

高铁网络下可达性与区域经济联系的空间格局演变

——基于福建省的实证分析

邵 博¹, 李若然², 叶 翀¹, 曹 峰¹

(1. 福州大学 经济与管理学院, 福建 福州 350116;
2. 密歇根大学安娜堡分校 文理学院, 密歇根 安娜堡 48113)

摘 要:文章结合福建省发展现状,通过对有效平均旅行时间、日常可达性、经济潜力、经济联系强度和耦合协调度5个指标进行测度,定量分析在高铁发展下福建省区域经济空间格局的演变,并深入分析可达性与经济联系的耦合交互发展。实证表明,随着高铁网络的不断优化,全省时空距离极大缩短,为各城市带来显著的经济效益,进一步重塑了区域经济格局。研究能够科学定量地分析高铁对可达性及区域经济格局产生的影响,不仅为现阶段高铁沿线的区域发展提供参考,而且对国内其他区域发展也具有一定借鉴意义。

关键词:高铁;可达性;修正引力模型;经济联系强度;耦合协调度

中图分类号:F127;F532.8

文献标志码:A

文章编号:1007-5097(2020)08-0033-11

Spatial Pattern Evolution of Accessibility and Regional Economic Connections

Under High-speed Railway Network:

Empirical Analysis Based on Fujian Province

SHAO Bo¹, LI Ruoran², YE Chong¹, CAO Feng¹

(1. School of Economics and Management, Fuzhou University, Fuzhou 350116, China;

2. College of Literature, Arts and Science, University of Michigan-Ann Arbor, Ann Arbor 48113, USA)

Abstract: Based on the current development situation of Fujian province, this paper quantitatively analyzes the evolution of the spatial pattern of Fujian province's regional economy under the development of high-speed rail by measuring five indicators, namely, effective average travel time, daily accessibility, economic potential, strength of economic ties and degree of coupling coordination, and deeply analyzes the coupling and interactive development of accessibility and economic ties. The empirical result shows that with the continuous optimization of the high-speed rail network, the space-time distance of the whole province is greatly shortened, which brings significant economic benefits to the cities and further reshapes the regional economic pattern. The research can scientifically and quantitatively analyze the impact of high-speed rail on accessibility and regional economic pattern, which not only provides reference for the regional development along the high-speed rail at this stage, but also has guiding significance for the development of other regions in China.

Key words: high-speed railway; accessibility; modified gravity model; strength of economic linkage; degree of coupling and coordination

一、引 言

在区域经济一体化的推动下,区域交通网络不断完善,城际间经济联系也日益密切,交互协同作

用日益增加^[1]。研究表明,完善的交通基础设施建设能够有效促进城镇化的发展^[2]。十九大报告明确提出建设“交通强国”的发展战略,到2020年,

收稿日期:2020-03-12

基金项目: 国家社会科学基金后期资助项目“中国高速铁路建设对区域经济增长的影响研究”(19FJYB043);福建省软科学研究计划项目“跨界融合创新催生新业态的预测研究”(2018R0048);国家级大学生创新创业训练计划立项项目“高速铁路对本地和远距离知识溢出的影响研究:基于空间异质性视角”(201910386020);省级大学生创新创业训练计划立项项目“海上丝绸之路起点的物流元素:‘海丝·济忆馆’物流文化展示建设”(S201910386069)

作者简介: 邵 博(1999),男,甘肃武威人,硕士研究生,研究方向:区域经济,物流工程;

李若然(2000),女,福建福州人,经济学专业学生,研究方向:经济学;

叶 翀(1976),男,福建福州人,副教授,博士,研究方向:流通国际化,区域经济;

曹 峰(1999),男,山东泰安人,物流管理专业学生,研究方向:区域经济,物流管理。

我国将基本建成覆盖广泛、布局合理、运营高效的高铁网络,这不仅能够优化城市间的空间结构,其协同效用更有助于区域间协调发展。

近年来,福建省在“一带一路”“海西经济区”等国家长期发展战略中都占据了重要位置,未来将成为我国经济健康稳定增长的骨干力量。“十二五”期间,福建省高铁加速建设,高铁网络不断扩充,区域空间格局发生了天翻地覆的变化。作为中国高铁网络的重要组成部分,福建省将加快资源整合和经济发展,同周边地区开展经贸合作,不断完善交通空间布局,提升区域间的流通效率,加强对周边区域经济发展的辐射作用,为经济发展提供支撑。

二、研究现状

可达性,也叫通达性,即从一个地方到另一个地方的难易程度^[3]。Hansen(1959)首次将可达性定义为交通网络中各节点相互作用的可能性^[4]。随着对于可达性研究的不断深入,其概念与内容开始被引用于不同领域,国外研究中主要有以下定义:①可达性是指依靠交通工具在合适的时间到达目的地的能力^[5];②可达性被定义为从一个地点到另一地点的难易程度^[6]。而国内研究定义为:①可达性是从一个城市到另一个城市的难易程度,往往用不同交通方式的时间进行比较^[7];②克服空间阻碍的难易程度即为可达性,当两个地方之间的空间阻碍越小时,可达性越大,反之则可达性越小^[8]。Chang et al.(2000)、Martínez Sánchez-Mateos 和 Givoni(2012)在评价高铁的影响时引入了可达性的概念和测定^[9-10]。Gutiérrez et al.(1996)使用GIS和加权平均距离来评估欧洲高铁网络对可达性的影响,与2010年概述的计划进行比较,研究可达性变化的空间分布^[11]。Monzón et al.(2013)提出了一种基于GIS的空间分析方法,从绩效角度评估西班牙高铁引发的可达性改善^[12]。

高铁是铁路系统最重大的技术突破,与传统交通形式相比,高铁可以提供更短的出行时间、更高的安全性和更低的人力成本^[13]。鉴于这些优势,越来越多的国家开始发展本国的高铁网络,通过创造更多的经济和就业增长来提高核心城市的主导地位^[14]。增加对交通基础设施的投资,提升商品和市场的可达性,从而提高地区竞争力。空间距离阻抗的减小扩大了潜在的市场范围,从而消除了生产和贸易中的瓶颈,促进经济一体化发展^[15-16]。中国高铁的快速发展,促使可达性指标(如加权出行时间、

日常可达性和可达性等)产生了明显的“时空收敛”和“走廊效应”^[16-17],促进了可达性改善对经济发展的潜在影响。

经济联系强度,通常用于衡量某一核心城市对邻近城市的影响能力以及邻近城市对这一影响的接受能力。根据现有研究,大多采用修正后的引力模型衡量区域经济联系。引力模型在城市空间结构和零售市场的研究中得到了初步运用(陈彦光等,2002)^[18],之后被较多应用于城市互动结构的研究(刘静玉等,2014)^[19]、城市间资源要素相互作用的研究(刘荷等,2014)^[20]以及区域经济联系的研究(孟德友等,2009;龙拥军等,2012)^[21-22]。高铁通过缩短沿线城市之间的旅行时间,进而促进其资源要素的流通。王姣娥等(2014)基于GIS构建的时间成本矩阵进行分析,结果表明,高铁建设提高了沿线城市对外经济联系强度总量,但同时却扩大了城市之间的经济联系强度差异^[23]。唐朝生等(2017)基于京津冀城市圈,对各城市的经济联系强度进行了分析,结果表明,京津冀城市群的经济联系空间格局与高铁线路相拟合^[24]。

不少学者就可达性与经济联系协同效用展开了一定研究。李磊等(2017)对比高铁运行前后长三角都市圈的可达性与经济联系强度关系,研究发现,高铁网络使长三角地区的极化程度进一步加剧,但空间上可达性与经济联系分布呈现高度耦合^[25]。王新越等(2017)基于ArcGIS对高铁通达性与旅游经济之间的协调度进行了分析,研究发现,我国高铁可达性水平与旅游经济水平均逐年提高但却不均衡,两系统之间的协调水平整体偏低^[26]。汪德根等(2018)基于耦合协调度模型,对长江经济带进行研究,结果表明,对于城镇化发展的影响,高铁比公路更加显著^[27]。

国外学者对可达性与区域经济的研究,不论是在理论或是在实践方面都优先于国内,但应结合我国国情,构建适合我国高铁网络发展的模型^[28]。目前国内关于高铁可达性对城市或地区影响的研究较多,评估可达性对区域经济影响深浅不一,但针对福建省高铁网络的研究较少。本研究通过对福建省现有高铁线路进行量化分析,探索高铁网络对福建省区域经济发展的影响,为将来高铁发展提供参考。

三、区域概况、研究方法及数据来源

(一)区域概况

高速铁路建设是我国重点规划建设项目,是时

代发展与社会进步的重要组成部分。由于历史等原因,福建省铁路基础设施建设相对落后,但近十多年来,福建省铁路网建设规模不断扩大,质量不断提升,温福高铁、福厦高铁、向莆高铁、合福高铁陆续开通,截至2019年底,福建省的既有高铁8条,在建高铁3条(表1),营业里程达到3 300公里,实现了市市通高铁的目标(图1)。福建省地形地势、经济发展水平、产业结构等的差异导致各地对途径高铁的承接能力有所不同,进而影响可达性与经济联系强度,区域经济空间格局不断演变。

表1 福建省各地级市高速铁路覆盖现状

城市	高铁线路
福州	温福高铁、福厦高铁、向莆高铁、合福高铁、福平高铁(在建)
宁德	温福高铁、衢宁高铁(在建)
南平	合福高铁、南龙高铁、衢宁高铁(在建)、浦梅高铁(在建)
三明	向莆高铁、南龙高铁、浦梅高铁(在建)
龙岩	龙厦高铁、赣瑞龙高铁、南龙高铁、浦梅高铁(在建)
漳州	龙厦高铁、厦深高铁
厦门	福厦高铁、龙厦高铁、厦深高铁
泉州	福厦高铁
莆田	福厦高铁、向莆高铁

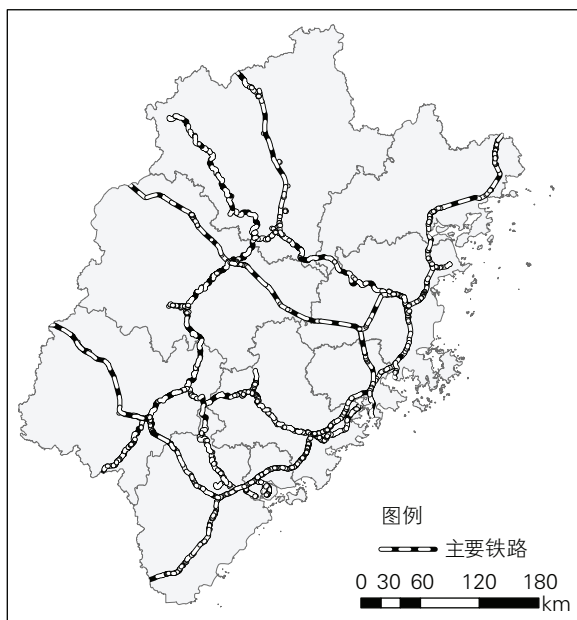


图1 福建省主要铁路线

(二)研究方法

本文以福建省高铁网络为研究对象,从时间和空间两个维度切入,深入研究高铁网络对可达性与经济联系强度的影响,并分析高铁开通前后可达性与区域经济空间格局的演变。在实证过程中,运用有效平均旅行时间、修正引力模型、耦合协调度模

型等对各地市指标进行测定,并利用ArcGIS10.2软件绘制有效平均旅行时间、日常可达性、经济潜力、经济联系强度和耦合协调度的空间分布格局Heat-Map,科学定量地分析高铁开通对福建省经济发展带来的影响。

1.可达性

(1)有效平均旅行时间。有效平均旅行时间是从一个地点到其他所有地点的平均消耗时间^[29]。城市之间各种要素的流通很大程度上受到城市规模、城市经济发展水平等因素的影响,这些因素与空间区位条件及交通基础建设水平共同影响着区域可达性。在综合考虑以上几方面因素的基础上,本文选取了有效平均旅行时间这一评价指标,从时间权重方面衡量城市可达性水平。在计算可达性时,应该考虑经济发展^[30]和城市规模^[31-32]。公式如下:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (T_{ij} M_j)}{\sum_{j=1}^n M_j}, M_j = \sqrt{R_j G_j}$$

其中, A_i 表示城市*i*的有效平均旅行时间(min); n 为研究区域中除去城市*i*的城市数量; T_{ij} 是通过从城市*i*到目的城市*j*所用的时间(min); M_j 指目的城市*j*的经济能力及时间权重,用目的城市*j*的常住人口和GDP乘积的平方根衡量^[1]; R_j 为城市*j*的常住人口; G_j 为城市*j*的GDP。

(2)日常可达性。日常可达性指某个城市在有限旅行时间内可到达的人口数量或经济活动规模^[13,33],可用人流或物流量来度量。一般情况下,基础交通设施的建设可以减少往返两地的时间,从而扩充两地的交互范围。本文中日常可达性衡量的是可以在某个有限的旅行时间内某个地方到达的人口数量。其公式如下:

$$D_i = \sum_{j=1}^m R_i \delta_{ij}$$

其中, D_i 是指城市*i*的日常可达性; m 是研究区域中城市的数量; R_i 是城市*i*中常住人口数; T_{ij} 是通过从城市*i*到目的城市*j*所用的时间(min)。如果 $T_{ij} \leq 120$, $\delta_{ij} = 1$, 否则 $\delta_{ij} = 0$ 。同与有效平均旅行时间研究一样,假设城市中人口集中在某一个点上是不移动的。

(3)可达性系数。在本研究中,为使各个城市的可达性具有更直观的对比性,取各城市有效平均旅行时间与研究区域内所有城市平均值的比值,得到可达性系数,其公式为:

$$A_i^* = A_i / \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i$$

其中, A_i^* 为城市 i 的可达性系数; A_i 表示城市 i 的有效平均旅行时间(min); n 为研究区域中的城市数量。可达性系数 A_i^* 越大, 表示城市 i 可达性越好, 可达性系数 $A_i^* \geq 1$ 表明城市 i 可达性优于该研究区域平均水平, 反之则表明可达性低于该研究区域平均水平。

2. 经济潜力

(1) 经济潜力。经济潜力是城市经济实力测度值, 经济潜力越高, 城市经济实力越强。其量化公式引用了物理学中万有引力的公式, 广泛用于可达性研究^[33-34]。与以上指标相比, 它衡量潜在经济活动对特定节点的吸引程度, 并将距离递减函数用作两个城市的权重, 以便考虑节点之间可能的交互协同作用^[35-36], 这一特点弥补了有效平均旅行时间和日常可达性在评价可达性时的不足。经济潜力越大, 则到达该城市的时间与距离越短, 该城市的经济质量越高。公式如下:

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

其中, P_i 是城市 i 的经济潜力; T_{ij} 是通过从城市 i 到目的城市 j 所用的时间(min); M_j 指目的城市 j 的经济能力及时间权重。

(2) 经济潜力系数。同理, 为使各个城市经济潜力具有更直观的对比性, 取各城市经济潜力与平均值的比值, 得到经济潜力系数, 其公式为:

$$P_i^* = P_i / \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$$

其中, P_i^* 为城市 i 的经济潜力系数; P_i 为城市 i 的经济潜力; n 为研究区域中的城市数量。经济潜力系数 P_i^* 越大, 表示城市 i 经济质量越强, 经济潜力系数 $P_i^* \geq 1$ 表明城市 i 经济质量优于该区域平均水平, 反之则表明经济质量低于该区域平均水平。

3. 经济联系强度

区域经济联系强度是指相关城市间商品、资金、技术、劳动力和信息等方面的交流, 以及在此基础上发生的一系列关联性和参与性的经济行为。区域间的产业关联越高, 则区域间的经济联系就越高, 区域经济联系强度就越大; 反之, 区域间的产业关联度越低, 则区域间产业发展越分散, 经济联系强度越小。本文采用修正引力模型测度福建省各地市之间的经济联系强度。公式如下:

$$R_{ij}^* = \frac{\sqrt{R_i G_i} \sqrt{R_j G_j}}{T_{ij}^2}$$

其中, R_{ij}^* 为城市 i 与城市 j 的经济联系强度; R 是城市中常住人口数; G 为城市的 GDP; T_{ij} 是通过从城市 i 到城市 j 所用的时间(min)。

此外, 为对比各城市的经济联系强度, 本文还计算各地市与其他城市的经济联系总量, 公式如下:

$$R_i^* = \sum_{j=1}^n R_{ij}^*$$

其中, R_i^* 为城市 i 的经济联系强度总量; R_{ij}^* 为城市 i 与城市 j 的经济联系强度。

4. 耦合协调度

耦合度是用于衡量所研究系统两个或两个以上元素间相互作用程度的重要指标。由于选取指标的差异化较大, 故先通过 min-max 标准化对数据进行处理, 之后再利用耦合度计算。耦合度计算公式如下:

$$C = 2 \sqrt{\frac{U_1 U_2}{(U_1 + U_2)^2}}$$

其中, C 为耦合度; U_1 为可达性标准化后的值; U_2 为经济联系强度总量标准化后的值。 $0 < C \leq 0.3$, 低水平耦合; $0.3 < C \leq 0.5$, 中低水平耦合; $0.5 < C \leq 0.8$, 中高水平耦合; $0.8 < C \leq 1$, 高水平耦合。

在特殊情况下, 耦合度较难反映区域可达性与经济联系强度的整体程度与协同效应。不同地级市的指标都存在动态、交错与不协调的特性, 仅根据耦合度评估协同作用可能会存在误差, 对此, 进一步运用耦合协调度模型, 公式如下:

$$D = \sqrt{CT}, T = xU_1 + yU_2$$

其中, D 为耦合协调度, $D \in (0, 1)$; U_1 、 U_2 同上; T 为可达性与经济联系强度的调和系数, 反映两者对耦合协调度的贡献水平; x 、 y 表示可达性与经济联系强度的权重, $x + y = 1$, 反映两者效用价值, 运用熵权法计算得到。 $0 < C \leq 0.3$, 低水平耦合协调; $0.3 < C \leq 0.5$, 中低水平耦合协调; $0.5 < C \leq 0.8$, 中高水平耦合协调; $0.8 < C \leq 1$, 高水平耦合协调。

(三) 数据来源

本文通过中华人民共和国国家铁路局网站 (<http://www.nra.gov.cn>) 和百度地图 (<http://map.baidu.com>) 来查询、整理铁路旅行方式下的出行时间。以 D、G 开头列车的旅行时间作为高铁旅行时间, 以 Z、T、K 开头列车的旅行时间作为普通列车旅行时间。若两城市间高速铁路和普通列车有直达班次时, 取列车城际之间运行时间的最小值进行计算; 若城际之间无直达班次的高速铁路和普通列车

时,则按通行时间最少中转次数的班次进行计算,人口与GDP数据来源于《福建省统计年鉴》。

四、实证分析

(一)可达性分析

1.可达性空间布局

通过模型计算,得到福建省9个地级市10年间

的有效平均旅行时间、日常可达性和经济潜力,进而得出可达性系数,结果见表2所列。可以看出,高速铁路的建设能够大幅减少福建省各城市间来往的时间。在表2的基础上,运用ArcGIS10.2绘制出福建省高速铁路通车前后有效平均旅行时间(图2)、日常可达性(图3)及其变化率的HeatMap。

表2 福建省各地级市有效平均旅行时间及日常可达性

城市	有效平均旅行时间			日常可达性			可达性系数	
	2009年	2018年	变化率(%)	2009年	2018年	变化率(%)	2009年	2018年
福州	490.22	54.17	88.95	991.00	3 677.00	271.04	1.06	0.76
宁德	554.83	93.68	83.12	991.00	2 494.00	151.66	1.20	1.31
南平	538.33	95.55	82.25	290.00	2 752.00	848.97	1.17	1.34
三明	369.54	84.10	77.24	264.00	3 239.00	1 126.89	0.80	1.18
龙岩	530.53	95.37	82.02	278.00	2 607.00	837.77	1.15	1.34
漳州	376.81	69.13	81.65	732.00	3 381.00	361.89	0.82	0.97
厦门	386.82	56.02	85.52	732.00	3 123.00	326.64	0.84	0.78
泉州	462.55	45.81	90.10	786.00	3 941.00	401.40	1.00	0.64
莆田	440.72	48.62	88.97	286.00	3 941.00	1 277.97	0.96	0.68
平均值	461.15	71.38	84.42	594.44	3 239.44	622.69	1.00	1.00

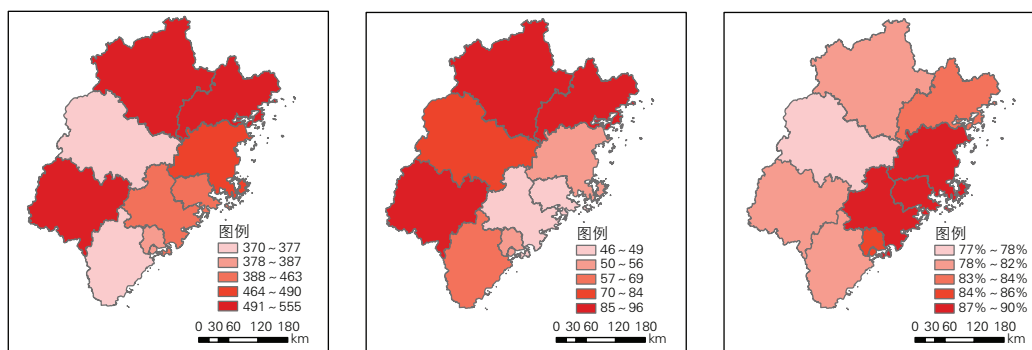


图2 福建省高铁通车前后有效平均旅行时间总体格局演变

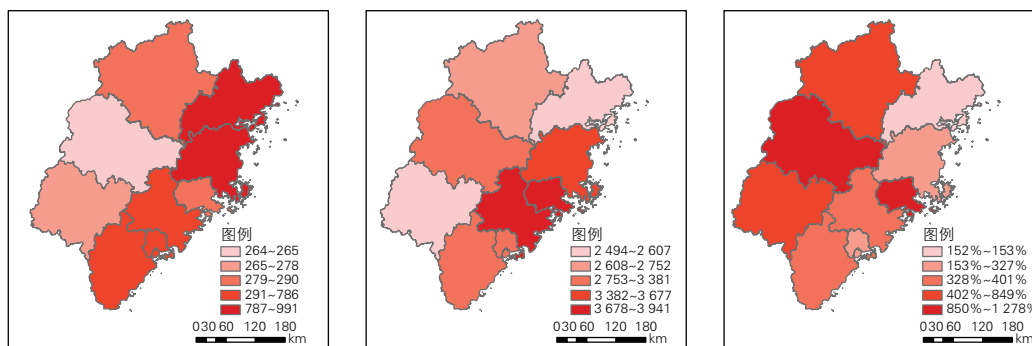


图3 福建省高铁通车前后日常可达性空间格局演变

福建省高铁可达性总体空间布局是以东部沿海地区为中心,向内陆城市蔓延的辐射模式。高铁开通前后可达性最优地区均位于福州、莆田等滨海地区,由于地缘偏僻和丘陵偏多等因素阻碍高铁的辐射范围,导致南平,龙岩等边缘城市的可达性较差。分析HeatMap可以看出,福建省高铁开通前后

的旅行时间总体格局并未发生较大变化,但高铁开通后城际旅行时间变化特别明显,均缩短70%以上,福州、莆田、晋江等地的有效平均旅行时间变化最为明显,南平、龙岩等丘陵多山地区也均有较大变化。从日常可达性来看,福建省高铁开通前后可达性提升幅度明显,变化较大,可达性重心略有南

移,形成以东部沿海地区为中心,不断向周围城市辐射的空间布局。由于福建省各市之间高铁全线贯通,极大缩短了沿线城市的时空距离,使得城际可达性大大提高,特别是高铁未开通前可达性较低的南平、三明、龙岩地区。福厦高铁的开通运营,更是进一步缩短了省内沿海地区的旅行时间,可见高速铁路建设对可达性提升的重要影响。

2. 可达性分异特征

(1)高铁的开通使福建省可达性水平获得突破性的飞跃,各城市时空距离大幅缩减(图3)。高铁开通前后,各城市有效平均旅行时间从461.15 min缩短至71.38 min,缩短389.77 min,约6 h;其中,泉州市有效平均旅行时间减少最为明显,从2009年高铁开通前的462.55 min减少至2018年的45.81 min,减少92.10%;平均旅行时间减少幅度最大的城市为宁德,由原来的554.83 min减少至93.68 min,减少461.15 min。在高铁开通前,城际间到达最快的为漳州到厦门,旅行时间56 min,其他相邻城市的用时一般在1.5 h左右。由于龙岩地处闽西,靠近内陆多山地,故龙岩到福建其他城市的用时也较长,少则1 h(龙岩至漳州),多则3~4 h。而自从合福高铁通车后,龙岩至福州的旅行时间由3 h缩短至2 h,到达其他城市的旅行时间也显著缩短。福建省也成为全国首个全部地级市通高铁的省份,省内基本形成了相邻城市间高铁1 h即可到达。

(2)高铁开通后,福建省有效平均旅行时间大为缩短,且沿海地区显著优于内陆地区。从图2可以看出,“福州——莆田——泉州——厦门”沿海城市带状区域时空距离缩短幅度较大。由于处于沿海地区,地势相对平坦,高铁建设难度低,而福建省铁路中长期计划主要是围绕着福州、厦门和泉州展开的,福州作为省会城市,厦门和泉州是福建沿海地区同时也是两岸交流合作的重要区域,三者整体交通网络较其他城市更完善,高铁的发展能够为这些城市带来更多的经济机会,提升城市吸引力,促进城市间的交流。而处于福建省内陆的南平、三明、龙岩地区,由于丘陵较多,地势较高,建设难度大,初始可达性较差,南三龙铁路通车后提升幅度明显,也极大缩短了内陆地区可达性。

(3)福建省高铁开通前有5个城市可达性高于平均水平,开通后有4个城市可达性高于平均水平,开通前后可达性总体格局变化不大。高铁开通

前后,厦门、莆田、漳州的可达性系数一直小于1,可达性处于全省领先水平;而宁德、龙岩、南平作为福建省的边缘城市,由于靠近内陆多山地,可达性系数一直处于大于1.1的范围,可达性差;其余城市中,泉州上升幅度最大,可达性系数从开通前的第5名上升到第1名;由于福厦高铁、合福高铁的开通运营,福州市的可达性逐步提升,高于省内平均水平。总体来看,在高铁开通前,福建省可达性水平相对较为集中,各市之间并未有很大差异。随着高铁网络的建设,省内一部分城市的可达性大大提升,但个别城市低于平均发展水平,极差越来越大,整体发展均衡性较差。随着福建省高铁网络的不断优化、完善,全省的可达性差异将不断缩小。

(二)经济潜力分析

1. 经济潜力空间布局

根据计算,得出福建省各地级市的经济潜力见表3所列,并模拟出高速铁路通车前后各城市经济潜力及其变化率的HeatMap(图4)。福建省经济潜力总体空间布局是以中部地区为中心,并向南北城市发散分布。福州作为省会城市,同时也是两岸交流合作的重要区域,在高铁开通前后经济潜力一直处于领先水平;莆田由于产业集聚规模偏小,高新技术产业发展较慢,高铁开通前后经济潜力始终排在末位。高铁开通后,福建省综合经济潜力提升明显,但总体空间布局变化不大,其中南三龙高铁沿线多个城市经济潜力变化最为显著,这与可达性提升程度相契合。南龙高铁的开通缩短了南平、龙岩等城市的交通通行时间,大大提升了沿线城市的可达性。同时可达性的提升加强了城际之间经济的交流程度,使得南龙高铁沿线城市经济潜力提升显著。

表3 福建省各地级市经济潜力

城市	经济潜力			经济潜力系数	
	2009年	2018年	变化率(%)	2009年	2018年
福州	1 351.03	2 636.77	95.17	1.81	1.76
宁德	475.94	914.14	92.07	0.64	0.61
南平	458.10	1 086.10	137.09	0.61	0.72
三明	1 567.50	2 912.71	85.82	2.10	1.94
龙岩	694.32	1 664.98	139.80	0.93	1.11
漳州	778.32	1 625.99	108.91	1.04	1.08
厦门	452.81	897.39	98.18	0.61	0.60
泉州	490.72	929.14	89.34	0.66	0.62
莆田	442.41	850.28	92.19	0.59	0.57
平均值	745.68	1 501.94	104.29	1.00	1.00

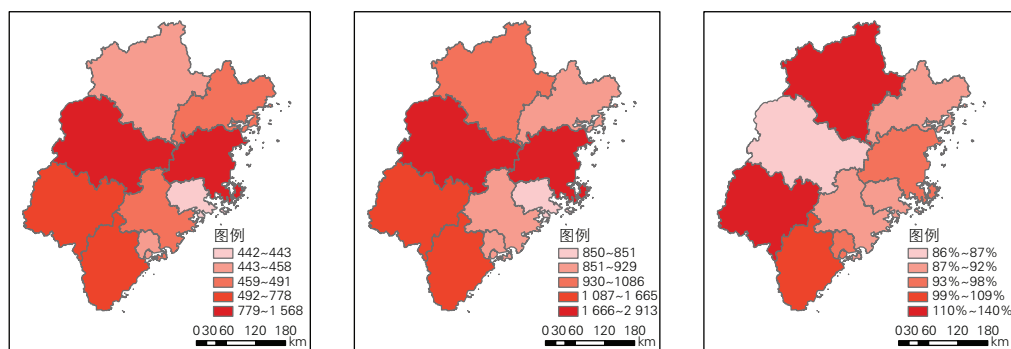


图4 福建省高铁通车前后经济潜力空间格局演变

2. 经济潜力分异特征

(1) 高铁的开通缩短了城际间时空距离,使得城际交流更加密切,各经济要素之间的流通也日益增强。高铁开通后,各城市经济潜力都有不同程度的提升,其中龙岩市的经济潜力变化率达到了139.80%,提升幅度最为明显。对比经济潜力变化率可以看出,高铁开通前省中部“福州——三明”为经济潜力中心,开通后总体格局变化不大,但龙岩市经济潜力提升显著,三明经济潜力提升幅度较小。分析可知:近年来南龙高铁的贯通,龙岩周边交通网络的丰富和复杂化,使得龙岩在各个方向交通联系频繁;而三明市是以重工业为主的工业城市,产业结构层次较高,产业转型升级缓慢,尽管近年来向莆铁路、南龙铁路贯通,但与省内其他城市的快速发展相比,经济潜力提升幅度仍然有限。

(2) 内陆多山地区的经济潜力高于省内沿海地区。从图4可以看出,变化率呈现出带状结构分布,分别为“南平——龙岩”“福州——漳州”,前者变化率大,后者变化率小。后者位于全省沿海区域,作为传统的经济中心,仍然具备强大的经济发展潜力;而对于南平、龙岩等内陆城市来说,高铁开通使其跨越自然环境的阻碍,极大减小了城市发展制约,将会带动越来越多的经济发展。

(3) 分析经济潜力系数变化可以发现,高铁开通前后福州和三明经济潜力始终处于全省领先,作为传统经济重心,福州和三明经济潜力依然强劲;而南平、龙岩上升趋势显著,随着高铁开通缩短了时空距离,为城市带来了巨大的机遇,两个内陆型城市未来将有更好的发展机会;漳州、莆田、宁德等沿海区域经济潜力在高铁开通后也均有上升,这与福厦高铁的开通有一定的联系;三明作为闽西边缘城市,虽然经济潜力上升,但排名下降,这与三明市产业结构有很大关系,三明市以传统产业为主,不协调的经济结构未得到及时调整,加之自然环境、产业政策等因素制约,在全省发展中逐渐落后。

(三) 经济联系强度分析

1. 经济联系强度空间布局

根据模型计算,得到高铁通车前后福建省各城市经济联系强度及经济联系强度总量分别见表4、表5所列,并模拟出经济联系强度总量及变化率HeatMap,如图5所示。福建省经济联系强度在宏观上呈现沿海高、内陆低的分布,微观上呈现厦漳泉最高、福莆宁次之、南三龙最低的空间布局。尽管由于城市发展、交通便利性、地理位置等因素,经济联系强度明显差异化,但对比后可以发现,经过10年的发展,全省经济联系都表现出积极的增长态势,区域经济联系越来越紧密。

表4 高铁通车前后福建省各城市经济联系强度

城市	福州	宁德	南平	三明	龙岩	漳州	厦门	泉州	莆田
福州	—	58.88	23.04	3.19	2.05	2.13	1.60	2.66	1.92
		1 354.41	1 481.30	350.93	89.49	344.35	568.80	2 573.37	2 536.50
宁德	58.88	—	2.80	0.69	0.48	0.53	0.40	0.69	1.64
	1 354.41		53.27	39.37	13.81	52.38	73.27	221.45	127.36
南平	23.04	2.80	—	2.45	0.40	1.14	0.35	0.61	2.65
	1 481.30	53.27		338.20	36.48	32.30	47.65	135.36	67.62
三明	3.19	0.69	2.45	—	3.18	5.62	2.00	3.61	0.85
	350.93	39.37	338.20		156.07	79.72	68.88	261.13	139.99

续表4

城市	福州	宁德	南平	三明	龙岩	漳州	厦门	泉州	莆田
龙岩	2.05	0.48	0.40	3.18	—	0.83	3.64	1.48	0.83
	89.49	13.81	36.48	156.07		641.88	331.59	278.60	48.47
漳州	2.13	0.53	1.14	5.62	0.83	—	158.65	28.62	1.61
	344.35	52.38	32.30	79.72	641.88		5 537.26	1 750.26	204.21
厦门	1.60	0.40	0.35	2.00	3.64	158.65	—	70.19	1.00
	568.80	73.27	47.65	68.88	331.59	5 537.26		6 094.28	418.51
泉州	2.66	0.69	0.61	3.61	1.48	28.62	70.19	—	3.32
	2 573.37	221.45	135.36	261.13	278.60	1 750.26	6 094.28		3 502.08
莆田	1.92	1.64	2.65	0.85	0.83	1.61	1.00	3.32	—
	2536.50	127.36	67.62	139.99	48.47	204.21	418.51	3502.08	

表5 福建省各地级市经济联系强度总量

城市	经济联系强度总量				
	2009年	排序	2018年	排序	变化率
福州	95.47	4	9 299.14	3	96.41
宁德	66.10	5	1 935.32	7	28.28
南平	33.43	6	2 192.19	6	64.58
三明	21.59	7	1 434.28	9	65.43
龙岩	12.89	9	1 596.39	8	122.84
漳州	199.13	2	8 642.36	4	42.40
厦门	237.84	1	13 140.24	2	54.25
泉州	111.19	3	14 816.53	1	132.25
莆田	13.82	8	7 044.73	5	508.86
平均值	87.94	—	6 677.91	—	74.94

2. 经济联系强度分异特征

(1)根据修正引力模型可知,经济联系强度与各地有效旅行时间密切相关,高铁开通后,全省平均增长74.94倍,其中莆田市经济联系强度总量增加508.86倍,增长最为明显,而提升最低的宁德市也增长28.28倍。对比高铁开通前后HeatMap可以

看出,高铁开通前,厦漳泉地区经济联系强度最高,随着高铁线路的不断开通,各地市旅行时间大幅减少,经济联系也愈加紧密,沿海地区发展较快,经济联系强度大于南三龙地区。龙岩、泉州等地的变化主要是由于龙厦高铁的开通,随着南龙高铁的建成,南平、三明、龙岩的经济联系也将大幅提高。

(2)分析经济联系强度空间格局可以发现,经济联系地区分布差异明显,经济联系高水平的城市主要集中于东部沿海,南三龙地区则偏低,与区域可达性相拟合,说明高铁的开通显著影响区域可达性,同时提升当地经济联系强度。从图5可以看出,厦漳泉三市以及福州未来经济联系将不断增强,这与福建省经济规划战略密切相关,充分发挥厦门经济特区优势,借助泉州、漳州密集劳动力,大力发展重工业,为全省经济发展注入动力。而位于内陆的南平、三明、龙岩受经济发展水平制约,经济发展缓慢,地区间协同松散,经济联系与东部沿海差距也将逐渐增大。

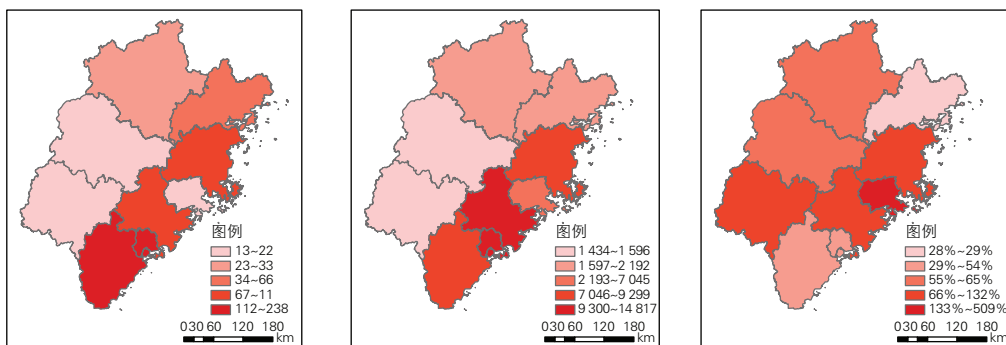


图5 福建省高铁通车前后经济联系强度空间格局演变

(四)可达性与经济联系耦合协调度分析

耦合协调度将可达性和经济联系强度两者相结合进行研究,能够更加全面具体分析可达性与经济发展的协同交互作用,更深入地评估高铁网络对

区域经济的影响。耦合协调度越高,说明两者之间的融合交互度就越高,可达性与经济联系的发展也就越协调,资源配置也就越合理,两者起到的是相辅相成的作用,共同进步;反之,两者会相互制约。

基于福建省高铁开通前后的数据,对省内各地级市的耦合协调度进行计算,研究可达性与经济联系强度两者之间发展的程度。

根据计量模型设定,耦合协调度的计算需要知道可达性与经济联系强度在其中的权重。考虑研究数据量较少,本文采用熵值法运用 Matlab 2018 软件计算权重。计算结果见表6所列。

表6 可达性与经济联系强度耦合协调度指标权重

指标	耦合协调度权重	
	2009年	2018年
可达性	0.386 1	0.412 7
经济联系强度	0.613 9	0.587 3

根据计算,得到高铁通车前后可达性与经济联系强度耦合协调度及变化率(表7),并运用 Arc-GIS10.2 模拟得到 HeatMap(图6)。由耦合协调度结果对比可知,高铁开通前平均值为0.58,属于中

高度耦合,开通后全省平均值为0.48,属于中低度耦合,下降16.84%,但总体保持中度耦合协调。通过对可达性与经济联系综合发展数据对比分析,随着高铁开通,沿海地区经济与之高水平协调发展,相应经济联系也更加密切,但是内陆地区由于发展限制,与其他城市的经济联系存在差距,协同发展效应则不明显,导致全省协调水平有所下降。

高铁网络建设的10年间,福州、厦门、泉州、漳州的耦合协调度保持上升态势,基本处于中高度耦合,但是其他城市则处于下降趋势,降至低度耦合,地区差异明显,与上文中可达性、经济联系强度空间布局相拟合,东部沿海高于内陆地区。尽管可达性与经济联系基本形成了良性循环,但由于各城市的经济结构、发展规划以及地理限制等诸多因素,耦合协调度空间分布仍不均衡,并出现极化趋势。

表7 福建省各地级市可达性与经济联系强度耦合协调度

城市	可达性与经济联系强度耦合协调度							
	2009年	耦合程度	排序	2018年	耦合程度	排序	升降	变化率(%)
福州	0.54	中高度耦合	4	0.70	中高度耦合	4	+	29.90
宁德	0.39	中低度耦合	6	0.29	低度耦合	5	-	26.04
南平	0.35	中低度耦合	7	0.26	低度耦合	6	-	24.92
三明	0.99	高度耦合	1	0.13	低度耦合	8	-	86.56
龙岩	0.24	低度耦合	9	0.11	低度耦合	9	-	55.03
漳州	0.40	中低度耦合	5	0.80	高度耦合	3	+	99.42
厦门	0.97	高度耦合	3	0.98	高度耦合	1	+	0.96
泉州	0.33	中低度耦合	8	0.84	高度耦合	2	+	156.67
莆田	0.98	高度耦合	2	0.22	低度耦合	7	-	77.54
平均值	0.58	中高度耦合	—	0.48	中低度耦合	—	-	16.84

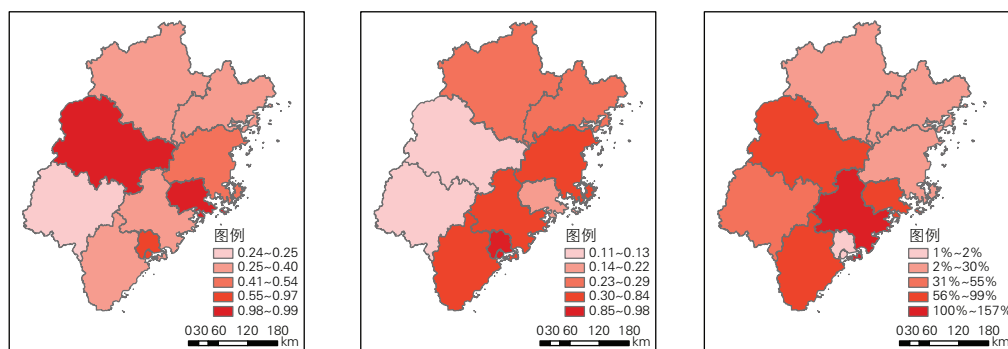


图6 福建省高铁通车前后可达性与经济联系强度耦合协调度空间格局演变

(五) 高铁网络促进城市新格局

近年来福建省高铁发展迅速,以初步形成“四横四纵”的交通网络,主要有福厦高铁、温福高铁、向莆高铁、合福高铁、龙厦高铁、厦深高铁等。其中,福厦高铁途经省内站点最多,贯穿沿海经

济核心区,连接起闽南、闽北经济成长带,亦是福建省“四纵”线路之一,极大缩短了省内资源、人口、信息流通的时空距离,纵向打通闽南、闽北地区,对福建省交通、经济发展起到至关重要的作用。2015年建成通车的合福高铁则连接安徽省

和闽北主要城市,福建省境内覆盖7个站点,极大促进省内外经济发展。福建省内其余高铁构建起省内城际交通网络,速度快、班次多、辐射广,极大地提高沿线城市的流通效率以及经济效益。省内城际高铁带给交通和经济的积极影响相对福厦、合福高铁略小,但却是福建省高铁网络必不可少的组成部分。

福建省交通网络与经济发展相互依赖、相互促进,可达性与经济联系不断提高,但各个城市之间也存在差异,这与各城市地理环境、人口、经济、政治等均有很大联系,传统城市在城市规模、城市发展、交通建设、经济潜力等方面都处于领先水平,这些核心城市加速带动周边城市进步,加快人口、资源、信息发展要素向周边城市溢出,促进周边城市区域经济空间分异形成新的格局。高铁技术的日新月异以及交通网络的不断完善,促进了区域间可达性的提升,加快了各城市间人流、物流、信息流等的联系及空间分布的演变,表明了高铁网络对区域空间发展的影响作用。

五、结论与展望

本文依据福建省发展现状,研究高铁发展对区域可达性和区域经济的影响,通过分析高铁开通前各地级市可达性、经济潜力、经济联系强度及协调程度,可得出以下结论:

高铁的建设打破了福建省城市间的时空之隔,缩短了辐射区域内城市的旅行时间,带动了沿线城市的经济发展。高铁开通后,城市的影响力向外扩展,区域间的距离阻抗被大大减弱,缩短时间距离的同时,区域间资本、信息和人才的流通也得到促进,给福建省内具有交通区位优势的城市带来新的挑战。高铁的发展能够提升区域可达性,为这些地方带来了更多发展机会,从而弥补各城市间的可达性差异,促进城市经济协调发展。这也表明,高铁的建成对福建省各地市的可达性水平和对外经济联系强度都产生了正面影响,且两者协调发展基本形成了良性循环。但全省可达性与经济联系在空间上仍分布不均衡,呈现沿海高、内陆低的空间格局,西部内陆城市耦合协调度虽有所提高,但是仍然远低于东部沿海城市。从区域经济的角度来看,高铁对福建省东部沿海城市和西部内陆城市的影响存在着很大的差异。在高铁开通前后,福建省区域大致划分为厦漳泉经济圈、福莆宁都市圈以及南三龙地区,且随着在建高铁和规划高铁的相继建

成,各区域会更加紧密融合。相信随着山海联动的推进和城市行政边界被逐渐打破,福建省高铁网络与区域经济将更加协调健康发展。

本文中,三个可达性指标都把时间作为旅行的主要成本,然而,旅行的经济成本是另一个关键因素,在以后的研究中可以考虑如何将经济与时间成本相结合来计算旅行总成本,综合旅行时间、直线距离、邻近距离和经济基础等方面。此外,本研究中的时间跨度较大,并未具体分析高铁开通过程中的指标变化,存在一些不确定因素影响最终结果,例如高铁线路的优化、站点的更改等,将在以后的研究中逐步加以完善,并可以考虑福建省外部连接效应,以获得更全面、科学、合理的研究结果。

参考文献:

- [1] 杨金华. 高速铁路对湖南城市群可达性的影响[J]. 人文地理, 2014, 29(2): 108-112.
- [2] JIAO J J, WANG J E, JIN F J, et al. Impacts on Accessibility of China's Present and Future HSR Network [J]. Elsevier Ltd, 2014, 40(7): 123-132.
- [3] JOHNSTON R J. The Dictionary of Human Geography [M]. Oxford: Basil Blackwell, 1994.
- [4] HANSEN W G. How Accessibility Shapes Land Use [J]. Journal of the American Planning Association, 1959, 25(2): 73-76.
- [5] GEERTMAN C M, JAN R, ECK R V. GIS and Models of Accessibility Potential: An Application in Planning [J]. International Journal of Geographical Information Science, 1995, 9(1): 67-80.
- [6] MORRIS J M, DUMBLE P L, WIGAN M R. Accessibility indicators for transport planning [J]. Transportation Research Part A General, 1979, 13(2): 91-109.
- [7] 王缉宪. 易达规划: 问题、理论、实践 [J]. 城市规划, 2004, 36(7): 70-74.
- [8] 陈洁, 陆锋, 程昌秀. 可达性度量方法及应用研究进展评述 [J]. 地理科学进展, 2007, 26(5): 100-110.
- [9] CHANG Y H, YE H C, SHEN C C. A Multi-objective Model for Passenger Train Services Planning: Application to Taiwan's High-speed Rail Line [J]. Pergamon, 2000, 34(2): 91-106.
- [10] SANCHEZ H S M, GIVONI M. The Accessibility Impact of A New High-Speed Rail Line in The UK - A Preliminary Analysis of Winners and Losers [J]. Journal of Transport Geography, 2012, 25(9): 105-114.
- [11] GUTIERREZ J, GONZALEZ R, GOMEZ G. The European High-speed Train Network [J]. Journal of Transport Geography, 1996, 4(4): 227-238.
- [12] MONZON A, ORTEGA E, LOPEZ E. Efficiency and Spatial Equity Impacts of High-speed Rail Extensions in Urban Areas [J]. Cities, 2013, 30(11): 18-30.
- [13] GUTIERREZ J. Location, Economic Potential and Daily Accessibility: An Analysis of The Accessibility Impact

- of The High-speed Line Madrid-Barcelona-French Border[J]. *Journal of Transport Geography*, 2001, 9(4): 229-242.
- [14] SASAKI K, OHASHI T, ANDO A. High-speed Rail Transit Impact on Regional Systems: Does The Shinkansen Contribute to Dispersion?[J]. *The Annals of Regional Science*, 1997, 31(1): 77-98.
- [15] BLUM U, HAYNES K E, KARLSSON C. Introduction to The Special Issue The Regional and Urban Effects of High-speed Trains [J]. *Annals of Regional Science*, 1997, 31(1): 1-20.
- [16] RECKER W W, CHEN C, MCNALLY M G. Measuring The Impact of Efficient Household Travel Decisions on Potential Travel Time Savings and Accessibility Gains [J]. *Transportation Research Part A Policy & Practice*, 2001, 35(4): 339-369.
- [17] GRAHAM D J. Agglomeration, Productivity and Transport Investment[J]. *Journal of Transport Economics and Policy*, 2007, 41(3): 1-27.
- [18] 陈彦光, 刘继生. 基于引力模型的城市空间互相关和功率谱分析——引力模型的理论证明、函数推广及应用实例[J]. *地理研究*, 2002(6): 742-752.
- [19] 刘静玉, 杨虎乐, 宋琼, 等. 中原经济区城市间相互作用时空格局演变研究[J]. *地理科学*, 2014, 34(9): 1060-1068.
- [20] 刘荷, 王健. 基于轴辐理论的区域物流网络构建及实证研究[J]. *经济地理*, 2014, 34(2): 108-113.
- [21] 孟德友, 陆玉麒. 基于引力模型的江苏区域经济联系强度与方向[J]. *地理科学进展*, 2009, 28(5): 697-704.
- [22] 龙拥军, 杨庆媛. 重庆城市经济空间影响力研究[J]. *经济地理*, 2012, 32(5): 71-76.
- [23] 王姣娥, 焦敬娟, 金凤君. 高速铁路对中国城市空间相互作用强度的影响[J]. *地理学报*, 2014, 69(12): 1833-1846.
- [24] 唐朝生, 芦佩, 樊少云, 等. 京津冀城市群空间经济联系研究——基于修正引力模型[J]. *燕山大学学报: 哲学社会科学版*, 2017, 18(6): 80-87.
- [25] 李磊, 陆林, 邓洪波. 高铁运行前后长三角都市圈可达性及经济联系的演变[J]. *安徽师范大学学报: 自然科学版*, 2017, 40(6): 580-586.
- [26] 王新越, 赵文丽. 我国高铁通达性与区域旅游经济耦合关系及空间特征分析[J]. *中国海洋大学学报: 社会科学版*, 2017(1): 77-83.
- [27] 汪德根, 孙枫. 长江经济带陆路交通可达性与城镇化空间耦合协调度[J]. *地理科学*, 2018, 38(7): 1089-1097.
- [28] 朱思源. 高速铁路对沿线城市可达性的影响研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2014.
- [29] MARTIN J C, GUTIERREZ J, ROMAN C. Data Envelopment Analysis (DEA) Index to Measure The Accessibility Impacts of New Infrastructure Investments: The Case of the High-speed Train Corridor Madrid-Barcelona-French Border[J]. *Regional Studies*, 2004, 38(6): 697-712.
- [30] GALLEGO J A G, GOMEZ J M N, JARAIZ F J, et al. A Methodology to Assess The Connectivity Caused by A Transportation Infrastructure: Application to The High-speed Rail in Extremadura [J]. *Case Studies on Transport Policy*, 2015, 3(4): 392-401.
- [31] CAO J, LIU X C, WANG Y, et al. Accessibility Impacts of China's High-speed Rail Network [J]. *Journal of Transport Geography*, 2013, 28(7): 12-21.
- [32] PEREZ E O, QUINTANA S M, PASTOR I O. Road and Railway Accessibility Atlas of Spain [J]. *Journal of Maps*, 2011, 7(1): 31-41.
- [33] GUTIERREZ J, GOMEZ G. The Impact of Orbital Motorways on Intra-metropolitan Accessibility: The Case of Madrid's M-40 [J]. *Journal of Transport Geography*, 1999, 7(1): 1-15.
- [34] HANDY S L, NIEMEIER D A. Measuring Accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives [J]. *Environment and Planning A*, 1997, 29(7): 1175-1194.
- [35] LOPEZ E, GUTIERREZ J, GOMEZ G. Measuring Regional Cohesion Effects of Large-scale Transport Infrastructure Investments: An Accessibility Approach [J]. *European Planning Studies*, 2008, 16(2): 277-301.
- [36] HOLL A. Twenty Years of Accessibility Improvements. The Case of The Spanish Motorway Building Programme [J]. *Journal of Transport Geography*, 2006, 15(4): 286-297.

[责任编辑: 金 眉]