

ANSYS

教学范例

★ 说明了有限元素的基本原理、
电脑辅助工程分析的基本结构
与ANSYS的操作界面。

★ 介绍了桁架、板和角架的
位移，以及应力的分析。

洪庆章 · 刘清吉 · 郭嘉源 · 编著

★ 通过范例介绍热应力、流体的
稳流与紊流分析，以及最佳化
设计等等。

★ ANSYS是世界上有限元素分析
占有率第一名的泛用型工具

★ 论述了模型的自然振动频率
与模态的分析，以及梁与板
结构的挫屈分析。

ANSYS 教学范例

洪庆章 刘清吉 郭嘉源 编著



C18139626

中国铁道出版社

2002年·北京

(京)新登字 063 号

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2002-1576 号

版 权 声 明

本书中文繁体字版由台湾知城数位科技股份有限公司出版(2002)。本书中文简体字版经台湾知城数位科技股份有限公司授权由中国铁道出版社出版(2002)。任何单位或个人未经出版者书面允许不得以任何手段复制或抄袭本书内容。

图书在版编目(CIP)数据

ANSYS 教学范例/洪庆章, 刘清吉, 郭嘉源编著. —北京: 中国铁道出版社, 2002. 5
ISBN 7-113-04719-X
I. A… II. ①洪…②刘…③郭… 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 031764 号

书 名: ANSYS 教学范例
作 者: 洪庆章 刘清吉 郭嘉源
出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)
策划编辑: 严晓舟 郭毅鹏
责任编辑: 苏 茜 李富颖
封面设计: 孙天昭 董默峥
印 刷: 北京市彩桥印刷厂
开 本: 787×1092 1/16 印张: 26.25 字数: 638 千
版 本: 2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷
印 数: 1~5000 册
书 号: ISBN 7-113-04719-X/TP·711
定 价: 46.00 元

版权所有 盗版必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社计算机图书批销部调换。

出版说明

随着科学技术的进一步发展，企业只有提高设计研发的能力，才能跟上发展的脚步。而在产品开发的过程中，分析过程是一项重要的工作，其分析必须经过不断地修改，以得到最佳化的效果。所以，我们希望通过电脑辅助工程分析软件（ANSYS），帮助您解决相关的复杂问题，做出最佳化的设计，并且还可以了解到整个分析的流程。

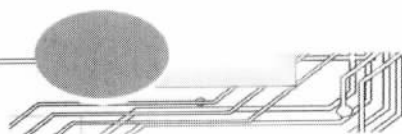
书中内容由浅入深、循序渐进，希望能引导读者提升对电脑辅助工程分析的认识。

本书由台湾知城数位科技股份有限公司提供版权，经中国铁道出版社计算机图书项目中心审选，张瀚文、杨华、李自运、崔仙翠、敖省林、陈兰芳等同志完成了本书的整稿及编排工作。

2002年5月

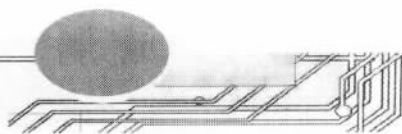
目 录

第 1 章 概况	1
1-1 计算机辅助分析的基本结构	2
第一项 单元、截面及材料定义 (Elements、Sections and Materials)	2
第二项 绘制几何图形 (Geometry)	3
第三项 分格 (Meshing)	3
第四项 负载及约束 (Loads and Constraints)	3
第五项 分析 (Analysis)	4
第六项 结果 (Results)	4
1-2 ANSYS 的菜单结构	4
第一项 各菜单和窗口的外形及其功能说明	5
第二项 介绍用户界面的设置	7
1-3 有限单元法简介	7
第一项 变分学 (Calculus of Variation)	7
第二项 Rayleigh-Ritz 方法	9
第三项 权重余项法 (Weighted Residual Method)	14
第四项 函数降阶与试解函数	23
第 2 章 静力分析	27
2-1 桁架的静力分析	28
一、系统环境设置	28
二、偏好设定	29
三、定义单元及材料	29
四、建立桁架几何图形	32
五、施加负载	35
六、分析	39
七、结果	40
2-2 板的静力分析	42
一、系统环境设置	42



二、设置辅助网格.....	42
三、确定单元及截面.....	44
四、定义材料属性.....	46
五、绘制几何图形.....	47
六、划分网格.....	49
七、负载及约束.....	51
八、分析.....	53
九、结果.....	54
2-3 角架的静力分析.....	58
一、系统环境设置.....	59
二、偏好设定.....	59
三、定义单元及材料.....	59
四、定义实例常量.....	62
五、建立几何图形.....	63
六、分格.....	78
七、约束及压力.....	79
八、分析.....	82
九、结果.....	83
2-4 复合板的静力分析.....	86
一、系统环境设置.....	87
二、定义单元及材料.....	87
三、绘制几何图形.....	90
四、分格.....	91
五、负载及约束.....	93
六、分析.....	94
七、结果.....	95
第 3 章 自然振动分析.....	99
3-1 梁的自然振动分析.....	100
一、系统环境设置.....	100
二、偏好设定.....	101
三、单元、截面及材料定义.....	101
四、绘制几何图形.....	105
五、分格.....	106
六、约束梁左端节点.....	108
七、振动特征值及特征向量分析.....	110
八、结果.....	113
3-2 板的自然振动分析.....	119
一、系统环境设置.....	120

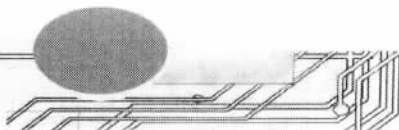
二、偏好设定.....	120
三、定义单元及截面.....	120
四、定义材料属性.....	122
五、绘制几何图形.....	124
六、分格.....	125
七、板底端约束.....	127
八、振动特征值及特征向量分析.....	128
九、结果.....	132
3-3 机翼的自然振动分析.....	135
一、系统环境设置.....	135
二、偏好设定.....	135
三、定义单元及材料.....	136
四、建立机翼几何图形.....	138
五、分格.....	144
六、施加负载.....	146
七、分析.....	148
八、结果.....	150
九、生成动态的机翼振动模型.....	151
第4章 曲屈分析.....	155
4-1 梁的曲屈分析.....	156
一、系统环境设置.....	156
二、偏好设定.....	157
三、单元、截面及材料定义.....	157
四、绘制几何图形.....	160
五、分格.....	162
六、约束及负载.....	163
七、静力、曲屈的特征值及特征向量分析.....	166
八、结果.....	169
4-2 板的曲屈分析.....	174
一、系统环境设置.....	175
二、偏好设定.....	175
三、定义单元及截面.....	175
四、定义材料属性.....	177
五、绘制几何图形.....	178
六、分格.....	179
七、约束及负载.....	181
八、静力、曲屈的特征值及特征向量分析.....	184
九、结果.....	188



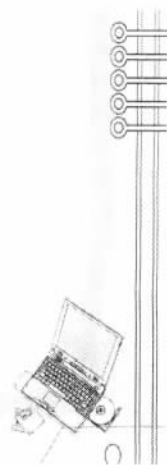
第 5 章 3-D 结构分析	191
5-1 3D 的基本范例	192
一、系统环境设置	192
二、单元及材料定义	194
三、绘制几何图形	196
四、分格	198
五、负载及约束	199
六、分析	202
七、结果	203
5-2 轴对称分析	207
一、系统环境设置	207
二、单元及材料定义	209
三、绘制几何图形	212
四、分格	213
五、负载及约束	215
六、分析	218
七、结果	219
5-3 参数设计	224
一、系统环境设置	225
二、设置辅助网格及定义参数	225
三、定义单元及实常数	227
四、绘制几何图形	228
五、分格	230
六、保存 log 程序文件及修改参数	231
七、读取 new.txt 文件	233
第 6 章 进阶范例	235
6-1 瞬态动力学分析	236
一、系统环境设置	236
二、定义单元及材料	237
三、绘制几何图形与分格	243
四、生成碰撞组件	250
五、设置分析模块	254
六、施加负载	255
七、分析	257
八、更改负载	257
九、分析	259
十、结果	260
6-2 热应力分析	266



一、系统环境设置.....	266
二、偏好设定.....	266
三、定义单元.....	267
四、定义材料特性.....	268
五、建立几何图形.....	273
六、分格.....	279
七、施加热对流.....	282
八、定义分析模块.....	284
九、定义瞬时分析的初始条件.....	284
十、设置时间、时间步骤及相关参数.....	288
十一、设置输出控制.....	289
十二、解.....	289
十三、过程后处理模块和定义变量.....	290
十四、动态结果.....	294
6-3 流体的层流与紊流分析.....	298
一、系统环境设置.....	298
二、偏好设定.....	298
三、定义单元.....	299
四、构造几何图形.....	300
五、分格.....	303
六、限制边界条件.....	308
七、环境设置.....	311
八、执行流力分析（层流分析）.....	314
九、一般后处理模块.....	314
十、增加进入速度.....	321
十一、增加出口区的长度.....	324
十二、限制边界条件.....	329
十三、紊流分析.....	335
6-4 电磁分析.....	337
一、系统环境设置.....	337
二、偏好设定.....	337
三、定义单元及材料.....	338
四、构造几何图形.....	341
五、设置面属性.....	345
六、分格.....	347
七、施加负载.....	349
八、分析.....	354
九、结果.....	354
6-5 微机电问题分析.....	356



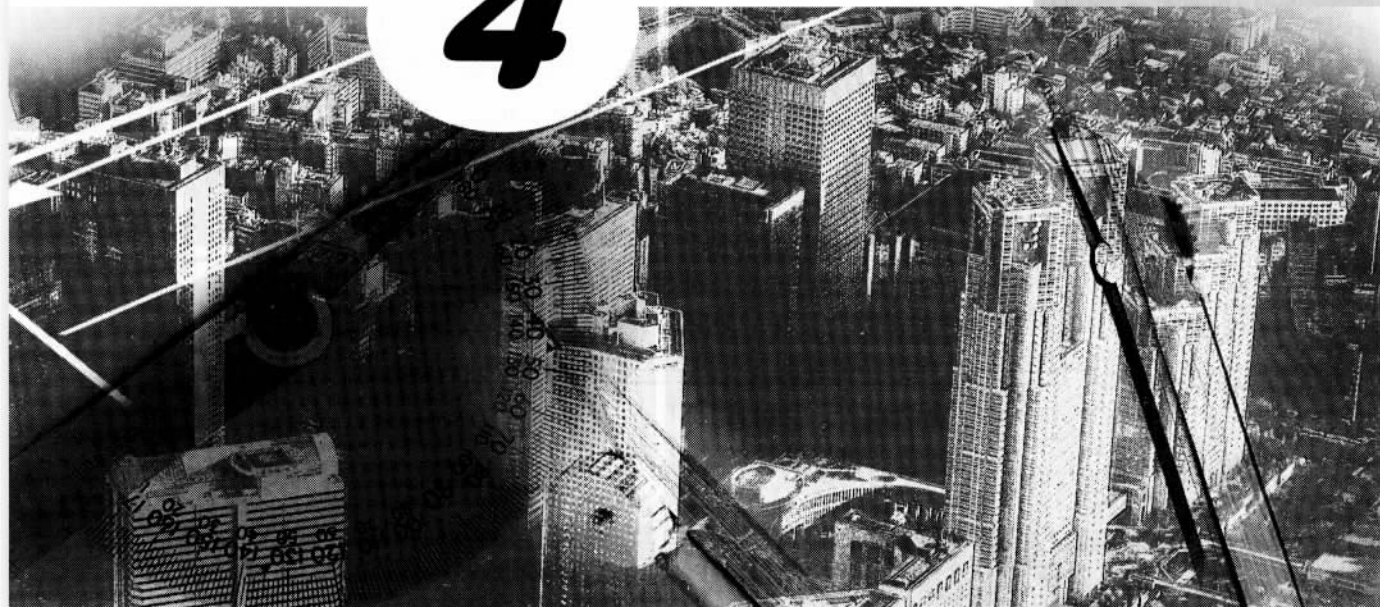
一、转入几何图形.....	357
二、定义单元及材料.....	358
分格	363
四、施加边界条件.....	363
五、分析	369
六、结果	370
6-6 形状最佳化	375
一、系统环境设置.....	375
二、设置辅助网格.....	375
三、定义单元及截面.....	377
四、定义材料属性.....	378
五、绘制几何图形.....	379
六、分格	381
七、负载及约束.....	383
八、执行静力分析及形状最优化分析.....	386
6-7 非线性分析	388
一、系统环境设置.....	389
二、偏好设定.....	389
三、定义单元及材料.....	389
四、绘制几何图形.....	395
五、分格	396
六、设置分析模块.....	399
七、定义起始条件与限制条件.....	400
八、分析	403
九、结果	404



CHAPTER

4

曲屈分析



1. 梁的曲屈分析

2. 板的曲屈分析

4-1 梁的曲屈分析

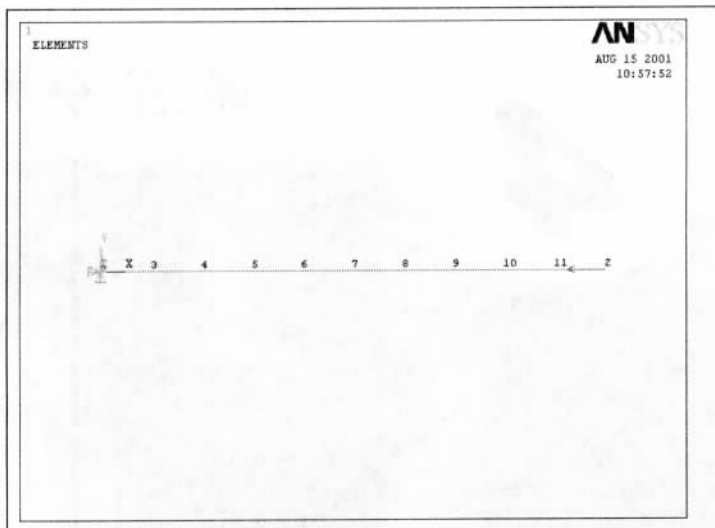


图 4.1



问题

如图 4.1 所示, 一方形截面的钢梁长度为 10m, 截面每边长为 5cm, 在左端约束固定后, 在右端施以一个 X 轴方向集中力 F_x , 试分析其曲屈模型。



条件

$$L = 10 \text{ m}$$

$$b = h = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$F_x = -1 \text{ N}$$

$$I = 1/12bh^3 = 5 \times 10^{-2} \times (5 \times 10^{-2})^3 / 12 = 5.2 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$\text{杨氏弹性模量 } 3.0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

$$\text{泊松比 } 0.3$$

一、系统环境设置

1. 操作界面设置

运行 ANSYS 主程序后, 将操作界面作规划, 将无需使用的输入窗口与工具条隐藏, 直接运行下拉式菜单中 MenuCtrls → Input Window 与 Toolbar 命令选择掉, 将输入窗口与工具条隐藏, 如图 4.2 所示。

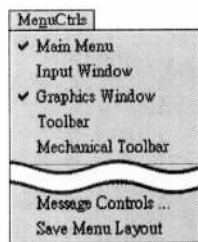


图 4.2



二、偏好设定

1. 赋值为结构分析

运行主菜单中 Preferences (偏好设定) 命令, 如图 4.3 所示。然后在偏好设定对话框中, 赋值分析模块为 Structural (结构分析), 再单击“OK”按钮确定, 如图 4.4 所示。

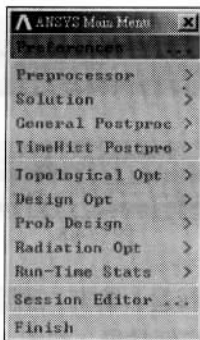


图 4.3

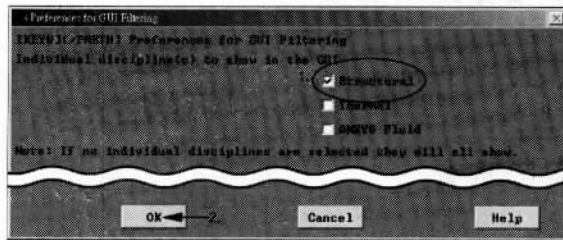


图 4.4

三、单元、截面及材料定义

1. 新建单元类型

运行主菜单 Preprocessor→Element Type→Add / Edit / Delete (新建 / 编辑 / 删除单元类型) 命令, 如图 4.5 所示。在对话框中单击“Add”按钮新建单元类型, 如图 4.6 所示。

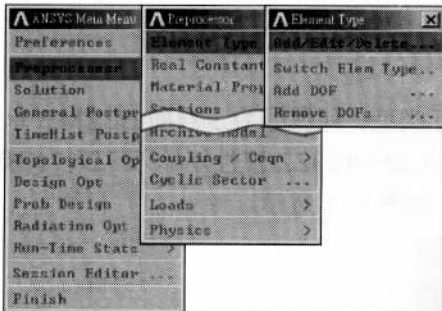


图 4.5

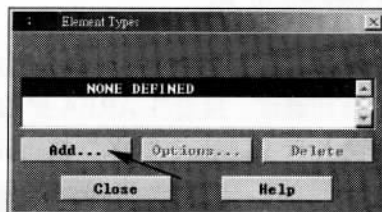


图 4.6

2. 定义梁单元类型

本节的问题为 2D 悬臂梁。先选择 Beam 的梁单元后, 再选择 2D elastic 3, 单击“OK”按钮确定, 完成单元类型选择, 如图 4.7 所示。

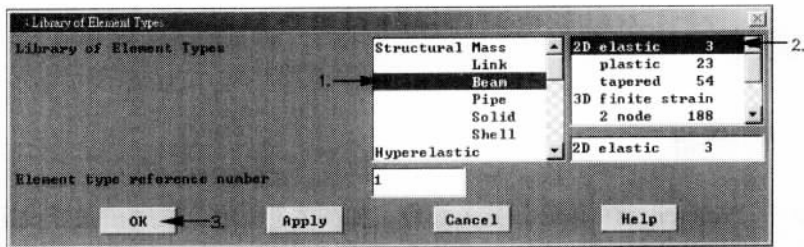


图 4.7

3. 关闭单元类型对话框

回到单元类型对话框，已经新建了 BEAM3 的单元类型，单击“Close”按钮关闭对话框，如图 4.8 所示。

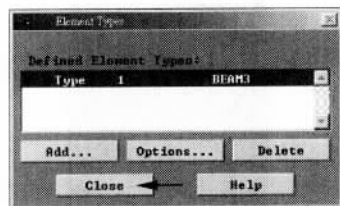


图 4.8

4. 新建实例常量

运行主菜单中 Preprocessor → Real Constants → Add / Edit / Delete (新建 / 编辑 / 删除实例常量) 命令，如图 4.9 所示。在实例常量对话框中，单击“Add”按钮新建实例常量，如图 4.10 所示。

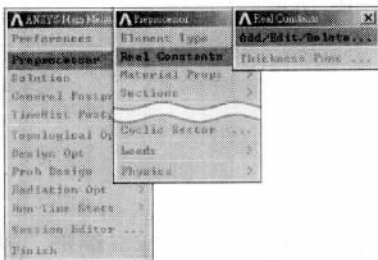


图 4.9

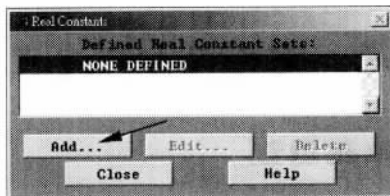


图 4.10

5. 输入实例常量

在左方对话框中是对应前一命令所定义的单元类型，即编号为 1 号的 BEAM 3 单元，单击“OK”按钮继续。接着在 AREA 梁的截面积输入 $25e-4$ 、IZZ 惯性矩输入 $5.2e-7$ 、HEIGHT 梁的高度输入 $5e-2$ 。单击“OK”按钮完成设置，如图 4.11 所示。

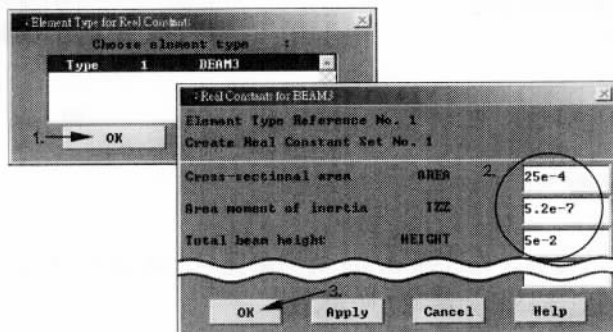


图 4.11

新建了编号为 1 的本实例常量集合，单击“Close”按钮关闭对话框，如图 4.12 所示。

6. 定义材料属性

运行主菜单 Preprocessor→Material Props→Material Models (定义材料属性) 命令，如图 4.13 所示。

选择材料属性命令后，系统会显示材料属性设置对话框，如图 4.14 所示。

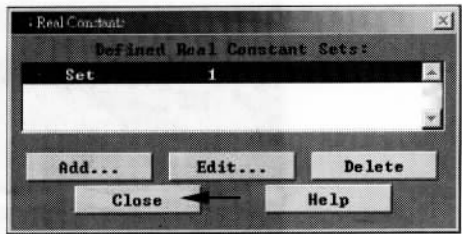


图 4.12

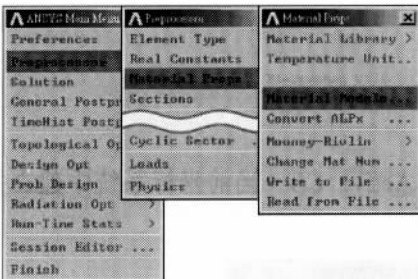


图 4.13

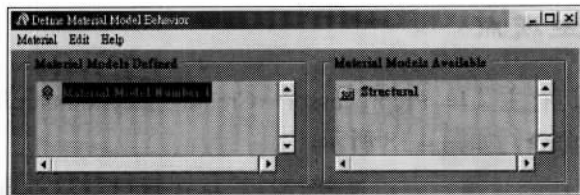


图 4.14

7. 设置杨氏弹性模量、泊松比

在材料属性设置对话框右侧依次选择两下 Structural→Linear→Elastic→Isotropic，如图 4.15 所示。

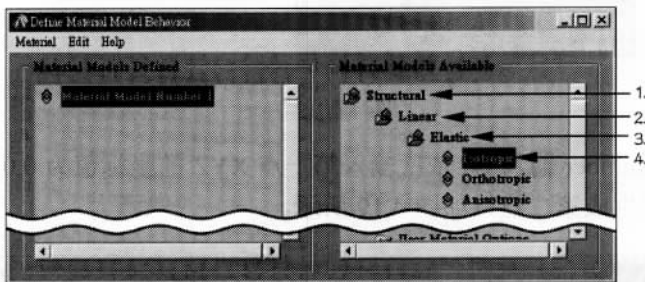



图 4.15

完成选择命令后，接着在对话框中 EX 杨氏弹性模量输入 $3e11$ ，PRXY 泊松比输入 0.3，在输入数值后，单击“OK”按钮完成设置，如图 4.16 所示。

8. 关闭材料特性设置对话框

完成材料特性的设置后，可在对话框右上方单击 , 离开材料属性设置，如图 4.17 所示。

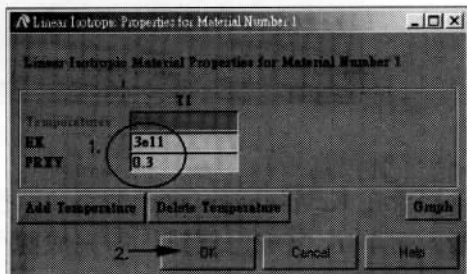


图 4.16

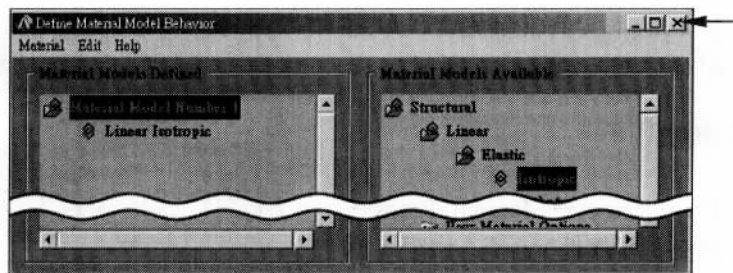


图 4.17

四、绘制几何图形

1. 生成点

运行主菜单 Preprocessor→Create→Keypoints→In Active CS (当前坐标系统中建立关键点) 命令, 如图 4.18 所示。

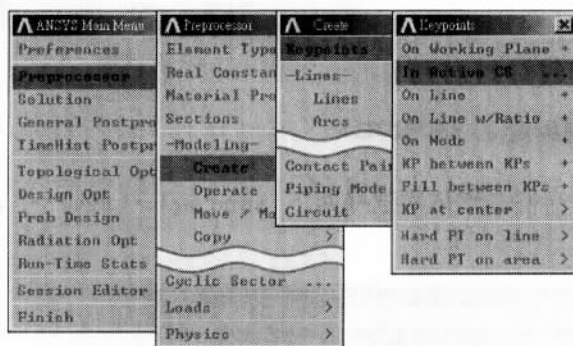


图 4.18

接着在 Keypoint number 输入 1, 依次输入第一点 XYZ 的坐标值为 0,0,0, 完成输入后单击 “Apply” 按钮继续生成第二点, 如图 4.19 所示。

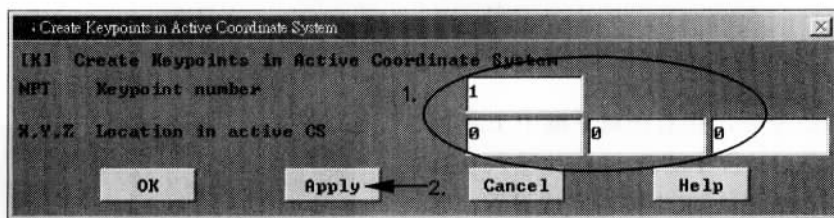


图 4.19

接着在 Keypoint number 输入 2, 接着依次输入第二点 XYZ 的坐标值为 10,0,0, 完成输入后单击 “OK” 按钮, 即完成两个点的生成, 系统会显示生成两个点的位置, 如图 4.20 所示。