

范式转换：共享机动性及规划和治理响应*

晏龙旭 任熙元 王 德 Carlo Ratti

提 要 机动性是城市活力的根本来源之一。历史上城市机动性有两次主要范式的转换，其一是从原始交通方式向电气化轨道交通转移，其二是私家车的崛起。后者虽然满足了城市出行需要，却带来负面影响，变得不可持续。正在涌现的新范式，即在信息技术支撑下以共享出行取代私家车，既支撑大范围个性化的出行需求，又提升整体运行效率。以范式转换为视角引介共享机动性的概念、类型和重要意义，重点介绍了国际上前沿议题和研究进展，讨论了共享范式下的规划响应和协作治理。认为，共享机动性是以公共部门为主导，公众和相关企业为主要参与者，以高校科研机构等为支撑的协作治理模式。提出应追求出行更高效、社会更公平、环境更友好的“可持续范式转换”，努力寻求共识行动，促进理想范式的真正到来。

关键词 范式转换；共享机动性；研究前沿；规划响应

Paradigm Shift: Shared Mobility and the Response from Urban Planning and Governance

YAN Longxun, REN Xiyuan, WANG De, Carlo Ratti

Abstract: Mobility is one of the fundamental source of urban vibrancy. Two paradigm shifts exist in history: one is the transformation from horse-drawn vehicles to electric street cars, and the other is the rise of private automobiles. Although private cars satisfy most travel requirements, the car-based paradigm is becoming more and more unsustainable. The emerging shared mobility paradigm, enabled by the information and communication technologies, is to serve urban trips with on-demand services based on shared vehicles. This paper first introduces the concept, type, and the significance of shared mobility. Then we provide a literature review of shared mobility, including topics of potential benefits evaluation, adverse effects, and technical exploration. Finally, we argue that shared mobility requires a collaborative governance between public sectors, enterprises, and the public, and we should pursue the new paradigm and seek a sustainable shift that reflect the values of transportation efficiency, environmental quality, and social equity.

Keywords: paradigm shift; shared mobility; literature review; planning response

机动性 (mobility) 一般表示人和物自由、便捷移动的能力，在城市研究中通常指交通出行的机动能力。机动性是城市活力的根本来源之一，也可以说是城市得以存在并维持数千年活力的主要原因之一 (Mumford L, 1961)。如果没有了机动性，城市的那些公认的优势，包括就业、教育、娱乐、经济繁荣等机会都将不复存在 (Prud'Homme R, Lee C, 1999)。纵观近千年的城市发展史，从马车、蒸汽机车到火车、汽车，每一次城市机动性的革命都对城市功能、形态和生活方式带来质的变化，不断激发着人类社会新的活力。

现代城市机动性以私人小汽车为主要范式，虽然总体满足了出行需要，却伴随带来了各种负面影响，尤其以空气污染和交通拥堵最为明显。2018年国家生态环境部的报告^①表明，北京、上海、杭州、济南和深圳等多个城市移动源已成为PM_{2.5}的首要来源，在南京、武汉等其它城市也已成为第二、第三位；其它污染物方面，汽车排放的一氧化碳 (CO) 和碳氢化合物 (HC) 超过80%，氮氧化物 (NO_x) 和固体颗粒 (PM) 超过90%。根据高德地图年度报告^②，2017年全国高峰时超26%的城市处于拥堵状态，55%的城市处于缓行状态，只有19%不受高峰拥堵的影响；即使从平峰来看，也有超35%的城市处于缓行状态。根据联合国预测，至2050年全球还将新增约25亿城

中图分类号 TU984 文献标识码 A
DOI 10.16361/j.upf.201904008
文章编号 1000-3363(2019)04-0063-07

作者简介

晏龙旭，同济大学建筑与城市规划学院博士研究生，lolonger@tongji.edu.cn

任熙元，同济大学建筑与城市规划学院硕士研究生

王 德，同济大学建筑与城市规划学院，高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室，教授，通讯作者，dewang@tongji.edu.cn

Carlo Ratti，麻省理工学院城市研究与规划系教授，感知城市实验室主任

* 本文根据“第四届金经昌中国城乡规划研究生论文竞赛”获奖论文改写而成；国家自然科学基金项目“基于手机信令数据的居民行为空间结构与模式研究” (项目批准号：41771170)

市人口，我国城市人口也将增长约2.5亿、城镇化率持续增长至80%左右，当前机动性范式无疑面临着巨大挑战。

笔者认为，当前城市机动性的主要矛盾是日益增长的个性化出行需求得不到满足，但主要不是因为有限的交通基础设施，而是因为落后的交通资源分配方式。仅提供交通基础设施不能完全解决问题：根据国家统计局数据，2006年至2016年全国道路面积增长83.5%，人均城市道路面积增长43.1%，而私家车拥有量却足足增加了700%。经验表明，增加城市道路供给可能会刺激购车需求，引发私家车保有量的进一步增加，使得交通基础设施愈发供不应求。另一方面，快速增长的私家车却有着极低的使用率：根据美国家庭出行调查的统计^③，按照使用时间来看私家车的利用率不到17%；英国类似的研究^④发现，一辆私家车平均只有4%的时间在运行；另有报告^⑤提出中国的私家车时间利用率也仅有7%。类似的调查还表明大部分小汽车95%的时间都不会坐满(Mitchell W J, Hainley B E, 等, 2010)。因此，“私家”交通工具无限占用道路、停车等公共交通设施的分配方式已成为矛盾的主要方面。

实际上，缓解甚至解决一系列问题的可能性已经涌现，被概括为电动化(electric)、自动驾驶(autonomous)、共享机动性(shared mobility)三大趋势。电动化从使用能源上直接降低交通环境影响；自动驾驶被认为可以提高交通出行的舒适性、安全性和组织效率。但即使两者完全实现也无法解决私家车的矛盾，只有与共享出行结合才能充分发挥整体效益(Brown A, Gonder J, 等, 2014)。近年来随着租车、拼车、专车等商业模式在全球范围的成功，共享出行已逐渐成为城市机动性的重要形式之一。

鉴于共享机动性的重要性，相关议题已在国际上成为规划、交通、公共政策、计算科学等领域的研究热点，但国内研究和讨论刚刚起步。本文试图从范式转换角度介绍共享机动性的概念和类型并梳理主要研究议题和进展，最后针对共享范式下的城市治理和规划响应展开讨

论，以期促进国内研究和实践探索。

1 城市机动性的范式转换

1.1 城市机动性的三次范式转换

城市发展依赖机动性革命。历史上城市机动性有过两次主要范式的转移，其一是从马车和步行等原始交通方式向电气化的轨道交通转移，其二是私家车的崛起。在工业革命之前，马车只能满足极少数人的部分出行，步行始终是最主要的城市出行方式。以1854年伦敦为例，采用步行通勤的人口高达2/3，是使用马车、公共马车、郊区火车和水上蒸汽船通勤的总人口的两倍。步行范围大大限制了城市规模和集聚经济。随着工业革命推动技术进步，至19世纪末20世纪初，地铁和有轨电车(streetcars)开始成为一些大城市的主要交通方式。1906年洛杉矶就建成了覆盖较为全面的有轨电车系统；在1937年的芝加哥，路面电车(surface lines)总里程甚至超过800km，基本覆盖了整个大都市区。但有轨电车注定无法满足更个性化的交通出行，对于它的升级版——地铁，同样如此。

进入20世纪后，随着汽车工业不断发展，私家车出行逐渐成为城市机动性的主要范式。1925年的一辆美国福特T型汽车的价格已经下降到一个普通工人3个月工资，能提供约70km/h的行驶速度和百公里10L的低油耗。高效的单位运输效率、大范围的机动能力、个性化的运行模式支撑了私家车范式的普及，并且影响了整个城市社会的组织，如美国的公路网络建设、郊区化等等发展模式。私家车模式的大跃进也造成了前述环境和交通问题，随着我国和全球城市化加速，这一范式也日益变得不可持续。

当前逐渐涌现的新范式，是在信息通信技术和算法支持下，以共享车辆的按需服务为主导，既支撑大范围个性化城市出行又提升整体效率和可持续性(图1)。已有调查研究认为(Martin E, Shaheen S, 2011)，当前北美的各种共享机动性已经成功降低使用者27%的行驶里程，并且促使25%的使用者售出车

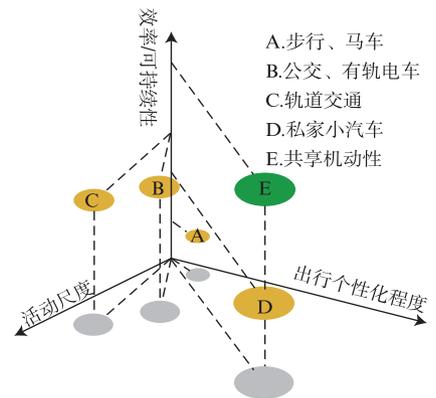


图1 城市机动性的范式转换
Fig.1 Paradigm shift in urban mobility
资料来源：作者自绘。

辆、另外25%的取消购买私家车。有机构预测^⑥共享机动性的未来前景：至2030年，当电动化、自动驾驶和共享三大趋势融合，私家小汽车将下降80%；使用电动共享汽车将比购买一辆车便宜4到10倍；持续下降的油价、节约的交通支出将对城市社会带来广泛影响。相对保守的估计^⑦认为，至2030年30%的行驶里程将由共享车辆完成，到2050年1/3的新增车辆将不再是私家车。

1.2 共享机动性的概念和主要类型

2016年美国交通部的一份报告^⑧定义共享机动性是“一种共享各种交通工具的使用模式，使得用户可以按需获得短期的交通接入而无需拥有所有权”。在这一定义下，当前主要公共/半公共交通方式也可以说是一种共享，包括地铁、公共汽(电)车、轮渡、穿梭巴士、辅助线路等。这些交通方式可以部分减轻私家车的负面影响，但由于依赖出行的时空共性而存在，终究不可能服务大量个性化的出行。以上海为例，第五次综合交通调查表明，虽然轨道交通、公共汽(电)车在出行结构中占了18%以上，接近小客车比重(20%，基本上可视为私家车出行)，但从客运周转量结构看，小客车仍占据了42.9%的绝对优势(陆锡明, 顾啸涛, 2011)。考虑到公共交通运行还需要持续的公共财政补贴，其取代私家车的能力显然是有天花板的。

第二类是共享车辆(vehicle sharing)模式，即用户通过临时租借交通工

具出行,包括共享自行车(shared bicycles)、共享电动车(如助动车、电动滑板车Shared scooters)、租车(car sharing,如分时租赁的EVCARD)、P2P租车等形式。其中自行车、电动车等共享方式主要是起到“最先/后1km”的补充作用,而租车则主要针对游客等偶然需求,因此都无法大规模取代私家车。

第三类是共享出行(ride sharing)模式^⑨,即通过共享的交通工具提供出行服务,按用户在途中是否愿意与其他人共享车辆可分为两类:专车服务(ride-sourcing)、拼车服务(car/van-pooling、ride-splitting),前者如滴滴快车服务、神州专车服务,后者如Uber的UberPool/Split服务、Lyft的Line服务。实际上,传统的出租车、公交车、拼车通勤、临时巴士都与共享出行模式十分相似,甚至也可以通过电话调度获得相对灵活的服务。但在信息通信技术和算法支持下,交通平台公司(Transportation Network Company, TNC, 即滴滴、Uber)主导的共享出行模式可以有效衔接供给和需求、降低等待时间等不确定性,实现高效的按需服务(on-demand service),因此具有大规模取代私家车的潜力(图2)。

1.3 范式转换视角下的共享机动性

如果将城市机动性范式理解为一种“公认的”实现城市出行“的模型或模式”,是公共部门、市民和企业“共同接受的一组准则和方法的总和”,则库恩的范式转换理论(托马斯·库恩,2003)提供了审视未来趋势的新视角^⑩。库恩认为,旧范式解决不了的反常现象(anomalies)会累积起来,一些新的理论可以解决危机(crisis),但并不能马上获得所有人认可。当足够多的人做出了跳跃,新范式就获得了主导地位。但新范式往往不是通过说服人们,而是通过与与之相熟的新生代的逐渐成长而获得公认地位。

如果我们将共享出行之前私家车主导的城市交通视为旧范式,则私家车带来的交通、环境等问题就是一系列反常,并且在快速城市化的背景下逐渐累

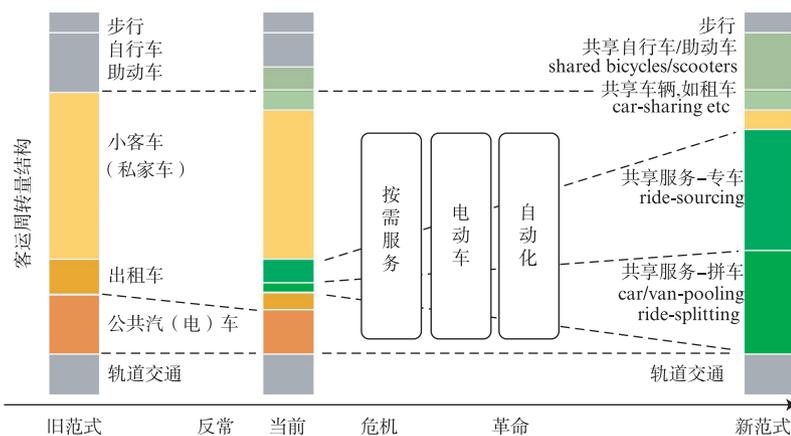


图2 共享机动性范式转换示意

Fig.2 Paradigm shift towards shared mobility

资料来源:自绘,旧范式客运周转量结构参照上海第五次综合交通调查,新范式共享机动性类型修改自注释8。

积。TNC公司声称能够解决这些问题,但近年来无论是其对旧范式的冲击,还是在服务效率、商业模式、社会影响等方面带来新的问题,都引发了巨大争议,危机已经到来。站在范式转换的初期,危机如何解决、新范式如何运行,整个社会都远没有答案,但理论研究、实证调查、技术探索正在不断加固共享机动性的可行性。一种共识正在逐渐确立,即结合了电动化、自动驾驶、共享的多模式(multimodal)按需服务将有可能融和/取代当前交通方式,实现城市社会的再一次飞跃(图2)。基于这种认识,以下从范式转换的角度介绍共享出行(ride sharing)有关的主要研究议题及进展。

2 共享机动性的主要研究议题及进展

2.1 总体效益的模拟评估

共享出行是否能够提升城市机动性的总体效率是其存在的前提。2014年来自麻省理工学院感知城市实验室(Senseable City Lab, SCL)的研究者利用纽约市出租车数据评估了拼车(pooling)模式的总体效益(Santi P, Resta G, 等, 2014):当延误不超过5min、每辆车最多共乘两个出行时,纽约市有超过99%的出行可以共享,可以降低40%的总交通里程;即使限制请求时间窗口仅为

1min,仍可以降低32%的总交通里程。进一步研究认为(Tachet R, Sagarra O, 等, 2017),乘客愿意等待时间越长、交通速度越快、出行密度越高、建成区越紧凑的城市,越容易通过拼车实现效率提升。MIT的另一个团队进一步评估了共乘多个出行的情景(Alonso-Mora J, Samaranayake S, 等, 2017),他们发现:纽约市只需2000辆(现状的15%)10座的汽车、或者3000辆4座汽车就能服务98%的出行需求,且平均等待时间仅为2.8min,平均延误仅3.5min!可见,拼车模式确实能够带来总体效率的巨大提升。SCL进一步评估了专车模式的运行效率(Vazifeh M M, Santi P, 等, 2018):在算法支持下,专车模式同样可以降低30%—40%的车辆数,而且该模式与现状车辆调度系统、交通法规和用户偏好基本兼容,与现实并不遥远。

一些研究者还评估了基于自动驾驶的共享出行效率。针对新加坡的模拟研究表明(Spieser K, Treleaven K, 等, 2014),在理想情况下自动驾驶按需服务系统(Automated Mobility-on-Demand, AMoD)仅需要1/3的车辆就可以服务所有出行。针对美国奥斯丁的情景模拟表明(Fagnant D J, Kockelman K M, 2014),共享无人车(shared autonomous vehicles)有希望对私家车实现12:1的替代率,而每辆车的平均行驶里程仅增加11%。针对新泽西的模拟认为(Zachari-

ah J, Gao J, 等, 2014), 出行密度越高的地区, 高峰时段共享可能性也越高, 从而能够有效缓解交通拥堵。与前述研究相比这类研究离现实情景较远, 更多的属于理论探讨。

正是因为对机动性效率的提升, 共享范式也会在环境、社会等方面带来广泛效益。SCL研究者认为, 交通里程的节约基本上可以等效为交通排放的大幅降低。国际交通论坛的报告总结^⑩, 共享范式可以减少90%的在路车辆, 将平均载客率 (average occupancy) 提高接近一倍, 从而降低至少18%的总里程, 30%的二氧化碳排放量。基于新加坡的模拟认为 (Kondor D, Santi P, 等, 2018), 共享无人车可以节约70%的停车空间, 相当于节约约11km²停车用地, 而结合拼车服务可以进一步提升到90%, 这对于用地紧张的新加坡至关重要。里斯本的案例研究还表明 (Martinez L M, Correia G H, 等, 2015), 即使基于现状出租车系统的偶然共享 (属于ride-splitting), 在保持出租车利润不变的情况下可以为乘客带来9%的费用优惠, 从而提高更多人的交通接入机会。正是这些研究揭示的巨大潜力和广泛影响, 不断巩固了共享范式在城市机动性发展长远目标的关键地位。

2.2 短期问题的调查辩驳

然而, 当前共享范式也造成了许多问题。在机动性效率方面, 共享专车 (ride-sourcing) 与出租车、公共交通之间的关系备受争议。一方面, 专车模式直接与出租车竞争, 造成后者份额下降: 从2012至2014年, 旧金山月度出租车出行次数下降了一半以上^⑪; 纽约曼哈顿2015年4—6月出租车出行人次相比前年同期下降了接近400万人次。但有研究 (Cramer J, Krueger A B, 2016) 发现, Uber专车有载客的时间、里程占比显著高于传统出租车, 表现出更高的效率。实际上, 合理评估共享效率还缺少指标方法的严谨设计, 并受制于TNC平台的数据垄断。

另一方面, 专车模式同样与公共交通展开竞争: 在旧金山的调查发现, 33%

的使用者表示如果没有专车他们将会乘坐公共交通, 其中无车用户这一比例更高达41% (Rayle L, Dai D, 等, 2016)。旧金山交通局的报告直接指出^⑫, 在控制了2010至2016年间人口、就业和道路网络变化后, TNC服务造成了交通延误总时长增加51%, 总里程增加47%, 平均车速下降55%。更有研究发现 (Graehler Jr M, Mucci R A, 等, 2019), 每当TNC服务进入一个城市, 重轨交通出行份额平均下降1.3%, 公共汽车出行份额平均下降1.7%。另有研究认为专车与公共交通有互补的潜力^⑬, Uber研究团队也提出了间接证据^⑭, 他们发现新开通地铁站周边的共享出行显著增加, 认为这表明专车等服务很好地补充了公共交通。

在社会影响方面同样存在争议。在社会公平问题上, Uber的研究团队认为, 专车服务大大提高了低收入群体的交通接入机会, 例如实验表明, 在低收入地区的UberX服务比出租车更便宜、等待时间更短^⑮; 类似证据还有, 出发于曼哈顿外的Uber出行比重显著高于出租车^⑯。但也有研究发现 (Hughes R, MacKenzie D, 2016), Uber服务的等待时间主要取决于人口和就业密度, 而不是收入水平。另外, TNC服务中的种族歧视的问题也仍然存在^⑰; 专车使用者的年轻化、高知化也带来了“数字鸿沟”等争议 (Clewlow R R, Mishra G S, 2017)。

在安全问题上, 一项针对Uber的调查表明 (Glöss M, McGregor M, 等, 2016),

因为有打分系统和GPS追踪系统, 无论是司机 (尤其女性司机) 还是乘客都感到更安全。但也有研究强调 (Dowling R, Simpson C, 2013), Uber的司机相对而言缺少充分的训练, 且他们的车辆缺少强制检查和保险。国内滴滴顺风车服务的安全问题同样引起了广泛关注。在环境问题上, 有学者认为 (Henao A, 2017), 专车模式从出租车、公交竞争出行将导致这些乘客的里程增加80%以上, 从而增加交通排放。同时, 专车模式的便利等特点还有可能高达8%的诱发出行, 即在引发原本没有的出行发生 (Rayle L, Dai D, 等, 2016)。

2.3 技术实现的探索创新

以上问题和争议是共享范式的一场大危机, 技术进步也许是解决关键之一。来自高校科研机构的研究大致可分为三类, 一是从运筹学角度研究共享系统的分配 (matching) 和调度 (dispatching) 以提高整体运行效率。早期研究往往被定义为动态运输问题 (dynamic pickup and delivery), 受制于算法复杂性, 常应用于小规模研究 (Clare G, Richards A G, 2011; Marin A G, 2006)。SCL研究者探索了一种基于“共享图模型” (shareability network) 的大规模优化方法, 在图3中, 每个出行 (图3-A) 被视为图模型 (B) 中的节点 (node), 任意出行之间如果满足等待时间、到达延迟等条件, 就可以形成连接 (edge), 所有出行就构成了一个无向图

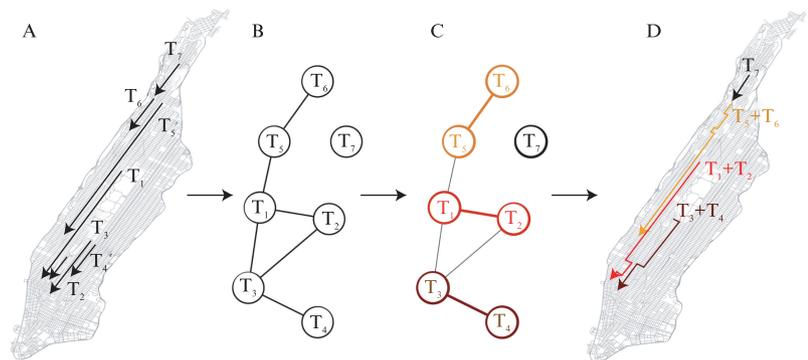


图3 “共享图模型”示意
Fig.3 An example of shareability network
资料来源: 截取自参考文献[16].

(C),即“共享图”。由于路网和交通条件在A到B的过程中已被考虑,计算复杂度被大大简化,最后可通过经典算法快速求得最优匹配策略(D)。这一方法取得了巨大成功(Santi P, Resta G,等,2014; Tachet R, Sagarra O,等,2017; Alonso-Mora J, Samaranayake S,等,2017; Vazifeh M M, Santi P,等,2018),引起广泛关注。二是从行为视角的研究,重点包括如何促进共享范式被人们接受和使用(如Xie Y, Danaf M,等,2019)、如何与当前公共交通系统衔接(如Shen Y, Zhang H,等,2018)等。三是直接介入自动驾驶等技术研发,为公共部门和公众提供科技巨头之外的应用参考。

公共部门参与技术探索有助于其了解新范式可行性,给公共政策提供更可靠的参考。典型案例如新加坡,一方面与高校积极合作,如MIT、TUM、ETH等合作机构都将未来城市机动性作为主要研究方向之一。另一方面也在积极探索共享范式的具体实现:2018年末,新加坡在三个区域启动了按需公交系统(on-demand public bus, ODPB)的实验,居民可以通过手机APP获得按需的、无站点的公交服务,即一种大容量车辆的拼车模式。为期半年的实验表明^⑧,相比同地区的普通公交服务,ODPB降低了18%的行驶里程,但受制于高昂的软件开发等成本,总体上成本效益不高。新加坡土地交通局认为,实验帮助当局深入了解了按需交通服务、动态自动驾驶等新范式,随着算法进步和成本降低,这种服务有望在未来大规模部署。最后,除了TNC之外的许多科技企业(如谷歌的Waymo、百度的Apollo Go)也在积极探索基于无人车的多种共享出行服务,某种意义上,他们在市场机制下的技术探索、商业模式创新是未来共享机动性范式革命的关键。

3 共享机动性范式下的规划响应与协作治理

3.1 城市规划的理念与方法

共享机动性的范式革命将给城市规

划带来系统级别的挑战(Karim D M, 2017)。首先是规划理念,正如私家车范式带来雷德朋模式、交通需求管理等规划理念,共享范式下的精明增长策略认为,建设高密度、多样化的紧凑城市更有助于促进其发展(Tachet R, Sagarra O,等,2017),这也是为什么许多创新的共享服务总是首先发生在城市就业中心、主要的居住区以及大型公共交通站点^⑨。再例如,相关研究表明共享范式可以减少小汽车数量和大部分停车空间,将道路与停车空间进一步释放,因此街道空间的功能布局和环境设计在新范式下或许将彻底改观,以人为本的街道设计不再只是空虚的概念。

其次是规划方法。伯克利团队系统梳理了美国的规划实践中纳入共享范式的探索^⑩,总结了总规建立共享机动性的大框架、社区规划与其他专项规划中合理选址共享机动性实施的具体地点、可行性以及制定保障措施等做法。他们认为,规划中如何定义共享模式、并为其划分路边空间、将其纳入交通需求管理、评估其影响以及如何开展规划管理工作,都会影响共享范式发挥正面影响。美国交通部门另一份报告还强调了交通规划中开放协作的重要性,呼吁应组织TNC企业等利益相关方参与技术咨询委员会共同讨论规划目标与策略^⑪。另外,基于无人驾驶的共享出行更是对城市道路交通管理的管理法规、设计标准等各方面提出新要求,所需的知识和方法已远超单一学科所及。

3.2 城市协作治理

一方面,公共部门需要加强对TNC企业的管理。以纽约市为例,为了应对TNC公司对出租车的冲击于2018年出台了多项新法规,不仅暂停了司机准证的颁发,要求Uber等平台确保司机最低基本工资保障,还要求其提交服务数据给政府作更多评估。西雅图2014年规定每个TNC平台和出租车平台都不得超过150辆车,然后召集这些公司所有代表、相关行业协会、政府机构展开充分讨论,最后达成妥协方案,制定路权规划、每单业务缴纳10美分组建公共服务

基金、给司机配备保险等政策。有报告明确提出^⑫,政府应采取一些收费和效率评估政策防止TNC企业为了扩大市场而违背共享机动性发展的最初目标,并通过与TNC企业共享数据、探讨划定试验区的协作方式促进共享范式更好地推广。可见,针对共享机动性的公共政策考量既不能缺位、也不可因噎废食。

另一方面,共享范式下协作治理尤为重要。从相关结论可见,TNC及其资助的研究往往倾向于证明共享范式的正面影响;公共部门虽然明确代表公共利益,但不一定有足够的评估能力。同时,新范式在技术进步、社会公平、环境影响等多个方面带来挑战,公共部门、TNC企业往往无法开展学科交叉的评估研究和探索创新。最后,共享机动性的长远效益能否实现,在根本上取决于公众出行偏好和行为的改变。因此在新范式下,以公共部门为主导,公众和相关企业为主要参与者,以高校科研机构和NGO等为支撑的协作治理模式至关重要。

3.3 城市机动性范式的“可持续转换”

共享范式的最终形式犹未可知,既有可能是TNC和未来科技公司主导的统一服务,也可能是政府和企业共同组建的专车、拼车、动态公交等多模式服务平台,甚至是公共技术平台支持下完全去中心化的个体主导(P2P)共享模式。可以肯定的是,新范式一定会由公共部门、企业、市民等行动主体,在共识的价值判断下,朝着共享的目标不断探索、试错直至最终完善。对于公共部门来说,其角色不仅是以往单一的“管理者”,同样还应作为共享机动性的“推动者”与“使用者”;对于TNC公司来说,经济效益、技术进步无疑是核心动力,但考虑公共利益同样有助于其获得政府协助和用户认可,从而降低运营成本;对于市民来说,积极展示需求、提供监督同样有助于公共利益实现。Uber等商业模式的成功、拼车所占份额逐步提高、新生代对共享出行的偏好已经揭开新范式的序幕。笔者认为,我们要追求城市机动性范式朝着更好的目标发

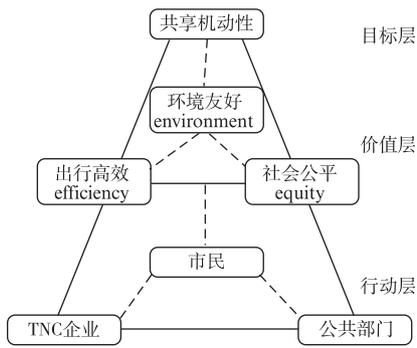


图4 共享机动性的可持续范式转换分析框架

Fig.4 A framework for shared mobility paradigm shift
资料来源：作者自绘。

展，同样也应追求出行更高效、社会更公平、环境更友好的“可持续转换”，在过程中不断评估新的技术、商业模式、公共政策，努力寻求共识行动，促进更好范式的到来（图4）。

4 结论

本文以城市机动性范式转换为视角，介绍了共享机动性的概念、类型和重要意义，重点介绍了国际上相关领域的主要议题和研究进展，最后讨论了共享范式下的规划响应和协作治理。本文的主要结论归纳为以下几个方面：

逐渐涌现的共享机动性范式，是要在信息技术和算法支撑下，以共享模式代替私家车，实现更高效、更可持续的城市出行。针对总体效益的模拟评估表明，理想的出行共享可以促进城市机动性总体效率的大幅提升，并为社会、环境带来更多正面影响。但当前TNC平台主导的专车服务模式在效率、社会、环境等方面都带来了问题和争议。一方面这是因为相关技术和商业模式仍处在探索过程中，另一方面也取决于公共部门管理策略以及公众对共享出行（尤其是对拼车模式）的接受程度。城市机动性的范式转换才刚刚开始。

讨论认为，共享机动性将给城市规划 and 治理带来系统挑战。新范式将改变一些规划理念和方法，要求规划更加人性化、开放、学科交叉；要求公共政策

既不能缺位、也不可因噎废食；要求以公共部门为主导，公众和相关企业为主要参与者，以高校科研机构 and NGO 等为支撑的协作治理模式。最后提出，我们要追求城市机动性范式朝着更好的目标发展，同样也应追求出行更高效、社会更公平、环境更友好的“可持续范式转换”，在过程中不断评估新的技术、商业模式、公共政策，努力寻求共识行动，促进更好范式的到来。

注释

- ① 见：中国机动车环境管理年报[R]. 生态环境部, 2018。
- ② 见：2017年度中国主要城市交通分析报告[R]. 交通运输部科学研究院, 阿里云, 2018。
- ③ 见：National Household Travel Survey. U. S. Department of Transportation, 2009。
- ④ 见：Bates J, Leibling D. Spaced out: perspectives on parking policy[R]. RAC Foundation, 2012。
- ⑤ 见：分时租赁本土化思考[R]. 埃森哲, 2016。
- ⑥ 见：Rethinking Transportation 2020–2030 [R]. Rethinkx, 2017。
- ⑦ 见：Automotive revolution—perspective towards 2030[R]. McKinsey, 2016。
- ⑧ 见：Shaheen S, Cohen A, et al. Shared Mobility: Current Practices and Guiding Principles[R]. U. S. Federal Highway Administration, 2016。
- ⑨ 见：也有一些文献在概念上将Ride sharing 等同于拼车 (Pooling)，与 Ride-sourcing 区分。
- ⑩ 见：这里仅是一种类比，并非库恩的所有理论都可用于审视城市机动性发展。例如，不可通约性 (incommensurability) 可用于解释自然科学的范式转换，但在本文中不适用。
- ⑪ 见：A New Paradigm for Urban Mobility: How Fleets of Shared Vehicles Can End the Car Dependency of Cities[R]. International Transportation Forum, OECD, 2015。
- ⑫ 见：Taxis and accessible services division: status of taxi industry[R]. San Francisco Municipal Transportation Agency, 2016。
- ⑬ 见：TNCs & Congestion[R]. San Francisco County Transportation Authority, 2018。
- ⑭ 见：Shared mobility and the transportation of public transit[R]. Shared-Use Mobility Center, 2016。
- ⑮ 见：How Uber Works Together With Southern California's Growing Rail Network[R]. Uber, 2017。
- ⑯ 见：Smart R, Rowe B, et al. Faster and

- cheaper: How ride-sourcing fills a gap in low-income Los Angeles neighborhoods [R]. BOTEC Analysis Corporation, 2015。
- ⑰ 见：Uber Is Serving New York's Outer Boroughs More Than Taxis Are[R]. FiveThirtyEight, 2015。
- ⑱ 见：Ge Y, Knittel C R, et al. Racial and gender discrimination in transportation network companies[R]. U. S. National Bureau of Economic Research, 2016。
- ⑲ 见：<https://www.lta.gov.sg/apps/news/page.aspx?c=2&id=f50c62a9-0b30-4e4d-9dd-9-d9690135e36f>
- ⑳ 见：Shaheen S, Cohen A, et al. Shared Mobility: Current Practices and Guiding Principles[R]. U. S. Federal Highway Administration, 2016。
- ㉑ 见：Cohen A, Shaheen S. Planning for shared mobility[R]. UC Berkeley, 2018。
- ㉒ 见：Integrating Shared Mobility into Multimodal Transportation Planning: Improving Regional Performance to Meet Public Goals[R]. U. S. Department of Transportation, 2018。
- ㉓ 见：Ride Fair: A Policy Framework for Managing Transportation Network Companies[R]. ITDP, 2019。

参考文献 (References)

- [1] ALONSO-MORA J, SAMARANAYAKE S, et al. On-demand high-capacity ride-sharing via dynamic trip-vehicle assignment[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2017, 114 (3): 462-467.
- [2] BROWN A, GONDER J, et al. An analysis of possible energy impacts of automated vehicle[M]. Springer, 2014: 137-153.
- [3] CLARE G, RICHARDS A G. Optimization of taxiway routing and runway scheduling[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2011, 12(4): 1000-1013.
- [4] CLEWLOW R R, MISHRA G S. Disruptive transportation: the adoption, utilization, and impacts of ride-hailing in the United States[R]. Institute of Transportation Studies at University of California, 2017.
- [5] CRAMER J, KRUEGER A B. Disruptive change in the taxi business: the case of uber[J]. American Economic Review, 2016, 106(5): 177-182.
- [6] DOWLING R, SIMPSON C. 'Shift-the way you move': reconstituting automobility[J]. Continuum, 2013, 27(3): 421-433.
- [7] FAGNANT D J, KOCKELMAN K M. The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios [J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2014, 40: 1-13.
- [8] GLÖSS M, MCGREGOR M, et al. Designing for labour: uber and the on-demand mobile workforce[C]. ACM, 2016: 1632-1643.
- [9] GRAEHLER J M, MUCCI R A, et al. Under-

- standing the recent transit ridership decline in major US cities: service cuts or emerging modes[C]? Transportation Research Board 98th Annual Meeting, 2019.
- [10] HENAO A. Impacts of ridesourcing—lyft and uber—on transportation including VMT, mode replacement, parking, and travel behavior[M]. University of Colorado at Denver, 2017.
- [11] HUGHES R, MACKENZIE D. Transportation network company wait times in greater Seattle, and relationship to socioeconomic indicators[J]. Journal of Transport Geography, 2016, 56: 36–44.
- [12] KARIM D M. Creating an innovative mobility ecosystem for urban planning areas[M]. Springer International Publishing, 2017.
- [13] KONDOR D, SANTI P, et al. Large-scale estimation of parking requirements for autonomous mobility on demand systems[J]. arXiv. org, 2018.
- [14] 陆锡明, 顾啸涛. 上海市第五次居民出行调查与交通特征研究[J]. 城市交通. 2011(5): 1–7. (LU Ximing, GU Xiaotao. The fifth travel survey of residents in Shanghai and characteristics analysis [J]. Urban Transport of China, 2011(5): 1–7.)
- [15] MARIN A G. Airport management: taxi planning [J]. Annals of Operations Research, 2006, 143(1): 191–202.
- [16] MARTIN E, SHAHEEN S. The impact of car-sharing on public transit and non-motorized travel: an exploration of north American carsharing survey data[J]. Energies, 2011, 4(11): 2094–2114.
- [17] MARTINEZ L M, CORREIA G H, et al. An agent-based simulation model to assess the impacts of introducing a shared-taxi system: an application to Lisbon (portugal) [J]. Journal of Advanced Transportation, 2015, 49(3): 475–495.
- [18] MITCHELL W J, HAINLEY B E, et al. Reinventing the automobile: personal urban mobility for the 21st century[M]. MIT Press, 2010.
- [19] MUMFORD L. The city in history: its origins, its transformations, and its prospects[M]. Houghton Mifflin Harcourt, 1961.
- [20] [美]托马斯·库恩. 科学革命的结构[M]. 金吾伦, 胡新和, 译. 北京大学出版社, 2003. (KUHN T. The structure of scientific revolutions [M]. JIN Wulun, HU Xinhe, translate. Peking University Press, 2003.)
- [21] PRUD'HOMME R, LEE C. Size, sprawl, speed and the efficiency of cities[J]. Urban Studies, 1999, 36(11): 1849–1858.
- [22] RAYLE L, DAI D, et al. Just a better taxi? a survey-based comparison of taxis, transit, and ridesourcing services in San Francisco[J]. Transport Policy, 2016, 45: 168–178.
- [23] SANTI P, RESTA G, SZELL M, et al. Quantifying the benefits of vehicle pooling with shareability networks[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2014, 111(37): 13290–13294.
- [24] SHEN Y, ZHANG H, et al. Integrating shared autonomous vehicle in public transportation system: a supply-side simulation of the first-mile service in Singapore[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2018, 113: 125–136.
- [25] SPIESER K, TRELEAVEN K, et al. Toward a systematic approach to the design and evaluation of automated mobility-on-demand systems: a case study in Singapore[M]. Springer, 2014: 229–245.
- [26] TACHET R, SAGARRA O, et al. Scaling law of urban ride sharing[J]. Scientific Reports, 2017, 7: 42868.
- [27] VAZIFEH M M, SANTI P, et al. Addressing the minimum fleet problem in on-demand urban mobility[J]. Nature, 2018, 557(7706): 534–538.
- [28] XIE Y, DANAF M, et al. Behavioral modeling of on-demand mobility services: general framework and application to sustainable travel incentives[J]. Transportation, 2019: 1–23.
- [29] ZACHARIAH J, GAO J, et al. Uncongested mobility for all: a proposal for an area wide autonomous taxi system in New Jersey[C]. Transportation Research Board 93th Annual Meeting, 2014.

修回: 2019-07