

基于 CIM 的市政交通设施数字底板构建方法

马圣昊¹, 张琪峰², 袁超²

[1.苏州工业园区苏相合作区建设管理局, 江苏 苏州 215123; 2.悉地(苏州)勘察设计顾问有限公司, 江苏 苏州 215123]

摘要: 结合全国自然灾害风险普查、城市生命线工程、加强城市地下基础设施建设等行业重要工作方向,从平台架构、数据标准、数据管理、平台构建等角度提出了市政交通设施工程 CIM 数字底板的构建方法与实现手段,为市政交通领域的 BIM 技术标准编制、成果应用,以及 CIM 平台的建设,提供了可供借鉴的样板。

关键词: 市政交通设施; CIM 数字底板; 数据管理; 平台建设

中图分类号: TU99

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)04-0286-04

0 引言

城市信息模型(CIM)是以建筑信息模型(BIM)、地理信息系统(GIS)、物联网(IoT)等技术为基础,整合全空间全周期的多维异构信息模型数据和城市感知数据,构建起三维数字空间的综合信息综合体^[1]。市政交通设施是城市的骨架,在 CIM 建设中,市政交通数字底板构成了整个数字城市的骨架^[2]。市政交通设施数字底板,本质是一套市政交通设施完整的数据库,是进行市政交通设施资产管理、养护管理、安全管理的基础。

BIM 是 CIM 的基础^[3],以其可视性、模拟性、优化性、数据集成性等特点^[4-7],将传统的模型技术和信息集成技术结合,形成了新的数据传递和共享机制,理论上可以实现数据在工程全生命期传递,同时将数据结构化、立体化,便于数据管理和应用^[8]。CIM 由 BIM 汇聚而成,须考虑数据的统一性便于不同工程数据的集成,同时,BIM 也须考虑 CIM 的场景应用需求,满足一定的模型精度和信息深度要求。

本文研究的对象为市政交通设施,围绕市政交通设施的数据标准、数据管理、平台架构与应用等开展研究,对于实现基于 CIM 的市政交通管养、构建 CIM 数字城市具有重要意义^[8]。

1 CIM 数字底板总体框架

1.1 总体框架

本文研究的核心是构建 CIM 数字底板,数字底

板首先是解决数据内容、数据来源和数据标准的问题,其次是将数据用 CIM 平台来实现集成和应用^[9],见图 1。其中,数据内容存在较大不确定性,随着应用场景的变化,数据内容也在发生变化。因此,本课题是结合 CIM 典型应用场景来确定数据内容,今后如有新的需求,可以在本文研究基础上进行扩充。

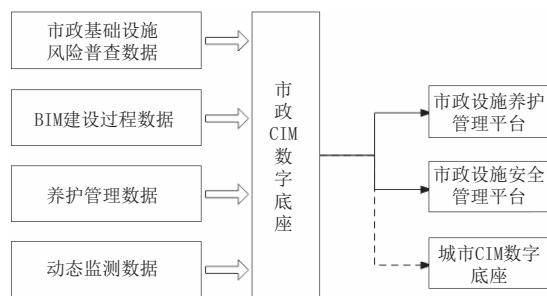


图1 市政 CIM 数字底座总体框架

本文认为广义的数字底板,包括风险普查数据、BIM 建设过程数据、养护管理数据和运营动态监测数据^[10],后两者都属于运营期获得的数据,而前两者是工程的基础静态数据。本文以道路、桥梁、地下道路作为主要对象开展研究,其它类型的市政交通设施可参考借鉴本文方法。

1.2 CIM 场景需求分析

1.2.1 摸清底数,提升管养水平

目前工程行业普遍存在“重建设,轻管养”的现象,桥梁运营虽然有管理平台,但是数据集成率不高,往往只集成了一些基础数据,仅能满足宏观资产管理,对一些风险隐患数据调查不足。为此,我国开展了第一次全国自然灾害风险普查和城市地下基础设施普查的工作,摸清城市地下市政交通设施的种类、构成、规模等情况,梳理设施产权归属、建设年代、结构

收稿日期: 2023-03-09

作者简介: 马圣昊(1990—),男,硕士,工程师,从事建筑工程科研与信息化管理工作。

形式、功能属性、运行安全状况等基本情况,掌握设施周边水文、地质等外部环境,建立设施危险源及风险隐患管理台账。

1.2.2 市政交通设施智慧监管与应急提升的需求

我国“十四五”规划专门部署统筹发展与安全,通过建设城市生命线安全运行监测系统,分析城市安全风险及耦合关系,深度挖掘城市安全运行规律,能够实现城市安全风险的及时感知、早期预测预警和高效处置应对,确保城市安全的主动式保障,优化城市运行效率。全面的感知和大数据分析是监测城市生命线系统、预测事件发展和进行科学决策的重要基础,物联网和大数据综合技术将成为加强城市生命线运行监测能力、应急处置能力的重要途径^[1]。

从CIM平台的角度,市政交通设施数字底板应具备以下能力:三维场景搭建、以BIM模型为载体的数据集成与资产管理、监测数据的空间定位与构件关联、评估数据的空间定位与部位关联、空间应急协调管理等^[12]。

2 数字底板

2.1 数据内容

2.1.1 养护数据

道路工程主要参考《城镇道路养护技术规范》(CJJ 36—2016),主要包括道路总体基本信息,以及分别从车行道、人行道、分隔带和附属设施几部分进行描述,根据养护等级和技术状况进行养护和评价。桥梁工程主要参考《城市桥梁养护技术规范》(CJJ 99—2017),从一般资料、上部结构、桥墩、桥台、附属设施、附挂管线等方面进行描述,根据养护类别、养护等级和技术状况级别进行养护。隧道工程主要参考《公路隧道养护技术规范》(JTG H12—2015),分土建结构和机电设施两个方面进行描述。

2.1.2 风险普查数据

(1)市政道路

市政交通道路调查范围主要为城市快速路、主干路、四条车道及以上的次干路、连接重要设施(如:学校、医院、交通枢纽等)的道路、与公路调查道路衔接的城市道路、应急管理相关的重要道路。

道路基本信息及安全信息调查内容包括:道路名称、编号、是否分段、道路起点/终点(第N段道路起点/终点)、工程投资(万元)、是否为城市救灾生命线、道路等级、通车日期、路幅形式、最窄机动车道宽度、机动车道数、最窄非机动车道宽度、红线宽度、

最窄人行横道宽度、建设单位、设计单位、管理单位、养护单位、设计阶段项目场地抗震设防烈度、区域地质构造及不良地质简述、最近一次大中修或改扩建时间。

(2)市政桥梁

市政交通桥梁调查范围为城市范围内修建在河道上的桥梁和道路与道路立交、道路跨越铁路的立交桥。人行天桥、人行地下通道、轨道交通和城市隧道调查不在本次的调查范围内。

桥梁基本信息包括:行政区域、管理单位、设计单位、桥梁名称、设计单位(曾用名)、起点所在道路(线路)名称、终点所在道路(线路)名称、所在道路(路线)等级、斜度、桥梁类别、建成日期、改建日期、养护类别、跨越类别、设计使用年限、功能类型、抗震设防烈度、设计洪水频率、工程投资、桥梁总长、桥梁总宽、桥面净宽、桥梁面积。

(3)市政地下道路

管理信息调查内容包括设施类别、名称、位置、政府主管部门、运管、权属、特许经营单位、建成年月、开始使用年月等。

设计资料调查内容包括结构尺寸、坐标、高程、覆土厚度、结构形式、道路等级、路幅形式、机动车道数、地基情况、地下水、施工方式等。

2.1.3 其它数据

CIM平台还应包括GIS环境数据、检测数据、检测数据等内容。GIS环境数据能实现设施的空间定位和标识、所属区划的界定;检测数据和监测数据,能实现空间标识、数据管理和构件关联。

2.2 数据标准

本文主要研究道路、桥梁和隧道工程的数据标准,主要内容包括BIM模型数据标准和结构化数据标准,目标是将BIM模型与数据实现关联,为市政交通设施运维提供孪生底座。

2.2.1 结构化数据标准

本文在总结市政交通设施养护和第一次全国自然灾害风险普查的基础上,结合BIM-CIM技术、城市生命线的发展要求,将数据内容分为编码信息、基本信息、主要设计指标、主要设计信息、所属项目信息、图纸模型和运营养护信息。

编码信息主要为市政交通设施的区位信息,基本信息为宏观数据和重要指标,主要设计指标为设施的设计执行标准,主要设计信息是指关键部位的尺寸,所属项目信息是指项目级相关单位和人员信

息,图纸模型是指与设施相对应的主要图纸和 BIM 模型,运营养护信息主要包括养护单位和安全隐患信息。

2.2.2 BIM 数据标准

本文提出将 BIM 模型精细度划分为项目级 (LOD1.0)、功能级 (LOD2.0)、构件级 (LOD3.0) 和零件级 (LOD4.0)。建筑信息模型按不同阶段、使用功能进行深度划分,分为现状空间信息模型、总体规划信息模型、详细规划信息模型、设计方案信息模型、施工图设计模型、施工信息模型、竣工信息模型,为统一设计人员的建模规范,本标准将 BIM0-5 与 LOD1.0-4.0 等级关联,见表 1。

表 1 模型阶段定义

阶段	信息模型	深度等级
规划阶段	BIM0	现状空间信息模型
	BIM1	总体规划信息模型
	BIM2	详细规划信息模型
设计阶段	BIM3	设计方案信息模型
	BIM3.5	初步设计信息模型
	BIM4	施工图设计信息模型
施工深化	BIM4.5	施工深化信息模型
竣工验收	BIM5	竣工信息模型

BIM 数据标准主要包括模型精细度、几何表达精度和信息深度三个维度的定义。模型精细度明确模型的种类和丰富度,几何表达精度规定模型与实物的几何相似度,信息深度对项目级、功能级、构件级信息作出明确规定^[13]。

3 数据管理与更新

市政交通设施数据来源与更新,主要有两种,一是通过风险普查对现有数据进行普查和梳理,二是通过 BIM-CIM 管理体系,对新建工程进行全生命周期的数据收集和管理^[14]。

3.1 既有工程数据普查

根据全国第一次自然灾害风险普查的工作部署要求,风险普查整个流程可以概括为:准备阶段、启动阶段、数据收集录入阶段、核查汇总阶段和形成最终成果阶段,见图 2。

准备阶段主要由住建部提供基础底图和软件工具平台,包括:影像数据底图,以高分辨率影像数据为底图,作为市政交通设施普查的基础底图数据;普查软件平台,内业 PC 端平台,外业 APP 普查软件;普查技术导则,指导地方开展市政交通设施普

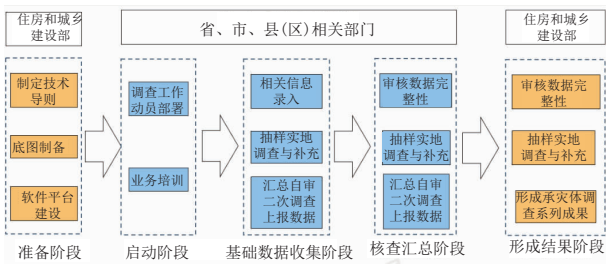


图 2 数据普查机制

查工作。

启动阶段,进行工作动员与部署,明确普查工作要求和重要性,明确职责和任务。

数据调查和录入阶段,主要工作分为:内业数据搜集、整理与入库;现场调查和现场复核;数据自审和质检查报告编写。

核查汇总阶段,各级(省、市)普查工作组负责对本区域资料进行完整性审核、实地抽样校核和成果汇交。

汇总报告编写阶段,完成市级市政交通设施综合体调查质检查报告、技术报告和成果分析报告。

3.2 新建工程 BIM-CIM 数据管理

根据工程项目建设流程,建立项目全生命期、从 BIM 到 CIM 的完整框架,见图 3。

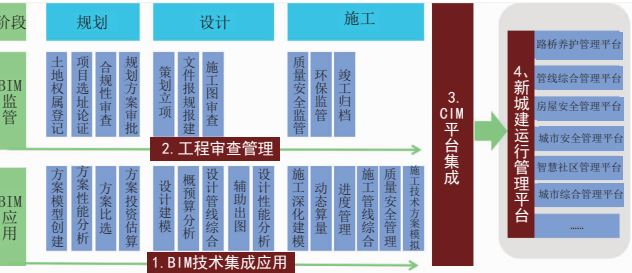


图 3 BIM-CIM 数据管理框架

首先,在 BIM 体系中,分成阶段线、监管线和应用线。阶段线,将项目分为规划、设计和施工三阶段;在监管线中,政府相关部门制定相应的政策标准,进行 BIM 审查和数据收集;应用线,是指工程相关建设、勘察、设计、施工、监理等企业,开展 BIM 技术应用,提升工程建设管理水平。其次,多个项目的 BIM 成果,包括不同阶段的 BIM 模型,汇聚进入 CIM 平台^[15]。最后,基于 CIM 基础平台搭建路桥养护、管线管理、城市安全管理、城市综合管理等 CIM 应用平台。

4 市政 CIM 基础平台实现

本文以苏州市为例,构建集“数字底座”、“监测管理”、“评估管理”和“应急管理”为一体的市政 CIM 平台。

数字底板,实现数字底板的基本功能,包括数据库建设、数据的录入与维护更新、数据查询、模型可视化展现、数据与模型联动、数据统计与分析等,见图4。



图4 苏州市政设施数据管理

监测管理,实现对重点市政交通设施的在线监测,并通过理论计算和数据分析进行预警,见图5。



图5 监测管理

评估管理,全面评估在役市政交通设施的运行安全状态,并进行分级管理,为市政交通设施的管养计划和应急决策提供依据,见图6。



图6 评估管理

应急管理,GIS+BIM平台提供了从宏观到中观的分析能力,宏观上可进行空间分析、路径演练、灾害模拟等,中观上可以对设施某部位进行救援方案模拟。当面临这些风险,提前编制应急方案,快速完成救援部署,提高城市市政交通设施面对各类风险的韧性,见图7。

5 结论与建议

通过本文的研究与探索,得到如下结论与建议。
(1)将市政交通设施数字底板中的静态数据主



图7 应急管理

要分为既有工程的普查数据和新建工程的全生命周期数据。

(2)明确既有工程数据普查采用全国自然灾害风险普查的管理机制,新建工程BIM数据管理采用由政府主导的BIM-CIM管理体系来实现数据采集和集成。

(3)从运维养护和智慧监管的角度出发,对数字底板的数据内容进行梳理总结,形成统一数据标准。

(4)基于GIS+BIM平台,将结构化数据与BIM模型融合,构成市政交通设施CIM基础平台,为智慧养护和应急提升提供基础底座。

参考文献:

[1] 韩晓栋,王曼曼,舒慧勤.第一次全国自然灾害综合风险普查成果应用思考[J].中国减灾,2022(17):37-39.

[2] 于静,杨滔.城市动态运行骨架——城市信息模型(CIM)平台[J].中国建设信息化,2022(6):8-13.

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部.《城市信息模型(CIM)基础平台技术导则》(修订版)[Z].建办科,2021(21)号,2021.

[4] 陈兴海,丁烈云.基于物联网和BIM的城市生命线运维管理研究[J].中国工程科学,2014,16(10):89-93.

[5] CJJ 36—2006,城镇道路养护技术规范[S].

[6] CJJ99—2003,城市桥梁养护技术规范[S].

[7] JTGH12—2015,公路隧道养护技术规范[S].

[8] 白玉坤.济南数字市政数据集成与监管平台的设计与实现[D].济南:山东大学,2013.

[9] 宋子婧.公路桥梁建养一体化信息管理研究[D].南京:东南大学,2015.

[10] 林友强,曾明根,马天乐,等.桥梁工程设计BIM技术应用探索[J].结构工程师,2016,32(4):7-12.

[11] 孙玥,张永刚,钟泽鹏.新型城市基础设施建设标准体系研究初探[J].智能建筑与智慧城市,2021(10):6-9.

[12] 陈达非,谢明泉,马云飞,等.BIM竣工模型交付应用研究[J].建筑技术,2019,50(4):458-460.

[13] 陈旺,戴建国.基于程序开发的桥梁工程BIM正向设计研究[J].土木建筑工程信息技术,2020(6):6-11.

[14] 程佳.浅谈BIM在市政道路设计中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2018(5):65-67.

[15] 李鼎夫,李旭彪.BIM技术在道路设计中的应用[J].四川建筑,2021(5):75-76.