12月开行的成都—乌鲁木齐—荷兰蒂尔堡班列已开启了异地线路与新疆班列间集拼集运新模式,新疆由原来物流通道变为国际物流集散地的中心效应正在增强。甘肃省也于2016年提出将兰州作为中欧货运班列编组枢纽和物流集散中心,致力打造“陆上马六甲”。二是以内陆

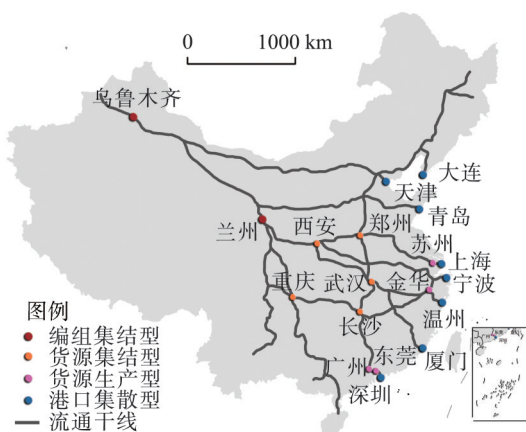


图7 2020年中国核心流通节点类型划分

Fig. 7 Different types of national circulation nodes in 2020



省会城市为主导的货源集结模式。在补贴政策下,组织沿海货流综合条件较好的内陆节点为武汉、西安、郑州、重庆、长沙。其中,西安与重庆作为最重要的分流点城市,是更大区域货流的途径之地,具有较好的外部机会,而武汉、郑州、长沙则依托突出的交通条件实现对外界货源的大规模集结。以上内陆省会城市作为班列的始发中心,具有突出的地理居中性、对外通达优势以及较高的内陆开放驱动力。三是以发达外贸型城市为主导的货源产区发车模式。苏州、金华(义乌)、广州、东莞等城市生产外向型程度高,对欧贸易往来密切,自身生产大量货源,可避免始发班列货源不足难题,同时有利于货源的就近高效组织。四是以重要港口城市为主导的货源集散型模式。上海、深圳、厦门、温州、宁波、青岛、天津、大连位于货源主产区,本身具有较强的货流生产能力。同时,作为重要的出水口城市,可依托港口利用海运的低成本优势对远距离甚至海外产品进行集散,拥有更加广阔的货源市场。而在激烈的竞争下,不同类型的流通节点也极有可能合作走向延伸性的协同运输模式。如对沿海货源组织条件并不突出的成都,近年来通过打造“X+蓉欧”合作框架,将线路延伸至厦门等地,极大提高了其辐射能力,成为极具竞争力的班列始发城市。

在运输路径上,青岛的始发班列可经胶济、石太、太中银铁路至武威西行,天津及大连班列则可经京包、包哈铁路至哈密西行。西安、郑州、苏州、上海的班列均可以陇海铁路为西向通道,武汉的班列经西安西行,宁波班列则可选择经安徽至宁西铁路西行。金华、温州班列可选择经九景衢及武九铁路西行,厦门班列可沿向莆、昌九、武九铁路西行,二者均经武汉至西安。兰渝、湘渝快速铁路开通后,深圳、东莞、广州的班列可经京广、湘渝、兰渝等铁路直达兰州。整体来看,随着铁路建设及客货分流的不断推进,各节点城市之间将形成纵横交织的快速货运网络(图7),这为各节点之间进行班列协作提供了良好的基础设施条件。

**4.3.2 西向流通发展阶段演进** 随着西向贸易的不断推进以及越来越多的节点城市加入对货流的组织与竞争,西向流通实际上一直处于演进之中,并表现出对应的阶段特征(图8)。2011年,“渝新欧”在出口运输模式上的探索和创新改变了内陆山城重庆的出海困局,并以此支撑起巨型IT产业集群,有效强化了其产业承接优势。“渝新欧”的成功引发了显著的学习效应,随着“一带一路”倡议的实施,成都、郑州、苏州、武汉先后开行中欧班列,班列由重庆独占阶段进入向中、东部地区扩散阶段。而除苏州外,其他均为中西部内陆城市,尤其是以郑州为代表的中部城市发展迅猛,投入力度极大。中欧班列的创新与扩散,一方面极大地鼓舞了内陆城市打造内陆开放高地,提升其对外开放水平,另一方面也推动了东部地区城市响应“一带一路”倡议,扭转外贸下行局面。因此,2014年后中欧班列进入全国性开行阶段,长沙、金华(义乌)、乌鲁木齐、武威、兰州、西安、合肥、南京、广州、东莞、深圳、厦门、南昌、赣州、青岛、营口、大连、赤峰、温州、昆明、天津、石家庄以及部分口岸城市均已开行班列,开行节点已覆盖内陆、沿海、口岸三大类型地区。各城市间的货流竞争十分激烈,无序竞争现象时有发生。而随着培育期的结束,高额度的政府补贴将逐步退出,通过市场竞争中欧班列将逐步整合。地处优势空间的流通节点将最终获取西向流通的主导权,这一群体即本文所筛选的西向流通核心节点群体,主要在西向

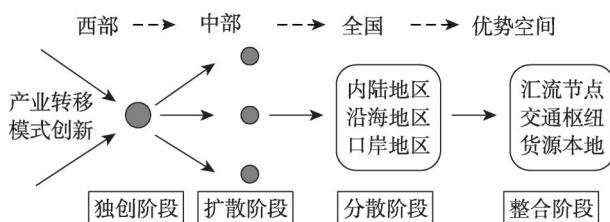


图8 国家西向流通发展阶段演进

Fig. 8 The development stages of the country's westward circulation

货流的重要汇流节点、突出的交通枢纽（包含港口枢纽）以及自身生产大规模货源的城市中产生。

## 5 结论与讨论

从地理学视角看，西向贸易的本质为经济要素的西向流动，其在空间尺度上应具有一定的规律。通过构建“流通成本—通达能力与生产外向型程度—市场竞争与政策保护—流通结构与组织模式”分析框架，对基于西通道的国家西向流通网络特征与组织模式进行研究，尝试对其深层次特征与规律进行挖掘。结论表明：

（1）高等级流通节点在最小时间与距离路径上，表现出整体上的近似性。二者在演进趋势上，主要表现在三方面：一是兰渝、兰成快速铁路的开通，将使西南、华南地区至西北内陆的大通道打通，其西向最优路径改变显著；二是宁西铁路对长三角地区的通道作用趋向增强；三是北京至哈密大通道的完成，使内蒙古、京津乃至东北地区缩小了与西北口岸的运输距离。

（2）受生产外向型程度不同影响，流通节点的西向货流生产能力差异显著。沿海地区的西向货流贡献率超过80%。同时，南北方货源规模差异明显，货源的重心区位于东南沿海。

（3）通过构建西向多层级轴—辐物流网络，识别西向货流组织特征。在市场竞争条件下，沿海地区尤其是长三角、珠三角节点具有压倒性的货流规模优势，而政策保护条件下部分内陆节点依托地方补贴可与沿海节点展开货源竞争。在补贴达2000~3000 ¥/TEU时，成都、重庆、西安、石家庄、郑州、武汉、长沙、南昌、合肥等内地省会城市可基本上完成对沿海主要货源区的有效辐射。进一步比较显示，武汉、西安、郑州、重庆、长沙是组织沿海货源条件最好的内陆节点，具有较强的竞争力。

（4）根据节点、线路、流量等方面特征，提炼出国家西向流通的“三角洲结构”。通过识别顶点城市、分流城市、出水口城市与流通节点的对应关系，可对节点城市在西向流通网络中的功能与地位进行判别。

（5）在筛选出西向流通核心节点群体基础上，提出优化货流组织的4种模式：以顶点城市为主导的统一编组集结模式、以内陆省会城市为主导的货源集结模式、以发达外贸型城市为主导的货源产区发车模式、以重要港口城市为主导的货源集散型模式，并对各模式对应下的货流西向流通过程进行了识别。

（6）进一步分析发现，西向流通经历了独创阶段、扩散阶段、分散阶段，并将最终走向整合阶段。中欧班列始发城市由西部内陆的重庆向中、东部城市扩散，进而覆盖了内陆、沿海、口岸三大类型地区，而随着班列培育期的逐步结束，西向流通的主导权将最终回归位于优势空间的核心节点群体。

由于地方支持政策的差异及城市间竞争的复杂性，本文所筛选的核心节点城市暂难以与现实状况绝对对应。如成都基于“X+蓉欧”发展战略的成功，营口依托港口靠近内陆腹地节省运费的优势成为大连的强劲竞争者，均应作为典型案例进行更详细的研究。西向流通网络特征与组织模式的分析对于货流的出口与进口同样具有参考意义，二者主要是货流方向与集运、疏运的差异。现实中，中国还存在着满洲里与二连浩特两个西向口岸。之所以聚焦西通道，一是其对外发展潜力依然巨大，今后经西亚至东欧，以及至南亚线路都将经西通道完成；二是西通道对国内经济地理重塑的影响更大，西北地区广阔的纵深以及与中、东部地区紧密的连接性对于拉动内陆地区对外开放意义重大。

实际上, 重庆、成都、郑州、武汉等开通中欧班列较早且竞争力较强的节点城市, 都是在稳固西通道局面后, 再拓展业务至东、中通道。而西通道的班列, 对内蒙古、京津、东北地区的货流也有一定程度的吸纳。而如何综合分析三大通道的流通结构与竞合特征, 需涉及海陆综合运输网络的研究, 在技术与方法上均有待进一步完善。

### 参考文献(References)

- [1] Dong Xiaofei. Study on the spacial interaction and linkage mechanism of Dalian Port-Liaoning hinterland system [D]. Changchun: Northeast Normal University, 2011. [董晓菲. 大连港—东北腹地系统空间作用及联动发展机理研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2011.]
- [2] Mayer H M. The port geography research papers of Chicago and the St. Lawrence Seaway. Dept. of No.49. University of Chicago, 1957.
- [3] Weigend G. Some elements in the study of port geography. *Geographical Review*, 1958, 48(2): 185-200.
- [4] Patton D J. General cargo hinterland of New York, Philadelphia, Baltimore and New Orleans. *Annals of the AAG*, 1958, 48(4): 436-455.
- [5] Morgan W. Observations on the study of hinter-lands in Europe. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 1951, 42: 366-371.
- [6] Morgan W. *Ports and Harbors*. London: Hutchison Press, 1958.
- [7] Taaffe E J, Morrill R L, Gould P R. Transport expansion in underdeveloped countries: A comparative analysis. *Geographical Review*, 1963, 53(4): 503-529.
- [8] Sargent A J. *Seaport and Hinterlands*. London: Aadam and Charles Black, 1938: 121-129.
- [9] Hayuth Y. Containerization and the load center concept. *Economic Geography*, 1981, 57(2): 160-176.
- [10] Rimmer P J. The search for spatial regularities in the development of Australian seaports 1861-1961/2. *Series B, Human Geography*, 1967, 49(1): 42-54.
- [11] Brocker J. How do international trade barriers affect interregional trade//Anderson A E Isard W, Puu L et al. *Regional and Industrial Development Theories, Models and Empirical Evidence*. Amsterdam: North-Holland, 1984: 219-239.
- [12] McCallum J. National borders matter: Canada-U.S. regional trade patterns. *The American Economic Review*, 1995, 9(3): 615-623.
- [13] Sander B, Schmidt K D. Wirtschaftliche perspektiven von grenzregionen: Ein internationaler vergleich. *Open Access Publications from Kiel Institute for the World Economy*, 1998(4): 394-395.
- [14] Matthias H. Border effect estimates for France and Germany combining international trade and intranational transport flows. *HEI Working Paper*, 2006, No.13.
- [15] Hanson G H. U.S.- Mexico integration and regional economics: Evidence from border city Pairs. *Journal of Urban Economics*, 2001, 50(2): 259-287.
- [16] Wang Chengjin. Identification of inter-urban container transport hubs and their spatial characteristics: A case study of railway transportation in China. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(10): 1275-1286. [王成金. 城际集装箱交流枢纽的识别及其物流特征: 以中国铁路运输为例. *地理学报*, 2010, 65(10): 1275-1286.]
- [17] Ye Shilin, Cao Youhui, Wang Jiawei, et al. Organization network of Chinese container transportation from the perspective of enterprises. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(8): 1520-1530. [叶士琳, 曹有挥, 王佳韡, 等. 基于企业视角的中国集装箱运输组织网络. *地理学报*, 2017, 72(8): 1520-1530.]
- [18] Wang Peipei, Wang Zhe, Huang Fojun, et al. The construction of Xinjiang channel hub and spoke network in the Silk Road Economic Zone. *Economic Geography*, 2016, 36(2): 125-130. [王佩佩, 王哲, 黄佛君, 等. 丝绸之路经济带下新疆通道轴辐式物流网络构建. *经济地理*, 2016, 36(2): 125-130.]
- [19] Zhang Chuang, Xia Chunyu. Inter-city distribution network: An integrated conceptual framework. *Journal of Business Economics*, 2009(10): 5-11. [张闯, 夏春玉. 城市间流通网络及其形成与演化的微观动力机制研究. *商业经济与管理*, 2009(10): 5-11.]
- [20] Han Zenglin, Guo Jianke. The identification and measurement of seaport spatial effect in China. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(2): 243-254. [韩增林, 郭建科. 中国海港空间效应的识别与测度. *地理学报*, 2014, 69(2): 243-254.]
- [21] Cao Youhui, Liang Shuangbo, Wu Wei et al. Spatial organizational mechanism of port and shipping service industry in a hub port city: A case study of Shanghai. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(12): 2226-2240. [曹有挥, 梁双波, 吴威, 等. 枢纽港口城市港航服务业空间组织机理: 以上海市为例. *地理学报*, 2017, 72(12): 2226-2240.]



- [22] Wang Wei, Wang Chengjin. Spatial evolution of coal transportation of coastal ports in China. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(10): 1752-1766. [王伟, 王成金. 中国沿海港口煤炭运输的空间分异格局及演化. *地理学报*, 2016, 71(10): 1752-1766.]
- [23] Jin Fengjun, Wang Chengjin. Hub-and-spoke system and China aviation network organization. *Geographical Research*, 2005, 24(5): 774-784. [金凤君, 王成金. 轴—辐侍服理念下的中国航空网络模式构筑. *地理研究*, 2005, 24(5): 774-784.]
- [24] Wang Jiao'e, Mo Huihui, Jin Fengjun. Spatial structural characteristics of Chinese aviation network based on complex network theory. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(8): 899-910. [王姣娥, 莫辉辉, 金凤君. 中国航空网络空间结构的复杂性. *地理学报*, 2009, 64(8): 899-910.]
- [25] Xiu Chunliang, Cheng Lin, Song Wei. Rediscovering the geographical location of Harbin based on intercontinental air cargo logistics. *Geographical Research*, 2010, 29(5): 811-819. [修春亮, 程林, 宋伟. 重新发现哈尔滨地理位置的价值: 基于洲际航空物流. *地理研究*, 2010, 29(5): 811-819.]
- [26] Liu Weidong. Scientific understanding of the Belt and Road Initiative of China and related research themes. *Progress in Geography*, 2015, 34(5): 538-544. [刘卫东. “一带一路”战略的科学内涵与科学问题. *地理科学进展*, 2015, 34(5): 538-544.]
- [27] Wang Jiao'e, Jiao Jingjuan, Jing Yue, et al. 2017. Transport hinterlands of border ports by China-Europe express trains and hub identification. *Progress in Geography*, 2017, 36(11): 1332-1339. [王姣娥, 焦敬娟, 景悦, 等. “中欧班列”陆路运输腹地范围测算与枢纽识别. *地理科学进展*, 2017, 36(11): 1332-1339.]
- [28] Wang Jiao'e, Jing Yue, Wang Chengjin. Study on better organization of China-Europe Express Train. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2017, 32(4): 370-376. [王姣娥, 景悦, 王成金. “中欧班列”运输组织策略研究. *中国科学院院刊*, 2017, 32(4): 370-376.]
- [29] Mo Huihui, Wang Jiao'e, Song Zhouying. Economically suitable areas of China's transnational container transport by land in the Silk Road Economic Belt. *Progress in Geography*, 2015, 34(5): 581-588. [莫辉辉, 王姣娥, 宋周莺. 丝绸之路经济带国际集装箱陆路运输的经济适应范围. *地理科学进展*, 2015, 34(5): 581-588.]
- [30] Lu Mengqiu, Chen Yu, Lu Yuqi. The competition and cooperation spatial pattern between railway transport and shipping in China under the Belt and Road Initiative. *Geographical Research*, 2018, 37(2): 404-418. [陆梦秋, 陈娱, 陆玉麒. “一带一路”倡议下中国陆海运输的空间竞争格局. *地理研究*, 2018, 37(2): 404-418.]
- [31] Gu Longgao. Thinking of the optimization and construction of China Railway Express on the light of New Silk Road. *New Silk Road Horizon*, 2015(5): 46-49. [古龙高. 基于陆桥通道视角的“中欧班列”优化与建设的思考. *大陆桥视野*, 2015(5): 46-49.]
- [32] O'Kelly M E. Spatial interaction based location allocation models//*Spatial Analysis and Location Allocation Models*. Van Nostrand: Van Nostrand Reinhold, 1987: 302-326.
- [33] Zhong Yexi, Lu Yuqi. Measuring method of urban hinterland based on spatial linkage: A case of Jiangsu Province. *Scientia Geographica Sinica*, 2012, 32(5): 536-543. [钟业喜, 陆玉麒. 基于空间联系的城市腹地范围划分: 以江苏省为例. *地理科学*, 2012, 32(5): 536-543.]
- [34] Zhao Qingsong. The operation characteristics, problems and countermeasures of Sino- Europe Block Train: The operation practice based on the "Chongqing New Europe" class. *Practice in Foreign Economic Relations and Trade*, 2015(3): 33-35. [赵青松. 中欧国际铁路班列运行特点、问题及对策: 基于“渝新欧”班列的运行实践. *对外经贸实务*, 2015(3): 33-35.]
- [35] Wang Lin. Many countries are competing to join Sino-Europe Block Train, and there is still room for compression. *China Business News*, 2015-06-23(A04). [王琳. 多国竞相加入中欧班列 运价仍有压缩空间. *第一财经日报*, 2015-06-23(A04).]
- [36] Research Group of Ningbo Government Development Research Center. The project design of the construction of Sino-Europe Block Train in coastal areas service center in Ningbo. *Ningbo Economy (Sanjiang Forum)*, 2017(1): 10-16. [宁波市政府发展研究中心课题组. 宁波建设中欧班列沿海集结服务中心的方案设计. *宁波经济(三江论坛)*, 2017(1): 10-16.]
- [37] Yin Guokang. *A Geomorphic System in a Basin*. Nanjing: Nanjing University Press, 1991. [尹国康. *流域地貌系统*. 南京: 南京大学出版社, 1991.]
- [38] Lu Yuqi, Li Pinghua. Primary study on apex city of delta. *Areal Research and Development*, 2006, 25(1): 6-9. [陆玉麒, 李平华. 三角洲顶点城市探讨. *地域研究与开发*, 2006, 25(1): 6-9.]
- [39] Lu Yuqi. The location characteristics of central city in river basin: A case study of Nanchang in Jiangxi Province. *Human Geography*, 2011, 26(4): 11-16. [陆玉麒. 流域中心城市的区位特征: 以南昌为例. *人文地理*, 2011, 26(4): 11-16.]
- [40] Li Pinghua. The formation and evolution of dual-nuclei structure in delta: Based on the apex city. *Human Geography*,

- 2008, 23(5): 47-52. [李平华. 基于顶点城市的三角洲双核型空间结构形成演化研究. 人文地理, 2008, 23(5): 47-52.]
- [41] Li Pinghua. Studies on the apex city of delta: Take Nanjing as an example [D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2005. [李平华. 三角洲的顶点城市研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2005.]

## The characteristics and organizational models of the west circulation network based on the western corridor

WEN Yuzhao<sup>1,2</sup>, LU Mengqiu<sup>3</sup>, LI Xiaojian<sup>1,2</sup>, CHE Bingqing<sup>4</sup>,  
MENG Deyou<sup>1,2</sup>, SHI Yanwen<sup>1,2</sup>

(1. Collaborative Innovation Center of Urban-Rural Coordinated Development in Henan, College of Resource and Environment, Henan University of Economics and Law, Zhengzhou 450046, China; 2. Academician Laboratory for Urban and Rural Spatial Data Mining, Henan Province, Zhengzhou 450046, China; 3. Industry Development Research Institute, International Economic and Trade Institute, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210023, China; 4. Belt & Road Institute, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221009, China)

**Abstract:** "The Belt and Road Initiative" has activated the westward economic and trade route, and the state has entered a new integrated development stage of land and sea. Previous studies mainly focused on ocean-oriented urban circulation network, however the research on the inland-oriented area needs to be expanded in both content and methods. Using spatial analysis, the paper constructed a framework of "circulation cost-accessibility and the ratio of export-oriented trade- market competition and policy protection- circulation structure and organizational models", and conducted research on the structural features of westward circulation network and organizational models of the circulation of goods based on the west corridor. The research finds that the high grade circulation node shows the overall approximation on the path of the minimum time and the cost of the freight, and the production capacity of flow node shows significant difference under the market competition, the coastal areas nodes, especially the Yangtze River Delta and Pearl River Delta, have significant scale advantages of current flows, but inland nodes with local subsidy policies could radiate the coastal area and launched supply competition. Wuhan, Xi'an, Zhengzhou, Chongqing and Changsha are the best inland nodes of coastal source. According to the characteristics of westward circulation network in the aspects of nodes, lines and flow, the "delta structure" of the country's westward circulation can be extracted. Based on the key nodes of westward circulation network, the paper proposed four patterns: the unified marshalling pattern, key node cities model, "export cities" model and key port cities model. The westward circulation has experienced the initial stage, diffusion stage and dispersed stage, and will enter the integration stage. The leading power of westward circulation will eventually return to the cities located in the advantageous space.

**Keywords:** westward circulation network; structural features; organizational model; the west corridor