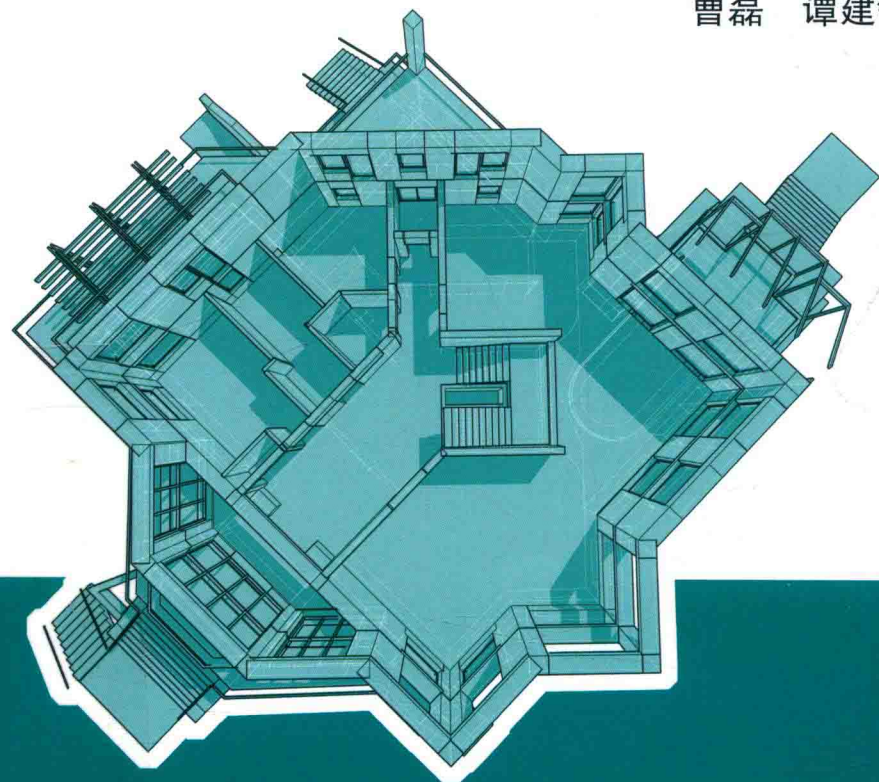


JIANZHU GONGCHENG BIM JISHU YINGYONG

建筑工程 BIM 技术应用

河南 BIM 发展联盟 组编

曹磊 谭建领 李奎 主编



JIANZHU GONGCHENG BIM JISHU YINGYONG

建筑工程 BIM 技术应用

河南 BIM 发展联盟 组编

曹 磊 谭建领 李 奎 主编

刘占省 主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以 Revit 软件为例,系统讲述了建筑工程 BIM 技术的相关知识。全书共分七个项目,主要包括 BIM 技术简介、建筑模型创建、族的基本概念和创建、结构模型创建、设备模型创建、信息模型输出以及 Navisworks 功能介绍。

本书可供高职高专土建类建筑工程技术专业及其他相关专业教学使用,也可供建筑工程施工技术人员和 BIM 爱好者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程 BIM 技术应用 / 曹磊, 谭建领, 李奎主编; 河南 BIM 发展联盟组编. —北京: 中国电力出版社, 2017.8

ISBN 978-7-5198-0806-8

I. ①建… II. ①曹… ②谭… ③李… ④河… 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 (2017) 第 125701 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 周 娟 王晓蕾

责任校对: 常燕昆

装帧设计: 赵丽媛

责任印制: 单 玲

印 刷: 北京博图彩色印刷有限公司

版 次: 2017 年 8 月第 1 版

印 次: 2017 年 8 月北京第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 16 开本

印 张: 12.5

字 数: 304 千字

定 价: 46.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

前 言

“掌握 BIM，就等于掌握了建筑业的未来”。近年来，建筑信息模型（BIM）的发展和應用引起了工程建设业界的广泛关注。各方一致的观点是其引领建筑信息化未来的发展方向，必将引起整个建筑业及相关行业革命性的变化。

在国外一些发达国家，关于 BIM 技术的研究和应用起步较早，已经在建设工程的设计、施工以及维护和管理阶段得到了应用。而我国目前虽对 BIM 的研究与应用取得了一定的成果，但总体上还处于较低的发展阶段。同时，我国的 BIM 技术人才紧缺，相关的培训教材更是少之又少。为了满足相应的生产需要，适应 BIM 技术紧缺人才的培养目标，迫切需要出版与之相符的教材，本书正是在这样的背景下编写的。

本书在编写过程中遵循“由浅入深、逻辑清晰、图文结合、形象生动、通俗易懂”的基本原则，以 Revit 为基础着重介绍了以下相关内容：BIM 技术简介、建筑模型创建、族的基本概念和创建、结构模型创建、设备模型创建、信息模型输出及 Navisworks 功能介绍。

本书由河南 BIM 发展联盟组编，黄河水利职业技术学院曹磊、谭建领和河南建筑职业技术学院李奎任主编，黄河水利职业技术学院李涛峰、李向和河南建筑职业技术学院王智玉任副主编，黄河水利职业技术学院娄冬、王丽，河南建筑职业技术学院查雅、张照方、柴伟杰、张晓斌，浙江东南建筑设计有限公司黄维燕参与编写。参加编写工作的人员分工为：项目一由李奎编写；项目二中的 2.1~2.3 和项目六中的 6.1~6.4 由王智玉编写；项目二中的 2.4、2.5 由李涛峰编写；项目二中的 2.6 由谭建领编写；项目二中的 2.7、2.8 由查雅编写；项目三由张照方编写；项目四由娄冬编写；项目五中的 5.1 由黄维燕编写；项目五中的 5.2 由王丽编写；项目五中的 5.3 由张晓斌编写；项目六中的 6.5、6.6 由柴伟杰编写；项目七中的 7.1、7.2 由曹磊编写；项目七中的 7.3~7.6 由李向编写。本书由北京工业大学刘占省主审。

感谢河南省建设教育协会对本书编写的大力支持。由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者和同行专家批评指正。

编 者
2017 年 5 月

目 录

前言

项目一 BIM 技术简介	1
1.1 BIM 技术概述	1
1.2 BIM 软件介绍——Revit	3
1.2.1 软件启动	3
1.2.2 Revit 文件	7
1.3 Revit 软件基本操作	7
项目二 建筑模型创建	11
2.1 标高与轴网	11
2.1.1 创建和编辑标高	11
2.1.2 创建和编辑轴网	14
2.2 墙与幕墙	16
2.2.1 墙	16
2.2.2 幕墙	21
2.3 门与窗	26
2.3.1 插入门窗	26
2.3.2 门窗编辑	26
2.3.3 整合应用技巧	27
2.4 楼板与洞口	28
2.4.1 创建楼板	29
2.4.2 楼板的编辑	30
2.4.3 楼板边缘	32
2.4.4 整合应用技巧	33
2.4.5 洞口	35
2.5 屋顶与天花板	38
2.5.1 屋顶的创建	38
2.5.2 屋檐底板、封檐带、檐沟	44
2.5.3 天花板	46
2.6 扶手、楼梯与坡道	48
2.6.1 扶手	48
2.6.2 楼梯	51
2.6.3 坡道	56

2.7	场地的创建	57
2.7.1	添加地形表面	57
2.7.2	添加建筑地坪	59
2.7.3	创建场地道路与场地平整	60
2.7.4	场地构件	61
2.8	体量的创建	62
项目三	族的基本概念和创建	69
3.1	族的基本概念	69
3.2	族的创建	69
3.2.1	标记族	69
3.2.2	窗户族的创建	72
项目四	结构模型创建	78
4.1	项目链接	78
4.2	结构构件创建	85
4.2.1	柱的创建	85
4.2.2	梁的创建	87
4.2.3	结构支撑	89
项目五	设备模型创建	90
5.1	给排水系统	90
5.1.1	水管类型和系统的创建	90
5.1.2	水管的绘制	93
5.1.3	管路附件、设备的添加	96
5.2	电气系统	99
5.2.1	电气照明系统模型创建	99
5.2.2	电缆桥架的绘制	103
5.2.3	线管的绘制	106
5.2.4	配电设备、灯具及开关的放置	109
5.3	通风空调系统模型创建	110
5.3.1	风管功能简介	110
5.3.2	通风系统案例的绘制	117
项目六	信息模型输出	124
6.1	漫游制作	124
6.2	渲染设置	125
6.3	导出 NWC 文件	129
6.4	创建明细表	129
6.5	创建图纸	134
6.5.1	设置项目信息	134
6.5.2	布置视图	137
6.6	导出 DWG	139

项目七 Navisworks 功能介绍	141
7.1 Navisworks 的基本操作	141
7.1.1 启动和退出 Autodesk Navisworks	141
7.1.2 自动保存和恢复 Navisworks 文件	142
7.1.3 Autodesk Navisworks 界面	143
7.1.4 使用场景文件	148
7.2 视图浏览	150
7.2.1 导航栏工具	150
7.2.2 SteeringWheels 工具	151
7.3 动画创建	154
7.3.1 动画场景	155
7.3.2 动画集	156
7.3.3 相机	158
7.3.4 剖面集	158
7.3.5 关键帧	159
7.3.6 播放动画场景	160
7.3.7 添加交互性	160
7.4 模型视觉效果	163
7.4.1 场景渲染	164
7.4.2 Presenter 材质	165
7.4.3 Presenter 光源	168
7.4.4 Presenter RPC	172
7.4.5 Presenter 渲染效果	174
7.4.6 Presenter 渲染样式	175
7.5 施工进度模拟	176
7.5.1 TimeLiner 任务	177
7.5.2 甘特图	181
7.5.3 四维模拟	181
7.5.4 添加动画	182
7.6 查找和管理碰撞	184
7.6.1 碰撞批处理	184
7.6.2 碰撞规则	185
7.6.3 选择要测试的项目	187
7.6.4 碰撞结果	189
7.6.5 报告碰撞结果	192
参考文献	194

项目一 BIM 技术简介

1.1 BIM 技术概述

建筑信息模型 (Building Information Modeling) 是以建筑工程项目的各项相关信息数据作为模型的基础, 进行建筑模型的建立, 通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息。它具有可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性五大特点。

BIM 来源:

自 1975 年, “BIM 之父”——乔治亚理工大学的 Chuck Eastman 教授创建了 BIM 理念至今, BIM 技术的研究经历了三大阶段: 萌芽阶段、产生阶段和发展阶段。BIM 理念的启蒙, 受到了 1973 年全球石油危机的影响, 当时美国全行业需要考虑提高行业效益的问题, 1975 年 Eastman 教授在其研究的课题 “Building Description System” 中提出 “a computer-based description of-abuilding”, 以便于实现建筑工程的可视化和量化分析, 提高工程建设效率。

1. 可视化 (Visualization)

可视化即 “所见所得” 的形式, 对于建筑行业来说, 可视化的真正运用在业内的作用是非常大的。例如, 从业人员经常拿到的施工图纸, 只是各个构件的信息在图纸上采用线条绘制表达, 但是其真正的构造形式就需要建筑业参与人员去自行想象了。对于简单的事物来说, 这种想象也未尝不可, 但是近几年建筑业的建筑形式各异, 复杂造型不断被推出, 那么这种只靠人脑去想象的形式就未免有点不太现实了。BIM 提供了可视化的思路, 将以往的线条式的构件形成一种三维的立体实物图形, 展示在人们的面前。建筑业也需要由设计方出效果图, 但是这种效果图是分包给专业的效果图制作团队, 由他们识读设计方制作出的线条式信息并制作出来的, 并不是通过构件的信息自动生成的, 缺少了同构件之间的互动性和反馈性; 然而 BIM 提出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, 在 BIM 建筑信息模型中, 由于整个过程都是可视化的, 所以可视化的结果不仅可以用来进行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、决策都在可视化的状态下进行。

2. 协调性 (Coordination)

协调性是建筑业中的重点内容, 不管是施工单位还是业主及设计单位, 无不在做着协调及相配合的工作。一旦项目的实施过程中遇到了问题, 就要将各有关人士组织起来开协调会, 找出各施工问题发生的原因及解决办法, 然后通过做出变更、采取相应补救措施等方式解决问题。协调往往在出现问题发生后, 浪费大量的资源。在设计时, 由于各专业设计师之间的沟通不到位, 而常会出现各专业之间的碰撞问题, 例如暖通等管道在进行布置时, 由于施工图纸是分别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, 这是施工中常遇到的碰撞问题, 协调时会导致成本增加。此时 BIM 的协调性服务便可以大显身手, 即 BIM 建筑信息模型可在建筑物建造前期对

各专业的碰撞问题进行协调，生成协调数据并提供出来，提前发现并解决问题。BIM 的协调性远不止这些：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，都是传统施工技术中常见的问题。

3. 模拟性 (Simulation)

模拟性并不只是能模拟设计出的建筑物模型，还可以模拟出方法在真实世界中进行操作的事物。在设计阶段，BIM 可以对设计上需要进行模拟的一些事物进行模拟实验，如节能模拟、紧急疏散模拟、日照模拟、热能传导模拟等；在招投标和施工阶段可以进行 4D 模拟（三维模型加项目的发展时间），也就是根据施工的组织设计模拟实际施工，从而确定合理的施工方案来指导施工。同时 BIM 还可以进行 5D 模拟（基于 3D 模型的造价控制），以实现成本控制；后期运营阶段可以模拟日常紧急情况的处理方式，如地震人员逃生模拟及消防人员疏散模拟等。

4. 优化性

整个设计、施工、运营的过程就是一个不断优化的过程，在 BIM 的基础上可以做更好的优化、更好地做优化。优化受各个条件的制约：信息、复杂程度和时间等。没有准确的信息就无法得出合理的优化结果，BIM 模型提供了建筑物的实际存在的信息，包括几何信息、物理信息、规则信息，还提供了建筑物变化以后的实际存在。复杂程度高到一定水平，参与人员本身的能力无法掌握所有的信息，必须借助一定的科学技术和设备的帮助。现代建筑物的复杂程度大多超过参与人员本身的能力极限，BIM 及与其配套的各种优化工具提供了对复杂项目进行优化的可能。

基于 BIM 的优化可以完成下面的工作。

(1) 项目方案优化：把项目设计和投资回报分析结合起来，设计变化对投资回报的影响可以实时计算出来。这样业主对设计方案的选择就不会主要停留在对形状的评价上，而可以使得业主进一步知道哪种项目设计方案更有利于自身的需求。

(2) 特殊项目的设计优化：如裙楼、幕墙、屋顶、大空间到处可以看到异型设计，这些内容看起来占整个建筑的比例不大，但是占投资和工作量的比例和前者相比却往往要大得多，而且通常也是施工难度比较大和施工问题比较多的地方。对这些内容的设计、施工方案进行优化，可以带来显著的工期和造价改进。

5. 可出图性

BIM 并不不仅可以为建筑设计单位出图，还可以在对建筑物进行可视化展示、协调、模拟、优化以后，帮助业主出如下图纸和资料。

(1) 综合管线图（经过碰撞检查和设计修改，消除了相应错误以后）。

(2) 综合结构留洞图（预埋套管图）。

(3) 碰撞检查侦错报告和建议改进方案。

6. 一体化性

基于 BIM 技术是从设计到施工、运营贯穿了工程项目全生命周期的一体化管理。BIM 的技术核心是一个由计算机模型所生成的数据库，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. 参数化性

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。

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。

BIM 在世界很多国家已经有比较成熟的标准或者制度。BIM 在中国建筑市场内要顺利发展，必须与国内的建筑市场特色相结合，才能够满足国内建筑市场的特色需求，同时会给国内建筑业带来一次巨大变革。

1.2 BIM 软件介绍——Revit

目前，国内外 BIM 相关软件主要有 Revit、ArchiCAD、Navisworks、Bentley、Tekla、PKPM、广联达 BIM5D、鲁班 BIM 系列软件等，本书主要以 Revit 和 Navisworks 为例介绍 BIM 软件的应用。

双击桌面 Revit2016 快捷方式图标，系统会打开“启动界面”，界面左侧显示“打开”、“新建”项目及“打开”、“新建”族，中间显示最近打开的项目或族，右侧显示“资源”，如图 1.2-1 所示。新建项目后，打开 Revit2016 操作界面，Revit 采用 Ribbon 界面。

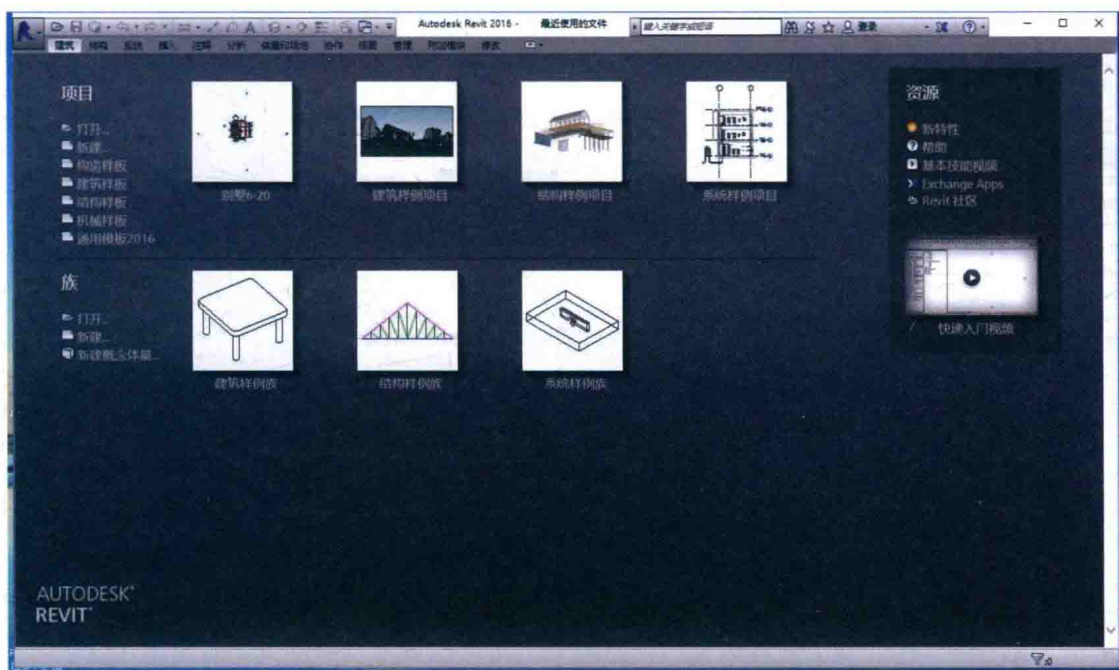


图 1.2-1

1.2.1 软件启动

“应用程序菜单”

单击主界面“应用程序菜单”，软件将展开“应用程序菜单”；“应用程序菜单”包含“新建”“打开”“保存”“另存为”“导出”“suite 工作流”“发布”“打印”“关闭”等命令，如图 1.2-2 所示。

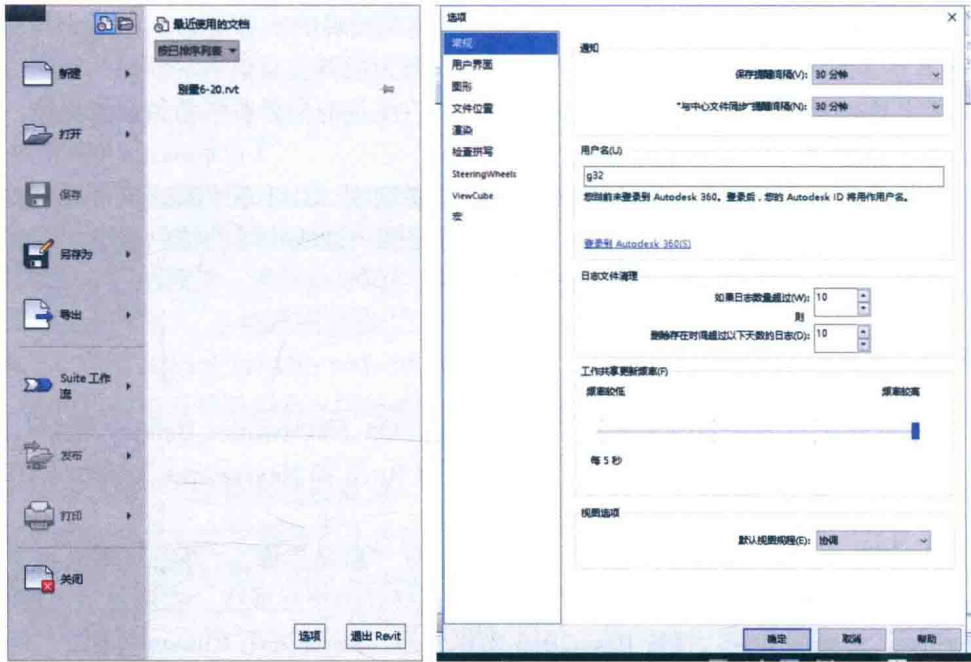


图 1.2-2

菜单右侧列出“最近打开文档”，右下角“选项”按钮包含软件参数设置，如图 1.2-3 所示。

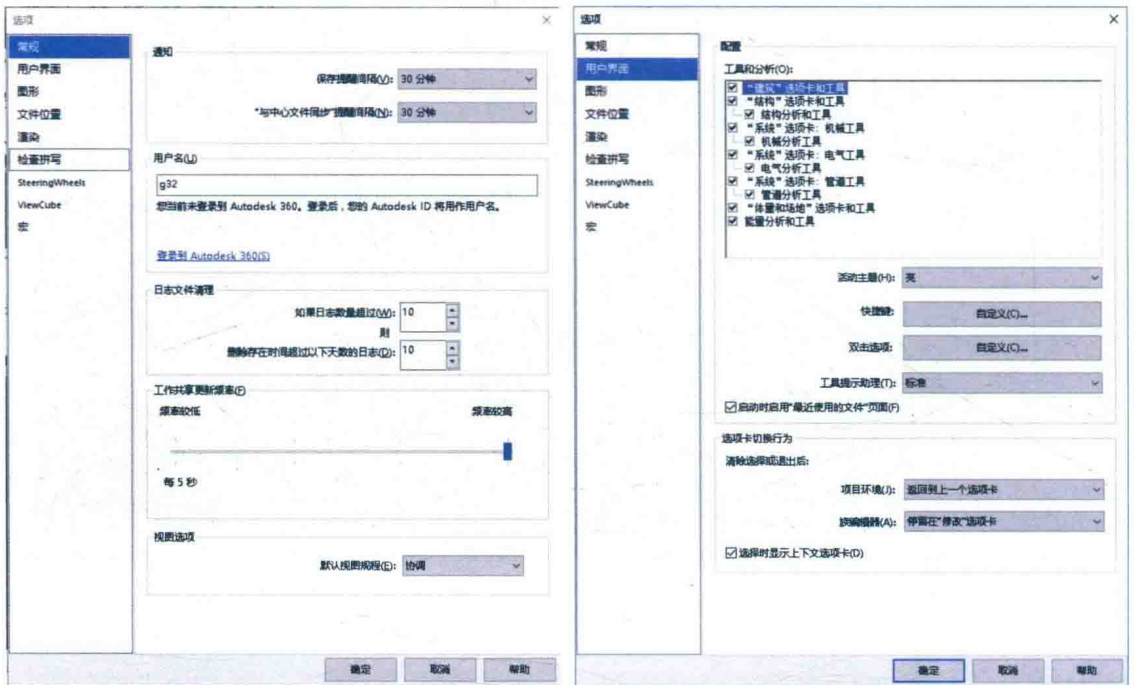


图 1.2-3

“配置”使用以下设置来配置用户界面的各个部分。

“工具和分析”“工具”和“分析”选项只有在使用 Autodesk Revit 时才会显示。Revit Architecture、Revit Structure、Revit MEP 或特定规程版本的 Autodesk Revit 中，这两个选项不

可用。

“活动主题”指定要用于 Revit 用户界面的视觉主题：“亮”（默认）或“暗”。

“快捷键”显示用于添加、删除、导入和导出快捷键的对话框。可以修改预定义的快捷键，也可以为 Revit 工具添加自定义组合键，如图 1.2-4 所示。用户可以为自己（团队）定义符合自己习惯的快捷键，然后将自定义快捷键导出备份，如图 1.2-5 所示。更换计算机后可将自己（团队）的快捷键文件导入，替换系统默认快捷键，提高绘图效率。在设置快捷键过程中注意：可以为一个工具指定多个快捷键；某些键是保留的，无法指定给 Revit 工具。



图 1.2-4

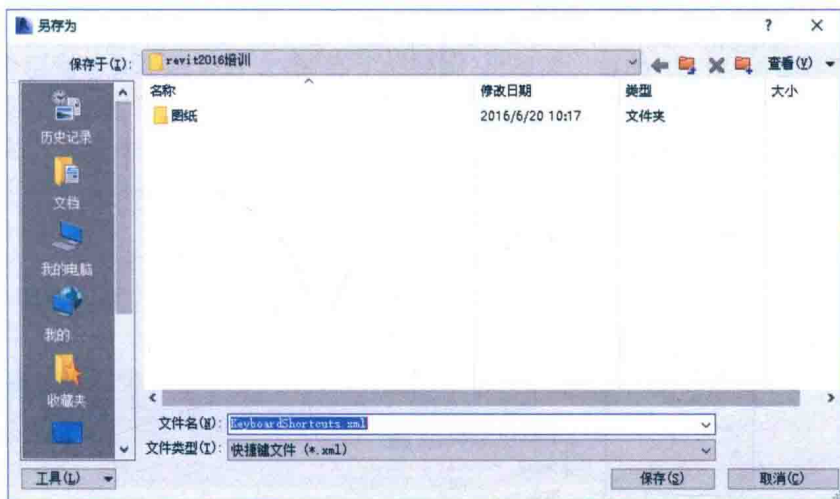


图 1.2-5

“双击选项”显示一个对话框，可指定用于进入下列图元类型的编辑模式的双击行为。

“工具提示助理”指定所需级别的功能区工具信息。默认值为“标准”。

“启动时启用“最近使用的文件”页面”在启动 Revit 时显示“最近使用的文件”页面。该页面列出最近处理过的项目和族的列表，还提供对联机帮助和视频的访问。或者，也可以通过单击“视图”选项卡“窗口”面板“用户界面”下拉列表“最近使用的文件”来随时打开“最近使用的文件”页面。

“选项卡切换行为”使用以下设置来指定选项卡在功能区中的行为。

“清除选择或退出后”在项目环境或族编辑器中指定所需的行为。

“停留在“修改”选项卡”在取消选择图元或者退出工具之后，焦点仍保留在“修改”选项卡上。

“返回到上一个选项卡”在取消选择图元或者退出工具之后，Revit 显示上一次出现的功

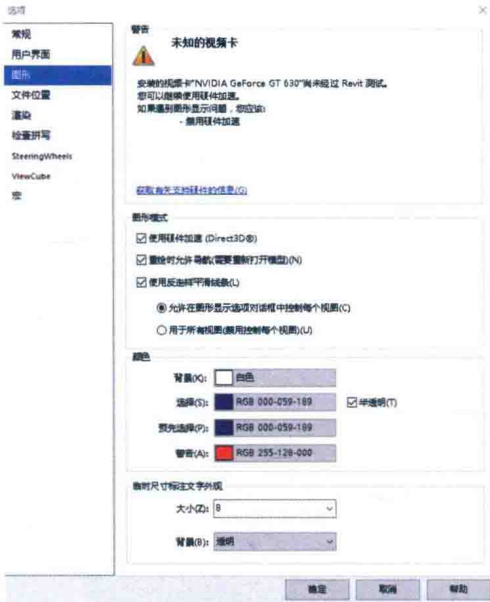


图 1.2-6

能区选项卡。

“选择时显示上下文选项卡”显示所选图元的上下文选项卡，并立即提供对相关工具的访问。当该选项处于关闭状态时，上下文选项卡将打开但不会获得焦点，焦点仍保留在当前的选项卡上。单击上下文选项卡可访问它，如图 1.2-6 所示。

“临时尺寸标注文字外观”可以修改文字大小(图 1.2-7)，将背景改成透明后效果。透明修改为不透明后，数字可能挡住后面的图元。



图 1.2-7

“选项”→“渲染”选项卡中(图 1.2-8)，可指定以下内容。

- ① 用于渲染外观的文件的路径。
- ② 用于贴花的文件的路径。

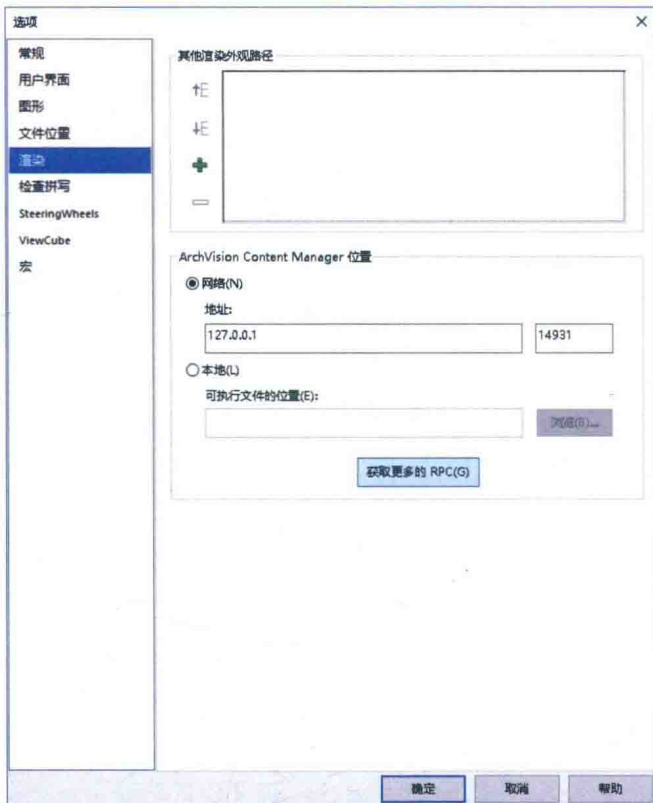


图 1.2-8

1.2.2 Revit 文件

1. 项目文件

Revit 的设计文件用.rvt 文件格式保存。项目模型、视图及信息都被存储在一个后缀名为“.rvt”的 Revit 项目文件中。项目文件包括设计所需的全部信息，如项目三维模型（构件）、平立剖面及节点视图、各种明细表、施工图图纸等。其作用类似于 AutoCAD 中的.dwg 文件。

2. 样板文件

样板文件定义了常用的参数，方便建模。例如，根据自己工作性质、习惯，可以定义项目默认的度量单位、楼层数量的设置、层高信息、线型设置、显示设置等，保存为新的.rte 文件，提高建模效率。其作用类似于 AutoCAD 中的.dwt 文件。

3. 族文件

在 Revit 中，基本的图形单元被称为图元。例如，在项目中建立的墙、门、窗、文字、尺寸标注、家具等，都被称为图元。图元是 Revit 设计的基本元素，以“族”来表达。

在项目中使用特定族和族类型创建图元（墙、门、窗、文字、尺寸标注、家具等）时，将创建该图元的一个实例。每个图元实例都有一组属性，从中可以修改某些与族类型参数相关的图元参数，满足设计需求。

项目中所用到的族是随项目文件一同存储的，可以通过展开“项目浏览器”中的“族”类别，查看项目中所有可使用的族。族还可以保存为独立的后缀为“.rfa”格式的文件，方便与其他项目共享，如“门”“家具”“窗”等构件，这类族称为“可载入库”。

族是设计建模的基础，由于任务的多样性，设计中会用到不同的族。Revit 自带族库较少，满足不了设计需求时，可以通过自己建立族或者通过互联网途径获得族文件。

1.3 Revit 软件基本操作

Revit 的操作界面如图 1.3-1 所示。

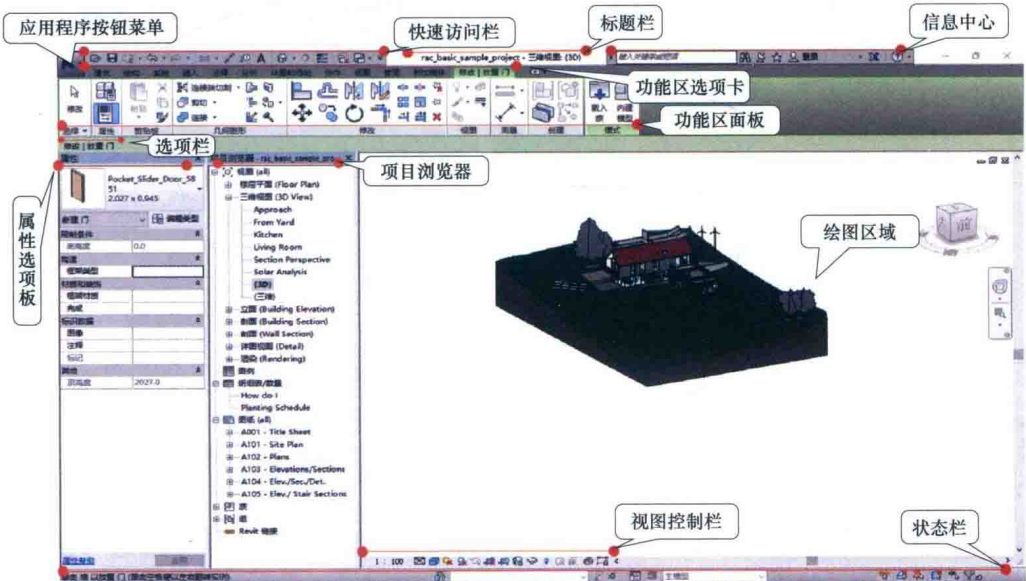


图 1.3-1

(1) “应用程序”按钮。详见上节内容。

(2) “快速访问栏”选项。包含一组默认工具，可对该工具栏进行自定义，保留最常用的工具，提高绘图效率，如图 1.3-2 所示。



图 1.3-2

(3) 选项卡 (图 1.3-3)。



图 1.3-3



图 1.3-4

在 Revit 下每打开一个视图，都以一个新窗口形式出现，如图 1.3-4 所示。单击“窗口”面板“层叠”按钮后窗口层叠，如图 1.3-5 所示。如后台窗口需要关闭，单击“窗口”面板“关闭隐藏对象”按钮后仅保留当前窗口。可以通过“窗口”面板“用户界面”按钮制定用户界面。

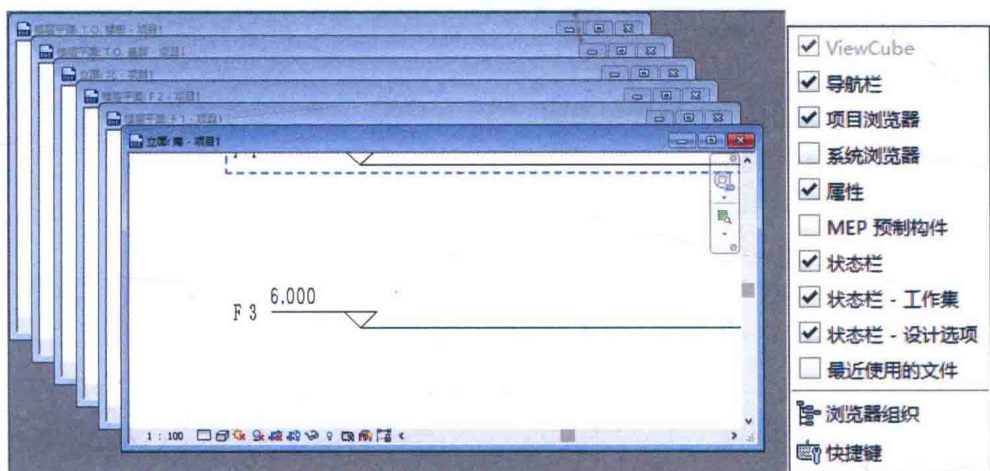


图 1.3-5

(4) 视图控制栏 (图 1.3-6)。



图 1.3-6

“视图控制栏”位于视图窗口底部，状态栏的上方，并包含以下工具。

1) 比例 (图 1.3-7)。



图 1.3-7

2) 详细程度 (图 1.3-8)。

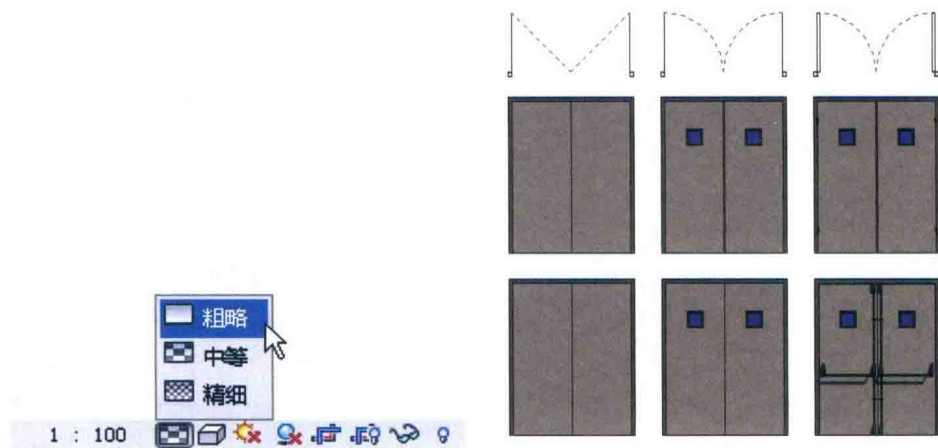


图 1.3-8

3) 视觉样式。

4) 打开/关闭日光路径: 打开/关闭阴影。

5) 显示/隐藏渲染对话框: 仅当绘图区域显示三维视图时才可用。

在渲染三维视图前, 先定义控制照明、曝光、分辨率、背景和图像质量的设置。如有需

要，请使用默认设置来渲染视图，默认设置经过智能化设计，可在大多数情况下得到令人满意的结果。

6) 裁剪视图：不适用于三维透视视图。

7) 显示/隐藏裁剪区域。

8) 解锁/锁定的三维视图。

9) 临时隐藏/隔离。

10) 显示隐藏的图元（图 1.3-9）。

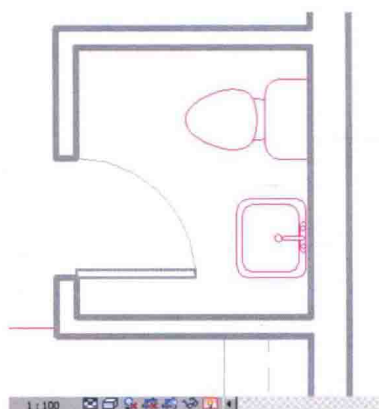


图 1.3-9 “显示隐藏的图元”红色

11) 工作共享显示：仅当为项目启用了工作共享时才适用。

12) 临时视图属性。

13) 显示或隐藏分析模型：仅用于 Revit Structure。

14) 高亮显示置换组。

15) 显示限制条件。

16) 预览可见性：只在族编辑器中可用。

(5) 状态栏。状态栏会提供有关要执行的操作的提示。高亮显示图元或构件时，状态栏会显示族和类型的名称，如图 1.3-10 所示。

状态栏沿应用程序窗口底部显示。



图 1.3-10