

## · 信息技术 ·



# 航道整治工程 BIM+GIS 三维交互汇报系统 设计与应用 \*

袁占全<sup>1</sup>, 曾威<sup>2</sup>, 郑松<sup>3</sup>, 宋涛<sup>2</sup>, 王涛<sup>3</sup>, 牛作鹏<sup>1</sup>

(1. 中交第二航务工程勘测设计院有限公司, 湖北 武汉 430071;  
2. 长江武汉航道工程局, 湖北 武汉 430071;  
3. 嘉兴市港航管理服务中心, 浙江 嘉兴 314000)

**摘要:** 针对航道整治工程各参建方基于 BIM 沟通汇报时无法准确反映工程实际情况、不能清晰表达汇报思路的问题, 开发了航道整治工程 BIM+GIS 三维交互汇报系统。系统利用 SuperMap GIS 平台实现航道 BIM+GIS 数据集成和性能优化, 通过 Unity 插件对处理后的 BIM+GIS 数据进行快速加载, 实现了 BIM+GIS 数据与传统文档的灵活操作与高效融合。在武安段航道整治工程进行了实际应用, 通过 BIM+GIS 数据与 PPT 文档融合的交互式沟通汇报, 提高了参建单位之间协作与沟通效率, 进一步促进 BIM 技术在航道整治工程推广与应用。

**关键词:** 航道整治工程; BIM+GIS(建筑信息模型+地理信息系统); 超图软件(SuperMap); 三维交互汇报

中图分类号: U 615

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)11-0184-07

## Design and application of BIM + GIS three-dimensional interactive reporting system for waterway regulation project

YUAN Zhan-quan<sup>1</sup>, ZENG Wei<sup>2</sup>, ZHENG Song<sup>3</sup>, SONG Tao<sup>2</sup>, WANG Tao<sup>3</sup>, NIU Zuo-peng<sup>1</sup>

(1.CCCC Second Harbor Consultants Co., Ltd., Wuhan 430071, China;

2.Changjiang Wuhan Waterway Engineering Bureau, Wuhan 430071, China;

3.Jiaxing City Ganghang Management Service Center, Jiaxing 314000, China)

**Abstract:** Regarding the problem that the participants of the waterway regulation project cannot accurately reflect the actual situation of the project and cannot clearly express the reporting ideas when communicating and reporting, based on BIM, we develop the BIM+GIS three-dimensional interactive reporting system of the waterway regulation project. The system uses the SuperMap GIS platform to realize the data integration and performance optimization of the waterway BIM+GIS, and quickly loads the processed BIM+GIS data through the unity plug-in, realizing the flexible operation and efficient integration of BIM+GIS data and traditional documents. The system has been applied in the waterway regulation project of Wu'an section. Through the interactive communication report of the integration of BIM+GIS data and PPT documents, the cooperation and communication efficiency between the participating units has been improved, and the promotion and application of BIM technology in the channel regulation project have been further promoted.

**Keywords:** waterway regulation project; BIM + GIS( building information modeling + geographic information science); SuperMap; 3D interactive report

收稿日期: 2022-03-09

\*基金项目: 浙江省交通运输厅科技计划项目(2021036)

作者简介: 袁占全(1991—), 男, 硕士, 工程师, 从事 BIM+GIS 图形引擎技术研究。

近年来, 随着三维技术的发展, BIM+GIS 技术在工程行业的应用日益深入, 各参建单位之间的协调沟通都会重点关注 BIM 模型, 但航道整治工程与周边环境联系紧密、覆盖空间大, 仅依靠 BIM 模型无法达到较好沟通, 还需要 GIS 数据以及传统的 PPT 辅助。目前, 国内众多学者已展开 BIM+GIS 数据集成技术与应用的相关研究, 童钟等<sup>[1]</sup>通过数据格式转换实现 BIM 与 GIS 融合, 李国杰等<sup>[2]</sup>利用 CityMaker 三维 GIS 平台实现 BIM+GIS 数据集成应用, 朱亮等<sup>[3]</sup>基于语义映射实现 BIM 与 GIS 数据集成。BIM 数据可以承载丰富信息、对局部细节表达精确, 而 GIS 数据适合大场景地理空间信息, BIM+GIS 数据集成可以实现二者的优势互补。

现阶段 BIM 与 GIS 集成展示主要通过数据格式的转换, 在三维 GIS 平台进行融合展示。在这种模式下, 展示内容不能根据主旨思想进行动态调整, 给实际应用带来了障碍, 同时三维 GIS 平台在渲染帧率、画质效果、交互动作等方面都存在较大瓶颈, 难以满足当前业界对三维交互的需求, 而游戏引擎的出现恰好弥补了三维 GIS 平台的短板<sup>[4]</sup>。当前游戏引擎主要分为 Unity 和 UE, Unity 主要开发语言是 C#, 学习难度较低, 对非计算机专业人员比较友好; UE 虽然自带蓝图可视化编程系统, 但如果研发特殊的功能需要使用 C++ 语言进行二次开发, 其学习成本和难度都比 C# 高。结合团队自身技术情况, 本文选用 Unity 进行研究。

Unity 加载 BIM+GIS 数据一般方式是将 BIM 和 GIS 数据分开进行处理, 工作量较大、处理繁琐<sup>[5]</sup>, 而 SuperMap GIS 平台可以提供 Unity 加载其处理后数据的插件, 因此本文利用 SuperMap GIS 平台实现航道 BIM+GIS 数据集成与处理, 减少人工处理数据工作量, 利用插件实现 Unity 对 BIM+

GIS 快速加载, 在此基础上开发航道工程 BIM+GIS 三维交互汇报系统, 实现 BIM+GIS 数据与传统文档互操作与融合, 解决目前航道工程利用 BIM 技术沟通存在的问题, 促进 BIM 技术在航道工程领域的深入应用。

## 1 BIM+GIS 航道三维场景关键技术

### 1.1 BIM+GIS 航道多源三维数据集成

利用 BIM 和 GIS 各自优势可以实现工程内部结构和周边信息结合, 解决航道整治工程中 BIM 无法管理大范围工程、无法反映工程周边环境的不足。航道工程内部结构利用 BIM 模型表示, 主要包括护岸、护底、坝与导堤等; 航道工程周边信息环境除了包括倾斜、地形、影像、水面范围、航道线、标注点等 GIS 数据外, 为了达到理想的三维场景渲染效果, 还包括工程附近桥梁、房屋建筑、道路等 BIM 数据<sup>[6]</sup>。

本文利用 SuperMap GIS 平台实现 BIM 数据与 GIS 数据的互融互通, 处理过程见图 1。主要流程包括: 1) 将二、三维 GIS 数据直接导入 SuperMap iDesktop 客户端; 2) FBX、Revit、Civil 3D 等 BIM 数据插件转化后, 导入 SuperMap iDesktop 客户端; 3) 利用 SuperMap iDesktop 客户端对导入数据进行空间坐标转换与配准, 保证不同来源数据空间位置的正确; 4) 针对 BIM 数据进行轻量化处理, 简化数据三角面片数; 5) 将坐标转换与配准后的 BIM+GIS 数据进行瓦片化处理, 并在瓦片化处理过程中生成几何数据与属性的空间索引关系, 保证后期瓦片化后数据与属性数据通过已经建立的空间索引能够快速准确进行查找与匹配; 6) 将属性数据存入 PgSql 空间数据库, 瓦片化后几何数据存储到非结构化的 MongDB 数据库, 并利用 SuperMap IServer 对数据进行发布。

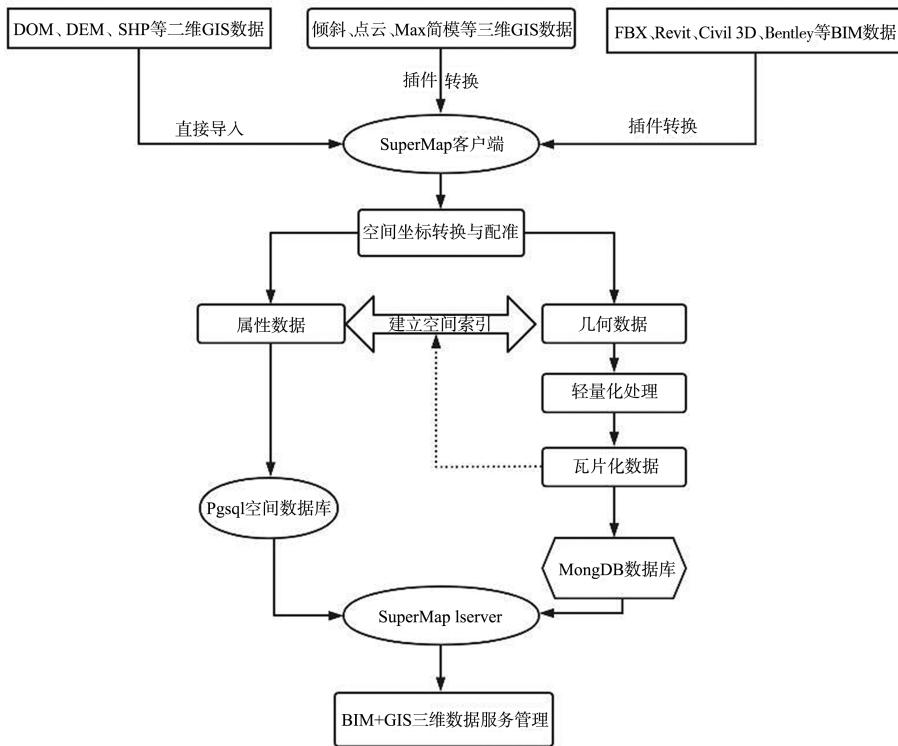


图 1 SuperMap 的 BIM+GIS 数据集成路线

## 1.2 BIM+GIS 航道三维数据性能优化

相对港口、船闸、房建等模型数据，航道整治工程 BIM 模型本身结构简单很多，但由于航道整治工程涉及空间范围广，对周边环境中桥梁、城市建筑物均需要不同程度关注，导致航道整治工程模型数据体量大，而 Unity 加载大范围 BIM+GIS 数据会出现卡顿问题，所以要对 BIM+GIS 航道三维数据进行性能优化。

### 1.2.1 实例化技术

航道整治过程中会用到很多预制件，这些预制件是相同的 BIM 构件，可以利用实例化技术实现对相同的几何体只绘制一次，降低显卡压力，同时不会对模型承载的属性信息做任何简化，保证属性信息完整。如图 2 所示，航道整治工程中使用的“鱼巢砖”对象，利用实例化技术，只绘制一个对象，降低了电脑硬件压力，提高渲染性能。



图 2 实例化技术

### 1.2.2 LOD 技术

LOD 技术即 Levels of Detail，计算机可以根据模型对象在三维环境中所处的位置和重要程度决定对其渲染的精细度，降低非重要物体的面数和细节度，从而获得高效率的渲染运算。当三维场景拉近时模型表现非常精细，当场景较远时只需要以粗糙方式显示模型，见图 3。这样最大程度优化计算机资源占用，提升渲染性能。

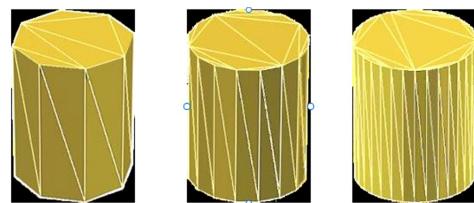


图 3 LOD 技术模型由远到近渲染精细程度

### 1.2.3 轻量化处理技术

模型轻量化即将模型某些骨架进行删除简化。对于航道工程整治中反映工程周边环境的 BIM 模型（桥梁、房屋、道路等），可以进行提取外壳、三角网简化、删除子对象等轻量化处理；而针对工程 BIM 构件，一般只对其进行三角网简化工作。

1) 提取外壳。提取外壳是基于可视域分析功

能, 将 BIM 模型可见部分(外壳)与不可见部分(内部)分别存储到不同数据集中, 实现内、外模型的分离。针对航道整治工程周边环境 BIM 模型,

其内部结构不是关注重点, 所以对这类模型进行提取外壳工作, 建议应用在内外区分度较好的房建 BIM 模型中。



图 4 提取航道工程周边建筑物外壳

2) 删除子对象。通过删除无用子对象, 达到减少模型数据量, 提高三维场景渲染性能。例如桥梁栏杆对象, 有三角面片 2 897 个, 其中螺栓等占据 65%以上的数据量, 而这些 BIM 构件在航道整治工程没有实际应用价值, 因此采用删除方式来减少模型数据量的目的。

3) 三角网简化。BIM 存在大量冗余的三角面, 通过三角网简化, 实现对同类 BIM 模型批量简化的效果, 满足大体量 BIM 数据的性能需要。针对表示航道工程周围环境的 BIM 模型, 设置较大化

简率, 在 50%左右, 而航道工程结构建议设置约 70%的模型化简率。

### 1.3 基于 Unity 的 BIM+GIS 航道三维场景构建

目前, Unity 加载三维 BIM+GIS 数据的通用做法, 是人工将 BIM 和 GIS 数据在不同软件中处理后再到 Unity 中加载和使用, 工作量较大。本文采用 Unity 开发扩展插件, 可以支持加载 SuperMap 客户端处理后的 BIM+GIS 数据, 满足航道整治工程各参与方对航道 BIM+GIS 空间三维场景的需求。基于 Unity 构建的航道 BIM+GIS 三维场景见图 5。

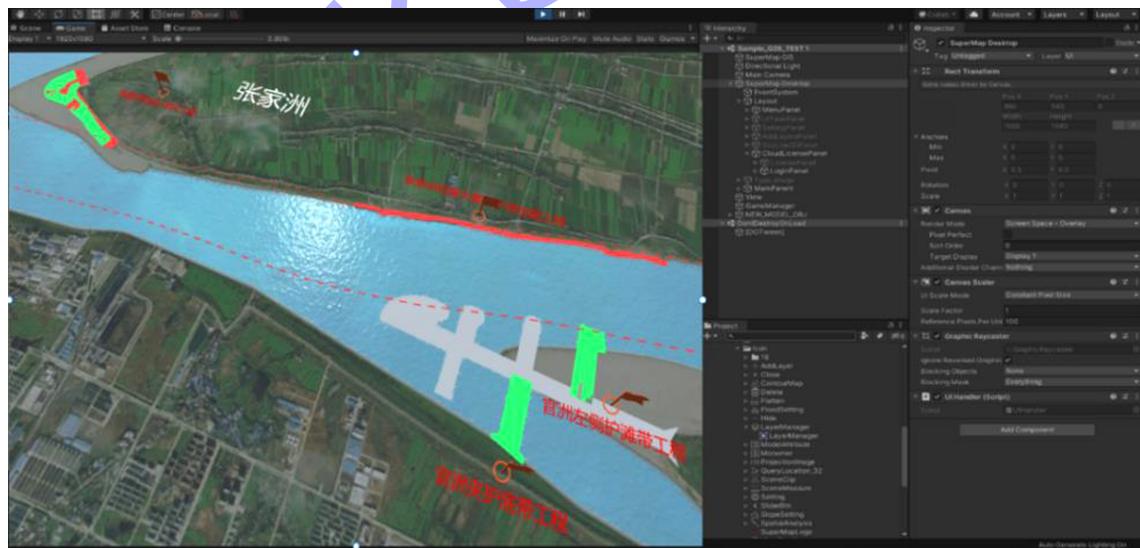


图 5 基于 Unity 构建的航道 BIM+GIS 三维场景

## 2 航道整治工程 BIM+GIS 三维交互汇报系统实现

### 2.1 项目概况

长江干线武汉—安庆段 6 m 水深航道整治工程施工 I 标段, 全长约 39 km, 项目点多线长, 地跨武汉、鄂州、黄冈三市, 施工区域跨度大, 工

程施工区域周边环境复杂, 项目参与方较多, 组织协调难, 项目概况见图 6。项目希望借助 BIM+GIS 技术推进各参与方的交流和沟通、降低沟通障碍、提升沟通效率。项目涉及的 BIM+GIS 数据见表 1。

<sup>\*</sup> 项目负责人: 袁占全, 武汉大学, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为 BIM+GIS、GIS 与遥感、地理信息工程等。



图 6 武安段航道整治工程 I 标段项目概况

表 1 长江干线武汉—安庆段 6 m 水深航道整治工程  
施工 I 标段数据类型

数据类型	名称	数据格式	数据来源
GIS 数据	地形	. DEM	太乐地图下载
	影像	. TIFF	太乐地图下载
	航道线	. SHP	收集数据
	水面线	. SHP	根据影像勾画水面边界
BIM 数据	标志点	. SHP	收集数据
	航道工程模型	. DWG	Civil 3D 建模
	周边桥梁模型	. RVT	Revit 建模
	周边建筑模型	. RVT	Revit 建模

根据表 1 数据内容制定具体实施步骤如下：

- 1) 将 GIS 数据导入 SuperMap iDesktop 客户端中, 进行坐标统一转换和数据配准(图 7)。
- 2) 利用 SuperMap 的 Revit 和 Civil 3D 插件导出模型, 在导出过程中设置模型在设计软件原点坐标与实际对应位置的经纬度。
- 3) 对航道工程周边 Revit 的桥梁模型和 BIM 建筑模型进行轻量化处理, 主要包括提取外壳、删除子对象、简化三角面片。

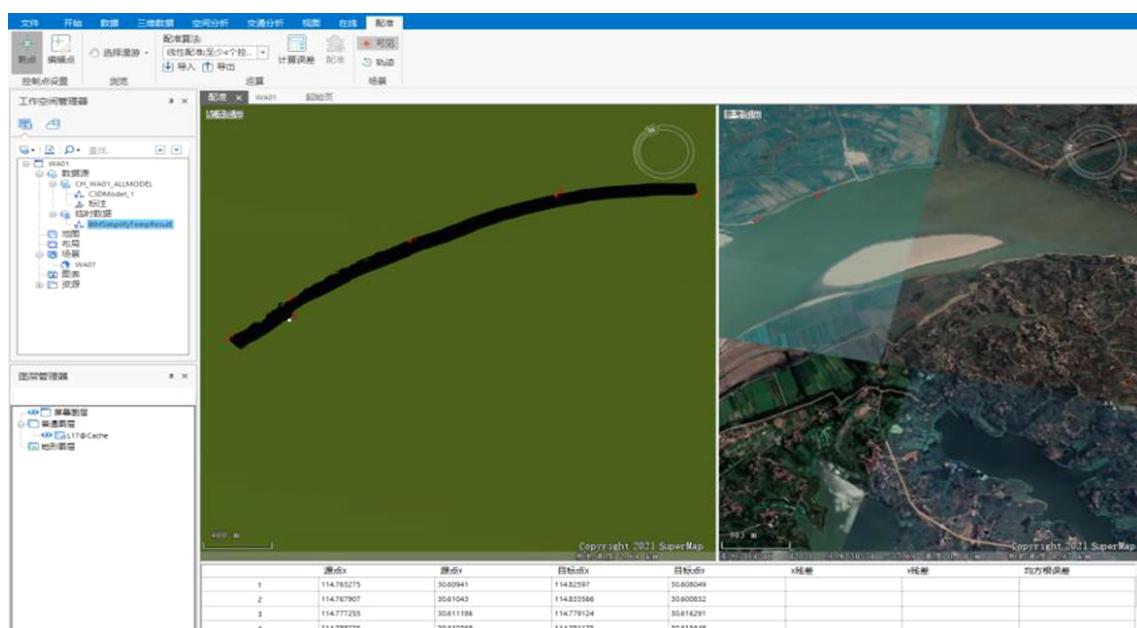


图 7 SuperMap 客户端 BIM 模型三维配准工具

4) 对航道工程的 Civil 3D 进行简化三角面片, 可直接设置化简率, 在化简后结果窗口实时对比

化简结果, 直到满意为止, 保存化简后数据 (图 8)。

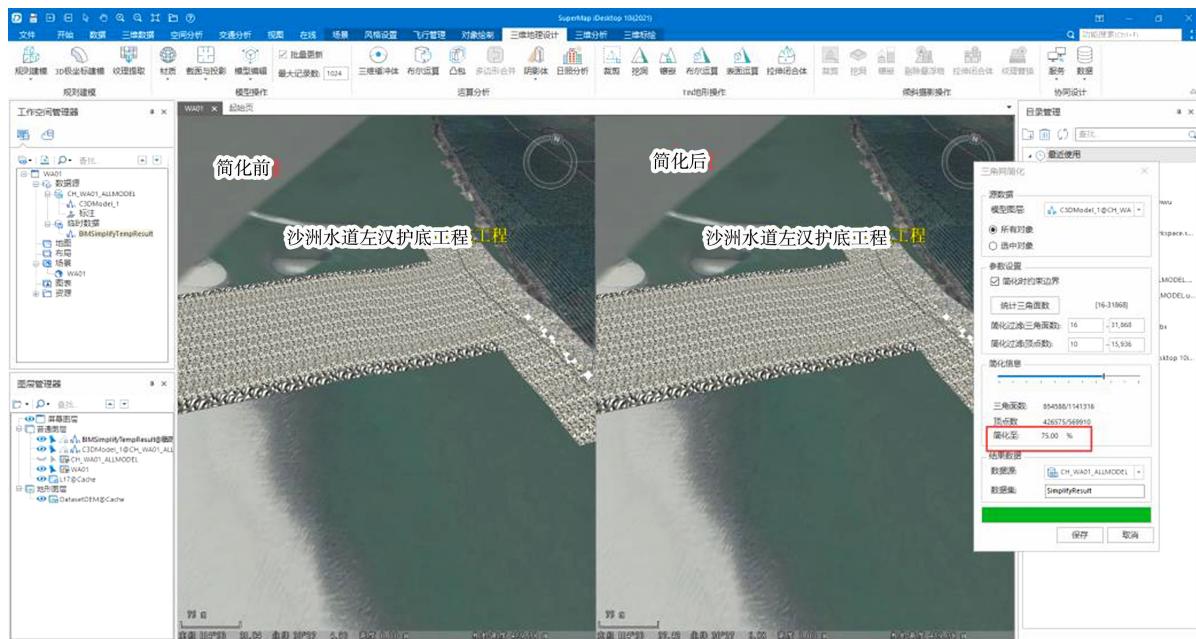


图 8 SuperMap 客户端 BIM 模型化简三角面片工具

5) 对整个 BIM+GIS 三维场景做瓦片化处理, 并将瓦片后的数据发布到 SuperMap IServer 中。

## 2.2 BIM+GIS 三维交互汇报系统实现

目前航道整治工程中利用 BIM 模型、GIS 数据、PPT 文档相互独立的方式来进行日常沟通和汇报, 无法将传统的文档内容与三维 BIM 数据、GIS 数据融合起来。本文采用面向组件化开发思想进行系统设计<sup>[7]</sup>, 将 SuperMap 处理好的 BIM+GIS 数据通过 Unity 的 SuperMap 加载插件进行数据加载, 并基于 Unity 二次开发了天气模拟、三维测量、视角管理、日照模拟等三维功能, 实现二维

图片组件、文本组件、视频组件等组件在三维场景中定制化的立体显示, 达到 BIM+GIS 三维数据与传统二维文档内容的真正融合, 以满足航道整治工程不同场景汇报需求。

用户根据汇报交流场景自定义配置相关内容:

- 1) 首选择 PPT 文档组件在三维场景中的位置;
- 2) 对该位置点的文档内容进行配置, 主要包括文字、图片、视频;
- 3) 设置文档播放模式, 可以选择手动控制和自动播放;
- 4) 配置好后, 系统会把制作内容在场景中进行漫游。设置过程见图 9, 具体效果见图 10。

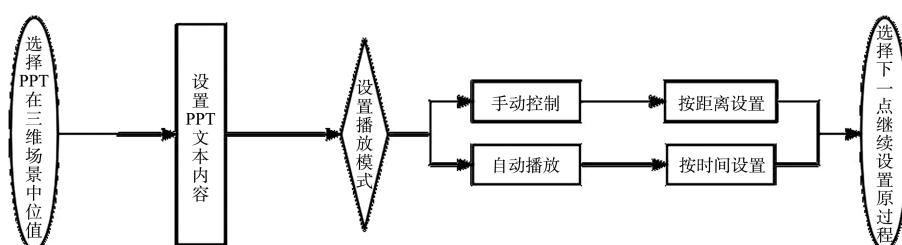


图 9 PPT 文档在 BIM+GIS 三维场景的设置过程



图 10 BIM+GIS 航道整治工程三维交互汇报系统

### 3 结论

1) 根据航道整治工程数据特点, 基于 SuperMap GIS 平台采用实例化技术、LOD 技术、轻量化处理技术对航道 BIM+GIS 数据进行优化, 实现航道整治工程 BIM+GIS 数据集成, 解决航道整治工程中 BIM 无法管理大范围工程、无法反映工程周边环境的问题。

2) 利用 Unity 的 SuperMap 数据加载插件进行加载, 解决传统 Unity 加载 BIM 数据和 GIS 数据工作量大、处理繁琐的问题, 实现 Unity 方便、快捷加载大范围 BIM+GIS 数据。

3) 基于 Unity 二次开发了航道整治工程 BIM+GIS 三维交互汇报系统, 可以根据汇报人思路自定义配置内容、满足不同场景的应用需求、提高各参与方协同工作效率。

### 参考文献:

- [1] 童钟, 王刚, 李国杰, 等. BIM 与 GIS 融合技术在航道整治工程中的应用[J]. 水运工程, 2021(4): 163-168, 179.
- [2] 李国杰, 刘松, 郭涛, 等. BIM 技术在航道整治工程全生命周期的应用[J]. 水运工程, 2018(8): 118-122, 134.
- [3] 朱亮, 邓非. 基于语义映射的 BIM 与 3DGIS 集成方法研究[J]. 测绘地理信息, 2016, 41(3): 16-19.
- [4] 宋成果, 余青容, 顾繁. 基于 Unity 3D+BIM 的航道三维场景构建关键技术研究[J]. 中国水运(航道科技), 2020(2): 46-49.
- [5] 袁占全, 李明益. 基于 BIM+GIS 的航道三维漫游系统设计与实现[J]. 水运工程, 2022(2): 153-157, 178.
- [6] 汤健峰. 航道电子沙盘的要素表达与建模机制研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2019.
- [7] 马春江, 张明禎. Unity 3D 游戏开发中的面向组件思想和 MVC 框架[J]. 信息与电脑(理论版), 2017(18): 70-72.

(本文编辑 武亚庆)

### 编辑部声明

近期不断发现有人冒用《水运工程》编辑部名义进行非法活动, 他们建立伪网站, 利用代理投稿和承诺上刊等手段进行诈骗活动。《水运工程》编辑部郑重声明, 从未委托第三方为本编辑部约稿、投稿和审稿。《水运工程》编辑部唯一投稿网址: [www.sygc.com.cn](http://www.sygc.com.cn), 敬请广大读者和作者周知并相互转告。