

ANSYS

有限元结构分析及

实例解析

吕琳 主编

栗思科 审

- ☑ 取材广泛，内容丰富
- ☑ 案例完整，结构清晰
- ☑ 讲解通俗，步骤详细

ANSYS
YOUXIANYUAN

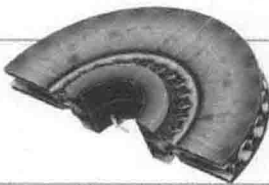
JIEGOU FENXI

JISHILI JIEXI

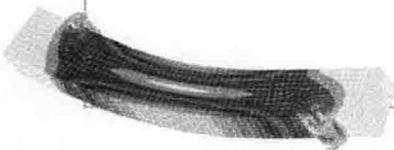


化学工业出版社

ANSYS



有限元结构分析及 实例解析



吕琳 主编

栗思科 审



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

ANSYS 有限元结构分析及实例解析 / 吕琳主编. — 北京: 化学工业出版社, 2014.4

ISBN 978-7-122-19873-0

I. ①A… II. ①吕… III. ①有限元分析-应用软件 IV. ①0241.82-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 035045 号

责任编辑: 贾 娜

文字编辑: 张绪瑞

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15½ 字数 401 千字 2014 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 59.00 元

版权所有 违者必究

前言

Foreword

ANSYS 是一款功能强大的、可进行设计分析以及优化，并集热、电磁、流体、结构、声学为一体的大型通用有限元分析软件。自 20 世纪 70 年代诞生以来，伴随着计算机技术和有限元思想的快速发展，以其通用、易操作、分析模拟准确而在生产生活中得到了广泛的应用。ANSYS 软件可以广泛应用于核工业、交通运输业、航空航天、机械工程、石油化工、能源、国防军工、电子、土木工程、船舶工程、生物医学、地质、水利水电等行业，用户可以通过这个软件分析所设计产品的性能、发现产品问题、对结构进行优化，从而降低设计和生产成本、缩短设计制造周期。经过不断地完善，ANSYS14.0 版本在操作上、分析能力上都有所改善和提高，人机界面也大大改善，交互式操作使得人机对话得以实现，极大方便了用户的操作。另外，还可以利用 ANSYS 的数据接口与其他 CAD 软件，如 PROE/UG/I-DEAS/SOLIDWORKS 等，进行数据交换，这样就大大减少了 ANSYS 的建模时间，提高了工作效率。

本书特点

为便于读者快速掌握 ANSYS 的基本操作方法，本书中的每个知识点都是以简短的篇幅介绍其中最基本、最常用的内容，并通过精心设计的一些工程实例，介绍相关模块的基本操作方法。概括来讲，本书具有如下特点：

- 取材广泛，内容丰富。本书工程案例包括个人的实践、教科书中的经典练习题等。
- 案例完整，结构清晰。本书选择的案例都是由浅入深、循序渐进讲解。
- 讲解通俗，步骤详细。每个案例的操作步骤都是以通俗易懂的语言阐述，并穿插图片和表格。

在书中，“注意”中所列内容为学员容易产生混淆而在授课时教师需要特别澄清的概念和问题或是对实际操作有帮助的一些经验性的方法和技巧。

组织结构

本书共分为 14 章，第 1 章有限单元法 (FEM) 及 ANSYS14.0 介绍，主要介绍了 ANSYS 的界面以及各种应用菜单，旨在使用户快速熟悉该软件，加快分析速度；第 2 章几何建模，介绍了建立分析模型的基本方法；第 3 章 ANSYS 模型网格的划分，主要介绍了对于建立的模型，将其离散化的方法；第 4 章加载，介绍了常用的加载方法；第 5 章求解，介绍了对于不同的载荷，所使用的不同的求解器以及求解方法；第 6 章后处理，介绍了在计算完毕之后，数据的相关处理；第 7 章结构线性静力分析，主要介绍了线性结构在静力载荷之下的响应；第 8 章模态分析，主要介绍了对于不同的模型求其固有频率的基本方法；第 9 章谐响应分析，主要介绍了系统在简谐载荷下的响应；第 10 章谱分析，主要介绍了系统的响应谱分析；第 11 章瞬态动力学分析，主要介绍了系统的瞬态响应；第 12 章非线性分析，主要介绍了几何非线性、状态非线性等非线性状态下的分析过程；第 13 章 DesignXplorer，又称优化设计，介绍了相关概念，基本步骤等；第 14 章概率设计，又称可靠性分析，用来评估模型的输入参数或在某种假设条件下的不确定因素对于整个系统输出的影响。其中的第 1~5 章是 ANSYS

的前处理阶段,第6章是 ANSYS 的后处理阶段,第7章属于静力学分析范畴;第8~11章属于动力学分析范畴;第12章属于非线性分析范畴;第13、14章属于 ANSYS 的高级应用。

随书数字资源说明

书中部分章节给出了练习素材或相关命令流,可在出版社网站 www.cip.com.cn 中“资源下载”区下载。此数字资源内容只有在安装 ANSYS14.0 软件后才可以使用。

在使用前,请将数字资源中的文件拷贝到本地硬盘上,然后按照本书中的要求,将相关文件拷贝到相应的文件夹下,以方便使用。

注意:数字资源中的文件夹不要放在包含中文和空格的目录下。

读者对象

- 本书由浅入深、由易到难,很适合 ANSYS 的初、中级用户使用;
- 本书可作为工科院校相关专业的高年级本科生、研究生作为学习 ANSYS 软件的教材;
- 本书可供从事相关专业研究工作的工程技术人员学习参考。

编者与致谢

本书由吕琳主编,李海峰、郑兴帅参与编写,粟思科审。全书内容与结构由吕琳规划、统稿,并编写第1章、第3章、第6章、第8~11章、第14章;李海峰编写第2章、第13章;郑兴帅编写第4章、第5章、第7章、第12章。

参与本书编写工作的还有:王治国、钟晓林、王娟、胡静、杨龙、张成林、方明、王波、雷晓、李军华、陈晓云、方鹏、龙帆、刘亚航、凌云鹏、陈龙、曹淑明、徐伟、杨阳、张宇、刘挺、单琳、吴川、李鹏、李岩、朱榕、陈思涛和孙浩,在此表示衷心感谢!

由于作者水平所限,书中不妥之处在所难免,恳请广大读者及同行专家批评指正。我们的联络方式: hwhpc@163.com。

编 者

目 录

Contents

Chapter 1	第 1 章 有限单元法 (FEM) 及 ANSYS 14.0 介绍.....	1
	1.1 有限单元法 (FEM) 及 ANSYS 14.0 简介.....	1
	1.2 ANSYS14.0 的基本操作及界面介绍.....	2
	1.2.1 ANSYS14.0 的启动与退出.....	2
	1.2.2 ANSYS14.0 主界面介绍.....	3
	1.3 ANSYS14.0 的基本模块.....	16
	1.4 有限单元法及 ANSYS14.0 的分析流程.....	18
	1.5 ANSYS14.0 常见的文件类型.....	20
Chapter 2	第 2 章 几何建模.....	21
	2.1 几何建模简介.....	21
	2.2 自底向上建模方法.....	22
	2.2.1 关键点.....	22
	2.2.2 硬点 (Hard Point).....	24
	2.2.3 定义线 (Lines).....	25
	2.2.4 定义面 (Areas).....	28
	2.2.5 体 (Volume).....	30
	2.3 自顶向下建模方法.....	30
	2.3.1 创建面体素.....	31
	2.3.2 创建实体体素.....	33
	2.4 实体模型的布尔运算.....	37
	2.4.1 布尔运算的设置.....	37
	2.4.2 交运算.....	38
	2.4.3 加运算.....	39
	2.4.4 减运算.....	40
	2.4.5 分割运算.....	40
	2.4.6 粘接运算.....	43
	2.5 实体模型的几何特性计算.....	43
	2.5.1 计算两点间的距离.....	43
	2.5.2 实体图元的缩放.....	44
	2.5.3 计算实体几何特性.....	44
	2.6 坐标系在建模中的应用.....	44
	2.7 连动片的实体建模.....	46
Chapter 3	第 3 章 ANSYS 模型网格的划分.....	52
	3.1 网格划分概述.....	52
	3.2 ANSYS14.0 提供的主要单元介绍.....	53
	3.3 定义单元属性.....	53

3.3.1	定义单元属性	53
3.3.2	分配单元属性	55
3.4	网格划分工具	55
3.4.1	单元属性设置 (Element Attributes)	56
3.4.2	网格划分控制(Smart Size)	56
3.4.3	单元控制	58
3.5	网格的修改	62
3.5.1	网格的质量检查	62
3.5.2	网格的修改	62
3.6	实例——挖掘机上齿轮网格的划分	63
Chapter 4	第 4 章 加载	65
4.1	加载的定义	65
4.1.1	载荷的定义	65
4.1.2	加载的对象	65
4.1.3	加载操作	66
4.2	载荷的种类	66
4.3	添加载荷应遵循的原则	67
4.4	载荷步选项介绍及设置	67
4.4.1	载荷步介绍	67
4.4.2	载荷步设置	68
4.4.3	载荷的施加	69
4.4.4	加载自由度(DOF)约束	69
4.4.5	施加集中载荷	70
4.4.6	施加分布载荷	71
Chapter 5	第 5 章 求解	72
5.1	求解器的类型	72
5.2	求解器的选择原则	73
5.3	求解步骤	73
5.4	求解	74
5.4.1	求解方式	74
5.4.2	求解失败原因	75
Chapter 6	第 6 章 后处理	76
6.1	后处理简介	76
6.2	通用后处理器 (POST1)	76
6.2.1	图形显示	76
6.2.2	列表显示	79
6.2.3	Results Viewer	80
6.3	时间历程后处理器 (POST26)	82
6.4	后处理应用实例	85
6.4.1	通用后处理器 (POST1) 在某直升机导弹架的静力分析中的应用	85
6.4.2	通用后处理器 (POST1) 在某型号机箱的模式分析中的应用	88
6.4.3	后处理模块 (POST26) 在某悬臂梁的谐波分析中的应用	90

Chapter 7	第 7 章 结构线性静力分析	92
	7.1 静力分析的求解步骤	92
	7.2 静力分析实例解析一——杆系结构的静力学分析	93
	7.3 静力分析实例解析二——平面问题的静力学分析实例	101
Chapter 8	第 8 章 模态分析	111
	8.1 模态分析的理论基础	111
	8.2 模态分析的基本方法	112
	8.3 模态分析的基本步骤	112
	8.4 ANSYS 中模态分析具体过程(实例)	116
Chapter 9	第 9 章 谐响应分析	125
	9.1 谐响应分析概述	125
	9.2 谐响应分析的理论基础	125
	9.3 谐响应分析可施加的载荷及表示形式	126
	9.4 谐响应分析的三种求解方法	127
	9.5 完全法谐响应分析的步骤	128
	9.6 谐响应分析实例——利用完全法进行某质量弹簧模型的谐响应分析	129
Chapter 10	第 10 章 谱分析	138
	10.1 谱分析概述	138
	10.2 谱分析的四种求解方法	138
	10.3 谱分析实例——某类型塔式电线杆的随机响应振动分析(PSD)	144
Chapter 11	第 11 章 瞬态动力学分析	159
	11.1 瞬态动力学分析简述	159
	11.2 瞬态动力学分析的理论基础	159
	11.2.1 瞬态动力学分析的两个基本假设	159
	11.2.2 瞬态动力学分析的理论基础	159
	11.3 瞬态动力学分析的三种求解方法	161
	11.4 完全法瞬态动力学分析的步骤	162
	11.4.1 建立模型	162
	11.4.2 施加载荷	162
	11.4.3 求解	168
	11.4.4 后处理	168
	11.5 瞬态动力学分析实例——某底桌在载荷下瞬态动力学分析 (载荷施加方法采用多载荷步法)	168
Chapter 12	第 12 章 非线性分析	175
	12.1 非线性分析简介	175
	12.2 非线性分析的计算	176
	12.2.1 牛顿-拉普森(Newton-Raphson)法	176
	12.2.2 非线性分析的基本步骤	177
	12.3 几何非线性分析	180
	12.3.1 大应变效应	180

12.3.2	应力-应变	181
12.3.3	单元形状	181
12.3.4	小应变大转动	181
12.3.5	某弹塑性圆盘的非线性分析	181
12.4	接触分析	189
12.4.1	接触问题概述	189
12.4.2	ANSYS 的接触分类	190
12.4.3	ANSYS 接触分析的步骤	191
12.4.4	工程实例：将轴从盘心拔出时的接触应力分析	191
12.5	屈曲分析	197
12.5.1	屈曲分析的类型	197
12.5.2	特征值（线性）屈曲分析的基础知识	197
12.5.3	特征值（线性）屈曲分析的步骤	198
12.5.4	某悬臂梁在预应力载荷条件下的屈曲分析	200
Chapter 13	第 13 章 DesignXplorer	204
13.1	DesignXplorer 简介	204
13.2	DesignXplorer 近似方法	205
13.3	DesignXplorer 所支持的单元类型	205
13.4	DesignXplorer 的步骤	206
13.5	DesignXplorer 实例解析	210
Chapter 14	第 14 章 概率设计	218
14.1	概率设计简介	218
14.2	随机输入参数的分布函数类型	218
14.3	概率设计的计算方法	221
14.4	概率设计的步骤	225
14.5	概率设计实例——某导轨的概率分析	234
	参考文献	239

第1章

有限单元法 (FEM) 及 ANSYS 14.0 介绍

1.1 有限单元法 (FEM) 及 ANSYS 14.0 简介

有限单元法 (FEM, Finite Element Method) 是当今工程上应用十分广泛的数值计算方法, 它是基于现代计算机技术, 来求取复杂微分方程近似解或最优解的一种十分有效的方法, 也是产品数字化科技的重要理论基础。伴随着计算机技术的飞速发展, FEM 已成为 CAD/CAM 的重要组成部分。

FEM 的基本思想简而言之就是“化整为零”、“化圆为直”、“复杂问题简单化”, 就是将一个连续的求解区域离散为一组有限个按照一定的方式 (通常为每一单元边界上的节点) 相互连接的单元系统。正是由于这种方法离散的单元与单元之间以不同的连接方式组合, 而且各单元本身可以拥有不同的几何形状, 因此可以将大多数复杂的模型离散为简单的模型以方便求解。

其分析的目的: 任何具有一定使用功能的构件都是由满足要求的各种材料所制造的, 在设计阶段, 需要对该构件在可能的外力作用下的内部状态进行分析, 以便核对所使用材料是否安全可靠, 以避免造成重大安全事故。

目前, 有限单元法的应用由弹性力学的平面问题扩展到空间问题、板壳问题, 静力学问题扩展到稳定性问题、动力学问题以及波动问题, 分析的对象由弹性材料扩展到塑性、黏塑性、复合材料; 由线性问题扩展到非线性问题; 不仅可以分析固体力学问题还可以分析流体力学问题, 电、热学问题, 而且其思想应用领域十分广阔, 包括机电工程、土木、电子、医学、金融工程、生物力学、车辆工程、物流运输、激光超声研究、水利水电、航空航天、冶金等多个领域。由于大多数实际问题难以得到准确解, 而有限元不仅计算精度高, 而且能适应各种复杂形状, 因而成为行之有效的工程分析手段。

ANSYS 是一个功能强大的设计分析以及优化并集热、电磁、流体、结构、声学为一体的大型通用有限元分析软件之一, 自 20 世纪 70 年代诞生以来, 伴随着计算机技术和有限元思想的快速发展, 以其通用性、易操作性、分析模拟准确性使其在生产生活中得到了广泛的应用。它可以广泛地应用于核工业、交通运输业、航空航天、机械工程、石油化工、能源、国防军工、电子、土木工程、船舶工程、生物医学、地质、水利水电等行业, 用户可以通过这个软件实现对设计产品的性能进行分析、发现产品问题、进行结构优化, 从而降低设计和生产成本、缩短设计制造周期。经过不断的改善, 现在的版本与最初的相比而言, 在操作上、分析能力上都有所改善和提高, 人机界面也大大改善, 交互式操作使得人机对话得到实现, 大大方便了用户的操作。并且可以利用 ANSYS 的数据接口与其他 CAD 软件进行数据交换,

比如 PROE/UG/I-DEAS/SOLIDWORKS 等软件,这样就可以大大减少 ANSYS 的建模时间,极大地提高工作效率。

本书以现有版本 ANSYS14.0 为基础,介绍其特点以及在工程中的应用,为用户开启 ANSYS 的大门。

1.2 ANSYS14.0 的基本操作及界面介绍

ANSYS14.0 处理数据的模式共有两种:交互式、非交互式即批处理方式。交互式方式一般为初学者或大多数使用者应用的模式,几乎可以完成所有的工程问题。但是对于比较复杂、计算比较耗时的问题,可以将相关命令做成文件,利用非交互式方法进行处理。本书对 ANSYS14.0 介绍的整个过程中,主要以交互式的操作方法进行分析。

想要通过 ANSYS14.0 完成一系列操作进而完成工程的需要,首先必须了解 ANSYS14.0 的操作界面及其内容,这样才不至于在应用时因对软件的不熟悉而使操作变慢,增加时间成本。本节主要通过介绍 ANSYS14.0 基于 Win7 系统的 GUI 操作,以达到使用户快速熟悉和掌握 ANSYS 的基本用法的目的。

1.2.1 ANSYS14.0 的启动与退出

(1) ANSYS14.0 的启动

操作路径:【开始】—【所有程序】—【ANSYS14.0】—【Mechanical APDL】,之后会弹出如图 1-1 所示 ANSYS14.0 的主界面和图 1-2 所示一个类似于 DOS 系统的输出窗口,它会显示 ANSYS14.0 程序运行过程中的输出文本信息。一般位于交互界面主环境窗口的后面。注意:这两者在分析的整个工程中应是同时存在的,缺一不可。

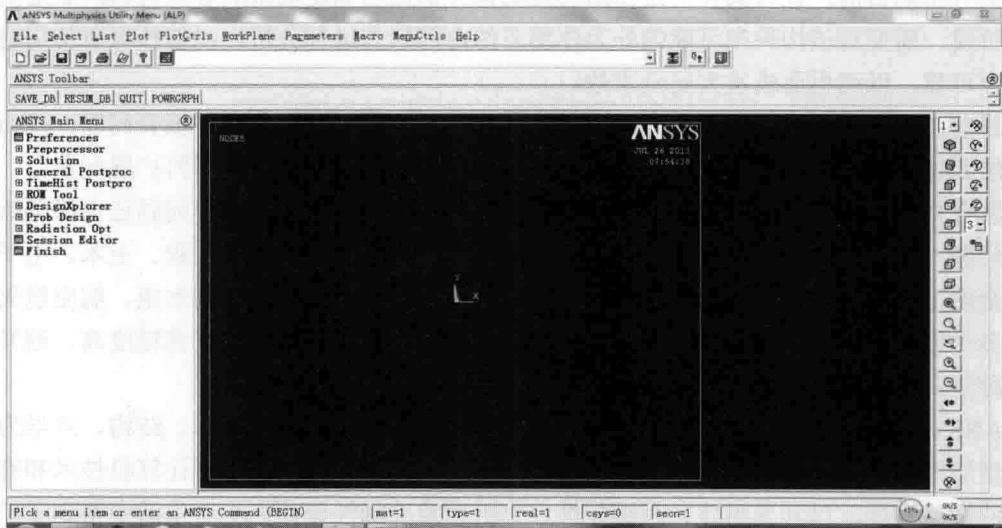


图 1-1 ANSYS14.0 的主界面

(2) ANSYS14.0 的退出

有以下四种退出 ANSYS14.0 的方法:

- ① 从工具条退出,选择工具条 Toolbar /QUIT;
- ② 从工具菜单退出,选择菜单路径 Utility Menu / File / Exit;
- ③ 在命令输入窗口中键入/EXIT 命令;

④ 直接关闭 ANSYS14.0 的数据输出窗口，但是由这种方法关闭 ANSYS14.0 时的数据会保存不全面，所以不建议用户采用这种方法退出 ANSYS14.0。

在执行上述①、②退出操作后，会弹出如图 1-3 所示对话框，并提示退出前选取的操作：



图 1-2 ANSYS14.0 的数据输出窗口

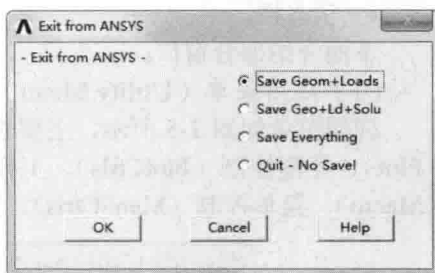


图 1-3 ANSYS14.0 退出设置

- Save Geom+Loads——存储几何与载荷数据；
- Save Geo+Ld+Solu——存储几何、载荷与求解数据；
- Save Everything——存储所有数据；
- Quit-No Save——不存储任何数据。

选择完成后单击 OK 按钮退出。

1.2.2 ANSYS14.0 主界面介绍

ANSYS14.0 启动后，展现在用户面前的就是 ANSYS14.0 的交互式操作界面。系统默认的背景颜色是黑色，为了方便用户观察后面所涉及到的图形，现将其更改为白色，如图 1-4 所示。更改方法为：在应用菜单里单击 PlotCtrls/Style/colors/Reverse Video 即可。

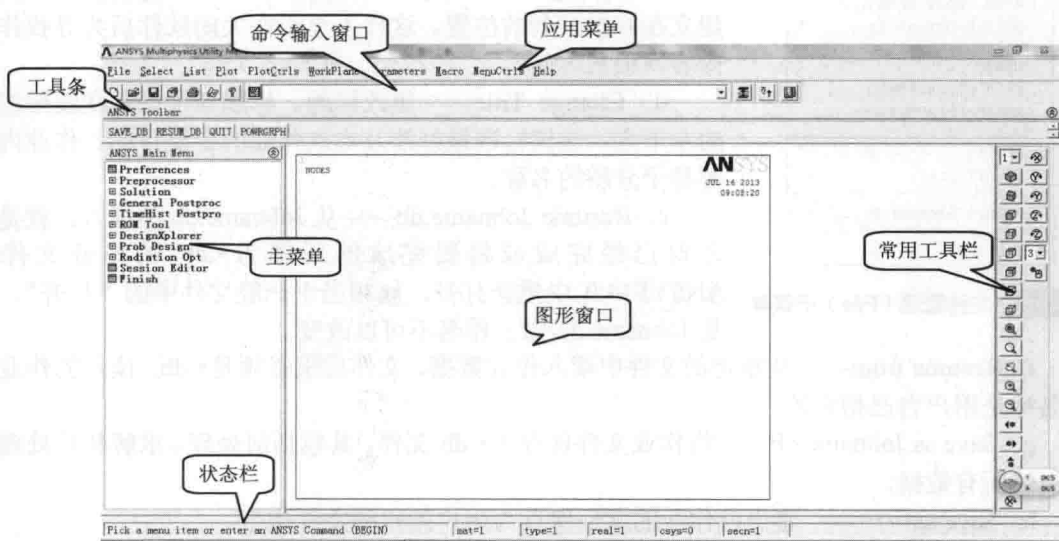


图 1-4 ANSYS14.0 的主界面

在此界面中共有以下几个重要窗口：

- 应用菜单 (Utility Menu);
- 主菜单 (ANSYS Main Menu);
- 命令输入窗口 (ANSYS Command Prompt);
- 图形窗口 (Graphics);
- 工具条 (Tool Bar);
- 常用工具栏;
- 状态栏。

下面介绍部分窗口。

(1) 应用菜单 (Utility Menu)

应用菜单如图 1-5 所示, 主要包括文件管理 (File)、选择 (Select)、列表 (List)、绘图 (Plot)、绘图控制 (PlotCtrls)、工作平面的设置 (WorkPlane)、参数设置 (Parameters)、宏 (Macro)、菜单控制 (MenuCtrls)、帮助 (Help) 等。

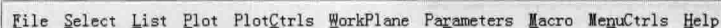


图 1-5 ANSYS14.0 的应用菜单栏

① 文件管理 (File)

文件管理 (File) 如同其他软件一样, 主要是对程序文件进行操作, 以方便读者对文件的读取、保存等众多应用。文件管理 (File) 子菜单如图 1-6 所示。

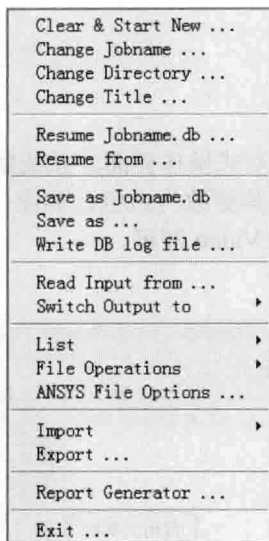


图 1-6 文件管理 (File) 子菜单

a. Clear & Start New——清除当前的工作文件及设置, 同时启用新的工作文件。

b. Change jobname——更改文件名称, ANSYS14.0 中默认的名称为 file, 若保存的太多势必会混淆各项作业, 所以建议在进行作业之前先对文件的名称进行修改。

c. Change Directory——更改工作目录, 建议将工作目录建立在容易找到的位置, 这样不至于在关闭软件后为寻找作业内容而浪费时间。

d. Change Title——更改标题。标题通常显示在图形窗口的左下方, 建议标题最好涉及本次作业的主要目的、作业内容等易于分辨的名称。

e. Resume Jobname.db——从 Jobname.db 中读入。就是将之前已经完成或将要完成的后缀为 *.db 的作业文件在 ANSYS14.0 中重新打开, 就相当于一般文件中的“打开”。但是 Jobname.db 的工作名不可以改变。

f. Resume from——从指定的文件中读入作业数据, 文件后缀必须是 *.db。读入的作业文件名称是用户自己指定的。

g. Save as Jobname.db——将作业文件保存为 *.db 文件, 其包括前处理、求解和后处理工程中的所有数据。

h. Save as……——将当前作业的文件保存为用户指定的文件类型。

i. Write DB log file——将所定义的数据写入 *.LOG 文件中, 即数据库自动生成操作记录。通过这个文件, 用户可以整理出命令流。

j. **Read Input from**——从指定的文件中读取。用户自己可以定义一个*.TXT 文件，在这个文件中包含作业的所有信息，通过 **Read Input from** 将其重新调入到 ANSYS 中。

k. **Switch Output to**——这个选项有两个子选项，分别是 **File** 和 **Output Windows**，表示将 ANSYS 中的作业文件传送到用户自己定义的文件或输出窗口中。

l. **List**——其主要作用是调出*.Log 文件，该*.Log 文件中包含 ANSYS14.0 操作的所有信息，包括警告、提示、错误等信息。其不具有覆盖功能，就是在本次打开 ANSYS 时，系统会在上一次记录的基础上继续记录，而且不具有识别功能，不管用户的操作正确与否，都会如实记录。所以建议读者在整理*.txt 文件（命令流）时，最好间隔一段时间就整理一次，并删除之前所做的所有内容，再次打开 ANSYS14.0，导入刚才保存的*.txt 文件（命令流），这样不至于在完成所有分析之后整理时出错，也不至于整理出多余的命令，浪费之后的计算时间。

m. **File Operations**——在 ANSYS14.0 中对文件进行重命名（Rename）、删除（Delete）、拷贝（Copy）等操作。

n. **ANSYS File Options**——此是对 ANSYS14.0 文件进行操作，用户可以对文件的类型进行选择。

o. **Import**——导入图形文件。ANSYS14.0 建模的一种方法是由其他 CAD 软件导入，根据不同的数据类型，由此进行数据的交换。其包括：*.IGES/CATIA/CATIA V5/NX/PARA/SAT 等类型的文件，这是建立模型的一种有效方法。

p. **Export**——输出图形文件。将 ANSYS14.0 中生成的图形文件输出到其他 CAD 软件中，进行数据交换。

q. **Report Generator**——生成报告，将 ANSYS14.0 进行的所有分析生成一份报告文件，以方便用户清晰地分析结果并对结果进行评估，进而做出准确的解决方案。

r. **Exit**——退出 ANSYS14.0 程序。

② 选择（Select）

在 ANSYS14.0 中，**Select** 主要是选择创建的模型，这包括模型的点、线、面、体等。在分析过程中，有可能因为一些需要，常常要对模型的某一部分进行操作，这时 **Select** 就尤为重要。一般都是运用后面要介绍的 **Plot** 将要操作的部分显示出来，例如线（Lines），然后运用 **Select** 进行操作。在 **Select** 下有如图 1-7 所示子菜单。

a. **Entities**——此选项是对模型的基本图元进行选择，单击后会弹出如图 1-8 所示对话框。

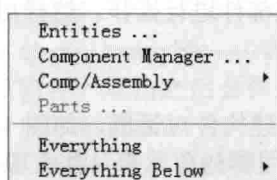


图 1-7 Select 子菜单

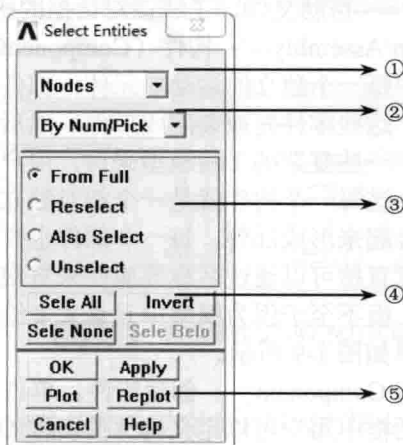


图 1-8 模型选择设置对话框

① ——表示需要筛选的图元类型，包括：Nodes（节点）、Elements（单元）、Volumes（体）、Areas（面）、Lines（线）、Keypoints（关键点）。

② ——定义筛选方式，每一图元类型都对应着不同的选择方式，这里就不再一一解释，只将常用的几种介绍如下。

- By Num/Pick——通过输入图元编号或用鼠标直接选择实体，这里键盘主要是键入选择对象的编号，鼠标则在图形上直接选取。
- Attached to——选取附属在其他模型上的图元。
- By Location——根据坐标值的位置选取，具体是通过定义笛卡儿坐标系的 XYZ 轴来构成一个选择的区域。
- By Attributes——通过图元的一些属性进行选择图元，比如与图元有关的材料号、单元类型号、实常数号等。
- Exterior——在选定的模型上选取图元的边界，比如在已经选取了某个面，则选取的是该面的边界曲线。
- By Results——根据求解的结果来选定满足一定条件下的图元。
- By Elem Name——通过图元名称选定图元。
- Adjacent to——选定与已知图元临近的图元等。

这些选择方式中，一般的工程问题最常用的是 By Num/Pick。

③、④、⑤——有关选择的一些其他命令，也对选择图元起着关键作用。

- From Full——从整个模型中选取要求的图元新集合。
- Reselect——重新选择图元。
- Also Select——继续选择新的图元。
- Unselect——取消选择操作。
- Sele all——选择模型上的所有图元。
- Invert——反向选取。
- Sele None——取消所有的选取。
- OK——确定所选定的图元，并退出。
- Apply——确定所选择的图元，但不退出。这里需要注意与 OK 的区别。
- Cancel——放弃之前的选取操作。
- Replot——使绘图区的被选定图元显示出来。
- Help——帮助文件，了解该对话框的所有内容。

b. Comp/Assembly——构件（Component）和部件（Assembly）的创建和选择功能（构件是指机器中每一个独立的运动单元体；部件是指由若干装配在一起的零件所组成。在机械装配过程中，这些零件先被装配成部件，然后才进入总装配）。

所以对于一些复杂的工程模型来讲，用户可以对于模型的每一个或者某些内容自定义为一个构件，这每一个构件就是一个相对独立的单元，有自己的名称等属性，再将这些构件按照要求组合起来形成部件，每一个部件也有自己的名字等属性。这样在对模型进行选择的时候，用户就直接可以通过名称等属性来直接对这些构件或部件进行操作。这样可以很方便地进行选择，而不至于因为模型中元素太多给选择造成困难。

其子菜单如图 1-9 所示。

- Create Component——创建构件。单击之后会弹出创建构件对话框，如图 1-10 所示。

在此对话框中用户可以定义构件的名称（Cname）以及用哪些图元来具体实现（Entity）。可以实现构建的图元有：节点（Nodes）、关键点（Key points）、体（Volume）、线（Lines）、面（Areas）、单元（Elements）等。

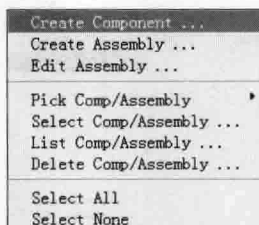


图 1-9 Comp/Assembly 子菜单

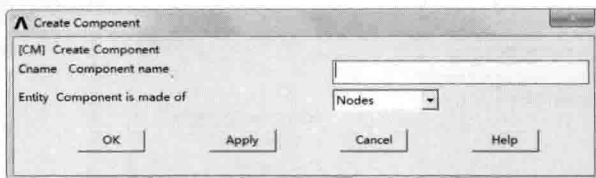


图 1-10 创建构件对话框

- **Create Assembly**——创建部件。单击之后会弹出创建部件对话框，如图 1-11 所示。在此对话框中，用户可以定义部件的名称（Assembly name）和组成部件的构件（Cnam1-8），1-8 指的是 ANSYS 最多允许定义 8 个构件。
- **Edit Assembly**——编辑部件。单击之后会弹出部件编辑对话框，如图 1-12 所示。

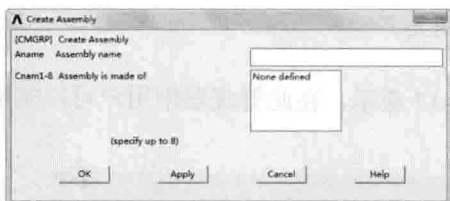


图 1-11 创建部件对话框

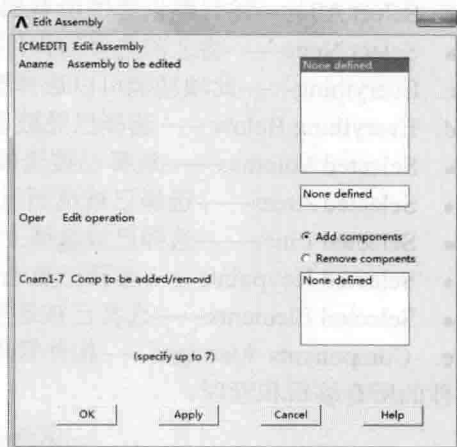


图 1-12 编辑部件对话框

在此对话框中，用户可以对所选部件进行编辑，Aame——选择被编辑的部件，Oper——选择编辑的类型，增加或移除某构件；而 Cnam1-7——选择被欲增加或移除的构件。

- **Pick Comp/Assembly**——选择构件或部件。
- **Select Comp/Assembly**——定义选择部件或构件的方式。单击之后弹出对话框如图 1-13 所示。

在此对话框中，用户可以定义选择构件或部件的依据：通过构件的名称选择或通过单元类型选择。

- **List Comp/Assembly**——列出部件或构件。单击之后会弹出如图 1-14 所示对话框。

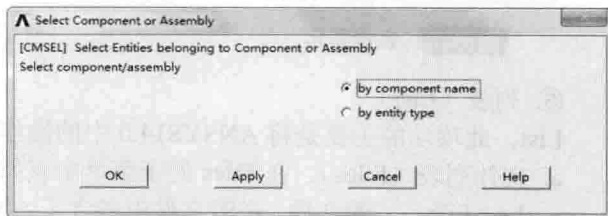


图 1-13 选择部件或构件的方式设置

在此对话框中，用户可以将之前定义的所有部件或构件以文本的形式列举出来。ANSYS 提供的列举方式有：通过构件名称（By Component Name）、通过单元类型（By Entity Type）、所有选择的构件（All Selected）、所有定义的构件（All Defined）。

- **Delete Comp/Assembly**——删除构件或部件。单击之后弹出如图 1-15 所示对话框。

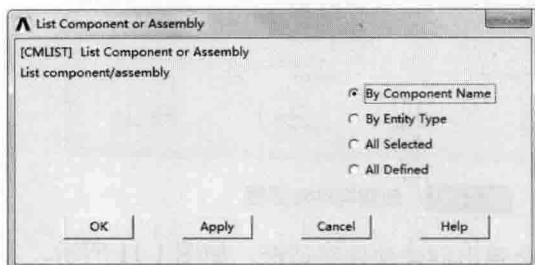


图 1-14 部件或构件列出设置

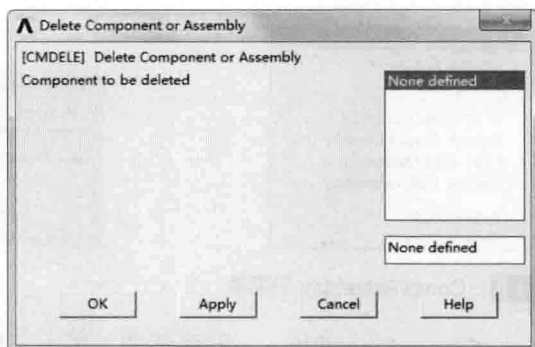


图 1-15 删除构件或部件

在此对话框中，用户通过选择之前定义的构件名称来进行删除。

- **Select All**——将已经创建的所有部件或构件全部选择。
- **Select None**——将之前选择的构件或部件全部删除。
- c. **Everything**——此项功能可以选择模型上的所有图元，简化选择过程。
- d. **Everything Below**——选择已经被选中的模型上的图元，其子菜单如图 1-16 所示。
 - **Selected Volumes**——选择已被选体上的图元。
 - **Selected Areas**——选择已被选面上的图元。
 - **Selected Lines**——选择已被选线上的图元。
 - **Selected Keypoints**——选择已被选关键点上的图元。
 - **Selected Elements**——选择已被选单元上的图元。
- e. **Components Manager**——构件管理器，如图 1-17 所示，在此管理器中用户可以实现对构件的所有编辑和管理。

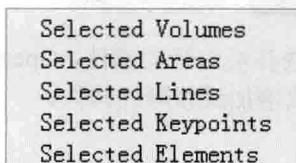


图 1-16 选择图元

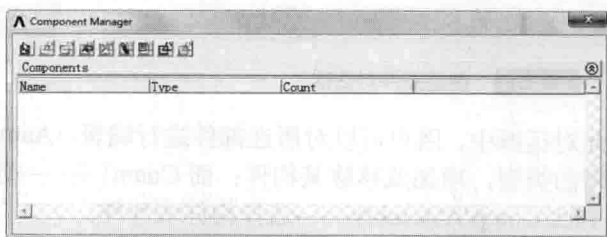


图 1-17 构件管理器

③ 列表 (List)

List，此项功能主要是将 ANSYS14.0 中的操作数据以文本的形式列出，如图 1-18 所示。

a. 文件列表 (Files)。在 Files 的子菜单中有如下内容，如图 1-19 所示。

- **Log File**——源文件，在源文件中包含了 ANSYS14.0 操作的所有数据和内容，它既可以作为用户对之前操作的检查依据，又可以通过它制作*.TXT 文件，可使 ANSYS14.0 分析文件以最小的储存量储存。
 - **Error File**——此文件中包含了 ANSYS14.0 操作中所出现的所有错误和提示信息。
 - **Other**——其他内容。此选项会帮助用户依据实际需要打开需要的文件。
 - **Binary Files**——二进制文件。
- b. **Status**——特征数据。列出系统的某些特征信息，其子菜单如图 1-20 所示。