



住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材
高等学校土木工程专业应用型人才培养规划教材

BIM技术及工程应用

Civil Engineering

冯小平 章丛俊 编著
谷德性 主审

中国建筑工业出版社

高等学校
住房城
高

“十三五”规划教材
应用型人才培养规划教材

BIM 技术及工程应用

冯小平 章丛俊 编著
谷德性 主审



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 技术及工程应用/冯小平, 章丛俊编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 7

高等学校土木工程专业应用型人才培养规划教材

ISBN 978-7-112-20713-8

I. ①B… II. ①冯… ②章… III. ①建筑设计-计算机辅助设计-应用软件-高等学校-教材 IV. ①TU201.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 095214 号

本书系统地介绍了 BIM 技术发展及在工程建设领域的应用现状, 以 Revit 软件为基础, 详细地介绍了 BIM 技术在建筑设计、结构设计、建筑设备设计中的应用, BIM 技术在项目建设全生命周期中的应用, BIM 在工程施工进度管理中的应用, BIM 技术在工程造价管理和控制中的应用, BIM 在预制装配式住宅中的应用, BIM 在上海中心大厦工程中的应用案例。全书内容翔实、结构合理、条理清晰、通俗易懂、实用性强, 很适合初学者阅读使用。

本书可以作为各大院校土木工程专业教材, 建筑师、工程管理及相关专业人士的自学用书, 也可作为培训用书。为更好支持本课程的教学, 本书作者制作了多媒体教学课件, 有需要的读者可以发送邮件至 jiangongkejian@163.com 索取。

责任编辑: 仕 帅 吉万旺 王 跃

责任设计: 韩蒙恩

责任校对: 李欣慰 党 蕾

住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材
高等学校土木工程专业应用型人才培养规划教材

BIM 技术及工程应用

冯小平 章丛俊 编著

谷德性 主审

*

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

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18½ 字数: 462 千字

2017 年 8 月第一版 2017 年 8 月第一次印刷

定价: 38.00 元 (赠课件)

ISBN 978-7-112-20713-8

(30375)

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)

高等学校土木工程专业应用型人才培养规划教材

编委会成员名单

(按姓氏笔画排序)

顾问：吕恒林 刘伟庆 吴刚 金丰年 高玉峰

主任委员：李文虎 沈元勤

副主任委员：华渊 宗兰 荀勇 姜慧 高延伟

委员：于清泉 王跃 王振波 包华 吉万旺

朱平华 张华 张三柱 陈蓓 宣卫红

耿欧 郭献芳 董云 裴星洙

出版说明

近年来,我国高等教育教学改革不断深入,高校招生人数逐年增加,对教材的实用性和质量要求越来越高,对教材的品种和数量的需求不断扩大。随着我国建设行业的大发展、大繁荣,高等学校土木工程专业教育也得到迅猛发展。江苏省作为我国土木建筑大省、教育大省,无论是开设土木工程专业的高校数量还是人才培养质量,均走在了全国前列。江苏省各高校土木工程专业教育蓬勃发展,涌现出了许多具有鲜明特色的应用型人才培养模式,为培养适应社会需求的合格土木工程专业人才发挥了引领作用。

中国土木工程学会教育工作委员会江苏分会(以下简称江苏分会)是经中国土木工程学会教育工作委员会批准成立的,其宗旨是为了加强江苏省具有土木工程专业的高等院校之间的交流与合作,提高土木工程专业人才培养质量,促进江苏省建设事业的蓬勃发展。中国建筑工业出版社是住房和城乡建设部直属出版单位,是专门从事住房城乡建设领域的科技专著、教材、标准规范、职业资格考试用书等的专业科技出版社。作为本套教材出版的组织单位,在教材编审委员会人员组成、教材主参编确定、编写大纲审定、编写要求拟定、计划出版时间以及教材特色体现和出版后的营销宣传等方面都做了精心组织和协调,体现出了其强有力的组织协调能力。

经过反复研讨,《高等学校土木工程专业应用型人才规划教材》定位为以普通应用型本科人才培养为主的院校通用课程教材。本套教材主要体现适用性,充分考虑各学校土木工程专业课程开设特点,选择20种专业基础课、专业课组织编写相应教材。本套教材主要特点为:抓住应用型人才培养的主线;编写中采用先引入工程背景再引入知识,在教材中插入工程案例等灵活多样的方式;尽量多用图、表说明,减少篇幅;编写风格统一;体现绿色、节能、环保的理念;注重学生实践能力的培养。同时,本套教材编写过程中既考虑了江苏的地域特色,又兼顾全国,教材出版后力求能满足全国各应用型高校的教学需求。为满足多媒体教学需要,我们要求所有教材在出版时均配有多媒体教学课件。

本套《高等学校土木工程专业应用型人才规划教材》是中国建筑工业出版社成套出版区域特色教材的首次尝试,对行业人才培养具有非常重要的意义。今年正值我国“十三五”规划的开局之年,本套教材有幸整体入选《住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材》。我们也期待能够利用本套教材策划出版的成功经验,在其他专业、其他地区组织出版体现区域特色的教材。

希望各学校积极选用本套教材,也欢迎广大读者在使用本套教材过程中提出宝贵意见和建议,以便我们在重印再版时得以改进和完善。

中国土木工程学会教育工作委员会江苏分会

中国建筑工业出版社

2016年12月

前言

随着建筑业发展的日益加快,工程项目建设正朝着大型化、复杂化、多样化的方向发展。长期困扰建筑业的设计变更多、生产效率低下、项目整体偏离价值低等问题制约了整个行业的进一步发展。建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)的出现为建筑业注入了新的血液,给予了建筑业新的发展前景。采用 BIM 技术对项目进行设计、建造和运营管理,将各种建筑信息组织成一个整体,贯穿于建筑全生命周期过程。利用计算机技术建立 BIM 建筑信息模型,对建筑空间几何信息、建筑空间功能信息、建筑施工管理信息以及设备等各专业相关数据信息进行数据集成与一体化管理。BIM 技术的应用,将为建筑业的发展带来巨大的效益,使得规划设计、工程施工、运营管理乃至整个工程的质量和管理效率得到显著提高。BIM 技术的应用,能改变传统的建筑管理理念,能引领建筑信息技术走向更高层次,它的全面应用,将大大提高建筑管理的集成化程度。

全书共 5 章,内容包括:BIM 技术及应用现状;BIM 技术在建筑设计中的应用;BIM 技术在建筑结构设计中的应用;BIM 技术在建筑设备设计中的应用;BIM 技术在项目建设全生命周期中的应用;BIM 在工程施工进度管理中的应用;BIM 技术在工程造价管理和控制中的应用;BIM 在预制装配式住宅中的应用;BIM 在上海中心大厦工程中的应用案例。

本书以 Revit 软件为基础,结合实例系统地介绍了 BIM 技术在建筑设计、结构设计、建筑设备设计以及工程建设领域中的应用,并突出 Revit 在建筑设计中的应用方法和技巧。本书由易到难、循序渐进、思路清晰、重点突出,力争突出专业性、实用性和可操作性,适合于初学者及有一定基础的读者阅读。

本书由江南大学、南京工程学院共同编写,参加编写工作的人员有:冯小平(第 1 章、第 2 章、第 4 章、第 5 章),章丛俊、徐新荣(第 3 章),张大林(第 2 章),吴俊杰(第 1 章),殷浩(第 4 章),俞金柱(第 5 章);此外,成维佳、杨雅楠、张猛、殷文枫、李佳璐、王紫琪、黄玉臻、孟瑶参与了本书编写工作。本书编写过程中参考了部分教材、专著以及专业文献,在此表示诚挚的感谢。

由于作者水平有限,且编写时间仓促,书中难免有疏漏和错误,恳请广大读者提出宝贵意见。

编者

2017 年 1 月

目 录

第1章 BIM 概述..... 1

本章要点及学习目标 1

1.1 BIM 的概念 1

1.1.1 BIM 的定义 1

1.1.2 BIM 相关术语 2

1.2 BIM 模型的特点 2

1.3 BIM 国内外应用现状 3

1.3.1 BIM 技术在国外的应用 3

1.3.2 BIM 技术在我国应用状况 6

1.3.3 BIM 在建筑业中的地位和作用 7

1.4 BIM 技术标准 7

1.4.1 概述 7

1.4.2 国外 BIM 标准 9

1.4.3 国内 BIM 标准 10

1.5 BIM 应用软件 11

1.5.1 CAD 概述 11

1.5.2 国内 BIM 软件应用现状 11

1.5.3 BIM 软件 14

1.6 Autodesk Revit 系列软件 17

1.6.1 Revit 软件功能简介 17

1.6.2 Revit 的 API 二次开发功能 18

本章小结 18

思考与练习题 19

第2章 BIM 技术在建筑设计中的应用..... 20

本章要点及学习目标 20

2.1 概述 20

2.2 Revit 的界面 20

2.2.1 工作界面 20

2.2.2 基本编辑命令 21

2.3 建筑族的创建 25

2.3.1 创建门窗族 25

2.3.2 创建栏杆族 29

2.4 建筑模型构建 33

2.4.1 建立新项目 33

2.4.2 标高 33

2.4.3 轴网 38

2.5 墙体 41

2.5.1 一般墙体 41

2.5.2 复合墙 47

2.5.3 叠层墙 51

2.5.4 异型墙 54

2.5.5 幕墙 56

2.6 门窗 59

2.6.1 插入门窗 59

2.6.2 编辑门窗 62

2.7 楼板 66

2.7.1 创建楼板 66

2.7.2 编辑楼板 68

2.7.3 楼板边缘 71

2.8 屋顶 74

2.8.1 迹线屋顶 74

2.8.2 拉伸屋顶 77

2.8.3 面屋顶 78

2.8.4 屋檐底板、封檐带、檐槽 79

2.9 楼梯 82

2.9.1 直楼梯 82

2.9.2 螺旋楼梯 84

2.10 柱和梁 85

2.10.1 结构柱 85

2.10.2 建筑柱 88

2.10.3 梁 88

2.11 Revit Architecture 视图生成..... 90

2.11.1 平面图的生成 90

2.11.2 立面图的生成 95

2.11.3 剖面图的生成 96

2.11.4 详图索引、大样图的生成	99
2.11.5 三维视图的生成	104
2.12 应用实例	106
2.12.1 项目创建	106
2.12.2 绘制标高	107
2.12.3 绘制轴网	108
2.12.4 绘制墙体	108
2.12.5 绘制结构柱	111
2.12.6 创建门窗	113
2.12.7 创建室内楼板	116
2.12.8 绘制其他楼层建筑构件	117
2.12.9 创建屋顶	119
本章小结	120
思考与练习题	120

第3章 BIM 技术在建筑结构设计中的应用

本章要点及学习目标	127
3.1 概述	127
3.2 结构族的创建	128
3.2.1 创建结构基础	128
3.2.2 创建结构柱	133
3.2.3 创建结构梁	136
3.3 BIM 结构模型创建	137
3.3.1 工程概况	137
3.3.2 操作界面	137
3.3.3 新建项目	138
3.3.4 创建标高	138
3.3.5 绘制轴网	139
3.3.6 添加桩基承台	139
3.3.7 添加结构柱	140
3.3.8 添加框架梁	140
3.3.9 添加楼板	140
3.3.10 添加其他楼层	141
3.4 Revit 实体配筋	141
3.4.1 钢筋平法表示与实体表示	141
3.4.2 Revit 手动绘制钢筋	142
3.4.3 通过插件生成钢筋	143
3.5 Revit 结构分析	145
3.5.1 Revit 分析模型	145
3.5.2 IFC 标准	146
3.5.3 BIM 云计算	147

3.6 Revit 出图	147
3.6.1 标注族	147
3.6.2 制作施工图	149
3.6.3 导出图纸	149
3.7 BIM 在结构设计中的问题 分析	151
3.7.1 标高问题	151
3.7.2 碰撞问题	152
本章小结	153
思考与练习题	154

第4章 BIM 技术在建筑设备中的应用

本章要点及学习目标	157
4.1 Revit MEP 的工作界面	157
4.2 创建族	158
4.2.1 创建阀门族	158
4.2.2 创建防火阀族	165
4.3 水管系统的创建	172
4.3.1 管道设计参数设置	172
4.3.2 管道绘制	174
4.3.3 管道显示	179
4.3.4 管道标注	182
4.3.5 管道系统创建	185
4.3.6 连接消防箱	188
4.3.7 水管系统的碰撞检查与修改	189
4.4 风管系统的创建	190
4.4.1 风管设计功能	190
4.4.2 风管系统创建	197
4.4.3 添加并连接主要设备	202
4.5 电气系统的创建	208
4.5.1 电缆桥架与线管	208
4.5.2 电气系统的绘制	216
本章小结	218
思考与练习题	218

第5章 BIM 在工程项目建设中的应用

本章要点及学习目标	219
5.1 BIM 技术在项目建设全生命 周期中的应用	219

5.1.1 BIM在项目前期策划阶段的应用	219
5.1.2 BIM在项目设计阶段的应用	222
5.1.3 BIM在项目施工阶段的应用	224
5.1.4 BIM在项目运营维护阶段的应用	229
5.2 BIM在工程施工进度管理中的应用	233
5.2.1 BIM应用思路分析	233
5.2.2 BIM应用软件选取	234
5.2.3 案例分析	234
5.3 BIM技术在工程造价管理和控制中的应用	244
5.3.1 BIM在工程造价中的应用价值	244
5.3.2 工程造价软件	246
5.3.3 BIM技术在工程造价控制中的应用	247
5.4 BIM在预制装配式住宅中的应用	261

5.4.1 概述	261
5.4.2 BIM在预制装配式住宅设计中的应用	263
5.4.3 BIM在预制装配式建筑建造过程中的应用	265
5.4.4 小结	267
5.5 BIM在上海中心大厦工程中的应用	267
5.5.1 上海中心大厦工程简介	267
5.5.2 基于BIM技术的管理机制	270
5.5.3 设计和施工阶段的BIM应用	275
5.5.4 施工监理方的BIM应用	279
5.5.5 运营阶段的BIM应用展望	282
5.5.6 小结	284
本章小结	285
思考与练习题	285

参考文献	287
------	-----

第 1 章 BIM 概述

本章要点及学习目标

本章要点：

- (1) 熟练 BIM 的概念和特征；
- (2) 熟悉 BIM 在国内外的应用发展现状；
- (3) 掌握 BIM 的技术标准和应用软件。

学习目标：

- (1) 理解 BIM 的基本内涵和基本特征；
- (2) 了解 BIM 的应用软件；
- (3) 熟悉 Revit 软件的功能。

1.1 BIM 的概念

1.1.1 BIM 的定义

世界各地的学者对 BIM 有多种定义，美国国家 BIM 标准将建筑信息模型（Building Information Modeling, BIM）描述为“一种对项目自然属性及功能特征的参数化表达”。因为具有如下特性，BIM 被认为是应对传统 AEC 产业（Architecture，建筑；Engineering，工程；Construction，建造）所面临挑战的最有潜力的解决方案。首先，BIM 可以存储实体所附加的全部信息，这是 BIM 工具得以进一步对建筑模型开展分析运算（如结构分析、进度计划分析）的基础；其次，BIM 可以在项目全生命周期内实现不同 BIM 应用软件间的数据交互，方便使用者在不同阶段完成 BIM 信息的插入、提取、更新和修改，这极大增强了不同项目参与者间的交流合作并大大提高了项目参与者的工作效率。因此，近年来 BIM 在工程建设领域的应用越来越引人注目。

BIM 之父 Eastman 在 2011 年提出 BIM 中应当存储与项目相关的精确几何特征及数据，用来支持项目的设计、采购、制造和施工活动。他认为，BIM 的主要特征是将含有项目全部构建特征的完整模型存储在单一文件里，任何有关于单一模型构件的改动都将自动按一定规则改变与该构件有关的数据和图像。BIM 建模过程允许使用者创建并自动更新项目所有相关文件，与项目相关的所有信息都作为参数附加给相关的项目元件。

Taylor 和 Bernstein 认为 BIM 是一种与建筑产业相关联的应用参数化、过程化定义的全新 3D 仿真技术。而早在十多年前，BIM 就曾经被 Tse 定义为可以使 3D 模型上的实体信息实现在项目全生命周期任意存取的工程技术环境。Manning 和 Messner 认为 BIM 是

一种对建筑物理特征及其相关信息进行的数字化、可视化表达。Chau 等人认为 BIM 可以通过提供对项目未来情况的可视化、细节化模拟来帮助项目建设者做建设决定, BIM 是一种帮助建设者有效管理和执行项目建设计划的工具。

波兰的 Kacprzyk 和 Kepa 认为, 建筑信息模型是一种允许工程师在建筑的全生命周期内构筑并修改的建筑模型。这意味着从开发商产生关于某一特定建筑的概念性设想开始, 直到该建筑使用期结束被拆除, 工程师都可以通过 BIM 技术不断对该建筑的模型进行调试与修正。通过传统图纸与现代三维模型间的信息交换, 同时将大量额外建筑信息附加给三维模型, 上述设想得以最终实现。

我国的建筑工业行业标准《建筑对象数字化定义 (Building Information Model Platform)》JG/T 198—2007 中定义 BIM 是: “包含了系统的建筑信息的数据组织, 计算机的对应应用程序可以快捷地进行访问和更改。这些信息包括按照开放工业标准表达的建筑物设施的物理特性和功能特点以及与其相关的项目或生命周期信息。”

现阶段 BIM 的含义仍在不断地丰富和发展, BIM 的应用阶段已经扩展到了项目整个生命周期的运营管理。此外, BIM 的应用也不仅仅再局限于建筑领域, 一些桥梁工程、景观工程以及市政工程方面也开始应用 BIM 技术。

1.1.2 BIM 相关术语

按照 BIM 在建筑全生命周期中应用阶段的不同, BIM 被区分为如下五种类型:

(1) BIM3D: 这是 BIM 最基本的形式。它仅用于制作与构件材料相关联的建筑信息文件。BIM3D 不同于 CAD 3D, 在 BIM 中建筑必须被分解为有特定实体的功能构件。

(2) BIM4D: 作为对基础 BIM3D 的补充, 加入其中的第四个维度是时间维度。模型中的每一个构件都含有与自身被建造及被拆除的日期有关的信息。

(3) BIM5D: 每一个施工任务的成本信息组成了 BIM 模型的第五个维度。

(4) BIM6D: 有关建筑的能量分析构成了 BIM 模型的第六个维度。

(5) BIM7D: 最后一个维度是关于建筑维修使用情况的模型, 截至目前还没有软件可以实现这一功能。

1.2 BIM 模型的特点

1. 可视化

可视化就是“所见所得”的形式, BIM 技术是对建筑模型进行三维实体建模。以前需要用二维的施工图纸去想象三维的实体, 然而建筑业的建筑形式各异, 复杂造型在不断地推出, 那么这种光靠人脑去想象的东西就未免有点不太现实了。所以 BIM 提供了可视化的思路, BIM 可以直接用三维的方式来了解实体建筑的信息。另外, 可视化不仅可以展示效果图, 而且能增加各专业之间的沟通、讨论和决策, 这些都可以在可视化的状态下进行。

2. 协调性

工程项目在设计时, 往往由于各专业设计师之间的沟通不到位, 而出现各种专业之间的碰撞问题, 例如给水排水、暖通等专业中的管道在进行布置时, 由于施工图纸是各自绘

制在各自的施工图纸上的,真正施工过程中,可能在布置管线时正好在此处有结构设计的梁等构件妨碍管线的布置,这种就是施工中常遇到的碰撞问题。BIM 建筑信息模型可协调各专业前期的碰撞问题,形成数据性文件。另外,BIM 的协调作用也并不是只能解决各专业间的碰撞问题,它还可以解决例如电梯井布置与其他设计布置及净空要求之协调、防火分区与其他设计布置之协调、地下排水布置与其他设计布置之协调等问题。

3. 模拟性

BIM 技术的模拟性现实而超越现实,可以通过旋转、放大等命令查看现实中不可能做到的操作,从而更直接地观察模型。在设计阶段,BIM 可以进行模拟实验,对现实过程中,建筑使用时能出现的一些问题进行模拟,例如:节能模拟、日照模拟、通风模拟、热能传导模拟、紧急疏散模拟等;另外,BIM 技术还可以进行 4D(三维基础上增加时间)模拟指导招投标和施工。同时还可以进行 5D 模拟(基于 3D 模型的造价控制),从而来实现成本控制;后期运营使用阶段还可以模拟日常紧急情况的处理方式的模拟,例如地震人员逃生模拟及消防人员疏散模拟等。

4. 优化性

事实上优化存在于整个建筑过程当中,当然优化和 BIM 也不存在实质性的关系,而通过 BIM 一些特点我们又可以从不同角度做优化。优化受三样因素所控制:信息、复杂程度和时间。合理的优化需要参考可靠的资源数据,BIM 三维实体模型给予建筑物可靠的资源数据,包括位置资源、形状资源等资源数据,还提供了建筑物调整后的资源。问题的困难性达到一定程度,参与人员不可能读懂和了解到全部的信息数据,那么就要通过一定的现代化方法和仪器的帮助。现代建筑物的困难性是人所无法达到的,全面的 BIM 技术提供了对大难度项目进行优化的可能性。

5. 可出图性

BIM 不仅仅可以出大家日常多见的建筑设计院所出的建筑设计图纸,还可以通过对建筑物进行优化设计、协调设计等,可以自动生成如下图纸:综合管线图(经过碰撞检查 and 设计修改,消除了相应错误以后);综合结构留洞图(预埋套管图);碰撞检查侦错报告和建议改进方案。

1.3 BIM 国内外应用现状

1.3.1 BIM 技术在国外的应用

BIM 是从美国发展起来的,2002 年美国建筑师协会资深建筑师杰里·莱瑟林(Jerry Laiserin)在《比较苹果与橙子》一文中首次提出“Building Information Modeling”这一术语,并逐渐得到业界人士广泛认可。随着全球化的进程的加快,BIM 发展和应用在欧洲、日本、新加坡等发达国家已经逐渐普及。

其实早在 20 世纪 70 年代,类似的技术研究就没有中断过。1975 年,Chuck Eastman 教授提出 Building Description System 概念;1982 年 Oraphisoft 公司提出 VBM(Virtual Building Model,虚拟建筑模型)理念;1984 年推出 ArchiCAD 软件;1986 年 Robert Aish 提出了“Building Modeling”的概念。

在美国,有一半以上的建设项目已经开始应用 BIM。美国总务署在 2003 年便推出了 3D-4D-BIM 计划,并且对采用该技术的项目给予相应的资金和技术支持,另外还提出了从 2007 年起,所有大型项目都需要应用 BIM 的要求;2004 年开始,美国陆军工程兵团也陆续使用 BIM 软件,对军事建筑项目进行了碰撞检查以及算量统计等。

英国 BIM 技术起步较美国稍晚,但英国政府已经要求强制使用 BIM。2009 年 11 月英国建筑业 BIM 标准委员会 AEC (UK) BIM 发布了英国建筑业 BIM 标准,为 BIM 链上的所有成员实现协同工作提供了可能;2011 年,英国内阁办公室发布的“政府建设战略”文件中,关于 BIM 的章节明确要求,到 2016 年,要实现全面协同的 3D-BIM,所有的文件也将进行信息化管理;英国 NBS (National Building Specification) 组织的全英的 BIM 网络调研结果显示,2012 年英国有 39% 的人已经在应用 BIM 了。

日本是亚洲较早接触 BIM 的国家之一,由于日本软件业较为发达,而 BIM 是需要多个软件来互相配合的,这为 BIM 在日本的发展提供了平台。从 2009 年开始,日本大量的设计单位和施工企业开始应用 BIM;2012 年 7 月日本建筑学会发布了日本 BIM 指南,为日本的设计院和施工企业应用 BIM 提供指导。

另外,美国、英国等国家为了方便实现信息的交换与共享,还专门制定了 BIM 数据标准,其中的 IFC 标准已经得到了美国、欧洲、日本等国家的认可并广泛使用。在新加坡,为了扩大 BIM 的认知范围,国家对在大学开设 BIM 课程给予大力支持,并为毕业生组织相应的 BIM 培训。

新加坡也属于早期应用 BIM 的国家之一。新加坡建设局 (Building and Construction Authority, BCA) 在 2011 年颁布了 2011~2015 年发展 BIM 的线路图,其中指出到 2015 年,整个建筑行业广泛使用 BIM 技术。2012 年 BCA 又颁布了《新加坡 BIM 指南》,作为政府文件对 BIM 的应用进行规范和引导。政府部门带头在建设项目中应用 BIM。BCA 的目标是,要求从 2013 年起工程项目提交建筑的 BIM 模型,从 2014 年起要提交结构与机电的 BIM 模型,到 2015 年实现所有建筑面积大于 5000m² 的项目都要提交 BIM 模型。

韩国的政府机构积极推广 BIM 技术的应用,韩国在 2009 年发布了国家短期、中期和长期的 BIM 实施路线图,在短期的 2010~2012 年间对 500 亿韩元以上及公开招标的项目通过应用 BIM 来提高设计质量;中期的 2013~2015 年间对于 500 亿韩元以上的公共工程均要构建 4D 设计预算管理系统,以提高项目的成本控制能力;长期的是针对 2016 年以后,目标是针对所有的公共项目的设施管理全部采用 BIM,以实现行业的全面革新。

国外一些学者在 BIM 的学术研究方面也取得了不少的成果。David Bryde、Marti Broquetas、Jurgen Marc Volm 三位学者调查总结了 BIM 技术在建设工程领域的应用优势,文章通过对 35 个应用了 BIM 的建设项目的数据进行研究,发现了 BIM 技术在建设项目全生命周期中的成本节约和控制是被提及最多的益处,其他的益处还包括工期的节约等。

Byicin Becerik-Gerber、Farrokh Jazizadeh、Nan Li 和 Guilben Calis 对 BIM 技术在设备管理领域的应用进行了探索,文章通过采访的方式来研究了 BIM 在设备管理中的应用现状,潜在的应用以及能带来的利益,旨在研究 BIM 技术在建筑全生命周期中应用所带来的产业价值,而不是仅仅集中在设计和建设阶段的应用。文章发现在设备管理阶段应用 BIM 技术对业主和设备管理组织均具有较大的价值,并且已经有一部分设备管理组织开始尝试在其项目中应用 BIM 或者计划在其未来的项目中应用 BIM。

Ibrahim Motawa 和 Abdulkreem Almarshad 在文章中建立了 BIM 系统用于建筑的日常维护, 文章旨在通过建立一个集成的信息系统为建筑运营维护过程中所出现的各项问题提供参考信息和解决方案, 该系统包括 BIM 和 Case-Based Reasoning 两个模块, 帮助维护管理团队提供以往项目的解决经验和当前问题可能的影响因素。Yacine Rezgu、Thomas Beach 和 Omer Rana 三位学者研究了 BIM 在全生命周期中的管理和信息交付。Alan Redmond 等人以现有的 IFD 标准为切入点, 研究了怎样通过云端 BIM 技术来增强信息的传递效率。

到目前为止, 国外 BIM 技术发展较快较好的国家, 已经存在很多 BIM 的试点项目, 而且会有越来越多的建设项目会使用该技术, BIM 也必将会发展得越来越完善。英国航空航天系统公司 (BAE Systems) 与建筑业巨头 Balfour Beatty 签订了 8250 万英镑的合同为英国 2018 年的首个 F-35 闪电 II 战斗机兴建工程和培训设施 (图 1-1、图 1-2), 2016 年 4 月开始进入建设阶段, 全程使用包括 4D 建模和 BIM 在内的数字工具。越来越多的大型连锁酒店, 如 Hyatt 酒店, 正在开始使用 BIM+钢结构进行建造智慧酒店。美国在装配式建筑方面也开始使用 BIM, 如佛罗里达国际大学科学综合大楼 (图 1-3)、位于美国德克萨斯州达拉斯的胜利公园的佩罗自然科学博物馆 (图 1-4) 等。

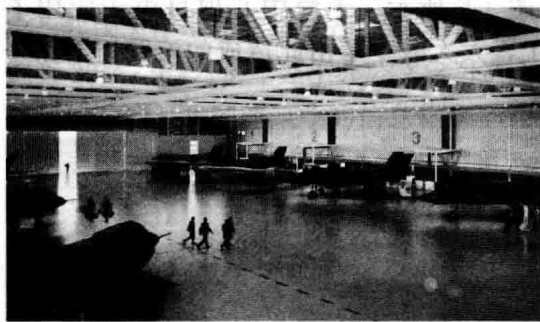


图 1-1 英国皇家马勒姆空军基地 F-35 闪电 II 战斗机维护及精加工飞机库 BIM 模拟

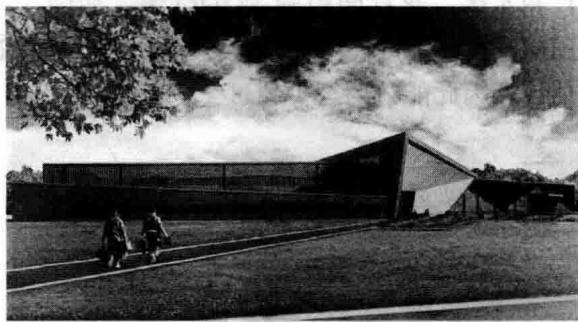


图 1-2 英国皇家马勒姆空军基地综合培训学校 BIM 效果图

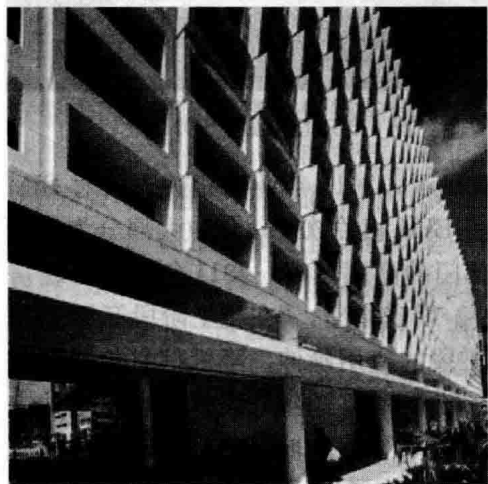


图 1-3 佛罗里达国际大学科学综合大楼外墙 BIM 效果模拟

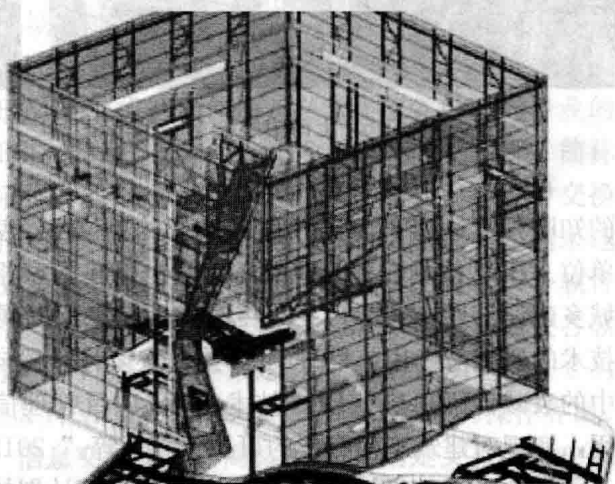


图 1-4 美国佩罗自然科学博物馆 BIM 模型

目前,国外许多发达国家都已经出台 BIM 的相关标准,有益于实现国家之间 BIM 技术的信息共享与传递。

1.3.2 BIM 技术在我国应用状况

在国内,香港和台湾最早接触了 BIM 技术,但在大陆 BIM 应用目前还处于起步阶段。自 2006 年起,香港房屋署率先试用建筑信息模型;并且为了推行 BIM,于 2009 年自行订立了 BIM 标准和用户指南等。同年,还成立了香港 BIM 学会。

2007 年台湾大学也开始加入到了研究建筑信息模型(BIM)的行列,还与 Autodesk 签订了产学研合作协议;2008 年起,“BIM”这个词引起了台湾建筑营建业高度关注。

在台湾,一些实力雄厚的大型企业已经在企业内部推广使用 BIM,并有大量的成功案例,台湾几所知名大学,如“国立交通大学”等也对 BIM 进行了广泛、深入的研究,推动了台湾对于 BIM 的认知和应用。

国内 BIM 技术的推广和应用起步较晚,仅有部分规模较大的设计或者咨询公司有过应用 BIM 的项目经验,比如 CCDI、上海现代设计集团、中国建筑设计研究院等。此外,当前应用 BIM 的项目多是一些体量巨大、结构复杂的项目,像上海中心、青岛海湾大桥、广州东塔、北京的银河 SOHO 等,如图 1-5、图 1-6 所示。上海中心项目由于应用了 BIM,在施工过程中大约减少了 85% 的施工返工,大大减少了由此造成的浪费,据保守估计,因此能节约至少超过 1 亿元。



图 1-5 上海中心



图 1-6 北京银河 SOHO

在大陆, BIM 也正在被越来越多的人知晓,调查显示,2011 年业内相关人员对 BIM 的知晓程度达到 87%,并且有 39% 的单位已经使用了 BIM 相关软件,其中大部分为设计单位。BIM 技术在建筑业的高效性也引起国家相关部门的高度重视,2011 年 5 月,住房城乡建设部发布《2011~2015 建筑业信息化发展纲要》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,住房和城乡建设部下发的“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 标准制定工作的正式启动。

近几年来,随着国外建筑市场的冲击以及国家政策的推动,国内产业界的许多大型企业为了提高国际竞争力,都在积极探索使用 BIM,某些建设项目招标时将对 BIM 的要求写入招标合同,BIM 逐渐成为企业参与项目的一道门槛。目前,一些大中型设计企业已经组建了自己的 BIM 团队,并不断积累实践经验。施工企业虽然起步较晚,但也一直在摸索中前进,并取得了一定的成果。

BIM 技术将在我国建筑业信息化道路上发挥举足轻重的作用,通过 BIM 应用改变我国造价管理失控的现状,增强企业与同行业之间的竞争力,实现我国建筑行业乃至经济的可持续发展势在必行。BIM 技术不仅带来现有技术的进步和更新换代,实现建筑业跨越式发展,它也间接影响了生产组织模式和管理方式,并将更长远地影响人们的思维方式。

1.3.3 BIM 在建筑业中的地位和作用

BIM 技术的现实意义是可以实现一种数据的多种用途。BIM 技术相关的工程基础数据既可以用作投资估算、工程量清单、招标投标、签订合同、确定标的、工程预算,又可以用作施工成本控制、材料计划、工程结算和审计的依据,具有多用途特性。

据悉,我国建筑业信息化率仅约 0.027%,与国际建筑业信息化率 0.3% 的平均水平相比,差距高达 11 倍。《全国施工企业信息化建设现状与发展趋势调查报告》(2009)指出:我国大中型建筑企业约 20% 开展了信息化工作,达到对企业管理辅助应用水平的比例为 39%;61% 企业处于办公文字处理和简单工具软件的应用水平。通过上述数据,可清晰地看到,我国建筑业的信息化水平处于一个较低的水平。因此,现阶段对 BIM 的研究就有很大的理论价值和工程应用价值。

1.4 BIM 技术标准

1.4.1 概述

何关培老师在他的著作《实现 BIM 价值的三大支柱——IFC/IDM/IFD》一书中表示:“BIM 要支持项目数十年上百年生命周期内的成百上千项目参与方使用上百种不同的软件产品一起协同工作,分别完成各自的职责:即优化项目性能和质量、降低项目成本、缩短项目周期、提高运营维护效率。”而 BIM 要完成这项使命,必需要使各种不同专业的软件进行信息交流,此时 IFC (Industry Foundation Classes,工业基础类数据标准,简称 IFC) 数据标准就应运而生了。IFC 数据标准就是一种可以让不同的软件基于它进行交换数据工作的媒介,事实上,它就是一种信息交换的格式。随着 BIM 的快速发展,越来越多的 BIM 应用软件开始出现在市场上,在没有一种标准的数据交换格式的时候,各软件信息交互混乱,没有统一的标准,甚至可能会出现各行其是的情况,IFC 标准可以使各软件之间的信息交换和交流从混乱变得有序,可以用图 1-7 来形象生动的说明,图 1-8 为 IFC 标准的特点说明,图 1-9 则是 Autodesk Revit 2015 中导出 IFC 格式文件的操作界面。

IDM (Information Delivery Manual,信息交付手册,简称 IDM) 则是支持项目中某个特定阶段(如 HVAC、结构分析等)当中软件之间的信息交流。在实际应用中,没有必要把建设项目的所有阶段都拿来和信息交流,因为通常只会涉及几个工作阶段、几个参

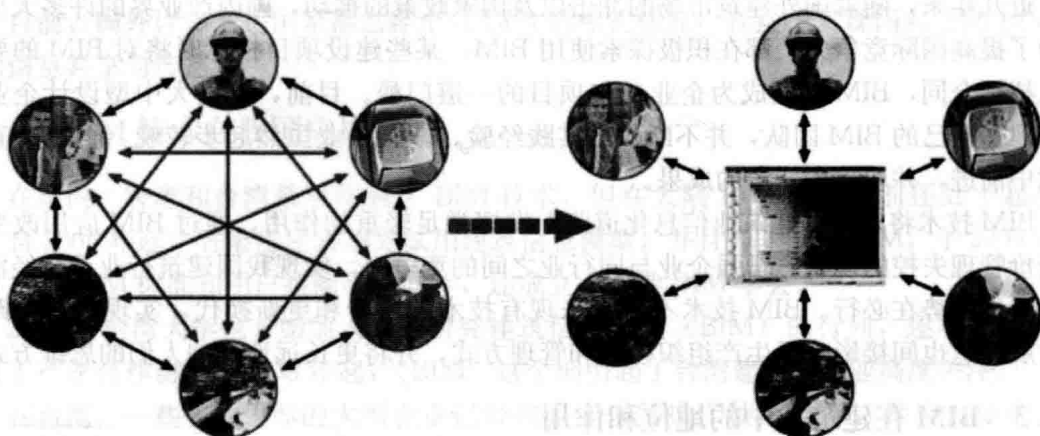


图 1-7 各软件通过共同支持的标准进行信息交流示意图



图 1-8 IFC 标准的特点

与方和某几个软件，所以根本用不着取用 IFC 标准，直接使用 IDM 标准来提取究竟需要 IFC 的哪些元素才能完成该阶段的信息交换工作。

由于每个国家、每个地区甚至是一个国家里面的不同区域都存在工程语言的不同，所以就出现了采用了 GUID (Global Unique Identifier, 全球唯一标识) 的 IFD (International Framework for Dictionaries, 国际字典框架, 简称 IFD) 标准。

IFC、IDM、IFD 的标准名称和发布状态见表 1-1。

IFC/IDM/IFD 分类

表 1-1

标准类别	标准名称	发布状态	备注
IFC 标准 (工业基础类)	ISO/PAS 16739:2005 工业基础类 2x 版平台规范(IFC 2x 平台)	已发布	目前受建筑行业广泛认可的国际性公共产品数据模型格式标准
IDM 标准 (信息交付手册)	ISO 29481—1:2010 建筑信息模型—信息交付手册—第一部分:方法和格式	已发布	—
	ISO/CD 29481—2:2012 建筑信息模型—信息交付手册—第一部分:交换框架	已发布	对建设项目以及运维过程中某些特定信息类型需求的标准定义的方法
IFD 标准 (国际字典框架)	ISO 12006—2:2015 建筑施工—建造业务信息组织—第二部分:信息分类框架	已发布	—
	ISO 12006—3:2007 建筑施工—建造业务信息组织—第三部分:对象信息框架	已发布	—