

市政隧道工程设计中 BIM 技术的应用研究分析

刘刚锋

中铁长江交通设计集团有限公司 重庆 401121

【摘要】：市政隧道工程作为市政工程中较为特殊的一种，不仅具有着结构复杂、安全性风险高等特点，同时还需要在设计阶段对各种专项施工技术进行综合运用，并充分考虑到地形地貌、地质构造、车辆通行、隧道支护等多方面因素，其设计难度相对较高，而将 BIM 技术应用于市政隧道工程设计，能够帮助有关设计人员顺利解决各种设计难题，为工程设计方案的合理性提供保障。基于此，从市政隧道工程合理设计的视角出发，对 BIM 技术的优势作用进行分析，同时围绕 BIM 技术在市政隧道工程设计工作中的应用要点展开具体探讨，以期能够为有关设计人员带来一定启发。

【关键词】：市政隧道工程；BIM 技术；设计

引言

随着 BIM 领域有关理论研究与应用实践的持续推进，近年来 BIM 技术在国内的应用范围逐渐得到拓展，除最初的建筑行业外，如公路桥梁工程、水利工程、化工工程等各类工程项目的设计、施工中，BIM 技术发挥出了十分重要的作用。而在市政隧道工程设计难度相对较高、设计不合理问题时有发生的情况下，将 BIM 技术应用于市政隧道工程的设计工作，自然也是非常可行且必要的。

1 BIM 技术在市政隧道工程设计中的应用优势

1.1 设计信息集成共享

与铁路、公路隧道工程相比，市政隧道工程虽然在规模上相对较小，但设计工作同样是比较复杂的，需要由多专业设计人员协同合作，才能够得到完整、合理的设计方案，如果采用传统设计模式，往往很容易因各专业设计信息更新不同步而影响设计工作整体效率，甚至是导致设计不合理的问题。而将 BIM 技术应用于市政隧道工程设计，则可以有效弥补传统设计在设计信息更新方面的不足，通过 BIM 软件平台来实现不同专业设计信息的集成共享与实时更新，并根据不断更新的设计信息构建隧道工程模型。这样一来，无论设计人员对隧道工程模型做出了怎样的修改，修改后的信息都能够及时更新到平台模型及立面图、剖面图、材料明细单中，无需再由不同专业设计人员进行反复沟通、协调，对设计工作效率的提升十分显著^[1]。另外，由于各专业的设计信息修改情况会被 BIM 软件平台进行全平台共享，并将修改记录发送给其他平台用户（设计人员），因此全体设计人员所掌握的设计信息能够保持高度一致，有效避免因设计信息获取不同步所导致的设计问题。

1.2 设计问题有效规避

在市政隧道工程设计工作内容较多且需要综合考虑多方面因素的情况下，各种细节设计问题往往很难完全避免，有关设计人员必须要在初步完成设计工作后，对有关设计图纸、文件进行全面检查，才能够准确找出其中的潜在设计问题，保证设计图纸、文件内容的合理性，如果图纸、文件检查过程中出现疏忽，那么潜在的细节设计问题就很容易被忽略，并在施工环节中造成严重影响。而将 BIM 技术有效应用到设计工作中，则可以在根据设计图纸、文件构件完整隧道模型的同时，利用 BIM 软件平台的碰撞检测等功能，对模型展开全方位的合理性分析，以准确发现隧道与支护不到位、结构稳定性不足等方面的设计问题，并对设计问题进行及时修改，以免使最终提交的设计图纸、文件出现设计问题。

1.3 设计内容可视化呈现

在市政隧道工程的设计阶段，由于 BIM 具有着可视化的特点，能够根据工程项目有关信息来构建三维立体模型，因此在确定隧道工程的基础模型后，设计人员还可以对模型展开全方位的观测，以直观了解隧道工程的各方面建设要求，并将各部分设计内容在整个隧道工程

中的联系明确下来，以达到拓展设计思路的目的，避免因空间想象力限制而使隧道工程设计效果受到影响^[2]。另外，在三维立体模型的支持下，设计人员还可以在在完成全部设计工作后，借助模型对隧道工程各部分设计内容进行可视化呈现与详细解读，以实现与施工单位等其他参建方之间的有效沟通，帮助其准确理解隧道工程设计意图，并将各方面设计要求明确下来。

2 BIM 技术在市政隧道工程设计中的应用要点

2.1 协同设计平台搭建

对于市政隧道工程设计单位来说，要想在隧道工程设计工作中实现对 BIM 技术的有效应用，首先就必须要选择合适的设计平台作为基础建模平台，并通过对 BIM 软件有关功能的应用，将面向隧道工程且能够实现设计信息公布更新与高效共享的协同设计平台搭建起来。从目前来看，工程领域的 BIM 软件主要有 Revit3D、Civil3D、Open-Roads Designer、Open-Bridge Modeler、AECO sim Building Designer、Archi CAD 等，有关设计单位需要在保证平台具有数据高效处理、文档查询、资料交互、数据信息安全保护等基本功能的前提下，根据自身实际情况来合理选择 BIM 软件工具，而具体选择标准则需要考虑到模型展示、信息集成与模型更新三方面因素。

其中模型展示是指要对 BIM 软件工具的模型展示功能进行严格把关，确保隧道模型、地质三维模型等各类模型能够得到全面、准确、直观展示，且能够将剖面图、立面图等各类图纸呈现出来，避免出现模型展示不够细致、展示功能不符合设计需求等情况。信息集成是指要充分考虑到隧道工程设计的长期性特点，确保 BIM 软件具备强大的信息集成功能，可以地质勘察资料、遥感影像地图、隧道工程建设要求与初期规划设计等各方面的数据信息进行有效处理与整合，并应用到 BIM 模型的构建中来，以有效提升隧道工程设计的合理性^[3]。而模型更新则是指 BIM 软件选择不能仅考虑到设计需求，同时还需要从隧道工程施工出发，对软件平台的施工资料处理与施工阶段模型更新功能进行评估，确保隧道模型能够随着施工现场变化来进行灵活调整，为施工阶段的各项工作提供帮助。

2.2 设计位置现场勘测

由于隧道工程建设通常需要在山体内或地下进行，受地形、地貌、生态环境等因素的影响较大，因此为提升市政隧道工程设计的合理性与针对性，设计人员不仅需要利用前期建设单位提供的地质勘察报告等各方面资料，同时还需要灵活运用 GIS 技术、无人机技术、倾斜摄影测量技术等技术手段，前往设计位置再次进行现场勘测，以获取高精度、高分辨率的实景资料，并将隧道工程设计位置的实景模型建立起来，为隧道模型构建提供基础支撑。而在设计过程中，有关设计人员还可以围绕隧道工程设计位置的实景模型展开地势地貌分析、生态环境分析，并将分析结果作为设计思路选择、设计方案优化等工作的重要参考，使隧道工程设计图纸、设计方案能够更符合实际。

2.3 隧道模型建设

在确定工程设计位置的实景模型后,可以在实景模型的基础上进行隧道模型建设,不同BIM软件工具的模型建设虽然存在着一定差异,但大致流程基本相同,主要可分为目标选定、地形显示、洞口模型创建与横向通道模型创建几个环节。其中目标选定是指根据设计位置的坐标、高程等数据,在实景模型或BIM软件的自带地图上对设计位置进行标记。地形构造是指在标记好隧道工程设计位置后,将设计位置覆盖区域内的地质条件信息进行特殊显示,使区域内的地形变化、岩层变化等能够变得更加明确,为设计人员提供辅助支持。洞口模型创建环节需要设计人员将隧道洞口位置确定下来,之后借助BIM软件提供的功能模块进行高次曲面设计,将隧道洞口平面图确定下来,之后再以平面图为基础,利用软件功能逐步完成三维轮廓路线生成、三维曲面填充等平面图处理工作,最终在设计位置实景模型上生成洞口模型^[4]。而在最终的横向通道模型创建环节,设计人员则需要先根据隧道工程基本建设要求,确定隧道高度、宽度等的基本尺寸参数及隧道中心路线,之后再将这些数据输入到目录库系统中,创建初始模型与模型设计表,由系统按照设计表中的数据自动生成横向通道模型,并在实景模型上呈现出来,与洞口模型相结合。

2.4 工程细节设计

在确定隧道工程基础模型后,可以依托BIM软件平台与基础模型进行后续的细节设计工作,将更加详细、具体的设计图纸与设计方案确定下来^[5]。例如在进行隧道基坑开挖面的设计时,设计人员就需要先根据隧道埋深、地质条件等方面数据资料,将整个隧道分为多段,并确定各段隧道的开挖参数,之后再以隧道横向通道模型为基础生成开挖面骨架,得到各段隧道最终的开挖面模型。同时,由于隧道开挖的施工技术方法较为多样,因此有关设计人员还可以选择多种施工技术方法,反复进行隧道基坑开挖情况的参数化设计,将不同技术支持下的隧道基坑开挖施工效果明确下来,并根据开挖面与地形面的自适应情况展开对比分析,以选出最为合适的隧道基坑开挖施工技术方法^[6]。而在进行隧道基坑围护结构的设计时,则需要根据之前确定的隧道开挖施工技术及各段隧道地质情况,确定合适的隧道支护参数,之后再将隧道支护参数输入到隧道设计表中,以隧道开挖面模型为基础生成围护结构骨架,逐渐将隧道围护结构模型构建起来。在隧道围护方式的选择上,同样可以通过反复进行参数化设计的方式,对不同围护方式支持下的隧道基坑维护施工效果进行对比分析。

2.5 设计优化

在市政隧道工程的基坑开挖、维护等各方面设计基本完成后,设

计人员还需要以完整的隧道模型为基础,利用BIM软件的有关功能进行设计优化,以准确找出当前隧道工程设计可能存在的问题。例如在隧道基坑围护采用锚杆体系(或锚杆与钻孔灌注桩等其他支护方式相结合)的情况下,可以利用BIM软件进行碰撞检测,查看隧道围护模型中各处锚杆是否存在碰撞现象,如检测结果显示部分锚杆存在碰撞,应对锚杆设计位置进行及时调整。而在隧道工程拱顶承压较大的情况下,则可以利用BIM软件对隧道模型进行衬砌变形有限元分析,准确计算出不同承压状态下的拱顶下沉情况,以明确隧道承载力与结构稳定性情况,如发现隧道承载力低于设计荷载,应及时查明原因并修改设计方案^[7]。

2.6 施工活动模拟

从市政隧道工程整体建设效果的角度来看,有关设计单位初步确定隧道工程设计方案并得到完整隧道模型后,还可以利用BIM技术进行各种形式的施工活动模拟,为工程造价控制、施工技术应用评估等工作提供支持。例如在隧道工程采用限额设计法的情况下,可以先借助BIM软件全面提取隧道工程设计信息中的工程量数据,并完成各部分工程或各段隧道的工程量统计工作,之后再根据工程量统计结果来进行工程造价预测。如隧道工程造价预测结果高于限额目标,则需要对工程量统计结果展开深入分析,查找导致工程造价过高的原因,并对现有设计方案加以优化,以有效降低工程造价。而在施工技术应用评估方面,则可以借助BIM软件的施工模拟功能,将有关施工活动以动画形式呈现出来,之后再与建设单位或施工单位展开沟通,分析现有施工条件下是否能够完成该施工活动。如模拟施工活动的各方面条件要求不符合实际施工条件,则需要将施工技术方法做出调整。

2.7 车辆行驶模拟

从目前来看,由于市政隧道工程多为地铁工程或市政道路工程的组成部分,需要充分满足地铁列车或汽车的行驶需求,因此设计人员还可以依托BIM软件平台进行车辆(列车)行驶模拟检测,以汽车或地铁列车驾驶员为第一视角,对特定位置(如隧道出入口、上下坡处)以及特定环境(如日间行驶、夜间行驶、雨天行驶等)下的行车效果进行真实模拟,以实现隧道工程整体设计合理性、可行性的准确评估,并为后续的设计决策提供重要参考。

3 结束语

总而言之,BIM技术能够为市政隧道工程的合理设计提供重要帮助,而要想在有关设计工作实践中实现对BIM技术的有效应用,则需要把握好协同设计平台建设、设计位置现场勘测、隧道模型建设、施工活动模拟、车辆行驶模拟等环节的BIM技术应用要点。

参考文献:

- [1] 阮飞鹏.BIM技术在明挖隧道设计中的应用[J].建筑技术开发, 2021, 48(10):77-78.
- [2] 李秋斌.BIM技术在公路隧道工程中的应用[J].砖瓦, 2021, (04):77-78.
- [3] 赵连平.隧道BIM技术应用与现状分析[J].四川建材, 2020, 46(08):117-118.
- [4] 宋战平, 肖珂辉, 成涛, 等.基于BIM技术的隧道全生命周期管理及应用研究[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2020, 52(01):47-53.
- [5] 陈德鹏.市政隧道工程设计阶段BIM技术的应用[J].江西建材, 2019, (12):66+68.
- [6] 肖赤.BIM在桥梁、隧道工程中的全生命周期应用[J].大众投资指南, 2018, (14):236.
- [7] 王丽娟, 唐小强.BIM技术在隧道工程中的应用及前景[J].建材与装饰, 2018, (12):266.

作者简介: 刘刚锋, 1982.7, 男, 汉, 陕西渭南市, 毕业于长安大学, 硕士, 供职单位: 中铁长江交通设计集团有限公司, 高级工程师。研究方向: 地下工程数字化设计应用。