

地铁交通枢纽 BIM 技术应用研究与实践

刘新根 黄力平 刘学增 陈瑜嘉 吴蔚博 编著



地铁交通枢纽 BIM 技术 应用研究与实践

刘新根 黄力平 刘学增 陈瑜嘉 吴蔚博 编著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书针对地铁交通枢纽工程项目体量庞大、牵涉专业多、海量工程数据交互管理困难、各专业协调难度大等问题,借助 BIM、移动终端等技术对这些问题进行深入研究,并提出相应的解决方案。

全书共 6 章,主要介绍了地铁交通枢纽 BIM 服务系统在勘察设计、施工管理以及运营全生命周期中的应用与效果,同时对系统中集成的三维快速建模、BIM 模型轻量化、设施设备三维运维管理等各项新技术进行了详细介绍。

本书翔实地记录了 BIM 技术在地铁交通枢纽工程中的应用,可为类似工程项目 BIM 技术应用提供有价值的参考与借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

地铁交通枢纽 BIM 技术应用研究与实践 / 刘新根
等编著. —上海:同济大学出版社,2018. 12

ISBN 978-7-5608-8261-1

I. ①地… II. ①刘… III. ①地下铁道—交通
运输中心—建筑设计—计算机辅助设计—应用软件

IV. ①U231.3-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 279795 号

地铁交通枢纽 BIM 技术应用研究与实践

刘新根 黄力平 刘学增 陈瑜嘉 吴蔚博 编著

责任编辑 高晓辉 助理编辑 宋立 责任校对 徐春莲 封面设计 张微 熊本兵

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

排 版 南京新翰博图文制作有限公司

印 刷 常熟市大宏印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 15.75

字 数 393000

版 次 2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-8261-1

定 价 78.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

序

建筑信息模型(BIM, Building Information Model)自2002年引入工程建筑行业后得到了全球范围的认可,是建筑业技术变革的主导力量。BIM技术基于统一的共享信息模型进行协同设计,作为一种新的工作理念,BIM的引入改变了传统的工程师工作方式。该工作方式可使信息在建筑全生命周期内进行无损传递,并且可进行信息的累积、更新。BIM技术以参数化建模为核心,将设计模型与行为模型集成成整体,使项目在设计、施工至运维阶段实现模型高度集成,与传统基于图形的CAD系统相比较,BIM实现的是“协调的、可视化的”建筑信息。

BIM技术最先从美国发展起来,随着全球化程度越来越高,欧洲、亚洲等地区多个国家都已经将BIM技术应用到项目实践中。我国BIM技术虽引进稍晚,但是在政府、科研院所、管理单位、各行业专家等积极推广下,其应用已初见成效,在建筑设计、三维可视化、成本预测、施工管理方面都取得了一定成果,逐渐成为国内建筑设计软件的主流技术。在全生命周期中应用BIM技术可呈现三维动画,视觉效果更加直观。BIM模型的建立提高了工程的精准度和工作效率,在施工过程中可精细化管理工程数据,有助于快速准确地获得资源规划信息。三维可视化加上时间维度可进行施工模拟,对施工计划与实际进度进行形象对比,提高施工质量,保证施工安全。

城市轨道交通是城市公共交通的重要组成部分,近些年来因其具有节能、省地、运量大、全天候、安全高效等特点,发展颇为迅速。轨道交通系统复杂,无论是在勘察设计、施工阶段,还是在运营维护阶段,利用BIM技术可解决项目管理过程中信息不流畅、全生命周期中设计不足、对进度控制不力、管理不够精细化等问题。

BIM技术的发展离不开广大工程实践者的付出和技术人员的辛勤耕耘,本书作者不辞辛苦,为相关专业人员提供了一本可以参考和进一步研究关于BIM技术在轨道交通建设中应用的著作。

刘学增

2018年5月20日

前 言

地铁交通枢纽因其投资大、建设周期长、参与方多、社会影响大,对工程建设与运营要求高。BIM以三维数字技术为基础,集成建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型,对工程项目相关信息进行详尽的数字化表达,将工程项目生命周期各阶段的信息以面向对象的方式集成起来。引用BIM技术可以辅助解决地铁交通枢纽工程建设及运营维护过程中所面临的多专业协同设计困难、施工环境复杂多变、建设信息不流通等问题。因此,系统研究BIM技术在地铁交通枢纽工程全生命周期中的应用,探索大型枢纽建设设计优化新途径、施工组织的高新技术及设备运营管理新方法,为地铁交通枢纽“建设安全、运营安全、公共安全”管理提供有力的技术支持。

目前,BIM技术已在建筑行业得到了广泛应用,在地铁工程中也已逐步推广应用,但地铁工程相较于地面建筑工程,其涉及的专业种类更多,工程更具隐蔽性,其结构安全与周边地质条件密切相关。另外,地铁隧道是典型的线状工程,隧道结构的安全直接关系到地铁运营安全。现阶段地铁工程BIM技术多集中于设计和施工环节的典型应用,运营阶段应用不多,且对地质及周边环境信息的集成度不高。鉴于这些问题,笔者依托深圳地铁车公庙综合枢纽,综合利用BIM、GIS和三维地质建模技术,对勘察设计、施工和运维阶段进行了BIM应用研究,重点研究了枢纽车站的BIM快速建模,BIM与GIS、三维地质融合,数字数值一体化,BIM模型轻量化,设施设备运维管理等BIM技术。具体章节内容如下:

第1章为绪论,论述了地铁交通枢纽工程的特点以及BIM技术的应用发展。第2章主要介绍了地铁交通枢纽工程中三维地质、土建结构、机电设备等不同专业部分的快速建模方法,以及各专业模型融合为统一BIM模型的技术。第3章主要介绍在设计阶段充分利用BIM模型展开地铁交通枢纽工程地质分析、设计参数优化、数值分析、紧急疏散等各项性能分析。第4章介绍了施工阶段基于BIM模型的施工管理方法,重点介绍了基于BIM的基坑安全监测系统。第5章基于BIM模型,对地铁设施设备运营管理系统进行了研究。第6章对BIM技术在地铁交通枢纽工程中的应用进行了总结,同时对其今后的发展进行了展望。

本书以深圳市地铁集团有限公司研究项目《基于BIM的地铁枢纽建设方案优化和运营管理水平提升方法研究》的科研成果为基础,在国家973项目“高水压盾构隧道防水安全机理及控制”(2015CB057806)、上海人才发展资金资助计划(2017055)、上海市2018年

技术标准专项项目(No. 18DZ2202300)等资助下,从全生命周期角度出发,对地铁交通枢纽 BIM 综合技术服务研究成果进行了系统的总结。上海同岩土木工程科技股份有限公司的张杰、易成龙、彭树才、刘笑娣、吴其飞、熊本兵、陈莹莹参与了部分内容的编写工作,在此一并表示感谢。

在本书的编写过程中,参考了其他专业资料,在此向原著作者表示诚挚的谢意!由于作者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者批评指正!

刘新根

2018年5月

目 录

序

前言

第 1 章 绪 论	1
1.1 工程简介及特点	1
1.1.1 深圳市车公庙地铁交通枢纽工程简介	1
1.1.2 地铁交通枢纽工程特点	2
1.2 BIM 技术发展	3
1.2.1 BIM 简介	3
1.2.2 BIM 国内外发展现状	4
1.2.3 BIM 技术标准	6
1.2.4 工程全生命周期 BIM 应用	10
1.3 BIM 技术对深圳地铁枢纽建设的重要性	15
第 2 章 地铁交通枢纽 BIM 快速建模技术研究	17
2.1 概述	17
2.2 BIM、GIS 及三维地质建模技术融合	18
2.3 三维地质模型快速创建技术	20
2.3.1 三维地质统计分析理论	21
2.3.2 基于半边数据结构的地质数据空间拓扑	28
2.3.3 半边结构布尔运算	35
2.3.4 表面三维地层建模	44
2.3.5 基于子钻孔三维地层建模算法改进技术	48
2.3.6 同济曙光三维地质建模分析软件	52
2.3.7 地铁交通枢纽三维地质建模	58

2.4	地铁交通枢纽建筑 BIM 快速建模	60
2.4.1	建筑 BIM 建模软件	60
2.4.2	地铁枢纽 BIM 构件族库技术	61
2.4.3	城市轨道交通族实例创建	63
2.4.4	土建结构建模	73
2.4.5	机电管线建模	82
2.4.6	建筑 BIM 整合检查	89
2.5	BIM 融合技术	100
2.5.1	基于 FBX 与 OBJ 格式的 BIM 融合技术	100
2.5.2	基于工业基础类(IFC)二次开发技术探索	103
2.5.3	基于 IFC 的 BIM 融合技术	105
第 3 章	地铁交通枢纽勘察设计 BIM 应用研究	108
3.1	概述	108
3.2	场地规划管理	109
3.2.1	周边建(构)筑物管理	110
3.2.2	用地红线管理	110
3.2.3	地下管网管理	110
3.3	三维地质勘察分析	113
3.3.1	工程地质剖面分析	113
3.3.2	工程地质剖切体分析	113
3.3.3	工程算量分析	115
3.4	盾构隧道三维参数化设计	117
3.4.1	隧道设计轴线平面曲线坐标解算	117
3.4.2	隧道设计轴线竖曲线坐标解算	122
3.4.3	盾构隧道通用管片排版设计	123
3.5	数字数值无缝对接技术	132
3.5.1	盾构隧道数字数值无缝对接技术路线	133
3.5.2	盾构隧道数字数值无缝对接的实现	134
3.5.3	盾构隧道管片结构计算与配筋	140
3.5.4	超大型基坑设计与施工力学分析	142
3.6	地铁交通枢纽客流疏散分析	150
3.6.1	客流疏散模拟模型简介	151
3.6.2	客流人员特征参数	154
3.6.3	疏散模拟分析软件简介	156

3.6.4	基于 BIM 的模拟分析	157
3.6.5	疏散模拟分析小结	166
第 4 章	地铁交通枢纽施工管理 BIM 应用研究	167
4.1	概述	167
4.2	基于 BIM 的质量管理	168
4.2.1	基于 BIM 技术的质量管理实施要点	168
4.2.2	BIM 会审	169
4.2.3	复杂部位可视化技术交底	170
4.3	基于 BIM 的进度管理	172
4.3.1	基于 BIM 的进度控制实施要点	172
4.3.2	施工工序模拟案例	173
4.3.3	施工组织方案模拟分析	175
4.4	基于 BIM 的造价管理	183
4.4.1	工程量清单计算	183
4.4.2	设备与材料管理	183
4.5	基于 BIM 的基坑安全监测管理系统	186
4.5.1	软件开发平台	186
4.5.2	系统技术方案比选	187
4.5.3	系统功能需求	189
4.5.4	系统关键技术研究	190
4.5.5	监测数据采集	193
4.5.6	监测数据分析	197
4.5.7	监测预警	197
第 5 章	地铁交通枢纽运营维护 BIM 应用研究	200
5.1	概述	200
5.2	设施设备运营维护	201
5.2.1	设施设备分类	201
5.2.2	设施设备编码	201
5.2.3	运营维护信息	204
5.3	基于 BIM 的设施设备运维管理系统	205
5.3.1	系统概述	205
5.3.2	系统功能性需求分析	206

5.4 系统开发关键技术	207
5.4.1 基于标识码的 BIM 移动终端技术	207
5.4.2 运维管理信息与 BIM 集成技术	210
5.4.3 运维系统 BIM 轻量化技术	212
5.5 系统主要功能应用	218
5.5.1 系统登录及主界面	218
5.5.2 三维可视化	219
5.5.3 工具箱	221
5.5.4 消息管理	223
5.5.5 信息管理	223
5.5.6 巡检管理	226
5.5.7 维护管理	229
5.5.8 文档管理	229
5.5.9 个人信息	229
5.5.10 系统配置	231
第 6 章 地铁交通枢纽 BIM 应用总结	233
6.1 BIM 应用成果及创新点	233
6.2 总结与展望	234
参考文献	236

第 1 章 绪 论

1.1 工程简介及特点

1.1.1 深圳市车公庙地铁交通枢纽工程简介

地铁交通枢纽是指若干地铁交通线路的交汇点,是具有中转换乘、信息交流和辅助服务等功能的综合性设施。枢纽通常有大量乘客集散和换乘,需要在明显位置设置清晰的导向标志,为乘客提供各种行车信息。通过在枢纽内直接修建轨道交通或者利用换乘通道连接轨道交通站点,可以有效引导乘客接驳,发挥城市轨道交通网络功能,缓解地面交通压力,促进城市交通资源优化配置。

如图 1-1 所示,深圳市车公庙地铁交通枢纽工程位于福田区香蜜湖地区与车公庙地区的交界区域,是深南大道沿线区级商务核心,也是车公庙商务圈核心枢纽、深圳客运交通转换的重要节点。该枢纽工程是以城市轨道接驳为主、常规公交接驳为辅,少量兼顾出租车、社会车辆接驳的客运交通枢纽,集合的轨道交通线路主要包括 1 号线、7 号线、9 号



图 1-1 深圳市车公庙轨道交通枢纽工程布置图

线和 11 号线。配套的交通基础设施主要为常规公交停靠站、出租车和社会车辆停靠站、自行车停车场以及枢纽周边的市政道路等。

车公庙地铁交通枢纽工程是一个巨大的、综合性的、空间分布范围广、地下空间与地面建筑相结合、处于市区繁华地段的复杂系统工程。其投资额巨大、建设周期长、参与方多、社会影响大,因此对优化建设工程方案规划与设计的要求标准很高。由于施工地点处于狭小繁华的中心城区地段,既要保证已有地下构筑物的安全,又要保证现有地铁与地面交通、邻近商业区域的正常安全运营,同时还涉及复杂地理环境和工程地质条件下的施工安全,施工企业需要采用特殊施工工法进行施工,从而导致工程施工技术难度和施工管理难度增大,这就对施工组织、施工过程控制提出了很高的安全要求。

近些年城市轨道交通建设高速发展,每年都有大量新建线路投入使用,不论是设计、施工,还是运营、管理都遇到了前所未有的挑战。如何在保证工期、质量、安全的前提下,以合理、全面的施工组织及高效的协调手段作为支撑,提升效率,是建设各方都要面对的严峻挑战。深圳市车公庙地铁交通枢纽建设面对的技术与管理难度具有代表性,利用先进技术成功经验将会给全国城市轨道交通建设带来积极的推动作用。

1.1.2 地铁交通枢纽工程特点

车公庙地铁交通枢纽工程地上、地下交通的衔接,地上、地下商业的连通规划,对于建设管理及各参与方在技术和管理上的双重挑战包括以下几个方面:

(1) 系统复杂,工程巨大。车公庙地铁交通枢纽工程是一个巨大的、综合性的复杂系统,其投资额巨大、建设周期长、参与方多、范围广、项目执行中的不确定性高。

(2) 涉及面广。车公庙地铁交通枢纽工程建设不仅地理环境复杂,而且涉及多项复杂的配套工程和辅助市政工程,除了建筑、结构、风、水、电之外,还包括线路、限界、轨道、通信、信号、牵引供电、综合监测、屏蔽门等 10 多个专业的设备系统。在建设过程中,由于外部条件的变化,会出现很多工程变更,即使是简单的工程变更,都要涉及多个专业与部门。

(3) 工期要求紧。车公庙地铁交通枢纽工程工期虽然长,但建设线路长、空间小,导致施工工期紧张。地下工程沿线的各种外部接口繁杂,施工空间的局限性给设备管线综合带来了很多困难,设计及现场的接口协调消耗了大量的人力与时间,后期设备安装调试时间短。建成运行后,运营管理安全标准高、全年运行、维护时间短。

(4) 施工环境复杂多变。车公庙地铁交通枢纽周边环境条件复杂,空间狭小,开挖范围大,与既有轨道交通 1 号线车站、运营中的丰盛町地下商业街和同步建设的物业综合体结构密贴,是不同建设阶段(设计、施工、运营)的多条线路并存的大型、多阶项目群,由此带来的施工管理难度可想而知。

(5) 与其他市政工程合建。由于区域地块的限制,轨道交通车站结构须与道路改造工程桥桩合建,因此需要研究两个不同类型结构合建的科学合理的施工技术与方案。

(6) 地下工程施工难度大。由于多条地铁线路在本枢纽处交汇,因此多条区间隧道

需完成小间距互相穿越,上穿、下穿量多,施工难度大。长大区间采用复合式土压平衡盾构机掘进全断面硬岩地段,采用深孔预爆破后盾构拼装管片通过。

(7) 对施工方法、施工管理等要求较高。为了保证施工顺利进行及施工的安全性,必须针对不同的环境制订相应的施工方案。然而,目前无论是施工方案的制订还是执行,无不依赖于项目经理或总工的经验。面对一个新的、复杂的施工环境,即使经验丰富的工程师,也难以保证施工方案的可行性、有效性,这也是时常出现施工问题的主要原因,从而导致施工工期拖延、成本增加、安全问题频发等。

(8) 存在“信息孤岛”现象。在整个轨道交通的生命周期中产生的信息类型复杂,形式多样,数量庞大,信息流失、信息沟通不畅或者不及时和普遍存在的“信息孤岛”现象,在很大程度上制约了管理水平和管理效率的提高,严重阻碍建设领域生产效率的提高,产生与高速发展的其他行业不可逾越的“数字鸿沟”。

1.2 BIM 技术发展

建筑信息模型(Building Information Model, BIM)由 Autodesk 公司率先商业化,不同的行业对 BIM 技术的定义有所不同。BIM 自从 2002 年引入工程建设行业,至今已有十余年历程,目前得到了全球范围内业界的广泛认可,被誉为建筑业变革的革命性力量。

1.2.1 BIM 简介

BIM 不是软件,而是一种“新的工作理念”。BIM 技术的引入,改变了传统的工程师点对点[图 1-2(a)]的交流方式。BIM 技术是基于统一的共享的信息模型进行协同设计[图 1-2(b)],该工作方式可确保信息在建筑全生命周期内进行无损传递,并且可以进行信息的累积、更新。图 1-2(b)所示的 BIM 协同设计方式有赖于不同项目成员和应用软件

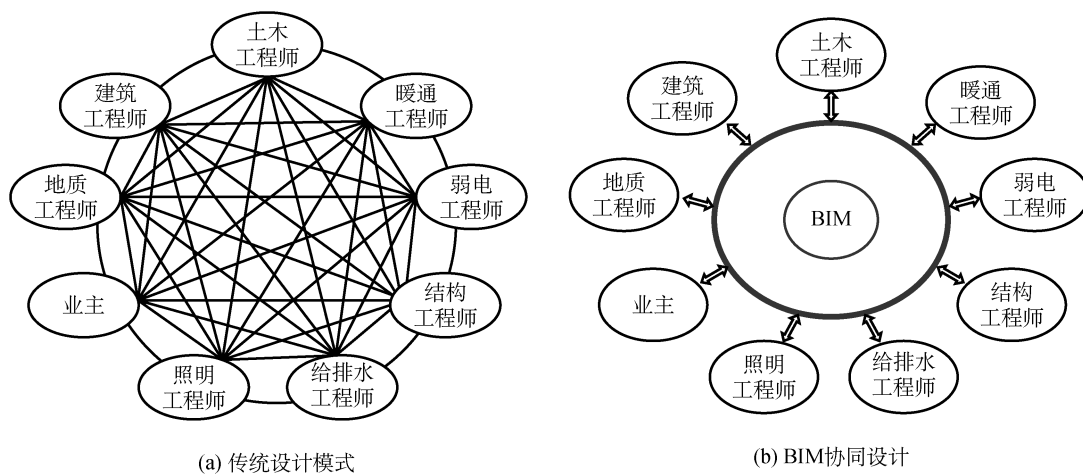


图 1-2 信息传递方式

之间的信息自由流动以及信息管理和共享规则,从而使每一位项目成员均能从协同平台中获取唯一且具有质量保证的信息。

与传统的建筑信息传递方式相比,BIM 具有以下五个特点:

(1) 可视化。传统的二维 CAD 图纸,信息主要是线条和文字表达,对于复杂的建筑形式和多专业的综合,其信息传递复杂,对专业人员的能力提出了较高的要求,不同能力的人对设计图纸的理解可能会有差异,导致沟通困难和信息的丢失。而 BIM 在项目全生命周期过程中都是三维可视化的,直观形象,可视化的结果可用效果图、动画演示及报表等形式展示。项目设计、建造和运营阶段均可在可视化的状态下进行沟通、讨论、决策。

(2) 协调性。地铁交通枢纽是一个复杂的系统工程,涉及建筑、结构、机电、暖通、给排水、强弱电等众多专业,投资额巨大,建设周期长,参与方在项目中的不确定性因素较多,施工管理协调难度大。施工前基于建筑信息模型可以进行各专业的冲突检查、生成碰撞检查报告供各专业人员进行会审,协调解决问题。如土建模型与机电设备模型进行碰撞检查,可快速确定预留孔是否合理,管线布局是否合理。

(3) 模拟性。BIM 不仅能模拟设计好的建筑物模型,还可模拟不能够在真实世界中进行操作的事物。在设计阶段,利用 BIM 可以进行节能模拟、紧急疏散模拟、日照模拟、热能传导模拟、力学模拟等;在招投标和施工阶段,可以进行 4D 模拟(三维模型加项目的发展时间),也就是根据施工组织设计模拟实际施工进度,同时还可以进行 5D 模拟(基于 3D 模型的造价控制),从而实现成本控制。依据施工工艺进行三维施工安装模拟指导施工人员施工,提升施工质量,降低施工风险,后期运营阶段可以模拟日常紧急情况的处理,如地震人员逃生模拟及消防人员疏散模拟等。

(4) 优化性。设计、施工、运营的过程就是一个不断优化的过程,在 BIM 的基础上可以做更好的优化。优化受信息、复杂程度和时间的制约,没有准确的信息将得不到合理的优化结果,BIM 不但提供了建筑物实际存在的信息,包括几何信息、物理信息、规则信息,而且还提供了建筑物变化以后的以上信息。随着项目复杂程度的提高,参与人员本身的能力无法掌握所有的信息,必须借助科学技术和设备的帮助。轨道交通,特别是地铁换乘枢纽工程的复杂程度已然超过参与人员本身的能力极限,BIM 及与其配套的各种优化工具是复杂项目进行优化的基础。

(5) 可出图性。BIM 通过对建筑物进行可视化展示、协调、模拟和优化后,可提供综合管线图、综合结构预留孔图、碰撞检查报告和建议改进等方案。

1.2.2 BIM 国内外发展现状

BIM 最先从美国发展起来,随着全球化的进程,已经扩展到了欧洲和亚洲的日本、韩国、新加坡等国家,目前这些国家的 BIM 发展和应用都达到了一定水平。在国内,BIM 在建筑业形成一股热潮,政府相关单位、各行业协会与专家、设计单位、施工企业、科研院校等开始重视并积极推广 BIM。

美国是较早启动建筑业信息化研究的国家,发展至今,其 BIM 研究与应用都走在世界前列。至 2013 年 8 月,美国已有 1/3 的企业在建设项目上使用 BIM 技术的覆盖率达到 60%,政府负责建设的项目已达到 100%。2017 年美国建筑业使用的比例已经高达 85%,同时美国陆军工程兵团(US Army Corps of Engineers, USACE)提出美国将在 2020 年利用 BIM 技术实现建筑全生命周期任务的自动化。

与大多数国家相比,英国政府强制要求使用 BIM,2011 年 5 月,英国内阁办公室发布的《政府建设战略 2011—2015》中明确要求,到 2016 年政府要求全面协同的 3D-BIM,并将全部的文件进行信息化管理,英国政府在多个部门确定试点项目,大力推行 BIM 技术。文件中也承认由于缺少兼容性的系统、标准和协议,客户和主导设计师的要求存在区别,大大限制了 BIM 的应用。因此,政府将重点放在制定标准上,确保 BIM 链上的所有成员能够通过 BIM 实现协同工作。2016 年英国内阁办公室继续发布新版的《政府建设战略 2016—2020》,进一步提出提升中央政府作为建造客户的能力、增强数字技术应用、开展协同采购、推行全生命周期的应用四项主要目标^[1]。近几年 BIM 报告表明,英国的 BIM 战略是正确的,应用 BIM 的人员已经从 2010 年的 13%增加到 2017 年的 62%^[2]。

新加坡在 BIM 这一术语引进之前就注意到信息技术对建筑业的重要作用。早在 1982 年,新加坡建筑管理署(Building & Construction Authority, BCA)就有了人工智能规划审批的想法,2011 年,BCA 发布了新加坡 BIM 发展路线规划^[3],规划明确推动整个建筑业在 2015 年前广泛使用 BIM 技术。

在日本,有“2009 年是日本的 BIM 元年”之说,大量的日本设计公司、施工企业开始应用 BIM,探索 BIM 在设计可视化、信息整合方面的价值及实施流程。日本软件业较为发达,在建筑信息技术方面也拥有较多的国产软件,日本 BIM 相关软件厂商认识到,BIM 需要多个软件来互相配合,而数据集成是基本前提,因此多家日本 BIM 软件商在 IAI 日本分会的支持下,以福井计算机株式会社为主导,成立了日本国产解决方案软件联盟。

在国内,住房和城乡建设部(以下简称“住建部”)于 2011 年 5 月发布的《2011—2015 年建筑业信息化发展纲要》中,明确指出在施工阶段开展 BIM 技术的研究与应用,推进 BIM 技术从设计阶段向施工阶段的应用延伸,降低信息传递过程中的衰减。研究基于 BIM 技术的 4D 项目管理信息系统在大型复杂工程施工过程中的应用,实现对建筑工程有效的可视化管理等。2012 年 1 月,住建部《关于印发 2012 年工程建设标准规范制订修订计划的通知》宣告了中国 BIM 标准制订工作的正式启动,邀请行业内相关软件厂商、设计院、施工单位、科研院所等近百家单位参与标准的研究,工程建设行业的 BIM 热度日益高涨。

《2016—2020 年建筑业信息化发展纲要》要求建筑行业企业积极探索“互联网+”,促进建筑行业的转型升级,深入研究 BIM、物联网等技术的创新应用,创新商业模式,提出了大数据、云计算、物联网、3D 打印和智能化五项专项信息技术应用点。至此,BIM 开始关注行业的“新业态和管理创新”,主要目的包括两点:一是建筑工程跨专业信息化,数据资源利用水平和信息服务能力明显提升,满足技术精细化与管理精细化的需求;二是提高行业核心竞争力,在我国建筑领域转型升级的背景下,主管单位提出了“高、大、精、尖”转型

要求,以提高劳动生产率、创造新的行业增长点,最终形成一批具有较强信息技术创新能力和信息化应用达到国际先进水平的建筑企业及具有关键自主知识产权的建筑业信息技术企业。

新业态和管理创新提示了 BIM 未来的发展方向,一是“数据互用”的相关方向,二是“交叉学科需求分析和实现”的相关方向。数据互用主要解决工程行业信息化的基本问题,例如数据存储效率、数据安全、自动的数据结构化软件、数据轻量化、数据交换机制等。交叉学科需求分析和实现主要是解决跨专业工程与非工程问题,例如 BIM+GIS 解决智慧城市、BIM+VR/AR/MR 解决定制装修、BIM+机器学习解决优化决策、BIM+知识本体解决资产管理等。

在国家重大工程项目上,国家牵头并引导企业使用 BIM 技术,如国家游泳中心(水立方)、上海世博园中国馆等项目均实现了大量的自主创新和绿色科技成果。最近几年,业主对 BIM 的认知度也在不断提升,SOHO 董事长潘石屹已将 BIM 作为 SOHO 未来三大核心竞争力之一;万达、龙湖等大型房产商也在积极探索应用 BIM;上海中心大厦、上海迪士尼、北京市政务服务中心等大型项目在建造过程中充分发挥了 BIM 技术的优势,进行施工进度模拟、综合化建造保证项目合理施工;其他项目也逐渐将 BIM 写入招标合同,或者将 BIM 作为技术标的重要亮点。

香港的 BIM 发展主要靠行业自身的推动,早在 2009 年,香港便成立了 BIM 学会。2010 年,香港 BIM 学会主席梁志旋表示,香港的 BIM 技术应用目前已经完成从概念到实用的转变,处于全面推广的最初阶段。台湾的产官学界对 BIM 的关注度也十分高,对于建筑产业界,政府希望其自行引进 BIM 应用,官方并没有具体的辅导与奖励措施。对于新建的公共建筑和公有建筑,其拥有者为政府单位,工程发包监督都受政府的公共工程委员会管辖,则要求在设计阶段与施工阶段都以 BIM 完成。

BIM 在全球范围内得到了业界的广泛认可,BIM 技术的发展、应用及推广为建筑业信息化发展注入了新的能量。应用 BIM 技术可改变整个设计、施工及运营的传统模式,为项目创造巨大的经济效益。

1.2.3 BIM 技术标准

1.2.3.1 国外 BIM 技术标准

美国围绕 BIM 的基本概念、优势及原理等编制了相关规范,2004 年美国编制了《国家 BIM 标准》[NBIMS(*National Building Information Model Standard*)第一版]^[4],并于 2007 年正式发布。第一版并未给出详细的 BIM 标准体系,而是围绕 BIM 理论、调研范围、组织结构、方法论以及标准的相应成果给出 BIM 的定义和范围、BIM 标准的范围和交换的概念等。美国国家 BIM 标准第二版(NBIMS-US V2)依据第一版的需求和方法论明确了 BIM 标准体系,大体包括引用标准、数据交换标准和 BIM 实施实用文件。引用标准和数据交换标准为基础技术性数据标准,其中信息语义标准、数据存储标准和信息交换标准主要面向对象为软件开发人员和软件开发商;语义标准包括建筑信息分类体系

Omni Class 和国际数据字典框架库 IFD Library; 数据存储标准包括工业基础类 (Industry Foundation Classes, IFC) 和可扩展标记语言 (XML); 信息交换标准是基于信息交换手册 IDM 和模型视图定义 MVD, 为不同的应用场景所定义的不同交换标准, 包括施工运营建筑信息交换标准 COBie、空间分析标准 SPV 等。BIM 实施实用文件为行业应用性标准, 主要面向行业使用者, 为其提供 BIM 项目实施指导。

英国最初在 2000 年发布了《建筑工程施工工业(英国)CAD 标准》[AEC(UK)CAD], 此后在 2009 年 11 月和 2012 年先后发布了《建筑工程施工工业(英国)建筑信息模型规程》, 即 AEC(UK)BIM 标准第一版和第二版^[5]。该标准由项目执行标准、协同工作标准、模型标准、二维出图标准和参考标准共 5 部分组成。标准仅面向设计企业, 而非业主或施工方, 只讨论在设计环节的 BIM 应用, 更关注项目的协同设计流程, 而不是软件操作中的具体命令, 与 Autodesk Revit 软件紧密结合, 因此对于 Revit 软件的用户而言更加便于理解和实施。2015 年发布实施《BIM、数字化建筑环境和智慧资产管理的安全意识规程》(PAS 1192-3:2015), 基本覆盖了 BIM 应用涉及的关键环节和重点问题。

2011 年 10 月, 挪威公共建筑机构推出了英文版的 *BIM Manual 1.2*, 基于 IFC 标准的建筑信息模型标准, 是技术标准和实施标准的结合, 标准中基于 ISO 标准对模型进行了拆分, 同时在模型应用方向根据不同的设计阶段(概念设计、方案设计、施工设计)给出了应用指南。

澳大利亚为了促进全国范围内 BIM 标准的制定和实施, 于 2009 年 7 月颁布了《国家数字模拟指南》, 主要探讨如何制定出可以充分发挥 BIM 优越性能的实施过程及行业规范等问题, 包括 BIM 概况、关键区域模型的创建方法以及虚拟仿真的步骤和案例。《国家数字模拟指南》分为三部分: 第 1 部分介绍了 BIM 对当前的工作模式的影响以及应该采取怎样的合作模式、IFC 标准在设计和施工管理应用中的总结; 第 2 部分面向各专业设计人员、BIM 经理、施工技术人员和现场工人, 介绍了关键区域模型的创建方法和虚拟仿真的步骤; 第 3 部分通过 6 个案例, 介绍了建筑项目实施 BIM 的经验和心得。

韩国于 2010 年 1 月发布了《建筑领域 BIM 应用指南》, 主要是用来指导业主、施工单位和设计师等怎样具体实施 BIM 技术。其中的业务指南部分详细地说明了 BIM 计划的确立、业务步骤、业务标准和业务执行等方面内容; 技术指南部分针对数据格式、BIM 软件、BIM 数据、信息分类体系和 BIM 信息的流通提出了指导性建议; 管理指南部分针对事业管理、品质管理、交付物管理、责任和权限、成本等做了指引; 应用指南部分给出了应用的案例和方法。此后 2010 年 3 月, 韩国虚拟建造研究院制定了关于 BIM 的综合设计指南《BIM 应用设计指南——三维建筑设计指南》。

日本建筑学会(JIA)于 2012 年 7 月发布了《日本 BIM 指南》, 从 BIM 团队建设, BIM 数据处理, BIM 设计流程, 应用 BIM 进行预算、模拟等方面为日本的设计院和施工企业应用 BIM 提供了指导。该指南围绕 BIM 对设计规划和施工规划的应用做了探讨。

新加坡建设局于 2012 年 5 月正式发布了《新加坡 BIM 指南》^[6], 提出在 2015 年前建