

基于 BIM 的地铁施工项目管理平台

——以佛山地铁 3 号线为例

张文华

(佛山市地铁建设有限公司, 广东 佛山 528000)

摘要 城市轨道交通是近些年来大力修建的复杂工程, 具有体量大、涵盖专业广、参与人员多等特点, 在施工过程中常因人员因素、技术因素影响导致工期延误; 在后期运营过程中存在故障诊断和预测不及时、运营计划安排不合理等问题。随着建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 的出现, 结合信息处理技术的应用可以有效解决上述问题。因此, 本文提出了一种基于 BIM 技术的城轨建维一体化平台设计方案, 并具体介绍了系统的构建与实现的功能。

关键词 城市轨道交通; BIM 技术; 施工管理; 运营维护

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0028-03

轨道交通是我国运输行业的支柱产业, 并且一直将融合新兴技术, 提升智能化、信息化程度作为发展目标。随着新一代信息技术, 如建筑信息模型 (BIM)、云计算、大数据、物联网和移动互联等的发展, 对铁路工程建设产生了深远影响。自 2013 年起, 在中国国家铁路集团有限公司的积极推动和铁路 BIM 联盟的具体指导下, BIM 技术在我国铁路领域迅速发展^[1]。BIM 技术不单单是一项建模技术, 更是由大数据、云计算、图形学等相关理论、方法、技术、平台和软件支撑并发展形成的技术体系^[2]。城市轨道交通工程具有建设周期长、涉及专业多、包含海量数据等特点, 在建设和运营维护过程中面临许多挑战, 如数据量大且分散、设计多专业领域、设计规划复杂、维护管理标准不一致等。因此, 亟须建立统一的数字化信息管理平台来解决上述问题, 提高项目推进以及后期运维管理的效率和有效性。

1 研究背景

城市轨道交通工程在建设前期需要综合考虑城市发展规划、人口分布、交通需求等多种因素, 进行科学合理的线路规划^[3], 同时涉及土建、机电、通信、信号等多个专业领域, 需要考虑全面的设计和协调; 在建设过程中需考虑涉及的复杂的地质条件和周围环境, 尽量减少对居民生活的影响, 控制噪声、振动和扬尘等问题; 轨道交通工程涉及政府部门、建设单位、设计单位、施工单位等多方的协调和管理难题, 工程进度需要严格控制, 同时保证工程质量和安全。将 BIM

技术运用于建筑工程建设中, 可为其建立一个数据库, 提供详细的信息资料^[4]。

在地铁运营过程中, 需科学合理地调度车辆优化运营线路和班次, 提供高效的运输服务; 日常维护需要确保轨道交通系统的安全运行, 包括车辆、轨道、信号系统等各个环节的安全; 面对突发情况, 需要建立完善的应急预案, 快速响应和处理突发事件。城市轨道交通工程在建设和运营维护过程中都面临许多复杂的挑战, 需要借助新技术实现科学规划、严格管理和多方协作, 突破原有管理模式的瓶颈, 实现轨道交通系统的安全、高效和可持续发展。

2 BIM 技术概述

建筑信息模型 (BIM) 是指将建筑工程及设施在其整个生命周期内的物理特性、几何信息和空间信息进行数字化表达, 并利用这些信息来指导设计、施工和运营的一种综合性技术体系。近年来, BIM 技术的应用已成为国家建设发展的重要方向, 也是数字中国战略的基础内容之一^[5]。BIM 技术的发展背景和演变过程表明, 其核心目标是解决工程效率问题。起初, BIM 技术主要得到工程建筑行业的重视和推动, 并积累了大量的应用经验。2014 年, BIM 技术开始在铁路工程行业推广, 施工方、管理方逐渐开始应用 BIM 技术对铁路工程项目进行管理。BIM 技术将三维可视化和建筑项目数字化相结合, 可以实现不同学科设计数据的有效集成。在铁路工程领域, BIM 技术的应用日益广泛, 不仅推动了铁路行业的创新发展, 也提升了工程项目的实施效率与质量。

2.1 模型构建

BIM 模型构建涉及多个环节和不同的软件工具。首先明确项目设计、施工、运维等阶段的信息需求，收集相关的建筑图纸、设计规范和现场勘测数据等。然后模型创建，选择适合的 BIM 建模软件，如 Revit、ArchiCAD、Navisworks 等，根据建筑设计图纸在软件中构建三维模型，之后在基础模型上添加细节，将模型与相关数据（如材料规格、施工计划等）。最后进行碰撞检测，检查模型中不同系统之间的冲突，确保模型的完整性和准确性，进行必要的调整和修改，通过 BIM 协作平台分享模型可以实现多方协同工作。常用的 BIM 建模软件 Autodesk Revit，适用于建筑、结构、电气和管道的设计，支持三维建模、碰撞检测、施工模拟等操作。

2.2 应用优势

BIM 技术在地铁信号工程中的应用具有显著的优势，可以提高设计、施工、运营和维护的效率和准确性。以下是 BIM 技术在地铁信号工程中应用的几个关键方面：

1. 设计阶段，通过三维建模，可以精确地设计地铁信号系统的各个组件，包括信号机、轨道电路、轨旁设备等；BIM 模型可以进行碰撞检测，确保各设备和管线之间没有冲突，减少施工过程中出现的问题；BIM 技术支持多个专业（如土建、轨道、信号、通信、电力等）在同一平台上进行协同设计，提高设计效率和一致性。

2. 施工阶段，通过 BIM 模型可以进行施工过程的模拟和优化，提前发现并解决施工中可能出现的问题；BIM 技术可以与施工进度计划结合，进行 4D 建模，指导施工人员准确安装各类信号设备，实现进度的可视化管理。

3. 运营维护阶段，BIM 模型可以记录每个信号设备的详细信息，包括型号、安装位置、维护记录等，形成设备台；BIM 技术可以与运营监控系统集成，实时监控信号设备的运行状态，及时发现异常情况、快速定位故障设备，结合 BIM 模型进行数据分析，优化信号系统的运行，提高运营效率。BIM 技术与城市轨道交通的结合应用已有落地的成功案例，广州地铁在新线路建设中应用了 BIM 技术，对信号系统进行了精确的三维建模，实现了设计和施工的无缝对接；上海地铁在信号系统的维护管理中应用了 BIM 技术，建立了详细的设备台账，提高了故障处理和维护管理的效率。

3 平台建设

城市轨道交通工程设计中需要把前沿信息技术和铁路技术深度融合，规范铁路工程建设，提高效率，

保证施工质量，降低成本。但由于各专业使用的软件工具不同，没有完全统一的标准规范，导致各专业设计模型相对独立且不能有效整合进而造成建造困难、成本增高等诸多问题^[6]。实现数字化设计和分析的核心是项目全周期的三维模型构建，因此平台分为面向建造的 BIM 工程与面向运维管理的 BIM 工程两部分，以现场勘查数据信息为基础融合各专业进行模型构建深化原有设计，项目后期以模型结合数据实现故障分析预测、优化运营管理。城轨建维一体化平台如图 1 所示。

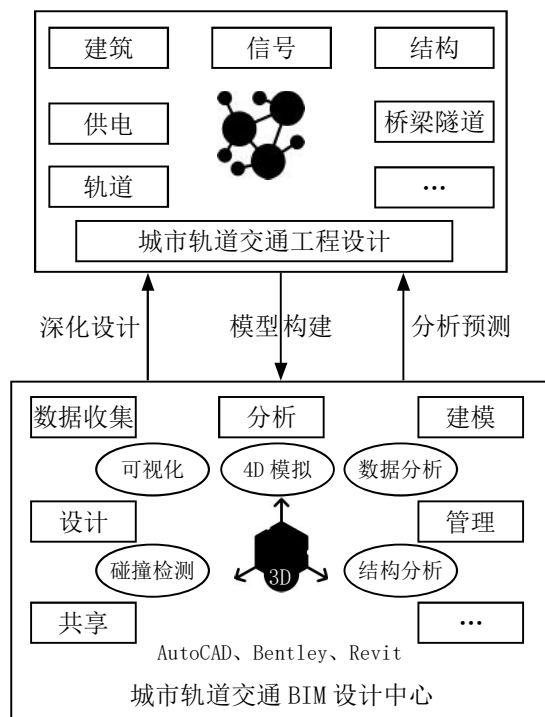


图 1 城轨建维一体化平台示意图

4 工程应用实例

佛山地铁 3 号线南起顺德学院站，经大良、伦教、北滘等十站北到科技学院站，是中心城区与大良容桂组团、狮山组团、北滘陈村组团的联系线。线路全长约 66.5 km，其中高架段 7.2 km，过渡段 1.4 km，地下段 57.9 km。共设 36 座车站，其中高架站 4 座，地下站 32 座，全线设置 1 段 2 场，分别为狮山车辆段、北滘停车场和逢沙停车场。地铁项目施工现场情况不断变化，传统纸质文件形式的进度计划已经不能满足现场指导施工需求，且对施工人员的识图能力、现场协调能力有较高要求。为此，设计信息集成的 BIM 管理系统改进了传统方式中的不足之处，模型信息与进度信息保持统一，实现“即时修改即时更新”。于该

线路工程项目 BIM 管理系统包含人员管理、质量管理、进度管理、轨行区间进度管理、基础数据、模型应用、数字化移交等功能,系统界面部分包含信息如图 2 所示。其中,进度管理模块又包含施工日志、模型元素、总进度计划、任务包管理、复工申请功能;模型应用模块中上传的模型文件包含操作、模型名称、版本号、标段、位置、专业、导入状态等信息。

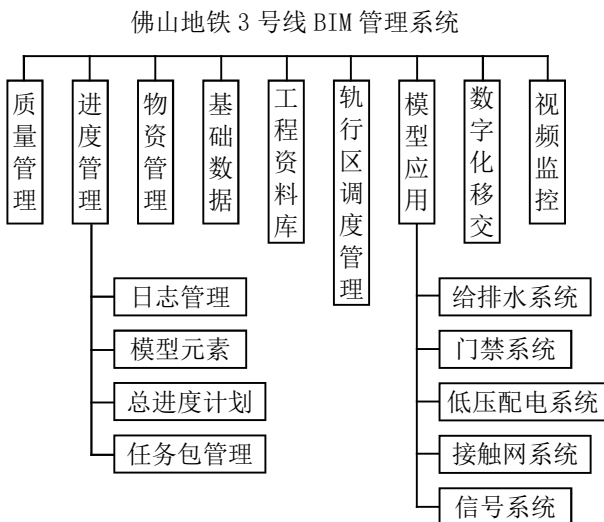


图 2 BIM 管理系统部分信息示意图

4.1 工程内容

通过构建 BIM 模型完成对应站点内的通信专业设备布放、桥架布设、AFC 专业设备布放、安防专业设备布放、线缆敷设等工作,并对各项工作进行碰撞检查。以下是 BIM 模型系统的主要工作流程:

1. 确认图纸:接收招标图纸后进行专业和版本的确认统一工作。
2. 桥架建立:根据招标图纸进行桥架图纸还原。
3. 设备布放:根据招标图纸与桥架模型的构建,进行通信、AFC、TCC、安防等专业设备布放。
4. 线缆敷设:根据桥架模型与系统图纸进行室内柜间距布线。
5. 碰撞检查:根据 BIM 进行各专业间碰撞检查。
6. 提交问题:生成碰撞报告,集成现有问题并上传。

4.2 地铁工程三维模型建立

地铁项目的专业主要包括建筑、结构、给排水、暖通、电气设备,各专业人员除了需要具备本专业的知识技能以外,还需要与其他专业协同配合才能完成最终的项目设计。因此,与其他项目成员共享数据、共建模型十分重要,对于已大致完成的设计部分需要提前进行碰撞实验,减少出现返工、延期等问题。构建

工程三维模型,首先需要获取地铁工程的设计图纸或 CAD 文件,包括平面图、剖面图、立面图等;选择适合的三维建模软件,如 AutoCAD、SketchUp、Revit、3ds Max 等;然后将设计的图纸文件导入三维建模软件,根据图纸开始创建地铁工程的三维模型,包括建立地下隧道、站台、列车、电力设备、管道系统等;最后根据需要添加细节,根据需要进行模型的优化和调整,确保模型的比例和空间尺度符合实际地铁工程的要求,

以佛山地铁三号线工程为例,按照已有建模规则,结合地铁项目施工特点,对地铁车站通信专业设备布放的工作阶段进行建模。如室内信号布置与布线三维图,可以显示设备所属的项目名称、位置、平面轴网、楼层标高等信息,通过三维图能够及时发现机柜摆放、布线与设计图纸不符的地方并及时修改还原,相较于原有平面图纸的模式不仅能够提升设计效率和精度,还能在工程建设的各个阶段提供更全面和直观的支持。

5 结束语

本文首先对城市轨道交通工程项目全周期中存在的问题进行归纳总结,然后介绍了 BIM 技术的应用优势与模型构建方法,进一步提出基于 BIM 信息技术构建的工程管理系统。BIM 技术在地铁信号工程中的应用,可以显著提高各阶段的工作效率和质量,减少设计和施工过程中由于信息不一致、不同步导致的错误,优化运营和维护管理,提高地铁信号系统的可靠性和安全性。在后续的工作中将进一步细化模型分类,对其添加更多的属性信息,实现更大范围全站点全线路的 BIM 协同工作。

参考文献:

- [1] 孟鹤,杨绪坤,王长进.铁路自主 BIM 技术研究与应用进展[J].铁道标准设计,2023,67(09):28-36.
- [2] 农兴中,史海欧,袁泉,等.城市轨道交通工程 BIM 技术综述[J].西南交通大学学报,2021,56(03):451-460.
- [3] 王志恒,李晓昭,潘进礼,等.城市地铁建设与社会经济因素的相关性研究[J].都市快轨交通,2022,35(01):17-27.
- [4] 郭安全.BIM 与建筑机电设备监测信息集成[J].大科技,2023(30):190-192.
- [5] 邓雪原.CAD、BIM 与协同研究[J].土木建筑工程信息技术,2013,05(05):20-25.
- [6] 龚振杰.BIM 技术在铁路工程中的应用与发展[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022(09):182-185.