

大数据时代的智慧城市规划：国际经验

Smart City Planning in the Era of Big Data: International Experience

刘伦 刘合林 王谦 龙瀛

Liu Lun, Liu Helin, Wang Qian, Long Ying

摘要：本文着重探讨大数据时代背景下智慧城市规划的国际实践经验。首先，文章回顾了信息与通信技术与智慧城市概念的演进历程；在此基础上根据十余个国外典型智慧城市案例，梳理了当前大数据相关技术在智慧城市规划与建设中的应用；最后，指出目前大数据相关应用仍处于起步探索阶段，大数据时代的智慧城市规划在理论与实践层面面临着的一系列挑战。

Abstract: The paper focuses on international practices on smart city planning in the era of big data. We begin with a review on the progress of ICT and the "smart city" concept. Based on ten smart city cases around the globe, we summarize and analyze the application of big data related technologies in the current smart city movement. Accordingly, we point out that the application of big data in city development is still at its starting stage and is faced with various theoretical and practical challenges.

关键词：智慧城市；大数据；国际经验

Keywords: Smart City; Big Data; International Experience

智慧城市 (smart city) 这一概念发端于 20 世纪 80 年代的信息城市 (information city)^[1]，经历了 20 世纪 90 年代的智能城市 (intelligent city) 与数字城市 (digital city)^[2,3]，在 2000 年后逐步演化为智慧城市^[4]。2009 年 IBM 公司首次提出了智慧城市愿景，使得智慧城市理念与实践在全球范围内迅速传播。目前，在欧洲和北美已有数百座城市宣布建设智慧城市，IBM 公司参与的智慧城市项目多达 2 500 余个^[5]，微软、思科、西门子、日立、松下等科技公司以及埃森哲、奥雅纳等商业或工程咨询公司也在积极涉足智慧城市建设，预计至 2020 年智慧城市相关产业市场规模将达到 4 000 亿美元^[6]。

与智慧城市同时备受关注的是信息与通信技术 (ICT: Information and Communications Technology) 领域的大数据 (Big Data) 概念。作为与传统数据相区别的“大”数据，它的数据量已经从太字节 (TB, 2⁴⁰) 级上升到拍字节 (PB, 2⁵⁰) 级，甚至是泽字节 (ZB, 2⁷⁰) 级^[7]。据统计，如今人们每两天生产的数据量就与人类文明发展至 2003 年产生的总数据量相当，而迄今为止人类所积累的数据量的 90% 都来自过去两年^[8]。

那么，大数据与智慧城市这两个经常被相提并论的概念之间存在怎样的关联关系？在具体的智慧城市规划中，大数据又扮演着什么角色，具有怎样的发展前景？本文将着重探讨上述问题。

1 大数据与智慧城市：演进与关联

1.1 智慧城市

出版于 1972 年的《后工业社会的来临》(The Coming of Post-Industrial Society) 一书将 1970 年作为工业社会与后工业社会的分水岭，划分的依据即在于 ICT 的发展及对日常生活的广泛渗透，同时 ICT 也逐渐成为社会经济发展的关键，因此后工业社会通常也被称为信息社会^[8]。受这一思想影响，20 世纪 80 年代的城市研究提出了信息城市概念^[1]。到 20 世纪 90 年代初，长期从事城市模型研究的迈克尔·巴蒂 (Michael Batty) 提出了智能城市概念，核心思想在于

作者：刘伦，剑桥大学土地经济系，博士研究生。

ll454@cam.ac.uk

刘合林，剑桥大学土地经济系，博士后。

hl362@cam.ac.uk

王谦，剑桥大学土地经济系，博士研究生。

qw231@cam.ac.uk

龙瀛，博士，北京市城市规划设计研究院，高级工程师。

longying1980@gmail.com

强调互联网技术对提升信息交流和增强城市竞争力的重要地位^[9]。新千年后，对等互联网络技术（P2P: peer-to-peer）、移动智能终端和物联网对城市生产、生活的影响日益深刻，在 ICT 技术支持下，城市功能更加复杂，城市运行日益高效，城市各个子系统的交叉复合也越来越深入。但是将 ICT 技术广泛应用于城市发展并非仅仅为了提升城市运行效率，其最终目标应是城市经济的可持续发展、城市生活品质的提升以及城市社会经济活动公平性的促进。基于这些认识，智慧城市概念应运而生。

然而，智慧城市概念也受到了许多质疑^[10]，主要原因在于智慧城市内涵宽泛，不仅包括城市技术系统，也包括城市管理系统，还包括城市人文系统，同时其目标指向也涉及经济、政治、人文等多个维度，为智慧城市的确切定义造成了极大困难。目前学术界对于智慧城市尚未给出广为认可的统一定义，仅有一个包含六个子系统的智慧城市框架被较多使用，这六个子系统分别是：智慧经济（smart economy）、智慧市民（smart people）、智慧管理（smart governance）、智慧移动（smart mobility）、智慧环境（smart environment）与智慧生活（smart living）^[4]。而产业界对智慧城市的认识可总结为利用新一代的软、硬件和联络技术赋予 ICT 系统以实时的真实世界数据，与先进的科学分析技术相结合，协助人们进行更加理性的决策，从而提高生产生活水平^[11,12]。

1.2 大数据

如今，人们每天发送 10 万条推特，谷歌每分钟执行 200 万次搜索，全世界每天产生 2.5 艾字节（EB， 2^{60} ）数据，截至 2013 年互联网数据量已达到 1 000 艾字节……这些数字共同构成了所谓“大数据”。早在 1980 年，著名未来学家阿尔文·托夫勒就在《第三次浪潮》一书中提及了“大数据”；大约 2009 年，大数据概念开始在 ICT 领域兴起。不同机构和学者为大数据提出过多种不同定义，其中较被广泛认可的是描述大数据与传统数据主要差别的“3V”特征——大容量（volume）、高速度（velocity）与多样性（variety）^[13]。大容量体现为其数据量往往达到艾字节或泽字节级别，难以传统数据处理方式在合理时间内完成分析；高速度体现为数据生成过程的流动速度，也就是大数据具有实时性；而多样性则主要表现在大数据类型和来源的多样。这些特点使得能够有效管理大数据、普遍适用的数据组织与处理技术成为关键^[14]。

1.3 演进与关联

可以看到，智慧城市概念的演进与 ICT 的日趋发展密不可分。概括而言，大数据与智慧城市分别代表了 20 世纪

以来 ICT 进步的两个方面——大数据概念的提出和发展主要来自于 ICT 领域的发展，而智慧城市概念的提出和发展则是 ICT 影响下人类社会的思想观念与建设实践演进的反映，两者之间具有紧密的关联关系。智慧城市的发展必须依托于 ICT 技术的发展，而城市生产、生活的日趋复杂也为 ICT 领域提出了新的机遇和挑战。一方面，市民对基于 ICT 的各类服务需求激增，为 ICT 的进一步发展提供了市场支持；另一方面，用户在享受服务的同时，也生成了巨量潜存巨大社会、商业、科学价值的信息，也就是大数据。智慧城市的规划与建设，需要有充分的技术与条件处理城市运行过程中产生的大数据，如城市交通系统产生的实时交通信息、城市经济系统产生的商业活动信息等，特别是城市管理层（城市政府）对智慧城市进行智慧管理需要建立一整套大数据管理系统，不仅涉及数据的收集、存储、分析方法，还涉及来自不同行业、不同类别数据的整合问题。这一系列城市功能脱离大数据技术都是无法实现的（表 1）。

表 1 ICT 数据管理方法与智慧城市的演进与关联

年代	ICT 数据管理技术特点	城市演进阶段
1970 年代	等级数据库管理系统 (Hierarchical Database System)	—
1980 年代	关系数据库管理系统 (Relational Database System)	信息城市：计算机技术开始应用于城市生产，对城市不同行业影响初显
1990 年代	关系数据库管理系统，面向对象的数据库管理系统 (Object-oriented Database Systems)	智能城市、数字城市：计算机技术进一步发展，互联网技术兴起，城市各行业兴起数字化浪潮
2000 年后	大数据，非关系数据库管理系统 (Big Data, NoSQL Database System)	智慧城市：Web2.0 技术、物联网、移动无线网络、移动智能终端等技术广泛应用，大数据涌现

2 大数据时代的智慧城市规划实践：国际案例与经验

由上文可以看出，智慧城市这一概念来自于产业界，并由政府和产业界推动实践，而学术界虽然也已开展相关研究，但尚未成为智慧城市建设的主要推动力，且部分研究与应用实践尚有一定差距。因此，本文将主要围绕各地政府或产业界主导的相关建设项目，对大数据时代的智慧城市规划实践予以梳理。由于提出时间尚短，目前关于智慧城市还未出现成熟的评价体系，仅有来自柯恩（Boyd Cohen）教授的“十佳智慧城市排名”较被认可，本文参考这一系列排名（世界排名及洲排名），综合考虑大数据相关技术在各地的应用水平，选择 10 座智慧城市为重点案例，结合少数其他案例，分析总结大数据在国际智慧城市规划中的应用进展。

同时, 本文参考智慧城市六大系统的分析框架, 分别梳理大数据相关技术在各个系统的应用。需要指出的是, 六大系统中的智慧经济侧重产业发展, 智慧市民侧重教育、个人发展与社会公平等, 与大数据相关性较弱, 故不作探讨。

2.1 大数据基础设施

大数据的获取与传输依赖于覆盖广泛、速度快捷的互联网络, 因此互联网基础设施的铺盖与升级是智慧城市建设的必要环节。早在 1993 年, 美国率先提出了国家信息基础设施 (NII) 计划, 并随后提出了全球信息基础设施 (GII) 计划。至今, 已有大量国家或地方政府提出高速或超高速宽带网络建设计划, 如新加坡 (2005) 在“智慧国 2015” (iN2015) 计划中提出建设全面覆盖的超高速宽带网络等信息通讯基础设施^[15]; 伦敦计划投资 2 400 万英镑以较低的价格为中小型企业提供超高速宽带网络^①; 在英国智慧城市计划竞赛^②中入围的布里斯托和伯明翰正分别投资 1 100 万英镑和 800 万英镑用于宽带网络建设^[16]; 芝加哥正在投资建设一条新的光纤网络以使网速达到千兆级别, 并希望以极具竞争性的价格吸引更多公司于芝加哥落户。同时, 随着智能移动终端的普及, 免费无线网络也成为网络基础设施的建设重点, 如伦敦正在与英国五大移动网络运营商之一的 O₂ 公司合作建设欧洲最大的免费无线网络, 计划铺设在画廊、博物馆及全市 150 个地铁站^[17]; 纽约计划在富尔顿街 (Fulton Street)、BAM 文化区等十余处街区提供免费无线网络^[18]; 旧金山试点在主要街道市场街 (Market Street) 提供免费无线网络^③; 阿姆斯特丹试点在艾瑟尔堡 (IJburg) 港口提供免费无线网络^[19]; 等。

在上述“硬件”基础设施之外, “软件”基础设施——开放数据同样是智慧城市建设的重要基础。开放数据与众包开发已成为国外智慧城市建设的必需环节。旧金山于 2009 年立法开放数据, 是美国第一个为开放数据立法的城市, 此后已有来自多个政府部门的 500 多组数据被发布, 由此催生了 200 多项手机应用^[20]; 纽约已开放 2 400 多组数据并从 2009 年起每年举办 Big Apps 程序开发竞赛, 是目前开放数据量最大的城市; 伦敦也是全球最早推出开放数据平台的城市之一, 由此开发的手机应用已被大量下载; 维也纳、巴塞罗那、阿姆斯特丹、西雅图、波士顿等城市均已开放几百至千余组数据; 哥本哈根还计划建设比开放数据平台更为全面、

结构化、标准化的“开放价值网络” (open value network), 统一管理数据质量, 制定使用条款, 并提供数据整合、可视化等服务^[21]。

2.2 智慧管理

由城市运行所产生的交通、环境、市政、商业等各领域数据量是巨大的, 这些数据经过合理的分析挖掘可产生大量传统数据所不能反映的城市运行信息。目前与智慧管理相关的大数据来源主要包括由遍布全市的摄像头收集的视频影像, 由各类传感器收集的环境等方面信息, 由各类终端收集的刷卡信息, 由市民通过手机应用或社交网站贡献的相关信息等。其应用方式主要体现在三个领域。一是实时监控与突发事件处理, 如巴塞罗那和格拉斯哥都计划在全市大规模布置摄像头或传感器以及时识别火灾、犯罪等异常情况; 巴西里约热内卢还开设了一座建设有 80 m 宽监视屏的城市运行控制中心, 显示来自全市 900 多个摄像头的监控影像, 由来自 30 个不同部门的 50 名工作人员对洪水威胁、交通事故、管道泄漏等突发事件做出应急控制^[22]。二是市政服务, 如维也纳、波士顿、格拉斯哥都推出 (或计划推出) 用于报告市政故障的手机应用; 而瑞典斯德哥尔摩自 2007 年至今已投资 7 000 万欧元开发 50 多项电子服务, 并藉此降低了城市的管理成本。三是公众参与, 大数据使人们得以构建反映城市建成环境实时变化的三维可视化系统, 这类系统可作为公众参与的平台, 如 Autodesk 公司在德国班贝格市 (Bamberg) 开发的三维可视化系统被用于讨论新铁路线建设, 市民使用 iPad 即可了解铁路线对周边环境的影响, 节省了公众参与的时间。

2.3 智慧出行

交通流的合理规划与疏导是几乎所有城市长期面临的问题, 而大数据的广泛性与实时性则为解决这类问题提供了新的可能。目前大数据在智慧出行领域的应用主要体现在两方面。一是交通流量实时监控, 如伦敦、波士顿和伯明翰 (计划) 利用遍布全市的摄像头监控实时交通流量; 伯明翰还将摄像头和各类传感器收集到的交通信息统一传送至控制中心, 由工作人员实时调控交通^[16]。二是交通信息实时提供, 如阿姆斯特丹和巴塞罗那通过安装在停车场的传感器为市民提供实时停车位信息, 以引导居民合理出行; 多伦多和巴塞罗那 (计划) 为市民提供公交车实时位置信息; 波士顿为学

① 指下载速度在 100 Mbps 以上, 上载速度在 50 Mbps 以上的宽带网络。

② 2013 年, 英国政府举办了奖金为 2 400 万英镑的智慧城市建设竞赛, 格拉斯哥从 30 个参赛城市中脱颖而出赢得了这项奖金, 其他进入候选名单的城市还包括伦敦、伯明翰和布里斯托。

③ 参见 <http://www6.sfgov.org/index.aspx?page=246>。

生家长提供校车位置信息；伦敦为市民提供公用自行车位置信息等。

2.4 智慧环境

在智慧城市概念出现之前，生态城市、低碳城市等概念就已被广泛接受，也是新千年后全球城市发展的关注重点。目前大数据在智慧环境领域的应用主要体现在两方面。一是能源使用管理，安装在电网系统中的传感器可实时收集用户的能耗信息，并按时段调配能源供给或在电力峰值不同的建筑物之间进行电力融通，提高能源使用效率，如伦敦、阿姆斯特丹、西雅图、斯德哥尔摩等许多城市都计划推行智慧电网（Smart Grid），日本千叶与日立公司合作建立了地区能源管理系统（AEMS）。二是环境质量监控，如哥本哈根利用安装在自行车轮上的传感器收集空气质量信息，巴塞罗那利用安装在路灯上的传感器收集噪声、污染信息等。

2.5 智慧生活

虽然智慧城市涉及大量技术内容，但其核心价值仍在于为市民提供更高质量的生活（Quality of Life），这也是几乎所有国外智慧城市建设项目所不断强调的。目前大数据在此领域的应用主要体现在生活服务方面，如维也纳、巴塞罗那、纽约等城市在开放数据的基础上众包开发了几十种至上百种生活服务类手机应用，多伦多、格拉斯哥等城市则通过云计算等技术对实时信息进行分析并据此为市民提供更多生活服务实时信息。此外，思科公司提出了智慧连接社区概念（Smart + Connected Communities），通过智能网络系统将社区的服务、信息和人群等各类资源相结合，将物理空间的社区转化为一个更加紧密联系的社区^[23]。但也可以看到，在医疗、教育这两个智慧生活的重要方面，大数据尚未获得较多实质性的应用。

本文所选取的10座智慧城市案例在4个智慧城市子系统的大数据相关应用如表2所示。

3 结论与讨论

3.1 结论

大数据概念的提出是ICT技术，例如移动智能终端、物联网等在当前社会生产、生活中广泛应用和渗透的发展结果。智慧城市建设着眼于提升城市可持续发展能力和竞争力，并以提高城市生活品质为根本目标，其规划与建设需要依托于整合ICT的城市基础设施规划与建设，在运行和管理层面，智慧城市则需要大数据相关技术的支持。然而，大数据本身的三个特点——大容量、高速度和多样性，则分别给大数据的存储、处理及系统整合提出了巨大挑战。目前来看，大数

据相关技术在智慧城市规划与建设中的应用取得了相当多的进展，但仍处于起步探索阶段。一方面，其应用范围较多局限在智慧城市各个子系统，较少有整合多个系统的应用案例，但也可以看到，整合多个城市系统数据的数据平台也在构建当中，如哥本哈根的“开放价值网络”。另一方面，大数据在各个子系统的应用方式虽然具体内容不同，但大多可归纳为实时信息的收集监控、分析与推送，随着长期大数据的积累，其应用方式有待获得更多拓展，如我国的北京城市实验室（BCL）正在利用多年积累的北京公交和轨道交通刷卡数据研究北京的城市贫困问题。

3.2 讨论

大数据背景下，智慧城市规划建设在理论与实践层面都面临着一系列挑战。在规划理论层面，智慧城市的系统性规划理论目前尚处于孕育之中，但关于智慧城市子系统的理论研究则已经逐步展开。例如伦敦大学学院（UCL）高级空间分析中心（CASA）基于地铁刷卡数据的伦敦市民地铁出行行为研究，新加坡—麻省理工学院技术研究联合体（Singapore-MIT Alliance for Research and Technology）基于手机数据的新加坡市民24小时出行可视化与大数据分析等。不可否认，目前这些研究主要集中在ICT使用密集且已经较为深入渗透的城市子系统（例如交通系统、土地利用系统等），而对于智慧管理、智慧生活等子系统的研究还非常有限。这一方面在于这类数据的结构更加复杂，相关数据的捕捉获取技术也有待发展；另一方面在于相关研究所需的数据开放与整合面临着多个政府部门之间行政权力的分割阻碍，这一问题在我国尤为明显。因此，目前智慧城市的规划与建设实践大多表现为城市局部子系统的实践。

此外，大数据与智慧城市的出现也为传统城市规划理论提出了新的挑战。在过去半个多世纪，城市规划理论经历了早期的蓝图式规划到理性主义，再到后来的有限理性（bounded rationality）、渐进主义（incrementalism）以及沟通式规划（communicative planning）的发展历程，而发端于自然科学领域的复杂性科学思想（complexity thinking）虽然受到了部分城市规划学者的关注，但到目前为止仍处于城市规划思想的边缘。然而城市本身以及城市规划过程的复杂性，使得当今城市规划实践面临着种种困境，进而导致了所谓的城市规划“第三次理论危机”^[39]。随着大数据相关技术的发展与智慧城市规划建设实践的兴起，大数据所体现的城市系统复杂性以及智慧城市规划建设所需处理的各种新、旧问题的复杂性，使得城市规划理论越加趋向于向复杂性理论转变。

在规划实践层面，智慧城市建设除了需要解决大数据的存储、组织、管理处理这一系列ICT领域技术问题外，其

表 2 大数据在智慧城市建设中的应用案例

	智慧管理	智慧出行	智慧环境	智慧生活
维也纳	(1) 推出移动门户网站, 以方便市民对市政服务进行投诉或报告故障 ^[24]	—	—	(1) 基于开放数据众包开发约 150 款手机应用 ^[25]
伦敦 ^[26]	(1) 将全市基础设施系统三维可视化, 以减少重复施工; (2) 通过公交卡刷卡信息和社交网络数据分析市民出行行为和实时路况	(1) 利用闭路电视系统快速发现交通事故并发送拥堵提示; (2) 实时收集公用自行车位置信息, 并开发多种相关手机应用, 方便市民计划出行; (3) 基于开放数据众包开发 450 多款交通相关手机应用	(1) 推广智能电网、智能水表等技术	—
哥本哈根	—	(1) 通过实时变化的交通收费系统, 减少了 25% 的市内交通和 14% 的尾气排放	(1) 提出在 2025 年达到碳中和, 计划与 IBM 合作利用大数据分析辅助能源管理相关决策 ^[21] ; (2) 与麻省理工大学合作开发自行车传感器 (Copenhagen Wheel), 提供空气质量和交通路况实时信息 ^[27]	—
巴塞罗那 ^①	(1) 计划在 160 条街道安装 3 360 个 LED 路灯, 其传感器可向控制中心实时传送污染、噪声等信息; (2) 试点多项传感器工程, 以提高城市管理水平 ^②	(1) 试点通过安装在停车场的传感器为市民提供实时车位信息; (2) 计划为市民提供公交车实时位置信息	(1) 计划绘制全市能耗地图; (2) 计划实时监控全市 2 000 多幢公共建筑能耗	(1) 开发了十余种提供实时信息的生活服务手机应用 ^③
阿姆斯特丹	—	(1) 与手机应用 MobyPark 合作, 市民可即时查看停车位信息并预订车位, 不仅提供公共停车场信息, 还鼓励商家和居民将私人停车场出租, 充分利用停车资源 ^[28]	(1) 在新西区 10 000 户居民中试点使用智慧电网 ^[29] ; (2) 与公共服务供应商 Alliander 合作建设“开放智慧电网平台”(Open Smart Grid Platform), 以实时监控并调控各类基础设施 ^[30]	—
纽约	(1) 与 IBM 合作建立 IBM 商业分析解决中心 (IBM Business Analytics Solution Centre), 通过数据分析预防犯罪、火灾, 并审查税款 ^[31]	(1) 通过传感器与手机应用向市民实时提供车位信息 ^[32]	(1) 绘制纽约能耗地图 (New York Energy Map), 具体到单体建筑 ^④	(1) 推出十余款生活服务手机应用 ^⑤
西雅图	(1) 与麻省理工大学感知城市 (Senseable City) 实验室合作, 为 5 000 块垃圾贴附地理标签, 并在三个月内追踪垃圾流向, 分析垃圾回收效率 ^[33] ; (2) 使用预测性警务软件预防犯罪 ^⑥	—	(1) 由电力公司西雅图城市照明 (Seattle City Light) 推广智慧电网 ^[35] ; (2) 通过为家庭提供实时能源价格信息, 使其调整能源使用, 减少了 15% 电网负荷和 10% 家庭能源支出 ^[35]	—
波士顿	(1) 推出手机应用 Street Bump 用于实时记录行车途中的路况, 方便市政部门及时发现并修复道路故障 ^⑦ ; (2) 推出手机应用 Citizens Connect 用于市民报告市政故障 ^⑧	(1) 与 IBM 合作, 利用现有交通摄像头、传感器等设备分析实时交通流量, 并向市民推送相关信息 ^[36] ; (2) 推出手机应用 Where's My School Bus, 方便家长查询校车实时位置 ^⑨	—	—
多伦多	—	(1) 向市民提供实时路况、公交、天气信息等 ^[37]	(1) 计划向市民提供实时能耗和用水信息 ^[37]	(1) 在滨水区 (Waterfront Toronto) 试点利用 IBM 云计算、社会事业软件等技术与服务对实时数据进行整合、可视化与分析处理, 在此基础上开发一系列工具提高市民生活的便捷性 ^[37]
格拉斯哥	(1) 计划利用 2 400 万英镑智慧城市建设资金在全市公共场所安装 400 个“超智能摄像头”, 并与分析软件相结合, 自动识别异常情况 ^[38] ; (2) 计划推出一款用于报告市政故障的手机应用, 市民可报告道路坑洼、交通信号灯损坏、垃圾收集不及时等市政问题, 并监督其解决	—	(1) 计划通过新的热电联产 (CHP) 等系统监控全市的能耗, 绘制城市热力图 (City Heat Map), 在用能低谷期储能并在高峰期释放, 以缓解能源紧缺并降低能源价格 ^[38]	(1) 计划随时监控各区域的人流量与零售业销售量, 以了解各区域发展情况并为市民购物出行提供即时信息; (2) 计划为市民提供医院候诊时间即时信息 ^[38]

① 参考 <http://newsroom.cisco.com/press-release-content?articleId=680179>。
 ② 参考 <http://www.bcn.cat/>。
 ③ 参考 <http://apps4bcn.cat/apps/index/metacategory:bcn-smart-city>。
 ④ 参考 <http://www.eia.gov/state/?sid=NY>。
 ⑤ 参考 <http://www1.nyc.gov/connect/applications.page>。
 ⑥ 参考 <http://www.seattle.gov/Police/precincts/East/default.htm>。
 ⑦ 参考 <http://www.cityofboston.gov/DoIT/apps/commonwealthconnect.asp>。
 ⑧ 同注释 7。
 ⑨ 参考 <https://schoolbus.bostonpublicschools.org/>。

规划所面临的如下问题也有待深入探索。第一，如何规划布局传感器以及相关数据捕捉的软、硬件设施，这将影响到最终获得的大数据是否能够全面、有效地描述整个城市系统。第二，如何能够以经济、可持续的方式实现各类基础设施升级，也即智慧城市所需的新型基础设施建设与传统基础设施之间的更新换代与对接问题。第三，由于大数据的来源往往分属于不同政府职能部门管理（如交通管理部门与市政部门），如何能促使各职能部门相互合作，真正实现数据开放与有效整合。第四，在有效建立统一的数据系统后，政府将如何有效分析挖掘数据以促进规划管理，同时数据的管理、维护和使用权责又将如何划分，这也是智慧城市规划在行政领域的顶层设计问题。第五，是在智慧城市新趋势的影响下，传统的规划法律、法规、规章、规范以及实施标准与细则，需要进行怎样的调整，相应的规划方法又需要进行怎样的转变的问题。

虽然智慧城市和大数据在经历发展热潮的同时也面临着“炒作”、“泡沫”等质疑，但可以肯定的是，随着 ICT 的技术进步和应用渗透，以及市民生产生活方式的转变，城市规划建设的理论与实践也将获得相应扩充与调整，探索新的规划方法并产生新的规划思想，现在还只是开始。UPI

注：本文图表均为作者绘制

参考文献

- [1] Castells Manuel. The Informational City: Information Technology, Economic Restructuring, and the Urban-Regional Process[M]. Oxford: Basil Blackwell, 1989.
- [2] Droege Peter. Intelligent Environments: Spatial Aspects of the Information Revolution[M]. Amsterdam, Oxford: Elsevier, 1997.
- [3] Komninos Nicos. Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems, and Digital Spaces[M]. London: Routledge, 2002.
- [4] Giffinger Rudolf, et al.. Smart Cities: Ranking of European Medium-sized Cities[EB/OL]. (2014-09-01)[2007-10]. http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf.
- [5] Wakefield Jane. Tomorrow's Cities: Do you Want to Live in a Smart City?[EB/OL]. (2014-09-01)[2013-08-18]. <http://www.bbc.co.uk/news/technology-22538561>.
- [6] BIS. The Smart City Market: Opportunities for the UK[EB/OL]. (2014-09-01)[2013-10]. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/249423/bis-13-1217-smart-city-market-opportunities-uk.pdf.
- [7] Nam Taewoo, Pardo Theresa A. Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions[C] //12th Annual International Conference on Digital Government Research, University of Maryland, College Park MD, 2011.
- [8] Bell Daniel. The Coming of Post-industrial Society: A Venture in Social Forecasting[M]. New York: Basic Books, 1973.
- [9] Batty Michael. Intelligent Cities: Using Information Networks to Gain Competitive Advantage[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 1990, 17(3): 247-256.
- [10] Hollands Robert G. Will the Real Smart City Please Stand Up? Intelligent, Progressive or Entrepreneurial?[J]. City, 2008, 12(3): 303-320.
- [11] Allwinkle Sam, Cruickshank Peter. Creating Smart-er Cities: An Overview[J]. Journal of urban technology, 2011, 18(2): 1-16.
- [12] Chourabi Hafedh, et al. Understanding Smart Cities: An Integrative Framework[C]. 45th Hawaii International Conference on System Sciences, 2012.
- [13] Zikopoulos Paul C, et al..Understanding Big Data: Analytics for Enterprise Class Hadoop and Streaming Data[M]. London: Mc-Graw Hill, 2011.
- [14] Nambiar Raghunath, Chitor Ramesh, Joshi Ashok. Data Management - A Look Back and a Look Ahead[M] // Tilmann Rabl, Meikel Poess, Chaitanya Baru, Hans-Arno Jacobsen, eds. Specifying Big Data Benchmarks. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014.
- [15] Infocomm Development Authority of Singapore. Singapore iN2015 Strategy[EB/OL]. (2014-09-01)[2014-07-16]. <http://www.ida.gov.sg/Infocomm-Landscape/iN2015-Masterplan>.
- [16] Department for Business, Innovation & Skills, the Rt Hon David Willetts MP and The Rt Hon Greg Clark MP. New Initiative to Support \$40 Billion Smart Cities in the UK[EB/OL]. (2014-09-01)[2013-10-09]. <https://www.gov.uk/government/news/new-initiative-to-support-40-billion-smart-cities-in-the-uk>.
- [17] Boyd Cohen. The Top 10 Smart Cities on the Planet[EB/OL]. (2014-09-01)[2012-01-11]. <http://www.fastcoexist.com/1679127/the-top-10-smart-cities-on-the-planet>.
- [18] Mayor Bloomberg Announces New Initiatives to Expand Wireless and Broadband Connectivity [EB/OL]. (2014-09-01)[2013-09-30]. <http://www1.nyc.gov/office-of-the-mayor/news/315-13/mayor-bloomberg-new-initiatives-expand-wireless-broadband-connectivity/#/0>.
- [19] Glasvezel in IJburg[EB/OL]. (2014-09-01). <http://amsterdamsmartcity.com/projects/detail/id/24/slug/ijburg-fiber-to-the-home>.
- [20] France Jasmine . VERGE SF 2013: How Big Data, Human Systems Make Smart Cities[EB/OL]. (2014-09-01)[2013-10-17]. <http://www.greenbiz.com/blog/2013/10/17/verge-sf-2013-how-big-data-human-systems-make-smart-cities>.
- [21] IBM. Challenges and Cities [EB/OL]. (2014-09-01)[2013]. <http://smartercitieschallenge.org/smarter-cities.html>.
- [22] Wakefield Jane. Tomorrow's Cities: Rio de Janeiro's Bid to Become a Smart City[EB/OL]. (2014-09-01)[2013-09-09]. <http://www.bbc.co.uk/news/technology-22546490>.
- [23] The Internet of Everything for Cities[EB/OL]. (2014-09-01)[2013]. http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/ps/motm/loE-Smart-City_PoV.pdf 2013.
- [24] Smart City Wien [EB/OL]. (2014-09-01)[2013]. <https://smartcity.wien.at/site/projekte/>.
- [25] Für eine offene Stadt Open Government Wien[EB/OL]. (2014-09-01). <https://open.wien.at/site/anwendungen/>.
- [26] London Smart City Plan[EB/OL]. (2014-09-01). https://www.london.gov.uk/sites/.../files/smart_london_plan.pdf.
- [27] The Copenhagen Wheel[EB/OL]. (2014-09-01). <http://senseable.mit.edu/copenhagenwheel/>.
- [28] Slim verkeersmanagement[EB/OL]. (2014-09-01). <http://amsterdamsmartcity.com/projects/detail/id/58/slug/smart-traffic-management>.
- [29] City-zen - Smart Grid[EB/OL]. (2014-09-01). <http://amsterdamsmartcity.com/projects/detail/id/17/slug/nieuw-west-smart-grid?lang=e>.
- [30] Flexible Street Lighting[EB/OL]. (2014-09-01). <http://amsterdamsmartcity.com/projects/detail/id/62/slug/flexible-street-lighting>.
- [31] IBM Launches New Advanced Analytics Center In New York[EB/OL]. (2014-09-01). <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/28512.wss>.
- [32] Real-Time Parking Conditions[EB/OL]. (2014-09-01). <http://www.nyc.gov/html/dot/html/motorist/realtimeparking.shtml>.

(下转 65 页)