



BIM结构设计 方法与应用

焦 柯 杨远丰 编著

中国建筑工业出版社

BIM 结构设计方法与应用

焦 柯 杨远丰 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 结构设计方法与应用/焦柯, 杨远丰编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 8
ISBN 978-7-112-19334-9

I. ①B… II. ①焦… ②杨… III. ①建筑设计-计算机辅助设计-应用软件 IV. ①TU201.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 075635 号

本书总结了作者近几年在结构 BIM 应用中的工程实践、技术研究、软件开发成果。全书共分为 10 章, 包括: 结构 BIM 技术概述、结构专业 Revit 模板设置、结构 BIM 建模技术、结构 BIM 模型互导技术、结构 BIM 施工图图面表达、结构可视化检测分析、结构专业内协同设计、结构专业与其他专业之间协同设计、框架结构 BIM 设计指导、向日葵结构 BIM 软件简介, 并在附录给出了混凝土结构 BIM 设计总说明参考样式。本书具有较强的实用性、可操作性, 能够帮助读者快速全面了解结构 BIM 设计技术, 可供结构专业 BIM 工程师及相关专业高校师生参考使用。

责任编辑: 范业庶 王砾瑶

责任校对: 陈晶晶 刘梦然

BIM 结构设计方法与应用

焦 柯 杨远丰 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

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

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18½ 字数: 459 千字

2016 年 7 月第一版 2016 年 7 月第一次印刷

定价: 45.00 元

ISBN 978-7-112-19334-9
(28585)

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)

前言

随着信息化数字技术在建筑行业的推广应用，掌握 BIM 技术已成为国内先进的建筑设计、施工企业以及地产公司的核心竞争力，并为企业带来显著的经济效益和社会效益。随着大量的工程实践以及新的行业标准和规范的制定，BIM 正在全方位、多维度地影响着建筑业，可以说建筑行业正在经历一次新的变革。

BIM 技术的应用首先改变了建筑设计从业者的工作模式。相对于传统基于 AutoCAD 及其衍生软件的二维设计方式，BIM 技术具有三维可视化、参数化、标准化、信息化、同步协同等优势，可以提升设计价值，显著提高设计质量和效率。但建筑设计各专业的发展是不平衡的，相比建筑专业和设备专业，结构专业 BIM 技术应用相对落后。目前，国内结构专业的 Revit 应用大都停留在模板图阶段，创建的 BIM 模型也大多不符合 BIM 信息共享的理念。结构专业作为建筑设计的重要支柱，同时又是建筑行业的上游专业，迫切需要解决 BIM 的应用落地问题。

除了计算机软硬件的制约外，当前结构 BIM 应用还需要解决两大问题，一是工作效率问题，转型阶段工作方式和绘图平台的改变导致了效率的降低；二是协同工作流程问题，不同专业的配合及协同工作没有建立有效机制，不能发挥出 BIM 的作用。本书针对上述问题展开研究，通过全面的 Revit 模板定制、全过程的技术路线研究、成套插件的开发、多专业协同设计流程的总结，解决了从建模到出图的诸多技术难点，实现基于 Revit 的全过程结构 BIM 设计，可有效提升结构设计质量，充分体现出 BIM 设计的优势。

实用性是本书的特点，也是本书编写的出发点和落脚点。书中总结了作者近几年在结构 BIM 应用中的工程实践、技术研究以及软件开发成果。本书分为结构 BIM 技术概述、结构专业 Revit 模板设置、结构 BIM 建模技术、结构 BIM 模型互导技术、结构 BIM 施工图图面表达、结构可视化检测分析、结构专业内协同设计、结构专业与其他专业之间协同设计、框架结构 BIM 设计指导等章节，方便读者选择阅读和参考使用，希望本书能对正在学习或从事结构 BIM 设计工作的读者有所裨益。

参与本书编写工作的有陈剑佳、廖捷、周凯旋、杨新等同事，他们完成了许多有挑战性的技术工作，在此对他们的创造性工作表示感谢。

本书的配套 Revit 插件“向日葵结构 BIM 设计软件”在广东省建筑设计研究院官网上提供了试用版，读者可进入网址：www.gdadri.com，在“科技成果→软件下载”栏目下载试用。

限于作者水平，书中论述难免有不妥之处，望读者批评指正。

目 录

第 1 章 结构 BIM 技术概述	1
1.1 BIM 概述	1
1.1.1 BIM 的定义与特点	1
1.1.2 国内外 BIM 发展概况	2
1.2 BIM 设计概述	3
1.2.1 BIM 设计的模式	3
1.2.2 BIM 设计的优势	4
1.2.3 当前 BIM 设计的缺陷与对策	7
1.3 结构专业应用 BIM 的意义	7
1.4 结构 BIM 设计技术路线研究	8
1.4.1 结构专业应用 BIM 的特殊性	8
1.4.2 结构 BIM 设计技术路线	8
1.4.3 软件平台	9
1.5 Revit 结构设计现状及问题	10
1.6 本书的主要内容	11
第 2 章 结构专业 Revit 模板设置	14
2.1 Revit 模板概述	14
2.2 Revit 模板通用设置	15
2.2.1 视图类型与浏览器组织	15
2.2.2 单位	15
2.2.3 文字样式	16
2.2.4 尺寸标注	17
2.2.5 半色调	17
2.2.6 材质	18
2.2.7 轴网	19
2.2.8 剖切符号	19
2.2.9 图名	20
2.2.10 图框与封面	22
2.2.11 图纸目录	25
2.2.12 宏命令	27
2.3 Revit 模板结构族与参数	34
2.3.1 基本结构构件——结构墙	34
2.3.2 基本结构构件——结构板	36
2.3.3 基本结构构件——结构梁柱	37
2.3.4 基本注释类构件	38
2.3.5 共享参数	39

2.4 Revit 模板结构视图相关设置	44
2.4.1 过滤器设置	44
2.4.2 视图范围及视图其他设置	46
2.4.3 线样式、对象样式设置	47
2.4.4 出图视图设置	49
2.4.5 工作视图设置	55
2.4.6 明细表设置	58
第3章 结构 BIM 建模技术	64
3.1 楼层标高和轴网	64
3.1.1 楼层的定义	64
3.1.2 Revit 中标准层的实现	66
3.1.3 轴网的绘制	67
3.2 基础建模	68
3.2.1 独立基础建模	68
3.2.2 条形基础建模	69
3.2.3 筏板基础建模	71
3.2.4 桩基础建模	72
3.2.5 桩底持力层的附着	73
3.3 结构墙建模	74
3.3.1 墙体建模	75
3.3.2 墙体开洞	75
3.4 结构柱建模	79
3.4.1 垂直结构柱	79
3.4.2 倾斜结构柱	80
3.5 结构梁建模	81
3.6 结构板	83
3.6.1 结构板建模	83
3.6.2 斜楼板建模	83
3.6.3 结构板开洞	85
3.7 坡屋顶建模	86
3.7.1 借助建筑坡屋顶建模	86
3.7.2 修改子图元建坡屋顶	89
3.8 楼梯建模	90
3.9 钢结构的建模	92
3.9.1 支撑	92
3.9.2 桁架	94
3.10 钢筋建模	97
3.10.1 箍筋建模	97
3.10.2 纵筋建模	101
3.10.3 楼板及墙体分布筋建模	102
3.10.4 Extensions 插件钢筋建模	102
第4章 结构 BIM 模型互导技术	104
4.1 通过广厦进行模型互导	104

4.1.1	接口安装说明	104
4.1.2	广厦模型导入 Revit	105
4.1.3	从 Revit 导入广厦的方法	106
4.2	通过盈建科进行模型互导	107
4.2.1	接口安装说明	107
4.2.2	YJK 模型导入 Revit	108
4.2.3	Revit 模型导入 YJK	109
4.3	通过探索者进行模型互导	112
4.3.1	软件说明	112
4.3.2	通过探索者将 PKPM 模型导入 Revit	113
4.3.3	通过探索者将 Revit 模型导入 PKPM	115
第 5 章	结构 BIM 施工图图面表达	118
5.1	梁施工图	118
5.1.1	注释内容与配套族	118
5.1.2	参数设置	119
5.1.3	梁标注方法	120
5.2	楼板施工图	123
5.2.1	注释内容与配套族	123
5.2.2	参数设置	124
5.2.3	板筋标注方法	124
5.2.4	标注板面标高	126
5.2.5	标注板厚	127
5.2.6	后浇带表示法	129
5.3	柱施工图	130
5.3.1	注释内容与配套族	131
5.3.2	参数设置	131
5.3.3	柱编号标注	131
5.3.4	配筋表示方法	132
5.4	剪力墙施工图	136
5.4.1	注释内容与配套族	136
5.4.2	参数设置	136
5.4.3	边缘构件标注	137
5.4.4	通过 CAD 导入剪力墙配筋大样	137
5.4.5	通过配套插件绘制剪力墙配筋大样	139
5.5	墙柱定位图	140
5.6	独立基础	140
5.6.1	注释内容与配套族	140
5.6.2	参数设置	140
5.6.3	独立基础标注方法	140
5.6.4	配筋及截面表示方法	143
5.7	条形基础	144
5.7.1	注释内容与配套族	144
5.7.2	参数设置	145

5.7.3 条形基础标注方法	145
5.8 桩基础	148
5.8.1 注释内容与配套族	148
5.8.2 桩基础标注方法	149
5.9 筏板基础	151
5.9.1 注释内容与配套族	151
5.9.2 参数设置	151
5.9.3 筏板基础标注方法	151
5.10 BIM 总说明	154
5.11 标高表	154
5.12 详图线	156
5.12.1 详图线的特点	156
5.12.2 线样式设置	157
5.12.3 详图线的应用	158
5.13 布图及出图	158
5.13.1 工作视图导入图纸集	158
5.13.2 图纸打印设置	160
5.13.3 打印设置说明	162
第 6 章 结构可视化检测分析	164
6.1 模型对比	164
6.1.1 模型对比方法	164
6.1.2 一键返回 Revit 修改方法	165
6.1.3 基于插件的模型对比	167
6.2 结构板标高区分	168
6.2.1 传统 AutoCAD 绘图区分方式	168
6.2.2 Revit 过滤器区分方式	168
6.2.3 Revit 插件区分方式	171
6.3 结构板厚区分	172
6.3.1 传统 AutoCAD 绘图区分方式	172
6.3.2 Revit 过滤器区分方式	172
6.3.3 Revit 插件区分方式	173
6.4 梁高区分	175
6.5 结构柱对位检测	176
6.6 视图同步查看	178
6.7 板配筋可视化	179
第 7 章 结构专业内协同设计	181
7.1 工作集协同与链接协同	181
7.2 基于工作集的协同	182
7.2.1 工作集协同的优点	182
7.2.2 工作集协同的缺点	183
7.2.3 工作集协同的适用性	183
7.2.4 工作集协同的操作	183
7.2.5 工作集协同的注意事项	187

7.2.6 个人工作集的应用	188
7.3 基于链接的协同	190
7.3.1 链接式协同的优点	190
7.3.2 链接式协同的缺点	190
7.3.3 链接式协同的适用性	190
7.3.4 链接式协同的操作	190
7.3.5 模型修改的协同方法	191
7.3.6 链接式协同的注意事项	192
7.4 计算模型与 Revit 模型的协同	193
7.4.1 协同方法的讨论	193
7.4.2 实用协同方法	194
7.5 大体量模型拆分原则	196
第 8 章 结构专业与其他专业之间协同设计	198
8.1 多专业工作流程概述	198
8.1.1 全流程 BIM	199
8.1.2 施工图 BIM	199
8.1.3 BIM 顾问	200
8.2 方案阶段	200
8.2.1 工作内容及要求	200
8.2.2 Revit 应用流程及人员安排	201
8.2.3 结构与建筑专业信息协同	202
8.3 初设阶段	204
8.3.1 工作内容及要求	204
8.3.2 Revit 应用流程及人员安排	204
8.3.3 结构与建筑专业的信息协同	206
8.3.4 结构与水、暖、电专业信息协同	209
8.4 施工图阶段	212
8.4.1 工作内容及要求	212
8.4.2 模型的文件架构协调	212
8.4.3 提资模式与项目进度控制	213
8.4.4 Revit 应用流程及人员安排	215
8.4.5 结构与建筑专业的信息协同	219
8.4.6 结构与水、暖、电专业的信息协同	224
8.4.7 结构施工图检查内容	226
8.5 设计校审方式	227
8.5.1 专业内校审	228
8.5.2 专业间校审	228
8.5.3 院内校审	228
8.5.4 审查机构校审	228
8.6 结构与外单位信息协同	229
8.6.1 勘察	229
8.6.2 幕墙、人防、景观等	230
8.7 施工阶段及后期服务	231

8.7.1 施工交底	231
8.7.2 适用于施工的 BIM 模型	231
8.7.3 变更、竣工模型与归档	231
8.8 Revit 平台、CAD 平台的协同流程比较	232
8.9 结构与其他专业协同设计小结	233
第 9 章 框架结构 BIM 设计指导	236
9.1 项目概况	236
9.2 建立结构模型	236
9.2.1 新建项目文件	236
9.2.2 建立标高	236
9.2.3 建立轴网	237
9.2.4 建立结构柱	238
9.2.5 布置剪力墙	241
9.2.6 建立结构梁	242
9.2.7 建立楼板	245
9.2.8 建立屋顶	246
9.2.9 独立基础建模	251
9.3 施工图标注	253
9.3.1 视图组织	253
9.3.2 模板标注	253
9.3.3 梁配筋标注	257
9.3.4 板配筋标注	258
9.3.5 柱标注	262
9.3.6 独立基础标注	264
9.4 创建图纸集	268
第 10 章 向日葵结构 BIM 软件简介	270
10.1 总体介绍	270
10.2 结构族管理工具介绍	270
10.2.1 梁柱族类型管理	270
10.2.2 族替换	270
10.2.3 梁配筋输入	272
10.2.4 族加共享参数	272
10.3 结构构件编辑工具介绍	273
10.3.1 批量连接	273
10.3.2 柱断梁	273
10.3.3 梁方向调整	274
10.3.4 梁合并	274
10.3.5 梁齐板面	274
10.3.6 楼板分割	275
10.3.7 梁板面标高参数	275
10.4 可视化检测分析工具介绍	276
10.5 大样及标注命令介绍	276
附录 混凝土结构 BIM 设计总说明参考样式	278
参考文献	285

第 1 章 结构 BIM 技术概述

1.1 BIM 概述

1.1.1 BIM 的定义与特点

BIM（建筑信息模型）技术是当前建筑设计数字化的革命性技术，在全球的建筑设计领域正掀起一场从二维设计转向三维设计的变革。由于 BIM 概念的内涵丰富，外延广阔，因此不同国家、不同组织对 BIM 尚未有统一的定义。

在国标《建筑工程设计信息模型交付标准》^① 中，将 BIM 分为两个层次：

1) 个体名词“Building Information Model”，包含建筑全生命期或部分阶段的几何信息及非几何信息的数字化模型，建筑信息模型以数据对象的形式组织和表现建筑及其组成部分，并具备数据共享、传递和协同的功能。

2) 集合名词“Building Information Modeling”，在项目全生命期或各阶段创建、维护及应用建筑信息模型进行项目计划、决策、设计、建造、运营等的过程（图 1.1-1）。

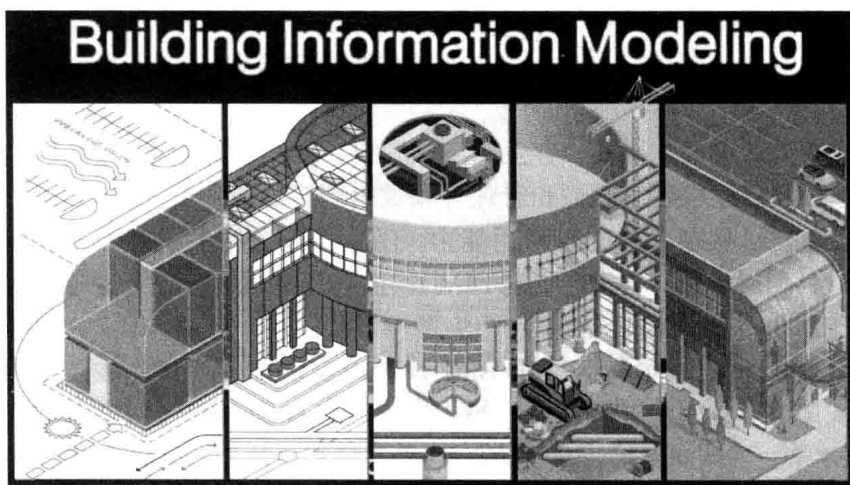


图 1.1-1 建筑全生命期 BIM 示意^②

从上述定义中可以看出 BIM 的要素是信息化数字技术在建筑行业的应用，并强调信息在各阶段的共享与传递，使建筑工程在其整个进程中显著提高质量、效率和大量减少风险。一般认为，BIM 具有可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性五大特点^③。

① 当前仍是征求意见稿。

② 图片来自于网络。

③ 百度百科：<http://baike.baidu.com/view/1281360.htm>

1) 可视化: BIM 模型本身具有几何可视化的属性, 同时模型中的信息也可以通过可视化的方式表现出来, 因此具有信息可视化的特性。

2) 协调性: BIM 模型将不同专业、不同参与方的模型与信息集成在一个虚拟数字模型中, 进行整合与协调, 发现并消除冲突。

3) 模拟性: BIM 模型除了包含与几何图形及数据有关的数据模型外, 还包含与管理有关的行为模型, 两者相结合为数据赋予意义, 因而可用于模拟施工过程, 实现虚拟建筑的行为。

4) 优化性: BIM 模型与信息能有效协调建筑设计、施工和管理的全过程, 促使加快决策进度、提高决策质量, 从而使项目质量提高, 收益增加。

5) 可出图性: BIM 模型与专业表达是相兼容的, 基于 BIM 模型可以进行符合专业习惯的表达。但传统的表达习惯并非基于三维, 且目前各种 BIM 软件的本地化程度有限, 因此从 BIM 模型直接出图目前仍未完全实现, 各专业的实现程度不一。一方面需要软件本身或本地化二次开发进行改进; 另一方面, 也需要对传统的表达习惯作出变革, 以适应信息化时代与新技术的需求。

1.1.2 国内外 BIM 发展概况

BIM 的概念起源于 20 世纪 70 年代, 于 2002 年正式提出, 发展至今已超过 10 年。与之前单纯技术变革不同的是, BIM 能搭建综合性的系统平台, 向项目投资者、规划设计者、施工建设者、监督检查者、管理维护者、运营使用者乃至改扩建、拆除回收等不同业内的从业者提供时间范围涵盖工程项目整个周期的各类信息, 并使这些信息具备联动、实时更新、动态可视化、共享、互查、互检等特点。随着不断增多的工程案例实施及新的行业标准和规范的制定, BIM 全方位、多维度地影响着建筑业, 可以说是建筑行业的又一次变革。

目前, 在美国、英国、挪威、芬兰、澳大利亚、新加坡等国家, BIM 技术已在建筑设计、施工以及项目建成后的维护和管理等领域得到广泛应用, BIM 技术也成为国外大型设计和施工单位承接项目的必备应用能力。随着信息技术的发展及工程项目的实践, BIM 的应用软件相对成熟, 各国还根据 BIM 在建筑工程中的应用情况制定了 BIM 标准和规范, 推动 BIM 技术在本国的发展。

在中国, 大概自 2010 年前后开始 BIM 技术得到快速的发展。在“十一五”期间, BIM 已经进入国家科技支撑计划重点项目; 在《2011~2015 年建筑业信息化发展纲要》中明确提出: “十二五期间要加快建筑信息模型 (BIM)、基于网络的协同工作等新技术在工程中的应用”。在 2015 年, 住房城乡建设部专门发布《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》, 从政府层面提出明确的推进目标、工作重点与保障措施。各省市也纷纷制定具体的实施措施或导则。随着地方标准的制定, 政府投资项目首先成为强制性应用 BIM 的项目; 一些系统行业如地铁、航空、电信、电力等已开始部署系统内部的 BIM 应用体系与技术标准。

在国家政策的支持下, 国内先进的建筑设计、施工企业以及地产公司积极响应, 开始进行 BIM 技术各方面的研究与试点应用。分别从业主、设计、施工这三个相关的子行业角度来看 BIM 技术, 会发现由于实施目的、应用需求、技术路线、保障措施等各方面因

素的不同,实施效果与发展速度也有显著区别。

1) 业主方:许多成熟的地产商经历过 BIM 的试用阶段,认识到 BIM 技术的价值,开始对设计方、施工方的 BIM 能力提出要求;当前业主方提出的 BIM 应用需求已经远超设计阶段,更着重于建造过程的项目管理及后期维护。但业主本身对 BIM 技术往往并不熟悉或不够专业,越来越多的项目开始寻找第三方的 BIM 专业顾问或咨询服务,以满足业主对建设成本与项目管理日益严格的把控。

2) 设计方: BIM 最早可以说是发起于设计阶段的应用,设计企业也是最早对 BIM 寄予厚望、投入最多的一方,应用的项目数也最多,但经历了早期的快速起步后,发展速度一直不尽如人意,有一些难以跨越的制约因素导致 BIM 设计的普及应用仍未实现,目前许多设计企业、设计人员对 BIM 仍保持观望或者被动接受的态度。这其中的原因我们将在下一节作出分析。

3) 施工方: BIM 技术在施工阶段的应用晚于设计阶段,但近几年却得到快速的发展。因其避开了三维设计在图面表达等方面的短板,专注于用信息化集成的技术来辅助项目的实施,对软件选择也有更大的灵活性,因此更能发挥它的优势。在施工阶段, BIM 的应用包括工程量统计、碰撞检查、施工过程三维动画展示、预演施工方案、管线综合、虚拟现实、施工模拟、模板放样和备工备料等多个方面,并还在不断扩展当中。

总体来说,不管是设计、施工还是运维, BIM 技术仍处于起步阶段, BIM 技术还远未发挥出其真正的全生命周期的应用价值。可以预见 BIM 应用是今后长时期内工程建设行业实施管理创新、技术创新,提升核心竞争力的有力保障。

1.2 BIM 设计概述

1.2.1 BIM 设计的模式

将 BIM 技术应用于设计过程,一般称之为“BIM 设计”。这是一个相对模糊的概念,对应用的深度、广度、效果、成果交付等均没有明确规定,这是目前处于发展与过渡期间的状态所造成的。从远景来说,设计人员应用 BIM 软件进行全专业协同设计,并直接基于 BIM 模型进行三维及二维的成果交付,将 BIM 模型与信息传递到下一个阶段,这是 BIM 设计的理想与目标,在实现此目标之前, BIM 设计大致有两种模式:

一是设计与 BIM 分离的模式。设计沿用传统的方式,阶段性地将设计成果转为 BIM 模型,以此校核设计成果,通过碰撞检查等方式进行设计查错与优化,并基于 BIM 模型进行管线综合设计。这种模式有多种称谓,所谓的“后 BIM 模式”、“BIM 1.0”等均指这种模式。这种模式的设计人员与 BIM 建模人员相对独立,实施起来难度较小,对设计周期影响较小,对基于 BIM 的图面表达没有要求或要求较低,因此很多设计企业一开始尝试应用 BIM 均采用这种模式。

二是将 BIM 融入设计的模式。设计人员直接应用 BIM 软件进行设计,多专业通过 BIM 模型进行三维的协同设计,并尽可能以 BIM 模型直接出设计图纸。相对应的,“前 BIM 模式”、“BIM 2.0”等即指这种模式。这种模式需要设计人员掌握 BIM 软件,并且需要以 BIM 方式来实现传统二维表达方式的习惯要求,因此实现起来难度较大,在未熟

练应用时对设计周期会有影响。

这两种模式相比较，第一种模式更多的是 BIM 辅助设计（也因此有专家认为这种模式不算 BIM 设计），在一定程度上对设计进行完善与优化，并有管线综合的附加价值，但由于设计与 BIM 模型存在异步性，在设计进程中 BIM 模型发现的问题常常滞后，或已被设计所消化，BIM 建模团队没有足够的专业知识或不了解设计意图，导致 BIM 没有充分发挥作用。第二种方式的优势相对明显，各专业可以充分进行三维可视化的协同设计，有效提高设计质量，减少专业冲突，并通过 BIM 模型显著提高沟通效率。

因此，作为设计企业，我们认为应尽快将“设计与 BIM 分离”的模式，转变为“BIM 融入设计”的模式，以充分发挥其技术上的优越性。对于实现过程中的障碍，我们尽可能通过技术上的探索与研究来解决。

1.2.2 BIM 设计的优势

相对于传统基于 AutoCAD 及其衍生软件的二维设计方式，BIM 技术的信息化、参数化、构件化等特点使 BIM 设计有明显的优势，归纳起来有以下几个方面：

1) 三维可视化设计确保设计效果

BIM 模型是设计成果的三维体现，设计人员可以随时以三维的方式清晰表达设计意图，直观反映建筑外观、空间、结构构件及设备机械、管道系统。相对传统的效果图展示，BIM 模型可以更全面、准确、实时地展示项目各部位、各阶段的所有构件信息与空间关系，各专业的交流也更加直观快捷（图 1.2-1）。

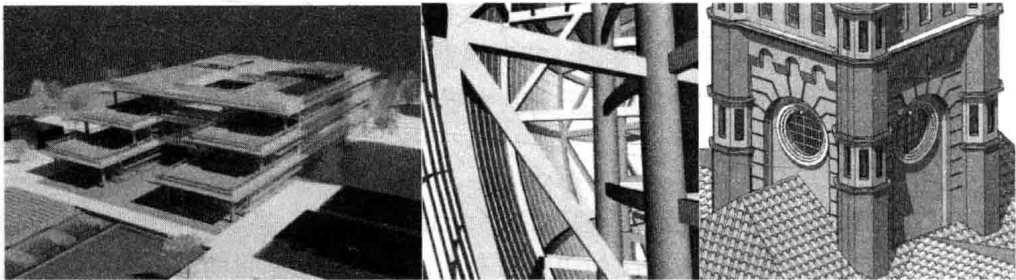


图 1.2-1 三维可视化的 BIM 模型

2) 参数化构件实现数据统一

BIM 通过参数化构件来组织模型，构件的几何参数与形体相关联，可以双向驱动。除几何信息外，还可保存非几何信息（如分类信息、产品信息、施工信息、维护信息等描述性信息），并且构件的组织关系依照建筑逻辑（如门窗构件依附于墙体）。构件同时兼顾了专业表达习惯。

如图 1.2-2 示意的 Revit 梁构件，其属性栏显示了存储在构件中的几何与非几何信息，构件的参数化保证了数据的统一，可以通过与构件关联的标注，避免以往设计常见的图面标注错误，同时对构件进行列表统计的方式也避免了手动统计常见的错漏。

3) 图纸与模型同步修改避免图纸错漏

BIM 模型可以任意投影、剖切得出各种视图，也可以进行各种构件的列表统计，这些视图、列表与模型均来自于同一数据库，因此互相之间保持同步，双向关联，避免传统设计

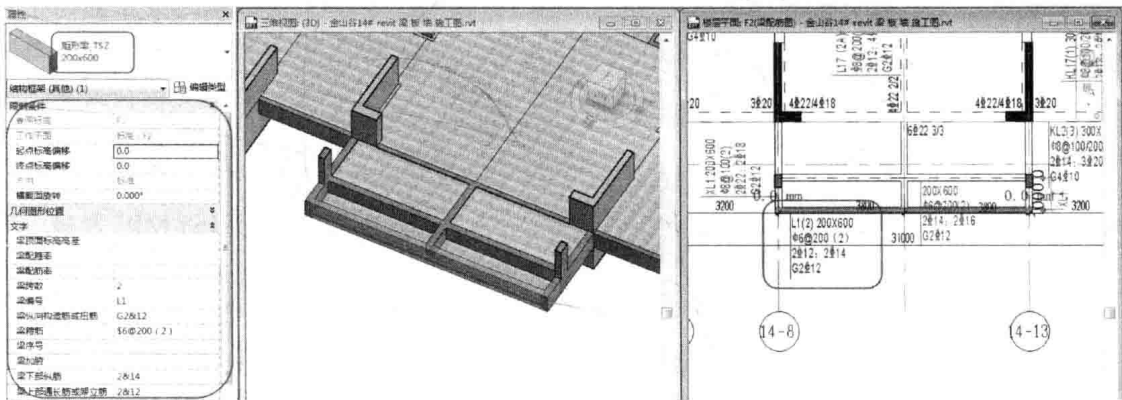


图 1.2-2 参数化构件

方式常见的图纸之间对不上的低级错误，也大大降低了校对审核的工作量（图 1.2-3）。

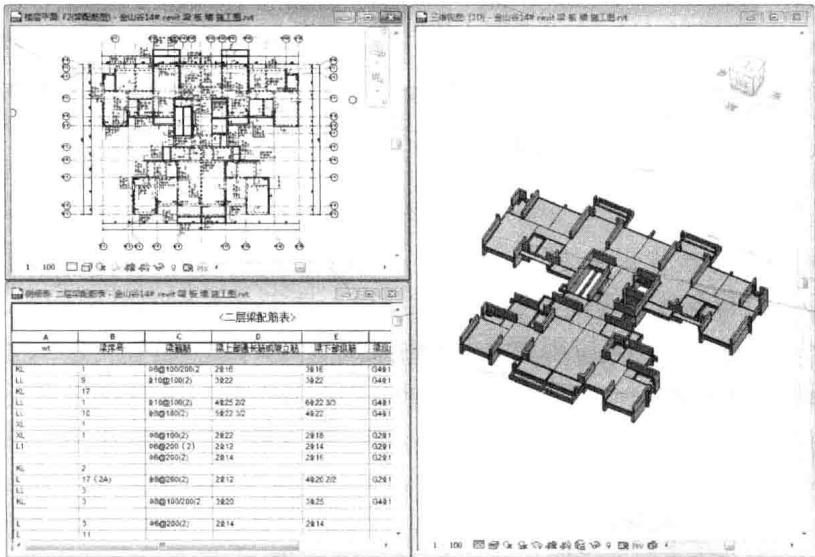


图 1.2-3 图纸与模型同步修改

需注意的是，从模型直接投影或剖切得出的视图，需经过一定的注释性图元编辑才能称为真正的图纸，当模型修改时，这部分注释性图元并不一定会跟随修改，因此还需要设计人员的检视。

4) 三维协同设计提高专业协调效果

基于 BIM 的协同设计过程，是多专业以三维方式进行的协同过程，与传统二维方式相比更加全面、直观，更容易将隐藏的专业冲突问题暴露出来并且及时解决（图 1.2-4）。

具体到 Revit 平台，通过其“工作集”的方式进行团队协作，更可以实现多人同时在一个中心文件上工作，随时观察到所有专业设计人员的修改，极大提高专业协调效果（图 1.2-5）。

对于体量较大的项目，为了轻量化 BIM 模型，一般不会多专业一起采用“工作集”的方式协同设计，多采用“工作集”与链接方式相结合，虽然不是真正意义上的实时协同，但不影响三维协同的效果。关于这两种协同方式的介绍，详见本书第 7 章。

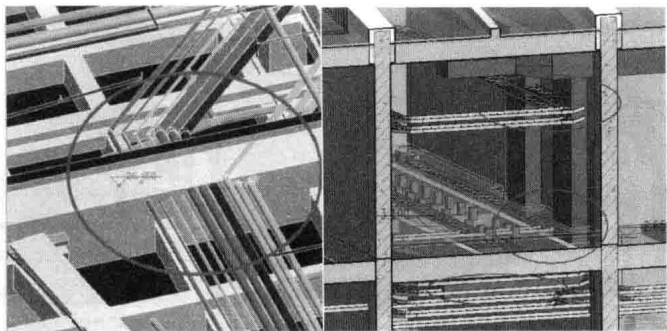


图 1.2-4 三维协同发现专业冲突

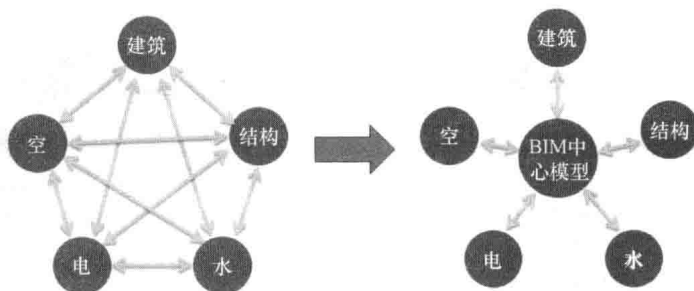


图 1.2-5 传统协同方式于 Revit 工作集协同方式对比示意

5) 通过可视化分析优化设计

BIM 模型可以与各种专业模拟分析软件结合，进行多方面的模拟分析，根据结果对设计进行优化。在建筑专业，应用最多的是对方案进行日照、通风、热工、采光等方面的绿色性能分析以及疏散模拟；在其他专业方面，模拟分析的应用相对少一些，本书介绍了多种结构专业方面的可视化检测分析的应用，详见第 6 章（图 1.2-6）。

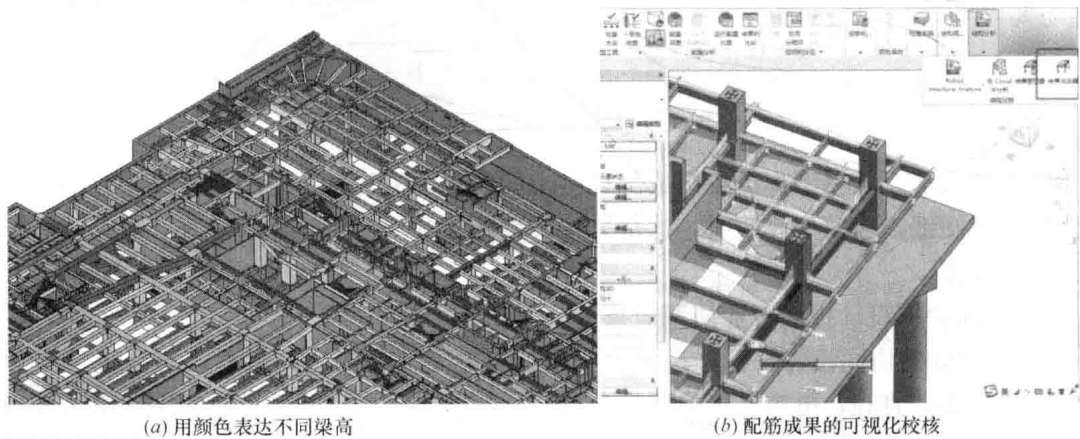


图 1.2-6 可视化分析示例

6) 信息传递提升设计价值

传统二维设计的信息是扁平 and 离散的，难以充分有效地向下游传递，这不仅造成了大量的重复工作，而且无法进行后期的建筑参数化管理。而 BIM 模型则是个有效的参数化信息载体，其设计阶段的模型与数据信息可供下游软件读取使用，通过局部的细化与补充

完善形成施工 BIM 模型,进而得到竣工 BIM 模型供运维阶段应用,提升整个建造环节的工作效率和建筑全生命周期管理效果,因此 BIM 交付的设计成果价值要远高于传统的二维图纸交付。

1.2.3 当前 BIM 设计的缺陷与对策

虽然 BIM 设计有上述优势,但另一方面,它也有不足的地方,影响了它的普及应用。BIM 设计的短板主要体现在:

1) BIM 软件方面的限制:

(1) BIM 软件学习门槛较高,设计人员需专门培训才能掌握。

(2) BIM 软件对硬件要求较高,设计企业需增加相当数量的硬件投入。

(3) BIM 软件不完全满足图面表达要求,有些表达需手动处理,降低了成图效率,部分抵消了 BIM 设计在效率方面的优势。对设计周期的影响大部分因素来源于此。

(4) BIM 软件本地化图库不完善,目前还有很多构件需要临时制作,而制作构件库对设计人员的软件操作能力要求更高。

(5) BIM 软件部分操作效率不高,如 Revit 新建楼层,操作就远没有天正一类软件效率高。

2) 设计流程方面的限制:

(1) 设计前期输入信息较多,效率有一定影响,虽然后期的便利可以反超前期的滞后,但设计人员仍需要时间与实践来适应。

(2) 基于 BIM 的三维协同设计虽然效果显著,但设计人员可能反而感觉受到束缚。其中的一个原因,也许是传统设计周期太紧,导致对专业协调方面的要求反而降低,设计人员习惯了“分步出图”,把冲突问题延后解决;一旦 BIM 模型把各专业的冲突都暴露出来,必须及时协调解决的时候,反而有些不适应。另一方面的原因,是在设计快速推进的阶段,各专业的设计版本快速迭代,设计人员对于实时协同可能难以适应,必须人为地进行阶段性同步协同。

如何解决上述问题,同样需从软件与流程两方面入手。在软件方面,设计行业比较被动,一般只能等待软件厂商的改进以及本地化厂商的二次开发。经过近几年的发展,BIM 相关软件也有了长足的进步,国内软件厂商也相继进入 BIM 软件二次开发(主要为基于 Revit 的二次开发)的行列,本地化图库方面,也逐渐出现商业化的构件库,因此,软件方面的限制可以说越来越小,BIM 设计的门槛也越来越低了。

如果设计企业拥有自主二次开发的能力,则可以通过编写插件实现更多的功能与更高的效率,效果非常显著。本书介绍的许多技术路线的实现,也有赖于二次开发的技术。

在流程方面,则需要设计企业与设计人员通过项目的实践来不断积累经验,并制定企业级的 BIM 设计流程及标准,才能尽快适应 BIM 设计的流程改变。本书在第 7 章、第 8 章,集中探讨了与结构专业相关的 BIM 设计流程,可供设计企业参考。

1.3 结构专业应用 BIM 的意义

BIM 的推广应用是不可逆转的时代潮流,结构专业作为建筑设计的重要支柱,同时