

知名专家 黄坤 陈小榆 倾力推荐  
杨志 刘平礼

# ANSYS 15.0

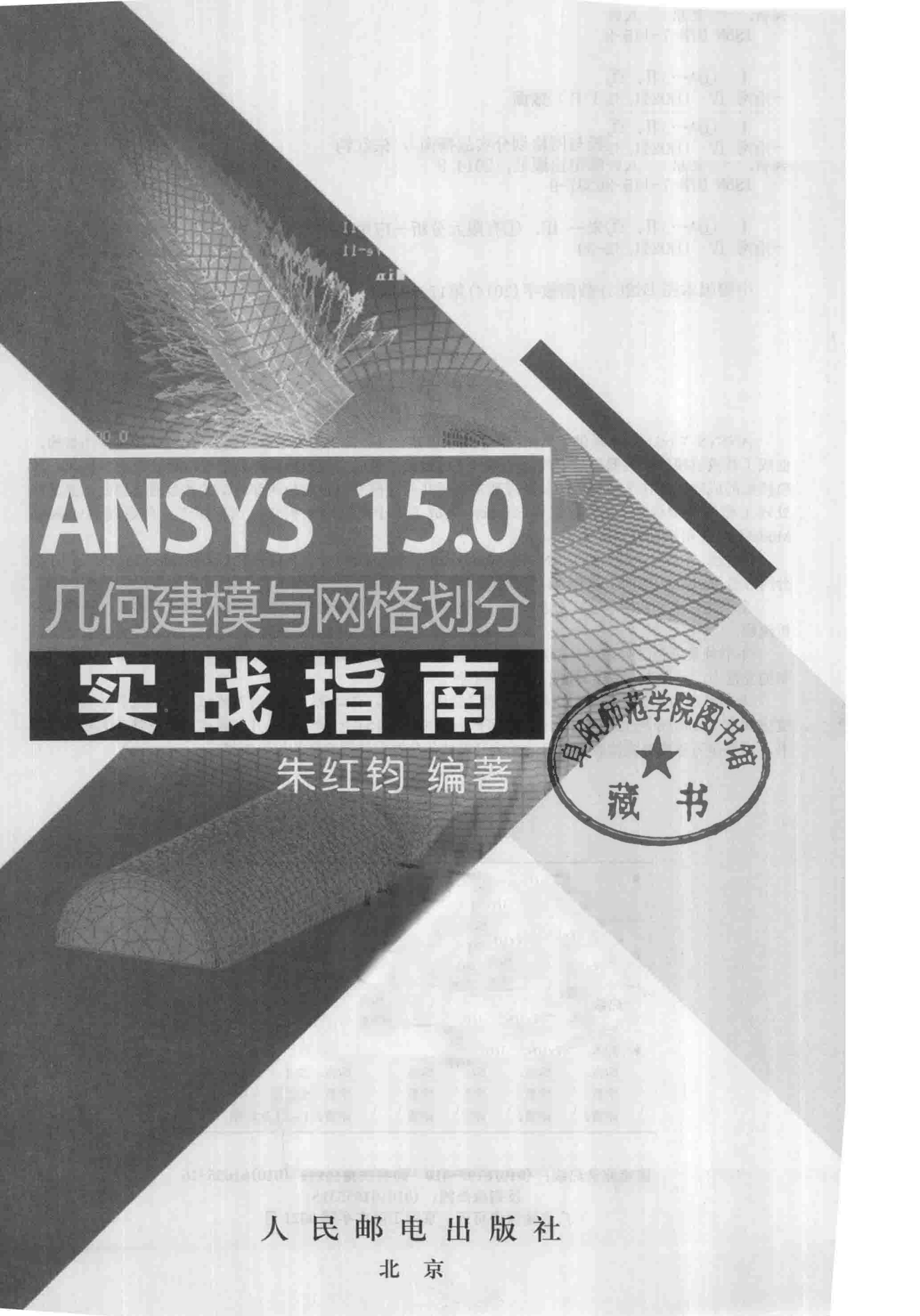
## 几何建模与网格划分

### 实战指南

朱红钧 编著

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

  
DVD  
教学光盘

The background of the book cover features a dark, geometric design with a prominent diagonal line. On the left, there is a 3D wireframe model of a mechanical part, possibly a turbine blade or a similar curved structure, rendered in a light gray color against the dark background. The overall aesthetic is technical and professional.

# ANSYS 15.0

## 几何建模与网格划分

# 实战指南

朱红钧 编著



人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目(CIP)数据

ANSYS 15.0几何建模与网格划分实战指南 / 朱红钧  
编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2014.9  
ISBN 978-7-115-36387-9

I. ①A… II. ①朱… III. ①有限元分析—应用软件  
—指南 IV. ①0241.82-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第172985号

## 内 容 提 要

ANSYS Workbench 提供了 ANSYS 系列求解器交互计算的强大平台, 它整合了 CAE 技术的架构, 促成了各数值模拟求解器前后处理的一系列无缝链接, 可以实现数值模拟前处理与后处理的一体化。数值模拟的成败往往在于前处理, 前处理通常包括几何建模及网格划分两部分, 尤其是网格划分, 更是前处理工作的关键任务。ANSYS Workbench 集成了用于前处理的模块, 包括用于几何建模的 Design Modeler 以及用于划分网格的 Meshing。

全书共 11 章, 主要介绍了 ANSYS Workbench 平台集成的用于几何建模的 Design Modeler, 以及用于划分网格的 Meshing 的功能、操作流程与分析实例。

全书实例多, 内容丰富, 分析全面, 能够帮助读者尽快掌握几何建模与网格划分所涉及的操作与分析流程。

本书颇具特色之处是将典型实例的操作过程录制成了动画, 并配有全程语音讲解, 收录在本书所附带的光盘中, 可作为读者学习时的参考和向导。

本书可作为土木、建筑、水利、石油、储运、机械、自动化、过程装备等领域研究人员、教师、研究生和高年级本/专科生的学习指南, 也可作为 ANSYS 15.0 自学者学习几何建模与网格划分的教学参考书, 还可作为各高等院校教育、培训机构开展数值仿真前处理教育的培训教材。

---

◆ 编 著 朱红钧

责任编辑 李永涛

责任印制 杨林杰

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 22

字数: 532 千字

印数: 1—3 000 册

2014 年 9 月第 1 版

2014 年 9 月北京第 1 次印刷

---

定价: 59.00 元(附光盘)

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

## 序

以有限元技术为主的 CAE 技术水平随着现代化技术的突飞猛进越来越得到重视,各个行业开始逐渐引进 CAE 软件,用以优化产品的结构和提高产品的制作工艺。ANSYS Workbench 提供了 ANSYS 系列求解器交互计算的强大平台,它整合了 CAE 技术的架构,通过全面的参数管理,可以实现数值模拟前处理、模拟过程与后处理的一体化。

ANSYS Workbench 作为业界最领先的工程仿真技术集成平台,具有强大的结构、流体、热、电磁及其相互耦合的功能,其全新的项目视图功能,可以将复杂的仿真流程结合在一起,通过简单的操作完成复杂的模拟流程。作为自身的几何建模与网格划分模块,Design Modeler 和 Meshing 的操作非常重要。

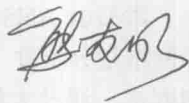
本书主要讲解 Design Modeler 建模模块与 Meshing 网格划分模块的界面功能与操作实例。其中 Design Modeler 可以进行实体建模,通过自顶而下或者自底向上两种方式进行图元或者实体的创建。Meshing 继承了 ANSYS Mechanical、ANSYS ICEM CFD、ANSYS CFX、GAMBIT、TGrid 和 CADOE 等 ANSYS 各结构/流体网格划分程序的相关功能,提供了使用便捷、高质量的对 CAD 模型进行网格划分的方法。

ANSYS 15.0 是目前的最新版本,本书基于 ANSYS Workbench 15.0 运行环境,有针对性地通过一些实例和操作,把 Design Modeler 和 Meshing 软件的运用方法和技巧呈现给读者,全书内容简洁、明快,给人耳目一新的感觉。

本书主要介绍了 ANSYS Workbench 平台、几何建模软件 Design Modeler,以及网格划分软件 Meshing 的功能、操作流程等,以图解实例的形式介绍典型实例操作,直观易懂,使用户能够在最短的时间内获取知识;书中提供了所有算例的源文件,可供读者直接调用和观摩。全书将功能讲解、实例讲解等全部内容,按照上课教学的形式录制成多媒体视频,让读者如身临教室,学习效果更好。

本书紧跟 ANSYS 软件发展的脚步,内容丰富,结构清晰,所有案例均经过精心设计,代表性较强。

谨祝本书与读者分享的 ANSYS 15.0 几何建模与网格划分能够帮助读者在数值仿真前处理工序上有较大的提高!



海洋油气工程教授/博导

2014 年 6 月于成都

## 关于本书

ANSYS Workbench 提供了 ANSYS 系列求解器交互计算的强大平台,它整合了 CAE 技术的架构,促成了各数值模拟求解器前后处理的一系列无缝链接,可以实现数值模拟前处理与后处理的一体化。数值模拟的成败往往在于前处理,前处理通常包括几何建模及网格划分两部分,尤其是网格划分,更是前处理工作的关键任务。ANSYS Workbench 集成了用于前处理的模块,包括用于几何建模的 Design Modeler 及用于划分网格的 Meshing。

Design Modeler 实体建模可以用两种方法实现:自顶向下与自底向上。自顶向下实体建模时,用户可直接定义一个最高级图元,如球、棱柱、圆环等(Design Modeler 软件中称为基本物体),程序可自动定义相关的面、线及关键点。用户可利用这些高级图元直接构造几何模型,如二维的圆和矩形,以及三维的块、球、锥和柱等。自底向上实体建模时,用户可从最低级的图元向上构造模型,即首先定义关键点,然后依次是连点成线、围线生面、构面建体。除此之外,Design Modeler 还提供有完整的布尔运算,如相加、相减、相交、分割、粘结和重叠等。三维建模时,DesignModeler 程序还提供了拖拉、延伸、旋转、移动、延伸和拷贝等实体模型图元的功能。

Meshing 提供了使用便捷、高质量的对 CAD 模型进行网格划分的功能。从简便的自动网格划分到高级网格划分,ANSYS Meshing 都有完美的解决方案,其网格划分技术继承了 ANSYS Mechanical、ANSYS ICEM CFD、ANSYS CFX、GAMBIT、TGrid 和 CADOE 等 ANSYS 各结构/流体网格划分程序的相关功能。ANSYS Meshing 根据所求解问题的物理类型(结构、流体、电磁、显式等)设定了相应的、智能化的网格划分默认设置,因此用户一旦输入新的 CAD 几何模型并选择所需的物理类型后,即可使用 ANSYS Meshing 强大的自动网格划分功能进行网格处理。当 CAD 模型参数变化后,网格的重新划分会自动进行,实现 CAD/CAE 的无缝连接。ANSYS Meshing 提供了包括混合网格和全六面体自动网格等在内的一系列高级网格划分技术,方便用户进行客户化设置以对具体的隐式/显式结构、流体、电磁、板壳、2D 模型、梁杆模型等进行细致的网格处理,形成最佳的网格模型,为高精度计算打下坚实的基础。

ANSYS 15.0 是目前最新版本,本书将基于 ANSYS Workbench 运行环境,有针对性地介绍 Design Modeler 和 Meshing 软件的运用方法和技巧。

## 内容和特点

本书以 ANSYS 15.0 为蓝本,介绍基于 Workbench 平台的几何建模软件 Design Modeler 和网格划分软件 Meshing 的运用方法与操作流程。全书以“功能讲解+实例演练+视频讲解”的方式,通过大量实例全面地介绍几何建模与网格划分的使用方法与步骤。读者可按照书中的步骤一步一步进行操作,在短时间内掌握软件的使用方法,进而完成仿真计算的前处理。

全书分为 11 章,主要内容介绍如下。

- 第 1 章:主要讲解 ANSYS Workbench 的操作界面与操作流程。
- 第 2 章:主要讲解 Design Modeler 的操作界面与鼠标控制。
- 第 3 章:主要讲解利用 Design Modeler 进行草图绘制的分析实例和操作方法。

- 第4章：主要讲解利用 Design Modeler 进行 3D 几何建模的分析实例和操作方法。
- 第5章：主要讲解利用 Design Modeler 进行概念建模的分析实例和操作方法。
- 第6章：主要讲解利用 Design Modeler 进行参数化建模的分析实例及操作方法。
- 第7章：主要讲解 ANSYS 网格划分注意事项与 Meshing 软件的操作界面。
- 第8章：主要讲解 Meshing 软件的网格划分方法及分析实例。
- 第9章：主要讲解 Meshing 软件的一般网格分析及分析实例。
- 第10章：主要讲解 Meshing 软件的网格划分质量评价、改善与分析实例。
- 第11章：前处理综合实例解析。

本书在编写的过程中突出了以下特点。

- 全书以图解实例的形式介绍典型实例操作，直观易懂，使用户能够在最短的时间内获取知识。
- 全书采用了操作界面及功能介绍和实例操作相结合的方法，互相补充，书内的实例大多来源于生产实例，并且从用户的角度出发进行了简化和改进，同时在各内容关键处给予了有益的提示和指导，使用户在学完本书后能够快速地将知识应用于生产实践。
- 全书采用“功能、实例、视频”循序渐进的讲解方法，一步步地提高读者的热流固耦合分析方法，而且每个知识点和实例都做了尽可能详细的讲解，使读者学习起来轻松自如。
- 书中提供了所有算例的源文件，可供读者直接调用和观摩。
- 本书将功能讲解、实例讲解等全部内容，按照上课教学的形式录制多媒体视频，让读者如临教室，学习效果更好。读者甚至可以抛开书本，直接观看视频，学习起来比较轻松。

## 读者对象

本书可作为土木、建筑、水利、石油、储运、机械、自动化、过程装备等领域研究人员、教师、研究生和高年级本/专科生的学习指南，也可作为 ANSYS 15.0 自学者学习几何建模与网格划分的教学参考书，还可作为各高等院校教育、培训机构开展数值仿真前处理教育的培训教材。

## 附盘内容及用法

本书配套 1 张多媒体 DVD，主要用法如下。

1. 本书是基于 ANSYS 15.0 版本进行写作的，读者需要以不低于上述版本的软件打开文件。
2. 由于光盘上是只读文件，因此，需要将光盘上的源文件拷到电脑硬盘上，并取消文件的“只读”属性，导入方能进行修改。
3. START 文件夹用于存放操作实例的起始文件，对应文中的  数据文件。END 文件夹用于存放操作实例的结果文件，对应文中的  结果文件。AVI 文件夹用于存放所有操作实例的操作录像，对应文中的  结果演示，直接双击需要播放的文件即

可观看。

4. Ch\*文件夹的\*号代表某个数字，与本书的章对应，其中的文件是该章中使用到的相关文件，包括本书中所有操作实例的起始文件、结果文件和视频文件。

注意：播放文件前要安装配套光盘根目录下的“tscc.exe”插件。

全书由西南石油大学朱红钧编著。另外，西南石油大学 CNPC “石油管工程”重点实验室的研究生韩青华、马粤、赵洪南、巴彬、冯光、戚兴、邹大鹏、杨晓露、张文丽参与了部分模拟操作和文档整理工作。本书还得到了人民邮电出版社的大力支持，在此编者一并致以深深的谢意！同时也非常感谢 SimWe 仿真科技论坛、工程流体网论坛、流体论坛广大网友的帮助和支持。

由于编者水平有限，且时间仓促，书中难免有疏漏之处，望广大读者给予指正。读者可通过电子邮件 (swputicky@126.com) 与我们交流，不胜感谢！

朱红钧

2014年6月于成都

## 目 录

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第 1 章 ANSYS Workbench 简介 .....   | 1  |
| 1.1 Workbench 概述 .....           | 1  |
| 1.2 Workbench 用户界面 .....         | 2  |
| 1.2.1 实用工具箱 .....                | 2  |
| 1.2.2 项目视图区 .....                | 3  |
| 1.2.3 Workbench 菜单栏 .....        | 5  |
| 1.2.4 Workbench 文档管理 .....       | 8  |
| 1.2.5 Workbench 模型输入 .....       | 9  |
| 1.2.6 Workbench 输出项目组元 .....     | 10 |
| 1.3 Workbench 操作流程 .....         | 11 |
| 1.4 小结 .....                     | 13 |
| 第 2 章 Design Modeler 简介 .....    | 14 |
| 2.1 Design Modeler 操作界面 .....    | 14 |
| 2.1.1 Design Modeler 界面布局 .....  | 15 |
| 2.1.2 Design Modeler 过滤器选择 ..... | 24 |
| 2.1.3 Design Modeler 图形控制 .....  | 25 |
| 2.1.4 Design Modeler 文档与帮助 ..... | 25 |
| 2.1.5 Design Modeler 弹出菜单 .....  | 25 |
| 2.1.6 Design Modeler 窗口管理 .....  | 26 |
| 2.2 Design Modeler 鼠标的使用 .....   | 28 |
| 2.3 小结 .....                     | 28 |
| 第 3 章 草图建模 .....                 | 29 |
| 3.1 草图单位选择 .....                 | 30 |
| 3.2 草图模式 .....                   | 31 |
| 3.2.1 新平面创建 .....                | 32 |
| 3.2.2 新草图创建 .....                | 33 |
| 3.2.3 草图的快捷创建 .....              | 33 |
| 3.2.4 平面变换 .....                 | 34 |
| 3.2.5 面和草图细节 .....               | 34 |
| 3.2.6 草图模式下的 GUI .....           | 35 |
| 3.3 草图工具 .....                   | 36 |
| 3.3.1 栅格 .....                   | 36 |
| 3.3.2 标尺 .....                   | 36 |
| 3.3.3 自动约束 .....                 | 37 |

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| 3.3.4 基本造型工具 .....           | 38        |
| 3.3.5 状态栏提示 .....            | 40        |
| 3.3.6 其他小工具 .....            | 41        |
| 3.4 草图细节与约束 .....            | 41        |
| 3.4.1 草图细节 .....             | 41        |
| 3.4.2 草图约束 .....             | 42        |
| 3.5 尺寸定义 .....               | 43        |
| 3.5.1 草图标注 .....             | 43        |
| 3.5.2 尺寸编辑 .....             | 45        |
| 3.6 草图处理 .....               | 45        |
| 3.6.1 修改草图 .....             | 45        |
| 3.6.2 草图复制 .....             | 48        |
| 3.7 几何模型的关联 .....            | 49        |
| 3.7.1 几何接口 .....             | 49        |
| 3.7.2 关联 CAD 模型 .....        | 49        |
| 3.7.3 导入 CAD 文件 .....        | 50        |
| 3.7.4 导入定位 .....             | 50        |
| 3.8 输出模型 .....               | 50        |
| 3.9 实例 3-1: 圆柱绕流草图绘制 .....   | 50        |
| 3.10 实例 3-2: S 型管草图绘制 .....  | 52        |
| 3.11 实例 3-3: 卧式分离器草图绘制 ..... | 56        |
| 3.12 实例 3-4: 叶轮草图绘制 .....    | 58        |
| 3.13 小结 .....                | 60        |
| <b>第 4 章 3D 几何建模 .....</b>   | <b>61</b> |
| 4.1 体和零件 .....               | 61        |
| 4.1.1 体类型 .....              | 61        |
| 4.1.2 激活体和冻结体 .....          | 62        |
| 4.1.3 体抑制 .....              | 63        |
| 4.1.4 零件 .....               | 63        |
| 4.2 3D 特征操作 .....            | 64        |
| 4.2.1 拉伸 .....               | 64        |
| 4.2.2 扫掠 .....               | 65        |
| 4.2.3 旋转 .....               | 66        |
| 4.2.4 蒙皮 .....               | 67        |
| 4.2.5 抽面/抽壳 .....            | 68        |
| 4.2.6 3D 特征细节(拉伸) .....      | 69        |
| 4.3 材料操作 .....               | 70        |
| 4.3.1 添加材料 .....             | 70        |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 4.3.2 切除材料 .....            | 71         |
| 4.3.3 切片材料 .....            | 72         |
| 4.3.4 给表面添加印记 .....         | 74         |
| 4.4 特征方向 .....              | 75         |
| 4.5 特征类型 .....              | 76         |
| 4.6 实例 4-1: 螺旋上升管建模 .....   | 77         |
| 4.7 修改 3D 模型 .....          | 78         |
| 4.8 3D 曲线特征 .....           | 80         |
| 4.9 平面体 .....               | 82         |
| 4.10 命名选择 .....             | 82         |
| 4.11 阵列 .....               | 82         |
| 4.11.1 阵列特征 .....           | 82         |
| 4.11.2 阵列创建 .....           | 83         |
| 4.12 高级工具 .....             | 85         |
| 4.12.1 冻结 .....             | 85         |
| 4.12.2 解冻 .....             | 86         |
| 4.12.3 包围 .....             | 86         |
| 4.12.4 填充 .....             | 87         |
| 4.12.5 对称 .....             | 88         |
| 4.12.6 表面延伸 .....           | 88         |
| 4.12.7 体操作 .....            | 89         |
| 4.12.8 布尔 .....             | 90         |
| 4.12.9 切片 .....             | 91         |
| 4.12.10 面删除 .....           | 92         |
| 4.12.11 边删除 .....           | 93         |
| 4.12.12 合并 .....            | 94         |
| 4.12.13 接合 .....            | 94         |
| 4.12.14 投影 .....            | 94         |
| 4.13 实例 4-2: 冷热水混合器建模 ..... | 96         |
| 4.14 实例 4-3: 搅拌叶轮建模 .....   | 97         |
| 4.15 实例 4-4: 电路板散热场建模 ..... | 100        |
| 4.16 实例 4-5: 油阀流场建模 .....   | 102        |
| 4.17 小结 .....               | 106        |
| <b>第 5 章 概念建模 .....</b>     | <b>107</b> |
| 5.1 概念建模概述 .....            | 107        |
| 5.1.1 概念建模方式 .....          | 107        |
| 5.1.2 概念建模工具 .....          | 108        |
| 5.2 创建与修改线体 .....           | 109        |

|              |                                     |            |
|--------------|-------------------------------------|------------|
| 5.2.1        | 从点生成线 .....                         | 109        |
| 5.2.2        | 从草图生成线 .....                        | 110        |
| 5.2.3        | 从边生成线 .....                         | 110        |
| 5.2.4        | 分割线体 .....                          | 111        |
| 5.3          | 横截面 .....                           | 112        |
| 5.3.1        | 横截面定义与工具 .....                      | 112        |
| 5.3.2        | 横截面对齐 .....                         | 113        |
| 5.3.3        | 横截面偏移 .....                         | 116        |
| 5.4          | 面的创建 .....                          | 117        |
| 5.4.1        | 从线建立面 .....                         | 117        |
| 5.4.2        | 从草图创建面 .....                        | 118        |
| 5.4.3        | 面修补 .....                           | 119        |
| 5.5          | 边结合 .....                           | 119        |
| 5.6          | 实例 5-1: U 型渠道建模 .....               | 120        |
| 5.7          | 实例 5-2: 通风管建模 .....                 | 122        |
| 5.8          | 实例 5-3: 面拉伸与插入圆柱体 .....             | 125        |
| 5.9          | 实例 5-4: 带衬层套管模型建模 .....             | 132        |
| 5.10         | 小结 .....                            | 136        |
| <b>第 6 章</b> | <b>参数化建模 .....</b>                  | <b>137</b> |
| 6.1          | 参数 .....                            | 137        |
| 6.1.1        | 尺寸参考 .....                          | 137        |
| 6.1.2        | 提取参数 .....                          | 138        |
| 6.1.3        | 参数管理器 .....                         | 139        |
| 6.1.4        | 驱动/附属参数 .....                       | 140        |
| 6.1.5        | 辅助变量 .....                          | 141        |
| 6.2          | 实例 6-1: 水流冲击桥墩的参数化建模 .....          | 141        |
| 6.3          | 实例 6-2: 酱油瓶的参数化建模 .....             | 149        |
| 6.4          | 小结 .....                            | 154        |
| <b>第 7 章</b> | <b>ANSYS 网格划分及 Meshing 软件 .....</b> | <b>155</b> |
| 7.1          | 网格划分简介 .....                        | 155        |
| 7.2          | Meshing 简介 .....                    | 158        |
| 7.2.1        | Meshing 平台界面 .....                  | 158        |
| 7.2.2        | 菜单栏 .....                           | 159        |
| 7.2.3        | 工具栏 .....                           | 162        |
| 7.2.4        | 用户图形操作窗口 .....                      | 162        |
| 7.2.5        | 模型树及详细设置窗口 .....                    | 164        |
| 7.3          | 小结 .....                            | 167        |

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| 第 8 章 网格划分方法 .....                             | 168 |
| 8.1 2D 几何网格划分方法 .....                          | 168 |
| 8.1.1 Quad Dominant (四边形主导网格划分) .....          | 169 |
| 8.1.2 Triangles (三角形网格划分) .....                | 170 |
| 8.1.3 MultiZone Quad/Tri (多区四边形/三角形网格划分) ..... | 170 |
| 8.2 3D 几何网格划分方法 .....                          | 173 |
| 8.2.1 Automatic (自动网格划分) .....                 | 174 |
| 8.2.2 Tetrahedrons (四面体网格划分) .....             | 175 |
| 8.2.3 Hex Dominant (六面体主导网格法) .....            | 177 |
| 8.2.4 Sweep (扫掠法) .....                        | 178 |
| 8.2.5 MultiZone (多区法) .....                    | 180 |
| 8.2.6 Inflation (膨胀法) .....                    | 182 |
| 8.3 实例 8-1: 2D 肘管网格划分 .....                    | 183 |
| 8.3.1 几何建模 .....                               | 184 |
| 8.3.2 网格划分 .....                               | 188 |
| 8.4 实例 8-2: 三通管网格划分 .....                      | 191 |
| 8.4.1 几何建模 .....                               | 192 |
| 8.4.2 网格划分 .....                               | 195 |
| 8.5 实例 8-3: 弯管网格划分 .....                       | 196 |
| 8.5.1 几何建模 .....                               | 197 |
| 8.5.2 网格划分 .....                               | 200 |
| 8.6 实例 8-4: 搅拌釜网格划分 .....                      | 202 |
| 8.6.1 几何建模 .....                               | 202 |
| 8.6.2 网格划分 .....                               | 205 |
| 8.7 实例 8-5: 多支管网格划分 .....                      | 207 |
| 8.7.1 几何建模 .....                               | 207 |
| 8.7.2 网格划分 .....                               | 210 |
| 8.8 实例 8-6: 换热混合器网格划分 .....                    | 212 |
| 8.8.1 几何建模 .....                               | 212 |
| 8.8.2 网格划分 .....                               | 215 |
| 8.9 实例 8-7: 分离器网格划分 .....                      | 215 |
| 8.9.1 几何建模 .....                               | 216 |
| 8.9.2 网格划分 .....                               | 222 |
| 8.10 小结 .....                                  | 222 |
| 第 9 章 一般网格分析 .....                             | 223 |
| 9.1 网格划分流程 .....                               | 223 |
| 9.2 物理环境设置 .....                               | 225 |
| 9.3 全局网格控制 .....                               | 226 |

|               |                            |            |
|---------------|----------------------------|------------|
| 9.3.1         | 相关性关联中心 .....              | 226        |
| 9.3.2         | 单元尺寸 .....                 | 226        |
| 9.3.3         | 初始网格种子 .....               | 227        |
| 9.3.4         | 平滑和过渡 .....                | 228        |
| 9.3.5         | 跨角中心 .....                 | 229        |
| 9.3.6         | 高级尺寸功能 .....               | 230        |
| 9.4           | 局部网格控制 .....               | 231        |
| 9.4.1         | 边、面和体的尺寸 .....             | 231        |
| 9.4.2         | 影响球和体 .....                | 232        |
| 9.4.3         | 接触尺寸 .....                 | 233        |
| 9.4.4         | 映射面划分 .....                | 234        |
| 9.4.5         | 细化 .....                   | 234        |
| 9.4.6         | 收缩控制 .....                 | 235        |
| 9.5           | 膨胀控制 .....                 | 236        |
| 9.6           | 实例 9-1: 三通管网格控制 .....      | 238        |
| 9.7           | 实例 9-2: 薄环的映射面划分 .....     | 244        |
| 9.8           | 实例 9-3: 凸台的多区域膨胀网格划分 ..... | 248        |
| 9.9           | 小结 .....                   | 250        |
| <b>第 10 章</b> | <b>网格划分质量 .....</b>        | <b>251</b> |
| 10.1          | 网格质量度量 .....               | 251        |
| 10.1.1        | Skewness .....             | 252        |
| 10.1.2        | 可接受比 .....                 | 253        |
| 10.1.3        | 最差单元 .....                 | 255        |
| 10.2          | FLUENT 求解器的网格质量考虑 .....    | 256        |
| 10.3          | CFX 求解器的网格质量考虑 .....       | 257        |
| 10.4          | 网格质量影响因素 .....             | 257        |
| 10.4.1        | CAD 引入的模型 .....            | 257        |
| 10.4.2        | 网格分解和分布 .....              | 258        |
| 10.4.3        | 划分方法 .....                 | 259        |
| 10.4.4        | 膨胀选择 .....                 | 260        |
| 10.5          | 改进网格质量方法 .....             | 260        |
| 10.5.1        | 一般建议 .....                 | 260        |
| 10.5.2        | CAD 问题清除 .....             | 261        |
| 10.5.3        | 虚拟拓扑 .....                 | 262        |
| 10.5.4        | 收缩控制 .....                 | 263        |
| 10.5.5        | 网格尺寸和膨胀设置 .....            | 264        |
| 10.6          | 实例 10-1: 复杂几何体的网格度量 .....  | 264        |
| 10.7          | 实例 10-2: 汽车集流管的虚拟拓扑 .....  | 272        |

|                                                   |            |
|---------------------------------------------------|------------|
| 10.8 实例 10-3: 简单几何体优化网格尺寸设置 .....                 | 279        |
| 10.9 小结 .....                                     | 284        |
| <b>第 11 章 前处理综合实例 .....</b>                       | <b>285</b> |
| 11.1 油罐排污建模与网格划分 .....                            | 285        |
| 11.1.1 几何建模 .....                                 | 286        |
| 11.1.2 网格划分 (Automatic 网格划分方法) .....              | 292        |
| 11.1.3 网格划分 (MultiZone 网格划分方法) .....              | 293        |
| 11.1.4 网格划分 (Sweep 方法和 Tetrahedrons 方法划分网格) ..... | 295        |
| 11.2 油水分离器建模及网格划分 .....                           | 300        |
| 11.2.1 几何建模 .....                                 | 300        |
| 11.2.2 网格划分 .....                                 | 307        |
| 11.3 F 形管线建模与网格划分 .....                           | 309        |
| 11.3.1 几何建模 .....                                 | 309        |
| 11.3.2 网格划分 .....                                 | 313        |
| 11.4 水分测定仪建模与网格划分 .....                           | 315        |
| 11.4.1 几何建模 .....                                 | 315        |
| 11.4.2 网格划分 .....                                 | 323        |
| 11.5 涡流排液采气装置建模与网格划分 .....                        | 326        |
| 11.5.1 几何建模 .....                                 | 326        |
| 11.5.2 网格划分 .....                                 | 330        |
| 11.6 三维圆柱绕流建模与网格划分 .....                          | 333        |
| 11.6.1 几何建模 .....                                 | 333        |
| 11.6.2 网格划分 .....                                 | 336        |
| 11.7 小结 .....                                     | 337        |
| <b>参考文献 .....</b>                                 | <b>338</b> |

# 第1章 ANSYS Workbench 简介

ANSYS Workbench 是 ANSYS 公司研发的集成仿真工作平台，为用户提供了模块化、流程化的简易操作模式。Workbench 基本覆盖了 ANSYS 旗下的仿真计算软件，包括流体分析、固体分析、电磁分析等，用户只需在 Workbench 中选择相应的模块，生成对应的工程目录，按照工程目录流程一步步设置，即可完成仿真计算。对于流固耦合、热流固耦合等多物理场耦合计算，Workbench 更显示出了强大的优势，它为多物理场之间数据的传递提供了平台，使多场耦合成为可能。Workbench 本身带有常规的耦合模块，用户还可以根据需要自己搭建新的耦合工程目录，方便实用。本章主要介绍 Workbench 的操作界面及流程，帮助读者认识 Workbench。



## 本章内容

- Workbench 概述。
- Workbench 用户界面。
- 实用工具箱。
- 项目视图区。
- Workbench 菜单栏。
- Workbench 文档管理。
- Workbench 模型输入。
- Workbench 输出项目组元。
- Workbench 操作流程。

### 1.1 Workbench 概述

Workbench 将 ANSYS 公司长期以来积累的 CAE 产品有机地组合在一个工作平台下，方便用户调用和根据实际需要组建多场耦合计算工程。

Workbench 提供了一个加载和管理各组件的基本框架。在此框架中，各组件通过 Jscript、VBscript 和 HTML 脚本语言组织，并编制适合自己的使用界面。用户在 Workbench 集成的应用程序中设置计算参数，如尺寸、材料或工况参数等，然后提交给希望的底层求解器求解（如流体分析的 FLUENT 求解器）。计算结果返回 Workbench 后，可在 Result 中显示结果。若用户对当前的设计方案不满意，可重新设置参数，再求解，直到对当前的设计方案满意为止。这些满意的设计参数可通过双向互动参数传递功能，直接返回对应此模型的 CAD 软件中，生成候选的设计方案。

因此，基于 Workbench 的仿真环境具有集成性、参数化等优势，提高了仿真计算效率。

## 1.2 Workbench 用户界面

除了常规的菜单栏和工具栏外，Workbench 图形用户界面主要分为实用工具箱和项目视图区两个部分，如图 1-1 所示。



图1-1 Workbench 图形用户界面

### 1.2.1 实用工具箱

ANSYS Workbench 15.0 的图形用户界面左侧的 Toolbox 为实用工具箱，包括 5 个部分。

- (1) Analysis Systems: 可以直接在项目中使用预先定义好的模板。
- (2) Component Systems: 建立分析系统的各种应用程序。
- (3) Custom Systems: 预先定义的耦合分析系统（如 FSI、热应力分析等）。
- (4) Design Exploration: 参数管理和优化工具。
- (5) External Connection Systems: 外部连接程序，为 ANSYS Workbench 15.0 新推出的功能。

显示在实用工具箱各 Systems 中的产品数量取决于安装的产品。使用左下角 View All/Customize 或 Back 控制按钮可以展开或闭合显式在工具箱的子项，见图 1-2。左边工具箱专用窗口不使用时通常为关闭状态。

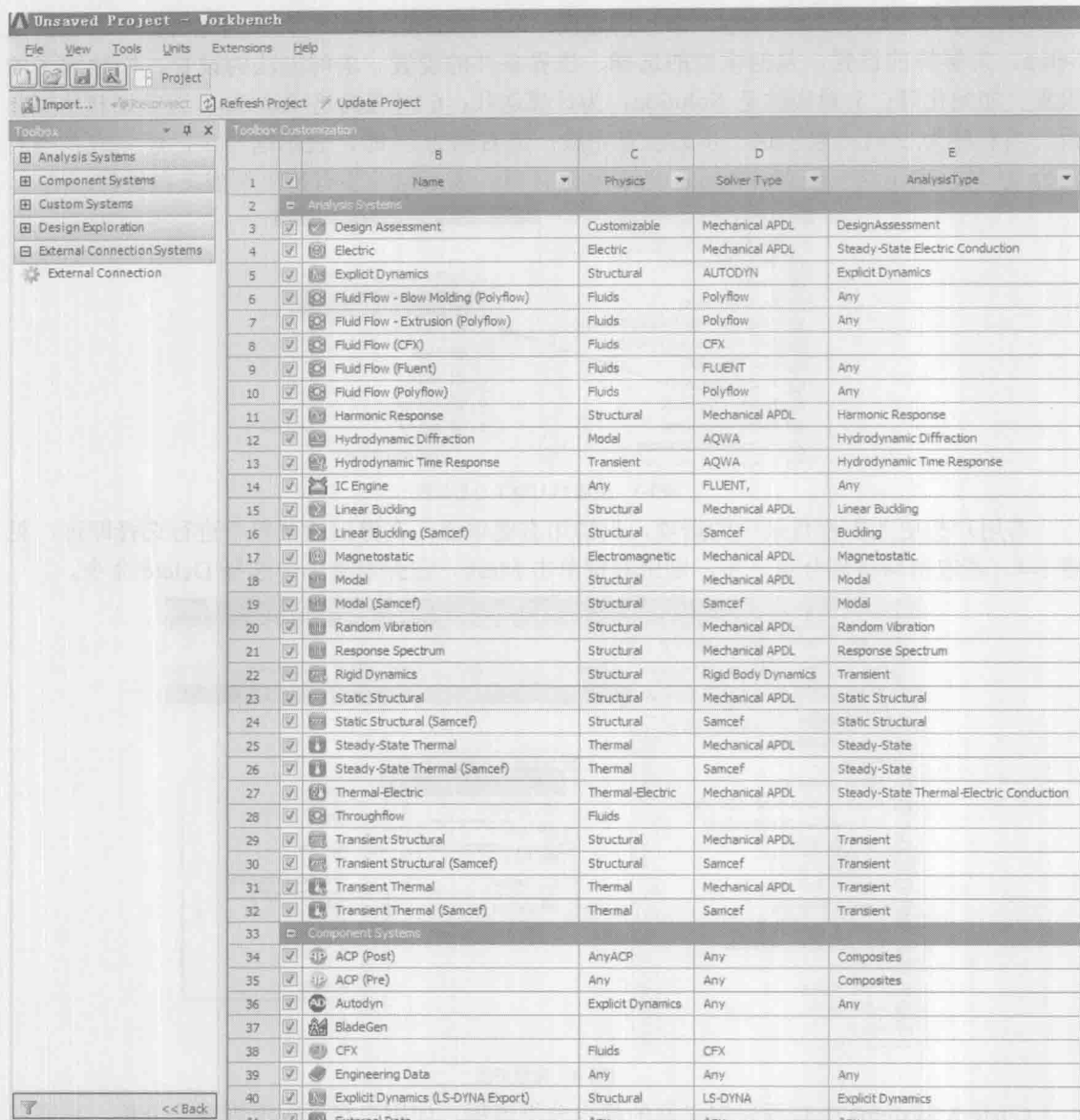


图1-2 Workbench 工具箱

## 1.2.2 项目视图区

Workbench 项目视图区用于显示一个 System 或一组 System 的操作流程图。项目视图区的操作通常为从左到右、从上到下。用户使用时,只需双击或者拖动工具箱中的程序到 Project Schematic 中,创建新的工程即可。

例如生成 FLUENT 流体分析工程,只需双击左侧 Analysis Systems 下的 Fluid Flow (Fluent)或拖动其到 Project Schematic 中,即得到了图 1-3 所示的 A 工程,其包含了 FLUENT 求解计算的主要过程,按设置顺序由上而下排列:1 对应的是名称 Fluid Flow