

CAD/CAM/CAE 系列
入门与提高 丛书

ANSYS 2021 土木工程有限元分析

入门与提高



井水兰 王晓晶 唐宝涛◎编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以 ANSYS 2021 R1 为依托,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 的具体工程应用方法。

本书前 6 章为操作基础,详细介绍了 ANSYS 分析全流程的基本步骤和方法,随后介绍了 APDL 语言及土木工程中常用单元,最后以具体的工程项目实例深入浅出地介绍了 ANSYS 在隧道工程、边坡工程、水利工程、桥梁工程及房屋建筑工程中的应用。每个实例都先用 GUI 方式一步一步地教读者如何操作,随后提供详细的命令流。全书分为 12 章,分别为 ANSYS 2021 R1 图形用户界面、建立实体模型、划分网格、施加载荷、求解、后处理、APDL 及土木工程中常用单元简介、ANSYS 隧道工程应用实例分析、ANSYS 边坡工程应用实例分析、ANSYS 水利工程应用实例分析、ANSYS 桥梁工程应用实例分析、ANSYS 房屋建筑工程应用实例分析。

本书可作为理工院校土木、力学和隧道等专业的本科生、研究生及教师学习 ANSYS 软件的学习教材,也可作为从事土木建筑工程、水利工程等专业的科研人员学习使用 ANSYS 的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。举报:010-62782989, beiqinuan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

ANSYS 2021 土木工程有限元分析入门与提高/井水兰,王晓晶,唐宝涛编著. —北京:清华大学出版社,2022.10

(CAD/CAM/CAE 入门与提高系列丛书)

ISBN 978-7-302-61900-0

I. ①A… II. ①井… ②王… ③唐… III. ①土木工程—有限元分析—应用软件 IV. ①TU-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 178340 号

责任编辑:秦娜 赵从棉

封面设计:李召霞

责任校对:王淑云

责任印制:丛怀宇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-83470000 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京同文印刷有限责任公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:31.5

字 数:762 千字

版 次:2022 年 11 月第 1 版

印 次:2022 年 11 月第 1 次印刷

定 价:119.80 元

产品编号:097124-01



ANSYS 软件是美国 ANSYS 公司开发的大型通用有限元软件,它是有限元分析中第一个通过 ISO 9001 质量认证的计算机辅助工程设计分析软件,同时也是美国机械工程师协会、美国核安全局及近 20 多种专业技术协会认证的标准分析软件。它是最为通用和有效的商用有限元软件之一,它融结构、传热学、流体、电磁、声学 and 爆破分析等于一体,具有非常强大的前处理、后处理和计算分析能力,能够同时模拟结构、热、流体、电磁及多种物理场间的耦合效应。目前,它已经广泛应用于土木工程、机械制造、材料加工、航空航天、铁路运输、石油化工、核工业、轻工、电子、能源、汽车、生物医学、家用电器等各个领域,为各个领域的设计开发以及前沿课题做出了很大贡献。

为了帮助读者迅速了解并掌握 ANSYS 软件在土木工程中的应用技术,编者根据长期使用 ANSYS 软件进行土木工程力学分析的经验 and 体会,以 ANSYS 的最新版本 ANSYS 2021 R1 为依据,编写了本书。

一、本书特点

☑ 作者权威

本书的编者都是高校从事计算机辅助工程分析教学研究多年的一线人员,具有丰富的教学实践经验与教材编写经验,部分编者是国内 ANSYS 图书出版界知名的作者,前期出版的一些相关书籍经过市场检验很受读者欢迎。多年的教学工作使他们能够准确地把握学生的心理与实际需求。本书是编者总结多年的设计经验以及教学的心得体会,历时多年的精心准备,力求全面、细致地展现 ANSYS 软件在土木工程分析应用领域的各种功能和使用方法。

☑ 针对性强

就本书而言,我们的目的是编写一本对土木工程专业具有针对性的基础应用学习书籍。对每个知识点,我们不求过于深入,只要求读者能够掌握可以满足一般工程分析的知识即可,并且在语言上尽量做到浅显易懂、言简意赅。

☑ 实例丰富

本书的实例不管是数量还是种类,都非常丰富。从数量上说,本书结合大量的土木工程分析实例,详细讲解了 ANSYS 知识要点,让读者在学习实例的过程中潜移默化地掌握 ANSYS 软件操作技巧。

☑ 突出提升技能

本书从全面提升 ANSYS 工程分析能力的角度出发,结合大量的实例来讲解如何利用 ANSYS 软件进行有限元分析,使读者了解计算机辅助土木工程分析并能够独立地完成各种工程分析。

本书中有很多实例本身就是工程分析项目实例,经过作者精心提炼和改编,不仅保证读者能够学好知识点,更重要的是能够帮助读者掌握实际的操作技能,同时培养工程



分析实践能力。

二、本书的内容

本书前 6 章为操作基础,详细介绍了 ANSYS 分析全流程的基本步骤和方法,随后介绍了 APDL 语言及土木工程中常用单元,最后结合具体的工程项目实例深入浅出地介绍了 ANSYS 在隧道工程、边坡工程、水利工程、桥梁工程及房屋建筑工程中的应用。每个实例都先用 GUI 方式一步一步地教读者如何操作,随后提供详细的命令流。全书分为 12 章,分别为 ANSYS 2021 R1 图形用户界面、建立实体模型、划分网格、施加载荷、求解、后处理、APDL 及土木工程中常用单元简介、ANSYS 隧道工程应用实例分析、ANSYS 边坡工程应用实例分析、ANSYS 水利工程应用实例分析、ANSYS 桥梁工程应用实例分析、ANSYS 房屋建筑工程应用实例分析。

三、本书的服务

1. 关于本书的技术问题或有关本书信息的发布

读者朋友遇到有关本书的技术问题,可以将问题发到邮箱 714491436@qq.com,我们将及时回复。

2. 配套电子资源

为了配合各学校师生利用此书进行教学的需要,随书配赠多媒体电子资源,内容为书中所有实例以文本文件的格式给出的命令流文件,以及实例操作过程录屏动画,供读者学习中使用。

本书主要由河北省人民医院基建处的井水兰高级工程师和河北衡通工程项目管理有限公司的王晓晶工程师以及河北省人民医院基建处的唐宝涛工程师编写,河北省人民医院基建处的刘阔和沈宇浩两位工程师也参与其中部分章节的编写。本书的编写和出版得到了很多朋友的大力支持,值此图书出版发行之际,向他们表示衷心的感谢。同时,也深深感谢支持和关心本书出版的所有朋友。

本书可作为理工科院校土木、力学和隧道等专业的本科生、研究生及教师学习 ANSYS 软件的学习教材,也可作为从事土木建筑工程、水利工程等专业的科研人员学习使用 ANSYS 的参考用书。

编者

2022 年 7 月



Note

0-1

目 录

Contents



第 1 章 ANSYS 2021 R1 图形用户界面	1
1.1 ANSYS 2021 R1 图形用户界面的组成	2
1.2 启动图形用户界面	3
1.3 菜单栏	4
1.3.1 文件菜单	4
1.3.2 选取菜单	6
1.3.3 列表菜单	9
1.3.4 绘图菜单	13
1.3.5 绘图控制菜单	13
1.3.6 工作平面菜单	21
1.3.7 参量菜单	23
1.3.8 宏菜单	26
1.3.9 菜单控制	27
1.4 输入窗口	27
1.5 主菜单	28
1.5.1 优选项	29
1.5.2 预处理器	29
1.5.3 求解器	34
1.5.4 通用后处理器	37
1.5.5 时间历程后处理器	40
1.5.6 记录编辑器	41
1.6 输出窗口	42
1.7 工具条	42
1.8 图形窗口	43
1.8.1 图形显示	43
1.8.2 多窗口绘图	45
1.8.3 增强图形显示	48
第 2 章 建立实体模型	49
2.1 坐标系简介	50
2.1.1 总体和局部坐标系	50
2.1.2 显示坐标系	52
2.1.3 节点坐标系	53



Note

2.1.4	单元坐标系	53
2.1.5	结果坐标系	54
2.2	自顶向下建模(体素)	54
2.2.1	创建面体素	54
2.2.2	创建实体体素	55
2.3	自底向上建模	57
2.3.1	关键点	57
2.3.2	硬点	59
2.3.3	线	60
2.3.4	面	62
2.3.5	体	63
2.4	工作平面的使用	65
2.4.1	定义一个新的工作平面	66
2.4.2	控制工作平面的显示和样式	66
2.4.3	移动工作平面	66
2.4.4	旋转工作平面	67
2.4.5	还原一个已定义的工作平面	67
2.4.6	工作平面的高级用途	67
2.5	使用布尔操作修正几何模型	69
2.5.1	布尔运算的设置	69
2.5.2	布尔运算之后的图元编号	70
2.5.3	交运算	70
2.5.4	两两相交	71
2.5.5	相加	72
2.5.6	相减	72
2.5.7	利用工作平面作减运算	73
2.5.8	搭接	74
2.5.9	分割	74
2.5.10	黏接(或合并)	75
2.6	移动、复制和缩放几何模型	75
2.6.1	按照样本生成图元	76
2.6.2	由对称映像生成图元	76
2.6.3	将样本图元转换到坐标系	77
2.6.4	实体模型图元的缩放	77
2.7	实例——悬臂梁的实体建模	78
2.7.1	GUI方式	78
2.7.2	命令流方式	85



第 3 章 划分网格	86
3.1 有限元网格概论	87
3.2 设定单元属性	87
3.2.1 生成单元属性表	88
3.2.2 分配单元属性	88
3.3 网格划分的控制	90
3.3.1 ANSYS 网格划分工具	91
3.3.2 映射网格默认尺寸	93
3.3.3 局部网格划分控制	94
3.3.4 内部网格划分控制	95
3.3.5 生成过渡棱锥单元	97
3.4 自由网格划分和映射网格划分控制	98
3.4.1 自由网格划分	98
3.4.2 映射网格划分	99
3.5 延伸和扫略生成有限元模型	103
3.5.1 延伸生成网格	103
3.5.2 扫略生成网格	105
3.6 修正有限元模型	107
3.6.1 局部细化网格	108
3.6.2 移动和复制节点和单元	110
3.6.3 控制面、线和单元的法向	111
3.6.4 修改单元属性	112
3.7 编号控制	112
3.7.1 合并重复项	112
3.7.2 编号压缩	113
3.7.3 设定起始编号	114
3.7.4 编号偏差	115
第 4 章 施加载荷	116
4.1 载荷概论	117
4.1.1 什么是载荷	117
4.1.2 载荷步、子步和平衡迭代	118
4.1.3 时间参数	118
4.1.4 阶跃载荷与坡道载荷	119
4.2 施加载荷	120
4.2.1 实体模型载荷与有限单元载荷	120
4.2.2 施加载荷	121
4.2.3 利用表格来施加载荷	126



Note



Note

4.2.4	轴对称载荷与反作用力	128
4.2.5	利用函数来施加载荷和边界条件	129
4.3	设定载荷步选项	131
4.3.1	通用选项	132
4.3.2	非线性选项	135
4.3.3	动力学分析选项	135
4.3.4	输出控制	136
4.3.5	毕-萨选项	137
4.3.6	谱分析选项	137
4.3.7	创建多载荷步文件	137
4.4	实例——悬臂梁的载荷和约束施加	139
4.4.1	GUI 方式	139
4.4.2	命令流方式	140
第 5 章	求解	141
5.1	求解概论	142
5.1.1	使用直接求解法	143
5.1.2	使用稀疏矩阵直接求解法求解器	143
5.1.3	使用雅可比共轭梯度法求解器	143
5.1.4	使用不完全分解共轭梯度法求解器	143
5.1.5	使用预条件共轭梯度法求解器	144
5.1.6	使用自动迭代解法选项	145
5.1.7	使用分块解法	145
5.1.8	获得解答	145
5.2	利用特定的求解控制器指定求解类型	146
5.2.1	使用简化求解菜单选项	146
5.2.2	使用求解控制对话框	147
5.3	多载荷步求解	148
5.3.1	多重求解法	148
5.3.2	使用载荷步文件法	148
5.3.3	使用数组参数法(矩阵参数法)	149
5.4	重新启动分析	151
5.4.1	重新启动一个分析	152
5.4.2	多载荷步文件的重启动分析	155
5.5	实例——悬臂梁模型求解	157
第 6 章	后处理	158
6.1	后处理概述	159
6.1.1	检查分析结果	159



6.1.2	结果文件	160
6.1.3	可用数据类型	160
6.2	通用后处理器	161
6.2.1	读入结果数据库	161
6.2.2	列表显示结果	164
6.2.3	图像显示结果	170
6.2.4	在路径上映射结果	178
6.3	时间历程后处理器	184
6.3.1	定义和储存变量	184
6.3.2	检查变量	187
6.3.3	其他功能	189
6.4	实例——悬臂梁计算结果后处理	190
6.4.1	GUI方式	190
6.4.2	命令流方式	194
第7章	APDL及土木工程中常用单元简介	195
7.1	APDL简介	196
7.1.1	APDL概述	196
7.1.2	参数定义	196
7.1.3	流程控制	197
7.1.4	宏	198
7.1.5	函数和表达式	200
7.1.6	APDL应用实例	200
7.2	土木工程常用ANSYS单元介绍	203
7.2.1	杆(LINK)单元	203
7.2.2	弹簧(COMBIN)单元	209
7.2.3	梁(BEAM)单元	211
7.2.4	平面(PLANE)单元	219
7.2.5	壳(SHELL)单元	224
7.2.6	质量(MASS21)单元	228
7.2.7	实体(SOLID)单元	228
第8章	ANSYS隧道工程应用实例分析	231
8.1	隧道工程相关概念	232
8.1.1	隧道工程设计模型	232
8.1.2	隧道结构的数值计算方法	234
8.1.3	隧道载荷	235
8.2	ANSYS模拟隧道施工过程的实现	236
8.2.1	单元生死	236



Note

8.2.2	DP 材料模型	240
8.3	ANSYS 隧道结构受力实例分析	243
8.3.1	ANSYS 隧道结构受力分析步骤	243
8.3.2	实例描述	247
8.3.3	GUI 操作方法	248
8.3.4	命令流实现	268
8.4	ANSYS 隧道开挖模拟实例分析	269
8.4.1	实例描述	269
8.4.2	ANSYS 模拟施工步骤	269
8.4.3	GUI 操作方法	270
8.4.4	命令流实现	321
第 9 章	ANSYS 边坡工程应用实例分析	322
9.1	边坡工程概述	323
9.1.1	边坡工程	323
9.1.2	边坡变形破坏基本原理	323
9.1.3	影响边坡稳定性的因素	324
9.1.4	边坡稳定性的分析方法	324
9.2	ANSYS 边坡稳定性分析的步骤	326
9.2.1	创建物理环境	326
9.2.2	建立模型和划分网格	328
9.2.3	施加约束和载荷	328
9.2.4	求解	329
9.2.5	后处理	329
9.2.6	补充说明	329
9.3	ANSYS 边坡稳定性实例分析	329
9.3.1	实例描述	329
9.3.2	GUI 操作方法	330
9.3.3	计算结果分析	359
9.3.4	命令流实现	359
第 10 章	ANSYS 水利工程应用实例分析	360
10.1	水利工程概述	361
10.2	用 ANSYS 进行重力坝抗震性能分析的步骤	361
10.2.1	创建物理环境	362
10.2.2	建立模型和划分网格	364
10.2.3	施加约束和载荷	364
10.2.4	求解	365
10.2.5	后处理	367



10.3	用 ANSYS 进行重力坝抗震性能分析实例	367
10.3.1	实例介绍	367
10.3.2	GUI 操作方法	367
10.3.3	命令流实现	405
第 11 章	ANSYS 桥梁工程应用实例分析	406
11.1	引言	407
11.2	典型桥梁分析模拟过程	407
11.2.1	创建物理环境	407
11.2.2	建模、指定特性、分网	412
11.2.3	施加边界条件和载荷	413
11.2.4	求解	415
11.2.5	后处理(查看计算结果)	422
11.3	钢桁架桥静力受力分析	425
11.3.1	问题描述	425
11.3.2	GUI 操作方法	426
11.3.3	命令流实现	441
11.4	钢桁架桥模态分析	442
11.4.1	问题描述	442
11.4.2	GUI 操作方法	442
11.4.3	命令流实现	448
第 12 章	ANSYS 房屋建筑工程应用实例分析	449
12.1	引言	450
12.2	建筑结构分析模拟过程	450
12.2.1	创建物理环境	450
12.2.2	建模、指定特性、分网	454
12.2.3	施加边界条件和载荷	455
12.2.4	求解	456
12.2.5	后处理(查看计算结果)	464
12.3	三层框架结构地震响应分析	465
12.3.1	问题描述	466
12.3.2	GUI 操作方法	466
12.3.3	命令流实现	480
12.4	框架结构模拟建模	481
12.4.1	问题描述	481
12.4.2	GUI 操作方法	481
12.4.3	命令流实现	489
二维码索引	490



Note

清华大学出版社

第 7 章

ANSYS 2021 R1 图形用户界面



ANSYS 功能强大,操作复杂,对一个新手来说,图形用户界面(GUI)是最常用的界面,几乎所有的操作都是在图形用户界面上进行的。它提供用户和 ANSYS 程序之间的交互。所以,首先熟悉图形用户界面是很有必要的。



- ◆ ANSYS 2021 R1 图形用户界面的组成
- ◆ 启动图形用户界面
- ◆ ANSYS 2021 R1 主菜单

1.1 ANSYS 2021 R1 图形用户界面的组成

图形用户界面使用命令的内部驱动机制,使每一个 GUI(图形用户界面)操作对应一个或若干个命令。操作对应的命令保存在输入日志文件(Jobname.log)中。所以,图形用户界面可以使用户在对命令了解很少或几乎不了解的情况下完成 ANSYS 分析。ANSYS 提供的图形用户界面还具有直观、分类科学的优点,方便用户的学习和应用。

标准的图形用户界面如图 1-1 所示,包括 10 个部分。

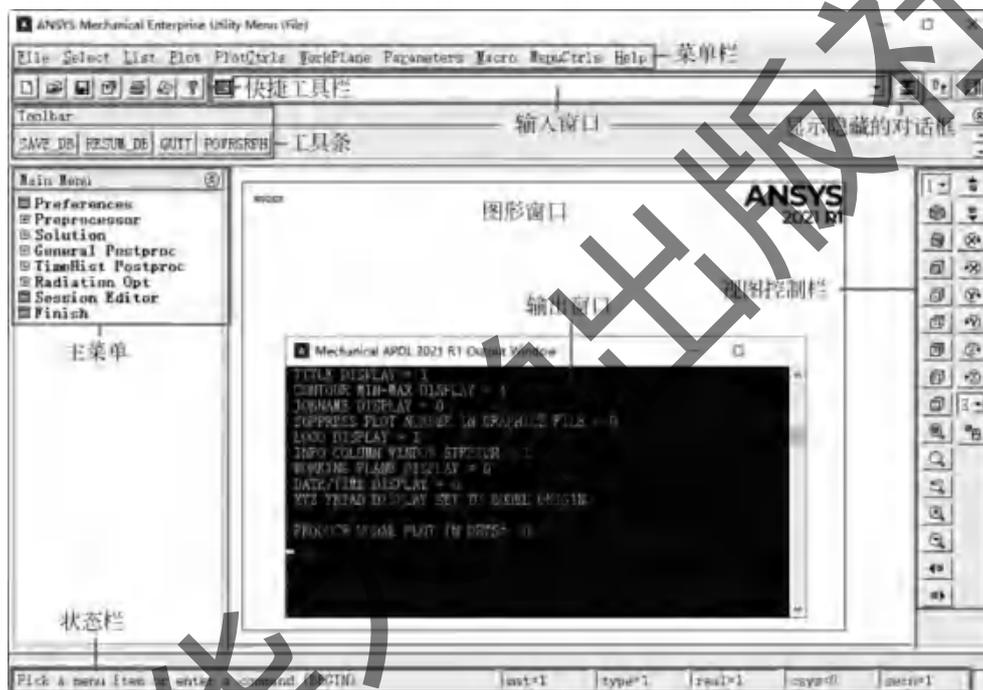


图 1-1 标准图形用户界面

1. 菜单栏

菜单栏包括文件操作(File)、选择功能(Select)、数据列表(List)、图形显示(Plot)、视图环境控制(PlotCtrls)、工作平面(WorkPlane)、参数(Parameters)、宏命令(Macro)、菜单控制(MenuCtrls)和帮助(Help)10个下拉菜单,囊括了 ANSYS 的绝大部分系统环境配置功能。在 ANSYS 运行的任何时候均可以访问该菜单。

2. 快捷工具栏

快捷工具栏为常用的新建、打开、保存数据文件、视图旋转、抓图软件、报告生成器和帮助操作,提供了方便快捷的方式。

3. 输入窗口

ANSYS 提供了 4 种输入方式:常用的 GUI(图形用户界面)输入、命令输入、使用



工具条和调用批处理文件。在这个窗口可以输入 ANSYS 的各种命令,在输入命令过程中,ANSYS 自动匹配待选命令的输入格式。

4. 显示隐藏的对话框

在对 ANSYS 进行操作的过程中,会弹出很多对话框,重叠的对话框会隐藏,单击输入栏右侧第一个按钮,便可以迅速显示隐藏的对话框。

5. 工具条

工具条包括一些常用的 ANSYS 命令和函数,是执行命令的快捷方式。用户可以根据需要对该窗口中的快捷命令进行编辑、修改和删除等操作,最多可设置 100 个命令按钮。

6. 图形窗口

该图形窗口显示 ANSYS 的分析模型、网格、求解收敛过程、计算结果云图、等值线、动画等图形信息。

7. 主菜单

主菜单几乎涵盖了 ANSYS 分析过程的全部菜单命令,按照 ANSYS 分析过程进行排列,依次是个性设置(Preferences)、前处理(Preprocessor)、求解器(Solution)、通用后处理器(General Postproc)、时间历程后处理(TimeHist, Postproc)、辐射选项(Radiation Opt)、进程编辑(Session Editor)和完成(Finish)。

8. 视图控制栏

用户可以利用这些快捷方式方便地进行视图操作,如前视、后视、俯视、旋转任意角度看、放大或缩小、移动图形等,调整到用户最佳视图角度。

9. 输出窗口

该窗口的主要功能在于同步显示 ANSYS 对已进行的菜单操作或已输入命令的反馈信息,用户输入命令或菜单操作的出错信息和警告信息等,关闭此窗口,ANSYS 将强行退出。

10. 状态栏

这个位置显示 ANSYS 的一些当前信息,如当前所在的模块、材料属性、单元实常数及系统坐标等。



Note

1.2 启动图形用户界面

有两种启动 ANSYS 的方式:命令方式和菜单方式。由于命令方式复杂且不直观,所以不予以介绍。

ANSYS 菜单运行方式分为:交互方式和批处理方式两种。

单击“开始”→“所有程序”→“ANSYS 2021 R1”→“Mechanical APDL(ANSYS)”,可以看到如下一些选项:

- ◆ ANSYS Client Licensing Settings: ANSYS 客户许可,其中包括 Client

ANSLIC_ADMIN Utility(客户端认证管理)和 User License Preferences(使用者参数认证)。

- ◆ Aqwa 2021 R1: 水动力学有限元分析模块。
- ◆ Animate 2021 R1: 播放视频剪辑。
- ◆ ANS_ADMIN 2021 R1: 运行 ANSYS 的设置信息。可以在这里配置 ANSYS 程序,添加或者删除某些许可证号。



Note

1.3 菜单栏

菜单栏(Utility Menu)包含了 ANSYS 全部的公用函数,如文件控制、选取、图形控制、参数设置等,采用下拉菜单结构。该菜单具有非模态性质(也就是以非独占形式存在的),允许在任何时刻(即在任何处理器下)进行访问,使用起来更为方便和友好。

每一个菜单都是一个下拉菜单,在下拉菜单中,要么包含了折叠子菜单(以“→”符号表示),要么执行某个动作,有如下 3 种动作:

- ◆ 立刻执行一个函数或者命令。
- ◆ 打开一个对话框(以“...”指示)。
- ◆ 打开一个选取菜单(以“+”指示)。

可以利用快捷键打开菜单栏,例如可以按 Alt+F 键打开 File 菜单。

菜单栏有 10 个内容,下面对其中的重要部分做简要说明(按 ANSYS 本身的顺序排列)。

1.3.1 文件菜单

File(文件)菜单包含了与文件和数据库有关的操作,如清空数据库、存盘、恢复等。有些菜单只能在 ANSYS 开始时才能使用,如果在后面使用,会清除已经进行的操作,所以要小心使用。除非确有把握,否则不要使用 Clear & Start New 菜单操作。

1. 设置工程名和标题

通常,工程名都是在启动对话框中定义,但也可以在文件菜单中重新定义。

- ◆ File→Clear & Start New 命令用于清除当前的分析过程,并开始一个新的分析。新的分析以当前工程名进行,它相当于退出 ANSYS 后,再以 Run Interactive 方式重新进入 ANSYS 图形用户界面。
- ◆ File→Change Jobname 命令用于设置新的工程名,后续操作将以新设置的工程名作为文件名。打开的对话框如图 1-2 所示,在打开的对话框中,输入新的工程名。

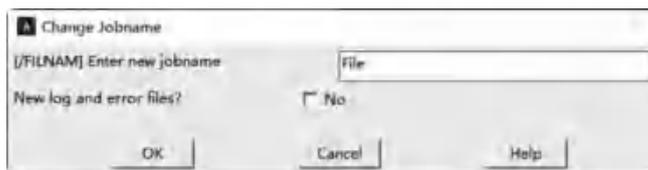


图 1-2 改变工程名



Note

- ◆ New log and error files 选项用于设置是否使用新的记录和错误信息文件,如果选中 Yes 复选框,则原来的记录和错误信息文件将关闭,但并不删除,相当于退出 ANSYS 并重新开始一个工程。取消选中 Yes 复选框时,表示不追加记录和错误信息到先前的文件中。尽管是使用先前的记录文件,但数据库文件已经改变了名字。
- ◆ File→Change Directory 命令用于设置新的工作目录,后续操作将在新设置的工作目录内进行。打开的对话框如图 1-3 所示,在打开的“浏览文件夹”对话框中,选择工作目录。ANSYS 不支持中文,这里目录要选择英文目录。



图 1-3 “浏览文件夹”对话框

当完成了实体模型建立操作,但不敢确定分网操作是否正确时,就可以在建模完成后保存数据库,并设置新的工程名,这样,即使分网过程中出现不可恢复或恢复很复杂的操作,也可以用原来保存的数据库重新分网。对这种情况,也可以用保存文件来获得。

- ◆ File→Change Title 命令用于在图形窗口中定义主标题。可以用“%”号来强制进行参数替换。

例如,首先定义一个时间字符串参量 TM,然后在定义主标题中强制替换:

```
TM = '3:05'
/TITLE, TEMPERATURE CONTOURS AT TIME = % TM %
```

其中“/TITLE”是该菜单操作的对应命令。这样在图形窗口中显示的将是:

```
TEMPERATURE CONTOURS AT TIME = 3:05.
```

2. 保存文件

要养成经常保存文件的习惯。

- ◆ File→Save as Jobname. db 命令用于将数据库保存为当前工程名。对应的命令是 SAVE,对应的工具条快捷按钮为 Toolbar→SAVE_DB。
- ◆ File→Save as 命令用于打开“Save DataBase”对话框,可以选择路径或更改名



称,另存文件。

- ◆ File→Write db log file 命令用于把数据库内的输入数据写到一个记录文件中,从数据库写入的记录文件和操作过程的记录可能并不一致。

3. 读入文件

有多种方式可以读入文件,包括读入数据库、读入命令记录和输入其他软件生成的模型文件。

- ◆ File→Resume Jobname. db 和 Resume from 命令用于恢复一个工程。前者恢复的是当前正在使用的工程,而后者恢复用户选择的工程。但是,只有那些存在数据库文件(.db)的工程才能恢复,这种恢复也就是把数据库读入并在 ANSYS 中解释执行。
- ◆ File→Read Input From 命令用于读入并执行整个命令序列,如记录文件。当只有记录文件(LOG)而没有数据库文件时(由于数据库文件通常很大,而命令记录文件很小,所以通常用记录文件进行交流),就有必要用到该命令。如果对命令很熟悉,甚至可以选择喜欢的编辑器来编辑输入文件,然后用该函数读入,它相当于用批处理方式执行某个记录文件。
- ◆ File→Import 和 File→Export 命令用于提供与其他软件的接口,如从 Pro/E 中输入几何模型。如果对这些软件很熟悉,在其中创建几何模型可能会比在 ANSYS 中建模方便一些。ANSYS 支持的输入接口有 IGES、CATIA、SAT、Pro/E、UG、PARA 等,输出接口为 IGES。但是它们需要 License 支持,并要保证其输入/输出版本之间的兼容,否则可能不会识别,文件传输错误。
- ◆ File→Report Generator 命令用于生成文件的报告,可以是图像形式的报告,也可以是文件形式的,这大大提高了 ANSYS 分析之间的信息交流。

4. 退出 ANSYS

File→Exit 命令用于退出 ANSYS,选择该命令将打开退出对话框,询问在退出前是否保存文件,或者保存哪些文件(图 1-4)。但是使用/EXIT 命令前,应当先保存那些以后需要的文件,因为该命令不会有提示信息。在工具条上,QUIT 按钮也是用于退出 ANSYS 的快捷按钮。

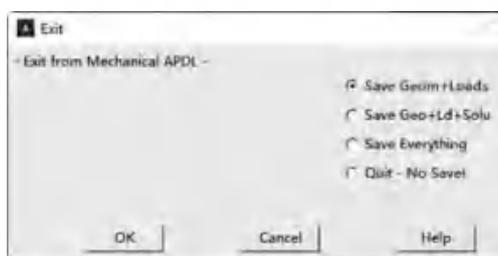


图 1-4 “退出”对话框

1.3.2 选取菜单

Select(选取)菜单包含了选取数据子集和创建组件部件的命令。



Note

1. 选取图元

Select→Entities 命令用于在图形窗口上选取图元。选择该命令时,打开如图 1-5 所示的选取图元对话框。该对话框经常使用,这里详细介绍。

(1) 选取类型表示要选取的图元,包括节点、单元、体、面、线和关键点。每次只能选择一种图元类型。

(2) 选取标准表示通过什么方式来选取,包括如下选取标准:

- ◆ By Num/Pick: 通过在输入窗口中输入图元号或者在图形窗口中直接选取。
- ◆ Attached to: 通过与其他类型图元相关联来选取,而其他类型图元应该是已选取好的。
- ◆ By Location: 通过定义笛卡儿坐标系的 X、Y、Z 轴来构成一个选择区域,并选取其中的图元,可以一次定义一个坐标,单击“Apply”按钮后,再定义其他坐标内的区域。
- ◆ By Attribute: 通过属性选取图元。可以通过图元或与图元相连的单元的材料号、单元类型号、实常数号、单元坐标系号、分割数目、分割间距比等属性来选取图元。需要设置这些号的最小值、最大值以及增量。
- ◆ Exterior: 选取已选图元的边界。如单元的边界为节点,面的边界为线。如果已经选择了某个面,那么执行该命令就能选取该面边界上的线。
- ◆ By Result: 选取结果值在一定范围内的节点或单元。执行该命令前,必须把所要的结果保存在单元中。

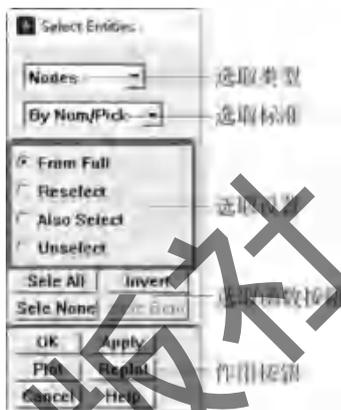


图 1-5 选取图元对话框

对单元而言,还可以通过单元名称(By Elem Name)选取,或者选取生单元(Live Elem's),或者选取与指定单元相邻的单元。对单元图元类型,除了上述基本方式外,有的还有其独有的选取标准。

(3) 选取设置用于设置选取的方式,有如下几种方式:

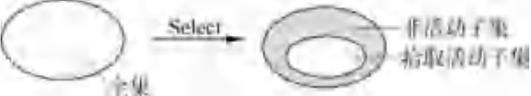
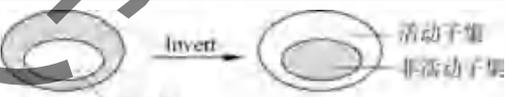
- ◆ From Full: 从整个模型中选取一个新的图元集合。
- ◆ Reselect: 从已选取好的图元集合中再次选取。
- ◆ Also Select: 把新选取的图元加到已存在的图元集合中。
- ◆ Unselect: 从当前选取的图元中去掉一部分图元。

(4) 选取函数按钮是一个即时作用按钮,也就是说,一旦单击该按钮,选取已经发生。也许在图形窗口中看不出来,用/Replot 命令来重画,这时就可以看出其发生了作用。有 4 个按钮:

- ◆ Sele All: 全选该类型下的所有图元。
- ◆ Sele None: 撤销该类型下的所有图元的选取。
- ◆ Invert: 反向选择。不选择当前已选取的图元集合,而选取当前没有选取的图元集合。
- ◆ Sele Belo: 选取已选取图元以下的所有图元。例如,如果当前已经选取了某个面,则单击该按钮后,将选取所有属于该面的点和线。

选取设置及选取函数的说明如表 1-1 所示。

表 1-1 图元选择模式的图示

Select 从所有数据组中选择项目	
Reselect 从所选择的子集中选择(再次)	
Also Select 在当前子集中加入不同的子集	
Unselect 从当前子集中减去一部分	
Select All 拾取所有数据	
Select None 吊销所有数据(与选择所有相反)	
Invert 在当前激活的部分和吊销的部分之间转换	

(5) 作用按钮与多数对话框中的按钮意义一样。不过在该对话框中,多了 Plot 和 Replot 按钮,可以很方便地显示选择结果,只有那些选取的图元才出现在图形窗口中。使用这项功能时,通常需要单击 Apply 按钮而不是 OK 按钮。

要注意的是,尽管一个图元可能属于另一个项目的图元,但这并不影响选择。例如,当选择了线集合 SL,而这些线可能不包含关键点 K1,如果此时执行线的显示,则看不到关键点 K1,但执行关键点的显示时 K1 依然会出现,表示它仍在关键点的选择集合之中。

2. 组件和部件

Select→Comp/Assembly 命令用于对组件和部件进行操作。简单地说,组件就是选取的某类图元的集合,部件则是组件的集合。部件可以包含部件和组件,而组件只能包含某类图元。可以创建、编辑列表和选择组件或部件。通过该子菜单,就可以定义某些选取集合,以后直接通过名字对该集合进行选取,或者进行其他操作。

3. 全部选择

Select→Everything 命令用于选择模型所有项目下的所有图元,对应的命令是



“ALLSEL,ALL”。若要选择某个项目的所有图元,选择 Select→Entities 命令,在打开的对话框中单击“Sele All”按钮。

Select→Everything Below 命令用于选择某种类型以及包含于该类型下的所有图元,对应的命令为“ALLSEL,BELOW”。

例如,“ALLSEL,BELOW,LINE”命令用于选择所有线及所有关键点,而“ALLSEL,BELOW,NODE”命令用于选取所有节点及其下的体、面、线和关键点。

要注意的是,在许多情况下,需要在整个模型中进行选取或其他操作,而程序仍保留着上次选取的集合。所以,要时刻明白当前操作的对象是整个模型或其中的子集。当用户不是很清楚时,一个较好但稍嫌麻烦的方法是:每次选取子集并完成对应的操作后,使用 Select→Everything 命令恢复全选。

1.3.3 列表菜单

List(列表)菜单用于列出存在于数据库的所有数据,还可以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。它将打开一个新的文本窗口,其中显示想要查看的内容。许多情况下,需要用列表菜单来查看信息,如图 1-6 所示是列表显示记录文件的结果。

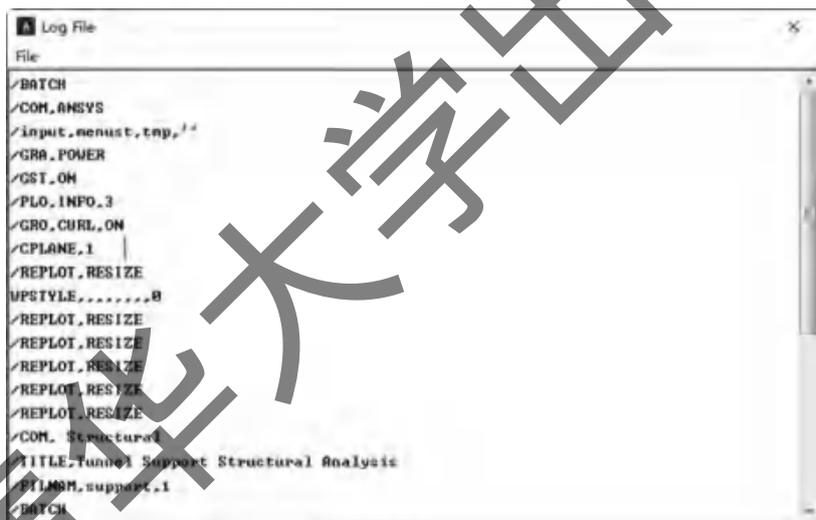


图 1-6 列表显示记录文件的结果

1. 文件和状态列表

List→File→Log File 命令用于查看记录文件的内容,也可以用其他编辑器打开文件。

List→File→Error File 命令用于列出错误信息文件的内容。

List→Status 命令用于列出各个处理器下的状态,可以获得与模型有关的所有信息。这是一个很有用的操作,对应的命令为 * STATUS,可以列表的内容包括:

- ◆ Global Status: 列出系统信息。
- ◆ Graphics: 列出窗口设置信息。
- ◆ Working Plane: 列出工作平面信息,如工作平面类型、捕捉设置等。





Note

- ◆ Parameters: 列出参量信息。可以列出所有参量的类型和维数,但对数组参量,要查看其元素值时,则需要指定参量名列表。
- ◆ P-Method: 列出 P 方法的设置选项,包括阶数、收敛设置等。该操作只能在预处理器/PREP7 或求解器/SOLU 下才能使用。
- ◆ Preprocessor: 列出预处理器下的某些信息。该菜单操作只有在预处理器下才能使用。
- ◆ Solution: 列出求解器下的某些信息。该操作只有进入求解器后才能使用。
- ◆ General Postproc: 列出后处理器下的某些信息。该操作只有进入通用后处理器后才能使用。
- ◆ TimeHist Postproc: 列出时间历程后处理器下的某些信息。该操作只有进入时间历程后处理器后才能使用。
- ◆ Design Opt: 列出优化设计的设置选项。该操作只有进入优化处理器/OPT 才能使用。
- ◆ Run-Time Stats: 列出运行状态信息。包括运行时间、文件大小的估计信息。只有在运行时间状态处理器下才能使用该菜单操作。
- ◆ Radiation Matrix: 列出辐射矩阵信息。
- ◆ Configuration: 列出整体的配置信息。它只能在开始级下使用。

2. 图元列表

List→Keypoints: 用于列出关键点的详细信息,可以只列出关键点的位置,也可以列出坐标位置和属性,但它只列出当前选择的关键点,所以,为了查看某些关键点的信息,首先需要用 Utility→Select 命令选择好关键点,然后再应用该命令操作(特别是关键点很多时)。列表显示的关键点信息如图 1-7 所示。

NO.	X,Y,Z LOCATION	THXV, THVZ, THXZ	ANGLES
1	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.166667	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.833333E-01	0.000000
4	0.166667	0.833333E-01	0.000000
5	0.100000	0.100000	0.000000
6	0.500000E-01	0.500000E-01	0.000000
7	0.500000E-01	0.500000E-01	0.000000
8	0.500000E-01	0.000000	0.000000
9	0.100000	0.000000	0.000000
10	0.150000	0.000000	0.000000
11	0.100000	0.500000E-01	0.000000
12	0.100000	0.500000E-01	0.000000
13	0.500000E-01	0.500000E-01	0.000000
14	0.500000E-01	0.500000E-01	0.000000
15	0.000000	0.500000E-01	0.000000
16	0.100000	0.500000E-01	0.000000
17	0.100000	0.500000E-01	0.000000
18	0.500000E-01	0.500000E-01	0.000000
19	0.100000E-01	0.500000E-01	0.000000
20	0.100000	0.000000	0.000000

图 1-7 列表显示关键点信息



Note

- ◆ List→Lines: 用于列出线的信息,如组成线的关键点、线段长度等。
- ◆ List→Areas: 用于列出面的信息。
- ◆ List→Volumes: 用于列出体的信息。
- ◆ List→Elements: 用于列出单元的信息。
- ◆ List→Nodes: 用于列出节点信息,在打开的对话框中,可以选择是否列出节点在柱坐标中的位置,选择列表的排序方式,如以节点号排序、以 X 坐标值排序等。
- ◆ List→Components: 用于列出部件或者组件的内容。对组件,将列出其包含的图元;对部件,将列出其包含的组件或其他部件。

3. 模型查询选取器

- ◆ List→Lines: 用于列出线的信息,如组成线的关键点、线段长度等。
- ◆ List→Areas: 用于列出面的信息。
- ◆ List→Volumes: 用于列出体的信息。
- ◆ List→Elements: 用于列出单元的信息。
- ◆ List→Nodes: 用于列出节点信息,在打开的对话框中,可以选择是否列出节点在柱坐标中的位置,选择列表的排序方式,如以节点号排序、以 X 坐标值排序等。
- ◆ List→Components: 用于列出部件或者组件的内容。对组件,将列出其包含的图元;对部件,将列出其包含的组件或其他部件。
- ◆ List→Picked Entities: 这是一个非常有用的命令,选择该命令将打开一个选取对话框,称为模型查询选取器。可以从模型上直接选取感兴趣的图元,并查看相关信息,也能够提供简单的集合/载荷信息。当用户在一个已存在的模型上操作,或者想要施加与模型数据相关的力和载荷时,该功能特别有用。

模型查询选取器的对话框如图 1-8 所示,在该选取器中,选取指示包括 Pick(选取)和 Unpick(撤销选取),可以在图形窗口中单击鼠标右键在选取和撤销之间进行切换。

通过选取模式,可以设置是单选图元,还是用矩形框、圆形或其他区域来选取包含于其中的图元。当只选取极为少量图元时,建议采用单选,当图元较多并具有一定规则时,就应当采用区域包含方式来选取。

查询项目和列表选项包括属性、距离、面积、其上的各种载荷、初始条件等,可以通过它来显示感兴趣的项目。



图 1-8 模型查询选取器



Note

选取跟踪是对选取情况的描述,例如已经选取的数目、最大最小选取数目、当前选取的图元号,通过该选取跟踪来确认选区是否正确。

键盘输入选项决定是直接输入图元号,还是通过迭代输入。迭代输入时,需要输入其最小值、最大值以及增长值。当输入较多个有一定规律的图元号时,用该方法是合适的。这时,需要先设置好键盘输入的含义,然后在文本框中输入数据。

以上方法都是通过产生一个新对话框来显示信息,也可以直接在图形窗口上显示对应信息,这就需要打开三维注释(Generate 3D Anno)功能。由于其具有三维功能,所以旋转视角后也能够保持在图元中的适当位置,便于查看。

也可以像其他三维注释一样,修改查询注释。菜单路径为 Utility Menu: PlotCtrls→Annotate→Create 3D Annotation。

4. 属性列表

List→Properties 命令用于列出单元类型、实常数设置、材料属性等。

对某些 BEAM 单元,可以列出其截面属性。对层单元,列出层属性。对非线性材料,列出非线性数据表。

可以对所有项目进行列表,也可以只对某些项目的属性列表。

5. 载荷列表

List→Loads 命令用于列出施加到模型的载荷方向、大小。这些载荷包括:

- ◆ DOF Constraints: 自由度约束,可以列出全部或者指定节点、关键点、线、面上的自由度约束。
- ◆ Force: 集中力,可以列出全部或者指定节点或者关键点上的集中力。
- ◆ Surface Loads: 列出节点、单元、线、面上的表面载荷。
- ◆ Body Surface: 列出节点、单元、线、面、体、关键点上的体载荷。可以列出所有图元上的体载荷,也可以列出指定图元上的体载荷。
- ◆ Inertia Loads: 列出惯性载荷。
- ◆ Solid Model Loads: 列出所有实体模型的边界条件。
- ◆ Initial Conditions: 列出节点上的初始条件。
- ◆ Elem Init Condt's: 列出单元上定义的初始条件。

需要注意的是:上面提到的“所有”,是依赖于当前选取状态的。这种列表有助于查看载荷施加是否正确。

6. 结果列表

List→Results 命令用于列出求解所得的结果(如节点位移、单元变形等),求解状态(如残差、载荷步),定义的单元表,轨线数据等。

通过对感兴趣区域的列表,来确定求解是否正确。该列表操作只有在通用后处理器中把结果数据读入数据库后才能进行。

7. 其他列表

List→Others 命令用于对其他不便于归类的选项进行列表显示,但这并不意味着这些列表选项不重要。可以对如下项目进行列表,这些列表后面都将用到,这里不详细叙述其含义。



Note

- ◆ Local Coord Sys: 显示定义的所有坐标系。
- ◆ Master DOF: 主自由度。在缩减分析时,需要用它来列出主自由度。
- ◆ Gap Conditions: 缝隙条件。
- ◆ Coupled Sets: 列出耦合自由度设置。
- ◆ Constraints Eqns: 列出约束方程的设置。
- ◆ Parameters 和 Named Parameters: 列出所有参量或者某个参量的定义及值。
- ◆ Components: 列出部件或者组件的内容。
- ◆ Database Summary: 列出数据库的摘要信息。
- ◆ Superelem Data: 列出超单元的数据信息。

1.3.4 绘图菜单

Plot(绘图)菜单用于绘制关键点、线、面、体、节点、单元和其他可以以图形显示的数据。绘图操作与列表操作有很多对应之处,所以这里简要叙述。

- ◆ Plot→Replot 命令用于更新图形窗口,许多命令执行之后,并不能自动更新显示,所以需要该操作来更新图形显示。由于其经常使用,所以用命令方式也许更快捷,可以在任何时候输入“/Repl”命令重新绘制。
- ◆ Keypoint、Lines、Areas、Volumes、Nodes、Elements 命令用于绘制单独的关键点、线、面、体、节点和单元。
- ◆ Specified Entites 命令用于绘制指定图元号范围内的单元,这有利于对模型进行局部观察。也可以首先用 Select 选取,然后用上面的方法绘制,不过用 Specified Entites 命令更为简单。
- ◆ Materials 命令用于以图形方式显示材料属性随温度的变化。这种图形显示是曲线图,在设置材料的温度特性时,也有必要利用该功能来显示设置是否正确。
- ◆ Data Tables 命令用于对非线性材料属性进行图示化显示。
- ◆ Array Parameters 命令用于对数组参量进行图形显示,这时需要设置图形显示的纵横坐标。对 Array 数组,用直方图显示;对 Table 形数组,则用曲线图显示。
- ◆ Result 命令用于绘制结果图。可以绘制变形图、等值线图、矢量图、轨线图、流线图、通量图、三维动画等。
- ◆ Multi-plots 命令是一个多窗口绘图指令。在建模或者其他图形显示操作中,多窗口显示有很多好处。例如,在建模中,一个窗口显示主视图,一个窗口显示俯视图,一个窗口显示左视图,这样就能够方便观察建模的结果。在使用该菜单操作前,需要用绘图控制设置好窗口及每个窗口的显示内容。
- ◆ Components 命令用于绘制组件或部件,当设置好组件或部件后,用该操作可以方便地显示模型的某个部分。

1.3.5 绘图控制菜单

PlotCtrls(绘图控制)菜单包含了对视图、格式和其他图形显示特征的控制。许多情况下,绘图控制对于输出正确、合理、美观的图形具有重要作用。

1. 观察设置

选择 PlotCtrls→Pan, Zoom, Rotate 命令, 打开一个移动、缩放和旋转对话框, 如图 1-9 所示。Window 表示要控制的窗口。多窗口时, 需要用该下拉列表框设置控制哪一个窗口。

视角方向代表查看模型的方向, 通常, 查看的模型是以其质心为焦点的。可以从模型的上 (Top)、下 (Bot)、前 (Front)、后 (Back)、左 (Left)、右 (Right) 方向查看模型, Iso 代表从较近的右上方查看, 坐标为 (1, 1, 1); Obliq 代表从较远的右上方看, 坐标为 (1, 2, 3); WP 代表从当前工作平面上查看。只需要单击对应按钮就可以切换到某个观察方向了。对三维绘图来说, 选择适当的观察方向, 与选取适当的工作平面具有同等重要的意义。

为了对视角进行更多控制, 可以用 PlotCtrl→View Settings 命令进行设置。

缩放选项通过定义一个方框来确定显示的区域, 其中, Zoom 按钮用于通过中心及其边缘来确定显示区域; Box Zoom 按钮用于通过一个方框的两个角来确定方框大小, 而不是通过中心; Win Zoom 按钮也是通过方框的中心及其边缘来确定显示区域的大小, 但与 Box Zoom 不同, 它只能按当前窗口的宽高比进行缩放; Back Up 按钮用于返回上一个显示区域。

移动、缩放按钮中, 点号代表缩放, 三角代表移动。

旋转按钮代表了围绕某个坐标轴旋转, 正号表示以坐标轴的正向为转轴。

速率滑动条代表了操作的程度。速率越大, 每次操作缩放、移动或旋转的程度越大, 速率的大小依赖于当前显示需要的精度。

动态模式表示可以在图形窗口中动态地移动、缩放和旋转模型。其中有两个选项:

- ◆ Model: 在 2D 图形设置下, 只能使用这种模式。在图形窗口中, 按下左键并拖动就可以移动模型, 按下右键并拖动就可以旋转模型, 按下中键 (对鼠标两键, 用 Shift+右键) 左右拖动表示旋转, 按下中键上下拖动表示缩放。
- ◆ Lights: 该模式只能在三维设备下使用。它可以控制光源的位置、强度以及模型的反光率; 按下左键并拖动鼠标沿 X 方向移动时, 可以增加或减少模型的反光率; 按下左键并拖动鼠标沿 Y 方向移动时, 将改变入射光源的强度。按下右键并拖动鼠标沿 X 方向移动时, 将使入射光源在 X 方向旋转; 按下右键并拖动鼠标沿 Y 方向移动时, 将使入射光源在 Y 方向旋转; 按下右键并拖动鼠标沿 X 方向移动时, 将使入射光源在 Z 方向旋转; 按下中键并拖动鼠标沿 X 方向移动时, 将使入射光源在 Z 方向旋转; 按下中键并拖动鼠标沿 Y 方向移动时, 将改变背景光的强度。

可以使用动态模式方便地得到需要的视角和大小, 但可能不够精确。



图 1-9 移动、缩放和旋转对话框



可以不打开 Pan, Zoom, Rotate 对话框直接进行动态缩放、移动和旋转。操作方法是：按住 Ctrl 键不放，图形窗口上将出现动态图标，然后就可以拖动鼠标左键、中键、右键进行缩放、移动或者旋转了。

2. 数字显示控制

PlotCtrls→Numbering 命令用于设置在图形窗口上显示的数字信息。它也是经常使用的一个命令，选择该命令打开的对话框如图 1-10 所示。

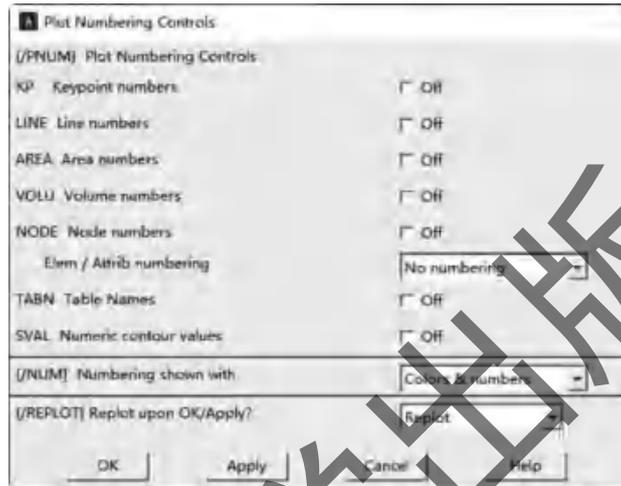


图 1-10 数字显示控制对话框

该对话框设置是否在图形窗口中显示图元号，包括关键点号(KP)、线号(LINE)、面号(AREA)、体号(VOLU)、节点号(NODE)。

对单元，可以设置显示的多项数字信息，如单元号、材料号、单元类型号、实常数号、单元坐标系号等，依次需要在“Elem/Attrib numbering”选项下进行选择。

TABN 选项用于显示表格边界条件。当设置了表格边界条件，并打开该选项时，表格名将显示在图形上。

SVAL 选项用于在后处理中显示应力值或者表面载荷值。

NUM 选项控制是否显示颜色和数字，有 4 种方式：

- ◆ Colors & numbers: 既用颜色又用数字标识不同的图元。
- ◆ Colors Only: 只用颜色标识不同图元。
- ◆ Numbers Only: 只用数字标识不同图元。
- ◆ No Color/numbers: 不标识不同图元，在这种情况下，即使设置要显示图元号，图形中也不会显示。

通常，当需要对某些具体图元进行操作时，打开该图元数字显示，便于通过图元号进行选取。例如，想对某个面加表面载荷，但又不知道该面的面号时，就打开面(AREA)号的显示。但要注意：不要打开过多的图元数字显示，否则图形窗口会很凌乱。

3. 符号控制

PlotCtrls→Symbols 命令用于决定在图形窗口中是否出现某些符号，包括边界条



Note

件符号(/PBC)、表面载荷符号(/PSF)、体载荷符号(/PBF)以及坐标系、线和面的方向线等符号(/PSYMB)。这些符号在需要的时候能提供明确的指示,但当不需要时,它们可能使图形窗口看起来很凌乱,所以在不需要时最好关闭它们。

符号控制对话框如图 1-11 所示。该对话框对应了多个命令,每个命令都有丰富的含义,对于更好地建模和显示输出具有重要意义。

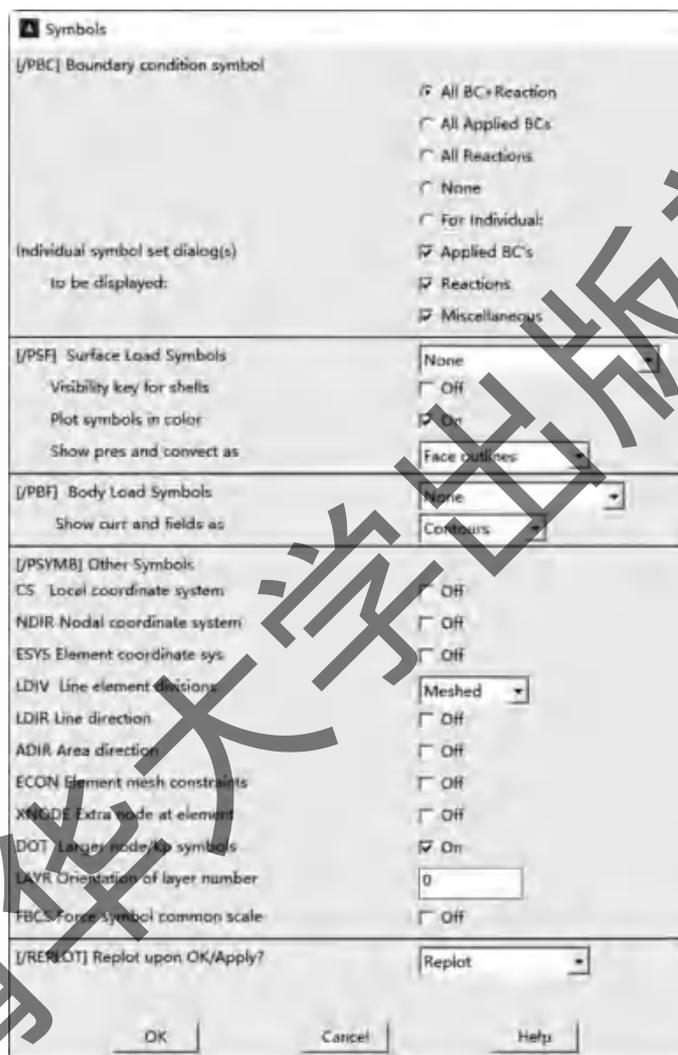


图 1-11 符号控制对话框

4. 样式控制

PlotCtrls→Style 命令用于控制绘图样式。它包含的命令如图 1-12 所示,在每个样式控制中都可以指定这种控制所适用的窗口号。

Hidden→Line Options 命令用于设置隐藏线选项,其中有 3 个主要选项:显示类型、表面阴影类型和是否使用增强图形功能(PowerGraphics)。显示类型包括了如下几种:

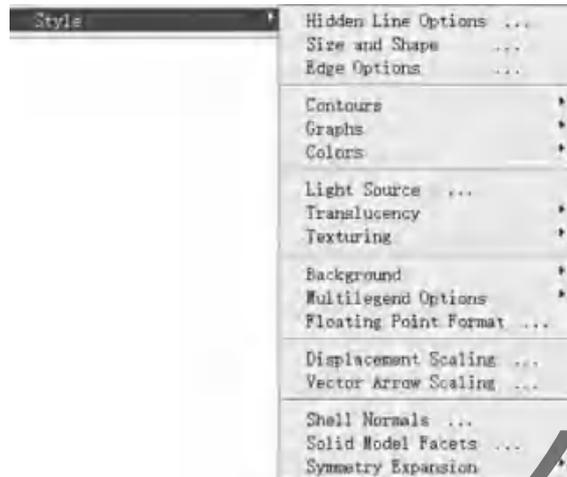


图 1-12 绘图样式子菜单

- ◆ BASIC 型(Non-Hidden): 没有隐藏,也就是说,可以透过截面看到实体内部的线或面。
- ◆ SECT 型(Section): 平面视图,只显示截面。截面要么垂直于视线,要么位于工作平面上。
- ◆ HIDD 型(Centroid Hidden): 基于图元质心类别的质心隐藏显示,在这种显示模式下,物体不存在透视,只能看到物体表面。
- ◆ HIDD 型(Face Hidden): 面隐藏显示。与 HIDD 类似,但它是基于面质心的。
- ◆ HIDD 型(Precise Hidden): 精确显示不可见部分。与 HIDD 相同,只是其显示计算更为精确。
- ◆ CAP 型(Capped Hidden): SECT 和 HIDD 的组合,也就是说,在截面之前存在透视,截面之后则不存在。
- ◆ ZBUF 型(Z-buffered): 类似于 HIDD,但是截面后物体的边线还能看得出来。
- ◆ ZCAP 型(Capped Z-buffered): ZBUF 和 SECT 的组合。
- ◆ ZQSL 型(Q-Slice Z-buffered): 类似于 SECT,但是截面后物体的边线看不出来。
- ◆ HQSL 型(Q-Slice precise): 类似于 ZQSL,但是计算更精确。

Size and Shape 命令用于控制图形显示的形状和尺寸,如图 1-13 所示,主要控制收缩(Shrink)和扭曲(Distortion)。通常情况下,不需要设置收缩和扭曲,但对细长体结构(如流管等),用该选项能够更好地观察模型。此外,还可以控制每个单元边上的显示,例如:设置/EFACET 为 2,当在单元显示时,如果通过 Utility Menu: PlotCtrls→Numbering 命令设置显示单元号,则在每个单元边上显示两个面号。

Contours 命令用来控制等值线显示,包括控制等值线的数目、所用值的范围及间隔、非均匀等值线设置、矢量模式下等值线标号的样式等。

Graphs 命令用于控制曲线图。在绘制轨线图或者其他二维曲线图时尤其有用,可以设置曲线的粗细,修改曲线图上的网格,设置坐标和图上的文字等。



Note

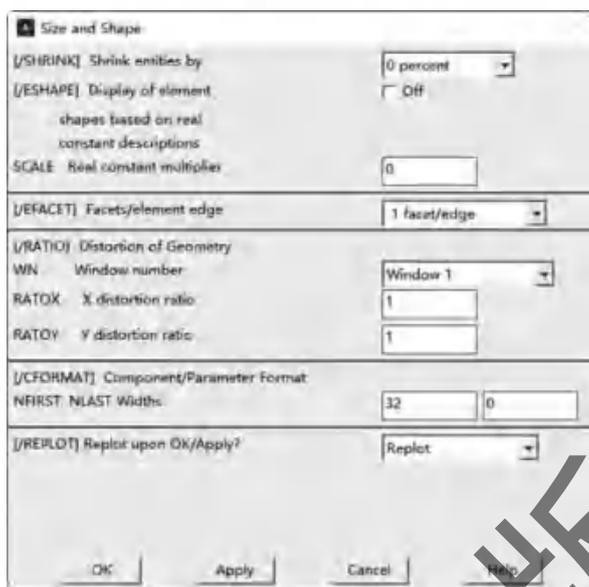


图 1-13 图形显示的形状和尺寸控制

Colors 命令用来设置图形显示的颜色。可以设置整个图形窗口的显示颜色,曲线图、等值线图、边界、实体、组件等颜色。在这里,还可以自定义颜色表;但通常情况下,用系统默认的颜色设置就可以了。还可以选择 Utility Menu: PlotCtrls→Style→Color→Reverse Video 命令反白显示,当要对屏幕做硬复制,并且打印输出并非彩色时,原来的黑底并不适合,这时需要首先把背景设置为黑色,然后用该命令使其变成白底。

Light Source 命令用于光源控制,Translucency 命令用于半透明控制,Texturing 命令用于纹理控制,都是为了增强显示效果。

Background 命令用于设置背景。通常用彩色或者带有纹理的背景能够增加图形的表现力,但是在某些情况下,则需要使图形变得更为简单朴素,这依赖于用户的需要。

MultiLegend Options 命令用于设置存在多个图例时的位置和内容。文本图例设置的对话框如图 1-14 所示,其中 WN 代表图例应用于哪一个窗口,Class 代表图例的类型,Loc 用于设置图例在整个图形中的相对位置。

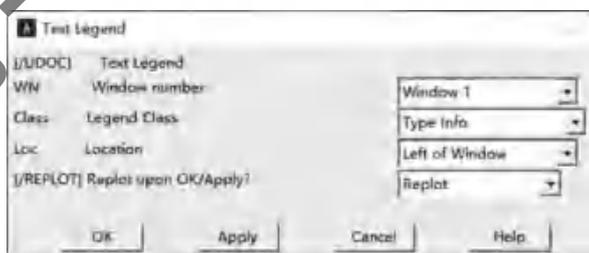


图 1-14 文本图例设置对话框

Displacement Scaling 命令用于设置位移显示时的缩放因子。对绝大多数分析而言,物体的位移(特别是形变)都不大,与原始尺寸相比,形变通常在 0.1% 以下,如果真实显示形变的话,根本看不出来,该选项就是用来设置形变缩放的。它在后处理的