

# ANSYS

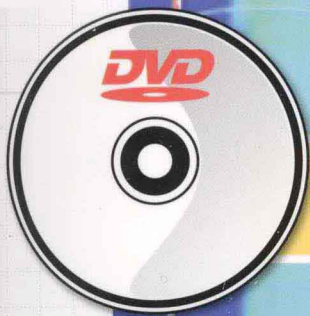
CAX工程应用丛书

# Workbench

## 14.5 有限元分析案例详解

- ▲ 集有限元知识、软件技术、工程案例于一体
- ▲ 来自多年工程实践的经验之作，全面详解最新版ANSYS Workbench应用的大部分领域
- ▲ 通过具有代表意义的行业应用案例，提高读者的实战能力

丁欣硕 凌桂龙 编著



本书案例几何模型文件  
和结果文件



清华大学出版社

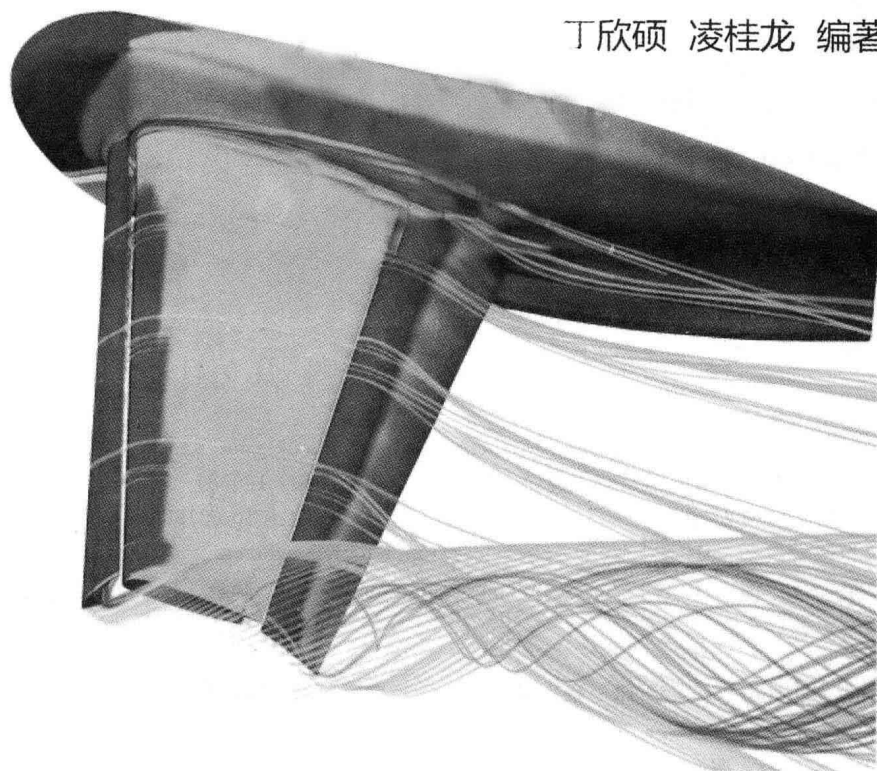
# ANSYS

CAX工程应用丛书

# Workbench

## 14.5有限元分析案例详解

丁欣硕 凌桂龙 编著



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书以 ANSYS 公司最新版本的有限元分析平台 Workbench 14.5 为操作平台, 详细介绍了软件的功能及应用。本书内容丰富, 涉及领域范围广, 使读者在掌握软件应用的同时, 也能熟悉解决相关工程领域实际问题的思路与方法。全书共分为 19 章, 首先以各个分析模块为基础, 介绍 ANSYS Workbench 14.5 的建模、网格划分、分析设置、结果后处理, 然后以项目范例为指导, 主要讲解 Workbench 在结构静力学分析、模态分析、谐响应分析、响应谱分析、随面振动分析、瞬态动力学分析、接触分析、显示动力学分析、复合材料分析、疲劳分析、多体动力学分析、稳态热力学分析、瞬态热力学分析、流体动力学分析、电场分析、磁场分析及多物理场耦合分析中的应用。

本书工程实例丰富, 讲解详尽, 内容安排循序渐进, 既合理理工院校土木工程、机械工程、力学、电气工程、能源、电子通信、航空航天等相关专业的高年级本科生、研究生及教师使用, 也可以作为相关工程技术从事工程研究的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售

版权所有, 侵权必究 侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

### 图书在版编目 (CIP) 数据

ANSYS Workbench 14.5 有限元分析案例详解/丁欣硕, 凌桂龙编著. —北京: 清华大学出版社, 2014

(CAX 工程应用丛书)

ISBN 978-7-302-34899-3

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 311163 号



责任编辑: 王金柱

封面设计: 王 翔

责任校对: 闫秀华

责任印制: 杨 艳

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈: 010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者: 北京密云胶印厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 190mm×260mm 印 张: 37 字 数: 947 千字

附光盘 1 张

版 次: 2014 年 2 月第 1 版 印 次: 2014 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 89.00 元

产品编号: 054703-01



# 前言

随着现代化技术的突飞猛进，工程界对以有限元技术为主的 CAE 技术的认识不断提高，各行各业纷纷引进先进的 CAE 软件，以提升其产品的研发水平。

ANSYS Workbench 软件就是在这种背景下诞生的有限元分析软件。目前 ANSYS 公司的最新版 ANSYS Workbench 14.5 所提供的 CAD 双向参数链接互动，项目数据自动更新机制，全面的参数管理，无缝集成的优化设计工具，使 ANSYS 在“仿真驱动产品设计 (SDPD—Simulation Driven Product Development)”方面达到了前所未有的高度，同时 ANSYS Workbench 14.5 具有强大的结构、流体、热、电磁及其相互耦合分析的功能。除此之外，在 Workbench 平台中增加了 Extension 接口模块，通过这个接口，Workbench 能与用户定义的程序进行协同计算，满足不同领域用户对不同结果的提取。

作为业界最领先的工程仿真技术集成平台，Workbench 14.5 提供了全新的“项目视图 (Project Schematic View)”功能，将整个仿真流程更加紧密地组合在一起，通过简单的拖动操作即可完成复杂的多物理场分析流程。

本书在必要的理论概述的基础上，通过大量的典型案例对 ANSYS Workbench 分析平台中的模块进行详细介绍，并结合实际工程与生活中的常见问题进行详细讲解。其中几何建模模块 (ANSYS SpaceClaim)、LS-DYNA 显示动力学分析模块 (Workbench LS-DYNA)、电磁分析模块 (Maxwell)、疲劳分析模块 (nCode) 及复合材料分析模块 (ANSYS ACP) 需要读者单独安装。

全书共分为 19 章，各章具体内容如下：

**第 1 章** 有限元基本理论。本章简单介绍了有限元的诞生与有限元求解的基本思想，同时对计算有限元的一些方法进行简要概述。

**第 2 章** ANSYS Workbench 14.5 概述。本章详细介绍了 ANSYS Workbench 14.5 软件几何建模与网格划分的基本原理。

**第 3 章** 结构静力学分析案例详解。本章详细介绍了 ANSYS Workbench 14.5 软件的线性结构静力学分析模块的使用方法，对静力学的分析的操作步骤及设置方法进行了详细的介绍。

**第 4 章** 模态分析案例详解。本章详细介绍了 ANSYS Workbench 14.5 软件模态分析模块的使用方法，并通过 3 个典型实例对有无预应力的模态分析的操作步骤及设置方法进行详细介绍。

**第 5 章** 谐响应分析案例详解。本章详细介绍了 ANSYS Workbench 14.5 软件谐响应分析模块的使用方法，通过两个典型实例对梁单元和实体模型的谐响应分析的操作步骤及设置方法进行详细介绍。

**第 6 章** 响应谱分析案例详解。本章详细介绍了 ANSYS Workbench 14.5 软件响应谱分析模块的使用方法，通过两个典型实例对简单桥梁和建筑物框架的响应谱分析的操作步骤及设置方法进行详细介绍。

**第 7 章** 随机振动分析案例详解。本章详细介绍了 ANSYS Workbench 14.5 软件随机振动分析模块的使用方法，通过两个典型实例对简单桥梁和建筑物框架的随机振动分析的操作步骤及设置方法进行详细介绍。

**第 8 章** 瞬态动力学分析案例详解。本章详细介绍了 ANSYS Workbench 14.5 软件瞬态动力学

分析模块的使用方法,通过两个典型实例对有含有运动结构的瞬态动力学分析的操作步骤及设置方法进行详细介绍。

**第9章 接触分析案例详解。**本章通过典型实例讲解了 Workbench 在稳态接触中的方法,并对分析中的设置进行详细介绍。

**第10章 显示动力学分析案例详解。**本章通过典型实例介绍了分别使用 Workbench LS-DYNA 模块和 AUTODYN 模块进行显示动力学分析的方法及相关设置,Workbench LS-DYNA 模块是通过 Extension 接口加载的外部程序。

**第11章 复合材料分析案例详解。**本章通过典型实例介绍了 ANSYS ACP 模块复合材料分析的设置方法与分析过程及应用方法。

**第12章 疲劳分析案例详解。**本章通过典型实例介绍了 ANSYS Workbench 平台的 nCODE 软件的疲劳分析的步骤及操作方法。

**第13章 多体动力学分析案例详解。**本章通过典型实例介绍了 ANSYS Workbench 平台的多体动力学分析的方法及典型问题的分析步骤。

**第14章 稳态热力分析案例详解。**本章通过3个典型实例介绍了 ANSYS Workbench 平台的热传递、热对流与热辐射3个方面的热学分析的方法及典型问题的分析步骤。

**第15章 瞬态热力分析案例详解。**本章通过典型实例介绍了 ANSYS Workbench 平台的瞬态热力学分析的方法及典型问题的分析步骤。

**第16章 流体动力学分析案例详解。**本章通过典型实例介绍了 ANSYS CFX、ANSYS FLUENT 及 Icepak 软件的流体分析与操作方法,帮助读者掌握 Workbench 在流体动力学分析中的应用方法。

**第17章 电场分析案例详解。**本章通过两个典型实例分别介绍了集成在 Workbench 平台的电场分析模块——Electric,同时也介绍了 Maxwell 软件的电场分析步骤。

**第18章 磁场分析案例详解。**本章通过3个典型实例分别介绍了集成在 Workbench 平台的磁场分析模块——Maxwell,同时也介绍了 Maxwell 软件的不同求解器计算的一般步骤。

**第19章 多物理场耦合分析案例详解。**本章通过典型实例详细介绍了 ANSYS Workbench 软件中的 Maxwell 模块的电磁场建模与电磁温度及电磁结构静力耦合分析过程,同时也介绍了 Maxwell 模块与 Icepak 软件之间的电磁热流耦合分析过程。

本书内容丰富,结构清晰,所有案例均经过精心设计与筛选,剪表性剪,并且每个案例都通过用户图形交互界面进行全过程操作。同时作者紧跟 ANSYS 软件发展最前沿,对目前最新版 ANSYS Workbench 14.5 软件的部分新功能进行了简单介绍与案例分析,希望对渴望入门的读者及部分高级读者有所帮助。

本书由丁欣硕、凌桂龙主编,另外高飞、张迪妮、李战芬、陈培见、韩希强、张文电、宋玉旺、张明明、于沧海、沈再阳、余胜威、张亮亮、郭海霞、王芳、付文利、凌桂龙、唐家鹏、孙国强、乔建军、李昕、林晓阳、刘冰、焦楠、李战芬等也为本书的编写提供了大量的帮助。虽然作者在本书的编写过程中力求叙述准确、完善,但由于水平有限,书中欠妥之处在所难免,希望读者和同仁能够及时指出,共同促进本书质量的提高。

如果读者在学习过程中遇到与本书有关的问题,可以发邮件至 comshu@126.com,编者会尽快给予解答。

编者  
2013年11月

# 目录

第 1 章 有限元基本理论 .....	1
1.1 有限元法发展综述.....	1
1.1.1 有限元法的孕育过程及诞生和发展.....	2
1.1.2 有限元法的基本思想.....	2
1.1.3 有限元的应用及其发展趋势.....	4
1.2 有限元分析基本理论.....	6
1.2.1 有限元分析的基本概念和计算步骤.....	6
1.2.2 基于最小势能原理的有限元法.....	14
1.2.3 杆系结构的非线性分析理论.....	19
1.2.4 稳定计算理论.....	30
1.3 本章小结.....	32
第 2 章 ANSYS Workbench 14.5 概述.....	33
2.1 ANSYS Workbench 14.5 平台及模块.....	33
2.1.1 Workbench 平台界面.....	34
2.1.2 菜单栏.....	34
2.1.3 工具栏.....	41
2.1.4 工具箱.....	41
2.2 DesignModeler 14.5 几何建模.....	45
2.2.1 DesignModeler 几何建模平台.....	45
2.2.2 菜单栏.....	46
2.2.3 工具栏.....	54
2.2.4 常用命令栏.....	56
2.2.5 Tree Outline (模型树).....	56
2.2.6 DesignModeler 几何建模实例——连接板.....	59
2.3 ANSYS SpaceClaim Direct Modeler 几何建模.....	67
2.3.1 SpaceClaim 几何建模平台.....	68
2.3.2 菜单选项卡.....	69
2.3 ANSYS SpaceClaim Direct Modeler 几何建模实例.....	71
2.4 ANSYS Meshing 14.5 网格划分平台.....	76
2.4.1 Meshing 网格划分适用领域.....	76
2.4.2 Meshing 网格划分方法.....	76
2.4.3 Meshing 网格默认设置.....	79
2.4.4 Meshing 网格尺寸设置.....	80

2.4.5	Meshing 网格膨胀层设置.....	84
2.4.6	Meshing 网格 Patch Conforming 选项.....	85
2.4.7	Meshing 网格高级选项.....	86
2.4.8	Meshing 网格损伤设置.....	86
2.4.9	Meshing 网格评估统计.....	87
2.5	ANSYS Meshing 14.5 网格划分实例.....	93
2.5.1	应用实例 1——网格尺寸控制.....	93
2.5.2	应用实例 2——扫掠网格划分.....	102
2.5.3	外部网格导入实例 1——CDB 网格导入.....	109
2.5.4	外部网格导入实例 2——CDB 网格导入.....	113
2.6	ANSYS Mechanical 14.5 后处理.....	116
2.6.1	查看结果.....	116
2.6.2	结果显示.....	120
2.6.3	变形显示.....	120
2.6.4	应力和应变.....	121
2.6.5	接触结果.....	122
2.6.6	自定义结果显示.....	123
2.7	本章小结.....	124
<b>第 3 章 结构静力学分析案例详解.....</b>		<b>125</b>
3.1	线性静力分析简介.....	125
3.1.1	线性静力分析.....	125
3.1.2	线性静力分析流程.....	126
3.1.3	线性静力分析基础.....	127
3.2	静力学分析实例 1——实体静力分析.....	127
3.2.1	问题描述.....	127
3.2.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	127
3.2.3	导入创建几何体.....	128
3.2.4	添加材料库.....	129
3.2.5	添加模型材料属性.....	130
3.2.6	划分网格.....	131
3.2.7	施加载荷与约束.....	132
3.2.8	结果后处理.....	134
3.2.9	保存与退出.....	136
3.2.10	读者演练.....	136
3.3	静力学分析实例 2——梁单元线性静力分析.....	137
3.3.1	问题描述.....	137
3.3.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	137
3.3.3	创建几何体.....	138
3.3.4	添加材料库.....	142
3.3.5	添加模型材料属性.....	143
3.3.6	划分网格.....	145
3.3.7	施加载荷与约束.....	146

3.3.8	结果后处理.....	147
3.3.9	保存与退出.....	150
3.3.10	读者演练.....	150
3.4	静力学分析实例 3——板单元静力分析.....	151
3.4.1	问题描述.....	151
3.4.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	151
3.4.3	导入创建几何体.....	151
3.4.4	添加材料库.....	152
3.4.5	添加模型材料属性.....	153
3.4.6	划分网格.....	154
3.4.7	施加载荷与约束.....	155
3.4.8	结果后处理.....	156
3.4.9	保存与退出.....	157
3.4.10	读者演练.....	158
3.5	静力学分析实例 4——子模型静力分析.....	158
3.5.1	问题描述.....	158
3.5.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	158
3.5.3	导入创建几何体.....	159
3.5.4	添加材料库.....	160
3.5.5	添加模型材料属性.....	162
3.5.6	划分网格.....	163
3.5.7	施加载荷与约束.....	163
3.5.8	结果后处理.....	165
3.5.9	子模型分析.....	167
3.5.10	保存并退出.....	171
3.6	本章小结.....	171
<b>第 4 章</b>	<b>模态分析案例详解.....</b>	<b>172</b>
4.1	结构动力学分析简介.....	172
4.1.1	结构动力学分析.....	172
4.1.2	结构动力学分析的阻尼.....	173
4.2	模态分析简介.....	173
4.2.1	模态分析.....	174
4.2.2	模态分析基础.....	174
4.2.3	预应力模态分析.....	175
4.3	模态分析实例 1——模态分析.....	175
4.3.1	问题描述.....	175
4.3.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	175
4.3.3	创建几何体.....	176
4.3.4	添加材料库.....	176
4.3.5	添加模型材料属性.....	178
4.3.6	划分网格.....	179
4.3.7	施加载荷与约束.....	179



4.3.8	结果后处理	181
4.3.9	保存与退出	183
4.4	模态分析实例 2——有预应力模态分析	184
4.4.1	问题描述	184
4.4.2	启动 Workbench 并建立分析项目	184
4.4.3	创建几何体	185
4.4.4	添加材料库	185
4.4.5	添加模型材料属性	187
4.4.6	划分网格	188
4.4.7	施加载荷与约束	188
4.4.8	模态分析	190
4.4.9	后处理	190
4.4.10	保存与退出	192
4.5	模态分析实例 3——有预应力模态分析	192
4.5.1	问题描述	193
4.5.2	修改外载荷数据	193
4.5.3	模态分析	193
4.5.4	后处理	194
4.5.5	保存与退出	195
4.5.6	结论	195
4.6	本章小结	196
<b>第 5 章 谐响应分析案例详解</b>		<b>197</b>
5.1	谐响应分析简介	197
5.1.1	谐响应分析	197
5.1.2	谐响应分析的载荷与输出	198
5.1.3	谐响应分析通用方程	198
5.2	谐响应分析实例 1——梁单元谐响应分析	198
5.2.1	问题描述	199
5.2.2	启动 Workbench 并建立分析项目	199
5.2.3	创建模态分析项目	200
5.2.4	材料选择	200
5.2.5	施加载荷与约束	201
5.2.6	模态分析	203
5.2.7	后处理	203
5.2.8	创建谐响应分析项目	205
5.2.9	施加载荷与约束	205
5.2.10	谐响应计算	206
5.2.11	结果后处理	207
5.2.12	保存与退出	209
5.3	谐响应分析实例 2——实体模型谐响应分析	209
5.3.1	问题描述	210
5.3.2	启动 Workbench 并建立分析项目	210

5.3.3	材料选择.....	211
5.3.4	施加载荷与约束.....	211
5.3.5	模态分析.....	213
5.3.6	后处理.....	213
5.3.7	谐响应分析.....	215
5.3.8	谐响应计算.....	216
5.3.9	结果后处理.....	216
5.3.10	保存与退出.....	218
5.4	本章小结.....	219
<b>第 6 章</b>	<b>响应谱分析案例详解.....</b>	<b>220</b>
6.1	响应谱分析简介.....	220
6.1.1	频谱的定义.....	220
6.1.2	响应谱分析的基本概念.....	221
6.2	响应谱分析实例 1——简单桥梁响应谱分析.....	223
6.2.1	问题描述.....	223
6.2.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	224
6.2.3	导入几何体模型.....	224
6.2.4	静态力学分析.....	225
6.2.5	添加材料库.....	225
6.2.6	划分网格.....	226
6.2.7	施加约束.....	227
6.2.8	模态分析.....	229
6.2.9	结果后处理.....	229
6.2.10	响应谱分析.....	230
6.2.11	添加加速度谱.....	230
6.2.12	后处理.....	231
6.2.13	保存与退出.....	233
6.3	响应谱分析实例 2——建筑物框架响应谱分析.....	233
6.3.1	问题描述.....	233
6.3.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	234
6.3.3	导入几何体模型.....	235
6.3.4	静态力学分析.....	235
6.3.5	添加材料库.....	236
6.3.6	划分网格.....	236
6.3.7	施加约束.....	237
6.3.8	模态分析.....	238
6.3.9	结果后处理.....	238
6.3.10	响应谱分析.....	240
6.3.11	添加加速度谱.....	240
6.3.12	后处理.....	242
6.3.13	保存与退出.....	242
6.4	本章小结.....	243

<b>第 7 章 随机振动分析案例详解</b> .....	<b>244</b>
7.1 随机振动分析简介 .....	244
7.2 随机振动分析实例 1——简单桥梁随机振动分析 .....	245
7.2.1 问题描述 .....	245
7.2.2 启动 Workbench 并建立分析项目 .....	246
7.2.3 导入几何体模型 .....	246
7.2.4 静态力学分析 .....	247
7.2.5 添加材料库 .....	248
7.2.6 划分网格 .....	248
7.2.7 施加约束 .....	249
7.2.8 模态分析 .....	251
7.2.9 结果后处理 .....	251
7.2.10 随机振动分析 .....	253
7.2.11 添加加速度谱 .....	253
7.2.12 后处理 .....	254
7.2.13 保存与退出 .....	255
7.3 随机振动分析实例 2——建筑物框架随机振动分析 .....	256
7.3.1 问题描述 .....	256
7.3.2 启动 Workbench 并建立分析项目 .....	256
7.3.3 导入几何体模型 .....	257
7.3.4 静态力学分析 .....	258
7.3.5 添加材料库 .....	258
7.3.6 划分网格 .....	258
7.3.7 施加约束 .....	259
7.3.8 模态分析 .....	261
7.3.9 结果后处理 .....	261
7.3.10 随机振动分析 .....	262
7.3.11 添加加速度谱 .....	263
7.3.12 后处理 .....	264
7.3.13 保存与退出 .....	265
7.4 本章小结 .....	265
<b>第 8 章 瞬态动力学分析案例详解</b> .....	<b>266</b>
8.1 瞬态动力学分析简介 .....	266
8.1.1 瞬态动力学分析 .....	266
8.1.2 瞬态动力学分析基本公式 .....	266
8.2 瞬态动力学分析实例 1——蜗轮蜗杆传动分析 .....	267
8.2.1 问题描述 .....	267
8.2.2 启动 Workbench 并建立分析项目 .....	267
8.2.3 导入几何体模型 .....	267
8.2.4 瞬态动力学分析 .....	268
8.2.5 添加材料库 .....	270
8.2.6 划分网格 .....	270

8.2.7	施加约束.....	271
8.2.8	结果后处理.....	272
8.2.9	保存与退出.....	274
8.3	瞬态动力学分析实例 2——活塞运动分析.....	274
8.3.1	问题描述.....	274
8.3.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	274
8.3.3	导入几何体模型.....	275
8.3.4	瞬态动力学分析.....	276
8.3.5	添加材料库.....	279
8.3.6	划分网格.....	279
8.3.7	施加约束.....	280
8.3.8	结果后处理.....	281
8.3.9	保存与退出.....	283
8.4	活塞运动优化分析.....	283
8.5	本章小结.....	287
<b>第 9 章</b>	<b>接触分析案例详解.....</b>	<b>288</b>
9.1	接触分析简介.....	288
9.2	静态接触分析实例——铝合金板孔受力分析.....	290
9.2.1	问题描述.....	290
9.2.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	291
9.2.3	建立几何体模型.....	291
9.2.4	添加材料库.....	292
9.2.5	添加模型材料属性.....	292
9.2.6	创建接触.....	293
9.2.7	划分网格.....	293
9.2.8	施加载荷与约束.....	295
9.2.9	结果后处理.....	296
9.2.10	保存与退出.....	298
9.3	本章小结.....	299
<b>第 10 章</b>	<b>显示动力学分析案例详解.....</b>	<b>300</b>
10.1	显示动力学分析简介.....	300
10.2	显示动力学分析实例 1——钢球撞击金属网分析.....	302
10.2.1	问题描述.....	302
10.2.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	302
10.2.3	启动 WorkbenchLS-DYNA 建立项目.....	303
10.2.4	材料选择与赋予.....	304
10.2.5	建立项目分析.....	304
10.2.6	分析前处理.....	305
10.2.7	施加载荷.....	306
10.2.8	结果后处理.....	308
10.2.9	保存与退出.....	310



10.3	显示动力学分析实例 2——金属块穿透钢板分析 .....	310
10.3.1	问题描述 .....	310
10.3.2	启动 Workbench 并建立分析项目 .....	310
10.3.3	绘制几何模型 .....	311
10.3.4	材料选择 .....	314
10.3.5	显示动力学分析前处理 .....	315
10.3.6	施加约束 .....	316
10.3.7	结果后处理 .....	318
10.3.8	启动 AUTODYN 软件 .....	319
10.3.9	LS-DYNA 计算 .....	322
10.3.10	保存与退出 .....	324
10.4	本章小结 .....	324
<b>第 11 章</b>	<b>复合材料分析案例详解 .....</b>	<b>325</b>
11.1	复合材料概论 .....	325
11.2	ANSYS ACP 模块功能概述 .....	326
11.3	复合材料静力学分析实例——复合板受力分析 .....	329
11.3.1	问题描述 .....	329
11.3.2	启动 Workbench 软件 .....	329
11.3.3	静力分析项目 .....	330
11.3.4	定义复合材料数据 .....	331
11.3.5	数据更新 .....	333
11.3.6	ACP 复合材料定义 .....	334
11.3.7	有限元计算 .....	342
11.3.8	后处理 .....	342
11.3.9	ACP 专业后处理工具 .....	343
11.3.10	保存与退出 .....	345
11.4	本章小结 .....	345
<b>第 12 章</b>	<b>疲劳分析案例详解 .....</b>	<b>346</b>
12.1	疲劳分析简介 .....	346
12.2	疲劳分析实例——轴疲劳分析 .....	348
12.2.1	问题描述 .....	348
12.2.2	启动 Workbench 并建立分析项目 .....	349
12.2.3	导入几何模型 .....	349
12.2.4	添加材料库 .....	350
12.2.5	添加模型材料属性 .....	350
12.2.6	划分网格 .....	350
12.2.7	施加载荷与约束 .....	351
12.2.8	结果后处理 .....	353
12.2.9	保存文件 .....	354
12.2.10	启动 nCode 程序 .....	354
12.2.11	疲劳分析 .....	356

12.2.12 保存与退出.....	357
12.3 本章小结.....	357
<b>第 13 章 多体动力学分析案例详解.....</b>	<b>358</b>
13.1 多体动力学分析简介.....	358
13.2 多体动力学分析实例——挖掘机臂运动分析 .....	359
13.2.1 问题描述.....	359
13.2.2 启动 Workbench 并建立分析项目 .....	359
13.2.3 导入几何模型.....	360
13.2.4 多体动力学分析.....	360
13.2.5 添加材料库.....	363
13.2.6 划分网格.....	363
13.2.7 施加约束.....	363
13.2.8 结果后处理.....	365
13.2.9 保存与退出.....	367
13.3 本章小结.....	368
<b>第 14 章 稳态热力学分析案例详解.....</b>	<b>369</b>
14.1 热力学分析简介.....	369
14.1.1 热力学分析目的.....	369
14.1.2 热力学分析.....	369
14.1.3 基本传热方式.....	370
14.2 稳态热力学分析实例 1——热传递分析 .....	371
14.2.1 问题描述.....	371
14.2.2 启动 Workbench 并建立分析项目 .....	371
14.2.3 导入几何模型.....	371
14.2.4 创建分析项目.....	372
14.2.5 添加材料库.....	372
14.2.6 添加模型材料属性.....	374
14.2.7 划分网格.....	375
14.2.8 施加载荷与约束.....	375
14.2.9 结果后处理.....	377
14.2.10 保存与退出.....	379
14.3 稳态热力学分析实例 2——热对流分析 .....	379
14.3.1 问题描述.....	379
14.3.2 启动 Workbench 并建立分析项目 .....	379
14.3.3 导入几何模型.....	380
14.3.4 创建分析项目.....	381
14.3.5 添加材料库.....	381
14.3.6 添加模型材料属性.....	382
14.3.7 划分网格.....	383
14.3.8 施加载荷与约束.....	384
14.3.9 结果后处理.....	385

14.3.10	保存与退出.....	386
14.3.11	读者演练.....	386
14.4	稳态热力学分析实例 3——热辐射分析.....	387
14.4.1	案例介绍.....	387
14.4.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	387
14.4.3	定义材料参数.....	387
14.4.4	导入模型.....	388
14.4.5	划分网格.....	388
14.4.6	定义荷载.....	390
14.4.7	后处理.....	391
14.4.8	保存并退出.....	393
14.5	本章小结.....	393
<b>第 15 章</b>	<b>瞬态热力学分析案例详解.....</b>	<b>394</b>
15.1	热力学分析简介.....	394
15.1.1	瞬态热力学分析目的.....	394
15.1.2	瞬态热力学分析.....	394
15.2	瞬态热力学分析实例 1——散热片瞬态热学分析.....	394
15.2.1	问题描述.....	395
15.2.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	395
15.2.3	创建瞬态热分析.....	395
15.2.4	施加载荷与约束.....	396
15.2.5	后处理.....	396
15.2.6	保存与退出.....	397
15.3	瞬态热力学分析实例 2——高温钢球瞬态热学分析.....	398
15.3.1	问题描述.....	398
15.3.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	398
15.3.3	创建瞬态热分析.....	398
15.3.4	施加载荷与约束.....	400
15.3.5	后处理.....	401
15.3.6	保存与退出.....	402
15.4	本章小结.....	402
<b>第 16 章</b>	<b>流体动力学分析案例详解.....</b>	<b>403</b>
16.1	流体动力学分析简介.....	403
16.1.1	流体动力学分析.....	403
16.1.2	CFD 基础.....	406
16.2	流体动力学实例 1——CFX 内流场分析.....	414
16.2.1	问题描述.....	414
16.2.2	启动 Workbench 并建立分析项目.....	414
16.2.3	创建几何模型.....	415
16.2.4	网格划分.....	415
16.2.5	流体动力学前处理.....	417

16.2.6	流体计算.....	419
16.2.7	结果后处理.....	420
16.3	流体动力学实例 2——Fluent 流场分析.....	422
16.3.1	问题描述.....	422
16.3.2	软件启动与保存.....	423
16.3.3	导入几何数据文件.....	423
16.3.4	网格设置.....	424
16.3.5	进入 Fluent 平台.....	426
16.3.6	材料选择.....	428
16.3.7	设置几何属性.....	428
16.3.8	流体边界条件.....	429
16.3.9	求解器设置.....	430
16.3.10	结果后处理.....	431
16.3.11	Post 后处理.....	434
16.4	流体动力学实例 3——Icepak 流场分析.....	436
16.4.1	问题描述.....	438
16.4.2	软件启动与保存.....	438
16.4.3	导入几何数据文件.....	438
16.4.4	添加 Icepak 模块.....	439
16.4.5	求解分析.....	443
16.4.6	Post 后处理.....	445
16.4.7	静态力学分析.....	446
16.5	本章小结.....	448
<b>第 17 章</b>	<b>电场分析案例详解.....</b>	<b>449</b>
17.1	电磁场基本理论.....	449
17.1.1	麦克斯韦方程.....	449
17.1.2	一般形式的电磁场微分方程.....	451
17.1.3	电磁场中常见边界条件.....	452
17.1.4	ANSYS Workbench 平台电磁分析.....	452
17.1.5	ANSOFT 软件电磁分析.....	452
17.2	Maxwell 静态电场分析实例——同轴电缆电场计算.....	453
17.2.1	启动 Maxwell 16.0 并建立分析项目.....	454
17.2.2	建立几何模型.....	454
17.2.3	建立求解器及求解域.....	456
17.2.4	添加材料.....	456
17.2.5	边界条件设置.....	458
17.2.6	求解计算.....	459
17.2.7	图表显示.....	461
17.2.8	Workbench 平台中加载 Maxwell 工程文件.....	463
17.2.9	保存与退出.....	463
17.3	Maxwell 直流传导分析实例——焊接位置的电场分析.....	464
17.3.1	启动 Workbench 并建立分析项目.....	464



17.3.2	几何模型导入.....	465
17.3.3	建立求解器.....	465
17.3.4	添加材料.....	465
17.3.5	边界条件设置.....	466
17.3.6	求解计算.....	467
17.3.7	网格划分.....	468
17.3.8	后处理.....	469
17.3.9	保存与退出.....	470
17.4	本章小结.....	470
<b>第 18 章</b>	<b>磁场分析案例详解.....</b>	<b>471</b>
18.1	ANSOFT 软件磁场分析.....	471
18.2	Maxwell 静态磁场分析实例——磁场力计算.....	472
18.2.1	启动 Workbench 并建立分析项目.....	472
18.2.2	建立几何模型.....	473
18.2.3	建立求解器及求解域.....	479
18.2.4	添加材料.....	479
18.2.5	边界条件设置.....	480
18.2.6	求解计算.....	481
18.2.7	参数化扫描.....	483
18.2.8	保存与退出.....	486
18.3	Maxwell 涡流磁场分析实例——金属块涡流损耗.....	486
18.3.1	启动 Workbench 并建立分析项目.....	486
18.3.2	几何模型的导入.....	487
18.3.3	建立求解器.....	488
18.3.4	添加材料.....	488
18.3.5	边界条件设置.....	489
18.3.6	求解计算.....	490
18.3.7	损耗计算.....	492
18.3.8	保存与退出.....	493
18.4	Maxwell 瞬态磁场分析实例——金属块涡流损耗.....	493
18.4.1	启动 Workbench 并建立分析项目.....	493
18.4.2	建立求解器.....	494
18.4.3	建立几何模型.....	494
18.4.4	添加材料.....	496
18.4.5	边界条件设置.....	496
18.4.6	网格划分.....	498
18.4.7	求解计算.....	499
18.4.8	图表显示.....	502
18.4.9	3D 图表显示.....	503
18.4.10	保存与退出.....	505
18.5	本章小结.....	505