

铁西新城 CIM 基础平台构建研究

毕天平^{1,2} 周菲¹ 杨笑笑¹

(1. 沈阳建筑大学管理学院, 沈阳 110168;

2. 沈阳建筑大学 BIM 工程研究中心, 沈阳 110168)

【摘要】目的 为了探索建立表达和管理城市三维空间全要素的 CIM 基础平台。方法 通过融合铁西新城 484 km² 的遥感信息,城市基础地理信息,建筑物 BIM,地下管线和管廊信息,地下勘查信息,城市感知信息等多源信息,以 Skyline 为三维基础平台,hadoop 分布式存储,采用 SOA 的架构,利用 C#语言结合 BIM + GIS + IOT 技术开发了铁西新城 CIM 基础平台。结果 实现地上地下一体化、室内室外一体化、动态静态信息一体化。结论 构建的 CIM 基础平台实现了铁西新城城市物理空间数字化,是现代城市的新型基础设施,为铁西新城的智慧城市建设和提供重要支撑,也为其他城市的 CIM 建设提供借鉴。

【关键词】关键字:城市信息模型; BIM + GIS + TOT + 其他; 智慧城市

【中图分类号】TU17; TU98 **【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

信息化时代迅速发展,BIM 开启了 AEC (Architecture Engineering and Construction) 领域的第一个十年,由于 BIM 在大量信息流数据处理与管理等方面普遍存在不足,使得 BIM 技术与其他技术的结合^[1]成为未来城市建设的引擎力量。在此背景下,城市信息模型(City Information Modeling, CIM)作为信息化手段为智慧城市建设和提供数字底板。同时,在国家政策引导下,关于 CIM 平台研究与开发项目经审核后批准列入住建部 2019 年科学技术计划;国家发改委在《产业结构调整指导目录》中将 CIM 列为“鼓励性”产业;住建部提出条件允许的城市可在 BIM 的基础上建立 CIM;工信部提到通过探索 CIM 平台建设,可为智慧城市建设和提供可复制、推广的经验;通过在广州、在雄安、南京、厦门、重庆等进行试点研究及 2020 年住建部、工信部、网信办关于开展 CIM 基础平台建设的指导意见表明现阶段我国已进入 CIM 平台初级建设阶段。

随之有关 CIM 会议、论坛峰会也不断涌现,部分学者对于 CIM 这一概念进行了阐述,同济大学吴志强院士指出,BIM 是单体,CIM 是群体,BIM 是 CIM 的细胞^[2],CIM 是 BIM 的延伸;日本宫城大学教授蒔苗耕司提出 CIM 指的是建造信息化模型(Building information modeling),Lu Q 等人认为将 BIM 使用在民用的基础设施之中称为 CIM(civil information modeling)^[3];Javadnejad F 等人提出 CIM 是对 BIM 概念的延伸,将建筑物(Building)扩大到了城市(City)^[4]。从城市建设框架方面,Stojanovski, T 认为 CIM 是 BIM 的类比也是 GIS 的三维扩展延伸^[5]; Xu 等人认为 CIM 的建立是由 BIM + GIS 的集成^[6]。从城市基本数据融合方面,T. Nam 等认为城市的基本要素是人、技术、组织^[7];汪深等认为是建筑、基础设施、地理信息三者数据叠加^[8]; Lee, S. H. 等人认为 CIM 包括建筑物,路桥设施及地形^[9];吴志强认为是微观 BIM 模型、宏观地理空间数据(GSD)、物联网(IoT)数据进行统一整合模式下的城市动态信息的有机综合体^[10],杨俊宴从静、

【基金项目】 辽宁省教育厅科学研究项目(编号:lnfw202012);住房和城乡建设部科学技术计划项目(编号:2019-K-156);辽宁省自然科学基金(编号:2019-ZD-0659)

【作者简介】 毕天平(1979-),男,教授,硕士生导师,主要研究方向:GIS 与 BIM。

动、显、隐数据下提出 CIM 平台建设^[11]。许镇、吴莹莹等学者通过阅读大量文献对 CIM 的发展过程—框架设计—数据融合及应用做了系统梳理^[12]。学者大多围绕城市建设基本要素进行探讨,虽然角度各异,但其基本理念一致,对城市核心数据进行整合运用,提供智能化服务。

城市模型与系统本身存在着某种物质、能量、信息交换的模式,包括地上、地下、室内、室外等各类数据,其数据处理可能不尽相同。与以往传统城市模型建设(如无人机倾斜摄影的城市三维建模方法优化^[13]、3dsmax 在城市三维仿真建模^[14];基于 CGA 规则建模方法^[15]等)不同,本文以实际案例来分析,以 Skyline 平台为依托,融合 BIM、GIS、IOT 等数据探讨城市模型构建,实现全空间、全过程、全要素的突破。与住建部 CIM 平台相比较,虽然在定位和框架构成上基本相近,但是仍缺少各部门领域的的数据汇聚,以至于在 CIM + 应用(如医疗卫生、水务等方面)无法达到共享时空的全方位应用。通过本文验证 CIM 平台的可行性,为其他类似 CIM 基础平台的构建提供可供参考的技术思路及基本思路。

1 CIM 构建框架

1.1 项目概况

项目所在沈阳铁西区,总规划面积 484 km²,人口总数 114 万,单体建筑成千栋,涉及专业较多,建设复杂且体量大,不仅要解决复杂构建建模效率低、模型融合困难,还要解决建筑物三维模型加载快速显示问题,以实现三维数字城市场景的快速显示、建筑物精细化展示及对城市信息资源的全面感知全面整合、挖掘、共享和协调^[16]。

1.2 设计思路

CIM 基础平台构建可服务于用户包括政府、企业、个人等,构建目标为城市建设管理提供智能化服务,实现城市静态动态、地上地下、室内外一体化的联合感知,提升智慧城市信息服务模式。因此,本文采用 SOA(Service-Oriented Architecture)面向服务架构上,以 GIS 数据库、BIM 模型库等为根基,针对海量、碎片化数据采用分布式存储方法,同时根据城市空间内在关系,对其多源数据进行整合形成的复杂系统。其体系主要分为 4 个层次,体系构架如图 1 所示。

数据层以铁西新城三维实体模型、矢量数据、

地形、遥感影像、视频信息等作为基础数据源;

数据采集层与存储是为数据库建立服务,通过二维码、传感器 RFID 标签,URL 传输于爬虫集群等进行数据获取,系统框架存储相对于 Oracle 关系型数据库本文以 Hadoop 平台的分布式文件系统(HDFS)作为文件存储基础,HBase 数据库来管理模型数据,更具备高效的空間数据管理和分布式计算能力。数据由 Flume 或脚本 shell 进行采集,进行 source(源)、channel(通道)、sink(接收器)经 Spark streaming 预处理之后输入到 Kafka 消息队列中,处理后输出结果至 Hbase 数据库中,或者搭设 Hadoop 集群,Sqoop 作为关系数据库服务器与 HDFS 之间的桥梁,通过 Map 分解,Reduce 合并,在 MapReduce 框架下完成数据转换。

数据处理层主要是采用“Plugin + Revit^[17]”模式即以插件的形式载入到 Revit 的附加模块中建立 BIM 与 GIS 的交互方法,实现了 Revit 中 BIM 模型与 3D GIS 有效集成。Revit API 是基于 .NET 运行环境的,采用 C#语言,通过将 APIUI.dll 和 API.dll 两个文件添加至 API^[18],分别用来访问 DB 和定制 RevitUI 的接口,最终生成 .dll 加载到 Revit 中^[19]。通过提供的数据处理服务接口,建立与上层数据的双向链接^[20]。如地形数据通过 TerraGate 平台发布,以流的形式运输;三维模型数据将其矢量化为二维数据,依靠模型流技术通过 TerraExplorer Pro 加载实现动态展示,矢量数据主要以 WFS 和 SFS 形式以 Web 服务发布;

以上几个层次的数据框架可实现以下功能(1)通过面向服务架构 SOA 技术(Service-Oriented Architecture)的结合系统架构,将 BIM 模型轻量化处理^[21]使得模型信息通过云 + Web 端快速推送到管理者,从而使得信息模型快而精细化展示,实现地上、地下一体化以满足工程信息化需要;(2)建立数据决策分析,能够实现静态、动态一体化来进行舆情监控、预警监测与问题定位等;(3)平台中链接 IoT 采集传递的实时状况数据^[22]建立互联互通领域的交互信息,实现室内室外一体化管理,进而为城市发展提供助力,为城市可视化管理供智能化服务。

2 城市多源数据与构建融合

2.1 数据构建与融合

CIM 数据具有多源异构时变等特点,CIM 基础

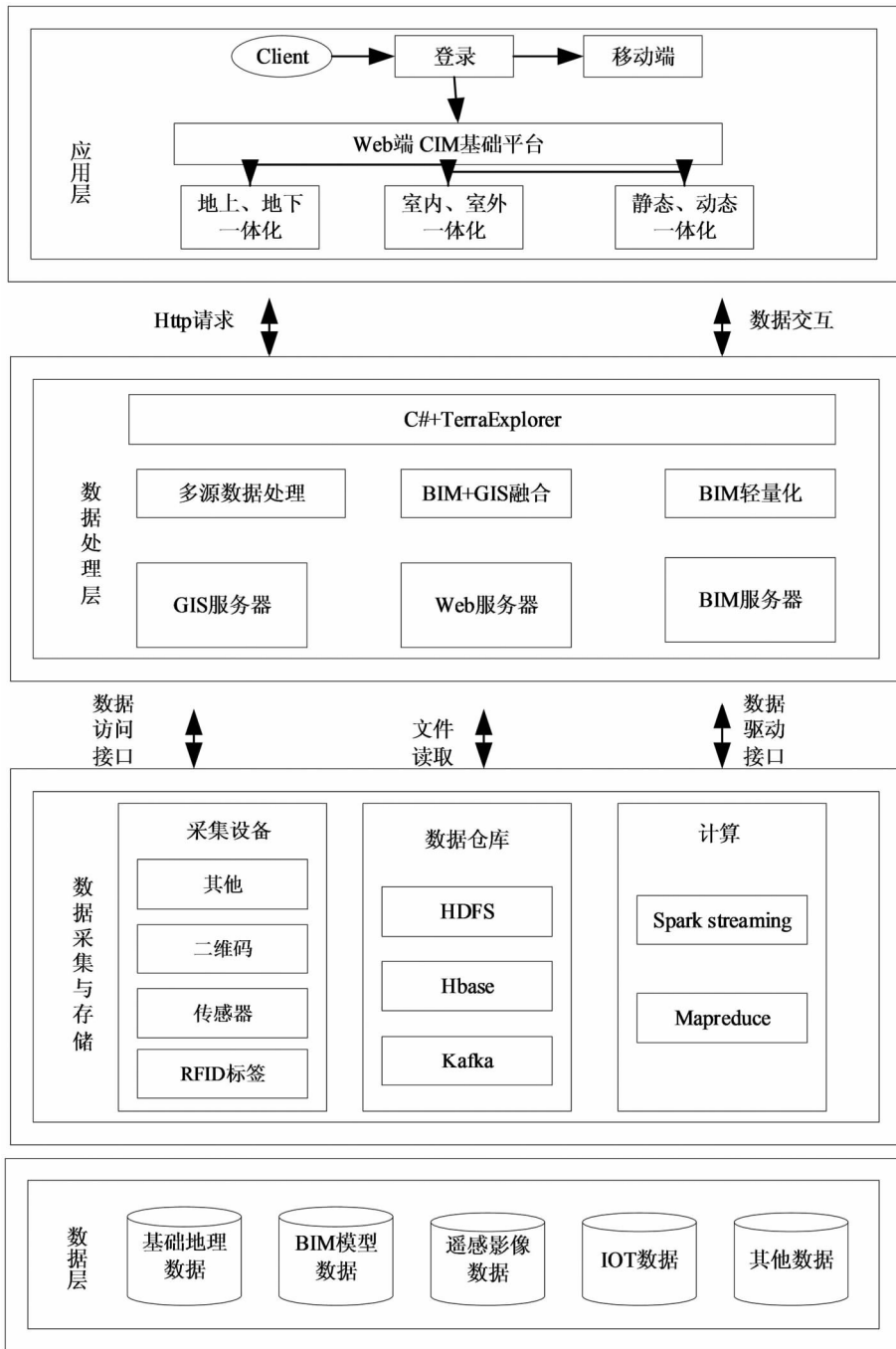


图 1 总体框架

平台研究处于初步探索阶段, CIM 数据整合还不完整, 目前已获得三维模型、地理信息、IoT 数据, 构建与融合体系如图 2 所示。

2.1.1 三维地形数据

使用 Skyline 软件作为 3D GIS 的平台, 其中 TerraExplorer 是主要进行场景集成, TerraBuilder 构建 MPT 格式的三维地形数据, 而 TerraGate 主要进行发布服务。Skyline 所支持的地形数据是 MPT 格式,

作为平台的三维底图, 用于展现宏观的三维地形地貌信息。使用 Skyline 的 TerraBuilder 制作 MPT 文件需要正射影像图和高程数据^[23]。对于高程数字模型 DEM, 常见的两种不规则三角网 (TIN) 和规则格网 (Grid) 数据结构^[24], 在地形骨架上叠加数字正射影像 (DOM) 及其他各矢量数据, 利用 TerraExplorer 加载通过坐标转化配准进行叠加处理完成三维地面模型的显示^[25]。

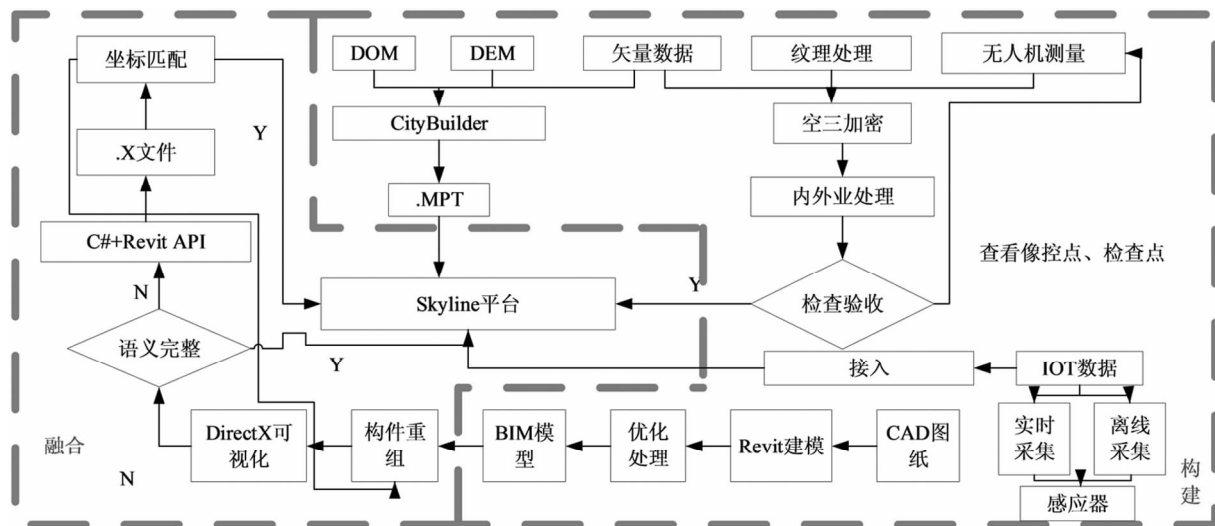


图2 数据构建与融合体系

2.1.2 三维空间数据

三维空间实景数据的获取采用无人机倾斜摄影,该技术不仅能够真是地反映地物情况,获取高精度建筑物纹理信息,还可以通过先进的定位、融合、建模等技术,得到高分辨率的城市空间基础数据以及3D建筑模型轮廓^[26]。本文采用WGS1984坐标系,比例精度为1:500。根据既定路线参数从多个不同的角度同步进行航拍,对于密集区域建筑物重叠度可设计为80%~90%获取倾斜影像,并在测区布置控制点及检核点,经过外业测量、内业处理、纹理映射等过程获得三维实景模型^[27-28]在航拍过程中要时刻注意蓄电量和画面连续性,及时做出调整。

2.1.3 地上地下建筑物模型

由于无人机拍摄的影像仅是3D轮廓,无法实现室内外一体化,需要利用BIM模型来弥补这一缺陷,解决三维室内建筑模型的数据源问题。依据现有提供的地质勘测及管线图纸,利用Revit全系列软件快速生成三维模型,完成管线、房屋、地质等地上地下三维模型建设,为三维场景搭建提供支撑,在BIM单体模型建成后,要核对模型与实景得到的图片所示是否一致,观察其位置、尺寸、进退层次关系等是否符合现状^[16]。

2.1.4 IoT数据

以IoT实时感知交通媒体数据为例,媒体数据自身没有位置数据,由于成为城市建设中被管理对象而使它们的音频、视频、照片等赋予了位置数据,

IoT通过射频识别(RFID)、传感器、激光扫描器等传感设备及网络互连技术将获取城市的实时动态数据^[29],后端调用数据库反馈到监控屏幕,实现交通动态监管,可分析路况拥堵、判断平均车速状况,做好交通安全应急准备。

2.2 数据融合

CIM数据具有格式多样与以往采用将BIM模型按照IFC标准组织数据或转换成GIS可直接读取的格式,虽转换简单但容易造成存在数据丢失,本文采用Visual C#.Net结合Revit API进行编程,将Revit中BIM模型转换成TerraExplorer Pro可接受的.X文件,可以进一步解决信息错误和丢失、几何语义信息耦合度低、应用拓展性差等问题,是Revit等软件向3D GIS转换常用的数据格式,进行模型融合包含以下部分。

2.2.1 模型拆分

BIM模型针对实景快速无损格式转换,包括几何信息和属性信息的转换^[30],整体转化可能会导致语义信息缺失现象。以管线为例通过对BIM模型拆分,按族进行重构,导出时需要进行族颜色设置,并以.X文件形式本地存储如YS管文件夹、YS井文件夹等。

2.2.2 三维匹配

BIM坐标系与GIS坐标系是两种不同的形式,GIS是地理空间坐标系,BIM坐标系是模型中各个构件间的逻辑关系及空间位置的表达,实现BIM模型向3D GIS的转换,需进行一系列参数配准,以某

表 1 管线模型导入 Skyline 参数设置

参数	基本数据
高度	76.997514
X 坐标	123°39'7.723"
Y 坐标	41°47'36.238"
偏航角	254.000000
倾斜、旋转角	0.000000
最佳 LOD 尺寸	344.713450
X 方向比例	0.135400
Y、Z 方向比例	0.450000

一段 YS 管线模型为例对其高程、航偏角、旋转角、方位、比例因子等信息进行集成如表 1,集成效果如图 3。

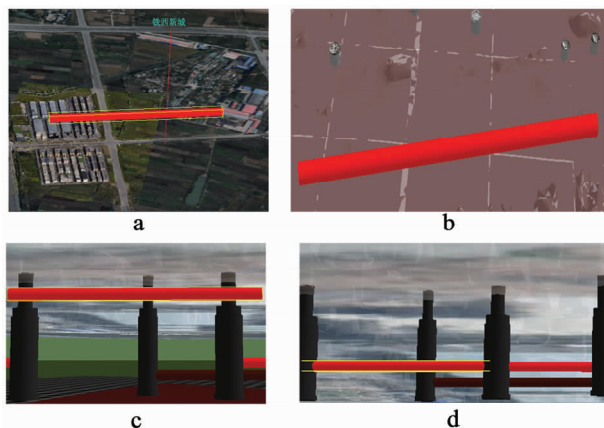


图 3 BIM + GIS 集成效果

3 CIM 平台特色

数据网络部署与发布与模型融合完成后,可基于 COM 协议组件,利用 Visual Studio 2016 开发工具和脚本语言结和 TerraExplorer Pro API 提供的 ActiveX 组件,开发三维 GIS 应用系统^[31],实现地上地下、静态动态、室内外一体化。

3.1 地上、地下一体化

CIM 平台的可视化技术形象再现城市地上建筑物、地形地质、地下空间管线等模型复杂分布以及相应的空间关系,可有效解决地上与地下建筑物碰撞问题。通过对管线查询测量可为规划建设提供帮助,除此外在进行路面开挖过程中,可减少施工中安全隐患问题。

3.2 室内、室外一体化

采用多细节等级 (LOD) 技术,能够承载海量精

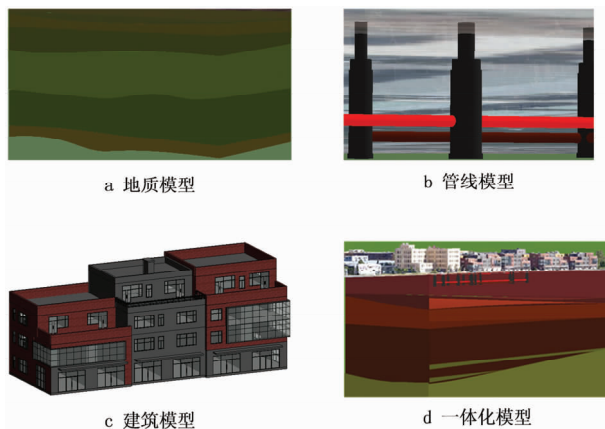


图 4 地上地下一体化

细三维模型的多视角展示和城市三维场景的交互式浏览。提供了缩放、漫游、视角切换等常用的三维交互功能,通过驾驶模拟,可以查看道路周围状况;工作人员在廊内进行巡检浏览,查看管廊内各设备的运行情况,并及时将发现的问题利用移动终端拍照反馈给维修人员如图 5,可满足不同的巡查需求。



图 5 室内外一体化

3.3 静态、动态一体化

IOT 数据的接入赋予 CIM 平台对交通领域更为精细化的管理。通过摄像头捕捉路口来往车辆,对其数量用 $N = \{ n | n_1, n_2, n_3, \dots, n_{t-2}, n_{t-1}, n_t \}$ 进行描述,表示该路口从第 1 个时间段的数量 n_1 到第 t 个时间段的数量 n_t ,可以看出数据随时间推移不断变化,将获取的数据存入 CIM 数据库中,通过后端调取数据库视屏经过坐标矫正实现实时动态监管,可以判断该时间段路口状况,如图 6 所示。

针对拥堵地区,可以合理调整路口信号时间,保证交通网的安全运行,舒缓交通压力从而完善对交通的精细化管理。

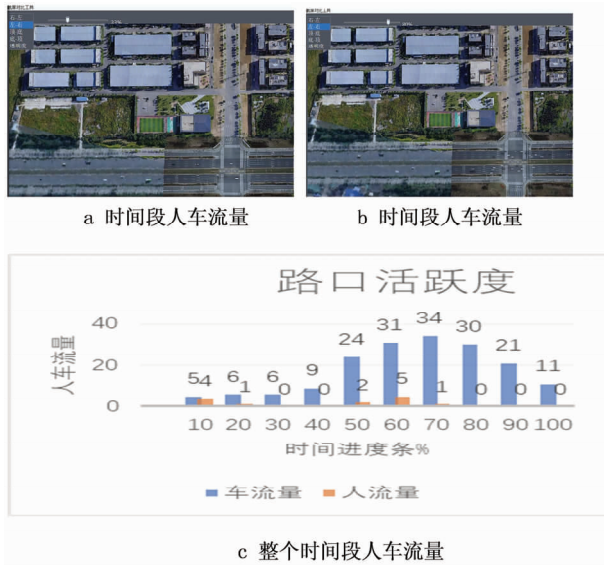


图 6 静态动态一体化

4 结语及展望

CIM 平台模型是城市众多元素的综合体,是智慧城市应用的基础数据。本文通过阐述 CIM 平台构建方法,总结了模型构建过程中的主要事项,从数据采集整合到运用信息技术的分析处理,不仅涉及地上地下、室内室外、交通等数据,还对 BIM 向 GIS 的格式转换及平台应用做了论述。依据 CIM 模型的可扩展性、可模拟性、可展示性等优点可有效避免“数据孤岛”的问题,为类似项目建设提供一定的参考方案。

参考文献

[1] 饶平平,梁晓东,徐明,王翔宇,王喜春. 基于 BIM 的施工信息管理平台的应用[J]. 土木工程信息技术, 2017,9(3): 96-103.

[2] 吴志强. 从 BIM 到 CIM,从增量建设到智慧协同. 第九届规划信息化实务论坛.

[3] Cheng J C P, Lu Q, Deng Y. Analytical review and evaluation of civil information modeling[J]. Automation in Construction, 2016, 67:31-47.

[4] Javadnejad F, Simpson C H, Gillins D T, et al. An assessment of uas-based photogrammetry for civil integrated management (CIM) modeling of pipes [C]. Pipelines, 2017,112-123.

[5] Stojanovski T. City Information Modeling (CIM) and Urbanism; blocks, connections, territories, people and situ-

ations[C]//Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture & Urban Design. 2013,1-8.

- [6] Xu X, Ding L, Luo H, et al. From building information modeling to city information modeling[J]. Journal of information technology in construction,2014,19:292-307.
- [7] NAM T, PARDO T A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions [C]//Proceeding of the 12th international digital government research conference: digital government innovation in challenging times. New York: ACM,2011,282-291.
- [8] 汪深,李兵,夏炎. 城市信息模型(CIM)技术应用领域拓展与人居环境智慧化解析[J]. 中国管理信息化, 2019,22(22): 159-160.
- [9] Lee, S. H., Park, J., & Park, S. I. (2016, July). City Information Model-Based Damage Estimation in Inundation Condition. In Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE 2016), Osaka, Japan (pp. 5 - 8)
- [10] CIM 在“城市未来与智能规划”中的应用. <http://citylinker.cn/news/show/1/18>.
- [11] 杨俊宴. 城市大数据在规划设计中的应用范式:从数据分维到 CIM 平台[J]. 北京规划建设, 2017(6): 15-20.
- [12] 许镇,吴莹莹,郝新田,杨雅钧. CIM 研究综述[J]. 土木工程信息技术,2020,12(3): 1-7.
- [13] 谭仁春,李鹏鹏,文琳,潘澄. 无人机倾斜摄影的城市三维建模方法优化[J]. 测绘通报,2016(11):39-42.
- [14] 张东霞,谢文寒,张继贤,梁勇. 城市三维仿真建模[J]. 遥感信息,2015,30(4): 125-129.
- [15] 范伦,韩健. 基于 CityEngine CGA 规则的三维数字城市建模[J]. 城市勘测,2019(3):58-61.
- [16] 胡章杰,张艺. BIM 在三维数字城市中的集成与应用研究[J]. 测绘通报,2015(S1):196-198.
- [17] 陈楠. 基于 Revit 软件二次开发的研究[A]. 中共沈阳市委、沈阳市人民政府、中国农学会. 第十三届沈阳科学学术年会论文集(理工农医)[C]. 中共沈阳市委、沈阳市人民政府、中国农学会:沈阳市科学技术协会,2016,5.
- [18] 王一鸣. 基于 Revit 二次开发的矮 T 梁快速配筋研究[D]. 沈阳建筑大学,2018.
- [19] 李妍君. 基于 Revit 的建筑信息模型功能拓展包的设计与实现[D]. 华中科技大学,2014.
- [20] 谌大禹,张社荣,王超,梁礼绘,严磊. 土石坝工程运行期 BIM 与 GIS 融合管控平台研发[J]. 水电能源科学, 2020,38(7):103-106,202.
- [21] 阙祖晖,朱立冬. BIM 技术在建设项目中轻量化应用的研究[J]. 山西建筑,2015,41(31): 235-237.

- [22] 包胜,杨洪钦,欧阳笛帆. 基于城市信息模型的新型智慧城市管理平台[J]. 城市发展研究,2018,25(11):50-57+72.
- [23] 于国,张宗才,孙韬文,温昌勇,许镇. 结合 BIM 与 GIS 的工程项目场景可视化与信息管理[J]. 施工技术,2016,45(S2):561-565.
- [24] 曹传芬. 虚拟城市三维建模的理论与方法研究[D]. 中南大学,2004.
- [25] 毕天平,张德海,刘亚臣,孙立双. 浑南新城三维地下管线系统应用与研究[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版),2013,29(2):220-225.
- [26] 孙杰,谢文寒,白瑞杰. 无人机倾斜摄影技术研究与应用[J]. 测绘科学,2019,44(6):145-150.
- [27] 史与正,张淑玲,王英,赖继文. 利用无人机倾斜摄影三维模型进行大比例尺成图技术研究[J]. 测绘通报,2019(11):137-140.
- [28] 原明超,仇俊. 无人机倾斜摄影测量在三维模型测图中的应用[J]. 测绘通报,2020(7):116-119,142.
- [29] 许志虎. 大数据物联网在智慧城市中的应用研究[J]. 数字通信世界,2019(3):108-109.
- [30] 张文胜,吴强,祁平利,伍忠国,王丙占. BIM 与 3D GIS 的集成技术及在铁路桥梁施工中的应用[J]. 中国铁道科学,2019,40(6):45-51.
- [31] 龙岳红,苏然. 基于 Skyline 的三维城市规划信息系统的设计与实现[J]. 科技创新与应用,2016(2):54-55,57.

Research on the Construction of CIM Basic Platform in Tiexi New City

Bi Tianping^{1,2}, Zhou Fei¹, Yang Xiaoxiao¹, Diao Xianzhe¹, ZhuYishu¹

(1. School of Management, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China;
2. BIM Project Research Center, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract: To explore the establishment of CIM's basic platform for expressing and managing the whole elements of urban three-dimensional space. Taking the Tiexi New City of Shenyang as the research object, this paper integrates the remote sensing information of 484 square kilometers, urban basic geographic information, building BIM, underground pipeline and pipe gallery information, underground exploration information, urban perception information, and other multi-source information; With skyline as the three-dimensional basic platform, Oracle as the database, SOA architecture and C# language is adopted, BIM + GIS + IOT technology has developed Tiexi New Town CIM basic platform of integration of above ground and underground, indoor and outdoor integration, dynamic and static information integration. The built CIM basic platform realizes the digitalization of urban physical space of Tiexi New City, and is a new infrastructure of the modern city, which provides important support for the construction of the intelligent city of Tiexi New City, and also provides a reference for CIM construction of other cities.

Key Words: City Information Modeling; BIM + GIS + Tot + Others; Smart City