

第一章 ANSYS 7.0 入门

本章要点:

- I 有限元软件与 ANSYS
- I ANSYS 软件简介

本章首先介绍有限元软件的发展历程,使读者了解有限元软件的发展历程,并突出介绍了 ANSYS 的五大优点;然后介绍 ANSYS 的一些基础知识,并着重介绍 ANSYS 的数据接口,方便读者使用 CAD 软件建模,加快分析进程;另外对初学者增加如何使用 ANSYS 的帮助文件的介绍,帮助初学者尽快掌握 ANSYS 软件操作。

1.1 有限元软件与 ANSYS

1965 年“有限元”这个名词第一次出现,到今天有限元在工程上得到广泛应用,经历了三十多年的发展历史,理论和算法都已经日趋完善。有限元的核心思想是结构的离散化,就是将实际结构假想地离散为有限数目的规则单元组合体,实际结构的物理性能可以通过对离散体进行分析,得出满足工程精度的近似结果来替代对实际结构的分析,这样可以解决很多实际工程需要解决而理论分析又无法解决的复杂问题。

近年来随着计算机技术的普及和计算速度的不断提高,有限元分析在工程设计和分析中得到了越来越广泛的重视,已经成为解决复杂的工程分析计算问题的有效途径,现在从汽车到航天飞机几乎所有的设计制造都已离不开有限元分析计算,主要表现在以下几个方面:

- Ø 增加产品和工程的可靠性
- Ø 在产品的设计阶段发现潜在的问题
- Ø 经过分析计算,采用优化设计方案,降低原材料成本
- Ø 缩短产品投向市场的时间
- Ø 模拟试验方案,减少试验次数,从而减少试验经费

国际上早在 60 年代初就开始投入大量的人力和物力开发有限元分析程序,但真正的 CAE 软件是诞生于 70 年代初期,而近 15 年则是 CAE 软件商品化的发展阶段。目前流行的 CAE 分析软件主要有 NASTRAN、ADINA、ANSYS、ABAQUS、MARC、COSMOS 等。ANSYS 软件致力于耦合场的分析计算,能够进行结构、流体、热、电磁四种场的计算,已博得了世界上数千家用户的钟爱。

以 ANSYS 为代表的有限元分析软件,不断汲取计算方法和计算机技术的最新进展,将有限元分析、计算机图形学和优化技术相结合,已经成为解决现代工程问题必不可少的有力工具。ANSYS 在功能上非常强大,主要体现在前后处理能力,得到了大幅度的改进与扩充,使得 ANSYS 在功能、性能、易用性、可靠性以及对运行环境的适应性方面,基本上满足了用户的当前需求,帮助用户解决了成千上万个工程实际问题,同时也为科研尽心服务。ANSYS 软件的优势体现在以下几点:

1. 与 CAD 软件的无缝集成

为了满足工程师快捷地解决复杂工程问题的要求, ANSYS 软件开发了和著名的 CAD 软件(例如 Pro/ENGINEER、Unigraphics、SolidEdge、SolidWorks、IDEAS、Bentley 和 AutoCAD 等)的数据接口,实现了双向数据交换,使用户在用 CAD 软件完成部件和零件的造型设计后,能直接将模型传送到 CAE 软件中进行有限元网格划分并进行分析计算,及时调整设计方案,有效的提高分析效率。

2. 极为强大的网格处理能力

有限元法求解问题的基本过程主要包括:分析对象的离散化、有限元求解、计算结果的后处理三部分。结构离散后的网格质量直接影响到求解时间及求解结果的正确性与否。复杂的模型需要非常精确的六面体网格才能得到有效的分析结果,另外由于许多工程问题求解过程中,模型的某个区域产生极大的应变,单元畸变严重,如果不进行网格重新划分将使求解中止或结果不正确,ANSYS 凭借其对体单元精确的处理能力和网格划分自适应技术使其在实际工程应力方面具有很大的优势,受到越来越用户欢迎。

3. 高精度非线性问题求解

随着科学技术的发展,线性理论已经远远不能满足设计的要求,许多工程问题如材料的破坏与失效、裂纹扩展等仅靠线性理论根本不能解决,必须进行非线性分析求解,例如薄板成形就要求同时考虑结构的大位移、大应变(几何非线性)和塑性(材料非线性);而对塑料、橡胶、陶瓷、混凝土及岩土等材料进行分析或需考虑材料的塑性、蠕变效应时则必须考虑材料非线性。众所周知,非线性问题的求解是很复杂的,它不仅涉及到很多专门的数学问题,还必须掌握一定的理论知识和求解技巧,学习起来也较为困难。为此 ANSYS 公司花费了大量的人力和物力开发适用于非线性求解的求解器,满足用户的高精度的非线性分析的需求。

4. 强大的耦合场求解能力

有限元分析方法最早应用于航空航天领域,主要用来求解线性结构问题,实践证明这是一种非常有效的数值分析方法。而且从理论上也已经证明,只要用于离散求解对象的单元足够小,所得的数值解就可足够逼近于精确值。现在用于求解结构线性问题的有限元方法和软件已经比较成熟,发展方向是结构非线性、流体动力学和耦合场问题的求解。例如由于摩擦接触而产生的热问题,金属成形时由于塑性功而产生的热问题,需要结构场和温度场的有限元分析结果交叉迭代求解,即“热力耦合”的问题。当流体在弯管中流动时,流体压力会使弯管产生变形,而管的变形又反过来影响到流体的流动,这就需要对结构场和流场的有限元分析结果交叉迭代求解,即所谓“流固耦合”的问题。由于有限元的应用越来越深入,人们关注的问题越来越复杂,耦合场的求解成为用户迫切需求,ANSYS 软件是迄今为止唯一能够进行耦合场分析的有限元分析软件。

5. 程序面向用户的开放性

ANSYS 为了扩大自己的市场份额,满足用户的需求,在软件的功能、易用性等方面花费了大量的投资,由于用户的要求千差万别,不管他们怎样努力也不可能满足所有用户的要求,因此必须给用户一个开放的环境,允许用户根据自己的实际情况对软件进行扩充,这些包括用户自定义单元特性、用户自定义材料本构(结构本构、热本构、流体本构)、用户自定义流场边界条件、用户自定义结构断裂判据和裂纹扩展规律等等。ANSYS 的二次开发环境可以满足不同类型用户的需求。

利用 ANSYS 软件，工程师可以构造非常复杂的模型，并将模型置于各种复杂环境下进行分析，有效评估设计的合理性，使设计达到最优化，减少实际检验所需的投资，有效的降低产品设计周期，提高利润。

1.2 ANSYS 7.0 概述

1.2.1 ANSYS 7.0 的用户界面

ANSYS 软件功能非常强大，应用范围很广，其极为友好的图形用户界面（GUI）和优秀的程序架构非常重要。基于 Motif 标注的 GUI 重要有主窗口和输出窗口组成。ANSYS 界面不断改进，不同版本间界面存在较大差别。下面介绍 ANSYS 7.0 的用户界面（如图 1-1 所示）：

1. 主窗口

主窗口主要由以下五个部分组成，分别为：

1. Utility 菜单

这部分菜单主要通过 ANSYS 相关功能组件其作用，比如文件控制、参数选择、图像参数控制及参数输入等。

2. Input Window（命令输入窗口）

命令输入窗口（也称为命令栏）显示程序提示信息并允许用户直接输入命令，简化分析过程。

3. Toolbar（工具栏）

工具栏主要由单击按钮组成，这些按钮都是 ANSYS 中非常常用命令。用户可以根据自己工作类型定义自己的工具栏以提高分析效率。

4. Main Menu（主菜单）

主菜单包括了 ANSYS 最主要的功能，分为前处理器（Preprocessor）、求解器（Solution）、通用后处理器（General Postprocessor）、设计优化（Design Optimizer）。展开菜单可以看到非常多的树状建模命令，这也是 ANSYS 7.0 版本和以前 ANSYS 版本的一个显著差别。虽然菜单显示出现改观，但是菜单结构没有变化，这对 ANSYS 用户平滑升级非常有利。

5. Graphic Windows（图形窗口）

图形窗口显示分析过程的图形，在图形窗口中实现图形的选取。在这里可以看到实体建模各个过程的图形并察看到随后分析的结果。

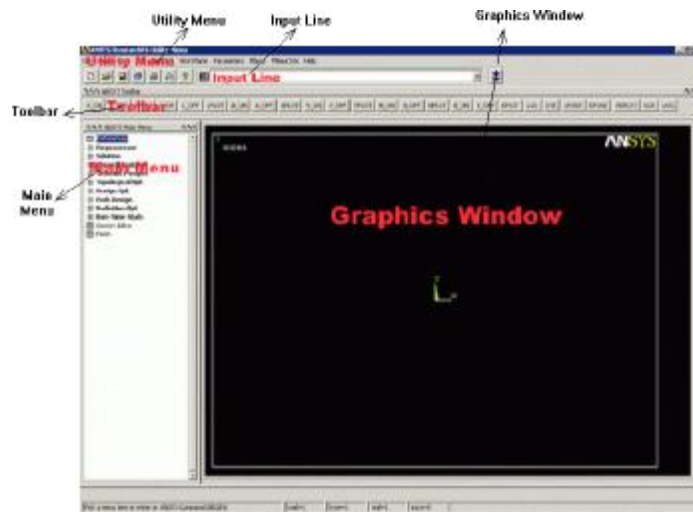


图 1-1 ANSYS7.0 主窗口

2. Output Windows (输出窗口)

输出窗口显示程序的文本信息，即以简单表格形式显示过程数据等信息。通常，输出窗口被主窗口遮盖，当然，如果需要随时可以将输出窗口拖到前面。

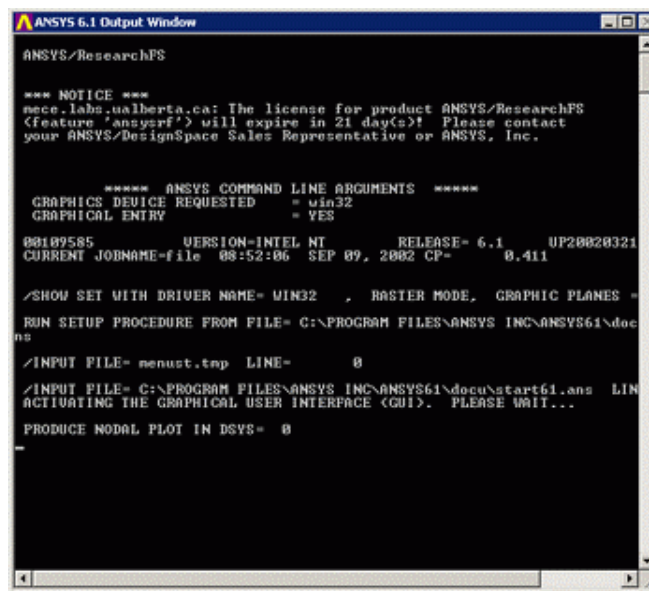


图 1-2 Output Windows

注意：

应该在 ANSYS 分析的各个步骤时刻查看 Output Windows 的信息，检验分析过程是否正确，及时调整。

通过 GUI 可以方便的交互式访问程序的各种功能、命令、用户手册和参考材料，一步步的完成整个分析，很好的体现处 ANSYS 的易用性。同时，ANSYS 软件提供了完整的在线说明和帮助文件，以协助有经验的用户进行高级应用。

在用户界面中，ANSYS 软件提供了四种通用的命令输入方法：

- Ø 菜单
- Ø 对话框
- Ø 工具栏
- Ø 直接输入命令

在后面章节中，将对比介绍 GUI 方式和直接命令输入方式，使读者尽快适应命令或者命令流方式分析问题，提高分析效率。

1.2.2 ANSYS 的图形处理功能

完全交互式图形操作是 ANSYS 软件一个非常重要的组成部分，图形对于校验前处理数据和在后处理中分析求解结果都非常重要。

ANSYS 软件的 PowerGraphic 能够非常迅速的完成 ANSYS 几何图形及计算结果的显示，而且如此迅速的显示几何图形是以对象而不是以数据重新在存储的。PowerGraphic 的显示特性保证图形显示的精度，通过 PowerGraphic 显示的图形几乎可以达到照片的质量，既可保证单元和等值线的显示，又可用于显示 p 单元或者 h 单元。PowerGraphic 的显示特性加速了等值线显示、断面/覆盖/Q-切片显示以及在 Q-切片中的拓扑显示。ANSYS 图形功能包括以下内容：

- Ø 在实体模型和有限元模型上的边界条件显示
- Ø 计算结果的彩色等值线显示
- Ø 显示随时间或模型中的轨迹变化的图形
- Ø 通用显示操作（视图方向、变焦，放大、转动）
- Ø 多窗口显示
- Ø 隐藏线、剖面及透视图显示
- Ø 光源阴影图形
- Ø 收缩显示（为保证清晰，相邻单元线单独显示）
- Ø 边缘显示（不显示单元轮廓线）
- Ø 多图元组合显示
- Ø 三维体内直观显示
- Ø X-Y 数据显示
- Ø 图形化操作历程显示，操作包括几何建模、网格划分、数据列表和求解
- Ø 用文本框、尺寸标注、多边形、符号等图形显示、增强注解能力
- Ø 动画显示，包括变形动画、时间历程结果动画、Q 切片动画和登值面动画
- Ø 对单元、肘形弯管单元、梁单元以及磁场源的实际形状及横截面显示
- Ø 层单元的复合材料层和方向显示
- Ø 窗口背影的色彩选择
- Ø 显示说明可以存入文件，以便调用

- Ø 硬拷贝图形功能、包括 Postscript, HPGL 和 TIFF 等格式

1.2.3 ANSYS 的计算器及数据库

1. ANSYS 的计算器

ANSYS 以功能可以分为一些几个处理器：前处理器、求解器、两个后处理器和几个辅助处理器（如设计优化器）。ANSYS 的前处理器用于生成有限元模型，指定随后的求解中所需参数；ANSYS 求解器用于施加载荷并定义约束，然后完成求解；ANSYS 后处理器用于提取并检查分析结果，并帮助用户完成对分析结果的评估。

2. ANSYS 的数据库

ANSYS 采用通用的集中式数据库存储所用模型数据及分析结果。模型数据（包括实体模型和有限元模型、材料参数等）通过前处理器写入数据库；载荷及约束通过求解器写入数据库；分析结果通过后处理器写入数据库。任何数据写入数据库后，如有需要可以被其他处理器调用。例如，后处理器不仅可以调用分析结果，而且可以调入模型数据然后利用这些数据进行后处理计算。

1.2.4 ANSYS 7.0 的文件格式

文件可用于数据从程序的一部分到另一部分的传输、存储数据库和存储数据输出。这些文件包括数据库文件、计算结果文件、图形文件等。下面介绍 ANSYS 运行过程中生成文件的类型及其功能（假定所有文件的文件名均为 Frame）：

1. Frame.db

数据库文件（二进制），保存实体模型、边界条件和载荷数据。

2. Frame.dbb

备份数据库文件（二进制）

3. Frame.err

ANSYS 分析过程出错记录文件（文本文件），文件中包含了运行过程中所有错误和警告信息。

4. Frame.out

ANSYS 操作过程中的输出文件（文本文件），即 ANSYS Output Windows 中所有输出信息的记录。

5. Frame.log

.log 文件或称为 ANSYS 命令流文件（文本文件），是分析过程中所用操作的命令记录。

注意：

依据分析过程喜好不同，可以保留不同类型的 ANSYS 文件：偏好 GUI 操作的用户应该保留数据库文件，在 ANSYS 启动后通过菜单导入即可继续进行分析；偏好命令操作的用户只需保留命令流文件即.log 文件，文件记录了所有命令及进度，可以使用户快速恢复到原进度，继续展开分析。

1.2.5 ANSYS 软件的数据接口及应用实例

ANSYS 具有完善的数据接口，可以与许多先进 CAD 软件共享数，为各个领域的用户提供了分析各种问题的能力。

利用 ANSYS 的数据接口，可以精确的将 CAD 平台上生成的几何数据文件导入 ANSYS，在 ANSYS 中划分网格并求解，极大的方便用户分析新产品和部件，避免重复建模。另外，ANSYS 接口程序已经嵌入很多 CAD 软件中，用户可以直接在 CAD 软件中对模型进行预处理，保证 CAD 数据与分析数据间的相关性。为此，ANSYS 软件提供了支持开放几何模型传递标准（IGES）格式及其他数据格式的数据接口，使用户可以在 CAD 软件上定义好有限元模型（包括节点位置、单元连接、材料特性、载荷与约束等），然后导入 ANSYS 根据需要再利用前处理器进行模型细化。

下面介绍一个比较简单的分析实例，通过实例讲解 CAD 软件（以 Pro/E 为例）中建立有限元模型需要注意的事项。在 Pro/E 中建立有限元模型的主要问题在如何在 Pro/E 软件中简化零件、建立有限元模型并通过数据接口导入 ANSYS 软件进行分析。在 Pro/E 建模与在 ANSYS 软件中建模过程大致相同：首先中建立实体模型，然后在实体模型上施加载荷、划分网格将实体模型转化为有限元模型，最后导入 ANSYS 进行分析。模型比较简单，可以被理想化为壳体与梁的复合体。

1. 问题描述

难度级别：基本难度，需要读者具备基本的 Pro/E 操作能力。

所需时间：一个小时或者稍多（视 Pro/E 操作熟练程度而定）。

实例类型：CAD 软件中建立有限元模型及分析文件设置。

Pro/E 功能示例：约束及载荷的定义，ANSYS 分析文件的设置。

2. 创建有限元模型（CAD 软件建模）

由于此模型将要在 ANSYS 中进行分析，所以与通常的零件模型有很多差别，因此在实体建模的过程中需要注意以下问题：

Ø 注意建模过程中所用单位制。

注意：

确保 Pro/E 中所用单位一定要与在 ANSYS 中所用单位一致！

Ø 注意模型坐标原点（ANSYS 软件中默认坐标设置与 Pro/E 中一样）。

Ø 由于建立的是有限元分析模型，因此必须舍弃所有不必要的、修饰性的部位（比如应该完全舍弃圆雕、斜切面、孔洞等）。由于细微结构部分会使网格划分器在此部位划分出非常细密的网格，除非这部分对于结构设计非常重要，否则完全舍弃！模型简化就是在求解精度和计算时间之间达到平衡。

注意：

（1）必须对零件进行合理的简化！

（2）不是网格越细密分析结果就越精确！过于细密的网格可能造成分析计算结果不可用。

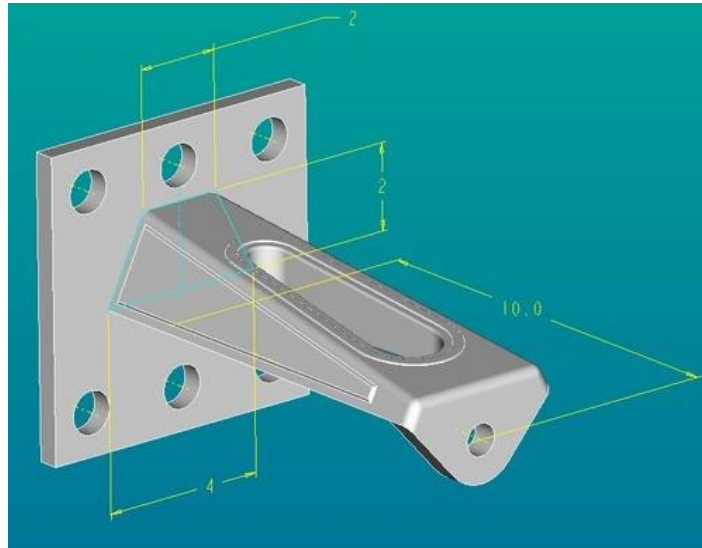


图 1-3 零件模型

1. 模型简化

图 1-3 是零件模型，没有经过任何简化。零件通过左端的厚板上的螺栓孔固定，近似的视为悬臂梁模型。载荷施加在右端的孔洞上，修饰结构位于上表面及两侧，并且有些边为圆边。对于这个模型，感兴趣的是直槽部分的应力分别情况，所以底座板和载荷孔（修饰部分）对分析结果影响不大，可以忽略。合理简化后模型如图 1-4 所示。下面将在模型的左端面定义约束，沿右表面施加均布载荷。

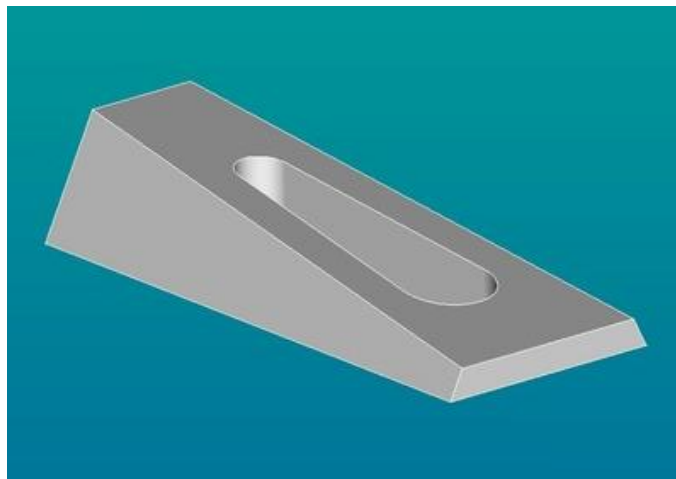


图 1-4 简化后模型

简化模型建立之后，需要在实体模型上施加载荷、定义约束、划分网格，将实体模型转化为有限元模型，下面介绍如何实体模型向有限元模型转化的操作过程。

在 Pro/E 顶部的下拉菜单中选择: GUI: Applications > Mechanics, 在弹出对话框中选择单位制, 单击 Continue 按钮。屏幕右侧弹出 MECHANICA 菜单, 在 FEM Mode 子菜单中选择 Structure。在屏幕的右侧出现新的工具菜单, 菜单中包含所有的常用的实体建模工具, 如约束、载荷、简化等。所有命令都是有效的, 这些命令可以通过菜单也可以通过屏幕右侧的命令输入对话框执行。

注意到屏幕上出现绿色的 WCS 坐标系。通过此坐标系定义有限元分析所需的约束方向、载荷方向。根据需要设置载荷及约束方向可以选择其他的坐标系, 如柱坐标系等。

MEC STRUCT 菜单出现在屏幕右侧, 菜单按照有限元模型定义过程从上到下依次展开。打开 STRC MODEL 菜单, Model 为默认选项。在 Model 菜单中详细定义模型信息。Features 命令允许读者添加额外的模型特性, 如数据点、曲线、表面区域等。Idealizations 允许将模型抽象为壳和梁。Current CSYS 命令允许用户子定义或者选择备用坐标系, 方便定义模型约束与载荷。下面介绍定义模型约束的过程。

2. 定义约束

完成模型简化, 开始定义约束、载荷及材料参数等信息。选择: GUI: Constraints > New, 弹出约束设置对话框 (如图 1-5 所示)。这里可以定义四种实体类型, 基本类型为点、线、面。约束在约束设置栏。每种约束都有单独的名称, 默认第一个名称为 ConstraintSet1, 约束的数量、类型没有限制。在最终计算模型, 只能有一种约束, 这种约束可以包括很多子约束。

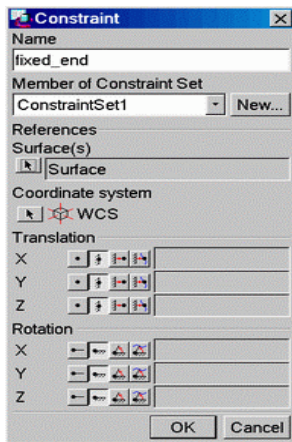


图 1-5 定义模型约束

选择 Surface, 完全固定悬臂梁的左端面。在约束对话框 (如图 1-5 所示) 中, 给约束命名表明其所属类型。由于约束定义在悬臂梁左端面, 选择要约束的面 (点约束对话框中 surface 栏, 然后在图形窗口中选择要施加约束的面)。单击 OK 按钮应用约束设置。通常约束为了限制所选实体上点的位移、转动, 对于每个方向: X 轴、Y 轴、Z 轴, 均有四种选择, 分别为 Free (自由)、Fixed (固定)、Prescribed (指定)、Function of Coordinates (定义坐标函数约束)。对于本模型, 不需要施加转动约束 (实体模型上所有点均没有转动自由度)。如果需要, 可以激活梁和壳单元转动约束。

将左端面位移约束定义为 FIXED, 单击 OK 按钮。模型左端面上出现桔黄色标记与文本

标签一起简要说明模型的约束类型

3. 施加载荷

约束定义完毕后，施加载荷。分析所需施加的载荷为面载荷，所以在 STRC MODEL 菜单中，选择：GUI: Loads > New > Surface 弹出 Force/Moment 对话框（如图 1-6 所示）。

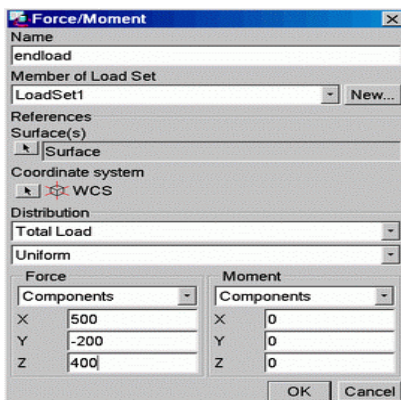


图 1-6 施加载荷

载荷设置为载荷设置栏子选项，每个载荷都可以包含多种载荷设置类型。例如，在分析支承体系中一个受压筒，筒通过喷嘴与管道连接，筒承受的载荷可能只有内压力，也可能包含支承力、温度载荷等，更多的时候，载荷应该还包含每个喷嘴处的受力情况，这些都可以同时加载。叠加原理使系统以数值方式同时处理所以载荷。

将载荷命名为 end_load（系统默认设置为 LoadSet1）。单击 Surfaces 按钮，然后选择模型右端面，单击中键返回。载荷设置采用软件默认设置。在数值栏输入载荷值。注意，这些设置都是在 WCS 坐标系中进行的。单击 OK 按钮，载荷显示如图 1-7 所示。

4. 定义材料属性

现在进行模型设置最后工作，设置模型材料参数。在 STRC MODEL 菜单中，选择：GUI: Materials > Whole Part 在材料类型库对话框中，选择所用材料并将其移至右边的方格中。在组装过程中，可以对每个零件定义不同材料。单击 Edit 按钮，可以看到所选材料的参数。模型已经完整定义了求解所需的所有信息，即约束、载荷、材料。

5. 设置分析类型

由于模型将要导入 ANSYS 进行分，因此需要在分析类型设置过程中将所用有限元软件定义为 ANSYS 类型。选择分析类型的过程与 ANSYS 软件类似。选择 GUI: Analyses > New 弹出 Anslsysis Definition 对话框（如图 1-8 所示）。输入分析类型名为 ansystest，选择分析类型为结构分析或模态分析并对分析做简短描述。单击 ConstraintSets 栏和 LoadSets 栏右侧 Add 按钮将 ConstraintSet1 和 LoadSet1 添加 Anslsysis Definition 对话框。单击 OK 按钮。

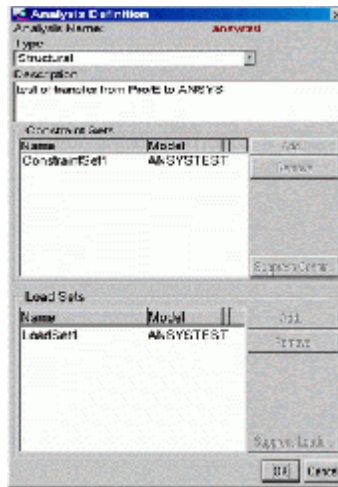


图 1-8 定义分析类型

6. 划分网格

网格尺寸参数设定为系统默认设置,不做修改。在 MEC STRUCT 对话框中,选择: GUI: Mesh > Create > Solid > Start 取默认设置即全局极小值,划分网格,弹出另外一个 Element Quality Checks.对话框(如图 1-9 所示)。Element Quality Checks.对话框中显示出网格质量方面的信息。单击 Check 按钮,对模型网格质量进行评估,评估结果呈柱状显示在屏幕右侧。如果网格没有通过质量评估需要重新进行网格设置(将在随后进行讨论)。单击 Close 按钮。图 1-10 为默认设置时生成的网格(以线框形式表示)。

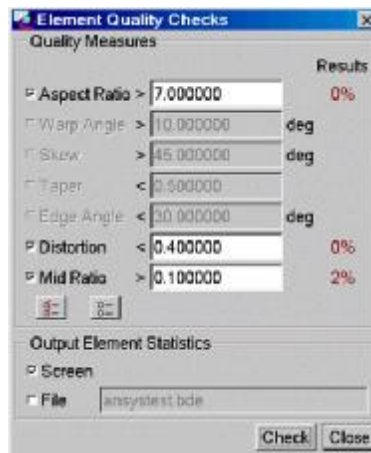


图 1-9 网格密度检验

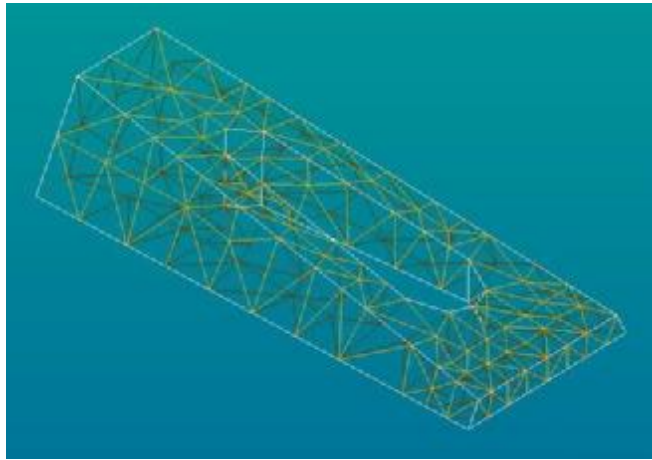


图 1-10 模型网格（默认设置）

7. 细化网格

在网格划分设置对话框中，选择 **Controls** 设置可以根据模型形状复杂程度及分析的重点有目的的细化点、线或面附近的网格。但是，过于细密的网格可能会造成网格数目过多，使收敛所需时间过长甚至可能不收敛。由于，此次分析对槽及其附近应力分析感兴趣，因此重新设置网格密度，使沿槽边缘曲线取最小网格尺寸。细化后模型网格如图 1-11 所示。此时，沿曲线网格质量比默认设置时质量高，但是这需要付出代价——细化后网格数目原有网格的两倍还多。

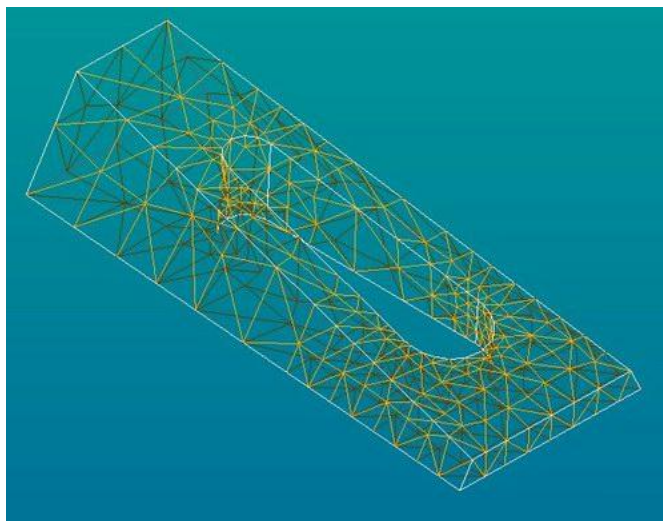


图 1-11 模型网格（细化后）

8. 创建输出文件

现在将实体模型转化为有限元模型，生成输出文件导入 ANSYS 进行分析。在 **MEC STRUCT** 菜单中，单击 **Run** 按钮，弹出 **Run FEM Analysis** 对话框（如图 1-12 所示）。

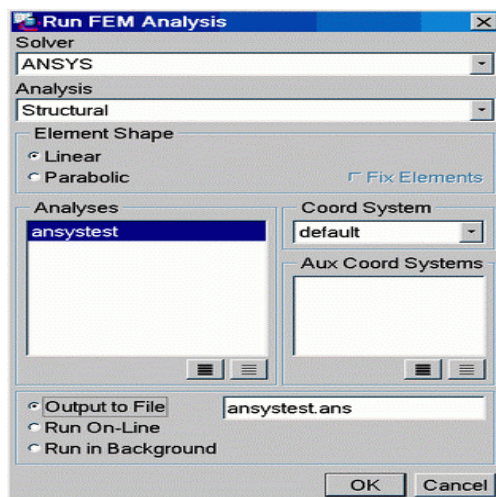


图 1-12 生成分析文件

在 Solver（求解器）下拉列表中，选择 ANSYS；在 Analysis 下拉列表中，选择 Structural 分析。已定义的参数（包括约束、载荷、网格划分及材料参数）显示出来。选择 Output to File 并输入输出文件名（默认设置时分析文件名后缀为 .ans，表示文件为 ANSYS 分析类型）。单击 OK 察看信息对话框是否合乎要求。

现在 Pro/E 部分工作完毕。回到顶部下拉菜单，选择：GUI: Applications > Standard 保存模型文件并退出 Pro/E 程序。将 .ans 文件从 Pro/E 工作目录拷贝到 ANSYS 工作目录下。

3. ANSYS 分析

1. 模型导入 ANSYS

启动 ANSYS 软件后选择 GUI: File > Read Input From..., 选择 Pro/E 生成的 .ans 文件，将完整的模型导入 ANSYS 中。通过操作：GUI: Utility Menu > Plot > Elements 显示模型图。

2. ANSYS 求解

在 ANSYS 主菜单中选择 GUI: Main Menu > Solution > Solve > Current LS > OK，经过几秒钟系统提示计算完成。

3. 查看分析结果

ANSYS 通用后处理器提供很多方式查看分析结果，具体操作将在后面的实例中详细讲解。较为通用的是：GUI: Main Menu > General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Nodal Solu，显示等效应力（Von Mises stress）等值线，单击 Apply 按钮，得到模型的等效应力分布图。

4. 实例总结

通过实例学习，读者应该了解使用 CAD 软件创建有限元模型时，如何对 CAD 零件图进行合理的简化，得到所需的实体模型（即如何去除对于分析不重要的修饰性的部分，并合理简化结构复杂程度）；读者了解 Pro/E 软件中网格划分及其细化操作，可以根据模型结构复杂程度及分析目的合理的调整网格参数。





图 1-14 从输入窗口中进入帮助系统

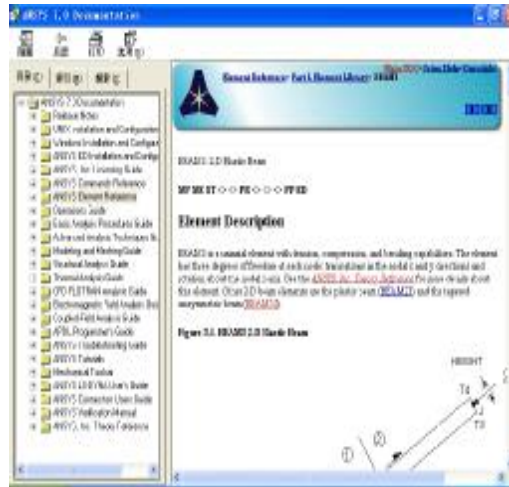


图 1-15 BEAM3 的帮助信息

2. ANSYS 7.0 帮助系统的超链接

ANSYS 7.0 的帮助系统中提供了大量的超链接。帮助系统的解释说明中带有下划线的蓝色字体都是超链接，单击以后将获得相关内容的详细说明。例如单击图 1-15 BEAM3 说明中的 BEAM54 的详细解释和说明（如图 1-16 所示）。

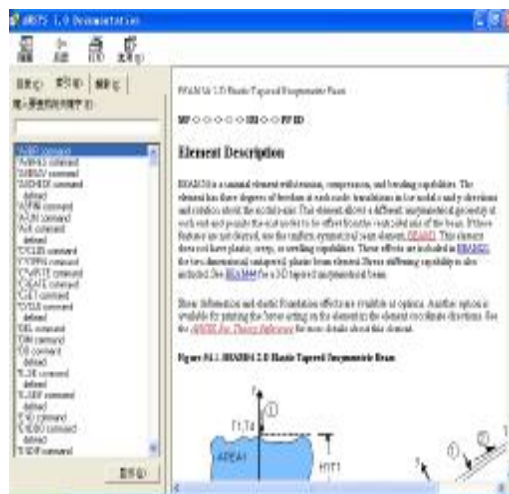


图 1-16 BEAM54 帮助信息

注意：

如果超链接变成了红色，则表示该项内容已经被单击查看过。

ANSYS 7.0 的帮助系统提供了在线教程。单击下拉菜单中的 ANSYS Tutorials, 即可进入 ANSYS 7.0 的在线教程 (如图 1-17 所示)。ANSYS 7.0 的教程提供了各种学科分析的基本知识, 用户可以在需要时进行查询。使用 ANSYS 在线教程时, 首先应该了解在线教程的使用方法 (Start Here 目录), 然后根据自己的分析类型选择专门的教程。例如, 如果读者对结构分析感兴趣, 可以单击 Structural Tutorial 目录, 然后阅读或者查阅结构分析在线教程的部分或者全部内容。



本章从有限元软件的发展历程开始讲述，对比介绍了有限元软件的历史、现状及其发展趋势及 ANSYS 软件的优势，随后介绍了 ANSYS 的基础知识。在 ANSYS 基础部分介绍中主要需要注意的是 ANSYS 文件类型及其对分析的影响，即使读者可以合理的保存文件，防止意外；另外需要注意的是如何借助 CAD 软件进行建模，加快分析进程，提高效率。最后介绍了 ANSYS 7.0 的在线帮助，期望读者掌握 ANSYS 在线帮助的查阅方法，为下一步学习打下坚实的基础。

1. 打开 ANSYS 并简单进行几步操作, 查看工作目录下的文件并指出文件的类型及其作用。
2. 用一种自己熟悉的 CAD 软件建立一个简单的、可供 ANSYS 分析的有限元模型。