

基于 CPS + 的新型智慧城市高质量发展模式及 新型智慧城乡关系构建研究

杜明芳

(清华大学, 北京 100084)

【摘 要】党的十九大报告指出,中国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段。新型智慧城市是“数字中国”落地实施的重要载体,也是落实新型城镇化高质量发展战略的重要途径。本文在分析新型智慧城市高质量发展的历史必然趋势基础上,提出了采用工业 4.0 思维提高新型智慧城市建设发展质量的战略思路及基于“CPS + 城市价值链”的城市现代经济体系构建方法。给出了我国新型智慧城市高质量发展和高水平治理体系需从国家、行业、企业三个环节着手的建议,提出了由六个维度组合而成的高质量发展模式,认为应采用人工智能手段优化城市治理体系,以细分场景为切入点“以点带面”全面提升改造新型智慧城市应用领域。提出了基于 CPS + 构建新型智慧城乡关系的发展思路。可为政府制定新型智慧城市高质量发展政策、智慧城乡一体化发展策略提供参考,也可为全国分级分类发展新型智慧城市及“智能 +”时代新型城乡一体化关系构建提供新方法和新思路。

【关键词】新型智慧城市;城市供给侧;城市需求侧;CPS + 城市;智慧城乡;城市现代经济体系

【中图分类号】F49;TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

党的十九大报告明确提出,中国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段。李克强总理在 2018 年政府工作报告中提到,过去的 5 年中,我国的城镇化率从 52.6% 提高到 58.5%, 8 000 多万农业转移人口成为城镇居民。对于 2018 年的城镇化工作建议,李克强总理指出要“提高新型城镇化质量”。十九大报告同时提出要“建设科技强国、质量强国、航天强国、网络强国、交通强国、数字中国、智慧社会”。中国数字经济正以跨越式速度发展,为国内经济增长注入了强劲动力,也为世界经济发展增添了亮色。不断成长中的“数字中国”正以前所未有的面貌呈现在世人面前。新型智慧城市是“数字中国”落地实施的重要载体,也是落实新型城镇化高质量发展战略的重要途径。信息物理系统 CPS 是工业 4.0 的核心,随着第四次工业革命不断向纵深发展,CPS 理论不仅对工业智能化产生深刻影响,而且将对城市智慧化、乡村数字化产生重要影响,

有望成为驱动新型城镇化高质量发展的核心力量,也将成为支撑新型城乡一体化关系构建的理论基础。

1 新型智慧城市高质量发展的背景与历史必然

近十年来,世界发达国家和地区均投入巨资建设本国的智慧城市。在我国,智慧城市建设是贯彻党中央、国务院关于创新驱动发展、推动新型城镇化、全面建成小康社会的重要举措。值得关注的是,智慧城市的发展演进一直与数字经济、第四次工业革命、新型城镇化密切相关。智慧城市通过综合应用物联网、云计算、大数据、移动互联网、工业互联网、人工智能、区块链、量子计算、卫星导航等新一代信息技术,将政府、企业、个人汇集到城市系统中,通过城市应用系统的不断交互作用,促进城市各组成要素间的协同、改进城市功能、提高城市

【作者简介】 杜明芳(1979 -),女,研究员,博士,主要研究方向:智慧城市、工业 4.0、智慧建筑、智能控制及人工智能、无人车及车联网、BIM、数字经济、智慧治理。

服务能力,形成更加智慧的整体。智慧城市具备四大特征:全面透彻的感知、宽带泛在的互联、智能融合的应用以及以人为本的可持续创新。新时代智慧城市呈现出多元化多角度全方位综合发展特征。从城市化和新型城镇化角度看,智慧城市是一种战略落地载体;从社会形态演进角度看,智慧城市是信息社会和智慧社会的一种具体形式,奠定了信息社会发展的基础;从经济发展角度看,智慧城市是一种现代经济系统资源要素优化配置的有效手段,也是拉动经济增长的新动能;从工业 4.0 角度看,智慧城市是一个应用场景。智慧城市建设的大提速将带动地方经济的快速发展,也将带动交通、建筑、电网、新能源、制造业、农业、旅游、文化、通信、网络、金融、消费、服务等多行业的快速发展,为相关行业注入新动能,带来新的发展契机。

《“十三五”国家信息化规划》提出了新型智慧城市建设行动,从“分级分类推进新型智慧城市建设”、“打造智慧高效的都市治理”、“推动城际互联互通和信息共享”、“建立安全可靠的运行体系”几个方面实施^[1]。这个阶段的智慧城市不再是单纯的城市信息化,而是秉承党的十八届五中全会强调的“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念,落实中央城市工作精神,更加强调发展理念驱动,强调国家与城市协调发展。从技术角度看,新型智慧城市提出的“六个一”特点广为市场接受,即:一个开放的体系架构,共性基础“一张网”,一个通用功能平台,一个数据体系,一个高效的运行指挥中心,一套统一的标准体系。经过快速推进,新型智慧城市建设目前已经覆盖了政务、建筑、社区、园区、金融、零售、医疗、教育、交通、能源、食品、安全等 20 多个领域,渗透到规划、报建、设计、施工、监理、运营、管理等城市全生命周期。本阶段从城市系统性角度出发,在总体和各局部环节方面均取得了重大进展,但总的来看新型智慧城市建设整体仍处于起步阶段,距离高质量发展目标的实现尚有一定距离。新型智慧城市高质量发展的诉求是一种历史必然,同时也是摆在我们面前的历史任务与重要课题。

2 基于“CPS + 城市价值链”深度推进城市现代经济体系建设

18 世纪中叶以来,人类历史上总共经历了四次工业革命:蒸汽技术革命(第一次工业革命),电力

技术革命(第二次工业革命),计算机技术革命(第三次工业革命),绿色智能工业革命(第四次工业革命)。工业 4.0 是由德国政府《思想·创新·增长——德国 2020 高技术战略》^[2]中所提出的高技术战略的一部分,旨在提升制造业的智能化水平,建立具有适应性、资源效率及基因工程学的智慧工厂,在商业流程及价值流程中整合客户及商业伙伴,其技术基础是网络。工业 4.0 的目标是建立一个高度灵活的个性化、数字化的产品与服务生产模式。在这种模式中,传统的行业界限将消失,会产生各种新的活动领域和合作形式。目前世界各国都在积极采取行动,迎接并深度参与到新一轮工业革命中来:美国提出“先进制造业伙伴计划”、“再工业化”、“工业互联网”,英国提出“工业 2050”,法国提出“新工业法国”,日本提出“社会 5.0”^[3],韩国提出“制造业创新 3.0 计划”。

2015 年 3 月,德国正式提出德国工业 4.0 参考架构模型 RAMI 4.0^[4],目前已经覆盖工业网络通信、信息数据、价值链、企业分层等领域,能够广泛地指导不同行业企业开展工业 4.0 实践。2015 年 4 月,奥朗德总统亲自主持并正式推出了作为“新工业法国”战略规划第二阶段重要举措的“未来工业计划(Projet Industrie du futur)”。这项计划明确提出了以工业工具现代化和通过数码技术改造经济模式为宗旨的“未来工业”即是“新工业法国”的模型。这一“模型”包括九大优先发展领域,构成以新资源、可持续城市、生态型流动、明天的运输、未来医学、数字经济、智能物体、数码信任、智能食品九大核心为支撑的“法国的工业解决方案”。法国目前正在经历从“去工业化(désindustrialisation)”到“再工业化(ré-industrialisation)”的重要转变。法国“再工业化”并非意味着恢复原先那些已被淘汰的产业,而是将目标锁定在“研究与开发”、“发展中小企业”、“地区发展”和“环保与节能”之上,旨在通过发展工业经济促进社会结构转变。2016 年 12 月,日本智能制造参考框架 IVRA(Industrial Value Chain Reference Architecture)^[5]的正式发布,标志着日本智能制造策略正式完成里程碑式落地。IVRA 是日本智能制造独立的顶层框架,相当于美国工业互联网联盟的参考框架 IIRA,和德国工业 4.0 参考框架 RAMI 4.0,这是编织了日本制造优势的智能工厂互联互通的基本模式。日本的 IVI(工业价值链战略)是以企业的生态联盟建设为主。三

大关键理念:互联制造、松耦合、人员至上。目前,日本的各种企业联盟和组织,都在向“互联工业”靠拢,“互联工业”也进一步纳入到日本更宏大的超智能社会“社会5.0”的议程中。2017年1月31日,美国工业互联网联盟(IIC)宣布发布工业互联网参考架构(IIRA)(1.8版)^[6]。IIC是促进工业互联网(IIoT)加速增长的全球成员驱动型组织,此次发布的1.8版IIRA是基于2015年6月17日发布的1.7版本,其中融入了快速出现的新型IIoT技术、概念和应用程序。IIRA v1.8中涉及的IIoT核心概念和技术适用于制造、采矿、运输、能源、农业、医疗保健、公共基础设施和几乎所有其他行业中的每个小型、中型和大型企业的深度和广度。总的来看,目前世界发达国家都在努力将新一轮工业化与城市的可持续智能化发展紧密结合起来推进。

习近平总书记2018年1月30日在中共中央政治局第三次集体讲话时指出:现代化经济体系是由社会经济活动各个环节、各个层面、各个领域的相互关系和内在联系构成的一个有机整体。党的十九大报告强调要重视现代化经济体系建设。现代化经济体系的框架特征包含:三个环节:生产、分配、消费;三个层面:产业体系、运行机制、监管体制;七个组成方面:产业、市场、收入分配、城乡区域发展、绿色发展、全面开放、经济体制。习近平总书记特意强调:“以上几个体系是统一整体,要一体建设、一体推进。”

基于以上背景,我们提出基于“CPS+城市价值链”的新型智慧城市高质量发展框架模型ICVCRA

(Industry and City Value Chain Reference Architecture),如图1所示。ICVCRA将首先基于信息物理系统(Cyber Physical System,CPS)和智能工业系统交叉形成基底层,然后在此基底层之上发展智慧城市涉及到的基础设施层、感知控制层、运营管理层、领域应用层、城市大脑层、城市商业层,由此形成一个由智慧制造为支撑的城市与工业协同发展网状模型,该模型首先在基底层实现工业物联网社区(IIoT Community),然后再由工业物联网社区延伸衔接至城市消费互联网社区,最终形成开放、创新、低成本、高价值的城市现代经济体系。

新一轮产业革命的本质是智能制造生态系统主导权之争。目前,如何掌握实体经济生态系统的主导权,是各国政府和企业普遍关心的重要问题。新一轮工业革命成为驱动城市发展的强大外部动力,另一方面,城市内部矛盾、需求侧变化成为城市发展的内在动力。当前,城市发展正面临着产业转型升级、城市环境修复、社会治理、城市病防治等诸多问题,智慧城市已成为城市转型升级的一种必然路径。工业4.0理念和技术在城市中的应用,为智慧城市的发展提供了新思路,拓宽了发展空间。工业4.0所倡导的大规模网络化协同、个性化定制、服务化延伸正成为智慧城市发展历程中新的强大驱动力,工业互联网、区块链、人工智能正重新定义和重构着城市产业链,催生着城市新经济形态,成为智慧城市高质量发展的基石和纽带。

工信部早在2016年3月启动开展“中国制造2025”城市(城市群)试点示范工作,截至2017年3

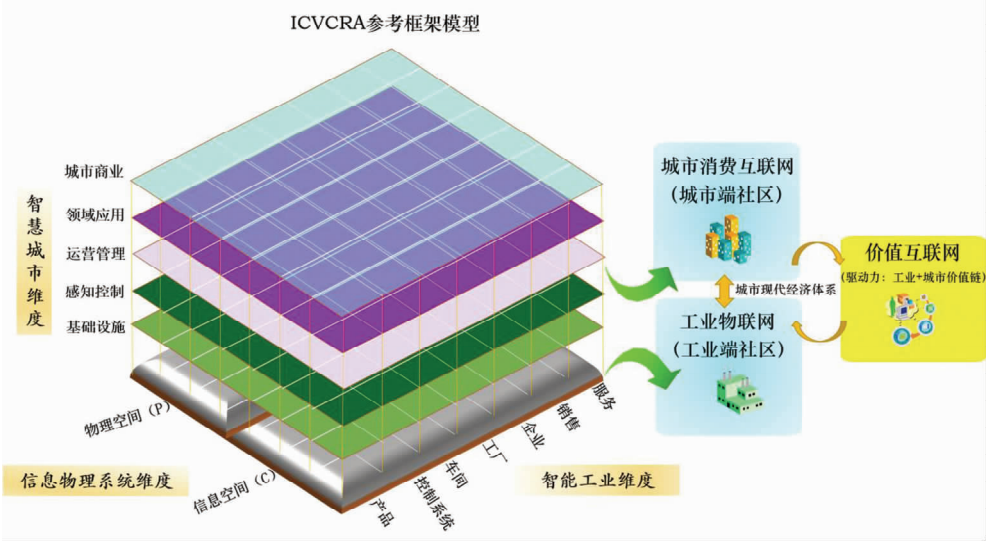


图1 ICVCRA 参考框架模型与城市现代经济体系

月,官方已批复宁波、泉州、沈阳、长春、武汉、吴忠、青岛、成都等 8 个试点示范城市和江苏苏南五市、广东珠江西岸、湖南长株潭 3 个试点示范城市群。2017 年 7 月 19 日国务院常务会议部署创建“中国制造 2025”国家级示范区,将“中国制造 2025”试点示范升级至国家级,较以前城市试点有所升级。2017 年 11 月,国务院办公厅印发《关于创建“中国制造 2025”国家级示范区的通知》^[7],对示范区创建工作进行全面部署。这一系列行动举措表明,以智能制造为核心驱动力的新型智慧城市建设已经进入实践阶段。

3 新型智慧城市高质量发展模式探索

近年来,业界从智慧建筑、智慧能源、人工智能等多角度对新型智慧城市高质量发展路径做了多方面的探索^[8-15]。从宏观上看,建议新型智慧城市高质量发展和高水平治理体系从以下三个环节着手:

(1)在国家层面,需要制定新型智慧城市高质量发展相关政策、法规、标准来指导和监管行业和组织层面的城市治理工作,必要时可建立新型智慧城市高质量发展协同共享公有链。

(2)在行业层面,需要行业组织作为国家和企业的沟通桥梁存在,可通过搭建行业区块链逐步形成行业自治模式,在自愿原则下形成联盟链,在国家法规政策指导下,制定行规行约,以及各类标准,监管企业行为,同时也为企业提供服务,向政府传达行业的共同需求。

(3)在企业层面,需要企业在国家和行业框架下确立自己的目标,制定自己的新型智慧城市高质量发展参与计划,发挥好自身在联盟链、公有链中的作用,同时为国家和行业新型智慧城市高质量发展不断贡献自己的成功案例。

这三个环节是相互依存、相互促进的,是新型智慧城市高质量发展体系不可或缺的三个层次。

从发展策略与路径看,本文认为拟采用人工智能技术手段与优化治理理念提升新型智慧城市的重点领域,集中力量打造富有特色的六个具体重点方向,将具体重点方向做好后再汇聚形成整个城市的高质量发展模式,即新型智慧城市高质量发展模式由六大具体重点方向叠加组合而成。六大具体重点方向为:“AI + 绿色 + 城市”打造“智绿城市”,

“AI + 工业互联网 + 城市”打造“智造城市”,“AI + 区块链 + 城市”打造“智信城市”,“AI + 安全 + 城市”打造“智安城市”,“AI + 共享 + 城市”打造“智享城市”,“AI + 文明 + 城市”打造“智文城市”。

4 基于 CPS + 构建新型智慧城乡关系

2018 年以来,国家高度重视乡村振兴及城乡融合工作,城乡融合成为新型城镇化的重要趋势。国家相继发布了几个重量级的指导性政策文件,包括:中共中央、国务院发布的《乡村振兴战略规划(2018 ~ 2022 年)》^[16],中共中央办公厅、国务院办公厅发布的《数字乡村发展战略纲要》,中共中央、国务院 2019 年 4 月 15 日发布的《关于建立健全城乡融合发展体制机制和政策体系的意见》^[17],明确指出:建立健全城乡融合发展体制机制和政策体系,是党的十九大作出的重大决策部署。国务院于 2019 年 6 月印发了《关于促进乡村产业振兴的指导意见》^[18],指出:要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中全会精神,牢固树立新发展理念,落实高质量发展要求,坚持农业农村优先发展总方针,以实施乡村振兴战略为总抓手,以农业供给侧结构性改革为主线,围绕农村一二三产业融合发展,与脱贫攻坚有效衔接、与城镇化联动推进,聚焦重点产业,聚集资源要素,强化创新引领,突出集群成链,培育发展新动能,加快构建现代农业产业体系、生产体系和经营体系,推动形成城乡融合发展格局,为农业农村现代化奠定坚实基础。

总体来看,目前世界和中国经济均进入了工业化、信息化、城镇化、农业现代化协同发展的历史时期,从技术和产业组织模式角度看,以工业化和信息化带动城镇化和农业现代化的趋势较为明显,从逆向视角看,以城镇化和农业现代化促进工业化和信息化更加以人为本、高质量发展的趋势也正逐步成为事实。新四化协同发展的新模式正亟待构建,相关的理论体系急需建立。CPS + 城市高质量发展模式的思路和方法可以被推广到智慧城乡领域,以 CPS + 为引擎,可将新型智慧城市建设多年积累下来的经验和成果推广应用到乡村产业振兴领域,构建以世界范围广域互联网为范畴的智能工业与智慧城乡一体化发展新格局。以 CPS + 为驱动,能够真正有效地打通制造、流通、消费等各个环节,使商

品和资源在智慧城乡的大范围广域网络中得到更加顺畅的流通,使知识和价值得到更加有效的互联与共享。

新型智慧城乡关系构建任重而道远,仍存在着如下需要解决的关键问题:

(1)城乡融合视域下绿色智慧产业经济理论体系。智能+和5G时代,智慧城乡如何定义?智慧城乡理论体系应如何构建?绿色智慧产业经济如何构建?

(2)智能+智慧城乡发展战略与实现路径。人工智能理论和如技术如何与智慧城市业务领域、数字乡村业务领域融合发展?政策该如何制定?可行的方法与路径有哪些?

(3)工业智能化与城市智慧化协同发展策略。工业智能化如何与城市智慧化“并联式”协同演进发展?如何借鉴工业智能化理论和方法发展城市智能化?如何设计并制定相关的政策,如何从国家战略层面进行支持?

(4)城市智慧化与乡村智慧化协同发展策略。城市智慧化如何赋能乡村智慧化?城市智慧化如何与乡村智慧化一体化协同发展?

(5)新型智慧城乡产业体系规划。新工业经济时期,如何规划设计符合中国特色、具有地方鲜明特点的新型智慧城乡产业体系?给出具有普遍适用性、又能依据各地特点扩充设计的解决方案。

5 结论与展望

目前,我国正在新型城镇化的道路上大步前进,工业化、信息化和农业现代化的蓬勃发展同步伴随,三者相互交织、相互促进,形成协同共进的良好局面^[25]。今后,建议从以下四个方面着力推进新型智慧城市和智慧城乡的高质量发展战略:

(1)基于工业4.0思维深化新型城市体系架构设计,着重推进架构的开放性、协同性、可定制性、可重构性、可信任性;

(2)以新一代工业化和城市化协同发展的系统性思维推进智慧城市高质量发展,以城市需求为牵引促进工业领域的改革与创新,实现工厂与城市的敏捷互联与价值体系共建;

(3)以新一代人工智能为基础支撑深入推进新型智慧城市的“智能+”战略转型与落地实践,制定可行的战略与技术发展路线图,以细分场景为切入

点,以点带面稳步推进;

(4)以CPS+为统一框架,以智能、绿色为着力点,以“知识协作”为纽带,坚持创新驱动发展理念,以城带乡、以乡促城,形成更加高效协同的共建、共创、共享新局面。

随着新型智慧城市建设的深度推进,以数字经济为核心的新经济时代正在被开启并以迅猛发展之势席卷全球。新经济是在经济全球化背景下,信息技术革命以及由信息技术革命带动的、以高新科技产业为龙头的经济。数字经济指采用数字技术进行经济活动的经济范式,是公认的传统工业经济改革转型的方向。新型智慧城市高质量发展模式的确立为数字经济的发展奠定了坚实基础,为“新四化”同步高质量发展的新经济时代的真正到来做好了充足准备。高质量发展模式下的新型智慧城市、智慧城乡将为成为新经济的新蓝海,必将为数字中国、智慧社会、智慧城乡的高质量发展贡献新力量、谱写新篇章。

参考文献

[1] 国务院. “十三五”国家信息化规划(国发[2016]73号)[EB/OL]. 2016年12月.

[2] 德国联邦政府. 思想·创新·增长——德国2020 高技术战略[R]. 2010年7月.

[3] 日本政府. 第五期科学技术基本计划(2016-2020)[R]. 2016年.

[4] 德国政府. RAMI4.0(Reference Architecture Model Industry 4.0)[R]. 2015年3月.

[5] 日本政府. 日本智能制造参考框架 IVRA(Industrial Value Chain Reference Architecture)[R]. 2016年12月.

[6] 美国工业互联网联盟(IIC). 工业互联网参考架构(II-RA)(1.8版)[R]. 2017年1月.

[7] 国务院办公厅. 关于创建“中国制造2025”国家级示范区的通知(国办发[2017]90号)[EB/OL]. 2017年11月.

[8] 杜明芳. AI+智慧建筑研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(3): 5-10.

[9] 杜明芳. 建筑能源互联网及其AI应用研究[J]. 智能建筑, 2018(3): 47-49+58.

[10] 肖泽青, 华昊辰, 曹军威. 人工智能在能源互联网中的应用综述[J]. 电力建设, 2019, 40(5): 63-70.

[11] 杜明芳. 人工智能城市、多智能体城市及其评价研究[J]. 中国建设信息化, 2019(3): 18-21.

[12] 杜明芳. 基于BIM+Multi-Agent增强学习的智慧建筑

- 及城市运维软件设计[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(6): 5-13.
- [13] 杜明芳, 程红. 实时通信 Agent 在楼宇智能控制中的研究与实现[J]. 计算机工程与应用, 2005(16): 213-215 + 229.
- [14] 杜明芳. 基于多现场总线的新型协同控制及其应用研究[J]. 制造业自动化, 2007(12): 68-73.
- [15] 盛强, 周晨, 凯万·卡里米, 等. 基于空间句法模型的数
据化城市设计——以吉林市朝阳广场设计为例[J]. 景观设计学, 2018, 6(2): 104-115.
- [16] 中共中央、国务院.《乡村振兴战略规划(2018 ~ 2022 年)》. 2018 年 9 月.
- [17] 中共中央、国务院.《关于建立健全城乡融合发展体制机制和政策体系的意见》. 2019 年 4 月.
- [18] 国务院.《关于促进乡村产业振兴的指导意见》. 2019 年 6 月.

Research on High Quality Development Model of New Smart City Based on CPS + and Construction of New Smart Urban-Rural Relations

Du Mingfang

(Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The report of *the Nineteenth National Congress of the Communist Party of China* points out that China's economy has changed from a stage of rapid growth to a stage of high-quality development. The new intelligent city is an important carrier for the implementation of "Digital China" landing, and also an important way to implement the high-quality development strategy of new urbanization. Based on the analysis of the historical trend of high-quality development of new-type smart cities, this paper puts forward the strategic idea of using industrial 4.0 thinking to improve the quality of construction and development of new-type smart cities and the method of building modern urban economic system based on "CPS+ urban value chain". This paper gives some suggestions that the high-quality development and high-level governance system of new-type intelligent cities in China should start from the three links of the state, industry and enterprise, and puts forward a high-quality development model composed of six dimensions. It holds that the urban governance system should be optimized by means of artificial intelligence, with the breakthrough point of subdividing scenes as the breakthrough point. We will comprehensively upgrade and transform the application fields of new-type smart cities. This paper puts forward the development idea of building a new type of smart urban-rural relationship based on CPS+. It can provide a reference for the government to formulate high-quality development policies for new smart cities and strategies for the development of smart urban-rural integration. It can also provide new methods and ideas for the development of new smart cities at different levels and for the construction of new urban-rural integration relations in the era of "smart+ ".

Key Words: New Smart City; City Supply Side; City Demand Side; CPS+ City; Smart City and Country; City Modern Economic System