

★ 服务热线: 400-615-1233
★ 配套精品教学资料包
★ www.huatengedu.com.cn

BIM技术概论

(第2版)

BIM技术概论 (第2版)
主编 孙阳



“十四五”职业教育国家规划教材

BIM技术概论

(第2版)

主编 孙阳

策划编辑: 刘建
责任编辑: 刘玉兰 贺兰晚
封面设计: 黄燕美



定价: 45.00元

中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS



“十四五”职业教育国家规划教材

BIM技术概论

(第2版)

主 编 孙 阳
副主编 唐永鑫 杨 静
主 审 许 严
穆柏春



中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

山东·青岛

图书在版编目(CIP)数据

BIM 技术概论 / 孙阳主编. -- 2 版. -- 青岛: 中国石油大学出版社, 2022. 4(2026. 1 重印)

ISBN 978-7-5636-7450-3

I. ①B… II. ①孙… III. ①建筑设计-计算机辅助设计-应用软件-高等职业教育-教材 IV. ①TU201. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 045733 号

如有印装质量问题, 请与中国石油大学出版社发行部联系。
服务电话: 400-615-1233

书 名: BIM 技术概论(第 2 版)

BIM JISHU GAILUN(DI-ER BAN)

主 编: 孙 阳

.....
策划编辑: 刘 建

责任编辑: 刘玉兰 贺兰畹

责任校对: 高 宇

封面设计: 黄燕美

.....
出 版 者: 中国石油大学出版社

(地址: 山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号 邮编: 266580)

网 址: <http://cbs.upc.edu.cn>

电子邮箱: uppbok@upc.edu.cn

排 版 者: 华腾教育排版中心

印 刷 者: 三河市龙大印装有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 010-88433760)

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 15. 25

字 数: 371 千字

版 印 次: 2018 年 6 月第 1 版

2022 年 4 月第 2 版 2026 年 1 月第 5 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5636-7450-3

定 价: 45. 00 元

习近平总书记在党的二十大报告的第五部分“实施科教兴国战略,强化现代化建设人才支撑”中,强调加快建设教育强国、科技强国、人才强国,办好人民满意的教育,要坚持为党育人,为国育才。作为服务地方产业的高职土建类专业的教育,一方面要积极探索走产教融合的道路,运行工学交替的项目制课程,来缩短课堂教育与社会实践之间的距离;另一方面要密切关注时代的变化,将最新的趋势与动态前瞻性地融入到教学之中,以保证人才的培养与时代相同步。更重要的是,要在专业教学中坚持立德树人,做好课程思政,将社会主义核心价值观融入课堂教学,培养社会主义新时代建设所需的专业人才。

近几年,BIM 技术在国内外建筑业形成了一股热潮,政府相关部门、各行业协会、设计单位、施工企业、科研院校等十分重视应用并积极推广 BIM 深度入课。新一轮技术革命与产业变革的不断深入,不同行业的相互渗透、相互交叉,乃至跨界融合,将深刻改变产业组织方式和组织形态。建筑业信息化发展迅猛,无疑对工程领域 BIM 人才的职业能力提出了更高的要求。

2020 年 7 月,住房和城乡建设部联合国家发展和改革委员会、科学技术部、工业和信息化部、人力资源和社会保障部、生态环境部、交通运输部、水利部等 13 个部门联合印发了《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》。该文件指出:“加快推动新一代信息技术与建筑工业化技术协同发展,在建造全过程加大建筑信息模型(BIM)、互联网、物联网、大数据、云计算、移动通信、人工智能、区块链等新技术的集成与创新应用。”

2020 年 8 月,住房和城乡建设部、教育部、科学技术部、工业和信息化部等 9 部门联合印发了《关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》。该文件指出:“大力推广建筑信息模型(BIM)技术,加快推进 BIM 技术在新型建筑工业化全寿命期的一体化集成应用。充分利用社会资源,共同建立、维护基于 BIM 技术的标准化部品部件库,实现设计、采购、生产、建造、交付、运行维护等阶段的信息互联互通和交互共享。试点推进 BIM 报建审批和施工图 BIM 审图模式,推进与城市信息模型(CIM)平台的融通联动,提高信息化监管能力,提高建筑行业全产业链资源配置效率。”



近年来,住房和城乡建设部相继发布了多项国家标准,如2016年12月发布的《建筑信息模型应用统一标准》(GB/T 51212—2016),自2017年7月1日起实施;2017年5月发布的《建筑信息模型施工应用标准》(GB/T 51235—2017),自2018年1月1日起实施;2017年10月发布的《建筑信息模型分类和编码标准》(GB/T 51269—2017),自2018年5月1日起实施;2018年12月发布的《建筑信息模型设计交付标准》(GB/T 51301—2018),自2019年6月1日起实施;2021年9月发布的《建筑信息模型存储标准》(GB/T 51447—2021),自2022年2月1日起实施。

在此期间,多个省、市地方政府相继出台了配合国家推动BIM技术发展的各类具体政策和指导意见,如《重庆市关于推进智能化建造的实施意见》《重庆市房屋建筑与市政工程施工信息模型(BIM)技术服务计费指南(试行)》《上海市房屋建筑施工图、竣工建筑信息模型建模和交付要求(试行)》《关于加快新型建筑工业化发展的实施意见》等。

1. 本书修订原则及修订内容

(1)根据建筑行业信息化发展变革,引进了以BIM技术深度应用为支撑的智慧工地和智能建造内容。

(2)根据“BIM技术概论”课程的教学要求,增强启发性与互动性,强化理论与实践的结合,培养学生的探索精神,以及分析问题和解决问题的能力。

2. 本书主要特点

(1)本书是校企合作“双元”开发教材。围绕技术技能型人才培养,深化校企合作、产教融合,校企双方基于职业能力标准和行业未来发展需求,立足职业特色,共商教材建设框架,共建教材主体内容,共享教材建设成果,使建设成果更加适用于高等职业院校职业能力课程以及相关从业人员学习参考。

(2)本书是“1+X”BIM技能等级考试参考教材。围绕职业技能等级考点,落实育训结合,重点从教材内容设计、案例选择、BIM技能等级考试重难点把握、数字化资源建设等新的教材形式方面进行建设,提高学生的学习兴趣及自学能力,同时提升其为社会服务的能力。

(3)本书是BIM技术“理实一体”入课教材。围绕职业发展能力提升,推进项目化和模块化教学法,精选典型案例,校企双方优质数字化资源整合共享,将行业前沿BIM技术的理论、应用、价值等作为基础性内容,由浅入深、理实结合、循序渐进,使教学内容的科学性与行业发展的前瞻性相结合,在培养技术技能型人才的过程中,全面提升其职业发展能力。

(4)本书将课程思政融合教材。本书单独设置了“素质拓展课堂”栏目,旨在让学生树立正确的人生观、价值观和世界观,同时也能明白技术发展与社会发展是密不可分的。

本书主要内容及建议学时见下表。

模块序号	主要内容	建议学时
1	BIM 概述	10
2	BIM 基础知识	8
3	BIM 应用软件	4
4	BIM 实施与应用	20
5	BIM 标准	6
总计		48

本书由辽宁理工职业大学孙阳任主编,辽宁建筑职业学院唐永鑫、辽宁理工职业大学杨静和张家口市城乡建设规划设计院许严任副主编。全书由辽宁理工职业大学穆柏春主审。

由于编者水平有限,本书还有许多需要完善之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

近几年来,BIM 在国内建筑业形成一股热潮,除了前期软件厂商的大声呼吁外,政府相关部门、各行业协会与专家、设计单位、施工企业、科研院校等也开始重视并推荐 BIM 入课。

2016 年 8 月,住房和城乡建设部印发了《2016—2020 年建筑业信息化发展纲要》(以下简称《纲要》),《纲要》指出:勘察设计类企业要深度融合 BIM 技术,实现 BIM 与企业管理信息系统的一体化应用;要普及应用 BIM 进行设计方案的性能和功能模拟分析、优化、绘图、审查,以及成果交付和可视化沟通;推广基于 BIM 的协同设计,开展多专业间的数据共享和协同。同时,研究开发基于 BIM 的集成设计工作系统,实现建筑、结构、水暖电等专业的信息集成与共享。另外,《纲要》还强调要大力推进 BIM、GIS 等技术在综合管廊建设中的应用,在海绵城市建设中积极应用 BIM、虚拟现实等技术开展规划设计,探索基于云计算、大数据等技术的运营管理。加快 BIM 技术在城市轨道交通工程中的应用,推动各方共享建筑信息模型进行工程管理。在“一带一路”重点工程中应用 BIM 技术进行建设,探索云计算、大数据、GIS 等技术的应用,实现重点工程的信息化。与此同时,加强信息技术在装配式建筑中的应用,推进基于 BIM 的建筑工程设计、生产、运输、装配及生命期管理,促进工业化建造,实现产业链参与者之间的全方位协同。

2017 年 2 月,国务院印发了《国务院办公厅关于促进建筑业持续健康发展的意见》(国办发〔2017〕19 号),要求积极支持建筑业科研工作,提高技术创新对产业发展的贡献率;加快推进建筑信息模型(BIM)技术在规划、勘察、设计、施工和运营维护全过程中的集成应用,实现工程建设项目全生命周期数据共享和信息化管理,为项目方案优化和科学决策提供依据。2017 年 7 月,国家 BIM 标准——《建筑信息模型应用统一标准》(GB/T 51212—2016)正式施行。《建筑信息模型应用统一标准》是我国第一部建筑信息模型应用的工程建设标准,填补了我国 BIM 技术应用标准的空白。该标准提出了建筑信息模型应用的基本要求,是建筑信息模型应用的基础标准,可作为我国建筑信息模型应用及相关标准研究和编制的依据。



本书立足于国内这一现状,结合 BIM 在工程建设行业中的应用经验和目前设计软件的使用情况编写而成,旨在推进 BIM 技术的发展。在编写本书的过程中,我们始终坚持求实的作风、严谨的态度和探索的精神,力求做到准确、通俗和实用。

本书主要特点如下:

(1) **与实际工程相结合**。围绕信息化技术,创新传统教材。本书中的工程案例、图片等大多源自实际工程,将实际岗位要求引入书中,引导就业方向。

(2) **与 BIM 等级考试相结合**。围绕职业技能,设置训练与提升环节。本书内容衔接、拓展 BIM 等级考试重难点,能提高学生的学习兴趣及自学能力。

(3) **“BIM 入课”教材**。围绕工作和就业,扎实理论基础,将 BIM 技术的价值、应用、标准等作为基础性内容,由浅入深、循序渐进,使教学内容的科学性与行业发展的前瞻性结合起来,培养创新型技术技能人才。

本书主要内容及建议学时见下表:

模块序号	主要内容	建议学时
1	BIM 概述	2
2	BIM 基础知识	8
3	BIM 应用软件	2
4	BIM 实施与应用	14
5	BIM 标准	6
总计		32

本书由辽宁理工职业学院孙阳任主编,辽宁理工职业学院唐永鑫、杨静和张家口市城乡建设规划设计院许严任副主编,锦州缔一建筑安装有限责任公司的薛凌、中铁十九局集团有限公司的吴帅参与了编写。书中大量图片的整理工作由辽宁理工职业学院杨静、王常亮完成。全书由辽宁理工职业学院穆柏春主审。

由于编者水平有限,本书还有许多需要完善之处,我们将以虚心和诚恳的态度接受广大读者的批评指正。

编 者

Contents

目 录

模块 1	BIM 概述	1
1.1	BIM 的发展历史	1
1.2	BIM 的发展现状	2
1.2.1	BIM 在国外的现状	2
1.2.2	BIM 在我国的发展现状	6
1.2.3	BIM 在我国运用的经典案例	8
1.3	BIM 的深度应用	10
1.3.1	BIM 技术集成	10
1.3.2	BIM 技术在智慧工地中的应用	21
1.3.3	BIM 技术在智能建造中的应用	26
1.4	BIM 的未来展望	28
1.4.1	BIM 市场的需求预测	28
1.4.2	BIM 技术的发展趋势	28
1.5	BIM 工程师的职业发展	29
1.5.1	BIM 工程师概述	29
1.5.2	BIM 工程师在项目全生命周期各阶段的作用	32
	训练与提升	34
模块 2	BIM 基础知识	37
2.1	BIM 技术概述	37
2.1.1	BIM 的概念	37
2.1.2	BIM 的主要特征	39
2.1.3	BIM 的应用领域	46
2.1.4	BIM 技术的优势	50
2.1.5	BIM 技术对建筑业的意义	52



2.2	BIM 与模型信息	54
2.2.1	工程项目信息的种类与特性	54
2.2.2	工程项目信息的作用与传递	56
2.3	BIM 的价值分析	57
2.3.1	项目的全生命周期	57
2.3.2	BIM 在项目决策阶段的价值分析	58
2.3.3	BIM 在勘察设计阶段的价值分析	59
2.3.4	BIM 在施工阶段的价值分析	61
2.3.5	BIM 在运营维护阶段的价值分析	63
	训练与提升	64

模块3 BIM 应用软件 68

3.1	BIM 应用软件的发展	68
3.2	BIM 应用软件的种类	69
3.2.1	BIM 基础软件	70
3.2.2	BIM 工具软件	74
3.2.3	BIM 平台软件	76
3.3	BIM 软件在工程建设过程中的应用	76
3.3.1	深化设计阶段 BIM 工具软件的应用	76
3.3.2	招投标阶段 BIM 工具软件的应用	82
3.3.3	施工阶段 BIM 工具软件的应用	84
	训练与提升	90

模块4 BIM 实施与应用 95

4.1	BIM 实施与应用概述	95
4.2	项目决策阶段	96
4.2.1	BIM 实施目标的制定	96
4.2.2	BIM 技术路线的制定	97
4.2.3	BIM 实施保障措施	101
4.2.4	BIM 实施案例分析	103
4.3	项目实施阶段	105
4.3.1	BIM 实施模式	105
4.3.2	BIM 组织架构	109
4.3.3	技术资源配置	111
4.3.4	数据准备	114

4.3.5	项目试运行	115
4.3.6	项目运营和维护阶段	115
4.3.7	项目管理应用	115
4.4	项目总结与评价阶段	118
4.4.1	项目总结	118
4.4.2	项目评价	119
4.5	项目各阶段的 BIM 应用	119
4.5.1	方案策划阶段的 BIM 应用	119
4.5.2	设计阶段的 BIM 应用	121
4.5.3	招投标阶段的 BIM 应用	125
4.5.4	施工阶段的 BIM 应用	126
4.5.5	竣工交付阶段的 BIM 应用	143
4.5.6	运维阶段的 BIM 应用	144
	训练与提升	147

模块 5 BIM 标准 153

5.1	IFC 标准	153
5.1.1	IFC 标准的发展	153
5.1.2	IFC 标准的整体框架	155
5.1.3	IFC 标准的数据定义方式	156
5.1.4	IFC 标准的应用	158
5.2	建筑信息模型应用统一标准	159
5.2.1	总则	159
5.2.2	术语和缩略语	159
5.2.3	基本规定	159
5.2.4	模型结构与扩展	160
5.2.5	数据互用	160
5.2.6	模型应用	161
5.3	建筑信息模型设计交付标准	163
5.3.1	总则	163
5.3.2	术语	163
5.3.3	基本规定	164
5.3.4	交付准备	167
5.3.5	交付物	170
5.3.6	交付协同	172



5.4 建筑信息模型分类和编码标准	175
5.4.1 总则	175
5.4.2 术语	175
5.4.3 基本规定	176
5.4.4 应用方法	178
训练与提升	178

附录 182

附录 1 BIM 技能等级考评大纲	182
附录 2 “十四五”建筑业发展规划	194
附录 3 ××项目 BIM 技术应用策划书	207

参考文献 231

1

模块

BIM 概述



内容导读

本模块主要从 BIM 的发展历史、发展现状、深度应用、未来展望及 BIM 工程师职业发展五个方面对 BIM 进行了概述。首先,对 BIM 的发展历史和发展现状进行了基本概述,介绍了 BIM 在美国、英国、新加坡、北欧国家、日本、韩国、中国等的发展及应用现状;其次,对 BIM 技术与地理信息系统、物联网、虚拟现实技术、人工智能、绿色建筑、装配式建筑、数字化加工、云计算、三维打印技术、三维激光扫描技术、项目管理、智能型全站仪、工程总承包的集成进行了介绍,并解释了 BIM 技术在智慧工地和智能建造中的深度应用;再次,分析了 BIM 的市场需求与发展趋势;最后,从应用领域及应用程度两个方面对 BIM 工程师进行了分类,并对 BIM 工程师在项目全生命周期各阶段的作用进行了说明。



学习目标

- (1) 了解 BIM 在国内外的发展历史及应用现状。
- (2) 熟悉 BIM 与其他技术集成的深度应用情况。
- (3) 了解 BIM 工程师的职业发展。



素质拓展课堂

建筑一直伴随着人类社会的发展而发展,建筑技术更是随着社会的进步而不断更新。我国古代辉煌的建筑都有哪些? 它们都体现出了怎样的特色? 从这些建筑中,我们能够体会到古代建筑师有着怎样的精神?

1.1

BIM 的发展历史

BIM 作为对包括工程建设行业在内的多个行业的工作流程、工作方法的一次重大思索和变革,其雏形最早可追溯到 20 世纪 70 年代。美国查克·伊斯曼(Chuck Eastman)博士提





出了一个概念——建筑信息模型(building information modeling, BIM);20 世纪 70 年代末至 80 年代初,英国也在进行与 BIM 类似的研究和开发工作,当时,欧洲习惯把它称为产品信息模型(product information model),而美国通常称之为建筑产品模型(building product model)。

1986 年,罗伯特·艾什(Robert Aish)在其发表的一篇论文中首次使用“building information modeling”一词。他在这篇论文中发表了今天我们所知的 BIM 论点和实施的相关技术,并应用 RUCAPS(really universal computer aided production system)建筑模型系统分析一个案例的方法来表达他的概念。

21 世纪前的 BIM 研究受到计算机硬件和软件水平的限制,使得当时的 BIM 仅能作为学术研究的对象,很难在工程实际应用中发挥作用。

21 世纪以后,随着计算机软、硬件水平的迅速发展以及人们对建筑全生命周期的深入理解,BIM 技术得到不断发展。自 2002 年 BIM 这一方法和理念被提出并推广以来,BIM 技术变革风潮便在全球范围内席卷开来。

1.2

BIM 的发展现状

1.2.1 BIM 在国外的发展现状

1. BIM 在美国的发展现状

美国是较早启动建筑业信息化研究的国家,发展至今,其对 BIM 的研究与应用都走在世界前列。目前,美国的大多数建筑项目已经开始应用 BIM。BIM 的应用种类繁多,而且存在诸多 BIM 协会,并出台了各种 BIM 标准。美国有以下几大 BIM 的相关机构。

(1)GSA。2003 年,为了提高建筑领域的生产效率,提升建筑业信息化水平,美国总务署(General Services Administration,GSA)下属的公共建筑服务(Public Building Service)部门的首席设计师办公室(Office of the Chief Architect,OCA)推出了全国 3D-4D-BIM 计划。从 2007 年起,GSA 要求所有大型项目(招标级别)都要应用 BIM,最低要求是空间规划验证和最终概念展示都要提交 BIM。所有 GSA 的项目都被鼓励采用 3D-4D-BIM 技术,并且根据采用这些技术的项目承包商的应用程序不同,给予不同程度的资金支持。目前,GSA 正在探讨在项目全生命周期中应用 BIM 技术,包括空间规划验证、4D 模拟、激光扫描、能耗和可持续发展模拟、安全验证等,陆续发布各领域的系列 BIM 指南,并在官网提供下载,这对于规范 BIM 在实际项目中的应用起到了重要作用。

(2)USACE。2006 年 10 月,美国陆军工程兵团(U. S. Army Corps of Engineers, USACE)发布了为期 15 年的 BIM 发展路线规划,为 USACE 采取和实施 BIM 技术制定战略规划,以提升规划、设计和施工质量及效率(见图 1-1)。在规划中,USACE 承诺未来所有军事建筑项目都将使用 BIM 技术。

初始操作能力	实现全生命周期的数据互用	全面操作能力	全生命周期任务的自动化
2008年, 8个具备生产力的标准化中心	2010年, 90%符合美国国家BIM标准; 所有地区具备符合美国国家BIM标准的BIM生产能力	2012年, 所有项目的招标公告、发包、提交中必须使用美国国家BIM标准	2020年, 利用美国国家BIM标准数据有效降低建设项目的造价与工期

图 1-1 USACE 的 BIM 发展

(3)bSa. Building SMART 联盟(building SMART alliance,bSa)致力于 BIM 的推广与研究,使项目的所有参与者在项目全生命周期内能共享准确的项目信息。通过 BIM 收集和共享项目信息与数据,可以有效地节约成本、减少浪费。bSa 下属的美国国家 BIM 标准项目委员会(National Building Information Model Standard Project Committee United States, NBIMS US)专门负责美国国家 BIM 标准(National Building Information Model Standard, NBIMS)的研究与制定。2007 年 12 月,NBIMS US 发布了第一版 NBIMS,主要包括信息交换和开发过程等方面的内容,明确了 BIM 过程和工具的各方定义、相互之间数据交换要求的明细和编码,使不同部门可以开发充分协商一致的 BIM 标准,更好地实现协同。2012 年 5 月,NBIMS US 发布了第二版 NBIMS,并且在第二版的编写过程中采用了开放投稿(各专业 BIM 标准)、民主投票决定标准的内容的方式,因此也被称为第一份基于共识的 BIM 标准。

2. BIM 在英国的发展现状

与大多数国家不同,英国政府要求强制使用 BIM。2011 年 5 月,英国内阁办公室发布了政府建设战略(Government Construction Strategy)文件,明确要求到 2016 年,政府实现全面协同的 3D-BIM 和全部文件的信息化管理。2015 年,NBS(National Building Specification)调查报告明确指出,英国政府对营建产业的目标,预计于 2025 年前达成:营建初期成本与全生命周期内的维护成本降低 33%,兴建与更新工程工期减少 50%,温室气体排放量降低 50%,建材进出口贸易障碍降低 50%。

政府要求强制使用 BIM 的文件得到了英国建筑业 BIM 标准委员会[AEC(UK)BIM Standard Committee]的支持。迄今为止,英国建筑业 BIM 标准委员会已发布了英国建筑业 BIM 标准[AEC(UK)BIM Standard]、适用于 Revit 的英国建筑业 BIM 标准[AEC(UK)BIM Standard for Revit]、适用于 Bentley 的英国建筑业 BIM 标准[AEC(UK)BIM Standard for Bentley Product],及适用于 ArchiACD 和 Vectorworks 的 BIM 标准。这些标准的制定为英国的 AEC 企业从 CAD 过渡到 BIM 提供了切实可行的方案和程序。

3. BIM 在新加坡的发展现状

在 BIM 这一术语引进之前,新加坡当局就注意到信息技术对建筑业的重要性。早在 1982 年,建筑管理署(Building and Construction Authority,BCA)就有了人工智能规划审批



(artificial intelligence plan checking)的想法。2000—2004年,BCA发展了CORENET(Construction and Real Estate NETWORK)项目,用于电子规划的自动审批和在线提交,是世界首创的自动化审批系统。2011年,BCA发布的新加坡BIM发展路线规划(BCA's building information modelling roadmap)明确了整个建筑业在2015年之前广泛使用BIM技术。为了实现这一目标,BCA分析了面临的挑战,并制定了相关策略,见表1-1。

表 1-1 新加坡 BIM 发展策略

挑 战	缺乏需求	固守于二维实践	学习曲线陡峭	缺乏 BIM 人才
策 略	政府部门带头	扫除障碍	建立 BIM 能力与产品	
	树立标杆	鼓励早期 BIM 应用者		

在创造需求方面,新加坡政府部门带头在所有新建项目中明确提出BIM需求。2011年,BCA与一些政府部门合作确立了示范项目。BCA从2013年起强制要求提交建筑BIM,从2014年起强制要求提交结构与机电BIM,并且最终在2015年之前实现了建筑面积大于5 000 m²的项目都必须提交BIM的目标。

在建立BIM能力与产量方面,BCA鼓励新加坡的大学开设BIM课程,为毕业生组织密集的BIM培训课程,为行业专业人士设立BIM专业学位。

4. BIM 在北欧国家的发展现状

北欧国家(包括挪威、丹麦、瑞典和芬兰)是一些主要的建筑业信息技术的软件厂商所在地,因此,这些国家既是全球最早一批采用基于模型设计的国家,又推动了建筑信息技术的互用性和开放标准的发展。北欧国家的冬天漫长多雪,这使得建筑的预制化非常重要,这也促进了包含丰富数据、基于模型的BIM技术的发展,并导致这些国家及早地进行了BIM的部署。

北欧四国政府并未强制要求全部使用BIM,由于当地气候的要求及先进建筑信息技术软件的推动,BIM技术的发展主要是企业的自觉行为。如2007年,Senate Properties发布了一份建筑设计的BIM要求(Senate Properties BIM Requirements for Architectural Design,2007)。自2007年10月1日起,Senate Properties的项目仅强制要求建筑设计部分使用BIM,其他设计部分可根据项目情况自行决定是否采用BIM技术,但目标是全面使用BIM。同时还提出,在设计、招标阶段将有强制的BIM要求,这些BIM要求将成为项目合同的一部分,具有法律约束力;建议在项目协作时,创建通用的视图和准确的定义;需要提交最终BIM,且建筑结构与模型内部的碰撞需要存档;建模流程分为四个阶段: Spatial Group BIM、Spatial BIM、Preliminary Building Element BIM和Building Element BIM。

5. BIM 在日本的发展现状

在日本,有“2009年是日本的BIM元年”之说。2009年,日本大量的设计公司 and 施工企业开始应用BIM,而日本国土交通省也曾在2010年3月表示,已选择一项政府建设项目作为试点,探索BIM在设计可视化、信息整合方面的价值及实施流程。

2010年,日经BP社调研了517位设计院、施工企业及相关建筑行业从业人士,了解他们对于BIM的认知度与应用情况。调研结果显示,BIM的知晓度从2007年的30%提升至2010年的76%。2008年的调研显示,采用BIM的主要原因是BIM绝佳的展示效果,而2010年人们采用BIM的主要目的是提升工作效率,仅有7%的业主要求施工企业应用BIM,这也表明日本企业应用BIM更多是企业自身的选择与需求。据不完全统计,日本已有33%的施工企业开始应用BIM,而这些企业中的近90%在2009年之前就已经开始使用BIM了。

日本的BIM相关软件厂商认识到,BIM的实现需要多个软件互相配合,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BIM解决方案软件联盟。此外,日本建筑学会还于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进行预算和模拟等方面为日本的设计院与施工企业应用BIM提供指导。

6. BIM 在韩国的发展现状

韩国在运用BIM技术上十分领先,多个政府部门致力制定BIM标准。2010年4月,韩国公共采购服务中心(Public Procurement Service,PPS)发布了BIM发展路线(见表1-2),内容包括:2010年,在1~2个大型工程项目中应用BIM;2011年,在3~4个大型工程项目中应用BIM;2012—2015年,超过500亿韩元的大型工程项目都采用4D-BIM技术(3D+成本管理);2016年以后,全部公共工程应用BIM技术。2010年12月,PPS发布了《设施管理BIM应用指南》,针对施工图设计、施工等阶段的BIM应用进行指导,并于2012年4月对其进行更新。

表 1-2 韩国 BIM 发展路线

期 限	短期(2010—2012 年)	中期(2013—2015 年)	长期(2016 年以后)
目 标	通过扩大 BIM 应用来提高设计质量	构建 4D 设计预算管理系统	设施管理全部采用 BIM,实行行业革新
对 象	500 亿韩元以上“交钥匙”工程及公开招标项目	500 亿韩元以上的公共工程	所有公共工程
方 法	通过积极的市场推广,促进 BIM 的应用;编制 BIM 应用指南,并每年更新;BIM 应用的奖励措施	建立专门管理 BIM 发包产业的诊断队伍;建立基于 3D 数据的工程项目管理系统	利用 BIM 数据库进行施工管理、合同管理及总预算审查
预期成果	通过 BIM 应用提高客户满意度;促进民间部门的 BIM 应用;通过设计阶段多样的检查校核措施,提高设计质量	提高项目造价管理与进度管理水平;实现施工阶段设计变更更少化,减少资源浪费	革新设施管理并强化成本管理



2010年1月,韩国国土海洋部发布了《建筑领域BIM应用指南》。该指南为开发商、建筑师和工程师在申请四大行政部门、16个都市及6个公共机构的项目时,提供采用BIM技术时必须注意的方法及要素的指导。该指南应该能在公共项目中系统地实施BIM,同时也为企业建立实用的BIM实施标准。

1.2.2 BIM在我国的发展现状

近年来,BIM在我国建筑业形成一股热潮,除了前期软件厂商的大声呼吁外,政府相关部门、各行业协会、设计单位、施工企业、科研院校等也开始重视并推广BIM。2010年,中国房地产业协会商业地产专业委员会主持发布了《中国商业地产BIM应用研究报告2010》。2011年,中国房地产业协会商业地产专业委员会、中国建筑业协会工程建设质量管理分会、中国建筑学会工程管理研究分会、中国土木工程学会计算机应用分会主持发布了《中国工程建设BIM应用研究报告2011》。这两个报告在一定程度上反映了BIM在我国工程建设行业的发展现状(见表1-3)。BIM的知晓程度从2010年的60%提升至2011年的87%。2011年,共有39%的单位表示已经使用了BIM相关软件,而其中以设计单位居多。

表 1-3 BIM 使用调查

项目参与方	开发商	咨询单位	设计单位	施工单位	供应商
参 与 度	6%	14%	64%	34%	4%

2011年5月,住房和城乡建设部发布的《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。这拉开了BIM在中国应用的序幕。

2012年1月,住房和城乡建设部《关于印发2012年工程建设标准规范制订修订计划的通知》(建标〔2012〕5号)宣告中国BIM标准制定工作的正式启动,其中包含五项BIM相关标准:《建筑信息模型应用统一标准》《建筑工程信息模型存储标准》《建筑工程设计信息模型交付标准》《建筑工程设计信息模型分类和编码标准》《制造工业工程设计信息模型应用标准》。其中,《建筑信息模型应用统一标准》的编制采取“千人千标准”的模式,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研究项目、课题、子课题的研究。至此,工程建设行业的BIM热度日益高涨。

2013年8月,住房和城乡建设部发布《关于征求〈关于推进BIM技术在建筑领域应用的指导意见(征求意见稿)〉意见的函》,其中明确指出,2016年以前,政府投资的 $2 \times 10^4 \text{ m}^2$ 以上大型公共建筑及省报绿色建筑项目的设计、施工均采用BIM技术;截止到2020年,完善BIM技术应用标准、实施指南,形成BIM技术应用标准和政策体系。

2014 年,我国各地方政府关于 BIM 的讨论与关注更加活跃,上海、北京、广东、山东、陕西等相继出台了具体的政策来推动和指导 BIM 的应用与发展。

2015 年 6 月,住房和城乡建设部在《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》中明确了 BIM 的发展目标:到 2020 年年末,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。

2016 年 12 月,住房和城乡建设部发布了《关于发布国家标准〈建筑信息模型应用统一标准〉的公告》,批准《建筑信息模型应用统一标准》为国家标准,编号为 GB/T 51212—2016,自 2017 年 7 月 1 日起实施。

2017 年 5 月,住房和城乡建设部发布了《关于发布国家标准〈建筑信息模型施工应用标准〉的公告》,批准《建筑信息模型施工应用标准》为国家标准,编号为 GB/T 51235—2017,自 2018 年 1 月 1 日起实施。

2017 年 10 月,住房和城乡建设部发布了《关于发布国家标准〈建筑信息模型分类和编码标准〉的公告》,批准《建筑信息模型分类和编码标准》为国家标准,编号为 GB/T 51269—2017,自 2018 年 5 月 1 日起实施。

2018 年 12 月,住房和城乡建设部发布了《关于发布国家标准〈建筑信息模型设计交付标准〉的公告》,批准《建筑信息模型设计交付标准》为国家标准,编号为 GB/T 51301—2018,自 2019 年 6 月 1 日起实施。

2019 年,由中国建筑业协会和广联达科技股份有限公司联合主编,18 个地方协会、10 家建筑业企业联合参编的《中国建筑业企业 BIM 应用分析报告(2019)》正式发布。本报告通过推广行业创新实践和专家观点,让更多的人了解 BIM、应用和创新 BIM,同时开始对推动数字建筑和数字建筑业进行有益的探索。

2020 年 7 月,住房和城乡建设部联合国家发展和改革委员会、科学技术部、工业和信息化部、人力资源和社会保障部、生态环境部、交通运输部、水利部等 13 个部门联合印发了《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》。该文件指出:加快推动新一代信息技术与建筑工业化技术协同发展,在建造全过程加大建筑信息模型(BIM)、互联网、物联网、大数据、云计算、移动通信、人工智能、区块链等新技术的集成与创新应用。

2020 年 8 月,住房和城乡建设部、教育部、科学技术部、工业和信息化部等 9 部门联合印发了《关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》。该文件指出:大力推广建筑信息模型(BIM)技术,加快推进 BIM 技术在新型建筑工业化全寿命期的一体化集成应用。充分利用社会资源,共同建立、维护基于 BIM 技术的标准化部品部件库,实现设计、采购、生产、建造、交付、运行维护等阶段的信息互联互通和交互共享。试点推进 BIM 报建审批和施工图 BIM 审图模式,推进与城市信息模型(CIM)平台的融通联动,提高信息化监管能力,提高建筑行业全产业链资源配置效率。





2021年9月,住房和城乡建设部发布了《关于发布国家标准〈建筑信息模型存储标准〉的公告》,批准《建筑信息模型存储标准》为国家标准,编号为 GB/T 51447—2021,自 2022 年 2 月 1 日起实施。

在此期间,多个省、市地方政府相继出台了配合国家推动 BIM 技术发展的各类具体政策和指导意见,如《浙江省建筑信息模型(BIM)技术应用导则》《重庆市关于推进智能化建造的实施意见》《重庆市房屋建筑与市政工程建筑信息模型(BIM)技术服务计费指南(试行)》《上海市房屋建筑施工图、竣工建筑信息模型建模和交付要求(试行)》《关于加快新型建筑工业化发展的实施意见》等。

1.2.3 BIM 在我国运用的经典案例

近年来,全国各地涌现出了多座运用 BIM 打造的地标性建筑,下面介绍两个极具特色的项目。

1. BIM 应用于国家会展中心(上海)

国家会展中心(上海)位于上海虹桥商务区核心区西部,与虹桥交通枢纽直线距离仅 1.5 km,通过空中连廊、地下通道及地铁 2 号线与上海虹桥火车站、虹桥机场紧密相连,周边高速路网四通八达,1~2 h 可到达长三角各主要城市,交通十分便利(见图 1-2)。



图 1-2 国家会展中心(上海)

国家会展中心(上海)是由中华人民共和国商务部和上海市人民政府于 2011 年共同决定合作共建的大型会展综合体项目,总建筑面积超 $150 \times 10^4 \text{ m}^2$,是世界最大综合体,首次实现大面积展厅“无柱化”办展效果。主体建筑以伸展柔美的四叶幸运草为造型,采用轴线对称设计理念,设计中体现了诸多中国元素,是上海市的标志性建筑之一。国家会展中心(上海)可展览面积近 $60 \times 10^4 \text{ m}^2$,包括近 $50 \times 10^4 \text{ m}^2$ 的室内展厅和 $10 \times 10^4 \text{ m}^2$ 的室外展场。

综合体共 17 个展厅,包括 15 个单位面积为 $3 \times 10^4 \text{ m}^2$ 的大展厅和 2 个单位面积为 $1 \times 10^4 \text{ m}^2$ 的多功能展厅,货车均可直达。全方位满足大中小型展会对展馆的使用需求。

项目总包工程分为两个标段,上海建工集团承建的一标段总承包工程,建筑面积约为 $87 \times 10^4 \text{ m}^2$,由 A、B、D 三个展馆和 A0、B0 办公楼,E1、E2 配套商业中心及 F1、F3 小展厅等组成,即“四叶草”的三片叶子和一个“花芯”,大约为工程总量的 $3/4$ 。总承包管理的内容有两部分:一部分是自行施工部分,包括土建、钢结构加工吊装、空调通风、动力、给排水、天然气系统;另一部分是由业主和总包发包的幕墙、屋面、电梯、消防、室外总体、精装修等。

总承包项目部引入 BIM 技术,为工程主体结构进行建模,然后把各专业建好的模型与总包建好的主体结构模型进行合模,有效地修正了模型,解决了施工矛盾,消除了隐患,避免了返工、修整。

国家会展中心(上海)的施工特点如下。

(1)施工体量大。集团共承建 13 个展览馆,单个展厅的占地面积就相当于 4 个标准足球场。钢结构屋面施工达到 $26 \times 10^4 \text{ m}^2$ 、幕墙 $17 \times 10^4 \text{ m}^2$ 、 $1 \times 10^4 \text{ V}$ 变电所 47 个、强弱电机房 407 个、空调机房 295 间、电梯 268 部。基坑土方约 $93 \times 10^4 \text{ m}^3$,混凝土超 $50 \times 10^4 \text{ m}^3$,钢筋 $14 \times 10^4 \text{ t}$,钢构件近 $9 \times 10^4 \text{ t}$,幕墙 $32.7 \times 10^4 \text{ m}^2$,金属屋面 $34 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。

(2)施工工期极紧。虽说整个工期为 655 个日历天、要到 2014 年年底竣工,但是 2014 年 6 月 30 日 A、B 馆要投入使用,从 2013 年 2 月 28 日进场,2013 年 3 月 15 日拿到图纸,实际施工时间仅 15 个月。只有常规工期的 40%的时间。

(3)施工组织难度大。项目周边环境复杂:地铁 2 号线东西向贯穿整个施工区域,小展厅 F3、商业中心 E1、E2 均位于地铁上方,施工期间需确保地铁 2 号线的正常运营和车流、人流通畅。钢结构、幕墙、屋面、机电安装、内装饰等界面相互关系复杂,总协调颇具难度。

(4)施工要求高。工程的质量总体目标为确保获上海市“白玉兰奖”,力争获“鲁班奖”“中国三星级绿色建筑设计标识证书”“中国三星级绿色建筑评价标识证书”。同时力争无重大设备和人身伤亡责任事故,创市级安全示范工地,创市级文明工地。

2. BIM 应用于亚洲最大生活垃圾发电厂

老港再生能源利用中心是至目前为止亚洲地区生活垃圾发电厂里最大的项目(见图 1-3),应用 BIM 技术使其在设计过程中节约了 9 个月的时间,并且通过对模型的深化设计,节约成本数百万元,实现了节能减排、绿色环保的成效,响应了国家号召,真正实现了老港再生能源利用中心的存在价值。

在项目前期,建立 BIM 小组。项目采用 MagiCAD 进行 BIM 三维设计,设计做到直观和高效。在建模初期,按照图纸要求,依据暖通、电气、给排水、热机等专业分组进行专业间初步综合,排定各专业的标高范围,然后利用 MagiCAD 分别进行建模,最后采用 MagiCAD 协同工作的方式对模型进行整合和检查。



图 1-3 老港再生能源利用中心

在三维建模过程中,因不同行业设备均有其自身特点,同时体量也较大,故在普通三维产品库中都较为缺乏,而 MagiCAD 软件拥有数百万种产品构件的产品库,可在产品库中搜索所需产品,将其插入三维模型,从而真实反映实际设备布置情况和管线排布情况,以保证在密集空间内既能完成选定设备的布置,又能综合考虑空间及设计要求。

碰撞检查的顺序一般为:在单专业内进行碰撞检查,调整本专业内的碰撞错误,而后进行机电综合模型碰撞检查,调整机电专业内的碰撞问题,最后在机电与建筑之间进行碰撞检查,解决机电与建筑结构之间的碰撞问题。得到碰撞检查结果后,便可得出碰撞检查报告,并按此调整。当 BIM 小组完成综合管线的调整后,便可在该 BIM 的基础上进行系统调试,以校核模型中的设备是否能够按照设计方案正常运行,也可进一步优化系统方案、深化设计,达到绿色节能效果。

1.3 BIM 的深度应用

1.3.1 BIM 技术集成

“互联网+”的概念被正式提出后迅速发酵,各行各业纷纷尝试借助互联网思维推动行业发展,建筑施工行业也不例外。随着 BIM 应用逐步走向深入,单纯应用 BIM 的项目越来越少,更多的是将 BIM 与其他先进技术集成或与应用系统集成,以期发挥更大的综合价值。例如,BIM + PM、BIM + 云计算、BIM + 物联网……其中“BIM +”中的“+”是什么?怎么“+”?我们通过梳理《中国建筑业信息化发展报告(2020)》,在 BIM 与技术集成应用的理论与实践寻找答案。

1. BIM 技术与地理信息系统

地理信息系统(geographic information system, GIS)是用于管理地理空间分布数据的计算机信息系统,它以直观的地理图形方式获取、存储、管理、计算、分析和显示与地球表面位置相关的各种数据。BIM 技术与 GIS 的集成应用是通过数据集成、系统集成或应用集成来实现的,可在 BIM 应用中集成 GIS,也可在 GIS 应用中集成 BIM,或是 BIM 与 GIS 深度集成,以发挥各自优势,拓展应用领域。目前,BIM 技术与 GIS 的集成在城市规划、城市交通分析、城市微环境分析、市政管网管理、住宅小区规划、数字防灾、既有建筑改造等诸多领域均有所应用;与它们各自单独应用相比,在建模质量、分析精度、决策效率和成本控制水平等方面都有明显的提高。

BIM 技术与 GIS 的集成应用可以提高长线工程和大规模区域性工程的管理能力。BIM 技术的应用对象往往是单个建筑物;利用 GIS 宏观尺度上的功能,可将 BIM 技术的应用范围扩展到道路、铁路、隧道、水电、港口等工程领域。例如,邢汾高速公路项目利用 BIM 技术与 GIS 的集成应用实现了基于 GIS 的全线宏观管理、基于 BIM 技术的标段管理及桥隧精细化管理相结合的多层次施工管理。

BIM 技术与 GIS 集成应用可以增强大规模公共设施的管理能力。现阶段,BIM 技术应用主要集中在设计、施工阶段,而两者的集成应用可以解决大型公共建筑、市政及基础设施的 BIM 运维管理,将 BIM 应用延伸到运维阶段。例如,昆明新机场项目将两者集成应用,成功开发了机场航站楼运维管理系统,实现了航站楼物业、机电、流程、库存、报修与巡检等日常运维管理和信息动态查询。

BIM 技术与 GIS 集成应用还可以拓宽和优化各自的应用功能。导航是 GIS 应用的一个重要功能,但仅限于室外。两者集成应用,不仅可以将 GIS 的导航功能拓展到室内,还可以优化 GIS 已有的功能。例如,通过 BIM 技术对室内信息的精细描述来保证火灾发生时规划的室内逃生路径是最合理的,而不再只是路径最短。

随着互联网的高速发展,基于互联网和移动通信技术的 BIM 技术与 GIS 的集成应用将会改变两者的应用模式,使其向网络服务的方向发展。当前,BIM 技术和 GIS 不约而同地开始融合云计算这项新技术,分别出现了“云 BIM”和“云 GIS”的概念。云计算的引入将使 BIM 技术和 GIS 的数据存储方式发生改变,数据量级得到提升,应用得到跨越式发展。

2. BIM 技术与物联网

物联网(internet of things, IoT)是通过射频识别、全球定位系统、红外感应器、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议将物品与互联网相连而进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

物联网的典型体系架构分为 3 层,自下而上分别是感知层、网络层和应用层。感知层是实现物联网全面感知的核心能力,是物联网中包括关键技术、标准化方面、产业化方面亟待





突破的部分,关键在于具备更精确、更全面的感知能力,并解决低功耗、小型化和低成本问题。网络层主要以广泛覆盖的移动通信网络作为基础设施,是物联网中标准化程度最高、产业化能力最强、最成熟的部分,关键在于为物联网应用特征进行优化和改进,形成协同感知的网络。应用层提供丰富的基于物联网的应用,将物联网技术与行业信息化需求相结合,实现广泛智能化应用的解决方案集,关键在于行业融合、信息资源的开发利用、低成本高质量的解决方案、信息安全的保障及有效商业模式的开发。

BIM技术与物联网集成应用,实质上是建筑全过程信息的集成与融合。BIM技术发挥了上层信息集成、交互、展示和管理的作用,物联网承担着底层信息感知、采集、传递、监控的功能。两者的集成应用可以实现建筑全过程信息流闭环,实现虚拟信息化管理与实体环境硬件之间的有机融合。目前,BIM技术在设计阶段的应用较多,并开始向建造和运营维护阶段延伸。物联网的应用目前主要集中在建造和运营维护阶段,两者的集成应用将会产生极大的价值。

在工程建设阶段,两者的集成应用可以提高施工现场的安全管理能力,确定合理的施工进度,支持有效的成本控制,提高质量管理水平。例如,临边洞口防护不到位、部分工作人员高处作业不系安全带等安全隐患在施工现场时常存在,基于BIM技术的物联网应用可实时发现这些隐患并报警提示;在高空作业人员的安全帽、安全带、身份识别牌上安装的无线射频识别设备可在BIM系统中实现精确定位,如果作业人员的行为不符合相关规定,身份识别牌与BIM系统中的相关定位会同时报警,管理人员可精准定位隐患位置,并采取有效措施避免事故的发生。在运营维护阶段,两者的集成应用可以提高设备的日常维护效率,提升重要资产的监控水平,增强安全防护能力,并支持智能家居。

例如,上海浦江大型PC保障房项目将BIM技术与物联网集成应用,基于BIM技术构建起预制建筑建造信息管理平台,研究制定了构件编码规则,结合射频识别技术对预制构件进行动态管理,尝试了BIM技术在预制混凝土装配式建筑的设计、生产及施工全过程管理中的应用,实现了预制构件生产、安装的信息智能、动态管理,提高了施工管理效率。

BIM技术与物联网在融合应用中各自发挥不同的作用,BIM用来实现信息传递和交互共享并形成中心基础数据库,物联网将采集、传输与接收的信息与BIM数据库中的实体相连接。目前,BIM与物联网技术融合的综合应用尚处于摸索阶段,深度挖掘BIM与物联网技术融合的应用价值尤其是与云计算、大数据等先进技术的结合还有待进一步研究。随着技术手段的发展与管理机制的进一步完善,新技术的融合应用必将带动工程建设行业在质量、安全、效率等方面的提升,推动行业技术的进步。

BIM技术与物联网的深度融合与应用,势必开创智慧建筑新时代,这是未来建设行业信息化发展的重要方向之一。未来,建筑智能化系统将会出现以物联网为核心、以功能分类、以相互通信兼容为主要特点的建筑“智慧化”大控制系统。

3. BIM 技术与虚拟现实技术

虚拟现实(virtual reality, VR),也称为虚拟环境或虚拟真实环境,是一种三维环境技术,集先进的计算机技术、仿真技术、传感与测量技术、微电子技术等于一体,借此产生逼真的视、听、触等三维感觉环境,形成一种虚拟世界。虚拟现实技术是人们运用计算机对复杂数据进行的可视化操作,与传统的人机界面及流行的视窗操作相比,其在技术思想上有着质的飞越。

BIM技术的理念是建立涵盖建筑全生命周期的模拟信息库,并实现各个阶段、不同专业之间基于模拟的信息集成和共享。BIM技术与虚拟现实技术集成应用的主要内容包括虚拟场景构件、模拟施工进度、模拟复杂局部的施工方案、模拟施工成本、多维模拟信息的联合模拟及交互方式场景漫游,其目的是应用BIM信息库辅助虚拟现实技术更好地服务于建筑全生命周期。

BIM技术与虚拟现实技术的集成应用可以提高模拟的真实性。传统的二维、三维表达方式只能传递建筑物单一尺度的部分信息,而使用虚拟现实技术可以展示一栋活生生的虚拟建筑物,使人有身临其境之感。并且,它可以将任意相关信息整合到已建立的虚拟场景中,通过多维模拟信息的联合模拟,从任意视角实时地查看各种信息与模拟的关系,指导设计和施工,辅助监理、检测人员开展相关工作。

BIM技术与虚拟现实技术的集成应用可以有效支持项目成本管控。如果一个工厂项目大约有30%的施工过程需要返工、60%的劳动力资源被浪费、10%的材料被损失和浪费,则不难推算在庞大的建筑施工项目中每年约有万亿元的资金流失。BIM技术与虚拟现实技术集成应用,通过模拟工程项目的建造过程,在实际施工前即可判定施工方案的可行性及合理性,减少或避免设计中存在的大多数错误;方便地分析出施工工序的合理性,生成对应的采购计划和财务分析费用列表,高效地优化施工方案;提前发现设计和施工中的问题,对设计、推算、进度等属性及时更新,保证所获得的数据信息的一致性和准确性。两者的集成应用将在很大程度上减少建筑施工行业中普遍存在的低效、浪费和返工现象,大大缩短编制项目计划和预算的时间,提高计划和预算的准确度。

BIM技术与虚拟现实技术的集成应用可以有效提高工程质量。施工前,对施工过程进行三维仿真演示,可以提前发现并避免在实际施工中可能遇到的各种问题,如管线碰撞等,以便指导施工和制定最佳的施工方案,从整体上提高建筑施工效率,确保工程质量,消除安全隐患,有助于降低施工成本和减少时间耗费。

BIM技术与虚拟现实技术的集成应用可以提高模拟工作的可交互性。在虚拟的三维场景中实时地切换不同的施工方案,在同一个观察点或同一个观察序列中感受不同的施工过程,有助于比较不同施工方案的优势和不足,以确定最佳施工方案;同时,还可以对某个特定的局部进行修改,并实时与修改前的方案进行分析比较。此外,还可以通过观察整个施工过程的三维虚拟环境,快速查看不合理或错误之处,避免施工过程中出现返工。





虚拟现实技术在建筑施工领域中的应用将是一个必然趋势,在未来的设计、施工中的应用前景广阔,必将推动我国的建筑施工迈入一个崭新的时代。

4. BIM 技术与人工智能

人工智能(artificial intelligence, AI)是计算机学科的一个分支,20 世纪 70 年代以来被称为世界三大尖端技术(空间技术、能源技术、人工智能)之一,也被认为是 21 世纪三大尖端技术(基因工程、纳米科学、人工智能)之一。通常,人工智能是指通过普通计算机程序来呈现人类智能的技术。

人工智能是研究使计算机模拟人的某些思维过程和智能行为(知识表示、自动推理和搜索方法、机器学习和知识获取、知识处理系统、自然语言理解、计算机视觉、智能机器人、自动程序设计等)的学科,主要包括计算机实现智能的原理、制造类似于人脑智能的计算机,使计算机能实现更高层次的应用。人工智能涉及计算机科学、心理学、哲学和语言学等学科,可以说几乎涉及自然科学和社会科学的所有学科,其范围已远远超出了计算机科学的范畴。人工智能与思维科学的关系是实践和理论的关系,人工智能处于思维科学的技术应用层次,是它的一个应用分支。从思维观点看,人工智能不仅限于逻辑思维,更要考虑形象思维、灵感思维,才能促进人工智能的突破性发展。

人工智能在计算机领域得到了愈加广泛的重视,并且在机器人、经济政治决策、控制系统、仿真系统中得到应用。

5. BIM 技术与绿色建筑

绿色建筑是指在建筑全生命周期内最大限度地节约资源(节能、节地、节水、节材)、保护环境和减少污染,提供健康适用、高效使用、与自然和谐共生的建筑。

由于历史和经济等原因,绿色建筑在我国的发展史并不长。20 世纪 80 年代,我国通过制定行业标准《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 26—1986)开展建筑节能工作。20 世纪 90 年代,绿色建筑概念被引入我国;2004 年,“全国绿色建筑创新奖”的设立正式拉开了我国绿色建筑发展的序幕;自 2005 年以来,国务院及相关部委逐渐加大政策支持力度,陆续发布了一系列指导性文件。截至 2019 年年底,全国获得绿色建筑评价标识的项目累计达两万个,绿色建筑全国累计建设面积超过 $50 \times 10^8 \text{ m}^2$;2019 年城镇新建建筑中,绿色建筑占比达 65%。2020 年 7 月,住房和城乡建设部、国家发展改革委、教育部、工业和信息化部、人民银行、国管局、银保监会七部门联合印发了《绿色建筑创建行动方案》,其中指出,到 2022 年,当年城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达到 70%。2020 年 10 月 13 日,财政部、住房和城乡建设部发布了《关于政府采购支持绿色建材促进建筑品质提升试点工作的通知》,文中指出,在政府采购工程中积极推广绿色建筑和绿色建材应用,推进建筑业供给侧结构性改革,促进绿色生产和绿色消费,推动经济社会绿色发展。

BIM 最重要的意义在于它重新整合了建筑设计的流程,其所涉及的建筑全生命周期管

理(building lifecycle management, BLM)又恰好是绿色建筑设计所关注和影响的对象。真实的 BIM 数据和丰富的构件信息给各种绿色分析软件以强大的数据支持,确保了结果的准确性。BIM 的某些特性(如参数化、构件库等)使建筑设计及后续流程针对上述的分析结果有着非常及时和高效的反馈。绿色建筑设计是一个跨学科、跨阶段的综合性设计,而 BIM 刚好顺应需求,在单一数据平台上实现了各个工种的协调设计和数据集中。BIM 的实施能将对建筑各项物理信息的分析从设计后期往前提,有助于建筑师在方案甚至概念设计阶段进行与绿色建筑相关的决策。

另外,BIM 技术提供了可视化的模型和精确的数字信息统计功能,将整个建筑的建造模型摆在人们面前,立体的三维感增强了人们的视觉冲击和图像印象。而绿色建筑则是根据现代的环保理念提出的,主要是利用自然资源,通过运用高科技设备实现人与自然的和谐共处。基于 BIM 技术的绿色建筑设计主要通过数字化的建筑模型、全方位的协调处理、环保理念的渗透三个方面来进行,实现绿色建筑的环保和节约资源的原始目标,对于整个绿色建筑的设计有很大的辅助作用。

绿色建筑的发展趋势如下。

(1)绿色建筑的健康化发展。近十年,我国在绿色建筑领域的发展成效显著,而绿色建筑更侧重于建筑与环境之间的关系,建筑环境健康是绿色建筑发展的新要求。健康建筑是绿色建筑在健康方面深层次的发展方向,健康建筑既源于绿色建筑,又“超越”绿色建筑。《健康建筑评价标准》(T/ASC 02—2016)将绿色建筑发展定位于更深层次需求,以使用者“健康”属性为核心,引领绿色建筑达到更高目标。

(2)绿色建筑的智慧化发展。智慧建筑随着智慧城市理念和新一代互联网技术(以大数据、物联网、云计算、BIM 为代表)的发展应运而生。发展智慧型绿色建筑,需综合运用大数据智能处理技术、物理信息感知技术、人机交互技术、物联网技术等智慧城市技术手段,根据用户需求对建筑物的结构、系统、服务和管理进行最优化组合,进而促进人、建筑与环境三者的协调发展。

(3)绿色建筑的工业化发展。绿色建筑与建筑工业化结合有助于二者相互促进发展。未来绿色建筑采用 EPC 模式建造,实行标准化设计、工厂化生产、装配化施工和信息化管理,更加有利于实现建造过程中的资源整合、技术集成及效益最大化,由此推动绿色建筑生产方式的转变。

(4)绿色建筑的零碳化发展。2009 年哥本哈根气候大会通过的《哥本哈根协议》中指出,从科学角度出发,必须大幅度减少全球碳排放,将全球气温升幅控制在 2°C 以下。2015 年,我国领导人在巴黎气候大会上郑重承诺,到 2030 年实现单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 $60\%\sim 65\%$ 。零碳化建筑以“零碳排放”为极致目标,对地表生态环境保护具有非常积极的现实意义。

(5)绿色建筑的规模化发展。2012 年,财政部与住房和城乡建设部联合印发的《关于加





快推动我国绿色建筑发展的实施意见》中明确提出推进我国绿色生态城区建设,规模化发展绿色建筑。2014年,《国家新型城镇化规划(2014—2020年)》发布实施,要求全面推进绿色城市建设。截止到2020年,全国已有100多个规模不等新建绿色生态城区项目。我国正成为世界上绿色生态城区建设数量最多、建设规模最大、发展速度最快的国家之一。

总之,结合BIM技术进行绿色建筑设计已经是一个受到广泛关注和认可的系统性方案,也让绿色建筑事业迈入一个崭新的时代。

6. BIM技术与装配式建筑

装配式建筑是指用预制的构件在工地装配而成的建筑,它是我国建筑结构发展的重要方向之一。装配式建筑有利于我国建筑工业化的发展,有利于提高生产效率、节约能源,有利于发展绿色环保建筑,并且有利于提高和保证建筑工程的质量。

《装配式混凝土建筑技术标准》(GB/T 51231—2016)对装配式建筑、部件、部品均做了明确的定义。装配式建筑是指结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统的主要部分采用预制部品部件集成的建筑。部件是在工厂或现场预先生产制作完成,构成建筑结构系统的结构构件及其他构件的统称。部品是由工厂生产,构成外围护系统、设备与管线系统、内装系统的建筑单一产品或复合产品组装而成的功能单元的统称。

与现浇施工工法相比,装配式建筑有利于实现绿色施工。因为装配式建筑更能符合绿色施工的节地、节能、节材、节水和环境保护等要求,降低施工对环境的负面影响,包括降低噪声,防止扬尘,减少环境污染,清洁运输,减少场地干扰,节约水、电、材料等资源,遵循可持续发展的原则。而且,装配式建筑可以连续地按顺序完成工程的多个或全部工序,从而减少进场的工程机械的种类和数量,消除工作衔接的停歇时间,实现立体交叉作业,减少施工人员的数量,从而提高工效,降低物料消耗,减少对环境的污染,为绿色施工提供保障。另外,装配式建筑在较大程度上减少了建筑垃圾(占城市垃圾总量的30%~40%),如废钢筋、废铁丝、废竹木材、废弃混凝土等。

2013年1月1日,国务院办公厅转发的《绿色建筑行动方案》中明确指出将“推动建筑工业化”列为十大重要任务之一。随着国家对建筑产业化的不断推进,建筑信息化水平低已经成为建筑产业化发展的制约因素,如何应用BIM技术提高建筑产业信息化水平,推进建筑产业化向更高阶段发展,已经成为当前一个新的研究热点。

BIM技术能有效提高装配式建筑的生产效率和工程质量,将生产过程中的上、下游企业联系起来,真正实现以信息化促进产业化。借助BIM技术三维模型的参数化设计,可使图纸设计、修改的效率得到大幅度的提高,可以克服传统拆分设计中图纸量大、修改困难的缺点。钢筋参数化设计提高了钢筋设计的精确性,加大了可施工性;4D施工进度模拟可以提高现场施工管理水平,缩短施工工期,减少图纸变更和施工现场的返工,节约投资。因此,BIM技术的使用能够为装配式建筑生产提供有效的帮助,使装配式工程精细化更容易实现,进而推动现代化建筑的发展,促进建筑业发展模式的转型。

7. BIM 技术与数字化加工

数字化是先将不同类型的信息转变为可以度量的数字,并将这些数字保存到适当的模型中,再将模型引入计算机进行处理的过程。数字化加工则是在已经建立的数字模型的基础上利用生产设备完成对产品的加工。

BIM 技术与数字化加工的集成意味着将 BIM 中的数据转换成数字化加工所需要的数字模型,制造设备可以根据该模型进行数字化加工。目前,BIM 技术与数字化加工集成的主要应用有以下两个方面:一是工厂精密机械自动完成建筑物构件的预制加工,不仅可使制造出来的构件误差小,而且可以大幅提高生产效率;二是建筑中的门窗、整体卫浴、预制混凝土结构和钢结构等许多构件均可先在异地加工,再被运到施工现场进行装配,这样既可缩短建造工期,又容易掌控质量。

深圳平安金融中心为超高层项目,有十几万平方米的风管加工制作安装量,如果采用传统的现场加工制作安装,不仅需要大量占用场地,而且受垂直运输的影响,效率低下。为此,该项目探索基于 BIM 的风管工厂化预制加工技术,将制作工序移至场外,由专门加工流水线高效切割完成风管的制作后,再运至现场的指定楼层完成组合拼装。在此过程中,利用 BIM 技术进行预制分段和现场施工误差测控,大大提高了施工效率和工程质量。

未来,将以建筑产品的三维模型为基础,进一步加入资料、构件制造、构件物流、构件装置及工期、成本等信息,以可视化的方法完成 BIM 技术与数字化加工的融合。同时,更加广泛地发展和应用 BIM 技术与数字化技术的集成,进一步拓展信息技术、智能卡技术、家庭智能化技术、无线局域网技术、数字卫星通信技术、双向电视传输技术等与 BIM 技术的融合。

8. BIM 技术与云计算

云计算是一种基于互联网的计算方式,以这种方式共享的软硬件和信息资源可以按需提供给计算机和其他终端使用。云计算技术是基于虚拟化技术和网络形成信息处理平台,根据客户自身的需求提供租用服务,包括存储服务、高效计算服务、信息共享服务。云计算技术可以将监控管理中的计算、存储、平台等功能需求集中起来,通过低廉的计算机集群构建分布式云平台,为现场监控管理提供计算和存储平台,管理者可通过网络和监控需求获得动态可扩展监控信息分析处理和应用服务。在监控管理中,云计算技术既能实现快速的数据分析与处理,又能提供有效的数据储备空间。

基于云计算强大的计算能力,可将 BIM 应用中计算量大且复杂的工作转移到云端,以提升计算效率;基于云计算的大规模数据存储能力,可将 BIM 及其相关的业务数据同步到云端,方便用户随时随地访问并与协作者共享;云计算使得 BIM 技术走出办公室,用户在施工现场就可通过移动设备随时连接云服务,及时获取所需的 BIM 数据和服务等。

根据云的形态和规模,BIM 技术与云计算的集成应用将经历初级、中级和高级发展阶段。初级阶段以项目协同平台为标志,主要厂商的 BIM 应用通过接入项目协同平台,初步





形成文档协作级别的 BIM 应用;中级阶段以模型信息平台为标志,合作厂商基于共同的模型信息平台开发 BIM 应用,并组合形成构件协作级别的 BIM 应用;高级阶段以开放平台为标志,用户可根据差异化需要从 BIM 云平台上获取所需的 BIM 应用,并形成自定义的 BIM 应用。

9. BIM 技术与三维打印技术

三维打印(3 dimensional printing, 3DP)是一种以数字模型文件为基础,运用金属或塑料等粉末材料及黏合剂,通过逐层打印的方式来构造物体的技术,又称 3D 打印。3D 打印技术是一种综合了数字建模技术、机电控制技术、信息技术、材料科学与化学等方面的前沿技术。

BIM 技术与 3D 打印技术的集成应用主要是在设计阶段利用 3D 打印机将 BIM 微缩打印出来,供方案展示、审查和模拟分析之用;在建造阶段,利用 3D 打印机直接将 BIM 打印成实体构件和整体建筑,部分替代传统施工工艺来建造建筑。BIM 技术与 3D 打印技术的集成应用,可谓是两种革命性技术的结合,为建筑实现从设计方案到实物的过程开辟了一条“高速公路”,也为复杂构件的加工制作提供了更高效的方案。

目前,BIM 技术与 3D 打印技术的集成应用有以下三种模式。

(1)基于 BIM 技术的整体建筑 3D 打印。应用 BIM 技术进行建筑设计,将设计模型交付给专用 3D 打印机,打印出整体建筑。利用 3D 打印技术建造房屋,可有效降低人力成本;在作业过程中基本不产生扬尘和建筑垃圾,是一种绿色环保的工艺;在节能降耗和环境保护方面较传统工艺有非常明显的优势。

(2)基于 BIM 技术和 3D 打印技术制作复杂构件。采用传统工艺制作复杂构件,受人为因素的影响较大,精度和美观度不可避免地会产生偏差。而 3D 打印机由计算机操控,只要有数据支撑,便可将任何复杂的异型构件快速、精确地制造出来。BIM 技术与 3D 打印技术集成进行复杂构件的制作,不再需要复杂的工艺、措施和模具,只需将构件的 BIM 发送给 3D 打印机,在短时间内即可将复杂构件打印出来,缩短了加工周期,降低了成本,且精度非常高,可以保证复杂异型构件几何尺寸的准确性和实体质量。

(3)基于 BIM 技术和 3D 打印技术的施工方案实物模型展示。利用 3D 打印技术制作的施工方案微缩模型可以辅助施工人员更为直接地理解方案内容,携带和展示不需要依赖计算机或其他硬件设备,还可以 360°全视角观察,克服了打印 3D 图片和三维视频角度单一的缺点。

随着各项技术的发展,现阶段 BIM 技术与 3D 打印技术集成存在的许多技术问题都将得到解决,3D 打印机和打印材料的价格也将趋于合理,3D 打印技术的应用范围也会随着应用成本的下降得到扩大,施工行业的自动化水平也会得到提高。虽然在普通民用建筑大批审查的效率和经济性方面,3D 打印建筑较工业化预制生产没有优势,但是在个性化、小数量的建筑上,3D 打印的优势非常明显,随着个性化定制建筑市场的兴起,3D 打印建筑的市场前景将非常广阔。

10. BIM 技术与三维激光扫描技术

三维激光扫描是集光、机、电和计算机技术于一体的高新技术,主要用于对物体的空间外形、结构及色彩进行扫描,以获得物体表面的空间坐标。三维激光扫描技术具有测量速度快、精度高、使用方便等优点,且其测量结果可直接与多种软件接口。三维激光扫描技术又被称为实景复制技术,它通过采用高速激光扫描测量的方法大面积、高分辨率地快速获取被测量对象表面的三维坐标数据,为快速建立物体的三维影像模型提供了一种全新的技术手段。

三维激光扫描技术可有效且完整地记录工程现场复杂的情况,通过与设计模型进行对比,直观地反映出现场真实的施工情况,为工程检验等工作带来巨大帮助。同时,针对一些古建类建筑,三维激光扫描技术可快速、准确地形成电子化记录,形成数字化存档信息,方便后续的修缮、改造等工作的开展。此外,对于现场难以修改的施工现状,可通过三维激光扫描技术得到现场的真实信息,以便为其量身定做装饰构件等材料。BIM 技术与三维激光扫描技术的集成是将 BIM 与所对应的三维扫描模型进行对比、转化和协调,达到辅助工程质量检查、快速建模、减少返工的目的,可解决很多传统方法无法解决的问题。

BIM 技术与三维激光扫描技术的集成正越来越多地被应用到建筑施工领域,在施工质量检测、辅助实际工程量统计、钢结构预拼装等方面体现出较大的价值。例如,将施工现场的三维激光扫描结果与 BIM 进行对比,可检查现场施工情况与模型和图纸的差别,协助发现现场施工存在的问题。再如,针对土方开挖工程中较难统计和测算土方工程量的问题,可在开挖完成后先对现场基坑进行三维激光扫描,基于点云数据进行三维建模,再利用 BIM 软件快速测算实际模型的体积,并计算现场基坑的实际挖掘土方量。此外,通过与设计模型进行对比,还可以直观地了解基坑挖掘质量等其他信息。

例如,上海中心大厦项目引入大空间三维激光扫描技术,通过获取复杂的现场环境及空间目标的三维立体信息,快速重构目标的三维模型及线、面、体、空间等各种带有三维坐标的数据,再现客观事物真实的形态特性。同时,将依据点云建立的三维模型与原设计模型进行对比,检查现场施工情况,并通过采集现场真实的管线及龙骨数据来建立模型,作为后期装饰等专业深化设计的基础。BIM 技术与三维激光扫描技术的集成应用,不仅提高了该项目施工质量检查的效率和准确性,而且为装饰等专业深化设计提供了依据。

11. BIM 技术与项目管理

项目管理(project management, PM)是在限定的工期、质量、费用目标内对项目进行综合管理以实现预定目标的管理工作。BIM 技术与 PM 的集成应用是通过建立 BIM 应用程序与项目管理系统之间的数据转换接口,充分利用 BIM 的直观性、可分析性、可共享性及可管理性等特性,为项目管理的各项业务提供准确、及时的基础数据与技术分析手段,配合项目管理的流程、统计分析等管理手段,实现数据产生、数据使用、流程审批、动态统计、决策分





析的完整管理闭环,以提升项目的综合管理能力和管理效率。

BIM 技术与 PM 集成应用可以为项目管理提供可视化管理手段。例如,两者集成的四维管理应用可以直观反映出整个建筑的施工过程和形象进度,帮助项目管理人员合理制订施工计划,优化使用施工资源。同时,两者的集成应用可以为项目管理提供更有效的分析手段。例如,针对一定的楼层,在 BIM 集成模型中获取收入、计划成本,在项目管理系统中获取实际成本数据,并进行“三算”对比分析,辅助动态成本管理。此外,两者的集成应用还可以为项目管理提供数据支持。例如,利用 BIM 综合模型可以方便、快捷地为成本测算、材料管理及审核分包工程量等业务提供数据,在大幅提升工作效率的同时,有效提高决策水平。

针对超高层施工难度大、多专业施工立体交叉频繁等问题,广州周大福国际金融中心项目与广联达软件股份有限公司合作开发了东塔 BIM 综合项目管理系统,实现了 BIM 与项目管理中各种数据的互联互通,有效降低了成本,缩短了工期,大大提升了项目管理水平,成为 BIM 技术与 PM 集成应用于超高层建筑施工的典范。

据预测,基于 BIM 技术的项目管理系统将越来越完善,甚至完全可代替传统的项目管理系统。基于 BIM 技术的项目管理也会促进新的工程项目交付模式——项目集成交付(integrated project delivery, IPD)的推广和应用。IPD 是在工程项目总承包的基础上,要求项目各参与方在项目初期介入,密切协作并承担相应责任,直至项目交付。各参与方着眼于工程项目的整体过程,运用专业技能,根据工程项目的价值利益做出决策。在 IPD 模式下,BIM 技术与 PM 集成应用可将项目相关方融入团队,通过扩展决策圈拥有更为广泛的知识基础,共享信息化平台,做出更优决策,实现持续优化,减少浪费而使各方受益。因此,IPD 模式将是项目管理创新发展的重要方式,也是 BIM 技术与 PM 集成应用的一种新的应用模式。

12. BIM 技术与智能型全站仪

施工测量是工程测量的重要内容。施工测量包括施工控制网的建立、建筑物的放样、施工期间的变形观测和竣工测量等内容。近年来,外观造型复杂的超大、超高建筑日益增多,测量放样主要使用全站型电子测速仪(以下简称全站仪)。随着新技术的应用,全站仪逐步向自动化、智能化方向发展。智能型全站仪由电动机驱动,在相关应用程序的控制下,在无人干预的情况下可自动完成多个目标的识别、照准和测量,且在无反射棱镜的情况下可对一般目标直接测距。

BIM 技术与智能型全站仪技术集成应用是通过软件对软件和硬件进行整合,将 BIM 带入施工现场,利用模型中的三维空间坐标数据驱动智能型全站仪进行测量。BIM 技术与智能型全站仪集成应用,可将现场测绘所得的实际结构信息与模型中的数据进行对比,核对现场施工环境与 BIM 之间的偏差,为机电、精装、幕墙等专业的深化设计提供依据。同时,基于智能型全站仪高效、精确的放样定位功能,结合施工现场的轴线网、控制点及标高控制线,可高效快速地将设计成果在施工现场进行标定,实现精确的施工放样,为施工人员提供更加准确、直观的施工指导。此外,基于智能型全站仪精确的现场数据采集功能,在施工完成后对

现场实物进行实测实量,通过实测数据与设计数据的对比,检查施工质量是否符合要求。

与传统放样方法相比,BIM 技术与智能型全站仪集成放样,精度可控制在 3 mm 以内,而一般建筑施工要求的精度为 1~2 cm,远超传统施工精度。传统放样最少要两人操作,而 BIM 技术与智能型全站仪集成放样,一人一天就可完成几百个点的精确定位,效率是传统放样的 6~7 倍。

目前,国外已有很多企业在施工中利用 BIM 技术与智能型全站仪的集成应用进行测量放样,而我国尚处于探索阶段,只有深圳市轨道交通 9 号线、深圳平安金融中心和北京望京 SOHO 等少数项目采用。未来,BIM 技术与智能型全站仪的集成应用将与云技术进一步结合,使移动终端与云端的数据实现双向同步;还将与项目质量管控进一步融合,使质量控制和模型修正无缝融入原有的工作流程,进一步提升 BIM 的应用价值。

13. BIM 技术与工程总承包

工程总承包(engineering procurement construction,EPC)是指工程总承包企业按照合同约定承担工程项目的设计、采购、施工、试运行服务等工作,并对所承包工程的质量、安全、工期、造价全面负责。EPC 是以实现项目功能为最终目标的,是我国目前所推行的总承包模式中最主要的一种。

与传统设计和施工分离承包模式相比,采用 EPC 模式,业主方能够摆脱工程建设过程中的杂乱事务,避免人员和资金的浪费;总承包商能够有效减少工程变更、争议、纠纷和索赔的耗费,使资金、技术、管理等环节的衔接更加紧密;同时,更有利于提高分包商的专业化程度,从而体现 EPC 模式的经济效益和社会效益。因此,EPC 越来越受到发包人、投资者的欢迎,同时也被政府有关部门看重并得到大力推行。

近年来,随着国际工程承包市场的发展,EPC 模式也得到越来越广泛的应用。对技术含量高、各部分联系密切的项目,业主往往更希望由一家承包商完成项目的设计、采购、施工和试运行。大型工程项目多采用 EPC 模式,这对业主和承包商提出了新的更高的要求,因为工程项目建设的成功与否在很大程度上取决于项目实施过程中各参与方之间信息交流的透明性和时效性是否能得到满足。工程管理领域中的许多问题,如成本的增加、工期的延误等都与项目组织中的信息交流有关。传统工程管理组织中信息内容的缺失、扭曲,以及传递过程的延误和信息获得成本过高等问题都严重阻碍了项目各参与方的信息交流和沟通,这就给基于 BIM 技术的工程项目管理提供了很好的机会。把采用 EPC 模式的工程项目全生命周期中所产生的大量图纸、报表数据融入以时间、费用为维度进展的四维、五维模型中,利用虚拟现实技术辅助工程设计、采购、施工、试运行等诸多环节,整合业主、总承包商、分包商、供应商等各方的信息,增强项目信息的共享和互动,不仅是必要的而且是可能的。

1.3.2 BIM 技术在智慧工地中的应用

随着智慧城市的提出及实施,智慧化管理已悄然走进人们的生产、生活中。在建筑业





中,目前有很多信息技术与智能技术应用于工程建设管理中,在建筑工地管控难度不断增大、劳动力紧缺以及国家政策要求建筑业信息化、智能化水平不断提升的背景下,提出了智慧工地理念。

1. 智慧工地的概念

智慧工地,即利用先进的科技手段对管理工地中的软件与硬件应用进行集成管理,转变传统的管理工作内容,为项目各参与方提供全新的信息交互方式,实现工地管理的信息化、智能化和可视化,从而彻底改变工地的管理模式。

智慧工地的建设依托于互联网、物联网、BIM、云计算、大数据、人工智能等技术,让工地现场具备“感知”功能,及时准确地进行数据采集,智能地对数据进行分析和预测,辅助管理者进行决策,让工地管理变得“智慧化”。智慧工地的建设可为建筑业各参与方提供完整的工地管理方案。

2. 智慧工地的基本特征

(1)高效综合管理。工程在施工过程中具有参建方多、管理机构多、管理目标多、管理主体需要协调各方资源、相互配合完成建设任务等特点。智慧工地的实施,可实现对工地生产活动中各类信息的实时收集和存储管理,并利用人工智能技术进行预测、控制。通过一个管理平台整合各业务系统的数据信息,使工地信息互联互通,并以此提高项目各参与方的交流效率。智慧工地是项目各参与方管理信息沟通平台,智慧工地为项目各参与方提供信息入口,通过信息自动收集,使各参与方成员对项目进展一目了然,整体实现高效综合管理。

(2)全过程和全方位监管。在传统管理中,管理者需要解决工地管理中存在的问题,管理内容涵盖了工地的所有生产要素:在空间管理方面,管理内容包括办公区、生活区、材料加工区、材料码放区、施工作业面等;在管理层级方面,包括业主、企业管理、项目管理、各劳务分包、各专业分包、监理、工人等。

智慧工地管理可随时随地通过电脑 Web 网页与手机 App 进行操作,及时、准确且全面地收集信息,有助于管理者对工地全要素进行全过程监管。

(3)管理模式优化。传统管理模式下的施工管理难度大、成本高、效率低。为转变传统管理模式,信息化与智能化是必由之路。

智慧工地不仅对建筑工地管理水平的提升意义重大,而且可以推动建筑业传统的管理模式向信息化、智能化和可视化转变。

3. 智慧工地系统框架

智慧工地系统框架(见图 1-4)是综合利用建筑信息模型、地理信息系统、物联网等信息技术,通过传感器和智能移动终端实现对重要对象的实时监控和数据收集,方便施工现场的协同管理;企业通过信息化平台对施工现场进行监管,并利用大数据进行生产管理和经营决策;政府通过施工企业上传的数据对辖区内的在建工程进行监督和跟踪。因此,智慧工地可

以实现对政府、企业、项目三个维度的监管,从而产生更多的内部效益(成本低、工期短、质量高)和外部效益(法律层面、环保层面等)。

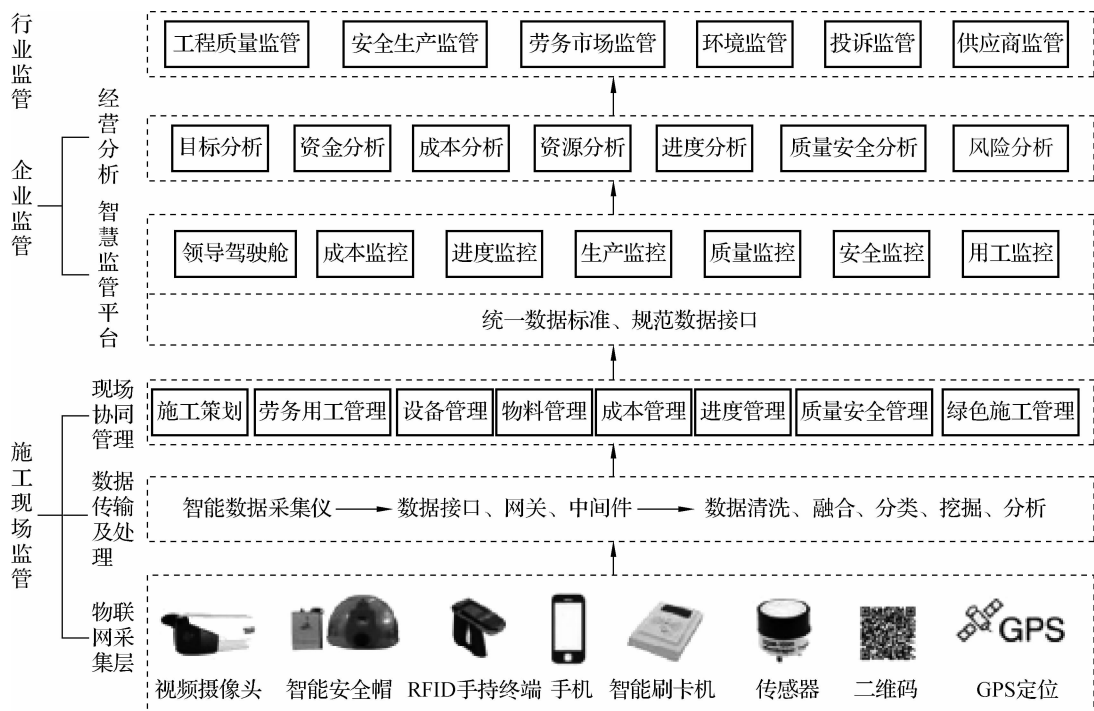


图 1-4 智慧工地系统框架

4. 智慧工地管理系统

(1)构建智慧工地管理平台。智慧工地管理平台集成 BIM 技术平台、物联网技术平台,支持各类硬件设备、传感器、第三方软件及数据的扩展集成,确保数据自下而上准确采集,监控工地管理中各项关键目标的执行情况及预期情况,实现工地全面数字化、智能化与可视化

管理。智慧工地管理平台可实现对众多子系统的统一管理和控制,通过建设集成管理平台实现统一数据库、统一管理界面、统一管理业务流程等。在智慧工地管理平台中,系统管理员可对用户进行权限设置,不同层级的用户对应其相应的管理功能,使智慧工地适用于不同层级的管理人员。

(2)现场智能监控系统。现场智能监控系统的数据主要来源于工地中的各类硬件设备,实现对工地的人员、机械设备、物资及环境等的监控。

①视频监控。该系统通过在工地现场设置摄像头监控,实现现场图像采集、录像存储、网络传输等功能。通过现场智能监控系统,管理者可以随时了解工地施工进展和人员操作情况,如利用人工智能的自主学习能力进行数据分析,识别工地中的安全风险与人员违规操作行为,实现报警的接收和发送功能。



②环保监测。该系统可以对工地现场的温度、湿度、PM2.5、PM10、风力、风向、噪声等环境信息进行实时监测并将数据传输至云平台进行存储分析。管理者可通过PC端、移动终端App应用实时查看。当工地噪声超出预警值时,系统自动报警;当PM2.5超过设定的预警值时,自动启动喷淋降尘系统等。

(3)工地人员管理系统。工地人员管理系统基于物联网技术,集成了人脸识别、无线通信、设备标识、数据采集人员活动状态检测等模块,通过网络将数据传输至智慧工地管理平台。

①人员信息管理。在工人进场施工前对其进行信息采集,实名制录入系统,并发放一卡通与佩戴具有自己身份标识的智能安全帽。

②人员教育管理。系统提供安全教育学习平台,工人进入工地现场前必须通过安全教育学习平台考核,主要包括工地特点、安全操作规程、劳动纪律、安全技术措施等安全知识,工人通过入场教育并考核合格后方可进入现场施工。

③实时监测。工人进入施工现场必须佩戴专属智能安全帽,并通过人脸识别技术检测,方可通过工地进出场闸机口进入施工作业面。系统关联BIM技术实现工地位置可视化,通过智能安全帽中植入的智能芯片,可实时掌握工人所在区域位置与活动轨迹。

④考核管理。通过工地进出场闸机的打卡记录,系统可详细记录工人进出场时间和工作时长,自动生成工人考勤记录,并可通过植入芯片查阅工人在工地的历史活动轨迹,避免劳资纠纷争议。

⑤用工分析。系统根据工地劳动力统计情况,结合大数据技术分析劳动力分布特点,合理安排各工种用工数量,减少窝工损失,提高生产组织能力,以达到科学判断用工峰值、确保施工进度管控的目的。

(4)工程物资管理系统。工程物资管理系统运用物联网技术,通过软硬件结合、互联网手段实现对现场物料的全方位管控。

①物资采购管理。系统与BIM平台联动,根据施工进度计划导入模型,自动生成物资需求量清单;物资管理人员可详细制订物资采购计划,做到物资进场及时、物资采购量精准。通过线上平台向供应商提供订单,供应商确认无误后进行供货,通过电子标识可实时掌握物资运输的物流状态。

②物资验收管理。对于称重物资,系统可实现车牌自动识别,提升过磅效率;即时拍照留存原始单据、质量证明等材料。非称重物资可通过移动App进行收料,收料类型支持采购、调入、直入直出等,可解决入库材料及直发到现场材料的验收。通过移动App对现场材料进行快速盘点,解决了管理人员手动盘点易出错、统计台账耗时耗力等问题。

③物资现场管理。系统与视频监控联动,实时对工地物资的存放管理进行监控。物资存放严格按照施工平面图执行。在材料码放区设置电子显示标识牌,对材料信息进行实时更新。通过物资材料各环节数据的实时反馈,进行统计分析和成本核算。

(5) 机械设备管理系统。

①机械设备监控。系统基于物联网技术,通过摄像头、各类传感器等进行数据采集,集微电子技术、无线通信技术、厘米级高精度定位等技术于一体,实时监测设备运行,并将数据同步到智慧工地管理平台,对机械设备的状态进行实时监控。管理者可随时随地通过智慧工地管理平台获取机械设备的管理信息。

②机械设备信息管理。通过对系统进行配置,可显示施工现场机械设备的种类与数量、规格型号、维修保养状况、实时运转情况以及操作人员的信息等。

③施工电梯管理。采用人脸识别技术对操作人员进行验证。施工电梯内配置高清显示屏,操作人员可实时掌握施工电梯的运行情况。系统可对施工升降机进行实时监控,当司机违章操作时,系统会预警、报警,并且停止执行相应违规操作的命令,保证施工电梯的使用安全。

④施工塔吊管理。采用人脸识别技术对操作人员进行验证,系统可实时监控塔吊的运行状况。群塔作业时,各塔吊之间距离较近,塔吊大臂存在碰撞风险,通过系统配置可以防止群塔碰撞。通过在塔吊吊钩上安装高清摄像头,塔吊司机可以清晰地掌握吊运范围,避免盲吊所引发的事故。当风速过大、吊装重量超过限额时,系统会向司机发出警报。

(6) 工程目标管理系统。

①计划管理。建立 BIM,在 BIM 中整合施工中的材料、时间、成本等数据信息。利用 BIM 进行施工模拟,通过对模拟数据进行分析,科学地布置施工平面,优化施工资源的配置,合理制订施工计划,采用正确的施工方案。

②执行监控。利用人工智能技术的自主学习能力进行图像分析,自动识别工地中临边洞口的安全隐患与工人的不安全状态,发现问题及时报警,实现工地的安全管理。进行施工实际进度与计划进度形象对比,若发现偏差,及时进行进度分析,并采取有效的纠偏措施,保证工期不延误。监控物资进场与发放,避免材料浪费;进行用工分析,避免窝工,控制成本。

③目标统筹管理。通过智慧工地管理平台集成四大目标管理(安全管理、进度管理、质量管理、成本管理)的应用系统,利用 BIM 模拟施工、大数据、人工智能技术,协助管理者进行系统的统筹考虑,优化资源配置,在进行费用与安全管理的同时确保项目质量、进度达到工程合同要求,实现良好的经济效益和社会效益。

5. 智慧工地的实施应用

BIM 技术是智慧工地的基石,应贯穿整个项目全生命周期。而将 BIM 技术与其他技术相融合,并应用于设计、施工、运维等阶段,才能将 BIM 技术的价值最大化。

(1)设计阶段。从方案设计到施工图设计均应在 BIM 的环境中实施,所有设计成果均表现为 BIM,在此基础上进一步生成二维施工图纸,并作为施工依据连同三维 BIM 一起交付施工单位。严格避免先二维设计,再三维 BIM 搭建,杜绝设计图纸与 BIM 不符。

(2)施工阶段。施工单位获得设计单位提供的 BIM 后,应先进行施工深度 BIM 拆分,然





后应用 BIM 进行施工组织设计及相关施工进度计划的编制。施工单位应当根据项目现场状况对 BIM 进行持续的维护和更新,以及复杂节点的施工模拟。

(3)运维阶段。运维单位需要具备一定的 BIM 操作及管理能力,需要参与主要设备 BIM 规格及参数的维护工作,熟悉 BIM 信息构架及参数筛选;在施工单位 BIM 持续更新阶段,对 BIM 进行定期核查,并在运维调试前完成三维运维管理平台的二次开发。

智慧工地的发展,从管理角度看,由原来的粗放式管理模式转变成了精细化管理模式;从技术角度看,由传统的二维转变成了三维,乃至多维,由信息分散碎片化转变成高度集成化,由计算机辅助设转变成高度智能化技术集成。

1.3.3 BIM 技术在智能建造中的应用

1. 智能建造的概念

智能建造就是以大数据、网络化、智能化、移动通信、云计算、物联网及 BIM 等手段作为技术依托,整合项目信息,统筹分配建筑资源,协同项目各参与方,实现项目各参与方的信息共享与协同,创建智慧化的建设环境,使得建设过程智能高效,建筑产品安全舒适的一种新型建造理念。

2. 智能建造的内涵

智能建造的内涵可分为广义的智能建造和狭义的智能建造。

广义的智能建造是基于项目全生命周期的建造模式,包括项目立项、决策、设计、施工、运维和拆除在内的智能建造,在项目的各个阶段均需要基于信息平台统筹项目资源,整合数据流,实现项目的精细化信息管理,促进施工阶段的智能建造。广义的装配式建筑全生命周期智能建造产业链如图 1-5 所示。

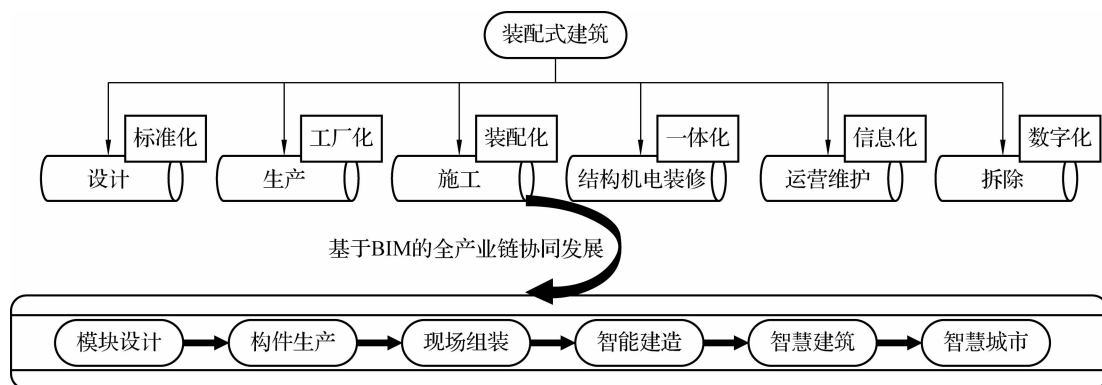


图 1-5 广义的装配式建筑全生命周期智能建造产业链

狭义的智能建造只针对建设项目的施工阶段,指依附于 BIM、大数据等先进技术实现项目施工阶段的智能建造。

3. 智能建造的基本特征

(1)互联互通。由于工程建设中存在参与方多、信息量大等问题,因此智慧工地将以各类高速、高带宽的通信工具为载体,将分散于不同终端、不同主体、不同阶段、不同活动中的信息和数据进行连接和收集,进而实现交互和共享,从而对工程状态和问题进行全面监控和分析,最终能够从全局角度实施控制并实时解决问题,使工作和任务可以通过多方协作得以远程完成,彻底改变现有的工程信息流。

(2)智能化。在人工智能技术迅猛发展的背景下,智慧工地突出强调使用数据挖掘、云计算等先进信息分析和处理技术,实现复杂数据准确、快速的汇总、分析和计算,进而更深入地分析、挖掘和整合海量工程信息数据,更系统、全面地洞察并解决特定工程问题,为工程决策和实施提供支持。

(3)透彻感知。透彻主要体现在提升工程信息感知的广度和深度上。具体而言,提升工程信息的感知广度是指更全面地获取不同主体、不同阶段、不同对象中的各类工程信息;提升工程信息的感知深度是指更准确地获取不同类型、不同载体、不同活动中的各类工程信息。

4. 智能建造的发展情况

建筑工程智能建造的发展主要经历了数字化建造和信息化建造两个变革性阶段。通过数字化和信息化手段实现整个建造过程的智慧化,促进建筑产业规模化发展变革。

(1)数字化建造阶段。数字化建造主要是利用了三维设计和数控机床技术,在工业技术发展成熟的基础上,虽然推动了我国建筑行业向前发展,但也存在诸多问题。关于数字化建造研究,主要有以下三类:一是对设计好的构件使用数控设备进行制造,对生产出来的模型进行拼装,形成完整的建筑物;二是采用数控设备进行异型混凝土模板的加工,使用异型模板浇筑构件并安装;三是结合数控设备和材料的特点进行数字化设计,使用数控设备读取数据并进行生产、精准定位和安装。

(2)信息化建造阶段。在数字化建造和信息技术不断发展的基础上,应用 BIM 技术能够很好地解决数字化建造阶段存在的问题,从数控模型到建筑全生命周期信息载体、从局部到整体、从微观到宏观,行业建造模式逐渐由数字化建造向信息化建造转变。信息化建造主要利用了集成设计、虚拟建造、施工模拟、虚拟现实等技术,对全生命周期管理方式产生了巨大影响,实现了项目各参与方信息共享,统一了各方信息来源,减少了工程变更,提高了施工质量,加强了进度管控,提高了决策质量。

5. 智能建造阶段

BIM 技术、物联网、互联网、大数据、云计算等技术的快速发展促进了信息化建造向智能建造发展。在信息化建造的基础上,通过射频识别(radio frequency identification,RFID)、近场通信(near field communication,NFC)、传感器、移动终端、视频监控等方式将实体与信息库连接起来,实现数据的实时收集、传输,提高了数据的获取效率。大数据挖掘对所收集的数据进行挖掘、梳理,形成信息,提高了数据利用率,充分发挥了大数据的优势。





通过云计算对信息进行规律总结,并归纳为知识。决策者通过知识辅助决策,而非仅凭个人经验进行判断,提高了决策准确性。最后,通过物联网进行反馈和控制,解决了信息孤岛等问题,各参与方高效协同工作,实现建造过程智慧化。

1.4 BIM 的未来展望

1.4.1 BIM 市场的需求预测

目前 BIM 市场主要存在 BIM 技术应用覆盖面较窄、涉及项目的实战较少、专业的 BIM 工程师较缺乏等问题。结合行业管理体制,可对 BIM 市场的需求做出以下预测。

1. 个性化开发

基于建设工程项目的具体需求,可能会出现针对解决具体问题的各种个性化且具有创新性的新 BIM 软件、BIM 产品及 BIM 应用平台等。

2. 全方位应用

项目各参与方可能会在各自的领域中应用 BIM 技术进行相应的工作,包括政府、业主、设计单位、施工单位、造价咨询单位及监理单位等;BIM 技术可能会在项目全生命周期中发挥重要的作用及价值,包括项目前期方案阶段、招投标阶段、设计阶段、施工阶段、竣工阶段及运维阶段;BIM 技术可能会应用到各种建设工程项目中,包括民用建筑、工业建筑、公共建筑等。

3. 市场细分

未来市场可能会根据不同的 BIM 技术需求及功能出现专业化的细分,BIM 市场将会更加专业化和秩序化,用户可根据自身需求,方便、准确地选择相应的市场模块。

4. 多软件协调

未来,BIM 技术的应用过程可能出现多软件协调,各软件之间能够轻松实现信息的传递与互用,项目在全生命周期中将会多软件协调工作。

1.4.2 BIM 技术的发展趋势

随着 BIM 技术的发展和完善,BIM 的应用还将不断扩展,BIM 将永久地改变项目的设计、施工和运维管理方式,使得传统低效的方法、岗位等逐渐退出历史舞台。BIM 技术的发展趋势主要体现在以下几个方面。

(1)BIM 技术应用将有力促进建筑工业化的发展。BIM 技术与某些技术的集成应用将实现更大、更复杂的建设项目预制构件的工业化、产业化和一体化,且进度、质量、成本都具有可观的经济性。未来,BIM 技术能应用到各类工程的全生命周期中,实现建筑行业由劳动

密集型向技术密集型转移。集成应用方面的突破可能使 BIM 技术发挥很大作用。

(2)BIM 技术支持一体化项目交付。新的承包方式的出现将基于 BIM 技术的协同功能,使得各参与方共同决策、互惠互利。

(3)BIM 技术将优胜劣汰一批企业和从业人员。教育机构和企业都在将 BIM 技术基础、建模等内容融入课堂和培训。

(4)BIM 技术的应用范围将快速扩展。随着 BIM 技术给项目带来的效益逐步得到认可,有创新理念的公司正探索将其应用到更大的范围。

1.5

BIM 工程师的职业发展

1.5.1 BIM 工程师概述

1. 职业定义

建筑信息模型系列专业技能岗位是指工程建模、BIM 管理咨询和战略分析方面的相关岗位。从事 BIM 相关工程技术及其管理的人员,称为 BIM 工程师。

BIM 工程师通过参数模型整合各种项目的相关信息,使它们在项目策划、运行和维护的全生命周期过程中得到共享和传递,帮助工程技术人员对各种建筑信息做出正确的理解和高效的应对,为设计团队及包括建筑运营单位在内的各方建设主体提供协同工作的基础,使 BIM 技术在提高生产效率、节约成本和缩短工期方面发挥重要作用。

2. 岗位分类

(1)根据应用领域分类。根据应用领域的不同,BIM 工程师可分为 BIM 标准管理类、BIM 工具研发类、BIM 工程应用类及 BIM 教育类等,见表 1-4。

表 1-4 根据不同应用领域划分 BIM 工程师岗位

种 类	含 义	具体岗位	岗位职责
BIM 标准管理类	主要负责 BIM 标准研究管理的相关工作人员	BIM 基础理论 研究人员	负责了解国内外 BIM 发展动态(包括发展方向、发展程度、新技术应用等);负责研究 BIM 基础理论;负责提出具有创新性的新理论等
		BIM 标准 研究人员	负责收集和贯彻国际、国家及行业的相关标准,负责编制企业 BIM 应用标准化工作计划及长远规划;负责组织制定 BIM 应用标准与规范;负责宣传及检查 BIM 应用标准与规范的执行;负责根据实际应用情况组织 BIM 应用标准与规范的修订等



续表

种 类	含 义	具体岗位	岗位职责
BIM 工具研发类	主要负责 BIM 工具设计开发的工作人员	BIM 产品设计人员	负责了解国内外 BIM 产品概念,包括产品设计、应用及发展等;负责 BIM 产品概念设计;负责 BIM 产品设计;负责 BIM 产品投入市场的后期优化等
		BIM 软件开发人员	负责 BIM 软件设计;负责 BIM 软件开发及测试;负责 BIM 软件维护工作等
BIM 工程应用类	应用 BIM 支持和完成工程项目全生命周期内各种专业任务的专业人员	BIM 模型生产人员	负责根据项目需求建立相关的 BIM,如场地模型、土建模型、机电模型、钢结构模型、幕墙模型、绿色模型及安全模型等
		BIM 专业分析人员	负责利用 BIM 对工程项目的整体质量、效率、成本、安全等关键指标进行分析、模拟、优化,从而对项目承载体的 BIM 进行调整,以达到高效、优质、低价的项目总体实现和交付;负责对工程进行性能分析及虚拟建造模拟等
		BIM 信息应用人员	负责根据项目 BIM 完成各阶段的信息管理及应用的工作
		BIM 系统管理人员	负责 BIM 应用系统、数据协同及存储系统、构件库管理系统的日常维护、备份等工作;负责各系统的人员及权限的设置与维护;负责各项目环境资源的准备及维护等
		BIM 数据维护人员	负责收集、整理各部门、各项目的构件资源数据及模型、图纸、文档等项目交付数据;负责对构件资源数据及项目交付数据进行标准化审核,并提交审核情况报告;负责对构件资源数据进行结构化整理并导入构件库,保证数据的良好检索能力;负责对构件库中构件资源的一致性、时效性进行维护,保证构件库资源的可用性;负责对数据信息进行汇总、提取,供其他系统及应用使用等

续表

种 类	含 义	具体岗位	岗位职责
BIM 教育类	在高校或培训机构从事 BIM 教育及培训工作的相关人员	高校教师	负责 BIM 研究;负责 BIM 相关教材的编制,以便课程教学的实施;负责面向高校学生讲解 BIM 技术知识,培养学生运用 BIM 技术的能力;负责为社会系统地培养 BIM 技术专业人才等
		培训机构讲师	负责面向学员进行相关 BIM 软件培训,培养及提高学员 BIM 软件的应用技能;负责面向企业高层进行 BIM 概念的培训,帮助企业更好地运用 BIM 技术来提高企业效益等

(2)根据应用程度分类。根据应用程度的不同,BIM 工程师可分为 BIM 操作人员、BIM 技术主管、BIM 项目经理及 BIM 战略总监等,见表 1-5。

表 1-5 根据不同应用程度划分 BIM 工程师岗位

种 类	含 义	岗位职责	所属阶段
BIM 操作人员	进行实际 BIM 建模及分析的人员	负责创建 BIM、基于 BIM 创建二维视图及添加指定的 BIM 信息;配合项目需要,负责 BIM 可持续设计,如绿色建筑设计、节能分析、模拟漫游、建筑动画等	BIM 工程师职业发展的初级阶段
BIM 技术主管	在 BIM 项目实施过程中负责技术指导及监督的人员	对 BIM 项目在各阶段实施过程中进行技术指导及监督,负责将 BIM 项目经理的项目任务安排落实到 BIM 操作人员,负责协同各 BIM 操作人员的工作内容等	BIM 工程师职业发展的中级阶段
BIM 项目经理	负责 BIM 项目实施管理的人员,属于项目级职位	对 BIM 项目进行规划、管理和执行,保质、保量实现 BIM 应用的效益,能够自行或通过调动资源解决工程项目 BIM 应用中的技术和管理问题;参与 BIM 项目决策,制订 BIM 工作计划;负责设计环境的保障监督,监督并协调 IT 服务人员完成项目 BIM 软硬件及网络环境的建立,确定项目的各类 BIM 标准及规范;对 BIM 的工作进度进行管理与监控等	BIM 工程师职业发展的高级阶段





续表

种 类	含 义	岗位职责	所属阶段
BIM 战略总监	负责制定 BIM 发展及应用战略的人员,属于企业级职位,可以为部门或专业级的 BIM 专业应用人才或企业各类技术主管等	负责制定企业、部门或专业的 BIM 总体发展战略,包括组建团队、确定技术路线、研究 BIM 对企业的质量效益和经济效益、制订 BIM 实施计划等;负责企业 BIM 战略与顶层设计、BIM 理念与企业文化的融合、BIM 组织实施机构的构建、BIM 实施方案的比选、BIM 实施流程的优化、企业 BIM 信息构想平台的搭建及 BIM 服务模式与管理模式的创新等	BIM 工程师职业发展的高级阶段

1.5.2 BIM 工程师在项目全生命周期各阶段的作用

BIM 技术可应用于项目全生命周期各阶段中,包括项目各参与方,因此 BIM 技术的应用领域较多,应用内容较丰富(项目的全生命周期概念可参见本书第 2.3.1 节的相关内容)。

1. BIM 工程师与工程招投标

BIM 工程师在工程招投标管理中的作用主要体现在以下几个方面。

(1)数据共享。BIM 的可视化能够让投标方深入了解招标方提出的条件,避免信息孤岛的产生,保证数据的共通共享及可追溯性。

(2)经济指标的控制。控制经济指标的精确性与准确性,避免建筑面积与限高的造假。

(3)削减招投标成本。削减招投标成本可实现招投标跨区域、低成本、高效率、透明化和现代化,大幅度削减招投标的人力成本。

(4)整合投标文件。整合所有投标文件,量化各项指标,对比论证各投标人的总价、综合单价及单价构成的合理性。

(5)评标管理。基于 BIM 技术能够记录评标过程并生成数据库,对操作员的操作进行实时监督,评标过程可事后查询,最大限度地减少暗箱操作、虚假招标、权钱交易,有利于规范市场秩序、防止权力寻租与腐败,有效推动招投标工作的公开化、法制化,使招投标工作更加公正、透明。

(6)无纸化招投标。实现无纸化招投标,从而节约大量纸张和装订费用,真正做到绿色低碳环保。

2. BIM 工程师与工程设计

BIM 工程师在工程设计中的作用主要体现在以下几个方面。

(1)通过创建模型更好地表达设计意图,突出设计效果,满足业主需求。

(2)利用模型进行专业协同设计,减少设计错误;通过碰撞检查把类似空间障碍等问题消灭在出图之前。

(3)可视化的设计会审和专业协同,基于三维模型的设计信息的传递和交换将更加直观、有效,有利于各方沟通与理解。

3. BIM 工程师与工程施工

BIM 工程师在工程施工中的作用主要体现在以下几个方面。

(1)利用模型进行直观的“预施工”,预知施工难点,最大限度地消除施工的不确定性和不可预见性,降低施工风险,保证施工技术措施的可行、安全、合理和优化。

(2)在设计方提供的模型基础上进行施工深化设计,解决设计信息中没有体现的细节问题和施工细部做法,更直观、更切合实际地对现场施工人员进行技术交底。

(3)为构件加工提供最详细的加工详图,减少现场作业,保证质量。

(4)利用模型进行施工过程荷载验算、进度物料控制和施工质量检查等。

4. BIM 工程师与工程造价

BIM 工程师在工程造价中的作用主要体现在以下几个方面。

(1)在项目设计阶段,BIM 工程师对工程造价进行预估,应用 BIM 技术为各设计阶段提供准确的工程量、设计参数和工程参数,将工程量、参数与技术经济指标相结合,进行准确的估算、概算,再运用价值工程和限额设计等手段对设计成果进行优化。

(2)在合同管理阶段,BIM 工程师通过对细部工程造价信息的抽取、分析和控制,实现对整个项目总造价的控制。

5. BIM 工程师与工程运维

BIM 工程师在工程运维中的作用主要体现在以下几个方面。

(1)数据集成与共享化运维管理。把成堆的图纸、报价单、采购单、工期图等统筹在一起,呈现出直观、实用的数据信息,并基于这些信息进行运维管理。

(2)可视化运维管理。基于 BIM 对建筑运维阶段进行直观的、可视化的管理。

(3)经济管理决策与模拟。提供实时的数据访问,在没有获得足够信息的情况下,做出应急响应的决策。

可见,BIM 工程师在项目各阶段都能发挥重要的作用,见表 1-6。

表 1-6 BIM 工程师在项目各阶段的作用

项目阶段	相关企业单位	BIM 工程师的作用
工程招投标	房地产开发公司	负责招标、开标及评定标等
	施工单位	负责投标,利用 BIM 等相关软件提高中标率和投标质量
	设计院	负责投标,基于 BIM 技术为招标方提供技术标书及演示视频等



续表

项目阶段	相关企业单位	BIM 工程师的作用
工程设计	设计院	负责建筑方案的前期构思、三维设计与可视化展示、设计分析,协调设计及碰撞检查,出具相关施工图
	研究院	负责对基于 BIM 技术的设计方法进行研究及创新,以提高项目设计阶段的效益
工程施工	施工单位	负责虚拟施工管理、施工进度管理、施工成本管理、施工过程中安全管理、物料管理、绿色施工管理、工程变更管理、施工协调工作等
	研究院	负责对基于 BIM 技术的施工方法进行研究及创新,以提高项目施工阶段的效益
工程造价	房地产开发公司	负责项目投资控制、进度款拨付、结算等
	设计院	负责配合设计各阶段计算投资
	施工单位	负责投标报价、施工过程中进度款申请、变更洽商、造价编制、工程结算等
	造价咨询单位	负责项目及工程造价的编制、审核
工程运维	房地产开发公司	负责空间管理、资产管理、维护管理、公共安全管理、耗能管理等
	市政单位	负责应用 BIM 技术对建筑及城市进行规划管理



训练与提升

一、单项选择题

1. 下列关于国内外 BIM 发展状态的说法,不正确的是()。
 - A. 美国是较早启动建筑业信息化研究的国家,发展至今,其对 BIM 的研究与应用都走在世界前列
 - B. 与大多数国家相比,新加坡政府要求强制使用 BIM
 - C. 北欧国家(包括挪威、丹麦、瑞典和芬兰)是一些主要的建筑业信息技术的软件厂商所在地,如 Tekla 和 Solibri,而且对发源于邻近匈牙利的 ArchiCAD 的应用率也很高
 - D. 近年来,BIM 在国内建筑业形成一股热潮,除了前期软件厂商的大声呼吁外,政府相关单位、各行业协会与专家、设计单位、施工企业、科研院校等也开始重视并推广 BIM

2. 应用 BIM 支持和完成工程项目全生命周期过程中各种专业任务的专业人员指的是()。

- A. BIM 标准研究类人员
- B. BIM 工具开发类人员
- C. BIM 工程应用类人员
- D. BIM 教育类人员

3. 下列主要负责根据项目需求建立相关的 BIM,如场地模型、土建模型、机电模型、钢结构模型、幕墙模型、绿色模型及安全模型的是()。

- A. BIM 生产工程师
- B. BIM 专业分析工程师
- C. BIM 信息应用工程师
- D. BIM 系统管理工程师

4. 下列选项中,属于 BIM 工程师职业发展的初级阶段的是()。

- A. BIM 操作人员
- B. BIM 技术主管
- C. BIM 标准研究类人员
- D. BIM 工程应用类人员

5. 下列选项中,体现了 BIM 在施工中的应用的是()。

- A. 通过创建模型,更好地表达设计意图,突出设计效果,满足业主需求
- B. 可视化运维管理基于 BIM 对建筑运维阶段进行直观的、可视化的管理
- C. 应急管理决策与模拟提供实时的数据访问,在没有获取足够信息的情况下,做出应急响应的决策
- D. 利用模型进行直观的“预施工”,预知施工难点,最大限度地消除施工的不确定性和不可预见性,降低施工风险

6. 房地产开发公司在 BIM 与招投标方面的应用主要体现在()。

- A. 负责投标工作,基于 BIM 技术对项目工程量进行估算,做出初步报价
- B. 负责投标工作,利用 BIM 数据库,结合相关软件完成数据整理工作,通过核算人、材、机的用量,分析施工环境和难点
- C. 负责招标、开标及评定标等工作
- D. 负责对基于 BIM 技术的设计方法进行研究及创新,以提高项目设计阶段的效益

二、多项选择题

1. BIM 技术给工程建设带来的变化主要包括()。

- A. 更多的业主要求应用 BIM,更多地服务于绿色建筑
- B. BIM 4D 工具成为施工管理新的技术手段
- C. 工程人员的组织结构与工作模式逐渐发生改变
- D. 一体化协作模式的优势逐渐得到认同
- E. 企业资源计划(ERP)逐渐被承包商广泛应用





2. BIM 工程师职业岗位中的教育类可分为()。
- A. 高校教师
B. 培训讲师
C. 标准制定人员
D. 理论基础研究人员
E. BIM 专业分析人员
3. 根据 BIM 应用程度的不同,可将 BIM 工程师职业岗位分为()。
- A. BIM 战略总监
B. BIM 项目经理
C. BIM 技术主管
D. BIM 操作人员
E. BIM 系统管理人员
4. BIM 工程师的职业发展方向包括()。
- A. BIM 与工程招投标
B. BIM 与工程设计
C. BIM 与工程施工
D. BIM 与工程造价
E. BIM 与工程运维
5. 下列选项中,属于当前 BIM 市场的主要特征的是()。
- A. BIM 技术应用覆盖面较窄
B. 涉及项目的实战较少
C. BIM 普及程度较高
D. 缺少专业的 BIM 工程师
E. 多软件协调应用充分
6. 下列可能是 BIM 未来发展模式的特点的是()。
- A. 个性化开发
B. 全方位应用
C. 单方位应用
D. 市场细分
E. BIM 与多软件协调



答案解析