

海绵城市

以多元需求为导向的海绵城市 BIM 管理平台研究

陈奕¹, 王航瑶¹, 许乃星¹, 林显治²

(1. 福州市规划设计研究院, 福建 福州 350108; 2. 福建品成建设工程顾问有限公司, 福建 福州 350001)

摘要: 以 BIM 技术为核心的管理平台具备三维立体模型可视及全生命周期信息管理的突出优势, 为海绵城市建设管理提供了有效手段。从海绵城市在建设、考核、运维方面的多元需求出发, 提出了 BIM 技术应用于海绵城市建设管理平台的架构及功能, 阐述了平台涉及的三维模型构建、外源数据整合、监测信息汇总等关键技术, 并以福州市为例进行了平台创建。实践表明, 该海绵城市 BIM 管理平台具备可操作性、可复制性, 能够显著提高海绵城市建设的管理水平。

关键词: 海绵城市; BIM; 多元需求; 管理平台

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)18-0001-05

Research on BIM Management Platform for Sponge City Based on Multiple Demands

CHEN Yi¹, WANG Hang-yao¹, XU Nai-xing¹, LIN Xian-zhi²

(1. Fuzhou Planning & Design Research Institute, Fuzhou 350108, China; 2. Fujian Bimtrans Construction Projects BIM Consulting Co. Ltd., Fuzhou 350001, China)

Abstract: The management platform with BIM as the core has the distinct advantages of 3D visibility and whole lifecycle information management, which provides an effective method for sponge city construction and management. Based on multiple demands of sponge city construction, assessment, operation and maintenance, a design of the BIM management platform including the structure and functions for sponge city was proposed. The key technologies were described that included 3D model construction, foreign data integration, monitoring information collection and so on. Taking Fuzhou as an example to construct the platform, and the result showed that the maneuverability and replicability of this BIM platform could help to increase effectiveness in the sponge city management.

Key words: sponge city; BIM; multiple demands; management platform

海绵城市建设是一项大型综合工程, 涉及项目众多, 需协调多部门及专业, 且对后续运维要求较高^[1-3], 以二维文件信息交换为主的传统管理手段已无法适应其需要。BIM(建筑信息模型)技术为海

绵城市规划建设管理提供了智慧化的新思路^[4-5], 但目前将 BIM 平台引入海绵城市还处于起步阶段, 在需求分析、功能应用、具体技术等方面尚待探索。因此, 基于海绵城市建设工作的多元需求, 通过对关

键技术的研究,建立了海绵城市 BIM 管理平台,为 BIM 技术与海绵城市融合提供参考。

1 海绵城市 BIM 管理平台需求分析

海绵城市建设的综合性、复杂性使其管理工作具有多元需求。其中,建设过程的管理贯穿始终,直接影响海绵城市的成效;考核工作是海绵城市建设的必备保障;运维工作是海绵城市发挥长期效益的关键。因此,管理平台应重点考虑海绵城市管理工作在建设、考核及运维方面的需求。

1.1 建设需求

海绵城市是一种城市水问题综合治理理念,通过一系列工程、非工程措施,减少城市内涝和城市水污染、充分利用雨水资源,促进城市水循环过程与人类社会活动的良性互动。

海绵城市丰富的内涵决定了其建设工作应站在全局的视角统筹,梳理把握城市综合的水问题,并协调建设单位、设计单位、施工单位、管理单位等参与方联动执行;此外,还需形成科学合理的管理体系,管控海绵城市理念落地过程的各项项目。

为契合海绵城市建设工作需求,海绵城市 BIM 管理平台应具备以下特性:①为管理层面提供城市水环境、水安全等相关情况,以支撑决策工作;②为海绵城市建设过程的参与方提供工作协同渠道;③整合海绵城市建设项目的全生命周期信息,以立体模型与图表文形式形成项目的多维度电子档案。

1.2 考核需求

住建部对海绵试点城市建设工作定期督查的考核制度,要求政府部门必须对海绵城市试点片区建设情况进行准确、实时的动态跟踪管理,同步做好迎检筹备工作。

海绵城市建设试点的督导考核内容主要包括实施进度、体制机制、运作模式、资金使用、工程质量及功能实现等。督查方式为材料查阅、汇报听取及现场踏勘。其中,相关材料主要包括:法规政策文件、专项规划及实施方案、项目图纸、审查意见、竣工验收报告等。由此可见,迎接考核的工作涉及大量工程资料的梳理汇总,行政工作痕迹的保留归档,建设成效的展示呈现。

因此,为辅助迎检工作顺利开展,海绵城市 BIM 管理平台应完整、有序地承载上述数据信息,并可对数据进行有机整合与二次利用;同时,发挥 BIM 技术的三维可视优势,充分表达海绵城市的建设效果。

1.3 运维需求

海绵城市建成后的管理工作涉及长期的运行维护,低影响开发设施是主要的运行维护对象之一。低影响开发设施包括下凹式绿地、植草沟、雨水花园、透水铺装等。

低影响开发设施的运维管理,包括运行效果的跟踪与设施的定期或不定期维护。前者通常需要借助物联网技术,采集各类运行数据,有序整理并以直观的形式呈现。后者包括制定计划、实施维护、评定维护效果、存档维护记录等步骤,并需要规范地开展执行。在运维过程中,管理人员、操作人员均需准确把握维护对象的特征、属性及其周边情况等信息,以便快速做出判断,有效维护。

因此,为配合常态化的运维工作,一方面,海绵城市 BIM 管理平台应与物联网监测技术相结合,呈现低影响开发设施的运行情况,以便支持后续的分析、决策;另一方面,海绵城市 BIM 管理平台应嵌入维护管理的工作流程,结合场景、设施三维可视的特点,促进运维电子化、常态化、高效化。

2 海绵城市 BIM 管理平台架构及功能模块

2.1 平台架构

海绵城市 BIM 管理平台的架构如图 1 所示。

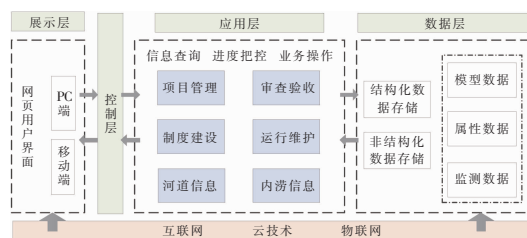


图1 海绵城市 BIM 管理平台基础架构

Fig.1 Structure of the BIM management platform for sponge city

① 数据层。数据层为海绵城市 BIM 管理平台的数据集成中心,包含了构建 BIM 的结构化数据、描述属性的非结构化数据以及运行过程采集的监测数据,综合了区域内海绵城市相关项目的全部信息,并以一定的逻辑结构对信息进行分类整理,为系统业务模块提供数据支撑。

② 应用层。应用层的本质是对各类数据的加工及运用,具体表现为对不同业务模块的操作应用,包括信息的调阅,对数据的整理分析,对各类业务管理流程的使用等。

③ 控制层。控制层为展示层与应用层的组

带,负责接收用户指令、发送请求、调用功能及反馈结果等。

④ 展示层。展示层是用户输入指令,并对处理数据进行显示的层面,即用户与后台交互的界面,包含操作主界面及海绵城市BIM界面两部分。

2.2 功能模块设计

基于前述平台主要需求分析,提炼平台应实现的功能应用,并进行功能模块设计,包括海绵项目、内涝信息、设施维护等,具体见表1。海绵城市BIM管理平台功能模块设计框架见图2。

表1 海绵城市BIM管理平台需求与功能

Tab.1 Demands and functions of the BIM management platform for sponge city

| 平台主要需求 | 功能应用提炼 | 功能模块设计 |
|---------------|--------|--------------|
| 整体把握区域情况 | 基本信息查阅 | 试点概况 |
| 把控项目开展情况 | 项目管理 | 海绵项目 |
| 整合业务流程,协同多方沟通 | 审查验收流转 | 方案审查 竣工验收 |
| 记录非工程措施投放轨迹 | 制度建设归档 | 海绵文件 |
| 呈现建设效果,提供分析支撑 | 河道信息跟踪 | 水体信息 |
| 验证建设价值,规范运行维护 | 内涝情况展示 | 内涝信息 |
| 验证建设价值,规范运行维护 | 运行维护管理 | 设施维护 |
| 设定访问权限 | 平台安全设置 | 系统设置 |

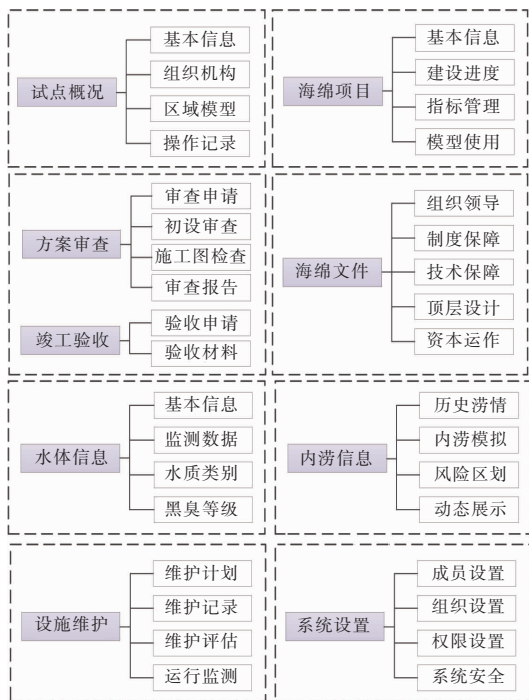


图2 海绵城市BIM管理平台功能模块设计

Fig.2 Function modules design of the BIM management platform for sponge city

① 试点概况功能模块:用于整体把握海绵城市建设区域的情况,提供区域的基本信息、效果图、总体实施进度等信息。

② 海绵项目功能模块:通过汇总区域内海绵城市建设项目的信息,结合三维模型,从多角度对项目进行描述;同时根据所有项目的信息,自动统计试点区域内建设任务的完成度、相关指标情况等。

③ 审查验收功能模块:整合了项目前期方案审查与后期竣工验收两个阶段的业务流程,便于各参与方工作往来。例如在项目开展前期,设计方递交初步设计的方案审查申请,管理方则在线开展审查并予以回复,双方可实时跟踪流程进度。

④ 海绵文件功能模块:汇编相关法律法规、政策文件,留存梳理制度机制建设过程,供管理方归档、查阅。

⑤ 水体信息功能模块:结合河道三维模型,可实时获知各水体的水质类别、黑臭等级等变化情况。

⑥ 内涝信息功能模块:通过协同专业雨洪管理软件,将模拟发生的积水状况、内涝风险区划等以三维形式展示,为区域水安全问题的分析提供支撑。

⑦ 设施维护功能模块:专门用于辅助低影响开发设施的管理工作,可查看区域内低影响开发设施的三维模型、所处场景、各部分参数,并可调阅维护计划、上传维护记录等。

⑧ 系统设置功能模块:用于设置平台成员、权限等。

3 海绵城市BIM管理平台关键技术

3.1 海绵城市三维模型构建

海绵城市BIM管理平台的多项功能需基于海绵城市三维模型来实现,以达到立体可视与海量信息融合的目的,因此三维模型的构建是平台可视化运作的核心。

海绵城市的三维建模涉及多类要素,包括区域地形、区域场景、雨污水管网、重点项目等;依据其作用,各要素的模型深度将有所不同。例如针对区域全局性的场景,仅需相对简易的模型形式;而针对重点项目的运维,则需要更为精细的模型形式。因此,应根据不同类型模型的特点采用不同的软件进行建模;使用软件包括Autodesk Revit、Autodesk 3dsMax、Bentley ContextCapture、Trimble SketchUp以及AutoCAD Civil 3D。各类模型在完成后,格式统一并进行整合,形成海绵城市的完整模型,实现其在

Web 端的浏览、操作。部分建模成果见图 3。

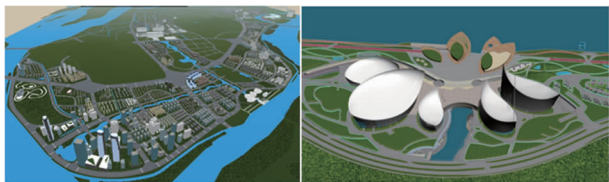


图 3 部分建模成果

Fig. 3 3D models of sponge city

3.2 外源数据整合及三维显示

区域内涝情况的三维展示是海绵城市 BIM 管理平台的重要功能。平台基于自身的三维形式,对专业雨洪管理软件的计算结果进行描述。外源软件输出的数据与平台模型相互整合匹配是该过程的关键步骤。

内涝情况展示的关键在于积水位置、深度、时长等。以 Infoworks ICM 或 SWMM 等所模拟的降雨、积水结果为基础,提取其中积水点位、积水深度随时间变化的序列数据形成可用外源数据;在海绵城市三维模型中创建水面,并与既有地形模型进行叠加,形成积水点模型;而后将前述序列导入,内涝情况即以立体动态形式在海绵城市三维模型中得到体现。

3.3 监测信息汇总及统计分析

海绵城市 BIM 管理平台运维应用的支撑在于监测信息汇总及其统计分析,需要同步实现外部硬件设备与平台的关联及平台对数据的多层次处理。

通过安装于低影响开发设施、路面、检查井、河

道、排口等要素处的水质分析仪、液位计、流量计、雨量计等监测设备获取数据,服务器提供 JSON 格式的服务接口,海绵城市 BIM 管理平台调用此项服务,即接收传感器汇集的数据。原始监测数据汇总至海绵城市 BIM 管理平台后,首先经简单处理,以图表的形式反馈于平台上;进一步计算分析,获取低影响开发设施对径流及污染物的削减情况,地块径流总量控制情况,河道的水质类别、黑臭等级等;通过长期连续数据的储存、分析,将获知运行过程的变化规律,以及海绵城市的建设效益。

4 海绵城市 BIM 管理平台实践

以福州市为例进行了以多元需求为导向的海绵城市 BIM 管理平台的创建,案例占地面积为 34.95 km²,区域内包括源头减排、过程控制及系统治理三类工程共 200 余项,投资约 36 亿元,工期为 2016 年—2018 年。平台研发过程采用 C#、PHP、Java、JavaScript 等语言,MySQL 数据库,平台核心运行于 Linux 操作系统上。该海绵城市 BIM 管理平台为管理方、设计方、建设方、运维方及公众方提供了管理维护、工作沟通、成效展示等多重应用功能。目前该平台已由福州市海绵办牵头组织初步试用,实践表明:该平台能有效统筹海绵项目建设进展,协助试点城市筹备考核工作,契合未来运维需求,提高了福州海绵城市建设的信息化管控水平,已成为地域海绵城市建设的有力手段、特色名片。海绵城市 BIM 管理平台界面及部分功能模块界面见图 4~6。



图 4 海绵城市 BIM 管理平台界面

Fig. 4 Interface of the BIM management platform for sponge city

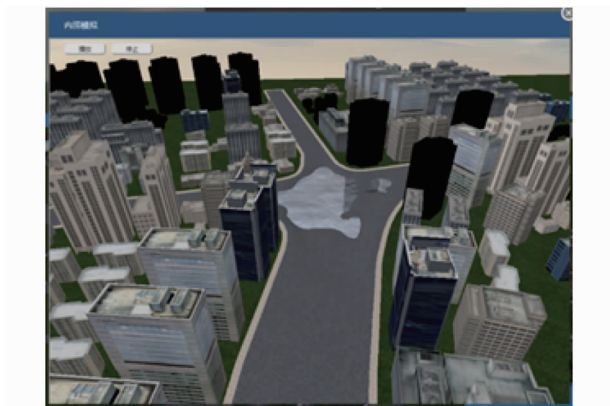


图5 内涝信息功能模块部分界面

Fig.5 Interface of the waterlogging information module



图6 设施维护功能模块部分界面

Fig.6 Interface of the facilities maintenance module

5 结语

海绵城市相关工作在建设、考核及运维方面均具有特定的需求,建立海绵城市 BIM 管理平台必须以此为导向。总结认为海绵城市 BIM 管理平台应将项目管理、业务整合、工作轨迹记录、成效呈现及设施维护等方面作为平台的关键着眼点,同时兼顾多参与方沟通、区域整体情况展示的功能。基于此,进行了平台架构及功能模块的设计,解决了三维模型构建、外源数据整合等关键技术难点,建立了以多元需求为导向的海绵城市 BIM 管理平台,实现了项目与制度管理、效果展示、设施维护等多方面应用,为区域海绵城市建设的管理工作辅以极大的帮助。

参考文献:

- [1] 张建云,王银堂,胡庆芳,等. 海绵城市建设有关问题讨论[J]. 水科学进展,2016,27(6):793-799.
Zhang Jianyun, Wang Yintang, Hu Qingfang, *et al.* Discussion and views on some issues of the sponge city construction in China[J]. *Advances in Water Science*,

2016,27(6):793-799(in Chinese).

- [2] 王琦,宫永伟,张维伟,等. 源头径流控制设施的运行维护及相关问题探讨[J]. 中国给水排水,2017,33(7):144-148.
Wang Qi, Gong Yongwei, Zhang Weiwei, *et al.* Operation and maintenance of source runoff control facilities[J]. *China Water & Wastewater*, 2017, 33(7): 144-148 (in Chinese).
- [3] 马海良,王若梅,訾永成. 海绵城市的特征解读和建设路径研究[J]. 科技管理研究,2016,36(22):184-189.
Ma Hailiang, Wang Ruomei, Zi Yongcheng. Characteristics interpretation and construction channel of urban sponge[J]. *Science and Technology Management Research*, 2016, 36(22): 184-189 (in Chinese).
- [4] 胡振中,彭阳,田佩龙. 基于 BIM 的运维管理研究与应用综述[J]. 图学学报,2015,36(5):802-810.
Hu Zhenzhong, Peng Yang, Tian Peilong. A review for researches and applications of BIM-based operation and maintenance management[J]. *Journal of Graphics*, 2015, 36(5): 802-810 (in Chinese).
- [5] 马少雄,李昌宁,徐宏,等. 基于 BIM 技术的大跨度桥梁施工管理平台研发及应用[J]. 图学学报,2017,38(3):439-446.
Ma Shaoxiong, Li Changning, Xu Hong, *et al.* Research and application of construction management platform for long-span bridge on BIM-based technology[J]. *Journal of Graphics*, 2017, 38(3): 439-446 (in Chinese).



作者简介:陈奕(1973-),女,福建福州人,本科,高级工程师,国家注册咨询师,福州市规划设计研究院城市研究中心副主任,主要从事市政给排水、海绵城市设计及研究工作。

E-mail:1113469685@qq.com

收稿日期:2018-11-20