

内陆省份交通门户与门户经济联系的协调性

张琦, 耿娟, 丁昕, 汤成功

(西安建筑科技大学 土木工程学院, 陕西 西安 710055)

摘要: 首先建立内陆省份“交通门户—腹地”系统; 接着基于对交通场站能级和位置的地理信息挖掘, 确定区县单元的场站负荷并利用规模位序法则识别各地市的交通门户区县及其建设水平; 最后调用潜力模型及耦合协调度模型, 研判内陆省份交通门户建设与门户经济联系的协调发展态势。将以上研究方法应用于陕西省的实证分析后, 其有效性得到验证, 同时得出以下结论: (1) 陕西省交通门户建设与门户经济联系的协调水平具有向西安市单中心极化的特征; (2) 陕西省 10 个地市的协调水平在整体上呈现出“域外强于域内”的差异性; (3) 陕西省部分地市较差的域内或域外协调水平表现可归因于具体的交通及经济条件约束。

关键词: 内陆省份; 交通门户; 经济联系; 耦合协调; 陕西省

中图分类号: U-9

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2023)01-0001-11

Coupling coordination between development of transport gateways and their economic connections in inland provinces

ZHANG Qi, GENG Juan, DING Xin, TANG Chenggong

(School of Civil Engineering, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

Abstract: The “transport gateway - hinterland” system of inland province was established at first. Both capability and location of all the transport stations in the system were then determined through geographic information mining so that the load intensity of transport stations for each county unit in the system was calculated. Moreover, transport gateway counties in the system were found out and their developing levels were also identified according to arranging load intensities of transport stations by Rank - Size rule. Finally, the potential model and coupling coordination degree model were employed to analyze coordination between developing levels of transport gateways and their economic connections in inland province. After applying the above research methods to the empirical analysis of Shaanxi Province, its effectiveness is verified and the following results are obtained. ① The coordination level between the construction of Shaanxi Province's transportation gateway and the economic connection of the gateway is characterized by polarization towards a single center in Xi'an. ② The coordination level of 10 cities in Shaanxi Province shows the difference of “the outside region is stronger than the inside region” on the whole. ③ The poor intra-regional or extra-regional coordination level of some cities in Shaanxi Province can be attributed to specific traffic and economic constraints.

Key words: inland provinces; transport gateway; economic connection; coupling coordination; Shaanxi province

自 1933 年 McKenzie 首次提出了“门户”的概念后^[1], 门户成为了人文经济地理领域的一个重要研究对象, 它的基本功能设定为掌控着自身腹地对内对外各种联系的地理单元^[2]。交通门户则是指通过陆地、水域、航空等各类交通运输手段, 在“门户—腹地”系统中可担负起对内对外经济联系控制器作用的地理单元^[3]。20 世纪中后期, 在高

度依赖石化矿产及重型原料的经济结构下, 远洋运输条件优越的众多海港率先建成国际性及区域性重要交通门户^[4], 并迅速带动了自身腹地的经济发展^[5]。进入 21 世纪, 随着要素流动和生产组织全球化趋势的增强^[6], 内陆地区抓住大规模建设地面交通、内河交通和航空交通等机遇, 亦为自身打造了内外经济联系功能强大的交通门户^[7]。简言

收稿日期: 2022-04-11

修改稿日期: 2023-01-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(41771129); 陕西省交通系统支持力基金项目(2018S39); 西安建筑科技大学校青年科技基金(QN1711)

第一作者: 张琦(1982—), 男, 博士, 硕士生导师, 主要研究交通运输经济学。E-mail: zhangqi-xauat@163.com

通信作者: 耿娟(1982—), 女, 讲师, 主要研究交通运输规划。E-mail: 58945885@qq.com

之,交通门户控制着实体要素流的双向集散^[8],因而,也就与其对内对外经济联系具有协调发展互动逻辑。

近年来,国内学者对门户功能及其与城市和区域发展的互动关系进行了较多研究。徐珺等^[9]认为港口型国际门户城市的转型提升路径可以模拟为“以港立市”、“以港兴市”、“港城共荣”和“自我增长”四个演化阶段。蒋自然等^[10]从地理空间视角对长江三角洲地区门户功能演化与驱动机理进行研究。袁雯等^[11]通过时间面板数据测算港口门户宁波市对外交通和城市发展水平的耦合度,实证得出港口配置不断优化与宁波城市职能迅速强化具有双向促进作用。王毅等^[12]利用统计数据对我国343个城市的门户性、门户等级体系进行研究,将西安、兰州、乌鲁木齐等西北内陆城市纳入二类门户等级。尤朝忠等^[13]通过系统聚类、改进空间引力模型和区位熵等理论分析成渝经济区8大门户城市的空间辐射效应和各城市的优势主导产业分布态势。

既有研究对交通门户及其经济联系的探讨仍有一些不足之处:首先,在过往以出口加工为主导的产业背景下,门户经济联系侧重于对外辐射方面,关于腹地内的集聚扩散研究相对较少;其次,在经济全球化背景下,一些沿海沿边门户的职能定位不仅是区域性或全国性的、还可能是洲际性甚至全球性的,此时,门户对外辐射作用的边界就会不易确定;最后,受统计资料来源影响多采用客货运量数据表征交通门户建设水平,但因运量与地方人口和经济水平之间存在关联,用他测度交通门户与门户经济联系的协调度将难免共线性干扰。

本文以陕西省为例研究内陆省份交通门户与门户经济联系的协调关系,是基于三方面的考虑:其一,面向以国内大循环为主体的“双循环”新发展格局^[14],内陆省份需要利用自身交通基础设施打造良好的交通门户条件、同步促进门户对内对外双向的经济联系,从而保障经济要素高效流通循环、强化内生发展动能^[15];其二,在没有海港和边境口岸影响情况下,内陆省份经过长期城镇体系规划建设形成了稳固的省—市—县等级行政区划^[16],它又对经济资源和交通基础设施分布产生了显著的指向性^[17]。因此,利用此种行政区划结构可以构建明确的交通门户腹地范围与对外辐射范围;其三,陕西省2020年经济总量增长至2.62万亿元、在内陆省份中处于中等以上位次,

其交通基础设施建设水平在中西部省区中也处于前列,而通过大力发展“门户经济”打造内陆改革开放新高地是陕西省明确提出的重要战略任务^[18]。

综上所述,首先在根据行政区划确定“门户—腹地”系统研究边界的基础上,挖掘兴趣点数据并捕捉电子地图面域以获取全省范围交通场站的能级和位置,同时利用规模位序法则识别各地市的交通门户区县及其建设水平;接下来,应用潜力模型分别测度各地市交通门户区县的对内、对外经济联系,并调用耦合协调度模型研判交通门户建设与门户经济联系的协调发展态势;最后,结合陕西省的实证分析验证研究方法有效性,并提出相关对策建议。本文尝试解决既有研究方法设计中的不足之处,以期丰富交通门户与城市和区域发展互动关系的经济地理学研究内容。同时,将实证结果亦可作为陕西省以改善交通门户来密切经济联系效应的实践参考,可助力该省构筑“双循环”新发展格局。

1 研究方法

1.1 “交通门户—腹地”系统的构成

结合城镇等级体系中省—市—县三级行政区划,首先建立两个前提假设。假设一:研究空间有限且完整分割,以内陆省份政区边界作为研究范围的空间界限,省内各地市、地市内各区县均按其政区边界分割为若干个完整的地理单元。假设二:地理单元的经济联系参照等级扩散规律,在某地市内,腹地区县只与其门户区县发生直接经济联系;在省域内,某地市的门户区县只与其他地市的门户区县发生直接经济联系。任何地理单元均不会因邻接性而发生直接经济联系。

基于两个前提假设构建“交通门户—腹地”系统,以地市作为系统对应的地理单元,其下辖的某(几)个区县在地域分工中因交通设施规模属性和区位中心性而成为交通门户,其余区县则成为该门户的腹地区县。对单个系统而言,域内的经济联系即为交通门户与其全部腹地区县间的经济关联之和;对省内多个系统而言,域外的经济联系则为某系统交通门户与其他系统交通门户之间的经济关联之和。详见图1。

1.2 交通场站地理信息挖掘

为克服交通客货运输量与经济联系的共线性干扰,本文采用交通场站地理特征值作为交通门户属性的确定依据。首先,内陆省份“交通门户—腹地”系统的域内域外交通方式梳理为4种:公路、

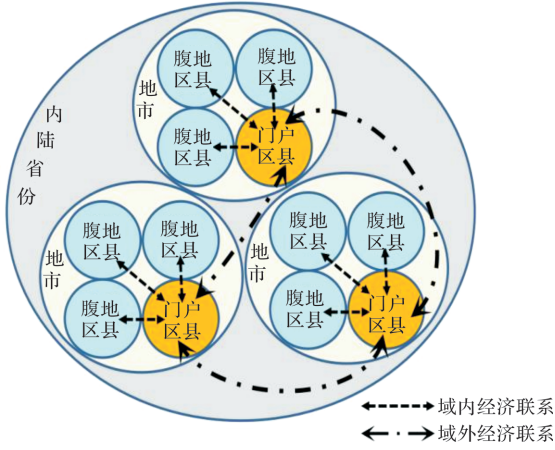


图 1 交通门户-腹地系统模式及其经济联系

Fig. 1 "Transport gateway - hinterland" system and its economic connections

铁路、水运、民航, 且它们均又分为客、货运输。其次, 从电子地图开放平台利用 Python 爬取研究范围内 4 种交通方式客、货运全体场站各自的 POI 数据, POI 数据包含了交通场站在 World Geodetic System 1984 (WGS1984) 坐标系下的唯一 ID、名称、类型、经纬度、所在行政区等属性信息^[19]。再次, 根据相关统计年鉴给出的 4 种交通方式客、货运量与其对应交通场站 POI 数量之比, 按由小到大顺序分别赋予 1~4 的类别权重 C_1 。最后, 基于“面积类比规模”原则认为同种类交通场站的面积越大, 其载运规模越大、服务半径越广。据此利用 Python 从电子开放平台爬取全体交通场站 POI 对应的自身面积, 并运用自然断裂点分级法在 ArcGIS 中将同类交通场站面积从小到大分为 1~4 的面积权重 C_2 。

综上分析, 交通方式种类及自身面积规模共同决定任一交通场站的负荷 e , 而内陆省份内某研究单元(区县)交通场站总负荷 E 的计算公式为

$$E = \sum e_h + \sum e_k \quad (1)$$

式中: 单个货运场站的负荷 $e_h = C_{h1} \times C_{h2}$, C_{h1} 、 C_{h2} 分别为货运交通场站的类别权重和面积权重; 单个客运场站的负荷 $e_k = C_{k1} \times C_{k2}$, C_{k1} 、 C_{k2} 分别为客运交通场站的类别权重和面积权重。

1.3 交通门户区县识别方法

根据城市地理学中位序-规模法则^[20], 首位度表征了各经济发展要素在城市体系中最优地区的集中程度。交通基础设施与区域经济社会活动息息相关, 交通场站负荷的首位度亦可用来表征交通门户向经济发达区域集中态势的作用。因而本文引用单城市、双城市、四城市首位度计算方法, 分别提出内陆省份地市单元内单、双、多个交通门户区县确定方法。

首先, 计算地市单元的交通门户识别系数 G_a 、 G_b , 方法如下:

$$G_a = E_1 / E_2 \quad (2)$$

$$G_b = (E_1 + E_2) / (E_3 + E_4) \quad (3)$$

式中: $E_1 \sim E_4$ 分别为地市内交通场站总负荷值 E 排名在第一位至第四位区县的负荷值。

其次, 提出交通门户识别规则如下:

当 $G_a \geq 1.5$ 时, 该地市为单交通门户, 即 E_1 对应的区县;

当 $G_a < 1.5$ 且 $G_b \geq 1.5$ 时, 该地市为双交通门户, 即 E_1 、 E_2 对应的区县;

当 $G_a < 1.5$ 且 $G_b < 1.5$ 时, 该地市为多交通门户, 即 E_1 、 E_2 、 E_3 、 E_4 对应的区县。

1.4 交通门户建设水平测度方法

根据内陆省份“交通门户-腹地”系统架构, 用交通门户区县的场站负荷在单个系统内及省内多个系统门户之间的相对占比定义能级系数 α , 并用它表征交通门户的设施规模属性优势度; 用交通门户区县至域内及域外联系对象的平均距离与对应地理空间单元的面域虚拟半径之比定义位置系数 β , 并用它表征交通门户的区位中心性优势度。

最后, 综合能级和区位优势来计算域内及域外交通门户建设水平。

当分析系统内门户区县与腹地区县的经济联系时, 域内交通门户建设水平 Z_1 计算如下。

$$Z_1 = 0.5 \times \alpha_1 + 0.5 \times \beta_1 = \left(0.5 \times \frac{E}{\bar{E}_d}\right) + \left(0.5 \times \frac{r}{D_{ij}}\right) \quad (4)$$

式中: α_1 为交通门户的域内能级系数, E 为目标门户区县的交通场站负荷, \bar{E}_d 为系统内全部区县交通场站负荷的平均值; β_1 为交通门户的域内位置系数, r 为系统对应地市单元行政区域面积的虚拟圆形半径, D_{ij} 为目标交通门户区县到域内各腹地区县的欧式距离平均值。

当分析内陆省份中某系统门户区县与其他系统门户区县的经济联系时, 域外交通门户建设水平 Z_2 计算如下。

$$Z_2 = (0.5 \times \alpha_2) + (0.5 \times \beta_2) = \left(0.5 \times \frac{E}{\bar{E}_s}\right) + \left(0.5 \times \frac{R}{L_{sw}}\right) \quad (5)$$

式中: α_2 为交通门户的域外能级系数, E 为目标门户区县的交通场站负荷, \bar{E}_s 为内陆省份全部区县交通场站负荷的平均值; β_2 为交通门户的域外位置系数, R 为内陆省份行政区域面积的虚拟圆形半径, L_{sw} 为目标门户区县到省内其他地市系统门户区县的欧式距离平均值。

1.5 门户经济联系测度方法

(1) 产业竞争力指数

鉴于第一产业的生产资料主要是土地、对门户控制的流动性要素依赖不强,故本文将研究门户经济联系的基础数据选定为目标区县的第二、第三产业总产值。同时,为避免基础数据的极化影响,采用相对比例计算法预处理经济基础数据,得到各区县产业竞争力指数 Q , 计算如下。

$$Q = \frac{X}{\bar{X}_d} + \frac{\bar{X}_s}{\bar{X}_s} + 1 \quad (6)$$

式中: X 为某区县研究年第二、三产业产值之和; \bar{X}_d 为该县所在市内地市内各区县第二、三产业产值之和的平均值; \bar{X}_s 为内陆省份全部区县第二、三产业产值之和的平均值。为防止指数 <1 而产生逆向作用,对整体结果做 1 个单位的数据平移。

(2) 公路方案距离指数

任何经济活动联系均需克服空间距离的阻碍^[21]。随着交通运输的发展和进步,干预经济活动点位之间作用联系的空间阻碍已从直线距离变为受载运工具及行驶路径影响的时空距离。内陆省份的客货交通方式以公路和铁路为主,其中铁路包括国家铁路、地方铁路、专用铁路和铁路专用线。受企业保密性规定和研究人力物力不足的制约,尚难以掌握承担大量货运任务的专用铁路和铁路专用线的地理分布信息。因此,基于高德地图、以最短时间推荐方案下的公路出行距离作为替代方案,用来确定区县间经济联系时需要克服的距离阻碍。

分析交通门户区县与腹地区县经济联系时,系统内公路方案距离指数 T_{ij} 计算如下。

$$T_{ij} = \frac{D_{ij}}{\bar{D}_{ij}} + \frac{\bar{D}_{ij}}{D_{sn}} + 1 \quad (7)$$

式中: D_{ij} 为电子地图平台上交通门户区县 i 到系统内任一腹地区县 j ($j=1 \sim m$) 的最短时效方案公路距离, \bar{D}_{ij} 为门户 i 到系统内全部 m 个腹地区县的最短时效方案公路距离平均值, D_{sn} 为内陆省份中全部 n 个系统各自 \bar{D}_{ij} 的平均值。对于双(多)门户城市,以两(四)个交通门户分别计算 $D_{ij1} \sim D_{ij2}$ (D_{ij4}), 取其平均值作为 D_{ij} 再代入公式;为防止指数 <1 而产生逆向作用,对整体结果做 1 个单位的数据平移。

分析交通门户区县与其他门户区县经济联系时,系统间公路方案距离指数 T_{uv} 计算如下。

$$T_{uv} = \frac{L_{uv}}{\bar{L}_{uv}} + \frac{\bar{L}_{uv}}{L_{sn}} + 1 \quad (8)$$

式中: L_{uv} 为电子地图平台上某系统交通门户区县 u 到另一系统门户 v ($v=1 \sim n-1$) 的最短时效方案

公路距离, \bar{L}_{uv} 为某系统门户 u 到省内其他 $n-1$ 个系统门户的最短时效方案公路距离平均值, L_{sn} 为内陆省份中全部 n 个系统各自 \bar{L}_{uv} 的平均值。对于双(多)门户城市,以两(四)个交通门户分别计算 $L_{uv1} \sim L_{uv2}$ (L_{uv4}), 取其平均值作为 L_{uv} 再代入公式;为防止指数 <1 而产生逆向作用,对整体结果做 1 个单位的数据平移。

(3) 门户经济联系测度模型

潜力模型从引力模型^[22]引申而来,是人文经济地理领域探究空间相互作用的主流分析工具。基于前述产业竞争力指数及公路方案距离指数,利用潜力模型分别测度“交通门户—腹地”系统对内、对外的门户经济联系程度。

在系统内,交通门户区县 i 对内经济联系程度 I_i 计算如下。

$$I_i = \sum_{j=1}^n \frac{Q_i \times Q_j}{T_{ij}^2} \quad (9)$$

式中: Q_i , Q_j 为交通门户区县 i 和腹地区县 j 的产业竞争力指数; T_{ij} 为门户区县 i 和腹地区县 j 之间的系统内公路方案距离指数,且 $j=1 \sim n$ 。

在省内系统间,交通门户区县 u 对外经济联系程度 P_u 计算如下。

$$P_u = \sum_{v=1}^{n-1} \frac{Q_u \times Q_v}{T_{uv}^2} \quad (10)$$

式中: Q_u , Q_v 为某系统交通门户区县 u 和其他系统门户区县 v 的产业竞争力指数; T_{uv} 为门户区县 u 和其他门户区县 v 的系统间公路方案距离指数,且 $v=1 \sim n-1$ 。

1.6 交通门户建设水平与门户经济联系程度的耦合协调模型

来源于物理学领域的耦合度,现已被广泛引入人文社会科学研究,可用于评价两个及两个以上社会经济系统的相互作用和影响^[23]。在前述工作基础上,本文采用耦合协调度模型定量分析内陆省份交通门户与门户经济联系的协调发展程度。

域内交通门户建设与门户经济联系的耦合协调模型为

$$D = \sqrt{CT}, \text{ 其中: } T = aZ_1 + bI_i; \\ C = 2(Z_1 I_i / (Z_1 + I_i)^2)^{0.5}, C \in [0, 1] \quad (11)$$

式中: C 为域内交通门户建设与门户经济联系的耦合度; Z_1 为域内交通门户建设水平; I_i 为交通门户区县 i 对内经济联系程度; D 为两系统的耦合协调度; T 为系统间综合协调指数;待定系数 a 、 b 均取 0.5。

域外交通门户建设与门户经济联系的耦合协调模型为

$$D = \sqrt{CT}, \text{ 其中: } T = aZ_2 + bP_u;$$

$$C=2(Z_2P_u/(Z_2+P_u)^2)^{0.5}, C\in[0, 1] \quad (12)$$

式中: C 为域外交通门户建设与门户经济联系的耦合度; Z_2 为域外交通门户建设水平; P_u 为交通门户区县 u 对外经济联系程度; D 为两系统的耦合

协调度; T 为系统间综合协调指数; 待定系数 a 、 b 均取 0.5.

据已有研究成果^[24], 耦合、协调度评价标准见表 1、表 2.

表 1 耦合度评价标准

Tab. 1 Evaluation criteria of coupling degree

耦合度判定标准						
耦合度	$C=0$	$C\in(0, 0.3]$	$C\in(0.3, 0.5]$	$C\in(0.5, 0.8]$	$C\in(0.8, 0.1)$	$C=1$
发展阶段	无序发展	低水平耦合	拮抗阶段	磨合阶段	高水平耦合	两性共振耦合

表 2 协调度评价标准

Tab. 2 Evaluation criteria of coordination degree

序号	耦合协调度	协调等级	序号	耦合协调度	协调等级
1	0.000~0.099	极度失调	6	0.500~0.599	勉强协调
2	0.100~0.199	严重失调	7	0.600~0.699	初级协调
3	0.200~0.299	中度失调	8	0.700~0.799	中极协调
4	0.300~0.399	轻度失调	9	0.800~0.899	良好协调
5	0.400~0.499	濒临失调	10	0.900~0.100	优质协调

2 陕西省实证分析

2.1 数据处理

从陕西省政府官网 (<http://www.shaanxi.gov.cn/sq/sxgk/xzqh/>) 查询《陕西省行政区划统计表》, 确定该省的 10 个地市作为“交通门户—腹地”系统的地理单元、各地市下辖 107 个区县作为组成系统的门户或腹地地理单元.

从高德电子地图平台 (<https://www.gaode.com/>), 通过 Python 编程爬取陕西省域内各种运输方式客、货运交通场站 POI 数据, 同时基于 POI 位置逐个场站捕捉其面域大小. 接着, 以政府

驻地作为起讫点, 根据电子地图导航结果导出任意区县点对之间的最短时效方案公路距离. 电子地图平台的数据生产时间为 2019 年 12 月.

从《中国城市统计年鉴 2020》和陕西省及其下辖 10 个地级市 2020 年的统计年鉴, 获得: 推导虚拟圆形半径所需的省及地市政区面积, 计算产业竞争力指数所需的各区县第二、第三产业 GDP, 确定运输方式类别排序所需的全省年客、货运运输量.

2.2 交通场站的 POI 爬取及面域捕捉

通过筛查和清洗初次爬取的 POI 数据, 得到陕西省交通场站 POI 数据, 共计 983 条, 见图 2.

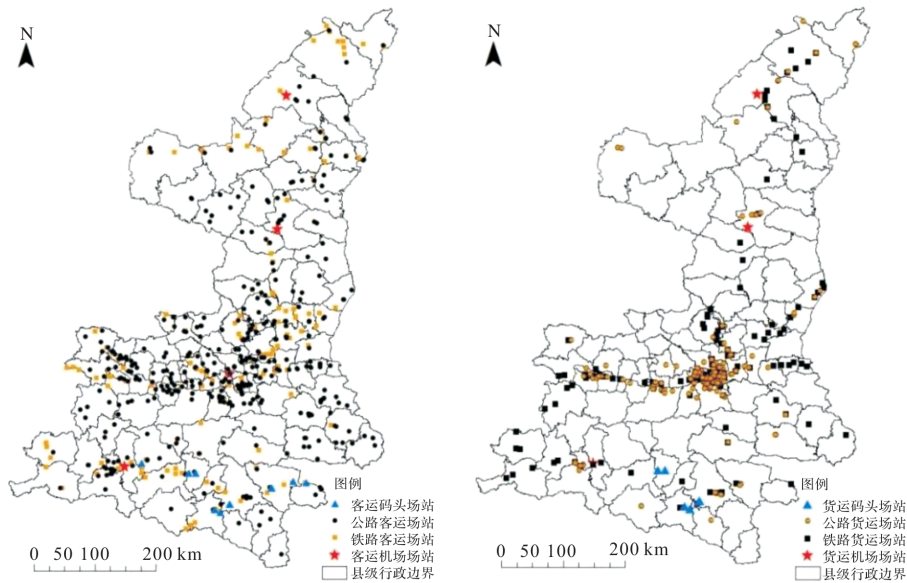


图 2 陕西省交通场站 POI 分布图 (左图为客运、右图为货运)

Fig. 2 POI distribution map of transport stations in Shaanxi (passenger on left, freight on right)

计算各种运输方式的全省客货运量及其 POI 条目数之比, 确定其类别权重 C_1 。另外, 在电子地图平台捕捉每条 POI 的面积大小, 并用 ArcGIS 对其分级以确定面积权重 C_2 , 限于篇幅不再列出交通场站面积捕捉过程示例。最后, 利用式(1)分别计算得到陕西省 107 个区县的交通场站总负荷 E 。

2.3 交通门户区县的识别结果

利用式(2)~(3)识别陕西省 10 个地市的交通门户区县, 结果见表 3、图 3。

表 3 陕西省各地市交通门户区县识别结果

Tab. 3 Results of transport gateway counties in Shaanxi

类别	地级市	G_a	G_b	门户区县
单门户城市	西安市	1.72		未央区
	铜川市	2.24		耀州区
	延安市	2.10		宝塔区
	汉中市	1.77		汉台区
	安康市	2.22		渭滨区
双门户城市	咸阳市	1.28	2.24	秦都区/渭城区
	榆林市	1.03	2.43	榆阳区/神木市
多门户城市	宝鸡市	1.07	1.44	渭滨区/金台区/ 陈仓区/岐山县
	渭南市	1.07	1.34	临渭区/韩城市/ 蒲城县/合阳县
	商洛市	1.44	1.26	商州区/山阳县/ 丹凤县/商南县

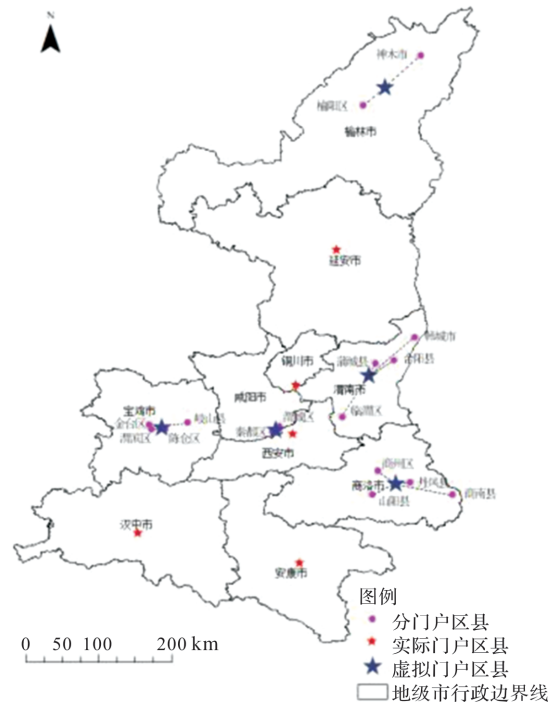


图 3 陕西省各地市交通门户区县分布

Fig. 3 Distribution of transport gateway counties in Shaanxi

2.4 域内耦合协调度结果

根据地理国情监测云平台 <http://www.dsac.cn>, 得到陕西省及其下辖 10 个地市的行政区域面积, 进而求各地市对应的虚拟圆形半径 r , 结果见表 4。

表 4 陕西省各地市的虚拟圆形半径

Tab. 4 Virtual circle radii of land areas of 10 cities in Shaanxi

序号	地级市	行政区域面积/km ²	r /km	序号	地级市	行政区域面积/km ²	r /km
1	西安市	10 958	59.060	6	咸阳市	37 037	108.578
2	铜川市	3 882	35.152	7	榆林市	27 096	92.870
3	延安市	18 117	75.940	8	宝鸡市	42 921	116.885
4	汉中市	9 544	55.118	9	渭南市	23 536	86.555
5	安康市	13 134	64.658	10	商洛市	19 292	78.363

接着, 利用 Matlab 编程获得交通门户区县与其腹地区县两两之间的欧氏距离, 据此求得交通门户区县的域内位置系数 β_1 。同时, 用交通门户区县场站总负荷除以地市系统内全部区县交通场

站总负荷的平均值, 可得域内能级系数 α_1 。对于双、多门户城市, 用其全体门户区县两组系数的平均值表征该地市虚拟门户的最终系数值, 继而按式(4), 求得域内交通门户建设水平 Z_1 。详见表 5。

表 5 域内交通门户建设水平 Z_1 计算结果

Tab. 5 Results of developing levels of transport gateways (inside)

系数	地市	西安	铜川	延安	汉中	安康	咸阳	榆林	宝鸡	渭南	商洛
α_1	α_{1a}	3.317	2.016	3.706	2.646	3.938	2.940	2.644	1.952	1.843	1.750
	α_{1b}						2.305	2.712	1.824	0.729	1.217
	α_{1c}								1.312	1.162	1.179
	α_{1d}								1.312	1.503	1.179
β_1	β_{1a}	1.932	0.911	1.108	1.166	0.959	0.820	0.581	1.318	0.914	0.813
	β_{1b}						0.837	0.872	1.159	0.791	0.769
	β_{1c}								1.100	0.726	0.537
	β_{1d}								1.149	0.521	0.672

续表 5

系数	地市	西安	铜川	延安	汉中	安康	咸阳	榆林	宝鸡	渭南	商洛
Z_1	Z_{1a}	2.624	1.463	2.407	1.906	2.449	1.880	1.646	1.635	1.378	1.282
	Z_{1b}						1.571	1.758	1.491	1.260	0.993
	Z_{1c}								1.206	0.944	0.858
	Z_{1d}								1.230	1.012	0.926
	均值	2.624	1.463	2.407	1.906	2.449	1.726	1.702	1.391	1.149	1.015

按式(6)求得陕西省 107 个区县的产业竞争力指数, 按式(7)求得 10 个地市的系统内公路方案距离指数, 再利用式(9)即可计算出交通门户对内经济联系程度 I_i 。对于双、多门户城市, 用其全体门户区县对内经济联系程度的平均值表征该地市虚拟门户的对内经济联系程度。最后, 据式(11)可得域内交通门户建设与门户经济联系的耦合协调测度结果, 见表 6。

表 6 域内交通门户建设与门户经济联系的耦合协调度

Tab. 6 Coupling and coordinating degree between developing levels of transport gateways and their economic connections (inside)

门户类别	腹地范围	交通门户建设水平 Z_1	门户经济联系程度 I_i	C	D	协调等级
单门户	西安市(域内)	2.624	80.722	1.000	1.000	优质协调
单门户	铜川市(域内)	1.463	3.294	0.504	0.388	轻度失调
单门户	延安市(域内)	2.407	12.868	0.710	0.618	初级协调
单门户	汉中市(域内)	1.906	13.737	0.784	0.593	勉强协调
单门户	安康市(域内)	2.449	10.564	0.657	0.591	勉强协调
双门户	咸阳市(域内)	1.726	22.112	0.911	0.651	初级协调
双门户	榆林市(域内)	1.702	15.934	0.846	0.598	勉强协调
多门户	宝鸡市(域内)	1.391	17.150	0.904	0.579	勉强协调
多门户	渭南市(域内)	1.149	9.333	0.813	0.474	濒临失调
多门户	商洛市(域内)	1.015	3.562	0.606	0.361	轻度失调

2.5 域外耦合协调度结果

参照陕西省行政区域面积推导得该省的虚拟圆形半径 R 为 255.77 km, 10 个地市交通门户区县两两间的欧氏距离通过 Matlab 编程获得, 从而求得交通门户区县的域外位置系数 β_2 。此外, 用交通门户区县场站总负荷与全省区县的交通场站总负荷平均值之比, 求得域外能级系数 α_2 。对于双、多门户城市, 用其全体门户区县两组系数的平均值表征该地市虚拟门户的最终系数值。继而按式(5),

求得域外交通门户建设水平 Z_2 。详见表 7。

仍按式(6)求得陕西省 107 个区县的产业竞争力指数, 并按式(8)求得 10 个地市交通门户的系统内公路方案距离指数, 再利用式(10)即可计算出交通门户对外经济联系程度 P_u 。对于双、多门户城市, 用其全体门户区县对外经济联系程度的平均值表征该地市虚拟门户的对外经济联系程度。最后, 据式(12)可得域外交通门户建设与门户经济联系的耦合协调测度结果, 见表 8。

表 7 域外交通门户建设水平 Z_2 计算结果

Tab. 7 Results of developing levels of transport gateways (outside)

陕西省行政区域面积的虚拟圆形半径 R/km	地级市	α_2	β_2	Z_2
255.77	西安市	8.837	1.402	5.119
	铜川市	1.778	1.361	1.570
	延安市	1.724	0.870	1.297
	汉中市	2.079	0.818	1.449
	安康市	2.791	0.897	1.844
	咸阳市	2.132	1.399	1.765
	榆林市	2.161	0.551	1.356
	宝鸡市	1.345	1.044	1.195
	渭南市	1.482	1.206	1.344
	商洛市	0.944	1.029	0.986

表 8 域外交通门户建设与门户经济联系的耦合协调度

Tab. 8 Coupling and coordinating degree between developing levels of transport gateways and their economic connections(outside)

门户类别	辐射范围	交通门户建设水平 Z_2	门户经济联系程度 P_u	C	D	协调等级
单门户	西安市(域外)	5.119	28.855	1.000	1.000	优质协调
单门户	铜川市(域外)	1.570	14.147	0.977	0.617	初级协调
单门户	延安市(域外)	1.297	16.343	0.925	0.615	初级协调
单门户	汉中市(域外)	1.449	15.492	0.952	0.623	初级协调
单门户	安康市(域外)	1.844	17.679	0.967	0.684	初级协调
双门户	咸阳市(域外)	1.765	23.470	0.916	0.726	中级协调
双门户	榆林市(域外)	1.356	13.586	0.956	0.599	勉强协调
多门户	宝鸡市(域外)	1.195	15.875	0.918	0.596	勉强协调
多门户	渭南市(域外)	1.344	15.951	0.926	0.625	初级协调
多门户	商洛市(域外)	0.986	11.581	0.937	0.527	勉强协调

2.6 结果分析与讨论

借助 ArcGIS 软件将域内、域外计算结果分别可视化,得到耦合协调度空间分布如图 4。

(1) 全省协调水平具有单中心极化特征

从图 4 可以看出,西安市交通门户建设与门户经济联系的域内、域外协调度都是陕西省内唯一的“优质协调”等级,具有典型的相互协调作用单中心极化特征。一方面,西安市的交通门户未央区同时拥有国家高铁中心枢纽西安北站、“一带一路”物流货运基地西安国际港务区和 6 大国家干线高速公路的出入口,且毗邻中国西北地区最大的

航空港西安咸阳国际机场。这些高规格大体量客货运交通场站有力保障了西安市交通门户的对外经济联系功能。另一方面,得益于国家中心城市的基础设施建设,西安市辖区内现已建成较为发达的城市道路、轨道交通和公路网络,并同步配置了较为完整的客货运输服务场站。这就进一步密切了未央区与其他腹地地区县之间的对内经济联系功能。因此,西安市交通门户建设与门户经济联系的相互作用得以不断加强,二者的耦合协调呈现极化特征且正朝着更加完善的方向进步。

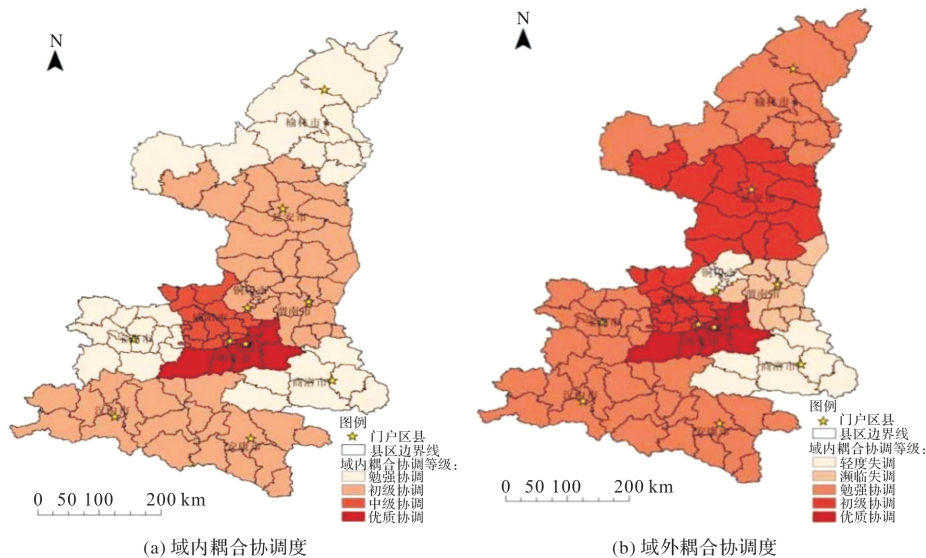


图 4 域内、域外耦合协调度空间分布

Fig. 4 Distributions of outside and inside coordinating degrees in Shaanxi

(2) 全省域外协调水平显著优于域内协调水平

对比图 4 可以看出,陕西省交通门户建设与门户经济联系的域外协调度整体高于域内协调度。这反映出^[25]:陕西省内各地市系统的交通门户区县相互之间经济辐射联系较好;而系统内门户区县向腹地地区县的经济集聚扩散功能尚未得到充分

发挥。一方面,陕西省已于 2018 年底前 100% 实现了县县通高速公路、村村通油面公路,按预期完成了交通领域脱贫攻坚保底任务;与此同时,在省会城市和地级城市相互之间,除密集的交通线网外,各种客、货运服务场站在数量和规模上也发展较好。但另一方面,围绕运输线网所提供

的客、货集散场站和服务平台仍存在较大发展差异;尤其在地级地市与区县相互之间,情况更不尽如人意。截至2019年底,陕西省仍有22.43%的区县未覆盖铁路场站,陕南、陕北地区大部分的区县仅设置有1~2个公路客运场站。此外,在地市内部从门户区县向其他区县乃至乡镇延伸的各种郊县(乡)客运、快递货代等服务尚不完备,“有路无班车”、“有路不通邮”的情况时有发生。研判上述两方面可得^[25],陕西省交通门户建设与门户经济联系的耦合协调水平在整体上呈现出“域外强于域内”的差异性。

(3)交通及经济条件变化使得一些地市的域外及域内协调水平表现欠佳

据图4的空间化结果,宝鸡市、榆林市和商洛市的域外协调度较低。具体原因包括:宝鸡市拥有宝成、宝中铁路等重要交通基础设施,原本是陕西省内联系关中与陕南地区、以及北上宁夏西接甘肃的必经之地;但近年来随着西成、西银、成兰等铁路项目的陆续开通,新的区域交通格局导致大量客流、货流绕开宝鸡通行,弱化了宝鸡市交通门户的对外经济联系作用。榆林市是我国著名的新兴能源基地,自身经济实力强劲;然而在保障北煤南运、西气东输等国家经济需求战略背景下,该市的大宗能源货运主要方向是直达华北、华中地区、而非流向省内其他地市,此外榆林市与陕西省人口密集的关中地区相距较远且尚未做到高铁连通,故该市与省内其他地市的综合经济联系偏弱。商洛市全域均地处秦岭山区,受自然地理条件影响该市的经济总量长期处在陕西省各地市的末位,且现状是对外交通基础设施条件差、交通门户区县较为分散,交通门户建设与门户经济联系均较为孱弱,两者的相互协调作用更不明显。

据图4的空间化结果,渭南市、铜川市和商洛市的域内协调度较低。具体原因包括:铜川市和渭南市北部区县属于陕西省传统的煤炭主产区,该两市过去曾围绕煤炭资源开发建设了较完善的市域内货运交通基础设施;但近年来由于资源枯竭和环保政策压力陡增,煤炭产业关停并转导致原有为其服务的交通场站利用率下降,进而使交通门户的对内经济联系出现弱化状态。商洛市和渭南市南部区县地处秦岭山区生态保护重地,在“绿色发展”理念引领下这些区县的产业结构将长期以第一产业为主,相应的经济活动亦主要发生在就地或毗邻区位,加之地形地貌对发展壮大县

乡公路交通场站的限制甚大,造成交通门户与域内经济联系的协调性式微。

3 结论

针对内陆省份促进交通门户对内对外双向经济联系的现实需求,基于相对稳固的省—市—县等级行政区划确定其“交通门户—腹地”系统构成,进而设计得到内陆省份交通门户建设水平、门户经济联系程度的测定方法,最后提出两者的耦合协调测度模型并结合陕西省开展实证分析。研究的主要结论包括:

第一,内陆省份区县地理单元内交通场站总负荷由场站的运输方式类别和面积大小综合叠加决定,类别和面积属性则可通过场站的地理信息数据挖掘而得到;内陆省份地市地理单元的交通门户可根据下辖各区县交通场站总负荷的首位度排序规则而识别;

第二,域内和域外交通门户建设水平均与门户的场站负荷能级系数和政区空间位置系数有关;系统对内和对外门户经济联系程度则与各区县产业竞争力指数和系统内、系统间公路方案距离指数有关;相应地,交通门户建设与门户经济联系的耦合协调度也需从域内和域外角度分别建立并求解;

第三,陕西省的实证结果表明,全省交通门户建设与门户经济联系的协调水平具有向西安市单中心极化的特征,而全省10个地市的协调水平在整体上呈现出“域外强于域内”的差异性,部分地市较差的域内或域外协调水平表现可归因于具体的交通及经济条件约束。

在国际政治经济局势加速变化且国内防控新冠疫情日渐常态化的大背景下,内陆省份必须加速构建以国内大循环为主体的“双循环”新格局,继而谋划高质量发展^[26]。本研究为内陆省份在新发展格局下打造良好的交通门户条件、同步为促进门户对内对外双向的经济联系,提供了一种可借鉴的分析工具,由此发展了经济地理学的交通门户与区域发展关联性研究方法,具有一定的理论和实践价值。当然,本研究仅通过陕西省的实证检验了有效性;鉴于内陆省份自然地理与经济社会条件的多样性,今后还可结合更多省份的实证分析来修正研究方法的不足之处。另外,还应继续探索专用铁路和铁路专用线的地理信息挖掘技术,以便更全面揭示多交通方式下距离对门户与腹地区间经济联系的作用。

参考文献 References

- [1] MCKENZIE R D. Metropolitan community[M]. New York:Mc-Graw-Hill Book,1933.
- [2] 约翰斯顿 R J. 人文地理学词典[M]. 北京:商务印书馆,2004.
JOHNSTON R J, Dictionary of human geography [M]. Beijing:The Commercial Press, 2004.
- [3] 张国华,周乐,黄坤鹏,等. 高速交通网络构建下的城镇空间结构发展趋势——从“中心节点”到“门户节点”[J]. 城市规划学刊,2011(3):27-32.
ZHANG Guohua, ZHOU Le., HUANG Kunpeng, et al. From city center to city gateway:Research on the evolution tendency of urban spatial structure[J]. Urban Planning Forum, 2011(3):27-32.
- [4] BURGHARDT A F. A hypothesis about gateway cities [J]. Annals of the Association of American Geographers,1971,61(2):269-285.
- [5] WANG G W Y,ZENG Q H,LI K,et al. Port connectivity in a logistic network:The case of Bohai Bay,China [J]. Transportation Research Part E, 2016, 95: 341-354.
- [6] MIKIO TAKEBAYASHI. Multiple hub network and high-speed railway:Connectivity, gateway, and airport leakage[J]. Transportation Research Part A,2015,79: 55-64.
- [7] KEVIN O' Connor, KURT FUELLHART. The fortunes of air transport gateways[J]. Journal of Transport Geography,2015,46:164-172.
- [8] 李程骅,陈燕. 我国门户型中心城市流强度比较分析及能级提升[J]. 上海经济研究,2012,24(9):30-42,54.
LI Chenghua, CHEN Yan. Comparison analysis on the intensity of urban flow of the gateway central cities and city energy level promoting measures[J]. Shanghai Journal of Economics, 2012, 24(9): 30-42,54.
- [9] 徐珺,陶纪明,赖丹馨,等. 港口型国际门户城市演进规律及转型提升路径研究[J]. 港口经济,2013(12):5-9.
XU Jun, TAO Jiming, LAI Danxin, et al. Study on the evolution of international port city and its transformation and promotion path[J]. Port Economics, 2013 (12): 5-9.
- [10] 蒋自然,曹有挥,叶士琳. 长江三角洲地区门户功能演化与驱动机理[J]. 地理科学,2017,37(7):987-996.
JIANG Ziran, CAO Youhui, YE Shilin. The evolution of gateway function and mechanism in the Yangtze River delta region [J]. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(7): 987-996.
- [11] 袁雯,马仁锋,王益澄,等. 海港门户宁波对外交通与城市发展耦合演变[J]. 宁波大学学报(理工版),2019,32(2):114-120.
YUAN Wen, MA Renfeng, WANG Yicheng, et al. The coupling evolution of Ningbo as a harbor city in external traffic and urban development[J]. Journal of Ningbo University (NSEE). 2019, 32(2): 114-120.
- [12] 王毅,陈娱,陆玉麒,等. 城市门户性与中国门户群研究[J]. 地理科学,2017,3(3):331 - 338.
WANG Yi, CHEN Yu, LU Yuqi, et al. Analysis on the gateway property and gateway-city groups of China [J]. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37 (3): 331-338.
- [13] 尤朝忠,段龙龙. 成渝经济区门户城市产业空间梯度转移研究[J]. 世界地理研究,2014,23(2):104-111,122.
YOU Chaozhong, DUAN Longlong. Research on industry gradient transfer at the gateway cities of Chengdu-Chongqing economic zone [J]. World Regional Studies, 2014, 23(2): 104-111,122.
- [14] 江小涓,孟丽君. 内循环为主、外循环赋能与更高水平双循环——国际经验与中国实践[J]. 管理世界,2021, 37(1):1-19.
JIANG Xiaojuan, MENG Lijun. Mainly inner circulation, outer circulation empowerment and higher level double circulation;International experience and Chinese practice[J]. Management World, 2021, 37(1): 1-19.
- [15] 刘瑞翔,范金,戴枫. 沿海地区与内陆省份经济增长的比较测度[J]. 数量经济技术经济研究,2020,37(6): 148-168.
LIU Ruixiang, FAN Jin, DAI Feng. Comparative measurement of economic growth in coastal areas and inland provinces [J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2020, 37(6): 148-168.
- [16] 王开泳,陈田. “十四五”时期行政区划设置与空间治理的探讨[J]. 中国科学院院刊,2020,35(7):867-874.
WANG Kaiyong, CHEN Tian. Discussion on administrative divisions adjustment and spatial governance in 14th Five-Year plan period[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2020, 35(7): 867-874.
- [17] 刘卫东,陆大道. 新时期我国区域空间规划的方法论探讨——以“西部开发重点区域规划前期研究”为例[J]. 地理学报,2005(6):16-24.
LIU Weidong, LU Dadao. Methodological basis for making regional spatial planning in China in the New Era: A preliminary study based on planning of key economic regions in developing Western China[J]. Acta Geographica Sinica, 2005(6): 16-24.
- [18] 韩宁,高鹤明. 关于综合交通助力陕西“三个经济”发展的思考[J]. 财经界,2021(1):36-37.
HAN Ning, GAO Heming. Consideration on the development of "three economies" in Shaanxi Province

- promoted by comprehensive transportation[J]. Money China, 2021(1): 36-37.
- [19] 张琦,丁昕,王秋平.基于POI的西安市轨道交通站域生产性服务业空间分布特征[J].陕西师范大学学报(自然科学版),2021,49(2):67-77.
- ZHANG Qi, DING Xin, WANG Qiuping. Spatial distribution of producer services in metro station areas of Xi'an city based on POI[J]. Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science Edition), 2021, 49(2): 67-77.
- [20] 郭建科,陈园月,于旭会,等.1985年来环渤海地区港口体系位序——规模分布及作用机制[J].地理学报,2017,72(10):1812-1826.
- GUO Jianke, CHEN Yuanyue, YU Xuhui, et al. Rank-size distribution and mechanism of port system in the Bohai Rim during the past thirty years[J]. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(10): 1812-1826.
- [21] 何丹,高鹏.长江中游港口腹地演变及港口-腹地经济协调发展研究[J].地理科学,2016,36(12):1811-1821.
- HE Dan, GAO Peng. Hinterland evolution of ports in midstream of the Yangtze River and coordination development of port-hinterland economy[J]. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(12): 1811-1821.
- [22] ILLINGWORTH V. The Penguin dictionary of physics [M]. Beijing: Foreign Language Press, 1996.
- [23] 唐永超,王成新,王瑞莉,等.基于精明发展的城市扩张与土地利用效益的耦合研究——以济南市主城区为例[J].人文地理,2020,35(4):91-98.
- TANG Yongchao, WANG Chengxin, WANG Ruili, et al. Coupling research on urban expansion and land use efficiency based on smart development: A case of Jinan's core area[J]. Human Geography, 2020, 35(4): 91-98.
- [24] 丛晓男.耦合度模型的形式、性质及在地理学中的若干误用[J].经济地理,2019,39(4):18-25.
- CONG Xiaonan. Expression and mathematical property of coupling model, and its misuse in geographical science [J]. Economic Geography, 2019, 39(4): 18-25.
- [25] 丁昕.陕西省交通运输与“三个经济”发展的耦合协调研究[D].西安:西安建筑科技大学,2021.
- DING Xin. Relationship of coupling coordination between transportation and Three Models of Economic development in Shaanxi Province [D]. Xi'an: Xi'an Univ. of Arch. & Tech., 2021.
- [26] 李同昇,陈谢扬,芮旻,等.西北地区生态保护与高质量发展协同推进的策略和路径[J].经济地理,2021,41(10):154-164.
- LI Tongsheng, CHEN Xieyang, RUI Yang, et al. Strategy and path of cooperative promotion of ecological protection and high-quality development in Northwest China[J]. Economic Geography, 2021, 41(10): 154-164.
- (编辑 沈波)