

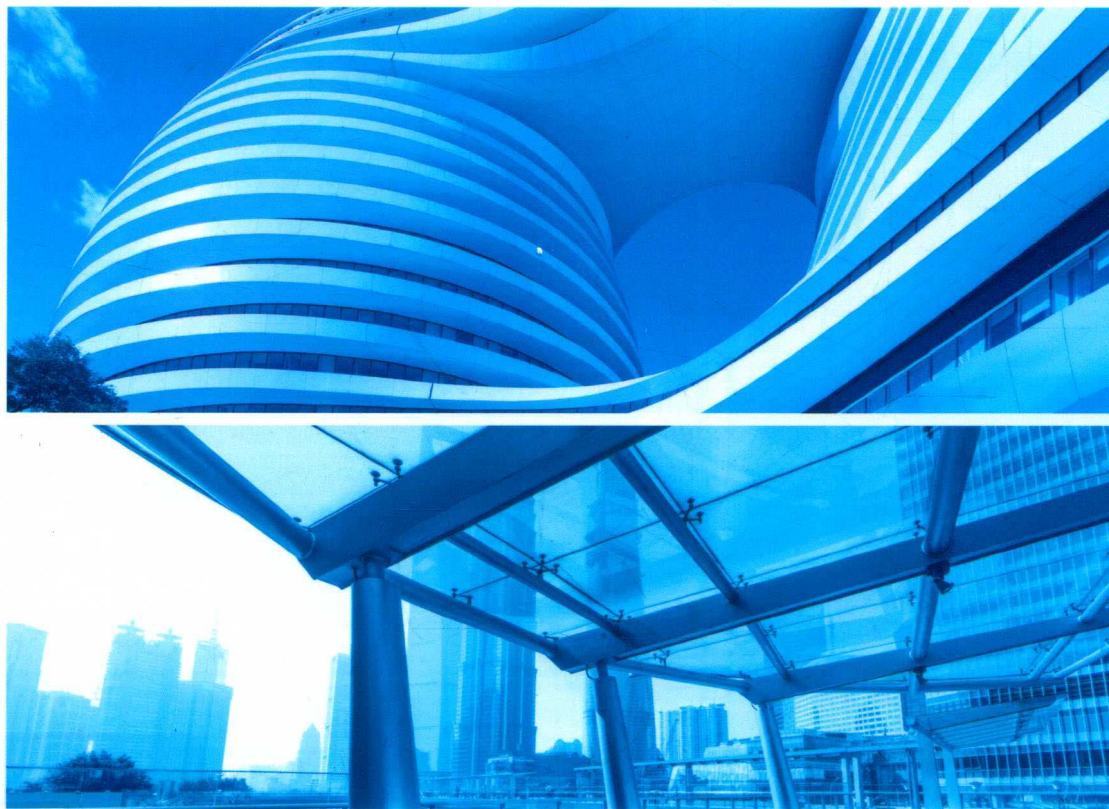
高等教育BIM“十三五”规划教材

韩风毅 总主编

# 结构设计 BIM应用与实践

隋艳娥 袁志仁 | 主编

齐 际 | 副主编



化学工业出版社

高等教育BIM“十三五”规划教材

韩风毅 总主编

# 结构设计 BIM应用与实践

隋艳娥 袁志仁 | 主编

齐 际 | 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

《结构设计 BIM 应用与实践》共分为 7 章，以钢筋混凝土框架-剪力墙结构和钢结构为主线，主要介绍了 Revit 2018 的基本知识；使用 Revit 2018 建立项目样板和新建项目的具体操作步骤；建筑基础设计概要与建模，梁、墙、板、柱、楼梯的设计概要与建模；Revit 2018 与 PKPM、盈建科、广联达等软件进行数据交换以及结构分析的方法与具体操作；图纸创建以及打印的具体操作。本书可供高等院校土木工程、工程造价、建筑工程、工程监理、工程力学等专业的本科生和大专生作为教材使用，还可供结构设计专业技术人员参考阅读。

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

结构设计 BIM 应用与实践/隋艳娥，袁志仁主编。

—北京：化学工业出版社，2019.3

高等教育 BIM “十三五”规划教材

ISBN 978-7-122-33397-1

I. ①结… II. ①隋… ②袁… 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 (2018) 第 269440 号

---

责任编辑：满悦芝 石磊

文字编辑：吴开亮

责任校对：王鹏飞

装帧设计：关飞

---

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 11 字数 246 千字 2019 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询：010-64518888

售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

---

定 价：35.00 元

版权所有 违者必究

# “高等教育 BIM ‘十三五’ 规划教材” 编委会

主 任 韩风毅

副主任 (按姓氏笔画排序)

于春艳 王丽颖 李 伟 赵 麒 崔德芹 隋艳娥

编 委 (按姓氏笔画排序)

马 爽 王文汐 王本刚 王德君 田宝权 曲向儒

伏 玉 刘 扬 刘 颖 刘广杰 刘玉杰 齐 际

安 雪 纪 花 李 飞 李一婷 李国斌 李胜楠

李继刚 李智永 杨宇杰 杨珊珊 邱 宇 张佳怡

张树理 张洪军 陈 光 陈春苗 邵文明 武 琳

尚伶燕 周 诣 周学蕾 赵允坤 赵永坤 赵庆明

胡 聪 胡金红 南锦顺 施 维 袁志仁 耿 玮

徐慧敏 崔艳鹏 韩英爱 富 源 满 羿 綦 健

2015年6月,住房和城乡建设部印发《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》(以下简称《意见》),提出了发展目标:到2020年年底,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技术与企业管理系统和其他信息技术的一体化集成应用。在以国有资金投资为主的大中型建筑以及申报绿色建筑的公共建筑和绿色生态示范小区新立项项目勘察、设计、施工、运营维护中,集成应用BIM的项目比例达到90%。《意见》强调BIM的全过程应用,指出要聚焦于工程项目全生命期内的经济、社会和环境效益,在规划、勘察、设计、施工、运营维护全过程中普及和深化BIM应用,提高工程项目全生命期各参与方的工作质量和效率,并在此基础上,针对建设单位、勘察单位、规划和设计单位、施工企业和工程总承包企业以及运营维护单位的特点,分别提出BIM应用要点。要求有关单位和企业要根据实际需求制订BIM应用发展规划、分阶段目标和实施方案,研究覆盖BIM创建、更新、交换、应用和交付全过程的BIM应用流程与工作模式,通过科研合作、技术培训、人才引进等方式,推动相关人员掌握BIM应用技能,全面提升BIM应用能力。

本套教材按照学科专业应用规划了6个分册,分别是《BIM建模基础》《建筑设计BIM应用与实践》《结构设计BIM应用与实践》《机电设计BIM应用与实践》《工程造价BIM应用与实践》《基于BIM的施工项目管理》。系列教材的编写满足了普通高等学校土木工程、地下城市空间、建筑学、城市规划、建筑环境与能源应用工程、建筑电气与智能化工程、给水排水科学与工程、工程造价和工程管理等专业教学需求,力求综合运用有关学科的基本理论和知识,以解决工程施工的实践问题。参加教材编写的院校有长春工程学院、吉林农业科技学院、辽宁建筑职业学院、吉林建筑大学城建学院。为响应教育部关于校企合作共同开发课程的精神,特别邀请吉林省城乡规划设计研究院、吉林土木风建筑工程设计有限公司、上海鲁班软件股份有限公司三家企业的高级工程师参与本套教材的编写工作,增加了BIM工程实用案例。当前,国内各大院校已经加大力度建设BIM实验室和实训基地,顺应了新形势下企业BIM技术应用以及对BIM人才的需求。希望本套教材能够帮助相关高校早日培养出大批更加适应社会经济发展的BIM专业人才,全面提升学校人才培养的核心竞争力。

在教材使用过程中,院校应根据自己学校的BIM发展策略确定课时,无统一要求,走出自己特色的BIM教育之路,让BIM教育融于专业课程建设中,进行跨学科跨专业联合培养人才,利用BIM提高学生协同设计能力,培养学生解决复杂工程能力,真正发挥BIM的优势,为社会经济发展服务。

韩风毅

2018年9月于长春

随着 BIM（建筑信息模型）技术的快速发展和基于 BIM 技术的工具软件的不完善，BIM 技术正逐渐成为中国工程界人士共识的发展方向。BIM 技术突破了传统设计方法的瓶颈，采用三维参数化的设计理念，以一种全新的方法定义三维模型，使得工程项目从方案、扩初设计、施工图到施工以及后期运营维护的全过程效率得到了大幅提升。BIM 技术作为业主方、设计方、施工方协同的重要技术手段，可以大大提高工程质量和建造效率，并引领建筑行业达到一个新高度。

目前各高校正在积极开展 BIM 协同毕业设计，将先进的 BIM 技术应用于结构教学，使传统的课程更加形象生动。这打破了传统高校专业设置，以项目为核心，体验 BIM 在工程项目中的全过程应用，实现“一处修改，处处更新”的效果，从而最大限度地减少重复性的建模和绘图工作，减少项目设计方案变更中的失误，提高工程师的工作效率。同时应用 BIM 设计能在施工前对建筑结构进行更精确的可视化，从而使相关人员在设计阶段早期做出更加明智的决策。

本教材以某一钢筋混凝土框架-剪力墙结构和某一钢结构为实例，详细介绍了 Revit 2018 软件以及 Revit 2018 软件与其他 BIM 软件的数据交换。

本教材授课对象为土木工程、工程造价、建筑工程、工程监理、工程力学等专业的本科和大专学生。

书中采用简单、典型的工程实例模型；内容完整、贯穿始终，方便初学者体验结构建模、结构分析的全过程；操作步骤详细，图文并茂，便于学生理解；包含了实用性的操作技巧，方便学生快速掌握。通过对 BIM 技术的了解，读者在建筑结构设计就能够全面地模拟和分析出结构设计方案，并构建出相应的一体化数字模型；然后通过其他结构设计软件来全面地分析建筑结构的性能，通过各项数据的交换，得出在现实环境中建筑结构的实际情况；在结构分析的过程中，就能够发现在设计过程中存在的缺陷和不足，以便及时优化和纠正，保证整体的设计质量。

本教材共分为 7 章，主要内容如下：第 1 章介绍 Revit 2018 的一些基本知识；第 2 章介绍如何用 Revit 2018 建立项目样板以及如何新建项目；第 3、4 章以钢筋混凝土框架-剪力墙结构为实例，详细介绍建筑基础设计概要与建模，梁、墙、板、柱、楼梯的设计概要与建模；第 5 章以钢结构为实例，详细介绍钢柱、钢梁、楼板、节点、钢桁架的设计与建模；第 6 章介绍 Revit 2018 如何与 PKPM、YJK（盈建科）、广联达等软件进行数据交换以及结构分析；第 7 章介绍了图纸创建以及打印的相关内容。教材第 1、2 章由齐际完成，第 3、4、5 章由袁志仁、齐际共同完成，第 5、7 章由隋艳娥、

齐际完成，第6章由袁志仁完成（其中6.2、6.5小节由梁铭贤完成），李胜楠、赵允坤、耿玮、富源为本书提供了工程案例，并整理了部分图稿。全书由隋艳娥负责统稿。

限于编者水平，书中若有不足和疏漏，请广大读者批评指正，以便再版修订和完善。

编 者

2018年12月

## 第 1 章 Revit 2018 基本知识 / 001

- 1.1 Revit 2018 介绍 / 002
- 1.2 相关术语 / 002
  - 1.2.1 项目与项目样板 / 002
  - 1.2.2 族与族样板 / 003
  - 1.2.3 参数化 / 004
- 1.3 软件基础 / 004
  - 1.3.1 Revit 2018 系统要求 / 004
  - 1.3.2 界面及菜单 / 005
  - 1.3.3 视图控制 / 009
- 1.4 协同设计概要 / 011
  - 1.4.1 基于工作集的协同 / 011
  - 1.4.2 多专业文件链接协同 / 015

## 第 2 章 项目样板与创建新项目 / 018

- 2.1 项目样板文件 / 019
  - 2.1.1 创建样板文件 / 019
  - 2.1.2 视图类型与浏览器组织 / 019
  - 2.1.3 单位 / 020
  - 2.1.4 文字样式 / 021
  - 2.1.5 尺寸标注样式 / 022
  - 2.1.6 材质 / 022
- 2.2 新建项目文件 / 024
  - 2.2.1 图名及图框 / 024
  - 2.2.2 标高的绘制和修改 / 025
  - 2.2.3 轴网的绘制和修改 / 026

## 第 3 章 基础与地下室的设计与建模 / 028

- 3.1 建筑结构基础设计概要 / 029
  - 3.1.1 基础分类 / 029

- 3.1.2 扩展基础设计与构造 / 029
- 3.1.3 桩基础设计与构造 / 031
- 3.2 基础建模 / 034
  - 3.2.1 扩展基础建模 / 034
  - 3.2.2 桩基及承台建模 / 036
- 3.3 地下室结构设计概要 / 043
- 3.4 地下室建模 / 044

## 第 4 章 结构基本构件的设计与建模 / 046

- 4.1 柱墙的设计与建模 / 047
  - 4.1.1 结构柱墙的设计概要 / 047
  - 4.1.2 结构柱的建模 / 052
  - 4.1.3 柱族的创建 / 054
  - 4.1.4 结构柱施工图 / 058
  - 4.1.5 结构墙的建模 / 064
  - 4.1.6 结构墙施工图 / 068
- 4.2 梁的设计与建模 / 070
  - 4.2.1 梁的设计概要 / 070
  - 4.2.2 梁平法施工图表示方法 / 072
  - 4.2.3 梁的建模 / 073
  - 4.2.4 梁族的创建 / 078
  - 4.2.5 梁施工图绘制 / 082
- 4.3 板的设计与建模 / 089
  - 4.3.1 板的设计概要 / 089
  - 4.3.2 板的施工图表示方法 / 091
  - 4.3.3 板的建模 / 092
  - 4.3.4 板的配筋 / 096
- 4.4 楼梯的设计与建模 / 100
  - 4.4.1 楼梯的设计概要 / 100
  - 4.4.2 板式楼梯的施工图表示方法 / 103
  - 4.4.3 楼梯的建模 / 104
- 4.5 结构钢筋 / 111
  - 4.5.1 钢筋限制条件和保护层 / 112
  - 4.5.2 箍筋建模 / 114
  - 4.5.3 纵筋建模 / 117
  - 4.5.4 楼板及墙体分布筋建模 / 117
  - 4.5.5 Extensions 插件钢筋建模 / 118

## 第 5 章 钢结构建模 / 120

- 5.1 钢结构构件建模 / 121
  - 5.1.1 钢柱建模 / 121
  - 5.1.2 钢梁建模 / 121
  - 5.1.3 楼板建模 / 122
- 5.2 钢结构的连接和节点设计及建模 / 123
  - 5.2.1 钢结构的连接 / 123
  - 5.2.2 钢结构的连接节点 / 125
  - 5.2.3 钢结构节点建模 / 128
- 5.3 钢支撑与桁架 / 131
  - 5.3.1 钢支撑建模 / 131
  - 5.3.2 钢桁架建模 / 132

## 第 6 章 结构分析模型与数据交换 / 136

- 6.1 结构分析模型 / 137
  - 6.1.1 结构设置信息录入 / 137
  - 6.1.2 结构分析模型的创建 / 140
- 6.2 广厦与 Revit Structure 的数据交换 / 143
  - 6.2.1 Revit 模型转换为广厦结构计算模型 / 143
  - 6.2.2 广厦结构计算模型转换为 Revit 模型 / 145
- 6.3 PKPM 与 Revit Structure 的数据交换 / 145
  - 6.3.1 PKPM 结构计算模型导入 Revit / 145
  - 6.3.2 Revit 模型转换为 PKPM 结构计算模型 / 147
- 6.4 盈建科与 Revit Structure 的数据交换 / 147
  - 6.4.1 盈建科结构计算模型导入 Revit / 148
  - 6.4.2 Revit 模型导入盈建科 / 150
- 6.5 Revit Structure 与广联达的数据交换 / 152
  - 6.5.1 Revit 模型与广联达数据交换的基础 / 152
  - 6.5.2 Revit 模型导出到广联达软件进行结构工程量计算 / 153
- 6.6 探索者数据中心平台 / 155

## 第 7 章 出图与打印 / 158

- 7.1 创建图纸 / 159
- 7.2 图纸导出与打印 / 162
  - 7.2.1 图纸导出 / 162
  - 7.2.2 图纸打印 / 163

## 参考文献 / 166

# 第1章

## Revit 2018基本知识

### 本章要点

Revit 软件的功能和相关概念

Revit 的用户界面及基本操作

族的概念及应用

协同设计的两种类型及实现要点

## 1.1 Revit 2018 介绍

Revit 2018 是 Autodesk 公司的产品，是 BIM 技术的核心建模软件之一。Revit 2015 之前分为 Architecture、Structure、MEP 三个软件，从 2015 版开始，三个软件合并到一起，统称 Revit。Revit 文件不能向下兼容（即低版本软件不能打开高版本的文件）。

Revit 2018 在结构专业增加了很多新功能：

① 更多钢结构连接。Steel Connections for Revit 附加模块已添加了 100 多种新的钢结构连接详图。

② 钢结构连接支持自定义框架族。为更好地整合结构连接，Revit 能分析自定义框架图元并生成该图元的结构剖面几何图形参数。

③ 钢结构连接后可更加便利地通过内部框架图元进行部署。

④ 连接中的钢图元优先级。指定钢结构连接中的主要图元以及次要图元的顺序。

⑤ 结构剖面几何图形属性。“类型属性”对话框和“族类型”对话框可为结构框架图元创建预制几何图形的参数进行编组，还添加了其他参数，以便在放置连接时更好地定义结构剖面形状并帮助分析自定义框架图元。

⑥ 自由形式混凝土对象中的钢筋放置。可以将钢筋放置在具有复杂几何图形（例如弯曲桥墩和屋顶板）的混凝土图元中。

⑦ 多项钢筋分布改进功能。为提高详细设计的工作效率，可沿曲面（包括自由形式对象）分布多个钢筋集。

⑧ 已导入混凝土图元中的钢筋放置。可以强化从 sat 文件或 InfraWorks 导入的混凝土图元。

⑨ 三维视图中的图形钢筋约束。可在三维视图中使用图形钢筋限制编辑器，使用画布中的工具以更精确地放置钢筋。

## 1.2 相关术语

### 1.2.1 项目与项目样板

在 Revit 当中所创建的三维模型、设计图纸和明细表等信息都被存储在 rvt 文件中，这个文件被称为项目文件。在建立项目文件之前，需要有项目样板来做基础。项目

样板的功能相当于 AutoCAD 当中的 dwt 文件，其中会定义好相应的参数，比如度量单位、尺寸标注样式和线型设置等。在不同的样板中，包括的内容也不相同。如绘制结构模型时，需要选择结构样板。在项目样板当中会默认提供一些框架梁、框架柱、楼板等族库，以便在实际建立模型时快速调用，从而节省制作时间。Revit 还支持自定义样板，可以根据专业及项目需求有针对性地制作样板，以方便日后的设计工作。

**项目：**单个设计信息数据库。项目文件包含了某个建筑的所有设计信息（从几何图形到构造数据），项目文件的扩展名为 .rvt。其组成如图 1.1 所示。

**项目样板：**提供项目的初始状态，项目样板文件的扩展名为 .rte。

**模型图元：**代表建筑的实际三维几何图形，如墙、柱、梁、楼板等。Revit 按照类别、族和类型对模型图元进行分级，如图 1.2 所示。

**基准图元：**协助定义项目范围，如轴网、标高和参照平面。

**视图图元：**只显示在放置这些图元的视图中，对模型图元进行描述或归档，如尺寸标注、标记和二维详图。

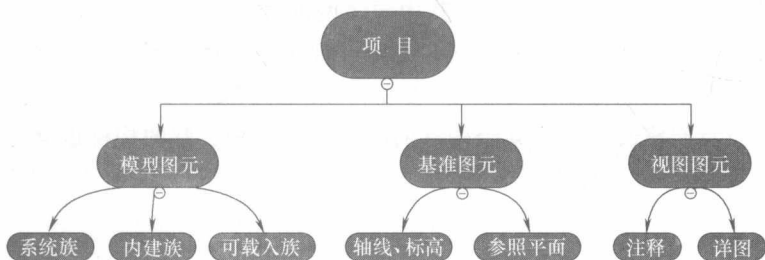


图 1.1 项目文件的组成

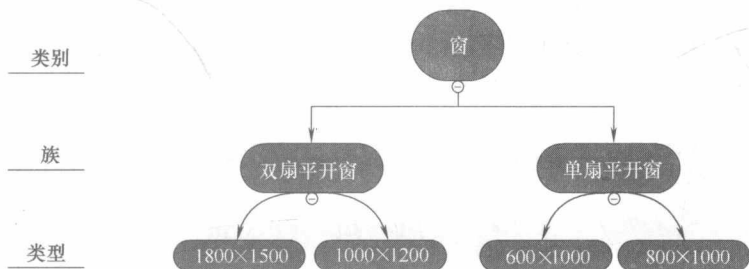


图 1.2 模型图元分级

## 1.2.2 族与族样板

族是组成项目的构件，同时也是参数信息的载体。族根据参数（属性）集的共用、使用上的相同和图形表示的相似来对图元进行分组。一个族中不同图元的部分或全部属性可能有不同的值，但是属性的设置（其名称与含义）是相同的。例如，“混凝土梁”作为一个族可以有不同的截面尺寸和混凝土强度。族可分为系统族、内建族、可载入族。

**族：**基本的图形单元被称为族，族的扩展名为 .rfa。

可载入族：使用族样板在项目外创建的 rfa 文件可以载入项目中，具有参数可自定义的特征，因此可载入族是用户最经常创建和修改的族。

系统族：已经在项目中预定义并只能在项目中进行创建和修改的族类型（如墙、楼板等）。它们不能作为外部文件载入或创建，但可以在项目和样板之间复制和粘贴或者传递系统族类型。

内建族：在当前项目中新建的族，它与之前介绍的“可载入族”的不同之处在于，“内建族”只能存储在当前的项目文件里，不能单独存成 rfa 文件，也不能用在别的项目文件中。

族样板：定义族的初始状态。族样板文件的扩展名为 .rft；主要针对可载入族，在新建族的时候需要选择不同的族样板。

### 1.2.3 参数化

参数化设计是 Revit 的核心内容，其中包含两部分内容：一部分是参数化图元；另一部分是参数化修改。参数化图元是指在设计过程当中，调整图元的某些信息时（如一面墙的高度或者框架梁的截面），都可以通过其在内部所添加的参数来进行控制；而参数化修改是指当我们修改了其中某个构件的时候，与之相关联的构件也会随之发生相应的变化，避免了在设计过程中数据不同步造成的设计错误，从而大大提升了设计的效率。

参数化建模是指项目中所有图元之间的关系，这些关系可实现 Revit 提供的协调和变更管理功能。这些关系可以由软件自动创建，也可以由设计者在项目开发期间创建。

在数学和机械 CAD 中，定义这些关系的数字或特性称为参数，因此该软件的运行是参数化的。该功能为 Revit 提供了基本的协调能力和生产率优势：无论何时在项目中的任何位置进行任何修改，Revit 都能在整个项目内协调该修改。

## 1.3 软件基础

### 1.3.1 Revit 2018 系统要求

Revit 2018 计算机系统的入门级配置如下：

操作系统：Microsoft Windows 7 SP1 64 位；Microsoft Windows 8.1 64 位；Microsoft Windows 10 64 位。

CPU 类型：单核或多核 Intel Pentium、Xeon 或 i 系列处理器或支持 SSE2 技术的 AMD 同等级别处理器。建议尽可能使用高主频 CPU。Autodesk Revit 软件产品的许多任务要使用多核；执行近乎真实照片级渲染操作需要多达 16 核。

内存：4GB RAM。

视频显示：1280×1024 真彩色显示器。

显卡：基本显卡——支持 24 位色的显示适配器；高级显卡——支持 DirectX 11 和 Shader Model 3 的显卡。

硬盘空间：5GB 可用磁盘空间。

浏览器：Microsoft Internet Explorer 7.0（或更高版本）。

连接：Internet 连接，用于许可注册和必备组件下载。

### 1.3.2 界面及菜单

安装好 Revit 2018 之后，可以通过双击桌面上的快捷方式图标来启动 Revit 2018，或者在 Windows 开始菜单中找到 Revit 2018 程序，如图 1.3 所示。

Revit 2018 的工作界面分为“应用程序菜单”“快速访问工具栏”“信息中心”“选项卡”“属性选项板”“项目浏览器”“状态栏”“图元控制栏”“绘图区”和“功能区”等部分，如图 1.4 所示。

单击“文件”可以打开“应用程序下拉菜单”，展开如图 1.5 所示，其中包含有“新建”“打开”“保存”和“导出”等基本命令。在右侧默认会显示最近打开过的文档，选择文档可快速打开。当需要某个文件一直保留在最近使用文档中时，可以单击文件名右侧的图钉图标将其锁定。



图 1.3 启动 Revit 2018



图 1.4 Revit 2018 工作界面

快捷键：“Alt+F”

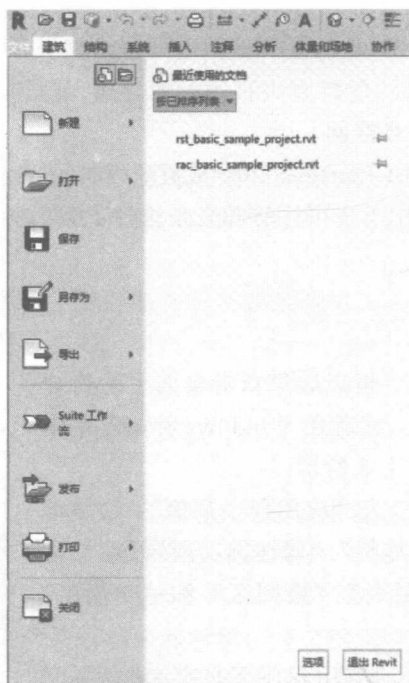


图 1.5 应用程序下拉菜单

自定义快速访问工具栏放置有常用的命令按钮，如图 1.6 所示。点击最右侧的按钮，在下拉菜单中可以添加和隐藏命令。

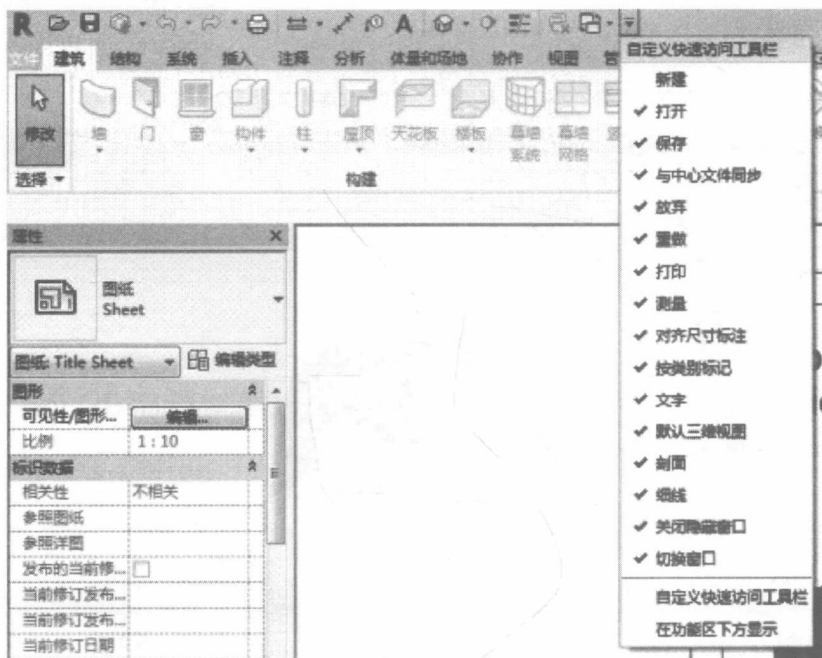


图 1.6 自定义快速访问工具栏

信息中心位于界面上方，如图 1.7 所示，包含搜索栏、通信中心、收藏夹等选项。对于初学者而言，它是一个非常重要的部分，可以直接在检索框中输入所遇到的软件问题，Revit 将会检索出相应的内容。如果购买了 Autodesk 公司的速博服务，还可通过该功能登陆速博服务中心。个人用户也可以通过申请的 Autodesk 账户，登陆自己的云平台。

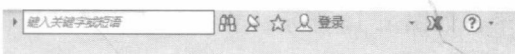


图 1.7 信息中心

选项栏位置在功能区下方，当使用命令或选定图元时，会显示出相关的选项。例如当用户使用梁命令时，如图 1.8 所示。要将选项栏移动到 Revit 窗口的底部（状态栏上方），应在选项栏上单击鼠标右键，然后单击“固定在底部”。

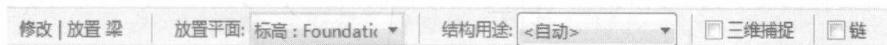


图 1.8 选项栏



图 1.9 项目浏览器（一）

项目浏览器显示当前项目中所有视图、图例、明细表/数量、图纸、族、组、Revit 链接及各组成部分的逻辑关系，如图 1.9 所示。点击节点将展开下一级内容，右键点击相应内容可进行复制、删除、重命名、选择全部实例、编辑族等相关操作。

属性面板，如图 1.10 所示，显示了不同图元或视图的类型属性和实例属性参数。当选定了图元时，属性栏会显示该图元的实例属性，用户可以更改相关属性。

点击“类型选择器”，在下拉菜单中可调整图元类型。

用户也可以点击“编辑类型”选项，在弹出的类型属性对话框中，如图 1.11 所示，编辑图元所属类型的类型属性。

状态栏位于用户界面的左下方，使用当前命令时，状态栏左侧会显示相关的一些技巧或者提示。例如，调用一个命令（如“旋转”），状态栏会显示有关当前命令的后续操作的

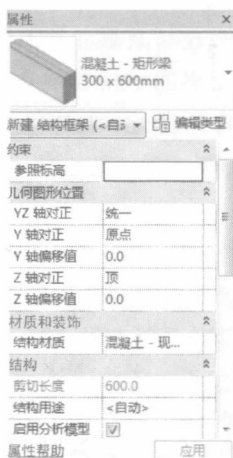


图 1.10 属性面板

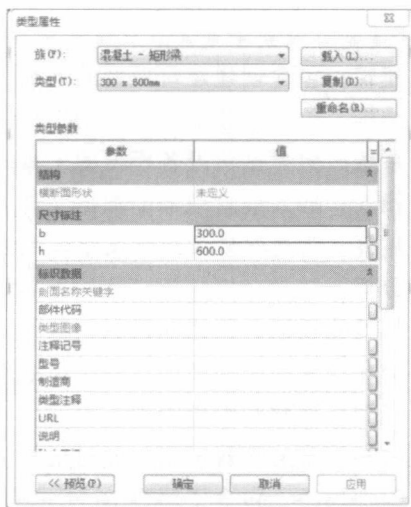


图 1.11 类型属性对话框