



附赠1DVD光盘

ANSYS 14.5


机械与结构分析 实例详解

李万全 等编著

基础够用, 实例丰富, 讲解透彻, 提升迅速

赠送视频操作演示, 轻松学习



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

ANSYS 14.5 机械与结构分析实例详解

李万全 等编著



机械工业出版社

本书通过大量典型实例，深入浅出地介绍了 ANSYS 14.5 机械与结构有限元分析技术和实际应用。全书共 10 章，其中第 1~5 章为基础知识，介绍了 ANSYS 软件的组成和功能、ANSYS 实体建模技术、网格划分技术、加载和求解技术及后处理技术，读者通过学习，将对 ANSYS 常用分析技术和操作有所熟悉；第 6~10 章介绍了 ANSYS 机械与结构分析实例，内容包括结构静力学分析实例、结构动力学分析实例、结构热分析实例、结构非线性分析实例、流体动力学分析实例。这些实例典型丰富，由浅入深，涉及面广，全部来自于工程项目，代表性和实践性强。读者学习后举一反三，可以实现快速入门和提高，并达到熟练应用和掌握。

本书含光盘一张，包括书中所有实例素材文件和视频操作演示，方便读者使用。本书可作为有限元分析人员用书，同时也可作为高校相关专业教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

ANSYS 14.5 机械与结构分析实例详解/李万全等编著. —北京: 机械工业出版社, 2014. 10
ISBN 978-7-111-48016-7

I. ①A… II. ①李… III. ①机械设计—有限元分析—应用软件 IV. ①TH122-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 216545 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: 周国萍 责任编辑: 周国萍 武 晋

版式设计: 霍永明 责任校对: 张 薇

封面设计: 马精明 责任印制: 李 洋

北京振兴源印务有限公司印刷

2014 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 25.75 印张 · 629 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-48016-7

ISBN 978-7-89405-546-0 (光盘)

定价: 69.00 元 (含 1DVD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

策划编辑: (010) 88379733

社服务中心: (010) 88361066

网络服务

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

读者购书热线: (010) 88379203

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

前 言

ANSYS 是美国 ANSYS 公司开发的融结构、流体、电场、磁场、声场分析于一体的大型通用有限元分析软件。它能与多数 CAD 软件接口,实现数据的共享和交换,是现代产品设计中高级 CAE 工具之一。ANSYS 在机械与结构分析中应用十分普遍,因此出版 ANSYS 机械与结构分析教程很有必要。

为了保证本书的实用性,本书以最新的 ANSYS 14.5 为写作平台,以应用为纲,通过大量实例来讲解 ANSYS 机械与结构有限元分析原理、方法和操作事项。本书共 10 章,具体内容如下:

第 1 章为 ANSYS 14.5 概述,简要介绍了 ANSYS 14.5 的组成和功能、系统配置、工作界面以及基本操作。读者通过学习,将对 ANSYS 14.5 有一入门性的了解。

第 2 章介绍了 ANSYS 实体建模技术,包括自底向上建模、自顶向下建模、从 CAD 系统导入实体模型。读者通过学习,将对 ANSYS 实体建模技术有所熟悉和掌握。

第 3 章介绍了 ANSYS 网格划分技术,包括单元属性设定、控制网格密度、网格拉伸与扫掠。读者学习的时候,应重点掌握控制网格密度的方法。

第 4 章介绍了加载和求解技术,包括载荷初始设置、施加载荷、求解类型和求解设置。其中,求解技术是学习的难点。

第 5 章讲解了后处理技术,包括通用后处理器 POST1、时间历程后处理器 POST26。读者学习的时候,应比较两者的异同点。

第 6 章为 ANSYS 14.5 结构静力学分析实例,首先介绍了结构静力学分析理论和步骤,然后介绍了 3 个结构静力学分析实例,包括入门实例——带孔板应力分析,提高实例——扳手弯曲分析,经典实例——固定支架受力分析。

第 7 章为 ANSYS14.5 结构动力学分析实例,主要介绍了模态分析实例、谐响应分析实例、结构瞬态动力学分析实例。

第 8 章为 ANSYS 14.5 结构热分析实例,首先介绍了热分析理论基础,然后介绍了稳态热分析实例和瞬态热分析实例。

第 9 章为 ANSYS14.5 结构非线性分析实例,介绍了入门实例——悬臂梁几何非线性分析,提高实例——圆盘结构非线性分析,经典实例——轴盘接触分析实例。

第 10 章为 ANSYS 14.5 流体动力学分析实例。读者通过学习,将掌握流体动力学分析理论基础及流体动力学分析的步骤、方法和操作技巧。

为方便读者学习,本书含光盘一张,包括书中所有实例素材文件和视频操作演示。本书适合有限元分析人员使用,同时也可作为高校相关专业学生的教材。

本书由李万全、高长银、黎胜容、黎双玉、邱大伟、马龙梅、涂志涛、刘红霞、刘铁军、何文斌、邓力、王乐、杨学围、张秋冬、闫延超、董延、郭志强、毕晓勤、贺红霞、史丽萍、袁丽娟、刘汝芳、夏劲松、赵汶编写。

由于时间有限,书中难免会有一些错误和不足之处,欢迎广大读者及业内人士批评指正。

作 者

2014 年 9 月

目 录

前言

第 1 章 ANSYS 14.5 概述	1	3.2 网格划分控制	69
1.1 ANSYS 14.5 的组成和功能	1	3.2.1 单元属性控制	70
1.1.1 ANSYS 软件的组成	1	3.2.2 智能网格划分控制	70
1.1.2 ANSYS 软件的功能	1	3.2.3 单元尺寸控制	73
1.2 ANSYS 14.5 用户界面	3	3.2.4 单元形状控制	76
1.2.1 ANSYS 14.5 的启动	3	3.2.5 网格划分方法控制	79
1.2.2 ANSYS 14.5 的工作界面	4	3.2.6 局部细化网格控制	84
1.2.3 ANSYS 14.5 的退出	10	3.3 网格拉伸与扫掠	85
1.3 ANSYS 14.5 的常用操作	11	3.3.1 拉伸网格划分	86
1.3.1 对话框可见/隐藏操作	11	3.3.2 扫掠网格划分	88
1.3.2 拾取操作	11	3.4 本章小结	91
1.3.3 选取操作	13	第 4 章 加载和求解技术	92
1.3.4 显示操作	16	4.1 载荷概述	92
1.4 本章小结	21	4.1.1 载荷类型	92
第 2 章 实体建模技术	22	4.1.2 施加载荷方式	93
2.1 工作平面	22	4.1.3 载荷步、子步和平衡迭代	94
2.1.1 工作平面概述	22	4.2 载荷初始设置	95
2.1.2 显示和设置工作平面	23	4.2.1 施加初始均匀温度	95
2.1.3 定义工作平面	24	4.2.2 施加参考温度	95
2.1.4 平移和旋转工作平面	26	4.2.3 面载荷梯度	96
2.2 ANSYS 实体建模	28	4.2.4 重复加载方式	96
2.2.1 自底向上建模	28	4.3 施加载荷	97
2.2.2 自顶向下建模	39	4.3.1 施加自由度约束	97
2.2.3 布尔运算	52	4.3.2 施加集中载荷	100
2.3 从外部 CAD 导入实体模型	58	4.3.3 施加表面载荷	101
2.3.1 通用图形交换格式	59	4.3.4 施加体载荷	104
2.3.2 CAD 程序接口	60	4.4 求解类型和求解设置	106
2.4 本章小结	62	4.4.1 求解类型	106
第 3 章 网格划分技术	63	4.4.2 求解设置	107
3.1 设定单元属性	63	4.5 求解	109
3.1.1 定义单元类型	63	4.5.1 求解当前载荷步	109
3.1.2 定义实常数	65	4.5.2 根据载荷步文件求解	109
3.1.3 定义材料属性	66	4.6 本章小结	110
3.1.4 分配单元属性	67	第 5 章 后处理技术	111
		5.1 后处理概述	111

目 录

5.1.1 结果文件类型	111	7.4.1 入门实例——弯管瞬态动力学 分析	226
5.1.2 求解结果类型	111	7.4.2 提高实例——从动件瞬态动力学 分析	240
5.2 通用后处理器 POST1	112	7.5 本章小结	257
5.2.1 读入结果文件到通用后处理器	112	第 8 章 ANSYS 14.5 结构热分析实例	258
5.2.2 浏览结果数据集信息	112	8.1 热分析理论基础	258
5.2.3 设置结果输出控制	113	8.1.1 热力学第一定律 (热传学经典理论)	258
5.2.4 读取结果数据集	114	8.1.2 热传递方式	259
5.2.5 图形显示计算结果	116	8.2 ANSYS 14.5 热分析概述	261
5.2.6 路径的创建和使用	119	8.2.1 ANSYS 14.5 热力学符号和单位	261
5.2.7 单元表的创建和使用	122	8.2.2 ANSYS 14.5 热分析类型	262
5.3 时间历程后处理器 POST26	123	8.2.3 结构热分析步骤	262
5.3.1 环境设置	123	8.3 稳态热分析实例	266
5.3.2 定义和保存变量	125	8.3.1 入门实例——锅炉炉墙热分析	266
5.3.3 查看变量	129	8.3.2 提高实例——蒸汽管道热分析	277
5.4 本章小结	130	8.3.3 经典实例——混凝土空心 砌砖热分析	288
第 6 章 ANSYS 14.5 结构静力学分析 实例	131	8.4 瞬态热分析实例	297
6.1 结构静力学分析概述	131	8.4.1 入门实例——钢球测量淬火 冷却热分析	297
6.1.1 线性结构静力学分析简介	131	8.4.2 提高实例——火箭发动机 喷管热分析	306
6.1.2 结构静力学分析步骤	131	8.5 本章小结	314
6.2 结构静力学分析实例	133	第 9 章 ANSYS 14.5 结构非线性分析 实例	315
6.2.1 入门实例——带孔板应力分析	133	9.1 结构非线性分析概述	315
6.2.2 提高实例——扳手弯曲分析	144	9.1.1 结构非线性分析简介	315
6.2.3 经典实例——固定支架受力分析	158	9.1.2 结构非线性分类	315
6.3 本章小结	170	9.1.3 结构非线性分析步骤	317
第 7 章 ANSYS 14.5 结构动力学分析 实例	171	9.2 结构非线性分析实例	320
7.1 结构动力学分析概述	171	9.2.1 入门实例——悬臂梁几何 非线性分析	320
7.1.1 结构动力学分析简介	171	9.2.2 提高实例——圆盘结构 非线性分析	327
7.1.2 结构动力学分析类型	172	9.2.3 经典实例——轴盘接触分析 实例	344
7.1.3 结构动力学分析步骤	175	9.3 本章小结	358
7.2 模态分析实例	177		
7.2.1 入门实例——音叉模态分析	177		
7.2.2 提高实例——旋转轮盘模态分析	182		
7.3 谐响应分析实例	195		
7.3.1 入门实例——弹簧质点谐响应 分析	196		
7.3.2 提高实例——连杆谐响应分析	208		
7.4 结构瞬态动力学分析实例	225		

第 10 章 ANSYS 14.5 流体动力学分析	
实例	359
10.1 流体动力学分析概述	359
10.1.1 流体动力学分析简介	359
10.1.2 流体动力学基本理论	360
10.1.3 FLOTRAN CFD 分析类型	363
10.1.4 FLOTRAN CFD 分析步骤	364
10.1.5 FLOTRAN CFD 分析设置	365
10.2 流体动力学分析实例	370
10.2.1 入门实例——薄壁小孔流动分析 ...	370
10.2.2 提高实例——三通流动分析 (温度)	381
10.2.3 经典实例——圆柱绕流三维 流场分析	393
10.3 本章小结	402
参考文献	403

第1章 ANSYS 14.5 概述

ANSYS 软件是集结构、流体、电场、磁场、声场和耦合场分析于一体的大型通用有限元分析软件，是目前应用最广泛的有限元软件。作为本书第一章，本章主要介绍 ANSYS 组成、功能以及 ANSYS 用户界面的组成和常用操作。

1.1 ANSYS 14.5 的组成和功能

1970 年，美国 John Swanson 博士洞察到计算机模拟工程应该商品化，于是在美国宾夕法尼亚州的匹兹堡创建了 ANSYS 公司，其开发的第一个程序仅提供了线性结构分析及热分析功能，只是一个批处理程序，且只能在大型计算机上运行。经过 40 余年的发展，ANSYS 软件不断融入新技术，不断满足用户的要求，性能不断提高，功能不断增强。它能与很多软件接口，实现数据的共享和交换，如 Pro/E、NASTRAN、ALOGOR、I-DEAS，AutoCAD 等，是现代产品设计中的高级 CAE 工具之一。目前 ANSYS 软件广泛应用于航空航天、机械工程、土木工程、车辆工程、生物医学、核工业、电子、造船、能源、地矿、水利、轻工业等众多领域。

1.1.1 ANSYS 软件的组成

ANSYS 软件主要包括三个部分：前处理模块、求解计算模块和后处理模块。

1. 前处理模块（PREP7）

前处理模块提供了一个强大的实体建模及网格划分工具，使用户可以方便地构造有限元模型。

2. 求解计算模块（SOLUTION）

求解计算模块包括结构分析（线性分析、非线性分析和高度非线性分析）、流体动力学分析、电磁场分析、声场分析、压电分析，以及多物理场的耦合分析，可模拟多种物理介质的相互作用，具有灵敏度分析及优化分析能力。

3. 后处理模块（POST）

后处理模块可将计算结果以彩色等值线显示、梯度显示、矢量显示、粒子流迹显示、立体切片显示、透明及半透明显示（可看到结构内部）等图形方式显示出来，也可将计算结果以图表、曲线形式显示或输出。

1.1.2 ANSYS 软件的功能

1. 结构静力学分析

用来求解外载荷引起的位移、应力和力。静力学分析很适合求解惯性和阻尼对结构的影

响并不显著的问题。ANSYS 软件中的静力学分析程序不仅可以用于线性分析，而且也可以用于非线性分析，如塑性、蠕变、膨胀、大变形、大应变及接触分析。

2. 结构动力学分析

结构动力学分析程序用来求解随时间变化的载荷对结构或部件的影响。与静力学分析不同，动力学分析要考虑随时间变化的力载荷以及它对阻尼和惯性的影响。ANSYS 软件可进行的结构动力学分析类型包括瞬态动力学分析、模态分析、谐波响应分析及随机振动响应分析。

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 软件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三种。

4. 动力学分析

ANSYS 软件可以分析大型三维柔体运动。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

ANSYS 软件可进行三种基本类型的热传递分析，即传导、对流和辐射，并且均可进行稳态和瞬态、线性和非线性分析。软件热分析程序还具有模拟材料固化和熔解过程的分相变分析能力以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、电场分布、磁力线分布、力、运动效应、电路和能量损失等。还可用于螺线管、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. 流体动力学分析

ANSYS 软件流体单元程序能进行流体动力学分析，分析类型可以为瞬态或稳态，分析结果可以是每个节点的压力和通过每个单元的流率；并且可以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，还可以使用三维表面效应单元和热-流管单元模拟结构的流体绕流，包括对流换热效应。

8. 声场分析

ANSYS 软件的声学分析程序用来研究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

用于分析二维或三维结构对 AC（交流）、DC（直流）或任意随时间变化的电流或机械载荷的响应。这种分析程序可用于换热器、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。可进行四种类型的分析：静态分析、模态分析、谐波响应分析、瞬态响应分析。

10. 疲劳、断裂及复合材料分析

ANSYS 软件提供了专门的单元和命令来进行疲劳、断裂及与复合材料相关的工程问题的求解分析。

1.2 ANSYS 14.5 用户界面

应用 ANSYS Workbench 软件前首先进入用户界面，用户可根据习惯选择语言和进行操作设置。下面分别加以介绍。

1.2.1 ANSYS 14.5 的启动

安装好 ANSYS 程序后，选择“开始>所有程序>ANSYS 14.5>Mechanical APDL Product Launcher 1.5”命令，弹出“ANSYS Mechanical APDL Product Launcher”对话框，用户可在此进行 ANSYS 14.5 系统配置，如图 1-1 所示。下面介绍常用的文件管理和偏好设置。

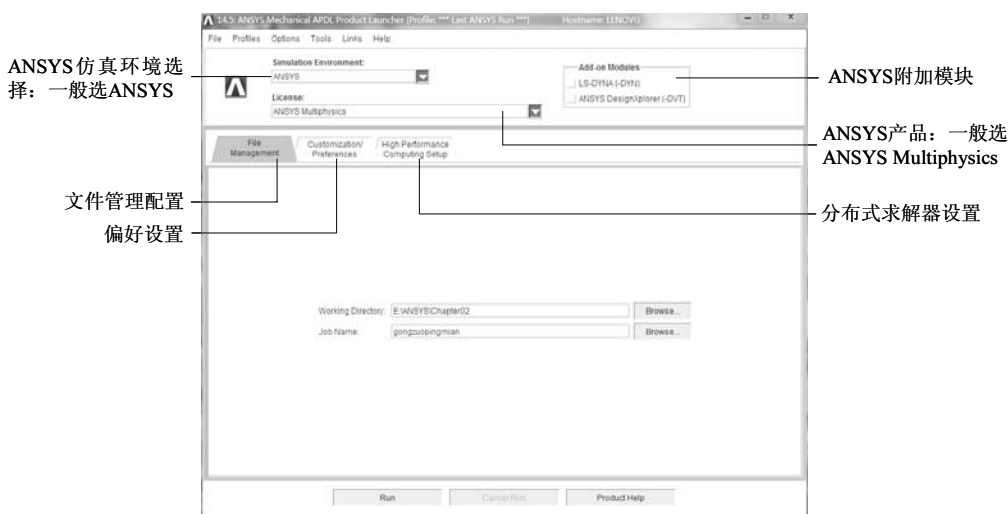


图 1-1 “ANSYS Mechanical APDL Product Launcher”对话框

1.2.1.1 文件管理配置

“File Management”选项卡用于对文件管理进行配置，包括工作目录和工作文件名。

✧ **Working Directory:** ANSYS 软件进行有限元分析时将所有文件自动保存在该目录下，建议将此目录建在磁盘空间较大的分区。系统默认为上次运行定义的目录，用户可单击右侧的“Browse”按钮选择合适的工作目录。

✧ **Job Name:** 工作文件名是 ANSYS 软件工作目录中文件的对应名称，所有文件都具有相同的文件名，只是通过后缀来表示不同的文件类型。系统默认为上次运行定义的工作文件名。

1.2.1.2 偏好设置

单击“Customization/Preference”选项卡，切换到偏好设置，如图 1-2 所示。

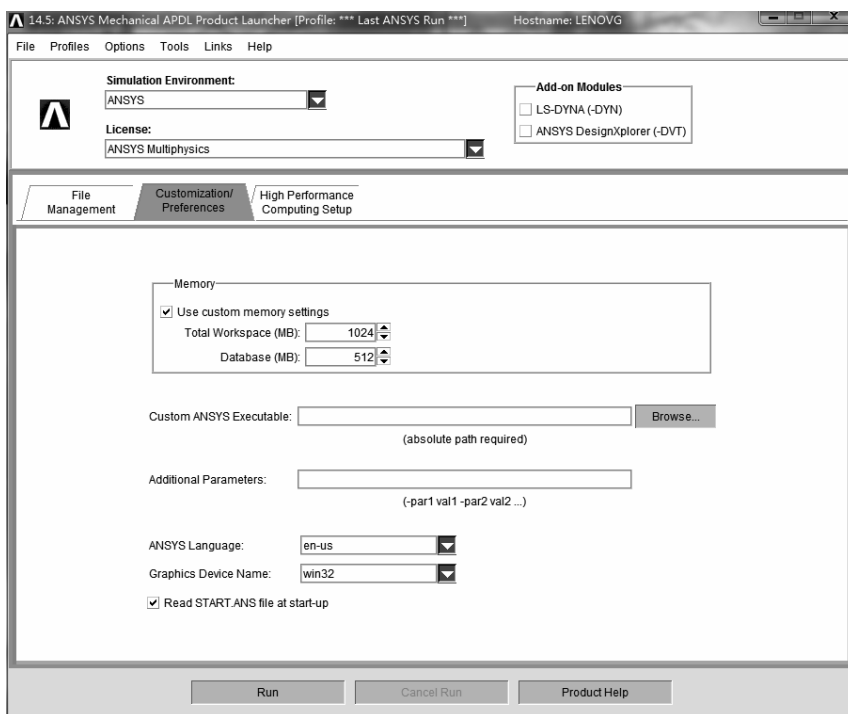


图 1-2 “Customization/Preference”选项卡

“Customization/Preference”选项卡相关选项含义如下。

- ✧ **Memory:** 用于内存设置，包括整个工作空间和数据库所占的交换空间大小。如果不设置，ANSYS 软件会根据不同的计算机配置自动选择。
- ✧ **Custom ANSYS Executable:** 用于设置从 DOS 窗口命令方式启动 ANSYS。
- ✧ **ANSYS Language:** 选择程序语言环境，默认为 en-us。
- ✧ **Graphics Device Name:** 用于选择不同的图形设备驱动，分别为 win32、win32c 和 3D 选项。
 - ✧ **Win32:** 适用于大多数的图形显示，在后处理过程中可提供 9 种颜色的等值线。
 - ✧ **Win32c:** 能提供 128 种颜色的区别。
 - ✧ **3D:** 对三维图形的显示具有良好效果，如果计算机配置了 3D 卡，则应选择该选项。

1.2.2 ANSYS 14.5 的工作界面

设置好 ANSYS 系统配置后，单击“ANSYS Mechanical APDL Product Launcher”对话框中的“Run”按钮，进入图形界面运行环境，同时弹出输出窗口和主窗口。

1.2.2.1 ANSYS 14.5 输出窗口

ANSYS 14.5 的输出窗口为 DOS 窗口，启动后通常会在主窗口后面，记录所有从程序来的文本输出，如命令响应、注释、警告、错误以及其他信息等内容，如图 1-3 所示。ANSYS 软件将输出信息存放在记事本文件中，而这些文件存放在 ANSYS 软件的工作目录下，其文件名和工程名称相同，后缀为“txt”和“err”（存放错误信息）。

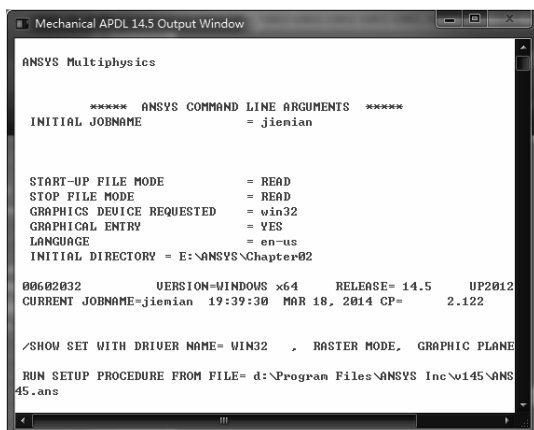


图 1-3 “Mechanical APDL 14.5 Output Window” 窗口

注意：不能对输出窗口中的内容进行操作，只能查看其显示的信息。

1.2.2.2 ANSYS 主窗口

ANSYS 主窗口是用户操作的主要界面，无论是初级用户还是高级用户，都是通过主窗口完成 ANSYS 的分析任务，如图 1-4 所示。

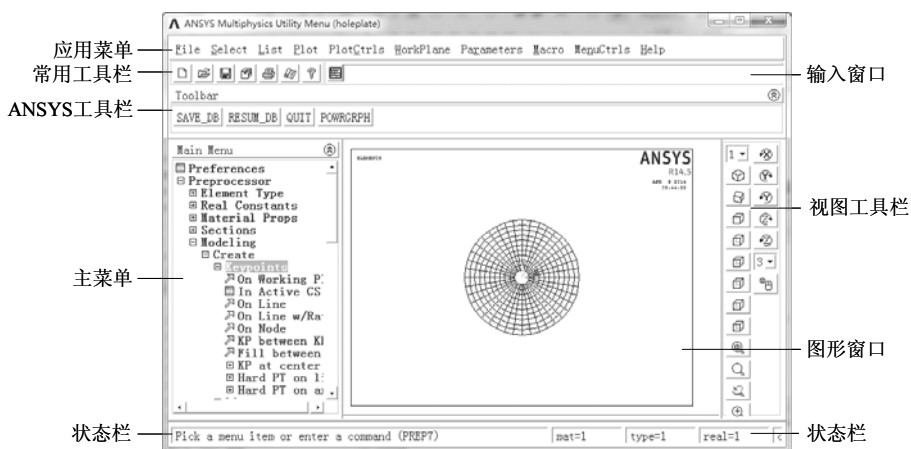


图 1-4 ANSYS 主窗口

启动 ANSYS 程序后，弹出 ANSYS 14.5 用户界面，即 ANSYS 主窗口，它包括应用菜单、常用工具栏、ANSYS 工具栏、主菜单、状态栏、输入窗口、视图工具栏、图形窗口等，下面分别加以介绍。

1. 应用菜单 (Utility Menu)

应用菜单包括了文件管理、选择、列表、图形、图形控制、参数设置、宏、菜单控制、帮助等功能，它们可用于 ANSYS 程序的所有求解步骤，故也称为公用菜单。

(1) “File” 菜单 “File (文件)” 菜单主要完成文件管理、数据库操作等一系列功能，如图 1-5 所示。

Clear & Start New ...	清除当前数据库并开始新的分析
Change Jobname ...	修改工作文件名
Change Directory ...	修改工作目录的路径
Change Title ...	修改标题
Resume Jobname.db ...	从默认文件恢复数据库
Resume from ...	从其他路径/工作文件名的文件中恢复数据
Save as Jobname.db	以默认文件名存储当前数据库信息
Save as ...	以用户自定义的文件名存放当前数据库信息
Write DB log file ...	输出数据库文件
Read Input from ...	读入命令文件，如APDL文件
Switch Output to	输出结果文件
List	显示文件内容
File Operations	设置ANSYS文件的属性等
File Options ...	设置文件选项
Import	导入其他CAD软件生成的实体模型文件
Export ...	导出IGES格式的文件
Report Generator ...	报告生成器，分析完成，生成完整报告
Exit ...	退出ANSYS程序

图 1-5 “File” 菜单

(2) “Select” 菜单 “Select (选取)” 菜单包含了选取数据子集和创建组件、部件的命令，如图1-6所示。

Entities ...	选择图元
Component Manager ...	组件管理器
Comp/Assembly	组件和部件
Parts ...	零件
Everything	选择所有图元
Everything Below	选择某类对象

图 1-6 “Select” 菜单

(3) “List” 菜单 “List (列表)” 菜单用于列出存在于数据库的所有数据，还可列出程序不同区域的状态信息和存在于系统中的文件内容，如图1-7所示。

Files	列出显示文件
Status	列出显示用户所选内容状态
Keypoint	列出关键点属性
Lines ...	列出线属性
Areas	列出面属性
Volumes	列出体属性
Nodes ...	列出节点属性
Elements	列出单元属性
Components	列出组件属性
Parts ...	列出所选对象属性
Picked Entities +	列出所选对象属性
Properties	列出要查看的属性
Loads	列出载荷
Results	列出结果
Other	列出模型中其他信息

图 1-7 “List” 菜单

(4) “Plot” 菜单 “Plot (绘图)” 菜单用于绘制关键点、线、面、体、节点、单元和其他可以图形显示的数据，如图1-8所示。

(5) “PlotCtrls” 菜单 “PlotCtrls (绘图控制)” 菜单包含了对视图、格式和其他图形显示的控制，以便输出正确、合理、美观的图形，如图1-9所示。

Replot	重新绘制图形窗口显示
Keypoints	只绘制关键点
Lines	只绘制线
Areas	只绘制面
Volumes	只绘制体
Specified Entities	绘制特定对象
Nodes	只绘制节点
Elements	只绘制单元
Layered Elements ...	只绘制分层单元
Materials ...	只绘制材料属性
Data Tables ...	只绘制数据表
Array Parameters ...	只绘制数组参数
Results	绘制求解结果
Multi-Plots	绘制所有图元
Components	只绘制组件
Parts	只绘制零件

图 1-8 “Plot” 菜单

Pan Zoom Rotate ...	图形变换
View Settings	视角设置
Numbering ...	编号设置
Symbols ...	显示符号设置
Style	模型显示风格设置
Font Controls	字体设置
Window Controls	窗口设置
Erase Options	擦除设置
Animate	动画设置
Annotation	注释设置
Device Options ...	显示设备设置
Redirect Plots	直接绘图设置
Hard Copy	硬复制
Save Plot Ctrls ...	保存绘图设置
Restore Plot Ctrls ...	恢复绘图设置
Reset Plot Ctrls	重置绘图设置
Capture Image ...	抓图
Restore Image ...	恢复图片文件
Write Metafile	写输出图片文件
Multi-Plot Controls ...	多图绘制设置
Multi-Window Layout ...	多窗口显示设置
Best Quality Image	图形质量设置

图 1-9 “PlotCtrls” 菜单

(6) “WorkPlane” 菜单 “WorkPlane (工作平面)” 菜单用于打开、关闭、移动、旋转工作平面，或者对工作平面进行其他操作，还可对坐标系进行操作，如图1-10所示。

(7) “Parameters” 菜单 “Parameters (参量)” 菜单用于定义、编辑或删除标量、矢量和数组参量等，如图1-11所示。

Display Working Plane	显示工作平面
Show WP Status	显示工作平面状态
WP Settings ...	工作平面设置
Offset WP by Increments ...	移动或旋转工作平面
Offset WP to	移动工作平面到指定位置
Align WP with	工作平面与指定方向平行
Change Active CS to	更改当前激活坐标系
Change Display CS to	更改当前显示坐标系
Local Coordinate Systems	局部坐标系设置

图 1-10 “WorkPlane” 菜单

Scalar Parameters ...	标量参数
Get Scalar Data ...	获取标量数据
Array Parameters	数组参数
Get Array Data ...	获得数组参数
Array Operations	数组运算
Functions	函数
Angular Units ...	角度单位设置
Save Parameters ...	保存参数
Restore Parameters ...	恢复参数

图 1-11 “Parameters” 菜单

(8) “Macro” 菜单 “Macro (宏)” 菜单用于创建、编辑、删除或运行宏或数据块，如图1-12所示。

(9) “MenuCtrls” 菜单 “MenuCtrls (菜单控制)” 菜单用于决定哪些菜单可见、是否使用机械工具栏 (Mechanical Toolbar)，也可创建、编辑或删除工具栏上的快捷按钮，以及决定输出哪些信息，如图1-13所示。

Create Macro ...	创建宏
Execute Macro ...	执行宏
Macro Search Path ...	宏的搜索路径
Execute Data Block ...	执行数据块
Edit Abbreviations ...	编辑缩略语
Save Abbr ...	保存缩略语
Restore Abbr ...	恢复缩略语

图 1-12 “Macro” 菜单

Color Selection ...	颜色选择
Font Selection ...	字体选择
Update Toolbar	更新工具栏
Edit Toolbar ...	编辑工具栏
Save Toolbar ...	保存工具栏
Restore Toolbar ...	恢复工具栏
Message Controls ...	信息控制
Save Menu Layout	保存更改后的菜单布局设置

图 1-13 “MenuCtrls” 菜单

(10) “Help” 菜单 “Help (帮助)” 菜单用于提供功能强大、内容完备的帮助功能, 如图1-14所示。

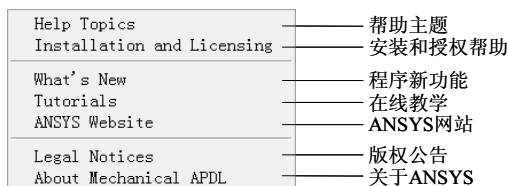


图 1-14 “Help” 菜单

2. 常用工具栏


ANSYS 常用工具栏中集成了几个比较常用的按钮, 单击这些按钮可高效、快捷地执行保存、恢复、退出等命令。

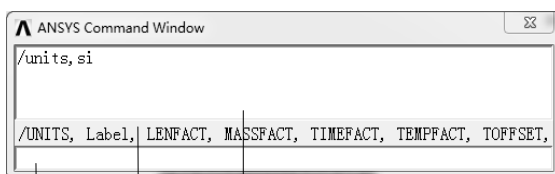
3. ANSYS 工具栏

ANSYS 将常用的命令以按钮的形式集成在工具栏上, 以方便用户调用。工具栏上默认按钮如下。

- ✧ SAVE_DB: 保存当前数据库。
- ✧ RESUM_DB: 从保存的文件中恢复数据库。
- ✧ QUIT: 退出 ANSYS 软件。
- ✧ POWRGRPH: 切换图形显示模式, 默认 PowerGraph 模式为开启状态。

4. 输入窗口

输入窗口主要用于直接输入命令或其他数据, 可通过单击  按钮弹出 “ANSYS Command Window” 对话框来打开, 如图 1-15 所示。



文本框 提示区 历史记录框

图 1-15 输入窗口

输入窗口由文本框、提示区、历史记录区三部分组成, 其具体功能分别如下。

- ✧ 文本框: 用于输入命令。
- ✧ 提示区: 在文本框与历史记录框之间, 提示当前需要进行的操作。要经常注意提示区的内容, 以便能够按顺序正确输入或进行其他操作 (如选取) 等。
- ✧ 历史记录框: 包含所有以前输入的命令。用户可通过在框中单击其中任意历史操作命令把该命令复制到文本框, 如果双击此命令, 则会自动执行该命令。ANSYS 软件提供了用键盘上的上下箭头来选择历史记录的功能, 用户可通过移动上下箭头来选择命令。

5. 主菜单 (Main Menu)

主菜单包含 ANSYS 软件分析过程中用到的所有菜单命令, 包括前处理、求解器、通用后处理、时间历程后处理、优化设计等, 它们基于操作顺序排列, 如图 1-16 所示。

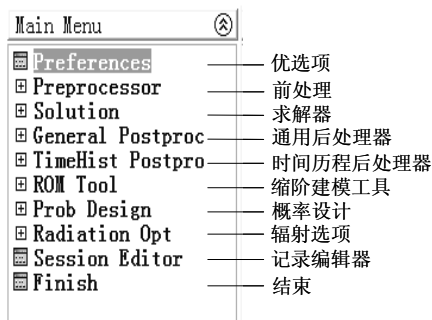


图 1-16 “Main Menu” 菜单

(1) 主菜单命令选项 “Main Menu” 菜单常用选项命令含义如下。

- ✧ Preferences: 优选项, 选择该命令, 弹出对话框, 用户可选择学科以及某个学科的有限元方法。如选择 Structure 后, 主菜单将调整为只显示与结构有关的菜单项。
- ✧ Preprocessor: 前处理, 包括建模、分网和加载等功能。
- ✧ Solution: 求解器, 包括与求解相关的命令, 如分析选项、加载、载荷步设置、求解控制和求解。
- ✧ General Postproc: 通用后处理器, 用于查看某个载荷步和子步的结果, 也就是说它在某个时间点或频率点上对整个模型显示或列表。
- ✧ TimeHist Postpro: 时间历程后处理器, 用于观察某点结果随时间或频率的变化, 包括图形显示、列表、微积分操作、响应频谱等功能。
- ✧ ROM Tool: 缩阶建模工具, 基于模态分解法表达结构的响应。
- ✧ Prob Design: 概率设计, 结合设计和生产等过程中的不确定因素来进行设计。
- ✧ Radiation Opt: 辐射选项, 包括定义辐射率、完成热分析的其他设置、写辐射矩阵、计算视角因子等。
- ✧ Session Editor: 记录编辑器, 用于查看在保存或回复之后的所有操作记录。
- ✧ Finish: 结束, 退出当前处理器, 回到开始级。

(2) 主菜单图标 主菜单树形结构中, 每个菜单项节点都有一个图标, 如图1-17所示。

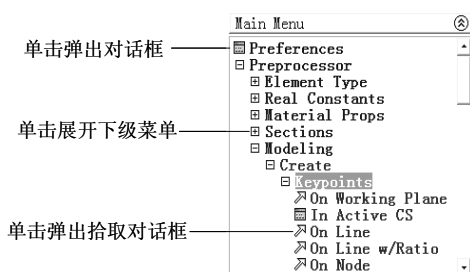



图 1-17 主菜单项图标

主菜单项图标含义如下。

- ✧ 图标 : 表示该菜单有下级子菜单而且没有展开, 单击 图标, 菜单展开, 且图标变成 , 单击 图标, 收起下级菜单, 并且图标变成 。
- ✧ 图标 : 表示单击该菜单项将弹出拾取对话框, 拾取操作对象包括关键点、线、面、体、节点和单元等。

✧ 图标 : 表示单击该菜单项将弹出对话框。

6. 图形窗口

图形窗口是图形用户界面操作的主窗口，用于显示绘制的图形，包括实体模型、有限元网格和分析结果等。

7. 视图工具栏

视图工具栏用于对图形窗口的模型进行视图变换，如放大、缩小、平移、三维视角切换等，其按钮的作用表 1-1。

表 1-1 视图工具栏按钮的作用

按 钮	作 用	按 钮	作 用
	选择图形显示窗口，ANSYS 可提供 4 个图形显示窗口		查看模型的正等轴测图
	查看模型斜视图		查看模型前视图
	查看模型右视图		查看模型俯视图
	查看模型后视图		查看模型左视图
	查看模型仰视图		缩放至合适大小
	局部放大		恢复
	全局放大		全局缩小
	左移		右移
	上移		下移
	绕 X 轴顺时针旋转		绕 Z 轴逆时针旋转
	绕 Y 轴顺时针旋转		绕 Y 轴逆时针旋转
	绕 Z 轴顺时针旋转		绕 Z 轴逆时针旋转
	控制每次平移的增量或旋转角度增量		动态控制按钮

8. 状态栏

状态栏显示命令提示、材料号、单元号、实常数号、坐标系号，如图 1-18 所示。



图 1-18 状态栏

1.2.3 ANSYS 14.5 的退出

操作结束，选择“Utility Menu>File>Exit”命令，弹出“Exit”对话框，如图 1-19 所示。选择保存方式后，单击“OK”按钮，退出 ANSYS 程序。

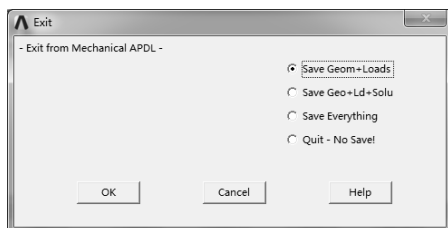


图 1-19 “Exit”对话框