

# 智慧城市空间结构与测度指标体系初探

薛凯 郝赤彪 刘曙光 (青岛理工大学 建筑学院, 山东 青岛, 266033)

**【摘要】**智慧城市是受多重因素制约和影响的一项复杂的系统工程。在信息社会智慧城市中,信息流动成为城市运行的主要驱动力,它决定了城市的空间结构特征,并最终形成多级、多层次的世界城市网络体系。测度指标体系的建立是对智慧城市流动空间进行指标量化的过程。其中,采用定量与定性相结合的 AHPD 法,能够较为科学、合理地确定测度指标体系的权重。

**【关键词】**智慧城市; 空间结构特征; 测度指标体系

**【中图分类号】**TU984 **【文献标识码】**A

## 0 引言

美国著名经济学家 Joseph E. Stiglitz 曾指出:“世界信息技术革命和中国的城镇化将是 21 世纪初期人类社会最具有影响力的两件事”。2010 年,以物联网和云计算为标志的新一轮的技术革命,不但实现了人对所居住与生活城市的“感知”,还在人与物及人与城市之间实现了“互动”的可能(图 1)<sup>[1]</sup>。2011 年,中国城镇化率已超过 50%,城镇化速度与规模居全球第一,在信息技术革命影响下的中国新型城镇化,将面临更多的机遇和挑战。

目前,中国的粗放式城镇化过程中产生了诸多弊端,土地浪费、资源匮乏、环境污染等问题,逐渐耗尽了城镇进一步提升的空间与潜力。城镇如何能够更加智慧规划、集约发展、精明增长的呼声高涨,此时,“智慧城市”进入人们的视野并迅速成为解决“城市病”的最新抓手。所谓智慧城市,是以城市的数字化、信息化为基础,以物联网、云计算等信息技术为媒介构建的一个虚拟城市平台,全方位、多角度地整合城市各个层面的信息资源,构建可视、可感的综合网络应用平台,从而实现城市人流、物流、资金流、能量流的畅通与协调。智慧城市是用信息化手段来处理、分析和整个城市,其核心特征是 C<sup>2</sup>I<sup>2</sup>O,即物联网、云计算平台的广泛覆盖,电信网、互联网、广电网“三网”的深度互联,城

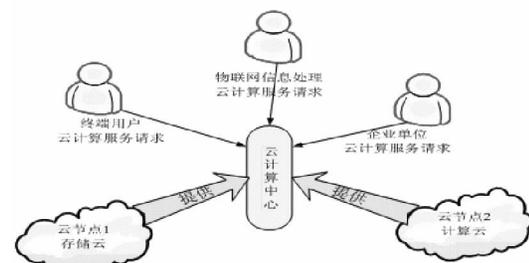
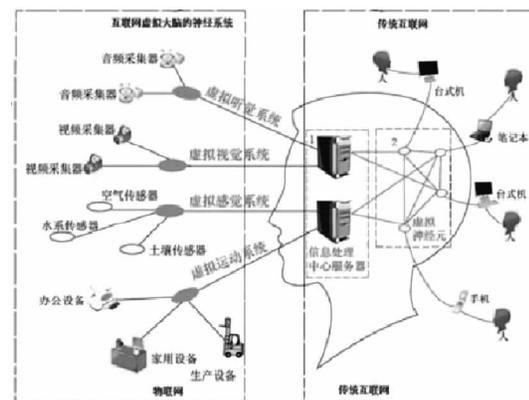


图 1 智慧城市物联网与云计算平台<sup>[1]</sup>

市信息资源的协同共享,海量数据的智能处理,信息服务的开放应用(图 2)。因此,智慧城市不是一个纯粹的理论或技术问题,而是受到技术、经济、政治等多重因素制约和影响的一项复杂的系统工程。

## 1 智慧城市空间结构特征

在信息时代中,现实物质空间(实体城市)与虚拟网络空间(虚拟城市)二元同构而成的混合空间

基金项目:青岛理工大学科研基金资助项目(B2-2013-0172)



图2 智慧城市核心特征

资料来源: <http://info.ec.hc360.com/2011/09/061559491686.shtml>

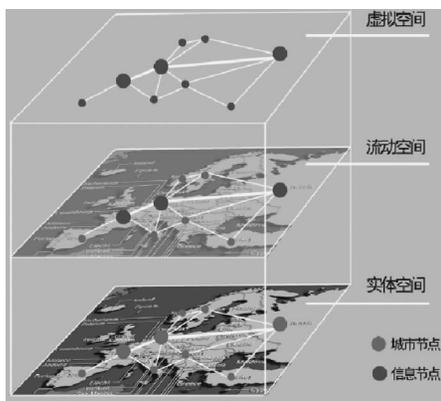


图3 流动空间结构特征<sup>[2]</sup>

就是“流动空间”(图3)。它是建构于人流、物流、信息流、资金流、技术流基础之上的,以现代通讯系统和现代交通系统为支撑的动态化空间<sup>[3]</sup>。流动空间是通过流动而运作的共享时间的社会实践的物质与信息组织,并逐步成为信息经济中的自组织空间<sup>[4]</sup>。城市是流动空间中的信息节点,节点之间流向不同的各种“流”被流动空间链接到一起,并通过相互作用实现流动循环。智慧城市就是通过流动空间的网络服务、管理和控制,实现了城市之间持续的信息流、物质流和能量流交换。

由于信息没有空间特性,信息通过流动引导城市中人流、物流、资金流的流动,因此它彻底改变了传统的城市区位论,使得企业的组织、生产突破了传统地方空间进行全球性流动<sup>[5]</sup>。在智慧城市流动空间中,城市运行的主要驱动力是信息流,它控制着城市中人流、物流、资金流的流向、流量、流速,也即控制了流动空间的聚集和扩散过程,从而形成了新型的城市空间结构特征(图4,表1)。

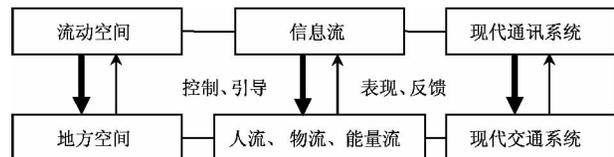


图4 智慧城市“流动力”模型(作者自绘)

表1 传统城市与智慧城市特征比较<sup>[3]</sup>

	传统城市	智慧城市
空间特征	地方空间	流动空间
结构主体	中心	节点
制约因素	受规模限制	受集聚能力限制
职能分配	倾向于首位城市, 职能替代竞争	倾向于弹性分配, 职能分工与补充
产品与服务	区域间同质性产品与服务	全球一体化的异质性产品与服务
联系	垂直、等级	横向、网络
流向	单向流动	双向流动
成本	运输成本	信息成本
竞争	依赖成本的价格差异	依赖服务的品质差异

由于信息流的传输基本上可以实现“零距离”和“零时间”,因此,地方空间必须与全球空间对接才能共享发展,同时,全球空间也必须与流动空间链接,才能有效地参与全球分工与竞争。因此,城市空间重组的最终目标是构建新型的、有序的“流动空间—地方空间”的空间体系<sup>[6]</sup>。在流动空间影响下,城市人流、物流、资金流的聚集和扩散程度显著加强,使得传统城市的部分功能得以强化,并导

致生产的全球分工和企业的区位分离,以及全球性城市和世界城市体系的形成。此时,传统城市功能也相应地发生深刻变革,并通过城市的土地利用方式或者空间格局变化发生作用。传统城市的“核心—边缘”结构将按照流动空间特征进行重构,形成新的“多核心—多边缘”结构,或者构成“全球—地方”为特征的垂直结构,并最终形成多级、多层次的世界城市网络体系(图5)。

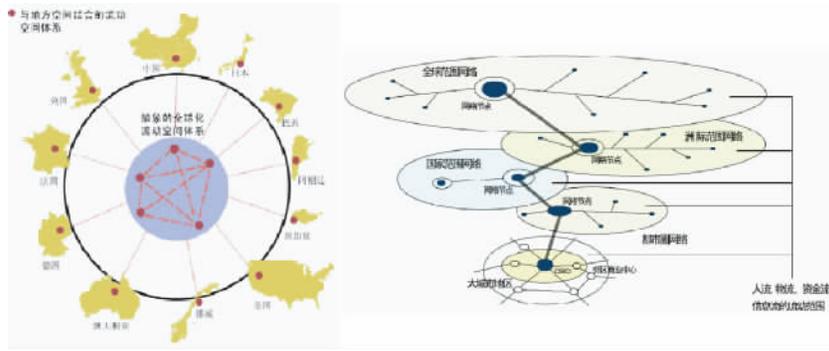


图5 基于流动空间的世界城市网络体系<sup>[5]</sup>

## 2 智慧城市测度指标体系

“测度”是信息经济学的概念,其涵义是预测、促进和评价。智慧城市的测度就是对城市智慧化程度可能成果的前期预测、建设过程的中期促进和建成效果的后期评价。由于智慧城市空间是由实体城市空间与虚拟城市空间二元同构混合而成的流动空间,因

此测度指标体系的建立是对智慧城市流动空间进行指标量化的过程,它既包括对实体城市现实物质资源的测度,又包括对虚拟城市网络信息资源的测度。其中主要包括技术适用体系(基础)、服务实效体系(核心)、资本产业体系(目标)和政策标准体系(保障)的量化指标,测度指标体系将对智慧城市的整体规划和运行过程产生重要的指导作用(图6)。

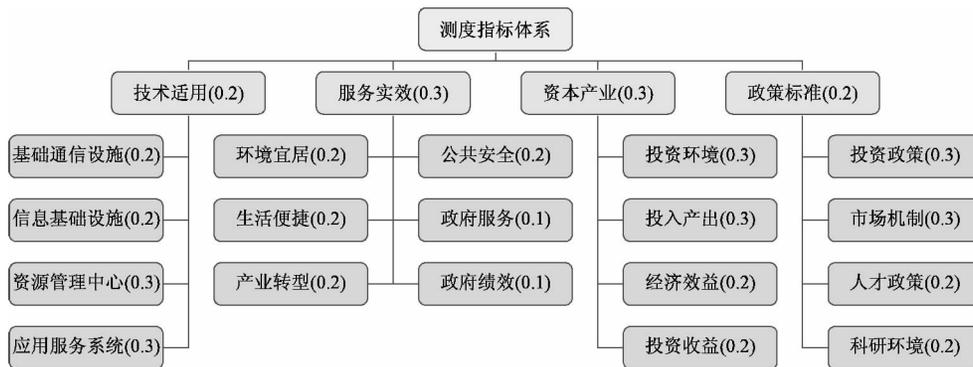


图6 智慧城市测度指标体系及其指标权重(作者自绘)

测度指标体系的指标权重是指该指标在整体评价体系中的相对重要程度。智慧城市测度指标权重体系  $\{V_i | i = 1, 2, \dots, n\}$  必须同时满足两个条件:

$$\text{条件: } ① 0 < V_i \leq 1; i = 1, 2, \dots, n \quad ② \sum_{i=1}^n V_i = 1。$$

一级指标和二级指标权重的确定如下:

设一级指标体系为  $\{W_i | i = 1, 2, \dots, n\}$ , 其对应的权重体系为  $\{V_i | i = 1, 2, \dots, n\}$ , 则有: ①  $0 < V_i \leq 1; i = 1, 2, \dots, n$ 。②  $\sum_{i=1}^n V_i = 1。$

设二级指标体系为  $\{W_{ij} | i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m\}$ , 则其对应的权重体系  $\{V_{ij} | i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, m\}$  应满足:

$$① 0 < V_{ij} \leq 1。② \sum_{i=1}^n V_i = 1。③ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V_i V_{ij} = 1。$$

其中  $n, m$  是权重指标的个数,  $i, j$  是权重指标的级数。

三级指标权重确定可同理类推<sup>[7]</sup>。

测度指标体系的导向性是通过权重的合理分配体现出来的。智慧城市测度体系的指标权重可采用 AHPD 法(层次分析与专家调查法)确定,即以 AHP(层次分析)法为基础,将测度指标体系分解为多级层次,通过两两比较下层指标对于上层指标的相对重要性,将人的主观判断以数量形式评价和表现;以 Delphi(专家调查)法为手段,聘请相关领域专家对测度指标体系展开研究,首先由各位专家分

别对指标设置权重,然后对所有指标的权重取平均值作最终权重。二者共同实现了定量与定性相结合的方法,能够较为科学、合理地确定测度指标体系的权重。AHPD法是在定量和定性分析的基础上,以专家打分等方式得出的定量评价,其结果科学、可靠,具有广泛的代表性。

表2 技术适用指标体系

一级	二级	三级
技术 适用 中心 (0.2)	基础 通信 设施 (0.2)	城市光网覆盖率(0.1)
		无线网络覆盖率(0.1)
		物联网覆盖率(0.1)
		互联网用户普及率(0.1)
		物联网用户普及率(0.1)
		数字终端普及率(0.2)
	终端用户体验指数(0.3)	
	信息 基础 设施 (0.2)	基础地理空间数据指数(0.2)
		专业数据指数(0.1)
		基础数据库指数(0.2)
		分布式数据库指数(0.1)
		元数据库指数(0.1)
		云计算存储与处理能力指数(0.3)
		信息资源中心支撑能力指数(0.2)
城市空间信息中心支撑能力指数(0.15)		
资源 管理 中心 (0.3)	电子支付中心支撑能力指数(0.15)	
	信用信息中心支撑能力指数(0.15)	
	安全认证中心支撑能力指数(0.15)	
	云服务能力指数(0.2)	
	应用 服务 系统 (0.3)	电子政务系统智慧化指数(0.08)
		应急指挥系统智慧化指数(0.07)
		数字城管系统智慧化指数(0.06)
		智能交通系统智慧化指数(0.07)
		数字环保系统智慧化指数(0.07)
		数字规划系统智慧化指数(0.07)
		数字医疗系统智慧化指数(0.08)
		电子商务系统智慧化指数(0.12)
		现代物流系统智慧化指数(0.13)
		数字家庭系统智慧化指数(0.15)
城市一卡通系统智慧化指数(0.05)		
城市信息亭系统智慧化指数(0.05)		

综合上述算法,智慧城市应该更多地侧重于其服务与使用方面,因此,在智慧城市测度指标体系中,对一级指标中的服务实效体系(应用服务层面)与资本产业体系(产业运营层面)的指标权重设置较高,分别达到0.3。而技术适用体系(技术基础层面)与政策标准体系(政策保障层面)的指标权重设置均为0.2。各级指标体系权重设置与最终计算结果直接体现着智慧城市的规划水平和运行效果,它们共同支撑起了整个智慧城市的体系框架。表2以

技术适用体系的指标权重作为探索,以此类推可以逐步展开其他指标体系构成与权重分析。

### 3 结语

随着信息社会的发展,城市传统的集中式空间模式将演变成分散式、均质化空间模式。城市将失去原来的城区概念,突破已有的地方空间向郊区拓展,智慧城市流动空间将逐渐取代传统城市地方空间的意义。新型产业空间和新型服务经济将以信息流的驱动力来组织运行,整个过程最终通过智慧城市平台来重新整合。

智慧城市是一个多学科交融的综合系统学科,是城市规划学科研究的外延,是一个值得重视的研究方向。智慧城市将是一个逐渐深入、拓展、优化和成熟的过程,它既有政府管理、政府服务和政府决策的社会管理发展,也有生产方式、生活方式和文化方式的经济文化变革,最终通过提升城市的智慧化程度,改善人们的生活质量,促进社会的全面进步与可持续发展。△

#### 【参考文献】

- [1] 薛凯. 数字城市的实施策略与模式研究[D]. 天津大学博士学位论文, 2011.
- [2] 蔡良娃. 信息化空间观念与信息化城市的空间发展趋势研究[D]. 天津大学博士学位论文, 2006.
- [3] 沈丽珍, 顾朝林. 区域流动空间整合与全球城市网络构建[J]. 地理科学, 2009(6): 787-793.
- [4] Manuel Castells. The Space of Flows: A Theoeoy Space in the Informational Society [C]. Conference of the New Urbanism, Princeton: Princeton University Press, 1992: 131-140.
- [5] 承继成, 王宏伟. 城市如何数字化: 纵谈城市信息建设[M]. 北京: 中国城市出版社, 2002: 36-38.
- [6] Manuel Castells. The Rise of the Network Society [M]. Oxford: Blackwell Press, 1996.
- [7] MBA智库百科. 权重 [DB/OL]. <http://wiki.mbalib.com/wiki/%E6%9D%83%E9%87%8D>.

作者简介: 薛 凯(1981-), 男, 博士, 青岛理工大学建筑学院讲师。研究方向: 智慧城市规划。

郝赤彪(1960-), 男, 硕士, 青岛理工大学建筑学院教授, 院长。研究方向: 城市设计。

刘曙光(1984-), 女, 硕士, 青岛理工大学建筑学院助教。研究方向: 城市空间结构。

收稿日期: 2013-05-28

(下转第65页)

- 划(2006—2020) [R].
- [4] 南京大学城市规划设计研究院,《南京市六合区金牛湖街道新市镇总体规划(2011—2030) [R].
- [5] 新加坡市区重建局(URA).《新加坡的城市规划》讲义[Z].
- [6] 蒋大卫. 城市建设用地标准要量体裁衣[J]. 城市规划, 1996, (05): 58-59.
- [7] 张京祥. 城市土地集约使用条件下规划思维的变革[J]. 城市规划, 1998, (02): 26-27.
- [8] 赵民, 汪军. 重构我国城市规划建设用地标准及控制体系的探讨[J]. 城市规划学刊, 2007, (06): 29-35.
- [9] 汪军, 赵民. 规划建设用地标准的影响因素及多元控制[J]. 现代城市研究, 2011, (09): 30-38.
- [10] 南京市规划局, 南京市城市规划编制研究中心. 南京市规划用地管理年度报告 2009 [R].
- 作者简介: 涂志华(1980-), 男, 东南大学建筑学院博士研究生; 南京市鼓楼区住房和建设局副局长, 注册规划师。研究方向: 城市与区域规划, 城乡规划管理等。
- 收稿日期: 2013-06-07

## The Discussion about the Optimization of Urban and Rural Construction Land Use Standards: Based on the Views of Planning and Management

TU Zhihua, WANG Xingping, CHENG Cuiping

**【Abstract】**The quantity of construction land is the important basis of urban and rural planning and management, the potential essence is the standards of urban and rural construction land use. The paper analyses the shortages of current standards from the aspects of "the difficulty of controlling quantity, insufficient to deal with new changes, the apart of standards during planning management phase" based on introducing the current standards. It raises the optimization and improvement ideas about urban and rural construction land use standards included planning and management, both macro and micro, overall and local, builds the optimization strategy from the views of planning and management.

**【Keywords】**The Standards of Construction Land; Problem; Planning and Management; Optimization and Improvement

(上接第 51 页)

## Research on the Spatial Structure and Measurement Index System of Smart City

XUE Kai, HAO Chibiao, LIU Shuguang

**【Abstract】**Smart City is a complex system engineering which is restricted and affected by science and technology, government and market and other multiple factors. The establishment of measurement index system is a process of the quantification to the space of flows in Smart City. Among them, the AHPD method can determine the weight of measurement index system scientifically and reasonably, which uses a combination of quantitative and qualitative method.

**【Keywords】**Smart City; Spatial Structure System; Measurement Index System