



个人观点:

中国智慧城市演进评述

廖睿智^{1,2}, 陈丽平³

¹香港中文大学(深圳)人文社科学院, 中国深圳市, 518172

²深圳市物联网智能系统与无线网络技术重点实验室, 中国深圳市, 518172

³IBM 企业与技术安全部, 爱尔兰都柏林市

E-mail: rzliao@cuhk.edu.cn; lipingch@ie.ibm.com

本文编译自 Ruizhi LIAO, Liping CHEN, 2022. An evolutionary note on smart city development in China. *Front Inform Technol Electron Eng*, 23(6):966-974. <https://doi.org/10.1631/FITEE.2100407>

城市化程度是衡量一个国家现代化程度的重要指标。联合国经济和社会事务部发布的《世界城市化报告》指出, 目前世界上超过55%的人口居住在城市, 预计到2050年这一数字将上升到70% (United Nations, 2018)。2020年, 中国城市人口占全国总人口的60%, 预计到2050年这一数字将达到80% (Deloitte, 2018)。

更多的城市人口意味着会对有限的城市资源产生更激烈的争夺, 例如水、住房、交通、教育、医疗等。为了应对城市化带来的挑战, 美国南加州大学的David Bollier提出城市规划新理念: 综合应用网络和信息技术 (Bollier, 1998)。

IBM响应了这一新理念, 并于2008年启动“智慧地球”(Smart Planet)计划 (Palmisano, 2008): 这是一种通过科技赋能改造城市基础设施、服务和管理的概念。很快, 智慧城市概念被全球各大城市采用, 并逐渐演变为一些旨在进行城市可持续发展功能改革的先进城市的战略选择。

本文将探讨智慧城市的本质并研究中国智慧城市发展的3大驱动力, 总结中国和其他国家智慧城市发展的主要特点, 最后, 提出建设未来智慧城市面临的4大挑战。

1 智慧城市的本质

在深入了解“智慧城市”之前, 让我们先看看什么是“城市”。从社会角度看, 城市是人们生活和工作的地方; 从技术角度看, 城市是各种功能单元(如交通、教育、医疗以及水电气网)的集合; 从经济角度看, 城市是人口和工商业聚集的地方, 也是工作机会、知识创新以及财富价值被创造出来的地方。知识和财富的累积有助于提升城市生产力, 而生产力的提升又进一步推动城市的发展。因此, 城市的发展是人类社会进步的重要推动力。

那么, 什么是智慧城市? 智慧城市虽然没有统一定义, 但一般可以理解为应用信息和通信技术赋能城市的基础设施或功能单元, 以改善城市的服务、运营和管理, 并有效利用资源, 以实现城市的可持续发展 (Albino et al., 2015)。就此而言, 智慧城市与城市技术维度关联更紧密。新技

‡ 通讯作者

* 本文得到以下项目资助: 国家自然科学基金(编号 61902332), 深圳市科技创新委员会(编号 JCYJ20170818103636337 和 JCYJ20180508162604311)

ORCID: 廖睿智, <https://orcid.org/0000-0002-7820-0120>

©浙江大学出版社 2022

术的应用确实是智慧城市得以建成的关键使能因素，但城市的其他维度在帮助我们理解什么是智慧城市的本质方面，同样具有重要作用。比如，城市的经济水平会影响城市功能单元和基础设施建设（经济因素）。又如，构建功能单元的优先级涉及各利益攸关方的谈判和妥协（政治因素）。再如，将信息通信技术引入某个功能单元时，常会给现有系统带来改变，甚至可能完全取代现有系统，这可能会导致使用者的反对或其他意想不到的负面影响（生产关系或社会因素）。因此，智慧城市的规划和设计不仅要考虑技术因素，还要考虑经济、政治、社会因素及它们之间的相互作用。

那么，智慧城市的本质是什么？众所周知，城市基础设施由城市各功能单元构成。正是这些功能单元及它们提供的服务使人们能够聚集在城市生活和工作。因此，城市的本质有两个组成部分：一是城市的基础设施，一是附着于城市基础设施的城市服务（图1a）。智慧城市的本质就是在城市基础设施与城市服务之间，加入信息与通信技术赋能层，通过综合应用各种技术来优化城市的运营和市民的日常生活（图1b）。例如，通过引入增强现实（AR）、虚拟现实（VR）或混合现实（MR）等数字化技术到传统教育领域，我们可以为学生提供拥有个性化教育、更好的学生参与度与更好的内容理解的身临其境的学习环境（Yagol et al., 2018）。另一个例子，通过在水厂和手表中安装传感器，我们可以监测水质，识别漏水情况，并根据用水量等统计数据提出家庭节水计划（Chen and Han, 2018）。

2 中国智慧城市发展的驱动力

城市化、政策和技术是推动中国智慧城市发展的3个重要因素。

2.1 城市化驱动力

城市发展吸引更多人涌入城市。根据联合国发布的《世界城市化报告》，全世界每天有18万人来到城市定居（United Nations, 2018）。中国经济

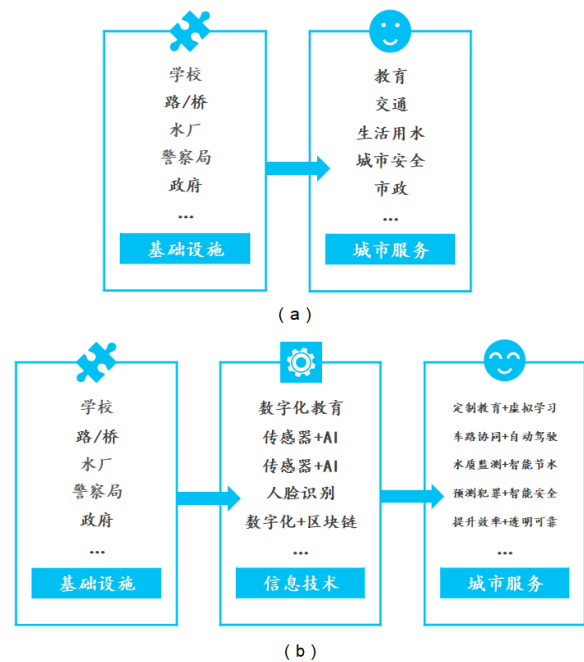


图1 传统城市 (a) 与智慧城市 (b) 的本质区别

改革开放以来，工业化和城市化取得举世瞩目的成就。国家统计局数据显示，每年有超过1500万农村人口进入城市（Ning, 2021）。1980年改革开放之初，中国城市人口仅占总人口的20%，2020年达到60%，预计到2050年将有80%的人口居住在城市。

中国如此快速城市化的根本原因有两个。首先，城市化是现代化和经济发展的最重要引擎之一。中国的城市化率低于发达国家，发达国家城市化率通常在70%以上。其次，为了维持经济增长，特别是在中美贸易冲突背景下，中国需要从依赖出口的外向型经济转向以国内消费为主的内向型经济。另外，中国农村地区人均收入远低于城市，从这个意义上讲，城市化在促进国内消费方面可以发挥重要作用（Bai et al., 2014）。

随着城市化进程加快，城市人口迅速增长，这给现有的城市基础设施和服务带来巨大压力。人们总是倾向于聚集在某些特定区域，这是人们根据地理、环境、历史、文化等因素自然选择的结果。以中国为例，1935年当代人口地理学创始人胡焕庸按当时的人口密度，从黑龙江省瑷珲到云南省腾冲，画了一条“瑷珲—腾冲线”，后因地名变迁改称“黑河—腾冲线”，又称“胡焕庸线”。

那时,96%的人口居住在胡焕庸线的东侧,而只有4%的人口居住在西侧。现在,这一比例变为94%的人口在胡焕庸线以东,而6%的人口在西侧。1935年,中国人口约为4.75亿,到2020年,已增至14亿(Chen et al., 2016)。在过去几十年里,虽然中国经历了几次人口大迁移(如新疆生产建设兵团的围垦、西部大开发等),但居住在胡焕庸线两侧的人口比例变化不大。这意味着主要地区和城市的人口无论从绝对数量还是人口密度上都有很大增加。

这种持续的人口增长和城市密度增加对城市资源和基础设施构成重大挑战。传统城市的治理模式在应对因人口增加而导致的交通、医疗、教育、环境、管理等各方面的挑战时显得力不从心,因此亟需一种城市运营和治理的新模式。

2.2 政策驱动力

中国智慧城市发展的第二个重要驱动力是国家战略规划和政策。智慧城市理念起源于美国南加州大学David Bollier的著作《How Smart Growth Can Stop Sprawl(智慧规划理念如何阻止城市无序发展?)》(Bollier, 1998)。Bollier主张摒弃传统城市建设理念,即通过构建更多基础设施来应对城市化问题。Bollier提出应该在有限的城市空间里采取新且智能的城市规划方案。他的主张被美国波特兰市采纳并付诸实践。2005年左右,德国西门子和美国思科开始智慧城市研究。2008年金融危机爆发,IBM向美国奥巴马政府提出“智慧地球”(Smart Planet)计划,建议在全国建设一批信息技术新型城市,旨在提振经济(McNeill, 2015)。其构想包括将政府服务数字化和网络化,安装智能水表和智能电表以了解城市资源使用情况并进行合理规划;运用信息技术,升级城市建筑、交通、安全等基础设施和服务。2010年,IBM推出“智慧城市挑战”计划(Smart Cities Challenge)。该计划由IBM提供技术和经费,并选派专家前往全球几十个城市,协助他们建立或升级信息技术基础设施(Scuotto et al., 2016)。在这些项目推动下,智慧城市的概念逐渐形成,并很快在世界范

围内掀起一股建设热潮。2010年以后,各国陆续提出与智慧城市相关的城市发展、产业升级和经济振兴的重大战略。

中国智慧城市建设大致可分为4个阶段。第一阶段发生在2010到2014年之间,这是智慧城市的研究和探索阶段,其主要特征是利用信息技术对城市进行数字化改造,所以也称“城市数字化”阶段(Tang et al., 2020)。2010年发布的《第十二个五年规划》,明确鼓励发展智慧城市。2012年,住房和城乡建设部发布“智慧城市试点暂行管理办法”,并选出第一批90个和第二批103个试点来建设智慧城市(Kang and Wang, 2018)。深圳市龙岗区作为试点首批入选,并建立了龙岗区新型智慧城区运行管理中心。笔者曾两次带学生参访龙岗智慧中心。中心工作人员介绍,试点内的空气、水、山坡、消防设施、道路、房屋、路灯、摄像头、井盖等基础设施都配套了各种各样的传感器和计算单元。这些传感器收集到的数据经过龙岗智慧中心的处理,将龙岗区的总体态势、应急状态下的联动指挥以及大数据决策支持等信息呈现在一个168平方米的巨大LED屏幕上。这是目前国内室内曲率最大、分辨率最高的LED屏幕(图2)。城市再也不是钢筋、水管、道路、电线等冰冷硬件设施的堆叠,而是逐渐进化成一个“感知-联接-数据-计算-智能”的信息智慧生命体。



图2 深圳市龙岗区新型智慧城区运行管理中心

中国智慧城市建设的第二阶段发生在2014至2016年初。这期间国家各部委加强协调,旨在规范第一阶段智慧城市的无序发展。2014年8月,国家发展改革委、住房城乡建设部等八部委联合发

布《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》。同年10月，国家发改委、工信部等25个部门成立“智慧城市部际协调工作组”，统筹各区域智慧城市建设和发展。

2016至2017年是第三阶段，为中国智慧城市发展的战略攻坚期。随着2016年初《第十三个五年规划》出台，智慧城市概念开始成为国家战略。该规划是第一个提出“创新型智慧城市”概念的高层文件，提出建设一批创新型示范性智慧城市试点(Li et al., 2017)。其内涵是以新型智慧城市为抓手，推动政务信息系统整合来打破“数据烟囱”。“数据烟囱”也称“数据孤岛”，意味着数据系统相互独立，不能与其他系统进行协调工作。

第四阶段，从2017年底至今，是中国智慧城市全面发展时期。2017年12月，党的十九大报告首次提出建设“智慧社会”(Liang et al., 2019)。这是“智慧社会”概念首次出现在国家政策报告中。智慧社会是智慧城市概念的中国化与时代化，与智慧城市相比，智慧社会的内涵更广，更加重视“以人为本”。截至目前，中国所有副省级以上城市、95%的地级市以及50%的县级市均有智慧城市的项目落地。图3总结了我国智慧城市发展的4个阶段。

2.3 技术驱动力

智慧城市的第三个重要驱动力是信息通信技术的发展和成熟。互联网、物联网、大数据、云计算和人工智能已广泛应用于公司运营、市政管理和人们的日常生活。这些技术为智慧城市的发展提供了必要条件。

首先，热敏电阻、光敏电阻、转速计、压力

表和陀螺仪等传感器感知城市各方面的细微变化，并将这些物理变化以数字形式呈现。这种数字化过程使计算设备能够实现数据计算、分析、传输以及可视化呈现，并进行智能决策。更重要的是，数字化使新应用程序的开发和新商业模式的建立成为可能。例如，健康监测是典型的信息密集型应用。只有通过传感器收集物理变化并通过算法及时分析，才能开发出新的应用或服务。出租车行业、物流供应链和市政管理单元也都是典型的例子，即通过各种传感器所收集的信息以及基于这些信息而开发出的新应用来连接不同信息需求实体。

其次，传感器收集的数据必须准确有效地发送到目的地。这可以通过不同的传输介质(如光纤、双绞线或电磁波)，以及各种网络形式(个人局域网—RFID、NFC、蓝牙、局域网—WiFi、广域网—LoRa、NB-IoT和5G)实现(Habibzadeh et al., 2018)。

第三，到达目的地的数据需要通过合适的方法处理。为避免网络传输过多数据，一种方法是使用算法在传感器、中心节点或网关处预先处理数据，从而减少需要传输和存储的信息。此方法可以快速反应并做出有效决策(边缘或雾计算)。另一种方法是聚合数据，在区域、省级甚至国家级计算中心处理，根据不同方面搜集到的可用信息做出最优决策(云计算)。

以上这些不同类型的信息技术用于收集、分享、传输、汇总和计算来自城市各个方面的数据，并帮助市民或市政管理人员做出明智决策。这一过程在如何管理以及如何解决大都市的挑战方面发挥着重要作用。



图3 中国智慧城市发展的4个阶段

上述智慧城市的信息处理流程是：感知 - 网络 - 数据分析，可以以智慧深圳（Hu, 2019; Yeung and Lu, 2020）为例。智慧深圳为智慧城市提供了综合视角，包括：一张地图全面感知、一张电子身份证通行深圳、一键了解全局、一体化运营联动、一站式创新和创业、一屏游享深圳（Shenzhen Government, 2018）。这些旨在提高民生和城市综合治理能力的“六个一”目标，可以通过3个抽象步骤实现：（1）各种传感器收集城市数据；（2）获取的数据通过不同网络技术传输；（3）分析数据并呈现给智能设备做出自动决策或以不同形式的城市服务提供给市民。如图4所示。

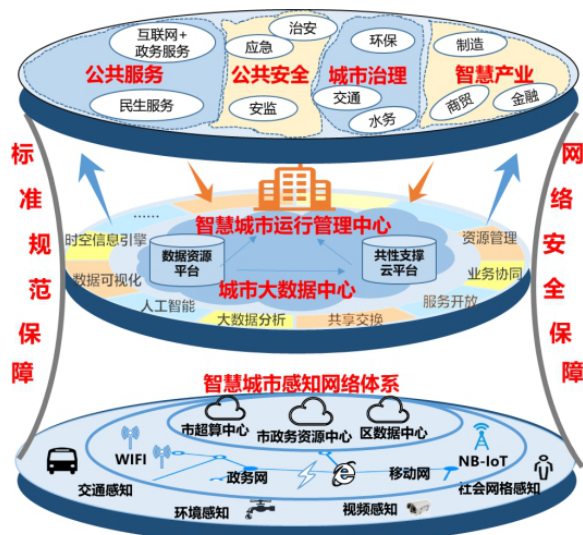


图 4 深圳智慧城市架构

3 结语

前面我们讨论了智慧城市的本质，以及建设智慧城市的核心驱动力。本节我们将从4个方面讨论建设新型智慧城市所面临的挑战：（1）新旧基础设施如何共存；（2）城市服务的可及性；（3）智慧城市的可持续性；（4）完善的法律和法规。

3.1 新旧基础设施的共存

智慧城市建设的其中一个重要挑战是如何确保新旧基础设施共存和融合。城市通过基础设施和功能单元为市民提供服务，而智慧城市的典型特征

就是在城市基础设施与城市服务之间加入信息技术赋能层，综合应用各种信息技术来提供更优化的城市服务。智慧城市发展初期，这些新开发的应用和服务大多是由政府部门推动和实施的。而现在，越来越多的个人、团体或公司利用依附在基础设施上的信息技术赋能层创造出的数据开发新的智能应用和发展新的商业模式，架起连接城市基础设施与市民的桥梁。有趣的是，大多数情况下，这并非由基础设施的所有者完成，而是由有远见的企业家完成。他们开发的新应用的崛起，必将影响传统服务提供者。一个典型的例子就是“滴滴”，它并不是基础设施或生产资料的所有者。但这无碍“滴滴”的兴起，虽然“滴滴”的兴起曾导致传统出租车司机罢工和上访。

另一方面，网络的正外部性有利于新兴服务的提供者，而非基础设施的建设者或所有者。尽管互联网服务提供商需要建设大量基础设施来为市民提供服务，但大部分收益被大数据服务或创新互联网应用的提供者获得。这个问题不仅存在于城市通信网络中，也适用于城市的其他基础设施。这是不公平的，因为新兴服务的提供者不负责城市基础设施的建设、维护和开发。因此，智慧城市建设的首要挑战是协调新旧设施和功能单元的和谐共存，只有这样，才能保证智慧城市的新型服务可以被源源不断地创造出来。

3.2 城市服务的可及性

智慧城市建设的第二个挑战是确保城市提供服务的可及性。可及性包含是否所有人都可以无障碍地使用城市服务的物理可及性和是否所有人都可以负担得起的经济可及性。有些城市服务受到数字经济和新商业模式的冲击，逐渐失去了市场；有些城市服务只能通过网络终端或智能手机才能预约和使用。虽然这些基于信息技术的新型服务提高了工作效率，也给大多数市民带来了便利，但是有些弱势群体由于身体、文化水平或年龄的原因无法或不会使用智能终端，被排除在新型服务的范围之外。此外，有些新型服务由于市场或信息垄断，造成服务质量下降、服务价格升

高。这意味着新型服务更多地迎合年轻、受过教育或富有的人，这不符合智慧城市设计者的初衷。因此，如何克服数字鸿沟，确保弱势群体能够平等地使用智慧城市的新型服务也是一大挑战。

3.3 智慧城市的可持续性

与其他国家的智慧城市相比，中国智慧城市的发展有两个显著特点：技术中心主义和自上而下的建设模式。尽管中国智慧城市战略强调“以人为本”，但智慧城市的构建几乎完全依靠物联网、5G、大数据、人工智能和云计算等新技术的进步 (Huang et al., 2021; Liu et al., 2019)。此外，中国智慧城市项目在很大程度上受到上级政府或国家部委政策的推动。这种自上而下的建设模式与西方智慧城市的建设理念不同，后者的智慧城市建设通常由地方政府和私营实体牵头建立 (Hu, 2019; Li and Li, 2016)。

从长远来看，智慧城市以技术为中心和自上而下的建设模式可能会导致可持续性问题。因为前者只关注技术，因此缺乏不同利益相关者的参与；而后者未能建立与当地的相关性，因此可能使他们的智慧城市项目成为空中楼阁。

3.4 完善的法律和法规

第四个挑战是完善的法律制度。总体而言，政策、法律和法规的制定总是滞后于技术创新 (Liao, 2020)。如何在政策法规尚未建立时，确保新技术或新服务不会被应用于非法领域，是一个巨大挑战。例如，区块链技术的匿名性可以被加密货币平台用于逃税或洗钱。但是，这并不意味着我们应该因某些新应用存在违法可能而扼杀或放弃对新技术的探索。一些城市使用“监管沙盒” (supervision sandbox) 来解决这一法律问题。监管沙盒是一个封闭的虚拟试验场，智慧城市建设者和应用程序开发人员可以将新技术或应用程序局限在一个受控环境中试验。它通常用于开发现有法律法规未涵盖的新商业模式 (Zetzsche et al., 2017)。

此外，在这个“数据即是黄金”、“数据即是霸权”的信息时代，数据的收集、存放和数据所

属权等都是智慧城市建设者需要面临的挑战 (Hou et al., 2021)。2021年7月，“滴滴”因收集和使用个人信息的行为违反2017年6月生效的《网络安全法》 (National People's Congress of China, 2017)，而被暂时从应用商店下架。2021年6月10日，全国人大通过了《数据安全法》，并于2021年9月1日起施行。《数据安全法》在数据分类、数据本地化、数据跨境管控等方面比《网络安全法》更为严格 (National People's Congress of China, 2021)。《数据安全法》有效补充和完善了《网络安全法》，保障了数据的有序合法流动。有了这些工具，智慧城市设计人员和新型应用开发人员必须在保护公民数据安全和正确使用这些数据为市民提供服务之间找到平衡。

References

- Albino V, Berardi U, Dangelico RM, 2015. Smart cities: definitions, dimensions, performance, and initiatives. *J Urban Technol*, 22(1):3-21. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
- Bai XM, Shi PJ, Liu YS, 2014. Society: realizing China's urban dream. *Nature*, 509(7499):158-160. <https://doi.org/10.1038/509158a>
- Bollier D, 1998. How Smart Growth Can Stop Sprawl: a Fledgling Citizen Movement Expands. Essential Books, Washington, USA.
- Chen MX, Gong YH, Li Y, et al., 2016. Population distribution and urbanization on both sides of the Hu Huanyong Line: answering the Premier's question. *J Geogr Sci*, 26(11): 1593-1610. <https://doi.org/10.1007/s11442-016-1346-4>
- Chen YH, Han DW, 2018. Water quality monitoring in smart city: a pilot project. *Autom Constr*, 89:307-316. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.008>
- Deloitte, 2018. Super Smart City—Happier Society with Higher Quality. Deloitte China, Beijing, China (in Chinese).
- Habibzadeh H, Soyata T, Kantarci B, et al., 2018. Sensing, communication and security planes: a new challenge for a smart city system design. *Comput Netw*, 144:163-200. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2018.08.001>
- Hou LH, Liao RZ, Luo QQ, 2021. IoT and blockchain-based smart agri-food supply chains. In: Augusto JC (Ed.), *Handbook of Smart Cities*. Springer, Cham, p.1109-1130. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69698-6_91
- Hu R, 2019. The state of smart cities in China: the case of Shenzhen. *Energies*, 12(22):4375. <https://doi.org/10.3390/en12224375>
- Huang KH, Luo WJ, Zhang WW, et al., 2021. Characteristics and problems of smart city development in China. *Smart Cities*, 4(4):1403-1419.

- <https://doi.org/10.3390/smartcities4040074>
- Kang W, Wang Y, 2018. China digital governance development review over the past two decades. *Int J Publ Admin Dig Age*, 5(3):92-106.
<https://doi.org/10.4018/IJPADA.2018070107>
- Li FP, Li B, 2016. Aggregating heterogeneous services in the smart city: the practice in China. Proc 1st Int Conf on Smart Computing and Communication, p.449-458.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-52015-5_46
- Li PY, Huston S, Parsa A, 2017. Construction Firms' competitiveness. In: Huston S (Ed.), *Smart Urban Regeneration*. Routledge, London, UK, p.22.
<https://doi.org/10.4324/9781315677521-9>
- Liang T, Peng GC, Xing F, et al., 2019. From smart city to smart society: China's journey towards essential urban-rural transformation. In: Streitz N, Konomi S (Eds.), *Distributed, Ambient and Pervasive Interactions*. Springer, Cham, p.161-171.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-21935-2_13
- Liao RZ, 2020. Smart mobility: challenges and trends. In: Eiza M, Cao Y, Xu LX (Eds.), *Toward Sustainable and Economic Smart Mobility: Shaping the Future of Smart Cities*. World Scientific, Europe, p.1-11.
<https://doi.org/10.1142/q0233>
- Liu LN, Ju JR, Feng YQ, et al., 2019. Impact of governance structure characteristics of public-private partnerships on smart city project success: evidence from a multi-case study in China. Proc 52nd Hawaii Int Conf on System Sciences, p.3285-3294.
- McNeill D, 2015. Global firms and smart technologies: IBM and the reduction of cities. *Trans Instit Br Geogr*, 40(4):562-574. <https://doi.org/10.1111/tran.12098>
- National People's Congress of China, 2017. *Cybersecurity Law of the People's Republic of China*.
<http://www.lawinfochina.com/display.aspx?lib=law&id=22826> [Accessed on Jan. 10, 2022].
- National People's Congress of China, 2021. *Data Security Law of the People's Republic of China*.
<https://www.lawinfochina.com/display.aspx?id=35666&lib=law> [Accessed on Jan. 10, 2022].
- Ning JZ, 2021. Main Data of the Seventh National Population Census. National Bureau of Statistics of China, Beijing, China.
- Palmisano SJ, 2008. A smarter planet: the next leadership agenda. *IBM Novem*, 6:1-8.
- Scuotto V, Ferraris A, Bresciani S, 2016. Internet of Things: applications and challenges in smart cities. A case study of IBM smart city projects. *Bus Process Manag J*, 22(2):11. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-05-2015-0074>
- Shenzhen Government, 2018. Shenzhen innovative smart city construction plan (in Chinese).
www.sz.gov.cn/zfgb/2018/gb1062/content/post_4977617.html [Accessed on Jan. 10, 2022].
- Tang SS, Zhang YQ, Shan ZG, et al., 2020. Innovative smart city development in China: status, situation and policy recommendations. *E-Govern*, (4):70-80 (in Chinese).
<https://doi.org/10.16582/j.cnki.dzzw.2020.04.007>
- United Nations, 2015. *UN Sustainable Development Goals*. UN Department of Economic and Social Affairs, New York, USA.
- United Nations, 2018. *Revision of World Urbanization Prospects*. UN Department of Economic and Social Affairs, New York, USA.
- Yagol P, Ramos F, Trilles S, et al., 2018. New trends in using augmented reality apps for smart city contexts. *ISPRS Int J Geo-Inform*, 7(12):478.
<https://doi.org/10.3390/ijgi7120478>
- Yeung G, Lu C, 2020. Comparison of smart city policies and practices among Hong Kong, Macau, Guangzhou and Shenzhen in the Greater Bay Area in South China. Proc 5th Int Conf on Universal Village, p.1-6.
<https://doi.org/10.1109/UV50937.2020.9426224>
- Zetzsche DA, Buckley RP, Barberis JN, et al., 2017. Regulating a revolution: from regulatory sandboxes to smart regulation. *Fordham J Corp Finan Law*, 23:31-103.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.3018534>