

CAX工程应用丛书

# ABAQUS 6.14

中文版

## 有限元分析 从入门到精通

丁源 编著

资深工程师针对初学者量身打造

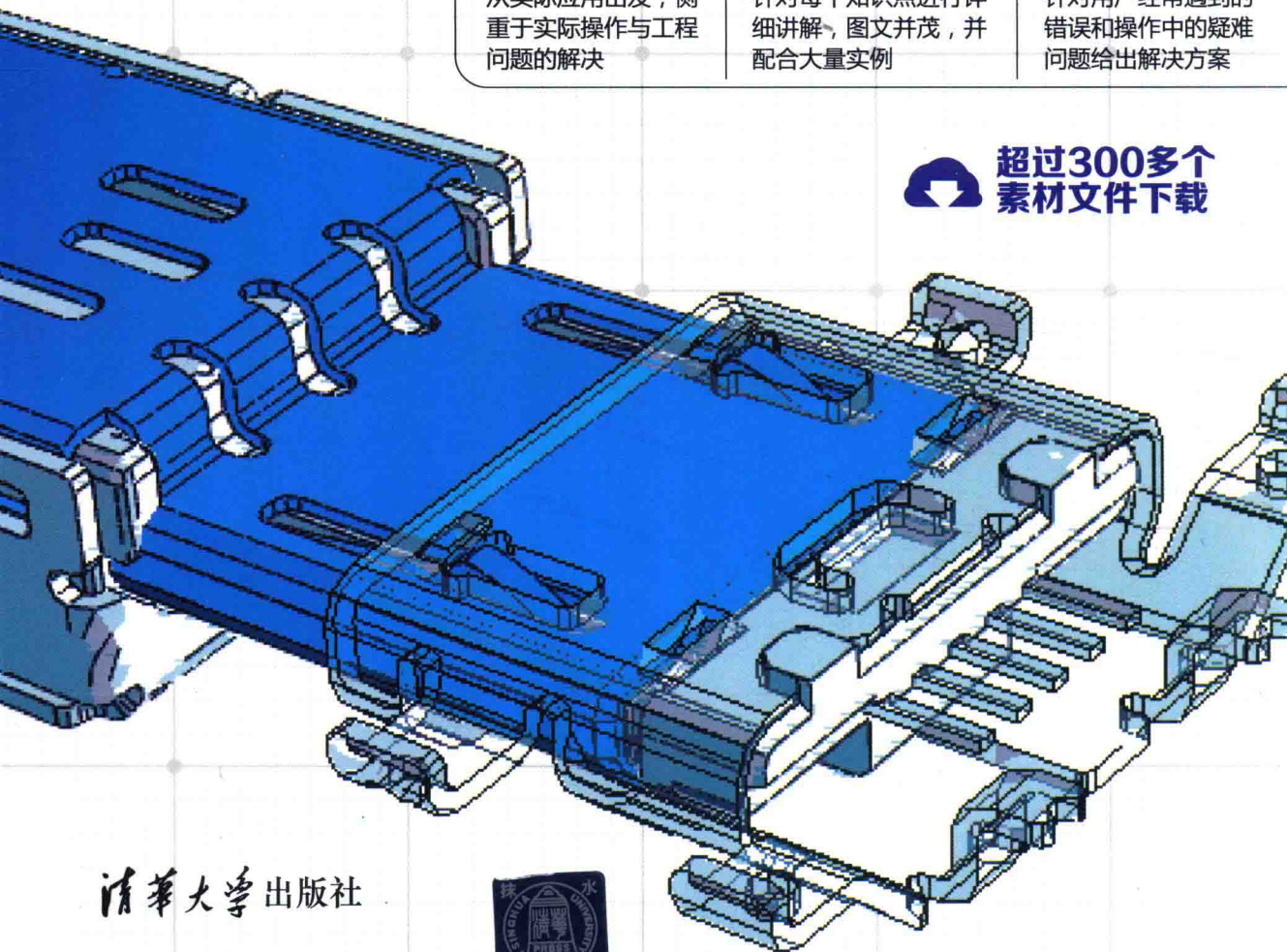
从实际应用出发，侧重于实际操作与工程问题的解决

针对每个知识点进行详细讲解，图文并茂，并配合大量实例

针对用户经常遇到的错误和操作中的疑难问题给出解决方案



超过300多个  
素材文件下载



清华大学出版社

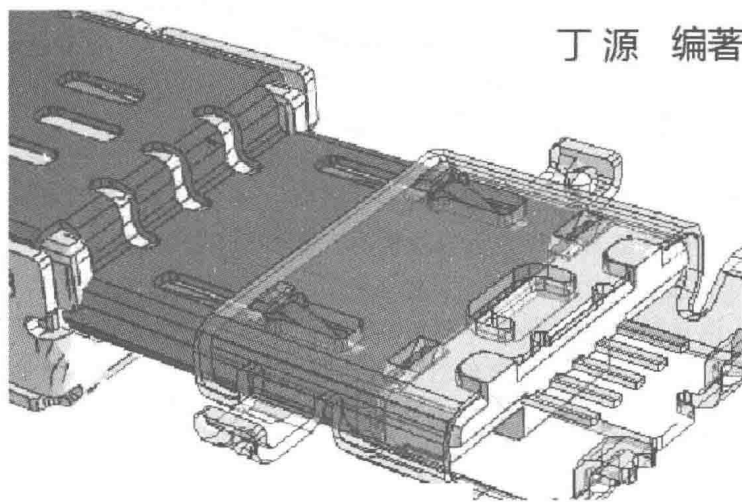


CAX工程应用丛书

# ABAQUS 6.14

中文版 有限元分析 从入门到精通

丁源 编著



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书系统地介绍了 ABAQUS 6.14 的使用,包括 ABAQUS 线性静力分析、接触分析、材料非线性分析、热应力分析、多体分析、频率提取分析、模态动态分析、显示动力学分析、用户子程序分析和后处理技巧等内容。

本书内容从实际应用出发,侧重于 ABAQUS 的实际操作和工程问题的解决,针对每个知识点进行详细讲解,并辅以相应的实例,使读者能够快速、熟练、深入地掌握 ABAQUS 的相应功能。每个实例都以图文并茂的形式详细介绍 ABAQUS/CAE 的操作流程,并对 INP 文件进行细致地解释。此外,书中还讨论了用户常犯的 error 和经常遇到的疑难问题,以及常见的 error 信息和警告信息,并给出了相应的解决方法。

本书结构严谨、重点突出、条理清晰,非常适合 ABAQUS 初级和中级用户使用,也可作为高职院校、大中专院校以及社会相关培训班的教材。

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

ABAQUS 6.14 中文版有限元分析从入门到精通/丁源编著. —北京:清华大学出版社,2016

(CAX 工程应用丛书)

ISBN 978-7-302-44915-7

I. ①A… II. ①丁… 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(2016)第 213054 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:30.25 字 数:774 千字

版 次:2016 年 10 月第 1 版 印 次:2016 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:69.00 元

产品编号:058877-01

# 前 言

ABAQUS 被誉为国际上功能最强大的有限元分析软件之一，特别是在非线性分析领域，它可以解决复杂的工程力学问题，融结构、传热学、流体、声学、电学以及热固耦合、流固耦合、热电耦合、声固耦合于一体，具有驾驭庞大求解规模的能力。

ABAQUS 在很多国家得到了广泛的应用，用户涉及机械、航空航天、船舶、电器、土木、水利、汽车等各个工程领域。ABAQUS 不仅可以做单一部件的力学和复杂物理场的分析，而且可以处理多系统的分析，这一特点相对于其他软件是独一无二的。广大 ABAQUS 用户，特别是初学者都面临一个普遍的问题，即如何快速有效地理解和掌握 ABAQUS 丰富的分析功能和操作方法。因此，一本系统的 ABAQUS 教材是每个 ABAQUS 用户的必备参考书。

## 1. 本书特色

本书是由从事多年 ABAQUS 工作和实践的一线从业人员编写，在编写的过程中，不只注重绘图技巧的介绍，还重点讲解了 ABAQUS 和工程实际的关系。本书主要有以下几个特色。

- 本书以基础和实例详解并重，既是 ABAQUS 初学者的学习教材，也可以作为对 ABAQUS 有一定基础的用户制定工程问题分析方案、精通高级前后处理与求解技术的参考书。
- 除详细讲解基本知识外，还介绍了 ABAQUS 在各个行业中的应用。案例部分设置了轴对称容器的结构分析、桁架结构、弹塑性结构分析、风扇结构的转动等，几乎包含了机械分析的所有门类，让读者在掌握基本操作技巧的同时，也对机械设计行业有一个大致的了解，这是我们要达到的目标。
- 本书详细介绍了 ABAQUS 各个功能模块的常用设置和使用技巧，不仅能使读者快速入门，还能全面了解 ABAQUS 有限元软件，提高工作效率。
- 内容编排上注意难易结合，每一章先给出一个简单的实例，使读者一目了然地了解该类问题的特点和分析方法，然后列举一个或多个复杂实例，帮助读者掌握相关的高级技巧。
- 详细介绍了每个工程实例的操作步骤，读者可以很轻松地按照书中的指示，一步步地完成软件操作。

## 2. 本书内容

本书主要分为两大部分：ABAQUS 基础和案例讲解，其中基础知识部分为 1~3 章，案例讲解部分为 4~14 章。

- |        |                   |        |                      |
|--------|-------------------|--------|----------------------|
| 第 1 章  | ABAQUS 6.14 中文版概述 | 第 2 章  | 基本模块和操作方法            |
| 第 3 章  | INP 文件和单元介绍       | 第 4 章  | 结构静力学分析及实例详解         |
| 第 5 章  | 轴对称结构静力学分析        | 第 6 章  | 接触问题分析               |
| 第 7 章  | 材料非线性问题分析         | 第 8 章  | 结构模态分析详解             |
| 第 9 章  | 结构谐响应分析详解         | 第 10 章 | 结构热分析详解              |
| 第 11 章 | 结构多体系统分析详解        | 第 12 章 | ABAQUS/Explicit 显式分析 |
| 第 13 章 | ABAQUS 屈曲分析详解     | 第 14 章 | ABAQUS 用户子程序分析详解     |

### 3. 随书资源文件

随书提供了本书重要案例的源文件及 INP 文件, 供读者在阅读本书时进行操作练习和参考, 资源下载地址为: <http://pan.baidu.com/s/1i59Ec5n> (区分英文字母大小写)。

如果下载有问题, 请电子邮件联系 [booksaga@126.com](mailto:booksaga@126.com), 邮件主题为“ABAQUS 6.14 中文版有限元分析从入门到精通”。

### 4. 本书作者

本书主要由丁源编著, 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、韩希强、张文电、宋玉旺、张明明、张亮亮、刘成柱、郭海霞、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. 技术支持

读者在学习过程中遇到难以解答的问题, 可以直接发邮件到编者邮箱, 编者会尽快给予解答。编者邮箱: [comshu@126.com](mailto:comshu@126.com)。

### 6. 读者服务

虽然在本书的编写过程中力求叙述准确、完善, 但是由于水平有限, 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, 如果读者朋友在学习过程中遇到与本书有关的技术问题, 就发送邮件到邮箱 [comshu@126.com](mailto:comshu@126.com), 我们会尽快给予解答, 竭诚为您服务。

编者

2016年9月

# 目 录

第 1 章 ABAQUS 6.14 中文版概述	1
1.1 ABAQUS 概述	1
1.2 ABAQUS 的主要模块	2
1.3 ABAQUS 使用环境	4
1.3.1 启动 ABAQUS/CAE	5
1.3.2 ABAQUS 的主窗口	5
1.3.3 ABAQUS/CAE 功能模块	7
1.4 ABAQUS 6.14 新功能	9
1.5 实例快速入门	10
1.5.1 问题描述	10
1.5.2 问题分析	10
1.6 本章小结	19
第 2 章 基本模块和操作方法	20
2.1 ABAQUS 分析步骤	20
2.1.1 前处理 (ABAQUS/CAE)	20
2.1.2 分析计算 (ABAQUS/Standard 或 ABAQUS/Explicit)	20
2.1.3 后处理 (ABAQUS/CAE 或 ABAQUS/Viewer)	21
2.2 ABAQUS/CAE 的功能模块	21
2.3 部件模块和草图模块	22
2.3.1 部件的创建	22
2.3.2 部件的外部导入	23
2.3.3 问题模型的修复与修改	24
2.4 属性模块	25
2.4.1 材料属性	25
2.4.2 截面特性	26
2.4.3 梁的截面特性	27
2.4.4 特殊设置	27
2.5 装配模块	29
2.5.1 部件实体的创建	30

2.5.2	部件实体的定位	31
2.5.3	合并/切割部件实体	33
2.6	分析步模块	34
2.6.1	设置分析步	34
2.6.2	定义场输出	40
2.7	载荷模块	41
2.7.1	载荷的定义	41
2.7.2	边界条件的定义	43
2.7.3	设置预定义场	45
2.7.4	定义载荷工况	46
2.8	相互作用模块	47
2.8.1	相互作用的定义	47
2.8.2	定义约束	49
2.8.3	定义连接器	49
2.9	网格模块	51
2.9.1	定义网格密度	51
2.9.2	设置网格控制	52
2.9.3	设置单元类型	53
2.9.4	划分网格	54
2.9.5	检查网格	58
2.9.6	提高网格质量	59
2.10	分析作业模块	61
2.10.1	分析作业的创建和管理	61
2.10.2	网格自适应	63
2.11	可视化模块	64
2.11.1	显示无变形图和变形图	64
2.11.2	绘制云图	66
2.12	本章小结	67
<b>第 3 章</b>	<b>INP 文件和单元介绍</b>	<b>68</b>
3.1	输入文件的组成和结构	68
3.2	INPUT 文件的书写规则和外部导入	70
3.2.1	书写 INPUT 文件的语法和规则	70
3.2.2	从外存储器中引入模型或历史数据	72
3.2.3	文件的执行	72
3.3	简单 INP 文件实例详解	72

3.3.1	悬臂梁	72
3.3.2	孔平板分析	74
3.4	文件的类型介绍和常用指令	77
3.5	单元介绍	81
3.5.1	单元族	82
3.5.2	自由度	82
3.5.3	结点数目——插值的阶数	83
3.5.4	数学描述 (Formulation)	84
3.5.5	积分	84
3.6	本章小结	85
<b>第 4 章</b>	<b>结构静力学分析及实例详解</b>	<b>86</b>
4.1	线性静态结构分析概述	86
4.2	结构静力学分析步骤	87
4.2.1	静力学分析的步骤	87
4.2.2	静力学分析特点	88
4.3	书架结构静力分析	88
4.3.1	问题描述	88
4.3.2	创建部件	88
4.3.3	组装部件	90
4.3.4	创建材料和截面属性	91
4.3.5	设置分析步和输出变量	92
4.3.6	定义载荷和边界条件	93
4.3.7	划分网格	95
4.3.8	提交作业	96
4.3.9	后处理	96
4.4	椭圆夹杂平板二维静力分析	100
4.4.1	问题描述	100
4.4.2	创建部件	100
4.4.3	创建材料和截面属性	102
4.4.4	定义装配件	104
4.4.5	设置分析步和输出变量	104
4.4.6	定义载荷和边界条件	105
4.4.7	划分网格	106
4.4.8	提交作业	108
4.4.9	后处理	108
4.5	弹性体的基本假设	112



4.6	本章小结	112
<b>第 5 章</b>	<b>轴对称结构静力学分析</b>	<b>113</b>
5.1	轴对称结构静力分析	113
5.1.1	轴对称结构的特点	113
5.1.2	对称结构分析要素	114
5.2	薄壁圆筒在切削力下的应力分析	114
5.2.1	问题描述	114
5.2.2	创建部件	115
5.2.3	创建材料和截面属性	115
5.2.4	定义装配件	116
5.2.5	设置分析步和输出变量	118
5.2.6	定义载荷和边界条件	119
5.2.7	划分网格	121
5.2.8	提交作业	122
5.2.9	后处理	122
5.3	长柱形天然气罐在内压作用下的静力分析	127
5.3.1	问题描述	128
5.3.2	轴对称模型线分析	129
5.3.3	轴对称模型平面分析	139
5.3.4	三维旋转壳结构分析	146
5.4	本章小结	153
<b>第 6 章</b>	<b>接触问题分析</b>	<b>154</b>
6.1	非线性问题分类	154
6.2	接触分析介绍	155
6.3	接触分析快速入门实例——平压头与平板的接触分析	155
6.3.1	问题描述	155
6.3.2	创建部件	156
6.3.3	创建材料和截面属性	157
6.3.4	定义装配件	158
6.3.5	划分网格	159
6.3.6	设置分析步	159
6.3.7	定义接触	161
6.3.8	定义边界条件和载荷	163
6.3.9	提交分析作业	166
6.3.10	后处理	166
6.4	ABAQUS 中的接触分析	168

6.5 接触对的定义	169
6.6 有限滑移和小滑移	170
6.7 接触属性的定义	172
6.8 接触面的过盈量	173
6.9 MSG 文件中的迭代信息	175
6.10 接触分析中的收敛问题	178
6.11 卡锁结构装配过程的模拟	184
6.11.1 问题描述	184
6.11.2 问题分析	184
6.11.3 绘制草图	184
6.11.4 创建部件	185
6.11.5 创建材料和截面属性	186
6.11.6 定义装配件	187
6.11.7 划分网格	187
6.11.8 设置分析步	188
6.11.9 定义接触	189
6.11.10 定义边界条件	191
6.11.11 提交分析作业	192
6.11.12 后处理	192
6.12 本章小结	196
<b>第 7 章 材料非线性问题分析</b>	<b>197</b>
7.1 材料非线性分析库简介	197
7.1.1 塑性	197
7.1.2 超弹性	200
7.1.3 粘弹性	201
7.2 纤维拉拔过程分析模拟	201
7.2.1 问题描述	202
7.2.2 创建部件	203
7.2.3 创建材料和截面属性	204
7.2.4 定义装配件	205
7.2.5 划分网格	206
7.2.6 设置分析步	207
7.2.7 定义载荷和边界条件	208
7.2.8 提交分析作业	210
7.2.9 后处理	210
7.3 基底上的薄膜撕脱过程分析	211

7.3.1	问题描述 .....	211
7.3.2	创建部件 .....	212
7.3.3	定义材料属性 .....	213
7.3.4	装配部件 .....	215
7.3.5	设置分析步 .....	215
7.3.6	定义载荷和边界条件 .....	217
7.3.7	划分网格 .....	218
7.3.8	结果分析 .....	220
7.3.9	后处理 .....	221
7.4	本章小结 .....	224
<b>第 8 章</b>	<b>结构模态分析详解 .....</b>	<b>225</b>
8.1	动力学概述 .....	225
8.1.1	动力学分析简介 .....	225
8.1.2	动力学有限元法的基本原理 .....	226
8.1.3	模态分析 .....	229
8.2	结构模态分析的步骤 .....	230
8.2.1	进行模态分析的功能 .....	230
8.2.2	模态分析的步骤 .....	230
8.3	固定结构的振动模态分析 .....	231
8.3.1	问题描述 .....	231
8.3.2	问题分析 .....	232
8.3.3	创建部件 .....	232
8.3.4	创建材料和截面属性 .....	234
8.3.5	定义装配件 .....	236
8.3.6	设置分析步和历史输出变量 .....	236
8.3.7	定义载荷和边界条件 .....	237
8.3.8	划分网格 .....	238
8.3.9	结果分析 .....	239
8.3.10	后处理 .....	240
8.4	薄壳零件结构的模态分析 .....	243
8.4.1	问题描述 .....	243
8.4.2	问题分析 .....	243
8.4.3	创建部件 .....	244
8.4.4	创建材料和截面属性 .....	245
8.4.5	定义装配件 .....	246
8.4.6	设置分析步和历史输出变量 .....	246
8.4.7	定义载荷和边界条件 .....	248

8.4.8	划分网格	248
8.4.9	结果分析	249
8.4.10	后处理	250
8.5	货物吊车——动态载荷分析	252
8.5.1	问题分析	252
8.5.2	部件结构	253
8.5.3	定义单一桁架的几何形状	253
8.5.4	定义第二个桁架结构的几何形体	254
8.5.5	创建交叉支撑的几何形体	255
8.5.6	定义梁截面性质	256
8.5.7	创建梁截面	256
8.5.8	定义梁截面方向	257
8.5.9	创建装配件和分析步	257
8.5.10	定义约束	258
8.5.11	模拟在桁架和交叉支撑之间的铰接	258
8.5.12	定义载荷和边界条件	259
8.5.13	创建网格	260
8.5.14	提交作业	260
8.5.15	后处理	260
8.6	本章小结	261
第9章	结构谐响应分析详解	262
9.1	谐响应分析概述	262
9.2	谐响应分析流程	263
9.2.1	施加简谐载荷与求解	264
9.2.2	求解方法	265
9.2.3	查看结果	266
9.3	双—质量—弹簧系统的谐响应分析	266
9.3.1	问题描述	266
9.3.2	问题分析	266
9.3.3	创建部件	267
9.3.4	创建属性	267
9.3.5	定义装配件	268
9.3.6	设置分析步和输出变量	268
9.3.7	定义相互作用	269
9.3.8	定义载荷和边界条件	270
9.3.9	结果分析	272
9.3.10	后处理	274

9.4	梁—集中质量结构的谐响应分析	277
9.4.1	问题描述	278
9.4.2	问题分析	278
9.4.3	创建部件	278
9.4.4	创建属性	279
9.4.5	定义装配件	281
9.4.6	设置分析步和输出变量	281
9.4.7	定义相互作用	282
9.4.8	定义载荷和边界条件	283
9.4.9	划分网格	285
9.4.10	结果分析	286
9.4.11	后处理	287
9.5	本章小结	290
<b>第 10 章</b>	<b>结构热分析详解</b>	<b>291</b>
10.1	热分析简介	291
10.1.1	ABAQUS 可以求解的热学问题	291
10.1.2	传热学基础知识	292
10.1.3	热应力分析的基本原理	295
10.2	长方体的热传导和热应力分析	297
10.2.1	问题描述	297
10.2.2	创建部件	298
10.2.3	定义材料属性	299
10.2.4	定义和指派截面属性	300
10.2.5	装配部件	301
10.2.6	设置分析步	301
10.2.7	定义相互作用	302
10.2.8	定义边界条件和载荷	303
10.2.9	划分网格	304
10.2.10	结果分析	306
10.2.11	后处理	307
10.3	罐与接管的热分析	312
10.3.1	问题描述	312
10.3.2	问题分析	312
10.3.3	创建部件	312
10.3.4	创建材料和截面属性	317
10.3.5	定义装配件	318
10.3.6	设置分析步	319

10.3.7	定义相互作用	321
10.3.8	定义载荷和边界条件	322
10.3.9	划分网格	323
10.3.10	提交作业	325
10.3.11	后处理	325
10.3.12	INP 文件	327
10.4	本章小结	328
<b>第 11 章</b>	<b>结构多体系统分析详解</b>	<b>329</b>
11.1	ABAQUS 多体系统分析	329
11.1.1	ABAQUS 进行多体系统分析模拟步骤	329
11.1.2	ABAQUS/CAE 进行多体系统分析需要注意的问题	329
11.2	ABAQUS 连接单元和连接属性	330
11.2.1	ABAQUS 中使用连接单元的步骤	330
11.2.2	连接单元边界条件和载荷	330
11.2.3	连接单元行为	331
11.2.4	ABAQUS 的连接属性	332
11.3	风力发电机叶片旋转过程模拟	337
11.3.1	问题的描述	338
11.3.2	问题分析和求解	338
11.3.3	创建部件	340
11.3.4	创建材料和截面属性	341
11.3.5	定义装配件	342
11.3.6	划分网格	343
11.3.7	定义参考点和基准坐标系	344
11.3.8	定义集合	345
11.3.9	定义约束	346
11.3.10	定义连接属性和连接单元	348
11.3.11	设置分析步和历史输出变量	349
11.3.12	定义载荷和边界条件	351
11.3.13	提交作业	351
11.3.14	后处理	352
11.4	四杆连接机构分析	354
11.4.1	问题描述	355
11.4.2	问题分析	355
11.4.3	绘制草图	355
11.4.4	创建部件	356
11.4.5	创建材料和截面属性	357

11.4.6	定义装配件	358
11.4.7	设置分析步	359
11.4.8	定义连接属性和连接单元	359
11.4.9	设置历史输出变量	362
11.4.10	定义载荷和边界条件	363
11.4.11	划分网格	364
11.4.12	提交作业	365
11.4.13	后处理	365
11.5	多体分析要注意的问题	368
11.5.1	多体分析中的过约束	368
11.5.2	选择连接属性和边界条件	369
11.6	本章小结	369
<b>第 12 章</b>	<b>ABAQUS/Explicit 显式分析</b>	<b>370</b>
12.1	瞬态动力学分析概述	370
12.2	动力学显式有限元方法	371
12.2.1	显式与隐式方法的区别	371
12.2.2	显式时间积分	372
12.2.3	隐式和显式的比较	373
12.3	ABAQUS/Explicit 解决的问题	374
12.4	侵彻动力问题的分析	375
12.4.1	问题描述	375
12.4.2	问题分析	376
12.4.3	创建部件	376
12.4.4	创建材料和截面属性	377
12.4.5	定义装配件	378
12.4.6	设置分析步和历史输出变量	378
12.4.7	定义接触	380
12.4.8	定义边界条件	382
12.4.9	定义预定义场	383
12.4.10	划分网格	383
12.4.11	提交作业	385
12.4.12	后处理	386
12.5	圆盘结构动力学分析	391
12.5.1	频率分析问题的描述	391
12.5.2	频率分析过程	391
12.5.3	频率分析后处理	396

12.5.4	瞬时模态动态分析的描述	397
12.5.5	建模要点	397
12.5.6	模态动态分析过程	398
12.5.7	模态分析的后处理	401
12.5.8	显式动态分析描述和分析	404
12.5.9	提交分析和后处理	405
12.6	本章小结	406
<b>第 13 章</b>	<b>ABAQUS 屈曲分析详解</b>	<b>407</b>
13.1	屈曲分析概述	407
13.1.1	关于欧拉屈曲	407
13.1.2	线性屈曲分析	408
13.1.3	线性屈曲分析特点	409
13.2	线性屈曲分析过程	409
13.2.1	几何体和材料属性	410
13.2.2	接触区域	410
13.2.3	载荷与约束	410
13.2.4	屈曲设置	410
13.2.5	模型求解	411
13.2.6	结果检查	411
13.3	各种支承条件下矩形轴压柱屈曲分析	412
13.3.1	问题描述	412
13.3.2	问题分析	413
13.3.3	创建部件	413
13.3.4	创建材料和截面属性	413
13.3.5	定义装配件	415
13.3.6	设置分析步和输出变量	415
13.3.7	定义载荷和边界条件	417
13.3.8	划分网格	418
13.3.9	结果分析	419
13.3.10	后处理	420
13.4	薄壁钢管在轴向压力作用下的屈曲	423
13.4.1	问题描述	423
13.4.2	问题分析	423
13.4.3	创建部件	423
13.4.4	创建材料和截面属性	425
13.4.5	定义装配件	427
13.4.6	设置分析步和输出变量	427



13.4.7	定义接触和约束 .....	429
13.4.8	定义载荷和边界条件 .....	432
13.4.9	划分网格 .....	433
13.4.10	结果分析 .....	435
13.4.11	后处理 .....	435
13.5	本章小结 .....	436
<b>第 14 章</b>	<b>ABAQUS 用户子程序分析详解 .....</b>	<b>437</b>
14.1	用户子程序简介 .....	437
14.2	用户子程序接口概述 .....	438
14.2.1	在 ABAQUS 中使用用户子程序 .....	438
14.2.2	编写用户子程序的条件 .....	439
14.3	壳结构受内压作用的有限元模拟 .....	440
14.3.1	问题描述 .....	440
14.3.2	创建模型 .....	440
14.3.3	定义材料和截面属性 .....	442
14.3.4	定义装配件 .....	443
14.3.5	设置分析步 .....	443
14.3.6	定义载荷和边界条件 .....	444
14.3.7	划分网格 .....	445
14.3.8	结果分析 .....	447
14.3.9	后处理 .....	448
14.3.10	UMAT 的 FORTRAN 程序 .....	449
14.4	拉索构件的承载分析 .....	453
14.4.1	问题描述 .....	453
14.4.2	启动 ABAQUS .....	454
14.4.3	创建部件 .....	454
14.4.4	创建材料和截面属性 .....	457
14.4.5	定义装配件 .....	458
14.4.6	设置分析步 .....	458
14.4.7	定义边界条件和载荷 .....	459
14.4.8	划分网格 .....	461
14.4.9	提交分析作业 .....	463
14.4.10	后处理 .....	464
14.4.11	退出 ABAQUS/CAE .....	466
14.4.12	UMAT 子程序 .....	466
14.5	本章小结 .....	467
	<b>参考文献 .....</b>	<b>468</b>