

智慧城市智慧失灵“黑箱”及其优化路径探析

■ 张绪娥 夏球 唐正霞

摘要:近年来,人工智能等前沿技术的发展快速推动了我国智慧城市建设。作为智慧城市的神经中枢系统,城市大脑在生成城市智慧、创新城市治理模式与提升城市智慧治理效能等方面日渐发挥重要作用。但是,当前仍存在低信息协同时效性导致的“信息孤岛”问题,这影响城市智慧的生成。本文采用文献分析法与不完全信息静态博弈原理,通过城市信息供需双方博弈行为分析信息协同时效性对城市智慧生成的作用机制。研究发现,信息协同时效性而非信息协同行为状态才是影响城市智慧的关键因素。城市政府在注重信息协同行为状态的基础上,应从政策标准、技术标准与行业规范等层面提升信息协同时效性,增强城市大脑智慧性,提升城市智慧治理效能。

关键词:信息协同时效性;城市大脑;城市智慧;数字城市;智慧城市

【中图分类号】D63 doi:10.3969/j.issn.1674-7178.2023.03.009



开放科学(资源服务)标识码(OSID)

一、问题的提出

2009年至今,我国智慧城市建设经历了初探阶段、试点示范阶段、创新升级期与全面发展期^[1]。随着我国智慧城市的发展,城市大脑2016年诞生于杭州。城市大脑是一个复杂巨型人工智能系统,涉及人工智能、大数据、云计算、区块链与卫星定位等前沿技术,能进一步推动我国新基建行业的发展,促进智慧交通、智慧社

区、智慧教育与智慧经济等应用领域的交织联动。这些行业的发展可拓展智慧城市市场投资空间,促进经济结构优化与转型。城市大脑通过生成的城市智慧将会进一步增强城市治理对象、治理主体、治理过程与治理结果的清晰性,提升城市智慧治理效能^[2]。总之,城市大脑建设的创新性实践已成为我国发展数字经济、解决城市病问题、提升公共服务质量与智慧治理水平的战略选择。

【基金项目】国家民委项目“习近平扶贫思想在凉山州的实践及彝区相对贫困治理研究(MYJKS45)”、四川民族山地经济发展研究中心项目“凉山州县域电子商务发展的空间特征及影响因素分析(SDJJ2004)”研究成果。

我国“创新型智慧城市”的建设实践,促进了城市大脑等数据融合应用平台的发展。2016年,国家“十三五”规划提出“创新型智慧城市”概念,主张通过政府信息系统数据的融合与共享,打破城市“信息孤岛”限制。城市大脑随之成为城市数据融合的新型应用平台。但是,当前仍存在的“信息孤岛”问题影响城市大脑实时获取信息并进行分析判断的能力,进而影响城市大脑智慧生成时效性^[3]。而杭州城市大脑的运营实践表明,城市大脑使城市公共数据的互动与协调成为可能,并成为初具现代化治理能力的中枢和组织架构^[4]。由此看出,当前城市大脑具备协调多元大数据的能力。因此,本文认为,城市大脑协调多元大数据并生成城市智慧的时效性,而非城市大脑对数据协同的行为状态,才是影响城市大脑智慧生成的核心因素。

本文尝试从智慧治理视角打开影响城市大脑信息协同时效性的“黑箱”。本文认为,高信息协同时效性是城市大脑生成城市智慧的根源,而低信息协同时效性则是影响城市智慧生成的关键障碍。拥有高信息协同时效性的城市大脑可优化资源配置,提升城市公共服务供给效率,解决“城市病”问题并实现城市可持续发

展^[5]。本文采用文献分析法与不完全信息静态博弈原理,分析信息协同时效性对城市大脑生成城市智慧的关键作用,以期为当前城市智慧治理提供参考。

二、文献回顾与分析框架

(一)城市大脑与城市治理范式转型

截至目前,我国城市治理范式先后经历了传统资源型城市、数字城市与智慧城市的发展过程^[6]。数字城市以数据为特征,目标是将传统要素数字化^[7],更强调数据的存储和检索。智慧城市建立在数字城市基础上,以城市大脑为核心,强调数字要素的融合。智慧城市通过城市大脑大数据多元信息协同形成城市智慧。城市大脑在数字城市各种数据要素资源流动和协同基础上,实现城市治理网络化的高级发展阶段^[8],提升治理过程开放性与包容性并获得更好的城市治理效果(图1)。

城市大脑是智慧城市的神经中枢,借助多元大数据信息协同技术生成城市智慧。通过吸收数字城市中存储在不同数字系统上的数字信息,借助5G技术、城域网、互联网等链路进行数

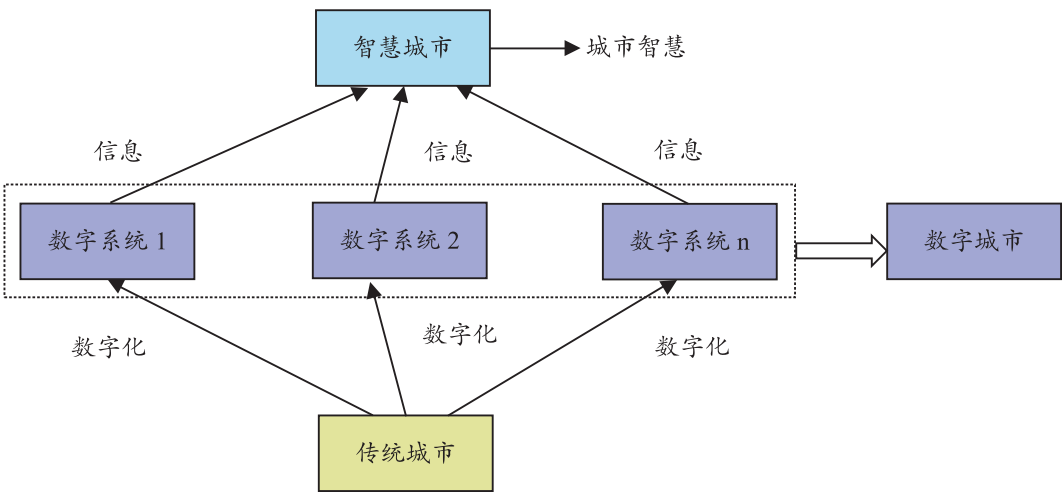


图1 中国三种城市治理范式的逻辑关系图

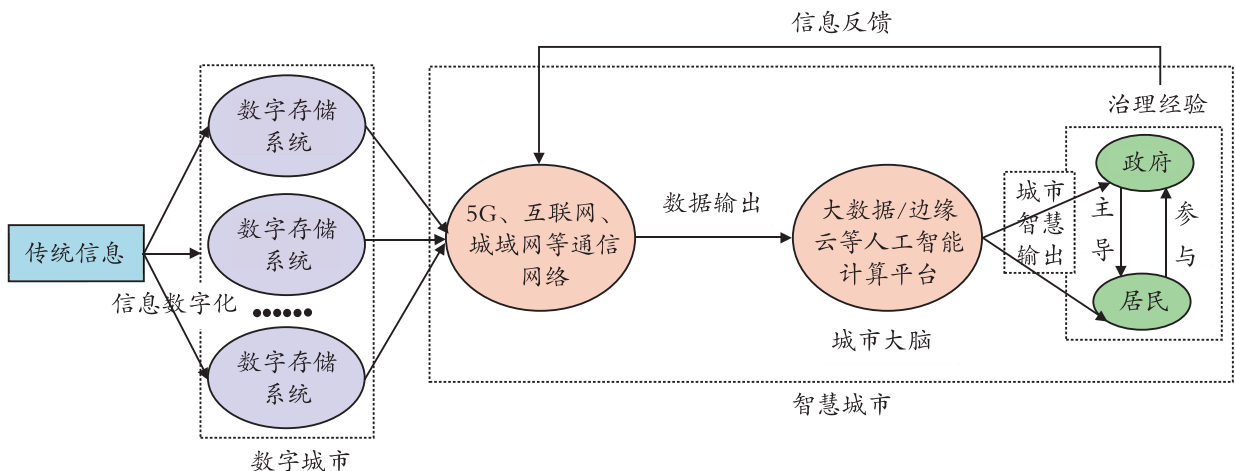


图2 城市大脑信息处理逻辑示意图

字信号交换,城市大脑把不同数字系统中的多元数据汇聚至自身处理系统,然后利用自身算力实现多元大数据信息协同,计算出城市信息消费者所需的信息。

城市大脑生成的城市智慧可提升城市治理效能,进一步解决数字城市发展阶段存在的“城市病”问题。通过提供城市政府所需的智慧信息,城市大脑提升城市治理效能。城市大脑的交互界面作用可强化居民、社会组织与企业等多元主体参与城市治理的深度和广度,进一步提升居民参与的平等性与公平性,促进城市治理网络由纵向化向扁平化转变并形成多元主体创新网络^[9]。城市大脑把城市政府和居民等信息消费者的已用信息作为城市治理经验或案例,自主吸收这些信息后生成新智慧信息,然后把新智慧信息融入新一轮城市治理过程中。在这种循环路径下,城市大脑的智慧水平不断得到提升,城市智慧治理水平、资源利用效率、居民参与感和获得感随之得以提升^[10],城市治理目标逐渐实现。图2表明城市大脑对供需双方所需信息的处理机制。

当前我国城市大脑的演进经过了1.0阶段,现在处于从2.0阶段向3.0阶段转型升级期。1.0

阶段聚焦于单一管理场景的城市治理问题,如城市交通。这个阶段未形成海量数据,数据价值较低。2.0阶段以数字视网膜技术为城市大脑核心,聚焦多元场景的城市治理问题^[11],但目前仍面临数据协同不畅导致的“信息孤岛”挑战。3.0阶段是未来城市大脑发展的高级阶段,城市大脑可形成自主决策能力,通过数据深度协同破除“信息孤岛”,实现技术、业务与数据融合,以及跨层级、跨地域、跨系统、跨部门、跨业务的协同管理和服务^[12]。因此,明晰数据协同对城市大脑智慧生成的作用机制,对解决“信息孤岛”问题并实现从2.0阶段向3.0阶段的转型至关重要。

(二)城市大脑的内涵、特征与城市智慧

目前由于缺少相关科学理论基础、顶层设计、统一技术标准与行业规范,我国不同学者对城市大脑的内涵持不同观点。这些观点主要从技术视角与治理视角展开。技术视角的研究认为,城市大脑是一个由边缘计算、云机器人和大数据等前沿技术为支撑的智能系统(中枢),城市神经元与城市云反射弧是系统的核心^[13]。治理视角的研究认为,城市大脑是一种实现城市智慧治理的载体,通过城市大脑输出的智慧信

息实现城市治理精细化与城市可持续发展目标。本文所指的城市大脑是“由中枢、系统与平台、数字驾驶舱和应用场景等要素组成,以数据、算力、算法等为基础和支撑,运用大数据、云计算、区块链等新技术,推动全面、全程、全域实现城市治理体系和治理能力现代化的数字系统和现代城市基础设施”^[14]。现有研究虽未对城市大脑内涵达成一致,但均指出城市大脑数据的深度协同对优化城市产业结构、提升城市治理能力与创新城市管理模式的关键作用^[15]。

图2的相关分析表明城市大脑具有智能性、自我学习性与可预见性特点。智能性指城市大脑在不受人为控制的情况下,可借助自身类脑感知力、思维力与决策力,从海量数据中抓取多元有效信息,经过自主分析研判生成信息消费者需求方案并自主评估方案实施绩效的能力。自我学习性指城市大脑借助机器学习技术,在累积信息消费者反馈信息数据的基础上,通过持续自我更新与进化自动生成城市智慧,渐进式适应城市复杂多变的环境,提升城市智慧治理效能的过程。可预见性指城市大脑通过对城市实时情况的分析与研判,结合以往经验数据,对当前情况进行监测并做出预测预警的行为。这三个特点表明深度数据协同与融合能力对城市大脑生成城市智慧有重要作用。

通过以上分析可知,“智慧”指城市基于城市大脑的有序运行而形成的智能化能力、自主化能力与自我预见的能力。数据协同则是城市智慧的生成关键,城市大脑是生成城市智慧的核心载体。城市大脑通过以人工智能深度学习为主的大脑算力生成城市智慧。如果缺少信息协同的核心要素,智慧城市就退化成数字城市。城市大脑对信息协同要有“感知性”,要最大化吸收高价值信息,最小化遭受低价值信息干扰^[16],以保证多元信息协同时输出智慧信息的

高时效性,彰显城市大脑的智慧性。但是,当前我国城市大脑的运行实践与相关研究表明,城市智慧的生成仍受信息协同时效性的影响,“信息孤岛”问题的存在凸显了当前城市智慧治理的严峻性。

(三)城市大脑信息协同时效性

城市大脑信息协同时效性指城市大脑对信息消费者所需智慧信息的响应速度。它是体现城市智慧水平的关键要素,并直接影响城市的智慧治理效能^[17]。城域网、互联网、5G等物理信道是城市大脑大数据多元信息输送的链路,可从技术上保证智慧信息输出的高时效性。但是,当消费者所需的信息数量接近或超出城市大脑信息量级范围,或数据协同信息质量较差时,城市大脑输出智慧的时效性较低,无法及时响应消费者信息需求。因此,需对智慧城市多元信息协同时效机制进行研究。

城市大脑输出的智慧信息产品具有公共物品属性。戴维·L·韦默(David L. Weiman)与艾丹·R·瓦伊宁(Aidan R. Vining)认为,一些公共物品在消费、使用与需求方面分别具有不同程度的非竞争性、排他性和拥挤性特点^[18]。在城市大脑允许的信息量级范围内,智慧城市中的信息消费者之间不存在竞争性、拥挤性与排他性;但当信息需求量超过城市大脑信息量级载荷时,信息输出便会产生拥挤性,消费者的搜寻成本(包括时间成本与信息搜寻流量费)会上升,最终导致消费者的社会边际成本高于私人消费边际成本,此时信息消费者与信息供给者之间存在以城市大脑为载体的博弈关系。

结合我国城市大脑运营的具体实践,智慧城市中的参与者主要指利益相关者,包括信息供给者与消费者^[19]。本文中的信息供给者指相关政府部门及其授权的第三方信息服务机构。供给者可以是一个单位,也可是多个单位^[20]。

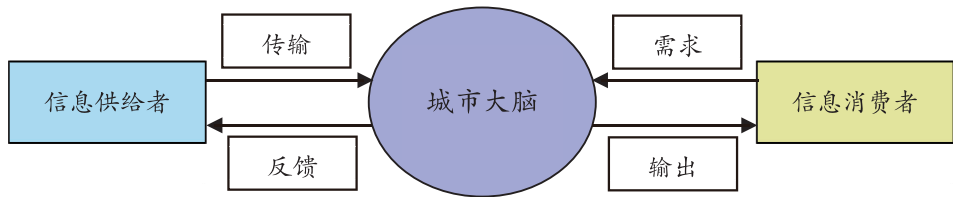


图3 城市信息供给者与消费者博弈关系图

信息消费者指信息的使用者,包括城市居民、城市政府、企业与社会组织等。图3表示了供需双方之间以城市大脑为平台的博弈关系。

信息协同时效性是影响信息消费者与供给者之间博弈关系的关键原因。城市大脑在信息消费者与供给者之间发挥“买卖”沟通载体作用,城市大脑接收消费者所需信息诉求,并将其发送至信息供给者,然后自主处理供给者提供的信息并传输给消费者,满足消费者的信息需求。

当信息需求无拥挤性时,城市大脑以较高信息时效性满足消费者的信息诉求。消费者收获期望信息及其产生的附加价值,供给者在获得相应服务资本收益的同时,可通过城市大脑自动推送的信息了解消费者偏好,制定面向不同消费者的个性化服务方案,提升城市公共服务供需匹配度与时效性。这时消费者与供给者处于博弈均衡状态,城市大脑智慧水平满足城市政府智慧治理需求。

当信息输出变得拥挤时,城市大脑处于低时效性状态,无法有效满足消费者需求。消费者付出信息搜寻成本与商品全价(购买的价格为质量损失和附加伤害之和)^[21],供给者无显性损失。供给者短期的隐性损失表现为对消费者服务诉求与偏好的不了解及由此产生的供需信息不对称问题;长期的隐性损失表现为城市信息消费者对供给者的不满意,甚至对城市政府的不信任。此时信息消费者与供给者处于非均

衡博弈状态,城市大脑输出的城市“智慧”不能有效满足供需双方当前服务诉求,城市大脑不再智慧,城市智慧能力随之降低。这种情况如果长期存在,将会影响公共服务供需结构平衡、城市居民生活水平的提升与城市可持续发展。因此,本文采用不完全信息博弈理论尝试打开导致城市大脑智慧失灵的“黑箱”。

三、城市大脑智慧失灵“黑箱”及其成因分析

(一)信息时效性对供需双方博弈关系的影响

基于以上分析,从信息供需双方不完全信息博弈关系的角度,说明信息协同时效性对城市大脑生成智慧的作用机制,并从体制与机制方面分析城市大脑智慧失灵的原因。

本文以信息消费者与供给者的博弈行为为例,分析信息协同时效性对供需双方博弈关系的影响。表1为信息供给者与消费者之间的博弈矩阵。表1表明供给双方存在“供给,消费”和“不供给,不消费”两个博弈平衡。在表1中,信息对消费者是不透明的,或至少不完全透明。如信息的消费者不知道具体的信息搜寻成本与商品全价,在这种情形下,信息消费者与供给者的博弈实质上是不完全信息博弈^[22]。

图4为供需双方信息协同博弈决策树。图4假设存在一个消费者与两个供给者时的不完

表1 供需双方博弈矩阵

信息供给者	信息消费者	
	(供给,消费)	(供给,不消费)
	(不供给,消费)	(不供给,不消费)

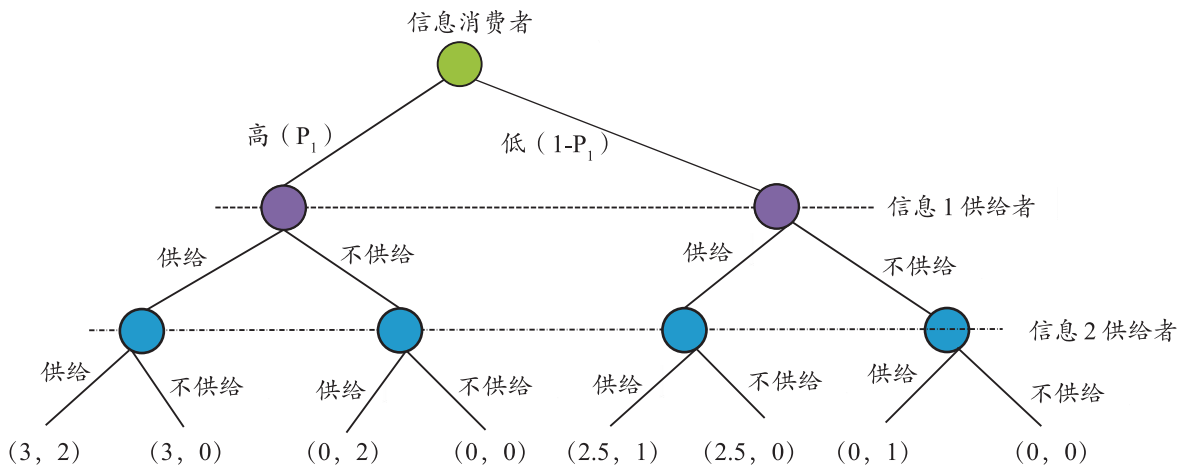


图4 供需双方信息协同的不完全博弈决策树

全信息博弈行为。为较好理解信息供给者和消费者的不完全博弈均衡关系,本文假定一个信息消费者需要两个信息供给者同时提供信息,才能通过城市大脑满足自身信息服务需求。信息消费者获得所需信息的大概率事件为 P_1 ($0 < P_1 < 1$),小概率事件为 $1-P_1$ 。在大概率事件下信息消费者得到信息1和信息2协同下的均衡为(3,2),小概率事件下得到的均衡为(2.5,1)。图4中数字3、1、2.5、1和0分别表示消费者在信息1和信息2协同时获得的收益。

图4表明了一个信息消费者与两个信息供给者不完全信息博弈行为。海萨尼(John C. Harsanyi)等指出,在一定条件下这种博弈存在纳什均衡展开下的贝叶斯均衡^[23],即:多元信息协同良好时,城市大脑依然会高时效性输出智慧,满足信息消费者的需求,此时信息协同时效性高,表明贝叶斯均衡存在;多元信息协同不畅会导致城市大脑算力降低,延迟智慧信息输出,

不能有效满足信息消费者的需求。这会导致信息消费者社会消费边际成本高于私人消费边际成本,此时信息协同无效,贝叶斯均衡不存在。多元信息协同是城市大脑输出智慧的关键,直接影响城市大脑对消费者所需信息的响应速度。当信息需求存在拥挤性时,信息消费者在受约束条件下(如支付成本受限等)反而享受不到城市大脑智慧带来的便捷性,此时消费者的信息需求得不到有效满足,贝叶斯博弈均衡不存在^[24]。

图4表明了受约束条件下的信息消费者与信息供给者存在不完全信息博弈时的时效性。信息消费者受约束条件下的信息协同时效性模型如式(1)所示。

$$U_1(c_1) + U_2(v_0) = \int_{c_0}^{c_1} \int_{v_0}^{v_1} \left\{ \left[s - \frac{1 - P_2(s)}{p_2(s)} \right] - \left[t + \frac{P_1(t)}{p_1(t)} \right] x(s, t) p_1(t) p_2(s) ds dt \right. \quad (1)$$

上式中, $U_1(c)$ 是信息供给者收益, $U_2(v)$ 是信息消费者收益。假定多元信息供给者提供的信息价值为 c , 概率密度为 p_1 , 且连续和严格为正。多元信息消费者为此支付的成本为 v , 概率密度为 p_2 , 且连续和严格为正。令消费者使用城市大脑智慧信息的概率为 $x(c, v)$, 所支付成本概率为 $t(c, v)$ 。

因为多元信息协同时信息供给者和信息消费者都是个体理性的, 即 $U_1(c_1) \geq 0$ 和 $U_2(v_0) \geq 0$ 总成立。因此只有当等号右边部分 ≥ 0 时, 整个式(1)才能成立。但是在 $c_1 > v_0$ 和 $c_0 < v_1$ 条件下, 公式(1)并不成立^①。这意味着在各方成本约束条件下, 信息消费者的支付成本高于他们自身的期望收益, 即信息消费者获取不到多元信息协同时城市大脑输出的智慧信息, 享受不到智慧城市数字社会带来的便捷性。从博弈论看, 就是信息供给者和消费者之间存在信息非均衡博弈。此时城市大脑输出低时效性信息, 消费者获取不到城市智慧, 城市大脑智慧失灵。

(二)城市大脑智慧失灵成因分析

以上分析表明, 信息协同低时效性是导致当前智慧城市智慧失灵的重要原因。城市大脑信息协同低时效性表面表现为技术问题, 实际上则是智慧城市数字治理问题^[25]。从智慧治理视角看, 当前相关机制的不健全成为导致城市大脑信息协同低时效性问题的主要原因。

当前横向协同机制不畅将导致低信息协同时效性问题^[26]。一方面, 地方政府虽然是城市大脑建设的主要落实者^[27], 但地方政府在智慧城市建设方面仍面临职责同构与条块并存等协调难题。另一方面, 地方政府之间以及地方政府内部存在横向数据协同难问题, 导致城市大脑应用领域的有限性、功能单一性与运营流程碎片化等问题, 这从客观方面导致城际数据共享与协同难问题^[28], 从而影响城市智慧功能及

其泛在智能性的发挥。而且, 府际或部门间的利益纠葛从主观上导致造成数据“碎片化治理”难题与“数据烟囱”问题。这些问题使城市大脑难以充分发挥其智能性、自主性与自我学习性的功能, 进而导致城市大脑数据协同系统的低时效性。

当前, 相关机制的不健全也会造成城市大脑的低时效性。一方面, 城市大脑建设的中央顶层设计当前仍在完善中。目前, 世界范围内城市大脑建设的基础理论与建设框架仍不完善, 这导致城市大脑建设所需的技术标准、行业标准与建设标准的“碎片化”^[29], 城市大脑建设与运营管理缺少统一的信息协同标准体系^[30]。另一方面, 在城市大脑建设操作规制方面, 无论是神经元系统与云反射弧系统所需的硬件设备设施, 还是数据的采集、存储、开发与维护, 其专业化与规范性均有待提升^[31]。这些问题导致城市大脑数据协同在很大程度上缺少可持续性数据的支持, 进而产生低信息协同时效性问题。

当前相关工作机制的不顺畅也是导致城市大脑低时效性的重要原因。工作机制主要指纵向与横向数据协同机制。

纵向数据协同机制指央地政府数据协同机制。当前国家成立的新型智慧城市建设部际协调工作组为“三融五跨”议题提供了机制保障, 但地方层面的“盆景式”城市大脑建设悬浮于智慧治理的实际需求, 且城市大脑建设的牵头部门与行业主管部门之间的协同联动能力也有待强化。上述地方自身存在的问题也限制了央地数据治理协同联动能力。

横向数据协同机制包括地方政府之间、地方政府与企业之间、企业与企业之间以及企业与公众之间的数据协同均衡机制。属地管理原则下地方本位主义阻隔了府际协同数据共享与协同机制出现不畅。企业基于自身利益、数据

安全与管理方式的考量,要么不愿意与地方政府分享数据,要么接入政府数据系统后进行数据垄断^[32]。当前我国企业开发了不同类型的城市大脑,如百度城市大脑、腾讯“WeCity”、阿里巴巴城市大脑以及华为“城市智能体”等,每种城市大脑各有千秋,但相互之间缺乏兼容性。公众数据协同均衡机制旨在解决过度低价信息问题与弱势群体数据信息不足问题。一方面,由于参与载体和参与渠道的可达性,来自部分公众的低价信息泛滥,这导致城市大脑信息超载,进而不能为城市政府提供有益治理信息。另一方面,“数字鸿沟”造成弱势群体网络诉求表达渠道的缺位。现有工作机制的不足为将来城市大脑建设埋下了“应用孤岛”“行业孤岛”“区域孤岛”等潜在隐患^[33]。

综上,提升城市大脑的“三融五跨”能力,实现城市大脑的不断转型升级,需打破原有管理体制束缚并优化现有工作机制^[34]。

四、城市大脑智慧失灵消解策略

为提升城市大脑信息协同时效性、城市智慧水平并满足当前智慧治理需要,本文认为,解决城市大脑智慧失灵应从如下方面着手:

(一)借助现代信息技术实现组织重塑与流程再造,解决智慧城市建设中的“碎片化治理难题”。一方面,现代信息技术可促进信息在纵向科层体系内与横向社会治理网络内自由流动,提升政府对异质性信息资源的统筹协调能力。另一方面,现代信息技术可推动政府治理网络由垂直化向扁平化转变。通过现代信息技术向参与主体的赋能,实现治理网络的公众诉求导向化,提升智慧治理的匹配度与时效性,进而从根本上解决导致“信息孤岛”的体制问题。

(二)以整体性思维、系统思维与协同思维

完善城市大脑建设所需的政策标准、行业标准、技术标准与法律规范^[35]。城市大脑顶层设计的完善需考虑其建设的“上下”问题。“上下”问题指城市大脑建设既要考虑其与社区大脑、企业大脑与行业大脑等下级大脑的兼容性,还要兼顾城市大脑与城市群区域大脑、国家大脑与世界大脑的连通性。以此为导向,从时间戳标记的添加、数据延迟性的减少、城市大脑智慧算法的完善以及算力效率的提升等方面,完善相关配套政策;从技术标准与服务标准、信息标准与城市标准、规划标准与现行标准等方面,健全我国信息协同标准体系;从硬件与软件方面实现城市大脑建设与运营的专业化与规范化。此外,对恶意提供“脏信息”干扰城市大脑正常运作的个人、组织采取相应法律措施。城市大脑各项标准的完善可实现中国城市大脑的互联互通与安全有序运行。

(三)完善城市大脑建设所需的协同治理网络,突出数据平台前瞻性、颠覆性创新技术研发。在纵向协同网络方面,创新协调数据平台架构建设,以新型智慧城市建设部际协调工作组为轴心,实现各地城市大脑建设牵头部门与行业主管部门的互联互通与协同联动。在横向协同网络方面,以主管城市大脑建设的相关城市政府部门为核心,使城市大脑成为具有前瞻性的统一数据平台,实现城内、城际、政企、政民以及企企之间的数据共享与协同联动。同时,在保障信息产品供给质量与效率的基础上,激发多主体积极性,形成多主体合作生产的扁平化城市治理网络。

通过以上措施,最大限度提升城市大脑信息协同时效性,确保城市智慧的可持续输出,真正解决“信息孤岛”问题,最终实现现代城市治理便捷、高效的智慧生态环境。

五、结论与讨论

本文采用文献分析法与不完全信息博弈理论,通过对信息供需双方不完全信息博弈关系的研究,指出城市大脑生成城市智慧的关键在于信息消费者的期望收益问题,以及信息消费者之间的博弈均衡问题。当消费者信息需求支出大于收益时,存在城市大脑信息协同低效性问题,贝叶斯均衡不存在,城市大脑不够智慧。反之,城市大脑具有智慧性。

本研究表明城市大脑的“智慧”最终来源于信息协同时效性,而非信息协同的物理状态。面对同一消费者的同一信息服务诉求,同一个城市大脑均以多元大数据协同方式满足消费者诉求。但在不同的信息协同时效性下,城市大脑响应消费者信息诉求的速度不一样。当信息协同时效性高时,城市大脑可及时满足消费者诉求;反之,城市大脑不但不能及时满足消费者信息诉求,还增加了信息消费者的社会边际成本。这就是信息协同与信息协同时效性对城市“智慧”的不同作用。显然,城市智慧需要具有高信息协同时效性的城市大脑,这样才能为城市居民提供高质量的信息架构与高效的公共服务,才能成功实现智慧城市的建设目标。本文在信息协同基础上,从信息协同时效性视角进一步深化了对城市大脑生成城市智慧机制的认识。

本文对智慧治理的实践意义主要表现在两个方面。首先,拥有高信息协同时效性的城市大脑有助于提升城市政府对公众多样化公共服务诉求的响应速度、城市公共服务供给匹配度与时效性。同时,具备高信息协同时效性的城市大脑,可增加公众参与城市公共服务供给的深度与广度,提升公共服务供给效率与公众对公共服务供给的满意度,这有利于增强公众与

信息供给者合作生产公共服务的意愿,并正向促进公众与信息供给者的合作生产行为,这有利于逐步实现智慧城市建设以人民为中心的目标。其次,信息协同时效性充分彰显城市大脑的智能性、自我学习性与可预见性,并提升城市智慧水平,以实现城市环境的实时监控、反馈与预警能力,以及城市政府的应急响应速度,增强城市韧性,促进城市可持续发展。

值得注意的是,本文讨论的城市大脑是处于相对静态阶段的城市大脑。相关顶层设计的缺乏与规范标准的不统一,是造成城市大脑数据协同时效性不高的关键原因。随着这些客观因素的完善与统一,以及人工智能、云计算与区块链等前沿技术的发展,城市大脑自身的智能性、自主学习性与自主预测能力会不断提升,城市大脑自身会不断演进升级,信息协同时效性会更高,信息消费者和供给者的博弈可能会呈现出不同样态。未来研究可从信息协同时效性对公众参与城市智慧治理合作生产行为的影响等方面展开。这对提升城市公共服务供给效率与智慧治理效能具有重要理论与实践意义。

参考文献:

- [1] Shan Zhiguang, Zhang Yanqiang and Zhang Yaqi, “A Review of Recent Progress and Developments in China Smart Cities” [J], *IET Smart Cities*, 2021, 3(4): 189–200.
- [2] 韩志明、李春生:《城市治理的清晰性及其技术逻辑——以智慧治理为中心的分析》[J],《探索》2019年第61期,第44–53页。
- [3] Tooran Alizadeh, “An Investigation of IBM’s Smarter Cites Challenge: What Do Participating Cities Want?” [J], *Cities*, 2017, 63: 70–80.
- [4] Manuel Pedro Rodríguez Bolívar and Albert J. Meijer, “Smart Governance: Using Literature Review and Empirical Analysis to Build a Research Model” [J], *Social Science*

Computer Review, 2015, 34(6): 1-20.

[5] 同[4]。

[6] Consultative Group of CAS Academic Divisions, “Thoughts and Suggestions on China’s Smart City Building” [J], *Bulletin of the Chinese Academy of Sciences*, 2021, 35 (1): 34-39.

[7] 孟凡坤:《我国智慧城市政策演进特征及规律研究——基于政策文献的量化考察》[J],《情报杂志》2020年第5期,第104-111页。

[8] 季珏、汪科、王梓豪、张宁:《赋能智慧城市建设的城市信息模型(CIM)的内涵及关键技术探究》[J],《城市发展研究》2021年第3期,第65-69页。

[9] Leite Emilene, “Innovation Networks for Social Impact: An Empirical Study on Multi-actor Collaboration in Projects for Smart Cities” [J], *Journal of Business Research*, 2022, 139: 325-337.

[10] Dimitris Ballas, ‘What Makes a “Happy City”?’ [J], *Cities*, 2013, 32: S39-S50.

[11] 高文:《城市大脑的痛点与对策》[J],《智能系统学报》2020年第4期,第818-824页。

[12] 杜云:《中国智慧城市建设稳步发展的要因研究》[J],《人民论坛》2022年第3期,第88-90页。

[13] 刘锋:《城市大脑的起源、发展与未来趋势》[J],《人民论坛·学术前沿》2021年第9期,第82-95页。

[14] 陆军:《城市大脑:城市管理创新的智慧工具》[J],《人民论坛·学术前沿》2021年第9期,第16-25页。

[15] 单志广:《智慧城市中枢系统的顶层设计与建设运营》[J],《人民论坛·学术前沿》2021年第9期,第42-49页。

[16] Viktor Mayer-Schönberger and Kenneth Cukier, *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think* [M], Eaman Dolan: Houghton Mifflin Harcourt, 2014: 109.

[17] Yuzhe Wu, Weiwen Zhang and Jiahui Shen, “Smart City With Chinese Characteristics Against the Background of Big Data: Idea, Action and Risk” [J], *Journal of Cleaner Production*, 2018, 173: 60-66.

[18] 戴维·L·韦默、艾丹·R·瓦伊宁:《公共政策分析理论

与实践》(第四版)[M],刘伟译,中国人民大学出版社,2013年,第70-101页。

[19] Jungwoo Lee, Songhoon Baik and Choonhwa Choonhwa Lee, “Building an Integrated Service Management Platform for Ubiquitous Cities” [J], *Computer*, 2011, 44(6): 56-63.

[20] E. S. 萨瓦斯:《民营化与公私部门的伙伴关系》[M],周志忍等译,中国人民大学出版社,2000年,第6-70页。

[21] 同[18]。

[22] G. Piro, I. Cianci, L.A. Grieco, G. Boggia and P. Camarda, “Information Centric Services in Smart Cities” [J], *The Journal of Systems and Software*, 2014, 88: 169-188.

[23] 朱·弗登博格、让·梯若尔:《博弈论》[M],黄涛译,中国人民大学出版社,2010年,第220-231页。

[24] 徐莉婷、叶春明:《基于演化博弈论的雾霾协同治理三方博弈研究》[J],《生态经济》2018年第12期,第148-152页。

[25] Patrick T.I. Lam and Ruiqu Ma, “Potential Pitfalls in the Development of Smart Cities and Mitigation Measures: An Exploratory Study” [J], *Cities*, 2019, 91: 146-156.

[26] 马亮:《大数据治理:地方政府准备好了吗?》[J],《电子政务》2017年第1期,第77-86页。

[27] 唐亚林:《从建国体制到党治国体制再到党兴国体制:中国共产党治国理政新型体制的建构》[J],《行政论坛》2017年第5期,第5-15页。

[28] 张蔚文、金晗、冷嘉欣:《智慧城市建设如何助力社会治理现代化?——新冠疫情考验下的杭州“城市大脑”》[J],《浙江大学学报(人文社会科学版)》2020年第4期,第117-129页。

[29] 杨雅厦:《智慧社区建设对公共服务供给模式的变革及其优化研究》[J],《中国行政管理》2018年第11期,第151-153页。

[30] 陈锐、贾晓丰、赵宇:《智慧城市运行管理的信息协同标准体系》[J],《城市发展研究》2015年第6期,第40-46页。

[31] 同[29]。

[32] 张蔚文:《网络化治理视角下的城市大脑——从效率导向到公共价值导向》[J],《人民论坛·学术前沿》2021年第9期,第66-73页。

[33] 同[13]。

[34] 郭骅、邓三鸿:《城市大脑的定位、溯源、创新和关键要素》[J],《人民论坛·学术前沿》2021年第9期,第35-41页。

[35] 张娜、杨健全:《基于系统思维的智慧城市治理创新研究》[J],《系统科学学报》2022年第4期,第49-52页。

可向作者索要,邮箱:SDZ187953@163.com;或通过微信扫描本文的OSID码,即可查看。

作者简介:张绪娥,中央财经大学政府管理学院博士研究生。夏球,清华大学经济管理学院博士后流动站工作人员。唐正霞,西昌学院经济管理学院讲师。

注释:

①因篇幅问题,文章未呈现具体公式推导流程,需要者

责任编辑:卢小文