

■ CAD/CAM/CAE工程应用丛书 ■

ANSYS

机械工程应用25例

■ 高耀东 郭喜平 主编 ■ 郭志强 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

CAD/CAM/CAE 工程应用丛书

ANSYS机械工程应用 25 例

高耀东 郭喜平 主编
郭志强 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是在总结多年教学和使用经验的基础上,从使学习者快速入门并能够解决实际问题的想法出发,介绍了 25 个 ANSYS 在机械工程领域的应用实例。学习者可以跟随本书所介绍的分析步骤和过程,快速入门,然后再参照其他书籍,理解本书所介绍的分析步骤和过程。从而达到在较短时间内,既知其然,又知其所以然,真正掌握 ANSYS 和有限元分析方法,并能灵活应用于实际问题中。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

ANSYS 机械工程应用 25 例 / 高耀东, 郭喜平主编. —北京: 电子工业出版社, 2007.3
(CAD/CAM/CAE 工程应用丛书)
ISBN 978-7-121-03981-2

I. A… II. ①高… ②郭… III. 机械设计—有限元分析—应用程序, ANSYS IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 031876 号

责任编辑: 刘志红 范子瑜
印 刷: 北京冶金大业印刷有限公司
装 订: 三河市万和装订厂
出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20.75 字数: 505 千字
印 次: 2007 年 3 月第 1 次印刷
印 数: 5000 册 定价: 32.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

ANSYS 软件是国际流行的大型通用商业有限元分析软件,其界面友好、功能强大,可以模拟结构力学、热力学、流体力学、电磁学、声学等领域的各种复杂物理现象。从 20 世纪 90 年代开始,ANSYS 软件在我国的机械设计与制造、航空航天、交通、化工和能源、电子等行业得到了大量的应用,为各领域的科学研究和产品开发作出了巨大的贡献。

目前,ANSYS 软件的使用越来越普及,不仅是在各大专院校、科研院所被广泛使用,一些本科生、研究生在学习、做毕业设计时也使用到 ANSYS 软件,很多高校在本科生阶段就已开设了相关的课程来讲授 ANSYS 软件。但是,由于该软件结构庞大、相关知识较多,给其学习带来了极大的困难。现今有关 ANSYS 软件的书籍虽然不少,但多数以介绍 ANSYS 软件的基本操作为主,有的书籍也介绍一部分实例,但是这些实例的分析过程和分析结果正确与否难以检验,为 ANSYS 软件的学习和应用带来了极大的困惑。

本书所介绍的 25 个应用实例,基本涵盖了 ANSYS 和有限元法在机械工程领域的应用,多数实例都通过解析解对有限元解进行了验证,以解除学习者对有限元解正误的困惑;每个实例都介绍了菜单法分析过程和对应的命令流,以适应学习者的不同水平。另外,本书还在部分实例中配备了习题,以配合学习和教学。

本书编写分工如下:本书由高耀东、郭喜平担任主编,郭志强担任副主编。

内蒙古科技大学任学平教授仔细审阅了书稿,并提出了许多宝贵的意见和建议。另外,在本书的编写过程中还得到了内蒙古科技大学很多老师和同人的关心和支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在一些错误和缺点,敬请广大读者不吝赐教、批评指正。

编 者

2007 年 1 月于包头

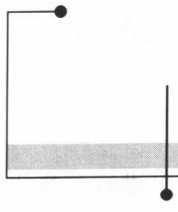
目 录

绪论	(1)
0.1 ANSYS 软件简介	(1)
0.2 ANSYS 软件的使用	(3)
0.3 ANSYS 的菜单系统	(9)
第 1 例 关键点和线的创建实例——正弦曲线	(15)
1.1 原理	(15)
1.2 分析步骤	(15)
1.3 命令流	(21)
[练习题]	(21)
第 2 例 工作平面的应用实例——相交圆柱体	(23)
2.1 相交圆柱体的视图	(23)
2.2 分析步骤	(23)
2.3 命令流	(29)
[练习题]	(29)
第 3 例 复杂形状实体的创建实例——螺栓	(31)
3.1 螺栓的视图	(31)
3.2 分析步骤	(31)
3.3 命令流	(38)
[练习题]	(39)
第 4 例 复杂形状实体的创建实例——杯子	(40)
4.1 杯子的视图	(40)
4.2 分析步骤	(40)
4.3 命令流	(46)
[练习题]	(47)
第 5 例 杆系结构的静力学分析实例——平面桁架	(49)
5.1 概述	(49)
5.2 问题描述及解析解	(49)
5.3 分析步骤	(50)
5.4 命令流	(56)
第 6 例 平面问题的求解实例——厚壁圆筒问题	(57)
6.1 概述	(57)

6.2	问题描述及解析解	(57)
6.3	分析步骤	(58)
6.4	命令流	(65)
	[练习题]	(66)
第 7 例	静力学问题的求解实例——扳手的受力分析	(67)
7.1	分析步骤	(67)
7.2	命令流	(76)
	[练习题]	(77)
第 8 例	模态分析实例——均匀直杆的固有频率分析	(78)
8.1	概述	(78)
8.2	问题描述及解析解	(79)
8.3	分析步骤	(80)
8.4	命令流	(87)
	[练习题]	(88)
第 9 例	有预应力模态分析实例——弦的横向振动	(89)
9.1	概述	(89)
9.2	问题描述及解析解	(89)
9.3	分析步骤	(90)
9.4	命令流	(98)
	[练习题]	(100)
第 10 例	谐响应分析实例——单自由度系统的受迫振动	(101)
10.1	概述	(101)
10.2	问题描述及解析解	(102)
10.3	分析步骤	(103)
10.4	命令流	(112)
	[练习题]	(114)
第 11 例	瞬态动力学分析实例——凸轮从动件运动分析	(115)
11.1	概述	(115)
11.2	问题描述及解析解	(116)
11.3	分析步骤	(117)
11.4	命令流	(132)
	[练习题]	(134)
第 12 例	连杆机构运动分析实例——曲柄摇杆机构	(135)
12.1	概述	(135)
12.2	问题描述及解析解	(136)
12.3	分析步骤	(136)
12.4	命令流	(148)

[练习题]	(150)
第 13 例 接触分析实例——平行圆柱体承受法向载荷时的接触应力分析	(151)
13.1 概述	(151)
13.2 问题描述	(155)
13.3 分析步骤	(155)
13.4 命令流	(168)
[练习题]	(170)
第 14 例 稳定性问题分析实例——屈曲分析	(171)
14.1 概述	(171)
14.2 问题描述及解析解	(173)
14.3 分析步骤	(173)
14.4 命令流	(181)
[练习题]	(182)
第 15 例 弹塑性分析实例——厚壁圆筒问题	(183)
15.1 问题描述及解析解	(183)
15.2 分析步骤	(184)
15.3 命令流	(194)
[练习题]	(195)
第 16 例 瞬态热分析实例——水箱	(196)
16.1 概述	(196)
16.2 问题描述	(197)
16.3 分析步骤	(198)
16.4 命令流	(206)
第 17 例 在结构上直接施加温度载荷进行热应力分析实例——双金属簧片	(209)
17.1 概述	(209)
17.2 问题描述及解析解	(209)
17.3 分析步骤	(210)
17.4 命令流	(215)
[练习题]	(216)
第 18 例 热应力分析(间接法)实例——液体管路	(217)
18.1 概述	(217)
18.2 问题描述	(218)
18.3 分析步骤	(219)
18.4 命令流	(226)
第 19 例 热应力分析(直接法)实例——液体管路	(229)
19.1 概述	(229)

19.2 问题描述	(229)
19.3 分析步骤	(229)
19.4 命令流	(235)
第 20 例 流体结构耦合——汽缸	(237)
20.1 分析步骤	(237)
20.2 命令流	(252)
第 21 例 优化设计实例——梁的优化设计	(256)
21.1 概述	(256)
21.2 问题描述	(258)
21.3 分析步骤	(258)
21.4 命令流	(268)
[练习题]	(270)
第 22 例 载荷工况组合实例——简支梁	(271)
22.1 概述	(271)
22.2 问题描述及解析解	(271)
22.3 分析步骤	(272)
22.4 命令流	(281)
[练习题]	(282)
第 23 例 各种坐标系的应用实例——圆轴扭转分析	(283)
23.1 坐标系和工作平面概述	(283)
23.2 问题描述及解析解	(286)
23.3 分析步骤	(287)
23.4 命令流	(297)
第 24 例 模型力学特性计算实例——液体容器倾翻特性的研究	(299)
24.1 问题描述	(299)
24.2 分析步骤	(300)
24.3 命令流	(307)
[练习题]	(308)
第 25 例 壳、实体单元混合使用实例——实体梁	(309)
25.1 概述	(309)
25.2 梁的尺寸和载荷	(309)
25.3 分析步骤	(310)
25.4 命令流	(316)
附录 A	(318)
参考文献	(322)



绪 论

本章主要介绍了使用 ANSYS 的一些基本内容，具体的应用方法请参见实例。

0.1 ANSYS 软件简介

ANSYS 软件是一个功能强大而灵活的大型通用有限元软件。能够进行包括结构力学、热力学、流体力学、声学、电磁学等多学科的研究，广泛应用于核工业、铁道、航空航天、石油化工、机械制造、能源、汽车交通、国防军工、电子、土木工程、造船、生物医学、轻工、地矿、水利、家用电器等工业和科学研究领域，是世界上拥有用户最多、最成功的有限元软件之一。

0.1.1 ANSYS 的功能

ANSYS 提供的分析类型主要有以下几种。

1. 结构静力学分析

用于分析结构由静载荷引起的变形、应力和应变。静力学分析适合求解惯性和阻尼对结构影响不显著的问题。ANSYS 的静力学分析不仅可以进行线性分析，还支持非线性分析，例如塑性变形、蠕变、大变形、大应变及接触问题的分析。

2. 结构动力学分析

用于分析随时间变化的载荷对结构的影响，主要包括瞬态分析、模态分析、谐响应分析以及随机振动响应分析。

3. 结构屈曲分析

屈曲分析用于分析结构失稳的临界载荷大小，以及在特定载荷作用下结构是否失稳。

4. 热力学分析

ANSYS 的热力学分析可以模拟热传导、对流和辐射，可以进行稳态和瞬态热分析、线性和非线性分析，可以模拟材料的凝固和溶解过程，可以进行热应力计算。

5. 电磁场分析

ANSYS 的电磁场分析可以进行一维、二维静态电磁场的分析，一维、二维随时间变

化的低频电磁场的分析。电磁场分析可以解决电磁场的相关问题，如电容、电感、涡流、电磁场分布、运动效应等。

6. 流体动力学分析

ANSYS 的流体动力学分析可用来解决二维、三维流体动力场问题，可以进行传热或绝热、层流或湍流、压缩或不可压缩等问题的研究。

7. 声场分析

声场分析主要用于研究流体介质中声音的传播问题，以及流体介质中固体结构的动态响应问题。

0.1.2 ANSYS 的特点

1. 不但可以进行对结构、热、流体、电磁场等物理现象的单独研究，还可以进行这些物理现象的相互影响研究。例如：热-结构耦合、流体-结构耦合、电-磁-热耦合等。

2. 前后处理、求解及多场分析均采用统一的数据库。

3. 具有强大的非线性分析功能。

4. 良好的用户界面，使用方便。

5. 强大的二次开发功能，应用宏、参数设计语言、用户可编程特性、用户自定义语言、外部命令等功能，可以开发出适合用户自己特点的应用程序，对 ANSYS 功能进行扩展。

6. 提供多种自动网格划分工具。

7. 提供了常用 CAD 软件的数据接口，可精确地将在 CAD 系统下创建的模型转入到 ANSYS 中，并对其进行操作。

0.1.3 ANSYS 软件的结构

了解一些 ANSYS 内部结构有助于指导正确操作，发现错误原因。

一、处理器

ANSYS 按功能提供了 9 个处理器，不同的处理器用于执行不同的任务，例如 PREP7 预处理器主要用于模型创建、网格划分。

一个命令必须在其所属的处理器下执行，否则会出错。例如：只能在 PREP7 预处理器下执行关键点创建命令 KP。但有的命令属于多个处理器，比如载荷操作既可以在 PREP7 预处理器下执行，又可以在 SOLUTION 求解器中使用。

刚进入 ANSYS 时，软件位于 BEGIN（开始）级，也就是不位于任何处理器下。有两种方法可以进入处理器：图形用户交互方式和命令方式。例如欲进入 PREP7 预处理器，可以选择菜单 Main Menu→Preprocessor，或者在命令窗口输入 / PREP7。退出某个处理器可以选择菜单 Main Menu→Finish，或者在命令窗口输入并执行 FINI 命令。

ANSYS 常用处理器的功能参见表 0-1 所示。

表 0-1 ANSYS 的处理器

处理器名称	功 能	菜单路径	命 令
预处理器 (PREP7)	建立几何模型, 赋予材料属性, 划分网格等	Main Menu→Preprocessor	/PREP7
求解器 (SOLUTION)	施加载荷和约束, 进行求解	Main Menu→Solution	/SOLU
普通后处理器 (POST1)	显示在指定时间点上选定模型的计算结果	Main Menu→General Postproc	/POST1
时间历程后处理器 (POST26)	显示模型上指定点在整个时间历程上的结果	Main Menu→TimeHist Postpro	/POST26
优化处理器 (OPT)	优化设计	Main Menu→Design Opt	/OPT

二、文件

当建立一个分析任务时, ANSYS 会自动创建大量的文件, 这些文件以任务名 (Jobname) 为文件名的基础, 通过对任务名自动添加字符或使用不同扩展名来区别文件的类型。ANSYS 文件的扩展名可以有 1~4 个字符。

一些比较重要的 ANSYS 文件类型和格式参见表 0-2 所示。

在所有文件中, 数据库文件是最重要的文件, 所有的模型、载荷、约束数据、输入输出数据都存放在该文件中, 各个处理器通过数据库文件进行相互通信。

各种文件的文件名是以任务名为基础的, 所以开始一个新的任务时, 最好先定义一个新的任务名。否则的话, ANSYS 使用默认任务名 File。

要注意的是, 在默认的情况下, 记录文件、错误与警告文件总是在尾部追加数据, 而不是覆盖掉原有文件。

表 0-2 ANSYS 的文件类型

文件类型	扩展名	文件格式
数据库文件	.DB	二进制
记录文件	.LOG	ASC II
错误与警告文件	.ERR	ASC II
输出文件	.OUT	二进制
结果文件: 结构和耦合场分析 热分析 磁场分析 流体力学分析	.RST .RTH .RMG .RFL	二进制

0.2 ANSYS 软件的使用

0.2.1 ANSYS 软件解决问题的步骤

与其他的通用有限元软件一样, ANSYS 执行一个典型的分析任务要经过三个步骤: 前处理、求解、后处理。

1. 预处理

在分析过程中,与其他步骤相比,建立有限元模型需要花费更多的时间。在预处理过程中,先指定任务名和分析标题,然后在 PREP7 预处理器下定义单元类型、单元实常数、材料特性和有限元模型等。

(1) 指定任务名和分析标题

该步骤虽然不是必须的,但 ANSYS 推荐使用任务名和分析标题。

(2) 定义单位制

ANSYS 对单位没有专门的要求,除了磁场分析以外,只要保证输入的数据都使用统一的单位制即可。这时,输出的数据与输入数据的单位制完全一致。

(3) 定义单元类型

从 ANSYS 提供的单元库内根据需要选择单元类型。

(4) 定义单元实常数

在选择单元类型以后,有的单元类型需要输入用于对单元进行补充说明的实常数。是否需要实常数及实常数的类型,由所选单元类型决定。

(5) 定义材料特性

大多数情况下在分析时都要指定材料特性,ANSYS 软件可以选择的材料特性有线性的和非线性的,各向同性的、正交异性的和非弹性的,不随温度变化的和随温度变化的。

(6) 创建有限元模型

创建有限元模型的方法有两种:实体建模法和直接生成法。前者先创建实体模型,然后划分网格形成有限元模型;后者直接创建节点、单元,生成有限元模型。

创建实体模型的方法有自下而上和自上而下两种。自下而上建模,就是首先建立关键点,由这些点建立线,进而建立面、体。自上而下建模,就是首先输入 ANSYS 预先定义好的图元,然后对之进行布尔运算、拷贝、对称等操作,以得到需要的模型。

2. 求解

建立有限元模型以后,需要在 SOLUTION 求解器下选择分析类型,指定分析选项,然后施加载荷和约束,指定载荷步长并对有限元求解进行初始化,最后求解。

(1) 选择分析类型和指定分析选项

在 ANSYS 中,可以选择下列分析类型:静态分析、模态分析、谐响应分析、瞬态分析、谱分析、屈曲分析、子结构分析等。不同的分析类型,有不同的分析选项。

(2) 施加载荷和约束

在 ANSYS 中约束被处理为自由度载荷。ANSYS 的载荷共分为 6 类:DOF (自由度) 载荷、集中力和力矩、表面分布载荷、体积载荷、惯性载荷和耦合场载荷。如果按载荷施加的实体类型划分的话,ANSYS 的载荷又可以分为直接施加在几何实体上的载荷和施加在有限元模型即节点、单元上的载荷。

(3) 指定载荷步选项

主要是对载荷步进行修改和控制,例如:指定子载荷步数、时间步长、对输出数据进

行控制等。

(4) 求解初始化

主要工作是从 ANSYS 数据库中获得模型和载荷信息, 进行计算求解, 并将结果写入到结果文件和数据库中。结果文件和数据库文件的不同点是, 数据库文件每次只能驻留一组结果, 而结果文件保存所有结果数据。

3. 后处理

求解结束以后, 就可以根据需要使用 POST1 普通后处理器或 POST26 时间历程后处理器对结果进行查看了。POST1 普通后处理器用于显示在指定时间点上选定模型的计算结果, POST26 时间历程后处理器用于显示模型上指定点在整个时间历程上的结果。

0.2.2 命令输入方法

ANSYS 的命令输入方法有两种:

1. GUI 图形用户界面交互式输入, 即菜单方式。优点是操作简单, 直观明了, 非常适合初学者的使用。缺点是操作出现错误时, 不容易发现和修改。

2. 命令流输入。优点是方便快捷, 效率高, 能克服菜单方式的缺点。但要求用户非常熟悉 ANSYS 命令的使用, 此方法适合于高级用户使用。

无论使用哪一种命令输入方法, ANSYS 都会将相应的命令自动保存到记录文件 (Jobname.LOG) 中。可以将由菜单方式形成的命令语句从记录文件 (Jobname.LOG) 中复制出来, 稍加修改即可作为命令流输入。

0.2.3 启动图形用户界面

不同的 ANSYS 版本启动步骤略有不同。

在 Windows 操作系统下, ANSYS6.X 版本启动步骤为: 开始→程序→ANSYS*. *→Run Interactive Now。或者: 开始→程序→ANSYS*. *→Interactive→设置 Working directory (工作目录) 和 Initial Jobname (初始工作名)→Run。

ANSYS8.0 版本启动步骤为: 开始→程序→ANSYS8.0→ANSYS。

0.2.4 图形用户界面

标准的图形用户界面如图 0-1 所示, 包括 6 个部分。

1. Main Menu (主菜单): 包含了各个处理器下的基本命令。它是基于完成分析任务的操作顺序进行排列的, 原则上是完成一个处理器下的所有操作后再进入下一个处理器。该菜单为树状弹出式菜单结构。

2. Utility Menu (通用菜单): 包含了 ANSYS 的全部公共命令, 例如文件管理、实体选择、显示及其控制、参数设置等。该菜单为下拉菜单结构, 可直接完成某一功能或弹出对话框。

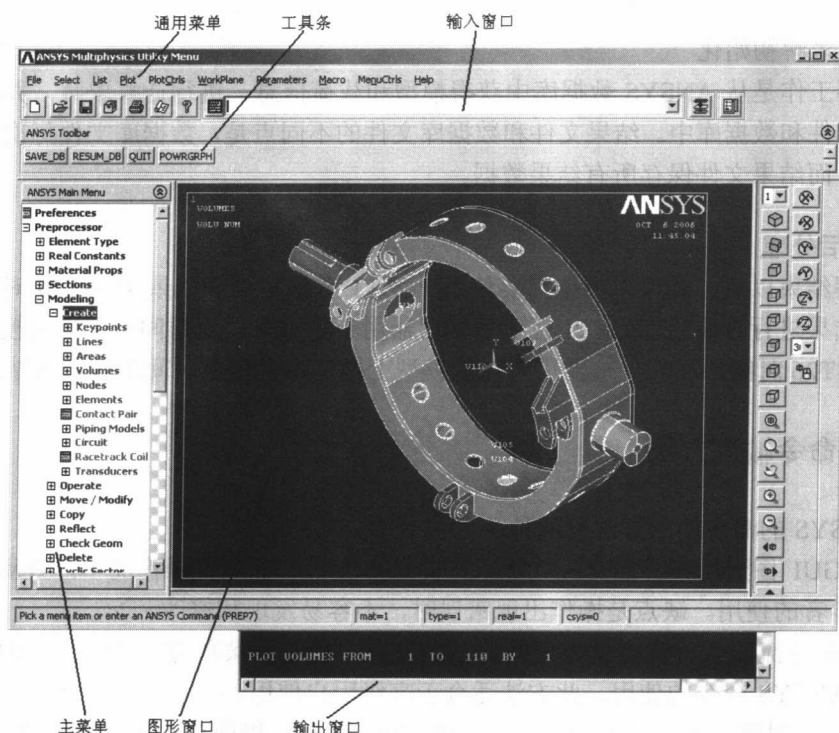


图 0-1 ANSYS 图形用户界面

3. Graphics Window (图形窗口): 该窗口显示由 ANSYS 创建或传递到 ANSYS 的模型以及分析结果等图形。

4. Input Window (输入窗口): 该窗口用于输入 ANSYS 命令, 显示当前和先前输入的命令, 并给出必要的提示信息。

5. Output Window (输出窗口): 该窗口显示软件运行过程的文本输出, 即对已经进行的操作的响应信息。通常隐藏于其他窗口之后, 需要查看时可提到前面。

6. Toolbar (工具条): 包含了经常使用的命令按钮, 可以根据需要自定义增加、编辑或删除命令。

0.2.5 对话框及其组成控件

对话框提供了用户和软件的交互平台, 对其进行了解是熟练掌握 ANSYS 软件的前提。组成 ANSYS 对话框的控件主要有文本框、按钮、单选列表、多选列表、单选按钮组、复选框等, 这些控件的外观和使用与标准 Windows 应用程序基本相同, 但有些控件也略有不同, 下面就一些不同点作简单介绍。

1. 单选列表框

单选列表框允许用户从一个列表选择一个选项。用鼠标单击欲选择的选项, 该选项

高亮显示，表示该项被选中。如果对话框中有相应的编辑框的话，同时该项还会被复制到编辑框中，然后即可以编辑它。

图 0-2 所示为单选列表框的应用实例。单击 $PI=3.1415926$ ，即选中该项，同时该项也出现在了下面的编辑框里，可以对其编辑修改。

2. 多选列表框

多选列表框同单选列表框作用基本相同，也是用于选择选项，不同的是多选列表框一次可以选择多个选项。

图 0-3 即多选列表框的应用实例。两个选项 SX、SY 被同时选中。

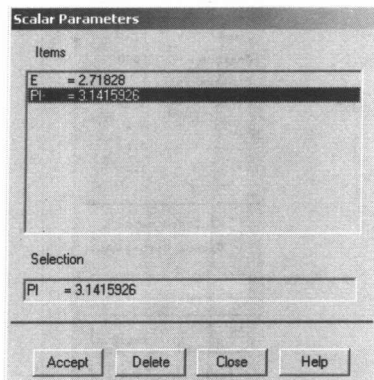


图 0-2 单选列表框

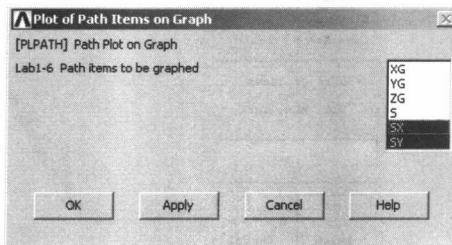


图 0-3 多选列表框

3. 双列选择列表框

双列选择列表框由两个单选列表框所组成，左边一个选择的是类，右边一个选择的是子项目。根据左边选择的不同，右边会显示不同的选项。使用双列选择列表框可以方便对项目分类，以便于选择。

双列选择列表框的应用如图 0-4 所示。在左边列表中选中 Stress 后，右边列表即显示属于 Stress 的子项目，可在其中选中某一项，例如：X-direction SX。

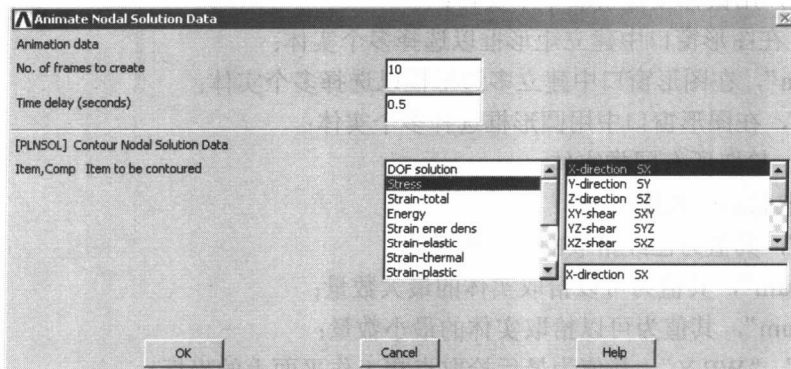


图 0-4 双列选择列表框

4. 拾取窗口

拾取窗口是一种特殊的对话框，它使用于在图形窗口中拾取实体和定位坐标。由于使用频繁，所以在此特别进行介绍。

拾取窗口有两种，一种是实体拾取窗口，如图 0-5 所示，另一种是坐标定位拾取窗口，如图 0-6 所示。主菜单中所有前面带有 κ 的菜单项在单击后都会弹出一个实体拾取窗口。坐标定位拾取窗口用于对一个新的关键点或节点进行坐标定位，实体拾取窗口用于选择图形窗口中已经创建的实体。

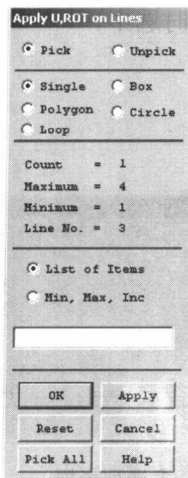


图 0-5 实体拾取窗口

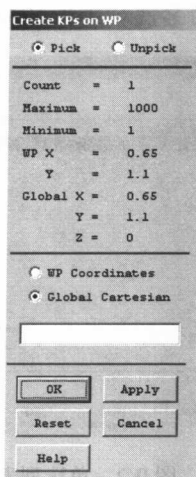


图 0-6 坐标定位拾取窗口

拾取窗口由以下几个区域所组成：

(1) 拾取模式

有“Pick”、“Unpick”两种，“Pick”模式下处于拾取状态，“Unpick”模式下处于取消拾取实体状态。

(2) 拾取方法

“Single”，用鼠标左键拾取单个实体；

“Box”，在图形窗口中建立矩形框以选择多个实体；

“Polygon”，在图形窗口中建立多边形框以选择多个实体；

“Circle”，在图形窗口中用圆形框选择多个实体；

“Loop”，拾取所有同类实体。

(3) 拾取状态和数据区域

“Count”，其值为已经拾取的实体的数量；

“Maximum”，其值为可以拾取实体的最大数量；

“Minimum”，其值为可以拾取实体的最小数量；

“WP X”、“WP Y”，其值为最后拾取点在工作平面上的坐标；

“Global X”、“Global Y”、“Global Z”，其值为最后拾取点在全球坐标系上的坐标；

“Line No”，显示拾取实体的编号，实体类型不同时，标题有所变化，例如“Area No”。

(4) 键盘输入区域

在用鼠标直接拾取不能准确定位时，从拾取窗口的文本框中输入坐标值或实体编号比较方便。

“文本框”，用于输入坐标值或实体编号，各输入值之间要用英文逗号隔开；

“WP Coordinates”、“Global Cartesian”，选择输入坐标值所使用的坐标系；

“List of Items”、“Min, Max, Inc”，选择输入的实体编号是编号列表，还是最小值、最大值或增量。

5. 作用按钮

典型的对话框有如下命令按钮：“OK”、“Apply”、“Reset”、“Cancel”和“Help”，它们的作用如下：

“OK”，应用对话框内的改变，并关闭对话框；

“Apply”，应用对话框内的改变，但不关闭对话框，可以继续输入；

“Reset”，重置对话框中的内容，恢复其默认值，不关闭对话框；

“Cancel”，取消对话框中的内容，恢复其默认值，并关闭对话框；

“Help”，帮助按钮。

0.3 ANSYS 的菜单系统

利用菜单方式输入命令，必须对菜单项的功能和位置有所了解，才能更好地使用它。ANSYS 的菜单有两种：通用菜单和主菜单，下面选择关键的菜单项进行简单介绍。

0.3.1 通用菜单

通用菜单（Utility Menu）包含了 ANSYS 的所有公共命令，允许在任何处理器下使用它。它采用下拉菜单结构，使用方法与标准 Windows 下拉菜单相同。

通用菜单共包括 10 项内容，现按其排列顺序就其重要部分进行简单说明。

1. File 菜单

File 菜单包含了与文件和数据库操作有关的命令。

“Clear & Start New”，清除当前分析过程，开始一个新的分析过程；

“Change Jobname”，改变任务名；

“Change Directory”，改变 ANSYS 的工作文件夹；

“Resume Jobname.db”，从当前工作文件夹中恢复文件名为任务名的数据库文件；

“Resume from”，恢复用户选择的数据库文件；

“Save as Jobname.db”，将当前数据库以任务名为文件名保存于当前工作文件夹中；

“Save as”，将当前数据库按用户选择的文件名、路径进行保存；