

CAD/CAM/CAE

工程应用丛书

ANSYS系列

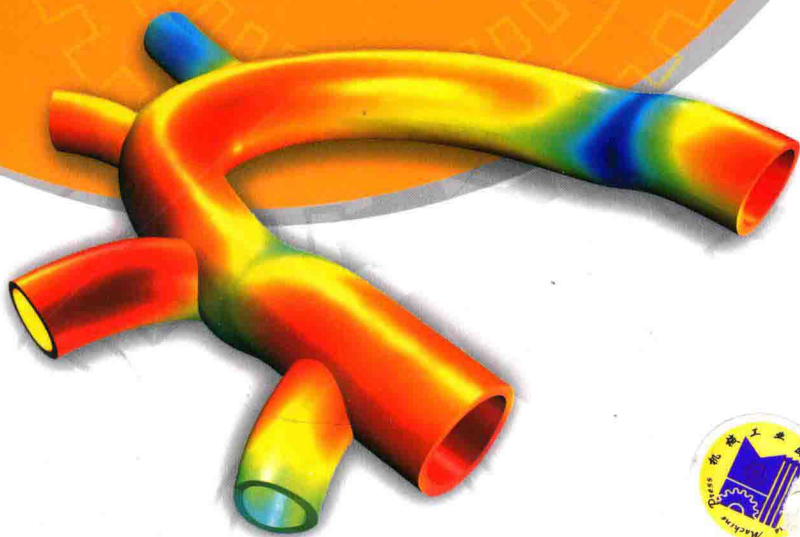


ANSYS 17.0

有限元分析完全自学手册

贾长治 李志尊 等编著

第2版



关注机械工业出版社计算机分社官方微信订阅号“IT 有得聊”，即可获得本书配套资源，包含全部案例素材模型文件、操作视频和程序代码。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

CAD/CAM/CAE 工程应用丛书

ANSYS 17.0 有限元分析 完全自学手册

第 2 版

贾长治 李志尊 等编著



机械工业出版社

本书分为两篇,第一篇为操作基础篇,详细介绍了 ANSYS 分析全流程的基本步骤和方法,共 7 章:第 1 章介绍 ANSYS 入门基础;第 2 章介绍创建几何模型;第 3 章介绍模型创建过程;第 4 章介绍模型的网格划分;第 5 章介绍载荷施加及载荷步;第 6 章介绍有限元模型求解;第 7 章介绍通用及时间历程后处理。第二篇为专题实例篇,按不同的分析专题讲解了各种分析专题的参数设置方法与技巧,共 11 章:第 8 章介绍结构静力分析;第 9 章介绍模态分析;第 10 章介绍谱分析;第 11 章介绍谐响应分析;第 12 章介绍瞬态动力学分析;第 13 章介绍非线性分析;第 14 章介绍接触问题分析;第 15 章介绍结构屈曲分析;第 16 章介绍热力学分析;第 17 章为电磁场分析;第 18 章介绍耦合场分析。书中所有实例的模型素材文件和命令代码均在随书附赠网盘中,读者可扫描封底相应二维码自行下载。

本书适用于 ANSYS 软件的初、中级用户,以及有初步使用经验的技术人员;本书可作为理工院校相关专业的高年级本科生、研究生及教师学习 ANSYS 软件的培训教材,也可作为从事结构分析相关行业的工程技术人员使用 ANSYS 软件的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

ANSYS 17.0 有限元分析完全自学手册/贾长治等编著. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2017. 6
(CAD/CAM/CAE 工程应用丛书)
ISBN 978-7-111-57211-4

I. ①A… II. ①贾… III. ①有限元分析-应用软件-手册 IV. ①O241.82-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 137620 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:张淑谦 责任编辑:张淑谦

责任校对:张艳霞 责任印制:李 昂

三河市宏达印刷有限公司印刷

2017 年 7 月第 2 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·23.25 印张·565 千字

0001-3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-57211-4

定价: 69.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: (010) 88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: (010) 68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

(010) 88379203

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

前 言

随着市场竞争的日趋激烈，制造厂商们对 CAE 在产品设计制作过程中的重要作用认识得越来越清楚。CAD 技术着重解决的是产品的设计质量问题（如造型、装配、出图等）；CAM 技术着重解决的是产品的加工质量问题；而 CAE 技术着重解决的是产品的性能问题。由于产品性能仿真所涉及的内容及学科多样性、合作对象的多元化，因此设计和制造厂商对于能够将各种设计、分析、制造、测试软件紧密有效地集成为一个易学易用的完整框架系统的需求也就变得更加迫切，从而最大限度地降低开发成本、缩短设计周期。

ANSYS 软件是一款大型通用有限元分析（FEA）软件，它能够进行包括结构、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、水利和日用家电等领域有着广泛的应用。

本书对 ANSYS 分析的基本思路、操作步骤、应用技巧进行了详细介绍，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。书中尽量避开了烦琐的理论描述，从实际应用出发，结合作者使用该软件的经验，采用 GUI 方式一步一步地对操作过程和步骤进行讲解。为了帮助用户熟悉 ANSYS 的相关操作命令，在每个实例的后面列出了分析过程的命令流文件。

本书分为两篇，第一篇为操作基础篇，详细介绍了 ANSYS 分析全流程的基本步骤和方法，共 7 章：第 1 章介绍 ANSYS 入门基础；第 2 章介绍创建几何模型；第 3 章介绍模型创建过程；第 4 章模型的网格划分；第 5 章介绍载荷施加及载荷步；第 6 章介绍有限元模型求解；第 7 章介绍通用及时间历程后处理。第二篇为专题实例篇，按不同的分析专题讲解了各种分析专题的参数设置方法与技巧，共 11 章：第 8 章介绍结构静力分析；第 9 章介绍模态分析；第 10 章介绍谱分析；第 11 章介绍谐响应分析；第 12 章介绍瞬态动力学分析；第 13 章介绍非线性分析；第 14 章介绍接触问题分析；第 15 章介绍结构屈曲分析；第 16 章介绍热力学分析；第 17 章介绍电磁场分析；第 18 章介绍耦合场分析。本书还附赠超值多媒体网盘资源，除了有每一个实例 GUI 实际操作步骤的视频以外，还以文本文件的格式给出了每个实例的命令流文件，用户可以直接调用。

本书由三维书屋工作室策划，主要由军械工程学院的贾长治、李志尊两位老师编写，此外，胡仁喜、康士廷、谢江坤、闫聪聪、李亚莉、孟培、闫国超、刘昌丽、孙立明、张亭、甘勤涛、杨雪静、吴秋彦和井晓翠也参与了部分章节的编写工作，在此向他们表示衷心的感谢。

本书适用于 ANSYS 软件的初、中级用户，以及有初步使用经验的技术人员；本书可作为理工科院校相关专业的高年级本科生、研究生及教师学习 ANSYS 软件的培训教材，也可



作为从事结构分析相关行业的工程技术人员使用 ANSYS 软件的参考书。另外，由于作者的水平有限，缺点和错误在所难免，恳请专家和广大读者不吝赐教，或者登录 www.sjzswsw.com 或联系 win760520@126.com 邮箱批评指正。

本书所有实例的模型素材文件及命令代码均在随书附赠网盘资料中，读者可扫描封底机械工业出版社计算机分社官方微信订阅号“IT 有得聊”自行下载，并可获得更多增值服务和最新资讯。

为了方便广大读者下载和安装软件，交流学习心得，作者特设立了专门的 ANSYS 学习 QQ 群：180284277，为广大读者提供指导和咨询，及时推送各种最新学习资料，欢迎广大读者登录交流。

作者

目 录

前言

操作基础篇

第 1 章 ANSYS 入门简述 1	2.3.1 布尔运算的设置..... 19
1.1 ANSYS 概述 2	2.3.2 布尔运算之后的图元编号 20
1.1.1 ANSYS 的功能 2	2.3.3 交运算 20
1.1.2 ANSYS 的发展 3	2.3.4 两两相交 21
1.2 ANSYS 17.0 的安装与启动 3	2.3.5 相加 21
1.2.1 设置运行环境 3	2.3.6 相减 21
1.2.2 启动与退出 5	2.3.7 利用工作平面作减运算 22
1.3 ANSYS 分析求解过程 7	2.3.8 搭接 23
1.3.1 创建模型 7	2.3.9 分割 23
1.3.2 加载及求解 7	2.3.10 粘接 (或合并) 23
1.3.3 两个后处理 8	2.4 移动、复制和缩放几何模型 24
1.4 ANSYS 文件系统管理 8	2.4.1 按照样本生成图元 24
1.4.1 文件类型 8	2.4.2 由对称映像生成图元 25
1.4.2 文件管理 9	2.4.3 将样本图元转换坐标系 25
第 2 章 创建几何模型 12	2.4.4 实体模型图元的缩放 25
2.1 坐标系基础 13	2.5 实例——框架结构的实体建模 26
2.1.1 总体及局部坐标系 13	2.5.1 问题描述 26
2.1.2 显示坐标系 15	2.5.2 GUI 操作方法 27
2.1.3 节点坐标系 15	2.5.3 命令方式 32
2.1.4 单元坐标系 16	第 3 章 模型创建过程 34
2.1.5 结果坐标系 16	3.1 自底向上创建几何模型 35
2.2 工作平面的使用 17	3.1.1 关键点 35
2.2.1 定义一个新的工作平面 17	3.1.2 硬点 36
2.2.2 控制工作平面的显示和样式 18	3.1.3 线 37
2.2.3 移动工作平面 18	3.1.4 面 39
2.2.4 旋转工作平面 18	3.1.5 体 40
2.2.5 还原一个已定义的工作平面 18	3.1.6 自底向上建模实例 41
2.3 布尔操作 19	3.2 自顶向下创建几何模型

(体素)	51	4.7 直接生成网格模型	88
3.2.1 创建面体素	51	4.7.1 节点	89
3.2.2 创建实体体素	51	4.7.2 单元	90
3.2.3 自顶向下建模实例	52	4.8 实例——轴承座的网格划分	92
3.3 实例——轴承座的实体建模	60	4.8.1 GUI方式	92
3.3.1 GUI方式	61	4.8.2 命令方式	96
3.3.2 命令方式	67	第5章 载荷施加及载荷步	98
第4章 模型的网格划分	68	5.1 载荷概念	99
4.1 有限元网格概论	69	5.1.1 什么是载荷	99
4.2 影响网格因素	69	5.1.2 载荷步、子步和平衡迭代	100
4.2.1 生成单元属性表	69	5.1.3 时间参数	100
4.2.2 分配单元属性	70	5.1.4 阶跃载荷与坡道载荷	101
4.3 网格划分的控制	72	5.2 施加载荷	102
4.3.1 ANSYS 网格划分工具 (MeshTool)	72	5.2.1 实体模型载荷与有限单元载荷	102
4.3.2 单元形状	72	5.2.2 施加载荷	103
4.3.3 选择自由或映射网格划分	73	5.2.3 利用表格来施加载荷	108
4.3.4 控制单元边中节点的位置	73	5.2.4 轴对称载荷与反作用力	110
4.3.5 划分自由网格时的单元尺寸 控制 (SmartSizing)	74	5.3 实例——轴承座的载荷和约束 施加	111
4.3.6 映射网格划分中单元的默认 尺寸	74	5.3.1 GUI方式	111
4.3.7 局部网格划分控制	75	5.3.2 命令方式	113
4.3.8 内部网格划分控制	76	5.4 载荷步选项	114
4.3.9 生成过渡棱锥单元	77	5.4.1 通用选项	114
4.3.10 将退化的四面体单元转化为 非退化的形式	78	5.4.2 非线性选项	117
4.3.11 执行层网格划分	78	5.4.3 动力学分析选项	118
4.4 自由及映射网格划分控制	79	5.4.4 输出控制	118
4.4.1 自由网格划分	79	5.4.5 创建多载荷步文件	119
4.4.2 映射网格划分	80	5.5 实例——框架结构的载荷和 约束施加	121
4.5 实例——框架结构的网格划分	83	5.5.1 GUI方式	121
4.5.1 GUI方式	83	5.5.2 命令方式	121
4.5.2 命令方式	84	第6章 有限元模型求解	122
4.6 延伸和扫掠	84	6.1 求解概论	123
4.6.1 延伸 (Extrude) 生成网格	84	6.1.1 直接求解法	123
4.6.2 扫掠 (VSWEEP) 生成网格	86	6.1.2 稀疏矩阵法	124
		6.1.3 雅可比共轭梯度法	124
		6.1.4 不完全分解共轭梯度法	124

6.1.5 预条件共轭梯度法	125	7.1.1 结果文件类型	141
6.1.6 自动迭代解法选项	126	7.1.2 后处理可用的数据类型	142
6.1.7 获得解答	126	7.2 通用后处理器 (POST1)	142
6.2 指定求解类型	127	7.2.1 将数据结果读入数据库	142
6.2.1 Abridged Solution 菜单选项	127	7.2.2 图像显示结果	149
6.2.2 求解控制对话框	127	7.2.3 列表显示结果	154
6.3 多载荷步求解	129	7.2.4 将结果旋转到不同坐标系中 显示	156
6.3.1 多重求解法	129	7.3 实例——轴承座计算结果后 处理	158
6.3.2 使用载荷步文件法	129	7.3.1 GUI 方式	158
6.3.3 数组参数法 (矩阵参数法)	130	7.3.2 命令方式	160
6.4 重新启动分析	131	7.4 时间历程后处理 (POST26)	160
6.4.1 重新启动分析	132	7.4.1 定义和储存 POST26 变量	160
6.4.2 多载荷步文件的重启动分析	135	7.4.2 检查变量	163
6.5 求解前预估	137	7.4.3 POST26 后处理器的其他功能	165
6.5.1 估计运算时间	137	7.5 实例——框架结构计算结果后 处理	166
6.5.2 估计文件的大小	137	7.5.1 GUI 方式	166
6.5.3 估计内存需求	138	7.5.2 命令方式	167
6.6 实例——轴承座和框架结构 模型求解	138		
第 7 章 通用及时间历程后处理	140		
7.1 后处理概述	141		

专题实例篇

第 8 章 结构静力分析	168	并求解	191
8.1 静力分析介绍	169	9.2.4 查看结果	193
8.2 实例——内六角扳手的静态 分析	169	9.2.5 命令流方式	194
8.2.1 问题的描述	169	第 10 章 谱分析	195
8.2.2 GUI 路径模式	170	10.1 谱分析概论	196
8.2.3 命令流方式	185	10.1.1 响应谱	196
第 9 章 模态分析	186	10.1.2 动力设计分析方法 (DDAM)	196
9.1 模态分析概论	187	10.1.3 功率谱密度 (PSD)	196
9.2 实例——小发电机转子模态 分析	187	10.2 实例——简单梁结构响应谱 分析	197
9.2.1 分析问题	187	10.2.1 问题描述	197
9.2.2 建立模型	188	10.2.2 GUI 操作方法	197
9.2.3 进行模态设置、定义边界条件		10.2.3 命令流方式	204
		第 11 章 谐响应分析	205

11.1 谐响应分析概论	206	14.1.1 一般分类	256
11.1.1 完全法 (Full Method)	206	14.1.2 接触单元	256
11.1.2 减缩方法 (Reduced Method) ...	207	14.2 实例——陶瓷套管的接触	
11.1.3 模态叠加法 (Mode Superposition		分析	257
Method)	207	14.2.1 问题描述	257
11.1.4 3种方法的共同局限性	207	14.2.2 GUI方式	257
11.2 实例——悬臂梁谐响应分析 ...	207	14.2.3 命令流方式	271
11.2.1 分析问题	208	第15章 结构屈曲分析	272
11.2.2 建立模型	208	15.1 结构屈曲概论	273
11.2.3 查看结果	218	15.2 实例——薄壁圆筒屈曲分析 ...	273
11.2.4 命令流方式	219	15.2.1 分析问题	273
第12章 瞬态动力学分析	220	15.2.2 操作步骤	273
12.1 瞬态动力学概论	221	15.2.3 命令流	281
12.1.1 完全法 (Full Method)	221	第16章 热力学分析	282
12.1.2 模态叠加法 (Mode Superposition		16.1 热分析概论	283
Method)	221	16.1.1 热分析的特点	283
12.1.3 减缩法 (Reduced Method) ...	222	16.1.2 热分析单元	283
12.2 实例——哥伦布阻尼的自由		16.2 实例——长方体形坯料空冷	
振动分析	222	过程分析	284
12.2.1 问题描述	222	16.2.1 问题描述	284
12.2.2 GUI模式	223	16.2.2 问题分析	285
12.2.3 命令流方式	234	16.2.3 GUI操作步骤	285
第13章 非线性分析	235	16.2.4 命令流方式	290
13.1 非线性分析概论	236	16.3 实例——某零件铸造过程	
13.1.1 非线性行为的原因	236	分析	290
13.1.2 非线性分析的基本信息	237	16.3.1 问题描述	290
13.1.3 几何非线性	239	16.3.2 问题分析	291
13.1.4 材料非线性	240	16.3.3 GUI操作步骤	291
13.1.5 其他非线性问题	244	16.3.4 命令流方式	301
13.2 实例——铆钉非线性分析 ...	244	第17章 电磁场分析	302
13.2.1 问题描述	244	17.1 电磁场有限元分析概述	303
13.2.2 建立模型	244	17.1.1 电磁场中常见边界条件	303
13.2.3 定义边界条件并求解	250	17.1.2 ANSYS电磁场分析对象	303
13.2.4 查看结果	252	17.1.3 电磁场单元概述	304
13.2.5 命令流方式	254	17.2 实例——二维螺线管制动器	
第14章 接触问题分析	255	内瞬态磁场的分析	305
14.1 接触问题概论	256	17.2.1 问题描述	305

17.2.2 创建物理环境.....	306	18.2 耦合场分析的类型	330
17.2.3 建立模型、赋予特性、划分 网格	309	18.2.1 直接方法	330
17.2.4 加边界条件和载荷	313	18.2.2 载荷传递分析.....	330
17.2.5 求解	316	18.2.3 直接方法和载荷传递	331
17.2.6 命令流方式	318	18.3 耦合场分析的单位制	334
17.3 实例——正方形电流环中的 磁场	319	18.4 实例——热电冷却器耦合 分析	337
17.3.1 问题描述	319	18.4.1 前处理	338
17.3.2 创建物理环境.....	320	18.4.2 求解	346
17.3.3 建立模型、赋予特性、划分 网格	322	18.4.3 后处理	348
17.3.4 加边界条件和载荷	324	18.4.4 命令流方式	350
17.3.5 求解	325	18.5 实例——机电系统电路耦合分析 实例	350
17.3.6 查看结算结果.....	325	18.5.1 前处理	351
17.3.7 命令流方式	328	18.5.2 求解	358
第 18 章 耦合场分析	329	18.5.3 后处理	361
18.1 耦合场分析的定义	330	18.5.4 命令流方式	361



操作基础篇

第 1 章

ANSYS 入门简述

知识导引

本章简要介绍 ANSYS 17.0。有限元分析的常用术语、分析过程以及 ANSYS 的启动、配置方法，最后带领读者认识了 ANSYS 分析的基本过程。

内 容 要 点

- ANSYS 概述
- ANSYS 17.0 的安装与启动
- ANSYS 分析求解过程
- ANSYS 文件系统管理

1.1 ANSYS 概述

ANSYS 软件可在大多数计算机及操作系统中运行，从个人计算机到工作站直到巨型计算机，ANSYS 文件在其所有的产品系列和工作平台上均兼容。ANSYS 多物理场耦合的功能，允许在同一模型上进行各式各样的耦合计算成本，如热 - 结构耦合、磁 - 结构耦合以及电 - 磁 - 流体 - 热耦合，在个人计算机上生成的模型同样可运行于巨型计算机上，这样就确保了 ANSYS 对多领域多变工程问题的求解。

1.1.1 ANSYS 的功能

1. 结构分析

静力分析——用于静态载荷。可以考虑结构的线性及非线性行为，例如，大变形、大应变、应力刚化、接触、塑性、超弹性及蠕变等。

模态分析——计算线性结构的自振频率及振形，谱分析是模态分析的扩展，用于计算由随机振动引起的结构应力和应变（也叫作响应谱或 PSD）。

谐响应分析——确定线性结构对随时间按正弦曲线变化的载荷的响应。

瞬态动力学分析——确定结构对随时间任意变化的载荷的响应。可以考虑与静力分析相同的结构非线性行为。

特征屈曲分析——用于计算线性屈曲载荷并确定屈曲模态形状（结合瞬态动力学分析可以实现非线性屈曲分析）。

专项分析——断裂分析、复合材料分析、疲劳分析。

专项分析用于模拟非常大的变形，惯性力占支配地位，并考虑所有的非线性行为。它的显式方程求解冲击、碰撞、快速成型等问题，是目前求解这类问题最有效的方法。

2. ANSYS 热分析

热分析一般不是单独的，其后往往进行结构分析，计算由于热膨胀或收缩不均匀引起的应力。热分析包括以下类型。

相变（熔化及凝固）——金属合金在温度变化时的相变，如铁合金中马氏体与奥氏体的转变。

内热源（如电阻发热等）——存在热源问题，如加热炉中对试件进行加热。

热传导——热传递的一种方式，当相接触的两物体存在温度差时发生。

热对流——热传递的一种方式，当存在流体、气体和温度差时发生。

热辐射——热传递的一种方式，只要存在温度差时就会发生，可以在真空中进行。

3. ANSYS 电磁分析

电磁分析中考虑的物理量是磁通量密度、磁场密度、磁力、磁力矩、阻抗、电感、涡流、耗能及磁通量泄漏等。磁场可由电流、永磁体、外加磁场等产生。磁场分析包括以下类型。

静磁场分析——计算直流电（DC）或永磁体产生的磁场。

交变磁场分析——计算由于交流电（AC）产生的磁场。

瞬态磁场分析——计算随时间随机变化的电流或外界引起的磁场。

电场分析——用于计算电阻或电容系统的电场。典型的物理量有电流密度、电荷密度、电场及电阻热等。

高频电磁场分析——用于微波及 RF 无源组件，波导、雷达系统、同轴连接器等。

4. ANSYS 流体分析

流体分析主要用于确定流体的流动及热行为。流体分析包括以下类型。

CFD (Coupling Fluid Dynamic, 耦合流体动力) ——ANSYS/FLOTRAN 提供了强大的计算流体动力学分析功能, 包括不可压缩或可压缩流体、层流及湍流以及多组分流等。

声学分析——考虑流体介质与周围固体的相互作用, 进行声波传递或水下结构的动力学分析等。

容器内流体分析——考虑容器内的非流动流体的影响。可以确定由于晃动引起的静力压力。

流体动力学耦合分析——在考虑流体约束质量的动力响应基础上, 在结构动力学分析中使用流体耦合单元。

5. ANSYS 耦合场分析

耦合场分析主要考虑两个或多个物理场之间的相互作用。如果两个物理场之间相互影响, 单独求解一个物理场是不可能得到正确结果的, 因此需要一个能够将两个物理场组合到一起求解的分析软件。例如, 在压电力分析中, 需要同时求解电压分布(电场分析)和应变(结构分析)。

1.1.2 ANSYS 的发展

ANSYS 能与多数 CAD 软件结合使用, 实现数据共享和交换, 如 AutoCAD、I-DEAS、Creo、NASTRAN、Alogor 等。

ANSYS 软件提供了一个不断改进的功能清单, 具体包括: 结构高度非线性分析、电磁分析、计算流体力学分析、设计优化、接触分析、自适应网格划分、大应变/有限转动功能以及利用 ANSYS 参数设计语言 (APDL) 的扩展宏命令功能。基于 Motif 的菜单系统使用户能够通过对话框、下拉菜单和子菜单进行数据输入和功能选择, 为用户使用 ANSYS 提供“导航”。

1.2 ANSYS 17.0 的安装与启动

1.2.1 设置运行环境

在使用 ANSYS 17.0 软件进行设计之前, 可以根据用户的需求设计环境。

用鼠标依次选择“开始” > “程序” > 【ANSYS 17.0】 > 【Mechanical APDL Product Launcher】得到图 1-1 所示的对话框, 主要设置内容有模块选择、文件管理、用户管理/个人设置和程序初始化等。

1. 模块选择

在 Simulation Environment (数值模拟环境) 下拉列表框中列出了以下 3 种界面。

1) ANSYS: 典型 ANSYS 用户界面。

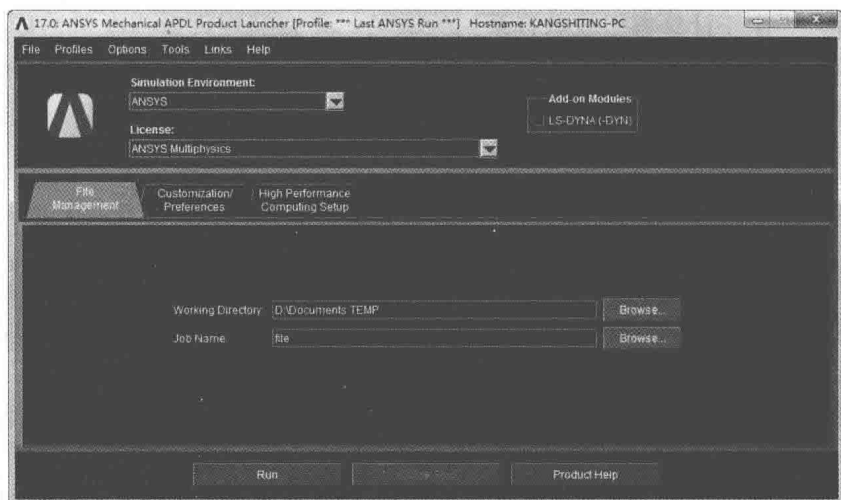


图 1-1 ANSYS 17.0 初始设置界面

2) ANSYS Batch: ANSYS 命令流界面。

3) LS - DYNA Solver: 线性动力求解界面。

用户可以根据自己实际需要选择一种界面。

在 License 下拉列表框中列出了各种界面下相应的模块: ANSYS Multiphysics、ANSYS Multiphysics/LS - DYNA、ANSYS Mechanical Enterprise、ANSYS Mechanical Premium 等, 用户可根据自己要求选择, 如图 1-2 所示。

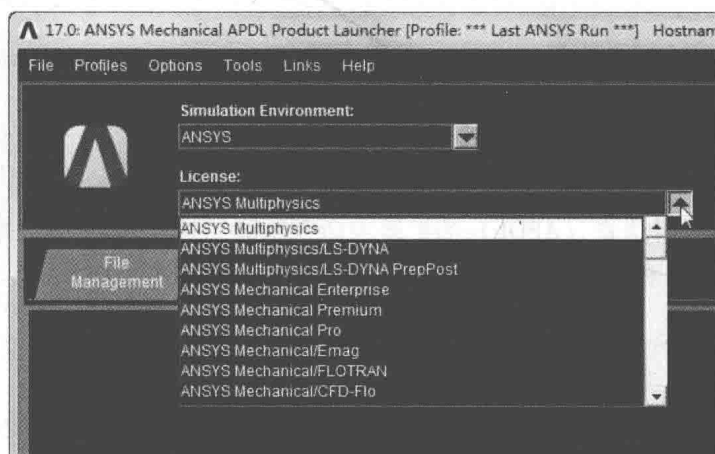


图 1-2 License 下拉列表框

2. 文件管理

用鼠标单击 File Management (文件管理) 选项卡, 然后在 Working Directory (工作目录) 文本框设置工作目录, 再在 Job Name (文件名) 中设置文件名, 默认文件名叫 File。

① 注意:

ANSYS 默认的工作目录是系统所在硬盘分区的根目录, 如果一直采用这一设置, 会影响 ANSYS 17.0 的工作性能, 建议将工作目录设置在非系统所在硬盘分区中, 且要有足够大的硬盘容量。

① 注意:

初次运行 ANSYS 时默认文件名为 File, 重新运行时工作文件名默认为上一次定义的工作名。为防止对之前工作内容的覆盖, 建议每次启动 ANSYS 时更改文件名, 以便备份。

3. 用户管理/个人设置

用鼠标单击 Customization/Preferences (用户管理/个人设置) 选项卡, 就可以得到图 1-3 所示的 Customization/Preferences 界面。

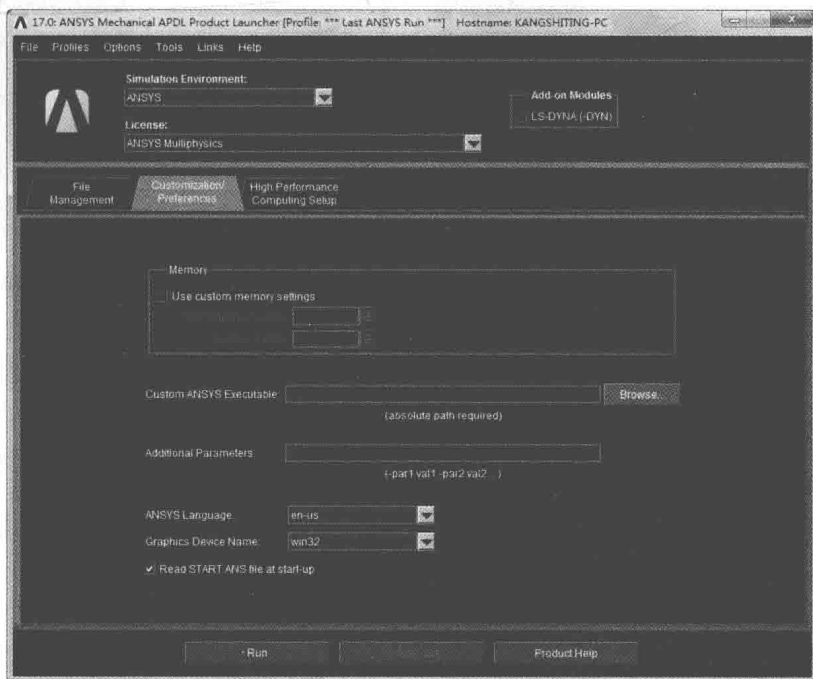


图 1-3 Customization/Preferences 界面

用户管理中可设定数据库的大小和进行内存管理, 个人设置中可设置自己喜欢的用户环境: 在 Language Selection 中选择语言; 在 Graphics Device Name 中对显示模式进行设置 (Win32 提供 9 种颜色等值线, Win32c 提供 108 种颜色等值线; 3D 针对 3D 显卡, 适宜显示三维图形); 在 Read START file at start-up 中设定是否读入启动文件。

4. 运行程序

完成以上设置后, 用鼠标单击 Run 按钮就可以运行 ANSYS 17.0 程序了。

1.2.2 启动与退出

1. 启动 ANSYS 17.0

1) 快速启动: 在 Window 系统中依次执行“开始”>“程序”>ANSYS 17.0 > Mechanical APDL 17.0 (ANSYS) 命令, 如图 1-4a 所示菜单, 就可以快速启动 ANSYS 17.0, 采用的用户环境默认为上一次运行的环境配置。

2) 交互式启动: 在 Windows 系统中依次执行“开始”>“程序”>ANSYS 17.0 > Mechanical APDL Product Launcher 命令, 如图 1-4b 所示菜单, 就是以交互式启动 ANSYS 17.0。

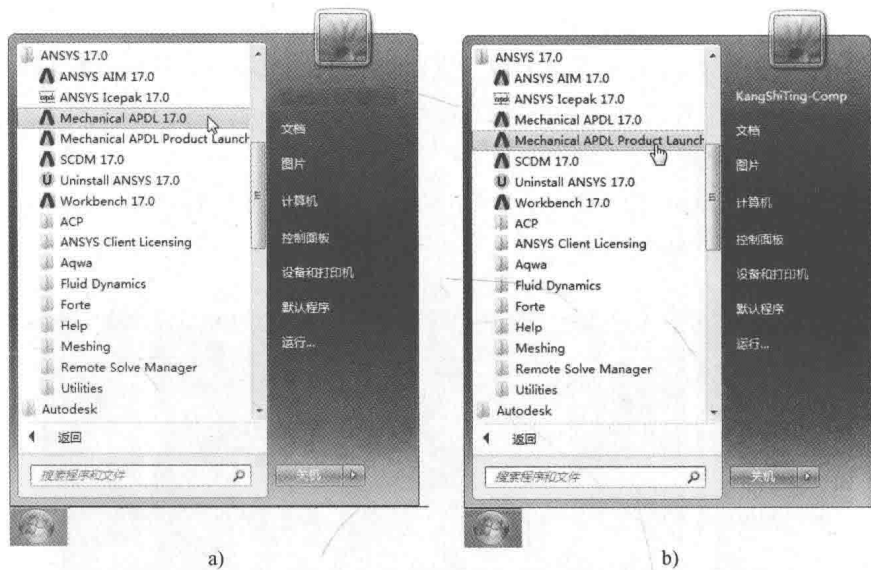


图 1-4 ANSYS 17.0 启动方式

a) 快速启动 b) 交互式启动

① 注意:

建议用户选用交互式启动，这样可防止上一次运行的结果文件被覆盖，并且还可以重新选择工作目录和工作文件名，便于用户管理。

2. 退出 ANSYS 17.0

1) 命令方式: /EXIT。

2) GUI 路径: 用户界面中用鼠标单击 ANSYS Toolbar (工具条) 中的 QUIT 按钮, 或 Utility Menu > File > EXIT, 出现 ANSYS 17.0 程序 Exit 对话框, 如图 1-5 所示。

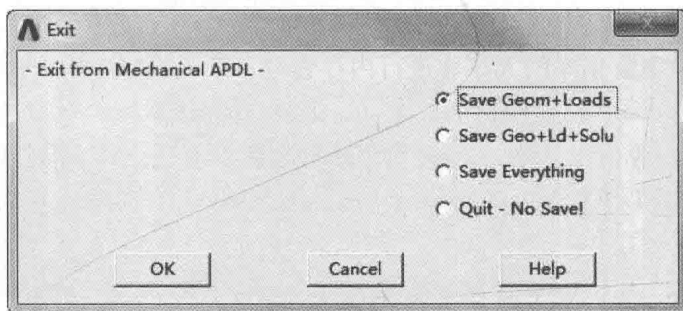



图 1-5 ANSYS 17.0 程序 Exit 对话框

3) 在 ANSYS 17.0 输出窗口单击“关闭”按钮.

① 注意:

采用第一种和第三种方式退出时, ANSYS 会直接退出; 而采用第二种方式时, 退出 ANSYS 前要求用户对当前的数据库 (几何模型、载荷、求解结果及三者的组合, 或者什么都不保存) 进行选择性的操作, 因此建议用户采用第二种方式退出。

1.3 ANSYS 分析求解过程

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 1-6 所示, 它们分别对应 ANSYS 主菜单系统中 Processor (前处理)、Solution (求解器)、General Postproc (通用后处理器) 与 TimeHist Postproc (时间历程处理器)。

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, 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。

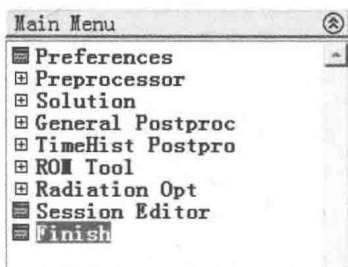


图 1-6 分析主菜单

1.3.1 创建模型

创建模型包括创建实体模型、定义单元属性、划分有限元网格、修正模型等几项内容。现今大部分的有限元模型都用实体模型建模, 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。

用户可以通过以下 4 种途径创建 ANSYS 模型。

- 1) 在 ANSYS 环境中创建实体模型, 然后划分有限元网格。
- 2) 在其他软件 (如 CAD) 中创建实体模型, 然后导入 ANSYS 环境, 经过修正后划分有限元网格。
- 3) 在 ANSYS 环境中直接创建节点和单元。
- 4) 在其他软件中创建有限元模型, 然后将节点和单元数据导入 ANSYS。

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、实常数等。需要强调的是, 除了磁场分析以外, 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制统一, 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 加载及求解

ANSYS 中的载荷可分为以下几类。

- 1) 自由度 DOF——定义节点的自由度 (DOF) 值 (如结构分析的位移、热分析的温