

城市轨道交通 BIM 项目协同平台应用研究

施平望, 夏海兵

(上海市隧道工程轨道交通设计研究院, 上海 200235)

摘要: 从轨道交通项目实际应用需求出发, 设计 BIM 项目协同平台的网络架构以及各大功能模块, 包括文档管理模块、流程管理模块、设施设备构件库模块以及数据校验模块, 并依托上海市轨道交通在建项目, 验证平台应用的可行性及价值, 提高轨道交通项目建设管理的质量和效率。

关键词: 轨道交通; BIM (建筑信息模型); 项目协同平台; 设施设备构件库

中图分类号: U239.5; TP319

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2018)02-0026-06

Application Research on BIM Project Collaborative Platform of Urban Rail Transit

SHI Pingwang, XIA Haibing

(Shanghai Tunnel Engineering & Rail Transit Design and Research Institute, Shanghai 200235)

Abstract: This paper embarks from the practical application demand of rail-transit projects, and designs the network architecture and major functional modules for the BIM project collaborative platform, including the document management module, process management module, facility equipment component library module, and data verification module. Finally, based on the project of Shanghai rail transit, the feasibility and value of the platform are verified, and the quality and efficiency of construction management of the rail transit project are improved.

Keywords: rail transit; BIM; project collaborative platform; facilities and equipment component library

1 BIM 技术研究现状

轨道交通系统是一个巨大的综合性复杂系统, 从建设决策开始到实施运营阶段, 既是物资生产过程, 也是信息的生成、传递、处理和应用的过程, 要求业主、设计单位、施工单位、监理等多个建设参与方进行沟通协作来完成轨道交通工程的建设^[1]。

BIM 技术在轨道交通项目投资、设计、施工、运维等全生命期的应用, 可切实有效地提高项目建设的质量, 为后期项目的运维管理提供高效、可靠的数据

保障^[2]。为了加快 BIM 技术在项目各个层面的深入应用, 并提升项目各个参与方之间的沟通协同效率, 研究基于 BIM 的项目协同管理是关键^[3]。Homayouni^[4]将 BIM 支持下的工程项目参与方有效的协同作业环境归纳为: 培养集成的团队、应用恰当的平台工具和策略、创建透明的项目参与方信息。研究表明, 将基于 BIM 的协同平台应用于大型项目具有降低项目风险、促进多专业协同工作、提高应急反应速度和效率、提高综合效益等优势^[5]。

鉴于此, 国内各大企业院校开始研究与探索 BIM 协同平台, 在平台的框架体系、理论功能层面具有较快的进展^[6]。与此同时, 国内一些业主开始依托项目自主研发项目协同平台^[7-8]。研究表明, 项目协同平台必须经历项目各参与方应用的磨合期, 只有满足用

收稿日期: 2017-05-26 修回日期: 2017-06-23

第一作者: 施平望, 男, 硕士研究生, 工程师, 土木工程专业,
shi.pingwang@stedi.com.cn

基金项目: 上海市信息化发展专项资金项目 (201501048)

户使用习惯,使得用户对平台产生黏度,并在日常工作中将平台转变为一项不可或缺的工具,才能真正发挥协同平台的价值。这样做的前提是平台具备较强的数据管理与传输功能,保证满足项目最基本的数据交互需求^[9]。国外比较成熟的协同平台软件如 Bentley Projectwise、Dassault Enovia 等,在 BIM 技术发展的同时也越来越被建筑工程行业所认可,但由于费用高昂,绝大多数企业望而却步。因此,在国内轨道交通工程建设如火如荼的背景下,轨道交通领域 BIM 项目协同平台的应用实践尚处于起步阶段^[10]。本文从轨道交通项目最根本的功能需求出发,研究符合轨道交通项目特点的平台功能模块,设计一款能够真正适用于轨道交通项目的协同平台,并通过实际项目应用验证协同平台的价值。

2 平台网络架构设计

由于轨道交通项目参与方众多,存在跨企业、跨地区的工作情景,而 BIM 技术产生的数据量也在不断增长,协同平台对数据的传输能力是首要考虑的因素。因此,BIM 项目协同平台的网络架构是基于广域网的数据传输,并且配备本地缓存服务器,既能在广域网条件下实现协同工作,又能达到局域网的共享速度,同时对数据设置备份保护(见图 1)。

3 平台功能设计

BIM 项目协同平台主要针对轨道交通项目建设期

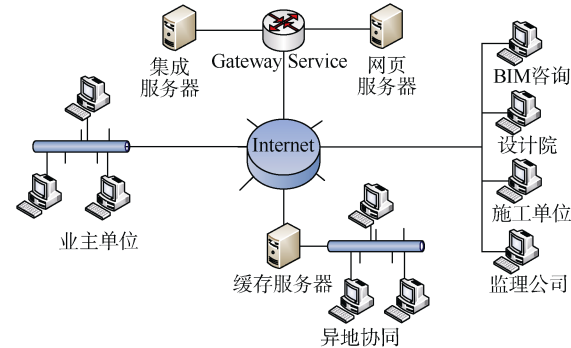


图 1 BIM 项目协同平台网络架构
Fig. 1 Network architecture of the platform

的协同管理任务,实现协同作业管理、BIM 模型数据及文档管理、权限管理、接口管理等主要功能。在已有 BIM 标准体系下,把标准中定义的 BIM 工作流程内嵌于平台中,在流程中的各个关键节点明确各参与方的职责,并通过权限配置约束各方的行为;支撑并规范建设期的提资、设计、校审、发布等业务流程,加强各参与方的协同作业;在 BIM 应用过程中,平台应具备提供标准化设施设备构件以及自动化检查等功能,确保项目建设过程中 BIM 数据的标准统一。针对以上需求设计 BIM 项目协同平台各功能模块,包含文档管理、流程管理、构件管理、数据校验等。平台同时预留了后期开发的接口,在长期的应用过程中不断开拓新功能以满足项目实际需求,并与现有信息化系统实现数据的有效传输(见图 2)。

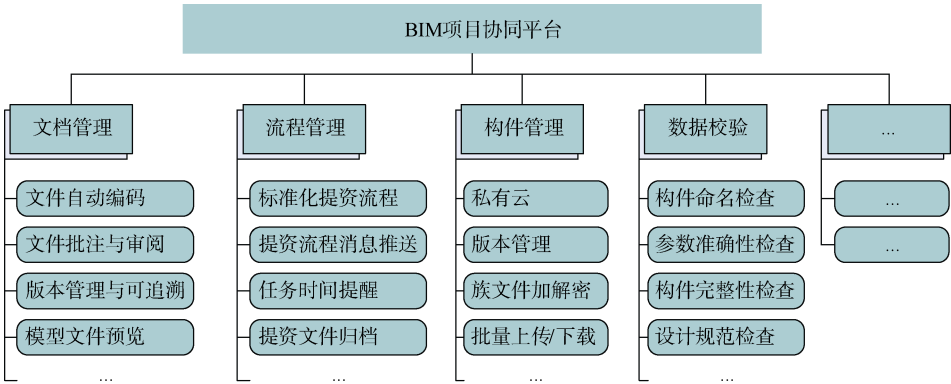


图 2 BIM 项目协同平台功能框架
Fig. 2 Function framework of the platform

3.1 文档管理

3.1.1 文档管理功能设计

BIM 项目协同平台应具备基本的文档管理功能,首先是可以定制形成适用于轨道交通项目的文件管理架构,使得原来分散于各参与方不同参与人员的项目

文件得到集中管控。同时,平台作为文件中转站,所有用户基于差异权限在平台上进行协同工作,差异权限的设置是协同平台最基本的要求,它将显著提高项目信息共享效率。该平台主要的文档管理功能包括以下几点:

- 1) 文档编码管理, 定义文档的编码规则, 文档编码唯一标识;
- 2) 版本管理, 文件的版本控制, 历史版本追溯;
- 3) 历史记录文件操作, 历史记录查看、定制与导出;
- 4) 文档批注, 在不更改文档内容的前提下添加备注信息并标记文档;
- 5) 自定义文档属性, 对文档添加自定义属性及属性值;
- 6) 目录结构映射, 物理结构与逻辑结构之间的映射, 建立多个目录结构, 而文件内容唯一;
- 7) 文件关联与参考, 设计文件中的参考和关联度管理, 文件之间的引用、挂接关系管理;
- 8) 项目一键归档, 文件状态及标识改变。

3.1.2 自动编码设计

对项目建设过程中涉及的各类图纸、表单、报告、模型等文件进行分类与编码, 如图 3 所示。每类文件都建立对应的文件编码结构及代码, 不同的文件类型的编码结构不尽一致。利用自动生成的文件类型代码及顺序号, 保证上传到平台内文件的唯一性, 如图 4 所示。平台保留了文件的本地名称, 使得文件在平台得到有效管理的前提下, 不影响本地文件的命名方式。在上传文件时, 平台支持自动生成文件编码。如上海轨道交通 14 号线某车站的防水专业在施工图盖章阶段的设计图纸, 对应的编码为: S200613-SS-D10-120-FS-I-ST.001。

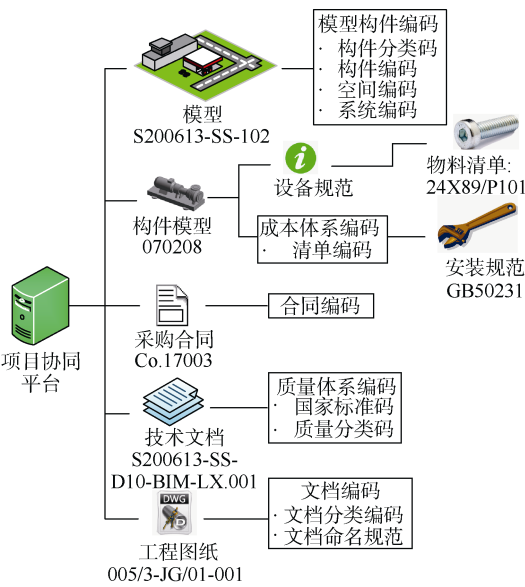


图 3 BIM 项目协同平台编码体系
Fig. 3 Coding system of the platform

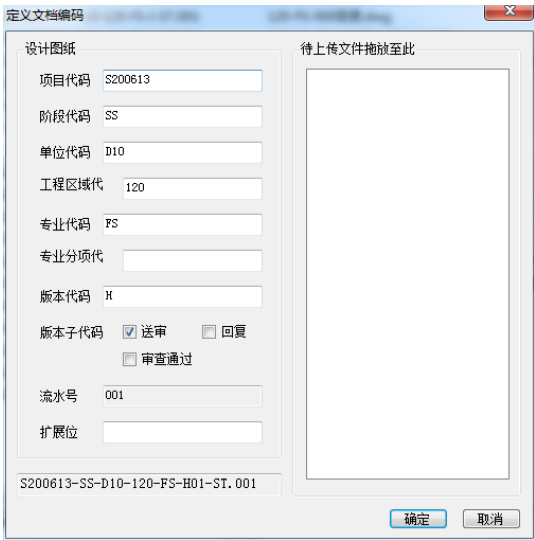


图 4 BIM 项目协同平台自动编码
Fig. 4 Automatic encoding function

文件编码体系的建立不仅保证了平台内文件名称的规范性和唯一性, 提高了平台文件搜索、查询、管理效率, 同时, 数字化的编码也为后续计算机自动化处理信息提供了可能。

3.2 流程管理

流程管理模块是协同平台的重要功能模块之一^[11], 以企业 BIM 标准为主线, 将标准中的 BIM 工作流程转化为标准化的线性工作流程, 对轨道交通项目规划、设计、施工阶段的 BIM 应用内容、各参与方职责、交付成果做了明确的规定。

以施工图设计阶段的管线综合与碰撞检查流程为例, 对标准中的 BIM 工作流程进行转化, 如图 5 所示。其中, 上半部分是 BIM 标准中定义的工作流程, 是比较抽象和概念化的流程。将这样的流程转化为适用于平台流转的具体形象的线性流程, 流程结合了平台数据文件的目录结构、触发流程前进的操作机制。此外, 通过重新构建线性流程, 详细规定各参与方在不同阶段对应不同工作任务时的数据文件权限, 约束各参与方职责的同时, 结合项目时间计划, 确定任意相邻两个流程节点之间的执行时间, 保证项目建设的有序进行。

此外, 流程管理模块还对建设期的提资、设计、校审、发布等业务流程做了详细的规定, 将原始的线下业务流程嵌入至平台中, 通过平台进行统一管理。平台的流程管理功能同时具备消息推送功能, 可向每位用户根据其角色权限定时、定向投送以及定质、定量回收信息, 即把大量的规章制度隐含在各种自动推进的流程之中, 最大限度地避免人为违规与相互推诿

的现象，为领导者提供对各项工作进度整体把控的有力工具。

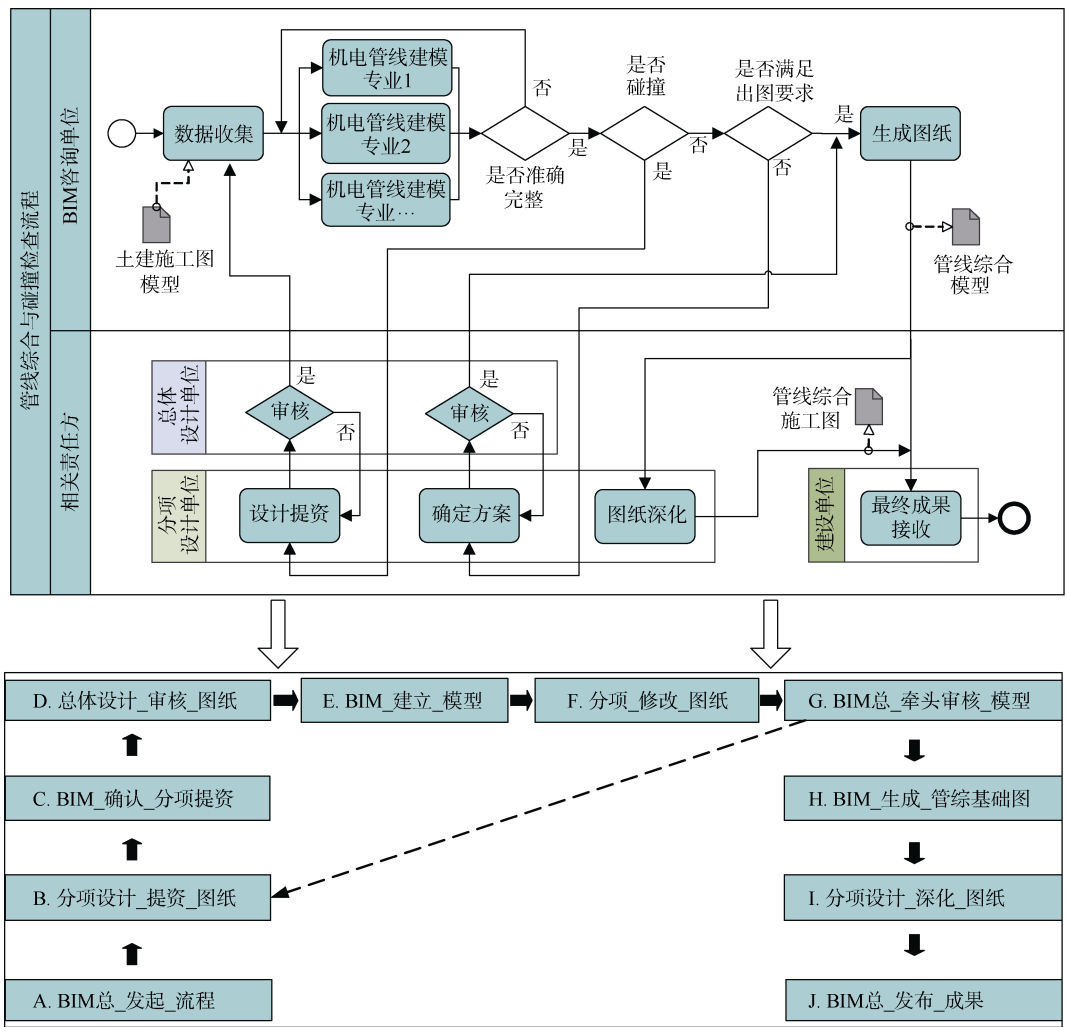


图5 BIM应用流程转化
Fig. 5 BIM process conversion

3.3 构件管理

构件是 BIM 模型的基本组成内容，标准化及参数化的构件对 BIM 模型数据的创建至关重要，是项目建设过程中 BIM 技术应用的基础。针对数据标准化及后续资产管理要求，结合企业已编制的 BIM 标准，开发设施设备构件库管理模块，对轨道交通设施设备构件进行统一管理，提高构件的使用效率及 BIM 数据的标准化程度，进一步保护企业 BIM 数据的知识产权。

3.3.1 设施设备编码

对构件的有效管理，首先需要对构件进行明确的分类与编码，上海市住房和城乡建设管理委员会在 2016 年 5 月正式发布了《城市轨道交通信息模型交付标准》(DG/TJ08—2203—2016) [12]，该标准规定了轨道交通设施设备分类编码体系，共划分了 21 类，具有

唯一性、稳定性、可扩展性等特点。在上海轨道交通资产管理分类编码的基础上，进一步细化设施设备分类，将资产管理的 3 级分类扩展到 6 级，进而满足轨道交通项目建设及运维管理需求，如图 6 所示。

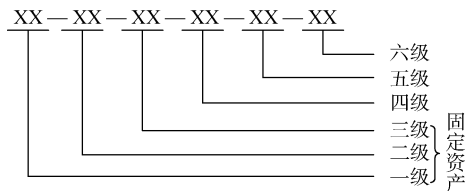


图6 设施设备编码结构
Fig. 6 Facility code structure

3.3.2 设施设备构件库

设施设备构件库是基于通用 BIM 建模平台 Revit 开发的插件，并将其功能无缝嵌入协同平台的使用中，

它采用三层架构的形式, 具有较好的系统模块化和可扩展性(见图7)。

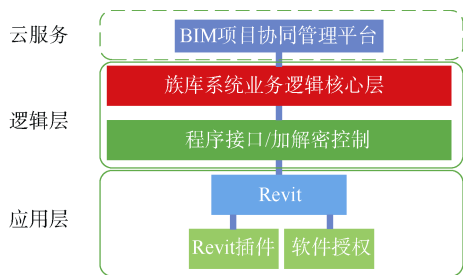


图7 设施设备构件库管理架构

Fig. 7 Component library management framework

应用层主要是 Revit 插件的开发, 体现在界面上的应用; 逻辑层用来控制插件与后台的交互和逻辑等, 程序接口层将后端业务逻辑与前端应用隔开, 便于迁移扩展; 云服务是结合平台的数据库和文件存储, 实现业务数据和文件数据的统一存储和管理。

设施设备构件库分为以下4大功能模块。用户权限管理模块: 通过用户权限管理限制不同用户进行构件的查看、检索及导入导出, 以及对构件的操作信息记录等。构件库主界面: 对构件的3D模型进行视图预览、信息查询、检索等; 对构件的批量加载、版本管理等。构件的加解密: 支持对构件参数及非模型视图参数的加解密等。构件的升级维护与其他: 构件版本升级后的更新提示、构件库注册信息等。

3.4 数据校验

城市轨道交通BIM数据在创建、收集、获取、输入的过程中, 不可避免会产生数据误差、错误等问题, 不仅会影响BIM数据在项目建设各阶段的应用, 还会影响到后期的交付运营^[13]。因此, 项目协同平台开发了数据校验功能模块, 对上传提交平台的BIM数据进行自动检查, 保证平台内的模型数据准确唯一。

数据校验功能模块是在轨道交通设施设备分类与编码标准、交付标准的基础上进行开发的, 以轨道交通项目的BIM模型数据作为校验对象。由于轨道交通项目存在多款建模软件, 包括Autodesk Revit、Bentley Microstation、Dassault Catia等, 如果分别对每款软件都开发数据校验插件的话, 难度及开发量相当大^[14]。因此, 采用国际通用的IFC标准作为模型的数据校验格式, 开发针对轨道交通项目的BIM模型数据校验模块, 对模型构件的完整性、模型合规性等进行自动化检查。

数据校验模块作为BIM项目协同平台的功能之一, 既可单独使用, 同时内嵌于BIM流程的各个环节, 实现对BIM应用阶段性成果以及最终成果的自动检查。数据校验模块功能可划分为以下几方面:

- 1) 完整性校验。根据既定的模板要求, 校验模型是否包含完整的实体, 同时, 校验该实体是否包含完整的属性信息;
- 2) 规范性校验。根据既定的命名与编码标准, 校验实体的命名与编码是否符合标准;
- 3) 合法性校验。校验实体的属性信息是否符合既定的要求, 如类型、字符长度、取值范围等;
- 4) 合规性校验。校验模型是否满足相应的设计或施工规范要求;
- 5) 关联性校验。校验实体与实体之间的关联信息是否准确。

4 项目应用实例

4.1 应用情况

上海轨道交通14号线工程横贯上海市中心城区, 沿线经过嘉定区、普陀区、静安区、黄浦区、浦东新区5个行政区, 正线全长38.514 km, 全部为地下线, 共设地下车站31座, 平均站间距1.273 km。

上海轨道交通14号线工程由10家设计单位、13家施工单位、6家BIM咨询单位、8家施工监理组成, 项目参与方多、数据量大、专业接口复杂。在该项目中试点应用BIM项目协同平台, 旨在解决项目各参与方之间的数据共享问题, 提升项目建设总体管理水平, 如图8所示。

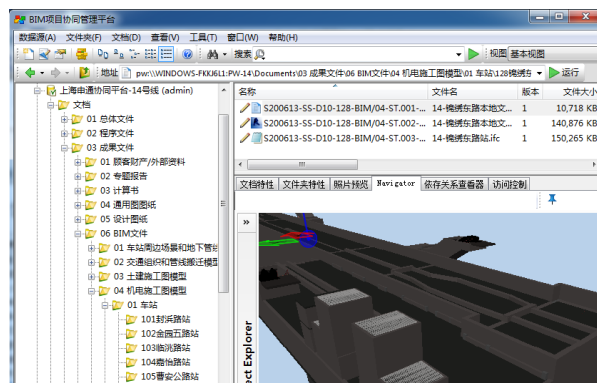


图8 项目应用实例截图

Fig. 8 Screenshot of an application example

经过一年多时间的应用, 平台累计使用人数已超过50人, 所有参与人员基本习惯于平台的日常使用, 项目文档的提资、审批等流程在平台上有序地开展,

设计文档的参考关联及版本管理保证了高效的协同设计工作；平台支持模型的浏览、批注、审阅、校验，保证了 BIM 技术应用的顺利实施。目前该平台已经产生超过 200 G 的文件数据量，包含模型数据、设计图纸、表单文件等，基本发挥了协同平台的作用，得到了业主、设计总体、分项设计、施工单位等项目各参与方的一致认可。

4.2 应用经验

得益于上线之前详尽的调研、周全的部署、配套的培训以及使用手册的编制，平台能够比较顺畅地上线使用。总结平台应用后的几大优势：1) 对分散在各参与方不同参与人员的项目文件形成集中管控；2) 结合当前常用的建模软件 Revit，可实现 BIM 人员之间的异地协同工作；3) 可作为文件中转站，有效提高项目文件共享的效率；4) 规范了提资流程，提高了 BIM 应用效率。

任何一个平台都不是完美的，仍然存在问题需要解决和关注。为此，制定了周期性反馈机制，要求平台使用者定期进行反馈，根据反馈意见不断优化应用流程和进行平台二次开发，并制订相应的开发计划，迭代地完善平台的各项功能。

5 结语

BIM 项目协同平台在上海轨道交通 14 号线工程的应用验证了平台实施的可行性，基本发挥了平台应有的价值，提高了项目各参与方之间信息传递和共享的效率。支持多方在广域网的环境下协同工作，使得编制完成的企业级 BIM 标准、导则和规范能够真正落地。

任何一个协同平台都需要运维团队与制度建设并行，制度就是要将大部分参与方的习惯行为与平台的定制规则连接起来，需要在平台实施过程中逐步推进，即逐步发现习惯与规则之间的差距，逐步改变习惯并修改规则，最终实现协同平台与使用团队的高度融合。届时的协同平台也达到了合理的动态稳定状态，是企业或项目不可或缺的一部分。

参考文献

- [1] 赵彦懿. 城市轨道交通建设项目管理信息系统概念性设计[J]. 电脑知识与技术, 2011, 7(22): 5297-5298.
ZHAO Yanyi. An conceptual design of MIS in urban mass transit construction field[J]. Computer knowledge and technology, 2011, 7(22): 5297-5298.
- [2] 蔡蔚. 建筑信息模型(BIM)技术在城市轨道交通项目管理中的应用与探索[J]. 城市轨道交通研究, 2014, 17(5): 1-4.
CAI Wei. Application and exploration of BIM technology in urban rail transit project management[J]. Urban mass transit, 2014, 17(5): 1-4.
- [3] 邓雪原. CAD、BIM 与协同研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2013, 5(5): 20-25.
DENG Xueyuan. The study of CAD, BIM and collaboration[J]. Journal of information technology in civil engineering and architecture, 2013, 5(5): 20-25.
- [4] Homayouni H., G. Neff, and C. Dossick, Theoretical categories of successful collaboration and BIM implementation within the AEC industry[C]//In construction research congress, 2010: 778-788.
- [5] 陈丽娟, 骆汉宾, 辛宏妍. 基于 BIM 的大型博览项目全寿命周期管理平台开发与应用[J]. 土木工程与管理学报, 2015, 32(3): 54-61.
CHEN Lijuan, LUO Hanbin, XIN Hongyan. Development and application of large-scale Expo project whole life-cycle management platform based on BIM[J]. Journal of civil engineering and management, 2015, 32(3): 54-61.
- [6] 李犁, 邓雪原. 基于 BIM 技术的建筑信息平台的构建[J]. 土木建筑工程信息技术, 2012, 4(2): 25-29.
LI Li, DENG Xueyuan. Construction of the building information platform based on BIM technology[J]. Journal of information technology in civil engineering and architecture, 2012, 4(2): 25-29.
- [7] 朱珺. 城市轨道交通运营信息发布系统构建研究[J]. 铁道运输与经济, 2017, 39(8): 98-102.
ZHU Jun. Study on establishment of urban rail transit operation information issuing system[J]. Railway transport and economy, 2017, 39(8): 98-102.
- [8] 张云超. 基于 BIM 技术的大型复杂项目协同管理平台研究[J]. 建筑施工, 2016, 38(10): 1479-1482.
ZHANG Yunchao. Study on coordinated management platform of large complicated project based on BIM technology[J]. Building construction, 2016, 38(10): 1479-1482.
- [9] 寿文池. BIM 环境下的工程项目管理协同机制研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2014: 43-49.
SHOU Wenchu. Research on construction management collaboration mechanism for BIM implementation[D]. Chongqing: Chongqing University, 2014: 43-49.
- [10] 关茂. 城市轨道交通协同工作平台的设计与实现[J]. 铁道标准设计, 2017, 61(5): 172-175.
GUAN Mao. Design and implementation of collaborative work platform in urban rail transit[J]. Railway standard design, 2017, 61(5): 172-175.

(下转第 44 页)