

适应人口发展的现代化综合交通运输体系研究

赵鹏军, 吕 迪, 胡昊宇, 曹毓书, 谢金芯, 庞 亮, 曾良恩, 张听雨, 袁丹丹
(北京大学城市与环境学院, 北京 100871)

摘要: 自国家“十五”规划起, 中国现代化综合交通运输体系构建以填空白、补短板、大规模设施建设为主, 但近年来人口的增长、流动、空间集聚和生活方式等均发生了新的显著变化。以人为本, 科学实施“交通强国”国家战略, 亟待开展适应人口发展的现代化综合交通运输体系研究。本文基于国家发展与改革委员会国家“十四五”规划前期重大问题研究的部分成果, 从人口与交通系统耦合协同机制出发, 在深入分析人口发展及其交通需求趋势的基础上, 提出适应人口发展的中国综合交通体系“钻石战略”。以京津冀、长三角、粤港澳、成渝城市群为“钻石”四极, 以京沪通道、沪粤通道、粤川通道、京川通道为四边, 以长江水陆通道、京港澳通道为十字骨架, 以人口流入流出高强度的节点地区为枢纽, 并提出构建适应人口发展的现代化综合交通运输体系实施重点, 支撑国家重大空间发展战略; 实施交通强国、适应人口发展; 以人民为中心, 打造高品质交通服务。

关键词: 人口发展; 综合交通运输体系; 钻石战略; 交通强国

DOI: 10.11821/dlxb202012011

1 引言

自国家“十五”规划起, 中国现代化综合交通运输体系构建策略以填空白、补短板、大规模设施建设为主, 取得了很大成就。2018年末全国铁路营业里程达到13.1万km, 其中高铁营业里程超2.9万km, 全国公路总里程484.65万km, 高速公路里程14.26万km, 全年完成交通固定资产投资32235亿元^①, 高速公路、高速铁路里程均居世界首位。但是, 近年来人口的增长、流动、空间集聚和生活方式等均发生了新的显著变化。人口总量增长惯性减弱, 且2015年开始, 流动人口规模从此前的持续上升转为缓慢下降^②。人口持续向一、二线大城市、大都市圈和区域中心城市集聚。2018年中国人均国民总收入达到9732美元, 高于中等收入国家平均水平^③, 个人自由支配时间增多, 休闲旅游活动稳步增加, 2018年国内旅游人数55.39亿人次, 出境游1.49亿人次^④, 网络购物、共享经济、互联网+、跨城通勤等日益增加, 人们生活方式发生明显变化, 现有交通设施与人口发展不协调问题凸显。

收稿日期: 2020-03-30; 修订日期: 2020-11-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(41925003); 国家发展改革委员会国家“十四五”规划前期重大问题研究课题(20181201) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41925003; The National Development and Reform Commission Key Research Project for the National 14th Five Year Plan, No.20181201]

作者简介: 赵鹏军(1975-), 男, 陕西延安人, 博士, 教授, 研究领域包括交通地理学、交通与空间规划等。

E-mail: pengjun.zhao@pku.edu.cn

① 中华人民共和国交通运输部. 2018年交通运输行业发展统计公报, 2019.

② 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 中国流动人口发展报告2018, 2018.

③ 中华人民共和国国家统计局. 沧桑巨变七十载 民族复兴铸辉煌: 新中国成立70周年经济社会发展成就系列报告之一, 2019.

④ 中华人民共和国文化和旅游部. 中华人民共和国文化和旅游部2018年文化和旅游发展统计公报, 2019.

人口发展同交通设施建设的不协调问题越来越显著,具体表现为:① 现有国家层面交通规划仍存在“就交通论交通”的现象,侧重运输的移动性,而忽视交通产生的根源是人口对空间分离的克服行为,缺乏对人口分布和交通设施建设的统筹考虑;② 交通线网建设多从地域覆盖率考虑,侧重线网设施的面密度,缺乏关注人口增长和衰减以及人口结构变化而带来的需求变化,诸多地区出现交通运力过剩现象,运营与维护压力大;③ 交通枢纽建设布局与人口和就业集聚趋势不匹配,人口密集地区的枢纽超负荷运行,人口稀疏地区交通枢纽处于建设初期;④ 交通运输“重建设、轻服务”,运输服务水平同人民群众生活方式变化和日益增长的高品质需求之间的矛盾突出;⑤ 综合交通系统优化以减少运输成本为主,缺乏对社会公平、老龄友好等社会效益的考虑。

人口发展同交通设施建设的不协调将会带来以下影响:① 直接导致综合交通运输资源有效利用不足,尤其是人口持续减少和流出地区,会导致公路使用率较低,铁路上座率不足,带来交通运营压力以及交通投资回收困难;② 在交通设施建设滞后于人口增加的地区会导致交通服务能力无法满足生产运输和居民生活出行需求,进而制约地区发展和生活质量改善^[1-3];③ 除了总量,也存在区域交通供给结构与人口出行需求类型之间的结构性不协调,例如居民对于高速公共交通方式的需求旺盛且增长快,复兴号系列高铁经常一票难求便是很好的佐证^⑤。

中共中央、国务院于2019年9月颁布的《交通强国建设纲要》指出,坚持以供给侧结构性改革为主线,坚持以人民为中心的发展思想,全面建成人民满意、保障有力、世界前列的交通强国。实施国家交通强国战略,客观上要求开展全国尺度的适应人口发展的现代化综合交通运输体系研究。然而,中国综合交通研究工作的研究点主要集中于综合交通运输的概念内涵、交通运输体系框架建构、发展思路^[4-7]等,以及交通网络的相关探讨^[8],目前尚未开展全国尺度的适应人口发展的现代化综合交通运输体系研究。

本文基于地理学人地关系地域系统理论,深入分析人口发展及其交通需求趋势,揭示人口与交通系统耦合协同机制,探索适应人口发展的中国现代交通运输体系构建策略及其实施路径。本文将对《“十三五”现代综合交通运输体系发展规划》提出的“十纵十横”中国综合运输大通道进行补充完善,为中国“十四五”规划提供科学决策依据,拓展地理学的国家战略应用领域,也将进一步完善交通地理学理论。

2 理论基础与数据来源

2.1 人口与交通系统耦合发展理论

交通运输与人口的系统耦合是指交通运输系统同人口系统之间的时空间交互作用过程。1964年现代地理学奠基人Richard Hartshorne在其地理学经典著作《The Nature of Geography》中指出地理学的核心任务是寻求时间和空间上的人地关系,交通流是人地系统要素之间物质、能量传递与转换的关键体现,交通运输与人口的系统耦合及其优化调控是人地关系地域系统研究的重要内容^[9]。社会经济活动在地理空间上的物理分离以及位于不同地理区位上社会经济活动之间的相互作用是交通运输产生的两个根本前提^[10-11]。居住人口和就业人口的规模、结构、分布及其变化(增长与衰减、结构演化、社会迁移、集聚与扩散等)对地区交通需求时空分布与网络流特征起着决定性作用^[12]。交通需求影响交通供给,需求—供给之间的匹配矛盾和系统协同是影响交通运输效率(交通拥堵、交通成本)和地区交通可达性的关键^[13]。交通可达性决定交通网络中各节点相互作用机

⑤ <http://news.sina.com.cn/o/2018-09-22/doc-ihkhfqt6004279.shtml>. 2018-9-22/2020-7-23.

会潜力大小,表征某个区域具有满足一定人群对某种活动需求的潜力大小以及所能接近的发展机会数量^[14]。交通技术革新引起交通方式速度、容量升级和区域交通可达性改善,会拓展人类活动空间范围^[15],进而影响区域人口空间格局。

在微观层面,交通可达性是区位优势度^[16]和地租水平的关键要素^[17],影响居民个体的居住地和就业地选址,而居民居住地、就业地、企业区位之间的空间关系决定微观居民出行和企业货运^[18]。Alonso^[19]在其“移动普适理论”指出居民和企业对于因交通成本差异所造成的区位收益差异的应对是其空间相互作用和移动的核心变量。

在城市群层面,交通可达性完善会降低城市间运输成本、促进人口流动、加深城市间联系强度与范围,增强单个城市的经济集聚^[20]。同时,交通可达性也会促进中心城市通过扩散作用向周边区域进行生产力外溢效应,该效应存在正向溢出效应与负向溢出效应^[21]。一方面,交通使得人口和就业在更大的劳动力供需市场中实现匹配,高强度人口流动促进区域空间溢出效应,增强知识溢出带来的收益^[22]。另一方面,交通网络可达性完善导致的中心城市加速要素集聚,通过吸取非中心城市要素,如劳动力等,不断扩大其城市规模,造成经济落后地区因交通发展出现经济不断衰退,拉大经济发展差距,产生负向溢出效应,也称为极化效应^[23]。集聚经济的极化效应和溢出效应同时存在,此消彼长,共同影响城市群的人口经济空间布局和城镇位序—规模分布^[24]。但从长期过程来看,极化效应要强于和持久于溢出效应,城市群人口布局结构呈现“核心—边缘”模式。

在区域层面,运输成本与区域人口经济集中度呈倒“U”型关系^[25],运输成本下降会强化大城市和发达地区的集聚,小城市和落后地区的人口规模增长会减缓,整个区域人口布局出现不均衡特征。虽然人口和就业布局倾向于空间集聚而形成区域不均衡,但交通系统通过网络效应和异地空间的“规模借用”效应也会促进区域人口“多中心化”布局,有助于区域均衡发展。快速、廉价和高效的交通网络提升区域间连接度、加强信息对称、鼓励非等级联系、升级相互作用,产生网络外部性效应^[26]。小城市和落后地区的发展不再受限于其规模和行政等级,而是取决于其在网络中的专业化分工,劳动力将因网络节点的分散特征在区域内分散布局^[27]。交通对于人口和就业分布的网络效应在理论上要强于地理替代邻近效应^[28],这种趋势随着网络社会的兴起而趋于强化^[29]。在交通网络的支撑下,地区间无论是否相邻,进行彼此功能联系,小城市和落后地区可以区域交通网络向大城市借得集聚经济规模优势,产生“规模借用”效应^[30]。尤其是跨区域快速交通,极大压缩地区之间的交通时间成本,产生时空收敛效应^[31],使得中心城市与其他地区能够通过快速高效交通网络体系在彼此之间实现更深层面的分工合作,形成更强的规模借用,区域就业和人口布局将呈现更强的多中心布局。

2.2 数据来源

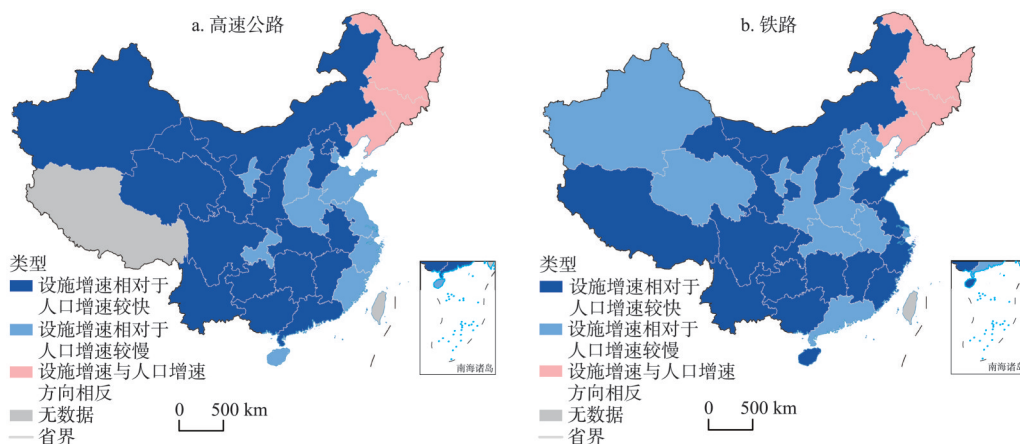
人口及相关数据来源于国家统计局国家数据库、《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》、各省统计年鉴、人口普查分县资料、各地国民经济和社会发展统计公报、某通信公司手机信令数据。交通及相关数据来源于国家统计局国家数据库、《中国统计年鉴》、交通运输业经济统计专项调查、民航业统计公报、北京大学地理数据平台(<http://geodata.pku.edu.cn>)。因港澳台地区研究数据缺失,未做分析。

3 中国人口现状及趋势对交通发展影响分析

3.1 人口发展与交通的协调状况

3.1.1 交通设施建设增速与人口存在时空错配现象 交通设施建设增速与人口错位具有时空特征。在时间上,交通设施建设存在时序性,20世纪90年代中后期,中国高速公

路进入快速建设时期^[32],目前高速公路路网结构已接近完善,未来整体新建进度将放缓。“十一五”期间中国铁路已经完成大规模建设,2005年启动客运专线建设;“十二五”时期推进国家快速铁路网,加快西部干线建设;“十三五”时期重点加快高速铁路网建设,优先推进国家干线高铁网络建设。东部基础设施大规模建设之后,近年来西部基础设施建设加快,铁路和高速设施增速快于人口增速(图1)^⑥。在空间上,近年来人口集聚流失分析结果表明,西部和东北地区是人口主要流出地区,这些地区基础设施的大规模建设将会导致交通设施供给超过其人口交通需求,一些地区出现设施供给过剩、使用效率低现象;而近年来东部发达地区是人口的主要流入地区,交通需求总量增加快,尤其是受经济发展高水平影响,高品质服务类交通需求增长显著,应该加快基础设施建设。



注:基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2016)1569号的标准地图制作,底图无修改。

图1 2013—2018年中国高速公路和铁路增长差异化指数

Fig. 1 The growth differentiation index of expressway and railway in China from 2013 to 2018

3.1.2 交通设施与人口区际出行需求不匹配,城市群之间快速通道不足,内部交通衔接不畅

交通廊道建设与人口长短期流动流量流向不匹配,京津冀、长三角、粤港澳、成渝之间快速综合交通通道不足(图2),无法满足城市群之间人口双向交流需求。城市群内部交通衔接不畅、城乡交通一体化程度不足;未来综合交通建设将在注重交通区域公平性,完善交通设施布局等基础性服务,改善中西部及偏远地区交通设施的基础上,转型为加大对发达地区交通设施投资,提供高等级交通服务设施,以满足城市群之间以及城市群内部人口双向交流出行需求。

3.1.3 综合交通枢纽、多式联运发展滞后,城市内外交通衔接不畅 综合交通枢纽建设相对滞后,城市内外交通衔接不畅,信息开放共享水平不高,一体化运输服务水平亟待提升。中国“十二五”时期提出全国性综合交通枢纽发展目标,近年多地开展交通枢纽专项规划,铁路、航空交通枢纽主要分布在人口集聚地区(图3),多式联运、综合交通枢纽衔接水平不高。东部城市群地区交通枢纽的客流压力较大,设施供给相对不足,如长三角地区的上海虹桥综合交通枢纽已逐渐趋于饱和^[33],而区域协同发展的综合交通枢纽体系尚未形成,无法满足人口城际交通出行需求的进一步增长,仍需加大建设力度。

⑥ 计算方法:2013—2017年期间高速公路(铁路)运营里程增长率除以人口增长率,增长差异化指数= $\frac{(L_{17}-L_{03})/L_{03}}{(P_{17}-P_{03})/P_{03}}$,式

中 L_{03} 代表2013年*i*省高速公路总里程(铁路运营里程); L_{17} 代表2017年*i*省高速公路总里程(铁路运营里程); P_{03} 代表2013年*i*省人口总量; P_{17} 代表2017年*i*省人口总量。

3.1.4 对人口交通出行需求快速化、便捷化、多样化转变关注不足,高品质服务供给不足

人口老龄化、家庭类型小型化、人口教育水平提升,对交通运输服务适老性、品质化、人性化提出了新的要求。老年人生产性出行比例降低,对交通体系提出适老性需求,家庭规模小型化、类型多样化,对交通个性化、服务人性化需求增加。人民生活方式的新变化,对交通方式多元化、舒适化、出行效率提出了更高的要求。目前末端距离交通服务、高品质服务水平不足,快捷化、(图4)^⑦个性化、智能化客货运服务供给缺口大。

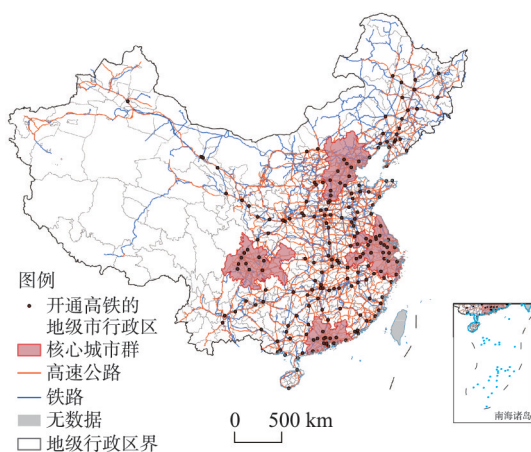
3.2 人口发展趋势及其对交通影响

3.2.1 人口总量增长与交通

中国人口总量呈现先增长后降低的发展趋势,人口未来迎来负增长的新局面,总体人口规模在2030年左右达到峰值14.5亿人后负增长^⑧,人口比2018年增加5500万人,不断增长的人口将导致总出行需求增加。中国已完成大规模交通建设(图5、图6),交通运输对经济社会发展实现了从“瓶颈制约”到“基本适应”的历史性变化^[34],未来中国交通进入增量崛起与存量优化共存时代。在交通建设方面不能盲目进行增量建设,要因地制宜,注重存量建设的优化,避免无序建设造成资源浪费、投资效益低下。

3.2.2 人口空间分布与交通

未来以胡焕庸线为界的全国人口分布基本格局保持不变,城市群人口集聚度加大,人口向大城市集中的趋势愈发突出。预计到2030年,农村向城镇累计转移人口约2亿人,近年来城市人口继续向东部城市 and 中西部热点城市流动,但东部城市人口增量有所减少,中西部城市有人口回流特征,人口分布的宏观格局略微



注:基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2016)1569号的标准地图制作,底图无修改,图3同。

图2 中国核心城市群与2018年高速公路、铁路及开通高铁站地级市行政区分布

Fig. 2 The distribution of China's core urban agglomerations, expressway, railway and prefectures with high-speed railway stations in 2018

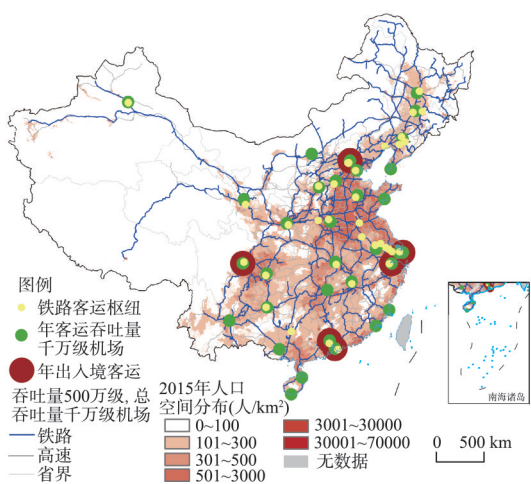


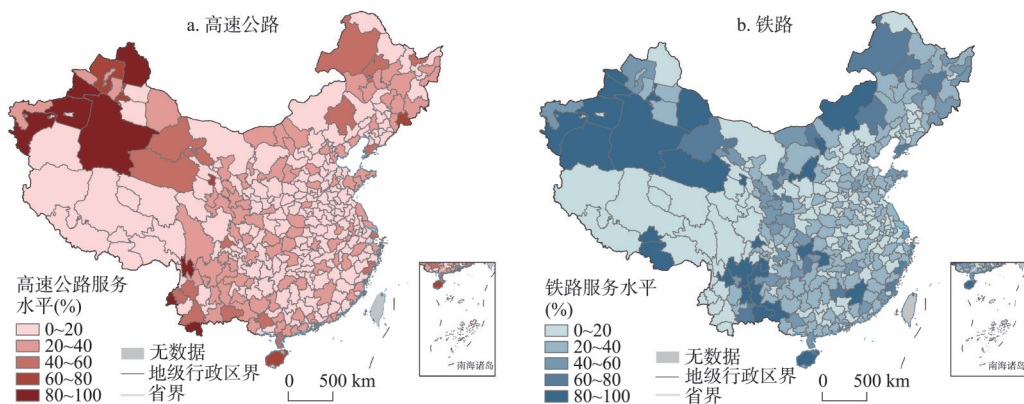
图3 2018年中国铁路枢纽、年客运吞吐量千万级机场分布

Fig. 3 The distribution of China's railway hubs and airports with annual passenger throughput over ten million in 2018

⑦ 服务水平定义与计算:高速公路与铁路服务水平是指某一行政区中位于高速公路或铁路直接服务范围内的人口占该行政区范围内总人口的比例。其中,高速公路的直接服务范围为:以高速路网为中线,向两侧30 km范围的缓冲区;铁路的直接服务范围为:以铁路客运站点为圆心,50 km为半径的缓冲区。具体计算公式为: $S_d = \frac{\sum_{j=1}^{n_2} P_j}{\sum_{i=1}^{n_1} P_i}$, 式中 S_d 代表某一行政区地高速公路(铁路)服务水平; n_1 和 n_2 分别代表该行政区内的人口空间分布公里网格总量,以及该行政区中位于高速公路(铁路)直接服务范围内人口空间分布公里网格数量; P_i 为位于该行政区范围内的人口空间分布公里网格 i 内人口数量; P_j 为位于该行政区中的高速公路(铁路)直接服务范围内人口空间分布公里网格 j 内人口数量。

⑧ 中华人民共和国国务院. 国家人口发展规划(2016—2030年), 2016.

趋向均衡化(图7)。预计未来自西向东的人口迁移流动特征将逐渐弱化,向区域多中心方向发展。同时,亟需加快珠三角、长三角和京津冀三大核心城市群以及快速成长中的成渝城市群之间快速通道建设,打通核心城市和城市群次级城市的空间传导通路,引领都市圈交通建设。



注:基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2016)1569号的标准地图制作,底图无修改,图7同。

图4 2015年中国高速公路和铁路服务水平

Fig. 4 The expressway service level and railway service level of China in 2015

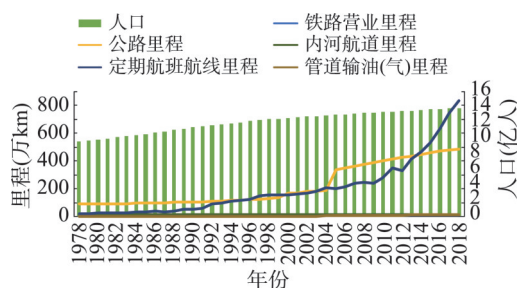


图5 1978—2018年中国人口与基础设施建设变化

Fig. 5 Changes in China's population and infrastructure construction from 1978 to 2018

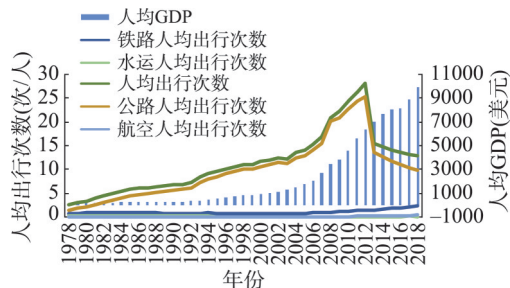


图6 1978—2018年中国旅客运输强度的变化

Fig. 6 Changes in China's passenger transport intensity from 1978 to 2018

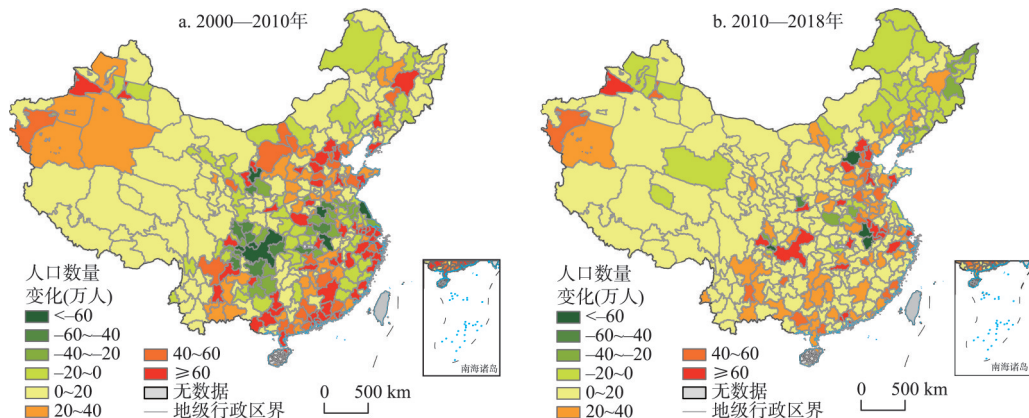
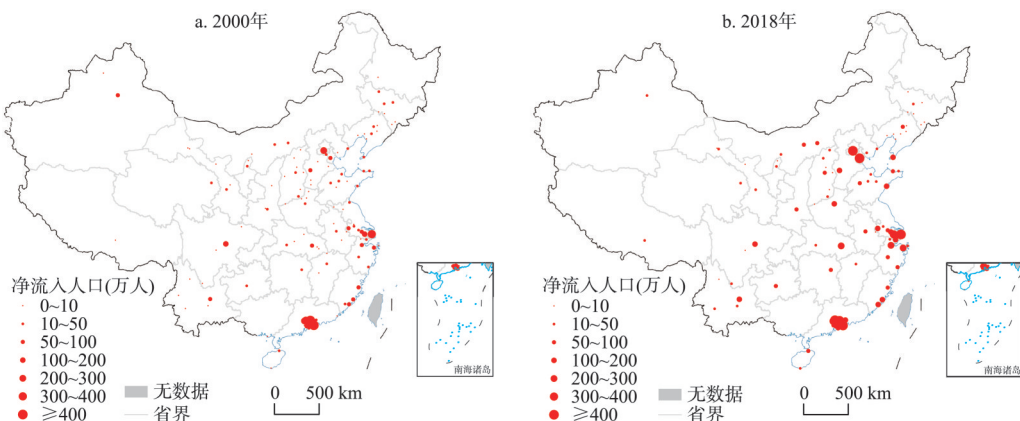


图7 2000—2010年和2010—2018年中国地级行政区常住人口变化

Fig. 7 Changes of resident population of prefecture-level cities and prefectures in China in 2000-2010 and 2010-2018

3.2.3 流动人口与交通

中国流动人口总体依然呈“中心流出、四周流入”的“中部塌陷状”空间格局,人口向部分中西部省份回流,而东北地区人口出现外流,流动人口方向存在从“中出东入”转为“中出东入”和“北出南入”并存的趋势。从城市尺度来看,中国人口净流入的地级以上城市约200个,占到全部地级以上城市的2/3,广大地区面临着人口流失的趋势。人口净流入量在城市尺度上的分布具有很高的集中度,强流入中心依然集中于珠三角、长三角、京津冀。人口流入呈现沿海地区“群心汇聚”、内陆省份“一省一中心”的总体格局(图8),区域截留现象明显。应当扩大东部核心城市群地区、中西部中心城市及其都市圈的交通供给,着重强化人口持续流入地区的交通基础设施建设,控制人口稀疏区及人口持续流失区的盲目低效建设。同时,应调整全国公路网与铁路网节点的布局,合理推进建设以直辖市、省会城市及沿海省份部分经济强市为中心的中心放射状的区域交通廊道,避免无差别的低效均匀布局,分级分区有重点发展,提高区域交通基础设施效益。



注: 基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2016)1569号的标准地图制作,底图无修改,图9同。

图8 2000年和2018年中国城市人口净流入量的分布

Fig. 8 Distribution of China's urban population net inflows in 2000 and 2018

3.3.4 人口短期流动与交通 中国主要的省域间日常人口流动空间格局呈现“菱形钻石+凸点格局”,以京津冀、长三角、粤港澳、成渝地区为顶点的菱形状格局,以及东北地区的沈哈一线、西北地区的兰新一线,及西南地区的昆明等多个凸点(图9)。该菱形格局亦非均质,其重心在菱形的东部三个顶点之间,呈现“东重西轻”的状态。中国“十纵十横”综合运输通道布局,与人口流动格局存在空间不完全一致。在“菱形+凸点格局”人口主要流动方向之外的范围,新增布局的多条运输通道的建设紧迫性及建设时序应当给予进一步的论证。在京沪、京广、沪粤、长江沿线等主要人口流动方向,还需进一步强化交通运输廊道布局。此外,

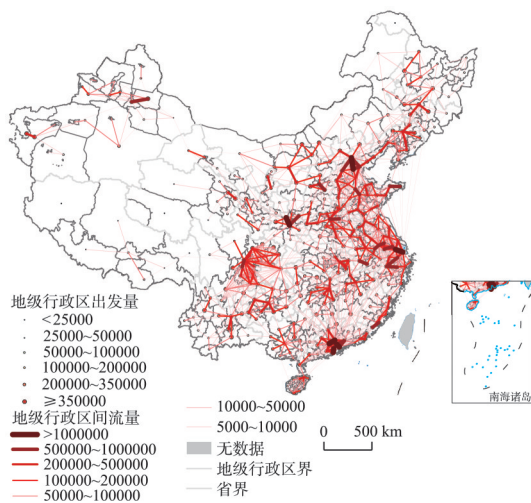


图9 中国城市间日常人口交流OD图(不含节假日)

Fig. 9 OD of daily population exchange among cities in China

人口短期流动OD图呈现核心城市周边人口交流强度高、联系紧密的特征。跨城通勤现象日益明显,如广州市跨城通勤人群占比达6%,苏州市达4.4%,武汉市达4%^[35]。

3.3.5 人口结构与交通 中国适龄劳动人口比例下降,少子化现象突出,中国老龄化进入加速阶段,人口老龄化的趋势将长期存在(图10),并呈现出地区发展不平衡、城乡倒置明显、性别差异和未富先老等特征。未来中国老年人口约占25%,生产性出行比例降低,对交通体系提出适老性需求。中国家庭规模小型化,类型多样化,其中核心家庭居于主导地位,直系家庭、单人家庭、流动家庭、留守家庭等也逐渐成为中国常态家庭模式,需针对家庭类型提供多样化交通服务。人口素质提升,对交通个性化、服务人性化需求增加。

3.3.6 人口城镇化与交通 2000年以来中国城镇化水平增长迅速(图11)。2011年中国常住人口城镇化率达到51.27%,超过一半,到2019年中国城镇化率已达60.60%,预测到2030年常住人口城镇化率达到65%~70%左右。农村人口持续减少,从1990—2018年中国村庄数量上来看(图12),村庄数量呈现下降趋势。需要谨慎推进空心村地区的村村通,鼓励发展社会化运营定制公交,发展农村交通服务新业态,建设适应农村地域空间体系重构的交通网络体系,推进城乡交通融合发展。

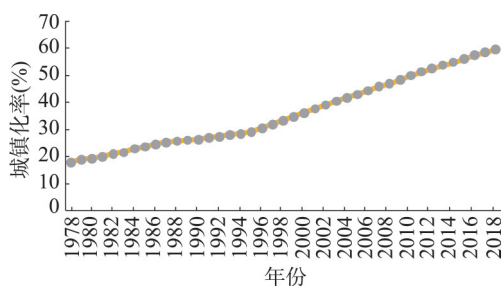


图11 1978—2018年中国常住人口城镇化率变化
Fig. 11 Changes of the national permanent urbanization rate in China from 1978 to 2018

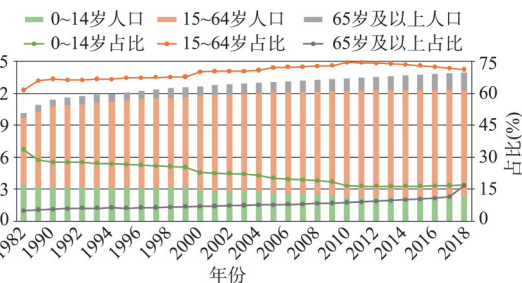


图10 1982—2018年中国人口年龄结构变化情况
Fig. 10 Changes of the age structure of China's population from 1982 to 2018

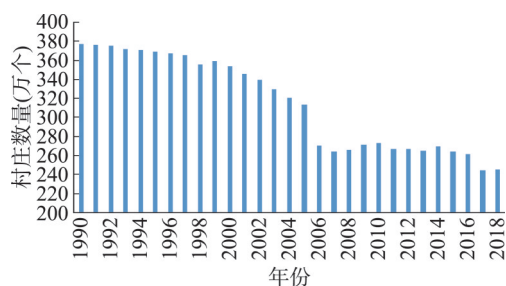


图12 1990—2018年中国村庄数量变化
Fig. 12 Changes of the number of China's villages from 1990 to 2018

3.3.7 人口生活方式与交通 居民消费方式多元化、高质量化(图13),网络购物持续稳健增长,“宅时代”对于跑腿服务的依赖性需求增加;劳动时间大幅缩短,休闲活动呈现多元化趋势,出境旅游成为一种生活方式,城市周边1 h休闲圈短途休闲游盛行,农村旅游人口日益增多;远程办公,居家工作,办公移动化趋势明显;环境友好型生活方式正在被推广,新能源电动汽车日益普及,无人驾驶时代来临;居民生活节奏快速化和便捷化趋势明显,包容性发展与社会公平日益受到重视。“互联网+交通”逐渐兴起,“共享经济”盛行,职住分离加剧,长距离通勤、跨城通勤增加,地理尺度和时空距离重构,城市机动性加强(图14)。对交通运输的高效化、智能化、绿色化、多元化、舒适化、公平化提出了更高的要求。

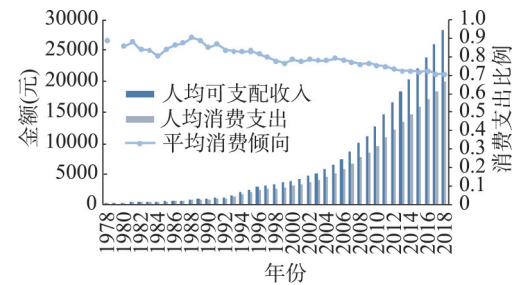


图 13 1978—2018年中国居民收入与支出情况
Fig. 13 National residents' income and expenditure in China
from 1978 to 2018

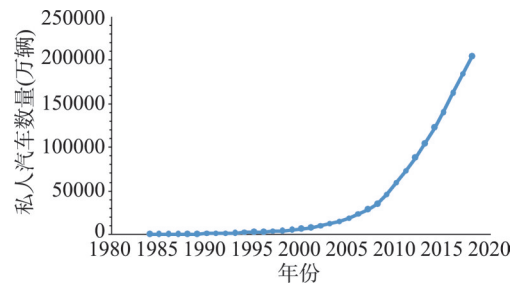


图 14 1984—2018年中国私人汽车数量
Fig. 14 Number of private cars in China
from 1984 to 2018

4 适应人口发展的现代化综合交通运输体系格局构建

根据中国人口发展的趋势，提出中国综合交通体系“钻石战略”。该“钻石战略”对《“十三五”现代综合交通运输体系发展规划》提出的“十纵十横”中国综合运输大通道进行优化和完善。

4.1 “钻石战略”

实施面向未来人口新趋势的“钻石战略”，在“十纵十横”综合运输大通道基础上，以京津冀、长三角、粤港澳、成渝城市群为“钻石”四极；以京沪通道、京川通道、沪粤通道、粤川通道为四边，以长江水陆通道、京港澳通道为内部十字支撑，形成六大主干通道；以人口流入流出高强度的网络节点地区为不同等级枢纽；以联系主要节点的网络为次级通道（图 15），形成节点放射、直通直达、横贯东西、纵贯南北、内畅外达的“钻石”网络结构。“钻石”枢纽覆盖国家“一带一路”重要节点，“钻石”四极京津冀、长三角、粤港澳、成渝均为国家级区域发展战略地区，“钻石战略”十字通道之长江水陆通道支撑长江经济带国家战略，引领支撑人口集聚和流动趋势，打造均衡多极国土开发空间，减缓南北和东中西差距。

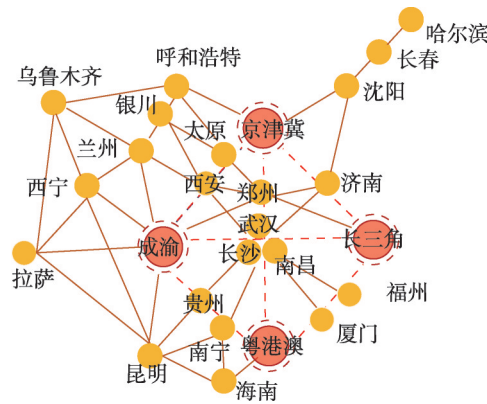


图 15 “钻石战略”示意图
Fig. 15 The concept diagram of "Diamond strategy"

4.2 “钻石”骨干通道

4.2.1 京沪通道 即京津冀与长三角地区之间的综合通道（图 16），当前已经形成了由高速铁路、高速公路、内河航道、沿海航道、航空线路等多种方式构成的立体型通道，但面临着现有交通线容量趋于饱和的压力（表1）。该通道建设有助于进一步提高东部沿海对外开放水平，强化东部沿海地区的南北联系，提高区域经济发展效率。

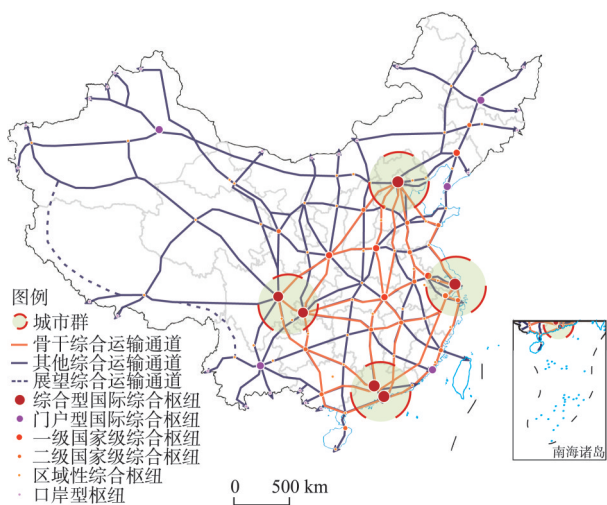
4.2.2 沪粤通道 即长三角与粤港澳地区之间的综合通道（图 16），当前已经形成了由高速铁路、高速公路、沿海航道、航空线路等多种方式构成的立体型通道，但面临着陆运交通相对薄弱的问题（表1）。该通道建设有助于进一步提高东部沿海对外开放水平，支撑海上丝绸之路发展，提高区域经济发展效率。

4.2.3 粤川通道 即粤港澳地区与成渝地区之间的综合通道（图 16），当前已经形成了由铁路、高速公路、航空线路等多种方式构成的立体型通道，但通道建设水平整体仍然偏

低（表1）。该通道建设有助于支撑西部省区承接粤港澳地区产业转移，拓展优化对外开放格局。

4.2.4 京川通道 即京津冀与成渝地区之间的综合通道（图16），当前已经形成了由铁路、高速公路、航空线路等多种方式构成的立体型通道，但通道建设水平整体仍然偏低（表1）。该通道的建设可以优化关中地区等西部城市群地区区位条件，强化内陆各省区经济协作，拓展延伸“一带一路”的空间纵深，支撑中国内陆省区高质量发展。

4.2.5 长江水陆通道 即长三角与成渝地区之间的综合通道（图16），当前已经形成了由铁路、高速公路、内河航道、航空线路等多种方式构成的立体型通道，但陆运基础设施仍然有待进一步完善（表1）。该通道是长江经济带发展的重要支撑，有助于促进东中西沟通和东中西区域协调发展。



注：基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2016)1569号的标准地图制作，底图无修改。

图16 国家综合交通体系“钻石战略”布局
Fig. 16 The layout of national integrated transportation system "diamond strategy" of China

表1 “钻石网络”骨干通道现状
Tab. 1 Main transport corridors in the "diamond network"

通道	连通地区	通道	子通道	途径重要节点	高速公路及高速铁路建设现状
菱形骨架	京津冀—长三角	京沪通道	京沪线通道	北京、济南、南京、上海	已建成高速公路、全线已建成350 km/h铁路
			北部沿海海岸通道	北京、青岛、上海	已建成高速公路、烟台—盐城已建成200~250 km/h铁路
		沪粤通道	沪杭广通道	上海、杭州、广州	已建成高速公路、上海—金华已建成350 km/h铁路
			东南沿海海岸通道	上海、宁波、福州、厦门、深圳	已建成高速公路、全线已建成200~250 km/h铁路
	京津冀—成渝	京川通道	京太西成通道	北京、太原、西安、成都	已建成高速公路、全线已建成200~250 km/h铁路
			京郑西渝通道	北京、郑州、西安、重庆	已建成高速公路、北京—西安已建成350 km/h铁路
		粤川通道	成贵南广通道	成都、贵阳、南宁、广州	已建成高速公路、南宁—广州已建成200~250 km/h铁路
			渝贵桂广通道	重庆、贵阳、桂林、广州	已建成高速公路、贵阳—广州已建成300 km/h铁路
十字骨架	京津冀—粤港澳	京港澳通道	京广线通道	北京、郑州、武汉、长沙、广州	已建成高速公路、全线已建成350 km/h铁路
			京九线通道	北京、雄安新区、合肥、南昌、深圳	已建成高速公路、合肥—福州已建成350 km/h铁路
	长三角—成渝	长江水陆通道	长江北通道	上海、南京、合肥、武汉、重庆、成都	已建成高速公路、全线已建成200~250 km/h铁路
			长江南通道	上海、杭州、南昌、长沙、重庆、成都	已建成高速公路、上海—长沙已建成350 km/h铁路

4.2.6 京港澳通道 即京津冀与粤港澳地区之间的综合通道(图16),当前已形成了由高速铁路、高速公路、航空线路等多种方式构成的立体型通道,但面临着现有交通线容量趋于饱和的压力(表1)。该通道是中国南北交通的主轴,贯穿了京津冀、黄河流域、长江经济带、粤港澳大湾区四大国家战略区域,有助于促进南北沟通和南北区域协调发展。

4.3 “钻石”枢纽

以《国家“十三五”综合交通运输体系规划》中枢纽方案为基本框架,在此基础上,基于流动人口规模(长期流动)和人口联系规模(短期流动),提出不同等级的枢纽。其中,针对人口联系规模,采用腾讯迁徙数据和基于某通信运营商手机信令的人群跨城出行数据,分别建立城市OD网络,并根据度中心性、特征向量中心性对城市节点进行排序,作为国际性、全国性、区域性枢纽等级的基本依据。提取出人口联系的2个指标位居全国前列且市辖区人口净流入的城市作为国际性和全国性综合枢纽。其中,选取人口联系规模指标和出入境旅客的规模指标最靠前并显著超出其他城市、且位于四大“钻石”极点核心的4个城市对作为国际性综合枢纽,选取出入境旅客及航班规模靠前且位于地理大区门户位置的城市作为国际性门户枢纽。

4.3.1 国际性综合交通枢纽 根据国际进出港旅客的规模、国际航线的强度及在全国人口流动网络的中心性,北京(—天津)、上海(—苏州)、广州(—深圳)、成都(—重庆)为国际型综合枢纽。乌鲁木齐、哈尔滨、昆明、大连、厦门是区域性人口集聚中心之一,但同时承担着与中亚、东北亚、东南亚、日韩、中国台湾等地区的人口转运功能,属于国际型门户枢纽。

4.3.2 全国性综合交通枢纽 根据全国人口流动网络的中心性和交通线网布局现状,沈阳、西安、武汉、郑州、南京、杭州是各自所在地理大区的人口集聚中心和全国性转运中心,为一级国家级综合枢纽,并应提升其国际服务功能。石家庄、太原、长春、徐州、宁波、合肥、福州、南昌、济南、青岛、长沙、南宁、贵阳、兰州、海口是省域人口集聚中心和全国重要的转运中心,为二级国家级综合枢纽。

4.3.3 区域性综合交通枢纽 根据区域人口流动网络的中心性和交通线网布局现状,将九江、呼和浩特、银川、西宁、拉萨、秦皇岛、唐山、连云港、湛江、大同、烟台、潍坊、齐齐哈尔、吉林、营口、邯郸、包头、通辽、榆林、宝鸡、泉州、喀什、库尔勒、赣州、上饶、蚌埠、芜湖、洛阳、商丘、无锡、温州、金华、义乌、宜昌、襄阳、岳阳、怀化、泸州、宜宾、攀枝花、酒泉、嘉峪关、格尔木、大理、曲靖、遵义、桂林、柳州、汕头、三亚作为区域性综合交通枢纽。

4.3.4 口岸型枢纽 根据中国边境地区对外开放的发展需求和人口国际流动需求,将丹东、珲春、绥芬河、黑河、满洲里、二连浩特、甘其毛都、策克、巴克图、吉木乃、阿拉山口、霍尔果斯、吐尔尕特、红其拉甫、樟木、亚东、瑞丽、磨憨、河口、龙邦、凭祥、东兴等作为口岸性枢纽。

5 适应人口发展的现代化综合交通运输体系实施重点

“钻石战略”支撑国家重大战略,加密布局国家战略地带,强化交通引领支撑作用(图17)。在此基础上根据人口流动尺度、强度和空间特征,划分交通层级,从传统撒胡椒面式均衡布局转变为分区分级布局,着力建设“四大交通圈”,落实交通强国战略。同时根据人口结构和生活方式变化新需求,以人民为中心提升交通服务。

5.1 支撑国家重大空间发展战略

5.1.1 “一带一路”：互联互通，陆海统筹，保障枢纽 “钻石战略”四极是“一带一路”的节点，打造“一带一路”互联互通网络，坚持陆海统筹，完善国家提出的“六廊六路多国多港”总体格局的互联互通架构。加强中国同中亚国家间的道路连接，形成联通南亚、东南亚、东北亚的交通运输网，发挥民用航空运输的先锋作用，将高铁建设作为突破口，加强综合客货运输枢纽建设，陆海统筹，保障境内外互联互通枢纽。

5.1.2 长江经济带：江海联运，跨江联动，港城一体 长江经济带为“钻石战略”承东启西的战略支撑。提升长江黄金水道功能，促进多式联运、江海联运，跨江联动，港城一体，促进长江干支联动，增强长江港口、码头区域协同，提升现代物流增值服务。提升过江通道能力，引导形成南北互通、跨江联动格局，鼓励发展沿江旅游，集约利用长江岸线资源，建设高质量绿色综合立体交通运输走廊。

5.1.3 京津冀协同发展：快轨成网，城网互动，支撑疏解 京津冀协同发展地区为“钻石战略”北部极点，其交通发展要服务北京功能疏解战略，重点疏通与周边城市的联系通道，建设“一环一线六射”的区域轨道交通网络，有效整合北京市域范围以及河北省域范围的众多人口和产业密布的节点城市，为京东、京南、京西北生活组团的建设提供关键性支撑，完善1 h生活圈周边区域的高速公路网，改善区域交通条件。



注：基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2019)1711号的标准地图制作，底图无修改。

图 17 “钻石战略”与国家级战略

Fig. 17 "Diamond strategy" and national strategy of China

5.1.4 长江三角洲区域一体化:高质一体,服务全球,交通示范 长江三角洲为“钻石战略”的东部极点,该区域是“一带一路”与长江经济带的重要交汇地带,区域一体化进程较快,加快全力推动长三角交通高质量一体化,强化海空集成的国际航运中心地位,优化运输结构,构筑大容量集约化的轨道交通网络,加强有效衔接,构筑无缝换乘的综合交通枢纽,打通省际“断头路”,形成以骨干通道、城际辅助通道和联络通道组成的高速公路网。全方位推动互联互通,将长三角地区建设成为交通强国示范区。

5.1.5 粤港澳大湾区:公交城轨,创新模式、国际枢纽 粤港澳大湾区为“钻石战略”的南部极点,发挥香港作为国际航运中心优势,带动大湾区其他城市共建世界级港口群和空港群;打通泛珠三角区域和东盟国家的陆路国际大通道。完善地面快速交通网络,加快沿海高速铁路建设,公交化运营粤港澳大湾区城际铁路网,实现与国铁干线接轨衔接,以及与城市轨道交通换乘互联。创新交通管理模式,支撑“一国两制”,打造海陆空立体国际交通枢纽。

5.2 实施交通强国战略

《交通强国建设纲要》发展目标中提出到2035年,基本建成交通强国,基本形成“全国123出行交通圈”(都市区1 h通勤、城市群2 h通达、全国主要城市3 h覆盖)。

5.2.1 全国层面交通:直通直达,优化通道,打造中国1 d经济圈 服务国家战略,引领和支撑国土空间开发,实施“钻石战略”,优化完善中国核心城市群之间菱形格局快速通道建设,从纵横周转节点放射直通直达。加快快速网建设,融合交通新基建,优化完善快速网与干线网、基础网的衔接,充分发挥网络效应,强化综合交通枢纽衔接和辐射功能。重点加快对城市群地区的交通投资和政策倾斜,提升人口密集地区交通出行效率,提升运输服务一体化水平,全国主要城市形成3 h覆盖,打造中国1 d经济圈。

5.2.2 城市群交通:都市为核,四网融合,打造2 h都市交流圈 城市群交通建设理念由重视“规模等级”转向“网络联系强度”,完善城市群对外快速交通通道网、城际交通网、都市圈通勤交通网三个层次交通网建设。重点加密城市群内部轨道交通建设,推动干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路、城市轨道交通“四网融合”,形成公交化的城际快速客运网;进一步提升主要高速公路的通行能力,建设可替代路线,加密高速公路网络,实现真正的网络化服务;打通断头路,完善重要省际通道相邻省区市的公路技术等级匹配,破除行政障碍;加快建立网络一体化、枢纽一体化和运输一体化的交通体系,打造城市群内部2 h交流圈。

5.2.3 都市圈交通:快轨成网,圈域同城,打造1 h通勤圈 “因圈施策、圈域区划”,结合都市圈的类型和成长阶段,以及都市圈核心城市内部交通和核心城市与周边地区之间的交通两个层次,实施不同交通政策,推动市内一体化,圈域同城化,以城际铁路、市域(郊)铁路、城市轨道交通、城市快速路等为骨干,提供1 h公交化通勤客运服务。提升轨道交通网络化服务水平,加密轨道交通站点密度,构建以轨道为主的交通系统,放宽适建轨道交通城市人口标准,避免地铁建设滞后于人口经济发展;进一步加快郊区轨道线路建设适应和引领人口居住郊区化趋势,大力推进TOD模式,加快交通土地一体化发展;改善轨道交通、地面公交、私家车以及自行车不同交通方式的接驳转换;优化通勤交通空间体验,缩短人的时空感受,营造通勤文化,提高都市圈通勤服务品质,打造都市圈1 h通勤圈。

5.2.4 生活圈交通:站城一体,品质慢行,打造15 min日常生活圈 加快交通和土地一体化开发建设,大力推进TOD站城一体化,引领支撑产业、人口等合理布局,优化资源配

置。贯彻绿色发展理念,完善城市骑行及步行系统。通过明确慢行系统的分区、分级标准,结合项目开发以及道路建设,推进行道、自行车道网络建设,加强轨道站点、公交站点及大型公共建筑周边 500 m 范围内步行设施及引导标识的规划建设,合理调控机动车使用,实施差别化的停车设施供给和管理措施,转变居民出行方式,构建“轨道/公交+慢行”的交通出行模式,打造高品质的慢行出行环境,实现以骑行+步行交通为支撑的 15 min 日常生活圈。

5.3 以人民为中心,打造高品质交通服务

5.3.1 拓展交通多元新业态 鼓励发展“按需上门”“互联网+”“共享经济”等交通服务新业态,注重发展需求反应式交通服务、推进网约车、共享交通、分时租赁、联程运输等新型交通模式的发展,鼓励补充型交通出行模式的发展,如社区巴士、预约巴士、公共自行车、超小型交通工具、农村定制公交等。提供多样化、定制化、品质化交通服务,建立相应的新业态管理规范体系,完善新型交通模式的发展路径。

5.3.2 建设智能交通新系统 加强智能交通顶层设计,加快智能交通基础设施建设,建设城市智能交通系统平台,兼顾管理与服务、硬件与软件,加大对智能交通基础设施的财政投入,开发改进环保车型、推动无人机自动物流配送、推广无人驾驶、提高汽车安全性设计、加强线路智能监测、智能服务等设施建设;加快能源配送体系建设,完善智能交通所需能源(天然气、电能等)配送网络,保障智能交通动力供应,加强智能交通运行路段的硬件软件配套。全面提升综合交通智慧化与服务协调水平,促进智能交通产业生态圈的跨界融合。

5.3.3 发展适老性交通 提高城际交通、公共交通适老性,改善步行环境,建设适老性交通体系。推动无障碍化,实现所有火车站、高铁站、地铁站、公交转换站和综合交通中心均采用无障碍设计,提供自动梯、升降机、坡道等方便老龄人口和特殊需要人群使用的设施,汽车开发与驾驶管理上开展相应的适老化服务、增加交通标识适老化,提供门到门服务和固定路线的服务,步行环境安全化,调整步行道台阶高度和坡度,专门设置方便老龄人口过马路的“银发区”等,提高步行安全性,在老龄化突出地区试点实施细致的适老性交通对策。

5.3.4 城乡交通融合发展 加快完善城乡路网建设和城乡路网体系对接,缩小城乡交通基础设施差距,提高农村道路建设等级,建设适应农村地域空间体系重构的交通网络体系,谨慎推进空心村地区的村村通,提升交通资源效益,全面实现交通基础设施现代化,关注农村交通设施维护,提高农村交通服务质量,鼓励发展农村定制交通,优化交通服务水平,推进城乡客运服务一体化,加强公共服务设施与交通线网的衔接,提高公共服务设施可达性。

5.3.5 推进交通公平 保障落后地区交通运输设施建设,实行精细化、差异化交通扶贫措施,提升落后地区的交通设施通达性与服务水平,加强对外联系,促进人口与资源流通,实行交通补贴,保证贫困地区修得起路、人民坐得起车;注意发达地区交通设施建设速度与人口增长、经济增长速度的适配性,满足城市新增流动人口的交通需求。注重人口密集地区与城市地区内部交通公平性,城市公共交通设施建设应向低收入群体居住区倾斜,以政府补贴的形式,提高低收入群体使用公共交通的支付能力,提供高水平公共交通服务,改善低收入者出行环境。保障城市生理性弱势群体出行,应加强道路交通设施、交通场站、交通工具无障碍设计,为生理性弱势群体提供更加便捷的出行条件。

6 结论

中国人口发展的新趋势对构建现代化综合交通运输体系提出了新的挑战和新的要求。未来中国人口总量减少,人口衰减地区将面临衰落或停滞的挑战,带来交通设施老化维护、运营管理财政压力;中国进入都市圈带动城镇化时期,人口分布向区域多中心方向发展,城际人口流动、长时距出行,跨城通勤日益增多,对城郊、城际快速交通发展提出了新要求。人口城镇化、乡村人口减少对如何避免村村通道路资源闲置提出了新的挑战。人口老龄化、生活方式变化等社会结构变化,对交通系统提出方便性、舒适性、多元化和更具效率性的服务新要求。建设适应人口发展战略的现代交通运输体系,是满足中国人民美好生活的客观需求,是中国交通发展新阶段的必然选择和建设交通强国的关键举措。

遵循人口与交通系统耦合协同理论规律,实施以人为本、提供高品质交通运输服务的交通强国战略,需要构建适应人口发展的中国综合交通体系“钻石战略”,以京津冀、长三角、粤港澳、成渝为“钻石”四极点,以京沪通道、沪粤通道、粤川通道、京川通道形成的四条菱形快速通道,长江水陆通道、京港澳通道两条十字通道,形成“钻石战略”的骨架快速通道,并根据人口流动和区位特征提出“钻石”枢纽。从支撑国家重大空间发展战略、实施交通强国战略、以人民为中心打造高品质服务三方面提出适应人口发展的现代化综合交通运输体系实施重点。本文从交通领域拓展地理学在国家重大战略决策中的作用,为中国交通可持续发展提供科学支撑,同时也推动了交通地理学的理论发展。

参考文献(References)

- [1] Zhang Xueliang. Transportation Infrastructure, Spatial Spillover and Regional Economic Growth. Nanjing: Nanjing University Press, 2009: 128-131. [张学良. 交通基础设施、空间溢出与区域经济增长. 南京: 南京大学出版社, 2009: 128-131.]
- [2] Xiong Y, Zhang J. Effects of land use and transport on young adults' quality of life. *Travel Behaviour and Society*, 2016, 5: 37-47.
- [3] Allsop R E. Transport studies and the quality of life. *Environment & Planning A*, 1980, 12(3): 339-356.
- [4] Li Hong. Reflections on the development of China's comprehensive transportation system. *Integrated Transportation*, 2005(3): 6-10. [李宏. 对我国综合交通体系发展的思考. *综合运输*, 2005(3): 6-10.]
- [5] Ou Guoli. Integrated transportation theory based on three-dimensional level. *Integrated Transportation*, 2008(7): 4-8. [欧国立. 基于三维层面的综合交通运输认识论. *综合运输*, 2008(7): 4-8.]
- [6] Luo Renjian. The connotation and development concept of integrated transportation system. *Integrated Transportation*, 2009(4): 4-7. [罗仁坚. 综合运输体系的内涵和发展理念. *综合运输*, 2009(4): 4-7.]
- [7] Rong Chaohe. Re-recognition of integrated transportation. *Integrated Transportation*, 2011(12): 4-9. [荣朝和. 关于综合交通运输的重新认识. *综合运输*, 2011(12): 4-9.]
- [8] Jin Fengjun, Wang Jiaoe. The expansion of China's railway network in the 20th century and its spatial accessibility. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(2): 293-302. [金凤君, 王姣娥. 20世纪中国铁路网扩展及其空间通达性. *地理学报*, 2004, 59(2): 293-302.]
- [9] Wu Chuanjun. On the research core of geography: The regional system of man-land relationship. *Economic Geography*, 1991, 11(3): 1-6. [吴传钧. 论地理学的研究核心: 人地关系地域系统. *经济地理*, 1991, 11(3): 1-6.]
- [10] Yang Wuyang, Yang Qi. On the regional structure of cities. *Geographical Research*, 1986, 5(1): 1-11. [杨吾扬, 杨齐. 论城市的地域结构. *地理研究*, 1986, 5(1): 1-11.]
- [11] John C, Moryadas S. *The Geography of Movement*. Boston: Houghton Mifflin, 1975.
- [12] Hoyle B S, Knowles R D. *Modern Transport Geography*. London: Belhaven Press, 1992.

- [13] Knowles R, Shaw J, Docherty I. *Transport Geographies: Mobilities, Flows and Spaces*. Malden, MA: Blackwell Publishing, 2008.
- [14] Walter G Hansen. How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of Planners*, 1959, 25(2): 73-76.
- [15] De Martinis V, Pagliara F, Wilson A. The evolution and planning of hierarchical transport networks. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2014, 41(2): 192-210.
- [16] Lösch A. *The Economics of Location*. New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1954.
- [17] Alonso W. *Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1964.
- [18] Fujita M, Krugman P R, Venables A. *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1999.
- [19] Alonso W. A theory of movements. *Human Settlement Systems International Perspectives on Structure Change & Public Policy*, 1978.
- [20] Holtz-Eakin D, Lovely M E. Scale economies, returns to variety, and the productivity of public infrastructure. *Regional Science and Urban Economics*, 1996, 26(2): 105-123.
- [21] Munnell A H. Policy watch: Infrastructure investment and economic growth. *Journal of Economic Perspectives*, 1992, 6(4): 189-198.
- [22] Hoover E M. *Location Theory and the Shoe and Leather Industries*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1937.
- [23] Boarnet M G. Spillovers and the locational effects of public infrastructure. *Journal of Regional Science*, 1998, 38(3): 381-400.
- [24] Button K. *Transport Economics*. Cheltenham, Gloucestershire: Edward Elgar Publishing, 2010.
- [25] Krugman P. Urban concentration: The role of increasing returns and transport costs. *International Regional Science Review*, 1996, 19(1/2): 5-30.
- [26] Parr J B. Agglomeration economies: Ambiguities and confusions. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 2002, 34(4): 717-731.
- [27] Spiekermann K, Wegener M. The shrinking continent: New time-space maps of Europe. *Environment & Planning B: Urban Analytics and City Science*, 1994, 21(6): 653-673.
- [28] Meijers E, Hoogerbrugge M, Cardoso R. Beyond polycentricity: Does stronger integration between cities in polycentric urban regions improve performance? *Tijdschrift Voor Economische En Sociale Geografie*, 2017, 109(1): 1-21.
- [29] Manuel Castells. *The Rise of the Network Society*. Cambridge, MA: Blackwell Publishers, 1996.
- [30] Hesse M. On borrowed size, flawed urbanisation and emerging enclave spaces: The exceptional urbanism of Luxembourg. *European Urban and Regional Studies*, 2016, 23(4): 612-627.
- [31] Harvey D. *The Condition of Postmodernity: An Enquiry into the Origins of Cultural Change*. Cambridge, MA: Blackwell, 1990.
- [32] Jin Fengjun, Chen Zhuo. The evolution and laws of China's transportation geographical structure since the reform and opening up in 1978. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(10): 1941-1961. [金凤君, 陈卓. 1978年改革开放以来中国交通地理格局演变与规律. *地理学报*, 2019, 74(10): 1941-1961.]
- [33] Wang Yifang, Liu Chong, Xie Hui. Review and prospect of the development of Hongqiao comprehensive transportation hub in ten years. *Urban Transportation*, 2019(5): 59-65. [王亿方, 刘翀, 谢辉. 虹桥综合交通枢纽十年发展回顾与展望. *城市交通*, 2019(5): 59-65.]
- [34] Party Group of the Ministry of Transport of the Communist Party of China. Comprehensively deepen reform and opening up and strive to move from a big transportation country to a powerful transportation country. *Journal of the Ministry of Transport and Management*, 2018, 28(4): 3-5. [中共交通运输部党组. 全面深化改革开放奋力从交通大国迈向交通强国. *交通运输部管理干部学院学报*, 2018, 28(4): 3-5.]
- [35] Aurora Big Data. 2018 China Urban Commuter Research Report. <https://www.jiguang.cn/reports/305>, 2018-06-15/2020-05-14. [极光大数据. 2018年中国城市通勤研究报告. <https://www.jiguang.cn/reports/305>, 2018-06-15/2020-05-14.]

Population-development oriented comprehensive modern transport system in China

ZHAO Pengjun, LYU Di, HU Haoyu, CAO Yushu, XIE Jinxin, PANG Liang,
ZENG Liang'en, ZHANG Tingyu, YUAN Dandan

(College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: China's modernized transport strategies have been focused on building new infrastructures in areas with insufficient transport facilities, supplying the lack of new transport services, and investing in transport construction on a large scale since the 10th Five-Year Plan (2000- 2005). However, these strategies are now facing new situations in population development, including population growth, migration, spatial relocation and agglomeration, and changes in lifestyle. It is imperative to investigate population- development oriented comprehensive modern transport system in order to implement people-oriented principles and the National Strategy of Strengthening Country in Transportation. This study presents some research results from the National Development and Reform Commission Key Research Project for the National 14th Five- Year Plan (2021- 2025), "Population Development and Modern Transportation System Strategies in China". The study is based on theoretical mechanisms in the coupling and interaction between population and transport system. It conducts in-depth analyses on the new trends of population development and transport demand, and proposes a new "diamond" strategy for China's comprehensive transport system in order to cope with these new trends. According to this strategy, the new comprehensive modern transport system in China will have four "diamond pole" including Beijing- Tianjin- Hebei region, Yangtze River Delta, Guangdong- Hong Kong- Macao Greater Bay Area, and Chengdu- Chongqing region, four "diamond edges" including Beijing- Shanghai (Jing- Hu), Shanghai- Guangdong (Hu- Yue), Guangdong- Sichuan (Yue- Chuan), and Beijing- Sichuan (Jing- Chuan) transport corridors, two cross backbones including water transport along the Yangtze River and Beijing- Hong Kong- Macao transport corridors, and multiple transport hubs in cities with intensive intracity population movement flow. The study also proposes key missions to implement the new strategy in order to build population-development oriented comprehensive modern transport system in China, which includes supporting the national development and spatial plan, applying for the National Strategy of Strengthening Country in Transportation, and supplying high-quality transport services with a priority to the people.

Keywords: population development; comprehensive modern transport system; "diamond" strategy; National Strategy of Strengthening Country in Transportation