

# 智慧社会基础设施新类型拓展与数据基础设施规划编制探索

刘婷婷 戴慎志 宋海瑜

Exploration on New Types of Infrastructure and Data Infrastructure Planning in Smart Society

LIU Tingting, DAI Shen zhi, SONG Haiyu

**提 要** 围绕智慧社会前沿技术创新对社会需求和社会组织模式、城乡基础设施供给构架的影响,分析建立具备智慧社会特征的基础设施概念层次体系,提出数据基础设施这一新的类型,探索当前国土空间规划编制技术转型与数据基础设施规划编制方法。首先,分析智慧社会发展对城乡基础设施的新要求和新定位,提出基础设施供给构架转型的四个方向。其次,以基础设施供给全过程的数据化为核心,将新技术、新设施和新平台等纳入基础设施的概念框架进行审视,分析提出数据基础设施的概念,建立具备智慧社会特征的城乡基础设施概念层次体系,拓展城乡基础设施概念的外延,使之与经济社会和技术创新的进步紧密结合。最后,将数据基础设施纳入国土空间规划的研究范畴和规划体系之中,探索提出国土空间规划框架下的数据基础设施规划编制思路和技术路线。

**关键词** 智慧社会;技术创新;基础设施供给;数据基础设施;规划转型

**Abstract:** Focusing on the impacts of cutting-edge technological innovations in smart society on service demand, social organizations, and urban-rural infrastructure supply and management frameworks, this paper analyzes and establishes a conceptual hierarchy system of infrastructure with smart society characteristics, and proposes data infrastructure as a new type of infrastructure. The paper explores the technical transformation of territory development planning and data infrastructure planning. Firstly, it analyzes new requirements and orientation of urban and rural infrastructure in smart societies. Based on the understanding of technological innovations, it projects four directions of transition of the infrastructure supply framework. Secondly, regarding data as the core of infrastructure supply, the paper examines new technologies, hardware and software facilities, and platforms within the conceptual framework of infrastructure, and presents the concept of data infrastructure and smart hierarchical system of infrastructure. Data infrastructure, which include data and the supporting facilities and which develops with socioeconomic and technological progress of the society, helps expand the the concept of urban and rural infrastructure. Thirdly, data infrastructure should be included in the planning research and planning system. This paper explores and put forwards the ideas and technical route of data infrastructure planning under the framework of territory development planning.

**Keywords:** smart society; technological innovations; infrastructure supply; data infrastructure; planning transformation

中图分类号 TU984 文献标识码 A  
DOI 10.16361/j.upf.201904012  
文章编号 1000-3363(2019)04-0095-07

## 1 智慧社会的技术创新及其影响

### 1.1 智慧社会的到来

世界经济论坛创始人克劳斯·施瓦布认为,我们当前正处于第四次工业革命的开端(克劳斯·施瓦布,2016),其特点是:互联网无所不在,移动性大幅提高;传感器体积变得更小、性能更强大、成本更低;人工智能和机器学习开始展露锋芒;从基因编辑到纳米技术,从区块链到量子计算,各领域的技术突破风起云涌。这些技术之间横跨物理、数学和生物等领域的互动融合,决定了第四次工业革命与前几次工业革命有着本质不同。生产生活方式也出现以智能化为标志的新变革,“智能”成为与土地、劳动、资本同等重要的新生产要素,人类即将迈入继农业社会、工业社会、信息社会之后一种更高级的社会形态——智慧社会。

2017年“智慧社会”被正式写进党的十九大报告,我国各地也展开了应用实践,作为千年大计、国家大事的雄安新区已先行先试。2019年1月,中央出台文件支持雄安

### 作者简介

刘婷婷,博士,上海同济城市规划设计研究院有限公司,高级工程师,

17128104@qq.com

戴慎志,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,通讯作者, sz-dai2606@126.com

宋海瑜,博士,雄安绿城发展有限公司

新区在构建世界先进的城市信息基础设施基础上,推进“城市大脑”建设,探索建立基于全面感知的数据“研判——决策——治理”一体化的智能城市管理模式,提供瞬时反应、高效联动的解决方案(中共中央 国务院关于支持河北雄安新区全面深化改革和扩大开放的指导意见,2018)。其他如浙江省“未来社区”建设等也开始了大胆的探索(浙江省人民政府,2019)。

## 1.2 技术创新的表现

世界经济论坛于2015年发布《深度转变:技术引爆点与社会影响》报告,提出了预计将在2025年前出现引爆点的21项技术变革(克劳斯·施瓦布,2016)。

(1) 移动互联网。电视机、手机等家用电器和个人信息设备都向网络终端方向发展,形成网络终端设备的多样化和个性化,打破了计算机上网一统天下的局面,面对面交流逐步被网络互动所取代。87%的美国年轻人说他们随时都会带着手机,44%的人每天都会使用手机照相功能;很多年轻人宁愿选择低收入的工作,也不愿意上班时不能携带自己的电子设备或者不能使用最喜爱的社交网络,他们觉得有互联网比有车更重要(王磊智,2013)。据国家网信办发布的《数字中国建设发展报告(2017年)》显示,2017年我国移动支付交易规模超过200万亿元,排名全球第一,交易笔数375亿笔。我们已经习惯手机支付,钱包和现金好像被我们抛弃了。

(2) 物联网。物联网指物体通过智能感知装置,经过传输网络,到达指定的信息载体,实现全面感知、可靠传送和智能处理,最终实现物与物、人与物之间的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种智能网络(杨正洪,2014)。物联网技术应用的广度和深度比移动互联网更全面、更深入。由于运算能力上升和传感器价格的下降,几乎将任何东西智能化并接入互联网在经济上变得可行,从而实现让世界上所有的物体进行信息交换。美国咨询机构预测,到2020年世界上物物互联的业务是

人与人通信业务的30倍(郝书池,2012),到2025年将会有万亿级数量的传感器与互联网连接,其中家用电器与设备使用的互联网流量超过50%(克劳斯·施瓦布,2016)。

(3) 智能制造。在经历了机械化、自动化、数字化后,以“动态感知、实时分析、自主决策、精准执行”为特征的智能生产模式,成为制造业转型升级的主旋律。计算机辅助使得需求量更少的商品可以利用更小的机器在更短的时间内生产出来,产品迭代周期越来越快,对需求精准感知的信息共享平台可提供柔性制造的智能生产线<sup>①</sup>,基于互联网的小规模柔性订制将成为更多商家的选择。

(4) 云计算。云计算是基于互联网的超级计算模式,将计算任务分布在由大规模的数据中心或大量的计算机集群构成的资源池上(杨正洪,2014)。云计算使得各种应用系统能够根据需要获取计算能力、存储空间和软件服务,并通过互联网将计算资源以按需租给使用者,用户按需付费、即用即付、用完即散,不用对用户集中控制,用户不关心服务者在什么地方。

除以上四类技术之外,智慧社会涉及的其他关键技术包含大数据挖掘、智能分析处理、高性能计算、系统工程和各种行业应用技术等,而在这其中仅物联网就至少包括如下技术以及围绕这些技术的庞大产业群:以RFID为代表的物品识别技术<sup>②</sup>、传感和传动技术、网络通信技术、数据存储和处理技术、以3C融合为代表的智能物体技术等。在运营端,数据驱动的商业模式日益依赖于智能软件和数据分析,使每个公司都成为潜在的软件公司。总之,技术在智慧社会下变得越来越重要,甚至将逐步占据整个社会的主导地位,企业的重点也将从对人的管理为主变为依托技术进步为主。

## 1.3 公众和社会需求的变化

(1) 消费需求:差异化、社群化。随着移动互联网、物联网带来的便利,人们越来越注重个性化需求,企业生产

也从标准化向定制化方向转型。<sup>①</sup>需求方面,生活水平的提升引发需求的多样化,人们更多地希望根据自己的爱好来选择产品和服务,这对个性化需求的采集、分析以及快速应对提出了新的挑战;<sup>②</sup>供给方面,对应于需求的差异化,产品将越来越小众化,仅熟客或者会员即可支撑生产企业的发展,甚至不需要做广告,定制化服务将成为主流;<sup>③</sup>生活习惯方面,由于移动支付和移动互联网的普及,人们的工作生活可以越来越独立,比如网购就大量减少了主妇与商户面对面的交流。这些都需要基础设施更加智能、精准,从简单粗放的基于总量平均的共性供给,转向针对每个终端主体需求差异的实时、细微感知的精准化供给,从硬性供给转向基于需求的柔性定制。

(2) 资源利用:集约化、高效化。智慧社会是一个随需应变、具有实时性的时代,不论客户身在何处,企业都必须借助物联网和智能化设施,实时响应客户需求,使人们的时间、资金、资源、注意力得以高效和充分地利用。产品是按照个人特定需要生产的,却能通过数据分析和判断做到批量生产销售,兼顾了个性需求和资源集约使用。预计未来10年物联网产生的经济价值将达到14.4万亿美元,而消除供应链和物流中的消费以及流程改善就会贡献2.7万亿美元(克劳斯·施瓦布,2016)。

(3) 社会需求:保障性、公平性。当今社会已成为“世界风险社会”(乌尔里希·贝克,2004),社会的智慧化程度越高,导致信息安全、遭受攻击和系统瘫痪的风险也越高,一旦发生系统风险,其扩展范围很可能直达全球。因此,提升系统的保障性和安全性是基础设施转型的重要目标。此外,通过智慧基础设施的整合应用,可以实现对弱势群体保护和风险人群的识别,保护生态环境,体现基础设施的社会价值。

## 1.4 社会组织模式的变革

(1) 供需的平台化。第三次工业革命见证了数字化平台的崛起,第四次工业革命的显著特征是全球性平台的诞

生。平台效应指以数字业务为主的组织通过打造网络平台,匹配产品和服务的买家和卖家(克劳斯·施瓦布,2016)。越来越多的消费者不再购买或拥有实物,而是通过数字平台获取产品和服务。少数平台寡头主宰了市场<sup>③</sup>,平台间竞争成为企业竞争的主要形态。通过资源和信息的聚集,平台经济涉及的产业链不断延伸,到2050年预计全球将有超过90%的企业依赖各类平台生存,各大跨国公司也正在由产业链一体化向平台一体化演进。

(2) 互动经济。通过平台,我们可以在智能移动终端上轻松地将人员、设施和数据汇集到一起,用便捷的方式对供需进行互动匹配,向消费者提供多样化的产品,从而创造出全新的商品和服务消费方式。产品也随着消费者的使用不断改进,消费者反过来培训和教育公司,双方形成共同进化的共生体(凯文·凯利,2016)。

(3) 新型弹性工作革命。互动经济从根本上改变了人们与工作的关系,越来越多的雇主利用“人力云”(human cloud)来完成工作:把专业工作细分为多个精确的任务和彼此独立的项目,然后上传到由来自世界各地工作者组成的虚拟云上,任何人只要接入互联网就可以获得工作。

(4) 分布式、协作性的企业构架。分布式指企业不再是在某个单一的地点运营,而是在几个不同的地方同时发生,即使是小公司也可以采用分布式的构架。如今,划分不同领域及职业之间界限的做法越来越不利于发展,利用网络的力量瓦解这些界限并建立高效的合作伙伴关系尤为重要,否则将难以应对数字时代的颠覆性影响(凯文·凯利,2016)。越来越多的企业开始利用社交网络开展业务,利用公司内外部的客户和专家的脑力资源获得突破性的思考,依靠分布式构架提出解决方案(王磊智,2013)。成功的企业将会逐步由层级制结构转向更为网络化、更具协作性的模式,围绕分布式团队、远程弹性工作者和具有互动性的集体进行构架,任何任务都可以通过网络分包出去,形成

分布式的管理网络。这些转变都对基础设施提出了新要求。

## 2 基础设施供给构架的转型

顺应智慧社会技术创新及其所带来的新需求、新的社会组织模式,城乡基础设施的供给构架也需要主动转型、提前布局,主要从以下四个方面展开:

### 2.1 纵向贯通化

(1) 近期:利用物联网技术,从城市贯通至各类设施。基于实时感应和微观感知的物联网技术,城市基础设施可以贯通智慧城市、智慧建筑、智慧家庭等各个层次,也可贯通交通、工业生产、生活娱乐、可穿戴设施等各个类型,实现所有层面、所有类型设施的互联互通和智慧化管理。比如:①智慧城市:将厂房、大楼、公共设施以及道路等接入物联网,通过技术平台对城市生产生活进行智慧管理;②智慧家庭:通过智能终端可远程控制家庭内的电视、照明、通风、安防、煤气阀等,很多家用电器最终可能消失不见,取而代之的是受单个枢纽控制的诸多传感器和电子器件;③智能设备:智能化程度也越来越高。预计在2025年前,全世界将会有10%的阅读眼镜可以连接互联网,10%的人穿着可连接互联网的衣服;大众高尔夫新车型包含54个计算机处理单元,每辆车处理的数据点多达700个;特斯拉可以通过软件无线升级提升已经销售出去汽车的性能,而不是随时间贬值(克劳斯·施瓦布,2016)。

(2) 远期:通过纳米机器人贯通至人体内部。设备不再仅仅是可穿戴的,还能够被植入人体,发挥通信、定位、行为监控、健康管理等功能。比如,纳米机器人能在人体里自我组合成所需的特定结构,攻击早期癌细胞,甚至可以将重要的个人信息保存下来。在不久的将来,原本需要口头表达的想法也有望借助植入式设备完成,隐含的想法和情绪也可通过读取脑电波等方式来表达。这些体内传感器搜集的信息可以上传至机构平台或城市服务器,意味着今后智

慧设施的应用将贯通到人的意识层面。

### 2.2 横向平台化

城市对某一基础设施的需求常常是由该设施网络直接供给,但是在智慧社会城市对各类基础设施的需求不一定直接对应于该类设施,而是由一个管理平台对该需求所包含的信息进行分析、处理后再转换成具体的响应措施,因此该平台的打造尤为关键。平台可以分为多个层面,比如家庭平台、社区平台、机构平台、城市平台、国家平台乃至全球平台等。①家庭平台。借助智能手机和物联网,能够实现家庭内部的家电、多媒体、安防、通信等各类智能家居设备的监、管、控,这部智能手机和智能网关就是家庭网络的连接中心,形成家庭层面的平台;②城市平台。智慧城市将城市各类基础设施加以连接,并将其核心信息和数据利用物联网、云计算、数据挖掘、决策分析优化等技术整合起来,形成统一的数据中心,数据实时共享和反馈,使整个城市成为一个智慧平台。

### 2.3 跨界网络化

随着智慧社会的复杂性和城市系统间关联性的加深,数字化打通了以往横亘在不同基础设施间的技术壁垒,使得基础设施之间、基础设施与城市各系统间的跨界融合成为必然。比如共享单车就跨越了交通、GPS定位、移动支付、太阳能充电等多领域的设施类型。智慧社会将逐步拓宽物联网在各领域的应用,将已经存在的点连接成线、成网,形成覆盖城市各层面的立体物联网结构,可将其趋势表述为:“各类基础设施的独立线型发展→添加传感器后的若干类型基础设施的准网状跨界连接→不同类型基础设施、不同等级平台的跨界整合”;即通过传感器实现跨界、通过平台实现整合,从而将不同类型基础设施融为一个供给网络。

### 2.4 供给数据化

通过前文分析,基础设施供给的种种变化可以归纳为如下共同趋势:从供给的实体化转向供给的数据化,具体包

含以下四个方面：

(1) 供给信息采集的数据化。基础设施供给数据化的第一步是从初始端即进行数据化的信息采集，建立对需求精准感知的信息共享平台。要充分利用摄像头、探测器、传感器、微型芯片等，持续采集供给中的各种数据信息，通过长时间的积累形成能够用于数据分析和智能识别的数据资源，为智慧化供给提供数据基础。比如在智慧医疗领域，将监测病情的传感器佩戴在病人身上，再通过无线连接方式接入医院内部网络，实现医生对病情的实时监测，为第一时间提出治疗方案提供可能。

(2) 供给网络的数据化。通常基础设施是通过各类设施实体对需求端直接进行供给，而智慧社会基础设施系统供给的关键是其供需全过程所产生的各类信息，并通过归纳和计算，实现对各类基础设施供给过程的控制和反馈。比如智能电网就是大数据在电力系统的应用。首先收集供电网络中产生的用电量、用电时间等数据，通过统计分析得出不同用户的使用规律，其后根据用户用电习惯和使用规律等及时改变不同用户的配电量，最后通过数据累积结合机器学习完善供电网络，形成更贴近真实用电负荷的智慧供电系统。智能电网供给全过程都体现着数据化的特点。

(3) 基于数据反馈的实体供给。即使在智慧社会，每类需求仍将最终以同类设施供给的方式来实现，即便是最智慧化的平台和应用也要落到实体设施。智慧社会的进步在于反馈给初始需求的实体设施是基于数据分析和智慧计算的，从而整体上提高供给质量和资源利用效率。比如在西班牙港口城市桑坦德，市中心近1万个传感器每隔几分钟就把城市的交通、天气、行人动作等数据传到市数据中心，市数据中心通过监测平台根据需要自动调节路灯亮度等；市民通过名为“城市脉搏”的应用就可以获得整个城市的相关信息（范灵俊，洪学海等，2016）。

(4) 数据基础设施自身的供给。后文展开介绍。

### 3 数据基础设施作为基础设施的新类型

#### 3.1 技术创新下基础设施概念拓展的思考

在智慧社会，新设施的产生和新技术的应用与经济社会生活日趋紧密融合，对其功能与特点梳理进行梳理，有助于拓展我们对基础设施概念的认识，可以将其分为以下两类：①硬件类：除移动互联网、智能传感器外，诸如智能手机、无人机、监控摄像头、智能家用电器、闸机门禁系统、管道巡检机器人、智慧灯杆、人体内用于治疗疾病的纳米机器人等；②平台类：诸如微信、淘宝网、支付宝、美团、滴滴、今日头条等。

以往人们往往将市政、公路、建筑等物理设施与互联网、电脑、软件等IT设施截然分开；而智慧社会下所有设施都可以与网络整合为一体，经济社会管理、生产生活都在它的基础进行。因此，移动互联网、智能传感器、物联网等均是智慧社会极其重要并具有基础性的设施，智能手机、智能家电、微信、美团等这些硬件或者平台也已经广泛应用并成为人们生产生活不可或缺的基础工具，这些可否算做新型的基础设施？

从基础设施供给末端的渗透性上来看，以往的基础设施概念仅限于城市市政管网到用户的接口，那么室内净水器、空气净化器、扫地机器人、垃圾粉碎机等可否视为市政环卫设施在用户内的延伸？工厂内的智能传感器可否视为新的基础设施在工厂内的延伸？按此思路，智慧社会可将城乡基础设施的概念渗透到家庭生活 and 工厂生产内部，将相应的设施纳入城乡基础设施体系。也即家庭内的扫地机器人、空气净化器就是环卫设施的延伸，智能烟雾报警器和监控摄像头是消防和安防设施的延伸……这些同样是城乡基础设施的终端。

从供给形态来看，用户需求的水、电、燃气、热力等都是通过具体设施来实现的，但在智慧社会的响应是基于数据分析和智慧计算得出的，也即都是借助于数据这一无形的载体来实现的。可以说，数据是内容，各类设施是数据的

载体，设施提供的服务是数据收集、分析、响应后的表现。这反映出数据是智慧社会基础设施供给的关键。

#### 3.2 智慧社会基础设施概念层次体系的新框架

以上列举并分析了智慧社会新产生的各类设施，这为我们建立城乡基础设施概念体系的新框架提供了启发。围绕基础设施供给数据化的趋势，本文在以往城乡基础设施概念特征的基础上，提出智慧社会基础设施的如下三个新特点：①自身具备智能化的能力；②与周边环境可以形成自主的互动反馈；③可以在一定范围内与网络连接，接受来自于人或平台的指令。基于此，可以将智慧社会的城乡基础设施分为以下六类：

(1) 用户终端型基础设施：指用于各类信息的感知、分析、控制的智能终端，包括个人、家庭、办公室、楼宇、厂房等由设备自身或普通用户操作使用的各类移动、固定智能终端以及用户层面的传感网关、控制器等，比如智能手机手环、温湿度传感器、空气净化器、烟雾报警器、家用监控摄像头、扫地拖地机器人、智能光感窗帘、各类工业机器人、家庭服务机器人、智能网关等。这类设施可以主动搜集、探测周边环境的物理、化学、生物等信息，转化成可供处理的数字信号，通过内置的数据处理及远程通信单元发送至用户平台，根据用户平台的反馈进行响应，甚至可以自主控制设备操作。

(2) 硬件网络型基础设施：指在用户终端之外的社区、片区和城市层面的硬件和网络型基础设施，常常接入机构平台进行管理或者统一的城市建设管理系统。包含通用硬件设施和传输网络设施这两类：①通用硬件设施如社区及城市安防监控系统、FRID标签、GPS、管道巡检机器人、智慧灯杆等；②传输网络设施由互联网、有线和无线通信网等组成，能够对已经数字化的信息进行传输、管理和计算。

(3) 平台应用型基础设施：包括平台型和应用型这两类。平台型基础设施主要是网络平台和数据管理系统，为各

类应用型基础设施提供信息处理、计算等通用基础服务，比如处于操作系统软件与特定应用软件之间的基础应用软件（中间件<sup>④</sup>），百度、谷歌等国内外公司都广泛使用的Hadoop就是云计算重要的基础软件。应用型基础设施是各类应用和用户的接口，信息技术发展的总趋势是以互联网技术的发展和应用为中心，从典型的技术驱动发展模式向技术驱动与应用驱动相结合的模式转变（杨正洪，2014），各类应用就是供给和需求的最佳结合点。比如百度搜索、支付宝、微信、今日头条、美团、滴滴出行<sup>⑤</sup>等，在人们生产生活中使用非常普遍，可视为应用型基础设施。

（4）专用型基础设施：指仅由特定类型的用户使用，且仅在特定领域中接入专用网络并接受上层平台监控、指挥和管理的特定基础设施，最典型的就是生物体内的医用纳米机器人等。“纳米机器人”仅1nm左右，是把数十个或者数百个原子组合起来制成的机器人，进入人体后可以向癌症肿瘤病变等部位集中送达药剂，剔除构成病毒的分子或利用分子钳对其进行摧毁。这类纳米机器人注射入人体内后可以自我运行，也可接受来自医院平台的远程控制。又如银行专用机器人、法院智能导诉机器人等，都是此类在特定领域应用的智能化终端。

（5）数据信息：指以上四类基础设施所包含的纯数据信息，这些数据贯穿基础设施供给的全过程，开放的数据有着很强的经济价值。经济合作与发展组织提出：“在智慧社会，数据被视为‘新石油’。如今，我们尚未将数据视作基础设施，无视数据作为推动效率和社会发展的引擎作用。我们应该开始计划和构建数据基础设施，这将成为我们21世纪的竞争优势（英国开放数据研究院，2016）。”

（6）传统城乡基础设施：指城乡规划学科中狭义的城乡基础设施，通常包括交通、水务、能源、通信、环境、防灾等6大类。在智慧社会，这些传统基础设施的供给也将越来越智能化、数据化和网络化。

本文将上述的用户终端型基础设

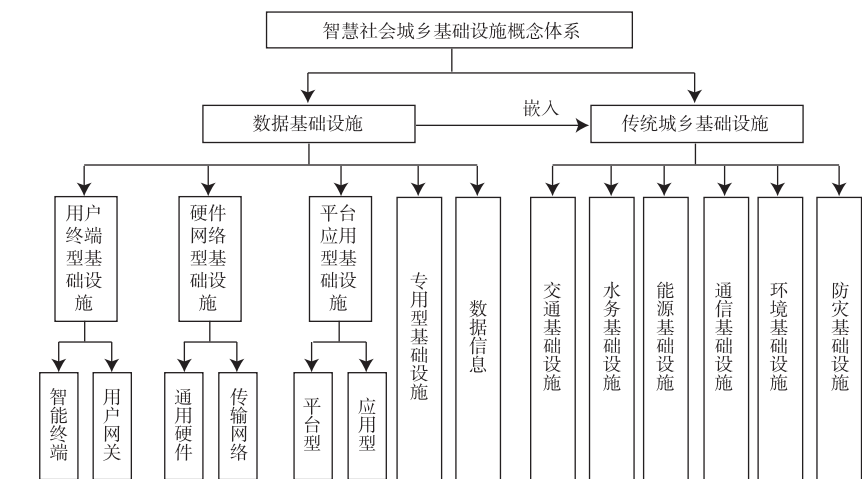


图1 智慧社会下城乡基础设施概念层次体系示意图

Fig.1 Conceptual hierarchy system of urban and rural infrastructure in smart society

资料来源：作者自绘。

施、硬件网络型基础设施、平台应用型基础设施、专用型基础设施、数据信息统称为数据基础设施，其与传统城乡基础设施系统共同构成智慧社会下新的城乡基础设施系统，数据基础设施成为城乡基础设施新类型的拓展。各类数据基础设施也嵌套于传统城乡基础设施系统中，成为传统城乡基础设施规划和供给服务转型升级的新技术、新设备和新方法（图1）。

### 3.3 数据基础设施的概念与特征

根据上文可知，数据基础设施概念的外延包含两部分：一是数据信息。随着智慧社会基础设施供给的纵向贯通化、横向平台化、跨界网络化和供给数据化，不同类型城乡基础设施数据的连接、交换、融合越来越多，设施成为具体载体，而其背后的数据信息变得比设施本身更加重要。二是参与数据化供给全过程的各类物质性载体，包括上述其他四类数据基础设施，覆盖了数据采集、传输、分析处理、储存、反馈等各环节。

数据基础设施概念符合城乡基础设施的定义。城乡基础设施是为社会生产和居民生活提供公共服务的物质性工程设施，是保证国民经济各项事业运行和发展的基础，具有先行性、基础性和准公共物品性等特征。在智慧社会，数据基础设施将改变以往基础设施仅处于

“配套”的定位，将关联城市各个子系统，并成为整个经济社会运行的“基础设施”和“神经中枢”。

数据基础设施作为新的基础设施类型，与传统的城乡基础设施又有显著不同的特征：①其全方位嵌入到城乡生产生活各方面以及传统基础设施中，载体类型更加丰富；②其传输基于各种有线或无线通信设施，但其应用规模和范围又远超通信基础设施的范围，比如在给排水、电力、燃气、热力等领域的传感器、机器人等就无法纳入通信基础设施类型；③其管理既可以采用分布式，也可以采取中央控制的方式；④均可以做到远程控制，当前已经智能化、但尚未接入网络的家庭和企业的设备也将逐步接入物联网和移动互联网进行远程控制，从而实现基础设施从城市到家庭、企业内部的延伸；⑤由于数据信息本身的无形性特征，其发挥作用要通过其它实体设施来实现。

## 4 国土空间规划编制的转型方向

### 4.1 综合化、智慧化、精准化是城乡规划的转型趋势

（1）综合化。综合化一直是近些年来城乡规划转型最显著的特征，比如综合交通、海绵城市、综合管廊、综合水系统、综合能源系统等，我国从2018年底开始提出并付诸实践的国土空间规划

使这一特征更加彰显。国土空间规划包含了城市、乡村、农田、海洋、林地、山地、矿产以及各类保护区等所有空间要素,将主体功能区规划、土地利用规划和城乡规划等空间规划相融合,形成一个平台、一张蓝图,数据基础设施概念的提出正是顺应了这一综合化的趋势。作为我国探索新发展模式的先行者,雄安新区正在建立基于遥感、GIS等地理信息、规划建筑设计信息、建造审批监管信息等在内的BIM/CIM平台系统,实现实体城市和数字城市的孪生共长。

(2) 智慧化。智慧化是新时代的要求。在大数据、云计算的时代,规划不能再依照传统方式去做,用智慧技术编制规划已经在多地有诸多实践。顺应智慧化的趋势进行规划编制体系和技术的改进,应当成为传统基础设施转型的重要方向,数据基础设施也应当作为智慧城市规划、智慧基础设施规划所关注的核心内容。

(3) 精准化。细分规划编制机构的服务范畴,为客户提供精准服务。现今的城乡规划编制机构要重新反思其在智慧社会的核心竞争力,根据自身特长细分为城乡规划技术供应商、城乡空间与公众行为数据信息(收集——整合——分析)供应商、城乡数据平台制作供应商等,为新涌现的各类客户提供专业和精准的服务。

#### 4.2 将数据化贯穿于国土空间规划编制和管理

(1) 数据将成为国土空间规划体系的“基础设施”和“神经中枢”。数据技术应用创新应当成为国土空间规划编制的重要技术创新。随着分布式技术带来的社会组织构架调整,信息、数据、网络、平台这些无形的设施越来越占据社会的重要地位,各类规划的编制除了做好数据的调研、搜集、整理和分析以外,更要基于大数据和人工智能算法对城乡各系统未来发展的规模、空间乃至形态进行模拟推演、实时评估和反馈;国土空间规划大数据平台的建立也必将确保数据信息的动态监测、评估预警与国土空间规划管理的深度融合。

(2) 确保规划和建设源头的“数据化”,以精准采集和实时反馈需求侧信息,提供个性化、差异化服务。无论是智能家居、智慧市政还是智慧城市,从规划和建设源头起就须考虑数据化,将家庭、社区和城市等内部承担基础服务的设施纳入城乡基础设施体系进行统筹考虑,在各类建筑、市政交通设施、园林绿化等设计建造之初,就要考虑嵌入各类智能化装备,使其具有数据采集、信息接收、实时监控甚至自主反馈能力,以便从源头上就能获取规划编制的精准数据,促进规划编制方法升级,确保预测结果的科学性和准确性,并通过分析掌握需求侧对基础设施的差异化需求,制定针对性的设施布局和资源配置方案。

### 5 国土空间规划框架下的数据基础设施规划编制思路

#### 5.1 数据基础设施规划纳入国土空间规划体系

国土空间规划的数据平台建设和各地大数据管理局的建立成为研究数据基础设施规划的基础和契机。规划师应深入研究和关注经济社会中各类数据信息技术的最新进展,将其融入规划编制体系,使国土空间规划编制真正适应智慧社会的发展需求。建议将数据基础设施作为一种新的基础设施类型纳入国土空间规划体系,在国土空间总体规划、专项规划、详细规划这三个层面分别开展数据基础设施规划的编制。

首先,要开展对数据基础设施的基础性研究,如详细分析数据基础设施供给全过程;研究数据基础设施与城市各系统的关联和融合;制定数据基础设施规划建设的相关规范和标准等。

其次,根据国土空间规划、建设、管理的需要以及数据基础设施自身的特征,数据基础设施规划既可以作为与给排水、电力、燃气等专项规划平行并列的一种专项规划;也可以横贯其他城乡基础设施系统乃至城乡空间系统,成为一种与智慧城市规划等相类似的综合规划。

再次,通过构建城市数据平台,以数据为核心打通城乡基础设施各系统的

专业壁垒。作为综合规划,数据基础设施规划编制要关注城乡不同类型、层次的空间设施系统之间跨界联系的可能性,甚至要主动策划不同类型设施、平台之间的跨界交互,为相关设施配置和空间布局提供未来发展的弹性预留。

#### 5.2 国土空间规划框架下的数据基础设施规划编制技术路线

根据以上分析,探索提出基于国土空间规划编制体系框架的数据基础设施规划编制技术路线(图2)。

该技术路线的制定主要基于以下考虑:

(1) 从数据基础设施供给的全过程中,结合前文所述的五种数据基础设施类型,将数据采集端、数据传输网络、数据平台、数据库以及数据本身作为数据基础设施规划编制的五项重点内容,从这些重点内容也可以看出数据基础设施规划编制的思路和技术特征与其他传统基础设施有着显著的区别。

(2) 从规划层面划分上,以用户层面的个性化、差异化需求为出发点,根据用户需求所产生数据的流向分为片区层面、城镇层面、区域层面和机构层面,前三者对应着国土空间规划的详细规划和总体规划这两个层次,后者对应着国土空间规划的各类专项规划层面,更直接对应数据基础设施规划,从而做到与国土空间规划编制体系保持一致。

(3) 从纵向和横向的差异性与共同性上,每个层面的数据基础设施规划都可以按照①所述的五项重点内容进行编制,但是在不同的规划层面结合不同功能的设施有着一定的差异,从而做到规划编制框架的一致性和应用中的适应性。

(4) 从保障体系上,在规划编制中要充分考虑供电、通信、安防等设施保障和标准、建设模式等制度保障两方面,为各环节的数据基础设施建设提供技术支撑。

(5) 从规划相关关系上,数据基础设施规划与国土空间规划的总体规划、详细规划有着彼此需求与支撑关系,总体规划、详细规划对数据基础设施规划有着各方面的需求,而后者对前者有支撑作用。同时,数据基础设施规划与各

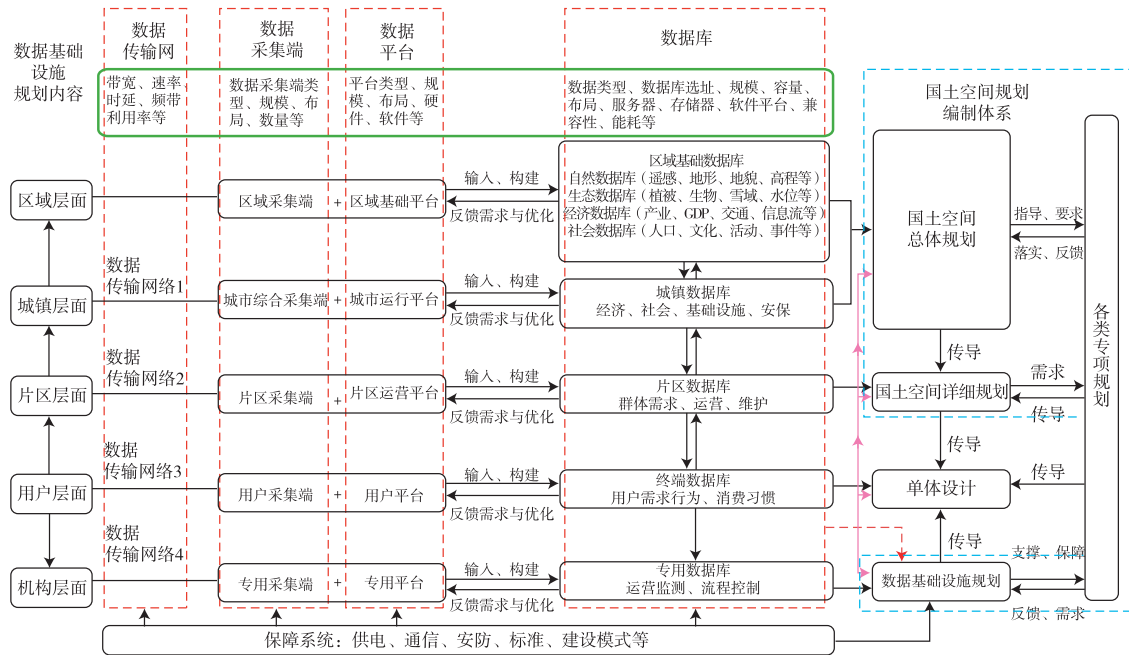


图2 国土空间规划框架下的数据基础设施规划编制技术路线

Fig 2. Technical route of data infrastructure planning under the framework of territory development planning  
资料来源：作者自绘。

类专项规划有支撑与反馈关系，前者支撑和保障后者的科学性、精准性、智慧性，后者对前者提供的支持有反馈优化需求。并且，数据基础设施规划通过各类专项规划，对总体规划进一步落实和反馈优化；对详细规划产生传导作用；也对单体设计产生传导作用。此外，数据基础设施规划对单体设计具有直接传导作用。

注释

- ① 柔性化生产技术是指生产线的可扩散性和多适应性，将一条生产线稍作调整就可以适应不同的产品加工对象，提高工装的利用率。
- ② RFID (Radio Frequency Identification) 技术，又称无线射频识别，是一种通信技术，可通过无线电讯号识别特定目标并读写相关数据，而无需识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触。频率一般是微波，1-100GHz，适用于短距离识别通信。
- ③ 麻省理工学院斯隆管理学院研究显示，2013年市值最大的30家企业中有14家属平台型企业。
- ④ 中间件 (middleware) 是一种基础软件，处于操作系统软件与用户应用程序的中间，为处于自己上层的应用软件提供运行与开发的环境。中间件提供的程序接口定义了一个相对稳定的应用环境，不管计算机软硬件和系统软件怎样更新换代，只要将中间件升级更新并保持中间件对外的接口定义不变，应用程序就几乎不需任何修改，因此中间件已成为许多标准化工作的主要部分。

- ⑤ BAT是互联网时代的三家著名企业百度、阿里、腾讯中文拼音首字母的合称；TMD则是头条（今日头条）、美团、滴滴这三家移动互联网时代著名企业中拼音首字母的合称。

参考文献 (References)

[1] [德]克劳斯·施瓦布. 第四次工业革命: 转型的力量[M]. 李菁, 译. 北京: 中信出版社, 2016. (SCHWAB K. The fourth industrial revolution: transformational forces [M]. LI Jing, translate. Beijing: Citic Publishing House, 2016.)

[2] [德]乌尔里希·贝克. 世界风险社会[M]. 吴英姿, 孙淑敏, 译. 南京: 南京大学出版社, 2004. (BAKER U. World risk society [M]. WU Yingzi, SUN Shumin, translate. Nanjing: Nanjing University Press, 2004.)

[3] [美]凯文·凯利. 失控: 全人类的最终命运和结局[M]. 张行舟, 陈新武, 王钦, 等, 译. 北京: 电子工业出版社, 2016. (KELLY K. Out of control: the ultimate fate and end of mankind [M]. Zhang Xingzhou, Chen Xinwu, Wang Qin, et al, translate. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2016.)

[4] 范灵俊, 洪学海, 黄晔, 华岗, 李国杰. 政府大数据治理的挑战及对策[J]. 大数据, 2016(3): 27-38. (Fan Lingjun, Hong Xuehai, Huang Chao, Hua Gang, Li Guojie. Challenge and countermeasure of governing government big data[J]. Big Data Research, 2016(3): 27-38.)

[5] 郝书池. 基于物联网的智慧城市建设问题研究[J]. 城市观察, 2012(4): 62-67. (HAO Shuch. Intelligent city construction research based on internet of things [J]. City Observation, 2012(4): 62-67.)

[6] 王磊智. 颠覆性技术与商业趋势[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2013. (WANG Leizhi. Disruptive technologies and business trends [M]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University Press, 2013.)

[7] 杨正洪. 智慧城市: 大数据、物联网和云计算之应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014. (YANG Zhenghong. Smart city: application of big data, internet of things and cloud computing [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2014.)

[8] 英国开放数据研究院. 思考数字时代的基础设施[J]. 王建嘉, 汪羽婷, 赵璇, 等, 译. 中国统计, 2016(6): 15-18. (UK Open Data Research Institute. Thinking about infrastructure in the digital age [J]. WANG Jianjia, WANG Yuting, ZHAO Xuan, et al, translate. China Statistics, 2016(6): 15-18.)

[9] 浙江省人民政府. 浙江省未来社区建设试点工作实施方案(浙政发[2019]8号)[R]. 2019-03-20. (People's Government of Zhejiang Province. Zhejiang provincial future community construction pilot work program(Zhengfa, Zhejiang[2019] No. 8)[R]. 2019-03-20.)

[10] 中华人民共和国中央人民政府. 中共中央国务院关于支持河北雄安新区全面深化改革和扩大开放的指导意见(中发[2018]35号文件)[R]. 2019-01-24. (The Central People's Government of the People's Republic of China. Guiding opinions of the central committee of the communist party of China on supporting the comprehensive deepening of reform and opening-up of Xiongan new area in Hebei province (Chinese Document[2018] No. 35) [R]. 2019-01-24.)

稿回: 2019-07