

文章编号: 1674—8247(2022)02—0047—06  
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2022.02.009

# BIM 协同设计管理平台研发与应用

王 恰 时   青 舟   杨 喆

(中铁第六勘察设计院集团有限公司, 天津 300308)

**摘 要:**针对数字经济建设、高质量发展要求的现状,为满足企业设计技术升级换代和生产经营的需求,本文基于 WebGL 三维引擎、云计算、微服务架构、开源数据库、云服务等核心技术,结合调查、调研成果,梳理数据格式、数据来源、数据存储、服务模式、研发流程、业务流程、对外服务等体系,组织研发 BIM 协同设计管理平台,实现项目配置、计划管理、成果审批、事务管理等应用,并在长江三角洲都市圈轨道交通项目——南京至马鞍山城际铁路项目中实践应用。结果表明,研发平台具有匹配协同设计业务过程、解决数据交换瓶颈、适应不同行业不同专业应用、模块化开发便于迭代开发与快速部署推广等特点,具有广泛应用的市场价值。

**关键词:**BIM; 协同设计; 平台; WebGL; 数字经济

**中图分类号:**U29-39

**文献标志码:**A

## Development and Application of BIM Collaborative Design Management Platform

WANG Qiashi   QING Zhou   YANG Zhe

(China Railway Liuyuan Group Co., Ltd., Tianjin 300308, China)

**Abstract:** In view of the current situation of digital economy construction and high-quality development requirements, in order to meet the needs of enterprise design technology upgrading and production and operation, this paper sorts out data format, data source, data storage, service mode, R&D process, business process, external service, and other systems based on core technologies such as WebGL 3D engine, cloud computing, micro-service architecture, open-source database, cloud service, and the investigation and research results to organize the research and development of BIM collaborative design management platform which realizes project configuration, plan management, achievement approval, affairs management, and other applications, and is applied in the Nanjing-Maanshan Intercity Railway Project, which is the Yangtze River Delta Metropolitan Area Rail Transit Project. The results show that the R&D platform has the characteristics of matching collaborative design business processes, solving data exchange bottlenecks, adapting to different professional applications in different industries, and modular development facilitating iterative development and rapid deployment and promotion and has a market value of the wide application.

**Key words:** BIM; collaborative design; platform; WebGL; digital economy

当前形势下,加快数字经济建设,推动高质量发展成为新常态,工程设计企业以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革<sup>[1]</sup>,是实现可持续、

高质量发展的关键。同时国有企业是数字化转型的引领者,以中国中铁股份有限公司为例,发布《关于实施数智转型工程的指导意见》,对工程设计企业明确提

收稿日期:2021-10-11

作者简介:王恰时(1981-),男,工程师。

引文格式:王恰时,青舟,杨喆. BIM 协同设计管理平台研发与应用[J]. 高速铁路技术,2022,13(2):47-52.

WANG Qiashi, QING Zhou, YANG Zhe. Development and Application of BIM Collaborative Design Management Platform[J]. High Speed Railway Technology, 2022, 13(2):47-52.

出“推动数字化协同设计”要求,主要包含建立正向设计体系、深化协同设计、开展智能审图与数字化交付等工作。BIM 协同设计平台研发及应用已成为工程设计企业数字化转型的关键。

国内外工程设计企业、工业软件供应商等对 BIM 协同设计管理平台投入大量人力物力进行研发与应用,如 Autodesk 基于 Revit 的链接、工作集、Revit Server、Vault 等的协同设计<sup>[2]</sup>,Dassault 基于 Catia 的 Enovia、3DEXperience 等的协同设计, Bentley 基于 Microstation 的 ProjectWise 协同设计<sup>[3]</sup>,中国建筑科学研究院研发 PKPM-BIM 平台<sup>[4]</sup>、BIM 协同工作平台<sup>[5]</sup>等,中电建华东勘测设计研究院研发专业设计工具软件及 BIM 建设管理平台<sup>[6]</sup>,中国铁路设计集团基于 Dassault 平台研究 IFC 铁路标准、自主研发钢筋等建模软件、协同设计及总承包等管理平台<sup>[7]</sup>。总体来说,国内外已开发上百个功能类似的 BIM 平台产品,主要功能有三维模型浏览、任务流程推动、设计问题反馈、移动办公、企业或项目数据看板等。实践应用表明,尚无与实际协同设计过程完全匹配、完全解决数据交换瓶颈、适应不同行业不同专业特点、满足工程建设全生命周期应用、适应二三维设计并存现状的 BIM 协同设计平台产品。本文基于工程设计单位生产需求,结合工程实践,探讨、研发与实践应用 BIM 协同设计产品,旨在研发一套具有普适性的数字化协同设计平台产品,初步探索数字经济建设模式。

## 1 研究模式

为更好地理清工程 BIM 协同设计需求,完全匹配协同设计业务过程,进行了大量的调查、调研工作。文

献调查方面,阅读知网、ScienceDirect 上刊载的典型论文,如骆乐<sup>[8]</sup>等从平台标准化、轻量化、专业化等方面论述深水航道 BIM 设计成果交付平台研发与应用,刘曹宇<sup>[9]</sup>从结构专业 BIM 设计问题、模型传递、协同流程及方法等方面论述已有平台在地铁区间的应用,从文献中整理研发应用重难点、技术路线、应用模式、应用功能等,作为研究的理论基础;外部调研方面,对中电建华东勘测设计研究院、中国铁路设计集团、中铁工程咨询设计集团等企业进行现场调查,整理形成调查报告,分析典范企业的 BIM 技术应用水平、需求、技术路线、已有数字化产品等,与自身需求、技术路线、功能产品等的规划相互印证,制定工程 BIM 协同设计管理平台研发技术路线;内部调研方面,组织工程设计一线生产人员,通过调查问卷、座谈等方式,摸清生产需求,整理功能、流程等,设计平台原型,投入人力物力研发,研发成果在工程设计生产实践中检验完善。

## 2 平台研发

### 2.1 技术架构

工程 BIM 正向协同设计管理平台选择基于 JavaScript 的 VUE.js 框架作为前端开发框架提供对外访问服务,选择基于 Java 的 SpringBoot 微服务架构为后端框架进行开发,选择基于 JavaScript API 的 WebGL 为三维底层引擎作为三维研发与应用支撑。总体来说,分为服务层、支撑层与应用层等三层技术架构<sup>[10]</sup>,如图 1 所示。

服务层包含 WebGL 三维引擎、数据存储与缓存、文件服务、一键转换轮询服务、队列服务等底层支撑,其中 WebGL 三维引擎输出空间、数据、应用等 API 接

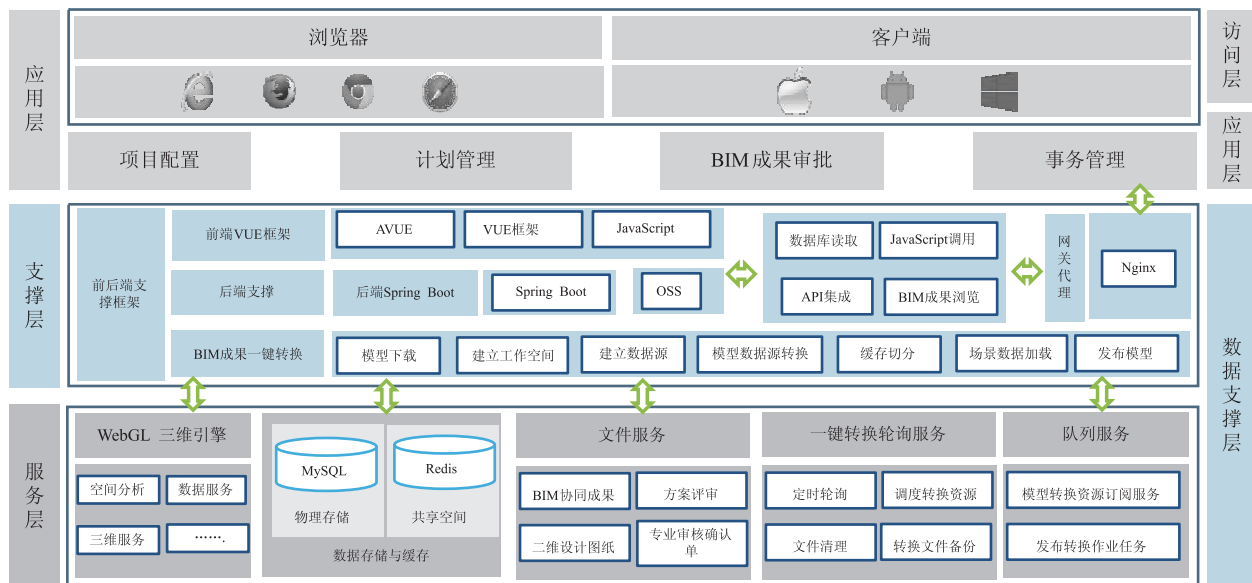


图 1 技术架构图

口;数据存储与缓存采用 MySQL 数据库存储线性数据,Redis 实现高速数据缓存;文件服务主要包含二维数据存储、流程推动流转等;一键转换轮询服务提供底层接口实现资源调用、定时查询、缓存文件清理、二维转换备份等功能;队列服务用于缓解服务器软硬件资源压力,优先满足主要任务需求,在资源空余时执行次级任务。

支撑层是连接服务层与应用层的中间层,主要为前后端支撑框架,其中 BIM 成果一键转换功能为二维协同管理的核心功能,提供建立工作空间、建立数据源、模型数据源转换、缓存切分、场景数据加载、发布模型、基于 Web 的三维浏览及模型下载等功能;基于后端 Spring Cloud 提供建立平台微服务架构,多个应用分别部署服务,避免内外服务的整体崩塌;基于 VUE 前端框架提供多端访问服务。

应用层主要基于服务层与支撑层,结合业务需求,实现项目配置、计划管理、成果审批、事务管理等应用。

该技术架构具有三维引擎普适性、兼容多种 BIM 设计成果、数据接口模块化、数据全生命周期继承应用、前后端分离、中间件完整、技术路线成体系、各环节之间低耦合、资源可动态分配等优势,是本文研发团队自 2015 年以来,经历 skyline、arcgis、hoops、超图 ActiveX 控件等基础平台研发积累,结合新技术发展成熟的形势,总结出的一套科学、先进的技术架构,并在多个平台研发、项目实施中完善。

## 2.2 核心技术

### (1) WebGL 三维引擎<sup>[11]</sup>

3D 绘图技术标准,无需安装插件,输出统一、标准、跨平台的 OpenGL API 二次开发接口,实现多浏览器、跨操作系统、各智能设备等多端适应访问的三维场景。

### (2) 中间转换工具

基于超图 iDesktop<sup>[12]</sup>二次开发实现二维数据的导入、管理、分析、服务发布、AI 学习、AR 仿真等功能,适应二维设计并存现状。

### (3) 一键上传

云计算的 BIM 模型自动化转换发布,基于超图控件二次开发,融合微服务、web upload、文件切割与合并、轻量化、消息队列、分布式、多租户、WebGL 模型空间分析接口、IFC 标准、BIMServer 等技术,实现 Revit、Catia、Bentley、Sketchup、3dsMAX 等软件格式转换为统一的平台应用 Json 格式,转换内容包含模型坐标转换、模型格式转换、模型轻量化、模型属性云端入库、模型转换成果加密以及历史版本归档等。一键转换任务

结束后,由校验微服务进行成果校验,若校验不通过,则自动发送短信及邮件通知相关人员进行 BIM 模型修改工作,修改后重新上传。

### (4) 微服务架构

基于 Spring Cloud 组合框架,实现服务的分布式部署,为项目配置、计划管理、成果审批、事务管理等应用的拆分研发、分别服务提供支撑,适用于轨道交通、房建、市政、国土、水利等行业工程大体量模型、瓦片 GIS 数据<sup>[13]</sup>、二维管理信息等的高并发、高带宽的应用需求。该架构适应不同行业不同专业特点、满足工程建设全生命周期应用。

## 2.3 主要功能

本文研发的 BIM 协同设计管理平台主要功能及业务流程,来自广泛文献调查分析、多单位调研分析典范企业经验、内部调研功能及业务且在实践中不断完善,初步做到与实际协同设计过程匹配,并预留优化接口、模块化配置等,已为完全匹配做好技术支撑。

基于 OSS 文件服务、WebGL 三维引擎、模型云端转换、微服务架构、MySQL 数据库、云服务器等核心支撑技术,结合调查、调研成果,梳理数据格式、数据来源、数据存储、服务模式、研发流程、业务流程、对外服务等体系,设计研发原型,研发 BIM 正向协同设计管理平台,实现项目配置、计划管理、成果审批、事务管理等应用功能。

### (1) 项目配置

包含设计专业管理、图册拆分管理、项目专业配置、工点管理、归档管理等。以设计专业管理为例,针对所涉及到的专业进行维护。专业信息以树形结构显示出来,能够将专业之间的从属关系清晰展示。具有权限的用户根据实际情况增删查改专业信息,基于已有数据模板导入、导出相关专业数据,如图 2 所示。

### (2) 计划管理

包含总体计划管理、总体计划变更、专业计划管理、专业计划变更等,以总体计划管理为例,管理、监控、督促各个阶段的 BIM 设计成果按时保质提交。总体计划管理分为按建筑类型管理与按设计阶段管理两种,在建立总体计划时,指定管理方式。设计负责人基于生成总体计划、导入总体计划、总体计划审批及总体计划整体审批等功能优先制定按专业划分的总体计划。其中生成总体计划是根据该设计项目的管理方式、项目信息来实现,发起总体计划审批,公司主管领导或业主审批通过后,将继续制定专业计划,专业设计人员按照该计划执行。总体计划管理图如图 3 所示。

### (3) 成果审批

包含内部送审、工点内专业提资、外部送审、外部提资、设计变更等。以内部送审为例,规范内部成果审批流程,流程、版本等数据基于 BIM 平台存档,通过流

程跟踪功能将流程所有节点的业务信息、审批历史、相关文件等信息集合,为后期设计回溯提供数据依据,如图 4 所示。

专业名称: 专业名称 0/20 上级节点: 上级节点

Q 搜索 清除

+ 新增

导出

删除

导入数据

<input type="checkbox"/>	序号	专业名称	专业编码	WBS编码	排序号	操作
<input type="checkbox"/>	1	全部专业	-9999	-9999	1	查看 编辑 删除 新增子项
<input type="checkbox"/>	2	建筑	JZ	JZ	2	查看 编辑 删除 新增子项
<input type="checkbox"/>	3	结构	JG	JG	3	查看 编辑 删除 新增子项
<input type="checkbox"/>	4	暖通	NT	NT	4	查看 编辑 删除 新增子项
<input type="checkbox"/>	5	给排水	GPS	GPS	5	查看 编辑 删除 新增子项
<input type="checkbox"/>	6	电力	DL	DL	6	查看 编辑 删除 新增子项

图 2 设计专业管理图

返回上一页

阶段名称	开始时间	工期							
			9月09日	9月10日	9月11日	9月12日	9月13日	9月14日	9月15日
			星期四	星期五	星期六	星期日	星期一	星期二	星期三
建筑院设计计划	2021-09-10	20	(20%)						
设计项目设计计划	2021-09-11	10	(20%) 设计项目设计计划(10天)						
施工图设计阶段设计	2021-09-10	20	(20%)						
建筑设计计划	2021-09-11	2	(0%)						
结构设计计划	2021-09-20	10							
暖通设计计划	2021-09-15	15	(0%)						
给排水设计计划	2021-09-14	3	(100%)给排水设计计划(3天)						
电力设计计划	2021-09-11	11	(0%) (电力设计计划(11天))						

图 3 总体计划管理图

输入关键字进行过滤

工作标题: 工作标题

Q 搜索 清除

【总体计划】--建筑院设计计划

【总体计划】--设计项目设计

【专业计划】--施工图设计

【专业计划】--给排水

+ 新增

删除

刷新

列表

搜索

<input type="checkbox"/>	序号	工作标题	所属总体计划	所属专业计划	审批状态	归档状态	送审人	操作
<input type="checkbox"/>	1	给排水设...	给排水设...	给排水设...	成果内部...	未归档	刘洋	查看 审批 成果

图 4 流程跟踪图

以一键上传功能将 Revit 等格式的 BIM 设计成果 上传,并基于 B/S 浏览器、移动 APP 等方式实现三维

浏览与操作。层级审核人员,在 BIM 平台事务管理中浏览、批注信息,若审核通过则流转到下一级节点,审核未通过则驳回,设计人员依据批注信息修改完善,如图 5 所示。

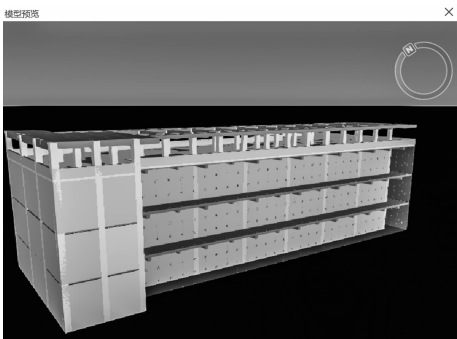


图 5 三维浏览、批注图

(4)事务管理

类似于 OA 系统,用户相关流程按照待签事务、待办事务、已发事务及办结事务分类,审批流程转发分为角色和用户两种。当按角色流转时,用户在待签事务中签收、在待办事务中处理,当按用户流转时,则直接在待办事务中处理,如图 6 所示。

3 平台应用

南京至马鞍山市域(郊)铁路起自南京市西善桥站(含),终至马鞍山市当涂南站(含)。全线长 54.23 km,其中地下线 11.48 km,高架线 40.68 km,地面线 1.52 km,过渡段 0.55 km。共设 16 座车站,其中地下段占比 21.2%、高架段占比 75.0%、地面段占比 2.8%、过渡段占比 1.0%。平均站间距 3.6 km。

流程分类: 流程分类

流程名称: 流程名称

Q 搜索

清除

<input type="checkbox"/>	#	流程名称	当前步骤	流程版本	流程进度	申请时间	操作
<input type="checkbox"/>	1	设计阶段-专业计划调整审批	业主审批	v1	已完成	2021-09-10 13:23:32	详情 跟踪
<input type="checkbox"/>	2	设计阶段-整体计划审批	业主审核	v1	已完成	2021-09-10 13:22:13	详情 跟踪
<input type="checkbox"/>	3	设计阶段-总体计划调整审批	业主审核	v1	已完成	2021-09-10 13:18:35	详情 跟踪
<input type="checkbox"/>	4	设计阶段-总体计划审批	业主审核	v1	已完成	2021-09-10 13:17:25	详情 跟踪

图 6 事务管理图

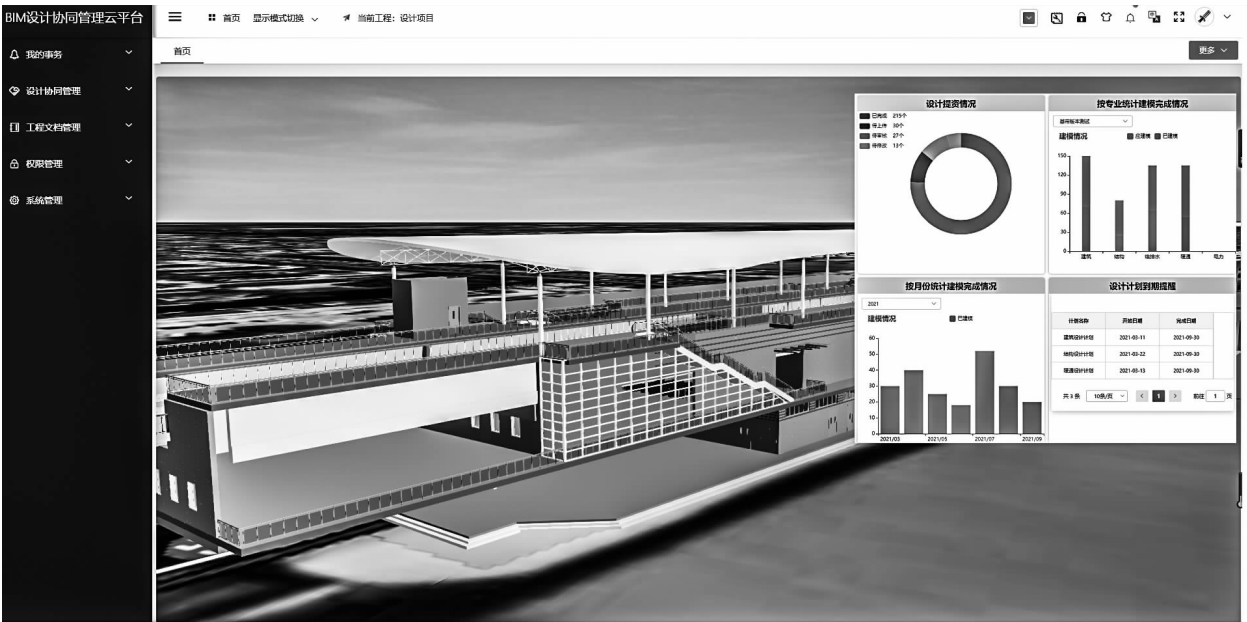


图 7 长江三角洲都市圈轨道交通项目南京至马鞍山城际铁路项目 BIM 平台应用图

线路主要临近既有地铁、侧穿既有线盾构区间、侧穿京沪高速铁路桩基、侧穿宁芜铁路路基、下穿宁谷箱

涵、规划隧道等重要建(构)筑物。全线一级风险源8处、二级风险源44处,主要风险源共计95处。

线路周边地质复杂,沿线主要位于冲积平原、阶地等,地层差异大,施工风险大,沿线邻近或穿越多处重要建、构筑物,施工过程中保护难度大;本线多处为换乘站,设计、施工难度大,引入BIM实现基础数据可视化、BIM协同设计提质增效,同时在BIM设计成果基础上,方便进一步实现通风模拟、施工仿真等,保障防疫分区要求、工期要求。

基于BIM协同设计管理平台,将工程专业定义为建筑、结构、暖通、给排水、电力、设备等,制定总体计划并在执行过程中不断调整优化,细化各专业计划WBS任务285个,同时赋予用户设计提交、专业审核、所室审核、内审复核、负责人审核等权限,配置相关流程推动BIM协同设计,已完成设计成果基于WGS坐标体系装配并反馈。

## 4 结束语

已研发的BIM协同设计管理平台,经南京至马鞍山城际铁路项目应用实践表明,平台具有匹配协同设计业务过程、解决数据交换瓶颈、适应不同行业不同专业特点、满足工程建设全生命周期应用、支持三维设计并存现状等特点。同时基于产品化框架研发,具备良好的基础框架及扩展接口,可根据业务需求快速配置、迭代开发、部署、优化等,可快速的应用于多行业、多项目中,市场应用前景广泛。

## 参考文献:

- [1] 青舟,付功云,张佩竹,等.轨道交通工程BIM总体咨询服务框架初探[J]. 工程经济, 2020, 30(1): 45-48.  
QING Zhou, FU Gongyun, ZHANG Peizhu, et al. Preliminary Study on BIM General Consultation Service Framework of Rail Transit Projects[J]. Engineering Economy, 2020, 30(1): 45-48.
- [2] 中国建筑科学研究院北京构力科技有限公司. 北京构力:构建从BIM到CIM的整体解决方案[J]. 中国建设信息化, 2021(7): 30-32.  
Beijing Glory PKPM Technology Co., Ltd. under China Academy of Building Research. Beijing Glory: Building an Integrated Solution from BIM to CIM[J]. Informatization of China Construction, 2021(7): 30-32.
- [3] 满庆鹏,孙连营,张欣欣. 跨组织间BIM协同应用实施影响因素分析[J]. 工程管理学报, 2016, 30(3): 26-30.  
MAN Qingpeng, SUN Lianying, ZHANG Xinxin. Factors Analysis of Cross-Organizational BIM Collaborative Application[J]. Journal of Engineering Management, 2016, 30(3): 26-30.
- [4] 吴付标. 前海作证: BIM进入“无边”新时代: 对话中国电建集团华东院团队[J]. 中国勘察设计, 2017(12): 84-87.  
WU Fubiao. Qian Hai Testified that BIM has Entered A "Boundless" New Era: A Dialogue with the Team of East China Institute of Power Construction Group of China[J]. China Engineering & Consulting, 2017(12): 84-87.
- [5] 齐成龙. 杜佳铁路全生命周期BIM技术应用[J]. 铁道标准设计, 2021, 65(5): 101-106.  
QI Chenglong. Application of Integral Life Cycle BIM in Mudanjiang-Jiamusi Railway[J]. Railway Standard Design, 2021, 65(5): 101-106.
- [6] 骆乐,王飞,沈雪松,等. 深水航道BIM设计成果交付平台研发与应用[J]. 水运工程, 2020(4): 139-143.  
LUO Yue, WANG Fei, SHEN Xuesong, et al. Development and Application of BIM-Based Platform for Deepwater Channel Engineering[J]. Port & Waterway Engineering, 2020(4): 139-143.
- [7] 刘曹宇. 基于Autodesk及Bentley平台的地铁区间BIM技术应用研究[J]. 铁道工程学报, 2019, 36(6): 91-96.  
LIU Caoyu. Research on the BIM Technology Application of Metro Interval Based on Autodesk and Bentley Platform[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2019, 36(6): 91-96.
- [8] 张丹丹,李曼,傅征博,等. 城市群地质环境演化空间信息智能服务框架[J]. 测绘通报, 2018(4): 131-135.  
ZHANG Dandan, LI Man, FU Zhengbo, et al. Spatial Information Intelligent Service Framework for Geological Environment Evolution of Urban Agglomeration[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2018(4): 131-135.
- [9] 张佩竹,青舟,付功云. BIM全生命周期管理平台三维引擎选型研究[J]. 铁道勘察, 2021, 47(1): 114-118.  
ZHANG Peizhu, QING Zhou, FU Gongyun. Research on 3D Engine Selection of BIM Lifecycle Management Platform[J]. Railway Investigation and Surveying, 2021, 47(1): 114-118.
- [10] 施银迪,王君杰,孙健. 基于SuperMap iDesktop的高精度三维场景重建方法[J]. 北京测绘, 2021, 35(3): 308-311.  
SHI Yindi, WANG Junjie, SUN Jian. A Method of High-Precision 3D Scene Reconstruction Based on SuperMap iDesktop[J]. Beijing Surveying and Mapping, 2021, 35(3): 308-311.
- [11] 王震宇,赵兴伟,付功云. 轨道交通工程BIM+GIS云平台微服务架构研究[J]. 铁路计算机应用, 2021, 30(2): 30-34.  
WANG Zhenyu, ZHAO Xingwei, FU Gongyun. Microservice Architecture of BIM + GIS Cloud Platform for Rail Transit Engineering[J]. Railway Computer Application, 2021, 30(2): 30-34.
- [12] 郝飞翔. 基于BIM的项目设计阶段进度协同管理应用研究: 以ZS项目为例[D]. 济南: 山东大学, 2019. HAO Feixiang. Cooperative Management of Project Design Phase Schedule Based on BIM—A Case Study of ZS Project[D]. Jinan: Shandong University, 2019.
- [13] 伍晓燕. “人才测评+”行动学习模式在A商业银行青年管理干部培训中的应用[J]. 现代商贸工业, 2021, 42(13): 52-54.  
WU Xiaoyan. Application of "Talent Evaluation + " Action Learning Model in the Training of Young Management Cadres of A Commercial Bank[J]. Modern Business Trade Industry, 2021, 42(13): 52-54.