

Ansys 2022 有限元分析 从入门到精通

CAD/CAM/CAE 技术联盟 编著

清華大学出版社 北 京

内容简介

《Ansys 2022 有限元分析从入门到精通》以 Ansys 2022 为依托,对 Ansys 分析的基本思路、操作步骤和应 用技巧进行详细介绍,并结合典型工程应用实例详细讲述了 Ansys 具体工程应用方法。本书共分为 4 篇 20 章: 第 1 篇为操作基础篇(第 1~6 章),详细介绍 Ansys 分析全流程的基本步骤和方法;第 2 篇为专题实例篇(第 7~14 章),按不同的分析专题讲解其中的参数设置方法与技巧;第 3 篇为热分析篇(第 15~16 章),依次介绍稳 态热分析与瞬态热分析、热辐射和相变分析;第 4 篇为电磁分析篇(第 17~20 章),分别介绍电磁场有限元分 析、二维磁场分析、三维磁场分析和电场分析等内容。另附 3 章线上扩展学习内容,主要对结构静力分析、耦 合场分析、直接耦合场分析进行拓展。

另外,本书随书电子资源中还配备了极为丰富的学习资源,具体内容如下。

1.128 集高清同步微课视频,可像看电影一样轻松学习,然后对照书中实例进行练习。

2.39个经典实例,学以致用,动手会做才是硬道理。

3. 附赠 8 种类型常见零部件分析的动画演示和源文件,可以拓宽视野,增强实战能力。

4. 全书实例的源文件和素材,方便按照书中实例操作时直接调用。

本书适合 Ansys 软件的初、中级用户,以及有初步使用经验的技术人员。本书可作为理工科类院校相关专业的本科生、研究生及教师学习 Ansys 软件的教材,也可作为从事结构分析相关工作的工程技术人员使用 Ansys 软件的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。 版权所有,侵权必究。举报:010-62782989,beiginguan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

Ansys 2022 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 978-7-302-63688-5

I. ①A… II. ①C… III. ①有限元分析-应用程序 IV. ①O241.82

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第100630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:

出版发行:清华大学出版社 址: http://www.tup.com.cn, http://www.wqbook.com **址**:北京清华大学学研大厦A座 邮 编: 100084 地 社总机: 010-83470000 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: 销: 经 本: 203mm×260mm 开 EП 张: 31.25 插 页: 2 字 数: 835 千字 次: 2023 年 8 月 第 1 版 EП 次: 2023 年 8 月第 1 次印刷 版 定 价: 118.00 元

产品编号: 100136-01



现代工业的典型特征是大量应用计算机,在产品的开发、设计、分析、制造过程中,计算机的应 用极大地提高了工作效率和质量。计算机辅助工程(CAE)就是其中的一种应用,它是计算机技术和 现代工程方法的完美结合。

有限元法作为数值计算方法在工程分析领域应用较为广泛。20 世纪中叶以来,有限元法以其独有的计算优势得到了广泛发展和应用,同时也出现了不同的有限元算法,并由此产生了一批非常成熟的通用和专业有限元商业软件。随着计算机技术的飞速发展,各种工程软件得到广泛应用。Ansys软件以它的多物理场耦合分析功能成为 CAE 软件的应用主流,在工程分析中应用较为广泛。

Ansys 软件是美国 Ansys 公司研制的大型通用有限元分析(FEA)软件,是世界范围内增长最快的 CAE 软件,能够进行包括结构、热、声、流体以及电磁场等学科的研究,在核工业、铁道、石油 化工、航空航天、机械制造、能源、汽车交通、国防军工、电子、土木工程、造船、生物医药、轻工、地矿、水利、日用家电等领域有着广泛的应用。Ansys 因其功能强大,操作简单方便,现已成为国际 最流行的有限元分析软件之一,并且在历年 FEA 评比中均名列第一。目前,中国 100 多所理工院校 均已采用 Ansys 软件进行有限元分析或者将其作为标准教学软件。

一、编写目的

鉴于 Ansys 软件强大的功能和深厚的工程应用底蕴,我们力图编写一本全方位介绍 Ansys 软件在 各个工程行业应用情况的书籍,但因篇幅有限,我们着重选择 Ansys 经常应用的几个方面,将 Ansys 大体知识脉络作为线索,以实例作为"抓手",帮助读者掌握利用 Ansys 软件进行工程分析的基本技 能和技巧。

二、本书特点

☑ 专业性强

本书的作者都是在高校从事计算机图形教学研究多年的一线人员,具有丰富的教学实践经验与教 材编写经验,有一些作者是国内 Ansys 图书出版界知名的作者,前期出版的一些相关书籍经过市场检 验很受读者欢迎。多年的教学工作使他们能够准确地把握学生的心理与实际需求。作者总结多年的设 计经验以及教学心得体会,经过多年的精心准备,力求全面、细致地展现 Ansys 软件的各种功能及其 在工程分析应用领域的使用方法。

☑ 涵盖面广

就本意而言,我们的目的是编写一本对工科各专业具有普遍适用性的基础书籍。因为读者的专业 方向不同,我们不可能机械地将本书归类为结构、热力学或电磁学的某一个专业领域,又因为有的读 者可能不只在某一个专业内应用 Ansys 软件,所以我们在本书中对知识点的讲解尽量全面。本书包罗 了 Ansys 软件常用的全部功能的讲解,内容涵盖了 Ansys 分析基本流程、机械与结构分析、热力学分 析、电磁学分析和耦合场分析等知识。对每个知识点,我们不求过难过深,只要求读者能够掌握可以 满足一般工程分析的知识即可,并且在语言上尽量做到浅显易懂、言简意赅。

☑ 实例丰富

本书的实例不管是数量还是种类都非常丰富。从数量上说,本书结合大量的工程分析实例,详细 讲解了 Ansys 知识要点,全书包含数十个经典工程实例,让读者在学习案例的过程中潜移默化地掌握 Ansys 软件操作技巧。从种类上说,针对本书专业面宽泛的特点,我们在组织实例的过程中,注意实 例的行业分布广泛性,以普通机械和结构分析为主,辅助一些热力学分析、电磁学分析和耦合场分析 等工程方向的实例。

☑ 突出提升技能

本书从全面提升 Ansys 工程分析能力的角度出发,结合大量案例来讲解如何利用 Ansys 软件进行 有限元分析,使读者了解计算机辅助分析并能够独立完成各种工程分析。

本书中的很多实例本身就是工程分析项目案例,经过笔者精心提炼和改编,不仅保证了读者能够 学好知识点,更重要的是能够帮助读者掌握实际的操作技能,同时培养工程分析实践能力。

三、本书的配套资源

本书提供了极为丰富的配套学习资源,读者可登录清华大学出版社网站(www.tup.com.cn),在 对应图书页面下获取其下载方式,也可扫描图书封底的"文泉云盘"二维码获取学习资源的下载方式, 以便在最短的时间内学会并掌握这门技术。

1. 配套微课视频

针对本书实例专门制作了 128 集同步教学视频,读者可以扫描书中的二维码观看,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,从而大大提高学习效率。

2. 附赠 8 种类型常见零部件的分析方法

为了帮助读者拓宽视野,本书赠送了8种类型常见零部件的分析方法,及其配套的时长为200分钟的动画演示,可以增强实战能力。

3. 全书实例的源文件

本书配套资源中包含实例和练习实例的源文件和素材,读者可以在安装 Ansys 2022 软件后,打 开并使用它们。

4. 线上扩展学习内容

本书附赠3章线上扩展学习内容,包括结构静力分析实例、耦合场分析简介、直接耦合场分析等, 学有余力的读者可以扫描封底的"文泉云盘"二维码获取学习资源。

四、关于本书的服务

1. Ansys 2022 安装软件的获取

按照本书上的实例进行操作练习,以及使用 Ansys 2022 进行分析,需要事先在计算机上安装 Ansys 2022 软件。读者可以登录官方网站联系购买正版软件,或者使用其试用版。另外,可以从当地电脑 城、软件经销商处购买。

2. 关于本书的技术问题或有关本书信息的发布

读者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,可在文档下方寻找加入学习群的方式,我们将尽快回复。

3. 关于手机在线学习

扫描书后刮刮卡(需刮开涂层)二维码,即可获取书中二维码的读取权限,再扫描书中二维码,



Note

可在手机中观看对应教学视频。这有助于读者充分利用碎片化时间,随时随地学习。需要强调的是, 书中给出的是实例的重点步骤,详细操作过程还需读者通过视频来学习并领会。

前

言

五、关于作者

本书由 CAD/CAM/CAE 技术联盟组织编写。CAD/CAM/CAE 技术联盟是一个集 CAD/CAM/CAE 技术研讨、工程开发、培训咨询和图书创作于一体的工程技术人员协作联盟,拥有众多专职和兼职 CAD/CAM/CAE 工程技术专家。

CAD/CAM/CAE技术联盟负责人由Autodesk中国认证考试中心首席专家担任,全面负责Autodesk中国官方认证考试大纲制定、题库建设、技术咨询和师资的培训工作,成员精通Autodesk系列软件。 其创作的很多教材已经成为国内具有引导性的旗帜作品,在国内相关专业的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

Sal

Note



第1篇 操作基础篇

第1章	Ansys	2022 入门	2
	(🗐	<u>视频讲解:12 分钟)</u>	
1.1	Ansys	2022 的用户界面	3
1.2	Ansys	文件系统	4
	1.2.1	文件类型	4
	1.2.2	文件管理	5
1.3	Ansys	分析过程	8
	1.3.1	建立模型	8
	1.3.2	加载并求解	9
	1.3.3	后处理器	9
1.4	实例入	、门——角托架受力分析	9
	1.4.1	分析实例描述	9
	1.4.2	建立模型1	0
	1.4.3	查看计算结果1	7
第2章	几.何建	模1!	9
	101.1/2		
	(🚇	视频讲解: 27 分钟)	
2.1	() 坐标系	视频讲解:27分钟) 简介2	0
2.1	(〕 坐标系 2.1.1	视频讲解:27分钟) 简介2 总体和局部坐标系2	0
2.1	() 坐标系 2.1.1 2.1.2	<u>视频讲解:27分钟)</u> 简介2 总体和局部坐标系2 显示坐标系2	0 0 2
2.1	(運) 坐标系 2.1.1 2.1.2 2.1.3	<u>视频讲解:27分钟)</u> 简介2 总体和局部坐标系2 显示坐标系2 节点坐标系2	0 0 2 3
2.1	(運) 坐标系 2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.1.4	视频讲解: 27 分钟) 简介	0 0 2 3 4
2.1	<u>《</u> 坐标系 2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.1.4 2.1.5	视频讲解:27分钟) 简介	0 0 2 3 4 4
2.1	<u>《</u> 坐标系 2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.1.4 2.1.5 工作平	视频讲解:27分钟) 简介	0 0 2 3 4 4 5
2.1	(美学学校) 坐标系 2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.1.4 2.1.5 工作平 2.2.1	视频讲解:27分钟) 简介	0 0 2 3 4 4 5 5
2.1	(運) 坐标系 2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.1.4 2.1.5 工作平 2.2.1 2.2.2	视频讲解:27分钟) 简介	0 0 2 3 4 5 5 6
2.1	《》》 坐标系 2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.1.4 2.1.5 工作平 2.2.1 2.2.2 2.2.3	视频讲解:27分钟) 简介	0 0 2 3 4 5 5 6 6
2.1	(運) 坐标系 2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.1.4 2.1.5 工作平 2.2.1 2.2.2 2.2.3 2.2.4	视频讲解:27分钟) 简介	0 0 2 3 4 5 5 6 6 6
2.1	《 业标系 2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.1.4 2.1.5 工作平 2.2.1 2.2.2 2.2.3 2.2.4 2.2.5	 视频讲解:27分钟) 简介	0 0 2 3 4 4 5 6 6 7
2.1 2.2 2.3	() 坐标系 2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.1.4 2.1.5 工作平 2.2.1 2.2.2 2.2.3 2.2.4 2.2.5 布尔撰	视频讲解:27分钟) 简介	0 0 2 3 4 4 5 5 6 6 7 7

	2.3.2	布尔交运算
	2.3.3	布尔两两相交运算29
	2.3.4	布尔相加运算
	2.3.5	布尔相减运算
	2.3.6	利用工作平面进行减运算31
	2.3.7	布尔搭接运算
	2.3.8	布尔分割运算31
	2.3.9	布尔粘接(或合并)运算32
2.4	编辑厂	1何模型32
	2.4.1	按照样本生成图元33
	2.4.2	由对称映像生成图元33
	2.4.3	将样本图元转换到坐标系33
	2.4.4	实体模型图元的缩放34
2.5	自底向	向上创建几何模型 35
	2.5.1	关键点35
	2.5.2	硬点
	2.5.3	线
	2.5.4	面40
	2.5.5	体41
2.6	实例-	——储液罐的实体建模 42
	2.6.1	GUI 方式43
	2.6.2	命令流方式46
2.7	自顶向	向下创建几何模型(体素) 47
	2.7.1	创建面体素47
	2.7.2	创建实体体素
2.8	实例-	——轴承座的实体建模 49
	2.8.1	GUI 方式49
	2.8.2	命令流方式54
2.9	从 IG	ES 文件中将几何模型导入
	Ansys	软件55
2.10	实例	——输入 IGES 单一实体 56

	<u> </u>	۲	א להנויד ר
S.		无分析从入门	1到精通
2.11	实例——对输入模型进行修改58		3.8.2 单
第3章	划分网格61	3.9	编号控制
	(视频讲解: 8 分钟)		3.9.1 合
3.1	有限元网格概论		3.9.2 编
3.2	设定单元属性 62		3.9.3 13
5.2	3.2.1 生成单元属性表	2 1 0	3.9.4 海
	3.2.2 在划分网格之前分配单元属性	3.10	买例— 2101 (
33	网格划分的控制 65		3.10.1
5.5	3.3.1 Ansys 网格划分工具		5.10.2
	(MeshTool)65	第4章	施加载荷
	3.3.2 单元形状		(🗐 初
	3.3.3 选择自由或映射网格划分	4.1	载荷概记
	3.3.4 控制单元中间节点的位置67		4.1.1 什
	3.3.5 划分自由网格时的单元尺寸		4.1.2 载
	控制(SmartSizing)67		4.1.3 时
	3.3.6 映射网格划分中单元的默认		4.1.4 阶
	尺寸68	4.2	施加载荷
	3.3.7 局部网格划分控制69		4.2.1 载
	3.3.8 内部网格划分控制69		4.2.2 轴
	3.3.9 生成过渡棱锥单元71		4.2.3 利
	3.3.10 将退化的四面体单元转化为		4.2.4 利
	非退化的形式71	4.3	实例—
	3.3.11 执行层网格划分72		施加
3.4	自由网格划分和映射网格划分控制73		4.3.1 G
	3.4.1 自由网格划分73		4.3.2 命
	3.4.2 映射网格划分74	4.4	设定载在
3.5	实例——储液罐的网格划分78		4.4.1 通
	3.5.1 GUI方式78		4.4.2 式
	3.5.2 命令流方式80		4.4.3 F
3.6	延伸和扫掠生成有限元网格模型80		4.4.4 柳
	3.6.1 延伸(Extrude)生成网格81		4.4.3 D
	3.6.2 扫掠(VSWEEP)生成网格83		447 创
3.7	修改有限元模型85	15	जिमा
	3.7.1 局部细化网格85	4.5	安 <u></u> 一
	3.7.2 复制、移动节点和单元		旭川
	3.7.3 控制面、线和单元的法向88		4.5.1 U
	3.7.4 修改单元属性		4.3.2 4
3.8	直接通过节点和单元生成有限元	第5章	求解
	模型89		(💭 初
	3.8.1 节点	5.1	求解概证

		3.8.2	单元91
	3.9	编号控	空制
		3.9.1	合并重复项94
		3.9.2	编号压缩94
		3.9.3	设定起始编号
		3.9.4	编号偏差95
	3.10	实例	——轴承座的网格划分 96
		3.10.1	GUI 方式96
		3.10.2	命令流方式99
第4	音	施加载	荷
	-	((视频讲解:7分钟)
	4.1	载荷桐	既论102
		4.1.1	什么是载荷102
		4.1.2	载荷步、子步和平衡迭代103
		4.1.3	时间参数 103
		4.1.4	阶跃载荷与坡道载荷104
	4.2	施加载	戈荷 105
		4.2.1	载荷分类105
		4.2.2	轴对称载荷与反作用力111
		4.2.3	利用表格施加载荷112
		4.2.4	利用函数施加载荷和边界条件116
	4.3	实例-	——轴承座的载荷和约束
		施加	
		4.3.1	GUI 方式117
		4.3.2	命令流方式120
	4.4	设定载	战荷步选项 120
		4.4.1	通用选项121
		4.4.2	动力学分析选项124
		4.4.3	非线性选项124
		4.4.4	输出控制125
		4.4.5	Biot-Savart 选项126
		4.4.6	谱分析选项126
		4.4.7	创建多载荷步文件126
	4.5	实例–	——储液罐的载荷和约束
		施加	
		4.5.1	GUI 方式128
		4.5.2	命令流方式130
第5	章	求解	
		(👰	视频讲解:2分钟)
	5.1	求解椆	既论133

Note

	5.1.1	选择求解器133
	5.1.2	求解器的类型133
	5.1.3	获得解答134
5.2	利用物	寺定的求解控制器指定求解
	类型	
	5.2.1	使用 Abridged Solution 菜单
		选项135
	5.2.2	使用求解控制对话框136
5.3	多载荷	苛步求解137
	5.3.1	多重求解法137
	5.3.2	使用载荷步文件法138
	5.3.3	使用数组参数法
		(矩阵参数法)138
5.4	实例-	——轴承座和储液罐模型
	求解	
体っ立	亡小田	
 第 0 早	冲 处挡	
	(💭	<u>视频讲解:5分钟)</u>

6.1 后处理概述.....142

	6.1.1	结果文件142
	6.1.2	后处理可用的数据类型143
6.2	通用周	后处理器(POST1)143
	6.2.1	将数据结果读入数据库143
	6.2.2	图像显示结果149
	6.2.3	列表显示结果155
	6.2.4	将结果旋转到不同坐标系中
		并显示157
6.3	实例-	——轴承座计算结果后处理158
	6.3.1	GUI 方式158
	6.3.2	命令流方式161
6.4	时间质	历程后处理器(POST26)162
	6.4.1	定义和储存 POST26 变量162
	6.4.2	检查变量164
	6.4.3	POST26 后处理器的其他功能166
6.5	实例-	——储液罐计算结果后处理167
	6.5.1	GUI 方式167
	6.5.2	命令流方式169

目录

S

第2篇 专题实例篇

第7章	Ē	结构静	力分析172
		(💭	<u>视频讲解:31分钟)</u>
7.	.1	结构青	争力概论173
7.	.2	实例-	——高速齿轮应力分析173
		7.2.1	分析问题173
		7.2.2	建立模型174
		7.2.3	定义边界条件并求解186
		7.2.4	查看结果188
		725	命令流方式 190
		7.2.0	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
第8章	E E	模态分	·析191
第8章	E 1	, _{二。} 模态分 (〔 〕 ²	析191 视频讲解: <u>39</u> 分钟)
第 8 章 8.	<u>.</u> 1	構态分 (値) 模态分	·析191 <u>视频讲解:39分钟)</u> }析概论192
第8章 8. 8. 8.	.1 .2	模态分 (፪℃ 模态分 实例-	 析
第 8 章 8. 8.	<u>-</u> .1 .2	模态分 (模态分 模态分 实例- 8.2.1	 析
第 8 章 8. 8.	<u>.</u> 1 .2	模态分 (模态分 实例- 8.2.1 8.2.2	 析
第8章 8. 8.	.1	模态分 (使态分 实例- 8.2.1 8.2.2 8.2.3	 析

8.2.4	查看结果200
8.2.5	命令流方式
实例-	——钢桁架桥模态分析 203
8.3.1	问题描述203
8.3.2	GUI 操作方法
8.3.3	命令流方式
谐响应	209
(🚇	<u>视频讲解: 18 分钟)</u>
谐响应	立分析概论210
9.1.1	full method210
9.1.2	frequency-sweep method211
9.1.3	mode superposition method211
9.1.4	3 种方法的共同局限性212
实例-	——悬臂梁谐响应分析 212
9.2.1	分析问题212
9.2.2	建立模型212
9.2.3	查看结果222
	8.2.4 8.2.5 实例- 8.3.1 8.3.2 8.3.3 谐响应 9.1.1 9.1.2 9.1.3 9.1.4 实例- 9.2.1 9.2.2 9.2.3

Note

	~	— <i>1</i>		م در
	K.	Ansys 2022 A RE	无分析从入门	到精通
	1			
		9.2.4 命令流方式		12.1.2
	第 10 章	谱分析225		12.1.3
"		(🔎 视频讲解: 28 分钟)		12.1.4
	10.1	谱分析概论		12.1.5
	1011	10.1.1 响应谱	12.2	买例-
Note		10.1.2 动力设计分析方法(DDAM)226		12.2.1
		10.1.3 功率谱密度(PSD)		12.2.2
	10.2	实例——支撑平板动力效果谱		12.2.3
	1012	分析 227		12.2.4
		10.21 问题描述 227	第 13 章	接触问
		10.2.1 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	-	(鳳門 初
		10.2.3 命令流方式 244	13.1	接触问
				13.1.1
	第 11 章	瞬态动力学分析245		13.1.2
	- 	(📖 视频讲解:13 分钟)	13.2	实例—
	11.1	瞬态动力学概论246		13.2.1
		11.1.1 full method246		13.2.2
		11.1.2 mode superposition method246		13.2.3
	11.2	实例——哥伦布阻尼的自由		13.2.4
		振动分析247		13.2.5
		11.2.1 问题描述247	第 14 章	结构屈
		11.2.2 GUI 模式247		(圓叫初
		11.2.3 命令流方式	- 14 1	结构届
	笛 10 咅	非线性公托 259	14.1	立何…
	- -		14.2	安内 1421
				14.2.1
	12.1	非线性分析微论		1423
		12.1.1 非线性行为的原因		1 7.2.3
		第3篇	热分析	篇

第 15 章	稳态热	热分析与瞬态热分析	.312
-	(🚇	<u>视频讲解:42 分钟)</u>	
15.1	热分	析概论	313
	15.1.1	热分析的特点	313
	15.1.2	热分析单元	314
15.2	热载	荷和边界条件的类型	314
	15.2.1	概述	314
	15.2.2	热载荷和边界条件注意事项.	315
15.3	稳态	热分析概述	315

	12.1.2	非线性分析的基本信息	
	12.1.3	几何非线性	
	12.1.4	材料非线性	
	12.1.5	其他非线性问题	
12.2	实例-	——深沟球轴承	266
	12.2.1	分析问题	
	12.2.2	GUI 方式	
	12.2.3	查看结果	
	12.2.4	命令流方式	
第 13 章	接触问	可题分析	279
	(🚇	<u>视频讲解:17 分钟)</u>	
13.1	接触	问题概论	280
	13.1.1	一般分类	
	13.1.2	接触单元	
13.2	实例-	——齿轮副的接触分析.	281
	13.2.1	分析问题	
	13.2.2	建立模型	
	13.2.3	定义边界条件并求解	
	13.2.4	查看结果	
	13.2.5	命令流方式	
第 14 章	结构履	द 曲分析	296
	(🚇	<u>视频讲解:19 分钟)</u>	
14 1	结构		297

14.1	结构/	出田熌砣	297
14.2	实例-	——框架结构屈曲分析.	297
	14.2.1	分析问题	
	14.2.2	GUI 路径模式	
	14.2.3	命令流方式	

热分析篇

	15.3.1	稳态热分析定义	315
	15.3.2	稳态热分析的控制方程	315
15.4	实例-	——电热丝生热稳态热	
	分析.		. 316
	15.4.1	GUI 操作步骤	316
	15.4.2	命令流方式	329
15.5	瞬态热	热分析概述	. 329
	15.5.1	瞬态热分析特性	329
	15.5.2	瞬态热分析前处理考虑因素	330

• VIII •

	15.5.3	控制方程	330
	15.5.4	初始条件的施加	330
15.6	实例-	——钢球淬火过程瞬态热	
	分析.	3	31
	15.6.1	GUI 分析过程	332
	15.6.2	命令流方式	339
第 16 章	热辐射 (👰 :	[†] 和相变分析3 视频讲解:65 分钟)	40
16.1	热辐射	时基本理论及在 Ansys	
	中的如	处理方法	41
	16.1.1	热辐射特性	341
	16.1.2	Ansys 中热辐射的处理方法	341
16.2	实例-	——两同心圆柱体间	
	热辐射	时分析3	41
	16.2.1	问题描述	341
	16.2.2	问题分析	342
	16.2.3	GUI 操作步骤	342

	16.2.4	命令流方式	
16.3	实例-	——圆台形物体热辐射	
	分析.		
	16.3.1	问题描述352	
	16.3.2	问题分析352	
	16.3.3	GUI 操作步骤352	
	16.3.4	命令流方式	
16.4	相变分	分析概述358	
	16.4.1	相和相变358	
	16.4.2	潜在热量和焓359	
	16.4.3	相变分析基本思路359	
16.5	实例-	——茶杯中水结冰过程	
	分析.		
	16.5.1	问题描述361	
	16.5.2	问题分析362	
	16.5.3	GUI 操作步骤	
	16.5.4	命令流方式	

E

录

S

Note

第4篇 电磁分析篇

第 17 章	电磁均	杨有限元分析简介	376
17.1	电磁	汤有限元分析概述	.377
	17.1.1	电磁场中常见边界条件	377
	17.1.2	Ansys 电磁场分析对象	377
	17.1.3	电磁场单元概述	378
	17.1.4	电磁宏	379
17.2	远场	单元及远场单元的使用	.379
	17.2.1	远场单元	380
	17.2.2	使用远场单元的注意事项	380
第 18 章	二维磁	兹场分析	382
第 18 章	二维码 (💭	^{兹场分析} 视频讲解:73 分钟)_	382
第 18 章 18.1	二维码 (梁 和: 二维都	滋场分析 <u>视频讲解:73 分钟)</u> 静态磁场分析中要使用的	382
第 18 章 18.1	二维破 () 二维 単元.	滋场分析 <u>视频讲解: 73 分钟)</u> 静态磁场分析中要使用的	382 .383
第 18 章 	二维破 (重) 二维 単元. 车例-	滋场分析 <u>视频讲解: 73 分钟)</u> 静态磁场分析中要使用的 	382 .383
第 18 章 18.1 18.2	二维 (二维二二年 (二年 (二年 (二年 (二年 (二年 (二年 (二年 (二年 (二年)))))) (二年 (二年)) (二年)) (二年) (二年	滋场分析	382 .383 .383
第 18 章 18.1 18.2	二维破 (重) 二维律 单元. 车例- 内静 18.2.1	磁场分析 视频讲解: 73 分钟) 静态磁场分析中要使用的 ──二二维螺线管制动器 态磁场的分析	382 .383 .383 383
第 18 章 18.1 18.2	二维磅 二维ൺ 单元. 实例- 内静。 18.2.1 18.2.2	磁场分析	382 .383 .383 383 385
第 18 章 18.1 18.2	二维码 (運): 二维計 单元. 实例- 内静 18.2.1 18.2.2 18.2.3	 磁场分析	382 .383 .383 383 385 394

18.3	二维计	皆波磁场分析中要使用的	
	单元		394
18.4	实例-	——二维自由空间线圈的	
	谐波磁	兹场的分析	394
	18.4.1	问题描述	394
	18.4.2	GUI 操作方法	395
	18.4.3	命令流方式	404
18.5	二维關	舜态磁场分析中要使用的	
	单元.		404
18.6	实例-	——二维螺线管制动器内	
	瞬态硫	兹场的分析	405
	18.6.1	问题描述	405
	18.6.2	GUI 操作方法	406
	18.6.3	命令流方式	419
19 章	三维磁	兹分析	420
-	(鄭 社	<u>视频讲解:36 分钟)</u>	
19.1	三维青	争态磁场标量法分析中要	
	使用自	的单元	421

• IX •

第

	<u>F</u>	R	Ansys 2022 有限元分析从入	-1	到精道	1
	19.2	实例-	——带空气隙的永磁体422		20.2.6	ł
		19.2.1	问题描述422		20.2.7	ł
		19.2.2	GUI 操作方法423 20	.3	h 方法	去
K		19.2.3	命令流方式433		单元	
	19.3	棱边	单元边方法中要使用的 20	.4	实例·	
te		单元.			静电	分
	19.4	实例-	——电动机沟槽中瞬态		20.4.1	ĵ
		磁场	分布		20.4.2	(
		19.4.1	问题描述		20.4.3	ſ
		19.4.2	创建物理环境435 20	.5	电路	分
		19.4.3	建立模型、赋予特性、	-	20.5.1	1
			划分网格436		20.5.2	1
		19.4.4	加边界条件和载荷437 20	.6	实例	
		19.4.5	求解438		20.6.1	j
		19.4.6	查看计算结果439		20.6.2	(
		19.4.7	命令流方式441		20.6.3	ſ
	公 00 立	њ₊z/	NHE 442 20	.7	名导/	体
	<u> </u>	电切り			20.7.1	5
	• • •				20.7.2	-
	20.1	电场	分析中要使用的単元443 一、	.8	实例·	
	20.2	实例-	——正方形电流环中的		20.8.1	j
		磁场	分布446		20.8.2	1
		20.2.1	问题描述446		20.8.3	3
		20.2.2	创建物理环境447			ļ
		20.2.3	建立模型、赋予特性、		20.8.4	7
			划分网格		20.8.5	ć
		20.2.4	加边界条件和载荷451		20.8.6	ſ
		20.2.5	求解452			

	20.2.6	查看计算结果	452
	20.2.7	命令流方式	454
20.3	h 方注	、静电场分析中要使用的	
	单元.		454
20.4	实例-	——屏蔽微带传输线的	
	静电分	分析	455
	20.4.1	问题描述	455
	20.4.2	GUI 操作方法	456
	20.4.3	命令流方式	464
20.5	电路分	分析中要使用的单元	464
	20.5.1	使用 CIRCU124 单元	464
	20.5.2	使用 CIRCU125 单元	467
20.6	实例-	——谐波电路分析	467
	20.6.1	问题描述	467
	20.6.2	GUI 操作方法	468
	20.6.3	命令流方式	475
20.7	多导体	本系统求解电容	475
	20.7.1	对地电容和集总电容	475
	20.7.2	步骤	475
20.8	实例-	——电容计算实例	477
	20.8.1	问题描述	477
	20.8.2	创建物理环境	477
	20.8.3	建立模型、赋予特性、	
		划分网格	480
	20.8.4	加边界条件和载荷	483
	20.8.5	求解	484
	20.8.6	命令流方式	485

Note



Ansys 扩展学习内容

第1章	结构青	争力分析实例2
	(<u>[』] 视频讲解:38 分钟)</u>
1.1	实例	——钢桁架桥静力受力分析3
	1.1.1	分析问题3
	1.1.2	建立模型3
	1.1.3	定义边界条件并求解11
	1.1.4	查看结果13
	1.1.5	命令流执行方式17
1.2	实例·	——联轴体的静力分析实例17
	1.2.1	分析问题17
	1.2.2	建立模型18
	1.2.3	定义边界条件并求解22
	1.2.4	查看结果25
	1.2.5	命令流执行方式31
第2章	耦合均	汤分析简介32
2.1	耦合	场分析的定义
2.2	耦合	场分析的类型33
	2.2.1	直接方法

	2.2.2 载荷传递方法
	2.2.3 直接方法和载荷传递
	2.2.4 耦合物理电路仿真
2.3	耦合场分析的单位制36
第3章	直接耦合场分析40
	<u>(💭 视频讲解:34 分钟)</u>
3.1	实例——换热管的热应力耦合
	分析 41
	3.1.1 前处理41
	3.1.2 求解
	3.1.3 后处理45
	3.1.4 命令流方式
3.2	实例——热电发电机热电耦合
	分析46
	3.2.1 前处理47
	3.2.2 求解
	3.2.3 后处理57
	3.2.4 命令流方式



Ansys 2022 入门

本章简要介绍有限元分析软件 Ansys 2022, 包括 Ansys 的用户界面以及 Ansys 的启动、 配置与程序结构,最后用一个简单的例子帮助读者认识 Ansys 分析过程。

☑ Ansys 2022 的用户界面

☑ Ansys 分析过程

☑ Ansys 文件系统

任务驱动&项目案例













۸nsys

第1章 Ansys 2022入门

1.1 Ansys 2022 的用户界面

启动 Ansys 2022 并设定工作目录和工作文件名之后,将进入如图 1-1 所示的 Ansys 2022 的 GUI 界面(graphical user interface,图形用户界面),主要包括以下 10 个部分。



图 1-1 Ansys 2022 图形用户界面

1. 菜单栏

菜单栏包括 File (文件操作)、Select (选择功能)、List (数据列表)、Plot (图形显示)、PlotCtrls (视图环境控制)、WorkPlane (工作平面)、Parameters (参数)、Macro (宏命令)、MenuCtrls (菜单控制)和 Help (帮助)共 10 个菜单,囊括了 Ansys 的绝大部分系统环境配置功能。在 Ansys 运行的任何时候均可以访问这些菜单。

2. 快捷工具栏

对于常用的新建、打开、保存数据文件、视图旋转、抓图软件、报告生成器和帮助操作,提供了 方便的快捷方式。

3. 输入栏

Ansys 提供了 4 种输入方式:常用的 GUI (图形用户界面)输入、命令流输入、使用工具栏和调用批处理文件。在输入栏中可以输入 Ansys 的各种命令,在输入命令过程中, Ansys 自动匹配待选命令的输入格式。

4. 图形窗口

显示 Ansys 的分析模型、网格、求解收敛过程、计算结果云图、等值线和动画等图形信息。

Note

m

5. 工具栏

工具栏包括一些常用的 Ansys 命令和函数,是执行命令的快捷方式。用户可以根据需要对其中的 快捷命令进行编辑、修改和删除等操作,最多可设置 100 个命令按钮。

6. 显示/隐藏对话框

在对 Ansys 进行操作过程中,会打开很多对话框,重叠的对话框会隐藏,单击输入栏右侧第一个按钮,可以迅速显示隐藏的对话框。

7. 主菜单

主菜单几乎涵盖了 Ansys 分析过程的全部菜单命令,按照 Ansys 分析过程进行排列,依次是 Preferences(个性设置)、Preprocessor(前处理器)、Solution(求解器)、General Postproc(通用后 处理器)、TimeHist Postpro(时间历程后处理器)、Radiation Opt(辐射选项)、Session Editor(进 程编辑)和 Finish(完成)。

8. 状态栏

状态栏显示 Ansys 的一些当前信息,如当前所在的模块、材料属性、单元实常数及系统坐标等。

9. 视图控制栏

用户可以利用这些快捷方式方便地进行视图操作,如前视、后视、俯视、旋转任意角度、放大或 缩小、移动图形等,调整到用户最佳的视图角度。

10. 输出窗口

在图 1-1 中,输出窗口的主要功能在于同步显示 Ansys 对已进行的菜单操作或已输入命令的反馈 信息,以及用户输入命令或菜单操作的出错信息和警告信息等,关闭此窗口, Ansys 将强行退出。

注意:用户可利用输出窗口的提示信息,随时改正自己的操作错误。这对修改用户编写的命令流特别有用。

1.2 Ansys 文件系统

本节将简要讲述 Ansys 文件的类型和文件管理的相关知识。

1.2.1 文件类型

Ansys 程序广泛应用文件来存储和恢复数据,特别是在求解分析时。这些文件被命名为 Jobname.ext,其中 Jobname 是设定的工作文件名,默认的工作文件名为 file,用户可以更改,最大长 度可达 32 个字符,但必须是英文名,Ansys 不支持中文的文件名; ext 是由 Ansys 定义的唯一的由 2~4 个字符组成的扩展名,用于表明文件的内容。

在 Ansys 程序运行产生的文件中,有一些文件在 Ansys 运行结束前产生,但在某一时刻会自动删除,这些文件称为临时文件,如表 1-1 所示;另一些在运行结束后保留的文件称为永久文件,如表 1-2 所示。

文件 名	类型	内容
Jobname.ano	文本	图形注释命令

表 1-1 Ansys 产生的临时文件



逯表

文件名	类型	内容
Jobname.bat	文本	从批处理输入文件中复制的输入数据
Jobname.erot	二进制	旋转单元矩阵文件
Jobname.page	二进制	Ansys 虚拟内存页文件

表 1-2 Ansys 产生的永久文件

文 件 名	类型	内容
Jobname.out	文本	输出文件
Jobname.db	二进制	数据文件
Jobname.rst	二进制	结构与耦合分析文件
Jobname.rth	二进制	热分析文件
Jobname.rmg	二进制	磁场分析文件
Jobname.snn	文本	载荷步文件
Jobname.cmap	文本	彩色映像文件
Jobname.emat	二进制	单元矩阵文件
Jobname.log	文本	日志文件
Jobname.err	文本	错误文件
Jobname.elem	文本	单元定义文件
Jobname.esav	二进制	单元数据存储文件

临时文件一般是计算过程中存储某些中间信息的文件,如 Ansys 虚拟内存页(Jobname.page)以 及旋转某些中间信息的文件(Jobname.erot)等。

1.2.2 文件管理

1. 指定文件名

Ansys 的文件名由以下 3 种方式来指定。

(1) 进入 Ansys 后,通过以下方式实现更改工作文件名。

命令流: /FILNAME,Fname,Key 或 GUI: Utility Menu > File > Change Jobname ...

(2)由 Ansys 启动器交互式进入 Ansys 后,直接运行,则 Ansys 的工作文件名默认为 file。

(3)由 Ansys 启动器交互式进入 Ansys 后,在运行环境设置窗口的 Job Name 文本框中把系统默 认的 file 更改为用户想要输入的工作文件名。

2. 保存数据库文件

Ansys数据库文件包含了建模、求解、后处理所产生的保存在内存中的数据,一般指存储几何信息、节点单元信息、边界条件、载荷信息、材料信息、位移、应变、应力和温度等数据库文件,后缀为.db。

存储操作将 Ansys 数据库文件从内存中写入数据库文件 Jobname.db,作为数据库当前状态的 一个备份。由于 Ansys 软件没有其他有限元软件的即时 UNDO 功能以及自动保存功能,因此,建 议用户在不能确定下一个操作是否正确的情况下,应先保存当前数据库,以便在出现错误时可以 及时恢复。

	Ansys 2022 有限充分析从7	入门到精通
	Ansys 提供以下 3 种方式存储数据库。 (1)利用工具栏上的 SAVE_DB 命令,如图 1-2 所示。	Toolbar
	(2) 使用命令流力式仔菌数据库。命令・SAVE Fname Ext Dir Slab	SAVE_DB RESUM_DB QUIT POWRGRPH
	(3)用菜单方式保存数据库。	图 1-2 Ansys 文件的存储与读取快捷方式
Note	GUI: Utility Menu > File > Save as Jobname 或 Utility Menu > File > Save as	e.db
	◆ 注意: Save as Jobname.db 表示以工作文件名保存数 存到另一个文件名中,当前的文件内容并不会 到原来的工作文件数据库中。 如果保存以后再次以一个同名数据库文件进行 Jobname.db 作为备份。用户可以恢复该备份, 在求解之前保存数据库。	据库;而 Save as表示程序将数据保 发生改变,保存之后进行的操作仍记录 F保存,那么 Ansys 会先将旧文件命名为 相当于执行一次 Undo 操作。
	3. 恢复数据库文件	
	Ansys 提供以下 3 种方式恢复数据库。 (1)利用工具栏上的 RESUM_DB 命令,如图 1-2 所示 (2)使用命令流方式恢复数据库。	รึง
	命令: RESUME,Fname,Ext,Dir,NOPAR,KNOPLOT	
	(3)用下拉菜单方式恢复数据库。	
	GUI: Utility Menu > File > Resume Jobname 或 Utility Menu > File > Resume from	.db
	4. 读入文本文件	
	Ansys 程序经常需要读入一些文本文件,如参数文件、 读入文本文件的操作如下。 (1)读取 Ansys 命令记录文件。	命令文件、单元文件、材料文件等,常见
	命令: /INPUT,Fname,Ext,Dir,LINE,LOG GUI: Utility Menu > File > Read Input from	m
	(2) 读取宏文件。	
	命令: *USE,Name,ARG1,ARG2,…,ARG18 GUI: Utility Menu > Macro > Execute Data 1	Block
	(3) 读取材料参数文件。	
	命令: PARRES,Lab,Fname,Ext, GUI: Utility Menu > Parameters > Restore :	Parameters
	(4) 读取材料特性文件。	
	命令: MPREAD,Fname,Ext,,LIB GUI: Main Menu > Preprocessor > Material :	Props > Read from File

或 Main Menu > Preprocessor > Loads > Load Step Opts > Other > Change Mat

Sar

Props > Read from File 或 Main Menu > Solution > Load Step Opts > Other > Change Mat Props > Read from File (5) 读取单元文件。 命令: EREAD, Fname, Ext, --GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Read Elem File (6) 读取节点文件。 命令: NREAD, Fname, Ext, --GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Nodes > Read Node File 5. 写入文本文件 (1) 写入材料参数文件。 命令: PARSAV, Lab, Fname, Ext, --GUI: Utility Menu > Parameters > Save Parameters .. (2) 写入材料特性文件。 命令: MPWRITE, Fname, Ext, --, LIB, MAT GUI: Main Menu > Preprocessor > Material Props > Write to File 或 Main Menu > Preprocessor > Loads > Other > Change Mat Props > Write to File 或 Main Menu > Solution > Load Step Opts > Other > Change Mat Props > Write to File (3) 写入单元文件。 命令: EWRITE, Fname, Ext, --, KAPPND, Format GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Write Elem File (4) 写入节点文件。 命令: NWRITE, Fname, Ext, --, KAPPND GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Nodes > Write Node File 6. 文件操作 Ansys 的文件操作相当于操作系统中的文件操作功能,如重命名文件、复制文件和删除文件等。 (1) 重命名文件。 命令: /RENAME, Fname1, Ext1, --, Fname2, Ext2, DistKey GUI: Utility Menu > File > File Operations > Rename ... (2) 复制文件。 命令: /COPY, Fname1, Ext1, --, Fname2, Ext2, DistKey GUI: Utility Menu > File > File Operations > Copy ... (3) 删除文件。 命令: /DELETE,Fname,Ext,--,DistKey • 7 •

GUI: Utility Menu > File > File Operations > Delete ...

7. 列表显示文件信息

R

(1)列表显示Log文件。

GUI: Utility Menu > File > List > Log File ... 或 Utility Menu > List > Files > Log File ...

(2)列表显示二进制文件。

GUI: Utility Menu > File > List > Binary Files ... 或 Utility Menu > List > Files > Binary Files ...

(3) 列表显示错误信息文件。

GUI: Utility Menu > File > List > Error File ... 或 Utility Menu > List > Files > Error File ...

1.3 Ansys 分析过程

从总体上讲, Ansys 软件有限元分析包含前处理、求解和后处理 3 个基本过程, 如图 1-3 所示。它们分别对应 Ansys 主菜单系统中的 Preprocessor (前处理器)、Solution(求解器)、General Postproc(通用后处理器)与 TimeHist Postpro(时间历程后处理器)。

Ansys 软件包含多种有限元分析功能,从简单的线性静态分析到复杂的 非线性动态分析,以及热分析、流固耦合分析、电磁分析、流体分析等。 Ansys 具体应用到每一个不同的工程领域时,其分析方法和步骤有所差别, 本节主要讲述对大多数分析过程都适用的一般步骤。

一个典型的 Ansys 分析过程可分为以下 3 个步骤。

(1)建立模型。

- (2) 加载求解。
- (3) 查看分析结果。

其中,建立模型包括参数定义、实体建模和划分网格;加载求解包括施加载荷、边界条件和进行 求解运算;查看分析结果包括查看分析结果和分析处理并评估结果。

1.3.1 建立模型

建立模型包括创建实体模型、定义单元属性、划分有限元网格和修正模型等几项内容。现今大部分的有限元模型都是用实体模型建模,类似于 CAD, Ansys 以数学的方式表达结构的几何形状,然后在里面划分节点和单元,还可以在几何模型边界上方便地施加载荷,但是实体模型并不参与有限元分析,所以施加在几何实体边界上的载荷或约束必须最终传递到有限元模型上(单元或节点)进行求解,这个过程通常是 Ansys 程序自动完成的。

用户可以通过4种途径创建Ansys模型。

☑ 在 Ansys 环境中创建实体模型,然后划分有限元网格。



图 1-3 分析主菜单



Note

☑ 在其他软件(如 CAD)中创建实体模型,然后读入 Ansys 环境,经过修正后划分有限元网格。

☑ 在 Ansys 环境中直接创建节点和单元。

☑ 在其他软件中创建有限元模型,然后将节点和单元数据读入 Ansys 中。

单元属性是指划分网格以前必须指定的所分析对象的特征,这些特征包括材料属性、单元类型和 实常数等。需要强调的是,除了磁场分析用户不需要告诉 Ansys 使用的是什么单位制,只需要自己决 定使用何种单位制,然后确保所有输入值的单位统一即可。单位制影响输入的实体模型尺寸、材料属 性、实常数及载荷等。

1.3.2 加载并求解

Ansys 中的载荷可分为以下几类。

- ☑ 自由度 DOF: 定义节点的自由度(DOF)值(例如结构分析的位移、热分析的温度和电磁 分析的磁势等)。
- ☑ 面载荷(包括线载荷):作用在表面的分布载荷(例如结构分析的压力、热分析的热对流 和电磁分析的麦克斯韦尔表面等)。
- ☑ 体积载荷:作用在体积上或场域内(例如热分析的体积膨胀和内生成热、电磁分析的磁流 密度等)的载荷。
- ☑ 惯性载荷:结构质量或惯性引起的载荷(例如重力和加速度等)。

在进行求解之前,用户应进行分析数据检查,包括以下内容。

- ☑ 单元类型和选项、材料性质参数、实常数以及统一的单位制。
- ☑ 单元实常数和材料类型的设置,实体模型的质量特性。
- ☑ 确保模型中没有不应存在的缝隙(特别是从 CAD 中输入的模型)。
- ☑ 壳单元的法向,以及节点坐标系。
- ☑ 集中载荷和体积载荷,以及面载荷的方向。
- ☑ 温度场的分布和范围,以及热膨胀分析的参考温度。

1.3.3 后处理器

Ansys 提供了以下两个后处理器。

- ☑ 通用后处理器(POST1):用来观看整个模型在某一时刻的结果。
- ☑ 时间历程后处理器(POST26):用来观看模型在不同时间段或载荷步上的结果,常用于处理瞬态分析和动力分析的结果。

1.4 实例入门——角托架受力分析

为了使读者能够更清楚地了解 Ansys 程序的有限元分析和计算过程,本节以一个角托架实例来详 细介绍 Ansys 分析问题的全过程。

1.4.1 分析实例描述

本实例是关于一个角托架的简单加载,线性静态结构分析问题,托架的具体形状和尺寸如图 1-4 所示。角托架左上方的销孔被焊接完全固定,其右下角的销孔受到锥形的压力载荷,角托架的材料为 Ansys 2022 有限元分析从入门到精通

A36 优质钢。因为角托架在 Z 方向的尺寸相对于其在 X 和 Y 方向的尺寸来说很小,并且压力载荷仅作用在 X、Y 平面上,因此可以认为这个分析为平面应力状态。角托 架的材料参数为弹性模量 *E*=30E6 psi, 泊松比v=0.27。

1.4.2 建立模型

1. 指定工作文件名和分析标题

(1) 指定工作文件名。

GUI: "开始" > "所有程序" > Ansys 2022 R1 > Mechanical APDL Product Launcher 2022 R1 th = 1/2 0.4 radius



Element Type

以交互式启动 Ansys 程序,将初始工作文件名设置为 Bracket,并单击 Run 按钮进入 Ansys 用户界面。

(2) 定义分析标题。

GUI: Utility Menu > File > Change Title ...

执行以上命令后,打开如图 1-5 所示的对话框,在 Enter new title 文本框中输入 "STRESS IN A BRACKET" 作为 Ansys 图形显示时的标题。

2. 定义单元类型

每一个 Ansys 分析中都必须定义单元类型,本例中需要使用的单元类型为 PLANE183 单元,是 一个 8 节点的二维二次结构单元。

GUI: Main Menu > Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete

执行以上命令后,打开如图 1-6 所示的对话框。

		Element Types	~
		Defined Element Types: NONE DEFINED	•
🧬 Change Title	×		
[/TITLE] Enter new title	STRESS IN A BRACKET	Add Delete	
OK	Cancel Help	Close Help	

图 1-5 修改标题对话框

图 1-6 单元类型对话框

单击 Add 按钮,打开如图 1-7 所示的对话框,在左侧的列表框中选择 Solid 选项,在右侧列表框中选择 8 node 183 选项,也就是 PLANE183 单元。

单击 OK 按钮,这时返回如图 1-6 所示的对话框,单击 Options 按钮,打开如图 1-8 所示的定义 PLANE183 单元选项对话框。在 Element behavior K3 下拉列表框中选择 Plane strs w/thk 选项后,单击 OK 按钮完成定义单元类型。

*1 & THENE 2022 > 1	
₩ Ansys 2022 × 11	
Library of Element Types	
Library of Element Types Library of Element Types Link Beam Pipe Solid Solid Shell V Bande 183 Bick 8 node 185 Concret 65 V 8 node 183	-4
Element type reference number 1	
图 1.7 单元类型库对话框	Note
PLANE 183 element type options	
Options for PLANE183, Element Type Ref. No. 1	
Element shape K1 Quadrilateral 🗸	
Element behavior K3	
Element formulation K6 Pure displacemnt (NOTE: Mixed formulation is not valid with plane stress)	
OK Cancel Help	
图 1-8 定义 PLANE183 单元选项对话框	
3. 定义单元实常数	
GUI: Main Menu > Preprocessor > Real Constants > Add/Edit/Delete	
执行以上命令后,打开如图 1-9 所示的定义实常数对话框,单击 Add 按钮,打开如图 1-10 所示的选择要定义的实常数单元对话框,选中 PLANE183 单元后,单击 OK 按钮,打开如图 1-11 所示的定义单元厚度对话框,在 THK 文本框中输入"0.5"。	
Real Constants × Defined Real Constant Sets Choose element type: NONE DEFINED Type 1	
Add Delete	
Close Help OK Cancel	
图 1-9 定义实常数对话框 图 1-10 选择要定义的实常数单元对话框	
Real Constant Set Number 1, for PLANE183	
Element Type Reference No. 1 Real Constant Set No. 1	
Real Constant for Plane Stress with Thickness (KEYOPT(3)=3) Thickness THK	
OK Apply Cancel Help	
图 1-11 定义单元厚度对话框	



4. 定义材料特性

角托架的材料为A36钢,需要定义角托架的弹性模量和泊松比。

GUI: Main Menu > Preprocessor > Material Props > Material Models

执行完以上命令后,打开如图 1-12 所示的定义材料属性对话框。

在定义材料属性对话框中依次选择 Structural > Linear > Elastic > Isotropic 选项,表示选中结构分 析中的线弹性各向同性材料。这时打开如图 1-13 所示的定义弹性模量和泊松比对话框,在其中输入 弹性模量 EX 为"30E6", 泊松比 PRXY 为"0.27", 再单击 OK 按钮关闭该对话框。



图 1-12 定义材料属性对话框

5. 建立几何模型

(1) 定义矩形。

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Area > Rectangle > By Dimensions

执行以上命令后,打开如图 1-14 所示的创建矩形对话框,在其中设置 X1=0, X2=6, Y1=-1, Y2=1。单击 Apply 按钮生成一个矩形。接着继续在对话框中设置 X1=4, X2=6, Y1=-1, Y2=-3, 单 击 OK 按钮生成第二个矩形。生成的两个矩形如图 1-15 所示。

	AREAS Ansys TYFE NUM 2022 R
Create Bertangle by Dimensions	X
[RECTNG] Create Rectangle by Dimensions X1,X2 X-coordinates V1,Y2 Y-coordinates	
OK Apply Cancel Help	STRESS IN A BRACKET

图 1-14 创建矩形对话框

图 1-15 矩形示意图

(2) 改变图形控制。为了将不同的面积用不同颜色的图形进行区分,可以在 Ansys 中用以下菜 单命令进行设置。

GUI: Utility Menu > PlotCtrls > Numbering ...



Note

Car

执行完以上命令后,打开如图 1-16 所示的图形编号对话框,将 Area numbers 设置为 On,单击 OK 按钮。此时,两个矩形即可以不同的颜色显示,如图 1-17 所示。



GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Area > Circle > Solid Circle

执行完以上命令后,打开如图 1-18 所示的绘制圆形对话框,在对话框中设置 X=0,Y=0,Radius=1,单击 Apply 按钮,生成角托架左上角圆。接着继续在对话框中设置 X=5,Y=-3,Radius=1,单击 OK 按钮生成角托架右下角圆,如图 1-19 所示。



图 1-18 绘制圆形对话框

图 1-19 圆形和矩形示意图

接着单击 Ansys Toolbar 中的 SAVE_DB 按钮进行存盘。在 Ansys 操作中经常进行存盘是很重要的,这样可在出现操作错误时,用 RESUME 命令恢复到以前的数据文件状态。

(4) 布尔加运算。

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Add > Areas

执行完这个命令后,在打开的对话框中单击 Pick All 按钮,这时两个矩形和两个圆形就组合为一个整体,如图 1-20 所示。



执行元以上命令后,打开绘制圆形对话框,在对话框中设置 X=0, Y=0, Radius=0.4。单击 Apply 按钮,生成角托架左上角小圆。接着继续在对话框中设置 X=5, Y=-3, Radius=0.4,单击 OK 按钮生成角托架右下角小圆,如图 1-25 所示。 选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Subtract > Areas 命 令,在打开的对话框中选择角托架为布尔减运算基体,单击 Apply 按钮,接着选择刚创建的两个小圆 作为被减去的部分,单击 OK 按钮后即生成角托架的两个圆孔,如图 1-26 所示。



单击 Ansys Toolbar 中的 SAVE_DB 按钮进行存盘。

6. 网格划分生成有限元模型

图

选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Meshing > MeshTool 命令,打开如图 1-27 所示的 MeshTool 拾取框,单击 Size Controls 组中 Global 后的 Set 按钮,打开如图 1-28 所示的划分网格单元 尺寸对话框,在 SIZE 文本框中输入 "0.5",单击 OK 按钮。返回如图 1-27 所示的 MeshTool 拾取框,单击 Mesh 按钮,在打开的拾取框中单击 Pick All 按钮,生成有限元模型,如图 1-29 所示。

MeshTool	📓 Global Element Sizes 🛛 👋
Element Attributes: Global Set Smart Size Fine 6 Coarse	[ESIZE] Global element sizes and divisions (applies only to "unsized" lines) SIZE Element edge length NDIV No. of element divisions - 0 - - (used only if element edge length, SIZE, is blank or zero)
Size Controls: Global Set Clear Areas Set Clear	OK Cancel Help
Lines Set Clear Copy Flip	图 1-28 划分网格单元尺寸对话框
Layer <u>Set</u> <u>Clear</u> Keypts <u>Set</u> <u>Clear</u>	ELEMENTS Ansys 2022 RT
Mesh: Areas v Shape: C Tri C Quad C Free C Mapped Sweep 3 or 4 sided v Mesh Clear Refine at: Elements v	
	STRESS IN A BRACKET
1-27 网格上具拾取框	图 1-29 划分网格后的角托架有限兀模型

Note

S.



单击 Ansys Toolbar 中的 SAVE_DB 按钮进行存盘。

(1)选择分析选项。

R

选择主菜单中的 Main Menu > Solution > Analysis Type > New Analysis 命令,在打开的选择分析 选项对话框中选择 Static,单击 OK 按钮。

(2) 施加位移约束。

选择主菜单中的 Main Menu > Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Lines 命令,在图 1-26 中选择角托架左圆孔处 4 根线(L4、L5、L6、L7),单击 OK 按钮,打开如 图 1-30 所示的施加位移约束对话框,在 DOFs to be constrained 后面的列表框中选择 ALL DOF 选项,在 Displacement value 文本框中输入 "0",单击 OK 按钮,就完成角托架左上角圆孔施加位移约束,如图 1-31 所示。



图 1-30 施加位移约束对话框

单击 Ansys Toolbar 工具栏中的 SAVE_DB 按钮进行存盘。

(3) 施加压力载荷。

选择主菜单中的 Main Menu > Solution > Define Loads > Apply > Structural > Pressure > On Lines 命令,打开对话框 后,选择托架右下角圆孔的左下弧线 L11,单击 OK 按钮,打开如图 1-32 所示的施加压力载荷对话框。在该对话框 上面的文本框中输入"50",在下面的文本框中输入"500",单击 Apply 按钮,打开对话框后,选择托架右下角圆孔的 右下弧线 L12,单击 OK 按钮,再次打开如图 1-32 所示的对话框,在上面的文本框中输入"500",在下面的文本框中输入"500",在下面的文本框中输入"50",单击 OK 按钮就完成了对圆孔的压力载 荷施加。

(4) 保存模型。

单击 Ansys Toolbar 中的 SAVE_DB 按钮,保存文件。

(5) 求解。

选择主菜单中的 Main Menu > Solution > Solve > Current LS 命令,打开/STATUS Command 对话 框和 Solve Current Load Step 对话框,分别如图 1-33 和图 1-34 所示。核查/STATUS Command 对话框 中的内容,确认正确后,单击 Solve Current Load Step 对话框中的 OK 按钮,Ansys 程序开始计算。



图 1-32 施加压力载荷对话框

图 1-31 施加位移约束

Ŀз

1,10, 19 (\ 1,11, 1/12 L19

1/22

L17





第1	章	Ansys 2022 へ门
----	---	---------------

STATUS Command X	
File	
SOLUTION OPTIONS	
PROBLEM DIMENSIONALITY	
ANALYSIS TYPE	
GLOBALLY ASSEMBLED MATRIX	🚱 Solve Current Load Step
LOAD STEP OPTIONS	[SOLVE] Begin Solution of Current Load Step
LOAD STEP NUMBER. 1 TIME AT END OF THE LOAD STEP. 1.0000 NUMBER OF SUBSTEPS. 1 STEP CHANCE BOUNDARY CONDITIONS DEFAULT PRINT OUTPUT CONTROLS NO PRINTOUT DATABASE OUTPUT CONTROLS. ALL DATA WRITTEN	Review the summary information in the lister window (entitled "/STATUS Command"), then pr OK to start the solution.
FOR THE LAST SUBSTEP	OK Cancel Help
图 1-33 /STATUS Command 对话框	图 1-34 Solve Current Load Step 对话框

计算完成后,会出现一个信息框,提示求解已经完成,单击 Close 按钮关闭提示框。

查看计算结果 1.4.3

1. 读入结果文件

GUI: Main Menu > General Postproc > Read Results > First Set

2. 绘制变形图

GUI: Main Menu > General Postproc > Plot Results > Deformed Shape

执行这个命令后,打开如图 1-35 所示的画变形图对话框,选中 Def+undeformed 单选按钮,单击 OK 按钮,得到如图 1-36 所示的角托架受载荷作用下的变形图。

	DISFLACEMENT ANSYS STEP-1 2022 RI SUB =1 2022 RI TIME-1
Plot Deformed Shape ×	
[PLDISP] Plot Deformed Shape KUND Items to be plotted	
C Det shape only C Def + undeformed C Def + undef edge	
OK Apply Cancel Help	STRESS IN A BRACKET
图 1 25	图 1 2 4 本 亚 图

图 1-35 画变形图对话框

图 1-36 变形图

 \times

), then press

3. 角托架等效应力分布图

GUI: Main Menu > General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Nodal Solu

执行这个命令后,打开如图 1-37 所示的 Contour Nodal Solution Data 对话框,在 Item to be contoured 列表框中先选择 Stress 选项,再选择 von Mises stress 选项,然后单击 OK 按钮,得到如图 1-38 所示 的角托架等效应力分布图。

	Ansys 2022 A 18	元分析从入门到精通
	🖉 Contour Nodal Solution Data 🛛 🕹	
Note	I tem to be contoured Wodal Solution Def Solution Stress V-Component of stress V-Component of stress V Shear stress V Shear stress V Shear stress V Shear stress S Z Shear stress V Shear stress S Z Shear stress V Shear stress	HODAL SOLUTION STEP-1 1009-1 100-1 1
	Additional Options () () () () () () () () () ()	5.14956 615.856 1226.56 1837.27 2447.98 921.209 1531.92 2142.62 2753.33 STRESS IN A BRACKET
	图 1-37 Contour Nodal Solution Data 对话框	图 1-38 等效应力分布图

4. 保存结果文件

单击 Ansys Toolbar 中的 SAVE_DB 按钮保存文件。

通过以上操作就完成了一个实例的 Ansys 分析过程,用户可以单击 Toolbar 中的 QUIT 按钮退出 Ansys 程序。



几何建模

有限元分析是针对特定的模型进行的,因此,用户必须建立一个准确的模型。通过几何 建模可以描述模型的几何边界,为之后的网格划分和施加载荷建立模型基础,因此它是全部 有限元分析的基础。

- ☑ 坐标系简介
- ☑ 工作平面的使用

- ☑ 编辑几何模型
- ☑ 自底向上创建几何模型

☑ 布尔操作

任务驱动&项目案例







(5)





Ansys 有多种坐标系供用户选择。

- ☑ 总体和局部坐标系:用来定位几何形状参数(节点、关键点等)和空间位置。
- ☑ 显示坐标系:用于几何形状参数的列表和显示。
- ☑ 节点坐标系: 定义每个节点的自由度和节点结果数据的方向。
- ☑ 单元坐标系:确定材料特性主轴和单元结果数据的方向。
- ☑ 结果坐标系:用来列表、显示或在通用后处理操作中将节点和单元结果转换到一个特定的 坐标系中。

另外,工作平面与本节的坐标系分开讨论,详见2.2节。

2.1.1 总体和局部坐标系

总体坐标系和局部坐标系用来定位几何体。默认地,当定义一个节点或关键点时,其坐标系为总体笛卡儿坐标系。可是将有些模型定义为不是总体笛卡儿坐标系的其他坐标系,这样可能更方便。 Ansys 程序允许用任意预定义的 3 种(总体)坐标系中的任意一种来输入几何数据,或者在用户定义的任何(局部)坐标系中进行此项工作。

1. 总体坐标系

总体坐标系被认为是一个绝对的参考系。Ansys 程序提供了 3 种总体坐标系,即笛卡儿坐标系、 柱坐标系和球坐标系,这 3 种坐标系都是右手系,而且有共同的原点。它们由其坐标号来识别:0 是 笛卡儿坐标系,1 是柱坐标系,2 是球坐标系;另外,还有一种以笛卡儿坐标系的 Y 轴为 Z 轴的柱坐 标系,其坐标号是 3,如图 2-1 所示。



图 2-1 总体坐标系

- ◆ 注意:图 2-1 (a)表示笛卡儿坐标系,坐标系统标号是 0;图 2-1 (b)表示一类圆柱坐标系(其 Z 轴与笛卡儿坐标系的 Z 轴一致),坐标系统标号是 1;图 2-1 (c)表示球坐标系,坐标 系统标号是 2;图 2-1 (d)表示二类圆柱坐标系(其 Z 轴与笛卡儿坐标系的 Y 轴一致), 坐标系统标号是 3。
 - 2. 局部坐标系

在许多情况下,用户必须建立自己的坐标系。其原点与总体坐标系的原点偏移一定距离,或其方 位不同于先前定义的总体坐标系,图 2-2 表示一个局部坐标系的示例,它是通过用于局部、节点或工 作平面坐标系旋转的欧拉旋转角来定义的。

第2章 几何建模



图 2-2 欧拉旋转角

▲ 注意:图 2-2 中 X、Y、Z表示总体坐标系,然后通过旋转该总体坐标系来建立局部坐标系。
 图 2-2 (a)表示将总体坐标系绕 Z 轴旋转一个角度得到 X₁、Y₁、Z (Z₁);图 2-2 (b)
 表示将 X₁、Y₁、Z (Z₁)绕 X₁ 轴旋转一个角度得到 X₁ (X₂)、Y₂、Z₂。

用户可以按以下方式定义局部坐标系。

(1) 按总体笛卡儿坐标定义局部坐标系。

命令: LOCAL

GUI: Utility Menu > WorkPlane > Local Coordinate Systems > Create Local CS > At Specified Loc +

(2) 通过已有节点定义局部坐标系。

命令: CS

GUI: Utility Menu > WorkPlane > Local Coordinate Systems > Create Local CS > By 3 Nodes +

(3) 通过已有关键点定义局部坐标系。

命令: CSKP

GUI: Utility Menu > WorkPlane > Local Coordinate Systems > Create Local CS > By 3 Keypoints +

(4) 以当前定义的工作平面的原点为中心定义局部坐标系。

命令: CSWPLA

GUI: Utility Menu > WorkPlane > Local Coordinate Systems > Create Local CS > At WP Origin ...

用户定义一个局部坐标系后,该坐标系就会被激活。创建完局部坐标系后,为其分配一个坐标系 号(必须是 11 或更大),可以在 Ansys 程序中的任何阶段建立或删除局部坐标系。若要删除一个局 部坐标系,可以利用下面的方法。

命令: CSDELE

GUI: Utility Menu > WorkPlane > Local Coordinate Systems > Delete Local CS ... 若要查看所有的总体和局部坐标系,可以使用下面的方法。 命令: CSLIST

GUI: Utility Menu > List > Other > Local Coord Sys

与3个预定义的总体坐标系类似,局部坐标系可以是笛卡儿坐标系、柱坐标系或球坐标系;局部 坐标系可以是圆的,也可以是椭圆的,另外,还可以建立环形局部坐标系,如图2-3所示。



↓ 注意:图 2-3(a)表示局部笛卡儿坐标系;图 2-3(b)表示局部圆柱坐标系;图 2-3(c)表示局部球坐标系;图 2-3(d)表示局部环形坐标系。

3. 坐标系的激活

用户可以定义多个坐标系,但某一时刻只能有一个坐标系被激活。激活坐标系的方法为自动激活 总体笛卡儿坐标系。当用户定义一个新的局部坐标系时,这个新的坐标系就会自动被激活,如果要激 活一个总体坐标系或以前定义的坐标系,可以使用下列方法。

```
命令: CSYS
GUI: Utility Menu > WorkPlane > Change Active CS to > Global Cartesian
Utility Menu > WorkPlane > Change Active CS to > Global Cylindrical
Utility Menu > WorkPlane > Change Active CS to > Global Spherical
Utility Menu > WorkPlane > Change Active CS to > Specified Coord Sys
Utility Menu > WorkPlane > Change Active CS to > Working Plane
```

在 Ansys 程序运行的任何阶段都可以激活某个坐标系,若没有明确地改变激活的坐标系,当前激活的坐标系将一直保持不变。

在定义节点或关键点时,不管哪个坐标系被激活,程序都将坐标标为 X、Y 和 Z。如果被激活的 不是笛卡儿坐标系,用户应将 X、Y 和 Z 理解为坐标系中的 R、θ、Z 或球坐标系中的 R、θ。

2.1.2 显示坐标系

在默认情况下,即使是在其他坐标系中定义节点和关键点,其列表也会显示它们位于总体笛卡儿 坐标系,用户可以使用下列方法改变显示的坐标系。

```
命令: DSYS
GUI: Utility Menu > WorkPlane > Change Display CS to > Global Cartesian
Utility Menu > WorkPlane > Change Display CS to > Global Cylindrical
Utility Menu > WorkPlane > Change Display CS to > Global Spherical
Utility Menu > WorkPlane > Change Display CS to > Specified Coord Sys
```

第2章 几何建模

改变显示坐标系也会影响图形显示。除非用户有特殊的需要,一般在用如 NPLOT 和 EPLOT 命令显示图形时,应将显示坐标系重置为总体笛卡儿坐标系。DSYS 命令对 LPLOT、APLOT 和 VPLOT 命令无影响。

2.1.3 节点坐标系

Active CS

总体和局部坐标系用于几何体的定位,而节点坐标系则用于定义节点自由度的方向。每个节点都 有自己的节点坐标系,默认情况下,它总是平行于总体笛卡儿坐标系(与定义节点的激活坐标系无关)。 用户可以使用下列方法将任意节点坐标系旋转到所需方向。

(1)将节点坐标系旋转到激活坐标系的方向,即将节点坐标系的 X 轴旋转到平行于激活坐标系的 X 轴或 R 轴方向,将节点坐标系的 Y 轴旋转到平行于激活坐标系的 Y 轴或 θ 轴方向,将节点坐标系的 Z 轴旋转到平行于激活坐标系的 Z 轴或 θ 轴方向。

命令: NROTAT GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Nodes > Rotate Node CS > To Active CS Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Rotate Node CS > To

(2) 按给定的旋转角旋转节点坐标系(由于通常不易得到旋转角,因此 NROTAT 命令可能更有用),在生成节点时可以定义旋转角,或对已有节点指定旋转角(NMODIF 命令)。

命令: N GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Nodes > In Active CS 命令: NMODIF

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Nodes > Rotate Node CS > By Angles

Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Rotate Node CS > By Angles

(3) 按给定向量的方向余弦分量旋转节点坐标系。

```
命令: NANG
GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Nodes > Rotate Node CS >
By Vectors
```

Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Rotate Node CS > By Vectors

(4)将节点坐标系旋转到曲面法线,即将节点坐标系的X轴旋转到与曲面法线平行的位置。

```
命令: NORA
```

GUI: Main Menu> Preprocessor> Modeling> Move/Modify> Rotate Node CS> To Surf Norm> On Areas

用户可以用下列方法列出节点坐标系相对于总体笛卡儿坐标系旋转的角度。

命令: NLIST GUI: Utility Menu > List > Nodes Utility Menu > List > Picked Entities > Nodes

TAK

Ansys 2022 有限元分析从入门到精通

图 2-4 为节点坐标系旋转实例。



图 2-4 节点坐标系

2.1.4 单元坐标系

每个单元都有自己的坐标系,单元坐标系用于规定正交材料特性的方向,以及施加压力和显示结果(如应力应变)的输出方向。所有的单元坐标系都是正交右手系。

多数单元坐标系的默认方向遵循以下规则。

☑ 线单元的 X 轴通常从该单元的 I 节点指向 J 节点。

☑ 壳单元的*X*轴通常也取*I*节点到*J*节点的方向,*Z*轴过*I*点且与壳面垂直,其正方向由单元的*I*、*J*和*K*节点按右手法则确定,*Y*轴垂直于*X*轴和*Z*轴。

☑ 对二维和三维实体单元的单元坐标系总是平行于总体笛卡儿坐标系。

然而,并非所有的单元坐标系都符合上述规则,对于特定单元坐标系的默认方向可参考 Ansys 帮助文档单元说明部分。

许多单元类型都有选项(KEYOPTS,在 DT 或 KETOPT 命令中输入),这些选项用于修改单元坐标系的默认方向。对面单元和体单元而言,可用下列命令将单元坐标系的方向调整到已定义的局部坐标系上。

命令: ESYS GUI: Main Menu > Preprocessor > Meshing > Mesh Attributes > Default Attribs Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Elem Attributes

如果既用了 KEYOPT 命令,又用了 ESYS 命令,则 KEYOPT 命令的定义有效。对某些单元而言, 通过输入角度可相对先前的方向做进一步旋转,例如,SHELL63 单元中的实常数 THETA。

2.1.5 结果坐标系

在求解过程中,计算的结果数据有位移(UX、UY、ROTS等)、梯度(TGX、TGY等)、应力 (SX、SY、SZ等)和应变(EPPLX、EPPLXY等)等,这些数据存储在数据库和结果文件中,要么 是在节点坐标系(初始或节点数据),要么是在单元坐标系(导出或单元数据)。但是,结果数据通 常是旋转到激活的坐标系(默认为总体坐标系)中进行云图显示、列表显示和单元数据存储(ETABLE 命令)等操作。

用户可以将活动的结果坐标系转到另一个坐标系(如总体坐标系或一个局部坐标系),或转到在 求解时所用的坐标系下(例如节点和单元坐标系)。如果用户列表、显示或操作这些结果数据,则它 们将首先被旋转到结果坐标系下。利用下列方法可改变结果坐标系。

命令: RSYS GUI: Main Menu > General Postproc > Options for Output Utility Menu > List > Results > Options...

第2章 几何建模

2.2 工作平面的使用

尽管光标在屏幕上只表现为一个点,但它实际上代表的是空间中垂直于屏幕的一条线。为了能用 光标拾取一个点,首先必须定义一个假想的平面,当该平面与光标所代表的垂线相交时,能唯一地确 定空间中的一个点,这个假想的平面就是工作平面。从另一种角度想象光标与工作平面的关系,可以 描述为光标就像一个点在工作平面上来回游荡,工作平面就如同可以在上面写字的平板一样,工作平 面可以不平行于显示屏,如图 2-5 所示。



图 2-5 显示屏、光标、工作平面及拾取点之间的关系

工作平面是一个无限平面,有原点、二维坐标系、捕捉增量和显示网格。在同一时刻只能定义一 个工作平面(当定义一个新的工作平面时就会删除已有的工作平面)。工作平面是与坐标系独立使用 的。例如,工作平面与激活的坐标系可以有不同的原点和旋转方向。

进入 Ansys 程序时,有一个默认的工作平面,即总体笛卡儿坐标系的 X-Y 平面。工作平面的 X 轴、Y 轴分别取为总体笛卡儿坐标系的 X 轴和 Y 轴。

2.2.1 定义一个新的工作平面

用户可以用下列方法定义一个新的工作平面。

(1) 由3个点定义一个工作平面。

命令: WPLANE

GUI: Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > XYZ Locations +

(2)由3个节点定义一个工作平面。

命令: NWPLAN

GUI: Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > Nodes +

(3) 由 3 个关键点定义一个工作平面。

```
命令: KWPLAN
GUI: Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > Keypoints +
```

(4) 由过一指定线上的点且垂直于该直线的平面定义一个工作平面。

命令: LWPLAN GUI: Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > Plane Normal to Line + Note

Ansys 2022 有限元分析从入门到精通



命令: WPCSYS

100



GUI: Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > Active Coord Sys
Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > Global Cartesian
Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > Specified Coord Sys ...

2.2.2 控制工作平面的显示和样式

为了获得工作平面的状态(即位置、方向、增量),可用下面的方法。

```
命令: WPSTYL,STAT
```

GUI: Utility Menu > List > Status > Working Plane

将工作平面重置为默认状态下的位置和样式,可利用命令 WPSTYL 和 DEFA 实现。

2.2.3 移动工作平面

用户可以将工作平面移动到与原位置平行的新的位置,方法如下。

(1) 将工作平面的原点移动到关键点。

```
命令: KWPAVE
GUI: Utility Menu > WorkPlane > Offset WP to > Keypoints +
```

(2) 将工作平面的原点移动到节点。

```
命令: NWPAVE
```

GUI: Utility Menu > WorkPlane > Offset WP to > Nodes +

(3) 将工作平面的原点移动到指定点。

```
命令: WPAVE
GUI: Utility Menu > WorkPlane > Offset WP to > Global Origin
Utility Menu > WorkPlane > Offset WP to > Origin of Active CS
Utility Menu > WorkPlane > Offset WP to > XYZ Locations +
```

(4) 偏移工作平面。

命令: WPOFFS GUI: Utility Menu > WorkPlane > Offset WP by Increments

2.2.4 旋转工作平面

用户可以将工作平面旋转到一个新的方向,可以在工作平面内旋转 X-Y 轴,也可以使整个工作平面都旋转到一个新的位置。如果用户不清楚旋转角度,利用前面的方法可以很容易地在正确的方向上创建一个新的工作平面。旋转工作平面的方法如下。

命令: WPROTA GUI: Utility Menu > WorkPlane > Offset WP by Increments ...

2.2.5 还原一个已定义的工作平面

尽管实际上不能存储一个工作平面,但用户可以在工作平面的原点创建一个局部坐标系,然后利 用这个局部坐标系还原一个已定义的工作平面。

在工作平面的原点创建局部坐标系的方法如下。

命令: CSWPLA

GUI: Utility Menu > WorkPlane > Local Coordinate Systems > Create Local CS > At WP Origin ...

利用局部坐标系还原一个已定义的工作平面的方法如下。

```
命令: WPCSYS
GUI: Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > Active Coord Sys
Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > Global Cartesian
Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > Specified Coord Sys ...
```

2.3 布尔操作

用户可以使用相交、相减或其他布尔操作来雕刻实体模型。通过布尔操作,用户可以直接用较高级的图元生成复杂的形体,如图 2-6 所示。布尔运算对于通过自底向上或自顶向下方法生成的图元均有效。

在布尔运算中,对一组数据可用诸如交、并、减等逻辑运算处理,Ansys程序也允许用户对实体模型进行同样的操作,这样修改实体模型就更加容易。

图 2-6 使用布尔运算生成的复杂形体

无论是自顶向下还是自底向上构造的实体模型,用户都可以对它进行布尔运算操作。

◆ 注意:凡是通过连接生成的图元对布尔运算无效,对退化的图元也不能进行某些布尔运算。
通常,完成布尔运算之后,紧接着就是实体模型的加载和单元属性的定义,如果用布尔运算修改了已有的模型,用户需注意重新进行实体模型的加载和单元属性的定义。

2.3.1 布尔运算的设置

对两个或多个图元进行布尔运算时,用户可以通过以下方式确定是否保留原始图元,操作示例如 图 2-7 所示。

命令: BOPTN

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Settings

注意:一般来说,对依附于高级图元的低级图元进行布尔运算是允许的,但不能对已划分网格的图元进行布尔操作,必须在执行布尔操作之前将网格清除。







图 2-7 布尔运算的保留操作示例

2.3.2 布尔交运算

R

Note

布尔交运算的命令及 GUI 菜单路径如表 2-1 所示。

用	法	命令	GUI 菜单路径
线和线	相交	LINL	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Intersect > Common > Lines
面和面	相交	AINA	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Intersect > Common > Areas
体和体	相交	VINV	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Intersect > Common > Volumes
线和面	相交	LINA	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Intersect > Line with Area
面和体	相交	AINV	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Intersect > Area with Volume
线和体	相交	LINV	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Intersect > Line with Volume

表 2-1 布尔交运算







图 2-8 线和线相交





图 2-10 线和面相交



2.3.3 布尔两两相交运算

两两相交是由图元集叠加而形成的一个新的图元集。也就是说,两两相交表示至少任意两个原始图 元的相交区域。例如,线集的两两相交可能是一个关键点(或关键点的集合),或是一条线(或线的集合)。 布尔两两相交运算的命令及 GUI 菜单路径如表 2-2 所示。

表 2-2	布尔两两相交运算
-------	----------

用	法	命令	GUI菜单路径
线两两	ī相交	LINP	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Intersect > Pairwise > Lines
面两两	ī相交	AINP	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Intersect > Pairwise > Areas
体两两	间相交	VINP	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Intersect > Pairwise > Volumes

图 2-13 和图 2-14 为一些两两相交的示例。







2.3.4 布尔相加运算

相加运算的结果是得到一个包含各个原始图元所有部分的新图元,这样形成的新图元是一个单一的整体,没有接缝。在 Ansys 程序中,只能对三维实体或二维共面的面进行相加操作,面相加可以包含面内的孔,即内环。

↓ 注意:相加运算形成的图元在网格划分时通常不如搭接形成的图元。

布尔相加运算的命令及 GUI 菜单路径如表 2-3 所示。

表 2-3 相加运算

用法	命令	GUI菜单路径
面相加	AADD	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Add > Areas
体相加	VADD	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Add > Volumes

2.3.5 布尔相减运算

如果从某个图元(E1)减去另一个图元(E2),其结果可能有两种情况:一种是生成一个新图元 E3(E1-E2=E3),E3和E1有同样的维数,且与E2无搭接部分;另一种是E1与E2的搭接部分是个 Ansys 2022 育限元分析从入门到精通

低维的实体,其结果是将 E1 分成两个或多个新的实体(E1-E2=E3,E4)。 布尔相减运算的命令及 GUI 菜单路径如表 2-4 所示。

Note

R

 表 2-4 布尔相减运算			
 用 法	命令		
线减去线	LSBL	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Subtract > Lines Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Subtract > With Options > Lines Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > Line by Line Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > With Options > Line by Line	
面减去面	ASBA	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Subtract > Areas Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Subtract > With Options > Areas Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > Area by Area Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > With Options > Area by Area	
 体减去体	VSBV	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Subtract > Volumes Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Subtract > With Options > Volumes	
 线减去面	LSBA	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > Line by Area Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > With Options > Line by Area	
 线减去体	LSBV	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > Line by Volume Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > With Options > Line by Volume	
面减去体	ASBV	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > Area by Volume Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > With Options > Area by Volume	
 面减去线	ASBL	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > Area by Line Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > With Options > Area by Line	
体减去面	VSBA	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > Volume by Area Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > With Options > Volume by Area	

图 2-15 和图 2-16 为一些相减的示例。



图 2-15 ASBV 面减去体



图 2-16 ASBV 多个面减去一个体

2.3.6 利用工作平面进行减运算

工作平面可以用来进行减运算,将一个图元分成两个或多个图元。用户可以将线、面或体利用命 令或相应的 GUI 路径用工作平面去减。对于以下的每个减命令,SEPO 用来确定生成的图元有公共边 界或者独立但恰好重合的边界,KEEP 用来确定保留或者删除图元,而不管 BOPTN 命令(GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Settings)的设置如何。

利用工作平面进行减运算的命令及 GUI 菜单路径如表 2-5 所示。

用	法	命令	GUI 菜单路径
利用工 面减去	二作平 送线	LSBW	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > Line by WrkPlane Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > With Options > Line by WrkPlane
利用工 面减去	工作平 一面	ASBW	Main Menu > Preprocessor > Modeling> Operate > Divide > Area by WrkPlane Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > With Options > Area by WrkPlane
利用工 面减去	工作平 法体	VSBW	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > Volu by WrkPlane Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > With Options > Volu by WrkPlane

表 2-5 利用工作平面进行减运算

2.3.7 布尔搭接运算

搭接命令用于连接两个或多个图元,以生成3个或更多新的图元的集合。搭接命令除了在搭 接区域周围生成多个边界,还与加运算非常类似。也就是说,搭接操作生成的是多个相对简单的 区域,加运算生成的是一个相对复杂的区域。因而,搭接生成的图元比加运算生成的图元更容易 划分网格。

↔ 注意: 搭接区域必须与原始图元有相同的维数。

布尔搭接运算的命令及 GUI 菜单路径如表 2-6 所示。

用 法	命令	GUI 菜单路径
线搭接	LOVLAP	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Overlap > Lines
面搭接	AOVLAP	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Overlap > Areas
体搭接	VOVLAP	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Overlap > Volumes

表 2-6 搭接运算

2.3.8 布尔分割运算

分割命令用于连接两个或多个图元,以生成3个或更多的新图元。如果分割区域与原始图元有相同的维数,那么分割结果与搭接结果相同。分割操作与搭接操作不同的是,没有参加分割命令的图元

Note



将不被删除。

布尔分割运算的命令及 GUI 菜单路径如表 2-7 所示。

表 2-7 分割运算

Note	

用 法	命令	GUI 菜单路径
线分割	LPTN	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Partition > Lines
面分割	APTN	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Partition > Areas
体分割 VPTN		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Partition > Volumes

2.3.9 布尔粘接(或合并)运算

粘接命令与搭接命令类似,只是图元之间仅在公共边界处相关,且公共边界的维数低于原始图元 的维数。这些图元之间在执行粘接操作后仍然相互独立,只是在边界上连接。

布尔粘接运算的命令及 GUI 菜单路径如表 2-8 所示。

表 2-8 粘接运算

用法	命令	GUI 菜单路径
线粘接	LGLUE	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Glue > Lines
面粘接	AGLUE	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Glue > Areas
体粘接	VGLUE	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Glue > Volumes

2.4 编辑几何模型

一个复杂的面或体在模型中重复出现时仅需构造一次,之后可以将 其移动、旋转或者复制到所需的地方。用户会发现在方便之处生成几何 体素后,再将其移动到所需之处,比直接改变工作平面生成所需体素更 方便,如图 2-17 所示。



图 2-17 复制一个面

▲ 注意:图 2-17 中黑色区域表示原始图元,其余都是复制生成的。

几何体素也可被看作部分。生成几何体素时,其位置和方向由当前工作平面决定。由于对生成的 每一个新几何体素都重新定义工作平面很不方便,因此允许几何体素在错误的位置生成,然后将该几 何体素移动到正确的位置,这样可使操作更简便。当然,这种操作并不局限于几何体素,任何实体模 型图元都可以复制或移动。

对实体图元进行移动和复制的命令有 xGEN、xSYM(M)和 xTRAN(相应的有 GUI 路径)。其中 xGEN 和 xTRAN 命令对复制的图元进行移动和旋转最有用。另外需要注意,复制一个高级图元时 会自动把它所有附属的低级图元一起复制。如果复制图元的单元(NOELEM=0 或相应的 GUI 路径),则所有的单元及其附属的低级图元都将被复制。在 xGEN、xSYM(M)和 xTRAN 命令中,设置 IMOVE=1 即可实现移动操作。

第2章 几何建模

2.4.1 按照样本生成图元

(1)从关键点的样本生成另外的关键点。

```
命令: KGEN
```

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Copy > Keypoints

(2)从线的样本生成另外的线。

命令: LGEN GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Copy > Lines Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Lines

(3) 从面的样本生成另外的面。

```
命令: AGEN
```

```
GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Copy > Areas
Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Areas > Areas
```

(4) 从体的样本生成另外的体。

```
命令: VGEN
GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Copy > Volumes
Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Volumes
```

2.4.2 由对称映像生成图元

(1) 生成关键点的映像集。

```
命令: KSYMM
```

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Reflect > Keypoints

(2) 样本线通过对称映像生成线。

```
命令: LSYMM
```

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Reflect > Lines

(3) 样本面通过对称映像生成面。

```
命令: ARSYM
```

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Reflect > Areas

(4) 样本体通过对称映像生成体。

```
命令: VSYMM
```

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Reflect > Volumes

2.4.3 将样本图元转换到坐标系

(1) 将样本关键点转到另一个坐标系。

```
命令: KTRAN
```

```
GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Transfer Coord > Keypoints
```

Note

Ansys 2022 有限元分析从入门到精通

(2) 将样本线转到另一个坐标系。

命令: LTRAN

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Transfer Coord > Lines

(3) 将样本面转到另一个坐标系。

命令: ATRAN

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Transfer Coord > Areas

(4) 将样本体转到另一个坐标系。

命令: VTRAN

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Transfer Coord > Volumes

2.4.4 实体模型图元的缩放

已定义的图元可以进行放大或缩小。xSCALE 命令族可用来将激活坐标系下的单个或多个图元进 行比例缩放。

以下 4 个定比例命令每个都是将比例因子用到关键点坐标 *X、Y、Z*上。如果是柱坐标系,*X、Y*和 *Z*分别代表 *R、 θ* 和 *Z*,其中 *θ* 是偏转角;如果是球坐标系,则 *X、Y* 和 *Z*分别表示 *R、 θ* 和 *Φ*,其中 *θ* 和 *Φ* 都是偏转角。

(1) 从样本关键点(也划分网格)生成一定比例的关键点。

命令: KPSCALE GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Scale > Keypoints

(2) 从样本线生成一定比例的线。

```
命令: LSSCALE
GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Scale > Lines
```

(3) 从样本面生成一定比例的面。

```
命令: ARSCALE
```

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Scale > Areas

(4) 从样本体生成一定比例的体。

命令: VLSCALE

GUI: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Scale > Volumes

图 2-18 为上面 4 个命令的实际应用示例。



图 2-18 给图元定比例缩放

2.5 自底向上创建几何模型

所谓的自底向上,顾名思义就是由建立模型的最低单元的点到最高单元的体来构造实体模型,即 首先定义关键点(keypoints),然后利用这些关键点定义较高级的实体图元,如线(lines)、面(areas) 和体(volumes)。这就是自底向上的建模方法,如图 2-19 所示。

<₩注意:一定要牢记自底向上构造的有限元模型是在当前激活的坐标系内定义的。

实体模型由关键点(keypoints)、线(lines)、面(areas)和体(volumes)组成,如图 2-20 所示。



图 2-19 自底向上构造模型

图 2-20 基本实体模型图元

顶点为关键点、边为线、表面为面,而整个物体内部为体。这些图元的层次关系是:最高级的体 图元以次高级的面图元为边界,面图元又以线图元为边界,线图元则以关键点图元为端点。

2.5.1 关键点

用自底向上的方法构造模型时,首先定义最低级的图元,即关键点。关键点是在当前激活的坐标 系内定义的。用户不必总是按从低级到高级的方法定义所有的图元来生成高级图元,可以直接在它们 的顶点由关键点来直接定义面和体。中间的图元需要时可自动生成。例如,定义一个长方体可用 8 个 角的关键点来定义,Ansys 程序会自动生成该长方体中所有的面和线。用户可以直接定义关键点,也 可以从已有的关键点生成新的关键点,定义好关键点后,可以对其进行查看、选择和删除等操作。

1. 定义关键点

定义关键点的命令及 GUI 菜单路径如表 2-9 所示。

表 2-9 定义关键点

位	置	命	令	GUI 路径模式
在当前4	と标	К		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS
系下				Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > On Working Plane
在线上的	り指	171	r	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > On Line
定位置		KL		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > On Line w/Ratio

2. 从已有的关键点生成关键点

从已有的关键点生成关键点的命令及 GUI 菜单路径如表 2-10 所示。

Note

Ansys 2022 有限元分析从入门到精通

成关键点
ł

位置	命令	GUI 菜单路径
在两个关键点之间创建一 个新的关键点	KBETW	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > KP between KPs
在两个关键点之间填充多 个关键点	KFILL	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > Fill between KPs
在 3 点定义的圆弧中心定 义关键点	KCENTER	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > KP at center
由一种模式的关键点生成 另外的关键点	KGEN	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Copy > Keypoints
从已给定模型的关键点生 成一定比例的关键点	KSCALE	该命令没有菜单模式
通过映像生成关键点	KSYMM	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Reflect > Keypoints
将一种模式的关键点转到 另一个坐标系中	KTRAN	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Transfer Coord > Keypoints
给未定义的关键点定义一 个默认位置	SOURCE	该命令没有菜单模式
计算并移动一个关键点到 个交点上	KMOVE	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Keypoint > To Intersect
在已有节点处定义一个关 键点	KNODE	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > On Node
计算两关键点之间的距离	KDIST	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Check Geom > KP distances
修改关键点的坐标系	KMODIF	MainMenu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Keypoints > Set of KPs MainMenu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Keypoints > Single KP

3. 查看、选择和删除关键点

查看、选择和删除关键点的命令及 GUI 菜单路径如表 2-11 所示。

表 2-11 查看、选择和删除关键点

用途	命令	GUI 菜单路径
		Utility Menu > List > Keypoint > Coords +Attributes
列表显示关键点	KLIST	Utility Menu > List > Keypoint > Coordinates Only
		Utility Menu > List > Keypoint > Hard Points
选择关键点	KSEL	Utility Menu > Select > Entities
豆茸日二子は上	U.N. OT	Utility Menu > Plot > Keypoints > Keypoints
併希亚尔大键只	KPLOT	Utility Menu > Plot > Specified Entities > Keypoints
删除关键点	KDELE	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Delete > Keypoints

2.5.2 硬点

硬点实际上是一种特殊的关键点,它表示网格必须通过的点。硬点不会改变模型的几何形状和拓扑结构,大多数关键点命令如FK、KLIST和KSEL等都适用于硬点,而且它还有自己的命令集和GUI路径。

↓ 注意:如果用户发出更新图元几何形状的命令,例如布尔操作或者简化命令,任何与图元相连的硬点都将自动删除;不能用复制、移动或修改关键点的命令操作硬点;当使用硬点时,不支持映射网格划分。

1. 定义硬点

定义硬点的命令及 GUI 菜单路径如表 2-12 所示。

表 2-12 定义硬点

位	置	命令	GUI 菜单路径
在线上定 义硬点			Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > Hard PT on line > Hard PT by ratio
		HPTCREATE,	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > Hard PT on line >
		LINE	Hard PT by coordinates
			Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > Hard PT on line >
			Hard PT by picking
在面上定		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > Hard PT on area >	
	HPTCREATE,	Hard PT by coordinates	
义硬点		AREA	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > Hard PT on area >
			Hard PT by nicking

2. 选择硬点

选择硬点的命令及 GUI 菜单路径如表 2-13 所示。

表 2-13 选择硬点

位 置	命令	GUI 菜单路径
硬点	KSEL	Utility Menu > Select > Entities
附在线上的硬点	LSEL	Utility Menu > Select > Entities
附在面上的硬点	ASEL	Utility Menu > Select > Entities

3. 查看和删除硬点

查看和删除硬点的命令及 GUI 菜单路径如表 2-14 所示。

用途	命令	GUI 菜单路径
列表显示硬点	KLIST	Utility Menu > List > Keypoint > Hard Points
列表显示线及附属的硬点	LLIST	该命令没有相应的 GUI 路径
列表显示面及附属的硬点	ALIST	该命令没有相应的 GUI 路径
屏幕显示硬点	KPLOT	Utility Menu > Plot > Keypoints > Hard Points
删除硬点	HPTDELETE	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Delete > Hard Points

表 2-14 查看和删除硬点

2.5.3 线

线主要用于表示实体的边。像关键点一样,线是在当前激活的坐标系内定义的。不需要总是明确 地定义所有的线,因为 Ansys 程序在定义面和体时,会自动生成相关的线。只有在生成线单元(例如 梁)或想通过线来定义面时才需要专门定义线。 Note

Car



1. 定义线

Note

B

定义线的命令及 GUI 菜单路径如表 2-15 所示。

表 2-15 定义线

用 法	命令	GUI菜单路径
在指定的关键点之间创	т	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > In Active
建直线(与坐标系有关)	L	Coord
通过2个关键占创建研究		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Arcs > By End KPs
(武老县通过西个关键	LADC	& Rad
「現有定過过两十八度」	LAKU	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Arcs > Through 3
点彻间足干住的建脉线/		KPs
		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Splines > Spline
		thru KPs
		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Splines > Spline
创建多义线	BSPLIN	thru Locs
	DSILIIV	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Splines > With
		Options > Spline thru KPs
		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Splines > With
		Options > Spline thru Locs
		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Arcs > By Cent &
创建圆弧线	CIRCLE	Radius
		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Arcs > Full Circle
		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Splines >
创建分段式多义线	SPLINE	Segmented Spline $M_{\text{def}} > M_{\text{def}} > C_{\text{rests}} > L_{\text{lines}} > Splines > With$
		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Splines > with
		Main Manu > Dranrocassor > Modeling > Create > Lines > Lines > At angle to
创建与另一条直线呈一	创建与另一条直线早一	I ine
定角度的直线	LANG	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Normal to
		Line
		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Angle to 2
创建与另外两条直线呈		Lines
一定角度的直线	L2ANG	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Norm to 2
		Lines
创建一条与已有线共终	ΙΤΑΝΙ	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Tan to
点且相切的线	LIAN	Lines
创建一条与两条已有线	Ι 2ΤΑΝ	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Tan to 2
相切的线	LZIAN	Lines
生成一个面上两关键点	LARFA	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Overlaid on
之间最短的线	LINCLIN	Area
通过一个关键点按一定	LDRAG	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Extrude > Lines > Along
路径延伸成线		Lines
使一个关键点按一条轴	LROTAT	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Extrude > Lines > About
灰转生成线		Axis
在两条相父线乙间生成 (4) 每分	LFILLT	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Line Fillet
1到用线		

第2章 几何建模

续表

S

用法	命令	GUI 菜单路径
生成与激活坐标系无关的直线	LSTR	Main Menu > Preprocessor > Create > Lines > Lines > Straight Line

2. 从已有线生成新的线

从已有线生成新的线的命令及 GUI 菜单路径如表 2-16 所示。

表 2-16 从已有线生成新的线

用法	命令	GUI菜单路径
通过已有线生成新的线	LCEN	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Copy > Lines
通过口有线主风制的线	LGEN	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Lines
从已有线对称映像生成新的线	LSYMM	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Reflect > Lines
	LTRAN	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify >
将已有线转到另一个坐标系		Transfer Coord > Lines

3. 修改线

修改线的命令及 GUI 菜单路径如表 2-17 所示。

表 2-17 修改线

用法	命令	GUI 菜单路径
将一条线分成更 小的线段	LDIV	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > Line into 2 Ln's Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > Line into N Ln's Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Divide > Lines w/ Options
将一条线与另一 条线合并	LCOMB	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Add > Lines
将线的一端延长	LEXTND	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Extend Line

4. 查看和删除线

查看和删除线的命令及 GUI 菜单路径如表 2-18 所示。

表 2-18 查看和删除线

用法	命令	GUI 菜单路径
列表显示线	LLIST	Utility Menu > List > Lines
		Utility Menu > List > Picked Entities > Lines
屏幕显示线	LPLOT	Utility Menu > Plot > Lines
		Utility Menu > Plot > Specified Entities > Lines
选择线	LSEL	Utility Menu > Select > Entities
删除线	LDELE	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Delete > Line and Below Main Menu > Preprocessor > Modeling > Delete > Lines Only

Note



2.5.4 面

Note

R

平面可以表示二维实体(例如平板和轴对称实体)。曲面和平面都可以表示三维的面,例如壳、 三维实体的面等。与线类似,只有用到面单元或者由面生成体时,才需要专门定义面。生成面的命令 将自动生成依附于该面的线和关键点,同样,面也可以在定义体时自动生成。

1. 定义面

定义面的命令及 GUI 菜单路径如表 2-19 所示。

用 法	命令	GUI菜单路径
通过顶点定义一个面(即通过		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas >
关键点)	А	Arbitrary > Through KPs
通过其社里研究的一个至	4.7	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas >
通过共切养线定义一个面	AL	Arbitrary > By Lines
<u> </u>		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Extrude >
后一余龄任把戈一余线生成山	ADRAG	Along Lines
使一条路径按某根轴线旋转生	A DOTAT	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Extrude >
成面	AROTAT	About Axis
在两面之间生成倒角面	AFILLT	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Area Fillet
这社社日体生产业调告工		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas >
迪 过引导线生成尤肩曲面	ASKIN	Arbitrary > By Skinning
通过伯孜、公西生式新的五		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas >
迪过 偏移一个 面 生 成 新 的 面	AOFFST	Arbitrary > By Offset

表 2-19 定义面

2. 通过已有面生成新的面

通过已有面生成新的面的命令及 GUI 菜单路径如表 2-20 所示。

表 2-20 通过已有面生成新的面

用法	命令	GUI 菜单路径
通过已有面生成另外的面	AGEN	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Copy > Areas Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Areas > Areas
通过对称映像生成面	ARSYM	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Reflect > Areas
将面转到另外的坐标系	ATRAN	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Transfer Coord > Areas
复制一个面的部分	ASUB	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Arbitrary > Overlaid on Area

3. 查看、选择和删除面

查看、选择和删除面的命令及 GUI 菜单路径如表 2-21 所示。

第2章 几何建模



ote

用法	命令	GUI菜单路径	
利志日二五	ALICT	Utility Menu > List > Areas	
列农亚小田	ALIST	Utility Menu > List > Picked Entities > Areas	
屏幕显示面		Utility Menu > Plot > Areas	
	APLOI	Utility Menu > Plot > Specified Entities > Areas	No
选择面	ASEL	Utility Menu > Select > Entities	
删除面	ADELE	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Delete > Area and Below Main Menu > Preprocessor > Modeling > Delete > Areas Only	

表 2-21 查看、选择和删除面

2.5.5 体

体用于描述三维实体,仅当需要用体单元时才必须建立体,生成体的命令将自动生成低级的图元。

1. 定义体

定义体的命令及 GUI 菜单路径如表 2-22 所示。

用法	命令	GUI 菜单路径
通过顶点定义体(即通过关 键点)	V	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Arbitrary > Through KPs
通过边界定义体(即用一系 列的面来定义)	VA	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Arbitrary > By Areas
将面沿某个路径拖曳生成体	VDRAG	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Extrude > Areas > Along Lines
将面沿某根轴旋转生成体	VROTAT	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Extrude > Areas > About Axis
将面沿其法向偏移生成体	VOFFST	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Extrude > Areas > Along Normal
在当前坐标系下对面进行拖 曳和缩放生成体	VEXT	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Extrude > Areas > By XYZ Offset

表 2-22 定义体

其中, VOFFST 和 VEXT 操作示意图如图 2-21 所示。





(a) VOFFST,NAREA,DIST,KINC
 (b) VEXT,NA1,NA2,NINC,DX,DY,DZ,RX,RY,RZ
 图 2-21 VOFFST 和 VEXT 操作示意图

2. 通过已有的体生成新的体

R

通过已有的体生成新的体的命令及 GUI 菜单路径如表 2-23 所示。

Note

表 2-23 通过已有的体生成新的体

用法	命令	GUI 菜单路径
由一种模式的体生成另	VCEN	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Copy > Volumes
外的体	VGEN	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Volumes
通过对称映像生成体	VSYMM	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Reflect > Volumes
将体转到另外的坐标系	VTRAN	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Move/Modify > Transfer
		Coord > Volumes

3. 查看、选择和删除体

查看、选择和删除体的命令及 GUI 菜单路径如表 2-24 所示。

用法	命令	GUI 菜单路径	
利志日三休 МИКТ		Utility Menu > List > Picked Entities > Volumes	
列农亚尔冲	VLIS1	Utility Menu > List > Volumes	
屏幕显示体 VPLOT		Utility Menu > Plot > Specified Entities > Volumes	
		Utility Menu > Plot > Volumes	
选择体 VSEL Ut		Utility Menu > Select > Entities	
则公休		Main Menu > Preprocessor > Modeling > Delete > Volume and Below	
	VDELE	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Delete > Volumes Only	

表 2-24 查看、选择和删除体

2.6 实例——储液罐的实体建模

图 2-22 为储液罐示意图,各个尺寸如图 2-23 所示,储液罐内储存某种液体,设计压力为 5.7 MPa, 试分析该储液罐的应力分布。

材料的弹性模量为 1.73E11 Pa, 泊松比为 0.3。

我们将在本章和接下来的几章中将依次介绍该实例的分析过程,下面首先介绍几何模型的建立。



图 2-22 储液罐几何模型示意图



图 2-23 1/4 罐体几何尺寸示意图

第2章 几何建模



2.6.1 GUI 方式

1. 定义工作文件名和工作标题

(1) 定义工作文件名。选择实用菜单中的 Utility Menu > File > Change Jobname 命令,在打开的 Change Jobname 对话框中输入"Tank"并选中 New log and error files 复选框,单击 OK 按钮。

(2) 定义工作标题。选择实用菜单中的 Utility Menu > File > Change Title 命令,在打开的 Change Title 对话框中输入"The Tank Model",单击 OK 按钮。

(3) 重新显示。选择实用菜单中的 Utility Menu > Plot > Replot 命令。

2. 生成椭圆封头截面

(1) 生成 4 个关键点。选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS 命令,打开如图 2-24 所示的对话框,在 X,Y,Z Location in active CS 文本框中 依次输入 "1、2、0",单击 Apply 按钮。之后再依次输入 "0、2.4、0" "0.92、2、0"和 "0、2.32、0",单击 OK 按钮。

(2)显示工作平面。选择实用菜单中的 Unitity Menu > WorkPlane > Display Working Plane 命令。

(3) 将工作平面平移 2 个单位的距离。选择实用菜单中的 Unitity Menu > WorkPlane > Offset WP by Increments 命令,打开 Offset WP 面板,在 X,Y,Z Offsets 文本框中输入 "0,2,0",如图 2-25 所示,单击 OK 按钮。

			Offset Wi
			X-
Create Keypoints in Active Coordinate System		×	Y-
 [K] Create Keypoints in Active Coordinate System NPT Keypoint number X,Y,Z Location in active CS 	1 2 0		Z- 1 ∢ Snaps
OK Apply	Cancel Help		X, Y, Z Off



图 2-24 Create Keypoints in Active Coordinate System 对话框

图 2-25 Offset WP 面板

(4) 建立椭圆局部柱坐标系 11。选择实用菜单中的 Unitity Menu > WorkPlane > Local Coordinate Systems > Create Local CS > At WP Origin 命令,打开如图 2-26 所示的对话框,按照图 2-26 所示进行 设置,单击 OK 按钮,局部坐标系建立完毕,创建完的局部坐标系自动成为当前坐标系。

(5) 在局部坐标系 11 中创建椭圆线。选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > In Active Coord 命令,打开关键点拾取框,依次拾取关键点 1 和 2,再依次拾取 3 和 4,单击 OK 按钮。

(6) 创建关键点之间的连线。选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line 命令,打开拾取关键点的对话框,依次拾取关键点 3 和 1,单击 Apply 按钮;然后拾取关键点 4 和 2,单击 OK 按钮。

(7) 生成椭圆封头截面。选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Arbitrary > By Lines 命令,打开拾取线对话框,用鼠标拾取刚刚生成的4条线,单击 OK 按钮,生成的结果如图 2-27 所示。





	9 限元分析从入门到精通
Create Local CS at WP Origin	×
[CSWPLA] Create Local Coord System at Working Plane Origin KCN Ref number of new coord sys KCS Type of coordinate system [Cylindrical 1]	-
Following used only for elliptical and toroidal systems PAR1 First parameter PAR2 Second parameter 1	2 4
OK Apply Cancel	Help
图 2-26 Create Local CS at WP Origin	图 2-27 生成结果

图 2-27	生成结果
--------	------

3. 生成储液罐圆柱部分截面

选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Rectangle > By Dimensions 命令,打开 Create Rectangle by Dimensions 对话框,输入如图 2-28 所示的数据,单击 OK 按钮。

4. 合并两个截面边界上的重合关键点

选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Numbering Ctrls > Merge Items 命令,打开合并重合 项对话框,在 Label 项中选择 Keypoints,其他项保持默认设置即可,单击 OK 按钮。

5. 生成 1/4 罐体

选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Extrude > Areas > About Axis 命令,打开拾取旋转面对话框,单击 Pick All 按钮,接着打开拾取定义轴线两个关键点对话框,用鼠 标拾取椭圆封头截面上左上端的两个关键点(即关键点4和2),单击 OK 按钮,打开 Sweep Areas about Axis 对话框,在其中输入如图 2-29 所示的数据,然后单击 OK 按钮,生成的结果如图 2-30 所示。

🚰 Create Rectangle by Dimensions		×	Sweep Areas about Axis	×
[RECTNG] Create Rectangle by Dimensions			[VROTAT] Sweep Areas about Axis	
X1,X2 X-coordinates	0.92	1	ARC Arc length in degrees	180
Y1,Y2 Y-coordinates	0	-2	NSEG No. of volume segments	1
OK Apply	Cancel	Help	OK Apply Cancel	Help

图 2-28 Create Rectangle by Dimensions 对话框

图 2-29	Sweep Areas about Axis 对计	舌框
	Sweep meas about mis his i	115

6. 将工作平面与总体直角坐标系重合

选择实用菜单中的 Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > Global Cartesian 命令,即可实现 工作平面与总体直角坐标系重合。

7. 将工作平面绕 Y 轴旋转 90°

选择实用菜单中的 Unitity Menu > WorkPlane > Offset WP by Increments 命令,打开 Offset WP 面 板,在 XY,YZ,ZX Angles 文本框中输入"0,0,90",如图 2-31 所示,单击 OK 按钮。

8. 创建空心圆柱体

选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Cylinder > Partial Cylinder 命令,打开 Partial Cylinder 对话框,输入如图 2-32 所示的数据后,单击 OK 按钮。

9. 所有几何体之间执行搭接运算

选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Overlap > Volumes 命令,打开拾取几何体对话框,单击 Pick All 按钮。

10. 隐藏工作平面

选择实用菜单中的 Utility Menu > WorkPlane > Display Wprking Plane 命令。

11. 打开体编号控制器

选择实用菜单中的 Utility Menu > PlotCtrls > Numbering 命令,打开编号控制对话框,将 Volumes numbers 后面的 Off 改为 On,单击 OK 按钮。

12. 将视图调整为等轴视图

选择实用菜单中的 Utility Menu > PlotCtrls > Pan Zoom Rotate 命令, 打开 Pan-Zoom-Rotate 对话框, 单击 Iso 按钮, 结果如图 2-33 所示。



图 2-30 生成结果 图 2-31 Offset WP 面板 图 2-32 Partial Cylinder 对话框 图 2-33 生成结果

13. 删除多余的体

选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Delete > Volume and Below 命令,打开 Delete Volume & Below 对话框,用鼠标拾取编号为 V4 和 V5 的体,单击 OK 按钮。

14. 激活总体直角坐标系

选择实用菜单中的 Utility Menu > WorkPlane > Change Active CS to > Global Cartesian 命令,即可激活总体直角坐标系。

15. 映射几何体

选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Reflect > Volumes 命令,打开几何体拾取框, 单击 Pick All 按钮,打开 Reflect Volumes 对话框,如图 2-34 所示。在 Ncomp Plane of symmetry 选项组中 选中 X-Z plane Y 单选按钮,单击 OK 按钮。再次选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Reflect > Volumes 命令,打开几何体拾取框,单击 Pick All 按钮,打开 Reflect Volumes 对话框,在 Ncomp

Note



16. 合并所有几何体边界上的重合关键点

选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Numbering Ctrls > Merge Items 命令,打开合并重 合项对话框,在 Label 后面的下拉列表中选择 Keypoints 选项,其他项保持默认设置即可,单击 OK 按钮。

17. 保存几何模型

单击 Ansys Toolbar 中的 SAVE_DB 按钮,保存文件。

2.6.2 命令流方式

```
/FILNAME, Tank, 1
/TITLE, The Tank Model
/PREP7
к, ,1,2,,
к, ,0,2.4,,
к, ,0.92,2,,
к, ,0,2.32,,
WPSTYLE,,,,,,,1
WPOFF, 0, 2, 0
CSWPLA, 11, 1, 0.4, 1,
L,
      1, 2
       З,
L,
                 4
           4,
LSTR,
                    2
LSTR,
            З,
                    1
AL, 1, 2, 3, 4
RECTNG, 0.92, 1, 0, -2,
NUMMRG, KP, , , , LOW
VROTAT,1,2, , , , , , 4 ,2 ,180,1,
WPCSYS, -1, 0
WPROT, 0, 0, 90
CYL4,0,0,0.3,0,0.38,90,1.3
VOVLAP, ALL
```

第2章 几何建模

WPSTYLE,,,,,,,0
/PNUM,VOLU,1
/VIEW, 1 ,1,1,1
VDELE, 4, 5, ,1
CSYS,0
VSYMM,Y,ALL, , , ,0,0
VSYMM,Z,ALL, , , ,0,0
NUMMRG,KP, , , ,LOW
SAVE

2.7 自顶向下创建几何模型(体素)

Ansys 软件允许通过汇集线、面、体等几何体素的方法 构造模型。当生成一种体素时, Ansys 程序会自动生成所有 从属于该体素的较低级图元,这种一开始就从较高级的实 体图元构造模型的方法,就是所谓的自顶向下的建模方法。 用户可以根据需要自由组合自底向上和自顶向下的建模技 术,如图 2-36 所示。

Note

图 2-36 自顶向下构造模型(几何体素)

◆ 注意:几何体素是在工作平面内建立的,而自底向上的建模技术是在激活的坐标系上定义的。 如果用户混合使用这两种技术,那么应该考虑使用"CSYS,WP"或"CSYS,4"命令强 迫坐标系跟随工作平面变化。另外,建议用户不要在环坐标系中进行实体建模操作, 因为会生成不想要的面或体。

2.7.1 创建面体素

创建面体素的命令及 GUI 菜单路径如表 2-25 所示。

用 法	命令	GUI 菜单路径
在工作平面上创建矩形面	RECTNG	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Rectangle > By Dimensions
通过角点生成矩形面	BLC4	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Rectangle > By 2 Corners
通过中心和角点生成矩形面	BLC5	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Rectangle > By Centr & Cornr
在工作平面上生成以其原点 为圆心的环形面	PCIRC	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create> Areas > Circle > By Dimensions
在工作平面上生成环形面	CYL4	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create> Areas > Circle > Annulus 或 > Partial Annulus 或 > Solid Circle
通过端点生成环形面	CYL5	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Circle > By End Points
以工作平面原点为中心创建 正多边形	RPOLY	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Polygon > By Circumscr Rad 或 > By Inscribed Rad 或 > By Side Length

表 2-25 创建面体素



续表

用法	命令	GUI菜单路径
在工作平面的任意位置创建 正多边形	RPR4	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Polygon > Hexagon 或 > Octagon 或 > Pentagon 或 > Septagon 或 > Square 或 > Triangle
基于工作平面坐标生成任意 多边形	POLY	该命令没有相应的 GUI 路径

2.7.2 创建实体体素

R

Note

创建实体体素的命令及 GUI 菜单路径如表 2-26 所示。

表 2-26	创建实体体素
--------	--------

用法	命令	GUI 菜单路径
在工作平面上创建长方体	BLOCK	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Block > By Dimensions
通过角点生成长方体	BLC4	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Block > By 2 Corners & Z
通过中心和角点生成长方体	BLC5	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Block > By Centr,Cornr,Z
以工作平面原点为圆心生成 圆柱体	CYLIND	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Cylinder > By Dimensions
在工作平面的任意位置创建 圆柱体	CYL4	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Cylinder > Hollow Cylinder 或> Partial Cylinder 或> Solid Cylinder
通过端点创建圆柱体	CYL5	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Cylinder > By End Pts & Z
以工作平面的原点为中心创 建正棱柱体	RPRISM	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Prism > By Circumscr Rad 或 > By Inscribed Rad 或 > By Side Length
在工作平面的任意位置创建 正棱柱体	RPR4	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Prism > Hexagonal 或 > Octagonal 或 > Pentagonal 或 > Septagonal 或 > Square 或 > Triangular
基于工作平面坐标创建任意 多棱柱体	PRISM	该命令没有相应的 GUI 路径
以工作平面原点为中心创建 球体	SPHERE	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Sphere > By Dimensions
在工作平面的任意位置创建 球体	SPH4	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Sphere > Hollow Sphere 或 > Solid Sphere
通过直径的端点生成球体	SPH5	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Sphere > By End Points
以工作平面原点为中心生成 圆锥体	CONE	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Cone > By Dimensions
在工作平面的任意位置创建 圆锥体	CON4	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Cone > By Picking
生成环体	TORUS	Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Torus

第2章 几何建模

图 2-37 和图 2-38 分别为环形体素和环形扇区体素的创建示例。图 2-39 和图 2-40 分别为空心圆 球体素和圆台体素的创建示例。









Note

TAK

- 图 2-37 环形体素
- 图 2-38 环形扇区体素

图 2-39 空心圆球体素



2.8 实例——轴承座的实体建模

图 2-41 为轴承座示意图,有4个安装孔,两个肋板,各部分尺寸是:底座长度、宽度、厚度分

别为6 cm、3 cm、1 cm; 安装孔直径为0.75 cm, 孔中心距两边的距离均为0.75 cm。支撑部分:下部分长、厚、高分别为3 cm、0.75 cm、1.75 cm; 上部分半径为1.5 cm, 厚度为0.75 cm。轴承孔中心位于支撑部分上下两部分的连接处。两个沉孔尺中,大孔直径为2 cm, 深度为0.187 5 cm; 小孔直径为1.7 cm, 深度为0.562 5 cm。肋板厚度为0.15 cm。整个结构整体上具有对称性。

轴承孔大沉孔承受轴瓦推力作用,大小为1000 Pa,大沉孔 承受轴承重力作用,大小为 5000 Pa,轴承座材料弹性模量为 1.7×10¹¹ Pa,泊松比为0.3。分析轴承座的应力分布。



图 2-41 轴承座示意图

我们将按照建立几何模型、划分网格、加载、求解以及后处理查看结果的顺序,在本章和接下来的几章中依次介绍该实例的制作,以使读者对 Ansys 的分析过程有一个初步的认识和了解。下面只介绍几何模型的建立。

▲ 注意:本例作为参考示例,没有给出尺寸单位,读者在建立模型时,务必要选择好尺寸单位。

2.8.1 GUI 方式

1. 定义工作文件名和工作标题

(1) 定义工作文件名。选择实用菜单中的 Utility Menu > File > Change Jobname 命令,打开 Change Jobname 对话框,在 Enter new jobname 文本框中输入"Bearing Block",并选中 New log and error files? 后面的 Yes 复选框,单击 OK 按钮,如图 2-42 所示。



图 2-42 Change Jobname 对话框



视频讲

(2) 定义工作标题。选择实用菜单中的 Utility Menu > File > Change Title 命令, 打开 Change Title 对话框, 在 Enter new title 文本框中输入"The Bearing Block Model", 单击 OK 按钮, 如图 2-43 所示。

🚰 Change Title		×
[/TITLE] Enter new title	The Bearing Block Model	
OK	Cancel Help	

图 2-43 Change Title 对话框

(3)重新显示。选择实用菜单中的 Utility Menu > Plot > Replot 命令。

2. 生成轴承座底板

(1)生成矩形块。选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Block > By Dimensions 命令,打开 Create Block by Dimensions 对话框,输入如图 2-44 所示的数据后,单击 OK 按钮。

(2) 打开 Pan-Zoom-Rotate 工具栏。选择实用菜单中的 Utility Menu > PlotCtrls > Pan Zoom Rotate 命令,打开 Pan-Zoom-Rotate 工具栏,单击 Iso 按钮,生成的结果如图 2-45 所示。



(3)显示工作平面。选择实用菜单中的 Utility Menu > WorkPlane > Display Working Plane 命令。

(4) 平移工作平面。选择实用菜单中的 Utility Menu > WorkPlane > Offset WP by Increments 命 令, 打开 Offset WP 面板, 在 X,Y,Z Offsets 文本框中输入 "2.25,1.25,0.75", 单击 Apply 按钮; 在 XY,YZ,ZX Angles 下面的文本框中输入 "0,-90,0", 单击 OK 按钮。

(5) 生成圆柱体。选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Create > Volumes > Cylinder > Solid Cylinder 命令,打开 Solid Cylinder 对话框,输入如图 2-46 所示的数据后,单击 OK 按钮。

(6)复制生成另一个圆柱体。选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Copy > Volumes 命令,打开 Copy Volumes 拾取框,用鼠标拾取刚生成的圆柱体,然后单击 OK 按钮,打开 Copy Volumes 对话框,如图 2-47 所示。在 DZ 后面的文本框中输入"1.5",单击 OK 按钮。

(7) 进行体相减操作。选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Subtract > Volumes 命令,打开 Subtract Volumes 拾取框,拾取矩形块(V1),单击 Apply 按钮,然后拾取两个圆柱体(V2、V3),单击 OK 按钮,生成的结果如图 2-48 所示。

3. 生成支撑部分

(1)选择实用菜单中的 Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > Global Cartesian 命令, 使工 作平面与总体笛卡儿坐标系一致。



(3)偏移工作平面到支撑部分的前表面。选择实用菜单中的 Utility Menu > WorkPlane > Offset WP to > Keypoints +命令,打开 Offset WP to Keypoints 拾取框,拾取刚创建的实体块前左上角的点, 单击 OK 按钮。

(4)生成支撑部分的上部分。选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Cylinder > Partial Cylinder 命令,打开 Partial Cylinder 对话框,输入如图 2-50 所示的数据后,单击 OK 按钮,生成的结果如图 2-51 所示。



图 2-50 Partial Cylinder 对话框

图 2-51 生成结果

4. 在轴承孔位置建立圆柱体

选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volume > Cylinder > Solid Cylinder 命令,打开 Solid Cylinder 对话框。在 WP X、WP Y、Radius、Depth 文本框中依次输入"0" "0""1""-0.1875",单击 Apply 按钮应用设置;再次输入"0""0""0.85""-2",单击 OK 按钮。

5. 体相减操作

(1) 打开体编号控制器。选择实用菜单中的 Utility Menu > PlotCtrls > Numbering 命令,打开 Plot Numbering Controls 对话框,选中 Volume numbers 后面的复选框,把 Off 改为 On,单击 OK 按钮。

(2)选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Subtract > Volumes 命令,打开 Subtract Volumes 拾取框,先拾取编号为 V1 和 V2 的两个体,单击 Apply 按钮; 然后拾取编号为 V3 的体,单击 Apply 按钮; 再拾取编号为 V6 和 V7 的两个体,单击 Apply 按钮; 最后拾取编号为 V5 的体,单击 OK 按钮,生成的结果如图 2-52 所示。



图 2-52 生成结果

6. 合并重合的关键点

选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Numbering Ctrls > Merge Items 命令, 打开 Merge



Note

Coincident or Equivalently Defined Items 对话框,在 Label 后面的下拉列表框中选择 Keypoints 选项, 如图 2-53 所示,单击 OK 按钮。

7. 生成肋板

(1) 打开点编号控制器。选择实用菜单中的 Utility Menu > PlotCtrls > Numbering 命令,打开 Plot Numbering Controls 对话框,选中 Keypoint numbers 后面的复选框,使其状态由 Off 变为 On,单击 OK 按钮。

(2) 创建一个关键点。选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > KP between KPs 命令,打开 KP between KPs 拾取框,用鼠标拾取编号为 7 和 8 的关键点,单击 OK 按钮,打开如图 2-54 所示的对话框,单击 OK 按钮。

Merge Coincident or Equivalently Defined Items	×	[KBET]Value Type:
[NUMMRG] Merge Coincident or Equivalently Defined Label Type of item to be merge TOLER Range of coincidence GTOLER Solid model tolerance	I Items Keypoints	
SWITCH Retain lowest/highest?	 ⓒ Merge items C Select w/o merge LOWest number ▼ 	[KBET]Value(ratio, or distance):
OK Apply	Cancel Help	OK Apply

KBETween options	×
[KBET]Value Type:	RATI DIST
[KBET]Value(ratio, or distance):	RATI 0.5
OK Apply Cancel	Help

图 2-53 Merge Coincident or Equivalently Defined Items 对话框

图 2-54 KBETween options 对话框

(3) 创建一个三角形面。选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Arbitrary > Through KPs 命令,打开 Create Areas through KPs 拾取框,用鼠标拾取编号为 9、14、15 的关键点,单击 OK 按钮,生成三角形面。

(4) 生成三棱柱肋板。选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Extrude > Areas > Along Normal 命令,打开 Extrude Area by Norm 对话框,拾取刚生成的三角形面,单击 OK 按钮,打开 Extrude Area along Normal 对话框,如图 2-55 所示。在 DIST 后面的文本框中输入"-0.15",单击 OK 按钮,生成的结果如图 2-56 所示。

Extrude Area along Normal	×
[VOFFST] Extrude Area along Normal NAREA Area to be extruded	3
DIST Length of extrusion KINC Keypoint increment	-0.15
OK Apply Cancel	Help

图 2-55 Extrude Area along Normal 对话框



图 2-56 生成结果



8. 关闭工作平面及体、点编号控制器

选择实用菜单中的 Utility Menu > WorkPlane > Display Working Plane 命令,关闭工作平面。选择 实用菜单中的 Utility Menu > PlotCtrls > Numbering 命令,打开 Plot Numbering Controls 对话框,选中 Volume numbers 和 Keypoint numbers 后面的复选框,使其状态由 On 变为 Off,单击 OK 按钮。



9. 镜像生成全部轴承座模型

In X

选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Reflect > Volumes 命令,打开 Reflect Volumes 拾取框, 单击 Pick All 按钮, 出现 Reflect Volumes 对话框, 如图 2-57 所示。单击 OK 按钮, 生成的结果如图 2-58 所示。

Reflect Volumes	
[VSYMM] Reflect Volumes	2022 F
Ncomp Plane of symmetry Image: Weight of the symmetry Image: Weight of the symmetry <td>0</td>	0
KINC Keypoint increment	
NOELEM Items to be reflected Volumes and mesh IMOVE Existing volumes will be Copied 💌	
OK Apply Cancel Help	The Bearing Block Model

图 2-57 Reflect Volumes 对话框

图 2-58 生成结果

10. 粘接所有体

选择主菜单中的 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Glue > Volumes 命 令,打开 Glue Volumes 拾取框,单击 Pick All 按钮。至此,几何模型创建完毕。

11. 保存几何模型

单击 Ansys Toolbar 中的 SAVE DB 按钮,保存文件。

命令流方式 2.8.2

```
/FILNAME, Bearing Block, 1
/TITLE, The Bearing Block Model
/PREP7
BLOCK, , 3, , 1, , 3,
/VIEW, 1,1,1,1
WPSTYLE,,,,,,,1
WPOFF, 2.25, 1.25, 0.75
WPROT, 0, -90, 0
CYL4, , ,0.375, , , ,-1.5
VGEN,2,2, , , , , ,1.5, ,0
VSEL, S, VOLU, , 2, 3
CM, VOL1, VOLU
ALLSEL
VSBV, 1, VOL1, , DELETE, DELETE
WPCSYS, -1, 0
```

第2章 几何建模

BLC4,0,1,1.5,1.75,0.75 KWPAVE, 16 CYL4,0,0,0,0,1.5,90,-0.75 CYL4,0,0,1, , , ,-0.1875 CYL4,0,0,0.85, , , ,-2 VSEL, S, VOLU, , 1, 2 CM, VOL1, VOLU ALLSEL VSBV, VOL1, 3 VSEL, S, VOLU, , 6, 7 CM, VOL1, VOLU ALLSEL VSBV, VOL1, 5 NUMMRG, KP, , , , LOW KBETW, 8, 7, 0, RATI, 0.5, A,9,14,15 VOFFST, 3, -0.15, , WPSTYLE,,,,,,,0 VSYMM, X, ALL, , , ,0,0 VGLUE, ALL SAVE

2.9 从IGES 文件中将几何模型导入 Ansys 软件

用户可以在 Ansys 中直接建立模型,也可以先在 CAD 系统中建立实体模型,然后保存为 IGES 文件格式,再把这个模型导入 Ansys 软件中,一旦模型导入成功,就可以像在 Ansys 中创建的模型那样对这个模型进行修改和划分网格。

IGES(initial graphics exchange specification)是一种被广泛接受的中间标准格式,用来在 CAD 和 CAE 系统之间交换几何模型。该过滤器可以输入部分文件,所以用户至少可以通过它来输入模型的一 部分,从而减轻建模工作量。用户也可以输入多个文件至同一个模型中,但必须设定相同的输入选项。

1. 设定输入 IGES 文件的选项

命令: IOPTN GUI: Utility Menu > File > Import > IGES

执行以上命令后,打开如图 2-59 所示的 Import IGES File 对话框,单击 OK 按钮。

Import IGES File	×
[/AUX15] [IOPTN] Options for IGES Import	
MERGE Merge coincident keypts?	🔽 Yes
SOLID Create solid if applicable	🔽 Yes
SMALL Delete small areas?	🔽 Yes
OK Cancel	Help

图 2-59 Import IGES File 对话框(1)

	Ansys 2022 有限元分析从入门到精通
	2. 选择 IGES 文件
	命令, TCFSIN
	在上述 GUI 操作之后,会打开如图 2-60 所示的 Import IGES File 对话框,输入适当的文件名,单击 OK 按钮,在打开的询问对话框中单击 Yes 按钮以执行 IGES 文件输入操作。
Note	import IGES File X
	GTOLER Tolerance for merging Use default
	[IGESIN] (AUX15) File to import Browse
	OK Cancel Help
	图 2-60 Import IGES File 对话框(2)
	2.10 实例——输入 IGES 单一实体
	1. 清除 Ansys 的数据库
	(1)选择实用菜单中的 Utility Menu > File > Clear & Start New 命令。
视频讲解	(2) 在打开的 Clear Database and Start New 对话框中,选中 Read file 单选按钮,如图 2-61 所示,
	(3)打升确认对诂框,单击 Yes 按钮,如图 2-62 所示。
	Clear Database and Start New
	I/CLEAR) Clear database and start new/ Read start.ans after clear? Read start.ans after clear? If Werify
	C Do not read file
	OK Cancel Help No
	图 2-61 建立新的文件 图 2-62 建立新文件的确认对话框
	2. 改作业名为 actuator
	(1)选择实用菜单中的 Utility Menu > File > Change Jobname 命令。
	(2) 打开 Change Jobname 对话框,在文本框中输入"actuator"作为新的作业名,如图 2-63 所
	示,单击 OK 按钮。
	3. 用默认的设置输入 "actuator.iges" IGES 文件
	(1) 选择实用菜单中的 Utility Menu > File > Import > IGES 命令。
	(2) 在打开的 Import IGES File 对话框中选择导入的参数,如图 2-64 所示, 甲击 OK 按钮。
	Change Jobname (/FILNAM) Enter new jobname actuator (/FILNAM) Enter new jobname (/FILNAM) Enter ne
	New log and error files? Image: No SOLID Create solid if applicable If Yes SMALL Delete small areas? If Yes
	OK Cancel Help OK Cancel Help
/	图 2-63 设置新的工作名 图 2-64 选择导入参数

Note

(3) 打开如图 2-65 所示的 Import IGES File 对话框,单击 Browse 按钮。

March IGES File			\times
GTOLER Tolerance for merging	Use default	-	
[IGESIN] (AUX15) File to import			Browse
ОК	Cancel	Help	

图 2-65 单击 Browse 按钮

(4) 在打开的 File to import 对话框中选择文件 "actuator.iges",如图 2-66 所示,然后单击"打开"按钮。

<igesin> (AUX15) File to import</igesin>	×
— → → ↑ 🔲 « 开心的盘 (D:) → yuanwenjian → ch2 → Source	✓ [○] 在 Source 中搜索
组织 ▼ 新建文件夹	
★快速访问	
重重	没有预览。
文件名(N): actuator.iges	✓ (**) ✓
L	打开(O) 取消

图 2-66 选择 actuator.iges

(5) 返回 Import IGES File 对话框,单击 OK 按钮,会得到输入模型后的结果,如图 2-67 所示。





4. 保存数据库(在工具栏上单击 SAVE_DB 按钮)

本例操作的命令流如下所示。

```
/CLEAR
!清除 Ansys 的数据库
/FILNAME,actuator,0
!改作业名为 actuator
/AUX15
!进入导入 IGES 模式
IGESIN,'actuator','iges',' '
```

!假设该模型位置在 Ansys 的默认目录 VPLOT SAVE !保存数据库 FINISH





2.11 实例——对输入模型进行修改

本节的内容是通过实例来介绍对输入的实体进行修改,这个操作是非常重要的。首先按照 2.10 节介绍的方法输入 IGES 文件 h_latch.igs,并用 h_latch 作为作业名。

1. 偏移工作平面到给定位置

(1) 从实用菜单中选择 Utility Menu > WorkPlane > Offset WP to > Keypoints +命令。

(2)在 Ansys 输入窗口选择底板右边的内角点,单击 OK 按钮,结果如图 2-68 所示。

2. 旋转工作平面

100

(1) 从实用菜单中选择 Utility Menu > WorkPlane > Offset WP by Increments 命令。

(2) 打开 Offset WP 拾取框,在 XY,YZ,ZX Angles 文本框中输入"0,90,0",如图 2-69 所示。 单击 OK 按钮,结果如图 2-70 所示。



图 2-68 偏移工作平面

图 2-69 旋转工作平面

3. 将激活的坐标系设置为工作平面坐标系

从实用菜单中选择 Utility Menu > WorkPlane > Change Active CS to > Working Plane 命令。

4. 创建圆柱体

(1) 从主菜单中选择 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Cylinder > Solid

第2章 几何建模

Cylinder 命令。

(2) 打开创建圆柱体对话框,在 WP X 文本框中输入 "0.55";在 WP Y 文本框中输入 "0.55"; 在 Radius 文本框中输入 "0.15";在 Depth 文本框中输入 "0.3",如图 2-71 所示。单击 OK 按钮, 生成一个圆柱体,结果如图 2-72 所示。

5. 从总体中"减"去圆柱体形成轴孔

(1) 从主菜单中选择 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Subtract > Volumes 命令。

(2) 在图形窗口中拾取总体,作为布尔"减"操作的母体,单击 Apply 按钮。

(3) 拾取刚刚建立的圆柱体作为"减"去的对象,单击 OK 按钮,结果如图 2-73 所示。



图 2-72 创建圆柱体的结果

图 2-73 体相减的结果

6. 创建倒角面

(1) 从主菜单中选择 Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Area Fillet 命令。

(2) 打开图形选择拾取框,如图 2-74 所示。

(3) 在图形窗口中,选取如图 2-75 所示的加强肋的两个面,单击 OK 按钮。

Note

