

# 通用有限元分析 ANSYS 7.0

## 实例精解

倪栋 段进 徐久成 等编著

建模与网格划分实例  
结构线性静力分析实例  
动力学分析实例  
非线性分析实例  
优化设计实例  
热分析和耦合分析实例  
计算流体动力学分析实例  
电磁场分析实例  
疲劳分析实例



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

docsriver 文川网  
入驻商家  
在文川网搜索古籍书城 获取更多电子书

# 通用有限元分析 ANSYS 7.0 实例精解

倪 栋 段 进 徐久成 等编著

電子工業出版社

**Publishing House of Electronics Industry**

## 内 容 提 要

ANSYS 是由美国 ANSYS 公司推出的大型有限元分析软件, 本书以 ANSYS 7.0 为基础介绍 ANSYS 在工程中的实际应用。

本书根据不同学科和工程应用共分为 8 章讲述, 包括使用 ANSYS 7.0 的基本知识、方法与技巧、建模与网格划分、静力分析、动力学分析、非线性分析、优化设计、热分析与耦合场、计算流体动力学和电磁分析, 以及疲劳分析等。通过多个实例全面介绍了每个学科与工程应用的特点和操作技巧。

本书适用于使用 ANSYS 的初中级用户和有初步使用经验的技术人员, 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 的教材, 也可作为从事机械制造、石油化工、轻工、造船、航空航天、汽车交通、电子、土木工程、水利、铁道、家用电器, 以及生物医学等一般工业及科学研究的工程技术人员使用 ANSYS 的参考书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有, 侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

通用有限元分析 ANSYS 7.0 实例精解 / 倪栋等编著—北京: 电子工业出版社, 2003.10

ISBN 7-5053-9209-3

I.通... II.倪... III.有限元分析—应用程序, ANSYS 7.0 IV.O242.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 088691 号

责任编辑: 寇国华

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 33 字数: 787 千字

版 次: 2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 48.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010)68279077。质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

docsriver 文川网  
入驻商家 古籍书城

在文川网搜索古籍书城 获取更多电子书

# 前 言

ANSYS 公司创建于 1970 年，它开发并在全球各地销售工程模拟软件和技术，这些产品和技术被多种行业的工程师和设计师采用，包括航天、汽车、制造、电子和生物医学等各个领域。本书以该公司最新推出的 ANSYS 7.0 为基础，介绍 ANSYS 软件在有限元分析方面的强大功能。书中除特别说明外，ANSYS 均指 ANSYS 7.0。

有限元方法发展到今天，已成为一门相当复杂的工程实用技术。与学习理论相比，学习软件的使用要简单得多。读者不需要掌握很深的理论知识，即可解决很多实际工程问题。而且学习软件的使用，可以提高读者对有限元方法的感性认识，这对于学习理论知识将会有很大的帮助。

本书根据不同学科和工程应用共分为 8 章讲述，内容包括使用 ANSYS 7.0 的基本知识、方法与技巧、建模与网格划分、静力分析、动力学分析、非线性分析、优化设计、热分析与耦合场、计算流体动力学和电磁分析，以及疲劳分析等。书中全面介绍了每个学科与工程应用的特点和操作说明，并采用多个具体实例介绍了详细的操作过程和步骤。本书除了第 1 章和第 2 章具有一些连续性外，其他 6 章都相对独立，甚至其中的每个实例都是独立的。因此读者在阅读本书时，完全可以按照自己的需要挑选感兴趣的章节学习并上机练习，以更快地学习和掌握某个工程问题的分析过程与步骤。

本书适用于使用 ANSYS 的初中级用户及有初步使用经验的技术人员，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 的教材，也可作为从事机械制造、石油化工、轻工、造船、航空航天、汽车交通、电子、土木工程、水利、铁道、家用电器，以及生物医学等工业及科学研究的工程技术人员使用 ANSYS 的参考书。

本书由倪栋、段进和徐久成共同执笔，此外，赵冰晶、李秀屹、程华遴、李冰、魏浩然、李晓东、王宏、李四琦、王怀瑾、吴子城、李小炎、刘大伟、赵华刚、朱育、赵晓燕、李晓阳、马军、朱玉成、成兵、林军、章浩、君华强、余波、杨俊、李大成、王豪梁、王军、程松、高荣益和葛艳玲等同志在整理材料方面给予了作者很大的帮助。在此，编者对表示衷心的感谢。

由于时间仓促，加之编者的水平有限，书中的错误在所难免，恳请专家和广大读者不吝赐教。

我们的 E-mail 地址为：[jcxt@sina.com](mailto:jcxt@sina.com)。

作 者  
2003 年 9 月

# 目 录

第 1 章 CAE 与 ANSYS 概述.....	1
1.1 CAE 技术及其应用.....	1
1.1.1 CAE 的概念与分类.....	1
1.1.2 CAE 软件的作用与发展趋势.....	1
1.2 ANSYS 简介.....	2
1.2.1 ANSYS 的发展历史.....	3
1.2.2 ANSYS 的组成与特点.....	3
1.2.3 ANSYS 的功能.....	5
1.3 ANSYS 主窗口.....	8
1.3.1 功能.....	13
1.3.2 使用.....	13
1.3.3 设置 ANSYS.....	19
1.3.4 启用 START70.ANS 文件.....	20
1.3.5 估计运行时间.....	20
1.3.6 退出.....	20
1.3.7 图形拾取操作.....	21
1.4 使用日志文件.....	24
1.4.1 使用对话日志文件.....	25
1.4.2 使用数据命令日志.....	25
1.4.3 输入命令日志文件.....	25
第 2 章 建模与网格划分实例.....	27
2.1 建模基础.....	27
2.1.1 模型生成.....	27
2.1.2 坐标系统.....	28
2.1.3 工作平面.....	31
2.1.4 实体模型.....	33
2.1.5 有限元模型.....	35
2.1.6 规划模型.....	39
2.2 实例 1——轴类零件建模.....	45

2.2.1	白底向上建模.....	45
2.2.2	自顶向下建模.....	52
2.3	实例 2——支座类零件的建模.....	54
2.3.1	支座类零件 1 的建模.....	54
2.3.2	支座类模型 2 的建模.....	61
2.4	实例 3——圆盘类零件的建模.....	71
2.4.1	传动带轮的建模.....	71
2.4.2	圆柱齿轮的建模.....	77
2.5	有限元模型建模实例.....	87
2.5.1	实例 4——内六角扳手的网格划分.....	87
2.5.2	实例 5——六面体单元与四面体单元的过渡.....	95

### 第 3 章 结构线性静力分析实例..... 101

3.1	结构静力分析过程与步骤.....	101
3.1.1	建立模型.....	101
3.1.2	施加载荷并求解.....	101
3.1.3	检查结果.....	104
3.2	实例 1——连杆的受力分析.....	105
3.2.1	问题描述.....	105
3.2.2	GUI 操作方式.....	106
3.2.3	命令流方式.....	119
3.3	实例 2——压力容器的应力分析设计.....	121
3.3.1	问题描述.....	121
3.3.2	GUI 操作方式.....	122
3.3.3	命令流方式.....	135
3.4	实例 3——轮子的受力分析.....	139
3.4.1	问题描述.....	139
3.4.2	GUI 操作方式.....	140
3.4.3	命令流方式.....	154
3.5	实例 4——板中圆孔的应力集中.....	157
3.5.1	问题描述.....	157
3.5.2	GUI 操作方式.....	157
3.5.3	命令流方式.....	166
3.6	实例 5——悬臂梁的受力分析.....	167
3.6.1	问题描述.....	167
3.6.2	GUI 操作方式.....	167
3.6.3	命令流方式.....	172

<b>第 4 章 动力学分析实例</b> .....	<b>175</b>
4.1 动力学分析的过程与步骤.....	175
4.1.1 模态分析.....	175
4.1.2 谐响应分析.....	181
4.1.3 瞬态动力学分析.....	186
4.2 实例 1——圆柱齿轮模态分析.....	193
4.2.1 问题描述.....	193
4.2.2 GUI 操作方式.....	194
4.2.3 命令流方式.....	209
4.3 实例 2——电动机系统谐响应分析.....	211
4.3.1 问题描述.....	211
4.3.2 GUI 操作方式.....	211
4.3.3 命令流方式.....	224
4.4 实例 3——梁板结构的瞬态完全法分析.....	225
4.4.1 问题描述.....	225
4.4.2 GUI 操作方式.....	226
4.4.3 命令流方式.....	238
<b>第 5 章 非线性分析实例</b> .....	<b>241</b>
5.1 非线性分析过程与步骤.....	241
5.1.1 基本概念.....	241
5.1.2 非线性分析的过程与步骤.....	247
5.2 实例 1——铜弹冲击刚性壁的非线性分析.....	253
5.2.1 问题描述.....	253
5.2.2 GUI 操作方式.....	254
5.2.3 命令流方式.....	265
5.3 实例 2——圆盘的大应变分析.....	266
5.3.1 问题描述.....	266
5.3.2 GUI 操作方式.....	267
5.3.3 命令流方式.....	276
5.4 实例 3——圆柱壳的非线性屈曲分析.....	277
5.4.1 问题描述.....	277
5.4.2 GUI 操作方式.....	278
5.4.3 命令流方式.....	289
5.5 实例 4——塑性分析.....	291
5.5.1 问题描述.....	291
5.5.2 GUI 操作方式.....	292



5.5.3	命令流方式.....	303
5.6	实例 5——弹簧卡子的接触分析.....	306
5.6.1	问题描述.....	306
5.6.2	GUI 操作方式.....	306
5.6.3	命令流方式.....	320
<b>第 6 章</b>	<b>优化设计实例.....</b>	<b>325</b>
6.1	优化设计过程与步骤.....	325
6.1.1	优化设计的相关概念.....	325
6.1.2	优化设计的过程与步骤.....	327
6.2	实例 1——3 杆桁架的优化设计.....	335
6.2.1	问题描述.....	335
6.2.2	GUI 操作方式.....	336
6.2.3	命令流方式.....	349
6.3	实例 2——压力容器管板厚度的优化设计.....	352
6.3.1	问题描述.....	352
6.3.2	GUI 操作方式.....	353
6.3.3	命令流方式.....	365
<b>第 7 章</b>	<b>热分析和耦合分析实例.....</b>	<b>371</b>
7.1	热分析和耦合分析的过程和步骤.....	371
7.1.1	热分析的过程与步骤.....	371
7.1.2	耦合分析的过程和步骤.....	380
7.2	实例 1——冷却栅管的热分析.....	385
7.2.1	问题描述.....	385
7.2.2	GUI 操作方式.....	385
7.2.3	命令流方式.....	393
7.3	间接法计算冷却栅管的热应力.....	395
7.3.1	GUI 操作方式.....	395
7.3.2	命令流方式.....	402
7.4	直接耦合法计算冷却栅管的热应力.....	404
7.4.1	GUI 操作方式.....	404
7.4.2	命令流方式.....	412
7.5	按载荷步方式求解.....	415
7.5.1	GUI 操作方式.....	415
7.5.2	命令流方式.....	422
7.6	实例 2——焊缝的残余应力及温度场分析.....	424
7.6.1	问题描述.....	424

7.6.2	GUI 操作方式.....	425
7.6.3	命令流方式.....	451
<b>第 8 章</b>	<b>其他分析实例 .....</b>	<b>459</b>
8.1	计算流体力学分析实例——层流和紊流分析.....	459
8.1.1	FLOTRAN CFD 分析的概念与基本步骤 .....	459
8.1.2	GUI 操作方式.....	465
8.1.3	命令流方式.....	482
8.2	电磁场分析实例.....	486
8.2.1	电磁场分析的基本步骤与概念.....	486
8.2.2	GUI 操作方式.....	490
8.2.3	命令流方式.....	503
8.3	疲劳分析实例.....	506
8.3.1	疲劳分析的基本概念与步骤.....	506
8.3.2	GUI 操作方式.....	507
8.3.3	命令流方式.....	516

# 第 1 章 CAE 与 ANSYS 概述

## 1.1 CAE 技术及其应用

### 1.1.1 CAE 的概念与分类

CAE 即计算机辅助工程,指工程设计中的分析计算与分析仿真,其含义表现为以下几个方面。

(1) 运用工程数值分析中的有限元等技术,分析计算产品结构的应力及变形等物理场量,给出整个物理场在空间与时间上的分布,实现结构的从线性及静力计算分析到非线性和动力的计算分析。

(2) 运用工程优化设计的方法,在满足各种工艺和设计的约束条件下,对产品的结构、工艺参数及结构形状进行优化设计,使产品结构性能和工艺过程达到最优。

(3) 运用结构强度与寿命评估的理论、方法和规范,对结构的安全性、可靠性及使用寿命做出评价与估计。

(4) 运用运动学和动力学的理论及方法,对由 CAD 实体造型设计的机构及整机进行运动学/动力学仿真,给出机构、整机的运动轨迹、速度、加速度,以及动力的大小等。

CAE 软件可分为专用和通用两类,前者主要是针对特定类型的工程或产品用于产品性能分析、预测和优化的软件。它以在某个领域中的应用深入而见长,如美国 ETA 公司的汽车专用 CAE 软件 LS/DYNA3D 及 ETA/FEMB 等。通用软件可对多种类型的工程和产品的物理力学性能进行分析、模拟、预测、评价和优化,以实现产品技术创新。它以覆盖的应用范围广而著称,如 ANSYS、PATRAN、NASTRAN 和 MARC 等。

CAE 的技术种类很多,包括有限元法(Finite Element Method, FEM)、边界元法(Boundary Element Method, BEM)和有限差分法(Finite Difference Method, FDM)等。每种方法各有其应用领域,其中有限元法应用的领域越来越广,现已应用于结构力学(包括线性与非线性)、结构动力学、热力学、流体力学、电路学和电磁学等。它进一步发展为结合不同领域,如流体与结构力学,电路学与电磁学的结合,使 CAE 的发展越来越快,应用也越来越广泛。

### 1.1.2 CAE 软件的作用与发展趋势

CAE 起始于 20 世纪 50 年代中期,CAE 软件从诞生到 20 世纪 70 年代初期处在成长阶段,主要是扩充和完善基本功能、算法及软件结构。到 20 世纪 80 年代中期,逐步形成了商品化的通用和专用 CAE 软件。目前国际上的先进 CAE 软件,如 ANSYS 等已经可以对工程和产品进行如下性能分析、预报及运行行为模拟。

(1) 静力和拟静力的线性与非线性分析:包括对各种单一和复杂组合结构的弹性、弹塑性、塑性、蠕变、膨胀、几何大变形、大应变、疲劳、断裂、损伤,以及多体弹塑性接

触在内的变形与应力应变分析。

(2) 线性与非线性动力分析：包括交变、爆炸冲击、随机地震，以及各种运动荷载作用下的动力时程、振动模态、谐波响应、随机振动、屈曲与稳定性分析等。

(3) 稳态与瞬态热分析：包括传导、对流和幅射状态下的热、相变及热/结构耦合分析。

(4) 静态和交变态的电磁场和电流分析：包括电磁场、电流、压电行为，以及电磁/结构耦合分析。

(5) 流体计算：包括常规的管内和外场的层流、端流、热/流耦合及流/固耦合分析。

(6) 声场与波的传波计算：包括静态和动态声场及噪声计算，以及固体、流体和空气中波的传播分析等。

CAE 软件的发展趋势如下。

### 1. 功能、性能与软件技术

采用最先进的信息技术，吸纳最新的科学知识和方法扩充 CAE 软件的功能，提高其性能，仍然是 CAE 软件开发商的主攻目标。主要发展表现在如下方面。

(1) 真 3D 图形处理与虚拟现实。

(2) 面向对象的工程数据库及其管理系统。

(3) 多相多态介质耦合、多物理场耦合，以及多尺度耦合分析。

(4) 适应于超级并行计算机和机群的高性能 CAE 求解技术。

(5) 集成化、产地化与专业化。

### 2. 多媒体用户界面与智能化

(1) GUI(Graphical User Interface, 图形用户界面)+多媒体用户界面：多媒体技术的发展会使未来 CAE 软件的用户界面具有更强的直观、直感和直觉性，为用户带来极大的便利。

(2) 智能化用户界面：随着人工智能方法和知识工程的发展，会出现支持用户更为有效地使用 CAE 软件的专家系统，并成为 CAE 用户界面的重要组成部分。

### 3. 网络化

随着 Internet 的不断发展和普及，通过网络传递信息，对于全面的 CAE 分析过程都可能得到专家的技术支持，必将在 CAE 技术的推广应用方面发挥极为重要的作用。

## 1.2 ANSYS 简介

ANSYS(ANalysis SYStem)是一种融结构、热、流体、电磁和声学于一体的大型 CAE 通用有限元分析软件，可广泛用于核工业、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、生物医学、轻工、地矿、水利，以及日用家电等一般工业及科学研究。该软件可在大多数计算机及操作系统(如 Windows、UNIX、Linux、IRIX 和 HP-UX)中运行。从 PC 到工作站，直至巨型计算机，ANSYS 文件在其所有的产品系列和工作平台上均兼容。ANSYS 的第 1 个集成计算机流体动力学(CFD)功能是第 1 个，也是惟一个包括多物理场分析功能的软件。

## 1.2.1 ANSYS 的发展历史

ANSYS 从 1971 年的 2.0 版本至 2003 年的 7.1 版本, 已有 30 多年的历史。目前已有许多国际化大公司以 ANSYS 作为其标准。其版本号的第 1 个数字表示软件本身有重大的改进及更新, 第 2 个数字表示有小幅度改进及更新, 见表 1-1。

表 1-1 ANSYS 发展历程

版本	年份	版本	年份	版本	年份
2.0	1971	4.4	1989	5.5	1999
3.0	1978	5.0	1992	5.7	2001
4.0	1982	5.1	1995	6.0	2001
4.1	1983	5.2	1996	6.1	2002
4.2	1985	5.3	1996	7.0	2002
4.3	1987	5.4	1997	7.1	2003

## 1.2.2 ANSYS 的组成与特点

### 1.2.2.1 组成

对应分析过程的前处理、求解及后处理 3 个阶段, ANSYS 由如下 3 个模块组成。

#### 1. 前处理模块

该模块用于定义求解所需的数据, 用户可选择坐标系统、单元类型、定义实常数和材料特性、建立实体模型并对其进行网格剖分、控制节点和单元, 以及定义耦合和约束方程等。通过运行一个统计模块, 用户还可预测求解过程所需的文件大小及内存。

在 ANSYS 中, 坐标系统用于定义空间几何结构的位置、节点自由度的方向、材料特性的方向, 以及图形显示和列表。程序中可用的坐标系统类型有笛卡儿坐标、柱坐标、球坐标、椭球坐标及环坐标, 这些坐标系统均能在空间的任意方向设置。用户在前处理阶段输入的数据将成为 ANSYS 集中数据库的一部分, 该数据库由坐标系表、单元类型表、材料特性表、关键点表、节点表及载荷表等组成。定义某个表中的数据后, 该数据即可通过表项编号被引用。例如用户定义多个坐标系后, 可通过简单地引用相应的坐标系编号(表项编号)激活它们。一套数据库控制命令可用于选择数据库的部分数据, 以完成特定操作。基于一定的标准, 如几何位置、实体模型图元、单元类型、材料类型及节点和单元编号等, 用户可选择所需的数据, 例如基于几何位置比基于节点和单元的编号更易于定义或改变复杂的边界条件。虽然用户可输入与模型有关的多方面的信息, 但在求解过程中程序只使用特定分析所需的部分数据。把模型划分成组元是选择模型数据的另一个便利方法, 所谓组元是指用户为了清晰或组织合乎逻辑而定义的几何图元组。为了清楚显示一个复杂模型的各个部分, 组元可以显示成不同颜色。

ANSYS 提供了广泛的模型生成功能, 使用户可快捷地建立实际工程系统的有限元模

型。它提供了 3 种不同的建模方法，即模型导入、实体建模及直接生成。每种方法有其独特的特性和优点，用户可选择其一或其组合建立分析模型

### 2. 求解模块

在前处理阶段完成建模后，用户在求解阶段通过求解器获得分析结果。在该阶段用户可以定义分析类型、分析选项、载荷数据和载荷步选项，然后开始有限元求解。

直接求解器，如波前求解器可计算出线性联立方程组的精确解。ANSYS 还提供了一个既可用于线性分析，也可用于非线性分析的有效稀疏矩阵求解器。在要求求解精度和求解时间的静态及瞬态分析中，该求解器可代替迭代求解器。由于该求解器基于方程的直接消去，因而可容易地处理病态矩阵。对于接触状态可改变拓扑结构并影响波前宽度的非线性分析，以及模型为具有多个波前多分支结构的任何分析。如涡轮发动机的叶片及汽车的排气系统，该求解器都较为适用。这个求解器只能用于真正的对称矩阵，与波前及其他直接求解器相比，能显著地加速求解速度。

作为直接求解器的替代，用户可激活一个迭代求解器，在求解大规模问题时可节省计算机资源并减少计算时间。几乎所有的分析问题都是求解一系列的线性联立方程组，迭代求解器通过迭代求出近似解。

ANSYS 提供称为 PowerSolver 的高效预条件共轭梯度(PCG)求解器、Jacobi 共轭梯度(JCG)求解器，以及不完全 Cholesky 共轭梯度(ICCG)求解器。针对特定问题，用户可从中任选一个最合适的求解器求解，从而最大限度地提高效率。一般地说，迭代求解器更适用于大而复杂的问题。对于求解场问题(包括声、传热及电磁场问题)，以及具有对称、稀疏、正定矩阵的其他大型问题，迭代求解器更为有效。

### 3. 后处理模块

该模块可以通过友好的用户界面获得求解过程的计算结果并对这些结果进行运算，这些结果可能包括位移、温度、应力、应变、速度及热流等，输出形式有图形显示和数据列表两种。在交互式后处理过程中，图形可联机输出到显示设备上或脱机输出到绘图仪上。由于后处理阶段完全同 ANSYS 前处理和求解阶段集成在一起，故求解结果已保存到数据库中且能立即查看。

在求解阶段，分析结果写入 ANSYS 数据库及结果文件中。单个子步的结果作为数据集保存，每个数据集可用的数据量和类型由所完成的分析类型及求解阶段设置的选项来控制。对于某个分析的每一载荷步，用户可指定每个子步、最终子步或最终子步和中间子步的组合写数据集，可以选择写数据组的范围，如位移、应力及反作用力。

后处理访问数据集的方法有两种，一是用通用后处理器 POST1 检查整个模型或模型的某一部分中任意一个特定数据集的结果；二是用时间历程后处理器 POST26 跨多个数据集检查选择的部分模型数据，如特定节点的位移或单元应力。从结果文件中读出的数据保存在 ANSYS 数据库中，后处理中允许访问所有输入数据(几何模型、材料和载荷等)。使用交互方式可方便地操作数据库并立即提供结果图形和结果列表，通过 Q 切片功能可以得到所分析模型在任何平面的结果。

### 1.2.2.2 技术特点

ANSYS 的技术特点如下。

- (1) 可实现多场及多场耦合功能。
- (2) 是实现前后处理、分析求解及多场分析统一数据库的大型 FEA 软件。
- (3) 是具有流场优化功能的 CFD 软件。
- (4) 融前后处理与分析求解于一体。
- (5) 强大的非线性分析功能。
- (6) 快速求解器。
- (7) 最早采用并行计算技术的 FEA 软件。
- (8) 支持从个人机、工作站到巨型机的所有硬件平台。
- (9) 可兼容个人机、工作站、大型机及巨型机等硬件平台上的全部数据文件。
- (10) 在个人机、工作站、大型机及巨型机等硬件平台上具有统一的用户界面。
- (11) 可与大多数的 CAD 软件集成并有接口。
- (12) 具有智能网格划分。
- (13) 具有多层次多框架的产品系列。
- (14) 具有良好的用户开发环境。

### 1.2.3 ANSYS 的功能

ANSYS 的基本功能如下。

#### 1. 结构静力分析

用来求解外载荷引起的位移、应力和力，很适合求解惯性及阻尼的时间相关作用对结构响应的影响并不显著的问题，这种分析类型广泛应用于机械工程和结构工程。静力分析包括非线性，如塑性、蠕变、膨胀、大变形、大应变及接触面等。非线性静力分析通常通过逐渐施加载荷完成，以获得精确解。

#### 2. 结构动力学分析

用来求解随时间变化的载荷对结构或部件的影响，并考虑载荷随时间的变化、阻尼和惯性的影响，这类载荷包括交变力(旋转机械)、冲击力(冲击或爆炸)、随机力(地震)及其他瞬态力(诸如桥上的运动载荷)。ANSYS 可求解动力学分析问题，如瞬态动力、模态、谐波响应及随机振动响应分析等。

#### 3. 结构非线性分析

结构非线性导致结构或部件的响应随外载荷不成比例变化，ANSYS 可求解静态和瞬态非线性问题，包括材料非线性、几何非线性和单元非线性等。

#### 4. 动力学分析

ANSYS 可以分析大型 3D 柔体运动。当运动的积累影响起主要作用时，可使用这些功能分析复杂结构在空间中的运动特性并确定结构中由此产生的应力、应变和变形。

## 5. 热分析

对于热传递的 3 种基本类型, 即传导、对流和辐射均可进行稳态和瞬态、线性和非线性分析。热分析还具有可以模拟材料固化和溶解过程相变分析能力及模拟热与结构应力之间的热-结构耦合分析能力。

## 6. 电磁场分析

主要用于电磁场问题的分析, 如电感、电容、磁通量密度、涡流、电场分析、磁力线分布、力、运动效应、电路和能量损失等, 还可以用于螺线管、调节器、发电机、变换器、磁体、加速器、电解槽及无损检测装置等的设计和分析领域。

## 7. 计算流体动力学分析

流体动力学分析类型可为瞬态或稳态, 分析结果可以是每个节点的压力和通过每个单元的流率, 并可利用后处理功能产生压力、流率和温度分布的图形显示。另外还可使用 3D 表面效应单元和热-流管单元模拟结构的流体绕流并包括对流换热效应。

## 8. 声场分析

声学分析用来研究在含有流体的介质中声波的传播或分析浸在流体中的固体结构的动态特性, 这些功能可以用来确定音响话筒的频率响应, 研究音乐大厅的声场强度分布或预测水对振动船体的阻尼效应。

## 9. 压电分析

用于分析 2D 或 3D 结构对交流(AC)、直流(DC)或任意随时间变化的电流或机械载荷的响应, 这种分析类型可用于换热器、振荡器、谐振器、麦克风等部件及其他电子设备的结构动态性能分析, 包括静态分析、模态分析、谐波响应分析和瞬态响应分析。

ANSYS 的高级功能如下。

### 1. 多物理场耦合分析

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不可能得到正确结果。例如在压电分析中, 需要同时求解电压分布(电场分析)和应变(结构分析)。耦合场分析适用于下列类型的相互作用。

- (1) 热-应力分析(压力容器)。
- (2) 热-结构分析。
- (3) 热-电分析。
- (4) 热-流体分析。
- (5) 磁-热分析(感应加热)。
- (6) 磁-结构分析。
- (7) 感应振荡分析。
- (8) 电磁-电路分析。
- (9) 电-结构分析。
- (10) 电-磁分析。



- (11) 电-磁-热分析。
- (12) 电-磁-热-结构分析。
- (13) 压力-结构分析。
- (14) 速度-温度-压力分析。
- (15) 稳态-流-固体分析。

## 2. 优化设计

优化设计是一种寻找确定最优方案的技术, 设计方案的任何方面都是可以优化的, 如尺寸(厚度)、形状(如过渡圆角的大小)、支撑位置、制造费用、自然频率和材料特性等。实际上, 所有可以参数化的 ANSYS 选项均可做优化设计。

## 3. 拓扑优化

拓扑优化是指形状优化, 也称为外形优化。其目标是寻找承受单载荷或多载荷的物体的最佳材料分配方案, 这种方案在拓扑优化中表现为“最大刚度”设计。用户只需要给出结构的参数(材料特性、模型和载荷等)和要省去的材料百分比, 程序即可自动进行优化。

## 4. 单元生死

如果在模型中加入(或删除)材料, 则其中相应的单元就“存在”或“消亡”。单元生死选项用于在这种情况下杀死或重新激活单元, 该功能主要用于钻孔(如开矿和挖隧道等)、建筑物施工过程(如桥梁的建筑过程)及顺序组装(如分层的计算机芯片组装)等。

## 5. 可扩展功能(UPF)

ANSYS 的开放结构允许连接自己的 FORTRAN 程序和子过程, UPF 支持如下特性。

- (1) 用户单元坐标系定位: 用于单元类型 SHELL43、SHELL63、SHELL91、SHELL9、SHELL99、SHELL181、SOLID46 和 SOLID64。对于分层的单元, 可以定义层的坐标系方位。
- (2) 用户实参: 单元 COMBIN7 和 COMBIN37 允许实参在用户的非线性功能中修改。
- (3) 用户摩擦系数: 适用于接触单元 CONTAC48 和 CONTAC49。
- (4) 用户塑性屈服准则: 允许用户定义塑性屈服准则计算塑性应变并在积分点处生成切向应力应变矩阵。
- (5) 用户蠕变方程: 允许用户定义自己的蠕变方程。
- (6) 用户熔胀准则: 如果在分析中记入熔胀(如中子爆炸), 可定义合适的熔胀准则, 程序内部没有熔胀准则。
- (7) 用户湿热生成: 允许计入由潮湿成分引起的热膨胀, 限于单元 SHELL91。
- (8) 用户超弹性: 适用于超弹性单元。
- (9) 用户失效准则: 适用于单元 SOLID46 和 SHELL99, 可以定义不超过 6 个失效准则。
- (10) 用户粘弹性: 对于单元 FLUID141 和 FLUID142, 可以将粘弹性作为压力、温度、位置、时间、速度和速度梯度的函数定义。
- (11) 用户荷载: 体荷载如温度、热生成和频率(中子流), 面荷载如压力、对流、热流和电势密度等可用子程序定义。

docsriver 文川网  
入驻商家 古籍书城

在文川网搜索古籍书城 获取更多电子书

- (12) 用户载荷向量：对于单元 PIPE59，允许用户生成复数的载荷向量用于频率范围逻辑。可以用其代表水动力载荷。
- (13) 作为子程序：可以在用户程序中将 ANSYS 作为子程序调用。
- (14) 用户优化：可以用自己的算法和中断准则替换 ANSYS 优化过程。

### 1.3 ANSYS 主窗口

在 Windows 系统中启动 ANSYS 命令，显示如图 1-1 所示的 ANSYS 主窗口，此即为 ANSYS 的 GUI。

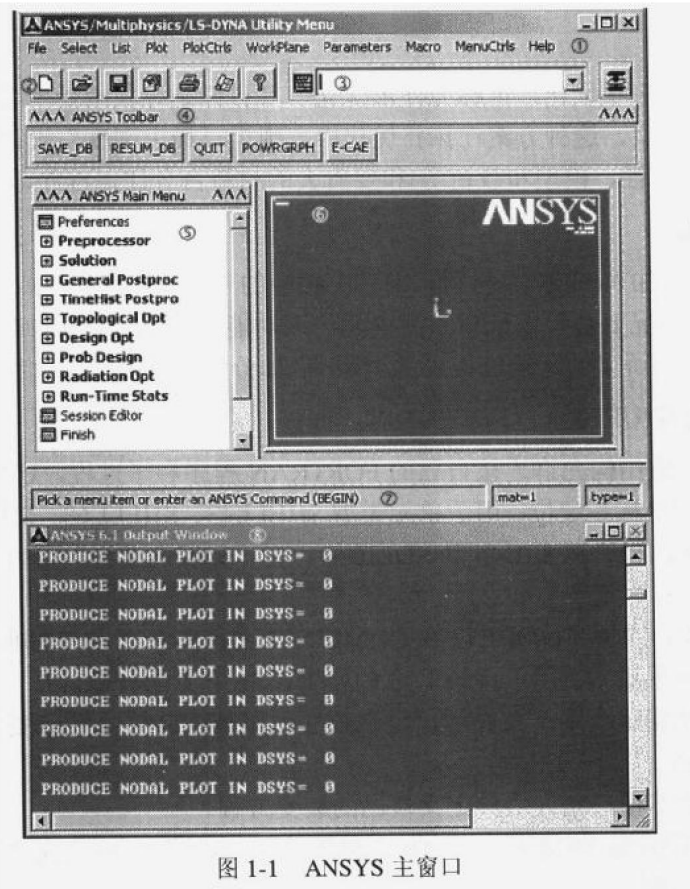


图 1-1 ANSYS 主窗口

其中包括如下组成部分。

#### 1. ANSYS Utility Menu(实用菜单)

如图 1-2 所示。

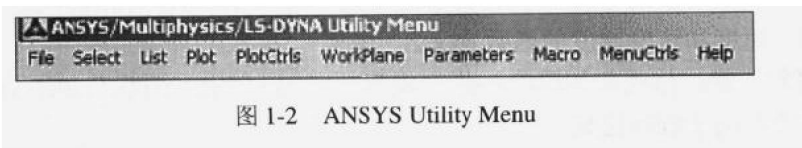


图 1-2 ANSYS Utility Menu

其中的菜单项如下。

(1) **File(文件)**: 包括与操作文件和数据库的命令, 其中的某些命令只能在起始状态有效。若用户未在起始状态执行这些命令, 则系统弹出一个对话框, 要求用户在执行或取消命令之间选择。

(2) **Select(选择)**: 包括允许用户选择数据的某一部分并生成组件的命令。

(3) **List(列表)**: 包括列出保存在数据库中的数据的数据的命令。

(4) **Plot(显示)**: 包括显示关键点、线、面、体、节点、单元和以图形显示其他数据的命令。

(5) **PlotCtrls(显示控制)**: 包括控制视图、样式和其他图形显示特性的命令。

(6) **WorkPlane(工作平面)**: 包括打开/关闭、移动、旋转和其他操作工作平面的命令。

(7) **Parameters(参数化)**: 包括定义、编辑和删除标量或矢量参数的命令。

(8) **Macro(宏)**: 执行宏文件和数据程序, 以及生成、编辑和删除工具栏中缩写命令的命令。

(9) **MenuCtrls(菜单控制)**: 包括打开/关闭 GUI 布局的命令。

(10) **Help(帮助)**: 进入 ANSYS 的帮助系统。

## 2. 标准工具栏

标准工具栏如图 1-3 所示, 其中包含多个命令按钮。



图 1-3 标准工具栏

使用这个工具栏可以开始一个新的 ANSYS 分析, 打开、保存或打印当前 ANSYS 分析文件, 打开 Pan-Zoom-Rotate(拖动-缩放-旋转)工具栏、打开图像捕捉 GUI 及打开帮助文件或显示隐藏的窗口等。

## 3. 输入下拉列表框

如图 1-4 所示, 用户可在其中输入命令。涉及到图形拾取时, 显示拾取功能相关的提示信息。



图 1-4 输入窗口

单击右侧的箭头按钮打开历史记录区, 其中记录先前已输入的命令和提示。单击所需行后可修改或重新执行, 双击所需行后执行该命令。

输入命令或数据后按 **Enter** 键执行。

## 4. 工具栏

图 1-5 所示为 ANSYS 的工具栏, 它由一组执行 ANSYS 通用命令的按钮组成。用户也可定义其他按钮(最多 100 个)。

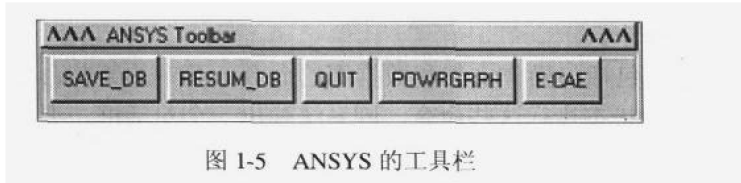


图 1-5 ANSYS 的工具栏

可使用下列命令之一生成一个按钮。

GUI: Utility Menu|MenuCtrls|Edit Toolba 和 Utility Menu|Macro|Edit Abbreviations.

命令: \*ABBR。

工具栏中按钮的排列次序为其生成顺序,生成某个按钮后,用户不能在 GUI 方式下重新排列按钮次序。如果需要重新排列,则将缩写命令保存在一个文件中后编辑该文件。

执行另外一个处理器中的命令或功能的按钮不能在当前处理器中工作,否则显示一个信息警告框。

用户也能够执行下列命令之一将定义在工具栏中的缩写命令保存到一个文件中。

GUI: Utility Menu|MenuCtrls|Save Toolbar 和 Utility Menu|Macro|Save Abbr.

命令: ABBSAV。

用户执行下列命令之一能够从文件中将缩写命令恢复到 ANSYS 的 GUI 中。

GUI: Utility Menu|MenuCtrls|Restore Toolbar 和 Utility Menu|Macro|Restore Abbr.

命令: ABBRES。

### 5. ANSYS Main Menu(主菜单)

如图 1-6 所示。

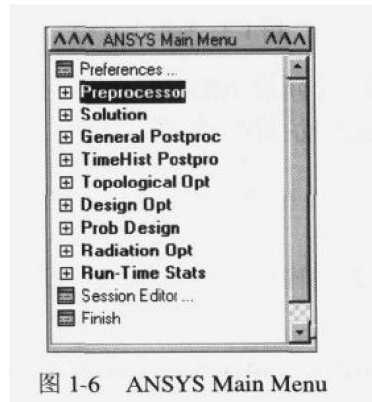


图 1-6 ANSYS Main Menu

Main Menu 中的每个菜单项大多有子菜单项。打开的某个子菜单项将一直保持,直到打开一个层次上较高的子菜单后才自动关闭。

通过使用 ANSYS 公司开发的 UIDL(User Interface Design Language, 用户界面设计语言)定制 Main Menu。

Main Menu 默认由如下 11 个菜单项组成。

(1) Preferences(参数选择): 执行该命令弹出一个对话框,要求用户选择分析类型,并在 Main Menu 中过滤掉未选中的分析类型。

## 说明

在分析过程中，如果需要的选项显示为灰色，则应检查参数设置与单元类型。

(2) **Preprocessor**(前处理器)：包括建模、划分网格和施加载荷等命令。

(3) **Solution**(求解器)：包括如选择分析类型和选项、施加载荷、载荷步选项和结果求解等命令。

(4) **General Postproc**(通用后处理器)：包括如显示和列表结果等命令。

(5) **TimeHist Postpro**(时间历程后处理)：包括变量定义、列表和显示等命令。

(6) **Design Opt**(优化设计)：包括定义优化变量、开始优化运行和浏览结果设计集等命令。

(7) **Prob Design**(概然论设计)：进入 PDS 处理器并包含概然论设计等命令。

(8) **Radiation OPT**(辐射优化)：包括定义发射率和其他设置及写入辐射矩阵等命令。

(9) **Run-Time Stats**(运行时间估计)：包括统计数据列表和提供系统设置等命令。

(10) **Session Editor**(文本编辑)：打开文本编辑器。

(11) **Finish**(停止)：结束当前处理器，返回 ANSYS 的起始状态。

## 6. 图形输出窗口

如图 1-7 所示。

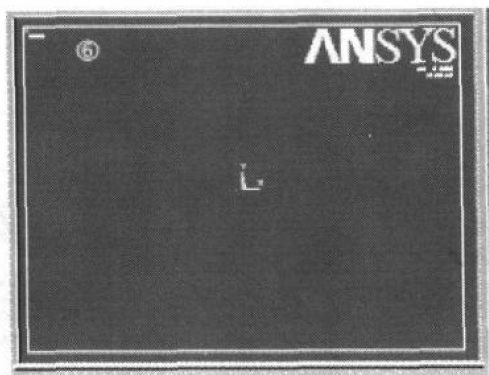


图 1-7 图形输出窗口

其中显示所有图形并完成所有图形拾取操作，需要改变窗口的大小时，最好使其长宽比保持 4:3。

使用 **Plot** 菜单或 **Plot** 命令显示的图形有如下两种生成方式。

(1) **Immediate Mode**(快速模式)：创建、移动、映射或用其他方法操作模型时自动生成的一种绘图方式，仅仅是对用户刚刚执行的操作快速反馈的临时图形显示，其缺点如下。

- 如果调用一个菜单或对话框，则将破坏该模式，恢复 **GUI**。
- 缩放比例建立在最后的绘图要求，如果一个新的实体处在比例图的边界外，则不显示在图形输出窗口中。为了显示新实体，只有改变绘图要求。

关闭该模式的命令如下：

Utility Menu|PlotCtrls|Erase Options

(2) XOR Mode: 需要快速绘制或删除某些不能在当前 Output Window 窗口中显示的图形时, ANSYS 采用该模式。这种模式在拾取图形的显著部分时很有效, 它也用来显示工作平面。使用该模式的好处是生成一个瞬态显示, 而不影响已经存在的图形; 缺点是在同一个位置第 2 次生成的图形覆盖先前显示的图形。

### 7. 状态及提示栏

如图 1-8 所示。

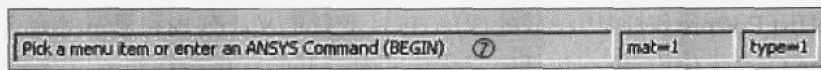


图 1-8 状态及提示栏

用户在输入相关命令或用鼠标进行图形拾取时, 通过状态及提示栏可知道下一个操作应拾取的实体, 这样可以正确地使用每个命令。

### 8. ANSYS 7.0 Output Window(ANSYS 7.0 输出窗口)

如图 1-9 所示为 ANSYS 的 ANSYS 7.0 Output Window 窗口, 它通常在其他窗口后, 需要查看时可单击它成为当前窗口。

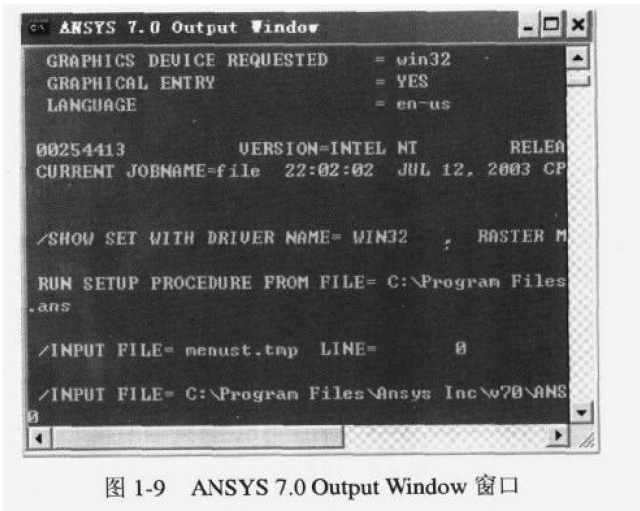


图 1-9 ANSYS 7.0 Output Window 窗口

执行 Utility Menu/MenuCtrls/Mechanical Toolbar 命令, 显示的专用 GUI 如图 1-10 所示, 其中包括实用菜单、机械工具栏、图形窗口和输出窗口等 4 个主要部分。

与 ANSYS 的主窗口相比, 图形窗口有不同的默认设置。机械工具栏便于从其他图形软件引入要分析的模型, 如导入 UG 的 IGES 格式的图形文件。

#### 说明

在不支持 /CONFIG 命令的 ANSYS 版本中使用机械工具栏时会产生一个错误的信息, 并写入到 Jobname.err 文件中。使用工具栏时, ANSYS 也不会生成一个备份数据文件。

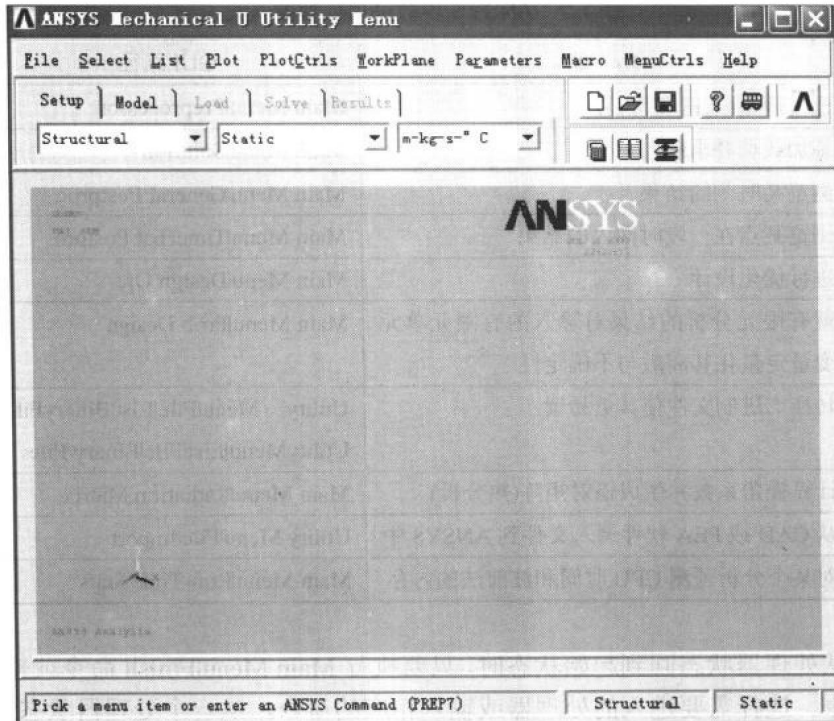


图 1-10 ANSYS 的专用 GUI

### 1.3.1 功能

用户可以利用 ANSYS 实现如下功能。

- (1) 建立有限元模型或转换结构、产品、零件和系统的 CAD 模型。
- (2) 施加运行载荷或其他设计性能参数。
- (3) 研究物理响应，如应力水平、温度分布或电磁场。
- (4) 优化设计，减小产品费用。
- (5) 在某些环境下不可能或不方便的样机实验。

ANSYS 的 GUI 允许用户交互使用该软件的函数、命令、文件和材料库。

### 1.3.2 使用

#### 1. 起始状态和处理状态

ANSYS 可分成两个基本过程，即起始状态(Begin Level)和处理状态(Processor Level)。起始状态用来控制某些全局性的问题，如改变工作文件名、清除数据库内的数据及复制二进制文件等，用户进入 ANSYS 后即处于起始状态。

进入处理器状态后，每个处理器由一系列能完成指定分析任务的函数组成。如前处理器(Preprocessor 或 PREP7)用来建立分析模型，求解器(Solution)用来施加载荷和求解并获得计算结果等。ANSYS 中的可用处理器一览表 1-2。



表 1-2 ANSYS 中的可用处理器一览

处理器	功能	GUI 路径	命令
PREP7	建立模型(几何和材料)	Main Menu Preprocessor	/PREP7
SOLUTION	施加载荷并求解	Main Menu Solution	/SOLU
POST1	浏览某时刻的结果	Main Menu General Postproc	/POST1
POST26	浏览某点在一段时间内的结果	Main Menu TimeHist Postpro	/POST26
OPT	进行优化设计	Main Menu Design Opt	/OPT
PDS	就有限元分析的结果对输入的有限元单元变量定量化其离散与不确定性	Main Menu Prob Design	/PDS
AUX2	转换二进制文件使其更易读	Utility Menu File List BinaryFiles UtilityMenu List File Binary Files	/AUX2
AUX12	计算视角系数并生成辐射矩阵(热分析)	Main Menu Radiation Matrix	/AUX12
AUX15	从 CAD 或 FEA 软件调入文件到 ANSYS 中	Utility Menu File Import	/AUX15
RUNSTAT	对某个分析预测 CPU 时间和波前法的内存	Main Menu Run-Time Stats	/RUNST

当用户从处理器状态回到起始状态时,只要执行 Main Menu|Finish 命令或输入 FINISH 或/QUIT 命令。选择需要进入的处理器或输入相应的命令,从一个处理器状态进入另一个处理器,而不必返回起始状态。

大多数情况下,屏幕顶端有一个处理器正在工作的状态栏。如要终止运行,则单击 Stop 按钮。需要开始一个新文件时,执行 Utility Menu|File|Clear&Start New 命令清除数据库中的数据或置 0 当前数据库。

## 2. 数据

ANSYS 按照某种方式在一个数据文件中保存所有的输入数据,如模型尺寸、材料特性、载荷数据,以及结果数据(如位移和应力温度)等。用户在任何时刻及任何状态可以显示并编辑相关数据。无论当前所处的处理器,用户使用同一个数据文件。

(1) 定义或删除:只有处于处理器中才能定义或删除与该处理器对应的项,如只有在前处理器(/PREP7)中才能删除节点、单元或几何模型;在前处理器(/PREP7)或求解器(/SOLUTION)中指定或施加载荷;在优化处理器(/OPT)中指定优化变量,但可在任何处理器状态选择、列表或显示几何模型。

(2) 保存数据:可采用下列方法之一。

GUI: Utility Menu|File|Save as。

命令: SAVE。

若指定的文件名已存在,则 ANSYS 生成一个当前文件的备份文件(\*.DBB)。若备份文件也存在,则新的备份文件自动覆盖原备份文件。对静态和瞬态结构分析,在备份文件将自动保存第 1 个载荷步的第 1 个子步的数据。

(3) 恢复数据:可采用下列方法之一。

GUI: Utility Menu|File|Resume。

GUI: Utility Menu|File|Resume From(将指定文件中的数据恢复到内存)。

命令: RESUME。

(4) 使用 Session Editor 对话框: 可采用下列方法之一打开该对话框。

GUI: Main Menu|Session Editor。

命令: UNDO。

Session Editor 对话框如图 1-11 所示, 其中显示执行最近一次 SAVE 或 RESUME 命令后的所有命令。用户可以编辑其中的命令参数和文本, 或将部分命令流保存到一个文件名为 JobnameXXX.cmds 的文件中, “XXX”为 ANSYS 给出的 3 位数字。

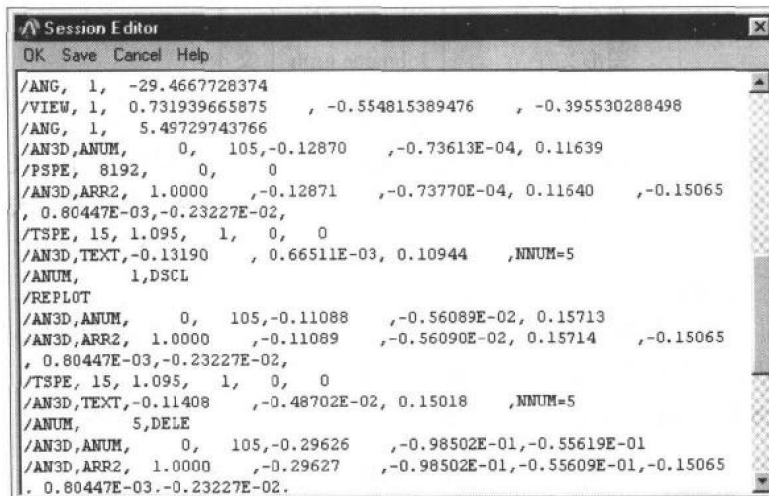


图 1-11 Session Editor 对话框

(5) 清除数据: 建立模型如果需要清空数据后重新开始, 则执行 Utility Menu|File|Clear&Start New 命令或输入命令/CLEAR。

### 3. 文件管理

可采用下列方法之一指定文件名。

GUI: Utility Menu|File|Change Jobname。

命令: /FILENAME。

扩展名通常是一个包含 2~4 个字符的 ANSYS 能够识别的标识符, 如 Jobname.db 是一个 ANSYS 的数据文件, Jobname.emat 是一个单元矩阵文件。

(1) 文件类型及其格式: 见表 1-3。

表 1-3 ANSYS 中的文件类型及其格式

文件类型	文件名	文件格式
日志文件	Jobname.log	文本
错误文件	Jobname.err	文本
输出文件	Jobname.out	文本

(续表)

文件类型	文件名	文件格式
数据文件	Jobname.db	二进制
结果文件: 结构与耦合分析 热分析 磁场分析 流体分析	Jobname.rst Jobname.rth Jobname.rmg Jobname.rfl	二进制
载荷步文件	Jobname.SN	文本
图形文件	Jobname.grph	文本
单元矩阵文件	Jobname.emat	二进制

ANSYS 的命令/ASSIGN、/\*LIST、/COPY、/OUTPUT、\*CREATE、/PSEARCH、/DELETE、/RENAME 和/INPUT 要求指定文件名、扩展名和路径，其中文件名最多为 32 个字符，扩展名最多为 8 个字符，路径为 64 个字符且不包含空格。在 ANSYS 的文件名和路径中可以使用空格，但不同系统有不同要求，如在 UNIX 系统的命令中不能包含有空格。若需要空格，则放在单引号内。在 Windows 系统中，要使用\表示路径中出现的斜线。

(2) 文件长度：最大长度取决于系统的限制和在该系统下处理大容量文件的能力，如果超过，ANSYS 将自动分割文件。不同操作平台的最大文件长度见表 1-4。

表 1-4 不同操作平台的最大文件长度

操作平台	最大文件长度
HP AlphaServer(Compaq)	AdvFS: 16 TB
HP 32-bit	2 GB
HP 64-bit	None
IBM	64 GB
SGI 32-bit	8 GB
SGI 64-bit	1 TB
Sun	1 TB
Windows XP	NTFS: 8 GB, FAT: 2 GB, FAT32: 4 GB
Windows 2000, NT	NTFS: 8 GB, FAT: 2 GB
Intel Linux	2 GB

(3) 日志文件(Jobname.LOG)：其中记录用户使用 ANSYS 的全过程。启动 ANSYS 后，该文件处于打开状态，可浏览或编辑。

#### 4. 操作

操作 ANSYS 有如下两种方式。

(1) GUI 方式：GUI 由窗口、菜单、对话框和其他组件组成，在这些组件上只要单击按

钮或在相应位置输入相应值即可完成所需的功能。

(2) 命令方式: ANSYS 大约有 1 200 多个命令, 每个命令实现一个特定的功能。大多数命令都与特定的处理器关联, 并且也只能在其中使用; 否则出现警告信息。

为了使用某个功能, 可使用命令输入或 GUI 方式, 在帮助文件的“ANSYS 命令参考手册”中详细描述了所有 ANSYS 命令并列与其对应的 GUI 方式, 但并不是所有 ANSYS 命令都有与之对应的 GUI 方式。

一个典型的命令总是由命令名、逗号和其他值构成, 逗号起分隔符作用, 如在一个节点上施加一个力载荷的 F 命令的格式如下:

```
F, NODE, Lab, VALUE
```

要在编号为 376 的节点上施加一个 X 方向的载荷 2 000, 则该命令的格式如下:

```
F, 376, FX, 2000
```

在大多数情况下, 用户可简化较长的命令名为其开始的 4 个字符, 如 FINISH 可简化为 FINI。某些命令实际上是一个宏命令名。

以“/”开始的命令, 如/PREP7 通常完成一般性的软件控制任务, 如启动软件、管理文件和控制图形等; 以“\*”开始的命令, 如\*GET 是 ANSYS 参数化设计语言中的命令。

命令中的值可以是数字或字符, 这取决于该命令的功能。如 F 命令中的 NODE 和 VALUE 处是数字, 而 Lab 处是字符。在“ANSYS 命令参考手册”中数字一般出现在全部为大写斜体字母处, 如 NODE 和 VALUE, 字符一般出现在第 1 个字母为大写的斜体字母处, 如 Lab。/PREP7 和/POST1 等命令只有命令名, 而没有值。使用命令的规则如下。

(1) 进入命令后, 赋值必须要与特定的位置相对应。

(2) 连续使用逗号可省略值, ANSYS 将使用默认值替代省略的值。

(3) 在同一行中可以输入使用符号\$分隔的多个命令, 分隔符的使用限制可参考《ANSYS 命令参考手册》。在一行中最多可输入 640 个字符, 其中包括逗号、空格、分隔符\$和其他特定字符。

(4) 对要求是整数的位置, 若输入为实数, 系统自动取整到最近的整数。输入整数的绝对值必须要在 0~99 999 999 之间。

(5) 实数范围为+/-1.0E+60~+/-1.0E-60, 系统将接受整数域中的实数并将其取整到最近的整数, 用户可以采用小数或指数形式输入实数。在指数形式中, E 或 D 字符表示一个指数, 没有大小写之分, 这个限制适用于所有平台的 ANSYS 命令。

(6) 在默认状态下, 角度输入的数字单位是度。如果执行命令\*AFUN, 则 ANSYS 中的函数也可以使用弧度作为角度的单位。

(7) 不能出现在命令输入的字符值中的特殊字符如下:

```
! @ # $ % ^ & * ( ) _ - +
= | \ { } [ ] " ' / < > ~ `
```

除文件名和目录名以外, 其中某些符号也可用于指定取决于系统的路径名, 由一个!(感叹号)引出的任何字符均将作为一个说明语句处理。

(8) 避免使用键盘上的 Tab 键和控制键 Ctrl, 它们常常生成一些取决于设备且 ANSYS 不能识别的字符。

注意避免使用一些已从当前命令集中去除的命令, 使用它们会引起某些错误。

### 5. 命令的默认值

为减少数据输入, 大多数命令都有命令默认和值默认两种类型的默认值。命令默认指无命令执行时系统指定的命令, 如未执行/FILENAME 命令, 工作文件名的默认值是 FILE; 值默认即在执行某个命令时由系统指定的值, 如执行命令 N,10(在 X、Y、Z 坐标处定义节点 10), 则编号为 10 的节点定义在坐标原点。如果未指定 X、Y、Z 坐标值, 则系统用 0 替代。在 ANSYS 中输入数值的默认值为 0, 除非“ANSYS 命令参考手册”中有特别说明。

#### 提示

根据所使用的 ANSYS 产品模块, 某些命令及其默认值略有区别。在不同产品模块中使用工作文件时, 最好输入一个命令及其值, 而不要使用默认值。

### 6. 缩写命令名

如果经常使用某个命令或 GUI 函数, 可使用下列操作重新命名或缩写一个字符标识符, 其长度最长不能超过 8 个字符。

GUI: Utility Menu\MenuCtrls\Edit Toolbar 和 Utility Menu\Macro\Edit Abbreviation。

命令: \*ABBR。

如下列操作定义“ISO”是命令/VIEW,,1,1,1(指定轴测方向显示图形)的缩写:

```
*ABBR, ISO, /VIEW, ,1,1,1
```

在生成缩写命令时, 要记住下列规则。

- (1) 缩写词必须用字母开头, 不能有空格。
- (2) 定义与 ANSYS 命令相同的缩写词将覆盖 ANSYS 命令, 因此选择缩写词时要小心。
- (3) 最多允许定义 100 个缩写词, 每行最多 60 个字符。

### 7. 宏命令文件

可以将经常使用的命令流记录为一个宏文件, 以产生个性化的 ANSYS 宏。如果输入一个系统不认识的命令, 系统将其作为一个宏命令文件(扩展名为\*.MAC 或\*.mac)搜索并执行; 否则显示一个警告信息框。

在 UNIX 和 Windows 系统中, ANSYS 首先在 ANSYS 的文件目录和用户用环境变量(ANSYS\_MACROLIB)定义的目录中搜索宏文件。环境变量在安装或启动 ANSYS 时定义。

在 UNIX 中环境变量的结构如下:

```
dir1/:dir2/:dir3/
```

在 Windows 中的结构如下:

```
c:\dir1\;d:\dir2\;e:\dir3
```

在 UNIX 系统中将在注册目录中搜索, 在 Windows 系统中将在根目录中搜索。如果

未找到，则搜索当前或工作目录。

### 提示

ANSYS 在搜索目录的同时搜索高、低类宏文件，如果在搜寻目录中同时存在这些宏文件，则高类宏文件被采用。

ANSYS 的安装盘中包含在线帮助文件的\ANSYS57\DOCU 子目录中包括多个宏文件。

执行宏文件只要输入其文件名，如输入 LSSOLVE 执行 LSSOLVE.MAC 宏文件。也可以执行 Utility Menu\Macro\Execute Macro 命令执行自定义宏文件，这个命令不能执行任何包含功能区(如调用一个对话框)或拾取命令的宏文件。

### 1.3.3 设置 ANSYS

运行 ANSYS 前需要设置必需的选项，为此选择“开始”|“程序”|ANSYS|ANSYS Interactive 选项，显示如图 1-12 所示的 ANSYS Interactive 7.0 Launcher 窗口。其中的主要选项如下。

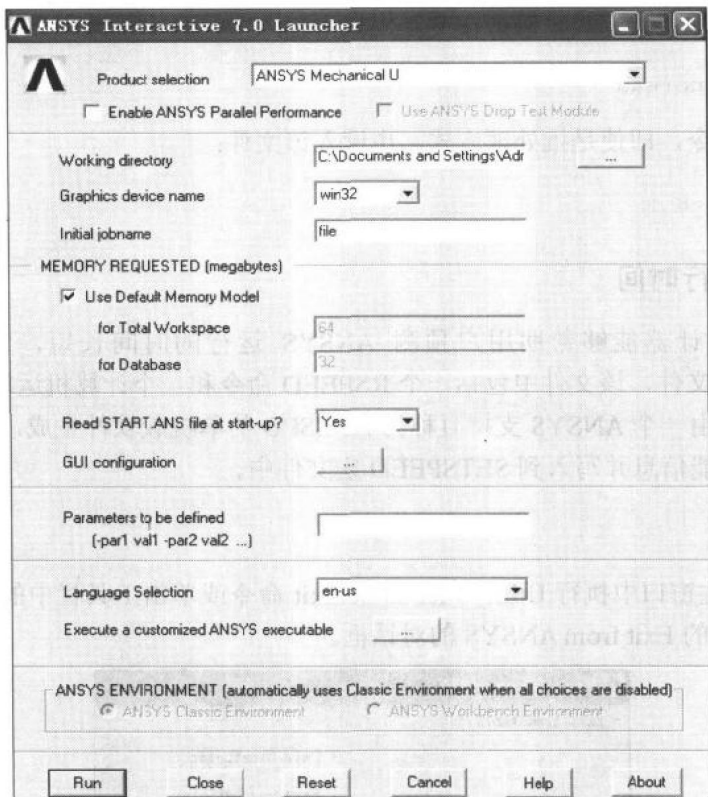


图 1-12 ANSYS Interactive 7.0 Launcher 窗口

- (1) Product Selection 下拉列表框：选择启动的 ANSYS 产品，默认为 ANSYS/Mechanical U。
- (2) Working directory 文本框：设置 ANSYS 的工作目录。
- (3) Graphic device name 下拉列表框：选择图形设备名，若配置 3D 显示卡，则选择 3D。
- (4) Initial jobname 文本框：设置初始工作文件名，默认为上次运行定义的工作名。如

docsriver 文川网  
入驻商家 古籍书城

在文川网搜索古籍书城 获取更多电子书

果是第 1 次运行，则默认为 file。

(5) **Memory requested** 选项组：设置 ANSYS 工作空间和数据库所占的交换空间大小。默认根据计算机的不同配置给出。

(6) **GUI configuration** 按钮：配置图形界面的显示方式。

(7) **Language Selection** 下拉列表框：选择程序的语言环境。

(8) **Execute a customized ANSYS executable** 按钮：执行自定义 ANSYS。

单击 **Run** 按钮，可打开 ANSYS 主窗口。

### 1.3.4 启用 START70.ANS 文件

UNIX 系统/ansys\_inc/v70/ansys/apdl 和 Windows 系统\Ansys Inc\V70\ANSYS\apdl 目录中的 START70.ANS 是一个 ANSYS 启动文件的实例，将该文件复制到自己的根目录下即可修改，使其适合自己的使用需求。可在该文件中指定 ANSYS 启动时要执行的命令，例如如果经常执行某个功能，可将这个功能定义为缩写命令，然后放在该文件中。

默认情况下，ANSYS 仅在交互方式启动时自动读入该文件。执行 ANSYS 命令时选用 -s 选项可改变这种默认方式。例如在交互模式下输入如下命令不读入该文件：

```
ansys70 -s noread
```

输入如下命令，即使是批处理方式，也读入该文件：

```
ansys70 -b -s
```

### 1.3.5 估计运行时间

运行时间估计器能够帮助用户预测 ANSYS 运行的时间长短，它使用一个称为 SETSPEED 的宏文件，该文件中包括一个 RSPEED 命令和一个计算机运行速度的估计。

这个宏文件由一个 ANSYS 支持且称为 ANSSPD 的单机版软件生成，该软件收集用户计算机的相关性能信息并写入到 SETSPEED 宏文件中。

### 1.3.6 退出

在 ANSYS 主窗口中执行 **Utility Menu|File|Exit** 命令或单击工具栏中的 **QUIT** 按钮，弹出如图 1-13 所示的 **Exit from ANSYS** 的对话框。

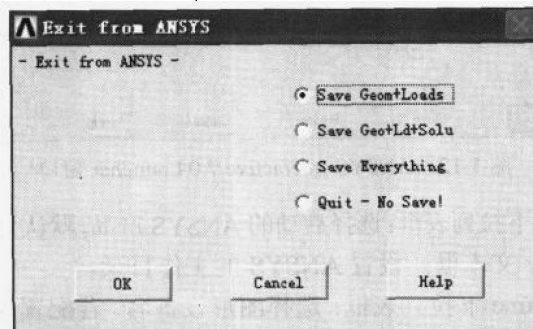


图 1-13 Exit from ANSYS 的对话框



其中的 4 个单选按钮如下。

- (1) **SAVE Geom+Loads**: 选择后退出时保存工作中的几何模型、载荷以及约束。
  - (2) **SAVE Geo+Ld+Solu**: 选择后退出时保存模型、约束和求解的结果。
  - (3) **SAVE Everthing**: 选择后保存所做的修改。
  - (4) **Quit- No Save**: 选择后不保存所做的修改。
- 选择所需的单选按钮, 单击 **OK** 按钮退出 ANSYS。

### 1.3.7 图形拾取操作

ANSYS 中的多个命令涉及图形拾取操作, 即用鼠标确定模型的实体和坐标位置。在 ANSYS 中, 有如下 3 种类型的图形拾取操作。

- (1) **位置拾取(Locational picking)**: 确定一个新点的坐标, 如在工作平面上单击生成一个新的关键点。
- (2) **检索拾取(Retrieval picking)**: 为下一步操作所执行的对已存在实体的拾取操作。
- (3) **询问拾取(Query picking)**: 为得到模型上某个位置的相关数据时执行的操作, 如询问某个节点的应力值等。

有关图形拾取的其他说明可以参考帮助文件中“ANSYS 基本分析指南”中的“选择与组件”部分。

#### 1.3.7.1 使用鼠标键

在拾取操作中, 鼠标键的使用如下。

- (1) **左键**: 可拾取或取消拾取其位置最靠近鼠标箭头的实体, 拾取前按下左键可查看实体的编号, 拖动可浏览被拾取或取消拾取项的相关编号内容。
- (2) **中键**: 类似拾取框中的 **Apply** 命令, 如果已经拾取多个实体, 但未单击 **Apply** 或 **OK** 按钮, 这些操作将无效。如果未拾取多个实体, 则中键可以关闭拾取框。
- (3) **右键**: 实现拾取和取消拾取间的切换, 功能同拾取框中的 **Pick** 和 **Unpick** 单选按钮。

#### 1.3.7.2 热点

**热点(Hot Spots)**指位于实体上检索拾取操作时要确定的某个位置, 如首先拾取两个相邻单元中其热点位置最靠近鼠标箭头的单元。面、体和单元的热点位于其中心, 线的热点位于中点和两个端点位置。如果两个或多个实体的热点位于同一位置(如同心圆), 则拾取时显示 **Multiple\_Entities**(多个实体)对话框。如图 1-14 所示, 单击 **Next** 或 **Prev** 按钮浏览选中的实体。所需要实体高亮显示时, 单击 **OK** 按钮选中该实体。

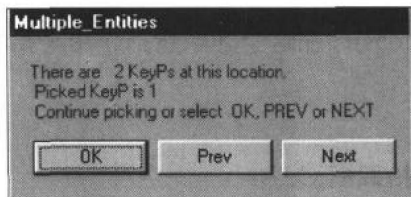


图 1-14 Multiple\_Entities 对话框