

城市时空行为规划：概念、框架与展望*

王德胡杨

Urban Spatial-Temporal Activity Planning: Concept, Framework and Prospect

WANG De, HU Yang

Abstract: The complexity of urban system determines that traditional urban planning cannot solve all the problems in the use of urban spaces. In the context of smart city develop, it is possible to solve tough urban problems by reorganizing urban activates in space and time through the use of big data on human behaviors. The concept of urban spatial-temporal activity planning is put forward, the planning framework that integrates three dimensions of space, time, and behavior is established, and the goals, path, and actions in planning are discussed. The application of spatial-temporal activity planning is demonstrated through four scenarios, namely, alleviating traffic congestion, improving the efficiency of facility use, eliminating time poverty, and coping with the climate change. The research will provide reference for other relevant planning practices.

Keywords: smart city; urban spatial-temporal activity planning; space-time activity linkage; high-quality urban development

提 要 城市系统的复杂性决定了传统城市规划无法解决城市空间面临的全部问题。在智慧城市建设的背景下,利用个体时空行为大数据,从时空行为联动的视角解决城市疑难问题成为可能。提出城市时空行为规划的定义,从空间、时间和行为等3个维度构建城市时空行为规划的框架,探讨其规划实现的目标、路径和干预秩序。展望城市时空行为规划在缓解交通拥堵、提高设施利用效率、摆脱时间贫困和应对气候变化等4个场景的应用,以期为相关实践的探索提供参考。

关键词 智慧城市;城市时空行为规划;时空行为联动;城市高质量发展

中图分类号 TU984 文献标志码 A
DOI 10.16361/j.upf.202201006
文章编号 1000-3363(2022)01-0044-07

城市规划在统筹城市发展和配置空间资源等方面发挥着重要作用^[1],但城市系统的复杂性决定了其无法解决城市空间面临的全部问题^[2]。在城市的局部空间,仍然存在许多矛盾积聚的疑难问题,如多重惯常人流会聚造成的常发性拥堵、设施服务与居民需求的时空冲突、时间贫困和生活质量下降等。这些疑难问题的形成机制尚未得到充分认识,也未找到合适的解决方案,需要新的视角为其提供更有效的解决思路。

与此同时,在大数据、云计算和人工智能等技术的推动下,智慧城市建立的信息管理和决策支持平台,能够帮助决策者更好地感知城市运行状态,找到解决城市问题的新途径^[3-4]。其中,借助智慧城市丰富的个体时空行为信息,可以支撑城市时空行为的规划和管理,即从空间、时间和行为联动的视角来解决城市疑难问题,从而实现城市更高质量的发展。

城市时空行为规划的提出也与时空行为研究的发展密切相关。时空行为研究以时间地理学和行为地理学为基础,通过认识个体行为的规律、制约和决策等,解释城市时空结构对个体行为的塑造过程,形成“以形定流”的研究范式^[5-7]。以解决实际问题为导向的规划学者,围绕环境如何顺应行为偏好开展研究,将对行为的认识用于评估和优化规划方案^[8-10],形成“以流定形”的空间规划方法^[11]。从“形”和“流”的辩证关系来看,如果二者能够相互结合并用来服务我们生活的城市,将赋予规划新的内涵——空间、时间和行为的联动优化。

*国家自然科学基金面上项目“城市居民时间利用行为的特征、模式与影响机制研究”(项目编号:41971206)

作者简介

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,博导,
dewang@tongji.edu.cn

胡杨,同济大学建筑与城市规划学院,博士研究生

1 城市时空行为规划的意义与基础

1.1 规划提出的必要性

微观个体和宏观城市之间存在复杂的相互作用关系，无论个体的行为决策是否理性（个体视角），都可能对城市产生负面影响^[12]。其中：个体的理性行为在追求个人利益最大化时，因合成谬误（fallacy of composition）而间接地损害到城市总体利益；个体的非理性行为则因认知偏差或信息不足等局限，对个人和城市造成双重影响。这里将损害城市总体利益并引发城市问题的行为称之为不合理行为（总体视角），随着不合理行为的不断累积和相互影响，城市问题变得日益复杂且难以解决，不合理行为的存在也成为城市时空行为规划的前提。因此，从行为视角对城市疑难问题的成因进行分析，并采取适当手段予以干预是十分必要的。

时空行为优化又是现实中存在的过程。人的行为是动态变化的，针对不合理行为时刻都在自我调整。个体在复杂城市环境中、多重制约条件下，会不断地寻求遂行多目的的行为合理化，表现为对个体时间的充分利用和目标完成的最大满意度。行为的自调整过程，既是人们对生活质量的持续追求，也是城市系统演化的基本动力，但是自调整经过不断探索和反复试错，才可能达到个人最优状态，而城市时空行为规划可以在自调整过程中施加准确的干预，使其更加快速、合理地达到总体最优。如果将这一过程与城市问题的解决、城市空间的发展相结合，那么在城市现代化治理中就会获得新的思路和方法。

1.2 现实的时空行为规划场景

现实生活中存在不同规模、组织化程度、目标复杂性的时空行为规划场景（图1）。例如，学校的日常安排是一种参与规模适中、组织化程度较高、目标简单的时空行为规划，老师和学生在校期间的行为模式以规律性的科研、教学和生活等活动构成，只需要遵循学校的教学计划和课程安排，便可实现各自任务的有序进行。城市铁路和民航系统则是

一种参与规模大、组织化程度高、目标单一的时空行为规划，按照行程班次表便可实现物流和人流系统的有序运转。由此可见，城市时空行为规划已经存在于城市局部或某一系统之中，现在需要将其拓展至更广泛的城市中，逐步实现大规模、目标复杂、组织程度多样的城市时空行为规划，相信这是未来智慧城市发展的方向之一。

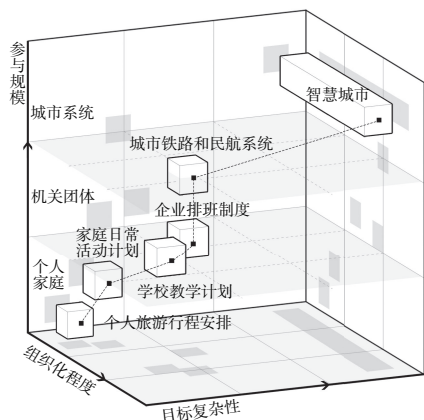


图1 现实场景中的时空行为规划
Fig.1 Features of different realistic scenes

1.3 国内外实践探索

1.3.1 时空表计划

时空表计划（Territorial Timetable Plan, TPP）是一项专注城市时间行动的规划政策，在意大利率先制定并建立处理该事务的时间办公室（time office），随后在德国、法国和西班牙等地相继展开^[13]。该计划认为相比于调整设施的空间布局，优化设施的开放时间更容易协

调居民的活动安排（图2），规划内容主要涉及设施开放时间的安排、个人工作和休闲时间的平衡、个人时空可达性和公共空间活力的提升等4个方面。研究表明，在不增加设施数量和延长服务时间的前提下，通过对时间的统筹安排可以使设施的利用效率提升70%^[14]。

1.3.2 自愿出行行为改变计划

自愿出行行为改变计划（Voluntary Travel Behavior Change, VTBC）是一项倡导绿色低碳出行的引导性规划，基于对个体日常出行和活动模式的探索，为其提供个性化的出行建议，如停车换乘（park and ride, P&R）的推荐、出发时间和路径的选择等。目前，该计划以社会实践的形式在澳大利亚^[15-16]、欧洲^[17-20]、日本^[21]等地开展了许多个人和社区层面的试点。其中，英国的交通评估报告指出，该计划是一项可长期执行且低成本高回报的政策，帮助英国预计在未来10年减少11%的交通总量和21%的高峰时段流量，所带来的经济收益是实施成本的10倍之多^[17]。

1.3.3 预约出行

预约出行（reserved transportation）是一种在控制系统容量下给予个体自由选择的出行时间规划^[22]。北京交通发展研究院选取早高峰期间需求量较大的沙河和天通苑地铁站开展预约实践，证实了预约出行的有效性^[23]。结果表明，每日早高峰预约地铁进站的用户约6000人，帮助乘客平均节省3—5 min的排队时间，大部分用户对预约

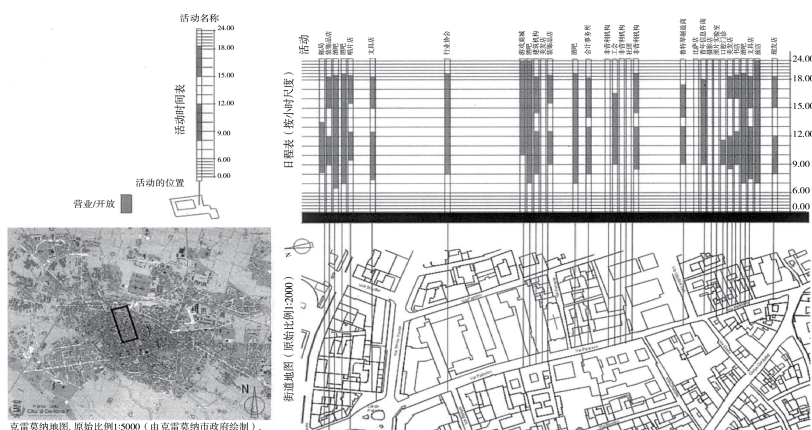


图2 克雷莫纳时空表计划：Palestro商业街服务设施的开放时间表
Fig.2 Territorial timetable plan of Cremona: chronographic map on/off of timetables of commercial and others services on Palestro street
资料来源：Mareggi, 2002。

出行的认可度高,认为预约服务方便了早高峰出行^①。

2 城市时空行为规划的框架与方法

2.1 框架构建

基于对城市空间问题与行为关系的认识,以及现实场景和实践探索的梳理,提出城市时空行为规划的定义:从空间、时间、行为等3个维度统筹安排城市空间的动态配置,以空间、时间和行为的联动优化实现城市更高质量的发展。具体而言,时间和空间相互依存,并互为行为的载体,其中,空间是行为的第一载体,时间是第二载体。城市问题的产生和解决都离不开与空间、时间和行为的关联。行为既作为个体适应和改造时空环境的手段,也是时空影响和约束个体的表现。利用这一纽带作用,规划可以从引导行为的合理化来帮助城市塑造高质量的时空结构。反之也可以通过优化时空资源配置,从而改善个体的不合理行为(图3)。

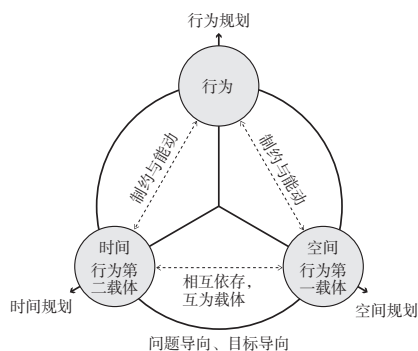


图3 城市时空行为规划的框架

Fig.3 The framework of urban spatial-temporal activity planning

2.2 规划维度与干预秩序

城市时空行为规划包含空间规划、时间规划、行为规划等3个维度,既可以是三者中某一要素的规划,也可以是两者或三者的联动优化,但其目的都是解决城市疑难问题,实现城市更高质量发展。目前,城市时空行为规划已在交通规划、旅游规划、社区生活圈构建、智慧城市建设等领域产生深远影响^[24]。

2.2.1 基本手段:空间规划

城市空间规划是一种常规性的干预方式,通过功能分区、空间设计、设施配置等方法,构建符合城市发展和居民

生活需求的空间格局,实现空间资源的有效利用。空间规划已经具备了相对成熟的规划方法和完善的法规体系,并确保规划意图和设计思想的落实,所以它是城市时空行为规划中的基本手段,比其他维度的手段都成熟可靠。但是,空间规划实施后所形成的建成环境是刚性的,调整余地有限,在面对新问题和变化时,存在应变能力不足等局限。相比之下,时间和行为具有一定可塑性,可以灵活地调整以应对不同问题。

2.2.2 第二优先手段:时间规划

城市时间规划是一种非常规性的干预方式,以安排公共和个人的时间节奏为手段,包括强制性的时间管理和引导性的时间建议2个方面,是城市时空行为规划的第二优先手段。时间管理通过制度化手段,从总体层面协调公共设施资源的时间分配,促使个体调整自身节奏以适应新的变化,实现公共时间和个人时间的耦合(同步或错峰)^[25]。时间建议则针对个体不合理的安排,提出并制定相应的优化方案,实现个体或群体时间的合理利用^[26]。但每个人的生理时间节奏具有一定刚性,使得城市公共时间和个人时间的调整只能限定在一定范围内,解决问题的效果也有限。总会存在总体和个体无法调和的时间冲突,仍然需要寻求其他视角来解决。

2.2.3 最后手段:行为规划

行为规划也是一种非常规性的干预方式,但个体对于行为干预的敏感度较高,使之成为城市时空行为规划的最后手段,包括被动干预和主动干预2个类型。被动干预采取“自上而下”的方式,通过改变外部环境或个体的选择机会,使其被动地接受并响应来自政策、制度或目标的要求。例如,预约出行和预约就医等生活服务,通过选择带有一定约束效应的时刻表或以其他成本为代价,使个体在正常情况下必须按照其约定时段从事某一活动,实现城市局部系统由“低效无序”向“优化有序”的转变。但被动干预也常常因推行成本高、公众抗拒以及政治压力等原因而难以实施^[27]。主动干预则是“自下而上”自愿优化行为的方式,通过提供更加充分(或片面)的信息,并结合特定的说服技巧、社交营销等手段^[28],帮助个体改变看法、认

知和意图^[29],使其自愿且主动地接受来自系统的优化建议,从而产生持续性的行为影响^[29]。例如,提供个性化的出行建议,可以促进个体社会态度的转变,减少不合理出行的发生,达到缓解交通拥堵和减少空气污染等目的^[30]。这一方式与Thaler等提出的助推(nudging)观点类似,因实施成本低、公共接受度高、影响可持续而受到公共管理部门的推崇,目前在旅游规划、移动性管理、市场营销等领域积累了一定实践经验。

在面对具体问题和目标时,采用主动还是被动干预的方式,取决于个体和社会所处的情境。在多数情况下,城市时空行为规划为个体提供更好的、容易接受的、调整幅度较小的优化建议,引导个体时空行为的逐步合理化。但在涉及公共利益、生命安全以及资源短缺等重大问题时,城市时空行为规划将以强制性(如被动干预、时间管理等)的方式介入,确保城市基本功能的有序运行。

总之,城市时空行为规划的3个维度及其干预秩序,既能够确保大部分问题在空间规划维度下得以解决,又能够在面对疑难问题时,通过时间和行为规划的介入获得有效解决。

3 城市时空行为规划的目标与路径

城市时空行为规划以实现城市总体(或公共)利益最大化为目标,分配到个体而言,其目标是避免不必要的时间浪费,实现个体时间的充分利用,以确保充足的休息、娱乐和工作时间创造更多价值。为了实现这一目标,从空间、时间和行为的联动视角出发,针对不合理行为的问题成因、作用效果和调整难度进行诊断(图4),从而选择适宜的干预手段和制度合理的规划方案。

3.1 规划目标:个体最优与总体最优

城市时空行为规划同城市规划一样,以实现城市总体(或公共)利益最大化为目标,对总体(或公共)利益的考量和坚守也成为其价值观的核心内容^[31]。在城市居民的日常生活中,每个人都会不自觉地调整自己的行为,找到与周围环境最大程度匹配的活动模式^[32],实现

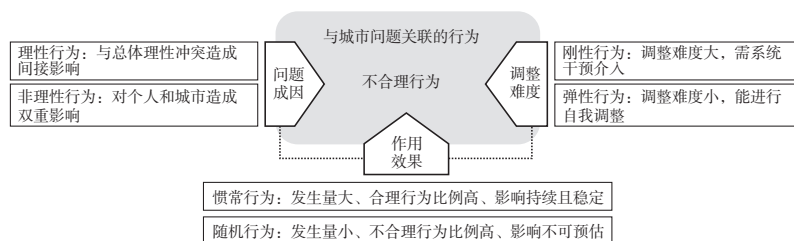


图4 问题与行为的关联性
Fig.4 Correlation of problem and behavior

个人利益最大化。但个人最优无法代表总体最优，在民主制度下（自愿自发地）不可能得到令所有人满意的结果^[33]，甚至可能导致社会整体福利的停滞或下降^[12]，使城市陷入“囚徒困境”或造成“公地悲剧”（tragedy of the commons）。所以，在个体自调整的过程中，城市时空行为规划施加准确的干预，才是实现城市总体（或公共）利益最大化的关键。

3.2 问题与行为的关联诊断

3.2.1 问题成因：非理性和理性行为

从问题产生的原因来看，个体非理性行为、个体理性行为与总体理性的冲突都可能引发城市问题^②。

一方面，由于环境的复杂性、信息的不确定性以及人类认知能力的有限性，人的行为理性是有限的而非完全理性^[34]。人们会因认知偏差、启发式思考或信息有限而产生错误的判断，行为决策的标准往往是寻求满意而非最优决策^[35]。Ariely^[36]将其称之为可预见的非理性行为（predictably irrational），Shogren等^[37]将此类偏离选择模型预测的行为统称为行为失灵（behavioral failure）。非理性行为的发生既会损害个人利益，也会对城市总体利益产生消极影响，因而对非理性行为的优化不仅有利于个人也有利于城市发展。

另一方面，即使个体实现完备理性，也会因无法判断系统发展的态势，在追求个人利益最大化时，不经意地损害到城市总体利益^[12]。例如，在节假日开车去往旅游景点时，大多数游客都希望留出更多的游玩时间而选择早出发，若每个人都这样做，会造成去往该地的道路出现严重拥堵，反而浪费了所有人的游玩时间。通过认识城市问题的产生机制，

识别造成问题的行为主体，有助于城市时空行为规划针对不同人群选取适当的干预手段。

3.2.2 作用效果：惯常和随机行为

有限理性使人们倾向于维持现有状态，形成不经深思熟虑且有规律可循的惯常行为。人们会因惰性、拖延、缺少自控力等习惯而偏离自身偏好，做出不符合自身长远利益的行为决策^[38]。甚至，超过90%的决定是由过去经历而做出的惯常决定^[39]，即便决策不符合自身利益，改变现状的成本很低，但依然会表现出明显的现状偏差（status quo bias）。例如，日常开车出门的居民，即使存在更优的出行替代方案也不轻易做出改变，从而加剧了道路拥堵和更多的碳排放等问题^[36]。

此外，当人们面对特殊情况做出临时性决策时，会产生对城市而言无法预测的随机行为，容易打破或扰乱城市既有的规律和秩序，给城市带来更多的不确定性。例如，面对突发状况的人流拥挤，个体在未掌握紧急疏散路线时慌乱逃离，容易引发踩踏或伤亡事件。

从行为作用于城市问题的表现和效果来看，惯常行为的发生频次高、发生量大，行为模式在日常生活中能够经过不断调整，因而其行为的不合理部分占比相对较低，但对城市产生稳定且持续的影响^③。随机行为的发生频次较低、发生量小，行为模式具有一定随机性和盲目性，其不合理部分占比相对较高，会对城市产生短暂且不可预估的影响。相比而言，惯常行为的不合理部分虽然数量较少，但对城市的常态影响效果显著，因此城市时空行为规划以识别和调整惯常行为的不合理部分作为主要内容。随机行为对单一事件的空间问题有较大的影响，需要个案研究解决对策。

3.2.3 调整难度：弹性和刚性行为

时间地理学指出，个体行为在时空环境下受到3种制约：能力制约、权威制约和组合制约，同时也会受到其所在活动地域的“地方秩序”影响^[40]，使个体行为必须在所受时空制约条件下遵循组织秩序来安排自身活动^[41-42]。根据个体行为所受制约强度可划分为弹性和刚性行为，其中：弹性行为未受到过多制约，能在外部环境发生变化时及时进行自我调整；而刚性行为在多重因素的制约下无法自行调整，需要外部干预的介入^[43]。

如果将弹性和刚性行为与所受时空制约相结合，可以进一步划分为空间刚性、空间弹性、时间刚性和时间弹性等4种类型（图5），其中空间刚性和时间弹性是较为常见的类型。例如：对于空间刚性人群，以空间作为载体的活动常常具有地点固定的特征，在日常生活中形成居住地和工作地2个重要锚点，个体日常出行和活动安排会围绕这2个锚点展开^[44]。对于时间弹性，每个人都拥有平等的时间资源，在面对同一事物或活动时，并不一定会做出相同的时间安排，如有人愿意将复杂工作安排在早上完成，有人则选择下午或者改天完成，这体现了个体时间安排的灵活性。

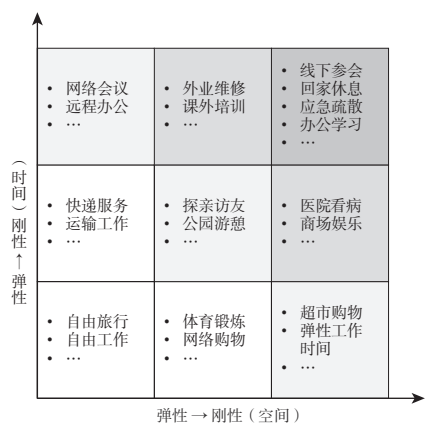


图5 不同活动的时空制约强度示意
Fig.5 Spatial-temporal constraints of different activities

行为干预进行调整难度的划分，为进一步制定精细化的规划方案提供依据，这也成为城市时空行为规划区别于传统公共政策的优势所在，使其在尽可能不损害个体利益的前提下，对不合理行为进行差异化的引导和干预。

4 总结与展望

4.1 若干思考

城市时空行为规划充分发挥了时间和行为规划的灵活性,弥补了刚性空间规划的不足,所提出的引导性干预又能够确保个体获得自由选择的机会,使其具有“弹性规划”的特征。同时,城市时空行为规划也不是全局性规划,不需要对城市中每个人和所有的时空资源进行详细安排,但要求在解决局部问题时具有系统性思维。

城市时空行为规划也需要规划师对规划概念有认识上的创新,它是一种全生命周期的动态规划模式,其成果不仅包括规划文本和图集,也包括数据采集、信息传播、问题解析和引导干预等多个子系统的建立^[45],以上这些内容需要大数据和新技术的支持,这也是城市时空行为规划在智慧城市背景下提出的重要原因。随着智慧化建设的推进,参与规划建设的主体可能从规划设计单位向多元社会力量转变^[46]。其中:政府仍然是顶层设计、宏观把控和实施监管的主体,调动社会各界力量参与到城市时空行为规划的建设当中;科技公司的参与能帮助政府和规划设计单位实现技术赋能,如华为、腾讯和阿里等公司目前已经逐步参与到城市智能化管理和建设当中;电信运营商的协作则能加强对城市运行状态的监管,如新冠疫情期间提出的“时空伴随者”概念,用于识别潜在风险人群并为疫情防控提供精准帮助。

此外,城市时空行为规划容易被公众误解为对行为的操控,进而激发个体自由意志的抵触,这是规划实施过程中可能面临的难题。但是,城市时空行为规划语境下的自由,应理解为在相同城市时空环境限制下,通过对自身不合理行为的调整,获得更多自由选择的机会,反而充分保证了个体的自由^[47]。事实上,适度干预是实现更大限度个体自由的前提,规划干预也不是为了社会某一群体获益或损害某一利益,而是期望通过全体成员的共同努力,实现受益于每个人的规划^[48]。因此,城市时空行为规划是一种公众深度参与的规划形式,也是对“人民城市人民建,人民城市为人民”

的积极响应。

4.2 应用场景

4.2.1 缓解常发性拥堵

城市道路网络中的关键节点长期存在着拥堵问题,严重影响了城市的运行效率,而通过控制交通信号灯、新建或扩建道路等方式仍然无法有效解决。从时空行为的角度来看,常发性拥堵是居民出行和活动安排在关键路段所形成的时空冲突。基于这一认识,城市时空行为规划对拥堵路段经过人群进行长周期的行为特征和模式挖掘,分析其受到的“地方秩序”和时空制约,进而识别经过人群的不合理行为(包括时间、目的地、路径选择等)。通过“地方秩序”的调整或对惯常人群及其行为进行优化,避免由于时空冲突造成的多重人流会聚,达到缓解常发性拥堵的目的。例如,早高峰期间造成道路拥堵的通勤人群,主要受到上班时间和上班地点的约束,通过企业排班制度的优化和对弹性工作人群出发时间的引导,可以有效缓解早高峰期间的道路拥堵,减少通勤过程中的时间浪费。

4.2.2 提升设施利用效率

有限的城市空间资源和多样化的居民需求,容易造成资源配置在空间分布和时间分配上的不均衡,出现部分设施时空利用效率低下的问题。城市时空行为规划在设施既定的空间格局下,能够从时间和行为2个维度的联动,统筹安排设施的开放时间,或提供个性化生活服务,实现服务能力和活动需求的时空匹配,从而缓解设施供给和居民需求在时空利用上的矛盾^[49]。例如:预约制度通过分时段流量的调控,既能实现居民需求的再均衡化,又能降低服务设施的管理成本;将下班后办公用地的停车场调整为公共停车场,缓解社区停车压力等,从而提升服务设施的利用效率。

4.2.3 摆脱时间贫困

随着城市生活节奏的加快,时间贫困已经成为一个重要的社会问题,人们能够感受到对时间掌控的能力在逐渐减弱。若长期处于时间贫困状态,可能对生活质量和个人健康产生深远影响,如家庭满意度下降、工作和生活无法平衡以及过度劳累和倦怠等^[50]。充分利用时

间资源和减少不必要的时间浪费,成为摆脱时间贫困的重要途径。城市时空行为规划帮助个人重新组织和安排碎片化的活动,在不影响活动完成的前提下,尽可能保留出完整的可自由支配的时间^[51-52]。例如,午间外出就餐时,通过整合个人偏好、就餐前后的地点要求、外出时间预算和排队时间等信息,向居民推送合适的餐馆和出行方式,规避由拥堵和排队等产生的无效时间,实现个人时间的充分利用^[53]。

4.2.4 应对气候变化

面对气候变化和环境污染带来的挑战,我国提出“碳达峰”“碳中和”的目标,以推动城市向绿色、低碳和可持续发展的方向转变。然而,目前居民日常出行和活动所产生的CO₂等温室气体已经过量,成为城市转型过程中面临的重要难题。城市时空行为规划通过将个体时空行为与城市空间能耗信息相匹配,精细化地计算个人碳足迹,识别高碳排放人群及其发生高能耗行为的时间和地点,构建个人“碳账户”,将城市居民的出行和活动系统纳入碳交易体系,利用碳普惠激励机制,或结合信息提供、社会比较和说服教育等方式^[54],引导高碳排放人群生活方式的转变,实现城市节能减排的发展要求^[55]。例如,对人们每日出行和活动进行环境友好评分,通过积分兑换商品,或消耗积分预约最佳出行时段等方式,促使居民逐渐养成绿色低碳出行的习惯,产生可持续的影响效果。

4.3 展望

在智慧城市建设的背景下,利用大数据、云计算和人工智能等技术,城市时空行为规划能够从居民的出行和活动系统中剖析城市空间及其发展所面临的疑难问题,并结合空间、时间和行为联动的视角,为城市的高质量发展提供新的可能。尽管城市时空行为规划与传统城市规划存在诸多差异,但二者并不冲突,正如Hall^[56]将城市规划定义为“一种广义的行为——创造一系列有序的活动,以实现一个或多个特定的目标”,城市时空行为规划可以被理解为是城市规划(空间规划维度)的延伸,它不仅拓展了规划师施展才能的空间(要求规划师掌握更

丰富的知识体系),也是规划学科适应当前城市发展的客观需要,使其朝着精细化、科学化和智能化方向发展,并为城市规划与时间地理学、行为地理学等多学科的结合提供了新的契合点。

随着万物互联和数字孪生时代的到来,将会出现更多意想不到的生活场景,改变人们对于以往生活方式的认知,进而带来新的城市空间问题和发展要求,这些都将成为城市时空行为规划的实践提供新的切入点。

注:文中未注明资料来源的图表均为作者绘制。

注释

- ① 详见《新京报》:北京试点地铁预约出行,乘客平均节省3—5 min 排队时间。https://www.bjnews.com.cn/detail/16004203611_5197.html。
- ② 不合理行为从总体视角出发,理性和非理性行为则从个体视角出发。
- ③ 上海市手机信令数据追踪居民的活动规律性研究表明,84%的行为是惯常行为(王德,等,2021)。

参考文献 (References)

- [1] LEVY J M. Contemporary urban planning [M]. Englewood: Prentice Hall, 2012.
- [2] 周干峙. 城市及其区域: 一个典型的开放的复杂巨系统[J]. 城市规划, 2002(2): 7-8. (ZHOU Ganzhi. City and its region: an typical open complex huge system[J]. City Planning Review, 2002(2): 7-8.)
- [3] 李德仁, 姚远, 邵振峰. 智慧城市的概念、支撑技术及应用[J]. 工程研究, 2012, 4(4): 313-323. (LI Deren, YAO Yuan, SHAO Zhenfeng. The concept, supporting technologies and applications of smart city[J]. Journal of engineering studies, 2012, 4(4): 313-323.)
- [4] 吴志强, 甘惟, 臧伟, 等. 城市智能模型(CIM)的概念及发展[J]. 城市规划, 2021, 45(4): 106-113. (WU Zhiqiang, GAN Wei, ZANG Wei, et al. Concept and development of the City Intelligent Model(CIM) [J]. City Planning Review, 2021, 45(4): 106-113.)
- [5] HÄGERSTRAND T. What about people in regional science? [J] Papers of the Regional Science Association, 1970, 24: 6-21.
- [6] ELLEGÅRD K, 张雪, 张艳, 等. 基于地方秩序嵌套的人类活动研究[J]. 人文地理, 2016, 31(5): 25-31. (ELLEGÅRD K, ZHANG X, ZHANG Y, et al. A time-geographical approach to the study of everyday life of individuals: a challenge of complexity[J]. Geojournal, 1999, 48(3): 167-175.)
- [7] 柴彦威. 时空行为研究前沿[M]. 南京: 东南大学出版社, 2014. (CHAI Yanwei. The frontier of space-time behavior research [M]. Nanjing: Southeast University Press, 2014.)
- [8] 王德, 马力. 2010年上海世博会参观者时空分布模拟分析[J]. 城市规划学刊, 2009(5): 64-70. (WANG De, MA Li. Simulation analysis of spatiotemporal distribution of visitors in Shanghai World Expo 2010[J]. Urban Planning Forum, 2009(5): 64-70.)
- [9] 王德, 钟炜菁, 谢栋灿, 等. 手机信令数据在城市建成环境评价中的应用: 以上海市宝山区为例[J]. 城市规划学刊, 2015(5): 82-90. (WANG De, ZHONG Weijing, Xie Dongcan, et al. Simulation analysis of spatiotemporal distribution of visitors in Shanghai World Expo 2010[J]. Urban Planning Forum, 2015(5): 82-90.)
- [10] 晏龙旭, 张尚武, 王德, 等. 上海城市生活中心体系的识别与评估[J]. 城市规划学刊, 2016(6): 65-71. (YAN Longxu, ZHANG Shangwu, WANG De, et al. Identification and evaluation of living centers system in Shanghai[J]. Urban Planning Forum, 2016(6): 65-71.)
- [11] 吴志强. 以流动形的理性城市规划方法[R]. 广州: 中国城市科学研究会, 2015. (WU Zhiqiang. Rational urban planning method based on flow shaping [R]. Guangzhou: Chinese Society for Urban Studies, 2015.)
- [12] SCHELLING T C. Individuals and aggregates(book reviews: micromotives and macrobehavior)[J]. Science, 1979, 205: 37-38.
- [13] MAREGGI M. Innovation in urban policy: the experience of Italian urban time policies [J]. Planning Theory & Practice, 2002, 3(2): 173-194.
- [14] NEUTENS T, DELAFONTAINE M, SCHWANEN T, et al. The relationship between opening hours and accessibility of public service delivery[J]. Journal of Transport Geography, 2011, 25(3): 128-140.
- [15] ROSE G, AMPT E. Travel blending: an Australian travel awareness initiative[J]. Transportation Research Part D Transport & Environment, 2001, 6(2): 95-110.
- [16] TAYLOR M, AMAPT E. Travelling smarter down under: policies for voluntary travel behaviour change in Australia[J]. Transport Policy, 2008, 10(3): 165-177.
- [17] CAIRNS S, SLOMAN L, NEWSON C, et al. Smarter choices: assessing the potential to achieve traffic reduction using 'soft measures' [J]. Transport Reviews, 2008, 28(5): 593-618.
- [18] FRIMAN M, LARHULT L, GRLING T. An analysis of soft transport policy measures implemented in Sweden to reduce private car use[J]. Transportation, 2013, 40(1): 109-129.
- [19] MELONI I, TEULADA B, SPISSU E. Lessons learned from a Personalized Travel Planning (PTP) research program to reduce car dependence[J]. Transportation, 2016, 44(4): 1-18.
- [20] AHMED S, ADNAN M, JANSSENS D, et al. A personalized mobility based intervention to promote pro-environmental travel behavior[J]. Sustainable Cities and Society, 2020, 62: 102397.
- [21] FUJII S, TANIGUCHI A. Determinants of the effectiveness of travel feedback programs: a review of communicative mobility management measures for changing travel behaviour in Japan[J]. Transport Policy, 2006, 13(5): 339-348.
- [22] 郭继孚, 刁晶晶, 隗凯, 等. 预约出行模式展望[J]. 交通运输系统工程与信息, 2021, 21(5): 160-164. (GUO Jifu, DIAO Jingjing, XIAN Kai, et al. A prospect of reserved transportation[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2021, 21(5): 160-164.)
- [23] 王倩, 郭继孚, 葛昱, 等. 北京市轨道交通车站预约出行实践与思考[J]. 城市交通, 2021, 19(1): 89-94. (WANG Qian, GUO Jifu, GE Yu, et al. Practice and thoughts on reservation travel in Beijing metro stations [J]. Urban Transport of China, 2021, 19(1): 89-94.)
- [24] 柴彦威, 塔娜. 中国时空行为研究进展[J]. 地理科学进展, 2013, 32(9): 1362-1373. (CHAI Yanwei, TA Na. Progress in space-time behavior research in China[J]. Progress in Geography, 2013, 32(9): 1362-1373.)
- [25] 柴彦威, 申悦, 陈梓烽. 基于时空行为的人本导向的智慧城市规划与管理[J]. 国际城市规划, 2014(6): 31-37. (CHAI Yanwei, SHEN Yue, CHEN Zifeng. Toward smarter cities: human-oriented urban planning and management based on space-time behavior research[J]. Urban Planning International, 2014(6): 31-37.)
- [26] HENCKEL D, THOMAIER S. Efficiency, temporal justice, and the rhythm of cities [M] //Space-time design of the public city. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013.
- [27] BAMBERG S, FUJII S, FRIMAN M, et al. Behaviour theory and soft transport policy measures[J]. Transport Policy, 2011, 18(1): 228-235.
- [28] SEETHALER R, ROSE G. Using the six principles of persuasion to promote travel behaviour change: findings of a travel smart

- pilot test[J]. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2004, 1956(2): 42-51.
- [29] ALLCOTT H, ROGERS T. The short-run and long-run effects of behavioral interventions: experimental evidence from energy conservation[J]. American Economic Review, 2014, 104(10): 3003-3037.
- [30] MÖSER G, BAMBERG S. The effectiveness of soft transport policy measures: a critical assessment and meta-analysis of empirical evidence[J]. Journal of Environmental Psychology, 2008, 28(1): 10-26.
- [31] 石楠. 试论城市规划中的公共利益[J]. 城市规划, 2004(6): 20-31. (SHI Nan. On public interest in urban planning[J]. City Planning Review, 2004(6): 20-31.)
- [32] HOLLAND J H. Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence[M]. Cambridge: The MIT Press, 1992.
- [33] ARROW K J. Social choice and individual values[M]. New Haven: Yale University Press, 1970.
- [34] SIMON H A. Administrative behavior: a study of decision making processes in administrative organization[M]. New York: Free Press, 1976.
- [35] MCFADDEN D. Economic choices[J]. American Economic Review, 2001, 91(3): 351-378.
- [36] ARIELY D. Predictably irrational: the hidden forces that shape our decisions[M]. New York: Harper Collins, 2008.
- [37] SHOGREN J, TAYLOR L. On behavioral-environmental economics[J]. Review of Environmental Economics & Policy, 2008 (1): 26-44.
- [38] KAHNEMAN D. Thinking, fast and slow [M]. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011.
- [39] THALER R H, SUNSTEIN C R. Nudge: improving decisions about health, wealth and happiness[M]. New Haven: Yale University Press, 2008.
- [40] LENNTORP B. Path, prism, project, pocket and population: an introduction[J]. Geografiska Annaler: Series B, 2005, 86(4): 223-226.
- [41] HÄGERSTRAND T. Diorama, path and project[J]. Tijdschrift Voor Economische En Sociale Geografie, 1982, 73(6): 323-339.
- [42] ELLEGÅRD K, ZHANG Xue, ZHANG Yan, et al. Pockets of local order and its application in human activity research[J]. Human Geography, 2016, 31(5): 25-31.)
- [43] 王德, 谢栋灿, 王灿, 等. 个体时空行为的规律性与可预测性研究: 以上海市居民工作日活动为例[J]. 地理科学进展, 2021, 40(3): 433-440. (WANG De, XIE Dongcan, WANG Can, et al. Regularity and predictability of individual spatiotemporal behavior: a case study of residents working day activities in Shanghai[J]. Progress in Geography, 2021, 40(3): 433-440.)
- [44] CULLEN I, GODSON V. Urban networks: the structure of activity patterns[J]. Regress in Planning, 1975, 4: 1-196.
- [45] 甄峰, 孔宇. “人—技术—空间”一体的智慧城市规划框架[J]. 城市规划学刊, 2021(6): 45-52. (ZHEN Feng, KONG Yu. An integrated “human-technology-space” framework of smart city planning[J]. Urban Planning Forum, 2021(6): 45-52.)
- [46] 武廷海, 宫鹏, 郑伊辰, 等. 未来城市研究进展评述[J]. 城市与区域规划研究, 2020, 12(2): 5-27. (WU Tinghai, GONG Peng, ZHENG Yichen, et al. Review on the progress of future city research[J]. Journal of Urban and Regional Planning, 2020, 12(2): 5-27.)
- [47] HAYEK F A. Individualism and economic order[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1996.
- [48] 何流. 城市规划的公共政策属性解析[J]. 城市规划学刊, 2007(6): 36-41. (HE Liu. Interpreting the public policy attributes of urban planning[J]. Urban Planning Forum, 2007(6): 36-41.)
- [49] 柴彦威, 张雪, 孙道胜. 基于时空间行为的城市生活圈规划研究: 以北京市为例[J]. 城市规划学刊, 2015(3): 61-69. (CHAI Yanwei, ZHANG Xue, SUN Daosheng. A study on life circle planning based on space time behavioural analysis: a case study of Beijing[J]. Urban Planning Forum, 2015 (3): 61-69.)
- [50] 焦健, 王德. 城市时间利用研究的历程、议题与展望[J]. 城市规划学刊, 2021(1): 52-59. (JIAO Jian, WANG De. Development, topics, and prospects of urban time-uses research[J]. Urban Planning Forum, 2021(1): 52-59.)
- [51] CHIANG H, HUANG T. User-adapted travel planning system for personalized schedule recommendation[J]. Information Fusion, 2015, 21(5): 3-17.
- [52] CHEN C, ZHANG D, GUO B, et al. Trip planner: personalized trip planning leveraging heterogeneous crowdsourced digital footprints[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2015, 16(3): 1259-1273.
- [53] 柴彦威, 申悦, 肖作鹏, 等. 时空间行为研究动态及其实际应用前景[J]. 地理科学进展, 2012, 31(6): 9. (CHAI Yanwei, SHEN Yue, XIAO Zuopeng, et al. Review for space-time behavior research: theory frontiers and application in the future[J]. Progress in Geography, 2012, 31(6): 9.)
- [54] BANDURA A. Social foundations of thought & action: a social cognitive theory [M]. Englewood: Prentice Hall, 1986.
- [55] 王伟强, 李建, 岳雨峰. 基于行为特征的住区模式与低碳效应关系研究: 以上海曹杨新村为例[J]. 城市规划学刊, 2015(3): 36-43. (WANG Weiqiang, LI Jian, YUE Yufeng. The relationship between residential pattern and the low-carbon effect based on behavior characteristics: the case of Caoyang Xincun, Shanghai[J]. Urban Planning Forum, 2015(3): 36-43.)
- [56] HALL P. Urban and regional planning[M]. London, 2002.

修回: 2022-01