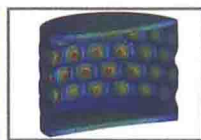


ANSYS



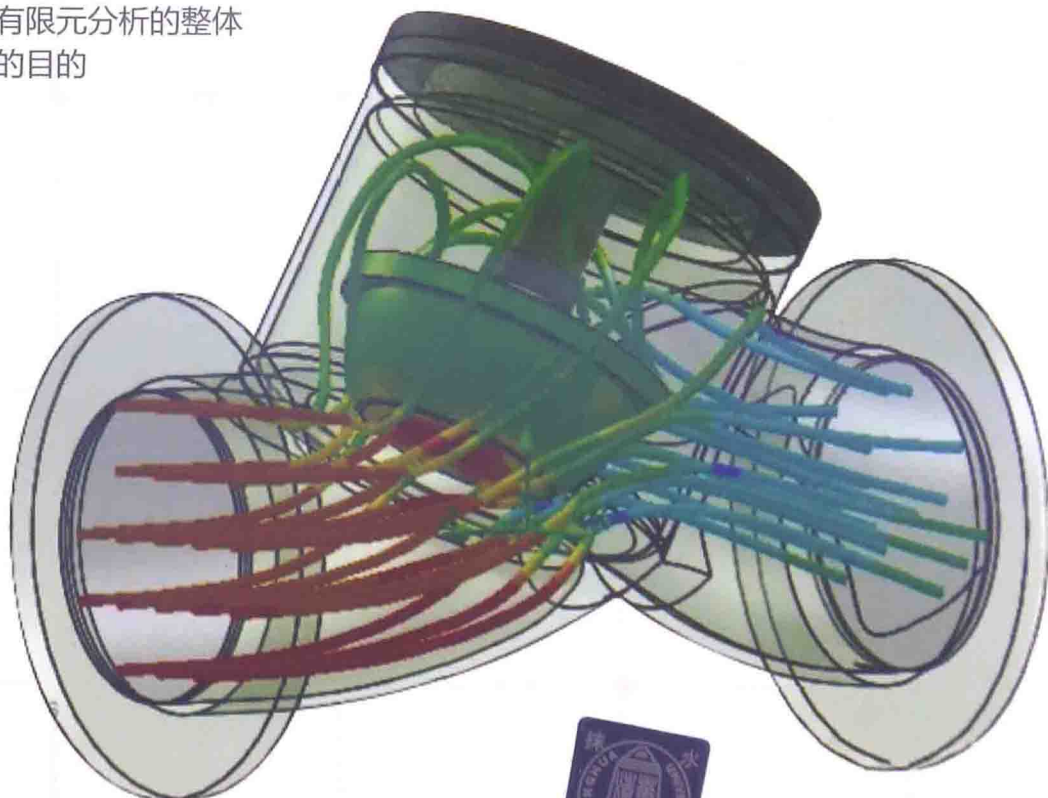
Workbench 15.0

从入门到精通

凌桂龙 编著

从零开始，以应用实例分析为主线，介绍ANSYS Workbench 15.0的全新功能

理论与实践相结合，有效掌握有限元分析的整体思路，达到解决实际工程问题的目的



提供实例源文件下载



清华大学出版社

CAX工程应用丛书

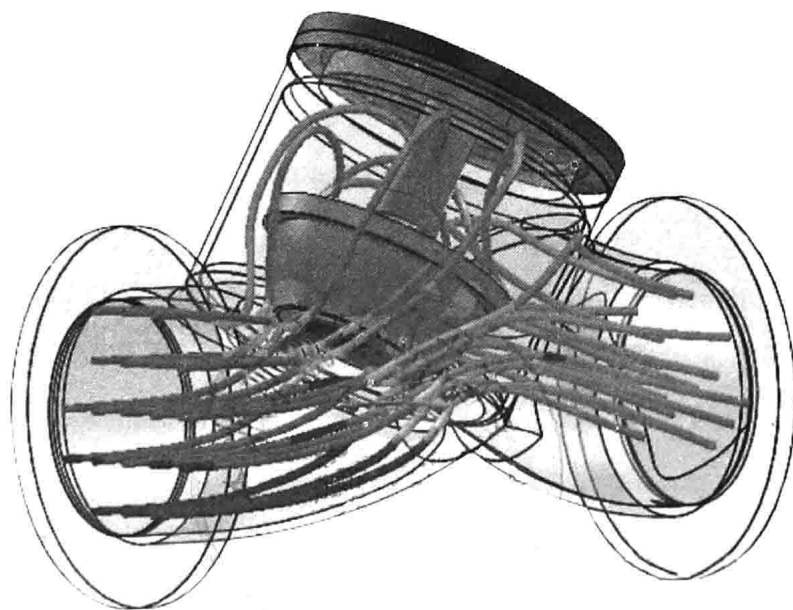
ANSYS



Workbench 15.0

从入门到精通

凌桂龙 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书通过理论结合实践的讲解方式,全面、系统地介绍了 ANSYS Workbench 15.0 在有限元分析领域内的具体应用,涵盖了绝大部分用户需要使用的功能。本书按照从简单到复杂、从单场到多场分析的逻辑编排,每章均采用实例描述,内容完整且各章相对独立,是一本详细的 ANSYS Workbench 参考书。

全书共 19 章,详细介绍了创建几何模型、网格划分、结果后处理等基本操作,同时也结合工程案例详细讲解了线性静态结构分析、谐响应分析、响应谱分析、随机振动分析、瞬态动力学分析、显式动力学分析、热分析、线性屈曲分析、结构非线性分析、接触问题分析、优化设计、流体动力学分析、电磁场分析及多物理场耦合分析等。

本书工程实例丰富、讲解详尽,内容安排循序渐进、深入浅出,适合不同基础的读者。本书适合理工院校土木工程、机械工程、力学、电气工程等相关专业的本科生、研究生及教师使用,同时也可作为工程技术人员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 15.0 从入门到精通 / 凌桂龙编著. —北京:清华大学出版社, 2014

(CAX 工程应用丛书)

ISBN 978-7-302-34462-9

I. ①A… II. ①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 270079 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:何芊

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

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:190mm×260mm 印 张:28.75 字 数:736 千字

版 次:2014 年 10 月第 1 版 印 次:2014 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:69.00 元



前言

ANSYS 公司的 ANSYS Workbench 平台作为多物理场及优化分析平台，将在流体市场份额最大的两家公司 FLUENT 及 CFX 软件集成起来，同时也将电磁行业分析标准的 ANSOFT 系列软件集成到其平台中，并且提供了软件之间的数据耦合，从而为用户提供了巨大的便利。

目前 ANSYS 公司的最新版 ANSYS Workbench 15.0 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等，使 ANSYS 在“仿真驱动产品设计（SDPD）”方面达到了前所未有的高度，同时 ANSYS Workbench 15.0 具有结构、流体、热、电磁及其相互耦合分析的功能。

作为业界最领先的工程仿真技术集成平台，Workbench 15.0 提供了全新的“项目视图”功能，将整个仿真流程更加紧密地组合在一起，通过简单的拖曳操作即可完成复杂的多物理场分析流程及多物理场的优化分析功能。

1. 本书特点

- 由浅入深，循序渐进：本书以初中级读者为对象，首先从有限元的基本原理及 ANSYS Workbench 的使用基础讲起，再辅以 ANSYS Workbench 在工程中的应用案例，帮助读者尽快掌握 ANSYS Workbench 进行有限元分析的技能。
- 步骤详尽、内容新颖：本书结合作者多年 ANSYS Workbench 使用经验与实际工程应用案例，将 ANSYS Workbench 软件的使用方法与技巧详细讲解给读者。本书在讲解过程中步骤详尽、内容新颖，讲解过程辅以相应的图片，使读者在阅读时一目了然，从而快速掌握书中所讲内容。

2. 本书内容

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，并结合实际工程对学习过程中的常见问题进行详细讲解，内容简洁、明快，给人耳目一新的感觉。

本书主要包括 19 章，主要介绍了 ANSYS Workbench 15.0 平台在结构、电磁、热学、流体动力学等领域中的有限元分析及操作过程。

- 第 1~4 章：介绍了 ANSYS Workbench 15.0 平台、几何建模与导入方法、网格划分及网格质量评价方法、结果的后处理操作等方面的内容。

- 第 5~10 章：介绍了 ANSYS Workbench 平台结构的基础分析内容，包括线性静态结构分析、模态分析、谐响应分析、响应谱分析、随机振动分析以及瞬态动力学分析等方面的内容。
- 第 11~15 章：介绍了 ANSYS Workbench 平台结构的进阶分析功能，主要包括显式动力学分析、热分析、线性屈曲分析、结构非线性分析以及接触问题分析等内容。
- 第 16~19 章：介绍了 Workbench 优化设计、流体动力学分析、电磁场分析、多物理场耦合分析等内容。其中电磁分析模块（Maxwell）需要读者单独安装方可使用。

3. 读者对象

本书适合于 ANSYS Workbench 15.0 的初学者和期望提高有限元分析及建模仿真工程应用能力的读者阅读，具体说明如下：

- 大中专院校的教师和在校生
- 参加工作实习的“菜鸟”
- 广大科研工作人员
- 初学 ANSYS Workbench 15.0 的技术人员
- 相关培训机构的教师和学员
- ANSYS Workbench 15.0 爱好者

4. 本书作者

本书主要由凌桂龙编著，丁金滨、张亮亮、刘成柱、郭海霞、王芳、付文利、温正、唐家鹏、孙国强、乔建军、焦楠、李昕、林晓阳、刘冰、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、焦楠、黄志国等也参与了本书的编写工作。

5. 读者服务

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。

为了方便解决本书疑难问题，读者朋友在学习过程中遇到与本书有关的技术问题，可以发邮件到邮箱 comshu@126.com，编者会尽快给予解答，我们将竭诚为您服务。最后，在此与大家共勉！

🔗 本书配套资源文件下载地址：<http://pan.baidu.com/s/1jGmRke6>

编者

2014 年 7 月

目录

第 1 章 初识 ANSYS Workbench	1
1.1 ANSYS Workbench 15.0 概述	1
1.1.1 关于 ANSYS Workbench	1
1.1.2 多物理场分析模式	2
1.1.3 项目级仿真参数管理	2
1.1.4 Workbench 应用模块	3
1.2 Workbench 15.0 的基本操作界面	3
1.2.1 启动 ANSYS Workbench	3
1.2.2 ANSYS Workbench 主界面	5
1.3 Workbench 项目管理	7
1.3.1 复制及删除项目	7
1.3.2 关联项目	8
1.3.3 项目管理操作案例	8
1.3.4 设置项属性	10
1.4 Workbench 文件管理	10
1.4.1 文件目录结构	10
1.4.2 快速生成压缩文件	11
1.5 Workbench 实例入门	11
1.5.1 案例介绍	12
1.5.2 启动 Workbench 并建立分析项目	12
1.5.3 导入创建几何体	13
1.5.4 添加材料库	14
1.5.5 添加模型材料属性	16
1.5.6 划分网格	17
1.5.7 施加载荷与约束	17
1.5.8 结果后处理	19
1.5.9 保存与退出	21
1.6 本章小结	21

第 2 章 创建 Workbench 几何模型.....	22
2.1 认识 DesignModeler.....	22
2.1.1 进入 DesignModeler.....	22
2.1.2 DesignModeler 的操作界面.....	24
2.1.3 DesignModeler 的鼠标操作.....	26
2.1.4 图形选取与控制.....	26
2.1.5 DM 几何体.....	26
2.2 DesignModeler 草图模式.....	27
2.2.1 创建新平面.....	27
2.2.2 创建新草图.....	28
2.2.3 草图模式.....	28
2.2.4 草图援引.....	29
2.3 创建 3D 几何体.....	29
2.3.1 创建 3D 特征.....	30
2.3.2 激活体和冻结体.....	30
2.3.3 切片特征.....	31
2.3.4 抑制体.....	31
2.3.5 面印记.....	32
2.3.6 填充与包围操作.....	34
2.3.7 创建多体部件体.....	35
2.4 导入外部 CAD 文件.....	36
2.4.1 非关联性导入文件.....	36
2.4.2 关联性导入文件.....	36
2.4.3 导入定位.....	37
2.4.4 创建场域几何体.....	37
2.5 概念建模.....	37
2.5.1 从点生成线体.....	38
2.5.2 从草图生成线体.....	38
2.5.3 从边生成线体.....	38
2.5.4 定义横截面.....	38
2.5.5 从线生成面体.....	41
2.5.6 从草图生成面体.....	42
2.5.7 从面生成面体.....	42
2.6 创建几何体的实例操作.....	43
2.6.1 进入 DM 界面.....	43
2.6.2 绘制零件底部圆盘.....	43
2.6.3 创建零件肋柱.....	45
2.6.4 生成线体.....	47

2.6.5	生成面体.....	48
2.6.6	保存文件并退出.....	48
2.7	概念建模实例操作.....	49
2.7.1	从 CAD 进入 DM 界面.....	49
2.7.2	创建线体.....	50
2.7.3	生成面体.....	51
2.7.4	创建横截面.....	52
2.7.5	为线体添加横截面.....	53
2.7.6	保存文件并退出.....	53
2.8	本章小结.....	54
第 3 章 Workbench 网格划分		55
3.1	网格划分平台.....	55
3.1.1	网格划分特点.....	55
3.1.2	网格划分方法.....	56
3.1.3	网格划分技巧.....	57
3.1.4	网格划分流程.....	58
3.1.5	网格尺寸策略.....	58
3.2	3D 几何网格划分.....	59
3.2.1	四面体网格的优缺点.....	59
3.2.2	四面体网格划分时的常用参数.....	59
3.2.3	四面体算法.....	60
3.2.4	四面体膨胀.....	61
3.3	网格参数设置.....	61
3.3.1	缺省参数设置.....	63
3.3.2	尺寸控制.....	64
3.3.3	膨胀控制.....	67
3.3.4	网格信息.....	68
3.4	扫掠网格划分.....	69
3.4.1	扫掠划分方法.....	69
3.4.2	扫掠网格控制.....	70
3.5	多区网格划分.....	71
3.5.1	多区划分方法.....	71
3.5.2	多区网格控制.....	72
3.6	网格划分案例.....	73
3.6.1	自动网格划分案例.....	73
3.6.2	网格划分控制案例.....	77
3.7	本章小结.....	85

第 4 章 Mechanical 基础	86
4.1 关于 Mechanical.....	86
4.2 Mechanical 的基本操作.....	87
4.2.1 启动 Mechanical.....	87
4.2.2 Mechanical 操作界面.....	87
4.2.3 鼠标控制.....	90
4.3 材料参数输入控制.....	91
4.3.1 进入 Engineering Data 应用程序.....	91
4.3.2 材料库.....	91
4.3.3 添加材料.....	93
4.3.4 添加材料属性.....	93
4.4 Mechanical 前处理操作.....	95
4.4.1 几何分支.....	95
4.4.2 接触与点焊.....	96
4.4.3 坐标系.....	98
4.4.4 分析设置.....	99
4.5 施加载荷和约束.....	100
4.5.1 施加载荷.....	101
4.5.2 施加约束.....	103
4.6 模型求解.....	104
4.7 结果后处理.....	106
4.7.1 结果显示.....	106
4.7.2 变形显示.....	107
4.7.3 应力和应变.....	107
4.7.4 接触结果.....	109
4.7.5 自定义结果显示.....	109
4.8 本章小结.....	110
第 5 章 线性静态结构分析	111
5.1 线性静态结构分析概述.....	111
5.2 线性静态结构的分析流程.....	112
5.2.1 几何模型.....	112
5.2.2 材料特性.....	113
5.2.3 定义接触区域.....	113
5.2.4 划分网格.....	113
5.2.5 施加载荷和边界条件.....	113
5.2.6 模型求解控制.....	114
5.2.7 结果后处理.....	114

5.3	风力发电机叶片静态结构分析	114
5.3.1	问题描述	114
5.3.2	启动 Workbench 并建立分析项目	115
5.3.3	导入几何体	116
5.3.4	添加材料库	116
5.3.5	添加模型材料属性	120
5.3.6	划分网格	122
5.3.7	施加载荷与约束	124
5.3.8	结果后处理（设置求解项）	125
5.3.9	求解并显示求解结果	126
5.3.10	更改材料观察分析结果	128
5.3.11	保存与退出	131
5.4	本章小结	132
第 6 章	模态分析	133
6.1	模态分析概述	133
6.2	Workbench 模态分析流程	134
6.2.1	几何体和质点	135
6.2.2	接触区域	136
6.2.3	分析类型	136
6.2.4	载荷和约束	137
6.2.5	求解模型	137
6.3	飞机机翼模态分析	138
6.3.1	问题描述	138
6.3.2	启动 Workbench 并建立分析项目	138
6.3.3	导入几何体	139
6.3.4	添加材料库	140
6.3.5	修改模型材料属性	142
6.3.6	划分网格	143
6.3.7	施加固定约束	144
6.3.8	结果后处理（设置求解项）	145
6.3.9	求解并显示求解结果	146
6.3.10	保存与退出	147
6.4	风力发电机叶片预应力模态分析	148
6.4.1	打开结构静态分析	148
6.4.2	创建预应力模态分析项目	149
6.4.3	结果后处理	150
6.4.4	求解并显示求解结果	151

6.4.5	保存与退出.....	153
6.5	本章小结.....	154
第 7 章	谐响应分析	155
7.1	谐响应分析概述.....	155
7.2	谐响应分析流程.....	156
7.2.1	施加简谐载荷.....	157
7.2.2	求解方法.....	158
7.2.3	查看结果.....	158
7.3	连接转轴的谐响应分析	159
7.3.1	问题描述.....	159
7.3.2	Workbench 基础操作	159
7.3.3	创建多体部件体及抑制体.....	160
7.3.4	网格参数设置.....	162
7.3.5	施加载荷与约束.....	164
7.3.6	设置求解选项.....	166
7.3.7	求解并显示求解结果.....	167
7.3.8	保存与退出.....	170
7.4	本章小结.....	170
第 8 章	响应谱分析	171
8.1	谱分析概述.....	171
8.2	响应谱分析流程.....	171
8.3	地震位移下的响应谱分析	173
8.3.1	问题描述.....	173
8.3.2	启动 Workbench 进入 DM 界面	173
8.3.3	创建模型.....	175
8.3.4	添加材料.....	181
8.3.5	为体添加材料.....	182
8.3.6	划分网格.....	183
8.3.7	施加固定约束.....	185
8.3.8	提取模态参数设置.....	186
8.3.9	查看模态分析结果.....	187
8.3.10	添加响应谱位移.....	189
8.3.11	提取响应谱分析结果.....	190
8.3.12	查看分析结果.....	191
8.3.13	保存与退出.....	191
8.4	本章小结.....	192

第 9 章 随机振动分析.....	193
9.1 随机振动分析概述.....	193
9.2 随机振动分析流程.....	194
9.3 梁板结构的随机振动分析	195
9.3.1 问题描述.....	195
9.3.2 启动 Workbench 并建立分析项目	196
9.3.3 修改模型.....	197
9.3.4 生成多体部件体.....	200
9.3.5 划分网格.....	201
9.3.6 施加固定约束.....	204
9.3.7 提取模态参数设置.....	204
9.3.8 查看模态分析结果.....	205
9.3.9 添加功率谱位移.....	207
9.3.10 提取随机振动的分析结果.....	208
9.3.11 查看随机振动的分析结果.....	209
9.3.12 保存与退出.....	211
9.4 本章小结.....	211
第 10 章 瞬态动力学分析	212
10.1 瞬态动力学分析概述.....	212
10.2 瞬态动力学分析流程.....	212
10.2.1 几何模型	214
10.2.2 时间步长	214
10.2.3 运动副	214
10.2.4 弹簧	215
10.2.5 阻尼	215
10.2.6 载荷和约束	215
10.2.7 后处理中查看结果	215
10.3 汽车主轴的瞬态动力学分析	216
10.3.1 问题描述	216
10.3.2 Workbench 基础操作	216
10.3.3 为体添加材料特性	217
10.3.4 创建坐标系	218
10.3.5 划分网格	218
10.3.6 施加载荷与约束	219
10.3.7 设置求解选项	221
10.3.8 求解并显示求解结果	224

10.3.9 保存与退出	228
10.4 本章小结.....	228
第 11 章 显式动力学分析	229
11.1 显式动力学分析概述.....	229
11.1.1 显式算法与隐式算法的区别	229
11.1.2 ANSYS 中的显式动力学模块	230
11.2 显式动力学分析流程.....	230
11.3 质量块冲击薄板的显式动力学分析.....	231
11.3.1 问题描述.....	231
11.3.2 启动 Workbench 并建立分析项目	232
11.3.3 建立几何模型.....	232
11.3.4 添加材料特性.....	236
11.3.5 添加模型材料属性.....	238
11.3.6 划分网格.....	240
11.3.7 施加载荷与约束.....	242
11.3.8 提取显式动力学分析结果.....	243
11.3.9 求解并显示求解结果.....	245
11.3.10 保存与退出.....	248
11.4 本章小结.....	248
第 12 章 热分析.....	249
12.1 传热概述.....	249
12.1.1 传热方式	249
12.1.2 热分析类型	250
12.1.3 非线性热分析	251
12.1.4 边界条件或初始条件	251
12.2 热分析流程.....	251
12.2.1 几何模型	252
12.2.2 实体接触	252
12.2.3 导热率	253
12.2.4 施加载荷	254
12.2.5 热边界条件	254
12.2.6 热应力分析	255
12.2.7 结果后处理	255
12.3 散热器的热分析.....	256
12.3.1 问题描述	256
12.3.2 启动 Workbench 并建立分析项目	256
12.3.3 导入几何体	257

12.3.4	添加材料库	258
12.3.5	添加模型材料属性	260
12.3.6	划分网格	261
12.3.7	施加载荷与约束	262
12.3.8	结果后处理（设置求解项）	264
12.3.9	求解并显示求解结果	265
12.3.10	热应变分析	266
12.3.11	保存文件	268
12.3.12	更改材料进行求解	269
12.3.13	保存并退出	270
12.4	本章小结	271
第 13 章	线性屈曲分析	272
13.1	线性屈曲分析概述	272
13.1.1	关于欧拉屈曲	272
13.1.2	线性屈曲的计算	273
13.1.3	线性屈曲分析的特点	274
13.2	线性屈曲的分析过程	274
13.2.1	几何体和材料属性	275
13.2.2	接触区域	275
13.2.3	载荷与约束	275
13.2.4	屈曲设置	276
13.2.5	模型求解	276
13.2.6	结果检查	277
13.3	桁架结构的抗屈曲分析	278
13.3.1	问题描述	278
13.3.2	Workbench 基础操作	278
13.3.3	创建多体部件体	280
13.3.4	网格参数设置	281
13.3.5	施加载荷与约束	282
13.3.6	设置求解选项	283
13.3.7	求解并显示求解结果	284
13.3.8	保存与退出	287
13.4	本章小结	288
第 14 章	结构非线性分析	289
14.1	结构非线性分析概述	289
14.2	结构非线性分析流程	291
14.2.1	超弹性材料	292

14.2.2	塑性材料	295
14.3	销轴的结构非线性分析	300
14.3.1	问题描述	300
14.3.2	启动 Workbench 并建立分析项目	301
14.3.3	创建几何体	302
14.3.4	添加模型材料属性	307
14.3.5	划分网格	311
14.3.6	求解载荷步数的设置	313
14.3.7	施加载荷与约束	314
14.3.8	结果后处理（设置求解项）	316
14.3.9	求解并显示求解结果	318
14.3.10	保存与退出	324
14.4	本章小结.....	324
第 15 章 接触问题分析		325
15.1	接触问题分析概述.....	325
15.1.1	罚函数法和增强拉格朗日法	325
15.1.2	拉格朗日乘数法	326
15.1.3	多点约束法	326
15.2	接触问题分析流程.....	327
15.2.1	接触刚度与渗透	328
15.2.2	接触类型	328
15.2.3	对称/非对称行为	329
15.2.4	施加摩擦接触	330
15.2.5	检查接触结果	330
15.3	轴承内外套的接触分析	330
15.3.1	问题描述	331
15.3.2	启动 Workbench 并建立分析项目	331
15.3.3	创建几何体	332
15.3.4	添加模型材料属性	341
15.3.5	设置接触选项	342
15.3.6	划分网格	343
15.3.7	施加载荷与约束	345
15.3.8	结果后处理（设置求解项）	347
15.3.9	求解并显示求解结果	348
15.3.10	保存与退出	350
15.4	本章小结.....	350

第 16 章 Workbench 优化设计	351
16.1 Design Exploration 概述	351
16.1.1 参数定义	351
16.1.2 设定优化方法	351
16.1.3 Design Exploration 选项	352
16.1.4 Design Exploration 特点	352
16.1.5 Design Exploration 操作界面	353
16.2 Design Exploration 优化设计基础	354
16.2.1 参数设置	354
16.2.2 目标驱动优化	355
16.2.3 响应曲面	358
16.2.4 实验设计	359
16.2.5 六希格玛分析	362
16.3 连接板的优化设计	363
16.3.1 问题描述	363
16.3.2 启动 Workbench 并建立分析项目	363
16.3.3 导入几何体	364
16.3.4 添加材料库	366
16.3.5 添加模型材料属性	368
16.3.6 划分网格	369
16.3.7 施加约束与载荷	370
16.3.8 结果后处理（设置求解项）	372
16.3.9 求解并显示求解结果	373
16.3.10 观察优化参数	374
16.3.11 响应曲面	377
16.3.12 观察新设计点的结果	381
16.3.13 保存与退出	381
16.4 本章小结	382
第 17 章 流体动力学分析	383
17.1 流体动力学基础	383
17.1.1 质量守恒方程	383
17.1.2 动量守恒方程	383
17.1.3 能量守恒方程	384
17.1.4 湍流模型	384
17.2 流体动力学的分析流程	385
17.3 基于 Fluent 的导弹流体动力学分析	386
17.3.1 案例介绍	386

17.3.2	启动 Workbench 并建立分析项目	386
17.3.3	导入几何体	388
17.3.4	划分网格	389
17.3.5	网格检查与处理	392
17.3.6	设置物理模型和材料	394
17.3.7	设置操作环境和边界条件	395
17.3.8	设置求解方法和控制参数	396
17.3.9	设置监视窗口和初始化	397
17.3.10	求解和退出	401
17.3.11	计算结果的后处理	401
17.3.12	保存与退出	407
17.4	本章小结	407
第 18 章 电磁场分析		408
18.1	电磁场基本理论	408
18.1.1	麦克斯韦方程组	408
18.1.2	电磁场微分方程	409
18.1.3	ANSYS Workbench 平台电磁分析	410
18.1.4	ANSYS Maxwell 软件电磁分析	411
18.2	导体磁场计算	412
18.2.1	启动 Maxwell 15.0 并建立分析项目	412
18.2.2	建立几何模型	413
18.2.3	设置求解域	413
18.2.4	定义材料属性	414
18.2.5	边界条件与激励	415
18.2.6	求解计算	415
18.2.7	图表显示	417
18.2.8	加载 Maxwell 工程文件	418
18.2.9	保存与退出	419
18.3	电感计算	419
18.3.1	启动 Workbench 并建立分析项目	419
18.3.2	建立几何模型	420
18.3.3	建立求解器及求解域	420
18.3.4	添加材料	421
18.3.5	网格划分	422
18.3.6	求解计算	423
18.3.7	保存与退出	424
18.4	本章小结	425