

Research on the framework system of digital base for 3D infrastructure of smart community

Weidong Li Zhou Liu Qianqian Chen Xifan Chen

Shanghai Urban Construction Design and Research Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai, 200011, China

Abstract

With the promotion of City Information Model (CIM), communities, as the basic units of cities, are also facing the transformation towards intelligent and visualized community management. The basic data of smart communities covers various aspects. This article mainly focuses on three-dimensional infrastructure data and analyzes it from two dimensions: data construction and data delivery. For the model construction of three-dimensional infrastructure for smart community platforms, a unified data framework is established from the aspects of content composition and information elements. In terms of delivery, combined with Building Information Modeling (BIM) standards, infrastructure such as buildings, roads, and municipal pipe networks are considered to form standardized and visualized digital base models through standard frameworks, providing technical support for the construction of digital base - community information model for three-dimensional visualized community management platforms.

Keywords

Smart community; Digital base; City Information Modeling; Building Information Modeling

智慧社区三维基础设施数字底座框架体系研究

李卫东 刘宙 陈倩倩 陈西凡

上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司, 中国·上海 200011

摘 要

随着城市信息模型(CIM)的推广,社区作为城市的基本单元,社区管理也同样面临智慧化可视化的转型,智慧社区基础数据涵盖多方面内容,本文主要针对三维基础设施数据,从数据搭建和数据交付两个维度进行分析,针对智慧社区平台三维基础设施的模型搭建,从内容构成、信息要素等方面建立统一数据框架,在交付方面,结合建筑信息模型(BIM)规范标准,考虑把建筑、道路、市政管网等基础设施通过标准构架形成规范化可视化的数字底座模型,为三维可视化社区管理平台的数字底座-社区信息模型建设提供技术支持。

关键词

智慧社区; 数字底座; 城市信息模型(CIM); 建筑信息模型(BIM)

1 引言

智慧城市建设目前已在全国各省市深入开展,城市信息模型(CIM)作为城市信息数据的载体,是智慧城市的基础性、关键性和实体性信息基础设施。CIM基础平台是在城市基础地理信息的基础上,建立建筑物、基础设施等三维数字模型,表达和管理城市三维空间的基础平台,是城市规划、建设、管理、运行工作的基础性操作平台^[1]。

社区作为城市的基本单元,随着智慧城市的快速发展,一些大中城市纷纷启动智慧社区建设。智慧社区通过利用信

息技术,融合社区场景下的多种数据资源,提供面向政府、物业、居民等不同对象的社区管理与服务类应用,提升社区管理与服务的智慧化与精细化水平,是智慧城市的重要组成部分^[2]。CIM技术作为智慧城市的数字底座,也被应用于社区管理服务平台,从而搭建以CIM平台为基础的新型智慧社区^[3]。

建筑信息模型(BIM)可以帮助实现建筑全生命周期的信息集成,包括设计、施工与运维各个阶段,在工程建设行业得到广泛认可。BIM的核心是通过建立虚拟的建筑工程模型,利用数字化技术,为模型提供完整的、与实际情况一致的建筑工程信息库。该信息库不仅包含描述建筑物构件的几何信息、专业属性及状态信息,还包含了非构件对象(如空间、运动行为)的状态信息。借助这个包含建筑工程信息的三维模型,大大提高了建筑工程的信息集成化程度,从而为建筑工程项目的相关利益方提供了一个工程信息交换和

【基金项目】本项研究工作得到了上海市科学技术委员会的资助,资助课题编号为20DZ2251900。

【作者简介】李卫东(1970-),男,中国北京人,本科,工程师,从事BIM、CIM等研究。

共享的平台。目前 BIM 技术已经形成一套完整的标准体系^[4]。

在住房和城乡建设部 2014 年发布的《智慧社区建设指南（试行）》中，智慧社区数据被分为地理、部件、建筑、人口、消息、事项等六大类。本文主要面向智慧社区有关建筑物与城市基础设施等静态数据，借鉴 CIM 的构架体系，引入 BIM 的技术标准，研究智慧社区数字底座，探讨社区信息模型的构建原则。

2 智慧社区三维基础设施数字底座构建要素

智慧社区的建设目标主要集中于社区管理、社区服务、社区治理等几个方面^[5]，数据底座的建设应综合考虑智慧社区建设需求，服务于社区建设目标。

在全国智能建筑及居住区数字化标准化委员会 2021 年发布的《基于城市信息模型（CIM）的智慧社区建设指南》中，智慧城市的基础框架被定义为 5 个层次，分别为物理社区客观事物、静态模型、动态管理、自动感知、智慧应用。第二层次的静态模型包括建筑模型、设备模型和智能设备模型，分别对应物理世界中的客观事物。

2.1 静态模型数据来源

基于 CIM 的智慧社区静态模型可以直接对接市 / 区 CIM 基础平台，访问其提供的静态数据，在《城市信息模型基础平台技术标准》CJJ/T315-2022 中规定了国家级、省级和市级平台的衔接关系，国家级和省级平台数据库包括 CIM 成果、资源调查业务系统、工程建设项目等数据，市级平台数据库包括 CIM 成果数据、工程建设项目数据、时

空基础数据、资源调查数据、规划管控数据、公共专题数据和物联感知数据等。

智慧社区管理平台在利用市 / 区级平台数据的同时，也应及时上报 CIM 静态模型、动态管理和自动感知数据。社区是城市的“细胞”，基于 CIM 的智慧社区是智慧城市的重要表现形态，其体系结构与发展模式是智慧城市在一个小区域范围内的缩影，未来城市发展和管理可以以智慧社区的建设为牵引，拉动智慧城市建设，并将智慧社区的管理职能融入到智慧城市的管理体系建设中去，实现智慧社区管理与城市化管理的高度融合。

当 CIM 静态模型不能满足社区管理需要的模型精度要求或未包括在 CIM 数据中时，社区级静态数据也可实地采集模型自行建立^[6]。

2.2 构建内容与构建方式

智慧社区静态模型中的建筑模型主要是指建筑物和构筑物模型，包括设计、施工、运维各个阶段的模型数据信息，是对其物理和功能性的数字化表达；设备模型包括社区内的道路交通、园林绿化、以及给排水、电力、燃气、热力、消防等市政管网模型；智能设备模型是建筑设施感知、环境感知、安全监控、智能识别等设备的模型，通过物联网获取动态数据。

静态模型的构建有多种方式，包括 GIS 建模、无人机倾斜摄影建模、三维激光扫描建模、BIM 建模和手工建模等，不同建模方式的建模特点和适用场景见下表（表 1）。

表 1 各类静态模型构建方式的特点和适用场景

构建方式	特点	应用场景
GIS 建模	通过 GIS 软件选定区域，通过高程信息构建模型	适用于精度较低的场景
无人机倾斜摄影	利用航拍设备和技术拍摄或扫描，将二维图片合成三维模型	适用于整体区域建模
三维激光扫描	通过激光扫描设备快速获取物体的表面信息，生成点云模型，后期处理成三维模型	适用于既有建构物建模
BIM 建模	利用 BIM 软件进行建模，包括几何模型和附加于构建上的属性信息	适用于各类模型
手工建模	利用 3DMax 等建模软件，仅能生成几何实体，不能附加辅助信息	

2.3 数据信息要素

静态模型数据的构成要素首先应达到建筑信息模型（BIM）的基本要求，包括几何和属性信息，同时应符合智慧社区的动态管理需求，与对应的动态数据进行关联。

对于建筑模型，除几何信息外，建筑单体的属性信息应包括建筑名称、地址、施工许可证编号、竣工验收合格证编号、使用期限、建造年代、结构类型、建筑层数、建筑高度、建筑面积、工程造价等。

对于设备模型中的道路模型，除几何信息外，属性信息应包括道路名称、道路编号、道路总长、有无高架、沿线立交数量、沿线交叉口数量等。

对于智能设备模型，除几何信息外，属性信息应包括设备编码、设备出厂编号、设备厂商、设备型号、设备出厂日期等。

以上静态模型的构成要素在 BIM 建筑与市政行业相关建设与运维标准中有较完善的规定，对于与动态数据相关联的数据，应符合智慧社区智慧应用要求，比如在建筑单体模型中应有产权单位信息、住宅建筑应包含楼盘表、户型户数、对应人员等信息，在设备模型中应包含政府主管部门、运营主管单位等信息，在智能设备模型中应包含设备安装地址、所在楼栋层数位置、设备安装单位、设备安装日期、维护保养单位名称、使用单位名称等。

3 交付要求

为了保证智慧社区平台不同静态模型类型之间的数据交换和应用需求，静态模型的创建需要一套统一的数据交付标准，包括统一的模型数据格式、模型的精细度要求、以及编码体系。在此方面可以借鉴 CIM 和 BIM 相对成熟的标准

体系进行规定。

3.1 数据格式

智慧社区平台集成了通过不同方式生成的静态模型，需要在平台上通过统一的数据格式进行整合。在 CIM 平台中，三维数据交换格式主要包括 IFC、OBJ、OSGB 等，在智慧社区平台中，社区信息模型的数据采集主要为 BIM 模型，BIM 模型的开放数据标准主要包括 IFC、COBie 等，IFC (Industry Foundation Classes) 由国际建筑业协会 (buildingSMART) 制定和管理，它支持各种软件应用程序之间的数据交换，并能够将设计和建造过程中的各种信息进行集成和管理，COBie (Construction Operations Building Information Exchange) 是一个用于建筑物运营的开放式标准，它定义了与建筑物相关的信息和数据，包括建筑元素、设备、设施等，以便于信息交换和管理。

IFC 是 BIM 中最为常用的交换格式之一，IFC 数据模型采用了对象导向的方法，将建筑模型划分为多个类别，每个类别有其独特的属性和关联关系。IFC 数据模型中最基础的类别是称为“实体”的基本元素，例如墙、楼板、窗户等。每个实体都有一组属性来描述其几何形状、尺寸、材料等特征。此外，IFC 还定义了一些更高级别的类别，如空间 (空间的集合) 和模型 (建筑物的集合)，用于组织和管理多个实体。但 IFC 数据也还需要与 CIM、物联网等新兴技术相结合，提供更高级的功能和应用。

3.2 数据分级

对于智慧社区不同的应用需求，静态模型的精细度要求也不一致，为避免模型过大影响运行效率，静态模型数据应进行分级表达。城市信息模型 (CIM) 和建筑信息模型 (BIM) 分别规定了不同的分级标准，两者之间具有一定的内在联系。

BIM 模型包括几何模型和属性信息，在《建筑工程设计信息模型交付标准》、《中国市政工程设计行业 BIM 指南》中对建筑信息模型和市政信息模型分别进行了相关分级规定，几何精度 (G) 和属性深度 (N) 被定义为 4-5 个级别。

在住房和城乡建设部 2021 年发布的《城市信息模型 (CIM) 基础平台技术导则》中，城市信息模型被分为 7 个级别，精细度由低到高分别为 CIM1-CIM7，CIM1-CIM3 主要针对大空间范围的模型，CIM4-CIM7 对应社区级静态模型，与 BIM 模型分级基本一致。

CIM4 为精细模型，具有与实体纹理相符的精模，表达实体表面细节，对应的空间尺度为中心城区或重点区域；CIM5 为功能模型，需满足实体对象的空间占位、功能分区等需求，提高模型几何精度，对应的空间尺度为园区和社区等，老旧小区改造便可基于此分级开展平台应用；CIM6 属于构件级模型，需要满足建造安装流程、采购等精细识别需求，主要应用场景为建构物设备设施管理；CIM7 属于零

件模型，需满足模型高精度渲染、设施设备制造加工和管理等更高级别精度识别需求，主要应用于建构物设备设施精细化管理。

3.3 数据分类与编码

静态模型中构件设备种类多、使用地点分散、价值高、资产维修频繁、更新快，为了使模型数据能够不丢失不重复，在建筑工程项目中需对建筑全生命周期的数据进行分类和唯一编码，构建智慧化社区平台数字底座统一编码，可以更好地组织、存储、管理和查找信息。

对于数据分类与编码国家已经发布了相应的技术标准，在《城市信息模型 (CIM) 基础平台技术导则》中，CIM 应从成果、进程、资源、属性和应用 5 大维度分类，分类编码采用面状编码方式，由表代码和详细代码两部分组成；在《建筑信息模型分类和编码标准》(GB/T 51269-2017) 中，BIM 分类和编码基于 Omniclass，面向建筑工程领域，规定了各类信息的分类方式和编码办法，这些信息包括建设资源、建设行为和建设成果。对于信息的整理、关系的建立、信息的使用都起到了关键性作用。

在应用数据分类与编码的过程中，应注意统一规范，编码需要遵循统一的规范和标准，确保编码的一致性和准确性。这有助于各参与方之间的信息交流和协同工作。同时应注重编码的可扩展性，以适应不同项目和不同阶段的需求。随着项目的进展和需求的变化，编码体系可以进行相应的调整和完善。

4 结语

本文对智慧社区中静态模型的框架体系从构建要素和交付要求进行了系统性论述，在静态模型创建时应考虑数据来源，社区信息模构建的方式，以及静态模型需要包含的数据信息要素，对于静态模型的交付，应考虑交付数据的格式、数据的分级、以及数据的分类与编码，从而顺利实现智慧社区数字底座搭建，支持智慧社区平台的应用目标。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.住房和城乡建设部办公厅关于印发《城市信息模型 (CIM) 基础平台技术导则》的通知, 2020年09月21日.
- [2] 佚名."新城建"背景下的智慧社区建设与发展[J].中国建设信息化.2021 (07) : 84-86.
- [3] 张瀚文,王文超,谢丹凤.基于CIM的新型智慧社区全生命期数字底板架构分析[J].福建建筑, 2023(8):68-71.
- [4] 高崧,李卫东.建筑信息模型标准在我国的发展现状及思考[J].工业建筑, 2018, 48(2):7.DOI:10.13204/j.gyjz201802001.
- [5] 张峰,毛志杰,钟天杰,等.基于CIM的智慧社区架构体系与应用场景研究[J].中国建设信息化, 2023(19):44-48.
- [6] 田艳兵,王素珍,邓成禹,等.基于CIM的智慧社区综合管理云平台开发[J].智能建筑电气技术, 2024, 18(1):89-92.