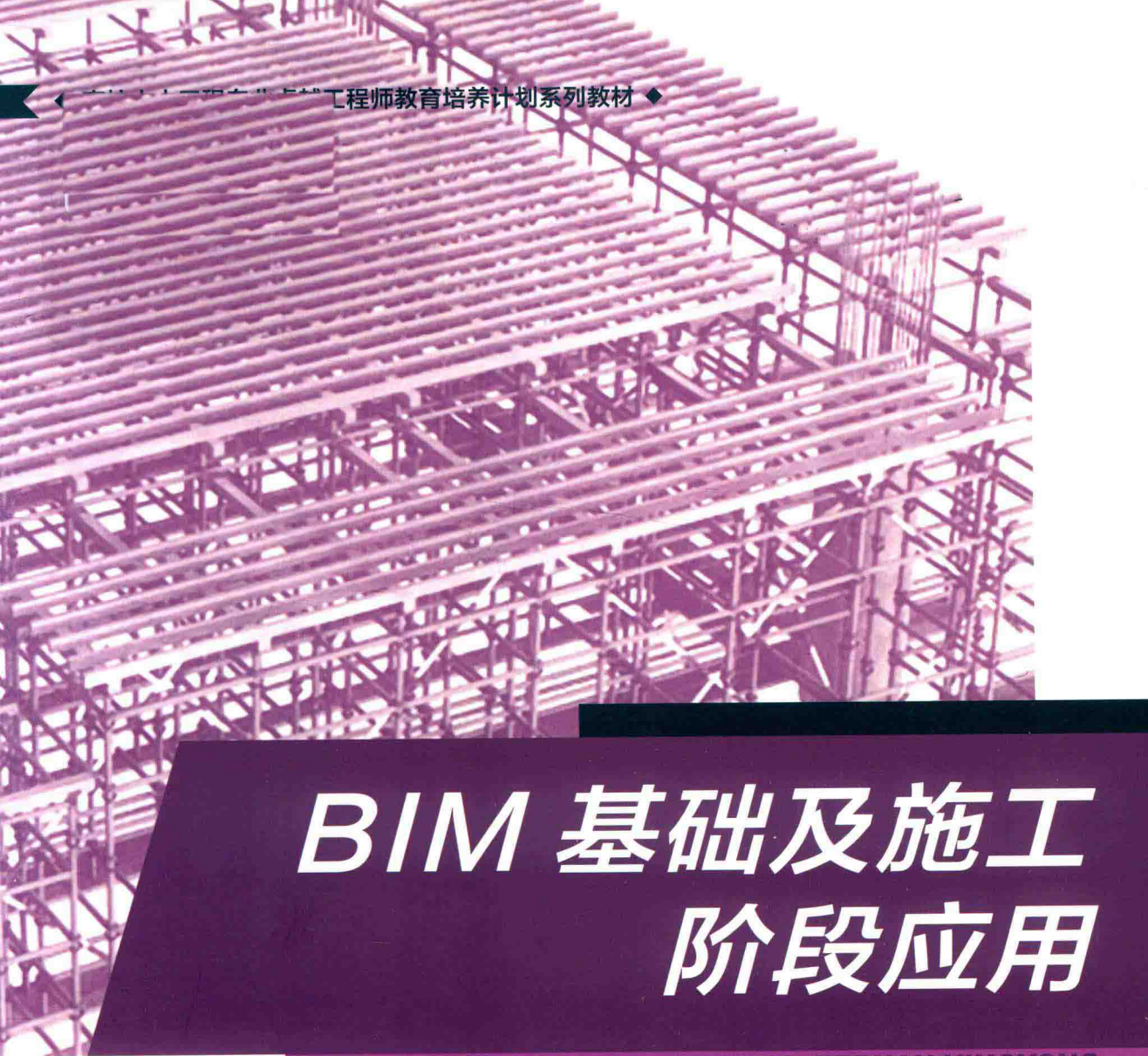




“十三五”规划教材 工程师教育培养计划系列教材 ◆

BIM 基础及施工 阶段应用

BIM JICHU JI SHIGONG JIEDUAN YINGYONG

◎姜韶华 姚守俨 主编

中国建筑工业出版社

高校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列教材

BIM 基础及施工阶段应用

姜韶华 姚守俨 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 基础及施工阶段应用/姜韶华, 姚守俨主
编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 11

高校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列
教材

ISBN 978-7-112-20116-7

I. ①B… II. ①姜… ②姚… III. ①建筑施工-施
工管理-高等学校-教材 IV. ①TU71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 285496 号

本书是高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列教材之一, 书中系统介绍了建筑信息模型的基础知识及其在施工阶段的应用。全书共分 11 章, 主要内容包括: BIM 的概念与发展现状, 常用的 BIM 平台与软件, BIM 的相关标准, BIM 模型发展程度与成熟度, BIM 的核心技术体系, BIM 在施工管理中的应用——策划阶段, BIM 在施工管理中的应用——生产阶段, BIM 在施工管理中的应用——竣工阶段, BIM 在施工管理中的应用——验算, BIM 在施工管理中的应用——效益, BIM 在施工管理应用中的问题与展望。

本书可作为土木工程专业 (含建筑工程、桥梁工程、地下工程、道路与铁道工程四个方向) 卓越工程师教育培养计划相关院校本科生教材, 以及土木工程、工程管理等相关专业本科生、研究生参考教材; 亦可供水利工程、交通工程等有关专业的师生、设计与施工技术人员和感兴趣的读者学习、参考。

责任编辑: 李天虹

责任校对: 李欣慰 焦 乐

高校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列教材

BIM 基础及施工阶段应用

姜韶华 姚守俨 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京君升印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 10½ 字数: 256 千字

2017 年 12 月第一版 2017 年 12 月第一次印刷

定价: 39.00 元

ISBN 978-7-112-20116-7

(29599)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

高校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列教材 编写委员会

主任委员：

陈廷国 大连理工大学

马荣全 中国建筑第八工程局工程研究院

副主任委员：

王宝民 大连理工大学

苗冬梅 中国建筑第八工程局工程研究院

年廷凯 大连理工大学

孙学锋 中国建筑第八工程局工程研究院

委员（按姓氏笔画排序）：

于洪伟 中国建筑第八工程局工程研究院

王子寒 河北工业大学

王吉忠 大连理工大学

方兴杰 中国建筑第八工程局工程研究院

孔琳 中国建筑第八工程局工程研究院

牛辉 中国建筑第八工程局工程研究院

白羽 中国建筑第八工程局工程研究院

艾红梅 大连理工大学

石运东 天津大学

冉岸绿 中国建筑第八工程局工程研究院

孙旻 中国建筑第八工程局工程研究院

刘莎 大连理工大学

邱文亮 大连理工大学

李玉歧 上海大学

陈兴华	中国建筑第八工程局工程研究院
肖成志	河北工业大学
何建军	中国建筑第八工程局工程研究院
张建涛	大连理工大学
张明媛	大连理工大学
何 政	大连理工大学
李宪国	中国建筑第八工程局工程研究院
吴智敏	大连理工大学
张婷婷	大连理工大学
罗云标	天津大学
武亚军	上海大学
周光毅	中国建筑第八工程局工程研究院
范新海	中国建筑第八工程局工程研究院
郑德凤	辽宁师范大学
武震林	大连理工大学
姚守俨	中国建筑第八工程局工程研究院
姜韶华	大连理工大学
赵 璐	大连理工大学
徐云峰	中国建筑第八工程局工程研究院
郭志鑫	中国建筑第八工程局工程研究院
徐博瀚	大连理工大学
殷福新	大连理工大学
崔 瑶	大连理工大学
韩玉辉	中国建筑第八工程局工程研究院
葛 杰	中国建筑第八工程局工程研究院

前 言

本书作为高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列教材之一,编写时汲取了国内外有关 BIM 基础及施工阶段应用的最新进展,坚持内容体系的科学性、系统性和先进性。该系列教材旨在满足土木工程专业的特色培养,以土木工程专业工程师培养为重点,以土木工程执业的基本资质为导向,借鉴国外优秀工程师培养的先进经验,探索并形成具有“工文交融”特色的卓越工程师培养模式。以“工程教育”为重点,建立“工程”与“管理”、“工程”与“技术”相融通的课程体系,树立“现代工程师”的人才培养观念。通过专业知识的学习,学生们应基础扎实、视野开阔、发展潜力大、创新意识强、工程素养突出、综合素质优秀,掌握土木工程的专门知识和关键技术。

本教材是以国内外 BIM 技术发展为背景,在既突出介绍 BIM 的相关基础知识又紧密结合 BIM 在施工阶段应用的基础上所编写的一本相对全面系统的图书。本教材借鉴了国内外大量的研究成果和施工技术,将理论教学内容与实际工程相结合,以理论为指导,以实践为目的,努力使学生将理论知识转化为施工技术,达到学有所用的目的。同时,本教材作为国内少数介绍“BIM 基础及施工阶段应用”的图书之一,对各建筑单位的基于 BIM 的施工技术也具有指导和借鉴的意义,也将有力推动我国“基于 BIM 技术的施工应用”的研究与发展,从而提高施工信息化水平,提升施工管理能力,增加施工企业效益,促进我国建筑业的整体发展。

由于国内在 BIM 技术支持施工应用方面尚不完善,相对全面的教材在我国也非常缺乏,不能为相关的师生与从业者提供相对权威的依据。因此,本教材致力于从全方位、多角度地阐述 BIM 的基础知识以及 BIM 在施工阶段应用的内容与方法。教材编写组主要成员以我校建设工程学部建设管理系与中建八局工程研究院专家为主,所有成员长期工作在教学科研或工程实践第一线,主讲土木工程及相关专业的基础课程,教学经验丰富。教材编写前积累了多年的教学经验,编写组成员对本教材的编写做了大量的前期工作,收集、研读了国内外相关的教材与文献,力图取其长,用其精。

按照“BIM 基础及施工阶段应用”的教学大纲编写,将研究+工程技术型教学模式体现在教材中,内容涵盖 BIM 在施工阶段应用的基础知识、最新进展、相关标准、工程案例等内容。紧密结合工程实际,图文并茂,使读者充分认识到该课程在实际工程中的重要地位。同时配备题型丰富、题量适度的思考题,也可供自学者和其他科技工作者阅读。

该教材根据 BIM 基础及施工阶段应用的教学大纲编写而成,内容涵盖了 BIM 的概念与发展现状,常用的 BIM 平台与软件, BIM 的相关标准, BIM 模型发展程度与成熟度, BIM 的核心技术体系, BIM 在施工管理中的应用——策划阶段、生产阶段、竣工阶段、验算、效益, BIM 在施工管理中的问题与展望等。本书具备以下特点:

1. 内容全面,编排合理。本教材从最基础的 BIM 概念出发,涵盖了必要的基础知识。注重理论基础和实例分析,重点突出,结构严谨。具有系统性、一致性和可扩展性。

国内非常缺乏合适的教材,本教材适应了本科生课程的实践化趋势。

2. 结构合理,循序渐进。本教材作为本科生走向工作岗位的首要选择,内容由浅入深,详略得当,可为初学者打下良好基础,为进一步研究 BIM 基础及施工阶段应用提供理论依据。

3. 适应国情,通俗易懂。近些年来, BIM 技术在我国建筑施工中的应用得到了长足的发展,研究更加深入,但另一方面人们意识到 BIM 支持的施工技术的潜力还有待进一步发掘,本书的出版能进一步推动基于 BIM 的施工技术在我国的研究与发展,使该项技术得到进一步提升,逐步实现建筑行业的信息化与工业化。在重要概念的引入时,尽可能做到简明扼要、自然浅显。

4. 主编教师团队从事 BIM 技术的研究、设计与施工多年,在高校与企业研究院任职,有扎实的理论基础与现场实践能力,还有丰富的教学经验。主编教师队伍及团队成员工作认真负责、教学态度严肃端正,具有良好的职业道德和师德风范,能很好地胜任本教材的编写与教学工作。

5. 本教材每章后配备了思考题,题型丰富,题量适度,可供学生自学和相关科技工作者阅读。使读者学有所思、学有所想,避免传统的灌入式教学。

本书由大连理工大学姜韶华、中国建筑第八工程局工程研究院姚守俨主编,中国建筑第八工程局工程研究院周光毅、大连理工大学刘莎副主编,何建军、于洪伟、韩玉辉、孔琳、李宪国、白羽等参加编写。具体分工如下:前言、第 2~5 章由大连理工大学姜韶华编写,第 1 章由大连理工大学姜韶华、刘莎编写,第 6 章由中国建筑第八工程局工程研究院于洪伟、白羽编写,第 7 章由中国建筑第八工程局工程研究院孔琳编写,第 8 章由中国建筑第八工程局工程研究院李宪国编写,第 9 章由中国建筑第八工程局工程研究院韩玉辉编写,第 10 章由中国建筑第八工程局工程研究院何建军编写,第 11 章由大连理工大学姜韶华、中国建筑第八工程局工程研究院于洪伟编写,最后由大连理工大学姜韶华统稿。

本书能够顺利出版与多方面的支持与帮助密不可分。本书能够成稿与作者从事 BIM 领域的研究工作密切相关,而本书作者的研究工作得到了“十三五”国家重点研发计划(2016YFC0702107-02)的资助,在此表示感谢。感谢大连理工大学教育教学改革基金(MS201536、JG2015025)和教材出版基金(JC2016023),以及辽宁省本科教育教学改革基金项目(201650)、住建部土建类高等教育教学改革项目土木工程专业卓越计划专项(2013036)的资助,特别感谢中国建筑工业出版社的领导和责任编辑的大力支持。对于书中所引用文献的众多作者(列出的和未列出的)表示诚挚的谢意!本书采用的 BIM 在施工阶段应用的实例绝大多数来自于所在章节执笔人单位的实际工程项目,在此对所有资料提供者和原创者表示感谢。感谢大连理工大学李忠富教授对本书的编写出版所给予的支持与关注。另外,大连理工大学工程管理专业以及建筑与土木工程专业的研究生武静、周涵、吴峥、郭妍参与了部分章节的材料收集、整理与撰写工作,在此一并表示感谢!

由于编者水平所限,加之编写时间仓促,书中难免有不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 BIM 的概念与发展现状	1
1.1 BIM 的概念与起源	1
1.2 BIM 在国内外的发展现状	3
1.3 BIM 在施工企业的应用情况	5
第 2 章 常用的 BIM 平台与软件	8
2.1 Autodesk 公司的 BIM 平台与 Revit 系列软件	8
2.2 Bentley 公司的 BIM 平台与软件	13
2.3 Nemetschek 集团旗下 GRAPHISOFT 公司的 BIM 软件	18
2.4 Dassault 公司的 BIM 软件	18
2.5 鲁班集团的 BIM 软件	20
2.6 广联达公司的 BIM 软件	22
2.7 其他公司的 BIM 软件	24
2.8 BIM 软件小结	28
第 3 章 BIM 的相关标准	31
3.1 发达国家与地区的 BIM 标准	31
3.2 中国的 BIM 标准	41
第 4 章 BIM 模型发展程度与成熟度	44
4.1 BIM 模型发展程度	44
4.2 BIM 成熟度	46
第 5 章 BIM 的核心技术体系	48
5.1 IFC	48
5.2 IDM 与 MVD	52
5.3 IFD	54
第 6 章 BIM 在施工管理中的应用——策划阶段	58
6.1 深化设计	58
6.2 优化设计	67

6.3	净高控制	70
6.4	工期管理	72
6.5	材料计划	75
6.6	成本计划	77
6.7	施工方案	79
6.8	专项方案	82
6.9	安全防护	84
6.10	数字化样板	86
第7章	BIM 在施工管理中的应用——生产阶段	90
7.1	移动终端	90
7.2	进度计划调整	93
7.3	测量	97
7.4	协同工作	100
7.5	采购管理	101
7.6	施工管理	108
7.7	逆向施工	114
7.8	现场平面布置管理	116
第8章	BIM 在施工管理中的应用——竣工阶段	125
8.1	基于 BIM 的竣工资料管理的优势	125
8.2	BIM 在竣工资料管理方面的应用	125
第9章	BIM 在施工管理中的应用——验算	133
9.1	钢结构吊装受力分析	133
9.2	人员紧急疏散模拟	139
第10章	BIM 在施工管理中的应用——效益	145
10.1	BIM 在施工管理各阶段工作的效益	145
10.2	BIM 在施工管理中的综合效益	150
10.3	结语	154
第11章	BIM 在施工管理应用中的问题与展望	156
11.1	BIM 在施工管理应用中的问题及其应对方案	156
11.2	BIM 在施工管理应用中的展望	158

第 1 章 BIM 的概念与发展现状

本章学习要点:

了解对 BIM 技术的详细解读,掌握 BIM 的特点,了解 BIM 在国内外的发展现状,了解 BIM 在施工企业的应用情况。

1.1 BIM 的概念与起源

1.1.1 BIM 理念介绍

随着现代社会科技与经济的飞速发展,人们的生活水平在不断提高,对建筑的需求也在不断提升。建筑的功能不仅仅停留在遮风避雨和保暖御寒这样基本的层面,而是要为人们提供舒适健康的工作、生活、社交娱乐等活动的空间。随着建筑在外形、结构和材料等方面的复杂程度逐渐增加,以及施工技术的不断创新,建筑工程项目所需要的信息量也越来越大。如何准确、高效地收集、处理和运用这些信息成为当今建筑工程项目成功的重要因素。BIM (Building Information Modeling, 建筑信息模型) 作为一项全新的理念和技术,为解决建筑工程中处理复杂信息和庞大数据的难题提供了手段,为建筑业的发展开拓了一条全新的思路,成为当前国内外学者和建筑业界人士关注的焦点。

BIM 重视信息呈现与信息价值,将三维信息模型作为主要载体,整合各个阶段各种深度以及各类专业(建筑、结构、MEP、施工等)相关建设信息,以实现优化建造流程,辅助建造协同,解决建设行业低效率问题。除此之外,BIM 还能够有效改善项目相关决策的质量与速度,管理供应链,提高数据准确性以减少数据重新输入所需时间,减少设计和施工冲突及其所导致的重复工作,提高建筑的全生命期管理等。因此,BIM 引发了建筑行业的重要转变,对提高建设行业生产力有着至关重要的作用。

BIM 的概念是伴随多维度信息建模技术的研究在建设领域的应用和发展而产生的。BIM 的概念最早起源于 20 世纪 70 年代,由美国佐治亚理工大学建筑与计算机学院的查克·伊斯特曼博士(Dr. Chuck Eastman)提出并给出定义:“建筑信息模型综合了所有的几何性信息、功能要求和构件性能,将一个建筑项目整个生命期内的所有信息整合到一个单独的建筑模型当中,并包括施工进度、建造过程、维护管理等的过程信息。”这一理念在提出之后,逐渐得到了全世界建筑行业的接纳和重视。国内外很多学者和研究机构等都对 BIM 的概念进行过定义。目前,相对比较完整的定义是由美国国家 BIM 标准(National Building Information Modeling Standard, NBIMS)提出的:“BIM 是设施(建设项目)物理和功能特性的数字表达;BIM 是一个共享的知识资源,是一个分享有关这个设施的信息,为该设施从概念到拆除的全生命期中的所有决策提供可靠依据的过程;在项目

不同阶段，不同利益相关方通过在 BIM 中插入、提取、更新和修改信息，以支持和反映各自职责的协同作业。”

国际协同联盟（International Alliance for Interoperability, IAI）在 20 世纪 90 年代提出了 IFC（Industry Foundation Classes，工业基础类）标准。作为针对三维建筑产品的面向对象数据标准，IFC 标准的公布成为 BIM 发展历程上极其重要的一环。值得注意的是由于 IFC 标准的使用才使得不同 BIM 系统和软件之间可以进行更便捷的数据交换，成为 BIM 得以快速发展的一个很关键的因素。目前 IFC 标准已经被国际标准化组织（ISO）登记为 ISO/IS 16739，成为正式的国际标准。

综合了国内外各种对 BIM 的定义，将 BIM 技术详解如下：

（1）BIM 不仅仅提供了多维的建筑模型，更是一个过程。BIM 技术可以为工程项目提供 3D 建筑模型，从外观到室内，从结构到装饰，建筑的每一个细节都能够直观地展示在人们面前。但是，BIM 所提供的建筑模型与传统的 3D 模型有着本质上的区别。BIM 提供的建筑模型包含了建筑的物理性质和功能特性。在设计阶段，建筑模型囊括了建筑的结构选型、材料特性、管道排列和造价等详细信息；在施工阶段，建筑模型能够随着施工进度实时更新，及时展示施工现场的材料堆放、人员安排、机械布局等情况；在建筑投入使用后，建筑模型的信息可以更新，及时提供建筑的设备维护、安全监控等方面的有效数据。因此，通过 BIM 可以对建筑从设计、施工到运营，乃至回收提供全生命期的过程管理。

（2）BIM 提供一个实时更新的资源共享平台。BIM 为建筑工程项目提供了庞大的数据库。该数据库存储了工程项目所有的相关信息。在建筑的整个生命期内，建筑的设计、施工、管理等各方人员都可以随时补充、更新和调取工程项目的相关数据。这样不但减少了工程项目各方人员相互沟通的时间，而且降低了数据在各方之间传递时产生错误的概率；数据库的信息随工程项目的开展而实时更新，更便于人们对项目的监控，确保建筑工程项目顺利进行。

（3）BIM 的应用范围广阔。虽然被称为“建筑信息模型”，但是 BIM 的应用范围不局限于建筑，而是涵盖了各种土木工程项目。美国国家 BIM 标准规定的 BIM 的适用范围包括了三种设施或建造项目：

- 1) 建筑物，如一般办公楼房、民用楼房等；
- 2) 构筑物，如厂房、水电站、大坝等；
- 3) 线性结构设施，如道路、桥梁、隧道、管线等。

BIM 所有功能都是通过软件来实现的。事实上，BIM 的功能通常不是一个软件能实现的，而是依靠多种类别的软件来实现的，并且每一类软件包含很多产品。因此，BIM 是通过众多软件协同工作来实现其作用的，其中最基本的是 BIM 核心建模软件。当前市场上主要有四家公司提供该类型软件，分别为 Autodesk 公司的 Revit 建筑、结构和机电系列，Bentley 公司的 Bentley 建筑、结构和设备系列，Nemetschek Graphisoft 公司的 ArchiCAD 等，以及 Dassault 公司的 CATIA 和 Digital Project。其他功能软件，包括方案设计、与 BIM 接口的几何造型、可持续分析、结构分析、机电分析、可视化、模型检查、深化设计、模型综合碰撞检查、造价管理、运营管理、发布和审核软件，都是基于核心建模软件来发挥各自的作用。

1.1.2 BIM 的特点

总体而言, BIM 具有如下几个特点:

(1) 可视化。可视化是 BIM 最基本的特性。运用 BIM 技术的前提便是在其核心建模软件中建立工程项目的三维立体图形, 并将各细部的属性附加在此图形之上。传统的建筑图都是二维平面图形, 技术人员需要在读取二维图形之后在脑海中想象其实际形象。这种方式的弊端在于: 面对复杂结构的时候, 人脑的想象经常容易出错, 当复杂部位较多时, 其中的错误很容易被忽略, 导致项目的返工甚至失败。然而 BIM 可以将工程的立体图像直观地展示出来, 并显示其附加属性, 更能够通过软件快速搜索模型中的逻辑错误, 实现建筑模型的所见即所得, 大大提高工程项目的效率和成功率。

(2) 协调性。工程项目管理的重要工作之一便是协调。建筑生命期内各个阶段的顺利开展都离不开协调。在设计阶段, 各专业设计师之间需要不断地沟通来调整设计中的碰撞与冲突; 施工阶段, 由于技术、自然和人为等原因引发的施工问题经常发生, 此时便需要组织相关人员开会讨论, 商量解决办法, 提出变更方案。这种传统方式的弊端在于只能在问题发生以后进行调整, 并且召集相关人员费时费力, 往往降低生产效率, 增加项目成本。通过 BIM, 技术相关的问题便可以在出图阶段被发现, 在施工前得到修正; 对于施工过程中产生的突发状况, 相关人员可以在第一时间通过 BIM 系统了解相关信息, 获取所需数据, 沟通协商解决办法, 大大提高反应速率。

(3) 模拟性。BIM 不但可以模拟建筑物的模型, 而且可以预先模拟在真实环境中将会发生的事物。例如, 在建筑设计阶段可以利用 BIM 进行日照模拟、热能传导模拟、节能模拟等; 在招投标乃至施工阶段可以进行施工模拟和造价控制; 在建筑运营阶段进行建筑发生紧急情况时的应对方案模拟; 在建筑寿命期结束阶段可进行拆除施工模拟。

(4) 优化性。建筑工程项目从设计到施工乃至运营是一个不断优化的过程, 每一个建筑物都可以说是优化的结果。但是, 优化的程度与建筑工程的信息量、复杂程度等因素有直接关系。随着现今建筑物的复杂程度越来越高, 附加在建筑物上的信息量也迅速膨胀, 而建筑工程所需要的时间却呈现缩减的趋势。在这种情况下, 单凭各参与方人员人工进行优化已经不能满足工程项目的需求, 必须借助科学的技术和工具。采用 BIM 所提供的工程信息配合与其配套的优化工具, 便可以通过计算机进行快速、精准的优化作业, 提高项目的优化程度; 亦能够提供多种优化方案供项目管理者斟酌, 从中选择最能满足业主需求的优化方案。

(5) 可出图性。在经过了上述可视化展示、协调、模拟、优化的一系列工作以后, BIM 可以为业主出综合管线图、综合结构预留洞口图 (预埋套管图)、碰撞检查报告和建筑议改进方案。

1.2 BIM 在国内外的发展现状

1.2.1 BIM 在国外的发展状况

BIM 的概念最初是在美国被提出并逐渐发展起来的; 后来又被欧洲、日韩等发达国

家与地区所接受和拓展。目前，BIM 技术在上述国家和地区的发展和应用都达到了一定的水平。

美国是最早开始研究 BIM 的国家之一，对 BIM 的研究与应用皆走在世界前列。美国的众多建筑相关企业，如建筑设计事务所、施工企业、房地产开发公司等主动选择采用 BIM 技术。统计数据表明，2009 年内美国建筑业 300 强企业中 80% 以上都运用了 BIM 技术。McGraw Hill 的调研显示，2007 年美国工程建设行业采用 BIM 的比例为 28%，到 2009 年升至 49%，而到了 2012 年更是高达 71%，可见 BIM 在美国的应用之广泛。目前，在美国存在着各种 BIM 协会，同时国家也适应环境变化出台了各种 BIM 标准。美国总务管理局（General Services Administration, GSA）在 2003 年推出了全国 3D-4D-BIM 计划（3D 表示三维，4D 表示 3D 加时间），目标是为所有对 3D-4D-BIM 技术感兴趣的团队提供“一站式”服务，根据项目各自的功能和特点，为他们提供独特的战略建议和技术支持。从 2007 年开始，GSA 发布了系列 BIM 指南，为 BIM 在实际工程项目中的应用进行规范和指导。2006 年，美国联邦机构美国陆军工程兵团（the U. S. Army Corps of Engineers, USACE）制定并发布了一份 15 年的 BIM 路线图。美国建筑科学研究院（National Institute of Building Science, NIBS）于 2007 年发布了美国国家 BIM 标准（National Building Information Modeling Standard, NBIMS）第一版。同年，NIBS 在信息资源和技术领域的一个专业委员会——BuildingSMART 联盟（buildingSMART-alliance, bSa）成立，专门致力于 BIM 的推广与研究。NBIMS 已经于 2015 年更新至第三版。

英国应用 BIM 的时间虽比美国稍晚，但是目前全球 BIM 应用增长最快的地区之一。2011 年英国政府发布的“政府建设战略”中明确要求：到 2016 年，企业实现 3D-BIM 的全面协同，并将全部的文件进行信息化管理。通过 BIM 技术将项目的设计、施工和运营阶段相融合，从而实现更佳的资产性能表现。由于缺乏统一的系统、标准和协议，政府将工作重点放在制定标准上。英国建筑业 BIM 标准委员会（AEC（UK）BIM Standard Committee）于 2011 年分别发布了适用于 Revit 和 Bentley 的英国建筑业 BIM 标准。

在日本，自 2009 年起有大量的设计公司、施工企业开始应用 BIM 技术。2012 年日本建筑学会发布了日本 BIM 指南，在 BIM 的团队建设、数据处理、设计流程等方面为设计院和施工企业应用 BIM 提供指导。如今 BIM 的应用已经扩展到了全国范围，由政府实施推进工作。

新加坡建筑管理署（Building and Construction Authority, BCA）于 2011 年发布了新加坡 BIM 发展路线规划，制定了一系列策略用于推动整个建筑业在 2015 年前广泛使用 BIM 技术。2010 年 BCA 成立了一个 600 万新币的 BIM 基金项目，用于补贴企业或者项目应用 BIM 技术所进行的培训、软件、硬件及人工成本，并为企业提供 BCA 学院组织的 BIM 建模和管理技能课程。为了减少从 CAD 到 BIM 的转化难度，BCA 分别于 2010 年和 2011 年发布了建筑和结构、机电的 BIM 交付模板。另外，新加坡政府部门带头在所有新建项目中明确使用 BIM。BCA 强制要求自 2013 年起工程项目需提交建筑 BIM 模型，2014 年起需提交结构与机电 BIM 模型，并于 2015 年之前实现所有建筑面积大于 5000m² 的项目都必须提交 BIM 模型。

除上述国家外，北欧和韩国等也都积极发展 BIM 技术，政府和企业都积极使用 BIM，并取得了一定的成效。

1.2.2 BIM 在国内的发展状况

BIM 在国内的起步时间与欧美等国家相比较晚。调查表明,目前国内大部分的业内同行都表示“听说过 BIM”。然而,由于对 BIM 的了解并未深入,因此很多人都误认为 BIM 仅仅是一个软件。而建筑业现今仍旧以传统的建造模式为主流,使用 BIM 的建设工程项目数量较少,而且对 BIM 的应用也仅限于设计和施工阶段,没有贯彻到建筑的全生命周期。随着 BIM 技术的应用在欧美等发达国家的逐渐扩展和深入,其优势已经逐渐展现。我国政府也意识到了 BIM 将为建筑业发展所带来的巨大影响,开始在国内推行 BIM 技术。自 BIM 进入“十一五”国家科技支撑计划重点项目开始,部分高校和科研机构便开始研究 BIM 技术及其应用。住房城乡建设部发布的《2011—2015 年建筑业信息化发展纲要》中提出,“十二五”期间,基本实现建筑企业信息系统的普及应用,加快 BIM、基于网络的协同工作等新技术在工程中的应用,推动信息化标准建设。在国家规划的引导下,部分省、市政府也开始出台政策促进 BIM 在建筑工程中的应用。2015 年上海市发布了《上海市推进建筑信息模型技术应用三年行动计划(2015—2017)》,规定在三年内分阶段、分步骤推进 BIM 技术应用,建立符合上海市实际的 BIM 技术应用配套政策、标准规范和应用环境,构建基于 BIM 技术的政府监管模式,到 2017 年在一定规模的工程建设中全面应用 BIM 技术。目前,国内对 BIM 技术的研究与应用处于初始阶段,要实现 BIM 技术深入到我国建筑行业并真正贯彻到实际项目当中的目标,则仍然有一段很长的路要走。

总体来看,国内建筑、铁路、公路、水运等领域都已逐步开展 BIM 技术的研发与应用。其中,建筑行业走在了 BIM 技术推广应用的前列,部分重大工程中已经开始实施 BIM 技术,并且已经发布或正在编制多部面向 BIM 技术的国家标准、行业标准和地方标准。中国建筑股份有限公司、中国交通建设集团有限公司都将 BIM 技术作为发展的重点。中国铁路总公司也在 2013 年底成立了中国铁路 BIM 联盟,号召全行业推广应用 BIM 技术。BIM 技术的研发与应用在我国有着广阔的发展空间。

1.3 BIM 在施工企业的应用情况

1.3.1 施工企业应用 BIM 的价值

自“十一五”开始我国推行 BIM 技术在建筑业的应用,施工企业开始逐渐重视 BIM 技术并带来了显著的价值。

首先,增强企业技术实力以提高项目中标率。在招标投标阶段利用 BIM 技术可以更好地展示投标书的内容,提高评标分数,增加中标率。技术标中利用 BIM 技术可以优化施工方案。基于 BIM 的虚拟建造及漫游功能的展示可以带来可视化、直观性、互动性方面的提升,能更立体地展现技术方案及实力。在能获得项目设计 BIM 模型的前提下,使用 BIM 技术 5D 软件,可以通过直接导入设计 BIM 模型,省去理解图纸及在计算机软件中建立计算工程量模型的工作,对工程量计算和计价工作效率的提升效果是显而易见的。商务标中利用 BIM 技术可以更精确更快捷地制定投标价。更好的技术方案和更精准的报价无疑可以提升企业的中标率。

其次,提升企业管控能力以增加项目利润。BIM 技术在施工阶段能够模拟施工场地布置和施工过程,辅助进行场地规划、施工进度安排;通过对建筑设计进行 3D 漫游模拟,检查建筑设计中的碰撞等错误。这些功能可以帮助施工企业尽可能减少施工过程中的碰撞、返工等,降低生产成本,提高生产效率,保证工程顺利按时完工。

再次,提高施工企业总承包能力。由于 BIM 技术可以涵盖建筑工程项目的整个生命期,因此能够帮助施工企业提高总承包能力,同时 BIM 数据库可以储存和更新已投入运营的工程项目的相关数据,为施工企业总结经验提供参考依据,从而增强企业在市场上的竞争力。

最后,提高企业绿色施工能力。BIM 技术凭借自身的模拟性、优化性的特点,可以为施工企业进行资源优化配置,大大降低施工过程对环境的影响,提高了工程项目的可持续性,也符合绿色施工、绿色建筑的理念。在 BIM 技术的辅助下,施工企业能够实现降本增效、绿色环保的目标,保证企业始终在市场上处于领先地位。

1.3.2 BIM 技术在国内建设项目中的应用

虽然目前 BIM 技术的应用在我国仍处于起步阶段,但在很多工程项目上已经得到了应用,已经有不少 BIM 应用的成功案例。下面介绍 BIM 在一些重大建设工程项目上的应用案例。

1. 上海中心大厦

位于上海小陆家嘴核心区的上海中心大厦主体建筑结构高 580m,总高度 632m,建筑主体为 118 层,总建筑面积 57.4 万 m^2 ,被称为中国第一高楼。该建筑造型为旋转的形式,看似简单,实际结构复杂。该项目的 BIM 应用覆盖了建模、检测、计算、模拟、数据集成等一系列工作。在施工阶段,从幕墙到机电再到结构都应用了 BIM 技术,尤其是结构部分。受旋转外形的影响,选择合适的结构相当困难。工程师通过 BIM 平台对建筑的造型、受力情况进行模拟和计算,理解复杂几何形态的变化,最终选定了矩形柱、环形桁架、外伸臂和核心筒体系。安装工程同样采用 BIM 辅助完成。通过模拟建筑造型以及安装过程,使每个安装细节在实施之前便已经确定无误,然后由施工人员按照模拟过程进行实际操作,预先解决了施工时将会面临的问题,保证安装工程圆满完成。该项目从 2008 年开始全面规划和实施 BIM 技术,2016 年 3 月完工,是应用 BIM 进行全生命期管理的成功案例。

2. 上海世博会国家电网企业馆

世博会国家电网馆占地面积 4000 m^2 ,负责整个世博浦西园区的电量供应,可谓是一个巨大的变电站。该项目从全生命期的角度,充分考虑了项目的成本和效益,结合当地环境和建筑用途通过 BIM 对建筑进行性能分析,以达到节能环保的目的。在施工阶段,通过将 BIM 模型与进度计划相结合,实现 4D 管理,项目管理者可以清晰地了解施工进度、重要时间节点和工序,以及施工过程中的重点和难点,从而进行合理调配与监管;又与工程造价相结合实现了 5D 应用,从而尽最大可能实现资源优化配置,提高生产率,降低成本。

3. 北京市市政服务中心

北京市市政服务中心总建筑面积为 20.6 万 m^2 ,为框架-剪力墙结构。该项目为行政

办公楼,对项目的施工质量要求较高。施工方为了保证项目的合理施工,采用 BIM 技术进行 4D 施工进度模拟、数字化建造、施工配合和管线综合碰撞检测等,既保证项目的高质量,又确保项目的顺利按时交付使用。

除了以上案例,还有徐州的奥体中心体育场、天津港国际邮轮码头等项目,施工过程中都成功应用了 BIM 技术,保证了项目高质高效完成。这些成功的案例为我国施工企业运用 BIM 技术起到了示范和引导作用,同时也为将来我国建筑业普及 BIM 应用提供了宝贵的经验。

思考题:

1. BIM 技术的详细解读包括哪几个方面?
2. BIM 的特点包括哪几个方面?

参考文献

- [1] 李恒,郭红领,黄霆等. BIM 在建设项目中应用模式研究 [J]. 工程管理学报, 2010 (05): 525-529.
- [2] Council N R. Advancing the Competitiveness and Efficiency of the US Construction Industry [M]. Washington, DC: National Academy of Sciences, 2009.
- [3] Becerik-Gerber, K Kensek. Building Information Modeling in Architecture, Engineering and Construction: Emerging Research Directions and Trends [J]. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 2010, 136 (3): 139-147.
- [4] 李兆堃. BIM 在建筑可持续设计中的应用 [J]. 苏州科技学院学报 (自然科学版). 2012.29 (2): 68-71.
- [5] 王珺. BIM 理念及 BIM 软件在建设项目中的应用研究 [D]. 成都: 西南交通大学. 2011.3-7.
- [6] 何关培. 那个叫 BIM 的东西究竟是什么 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社. 2011.
- [7] 何关培,王轶群,应宇垦. BIM 总论 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社. 2011.
- [8] 程建华,王辉. 项目管理中 BIM 技术的应用与推广 [J]. 施工技术. 2012.41 (371): 18-21.
- [9] 陆鑫. 我国建筑施工企业 BIM 技术现状与发展瓶颈 [J]. 工程建设标准化. 2015.10: 20.
- [10] 刘占省,赵明,徐瑞龙. BIM 技术在我国的研究及工程应用 [J]. 建筑技术. 2013.44 (10): 893-897.
- [11] 姜韶华,李倩. 基于 BIM 的建设项目文档管理系统设计 [J]. 工程管理学报, 2012 (01): 59-63.
- [12] Sun Chengshuang, Jiang Shaohua, Skibniewski, Mirosław J, Man Qingpeng, Shen Liyin. A literature review of the factors limiting the application of BIM in the construction industry. Technological and Economic Development of Economy, 2017, 23 (5): 764-779.
- [13] Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors (Second Edition) [M]. John Wiley & Sons, Inc. 2011.
- [14] International Alliance for Interoperability (IAI). <http://www.iai-international.org/>.

第2章 常用的 BIM 平台与软件

本章学习要点:

掌握 Autodesk 公司的 Revit Architecture、Revit MEP、Revit Structure 各自是针对哪方面的解决方案, 掌握奔特力 (Bentley) 公司提供的两个基础平台及其各自的核心功能, 了解鲁班集团、广联达公司各自的 BIM 产品, 了解 RIB、天宝公司的主要 BIM 产品, 了解 Autodesk Vault 的主要功能, 了解 Bentley 公司的 ProjectWise 系统主要包括的核心功能。

2.1 Autodesk 公司的 BIM 平台与 Revit 系列软件

2.1.1 Autodesk 公司简介

欧特克 (Autodesk) 有限公司是全球最大的二维和三维设计、工程与娱乐软件公司, 为制造业、工程建设行业、基础设施业以及传媒娱乐业提供卓越的数字化设计、工程与娱乐软件服务和解决方案。自 1982 年 AutoCAD 正式推向市场, 欧特克已研发出多种设计、工程和娱乐软件解决方案, 帮助用户在设计转化为成品前体验自己的创意。《财富》排行榜名列前 1000 位的公司普遍借助欧特克的软件解决方案进行设计、可视化和仿真分析, 并对产品和项目在真实世界中的性能表现进行仿真分析, 从而提高生产效率, 有效地简化项目并实现利润最大化, 把创意转变为竞争优势。

欧特克有限公司总部位于美国加利福尼亚州圣拉斐尔市, 全球拥有 16 家研发中心, 超过 3000 名研发人员。其中, 位于中国上海的欧特克中国研究院是欧特克全球最大的研发机构, 拥有超过 1500 名研发人员。欧特克每年的研发投入基本维持在全球总收入的 20% 的比例。对研发的巨大投入和不懈追求赋予了欧特克强大的创新能力, 并通过卓越的思想、技术和解决方案将这种能力带给用户。

欧特克公司的 Revit 建筑、结构和机电系列, 在我国民用建筑市场借助 AutoCAD 的天然优势, 以及强大的族功能、上手容易、成本较低等优势深受设计单位和施工企业青睐。Revit 平台是 Autodesk 专门面向建筑信息模型开发的解决方案。基于 Revit 平台的 Revit Architecture、Revit MEP、Revit Structure 等应用软件是面向特定领域的建筑设计和文档编制系统, 能够为设计和建筑文档编制流程中的所有阶段提供全面支持, 从概念研究直至最详细的建筑工程图和明细表。

2.1.2 Autodesk Vault

Autodesk Vault 是一个与 Autodesk Inventor Professional、AutoCAD Mechanical 和 AutoCAD Electrical 集成的简便易用的数据管理工具。它能帮助设计团队跟踪进展中的工