

免费提供

★★★ 精品教学资料包

服务热线: 400-615-1233
www.huatengzy.com



BIM技术应用基础

“互联网+”
高等职业教育土建系列教材
新形态教材

BIM技术应用基础

主编 贾延玲



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

高等职业教育土建系列教材
“互联网+”新形态教材



BIM技术应用基础

主编 贾延玲

ISBN 978-7-5661-3989-4



9 787566 139894 >

定价: 46.80元

选题策划 刘建
责任编辑 苏莉
封面设计 黄燕美

哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press



BIM技术应用基础

(基于Autodesk Revit 2019)

主 编 贾延玲

副主编 王 东 张玉霞

内 容 简 介

本书采用模块式编写模式,立足于对学生 BIM 实际操作能力的培养。全书包括 6 个模块,分别为 BIM 技术基础知识、BIM 的相关软件平台介绍、房屋建模示例、族应用示例、BIM 高级应用以及 BIM 技术应用项目案例。

本书既可作为职业本科院校、普通本科院校、高等职业院校等土建类相关专业的课程教材,也可作为各培训机构或自学者的参考资料,还对参加 BIM 相关认证考试的人员具有指导意义。

图书在版编目(CIP)数据

BIM 技术应用基础 / 贾延玲主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社, 2023. 8

ISBN 978-7-5661-3989-4

I. ①B… II. ①贾… III. ①建筑设计 - 计算机辅助设计 - 应用软件 IV. ①TU201.4

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 106045 号

BIM 技术应用基础

BIM JISHU YINGYONG JICHU

选题策划 刘 建

责任编辑 苏 莉

封面设计 黄燕美

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号

邮政编码 150001

发行电话 0451-82519328

传 真 0451-82519699

经 销 新华书店

印 刷 三河市龙大印装有限公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 15

字 数 310 千字

版 次 2023 年 8 月第 1 版

印 次 2023 年 8 月第 1 次印刷

定 价 46.80 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn



前言

PREFACE

BIM 技术通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息建立建筑信息模型,展示建筑工程全寿命周期,包括设计阶段、施工阶段、建后维护和运营管理阶段。BIM 技术可以在施工前将建筑模拟建造一遍,以便提前发现问题并解决,同时在施工过程中实现项目精细化管理。在这样的行业背景和应用需求条件下,BIM 方面的人才需求旺盛,高校在相关人才的培养上也应紧跟时代步伐,BIM 技术相关课程将成为土木工程专业学生重要的专业基础课程,并逐步成为大类及学科门类教育课程的必修课。

党的二十大报告指出,要“加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国”,从而推动新型工业化建设。BIM 作为数字技术与工程建造深度融合的重要载体,在探索打造“建筑产业互联创新”领域、引领数字化建筑技术和产业发展、为中国建筑产业创新发展贡献力量方面起着十分重要的作用。BIM 技术是现在引领建筑业信息技术走向更高层次的一种新技术,该技术的全面应用将大大提高建筑工程的集成化程度。通过本课程的学习,学生可以增强对 BIM 技术的认识,了解 BIM 技术在建设项目各领域与各阶段的应用,并掌握 BIM 技术相关软件的基本操作方法。

在使用本书进行教学时,建议采用理论(32 学时)+实训(32 学时)的方式,具体学时分配如下表所示(学校也可以根据自己的课程安排学时)。

周	理论学时	实训学时	教学主题	合计学时
1	2	0	模块 1 BIM 技术基础知识	2
			1.1 BIM 技术概述	
			1.2 BIM 技术的发展及应用	
			1.3 BIM 技术的应用价值	
			1.4 常用 BIM 软件介绍	
1.5 BIM 技术的实施				

续表

周	理论学时	实训学时	教学主题	合计学时
2	2	0	模块 2 BIM 的相关软件平台介绍	6
			2.1 Revit 软件概述	
			2.2 Revit 界面认知	
	2	0	2.3 Revit 的基本操作	
	2	0	2.4 常规设计流程与 Revit 设计流程	
			2.5 族的基础知识	
3	2	2	模块 3 房屋建模示例	28
			3.1 插入及切换 CAD 底图	
			3.2 创建标高和轴网	
4	2	2	3.3 创建结构柱和结构梁	
5	2	2	3.4 创建结构楼板和天花板	
6	2	2	3.5 创建墙体及门窗	
7	2	2	3.6 创建屋顶	
			3.7 创建独立基础	
8	2	2	3.8 创建楼梯及坡道	
9	2	2	3.9 室内布置	
			3.10 场地创建	
			3.11 导出图纸	
10	2	2	模块 4 族应用示例	12
			4.1 族应用	
11	0	2	4.2 交通锥模型创建	
			4.3 小木桌模型创建	
12	0	2	4.4 储水箱模型创建	
			4.5 体量幕墙模型创建	
13	0	2	模块 5 BIM 高级应用	10
			5.1 创建明细表及模型输出	
14	0	2	5.2 日光设置和应用	
	0	2	5.3 渲染和漫游	
	0	2	5.4 拍照和动画	
15	2	0	5.5 Navisworks 的应用	
16	2	0	模块 6 BIM 技术应用项目案例	6
			6.1 案例 1——徐州市城市轨道交通 1 号线(一期)项目	
			6.2 案例 2——广西民族剧院项目	
			6.3 案例 3——白云机场安置区项目	
总计	32	32	64	

本书在编写过程中力求体现如下一些特色。

1. 思政融合, 岗课赛证融通

在教材案例中融入了工匠精神、家国情怀等思政元素, 将国家发展、精益求精的建筑精神清晰地展现在学生面前。教材的知识内容、学习目标与证书考试大纲、比赛项目要求相结合。教材中的思考题选自证书考试的历年真题, 配套的教学资源中也加入了考证相关的资料。

2. 校企合作开发, 对接 BIM 现场工程师岗位

编者与山东万斯达集团有限公司、山东青佳智能科技有限公司校企合作开发编写本书, 以企业调研为基础, 以能力培养为主线, 以 BIM 技术现场工程师培养为目标, 引用的 BIM 案例均来源于实际工程, 以理论够用为度, 着重培养学生对 BIM 技术的运用能力和解决工程实际问题的能力。

3. 图文并茂, 配套电子资料齐全

本书中的相关操作要点均配置了图片, 附带学习资料, 全书的项目图纸、课程标准、电子教案、思考题的参考答案、期末测试卷、图片、案例、微课视频等教学资源均可通过扫描二维码链接下载。

本书由山东工程职业技术大学贾延玲任主编, 山东工程职业技术大学王东、张玉霞任副主编, 具体编写分工为: 贾延玲编写模块 1、模块 2、模块 5 和附录, 王东编写模块 3, 张玉霞编写模块 4 和模块 6。全书由贾延玲负责校对及统稿。此外, 山东工程职业技术大学王雪璇、武云芬、王雪君、成雪梅等多位教学经验丰富的 BIM 科研团队成员为本书的编写提供了参考资料。

在编写本书过程中, 编者借鉴和参考了大量文献资料和部分互联网资料, 在此对相关作者表示衷心的感谢! 由于编者水平有限, 书中难免存在不妥之处, 敬请大家批评指正。

编者



目录 CONTENTS

模块 1	BIM 技术基础知识	1
1.1	BIM 技术概述	2
1.2	BIM 技术的发展及应用	3
1.3	BIM 技术的应用价值	6
1.4	常用 BIM 软件介绍	12
1.5	BIM 技术的实施	13
	思考题	14
模块 2	BIM 的相关软件平台介绍	15
2.1	Revit 软件概述	16
2.2	Revit 界面认知	19
2.3	Revit 的基本操作	40
2.4	常规设计流程与 Revit 设计流程	46
2.5	族的基础知识	50
	课后实训	54
	思考题	55
模块 3	房屋建模示例	56
3.1	插入及切换 CAD 底图	57
3.2	创建标高和轴网	59
3.3	创建结构柱和结构梁	66
3.4	创建结构楼板和天花板	76
3.5	创建墙体及门窗	82
3.6	创建屋顶	89
3.7	创建独立基础	92

3.8 创建楼梯及坡道	102
3.9 室内布置	109
3.10 场地创建	112
3.11 导出图纸	118
课后实训	120
思考题	130

模块 4**族应用示例 131**

4.1 族应用	132
4.2 交通锥模型创建	149
4.3 小木桌模型创建	154
4.4 储水箱模型创建	158
4.5 体量幕墙模型创建	168
课后实训	176
思考题	177

模块 5**BIM 高级应用 178**

5.1 创建明细表及模型输出	179
5.2 日光设置和应用	183
5.3 渲染和漫游	186
5.4 拍照和动画	193
5.5 Navisworks 的应用	194
课后实训	196
思考题	197

模块 6**BIM 技术应用项目案例 198**

6.1 案例 1——徐州市城市轨道交通 1 号线 (一期)项目	199
6.2 案例 2——广西民族剧院项目	204
6.3 案例 3——白云机场安置区项目	216
课后实训	225
思考题	226

附录**227**

附录 1 Revit 常见问题	227
附录 2 Revit 常用快捷键	228

参考文献**231**



模块 1

BIM 技术基础知识



学习目标

- (1) 了解 BIM 的基本定义。
- (2) 了解国内、国外 BIM 技术的应用现状。
- (3) 了解 BIM 技术在实际应用中所具有的价值。
- (4) 了解常用的 BIM 软件。



思政讨论

在科学技术日新月异,互联网+、工业 4.0 席卷而来的年代,在信息技术的引领下进入了绿色工程、装配式工程的时代,逐渐脱离了粗放式建设,利用 BIM 技术协同管理,提高效率,模拟方案,设置路径,预先解决问题,不论是工程造价管理还是施工项目管理全面开始了全寿命周期的精细化管理。仔细回想下,从古至今我国建筑形式发生了哪些变化? 它们都体现出了怎样的特色? 从这些建筑革新上,我们能够体会到建筑师有着怎样的精神?

 1.1 BIM 技术概述

建筑信息模型(building information model, BIM)技术是一种应用于工程设计、施工建造、管理运营的信息化技术,它将建筑物各种数据信息集成在一个三维模型中,使工程技术人员对各种建筑信息做出正确理解和高效应对,为设计、施工和运营单位提供协同工作的基础,在提高生产效率、节约成本和缩短工程项目工期等方面发挥重要的作用。

通过数字化技术在计算机中建立起来的虚拟的 BIM,是一个包含了逻辑相关性、结构化数据的建筑信息库。BIM 贯穿于建筑全寿命周期,使设计数据、建造和维护等大量信息保存在 BIM 中,在建筑全寿命周期中得以重复、便捷地使用。BIM 技术的核心是信息,而不仅仅是三维模型。

BIM 是一个集成了建筑物各种信息的三维模型,这些信息主要包括两类:一是建筑物自身的参数信息,如尺寸、位置、高度、空间关系等。二是建筑物在设计、建造、运营维护等阶段产生的各种过程数据信息,如造价、进度、材料信息等。这些信息在建筑全寿命周期的不同阶段(从概念设计到使用寿命结束后拆除)创建、输出和更新,为相应阶段的所有人员提供协同基础和决策依据。所以,BIM 技术是涵盖建筑物的方案、设计、施工、运营的全寿命周期的信息技术。

1. BIM 的定义

美国国家 BIM 标准(National BIM Standard, NBIMS)对 BIM 的定义包含以下三部分。

- (1) BIM 是一个设施(建设项目)物理和功能特性的数字表达。
- (2) 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寿命周期中的所有决策提供可靠依据的过程。
- (3) 在设施的不同阶段,不同利益相关方通过在 BIM 中插入、提取、更新和修改信息,以支持和反映其各自职责的协同作业。

2. BIM 技术的特点

BIM 技术已在全球范围内得到业界的广泛认可,被认为是继计算机辅助设计(computer aided design, CAD)技术后的又一次革命性技术,在国内外被大力推广和广泛应用。近年来,智慧城市、建造技术的快速发展也对 BIM 技术起到了推动作用。BIM 技术可以提供智慧城市的底层基础数据。智慧建造可通过各种软硬件的发展技术,如 BIM 技术物联网、地理信息系统(geographic information system, GIS)等,进一步与工程项目管理进行融合和交互,将建造过程中的各类信息与现场管理进行集成,集合大数据应用,提高建筑企业的科学分析和决策能力。最终,BIM 技术将推动建筑行业向更加自动化和智能化的方向发展。

真正的 BIM 技术符合以下八个特点。

- (1) 可视化。可视化即“所见即所得”的形式。
- (2) 协调性。协调性不仅可以解决施工中常遇到的碰撞问题,还可以解决如电梯井布置

与其他设计布置及净空要求的协调、防火分区与其他设计布置的协调、地下排水布置与其他设计布置的协调等问题。

(3)模拟性。模拟性并不是只能模拟设计出的建筑物模型,还可以模拟不能够在真实世界中进行操作的事物。

(4)优化性。优化性可用于项目方案优化、特殊项目的设计优化。

(5)可出图性。BIM 并不是为了出建筑设计院所出的建筑设计图纸,以及一些构件加工的图纸,而是通过对建筑物进行可视化展示、协调、模拟、优化,帮助业主出如下图纸:综合管线图(经过碰撞检测和设计修改,消除了相应错误以后)、综合结构留洞图(预埋套管图)、碰撞检测侦错报告和建议改进方案。

(6)一体化。基于 BIM 技术可进行从设计到施工再到运营,贯穿于工程项目全寿命周期的一体化管理。BIM 的技术核心是一个由计算机三维模型形成的数据库,不仅包含了建筑的设计信息,而且可以容纳从设计到建成使用,甚至是使用周期终结的全过程信息。

(7)参数化。参数化建模指的是通过参数而不是数字建立和分析模型,简单地改变模型中的参数值,就能建立和分析新的模型;BIM 中的图元是以构件的形式出现的,这些构件之间的不同是通过参数的调整反映出来的,参数保存了图元作为数字化建筑构件的所有信息。

(8)信息完备性。信息完备性体现在 BIM 技术可对工程对象进行 3D 几何信息和拓扑关系的描述,以及完整的工程信息描述。



1.2 BIM 技术的发展及应用

BIM 技术是 2002 年引入工程建设行业的,被誉为建筑业变革的革命性力量。但 BIM 的理念早在 30 多年前就已经被提出来了。BIM 技术最先从美国发展起来,随着全球化进程的加快,已经扩展到了欧洲、日本、韩国、中国等地区和国家,目前这些地区 and 国家的 BIM 技术发展和应用都达到了一定水平。

▶ 1.2.1 BIM 技术在美国

2003 年,美国总务管理局(General Service Administration, GSA)推出了国家 3D-4D-BIM 计划,在 GSA 的实际建筑项目中挑选了 BIM 试点项目,探索和验证了 BIM 应用的模式、规则、流程等一整套建筑全寿命周期的解决方案。

2006 年,美国陆军工程兵团(United States Army Corps of Engineers, USACE)发布了为期 15 年的 BIM 发展路线规划,为 USACE 采用和实施 BIM 技术制定战略规划,以提升规划、设计及施工的质量和效率。

2007 年,美国建筑科学研究院(National Institute of Building Sciences, NIBS)发布了美国国家 BIM 标准。

2009 年,美国威斯康星州成为第一个要求州内新建大型公共建筑项目使用 BIM 的州政府。以后,得克萨斯州、俄亥俄州等也相继颁布了 BIM 协议。

▶ 1.2.2 BIM 技术在英国

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文件,明确要求:到 2016 年,全面协同 3D BIM,并将全部的文件以信息化管理。

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,如适用于 Revit 的英国建筑业标准、适用于 Bentley 的英国建筑业标准,并还在制定适用于 Archi-ACD、Vectorworks 的 BIM 标准,这些标准的制定为英国的 AEC^① 企业从 CAD 过渡到 BIM 提供切实可行的方案和程序。

▶ 1.2.3 BIM 技术在北欧国家

北欧国家(挪威、丹麦、瑞典和芬兰)并未强制要求全部使用 BIM 技术,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,一家名为 Senate Properties 的芬兰企业发布了一份建筑设计的 BIM 要求,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 技术,其他设计部分可根据项目情况自行决定是否采用 BIM 技术,但目标将是全面使用 BIM 技术。

▶ 1.2.4 BIM 技术在日本

从 2009 年开始,大量的日本的设计公司、施工企业开始应用 BIM 技术。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的从业人士,了解他们对 BIM 技术的认知度与应用情况。调查结果显示,BIM 的知晓度从 2007 年的 30% 提升至 2010 年的 76%,而 33% 的施工企业已经应用了 BIM 技术,其中近 90% 是在 2009 年之前开始实施的。2012 年 7 月,日本建筑学会发布了日本 BIM 指南,它从 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和施工企业应用 BIM 提供了指导。

▶ 1.2.5 BIM 技术在韩国

在韩国,已有多家政府机关致力于 BIM 应用标准的制定,如韩国国土海洋部、韩国教育科学技术部、韩国公共采购服务中心(Public Procurement Service, PPS)等。

2010 年 4 月,PPS 发布了 BIM 路线图,列出了从 2010 年开始到 2016 年 BIM 技术的推广进程。2010 年 12 月,PPS 又发布了《设施管理 BIM 应用指南》,针对设计、施工图设计、施工等阶段中的 BIM 应用进行了指导,并于 2012 年 4 月对其进行了更新。韩国国土海洋部分别在建筑领域和土木领域制定了 BIM 应用指南。

▶ 1.2.6 BIM 技术在我国的发展状况

在香港地区,2009 年成立了香港 BIM 学会,香港房屋署发布了 BIM 应用标准。2010 年,香港的 BIM 技术应用已经完成从概念到实用的转变,处于全面推广的最初阶段,目前 BIM

^① AEC(architecture, engineering & construction)是建筑行业中提供建筑设计、工程设计及施工服务的综合部分。

技术已经覆盖香港房屋署的所有项目。

2009年,台湾大学土木工程系成立了工程信息仿真与管理研究中心,促进了BIM相关技术与应用的经验交流、成果分享、人才培养与产学研合作。2011年11月,BIM中心与淡江大学工程法律研究发展中心合作,出版了《工程项目应用建筑信息模型之契约模板》一书,并特别提供了合同范本与说明,补充了现有合同内容在应用BIM上的不足。高雄应用科技大学土木系也于2011年成立了工程资讯整合与模拟(BIM)研究中心。此外,台湾交通大学、台湾科技大学等对BIM技术进行了广泛的研究,推动了台湾对于BIM技术的认知与应用。

自2009年以来,BIM技术在建筑业逐渐形成热潮,除了前期软件厂商的大声呼吁,政府相关单位、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技术。2010年和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率先组织并发布了《中国商业地产BIM应用研究报告2010》和《中国工程建设BIM应用研究报告2011》,用于指导和跟踪商业地产领域BIM技术的应用和发展。

2011年5月,中华人民共和国住房和城乡建设部(简称住建部)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。这拉开了BIM技术在我国应用的序幕。

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标准制定工作的正式启动,其中包含了五项BIM相关标准:《建筑工程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,《建筑工程信息模型应用统一标准》的编制采取了“千人千标准”的模式,邀请了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,住建部发布了《关于征求关于推荐BIM技术在建筑领域应用的指导意见(征求意见稿)意见的函》,征求意见稿中明确指出,2016年以前政府投资的20000m²以上大型公共建筑以及省报绿色建筑项目的设计、施工采用BIM技术;截至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,各地方政府关于BIM技术的讨论与关注更加活跃,上海、北京、广东、山东、陕西等各地区相继出台了各类具体的政策来推动和指导BIM的应用与发展。

2015年6月,住建部发布的《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;到2020年末,以下新立项项目勘察设计、施工、运营维护中,集成应用BIM的项目比率达到90%:以国有资金投资为主的大中型建筑,申报绿色建筑的公共建筑和绿色生态示范小区。

随着国家和各地方政府对BIM技术的逐步推进,以及相关BIM应用标准及规范的逐渐颁布,BIM技术的应用将逐渐深入并必将为建筑业带来一场重大的技术变革。

1.3 BIM 技术的应用价值

BIM 技术通过一个承载建筑信息的模型,让建筑全生命周期的不同阶段可围绕同一个数据中心进行工作衔接。如图 1-1 所示,随着建筑全生命周期的推进,数据流向下一个阶段,每个阶段在向模型输入过程信息的同时也从模型中调用所需的信息。在这个过程中,BIM 逐步深化,直至完成一个可用于运营维护的、与真实建筑物一一对应的信息模型。在建筑全生命周期的不同阶段,BIM 技术都有其对应的应用价值。例如,在规划阶段,BIM 技术可用于建筑规划和场地分析;在设计阶段,BIM 技术可实现参数化设计和性能分析;在施工阶段,BIM 技术可用于数字化建造、施工模拟、预算管理及智慧工地;在运营阶段,BIM 技术可实现资产及空间管理等。

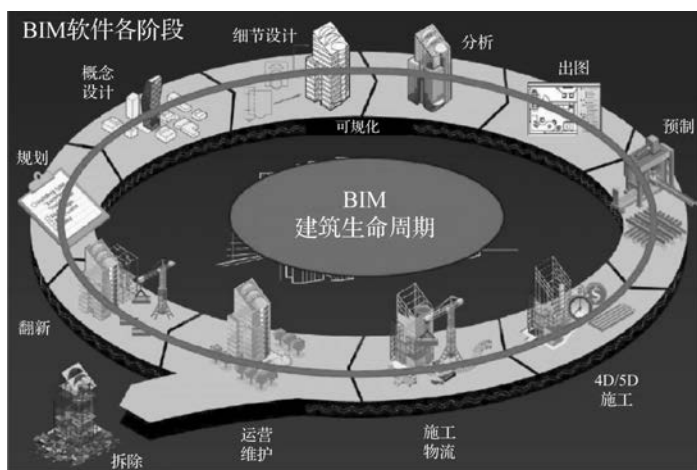


图 1-1 BIM 技术的应用阶段

1. BIM 维护

根据项目建设进度建立和维护 BIM,实质是使用 BIM 平台汇总各项目团队所有的建筑工程信息,消除项目中的信息孤岛,并且结合三维模型对得到的信息进行整理和储存,以备项目全过程中项目各相关利益方随时共享。由于 BIM 的用途决定了 BIM 细节的精度,同时,仅靠一个 BIM 工具并不能完成所有的工作,所以,目前业内主要采用“分布式”BIM 的方法,建立符合工程项目现有条件和使用用途的 BIM。这些模型根据需要可包括设计模型、施工模型、进度模型、成本模型、制造模型、操作模型等。BIM“分布式”模型还体现在 BIM 往往由相关的设计单位、施工单位或者运营单位根据各自工作范围单独建立,最后通过统一的标准合成。这将增加对 BIM 的标准、版本、数据安全的管理难度,所以有时候业主也会委托独立的 BIM 服务商统一规划、维护和管理整个工程项目的 BIM 应用,以确保 BIM 信息的准确、时效和安全。



2. 场地分析

场地分析是研究影响建筑物定位的主要因素,是确定建筑物的空间方位和外观,建立建筑物与周围景观联系的过程。在规划阶段,场地的地貌、植被、气候条件都是影响设计决策的重要因素,往往需要通过场地分析来对景观规划、环境现状、施工配套及建成后的交通流量等各种影响因素进行评价和分析。传统的场地分析存在诸如定量分析不足、主观因素过重、无法处理大量数据信息等弊端,通过 BIM 结合地理信息系统(geographic information system, GIS)对场地及拟建的建筑物空间数据进行建模;通过 BIM 及 GIS 软件的强大功能,可迅速得出令人信服的分析结果,帮助项目在规划阶段评估场地的使用条件和特点,从而做出新建项目最理想的场地规划、交通流线组织关系和建筑布局等关键决策。

3. 建筑策划

建筑策划是在总体规划目标确定后,根据定量分析得出设计依据的过程。相对于经验确定设计内容及依据(设计任务书)的传统方法,建筑策划利用建设目标所处社会环境及相关因素的逻辑数理分析,研究项目任务书对设计的合理导向,制定和论证建筑设计依据,科学地确定设计的内容,并寻找达到这一目标的科学方法。在这一过程中,除需运用建筑学的原理、借鉴过去的经验和遵守规范外,更重要的是要以实态调查为基础,用计算机等现代化手段对目标进行研究。在建筑规划阶段, BIM 能够帮助项目团队通过对空间进行分析来理解复杂空间的标准和法规,从而节省时间,为团队提供更多增值活动的可能。特别是在客户讨论需求、选择以及分析最佳方案时,能借助 BIM 及相关分析数据做出关键性的决定。 BIM 在建筑策划阶段的应用成果还会帮助建筑师在建筑设计阶段随时查看初步设计是否符合业主要求,是否满足建筑策划阶段得到的设计依据,通过 BIM 连贯的信息传递或追溯,大大减少在详图设计阶段发现问题时需要修改设计的巨大浪费。

4. 方案论证

在方案论证阶段,项目投资方可以使用 BIM 来评估设计方案的布局、视野、照明、安全、人体工程学、声学、纹理、色彩及规范的遵守情况。 BIM 甚至可以做到建筑局部的细节推敲,迅速分析设计和施工中可能需要应对的问题。在方案论证阶段,还可以借助 BIM 提供方便的、低成本的解决方案,供项目投资方进行选择。通过数据对比和模拟分析,找出不同解决方案的优缺点,帮助项目投资方迅速评估建筑投资方案的成本和时间。对设计师来说,通过 BIM 来评估所设计的空间,可以获得较高的互动效应,以便从使用者和业主方获得积极的反馈。设计的实时修改往往基于最终的用户反馈,在 BIM 平台上,项目各方关注的焦点问题比较容易得到直接的展现,并迅速达成共识,相应地,需要决策的时间也会比以往减少。

5. 可视化设计

3ds Max、SketchUp 这些三维可视化设计软件的出现,有力地弥补了业主及用户因缺乏对传统建筑图纸的理解而和设计师之间产生的交流鸿沟。但这些软件在设计理念和功能上的局限,使得它们的三维可视化展现无论用于前期方案的推敲还是阶段性效果图的展现,都与真正的设计方案之间存在相当大的差距。对于设计师而言,除用于前期推敲和阶段展现外,大量的设计工作还是要基于传统 CAD 平台,使用平、立、剖三视图的方式表达和展现自己的设计成果。这种由于工具原因造成的信息割裂,在遇到项目复杂、工期紧的情况下,非常容易出错。 BIM 的出现使得设计师不仅拥有三维可视化的设计工具,所见即所得,更重要



的是,通过工具的提升,使设计师能使用三维的思考方式来完成建筑设计,同时,也使业主及最终用户真正摆脱了技术壁垒的限制,随时知道自己的投资能获得什么。

可视化即“所见即所得”的形式。对于建筑业来说,可视化得到真正运用的意义非常大。例如,施工人员经常拿到的施工图纸只是用线条来表达各个构件的信息,而构件的真实构造形式需要施工人员自行想象。对于一般简单的东西来说,这种想象还可以实现,但是现在的建筑形式各异,复杂造型不断推出,光靠想象是无法实现的。所以,BIM 提供了可视化的思路,将以往的线条式构件用一种三维立体实物的形式展示出来。目前,建筑业设计方面也出效果图,但是这种效果图是分包给专业的效果图制作团队,在识读设计的线条式信息后制作出来的,并不是通过构件的信息自动生成的,因此,缺少了同构件之间的互动性和反馈性。而 BIM 提到的可视化是一种能够同构件之间形成互动性和反馈性的可视化。在 BIM 的工作环境中,由于整个过程是可视化的,所以,可视化的结果不仅可以用作效果图的展示及报表的生成,更重要的是,项目设计、建造、运营过程中的沟通、讨论、决策都可以在可视化的状态下进行。

6. 协同设计

协同设计是一种新兴的建筑设计方式,它可以使分布在不同地理位置的不同专业的设计人员通过网络的协同展开设计工作。协同设计是在建筑业环境发生深刻变化、建筑的传统设计方式必须得到改变的背景下出现的,也是数字化建筑设计技术与快速发展的网络技术相结合的产物。现有的协同设计主要基于 CAD 平台,并不能充分实现专业之间的信息交流。这是因为 CAD 的通用文件格式仅仅是对图形的描述,无法加载附加信息,导致专业之间的数据不具有关联性。BIM 的出现使协同已经不再是简单的文件参照。BIM 技术为协同设计提供底层支撑,大幅提升了协同设计的技术含量。借助 BIM 的技术优势,协同的范畴也从单纯的设计阶段扩展到建筑全寿命周期,需要规划、设计、施工、运营等各方的集体参与。因此,协同设计具有了更广泛的意义,从而带来了综合效益的大幅提升。

7. 性能化分析

利用计算机进行建筑物理性能化分析始于 20 世纪 60 年代,甚至更早,目前已形成成熟的理论支持,开发出丰富的工具软件。但是在 CAD 时代,无论什么样的分析软件都必须通过手工的方式输入相关数据才能开展分析计算。而操作和使用这些软件,需要专业技术人员经过培训才能完成,同时,设计方案的调整使得原本就耗时耗力的数据录入工作需要被重复执行,导致包括建筑能量分析在内的建筑物理性能化分析通常被安排在设计的最终阶段,成为一种象征性的工作,造成建筑设计与性能化分析计算之间严重脱节。利用 BIM 技术,建筑师在设计过程中创建的虚拟建筑模型已经包含了大量的设计信息(几何信息、材料性能、构件属性等),只要将模型导入相关的性能化分析软件,即可得到相应的分析结果,原本需要专业人士花费大量时间输入大量专业数据的过程,如今可以自动完成,这大大缩短了性能化分析的周期,提高了设计质量,同时,也使设计公司能够为业主提供更专业的服务。

8. 工程量统计

在 CAD 时代,计算机可以利用工程项目构件的必要信息进行自动计算。由于 CAD 无法存储这些必要信息,所以需要依靠人工根据图纸或者 CAD 文件进行测量和统计,或者根据图纸或者 CAD 文件,使用专门的造价计算软件进行建模后,由计算机自动进行统计。前

者不仅需要消耗大量的人工,而且比较容易出现手工计算带来的差错;后者同样需要不断地根据调整后的设计方案及时更新模型,如果滞后,得到的工程量统计数据往往也会失效。而 BIM 是一个富含工程信息的数据库,可以真实地提供造价管理需要的工程量信息,借助这些信息,计算机可以快速对各种构件进行统计分析,大大减少了烦琐的人工操作和潜在错误,非常容易实现工程量信息与设计方案的完全一致。通过 BIM 获得的准确的工程量统计结果,不仅可以用于前期设计过程中的成本估算,而且可以用于不同设计方案的探索或者不同设计方案建造成本的比较(在业主预算范围内),还可以用于施工开始前的工程量预算和施工完成后的工程量决算。

9. 管线综合

随着建筑物规模的扩大和使用功能复杂程度的提高,无论是设计企业还是施工企业,甚至是业主,都对机电管线综合的要求更加严格。在 CAD 时代,主要由建筑或者机电专业牵头,将所有图纸打印成硫酸图,然后各专业将图纸叠在一起进行管线综合。由于二维图纸的信息缺失以及缺失直观的交流平台,导致管线综合成为建筑施工前让业主最不放心的技术环节。利用 BIM 技术,通过搭建各专业的 BIM,设计师能够在虚拟的三维环境下方便地发现设计中的碰撞冲突,从而大大提高管线综合的设计能力和工作效率。这不仅能及时排除项目施工环节中可能遇到的碰撞冲突,显著减少由此产生的变更申请单,而且能大大提高施工现场的生产效率,降低由于施工协调造成的成本增加和工期延误。

10. 施工进度模拟

建筑施工是一个高度动态的过程,随着建筑工程规模的不断扩大,复杂程度不断提高,使得施工项目管理变得极为复杂。当前建筑工程项目管理中经常用于表示进度计划的甘特图,由于专业性强,可视化程度低,无法清晰地描述施工进度及各种复杂关系,难以准确表达工程施工的动态变化过程。通过 BIM 与施工进度计划相连接,将空间信息与时间信息整合在一个可视的 4D(3D+Time)模型中,可以直观、精确地反映整个建筑的施工过程。利用施工进度模拟技术可以在项目建造过程中合理制订施工计划,通过 4D 模型可以精确掌握施工进度、优化使用施工资源以及科学地进行场地布置。施工进度模拟技术可对整个工程的施工进度、资源和质量进行统一管理和控制,以缩短工期、降低成本、提高质量。另外,借助 4D 模型,施工企业在工程项目投标中将获得竞标优势,BIM 可以协助评标专家从 4D 模型中很快了解投标单位对投标项目施工的主要控制方法、施工安排是否均衡、总体计划是否基本合理等,从而对投标单位的施工经验和实力做出有效评估。

11. 施工组织模拟

施工组织是对施工活动实行科学管理的重要手段,它决定了各阶段的施工准备工作内容,协调了施工过程中各施工单位、各施工工种、各项资源之间的相互关系。施工组织设计提供了施工项目全过程中各项活动和技术、经济和组织上的综合性解决方案。施工组织设计是施工技术与施工项目管理有机结合的产物。通过 BIM 可以对项目的重点或难点部分进行可建性模拟,按月、日、时进行施工安装方案的分析优化。对于一些重要的施工环节、采用新施工工艺的关键部位或施工现场平面布置等施工指导措施进行模拟和分析,以提高计划的可行性;也可以利用 BIM 技术,结合施工组织计划进行预演,以提高复杂建筑体系(如施工模板、玻璃装配、锚固等)的可造性。借助 BIM 对施工组织的模拟,项目管理方能够非

常直观地了解整个施工安装环节的时间节点和安装工序,并清晰把握安装过程中的难点和要点,施工方也可以进一步对原有安装方案进行优化和改善,以提高施工效率和施工方案的安全性。

12. 数字化建造

制造业目前的生产效率极高,其中部分原因是利用数字化数据模型实现了制造方法的自动化。同样,BIM 结合数字化制造也能够提高建筑业的生产效率。通过 BIM 与数字化建造系统的结合,建筑业也可以采用类似的方法来实现建筑施工流程的自动化。建筑中的许多构件可以异地加工,然后运到建筑施工现场,装配到建筑中(如门窗、预制混凝土结构和钢结构等构件)。通过数字化建造,可以自动完成建筑物构件的预制,这些通过工厂精密机械技术制造出来的构件,不仅降低了建造误差,而且可以大幅度提高构件制造的生产率,使整个建筑的建造工期缩短,并且容易掌控。BIM 直接用于制造环节,还可以在制造商与设计人员之间形成一种自然的反馈循环,即在建筑设计流程中提前考虑尽可能多地实现数字化建造。同样,与参与竞标的制造商共享构件模型也有助于缩短招标周期,便于制造商根据设计要求的构件用量编制更为统一的投标文件。同时,标准化构件之间的协调也有助于减少现场发生的问题,降低不断上升的建造、安装成本。

13. 物料跟踪

随着建筑业标准化、工厂化、数字化水平的提升,以及建筑使用设备复杂性的提高,越来越多的建筑及设备构件通过工厂加工并运送到施工现场进行高效的组装。而这些建筑及设备构件是否能够及时运到现场,是否满足设计要求,质量是否合格,都将成为整个建筑施工建造过程中影响施工计划关键路径的重要环节。在 BIM 出现以前,建筑业往往借助较为成熟的物流行业管理经验及技术方案(如无线射频识别电子标签)进行管理。通过射频识别(radio frequency identification,RFID)可以将建筑物内的各个设备构件贴上标签,以实现对这些物体的跟踪管理,但 RFID 本身无法进一步获取物体更详细的信息(如生产日期、生产厂家、构件尺寸等),而 BIM 恰好详细记录了建筑物及构件和设备的所有信息。另外,BIM 作为一个建筑物的多维度数据库,并不擅长记录各种构件的状态信息,而基于 RFID 技术的物流管理信息系统对物体的过程信息有着非常好的数据库记录和管理功能。BIM 与 RFID 的互补,可以缓解建筑业由日益增长的物料跟踪带来的管理压力。

14. 施工现场配合

BIM 不仅集成了建筑物的完整信息,而且还提供了一个三维的交流环境。在传统模式下,项目各方人员需在现场从图纸堆中找到有效信息后再进行交流,与传统模式相比,BIM 的应用可使各方人员交流的效率大大提高。BIM 逐渐成为一个便于施工现场各方交流的沟通平台,可以让项目各方人员方便地协调项目方案,论证项目的可造性,及时排除风险隐患,减少由此产生的变更,从而缩短施工时间,降低由于设计协调造成的成本增加,提高施工现场的生产效率。

15. 竣工模型交付

建筑作为一个系统,当完成其建造过程并准备投入使用时,首先需要对建筑进行必要的测试和调整,以确保它可以按照当初的设计运营。在项目完成后的移交环节,物业管理部门不仅需要得到常规的设计图纸和竣工图纸,还需要得到能正确反映设备的真实状态、材料安

装使用情况等与运营维护相关的文档和资料。BIM 能将建筑物的空间信息和设备参数信息有机地整合起来,从而为业主获取完整的建筑物全局信息提供途径。通过 BIM 与施工过程记录信息的关联,甚至能够实现包括隐蔽工程资料在内的竣工信息集成,不仅为后续的物业管理带来便利,而且可以在未来的新建、改建、扩建过程中为业主及项目团队提供有效的历史信息。

16. 维护计划

在建筑物使用寿命期间,建筑物的结构设施(如墙、楼板、屋顶等)和设备设施(如设备、管道等)都需要不断得到维护。一个成功的维护方案可以提高建筑物性能,减少能耗和修理费用,进而降低总体维护成本。BIM 结合运营维护管理系统可以充分发挥空间定位和数据记录的优势,合理制订维护计划、分配工作,以降低建筑物在使用过程中出现突发状况的概率。对一些重要设备,还可以跟踪维护工作的历史记录,以便对设备的适用状态提前做出判断。

17. 资产管理

一套有序的资产管理系统可以有效提升建筑资产或设施的管理水平,但由于建筑施工信息与运营信息割裂,使得这些资产信息需要在运营初期通过大量的人工操作来录入,而且很容易出现数据录入错误。BIM 中包含的大量建筑信息能够顺利导入资产管理系统,大大减少了系统初始化在数据准备方面的时间及人力投入。另外,传统的资产管理系统本身无法准确定位资产位置,而通过 BIM 结合 RFID 的资产标签芯片可以使资产在建筑物中的定位及相关参数信息一目了然,实现快速查询。

18. 空间管理

空间管理是业主为节省空间成本,有效利用空间,最终为用户提供良好工作生活环境而对建筑空间所做的管理。BIM 不仅可以用于有效管理建筑设施及资产等资源,而且可以帮助管理团队记录空间的使用情况,处理最终用户要求空间变更的请求,分析现有空间的使用情况,合理分配建筑物空间,确保空间资源的最大利用率。

19. 建筑系统分析

建筑系统分析是对照业主使用需求及设计规定来衡量建筑物性能的过程,包括机械系统操作和建筑物能耗分析、内外部气流模拟、照明分析、人流分析等涉及建筑物性能的评估。BIM 结合专业的建筑物系统分析软件,避免了重复建立模型和采集系统参数。通过 BIM 可以验证建筑物是否按照特定的设计规定和可持续标准进行建造,通过这些分析模拟,最终确定、修改系统参数甚至系统改造计划,以提高整个建筑的性能。

20. 灾害应急模拟

利用 BIM 及相应的灾害分析模拟软件,可以在灾害发生前模拟灾害发生的过程,分析灾害发生的原因,制定避免灾害发生的措施,以及发生灾害后人员疏散、救援支持的应急预案。灾害发生后,BIM 可以提供救援人员紧急状况点的完整信息,及时采取应对措施。另外,楼宇自动化系统能及时获取建筑物及设备的状态信息。通过 BIM 和楼宇自动化系统的结合,能清晰地呈现出建筑物内部紧急状况的位置,甚至到紧急状况点最合适的路线,救援人员可以据此做出正确的现场处置,提高应急行动的成效。

1.4 常用 BIM 软件介绍

BIM 技术作为支撑工程建设行业的新技术,涉及不同应用方、不同专业、不同项目阶段的不同应用,这绝不是—个软件或—类软件可以解决的。因此,BIM 的应用需求催生了一大批与之相关的软件产品。目前常用的、与 BIM 相关的有十三类软件,如图 1-2 所示。

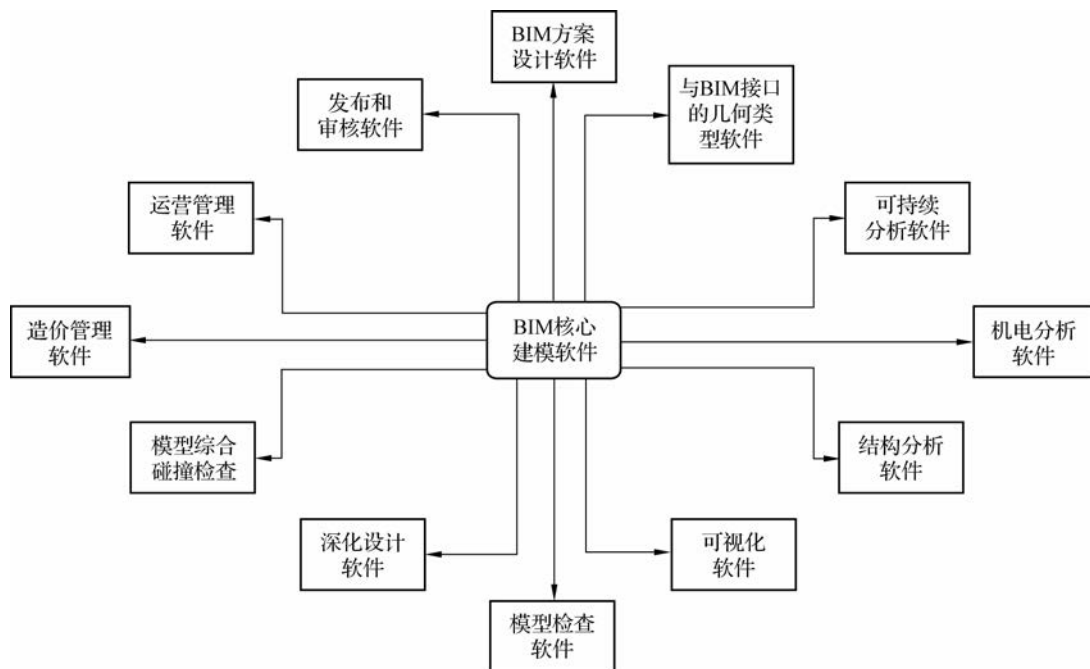


图 1-2 与 BIM 相关的软件

► 1.4.1 BIM 核心建模软件

图 1-2 中处于中心位置的 BIM 核心建模软件(BIM authoring software)负责创建 BIM 结构化信息,提供 BIM 应用的基础,正是因为有了这些软件才有了 BIM。常用的 BIM 核心建模软件有以下四大系列。

(1)Autodesk 公司的 Revit 建筑、结构和机电系列。在民用建筑市场借助 AutoCAD 的天然优势,有极高的市场占有率。

(2)Bentley 建筑、结构和设备系列。Bentley 产品在工厂(石油、化工、电力、医药等)设计和基础设施(道路、桥梁、市政、水利等)领域有无可争辩的优势;其为建筑工程提供的可持续性具体解决方案包括 AECOSim、RAM、GenerativeComponents、Speedikon 等。

(3)Nemetschck 的 ArchiCAD 产品。ArchiCAD 是一个面向全球市场的产品,可以说是最早的一个具有市场影响力的 BIM 核心建模软件,但是在我国,由于其专业配套的功能(仅

限于建筑专业)与多专业一体的设计院体制不匹配,很难实现业务突破。加之 Nemetschek 的另外两个产品 AllPLAN 和 VectorWorks, 前者的主要市场在德语区, 后者则在美国市场使用, 汉化水平不高, 在综合性模型建模上呈现劣势。

(4) Dassault 公司的 CATIA。CATIA 是全球最高端的机械设计制造软件, 在航空、航天、汽车等领域具有接近垄断的市场地位, 应用到工程建设行业, 无论是对复杂形体还是超大规模建筑, 其建模能力、表现能力和信息管理能力都比传统的建筑类软件有明显优势, 而与工程建设行业的项目特点和人员特点的对接则是其不足之处。为了更好地在建筑领域中运用, Gery Technology 公司在 CATIA 基础上开发了 Digital Project (二次开发软件)。Digital Project 具备施工管理架构, 可以处理大量的复杂几何形体; 大规模的数据库管理能力, 可以使建筑设计过程拥有良好的沟通性; 智能化的参数群组, 可以获取各细部的局部设计, 并自动生成图文并茂的数据分析报告; 具有无限的扩展性, 适用于都市设计、导航与冲突检查。

► 1.4.2 BIM 其他软件

(1) BIM 方案设计软件。目前主要使用的有 Onuma Planning System 和 Affinity 等。

(2) BIM 结构分析软件。国外结构分析软件有 ETABS、STAAD、Robot 等, 但由于其设计规范与国内有差异, 大家更青睐中国建筑科学研究院的 PKPM。

(3) BIM 可视化软件。常用的有 3ds Max、Artilantis、AccuRender、Sketchup 和 Lightscape 等。

(4) BIM 模型综合碰撞检测软件。常见的有 Bentley ProjectWise Navigator、Autodesk Navisworks 和 Solibri Model Checker 等。鲁班、广联达、斯维尔公司也有自己的 BIM 审图软件。

(5) BIM 深化设计软件。Tekla Structures 可以进行混凝土与钢结构深化设计, 在钢结构领域具有垄断地位。

(6) BIM 造价管理软件。国外的 BIM 造价管理软件主要有 Innovaya 和 Solibri, 国内 BIM 造价管理软件主要有广联达、鲁班、斯维尔软件。其中, 广联达的市场占有率较高, 是国内 BIM 造价管理软件的代表。

(7) BIM 运营软件。ArchiBUS 是国际上最具市场影响力的运营管理软件之一, 能将进度、造价等文件导入 3D 模型文件, 并附着于模型上, 形成 BIM5D。BIM5D 有漫游、碰撞检测、施工模拟三个主要应用功能。鲁班、广联达、斯维尔公司也开发出了自己的 BIM5D, 并正在进行工程推广。



1.5 BIM 技术的实施

► 1.5.1 统一 BIM 软件标准

项目总包单位依据相关约定在初步设计模型的基础上, 规范各个分包 BIM 的工作。为便于 BIM 的最终完善, 须建立统一的 BIM 软件标准。

以 Autodesk 公司为例,Revit Architecture、Revit Structure、Revit MEP 建模均采用统一的版本号,同版本的 Navisworks 用来进行碰撞检测和 4D 施工模拟。如有特殊情况,需先与总包协商分包,再根据实际需要选用其他应用程序,但应确保提交的模型文件可以被 Revit 系列软件和 Navisworks 正确读取和适当修改。同时,还必须确保提交的模型文件可以在 Revit 系列软件下被正确地添加各类信息,做到真正的建筑信息集成。

▶ 1.5.2 统一 BIM 技术运用标准

通过统一 BIM 技术运用标准来规范 BIM 技术的使用。BIM 技术标准的主要内容包括:文件夹结构、构件命名规则、模型分类规则、模型附加信息和模型的深度标准。

核心 BIM 团队必须就模型的创建、组织、沟通和控制等达成共识,保证 BIM 的正确性和全面性。其包括以下几个方面。

- (1)参考模型文件统一坐标原点,以方便模型集成。
- (2)定义一个由所有使用方使用的文件名结构。
- (3)定义模型的正确性和允许误差协议。

▶ 1.5.3 BIM 建模过程的质量控制

为了确保项目整体的模型质量,项目进展过程中的每一个阶段模型在对所有参与方发布前必须完成以下质量检查。

- (1)视觉检查:保证模型充分体现设计意图,外观合格。
- (2)碰撞检测:碰撞检测时,为了提高效率,避免过多的系统负担,应分层、分区域、分构件进行碰撞,不应所有构件同时参与碰撞。不同专业之间及专业和专业内部之间应用相关的流程来规范。
- (3)标准检查:检查模型是否遵守既定的建模标准。
- (4)元素核实:保证模型中没有未定义或定义不正确的元素。

▶ 1.5.4 BIM 审图

BIM 审图是指全体模型完成后进行所有模型的碰撞检测,检测合格之后方可出图。综合性的模型碰撞检测对计算机等设备的要求很高,必须事先核实设备的运转能力是否能支持碰撞检测,如果不能支持碰撞检测,在运行过程中可能会出现卡顿甚至崩溃的情况。如果审图出现问题,应向建模各参与单位提交碰撞检测报告,协商修改。



思考题

1. 简述 BIM 技术的概念和特点。
2. BIM 技术对项目都有哪些应用价值?
3. 制定 BIM 建模标准和交付标准的意义是什么? 目前我国有哪些 BIM 国家标准?
4. BIM 建模常用的软件平台有哪些?