

城市大脑的赋能模式研究

□文 / 梅一多¹, 辜璐², 刘大卫¹, 杜磊¹, 孙雨辰³, 马亚中¹, 孙兴雷¹, 徐大鹏¹

(1. 中关村科学城城市大脑股份有限公司, 北京市 100098; 2. 北京航天情报与信息研究所, 北京市 100048;

3. 中国矿业大学(北京), 北京市 100083)



梅一多

中关村科学城城市大脑股份有限公司高级技术总监。西安交通大学计算机博士, 北京交通大学博士后, 美国佐治亚理工学院访问学者。研究方向为智慧城市、大数据、新一代信息技术集群落地应用等。

北京航天情报与信息研究所副所长。高级工程师。研究方向为军民结合、科技成果转化、知识产权保护, 以及国防军工企业场景下的的大数据、人工智能等新一代信息技术的产业落地应用与相关数字化转型升级发展等。

辜璐



刘大卫

中关村科学城城市大脑股份有限公司研究员。比利时根特大学博士, 北京理工大学管理与经济学院博士后, 瑞典斯德哥尔摩大学、智利康塞普西翁大学、美国密苏里大学核反应中心访问学者。研究方向为智慧城市、基层治理、灾害应急管理。

中关村科学城城市大脑股份有限公司投融资总监。重庆大学管理学博士, 北京理工大学博士后, 工程师。研究方向为智慧城市、城市投融资、数字经济领域研究等。

杜磊



孙雨辰

中关村科学城城市大脑股份有限公司科研助理。中国矿业大学(北京)硕士。研究方向为智慧城市、城市体检等。

中关村科学城城市大脑股份有限公司副总裁。北京航空航天大学硕士, 计算机信息系统集成高级项目经理。研究方向为银行信息化、电子政务、智慧城市等领域的新一代信息技术产业化应用、数据库管理、产品研发、系统架构等。

马亚中



孙兴雷

中关村科学城城市大脑股份有限公司投融资总监、城市大脑项目主管。中央财经大学硕士。研究方向为新一代信息技术集群落地应用、科技成果转化、产城融合机制研究及实践等。

中关村科学城城市大脑股份有限公司董事长助理。中央财经大学硕士。研究方向为智慧城市、数字经济、社会信用体系、新一代信息技术落地应用、产业发展、社会治理等。

徐大鹏



摘要: 生产力变革、经济发展和城市化进程加速推进,为城市发展带来了一系列“城市病”,限制了城市健康发展。赋予城市智能,使城市自身具备学习和提出解决方案的能力,是解决这些问题,实现城市高质量发展的新路径。本文经过研究提出,综合人工智能、云计算、大数据、区块链等新一代信息技术打造的城市大脑,使城市具备以城市智能构建机制和城市智能应用机制为框架的“一横一竖”赋能模式,在城市治理方面展现出了巨大的潜力。在此基础上,通过数据共享、场景开放、国产化等一系列城市大脑生态运营,城市大脑建设为科技产业的孵化转型和技术突破提供有效支撑。

关键词: 城市智能;城市治理;科技创新;产业发展;城市大脑

中图分类号: TP391 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-5036(2021)05-0067-09

DOI: 10.16453/j.cnki.ISSN2096-5036.2021.05.007

0 引言

改革开放以来,生产力的进步促进了全国经济、人口等资源向城市集中,城市化进程持续保持高速推进。然而,“城市病”随之而来,如公共资源不足、城市生活质量下降和城市经济增长放缓等一系列问题,限制了城市的健康发展^[1,2]。面对这些问题,城市逐渐形成了适应和调节能力,以实现从无序走向有序,开始具备了城市智能。

近年来,随着人工智能、物联网等新兴科技的发展普及,城市对于城市智能的要求迈向了一个新的台阶。人们逐渐认识到智慧城市在优化城市治理水平^[3,4]、增强城市韧性^[5,6]、激活城市潜能^[7-9]上巨大的潜力。作为智慧城市的新兴领域,以及中国的原创性成果,“城市大脑”这一概念的提出,标志着中国在城市智能领域走在了世界前列^[10]。在此背景下,全国范围内出现了诸多城市大脑的实践,使城市朝着精细化、智能化治理迈出了一大步。近期,城市大脑逻辑模型和建设方法论的提出,更是进一步为城市大脑的实践提供了理论依据和引领^[11]。

城市大脑是城市智能的载体,同时也是城市的智能枢纽^[11]。其核心功能是通过学习城市知识构建城市智能,通过连接城市的智能单元感知城市运行状态,通过形成指令输出城市智能,以实现公共资源的实时调动,达到城市高效治理的目的。同时,城市大脑作为开放平台,可实现各管理主体或服务主体的数据连接汇通,打破“数据孤岛”等限制,支撑社会高质量运行发展^[12]。

要充分挖掘城市智能引领城市发展的潜力,需要使城市大脑具备学习能力,赋能全业务场景治理,为科技企业的孵化、转型和产业生态建设提供土壤^[13,14]。因此,如

何以城市大脑建设运营为抓手,实现城市智能化发展,是让城市走向更高层次的关键问题。本文通过剖析城市大脑的城市智能构建机制和城市智能应用机制,阐述城市大脑的赋能模式。在此基础上,梳理北京海淀城市大脑的建设应用实证,为在全国推广城市大脑的建设提供参考。

1 城市大脑理论研究

传统的城市大脑理论研究一般聚焦于城市大脑的结构或功能定位。Andrea Caragliu^[15]和李重照^[16]等学者站在智慧城市演化的角度,将城市大脑理解为“智慧城市”的核心部分,其主要功能是赋予智慧城市感知和智能的能力。单勇^[17]等学者从仿生学意义上,将城市大脑定义为包括城市中枢神经、城市感知神经、城市运动神经、城市神经纤维等复杂系统的城市新型基础设施。中国科学院研究团队^[10]从模型衍化角度出发,认为脑状结构是互联网发展衍化的下一阶段。该团队提出城市大脑是由城市在信息化发展过程中,逐步形成的基于云计算的中枢神经、基于物联网的感觉神经、基于工业互联网的运动神经、基于边缘计算的神经末梢发育、基于大数据与人工智能的城市智慧产生与应用,以及基于新通信技术的城市神经纤维构成的。王波^[18]等学者开创性地指出,城市大脑是信息系统为了获取和利用智能而进一步演化的产物。

柳进军首次对城市大脑提出了清晰的理论定义^[11]。该学者从智能的角度出发,对以城市大脑为代表的硅基智能和以生物智能为代表的碳基智能进行了理论区别,并在此基础上阐述了城市智能的产生路径。该学者明确了城市智能是推动城市实现熵减的客观产物,定义了“城市大脑是城市智能的载体,是城市智能的发生器、输出器、连接器,以及操作系统的总合”^[11]。同时,该学者提出了以识别处理组件(IPU)、逻辑计算组件(IJU)、时空构建组件(TSU)、知识图谱组件(KBU)和指令输出组件(IOU)为主要部件的城市大脑逻辑模型^[11],并总结了城市大脑建设的方法论,为后续城市大脑的建设实践奠定了方向性保障^[11]。

2 城市大脑的赋能模式

城市大脑通过“一横一竖”为框架的赋能模式产生,连接并输出城市智能,如图1所示。其本质是一个以数据为媒介,对城市运行全业务场景产生的信息汇聚,通过知识整合、时空情报结合和人工智能计算推理,将分析结果以直观的形式展现给城市治理主体,并通过统一指挥调度反馈到城市运行实践中,形成城市精准治理的管理闭环。“一横”指的是对城市自身信息、城市运行规则、城市运行经验进行学习的城市智能构建机制;

“一竖”指的是城市智能应用机制，包括感知功能、推理功能和指令功能，如图1所示。在“一横一竖”的框架下，城市大脑通过智能感知终端，识别城市中的物理实体或事件，并基于城市知识，进行推理

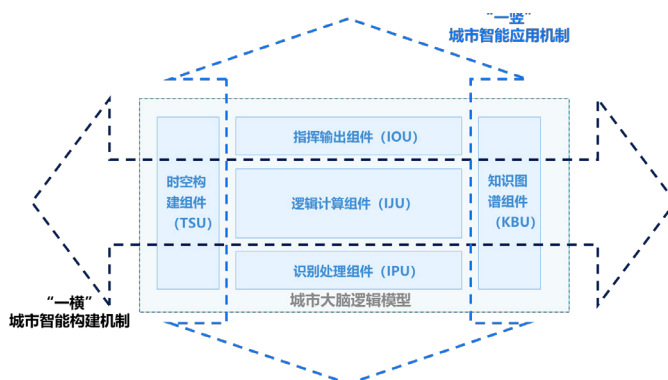


图1 城市大脑的赋能模式

的属性、发展状态进行分析研判，赋能增效城市治理的关键业务环节。在此基础上，对治理效果进行反馈验证，实现对自身的学习优化。例如，在防火防灾场景中，城市大脑能通过智能识别能力，在公共区域识别出煤气罐。然后，它根据其通过学习掌握的城市知识，判断出煤气罐所处位置，推理煤气罐属于易燃易爆危险物品，并识别责任部门以及权属单位，进而向相关部门以及权属单位推送警示信息，汇报危险品的种类、数量、地点和危险类型，指挥治理主体高效、精确地对潜在危险进行处理。

2.1 “一横”城市智能构建机制

城市智能构建机制是城市大脑产生城市智能的保障^[11]。基于该机制，城市大脑能够学习城市自身信息、城市运行规则和城市运行经验，从而形成全面的城市知识。在此基础上，城市大脑会对治理经验进行总结，从而对自身进行验证反馈，如图2所示。

城市大脑的智能构建机制依托于时空构建组件、知识图谱组件和逻辑计算组件。通

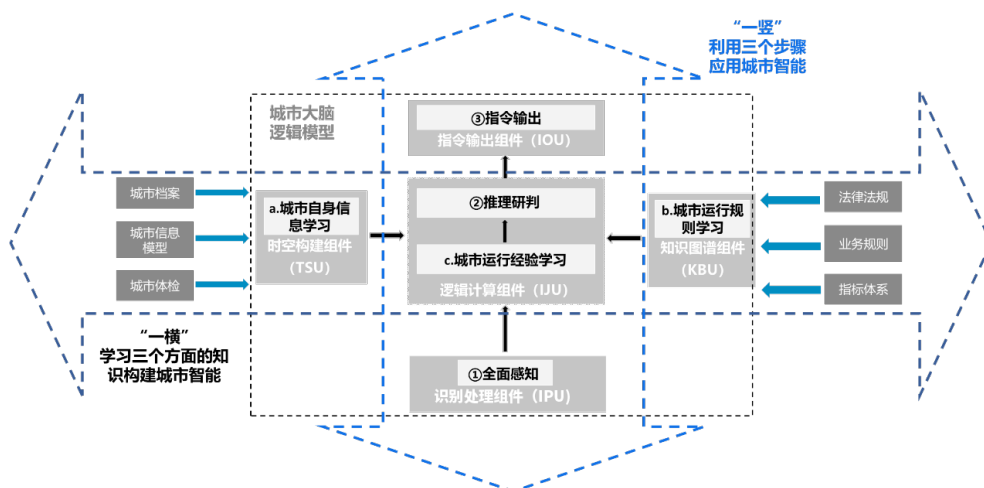


图2 城市大脑的城市智能构建机制

过时空构建组件,学习如城市档案、城市模型信息、城市体检等城市自身的资料;通过时空构建组件,学习法律法规、业务规则、指标体系等社会规则资料;通过逻辑计算组件,学习城市通用算法、城市治理专有算法等城市运行经验资料,实现对城市运行的全学习。治理效果结果通过反馈,通过逻辑计算组件作为算法模型优化训练的数据基础,助力各领域业务创新需要的算法进行快速迭代升级,形成城市大脑的智能构建闭环。

2.2 “一竖”城市智能应用机制

城市智能应用机制是城市大脑连接和输出城市智能的关键,其核心要素包括感知、推理和指令功能。依托城市中广泛布设的智能终端设备,城市大脑可感知识别各类客观物体或事件。通过网络连接将各类智能设备进行连接,结合城市知识进行计算推理,产生城市治理的精准指令,输出城市智能,推动实现城市的精准化治理,如图2所示。

步骤一:全面感知。感知功能的建设依托于识别处理组件。基于感知终端增智,强化物联感知设备、摄像头和融媒体,扩展感知范围,可实现城市运行状态全感知。同时,结合一线工作人员、各类用户,以及公众企业等对城市大脑的反馈或输入,对感知终端进行精细化维护和升级。感知终端增智使城市大脑视觉系统具备“看得清”的能力,对城市各要素进行全感知。在此基础上,通过统筹建设城市大脑感知神经网络,实现城市智能单元的全互联。通过对传感器、摄像头、路侧设备、互联网APP等各种城市大脑感知神经元分类分级,采用不同网络方式接入,实现各领域、各网络体系内物联感知设备的全互联和城市运行状态数据的实时、全量采集。

步骤二:推理研判。推理功能的基础是逻辑计算组件。通过协同城市自身信息、城市运行规则和城市运行经验等已构建的城市智能,利用汇聚积累的海量数据和集约化建设的算力资源,实现“强智能化、高实时性、高可靠性”的人工智能分析能力。通过推理功能的建设,城市大脑能够将海量的城市知识和客观事件进行匹配,并对事件本身的性质或发展趋势进行推理判断,下达精准化指令,从而实现提供超人脑的全分析能力。

步骤三:指令输出。指令功能的实现依托于指令输出组件。通过全业务场景增智,实现城市大脑在城市治理方面的全领域应用。城市大脑汇聚全区全量的数据,利用动态演进的人工智能计算中心,增效城市治理的关键业务环节,将以往依赖人工的治理模式转变成智能化自动治理模式。随着示范应用的推广建设和预期取得的效果,将逐步扩展到更多需要支撑的领域。

3 海淀城市大脑应用实证实践

随着人工智能技术等新兴技术的发展,城市大脑的应运而生为城市高质量发展提

供了新的引擎。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中提出的“加快数字化发展 建设数字中国”更是标志着城市对智能化治理的需求将迈入新的高度。在此背景下，如何最大程度打破技术、资本和人才的地理局限性，充分发挥城市大脑的引擎作用，是城市大脑建设运营的关键问题。从需求出发、以应用场景为牵引打造的海淀城市大脑演进范式的研究和推广，可以为全国范围内城市大脑的建设提供理论和实践上的借鉴。

海淀城市大脑是在北京超大城市治理背景下，以城市大脑的逻辑模型为理论基础^[11]，以“共建、共治、共享”为建设理念，打造的具备全感知、全互联、全分析、全响应、全应用等五大特点的全场景开放平台。海淀城市大脑

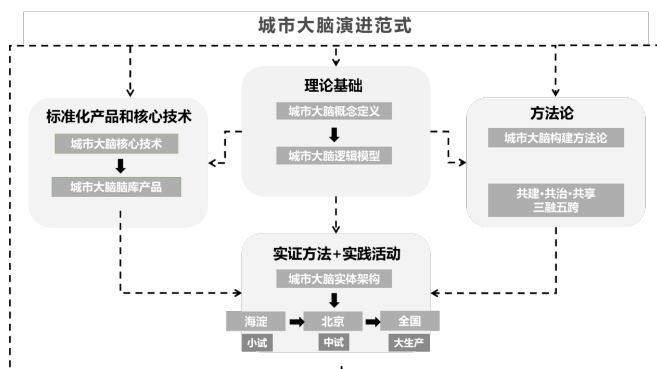


图3 城市大脑演进范式

是聚焦于中关村科学城城市治理领域，通过连接汇通城市运行的数据流，以人工智能赋能为核心的城市管理智能基础设施。海淀城市大脑通过协同管理和服务，实现技术、业务和数据的融合，打破层级、地域、系统、部门和业务的壁垒（即“三融五跨”），实现城市的高效治理，全面提升城市治理的精细化、智能化水平。北京市大数据工作领导小组明确提出，海淀城市大脑的建设模式将在全市推广。因此，通过海淀小试、北京中试，从而在全国范围内推广城市大脑生产建设和运营模式，是推动全国城市治理效率和效果迈向更高层次的创新路径，如图3所示。

3.1 海淀城市大脑的建设方法

海淀城市大脑从项目制建设升级为城市智慧一体化建设，大幅度提升了城市大脑的生产效率，重构了城市大脑的生产方式。海淀城市大脑的整体建设框架包括感知网、智能云平台、大数据中心和人工智能计算处理中心为核心的基础平台，城市智能运行中心为总体统筹的多个智能应用，以及保障体系和配套机制。依托于城市大脑基础平台，海淀城市大脑可以迅速进行个性化的升级，高效完成实施、交付，从而降低不同资源禀赋的城市治理主体的负担。

感知网的建设是指统一构建一张城市感知神经网络。根据业务需求利用物联网传感器、视频监控摄像头和边缘侧智能设备等，对城市进行全面感知，汇聚和传输城市全量的多源、异构数据，支撑城市大脑分析决策使用。

智能云平台的建设是指打造城市智能云平台。为海淀城市大脑运行提供所需的计算存储资源,包括基于新一代智能芯片的算力服务器,新型的人工智能分析服务器等;同时云平台也提供海淀城市大脑运行所需的存储资源。

大数据中心的建设是指对海淀城市大脑领域全量异构数据的采集和融合分析,制定全区统一的数据标准,进行数据治理和分析工作,挖掘异构数据利用的新模式、新思路、新方法,支撑全区城市治理与服务工作。

人工智能计算处理中心的建设是指构筑开放算法分析平台,赋予城市大脑感知、认知和思维能力,它支持多种先进分析算法,同时也支撑海淀城市大脑持续演进。通过人工智能计算中心对接入的数据进行研判处理,为上层应用提供分析服务和分析结果;同时为海淀城市大脑各类应用提供预测、预警类机器学习算法分析服务,发现城市潜在的运行规律,提供全局决策支持服务。

城市智能运行中心的建设是指以共性平台为基础,针对海淀城市大脑各应用领域的共性需求,提供针对性支撑能力。此外,该中心还建设了四大共性平台,包括时空信息平台(即“时空一张图”)、社会公共服务平台、案件智能发现平台和人口动态监测平台,同时以城市指挥中心为窗口,统筹全区城市治理业务。智能业务应用先期聚焦城市管理、城市交通、生态环境和公共安全等城市治理四大领域,并随着城市大脑业务的演进,逐步拓展到需要海淀城市大脑支撑的其他领域。在此基础上,构建出包括投资建设模式和政企合作方式,以及各类标准、安全、运维、资金和社会保障等措施,为城市大脑的高质量运营提供保障。

3.2 海淀城市大脑的赋能应用

海淀城市大脑是以赋能方式建设,根据城市需求进行个性化定制,连接赋能原有技术打造的城市级平台。其赋能模式,是学习和仿真持续性构建城市大脑的智能,连接城市智能终端,通过对城市运行状态进行感知、推理和指令下达,向城市输出智能,形成能够直接为业务应用服务的流程。通过授权管理,海淀城市大脑能直接为各种城市治理应用系统赋能,使之更完善、更智能。

海淀城市大脑成功解决了城市治理过程中长期存在的问题,例如渣土车管理或疫情防控。海淀城市大脑通过接入工地、道路、执法机构的视频图像数据与渣土车登记台账数据,加强渣土车等重点车辆的全流程智能化管理,其治理场景包括工地、上路、停泊与拦截。利用视频图像数据与人工智能算法模块,对车辆是否改装、是否清洗、有无苫盖和尾气排放等情况,渣土车上路行为是否合规,以及车辆本身是否存在遮挡车牌、沿路遗撒等违规情况进行实时监控,并将异常情况自动反馈给系统,系统自动将视频影像证据、车辆信息、工地信息推送给相关部门。迄今为止,海淀城市大脑已向各执法单

位共计推送了近五万余件渣土车禁限行视频、十万余辆外地车违规行驶视频证据、超过一万余辆尾号限行车辆视频证据，共自动抓拍逾两千笔违法数据。在抗击新冠肺炎疫情过程中，海淀城市大脑疫情防控平台通过采集6类重点人员信息，对其来源地和活动轨迹进行追踪重建，实现对海淀区600余个社区（村）人员流动和防疫信息的实时观测，为北京市疫情防控提供了有效支持。

3.3 海淀城市大脑的生态运营

海淀城市大脑的生态运营包括数字资产运营和产业生态运营。数字资产运营主要针对城市大脑相关的城市新型基础设施以及数据资产进行运营管理，从而实现数字资产的保值增值。城市新型基础设施包括城市大脑感知网、通信设施、数据中心、AI中心，以及相关智能平台。产业生态运营业务主要包含三个方面。一是构建产业生态平台，打造城市大脑产业联盟。为城市提供人工智能、大数据、5G等相关产业发展平台，为新技术、新产品的落地应用提供丰富的场景，为新企业的发展，培育产业成长提供新机遇。二是建立科创飞地，为城市产业发展数字化转型提供先进数字技术和中高端人才。三是建设运营城市大脑创新展示体验中心，为城市大脑及所在区域数字经济发展提供完备的大数据应用服务和展示平台。

通过数字资产运营和产业生态运营，海淀城市大脑为科技企业的孵化、转型、升级提供了丰富的场景和数据支撑。海淀城市大脑覆盖的水环境治理模块，为芯视界公司的量子点光谱传感芯片在南沙河提供了充裕的应用场景。通过布设数十套“零接触式”监测点位，芯视界公司成功地完成了传感芯片的研发优化，并在全市推广应用，更实现了向外地省份的市场扩张。在企业转型方面，海淀城市大脑通过提供项目契机的形式，加速了传统科技企业的转型过程。借助海淀城市大脑覆盖的智慧社区项目，竞业达公司成功从教育信息化企业转型为依托视音频、人工智能、大数据、智慧物联等关键技术的人工智能物联网企业。在科技企业技术进步方面，海淀城市大脑通过提供了丰富的数据训练平台，助力科技企业竞争力提升。百度“飞桨”平台在海淀城市大脑的运营过程中，通过支撑人工智能场景应用，达成了海量的运算训练，实现了国内深度学习框架平台在自主性、安全性和开放性上的突破。除此之外，海淀城市大脑的建设运营采用适配国产芯片和算法，加速了国产人工智能芯片算力资源的推广。

4 总结与展望

城市大脑是智慧城市建设的新兴领域。其支撑城市治理的本质，是通过城市运行的数据，产生、连接并输出城市智能。目前国内城市大脑的建设，在一定程度上展现了

城市大脑作为城市发展新引擎的巨大潜力。然而,要充分实现城市智能化发展,城市大脑需要具备自我进化的能力,通过数据共享和场景开放,为城市高质量发展提供土壤。

城市大脑具备了以城市智能构建机制和城市智能应用机制为框架的赋能模式。依托覆盖城市的物联感知设备,连接城市大脑感知神经网络。通过统筹整合算力算法,打破信息壁垒下发执行信息,重构管理模式,海淀城市大脑实现了在城市治理方面的全场景应用。在此基础上,海淀城市大脑进一步实现了城市治理痛点问题的精准化、智能化治理,并通过数据共享、场景开放、支持国产等方式,支撑了科技进步和经济发展。

在城市化、数字化进程持续高速发展的大背景下,城市大脑在应对“城市病”,引领城市高质量发展方面的重要性会愈发凸显。当前,城市大脑百花齐放的建设和运营模式,标志着我国在数字化治理方面走在了世界前列。然而,随着数字产业化和产业数字化进程的进一步发展,如何通过城市大脑的建设,引导海量的城市运行数据信息释放价值,还需要更多的理论研究和实践证明。由于城市大脑涉及城市运行的各个方面,覆盖设备、数据、场景、责任部门等各方面要素,其复杂性远远超出单一主体的技术、建设和运营能力。因此,探索如何通过城市大脑联盟的形式,搭建共享平台,在政府专班、研究机构、运营主体、生态联盟四轮驱动基础之上,最大程度整合社会力量,避免零和博弈,实现合作共赢,推动城市治理、科技创新和产业发展,是下一阶段城市大脑相关研究的重点。

参考文献

- [1] De Guimarães, Julio Cesar Ferro, et al. Governance and quality of life in smart cities: Towards sustainable development goals[J]. Journal of Cleaner Production, 2020(253): 119926. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119926.
- [2] Zhao, Fang, et al. Smart city research: A holistic and state-of-the-art literature review[J]. Cities, 2021(119): 103406. DOI: 10.1016/j.cities.2021.103406
- [3] 邹凯, 万震, 曹丹, 张东东. 智慧城市信息安全监管策略的演化博弈分析[J]. 现代情报, 2021(03):3-14.
- [4] Ahad, Mohd Abdul, et al. Enabling technologies and sustainable smart cities[J]. Sustainable cities and society, 2020(61): 102301. DOI: 10.1016/j.scs.2020.102301.
- [5] 廖桂贤, 林贺佳, 汪洋. 城市韧性承灾理论——另一种规划实践的基础[J]. 国际城市规划, 2015(02):36-47.
- [6] 黄献明, 朱珊珊. 基于气候灾害影响下的韧性社区评价及建设研究进展[J]. 科技导报, 2020(08):40-50.
- [7] 党安荣, 甄茂成, 王丹, 梁军. 中国新型智慧城市发展进程与趋势[J]. 科技导报, 2018(18):16-29.
- [8] 肖家立, 黄泳豪, 罗琳, 蔡泳. 基于互联网大脑模型以珠海为核心的智慧城市群建设研究[J]. 无线互联科技, 2020(20):54-56.
- [9] "中国城市营商环境评价研究"课题组, 李志军, 张世国, 牛志伟, 袁文融, 刘琪. 中国城市营商环境评价的理论逻辑、比较分析及对策建议[J]. 管理世界. 2021(05): 98-112+8. DOI: 10.19744/j.cnki.11-1235/f.2021.0067.
- [10] L. Feng, F. Liu and Y. Shi. City Brain, A New Architecture of Smart City Based on the Internet Brain[C]// 2018 IEEE 22nd International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD). IEEE, 2018:624-629. DOI: 10.1109/CSCWD.2018.8465164.
- [11] 柳进军. 城市大脑的逻辑模型[J]. 人民论坛·学术前沿, 2021(09):26-34. DOI: 10.16619/j.cnki.rmltxsqy.2021.09.003.
- [12] 曲延春. 数字政府建设中信息孤岛的成因及其治理[J]. 山东师范大学学报(社会科学版). 2020(02):125-132. DOI: 10.16456/j.cnki.1001-5973.2020.02.012.
- [13] Chang, Victor. An ethical framework for big data and smart cities[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2021: 120559. DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120559.
- [14] Zhao, Fang, et al. Smart city research: A holistic and state-of-the-art literature review[J]. Cities, 2021(165): 103406. DOI: 10.1016/j.cities.2021.103406.
- [15] Caragliu, Andrea et al. Smart Cities in Europe[J]. Journal of Urban Technology, 2011,18(2): 65-82. DOI: 10.1080/10630732.2011.601117.
- [16] 李重照, 刘淑华. 智慧城市: 中国城市治理的新趋向[J]. 电子政务, 2011(06):13-18. DOI: 10.16582/j.cnki.dzzw.2011.06.009.
- [17] 单勇, 阮重骏. 社会治理地图对综合治理体系的三重发展——以城市大脑为例[J]. 中国特色社会主义研究, 2021(01): 65-70.
- [18] 王波, 张伟, 张敬钦. 突发公共事件下智慧城市建设与城市治理转型[J]. 科技导报. 2021(05):47-54.



在线阅读(节选)