

## 浅谈 BIM 技术在隧道全生命周期中的应用

向兵<sup>1</sup>, 刘书丞<sup>1</sup>, 张庆明<sup>1</sup>, 吕国军<sup>2</sup>, 黄锋<sup>3</sup>

<sup>1</sup>重庆交通建设(集团)有限责任公司 重庆

<sup>2</sup>重庆路投科技有限公司 重庆

<sup>3</sup>重庆交通大学 土木工程学院 重庆

**【摘要】**为推进建筑信息模型(BIM)技术在隧道工程全生命周期中的应用,通过对当前隧道工程勘察设计、施工、运营维护等三个阶段的BIM技术应用情况进行总结,阐释了BIM技术应用于隧道工程的作用和优势,同时也提出了BIM技术应用于隧道工程中存在的三个主要问题:缺乏统一技术标准、程序软件的不兼容和传统建设管理模式的局限性。针对这三个主要问题分别提出了相应的解决对策和建议,即建立统一的制度标准、打通各软件间的接口、改变传统的建设管理模式,进而推动BIM技术在隧道工程中的发展。

**【关键词】**BIM; 隧道工程; 勘察设计; 施工; 运维

**【基金项目】**重庆建工集团技术创新项目(BIM技术的协同管理平台在长大隧道项目施工阶段的应用); 重庆市研究生联合培养基地项目(JDLHPYJD2020018)

**【收稿日期】**2022年11月12日 **【出刊日期】**2022年12月19日 **【DOI】**10.12208/j.ace.20220116

### Application Status of BIM Technology in Tunnel Engineering Stages

Bing Xiang<sup>1</sup>, Shucheng Liu<sup>1</sup>, Qingming Zhang<sup>1</sup>, Guojun Lv<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Chongqing Communication Construction(Group) Co. Ltd, Chongqing

<sup>2</sup>Chongqing Road Technology Co. Ltd, Chongqing

<sup>3</sup>Chongqing Jiaotong University, Chongqing

**【Abstract】** In order to promote the application of building information model (BIM) technology in the whole life cycle of tunnel engineering, this paper summarizes the application of BIM Technology in the current three stages of tunnel engineering investigation and design, construction and operation and maintenance, explains the role and advantages of BIM Technology in tunnel engineering, and also puts forward three main problems in the application of BIM Technology in Tunnel Engineering: lack of unified technical standards Incompatibility of program software and limitation of traditional construction management mode. Corresponding solutions and suggestions are put forward for these three major problems, namely, establishing unified system standards, opening up the interfaces between various software, changing the traditional construction management mode, and further promoting the development of BIM Technology in tunnel engineering.

**【Keywords】** BIM; Tunnel engineering; Design; Construction; Operation and maintenance

建筑信息模型 BIM (Building Information Modeling) 技术,是以建筑工程的各种相关信息数据为基础,通过三维数字技术来仿真模拟建筑物的真实信息而得到的计算机信息化模型,它是对工程项目设施实体与功能特性的数字化表达。<sup>[1]</sup>随着计算机技术不断成熟, BIM 领域涌现出诸多软件, BIM 技

术已广泛应用于土木工程的多个领域,特别是在房屋建筑工程中,已经形成了一套完整的建筑信息模型技术流程。近年来,我国的交通基础设施发展迅猛,隧道工程也逐渐引入了 BIM 技术,但由于隧道工程呈带状分布且与地质条件关系密切,与建筑工程截然不同,在隧道建设过程中会遇到许多不确定

因素, 因此也难以将现有的 BIM 技术直接应用到隧道工程中, BIM 在隧道建设中的应用尚处在发展阶段<sup>[2]</sup>。

将 BIM 技术引入到隧道工程中, 可以有效解决在隧道建设过程中存在的人员沟通不及时、管理体系不健全、施工成本把控不到位等问题, <sup>[3]</sup>最终实现隧道设计的精细化、直观化, 隧道施工的安全化、合理化, 以及隧道后期运营和维护的条理化。然而由于目前的 BIM 应用软件都没有专门的隧道建模功能模块, 也缺乏统一的数据标准和完善的技术指导规范, 面对这重重困难, 国内不少优秀学者和建设单位对 BIM 技术在隧道各阶段的应用展开了不同程度的研究, 并取得了卓越的成就。本文就近几年 BIM 技术在隧道建设的勘察设计阶段、施工阶段及运维阶段的应用情况进行了分析, 旨在找出目前存在的问题和难点, 以推动 BIM 技术在隧道工程全寿命周期中的运用。

### 1 BIM 在隧道工程各阶段的应用

#### 1.1 隧道勘察设计阶段

由于隧道建设与周边地质条件密切相关, 隧道工程的勘察设计工作及其重要。运用 BIM 技术可以先建立起隧道地质模型, 再与周边 GIS 数据相结合, 能够分析出隧道围岩特征并判别围岩分级, 这样就为隧道的选线设计提供了数据支持。然后再结合一些可视化编程插件可对隧道衬砌结构、支护构件和机电设备等进行参数化建模, 目前隧道三维建模技术已基本成熟。隧道整体三维模型建成之后, 可运用 BIM 技术对三维隧道模型进行碰撞检查, 即对设计进行复核, 避免出现设计疏漏或是与二维图纸不符的情况。<sup>[4]</sup>

确定隧道结构的材料用量和设计尺寸也是隧道设计阶段的一项重要工作, 通过 BIM 软件的二次开发可以将隧道模型导入到有限元分析软件对其进行结构受力分析, 从而优化结构设计方案, 在保证安全的同时也降低了工程造价。

#### 1.2 隧道施工阶段

一项工程无论设计和规划做的多么完美, 施工才是最为关键的环节, 尤其是隧道工程施工工序复杂, 施工进度管理起来非常繁琐, 施工操作难度系数也很大, 在施工过程中存在很多潜在的风险, 而运用 BIM 技术建立智能化的施工管理平台可以有效

解决这些问题。

(1) BIM 施工管理平台可以实现技术交底工作的可视化, 将各项施工工序或方案通过图片或者三维动画的形式给人以直观的理解, 能有效减少施工人员因对文字理解不到位而造成返工的情况。

(2) 由于地质条件复杂, 不同隧道工程的施工方案也复杂多变, 选择合适的施工工艺显得尤为重要, 通过 BIM 技术可以仿真模拟隧道工程的各种施工工序, 直观地展现出不同工法施工的优缺点, 再结合地质条件、施工进度、工程造价等进行对比分析, 最终选出最佳的施工方案, 如图 1 所示。

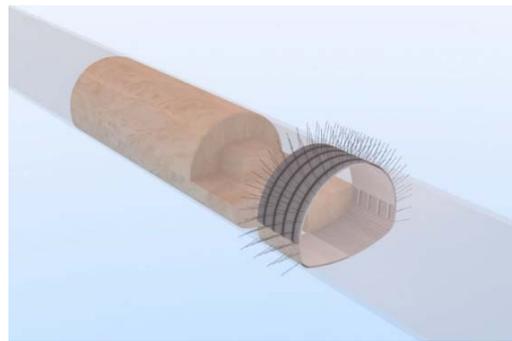


图 1 施工方案模拟

(3) 运用 BIM 技术可以对施工组织设计进行优化, 通过 BIM 施工管理平台将隧道施工的各类信息数据与 BIM 模型相关联, 可以直观地、实时地监测隧道施工的进展情况, 从而实现对施工进度的动态管理, 以达到合理安排劳动资源、物质资源、时间和工程成本。

(4) 以 BIM 模型为基础, 结合 BIM 施工管理平台可以实时跟踪隧道构件, 并对其工作环境进行实时监控, 对突发状况能做出智能预警, 达到预测和控制未知风险的效果, 保障了施工安全, 如图 2 所示。

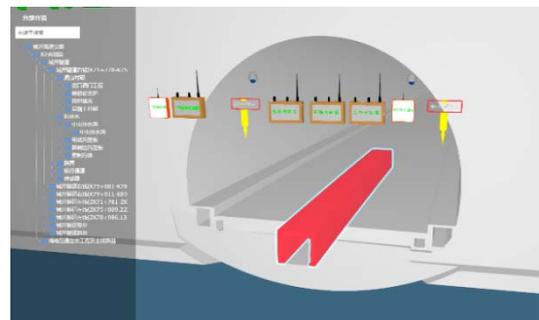


图 2 隧道构件跟踪

### 1.3 隧道运维阶段

目前, BIM 技术在隧道运营维护阶段的应用案例还较少, 尚处在探索和研究阶段。<sup>[4]</sup>与传统的隧道运营维护模式相比, 引入 BIM 技术可以有效解决对设备信息的管理不够完善、遇突发状况反应不及时等诸多问题。

首先, 在 BIM 模型中录入隧道中各种装配结构、附属结构、设备设施等的物理信息以及空间位置信息, 构建以 BIM 技术为基础的运营维护管理平台, 可以对隧道各部位的养护情况以及各种设备设施的运行情况进行三维可视化的展示, 遇到突发状况可以对其准确定位, 并及时做出反应, 以便快速制定维护计划。

其次, 根据已有的隧道模型信息再结合 3D 激光扫描技术和其他一些检测技术, 可以对隧道病害进行检测并将病害信息可视化处理, 也对追溯病害源和预防一些潜在的风险隐患提供了技术支持。<sup>[5]</sup>

此外, 运用 BIM 技术可以对隧道内的火灾、交通事故等突发事件进行模拟, 以便制定相应的应急措施以及人员疏散方案, 为隧道的日常管理提供了技术支持。

由此可见, 在隧道的运维阶段引入 BIM 技术可以很大程度上提高隧道运营和管理的效率, 保障了隧道运营时期的安全性, 因此加强 BIM 技术在隧道运维阶段的应用和研究显得尤为重要。

## 2 BIM 应用存在的问题

在隧道中引入 BIM 技术是一个机遇与挑战的过程, 在带来很多优势的同时也遇到很多困难, 主要存在的问题如下:

### 2.1 技术标准

BIM 技术贯通于隧道建设的全生命周期是建立在各建设阶段相互协作的基础上的, 需要建模、绘图、仿真模拟等软件的相互配合和协调, 然而目前的 BIM 软件平台复杂多样, 生产厂家也各有不同, 导致数据储存的格式不统一, 各软件之间的数据交换成为困难, 这就使得 BIM 模型的整体信息不能完整地直接在设计、施工和运维阶段相互传递。目前的问题在于缺乏统一的制度标准, 而且相关的人才也很稀缺, 因此 BIM 技术在我国隧道工程中的应用优势很难体现。<sup>[6]</sup>

### 2.2 程序软件问题

当前市面上还没有专门的隧道建模软件, 由于隧道工程跨度大, 地质条件复杂多变, 不仅要对隧道主体结构建模, 同时还要结合地质条件建模, 目前建立完整的隧道模型往往需要多个软件结合使用, 建模的过程趋于复杂, 地质建模太过简化, 不能准确地反应出实际的情况。BIM 建模软件与有限元计算软件之间也存在不兼容的问题, 现有的有限元软件要么是不满足隧道的加荷载模式, 要么就是不能识别隧道衬砌的 BIM 模型, 许多软件本地化程度较低, 往往需要二次开发才能使用, 这也遏制了软件之间的交互。

### 2.3 建设管理模式

目前国内隧道工程的主要建设管理模式依然是 PPP 和 EPC 等传统建设模式, 在传统建设管理模式的制约下, 不同单位之间的信息交流受到阻碍, 从而遏制了隧道工程领域 BIM 技术的发展。所以 BIM 技术往往只能分散地应用在隧道工程的某一个阶段, 无法应用在隧道工程的全生命周期。因此, 打破目前的建设管理模式, 才能实现信息数据交互应用的开放管理, 才能更好地发挥 BIM 在隧道工程领域的优势。

## 3 结论与建议

现有的研究表明, BIM 技术已经逐步应用于隧道工程的各个阶段, 特别在设计阶段的应用最为成熟, 而施工阶段和运维阶段的应用还有所欠缺, 须在后续的研究中逐步深入。上文提到的三个问题是目前 BIM 技术不能顺利应用在隧道建设全生命周期的根本问题, 针对这些问题, 这里也提出了一些相应的解决对策和建议。

(1) 建立并完善隧道工程特有的 BIM 标准体系, 不仅仅是勘察设计阶段的标准需要统一, 还需延伸到施工阶段和运营维护阶段。<sup>[7]</sup>体现 BIM 的优势需要整个项目周期中所有参与者的通力合作, 为此需要设计、施工和运营单位的不同软件之间进行信息交换。业主单位在建模工作开始之前也应统筹规划协调各单位之间的信息交互问题, 从而使 BIM 技术贯通于隧道建设的全生命周期。

(2) 推进针对隧道工程的 BIM 软件和平台的研发, 提高建模的精确性, 提高软件的二次开发水平, 运用编程手段打通各软件之间的接口, 从而解决现有软件之间的不兼容问题。在此基础上, 还需

加强 BIM 技术与其他高新技术之间的联系, 比如与物联网技术、地理信息系统 (GIS)、大数据和智能分析等技术的结合, 最终实现真正的智能化隧道建设。

(3) 改变传统的建设管理模式, 采用新的管理模式 IPD (Integrated Product Development), 一种关于产品开发的模式, 它与传统的建设管理模式不同, IPD 更强调整个项目过程的协作能力和效益, 可以简化复杂的工作环境, 降低工作协同和信息同步的成本, 从而提高效率, 更能发挥 BIM 的优势。<sup>[8]</sup>管理模式的改革是我国隧道工程 BIM 技术发展的当务之急。

### 参考文献

- [1] 纪博雅, 戚振强. 国内 BIM 技术研究现状[J]. 科技管理研究, 2015, 35(6): 184-190.
- [2] ZHOU Weihong, QIN Haiyang, QIU Junling, et al. Building Information Modelling Review with Potential Applications in Tunnel Engineering of China[J]. Royal Society Open Science, 2017, 4 (8) : 170-174.
- [3] 戴林发宝. 隧道工程 BIM 应用现状与存在问题综述[J].

铁道标准设计, 2015, 59 (10) : 99-102+113.

- [4] 刘星宏、林达明、俞缙、丘仁科、苏兴炬、楼重华、王辉、张中俭. BIM 技术在国内隧道工程中的应用[J]. 现代隧道技术, 2020, 57(6):11.
- [5] 傅志超, 李明田, 周小鹏. BIM 技术在我国隧道工程中的应用研究进展[J]. 江苏建材, 2020(1):4.
- [6] 陈紫云, 李天斌, 刘四昌, 等. BIM 技术在隧道与地下工程中的应用及前景综述[J]. 地质灾害与环境保护, 2018, 29(1): 83.
- [7] 李晓军, 田吟雪, 陈树汪, 等. 建筑信息模型(BIM)技术在隧道工程中应用现状与分析[J]. 隧道建设 (中英文), 2020, 40(7):11.
- [8] 秦海洋, 赖金星, 唐亚森, 等. BIM 在隧道工程中的应用现状与展望[J]. 公路, 2016, 61 (11) : 174-178.

**版权声明:** ©2022 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**