

基于 BIM + GIS 城市大数据平台的 智慧临港应用示范

徐旻洋

(华东建筑集团股份有限公司,上海 200041)

【摘要】临港地区作为国家新型工业化示范产业基地、战略性新兴产业示范区以及上海科技创新中心的重要承载区,以前沿概念、技术先进、示范引领为目标,依托数字城市、大数据、人工智能等新技术为城市管理找到科学的支撑。文章针对智慧临港的建设需求,提出了基于 BIM + GIS 的城市大数据基础数据平台架构,采集与管理城市数据,实现了基于时空标定和数据融合打造的城市运行大数据平台,完成了城市基础数据的采集与数字化建设,为各类城市级应用数据提供载体,从而实现整个城市尺度的动态管理和决策支撑。

【关键词】 BIM + GIS; 城市大数据; 智慧城市

【中图分类号】 TU17 **【文献标识码】** A

【版权声明】文集数据被中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录,被本刊录用并在中国知网网络首发正式出版,严禁侵权转载。

引言

城市是人类居住和创造文明的场所,随着新一轮科技和产业革命的兴起,云计算、物联网、移动互联网、大数据、智能化等一系列前瞻技术的发展与成熟,给城市的建设与发展带来了新动能,进一步推进城市信息化建设的进程,打造数字城市,建设智慧城市,发展未来城市。在智慧城市的建设中,以数字化手段原样复制城市的建筑设施与地理构造,运用 BIM + GIS 基础数据平台构建出一个真实的虚拟世界,通过物联网采集、联通整个城市的动态数据,为各类城市级应用提供载体,互联互通,统一呈现,从而实现城市尺度的动态管理和决策支撑。

临港地区作为国家新型工业化示范产业基地、战略性新兴产业示范区以及上海科技创新中心的重要承载区,自 2017 年提出智慧临港的整体规划,2018 年启动建设,以前沿概念、技术先进、示范引领为目标,实现“高端产业、高水平城市”的临港战略定位。通过 BIM 建筑信息和 GIS 地理信息技术融

合,采集与管理城市数据,构建对象化精细化的“数字临港”,平台覆盖整个临港 315km² 城市空间,包括 2D GIS 地图、3D GIS、典型建筑对象化 BIM 模型可全面展现、查询到所有的地理和设施的要素,依托数字城市、大数据、人工智能等新技术为城市管理找到科学的支撑^[1-3]。

1 城市大数据

智慧城市涉及的数据是海量的、多源的、异构的,智慧城市基础数据平台必须具备承载、管理所有城市数据的能力。我们可以将智慧城市的所有数据源分为静态和动态数据,其中静态数据主要指城市建筑与基础设施数据,动态数据指通过互联网、物联网等感知、采集到的数据。

对于城市建筑与基础设施数据,从全方位数据采集链的角度,可以按照三种采集类型进行分类,即空中数据采集、地面数据采集和地下数据采集。空中数据采集,主要依靠卫星、飞机,利用卫星遥感、激光雷达、倾斜摄影、高光谱相机等传感器获取

【基金项目】 住房和城乡建设部科技项目(编号:2018-S5-009)

【作者简介】 徐旻洋(1989-),男,工程师,主要研究方向:建筑信息化。

数据,得到数字表面模型、高程模型、正射影像、数字地图等。地面数据采集,有利用车载激光雷达、近景摄影技术对数字表面模型进行修补,还有采用工程建设 BIM 模型,得到精细化的城市模型对象。地下数据采集,一般通过地下管线探测设备,获取地下管线、地形、地物等数据^[4-5]。如图 1,多类型城市建筑与基础设施数据。

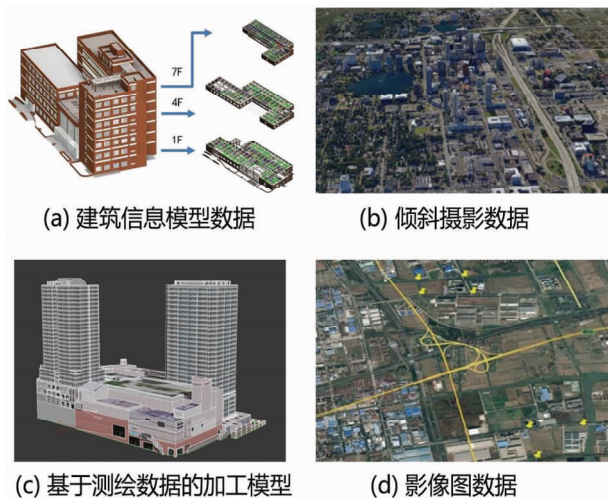


图 1 多类型城市建筑与基础设施数据

城市动态数据,主要可以分为能源/环境数据、人口/车辆数据以及城市事务数据,通过互联网、物联网等进行感知、采集,按约定的协议进行信息交换和通讯,实现城市动态数据的汇聚。如图 2,城市大数据的组成。

BIM + GIS 涵盖整个城市建筑与基础设施数据,构成完整的城市基础数据库,是智慧城市应用的基础载体。

GIS 数据对象是宏观的,描述了世界、国家、地域、城市、地区、以及所有的城市对象,但是 GIS 的描述仅仅到每个城市对象的外部轮廓。BIM 数据对象是相对微观的,是每一个城市对象的精细化表达,例如一个房屋建筑,BIM 数据描述了其从规划、方案、设计、施工、运营、拆除、重建全生命期的全部数据信息,精细到每一个零件部件。BIM 与 GIS 在数据描述层面的界面,应该是每一个建筑,这里说的建筑不仅仅是房屋建筑,而是每一个城市对象,包括房屋、街道、场地、公路、桥梁、水务等。

只有将 BIM 于 GIS 在数据层面进行融合、打通,才能形成完整的城市基础数据集,达到“管理到城市每一个螺丝钉”这样的精细化管理水平,在

企业管理、行业应用、城市服务等诸多方面发挥出更大的效应与价值。

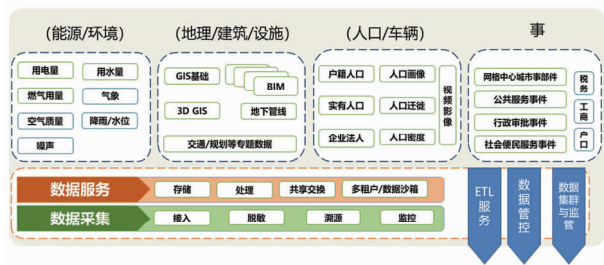


图 2 城市大数据的组成

2 建设一个可以汇聚管理城市大数据的基础平台

李德仁、姚远等在智慧城市中的大数据一文中,探讨了智慧城市的概念,总结了其发展历程,剖析了中国建设智慧城市的动力和目标,阐述了智慧城市的支撑技术,并提出了智慧城市的基础架构,即在数字城市的基础上有机地融合物联网和云计算技术,以实现现实城市中人和物的自动控制和智能服务^[6]。

巫细波和杨再高在智慧城市理念与未来城市发展一文中,深入阐述了智慧城市理念的来由、涵义以及国内外智慧城市发展动态,重点从城市管理方式、城市基础设施建设、物联网技术及产业发展、智能生活方式等方面分析智慧城市理念对未来城市发展的重要影响^[7]。

国内外还有众多学者研究了智慧城市的应用与建设,普遍认同智慧城市是城市发展的趋势,而数字城市是智慧城市建设的重要基础。

针对海量城市数据存储和管理的新需求,智慧临港的建设提出了基于 BIM + GIS 的城市大数据基础数据平台架构。平台采用 B/S 模式,后台架构基于海量分布式大数据存储技术,支持各种 BIM 数据、地图数据(多图层的地理要素几何和属性数据)、城市 3D 模型数据和应用数据的集中统一存储和索引,承载智慧城市大数据的并行处理和可靠安全存储服务能力,资源的虚拟化管理和弹性扩展,可支撑智慧城市应用发展所需的大并发吞吐量,大数据量,高运算性能的业务需求,为各类城市级模拟、分析、可视、集成应用提供支撑,如图 3 所示。

平台以 BIM (Build Information Model, 建筑信息模型) 和 GIS (Geography Information System, 地理信

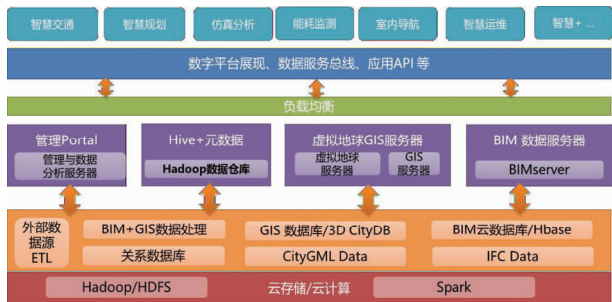


图3 BIM + GIS 城市大数据基础数据平台架构

息系统)大数据管理与分析为核心,为城市建筑与市政设施等城市对象的信息模型的存储、索引、查询与处理、大规模3D展示的提供整体解决方案,为城市规划、建筑运维、城市治理等智慧城市业务提供强大的数据支持与保障。平台既具备处理和分析宏观城市环境中三维GIS地理数据的基础,还能从宏观走向微观,实现对建筑内部和建筑构件的精确定位和查询,真正达到对城市中每个城市构件对象进行精细化管理^[8]。其创新性如下:

(1)与传统的GIS平台相比,本平台不仅仅支持虚拟城市的三维浏览,而且实现了BIM模型在虚拟地球中的大规模LOD(Level of Details)展示,根据视角远近与3D GIS倾斜摄影数据可无缝切换,实现浏览城市宏观3D模型的同时方便地查看每个细粒度BIM对象(例如某扇窗,某个消防水管,某个室内摄像头等)的属性信息;

(2)与常见的BIM显示引擎和系统相比,本平台通过云端的分布式大数据架构,实现了PB级海量城市对象的统一管理和查询,并且支持在虚拟地球环境中整体展示大批量的BIM模型,提供BIM模型的灵活查询与子模型拆分功能,如查询并下载某个楼层,某个空间,外表皮模型,特定类型的城市对象(窗、楼板、门、柱、摄像头,烟感等)、HVAC, WSie、结构、给排水、暖通、电气、能耗、算量等多种MVD的导出等^[9];

(3)在业界首次实现了虚拟地球上的BIM + GIS统一的空间搜索与定位功能。用户只需输入绝对空间与相对空间对象地址和编号,如大楼的名称和查询的房间名称,就可以在虚拟地球中查看并定位空间对象的位置,进入模型获取相关BIM属性信息,完成360度全方位浏览以及其他丰富的3D可视化操作等等。

(4)保证城市级海量数据的完整性。摒弃模型

轻量化的概念,基于3D瓦片技术实现了海量BIM模型全量动态加载与快速呈现,真正实现了城市级BIM与3D GIS的数据管理与可视化二者的统一^[10]。

(5)基于虚拟地球引擎的BIM与3D GIS数据集成与融合,具有游戏引擎无法比拟的真实环境建模、仿真和应用,为智慧城市应用提供真实数据支撑。

3 智慧临港应用示范

智慧临港BIM + GIS城市大数据平台支持PB级的数据统一管理,包含人口、视频、车流、停车场、公交站台、视频监控等多源异构信息等,平台可以把城市运行中生成的各类数据动态、融合、直观地汇集在一个平台上,实现统一呈现,多规合一,从而实现整个城市尺度的动态管理和决策支撑。

BIM + GIS城市大数据平台,具有广泛的应用空间,包含选址规划、管网系统分析、高度分析、领空侵犯分析、安全计划及应急疏散、空间管理、资产管理、室内导航、人口分析、交通分析、位置源分析等。具体可承载的应用示例(包括但不限于)如下:

3.1 城市基础数据构建

项目构建了由315km²的2D GIS地图(50cm精度)、15km²的3D GIS地图(10cm精度)、以及精细化BIM模型(包括临港管委会、航海博物馆、滴水湖地铁站、宜浩家园住宅小区、电力学院、临港科创城、北岛西路综合管廊等等)集成的临港虚拟城市空间,形成了一个地理和建筑无缝融合的基础平台,为临港智慧城市的实施开展打造了一个基于内外空间和地理坐标系的统一底图,如图4所示。



图4 智慧临港虚拟城市

3.2 搜索与定位实现对象级城市空间管理

基于“BIM + GIS”城市虚拟空间,可以对临港当

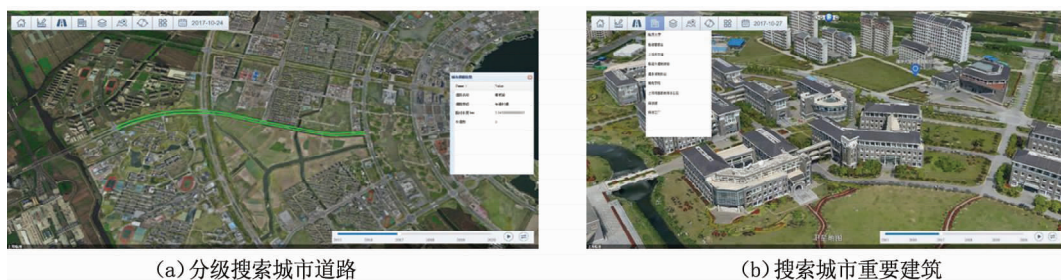


图5 搜索与定位实现对象级城市空间构建

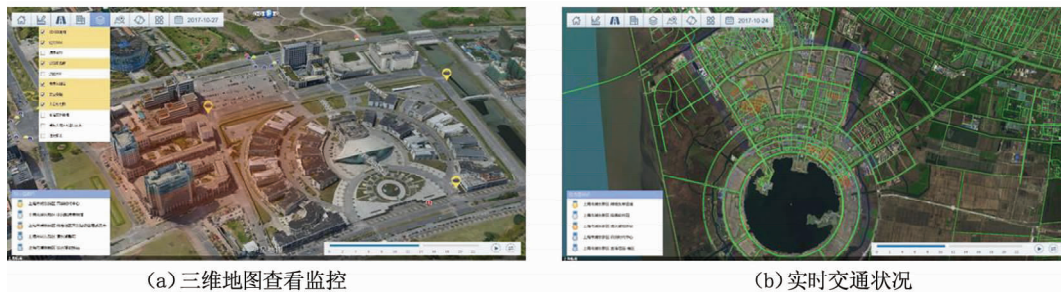


图6 基于时空的多源数据实现全方位城市管理

前整个城市空间具备完整、精确的了解。在这个空间里,可以全面展现查询到所有的地理和设施的要素:

(1) 分级搜索城市道路, 查询城市中的任意道路, 显示道路的名称和属性, 包括长度、起止点、车道数, 如图 5(a) 所示;

(2) 搜索城市重要建筑, 显示其地理位置, 并可以使用地图工具, 测量其高度、宽度, 查询其经纬度坐标, 如图 5(b) 所示;

(3) 查看已建有 BIM 模型的建筑, 显示其概要属性, 包括建筑名称、门牌号、高度、建筑面积, 并可进入该建筑, 查看室内结构及设施;

(4) 可进入地下模式, 查看地下车库、地下综合管廊的内部结构, 并基于“BIM + GIS”城市虚拟空间, 可和外部地表的对应情况进行宏观查看周围环境;

3.3 基于时空的多源数据实现全方位城市管理

智慧临港“BIM + GIS”城市虚拟空间是一个城市管理的基础平台, 可以把城市运行中生成的各类数据动态、融合、直观地汇集在一个平台上, 实现多种数据汇集, 动态采集, 统一呈现, 多规合一, 从而实现整个城市尺度的动态管理和决策支撑。

(1) 城市网格管理

在网格化治理过程中调看相关事件周边摄像

头信息, 可以在地图上显示事件发生的位置查看摄像头, 道路名称, 显示道路的信息, 显示 POI 信息, 标注周边所有的摄像头, 基于“BIM + GIS”平台调看当前路口的监控视频, 显示周边各类部件设施的状态, 比如红绿灯, 消防栓等设施, 如图 6(a) 所示;

(2) 城市人口密度/迁徙管理

可查看实时人口热力图、地铁客流, 并在人口密度过高时提供预警, 同时, 可查看人口迁徙路线, 分析人口迁入迁出动态, 进一步分析到达临港就业、以及临港到其他地区就业的人口比例^[11];

(3) 交通实时状况

可实时采集交通流量数据, 显示当前车流速度, 实现公共停车场数据的实时采集、呈现和管理, 为整个临港的交通管理提供支撑, 如图 6(b) 所示;

(4) 基于时空标记的城市数据综合管理

该平台可同时在一个地图上采集呈现多种数据, 并基于地理/时空关联进行一体化展示, 为城市尺度的融合管理提供技术支撑。比如交通、人口、视频、地理多维数据融合, 为城市旅游管理提供统一视图, 城市网格化事件、摄像头、实有人口等数据为城管提供统一视图^[12]。

3.4 对城市发展的各类重大决策进行仿真模拟实现科学决策

(1) 城市变迁发展轨迹全景式记录

通过平台可实现不同年月城市历史变迁的查看,即可查看过去的城市状态,也可查看未来城市规划建筑。实现对临港发展演变轨迹进行全记录,用真实全景的方式展示城市的过去、现在和未来;

(2) 城市重大设施规划仿真

该平台可用于城市规划的仿真,让我们了解如果我们决定建设一个重要的城市设施,未来城市会怎么样,建筑会怎么样,平台可查看城市规划建设,包括规划区编号、用途、业主等属性,通过平台还可查看规划周边路名、规划建筑的视角效果等信息;

(3) 安保查询

在重大活动安保应用期间,可通过平台查看实际位置的可视角监控范围,实现建筑的沿路区间安全性模拟,点击地图某个点,可显示 360° 的可视区域,并可基于 BIM 相关数据实现房间数量和编号的分析;

(4) 交通仿真

针对节假日人群密集所带来的交通压力,平台提供了决策支持和人工智能辅助预案。平台基于真实环境构建了交通道路、红绿灯、停车场、小区、酒店、旅游景点目的地等数据,为交通仿真提供了基础条件,据此,平台可仿真现有配套下的道路排队拥堵、停车场容量、平均车速等交通变化趋势情况。同时,根据仿真情况,平台可增加红绿灯优化、临时停车场开放、路边停车等策略,实时检查策略的有效性,为交通管理带来便利。

4 制定 BIM + GIS 基础数据标准势在必行

每一项新技术的发展都有一个从粗放到规范的过程,不同的观点和技术激烈碰撞,在矛盾中迸发出更具生命力的内涵,促使技术和应用的成熟度提升,智慧城市的发展和应用正式处于这样一个阶段。适时推出一系列的技术标准,用来规范领域内的应用方向和内容,不仅有利于技术推广,还能引导市场良性发展。

随着数字城市、智慧城市的发展,相关的标准规范并未配套建设完成,缺乏统一的标准将制约智慧城市在我国的应用与发展。应该总结行业发展经验,尽快建设本领域标准体系以及编制相关技术标准。

当下,BIM + GIS 基础数据标准的编制可谓最为

急迫,它是所有智慧城市应用的基础,从数据融合的层面对城市基础数据标准进行定义,考虑到数据标准的公开性和标准化,应该采用分别针对 BIM 领域的 IFC 数据标准和 GIS 领域的 CityGML 数据标准进行深入研究,探索这两个标准的数据映射、融合方法及途径。

另一个角度是城市空间对象的分类与编码,GIS 对城市地理信息有成熟的分类与编码方法,BIM 对所有建筑元素对象也有成熟的分类与编码方法,二者如何进行结合,应该使用一套完整的编码体系,对城市大空间的所有对象进行统一的分类,才能定义到每一个对象,实现精细化管理。

最后是数据共享与交换,智慧城市是整个城市的智慧化,将服务于城市的所有活动和需求,这里面涉及到大量的应用内容。针对每一项具体的应用,需要通过 BIM + GIS 基础数据平台提供针对该应用需要的特定的数据集,而不是将所有的基础数据全盘输出给各项应用,这样可以提高应用效率并实现数据量的高效管理。就像在上海市工程建设规范《建筑信息模型应用标准》中规定的信息交换模板概念,为每一项 BIM 应用提供一项信息交换模板,定义清晰该应用所需的所有数据内容,实现整体 BIM 模型数据的定量定性输入。对于城市级 BIM + GIS 数字模型,也应该采用信息交换模板的技术,为各项城市级应用提供定制化的数据输出方法。

5 结论

智慧临港实现了基于时空标定和数据融合打造的城市运行大数据平台,完成了城市基础数据的采集与数字化建设,为各类城市级应用数据提供载体,汇聚关联,统一呈现,多规合一,从而实现整个城市尺度的动态管理和决策支撑。通过数字城市指导真实城市的管理和建设,用大数据、人工智能等手段提前预判城市发展中的瓶颈和痛点,引导临港地区智慧城市的建设,将临港建设成为着眼未来、智能高效的新型智慧城市。本文形成以下结论:

1) 针对海量城市数据存储和管理的新需求,数字临港的建设提出了基于 BIM + GIS 的城市大数据基础数据平台架构,为各类城市级模拟、分析、可视、集成应用提供支撑。

2) 基于 Hadoop、Hbase 大数据技术,提出了采用开放式大数据架构的虚拟地球 GIS 系统,支持多

种专题 GIS 地图数据、LOD 层次化表达的 3D 模型数据、以及 GIS 相关应用类数据的存储、索引、查询和可视化展示。

3) 本项目提出的 BIM + GIS 城市大数据基础数据平台, 在平台底层将 BIM 对象与 GIS 对象进行深度融合, 打通 BIM 与 GIS 的数据管理和互操作瓶颈。平台建立了 BIM 与 GIS 对象的统一存储与索引, 提供无缝的跨 BIM 与 GIS 模型对象的查询、定位与可视化, 实现 BIM 与 GIS 的真正融合。

4) 开展智慧临港应用示范, 包括城市基础数据构建、搜索与定位实现对象级城市空间管理、基于时空的多源数据实现全方位城市管理以及对城市发展的各类重大决策进行仿真模拟, 规划推演, 实现科学决策, 为行业内同类项目的开展提供示范作用。

参考文献

- [1] 陈雷鸣. 基于 BIM 和 GIS 的智慧城市探索[J]. 土木工程信息技术, 2016, 8(6): 91-95.
- [2] 赵跃. 智慧城市时空大数据云平台建设探讨[J]. 测绘与空间地理信息, 2021, 44(1): 93-95.
- [3] 汤蕙溶, 黄泽绵, 孙妍, 等. 智慧城市发展研究综述与国内建设实践探索[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(1):

41-43.

- [4] 蒯希, 贺彪, 罗恒, 赵志刚. 城市空间三维地图及其在智慧城市中的应用[J]. 测绘地理信息, 2021, 46(1): 66-70.
- [5] 蒯希, 贺彪, 罗恒, 等. 城市空间三维地图及其在智慧城市中的应用[J]. 测绘地理信息, 2021, 46(1): 66-70.
- [6] 李德仁, 姚远, 邵振峰. 智慧城市中的大数据[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2014, 39(6): 631-640.
- [7] 巫细波, 杨再高. 智慧城市理念与未来城市发展[J]. 城市发展研究, 2010, 17(11): 56-60, 40.
- [8] 陈泽琳, 潘运军, 何焜尘, 等. 一种基于 Hadoop 的 BIM 云服务框架和空间位置检索算法[J]. 计算机科学, 2014, 41(11): 107-111, 117.
- [9] 周向东, 徐旻洋, 高承勇, 等. 基于 Hadoop 大数据框架的 BIM 数据云平台架构设计与实现[J]. 土木工程信息技术, 2018, 10(2): 12-16.
- [10] 金超逸, 徐旻洋, 周向东. 基于建筑信息模型(BIM)的建筑空间功能分类方法[J]. 计算机应用与软件, 2018, 35(11): 220-225.
- [11] 徐旻洋. 医院建筑火灾模拟及逃生分析研究与实践[J]. 土木工程信息技术, 2019, 11(4): 39-47.
- [12] 刘锐晶, 朱兆芳, 邢锦, 等. 大数据时代天津智慧城市智能交通建设与道路交通发展展望[J]. 城市道桥与防洪, 2021(1): 1-7, 244.

BIM + GIS Urban Big Data Platform Application Demonstration of Smart LinGang Area

Xu Minyang

(Arcplus Group PLC, Shanghai 200041, China)

Abstract: As a national new industrialization demonstration industrial base, a strategic emerging industry demonstration zone, and an important bearing area of the Shanghai Science and Technology Innovation Center, the LinGang area aims at cutting-edge concepts, advanced technology, and demonstration leadership, relying on digital cities, big data, artificial intelligence and other new technology, finding scientific support for urban management. In response to the construction needs of smart Lingang area, this article proposes a BIM + GIS-based urban big data basic data platform architecture, collects and manages urban data, realizes an urban operation big data platform based on time-space calibration and data fusion, and completes the urban foundation data collection and digital construction provide a carrier for various city-level application data, thereby realizing dynamic management and decision-making support at the entire city scale.

Key Words: BIM + GIS; Urban Big Data; Smart City