

ABAQUS 2022 中文版有限元分析 从人门到精通

CAD/CAM/CAE 技术联盟 编著

清華大学出版社 北 京

内容简介

本书以有限元软件 ABAQUS 2022 为对象,系统地介绍了 ABAQUS 2022 的各种基本功能。全书分为 11 章, 主要从线性结构静力问题、接触问题、材料非线性问题、结构模态问题、显式非线性问题、热应力问题、多体系 统问题、多步骤问题及子程序开发 9 个方面系统地讲解了 ABAQUS 2022 的基本功能和简单建模与仿真实例。

本书内容从实用出发,侧重于 ABAQUS 的实际操作和工程问题的解决。书中对重点问题及需要注意的方面 均给出了提示,有利于初学者快速掌握 ABAQUS 的基本操作。

另外,本书还配备了极为丰富的学习资源,具体内容如下。

1.51 集本书实例的同步教学视频,让读者像看电影一样轻松学习,然后对照书中实例进行练习。

2. 15 个综合实战案例(涵盖 Ansys、Patran 和 Nastran)的精讲视频,可以增强实战、拓展视野。

3. 所有实例的源文件和素材,均可在按照书中实例操作时直接调用。

本书适合入门级读者学习使用,也适合有一定基础的读者作为参考用书,还可用作职业培训、职业教育的教材。

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。举报:010-62782989,beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

ABAQUS 2022 中文版有限元分析从入门到精通 / CAD/CAM/CAE 技术联盟编著. 一北京:清华大学出版 社, 2023.7

(清华社"视频大讲堂"大系 CAD/CAM/CAE 技术视频大讲堂) ISBN 978-7-302-64261-9

I. ①A… II. ①C… III. ①有限元分析一应用软件 IV. ①O241.82-39

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第138655号

责任编辑: 贾小红 封面设计: 鑫途文化 版式设计: 文森时代 责任校对: 马军令 责任印制: 沈 露

出版发行:清华大学出版社

			网 址:	http://www	.tup.com	m.cn,	http:	//www.wqbo	ook.cc	m			
			地 址:	北京清华	大学学	研大厦	夏A	莝			邮	编:	100084
			社总机:	010-83470	000						邮	购:	010-62786544
			投稿与读者	皆服务: 010)-62776	<i>.</i> <i>.</i> <i>.</i>	c-ser	vice@tup.ts	inghua	a.edu.cn			
			质量反馈:	010-62772	015, z	hiliang	g@tuj	p.tsinghua.eo	lu.cn				
ED	装	者:	大厂回族自	目治县彩虹	印刷有	限公司	i)						
经		销:	全国新华丰	书店									
开		本:	203mm×26	0mm	ED	张:	17	插	页:	2	字	数:	501千字
版		次:	2023年8月]第1版							Eр	次:	2023年8月第1次印刷
定		价:	79.80元										

产品编号: 100132-01



ABAQUS 是达索系统公司旗下的一款有限元分析软件,该软件用于解决复杂和深入的工程问题。 其强大的非线性分析功能在设计和研究的高端用户群中得到了广泛的认可,被普遍认为是功能最强的 有限元软件,可以分析复杂的固体力学、结构力学系统,特别是能够驾驭非常庞大复杂的问题和模拟 高度非线性问题。它有两个主求解器模块——ABAQUS/Standard 和 ABAQUS/Explicit。ABAQUS 软 件的求解器是智能化的求解器,可以解决其他软件不收敛的非线性问题;而对于其他软件也能收敛的 非线性问题,ABAQUS 软件的计算收敛速度较快,并且更加容易操作和使用。ABAQUS 软件在求解 非线性问题时具有非常明显的优势,其非线性涵盖材料非线性、几何非线性和状态非线性等多个方 面。ABAQUS 不但可以做单一零件的力学和多物理场的分析,同时还可以做系统级的分析和研究。 ABAQUS 系统级分析的特点相对于其他的分析软件来说是独一无二的。由于 ABAQUS 优秀的分析能 力和模拟复杂系统的可靠性,因此其在各国的工业和研究中被广泛地采用。

ABAQUS 作为通用的模拟工具,除了能够解决大量结构(应力/位移)问题,还可以模拟其他工程领域的许多问题,如热传导、质量扩散、热电耦合分析、振动与声学分析、岩土力学分析(流体渗透/应力耦合分析)及压电介质分析。ABAQUS 为用户提供了丰富的功能,且使用起来非常简单,大量的复杂问题可以通过选项块的不同组合很容易地模拟出来。在大部分模拟中,甚至是高度非线性问题,用户只需提供一些工程数据即可,如结构的几何形状、材料性质、边界条件及载荷工况。在一个非线性分析中,ABAQUS 能自动选择相应载荷增量和收敛限度。它不仅能够选择合适的参数,而且能连续调节参数以保证在分析过程中有效地得到精确解。因此,用户通过准确地定义参数就能很好地控制数值计算结果。

一、编写目的

鉴于 ABAQUS 的强大功能,我们力图编写一本着重介绍 ABAQUS 实际工程应用的书籍。不求 事无巨细地将 ABAQUS 知识点全面讲解清楚,而是针对工程需要,利用 ABAQUS 整体知识脉络作 为线索,以实例作为"抓手",帮助读者掌握利用 ABAQUS 进行工程分析的基本技能和技巧。

二、本书内容及特点

本书以有限元软件 ABAQUS 2022 为对象,系统地介绍了 ABAQUS 2022 的各种基本功能。全书 分为 11 章,主要从线性结构静力问题、接触问题、材料非线性问题、结构模态问题、显式非线性问 题、热应力问题、多体系统问题、多步骤问题及子程序开发共 9 个方面出发,讲解 ABAQUS 2022 的 基本功能和简单建模与仿真实例。

书中内容从实用出发,侧重于 ABAQUS 的实际操作和工程问题的解决,且在书中对重点问题及 需要注意的方面均给出了提示,有利于初学者快速掌握 ABAQUS 的基本操作。 ABA2US 2022 中文版有限元分析从入门到精通

三、本书的配套资源

X

1.51 集同步教学视频

针对本书实例,专门配套了 51 集同步教学视频,读者可以扫码看视频,像看电影一样轻松愉悦 地学习本书内容,然后对照课本加以实践和练习,可以大大提高学习效率。

2. 15 个综合实战案例精讲视频

为了帮助读者拓展视野,配套资源中额外赠送了 15 个有限元分析综合实战案例(涵盖 Ansys、 Patran 和 Nastran)及其配套的源文件和精讲视频,学习时长达 200 分钟。

3. 全书实例的源文件和素材

配套资源中包含本书附带的很多实例和练习实例的源文件和素材,读者可以安装 ABAQUS 2022 软件,打开并使用。

四、关于本书的服务

1. ABAQUS 2022 安装软件的获取

按照本书中的实例进行操作练习,需要事先在计算机上安装 ABAQUS 2022 软件。安装 ABAQUS 2022 软件可以登录 http://www.abaqus.com 网站购买正版软件,或者使用其试用版。

2. 关于本书的技术问题或有关本书信息的发布

读者朋友遇到有关本书的技术问题,可以扫描封底"文泉云盘"二维码查看是否已发布相关勘误/ 解疑文档,如果没有,可在下方寻找作者联系方式,或点击"读者反馈"留下问题,我们会尽快回复。

3. 关于手机在线学习

扫描书中二维码,可在手机中观看对应教学视频,以充分利用碎片化时间,随时随地学习。需要 强调的是,书中给出的只是实例的重点步骤,实例详细操作过程还需通过视频来仔细领会。

五、关于作者

本书由 CAD/CAM/CAE 技术联盟组织编写,胡仁喜、刘昌丽、解江坤参与了具体的编写工作。 CAD/CAM/CAE 技术联盟是一个 CAD/CAM/CAE 技术研讨、工程开发、培训咨询和图书创作的工程技术 人员协作联盟,包含 20 多位专职和众多兼职 CAD/CAM/CAE 工程技术专家。其创作的很多教材成为国 内具有引导性的旗帜作品,在国内相关专业方向图书创作领域具有举足轻重的地位。

六、致谢

在本书的写作过程中,策划编辑贾小红和艾子琪女士给予了很大的帮助和支持,提出了很多中肯的建议,在此表示感谢。同时,还要感谢清华大学出版社的所有编审人员为本书的出版所付出的辛勤 劳动。本书的成功出版是大家共同努力的结果,谢谢所有给予支持和帮助的人们。

编者



Note



第1章	ABAC	QUS 2022 概述1
1.1	ABA	QUS 总体介绍2
1.2	ABA	QUS 的主要模块2
1.3	ABA	QUS 的文件类型4
1.4	ABA	QUS 使用环境5
	1.4.1	启动 ABAQUS/CAE5
	1.4.2	ABAQUS 的汉化7
	1.4.3	ABAQUS 的主窗口9
	1.4.4	ABAQUS/CAE 模块11
	1.4.5	设置背景颜色12
1.5	ABA	QUS 2022 新功能14
1.6	本章	小结15
第2章	ABAC	QUS 的基本模块和操作方法16
2.1	ABA	QUS 分析步骤17
	2.1.1	前处理(ABAQUS/CAE)17
	2.1.2	分析计算(ABAQUS/Standard
		或 ABAQUS/Explicit)17
	2.1.3	后处理(ABAQUS/Viewer)17
2.2	ABA	QUS/CAE 的模块17
2.3	部件	模块和草图模块18
	2.3.1	创建部件18
	2.3.2	部件的外导入19
	2.3.3	问题模型的修复与修改20
2.4	属性	模块21
	2.4.1	材料属性21
	2.4.2	截面特性22
	2.4.3	梁的界面特性23
	2.4.4	特殊设置24
2.5	装配	模块
	2.5.1	部件实体的创建27
	2.5.2	部件实体的定位28
	2.5.3	合并/切割部件实体30
2.6	分析	步模块30

		2.6.1	设置分析步
		2.6.2	定义场输出和历程输出35
	2.7	载荷枝	莫块
		2.7.1	载荷的定义
		2.7.2	边界条件的定义
		2.7.3	设置预定义场
		2.7.4	定义载荷工况41
	2.8	相互作	乍用模块41
		2.8.1	相互作用的定义41
		2.8.2	定义约束43
		2.8.3	定义连接器43
	2.9	网格棒	莫块44
		2.9.1	定义网格密度44
		2.9.2	设置网格控制45
		2.9.3	设置单元类型46
		2.9.4	划分网格47
		2.9.5	检查网格50
		2.9.6	提高网格质量51
	2.10	作业	模块52
		2.10.1	分析作业的创建与管理52
		2.10.2	网格自适应54
	2.11	可视	化模块 55
		2.11.1	显示无变形图形和变形图形55
		2.11.2	绘制云纹图56
	2.12	本章	小结57
第3	音	线性结	·构静力分析
	•	(🗐	视频讲解: 20 分钟)
	3.1	静力分	分析介绍59
		3.1.1	结构静力分析简介59
		3.1.2	静力分析的类型
		3.1.3	静力分析基本步骤59
	3.2	实例-	——挂钩的线性静力分析 60
		3.2.1	实例描述60

*ABA2US 2022 中*支版有限元分析从入门到精通

第

第

	3.2.2	创建部件	61
	3.2.3	定义材料属性	61
	3.2.4	定义和指派截面属性	62
	3.2.5	定义装配	62
	3.2.6	设置分析步	63
	3.2.7	划分网格	65
	3.2.8	定义集合和载荷施加面	66
	3.2.9	边界条件和载荷	67
	3.2.10	提交分析作业	71
	3.2.11	后处理	72
3.3	弹性	体的5个基本假设	74
3.4	本章	小结	74
第4章	接触分	↑析	75
	(👰	视频讲解:49分钟)	
4.1	ABA	QUS 接触功能概述	76
4.2	定义	妾触面	76
4.3	接触	面间的相互作用	77
	4.3.1	接触面的法向行为	77
	4.3.2	表面的滑动	77
	4.3.3	摩擦模型	77
	4.3.4	其他接触相互作用选项	78
	4.3.5	基于表面的约束	78
4.4	在 AI	BAQUS/Standard 中定义接触	79
	4.4.1	接触相互作用	79
	4.4.2	从属和主控表面	79
	4.4.3	小滑动与有限滑动	79
4.5	实例-	——圆盘与平板模型的接触	
	仿真	分析	80
	4.5.1	实例描述	80
	4.5.2	创建部件	80
	4.5.3	定义材料属性	81
	4.5.4	定义和指派截面属性	82
	4.5.5	定义装配	83
	4.5.6	设置分析步	83
	4.5.7	划分网格	84
	4.5.8	定义接触	86
	4.5.9	定义边界条件和载荷	88
	4.5.10	提交分析作业	90
	4.5.11	后处理	91
4.6	实例-	——冲模过程仿真分析	92

B

Note

	4.6.1	实例描述	92
	4.6.2	创建部件	93
	4.6.3	定义材料属性	95
	4.6.4	定义和指派截面属性	96
	4.6.5	定义装配	97
	4.6.6	设置分析步	97
	4.6.7	定义接触	98
	4.6.8	定义边界条件和载荷	101
	4.6.9	划分网格	107
	4.6.10	提交分析作业	108
	4.6.11	后处理	109
4.7	本章/	小结	110
5章	材料制	⊧线性分析	111
	(🚇	<u>视频讲解:32分钟)</u>	
5.1	材料	非线性分析库简介	112
	5.1.1	塑性	112
	5.1.2	超弹性	113
	5.1.3	粘弹性	113
5.2	实例-	——橡胶垫片压缩过程分析	114
	5.2.1	实例描述	114
	5.2.2	分析求解	115
	5.2.3	结果处理	123
5.3	实例-	——悬臂梁受压过程分析	124
	5.3.1	实例描述	125
	5.3.2	分析求解	125
	5.3.3	结果处理	131
5.4	本章/	小结	134
6章	模态分	}析	. 135
	(🔎	<u>视频讲解:19分钟)</u>	
6.1	动力	学分析概述	136
	6.1.1	动力学分析简介	136
	6.1.2	模态分析简介	136
6.2	模态	分析概述	137
	6.2.1	模态分析的功能	137
	6.2.2	模态分析的步骤	137
6.3	实例-	——圆棒的结构模态分析	138
	6.3.1	创建部件	138
	6.3.2	定义材料属性	138
	6.3.3	定义和指派截面属性	139
	634	定义装配	140

• IV •

	6.3.5	设置分析步	140
	6.3.6	划分网格	140
	6.3.7	边界条件和载荷	142
	6.3.8	提交分析作业	143
	6.3.9	后处理	143
6.4	实例	——弹壳的结构模态分析	145
	6.4.1	创建部件	145
	6.4.2	定义材料属性	146
	6.4.3	定义和指派截面属性	147
	6.4.4	定义装配	147
	6.4.5	设置分析步	148
	6.4.6	划分网格	148
	6.4.7	边界条件和载荷	149
	6.4.8	提交分析作业	150
	6.4.9	后处理	151
6.5	本章	小结	153
第7章	显式主	E线性动态分析	154
210	(¹ 视频讲解: 23 分钟)	
7.1	ABA	OUS/Explicit 适用的问题	
	类型		155
7.2	动力	学显式有限元方法	155
	7.2.1	显式时间积分	155
	7.2.2	比较隐式和显式时间积分程序	156
	7.2.3	显式时间积分方法的优越性.	157
7.3	自动	时间增量和稳定性	157
	7.3.1	显式方法的条件稳定性	158
	7.3.2	稳定性限制的定义	158
	7.3.3	ABAQUS/Explicit 中的完全自	动时
		间增量与固定时间增量	159
	7.3.4	质量缩放以控制时间增量	159
	7.3.5	材料对稳定极限的影响	159
	7.3.6	网格对稳定极限的影响	160
	7.3.7	数值不稳定性	160
7.4	实例	——钢球撞击钢板过程分析	² 160
	7.4.1	实例描述	160
	7.4.2	创建部件	160
	7.4.3	定义材料属性	161
	7.4.4	定义和指派截面属性	162
	7.4.5	定义装配	162
	7.4.6	设置分析步	163

	E	录				
				C		
	7.4.7	划分网相	各		163	
	7.4.8	定义接触	触		166	
	7.4.9	定义边》	界条件和载荷	夺	167	
	7.4.10	提交分	·析作业		169	
	7.4.11	后处理			170	
7.5	本章/	小结			173	Not
8章	热应ナ	」分析…			. 174	
	(🚇	视频讲	解: 29 分	钟)		
8.1	热应	力分析中	中的主要问	题	175	
8.2	实例-		九的热应力	分析	175	
	8.2.1	实例描述	龙		175	
	8.2.2	创建部(牛		175	
	8.2.3	定义材制	料属性		176	
	8.2.4	定义和打	指派截面属性	生	177	
	8.2.5	定义装配	轮		178	
	8.2.6	设置分标	忻步		178	
	8.2.7	定义集合	合、边界条件	+	178	
	8.2.8	定义温	度场		180	
	8.2.9	划分网材	各		181	
	8.2.10	提交分	·析作业		182	
	8.2.11	后处理			183	
8.3	实例-	—Y 刑	》支架的热/	应力分析	183	
	8.3.1	实例描述	龙		183	
	8.3.2	创建部位	牛		184	
	8.3.3	定义材制	料属性		184	
	8.3.4	定义和打	指派截面属性	生	185	
	8.3.5	定义装配	轮		186	
	8.3.6	设置分标	忻步		186	
	8.3.7	划分网相	洛		187	
	8.3.8	定义集合	合和载荷施加	巾面	188	
	8.3.9	边界条(牛和载荷		189	
	8.3.10	定义温	度场		191	
	8.3.11	提交分	·析作业		192	
	8.3.12	后处理			193	
8.4	本章/	小结			194	
9章	多体系	系统分析			. 195	
	(👰	视频讲	解:23分	<u>钟)</u>		
9.1	ABA	QUS 多	体系统分析	简介	196	
9.2	ABA	QUS 的	连接单元和	连接		
	属性.				196	

Note

• ٧ •

第

第

0	ins-)	— <i>A</i>	PA ORIC DADE	a da de ac	オロントン	12 JU - J	つれはぷ
Ke -			5AZUS 2022	中义版	71 1R 22 3 1	m MC / I	1到稍逝
	9.2.1	连接单元边界条件	牛和载荷	196	10.3	实例	
	9.2.2 :	连接单元行为		197		10.3.1	重启动分
	9.2.3	ABAQUS 的连接	属性	197		10.3.2	创建重启
9.3	实例-	——螺旋桨叶片的	的旋转过程			10.3.3	模型属性
	分析			198		10.3.4	设置分析
	9.3.1	创建部件		198		10.3.5	定义载荷
	9.3.2	定义材料属性		200		10.3.6	提交分析
	9.3.3	定义和指派截面。	禹性	201		10.3.7	后处理
	9.3.4	定义装配		202	10.4	本章	小结
	9.3.5	定义参考点和坐标	示系	202	笋 11 音	田白二	2.程序
	9.3.6	定义集合		203	ᅒᆝᆤ	, (II) (1 小主/」 ¹ 1 如 忠石 计生 f
	9.3.7	定义约束		204	11 1	<u>、</u> 田白.	<u>- 1元贝妍/</u> 乙
	9.3.8	定义连接属性和运	连接单元	205	11.1	用户	J 征庁间: 乙和皮 い
	9.3.9	设置分析步和历利	呈输出变量	206	11.2	用厂	丁作广
	9.3.10	定义边界条件和	载荷	207		 「「」「」	田子乙田
	9.3.11	划分网格		208		11.2.1	用户丁征
	9.3.12	提交分析作业		210		11 0 0	个町
	9.3.13	后处理		210		11.2.2	用尸于在
9.4	本章小	结		211		11.0.0	参数
公 40 卒	タルボ	取ノンナニ		010		11.2.3	用户于在
第Ⅰ0 早	タッキ	〒1711 □ →□ 止石→井 岳刀 ○ OC	······		11.0	4-1	旋父为法
10.1		[™]	5万钟)	010	11.3	显式)	凹力史新:
10.1	分/灯			213	11.4	VUM	AT 于程序
	10.1.1	分析过程的分类		213	11.5	实例 [·]	— Taylo
	10.1.2	一般分析ず		213		分析	
	10.1.3	线性摄动分析步		214		11.5.1	创建部件
10.2	买例 ⁻	——铲斗糸统的]振动分析…	215		11.5.2	划分网格
	10.2.1	实例描述		215		11.5.3	定义材料
	10.2.2	创建部件		215		11.5.4	定义和指
	10.2.3	定义材料属性		218		11.5.5	定义装配
	10.2.4	定义和指派截面	属性	219		11.5.6	设置分析
	10.2.5	定义装配		220		11.5.7	边界条件
	10.2.6	设置分析步		220		11.5.8	提交分析
	10.2.7	划分网格		222	11.6	本章	小结
	10.2.8	边界条件和载荷		223	附录 A	INP 文	件
	10.2.9	提交分析作业		224		···· ···	
	10.2.10	后处理		225	附录 B	源桯序	

10.3	实例	——重启动分析	228
	10.3.1	重启动分析方法概述	228
	10.3.2	创建重启动分析模型	229
	10.3.3	模型属性	229
	10.3.4	设置分析步	230
	10.3.5	定义载荷	232
	10.3.6	提交分析作业	233
	10.3.7	后处理	234
10.4	本章	小结	235
第 11 章	用户于	子程序	. 236
	(🇊	[〖] 视频讲解:13 分钟)	
11.1	用户	子程序简介	237
11.2	用户	子程序 VUMAT 接口及	
	调试		237
	11.2.1	用户子程序 VUMAT 接口	
		界面	237
	11.2.2	用户子程序 VUMAT 的主要	
		参数	238
	11.2.3	用户子程序 VUMAT 的调试	与
		提交方法	239
11.3	显式/	应力更新算法简介	240
11.4	VUM	AT 子程序的编写	241
11.5	实例·	——Taylor 杆撞击仿真	
	分析		242
	11.5.1	创建部件	242
	11.5.2	划分网格	243
	11.5.3	定义材料属性	244
	11.5.4	定义和指派截面属性	245
	11.5.5	定义装配	245
	11.5.6	设置分析步	246
	11.5.7	边界条件和载荷	247
	11.5.8	提交分析作业	249
11.6	本章	小结	253
附录 A	INP 文1	牛	. 254
附录 B	源程序		. 257

Note

ABAQUS 2022 概述

ABAQUS 是一款基于有限元方法的工程分析软件,它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 2022 的新功能。

通过本章的学习,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的处理方式。

- ☑ 了解 ABAQUS。
- ☑ 掌握 ABAQUS 主要模块及新功能。

任务驱动&项目案例

🖶 Start Session	×
Create Model Database Image: With Standard/Explicit Model Image: With Electromagnetic Model	
🚰 Open Database 🛛 🛐 Run Script	Abaqus/CAE 2022
<i>3</i> S SIMULIA	The Rhaqué Software is a product of Dassault Systèmes Simulia Corp., Johnston, RI, USA. Rhaque 3D EXPERIENCE®, the Compass icon, the 3DS legg, CRTIR, SOLDBWORKS, ENOVIR, BIOVIR, SIMULIR, GEDVIR, CRALERD, 3D VIR, BIOVIR, NETVIRES, INVErant 3D EXCITE are commercial trademariseor registered trademarise of Dassault Systèmes SE, a French "Sociétéeuropéanie" (Mersailles Commercial Register & B 322, 306 440), or its Affiliates in the United States and/or ortice countries. RH I other trademaries are avoid by their respective commercials trademarises or its Affiliates trademaries is subject to their express written approval. Copyright @ 2021 Dassault Systèmes Simulia Corp. For additional information concerning trademarike, copyrights, and licenses, see the Logal Notices in Information concerning trademaries for fils release.

. ABA2US 2022 中文版有限元分析从入门到精通

1.1 ABAQUS 总体介绍

Note

ABAQUS 是国际上最先进的大型通用非线性有限元软件之一,它由世界知名的有限元分析软件 公司 HKS(2005 年被达索系统公司收购)于 1978 年推出。ABAQUS 以其杰出的复杂工程力学问 题的分析能力、庞大求解规模的驾驭能力以及高度非线性问题的求解能力享誉业界,在许多国家都 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。一直 以来,ABAQUS 能够根据用户反馈的信息不断解决新的技术难题并及时进行软件更新,使其逐步 完善。我国的 ABAQUS 用户量也迅速增长,使得 ABAQUS 在大量高科技产品的研发中发挥了巨大 的作用。

ABAQUS 作为被广泛认可的、功能最强的非线性有限元分析软件之一,不但可以用于单一零件的力学和多物理场的分析,如静态和准静态的分析、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,而且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,同时其还能够进行系统级的分析和研究,特别是能够出色地实现极其复杂、庞大的系统性问题和高度非线性问题的模拟仿真和计算。

ABAQUS 单元库包含诸多类型的单元,可以用来模拟各种复杂的几何形状;同时 ABAQUS 还拥 有非常丰富的本构模型库,可用来模拟绝大多数常见的工程材料,如金属、聚合物、复合材料、橡胶、 可压缩的弹性泡沫、钢筋混凝土以及各种地质材料等。此外,ABAQUS 还具有强大的二次开发功 能,该功能包括用户子程序和 ABAQUS 脚本接口。用户子程序(user subroutines)使用 Fortran 语言进 行开发,主要供用户自定义本构关系、自定义单元等,常用的用户子程序包括(V)UMAT、(V)UEL、 (V)DLOAD 等; ABAQUS 脚本接口(ABAQUS scripting interface)是在 Python 语言的基础上进行自 定义开发,它扩充了 Python 语言的数据类型和对象类型,使得脚本功能更加强大,一般情况下脚本 语言的开发多用于前、后处理以及自定义模块等。

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;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,以保证结果的精确性。

1.2 ABAQUS 的主要模块

ABAQUS 的 3 个主要模块分别为 ABAQUS/Standard、ABAQUS/Explicit 和 ABAQUS/CFD,即 ABAQUS 的隐式计算模块、显式计算模块和流固耦合计算模块。其中,ABAQUS/Standard 还附带了 3 个特殊用途的分析模块,分别为 ABAQUS/Aqua、ABAQUS/Design 和 ABAQUS/Foundation。另外, ABAQUS 与其他工程软件还有非常好的兼容性,为其他软件预留了交互的接口,如为 MOLDFLOW 和 ADAMS 提供了接口。ABAQUS 的前处理模块为 ABAQUS/CAE,它是 ABAQUS 的集成工作环境,其功能包括了 ABAQUS 的模型建立、交互式提交作业、监控运算过程以及结果评估等。

本书将重点介绍 ABAQUS/Standard 和 ABAQUS/Explicit 的具体运用,有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 的集成工作环境,具有强大的前处理功能,它可以为各种复杂外形的几何体划分高质量的有限元网格,还可以便捷地生成或者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。在完成建模后,还可以提交、监视和控制分析作业,最后通过"可视化"模块来显示得到的结果。

ABAQUS/CAE 的功能虽然十分强大,但是目前为止还不能支持所有的关键字(Keyword),如在 ABAQUS/CAE 中不能建立基于节点集的面,这个功能需要通过修改 inp 文件的关键字才能实现。

2. ABAQUS/Standard

ABAQUS/Standard 是一个通用的分析模块,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,利用对时间的显式积分求解动态问题的有限元方程。适用 于分析冲击和爆炸等短暂、瞬时的动态事件,以及求解冲击和其他高度不连续问题等。

ABAQUS/Explicit 拥有广泛的单元类型和材料模型,但是它的单元库是 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。此外,需要注意的是,ABAQUS/ Explicit 不但支持应力/位移分析,而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,它们互相配合可以使 ABAQUS 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 的流体仿真模块,该模块使得 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、载荷以及流体网格等流体相关的前处理定义都可以在 ABAQUS/CAE 里完成,同时还可以由 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的表现更为优秀,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 在设计灵敏度分析(design sensibility analysis, DSA)中的应用。设计灵敏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 模块中。本书将不介绍该模块。

Note

6. ABAQUS/View

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

7. ABAQUS/Aqua

ABAQUS/Aqua 也是 ABAQUS/Standard 的附加模块,它主要用于海洋工程,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、漂浮结构的研究以及管道的受拉模拟。 它的其他一些功能包括模拟稳定水流和波浪,以及对受浮力和自由水面上受风载的结构进行分析。本 书将不介绍该模块。

8. ABAQUS/Foundation

ABAQUS/Foundation 是 ABAQUS/Standard 的一部分,它可以更经济地使用 ABAQUS/Standard 的线性静态和动态分析。本书将不介绍该模块。

9. MOLDFLOW 接口

ABAQUS 的 MOLDFLOW 接口是 ABAQUS/Explicit 和 ABAQUS/Standard 的交互产品,使用户可 以配合使用注塑成型软件 MOLDFLOW 与 ABAQUS,同时可以将 MOLDFLOW 分析软件中的有限元 模型信息转换成 INP 文件的组成部分。本书将不介绍该接口。

10. MSC.ADAMS 接口

ABAQUS 的 MSC.ADAMS 接口是基于 ADAMS/Flex 的子模态综合格式,它是 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 ADAMS 配合使用,可将 ABAQUS 中的有限元模型作为柔性部分输入 ADAMS 系列产品中。

1.3 ABAQUS 的文件类型

ABAQUS 在实际的工程计算中生成的文件类型很多,主要包括以下几种。

1. abaqus.rpy 文件

RPY(Replay)文件记录一次操作中几乎所有的 ABAQUS/CAE 命令,通过 RPY 文件可以很方便 地改写为基于 Python 语言的脚本文件,方便进行参数化建模以及二次开发。

2. model_database_name.cae 文件

CAE 文件主要包含模型的各种建模信息、分析任务等。

3. model_database_name.jnl 文件

JNL(Journal)文件是日志文件,其主要包含用于复制已存储模型数据库的 ABAQUS/CAE 命令。

4. model_database_name.rec 文件

REC(Record)文件主要包含了用于恢复内存中模型数据库的 ABAQUS/CAE 命令。

5. job_name.inp 文件

INP(Input)文件为 ABAQUS/CAE 模块生成的输入文件,其包含整个分析所需要的所有信息,包括模型数据、边界条件等,最终用于提交给求解器进行计算。

Note

6. job_name.odb 文件

ODB(Output Database)文件是结果数据库输出文件,包含了模型计算结果的各种数据。

7. ob_name.lck 文件

LCK(Lock)文件用于阻止并发写入输出数据库,关闭输出数据库则自行删除,起到保护数据库 不被误删的作用。

8. job_name.res 文件

RES(Restart)文件用于模拟计算的重启动。

9. job_name.dat 文件

DAT(Data)文件为数据文件,其采用文本方式输出计算过程中的各种信息。

10. job_name.msg 文件

MSG(Message)文件包含计算过程中的诊断信息,方便计算失败时查错。

11. job_name.sta 文件

STA(Status)文件是状态文件,包含了分析过程的各种状态信息。

1.4 ABAQUS 使用环境

ABAQUS/CAE 是 ABAQUS 的前处理模块,它为建立 ABAQUS 模型、生成 INP 文件、交互式提 交作业、监控和评估 ABAQUS 运行结果提供了一个方便快捷的界面。

ABAQUS/CAE 可以分成若干个模块,每个模块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、定义装配体、定义载荷以及边界条件、定义模拟时间步、几何实体的网格划分等。模 块之间没有严格的先后顺序,在完成一个模块的操作后,可以进入下一个模块,逐步建立分析模型。 在使用 ABAQUS/CAE 建立模型之后会生成输入文件,即 INP 文件。INP 文件由 ABAQUS 的求解器 (如 ABAQUS/Standard 或 ABAQUS/Explicit)读入后进行分析,并实时地将信息反馈给 ABAQUS/CAE, 以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。

下面将简要地介绍 ABAQUS 的使用环境。

1.4.1 启动 ABAQUS/CAE

1. 快速启动

在 Windows 系统中执行"开始"命令, 在程序列表中展开"Dassault Systemes SIMULIA Established Products 2022" 文件, 单击其中的"Abaqus CAE"选项, 如图 1-1 所示, 启动 ABAQUS/CAE。

2. 在操作系统中启动

在 Windows 系统中执行"开始"命令,在程序列表中展开"Windows 系统"文件,单击其中的 "运行"选项,如图 1-2 所示,打开"运行"对话框,在"打开"后面的文本框中输入"abaqus cae", 单击"确定"按钮,如图 1-3 所示,启动 ABAQUS/CAE。 Note

S

	Az,42US 2022 \$ \$	版有限元分析从入门到精通
Note	Image: State in the state	Windows SM Windows SM



图 1-4 Start Session 对话框

第1章 ABAQUS 2022 概述	
🐥 Abaqus/CAE 2022 [Viewport: 1] - 🗆 🗙	
I E File Model Viewport View Part Shape Feature Iools Plug-ins Help ★?	
: 10 10 🔿 📉 🗇 (~ 🔚 📰 💱 Part defaults 🔤 🗊 🕂 🖽 📰	
Model Results Module: Part Model: Model-1 Part:	\sim
🗑 Model Database 🗸 🗘 ங 🖏 🕸 🥼	
■ ¥ Models (1) ② ②	
⊨ <u>Model-1</u>	Note
E Parts Control Contro	JAOLE
© Calibrations II: II+	
Sections 3	
The Profiles	
📅 Field Output Requests	
· 提 History Output Requests (XY2) 并 · 性t Time Bointer	
By ALE Adaptive Mesh Const → ,	
Hiteration Properties	
The Contact Initializations	
If Contact Stabilizations	
Constraints	
The connector sectors	
>>>	

图 1-5 主窗口画面

1.4.2 ABAQUS 的汉化

ABAQUS 安装完成后,第一次打开的 ABAQUS/CAE 的 Start Session (开始任务)对话框和主窗口 画面为英文,但是可以将英文改为中文,因为 ABAQUS 本身内置有中文语言,汉化的具体操作如下。

(1)打开 Abaqus CAE 所在位置。在 Windows 系统中执行"开始"命令,在程序列表中展开"Dassault Systemes SIMULIA Established Products 2022"文件,右击其中的"Abaqus CAE"选项,在打开的快 捷菜单中选择"更多"下一级菜单中的"打开文件位置"选项,如图 1-6 所示。

	D
	□ Dassault Systemes Documenta ∨
	Dassault Systemes SIMULIA Est 个 最近添加
	Abaqus CAE
	Abaqus Command A 从"开始"屏幕取消固定
	● Abaqus Documenta ● 更多 〉 □ 打开文件位置
	+ Abaqus Licensing
R	+ Abaqus Verification
□ ٩	💠 Abaqus Viewer
	😥 Environment Editor 最近添加
	fe-safe 2022 作庫 最近委加
÷	 fe-safe 2022 command line ド庫 最近添加
(¹)	✓ fe-safe 2022 External Material Da< ● ● 最近添加
Ŭ	Mv Support

图 1-6 打开 Abaqus CAE 所在位置

• 7 •

ABA2US 2022 中文版有限元分析从入门到精通

(2) 打开 Abaqus CAE 快捷方式所在位置。在打开的对话框中右击"Abaqus CAE"快捷方式, 然后在打开的快捷菜单中选择"打开文件所在的位置"选项, 如图 1-7 所示。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・						
文件 主页 共享 査書 快建工具 应用程序工具 ▲ 企 ④ 金部防海 副式野桃枝 副 新田 ● ● ● 金部防海 日 日 金部防海 日 金部防海 日 日 金部防海 日 日 金部防海 日 日 金部防海 日	📄 🖓 📄 🖛 🛛 Dassault	System 管理	管理		:	×
	文件 主页 共享	查看 快捷工具	应用程序工具		^	•
 ← → × ↑ (* Pro > Dassault Sy × 0 ↓ 「 ○ ls ☆ Abaqus CAE ☆ Abaqus Comman ↓ 丁歌 ☆ Abaqus Comman ☆ Abaqus Comman ☆ Abaqus Comman ☆ Abaqus Comman ☆ Abaqus Viewer ☆ Acagus Viewer ☆ fe-safe 2022 com ☆ Abaqus Viewer ☆ fe-safe 2022 com ☆ Tosca Fluid GUI ☆ Tosca Fluid GUI ☆ Tosca Structure G ☆ Tosca View 2 Create and Share Adobe PDF ☆ Left@Tagtagma > 由nthmbwar(v) ☆ ZimUnihitka+(v) ☆ ZimUnihitka+(v) ☆ ZimUnihitka+(v) ☆ SimU(T) g\$\$\mathcal{s}\$\$\mathcal{s}\$\$\mathcal{s}\$	★ 国定到快 速访问 第35版	 ▲ 移动到 ▼ ★ 删除 ⑤ 复制到 ▼ ■ 重重命 组织 	・ 名 が建 文件夹 新建	✓ ■ · 属性 ② 打开	 全部选择 全部取消 反向选择 选择 	
 ★ 快速访问 ▲ bbaqus CAE ▲ Abaqus CAE ▲ Abaqus Comman ● Abaqus Comman ● Tršt ● Abaqus Comman ● Tršt ● Abaqus Scensing ● Abaqus Veirificatic ● Abagis Abacos Veirificatic	← → · ↑	o > Dassault Sy	ٽ ~		ş	ρ
14 个项目 速中 1 个项目 1.04 K8	 ★ 快速访问 ● 桌面 メ ◆ 下载 メ ※ ※	Tools Abaqus CAE Abaqus Command Abaqus Leinsing Abaqus Viewer fe-safe 2022 Exter fe-safe 2022 Exter fe-safe 2022 My Support Tosca Fluid GUI Tosca Structure G Tosca Structure G	打开(0) 打开文件所在 编辑(E) 打印(P) 以管理员身份 ① Convert to A ① Create and G ① 上传到百度网 ④ 上传到百度网 ③ 三动音份该文 还原以前的版 发送到(N)	的位置(I) 运行(A) dobe PDF share Adobe P 盘 件夹 本(V)	DF	
	14 个项目 选中 1 个项目	1.04 KB	剪切(T) 复制(C) 创建快捷方式 删除(D) 重命名(M)	(S)		

图 1-7 打开 Abaqus CAE 快捷方式所在位置

(3) 打开 locale 文件。打开 Abaqus CAE 快捷方式所在位置后,进入这个路径中的 win_b64 文 件夹,如图 1-8 所示,在该文件夹中打开 SMA 文件夹 Configuration 文件夹中的 locale 文件,在"# This section describes whether the local language and encoding"上一行添写"Chinese (Simplified)_China.936 = zh CN",并把下面的 zh CN = 0 改为 zh CN = 1,如图 1-9 所示,然后保存并关闭该文件。

	1	管理 cmdDirFeature				- 🗆	×
文件 主页 共享	查看 应用	程序工具					~ 🛛
★ 国定到快 复制 粘贴 速访问 よ 節切	■ 复制路径 】粘贴快捷方式	修成 1 <th1< th=""> 1 <th1< th=""> <th1< th=""></th1<></th1<></th1<>		「属性	 □ 打开 • □ 编辑 ☑ 历史记录 	全部选择 全部取消 反向选择	
剪贴板		组织	新建		打开	选择	
\leftarrow \rightarrow \checkmark \uparrow \square \ll wi	in_b64 > resour	rces → install → cmdDirFeat	ure v	ē	在 cmdDirFe	eature 中搜索	Q
	名称	^	修改日期		类型	大小	
育 快速访问	currentAba	aCommand	2022/8/12 14:34	4	文本文档		1 KB
■ 異四	currentBat	tchFileAbaqus	2022/8/12 14:34	4	文本文档		1 KB
➡下载 ⊀	currentBat	tchFileFesafe	2022/8/12 14:34	4	文本文档		1 KB
፼ 文档 ★	currentBat	tchFileFesafeCommandLine	2022/8/12 14:34	4	文本文档		1 KB
📰 图片 🛛 🖈	currentBat	tchFileTosca	2022/8/12 14:34	4	文本文档		1 KB
- 此由脑	📄 currentBat	tchFileToscaCommandLine	2022/8/12 14:34	4	文本文档		1 KB
	💿 launcher		2022/8/12 14:34	4	Windows 批	处理	1 KB
💣 网络	updateAba	aqusCommands.pl	2021/5/29 16:0	2	PL 文件		31 KB
8 个项目 选中 1 个项目	57 字节						

图 1-8 打开 win_b64 文件夹



R

第1章 ABAQUS 2022 概述



下面介绍"开始任务"对话框中的选项。

- ☑ 创建模型数据库: 创建一个新的分析过程, 用户可根据自己的实际需要建立"Standard/ Explicit 模型"或者"电磁模型"。
- ☑ 打开数据库:打开一个已有的模型或数据库文件。
- ☑ 运行脚本:运行一个脚本文件。
- 打开入门指南:单击该选项后将打开 ABAQUS 2022 的在线帮助文档。 $\overline{\mathbf{A}}$

1.4.3 ABAQUS 的主窗口

图 1-11 展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。



图 1-11 主要窗口画面

1. 标题栏

Note

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. 菜单栏

通过菜单栏可以看到所有可用的菜单,用户可以通过菜单操作来调用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。

3. 环境栏

用户可以通过环境栏的"模块"列表在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。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。

4. 工具栏

工具栏给用户提供了部分菜单功能的快捷方式,这些功能也可以通过菜单进行访问。

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、装配、边界条件和结果输出要求 等。使用模型树可以很方便地在各个模块之间进行切换,实现菜单栏和工具栏所提供的大部分功能。

6. 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。如当在视图区画一个圆 弧时,提示区会提示用户输入相应的点信息。

S

Note



ABAQUS/CAE 利用内置的 Python 编译器,再使用信息区/命令行接口输入 Python 命令和数学表达式。接口中包含了主要(>>>)和次要(...)提示符,随时提示用户按照 Python 的语法输入命令行。

8. 视图区

ABAQUS/CAE 在画布上的视图区显示用户的模型。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。

9. 工具区

当用户进入某一模块时,工具区会显示该模块相应的工具箱,使用户可以方便地调用该模块的许 多功能。

10. 信息区

ABAQUS/CAE 在信息区显示状态信息和警告。通过拖动其顶边可以改变信息区的大小,利用鼠标滚轮可以滚动查阅信息。在默认状态下显示信息区,这里同时也是命令行接口的位置,用户可以通过其左侧的"信息区"按钮和"命令行接口"按钮进行切换。

1.4.4 ABAQUS/CAE 模块

ABAQUS/CAE 具有一系列的模块,每一个模块都只包含与模拟的某一指令部分相关的一些工具。 例如,材料属性模块只包含部件的材料属性信息,而网格(Mesh)模块则包含了生成有限元网格所 需的一系列工具。

如图 1-12 所示,列表中的模块次序与创建一个分析模型的逻辑次序是一致的。从环境栏中的"模块"列表中选择相应选项可以进入所需的模块。



图 1-12 选择相关模块

例如,在生成装配件前必须先生成部件。同时,ABAQUS/CAE 也允许用户在任何时刻选择任意 一个模块进行工作,而无须关注模型的当前状态。然而,这种操作会受到一些限制,例如,在未建立 具体的时间分析步之前就无法进行接触建模。

下面列出了 ABAQUS/CAE 的各个模块,并简要介绍了其功能。

• 11 •

. ABA2US 2022 中文版有限元分析从入门到精通

1. 部件模块

X

部件模块能够创建一个或多个单独的部件,用户可以在 ABAQUS/CAE 环境中使用各种图形工具 直接生成所需部件,也可以利用 ABAQUS 提供的相关接口,导入由第三方图形软件生成的部件。

2. 材料属性模块

材料属性模块定义了整个部件中的任意一个部分的特征,如与该部分有关的材料性质、截面几何 形状等数据的定义,包含在部件的截面定义中。

3. 装配模块

Note

基于部件模块生成的部件信息,装配模块可以将这些部件实例化,将存在于自己的局部坐标系中的部件定位到一个总体的坐标系中,最终构成一个装配件。需要注意的是,一个 ABAQUS/CAE 模型可以有非常多的部件模型,但是只能有一个装配件模型。

4. 分析步模块

用户可以根据需要在分析步模块定义分析步,如冲击问题采用显式分析步(explicit step)等。同时可以根据实际情况,在分析步之间定义相关的输出变量。

5. 相互作用模块

在该模块中,可指定模型各区域之间或者模型的一个区域与周围环境之间的相互作用,如两个物体之间的相互接触、传热等。同时还可以定义其他的可相互作用,如刚体约束、绑定(tie)等。

6. 载荷模块

在载荷模块中定义载荷、边界条件和场变量。边界条件和载荷与上述分析步有关,即用户必须指 定载荷和边界条件在哪些分析步骤中起作用。某些场变量仅仅作用于分析的初始阶段,如初始温度场 的定义,而其他的场变量与具体的分析步有关。

7. 网格模块

用户利用网格模块提供的多种自动划分和控制工具,可以生成满足自己需要的网格。

8. 作业模块

建模完成后,用户就可以在作业模块建立相关计算任务,生成计算所需输入文件并提交运算,直 至完成整个模拟。该模块允许用户交互地提交分析作业并进行监控,也允许同时提交多个模型和运算 并对其进行监控。

9. 可视化模块

可视化模块是 ABAQUS 的后处理模块,它从数据库中获得模型和结果信息,为用户提供了有限 元模型和分析结果的图像显示。

10. 草图模块

草图模块是二维轮廓图,用来帮助形成几何形状,定义 ABAQUS/CAE 可以识别的部件。

1.4.5 设置背景颜色

初始状态的 ABAQUS/CAE 的背景颜色是深色的,如图 1-11 所示,用户可以通过修改将背景颜 色设置为自己喜欢的颜色,具体操作如下。

(1) 单击"视图"菜单栏中的"图形选项"按钮,打开"图形选项"对话框,在"视口背景"

S

Note

栏中选中"实体"单选按钮,然后单击后面的颜色选择框,如图 1-13 所示。

(2)打开"选择颜色"对话框,在该对话框中选择喜欢的颜色(如白色等),也可以通过"色轮" "RGB""HSV""CMY""列表"等调色工具,调出自己喜欢的颜色,如图 1-14 所示,然后单击"确 定"按钮 • 定",返回"图形选项"对话框,再次单击"确定"按钮,完成背景颜色的设置,结果如 图 1-15 所示。



图 1-15 设置背景颜色

ABA2US 2022 中女版有限元分析从入门到精通

1.5 ABAQUS 2022 新功能

从 ABAQUS 诞生以来,已经发布了很多版本。最新的 ABAQUS 2022 同样也是一个非常重要的 版本,推出了众多新功能,同时也改进了旧版本中的很多功能,主要体现在以下几方面。

1. 结构力学

Note

- ☑ Abaqus/Explicit 中的变形控制现在可用于 C3D10 元素。
- ☑ 分布操作可用于指定复合实体元素的层厚,并使用带有复合实体剖面定义的楔形(三角棱形)元素。
- ☑ 在 Abaqus/Standard 中提供了纤维增强复合材料的 LaRC05 损坏启动条件。
- ☑ Abaqus/Standard 和 Abaqus/Explicit 提供了适用于延展性金属的 Hosford-Coulomb 损坏启动 条件。
- ☑ Abaqus/Explicit 中的有限带宽阻尼允许在指定的频率范围内应用所需的统一阻尼比率。
- ☑ Abaqus/Standard 中添加了用于分析橡胶类材料的 Valanis-Landel 超弹性材料模型。
- 2. 分析技术
- ☑ 扩展的有限元方法(XFEM)添加了支持具有温度自由度的规程。
- ☑ 可以使用 Abaqus/Explicit 中的周期性对称分析技术来缩短仿真时间并减少内存要求。
- ☑ 导入功能已得到扩展,允许在 Abaqus/Standard 和 Abaqus/Explicit 之间传输节点温度和用户 定义的场变量。
- ☑ Abaqus/Standard 中的隐式动态分析现在支持与拓扑、壳体厚度和点阵大小设计变量相关的 伴随灵敏度。
- ☑ Abaqus/Standard 允许在一个作业中运行多个非线性载荷实例。这种新功能显著缩短了运行 时间,并减少了输出文件的数量。
- 3. 性能和 HPC
- ☑ Abaqus/Standard 中的迭代线性方程式解算器添加了支持常用建模特征,包括混合元素、接头元素、分布耦合和硬接触。
- ☑ 可以利用 MPI 与线程的组合在混合模式下执行 Abaqus/Explicit,每个 MPI 进程启动用户指 定数量的线程。混合执行充分利用了非统一内存访问(NUMA)体系结构,以及每个插槽 上的可用内核数量不断增加的技术趋势。
- 4. 建模和可视化
- ☑ Abaqus/CAE 支持 Abaqus/Standard 中的小幅滑移式一般接触。
- ☑ Abaqus/CAE 在定义复合层厚度分布时支持分析场。
- ☑ Abaqus/CAE 现在提供了一种工具,可从 ODB 文件中移除所选数据,从而显著减小文件 大小。
- ☑ CATIA V5 几何图形可以在 Linux 平台上直接导入。
- ☑ 对剪切流可视化的控制已得到改进。
- ☑ SolidWorks 装配体可以导入多个零件。

1.6 本章小结

本章主要对 ABAQUS 进行了总体性的介绍。

(1) ABAQUS 功能十分强大,可以完成多种类型的分析,如静态应力/位移分析、动态应力/位 移分析、非线性分析、热传导分析、退火成型过程分析、流固耦合分析、多场耦合分析、疲劳分析、 水下冲击分析、瞬态温度/位移耦合分析、质量扩散分析等。

(2) ABAQUS 由多个模块组成,包括前处理模块(ABAQUS/CAE)、主求解器模块(ABAQUS/ Standard、ABAQUS/Explicit和ABAQUS/CFD),以及ABAQUS/Aqua、ABAQUS/Design、MOLDFLOW 接口等专用模块。

(3) ABAQUS/CAE 是 ABAQUS 的前处理模块,可以方便快捷地建立模型、输出 INP 文件、提 交作业和后处理分析结果。

(4) ABAQUS/Standard 是一个通用分析模块,它使用的是隐式算法,能够求解各种复杂的非线性问题,如静态分析、动力模态分析、复杂多场的耦合分析等; ABAQUS/Explicit 可以进行显式动力学分析,它使用的是显式求解方法,适用于求解复杂非线性动力学问题和准静态问题,如冲击和爆炸等瞬态问题。



S

接触分析

本章将重点介绍如何使用 ABAQUS 进行接触问题的求解,使读者了解和掌握使用 ABAQUS 分析接触问题的步骤和方法。

大部分工程问题都会涉及两个或两个以上的部件之间的接触。在有限元分析中,接触 条件是一类不同于其他条件的不连续约束,它允许力从模型的一部分传递到另一个部分。 因为只有当两个物体表面发生接触时才会产生约束,而当两个接触的面分开时,约束作用 也会随之消失,所以这种约束是不连续的。

☑ 熟悉圆盘与平板模型的接触仿真分析。

☑ 熟悉冲模过程仿真分析。

任务驱动&项目案例

								F											

4.1 ABAQUS 接触功能概述

Note

因为 ABAQUS/Standard 和 ABAQUS/Explicit 中的接触模拟功能不尽相同,本章将对它们分别进行讨论,并在最后提供两者功能的比较。

ABAQUS/Standard 中的接触模拟或者是基于表面或者是基于接触单元。因此,必须在模型的各个部件上创建可能发生接触的表面。然后,必须判断哪一对表面可能发生接触,定义为接触对。必须 定义控制各接触面之间相互作用的模型,这些接触面相互作用的定义包括摩擦行为等。

ABAQUS/Explicit 中的接触模拟可以利用接触算法或者接触对算法。通常定义一个接触模拟只需简单地指定将会发生接触作用的表面和所用到的接触算法。在某些情况下,当默认的接触设置不满足假设所需时,可以指定接触模拟的设置,例如,考虑摩擦的相互作用力学模型。

4.2 定义接触面

表面是由其下层材料的单元面来创建的。本节的讨论假设是在 ABAQUS/CAE 中定义表面。 "ABAQUS Analysis User's Manual"的第 2.3 节"定义表面"中讨论了关于在 ABAQUS 中可以创建 的各类表面的条件,在开始接触模拟之前请先阅读了解这部分内容。

1. 实体单元上的接触面

对于二维和三维的实体单元,可以通过在视图区中选择部件实体的区域来指定部件中接触表面的 部分。

2. 结构、面和刚体单元上的表面

对于定义在结构、表面和刚体单元上的接触面,有4种方法:单侧表面、双侧表面、基于边界的 表面和基于节点的表面。仅在 ABAQUS/Explicit 中可以使用双侧表面。

应用单侧表面时,必须指明是单元的哪个面来形成接触面。在正单元法向方向的面称为 SPOS, 而在负单元法向方向的面称为 SNEG,单元的节点次序定义了正单元法向。可以在 ABAQUS/CAE 中 查看正单元法向。

ABAQUS/Explicit 中的双侧表面更为常用,因为它自动地包括了 SPOS 和 SNEG 两个面以及所有的自由边界。接触既可以发生在构成双侧接触面单元的面上,也可以发生在单元的边界上。例如,在分析的过程中,一个从属节点可以从双侧表面的一侧出发,并经过边界到达另一侧。目前,对于三维的壳、膜、面和刚体单元,仅在 ABAQUS/Explicit 中有双侧表面的功能。通用接触算法和在接触对中的自接触算法强化了在所有的壳、膜、面和刚体表面的双面接触,即使它们只定义了单侧表面。

3. 刚性表面

刚性表面是刚性体的表面,可以将其定义为一个解析形状,或者是基于与刚体相关的单元的表面。 解析刚性表面有3种基本形式。在二维中,一个解析刚性表面是一个二维的分段刚性表面。可以 在模型的二维平面上应用直线、圆弧和抛物线弧定义表面的横截面。定义三维刚性表面的横截面时, 可以在用户指定的平面上应用对于二维问题相同的方式定义,然后由这个横截面绕一个轴扫掠形成一 个旋转表面,或沿一个矢量拉伸形成一个长的三维表面。

第4章 接触分析

解析刚性表面的优点在于,只用少量的几何点便可以定义,并且计算效率很高。但是在三维情况 下,应用解析刚性表面所能够创建的形状范围是有限的。

离散形式的刚性表面是基于构成刚性体的单元面,这样,它们可以创建比解析刚性表面几何上更 为复杂的刚性面。定义离散刚性表面的方法与定义可变形体表面的方法完全相同。

目前,在ABAQUS/Explicit中解析刚性表面还只能应用于接触对算法。

4.3 接触面间的相互作用

接触面之间的相互作用包含两个部分:一部分是接触面间的法向作用;另一部分是接触面间的切向作用。切向作用包括接触面间的相对运动(滑动)和可能存在的摩擦剪应力。每一种接触相互作用都可以代表一种接触特性,它定义了在接触面之间相互作用的模型。在 ABAQUS 中有几种接触相互作用的模型,默认的模型是没有粘结的无摩擦模型。

4.3.1 接触面的法向行为

两个表面分开的距离称为间隙。当两个表面之间的间隙变为零时,则认为在 ABAQUS 中施加了 接触约束。在接触问题的公式中,对接触面之间能够传递的接触压力的量值未做任何限制。当接触面 之间的接触压力变为零或负值时,两个接触面分离,并且约束被移开。这种行为代表了"硬"接触。

当接触条件从"开"(间隙值为正)到"闭"(间隙值等于零)时,接触压力会发生剧烈变化,有时可能会使得在 ABAQUS/Standard 中的接触模拟难以完成。但是在 ARAQUS/Explicit 中则不是如此,其原因是对于显式算法不需要迭代。

4.3.2 表面的滑动

除了要确定在某一点是否发生接触,一个 ABAQUS 分析还必须计算两个表面之间的相互滑动。 这可能是一个非常复杂的计算,因此,ABAQUS 在分析时区分了哪些滑动的量级是小的、哪些滑动 的量级可能是有限的问题。对于在接触表面之间是小滑动的模型问题,其计算成本是很小的。对于"小 滑动"没有系统的定义,不过可以遵循一个一般的原则:对于一点与一个表面接触的问题,只要该点 的滑动量是单元尺寸的一小部分,就可以近似地应用"小滑动"。

4.3.3 摩擦模型

当表面发生接触时,在接触面之间一般传递切向力和法向力。这样,在分析中就要考虑阻止表面 之间相对滑动的摩擦力。库仑摩擦是经常用来描述接触面之间相互作用的摩擦模型,该模型应用摩擦 系数 μ 来表征两个表面之间的摩擦行为。

默认的摩擦系数为零。在表面拽力达到一个临界剪应力值之前,切向运动一直保持为零。根据下面的方程可知,临界剪应力取决于法向接触压力:

$T_{\rm crit} = \mu p$

式中, µ 是摩擦系数: p 是两接触面之间的接触压力。这个方程给了接触表面的临界摩擦剪应力。 直到接触面之间的剪应力等于临界摩擦剪应力 µp 时,接触面之间才会发生相对滑动。对于大多数表面, µ 通常是小于单位1的,库仑摩擦可以用 µ 或 T_{erit}定义。库仑摩擦模型的行为:当它们处于粘结 /13.42US 2022 中文版有限元分析从入门到精通

状态时(剪应力小于 μp),表面之间的相对运动(滑动)为零。如果两个接触表面是基于单元的表面,则也可以指定摩擦应力极限。

在 ABAQUS/Standard 模拟中,粘结和滑动两种状态之间的不连续性可能导致收敛问题。因此, 在 ABAQUS/Standard 模拟中,只有当摩擦力对模型的响应有显著影响时才应该在模型中包含摩擦。 如果在有摩擦的接触模拟中出现了收敛问题,首先应该尝试的诊断和修改问题的方法之一就是在无摩 擦的情况下重新运算。一般情况下,对于 ABAQUS/Explicit 引入摩擦并不会引起附加的计算困难。

模拟理想的摩擦行为可能是非常困难的。因此,在大多数情况下,ABAQUS 使用一个允许"弹性滑动"的罚摩擦公式。"弹性滑动"是在粘结的接触面之间所发生的小量的相对运动。ABAQUS 自动地选择刚度(虚线的斜率),因此这个允许的"弹性滑动"是单元特征长度的很小一部分。罚摩擦公式适用于大多数问题,包括在大部分金属成形问题中的应用。

在那些必须包含理想的粘结/滑动摩擦行为的问题中,可以在 ABAQUS/Standard 中使用拉格朗日 摩擦公式和在 ABAQUS/Explicit 中使用动力学摩擦公式。二者相比,拉格朗日摩擦公式更加消耗计算 机资源,因为对于每个采用摩擦接触的表面节点,ABAQUS/Standard 应用附加的变量。另外,其求 解的收敛速度更慢,一般需要附加的迭代。在本书中不讨论这种摩擦公式。

在 ABAQUS/Explicit 中摩擦约束的动力学施加方法是基于预测/修正算法。在预测模型中,应用 与节点相关的质量、节点滑动的距离和时间增量来计算用于保持另一侧表面上节点位置所需要的力。 如果在节点上应用这个力计算得到的切应力大于 *T*_{crit},则表面是在滑动的,并施加了一个相应于 *T*_{crit} 的力。在任何情况下,对于在处于接触中的从属节点与主控表面的节点上,这个力将导致沿表面切向 的加速度修正。

通常,从粘结条件下进入初始滑动的摩擦系数不同于已经处于滑动中的摩擦系数,前者代表了静 摩擦系数,而后者代表了动摩擦系数。在 ABAQUS 中使用指数衰减规律来模拟静摩擦和动摩擦之间 的转换。在本书中不讨论这种摩擦公式。

因为模型中包含了摩擦,所以在 ABAQUS/Standard 的求解方程组中增加了非对称项。如果 μ 小 于 0.2,那么这些非对称项的量值和影响都非常小,并且正则、对称求解器工作效果也很好(除非接 触面具有很大的曲率);对于更高的摩擦系数,将自动地采用非对称求解器,因此它将改进收敛的速 度。非对称求解器所需的计算机内存和硬盘空间是对称求解器的 2 倍,大的 μ 值通常并不会在 ABAQUS/Explicit 中引起任何困难。

4.3.4 其他接触相互作用选项

ABAQUS 中的其他接触相互作用模型取决于分析程序和使用的算法,并可能包括粘性接触行为、 软接触行为、扣紧(如点焊)和粘性接触阻尼。在本书中没有讨论这些模型,关于它们的详细信息请 参阅 "ABAQUS Analysis User's Manual"。

4.3.5 基于表面的约束

在模拟过程中,束缚约束用来将两个面束缚在一起,在从属面上的每一个节点被约束为与在主控 表面上距它最接近的点具有相同的运动。对于结构分析,这意味着约束了所有平移(也可以选择包括 转动)自由度。

ABAQUS 应用未变形的模型结构以确定哪些从属节点将被束缚到主控表面上。在默认情况下, 束缚了位于主控表面上给定距离之内的所有从属节点,这个默认的距离是基于主控表面上的典型单元 尺度。可以通过两种方式使这个默认值失效:一种是从被约束的主控表面上指定一个距离,并使从属

Note

X

第4章 接触分析



4.4 在ABAQUS/Standard 中定义接触

在 ABAQUS/Standard 中,若想在两个结构之间定义接触,首先是要创建表面,下一步是创建接触相互作用,使两个可能发生相互接触的表面成对,然后定义控制发生接触表面行为的力学性能模型。

4.4.1 接触相互作用

在 ABAQUS/Standard 模拟中,通过将接触面的名字赋予一个接触的相互作用来定义两个表面之间可能发生的接触。如同每个单元都必须具有一种单元属性一样,每个接触相互作用必须赋予一种接触属性。接触属性中包含了本构关系,诸如摩擦和接触压力与间隙的关系。

当定义接触相互作用时,必须确定相对滑动的量级是小滑动还是有限滑动,默认的是更为普遍的 有限滑动公式。如果两个表面之间的相对运动小于一个单元面上特征长度的一个小的比值,则适合应 用小滑动公式。在许可的条件下使用小滑动公式可以提高分析的效率。

4.4.2 从属和主控表面

ABAQUS/Standard 使用单纯主从接触算法:在一个表面(从属表面)上的节点不能侵入另一个 表面(主控表面)的某一部分。该算法并没有对主面做任何限制,它可以在从面的节点之间侵入从面。

这种严格的主从关系导致用户必须非常小心和正确地选择主面和从面,从而获得最佳可能性的接 触模拟,一些简单的规则如下。

(1) 从面应该是网格划分更精细的表面。

(2) 如果网格密度相近,从面应该取自采用较软材料的表面。

4.4.3 小滑动与有限滑动

当应用小滑动公式时,ABAQUS/Standard 在模拟开始时就建立了从面节点与主控表面之间的关系,并确定了在主控表面上哪一段将与从面上的每个节点发生相互作用。在整个分析过程,都将保持这些关系,绝不会改变主面部分与从面节点的相互作用关系。如果在模型中包括了几何非线性,小滑动算法将考虑主面的任何转动和变形,并更新接触力传递的路径;如果在模型中没有考虑几何非线性,则忽略主面的任何转动或变形,载荷的路径保持不变。

有限滑动接触公式要求 ABAQUS/Standard 经常地确定与从面的每个节点发生接触的主面区域。 这是一个相当复杂的计算,尤其是当两个接触物体都是变形体时。这种模拟中的结构可以是二维的或 者是三维的。ABAQUS/Standard 也可以模拟一个变形体的有限滑动自接触问题。

变形体与刚性表面之间接触的有限滑动公式不像两个变形体之间接触的有限滑动公式那么复杂, 主面是刚性面的有限滑动模拟可以应用在二维和三维的模型上。 Note

S



ABA2US 2022 中文版有限元分析从入门到精通

4.5.1 实例描述

-

下面将分析二维圆盘与平板的接触实例,模型顶部有一个刚性的(无弹性和塑性变形)圆盘,圆盘的底部与平板上沿部分相接触(见图 4-1),在圆盘上沿着 Y 轴负方向施加 10 kN 的集中力。接触面润滑良好且无摩擦。除接触力之外,平板不承受其他载荷。要求分析模型的受力状态。



图 4-1 圆盘与平板模型示意图

- ☑ 此问题研究的是结构的静态响应,使用 ABAQUS/Standard 作为求解器,所以分析步类型应为"静力,通用"。
- ☑ 在接触分析中,如果接触属性为默认的"硬接触",则应尽可能使用"一阶单元",本实例 选用 CPS4I 单元 (平面应力四边形双线性非协调单元)。
- ☑ 圆盘为刚性的,且几何形状简单,可以用解析刚体来模拟。

4.5.2 创建部件

1. 创建平板

单击工具区中的"创建部件"按钮,打开"创建部件"对话框,在"名称"文本框中输入"Part-ban", 设置"模型空间"为"二维平面"、"类型"为"可变形",如图 4-2 所示,然后单击"继续"按钮 进入草图模块后,单击工具区中的"创建线:矩形(四条线)"按钮,在视图区下方输入矩形 第一个点的坐标(-20,10),然后再输入第二个点的坐标(20,0),双击鼠标中键,即完成平板的绘制。

2. 创建圆盘

(1)单击工具区中的"创建部件"按钮,打开"创建部件"对话框,在"名称"文本框中输入"Part-pan",设置"模型空间"为"二维平面"、"类型"为"解析刚性",如图 4-3 所示,然后单击"继续"按钮 ******.。

(2)单击工具区中的"创建圆弧:圆心和两端点"按钮①,在视图区下方输入圆心坐标(0,15), 单击鼠标中键(或按 Enter 键),然后输入圆弧起始点坐标(0,10),单击鼠标中键,再输入圆弧的终 点坐标(-5,15),单击鼠标中键,即完成圆盘轮廓的 1/4 圆弧。







表 4-1 圆弧数据

序号	圆 心	起 始 点	终点
1	(0,15)	(-5,15)	(0,20)
2	(0,15)	(0,20)	(5,15)
3	(0,15)	(5,15)	(0,10)

✔ 提示:解析刚体的截面图形必须由线段、小于180°的弧线及抛物线组成,因此不能使用"创建
 圆:圆心和圆周"工具①绘制整个圆。

(4)在绘制完刚体部件后,必须为刚体部件指定一个参考点,刚体部件的边界条件和载荷都要施加在此参考点上,在分析过程中,整个刚体部件各处的位移都和此参考点的位移相同。执行菜单栏中的"工具"→"参考点"命令,然后单击刚体顶部的点,如图 4-4 所示。



图 4-4 为刚体指定参考点

፼提示:在"部件"模块下为部件所加的参考点,将隶属于这个部件。

4.5.3 定义材料属性

(1) 在环境栏的"模块"下拉列表框中选择"属性"选项,选择"部件"为"Part-ban",进入 材料属性编辑界面。单击工具区中的"创建材料"按钮2,打开"编辑材料"对话框,如图 4-5 所示, ABA2US 2022 中文版有限元分析从入门到精通

默认名称为"Material-1"。

Note

🚔 编辑材料		×
名称: Material-1		
描述:		I
材料行为		
弹性		
通用(G) 力学(M)	热学(I) _电/磁	其它(0)
弹性		
类型:各向同性	\sim	▼ 子选项
□ 使用与温度相关的数	如据	
场变量个数: 0	-	
模量时间尺度 (用于粘)	单性): 长期 🗸	
□ 无压缩		
□ 无拉伸		
数据		
杨氏模量	泊松比	
1 210000	0.3	
确定		取消

图 4-5 "编辑材料"对话框

(2)在"材料行为"选项组中依次选择"力学"→"弹性"→"弹性"选项。此时,在下方出现的数据表中依次设置"杨氏模量"为"210000"、"泊松比"为"0.3",保持其余参数不变,单击"确定"按钮 matching

4.5.4 定义和指派截面属性

1. 创建截面

单击工具区中的"创建截面"按钮,打开"创建截面"对话框,默认名称为"Section-1",保持其他项不变,如图 4-6 所示,单击"继续"按钮 缓缓,打开"编辑截面"对话框,在"材料"下拉列表框中选择"Material-1"选项,如图 4-7 所示,单击"确定"按钮 ≥ 。

🔷 创建截	面 ×
名称: Sect	ion-1
美别	类型
◉ 实体	均质
〇亮	广义平面应变
〇梁	欧拉
○ 其它	复合
继续	取消

图 4-6 "创建截面"对话框

A month		
₩ 場積截回		×
名称: Section-1		
<u> 类型:</u> 实体, 均质		
材料: Material-1	~	<u>v</u> e
□ 平面应力/应变厚度: 1		
确定	取消	

图 4-7 "编辑截面"对话框

2. 指派截面属性

单击工具区中的"指派截面"按钮,在视图区选择整个平板,单击提示区中的"完成"按钮题 (或在视图区单击鼠标中键),打开"编辑截面指派"对话框,在"截面"下拉列表框中选择"Section-1"

第4章 接触分析 S 选项,如图 4-8 所示,单击"确定"按钮 。 🔷 编辑截面指派 × 区域 区域: Set-1 截面 ~ İ 截面: Section-1 Note 注意: 这里只列出可以应用于选中区域的截面. <u> 美型</u>: 实体,均质 材料: Material-1 厚度 指派: ④ 来自截面 〇 来自几何 确定 取消 图 4-8 "编辑截面指派"对话框

4.5.5 定义装配

在"模块"下拉列表框中选择"装配"选项,执行菜单栏中的"实例"→"创建"命令,打开"创 建实例"对话框,在"部件"选项组中选择"Part-ban"和"Part-pan"选项,保持各项默认值,如图 4-9 所示,单击"确定"按钮 。

🔷 创建实例			×
创建实例从:			
● 部件 ○ 模型			
部件	_	_	
Part-ban Part-pan			
实例类型			
● 非独立(网格在部件上)			
○ 独立(网格在实例上)			
注意:要改变一个非独立实	例网格, 您必须	编辑其部件的网	格.
□ 从其它的实例自动偏移			
确定	应用	取消	1
			_

图 4-9 "创建实例"对话框

4.5.6 设置分析步

本模型的分析步将包含以下几个部分。

- ☑ Initial (初始分析步): 该分析步用来定义边界条件。
- ☑ 分析步1:在圆盘上施加一个较小的力,使各个接触关系平稳地建立起来,以免把所有载荷 都施加到模型上,导致分析无法收敛。
- ☑ 分析步 2: 将圆盘上的作用力改为 100 kN。

在接触分析中,通常先定义一个只有很小位移载荷的分析步,让接触关系平稳地建立起来,然后 在下一个分析步中再施加真实的载荷。这样虽然分析步的数目增加了,但是降低了收敛的困难度,计 算时间反而会减少。





1. 设置全局种子

单击工具区中的"种子部件"按钮 ,打开"全局种子"对话框,设置"近似全局尺寸"为"1", 如图 4-13 所示,单击"确定"按钮 建。此时提示区出现"布种定义完毕",单击后面的"完成"按 钮题,完成种子定义。

		第4章	接触分析	S	
				Cue P	
2 . 正义网恰偶性					
单击工具区中的"指派] 为"四边形"、"技术"为"	网格控制属性"按钮 结构",如图 4-14 所	监, 打开"网格 示,单击"确定	控制属性"对 定"按钮 啶 。	话框,设置"单元形状'	,
 ◆ 金局种子 尺寸控制 近似全局尺寸: 1 ☑ 曲率控制 最大偏离因子(0.0 < h// (每个圆上的近似单元数) 最小尺寸控制 ● 按占全局尺寸的比例 ○ 按绝对值 (0.0 < mi 確定 应用 图 4-13 " 台 	× (0.0 < min < 1.0) 0.1 n < 全局尺寸 0.4) 默认值 取消 全局种子"对话框	 ◆ 网情控制 単元形状 ● 四边形 技术 ● 発持原状 ● 自由 ● 強樹 ● 扫掠 ● ゴ琼 ● 重复 通定 孫子 图 4-14 	 ■ /ul>	× 	Note
3. 设定单元类型					
单击工具区中的"指派 元类型"对话框,设置"几 如图 4-15 所示,单击"确定	单元类型"按钮, 何阶次"为"线性", "按钮 🚾 。	在视图区将部 ,其他选项保持	件全选,并单 默认值,此时	击鼠标中键,打开"单 的单元类型为 CPS4R,	
	➡ 单元类型		×		
	单元库 族		^		
	 Standard C Expired 28的載面 几何阶次 6.後世 〇 二次 	e Pore Pressure	~		
	四边形 三角形				
	中プロ空制/層性 沙漏削度: ● 使用默认 ○ 指定 二阶精度: ○ 是 ● 否 扭曲控制: ● 使用默认 ○ 是 ● 否 近時構成: ○ 是 ● 否 () () () () () () () () () () () () () (402mRilee のlilee キレルト へい 単元、減縮积分、沙漏控制」	^ // / / / / / / / / / / / / / / / / / /		
	注意:要为网格划分选择一个单元形状,请	从主菜单栏中选择 "网格->控制师	 星性".		
-	确定	默认值取	消		
	图 4-15 "」	单元类型"对话框	Ē		
4. 划分网格					
单击工具区中的"为部/ 所示。	件划分网格"按钮	,在视图区单击	- 鼠标中键,网	格划分完成,如图 4-16	,)
	图 4-16	为部件划分网格			
		• 85 •			

4.5.8 定义接触

1. 定义各个接触面

(1)在"模块"下拉列表框中选择"相互作用"选项,进入相互作用模块,执行菜单栏中的"工 具"→"表面"→"管理器"命令,打开"表面管理器"对话框,单击"创建"按钮 ⁶⁰/₂₀,在"名称" 文本框中输入"Surf-ban","类型"为"几何",单击"继续"按钮 ²⁰/₂₀。单击圆盘与平板相接触的面, 如图 4-17 (a)所示,然后在视图区单击鼠标中键确认。

(2) 用类似的方法来定义 Surf-pan,由于圆盘是解析刚体,在创建面时 ABAQUS/CAE 会在提示区 中显示"选择一边作为边:深红,黄色",这时应选择刚体的外侧所对应的颜色,如图 4-17 (b) 所示。



图 4-17 定义部件接触面

7 提示:一对接触面的法向方向应该相反,都指向实体的外部。

2. 定义无摩擦的接触属性

单击工具区中的"创建相互作用属性"按钮号,打开"创建相互作用属性"对话框,各项参数都保持默认值,单击"继续"按钮 ²⁰⁰,打开"编辑接触属性"对话框,选择"力学"→"切向行为"选项,在"摩擦公式"下拉列表框中选择"无摩擦"选项,如图 4-18 所示,单击"确定"按钮 ²⁰⁰。

⇔ 编辑接触属性	×
名称: IntProp-1	
接触属性选项	
切向行为	
力学(M) 热学(I) 电(E)	Ø
切向行为	
摩擦公式: 无摩擦	\sim
确定	取消

图 4-18 "编辑接触属性"对话框

提示:此处也可不对无摩擦属性进行定义,ABAQUS 中默认的接触属性即无摩擦,此处操作仅为 使读者掌握定义摩擦接触属性的方法与途径。

3. 定义接触

Note

 Improvementation of the second /li>		💠 创建相互作用	×				
Image indext (indext indext inde		名称: Int-1	1				
Image State Sta		步骤:	1	🔷 区域选择		×	
Winderstand		可用于所选分析步的类型	<u>8</u>	合格的表面			JN
Image: Status Image: Status Image: Status Image: Status Image: Status Image: Status Image: Imag		通用接触 (Standard) 表面与表面接触 (Stand	ard)	下列表面可能含有面。 名称过 _速 :	ڳ		
With With Wester, With With With With With With With With		自接触 (Standard) 流体腔		名称	类型		
Image: Imag		液体交换 XFEM 裂纹生长		Surf-ban Surf-pan	表面 表面		
Image: Image		循环对称					
Image: Imag		激励器/传感器		□ 在视口中高亮显示所述	时象		
 图 4-19 "创建相互作用"对话框 图 4-20 "区域选择"对话框 ① 此时要求选择"secondary type"(次要类型),单击提示区中的"表面"按钮重,在打开 约"区域选择"对话框中选择"Surf-ban",单击"继续"按钮 ■ . ② 提示:主面一般选择硬度相对核高的部件表面。执行菜单栏中的"相互作用"一"管理器"命令, 在打开的"相互作用管理器"对话框中选中已定义的接触 Int-I 后面的"创建"选项,再单 击"编辑" 按钮,可以查看接触面的位置是否正确。 3) 在打开的"编辑相互作用"对话框中不改变默认的参数"滑移公式:有限滑移",如图 4-21 历示,单击"确定"按钮 ■ . 		继续	取消	继续	×	(Fi)	
 (2)此时要求选择"secondary type"(次要类型),单击提示区中的"表面"按钮率,在打开 9("区域选择"对话框中选择"Surf-ban",单击"继续"按钮 率。。 #示:主面一般选择硬度相对较高的部件表面。执行菜单栏中的"相互作用"→"管理器"命令、 在打开的"和互作用管理器"对话框中选中已定义的接触Int-1 后面的"创建"选项,再单 击"编辑"按钮、可以查看接触面的位置是否正确。 (3)在打开的"编辑相互作用"对话框中不改变默认的参数"滑移公式:有限滑移",如图4-21 所示,单击"确定"按钮 率。 ************************************	图 4-	19 "创建相互	作用"对话框	图 4-20	"区域选择"对	话框	
 (2) 此时要求选择"secondary type"("汉要突至型),毕击提示区中时"表面"按钮题,在打开 的"区域选择"对话框中选择"Surf-ban",单击"继续"按钮 ■ 提示:主面一般选择硬度相对较高的部件表面。执行菜单栏中的"相互作用"→"管理器"命令, 在打开的"编辑相互作用管理器"对话框中选中已定义的接触Int-1 后面的"创建"选项,再单 击"编辑"按钮,可以查看接触面的位置是否正确。 (3) 在打开的"编辑相互作用"对话框中不改变默认的参数"滑移公式:有限滑移",如图 4-21 所示,单击"确定"按钮 ■ 《 编辑图E16月 》 ###E16月 》 ####E16月 》 ####E16月 》 ####E16月 》 ####E16月 》 ####E16月 》 ####E16月 》 ####E16月 》 ####################################			1				ю н тт
 第 Y 古花中选择 "Surf-ban", 单击 "继续" 按钮 些。. 第 Hamilton and the second and t	(2) 此	时要求选择"s	econdary type"	次要类型),単击	·提示区中的"表	え面"按钮题…,在打	打开
 提示:主面一般选择硬度相对较高的部件表面。执行菜单栏中的"相互作用"→"管理器"命令, 在打开的"相互作用管理器"对话框中选中已定义的接触 Int-1 后面的"创建"选项,再单 击"编辑" 按钮,可以查看接触面的位置是否正确。 (3)在打开的"编辑相互作用"对话框中不改变默认的参数"滑移公式:有限滑移",如图 4-21 后示,单击"确定"按钮 ■ 	匀"区域选择	"对话框中选	择"Surf-ban",鸟	皂击"继续"按钮	继续。		
◆ 編輯區作用 ×	在 去 (3)在 打	T开的"相互们 "编辑"按钮, T开的"编辑相	用管理器"对话 可以查看接触面 互作用"对话框	框中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的参	9接触 Int-1 后面 参数"滑移公式:	r的"创建"选项, 有限滑移",如图4	再单 4-21
Even Main surface: Succondary surface: Surf-pan Main surface: Surf-pan Succondary surface: Surf-pan Imberg/Ingg Degree of smoothing for main surface: Degree of smoothing for main surface: O2 Uff supplementary Iddate: O Edited to UA* Odd Imberg/Ingg Degree of smoothing for main surface: Degree of smoothing for main surface: O2 Uff supplementary Iddate: O Edited to UA* Odd Imberg/Ingg Degree of smoothing for main surface: Outget Outget Uff supplementary Iddate: O Edited to UA* Odd Imberg/Ingg Degree of smoothing for main surface: Outget Outget Impergree Impergree Impergree Impe	在打 击 (3)在打 所示,单击"	「开的"相互们 "编辑"按钮, 「开的"编辑相 确定"按钮 ■	用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框: 。	框中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的参	9接触 Int-1 后面 参数"滑移公式:	p的"创建"选项,是 有限滑移",如图4	再单 4-21
Střiž: Initial Main surface: Surf-pan Secondary surface: Surf-pan BWS元: ① 有限通程 ② 小将修 高歌に方法: 漫画 表面 Degree of smoothing for main surface: 0.2 使用 upplementary 接触点: ② 起発性地 ③ 从不 ② 急星 接触振踪: ③ 双配置(許登) ④ 单配置(状态) Secondary Adjustment 表面平清 过登量 粘接 ④ 不喝整 ● 只为喝整到動始过程 ● 方喝整 ● 只为喝整到動始过程 ● 方喝整 ● 日本日: 低心社 日日日 七〇日日 日 日〇千 石	在封 击 (3)在打 所示,单击"	「开的"相互价 "编辑"按钮, 「开的"编辑柞 确定"按钮 ■	 用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框! /ul>	框中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的参	り接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ×	p的"创建"选项,并有限滑移",如图。	再单 4-21
Main surface: Surf-pan Secondary surface: Surf-ban Media: Surf-ban Med	在打 击 (3)在打 所示,单击"	「开的"相互竹 "编辑"按钮, 「开的"编辑相 确定"按钮	 用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框! 。 。 \$\$\$\$ #\$	框中选中已定义的的位置是否正确。 中不改变默认的参	ウ接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ×	p的"创建"选项,并有限滑移",如图。	再单 4-21
福松公式、● 有限海豚 ● 小陽塚 ● 時期 supplementary 接触: ● 砂田園(学会) ● 単配置(状态) Secondary Adjustment ● 砂田園(学会) ● 小周紫 ● 小月 ● 小月 ● 本日 ● 本日 ● 本日 ● 本日 ● 本日 ● 本日 ● 田	在打 击 (3)在打 所示,单击"	1开的"相互价 "编辑"按钮, 丁开的"编辑相 确定"按钮	用管理器"对话 可以查看接触面 互作用"对话框 。	框中选中已定义的的位置是否正确。 中不改变默认的参	り接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ×	p的"创建"选项,并有限滑移",如图。	再单 4-21
■ 新秋方派: 梁国-丞回 」 排除天/現現 Degree of smoothing for main surface: 0.2 使用 supplementary 接触派: ④ 远路性地 ○ 从不 ○ 急星 接触照死: ④ 双配置(路径) ○ 单配置(状态) Secondary Adjustment 秦西平海 过金星 粘接 ④ 不顺整 ○ 月功陽堅反關語定容差: 0 ○ 人相樂堅反感指定容差: 0 ○ 人相樂堅反感情定容差: 0 ○ 人相樂堅反感情定容差: 0 ○ 人相樂堅反感情定容: 0 ○ 人相樂堅反感情定容: 0 ○ 人相樂堅反感情定容: 0 ○ 人相樂堅反感情定容: 0 ○ 人相樂反反感[○ 人相樂[○ 人相]]	在打 击 (3)在打 所示,单击"	「开的"相互竹 "编辑"按钮, 丁开的"编辑相 确定"按钮	 用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框! ○ ◆ 編輯相互作用 客称: Int-1 类型: 表面与表面接触 (Stand 分析步: Initial Main surface: Surf- Secondary surface: Surf- 	ue中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的刻 ^{Jard} ban ♪↓↓	ウ接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ×	p的"创建"选项,并有限滑移",如图。	再单 4-21
Degree of smoothing for main surface: 0.2 使用 supplementary 接触部: ● 连路律部 送她說那: ● 如田雪信(秋志) Secondary Adjustment 麦面平滑 ● 不喝整 ● 只为调整区域描定容器: ● 力调整区域描定容器: ● ● 人均ust secondary nodes in set: ● ● 人均ust secondary nodes in set: ● ● 在分析步中激活 ● ● 西分析步中激活 ●	在打 击 (3)在打 所示,单击"	1开的"相互们 "编辑"按钮, 丁开的"编辑相 确定"按钮 ■	 用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框! ○ ◎ ๑ ๑ ๑ ๑ <	ue中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的参	り接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ────	p的"创建"选项,并有限滑移",如图。	再单 4-21
使用 supplementary 接触: ● 法择性地 ○ 从不 ○ 总是 接触跟 ● 文明監 ● 不调整 ● 分词感型到删除过盈 ● 分词感型反域指定容差: 0 ● Adjust secondary nodes in set:	在封 击 (3)在封 所示,单击"	1开的"相互竹 "编辑"按钮, 丁开的"编辑相 确定"按钮	 用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框! 二作用"对话框! 二條備相互作用 各称: Int-1 类型: 表面与表面接線 (Stand 分析步: Initial Main surface: Surf- [Secondary surface: Surf- [Secondary surface: Surf- [高能公式: ④有限滑移 ○小將 高散化方法: 表面-表面 二指除表/履厚度 	ue中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的参 dard) pan pmp mp	り接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ×	p的"创建"选项,并有限滑移",如图。	再单 4-21
Secondary Adjustment 表面平滑 过盈量 粘接 ● 不喝整 ● 只为喝整区域指定容差: 0 ● Adjust secondary nodes in set: 接触作用属性: IntProp-1 连项: FFPI 922 接触控制 (武以) ● 在本分析步中激活 ■ 日本4.1 年代在日本工作日期21日工作日期21日工作	在打 击 (3)在打 所示,单击"	1开的"相互们 "编辑"按钮, 丁开的"编辑相 确定"按钮 ■	用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框 。	框中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的参 dard) can pup main surface: 0.2	り接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ×	p的"创建"选项,并 有限滑移",如图。	再单 4-21
● 不调整 ● 只为调整回删除过盈 ● 为调整区域指定容差: 0 ● Adjust secondary nodes in set: 接触作用雇性: IntProp-1 正项: 接触控制 (武以) ● 在本分析步中激活 ● 通定 取消 四 4.01. (4位) 扫 4.11 元 (4、日11.21) 元 (5)	在封 击 (3)在封 所示,单击"	1开的"相互竹 "编辑"按钮, 1开的"编辑相 确定"按钮 ■	用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框! 。	框中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的参 hard) pan pan pan pan pan pan pan pan pan pan	9接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ×	p的"创建"选项,并有限滑移",如图。	再单 4-21
 ○ 欠り端壁型開き込金 ○ 为場壁区域指定容差: 0 ○ Adjust secondary nodes in set: 接触作用雇性: IntProp-1 译 近项: 计方用图型。 接触控制 (既以) ○ 在本分析步中激活 	在封 击 (3)在封 所示,单击"	1 开的"相互们 "编辑"按钮, 丁开的"编辑相 确定"按钮 ■	用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框!	框中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的多 中不改变默认的多 中不改变默认的多 。 * ●选择性地 ○人不 ○ 总局 ○ 単配置(状态) 面平滑 过盈量 粘膜	今接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ×	h的"创建"选项,并有限滑移",如图。	再单 4-21
○ Adjust secondary nodes in set: 接触作用属性: IntProp-1 逐项: 計影問題. 接触控制 (取込) ☑ 在本分析步中激活 通定 取消 四 4.01. (化合用 中1 元 化 田 円 2 元 に 五	在封 击 (3)在封 所示,单击"	1开的"相互竹 "编辑"按钮, 1开的"编辑柞 确定"按钮	用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框! 。	框中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的多 ^{aard} ^{ban}	9接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ×	p的"创建"选项,并有限滑移",如图4	再单 4-21
接触作用属性: IntProp-1 透现: FFが問題: 接触控制 (武法) ② 在本分析步中激活 通定 取消 四 4 01. ((位) 打 打 丁 / () 丁 / ()	在封 击 (3)在封 所示,单击"	1 开的"相互们 "编辑"按钮, 丁开的"编辑相 确定"按钮 ■	 用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框! ○ ◆ 编辑相互作用 名称: Int-1 类型: 表面与表面接触(Stand 分析步: Initial I Main surface: Surf- 常をこ式: ●有限滑移 ○小消 畜散化方法: 表面表面 □ 非除考」個厚像 ○小消 畜散化方法: 表面表面 □ 非除考」個厚像 ○小消 畜散化方法: ●有限滑移 ○小消 畜散化方法: 表面表面 □ 非除考」個厚像 ○小消 畜散化方法: ●有限滑移 ○小消 ○ 方调整 ○ 贝和雷(路径) Secondary Adjustment 表 ◎ 不调整 ○ 贝为调整区域指定容差: 0 	框中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的参 hard) pan pup main surface: 0.2 ≋ ◎选择性地 ○从不 ○总器 ○单配置(状态) 面平滑 过盈量 粘接	今接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ×	h的"创建"选项,并有限滑移",如图。	再单 4-21
遊販:	在打 击 (3)在打 所示,单击"	1开的"相互竹 "编辑"按钮, 1开的"编辑柞 确定"按钮	用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框! 。	框中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的多 ^{dard}) ^{pan} ^{pan ^{pan} ^{pan ^{pan} ^{pan} ^{pan} ^{pan} ^{pan} ^{pan} ^{pan} ^{pan} ^{pan ^{pan ^{pan ^{pan} ^{pan} ^{pan} ^{pan ^{pan} ^{pan ^{pan} ^{pan} ^{pan ^{pan} ^{pan ^{pan ^{pan ^{pan ^{pan ^{pan ^{pan ^{pan ^{pan}}}}}}}}}}}}}}}}}	9接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ×	h的"创建"选项,并有限滑移",如图。	再单 4-21
接触控制 (成认) 一 在本分析步中激活 通定 取消 下日 4 21	在封 击 (3)在封 所示,单击"	「开的"相互们"编辑"按钮, "编辑"按钮, 「开的"编辑相确定"按钮 ▲	用管理器"对话: 可以查看接触面 可以查看接触面 互作用"对话框! ○ ◆ 编辑相互作用 名称: Int-1 类型:表面与表面接触(Stand 分析步: Initial I Main surface: Surf- 了Secondary surface: Surf- 了Secondary surface: Surf- 清穆公式: ④有限滑影 〇小 高散化方法: 表面表面 □ 排除声/個厚度 Degree of smoothing for 使用 supplementary 接触。 按触照序: ④双配置(跳径) Secondary Adjustment 表 ● 不调整 ○ 只为调整区域指定容差: 0 ○ Adjust secondary nodes 接触作用属性: IntProp-1	框中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的参 hard) pan pup main surface: 0.2 e: ◎选择性地 ○从不 ○ 总感 ○ 单配置(状态) 面平滑 过盈量 粘膜	 今接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: × × /ul>	h的"创建"选项, 并 有限滑移", 如图。	再单 4-21
	在封 击 (3)在封 所示,单击"	1 开的"相互竹 "编辑"按钮, 1 开的"编辑相 确定"按钮 ●	用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框! 。	ue中选中已定义的 的位置是否正确。 中不改变默认的多 ard) pan pan pan pan pan pan pan pan pan pan	今接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ×	p的"创建"选项,并 有限滑移",如图。	再单 4-21
	在封 击 (3)在封 所示,单击"	1 开的"相互竹 "编辑"按钮, 1 开的"编辑相 确定"按钮	 用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框 ○ ◆ 编辑相互作用 客称: Int-1 类型:表面与表面接触(Stand 分析步: Initial Main surface: Surf- 第修之式: ●有限滑移 ○小湯 高散化方法:表面表面 一排除壳/鎮厚度 Degree of smoothing for 使用 supplementary 接触: 接触跟踪: ●双配置(路径) Secondary Adjustment 表 ● 不调整 ○ 只为调整区域指定容差: 0 ○ Adjust secondary nodes 接触作用属性: [ntProp-1] 透现: 子湾四型。 接触控制 (默认) 	進中选中已定义的 适置是否正确。 中不改变默认的 ard) pan	今接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ×	h的"创建"选项,并有限滑移",如图。	再单 4-21
	在封 击 (3)在封 所示,单击"	1 开的"相互们 "编辑"按钮, 1 开的"编辑相 确定"按钮 ■	 用管理器"对话: 可以查看接触面 互作用"对话框! ○ ◆ 編編相互作用 名称: Int-1 类型:表面与表面接触(Stand 分析步: Initial Main surface: Surf-1 Secondary surface: Surf-1 唐をのうまで、「「「「「」」 Becondary surface: Surf-1 「第後之式: ● 有限滑移 ○ 小湯 高散化方法: 表面-表面 □ 排除表/膜厚度 Degree of smoothing for 使用 supplementary 接続: 接触跟踪: ● 双配置(路径) Secondary Adjustment 表 ● 不凋整 ○ 只为调整区域指定容差: 0 ○ Adjust secondary nodes 接触作用属性: IntProp-1 透现: 「デジリアジー 接触控制 (鉄认) ○ 在本分析步中激活 	推中选中已定义的 拉尔中已定义的 拉尔中已定义的 拉尔中已定义的 和尔政变默认的 和尔政变默认的 和尔政变默认的 和尔政变影认的 和尔政变影认的 和尔文教授 和波 和 和波 和 和波 和	今接触 Int-1 后面 参数"滑移公式: ★	p的"创建"选项,并 有限滑移",如图。	再单 4-21

4.5.9 定义边界条件和载荷



在"模块"下拉列表框中选择"载荷"选项,进入载荷编辑界面。

1. 定义集合

-X

执行菜单栏中的"工具"→"集"→"管理器"命令,打开"设置管理器"对话框,依次创建下 列集合。

(1) Set-Fix 集合: 平板上施加固支边界条件的端面。

单击"创建"按钮 🕮, 打开"创建集"对话框,在"名称"文本框中输入"Set-Fix",单击"继续"按钮 🐲, 选中如图 4-22 (a)中所示的面,在视图区单击鼠标中键确认, Set-Fix 集合建立完毕。

(2) Set-Point 集合:圆盘上的参考点集合。

单击"创建"按钮 🕮 , 在打开对话框的"名称"文本框中输入"Set-Point", 单击"继续"按钮 🕮 , 选中圆盘部件顶端参考点 RP, 如图 4-22 (b) 所示, 在视图区单击鼠标中键确认。



图 4-22 定义约束集合

集合定义完毕后,这两个集合会出现在"设置管理器"对话框中,如图 4-23 所示。

2. 定义边界条件

(1)单击工具区中的"创建边界条件"按钮, 打开"创建边界条件"对话框,在"名称"文本框中输入"BC-Fix",设置"分析步"为"Initial"(初始步),单击"继续"按钮 ****.。打开"区域选择"对话框,选择"Set-Fix",如图 4-24 所示,单击"继续"按钮 ****.。在打开的"编辑边界条件"对话框中选中"完全固定(U1=U2=U3= UR1=UR2=UR3=0)"单选按钮,如图 4-25 所示。

			🔷 区域选择	×
			符合条件的集合	
			以下集合可能包含顶点、边、萨	面、几何体或节点.
			名称过滤:	۴
💠 设置管理器		×	名称	类型
			Part-ban-1.Set-1	几何
名称	类型		Set-Fix	几何
Set-Fix	几何		Set-Point	几何
Set-Point	几何			
			□ 在视口中高亮显示所选对象	
创建 编辑	复制 重命名 删除	关闭	继续	关闭
图 4-	23 "设置管理器"对话标	宦	图 4-24	"区域选择"对话框



第4章 接触分析

(2) 用同样的方法创建边界条件 BC-Point,设置"分析步"为"Initial"(初始步),"可用于所选 分析步的类型"为"位移/转角",单击"继续"按钮 ***。。在打开的"区域选择"对话框中选择"Set-Point", 单击"继续"按钮 *****。在打开的"编辑边界条件"对话框中选中"U1"和"UR3"复选框,如 图 4-26 所示, 单击"确定"按钮 。

♣ 编辑边界条件	×
名称: BC-Fix	
类型: 对称/反对称/完全固定	
分析步: Initial	
区域: Set-Fix	
坐标系:(全局) 🄉 🙏	
XSYMM (U1 = UR2 = UR3 = 0)	
○ YSYMM (U2 = UR1 = UR3 = 0)	
○ ZSYMM (U3 = UR1 = UR2 = 0)	
〇 XASYMM (U2 = U3 = UR1 = 0; 只用于 Abaqus/Standar	d)
〇 YASYMM (U1 = U3 = UR2 = 0; 只用于 Abaqus/Standar	d)
〇 ZASYMM (U1 = U2 = UR3 = 0; 只用于 Abaqus/Standar	d)
○ 铰结 (U1 = U2 = U3 = 0)	
确定 取消	

🔷 编辑边界	条件		×
名称: BC-F	Point		
类型: 位移	/转角		
分析步: Initia	al		
区域: Set-	Point		
坐标系: (全	局) 🗟 🙏		
. ∠ U1			
🗌 U2			
🗹 UR3			
注意:后续分	析步中将保持位	移值.	
确定	1	取消	

图 4-25 "编辑边界条件"对话框 1 图 4-26 "编辑边界条件"对话框 2

(3) 单击工具区中的"边界条件管理器"按钮,可以看到,上述创建的边界条件已列于表中, 如图 4-27 所示。

3. 定义载荷

(1) 在分析步1中,首先对圆盘施加一个较小的力。单击工具区中的"创建载荷"按钮➡,在 打开的"创建载荷"对话框的"名称"文本框中输入"Load-Point",设置"分析步"为第一个分析步 "Step-10kN","可用于所选分析步的类型"为"集中力",如图 4-28 所示,单击"继续"按钮 ***.。 在打开的"区域选择"对话框中选择"Set-Point"选项,如图 4-29 所示,单击"继续"按钮 ***-。 打开"编辑载荷"对话框,在"CF2"文本框中输入"-10",如图 4-30 所示,单击"确定"按钮 ☞。

	名称	Initial	Step-10kN	Step-100kN	编辑.
/	BC-Fix	已创建	传递	传递	1-12
/	BC-Point	已创建	传递	传递	/11/199
					右移
					激活 取消激
祈	·步:				激活 取消激
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	(步: (多件 类型: 双	1称/反对称/完	全固定		設活
	(步: (多件 类型: 双 (多件 状态: E	1称/反对称/完 3在此分析步中	全固定		激活 取消激

🔷 创建载荷	×
名称: Load-Point	
分析步: Step-10kN	~
步骤: 静力, 通用	_
美别	可用于所选分析步的类型
① 力学	集中力 ^
○ 热学	弯矩
○ 声学	压强
○ 流体	壳的边载荷
O Electrical/Magnetic	表面载荷 管道压力
○ 质量扩散	体力
○其它	线载荷
	重力
	螺栓载荷 ∨
继续	取消
图 4-28 " 创 3	建载荷"对话框

Note

S

				🕈 编辑载荷		×
			4	马称: Load-Point		
			ġ	赵型: 集中力		
🔷 区域选择		×	5	分析步: Step-10kN Zhate Scet D-1::	(静力, 通用)	
符合条件的集合			-	עמג: Set-Point	N 1	
下列集合可能包含结点或测	<u>贞点.</u> 		2	と休祭:(生向)		f(x)
名称过滤:			2	σγπρ: —Ξχ Σε1.	~	1(*)
当标 Set-Point	几何			F1:		1
						л .
			r	mill: (Kamp) 同期随结卢族结	\simeq	Ĩ
□ 在视口中高亮显示所选	对象		L 3	1.5.7.7.1.7.7.7.1.00E+3	个结点的力.	
继续	关闭		-	确定	取消	1
						1
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, > 打开"载荷管理器"对话框 单击"编辑"按钮 ﷺ, 打 "确定"按钮 ﷺ。	"区域选择"对话标 将圆盘所受外载荷 ,选择分析步"Sta 丁开"编辑载荷"对	^框 升至 100 kN ep-100kN" 寸话框,设5	图, N。单击工具 下面的"传 置"CF2"之	4-30 "编辑 具区中的" "递"选项, 为"-100",	^異 载荷" 载荷管 如图 如图	对记 理器 4-31 4-32
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, 2 打开"载荷管理器"对话框 单击"编辑"按钮 ﷺ, 打 "确定"按钮 ﷺ。	"区域选择"对话标 将圆盘所受外载荷 ,选择分析步"Sta 丁开"编辑载荷"对	^框 升至 100 kN ep-100kN" 时话框,设5	图, N。单击工具 下面的"传 置"CF2"之	4-30 "编辑 具区中的" 注递"选项, 为"-100",	^{揖载荷"} 载荷管 载荷管 如图4 如图4	对记 理器 4-31 4-32
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, > 打开"载荷管理器"对话框 单击"编辑"按钮 ﷺ, 打 "确定"按钮 ﷺ。	"区域选择"对话标 将圆盘所受外载荷 ,选择分析步"Sta 丁开"编辑载荷"对	_框 升至 100 kN ep-100kN" 寸话框,设5	图, N。单击工具 下面的"传 置"CF2"之	4-30 "编辑 【区中的" "递"选项, 内"-100", ◆ 編鐵稿 名称: Load-Poin	^{揖载荷"} 载荷管: 如图 ⁴ 如图 ⁴	对记 理器 4-31 4-32
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, > 打开"载荷管理器"对话框 单击"编辑"按钮 ﷺ, 打 "确定"按钮 ﷺ。	"区域选择"对话标 将圆盘所受外载荷 ,选择分析步"Sta 丁开"编辑载荷"对	^框 升至 100 kN ep-100kN" 寸话框,设于	图, N。单击工具 下面的"传 置"CF2";	4-30 "编辑 【区中的" "递"选项, 为"-100", ◆ 編編載荷 各称: Load-Poin 类型: 集中力	揖载荷" 载荷管: 如图 - 如图 - 如图 - 和图 -	对记 理器 4-31 4-32
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, 2 打开"载荷管理器"对话框 单击"编辑"按钮 , 打 "确定"按钮 。	"区域选择"对话标 将圆盘所受外载荷 ,选择分析步"Sta 丁开"编辑载荷"对	^框 升至 100 kN ep-100kN" 寸话框,设5	图, N。单击工具 下面的"传 置"CF2"之	4-30 "编辑 【区中的" 注递"选项, 为"-100", ◆ 編編載荷 各称: Load-Poin 类型: 集中力 分析步: Step-100 図換: Set-Point	^揖 载荷" 载荷管: 如图 ⁴ 如图 ⁴ nt KN (備力, 週門	对记 理器 4-31 4-32
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, × 打开"载荷管理器"对话框 单击"编辑"按钮 ﷺ, 打 "确定"按钮 。	"区域选择"对话标将圆盘所受外载荷到。 ,选择分析步"Sta T开"编辑载荷"环	框 升至 100 kN ep-100kN" 寸话框,设于	图, N。单击工具 下面的"传 置"CF2"之	4-30 "编辑 【区中的" "递"选项, 为"-100", 今 编辑载荷 名称: Load-Poil 类型: 集中力 分析步: Step-1001 区域: Set-Point 坐标系: (全局)	^貫 载荷" 载荷管: 如图 ₄ 如图 ₄ mt kN (藤⊅, 運	对词 理器 4-31 4-32
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, × 打开"载荷管理器"对话框 单击"编辑"按钮 編編, 打 "确定"按钮 編定。	"区域选择"对话标 将圆盘所受外载荷 ,选择分析步"Sta 丁开"编辑载荷"对 Step-100kN	框 升至 100 kN ep-100kN" 寸话框,设于 × ^{編編…}	图, 下面的"传 置"CF2"之	4-30 "编辑 区中的" "递"选项, 为"-100", 今 编辑载荷 名称: Load-Poin 类型: 集中力 分析步: Step-100 区域: Set-Point 坐标系: (全局) 分布: _─致	^揖 载荷" 载荷管: 如图 ^ℓ 如图 ^ℓ	对词 理器 4-31 4-32
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, > 打开"载荷管理器"对话框 单击"编辑"按钮 ﷺ, 打 "确定"按钮 跚定。	"区域选择"对话标 将圆盘所受外载荷 ,选择分析步"Sta 丁开"编辑载荷"对 Step-100kN	框 升至 100 kN ep-100kN" 讨话框,设置 × <u>蝙蝠</u> …	图, 下面的"传 置"CF2"之	4-30 "编辑 【区中的" "递"选项, 为"-100", ◆ 编辑载荷 各称: Load-Poin 类型: 集中力 分析步: Step-1000 区域: Set-Point 坐标系: (全局) 分布: 一致 CF1: 0	^揖 载荷" 载荷管: 如图 ⁴ nt ĸN (僻力, 遭所	对词 理器 4-31 4-32
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, × 打开"载荷管理器"对话框 单击"编辑"按钮 ﷺ, 打 "确定"按钮 。	"区域选择"对话标 将圆盘所受外载荷 ",选择分析步"Sta 丁开"编辑载荷"环	框 升至 100 kN ep-100kN" 寸话框,设于 寸话框,资于	图, 下面的"传 置"CF2";	4-30 "编辑 【区中的" "递"选项, 为"-100", 今 编辑载荷 各称: Load-Poin 类型: 集中力 分析步: Step-1001 区域: Set-Point 坐标系: (全局) 分布: -致 CF1: 0 * CF2: -100	貴載荷" 載荷管: 如 图 4 如 图 4 如 图 4 和 和	对记 理器 4-31 4-32
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, × 打开"载荷管理器"对话柜 单击"编辑"按钮 編編, 打 "确定"按钮 编定。	"区域选择"对话标 将圆盘所受外载荷 ,选择分析步"Sta 丁开"编辑载荷"素 Step-100kN	框 升至 100 kN ep-100kN" 寸话框,设于 寸话框,没于	图, 下面的"传 置"CF2";	4-30 "编辑 【区中的" "递"选项, 为"-100", 《编辑载荷 名称: Load-Poin 类型: 集中力 分析步: Step-1000 区域: Set-Point 坐标系: (全局) 分布: 一致 CF1: 0 " CF2: 100 幅值: (Ramp)	貴載荷" 載荷管: 如 留 4 如 图 2 れ nt kN (静力, 通序	对记 理器 4-31 4-32
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, > 打开"载荷管理器"对话柜 单击"编辑"按钮 ﷺ, 打 "确定"按钮 濉重。	"区域选择"对话标将圆盘所受外载荷量,选择分析步"Sta 了开"编辑载荷"对 Step-100kN	框 升至 100 kN ep-100kN" 寸话框,设于 寸话框,资于	图, 下面的"传 置"CF2"之	4-30 "编辑 【区中的" "递"选项, 为"-100", ◆编辑载荷 各称: Load-Poin 类型: 集中力 分析步: Step-1000 区域: Step-1000 区域: Step-1000 区域: Step-1000 でF1: 0 * CF2: -100 幅值: (Ramp) * 在此分析步中被制	貴載荷" 載荷管: 如 図 4 如 図 4 の	对记 理器 4-31 4-32
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, × 打开"载荷管理器"对话框 单击"编辑"按钮 <u>端端</u> , 打 "确定"按钮 <u>@定</u> 。 ◆ <u>数荷管理器</u> <u>名称</u> <u>Step-10kN</u> ✓ Load-Point 已创建 _{分析步: 静力, 通用} 载荷 类型: 集中力	"区域选择"对话标 将圆盘所受外载荷 ",选择分析步"Sta 丁开"编辑载荷"环 Step-100kN 修選	框 升至 100 kN ep-100kN" 讨话框,设于 讨话框,强于	图, 下面的"传 置"CF2"之	4-30 "编辑 【区中的" "递"选项, 为"-100", 为"-100", 为"-100", (本 编辑载荷 名称: Load-Poin 类型: 集中力 分析步: Step-1001 区域: Set-Point 型标系: (全局) 分布: 一致 CF1: 0 * CF2: [-100 幅值: (Ramp) * 在此分析步中破精 不要遵循结点翻转	貴載荷" 載荷管: 如 図 4 如 図 4 の	对记 理器 4-31 4-32 : : : : : : : : : : : : : : : : · · · ·
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, × 打开"载荷管理器"对话柜 单击"编辑"按钮 編編, 打 "确定"按钮 編定。	"区域选择"对话标 将圆盘所受外载荷 ",选择分析步"Sta 丁开"编辑载荷"环	框 升至 100 kN ep-100kN" 寸话框,设于 寸话框,设于	图, 下面的"传 置"CF2"之	4-30 "编辑 【区中的" "递"选项, 为"-100", 今 编辑载荷 各称: Load-Poin 类型: 集中力 分析步: Step-1000 区域: Set-Point 坐标系: (全局) 分布: 一致 CF1: 0 * CF2: -100 幅值: (Ramp) * 在此分析步中被制 不要遵循结点翻转 注意: 將要随师号	母載荷" 载荷管: 如四名 4 如如名 4 和の名 4	对记 理器 4-31 4-32
图 4-29 (2) 在分析步 2 中, × 打开"载荷管理器"对话柜 单击"编辑"按钮 編編, 扌 "确定"按钮 編定。	"区域选择"对话标 将圆盘所受外载荷: ,选择分析步"Sta 了开"编辑载荷"素 Step-100kN 《選	框 升至 100 kN ep-100kN" 寸话框,设于 寸话框,设于 文術 文術	图, N。单击工具 下面的"传 置"CF2"之	4-30 "编辑 【区中的" "递"选项, 为"-100", ◆ 编辑载荷 名称: Load-Poin 类型: 集中力 分析步: Step-1000 区域: Step-1000 区域: Step-1000 区域: Step-1000 区域: Step-1000 でF1: 0 * CF2: -100 幅值: (Ramp) * 在此分析步中被制 不要遵循结点翻转 注意: 将要施加于每 确定	貴載荷" 载荷管: 如四名 4 如四名 4 和(備力, 通門 職政 新 新 新 和 本 和 和 和 和 本 和 本 和 本 和 本 和 本	对记 理器 4-31 4-32

(1) 在"模块" 卜拉列表框中选择"作业"选项, 单击上具区中的"作业管理器"按钮赢, 打 开"作业管理器"对话框, 单击"创建"按钮 ლ。打开"创建作业"对话框, 设置"名称"为"Job-jiechu1", 如图 4-33 所示, 单击"继续"按钮 ლ。打开"编辑作业"对话框, 保持各项默认值不变, 单击"确 定"按钮 。

(3)单击"监控"按钮 ≝≝ ,打开"Job-jiechul 监控器"对话框并进行分析,分析完成后, 单击"关闭"按钮 ≋ ,关闭对话框,然后单击"结果"按钮 ≤ ,进入"可视化"模块。



+2.254e-03 图 4-36 云纹图的三维视图

• 91 •

图 4-37 接触面上的接触压强

542e-01

+0.000e+00



这是将一块长金属薄板加工成圆形凹槽的模拟,以此说明刚性表面的应用以及在 ABAQUS/

• 92 •

第4章 接触分析

Standard 中成功接触分析需要用到的一些更为复杂的技术。

该实例包括一条带形可变形材料,称为毛坯,以及工具——冲头、 模具和毛坯夹具(与毛坯接触),如图 4-41 所示。这些工具可以模拟成 刚性表面,因为它们比毛坯更加刚硬。毛坯厚度为1mm,在毛坯夹具与 冲头之间受到挤压,毛坯夹具的力为440kN。在成型过程中,这个力与 毛坯和毛坯夹具、毛坯和冲头和模具之间的摩擦力共同作用,控制将毛 坯材料压入冲头和模具。必须确定在成型过程中作用在冲头上的力;对 于作用在毛坯夹具上的力和工具与毛坯之间的摩擦系数,也必须评估所 采用的这些特殊的设置对于将毛坯加工成凹槽是否合适。



S

图 4-41 冲压模型示意图



Note

4.6.2 创建部件

1. 创建毛坯

(1) 基于平面壳体特征,创建一个二维、可变形的实体部件代表可变形的毛坯。首先定义几何 形状,单击工具区中的"创建部件"按钮,打开"创建部件"对话框,在"名称"文本框中输入 "Part-maopi",设置"模型空间"为"二维平面"、"类型"为"可变形",如图 4-42 所示,然后单击 "继续"按钮 ********。

(2)进入草图模块后,单击工具区中的"创建线:矩形(四条线)"按钮□,在视图区下方输入矩形第一个点的坐标(0,1),然后再输入第二个点的坐标(30,0),双击鼠标中键。

2. 创建冲头

(1)冲头的结构尺寸如图 4-43 所示。单击工具区中的"创建部件"按钮,在打开对话框的"名称"文本框中输入"Part-chongtou",设置"模型空间"为"二维平面"、"类型"为"解析刚性",如图 4-44 所示,然后单击"继续"按钮 [建]。



(2)单击工具区中的"创建线:首尾相连"按钮***,在视图区下方输入坐标(0,1),并在视图 区单击鼠标中键确认,以此类推,依次输入坐标点(0,20)、(14,20)、(14,10)、(5,1)及(0,1)。然 后单击工具区中的"创建倒角:两条曲线"按钮,在提示区输入倒角半径"2",在视图区单击鼠标 **3**42115 2022 中文版有限元分析从入门到精通

中键确认,然后参照图 4-43 对部件进行倒角,冲头绘制完毕。

(3)绘制完毕后,为冲头指定一个参考点。在菜单栏中执行"工具"→"参考点"命令,然后 单击冲头上表面中点,如图 4-45 所示。

3. 创建夹具

Note



图 4-45 为冲头建立参考点

图 4-46 夹具结构尺寸

(2)进入草图模块后,单击工具区中的"创建线:矩形(四条线)"按钮□,在视图区下方输入矩形第一个点的坐标(15,1),然后再输入第二个点的坐标(30,10),双击鼠标中键。

(3)绘制完毕后,为夹具指定一个参考点。在菜单栏中执行"工具"→"参考点"命令,然后 单击夹具顶部的中点,如图 4-47 所示。

4. 创建模具

(1) 模具的结构尺寸如图 4-48 所示。单击工具区中的"创建部件"按钮,在打开对话框的"名称"文本框中输入"Part-moju",设置"模型空间"为"二维平面"、"类型"为"解析刚性",然后单击"继续"按钮 (继续...)。



(2)单击工具区中的"创建线:首尾相连"按钮, , 在视图区下方输入坐标(0,-10),并在视图区单击鼠标中键确认,以此类推,依次输入坐标点(6,-10)、(15,0)、(30,0)、(30,-15)、(0,-15)及(0,-10)。然后单击工具区中的"创建倒角:两条曲线"按钮, , 在提示区输入倒角半径"2", 在视图区单击鼠标中键确认, 然后参照图 4-48 对部件进行倒角, 模具绘制完毕。

第4章 接触分析

Note

(3)绘制完毕后,为模具指定一个参考点。在菜单栏中执行"工具"→"参考点"命令,然后单击模具上表面中点,如图 4-49 所示。



图 4-49 为模具建立参考点

4.6.3 定义材料属性

(1) 在环境栏中的"模块"下拉列表框中选择"属性"选项,进入材料属性编辑界面。单击工 具区中的"创建材料"按钮之,打开"编辑材料"对话框,如图 4-50 所示,默认名称为"Material-1", 在"材料行为"选项组中依次选择"力学"→"弹性"→"弹性"选项。此时,在下方出现的数据表 中依次设置"杨氏模量"为"210000"、"泊松比"为"0.3",保持其余选项的参数不变。

♣编材料	×
名称: Material-1	
描述:	Ì
材料行为	
弹性	
通用(G) 力学(M) 热学(I) _电/磁 其它(Q)	1
弹性	
类型:各向同性 ✓ 子选	项
□ 使用与温度相关的数据	
场变量个数: 0▲	
模量时间尺度 (用于粘弹性):长期 🗸	
□无拉伸	
数据	
杨氏模量 泊松比	
1 210000 0.3	
确定取消	
图 4-50 "编辑材料"对话框	

本实例中,毛坯材料会发生塑性变形,且在分析过程中材料的塑性应变会很大。如表 4-2 所示, 为材料屈服应力与塑性应变的数据。

表 4-2 屈服应力与塑性应变数据

序号	屈服应力/Pa	塑 性 应 变
1	400.0E6	0.0
2	420.0E6	2.0E-2
3	500.0E6	20.0E-2
4	600.0E6	50.0E-2

	人間3.42US 2022 中 文版角限充分析从入门到精通
	(2)在"编辑材料"对话框中,选择"力学"→"塑性"→"塑性"选项,将表 4-2 中数据输
	入数据表中,如图 4-51 所示,然后单击 "确定" 按钮 🛲 。
	♣编辑材料 ×
	名称: Material-1
	描述:
Note	材料行为
	弹性 100.04
	通用(G) 力学(M) 热学(I) 电/磁 其它(O)
	型性
	□ Use scale stress value: ▼子选项
	硬化:各向同性 //
	场变量个数: 0 🔪
	数据
	1 400.0E6 0.0
	2 420.0E6 2.0E-2 3 500.0E6 20.0E-2
	4 600.0E6 50.0E-2
	後定 取消
	图 4-51 输入屈服应力与塑性应变数据
a servicia la	

4.6.4 定义和指派截面属性

1. 创建截面

视频演示

单击工具区中的"创建截面"按钮,打开"创建截面"对话框,默认名称为"Section-1",保持 其他选项不变,如图 4-52 所示,单击"继续"按钮 ***, 打开"编辑截面"对话框,在"材料"下 拉列表框中选择"Material-1"选项,如图 4-53 所示,单击"确定"按钮 **= 。

2. 指派截面属性

在窗口顶部的环境栏的"部件"下拉列表框中选择"Part-maopi"选项,单击工具区中的"指派截面"按钮影,在视图区选择整个部件,单击提示区中的"完成"按钮 (或在视图区单击鼠标中键)。打开"编辑截面指派"对话框,在"截面"下拉列表框中选择"Section-1"选项,如图 4-54 所示,单击"确定"按钮 。

		♣編載面指派 ×
		区域: Set-1
◆ 创建載面 ×		截回 截面: Section-1 ☑ 垫
名称: Section-1	♣ 編輯載面 ×	注意:这里只列出可以应用于选中区域的截面.
 ● 实体 均质 	名称: Section-1	类型: 实体,均质
○ 売 广义平面应变	类型: 实体,均质	이자: Material-1
	材料: Material-1	厚度 指派: ● 来自截面 ○ 来自几何
继续 取消	确定取消	确定
图 4-52 "创建截面"对话框	图 4-53 "编辑截面"对话框	图 4-54 "编辑截面指派"对话框

第4章 接触分析

4.6.5 定义装配

在"模块"下拉列表框中选择"装配"选项,执行菜单栏中的"实例"→"创建"命令,打开"创 建实例"对话框,在"部件"选项组中选择全部选项,保持各项默认值,如图 4-55 所示,单击"确 定"按钮 重。



AS

➡ 创建实例 ×
创建实例从:
● 部件 ○ 模型
部件
Part-chongtou
Part-jiaju
Part-maopi
Part-moju
实例类型
● 非独立(网格在部件上)
○ 独立(网格在实例上)
注意:要改变一个非独立实例网格,您必须编辑其部件的网格.
□ 从其它的实例自动偏移
確定 应用 取消

图 4-55 "创建实例"对话框

4.6.6 设置分析步

在进行接触分析过程中,必须保证部件间平稳接触(动力冲击问题除外),否则将导致严重的不 收敛问题。求解本实例的分析步如下。

(1) 分析步 Initial: 该分析步用来定义边界条件。

(2)分析步 1: 建立毛坯与夹具之间稳定的接触关系。固定毛坯,防止毛坯在重力的作用下产 生初始移动,同时分别给夹具、模具一个朝向毛坯的位移,使夹具与毛坯、模具与毛坯分别产生接触。 具体创建过程如下。

在"模块"下拉列表框中选择"分析步"选项,进入分析步编辑界面。单击工具区中的"创建分析步"按钮→→,打开"创建分析步"对话框,在"名称"文本框中输入"Step-jiechul",类型选择 "静力,通用",其余选项不变,单击"继续"按钮 建 。打开"编辑分析步"对话框,设置"几何 非线性"为"开",单击"确定"按钮 建 ,完成分析步1的创建。

(3)分析步 2:移除对毛坯右端面的固定。分析步 1 中建立了夹具与毛坯、模具与毛坯的接触 关系,已可以使毛坯的右端面保持在一定位置,因此在本分析步中取消对毛坯右端面的固定。具体创 建过程如下。

单击"创建分析步"按钮,在"名称"文本框中输入"Step-yichu",类型选择"静力,通用", 其余选项不变,单击"继续"按钮 ****.。打开"编辑分析步"对话框,此时的"几何非线性"状态 默认为"开",单击"确定"按钮 ****,完成分析步2的创建。

(4)分析步 3: 施加夹持力。为方便设定夹持力的大小,在本分析步中将取消夹具的位移边界 条件,并在夹具的参考点施加夹持力。具体创建过程如下。

单击"创建分析步"按钮→□,在"名称"文本框中输入"Step-jiachi",其余选项不变,单击"继续"按钮 继续。。打开"编辑分析步"对话框,直接单击"确定"按钮 ∞ ,完成分析步3的创建。

(5)分析步 4: 使压头与毛坯建立稳定的接触关系。在本分析步中,给压头一个较小的位移, 使之与毛坯发生稳定接触,以确保仿真结果更好地收敛,同时取消对毛坯右端点的竖直约束。由于在

/13.42US 2022 中文版有限元分析从入门到精通

这个分析步中建立接触条件可能是非常困难的,所以设置初始时间增量步为10%的总体时间。具体创 建过程如下。

(6)分析步 5:冲头对毛坯的冲压。在这一分析步中将完成冲头对毛坯的冲压过程模拟。由于 模拟过程中存在着强烈的非线性,因此,在综合考虑计算时间的基础上,最大增量步应尽量大,增量 步长设置应尽量小。具体创建过程如下。

单击"创建分析步"按钮→-,在"名称"文本框中输入"Step-chongya",其余选项不变,单击 "继续"按钮 ****。。打开"编辑分析步"对话框,选择"增量"选项卡,在"增量步大小"后的"初 始"栏中输入"0.0001"、"最小"栏中输入"1E-06"、"最大"栏中输入"1",如图 4-56 所示,单击 "确定"按钮 ****,完成分析步 5 的创建。

(7) 创建完毕后,单击"分析步管理器"按钮,打开"分析步管理器"对话框,可以查看所 创建的分析步,如图 4-57 所示。

💠 编辑分析步	\times			
名称: Step-chongya				
类型:静力,通用				
基本信息 増量 其它		➡ 分析步管理器		×
类型: ● 自动 ○ 固定		名称	步骤	几何非线性时间
最大増量步数: 100		🖌 Initial	(初始)	N/A N/A
		🗸 Step-jiechu1	静力, 通用	ON 1
利 <u>靖</u> 取小 取入	n	🖌 Step-yichu	静力, 通用	ON 1
增量步大小: 0.0001 1E-06 1		🗸 Step-jiachi	静力, 通用	ON 1
		🖌 Step-jiechu2	静力, 通用	ON 1
		🖌 Step-chongya	静力, 通用	ON 1
确定取消		创建 编辑	替换 重命名 删除	几何非线性 关闭
	-			

图 4-56 "编辑分析步"对话框

图 4-57 "分析步管理器"对话框

4.6.7 定义接触

在本实例中,假设毛坯与冲头之间的摩擦为零,毛坯与模具、夹具之间的摩擦系数分别为 0.1。 同时在定义接触的过程中,应定义刚体表面为主面,柔体表面为从面。下面首先定义接触面集合。

1. 定义接触面

在"模块"下拉列表框中选择"载荷"选项,进入载荷编辑界面。执行菜单栏中的"工具"→"表面"→"管理器"命令,打开"表面管理器"对话框,依次创建下列集合。

(1) Surf-moju: 冲模面向毛坯的端面。

单击"创建"按钮 ¹⁰¹建, 打开"创建表面"对话框,在"名称"文本框中输入"Surf-moju",单击"继续"按钮 ¹⁰¹建, 选中如图 4-58(a)中所示端面,由于模具是解析刚体,在创建面时 ABAQUS/CAE 会在窗口底部提示区中显示"选择一边作为边:深红,黄色",这时应选择刚体的外侧所对应的颜色, 在视图区单击鼠标中键确认,Surf-moju 集合建立完毕。

□提示: ① 在选择表面过程中,若两个部件间的表面相互干扰而无法正确选择,可以单击视图区上方的"创建显示组"按钮,通过隐藏干扰部件来实现表面的正确选择。

● 在选择刚体上的面时,单击鼠标后,整个刚体都会变红,而不是只有选中的面才变红, 但利用这些定义过的表面定义相互作用的接触对时,只有被单击的面才会被标记。

Note



(2) Surf-jiaju: 夹具面向毛坯的端面。

单击"创建"按钮 ****, 打开"创建表面"对话框,在"名称"文本框中输入"Surf-jiaju",单击"继续"按钮 *****。选中如图 4-58(b)中所示端面,在视图区中单击鼠标中键确认。在提示区中显示"选择一边作为边:深红,黄色",这时应选择刚体的外侧所对应的颜色,在视图区中单击鼠标中键确认,Surf-jiaju 集合建立完毕。

(3) Surf-chongtou: 冲头面向毛坯的端面。

单击"创建"按钮 ¹⁹³²,打开"创建表面"对话框,在"名称"文本框中输入"Surf-chongtou", 单击"继续"按钮 ¹⁹³⁸。选中如图 4-58(c)中所示端面,在视图区中单击鼠标中键确认。在提示区 中显示"选择一边作为边:深红,黄色",这时应选择刚体的外侧所对应的颜色,在视图区中单击鼠 标中键确认,Surf-chongtou 集合建立完毕。

(4) Surf-maopi-T: 毛坯的上端面。

单击"创建"按钮 "建",打开"创建表面"对话框,在"名称"文本框中输入"Surf-maopi-T",单击"继续"按钮 建绿...。选中如图 4-58(d)中所示端面,在视图区中单击鼠标中键确认。

(5) Surf-maopi-B: 毛坯的底面。

单击"创建"按钮 ^{19建},打开"创建表面"对话框,在"名称"文本框中输入"Surf-maopi-B",单击"继续"按钮 ^{19建}。选中如图 4-58 (e)中所示端面,在视图区中单击鼠标中键确认。



图 4-58 定义部件接触面

定义完毕后,各接触面集合如图 4-59 所示。

2. 定义接触属性

在"模块"下拉列表框中选择"相互作用"选项,定义无摩擦的接触属性。单击工具区中的"创 建相互作用属性"按钮叠,打开"创建相互作用属性"对话框,在"名称"文本框中输入"IntProp-noF", 各项参数都保持默认值,单击"继续"按钮 骤……。打开"编辑接触属性"对话框,选择"力学"→"切 向行为"选项,在"摩擦公式"下拉列表框中选择"无摩擦"选项,如图 4-60 所示,单击"确定" 按钮 mat 。



Note

				◆ 编辑接触属性	×
				名称: IntProp-noF	
				接触属性选项	
				切向行为	
٢					
	🔷 表面管理器		×		
е	名称	类型		力学(M) 热学(I) 电(E)	
	Surf-chongtou	几何			
	Surf-jiaju	几何		切向行为	
	Surf-maopi-B	几何		摩擦公式: 无摩擦	\sim
	Surf-maopi-T	几何			
	Surf-moju	几何			
	创建	复制。) 徐	· 确定 即沿	¥

3. 定义摩擦属性

(1)单击工具区中的"创建相互作用属性"按钮号,在打开对话框的"名称"文本框中输入 "IntProp-F",其他各项参数都保持默认值,单击"继续"按钮 骤骤。. 打开"编辑接触属性"对话框, 选择"力学"→"切向行为"选项,在"摩擦公式"下拉列表框中选择"罚"选项,在下方数据表中 设置"摩擦系数"为"0.1",如图 4-61 所示,单击"确定"按钮 骤。.

(2)摩擦属性定义好后,可以单击工具区中的"相互作用属性管理器"按钮 进行查看,如图 4-62 所示。

♣編接触屬性 ×
名称: IntProp-F
接触属性选项
切向行为
力学(M) 热学(I) 电(E)
切向行为
摩擦公式:罚
摩擦 剪应力 弹性滑动
方向性:
□ 使用基于滑动率的数据
□ 使用依赖接触压力的数据
□ 使用与温度相关的数据
场变量个数: 0 🖢
摩擦系数 0.1
确定取消

🐳 相互作用属性管理器					
名称		类型			
IntProp-F		接触			
IntProp-noF		接触			
创建 编辑	复制	重命名	删除	关闭	

图 4-61 "编辑接触属性"对话框 2

图 4-62 "相互作用属性管理器"对话框

4. 定义面的接触关系

在本实例中,主要涉及以下几种接触关系。

- ☑ Surf-moju(冲模上表面)与Surf-maopi-B(毛坯底面)之间的有摩擦接触关系。
- ☑ Surf-jiaju (夹具下表面) 与 Surf-maopi-T (毛坯上表面) 之间的有摩擦接触关系。
- ☑ Surf-chongtou(冲头端面)与Surf-maopi-T(毛坯上表面)之间的无摩擦接触关系。

第4章 接触分析

下面以 Surf-moju(冲模上表面)与 Surf-maopi-B(毛坯底面)之间的有摩擦接触关系为例,具体定义过程如下。

(1)单击工具区中的"创建相互作用"按钮,在打开对话框的"分析步"下拉列表框中选择 "Initial"(初始步)选项,然后单击"继续"按钮 *****。此时要求选择"main surface"(主面),单击 窗口底部提示区右侧的"表面"按钮 *****,在打开的"区域选择"对话框中选择"Surf-moju"选项, 再单击"继续"按钮 *****。

(3)在打开的"编辑相互作用"对话框中,不改变默认的参数"滑移公式:有限滑移"的情况下,在"接触作用属性"下拉列表框中选择"IntProp-F"选项,如图 4-63 所示,单击"确定"按钮 🚾。

按上述方法,为夹具下表面(Surf-jiaju)与毛坯上表面(Surf-maopi-T)之间建立有摩擦的接触关系;为冲头端面(Surf-chongtou)与毛坯上表面(Surf-maopi-T)之间建立无摩擦的接触关系。单击"相互作用管理器"按钮,可对建立好的接触关系进行查看,如图 4-64 所示。



4.6.8 定义边界条件和载荷

1. 定义集合

在"模块"下拉列表框中选择"载荷"选项,进入载荷编辑界面。执行菜单栏中的"工具"→ "集"→"管理器"命令,打开"设置管理器"对话框,依次创建下列集合。

(1) Set-Pchong 集合:冲头上表面的参考点。

单击"创建"按钮 🕮 , 打开"创建集"对话框, 在"名称"文本框中输入"Set-Pchong", 单击"继续"按钮 🐲 , 选中冲头上表面的参考点 RP, 在视图区单击鼠标中键确认, Set-Pchong 集合建立完毕。





Note

S



• 102 •

第4章 接触分析



单击"创建"按钮 ¹⁹³²,打开"创建边界条件"对话框,在"名称"文本框中输入"BC-Pjia",设置"分析步"为"Step-jiechul",在"可用于所选分析步的类型"选项组中选择"位移/转角"选项,单击"继续"按钮 ¹⁹³⁴。打开"区域选择"对话框,选择"Set-Pjia"选项,单击"继续"按钮 ¹⁹³⁴。 在打开的"编辑边界条件"对话框中选中"U1""U2""UR3"复选框,并在"U2"文本框中输入 "-IE-008",如图 4-67 (a)所示,单击"确定"按钮 ¹⁹³²。

在"边界条件管理器"对话框中,选择"BC-Pjia"在分析步 3 (Step-jiachi)下对应的"传递"选项,单击右侧的"编辑"按钮 ጫ ,在打开的"编辑边界条件"对话框中取消选中"U2"复选框,如图 4-67 (b) 所示,单击"确定"按钮 。

🔷 编辑	边界条件	×
名称:	BC-Pjia	
类型:	位移/转角	
分析步:	Step-jiechu1 (静力, 通用)	
×域:	Set-Pjia	
坐标系:	(全局) \ 🙏	
分布:	—致 🗸	f(x)
✓ U1:	0	
✓ U2:	-1E-008]
UR3:	0	弧度
幅值:	(Ramp)	Ĥ~
注意: 后	续分析步中将保持位移值.	
[确定 耳	湖
(a)	分析步1中边界	条件

图 4-67 "编辑边界条件"对话框 1

2) 创建冲头的边界条件

冲头在分析步1中被固定在毛坯上方,与毛坯虚接触;在分析步4中,给冲头一个竖直朝向毛坯的位移,使其与毛坯发生稳定接触;在分析步5中,冲头将毛坯冲压成形。打开"边界条件管理器" 对话框,具体创建过程如下。

单击"创建"按钮 ****,打开"创建边界条件"对话框,在"名称"文本框中输入"BC-Pchong", 设置"分析步"为"Step-jiechul",在"可用于所选分析步的类型"选项组中选择"位移/转角"选项, 单击"继续"按钮 *****。打开"区域选择"对话框,选择"Set-Pchong"选项,单击"继续"按钮 *****。 在打开的"编辑边界条件"对话框中选中"U1""U2""UR3"复选框,如图 4-68 (a)所示,单击"确 定"按钮 ****。。

在"边界条件管理器"对话框中,选择"BC-Pchong"在分析步 4(Step-jiechu2)下对应的"传递"选项,单击右侧的"编辑"按钮 编,打开"编辑边界条件"对话框,在"U2"文本框中输入 "-0.001",如图 4-68 (b)所示,单击"确定"按钮 流。

同样,选择"BC-Pchong"在分析步5(Step-chongya)下对应的"传递"选项,单击右侧的"编辑"按钮 编, 打开"编辑边界条件"对话框,在"U2"文本框中输入"-10",如图4-68(c)所示,单击"确定"按钮 c.

3) 创建模具的边界条件

模具在分析步1中有一个竖直朝向毛坯的位移,并一直保持至模拟计算结束。打开"边界条件管 理器"对话框,具体创建过程如下。 Note

S

		🚔 编辑边界条件	× 🚔 编辑边界条件
🔷 编辑边界条件	×	名称: BC-Pchong 类型: 位移/转角	名称: BC-Pchong 类型: 位移/转角
名称: BC-Pchong 类型: 位移/转角		分析步: Step-jiechu2 (静力, 通用) 区域: Set-Pchong	分析步: Step-chongya (静力, 通用) 区域: Set-Pchong
分析步: Step-jiechu1 (静力, 通用) 区域: Set-Pchong		坐振系: (全局) 方法: 指定约束	坐标系:(全局) 方法: 指定约束
坐标系:(全局) 分布: ─致 ✓	f(x)	分布: 一致	分布: 一致
□ U1: 0 □ U2: 0		* VU2: -0.001	* 🗹 U2: -10
	弧度	♥ 0R3: 0 500 500 500 500 500 500 500 500 500	回 GR3: 0 Suble S
 幅值: (Kamp) 注意: 后续分析步中将保持位移值. 		*在此分析步中被修改 注意:后续分析步中将保持位移值.	*在此分析步中被修改 注意:后续分析步中将保持位移值.

单击"创建"按钮 🕮 ,打开"创建边界条件"对话框,在"名称"文本框中输入"BC-Pmo", 设置"分析步"为"Step-jiechul",在"可用于所选分析步的类型"选项组中选择"位移/转角"选项, 单击"继续"按钮 ﷺ。。打开"区域选择"对话框,选择"Set-Pmo",单击"继续"按钮 ﷺ。。在打 开的"编辑边界条件"对话框中选中"U1""U2""UR3"复选框,并在"U2"文本框中输入"-1E-008", 如图 4-69 所示,单击"确定"按钮 。

4) 创建毛坯的边界条件

 $\mathcal{N}oi$

根据毛坯在仿真过程中的运动状态,在分析步1中对毛坯施加对称边界约束,并一直保持至模拟 计算结束。打开"边界条件管理器"对话框,具体创建过程如下。

单击"创建"按钮 🕮 ,打开"创建边界条件"对话框,在"名称"文本框中输入"BC-Pmaopi", 设置"分析步"为"Step-jiechu1",在"可用于所选分析步的类型"选项组中选择"对称/反对称/完全 固定"选项,单击"继续"按钮 继续。。打开"区域选择"对话框,选择"Set-maopi"选项,单击"继 续"按钮 ****。在打开的"编辑边界条件"对话框中选中"XSYMM (U1=UR2=UR3=0)"单选按钮, 如图 4-70 所示,单击"确定"按钮 🛲。

\$	编辑	边界条件							×		
名科	尔	BC-Pmo									
类	旦:	位移/转角									
分枝	斤步:	Step-jiech	u1	(静ナ	5, i	11月)					
⊠t	或:	Set-Pmo									
坐枝	示系:	(全局)									
分和	न	一致				\sim	f()	r)			
\checkmark	U1:	0									
\checkmark	U2:	-1E-008]				
	UR3:	0					300	度			
幅(直:	(Ramp)				~	Α	7			
注意	1: 后	续分析步中	将	剁持	位利	硵.					
	[确定				Ę	刘消				
图 4-6	59	"编辑	₿j	边	界	条作	† "	枣	话	框:	3

♣ 编辑边界条件 ×
名称: BC-Pmaopi
类型: 对称/反对称/完全固定
分析步: Step-jiechu1 (静力, 通用)
区域: Set-maopi
XSYMM (U1 = UR2 = UR3 = 0)
○ YSYMM (U2 = UR1 = UR3 = 0)
○ ZSYMM (U3 = UR1 = UR2 = 0)
○ XASYMM (U2 = U3 = UR1 = 0; 只用于 Abaqus/Standard)
○ YASYMM (U1 = U3 = UR2 = 0; 只用于 Abaqus/Standard)
○ ZASYMM (U1 = U2 = UR3 = 0; 只用于 Abaqus/Standard)
○ 铰结 (U1 = U2 = U3 = 0)
○ 完全固定(U1 = U2 = U3 = UR1 = UR2 = UR3 = 0)
确定取消
图 4-70 "编辑 边界条件" 对话框 4

图 4-68 "编辑边界条件"对话框 2

第4章 接触分析



5) 创建毛坯左、右端面下端点的边界条件

为防止毛坯产生初始运动,本实例将固定毛坯左、右端面下端点。在分析步2中,由于毛坯与夹 具、冲头已建立接触,能够保证毛坯右端面位置保持不变,因此解除对毛坯右端点的约束;而在分析 步4中,冲头向毛坯移动并与毛坯发生接触,此时解除毛坯左端点的约束。打开"边界条件管理器" 对话框,具体创建过程如下。

单击"创建"按钮 ****, 打开"创建边界条件"对话框,在"名称"文本框中输入"BC-PR",设置"分析步"为"Step-jiechul",在"可用于所选分析步的类型"选项组中选择"位移/转角"选项,单击"继续"按钮 *****。打开"区域选择"对话框,选择"Set-PR"选项,单击"继续"按钮 *****。 在打开的"编辑边界条件"对话框中选中"U2"复选框,如图 4-71 (a)所示,单击"确定"按钮 ****。 在"边界条件管理器"对话框中,选择"BC-PR"在分析步 2 (Step-yichu)下对应的"传递"选项,单击右侧的"取消激活"按钮 *****。

🔷 编辑	边界条件				×
名称:	BC-PR				
类型:	位移/转角				
分析步:	Step-jiechu1	(静力, 汕	1月)		
区域:	Set-PR				
坐标系:	(全局)				
分布:	一致		\sim	f(x)	
🗌 U1:					
☑ U2:	0				
UR3:				弧度	
幅值:	(Ramp)		~	P	
注意: 后	续分析步中将	保持位移	殖.		
[确定		取	消	
(a)	毛坯右	端点	约束	夏条件	-

⇔ 编辑	边界条件	×
名称:	BC-PL	
类型:	位移/转角	
分析步:	Step-jiechu1 (静力, 通用)	
区域:	Set-PL	
坐标系:	(全局)	
分布:		f(x)
🗌 U1:		
🗹 U2:	0	
UR3:		弧度
幅值:	(Ramp) 🗸	rt-
注意:后	续分析步中将保持位移值。	
Г	确定 即	消

(b) 毛坯左端点约束条件

图 4-71 "编辑边界条件"对话框 5

在"边界条件管理器"对话框中可以看到上述创建的边界条件已列于表中,如图 4-72 所示。

\$	边界条件管理	8							×
	名称	Initial	Step-jiechu1	Step-yichu	Step-jiachi	Step-jiechu2	Step-chongya	^	编辑
V	BC-PL		已创建	传递	传递	Deactivated			た蛇
V	BC-PR		已创建	Deactivated					/11/199
V	BC-Pchong		已创建	传递	传递	已修改	已修改		
V	BC-Pjia		已创建	传递	已修改	传递	传递		激活
V	BC-Pmaopi		已创建	传递	传递	传递	传递		22AJH
V	BC-Pmo		已创建	传递	传递	传递	传递	~	取消激活
分析 边界 边界	行步: 静: 移条件 类型: 位和 移条件 状态: 在:	5, 通用 多/转角 这一步中无效							
	创建		复制	重命	谷	删除		关闭]

图 4-72 "边界条件管理器"对话框



Note

, ABA2US 2022 中文版有限元分析从入门到精通

3. 定义载荷

R

Note

创建夹持力。在分析步 3 中,对夹具施加一个竖直向下的夹持力,该作用力的作用效果将延续至 仿真结束。单击工具区中的"载荷管理器"按钮,打开"载荷管理器"对话框,具体创建过程如下。 单击"创建"按钮 ஊ.,打开"创建载荷"对话框,在"名称"文本框中输入"Load-jia",设置 "分析步"为"Step-jiachi"、"可用于所选分析步的类型"为"集中力",如图 4-73 所示,单击"继续" 按钮 ஊ.。在打开的"区域选择"对话框中选择"Set-Pjia"选项,单击"继续"按钮 ஊ.。打开"编 辑载荷"对话框,在"CF2"文本框中输入"-440000",如图 4-74 所示,单击"确定"按钮 ஊ.

阳阳宫,	TT ,		入平	7巴 1	1111.
💠 创建	載荷				×
名称:	Load-ji a				
分析步:	Step-jiac	hi	~		
步骤: 青) 力, 通用				
类别			可用于所述	步分析步的	的类型
① 力当	ž		集中力		^
 一 热荷 	ž.		弯矩		
○声等	ž.		压强		
) 流体 	t.		売的边裁福	Ĵ.	
() Ele	ctrical/Ma	gnetic	表面戴向		
○质調	赴扩散		体力		
〇其首	3		线载荷		
			重力		
			螺栓载荷		~
	继续		I	取消	

图 4-73 "创建载荷"对话框 1

	/
🚔 编辑载荷	×
名称: Load-jia	
类型: 集中力	
分析步: Step-jiachi (静力, 通用)	
区域: Set-Pjia	
坐标系:(全局) 🗟 🙏	
分布: 一致 🗸 🗸 🗸	f(x)
CF1:	
CF2: -440000	
幅值: (Ramp) 🗸 🗸	Æ
□ 跟随结点旋转	
注意: 将要施加于每个结点的力.	
确定 取消	

图 4-74 "编辑载荷"对话框 1

4. 创建载荷力

在分析步4中,由于毛坯只在两端点对U2 位移进行了约束,当压头与毛坯进行初步接触时,毛 坯其他部位有可能发生震颤,导致计算不收敛。因此,可在毛坯上施加一个负向分布力,该力应远小 于夹具的集中力,并且当冲头与毛坯建立了稳定接触后解除该力的作用。单击工具区中的"载荷管理 器"按钮,打开"载荷管理器"对话框,具体创建过程如下。

单击"创建"按钮 1904.,打开"创建载荷"对话框,在"名称"文本框中输入"Load-fangzhen", 设置"分析步"为"Step-jiechu2"、"可用于所选分析步的类型"为"压强",如图 4-75 所示,单击"继续"按钮 2007. "这项,单击"继续"按钮 2007. "这项,单击"继续"按钮 2007. "派录》。在打开的"区域选择"对话框中选择"Surf-maopi-T"选项,单击"继续"按钮 2007. "派录》。"行开"编辑载荷"对话框,在"大小"文本框中输入"-100",如图 4-76 所示,单击"确定"按钮 2007.

名称: Load-fangzhe n	Load-fangzhe n				
分析步: Step-jiechu2					
步骤: 静力, 通用	_				
美别	可用于所选分析步的类型				
● 力学	集中力 ^				
○ 热学	弯矩				
○声学	压强				
 ○ 濟休 	壳的边载荷				
	表面载荷				
O Electrical/Wagnetic	管道压力				
○ 质量扩散	体力				
○ 其它	线载荷				
	重力				
	螺栓载荷 🗸 🗸 🗸				
继续	取消				



第4章 接触分析

S

Note

回货税

视频演示

在"载荷管理器"对话框中,选择"Load-fangzhen"在分析步 5 (Step-chongya)下对应的"传 递"选项,单击右侧的"取消激活"按钮,解除分析步 5 中载荷力的作用,如图 4-77 所示,单击"关 闭"按钮 🐜 。

	名称	Step-jiechu1	Step-yichu	Step-jiachi	Step-jiechu2	Step-chongya	
V	Load-fangzhen				已创建	Deactivated	12-127
V	Load-jia			已创建	传递	传递	/11/197
							激活
							激活
							激活
分析	 〔步: 静力, 通用						激活取消激活
分析							激活 取消激活
分析 載荷	「步: 静力, 通用 「	开 动					激活
分析 載荷	「步: 静力, 通用 「 类型: 压强 「 状态: 在这一步中	无效					激活 取消激症
分析載荷	(步: 静力, 通用 5 类型: 压强 5 状态: 在这一步中 创建	无效 复制	1	重命名	删除	×	激活取消激活

4.6.9 划分网格

在"模块"下拉列表框中选择"网格"选项,进入网格功能界面,在窗口顶部的环境栏"对象" 选项中选中"部件"单选按钮,然后在后面的下拉列表中选择"Part-maopi"选项。

由于冲头、夹具和模具是解析刚体,因此在分析过程中不需要为其定义材料和截面属性,也不必 为其划分网格。下面为毛坯划分网格。

1. 设置局部种子

单击工具区中的"为边布种"按钮,按住 Shift 键,分别选择毛坯上、下两条长边,单击鼠标中键确认,打开"局部种子"对话框,选中"按个数"单选按钮,在"单元数"文本框中输入"60",如图 4-78 所示,单击"确定"按钮 🛲,长边种子布置完毕。

利用同样的方法为两个短边布置局部种子,种子数量为4。整个部件种子布置完毕后如图4-79所示。



2. 定义网格属性

单击工具区中的"指派网格控制属性"按钮 ,打开"网格控制属性"对话框,设置"单元形状" 为"四边形"、"技术"为"结构",如图 4-80 所示,单击"确定"按钮 。

ABA2US 2022 中文版有限元分析从入门到精通

3. 设定单元类型

K

单击工具区中的"指派单元类型"按钮,在视图区将部件全选,并单击鼠标中键,打开"单元 类型"对话框,设置"几何阶次"为"线性",在"四边形"选项卡中选中"减缩积分"复选框,其他各项保持默认值,此时的单元类型为 CPS4R,如图 4-81 所示,单击"确定"按钮 🚾 。

		⇔ 单元类型	\times
Note		单元库 ⑥ Standard 〇 Explicit 定学 梁的截面	^
		几何阶次 ● 銭性 〇 二次 四 十 で 一 年 で	~
		 □ 加速確积分 □ 非协调模式 单元控制属性 	
	 ◆ 网格控制属性 × 单元形状 ● 四边形 ○ 四边形为主 ○ 三角形 	 沙漏別度: ●使用默认 ○指定 粘性: ●使用默认 ○指定 二阶稿度: ○是 ● 否 	
	技术 算法选项 ○保持原状 □ 最小化网格过渡 ° 0°	扭曲控制: ●使用默认 ○是 ○ 合 长度比 0.1 沙漏控制: ●使用默认 ○ 增强 ○ 松弛刚度 ○ 刚度 ○ 粘性 ○ 组合 >	,
	 ● 结构 ○ 扫掠 ○ 重复 	[CPS4R:四結点双线性平面应力四边形单元,减缩积分,沙漏控制.] 注意:要为网格划分选择一个单元形状,请从主菜单栏中选择"网格->控制属性".	
	确定 默认值 取消	确定 默认值 取消	
	图 4-80 "网格控制属性"对话框	图 4-81 "单元类型"对话框	

注意:对于表面间的接触,通常采用一阶单元,同时,若部件发生弯曲变形,采用减缩积分单元 或非协调模式单元可避免完全积分中的自锁现象。

4. 划分网格

单击工具区中的"为部件划分网格"按钮,在视图区单击鼠标中键,完成网格的划分,如 图 4-82 所示。



图 4-82 为部件划分网格

4.6.10 提交分析作业

在"模块"下拉列表框中选择"作业"选项,单击工具区中的"作业管理器"按钮,打开"作业管理器"对话框,单击"创建"按钮 ¹⁰¹建一。打开"创建作业"对话框,设置"名称"为"Job-jiechu2",如图 4-83 所示,单击"继续"按钮 ¹⁰¹建。。打开"编辑作业"对话框,保持各项默认值不变,单击"确定"按钮 ¹⁰¹定。

弟生草 接触分析	
◆ 创建作业 × 冬帘: Job-jiechu2 来源: 搜型 y Model-1 逐续 取消 图 4-83 "创建作业"对话框	Note
型数据库"按钮 保存所建的模型,然后单击"提交"按钮 题 ,提交分析作业。	
☆ 作业管理器 ×	
名称 模型 类型 状态 写入输入文件 Job-jiechu2 Model-1 完全分析 无 数据检查 提交 提交 ////////////////////////////////////	
图 4-84 "作业管理器"对话框	
单击"监控"按钮,打开"Job-jiechu2 监控器"对话框并进行分析,分析完成后,单击 "关闭"按钮 🛤 ,关闭对话框,然后单击"结果"按钮 💷 ,进入"可视化"模块。	
4.6.11 后处理	
1. 显示 Mises 应力的云纹图和动画	
在"可视化"模块中,单击"在变形图上绘制云图"按钮。,以查看 Mises 应力的云纹图,单击	
"动画:时间历程"按钮题,查看分析结果是否异常,如图 4-85 所示为 Mises 应力的云纹图。	
S, Mises (∓ 43) : 75%) +1.365e+05 +1.251e+05 +1.137e+05 +1.024e+05 +9.100e+04 +6.825e+04 +6.825e+04 +3.414e+04 +2.276e+04 +1.139e+04 +1.139e+04 +2.084e+01	
图 4-85 Mises 应力的云纹图	
2. 延展平面应力单元来构造三维视图	
ABAQUS 中提供了将二维模型中的变量等值线图延展为三维视图的方法,以更好地观察模型的 仿真结果。执行菜单栏中的"视图"→"ODB显示选项"命令,打开"ODB显示选项"对话框,选 择"扫掠/拉伸"选项卡,选中"拉伸单元"复选框,在"深度"文本框中输入"10",如图 4-86 所示,	
• 109 •	



在变形图上绘制符号。单击工具区中的"在变形图上绘制符号"按钮。在显示变形图上绘制符 号,此时看到视图区中显示的是平面内最大、最小和平面外应力的符号,如图 4-88 所示。若要显示 其他变量,则可以通过执行菜单栏中的"结果"→"场输出"命令,在打开的"场输出"对话框中进 行设置。



图 4-88 平面内最大、最小和平面外应力的符号

4.7 本章小结

本章主要介绍使用 ABAQUS/Standard 分析接触问题的方法。首先详细讨论了接触分析的一些关键问题,然后由一个简单的圆盘与平板的接触分析实例,让读者对接触分析的基本方法有一个感性的认识,最后介绍了一个较复杂的冲模过程模拟实例,使读者进一步熟悉和掌握接触问题的分析方法。