

# BIM 技术在地铁建设交通疏解中的应用研究

郭坚, 陈韬

(长沙市规划设计院有限责任公司, 湖南 长沙 410007)

**摘要:** 建筑信息模型(BIM)能应用于工程项目规划、勘察、设计、施工、运营维护等阶段, 实现建筑全生命期各参与方在同一多维建筑信息模型基础上的数据共享, 为产业链贯通、工业化建造和繁荣建筑创作提供技术保障。长沙市轨道交通 1 号线北延工程周南中学站在初步设计及施工图设计阶段应用 BIM 技术对交通疏导和组织、车道布置进行优化分析, 从而有力保障设计质量。

**关键词:** 城市交通; 交通疏解; 地铁; 建筑信息模型(BIM)

中图分类号: U491

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2022)01-0029-05

建筑信息模型(BIM)是以三维数字技术为基础, 集成建筑市政工程项目各种相关信息的工程数据模型。它是对工程项目相关信息的详尽表达, 是数字技术在建筑市政工程中的直接应用, 可解决建筑工程在软件中的描述问题, 使设计人员和工程技术人员能对各种信息作出正确设计和应对, 并为协同工作提供坚实的基础。

长沙市轨道交通 1 号线北延工程周南中学站项目主要由疏解期间地铁站场结构、轨道区间、地面道路系统、排水管线迁改临时及永久管网系统组成, 规模大、结构形式复杂、综合性强。传统的基于二维平面的方案比选和设计方法通常难以整合城市三维建构物、地质、道路、管网等重要信息。为提高设计质量, 该项目应用 BIM 技术辅助决策、指导设计。

## 1 工程概况

长沙市轨道交通 1 号线北延一期工程位于金霞组团段, 起于彩霞路站, 止于开福区政府站(1 号线一期起点站), 线路长约 10.67 km, 其中高架段约 4.52 km、地下段约 5.81 km、过渡段 0.34 km。共设 5 座车站, 其中 2 座高架站、3 座地下站、1 座换乘站(与 10 号线换乘), 平均站间距 2.02 km, 最大站间距 2.064 km(青竹湖路站至冯蔡路站), 最小站间距 1.946 km(冯蔡路站至周南中学站)。在线路北端(彩霞路站北侧)设沙河停车场 1 座。

周南中学站为地下 2 层车站, 全长 298.5 m, 标准段宽 22.7 m, 地下一层为站厅层, 地下二层为站台层, 总建筑面积 17 252.1 m<sup>2</sup>。有效站台中心处顶板覆土 4.5 m, 底板埋深 18.03 m, 轨面埋深 16.55 m, 轨面高程 24.25 m。车站站厅净高 3.5 m, 站台

层净高 3.2 m, 车站范围内由北向南设 0.2 %坡。南北方向芙蓉北路规划道路红线宽 60 m, 东西方向兴联路规划道路红线宽 46 m, 均属于城市主干道, 均已建成通车。站体总体平面布置见图 1。

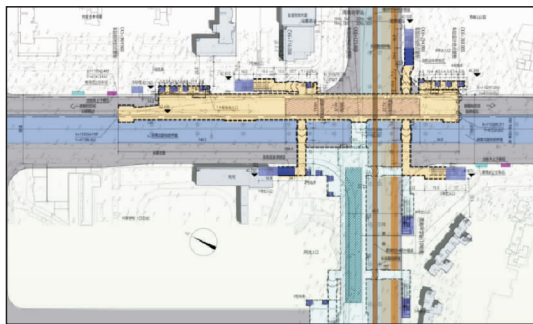


图 1 周南中学站总体平面布置示意图

在车站结构 BIM 模型(见图 2)的基础上, 综合运用 Revit2017、路易 2018 及鸿业云协同平台, 实现交通疏解道路路面系统、市政排水管网系统、站场主体结构系统、两厢周边建筑及地形的“多模合一”(见图 3), 便于项目各参与方协同工作, 方便沟通, 大大提高生产效率。

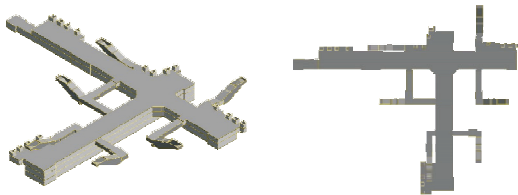


图 2 周南中学站 BIM 建筑结构模型

## 2 基于 BIM 技术的交通疏解设计流程

利用基于 BIM 理念和云技术架构的协同管理平台即 BIM 云协同, 将设计过程中采用的 BIM 工



图3 基于云协同平台的BIM综合模型

具软件结合为BIM项目设计与管理的整体解决方案,实现地铁建设全过程、多专业综合设计。利用BIM技术将二维交通疏解图变成三维立体形象的可视化模型,使各相关单位可直观了解既有道路通过交通改造后的情况,然后建立交通流,模拟道路改造后的交通状况,并针对模拟后的交通疏解方案进行优化分析,提高交通疏解方案的审核通过率。交通疏解流程见图4。

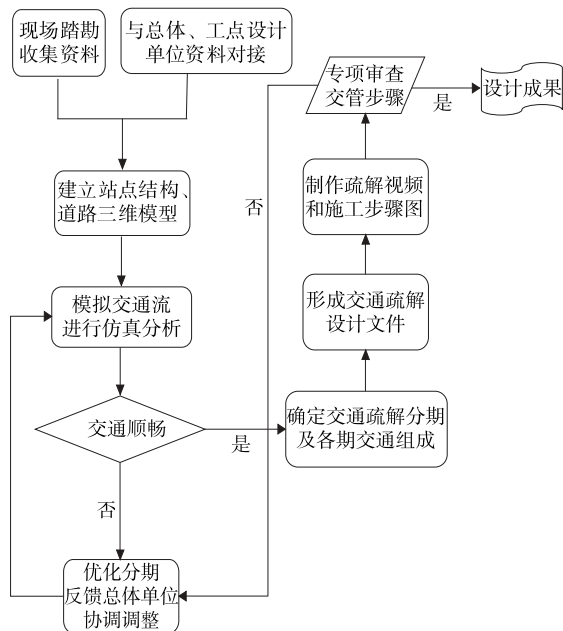


图4 基于BIM技术的交通疏解设计流程

### 3 基于BIM技术的周南中学站分期模型

通过前期各方衔接会议及所建立的未分期模型初步确定车站主体及附属工程分5期施工。开始施工之前,拆除部分芙蓉北路两侧路侧绿化带与人行道、两厢建筑退让广场空地,施作临时路面等。分期过程中,通过建立与设计同步的BIM数据模型,实

现及时直观分析疏解期间设计车道预留及占地是否满足设计、红线要求,并实现过程联动,发现问题迅速反馈,并修改分期及车道布置,提高设计效率和设计质量。限于篇幅,仅以交通疏解第4期的BIM模型为例进行阐述。

#### 3.1 站点主体施工位置及围挡区域

第4期围挡施工剩余的1、2号出入口;施工围挡占用芙蓉北路西侧辅道道路、人行道及周边建筑退让用地,围挡面积1 071.98 m<sup>2</sup>。实施时间4个月。

#### 3.2 疏解车道布置

如图5所示,兴联路由东至西方向的行车道基本恢复现状交通,疏解车道保持双向八车道;芙蓉北路疏解车道利用东侧主体施工时的回填区域,交通疏解保持双向十车道+人非混行车道。芙蓉路口采用现状信号灯控制交通。

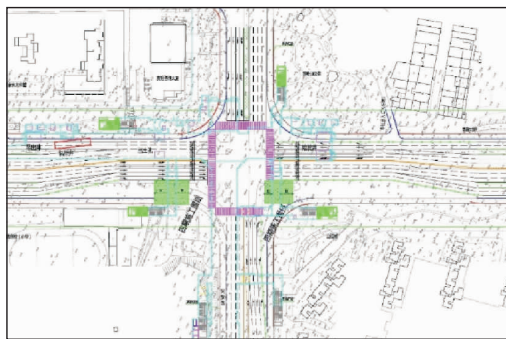


图5 第4期围挡和交通疏解示意图

#### 3.3 对现状交通、两厢居民出入及消防的影响

第4期施工对兴联路交通影响甚微,对芙蓉北路南北向交通影响较大,不过其各方向交通基本畅通。由于该区域小区进出口较多,施工期间能保证消防车抵达周边建筑物。施工完成后,按照芙蓉北路现状进行道路恢复。

项目设计人员及BIM建模人员协调配合,根据市政道路路面系统、市政排水管线系统、车站总体结构、两厢建筑信息及周边地形建立“多模合一”BIM综合模型(见图6、图7),用于指导地铁建设过程中的交通疏解设计。



图6 第4期BIM地面交通模型

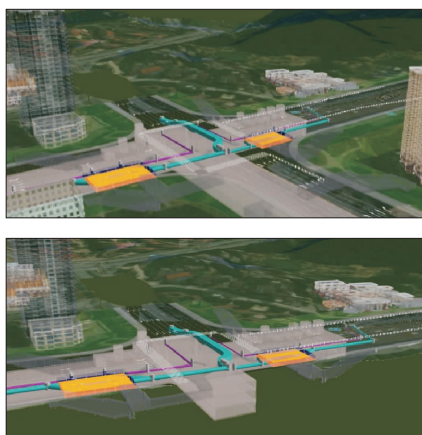


图 7 第 4 期 BIM 综合模型

## 4 BIM 技术关键应用点

### 4.1 交通疏解过程中的行车视距检查

应用 BIM 技术建立与站场结构无缝对接的项目模型,充分了解和掌握项目涉及区域周边情况,同步项目设计,由设计人员参与建立各阶段 BIM 模型,用于方案展示汇报。模拟实际行车过程,及早发现、及时处理可能存在的视距问题、竖向高差问题、红线占用问题。

传统设计中只能依靠二维平面图(见图 8)进行交叉口视距分析,不能对整个道路进行分析,且无法综合考虑道路平、纵、横、地形及其他构造物对交通的影响,效率低下,也容易遗漏相关控制要素。如第 1 期交通疏解的芙蓉北路与兴联路交叉口处,施工时施工围挡可能挡住驾驶员的视距。如果在传统二维视图中对该交叉口进行视距分析,非经验丰富的工程师很容易遗漏相关因素。

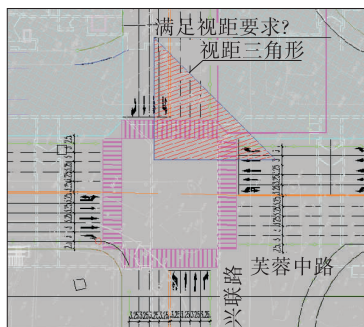


图 8 传统二维视图

通过建立周南中学站第 1 期交通疏解的 BIM 模型,构建真实的市政道路三维场景,能快速、准确地发现并解决问题。在道路 BIM 模型中,在每个交叉口视距三角形的直角边上连续布置机动车(见图

9),然后沿道路以设计速度模拟驾驶漫游,只要在漫游经过视距三角形(见图 10)时能看到相交道路上预先布置的所有机动车,则该交叉口停车视距满足规范要求。

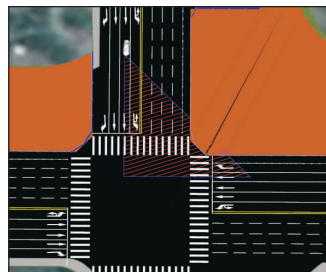


图 9 3D 模型俯视图

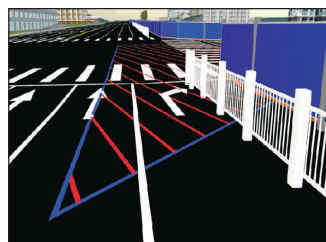


图 10 漫游中的视距

如图所 10 示,在以 40 km/h 的速度进行道路漫游时无法看到预先布置的目标车辆,视线被施工围挡阻挡。为此,提出以下 2 种解决方案:1) 改变围挡范围。围挡修改前由于缺乏经验,设置的围挡阻碍行车视野(见图 11),对行人及相关车辆造成威胁。通过路易 2018 自带的视距三角形分析,对围挡倒角处进行动态调整(见图 12),保障行人及车辆行驶安全。2) 降低此处施工期间的设计速度。考虑到此处由于周南中学地铁站施工需要无法移动施工围挡,将施工期间的设计速度降到 30 km/h,并重新进行 30 km/h 路线漫游,确认可行。

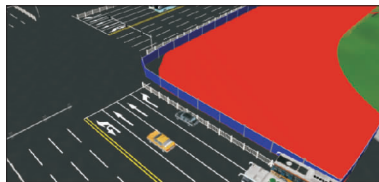


图 11 围挡修改前

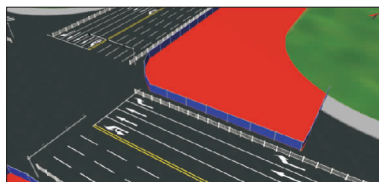


图 12 围挡修改后



应用 BIM 技术对交通疏解期间行车视距进行检查,可综合道路情况、施工阶段围挡布置、周边建筑物情况,也能通过 BIM 模型根据各种制约因素的变化及时制订有针对性的调整方案,相比仅由道路专业人员按照规范检查更高效和可靠。

#### 4.2 交通疏解不同分期车道变换可能产生的拥堵与解决措施

目前,城市道路设计主要基于设计规范和设计人员的工程经验,而城市道路交通复杂多变,传统设计方法很难满足现实要求。基于 BIM 的交通工程仿真分析可弥补传统设计方法的不足。在道路 BIM 模型中,对行车速度、交通流量、车型及交叉口信号灯配时等参数进行设置,可真实模拟道路的交通情况,实时观察各路段、各路口的交通拥堵情况,避免由于工程设计引起交通拥堵,对疏解期间道路红线的调整也可给出相应建议。

##### 4.2.1 信号灯配时优化

芙蓉北路设计速度为 60 km/h。按照《城市道路工程规范》,设计速度为 60 km/h 时,第 4 级饱和流的车流密度为 57 pcu/s,施工期间取 0.7 倍第 4 级饱和流的车流密度即 40 pcu/s(见图 13)。以该

项目第 2 期施工为例,首先建立周南中学站第 2 期施工模型(见图 14),然后导入相应交通标志标线、红绿灯及交通流,通过对交通流与信号灯的关联配时(表 1、见图 15)进行交通仿真模拟,再通过反复调整配时,得到合理可行的交通方案(见图 16)。



图 14 第 2 期交通疏解仿真模拟

表 1 信号灯配时优化

方案编号	相位编号	相位定义	绿灯起始/s	绿灯时长/s	黄灯时长/s
一	相位 1	芙蓉中路直行及右转	0	30	3
	相位 2	芙蓉中路左转	33	30	3
	相位 3	兴联路直行及右转	66	30	3
	相位 4	兴联路左转	99	30	3
二	相位 1	芙蓉中路左转	0	30	3
	相位 2	芙蓉中路直行及右转	33	40	3
	相位 3	兴联路左转	76	30	3
	相位 4	兴联路直行及右转	109	40	3
三	相位 1	芙蓉中路直行及右转	0	20	3
	相位 2	芙蓉中路左转	23	30	3
	相位 3	兴联路直行及右转	56	20	3
	相位 4	兴联路左转	79	30	3



图 13 交通参数控制

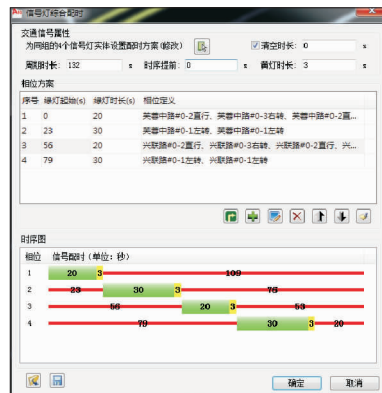
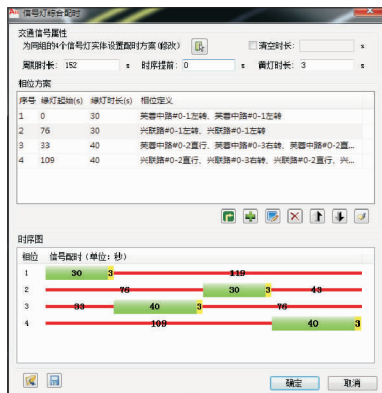


图 15 信号灯配时优化

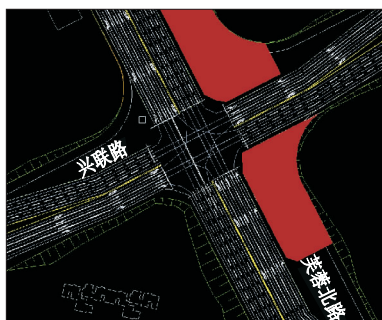


图 16 第 2 期交通疏解模型

#### 4.2.2 根据拥堵情况调整疏解期间车道数量

周南中学站位于兴联路与芙蓉北路交汇处,其中芙蓉北路高峰期车流量较大,第 1、2 期施工围挡均占用芙蓉北路较大面积,而根据建模分析结果,缩减芙蓉北路车道数量将导致整个芙蓉北路拥堵,严重影响施工期间芙蓉北路的使用。因此,第 1、2 期施工时均拓宽道路西侧红线(见图 17、图 18),适当降低芙蓉北路车道宽度,保持芙蓉北路车道数不变。



图 17 施工第 1 期车道及围挡布置



图 18 施工第 2 期车道及围挡布置

第 1 期施工围挡占用的兴联路路幅比第 2 期大,根据交通建模分析,第 1 期施工如果不拓宽兴联路红线,兴联路将变成双向二车道道路,周南中学站交叉口将发生严重拥堵。因此,第 1 期施工时拓宽兴联路北侧道路红线,保证该交叉口的正常通行,第 2 期施工时恢复现状路幅。

应用 BIM 技术对交通疏解期间进行拥堵状况分析,可更科学地布置疏解期间车道规模及信号灯配时,在保证交通顺畅的条件下尽量少占道路红线之外的用地。

#### 4.2.3 交通疏解期标准标牌库的建立

疏解设计中,通过采用 BIM 仿真技术建立交通标志标线及安全设施的三维模型,与道路模型拼合,构建道路三维场景,实现全路网道路交通标志标线的

的合理性分析和评价。

由于各地方标志标牌的样式并不统一,设计中需创建一个适用于地铁建设期间完整的标志标牌库,方便建模时取用。该项目设计中,在建立周南中学站 5 个施工期及运营期模型的同时,建立部分交通疏解期间及施工期间标志标牌库(见图 19)。

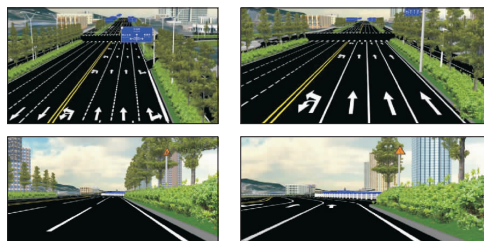


图 19 运营期周南中学站交通疏解和第 1 期交通疏解标志标牌库

该项目所处位置十分重要,是未来地铁 12 号线、兴联路过江通道及芙蓉路快速化改造项目的控制性关键节点,标志标牌及模型数据库的建立,可对未来地铁 12 号线周南中学换乘站的建模带来极大便利,在此基础上还可对未来兴联路过江通道及芙蓉路快速化改造工程提供基础模型支持,大大提高建模效率,缩短设计周期。

## 5 结语

结合长沙地铁工程建设实际情况,对 1 号线北延线周南中学站交通疏解采用 BIM 技术进行设计,取得了良好效果,为未来长沙地铁交通疏解及管线迁改设计中 BIM 技术的运用起到了带头和示范作用。

应用 BIM 技术对地铁建设期及后续运营期的交通疏解进行优化设计,通过建立与站场结构无缝对接的项目模型,可充分了解和掌握项目涉及区域周边情况;采用 BIM 技术模拟实际行车过程,可及早发现、及时处理可能存在的视距问题、竖向高差问题、红线占用问题;通过采用 BIM 仿真技术,建立交通标志标线及安全设施的三维模型,与道路模型拼合,构建道路三维场景,可实现全路网道路交通标志标线的合理性分析和评价;在 BIM 软件中建立长沙市政基础设施建设标志标牌模型库,可为长沙未来地铁工程及其他市政基础工程中 BIM 模型建立提供参考。

#### 参考文献:

- [1] 熊峰,郑荣跃.市政桥梁工程(宁波澄浪桥)全流程 BIM (下转第 43 页)

表 3 对比方案各样本的同比变化情况

项目	体例 1+2		体例 M <sub>1</sub> +M <sub>2</sub>		体例 3+2		体例 M <sub>3</sub> +M <sub>2</sub>	
	体例 1	体例 2	体例 M <sub>1</sub>	体例 M <sub>2</sub>	体例 3	体例 2	体例 M <sub>3</sub>	体例 M <sub>2</sub>
体例时间之和/s	2 887	2 652	3 089	2 527	2 518	2 999	2 470	2 608
方案时间之和/s	5 539		5 616		5 517		5 078	
改进减去现状(差值)/s			77				-439	
差值/现状方案时间之和(同比)			0.013 9				-0.079 5	
人均同比变化			0.000 2				-0.001 2	

注:体例时间之和为 63 个被测试者的每一方案中各体例的总时间;人均同比变化为同比/63。

道路使用者更容易识别。

(2) 对比改进前后组合体例的“识读+填写”所用时间,在增加道路数量的情况下,改进后组合体例所用时间人均同比基本保持不变。

(3) 改进组合体例中各道路符合率均有较大提高,整体道路符合率大幅提高到 73% 以上,改进组合体例中各道路符合情况均优于现状组合体例,对指路标志的版面设计体例有一定指导作用。

#### 参考文献:

- [1] 李国芳,史配鸟,张开冉.城市道路指路标志版面形式认知绩效研究[J].中国安全科学学报,2016,26(8):100-104.
- [2] HASHIM Al-Madani.Influence of drivers' comprehension of posted signs on their safety related characteristics [J].Accident Analysis and Prevention,2000,32(4):575-581.
- [3] HASHIM Al-Madani,ABDUL Rahman Al-Janahi.Role of drivers' personal characteristics in understanding traffic sign symbols[J].Accident Analysis and Prevention,2002,34(2):185-196.
- [4] HASHIM Al-Madani,ABDUL Rahman Al-Janahi.Assessment of drivers' comprehension of traffic signs

based on their traffic personal and social characteristics [J].Transportation Research Part F:Traffic Psychology and Behavior,2002,5(1):63-76.

- [5] 张伟.交通指路标志版面信息量化评价方法研究[D].北京:北京工业大学,2015.
- [6] 新吉乐.文字排版方式对蒙汉双语指路标志识别影响的实验研究[D].呼和浩特:内蒙古师范大学,2020.
- [7] 解恒.基于理解性试验的交叉口指路标志设计及评价方法研究[D].太原:太原科技大学,2020.
- [8] 全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会.道路交通标志和标线 第 2 部分:道路交通标志:GB 5768.2—2009[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [9] 刘小明,张伟,魏中华,等.指路标志版面评价与优化[J].北京工业大学学报,2015,41(1):95-102.
- [10] 张俊斌.城市道路指路标志设计合理性研究[D].太原:太原科技大学,2018.
- [11] 公安部道路交通安全研究中心.言究论道:道路交通安全管理研究文章及各地经验汇编 2017[M].北京:人民交通出版社股份有限公司,2018.
- [12] 姜军,陆建,李娅.基于驾驶人视认特性的城市道路指路标志设置[J].东南大学学报(自然科学版),2010,40(5):1089-1092.

收稿日期:2021-05-17

\*\*\*\*\*

(上接第 33 页)

- 工程化应用[M].北京:机械工业出版社,2017.
- [2] 刘海阳.BIM 技术应用现状及政府扶持政策研究[M].北京:经济管理出版社,2018.
- [3] 张江波.BIM 应用案例集[M].北京:化学工业出版社,2019.
- [4] 李虎,李罡,张志强,等.基于 BIM+GIS 的城市轨道交通建设管理智慧平台[J].中国勘察设计,2019(10):86-89.
- [5] 曹峰杰,蔡健.BIM 技术在一级公路工程协同设计中的应用[J].公路与汽运,2020(2):69-71+77.
- [6] 刘伟军,彭思惠.公路工程项目 BIM 应用能力成熟度

模型[J].公路与汽运,2019(5):152-156.

- [7] 毕湘利.BIM 技术在上海轨道交通工程中的应用[J].交通与运输,2014(4):1-3.
- [8] 陈威.基于 BIM 模型放样及后处理在工程中的应用[J].土木工程信息技术,2016(4):85-88.
- [9] 陈燚,谭博,罗光财,等.BIM 技术在城市地铁施工交通疏解中功能解析[J].企业技术开发(学术版),2017,36(10):29-31.
- [10] 王玉泽.BIM 技术在轨道交通的应用探讨[J].铁路技术创新,2014(5):19-22.

收稿日期:2021-09-25