

# Research on the Development and Application of BIM Technology in Municipal Comprehensive Pipe Galleries

Yifei Han

Palace Museum, Beijing, 100009, China

## Abstract

Integrated utility tunnels, as the main arteries of the municipal pipeline network, are increasingly being adopted, constructed, and utilized in cities across China. The integration of BIM technology with integrated utility tunnels has become a mainstream approach for their construction, operation, and maintenance. BIM technology enhances design efficiency, assists in on-site management, and integrates actual engineering data into BIM models, supporting subsequent operations and intelligent management platforms. This article analyzes the characteristics of BIM-related software through case studies of BIM applications and the primary software used. It also examines software and usage points suitable for municipal projects, using examples such as the BIM system of the Forbidden City's integrated utility tunnel, to provide practical recommendations for related projects.

## Keywords

BIM technology; municipal engineering; comprehensive pipe corridor

## BIM 技术在市政综合管廊中的发展与运用研究

韩一飞

故宫博物院, 中国 · 北京 100009

## 摘要

综合管廊这种新型市政基础设施, 作为市政管线网络这个“城市血管”中的主动脉, 已被我国越来越多的城市接受、建设及使用。BIM 技术与综合管廊的结合也成为一种其建设运维使用的主流方式而存在, 通过 BIM 技术提高设计效率, 协助施工现场管理, 并将实际的工程信息融入 BIM 模型, 辅助后期运维和智能化管理平台。本文通过 BIM 技术运用的工程实例及主要实现软件的分析, 总结 BIM 相关软件特点, 并以故宫综合管廊 BIM 系统为实例从中分析适用于市政工程的软件及使用要点, 为相关工程提供合理化建议。

## 关键词

BIM 技术; 市政工程; 综合管廊

## 1 引言

BIM (建筑信息模型) 技术是建筑学、工程学及土木工程的新工具, 它可以实现三维可视化建筑信息并针对模型进行集成管理, 将建筑全生命周期内的信息整合于一个信息数据库中使用。目前, 城市的快速发展要求市政设计和施工能力进一步提高, 而传统的二维设计图纸已不能满足需求, BIM 技术的出现恰好能够改变市政工程的困境。通过应用 BIM 技术满足使用需求、实现项目信息整合、分析模拟、解决传统设计能力不足等问题。本文从 BIM 技术的最新

政策和应用情况入手。介绍 BIM 行业软件及 BIM 技术在市政工程不同阶段的应用点和主要成果, 为市政工程建设中 BIM 技术的运用提供合理化建议。

## 2 BIM 技术概况

1975 年, 被誉为“BIM 之父的”乔治亚理工大学的 Chuck Eastman 教授创建了 BIM 理念至今, BIM (数字信息化模型) 技术的研究经历几个阶段的发展并被越来越多的行业认可和使用。2002 年, Autodesk 公司率先实现了 BIM 技术在工程建设领域的运用, 目前已经在工程行业广泛利用。

在国际工程领域, BIM 技术在许多国家已经出台了相关行业标准和指导手册, 甚至部分国家和地区则强制要求在设计中交付 BIM 模型成果。例如, 美国 300 强建筑企业中的 80%、北美工程中的 50% 的项目和芬兰 93% 的建筑师均已应用了 BIM 技术。我国于 2002 年引进 BIM 技术, 并逐渐被建筑行业认可, 在水电行业和大型单体建筑物的复杂建

**【基金项目】** 故宫博物院 2023 年度课题“世界文化遗产地综合管廊的运维模式探索及应用——以故宫博物院为例”(项目编号: KT202307)。

**【作者简介】** 韩一飞 (1991-), 男, 中国河南汝南人, 本科, 工程师, 从事工程管理研究。

筑结构节点中被广泛应用<sup>[1]</sup>。

### 3 BIM 技术的政策支持

近年来,我国大力支持 BIM 技术的发展和应用,在《中共中央办公厅、国务院办公厅关于推进新型城市基础设施建设打造韧性城市的意见》等文件中明确提出要进一步加强建筑业信息化水平建设,注重对 BIM、大数据、智能化、物联网等先进技术的集成运用,建筑业向着信息化、智慧化发

展,提高数据资源利用水平,形成一批具有国际先进水平的行业标杆。

除了政府的大力支持外,设计企业和个人从中获益也是 BIM 技术的发展动力。虽然目前 BIM 技术在建筑行业全面实现全生命周期的运用较为困难,但是设计人员在应用 BIM 技术后从中会获得较多收益。例如,提高效益和工作效率、解决二维设计中的难题,这些因素使得设计人员和设计企业开始接受 BIM 技术。

表 1 我国近年来 BIM 技术相关政策

发布单位	时间	发布信息	政策要点
住建部	2025.3.17	《智能建筑技术导则(试行)》	以“提品质、降成本”为目标,因地制宜集成应用各类数字平台实现高效益、高质量、低消耗、低排放的建造过程,提升建筑行业工业化、数字化、绿色化水平。
	2021.4.14	《中国建筑业信息化发展报告》	以 BIM 设计、智能制造、智慧施工和运维为主要抓手,加快推进建筑信息模型(BIM)技术运用。
	2018.11.12	《“多规合一”业务协同平台技术标准》征求意见的通知	规范“多规合一”业务协同平台建设,实现“多规合一”的“数据共享、空间共管、业务共商”。部分城市可在 BIM 技术运用的基础上进一步建设城市信息模型(CIM)
	2016.8.23	《2016-2020 建筑业信息化发展纲要》	推广基于 BIM 的协同设计,开展多专业间的数据共享和协同,优化设计流程,提高设计质量和效率。研究开发基于 BIM 的集成设计系统及协同工作系统,实现建筑、结构、水暖电等专业的信息集成与共享。
国家标准	2017.5.4	《建筑信息模型施工应用标准》	从设计、施工、生产、进度管理、竣工验收等方面提出了建筑信息模型的国家级标准。
北京	2022.4.24	《北京市房屋建筑和市政基础设施工程智慧工地做法清单》	强调在深化设计、加工生产、施工过程中,应用 BIM 技术开展三维可视化较低、工艺模型、碰撞检查、质量问题挂接模型等至少 2 项辅助质量管理
	2018.8.30	《北京市推进建筑信息模型应用工作的指导意见(征求意见稿)》	北京市关于 BIM 应用基础标准的征求意见,建设推进一批 BIM 试点及推广应用。形成成熟的 BIM 运用配套政策,以国家投资为主的大型设施、装配式建筑及绿色建筑标识项目为主,全面推广全生命周期的 BIM 应用。

### 4 BIM 技术在市政工程中的运用

在市政工程中主要应用 BIM 技术可视化、模拟性、优化性等特点。可视化表现为在 BIM 技术中,结构、设备、路由和他们之间的相互关系并不仅仅是图纸上简单线条绘制表达,而是整体体现在三维模型中,使整个实施过程可视化,更加有利于项目开展推进沟通与协调决策。模拟性表现为在工程全生命周期,BIM 可以设计方案、施工组织、运维预案等进行模拟。优化性表现为在工程的设计、建设、运维全生命周期中一个不断优化的过程,在 BIM 模型的基础上进行调整优化相较于传统图纸具有更好的便捷性、拓展性和兼容性,除应用 BIM 技术特点外,还进行 BIM 技术的拓展应用,例如与 GIS 技术、物联网、AI 技术、大数据分析、3D 打印、VR/AR 技术等结合在一起发挥 BIM 技术价值解决工程难点,符合智能建造大趋势的要求<sup>[2]</sup>。

### 5 相关 BIM 软件介绍

目前,国内为均有多种软件可运用 BIM 制作,本文选

取几款主流 BIM 相关软件进行介绍。

#### 5.1 Autodesk 相关软件产品

Revit 软件可以进行多专业集成化 BIM 平台制作,该软件拥有参数优化引擎,根据要求自主协调完善任意位置的设计参数。Revit 中还提供了大量的插件,包括自动化桥梁建模程序、Dynamo 参数化建模工具等。广泛应用于民用建筑,在基础设施领域,Revit 被广泛用于桥梁、隧道、地铁车站、水厂、大坝等各类构筑物设计。

Navisworks 软件主要解决整合和校审详细设计模型,参建各方均可以通过建筑信息模型(BIM)提出需求和解决途径,不局限于设计层面,通过 BIM 技术带来的数字化、信息化、智能化方式结合项目实际要求,优化建设过程,降低建设成本,保障进度安排,减少环境影响<sup>[3]</sup>。

Autodesk Infra Works 软件专用于规划、设计和分析的地理空间和工程建筑信息模型(BIM)平台。它包含丰富数据的三维模型进行工程初步设计。AIW 初步设计软件能够帮助改善项目成果,合并和连接数据以更好地创建、查看、分析、共享和管理信息,从而做出符合环境的决策。

## 5.2 达索 3DEXPERIENCE 体验平台

ENOVIA 软件将时间、成本、质量三者有机的结合起来,形成一个整合的 BIM 项目管理系统。在时间管理方面专注于工作任务分解、项目进度、事件流程的自定义和跟踪处理;在成本管理方面关注于资源利用与使用效率、成本跟踪、人员的任务分配与工作量统计;在质量管理方面关注于 2D/3D 协同校审、模型碰撞检查、历史版本记录与可视化。

CATIA 软件拥有更为完善的曲面建模功能,具有更强的空间曲面造型能力和参数化分析能力,常常被用于体量巨大、造型结构复杂的项目设计当中,有效的提高设计效率。同时,CATIA 软件拥有自顶向下的设计理念、强大的参数化建模技术、与生命周期下游应用模块的集成性、良好的扩展性的特点。

## 5.3 BIM 软件现存问题

首先,设计人员习惯于应用 CAD 进行二维设计,无法快速转变成三维的设计思维。作为解决问题的新技术和新手段,BIM 技术的收益无法确定,未得到全行业的认可。其次,我国缺乏适合于本土应用的 BIM 软件,国外软件虽然功能强大但是与我国的国情和规范有所差异,不能完全适用。再次,我国的 BIM 标准并不够完善,法律责任界限不够明确,较多企业对于 BIM 技术处于观望的态度。另外,BIM 技术可以进行建筑全生命周期管理,但是目前大部分项目较难实现全生命周期的应用,大多用于项目从策划到拆除的某一阶段或局部应用。最后,应用 BIM 技术要求各个设计师紧密配合,意味着设计人员的 BIM 应用效果更大程度取决于设计人员之间的配合度。BIM 应用效果包括质量、组织、管理、效益等方面,企业最为关注的是应用 BIM 技术后的效益,而 BIM 恰恰是一种前期投入大,回报周期长的一种技术,短时间内企业无法看到收益,更多的是投入,在一定程度上阻碍了 BIM 的发展。

## 6 工程运用实例

故宫博物院基础设施维修改造工程是“平安故宫”的主要工程项目之一,建设综合管廊 1053 米,管廊整合了该区域内的供热、供配电、智能化、给水等系统,对管线的增容、扩容、养护维修等工作均在管廊内完成,避免后期道路的反复开挖。一期工程 2017 年 6 月开工,目前完成建设,是我国少有的位于文化遗产地内的综合管廊工程,其处理建设、运维与文物保护关系的经验十分宝贵。因为故宫综合管廊所在位置特殊性,其管理系统有别于一般综合管廊管理系统的最大特点便是在综合管廊影响范围内的古建筑均进行了完整 BIM 建模,拥有大量的地上建筑模型,不仅可以直观对应地上建筑与地下管廊的位置关系,使其在日常运维中结合古建监测数据可以直接高效利用模型及力学软件等进行数据分析为文物保护提供决策依据。

故宫综合管廊管理平台基于 BIM 和 GIS 技术建立的模型,可以进行综合管廊工艺设计、机电设计、结构设计和管道设计,管廊 BIM 模型结合可视化管理系统为底层基础进

行开发,整合三维数据管理平台,构建集三维的地形、古建筑、地上道路、地下管网、综合管廊模型展示及地下管廊展示平台为一体的在线可视化展示管理平台。在建设阶段,模拟施工组织指导施工,减少施工造成的对周围环境的扰动和影响,减少二次开挖,保障了对周边古桥、古建、古树的最小干预。同时,依靠古建筑模型结合各类监测手段提高周边古建监测保护效率,为决策提供更直观依据。

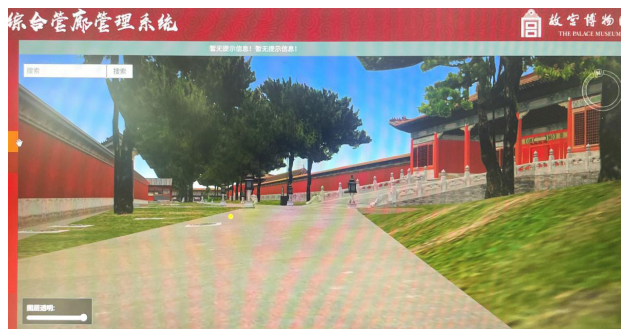


图 1 故宫综合管廊地上模型

后期运维中,利用大数据分析与融合技术,不仅对设备、管线进行监测和运维管理,也对综合管廊影响范围内的文物建筑进行长期监测保障文物安全。同时对历史大数据进行分析预警,对管廊及其相关设备等进行全生命周期跟踪管理,实现快速响应、实施决策、计划检修、资产管理等运维目标。

## 7 总结及建议

BIM 技术在我国发展过程中既存在动力也存在一定阻碍,国家和政府不断出台新的政策和方针,可见其对 BIM 技术发展的支持程度,本文中所列出的政策只是近期所发布政策的小部分,据资料显示我国从 2010 年开始认识到了 BIM 技术的重要性,并开始制定相关政策。为了快速发展 BIM 技术要产学研相结合尽快完善 BIM 相关标准,改变设计人员的思想,从软件、人才培养、BIM 标准等多方面进行改变。

BIM 软件种类较多,大多数 BIM 软件更专注于单项运用,相对缺乏集成性高的 BIM 软件,很多时候需要使用者根据项目的规模、地质条件、地质资料、需求、软件特点进行选择进行整合开发。BIM 技术现阶段没有全面普及的主要原因是前期投入大,回报周期长,短期内无法看到收益。但以本文工程为例,BIM 技术在市政综合管廊工程中应用所能解决的问题,证明了应用 BIM 技术的价值。相信在不久的将来,BIM 技术将全方位的运用于市政综合管廊工程建设及运维。

## 参考文献

- [1] 刘铭,张京,彭勃阳. BIM技术在市政工程设计中的应用[J]. 市政技术, 2015, 33(04): 195-198.
- [2] 罗佳欣,宇德忠. BIM技术在城市轨道交通中应用现状分析与展望[J]. 科技与创新, 2024, 卷缺失(03): 22-26.
- [3] 王鑫. 基于BIM技术的施工项目质量控制实证研究[D]. 学位论文: 兰州交通大学, 2018.