

东亚高速铁路网络的发展演化与地理效应评价

金凤君¹, 焦敬娟^{1,2}, 齐元静³

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所 区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101;

2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083)

摘要: 经济全球化和区域一体化进程的不断推进, 促使东亚在世界经济中的地位不断提升。高速铁路作为促进经济一体化和区域发展的重要手段和基础, 其快速发展势必会对东亚地区的区域发展、空间结构、人口流动和一体化产生重大影响。在分析东亚高速铁路网络发展历程及服务水平的基础上, 评价与对比了高速铁路建设对城市交通圈和可达性的影响, 及一体化高速铁路潜在的空间效应, 以期对东亚一体化高速铁路构建提供指导。结果表明: 东亚高速铁路网络扩张整体上呈现出“核心—核心”到网络化的发展历程; 高速铁路网络在中国东中部、日本和韩国等地区具有较高的人口和产业服务水平, 但国土面积覆盖率相对较低; 高速铁路的建设促使核心城市交通圈格局不断扩展与强化, 可实现当日往返城市对数量明显增加, 主要分布在中国长三角、珠三角, 日本东京和韩国首尔周边; 中国大陆、日本和韩国的加权平均旅行时间分别呈现出以郑州、东京和首尔为中心的“核心—边缘”结构, 且圈层结构逐渐向高速铁路沿线延伸; 高速铁路的建设促使城市人口服务水平和可达性的空间格局均呈现出明显的“廊道效应”。

关键词: 东亚地区; 高速铁路; 发展演化; 地理效应

DOI: 10.11821/dlxb201604004

1 引言

1964年日本东京与大阪间新干线的开通, 开启了世界高速铁路建设的先河。到2013年底, 世界运营时速在250 km/h及以上的高速铁路里程达2.3万 km, 分布在13个国家和地区。欧洲和东亚成为世界上高速铁路两大集聚区, 其高速铁路里程分别达7303 km和14553 km, 约为世界总里程的32.4%和64.5%^[1]。为促进欧洲一体化高速铁路网络的建设, 2010年欧洲会议和欧洲联盟委员会提出了欧洲交通网络(Trans-European Transport Networks, TEN-T)总体规划, 此规划旨在强化国家的优先权, 而不是作为促进欧盟一体化的工具^[2], 但相关研究表明跨欧洲高速铁路网络的建设仍将在一定程度上促进欧盟一体化^[3-4]。受自然条件、国家政策和管理体制等条件的影响, 东亚地区尚未形成跨国界的高速铁路网络及规划。东亚高速铁路主要分布在中国东中部、日本和韩国等。其中, 中国高速铁路时速在250 km/h及以上线路达11477 km, 占东亚地区的78.9%; 而日本和韩国分别为2664 km和412 km, 占东亚地区的18.3%和2.8%^[1]。21世纪初, 中国政府出台的《中国东北地区面向东北亚区域开放规划纲要》以及日本民族党领袖提出的“东亚共同体”都在一定程度上为东亚一体化基础设施的建设提出了新的要求^[5]。高速铁路作为综合交通的重要组成部分, 其一体化发展将具有十分重要的意义。

收稿日期: 2015-07-21; 修订日期: 2015-11-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(41171107) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41171107]

作者简介: 金凤君(1961-), 男, 内蒙古赤峰人, 博士, 研究员, 主要研究方向为区域经济学与经济地理学。

E-mail: jinfj@igsnrr.ac.cn

高速铁路的建设标志着铁路运输进入了快速化时代,提升铁路在综合交通运输体系中的地位,不可避免地对区域和城市的经济活动产生影响,并逐渐成为国内外学者关注的焦点。目前,国内外对高速铁路空间效应的研究主要集中在从跨国界、国家、区域和地方等尺度,探讨高速铁路对城市可达性^[6-7]、要素流动^[8-9]、区域发展^[10-11]、空间结构^[12-14]、其他交通方式^[15-16]的影响。其中,跨国界尺度的研究主要集中在欧洲高速铁路对区域便捷性和差异的影响等方面^[17-20],并认为高速铁路的发展极大地缩短了城市间的旅行时间^[19],并导致区域差异的扩大,形成明显的“核心—边缘”结构^[20]。部分学者分析和评价了泛亚高铁网络对区域联系和空间结构的影响^[21]以及欧洲和中国高铁建设对区域一体化的影响^[22];国家尺度上,部分学者探讨了其他城市到首都、区域中心城市或者所有城市间最短旅行时间的变化,评价高速铁路网络建设对可达性的影响^[23-25]。此外,部分学者采用回归分析、相关分析和空间分析等方法评价了高速铁路建设对区域经济发展、产业集聚、人口集聚等的影响,发现高速铁路的建设将进一步加剧人口和产业的集聚,带动沿线经济的发展^[26-28]。高速铁路最直接的影响是城市可达性,而城市可达性又是影响区域发展、产业和人口集聚的重要因素,因此,探讨高速铁路网络对可达性的影响具有十分重要的意义。

鉴于此,在上述研究的基础上,本文以东亚高速铁路网络为研究对象,对比分析中国、日本和韩国现状及规划高速铁路的时空收敛效应以及对城市交通圈的影响,在此基础上探讨影响东亚高速铁路网络演化模式及影响因素,以期为构建东亚地区一体化高速铁路网络提供借鉴和参考。

2 研究方法和数据说明

2.1 研究方法

可达性作为一种评价交通网络便捷性的指标,被广泛应用于高速铁路空间效应的研究。其中,日可达性、加权平均旅行时间和潜力模型分别从服务水平、便捷性和经济潜力等角度评价高速铁路的空间效应^[25]。日可达性揭示交通服务水平或城市交通圈范围,本文采用其评价高速铁路网络空间服务水平和高速铁路对城市交通圈的影响^[15];加权平均旅行时间反映的是城市间旅行效率和区位条件,可用于评价高速铁路的“时空收敛”效应^[19]。

2.1.1 日可达性 日可达性是指可实现当天往返的人口和经济活动的规模,在Gutiérrez人口可达性^[17]和Vickerman的经济可达性^[18]的基础上,对高速铁路站点2 h服务水平和城市2 h交通圈进行评价,即用在一定时间段内高速铁路站点和城市通过各种交通方式可以服务的人口或GDP规模来表示,公式如下:

$$Q_i = \sum_{T_{ij} < a} q_j \quad (1)$$

式中: Q_i 是指城市或高速铁路站点*i*交通圈范围; q_j 表示目的地*j*的人口、GDP或国土面积; T_{ij} 表示城市*j*到城市*i*的最短旅行时间,其计算过程参看文献[12]; a 为最大的可通行时间范围,本文采用2 h。

2.1.2 加权最短旅行时间 加权最短旅行时间是评价城市到其他城市的便捷性,主要是由城市的区位决定,并综合考虑与该城市相联系的其他城市的经济、社会和交通设施的水平等。加权平均旅行时间越小,表示该城市可达性越高,对外联系越便捷,反之亦然。公式如下:

$$T_i = \frac{\sum_{j=1}^n T_{ij} \times M_j}{\sum_{j=1}^n M_j} \quad (2)$$

式中： T_i 表示城市*i*的加权最短旅行时间； M_i 表示城市经济活动的权重，本文采用人口和GDP乘积的开方表示； T_{ij} 表示城市*i*和城市*j*之间的最短旅行时间，其计算过程参看文献[7]和[12]。

2.2 研究区域和数据来源

东亚位于亚洲东部，主要包括中国、蒙古国、朝鲜、韩国和日本等5个国家，为亚洲濒临太平洋的重要板块。目前，东亚高速铁路已在中国、韩国和日本等3个国家分别形成了独立而完整的网络，而朝鲜和蒙古国尚没有高速铁路布局。为此，本文选择中国大陆337个城市（333个地级行政单元和4个直辖市）、中国台湾的21个城市（7市和16县）、韩国的17个城市（1个特别市、1个特别自治市、6个广域市、8个道以及1个特别自治道）和日本的47个城市（1都、1道、2府和43个县）等为研究对象。研究区域根据《中国行政区划手册（2012）》、《日本统计年鉴》、《韩国统计年鉴》等进行整理，朝鲜行政区根据相关网站整理。

研究数据主要包括社会经济统计数据 and ArcGIS 空间数据。社会经济统计数据分别来自于《中国城市统计年鉴（2013）》、《中国区域经济统计年鉴（2013）》、《日本统计年鉴（2013）》、《韩国统计年鉴（2013）》、《台湾统计年鉴（2013）》等。ArcGIS 空间数据主要包括中国、日本和韩国不同等级道路网数据以及行政区划数据，其中，中国道路网数据来自于《中国交通年鉴（2013）》、中国科学院人地系统主题数据库和国家测绘局国家基础地理信息中心1:400万地图数据库等；韩国和日本的道路网数据分别根据《韩国地图册》和《日本地图册》数字化获取。2012年中国大陆、中国台湾、日本和韩国高速铁路数据分别根据中国列车时刻表（C、G和D字头列车所运行的线路）以及中国台湾、日本和韩国现状运营数据整理得到；规划高速铁路主要是依托中国《中长期铁路网规划（2008年调整）》和国际铁路联盟（International Union of Rail ways, UIC）网站公布的时速在250 km/h及以上的铁路网络数字化获取。为进一步对比高速铁路网络建设的影响，本文构建3种情形：① 无高铁，即仅考虑普通铁路和公路网络；② 2012年，即包含2012年高速铁路及无高铁情形下的交通网络；③ 规划高速铁路网，即包含规划高速铁路及2012年情形下的交通网络。

3 东北亚高铁网络发展演化、效应及机理分析

3.1 空间演化及服务特征

3.1.1 空间演化特征 根据东亚高速铁路网络发展的时序、发展速度和发展主体，可以将其划分为3个阶段（图1）：

（1）2002年前，高速铁路“日本时期”。自1964年，日本先后建设了东海道新干线（1964）、山阳新干线（1972-1975）、东北新干线（1982-2010）、上越新干线（1982）和北陆新干线（1997）等。到2002年日本高速铁路里程达2325 km（约为世界总里程的30.8%），位居世界第一位，年均增长59.6 km/a。空间上，日本高速铁路由东南沿海向北逐渐扩展，呈南北“线性”布局，但尚未形成网络。20世纪80年代和90年代韩国和中国分别开始高速铁路的研究。1984年韩国完成了在首都首尔和第二大城市釜山之间高速

铁路(京釜高铁)的可行性研究,并于1992年开始施工。1993年,中国铁道部发布了《京沪高速铁路重大技术经济问题前期研究报告》,并于1997、1998、2000和2001年对京沪、京广、京哈等铁路主干线实行了4次铁路大提速,提速后铁路主干线运行时速达到160 km/h及以上,这为中国大陆高速铁路的发展奠定了基础。

(2) 2003-2008年,高速铁路“过渡时期”。

2003年中国秦皇岛—沈阳客运专线和2004年韩国首尔—大邱高速铁路的开通,分别标志着中国和韩国步入“高铁时代”。该阶段,韩国高速铁路主要集中在韩国的北部地区;中国高速铁路网主要集中在东中部地区,且以既有线路改造的高速铁路为主,这些铁路线均以中国大中城市为起讫点。2004年和2007年中国政府先后实行第五次和第六次铁路大提速,使京哈、京广、京沪、陇海、武九、浙赣、胶济和广深等干线运行时速提高到200 km/h及以上,且京哈、京广、京沪和胶济线部分区段时速可达250 km/h;2004年台湾省首条新建高速铁路全线运行,将台湾省所有核心城市连接为一个整体。日本新干线扩展速度相对较慢,仅新增日本九州新干线(鹿儿岛线),仍以南北线沿东海岸“线状”分布。空间上,该阶段东亚高速铁路均呈以“核心—核心”的空间分布特征。到2008年,日本、中国和韩国运行时速在250 km/h及以上的高速铁路线路分别为2452 km、750 km(秦沈客运专线和台湾高速铁路)和330 km,即该阶段东亚高速铁路的发展主体增多,但日本占主要地位。

(3) 2008年-至今,高速铁路“中国时期”。该阶段中国逐渐替代日本成为东亚地区拥有高速铁路里程最多和发展速度最快的国家,占世界的比重也呈现出波动上升态势。2008年,中国第一条最高运营时速达350 km/h的新建高铁线路(京津城际铁路)开通,之后先后开通了胶济客运专线、武广高铁、石太客运专线、京沪高铁、合肥—武汉高铁、郑西高铁、福厦高铁、成灌高铁、京沪高铁、沪宁高铁、昌九高铁、沪杭高铁、长吉高铁、海南东环线高铁、汉宜高铁、哈大高铁、和京武高铁(北京—武汉)等,中国新建高速铁路整体上呈现出“核心—核心”到网络化的发展特征;该阶段日本高速铁路网络继续在南北向延伸,先后开通了东北新干线(八户—新青森)和九州新干线(博多—新八代)等线路,高速铁路网络仍以“线状”布局为主;韩国高速铁路也逐渐向外延伸,将韩国第一大和第二大城市连接起来,呈现出典型的“核心—核心”的发展模式。到2012年底,中国取代日本成为东亚地区拥有高速铁路里程最多的地区。根据中国、韩国和日本高速铁路相关规划,未来东亚高速铁路均呈现出网络化发展格局,即中国和日本高速铁路网络开始向西部地区扩展,韩国高速铁路向南部地区扩展。

3.1.2 服务水平 考察高速铁路对国土、人口、经济的整体服务能力和空间差异,可从深



图1 东亚高速铁路网络空间分布特征

Fig. 1 Spatial distribution of operating and planned high-speed rail in East Asia

层次上揭示高速铁路网络的服务水平及空间效率,评价高速铁路与社会经济的空间适宜性(表1,图2)。空间上,2012年东亚高速铁路网1 h服务区域占东亚地区的比重为13.6%,在空间上已基本衔接,主要分布在中国东中部、韩国首尔—釜山以及日本环太平洋经济带沿线;2 h服务区域占东亚地区的比重为25.9%,并在中国东中部地区核心城市、首尔和东京等城市周边形成连续的面状分布特征。随着规划高速铁路的建设,东亚高速铁路服务区域开始向中国西部、日本西部和韩国南部地区扩展,其1 h和2 h服务区域占东亚地区的比重增加为24.8%和42.6%。其次,2012年东亚地区高速铁路1 h服务区域内拥有的城市数量、人口和GDP分别占东亚地区的50.1%、62.9%和75.2%,2 h服务区域内拥有的城市数量、人口和GDP分别占东亚地区的66.9%、78.3%和86.6%,均高于其国土覆盖率;规划高速铁路1 h服务范围内城市、人口和GDP比重增加为73.1%、84.4%和83.8%,2 h服务范围内城市、人口和GDP比重增加为85%、93.1%和93.7%。高速铁路的建设使更多的国土面积、城市、人口和经济活动可以享受到高速铁路的服务,但其国土覆盖率仍相对较低。此外,2012年日本高速铁路网络具有较高的人口和经济服务,韩国次之,中国最低;随着规划高速铁路的建设,中国高速铁路的人口和经济服务水平明显增加,但其国土服务水平仍低于日本和韩国,这与中国人口和经济主要集中在东中部地区是分不开的。整体上,高速铁路具有较高的人口和经济服务水平,而其国土服务水平相对较低。

高速铁路作为城市对外联系的重要交通方式,已基本上覆盖了东亚地区市辖区人口规模在300万以上的巨大城市和特大城市(表2)。从现状高速铁路网络的服务范围分析,市辖区人口规模在1000万以上的巨大城市(东京、大阪、上海、重庆和北京)均能在1 h范围内享受到高速铁路的服务;人口规模在300~1000万的特大城市除汕尾外均能在1 h内享受到高速铁路的服务,且超过60%的大城市(人口规模在100~300万)可在1 h内享受到高速铁路的服务,而高速铁路1 h服务区域仅覆盖了50.74%中等城市(人口规

表1 东亚高速铁路网络服务水平统计特征

Tab. 1 Statistical characteristic of 1 h and 2 h service market of HSRs in East Asia

		东亚		中国		日本		韩国	
		总量	比重(%)	总量	比重(%)	总量	比重(%)	总量	比重(%)
2012年 1 h服务 范围	面积(万 km ²)	135.8	13.6	111.3	11.7	19.8	53.0	5	47.0
	城市数量(个)	214	51.0	174	48.7	31	66.0	9	56.3
	人口(万人)	96766	63.0	82943	61.0	10159	79.0	3664	74.0
	GDP(亿元)	120657	75.2	65233	72.9	46850	79.3	8575	71.9
2012年 2 h服务 范围	面积(万 km ²)	257	25.9	224	23.6	26	69.1	8.1	80.7
	城市数量(个)	281	66.9	229	64.2	38	80.9	14	87.5
	人口(万人)	120439	78.3	104737	77.0	11054	86.3	4648	93.4
	GDP(亿元)	139018	86.6	76871	85.9	50978	86.3	11169	93.6
规划1 h 服务范围	面积(万 km ²)	247	24.8	219	23.1	23	61.2	5	47.0
	城市数量(个)	307	73.1	265	74.2	33	70.2	9	56.3
	人口(万人)	129874	84.4	115826	85.1	10385	81.1	3664	73.6
	GDP(亿元)	134478	83.8	77827	87.0	47893	81.1	8758	73.6
规划2 h 服务范围	面积(万 km ²)	424	42.6	3867	40.7	30	79.2	8.1	80.8
	城市数量(个)	357	85.0	303	84.9	40	85.1	14	87.5
	人口(万人)	143190	93.1	126821	93.2	11721	91.5	4648	93.4
	GDP(亿元)	150445	93.7	85253	95.3	54057	91.5	11135	93.3

注:服务范围的面积为所有栅格面积的和,而非以行政区位单元的面积。

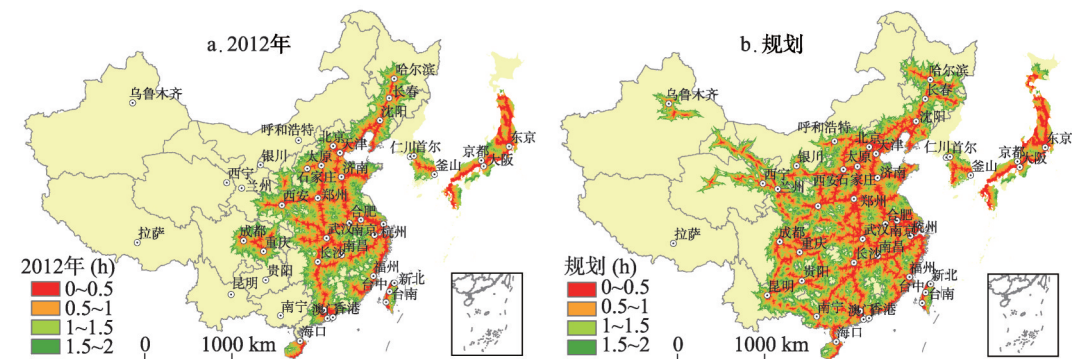


图2 东亚高速铁路网络服务水平空间分布特征

Fig. 2 Spatial distribution of the present and future high speed rails in East Asia

表2 东亚高速铁路网络服务的城市类型比重(%)

Tab. 2 Cities of areas covered by HSRs in 1 and 2 hours in East Asia

城市市辖区人口规模		<50万(102个)	50~100万(139个)	100~300万(147个)	300~1000万(27个)	>1000万(5个)
现状1 h服务范围	城市数量	19.61	50.74	63.33	96.30	100
	人口	29.06	53.80	63.44	97.52	100
	GDP	53.75	57.10	82.45	96.79	100
现状2 h服务范围	城市数量	35.29	67.65	81.33	96.30	100
	人口	49.49	71.25	82.70	97.52	100
	GDP	78.65	80.55	90.99	96.79	100
规划1 h服务范围	城市数量	47.06	73.53	86.00	96.30	100
	人口	62.65	80.62	88.64	97.52	100
	GDP	65.88	72.43	90.02	96.79	100
规划2 h服务范围	城市数量	63.73	86.76	96.00	96.30	100
	人口	77.99	91.36	97.04	97.52	100
	GDP	90.15	91.90	95.36	96.79	100

模在50~100万)以及19.61%小城市(人口规模小于50万)。现状高速铁路网络2 h服务区域对人口规模在300万以上的巨大城市和特大城市仍具有较高的覆盖率,而对人口规模小于50万人的覆盖率相对较低。随着规划高速铁路的建设,东亚高速铁路网在人口规模较小的中小城市的覆盖率明显提升,近50%的小城市可以在1 h内享受到高速铁路的服务。此外,高速铁路在不同类型城市中的GDP覆盖率高于人口,远高于城市数量,如现状高速铁路1 h服务区域内对大城市的覆盖率为63.33%,而这些城市的人口和GDP分别占有大城市的63.44%和82.45%,这表明在同一类型城市中,高速铁路更倾向于服务于人口规模较大和经济发展水平较高的城市。

3.2 空间效应

3.2.1 城市交通圈 高速铁路的发展改善了核心城市的通达性,扩大了核心城市腹地范围,形成以核心城市为中心辐射周边城市的交通圈,城市交通圈的范围通常采用一定时间范围内所服务城市的社会经济属性来表示。中国、韩国和日本高速铁路网络均主要服务于客运,为此,本文选取城市2 h交通圈可达的人口规模对高速铁路建设前后城市交通圈的变化进行评价。

(1) 高速铁路的建设扩大了核心城市的腹地范围,使部分城市2 h交通圈在空间上呈现连续分布(图3)。高速铁路的建设使可实现2 h内往返的城市对数量明显增加,为

“职住异地”创造条件。无高铁时,中国大陆仅有159个城市对(占总量的0.28%)之间可实现在2 h内往返,中国台湾有25对(14.6%)、日本有3对(0.3%)、韩国有9对(8.57%);2012年中国大陆、中国台湾、日本和韩国分别增加为349、40、7和15对;规划期末进一步增加为476、40、14和17对,这些城市对主要分布在中国长三角、珠三角、成渝经济区、武汉都市圈,日本东京都市圈以及韩国南部和中国台湾西部。高速铁路的建设使中国大陆和日本可实现当天往返(8 h)的城市对比重由无高铁时的4.89%和21.41%,增加为规划期末的12.13%和52.93%,空间上,这些城市2 h交通圈呈连续分布特征,主要位于中国京沪、京广和京哈沿线以及日本新干线沿线。受行政区面积的影响,中国台湾97.7%的城市和韩国所有城市间均可实现当日往返。空间上,无高铁时,城市1 h交通圈呈离散分布,随着高速铁路的发展,城市1 h交通圈在主要高速铁路干线沿线形成“点轴”分布格局,主要分布在中国大陆的东中部、韩国北部、日本东部和台湾等地区;城市2 h交通圈呈面状分布,且随着高速铁路的发展,其范围不断的向中国和日本西部、韩国南部扩展。

(2) 高速铁路的建设扩大了中国大陆城市日可达性的空间差异,而缩小了日本、韩国和中国台湾城市的空间差异(图4,表3)。具体分析,中国大陆城市日可达性的变异系数(均值和标准差的比值,用于反映城市交通圈服务水平的空间差异)为0.80,到2012年增加为0.91,规划期末又略降低为0.81,整体上呈增加态势;而日本、韩国和

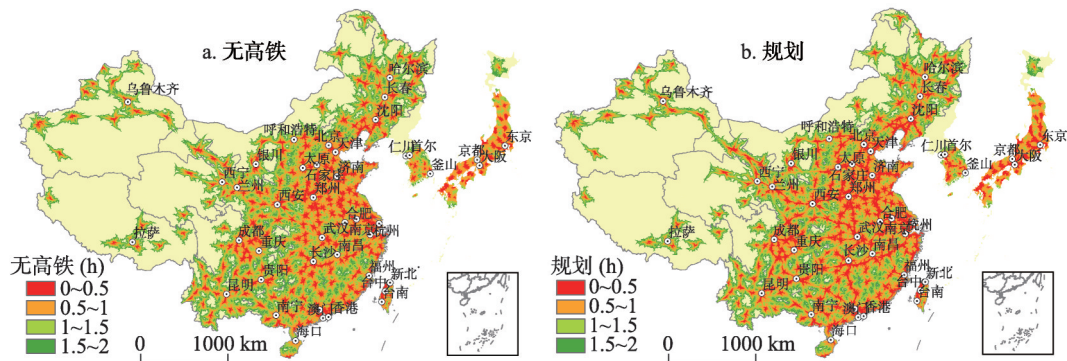


图3 东亚城市交通圈空间分布

Fig. 3 Spatial distribution of transport circle in East Asia

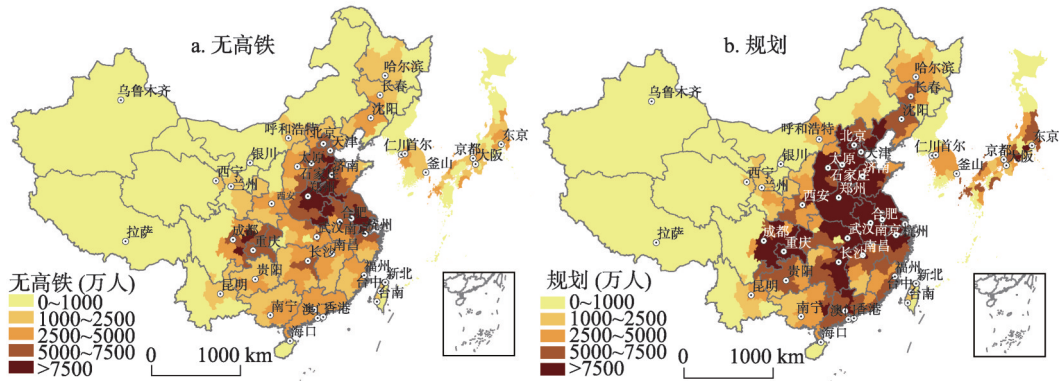


图4 东亚城市日可达性空间分布

Fig. 4 Spatial distribution of daily accessibility in East Asia

表3 城市日可达性和加权平均旅行时间统计特征
Tab. 3 Statistical characteristic of daily accessibility, and weighted shortest travel time in East Asia

指标	均值(万人)			变化率(%)			变异系数		
	无高铁	2012年	规划期末	无高铁/ 2012年	2012年 /规划	无高铁/ 规划	无高铁	2012年	规划期末
日可达性	中国大陆	3364	5200	6684	54.59	28.52	98.68	0.800	0.910
	中国台湾	1065	1481	1481	39.03	0.00	39.03	0.451	0.447
	日本	1865	3051	3595	63.60	17.82	92.76	0.830	0.674
	韩国	1678	2772	3295	65.20	18.86	96.35	0.598	0.531
加权平均 旅行时间	中国大陆	16.19	11.28	9.39	-30.31	-16.78	-42.00	0.410	0.570
	中国台湾	1.92	1.45	1.45	-24.78	0.00	-24.78	0.270	0.380
	日本	7.57	4.35	3.81	-42.48	-12.5	-49.67	0.361	0.360
	韩国	1.99	1.59	1.52	-20.28	-4.51	-23.88	0.200	0.240

国台湾分别由无高铁时的0.83、0.598和0.451降低为2012年的0.674、0.531和0.447，到规划期末降低为0.673、0.429和0.447，整体上呈现降低态势。此外，中国大陆城市日可达性的差异略高于日本，远高于中国台湾和韩国。空间上，无高铁时，仅有31个城市日可达性在7500万人以上，这些城市主要分布在中国河南省、而韩国和日本日可达性最大值分别为大田县（3540万人）和群马县（4799万人）；2012年城市人口服务水平在7500万人以上的城市数量扩展为91个，这些城市主要分布在京广线和京沪线沿线以及成渝经济区，呈现出以京沪、京广和京哈线为轴的“廊道效应”；规划期末日可达性在7500万人以上的城市数量扩展至130个，主要分布在中国华北、华东、华中和成渝地区内的高速铁路干线沿线，日本东京周边（爱知县和长野县），韩国汉釜高铁和中国台湾高速铁路沿线。整体上，日本、韩国和中国台湾城市日可达性明显低于中国大陆，日本、韩国和中国台湾城市日可达性较高的城市主要集中在日本东京、韩国大田（韩国高速铁路北线和南线交叉点）和台北市周边。

（3）现状和规划高速铁路网均在很大程度上提高了城市日可达性，且中国大陆、日本和韩国高速铁路所引致的日可达性提升率均在90%以上（表3）。具体分析，2012年高速铁路的建设促使韩国城市日可达性较无高铁时提升了65.2%，略高于日本（63.6%）和中国大陆（54.59%），远高于中国台湾（39.03%）；规划高速铁路网络较2012年提升的幅度均小于2012年较无高铁时，其中，中国大陆城市具有最大的提升，提升比率为28.52%；其次为韩国（18.86%）、日本（17.82%），而中国台湾无提升。整体上，到规划期末，中国大陆城市日可达性将获得最大的提升（98.68%），韩国和日本次之，但其提升比率均在90%以上，而中国台湾的提升比率相对较低，仅为39.03%。其次，高速铁路建设所引致的城市日可达性变化率的空间差异较明显。对比无高铁和规划高铁情形发现，城市日可达性提升比率较高的城市分布较分散，主要为人口规模较大的城市（如北京、上海、成都和东京等）及其周边城市或位于主要高速铁路干线沿线（图5）。其中，提升比率在500%以上的城市有日本的山形县、宫崎县、大分县，中国秦皇岛、台北市和韩国光州，这些城市均为各国或地区高速铁路的重要核心城市，如秦皇岛为秦沈客运专线的起点；提升比率在200%~500%的城市有38个，这些城市主要分布在中国北京、武汉、成都和西安以及日本东京、大阪周边。

3.2.2 时空收敛效应 高速铁路的建设促使东亚各国和地区均产生了明显的非均衡时空收敛效应（表3）。2012年高速铁路的建设促使日本城市间加权旅行时间缩短了42.5%，而中国大陆、中国台湾和韩国的降幅分别为30.3%、24.78%和20.28%，即日本成为高速铁

路建设的最大获益区域；规划高速铁路的建设，促使中国大陆城市可达性较2012年获得较大的提升，日本和韩国次之，而中国台湾无变化；整体上，日本城市间加权平均旅行时间在现状和规划高速铁路建设中获益最大，其次为中国大陆、中国台湾和韩国。其次，高速铁路的建设将扩大中国大陆、中国台湾和韩国城市可达性的空间差异，而缩小日本城市可达性的空间差异。具体分析，2012年高速铁路的建设使中国

大陆、中国台湾和韩国城市可达性的变异系数由无高铁时的0.41、0.27和0.2，增加为0.57、0.38和0.24；规划高速铁路的建设促使中国大陆和韩国可达性的变异系数略有降低，分别降低为0.52和0.22，但整体上呈现增加态势；2012年和规划高速铁路网的建设均缩小了日本可达性的空间差异。即高速铁路的建设将在提升日本城市间旅行效率的同时兼顾公平，而中国大陆、中国台湾和韩国高速铁路的建设均提高了城市间旅行效率，但也一定程度上扩大了区域差异。此外，从不同阶段分析，2012年中国大陆和韩国高速铁路的建设在缩短城市间的旅行时间的同时，扩大了城市可达性的空间差异；规划高速铁路的建设对城市间旅行时间的影响相对较小，但一定程度上缩小了城市可达性的空间差异。因此，中国大陆、中国台湾和韩国高速铁路在追求旅行效率的同时，也应兼顾区域的公平性。

空间上，中国大陆、韩国和日本交通可达性均呈现出“核心—边缘”结构，核心区具有较高的可达性，而边缘地区的可达性相对较弱（图6）。而中国台湾可达性呈线性布局，即中国台湾西侧台北—台南沿线城市具有较高的可达性，而东侧地区可达性相对较弱。无高铁时，中国大陆、日本和韩国交通可达性分别呈现出以郑州、东京和首尔为中心，向外圈层递减的空间格局。2012年，东亚可达性空间格局发生明显变化，中国大陆可达性在空间上向京沪、京广和京哈线方向延伸，呈现出以郑州—武汉为中心、向外逐层递减的空间结构；日本由东京向外递减的圈层结构略有弱化；韩国可达性的中心由首尔向东北方向偏移；台湾省可达性空间格局变化不明显。规划期末，中国大陆加权平均旅行时间的等值线进一步呈现出向京沪、京广、京哈、郑西和沪昆线等中国规划“四纵四横”高速铁路扩展，即“四纵四横”高速铁路沿线城市可达性提升幅度高于其他地区；中国台湾、韩国和日本加权平均旅行时间等值线呈现出以中国台北、韩国首尔和日本东京为中心向外拓展。即随着高速铁路的建设，高速铁路沿线城市可达性明显提升，促使交通可达性等值线呈现出向高速铁路沿线凸起，但整体上中国大陆、韩国和日本交通可达性等值线呈现出“核心—边缘”结构。

对比分析可达性的变化率发现，城市可达性提升呈现出明显的“廊道效应”，即高速

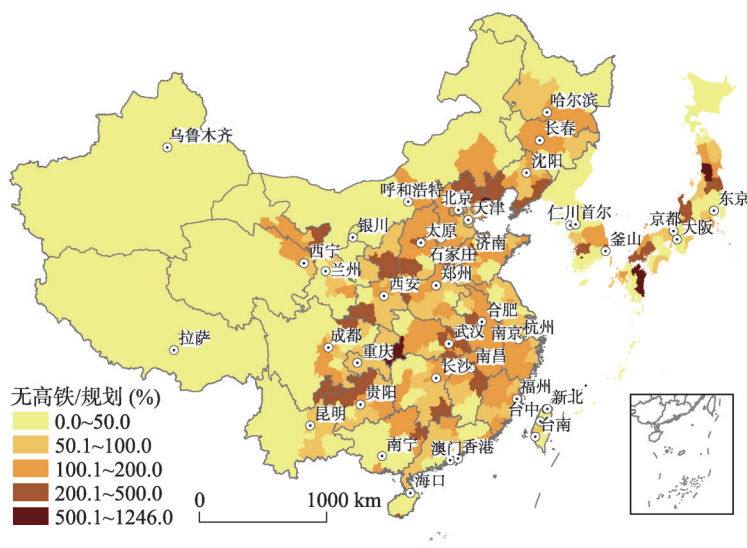


图5 东亚各城市日可达性变化率空间格局

Fig. 5 Spatial distribution of the improvement in daily accessibility, East Asia

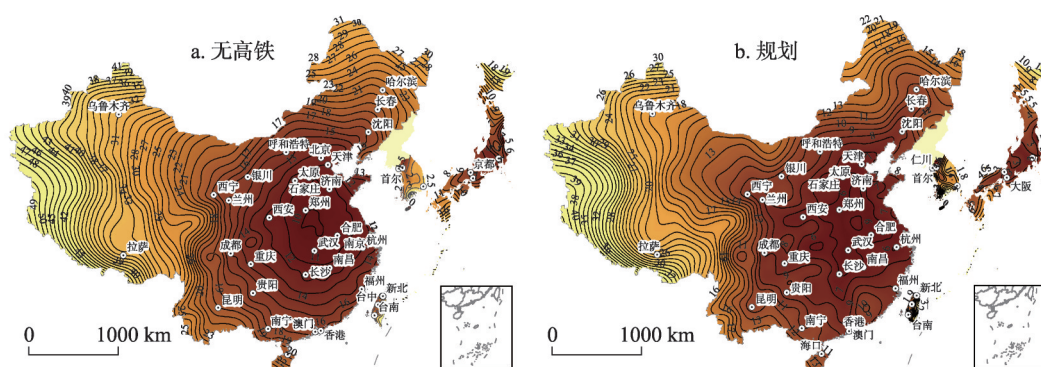


图6 东亚城市加权平均旅行时间空间分布

Fig. 6 Spatial distribution of weighted shortest travel time in East Asia

铁路沿线城市具有较高的可达性提升比率(图7)。具体分析,中国大陆城市可达性提升比率在55%以上的城市主要位于京沪、京广、京哈、陇海线、杭深线(杭州—深圳)沿线,其空间格局与中国规划的“四纵四横”客运专线在空间上具有较高的耦合性;日本可达性提升比率在55%以上的城市主要位于新干线沿线,尤其是东京周边。中国台湾和韩国城市可达性提升比率相对较低,但空间上也呈现出明显的“廊道效应”,即高速铁路沿线城市获得较大的提升,尤其是高速铁路起讫点附近的城市。东亚地区有33个城市加权旅行时间节约幅度大于55%,这些城市主要位于日本新干线和中国的哈大线沿线,日本佐贺县获得最大的提升。

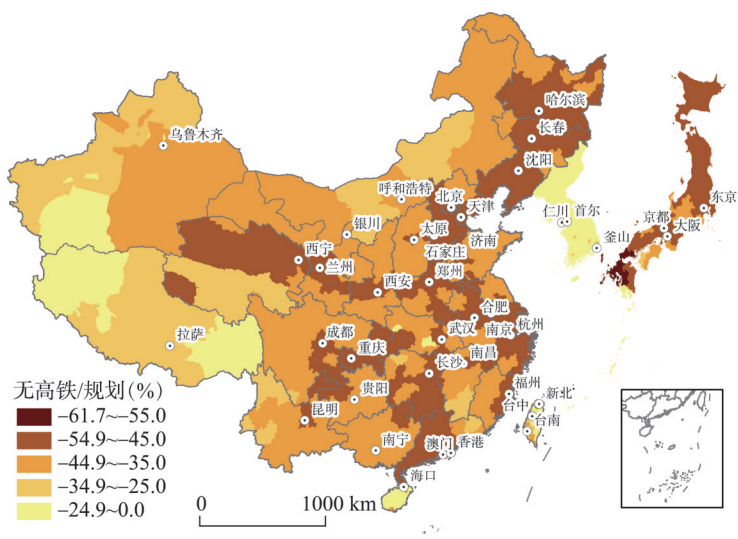


图7 东亚城市加权平均旅行时间变化率空间分布

Fig. 7 Spatial distribution of the increase in weighted shortest travel time in East Asia

空间上也呈现出明显的“廊道效应”,即高速铁路沿线城市获得较大的提升,尤其是高速铁路起讫点附近的城市。东亚地区有33个城市加权旅行时间节约幅度大于55%,这些城市主要位于日本新干线和中国的哈大线沿线,日本佐贺县获得最大的提升。

3.2.3 一体化高铁网络及效应 在对比分析现状和规划高速铁路空间效应的基础上,根据相关研究提出建设日本福冈—韩国釜山近210 km的高速铁路线路,韩国首尔—朝鲜平壤—中国丹东近400 km的高速铁路线路,以及朝鲜平壤—中国延吉的高速铁路线路,中国台北—福州近210 km的高速铁路线路以构建东亚一体化的高速铁路网络,并对其潜在的空间效应进行评价(图8)。一体化高速铁路网的建设将会提升和改变门户城市的地位。如丹东和延吉作为中国高速铁路网通过朝鲜与韩国、日本高速铁路联系的重要门户,釜山和福冈县分别作为韩国和日本对外联系的门户,高速铁路的发展将会进一步提高其作为门户城市的地位,为其社会经济的发展创造条件。台北—福州高速铁路的建设也将进一步促进中国海峡两岸经济、社会 and 文化的交流,促进海峡西岸经济区和台湾省的发展。其次,一体化高速铁路的建设将会加强核心城市之间的联系,促进部分核心城市的

发展。门户城市作为对外开放的窗口,而向与之邻近的核心城市提供相关的经济活动、社会交流和人员流动及相关服务,从而为其发展创造条件。如一体化高速铁路的建设促使首尔—沈阳、首尔—东京、沈阳—东京的旅行时间仅需要 3 h、4 h 和 7 h,均可实现一日可达。空间上,韩国、日本、中国东北部分城市的 2 h 交通圈在空间上已连接为一个整体,并将覆盖朝鲜大部分领土。

3.3 演化模式及机理

根据高速铁路网络与空间经济发展的演进模式,可以将其划分为 3 个阶段,这与中国近 100 年铁路网络模式具有一定的相似性,但也具有明显的独特性。第一,高速铁路网络建设初期的扩展动力主要来自于区域内部核心城市之间联系的需求,以及最高行政中心与各个行政辖区联系的需求,随着核心—核心城市间联系的不断增强,一定程度上将促进沿线中小城市的发展,从而为“高速铁路经济带”的发展创造条件,高速铁路线路在空间上呈现出“廊道型”,如中国郑西客运专线、石太客运专线、武广客运专线、京沪客运专线,日本东海道客运专线和韩国京釜高速铁路等。第二,高速铁路网络建设中期的扩展动力主要来自于区域一体化,该阶段高速铁路网络的布局模式基本上呈现出以核心城市为中心、向外发散的“星型模式”。这类高速铁路网络主要集中在城市群尺度,如中国长三角、珠三角、武汉都市圈和中原经济区的城际铁路,日本东京—大阪高速铁路复线等,城市群尺度高速铁路网络的建设,将成为城市群地区“面状经济”发展的重要基础。第三,高速铁路的网络化,主要动力来源于区域基础设施的均等化和国家战略发展的需求,以及受国家城市和经济空间布局等的影响而形成,如中国大陆和日本高速铁路向西部扩展。中国西部地区建设成本较高、客运需求不足、经济发展滞后和人口密度较低等,但未来是中国高速铁路建设的重点,这一定程度上受国家发展战略的需要。总结东亚高速铁路网络的空间模式及其所产生的空间经济影响,具有 3 种抽象模式(图 9)。其中,日本、韩国和中国台湾高速铁路网络基本上以“廊道型”发展模式为主,而中国大陆高速铁路网络在全国尺度呈现出“网络型”发展模式,但局部地区呈现出“星型模式”(城市群地区)和“廊道型”模式(如主要高速铁路线路沿线)。

高速铁路网络的扩展和空间效应受区域的自然条件和社会经济要素等的综合影响(表 4)。其中,自然条件影响高速铁路的建设和维护成本,从而影响高速铁路的布局;社会经济发展水平相对较高的地方政府可以为高速铁路网络的建设提供更多的配套资金,也为高速铁路网络的发展提供充足的客源,以保障高速铁路建设和运营。此外,中国政府为应对金融危机而实施的“积极的财政政策”,如为应对亚洲金融危机提出的在 1998-2002 年增加 6600 亿元的投资以及应对全球金融危机增加的 4 万亿投资均在很大程度

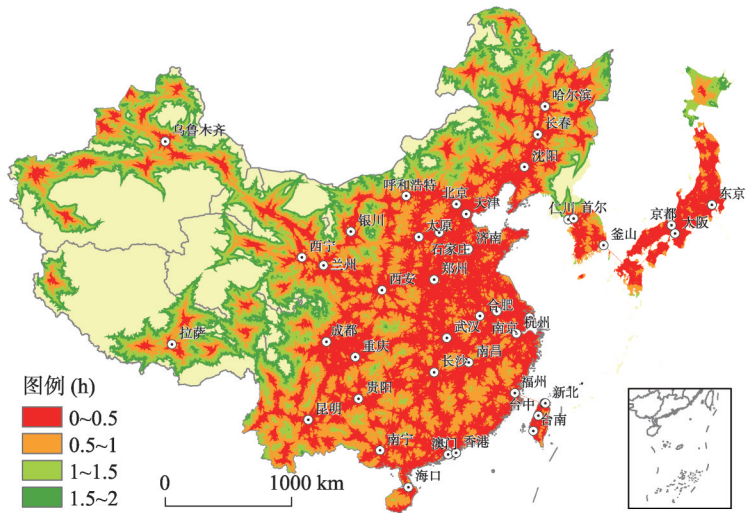


图 8 东亚一体化高速铁路背景下城市交通圈空间分布特征

Fig. 8 Spatial distribution of the transport circle in the scenario with integrated HSR network in East Asia

上促进了中国高速铁路的发展,为中国高速铁路在短时期内完成日本近50年高速铁路的发展历程创造条件。此外,差异化的融资模式和运营模式,也是影响东亚各国和地区高速铁路发展演化及空间效应的核心因素。其中,政府主导和市场主导模式分别是影响高速铁路网络快速扩张和盈利的主要因素。政府主导型高速铁路的建设,可以在短时间内快速获取足够的建设资金,保障高速铁路的建设顺利进行;市场主导型的运营模式,能够促使企业实时调整高速铁路运营及管理模式,以适应市场需求。日本和韩国高速铁路的运营和组织模式均服从PPP (Public- Private- Partnership) 模式,中国台湾高速铁路服从TOD (transit-oriented development) 模式,而中国大陆高速铁路网络

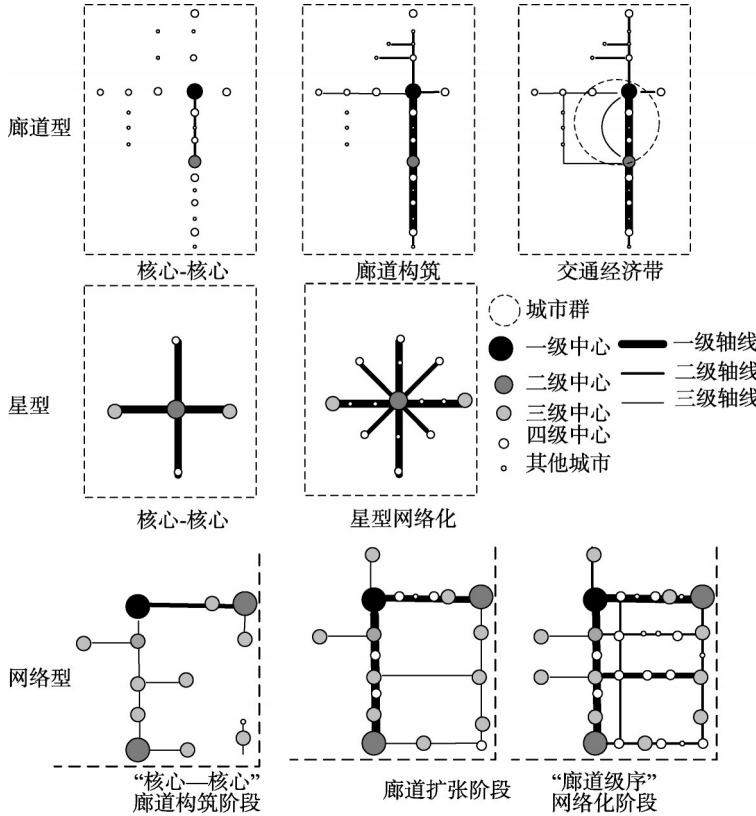


图9 东亚高速铁路网络发展模式
Fig. 9 Development models of high-speed rail in East Asia

表4 东亚高速铁路网络扩张及空间效应的影响因素

Tab. 4 Influencing factors of evolution and geographic effects of HSR network in East Asia

影响因素	中国大陆	中国台湾	日本	韩国
自然条件	西高东低; 东部地区以平原和丘陵为主; 西部以高原和连绵山系为主;	山脉呈北北东—南南西走向; 平原主要位于西侧	万岛之国、山多坡陡、平原狭小、自然灾害频发; 西低东高, 即西部分布以平原为主, 而东部地区以丘陵和山系为主	南部、中部和西部以平原为主; 西北部 and 东南部以丘陵为主
城市化阶段	快速城镇化 (40%(2003)~52%(2012))	-	城市化后期 (67%(1964)~92%(2012))	城市化后期 (81%(2004)~82%(2012))
社会经济条件	工业化中期: 工业化快速发展时期; 经济快速发展时期; 人均GDP仍较低	工业化后期: 工业化发展相对较缓慢	后工业化时期: 工业化率呈现降低态势	工业化后期: 工业化发展相对较缓慢
政策机制	融资模式: 政府主导 运营模式: 政府主导	典型的BOT模式 典型的BOT模式	“政府主导” — “市场+政府主导” — “政府主导” 典型的PPP (Public-Private- Partnership)模式	“市场和政府主导” 典型的PPP (Public-Private- Partnership)模式

从建设到运营,均表现为政府主导型。“政府主导型”的高速铁路政策体制很大程度上促进了中国高速铁路的扩张,但不利于高速铁路的市场化运行;“市场主导型”的政策体制不利于在短时间内实现高速铁路建设的融资,但却为高速铁路的市场化运行创造条件。因此,未来东亚一体化高速铁路网络构建应重点考虑高速铁路政策机制的影响。此外,构建一体化的高速铁路网络是实现东亚地区一体化的重要抓手,同时东亚地区也将很大程度上享受高速铁路网络化效应的影响。东亚一体化高速铁路网络的建设需要各国之间的共同协作,亚洲基础设施投资银行的成立,为一体化高速铁路网络的建设创造了良好的融资环境,但一体化高速铁路网络的建设仍需要经过进一步的深入论证。

4 结论和讨论

东亚地区作为最早开通高速铁路,且拥有最大运营规模和规划高速铁路网络的地区,其发展速度要明显快于其他地区。高速铁路的快速发展势必将对区域的发展产生重大影响。为此,本文在对东亚高速铁路空间演化及服务水平评价的基础上,分析2012年和规划高速铁路对城市交通圈和可达性的影响,以期对未来东亚高速铁路网络的发展及一体化提供借鉴。

研究结果发现,东亚高速铁路网络扩张均呈现出由“核心—核心”到网络化的发展过程,并与社会经济表现出较高的空间适宜性,且中国高速铁路的发展速度明显的快于日本和韩国。东亚高速铁路主要布局在经济发展水平较高和人口较为稠密的地区,高速铁路的建设扩大了城市腹地范围,为城市群尺度“同城化”和“一体化”发展创造条件。随着高速铁路的建设,城市0.5 h交通圈呈现出离散的“串珠”状分布特征,1 h交通圈呈现出以高铁线路为轴的连续的“串珠”状分布特征,2 h交通圈在城市群地区以及高速铁路沿线形成了连续的面状分布特征。城市日可达性空间差异较明显,且呈现出明显的“廊道效应”。城市加权平均旅行时间的等值线在空间上呈现“核心—边缘”结构,并随着高速铁路的发展向外逐渐拓展。日本高速铁路网络的建设在提高城市间旅行效率的同时,也缩小了城市间的差异;中国大陆和韩国2012年高速铁路的建设极大程度提高了城市联系可达性和扩大了城市间的差异,而规划高速铁路对城市可达性的影响不明显,但在一定程度上缩小了城市间的差异。一体化高速铁路的建设所引致的城市腹地变化不明显,仅对中国福建省、台湾省、吉林省、辽宁省以及日本、韩国和朝鲜等部分城市有所影响,但极大程度缩短了东亚核心城市间的联系时间。整体上,一体化高铁的建设所引致的地理空间效应相对较少,但从长远发展分析其对东亚一体化发展具有十分重要的意义。一体化高速铁路网的建设是适应高速铁路网络扩张以及东亚一体化发展的趋势,如何有效地利用资源和抓住机遇促进其发展仍是未来长期需要研究的一个课题。此外,一体化高速铁路网的建设应重点考虑自然环境、经济社会和政策机制等的综合影响,抓住亚洲开发银行发展的机遇,促进东亚一体化高铁网络的建设。

参考文献(References)

- [1] UIC. High speed line in the world. <http://www.uic.org/spip.php?mot8>, 2013.
- [2] Roger Vickerman, Wang Jiao'e, Jiao Jingjuan, et al. Development and economics of high-speed rail in Europe. *World Regional Studies*, 2013, 22(3): 41-48. [Roger Vickerman, 王姣娥, 焦敬娟, 等. 欧洲高速铁路的发展历史与经济效应. *世界地理研究*, 2013, 22(3): 41-48.]
- [3] Gutiérrez J, González R, Gómez G. The European high-speed train network: Predicted effects on accessibility patterns. *Journal of Transport Geography*, 1996, 4(4): 227-238.

- [4] Vickerman R. High-speed rail in Europe: Experience and issues for future development. *Annul of Regional Sciences*, 1997, 31(1): 21-38.
- [5] Institute of Asia-Pacific Studies, Chinese Academy of Social Sciences. *Blue book of Asia-Pacific · Annual Report on Development of Asia-Pacific*. Beijing: Social Sciences Academic Press (China), 2012. [中国社会科学院亚洲太平洋研究所. 亚太蓝皮书·亚太地区发展报告(2012): 崛起中的印度与变动中的东亚. 北京: 社会科学文献出版社, 2012.]
- [6] Shaw S L, Fang Z, Lu S, et al. Impacts of high speed rail on railroad network accessibility in China. *Journal of Transport Geography*, 2014, 10: 112-131.
- [7] Jiang Haibing, Xu Jiangang, Qi Yi. The influence of Beijing-Shanghai High-speed Railways on land accessibility of regional center cities. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(10): 1287-1298. [蒋海兵, 徐建刚, 祁毅. 京沪高速铁路对区域中心城市陆路可达性影响. *地理学报*, 2010, 65(10): 1287-1298.]
- [8] Wu Kang, Fang Chuanglin, Zhao Miaoqi, et al. The intercity space of flow influenced by high-speed rail: A case study for the rail transit passenger behavior between Beijing and Tianjin. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(2): 159-174. [吴康, 方创琳, 赵渺希, 等. 京津城际高速铁路影响下的跨城流动空间特征. *地理学报*, 2013, 68(2): 159-174.]
- [9] Hou Xue, Liu Su, Zhang Wenxin, et al. Characteristics of commuting behaviors between Beijing and Tianjin influenced by high speed train. *Economic Geography*, 2011, 31(9): 1573-1579. [侯雪, 刘苏, 张文新, 等. 高速铁路影响下的京津城际出行行为研究. *经济地理*, 2011, 31(9): 1573-1579.]
- [10] Wang Fengxue. Study on the Influence of China High-speed Railway on regional economic development [D]. Changchun: Jilin University, 2012. [王凤学. 中国高速铁路对区域经济发展影响研究[D]. 长春: 吉林大学, 2012.]
- [11] Hu Tianjun, Shen Jinsheng. Effect analysis of Jing-Hu High-Speed Railway on regional economic development. *Economic Geography*, 1999, 19(5): 101-104. [胡天军, 申金升. 京沪高速铁路对沿线经济发展的影响分析. *经济地理*, 1999, 19(5): 101-104.]
- [12] Wang Jiao'e, Jiao Jinguan, Jin Fengjun. Spatial effects of high-speed rails on interurban economic linkages in China. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(12): 1833-1846. [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. *地理学报*, 2014, 69(12): 1833-1846.]
- [13] Wang Jiao'e, Ding Jinxue. High-speed rail and its impacts on the urban spatial structure of China. *Urban Planning International*, 2011, 26(6): 49-54. [王姣娥, 丁金学. 高速铁路对中国城市空间结构的影响研究. *国际城市规划*, 2011, 26(6): 49-54.]
- [14] Wang Jixian, Lin Chenhui. High-speed rail and its impacts on the urban spatial dynamics in China: The background and analytical framework. *Urban Planning International*, 2011, 26(1): 16-23. [王缉宪, 林辰辉. 高速铁路对城市空间演变的影响: 基于中国特征的分析思路. *国际城市规划*, 2011, 26(1): 16-23.]
- [15] Wang Jiao'e, Hu Hao. Competition and cooperation of high-speed rail and air transport in China. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(2): 175-185. [王姣娥, 胡浩. 中国高速铁路与民航的空间服务区域竞合分析与模拟. *地理学报*, 2013, 68(2): 175-185.]
- [16] Ding Jinxue, Jin Fengjun, Wang Jiao'e, et al. Competition game of high-speed rail and civil aviation and its spatial effect: A case study of Beijing-Shanghai High-speed Rail. *Economic Geography*, 2013, 33(5): 104-110. [丁金学, 金凤君, 王姣娥, 等. 高速铁路与民航的竞争博弈及其空间效应: 以京沪高速铁路为例. *经济地理*, 2013, 33(5): 104-110.]
- [17] Gutiérrez J. Location, economic potential and daily accessibility: An analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border. *Journal of Transport Geography*, 2001, 9(4): 229-242.
- [18] Vickerman R, Spiekermann K, Wegener M. Accessibility and Economic Development in Europe. *Regional Studies*, 1999, 33(1): 1-15.
- [19] Gutiérrez J, González R, Gómez G. The European high-speed train network: Predicted effects on accessibility patterns. *Journal of Transport Geography*, 1996, 4(4): 227-238.
- [20] Vickerman R. High-speed rail in Europe: experience and issues for future development. *The Annals of Regional Science*, 1997, 31(1): 21-38.
- [21] Ma Yingyi, Lu Yuqi, Ke Wenqian, et al. The influence of Pan-Asia high-speed railway construction on spatial relation between Southwest China's frontier area and Indo-China Peninsula. *Geographical Research*, 2015, 34(5): 825-837. [马颖忆, 陆玉麒, 柯文前, 等. 泛亚高铁建设对中国西南边疆地区与中南半岛空间联系的影响. *地理研究*, 2015, 34(5): 825-837.]
- [22] Cheng Y, Loo B P Y, Vickerman R. High-speed rail networks, economic integration and regional specialization in China and Europe. *Travel Behaviour and Society*, 2015, 2(1): 1-14.
- [23] Cao J, Liu X, Wang Y, et al. Accessibility impacts of China's high-speed rail network. *Journal of Transport Geography*,

2013, 28: 12-21.

- [24] Chen C L. Reshaping Chinese space-economy through high-speed trains: Opportunities and challenges. *Journal of Transport Geography*, 2012, 22(5): 312-316.
- [25] Jiao J, Wang J, Jin F, et al. Impacts on accessibility of present and planned HSR network in China. *Journal of Transport Geography*, 2014, 40: 132-132.
- [26] Kim K S. High-speed rail developments and spatial restructuring: A case study of the capital region in South Korea. *Cities*, 2000, 17(4): 251-262.
- [27] Hirota R. Present situation and effects of the Shinkansen. Paper presented to International Seminar on High-speed Trains, Paris, 1984. Nakamura, Hideo, Takayuki Ueda. The impacts of the Shinkansen on regional development//The Fifth World Conference on Transport Research. Yokohama, Vol. LIII. Ventura, California: Western Periodicals, 1989.

Evolution and geographic effects of high-speed rail in East Asia

JIN Fengjun¹, JIAO Jingjuan^{1,2}, QI Yuanjing³

(1. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: East Asia plays an increasingly important role in the world economy in a line with the development of economic integration and accelerated globalization. As one of the influencing factors of economic integration and regional development, HSR will largely influence the regional development, regional structure, commuting, and regional integration. In this paper, we take the high-speed rail in East Asia as a case to explore the evolution of HSR and its impacts on transport circle and accessibility of cities. Results indicate that the evolution of HSR in East Asia firstly follows the "core cities - core cities" mode and then forms a whole network spatially; HSR network has higher service market in population and GDP than in land-use, and the service markets of HSR network in 2012 are mainly located in the eastern and central regions of China, Japan and South Korea, and those of planned HSR network expand to western China and Japan, south part of South Korea; the 1-h transport circle of core cities in East Asia presents a continuous trend along trunk HSR lines, and the 2-h transport circle has formed continuous regions in the Yangtze River Delta, Pearl River Delta, Tokyo, Seoul or along trunk HSR lines, while the court of weighted shortest travel time of cities in China's mainland, Japan and South Korea presents the "core-peripheral structure", taking Zhengzhou in Henan province, Tokyo and Seoul as the core cities; as the development of HSR, the cities located along the trunk HSR lines have a large increase in accessibility, which shows the "corridor effects".

Keywords: East Asia; high-speed rail; evolution; geographic effects