



高等学校计算机科学与技术教材

- 🔊 原理与技术的完美结合
- 🔊 教学与科研的最新成果
- 🔊 语言精炼，实例丰富
- 🔊 可操作性强，实用性突出

# ANSYS 辅助分析

## 应用基础教程 上机指导

□ 张乐乐 苏树强 谭南林 编著



清华大学出版社

● 北京交通大学出版社

0241.82/49C

2007

高等学校计算机科学与技术教材

# ANSYS 辅助分析应用基础教程 上机指导

张乐乐 苏树强 谭南林 编著

清华大学出版社  
北京交通大学出版社  
·北京·

## 内 容 简 介

本书为《ANSYS 辅助分析应用基础教程》一书的辅助上机教材,既可以配合《ANSYS 辅助分析应用基础教程》的内容进行上机练习,也可以独立作为学习软件的实例详解。本书主要分为两部分:第一部分将 ANSYS 应用的基础知识和操作分解细化、具体化,使《ANSYS 辅助分析应用基础教程》内容和实际操作融会贯通;第二部分针对 ANSYS/LS-DYNA 模块的基本使用和特点,通过不同程度的例题提高、练习和掌握该模块的基本使用与内容。

本书适用于初学者,也可以作为机械类高年级本科生和研究生的教材。可以为那些没有接触过 ANSYS 软件,希望了解、学习和使用 ANSYS 的读者提供良好的帮助,达到快速入门、掌握基础、具备独立深入能力的目的。

本书从 ANSYS 软件最基本的使用开始,例题贴切,图文并茂,简单明了,具体的步骤分解适用于读者上机练习和借鉴。

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。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

### 图书在版编目(CIP)数据

ANSYS 辅助分析应用基础教程上机指导/张乐乐,苏树强,谭南林编著. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2007.12

(高等学校计算机科学与技术教材)

ISBN 978-7-81123-136-6

I. A… II. ①张… ②苏… ③谭… III. 有限元分析-应用程序, ANSYS-高等学校-教学参考资料 IV. O241.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 161741 号

责任编辑:谭文芳

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969 <http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者:北京瑞达方舟印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:8.25 字数:208 千字

版 次:2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-81123-136-6/O·50

印 数:1~4 000 册 定价:14.00 元

---

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监局反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: [press@bjtu.edu.cn](mailto:press@bjtu.edu.cn)。

## 前 言

本书为《ANSYS 辅助分析应用基础教程》一书的辅助上机教材，既可以配合《ANSYS 辅助分析应用基础教程》的内容进行上机练习，也可以独立作为学习软件的实例详解。

本书的内容主要分为两大部分，即 ANSYS 应用基础实例与 ANSYS/LS-DYNA 应用基础实例。

ANSYS 应用基础部分包括第 1~7 章，主要以 ANSYS 基本操作、实体模型的建立、材料模型的选取、网格的划分、结构分析的内容和方法等为主，配合实例，详细解析具体操作步骤，在上机实践的提示下有助于对软件的理解和使用。ANSYS/LS-DYNA 应用基础部分包括第 8 章和第 9 章，主要侧重 ANSYS 显式动力学分析模块的基本使用和操作，从常用工程应用领域设置实例。

本书主要以实例为主，通过例题的详细解析体现软件的应用。尤其是在 ANSYS 的基本使用方面加强了对两种后处理器的介绍和应用，提醒读者应该在后处理器的使用上多下功夫，充分利用软件处理数据的强大功能，对发现工程分析的问题和解决问题都是有益无害的。

ANSYS/LS-DYNA 在基本理论和使用上都与其他模块有显著的区别。例如，PART 的定义和作用，刚性体的定义，接触条件的定义、约束、初始条件和加载、求解和求解控制，等等，都是 ANSYS/LS-DYNA 模块特有的，这些部分的定义和使用与分析问题及具体的应用都是相关的。因此，主要设计了两章 6 个实例来帮助读者熟悉和掌握分析不同问题的具体步骤和注意事项。希望起到抛砖引玉的作用，使读者在掌握基本方法的基础上进一步深入和提高。

本书作为教材适用于初学者。可以为那些没有接触过 ANSYS 软件，希望了解、学习和使用 ANSYS 的读者提供良好的帮助，达到快速入门、掌握基础、具备独立深入能力的目的。

在本书编写过程中，感谢 ANSYS 公司北京办事处的大力支持和协助；特别感谢北京交通大学机械电子与控制工程学院的大力支持和协助；感谢吴斌、张冬泉、焦风川、高祥、李培、杨强、孙权、曹红月、田苗苗、郭佳、张芳等老师和同学的支持和帮助。

书中所有实例均可以提供相应的 \*.db 文件，联系邮箱：zll\_simulation@sina.com。欢迎读者提出意见，相互交流。由于编者水平有限，书中缺点、错误和不足在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 10 月

# 目 录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 第 1 章 ANSYS 基本操作 .....     | 1  |
| 1.1 操作实例 .....             | 1  |
| 实例 1.1 如何开始第一步 .....       | 1  |
| 实例 1.2 工作平面的一般操作 .....     | 7  |
| 实例 1.3 图形窗口显示控制 .....      | 9  |
| 1.2 检测练习 .....             | 11 |
| 练习 1.1 控制工作平面的平移 .....     | 11 |
| 练习 1.2 控制工作平面的旋转 .....     | 11 |
| 第 2 章 ANSYS 实体建模 (一) ..... | 13 |
| 2.1 操作实例 .....             | 13 |
| 实例 2.1 机翼 .....            | 13 |
| 实例 2.2 工字截面梁 .....         | 15 |
| 实例 2.3 零件 (1) .....        | 18 |
| 2.2 检测练习 .....             | 21 |
| 练习 2.1 后续练习 .....          | 21 |
| 练习 2.2 回转类零件 .....         | 22 |
| 第 3 章 ANSYS 实体建模 (二) ..... | 23 |
| 3.1 操作实例 .....             | 23 |
| 实例 3.1 六角圆头螺杆 .....        | 23 |
| 实例 3.2 零件 (2) .....        | 25 |
| 实例 3.3 轮 .....             | 27 |
| 3.2 检测练习 .....             | 31 |
| 练习 3.1 列车轮轨 .....          | 31 |
| 练习 3.2 机匣盖 .....           | 32 |
| 第 4 章 ANSYS 网格划分 (一) ..... | 34 |
| 4.1 操作实例 .....             | 34 |
| 实例 4.1 弹簧 - 质量系统 .....     | 34 |
| 实例 4.2 带质量单元的板梁结构 .....    | 38 |
| 实例 4.3 零件 (2) 的网格划分 .....  | 42 |
| 4.2 检测练习 .....             | 43 |
| 练习 4.1 机匣盖的网格划分 .....      | 43 |
| 练习 4.2 广告牌的网格模型 .....      | 44 |
| 第 5 章 ANSYS 网格划分 (二) ..... | 45 |
| 5.1 操作实例 .....             | 45 |
| 实例 5.1 自由网格与映射网格划分练习 ..... | 45 |

|                                           |            |
|-------------------------------------------|------------|
| 实例 5.2 机翼的网格划分 .....                      | 47         |
| 实例 5.3 轮的网格划分 .....                       | 48         |
| 5.2 检测练习 .....                            | 50         |
| 练习 5.1 六角螺杆的网格模型 .....                    | 50         |
| 练习 5.2 回转类零件的网格划分 .....                   | 51         |
| <b>第 6 章 ANSYS 加载与求解 .....</b>            | <b>52</b>  |
| 6.1 操作实例 .....                            | 52         |
| 实例 6.1 机翼的模态计算 .....                      | 52         |
| 实例 6.2 轮的旋转分析 .....                       | 56         |
| 实例 6.3 阶梯轴的受力分析 .....                     | 58         |
| 6.2 检测练习 .....                            | 62         |
| 练习 6.1 完整阶梯轴的受力分析 .....                   | 62         |
| 练习 6.2 零件 (1) 的受力分析 .....                 | 62         |
| <b>第 7 章 ANSYS 后处理 .....</b>              | <b>64</b>  |
| 7.1 操作实例 .....                            | 64         |
| 实例 7.1 旋转轮的计算结果 .....                     | 64         |
| 实例 7.2 广告牌受风载的分析及结果显示 .....               | 71         |
| 实例 7.3 位移谱作用下的板梁结构响应 .....                | 78         |
| 7.2 检测练习 .....                            | 88         |
| 练习 7.1 回转类零件旋转分析与结果后处理 .....              | 88         |
| 练习 7.2 后处理器的熟悉和使用 .....                   | 89         |
| <b>第 8 章 ANSYS/LS-DYNA 综合实例 (一) .....</b> | <b>90</b>  |
| 8.1 操作实例 .....                            | 90         |
| 实例 8.1 一般求解过程实例 .....                     | 90         |
| 实例 8.2 弹丸侵彻弹靶的分析 .....                    | 97         |
| 实例 8.3 成型过程的模拟 .....                      | 103        |
| 8.2 检测练习 .....                            | 108        |
| 练习 8.1 弹丸侵彻弹靶的练习 .....                    | 108        |
| 练习 8.2 成型过程模拟的练习 .....                    | 108        |
| <b>第 9 章 ANSYS/LS-DYNA 综合实例 (二) .....</b> | <b>109</b> |
| 9.1 操作实例 .....                            | 109        |
| 实例 9.1 跌落 .....                           | 109        |
| 实例 9.2 碰撞 (一) .....                       | 113        |
| 实例 9.3 碰撞 (二) .....                       | 118        |
| 9.2 检测练习 .....                            | 124        |
| 练习 9.1 DTM 模块的练习 .....                    | 124        |
| 练习 9.2 碰撞过程模拟的练习 .....                    | 124        |

# 第 1 章 ANSYS 基本操作

掌握 ANSYS 的基本操作,是使用和学习软件的良好开始。本章的基本操作包括如何启动 ANSYS 软件,工作平面概念的理解和一般使用,图形窗口显示控制的应用,初步了解应用菜单的功能。

## 【上机目的】

掌握 ANSYS 的相关基本操作,为熟练、快捷地使用软件的基础。

## 【上机内容】

- (1) 练习和掌握 ANSYS 交互式启动的方式,学习基本选项和参数的设置。
- (2) 了解和熟悉软件窗口的各部分功能,基本菜单选项的内容和完成的功能。
- (3) 工作平面的一般操作。
- (4) 图形窗口显示控制的应用。

## 1.1 操作实例

### 实例 1.1 如何开始第一步

#### 1. 创建工作文件夹

在用户指定的硬盘位置创建新的文件夹,例如名称为“example”。

#### 2. 软件启动

(1) 以交互模式启动 ANSYS 并选择产品模块

选择“开始”>“启动 ANSYS 选项”> Configure ANSYS ED,打开如图 1-1 所示 ANSYS 登录界面。

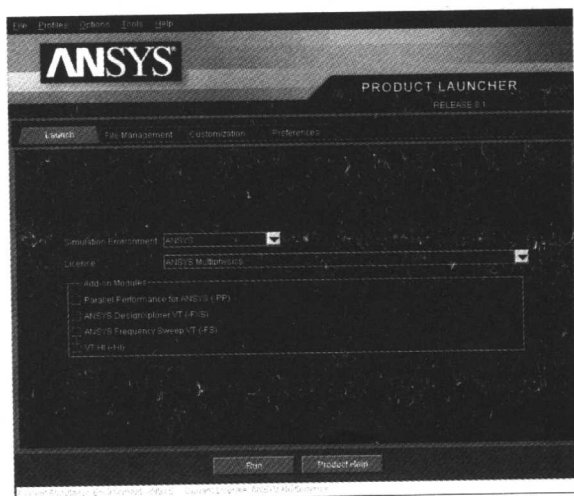


图 1-1 ANSYS 登录界面

在“Simulation Environment”下拉列表中选择分析环境,例如“ANSYS”;在“License”下拉列表框中选择分析模块,即 ANSYS 家族中众多产品的某一个,如这里选择“ANSYS Multiphysics”。

## (2) 指定文件名称和工作目录

在 ANSYS 登录界面中选择“File Management”选项卡,如图 1-2 所示。

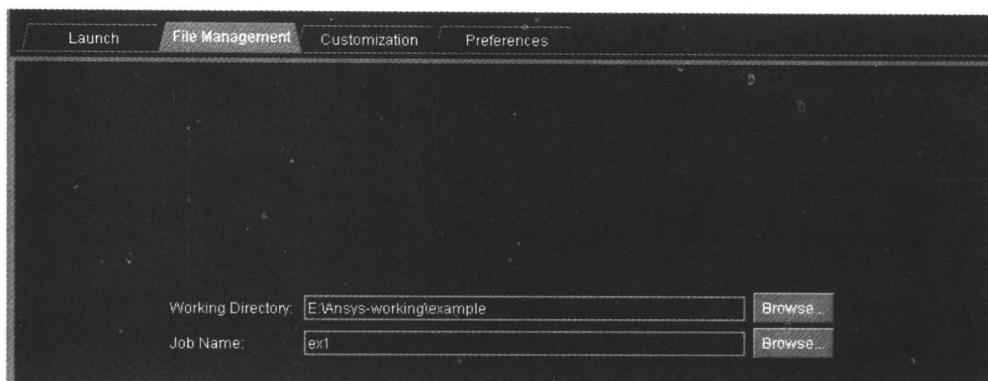


图 1-2 File Management 选项卡

在“Working Directory”中指定工作目录,即 ANSYS 运行过程产生的文件存放的位置。如选择刚才新建的“example”文件夹。

在“Job Name”中指定工作文件的名称,默认条件下为“File”,这里指定为“ex1”。

## (3) 其他参数设置

在 ANSYS 登录界面中选择“Customization”选项卡,如图 1-3 所示。

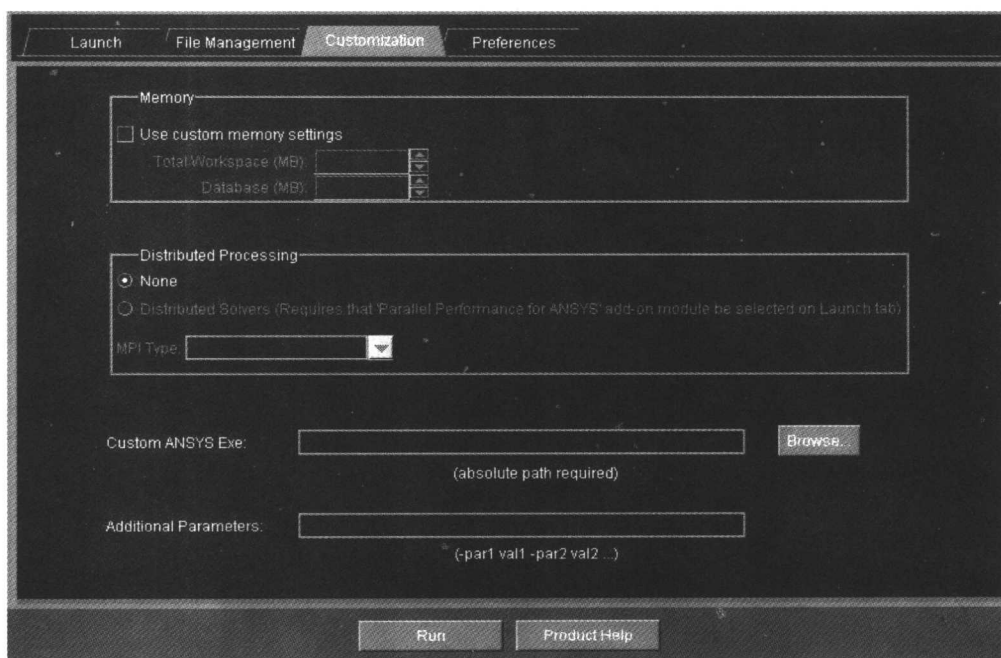


图 1-3 Customization 选项卡

通过相关选项设置内存等相关参数。这里不作任何改动,保持程序默认数值。单击“Run”按钮,启动 ANSYS 程序,打开如图 1-4 所示 ANSYS 的窗口系统(GUI)。

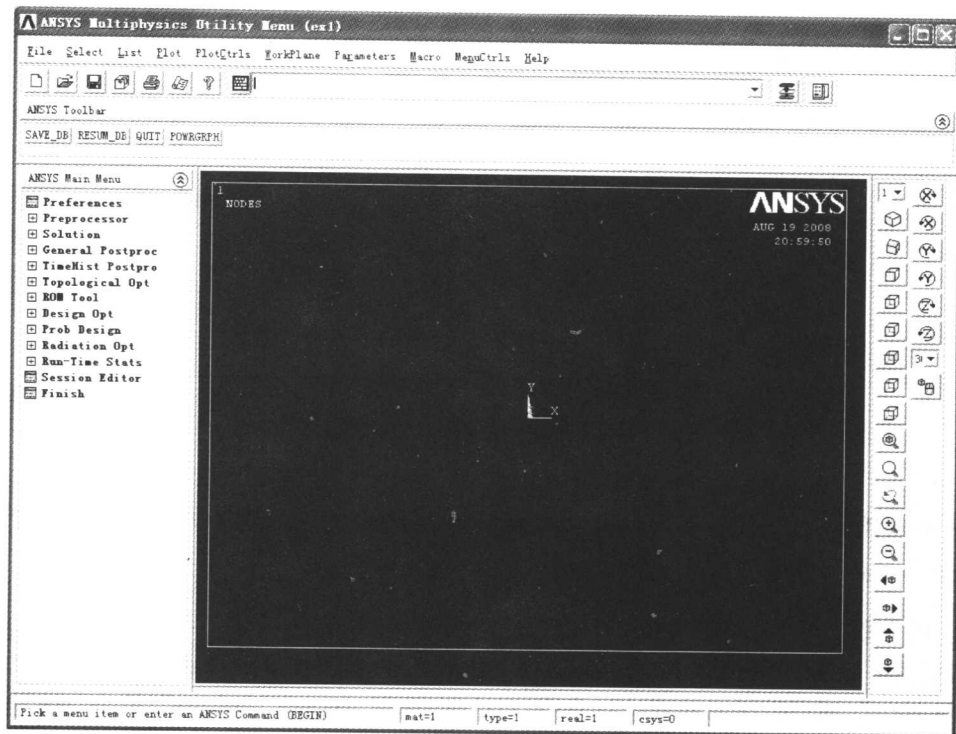


图 1-4 ANSYS 的窗口系统(GUI)

**要点提示:**一般来说,不是每一次启动程序都需要进行上述设置,如果使用产品、工作目录、文件名称等没有改变,用户可以直接启动程序,即选择“开始”菜单>启动 ANSYS 选项菜单>ANSYS8.0,因为程序是自动记录最近一次设置的参数,所以在开始一个新的分析时,建议通过上述步骤重新进行相关参数的设置。

### 3. 分析前的准备工作

#### (1) 指定标题

依次选择 Utility Menu > File > Change Title,在打开的“Change Title”(更改标题)对话框内键入相关信息,如“This is a example”,如图 1-5 所示。设置完成后,在图形窗口下部出现的提示信息,如图 1-6 所示。

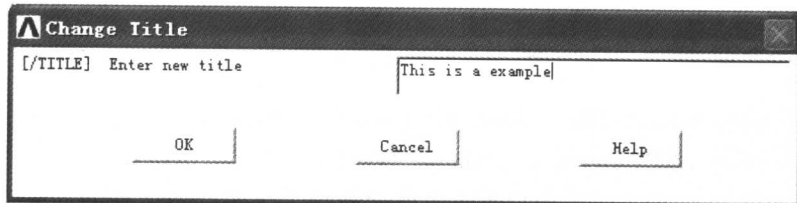


图 1-5 “更改标题”对话框

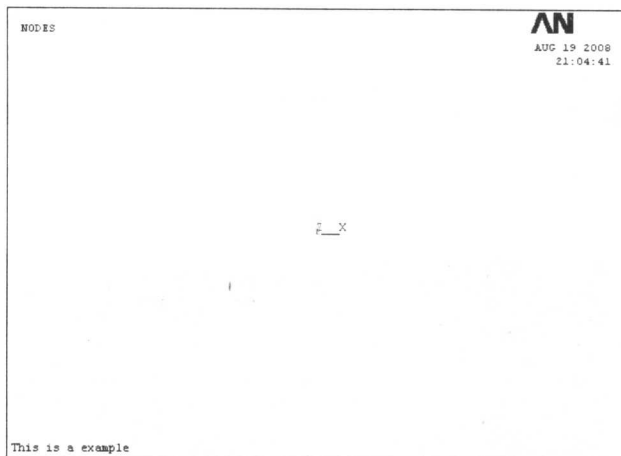


图 1-6 显示在图形窗口左下角的标题

 **要点提示:**标题显示在图形窗口的左下角,对分析过程没有任何影响,主要用于提示用户当前分析的一些相关信息,例如分析的性质、状况和目的等。

### (2) 清空数据库并开始新的分析

依次选择 Utility Menu > File > Clear & Start New, 打开如图 1-7 所示的“Clear Database and Start New”(清空数据库并开始新分析)对话框,选择“Do not read file”,单击“OK”按钮,即清除当前数据库,开始一个新的分析。

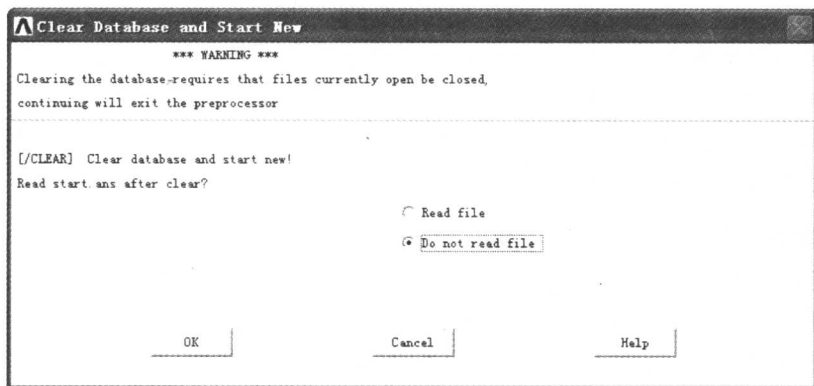


图 1-7 “清空数据库并开始新分析”对话框

### (3) 修改或者指定新的工作文件名称

依次选择 Utility Menu > File > Chang Jobname, 打开如图 1-8 所示的“Chang Jobname”(更改工作文件名)对话框,在“Enter new jobname”右侧的文本框中给出新的文件名,如“ex1-1”;“New log and error files”用于提示用户是否生成与新建工作文件名一致的“log”文件和“error”文件,一般选择“Yes”,最后单击“OK”按钮。

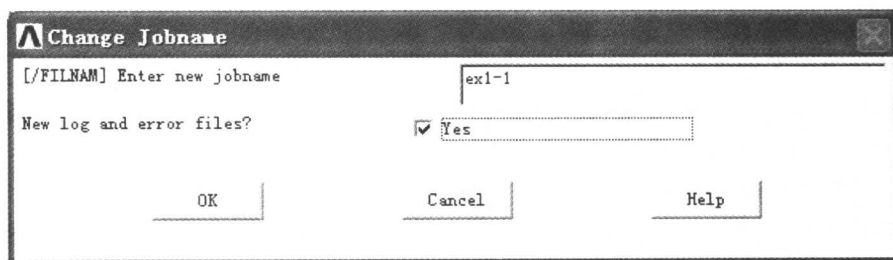


图 1-8 “更改工作文件名”对话框

✿ 要点提示: 对于一个完整的分析, 建议“New log and error files”选择使用“Yes”, 这样自动生成的一些文件的前缀与工作文件名称一致, 方便查看和区别。

在打开“更改工作文件名称”对话框的同时, 会出现如图 1-9 所示的“Warning”(警告)对话框, 提示用户修改工作文件名称后将出现的现象, 单击“OK”按钮, 关闭对话框。

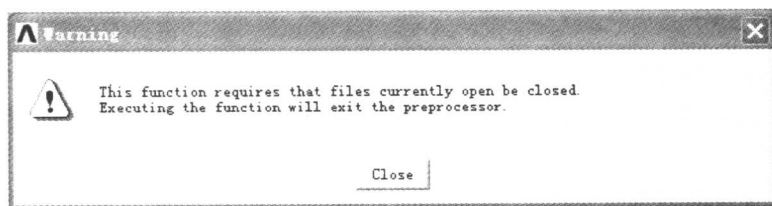


图 1-9 “警告”对话框

✿ 要点提示: 一般来说, ANSYS 的警告对话框不会造成分析无法进行的情况, 类似于如图 1-9 所示的警告对话框具有提示和说明的作用, 建议用户仔细阅读。

#### (4) 修改或者指定新的工作目录

依次选择 Utility Menu > File > Chang Directory, 打开如图 1-10 所示“浏览文件夹”对话框, 在其上选择要更改的目标目录即可, 单击“确定”关闭对话框。

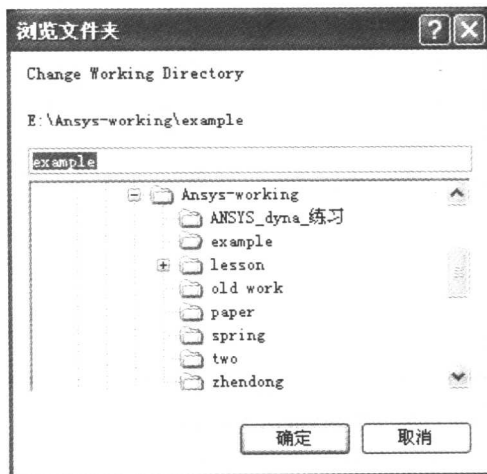


图 1-10 “浏览文件夹”对话框

#### 4. 保存和恢复数据库

##### (1) 保存数据库到当前文件名

依次选择 Utility Menu > File > Save as Jobname, 即保存当前工作文件名称的数据库。

另一个更为简洁的方法是单击工具栏中的“SAVE\_DB”按钮, 如图 1-11 所示。

##### (2) 恢复当前数据库

依次选择 Utility Menu > File > Resume from Jobname, 即恢复当前工作文件名称的数据库文件。

另一个更为简洁的方法是单击工具栏中的“RESUM\_DB”按钮, 如图 1-12 所示。

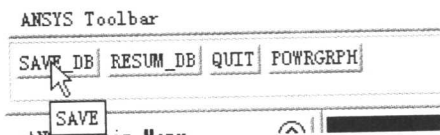


图 1-11 ANSYS 工具栏中保存当前数据库按钮

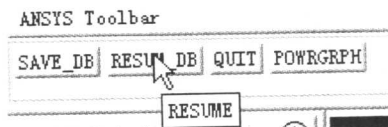


图 1-12 ANSYS 工具栏中恢复当前数据库按钮

##### (3) 保存数据库到指定文件名

依次选择 Utility Menu > File > Save as, 在打开对话框上给出新的“db”文件名称, 单击“OK”按钮即可。

##### (4) 从指定文件名恢复数据库

依次选择 Utility Menu > File > Resume from, 在打开对话框选择要恢复的数据库文件, 单击“OK”按钮即可。

##### (5) 退出 ANSYS

依次选择 Utility Menu > File > Exit, 或者单击窗口右上角的关闭按钮, 打开如图 1-13 所示“Exit from ANSYS”(退出 ANSYS)对话框, 根据实际情况选择选项, 一般选择“Save Everything”, 单击“OK”按钮退出 ANSYS 程序。

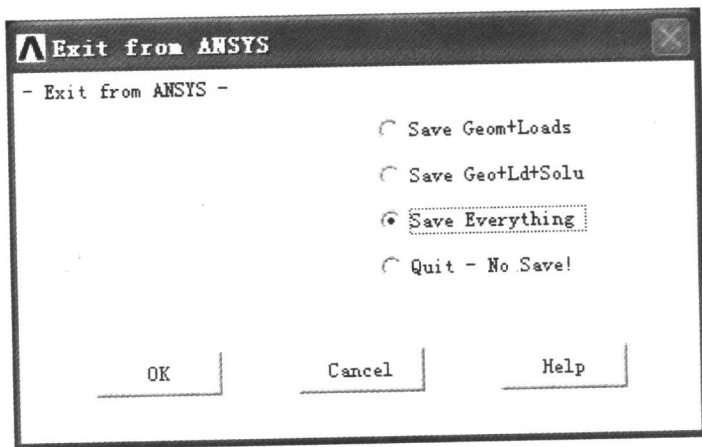


图 1-13 “退出 ANSYS”对话框

## 实例 1.2 工作平面的一般操作

### 1. 工作平面的打开和关闭

#### (1) 工作平面的打开和标志

依次选择 Utility Menu > WorkPlane > Display Working Plane, 图形窗口即显示工作平面, 如图 1-14 所示, 区别于整体坐标系, 3 向坐标轴以“WX, WY, WZ”表示。

需要说明的是, 工作平面的原始状态(即用户没有任何改动)是与整体坐标系重合的, 图 1-14 为了显示清楚对工作平面进行了平移。

#### (2) 工作平面的关闭

依次选择 Utility Menu > WorkPlane > Display Working Plane, 此时处于打开工作平面状态的选项前面有对勾显示, 如图 1-15 所示, 关闭之后对勾消失, 图形窗口也不再显示工作平面。



图 1-14 显示的工作平面

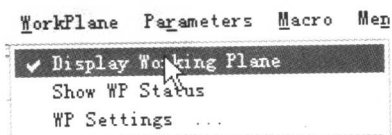


图 1-15 关闭工作平面

**要点提示:** 工作平面的打开和关闭只影响在图形窗口是否显示工作平面的位置和角度, 并不影响工作平面的作用。也就是说, 即使关闭了工作平面, 只是不显示了, 并不是工作平面的作用消失了。

### 2. 工作平面相关参数的设置

依次选择 Utility Menu > WorkPlane > WP Settings, 打开如图 1-16 所示的“WP Settings”(工作平面参数设置)对话框, 用于工作平面相关参数的设置。

**要点提示:** 一般地, 工作平面的相关参数的默认设置值都可以满足用户要求, 没有特殊需要不必更改设置。但用户有必要了解工作平面的哪些参数可以更改, 如何更改。

#### (1) 选择坐标系的类型

如图 1-16 所示, 标注 1 指示的部分有两个选项, “Cartesian”表示笛卡儿坐标系, “Polar”表示极坐标系。选择以后图形窗口仍然显示为“WX, WY, WZ”标志坐标系, 但对于极坐标系实际代表意义有变化。

#### (2) 显示栅格

如图 1-16 所示, 标注 2 指示的部分有 3 个选项,

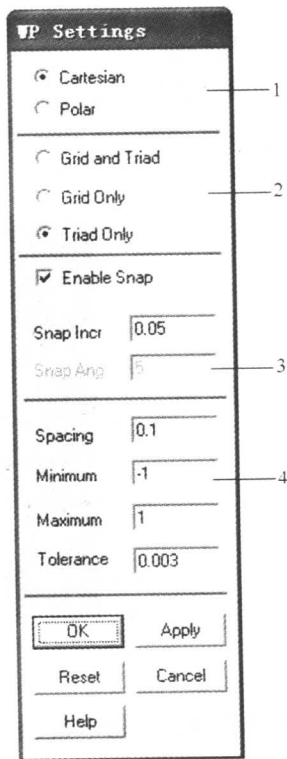


图 1-16 “工作平面参数设置”对话框

“Grid and Triad”表示显示工作平面的栅格和三向坐标标志,“Grid Only”表示只显示栅格,“Triad Only”表示只显示坐标标志。选择其中一项后,单击“Apply”按钮,图形窗口显示效果。例如,选择第一项后的效果如图 1-17 所示。默认选项为第 3 项,即只显示坐标标志。

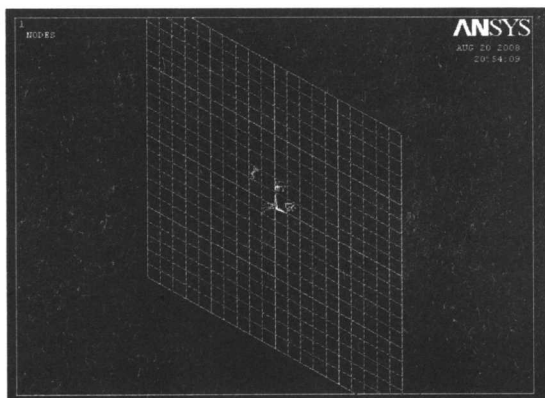


图 1-17 同时显示栅格和 3 项坐标标志的效果

### (3) 捕捉增量的设置

如图 1-16 所示,标注 3 指示的部分,用于设置使光标在图形窗口具有捕捉功能。首先选择“Enable Snap”激活捕捉功能,其次,在“Snap Incr”右侧编辑框内直接给出捕捉增量的数值。

### (4) 栅格控制

栅格的疏密是可以控制的,即图 1-16 中标注 4 指示的部分,通过具体数值可设置栅格的疏密。例如,将“Spacing”值改为“0.05”,单击“Apply”按钮,栅格密度比图 1-17 所示的加倍,如图 1-18 所示。

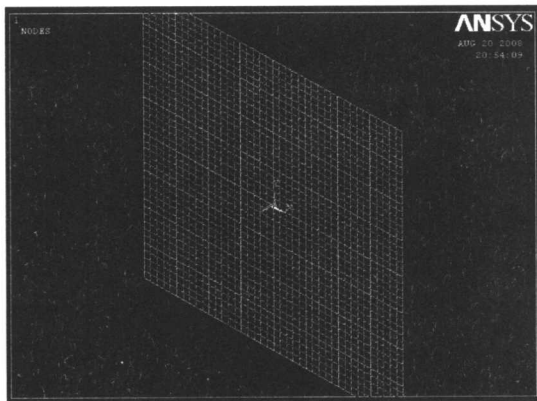


图 1-18 加密后的栅格

## 3. 工作平面的平移和旋转

依次选择 Utility Menu > WorkPlane > Offset WP by Increments, 打开如图 1-19 所示的“Offset WP”(工作平面控制)对话框,用于工作平面平移、旋转等的控制。

 要点提示:在创建图形对象时,经常用到需要平移或者旋转工作平面的情况,利用增量形式,或者说,量化地控制工作平面的平移或旋转是非常重要的。

### (1) 工作平面的平移

如图 1-19 所示,标注 1 指示的部分,按钮 **X-** 和 **+X** 分别表示沿 X 轴负向和正向移动工作平面,按钮 **Y-** 和 **+Y** 分别表示沿 Y 轴负向和正向移动工作平面,按钮 **Z-** 和 **+Z** 分别表示沿 Z 轴负向和正向移动工作平面。每按一次按钮,工作平面移动一个单位,这个单位的大小由拖动滚动条给出。

“X, Y, Z Offsets”下侧的编辑框可以直接给出移动的具体位置,例如,给出“10.5, 0, 0”,即表示工作平面原点沿 X 轴正向移动到 10.5 的位置。

### (2) 工作平面的旋转

如图 1-19 所示,标注 2 指示的部分,按钮 **X-C** 和 **C+X** 分别表示绕 X 轴顺时针和逆时针旋转工作平面,按钮 **Y-C** 和 **C+Y** 分别表示绕 Y 轴顺时针和逆时针旋转工作平面,按钮 **Z-C** 和 **C+Z** 分别表示绕 Z 轴顺时针和逆时针旋转工作平面。每按一次按钮,工作平面旋转一个单位角度,例如,图 1-19 所示的拖动滚动条给出的 30 度,即每次旋转角度为 30 度。

“XY, YZ, ZX Angles”下侧的编辑框可以直接给出旋转的具体位置,例如,给出“42, 0, 0”,即绕 Z 轴逆时针旋转 42 度。

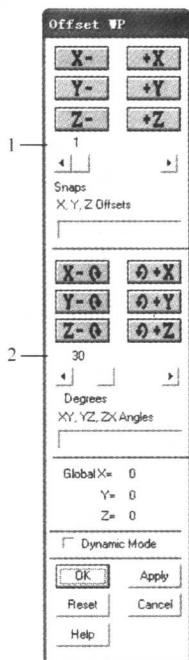


图 1-19 “工作平面控制”对话框

 要点提示:工作平面每一次的平移和旋转都是相对于当前工作平面原点的,与整体坐标系没有直接关系。

## 实例 1.3 图形窗口显示控制

依次选择 Utility Menu > PlotCtrls > Pan Zoom Rotate, 打开如图 1-20 所示的“Pan-Zoom-Rotate”(平移-缩放-旋转)对话框。该对话框用于控制图形对象在窗口的平移、缩放和旋转,方便用户的查看。窗口系统右侧的显示控制工具栏,如图 1-21 所示,具有相同的功能。且图 1-20 和图 1-21 的功能是一一对应的,例如,两图中标注 1、2 部分的功能一致。由于显示控制工具栏快捷方便,下面主要介绍其按钮的使用。

 要点提示:显示控制可以使整体坐标系在视觉上平移、缩放和旋转,只是改变了观察图形对象的视角,并没有实际改变坐标系的位置。这是与工作平面的控制的本质区别,因此,用户一定要清楚二者作用的不同(虽然对话框按钮功能很相似)。

### 1. 默认视图

默认视图是程序预置一些常用视图,按钮功能及显示效果如表 1-1 所示。

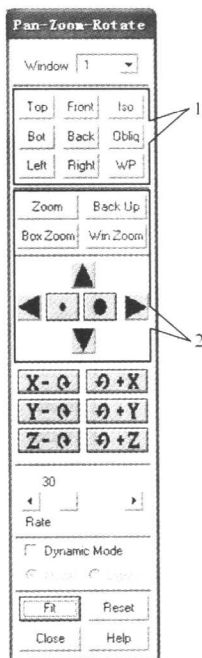


图 1-20 “平移-缩放-旋转”对话框

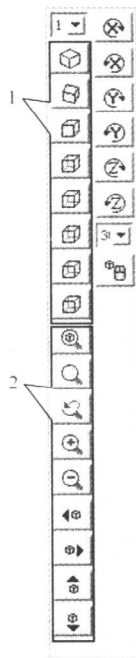


图 1-21 “显示控制”工具栏

表 1-1 默认视图按钮及坐标显示效果

| 编 号 | 按 钮 | 坐标系显示效果 | 功 能 说 明      |
|-----|-----|---------|--------------|
| 1   |     |         | 正等轴的角度显示对象   |
| 2   |     |         | 斜视图          |
| 3   |     |         | + Z 向视图(前视图) |
| 4   |     |         | - Z 向视图(后视图) |
| 5   |     |         | + X 向视图(右视图) |
| 6   |     |         | - X 向视图(左视图) |
| 7   |     |         | + Y 向视图(上视图) |
| 8   |     |         | - Y 向视图(下视图) |

## 2. 图形的平移

按钮  和  控制图形对象在图形显示窗口左右平移,按钮  和  控制图形对象在图形显示窗口上下平移。

## 3. 图形的缩放

按钮  将图形对象放大到适合窗口大小,按钮  放大框选部分并置于窗口适合位置,按钮  将已放大的图形对象恢复到适合窗口大小,按钮  和  分别表示放大和缩小图形对象,每按一次放大或者缩小一倍。

## 4. 图形的旋转

按钮  和  分别表示绕 X 轴顺时针和逆时针旋转图形对象;按钮  和  分别表示绕 Y 轴顺时针和逆时针旋转图形对象;按钮  和  分别表示绕 Z 轴顺时针和逆时针旋转图形对象;每按一次旋转的角度由其下的下拉列表框选择,默认数值为 30 度。

 **要点提示:**按钮  为鼠标拖动状态,在此状态下,按住鼠标左键直接拖动图形对象平移,按住鼠标右键直接拖动图形对象旋转。这个操作更自由、更方便,在实际用于观察图形对象时更多使用。

# 1.2 检测练习

## 练习 1.1 控制工作平面的平移

### 1. 基本要求

- (1) 将工作平面沿 X 轴平移至 5 的位置,沿 Y 轴平移至 -2 的位置,沿 Z 轴平移至 2 的位置。
- (2) 复原工作平面到整体坐标系原点。
- (3) 将工作平面直接平移至(7, -2, 0)的位置。
- (4) 认真对比第(1)步和第(3)步。

### 2. 思路点睛

- (1) 在工作平面控制对话框上(参见图 1-19),通过按钮分次实现工作平面平移;通过直接给出具体数值直接平移工作平面。
- (2) 依次选择 Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > Global Cartesian,实现工作平面复原。

## 练习 1.2 控制工作平面的旋转

### 1. 基本要求

- (1) 将工作平面绕 X 轴旋转 30 度,绕 Y 轴旋转 -25 度,绕 Z 轴旋转 45 度。
- (2) 复原工作平面到整体坐标系原点。