

# BIM 与三维 GIS 集成在水利工程中的应用

朱春光, 王义坤, 祁仰旭, 王文仲

(南京市长江河道管理处, 江苏 南京 210011)

**摘要:**阐述了 BIM 与 GIS 的概念、特点和数据标准,并从系统和数据两个方面分别总结了两者的集成方法。结合水利工程项目特点,提出了集成系统在规划设计、施工建设和运行管理各阶段的应用,为水利工程信息化建设作出探索性的思考。

**关键词:**BIM; 三维 GIS; 集成应用; 水利信息化

**中图分类号:**TV213.4

**文献标识码:**B

**文章编号:**1007-7839(2021)10-0046-03

## Application of BIM and 3D GIS integration in hydraulic engineering

ZHU Chunguang, WANG Yikun, QI Yangxu, WANG Wenzhong

(Yangtze River Management Division of Nanjing City, Nanjing 210011, China)

**Abstract:** The concepts, characteristics and data standards of BIM and GIS were expounded, and the integration methods of these two technologies were summarized from two aspects of system and data. In consideration of characteristics of water conservancy projects, the applications of integrated system in design, construction, and management were proposed and make exploratory thinking for the information construction of water conservancy project.

**Key words:** BIM; 3D GIS; integrated application; water conservancy informatization

水利工程建设涉及地理环境、地质条件、交通、经济等多方面,需要复杂且庞大的数据支持,传统的二位 CAD 设计图难以充分利用多源数据,无法直观展示设计方案,制约了设计效率的提高。信息技术的发展为水利行业提供了新的技术手段,建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)技术应运而生,它能够对单体建筑进行三维数字化建模<sup>[1]</sup>。地理信息系统(Geographic Information System, GIS)技术因其强大的空间数据展示、管理和分析能力,也逐渐被应用于水利行业的规划建设工作中;而逐渐发展起来的 BIM 与 GIS 集成技术,能够构建水利工程及其所处地理环境的三维可视化模型并实现工程项目的信息化管理<sup>[2]</sup>。目前,中国的水利行业处于从传统向现代化、信息化转型的时

代, BIM 和三维 GIS 集成技术是水利工程信息化建设研究的重点内容。

## 1 BIM 与 GIS 简介

### 1.1 BIM 及 GIS 特征

BIM 是一个工程项目物理和功能特性的数字化表达。BIM 能够呈现建筑工程的三维数字模型并整合项目全生命周期各个阶段(包括设计、施工和运维)的信息。当前 BIM 技术已在建筑工程领域得到一定的发展和应用,越来越多的设计和施工运营单位开始利用 BIM 技术进行建筑工程的精细化设计和信息管理,但我国水利行业的 BIM 应用尚处于起步阶段。

GIS 是在计算机软硬件支持下对地球表面空间

收稿日期:2021-03-01

基金项目:江苏省水利科技项目(2019047)

作者简介:朱春光(1985—),男,高级工程师,硕士,主要从事水利工程项目管理工作。E-mail:420667412@qq.com。

信息进行采集、存储、管理、分析和显示的信息系统,三维 GIS 技术能够实现地球表面三维模型构建,展现建筑工程的地理环境及外观。当前,GIS 技术因其强大的空间分析和三维可视化功能已在大型基础设施工程中得到广泛应用。IFC (Industry Foundation Classes, 工业基础类) 与 CityGML (City Geography Markup Language, 城市地理标记语言) 的区别见表 1。

表 1 IFC 与 CityGML 的区别

内容	IFC	CityGML
建模语言	EXPRESS	XML
针对领域	建筑工程模型	虚拟三维城市地理信息模型
几何表达	边界描述、实体几何构造图形、扫描几何图形	边界描述
语义信息	单层级建筑详细信息	多层级城市语义信息
模型外观	纹理较少,材质为主	各层级纹理丰富
表现尺度	单个建筑	大范围建筑及外围环境

BIM 模型包含了丰富的建筑物微观层面的数据,它侧重建筑本身的几何特征、空间结构模型以及属性信息的管理,但基于 BIM 技术开发的软件无法加载大范围的地理空间数据,而 GIS 能够从宏观上提供地理空间数据,它侧重建筑物外部的地理环境信息的显示和分析,但不包含建筑物内部信息。因此,BIM 与 GIS 恰是一种互补关系,二者融合可以同时展示宏观和微观数据,运用在水利工程中将能够使工程的规划设计和建设管理实现数字化、信息化和精细化<sup>[3-4]</sup>。

1.2 数据标准格式

BIM 技术和 GIS 技术是分别针对不同的应用领域而设计的,二者数据标准不同,其几何表达和语义描述存在较大差别。BIM 数据标准格式为 IFC,它包含了建筑模型的几何属性以及拓扑关系等所有相关信息。GIS 数据标准格式为 CityGML,它描述了地物的几何、拓扑、语义、外观等方面的属性,且通过 5 个细节层次 (LOD0 ~ LOD4) 实现不同尺度的模型表达。

2 BIM 与 GIS 集成方法

将 BIM 和三维 GIS 进行集成,最终在同一个三

维模型上显示空间和地理信息,涉及集成模式和数据集成方法的选择。

2.1 系统集成模式

BIM 与 GIS 的集成通常可以选择在 GIS 应用中集成 BIM 功能或在 BIM 应用中集成 GIS 功能。前者是基于 GIS 平台进行二次开发,将 BIM 模型和相应的功能如碰撞检测、成本管理、进度控制等集成到 GIS 平台中,同时也能够延伸出 GIS 与 BIM 集成模型的新功能,如建筑物内部的定位导航;后者即在 BIM 系统中集成 GIS 模型并开发相应功能,如规划选址、定位等。

此外,BIM 与 GIS 深度集成也是一种选择,即不借助 BIM 或 GIS 平台,开发全新的系统实现 BIM 与 GIS 数据和功能的集成,此开发工作量过大,但能够实现功能的高度定制。

2.2 数据集成方法

实现 BIM 与 GIS 数据的集成一般考虑利用数据接口集成或数据标准融合两种方式。

利用数据接口集成是松散型的集成,即 BIM 与 GIS 系统和数据仍各自独立,只需通过开发特定的接口将 BIM 和 GIS 的数据及功能集成到目标系统之中,该接口可以是数据库接口、网络服务数据接口或软件的开放性数据接口。

数据标准融合则需通过不同数据标准之间的映射和转换实现数据的集成。对于 BIM 和 GIS 数据的集成来说,由于 CityGML 能够表现更加丰富的纹理贴图,因此较为常见的做法是基于几何信息过滤和语义映射实现 IFC 向 CityGML 的转换。

2.2.1 几何信息过滤

IFC 标准中包含众多实体类型,但对于水利工程建筑来说,并不是所有类型都能够或有必要映射到 CityGML 标准中,几何信息过滤的核心即在于确定需要保留的信息类型,实现水利 BIM 模型的轻量化。

2.2.2 语义映射

语义映射是将 IFC 转换为 CityGML 的直接手段,但由于 CityGML 的 5 个 LOD 层级表示的信息精度不同,IFC 需通过一对一、一对多以及间接映射等不同的方式映射到 CityGML 框架中。

3 水利工程建设管理 BIM 与 GIS 集成系统

目前常见的 BIM 与 GIS 集成的应用系统大多基于三维 GIS 平台进行二次开发,集成 BIM 模型,

并结合用户的需求定制相应的功能,总体结构见图 1。

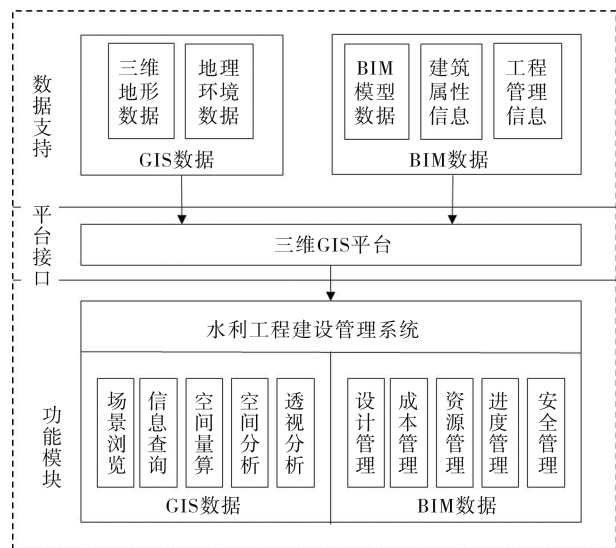


图 1 系统架构

### 3.1 集成系统在规划设计阶段的应用

在规划阶段, GIS 技术能够实现真实地形三维建模,直观地展现水工建筑物与周边环境的空间关系和数据情况,同时可基于空间分析功能实现工程的自动选址。

在设计阶段,基于 GIS 技术可实现土方计算、纵横断面绘制等设计与计算功能,可利用 BIM 三维参数化设计模型直观生动地表达出水工建筑物的各部分细节,同时能够提供碰撞检测的功能,结合 GIS 与 BIM,集成模型还能够仿真模拟洪水淹没情景并实现预警和演练。

### 3.2 集成系统在施工建设阶段的应用

施工阶段 BIM 技术发挥主要作用,可融入时间进度信息、资源管理信息和成本造价信息等实现施工进度设计和管控。对于大型的水利枢纽工程, BIM 与 GIS 集成系统可开展全范围的工程管理,实现对项目施工建设的综合把握<sup>[5]</sup>。

### 3.3 集成系统在运行管理阶段的应用

工程建设完成后,最终形成的竣工模型包含了项目整体的空间三维模型和建筑三维模型,从图 3 可以看出在后续运维管理过程中, GIS 可以提供覆盖整个项目区域的三维可视化模型,而 BIM 则包含了水利建筑、机电设备、闸门等实体三维模型和属性信息,为水利工程维护管理提供了直观的信息和辅助决策的依据。

## 4 结 语

BIM 与 GIS 的结合,弥补了其各自在水利工程建设和管理领域的不足,使实现水利工程信息的数字化管理与应用、项目高效实施、管理与运营成为可能。目前 BIM 与 GIS 的集成技术在水利工程方面的应用,在理论框架研究的基础上已有一些实践,但由于集成系统开发复杂, BIM 与 GIS 模型在格式转换中仍存在数据丢失等情况,尚需进一步在实践改进, IFC 与 CityGML 数据自动转换工具的发展和 BIM + GIS 集成平台的发展都将进一步推动水利信息化、智能化进程。

### 参考文献:

- [1] 邱世超. 面向长距离引水工程全生命周期信息管理的 GIS 与 BIM 结合技术研究与应用[D]. 天津:天津大学, 2016.
- [2] 刘金岩, 刘云锋, 李浩, 等. 基于 BIM 和 GIS 的数据集成在水利工程中的应用框架[J]. 工程管理学报, 2016, 30(4):99-103.
- [3] 武鹏飞, 刘玉身, 谭毅, 等. GIS 与 BIM 融合的研究进展与发展趋势[J]. 测绘与空间地理信息, 2019, 42(1):12-17.
- [4] 朱亮, 邓非. 基于语义映射的 BIM 与 3D GIS 集成方法研究[J]. 测绘地理信息, 2016, 41(3):20-23.
- [5] 张社荣, 徐彤, 张宗亮, 等. 基于 BIM + GIS 的水电工程施工工期协同管理系统研究[J]. 水电能源科学, 2019, 37(8):132-135.