

计算机技术及工程应用丛书

ANSYS

基础应用 及范例解析

龚曙光 主编



计算机技术及工程应用丛书

ANSYS 基础应用及范例解析

龚曙光 主编

罗显光 赵又红 王 亚
文美纯 邱爱红 姜根发 编著



机械工业出版社

本书针对初学者的特点,对书的内容做了周密的安排,并按照有限元的分析步骤和过程进行编排。书中结合大量实例介绍了 ANSYS 软件中的一些约定和基本常识、几何模型的创建、有限元模型的生成、材料属性的设置、载荷的施加和问题的求解过程、后处理过程、下拉菜单(实用菜单命令)等,并在最后结合工程背景介绍了结构分析、热分析以及结构与热耦合分析的实例。对相关命令做了提示说明,以帮助用户对命令的理解。

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、日用家电、生物医学等专业的科研人员和工程技术人员使用 ANSYS 软件的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

ANSYS 基础应用及范例分析/龚曙光主编. —北京:机械工业出版社, 2003.1

(计算机技术及工程应用丛书)

ISBN 7-111-11083-8

I. A... II. 龚... III. 有限元分析—应用程序, ANSYS IV. 0241.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 081771 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: 胡毓坚

责任编辑: 蔡 岩

责任印制: 付方敏

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

789×1092mm $\frac{1}{16}$ ·30.25 印张·747 千字

0001—5000 册

定价: 44.00 元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

前 言

由于工作需要，作者本人从上世纪 90 年代中期开始接触 ANSYS 软件。在当时，由于没有一本系统地介绍 ANSYS 软件的中文书籍，本人只好每天抱着 ANSYS 软件的英文原版说明书对着软件进行学习，经相当长时间的学习后，才对 ANSYS 软件有了一点的认识，可以适应当时工作的需要。为了在作者单位推广 ANSYS 软件的应用，发挥 ANSYS 软件的效益，本人对相关人员进行过 ANSYS 软件的培训，但由于没有一本好的培训教材，培训的进程相对缓慢，要在相对短的时间内熟悉 ANSYS 软件并投入使用是有一定困难的。正是这种使用上的经历，使作者产生了编写 ANSYS 软件培训教材的念头，本书也正是在这个念头的驱动下，根据作者多年的使用经验而编写的。

企业要在激烈的市场竞争中立于不败之地，就必须不断保持产品创新，CAD/CAM 技术是实现创新的关键手段，而 CAE 技术是实现创新设计的最主要技术保障。计算机辅助工程（Computer Aided Engineering — 简称为 CAE）是以有限元分析技术为基础，综合了迅速发展中的计算力学、计算数学、相关的工程科学、工程管理学与现代计算技术而形成的一门综合性、知识密集型学科，它包括了工程和制造业信息化的所有方面，其相关的软件就称之为 CAE 软件。CAE 软件能够对特定产品进行性能分析、预测和优化，也可以对通用产品进行物理、力学性能分析、模拟、预测、评价和优化，以实现产品的技术创新。随着高性能计算机系统的发展，CAE 软件将成为工程师实现其工程创新和产品创新的得力助手和有效工具。人们使用 CAE 软件，对其创新的设计方案快速实施性能与可靠性分析，并进行虚拟运行模拟，及早发现设计缺陷，在实现创新的同时，提高设计质量，降低研究开发成本，缩短研究开发周期。可以预测在未来的发展中，CAE 软件的发展和应用就像当年 CAD 软件的使用一样得到普及。因此作为“天之骄子”和未来工程师的大学生，掌握一门 CAE 软件已成为了时代的需要。

ANSYS 软件是融结构、热、流体、电磁、声学于一体，以有限元分析为基础的大型通用 CAE 软件，可广泛应用于机械制造、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、日用家电等一般工业及科学研究。ANSYS 软件能够不断地吸收新的计算方法和计算技术，领导世界有限元技术的发展，并为全球工业界所接受。同时，该软件也是世界上第一个通过 ISO 9000 认可的有限元分析软件。该软件具有下面三方面的特点：

（1）强大而广泛的分析功能：可广泛应用于结构、热、流体、电磁、声学等多物理场及多场相互耦合的线性、非线性问题。

（2）一体化的处理技术：主要包括几何模型的建立、自动网格划分、求解、后处理、优化设计等许多功能及实用工具。

（3）丰富的产品系列和完善的开放体系：不同的产品配套可应用于各种工业领域如航空、航天、船舶、汽车、兵器、铁道、机械、电子、核工业、能源、建筑、医疗等。

本书共分为七章，按照基于有限元的分析步骤和过程进行编排。书中命令是按 ANSYS 软件菜单中命令出现的顺序进行介绍的，非常有利于用户对某个命令的查找。本书的使用对

象主要是 ANSYS 软件的初学者, 书中通过示例对 ANSYS 软件的基本命令和 GUI 方式进行了详细的描述, 并对命令中所出现的对话框的设置进行了解释, 命令执行过程中的注意事项采用“说明”进行了提示。另一方面, 每个操作都采用了 GUI 执行方式和命令流命令, 这对利用命令流文件来完成有限元分析是非常重要的。因此本书对已熟悉 ANSYS 软件的中高级学者也有非常重要的参考价值。

本书第 1 章介绍了 ANSYS 软件中的一些约定和基本常识, 并通过一个示例使学者对 ANSYS 软件的使用有一个整体感; 第 2 章介绍了 ANSYS 软件中几何模型的创建; 第 3 章介绍了 ANSYS 软件中有限单元网格模型的生成和材料属性的设置; 第 4 章介绍了载荷的施加和 ANSYS 软件的求解过程; 第 5 章重点介绍了 ANSYS 软件的后处理过程; 第 6 章对 ANSYS 软件的下拉菜单(实用菜单命令)进行了介绍; 第 7 章结合工程背景介绍了结构分析、热分析以及结构与热耦合分析的实例, 通过实例, 可以加深学者对 ANSYS 软件的掌握, 更加熟悉 ANSYS 软件的操作过程和命令的使用。

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、日用家电等专业的科研人员和工程技术人员使用 ANSYS 软件的参考书。

参加本书编写的人员有: 龚曙光编写第 1 章、第 4 章和第 7 章, 并负责全书的统稿和审阅工作, 罗显光编写第 5 章和第 6 章, 赵又红、文美纯、邱爱红编写第 2 章, 王亚、姜根发编写第 3 章。

本书得到了美国 ANSYS 公司驻成都办事处赵方圆经理及该公司技术部的大力支持, 并为本书的前 5 章进行了审阅, 在此向他们表示衷心的感谢。

由于作者的水平有限, 经验不足, 只是为了想满足初学者的需要而抛砖引玉, 书中存在的缺点或错误, 祈求得到专家和学者的指正。

作者的 E-mail: gongsg@xtu.edu.cn

编 者

2002 年 7 月于湘潭大学

目 录

前言

第 1 章	ANSYS 基本知识	1
1.1	ANSYS 的安装与启动	1
1.1.1	ANSYS 的安装过程	1
1.1.2	ANSYS 的启动	2
1.1.3	ANSYS 的操作界面	4
1.2	ANSYS 软件的产品系列	6
1.3	ANSYS 软件的约定	6
1.3.1	通用约定	6
1.3.2	模型的缩放与平移	8
1.3.3	ANSYS 的坐标系	10
1.3.4	ANSYS 的工作平面	12
1.3.5	ANSYS 文件与数据库	15
1.3.6	ANSYS 命令的恢复与撤消	17
1.4	ANSYS 的典型分析过程	17
1.4.1	有限元分析过程	17
1.4.2	典型分析过程举例	17
第 2 章	实 体 建 模	29
2.1	创建实体模型	31
2.1.1	Keypoints 创建关键点	31
2.1.2	Lines 生成线	39
2.1.3	Areas 面	49
2.1.4	Volumes 体	60
2.1.5	Nodes 节点	74
2.1.6	Elements 单元	80
2.2	Operate-组合运算操作	83
2.2.1	Extrude 拖拉与旋转	84
2.2.2	Extend Line 线延伸	91
2.2.3	Booleans 布尔运算	92
2.3	Move/Modify 移动和修改	124
2.3.1	几何模型的移动与修改	125
2.3.2	有限元模型的移动与修改	129
2.4	Copy & Reflect 复制与镜像	140
2.4.1	Copy 复制	140

2.4.2	Reflect (镜像)	147
2.5	Check & Update Geom 检查与更新	150
2.5.1	Check Geom 检查几何模型	150
2.5.2	Update Geom 更新几何模型	152
2.6	Delete 删除操作	152
2.7	定义实体属性	156
第 3 章	网格划分与材料设置	160
3.1	设置单元类型与实常数	160
3.1.1	Element Type 确定单元类型	160
3.1.2	Real Constants 实常数的设置	166
3.2	材料属性设置	167
3.2.1	Material Library 材料库	168
3.2.2	Temperature Unit	171
3.2.3	Material Models	172
3.2.4	Convert ALPx	173
3.2.5	Mooney-Rivlin	174
3.2.6	Change Mat Num	176
3.2.7	Write to file	177
3.2.8	Read from File	177
3.3	几何模型网格划分	177
3.3.1	网格划分的种类	177
3.3.2	实体模型网格化规划	178
3.3.3	MeshTool - 网格划分工具	179
3.3.4	GUI 方式划分网格	188
3.4	单元检查与编号控制	213
3.4.1	单元形状检查	213
3.4.2	编号控制	216
第 4 章	加载与求解	225
4.1	选择分析类型	225
4.1.1	指定分析类型	225
4.1.2	开始新分析或重启动	226
4.1.3	求解器的控制	227
4.2	Loads 施加载荷和约束条件	234
4.2.1	Setting 载荷设置	235
4.2.2	Apply 载荷施加	243
4.2.3	Delete 删除操作	265
4.2.4	Operate 载荷运算操作	272
4.3	载荷步选项	276
4.3.1	Output Ctrl 输出控制	277

4.3.2	Solution Ctrls 求解控制	281
4.3.3	Time/Frequenc 时间/频率	282
4.3.4	NonLinear 非线性控制	283
4.3.5	ExpansionPass 扩展处理	293
4.3.6	Other 其他	293
4.3.7	Reset Options 重新设置选项	299
4.3.8	Read/Write LS File 读/写 LS 文件	299
4.3.9	Initial Stress-初始化应力	300
4.4	求解计算	302
4.4.1	Current LS 求解当前载荷步	303
4.4.2	From LS Files 求解多个载荷步	304
4.4.3	Partial Solu	304
第 5 章	通用后处理器 (POST1)	306
5.1	汇总读入结果数据	306
5.1.1	Data & File Opt 恢复结果数据	307
5.1.2	Results Summary 结果汇总读入	307
5.2	按顺序读入结果数据	308
5.2.1	按加载过程读取分析结果	308
5.2.2	By Load Step 载荷步	308
5.2.3	By Time/Freq 时间/频率法	309
5.2.4	By Set Number 载荷步的顺序号	310
5.2.5	Modal Cyclic Sym 模态循环对称法	310
5.3	显示或列表计算结果	310
5.3.1	Plot Results 分析结果显示	311
5.3.2	List Results 列表显示	318
5.3.3	Query Results 询问式显示	327
5.3.4	Options for Outp 输出选项设置	328
5.4	显示结果浏览器	329
5.4.1	Write PGR File 生成一个 PGR 文件	329
5.4.2	Result Viewer 结果浏览器	329
5.5	结果数据计算方法	330
5.5.1	Nodal Calcs 节点结果计算	331
5.5.2	Element Table 单元表	334
5.5.3	Path Operations 路径操作	340
5.5.4	Load Case 载荷工况	353
5.6	其他分析结果	357
5.6.1	Submodeling 子模型	357
5.6.2	Fatigue 疲劳	358
5.6.3	Safety Factor 安全系数	359

5.6.4	Define/Modify 定义/修改	361
第 6 章	实用命令菜单	363
6.1	File 文件操作	363
6.1.1	Clear & Start New	363
6.1.2	Change Jobname	363
6.1.3	Change Title	364
6.1.4	Resume Jobname.db	364
6.1.5	Resume from	364
6.1.6	Save as Jobname.db	365
6.1.7	Save as	365
6.1.8	Write DB Log File	365
6.1.9	Read Input from	366
6.1.10	File/ Output Window	366
6.1.11	List	366
6.1.12	File Operation	366
6.1.13	Ansys File Option	367
6.1.14	Import	367
6.2	Select 选择和部件	368
6.2.1	Entities	368
6.2.2	Comp/Assembly 部件	374
6.2.3	Select Everything	378
6.2.4	Select Everything Below 选择一种实体	378
6.3	List 数据列表	378
6.3.1	Status	378
6.3.2	Entity 列出实体数据	379
6.3.3	Loads	382
6.3.4	Properties	382
6.4	Plot 图形显示	383
6.4.1	Replot	383
6.4.2	Entity 显示实体	383
6.4.3	Specified Entities 显示指定的实体	383
6.4.4	Layered Elements 显示层单元	384
6.4.5	Material	384
6.4.6	Multi-Plots	385
6.4.7	Components	385
6.5	PlotCtrls 显示控制	385
6.5.1	Pan, Zoom, Rotate	385
6.5.2	View Setting	385
6.5.3	Numbering	389

6.5.4	Symbols	390
6.5.5	Size and Shape	392
6.5.6	Animate 动画	392
6.5.7	Device Options 设备选项	393
6.5.8	Window Controls	394
6.5.9	Capture Image	395
6.5.10	其他	395
6.6	Work Plane 工作平面	396
6.6.1	Display Working Plane	396
6.6.2	Show WP Status	396
6.6.3	WP Setting	396
6.6.4	Offset WP by Increments	397
6.6.5	Offset WP to	397
6.6.6	Align WP with	398
6.6.7	Change Active CS to	399
6.6.8	Change Display CS to	399
6.6.9	Local Coordinate Systems	400
6.7	Parameters 参数	401
6.7.1	Scalar Parameters	401
6.7.2	Get Scalar Data	402
6.7.3	Array Parameters	402
6.7.4	Get Array Data	407
6.7.5	Array Operations	408
6.7.6	Functions	415
6.7.7	Angular Units 角度单位	416
6.7.8	Save/Restore Parameters	417
6.8	Macro 宏命令	417
6.9	MenuCtrl 菜单控制	418
6.10	Help 帮助	421
第 7 章	应用实例	423
7.1	静力分析 1——内六角头螺钉用扳手的受力分析	423
7.1.1	GUI 操作方式	423
7.1.2	命令流文件	434
7.2	静力分析 2——飞机机翼的模态分析	438
7.2.1	GUI 操作方式	438
7.2.2	命令流文件	444
7.3	热分析	445
7.3.1	GUI 操作方式	446
7.3.2	命令流文件	454

7.4 热-结构耦合场分析.....	457
7.4.1 GUI 操作方式	459
7.4.2 间接法命令流文件	466
7.4.3 直接法命令流文件	468
参考文献	471

第1章 ANSYS 基本知识

ANSYS 软件是融结构、热、流体、电磁、声学于一体,以有限元分析为基础的大型通用 CAE 软件,它由总部位于美国宾夕法尼亚州匹兹堡的 ANSYS 公司开发,该公司于 1970 年由 John Swanson 博士创建。ANSYS 软件可广泛应用于机械制造、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、日用家电、生物医学等众多工业领域及科学研究。ANSYS 公司自成立以来,一直致力于设计分析软件的开发,不断吸收新的计算方法和计算机技术,领导着世界有限元技术的发展,并为全球工业界所接受。同时,该软件也是世界上第一个通过 ISO 9000 认可的有限元分析软件,能够在 PC 机、工作站或巨型计算机上运行。

总的说来,该软件具有下面三个方面的特点:

(1) 强大而广泛的分析功能:可广泛应用于求解结构、热、流体、电磁、声学等多物理场及多场耦合的线性、非线性问题。

(2) 一体化的处理技术:主要包括几何模型的建立、自动网格划分、求解、后处理、优化设计等许多功能及实用工具。

(3) 丰富的产品系列和完善的开放体系:不同的产品配套可应用于各种工业领域,如航空、航天、船舶、汽车、兵器、铁道、机械、电子、核、能源、建筑、医疗等。

1.1 ANSYS 的安装与启动

1.1.1 ANSYS 的安装过程

1. ANSYS 软件对硬件的基本要求

计算机:最好采用奔腾(Pentium)系列。

内存:最小要求 64MB。

硬盘:安装容量为 175MB,另外还需要 500MB 的最小自由容量。

光驱:2 倍速以上。

操作系统:Windows 98、Windows 2000 系列、Windows NT 4.0 (SP 5 或更高产品)。

显卡:采用支持 Windows 2000/NT 4.0 或者 Windows 98 的显卡,分辨率为 1024×768,色彩为真彩色 16 位。

显示器:推荐 17in 或者以上。

鼠标:Microsoft 鼠标或者是与 Win 2000/NT/98 完全兼容的鼠标。

2. TCP/IP 协议的安装及绑定

确认 MS Windows NT 中安装了以太网卡(Ethernet Card)、TCP/IP 协议,并且 TCP/IP 协议绑定到此网卡上。注意在 TCP/IP 协议中要设定 hostname。

Windows NT 系统的 ANSYS 软件依靠计算机的网卡信息加密，所以网卡不得更换。

(1) 网卡及 TCP/IP 安装完毕后请务必记下所有的网络设置，而且以后不要随意更改，否则可能导致 License Key 失效。建议您制作一张 Windows NT Repair 盘，以防此类问题的发生。

(2) 不要在装有 ANSYS 的系统中随意安装其他软件。

注意：根据笔者的使用，当内存容量小时，ANSYS 软件会与 WinEdt 软件发生内存冲突；在 Windows 2000 中，ANSYS 软件会与 Matlab 6.1 软件发生冲突。发生冲突的主要原因是虚拟内存不够，当修改虚拟内存后，可以消除冲突现象，也可以增加内存容量来消除冲突。

3. ANSYS 软件的安装

作为 License Server 的计算机操作系统只能是 Windows NT 4.0 或 Windows 2000/98，如果是 Windows NT 4.0，请确认已安装 Windows NT Service Pack 5 或更高版本，如是 Windows 2000，请确认已安装 Windows 2000 Service Pack 2。

(1) 首先以 administrator 登录 NT 或 Windows 2000，并显示分辨率为 1024×768。

(2) 将 ANSYS 的安装盘放入光驱。

(3) 运行光驱中的“setup.exe”，开始安装。

(4) 如果作为 License Server 的机器也要运行 ANSYS，在“ANSYS Installation Type”对话框中选择“ANSYS product and License Server”，如果作为“License Server”的机器不运行 ANSYS，请选择“License Server only”。

(5) 当询问是否有“License Key”时，选择“否”，然后选择“Continue the installation without License Key”直到安装结束。

4. 机器信息的提取

(1) 运行“开始>程序>ANSYS FLEXlm License Manager>ANS_ADSLIC_ADMIN Utility>Register License server information”。

(2) 选择“License administration>Register License server information”。

(3) 如果不知道“Customer Number”，请在此框中填入任意数字。

(4) 选择机器类型。

(5) 由于一般选择一台机器作业“License Server”，在下面两个的“Host name”栏中不填。

(6) 填写各类型客户机的数量。

(7) 其他文件框请正确填写，填写完成后选择“OK”，程序生成“license.info”文件。

(8) 在 NT 4.0 中用命令“ipconfig”或在 Windows 2000 中用命令“ipconfig/all”直接提取计算机的网卡物理地址“Ethernet adapter physical address”，其格式如“00-50-FC-21-FF-D6”。

(9) 用 E-mail 或传真将文件“license.info”和提出的网卡物理地址发送至 ANSYS 在该地区的办事处，然后就可以得到 License Key。

1.1.2 ANSYS 的启动

完成 ANSYS 软件的正确安装以后，要进入 ANSYS 的交互式图形操作界面可采用下面两种方法：

(1) 单击用户桌面上的快捷图标“”，但该方法要求用户在安装完 ANSYS 软件后，采用“新建”的方法在桌面建立这个图标。

(2) 单击“开始”菜单，选中“程序”，在“程序”菜单中选中“ANSYS 5.7”，这时会出现如图 1-1 所示的一个菜单。在该菜单中，用户可选择“Interactive”或“Run Interactive Now”来进入 ANSYS 的交互方式的用户图形界面（GUI）。

1) 单击“Interactive”选项，会出现如图 1-2 所示的对话框，在该对话框中，用户可以选择 ANSYS 软件的产品模块（这些模块必须是用户已购买才会出现）、工作目录的选择、工作文件名的设置、内存大小的设置、操作界面选择以及参数化文件的设定等，在确定这些设置无误后，单击“Run”命令，就可进入 ANSYS 的操作界面，用户就可以使用 ANSYS 软件进行分析。

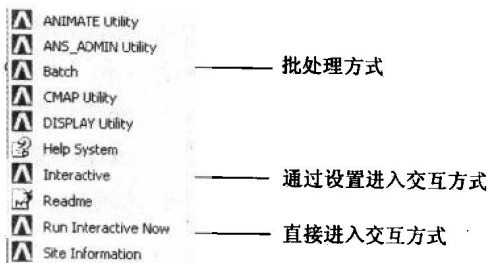


图 1-1 运行菜单

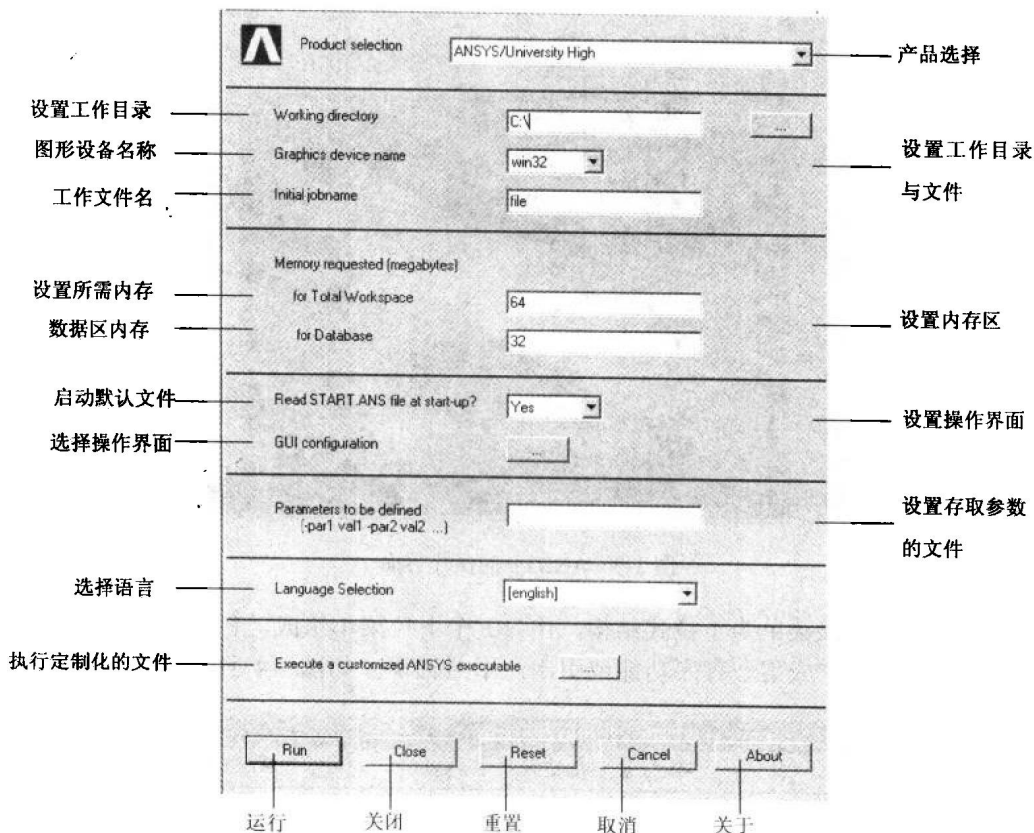


图 1-2 运行对话框

2) 单击“Run Interactive Now”选项，系统将直接进入 ANSYS 操作界面，不用进行任何设置。

注意：工作目录必须由用户事先设置好，ANSYS 软件不能自动生成一个工作目录。工

作文件名可根据用户的要求进行设置，ANSYS 将会自动保存用户最后一次设置的文件名，ANSYS 软件的默认工作文件名是“File”。总内存的设置不要超过计算机本身的内存容量，用于存放分析数据区的内存也不要超过设置的总内存，一般取总设置内存的一半较好，另外内存与分析问题的大小有关，对于较大的分析问题，若内存大可提高系统的分析速度。在系统运行中读取文件“start 57.ans”，可恢复 ANSYS 软件的默认设置，用户可通过文本编辑器对该文件进行编辑，但对 ANSYS 使用不熟悉的用户，最好不要对其进行编辑。ANSYS 为用户提供了三种操作界面的选择。

1.1.3 ANSYS 的操作界面

ANSYS 软件的操作界面如图 1-3 所示。它由实用命令菜单、命令输入窗口、图形输出窗口、工具栏、信息输出窗口、主菜单和各种弹出式对话框组成，它们都可独立关闭。

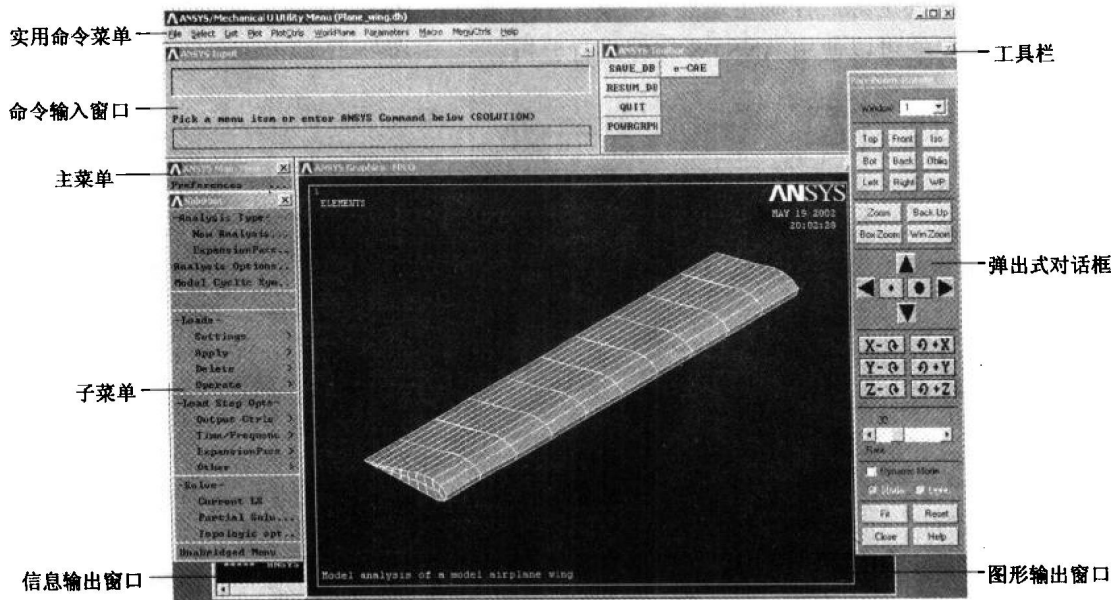


图 1-3 ANSYS 的操作界面

实用命令菜单：该菜单为下拉式结构，由 10 个下拉菜单组成，包括了 ANSYS 最主要的功能，它可以直接完成某一程序功能或引出一个对话框。如图 1-4 所示。

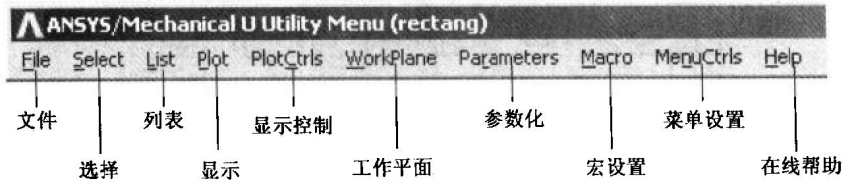


图 1-4 实用命令菜单

命令输入窗口：在 ANSYS 软件的操作中，除了采用 GUI（图形界面输入）外，还可以采用命令输入。在该窗口中不仅可以输入 ANSYS 的各种命令，而且可以显示 GUI 输入的提示信息 and 浏览以前输入的命令，可以采用剪切和粘贴操作，如图 1-5 所示。

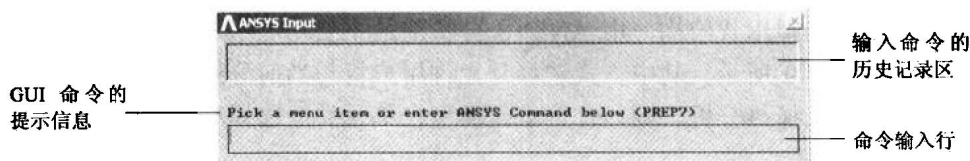


图 1-5 命令输入窗口

图形输出窗口：可以在该窗口中显示分析模型、网格、计算结果、云图、等值线等图形，用户可根据个人要求调整该窗口的大小，如图 1-6 所示。

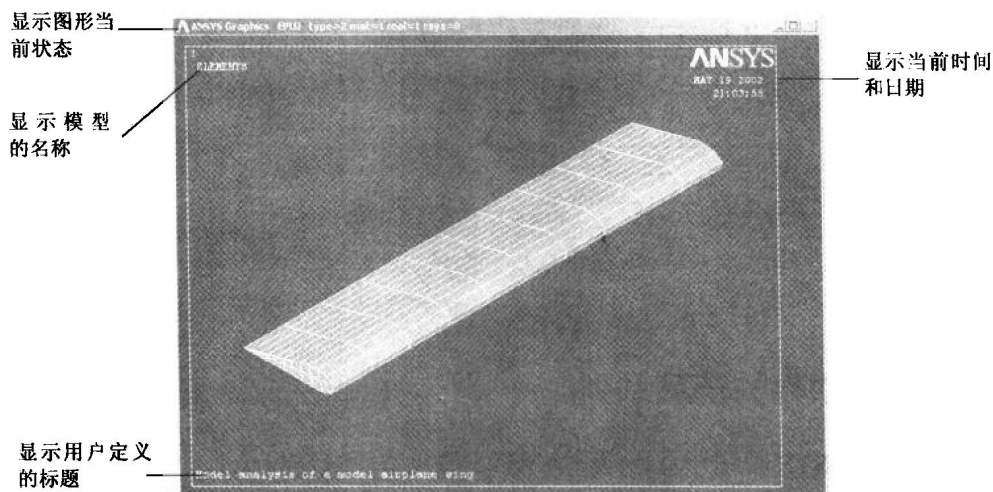


图 1-6 图形输出窗口

工具栏：该窗口主要用于存放一些快捷命令，用户可根据需要对该窗口中的快捷命令进行编辑、修改、删除等操作，只要用鼠标单击即可运行该命令，如图 1-7 所示。

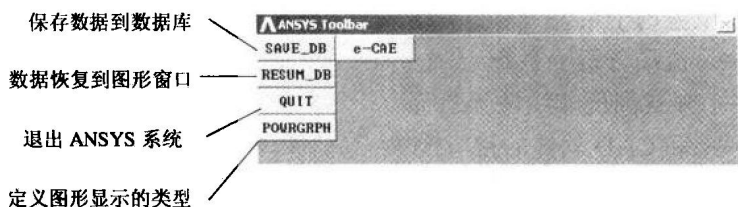


图 1-7 工具栏

信息输出窗口：用于显示 ANSYS 软件对已输入命令或已使用功能的响应信息，包括用户使用命令的出错信息和警告信息。在 GUI 方式下，用户可随时访问该窗口。但要注意，若用户对该窗口使用了关闭操作，则必须要重新启动 ANSYS 软件后，该窗口才能出现，因此，在操作中一般不要关闭该窗口，如图 1-8 所示。

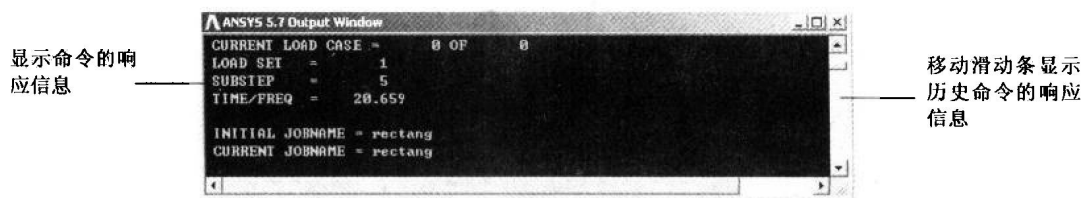


图 1-8 信息输出窗口

主菜单：该菜单为弹出式结构，由 ANSYS 分析的最主要功能组成，按 ANSYS 分析的顺序进行排列，如图 1-9 所示。其中方式选择是允许用户将与当前分析无关的选项过滤掉，以缩减菜单项。如只选择热分析，则只有热单元类型在单元类型选择对话框中出现，在载荷状态则只显示热载荷等。

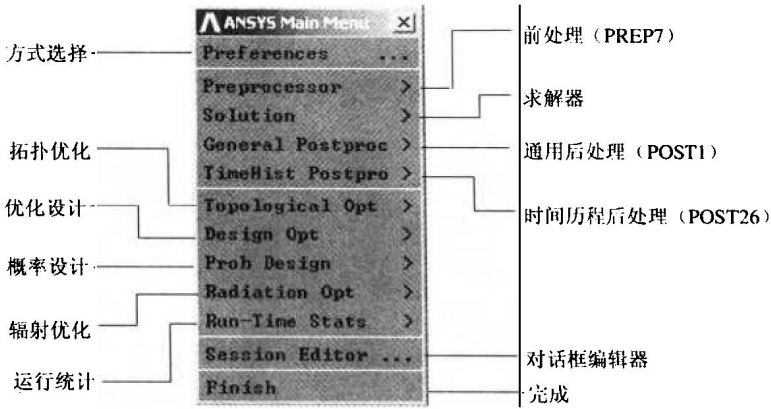


图 1-9 主菜单

1.2 ANSYS 软件的产品系列

30 多年来，ANSYS 公司一直致力于 ANSYS 分析设计软件的开发工作，现已开发出适应不同用途、不同工作环境和学科的 ANSYS 产品系列。其中最新的一部分主要产品如下所示：

- ANSYS/PrepPost —— 前后处理子系统
- ANSYS/Structural —— 结构分析子系统
- ANSYS/Thermal —— 温度场子系统
- ANSYS/Emag3D —— 电磁场子系统
- ANSYS/FLOTRAN —— 流场分析子系统
- ANSYS/LS-DYNA —— 显式高度非线性子系统
- ANSYS/Connection —— 和 CAD 软件的接口模块
- ANSYS/CADfix —— 高级通用图形接口模块
- ANSYS/CivilFEM —— 土木和桥梁分析专用模块
- ANSYS/Linflow —— 气弹和颤振分析专用模块
- DETAynaForm —— 薄板成型分析专用模块
- ETA/VPG —— 车辆虚拟道路试验场
- FE-Safe —— 高级疲劳分析专用模块
- DesignSpace —— 智能化快速设计校验工具
- FEKO —— 混合法电磁场子系统

1.3 ANSYS 软件的约定

1.3.1 通用约定

在 ANSYS 软件中有下列一些常用符号和约定，它们的意义如下：