引文格式：李胭胭,史培艺,董晓峰. 中蒙俄K3/K4次国际班列对沿线城市可达性的影响[J]. 地理空间信息, 2024, 22(3): 29-33. doi:10. 3969/j. issn. 1672-4623.2024.03.007

中蒙俄 K3/K4 次国际班列对沿线城市可达性的影响

李胭胭[1]，史培艺[2]，董晓峰[3]
（1. 九江学院 旅游与地理学院，江西 九江 332005；2. 国家法官学院，北京 100070；
3. 北京交通大学 建筑与艺术学院，北京 100044）

摘　要：以中蒙俄铁路K3/K4次班列沿线节点城市和区域为研究对象，分析了其节点城市与区域的可达性，并计算了节点城市之间的经济联系强度。结果表明，节点城市时间可达性呈现两端高、中间低的趋势，与节点城市到目的地城市的出行时间成正比；节点城市的经济可达性呈现两端低、中间高的趋势；K3/K4班列沿线有4个较明显的经济中心区，且中国城市之间的经济联系强度和俄罗斯西部城市之间的经济联系强度较高，此外中国与蒙古国之间的经济联系弱于蒙古国与俄罗斯之间的经济联系。受边境检查和转向架更换情况的影响，中蒙边境的二连浩特、扎门乌德和蒙俄边境的苏赫巴托尔、纳乌什基在上述计算结果中均表现出明显的特殊性。

关键词：“一带一路”倡议；可达性；经济联系强度；国际班列；中蒙俄经济走廊
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）03-0029-05

Impact of K3/K4 Transnational Trains on Accessibility of Cities Along the Railway

LI Yanyan[1], SHI Peiyi[2], DONG Xiaofeng[3]
(1. College of Tourism and Geography, Jiujiang University, Jiujiang 332005, China;
2. National Judges College, Beijing 100070, China;
3. School of Architecture and Design, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Taking the node cities along K3/K4 train of China-Mongolia-Russia railway as research objects, we analyzed the accessibility, and calculated the economic connection intensity between node cities. The main results show that the average travel time of node cities shows a trend of high at both ends and low in the middle, this is directly proportional to the travel time from the node city to destination cities. The economic potential of node cities shows a trend of low at both ends and high in the middle. There are four obvious economic centers along the K3/K4 train and the economic connection intensity between cities of China and the western part of Russia are higher than the others. In addition, the economic connection between China and Mongolia is weaker than between Mongolia and Russia. Erenhot and Zamiin-Uud at the border of China and Mongolia, Sükhbaatar and Naushki at the border of Mongolia and Russia show particularity results.

Key words: The Belt and Road Initiative, accessibility, economic connection intensity, transnational train, China-Mongolia-Russia economic corridor

中蒙俄经济走廊是“一带一路”倡议发展中比较重要的国际线路，具有悠久的发展历史，2014年9月11日习近平总书记在出席中蒙俄三国元首会晤时提出：将“丝绸之路经济带”同“欧亚经济联盟”、蒙古国“草原之路”倡议进行对接，打造中蒙俄经济走廊，积极推动形成以铁路、公路和边境口岸为主体的跨境基础设施联通网络。随着三国铁路基础设施联通网络的不断完善，三国城市之间的空间经济联系得到不断加强。关于可达性的研究历史久远，在古典区位论和农业区位论中均有体现[1]，随后Hansen W G[2]、Morris J M[3]、Kwan M P[4]等均对可达性的涵义进行了解释。国外关于交通与可达性关系的研究较早，Murayama Y[5]研究了日本新干线的发展与城市可达性的关系；Gutiérrez J[6]等探究了边境高铁对欧洲城市可达性的影响；Linneker B[7]等认为公路对沿线区域的经济发展起到积极促进作用；Kim K S[8]发现韩国首尔—釜山高铁对首都地区可达性的变化与空间重构产生了影响。国内学者们大多关注交通系统对城市可达性的影响和空间格局演变，研究主要集中于高速铁路、公路、航空等交通方式上，越来越多的学者通过分析高铁建设前后城市可达性变化来研究高铁对于城市的影响，从而论证高铁建设的可行性与重要性[9-10]；公路作为一种主要的交通方式，对城市可达性的变化也有深远影响，已有相关研究大多关注于公路网络影响下

收稿日期：2022-06-21。
项目来源：科技部国家重点研发计划资助项目（2017FY101303）。
第一作者简介：李胭胭（1988—），博士，讲师，主要研究方向为城乡规划、生态城市群，E-mail：yylhndx@163.com。

城市可达性空间格局演变[11]。随着研究的不断深入，基于交通网络的城市可达性空间分布逐渐受到学者们的重视，如徐维祥[12]等利用陆路交通网络和社会经济发展数据对浙江省11个地市的城市可达性改善程度进行了研究；曹小曙[13]等依托陆路交通网络对丝绸之路经济带城市可达性进行了研究；钟业喜[14]等研究发现北上广三大核心城市稳固地处于城市可达性的第一层级；初楠臣[15]等研究发现班列沿线可达性呈现首末可达优势潜力较大、经济联系紧凑，部分中间线路可达性优势较弱、经济联系松散的“外围—中心”模式。

综上所述，已有关于城市可达性及其引发的经济社会联系研究趋于完善[16]，但在以下方面仍有需要改进和深入研究的地方：①多数研究采用人口和GDP两项指标来测度经济联系，但随着多元经济的发展，单纯采用GDP反映经济发展状况有失偏颇；②多数研究集中于某一国家或地区内部各个尺度的可达性及其经济社会联系，对于跨境交通设施影响下的可达性与经济联系强度研究有所欠缺；③对于可达性影响下的城市经济联系强度的分布规律与特征缺乏综合分析。本文以中蒙俄铁路K3/K4次班列沿线35个节点城市和地区为研究对象，构建其OD城际旅行时间矩阵，利用加权平均旅行时间与经济潜力分析节点的可达性计算节点城市之间的经济联系强度，利用ArcGIS模拟可达性与经济联系强度的空间格局，揭示其空间分布特征与分布规律，为在“一带一路”倡议和中蒙俄经济走廊项目背景下，基于铁路班列影响的节点可达性视角下分析中蒙俄经济联系提供理论与实践参考。

1 研究方法

1.1 研究区概况

中蒙俄K3（003）/K4（004）次列车（以下简称K3/K4次班列）的运行横贯欧亚大陆，自中国首都北京经蒙古国首都乌兰巴托至俄罗斯首都莫斯科，全程7 826 km，共35个站点，是中国铁路开行里程最长的旅客列车。K3/K4次班列跨越了中国4个市（盟）、蒙古国6个省（直辖市）和俄罗斯15个州（自治共和国、边疆区、联邦直辖市），区域总面积为272万km^2，大部分位于俄罗斯境内，其中中国境内31 km^2，蒙古国境内24 km^2，俄罗斯境内217 km^2，见图1。

1.2 数据来源

本文采用的指标包括列车运行时间、火车在车站

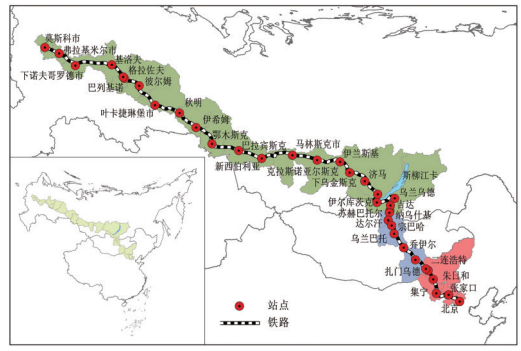


图1 研究区位图

审图号：GS（2024）0024

的停留时间、人口、GDP、从业人员期末人数和在岗职工平均工资，其中前两个指标来源于列车时刻表，跨境班列的开通有效缩短了跨境城市之间的旅行时间，该指标能比较直观地反映时间可达性；后4个指标来源于《北京统计年鉴》《河北经济年鉴》《内蒙古统计年鉴》以及蒙古国统计局官方网站（www.1212.mn）、俄罗斯统计局官方网站（www.gks.ru），中国境内以市域为统计单元，蒙古国境内以盟（直辖市）为统计单元，俄罗斯境内以州（自治共和国、边疆区、联邦直辖市）为统计单元。研究表明，区域性和地区性交通枢纽对当地及周边城市的集聚经济都有正向影响，尤其是对第二产业的带动效应比较显著[17]。跨境班列能够有效促进沿线区域中心城市之间的物流、资金流、信息流的便利流通，进而对当地人口、经济的集聚产生积极影响，因此本文选取上述指标进行分析。

根据《国家外汇管理局年报2016》，基于2016年1—12月人民币汇率中间价的卢布币种和蒙古国图格里克币种累计平均值，统一将卢布和蒙古国图格里克换算为人民币进行计算。由于列车上行K3在格拉佐夫站不停车，因此计算过程中不考虑该站点，共34个节点；另外，节点和统计单元不能一一对应，为便于计算，本文将同一统计单元内的不同节点视为具有同样的经济指标。为消除区域面积大小和人口总量不均衡带来的影响，重新计算得到人口密度、人均GDP、从业人数占区域总人口比重、在岗职工月平均工资4个新指标。

1.3 可达性计算

可达性分为时间可达性和经济可达性。某节点的时间可达性越强，则到达目标节点所需的时间越短；经济可达性越强，则其经济潜力越大，吸纳其他节点经济投入的能力也越大，计算公式为[18]：

$$A_i=\frac{\sum_{j=1}^{n}\left(T_{ij}\times M_j\right)}{\sum_{j=1}^{n}M_j} \tag{1}$$

$$P_i=\sum_{j=1}^{n}\frac{M_j}{T_{ij}^{a}} \tag{2}$$

$$M_j=\sqrt[4]{P_j\times G_j\times W_j\times S_j} \tag{3}$$

$$T_{ij}=T_{tij}+T_{wi} \tag{4}$$

式中，A_i 为节点 i 的加权平均旅行时间；P_i 为节点 i 的经济潜力；T_{ij} 为节点 i、j 的铁路班列旅行时间；T_{tij} 为从车站 i 到车站 j 的列车运行时间；T_{wi} 为火车在车站 i 的停留时间；n 为铁路沿线除节点 i 外其他节点的数量，此处 n =33；a 为节点 i、j 之间的距离摩擦参数，是以经济潜力表征的可达性随时间距离的增加而衰减的弹性系数，a 越小，可接近程度越强，经济潜力越大，a 为1时揭示国家尺度节点空间相互作用[19]，此处 a =1；M_j 为节点城市 j 的经济社会要素流量，反映其城市规模与经济发展状况对周围地区的吸引力或辐射力，通过影响人们的移动意愿从而影响该城市的可达能力，是一个综合系统质量指数；P_j、G_j、W_j、S_j 分别为节点城市 j 的人口密度、人均GDP、从业人数占区域总人口比重和在岗职工月平均工资，能较全面地反映经济社会要素流量，在一定程度上弥补利用城市节点可达性替代区域可达性的缺陷。

1.4　经济联系强度

城市间可达性的强弱直接影响其经济联系的强弱，可达性水平越高，越易形成时空收敛效应，同样的，强化城市间的经济联系也有利于提高城市的可达性。经济联系强度的计算公式为：

$$R_{ij}=\frac{\sqrt[4]{P_i\times G_i\times W_i\times S_i}\sqrt[4]{P_j\times G_j\times W_j\times S_j}}{T_{ij}^{2}} \tag{5}$$

2　研究结果分析

2.1　可达性分析

利用上述方法计算得到各节点的可达性结果（图2），节点城市时间可达性呈现两端高、中间低的趋势，最高为北京（67.64 h），从北京出发逐渐降低，至中蒙边境有所回升，后又逐渐降低，至蒙俄边境再次出现小幅回升，进入俄罗斯境内后基本平稳、小幅降低，在新西伯利亚达到最低值（38.21 h），然后逐渐稳步上升。总体来说，K3/K4次班列沿线东部节点时间可达性高于西部节点，这与节点城市到目的地城市的旅行时间成正比；从空间上来看，东部站点分布密集，站点之间的距离较短，因此旅行时间也比西部俄罗斯境内站点短，印证了上述结果；位于铁路两端的节点城市到达沿线其他目的地城市的时间比中间城市长。由于中国与蒙古国、俄罗斯的铁轨宽窄不同，列车每次出入境均需在二连站换轮库更换转向架，加上出入境边防检查，时间可达性结果在口岸城市二连浩特、扎门乌德、苏赫巴托尔和纳乌什基均出现了明显波动。K3/K4次班列沿线城市的经济可达性波动较大，两端的北京和莫斯科最低，口岸城市二连浩特、扎门乌德、苏赫巴托尔和纳乌什基仍有明显波动，且波动幅度较大，其中最高值扎门乌德（46.62）与最低值北京（12.37）相差34.25，由于影响因素较多，经济可达性的分布特征与时间可达性有明显差异。

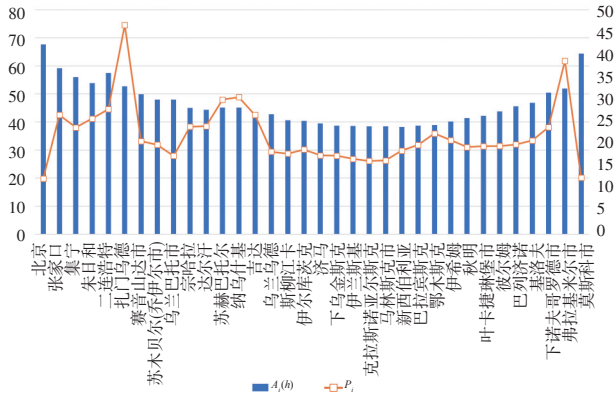


图2　各节点可达性

1）时间可达性空间格局。时间可达性空间格局见图3，可以看出，K3/K4次班列沿线节点城市和地区的时间可达性呈现两端高、中间低的空间格局特征，空间分布存在很大的不均衡性，由于该指标的计算完全与时间成正比，班列跨越3个国家，里程较

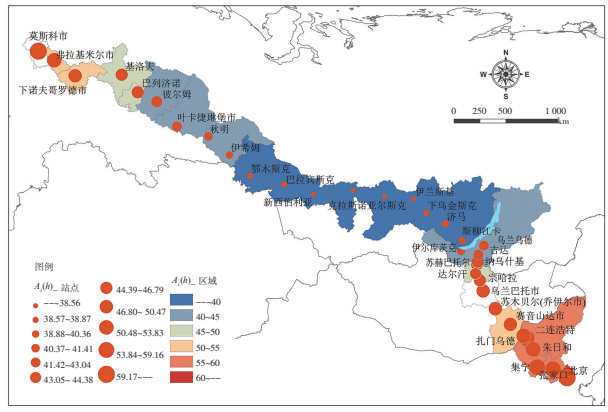


图3　时间可达性空间格局

审图号：GS（2024）0024

长，因此时间可达性悬殊较大。班列中段区域的时间可达性较高，表明其接纳班列两端区域信息流的潜力较大。

2）经济可达性空间格局。与时间可达性相比，经济可达性呈现出更加不均衡的空间格局特征（图4），但中国和蒙古国境内区域经济可达性总体高于俄罗斯境内区域，由于计算过程比时间可达性复杂，影响因素也更多。两端的北京和莫斯科受旅行时间的影响，经济可达性最低，而中段的低值区域则受区域自身的经济社会要素影响更大。经济可达性越高的地区，经济潜力越大，越能吸纳周围区域经济因素的注入，如中国境内城市的经济发展受北京的影响较大，蒙古国境内城市的发展受乌兰巴托的影响较大，而俄罗斯弗拉基米尔、下诺夫哥罗德等的经济发展则受莫斯科的影响较大。相对而言，中段经济可达性较低的区域与两端的经济联系较弱。

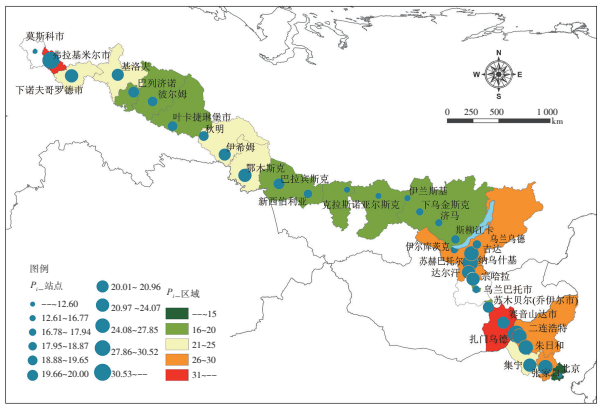


图4　经济可达性空间格局

审图号：GS（2024）0024

2.2　经济联系强度

从经济联系强度的计算结果来看（图5），K3/K4次班列沿线各节点的经济联系强度与空间距离存在明显的正相关关系，即空间上靠近的地区之间经济联系强度较大，但在赛音山达和苏木贝尔附近出现明显的低值区，该地区的经济社会要素流量值是K3/K4次班列沿线地区的最低值。总体来看，中国城市之间的经济联系强度和俄罗斯西部城市之间的经济联系强度高于其他城市；此外，中国与蒙古国之间的经济联系弱于蒙古国与俄罗斯之间的经济联系强度。

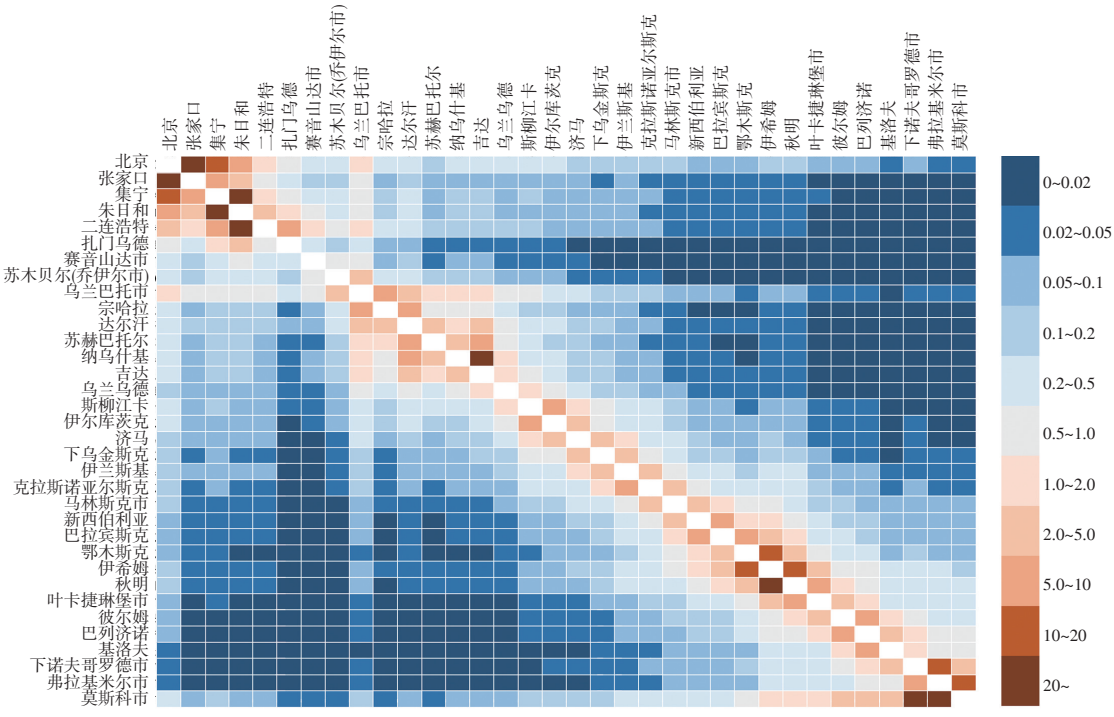


图5　经济联系强度矩阵

在K3/K4次班列沿线地区存在4个比较明显的经济中心区，即北京市、乌兰巴托市至蒙俄边境、秋明州和莫斯科市，北京市的经济联系强度最大，莫斯科市次之，二者作为首都城市，经济发展均在全国领先，对周围地区具有很强的吸引力和辐射力，经济中心区地位显著；伊希姆站和秋明站均位于秋明州内，秋明州面积占俄罗斯总面积的8.4%，位居全俄罗斯第三位，2016年秋明州人均GDP达到168.9万卢布，超过俄罗斯市的115.5万卢布，成为当之无愧的经济中心区；乌兰巴托市至蒙俄边界地区集中了蒙古国第一大城市乌兰巴托市、第二大城市达尔汗和第五大城市苏赫巴托尔，这些城市均位于铁路沿线且空间分布较

集中，苏赫巴托尔更是蒙俄边境口岸城市，突出了该区域经济中心区的地位。

3 结 语

国际班列的开通有效减少了沿线国家陆路旅行的时间，强化了沿线国家与地区之间的经济联系，通过上述分析可得出以下结论：

1）K3/K4次班列线节点城市和地区的时间可达性呈现两端高、中间低的趋势，计算结果与节点城市到目的地城市的出行时间具有很好的正相关关系。从空间上看，东部站点分布密集的地区所需出行时间较短，时间可达性较高，而中段地区则相反。除口岸城市处因边防检查和更换转向架导致停留时间较长出现波动外，时间可达性沿K3/K4次班列的排列是平滑变化的。

2）经济可达性计算结果波动较明显，但总体呈现两端低、中间高的特点。中国和蒙古国境内区域经济可达性高于俄罗斯境内区域，两端的北京和莫斯科受旅行时间的影响较大，经济可达性最低，中段低值区域则受区域自身的经济社会要素影响较大。经济可达性越高的地区，经济潜力越大，越能吸纳周围区域经济因素的注入。

3）通常经济联系强度越大的地区越易形成经济中心，据此观察可得出K3/K4次班列显现的4个经济中心区：北京市、乌兰巴托市至蒙俄边境、秋明州和莫斯科市。该结果与其经济发展情况密不可分，与实际情况相符。

本文将K3/K4次班列沿线区域作为一个封闭的研究区域，将该条线路作为独立的基础因素考虑，未能考虑其与外界的通达状况；除此之外，仅从可达性和经济联系的视角论证了国际班列的空间经济效应，未计算产业的区域甚至跨国转移、空间结构演变、旅游资源的开发等方面的影响，这些方面的问题还需做进一步深入研究。

参考文献

[1] 李平华,陆玉麒. 城市可达性研究的理论与方法评述[J]. 城市问题,2005(1):69-74

[2] Hansen W G. How Accessibility Shapes Land-use[J]. Journal of the American Institute of Planners,1959(25):73-76

[3] Morris J M, Dumble P L, Wigan M R. Accessibility Indicators for Transport Planning[J]. Transportation Research A, 1978,13:91-109

[4] Kwan M P, Murray A T. Recent Advances in Accessibility Research:Representation,Methodology and Applications[J]. Geographical Systems,2003,5:129-138

[5] Murayama Y. The Impact of Railways on Accessibility in the Japanese Urban System[J]. Journal of Transport Geography,1994,2(2):87-100

[6] Gutiérrez J, González R, Gómez G. The European High-speed Train Network: Predicted Effects on Accessibility Patterns[J]. Journal of Transport Geography,1996,4(4):227-238

[7] Linneker B, Spence N. Road Transport Infrastructure and Regional Economic Development: The Regional Development Effects of the M25 London Orbital Motorway[J]. Journal of Transport Geography,1996,4(2):77-92

[8] Kim K S. High-speed Rail Developments and Spatial Restructuring: A Case Study of the Capital Region in South Korea[J]. Cities,2000,17(4):251-262

[9] 关伟,罗智霞. 高速铁路建设对辽宁省城市可达性及经济联系的影响[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版),2016,39(3):418-424

[10] 姜博,初楠臣,王媛,等. 高速铁路影响下的城市可达性测度及其空间格局模拟分析:以哈大高铁为例[J]. 经济地理,2014,34(11):58-62

[11] 蒋晓威,曹卫东,罗健,等. 安徽省公路网络可达性空间格局及其演化[J]. 地理科学进展,2012,31(12):1 591-1 599

[12] 徐维祥,陈斌,李一曼. 基于陆路交通的浙江省城市可达性及经济联系研究[J]. 经济地理,2013,33(12):49-53

[13] 曹小曙,李涛,杨文越,等. 基于陆路交通的丝绸之路经济带可达性与城市空间联系[J]. 地理科学进展,2015,34(6):657-664

[14] 钟业喜,傅钰,冯兴华. 基于铁路客运的中国城市可达性及类型研究[J]. 长江流域资源与环境,2016,25(11):1 645-1 653

[15] 初楠臣,张平宇. 基于可达性的中俄跨国班列沿线城市经济联系:以中俄K19/K20班列为例[J]. 经济地理,2018,38(6):10-18

[16] 左伊雅,许捍卫,吴中元. 高速铁路影响下连云港市的可达性测度研究[J]. 地理空间信息,2020,18(1):36-40

[17] 胡煜,李红昌. 交通枢纽对城市集聚经济的影响研究:基于中国地级市数据的实证研究[J]. 经济问题探索,2017(2):76-83

[18] 李平华,陆玉麒. 可达性研究的回顾与展望[J]. 地理科学进展,2005,24(3):69-78

[19] 黄金川,孙贵艳,闫梅,等. 中国城市场强格局演化及空间自相关特征[J]. 地理研究,2012,31(8):1 355-1 364