



# 交互式 BIM 述标在水运工程投标中的应用

钱原铭, 杨彪, 陈良志, 王浩

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东广州 510230)

**摘要:** 针对水运工程投标过程中的 BIM 述标问题, 进行述标需求分析、工具比选和方案可视化流程的研究。结合国内某水运项目投标过程中的 BIM 述标, 采用国产某述标平台全面整合述标内容并发布离线述标文件的方法, 解决述标过程中的多类型模型集成、多源数据资源整合、述标内容和方案整合、方案可视化和交互式汇报等问题, 最终实现了结合 BIM 模型完成全部的述标工作。结论是国产化述标平台在水运工程 BIM 述标及交互式汇报中优势明显, 可以满足当前阶段 BIM 述标的要求, 该研究将为水运工程类似投标中的 BIM 述标提供借鉴和参考。

**关键词:** BIM 述标; 交互式汇报; 方案可视化; 水运工程

中图分类号: U65

文献标志码:

文章编号: 1002-4972(2024)03-0153-06

## Application of interactive BIM presentation in water transportation engineering bidding

QIAN Yuanming, YANG Biao, CHEN Liangzhi, WANG Hao

(CCCC-Fourth Harbor Design Institute Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

**Abstract:** Regarding the BIM bidding problem in the bidding process of water transportation engineering, a bidding requirement analysis, tool selection, and scheme visualization process research are conducted. Based on the BIM bidding process of a water transportation project, a domestic bidding platform is used to comprehensively integrate the bidding content and publish offline bidding documents. This solves the problems of integrating multiple types of models, integrating multiple source data resources, integrating bidding content and solutions, visualizing solutions, and interactive reporting during the bidding process. Finally, the BIM model is used to complete all bidding work. The conclusion is that the domestically produced bidding platform has obvious advantages in BIM bidding and interactive reporting of water transportation engineering, and can meet the requirements of BIM bidding at the current stage. This study will provide reference and guidance for BIM bidding in similar bidding of water transportation engineering.

**Keywords:** BIM bidding presentation; interactive presentation; scheme visualization; water transportation engineering

BIM 技术 (building information modeling) 是一种数字化的工程设计、建造和管理方法, 基于建筑信息模型整合工程项目的各方面, 并支持项目参与者之间的协作和信息共享, 因此在工程项目建设中发挥越来越重要的作用<sup>[1]</sup>。当前随着网络和信息技术的发展, 电子招投标因其节约时间、经济成本以及过程追踪透明等优点, 已经逐渐成

为重要的招投标方式<sup>[2]</sup>。在电子招投标的背景下, 要求投标过程中直接采用 BIM 技术进行述标也将成为趋势, 如《关于加快推进招标投标全流程电子化工作的通知》(粤发改法规函[2022]1484号)明确要求广东省完善并实施电子招标投标制度规则; 自 2021 年 11 月被列为首批国家营商环境创新试点城市以来, 深圳市建设工程招投标环节率先要

收稿日期: 2023-07-11

作者简介: 钱原铭 (1986—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事港口航道及近海工程的数字化研究、设计和管理等工作。

求投标过程中，基于 BIM 模型直接进行述标打分，并最终决定是否予以授标。

水运工程属于传统的基础设施，通常的述标工具为 PPT，采用 BIM 模型截图或渲染视频、文字及图表等内容描述投标方案，但是近年来广东省部分水运工程招标要求中直接否定了该做法，明确出不接受除直接采用 BIM 模型进行方案汇报外的其他述标方式。虽然水运工程 BIM 技术近几年发展较快，可以部分解决正向设计、模型出图算量、碰撞检测、渲染漫游等技术问题，但是直接基于 BIM 模型的述标还有待进一步突破。本文将分析水运工程 BIM 述标的技术需求，结合实际项目从工具比选和方案可视化流程探索方面，研究交互式 BIM 述标在水运工程投标中的应用。

## 1 BIM 述标需求分析

BIM 述标与之前的 PPT、动画述标有本质区别，根据实际投标项目的要求，投标人除提供完整的 BIM 模型方案外，还需要考虑项目周围真实的空间地理环境信息、招标内容、技术方案比选、进度计划、报价清单、保障措施等非 BIM 模型信息的融合展示与交互式汇报<sup>[3]</sup>。因此，优秀的 BIM 述标系统需要满足多类型模型整合、模型轻量化、支持多媒体、交互式表现、操作便利性的技术要求。

### 1.1 多类型模型整合

水运工程项目投标通常包括多个专业领域，如总图、结构、水文、机电、给排水、化工等，涉及的 BIM 软件也是各种各样，由此产生的模型和文件格式差别很大，如空间地理信息的 DEM/DOM 文件以及 RVT、NWD、CAD、IFC、FBX、OBJ 等格式的 BIM 模型，可能来自于不同的设计团队、分包商或项目阶段<sup>[4-6]</sup>，因此 BIM 述标平台需要支持多种格式和专业的 BIM 模型整合与集成，无缝整合这些模型并确保它们在统一的环境中协同工作是 BIM 述标平台的基本能力。此外，平台或软件还应提供可视化的模型管理功能，方便述标人查看、选择和切换不同的 BIM 模型。

### 1.2 模型轻量化

确保述标工具良好的性能和稳定性，能够处理大型 BIM 模型并提供流畅的展示体验，是 BIM 述标平台另一个重要指标。为了提高展示平台的性能和响应速度，BIM 模型需进行轻量化处理。平台应具备自动或手动优化模型的功能，降低模型的复杂性，精简数据量，同时保持关键信息的完整性，有助于确保平台在加载和浏览模型时的高效性和流畅性。亦是评标人对 BIM 述标过程整体表现的重要评分因素。因此，一个理想的 BIM 述标平台应该支持模型的轻量化处理，通过优化和压缩模型数据，提高加载速度和性能，确保述标人流畅的汇报。

### 1.3 支持多媒体

由于招标要求基于 BIM 模型述标，不接受 PPT，因此在有限的时间内，如何将方案比选描述、进度计划、报价清单等文本信息，以及项目实地踏勘的图像、视频、声音等多媒体元素在述标过程中进行集成和展示，也是 BIM 述标平台的重要考量因素。除了方案模型可视化展示外，述标平台需要支持多媒体内容与 BIM 模型的展示和交互，例如在模型区域外标注文字、图标或符号。随着述标工作的进度动态显示项目相关的文本信息，甚至嵌入图像、视频或文档等，基于 BIM 模型在平台中完整、详实、全面地描述投标方案，为项目中标赢得先机。

### 1.4 交互式表现

投标方案汇报是解读方案的过程，针对不同的汇报内容，表达的方式也各不相同，如项目的建设意义及与周边构筑物的关系等需要宏观层面表达，项目的设计方案则需要各种详尽的视图模式，如平面图、立面图、剖面图、全景视图等依托 BIM 成果全面汇报，不同方案的优缺点对比、造价工期对比等则需要结合 BIM 方案，通过各种表格、图形和图文的方式展示。因此，BIM 述标平台需要有丰富多样的表现形式、动静结合的叙事方法以及图文并茂的展示技术，根据需要选择合适的表现方式，以便更好地展示和传达投标方

案的各种信息。

### 1.5 操作便利性

BIM 述标要求在规定的时间内完成方案汇报,因此要求述标平台应具备简洁、直观的用户界面和便捷的操作方式,以方便用户快速上手和操作。另外,方案汇报中的不同章节,以及同一章节中不同内容间的切换需顺畅简单,BIM 模型的操控要容易上手,如通过直观的鼠标交互方式实现视角的切换、缩放、旋转等操作;提供易于理解的导航工具和视图控制选项;支持快速搜索和定位模型中的特定元素等,降低述标汇报中卡顿的风险,提高述标的质量<sup>[7]</sup>。

## 2 述标工具比选

### 2.1 常用 BIM 可视化展示工具比选

根据分析得到的 BIM 述标技术需求,比选出合适的述标工具对于投标方案的展示具有决定性作用。目前可选的常用 BIM 可视化展示工具软件主要有:Autodesk Revit、Navisworks、Unreal Engine、广联达 BIM5D 等,其中,Autodesk Revit 具有强大

的建模和可视化功能,支持创建、编辑和展示三维 BIM 模型,并提供丰富的可视化选项和效果,还可以与其他 Autodesk 软件(如 Navisworks 和 3ds Max)集成,进一步拓展可视化和展示功能;Navisworks 是一款专注于协同和可视化的 BIM 工具,可以整合多类型 BIM 模型,并提供强大的协同和碰撞检测功能,支持多种可视化选项,包括静态视图、动态漫游、剖面查看等,同时还支持添加标注和注释,进行模型比较和分析;Unreal Engine 是一款流行的实时渲染和交互式展示引擎,也广泛应用于游戏开发和虚拟现实(VR)领域,它具有出色的图形质量和效果,并支持导入 BIM 模型进行可视化展示,提供了丰富的渲染、动画和物理模拟工具,可以创建高度逼真的 BIM 展示效果;广联达 BIM5D 是国产化软件系统,聚焦基于 BIM 模型的设计、生产、商务等项目核心业务,具有较好的模型整合能力。

从多类型模型整合、模型轻量化、支持多媒体、交互式表现、操作便利性 5 个方面进行 BIM 述标工具比选,见表 1。

表 1 BIM 述标工具比选

软件/平台名称	多类型模型整合	模型轻量化	支持多媒体	交互式表现	操作便利性	综合表现
Autodesk Revit	具备能力,但是支持的模型种类有限	不具备	不支持	一般	一般	不具备单一软件完成 BIM 述标的能力
Navisworks	模型整合能力强	具备	通过链接实现	一般	一般	不具备单一软件完成 BIM 述标的能力
Unreal Engine	模型整合能力强	具备	具备	需要二次开发	需要二次开发	需要二次开发
广联达 BIM5D	模型整合能力强	具备	具备	一般	一般	不具备单一软件完成 BIM 述标的能力

综上,目前可选的常用 BIM 可视化展示工具软件 Autodesk Revit、Navisworks、广联达 BIM5D,尚不能满足单一软件完成 BIM 述标的能力,Unreal Engine 交互式展示引擎虽然展示效果强大、模型兼容性好,但是要实现 BIM 述标,需要针对特定的投标项目模型开展大量的二次开发工作,且方案修改不便,不适应高强度投标过程中的方案频繁变动及述标方案高频率更新。因此有必要寻找更为合适的具备单一软件完成 BIM 述标能力的软件平台。

### 2.2 国产某述标平台

国产某述标平台是一款主要服务于基础设施行业方案汇报的国产化系统,设计初衷是为了弥补国内基础设施领域多专业综合设计数据的可视化问题以及多源数据的集成问题。在经过大量测试与评估后,认为该系统具备水运工程项目述标中的多类型模型整合、模型轻量化、支持多媒体、交互式表现、操作便利性特点,可以在投标项目中进行述标方案的制作。

### 3 案例应用

#### 3.1 项目概况

国内某防波堤工程勘察设计招标项目(图 1), 拟建防波堤总长约 5 080 m, 其中东防波堤长约 2 640 m, 西防波堤长约 2 440 m。招标内容包括开展工程可行性研究报告、初步设计(含初步设计概算)、施工图设计(含施工图预算)、全过程 BIM

设计成果、试运行期维护工程设计, 以及相关的技术支持和服务工作, 施工时提供现场技术支持、设计变更等, 并保证变更设计满足施工进度要求; 负责报审设计必须的技术文件及相关工作。对于技术标要求结合 BIM 模型进行述标, 时间不超过 15 min, 未使用 BIM 模型述标的视为弃标。

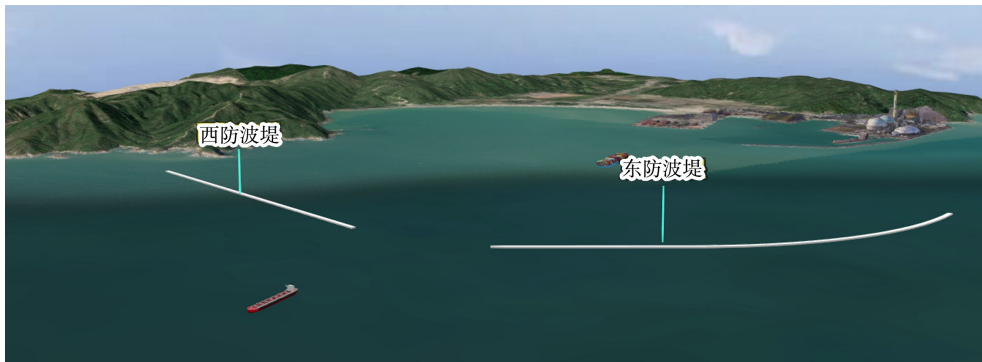


图 1 某项目工程平面

#### 3.2 述标文件制作

##### 3.2.1 多类型模型整合

投标方案的 BIM 模型包含: 现状场地高保真的三维实景模型、海床扫测模型、三维地质模型、

结构设计模型以及附属模型, 模型作用和特点以及文件格式见表 2。通过轻量化模型转化、坐标变换等处理, 在述标平台中整合多类型 BIM 模型, 形成完整的述标 BIM 模型方案, 见图 2。

表 2 投标 BIM 模型描述

模型名称	模型作用及特点	文件格式
三维实景模型	1) 三维模型是根据倾斜影像匹配确定体块构模而成, 效果逼真、要素全面, 而且具有高测量精度, 是现实世界的真实还原; 2) 高精度的三维实景模型, 分级加载的情况下, 占用的存储和显示空间很大	*. osgb 等
海床扫测模型	1) 海床扫测数据用于构建高精度海床模型, 是设计和计算海工模型的基础, 一般由多波束测深等技术实现; 2) 扫测的海床面数据点云, 经三角网格处理后得到海床面模型	*. dwg 等
三维地质模型	1) 三维地质模型可直观地展示工程建设场地不良地质条件, 基于模型进行地基基础方案对比分析, 合理选择相关岩土工程参数和数值分析模型, 提高岩土工程设计的可靠性; 2) 地质模型包含的基础数据量大、专业性强, 需要专门处理工具形成模型文件, 通常文件数据量大、模型复杂	*. rvt 等
结构设计模型	1) 结构设计模型用于各专业三维设计模型, 并由此生成二维设计图配合二维绘图标识, 局部借助三维透视图和轴测图, 进而完成设计任务; 该工作专业性强, 专业间协同配合密切, 是投标及生产设计中的主要工作; 2) 结构设计模型涵盖专业多, 细节丰富, 模型体量大, 文件大	*. rvt、*. dwg 等
机电等附属模型	1) 机电设备等附属模型一般为产品或成熟的结构件, 通过配置方式进一步完善主体模型功能; 2) 机电设备等附属模型精细度差别较大, 模型数量大, 显示细节多, 累计文件数据较大	*. rvt、*. dwg 等

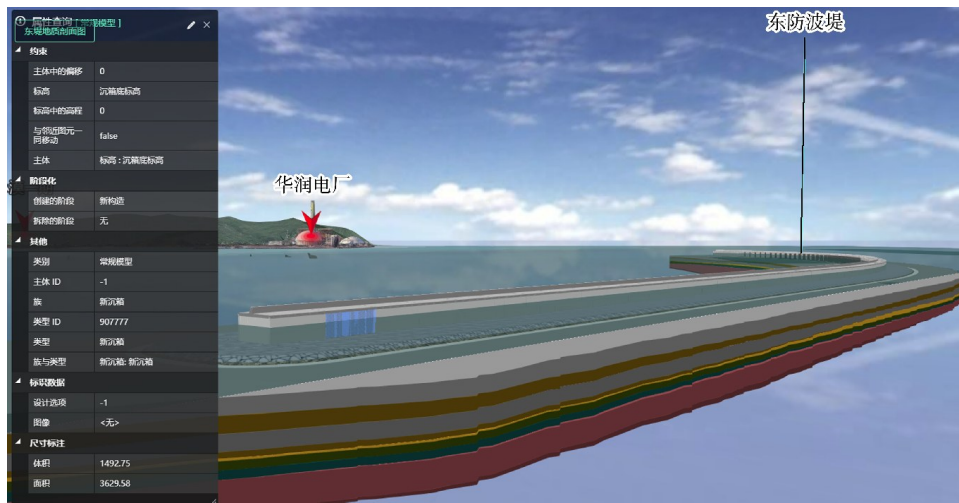


图 2 述标文件 BIM 模型整合

### 3.2.2 多源数据资源整合

为了更好地描述投标方案, 除 BIM 模型外, 还需要诸如漫游视频、渲染图片、实地踏勘影像资料、方案对比表格、经济性描述的文本等多源

数据资源的整合。在述标平台中采用数据格式转换、预处理、上传至云服务器、整合、数据源链接可视化以及持续优化等步骤, 实现多源数据资源整合, 丰富述标方案的完整性, 见图 3。

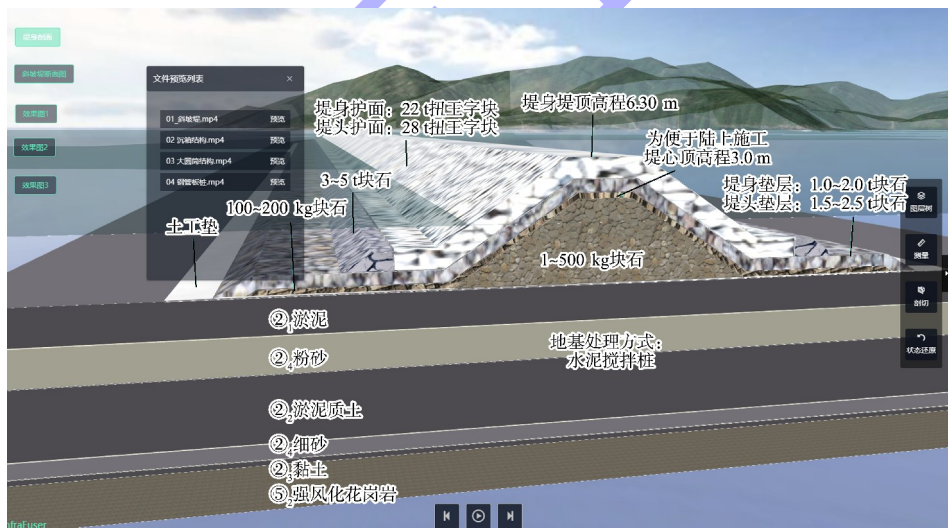


图 3 述标文件多源数据资源整合

### 3.2.3 述标方案整合

基于投标技术方案中完整的 BIM 模型, 叠加整合实地踏勘影像资料、渲染影像资料、经济性描述的文本等多源数据, 按照建设项目背景、建设必要性、自然条件、总平面布置、水工结构、施工

工期、工程估算、问题和建议的整体述标思路进行资料重组, 形成完整的基于 BIM 模型的可交互式述标方案, 见图 4。随着投标进程的推进, 技术方案、BIM 模型以及述标方案都在迭代, 述标文件的升级重复上述迭代过程, 形成最终的述标文件。

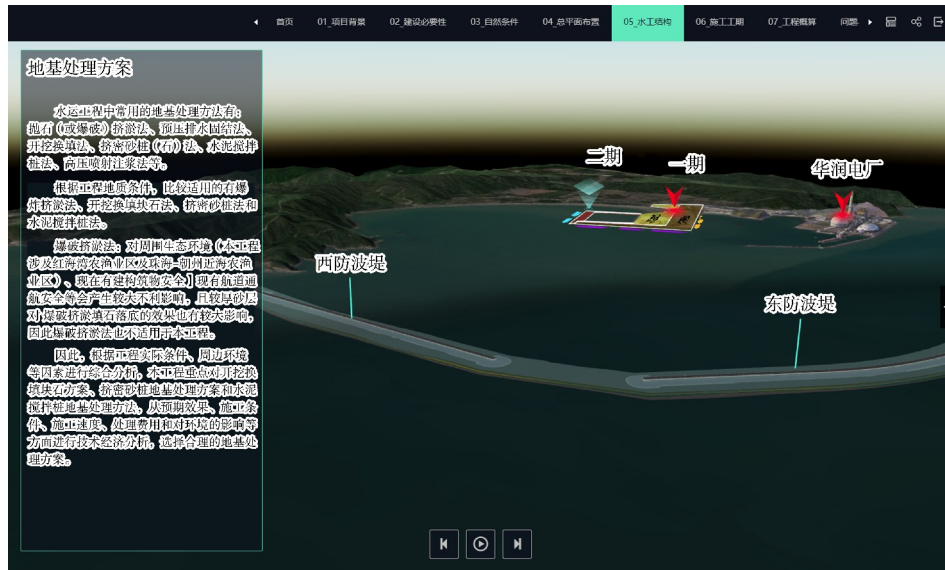


图4 述标文件多源数据资源整合

### 3.3 述标汇报

为了保障在时长限制、异地网络等条件下述标过程的连续性、完整性和流畅性，直接从述标平台中生成离线述标文件包，支持单台离线计算机完成方案的汇报，最后由项目负责人在 15 min 内，结合 BIM 模型完成完整的技术标述标，效果良好。

### 4 结论

1) 当前直接采用 BIM 模型进行述标已经慢慢成为趋势，选择或开发具备多模型整合、模型轻量化、支持多媒体、表现形式丰富和操作简便等特点的述标工具，满足用户对 BIM 模型展示的各种需求，帮助用户更好地理解、交流和决策项目，对于未来工程项目具有现实意义。

2) 水运工程投标过程中考虑的因素众多，如何在限时条件下更好地结合 BIM 模型表达设计思路和工程汇报，交互式表达投标过程中考虑的各个难点、重点以及解决思路等内容，需要进一步思考和完善。

3) 结合实际项目，研究投标过程中的 BIM 述

标工具选择、多源数据融合下的述标方案整合等问题和解决方法，以期为行业内类似项目提供借鉴和参考。

### 参考文献：

- [1] 任超, 李湛. BIM 技术在水利工程投标阶段的应用[J]. 建筑技术开发, 2023, 50(5): 108-110.
- [2] 赵欣洁, 袁丽, 李媛. BIM 在招投标中的应用现状及采纳意愿研究[J]. 科技创业月刊, 2023, 36(4): 30-33.
- [3] 田国锋, 赵军, 吴佳丽. BIM 技术在工程招投标阶段的应用研究[J]. 科技资讯, 2022, 20(12): 61-64.
- [4] 李家华, 杨彪, 许鸿贯, 等. BIM 技术在自动化集装箱码头设计中的应用[J]. 水运工程, 2022(10): 217-222.
- [5] 袁占全, 曾威, 郑松, 等. 航道整治工程 BIM+GIS 三维交互汇报系统设计与应用[J]. 水运工程, 2022(11): 184-190.
- [6] 陈良志, 杨艺平, 吴邵强. BIM 技术在缅甸引航站项目中的应用研究[J]. 土木工程信息技术, 2019, 11(1): 19-25.
- [7] 陈哲淮, 陈良志, 钱原铭. BIM 和 VDC 技术在港口工程 EPC 项目投标中的应用[J]. 中国港湾建设, 2018, 38(11): 79-82.

(本文编辑 赵娟)