

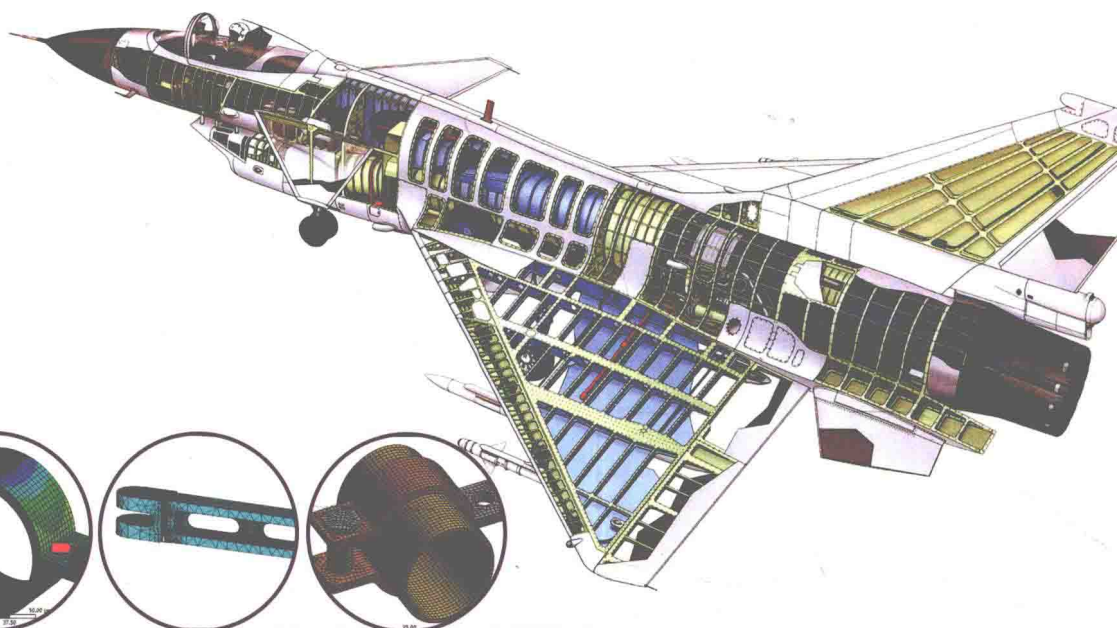
案例视频精讲系列

◎ 知识链接

◎ 专家点评

◎ 实例图解

◎ 视频教学



ANSYS 17.0

案例分析视频精讲

云杰漫步科技CAX教研室

张云杰 尚 蕾 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

案例视频精讲系列

ANSYS 17.0 案例分析视频精讲

云杰漫步科技 CAX 教研室

张云杰 尚 蕾 编著



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书针对用 ANSYS 软件进行应用分析和计算的用户, 依托 ANSYS 17.0 软件的实用功能, 以精选的案例为主线, 介绍 ANSYS 有限元分析的全过程, 重点介绍 ANSYS 17.0 经典实用案例的操作步骤, 内容包括建立模型、薄板平面应力问题分析、传动轴对称问题分析、结构梁分析、球和平面接触分析、机翼模态分析、弹簧质量系统受谐载荷谐响应分析、滑动摩擦瞬态动力学分析、板梁结构响应谱分析、细长杆屈曲分析、橡胶圆筒受压分析、撞击刚性墙分析、复合材料梁弯曲分析、板状构件疲劳分析、结构断裂分析等多个实用案例, 同时结合案例依次介绍各类型分析的操作流程, 以及复杂综合案例的演示。本书通过精选案例+视频精讲的方式, 配有交互式多媒体教学资源, 便于读者学习和理解。

本书结构严谨, 内容翔实, 知识全面, 可读性强, 设计案例专业性强, 步骤清晰, 是广大读者快速掌握 ANSYS 的自学实用指导书, 同时更适合作为职业培训学校和大专院校相关课程的指导教材, 也可供相关领域的科研人员、企业研发人员, 特别是从事应用计算的人员学习。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

ANSYS 17.0 案例分析视频精讲 / 张云杰, 尚蕾编著. —北京: 电子工业出版社, 2017.8

(案例视频精讲系列)

ISBN 978-7-121-31983-9

I. ①A… II. ①张… ②尚… III. ①有限元分析—应用软件—教材 IV. ①O241.82-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第139822号

策划编辑: 许存权 (QQ: 76584717)

责任编辑: 许存权 特约编辑: 谢忠玉 等

印 刷: 北京京科印刷有限公司

装 订: 北京京科印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 29.5 字数: 758千字

版 次: 2017年8月第1版

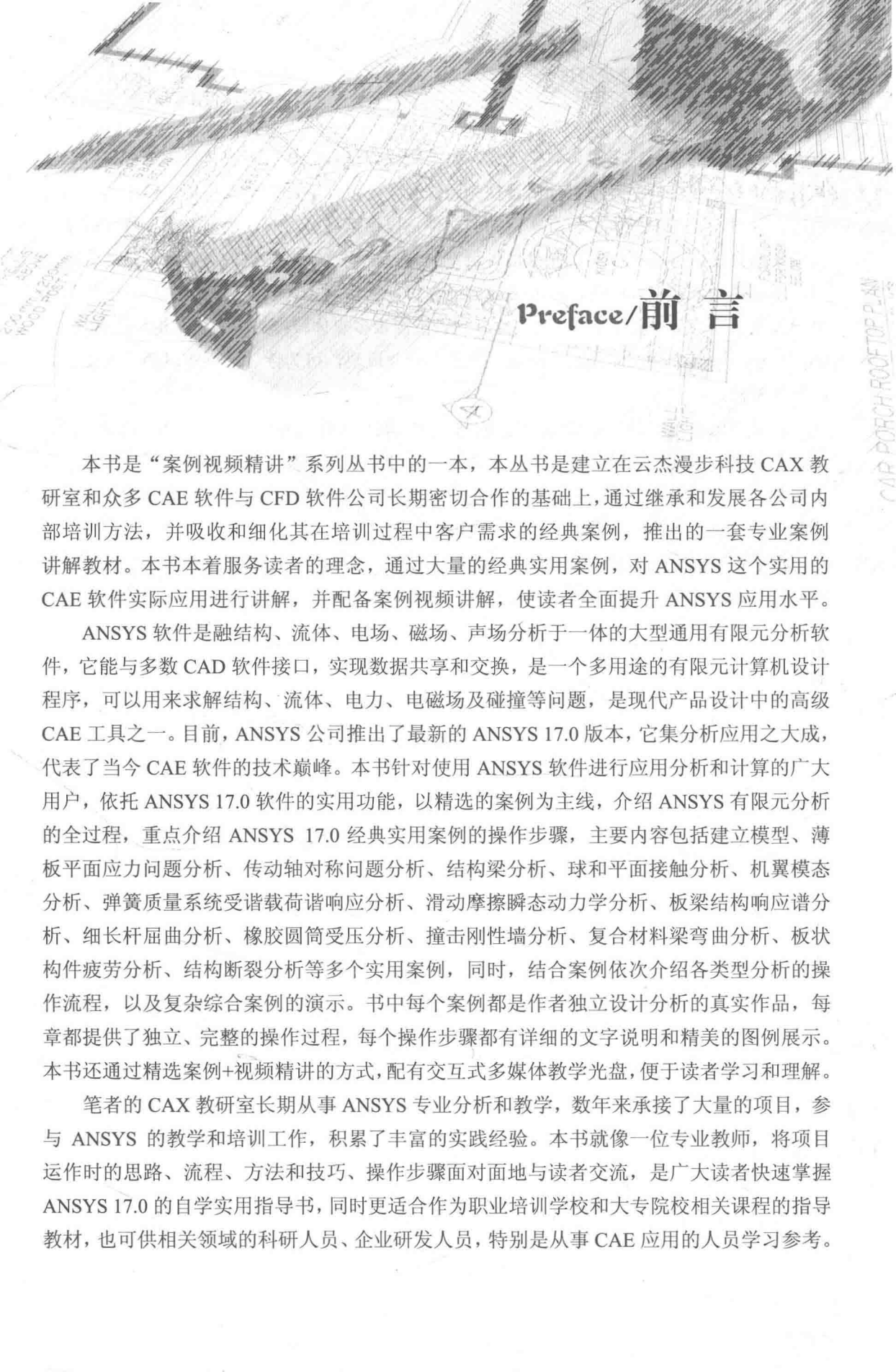
印 次: 2017年8月第1次印刷

定 价: 69.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: (010) 88254484, xucq@phei.com.cn。



Preface/前言

本书是“案例视频精讲”系列丛书的一本，本丛书是建立在云杰漫步科技 CAX 教研室和众多 CAE 软件与 CFD 软件公司长期密切合作的基础上，通过继承和发展各公司内部培训方法，并吸收和细化其在培训过程中客户需求的经典案例，推出的一套专业案例讲解教材。本书本着服务读者的理念，通过大量的经典实用案例，对 ANSYS 这个实用的 CAE 软件实际应用进行讲解，并配备案例视频讲解，使读者全面提升 ANSYS 应用水平。

ANSYS 软件是融结构、流体、电场、磁场、声场分析于一体的大型通用有限元分析软件，它能与多数 CAD 软件接口，实现数据共享和交换，是一个多用途的有限元计算机设计程序，可以用来求解结构、流体、电力、电磁场及碰撞等问题，是现代产品设计中的高级 CAE 工具之一。目前，ANSYS 公司推出了最新的 ANSYS 17.0 版本，它集分析应用之大成，代表了当今 CAE 软件的技术巅峰。本书针对使用 ANSYS 软件进行应用分析和计算的广大用户，依托 ANSYS 17.0 软件的实用功能，以精选的案例为主线，介绍 ANSYS 有限元分析的全过程，重点介绍 ANSYS 17.0 经典实用案例的操作步骤，主要内容包括建立模型、薄板平面应力问题分析、传动轴对称问题分析、结构梁分析、球和平面接触分析、机翼模态分析、弹簧质量系统受谐载荷谐响应分析、滑动摩擦瞬态动力学分析、板梁结构响应谱分析、细长杆屈曲分析、橡胶圆筒受压分析、撞击刚性墙分析、复合材料梁弯曲分析、板状构件疲劳分析、结构断裂分析等多个实用案例，同时，结合案例依次介绍各类型分析的操作流程，以及复杂综合案例的演示。书中每个案例都是作者独立设计分析的真实作品，每章都提供了独立、完整的操作过程，每个操作步骤都有详细的文字说明和精美的图例展示。本书还通过精选案例+视频精讲的方式，配有交互式多媒体教学光盘，便于读者学习和理解。

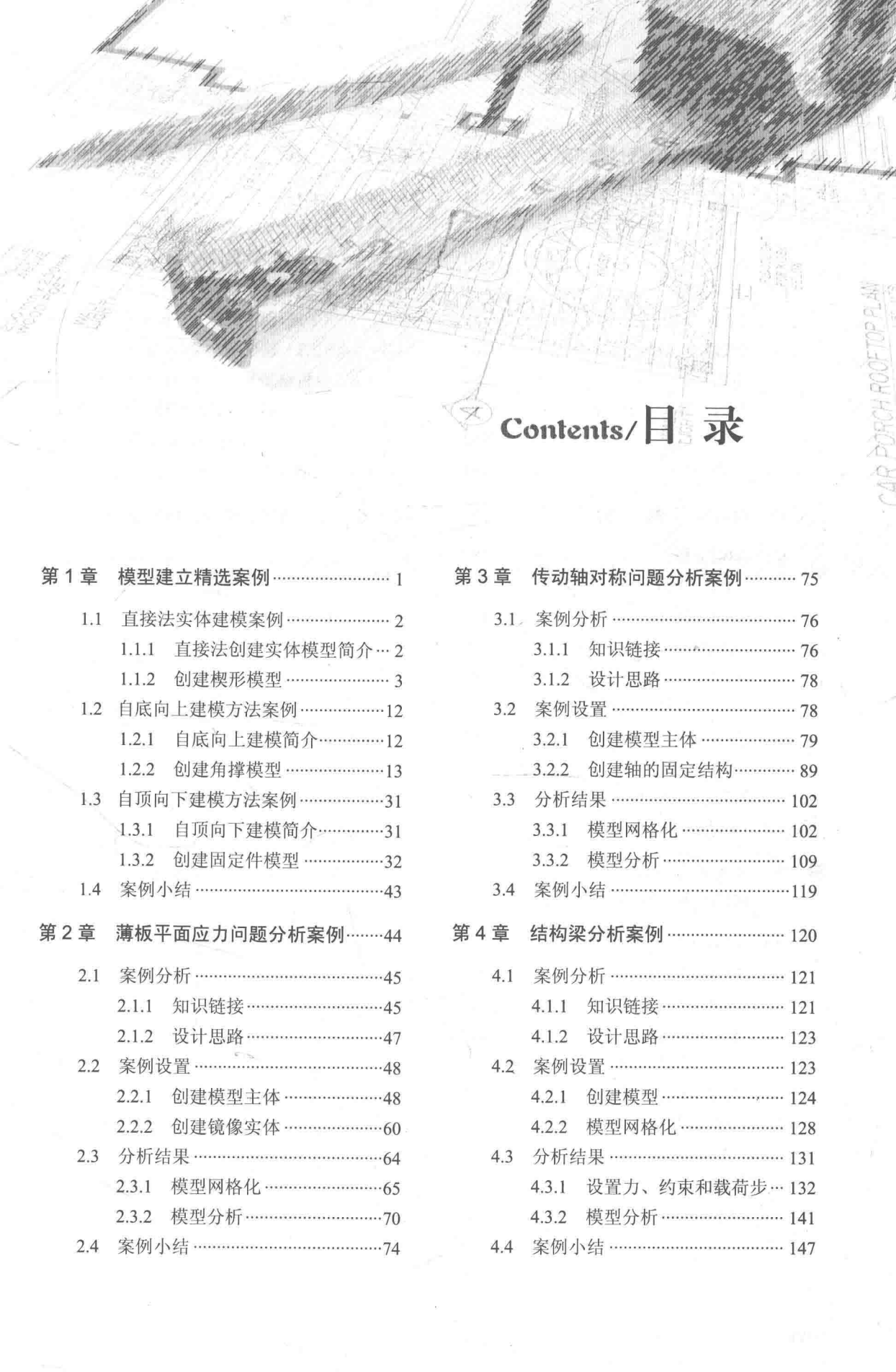
笔者的 CAX 教研室长期从事 ANSYS 专业分析和教学，数年来承接了大量的项目，参与 ANSYS 的教学和培训工作，积累了丰富的实践经验。本书就像一位专业教师，将项目运作时的思路、流程、方法和技巧、操作步骤面对面地与读者交流，是广大读者快速掌握 ANSYS 17.0 的自学实用指导书，同时更适合作为职业培训学校和大专院校相关课程的指导教材，也可供相关领域的科研人员、企业研发人员，特别是从事 CAE 应用的人员学习参考。

本书配备的交互式多媒体教学光盘，将案例操作过程制作成多媒体视频进行讲解，由从教多年的专业讲师全程多媒体语音视频跟踪教学，以面对面的形式讲解，便于读者学习使用。同时，光盘中提供了所有实例的源文件，以便读者练习时使用。关于多媒体教学光盘的使用方法，读者可以参看光盘根目录下的光盘说明，本书光盘内容请到华信教育资源网的本书页面下载（www.hxedu.com.cn）或与责任编辑联系（QQ：76584717）。另外，本书还提供了网络免费技术支持，欢迎读者到云杰漫步多媒体科技的网上技术论坛进行交流：<http://www.yunjiework.com/bbs>。论坛分为多个专业板块，可为读者提供实时的技术支持，解答读者问题。

本书由云杰漫步科技 CAX 教研室编写，参加编写工作的有张云杰、靳翔、尚蕾、张云静、郝利剑、贺安、郑晔、刁晓永、贺秀亭、乔建军、周益斌、马永健、马军、朱怡然、李筱琴。书中的设计案例、多媒体光盘均由北京云杰漫步多媒体科技公司设计制作，同时感谢电子工业出版社的编辑老师们的大力协助。

由于本书编写时间紧张，编写人员的水平有限，因此，书中可能还有不足之处，在此，编写人员表示歉意，望广大用户不吝赐教，对书中的不足之处给予指正。

编著者



Contents/目录

第1章 模型建立精选案例..... 1

- 1.1 直接法实体建模案例..... 2
 - 1.1.1 直接法创建实体模型简介... 2
 - 1.1.2 创建楔形模型..... 3
- 1.2 自底向上建模方法案例..... 12
 - 1.2.1 自底向上建模简介..... 12
 - 1.2.2 创建角撑模型..... 13
- 1.3 自顶向下建模方法案例..... 31
 - 1.3.1 自顶向下建模简介..... 31
 - 1.3.2 创建固定件模型..... 32
- 1.4 案例小结..... 43

第2章 薄板平面应力问题分析案例..... 44

- 2.1 案例分析..... 45
 - 2.1.1 知识链接..... 45
 - 2.1.2 设计思路..... 47
- 2.2 案例设置..... 48
 - 2.2.1 创建模型主体..... 48
 - 2.2.2 创建镜像实体..... 60
- 2.3 分析结果..... 64
 - 2.3.1 模型网格化..... 65
 - 2.3.2 模型分析..... 70
- 2.4 案例小结..... 74

第3章 传动轴对称问题分析案例..... 75

- 3.1 案例分析..... 76
 - 3.1.1 知识链接..... 76
 - 3.1.2 设计思路..... 78
- 3.2 案例设置..... 78
 - 3.2.1 创建模型主体..... 79
 - 3.2.2 创建轴的固定结构..... 89
- 3.3 分析结果..... 102
 - 3.3.1 模型网格化..... 102
 - 3.3.2 模型分析..... 109
- 3.4 案例小结..... 119

第4章 结构梁分析案例..... 120

- 4.1 案例分析..... 121
 - 4.1.1 知识链接..... 121
 - 4.1.2 设计思路..... 123
- 4.2 案例设置..... 123
 - 4.2.1 创建模型..... 124
 - 4.2.2 模型网格化..... 128
- 4.3 分析结果..... 131
 - 4.3.1 设置力、约束和载荷步... 132
 - 4.3.2 模型分析..... 141
- 4.4 案例小结..... 147

第 5 章 球和平面接触分析案例	148	第 8 章 滑动摩擦瞬态动力学分析案例	244
5.1 案例分析	149	8.1 案例分析	245
5.1.1 知识链接	149	8.1.1 知识链接	245
5.1.2 设计思路	150	8.1.2 设计思路	249
5.2 案例设置	151	8.2 案例设置	250
5.2.1 创建模型主体	151	8.2.1 创建模型	250
5.2.2 模型网格化	162	8.2.2 建立初始条件	258
5.3 分析结果	167	8.3 分析结果	262
5.3.1 设置接触条件	167	8.3.1 施加载荷和约束	262
5.3.2 模型分析	182	8.3.2 瞬态求解及后处理	265
5.4 案例小结	185	8.4 案例小结	277
第 6 章 机翼模态分析案例	186	第 9 章 板梁结构响应谱分析案例	278
6.1 案例分析	187	9.1 案例分析	279
6.1.1 知识链接	187	9.1.1 知识链接	279
6.1.2 设计思路	189	9.1.2 设计思路	281
6.2 案例设置	189	9.2 案例设置	282
6.2.1 创建模型主体	190	9.2.1 创建模型	283
6.2.2 模型网格化	197	9.2.2 模态分析	299
6.3 分析结果	201	9.3 分析结果	307
6.3.1 设置载荷	201	9.3.1 谱分析	307
6.3.2 模型分析	205	9.3.2 谱响应分析	312
6.4 案例小结	213	9.4 案例小结	317
第 7 章 弹簧质量系统受谐载荷 谱响应分析案例	214	第 10 章 细长杆屈曲分析案例	318
7.1 案例分析	215	10.1 案例分析	319
7.1.1 知识链接	215	10.1.1 知识链接	319
7.1.2 设计思路	218	10.1.2 设计思路	321
7.2 案例设置	218	10.2 案例设置	321
7.2.1 创建模型	219	10.2.1 创建模型	322
7.2.2 模态分析	229	10.2.2 静力分析	327
7.3 分析结果	232	10.3 分析结果	332
7.3.1 谱响应分析	232	10.3.1 屈曲分析	332
7.3.2 后处理	237	10.3.2 后处理	334
7.4 案例小结	243	10.4 案例小结	338

第 11 章 橡胶圆筒受压分析案例	339	13.2.1 创建模型	390
11.1 案例分析	340	13.2.2 添加载荷	401
11.1.1 知识链接	340	13.3 分析结果	405
11.1.2 设计思路	343	13.3.1 弯曲分析	405
11.2 案例设置	343	13.3.2 分析结果	410
11.2.1 创建模型	344	13.4 案例小结	413
11.2.2 划分网格	349	第 14 章 板状构件疲劳分析案例	414
11.3 分析结果	355	14.1 案例分析	415
11.3.1 模型静力分析	355	14.1.1 知识链接	415
11.3.2 模型后处理	361	14.1.2 设计思路	418
11.4 案例小结	363	14.2 案例设置	419
第 12 章 撞击刚性墙分析案例	364	14.2.1 创建模型	419
12.1 案例分析	365	14.2.2 模型网格化	425
12.1.1 知识链接	365	14.3 分析结果	426
12.1.2 设计思路	368	14.3.1 静力分析	427
12.2 案例设置	368	14.3.2 疲劳分析	433
12.2.1 创建模型	369	14.4 案例小结	434
12.2.2 模型网格化	375	第 15 章 结构断裂分析案例	435
12.3 分析结果	378	15.1 案例分析	436
12.3.1 模型静力分析	378	15.1.1 知识链接	436
12.3.2 后处理	385	15.1.2 设计思路	439
12.4 案例小结	386	15.2 案例设置	440
第 13 章 复合材料梁弯曲分析案例	387	15.2.1 创建模型	440
13.1 案例分析	388	15.2.2 模型网格化	453
13.1.1 知识链接	388	15.3 分析结果	455
13.1.2 设计思路	389	15.3.1 静力分析	456
13.2 案例设置	390	15.3.2 断裂分析	461
		15.4 案例小结	464

第 1 章

模型建立精选案例



本章导读

随着计算机技术的飞速发展和广泛应用,有限元分析方法变成在计算数学、计算力学和计算工程科学领域中最有效的计算方法。随着有限元理论基础的日益完善,出现了很多通用和专用的有限元计算软件,ANSYS 大型通用程序应用比较广泛,它提供了两种方法生成模型,即直接生成模型和实体建模。根据有限元理论,最终有限元计算利用的是有限元模型,而一般能够看见的则是所要分析物体的几何形状。例如,有关电机的有限元计算中,人们可以看见电机的转子或定子的实体。

直接法生成的模型一种是有限元模型,它包括单元和节点。另一种是实体模型,是描述模型的几何边界,建立对单元、大小及形状的控制,然后用 ANSYS 程序自动生成所有的节点和单元。ANSYS 程序提供了两种创建实体模型的方法,即自底向上与自顶向下。

在 ANSYS 中,对简单和小型模型,采用直接设置单元和节点来生成有限元模型的直接生成法比较方便。用户可以完全控制几何形状及每个节点和单元的编号。对于复杂模型,一般是先建立其实体模型,然后网格化,以得到有限元模型。这样做的好处是因为实体建模所需处理的数据量相对较少,而且支持布尔运算,能够进行自适应网格划分,便于几何改进和单元类型的变化,所以对三维实体模型更为适合。因此,这样不仅可以减少数据处理的工作量,还可以利用 ANSYS 提供的拖拉、拉伸、旋转和拷贝等命令减少建模的工作量。

 学习要求	学习目标	了解	理解	应用	实践
	知识点				
	直接法实体模型的优缺点	√	√		
	自底向上建模方法和优点	√	√	√	√
	自顶向下建模方法和缺点		√	√	√

1.1 直接法实体建模案例

本例要创建的楔形模型由节点和单元组成，首先创建节点，再使用单元命令进行连接，组成实体模型。



本案例完成文件：/01/1-1.db



多媒体教学路径：光盘→多媒体教学→第1章→第1节



1.1.1 直接法创建实体模型简介

直接生成模型的方法是在定义 ANSYS 实体模型之前，确定每个节点的位置，以及每个单元的大小、形状和连接，直接创建节点和单元，模型中没有实体。



提示：

实体模型并不参与有限元计算，所有施加在几何实体边界上的载荷或约束，必须最终传递到有限元模型上（节点或单元）进行求解，由于 ANSYS 把有限元模型的几何特征和边界条件的定义与有限元网格的生成分开进行，所以，减少了模型生成的难度。

直接法实体建模的优点如下。

- (1) 对小型简单的模型生成较方便。
- (2) 使用户对几何形状及每个节点和单元的编号有完全的控制。

直接法实体建模方法的缺点如下。

- (1) 除最简单的模型外，都比较耗时，需要处理大量数据。
- (2) 不能使用自适应网格划分。
- (3) 使用优化设计变得不方便。
- (4) 改进网格划分十分困难。
- (5) 需要用户留意网格划分的每一个细节，更容易出错。



1.1.2 创建楔形模型



Step1 修改文件名称，如图 1-1 所示。

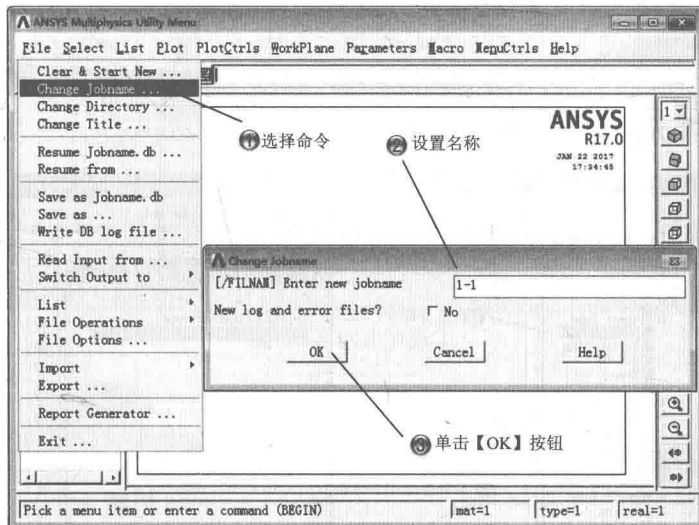


图 1-1 修改文件名称

Step2 修改标题名称，如图 1-2 所示。

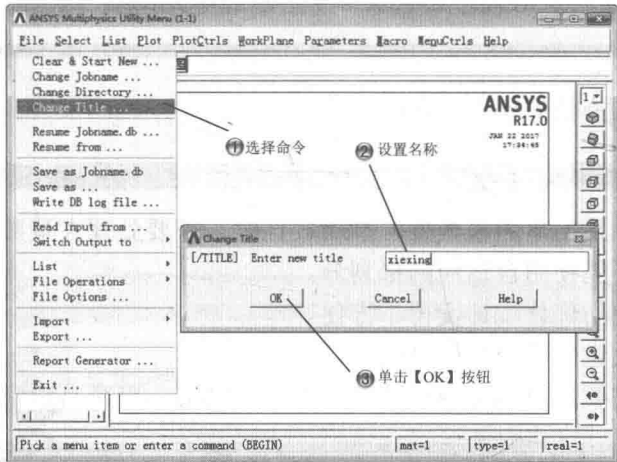


图 1-2 修改标题名称



提示:

修改文件名称的作用是方便以后的使用；修改标题名称是为了迅速看到自己创建的模型是什么内容。

Step3 添加单元类型，如图 1-3 所示。

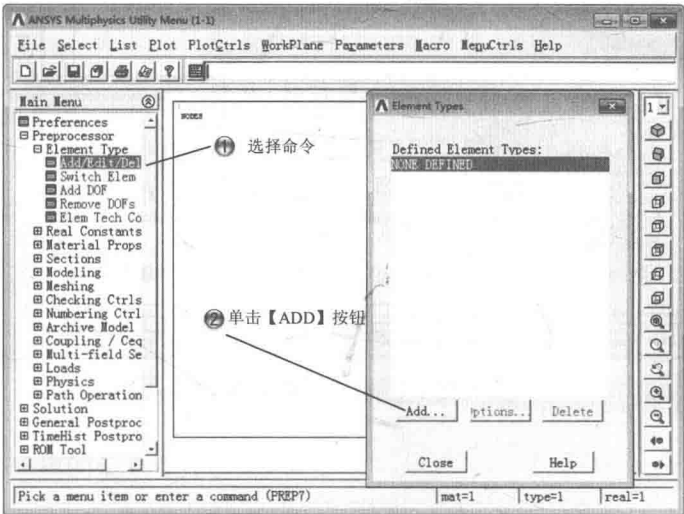


图 1-3 添加单元类型

Step4 设置单元类型, 如图 1-4 所示。

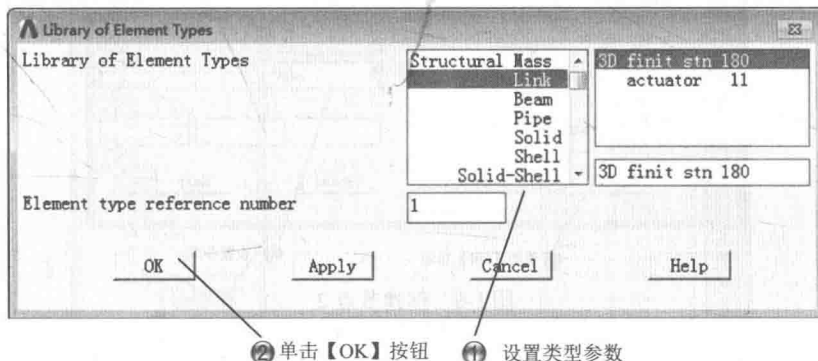


图 1-4 设置单元类型

Step5 创建节点 1, 如图 1-5 所示。

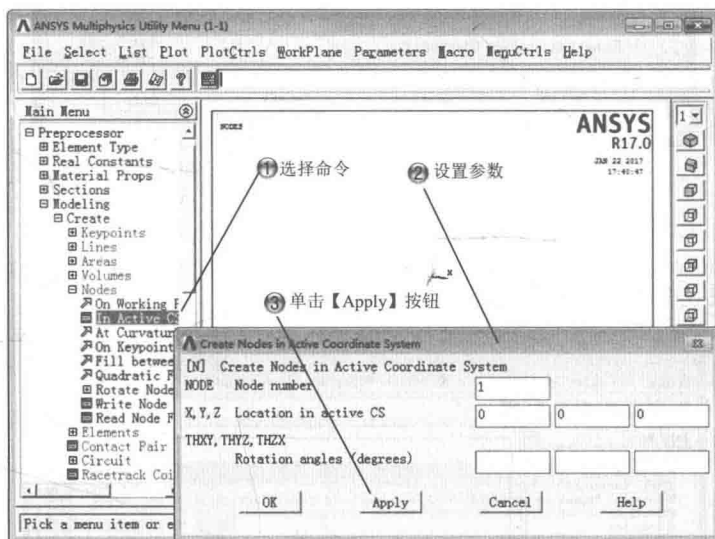


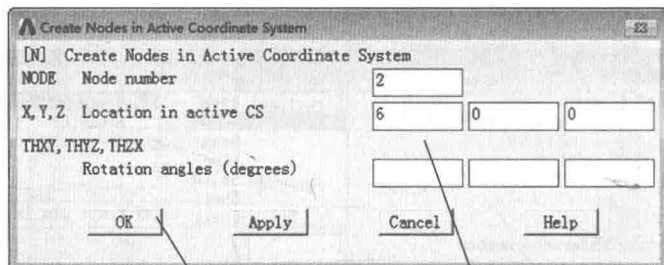
图 1-5 创建节点 1



提示:

关键点是在当前激活的坐标系内定义的。

 Step6 创建节点 2，如图 1-6 所示。

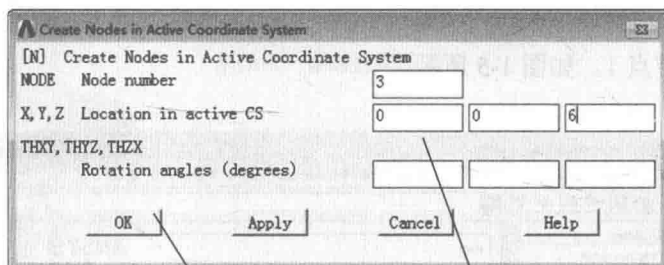


②单击【OK】按钮

④ 设置参数

图 1-6 创建节点 2

 Step7 创建节点 3，如图 1-7 所示。



②单击【OK】按钮

④ 设置参数

图 1-7 创建节点 3

 Step8 完成3个节点，如图1-8所示。



图 1-8 完成 3 个节点

Step9 创建单元, 如图 1-9 所示。

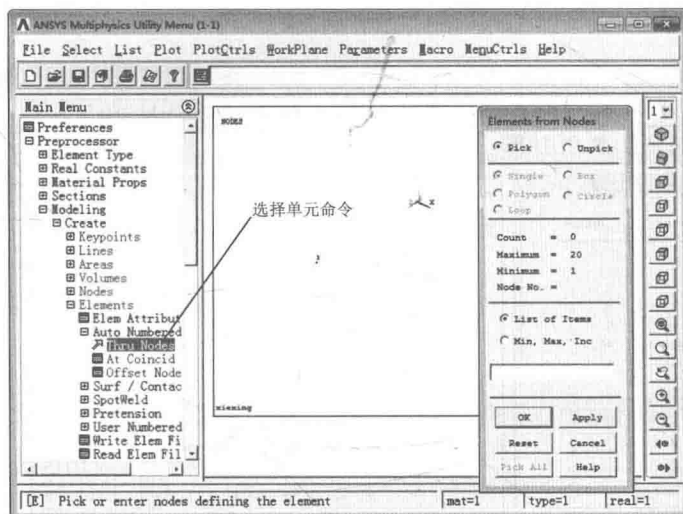


图 1-9 创建单元



提示:

不必总是按从低级到高级的办法定义所有的图元来生成高级图元, 可以直接在它们的项点由关键点来直接定义面和体。

Step10 绘制单元线, 如图 1-10 所示。

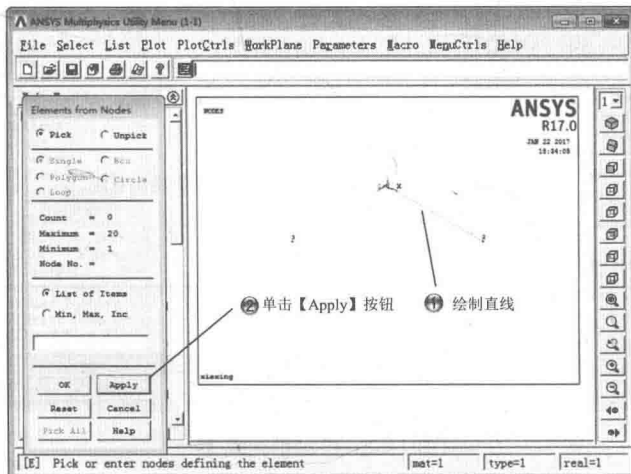


图 1-10 绘制单元线

Step11 绘制单元线 2，如图 1-11 所示。

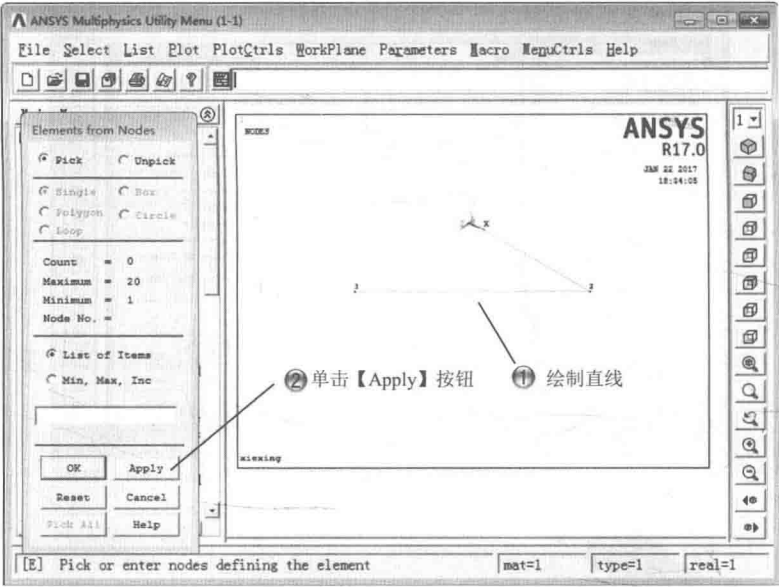


图 1-11 绘制单元线 2

Step12 绘制单元线 3，如图 1-12 所示。

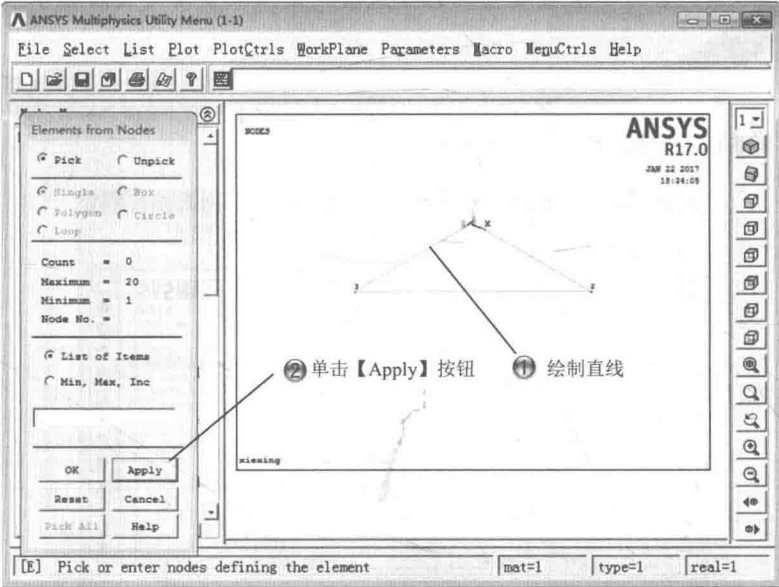


图 1-12 绘制单元线 3

Step13 创建节点 4, 如图 1-13 所示。

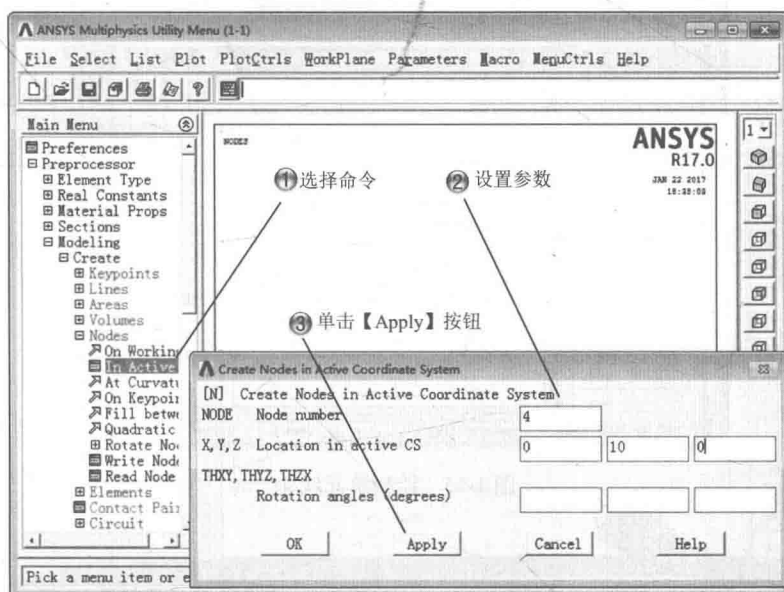


图 1-13 创建节点 4

Step14 创建单元, 如图 1-14 所示。

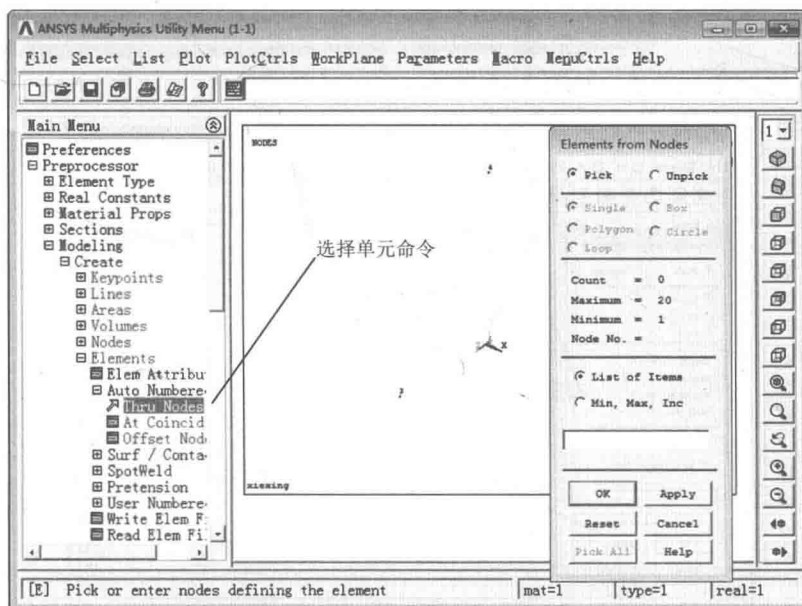


图 1-14 创建单元