

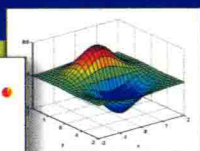
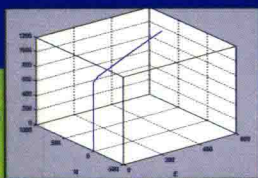
实例素材下载 7
L 邮件技术支持

- 由资深有限元分析工程师精心编撰，理论与实践并重
- 从实际应用出发，结合大量工程实例，学习更高效
- 经历3次改版，内容更精彩

CAX工程应用丛书

ABAQUS

2018 有限元分析从入门到精通



丁源 编著

清华大学出版社



CAX工程应用丛书

ABAQUS

2018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 2018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文件进行细致的解释。此外,书中还讨论了用户常犯的错误和经常遇到的疑难问题,以及常见的错误信息和警告信息,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、太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 2018 有限元分析从入门到精通/丁源编著. —北京:清华大学出版社,2019

(CAX 工程应用丛书)

ISBN 978-7-302-52491-5

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(2019)第043141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:刘海龙

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:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:203mm×260mm

印 张:29

字 数:806千字

版 次:2019年7月第1版

印 次:2019年7月第1次印刷

定 价:99.00元

产品编号:082156-01

[前言]

Preface

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，还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。

一、本书特点

本书是由从事多年 ABAQUS 工作和实践的一线从业人员编写的，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。

- 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。

二、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第 1~3 章，案例讲解部分为第 4~14 章。

第 1 章 ABAQUS 2018 中文版概述
第 3 章 INP 文件和单元介绍
第 5 章 轴对称结构静力学分析

第 2 章 基本模块和操作方法
第 4 章 结构静力学分析及实例详解
第 6 章 接触问题分析



第 7 章 材料非线性问题分析

第 9 章 结构谐响应分析详解

第 11 章 结构多体系统分析详解

第 13 章 ABAQUS 屈曲分析详解

第 8 章 结构模态分析详解

第 10 章 结构热分析详解

第 12 章 ABAQUS/Explicit 显式分析

第 14 章 ABAQUS 用户子程序分析详解

三、素材文件

随书提供了本书重要案例的素材文件，供读者在阅读本书时进行操作练习和参考，可扫描下方的二维码获取：



如果下载有问题，请电子邮件联系booksaga@126.com，邮件主题为“ABAQUS 2018 中文版有限元分析从入门到精通”。

四、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（comshu@126.com），编者会尽快给予解答。

五、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，请发送邮件到邮箱comshu@126.com，我们会尽快给予解答，竭诚为您服务。

编者
2019年5月



[目 录]

Contents

第 1 章	ABAQUS 2018 中文版概述	1	2.5	装配模块	30
1.1	ABAQUS 概述	1	2.5.1	部件实体的创建	30
1.2	ABAQUS 的主要模块	2	2.5.2	部件实体的定位	32
1.3	ABAQUS 使用环境	4	2.5.3	合并/切割部件实体	33
1.3.1	启动 ABAQUS/CAE	5	2.6	分析步模块	34
1.3.2	ABAQUS 的主窗口	5	2.6.1	设置分析步	34
1.3.3	ABAQUS/CAE 功能模块	7	2.6.2	定义场输出	40
1.4	ABAQUS 2018 新功能	9	2.7	载荷模块	41
1.5	实例快速入门	10	2.7.1	载荷的定义	41
1.5.1	问题描述	10	2.7.2	边界条件的定义	42
1.5.2	问题分析	10	2.7.3	设置预定义场	44
1.6	本章小结	20	2.7.4	定义载荷工况	46
第 2 章	基本模块和操作方法	21	2.8	相互作用模块	46
2.1	ABAQUS 分析步骤	21	2.8.1	相互作用的定义	46
2.1.1	前处理 (ABAQUS/CAE)	21	2.8.2	定义约束	48
2.1.2	分析计算 (ABAQUS/Standard 或 ABAQUS/Explicit)	21	2.8.3	定义连接器	48
2.1.3	后处理 (ABAQUS/CAE 或 ABAQUS/Viewer)	22	2.9	网格模块	50
2.2	ABAQUS/CAE 的功能模块	22	2.9.1	定义网格密度	50
2.3	部件模块和草图模块	23	2.9.2	设置网格控制	51
2.3.1	部件的创建	23	2.9.3	设置单元类型	52
2.3.2	部件的外部导入	24	2.9.4	划分网格	53
2.3.3	问题模型的修复与修改	25	2.9.5	检查网格	56
2.4	属性模块	26	2.9.6	提高网格质量	57
2.4.1	材料属性	26	2.10	分析作业模块	59
2.4.2	截面特性	27	2.10.1	分析作业的创建和管理	59
2.4.3	梁的截面特性	28	2.10.2	网格自适应	60
2.4.4	特殊设置	28	2.11	可视化模块	61
			2.11.1	显示无变形图和变形图	62
			2.11.2	绘制云图	63
			2.12	本章小结	64



第3章 INP 文件和单元介绍65	
3.1 输入文件的组成和结构.....65	
3.2 INPUT 文件的书写规则和外部导入.....67	
3.2.1 书写 INPUT 文件的语法规则.....67	
3.2.2 从外存储器中引入模型或历史数据.....69	
3.2.3 文件的执行.....69	
3.3 简单 INP 文件实例详解.....69	
3.3.1 悬臂梁.....69	
3.3.2 孔平板分析.....71	
3.4 文件的类型介绍和常用指令.....74	
3.5 单元介绍.....77	
3.5.1 单元族.....78	
3.5.2 自由度.....78	
3.5.3 结点数目——插值的阶数.....79	
3.5.4 数学描述.....80	
3.5.5 积分.....80	
3.6 本章小结.....81	
第4章 结构静力学分析及实例详解82	
4.1 线性静态结构分析概述.....82	
4.2 结构静力学分析步骤.....83	
4.2.1 静力学分析的步骤.....83	
4.2.2 静力学分析特点.....83	
4.3 书架结构静力分析.....84	
4.3.1 问题描述.....84	
4.3.2 创建部件.....84	
4.3.3 组装部件.....86	
4.3.4 创建材料和截面属性.....87	
4.3.5 设置分析步和输出变量.....88	
4.3.6 定义载荷和边界条件.....89	
4.3.7 划分网格.....90	
4.3.8 提交作业.....91	
4.3.9 后处理.....91	
4.4 椭圆夹杂平板二维静力分析.....95	
4.4.1 问题描述.....95	
4.4.2 创建部件.....95	
4.4.3 创建材料和截面属性.....97	
4.4.4 定义装配件.....98	
4.4.5 设置分析步和输出变量.....99	
4.4.6 定义载荷和边界条件.....100	
4.4.7 划分网格.....101	
4.4.8 提交作业.....102	
4.4.9 后处理.....103	
4.5 弹性体的基本假设.....107	
4.6 本章小结.....107	
第5章 轴对称结构静力学分析108	
5.1 轴对称结构静力分析.....108	
5.1.1 轴对称结构的特点.....108	
5.1.2 对称结构分析要素.....109	
5.2 薄壁圆筒在切削力下的应力分析.....109	
5.2.1 问题描述.....109	
5.2.2 创建部件.....110	
5.2.3 创建材料和截面属性.....110	
5.2.4 定义装配件.....111	
5.2.5 设置分析步和输出变量.....112	
5.2.6 定义载荷和边界条件.....114	
5.2.7 划分网格.....115	
5.2.8 提交作业.....116	
5.2.9 后处理.....117	
5.3 长柱形天然气罐在内压作用下的静力分析.....121	
5.3.1 问题描述.....122	
5.3.2 轴对称模型线分析.....123	
5.3.3 轴对称模型平面分析.....132	
5.3.4 三维旋转壳结构分析.....139	
5.4 本章小结.....145	
第6章 接触问题分析146	
6.1 非线性问题分类.....146	
6.2 接触分析介绍.....147	
6.3 接触分析快速入门实例——平压头与平板的接触分析.....147	
6.3.1 问题描述.....147	
6.3.2 创建部件.....148	
6.3.3 创建材料和截面属性.....149	
6.3.4 定义装配件.....150	
6.3.5 划分网格.....150	



6.3.6	设置分析步	151	7.2.7	定义载荷和边界条件	197
6.3.7	定义接触	153	7.2.8	提交分析作业	198
6.3.8	定义边界条件和载荷	155	7.2.9	后处理	199
6.3.9	提交分析作业	157	7.3	基底上的薄膜撕脱过程分析	200
6.3.10	后处理	157	7.3.1	问题描述	200
6.4	ABAQUS 中的接触分析	159	7.3.2	创建部件	200
6.5	接触对的定义	160	7.3.3	定义材料属性	201
6.6	有限滑移和小滑移	161	7.3.4	装配部件	203
6.7	接触属性的定义	163	7.3.5	设置分析步	204
6.8	接触面的过盈量	164	7.3.6	定义载荷和边界条件	205
6.9	MSG 文件中的迭代信息	166	7.3.7	划分网格	206
6.10	接触分析中的收敛问题	169	7.3.8	结果分析	209
6.11	卡锁结构装配过程的模拟	173	7.3.9	后处理	209
6.11.1	问题描述	174	7.4	本章小结	212
6.11.2	问题分析	174	第 8 章 结构模态分析详解	213	
6.11.3	绘制草图	174	8.1	动力学概述	213
6.11.4	创建部件	175	8.1.1	动力学分析简介	213
6.11.5	创建材料和截面属性	176	8.1.2	动力学有限元法的基本原理	214
6.11.6	定义装配件	176	8.1.3	模态分析	217
6.11.7	划分网格	177	8.2	结构模态分析的步骤	218
6.11.8	设置分析步	178	8.2.1	进行模态分析的功能	218
6.11.9	定义接触	179	8.2.2	模态分析的步骤	218
6.11.10	定义边界条件	181	8.3	固定结构的振动模态分析	219
6.11.11	提交分析作业	182	8.3.1	问题描述	219
6.11.12	后处理	182	8.3.2	问题分析	219
6.12	本章小结	185	8.3.3	创建部件	220
第 7 章 材料非线性问题分析	186		8.3.4	创建材料和截面属性	221
7.1	材料非线性分析库简介	186	8.3.5	定义装配件	223
7.1.1	塑性	186	8.3.6	设置分析步和历史输出变量	223
7.1.2	超弹性	189	8.3.7	定义载荷和边界条件	225
7.1.3	粘弹性	190	8.3.8	划分网格	225
7.2	纤维拉拔过程分析模拟	190	8.3.9	结果分析	227
7.2.1	问题描述	190	8.3.10	后处理	227
7.2.2	创建部件	191	8.4	薄壳零件结构的模态分析	230
7.2.3	创建材料和截面属性	192	8.4.1	问题描述	230
7.2.4	定义装配件	194	8.4.2	问题分析	230
7.2.5	划分网格	195	8.4.3	创建部件	231
7.2.6	设置分析步	196	8.4.4	创建材料和截面属性	232



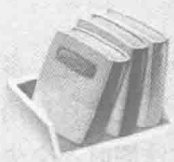
8.4.5	定义装配件	233	9.3.9	结果分析	259
8.4.6	设置分析步和历史输出变量	233	9.3.10	后处理	261
8.4.7	定义载荷和边界条件	234	9.4	梁—集中质量结构的谐响应分析	265
8.4.8	划分网格	235	9.4.1	问题描述	265
8.4.9	结果分析	236	9.4.2	问题分析	265
8.4.10	后处理	237	9.4.3	创建部件	265
8.5	货物吊车——动态载荷分析	239	9.4.4	创建属性	266
8.5.1	问题分析	239	9.4.5	定义装配件	268
8.5.2	部件结构	240	9.4.6	设置分析步和输出变量	268
8.5.3	定义单一桁架的几何形状	240	9.4.7	定义相互作用	269
8.5.4	定义第二个桁架结构的几何形体	241	9.4.8	定义载荷和边界条件	270
8.5.5	创建交叉支撑的几何形体	242	9.4.9	划分网格	272
8.5.6	定义梁截面性质	242	9.4.10	结果分析	273
8.5.7	创建梁截面	243	9.4.11	后处理	274
8.5.8	定义梁截面方向	243	9.5	本章小结	277
8.5.9	创建装配件和分析步	244	第 10 章	结构热分析详解	278
8.5.10	定义约束	244	10.1	热分析简介	278
8.5.11	模拟在桁架和交叉支撑之间的 铰接	245	10.1.1	ABAQUS 可以求解的热学问题	278
8.5.12	定义载荷和边界条件	246	10.1.2	传热学基础知识	279
8.5.13	创建网格	246	10.1.3	热应力分析的基本原理	282
8.5.14	提交作业	247	10.2	长方体的热传导和热应力分析	284
8.5.15	后处理	247	10.2.1	问题描述	284
8.6	本章小结	248	10.2.2	创建部件	284
第 9 章	结构谐响应分析详解	249	10.2.3	定义材料属性	286
9.1	谐响应分析概述	249	10.2.4	定义和指派截面属性	287
9.2	谐响应分析流程	250	10.2.5	装配部件	287
9.2.1	施加简谐载荷与求解	251	10.2.6	设置分析步	288
9.2.2	求解方法	251	10.2.7	定义相互作用	288
9.2.3	查看结果	252	10.2.8	定义边界条件和载荷	289
9.3	双质量块 — 弹簧系统的谐响应分析	253	10.2.9	划分网格	291
9.3.1	问题描述	253	10.2.10	结果分析	292
9.3.2	问题分析	253	10.2.11	后处理	293
9.3.3	创建部件	253	10.3	罐与接管的热分析	297
9.3.4	创建属性	254	10.3.1	问题描述	297
9.3.5	定义装配件	255	10.3.2	问题分析	298
9.3.6	设置分析步和输出变量	255	10.3.3	创建部件	298
9.3.7	定义相互作用	257	10.3.4	创建材料和截面属性	303
9.3.8	定义载荷和边界条件	257	10.3.5	定义装配件	304
			10.3.6	设置分析步	304



10.3.7	定义相互作用	306	11.4.4	创建部件	340
10.3.8	定义载荷和边界条件	308	11.4.5	创建材料和截面属性	341
10.3.9	划分网格	308	11.4.6	定义装配件	342
10.3.10	提交作业	310	11.4.7	设置分析步	343
10.3.11	后处理	310	11.4.8	定义连接属性和连接单元	343
10.3.12	INP 文件	313	11.4.9	设置历史输出变量	345
10.4	本章小结	313	11.4.10	定义载荷和边界条件	347
第 11 章	结构多体系统分析详解	314	11.4.11	划分网格	348
11.1	ABAQUS 多体系统分析	314	11.4.12	提交作业	348
11.1.1	ABAQUS 进行多体系统分析模拟 步骤	314	11.4.13	后处理	349
11.1.2	ABAQUS/CAE 进行多体系统分析 需要注意的问题	315	11.5	多体分析要注意的问题	352
11.2	ABAQUS 连接单元和连接属性	315	11.5.1	多体分析中的过约束	352
11.2.1	ABAQUS 中使用连接单元的 步骤	315	11.5.2	选择连接属性和边界条件	352
11.2.2	连接单元边界条件和载荷	316	11.6	本章小结	353
11.2.3	连接单元行为	317	第 12 章	ABAQUS/Explicit 显式分析	354
11.2.4	ABAQUS 的连接属性	317	12.1	瞬态动力学分析概述	354
11.3	风力发电机叶片旋转过程模拟	322	12.2	动力学显式有限元方法	354
11.3.1	问题的描述	323	12.2.1	显式与隐式方法的区别	355
11.3.2	问题分析和求解	323	12.2.2	显式时间积分	356
11.3.3	创建部件	325	12.2.3	隐式和显式的比较	357
11.3.4	创建材料和截面属性	326	12.3	ABAQUS/Explicit 解决的问题	357
11.3.5	定义装配件	327	12.4	透彻动力问题的分析	358
11.3.6	划分网格	327	12.4.1	问题描述	359
11.3.7	定义参考点和基准坐标系	329	12.4.2	问题分析	359
11.3.8	定义集合	330	12.4.3	创建部件	359
11.3.9	定义约束	331	12.4.4	创建材料和截面属性	360
11.3.10	定义连接属性和连接单元	332	12.4.5	定义装配件	361
11.3.11	设置分析步和历史输出变量	334	12.4.6	设置分析步和历史输出变量	362
11.3.12	定义载荷和边界条件	335	12.4.7	定义接触	364
11.3.13	提交作业	336	12.4.8	定义边界条件	365
11.3.14	后处理	336	12.4.9	定义预定义场	366
11.4	四杆连接机构分析	338	12.4.10	划分网格	367
11.4.1	问题描述	338	12.4.11	提交作业	368
11.4.2	问题分析	339	12.4.12	后处理	369
11.4.3	绘制草图	339	12.5	圆盘结构动力学分析	374
			12.5.1	频率分析问题的描述	374
			12.5.2	频率分析过程	374
			12.5.3	频率分析后处理	379



12.5.4	瞬时模态动态分析的描述	380	13.4.7	定义接触和约束	412
12.5.5	建模要点	380	13.4.8	定义载荷和边界条件	415
12.5.6	模态动态分析过程	381	13.4.9	划分网格	416
12.5.7	模态分析的后处理	384	13.4.10	结果分析	418
12.5.8	显式动态分析描述和分析	387	13.4.11	后处理	419
12.5.9	提交分析和后处理	388	13.5	本章小结	420
12.6	本章小结	389	第 14 章 ABAQUS 用户子程序分析详解		421
第 13 章 ABAQUS 屈曲分析详解		390	14.1	用户子程序简介	421
13.1	屈曲分析概述	390	14.2	用户子程序接口概述	422
13.1.1	关于欧拉屈曲	390	14.2.1	在 ABAQUS 中使用用户子程序	422
13.1.2	线性屈曲分析	391	14.2.2	编写用户子程序的条件	423
13.1.3	线性屈曲分析特点	392	14.3	壳结构受内压作用的有限元模拟	423
13.2	线性屈曲分析过程	392	14.3.1	问题描述	424
13.2.1	几何体和材料属性	392	14.3.2	创建模型	424
13.2.2	接触区域	393	14.3.3	定义材料和截面属性	425
13.2.3	载荷与约束	393	14.3.4	定义装配件	427
13.2.4	屈曲设置	393	14.3.5	设置分析步	427
13.2.5	模型求解	394	14.3.6	定义载荷和边界条件	428
13.2.6	结果检查	394	14.3.7	划分网格	429
13.3	各种支承条件下矩形轴压柱屈曲分析	395	14.3.8	结果分析	430
13.3.1	问题描述	395	14.3.9	后处理	431
13.3.2	问题分析	395	14.3.10	UMAT 的 FORTRAN 程序	432
13.3.3	创建部件	395	14.4	拉索构件的承载分析	436
13.3.4	创建材料和截面属性	396	14.4.1	问题描述	437
13.3.5	定义装配件	398	14.4.2	启动 ABAQUS	437
13.3.6	设置分析步和输出变量	398	14.4.3	创建部件	437
13.3.7	定义载荷和边界条件	399	14.4.4	创建材料和截面属性	440
13.3.8	划分网格	400	14.4.5	定义装配件	442
13.3.9	结果分析	401	14.4.6	设置分析步	442
13.3.10	后处理	402	14.4.7	定义边界条件和载荷	443
13.4	薄壁钢管在轴向压力作用下的屈曲	405	14.4.8	划分网格	445
13.4.1	问题描述	405	14.4.9	提交分析作业	446
13.4.2	问题分析	406	14.4.10	后处理	447
13.4.3	创建部件	406	14.4.11	退出 ABAQUS/CAE	450
13.4.4	创建材料和截面属性	408	14.4.12	UMAT 子程序	450
13.4.5	定义装配件	410	14.5	本章小结	451
13.4.6	设置分析步和输出变量	411	参考文献		452



第 1 章

ABAQUS 2018 中文版概述

↓ 导言

ABAQUS 是一套基于有限元方法的工程分析软件，既可以完成简单的有限元分析，也可以用来模拟非常庞大、复杂的模型，解决工程实际中大型模型的高度非线性问题。

本章将简要介绍 ABAQUS 的使用环境、软件发展历程、文件系统以及 ABAQUS 2018 中文版的新功能。通过对本章的学习，使读者了解利用 ABAQUS 软件进行有限元分析的一般步骤和其特有的模块化处理方式。

↓ 教学目标

- 了解 ABAQUS
- 掌握 ABAQUS 2018 的主要模块及新功能

1.1

ABAQUS概述

ABAQUS 是由世界知名的有限元分析软件公司 ABAQUS 公司（原为 HKS 公司，即 Hibbitt, Karlsson & Sorensen, INC.，2005 年被法国达索公司收购，2007 年公司更名为 SIMULIA）于 1978 年推出，ABAQUS 根据用户反馈的信息不断解决新的技术难题并进行软件更新，使其逐步完善。

ABAQUS 不仅能进行有效的静态和准静态分析、模态分析、瞬态分析、弹塑性分析、接触分析、碰撞和冲击分析、爆炸分析、断裂分析、屈服分析、疲劳和耐久性分析等结构和热分析，还可以进行流固耦合分析、压电和热电耦合分析、声场和声固耦合分析、热固耦合分析、质量扩散分析等。

ABAQUS 在很多国家已得到了广泛的应用，涉及机械、土木、水利、航空航天、船舶、电器、汽车等各个工程领域。近年来，我国的 ABAQUS 用户也迅速增长，使得 ABAQUS 在大量的高科技产品的研发过程中发挥着巨大的作用。

ABAQUS 基于其丰富的单元库，可以用于模拟各种复杂的几何形状，并且拥有丰富的材料模型库，可用于模拟绝大多数的常见工程材料，如金属、聚合物、复合材料、橡胶、可压缩的弹性泡沫、钢筋混凝土及各种地质材料等。

此外，ABAQUS 使用非常简便，很容易建立复杂问题的模型。对于大多数数值模拟，用户只需要提供结构的几何形状、边界条件、材料性质、载荷等工程数据即可。对于非线性问题的分析，ABAQUS 能自动选择合适的载荷增量和收敛准则，在分析过程中对这些参数进行调整，保证结果的精确性。



ABAQUS 2018新增功能

如今，产品仿真通常由工程团队使用不同供应商提供的利基仿真工具执行，以模拟各种设计属性。多个供应商软件产品的使用造成了低效率且高成本。SIMULIA 提供统一分析产品的可扩展套件，此套件适用于仿真专业技术或领域焦点的用户，且允许所有用户协作并无缝分享仿真数据和经验证的方法同时不会失去信息保真度。

Abaqus Unified FEA 产品套件为涵盖大范围工业应用程序的常规和复杂工程问题提供强大且完整的解决方案。例如，在自动化行业中，工程团队能够通过常见模型数据结构和集成式解决技术考虑车辆满载、动态振动、多体系统、影响/碰撞、非线性静态、热耦合和声振耦合。一流公司正利用 Abaqus Unified FEA 整合期流程和工具，以此降低成本和低效率并获得竞争优势。

优势

- 增强测试和分析结果之间的相关性
- 提高模型生成的效率
- 改善仿真之间的数据传输
- 减少公司 FEA 工具箱并降低培训费用
- 更灵活的劳动力

特征

Abaqus Unified FEA 是全球技术领先的软件套件，用于结构化有限元建模、解算和可视化。

- 线性和非线性分析。
- 金属、复合材料、人体组织、橡胶、热塑性塑料等的材料模型。
- 材料断裂与失效。
- 强大的接触功能。
- 高性能计算。

1.2

ABAQUS的主要模块

ABAQUS/Standard、ABAQUS/Explicit 和 ABAQUS/CFD 是 ABAQUS 3 个主要的分析模块。其中，ABAQUS/Standard 还附带了 ABAQUS/Aqua、ABAQUS/Design 及 ABAQUS/Foundation 3 个特殊用途的分析模块。另外，ABAQUS 还提供了 MOLDFLOW 和 ADAMS 接口。

ABAQUS/CAE 是 ABAQUS 的集成工作环境，包括了 ABAQUS 的模型建立、交互式提交作业、监控运算过程及结果评估等能力，如图 1-1 所示。

本书主要介绍 ABAQUS/Standard 和 ABAQUS/Explicit 的基本应用，特殊需求的用户可参阅《ABAQUS/CAE User's Manual》等帮助文档。

1. ABAQUS/CAE

ABAQUS/CAE (Complete ABAQUS Environment) 是 ABAQUS 的交互式图形环境，可以便捷地生成或输入分析模型的几何形状，为部件定义材料特性、载荷、边界条件等参数。

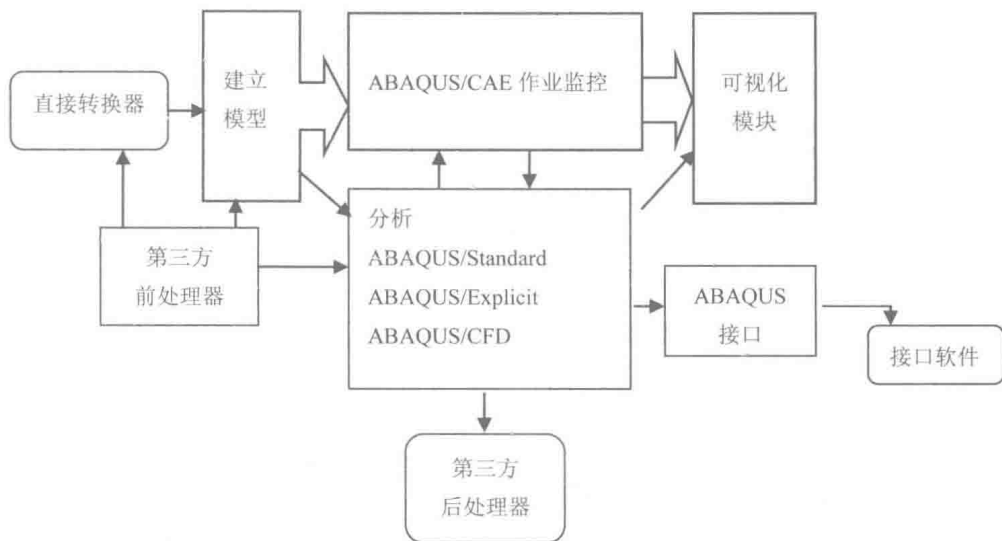


图 1-1 ABAQUS 产品

ABAQUS/CAE 具有强大的几何体划分网格的功能，可以检测所形成的分析模型，并在模型生成后提交、监视和控制分析作业。最后通过 Visualization 可视化模块显示得到的结果。

ABAQUS/CAE 是目前为止唯一采用“特征”（feature-based）参数化建模方法的有限元前处理程序。用户可通过拉伸、旋转、放样等方法来创建参数化几何体，也可以导入各种通用 CAD 系统建立的几何体，并运用参数化建模方法对模型进行编辑。

用户在 ABAQUS/CAE 中能够根据个人的需求方便地设置 ABAQUS/Standard（或 ABAQUS/Explicit）的材料模型和单元类型，并进行网格划分。对部件间的接触、耦合、绑定等相互作用，ABAQUS 也能够方便地定义。

2. ABAQUS/Standard

ABAQUS/Standard 是一个通用的分析模块。它能够求解广泛领域的线性和非线性问题，包括静态分析、动力学分析、结构的热响应分析以及其他复杂非线性耦合物理场的分析。

ABAQUS/Standard 为用户提供了动态载荷平衡的并行稀疏矩阵求解器、基于域分解并行迭代求解器和并行的 Lanczos 特征值求解器，可以对包含各种大规模计算的问题进行非常可靠的求解，并进行一般过程分析和线性摄动过程分析。

3. ABAQUS/Explicit

ABAQUS/Explicit 为显式分析求解器，适用于模拟短暂、瞬时的动态事件，以及求解冲击和其他高度不连续问题。同时，它对处理改变接触条件的高度非线性问题也非常有效，能够自动找出模型中各部件之间的接触，高效模拟部件之间的复杂接触。例如，模拟成型问题，它的求解方法是，在短时间域内以很小的时间增量步向前推出结果，且无须在每个增量步求解耦合的方程系统和生成总刚。

ABAQUS/Explicit 拥有广泛的单元类型和材料模型，其单元库是 ABAQUS/Standard 单元库的子集。它提供的基于域分解的并行计算仅可进行一般过程分析。需要注意的是，ABAQUS/Explicit 不但支持应力/位移分析，并且支持耦合的瞬态温度/位移分析、声固耦合的分析。

ABAQUS/Explicit 和 ABAQUS/Standard 具有各自的适用范围，它们互相配合使得 ABAQUS 功能更加灵活和强大。有些工程问题需要二者的结合使用，以一种求解器开始分析，分析结束后将结果作为初始条件



与另一种求解器继续进行分析，从而结合显式和隐式求解技术的优点。

4. ABAQUS/CFD

ABAQUS/CFD 是 ABAQUS 2018 新增加的流体仿真模块，新模块的增加使得 ABAQUS 能够模拟层流、湍流等流体问题，以及自然对流、热传导等流体传热问题。该模块的增加使得流体材料特性、流体边界、载荷及流体网格等流体相关的前处理定义等都可以在 ABAQUS/CAE 中完成，同时还可以 ABAQUS 输出等值面、流速矢量图等多种流体相关后处理结果。

ABAQUS/CFD 使得 ABAQUS 在处理流固耦合问题时表现更为优秀，配合使用 ABAQUS/Explicit 和 ABAQUS/Standard，使得 ABAQUS 更加灵活和强大。

5. ABAQUS/Design

ABAQUS/Design 扩展了 ABAQUS 设计敏感度分析 (DSA) 中的应用。设计敏感度分析可用于预测设计参数变化对结构响应的影响。它是一套可选择模块，可以附加到 ABAQUS/Standard 模块。

6. ABAQUS/View

ABAQUS/View 是 ABAQUS/CAE 的子模块，后处理功能中的可视化模块 (Visualization) 就包含在其中。

7. ABAQUS/Aqua

ABAQUS/Aqua 也是 ABAQUS/Standard 的附加模块，主要用于海洋工程，可以模拟近海结构，也可以进行海上石油平台导管和立架的分析、基座弯曲的计算和漂浮结构的研究，以及管道的受拉模拟。ABAQUS/Aqua 的其他功能包括模拟稳定水流和波浪，对受浮力和自由水面上受风载的结构进行分析。

8. ABAQUS/Foundation

ABAQUS/Foundation 是 ABAQUS/Standard 的一部分，可以更经济地使用 ABAQUS/Standard 的线性静态和动态分析。

9. MOLDFLOW 接口

ABAQUS 的 MOLDFLOW 接口是 ABAQUS/Explicit 和 ABAQUS/Standard 的交互产品，使用户将注塑成型软件 MOLDFLOW 与 ABAQUS 配合使用，将 MOLDFLOW 分析软件中的有限元模型信息转换写成 INP 文件的组成部分。

10. MSC.ADAMS 接口

ABAQUS 的 MSC.ADAMS 接口是基于 ADAMS/Flex 的子模态综合格式，是 ABAQUS/Standard 的交互产品，使用户能够将 ABAQUS 同机械系统动力学仿真软件 MSC.ADAMS 一起配合使用，可将 ABAQUS 中的有限元模型作为柔性部分输入到 MSC.ADAMS 系列产品中。

1.3

ABAQUS 使用环境

ABAQUS/CAE 是完整的 ABAQUS 运行环境，为生成 ABAQUS 模型、交互式的提交作业、监控和评估 ABAQUS 运行结果提供了一个风格简单的界面。



ABAQUS 分成若干个功能模块，每个模块都定义了模拟过程中的一个逻辑步骤，如生成部件、定义材料属性、定义载荷和边界条件、网格划分等。完成一个功能模块的操作后，可以进入下一个功能模块，逐步建立分析模型。ABAQUS/Standard（或 ABAQUS/Explicit）读入由 ABAQUS/CAE 生成的输入文件进行分析，将信息反馈给 ABAQUS/CAE 以让用户对作业进程进行监控，并生成输出数据库。

最后，用户可通过 ABAQUS/CAE 的可视化模块读入输出的数据库，进一步观察分析的结果。下面将简要介绍 ABAQUS 的使用环境。

1.3.1 启动 ABAQUS/CAE



在操作系统的命令提示符中输入如下命令：

```
abaqus cae
```

这里 abaqus 是运行 ABAQUS 的命令。不同的系统可能会有所不同。当 ABAQUS/CAE 启动以后，会出现“开始任务”对话框，如图 1-2 所示。



图 1-2 “开始任务”对话框

- 创建模型数据库：开始一个新的分析过程。用户可根据自己的问题建立 Standard/ Explicit 模型或 CFD 模型。
- 打开数据库：打开一个以前存储的模型或输入/输出数据库文件。
- 运行脚本：运行一个包含 ABAQUS/CAE 命令的文件。
- 打开入门指南：单击后将打开 ABAQUS 2018 的辅导教程在线文档。

1.3.2 ABAQUS 的主窗口

图 1-3 显示了主窗口的各个组成部分，用户可以通过主窗口与 ABAQUS/CAE 进行交互。

1. 标题栏

标题栏显示了当前运行的 ABAQUS/CAE 的版本和模型数据库的名字。



2. 工具栏

工具栏为用户提供了菜单功能的快捷方式，这些功能也可以通过菜单进行访问。

3. 菜单栏

菜单栏显示了所有可用的菜单，用户可以通过对菜单的操作调用 ABAQUS/CAE 的各种功能。在环境栏中选择不同的模块时，菜单栏中显示的菜单也会不尽相同。

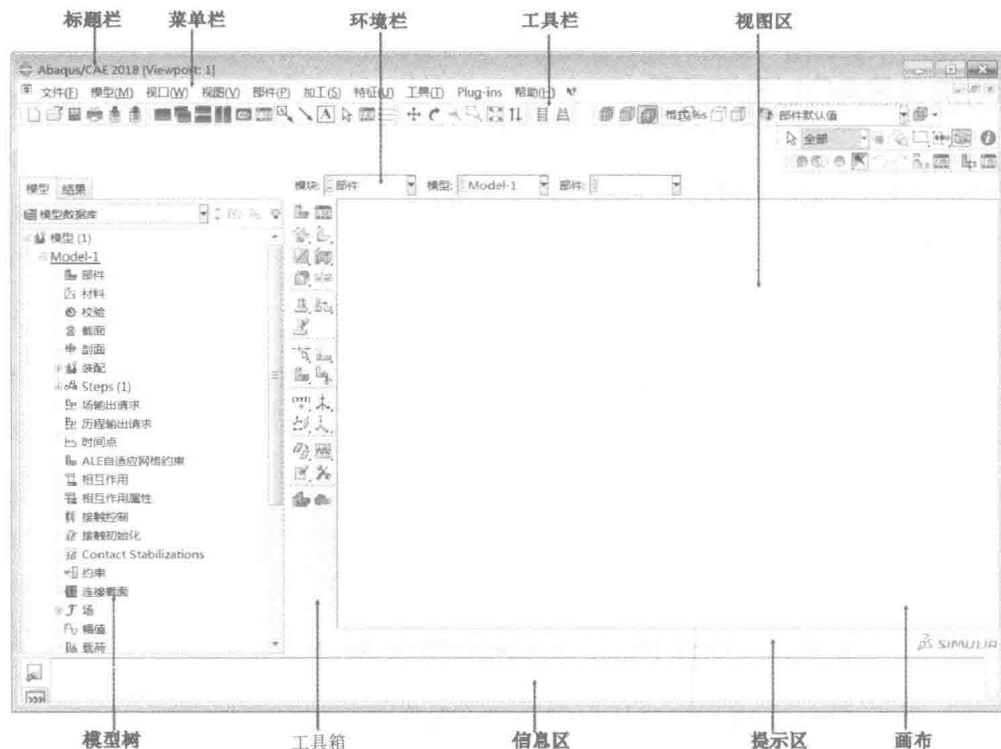


图 1-3 主窗口的各个组成部分

4. 环境栏

ABAQUS/CAE 是由一组功能模块组成的，每一个模块针对模型的某一方面。用户可以在环境栏的 Module (模块) 列表中的各个模块之间进行切换。环境栏中的其他项是当前操作模块的相关功能。如用户在创建模型的几何形状时，可以通过环境栏提取出一个已经存在的部件 (Part)。

5. 模型树/结果树

模型树/结果树直观地显示出了各个组成部分，如部件、材料、载荷、结果输出要求等。使用模型树可以很方便地在各个功能模块之间进行切换，实现主菜单和工具栏所提供的大部分功能。

6. 画布

可以把画布比作一个无限大的屏幕，用户在其上摆放视图区域 (Viewport)。

7. 提示区

用户在 ABAQUS/CAE 中进行的各种操作都会在提示区得到相应的提示，如当在绘图区绘制一个圆弧时，提示区会提示用户输入相应的点信息。