

建筑信息模型（BIM）技术基础

第三章：BIM建模技术概述



清华大学土木工程系 胡振中 副教授

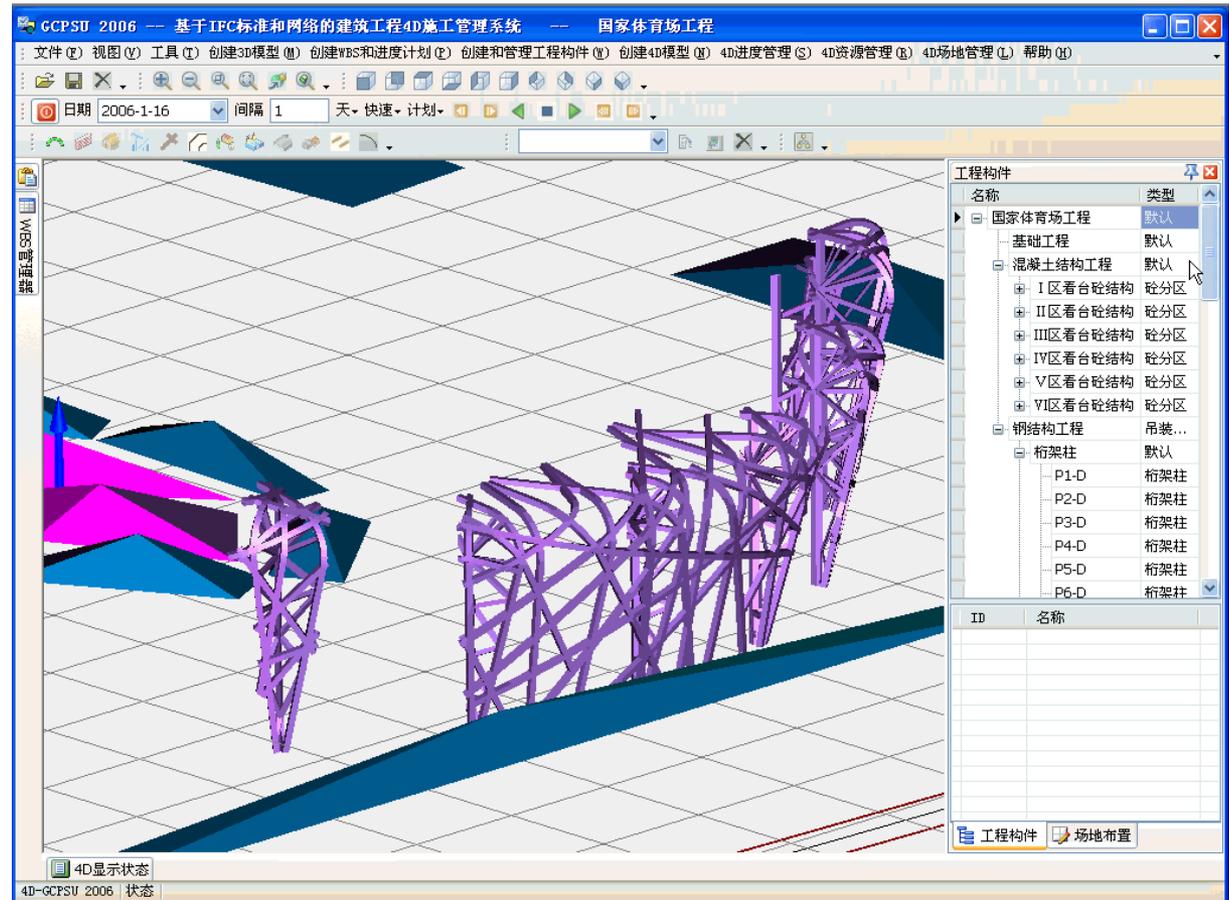
huzhenzhong@tsinghua.edu.cn <http://www.huzhenzhong.net>

2017年9月30日

第三章：BIM建模技术概述

• “鸟巢”

基于自主研发的三维图形平台，实现设计结果展现，直接用于构件生产，辅助施工管理。



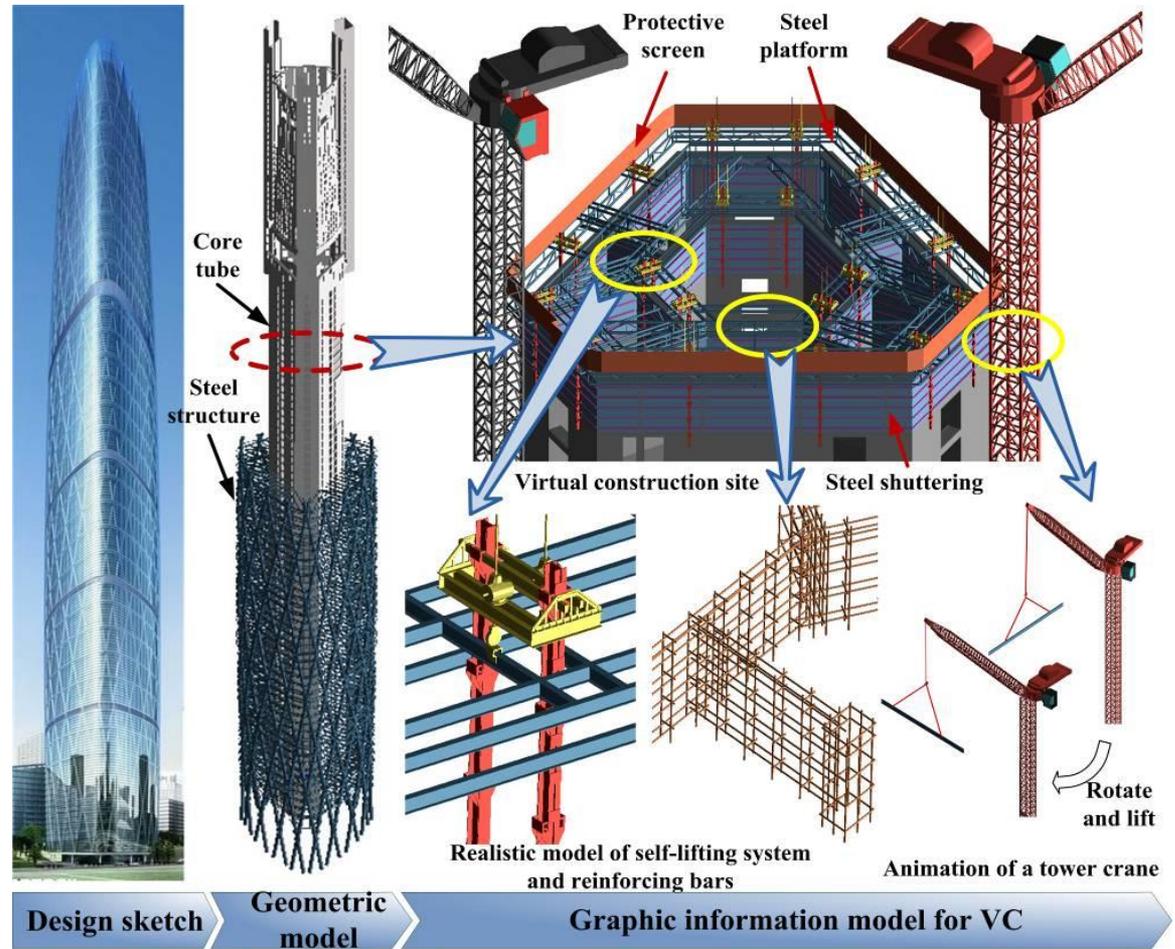
Hu Zhenzhong, Zhang Jianping. BIM-and 4D-based integrated solution of analysis and management for conflicts and structural safety problems during construction: 2.

Development and site trials[J]. **Automation in Construction**, 2011, 20(2): 167-180.

第三章：BIM建模技术概述

• 广州西塔

提出图像信息模型
(Graphic Information Model) 并研发图形平台，
提升设计结果和施工方案
的真实感表达效果

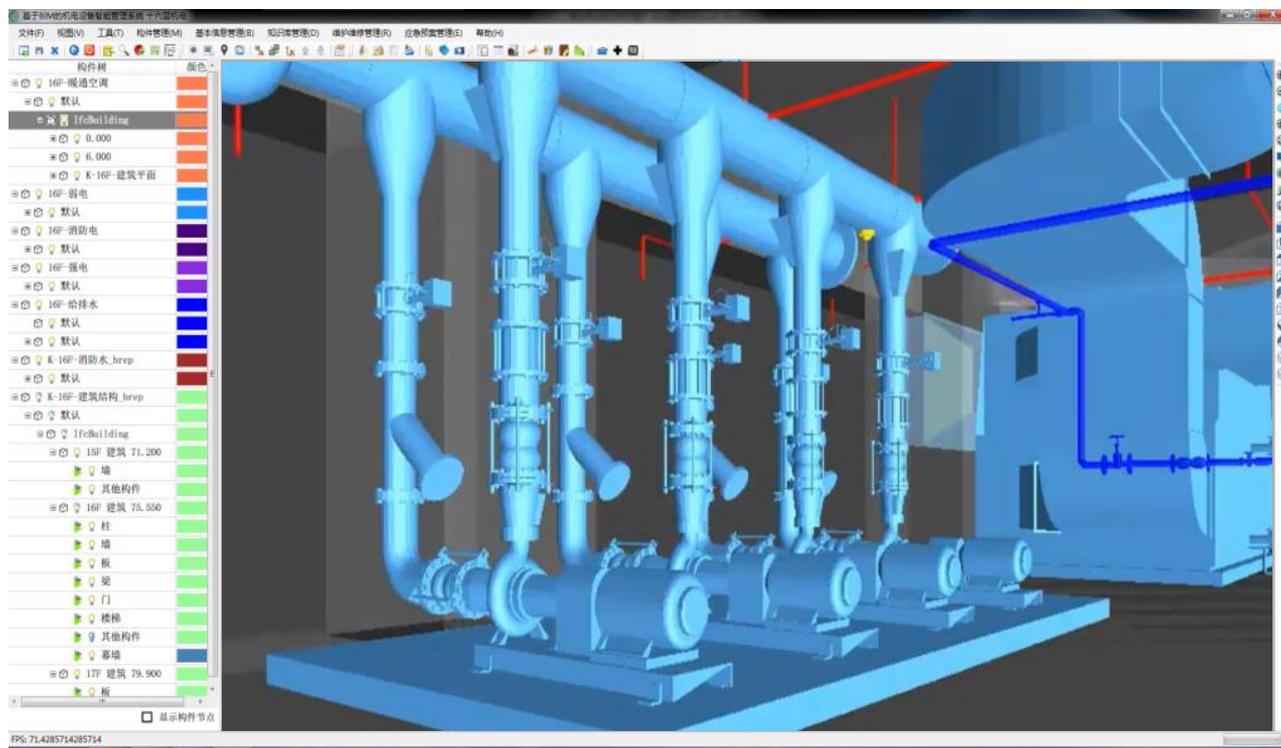


Jianping Zhang, Fangqiang Yu, Ding Li and **Zhenzhong Hu**. Development and Implementation of an Industry Foundation Classes-Based Graphic Information Model for Virtual Construction[J]. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 2014, 29: 60-74.

第三章：BIM建模技术概述

• 深圳嘉里中心II期

优化图形算法，
提高图形显示效率，
能支撑上千万个构件、
上亿个三角形的流畅
显示



获得两个全国BIM大赛一等奖

第三章：BIM建模技术概述

- 3.1 BIM技能等级考评
 - 3.2 BIM建模基础
 - 3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件
 - 3.4 Autodesk Revit 概述
-

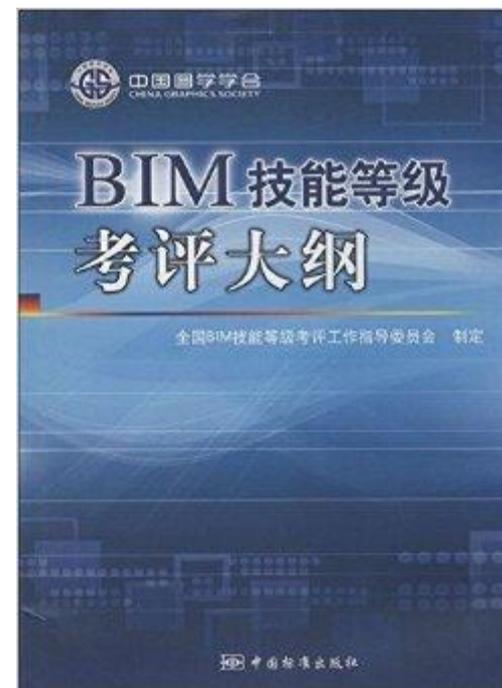
第三章：BIM建模技术概述

- 3.1 BIM技能等级考评
- 3.2 BIM建模基础
- 3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件
- 3.4 Autodesk Revit 概述

3.1 BIM技能等级考评



- 中国图学学会于2012年起，每年组织2期BIM技能等级考评，至今（2017年9月）已成功举办10期考评
- 每年参与考评人数快速增长，第10期达到17000余人
- **BIM技能定义：BIM建模和应用技能**



- 指使用计算机通过操作BIM建模软件，能将建筑工程设计和建造中产生的各种模型和相关信息，制作成可用于工程设计、施工和后续应用所需的BIM及其相关的二维工程图样、三维几何模型和其他有关的图形、模型和文档的能力。通过操作BIM专业应用软件，能进行BIM技术的综合应用能力

3.1 BIM技能等级考评——大纲解析

- 2013年正式发布 《BIM技能等级考评大纲》
- 《大纲》将BIM技能分为三级：
 - **一级为BIM建模师**：相当于BIM初级应用水平，不区分专业，能掌握BIM软件操作和基本BIM建模方法
 - **二级为BIM高级建模师**：根据设计对象不同，分为建筑、结构、设备三个专业，能创建达到各专业设计要求的专业BIM模型
 - **三级为BIM应用设计师**：根据应用专业不同，分为建筑、结构、设备设计专业以及施工、造价管理专业，能进行BIM技术的综合应用

3.1 BIM技能等级考评——知识要求

- 制图的基本知识：
 - 投影知识（正投影、轴测投影、透视投影）
 - 制图知识（国家标准知识、形体二维表达方法、标注与注释、专业样图的基本知识）
- 计算机绘图的基本知识：
 - 模型绘制、编辑、控制，以及项目文件管理与数据交换等
- BIM建模的基本知识：
 - BIM工程软件的基本操作技能
 - 各专业参数化建模与编辑方法、明细表、场景渲染与漫游、性能分析、协同设计、数据转换等等

3.1 BIM技能等级考评——考题

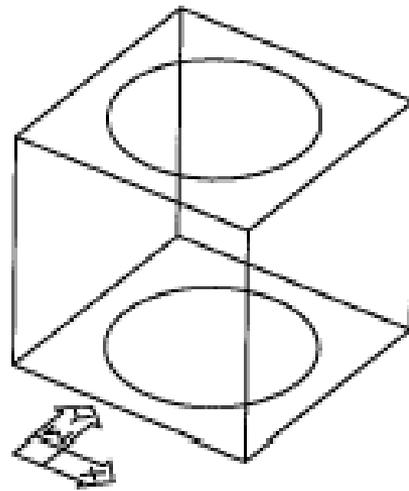
- 第三期考题
 - 第1题：轴网
 - 第2题：外墙
 - 第3题：杯形基础（考察体量建模）
 - 第4题：柱顶饰条
 - 第5题：三层建筑

第三章：BIM建模技术概述

- 3.1 BIM技能等级考评
- **3.2 BIM建模基础**
- 3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件
- 3.4 Autodesk Revit 概述

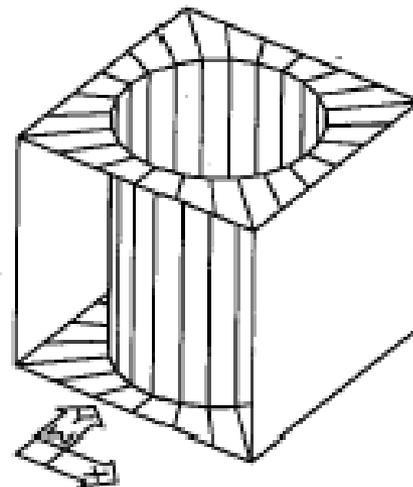
3.2 BIM建模基础——BIM模型结构

- BIM模型结构分为三种类型：
 - 线框模型
 - 表面模型
 - 实体模型



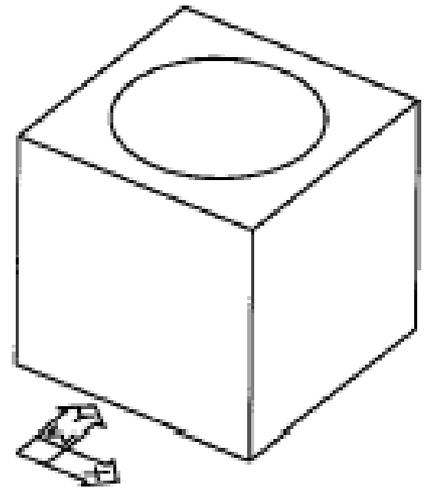
立方体线框模型

a)



立方体表面模型(去除了一个面后)

b)



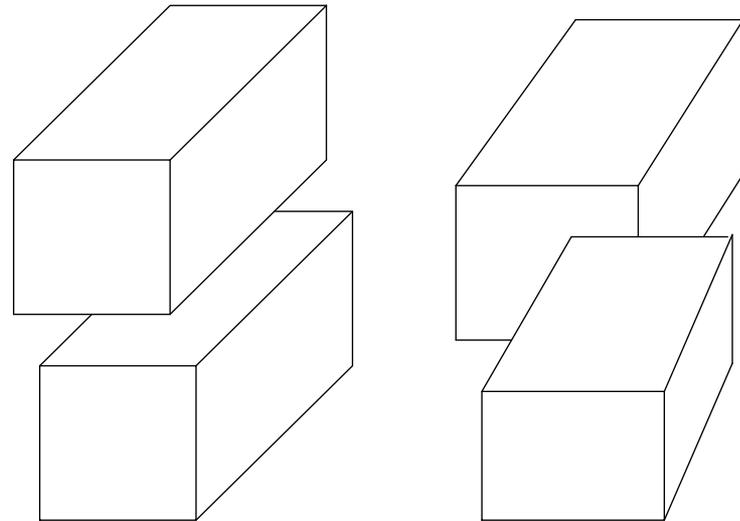
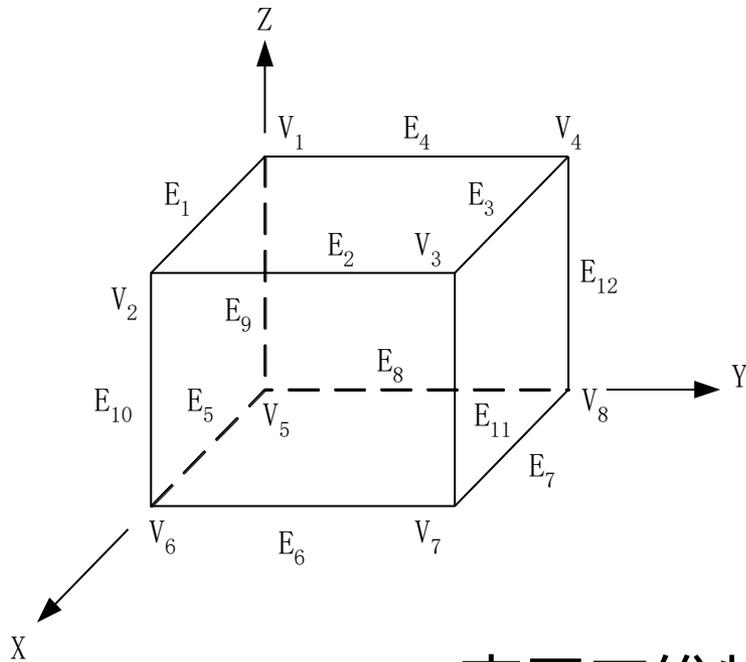
立方体3D 实体模型

c)

3.2 BIM建模基础——BIM模型结构

- 线框模型：

- 用物体的轮廓边来描述物体的几何形状（将物体看成三维空间中线段的集合）



表示三维物体时会产生多义性

3.2 BIM建模基础——BIM模型结构

• 线框模型（数据结构）：

- 顶点表：反映各个顶点的坐标
- 边表：反映各条边以及每条边的起点和终点
- 边类型：反映边的类型信息，如直线、圆弧等

顶点表

顶点	坐标值		
	x	y	z
1	0	0	1
2	1	0	1
3	1	1	1
4	0	1	1
5	0	0	0
6	1	0	0
7	1	1	0
8	0	1	0

边表

棱线	顶点号	
	1	2
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	1
5	5	6
6	6	7
7	7	8
8	8	5
9	1	5
10	2	6
11	3	7
12	4	8

顶点表				边表			边类型	
顶点号	X	Y	Z	边号	起点号	终点号	边号	类型
V1	x ₁	y ₁	z ₁	E ₁	V ₁	V ₂	E ₁	直线
V2	x ₂	y ₂	z ₂	E ₂	V ₁	V ₃	E ₂	直线
V3	x ₃	y ₃	z ₃	E ₃	V ₂	V ₃	E ₃	弧
				E ₄	V ₃	V ₂	E ₄	弧

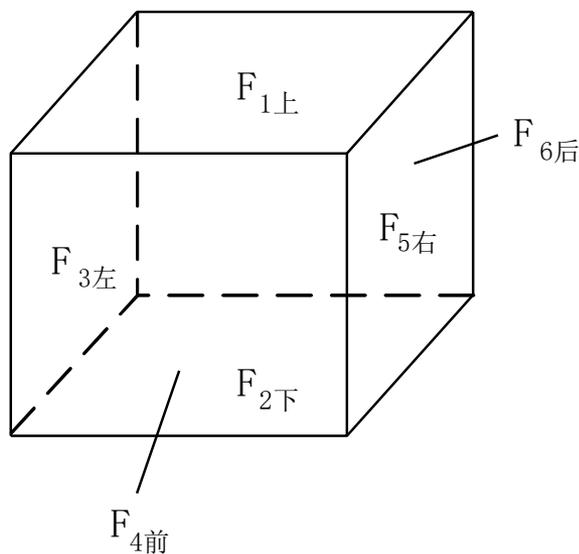
什么形状？

3.2 BIM建模基础——BIM模型结构

- 表面模型：

- 用棱线所围成的封闭部分定义实体的表面，再由面包络构成实体（多边形平面的集合来逼近空间物体的轮廓面）

顶点表和
棱边表同
线框模型



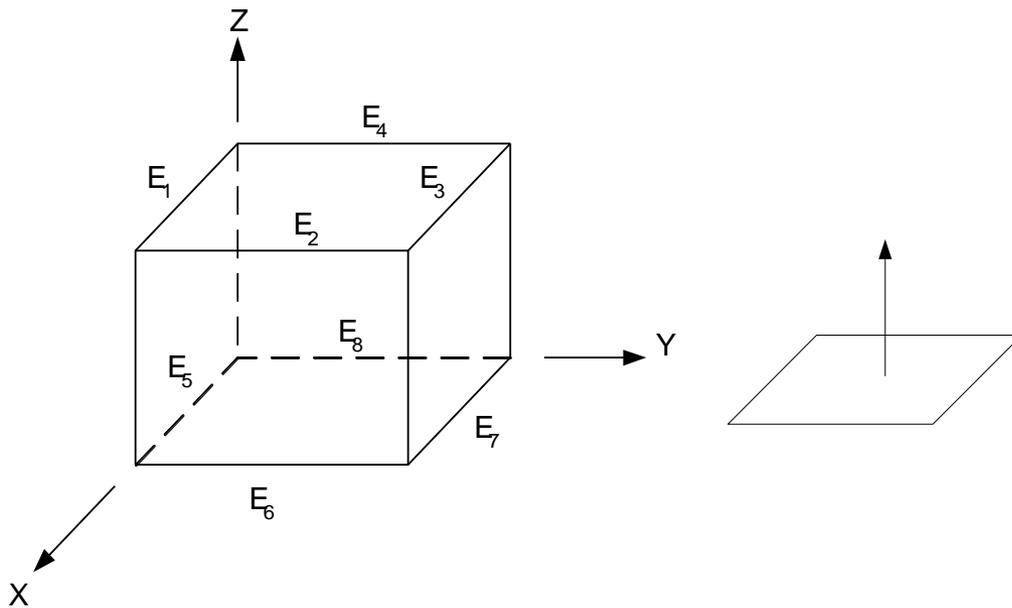
表面	棱线号			
1	1	2	3	4
2	5	6	7	8
3	1	10	5	9
4	2	11	6	10
5	3	12	7	11
6	4	9	8	12

表达清晰？

3.2 BIM建模基础——BIM模型结构

- 实体模型：

- 实体模型具有描述几何形状的完备信息，可以对物体形状作操作处理（取某个剖面、简单体素的拓扑操作）



该棱线所围的外法向矢量与z正向一致

表面	棱线号			
1	1	2	3	4
2	-5	-6	-7	-8
3	-1	-10	-5	-9
4	2	10	6	11
5	3	12	7	11
6	-4	-9	-8	-12

除顶点表、棱线表同线框模型外，面表中棱线号是有向的

3.2 BIM建模基础——BIM模型结构

- 实体模型：

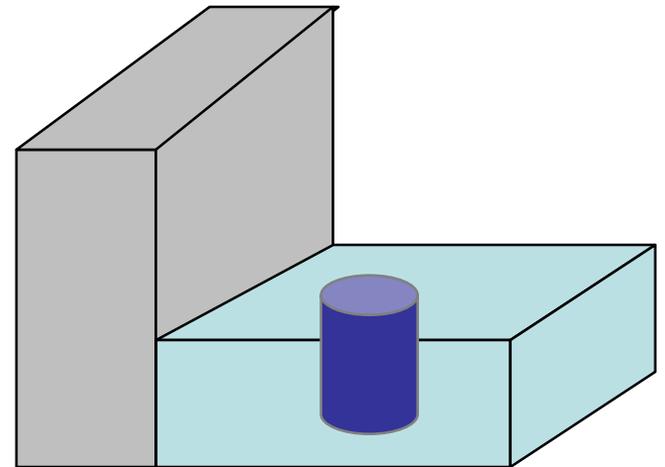
- 体素调用
- 空间点列
- 单元分解
- 扫描变换
- 边界表示

- 结构实体几何(CSG)

- 数据结构：有序二叉树
 - 内部节点：并、交、差等集合运算
 - 叶结点：体素

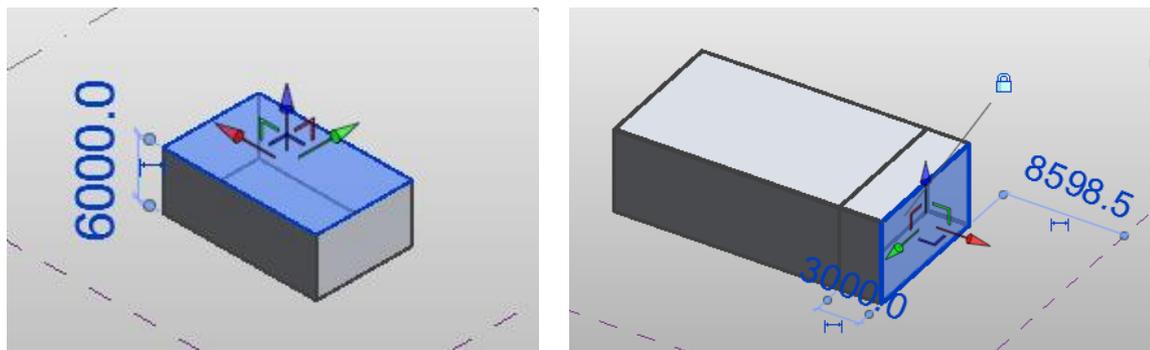
- 复合表示模式

- CSG与边界表示
- CSG与扫描变换
- CSG、边界表示与扫描变换

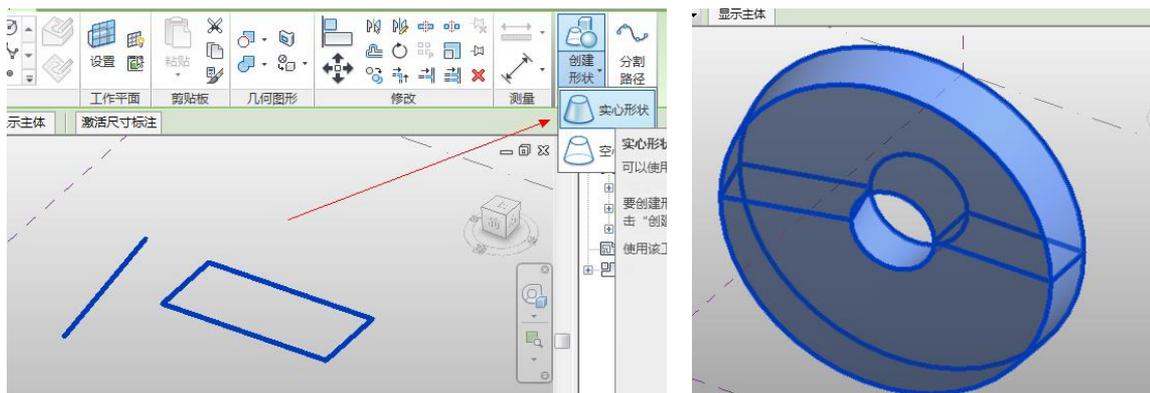


3.2 BIM建模基础——三维建模方法

- 拉伸

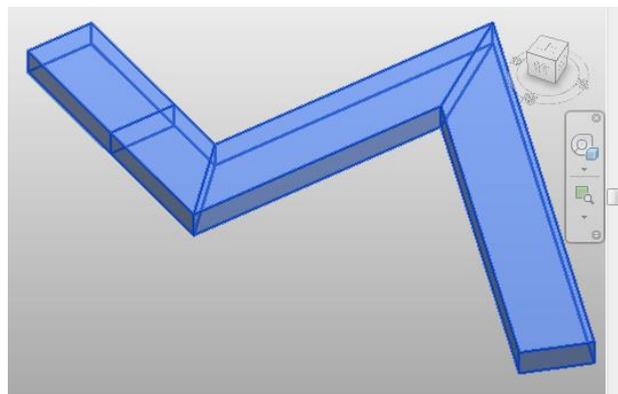
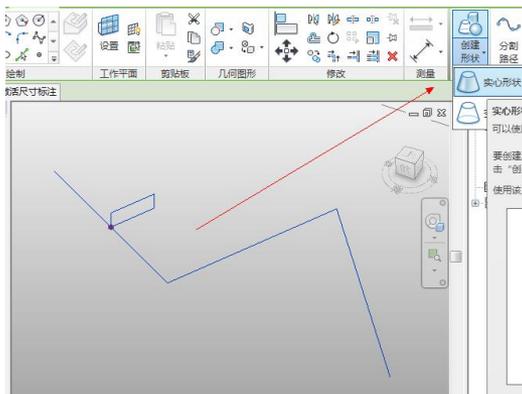


- 旋转

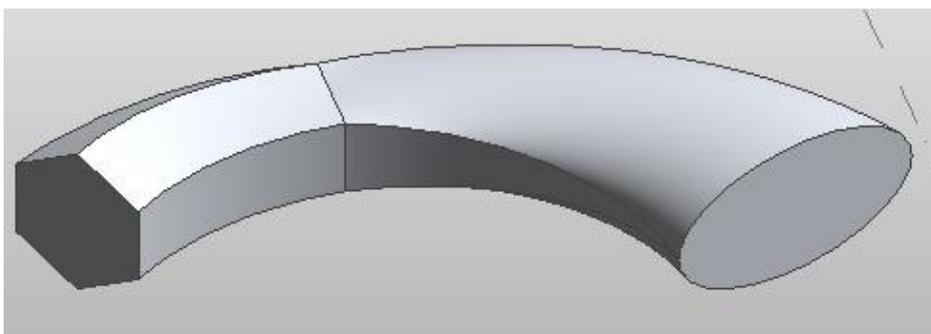
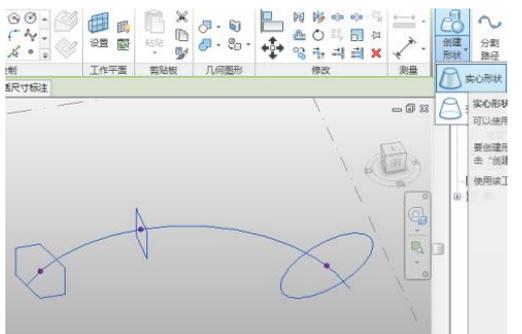


3.2 BIM建模基础——三维建模方法

- 放样



- 融合



第三章：BIM建模技术概述

- 3.1 BIM技能等级考评
- 3.2 BIM建模基础
- 3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件
- 3.4 Autodesk Revit 概述

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- Autodesk的BIM系列软件：

- 欧特克(Autodesk, Inc.)创建于1982年，以AutoCAD为代表的二维和三维设计、工程与娱乐软件产品涵盖制造业、工程建设业、基础设施业及传媒娱乐业等多个行业
- 2002年Autodesk公司以1.33亿美元收购Revit Technology公司，Revit成为Autodesk公司建筑领域的旗舰产品之一
- 随后发展的BIM系列软件包括：
 - Autodesk® Revit® Architecture/Structure/MEP
 - Autodesk® Navisworks®
 - Autodesk® Ecotect®
 - Autodesk® Civil 3D®
 - Autodesk® Green BuildingStudio

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- Autodesk的BIM系列软件：

- Autodesk® Revit®

- Architecture能够帮助建筑师探究早期设计构思和设计形式，进行**可持续设计、碰撞检测、施工规划和制造**；之后共享模型，在集成流程中与工程师、承包商和业主高效协作；借助**参数化设计技术**，所做出的任何变更都能自动更新到整个项目中，同时还能保持设计和文档的协调一致
- Structure是面向结构工程的BIM软件，**可实现结构分析、设计和文档创建**；通过使用来自建筑和工程文件的关键信息来提高各部门之间的协作效率；通过双向关联，将分析集成到流行的结构分析软件
- MEP是面向**设备及管道专业的设计和制图软件**，特别是对于水、暖、电绘图员和工程师，能够帮助其提高工作效率，进行可持续建筑设计和分析，并加强设计协作

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- Autodesk的BIM系列软件：

- Autodesk® Navisworks®

- NavisWorks 软件是由英国 Navisworks 公司研发并出品，2007 年该公司被 Autodesk 收购
- Autodesk Navisworks 软件是一款**设计评审解决方案**，可以集成、浏览和审核多种 3D 设计文件，可以实现对 3D 模型的实时交互漫游
- 包括四款产品：
 - Autodesk Navisworks Manage 软件是供设计和施工管理专业人员使用的一款**审阅解决方案，集成了错误查找、冲突管理、4D 项目进度仿真和可视化等功能**
 - Autodesk Navisworks Simulate 软件能够再现设计意图，制定 4D 施工进度表，超前实现施工项目的可视化
 - Autodesk Navisworks Review 软件支持整个项目的实时可视化，审阅各种格式的文件
 - Autodesk Navisworks Freedom 软件是免费的浏览器，支持 Autodesk Navisworks NWD 文件与三维 DWF 格式文件的浏览

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- Autodesk的BIM系列软件：

- Autodesk® Ecotect®

- Ecotect是**建筑生态与环境模拟分析软件**，具有基于BIM模型数据的日光分析、阴影和遮蔽分析、照明设计、热性能分析、流体动力学（CFD）计算结果三维可视化、声学分析等功能

- Autodesk® Civil 3D®

- Civil 3D是**测量、设计、分析与制图软件**，用于包括土地开发、道路交通、水利电力在内的土木工程，能够帮助项目团队创建、预测和交付各类土木工程项目，帮助土木工程师探索更多的优化方案，推动项目开展

- Autodesk® Green Building Studio®

- 通过与Revit以及其它一些可以兼容的能源分析软件之间进行交互操作，或通过Green Building XML（gbXML，绿色建筑扩展标记语言）与其它软件实现兼容，**提供基于网络的能源分析服务**

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- Open BIM联盟的BIM系列软件：
 - Open BIM联盟是由GRAPHISOFT®，Tekla®和buildingSMART®于2009年发起的
 - 目前Open BIM的合作伙伴有Trimble、Tekla、Graphisoft、Nemetschek、BuildingSMART等
 - 为国人所熟知的代表性BIM产品有：
 - SketchUp
 - ArchiCAD
 - Tekla Structures
 - MagiCAD

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- Open BIM联盟的BIM系列软件：

- SketchUp

- SketchUp 是一款直接面向设计方案创作过程的设计工具，是三维建筑设计方案创作的良好工具，成立于1999年，2006年被Google收购，2012年又被美国Trimble Corporation收购

- ArchiCAD

- Graphisoft公司1987年发布第一版ArchiCAD，被认为是第一款个人计算机上2D/3D的CAD制图软件，并被标记为**第一款具有BIM特色的软件产品**。2007年德国Nemetschek AG公司收购了Graphisoft
- 在Graphisoft的BIM解决方案中，除建筑设计软件ArchiCAD外，还有与之配套的系列软件，如BIM Server TM提供实时的BIM协作环境，Graphisoft EcoDesigner是一款建筑能耗分析软件，Graphisoft BIM Explorer是BIM浏览与交流工具

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- Open BIM联盟的BIM系列软件：

- Tekla Structures

- Tekla公司在1966年成立于芬兰，2011年被美国Trimble Corporation收购
- Tekla在建筑和施工领域提供了基于BIM的软件产品Tekla Structures和Tekla BIMsight，其中**Tekla Structures在钢结构工程中得到了广泛应用**；Tekla BIMsight可以展示从不同专业得到的一个完整建筑项目，进行**碰撞校核、审定和共享信息**
- Tekla BIM 软件可与其它现有应用程序配合使用，也可单独作为解决方案的平台，是支持协同工作和标准化的开放式平台，支持的标准格式包括IFC、CIS/2、SDNF和DSTV；支持的专用格式包括：DWG、DXF和DGN

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- Open BIM联盟的BIM系列软件：

- MagiCAD

- 芬兰Progman有限公司于1983年成立，其研发的MagiCAD 系列软件涵盖了暖通空调、建筑给水排水、建筑电气、建筑智能建模、以及能耗分析等各个专业领域，在北欧地区占有绝对的市场优势，2008年进入中国，**2014年4月被广联达全额收购**
 - MagiCAD系列软件主要包括以下几个软件模块：风系统（含通风、空调风系统）模块，水系统（含采暖、空调水与建筑给排水系统）模块，建筑电气（含强电、弱电、楼宇自控系统）模块，喷洒系统模块（含管路设计、压力计算、校核），电气回路设计模块，系统原理图设计模块，舒适与能耗分析（RIUSKA）模块（含智能建模模块）

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- Bentley的BIM系列软件：

- Bentley Systems公司创建于1984年，1987年发布了MicroStation第一版，其应用涵盖了工业与民用建筑、石油化工、发电厂、轻工工厂、桥梁、公路、轨道交通等**基础设施领域**

- Bentley Systems公司的主要产品包括：

- MicroStation
- ProjectWise
- AECOsim Building Designer
- AECOsim Energy simulator
- ConstructSim
- Facility Manager
- Navigator

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- Bentley的BIM系列软件：

- MicroStation

- MicroStation是一款功能强大的**BIM参数化建模和设计系统**，能兼容多种数据格式，包括：DWG文件、3D Studio文件格式、SketchUp文件格式及IFC文件格式都可以兼容

- ProjectWise

- ProjectWise作为工程内容协同管理平台，能够适用于工程建设的不同阶段、不同参与方，去实现不同的应用需求：
 - 对于设计方，它是一个三维设计协同的工作平台，可以实现工作内容的集中存储、工作标准的统一控制、工作过程的协同管理；可以使参与项目的所有人、在同一个环境里、用同一套标准、并行协同工作
 - 对于业主，它是一个协调管理平台，它可以使项目生命周期中，不同的参与方在同一个平台上，协调各方的配合关系，紧密监控项目进程

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- Bentley的BIM系列软件：

- AECOsim Building Designer

- 涵盖了建筑、结构、建筑设备及建筑电气四个专业设计模块。其中的建筑设备又涵盖了暖通、给排水及其它低压管道的设计功能，支持从模型创建、图纸输出、统计报表、碰撞检测、数据输出等整个工作流程的工作

- AECOsim Energy simulator

- 能耗计算与分析模块，可实现能耗计算、分析模拟，二氧化碳排放控制、成本控制

- ConstructSim

- 通过内建的设计、排列、执行、监督等虚拟模型来优化项目施工活动

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- Bentley的BIM系列软件：

- Facility Manager

- 可以将设施和资产管理与图纸文件及工程数据结合起来，同时，能够和企业其他应用系统进行集成(财务，ERP系统如SAP，用友等)

- Navigator

- Navigator为三维设计校审系统，可以实现信息模型的浏览、渲染、动画、三维校审、批注、碰撞检测等功能，与ProjectWise相结合，可以实现设计设计、校审、批注、反馈工作流程自动控制

这些软件的共同点、不同点？

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- 国产设计系列软件：

- 中国建筑科学研究院PKPM系列

- PKPM是我国建筑行业计算机技术开发应用的最早单位之一，成立于1987年。经多年的积累，PKPM已经成为集建筑、结构、设备、节能、概预算、施工技术、施工管理、企业信息化于一体的大型建筑工程软件系统，系统内已实现了**基于企业标准的信息共享**
 - 2012年，PKPM分别与AUTODESK、BENTLEY签署了战略合作协议，旨在为其用户提供更好的BIM支持；2015年，推出基于BIM技术的设计软件

- 北京盈建科软件

- 成立于2010年，提供面向国际市场的建筑结构设计软件，既有中国规范版，也有欧洲规范版；目前推出了建筑结构计算软件；盈建科基础设计软件、盈建科砌体结构设计软件、盈建科结构施工图辅助设计软件等
 - 盈建科基于BIM等信息化技术，坚持聚焦定位（结构设计）、**开放数据**

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- 国产设计系列软件：

- 天正软件

- 天正软件成立于1994年，以天正建筑为龙头的水、暖、电、日照、节能在国内外工程设计企业得到了广泛的应用；天正建筑软件是在AutoCAD基础上二次开发的产品，主要功能包括：绘制三维建筑模型、绘制符合中国规范的标注符号、由建筑各层平面图生成完整建筑三维模型、三维观察工具（虚拟漫游）、建筑构件与水暖电管道碰撞检查、建筑节能分析、建筑日照分析、结构与水暖电专业条件图接口等

- 鸿业软件

- 鸿业科技成立于1992年，已推出的软件产品有：基于REVIT平台的鸿业建筑、水暖电全专业BIM软件、给排水软件、暖通空调软件、电气设计软件、规划总图软件、道路设计软件、三维管线设计软件、市政道路软件、市政管线设计软件、日照分析软件及交通设施规划设计软件

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- 国产设计系列软件：

- 探索者

- 北京探索者软件技术有限公司成立于1999年2月，水工结构设计软件、结构后处理设计软件、水池辅助设计软件等模块，可在Revit和支持IFC标准的平台（Bentley sap2000等）中自动生成结构三维模型；可从分析计算软件中获取构件几何信息和配筋数据，或从Revit structure中获取构件几何信息从计算分析软件中获取构件配筋信息后，自动生成结构平法施工图；并可自动计算构件混凝土和钢筋用量，统计各构件、各结构层和全楼钢筋和混凝土工程量

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- 国产造价管理软件：

- 广联达系列

- 广联达软件股份有限公司成立于1998年，是国内建设工程领域信息化服务产业的领军企业，2010年5月成为建设工程领域信息化产业首家上市软件公司。广联达软件产品包括预算软件、工程造价、工程施工、企业管理、工程采购、工程教育、电子政务与互联网等七大类30余种
 - 广联达的BIM主要技术和产品包括：算量系列软件、建模软件、模型检查软件，并拥有自主知识产权的三维图形平台，于2011年初开发出第一个版本的IFC标准数据接口，支持的IFC版本为IFC 2X3
 - 广联达算量软件主要解决工程造价人员在招投标过程中的算量、过程提量、结算阶段构件工程量计算等业务，该系列软件主要包括：精装算量、钢筋对量软件、图形对量软件、钢筋施工翻样软件、土建算量软件、安装算量软件、钢筋抽样软件等

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- 国产造价管理软件：

- 鲁班系列

- 上海鲁班软件有限公司成立于1999年，是国内重要的软件供应商和服务商，其软件产品主要包括：土建/安装软件、钢筋软件、项目基础数据分析系统、碰撞检查系统，以及鲁班造价软件和企业定额编制系统等
 - 鲁班土建/安装软件是**基于AutoCAD图形平台开发**的工程量自动计算软件，可直接导入Revit建立的BIM模型。它内置了全国各地定额的计算规则，可灵活多变的输出各种形式的工程量数据

- 清华斯维尔系列

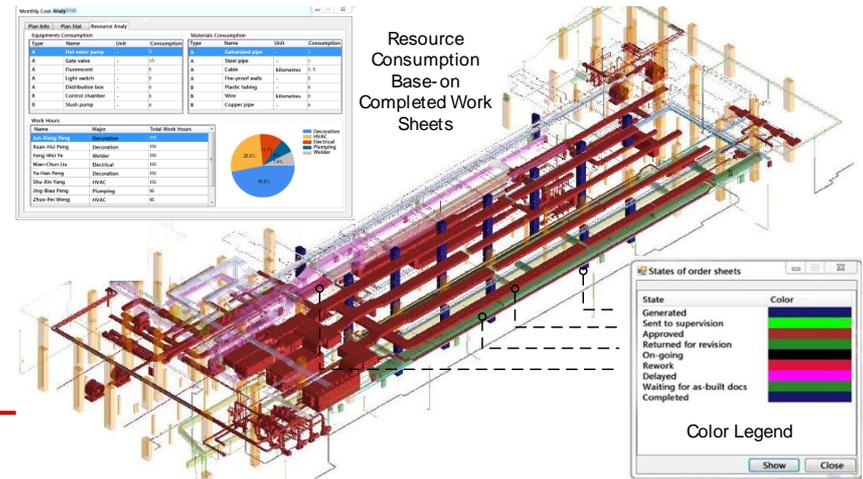
- 深圳市清华斯维尔软件科技有限公司成立于2000年5月，以建筑设计、建筑经济、项目管理等建设领域软件开发为主业、同时发展外包服务的高新技术企业
 - 设计信息化软件涵盖了建筑设计、节能设计、设备设计、日照分析、暖通负荷、数字报建等各专业软件

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

• 国产项目管理软件：

— 清华大学4D-BIM系统

- 将BIM和4D技术有机结合，构建面向过程的4D-BIM模型，实现了基于4D-BIM的实时、动态、集成和可视化施工管理，实现了跨网络平台的多参与方协同管理，体现了BIM应用对施工过程的可预测性、可控制性
- 4D-BIM系统应用于许多大型项目，并荣获2009、2010年华夏建设科学技术一等奖、北京市科学技术三等奖、云南省科技进步三等奖、全国BIM大赛一、二等奖近10项。取得10项软件著作权和1项发明专利



3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- 国产项目管理软件：

- 广联达BIM5D

- 2014年广联达推出的一款**单机版的基于BIM的施工过程管理工具**，可以通过BIM模型集成进度、预算、资源、施工组织等关键信息，对施工过程进行模拟，及时为施工过程中的技术、生产、商务等环节提供准确的形象进度、物资消耗、过程计量、成本核算等核心数据，提升沟通和决策效率

- 中国建筑科学院PKPM-4D

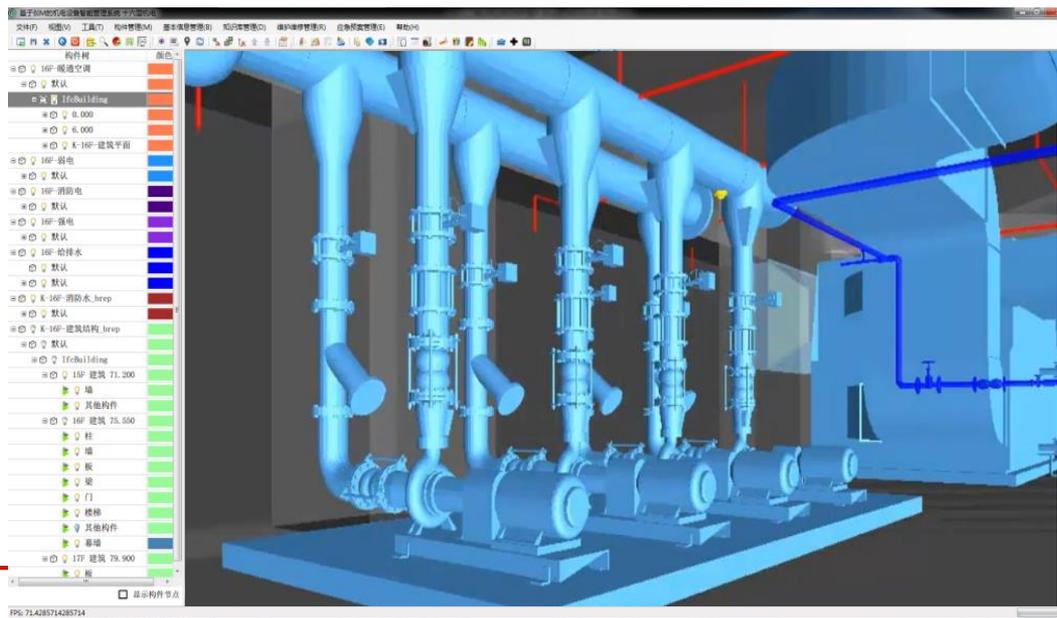
- PKPM-4D施工综合管理系统提供包括BIM模型与施工进度计划、工程造价、质量安全、施工资料等信息相融合，实现施工管理的信息化、集成化、可视化和智能化

3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件

- 国产运维管理软件：

- 清华大学BIM-FIM系统

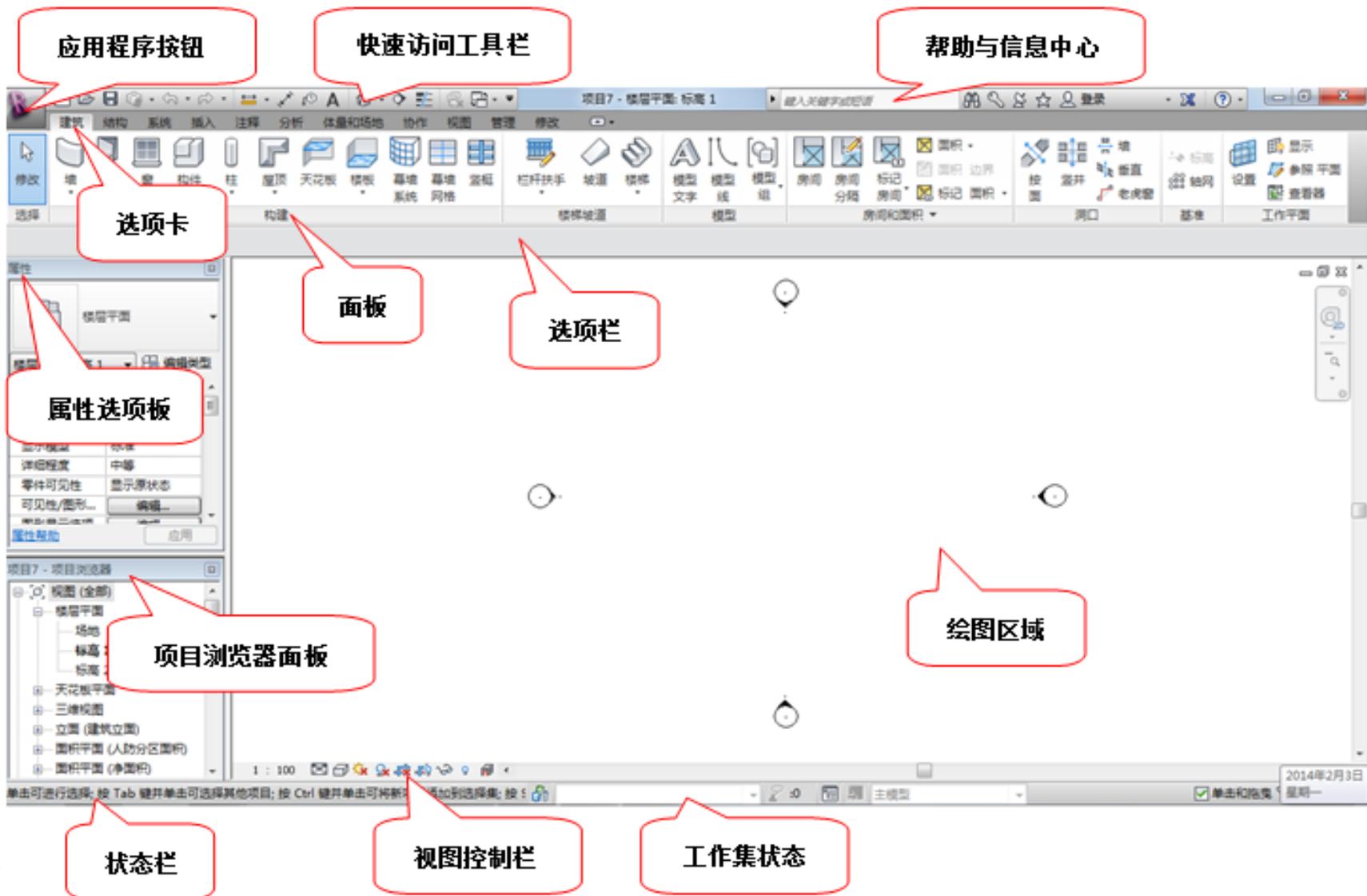
- 实现MEP安装过程和运营阶段的信息共享，以及安装完成后将实体设备和虚拟的MEP-BIM一起集成交付
 - 加强运维期MEP的综合信息化管理，延长设备使用寿命、保障所有设备系统的安全运行提供高效的手段和技术支持



第三章：BIM建模技术概述

- 3.1 BIM技能等级考评
- 3.2 BIM建模基础
- 3.3 基于BIM的土木与建筑工程软件
- 3.4 Autodesk Revit 概述
 - 作为当前国内应用最广的BIM创建工具，Revit系列软件由全球领先的数字化设计软件供应商欧特克（Autodesk）公司，针对建筑、结构、机电设备等行业开发的三维数字化设计软件平台

3.4 Autodesk Revit 概述



3.4 Autodesk Revit 概述

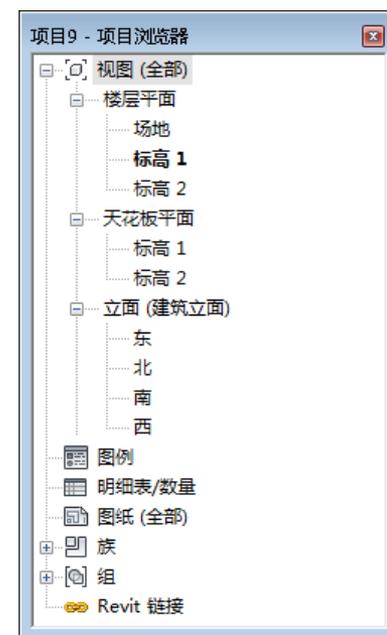
- Revit的主要特点

- 标准**友好的人机交互界面**
- **参数化建模**方式，能够有效地提高工作效率
- 基于BIM，能够根据三维模型**自动生成各种图形和文档**，而且图形和文档始终与模型逻辑相关；当模型变化时，与之关联的图形和文档将立即**自动更新**，从而有利于保证方案的准确性和一致性
- **支持IFC、DXF和DGN**等数据格式，方便进行数据共享
- 具有**丰富的建筑构件图元库**，图元库中定义了上千个通用建筑构件图元族，能够满足各种类型的建筑物的使用需求
- 图形**参数化的族编辑器**，使用户只需通过作图即可创建自己的构件图元

3.4 Autodesk Revit 概述

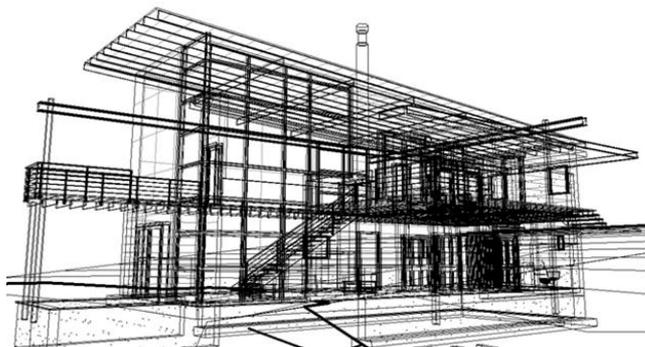
• 项目

- 在Revit中，项目是建筑信息的完整描述，包括用二维、三维视图以及明细表等形式表示该建筑所需的全部信息；**所有信息通过项目进行有效地组织和保存**
- 可以往项目中添加不同的参数化建筑构件和建筑视图
- **在任一视图中修改设计，会在整个项目中传播这些修改**，使得建筑物的三维模型、模型的任何视图、图纸和明细表全都会自动更新
- 可以定义**项目的环境**，包括材质设置、**建筑构件的显示形式**；这些设置与项目一起保存在项目文件中，并允许在设计过程的任一阶段对其进行修改



3.4 Autodesk Revit 概述

- 项目——建筑构件的显示形式



线框样式



隐藏线样式



着色样式



一直颜色样式



真实视觉样式

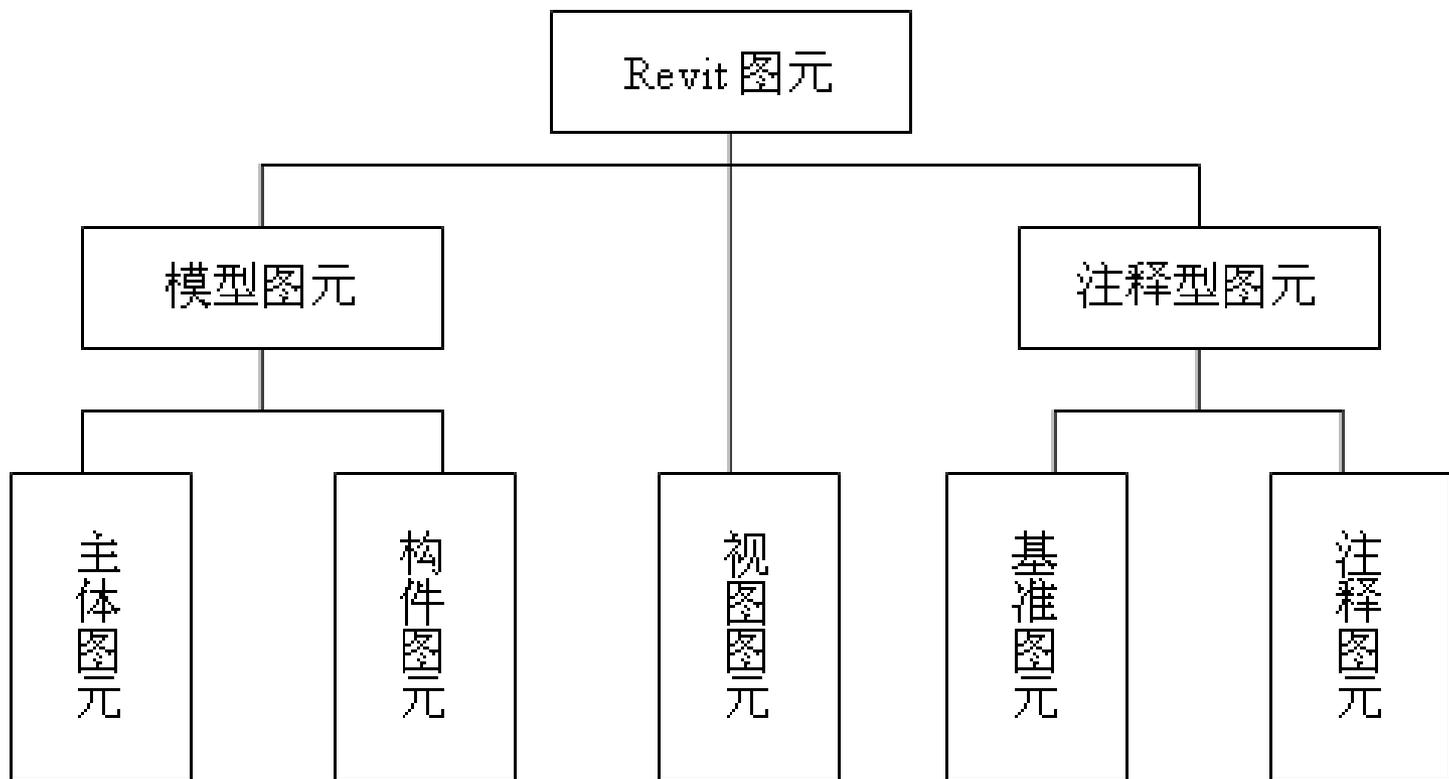


光线追踪样式

3.4 Autodesk Revit 概述

- 图元

- 图元是Revit信息建模的基础，每一种图元代表信息模型中的某些基本内容



3.4 Autodesk Revit 概述

- 图元

- **主体图元**：建筑物的内建构造，如墙、楼板、屋顶、天花板、楼梯和坡道等
- **构件图元**：主体图元之外的其他模型图元，如门、窗、家具、树等
- **视图图元**：查看操作图形的方式，如楼层平面图、天花板平面图、三维视图、立面图、剖面图以及明细表等
- **基准图元**：用于建立项目环境的非实际构件，如标高、轴网、参照平面等
- **注释图元**：在图纸上保持比例不变，且仅在一个视图中可见的二维注释部件，如尺寸标注、文字注释、载入的标记以及符号等

3.4 Autodesk Revit 概述

- 图元 (“墙”主体图元)



族: 基本墙
类型: 常规 - 240mm-20+200+20
厚度总计: 240.0
阻力 (R): 0.0000 (m² · K)/W
热质量: 0.00 kJ/K

样本高度 (S): 6096.0

层		外部边			
	功能	材质	厚度	包络	结构材质
1	面层 2 [5]	涂料-白色	20.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	面层 1 [4]	涂料-黄色	20.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	核心边界	包络上层	0.0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	结构 [1]	砌体-普通砖 75x225mm	200.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	核心边界	包络下层	0.0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	面层 2 [5]	水泥砂浆	20.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

内部边

插入 (I) 删除 (D) 向上 (U) 向下 (D)

默认包络
插入点 (I): 不包络
结束点 (E): 无

3.4 Autodesk Revit 概述

- 族、类型和实例

- 族 (Family) : 指图元的编组 ; Revit将具有**共同参数 (属性) 设置、相同用法和类似图形**表示的图元组成一组 , 以形成一个族
 - 一个族中不同图元的某些或全部属性可能有**不同的值 , 但是属性的名称和意义是相同的**
 - **系统族** : 在Revit中预定义的族 , 包含基本建筑构件 , 如墙、天花板、地板、坡道、屋顶、楼梯等
 - **标准构件族** : 标准构件族以构件族文件 (*.rfa) 的形式存在 , 可以把它们载入到不同的项目中 , 并在项目中或在族样板中使用
 - **内建族** : 在当前关联环境内创建的族 , 仅存在于此项目中 , 无法将其载入其他项目 , 多用于创建项目唯一的构件

3.4 Autodesk Revit 概述

- 族、类型和实例

- **类型**：类型也称为族类型，指族中某个具有特定属性值的图元类
 - 例如，如果将田字分隔窗户定义为一个族，则尺寸大小为900×1800的田字分隔窗户为该族中的一个类型，而尺寸大小为900×4500的田字分隔窗户为该族中的另一个类型
- **实例**：实例是族类型在项目中的副本，是族类型的具体化，一个实例只能对应于一个族类型，但一个族类型却可以拥有多个实例
 - 例如，如果在项目中创建了一个900×1800大小的田字分隔窗户，则该窗户即为相应族类型的一个实例

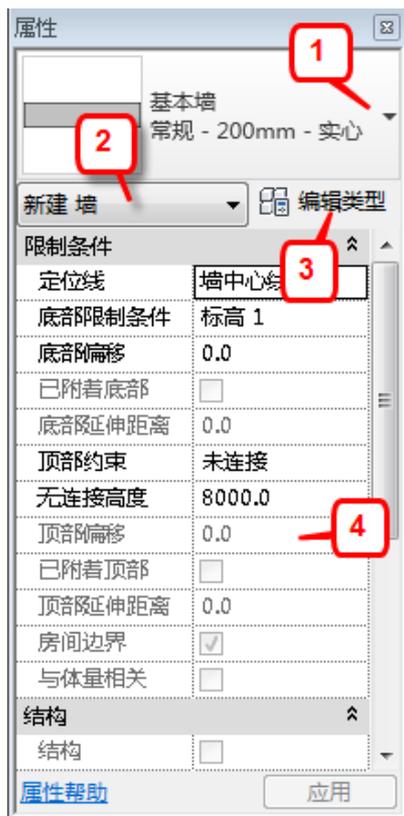
3.4 Autodesk Revit 概述

- 单元属性

- 构成 Revit 建筑信息模型的每个单元（或对象）都由一系列属性进行描述，这些属性定义了**对象的详细特征**，可通过“单元属性”对话框修改属性值和改变对象的特征
- Revit中单元属性分为**类型属性**和**实例属性**
 - 类型属性：单元所属的族类型的属性
 - 实例属性：随着单元在建筑或项目中的位置变化而改变的属性
- 在一个项目中，同一类型的不同实例具有相同的类型属性，但具有不同的实例属性；类型属性影响项目中该类型的全部实例，如果修改了类型属性，则该类型的实例将同时发生变化

3.4 Autodesk Revit 概述

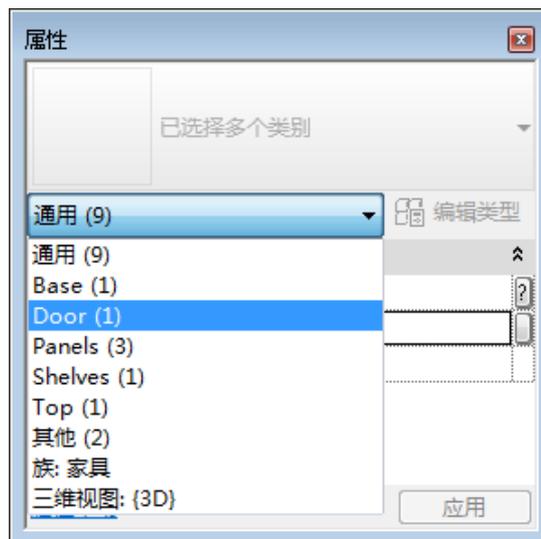
• 单元属性



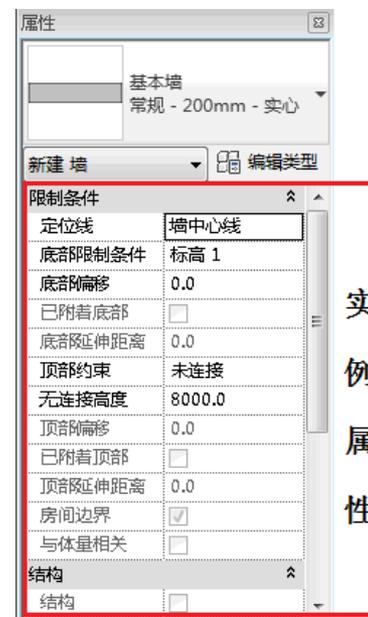
属性面板



类型选择器



属性过滤器



实例属性

3.4 Autodesk Revit 概述

- 创建BIM——参数化建模

- Revit提供了丰富的参数化建模工具，能够表达各种复杂的建筑构件，包括墙、门、窗、柱、屋顶、地板、天花板、楼梯、栏杆以及坡道等
- 通过从设计栏选择所需的构件类型，并从类型选择栏中选择合适的族类型，即可快捷地创建构件模型



- Revit为参数化建模提供了草图功能：创建草图的过程，实际上就是一个放样的过程，通过选定的族类型将草图转化为实体模型

基本

- 修改
- 墙
- 门
- 窗
- 构件
- 房间
- 屋顶
- 楼板
- 栏杆
- 扶手
- 尺寸标注
- 剖面
- 标高
- 文字

视图

- 建模
- 绘图
- 渲染
- 场地

House4 - 项目浏览器

- 视图 (全部)
 - 楼层平面
 - 1F
 - 0F
 - 1F
 - 1F颜色填充
 - 2F
 - 3F
 - 场地
 - 楼梯地下层
 - 天花板平面
 - 三维视图
 - 立面 (建筑立面)
 - 剖面 (建筑剖面)
 - 剖面 1
 - 剖面 2
 - 楼梯剖面图
 - 详细索引 2
 - 渲染
 - AR 0
 - AR 10
 - AR 12
 - PR 14
 - PR 16
 - PR 18
 - 三维视图 1-1
 - 三维视图 3-3
 - 三维视图 5-5
 - 客厅
 - 走廊
 - 剖面视图 (详细)
 - 屋面及水大样
 - 节点大样
 - 楼梯
 - 面积平面 (建筑)
 - 剖面
 - 明细表/数量
 - 图线 (全部)
 - 建筑01 - 地下一
 - 建筑02 - 一层干
 - 建筑03 - 屋顶干
 - 建筑04 - 平立面
 - 建筑05 - 南立面
 - 建筑06 - 剖面图
 - 建筑07 - 楼梯大
 - 建筑08 - 智能
 - 图元
 - Revit 链接

House4 - 楼层平面: -1F

House4 - 三维视图: (3D)

1 : 100

1 : 100

单击可进行选择; 按 Tab 键并单击可选择其他项目; 按 Ctrl 键并单击可将新项目添加到选择集; 按 Shift 键并单击可取消选择。

3.4 Autodesk Revit 概述

• 创建BIM——模型编辑

– Revit提供了多种模型编辑，包括通用编辑工具、属性编辑器以及草图编辑工具等

- **通用编辑工具**：包括移动、拷贝、旋转、阵列、镜像、删除以及分组等。可以通过Edit菜单或编辑工具栏执行相应的功能



- **属性编辑器**：列出了图形实体的详细特性，可以直接修改相应的属性值，以改变图形实体的特征
- **草图编辑工具**：用于修改建筑构件的草图，如屋顶轮廓、楼梯边界等

3.4 Autodesk Revit 概述

- 创建BIM——创建图纸

- 在Revit中，图纸是项目中的一种**视图类型**
- 图纸通过边界进行定义，通常包含一个标题栏，并且可以通过项目浏览器进行访问
- 根据图纸类型的不同，可以直接向图纸中添加所需的视图，包括**平面图、立面图、剖面图、三维视图以及明细表**等
- **创建图形**：将已有的视图作为一个图形直接添加到图纸中
 - 在添加之前，须先设定图形的缩放比例；**Revit能够根据模型的尺寸以及缩放比例自动计算图形在图纸上的大小**
 - 能够将多个图形添加在同一副图纸中并动态调整图形在图纸上的位置
 - **能直接在图形中对模型进行编辑，结果也将反馈给模型和其他图形**



基本

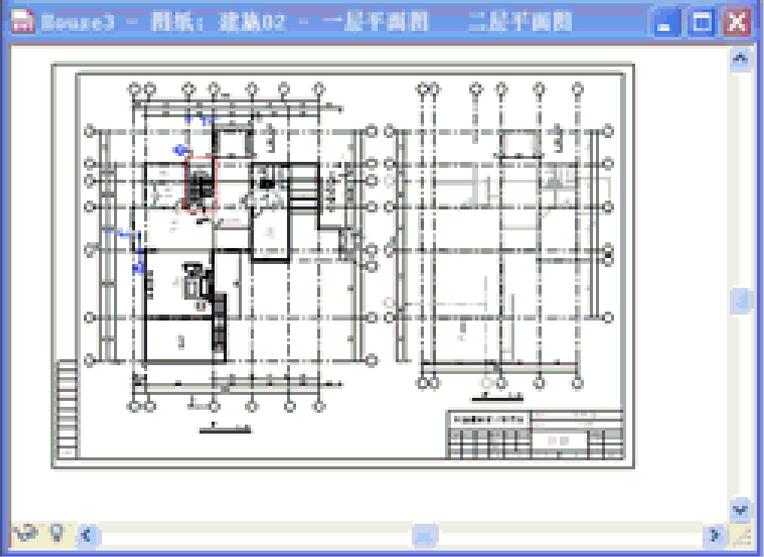
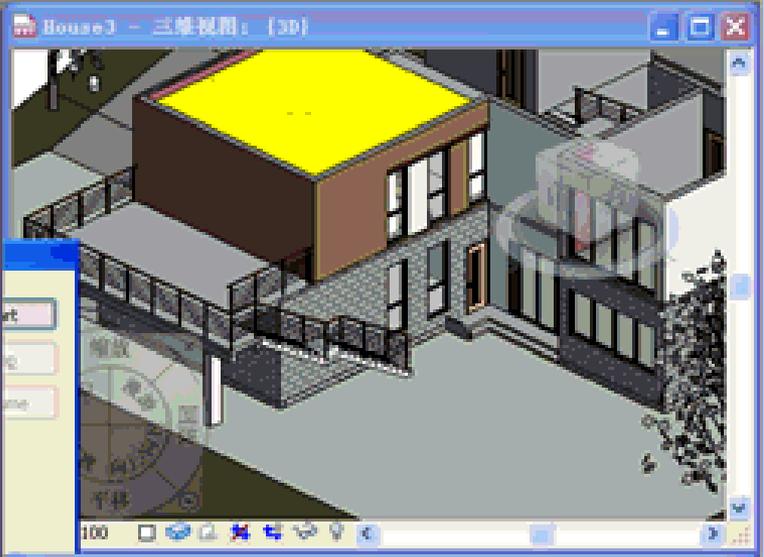
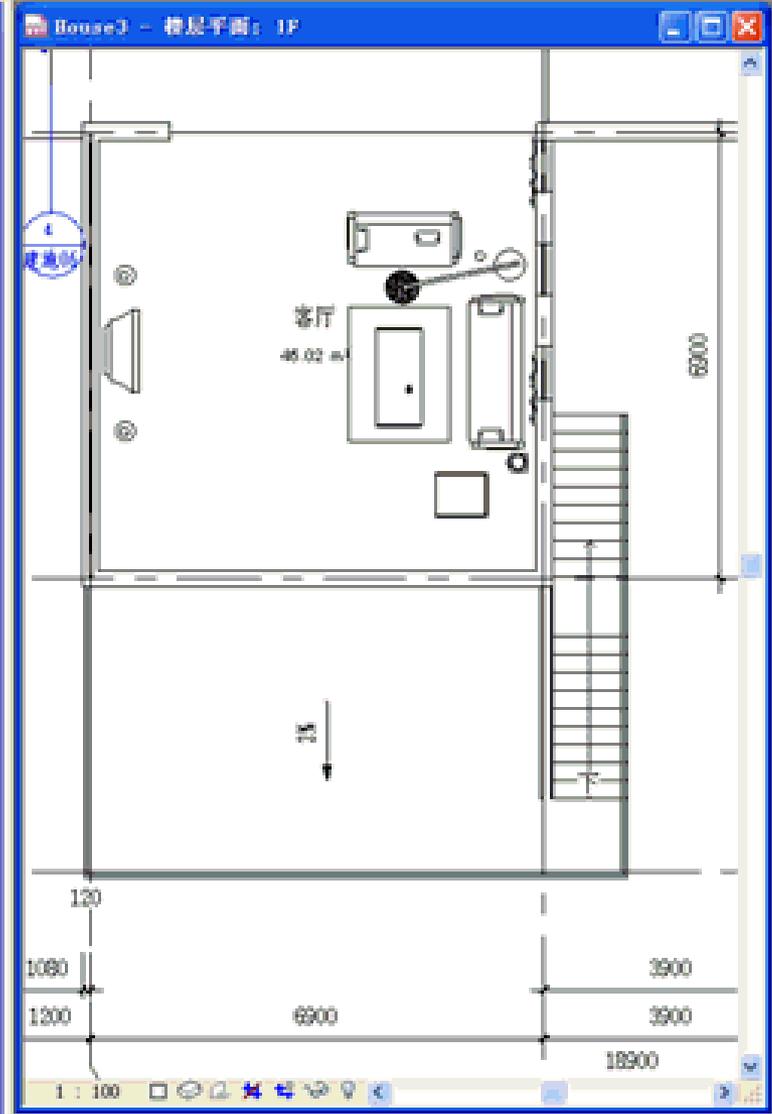
- 修改
- 墙
- 门
- 窗
- 构件
- 房间
- 屋顶
- 楼板
- 栏杆
- 扶手
- 楼梯
- 参照平面
- 尺寸标注
- 剖面
- 标高
- 文字

视图

- 视图
- 建模
- 地图
- 渲染
- 场地

Revit3 - 项目浏览器

- 视图 (全部)
- 楼层平面
 - 1F
 - 0F
 - 1F
 - 1F绿色填充
 - 2F
 - 3F
 - 场地
 - 楼梯-一层平
 - 楼梯下一
- 天花板平面
- 三维视图
- 立面 (建筑立面)
- 剖面 (建筑剖面)
- 剖面 (建筑剖面)
- 剖面 (建筑剖面)
- 剖面 (建筑剖面)
- 剖面索引
- 结构
- 轴 0
- 轴 10
- 轴 12
- 轴 14
- 轴 16
- 轴 18
- 轴 20
- 三维视图
- 三维视图
- 三维视图
- 客厅
- 走廊
- 地图视图 (详细)
- 屋面防水大
- 节点大样
- 漫游
- 面积平面 (总)
- 面积
- 明细表/数量
- 面积 (全部)
- 建筑01 - 地下
- 建筑02 - 一层
- 建筑03 - 屋顶
- 建筑04 - 不立
- 建筑05 - 直立
- 建筑06 - 剖面
- 建筑07 - 楼梯
- 建筑08 - 窗明
- 族



3.4 Autodesk Revit 概述

- 创建BIM——创建图纸

- 创建明细表：明细表是 Revit 中的一种视图，用于从项目中提取相关信息，并以表格的形式进行显示
 - 关键字明细表列出了可在明细表中使用的预定义的样式，从而可方便地自动填写明细表中的字段，而不是每次手动输入这些值
 - 当模型发生变化时，明细表能自动更新数据以反映这些变化
- 修订跟踪：Revit提供了一系列工具，用于对项目的修订进行跟踪
 - 可以创建一系列修订，还可以围绕项目中已修改的图元绘制修订云线
 - 可以使用修订标记来表示修订云线，然后在每个项目图纸的标题栏的明细表中显示这些修订

3.4 Autodesk Revit 概述

- 渲染

- Revit使用内置的渲染引擎生成渲染图，主要提供光能传递和光线追踪两种渲染方法，能够产生高质量的建筑内部和外部渲染视图

- 添加植物

- 在Revit项目中，植物以族的形式载入，可以使用tree.rft族样板创建新的植物族；植物的尺寸和种类可以通过修改相关的类型属性进行控制
- 在**线框和着色视图**中，使用简单的几何图形来描绘场景中的植物
- 在**光线追踪图像**中，使用碎片式算法将植物渲染成各自唯一的具有逼真效果的植物，其渲染时不需要任何三维几何图形

3.4 Autodesk Revit 概述

- 渲染

- 创建灯光

- 在Revit中，用户可以使用系统提供的灯光类型：聚光灯和线性灯光
 - 可以使用族编辑器创建自定义光源
 - 提供了创建“灯光组”的功能，允许用户在场景中创建成组的灯光

- 设置材质

- 在Revit中，材质是族类型的特性之一，在“单元属性”改变族类型的材质属性，可修改项目中该类型的所有实例的材质

- 设置场景

- 场景设置用于定义模型周围环境的视觉效果，从而增强渲染效果
 - 场景设置的内容包括场景类别、灯光、背景、日光、阴影、剖面框、背面剔除以及视图剔除等

3.4 Autodesk Revit 概述

- 项目共享

- 在进行大型建筑项目时，**建筑师通常以团队形式协同工作，会出现在同一时间处理和保存项目不同部分的情况**；Revit引入了工作集（Workset）的概念，以满足团队内部协作的需求
- 工作集（Workset）是建筑图元（如墙、门、楼板、楼梯等）的集合。**在给定时间内，只有一个用户可以编辑每个工作集**，所有其他工作组成员只可查看此工作集，但不能修改，从而避免了项目中可能产生的冲突

3.4 Autodesk Revit 概述

- 项目共享

- 如果需要修改某一图元，而此图元属于其他人正在工作的工作集，则可以**借用**该图元，不需要工作集的所有者放弃对整个工作集的控制
- 在工作集中添加和修改图元的工作组成员，可以将其工作**保存在网络上的本地文件中，或保存在自己的硬盘驱动器中**，并将工作发布到所选的中心文件中
- 可随时更新本地文件，以便查看其他工作组成员已发布的修改

结语

- 知识层面

- 掌握BIM建模的基本知识
- 了解相关的国内外BIM软件（特别是建模软件）
- 掌握应用Revit建立BIM模型的基本技能

- 科学方法论层面

- 树立自主自强的理想，打破国外垄断的现状
- 掌握软件的使用需要多练、多做、多想

谢谢！



清华大学土木工程系

胡振中 副教授

Email: huzhenzhong@tsinghua.edu.cn

个人网站: <http://www.huzhenzhong.net>
