

基于矢量—栅格集成法的厦深高铁影响空间分布 ——以广东东部地区为例

吴旗韬^{1,2,3}, 张虹鸥^{1*}, 孙威^{2,3}, 叶玉瑶¹

(1. 广州地理研究所, 广州 510070; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

3. 中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101)

摘要:提升区域可达性能显著促进地区经济发展,可达性分析成为评估交通网络建设效益及制定决策的重要内容。针对传统可达性分析模型的不足,本文采用模拟精度更高的矢量—栅格集成法,以厦深高铁为例,分析高铁开通前后广东省东部区域可达性变化程度和空间分布,探讨高铁对研究区域不同尺度发展的影响。结果显示:厦深高铁显著提升区域交通可达性,但不同站点间提升程度有所差异;高铁对区域可达性影响具有显著的隧道效应,可达性变化较高的空间分布方向与厦深高铁一致;厦深高铁对区域交通可达性的公平性和区域产业发展都将产生一定影响,高铁对中小站点地区发展的刺激作用将是长期的过程。

关键词:厦深铁路;集成分析法;可达性;空间分布;广东

1 引言

可达性的概念源于古典区位论,指利用一种特定的交通系统从某一给定区位到达目标地点的便利程度(Hansen, 1959)。近年来中国区域交通基础设施建设步伐加快,包括高速公路、高速铁路和跨海大桥等快速交通项目陆续建设,可达性分析和模拟成为交通网络建设效益评估及决策的重要内容(吴旗韬等, 2012; Stepniak et al, 2013; Zaucha et al, 2014),也是交通地理学的研究热点。

国内外学者借助可达性分析方法开展了大量交通基础设施空间影响研究,涉及公路(吴威等, 2006; 张莉等, 2006; Hou et al, 2011; Stepniak et al, 2013; Karou et al, 2014)、机场(姜海宁等, 2010; 戴特奇等, 2013)、跨海大桥(Knowles et al, 2009; 吴旗韬等, 2012)等。近年来对高铁的研究,特别是针对高铁所产生的时空压缩效应的空间分布研究成为热点。对国外高铁的研究表明,高铁对区域可达性的

影响与可达性初始水平、站点分布、与站点连接交通网络及城市中心距离等因素有关(Monzón et al, 2013)。高铁空间效应空间分布非均衡,高铁效应呈现“岛状”或“带状”分布格局(Gutiérrez et al, 1996);高铁网络结构往往是轴辐网络形式,使得枢纽节点产生的效益更大(Levinson, 2012);大都市从高铁建设所产生的可达性中受益更多,高铁经过廊道地区的交通可达性提升更大(Gutiérrez, 2001; Chang et al, 2008; Ureña et al, 2009; Chen et al, 2011)。但如果高铁取代原有的传统铁路,则局部地区可达性将下降(Sánchez-Mateos et al, 2012)。中国高铁与国外高铁有一定的差异,呈现网络状空间结构(Perl et al, 2015),但其空间效益分布与国外具有一定类似。从国家尺度看,中国高铁建设后站点可达性差异在中东西部和不同等级城市间不断扩大(Jiao et al, 2014),中东部的城市从高铁的建设收益更多(Cao et al, 2013),空间结构仍以武汉—郑州为中心呈现中心—外围模式(冯长春等, 2013)。从单一的

收稿日期:2014-09;修订日期:2015-03。

基金项目:国家自然科学基金项目(41301132);中国博士后科学基金项目(2013M530065, 2014T70116)。

作者简介:吴旗韬(1982-),男,河南平顶山人,博士后,副研究员,研究方向为交通与区域发展,E-mail: wuqt@igsnnr.ac.cn。

通讯作者:张虹鸥(1961-),男,广东梅州人,研究员,研究方向为区域与城镇规划研究,E-mail: hozhang@gdas.ac.cn。

引用格式:吴旗韬, 张虹鸥, 孙威, 等. 2015. 基于矢量—栅格集成法的厦深高铁影响空间分布: 以广东东部地区为例[J]. 地理科学进展, 34(6): 707-715. [Wu Q T, Zhang H O, Sun W, et al. 2015. Influence of the Xiamen-Shenzhen high-speed railways on accessibility and regional development: a case study of eastern Guangdong Province[J]. Progress in Geography, 34(6): 707-715.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2015.06.006

高铁线路而言,高铁扩展城市等时圈范围,但形成非均衡的时间收敛空间(蒋海兵等, 2010),可达性最高分布在中心地区,但可达性提升幅度较高的地区则主要分布在外围地区(孟德友等, 2011);当高铁网络建成后,区域可达性水平更趋均衡(赵丹等, 2012)。

评价可达性的方法众多,如时间—空间分析法、重力法、累积机会法、拓扑法等(蒋海兵等, 2013),其中时间—空间法能简明通俗地展示可达性的变化,从而得到广泛的应用。可达性分析的常用方法包括最短路径模型与网络分析、拓扑算法、栅格分析与空间句法,以及矢量—栅格集成法等。其中传统的单纯栅格分析或矢量分析方法都有一定的缺陷(钟业喜等, 2009),特别是在分析铁路对区域可达性空间影响中,传统方法多基于网络分析法,以插值计算区域可达性,模拟精度较低。矢量—栅格分析方法综合网络分析与栅格法的优点,发挥网络分析中节点位置精度高的优点,又能描述跳跃式通行,还利用栅格法提高了面状空间数据的精度,从而提升了可达性计算结果的精度(蒋海兵等, 2010),大大提升了可达性分析结果的精度。

本文以2013年12月建成通车的厦深高速铁路为例,分析厦深高铁开通前后广东省东部地区的可达性分布和变化,详细刻画厦深高铁开通对区域交通可达性的影响程度和空间分布,试图揭示重大交通基础设施对区域交通便捷程度的提升作用及效果,为广东省未来交通基础设施网络的建设和完善提供有益启示,从而为广东省的空间布局优化与区域协调发展提供科学支撑。

2 研究区域与方法

2.1 研究区域

厦深高铁全长502.4 km,是东南沿海铁路的重要组成部分,是连接福建、广东及港澳地区的便捷铁路通道。受限于数据可获得性,本文研究区域为广东省范围内厦深高铁所经过的地区,涵盖深圳市、东莞市、惠州市(惠城区、惠阳区和惠东县)、汕尾市(未包括东沙群岛)、潮州市、汕头市和揭阳市7个地级市范围,面积2.61万km²,2012年区域常住人口3922万,GDP为23980亿元。该区域主要依靠深汕高速和国道324连通东西方向。厦深高铁是区域东西方向唯一的轨道交通线路,设饶平站、潮汕站、潮阳站、普宁站、葵潭站、陆丰站、汕尾站、鲘门站、惠东站、惠州南站、坪山站和深圳北站共12个站点(图1)。

2.2 数据来源

本文中路网数据来源于广东省公路管理局2012年数据,并更新至2013年。行政边界和河流数据来源于广东省1:25万公众数据库。研究区域土地利用数据源自广东省国土厅土地调查数据库,并对部分分类进行归并处理。厦深高铁及站点数据源自广东省交通厅。研究区域DEM数据来源于美国NASA网站的全球免费高程数据库。

2.3 研究方法

本文采用模拟精度更高的矢量—栅格集成法来分析厦深高铁对区域的可达性影响。计算过程采用ArcGIS 10.1软件平台多分析模块综合进行。

各站点的可达性分步计算方法如下:

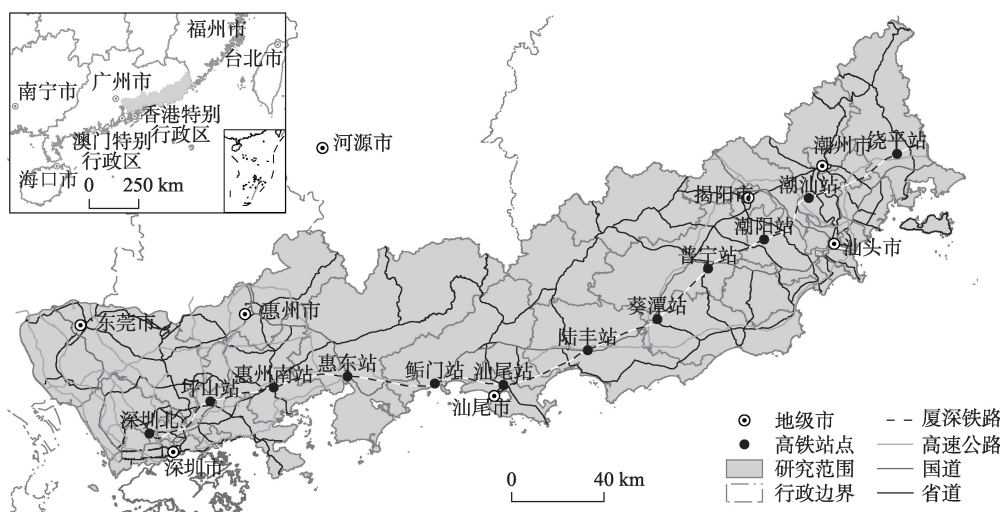


图1 研究区域交通网络分布

Fig.1 Transport network in the study area

(1) 建立厦深高铁线路和站点的拓扑网络, 拓扑计算线路和站点信息, 获取路线和站点的空间匹配关系, 建立逻辑关联信息, 构建网络数据集。

(2) 利用矢量网络分析方法, 计算每两个站点间的最短时间距离 $TS_{ij}(i, j = 1 \cdots N)$, 其中厦深高铁的运行速度按照 200 km/h 计算。

(3) 对研究区域的不同空间地物分等级赋值, 建立研究区域速度栅格图。分别赋予不同等级道路栅格差异化的速度值(表 1)。对于非道路网格则进一步细化处理。考虑不同土地利用类型对速度的限制差异, 以及不同的海拔和坡度对速度的影响, 特别是高海拔和较大坡度的地区限制速度的趋势明显增加, 则根据海拔、坡度和土地利用类型细化栅格赋值(表 2)。对于不同速度的栅格, 按照速度从低到高的顺序依次叠加, 生成速度栅格区域图。研究区域划定的栅格为 100 m×100 m, 假设栅格内部可达性相同。最后根据栅格的实际大小, 将速度栅格图转换为时间栅格图。

(4) 通过成本加权法, 分别计算 N 个站点仅经由道路网络的可达性分析图 $MO[A]$ 。

(5) 计算借助高铁通行情况下的站点可达性。将第 N 个站点到其他 $N-1$ 个站点的最短时间与该 $N-1$ 个站点的可达性分析图相加, 即 $M_i[A] = MO[A] + TS_{ij}$, 可得到第 N 个站点经由高铁分布到达

第 $N-1$ 个站点后区域可达性分布。

(6) 将计算得到的 $M_i[A]$ 与 $MO[A]$ 以取最小值的方式进行镶嵌, 合并成第 N 个站点最终可达性成本栅格分析图 $F[A]$ 。

(7) 采用同样方法计算其他 $N-1$ 个站点在高铁和道路运输情况下的区域可达性分布。

(8) 计算不同站点可达性变化程度并分析可达性变化的空间分布。

3 结果与分析

3.1 可达性分布特征

厦深高铁开通之前, 研究区域的人流和货物流主要依靠道路运输实现区域内部的快速流动, 各站点所在区位以及与站点相联系的道路基础设施布局成为站点可达性差异的重要影响因素(图 2)。位于研究区域中部的站点各等时圈的面积一般较大, 且到达区域最远处所需时间较小。各站点一小时圈面积最大的站点为惠东站, 一小时圈的面积占研究区域面积的 37.78%; 其次是葵潭站和普宁站, 一小时圈的面积比例分别为 32.24% 和 31.57%。其中 6 个站点, 包括惠东站、鲘门站、汕尾站、陆丰站、葵潭站和普宁站到达区域的最长时间均小于 4 h。位于研究区域两端的站点由于研究边界所限, 一小时圈面积相对较小, 同时到达研究区域的最长时间也较大。一小时圈面积最小的站点为饶平站, 一小时圈面积仅占研究区域面积的 17.30%, 而深圳北、饶平、坪山和潮汕站超过四小时圈的面积分别占到研究区域总面积的 2.43%、2.42%、0.93% 和 0.03%。

厦深高铁开通后, 依托轨道运输的高速便捷, 各站点可达性明显提升, “压缩”了研究区域的空间距离(图 3)。位于研究区域中部站点各等时圈面积进一步增加, 到达研究区域的最大时间也缩短。一小时圈中面积最大的站点为普宁站, 一小时圈的面积比例增长到 38.62%, 其次是惠东站和葵潭站, 一小时圈的面积分别增长到 37.78% 和 37.43%。其中到达区域的最长时间小于 4 h 的站点增加了坪山站、惠州南站、潮阳站和潮汕站。位于研究区域两端站点一小时圈增加较小, 但到达研究区域的最长时间减少较大。一小时圈面积比例最小的站点为饶平, 一小时圈面积仅为 22.53%。仅有深圳北站和饶平站的最大时间超过 4 h, 但其面积比例分别减少至 0.09% 和 0.02%。

表 1 分析区域不同网格的赋值速度/(km/h)

Tab.1 Speed assignment of grids with different transport network and land-use attributes/(km/h)

道路网格	速度赋值	非道路网格	速度赋值
高速公路网格	120	城镇居民点网格	30
国道网格	100	耕地网格	15
省道网格	80	草地网格	20
县道网格	60	林地网格	2
城市内部道路网格	40	江河、水库等水体网格	5

表 2 分析区域内不同高程和坡度网格的赋值速度

Tab.2 Speed assignment of grids with different elevations and slopes

海拔/m	坡度	速度赋值/(km/h)
≤500	0°~15°	根据土地利用类型赋值
	15°~25°	
	>25°	
>500	0°~15°	1.0
	>15°	0.5

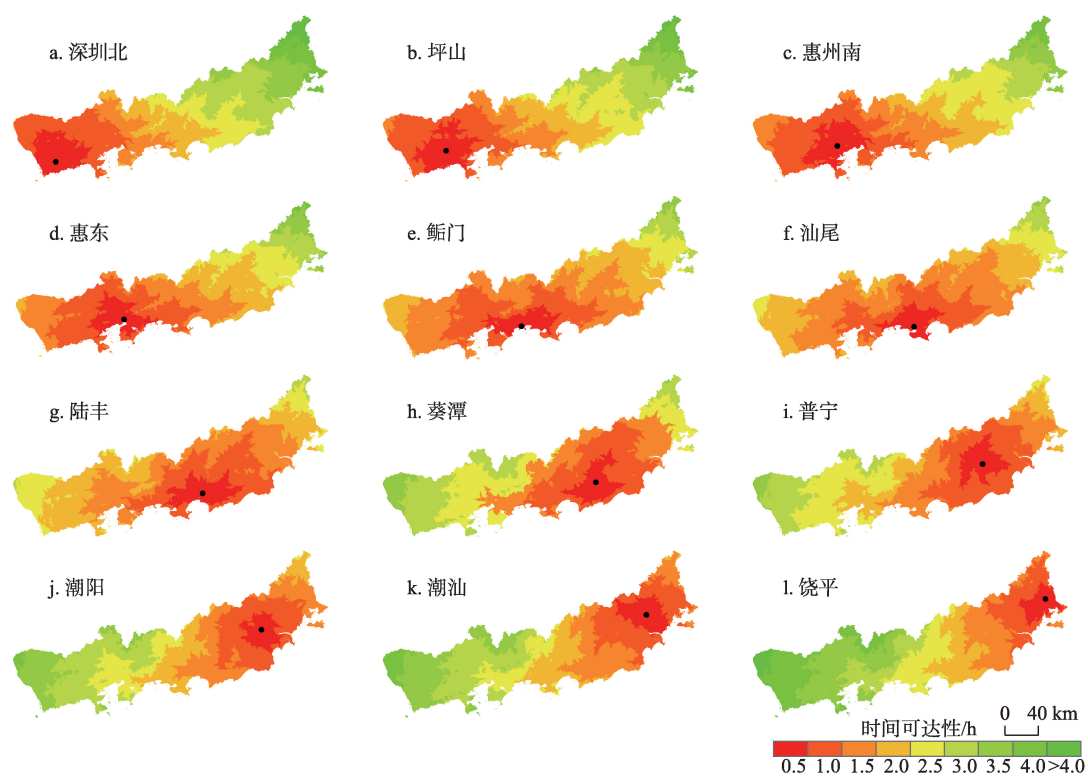


图2 厦深高铁开通前各站点时间可达性分布

Fig.2 The stations' accessibility before the operation of the high-speed railways

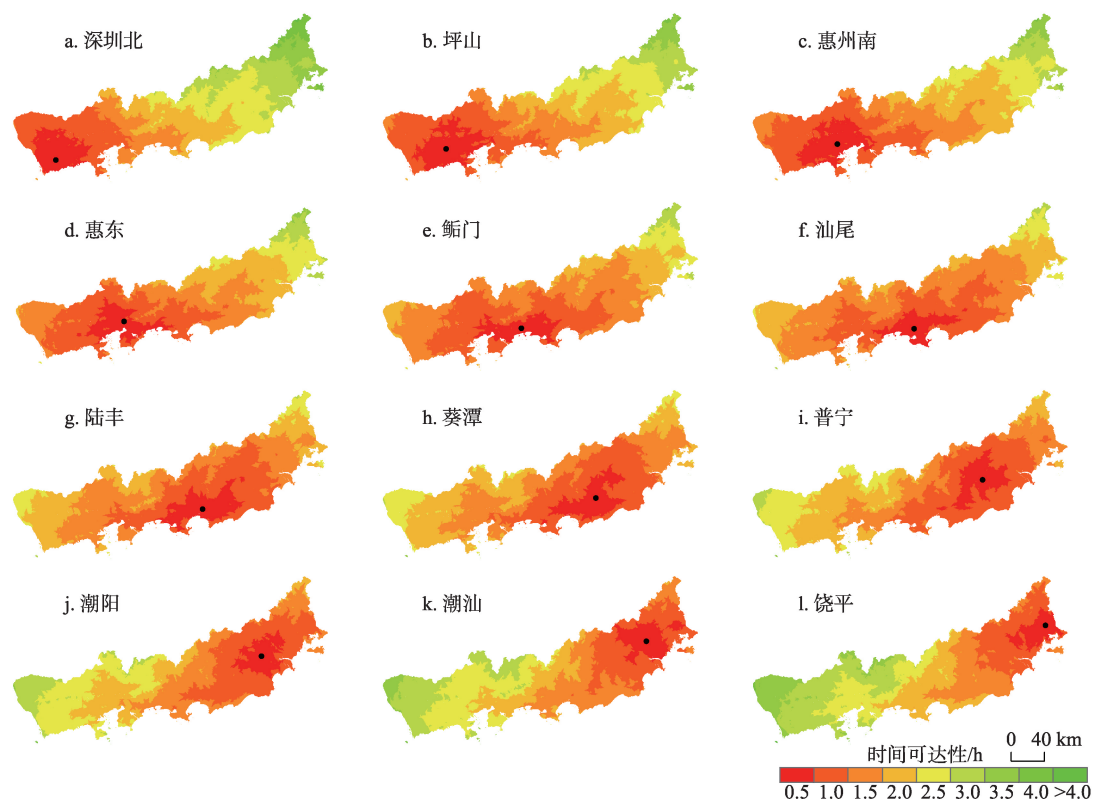


图3 厦深高铁开通后各站点时间可达性分布

Fig.3 The stations' accessibility after the operation of the high-speed railways

3.2 可达性变化情况

从各站点可达性变化情况来看,各站点一小时圈和两小时圈呈现明显增加趋势,三小时圈和四小时圈呈现明显缩小趋势,表明各站点的整体可达性均有明显提升(表3)。其中一小时圈面积增加最大的站点是汕尾站,一小时圈面积在厦深高铁开通后

增加了9.13%;其次是潮阳站和普宁站,其增长的面积比例分别为8.55%和7.05%。两小时圈增长面积最大的普宁站,两小时圈面积在厦深高铁开通后增加了12.72%;其次是惠州南站和葵潭站,其增长的面积比例分别为10.32%和10.29%。两小时圈面积已经开始减小的站点则包括汕尾站和鲘门站,面积分别减小了2.28%和2.04%。三小时圈中,位于研究区域两端的站点,如深圳站、饶平站和潮汕站,其面积在增加,其他站点则三小时圈的面积都在减少。四小时圈的面积各站点均呈现明显减少的趋势,减少最多的是饶平站,其四小时圈的面积减少了24.53%。

各站点平均可达性是指各站点到研究区域任意栅格可达性的算术平均值,其值越小表明站点整体可达性水平越高。各站点的平均可达性分析结果表明,厦深高铁明显提升各站点的平均可达性(表4)。全部站点的平均可达性由高铁开通前的1.652 h减小到开通后的1.418 h,可达性提升14.16%。其中潮阳站提升的效果最高,其平均可达性由高铁开通前的1.805 h减小到1.445 h,可达性提升19.94%。饶平站、坪山站、普宁站、潮汕站和潮阳站的提升效果高于平均值。提升效果最小的是深圳北站,其开通前的平均可达性为1.968 h,高铁开通后减少到1.799 h,可达性提升了8.59%。

3.3 可达性变化空间分布

从区域可达性变化空间分布来看(图4),厦深高铁对区域可达性影响具有显著的隧道效应。高铁

表3 厦深高铁开通前后各站点等时圈变化
Tab.3 The percentage of accessibility change before and after the operation of the high-speed railways

站名		可达性变化率/%				
		0~1 h	1~2 h	2~3 h	3~4 h	>4 h
深圳站	开通前	26.24	23.26	32.49	15.58	2.43
	开通后	26.38	27.92	35.63	9.97	0.09
	变化值	0.14	4.66	3.14	-5.61	-2.34
坪山站	开通前	29.66	26.37	31.79	11.26	0.93
	开通后	33.08	36.34	26.68	3.90	0
	变化值	3.42	9.97	-5.11	-7.36	-0.93
惠州南站	开通前	32.10	31.40	28.19	8.22	0.09
	开通后	35.50	41.72	20.42	2.36	0
	变化值	3.40	10.32	-7.77	-5.86	-0.09
惠东站	开通前	32.81	41.93	20.71	4.56	0
	开通后	37.78	47.81	13.77	0.64	0
	变化值	4.97	5.88	-6.94	-3.921	0
鲘门站	开通前	28.89	57.12	12.61	1.38	0
	开通后	35.67	55.08	9.18	0.07	0
	变化值	6.78	-2.04	-3.43	-1.31	0
汕尾站	开通前	23.46	64.29	11.73	0.52	0
	开通后	32.59	62.01	5.40	0	0
	变化值	9.13	-2.28	-6.33	-0.52	0
陆丰站	开通前	30.33	56.36	13.28	0.03	0
	开通后	36.64	58.01	5.35	0	0
	变化值	6.31	1.65	-7.93	-0.02	0
葵潭站	开通前	32.24	44.38	23.33	0.04	0
	开通后	37.43	54.67	7.88	0.02	0
	变化值	5.19	10.29	-15.45	-0.02	0
普宁站	开通前	31.57	33.16	33.58	1.69	0
	开通后	38.62	45.88	15.48	0.02	0
	变化值	7.05	12.72	-18.10	-1.67	0
潮阳站	开通前	25.36	31.75	31.21	11.65	0.02
	开通后	33.91	37.63	28.36	0.10	0
	变化值	8.55	5.88	-2.85	-11.56	-0.02
潮汕站	开通前	24.80	29.86	26.45	18.86	0.03
	开通后	28.66	33.14	36.21	1.99	0
	变化值	3.86	3.28	9.76	-16.87	-0.03
饶平站	开通前	17.30	26.45	20.89	33.14	2.22
	开通后	22.53	32.31	36.52	8.61	0.02
	变化值	5.23	5.86	15.63	-24.53	-2.20

表4 厦深高铁开通前后各站点平均可达性变化
Tab.4 Average accessibility change before and after the operation of the high-speed

站点	开通前/h	开通后/h	变化值/h	变化率/%
深圳北站	1.968	1.799	-0.169	-8.59
坪山站	1.781	1.511	-0.270	-15.16
惠州南站	1.611	1.407	-0.204	-12.66
惠东站	1.473	1.282	-0.191	-12.97
鲘门站	1.357	1.227	-0.130	-9.58
汕尾站	1.380	1.201	-0.179	-12.97
陆丰站	1.330	1.189	-0.141	-10.60
葵潭站	1.424	1.226	-0.199	-13.90
普宁站	1.555	1.291	-0.264	-16.98
潮阳站	1.805	1.445	-0.361	-19.94
潮汕站	1.897	1.603	-0.294	-15.50
饶平站	2.246	1.833	-0.413	-18.39
平均值	1.652	1.418	-0.235	-14.16

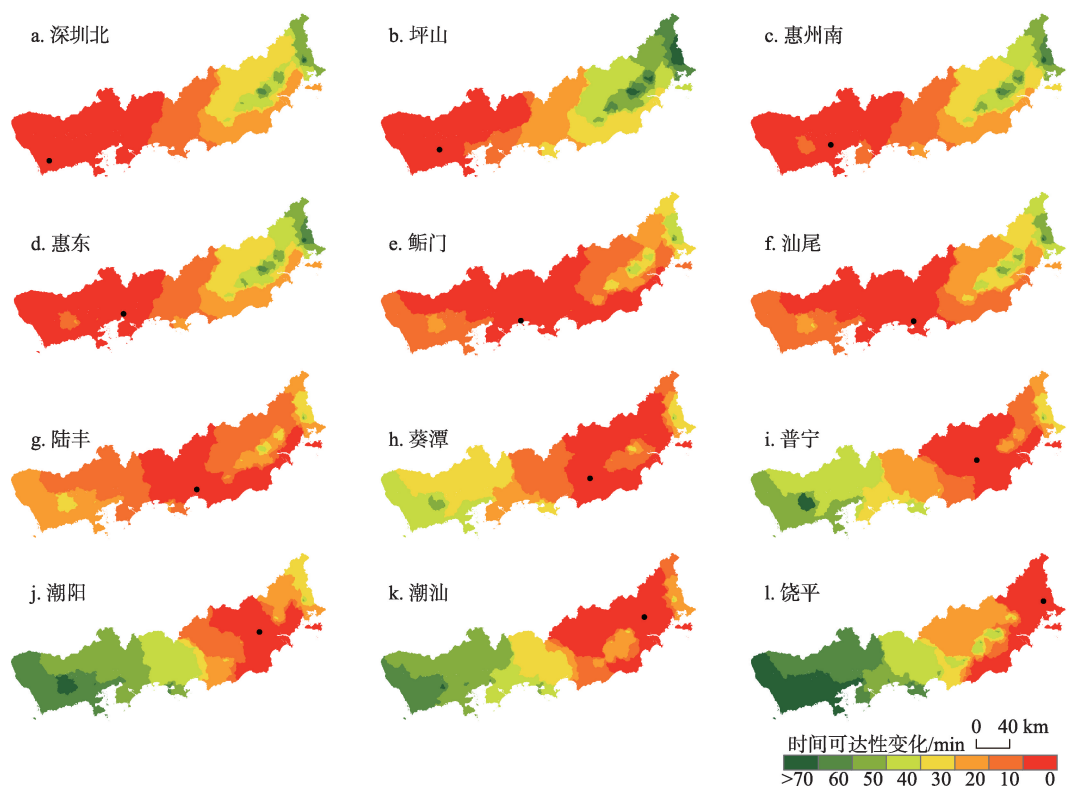


图4 厦深高铁开通前后各站点可达性变化空间分布

Fig.4 The stations' accessibility change before and after the operation of the high-speed railways

站点周边及沿线成为时间收敛的最大收益者,也是可达性变化最高的地区;可达性高变化地区分布具有跳跃性与不连续性,呈与厦深高铁走向一致的条带状。外围地区可达性变化率随着与站点距离的增加而减小,相对而言,厦深高铁成为地区可达性变化最大的廊道。以惠州南站为例,其可达性变化较大的空间以潮阳站、潮汕站和饶平站为中心向外扩展,高变化率地区总体方向与高铁线路相同。

站点周边的道路网络对区域可达性变化空间分布具有显著影响。分布于城市郊区的站点,如潮汕地区站点,由于连接道路网络不完善,可达性距离衰减较快,呈现以站点为中心的“岛状”圈层变化空间分布。以深圳北为例,厦深高铁的开通带来可达性变化较高的地区主要分布在潮汕地区,从站点尺度来看,呈现明显的以高铁站点为中心向外扩展的圈层结构。而与站点相连路网较完善的站点,如深圳市中心站点,分布在城市中心,具有良好的道路连接网络,可达性距离衰减较小,可达性变化会呈现面状均衡趋势,如饶平站在深圳北站以及坪山站附近的可达性变化就较为均衡(图4)。

4 讨论

交通基础设施是实现区域公平的关键因素之一(Holl, 2007),厦深高铁作为新增轨道基础设施,对区域交通公平性产生显著影响。本文采用变异系数验证厦深高铁对区域可达性公平的指数。从整个研究区域尺度来看,区域可达性变异系数从开通前的0.219扩大到开通后的0.241(表5),表明高铁建成后该地区可达性的均衡性降低;从各个城市来

表5 研究区内可达性变异系数分析

Tab.5 Coefficient of variation of accessibility in the study area

	通车前	通车后	差异系数变化
东莞	0.105	0.125	0.020
深圳	0.110	0.131	0.021
惠州	0.159	0.197	0.038
汕尾	0.173	0.225	0.052
揭阳	0.146	0.185	0.039
汕头	0.137	0.178	0.041
潮州	0.158	0.175	0.017
研究区域	0.219	0.241	0.022

看,变异系数均在增加,其中增加最大的为汕尾市,增加了0.052,表明各个地市可达性也趋于不均衡增长。变异系数增加的原因在于区域可达性变化的不均衡,并由此带来区域和各地市可达性公平性的下降。厦深高铁开通前该区域并无任何轨道交通,相比原先的道路交通,高速铁路极大提升了区域的可达性,但可达性变化较大的空间主要分布在厦深高铁沿线各站点,而外围地区变化率则相对较小,高铁未经过地区则被边缘化。厦深高铁提升整个区域可达性,但所在的交通廊道与外围地区的差异进一步扩大,不同地区居民所享受到的交通公平性减弱。同时从站点尺度来看,厦深高铁的开通使得居民出行呈现以站点为核心的轴辐式线路结构,增加交通方式的换乘。高铁节省的时间会被从市中心进入或者离开远离市区高铁站的距离所抵消,与高铁站点具有良好交通连接地区可达性得到更大提升,而与高铁站点不具有顺畅交通连接地区的可达性提升效果被削弱,同一地区居民的交通公平性差距也可能增加。可见,无论从区域角度还是站点尺度,需要进一步加强与高铁站点的交通基础设施建设,提升高铁与其他衔接交通模式转换的便捷程度,提升外围地区与站点的可达性,减小高铁所产生的交通公平性差异。

区域交通基础设施建设将促进区域经济发展,并缩小区域经济发展差距(Holl, 2004),厦深高铁开通有助于推动区域协调发展。厦深高铁在广东境内连接珠三角与粤东地区,减少地区间空间距离和时间成本,有利于相对发达的珠三角对外经济辐射,提升粤东经济活动低密度区的吸引力,促进珠三角和粤东地区的产业协作和结构升级。厦深高铁连接的深圳市目前面临自身地域面积的限制、不断攀升的土地成本等问题,产业转移升级步伐加快,正在重点发展高端服务业、金融业、物流业为代表的第三产业,在劳动密集型企业逐步外迁的同时,而厦深高铁连接的惠州及粤东地区目前仍以劳动密集型加工制造业为主要发展方向。厦深高铁为深圳劳动密集型产业向粤东地区扩散提供了良好的交通通道,促进粤东地区承接深圳转移的劳动密集型产业,深圳的第三产业发展也将因此受益,从而逐渐形成协同分工、互补融合的沿海产业发展带,促进区域经济一体化进程。

厦深高铁为站点地区的发展带来机遇,但不同站点受影响的程度会有所差异。从日本和欧洲高铁运输的经验来看,高铁的速度优势在目的地距离

为150~800 km之间最显著,在150~500 km之间,高铁将占据80%~90%的市场份额,在500~800 km之间高铁将占据50%的市场份额(Hall, 2009)。厦深高铁运行长度在500 km内,预计将占据较大运输市场份额,为高铁站点带来急剧增加的客流量,为站点所在地区带来发展机遇。但高铁对站点地区的溢出效应不会自动产生,需要高铁站点及所在城市采用多种方法加以促进。对布局在大城市中心的站点,良好的发展基础上显著提升的人流,会从高铁中获得更多更快的发展机遇。以深圳北站为例,站点设计为交通枢纽,并依托其良好的商业服务设施有望发展成为CBD,进一步增强了可达性的效益。从欧洲高铁站点的经验来看,高铁站点如果建设在城市中心以外,一般会缺乏足够的吸引力。厦深高铁部分站点建在城市中心区之外(如汕尾站、潮汕站等),部分站点所在地区经济总量较小(如鲘门站等),将成为站点地区发展的不利因素。中等站点或者小站点,远离市中心又与城市中心交通不畅,无法吸引足够的人流和商业活动,站点暂时仅能承担交通门户的职能,高铁对站点周边地区发展的促进会是一个长期的过程。

5 结论

本文以厦深高铁为研究对象,采用矢量—栅格集成法分析厦深高铁对广东省东部区域可达性影响的程度和空间分布特征,探讨厦深高铁建设对区域交通可达性的公平性、区域协调发展和站点未来发展的影响。通过分析发现如下特点:

(1) 厦深高铁开通后,各站点的交通可达性得到明显提升,研究区域呈现明显的时空压缩效应,但不同区位的站点可达性变化有所差异。从各站点可达性变化情况来看,各站点一小时圈和两小时圈呈现明显增加趋势,三小时圈和四小时圈呈现明显缩小趋势,全部站点的平均可达性由高铁开通前的1.652 h减至开通后的1.418 h,可达性提升14.16%。

(2) 区域尺度来看,厦深高铁对区域可达性影响呈现廊道扩展结构,廊道的方向与厦深高铁的方向一致,从站点尺度来看,以高铁站点为中心向外扩展的圈层结构,可达性变化随着与站点的距离增加而减小。

(3) 变异系数计算结果表明,厦深高铁减弱了区域交通可达性的公平性,需进一步加强与高铁站

点之间的交通基础设施建设,减少公平性差异。厦深高铁有利于推动地区间产业的协同集聚,促进区域经济发展与缩小地域经济差异。厦深高铁为站点地区发展带来机遇,但其影响也许是长期的过程。

需要指出的是,本文可达性研究结果受研究范围界定的影响。本文仅以粤东7个地级市的部分地区为研究区域,若研究范围变化,结果会出现差异。

参考文献(References)

- 戴特奇, 张玉韩, 赵娟娟. 2013. 中国民用运输机场的可达性溢出效应研究[J]. 地理学报, 68(12): 1668-1677. [Dai T Q, Zhang Y H, Zhao J J. 2013. Using accessibility measures to assess spillover effect of civil airports in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 68(12): 1668-1677.]
- 冯长春, 丰学兵, 刘思君. 2013. 高速铁路对中国省际可达性的影响[J]. 地理科学进展, 32(8): 1187-1194. [Feng C C, Feng X B, Liu S J. 2013. Effects of high speed railway network on the inter-provincial accessibilities in China [J]. *Progress in Geography*, 32(8): 1187-1194.]
- 姜海宁, 谷人旭, 陆玉麒, 等. 2010. 江苏省民用机场可达性及其服务能力评价[J]. 地理科学, 30(4): 521-528. [Jiang H N, Gu R X, Lu Y Q, et al. 2010. Assessment of accessibility and service capability of civil airports in Jiangsu Province[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 30(4): 521-528.]
- 蒋海兵, 徐建刚, 祁毅. 2010. 京沪高铁对区域中心城市陆路可达性影响[J]. 地理学报, 65(10): 1287-1298. [Jiang H B, Xu J G, Qi Y. 2010. The influence of Beijing-Shanghai high-speed railways on land accessibility of regional center cities[J]. *Acta Geographica Sinica*, 65(10): 1287-1298.]
- 蒋海兵, 张文忠, 祁毅, 等. 2013. 区域交通基础设施可达性研究进展[J]. 地理科学进展, 32(5): 807-817. [Jiang H H, Zhang W Z, Qi Y, et al. 2013. Research progress on accessibility to regional transportation infrastructure[J]. *Progress in Geography*, 32(5): 807-817.]
- 孟德友, 陆玉麒. 2011. 高速铁路对河南沿线城市可达性及经济联系的影响[J]. 地理科学, 31(5): 537-543. [Meng D Y, Lu Y Q. 2011. Impact of high-speed railway on accessibility and economic linkage of cities along the railway in Henan Province, China[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 31(5): 537-543.]
- 吴旗韬, 张虹鸥, 叶玉瑶, 等. 2012. 基于交通可达性的港珠澳大桥“时空压缩”效应[J]. 地理学报, 67(6): 723-732. [Wu Q T, Zhang H O, Ye Y Y, et al. 2012. The impact of Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge on the traffic pattern of Pearl River Delta[J]. *Acta Geographica Sinica*, 67(6): 723-732.]
- 吴威, 曹有挥, 曹卫东. 2006. 长江三角洲公路网络的可达性空间格局及其演化[J]. 地理学报, 61(10): 1065-1074. [Wu W, Cao Y H, Cao W D. 2006. Spatial structure and evolution of highway accessibility in the Yangtze River Delta[J]. *Acta Geographica Sinica*, 61(10): 1065-1074.]
- 张莉, 陆玉麒. 2006. 基于陆路交通网的区域可达性评价[J]. 地理学报, 61(12): 1235-1246. [Zhang L, Lu Y Q. 2006. Assessment on regional accessibility based on land transportation network: a case study of the Yangtze River Delta [J]. *Acta Geographica Sinica*, 61(12): 1235-1246.]
- 赵丹, 张京祥. 2012. 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, 21(4): 392-398. [Zhao D, Zhang J X. 2012. Research into spatial pattern changes of Yangtze River Delta's accessibility under the impact of high-speed railway[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 21(4): 392-398.]
- 钟业喜, 陆玉麒. 2009. 基于可达性角度的区域发展机会公平性评价: 以江西省为例[J]. 地理科学, 29(6): 809-816. [Zhong Y X, Lu Y Q. 2009. Assessment of fair space of opportunities for regional development based on accessibility: a case of Jiangxi Province[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 29(6): 809-816.]
- Cao, J, Liu, X C, Wang Y. 2013. Accessibility impacts of China's high-speed rail network[J]. *Journal of Transport Geography*, 28: 12-21.
- Chang J S, Lee J H. 2008. Accessibility analysis of Korean high-speed rail: a case study of the Seoul metropolitan area[J]. *Transport Reviews*, 28(1): 87-103.
- Chen C L, Hall P. 2011. The impacts of high-speed trains on British economic geography: a study of the UK's intercity 125/225 and its effects[J]. *Journal of Transport Geography*, 19(4): 689-704.
- Gutiérrez J. 2001. 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*, 9(4): 229-242.
- Gutiérrez J, González R, Gómez G. 1996. The European high-speed train network: predicted effects on accessibility patterns[J]. *Journal of Transport Geography*, 4(4): 227-238.
- Hall, P. 2009. Magic carpets and seamless webs: opportunities and constraints for high-speed trains in Europe[J]. *Built Environment*, 35(1): 59-69.
- Hansen W G. 1959. How accessibility shapes land-use[J]. *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2): 73-76.
- Holl A. 2004. Manufacturing location and impacts of road transport infrastructure: empirical evidence from Spain[J]. *Regional Science and Urban Economics*, 34(3): 341-363.
- Holl A. 2007. Twenty years of accessibility improvements: the case of the Spanish motorway building program[J]. *Transport Geography*, 15(4): 286-297.
- Hou Q, Li S M. 2011. Transport infrastructure development and changing spatial accessibility in the Greater Pearl River Delta, China, 1990-2020[J]. *Journal of Transport Geography*, 19(6): 1350-1360.
- Jiao J J, Wang J E, Jin F J, et al. 2014. Impacts on accessibility

- of China's present and future HSR network[J]. *Journal of Transport Geography*, 40: 123-132
- Karou S, Hull A. 2014. Accessibility modeling: predicting the impact of planned transport infrastructure on accessibility patterns in Edinburgh, UK[J]. *Journal of Transport Geography*, 35: 1-11
- Knowles R D, Matthiessen C W. 2009. Barrier effects of international borders on fixed link traffic generation: the case of Øresundsbron[J]. *Journal of Transport Geography*, 17 (3): 155-165.
- Levinson D M. 2012. Accessibility impacts of high-speed rail [J]. *Journal of Transport Geography*, 22: 289-291
- Monzón A, Ortega E, López E. 2013. Efficiency and spatial equity impacts of high-speed rail extensions in urban areas [J]. *Cities*, 30(1): 18-30.
- Perl A D, Goetz A R. 2015. Corridors, hybrids and networks: three global development strategies for high speed rail[J]. *Journal of Transport Geography*, 42: 134-144.
- Sánchez-Mateos H S M, Givoni M. 2012. 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*, 25: 105-114.
- Stepniak M, Rosik P. 2013. Accessibility improvement, territorial cohesion and spillovers: a multidimensional evaluation of two motorway sections in Poland[J]. *Journal of Transport Geography*, 31: 154-163
- Ureña J M, Menerault P, Garmendia M. 2009. The high-speed rail challenge for big intermediate cities: a national, regional and local perspective[J]. *Cities*, 26(5): 266-279.
- Zaucha J, Komornicki T, Böhme K, et al. 2014. Territorial keys for bringing closer the territorial agenda of the EU and Europe 2020[J]. *European Planning Studies*, 22(2): 1-22

Influence of the Xiamen–Shenzhen high-speed railways on accessibility and regional development: a case study of eastern Guangdong Province

WU Qitao^{1,2,3}, ZHANG Hong'ou^{1*}, SUN Wei^{2,3}, YE Yuyao¹

(1. Guangzhou Institute of Geography, Guangzhou 510070, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

3. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: With the rapid development of high-speed rail (HSR) in the world, accessibility by high-speed railway has become a important topic in accessibility research. The implementation of the Xiamen-Shenzhen HSR in southern-east China offers a new option for travelers, but also influences or generates the redistribution of demographic and economic activities. This study applies an integrated method to explore the regional spatiotemporal accessibility on a Geographical Information System (GIS) platform. This method makes full use of the advantages of network analysis and cost-weighted raster analysis, and removes the limitations existed in current accessibility analysis. The research area covers seven cities in eastern Guangdong Province due to the limited availability of data. Results are as follows: (1) The Xiamen-Shenzhen HSR condenses spatial and temporal distances and improves the regional accessibility significantly. Regional average accessibility time was 1.652 hours before the operation of the rail, and this accessibility time is improved to 1.418 hour after the operation, with an increase of 14.16%. (2) The spatial structure of the accessibility change presents an "island" or "banding" shape. At the station level, the rail creates concentric rings of accessibility change, while at the regional level accessibility change are along the HSR corridor. (3) The HSR substantially modifies the map of regional accessibility by reducing travel time and brings the peripheral areas closer to the central city (Shenzhen). However, it may also produce an increase of the core-periphery imbalances. The HSR also has a potential influence on the industrial upgrading and collaboration with a shrinking distance. Finally, the stations in the core cities are the chief beneficiaries of the new spatial order. The stimulation to development around stations in small or medium cities will be a long-term process.

Key words: Xiamen-Shenzhen high-speed railways; integrated analysis; accessibility; spatial distribution; Guangdong