

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

姜 博 ,初楠臣 ,王 媛 ,于晓雷 ,赵映慧 ,薛 睿

(东北农业大学 资源与环境学院 ,中国黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要 利用可达性模型并结合GIS反距离加权插值技术综合测度了哈大高铁通车前后沿线城市的可达性及其空间格局的演变 ,研究表明 ,哈大高铁通车前后 ,时空压缩效果显著 ,城市可达性得到大幅提升 ,可达性改善程度存在明显的空间差异 ,位于高铁线路中间的城市提升较大 ,首末城市提升较小 ,城市可达性的动态变化加速了东北地区空间格局的演变 ,空间分化与重构现象日趋复杂 ,辽中南城市群分化成沈阳经济区和沿海经济带 ,吉林中部和哈尔滨都市圈重组为哈长经济区 ,哈大高铁轴带人口、经济的空间极化将进一步提升 ,中心城市的扩散域突破传统的空间尺度甚至行政区划的范畴 ,部分城市空间隶属关系模糊。

关键词 :可达性模型 ;空间格局 ;GIS反距离加权插值技术 ;哈大高铁

中图分类号 :F530 文献标志码 :A 文章编号 :1000 - 8462(2014)11 - 0058 - 05

DOI:10.15957/j.cnki.jjdl.2014.11.009

High-Speed Railway Impact on the Measure of Urban Accessibility and Its Spatial Pattern Simulation Analysis: A Case of Harbin-Dalian High-Speed Rail

JIANG Bo ,CHU Nan - chen ,WANG Yuan ,YU Xiao - lei ,ZHAO Ying - hui ,XUE Rui

(College of Resource and Environment ,Northeast Agricultural University ,Harbin 150030 ,Heilongjiang ,China)

Abstract: Taking advantage of accessibility model and IDW of GIS, we measure the evolution of urban accessibility and its spatial pattern before and behind the openings of Harbin-Dalian high-speed rail. The results show that: before and behind openings of high-speed rail, the effect of compression of time and distance is remarkable. Urban accessibility has dramatically improved. The degree of accessibility improvement has obvious spatial differences. The accessibility improvement of intermediate line is larger, the beginning and end of line is smaller. The dynamic changes of urban accessibility accelerate the evolution of spatial pattern in Northeast China. Spatial differentiation and reconstruction become increasingly complex. The MSLUA will be separated into Shenyang Economic Zone and Coastal Economic Belt. The central Jilin and Harbin metropolitan circle will reconstruct into Harbin-Changchun Economic Integration. The spatial polarization of population and economy in Harbin-Dalian high-speed rail shaft will further enhance. The spread of central cities has broken the traditional spatial scale and the category of administrative division. The subordination in part of cities becomes fuzzy.

Key words: accessibility model; spatial pattern; IDW of GIS; Harbin-Dalian high-speed rail

高速铁路作为一种重要的交通运输方式 ,其发展不可避免地会对城市与区域带来深刻影响。高铁最直接的影响是缩短节点城市间的时空距离 ,提高城市间的可达性。Hansen 首次提出了可达性的概念 ,并将其定义为交通网络中各节点相互作用机会的大小^[1]。国外关于可达性研究较早 ,Murayama 对

1868—1990 年日本高铁的发展与城市间的可达性进行研究 ,认为二者具有相辅相成的关系^[2]。Coto-Millán P 等分别研究高铁对全国范围内城市可达性和研究对象城市到达首都中心城市的可达性影响^[3-4] ;Kim 认为韩国首尔 - 釜山高铁促进了首都地区的可达性变化和空间重构^[5]。国内学者金凤君与

收稿时间 2014 - 06 - 12 ;修回时间 2014 - 08 - 27

基金项目 :国家自然科学基金项目(41101153) ;黑龙江省自然科学基金项目(G201134) ;东北农业大学土地资源管理学科团队资助项目

作者简介 :姜博(1979 -) ,男 ,吉林四平人 ,博士 ,副教授 ,硕士生导师。主要研究方向为城市与区域发展。E-mail: jiangbo_1979@163.com。

钟少颖采用距离矩阵及度量通达性的特征指标探讨全国范围内高铁网络通达性空间格局的变化^[6-7];罗鹏飞以沪宁地区为例,采用多项指标探讨高铁影响下沿线地区可达性的变化^[8];赵丹与刘辉运用GIS网络和社会网络分析对长三角和京津冀区域交通可达性的差异性及空间格局未来演化进行分析^[9-10];贺剑锋、张文新以长三角为例,采用对比分析等手段,研究高铁系统的发展对长三角区域空间格局未来演化的影响,揭示了高铁将全面提升长三角区域可达性水平^[11-12]。综上所述,国内外关于可达性的研究成果较为丰富,但基于高铁通车前后城市可达性的变化及其对空间格局的影响研究较少,且已有研究多覆盖具体的城市群区域,对经济发展轴带可达性分析较少,实证研究主要集中在京津冀、长三角等高铁沿线区域,对我国中西部和东北地区的高铁研究尚显不足。鉴于此,本文以东北地区的高铁为研究对象,探讨高铁通车前后沿线城市的可达性变化,并结合ArcGIS空间分析技术研究可达性的变化对区域空间格局演变的影响。

1 研究方法、区域概况与数据来源

1.1 研究方法

可达性的测量方法和衡量指标有多种,其测算方法可归纳为旅行成本和区位吸引力,其中旅行成本涵盖高铁沿途所花费的时间、费用等成本及旅行的舒适度、安全性等,而区位吸引力常采用人口、经济等指标来衡量。本文选取有效平均旅行时间、经济潜力等指标分析哈大高铁沿线主要城市可达性的变化,同时应用GIS反距离加权插值法,模拟哈大高铁通车前后有效平均旅行时间与经济潜力动态变化情况。

1.1.1 有效平均旅行时间。有效平均旅行时间是指既定的节点城市到达其它城市的时间测度,主要由中心城市所在区域的空间地理位置所决定,与中心城市的综合竞争实力相关,也与中心城市到达节点城市的交通运输方式相关,其指标测算结果越高,说明该节点城市可达性越低,公式如下:

$$A_i = \sum_{j=1}^n (T_{ij} * M_j) / \sum_{j=1}^n M_j \quad (1)$$

式中: A_i 为研究区域内节点城市的可达性; T_{ij} 为*i*节点城市通过某种交通工具或者交通网络到达*j*城市所花费的时间; M_j 为*j*节点城市的经济潜力和对周边城市的辐射力,常用表征*j*节点城市GDP、人口等指标来衡量; n 为平均系统内部除*i*节点城市外所研

究的节点城市总数目。

1.1.2 经济潜力。经济潜力是由节点城市所在的经济区位决定,是指所能提供的包括就业、商业及其它服务的能力,也体现在节点城市作为一个整体对周边城市和区域的辐射能力上。经济潜力值越高,说明该节点城市可达性也越高,其作用强度与经济规模、经济实力呈正相关,与节点城市到达中心城市的时间、距离和费用呈负相关,公式如下:

$$P_i = \sum_{j=1}^n \frac{M_j}{D_{ij}^\mu} \quad (2)$$

式中: P_i 为研究区域内节点城市*i*的经济潜力; D_{ij} 为*i*节点城市通过某种交通工具或者交通网络到达*j*城市所花费的时间、距离或费用等; μ 为*i*与*j*节点城市间的摩擦系数,通常取1。

1.1.3 反距离加权插值法。将中国行政区划图在ArcGIS软件中配准,提取东北行政区范围及高铁沿线九个地级以上城市(含地级市),以地级市为研究单元将各城市抽象成空间节点,数字化处理后建立网络数据库,运用ArcGIS空间分析中反距离加权插值法对高铁运营前后有效平均旅行时间与经济潜力值动态变化进行空间整合与模拟。

1.2 区域概况

东北地区是我国的粮食主产区和老工业基地,是我国重要的经济增长区域。哈大高铁的建设与开通运营必将对东北地区的发展带来深刻影响。哈大高铁全长921km,是我国中长期铁路规划中“四纵四横”高速铁路网的一纵,是京哈高铁的重要组成部分,它纵贯东北三省,北起哈尔滨,途经长春、四平、铁岭、沈阳、辽阳、鞍山、营口,终至大连。

1.3 数据来源与处理

利用2011年中国城市统计年鉴获取沿线城市人口和经济指标数据,利用哈尔滨火车客运站时刻表,提取哈大高铁开通前后沿线哈尔滨、长春、四平、铁岭、沈阳、辽阳、鞍山、营口和大连9个城市中任意两个城市的所有通车班次和时间数据,采取各班次通行时间的平均值获得城市间平均旅行时间数据。

2 测算结果与分析

2.1 有效平均旅行时间分析

将城际平均旅行时间、城市人口与GDP数据代入模型(1)中,计算得到哈大高铁沿线各城市的有效平均旅行时间A值,取人口与GDP两类数据的平均值,进而得出哈大高铁通车前后沿线城市的有效

平均旅行时间(表1),基于表1数据利用 ArcGIS 空间分析中反距离加权插值法得到高铁通车前后沿线城市有效平均旅行时间空间模拟分析图(图1)。

表1 哈大高铁沿线城市有效平均旅行时间

Tab.1 The weighed average travel time of cities along the Harbin-Dalian high-speed rail

城市	有效平均旅行时间 A_i (min)			减少率%
	通车前	通车后	差值	
哈尔滨	448.5979	163.7194	284.8784	63.50419
长春	307.5241	104.0732	203.4509	66.15772
四平	207.7065	68.38834	139.3182	67.07453
铁岭	167.0039	57.5479	109.456	65.54099
沈阳	325.8507	107.8973	217.9534	66.88751
辽阳	104.8577	38.88419	65.97352	62.91718
鞍山	187.8263	68.19815	119.6281	63.69084
营口	113.7004	46.51712	67.18326	59.08798
大连	696.5893	271.1406	425.4487	61.07598
平均值	284.4063	102.9296	181.4767	63.80897

哈大高铁通车前后沿线各城市有效平均旅行时间 A_i 的平均值分别为 284.4 和 102.9min,减少率高达 63.8%。各城市间的有效平均旅行时间减少程度均在 60%以上(除营口),按照节点城市间有效平均旅行时间数值越高,其可达性越低这一原则,将沿线城市可达性的变化进行排序:四平 > 沈阳 > 长春 > 铁岭 > 鞍山 > 哈尔滨 > 辽阳 > 大连 > 营口,哈大高铁通车后四平的可达性提升幅度最大,相比其它城市,营口的可达性提高幅度最低,长春、四平、铁岭、沈阳四城市有效平均旅行时间减少程度相近,约为 66%,辽阳、鞍山有效平均旅行时间减少程度约为 63%,营口、大连有效平均旅行时间减少程度约为 60%。总体来看,九城市空间距离并不遥远,

相互联系比较密切,分值相差不大,基本处于同一水平,均维持在 60% 上下。据图 1,高铁通车前,九城市整体旅行时间加权值偏高,大连与哈尔滨最为突出,部分区域已超过 460min,加权值较小的线路为四平-铁岭段、辽阳-营口段,高铁通车后,整体旅行时间加权值大幅减少,部分区域小于 178min,可达性水平得到整体优化,哈大高铁有效平均旅行时间减少率空间变化趋势呈现出明显的不均衡特征,表现在线路中间城市(长春、四平、铁岭、沈阳)可达性变率大,线路首末城市可达性变率小。从东北地区整体来看,吉林中部和辽宁北部可达性改善程度最高,黑龙江南部和辽宁中部次之,辽宁南部最低。

2.2 经济潜力分析

将城际平均旅行时间、城市人口与 GDP 数据代入模型(2)中,得到哈大高铁沿线城市经济潜力值,取 GDP 与人口两类数据的平均值,进而得出结果(表2)。基于表2数据利用 ArcGIS 反距离加权插值法得到高铁通车前后沿线城市经济潜力空间模拟分析图(图2)。

哈大高铁通车前后各城市之间经济潜力值变化较大,通车前后各城市经济潜力值 P_i 的平均值分别为 450 312.6 和 1 229 704,增加率高达 63.4%。此外,哈大高铁运营前后沿线城市的经济潜力值差异变化显著,其中铁岭的经济潜力增加程度已超过 70%,为九城市中最高,辽阳和鞍山的增加程度为 53% 和 57%,其余城市的经济潜力增加程度均在 60% 以上。根据节点城市的经济潜力指标越高,其

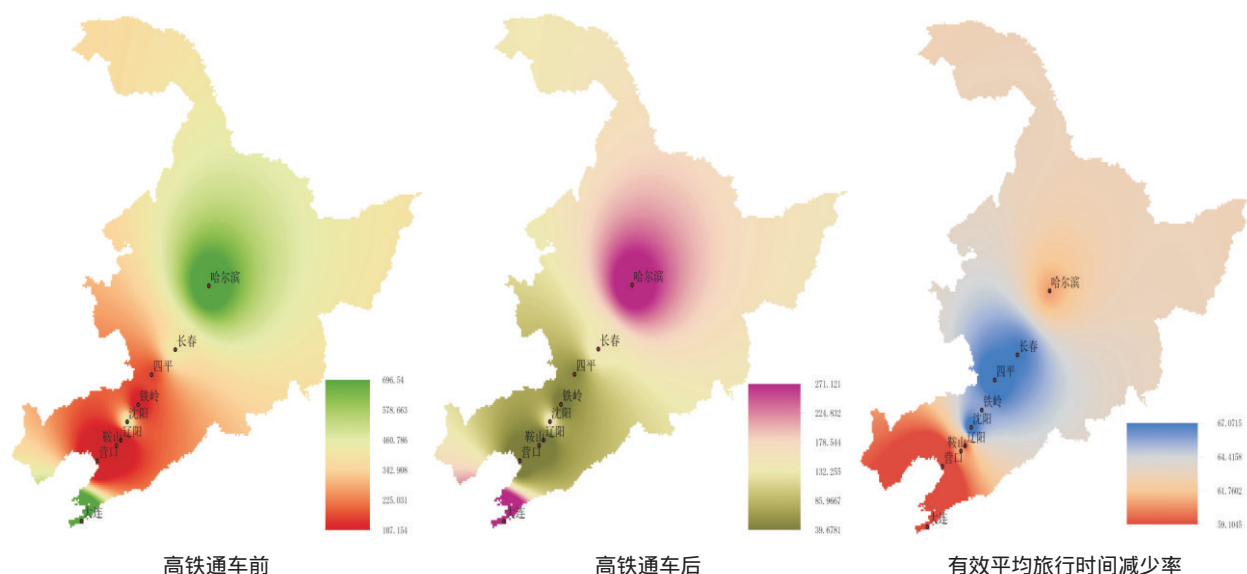


图1 高铁通车前后沿线城市有效平均旅行时间空间变化分析

Fig.1 Spatial changing analysis of the weighed average travel time of cities along the high-speed rail

表2 哈大高铁沿线城市的经济潜力值
Tab.2 The data of economic potential values of cities
along the Harbin-Dalian high-speed rail

城市	经济潜力值 P_i			增加率%
	通车前	通车后	差值	
哈尔滨	221 051.2	576 640.7	355 589.5	61.6657
长春	317 688.8	929 575.2	611 886.4	65.8243
四平	490 630.3	1 546 095.0	1 055 465.0	68.2665
铁岭	539 919.6	1 891 602.0	1 351 682.0	71.4570
沈阳	34 5646	1 001 376.0	655 730.2	65.4829
辽阳	881 080.1	1 877 933.0	996 852.8	53.0825
鞍山	579 574.2	1 371 717.0	792 142.5	57.7483
营口	474 734.5	1 364 346.0	889 611.1	65.2042
大连	202 489.1	508 049.5	305 560.4	60.1438
平均值	450 312.6	1 229 704.0	779 391.1	63.3804

可达性也越高这一原则,同样对九城市的经济潜力增加程度进行排序,即铁岭>四平>长春>沈阳>营口>哈尔滨>大连>鞍山>辽阳,九城市中可达性最高的为铁岭和平,而鞍山和辽阳相对于其它城市可达性较弱。据图2,通车前,经济潜力加权值高值点多集中于辽阳、铁岭、鞍山等城市,低值区多围绕以哈尔滨与大连为中心的黑龙江西南部与辽宁南端,且多呈同心圆变化分布,经济潜力值超过400 000城市居多,通车后,经济潜力高值区明显增多,经济潜力值最低的大连与哈尔滨也已超过500 000,铁岭经济潜力值高达1 900 000,尽管经济潜力低值区与高值区范围未发生显著变化,但经济潜力增加率空间变化明显,以四平、铁岭、沈阳为核心的吉林中部与辽宁中部地区经济潜力变率突出,增速较快,相比以哈尔滨和大连为中心的哈大齐与沿海经济带经济潜力变率较低。

2.3 可达性综合分析

上述测算结果与分析表明,无论有效平均旅行时间指标还是经济潜力指标,哈大高铁通车后都明显改善和提升了沿线城市的可达性,有效平均旅行时间的减少率和经济潜力值的增加率均在60%以上,沿线各城市通车前后有效平均旅行时间差值的百分比变化幅度与经济潜力差值的百分比变化幅度存在显著差别,主要表现在有效平均旅行时间的变化幅度较为平稳,城市间的差异较小,而经济潜力值的变化幅度较大,存在明显的等级性和层次性;四平与铁岭的可达性较其它节点城市优势明显,辽阳、鞍山、营口等城市可达性较弱,哈尔滨和大连作为哈大高铁的始末站点城市,其可达性的提升程度弱于长春、四平、铁岭、沈阳等位于高铁沿线中间的站点城市。

3 基于可达性的东北地区空间格局的发展演化与预测

3.1 东北地区传统的空间格局被打破,空间分化与重组日趋复杂

辽中南城市群一直以来作为东北地区重要的经济增长极,一体化发展思路清晰,但由于沈阳和大连综合实力相若,哈大高铁的开通也仅仅将沈阳至大连旅行时间缩短到2h,相比之下,鞍山、辽阳、铁岭等城市到沈阳的时间距离均在1h以内,以沈阳为中心的辽中城市群将更加紧密,大连与营口、鲅鱼圈、瓦房店、普兰店等城市的时间距离均在1小时左右,以大连为核心的沿海经济区发展趋势也

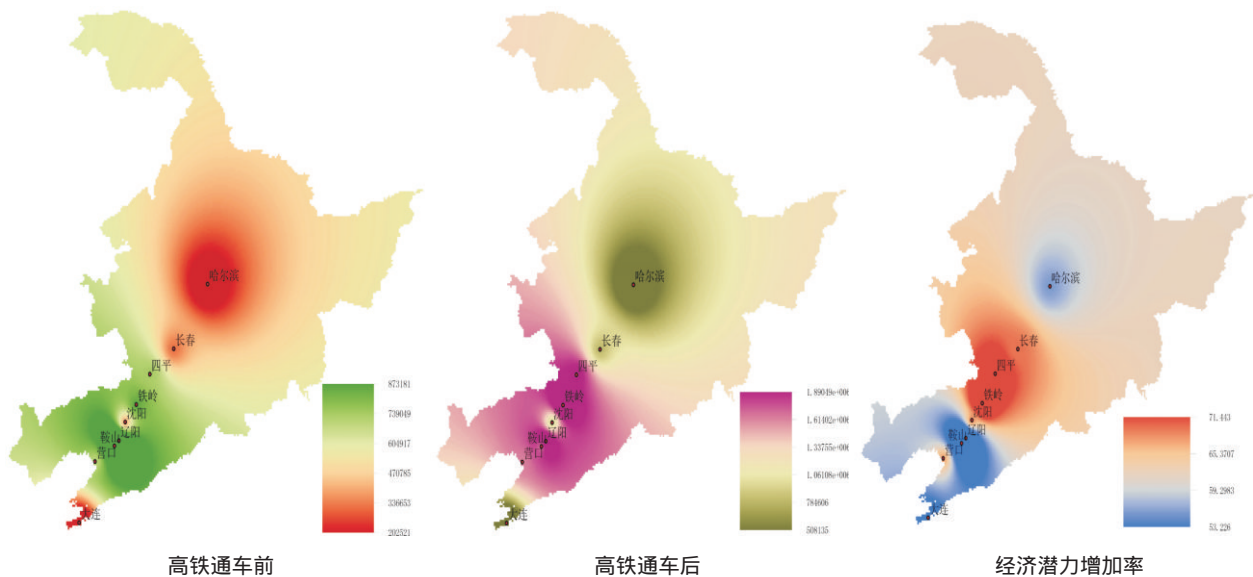


图2 高铁通车前后沿线城市经济潜力空间变化分析

Fig.2 Spatial changing analysis of the economic potential values of cities along the high-speed rail

更加明显。此外,鞍山到大连之间尚缺少一个经济发展水平较高的地级城市作为经济联系的枢纽,这更不利于辽中南城市群实现真正意义上的一体化,故高铁的开通打破了辽中南城市群传统的空间格局,进而分化成以大连为核心的沿海经济区和以沈阳为中心的辽中城市群。吉林中部城市群和哈大齐城市群是吉林和黑龙江重点发展的核心地域,但目前整体发展水平较低,内部空间联系松散,哈大高铁的开通将哈尔滨与长春纳入到1h经济圈,这两个相对弱小的城市群实现空间重组带来了新的机遇,哈尔滨和长春要构建城市联盟,打破行政区划的壁垒,实现最优的空间配置,产生 $1+1>2$ 的效应。因此,传统的哈大齐城市群和吉林中部城市群有可能被打破,组合成哈长经济区一体化的空间格局。

3.2 哈大高铁轴带人口、经济的空间极化将进一步提升

哈大高铁通车前后沿线城市可达性的改善必将带来各种社会经济要素向哈大高铁轴带高度集聚,进而导致其空间极化现象进一步增强。空间极化最明显的表征主要体现在人口与GDP比重的动态变化上,目前,哈大高铁轴带城市的GDP占据全部东北三省GDP的60%,其中沿线的大连、沈阳、哈尔滨、长春的GDP位居东北三省前四位,哈大高铁沿线九城市GDP占东北三省GDP的比重于2002年至2012年增长4.82%,人口比重增长0.86%,人口的空间极化滞后于经济的空间极化。2003年以来,随着东北老工业基地改造与振兴战略的实施,沿线城市工业化进程增速较快,核心城市的第三产业发展势头强劲,其它城市因就业空间容纳率低导致人口集聚速度缓慢,从而弱于经济的空间极化。

3.3 中心城市的扩散域突破传统的空间尺度,部分城市空间隶属关系模糊

空间关系模糊往往指可达性指标非常高或者非常低的城市,这里重点分析四平 and 营口的空间归属问题。从行政区划看,四平与长春均位于吉林省,且四平所辖的公主岭与长春同城化发展趋势明显,哈大高铁运营后,四平与长春的可达性略强于四平与沈阳,可将四平与长春纳入0.5h经济圈,但近年来,四平在沈阳经济区的辐射带动作用发展迅速,相比于长春,沈阳在东北的地位更加突出、功能更加完善,人们出行购物娱乐去沈阳的概率要多于长春,所以四平既可融入哈长经济区,也可纳入沈阳经济区;关于营口的归属问题,目前沈阳经济区和沿海经济区都在争夺营口,笔者倾向于把营口归

属于沿海经济区,原因是:其一,营口与沈阳的时空距离相对较远,不易接受到沈阳的辐射带动;其二,哈大高铁开通后,营口—大连的平均旅行时间相比于营口—沈阳的平均旅行时间要短,营口—大连可达性更强;其三,大连作为东北地区最大的港口,有利于带动和协调营口、鲅鱼圈等港口城市的发展,进而形成辽宁沿海港口体系,产生巨大的港口群体效应,其经济意义更为显著。

4 结论与讨论

4.1 结论

哈大高铁开通对东北地区城市与区域空间格局带来深刻影响,利用可达性模型和GIS空间分析技术综合测度了哈大高铁沿线城市可达性变化及其空间格局的演变,得出以下几点结论:①沿线城市旅行时间大幅压缩,时空收敛效果显著,城市可达性得到明显改善,沿线城市有效平均旅行时间减少程度均在60%上下,经济潜力增加程度均在50%以上;②沿线各城市可达性改善程度存在明显的空间差异,呈现线路中间变率大,线路首末变率小的态势,四平与铁岭的可达性改善程度最高,辽阳、鞍山、营口等城市可达性改善程度较弱,哈尔滨和大连作为哈大高铁的始末站点城市,其可达性的提升程度弱于长春、四平、铁岭、沈阳等位于高铁沿线中间的站点城市;③城市可达性的变化加速了东北地区空间格局的渐变与重塑,哈大高铁的开通打破了东北地区传统的区域空间格局,空间分化与重组日趋复杂,以哈尔滨和长春为中心的都市圈有可能被打破,重组成哈长经济区的可能性较大,辽中南城市群分化成沈阳经济区与沿海经济带;④哈大高铁轴带人口、经济的空间极化现象将进一步提升,中心城市的扩散域突破传统的空间尺度甚至行政区划的空间范畴,空间隶属关系模糊,四平既可归入哈长经济区,也可纳入沈阳经济区,营口归属于沿海经济区更为合理。

4.2 讨论

高铁是现代交通运输业的衍生物,在世界范围内普及已成必然趋势,我国高铁的研究多集中在近几年,关于高铁可达性的前瞻性研究显得极为紧迫,未来研究主要侧重以下几点:①多数学者将目光锁定于京沪、京津等已成型高铁,新建高铁的可达性研究将是未来的研究方向;此外,要加强中外高铁可达性的对比研究,以找寻国内高铁研究存在

(下转第68页)

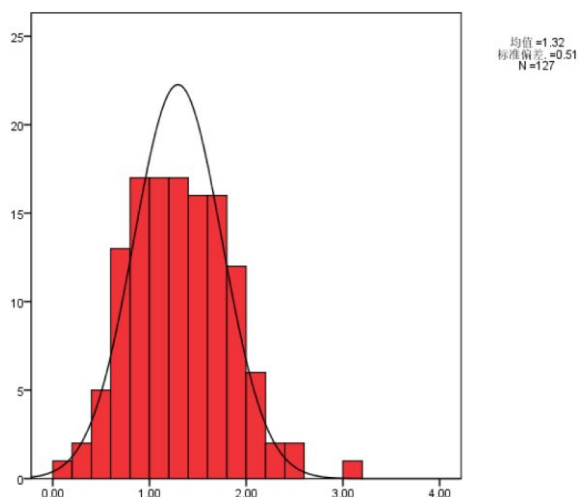


图10 长株潭城市群交通优势度频率分布直方图

Fig.10 The frequency distribution histogram of transport Superiority degree in Changsha Zhuzhou Xiangtan city group

度系统度量了交通网络的地域空间特征,并揭示其与区域经济发展空间格局的内在联系,主要得到以下研究结论:

①长株潭城市群核心区交通优势度呈现长沙市区—主核、株洲和湘潭—两次核,并向外圈层依次递减的格局。

②每个评价单元之间交通优势分异明显。区域内形成了以长沙市区为核心,向外逐层递减的结构,与长株潭城市群核心区的经济发展水平呈正相

关,充分说明了经济与交通发展的共荣关系。

根据《湖南省交通运输“十二五”发展规划》,到2015年底,全省高速公路通车里程将达到7200km以上、国省干线公路将达到50000km左右、1000t级及以上航道达到971km以上,这些对长株潭城市群核心区的交通势必产生直接影响。鉴于以上对交通优势度的评价,建议以后做好以下几点:①根据两型社会建设等契机,将交通优势转化为发展优势,促进长株潭地区乃至全省经济社会更好更快发展。②强化综合交通网络建设^[5],平衡各种交通方式的衔接联动发展,如发展轨道交通等,形成更好的交通发展合力,打造更好的交通优势。③建立客运快速化、货运物流化的智能型综合交通运输体系,以提升长株潭尤其是核心区国内、国际竞争力。

参考文献

- [1] 金凤君,王成金,刘秀伟.中国区域交通优势的甄别方法及应用分析[J].地理学报,2008,63(8):787-798.
- [2] 杨钟贤,邵权,苏春江.汶川地震重灾区交通通达性分析[J].长江流域资源与环境,2009,18(12):1166-1171.
- [3] 陈洁,陆锋.京津冀都市圈城市区位与交通可达性评价[J].地理与地理信息科学,2008,24(2):53-56.
- [4] 周宁,郝晋珉,邢婷婷,等.黄淮海平原地区交通优势度的空间格局[J].经济地理,2012,32(8):91-96.
- [5] 刘传明,张义贵,刘杰,等.城市综合交通可达性演变及其与经济发展协调度分析——基于八五以来淮安市的实证研究[J].经济地理,2011,31(12):2028-2033.

(上接第62页)

的不足,进而提出改进对策;②加强可达性度量方法研究,对已有的研究方法进行综合集成、改良与模型重构,提高定量研究的精度与深度;③高铁可达性受诸多因素的影响,比如旅客的消费水平、所能支付的票价、不同运输方式间的中转时间及高铁基础设施的成本,综合考虑这些因素对可达性的影响,探讨不同因素对可达性影响的作用机理将成为研究的核心和重点。

参考文献:

- [1] Hansen W G. How accessibility shapes landuse[J]. Journal of the American Institute of Planners, 1959, 25: 73-76.
- [2] Murayama Y. The impact of railways on accessibility in the Japanese urban system[J]. Journal of Transport Geography, 1994, 2(2): 87-100.
- [3] Coto-Millán P, Inglada V, Rey B. Effects of network economies in High-speed Rail: the Spanish case[J]. Annals of Regional Science, 2007, 41(4): 911-925.
- [4] Chen ChL, Peter H. The wider spatial-economic impacts of

high-speed trains: a comparative case study of Manchester and Lille sub-region[J]. Journal of Transport Geography, 2011(9): 10-16.

- [5] 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.
- [6] 金凤君,王娇娥.20世纪中国铁路网扩展及其空间通达性[J].地理学报,2004,59(2):293-302.
- [7] 钟少颖,郭叶波.中国高速铁路建设对城市通达性影响分析[J].地域研究与开发,2013,32(2):46-51.
- [8] 罗鹏飞,徐逸伦,张楠楠.高速铁路对区域可达性的影响研究——以沪宁地区为例[J].经济地理,2004,24(3):407-411.
- [9] 赵丹,张京祥.高速铁路影响下的长三角城市群可达性空间格局演变[J].长江流域资源与环境,2012,21(4):391-398.
- [10] 刘辉,申玉铭,孟丹,等.基于交通可达性的京津冀城市网络集中性及空间结构研究[J].经济地理,2013,33(8):37-45.
- [11] 贺剑锋.关于中国高速铁路可达性的研究:以长三角为例[J].国际城市规划,2011,26(6):55-62.
- [12] 张文新,丁楠,吕国玮,等.高速铁路对长三角地区消费空间的影响[J].经济地理,2012,32(6):1-6.