

新时期城市交通需求演变与展望

汪光焘¹, 王继峰², 赵珺玲²

(1. 同济大学, 上海 201804; 2. 中国城市规划设计研究院, 北京 100037)

摘要: 准确把握城镇化和信息化对城市交通需求的影响并分析其演变趋势是推动城市交通高质量发展的前提。分析在城镇化进程中人的生活质量提升、城市空间高效组织和社会结构变化带来的交通需求新特征。论述信息化对城市的机动性、交通基础设施利用和城市交通治理等方面的预期影响。最后, 展望未来城市交通发展的愿景, 提出按需服务、融合发展、交通公平、规则重构4个主要场景, 并指出唯有变革和创新才能适应新时代发展要求。

关键词: 城市交通; 信息化; 城镇化; 交通需求; 发展愿景

Evolution of Urban Travel Demand in the New Era

Wang Guangtao¹, Wang Jifeng², Zhao Junling²

(1. Tongji University, Shanghai 201804, China; 2. China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100037, China)

Abstract: It is important to accurately analyze the impacts of urbanization and informatization on urban travel demand and its changing trend, which is the premise for the high-quality development of urban transportation. This paper discusses the new characteristics of travel demand brought by enhanced quality of life, effective urban spatial alignment, and changes in social structure during urbanization. The paper discusses the anticipated impacts of informatization on urban mobility, transportation infrastructure facilities and urban transportation management. Finally, the paper outlines the future urban transportation development characterized by demand-oriented service, integrated development, transportation equity, and new rules and regulations. The paper concludes that only reform and innovation can meet the development requirements in the new era.

Keywords: urban transportation; informatization; urbanization; transportation demand; development vision

收稿日期: 2020-06-11

基金项目: 国家自然科学基金重点项目“城市交通治理现代化理论研究”(71734004)

作者简介: 汪光焘(1943—), 男, 安徽休宁人, 高级工程师, 同济大学兼职教授, 原建设部部长, 第十一届全国人大环境与资源保护委员会主任委员, 主要研究方向: 城市规划、城市交通、环境保护、农村建设、城镇化。E-mail: utf_utf@126.com

0 引言

在新型城镇化和信息化的双重影响下, 城市交通需求发展趋势和人们对未来交通发展愿景的期待都将发生显著变化。

一方面, 城市已经从高速增长阶段转向高质量发展阶段, 人民群众对城市宜居生活有了新的期盼。城市早已成为大多数中国人生活的家园, 到2019年末, 中国城镇常住人口8.48亿人, 城镇化率达到60.6%。然而, 相较于综合交通运输领域的跨越式发展, 城市交通已经成为城市发展中的薄弱环

节, 道路堵、污染高、地铁挤、公共汽车慢、停车乱等问题严重制约城市运行效率, 影响人居环境和生活质量的提升。

另一方面, 推动城市交通的高质量发展, 不仅是改善现实状况的迫切需要, 更关乎中国建设交通强国、实现国家现代化的发展目标。2019年9月, 中共中央、国务院印发了《交通强国建设纲要》, 指出建设交通强国是全面建成社会主义现代化强国的重要支撑, 要坚持以供给侧结构性改革为主线, 推动交通发展由追求速度规模向更加注重质量效益转变。

打造高品质的城市交通，首要的是研判新时期城市交通的发展需求，分析影响这些需求的时代变量和技术创新。为此，本文首先从城镇化视角分析未来城市交通的新需求。这是因为，城市交通是城市系统的重要组成部分，在维系城市运转、经济增长、社会发展等方面发挥着重要的基础作用，同时也是满足人民对美好生活向往的必然要求。其次，从信息化视角分析新技术和新业态对城市交通的预期影响。最后，展望未来城市交通发展的愿景，并提出实现愿景的相关倡议。

1 城镇化新阶段的交通提升需求

中国已经进入城镇化提质发展的新时代。伴随着城镇化的不断演进，城市在经济、社会、生活等物质文明和精神文明方面具有提高发展质量的必然要求。在这一过程

中，以下三方面与城市交通的关系最为密切：人的生活质量提升需求，城市空间的高效组织，不同群体的多元化活动需求。

1.1 人的生活质量提升带来的交通需求

1.1.1 基本出行需求

1) 通勤出行。

将通勤时间控制在合理的限度是保证生活质量的重要体现。国内外研究表明，无论交通系统变得如何四通八达，平均通勤时间依然基本稳定在约1 h，这就是马尔凯蒂定律(Marchetti's constant)。基于2011—2017年北京市地铁刷卡数据的研究发现了“45 min定律”，即45 min的地铁内通勤时间(进站点到出站的时间)是北京居民可忍受通勤时间的最大值^[1]。这些案例说明，人的平均通勤时间存在一个合理的限度，超过这个限度，人的时间支配自由度会大大降低，生活质量将受到影响。2016年一项针对英国通勤者幸福指数的研究发现，通勤时间每增加1 min，人们基于生活的幸福感和满意度都会随之下降^[2]。

中国城市居民的通勤时间明显过长，并且还有继续增长的态势，超长通勤现象十分突出，严重影响居民的生活质量。例如，北京市2014年平均通勤距离10.1 km，时耗47.7 min，呈增长态势(见表1)^[3]。济南市平均通勤时耗由2004年26 min，上升到2013年33.8 min；30~60 min的通勤由15.4%上升至35.3%，60 min以上通勤由4%上升至12.3%(见图1)^[4]。

2) 生活休闲出行。

生活休闲出行的便利性更加关系到居民的生活质量。由于每个人一天内用于出行的总时间预算有限，因此在通勤时耗不断增长的情况下，生活出行时耗应该在满足基本需要的前提下越短越好。但是，实际情况并不乐观。仍以济南市为例，以购物、娱乐为目的的出行时耗自2004年以来呈现增长态势，从23.3 min上升到2013年25.3 min。尽管大部分购物、娱乐出行时耗在30 min以内，但是10 min以内出行的比例急剧下降，而10~20 min和20~30 min的比例显著升高(见图2)^[4]。一个社区的尺度通常是10~15 min出行距离，由此可见越来越多的基本生活服务要在社区以外才能获得，这说明居民的基本生活服务便利性下降了。

表1 北京市通勤出行时长变化趋势

| 交通方式 | 2010年 | 2014年 |
|----------|-------|-------|
| 地铁 | 75.1 | 74.6 |
| 公共汽车 | 65.4 | 65.1 |
| 小汽车 | 39.5 | 49.1 |
| 自行车 | 21.8 | 25.1 |
| 步行 | 15.0 | 15.4 |
| 总计(全方式) | 43.3 | 47.7 |
| 总计(不含步行) | 50.1 | 55.8 |

资料来源：根据文献[3]数据整理。

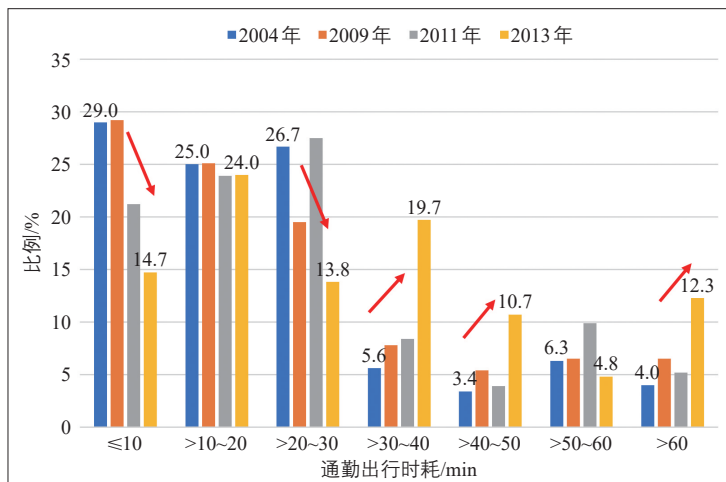


图1 济南市通勤出行时耗分布

Fig.1 Distribution of commuting travel time in Jinan

资料来源：文献[4]。

1.1.2 活动需求升级

交通需求本质上是由于人们想要实现某种出行目的而产生的。同时，出行目的构成又与生活水平之间存在一定的关联性。在交通基础设施和服务相对短缺的年代，人们利用城市提供的有限的交通资源来满足通勤、购物等基本生活需要。自20世纪90年代开始，特别是进入21世纪以来，伴随着生活水平从温饱向小康迈进，人民群众的出行目的日益多元化，总体上呈现通勤出行比例下降、生活类弹性出行比例升高的特征(见图3)。

随着城市生活水平不断提升，人民群众的出行需求层次不断升级^[5]。世界各国的生活水平都经历了从生存型、温饱型向发展型、享受型的转变，在此过程中，食品、衣服等必需品消费比例逐步降低，而交通通信、文化娱乐等消费支出比例增长较快。城市交通要适应出行需求升级的客观趋势，从满足基本出行向提供快捷、高品质的交通服务转变。

经济社会发展和技术进步使人们的闲暇时间增加，为提高生活质量，人们对闲暇时间的自由支配产生了更加个性化的交通需求。闲暇时间用于家庭活动和照料儿童，或者用于个人兴趣爱好以及继续教育，或者纯粹用于休闲享受，这些活动会产生具有明显差别化的交通需求。与通勤、生活出行相比，闲暇时间的交通需求更加重视舒适性、安全性、个性化、可达性和体验性等交通服务的品质高低。

1.2 支撑城市空间高效组织的交通需求

1.2.1 支撑城市群功能空间高效组织

城市群已成为支撑世界各主要经济体发展的核心区和增长极，中国明确提出以城市

群作为推进新型城镇化的主体形态。评价城市群发展水平的一项重要指标是城市群内部各城市的专业化分工和空间组织效率。以美国东北部城市群为例，在高度精密的功能网络体系中，纽约是全美的金融和商贸中心，拥有发达的商业和生产服务业；波士顿集聚了大量高科技产业、金融、教育、医疗服务、建筑和运输服务业，其中高科技产业和教育最具特色和优势；华盛顿作为全美政治中心和世界大国首都，吸引了大量全球性金融机构总部；费城以港口、教育和文化著称；巴尔的摩则以国防工业和制造业为特色。这些城市之间建立起具有密切联系的功能网络，形成了区域发展空间的一体化。

城市群交通是由涵盖城市交通、都市圈交通、城际交通、区际交通在内的多个层级组成，每个层次都具有不同的特点和主要矛盾。区际和城际交通服务于城市之间，采用相对独立的体系化运输组织，中国在以高快

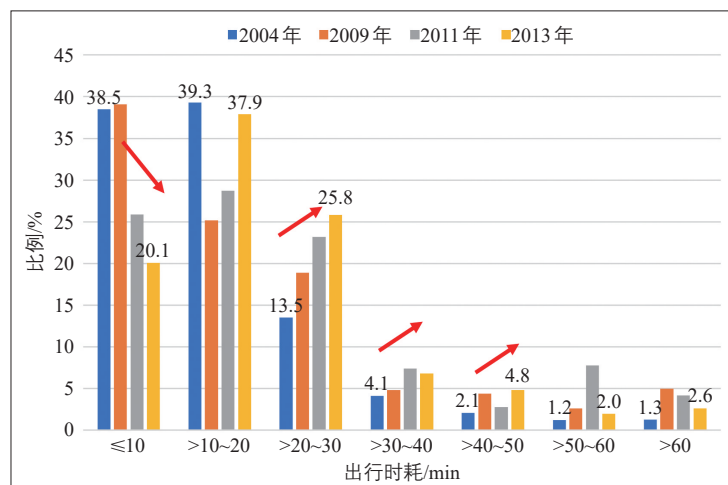


图2 济南市购物、娱乐出行时耗分布

Fig.2 Distribution of travel time for shopping and entertainment in Jinan

资料来源：文献[4]。

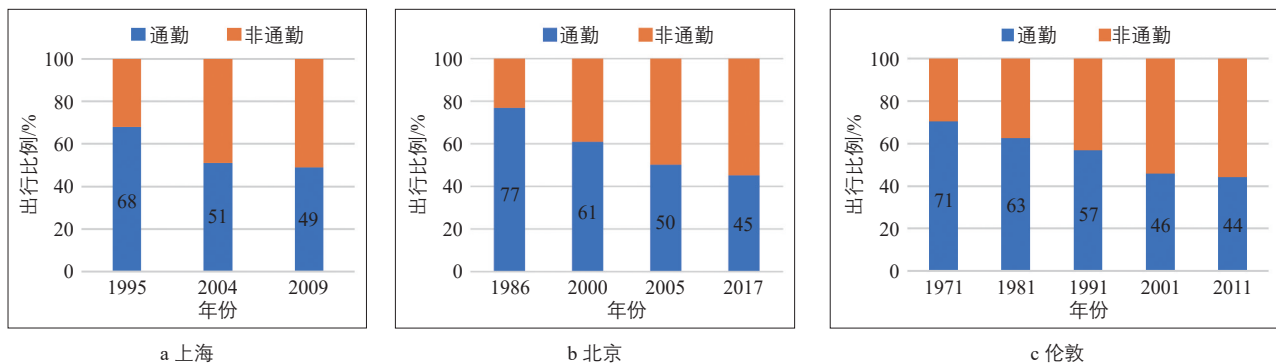


图3 上海、北京、伦敦出行目的的变化情况

Fig.3 Changes of travel purpose in Shanghai, Beijing and London

资料来源：根据《上海市综合交通运行年报》《北京市交通发展年度报告》《伦敦出行调查报告》(Travel in London reports)整理。

速铁路、高速公路为代表的区际和城际交通建设方面已经取得了长足进展。都市圈交通服务于以城市建成区为核心的跨行政区域的交通联系，行政体制的限制导致这一层次的交通服务存在明显欠缺。城市交通是城市群交通的终端环节，将出行的起终点与对外交通枢纽紧密连接在一起，集中体现城市群内部各级节点之间社会经济互动的价值。如果城市交通的运行效率偏低，其后果是严重影响城市群空间组织的效率。因此，城市交通质量的高低直接关系到整个城市群的发展效益和综合水平。

1.2.2 强化枢纽城市的交通中心性

随着国家综合交通体系的完善，城市群之间以及城市群内部资源要素的流动更加便利，枢纽的作用也更加突出。除大型海港、空港以外，依托陆上交通运输网络的内陆枢纽强势崛起，如美国孟菲斯、西班牙萨拉戈萨，以及中国西安、郑州、武汉、重庆、成都等中西部内陆枢纽城市。这些城市凭借枢纽经济的强大服务能力重塑了城市群发展的格局。以郑州为例，“一带一路”倡议打通了西向物流通道，郑州作为内陆地区中心城市，依托航空、铁路等交通方式打造交通枢纽城市，完善枢纽功能，以物流带产业、以枢纽聚产业，大力培育高铁经济、临空产

业，成为新的物流中心和经济中心(见图4)。

高效的都市交通将推动枢纽城市由“门户”向“客厅”转变。在传统认识中，枢纽是一个城市的对外门户，是城市对外交通的起点或终点。这种观点只注意到了枢纽的交通功能，而忽略了枢纽的场所价值。枢纽是各种流空间的汇合体，不同的城市功能以多元的姿态围绕着枢纽汇聚浓缩，不仅为枢纽周边地区带来巨大的价值提升，还使枢纽实现了从城市“门户”到城市“客厅”的转变，成为城市重要的形象标志和带动发展的重要引擎。以巴黎拉德芳斯为例，围绕枢纽一体化开发的区域，集商务、办公、购物、生活和休闲为一体的高端功能在枢纽的支撑下，不仅成为城市功能发展的引擎，同时也成为区域乃至欧洲主要的经济、金融和商业中心。

1.2.3 优化都市圈交通资源跨界配置

随着都市圈不断发育，中心城市的辐射能力日益增强，跨行政区的交通需求日益增长^[6]。但是由于中国城市发展和治理过于倚重行政区划，因此造成城市之间以邻为壑，跨行政区的都市圈交通设施建设和服务对接协调难度极大。

中心城市与其毗邻地区由于功能联系紧密而自发形成的都市圈结构是强化城市群网



图4 郑州枢纽城市发展战略空间示意

Fig.4 Spatial schematic of development strategies of Zhengzhou as a hub city

资料来源：中国城市规划设计研究院《郑州国际化枢纽城市战略研究》。

络体系、提升竞争力的关键。为了弥合城市之间的交通割裂，最大限度地发挥资源要素在都市圈范围的配置效率，需要在政府力量的基础上引入市场力量，通过政府力量和市场力量的交织，推动交通共联、市场共构、环境共保等多方面联动合作，从而实现生产要素高效运转和资源合理配置。

1.3 适配不同社会群体的多元化交通需求

1.3.1 适应中等收入群体需求

随着居民人均可支配收入稳步增长，中国中等收入群体规模持续扩大，城市社会结构将趋向于中间大、两头小的纺锤形。根据测算，中国中等收入群体人口已超过4亿人（见图5），成为全球中等收入群体规模最大的国家。一般而言，中等收入群体不仅具有较强的消费意愿，也具备较强的消费能力。他们释放出来的消费需求，将成为拉动消费增长的重要力量，有利于使中国经济增长转向更多地依靠内需上来。在逆全球化抬头的背景下，中国消费市场的持续扩大有利于增强中国经济抵御外部风险冲击的能力、增强经济增长的韧性。如果中等收入群体规模倍增，由4亿人增长至8亿人以上，将极大地促进经济可持续发展，调动新的增长潜能，推进经济转型升级。

中等收入群体人口的增长使城市的社会结构和消费结构都会发生显著变化，进而衍生出新的交通需求。中等收入群体的消费具有以下特征：较强的经济实力和消费欲望，以及更为丰富、多元的生活方式，对商品和服务的要求更加个性化、品质化、差异化、精细化，消费结构呈现发展型、享受型特征，文化、娱乐、旅游等消费支出比例大幅增加^[7]。这些消费需求将带动城市交通服务供给模式的升级，即从单一、固定、有限的交通供给转向多元、定制、弹性的供给模式，不仅要满足数量需求，更要注重质量提升。

1.3.2 加快建设适老交通体系

老龄化是未来城市交通面临的新难题。目前中国人均GDP为9 000美元左右，刚刚迈入中等收入国家门槛，而60岁以上人口就达到了18%，65岁以上人口达到12%。据世界卫生组织预测，到2050年中国或有35%的人口超过60岁，成为世界上老龄化最严重的国家之一。适老交通是老龄化服务体系中的重要一环，根本目标是解决老年人的出

行问题。但是，在中国城市中，老年人出行都存在不同程度的障碍，如何尽快将老龄人口出行需求纳入城市规划、交通规划和相关法规政策制定中已经成为刻不容缓的命题^[8]。

由于长期忽视老龄人口出行需求，导致学界对老年人行为模式和出行特征知之甚少。随着生活水平的提高和预期寿命的延长，老年人的出行意愿比以往更加强烈，也愈发凸显适老交通体系建设的滞后。城市整体步行环境差、过街通道安全性不足、交叉口过大、信号配时不合理等问题成为老年人出行的巨大障碍。公共交通的适老性仅仅体现在经济补贴上，车站覆盖率低、发车间隔长、无障碍设施缺失等问题的存在使公共交通无法满足老年人出行需求。老年代步车的安全隐患和管理缺位又导致交通安全问题层出不穷。中国城市交通系统还没有做好应对老龄化的准备。

1.3.3 保障交通弱势群体出行

交通公平性是未来城市交通发展的重要课题之一。由于交通劣势往往与社会经济劣势具有密切联系，因此保障弱势群体出行实质上是社会包容性发展的需要。一项英国的研究表明，低收入群体与高收入群体在出行方式及交通可达性等方面存在明显的不平等：在小汽车拥有率方面，家庭平均小汽车拥有率约为85%，但收入最低的家庭中只有不到50%的家庭拥有小汽车；在出行距离方面，无车群体的年出行距离仅为有车群体的一半，因此许多低收入者由于没有小汽车而无法享有足够的可达性，从而面临社会排斥。西安市的案例表明，低收入家庭机动车

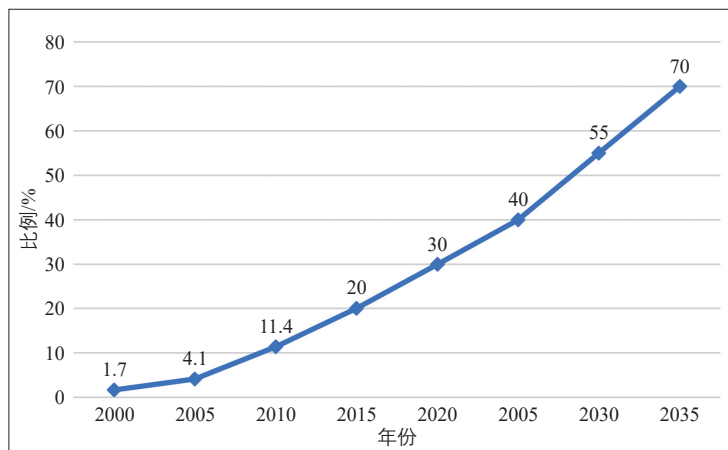


图5 中国中等收入群体现状及趋势预测

Fig.5 Development trend of China's middle-income group

资料来源：国务院发展研究中心国际经济格局变化和中国战略选择课题组《2035年全球经济增长格局展望》。

拥有水平极低,出行活动依赖于公共交通和自行车,出行距离比高收入家庭短27%,而出行时耗却长3%(见表2),这说明低收入群体的可移动性相对较差。

为保证交通服务公平、避免产生社会排斥等问题,英国的地方规划中加入了“可达性规划”的编制。从2006年起,可达性评价已成为英国地方交通规划的法定内容。地方交通部门必须与其他公共部门以及重要的利益主体合作,以解决部分居民可达性不足的问题。在中国,城市低收入家庭和刚刚进入城市的新市民往往面临出行劣势,这就要求城市交通系统具有更大的包容性,在公共交通设施规划建设过程中必须兼顾效率与公平,提高公共交通覆盖率,改善步行和自行车交通设施,保障人人享有可承受的基本交通服务。

2 信息化引发城市交通变革发展要求

不断迭代的信息技术及其衍生的新业态正在重塑未来的城市交通。伴随着城市生产模式和人的生活方式改变,城市交通需求发生显著变化,交通系统的服务模式、基础设施利用方式和交通治理体系都将发生颠覆性改变。

2.1 改变城市交通供需适配模式和精准度

2.1.1 改变城市生产模式和人的活动模式

信息技术催生各种业态不断创新,使城市的生产模式发生改变,产业结构和经济运行方式逐渐调整以适应并利用技术创新。例如,信息与通信技术、媒体、金融、保险在数字化发展中已经独占鳌头,快递、外卖、新零售、大健康等新业态正在加速发展,并逐步改变人的生活方式。

新技术将改变人的出行活动模式。由于信息技术带来的实时性和跨距离互动,特别是以VR/AR为代表的虚拟视觉办公及会议

系统,对活动场景的影响是深远的。一方面,一些非必要的出行需求被削减,转而采用线上方式实现信息交换;另一方面,因为交流成本大幅下降,随着信息交换范围的扩大,对信息强度和交互频度的要求增加,会诱增更多面对面的沟通需求,从而增加出行需求。

2.1.2 新技术实现更为精准的交通供需匹配

信息化发展和大数据技术对城市交通供给和需求具有双重影响。信息化、“互联网+”在一定程度上提高了人们通过交通信息获得更高质量交通服务和交通方式多样化选择的能力;大数据环境下个体短时行为信息能够被捕捉,通过数据挖掘等分析技术,可以将破碎、片段化的位置数据提炼成连续完整的交通信息而实现更为精准的供需匹配。

2.2 推动城市交通出行服务模式创新

2.2.1 共享出行

在共享经济的浪潮下,共享单车、共享汽车、合乘出行、定制公交等共享出行服务模式兴起并得到快速发展。据统计,城市道路上汽车单人驾驶率高达60%~70%,造成道路交通资源极大浪费。基于网约车平台的合乘出行可以实现社会车辆资源的优化组合、充分利用车辆闲置运力,使居民不需要拥有车辆就能够出行,也使私人小汽车的功能实质上向公共交通系统延伸。当然,在当前的共享出行技术中,还需要关注以下问题:共享出行需求的空间与时间不对称造成车辆资源分布不均,共享车辆的实时调配和供需匹配效率的提升,共享出行的差异化定价策略等。

2.2.2 出行服务整合

当前城市出行服务仍以相对独立的交通方式划分为主,这就造就了交通服务的割裂和各自为政的管理。随着技术进步,以提高用户移动性为目标的服务理念将倒逼交通服务提供商做出改变,由单一服务转向服务整合,“出行即服务”(Mobility as a Service, MaaS)将成为可能,并引领未来城市出行的发展方向。

与传统交通供给相比,MaaS系统将交通信息从单向管控式传输转变为双向传输,为用户提供个性化、定制化、门到门全链条服务,将城市交通的关注点从交通工具和基础设施调整为如何响应人的活动需求(见

表2 西安市不同收入家庭的出行指标对比

Tab.2 Travel indicators of families with different incomes in Xi'an

| 家庭分类 | 日均出行次数/ (次·d ⁻¹) | 平均出行距离/ km | 平均出行时耗/ min |
|------|---------------------------------|---------------|----------------|
| 低收入 | 2.46 | 4.0 | 35 |
| 中等收入 | 2.53 | 4.8 | 35 |
| 高收入 | 2.58 | 5.5 | 34 |

资料来源:根据2011年西安市居民出行调查数据整理。

图6)。系统根据当前实时OD需求和个体出行偏好，为用户主动匹配并推荐最佳出行方式或组合，在不提升甚至降低出行成本的前提下，为乘客提供更加友好的出行服务体系，实现以人为本的出行服务体系。

2.3 优化和挖潜城市交通设施资源

2.3.1 改变城市交通设施空间利用

信息技术的广泛应用让城市交通设施空间更加灵活、高效。例如，自动驾驶的普及对停车空间的需求大大降低，同时自动驾驶使得交通系统更加灵活，交通系统对城市空间的影响继续降低，真正将道路和城市从以车为导向变为以人为导向的空间(见图7)。现有的停车空间及冗余的交通空间将可以被再开发为绿地、公园等有利于人居环境的空间。除此以外，视觉技术、远程医疗、远程教育、智能机器人、3D打印等都将改变城市生活空间的形态和创造全新的需求。

2.3.2 促进既有交通设施高效利用

信息技术为更加高效地利用既有交通设施带来了新的机遇。通过增加道路通行能力来缓解交通拥堵是非常缓慢且耗费成本的措施。环境问题处理、土地获取、基础设施工程获批、居民搬迁和工程建设，整个过程从设想到实施需要耗费数年时间。然而，通过信息技术和创新措施所带来的改变将有助于

在短时间内提高城市的机动性，并且不需要大规模的基础设施建设投入。例如，实时的出行共享使居民不需要独自驾车就能够出行；自动驾驶和车联网技术让车辆有更短的反应时间，在行驶过程中彼此可以保持更短的车头时距，可以形成车队大幅提高路段通行能力；基于大数据、全要素信息感知的新型交通控制系统，可以依托强大的计算能力对出行进行实时调控，不断优化信号灯配时、改善路权空间分配，从而优化和提升城市路网容量。

2.4 提高城市交通综合治理能力

2.4.1 提升城市交通综合决策能力

信息技术为城市交通的核心系统提供了更为智能、高效率的调配方案，使城市交通治理体系更加高效、精细化。在基于物联网的数据采集和汇聚的支撑下，结合人工智能和5G等新技术的应用，城市级实时计算、融合分析、自动控制成为可能。人工智能通过大量历史数据的学习和抽象，加上专家系统的逻辑综合，以事件为线索重新呈现各种城市交通问题的因果关系和关联性，帮助决策者快速识别和处理关键环节，从而大幅提升城市交通治理的效率和科学性。

2.4.2 深入推动公众参与及共治治理

信息技术还能促成更为广泛的公众参与

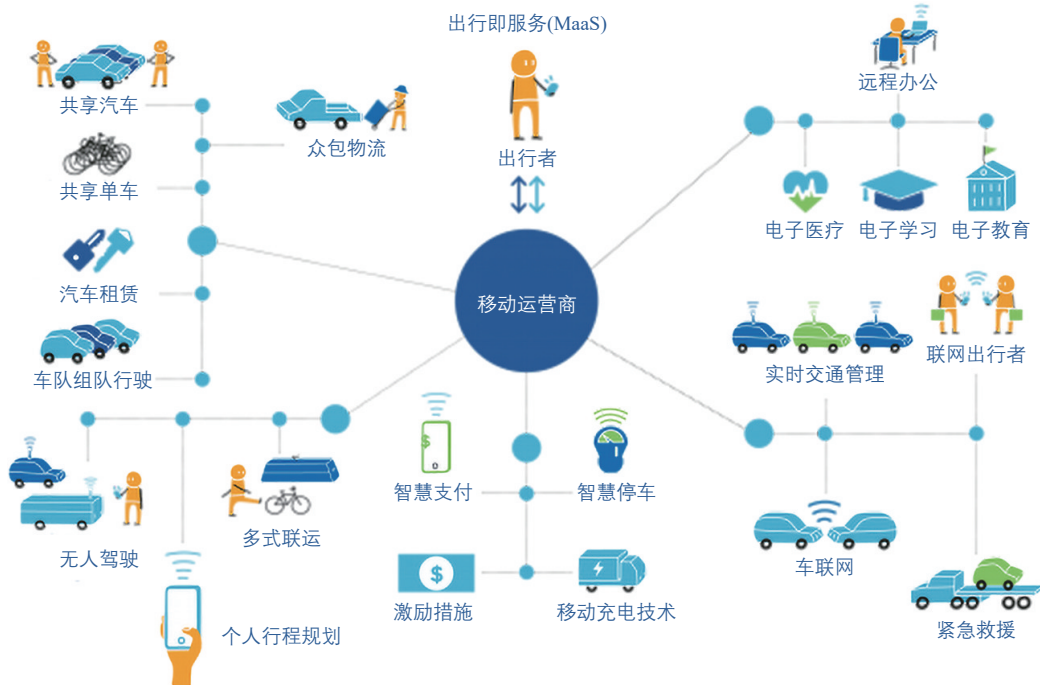


图6 MaaS系统基本框架

Fig.6 Framework of the Mobility as a Service system

资料来源：<http://telematicswire.net/mobility-as-a-service-maas-launches-first-on-demand-mobility-service-in-finland/>。

和更有效的共同治理。城市和城市交通问题往往涉及复杂的利益相关方，各方的诉求各不相同，借助信息技术可以将所有的利益相关方联系起来，对涉及的问题进行充分的解析，并提供可视化的情景分析技术，通过权衡各方利益后生成可接受的解决方案。

3 未来城市交通高质量愿景

3.1 以人为中心的交通按需服务

3.1.1 回归为人服务的本源

信息技术改善了移动性，网络化信息的普及为重构移动性创造了巨大可能。居民出行的方方面面均被信息技术所改变，路径规划、拥堵收费、交通管理、交通方式选择、共享出行等都在飞速发展。但是，评价移动性改善效果的指标不是这些技术本身，而是能否把人的需求置于出行服务的核心位置。因此，可持续移动性的目标是基于人、服务于人。

未来的出行服务将针对不同出行者的个性化需求和个体偏好，以预约或定制的形式，采用多模式、网络化、协同化组织技术，对出行链进行一体化整合与优化，提供差异化、多样化的全过程服务方案，以高品

质、高效率的服务方式满足市民出行的需要，更加注重服务体验的提升。

3.1.2 满足人的可持续移动性

城市交通系统重点关注人的可持续移动性，通过技术创新更好地满足个体活动需要。未来城市要从关注交通的通行能力向提升出行的可达性、公平性与可持续性转变，更注重多种出行方式融合与出行环境改善。人的需求越来越得到政府和服务商的重视，多方共同参与制定城市交通的可持续移动性规划，构建以个体需求为导向的服务理念和技术支撑体系。

3.2 基于互联融合的认知与发展

3.2.1 建立多源融合的交通新认知

面向未来城市交通复杂的巨系统，城市交通数据感知体系要由被动建设、缺乏层次向深度洞察、全息感知转变^[9]。通过对人流、物流、车流、资金流、基础设施、城市运行、自然环境等所有与交通相关的社会生产生活要素进行全面数字化，并对各要素的时空演化轨迹进行全链条跟踪采集，打造覆盖全对象、全时空、全粒度的新一代智慧交通感知系统，揭示城市交通复杂巨系统的演化规律，加深对城市交通运行机理的认知水平。

重塑大数据与智能网联时代的城市交通认知，建立认识城市交通复杂巨系统的新思维和新手段。加快城市交通基础理论、研究范式和评估方法的变革与创新，对当前广泛应用的交通需求分析理论如四阶段交通模型、出行链行为分析模型进行改进，提高其精度和易用性，适应大数据时代的交通分析要求。

3.2.2 交通与城市环境深度融合

基于万物互联的城市环境融合发展成为必然趋势。交通设施、交通工具不再是独立的，而是融入数字化城市环境模型之中，与城市的其他服务设施一起为人服务。基于人的活动信息，辨识个体的活动需求及其时空规律，优化城市交通资源和服务配置，从而更好地满足人的需求。在融合发展视角下，人的活动决策机制不是关注出行是不是便利，而是考虑城市环境系统整体服务的满意度和获得感。

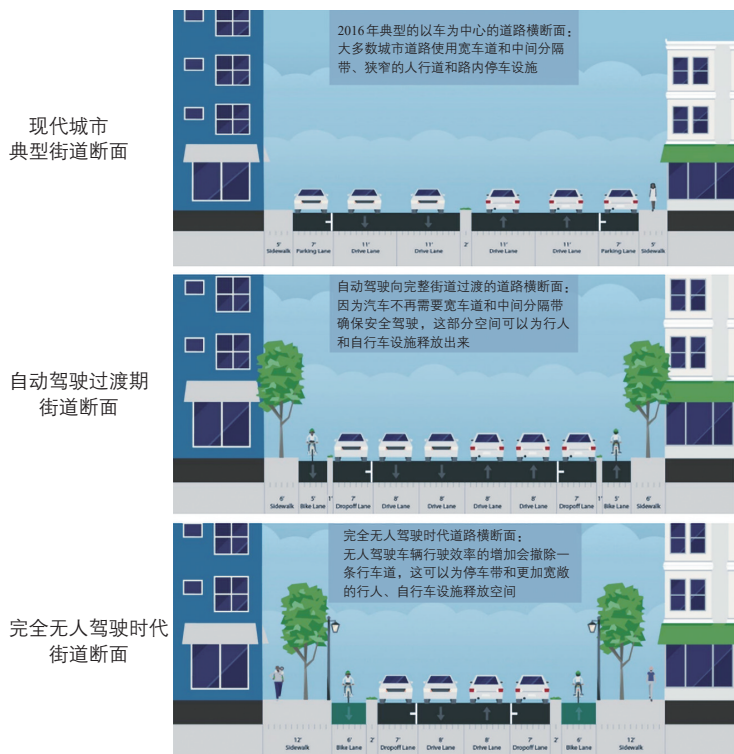


图7 无人驾驶时代的街道横断面演进过程

Fig.7 Evolution of street cross-section in a self-driving era

资料来源：《畅想佛罗里达州的未来：无人驾驶汽车时代的交通和土地利用》(Envisioning Florida's Future: Transportation and Land Use in an Automated Vehicle World)。

3.3 公平、包容的城市交通服务

3.3.1 保障人人享有基本交通服务

未来城市应保障人人享有可持续的交通

服务。联合国“人居三”会议发布的《新城市议程(2016)》提出“我们的共同愿景是人人共享城市”。公平的交通意味着向所有人提供安全、便捷、可负担的交通服务，老人、儿童、残疾人、低收入群体不会因为年龄、身体能力、经济能力的显著劣势而被排斥。相反，城市通过法律制度、技术创新、社会保障等各种途径改善弱势群体的交通服务水平，使其获得机会参与相关活动，从而推动经济社会发展，造福居住在城市中的各个群体。

3.3.2 提供个性化出行服务

未来城市交通服务应具有包容性和平衡性。人的出行行为是动态且多样化的，交通系统要适应社会方方面面的需求，提供给人更多的出行选择，而不是迫使人们去使用一种或者几种固定的出行方式；不但满足通勤、通学等时间相对固定的日常出行需求，还要进一步地满足人们生活水平提高以后衍生的其他更具随机特征的出行需求，例如休闲、娱乐、探亲访友等。

围绕可持续移动性推动技术创新。以服务人的活动需求为导向，以保障交通公平性和社会包容性为前提，引导和规范交通服务业态投放和相关技术开发应用，提升城市可移动性。

3.4 面向新型治理关系的规则制定

3.4.1 技术进步推动规则创新

技术革新带来了新的行为、新的系统和新的制度。因此，实现可持续交通的未来需要在行为、系统和政策上进行重大改变。通过建立合理的定价机制，加强出行成本激励，可以有效调节交通行为，从而优化供需关系。通过出台指导交通技术和出行服务发展的政策、法规和规则，可以规范并引导城市交通领域的创新活动。通过强化以人为本、可持续发展理念的倡议和推广，重塑社会共识和价值体系，促进城市和谐发展。

3.4.2 从交通管理到高效治理

未来城市更多强调治理而非管理，强调政府服务转型、服务协同和创造社会价值，城市发展将突出精明治理、精明增长。未来城市治理体系将凝聚城市战略体系、空间规划体系、公共政策体系、智慧交通支撑体系和治理机制体系为一体，更加关注交通需求的精准管控、交通管理的精明控制和交通服务的个性提供，以寻求城市治理的突破点，

提升未来城市智慧化治理水平。

建立多元的城市交通综合治理体系。建立面向城市交通物理空间、社会结构、创新技术、交通参与者及其行为在内的复杂巨系统的高效治理体系，提高城市交通治理的现代化水平。

4 结语

为适应城市化、信息化这两个划时代变量引发的系统相变，城市交通只有在基本认知、基础理论、应用技术和综合治理方面大胆变革、不断创新，才能实现高质量发展的目标。需要重塑大数据与智能网联时代的城市交通认知，加快城市交通基础理论、研究范式和评估方法的变革与创新，建立多元的、面向城市交通复杂巨系统的高效治理体系，提高城市交通治理的现代化水平。

致谢：

Acknowledgement:

本文研究过程得到中国城市规划设计研究院城市交通研究分院殷广涛总工程师、刘守阳工程师的帮助，提供参考资料以及完善意见，在此致谢。

参考文献：

References:

- [1] 王姣娥, 黄洁. 从地铁刷卡数据能看出什么[N]. 北京日报, 2018-12-05(013).
- [2] Royal Society for Public Health. The Impact of Rush Hour Commuting on Our Health and Wellbeing[R]. United Kingdom: Royal Society for Public Health, 2016.
- [3] 北京市交通委员会, 北京市交通发展研究中心. 第五次北京市城市交通综合调查简要报告[R]. 北京: 北京市交通委员会, 2016.
- [4] 中国城市规划设计研究院. 济南市城市综合交通体系规划[R]. 北京: 中国城市规划设计研究院, 2016.
- [5] 汪光焘, 王婷. 贯彻《交通强国建设纲要》，推进城市交通高质量发展[J]. 城市规划, 2020, 44(3): 31-42.
Wang Guangtao, Wang Ting. Implementing the Outline for Building a Leading Transportation Nation to Promote High-Quality Development of Urban Transportation[J]. City Planning Review, 2020, 44(3): 31-42.
- [6] 汪光焘, 叶青, 李芬, 等. 培育现代化都市

- 圈的若干思考[J]. 城市规划学刊, 2019(5): 14-23.
- Wang Guangtao, Ye Qing, Li Fen, et al. Thoughts on Cultivating Modern Metropolitan Area[J]. Urban Planning Forum, 2019(5): 14-23.
- [7] 何昀, 曾波. 我国中等收入群体消费研究框架: 一个文献梳理[J]. 消费经济, 2019, 35(4): 87-92.
- He Yun, Zeng Bo. Research Framework of Consumption of Middle-Income Group in China: A Literature Review[J]. Consumer Economics, 2019, 35(4): 87-92.
- [8] 段进宇, 陈一鸣. 城市交通系统适老问题与发展对策[M]//党俊武, 周燕珉. 老龄蓝皮书 中国老年宜居环境发展报告(2015). 北京: 社会科学文献出版社, 2016: 73-96.
- [9] 张晓春, 邵源, 孙超. 面向未来城市的智慧交通整体构思[J]. 城市交通, 2018, 16(5): 1-7.
- Zhang Xiaochun, Shao Yuan, Sun Chao. Smart Mobility over the Future City[J]. Urban Transport of China, 2018, 16(5): 1-7.
-
- (上接第46页)
- [4] 闫晴, 李诚固, 陈才, 等. 基于手机信令数据的长春市活动空间特征与社区分异研究[J]. 人文地理, 2018, 33(6): 35-43.
- Yan Qing, Li Chenggu, Chen Cai, et al. Characteristics of Activity Space and Community Differentiation in Changchun: A Study Using Mobile Phone Signaling Data[J]. Human Geography, 2018, 33(6): 35-43.
- [5] 钟炜菁, 王德. 基于居民行为周期特征的城市空间研究[J]. 地理科学进展, 2018, 37(8): 1106-1118.
- Zhong Weijing, Wang De. Urban Space Study Based on the Temporal Characteristics of Residents' Behavior[J]. Progress in Geography, 2018, 37(8): 1106-1118.
- [6] 张子昂, 黄震方, 靳诚, 等. 基于微博签到数据的景区旅游活动时空行为特征研究: 以南京钟山风景名胜区为例[J]. 地理与地理信息科学, 2015, 31(4): 121-126.
- Zhang Ziang, Huang Zhenfang, Jin Cheng, et al. Research on Spatial-Temporal Characteristics of Scenic Tourist Activity Based on Sina Microblog: A Case Study of Nanjing Zhongshan Mountain National Park[J]. Geography and Geo-Information Science, 2015, 31(4): 121-126.
- [7] 王波, 甄峰, 张浩. 基于签到数据的城市活动时空间动态变化及区划研究[J]. 地理科学, 2015, 35(2): 151-160.
- Wang Bo, Zhen Feng, Zhang Hao. The Dynamic Changes of Urban Space-Time Activity and Activity Zoning Based on Check-in Data in Sina Web[J]. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(2): 151-160.
- [8] 周艳, 李妍羲, 黄悦莹, 等. 基于社交媒体数据的城市人群分类与活动特征分析[J]. 地球信息科学学报, 2017, 19(9): 1238-1244.
- Zhou Yan, Li Yanxi, Huang Yueying, et al. Analysis of Classification Methods and Activity Characteristics of Urban Population Based on Social Media Data[J]. Journal of Geo-Information Science, 2017, 19(9): 1238-1244.
- [9] 钮心毅, 吴莞姝, 李萌. 基于LBS定位数据的建成环境对街道活力的影响及其时空特征研究[J]. 国际城市规划, 2019, 34(1): 28-37.
- Niu Xinyi, Wu Wanshu, Li Meng. Influence of Built Environment on Street Vitality and Its Spatiotemporal Characteristics Based on LBS Positioning Data[J]. Urban Planning International, 2019, 34(1): 28-37.
- [10] 李玮峰, 程小云, 余庆, 等. 基于多源数据的居民活动区域特征分析[C]//中国城市规划学会. 规划60年: 成就与挑战——2016中国城市规划年会论文集(04城市规划新技术应用). 北京: 中国建筑工业出版社, 2016: 957-975.
- [11] 赵鹏军, 曹毓书, 万海荣. 基于LBS数据的职住平衡对比研究: 以北京城区为例[C]//中国城市规划学会. 持续发展理性规划: 2017中国城市规划年会论文集(05城市规划新技术应用). 北京: 中国建筑工业出版社, 2017: 97-115.
- [12] 蒋金亮. 多源大数据融合的城市商圈识别及空间活动特征研究[C]//中国城市科学研究会. 2017城市发展与规划论文集. 北京: 中国城市出版社, 2017: 505-512.