

京津冀地区陆路交通网络发展过程及可达性演变特征

陈 娱¹, 金凤君², 陆玉麒^{1,3}, 陈 卓², 杨 宇²

(1. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210023; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

3. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 南京 210023)

摘要: 从中国近代交通发展之初到高速交通网络化时代, 京津冀地区陆路交通发展一直占据全国领先地位, 为探究其长期演化的特征, 以百年时间尺度系统梳理了京津冀地区陆路交通网络发展过程, 并以13个地市为中心, 采用考虑跳跃式交通运输方式的时间距离计算模型探讨了其可达性演变过程。研究表明: ① 京津冀地区陆路交通网络发展经历了交通近代化起步时期(1881-1937年)—交通发展停滞时期(1937-1949年)—路网拓展时期(1949-1980年)—主干构筑时期(1980-1995年)—高速交通网络发展时期(1995-至今)五个阶段, 以北京为中心的路网结构早在近代交通发展之初就已形成; ② 京津冀地区区域可达性空间格局从沿交通廊道拓展向同心圆结构演变, 中心城市交通圈层结构逐渐形成连片发展格局; ③ 中心城市的交通圈层结构具有明显的等级差异, 北京一直具有最高的地位, 而张家口的地位自新中国成立后明显下降。京津地区一直是短时交通圈最先形成的区域, 而处于区域腹心的冀中地区交通区位优势一直不突出。

关键词: 京津冀; 交通网络; 历史演变; 可达性; 圈层结构

DOI: 10.11821/dlxb201712010

1 引言

陆路交通网络建设是区域经济社会发展的基础支撑, 尤其是在经济发达区域, 区域的扩张及发展高度依赖于区域内中小城市与核心城市之间的交通联系, 因此, 对城市群或都市圈等尺度下的陆路交通网络发展及可达性研究成为热门。目前, 国外研究大都关注某一条交通干线带来的时空收敛效应或基于个人出行等较为微观的视角^[1-3], 国内有关城市群或都市圈尺度下的研究更重视全域交通基础设施网络可达性演变, 如樊杰、金凤君等、陈洁等、杨丽华等^[4-9]对京津冀都市圈可达性展开研究; 张莉等^[10]、吴威等^[11-12]研究了长三角地区可达性演变; 曹小曙等^[13-14]关注珠三角地区交通网络演变; 刘承良等^[15]对武汉都市圈交通网络展开深入研究及 Song 等^[16]对全国城市群展开的对比研究等。但是, 相关研究的时间尺度大部分为10~20年, 尽管对国家尺度路网发展进行长时间序列的研究已有借鉴意义^[17-19], 但是城市群区域尺度下的长时间序列研究较少。

京津冀地区是中国最重要的人口及产业集聚区之一, 产生了大量的客流与货流, 陆路交通网络密度达到全国平均水平的3倍, 形成了包括高速铁路、普通铁路、高速公

收稿日期: 2017-01-13; 修订日期: 2017-09-06

基金项目: 国家自然科学基金项目(41571159, 41430636, 41590841); 中国博士后科学基金项目(2017M611854, 2016M600356) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41571159, No.41430636, No.41590841; China Postdoctoral Science Foundation, No.2017M611854, No.2016M600356]

作者简介: 陈娱(1989-), 博士后, 研究方向为交通地理与区域发展。E-mail: chenyu@lreis.ac.cn

通讯作者: 金凤君(1961-), 研究员, 博导, 研究方向为交通地理与区域发展。E-mail: jinfj@igsnrr.ac.cn

路、国道、省道等多种交通运输方式的复杂系统。交通网络的建设与完善能够给区域带来时空收敛效应,进而对区域的经济、产业布局与空间结构等产生影响。路网布局与区域发展之间的关系是一个长期相互演进的过程。从交通发展历史来看,自中国近代工业发展初期,京津冀地区的陆路交通网络发展一直处于全国领先水平,中国第一条自主修建的铁路、第一条电气化改造铁路、第一批高速公路以及第一条高速铁路均出现在京津冀地区。关于京津冀城市群与交通网络的研究,可以追溯到20世纪80年代末的京津唐国土规划和90年代吴良镛牵头的京津冀北地区城乡空间发展规划^[20-21]。不同于其他城市群地区,京津冀地区是一个典型的以首都为区域特大中心城市的城市群区域,首都地位的影响使得其陆路交通网络具有特殊的空间组织模式。而在近代交通起步的晚清时期,北京就是全国的首都和最重要的交通枢纽。在历史沿革下,京津冀地区的行政区划保持了一定的整体性,在不同历史阶段京津冀的路网特征也具有历史继承性,交通网络建设与区域发展的相互演进关系可以追溯到百年以前。当前在京津冀协同发展的大背景下,对区域交通网络展开百年时间尺度研究,解读路网演进的过程及规律,对京津冀一体化发展具有重要的现实意义。

鉴于此,本文从近代交通发展之初开始梳理京津冀地区陆路交通网络的发展历程,根据时代背景及路网规模划分发展阶段,并总结其不同阶段交通网络发展的动力因素;同时,采用考虑跳跃式交通运输方式的时间距离模型探讨了其可达性演变过程,分析区域平均旅行时间演变历程及各中心城市交通圈的发展差异,总结出该地区时空收敛效应演变的方向性和阶段性特征。

2 数据来源与模型方法

2.1 数据来源

为了对比分析演变的历程及特征,本文以2014年京津冀地区的行政区划为准空间范围包括北京、天津和河北省,中心城市节点包括北京、天津、石家庄、廊坊、保定、唐山、秦皇岛、承德、沧州、衡水、邯郸、邢台和张家口13个地市,因数据关系,在数据处理中不考虑历史演变过程中省市行政区划的变迁。

根据时代发展背景从百年历程中确定10个时间节点,分别为1911年清朝末年(包括官马大道及普通铁路)、1935年民国时期二战爆发之前(包括主干道路和普通铁路)、1949年战争结束新中国成立(包括干线公路及普通铁路)、1965年三线建设前期(包括干线公路及普通铁路)、1980年改革开放初期(包括干线公路及普通铁路)、工业化及城镇化快速发展时期1995年、2000年和2005年(包括高速公路、国省干线及普通铁路)、2010年和2014年(包括高速公路及国省干线、普通铁路及高速铁路)。

路网数据主要来源于对地图册的矢量化,包括《中国公路交通图表汇览(民国二十四年)》、《中国铁路发展史(1876-1949)》、《中国铁路建筑编年简史(1881-1981)》、《河北省地图册(1981年)》、《中国地图册(1966年)》、《中国交通旅游图册(1996年及2001年)》、《中华人民共和国分省地图册(1995年)》等。

2.2 可达性评价模型

可达性概念最早由Hansen在1959年提出^[22],普遍的观点认为可达性是指在一定的交通系统中,到达某一地点的难易程度。针对不同的研究目标,可达性模型主要有距离可达性、基于累计机会的可达性、基于空间相互作用的引力模型等。本文采用时间距离可达性模型,计算各中心城市的交通圈及区域整体平均旅行时间。

由于铁路及高速公路网络的可达性高度依赖于火车站及高速公路出入口，在火车站或者高速出入口之间是封闭式的，虽然线路经过，但并不直接可达。因此，仅采用针对一般公路的栅格计算方法会带来误差，尤其是高速铁路和高速公路出现以后，其误差会非常明显。对铁路和高速公路必须区别于一般公路，采用网络分析与栅格计算结合的方法，进行考虑跨越式交通运输方式的时间距离可达性计算^[17]。具体的步骤如下：

① 将区域划分为若干个网格，定义网格的大小为1 km×1 km，由于不考虑城市内部交通，1 km²的一个网格对于该区域总面积来说，能够精确的反映整体通达情况；② 确定各级铁路及公路的行驶速度，具体赋值情况如表1所示；③ 将公路（高速公路除外）网络转为1 km×1 km的栅格，区域内没有公路通过的地区仍然可以通过其他低等级的道路到达，因此对整个区域栅格设置默认速度值；将公路（高速公路除外）栅格及全域默认值栅格进行叠加取最大值；④ 生成由火车站及高速公路出入口构成的点序列集 S_i ($i = 1, 2, 3 \cdots, n$)，根据铁路及高速公路速度，得到中心城市 g 至 S_i ($i = 1, 2, 3 \cdots, n$)的最小时间成本 t_{gi} ；⑤ 运用成本加权距离法得到中心城市 g 到达栅格 j 的最小时间 t_{gj} 和点集 S_i ($i = 1, 2, 3 \cdots, n$)到达栅格 j 的最小时间 t_{ij} ；⑥ 取 $T_{gj} = \min\{t_{gi}, t_{gj}+t_{ij}\}$ ，得到中心城市 g 至栅格 j 的最短旅行时间。

重复迭代上述步骤，对区域内13个中心城市分别进行计算后对所求得栅格图层求平均值，得到区域整体平均旅行时间分布图，评价区域的整体可达性；叠加求取最小值，根据时间分级，提取出京津冀地区中心城市交通圈的空间格局。

表1 道路速度的赋值 (km/h)
Tab. 1 Speed assignments on roads and railways (km/h)

年份	铁路		公路			默认值
	高速铁路	普通铁路	高速公路	国道	省道	空白区域
1911	-	30	-		4	2
1935	-	35	-		30	5
1949	-	43	-		30	5
1965	-	45	-		40	10
1980	-	50	-		40	10
1995	-	50	90	60	40	20
2000	-	60	100	80	60	20
2005	-	70	100	80	60	30
2010	300	100	100	80	60	30
2014	300	120	100	80	60	30

注：速度设定的主要依据：清朝末期，大部分道路均为土路和石板路，以畜力车、人力车等运输方式为主^[23]，因此公路速度赋值拉车速度4 km/h^[24]，有关唐胥铁路通车的报道称“中国火箭号简易蒸汽机车满载前来观礼的地方官吏绅商，以每小时30多km的速度开了一个来回”^[23]，鉴此铁路速度设定为30 km/h；到1935年，汽车所能达到的速度为40~60 km/h，拉车（包括牲畜及人力车等）速度为40~50 km/天，当时中国汽车拥有量大约为50000辆^[24]，因此在公路上拉车占有很大的比例，公路速度赋值为30 km/h，这一时期铁路速度为32~45 km/h^[23]；对于建国初期，公路上的运行速度无资料查询，通过道路建设水平，赋值与民国时期相同；在1958年干线公路一般时速可达40 km/h左右^[25]，由于1958-1965年公路发展处于同一阶段，因此将1965年公路速度设定相同；后期的公路速度主要根据《中华人民共和国行业标准——公路路线设计规范》及实际情况设定，铁路速度根据全国7次铁路大提速中提到的建国初期及各阶段铁路增速来设定。

3 京津冀地区陆路交通网络的拓展与演变

通过对京津冀地区铁路、公路建设历史的梳理及路网里程统计（包括铁路里程与国

省干线里程), 结合路网发展过程, 将京津冀地区交通网络发展的阶段划分为以下五个时期(图1)。

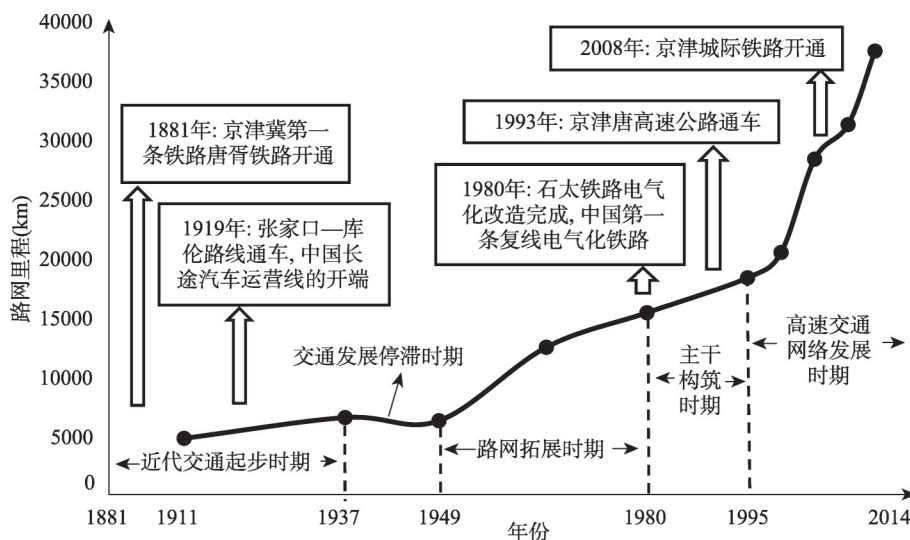


图1 京津冀地区交通路网里程数变化及发展阶段划分

Fig. 1 The mileage changes and development stages division of land transportation network in Beijing-Tianjin-Hebei region

(1) 交通近代化起步阶段(1881-1937年): 从晚清时期起, 近代工业化在帝国主义瓜分中国的热潮中推进, 煤矿、铁矿等资源的开采及出口迅速加快, 大力促进了近代铁路的修建。1881年, 京津冀地区第一条铁路“唐胥铁路”建成, 拉开了京津冀地区交通近代化的序幕。随后, 又修建了一批铁方便矿产资源运输的干线, 包括京奉铁路(开滦煤矿)、正太铁路(正丰煤矿)、京绥铁路(宣化煤矿)等。京津冀地区近代公路的修建比铁路晚了20多年, 1919年张家口至库伦长途客货运输线路开通成为中国长途汽车运营的开端^[23]。晚晴时期, 国有铁路中有83.3%直通北京, 近代公路尚未大规模建设, 道路网主干由官马大道构成, 整体路网形成了以北京为中心辐射的空间格局(图2a)。首都核心地位对路网构筑的速度、空间布局具有较大影响, 在以北京为首都的晚晴和北洋政府时期“中心辐射型”铁路网络雏形已经建成, 在以南京为首都的民国政府时期, 北京的首都影响力下降, 京津冀地区铁路网络建设缓慢, 天津凭借口岸优势带动沿海区域公路建设。同时, 由于该阶段构筑路网的技术受限, 其布局受到自然环境的影响也非常突出, 在工业化与自然地形条件的作用下, 区域内路网发展重心向东部偏移。至1935年京津冀地区在近代交通发展初期就形成了以北京为中心, 以京石方向、京张方向、京津唐和津沧方向为主干, 以东部区域为重心的陆路网络雏形(图2b), 深刻地影响着京津冀地区交通路网的演变。

(2) 交通发展停滞阶段(1937-1949年): 随着战争的爆发, 京津冀地区交通路网建设进程受到政治因素约束而进入低谷, 铁路和公路主要是为了战争的军事运输需求而修建, 不管是政府、商人还是西方列强都没有资金或精力投资于交通建设。日军将京津冀地区的铁路纳入满洲铁路垄断体系内管辖, 利用铁路将煤、铁矿石、矾土、棉花、盐等运往日本^[26], 同时日本强征民夫修建了一批警备路^[23]。抗日战争结束之际, 苏联红军、日军以及国民党军队拆除了部分铁路, 大部分警备路也被弃用, 仅少部分经改建成为正式的公路。与战前相比, 路网空间布局未有明显拓展, 路网里程也不增反而略有下降(图2c)。

(3) 路网拓展时期(1949-1980年): 区域开发政策是这一时期影响京津冀地区陆路

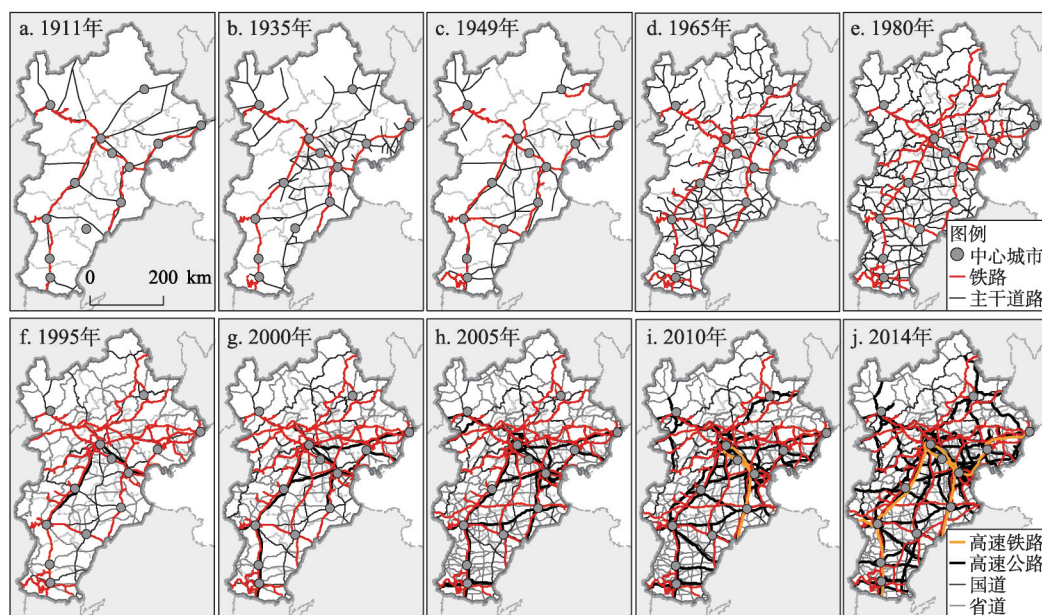


图2 1911-2014年京津冀地区陆路交通网络的空间演化

Fig. 2 Spatial pattern evolution of land transportation network in Beijing-Tianjin-Hebei region from 1911 to 2014

交通网络建设的主要驱动力,三线建设加大了基础设施建设的投资,并且对京津冀西部区域的路网建设产生影响。建国初期,京津冀地区交通网络建设的重心主要室修复已有铁路和公路,路网里程数显著增加。到1965年,国有铁路营运里程数由1949年的1944 km达到2568 km,公路里程数达到29787 km,西部区域路网密度明显低于东部区域。从1964年开始中国实施三线建设,到1980年先后开通了京原铁路、通坨铁路等干线,并开始修建京通铁路、邯长铁路等干线。作为三线建设地区的河北省域西部地区的公路网也迅速铺开,里程数达到50901 km,交通线路不断向西部延展,主干公路网的布局呈现出较均衡的状态,东西部的路网密度差异有所减少,基本形成了各区县均有干线通达的均衡发展格局(图2e)。

(4) 主干构筑时期(1980-1995年):在改革开放背景下,区域开发政策带来的工业化与城市化发展成为该阶段路网的扩展的主要驱动力。国家将均衡发展战略调整为优先发展东部沿海地区,京津冀占据有利区位,伴随着京津冀地区的工业化和城镇化的加快推进,交通网络发展迎来了大规模地新建与升级改造。铁路方面,为满足中国东部地区对原材料和能源的需求,西煤东运、西气东输成为全国铁路布局重点,京津冀地区石德铁路、京广铁路、京包铁路、石太铁路等铁路干线先后开始了增加二线及电气化改造建设,同时,继上一阶段打通了北京正北方向的京承通道之后,又新建了京秦铁路、大秦铁路等干线,直接打通了京唐通道,无须经过天津即可抵达唐山及秦皇岛。公路方面,1981年《国家干线公路网规划(试行方案)》出台,严格规定了国道与省道,即开始以首都为中心打造12条国道放射线,构筑了京津冀地区以北京为中心,向京石、京张、京承、京唐和京津五个方向的陆路交通网络主干(图2f),以北京为中心的放射性路网络局形成。

(5) 高速交通网络化发展阶段(1995年-至今):受到工业化与城市化进程推动、首都地位影响以及交通基础设施建设技术革新的推进,京津冀地区陆路交通网络进入了高速网络化阶段。随着工业布局不断深化,京津冀地区呈现出公路与铁路交互承接货物运

输的现象,从2005年至2013年,区域内铁路货运量占比由18.9%下降到12.2%,公路货运量占比由79.6%上升到87.1%,因而对交通网络建设提出优化的需求。同时,京津冀作为全国重要的人口集聚区,承载大量的客流与货流,人口的快速膨胀以及机动化的迅速发展导致京津冀地区经济社会发展对交通网络的推动作用已经从改革开放初期的工业化因素主导逐渐转变为城市化因素主导。在这样的背景下,京津塘高速公路于1993年通车,成为中国第一批通车的高速公路,随后,高速公路里程增速加快,从1995至2014年,区域内高速公路里程年均新增838 km,到2014年,里程数达到7982 km,中国第一条高速铁路京津城际于2008年开通,到2014年京津冀地区建成5条高速铁路。由于北京的首都地位,新一轮的全国高速路网布局以北京为中心构建,以北京为中心建成7条放射状高速公路,分别向京石、京津和京津唐三个方向延展。定位为世界级城市群的京津冀地区正在迅速地建设与完善高速陆路交通网络,完全扭转了百年前交通近代化初期的情景。

从京津冀地区交通网络百年发展历程来看,影响路网建设与布局的核心因素可以总结为首都地位主导、工业化与城市化进程推动、区域开发政策驱动、技术革新推进及政治因素约束,但是不同阶段主导因素不同。京津冀地区是一个以首都北京为特大中心城市的城市群地区,政治中心的绝对性作用对区域内主干线或大通道布局的影响很大,是其影响因素的特殊性所在。在京津冀地区,交通网络中大部分主干线的修建不是由于区域内部的需求,而是由于在全国空间尺度上需要构建通达北京的大通道,即影响京津冀地区陆路交通网络主干结构演进的的决定性因素不是区域尺度下的经济社会发展,而是大区域尺度的交通格局优化。这决定了京津冀地区路网以北京为绝对中心的辐射型基础结构。同时,路网受到的地理约束很强,全国尺度大通道的打通促使了区域内一批交通区位改善而发展起来的城市,也影响着水运等传统运输方式的没落,逐渐改变了京津冀地区交通联系格局。在此背景下,京津冀地区的路网结构从辐射状的几条干线发展成密布的网络,且东部沿海部分的网络密度明显高于西北区域,但是差异逐步减小,形成高速交通网络以北京为中心辐射、普通铁路网及国道网连通各区县、省道高密度均匀覆盖的网络化布局结构。

4 京津冀地区陆路交通可达性的百年演变特征

4.1 区域平均旅行时间空间格局演变及其特征

区域内任意地点达到13个地市的平均旅行时间空间格局如图3所示,结果表明随着交通网络的发展,京津冀地区平均可达性显著提高,其空间格局逐渐从廊道型拓展演变为同心圆结构。在近代交通发展初期,可达性形成以京张方向、京石方向、京津方向为轴线向外扩展的格局,具有沿廊道收敛的特征;随着交通网络密度的不断提高,同心圆结构逐步形成,以北京—天津区域为中心由内向外扩展,但是新出现的短时等值线首先形成明显的沿交通廊道拓展结构。

具体来看,区域平均旅行时间的空间格局演变历程具有明显的阶段性和方向性特征:

① 京津冀地区陆路交通发展带来的时空收敛效应明显,其变化过程具有明显的阶段性。在近代交通发展之初,仅仅在交通干线周边的地区能够在24 h内通达中心城市,区域平均可达性为42.3 h,到1949年24 h可达范围扩张了4.6倍,达到全域近88.7%,区域可达性平均提升了55.4%,到1965年平均可达性缩短到9.9 h,全域近79.7%的区域在中心城市12 h可达范围内,从图4可以看出从1911-1965年京津冀地区12 h交通圈的扩张速

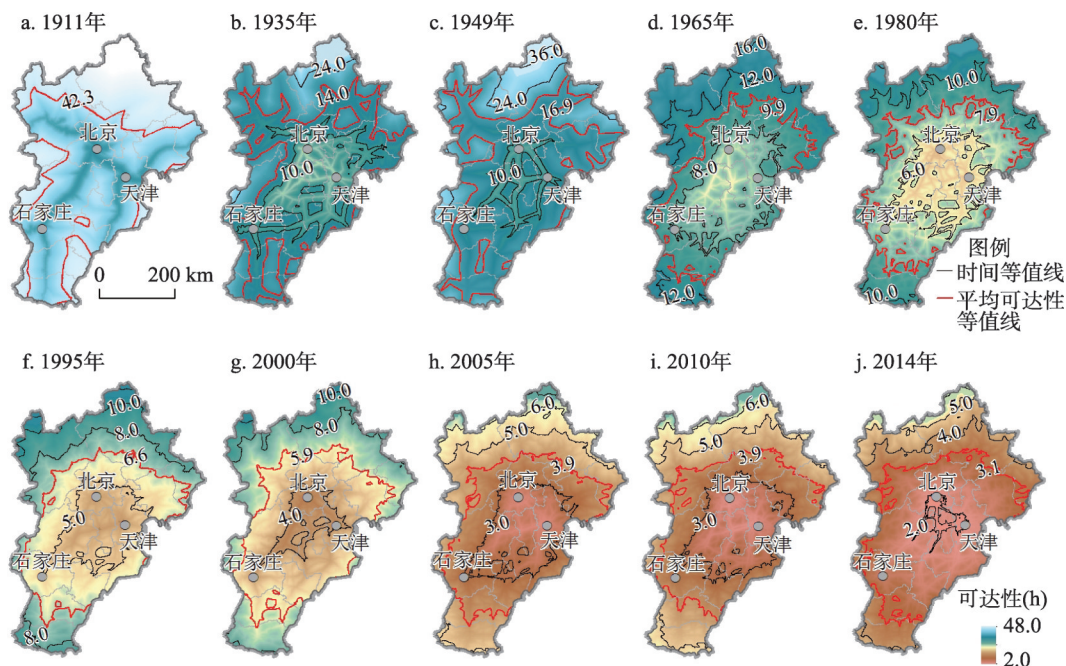


图3 1911-2014年京津冀地区可达性格局演变

Fig. 3 Accessibility spatial evolution of land transportation network in Beijing-Tianjin-Hebei region from 1911 to 2014

度较快,而短时圈扩张速度非常缓慢;从1965-2000年,区域内平均可达性的8 h交通圈扩张迅速,1980年区域平均可达性达到7.8 h,8 h交通圈覆盖面积由1965年的26.2%扩张到57.6%,到2000年,区域平均可达性为5.9 h,8 h交通圈面积达到了区域的90.0%;2000年以后,区域短时交通圈快速扩张,至2014年平均可达性缩短到3.1 h,比建国初期缩短了5.4倍,4 h交通圈面积占比由2000年的8.2%增大到83.2%,尤其是腹心区域可达性从小于5 h缩减到小于3 h,北京—天津区域出现2 h圈层结构,成为全域可达性最优区位。

② 可达性优势区位逐步像东部迁移,时空收敛效应的变化过程具有明显的方向性。从平均可达性等值线演变来看,在陆路交通网络发展初期,可达性以北京为中心沿京张、京石、京津唐、津沧方向拓展的格局,而京承方向的交通可达性较弱,表明西北承德区域与全域的交通联系最弱;随着东部沿海的发展,近代公路的构筑给天津—唐山地区的可达性带来了显著提升,到1935年,唐山—天津—沧州等沿海地区可达性提升了65.9%,而保定—石家庄地区的可达性提升了58.0%;在战乱交通发展停滞阶段,工业化发展举步维艰,可达性拓展也暂缓;新中国成立以后,区域可达性扩张加速,但是京张方向上在平均可达性等值线内的面积与交通近代化起步阶段有了明显变化,张家口区域

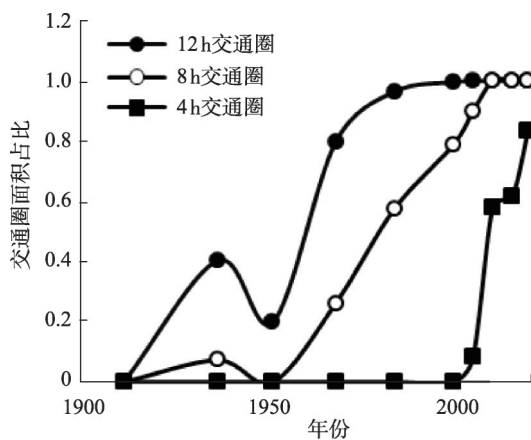


图4 1911-2014年京津冀地区交通圈面积占比变化

Fig. 4 Area proportion variations of traffic circles in Beijing-Tianjin-Hebei region from 1911 to 2014

在全域的路网可达性地位下降, 远远落后于京石、京津方向; 到改革开放以后, 在东部沿海地区工业化与城市化进程加速的背景下, 可达性优势区域向东部倾斜的特征更加明显, 受到自然地形条件及社会经济发展需求等因素的影响, 京张方向、京承方向与全域的交通联系没有明显的突破。

4.2 中心城市交通圈空间格局演变及其差异

分别计算从中心城市出发达到区域内任意地点的时间, 得到13个地市的交通圈, 叠加取小得到京津冀地区中心城市交通圈的空间格局(图5)。总体来看, 百年进程中京津冀地区各中心城市可达性均显著提高, 由沿廊道延展逐渐发展为短时交通圈连片发展的格局, 中心城市短时交通圈连片格局对于区域的一体化发展具有重要的现实意义。

结合中心城市交通圈空间格局(图5)和面积占比变化统计(图6)来看, 中心城市交通圈发展过程具有显著的阶段性特征。交通近代化之初, 各中心城市交通圈具有明显的围绕主干线延展的结构, 城市间的可达性范围没有形成明显的连片覆盖区域, 承德和衡水的交通圈没有廊道效应特征, 围绕中心形成同心圆结构, 与其他城市的交通网络联系较弱, 1935年, 在京津唐小范围区域出现了4 h交通圈连片覆盖的现象, 形成交通网络联系最强的核心区, 到1949年, 区域一半以上地区仍处在中心城市4 h交通圈范围以外, 这种情况到1965年有了巨大的改善, 81.7%的区域能够在4 h以内达到距离最近的中心城市; 1965年以后, 2 h交通圈开始快速拓展, 首先形成2 h交通圈连片的区域是京津地区, 然后沿京石方向和京唐方向不断强化, 衡水交通圈不断拓展, 与石家庄、沧州联系逐渐加强, 而京张方向上的交通网络联系弱化, 张家口、承德与北京的交通圈连片格局发展较为缓慢, 到2000年, 2 h交通圈覆盖范围从1965年的36.4%增长到81.0%; 从2000-2014年中心城市1 h交通圈扩张明显, 到2014年形成大范围连片, 占据了全域的66.0%, 0.5 h交通圈表现出明显的“高铁收敛效应”, 具有沿高铁廊道拓展的特征, 以北京为中心, 沿京津方向上的廊坊、天津和沧州首先形成短时交通圈连片区域, 接着, 在

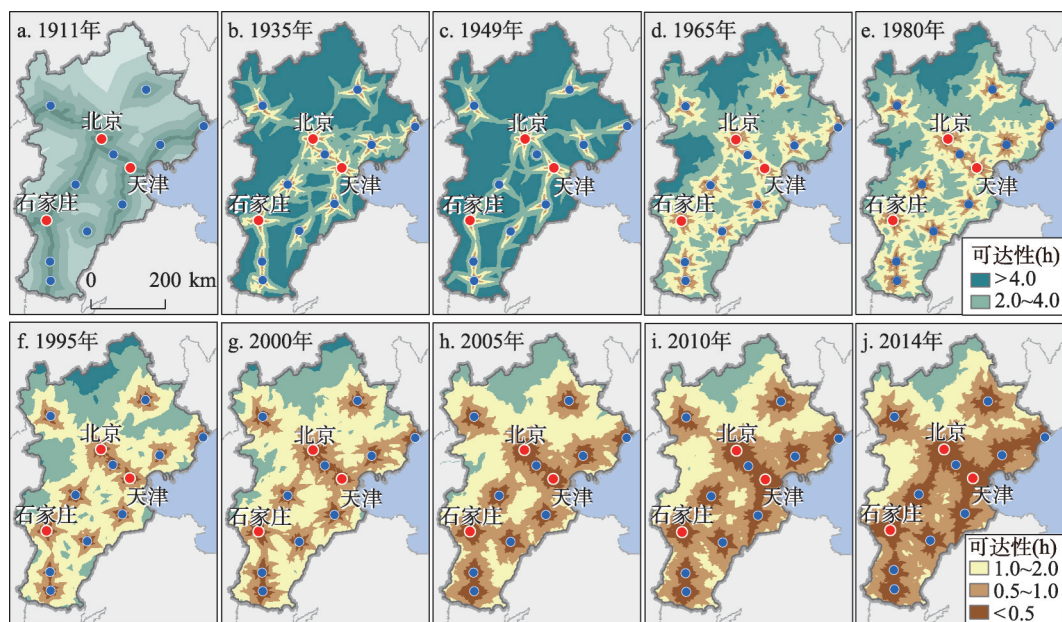


图5 1911-2014年京津冀地区中心城市交通圈空间格局演变

Fig. 5 Circle structure evolution of anchor cities within land transportation network in Beijing-Tianjin-Hebei region from 1911 to 2014

高速交通发展的影响下,京石方向上的保定、石家庄、邯郸和邢台达到1 h交通圈的全面覆盖,京唐方向上的唐山和秦皇岛也和京津地区连片发展,但是,由腹心冀中区域到中心城市的可达性却不高,实际上这块区域被天津—廊坊—北京—保定围绕,应该成为中心城市短时交通圈的全面覆盖区域,然而天津—保定方向和沧州—石家庄方向上交通廊道,导致该区域尚未全部被1 h中心城市交通圈覆盖。

从发展过程来看,13个中心城市交通圈服务范围增长趋势基本一致(图7),其拓展过程具有同步性,拓展速度形成了1911-1949年缓慢拓展—1949-2000年稳步增长—

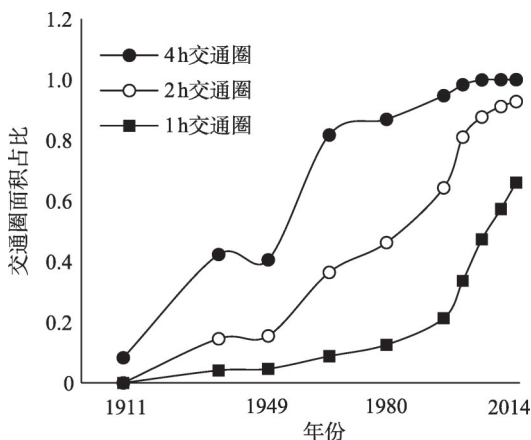


图6 京津冀地区中心城市交通圈面积占比变化
Fig. 6 Area proportion variations of all anchor cities' traffic circles in Beijing-Tianjin-Hebei region from 1911 to 2014

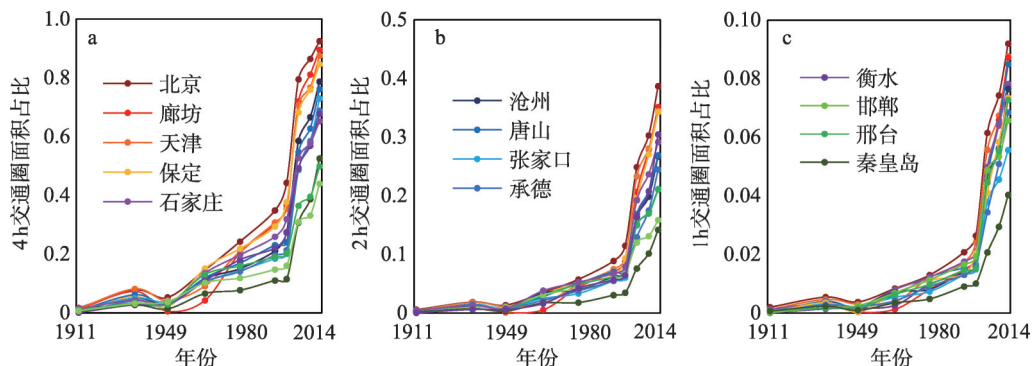


图7 1911-2014年京津冀地区中心城市交通圈覆盖范围占比变化

Fig. 7 Area proportion variations of respective anchor city's traffic circles in Beijing-Tianjin-Hebei region from 1911 to 2014

2000-2014年迅速扩张的发展特征。实际上,不同时期,各中心城市交通圈扩张速度不一,从同一个时间截面来看,各中心城市交通圈覆盖范围也存在差距,具体来看:

1911年,交通圈形成以北京、天津、石家庄为首,而承德和衡水发展落后的差异结构,北京与衡水的4 h和2 h交通圈覆盖面积分别相差了19.9倍和24.9倍之多。由于近代工业发展的带动,到1949年北京、天津、张家口、唐山、石家庄及邯郸交通圈拓展速度均超过平均水平,集中在京津唐、京张和京石通道上,而秦皇岛及廊坊的交通圈覆盖面积较小,其中,北京与廊坊的4 h和2 h交通圈覆盖面积相差了9.8倍和10.5倍。从1911-1949年,北京、天津和唐山等中心城市交通圈扩张面积较大,而廊坊、邢台等扩张面积较小,基础也比较薄弱,发展相对滞后。

新中国成立以后,经历路网的扩张与主干的构筑,到2000年各中心城市交通圈覆盖面积差异形成了以北京、天津、廊坊、保定、石家庄为首,张家口和秦皇岛为末的结构,北京和秦皇岛的4 h、2 h及1 h交通圈覆盖面积分别相差了3.9倍、3.3倍和2.6倍,与1949年相比差异明显缩小。1949-2000年,北京、天津、保定和廊坊等中心城市2 h交通圈扩张面积最大,而邯郸、张家口和秦皇岛等2 h交通圈扩张面积较小。在1911-1949年发展过程中,张家口处于西北方向主干通道上,交通圈范围排名靠前,而1949年以后

地位明显下降,而保定与廊坊得利于京石、京津通道上的优势区位,扩张幅度有显著提升。

随着高速交通的迅速发展,各中心城市交通圈迅速拓展,到2014年各中心城市交通圈覆盖面积等级差异形成了以北京、天津、廊坊为首,张家口、承德、邯郸和秦皇岛为末的结构,北京和秦皇岛2 h交通圈覆盖面积比例为2.7:1,它们的1 h交通圈覆盖面积比例为2.3:1,其等级差异与2000年相比进一步缩小。受利于高速铁路的发展,各中心城市4 h交通圈均达到区域面积比重的40%以上,其中,北京、天津、廊坊和保定4 h交通圈覆盖范围达到区域面积的80%以上,处于京津唐通道上的北京、天津、廊坊和唐山等中心城市1 h交通圈扩张面积最大,而京张和京承方向上的张家口和承德扩张面积较小,发展相对滞后。

5 总结与讨论

5.1 结论

京津冀地区是中国人口及产业的高度聚集区,也是以首都为区域中心的典型城市群地区,区域内陆路交通网络发展的特征及规律是其协同发展的突破口,其陆路交通网络研究具有重要的实证意义及理论价值。本文从历史地理的角度考虑到京津冀地区自近代交通发展以来就有着整体发展性,因此,追溯到100多年以前,从铁路发展开端来看其区域陆路交通发展及可达性演变规律。通过对路网里程及发展时代背景,本文将京津冀地区交通网络百年演化过程划分为五个阶段:交通近代化起步时期(1881-1937年)—交通发展停滞时期(1937-1949年)—路网拓展时期(1949-1980年)—主干构筑时期(1980-1995年)—高速交通网络发展时期(1995-至今);百年发展历程中主要受到首都地位、工业化与城市化发展、区域开发政策、技术革新及政治因素五种因素的影响,各因素在不同时期对网络发展的影响各不相同。其中,首都地位对京津冀地区路网的基础结构具有决定性作用,尤其体现在主干通道的“中心辐射型”布局上,这种路网雏形早在交通近代化初期就已经形成了。

为了研究路网里程拓展的“量变”给区域可达性带来的“质变”影响,本文采用网络分析与栅格计算结合的方法,通过时间距离可达性模型进行了区域时空收敛效应的百年演变分析。主要结论如下:

(1) 随着交通网络的发展,京津冀区域平均可达性显著提高,其空间格局逐渐从廊道型拓展演变为同心圆结构。时空收敛效应的变化过程具有明显的方向性,交通近代化初期以北京为中心沿京张、京石、京津唐、津沧方向拓展,而京承方向的交通可达性较弱,随后,京张方向在全域的路网可达性地位下降,可达性优势区域向东部倾斜的特征明显。

(2) 从各中心城市交通圈拓展来看,表现为由沿廊道延展逐渐发展为短时交通圈连片发展的格局。京津地区一直是率先形成短时交通圈连片的区域,发展初期衡水与其他中心城市交通联系较弱,随着路网建设衡水交通圈不断拓展,与石家庄、沧州联系逐渐加强,而京张方向上的交通网络联系弱化。各中心城市交通圈覆盖范围与扩张速度存在差距,随着交通路网的建设,交通圈面积的差距逐步减少,到2014年,张家口、承德和邯郸等中心城市相比北京、天津和廊坊等中心城市其交通圈覆盖范围差异明显。新中国成立以前,廊坊交通圈扩张面积较小,新中国成立后得利于京津通道上的优势区位,其扩张幅度有了显著提升,而京张和京承方向上的张家口和承德扩张面积较小。

(3) 从区域平均可达性格局演变和中心城市交通圈拓展过程来看,都具有一致的阶

段性演进特征: ① 第一阶段 1911-1965 年, 区域内平均 12 h 可达范围及中心城市 4 h 交通圈快速扩张阶段, 京津冀地区的交通网络从现代化起步达到了基础网络根基建成的时代; ② 第二阶段 1965-2000 年, 区域内平均 8 h 可达范围及中心城市 2 h 交通圈快速扩张阶段, 京津冀地区的交通网络进入快速发展时期, 城市之间的新增线路加速修建; ③ 第三阶段 2000-2014 年, 区域内平均 4 h 可达范围及中心城市 1 h 交通圈快速扩张阶段, 京津冀地区交通网络进入了高速发展进程, 线路提速和网络不断完善。可达性演进的阶段性能够反映路网建设带来的“质变”时空收敛效应时间节点。

5.2 讨论

基于上述分析, 可以看出自交通近代化发展初期京津冀地区路网结构雏形形成之后, 历经百年演进, 区域交通网络结构未有大的改变, 只在京张方向上的发展稍微弱化。京津地区一直是可达性优势区, 短时交通圈均首先出现在京津地区, 然而, 被天津—廊坊—北京—保定—石家庄—衡水—沧州包围的腹心区域交通区位优势并不突出。这是由于长期以来, 该区域内陆路交通的主干线路主要是为国家尺度路网布局需求而建设的, 造成京津冀地区北京的绝对核心地位与中心辐射型路网结构牢固, 而其他中心城市之间的交通廊道未打造成型, 如天津—保定方向和沧州—石家庄方向。京津双核结构是公认的该地区发展主驱动轴^[27], 已有研究提出打造石沧双核成为区域的另一驱动轴^[28]。从本文的研究结论来看, 在区域一体化发展的需求之下, 确实有必要重视培育石家庄—沧州交通廊道的形成, 从而改善区域腹心可达性格局。

在一个区域以分散的中心城市布局到都市圈或大都市区再到城市群的发展过程中, 往往依赖于交通基础设施从仅仅一两条线路联系到轴—辐式交通走廊的形成在向复合交通网络化发展。经济社会发展促进交通网络建设的同时, 交通网络的布局将引导区域空间形态向单核结构集聚或多中心结构演进。在互演进的过程中, 是交通建设促进区域发展, 还是区域经济社会发展拉动交通基础设施建设, 是一个复杂的问题。从京津冀地区交通网络百年演进过程来看, 不同的阶段二者之间相互作用关系不同。早在 20 世纪 80 年代初, 京津冀地区就被提到国家区域发展的战略层面, 不过规划落实的空间范围从京津唐地区 (包括北京、天津和唐山地区) → 京津冀都市圈 (包括北京、天津及河北省环北京地区) → 京津冀城市群 (包括北京、天津和河北省全域)。在京津冀协同发展的背景下探讨该区域交通路网建设与区域发展之间的关系具有必要性。已有研究从区域经济协调的角度对交通运输、人口规模等展开评价研究^[29-30], 但是互演进机理还需要从长时间尺度进一步探讨。本文仅对京津冀地区陆路交通网络演化过程进行了基础性研究, 对其发展过程中的影响因素进行了简单的讨论, 还有待对二者互演进作用的强度与方式进行定量解读, 对交通网络结构及其发展模式的特殊性和复杂性进行深入挖掘。

参考文献(References)

- [1] Ross C L. Transport and megaregions: High-speed rail in the United States. *Town Planning Review*, 2011, 82(3): 341-348.
- [2] Song Y, Lee K, Anderson W P. Industrial agglomeration and transport accessibility in metropolitan Seoul. *Journal of Geographical Systems*, 2012, 14(3): 299-318.
- [3] Gutiérrez J, Gómez G. The impact of orbital motorways on intra-metropolitan accessibility: The case of Madrid's M-40. *Journal of Transport Geography*, 1999, 7(1): 1-15.
- [4] Fan Jie. *The Integrated Regional Planning in the Metropolis Region: Beijing, Tianjin and Hebei*. Beijing: Science Press, 2008. [樊杰. 京津冀都市圈区域综合规划研究. 北京: 科学出版社, 2008.]
- [5] Chen Zhuo, Jin Fengjun. Scope, shape, and structural characteristics of traffic circles of equal travel time in Beijing. *Progress in Geography*, 2016, 35(3): 389-398. [陈卓, 金凤君. 北京市等时间交通圈的范围、形态与结构特征. 地理科学进展, 2016, 35(3): 389-398.]

- [6] Chen Jie, Lu Feng. Location advantage and accessibility evaluation on Beijing- Tianjin- Hebei metropolitan area. *Geography and Geo-Information Science*, 2008, 24(2): 53-56. [陈洁, 陆锋. 京津冀都市圈城市区位与交通可达性评价. *地理与地理信息科学*, 2008, 24(2): 53-56.]
- [7] Yang Lihua, Sun Guiping. Comprehensive analysis of the Beijing- Tianjin- Hebei city cluster transportation network. *Geography and Geo-Information Science*, 2014, 30(2): 77-81. [杨丽华, 孙桂平. 京津冀城市群交通网络综合分析. *地理与地理信息科学*, 2014, 30(2): 77-81.]
- [8] Liu Hui, Shen Yuming, Meng Dan, et al. The city network centrality and spatial structure in the Beijing- Tianjin- Hebei metropolitan region. *Economic Geography*, 2013, 33(8): 37-45. [刘辉, 申玉铭, 孟丹, 等. 基于交通可达性的京津冀城市群网络集中性及空间结构研究. *经济地理*, 2013, 33(8): 37-45.]
- [9] Zhou Kai, Liu Chong. A new method to visualise the time-space compression effect in road network: A case study of Beijing- Tianjin- Hebei region. *Economic Geography*, 2016, 36(7): 62-69. [周恺, 刘冲. 可视化交通可达性时空压缩格局的新方法: 以京津冀城市群为例. *经济地理*, 2016, 36(7): 62-69.]
- [10] Zhang Li, Lu Yuqi. Assessment on regional accessibility based on land transportation network: A case study of the Yangtze River Delta. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(12): 1235-1246. [张莉, 陆玉麒. 基于陆路交通网的区域可达性评价: 以长江三角洲为例. *地理学报*, 2006, 61(12): 1235-1246.]
- [11] Wu Wei, Cao Youhui, Cao Weidong, et al. Spatial structure and evolution of highway accessibility in the Yangtze River Delta. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(10): 1065-1074. [吴威, 曹有挥, 曹卫东, 等. 长江三角洲公路网络的可达性空间格局及其演化. *地理学报*, 2006, 61(10): 1065-1074.]
- [12] Chen X. Assessing the Impacts of High Speed Rail Development in China's Yangtze River Delta Megaregion. *Journal of Transportation Technologies*, 2013, 3(2): 113-122.
- [13] Cao Xiaoshu, Yan Xiaopei. The impact of the evolution of land network on spatial structure of accessibility in the developed areas: The case of Dongguan city in Guangdong province. *Geographical Research*, 2003, 22(3): 305-312. [曹小曙, 阎小培. 经济发达地区交通网演化对通达性空间格局的影响. *地理研究*, 2003, 22(3): 305-312.]
- [14] Li Peiquan, Cao Xiaoshu. The road network accessibility and spatial pattern of Guangzhou-Foshan metropolitan area. *Economic Geography*, 2011, 31(3): 371-378. [李沛权, 曹小曙. 广佛都市圈公路网络通达性及其空间格局. *经济地理*, 2011, 31(3): 371-378.]
- [15] Liu Chengliang, Yu Ruilin, Xiong Jianping, et al. Spatial accessibility of road network in Wuhan metropolitan area. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(12): 1488-1498. [刘承良, 余瑞林, 熊剑平, 等. 武汉都市圈路网空间通达性分析. *地理学报*, 2009, 64(12): 1488-1498.]
- [16] Song G, Yang J. Measuring the spatiotemporal variation and evolution of transport network of China's megaregions. *Journal of Geographical Sciences*, 2016, 26(10): 1497-1516.
- [17] Wang Chengjin, Wangwei, Zhang Mengtian, et al. Evolution, accessibility of road networks in China and dynamics: From a long perspective. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(10): 1496-1509. [王成金, 王伟, 张梦天, 等. 中国道路网络的通达性评价与演化机理. *地理学报*, 2014, 69(10): 1496-1509.]
- [18] Axhausen K W, Froelich P, Tschopp M. Changes in Swiss accessibility since 1850. *Research in Transportation Economics*, 2011, 31(1): 72-80.
- [19] Germà Bel. Infrastructure and nation building: The regulation and financing of network transportation infrastructures in Spain (1720-2010). *Business History*, 2011, 53(5): 688-705.
- [20] Wu Liangyong. *Urban Spatial Planning of Beijing-Tianjin-Hebei region*. Beijing: Tsinghua University Press, 2002. [吴良镛. 京津冀地区城市空间发展规划研究. 北京: 清华大学出版社, 2002.]
- [21] Wu Liangyong. Preliminary studies on the urban and rural spatial development planning of the Beijing-Tianjin-Northern Hebei region. *City Planning Review*, 2000, 24(12): 9-15. [吴良镛. 京津冀北城乡空间发展规划研究: 对该地区当前建设战略的探索之一. *城市规划*, 2000, 24(12): 9-15.]
- [22] Hansen W G. How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of Planners*, 1959, 25(2): 73-76.]
- [23] Su Shengwen. *Research on the Modern Transportation in the Early China*. Shanghai: Xuelin Press, 2014. [苏生文. 中国早期的交通近代化研究. 上海: 学林出版社, 2014.]
- [24] Bureau of Roads National Economic Council. *Highways in China, Tables, Charts and Maps*. Nanjing: Bureau of Roads National Economic Council, 1936. [全国经济委员会公路处. 中国公路交通图表汇览. 南京: 全国经济委员会公路处, 1936.]
- [25] Tang Shaodong. The achievements of the people's highway construction over the past ten years. *Road*, 1959(10): 8-10. [唐绍东. 人民公路建设事业十年来的辉煌成就. *公路*, 1959(10): 8-10.]
- [26] Jin Shixuan, Xu Wenshu. *History of Railway Development in China*. Beijing: China Railway Publishing House, 1986.

- [金士宣, 徐文述. 中国铁路发展史. 北京: 中国铁道出版社, 1986.]
- [27] Tan Chengwen, Li Guoping, Yang Kaizhong. Three development strategies of China capital area. *Scientia Geographica Sinica*, 2001, 21(1): 12-18. [谭成文, 李国平, 杨开忠. 中国首都圈发展的三大战略. *地理科学*, 2001, 21(1): 12-18.]
- [28] Lu Yuqi. Theory of Regional Dual-nuclei Structure. Beijing: The Commercial Press (China), 2016. [陆玉麒. 区域双核结构理论. 北京: 商务印书馆, 2016.]
- [29] Liu Jingyan. Assessment on the transportation and regional economic development in Beijing- Tianjin- Hebei megaregion. *Comprehensive Transportation*, 2014(8): 46-50. [刘敬严. 京津冀城市群交通运输与区域经济发展评价. *综合运输*, 2014(8): 46-50.]
- [30] Li Guoping, Luo Xinran. Coordinated development between population and economy in the Beijing- Tianjin- Hebei region. *Progress in Geography*, 2017, 36(1): 25-33. [李国平, 罗心然. 京津冀地区人口与经济协调发展关系研究. *地理科学进展*, 2017, 36(1): 25-33.]

Development history and accessibility evolution of land transportation network in Beijing-Tianjin-Hebei region

CHEN Yu¹, JIN Fengjun², LU Yuqi^{1,3}, CHEN Zhuo², YANG Yu²

(1. School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China;

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

3. Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, Nanjing 210023, China)

Abstract: The Beijing-Tianjin-Hebei (BTH) region has been playing a national leading role in land transportation development since the establishment of modern transportation system till the coming era of high-speed transportation network. Aiming at exploring the long-term evolutionary characteristics of land transportation in the BTH region, this paper firstly sorts out its development history from a temporal scale of one century. Taking the 13 prefecture-level cities within the BTH region as research anchor cities, this paper then probes into its accessibility evolution through building a time-distance model, which takes a leaping mode of transportation into account. The results are obtained as follows. (1) The century-long history of land transportation in the BTH region could be divided into five consecutive stages, namely, starting stage of modern transportation (1881-1937), stagnancy stage of transportation development (1937-1949), expansion stage of road network (1949-1980), construction stage of trunk roads (1980-1995), and growth stage of high-speed transportation network (1995 till now). The Beijing-centered structure has been formed since the very beginning. (2) The accessibility spatial pattern of land transportation in the BTH region has evolved from expansion along traffic corridors to formation of concentric circles. The circle structure of 13 anchor cities has gradually developed into a continuous joint space. (3) There are distinct hierarchical differences in transportation circle structure among 13 anchor cities. Beijing has always been at the top of hierarchy while the status of Zhangjiakou has declined sharply since the founding of the People's Republic of China. The Beijing-Tianjin region was firstly formed as a short-time commuting traffic circle. However, the transportation advantage of the central part of Hebei province, which lies at the center of the BTH region, has not been fully realized.

Keywords: Beijing- Tianjin- Hebei region, transportation network, historical evolution, accessibility, circle structure