

· 数字化发展 ·



# 基于 BIM 的集装箱港区 数字化交付平台建设与应用\*

尹 硕, 陆晶晶, 徐 鑫

(中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032)

**摘要:** 在大型集装箱港区建设涉及专业多、综合性强的背景下, 针对建筑信息模型(BIM)遇到的数据交换困难、模型利用率低、交互效率低等问题, 进行具有行业适用性、广泛适配性的数字化交付解决方法研究。采用图形渲染、数模分离和云平台等技术, 创新性地提出并构建一套适用于集装箱港区的 BIM 数字化交付平台, 实现了基于平台的二三维设计成果一体化交付、轻量化模型便捷查询与基于模型的设计问题沟通与协同, 并结合项目实际需求开展功能与技术应用实践。该平台不仅具备行业特性, 还展现出高度的适用性、可扩展性和可推广性, 为 BIM 技术在水运工程领域的深度应用提供了全新解决方案。

**关键词:** BIM; 数字化交付; 平台建设

中图分类号: U653.7; TP319

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2025)03-0196-09

## Construction and application of digital delivery platform for container port areas based on BIM

YIN Shuo, LU Jingjing, XU Xin

(CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China)

**Abstract:** In the context of large-scale container port construction, which involves multiple specialties and strong comprehensiveness, we research digital delivery solutions that are industry-applicable and widely adaptable to address issues encountered in building information modeling(BIM) delivery such as data exchange difficulties, low model utilization, and inefficient interaction. By employing technologies like graphic rendering, separation of graphics and models, and cloud platforms, we innovatively propose and construct a BIM digital delivery platform tailored for container port areas in water transport engineering, which enables integrated delivery of two-dimensional and three-dimensional design results, convenient querying of lightweight models, and communication and collaboration on design issues on the basis of the model. Then we also incorporate practical applications of functions and technologies according to project requirements. Not only does this platform possess industry-specific characteristics, but it also demonstrates high applicability, scalability, and promotability, providing a novel solution for the in-depth application of BIM technology in the field of water transport engineering.

**Keywords:** BIM; digital delivery; platform construction

近年来, 建筑信息模型(BIM)技术在水运工程领域的应用愈发广泛, 应用深度也有了质的飞跃<sup>[1]</sup>, 尤其是在大型集装箱港区这类综合性强、

涉及专业广的项目中更能发挥 BIM 技术的优势<sup>[2]</sup>。BIM 可提供构件大小、位置、材质等信息形成构件的互动性和反馈性, 并可在碰撞协调、模拟施

收稿日期: 2024-09-27

\*基金项目: 国家重点研发计划项目(2023YFB2604200)

作者简介: 尹硕(1993—), 男, 硕士, 工程师, 从事港口工程数字化技术研究及应用。

工、成本控制与进度控制等方面深入应用<sup>[3]</sup>, 进而发挥其在设计施工信息整合、降低生命周期成本、提升施工质量等方面的价值。可以说 BIM 技术的出现, 为解决建设全过程数据信息的高效集成和共享提供了基础<sup>[4]</sup>。

而在日常实践中, BIM 技术的应用通常会遇到数据交换困难、交互效率低下、数据丢失和数据孤岛等问题<sup>[5]</sup>, 严重制约 BIM 技术发挥其应有价值。为实现基于 BIM 的高质量建设管理协同, 一套具有行业适用性、广泛适配性的数字化协同交付解决方案成为更多项目的必然诉求<sup>[6]</sup>。基于云技术的数字化交付平台可以高效整合 BIM 模型, 打通各业务系统数据流<sup>[7]</sup>, 通过数据流转实现全流程应用<sup>[8]</sup>, 为解决 BIM 交付与应用过程中的障碍提供了行之有效的方法。在平台底座的基础上结合行业数字化应用的成熟经验, 有针对性地设计符合项目需要的功能, 有助于实现 BIM 模型全过程的高质量、高效率数字化交付与应用<sup>[9]</sup>。

集装箱港区项目涉及的专业较多, 结构形式

较为复杂, 对各专业的设计协同和交付要求也较高<sup>[10]</sup>, 因此使用通用类 BIM 交付平台往往会受到诸多制约。本文以深圳港盐田港区东作业区集装箱码头工程一期工程为背景, 结合水运工程通用业务场景和项目需求, 研究基于 BIM 的集装箱港区数字化交付平台建设与应用, 以实现面向项目建设期全过程高质量的数字化交付。

## 1 工程概况

本工程位于广东省深圳市盐田区, 毗邻香港, 面朝东南亚, 背靠珠江三角洲地区, 处于粤港澳大湾区核心地带, 是我国社会经济、对外贸易以及海洋运输最发达的地区, 具有发展水运的优良自然条件。本工程设计年吞吐量 300 万 TEU, 建设 3 个 20 万吨级集装箱泊位, 水工结构按照可靠泊 3.2 万 TEU 集装箱船设计, 岸线长度 1 470 m, 后方陆域总面积约 120.11 万 m<sup>2</sup>, 主要布置集装箱堆场、道路、配套设施等, 本工程 BIM 效果图见图 1。



图 1 BIM 效果图

Fig. 1 BIM rendering

## 2 数字化交付平台建设目标

以集装箱港区项目为依托, 针对水运工程、基础设施工程、工业工程等类型项目的业务特点, 搭建具有行业特点、适用性强、可扩展和可推广的数字化交付平台, 实现基于 BIM 的项目全过程全要素交付与协同, 提升项目 BIM 技术应用水平。具体目标如下。

1) 采用先进的引擎与开发技术, 面向大型集装箱港区项目及项目各参与方, 搭建一套图形显示精美、表单流程稳定可靠、业务模块高度可自定义、各方协同充分及时、全周期全要素覆盖的云端项目数字化交付平台。

2) 融合 BIM 技术和新一代信息技术, 提炼总结交付过程的功能需求, 考虑多方用户的使用要

求，解决交付过程中信息传递效率低、沟通障碍多、成果管理难等问题，为各参与方提供 BIM 模型协同与信息共享平台。

3) 集装箱港区模型具有专业数量多、信息量大、编码规则复杂等特点，对模型交付提出了更高的要求，既要满足水运、建筑等相关行业规范的数字化交付规定，又要提高模型轻量化程度，便于建设过程中使用。

### 3 平台建设关键技术

#### 3.1 B/S 与 C/S 混合架构

平台开发使用浏览器/服务器(B/S)与客户端/服务器(C/S)混合的典型异构体系，实现个人计算机(PC)端、网页端、移动端三端协同与数据共享。外部用户不能直接访问数据库服务器，保证企业数据库的相对安全，同时企业内部用户的交互性较强，数据查询和修改的响应速度快。

#### 3.2 微服务

平台采用微服务的架构风格，以专注于单一责任与功能的小型功能区块为基础，利用模块化方式组合出复杂的大型应用程序。每个服务都有各自的处理和轻量通讯机制，可以部署在单个或

多个服务器上，极大方便了开发、测试与运维。

#### 3.3 BIM 模型资源库

基于 WebGL、OpenGL、OpenES 开放式图形库和底层硬件图形渲染技术，以 BIM 轻量化为目标，利用拓扑简化、无损压缩、拓扑引用、几何复用、动态剔除和渲染等技术，围绕减少 BIM 模型轻量化后的大小这一目标，降低图形渲染对内存占用消耗，提升即时渲染效率和展示效果。

#### 3.4 文档资料资源和业务数据资源库

文档数据是用户保存在数据库中的数据，业务数据包括平台中进行个性化功能操作产生的数据，包括用户管理、权限控制等数据。平台使用 MongoDB 数据库进行数据持久化存储，使用 MySQL 数据库以解决部分业务场景问题，使用 GridFS 规范保存文件，使用 RabbitMQ 中间件实现服务间的异步工作通讯。

#### 3.5 符合水运工程规范的工程量统计与构件编码

平台从水运行业规范和项目实际使用需求出发，实现了 BIM 设计成果云端交付时工程量的自动统计，见图 2。同时具备符合水运行业相关信息模型规范要求的构件自动编码功能，见图 3，为集装箱港区工程 BIM 设计成果数字化交付的合规、高效提供了保障。

A	B	C	D	E
名称	编号	预制尺寸(长×宽×高)	数量	特征
预制靠船构件	KG1	2000×(800-1400)×2750	9	无牛腿，有1150H拱型护舷预埋件
预制靠船构件	KG2	1300×(800-1400)×2750	14	双牛腿，有500H拱型护舷预埋件
预制靠船构件	KG2-1	1300×(800-1400)×2750	2	东侧有牛腿，有500H拱型护舷预埋件
预制靠船构件	KG2-2	1300×(800-1400)×2750	2	西侧有牛腿，有500H拱型护舷预埋件
预制水平撑	SPC1	500×500×6000	16	一般水平撑

a) 靠船构件及水平撑

A	B	C	D	E
部位	编号	预制尺寸(长×宽×高)	数量	特征
码头管沟梁	GL1	6530×600×2200	16	一般管沟梁，两侧有管沟底板
码头管沟梁	GL2	6530×600×2200	32	一般管沟梁，两侧有管沟底板
码头管沟梁	GL3	6530×600×2200	16	一般管沟梁，一侧有管沟底板
码头管沟梁	GL4	6530×600×2200	16	一般管沟梁，一侧有管沟底板
码头管沟梁	GL5	6530×600×2200	16	一般管沟梁，两侧有管沟底板
码头后边梁	HBL1	6530×600×2200	16	一般后边梁，海测有管沟底板
码头前边梁	QBL1	5930×600×2200	16	一般前边梁，岸测有管沟底板
码头纵梁	ZL1	6530×600×1800	64	一般纵梁

b) 梁

图 2 基于水运工程规范的模型构件工程量统计界面

Fig. 2 Interface of quantity statistics for model components based on norms of water transport engineering

A	B	C	D	E	F	G	H	I
族	注释	标记	桩顶高程	桩长	排架	纵梁	平面扭角	垂直斜度
φ1000PHC桩	PHCZ	SHY-MS-MT-PHC-1#-A	2.38 m	58	1	A	0.00°	0
φ1000PHC桩	PHCZ	SHY-MS-MT-PHC-1#-B	2.38 m	58	1	B	0.00°	0
φ1000PHC桩	PHCZ	SHY-MS-MT-PHC-1#-C	2.38 m	58	1	C	0.00°	0
φ1000PHC桩	PHCZ	SHY-MS-MT-PHC-1#-D	2.38 m	58	1	D	0.00°	0
φ1000PHC桩	PHCZ	SHY-MS-MT-PHC-1#-E	2.38 m	58	1	E	0.00°	0
φ1000PHC桩	PHCZ	SHY-MS-MT-PHC-1#-F	2.38 m	58	1	F	0.00°	0
φ1000PHC桩	PHCZ	SHY-MS-MT-PHC-1#-G	2.38 m	58	1	G	0.00°	0
φ1000PHC桩	PHCZ	SHY-MS-MT-PHC-1#-H	2.38 m	58	1	H	0.00°	0
φ1000PHC桩	PHCZ	SHY-MS-MT-PHC-1#-I	2.38 m	58	1	I	0.00°	0
φ1000PHC桩	PHCZ	SHY-MS-MT-PHC-1#-J	2.38 m	58	1	J	0.00°	0
φ 800PHC桩	PHCZ	SHY-MS-MT-PHC-1#-K	5.08 m	56	1	K	0.00°	0
φ 800PHC桩	PHCZ	SHY-MS-MT-PHC-1#-K	5.08 m	56	1	K	0.00°	0

图3 模型构件编码界面

Fig. 3 Interface of encoding model components

## 4 平台建设内容

### 4.1 基础框架

平台采用 C/S 和 B/S 混合架构, 整体应用系统架构设计分为基础资源层、应用数据层、支撑服务层、应用管理层、展示访问层、用户层等 6 个基础层级, 见图 4。通过有效的层级结构划分可以全面展现整体应用系统的设计思路<sup>[11]</sup>。

1) 基础层。包含网络系统的建设、存储设备建设等, 平台采用微服务分布式架构, 为方便项目使用选择部署在多节点云服务器环境中。全面的基础设置搭建, 为整体应用系统的建设提供良好支撑。

2) 应用数据层。应用数据层是项目整体数据资源的保障, 平台对数据进行了有效的分类, 具体包括基础数据、模型资源库、文档资料资源库、

业务数据资源库, 图片资源库等。通过对资源库的有效分类, 建立完善的数据管理规范, 从而更加合理有效地实现资源的共享机制。

3) 支撑服务层。主要负责一些基础服务, 辅助服务, 消息队列等, 平台采用 Eureka 程序作为服务注册中心, 权限账户服务提供用户登录验证和项目权限, 基础服务提供二维码生成、文件上传接口、图片下载等, 消息队列采用 rabbitmq 为消息队列中间件, 负责服务之间的消息传递。

4) 应用管理层。平台分成了项目总览、BIM 模型、问题管理、资料管理、进度管理、使用权限管理等应用体系, 通过应用支撑层相关整合机制的建立, 软件实现应用管理层相关应用系统的有效整合, 通过统一化的管理体系, 全面提升平台应用管理效率, 提升服务质量。



图4 平台系统架构

Fig. 4 Platform system architecture

## 4.2 功能设计

### 4.2.1 项目总览

项目总览功能立足于项目展示需要，将 BIM 模型、视频、效果图、全景图片、项目问题、资

料等数字化成果集成展示于项目看板上，形成项目对外交付的门面，见图 5。同时也方便建设方对项目的通盘掌握，利用可视化的手段为项目决策提供帮助。



图 5 项目总览界面

Fig. 5 Project overview interface

### 4.2.2 BIM 模型管理

BIM 模型管理功能立足于解决 BIM 交付和使用困难的问题，实现模型的轻量化，支持使用移动设备随时随地便捷化打开、操作模型，全专业轻量化 BIM 界面见图 6。该功能实现了模型放大

缩小、旋转、剖切查看、漫游等功能，提供基于设计 BIM 和视口的问题发起和协同，满足基于二维码的模型分享和构件信息查询，为后期形成项目数字化资产创造了条件。

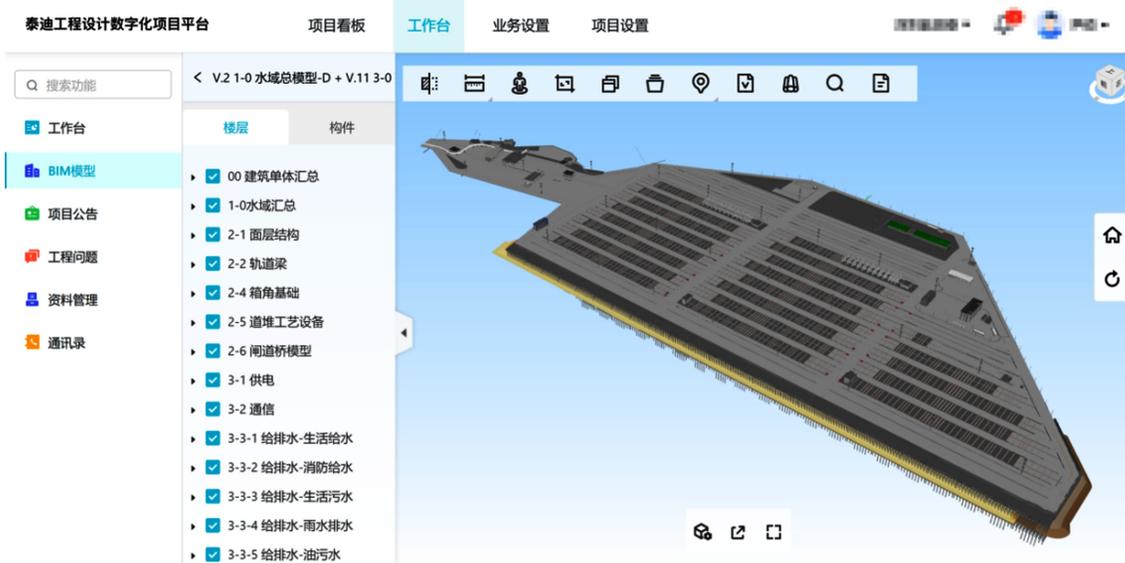


图 6 轻量化 BIM 界面

Fig. 6 Lightweight BIM interface

### 4.2.3 问题管理

问题管理功能提供了基于模型的问题发起、沟通、协同、处理全流程管理,让项目沟通更加便捷,模型问题反映更加直观。问题处理过程可随时记录,问题可追溯,可统计分析,问题与 BIM 构件双向关联,通过模型构件可查看相关问题处理过程,通过问题记录可在 BIM 中定位到对

应部位。针对问题展开讨论,问题解决后,可形成闭环,以供后期查看、归档。

### 4.2.4 资料管理

资料管理功能支持了各种格式的设计文件上传、下载以及在线浏览等功能,还支持文件归档汇总、模糊关键词检索等功能(图 7),实现了全部设计资料的平台交付。



图 7 文档资料归档管理界面

Fig. 7 Document and data archiving management interface

### 4.2.5 使用权限管理

使用权限管理功能通过对不同人员的权限分组,设定项目权限,区分人员业务范围及使用权

限(图 8),可保证敏感信息不泄露、关键资料不外传,完善了对项目人员使用软件的规范化管理。

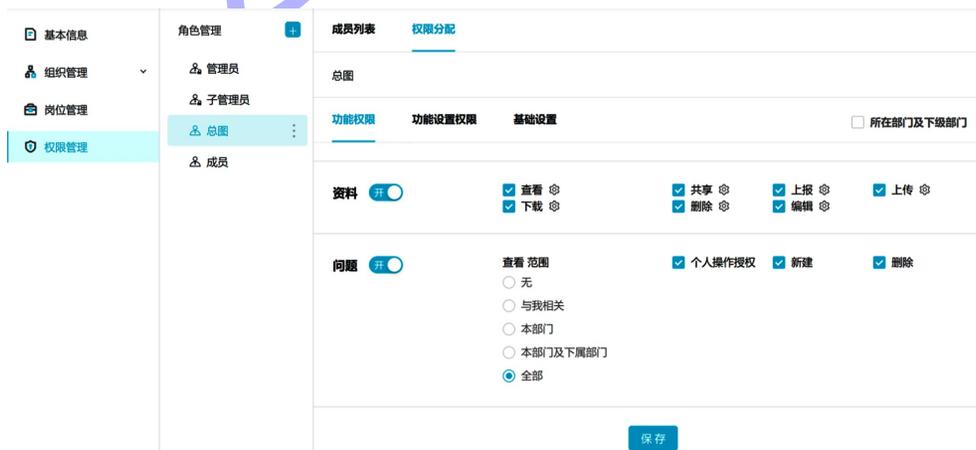


图 8 自定义权限管理界面

Fig. 8 Custom permission management interface

### 5 平台应用

#### 5.1 BIM 成果交付

本工程在设计阶段制作了大量的 BIM 文件，覆盖工程全专业，模型格式包含 .rvt 和 .nwc 等常用 BIM 软件格式，文件总容量超 4.6 GB。通过平

台对模型进行轻量化处理，上传平台后的文件总容量小于 2.5 GB，道堆专业模型总构件数达上万个，原文件达 300 MB，经过轻量化处理后的模型文件为 89 MB，见图 9。经过轻量化处理后的模型实现了基于平台的交付与管理，提高模型利用率。



图 9 轻量化 BIM 管理界面  
Fig. 9 Lightweight BIM management interface

在平台 BIM 管理功能中，可以支持各端口(网页端、PC 客户端、手机移动端)的轻量化模型浏览，一键分享到微信等平台，使 BIM 的使用更加便捷化。上传平台的各类型、各专业模型按照规则汇总在模型列表中，可以进行模型整合等操作。

以港区前沿办公楼模型为例，平台自动对模型构件进行分类，可按需求分楼层、分专业进行模型显示/隐藏，且模型是无损轻量化，可随时获取构件属性信息，见图 10。

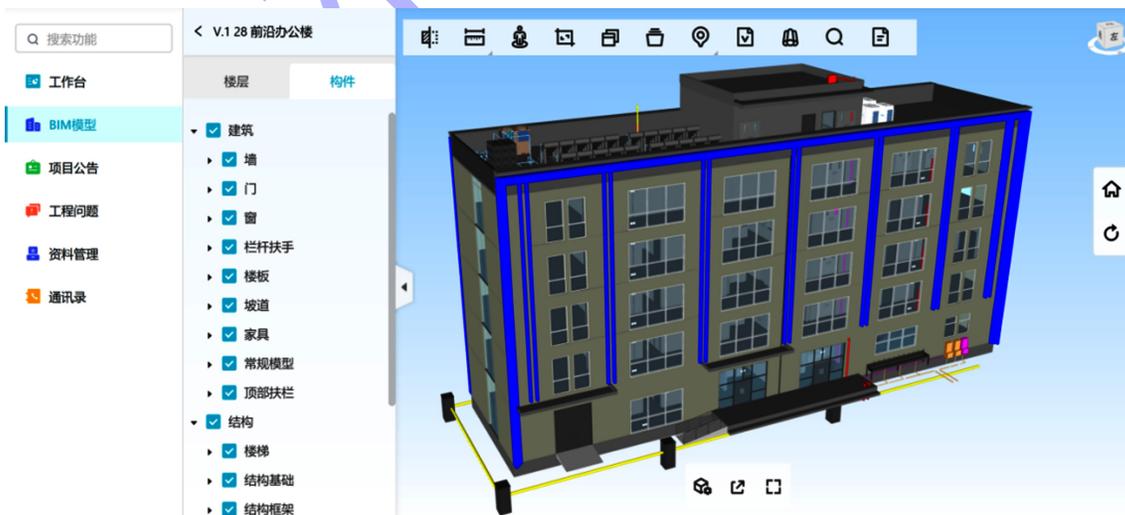


图 10 办公楼模型及构件类型分类界面  
Fig. 10 Office building model and component types classification interface

### 5.2 设计参数查询

平台采用数模分离的方式将设计模型中的结构与非结构数据处理整合, 无损保留, 平台各使用方可以在查看模型的同时快速查询相关设计参数, 实现基于三维模型的设计成果查看与数据查询。以道堆专业模型中箱角基础模型为例(图 11),

设计模型中箱角基础类型繁多, 形状相似但尺寸参数略有不同, 排布顺序无规律, 通过图纸查找设计参数过程较为繁琐。通过借助平台, 在模型中点选需要查询的箱角基础, 可以快速返回基础形式和相关设计参数, 方便快捷。

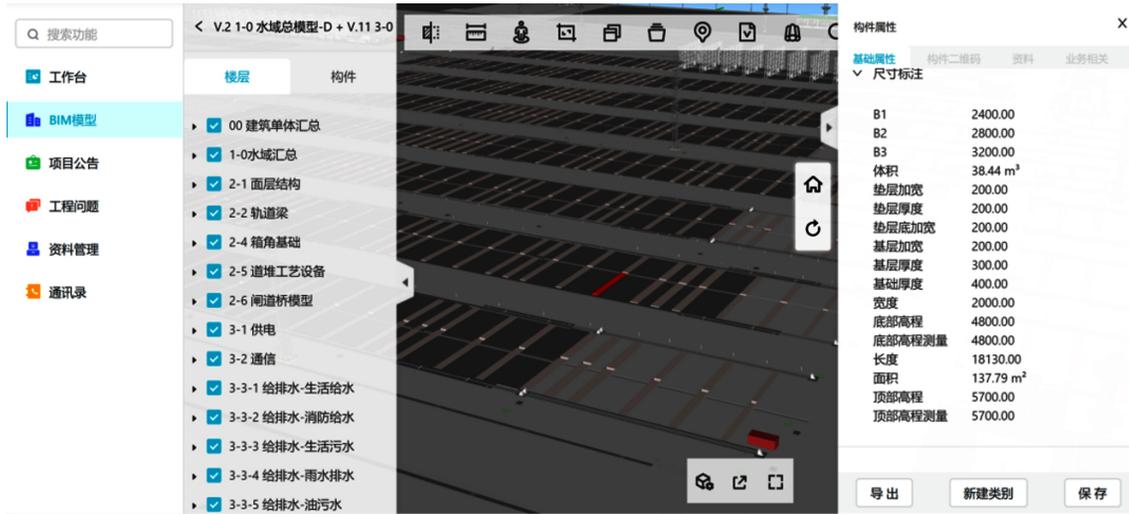


图 11 基于平台的设计模型属性参数查询界面

Fig. 11 Attribute parameters query interface of design model based on platform

### 5.3 设计问题沟通

本工程利用平台为媒介, 实现了基于 BIM 模型的设计问题沟通与反馈。以码头水工结构模型为例, 模型通过平台发布后, 建设方通过账号访问, 直接与设计人员针对问题模型进行沟通。需

要交流的问题均可由平台一键发布, 无需通过其他社交软件创建群组通知, 发布的问题可以自动留存, 也可以指定问题责任人, 每日登录系统均会提醒限期处理, 见图 12。

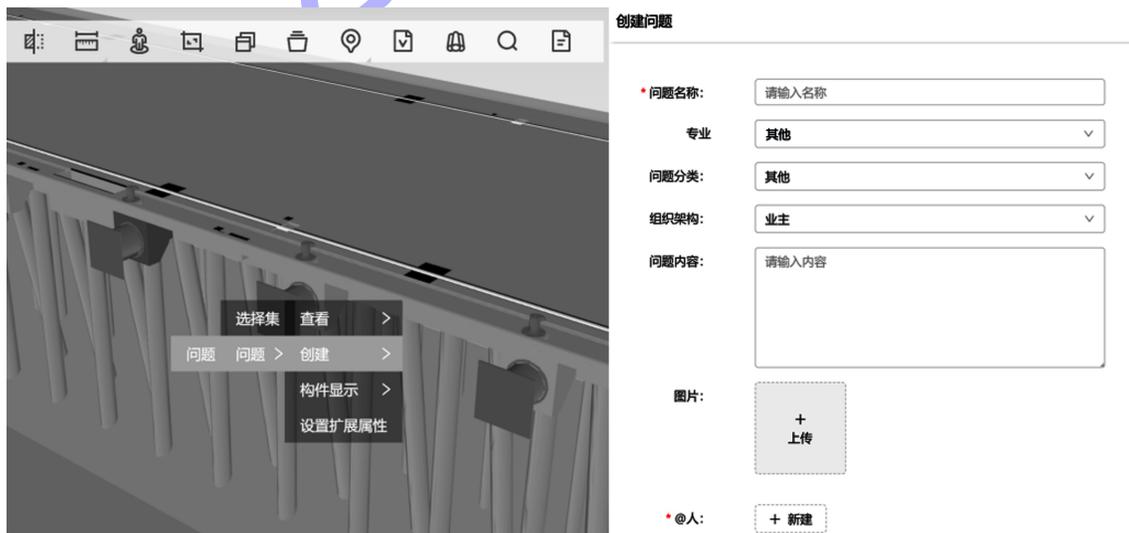


图 12 基于模型构件的问题管理界面

Fig. 12 Problem management interface based on model components

## 5.4 文件资料归档

在项目进程中,与设计部门对接通常会产生一些资料不全、图纸不是最新版本等问题。资料管理模块规范了设计部门提供资料的规范性和时效性,对于每一版本上传的资料均有记录,并明确上传人员,节省了沟通、对接的时间。

上传的资料可以使用二维码进行分享,还可以设置文件的下载权限,以及分享有效期限。支持常规文档格式的文件在线预览,也可查看当前版本以及历史版本。

## 6 结语

1) 基于 BIM 的集装箱港区数字化交付平台达成了 BIM 设计成果的轻量化传递的目标,实现了二维、三维设计成果数字化交付,有效地支撑了项目建设期内 BIM 数字化技术的应用。

2) 平台满足集装箱港区设计交付阶段各参建方的应用需求,为 BIM 成果在各方之间的传递提供极大的便利,实现了设计成果的高效率、高质量交付。

3) 平台充分响应了国家工程建设行业“信息化”和“数字化”的两大重点发展战略,通过 BIM 数字化平台技术在集装箱港区的应用试点,弥补了建设条件的局限,提高 BIM 模型在设计、施工阶段的利用率,可推广至其他类型水运工程项目应用。

4) 通过在实际项目中的应用实践证明,数字化交付平台可以有效提高 BIM 技术在工程建设过程中应用的深度和广度,推进水运工程建设领域全生命周期数字化技术应用的落地,促进建设、设计与施工相关企业的数字化转型,具有良好的社会效益。

### 参考文献:

[1] 葛秀欣,贡金鹏,韦彬,等. 数字化助力企业转型升级智能化赋能产业高质量发展[J]. 中国勘察设计, 2024(5): 24-29.  
GE X X, GONG J P, WEI B, et al. Digitalization accelerates corporate transformation and upgrades, while intelligent empowerment drives high-quality industry

development[J]. China engineering consulting, 2024(5): 24-29.

[2] 陆晶晶,徐俊,刘社豪,等. BIM 技术在大型集装箱码头工程设计中的应用[J]. 水运工程, 2018(6): 36-39, 45.  
LU J J, XU J, LIU S H, et al. Application of BIM in large container terminal design [J]. Port & waterway engineering, 2018(6): 36-39, 45.

[3] 甄建. 武汉地铁全生命周期 BIM 数字化平台建设与应用[J]. 现代信息技术, 2024, 8(10): 149-155.  
ZHEN J. Construction and application of Wuhan metro full life cycle BIM digital platform [J]. Modern information technology, 2024, 8(10): 149-155.

[4] 周海龙,王一鑫. 数字孪生供水工程建设期管理平台设计与实现[J]. 水利技术监督, 2024(8): 26-29, 36.  
ZHOU H L, WANG Y X. Design and implementation of a digital twin-based management platform for water supply project construction [J]. Technical supervision in water resources, 2024(8): 26-29, 36.

[5] 董宏伟. 基于 Web 与 BIM 技术的数字化竣工交付平台设计[J]. 信息与电脑(理论版), 2024, 36(2): 83-85.  
DONG H W. Design of digital completion delivery platform based on Web and BIM technology [J]. Information & computer (theoretical edition), 2024, 36(2): 83-85.

[6] 皇甫泽华,史亚军,张玉明,等. 大型水库工程建设期管理系统设计与应用[J]. 人民黄河, 2019, 41(2): 111-114, 118.  
HUANGFU Z H, SHI Y J, ZHANG Y M, et al. Design and application of construction management system for large high earth rockfill dams[J]. Yellow River, 2019, 41(2): 111-114, 118.

[7] 陈婷婷,殷峻暹. 基于 BIM 的水务工程全生命周期管理平台研究与设计[J]. 水利信息化, 2022(6): 20-25, 32.  
CHEN T T, YIN J X. Research and design of full life cycle management platform for water engineering based on BIM [J]. Water resources informatization, 2022(6): 20-25, 32.

[8] 李红梅. EPC 建设项目全过程数字化管理技术研究与应用[J]. 建筑施工, 2024, 46(7): 1158-1162.  
LI H M. Research and application of entire process digital management technology for EPC construction project[J]. Building construction, 2024, 46(7): 1158-1162.