

智慧城市空间模型的构建与解析

程小燕^{1,2} 张所地¹

(1. 山西财经大学, 山西 太原 030006; 2. 太原师范学院, 山西 晋中 030619)

摘要: 智慧城市是利用先进的信息技术实现城市智慧式管理和运行, 促进城市的和谐与可持续发展。从技术创新、资源建设、网络建设、智慧管理和智慧服务五个方面重新梳理了智慧城市的基本特征, 并以此为理论视角, 提出智慧城市的生命有机体模型, 并从思维维度、信息维度、网络维度、技术维度、物理维度和时间维度构建了智慧城市的六维空间模型, 对智慧城市的相关理论进行了补充和完善。

关键词: 智慧城市; 生命有机体; 空间模型

中图分类号: F293.1

文献标识码: A

文章编号: 1004-972X(2015)11-0095-05

DOI:10.16011/j.cnki.jjw.2015.11.017

步入 21 世纪, 中国城市化进程进入高速发展阶段。2015 年中国城市化率达 58.47%,^[1] 到 2030 年中国城市化率将达到 65% 左右。^[2] 中国在快速走向城市化的同时, 交通、环境、就业方面的问题日益凸显, 空间冲突、资源短缺和环境污染等一系列“城市病”在传染蔓延, 尤其在特大城市, 交通拥堵、环境污染、入学难、就医难和能源短缺等问题严重困扰着城市公众的生活。在此背景下, 创新性地使用新一代信息技术、知识和智能技术手段来进行城市建设的理念应运而生, 为智慧城市概念的提出奠定了基础。

随着智慧城市相关概念的提出, 智慧城市试点城市开始设立并被推进, 国内外一大批学者也对智慧城市建设相关问题展开了研究。研究的角度不同, 对智慧城市的认识与理解亦不同; 智慧城市建设最终目的是为了满足不同公众的需求, 是一个系统的系统(System of System), 应从系统的角度对相关问题进行思考。基于以上两点认识, 本文将对智慧城市的概念及内涵进行重新梳理, 明确其基本属性与主要特征, 构建智慧城市六维度空间模型, 并从系统理论角度给出智慧城市建设系统规划设计。其必要性体现在两个方面: 一方面, 通过本文的研究, 可以在系统理论的基础上对智慧城市从六个维度进行

再认识, 从而为智慧城市建设相关理论提供补充和完善; 另一方面, 在六维度认识的基础上, 进行智慧城市的系统规划设计, 从而为中国各大城市制定差异化智慧城市建设战略规划提供一个理论基础。

一、智慧城市的发展及内涵特征

在 20 世纪 90 年代晚期的美国, 为控制城市蔓延问题, “新城市主义”(New Urbanism) 和“精明增长”(Smart Growth) 理论应运而生, 智慧城市(Smart City) 的概念初具雏形。2005 年以后, 借助信息技术(Information Communication Technology, ICT), 思科、IBM、西门子等一些技术服务公司将“智慧”的理念用在建筑、交通、电力等基础设施建设及公共服务方面。2008 年 IBM 首次提出“智慧地球”的概念, 将智能技术应用到生活的各个方面, 使地球越来越智能化。2010 年, IBM 公司正式提出“智慧的城市”概念, 从全面物联、充分整合、激励创新和协同运作四方面对智慧城市基本特征进行了定义。在此基础上, 依托 ICT 的推动, 逐步演化出智慧社区、智慧建筑、智慧区域、智慧走廊等概念。

从目前的研究成果来看, 很多组织或学者均对智慧城市的概念及内涵进行了诠释, 其中有 IBM、Siemens、Cisco、Hitachi 等世界知名企业, 也有智慧城区论坛、国际城市管理协会、城市和区域创新研究中

收稿日期: 2015-07-24

基金项目: 山西省软科学课题(2014041024-1)

作者简介: 程小燕(1980—), 女, 山西万荣人, 山西财经大学博士研究生, 太原师范学院副教授, 研究方向为城市不动产评估;

张所地(1955—), 男, 山西太原人, 山西财经大学管理科学与工程学院教授, 博士研究生导师, 研究方向为不动产评估、统计决策。

心等政府与民间组织,还有包括麻省理工大学、维也纳理工大学等在内的学术研究机构。^[3]众多国内外学者也从不同角度对智慧城市的基本概念、内含及特征进行了定义与解释,Forrester (2012)、Rudolf Giffinge (2011)、Andera Caragliu (2011)、李德仁 (2011)、许庆瑞 (2012)、李重明 (2011) 等学者分别从信息技术、技术创新、公共管理、城市规划等角度提出了自己对于智慧城市的认识与理解。从系统角度来讲,智慧城市的建设是一个依托信息技术进步,实现城市科学规划与管理,最终实现改变人类生活方式的过程。通过对以上相关文献的整理,结合智慧城市五大要素,归纳出智慧城市应具备以下几大内涵特征。

1. 以技术创新为驱动力。技术创新是智慧城市发展的重要驱动力,是资源和应用平台连接的桥梁。智慧城市建设的核心技术包括物联网、云计算、大数据、移动通信技术及互联网技术等。各种技术的应用及有效融合,实现了信息的自动采集、传输、处理及智能化管理,成为智慧城市的重要支撑。技术的创新程度决定了智慧城市建设和发展的速度。

2. 以资源建设为基础。自然资源、基础设施资源和信息资源这三类资源的开发和利用是智慧城市建设的基础。其中自然资源 and 基础设施资源是智慧城市建设的物质基础,信息资源的整合和利用是城市智慧化的前提条件。根据城市土地、能源、水资源等自然资源的具体特点,建设包括网络基础设施、服务终端、防灾减灾等城市基础设施和公共服务设施,对信息数据进行有效的标准化管理,为智慧城市建设打造坚实的基础。

3. 以网络化建设为平台。智慧城市的建设应具有良好地网络化应用平台,它以信息资源的流向为依据,包括接入、传输、应用与支撑四个方面。接入层应满足用户接入方式多样化的需求,支持个人电脑、智能终端、资助终端、虚拟桌面等多种接入方式;传输层致力于保证信息流通的及时性和稳定性;应用层和支撑层规定了通用的技术组件和软件系统。网络化平台的搭建,使智慧城市建设中信息化建设、系统的开发、应用平台的升级等基本需求的满足得以实现。

4. 以智慧管理为支撑。智慧管理支撑着智慧城市的建设,它是一个过程,而不是单纯的活动的集合,是政府、企业、科研机构、用户等参与的从规划、建设、运营维护到监督的一个完整的过程。智慧城市的管理立足于城市的宏观管理,包括智慧城市规

划管理、运营管理和监督评价管理三个组成部分,它具备计划、组织、协调、控制、创新五大职能,最终结果表现在对时间、成本和质量的管理上。

5. 以智慧服务为最终目标。智慧城市建设的最终目标是实现智慧服务,服务的产生源于需求,需求的层次受到城市发展水平的约束。对智慧城市而言,应同时满足均等化、全面化、准确化、及时化、多样化和个性化六大需求。^[4]智慧城市的建设过程正是建设服务型政府和服务型社会的过程,是为企事业单位和个人提供以人为本、可持续地智慧服务的过程。

二、智慧城市生命有机体的空间组织

城市就像一个具有生命力的组织。梁思成^[5]在论述历史城市的整体性保护中,将城市看成一个整体,认为城市就像人体一样有经络、脉搏、肌理。生命有机体的概念体现了城市建设的系统性与整体性,智慧城市生命有机体包括了大脑、心脏、骨骼、神经系统、感官和循环系统等方面。根据智慧城市的具体特征以及生命有机体的基本组成部分,本文对智慧城市生命有机体的空间组织结构进行了设计(见图1)。

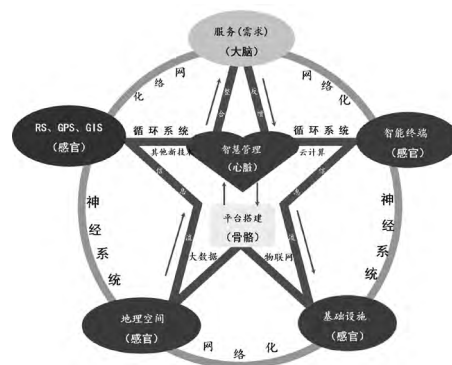


图1 智慧城市的生命有机体组织结构

在图 1 中,智慧城市生命有机体空间结构的设计主要包括以下六点:

1. 智慧城市建设的出发点和最终目标均是实现智慧服务,因此可将智慧服务视为生命有机体中的大脑。借助技术力量,以信息流的形式将政府、企业和公众三方的需求通过网络化平台传输给智慧城市的管理中心,对整个城市进行整体布控。另外,一个高效的智慧城市还具有不断升级的能力,能随着各方需求的变化和环境的变化不断改进城市的智慧化水平。

2. 智慧管理中心是整个智慧城市的**心脏**。智慧管理中心不仅能实现政府对城市自上而下的监管,更能通过对城市公众需求信息的全局搜集与整

合实现更加以人为本的城市管理。运用大数据构建智慧城市管理中心,核心思想表现为强调公众居民以主人翁的态度对城市管理的主动参与性,尤其是在城市建设与公共设施建设管理过程中的全面参与,并借助这个大数据管理中心将管理过程中的公众意见与城市规划管理决策相结合,提高城市的公共服务效率,真正提升城市发展决策的智能化和民主化。

3. 智慧城市的相关资源就是人体的感觉器官。基于GPS、GIS、PS等先进技术手段或智能终端,通过互联网实现物联网,将城市的自然地理位置、自然环境和基础设施建设等基本信息数据通过网络平台自下而上的传输给管理中心。

4. 应用平台的搭建可视为骨骼。所谓城市应用平台,就是通过自主研发的核心软件来构建智慧城市的运行平台,主要包括公共应用平台和公共服务平台等。在此基础上利用网络手段构建各领域的具体服务体系,使该平台更具体化、动态化,促进城市管理更精细、更高效。

5. 智慧城市中的信息流相当于人体的循环系统。它宏观上承载着整个城市的经济、政治、文化等信息资源,微观上传递着智慧城市主体的各项数据信息,贯穿于整个智慧城市的规划、管理、运营和保障过程,是整个城市建设的催化剂,为智慧城市的高效建设起到推动作用。

6. 高技术支持下的城市网络化可视为人体的神经系统。智慧城市可通过生态资源网络得以联系起来,具有智能化的公共交通网络、高效的物流和货物运输系统、低碳和智能的新能源网络,保证城市运行的能源需求具有完善的移动信息网络和物联网应用系统。

三、智慧城市内涵特征的空间模型

城市的空间维度是为城市提供科学合理的空间布局规划,构建人与人、人与环境和谐发展的城市空间。席广亮(2014)^[6]认为智慧城市的空间结构设计应在传统空间形式的基础上,统筹考虑智能技术与数据平台建设的影响,在此基础上,从空间应用组织、智慧功能区和城市空间管理三方面对智慧城市的空间结构进行架构。张振刚(2014)^[7]从系统科学理论、公共管理理论和城市规划理论三个角度探讨了智慧城市,构建了包括发展战略维度、经济活动维度、社会活动维度、基础支撑维度、城市空间维度在内的智慧城市五维度模型。一般狭义的城市空间维度主要指城市的物理空间设计,但对于智慧城市,

如果仅将重心放在城市的基本规划,以及基础设施大量植入传感器、提升网络服务功能和数据智能分析能力方面是远远不够的。因为仅将视线局限于基础设施建设和智能分析远不足以打造真正以人为本的未来城市,而应该充分发挥城市公民作为城市管理参与者的重潜力能。也就是说,对智慧城市建设的思考和规划,应放在全局高度,即以系统性解决方案服务智慧城市建设。本文将借鉴综合微观分析方法,^[8]根据智慧城市内涵及特征,建立一个智慧城市的空间六维度模型,以便从系统的角度更清晰的认识智慧城市,继而进行智慧城市建设的系统规划。该模型六个维度分别是思维维度、信息维度、物理维度、网络维度、技术维度以及时间维度(见图2)。

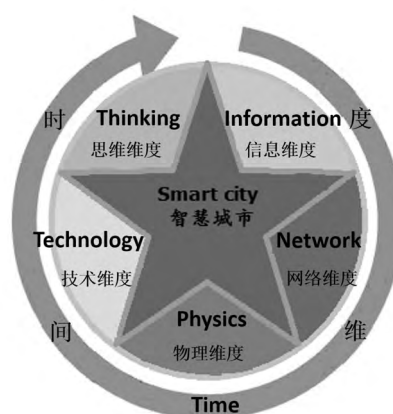


图2 智慧城市六维模型

1. 思维维度。思维维度集中了整个人类的智慧。由所有的终端设备和3S等技术捕获的大数据在这里集中、共享,进行更深层次的数据分析、处理,再进行信息的提炼、归纳、演绎。有效信息在这里凝聚,酝酿出新思想甚至发明创造,完成人类智慧的再提升,将人类与城市的发展推上一个新的台阶。循环往复,几何级数地完成城市的多次发展与人类生活质量的屡次提升。

2. 物理维度。物理维度主要蕴含两层含义:一是城市的物理空间,指城市的具体特征,包括城市的自然环境、城市建筑物的物理位置以及城市的公共空间,甚至具体到公共广场、公园、街道、绿地、自然景观等;二是城市的地理信息空间,指利用遥感、全球定位系统、地理信息系统、遥测、虚拟仿真等现代测绘地理信息技术手段,对城市进行多分辨率、多尺度、多时空和多种类的三维描述,即将城市的全部内容进行信息化、数字化,从而生成的数字空间。

3. 网络维度。网络维度描述的是网络空间,就是依附于互联网和计算机系统而存在的空间,主要包括通信线路与通信设备、计算机硬件、网络软件支

持及数据通信与资源共享四大要素。需要指明的是,网络空间的安全问题已成为人类进入网络时代的重要课题。中国工程院院士倪光南(2014)曾指出,“网络空间已成为国家继陆、海、空、天四个疆域之后的第五疆域,与其他疆域一样,网络空间也须体现国家主权,保障网络空间安全就是保障国家主权。”

4. 时间维度。时间维度按时间先后顺序刻画了智慧城市的形态所发生的变化,它客观地记录了智慧城市从初期启动阶段,到中期展开、发展阶段,再到后期的提升、完善阶段,展现了智慧城市发展变化的全过程以及人类在城市中生活的历史全貌。

5. 技术维度。智慧城市的建设和发展离不开技术的支撑,技术的创新是智慧城市建设的主要驱动力。技术维度在纵向上分为四个层次,从下至上分别是感知层、网络层、平台层、应用层;在横向上主要技术有云计算、物联网、3S技术、IPV6、三网融合、虚拟化技术、微电子技术、无线网络、手机通讯等。

6. 信息维度。智慧城市一个很重要的特征就是大数据挖掘出来的海量信息的高度共享,它不是普通信息化的简单升级,而是通过传感网络、无线网络以及移动通信网络等技术把城市的元件连接起来,从而实现城市的全面物联。资源全面物联让城市的高度信息化实现成为了可能,海量信息的流转、交换和高效共享,创造了城市协同工作环境的同时,也打破了城市管理体制信息孤岛。

四、模型解析

本文从思维、网络、技术、信息、物理、时间维度刻画了智慧城市的六维概念模型。六个维度彼此相连,从不同角度刻画了智慧城市的概念形态,它们彼此之间相互促进又相互制约,是一个完整不可分割的整体。信息维度彻底改变了城市管理与运行的方式,使资源更有效地得到分配;网络维度实现了大数据的收集、处理到最后信息的生成;而信息维度和网络维度目标的实现离不开技术维度的支撑,没有技术的进步与发展,目标的实现也没有了可能。物理维度是智慧城市建设的根基,是所有维度进步的基础。思维维度是整个系统的统领,整个智慧城市建设的出发点和落脚点均由思维维度所决定,它宏观上决定了整个智慧城市建设的过程和走向,微观上影响着其他各个维度的发展。所有维度的进步与发展过程全部被时间维度全程记录。

智慧城市的内涵特征、生命有机体组成、空间模型的六个维度以及智慧城市的建设目标对应关系见表1。

表1。

表1		对应关系		
基本要素	内涵特征	建设目标	生命有机体组织	空间维度
S: service	服务是目标	公共服务便捷化	大脑	思维维度
M: management	管理为支撑	城市管理精细化	心脏	信息维度
A: application platform	网络化平台	网络安全长效化	骨骼	网络维度
R: resource	资源作基础	基础设施智能化	感官	物理维度
T: technology	技术是驱动	技术进步配套化	神经系统	技术维度
过程动态化				时间维度

本文所构建的智慧城市生命有机体组织结构和基于内涵特征的六维空间模型结构从不同的角度对智慧城市的建设进行支撑,六个维度从六个角度保证了智慧城市分目标的实现。

1. 公共服务便捷化。智慧城市建设的最终目标是实现对城市的智慧化管理,以人为本地满足居民的需求。具体表现为智慧政务、智慧教育、智慧交通、智慧金融、智慧医疗、智慧商业、智慧社区、智慧能源、智慧通信等方面的应用,使得公众在日常的教育文化、医疗卫生、劳动就业、社会保障、环境保护、绿色出行、防灾减灾等基本公共服务中更加便捷、科学、高效,更加人性化。

2. 城市管理精细化。城市的社会管理领域全面实现信息化,主要包括市政管理、人口管理、交通管理、公共安全、应急管理、社会诚信、市场监管、检验检疫、食品药品安全、饮用水安全等,从实时数据的收集、原始数据的存储、信息组件的凝聚到最终信息产品的凝练,创面构建完成整个城市的信息化管理体系,统筹实现智慧化城市信息管理系统、城市的空间GIS以及城市的具体建筑数据库等资源,实现城市管理过程中的数字化和智慧化,从而推动城市规划和公共设施的智慧化与精准化,大幅提升政府的科学管理水平。

3. 技术进步配套化。从技术发展的角度,智慧城市可以被看作是数字城市与物联网相结合的产物(李德仁),推动新一代信息技术创新,助力智慧城市的建设。

4. 基础设施智能化。以城市自身的自然资源、基础设施和公共服务设施为源,建成具备安全性和广泛性、与城市相融合的信息化基础设施,全面提升城市公共设施的智慧化水平,使城市运行更加精准化、协同化和一体化。

5. 网络安全长效化。应构建感知化、互联化、物联化、智慧化城市网络,使从数字城市到智慧城市的升级成为可能。需要指出的是,网络安全、信息安全智慧化城市建设的重要方面,在城市网络建设

的同时,要配套建成网络信息安全保障机制以及相应的管理制度,保证网络与信息安全的可控性与可靠性。

6. 建设过程动态化。智慧城市的建设是一个动态的过程,以时间维度实时记录城市的智慧化过程,具体包括智慧城市建设的启动阶段、展开阶段、发展阶段、提升阶段、完善阶段。

智慧城市的建设是六个维度的统一,更是“人”和“物”的高度融合。物理维度以及网络维度构成了“物”的智慧系统,而思维维度蕴含的则是“人”的智慧系统,“物”与“人”的高度交互、共享、合作以至最后的升华与凝练,实现了可持续发展要求下以人为本的智慧城市建设的发展战略。同时,该战略在信息维度的高度保障下,根据城市环境的变化、公众需求的提升进行适时调节,调整城市建设的设计与规划,完成一个可持续发展的智慧城市的建设。

参考文献:

- [1] 李克强. 在改革开放进程中深入实施扩大内需战略[J]. 求是, 2012 (4): 3-10.
- [2] 广斌. 国内外智慧城市理论研究与实践思考[J]. 科技进步与对策, 2013 (19): 153-160.
- [3] 罗文. 智慧城市诊断评估模型与实践[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2014.

- [4] 林洙. 建筑师梁思成[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1997.
- [5] 席广亮. 基于可持续发展目标的智慧城市空间组织和规划思考[J]. 城市规划, 2014, 5(21): 102-109.
- [6] 张振刚, 张小娟. 智慧城市五维度模型研究[J]. 中国科技论坛, 2014 (11): 41-45, 75.
- [7] 欧阳莹之. 复杂系统理论基础[M]. 田宝国, 等译. 上海: 上海科技教育出版社, 2002.
- [8] P. Neirrotti, A. De Marco, A. C. Cagliano, G. Mangano, F. Scorrano. Current trends in Smart City Initiatives: Some Stylised Facts[J]. CITIES, 2013 (38): 25-36.
- [9] Jin-Gu Pan, Yu-Fan Lin, Su-Yi Chuang, Yu-Chia Kao. From Governance to Service-Smart City Evaluations in Taiwan[R]. In Proceeding of 2011 International Joint Conference on Service Sciences, 2011. 334-337.
- [10] Eleana Asimakopoulou, Nik Bessis. Buildings and Crowds: Forming Smart Cities for More Effective Disaster Management[R]. In Proceeding of 2011 Fifth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, 2011. 229-234.
- [11] Ellie Cosgrave, Kate Arbutnot, Theo Tryfonas. Living labs, Innovation Districts and Information Marketplaces: A Systems Approach for Smart Cities[R]. Procedia Computer Science, 2013. 668-677.

The Construction and Analysis of the Smart City Space Model

CHENG Xiao-yan^{1,2}, ZHANG Suo-di¹

(1. Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030006, China;

2. Taiyuan Normal University, Jinzhong 030619, China)

Abstract: Smart city is to realize the intelligent management and operation of the city by using the advanced information and communications technology, and to promote the harmonious and sustainable development of the city. This paper combs the basic feature of smart city from the five aspects of technological innovation, resource construction, network construction, wisdom management and intelligence service. On the basis of the theoretical perspective, the paper puts forward the living organisms model of smart city and constructions the six dimension space model of smart city from thinking dimension, information dimension, network dimension, technology dimension, physical dimension and time dimension. The conclusion of this study is the complement and perfection of the smart city theory.

Key words: smart city; the living organisms; space model

(责任编辑: 韩克勇)