

“十三五”国家重点出版物出版规划项目 建筑产业现代化理论与实践系列

工业与信息化领域急需紧缺人才培养工程

SY建筑信息模型 (BIM) 人才培养项目专用教材

BIM 基本理论

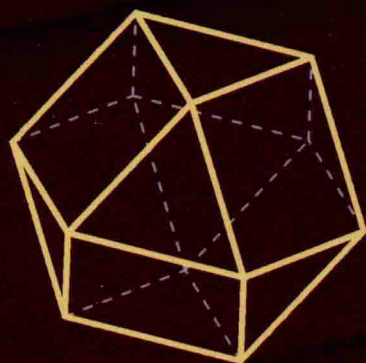
Building Information Modeling ■

工业与信息化领域急需紧缺人才培养工程

组织编写

SY建筑信息模型 (BIM) 人才培养项目办

刘占省 赵雪锋 主 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

工业与信息化领域急需紧缺人才培养工程
——SY 建筑信息模型(BIM) 人才培养项目专用教材

BIM 基本理论

工业与信息化领域急需紧缺人才培养工程
SY建筑信息模型(BIM) 人才培养项目办 组织编写

刘占省 赵雪锋 主编



机械工业出版社

本书侧重于对 BIM 技术理论的介绍,内容主要包含 BIM 基础知识, BIM 软件、建模格式与精度, BIM 总体及各阶段实施计划, BIM 技术政策及标准, BIM 协同工作, BIM 建模及参数化技术, 工程项目 BIM 技术具体过程应用, BIM 技术与新技术的结合等。

本书适合参加 BIM 工程师、BIM 项目管理师和 BIM 高级工程师考试的考生、建筑相关专业的学生使用,也可作为从事 BIM 工作的技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 基本理论 / 刘占省, 赵雪锋主编. —北京: 机械工业出版社, 2018. 10
工业与信息化领域急需紧缺人才培养工程. SY 建筑信息模型 (BIM) 人才培养项目专用教材

ISBN 978-7-111-61030-4

I. ①B… II. ①刘… ②赵… III. ①建筑设计—计算机辅助设计—应用软件—教材 IV. ①TU201.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 225538 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 汤攀 责任编辑: 汤攀 刘志刚

责任校对: 刘时光 责任印制: 张 博

三河市国英印务有限公司印刷

2019 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 12.75 印张 · 309 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-61030-4

定价: 45.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88379833

读者购书热线: 010-88379649

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

金书网: www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

编审人员名单

主 编 刘占省 赵雪锋 (北京工业大学)

副主编 王 琦 (中交协〈北京〉交通科学研究院)

许 光 (邢台职业技术学院)

张治国 (北京立群建筑科学研究院)

主 审 曹少卫 (中国中铁建工集团)

编写人员 何 建 (哈尔滨工程大学)

孙佳佳 王宇波 (北京工业大学)

杨震卿 (北京建工集团有限责任公司)

巴盼峰 (天津城建大学)

刘子昌 (中电建建筑集团有限公司)

庞前凤 (中铁二十二局集团第一工程有限公司)

王泽强 (北京市建筑工程研究院有限责任公司)

董 皓 苗卿亮 李 昊 (天津广昊工程技术有限公司)

符如旭 (中建科技(北京)有限公司)

芦 东 汤红玲 (北京市第三建筑工程有限公司)

王 唯 兰梦茹 (北京筑盈科技有限公司)

王其明 (中国航天建设集团有限公司)

PREFACE

前言

建筑信息模型 (Building Information Modeling, 简称 BIM), 是指在建设工程及设施全生命期内, 对其物理和功能特性进行数字化表达, 并依此设计、施工、运营的过程和结果的总称。基于 BIM 技术可视化、一体化、参数化、仿真性、协调性、可出图性、信息完备性等优点, 通过 BIM 参数化建模和 BIM 总体及各阶段实施计划的制定, 可以将 BIM 技术很好地应用在项目建设方案策划、招标投标管理、设计、施工、竣工交付和运维管理等全生命周期各阶段中; 利用 BIM 技术可实现各信息、专业、人员的集成和协同, 大大减少项目实施中由于信息和沟通不畅导致的工程变更和工期延误等问题, 从而有效地保障了资源的合理控制、数据信息的高效传递共享和各人员间的准确及时沟通, 有利于项目实施效率和安全质量的提高, 从而实现工程项目的全生命周期一体化和协同化管理。

BIM 技术从 20 世纪 70 年代首次提出至今, 已经经历了 40 余年的发展历程。21 世纪以后, 计算机软硬件水平的迅速发展以及对建筑全生命周期的深入理解, 推动了 BIM 技术的不断前进。BIM 这一方法和理念被提出并推广之后, 2002 年 BIM 技术变革风潮便在全球范围内席卷开来。近年来, BIM 技术在国内迅速发展起来, 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、科研院校等也大力推行 BIM 技术实施应用。2016 年, 住建部发布了“十三五”纲要——《2016~2020 年建筑业信息化发展纲要》, 相比于“十二五”纲要, 引入了“互联网+”概念, 以 BIM 技术与建筑业发展深度融合, 塑造建筑业新业态为指导思想, 实现企业信息化、行业监管与服务信息化、专项信息技术应用及信息化标准体系的建立, 达到基于“互联网+”的建筑业信息化水平升级。另外, 国家和地区也不断出台 BIM 标准指南, 如《建筑信息模型应用统一标准》于 2017 年 7 月 1 日开始实施, 《建筑信息模型施工应用标准》于 2018 年 1 月 1 日起开始实施。BIM 政策和标准的颁布为建筑全生命周期的信息资源共享和业务协作提供了有力保证。

本书侧重于对 BIM 技术理论的介绍, 内容主要包含 BIM 基础知识, BIM 软件、建模格式与精度, BIM 总体及各阶段实施计划, BIM 技术政策及标准, BIM 协同工作, BIM 建模及参数化技术, 工程项目 BIM 技术具体过程应用, BIM 技术与新

技术的结合等部分。希望广大读者通过对本书的阅读学习，可以加深对 BIM 技术的理解，也希望能够为从事 BIM 工作的技术人员提供参考，并将 BIM 技术融合运用到实际工程中。

本书在编写过程中参考了大量宝贵的文献资料，吸取了行业专家的经验，参考和借鉴了有关专业书籍内容和论文，以及论坛上相关网友的 BIM 应用心得体会。在此，向这部分文献资料的作者表示衷心的感谢！

由于本书编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

本书提供课件及相关文件下载，请关注微信公众号“机械工业出版社建筑分社”（CMPJZ18），回复“BIM18”获得下载地址；或电话咨询（010-88379250）。

CONTENTS

目录

前言

第1章 BIM 基础知识	1	2.1.3 BIM 模型创建软件	26
1.1 BIM 技术概念	1	2.1.4 BIM 工具软件	27
1.1.1 BIM 技术由来	1	2.2 BIM 建模过程与精度	29
1.1.2 BIM 技术优势	2	2.2.1 BIM 建模过程	29
1.1.3 BIM 常用术语	2	2.2.2 BIM 建模精度	30
1.2 BIM 技术特点	5	2.2.3 LOD 各等级划分	30
1.2.1 可视化	5		
1.2.2 一体化	7	第3章 BIM 总体及各阶段实施	
1.2.3 参数化	8	计划	34
1.2.4 仿真性	8	3.1 BIM 总体实施计划	34
1.2.5 协调性	10	3.1.1 明确项目 BIM 需求	34
1.2.6 优化性	11	3.1.2 编制 BIM 实施计划	34
1.2.7 可出图性	11	3.1.3 基于 BIM 技术的过程管理	37
1.2.8 信息完备性	13	3.1.4 项目完结与后评价	40
1.3 BIM 技术国内外发展状况	13	3.2 各阶段 BIM 实施计划方案	41
1.3.1 BIM 技术的发展沿革	13	3.2.1 前期调研	41
1.3.2 BIM 在国外的发展状况	14	3.2.2 建模与工程量计算	42
1.3.3 BIM 在国内的发展状况	18	3.3 项目全过程数据提供	44
1.4 BIM 实施常见问题及建议	20	3.3.1 BPR 业务流程重组	44
		3.3.2 数据系统 (LubanPDS)	
第2章 BIM 软件、建模格式与		部署	45
精度	24	3.3.3 BIM 模型维护	45
2.1 BIM 应用软件	24	3.3.4 碰撞检查	46
2.1.1 BIM 应用软件的分类	24	3.3.5 现场服务	47
2.1.2 现行 BIM 应用软件分类			
框架	25	第4章 BIM 技术政策及标准	49

4.1 BIM 技术政策	49	5.1 协同的概念	110
4.1.1 BIM 技术在中国推广现状 ..	49	5.2 协同的平台	111
4.1.2 相关 BIM 文件标准及实施 指南	54	5.3 项目各方的协同管理	112
4.2 《2016—2020 年建筑业信息化 发展纲要》	58	5.4 BIM 团队协同工作平台	115
4.3 《建筑信息模型应用统一标准》 ..	62	5.5 BIM 协同项目的系统管理	116
4.3.1 总则	62	5.6 BIM 协同设计与质量控制	116
4.3.2 术语和缩略语	62	5.7 管线协同设计	117
4.3.3 基本规定	63		
4.3.4 模型结构与扩展	63	第 6 章 BIM 建模及参数化技术	120
4.3.5 数据互用	64	6.1 BIM 模型的定义及模型格式	120
4.3.6 模型应用	64	6.2 模型的生成方式	121
4.4 《建筑信息模型应用统一标准 制定说明》	66	6.2.1 依据图样建模	122
4.4.1 总则	66	6.2.2 三维设计建模	123
4.4.2 术语和缩略语	67	6.2.3 实体生成模型	126
4.4.3 基本规定	68	6.3 模型与信息	132
4.4.4 模型结构与扩展	69	6.3.1 信息的特性	132
4.4.5 数据互用	72	6.3.2 信息的传递与互用	133
4.4.6 模型应用	73	6.3.3 建设项目全生命期各阶段 的信息	134
4.5 《建筑工程施工信息模型应用 标准》	75	6.4 建筑参数化设计的主流方法	137
4.5.1 总则	75	6.4.1 编程参数化方法	138
4.5.2 术语	76	6.4.2 基于历史的参数化设计 方法	138
4.5.3 基本规定	76	6.4.3 基于变分几何的参数化 设计方法	138
4.5.4 施工 BIM 应用策划与管理 ..	76	6.4.4 基于约束谓词的参数化 设计方法	139
4.5.5 施工模型	77	6.4.5 基于特征的参数化设计 方法	139
4.5.6 深化设计 BIM 应用	79	6.5 特征造型技术	139
4.5.7 施工模拟 BIM 应用	85	6.6 参数化实体造型设计	141
4.5.8 预制加工 BIM 应用	88	6.6.1 变量化实体造型技术	141
4.5.9 进度管理 BIM 应用	93	6.6.2 参数化实体造型设计	142
4.5.10 预算与成本管理 BIM 应用 ..	96	6.7 参数化设计中的关键技术	142
4.5.11 质量与安全管理 BIM 应用 ..	99	6.7.1 几何约束	142
4.5.12 施工监理 BIM 应用	102	6.7.2 尺寸约束	142
4.5.13 竣工验收与交付 BIM 应用	106	6.7.3 全局设计变量	142
		6.7.4 尺寸驱动	142
第 5 章 BIM 协同工作	110		



第7章 工程项目 BIM 技术具体

过程应用 145

7.1 BIM 模型的应用计划 145

7.2 BIM 建模标准及规则 145

7.2.1 工作集拆分原则 145

7.2.2 工作集划分的大致标准 145

7.2.3 各专业项目中心文件命名
标准 146

7.2.4 项目划分 146

7.2.5 项目视图命名 146

7.2.6 详细构件文件命名 146

7.2.7 工作集划分、系统命名及
颜色显示 147

7.2.8 BIM LOD 标准 149

7.3 BIM 建模要求 155

7.3.1 模型建立标准 155

7.3.2 模型命名规则 155

7.3.3 模型深度控制 155

7.3.4 模型质量控制 155

7.3.5 模型准确度控制 155

7.3.6 模型完整度控制 155

7.3.7 模型文件大小控制 155

7.3.8 模型整合标准 156

7.3.9 模型交付规则 156

7.3.10 BIM 移动终端可视化解决
方案 156

7.3.11 BIM 实施手册制定 156

7.4 对 BIM 模型审查、设计查错及
优化的要求 156

7.4.1 建筑专业 156

7.4.2 结构专业 157

7.4.3 设备专业 157

7.4.4 总体要求 160

7.5 BIM 模型应用方案 160

7.5.1 协同方法 161

7.5.2 模型调整原则 161

7.5.3 模型检查 163

7.6 建模计划表制定 164

7.7 BIM 模型建立 165

7.7.1 整体模型 165

7.7.2 局部节点模型 165

7.7.3 施工分区图 167

7.8 项目 BIM 模型应用点及实施
效果 167

第8章 BIM 技术与新技术的

结合 174

8.1 项目集成交付 (IPD) 模式 174

8.2 BIM 与建筑工业化 175

8.3 BIM 应用与 GIS 技术 176

8.3.1 GIS 与 BIM 的融合 176

8.3.2 BIM 与 GIS 在建筑施工管理
可视化的具体应用 177

8.3.3 BIM 与 GIS 融合应用优势 178

8.4 BIM 与三维扫描技术 179

8.4.1 三维扫描技术特点 179

8.4.2 BIM 技术与三维扫描技术
的结合 1808.4.3 三维扫描技术与 BIM 技术
结合的优势 181

8.5 BIM 与虚拟现实技术 181

8.5.1 BIM 与 VR 的融合 182

8.5.2 BIM 与 VR 的联合应用 182

8.5.3 BIM 与 VR 展望 183

8.6 BIM 与 3D 打印技术 183

8.6.1 BIM 与 3D 打印的结合 183

8.6.2 BIM 与 3D 打印结合的
优势 1848.6.3 基础设施行业的 BIM 与 3D
打印 184

8.7 BIM 与其他新技术的结合 185

参考文献 192

导读：本章主要从 BIM 技术概念，BIM 技术特点，BIM 技术国内外发展状况，BIM 实施常见问题及建议这四个方面对 BIM 基础知识做出具体介绍，为后几章深入学习 BIM 技术理论打下基础。首先对 BIM 的含义、BIM 技术较二维 CAD 技术的优势做了基本概述，而后从八个方面介绍 BIM 技术的特点，并介绍了 BIM 在美国、英国、新加坡、日本、韩国和中国等国内外的发展及应用现状。最后介绍了 BIM 技术在实际实施过程中的常见问题，并给出了合理化建议，推动 BIM 技术的推广和深入应用。

1.1 BIM 技术概念

1.1.1 BIM 技术由来

BIM 的全称是“建筑信息模型（Building Information Modeling）”，这项技术被称之为“革命性”的技术，源于美国乔治亚技术学院（Georgia Tech College）建筑与计算机专业的查克·伊斯曼（Chuck Eastman）博士提出的一个概念：建筑信息模型包含了不同专业的所有的信息、功能要求和性能，把一个工程项目的所有的信息包括在设计过程、施工过程、运营管理过程的信息全部整合到一个建筑模型中（如图 1.1-1 所示）。

在《建筑信息模型应用统一标准》中，将 BIM 定义如下：建筑信息模型 building information modeling, buiding information model (BIM)，是指在建设工程及设施全生命期内，对其物理和功能特性进行数字化表达，并依此设计、施工、运营的过程和结果的总称。简称模型。

BIM 技术是一种多维（三维空间、四维时间、五维成本、 N 维更多应用）模型信息集成技术，可以使建设项目的所有参与方（包括政府主管部门、业主、设计、施工、监理、造价、运营管理、项目用户等）在项目从概念产生到完全拆除的整个生命周期内都能够在模型中操作信息和在信息中操作模型，从而从根本上

改变从业人员依靠符号文字形式图样进行项目建设和运营管理的工作方式，实现在建设项目全生命周期内提高工作效率和质量以及减少错误和风险的目标。

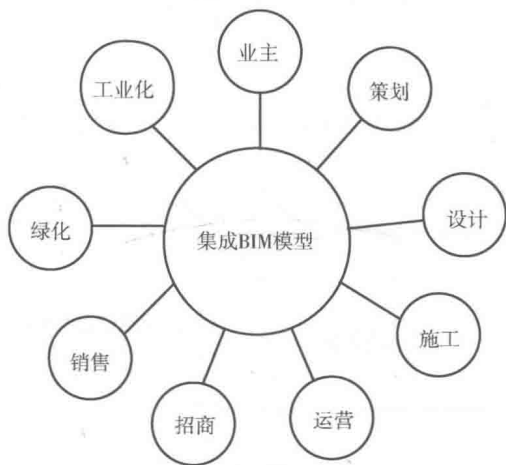


图 1.1-1 各专业集成 BIM 模型图

BIM 的含义总结为以下三点:

1) BIM 是以三维数字技术为基础,集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型,是对工程项目设施实体与功能特性的数字化表达。

2) BIM 是一个完善的信息模型,能够连接建筑项目生命期不同阶段的数据、过程和资源,是对工程对象的完整描述,提供可自动计算、查询、组合拆分的实时工程数据,可被建设项目各参与方普遍使用。

3) BIM 具有单一工程数据源,可解决分布式、异构工程数据之间的一致性和全局共享问题,支持建设项目生命期中动态的工程信息创建、管理和共享,是项目实时的共享数据平台。

1.1.2 BIM 技术优势

CAD 技术将建筑师、工程师们从手工绘图推向计算机辅助制图,实现了工程设计领域的第一次信息革命。但是此信息技术对产业链的支撑作用是断点的,各个领域和环节之间没有关联,从整个产业整体来看,信息化的综合应用明显不足。BIM 是一种技术、一种方法、一种过程,它既包括建筑物全生命周期的信息模型,同时又包括建筑工程管理行为的模型,它将两者进行完美的结合来实现集成管理,它的出现将可能引发整个 A/E/C (Architecture/Engineering/Construction) 领域的第二次革命。

BIM 技术较二维 CAD 技术的优势见表 1.1-1。

表 1.1-1 BIM 技术较二维 CAD 技术的优势

类别 面向对象	CAD 技术	BIM 技术
基本元素	基本元素为点、线、面,无专业意义	基本元素如:墙、窗、门等,不但具有几何特性,同时还具有建筑物理特征和功能特征
修改图元位置或大小	需要再次画图,或者通过拉伸命令调整大小	所有图元均为参数化建筑构件,附有建筑属性;在“族”的概念下,只需要更改属性,就可以调节构件的尺寸、样式、材质、颜色等
各建筑元素间的关联性	各个建筑元素之间没有相关性	各个构件是相互关联的,例如删除一面墙,墙上的窗和门跟着自动删除;删除一扇窗,墙上原来窗的位置会自动恢复为完整的墙
建筑物整体修改	需要对建筑物各投影面依次进行人工修改	只需进行一次修改,则与之相关的平面、立面、剖面、三维视图、明细表等都自动修改
建筑信息的表达	提供的建筑信息非常有限,只能将纸质图样电子化	包含了建筑的全部信息,不仅提供形象可视的二维和三维图样,而且提供工程量清单、施工管理、虚拟建造、造价估算等更加丰富的信息

1.1.3 BIM 常用术语

1. BIM

BIM 是指在建设工程及设施全生命期内,对其物理和功能特性进行数字化表达,并依此设计、施工、运营的过程和结果的总称。前期定义为“Building Information Model”,之后将

BIM 中的“Model”替换为“Modeling”，即“Building Information Modeling”，前者指的是静态的“模型”，后者指的是动态的“过程”，可以直译为“建筑信息建模”、“建筑信息模型方法”或“建筑信息模型过程”，但约定俗成目前国内业界仍然称之为“建筑信息模型”。

2. PAS 1192

PAS 1192 即使用建筑信息模型设置信息管理运营阶段的规范。该纲要规定了 level of model（图形信息）、model information（非图形内容，比如具体的数据）、model definition（模型的意义）和 model information exchanges（模型信息交换）。PAS 1192-2 提出 BIM 实施计划（BEP）是为了管理项目的交付过程，有效地将 BIM 引入项目交付流程，对项目团队在项目早期发展 BIM 实施计划很重要。它概述了全局视角和实施细节，帮助项目团队贯穿项目实践。它经常在项目启动时被定义并当新项目成员被委派时调节他们的参与。

3. CIC BIM protocol

CIC BIM protocol 即 CIC BIM 协议。CIC BIM 协议是建设单位和承包商之间的一个补充性的具有法律效益的协议，已被并入专业服务条约和建设合同之中，是对标准项目的补充。它规定了雇主和承包商的额外权利和义务，从而促进相互之间的合作，同时有对知识产权的保护和对项目参与各方的责任划分。

4. Clash rendition

Clash rendition 即碰撞再现。专门用于空间协调的过程，实现不同学科建立的 BIM 模型之间的碰撞规避或者碰撞检查。

5. CDE

CDE 即公共数据环境。这是一个中心信息库，所有项目相关者可以访问。同时对所有 CDE 中的数据访问都是随时的，所有权仍旧由创始者持有。

6. COBie

COBie 即施工运营建筑信息交换（Construction Operations Building Information Exchange）。COBie 是一种以电子表单呈现的用于交付的数据形式，为了调频交接包含了建筑模型中的一部分信息（除了图形数据）。

7. Data Exchange Specification

Data Exchange Specification 即数据交换规范。不同 BIM 应用软件之间数据文件交换的一种电子文件格式的规范，从而提高相互间的可操作性。

8. Federated mode

Federated mode 即联邦模式。本质上这是一个合并了的建筑信息模型，将不同的模型合并成一个模型，是多方合作的结果。

9. GSL

GSL 即 Government Soft Landings。这是一个由英国政府开始的交付仪式，它的目的是为了减少成本（资产和运行成本）、提高资产交付和运作的效果，同时受助于建筑信息模型。

10. IFC

IFC 即 Industry Foundation Class。IFC 是一个包含各种建设项目设计、施工、运营各个阶段所需要的全部信息的一种基于对象的、公开的标准文件交换格式。

11. IDM

IDM 即 Information Delivery Manual。IDM 是对某个指定项目以及项目阶段、某个特定项

目成员、某个特定业务流程所需要交换的信息以及由该流程产生的信息的定义。每个项目成员通过信息交换得到完成他的工作所需要的信息,同时把他在工作中收集或更新的信息通过信息交换给其他需要的项目成员使用。

12. Information Manager

Information Manager 即为雇主提供一个“信息管理”的角色,本质上就是一个负责 BIM 程序下资产交付的项目管理者。

13. Level0、Level1、Level2、Level3

Levels: 表示 BIM 等级从不同阶段到完全合作被认可的里程碑阶段的过程,是 BIM 成熟度的划分。这个过程被分为 0~3 共四个阶段,目前对于每个阶段的定义还有争论,最广为认可的定义如下:

Level0: 没有合作,只有二维的 CAD 图样,通过纸张和电子文本输出结果。

Level1: 含有一点三维 CAD 的概念设计工作,法定批准文件和生产信息都是 2D 图输出。不同学科之间没有合作,每个参与者只含有他自己的数据。

Level2: 合作性工作,所有参与方都使用他们自己的 3D CAD 模型,设计信息共享是通过普通文件格式(common file format)。各个组织都能将共享数据和自己的数据结合,从而发现矛盾。因此各方使用的 CAD 软件必须能够以普通文件格式输出。

Level3: 所有学科整合性合作,使用一个在 CDE 环境中的共享性的项目模型。各参与方都可以访问和修改同一个模型,解决了最后一层信息冲突的风险,这就是所谓的“Open BIM”。

14. LOD

BIM 模型的发展程度或细致程度(Level of detail),LOD 描述了一个 BIM 模型构件单元从最低级的近似概念化的程度发展到最高级的演示级精度的步骤。LOD 的定义主要运用于确定模型阶段输出结果及分配建模任务这两方面。

15. LoI

LoI 即 Level of information。LoI 定义了每个阶段需要细节的多少。比如,是空间信息、性能,还是标准、工况、证明等。

16. LCA

LCA 即全生命周期评估(Life-Cycle Assessment)或全生命周期分析(life-cycle analysis),是对建筑资产从建成到退出使用过程中对环境影响的评估,主要是对能量和材料消耗、废物和废气排放的评估。

17. Open BIM

Open BIM 即一种在建筑的合作性设计施工和运营中基于公共标准和公共工作流程的开放资源的工作方式。

18. BEP

BEP 即 BIM 实施计划(BIM execution plan)。BIM 实施计划分为“合同前”BEP 及“合作运作期”BEP,“合同前”BEP 主要负责雇主的信息要求,即在设计和建设中纳入承包商的建议,“合作运作期”BEP 主要负责合同交付细节。

19. Uniclass

Uniclass 即英国政府使用的分类系统,将对象分类到各个数值标头,使事物有序。在资产的全生命过程中根据类型和种类将各相关元素整理和分类,有可能作为 BIM 模型的类别。

1.2 BIM 技术特点

1.2.1 可视化

1. 设计可视化

设计可视化即在设计阶段建筑及构件以三维方式直观呈现出来。设计师能够运用三维思考方式有效地完成建筑设计,同时也使业主(或最终用户)真正摆脱了技术壁垒限制,随时可直接获取项目信息,大大减小了业主与设计师间的交流障碍。

BIM 工具具有多种可视化的模式,一般包括隐藏线、带边框着色和真实渲染三种模式,如图 1.2-1 所示是在这三种模式下的图例。

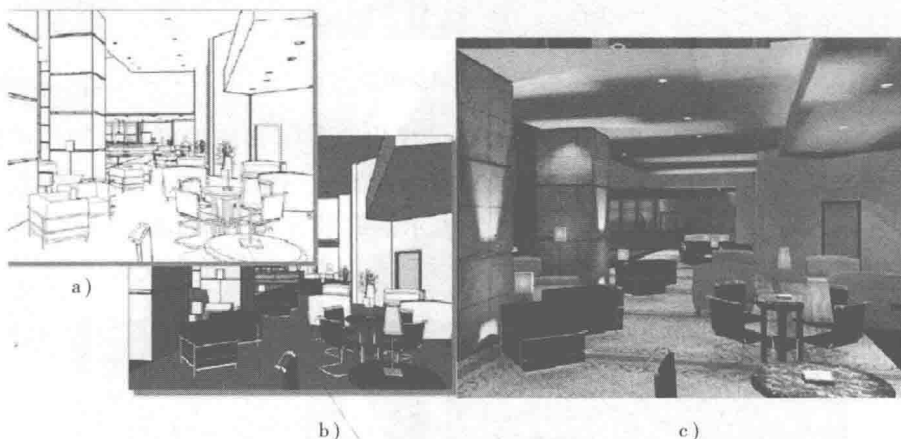


图 1.2-1 BIM 可视化的三种模式图

a) 隐藏线 b) 带边框着色 c) 真实渲染

此外, BIM 还具有漫游功能,通过创建相机路径,并创建动画或一系列图像,可向客户进行模型展示,如图 1.2-2 所示。

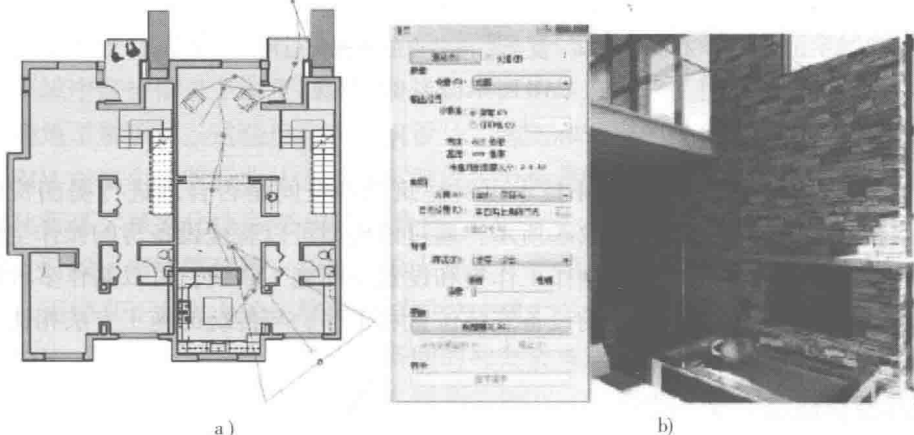


图 1.2-2 BIM 漫游可视化图

a) 漫游路径设置 b) 渲染设置



2. 施工可视化

(1) 施工组织可视化 施工组织可视化即利用 BIM 工具创建建筑设备模型、周转材料模型、临时设施模型等,以模拟施工过程,确定施工方案,进行施工组织。通过创建各种模型,可以在计算机中进行虚拟施工,使施工组织可视化,如图 1.2-3 所示。

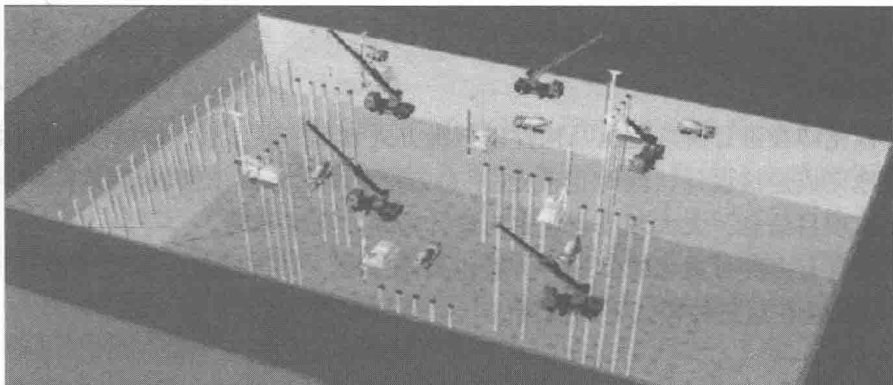


图 1.2-3 施工组织可视化图

(2) 复杂构造节点可视化 复杂构造节点可视化即利用 BIM 的可视化特性可以将复杂的构造节点全方位呈现,如复杂的钢筋节点、幕墙节点等。图 2.3.1-4 是复杂钢筋节点的可视化应用,传统 CAD 图样(图 1.2-4a)难以表示的钢筋排布,在 BIM 中可以很好地展现(图 1.2-4b),甚至可以做成钢筋模型的动态视频,有利于施工和技术交底。

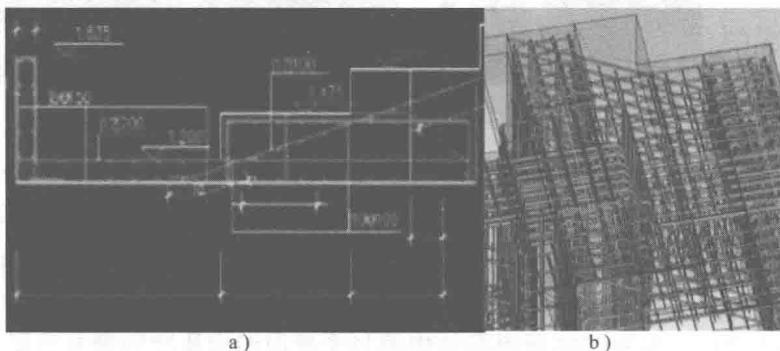


图 1.2-4 复杂构造节点的可视化应用

a) CAD 图样 b) BIM 展现

3. 设备可操作性可视化

设备可操作性可视化即利用 BIM 技术可对建筑设备空间是否合理进行提前检验。某项目生活给水机房的 BIM 模型如图 1.2-5 所示,通过该模型可以验证设备房的操作空间是否合理,并对管道支架进行优化。通过制作工作集和设置不同施工路线,可以制作多种的设备安装动画,不断调整,从中找出最佳的设备安装位置和工序。与传统的施工方法相比,该方法更直观、清晰。

4. 机电管线碰撞检查可视化

机电管线碰撞检查可视化即通过将各专业模型组装为一个整体 BIM 模型,从而使机电管线与建筑物的碰撞点以三维方式直观显示出来。在传统的施工方法中,对管线碰撞检查的

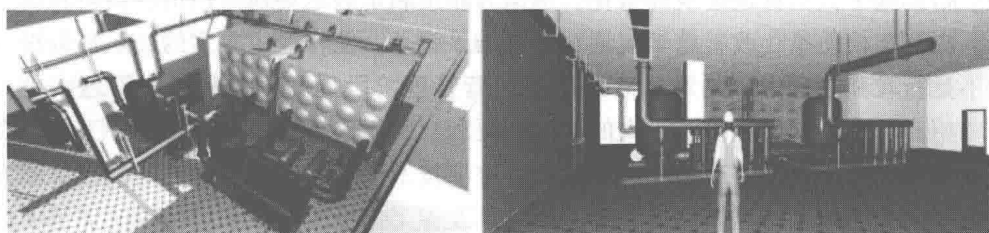


图 1.2-5 设备可操作性可视化图

方式主要有两种：一是把不同专业的 CAD 图样叠在一张图上进行观察，根据施工经验和空间想象力找出碰撞点并加以修改；二是在施工的过程中边做边修改。这两种方法均费时费力，效率很低。但在 BIM 模型中，可以提前在真实的三维空间中找到碰撞点，并由各专业人员调整碰撞点或不合理处后再导出 CAD 图样。某工程管线碰撞检查如图 1.2-6 所示。

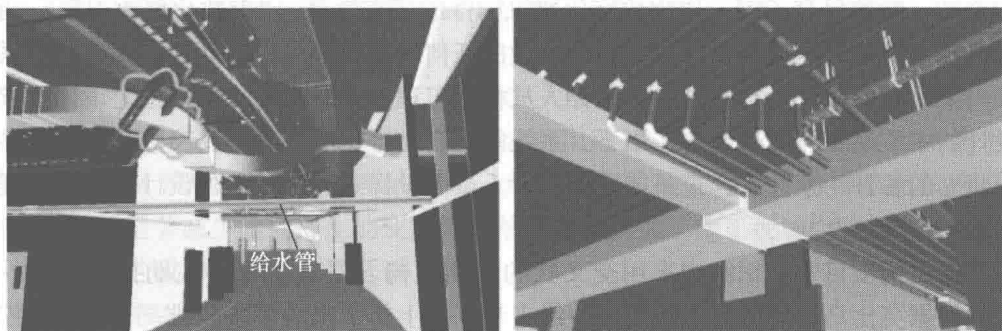


图 1.2-6 管线碰撞检查

1.2.2 一体化

一体化指的是 BIM 技术可进行从设计到施工再到运营贯穿了工程项目的全生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所形成的数据库，不仅包含了建筑师的设计信息，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。BIM 可以持续提供项目设计范围、进度以及成本信息，这些信息完整可靠并且完全协调。BIM 能在综合数字环境中保持信息不断更新并可提供访问，使建筑师、工程师、施工人员以及业主可以清楚全面地了解项目。这些信息在建筑设计、施工和管理的过程中能使项目质量提高，收益增加。BIM 在整个建筑行业从上游到下游的各个企业间不断完善，从而实现项目全生命周期的信息化管理，最大化地实现 BIM 的意义。

在设计阶段，BIM 使建筑、结构、给水排水、空调、电气等各个专业基于同一个模型进行工作，从而使真正意义上的三维集成协同设计成为可能。将整个设计整合到一个共享的建筑信息模型中，结构与设备、设备与设备间的冲突会直观地显现出来，工程师们可在三维模型中随意查看，并能准确查看到可能存在问题的地方，并及时调整，从而极大地避免了施工中的浪费。这在极大程度上促进设计施工的一体化过程。在施工阶段，BIM 可以同步提供有关建筑质量、进度以及成本的信息。利用 BIM 可以实现整个施工周期的可视化模拟与可视

化管理。帮助施工人员促进建筑的量化,迅速为业主制定展示场地使用情况或更新调整情况的规划,提高文档质量,改善施工规划。最终结果就是,能将业主更多的施工资金投入 to 建筑,而不是行政和管理中。此外 BIM 还能在运营管理阶段提高收益和成本管理水平,为开发商销售招商和业主购房提供了极大的透明和便利。BIM 这场信息革命,对于工程建设设计施工一体化各个环节,必将产生深远的影响。这项技术已经可以清楚地表明其在协调方面的设计,缩短设计与施工时间表,显著降低成本,改善工作场所安全和可持续的建筑项目所带来的整体利益。

1.2.3 参数化

参数化建模指的是通过参数(变量)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 的参数化设计分为两个部分:“参数化图元”和“参数化修改引擎”。“参数化图元”指的是 BIM 中的图元是以构件的形式出现,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;“参数化修改引擎”指的是参数更改技术使用户对建筑设计或文档部分做的任何改动,都可以自动地在其他相关联的部分反映出来。在参数化设计系统中,设计人员根据工程关系和几何关系来指定设计要求。参数化设计的本质是在可变参数的作用下,系统能够自动维护所有的不变参数。因此,参数化模型中建立的各种约束关系,正是体现了设计人员的设计意图。参数化设计可以大大提高模型的生成和修改速度。

在某钢结构项目中,钢结构采用交叉状的网壳结构。图 1.2-7a 为主肋控制曲线,它是在建筑师根据莫比乌斯环的概念确定的曲线走势基础上衍生出的多条曲线;有了基础控制线后,利用参数化设定曲线间的参数,按照设定的参数自动生成主次肋曲线,如图 1.2-7b 所示;相应的外表皮单元和梁也是随着曲线的生成自动生成,如图 1.2-7c 所示。这种“参数化”的特性,不仅能够大大加快设计进度,还能够极大地缩短设计修改的时间。

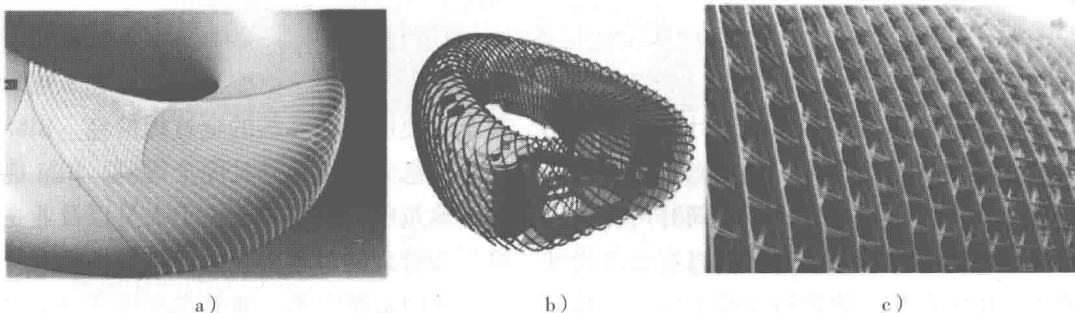


图 1.2-7 参数化建模图

1.2.4 仿真性

1. 建筑物性能分析仿真

建筑物性能分析仿真即基于 BIM 技术,建筑师在设计过程中赋予所创建的虚拟建筑模型大量建筑信息(几何信息、材料性能、构件属性等),然后将 BIM 模型导入相关性能分析