

城市轨道交通工程

BIM设计实施

基础标准研究

杨秀仁 等著



CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG GONGCHENG

BIM SHEJI SHISHI

JICHU BIAOZHUN YANJIU

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

城市轨道交通工程 BIM 设计实施基础标准研究

杨秀仁 等 著

中国铁道出版社

2016年·北京

内 容 简 介

本书在介绍与分析城市轨道交通工程特点与 BIM 应用价值、中国城市轨道交通工程 BIM 应用、国内外 BIM 通用标准以及城市轨道交通工程 BIM 设计实施基础标准现状的基础上,着重研究了城市轨道交通工程计算机制图标准、城市轨道交通工程车站设备管线综合技术标准、城市轨道交通工程 BIM 设计交付标准三项 BIM 设计实施基础标准应包含的主要内容,介绍了上述标准研究成果的应用案例,并以附录形式给出了标准的参考条款。

本书对城市轨道交通相关的政府部门、建设、设计、科研和软件研发单位的 BIM 技术与管理人员有很好的参考作用,也可作为高等院校交通工程专业、土木工程专业及其他相关专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通工程 BIM 设计实施基础标准研究/杨秀仁等

著. —北京:中国铁道出版社,2016.1

ISBN 978-7-113-21312-1

I. ①城… II. ①杨… III. ①城市铁路—轨道交通—
计算机辅助设计—研究 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 002662 号

书 名:城市轨道交通工程 BIM 设计实施基础标准研究
作 者:杨秀仁 等

策 划:江新锡

责任编辑:陈小刚 张卫晓

编辑部电话:010-51873193

封面设计:郑春鹏

责任校对:马 丽

责任印制:高春晓

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷:北京铭成印刷有限公司

版 次:2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:20.25 字数:507 千

书 号:ISBN 978-7-113-21312-1

定 价:99.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

主要作者名单

主要著者：杨秀仁 王奕然

其他著者：张弘弢 韩德志 赵宪红

张彦 王丽

作者介绍

杨秀仁,男,1964年11月出生,天津市人,西南交通大学主修隧道及地下铁道专业,北京交通大学主修道路与铁道工程专业。从事城市轨道交通工程设计和科研工作29年,现为北京城建设计发展集团总工程师,北京市轨道结构工程技术研究中心主任,教授级高级工程师,享受国务院政府特殊津贴专家,北京市有突出贡献的科学、技术、管理专家,北京市百千万人才,首都劳动奖章获得者。



获授权国家发明和实用新型专利35项,获国家及省部级科技进步和优秀设计奖励30余项,核心期刊发表学术论文30篇。国标《地铁设计规范》的主编人之一,国标《盾构隧道设计规范》主编,北京市地方标准《城市轨道交通工程设计规范》主编,共主编和参编国家标准和地方标准15部。近年来主持开展了多项城市轨道交通科研攻关项目,其中包括基于BIM技术的“城市轨道交通三维辅助设计系统(RIM)开发”等。

主要社会兼职有住建部城市轨道交通质量安全专家委员会委员,中国土木工程学会常务理事,土木学会城市轨道交通工作委员会副主任,中国建筑业协会深基础施工分会副理事长,中国城市轨道交通学会专家委员会委员,中国勘察设计协会市政分会城市轨道交通发展委员会主任,西南交通大学、北京交通大学、北京工业大学、北京建筑大学兼职教授,上海市科技委委员等。

前 言

BIM(Building Information Modeling, 建筑信息模型)技术是一项近年来出现的,引领建筑数字技术走向更高层次的新技术,是继“甩开图板转变为二维计算机绘图”之后的又一次建筑业的设计技术手段的革命,已经成为工程建设领域的热点。BIM包含了基于工程三维模型的设计、施工、维护、关联等完整的信息,是应用于建设项目生命周期各阶段管理的现代化工具,有助于工程参与各方更好地理解设计概念、提高效率、减少错误、节约成本、缩短工期。

近年来,为了解决城市交通拥堵问题,中国已成为了世界上城市轨道交通发展最迅速的国家。城市轨道交通线路运营里程从2005年18条线路、441 km发展到2014年98条、3 155 km,仅用了短短的9年时间。根据相关规划,中国仍有超过12 000 km的城市轨道交通线路在建或待建。城市轨道交通工程具有专业众多、投资庞大、建设周期长、地下空间局促、涉及单位众多、运营管理复杂等特点。在城市轨道交通工程中,BIM技术的应用点众多,可产生很高的应用价值,应用空间巨大。

BIM是涉及项目生命周期各阶段的信息化技术,BIM的发展也非常依赖于在应用中不断积累并建立起来的庞大的技术资源支撑。在这个过程中,BIM技术标准显得格外重要。为了使BIM技术在工程领域里顺利推广应用,近年来国家、地方及行业主管部门纷纷启动了相关BIM通用技术标准的编制工作。城市轨道交通工程较一般工业与民用建筑涉及的专业多,除了建筑、结构、风、水、电之外,还涉及线路、限界、轨道、通信、信号、牵引供电、AFC、综合监控、PIS、屏蔽门等10多个专业的20多个设备系统。通用BIM标准对于城市轨道交通工程而言,是很好的基础标准,但覆盖面还远远不够,需要进一步研究与细化。根据清华大学BIM课题组提出的CBIMS标准体系框架及CBIMS设计阶段实施标准框架,结合城市轨道交通的行业特点及需求,北京城建设计发展集团股份有限公司开展了多项城市轨道交通工程BIM设计实施基础标准的研究工作。

研究工作选择了城市轨道交通工程计算机制图标准、城市轨道交通工程车站设备管线综合技术标准及城市轨道交通工程BIM设计交付标准三项区别于一般工业与民用建筑的城市轨道交通工程BIM设计实施基础标准作为研究对象。其

中,制图标准是计算机制图和专业 BIM 软件开发的重要基础之一,属于设计交付标准中的 BIM 二维视图交付规范;管线综合是 BIM 技术在城市轨道交通工程的重要应用方向之一,其技术标准涉及设计行为和设计交付标准;以 BIM 技术为特征的设计交付标准是 BIM 设计实施标准的重要内容,其对 BIM 的实际应用有着重要意义和作用。

《城市轨道交通工程计算机制图标准》研究了城市轨道交通工程计算机制图的术语、文件管理、基本制图规则、图层、二维图例等内容。《城市轨道交通工程车站设备管线综合技术标准》研究了城市轨道交通工程车站设备管线综合专业的术语、一般规定、管线排布规则、综合支吊架系统、设计接口、文件组成及深度要求、制图标准等内容。《城市轨道交通工程 BIM 设计交付标准》研究了城市轨道交通工程 BIM 设计交付的术语、交付物、BIM 模型深度、文件管理等内容。

在上述研究工作的基础上,作者撰写了《城市轨道交通工程 BIM 设计实施基础标准研究》专著。本书共分 7 章和 3 个附录。第 1 章:绪论;第 2 章:BIM 设计标准;第 3 章:城市轨道交通工程计算机制图标准;第 4 章:城市轨道交通工程车站设备管线综合技术标准;第 5 章:城市轨道交通工程 BIM 设计交付标准;第 6 章:计算机制图标准与管线综合技术标准应用案例;第 7 章:BIM 设计交付标准应用案例;附录 1:《城市轨道交通工程计算机制图标准》参考条款;附录 2:《城市轨道交通工程车站设备管线综合技术标准》参考条款;附录 3:《城市轨道交通工程 BIM 设计交付标准》参考条款。

本书出版之际,作者谨向关心、支持及联合开展本研究工作和本书出版的各有关单位、个人致以诚挚的谢意。感谢国家住房和城乡建设部、北京市规划委员会、北京市勘察设计与测绘管理办公室对本领域研究工作提供的大力支持。感谢马玉骏、张领、刘垚、刘晓波、梁丽霞、张翀、周岩、冯西培、聂兴洲、毕俊丽、胡伟然、赵颖红、甄荣芳、乔文锦、徐建洲、李静、高莉萍、王锋、邹亚平、孟阿南、汪鹏、张德志、郭婷、陈德胜、田东、徐文、李文会等多位同志为本书相关研究工作所作出的努力,奠定了好的基础。衷心感谢中国铁道出版社的大力支持。

限于作者水平,书中难免有错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 BIM 概述	1
1.2 城市轨道交通工程特点与 BIM 应用价值	3
1.3 中国城市轨道交通工程 BIM 应用现状	11
第 2 章 BIM 设计标准	14
2.1 国际 BIM 标准现状	14
2.2 中国 CBIMS 标准框架	17
2.3 中国 BIM 设计实施标准	19
2.4 城市轨道交通工程 BIM 设计实施基础标准	21
第 3 章 城市轨道交通工程计算机制图标准	24
3.1 研究范围	24
3.2 文件管理	24
3.3 基本制图规定	26
3.4 图 层	28
3.5 图 例	29
第 4 章 城市轨道交通工程车站设备管线综合技术标准	31
4.1 研究范围	31
4.2 车站管线排布规则	32
4.3 综合支吊架与抗震支架系统	40
4.4 管线标识	43
4.5 设计接口	45
4.6 文件组成及深度要求	45
第 5 章 城市轨道交通工程 BIM 设计交付标准	47
5.1 标准研究的基本原则	47
5.2 研究范围	50
5.3 BIM 设计交付物	51
5.4 BIM 应用模型深度	57
5.5 文件管理	60

第 6 章 计算机制图标准与管线综合技术标准应用案例	62
6.1 应用概况	62
6.2 应用成果	63
第 7 章 BIM 设计交付标准应用案例	102
7.1 应用概况	102
7.2 应用成果	104
附录 1 城市轨道交通工程计算机制图标准参考条款	123
附录 2 城市轨道交通工程车站设备管线综合技术标准参考条款	251
附录 3 城市轨道交通工程 BIM 设计交付标准参考条款	272
参考文献	312

第1章 绪 论

1.1 BIM 概述

1.1.1 BIM 的概念

BIM(Building Information Modeling,建筑信息模型)技术是一项近年来出现的,引领建筑数字技术走向更高层次的新技术,是继“甩开图板转变为二维计算机绘图”之后的又一次建筑业的设计技术手段的革命,已经成为工程建设领域的热点。

清华大学 BIM 课题组在《中国建筑信息模型标准框架研究》一书中给出 BIM 的概念是: BIM 是信息模型在工程建设行业的一个应用, BIM 技术是创建并利用数字化模型对建设项目进行设计、建造和运营等全过程进行管理和优化的方法和工具。

在现实中,人们经常简单地把 BIM 工具化和功能化,或者单纯地理解为三维模型。这种对 BIM 较为初级的认识,使人们难于正确地理解 BIM 的概念和 BIM 的价值。北京市地方标准《民用建筑信息模型设计标准》DB11/T 1069—2014 从 BIM 的本质出发,给出了 BIM 更为准确的定义: BIM(建筑信息模型)技术是利用软硬件技术,通过建筑信息模型的创建和使用,实现建筑信息有效传递和共享的技术,它同时也是建筑开发、建筑设计、建筑施工及建筑运维基于 BIM(建筑信息模型)技术的过程和方法,并且贯穿于建筑的全生命周期。

这个定义包含了五个方面的含义。第一, BIM 技术的应用条件是软硬件技术,特别是软件技术;第二, BIM 技术的应用核心是信息模型的创建和信息模型的使用;第三, BIM 技术的应用目的是实现建筑信息的有效传递和共享;第四, BIM 与建筑开发、设计、施工、运营、改建拆除的业务流程、组织结构、工作方法相关联,体现了工程建设的过程和方法;第五,所有这一切贯穿在建筑从摇篮到坟墓的整个生命期中。这个定义使我们对 BIM 技术有了一个更为全面的理解和认识,有利于我们正确使用 BIM,并实现 BIM 的价值。

1.1.2 BIM 的价值

BIM 包含了基于工程三维模型的设计、施工、维护、关联等完整的信息,是应用于建设项目生命周期各阶段管理的现代化工具,有助于工程参与各方更好地理解设计概念、提高效率、减少错误、节约成本、缩短工期,具有巨大的应用价值。根据普华永道的研究报告, BIM 的应用可以使建设项目总体周期缩短 5%,其中沟通交流时间节省 30%~60%,信息搜索时间节省 50%,成本减少 5%,显著加快工程信息交流过程,节约工程成本。

BIM 技术的价值主要体现在信息技术直接产生的三大能力方面,即 BIM 的表现能力、BIM 的计算能力、BIM 的沟通能力。这些能力之和,我们称之为 BIM 的价值,通过信息技术体现出的三大能力,直接促进了建筑行业各领域的变化和发展,它们对建筑行业的发展影响深远。

1. 新理念的产生

BIM 技术深化所形成的新理念使行业变革悄然而至,如 BIM 协同概念的产生使设计、施工、进度控制、成本管理等环节有可能完全置于同一信息技术平台之上,并形成建筑全生命周期的理念,类似的还有很多新概念、新理念的产生,它们将逐渐形成建筑行业新的认知体系。

2. 信息资源的重新整合和配置

BIM 技术的应用基础是信息资源的重新整合和配置,同时 BIM 技术的应用也将为整个行业创造一类新的资产——信息资产,这些都会导致建筑行业价值链的重新组合,这将是建筑行业基于 BIM 的本质变化之一。

3. 新的思维模式及习惯方法

BIM 实施创造的新资产将使建筑行业的思维模式及习惯方法产生深刻变化,并使设计、建造和运营的过程产生新的组织程序和行业规则,这些都将深刻地改变建筑行业每一个细微之处。

1.1.3 BIM 的发展历程

2002 年,美国 Autodesk 公司首次提出了 BIM 概念,并推出了基于 BIM 技术的 Revit、Civil 3D 软件。经过十几年的发展,目前美国有一半以上的建筑行业企业在使用 BIM 技术或 BIM 相关工具。欧洲一些国家,特别是芬兰、挪威等国,BIM 应用程序的普及率已达到 70%;在英国,有 35% 以上的专业人士采用 BIM。在亚洲,新加坡的 BIM 应用水平在世界上居于领先地位,其 BIM 应用发展主要是由政府主导推动的。新加坡政府要求,从 2013 年 7 月开始所有建筑专业向政府的电子报批必须使用 BIM,从 2014 年 7 月开始所有其他专业电子报批必须使用 BIM。

在我国,随着信息化程度的不断深入,现有基于二维的建筑表达方式已不能满足行业进一步发展的要求,实施 BIM 技术已成为建筑业信息化的现实需求和必要选择。2007 年中国勘察设计协会主办了“全国勘察设计行业信息化发展技术交流论坛”,首次在全国性的行业会议上讨论了 BIM 在建筑设计中的革新及运用。北京奥运、上海世博的举办涌现了一批世界瞩目的大型建筑,也推动了 BIM 在中国的应用,如水立方、天津国际邮轮码头、上海世博文化中心、国家电力馆等。但是,这些案例尚都局限于设计或施工阶段的应用,还没有在建筑的全生命周期中得到广泛的应用,同时缺少相关规范的支持,中国 BIM 的应用仍处于探索中推广阶段。

2015 年 7 月,为贯彻《2011—2015 年建筑业信息化发展纲要的通知》和《住房城乡建设部关于推进建筑业发展和改革的若干意见》有关工作部署、推进 BIM 技术的应用,住房城乡建设部印发了《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》。该指导意见提出:到 2020 年底,建筑行业甲级勘察、设计单位以及特级、一级房屋建筑工程施工企业应掌握并实现 BIM 与企业管理系统和其他信息技术的一体化集成应用。以国有资金投资为主的大中型建筑以及申报绿色建筑公共建筑和绿色生态示范小区新立项项目勘察、设计、施工、运营维护中,集成应用 BIM 的项目比率达到 90%。

与此同时,上海市政府提出:到 2016 年底,基本形成满足 BIM 技术应用的配套政策、标准和市场环境,上海市主要设计、施工、咨询服务和物业管理等单位普遍具备 BIM 技术应用能力。到 2017 年,上海市规模以上政府投资工程全部应用 BIM 技术,规模以上社会投资工程普遍应用 BIM 技术。广东省政府提出:到 2014 年底,启动 10 项以上 BIM 技术推广项目建设;到 2015 年底,基本建立广东省 BIM 技术推广应用的标准体系及技术共享平台;到 2016 年底,

政府投资的 2 万 m^2 以上的大型公共建筑,以及申报绿色建筑项目的设计、施工应当采用 BIM 技术,省优良样板工程、省新技术示范工程、省优秀勘察设计项目在设计、施工、运营管理等环节普遍应用 BIM 技术;到 2020 年底,全省建筑面积 2 万 m^2 及以上的建筑工程项目普遍应用 BIM 技术。

1.2 城市轨道交通工程特点与 BIM 应用价值

1.2.1 中国城市轨道交通建设概况

随着我国城市化进程的加快,城市规模不断扩大,城市人口和外来人员的流动性日益频繁,对城市内交通需求产生了剧增效应。为了适应城市迅猛发展需要,缓解城市交通日益紧张的状况,我国各大城市都已将“优先发展以轨道交通为骨干的城市公共交通系统”作为城市交通发展战略。与其他交通方式相比较,城市轨道交通(Rail Transit)具有运量大、速度快、安全、准点、保护环境、节约能源和用地等优势。据不完全统计,我国 2014 年城市轨道交通全年客运量为 131 亿人次,比 2013 年增加了 21 亿人次,增幅为 19%。其中,北京、上海、广州的客运量都超过了 20 亿人次,在城市交通中发挥着越来越重要的作用。

我国城市轨道交通行业经历了 50 多年的发展,在发展初期受到历史条件的制约,建设速度缓慢;20 世纪 90 年代中期,有过一段较快的发展历程,但为了防止投资过热,曾有一系列城市轨道交通建设项目被叫停;直到 2005 年,中央政府出台了《关于优先发展城市公共交通的意见》之后,我国的城市轨道交通建设才迎来了真正的高速发展时期。

目前,中国已成为了世界上城市轨道交通发展最迅速的国家。2005 年以前,国内仅有 18 条运营线路,运营里程 441 km;截至 2014 年末,国内已有 22 座城市的 98 条城市轨道交通线路投入运营,运营里程达到 3 155 km。中国各城市城市轨道交通运营里程及线路数见图 1-1 及图 1-2。



图 1-1 中国各城市运营里程



图 1-2 中国各城市运营线路数

中国已发展和规划发展城市轨道交通的城市总数已经超过 54 个,全部规划线路超过 400 条,总里程超过 15 000 km。因此,中国仍有超过 12 000 km 的城市轨道交通线路在建或待建,未来的建设规模仍然相当巨大。

1.2.2 城市轨道交通工程特点

1. 专业众多

与一般工业与民用建筑相比较,城市轨道交通工程专业众多,而且分工极为详细。工程项目中会涉及建筑、导向标识、装饰、车站管线综合、地下结构、地上结构、防水、工程筹划、桥梁、供电系统及变电所、牵引网、电力监控、杂散电流防护、电源整合、动力照明、给排水、通风空调、线路、路基、轨道、限界、轨旁、通信、乘客信息系统(PIS)、信号、自动售检票(AFC)、火灾报警系统(FAS)、环境监控系统(BAS)、综合监控(ISCS)、办公自动化(OA)、门禁(ACS)、电扶梯、站台门、人防等 30 多个专业及系统。专业如此之多,不同项目实施阶段的专业之间的协同显得十分重要。

2. 投资庞大

城市轨道交通项目造价高、投资庞大。地铁地下线路每公里综合造价为 6.0 亿~8.0 亿元,高架线为 4.0 亿~5.5 亿元,轻轨或跨坐式单轨为 2.8 亿~3.2 亿元,现代有轨电车为 1.0 亿~3.0 亿元。近年来由于征地拆迁费用的提高,北京、上海等一线城市的地铁地下线路每公里综合造价已突破了 10 亿元。未来,中国城市轨道交通建设投入将超过 6 万亿元。一条城市轨道交通线路动辄几百亿的建设投入,给城市财政带来了非常巨大的压力,已成为制约城市轨道交通发展的重要因素。如何在建设过程中节省投资是重要的研究课题。

3. 建设周期长

城市轨道交通工程的施工期一般为 4~5 年,加上前期规划设计阶段,建设周期往往长达 5~7 年。由于建设周期长,过程中的不控制因素多,导致各类工程变更非常多。工程中的一处变更通常会引起多个专业或设备系统产生变化,在工程参与人员大量变动的情况下,如不建立起有效的沟通协调机制,相关专业没有及时跟进到位,施工中就会出现返工、投资增加以及工期延误。

4. 地下空间局促

由于受到城市道路地下空间资源及工程投资的限制,城市轨道交通地下线路的建筑物规模需要尽可能地压缩。随着城市轨道交通乘客使用与运营管理功能需求的不断提升,相关的专业与设备系统日趋复杂,需要占用更多的机房或吊顶内部空间,使得地下空间更显局促,对设计与施工也提出了更高的要求。为了更加合理地利用地下空间,减少地下空间占用,消除管线之间冲突,三维管线设计与碰撞检测功能被越来越多地使用。

5. 涉及单位众多

城市轨道交通工程作为一个庞大的系统工程,各个环节都涉及很多单位。设计阶段通常有设计总体、勘察、土建工点、设备系统、装修及人防等 10 余家单位参与;施工阶段则对应土建、设备系统、装修及人防等 10 余家施工单位参与;对于设备系统还有多达几十家的设备供货商或集成商参与。这些参建单位之间技术工作接口复杂、关系密切,如何统一对设计思想的理解、高效地联合工作,是建设管理的一大难题。

6. 运营管理复杂

城市轨道交通工程交付运营后的运维管理同样复杂、难度同样不小。城市轨道交通工程的线路长,站点与隧道遍布于整个城市,维护现场分散。正式开通运营后,运营时间多为5:00~23:00,维护工作通常要求在夜间完成,每天有效工作时间不超过4 h,作业时间极短。作为城市的交通大动脉,一旦停运将会严重影响市民出行,影响非常恶劣,这就对城市轨道交通工程的运维管理提出了非常高的要求。

1.2.3 城市轨道交通工程 BIM 应用价值

鉴于城市轨道交通工程具有专业众多、投资庞大、建设周期长、地下空间局促、涉及单位众多、运营管理复杂等特点,BIM技术的应用价值能够非常充分地发挥,应用空间巨大。

1. 前期规划阶段

在城市轨道交通工程建设的前期,需要经历从机会研究到可行性研究的逐步细化的论证过程,这个过程是建立在大量翔实可靠的资料分析的基础上的,其中包含了城市经济与社会方面的资料,如人口状况、用地状况、城市经济结构、经济规模和经济规划等;还有城市自然条件、环境资料、城市交通资料、土地使用规划、出行需求等。

BIM的应用一般多见于建筑的设计阶段,而在规划阶段,也可以利用BIM的思想构造出一个城市轨道交通的三维模型(见图1-3),这个模型由很多的模型元素构成,具有基本数据和附属数据两个部分,基本数据是对模型本身的特征及属性的描述,是模型元素本身所固有的,如地质条件、道路的几何特征、负荷容量等;而附属数据是包括了与模型元素直接或间接相关联的、除了模型元素本身特性之外的各方面的信息和资料,这些信息和资料可能是技术方面的,也可能是经济的、管理的等等,如人口密度、城市经济结构、出行分布等。

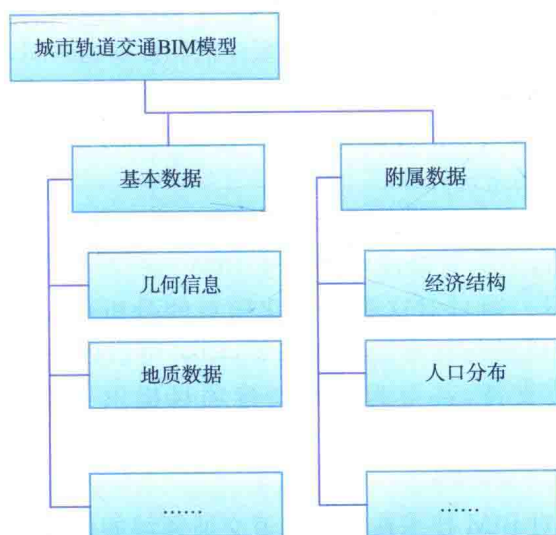


图 1-3 城市轨道交通前期规划的三维模型

由于模型元素都是参数化和可运算的,因此可以基于模型信息进行分析和计算,如线网规模、日客运量、轨道线网平均运距等;然后再采用层次分析法和模糊决策等方法来进行线网评价和方案的优选。

2. 设计阶段

利用 BIM 进行设计,是 BIM 技术利用最多、最成熟的阶段,BIM 最初就是从工程设计软件开发的过程中出现的概念。设计决定城市轨道交通建成后的工程实体能否发挥其功能。设计单位在完成最初的设计方案后就可以进入工程实体设计的阶段,可以参照房屋建筑的 BIM 进行设计,即将城市轨道交通的各个系统进行分解,而各个系统又是由该系统内的各部分构件组成的,如车辆工程系统中的车辆就由车体、转向架、牵引缓冲装置、制动装置、受流装置和车辆内部设备等构件组成,它们在 BIM 中既是信息的载体又是信息的表达,同时是设计人员进行设计的对象。

值得一提的是,由于在 BIM 中的所有构件都基于一定的逻辑关系而生成,因此在某一个构件上所作的修改都将引起所有与之有逻辑关系的信息的智能协同修改,这将大大减少设计人员的重复劳动和减少错误率,同时还能使成本降低。BIM 还允许对项目进行深度开发,同时支持多人协同工作,保证信息的实时最新,这也将大大提高工作效率。

3. 施工阶段

在施工阶段 BIM 应用系统创建的虚拟建筑模型是一个包含了建筑所有信息的数据库,因此将 3D 建筑模型和时间、成本结合起来,就可以进行直观的 5D 施工管理。这个过程可以在施工之前确定施工方案的可行性。3D 模型可以准确地获得工程量,加上时间、成本,就可以分析施工工序的合理性。5D 施工管理解决方案可以自动将施工模型和工程进度链接起来。一旦链接起来,工程进度的方案就可以得到更有效的分析和交流;还可以将预算过程中创建的信息分解到生产中,生成预定的采购计划;利用施工模型把成本、时间结合起来,生成费用列表用于财务分析。这个模型可以提前发现设计文档中的错误,从而在施工费用和时间上大大节约成本。

在整个 5D 施工管理系统中,设计、成本、进度三个部分是相互关联的,任意一个部分的变化都会自动反映在另外两个部分。这将大大缩短评估和预算的时间,显著提高预算的准确性;更重要的是,可以大大增强项目施工的可预见性,在项目设计和施工的初期及早发现问题;通过 3D 模型,设计、预算、进度可以同步获得;而且,在施工的任意阶段,都可以通过与 3D 模型的关联,保持最新的、准确的造价计算。

4. 运营阶段

在城市轨道交通项目的运营阶段可以基于 BIM 及时提供有关列车运行记录、维修记录、财务状况等集成信息。通过对这些参数化信息的分析可以实时进行运营成本分析;根据实际的客流数据可以进行行车计划调整等;BIM 可以以一个集成系统的形态给运营企业提供全方位的决策支持,甚至为将来新建项目提供一个知识积累和知识管理的平台。

5. 各阶段价值汇总

根据前面的分析,针对 BIM 技术城市轨道交通领域的价值应用中不同的阶段,表 1-1 全面梳理了现阶段不同 BIM 应用主体对 BIM 价值应用点的期望。其中,阶段细分为 8 个阶段,总计 41 个应用大项,94 个详细应用点。

表 1-1 城市轨道交通全生命周期的价值应用汇总表

阶段	价值应用大项		详细应用点		预期成果
规划阶段	1.1	场地建模、场地漫游	1.1.1	场地建模、场地漫游	依据场地三通一平后的状况进行三维建模,周边道路管线、建筑环境建模等,直观表示场景要素,并导出动画
	1.2	规划定位、用地检查	1.2.1	规划定位、用地检查	(1)与红线、绿线、河道蓝线、高压黄线、建筑物距离的关系,环评与卫生要求,用地范围准确性检查 (2)市政、无障碍设计、绿化、建筑景观审查。配合规划送审,办理5小证
	1.3	交通组织、管线搬迁	1.3.1	交通组织、管线搬迁	站外市政管线综合复核(管线搬迁的碰撞复核),分阶段模拟复核管线搬迁方案、核准复位管与车站建筑顶板标高。站外交通组织,交通疏解的车辆通行能力复核
初步设计阶段	2.1	初步设计建模	2.1.1	初步设计建模	结合设计方案进行全专业(建筑、结构、机电)三维建模
	2.2	初步设计3D漫游	2.2.1	初步设计3D漫游	对已有的初步设计模型进行漫游设置,并导出动画
	2.3	模拟分析	2.3.1	能耗分析	模拟分析能耗情况
			2.3.2	室内照度分析	模拟分析室内照度情况
2.3.3			地铁通风情况分析	模拟分析地铁通风情况	
施工图设计阶段	3.1	施工图设计建模	3.1.1	施工图设计建模	结合施工图设计进行全专业(建筑、结构、机电)三维建模
	3.2	施工图设计模型碰撞检查	3.2.1	施工图设计模型碰撞检查	将施工图设计全专业(建筑、结构、机电)模型放到统一平台,在三维空间中发现平面设计的错漏碰缺,并处理完成综合管线碰撞
	3.3	施工图设计模型3D漫游	3.3.1	施工图设计模型3D漫游	对已有的设计模型进行漫游设置,并导出动画
	3.4	工程量统计	3.4.1	工程量统计	利用明细表功能及扣减规则,添加成本参数,完成混凝土等主要工程量清单统计
施工策划阶段	4.1	协助制定项目目标成本	4.1.1	编制施工图预算(目标成本)	(1)发现施工图编制缺项漏项 (2)提供精确施工图预算量用于目标成本控制
			4.1.2	编制产值进度计划	获得较准确的产值计划,支持资金需求计划
			4.1.3	协助制定用工计划	获得较准确的用工计划

续上表

阶段	价值应用大项		详细应用点		预期成果
施工策划阶段	4.1	协助制定项目目标成本	4.1.4	制定材料用量计划	(1)提供项目材料上限控制量 (2)对材料分节点分大类进行细化控制 (3)用于材料采购计划制定
	4.2	协助编制施工组织设计	4.2.1	协助安排施工进度计划	(1)提供可视化 4D 虚拟模型 (2)检验进度计划合理性
			4.2.2	施工现场布置	(1)三维反应施工场地布置,便于讨论和修改 (2)检验施工场地布置的合理性 (3)根据施工现场情况优化场地布置
施工阶段	5.1	施工方案模拟	5.1.1	土方开挖方案模拟	利用 BIM 可视化特点,建立方案模型,模拟方案施工过程,找到可能存在的问题,可视化技术交底
			5.1.2	支撑维护方案模拟	
			5.1.3	二次结构施工方案模拟	
			5.1.4	施工建模	持续在施工图模型的基础上进行模型深化,并加载施工信息,直至形成竣工模型
			5.1.5	施工方案的演示	某一阶段/节点施工方案的演示选 1~2 个站
			5.1.6	深化模型碰撞检查	协助现场配合深化设计后 3D 协调问题
			5.1.7	工期进度模拟	施工总工期与施工进度的模拟
			5.1.8	设计深化	利用 BIM 可视化特点,建立方案模型,模拟方案施工过程,找到可能存在的问题,可视化技术交底
			5.1.9	施工方案交底	
	5.2	BIM 模型维护	5.2.1	设计变更调整	提供几乎实时动态、准确、完整的工程信息模型,实现高效协同与共享
	5.3	对外造价管理	5.3.1	进度款申请配合	提供准确进度工程量
			5.3.2	设计变更调整	及时提供准确变更工程量
			5.3.3	签证索赔支撑	提供工程量变更依据
	5.4	对内成本控制	5.4.1	内部多算化对比	对比计划与实际用量,找到管理问题和原因
			5.4.2	分包班组工程量核对	审核分包班组提供的工程量,确保公平,避免超付
	5.5	土建专业 BIM 应用	5.5.1	施工区域划分	深化设计,优化施工方案
			5.5.2	提供实际施工量	
			5.5.3	高大支模区域筛选	快速查找提供需高大支模具体位置
	5.6	钢筋专业 BIM 应用	5.6.1	钢筋下料翻样复核	复合班组下料翻样数据
5.6.2			提供钢筋加工翻样图		
5.6.3			钢筋断料优化	提出钢筋断料优化建议,提高钢筋利用率降低钢筋损耗,优化断料组合	
5.6.4			钢筋施工指导	钢筋三维显示,指导钢筋施工	
5.7	安装专业 BIM 应用	5.7.1	协助安装管线综合(深化设计)	提前发现影响实际施工的碰撞点,加快施工进度	