

LS-DYNA

有限元分析及仿真

唐长刚 编著

视频教程



★ LS-DYNA——全球最强大显式求解器，
操作便利

★ LS-DYNA——超强的分析仿真能力

★ 汽车工业、模具工业、航空航天和电子
气首选分析软件

★ 海量光盘内容、视频讲解



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

工程设计与分析系列

LS-DYNA 有限元分析及仿真

唐长刚 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

LS-DYNA 软件广泛应用于工程领域,它非常适合分析结构冲击、爆炸等问题。本书共分为 10 章,介绍了 LS-DYNA 软件的基本功能和使用方法,主要包括几何模型的建立、网格划分、接触、载荷、刚体、重启动、后处理及工程应用实例。对于各个知识点本书通过实例进行说明,且实例中有简明叙述与充足的演示图片。本书中的相关例题皆为在 ANSYS 14.0 软件包中 ANSYS/LS-DYNA 模块里进行前处理和求解计算,在 LS-PREPOST 3.2 中进行后处理。

书中实例由浅入深,实用性强,而且配套光盘中有实例操作过程的视频讲解,既可方便初学者快速入门,又能为有一定基础的读者提供实际的应用指导。

本书既可作为机械、汽车、船舶、桥梁、航空航天、电子等相关专业本科生的自学教程,也可作为工程技术人员使用 LS-DYNA 的参考书。

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

LS-DYNA 有限元分析及仿真/唐长刚编著. —北京:电子工业出版社, 2014.2
(工程设计与分析系列)
ISBN 978-7-121-22154-5



I. ①L… II. ①唐… III. ①有限元分析—软件 IV. ①O241.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 301656 号

策划编辑:许存权

责任编辑:康霞

印刷:北京京师印务有限公司

装订:北京京师印务有限公司

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:21 字数:537.6 千字

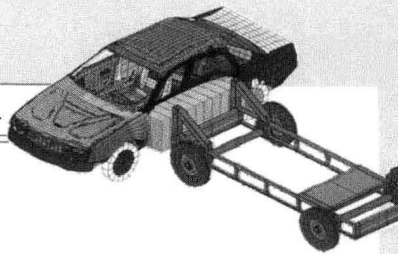
印次:2014 年 2 月第 1 次印刷

印数:3 500 册 定价:59.00 元(含 DVD 光盘 1 张)

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,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@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

LS-DYNA 是目前公认的最优秀的显性动力分析有限元软件。该软件特别适合于求解结构的非线性高速碰撞、爆炸等动态冲击问题。LS-DYNA 程序可以高效地处理几何非线性、材料非线性及接触非线性。该程序强于使用 Lagrange 算法进行显示结构动力分析,程序也兼有 ALE 和 Euler 算法、隐式分析功能、热分析和流体-固体耦合分析功能、静力分析功能。LS-DYNA 程序具有丰富的材料库、接触算法,可以满足大量科学与工程仿真分析的需要。目前,LS-DYNA 软件广泛应用于工程领域。

本书共有 10 章。第 1 章为概述,介绍 LS-DYNA 的总体功能,并通过一个实例演示了使用 LS-DYNA 进行仿真分析的完整过程(包括前处理、求解、后处理)。第 2 章~第 6 章分别介绍前处理的几个主要部分:第 2 章介绍建立几何模型的方法;第 3 章介绍网格划分的知识;第 4 章介绍接触设置;第 5 章介绍载荷;第 6 章介绍刚体方面的知识。在这些章节中,作者首先简要介绍相关知识点,紧接着用实例来提高学习者的软件使用技能。每一章都有一个具有完整前处理操作过程的例题(有的还有后处理过程)。这样就使得学习者不但能对相关知识点进行有重点的练习,还能不断地提高整体建模技能,不断熟悉仿真分析的全过程。第 7 章介绍求解过程中非常有用的重启动功能。第 8 章详细介绍后处理软件 LS-PREPOST。第 9 章由两个工程实例提出在实际应用中需要注意的问题。第 10 章通过两个工程实例进一步演示了前处理软件的使用方法及功能细节。

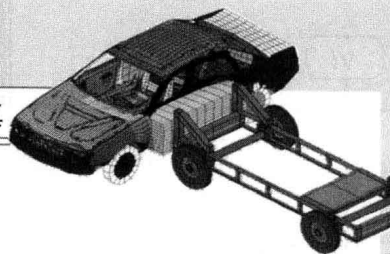
各章节循序渐进地介绍软件的操作方法。每一章的例题都具有独立性,读者可以单独上机演练各个例题。各个例题附有充足的演示图片及简要的文字说明。作者结合实例逐步介绍与软件设置相关的一些重要概念,以便读者对相关设置有清晰的理解。

本书使用 ANSYS 14.0 软件包中的 ANSYS/LS-DYNA 模块进行仿真分析的前处理和求解,使用 LS-PREPOST 3.2 软件进行后处理。为了照顾使用低版本 ANSYS 的用户,本书作者用 ANSYS 10.0 软件包中的 ANSYS/LS-DYNA 模块对书中的所有例题进行了前处理或求解。对于 ANSYS 10.0 与 ANSYS 14.0 中的少量不同之处作者在相关例题中给出了简要说明。为了不引起混乱,本书默认使用 kg-m-s 制国际单位。

本书主要由唐长刚完成,参加本书编写和光盘开发的还有谢龙汉、林伟、魏艳光、林木议、王悦阳、林伟洁、林树财、郑晓、吴苗、李翔、莫衍、朱小远、唐培培、耿煜、尚涛、邓奕、张桂东、鲁力、刘文超、刘新东等,同时也非常感谢拓技工作室其他成员的帮助和支持。由于时间仓促,书中难免有疏漏之处,请读者谅解。读者可通过电子邮件 tenlongbook@163.com 与我们交流。

编著者

2013 年 11 月

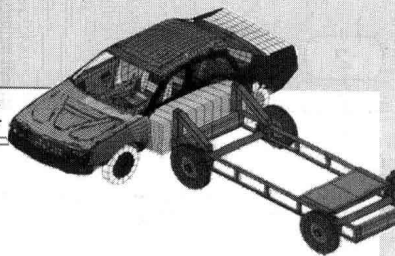


目 录

第 1 章 概述	1	2.10.2 相加	45
1.1 LS-DYNA 软件简介	2	2.10.3 胶结	46
1.2 操作界面	2	2.10.4 重叠	48
1.3 LS-DYNA 的操作步骤	3	2.10.5 分离	49
1.3.1 一个例题引出的问题	3	2.10.6 相减	51
1.3.2 LS-DYNA 前处理软件	4	2.11 实例 1——建立空心体模型	54
1.3.3 LS-DYNA 后处理软件	4	2.12 实例 2——建立壳体模型	56
1.4 入门引例——两杆的碰撞问题	4	2.13 实例 3——复合梁的碰撞问题	60
1.4.1 问题描述	5	2.14 小结	88
1.4.2 进入 LS-DYNA 前处理器	5	第 3 章 网格划分	89
1.4.3 建立模型	7	3.1 LS-DYNA 单元类型	90
1.4.4 划分单元	12	3.1.1 实体单元	90
1.4.5 工况设置	17	3.1.2 板壳单元	99
1.4.6 求解设置	18	3.1.3 其他单元	111
1.4.7 后处理	23	3.2 单元的选取	118
1.5 小结	25	3.3 单元的实常数	119
第 2 章 建立几何模型	26	3.4 单元属性定义	121
2.1 LS-DYNA 模型分类	27	3.5 单元的大小控制	124
2.1.1 实体模型	27	3.6 自由划分与映射单元	126
2.1.2 板壳模型	27	3.7 单元的删除	126
2.1.3 其他模型	27	3.8 离散单元的设置	130
2.2 关键点的建立	27	3.9 工程实例 1——金属物体坠落的碰撞问题	130
2.3 线的建立	28	3.10 工程实例 2——复杂物体的网格划分	136
2.4 面的建立	29	3.11 工程实例 3——管道受横向撞击时的变形过程	140
2.5 体的建立	31	3.12 小结	154
2.6 模型的删除	34	第 4 章 接触	155
2.7 由下到上建模	36	4.1 LS-DYNA 接触类型	156
2.8 由上到下建模	38		
2.9 复制与移动	40		
2.10 布尔运算	41		
2.10.1 分割	41		

4.1.1 单面自动接触	156	7.5 k 文件的修改	238
4.1.2 面面自动接触	156	7.6 进入重启动	240
4.2 生成零件 (Part)	157	7.7 工程实例 1——简单重启动的 操作方法	241
4.3 生成部件 (Component)	158	7.8 工程实例 2——小型重启动的 操作方法	243
4.4 接触类型的选取	159	7.9 工程实例 3——使用 k 文件 修改仿真模型的方法	245
4.5 删除接触	161	7.10 小结	248
4.6 边界条件与初速度	162		
4.7 工程实例 1——球面与平板的 接触	164	第 8 章 后处理	249
4.8 工程实例 2——柱壳与球壳的 自动接触	171	8.1 LS-PREPOST 后处理软件	250
4.9 工程实例 3——控制沙漏	184	8.2 操作界面	250
4.10 小结	195	8.3 k 文件的导入	251
第 5 章 载荷	196	8.4 导入后处理文件	251
5.1 载荷的分类	197	8.5 视频设置	251
5.2 建立载荷数组	197	8.6 视频输出	252
5.3 给 Component 施加载荷	198	8.7 查看各种结果	252
5.4 给刚体施加载荷	198	8.8 图片编辑	253
5.5 删除载荷	198	8.9 输出数据文件	253
5.6 工程实例 1——应力波在杆中的 传播	199	8.10 工程实例 1——圆管撞击 方管	255
5.7 工程实例 2——刚性板压缩 圆管	210	8.11 工程实例 2——双层同心圆柱 撞击方管	258
5.8 小结	217	8.12 小结	264
第 6 章 刚体	218	第 9 章 综合实例 A	265
6.1 刚体的作用	219	9.1 综合实例 1——船舶撞击桥墩	266
6.2 应用刚体时的注意事项	219	9.1.1 问题描述	266
6.3 刚体材料的选取与约束的设定	219	9.1.2 进入 LS-DYNA 前处理器	266
6.4 初始条件设置	220	9.1.3 建立模型	267
6.5 工程实例——落锤冲击方管的 过程	221	9.1.4 划分单元	269
6.6 小结	233	9.1.5 工况设置	269
第 7 章 重启动	234	9.1.6 求解设置	270
7.1 重启动的作用	235	9.1.7 后处理	270
7.2 重启动的分类	235	9.2 综合实例 2——电子产品跌落 分析	271
7.3 查看计算时间	235	9.2.1 问题描述	271
7.4 写重启动文件	237	9.2.2 进入 LS-DYNA 前处理器	272
		9.2.3 建立模型	273

9.2.4 划分单元	275	10.1.5 工况设置	286
9.2.5 工况设置	276	10.1.6 求解设置	292
9.2.6 求解设置	276	10.1.7 后处理	298
9.2.7 后处理	277	10.2 综合实例 2——板壳冲压成型 ...	300
9.3 小结	277	10.2.1 问题描述	300
第 10 章 综合实例 B	278	10.2.2 进入 LS-DYNA 前处理器	301
10.1 综合实例 1——高层框架结构 抗震分析	279	10.2.3 完善模型	302
10.1.1 问题描述	279	10.2.4 划分单元	306
10.1.2 进入 LS-DYNA 前处理器	280	10.2.5 工况设置	309
10.1.3 完善模型	281	10.2.6 求解设置	320
10.1.4 划分单元	284	10.2.7 后处理	323
		10.3 小结	327



第 1 章 概 述

LS-DYNA 是一款著名的显示动力分析有限元程序。该程序特别适用于求解二维、三维非线性结构高速碰撞、爆炸等冲击动力问题。同时该软件也能进行传热分析及流体-固体耦合分析。在工程领域 LS-DYNA 软件包被广泛使用。



本章内容

- LS-DYNA 软件介绍
- ANSYS/LS-DYNA 操作界面
- 仿真分析的基本步骤
- 分析实例——两杆的碰撞问题

1.1 LS-DYNA 软件简介

1976 年 J.O.Hallquist 博士主持开发完成 DYNA 程序系列。该程序主要为武器设计提供分析工具。1988 年 J.O.Hallquist 创建 LSTC 公司, 推出 LS-DYNA 程序。该程序包括 LS-DYNA2D、LS-DYNA3D、LS-NIKE2D、LS-NIKE3D、LS-TOPAZ2D、LS-TOPAZ3D 等。经过不断完善, LS-DYNA 的新版本陆续推出: 930 版(1993 年)、936 版(1994 年)、940 版(1997 年)、960 版(2001 年)、970 版(2003 年)、971 版(2007)。目前, ANSYS 14.0 软件包中包含了 LS-DYNA 的最新版本。

目前, LS-DYNA 的功能比较齐全: 它能够高效地处理几何非线性(大位移、大转动、大应变)、材料非线性及接触非线性。该程序强于使用 Lagrange 算法进行显示结构动力分析, 程序也兼有 ALE 和 Euler 算法、隐式分析功能、热分析和流体-固体耦合分析功能、静力分析功能。

1.2 操作界面

LSTC 公司与 ANSYS 公司合作于 1996 年推出了 ANSYS/LS-DYNA。LS-DYNA 的分析能力大大提高, 用户可以在 ANSYS/LS-DYNA 中进行建模、求解、查看仿真结果等。

本书中的所有例题都是在 ANSYS 14.0 软件包中的 ANSYS/LS-DYNA 模块下进行建模和求解的。下面简要介绍 ANSYS/LS-DYNA 模块的操作界面(见图 1-1)。至于各菜单内命令的使用方法作者将在本书各章的实例中具体介绍。

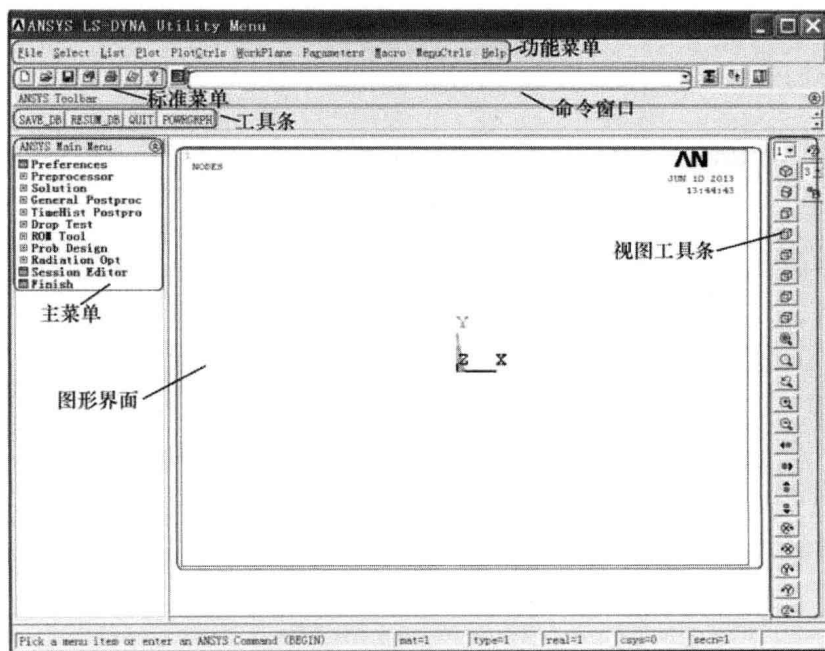


图 1-1 ANSYS LS-DYNA 操作界面

(1) 功能菜单 (Utility Menu) 主要功能有导入文件、对模型中的元素进行选择、对模型中的各种信息进行列表显示、控制模型的图像显示、切换坐标系、建立数组等。其中“Help”菜单给用户提供了比较详细的指导。初学者最好能在“Help”中浏览一下“ANSYS/LS-DYNA”的相关目录。

(2) 标准菜单用于建立新文件、打开或保存文件等。

(3) 命令窗口中可以直接输入命令。用户可以用这种方法进行建模,但本书不使用这种方法。本书使用 GUI (图形用户界面) 方式。用户不用记住各种命令,只需在操作界面上打开各种命令窗口就可以。

(4) 工具条中的“RESUM_DB”(撤销)命令很常用。单击一次该按键,整个文件返回到上次保存时的状态。

(5) 主菜单可以用于建模、求解及后处理,但在本书中主菜单只用来建模。

(6) 图形界面显示出建立好的几何模型。

(7) 视图工具条可以调整图形窗口中几何模型的观察方位及实现放大缩小、移动等功能。

1.3 LS-DYNA 的操作步骤

用 LS-DYNA 软件进行仿真分析主要有三大步骤:(1) 建模,也可称为前处理,主要功能为建立几何模型、设置模型的材料属性、划分网格、施加载荷及初速度、施加边界条件、定义接触、进行输出设置等。(2) 求解。这个任务主要由程序自行处理。根据模型的大小及计算机的性能,完成求解的时间可以从数秒直至几个月。(3) 后处理。后处理包括查看仿真动画,提取有用数据及对数据进行处理等。

1.3.1 一个例题引出的问题

如图 1-2 所示,一个空心球壳以 6m/s 的初速度撞击在一根两端固定的矩形截面梁的中部。要求:用 LS-DYNA 进行模拟计算,求出球壳与梁的碰撞力。

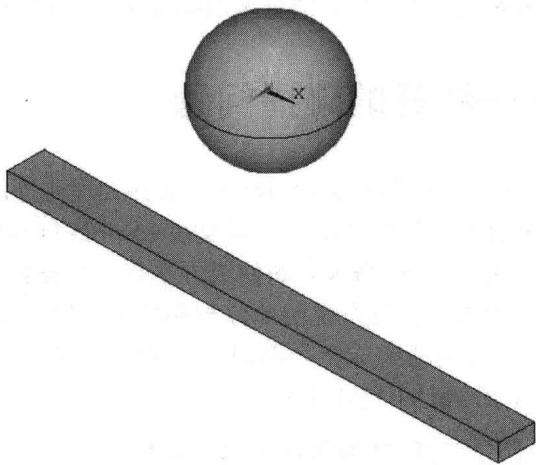


图 1-2 球壳与梁

对于以上问题怎样入手呢？其实只需要确定下列几个方面就解决了大部分的问题。

(1) 几何模型。确定球壳和梁的几何形状。

(2) 材料属性。给球壳和梁赋予材料属性，如密度、杨氏模量、泊松比。显然，这些因素会影响撞击力。

(3) 网格划分。几何模型是连续的，为了进行有限元计算，需要对模型做离散化处理。

(4) 初始速度。球壳的初始速度必然对撞击过程有影响。

(5) 载荷。在球壳下落的过程中，重力载荷会提高它的速度。

(6) 接触。球壳和梁要有接触，通常接触面还应当设置摩擦系数。

(7) 输出设置。设置仿真过程的持续时间；设置与输出有关的信息，如数据的采样率等。

(8) 求解。这个过程主要由计算机完成。

(9) 后处理。查看仿真结果。

以上是解决本例题的步骤，也是进行一般仿真分析的主要步骤。现在还需要做的工作是在软件上完成以上步骤。

1.3.2 LS-DYNA 前处理软件

伴随着 LS-DYNA 的不断完善，多款 LS-DYNA 的前处理软件相继推出。其中比较有名的 PC 版前处理软件有 ETA 公司的 FEMB、ANSYS/LS-DYNA、LS-PREPOST（这三款软件也能进行后处理）。本书使用 ANSYS/LS-DYNA 作为前处理软件。熟悉 ANSYS 软件的读者可以方便地使用 ANSYS/LS-DYNA 进行建模。

1.3.3 LS-DYNA 后处理软件

比较有名的 LS-DYNA 后处理软件有 ANSYS/LS-DYNA、LS-POST、LS-PREPOST（该软件由 LS-POST 发展而来）。本书将使用 LS-PREPOST 软件进行后处理。用户可以在 LS-PREPOST 中导入 LS-DYNA 的计算结果文件，观看仿真动画，提取各种有用数据（如应力、应变、位移、速度、加速度、动能、内能、接触力等）。LS-PREPOST 中也包含了数据处理功能。关于 LS-PREPOST 的详细介绍请见本书的第 8 章“后处理”。

1.4 入门引例——两杆的碰撞问题

这里给出一个简单的例题以完整演示 LS-DYNA 软件处理碰撞问题的方法。本例题演示了在 ANSYS/LS-DYNA 模块下的建模和求解，以及在 LS-PREPOST 后处理器中查看结果。通过本例的学习，初学者可以对 LS-DYNA 的使用方法有一个整体了解。本例题使用 kg-m-s 制国际单位。在后续章节如果遇到没有说明单位制的情况，默认取 kg-m-s 制国际单位。

为了让初学者能够顺利快速地完成整个练习，作者给出了简洁的操作说明。软件中的各种操作命令将在后续章节的例题中逐步说明。



起始文件

——附带光盘 “Ch1\bar_impact.db”



结果文件

——附带光盘 “Ch1\bar_impact.k”



动画演示

——附带光盘 “AVI\Ch1\bar_impact.avi”

这里做一点说明，“*.db”文件为 ANSYS/LS-DYNA 前处理器的数据文件，它保存了模型的相关信息。该文件可在 ANSYS/LS-DYNA 前处理器中被打开或被修改。起始文件可能为一个完整的模型文件（没特别说明时），也可能是一个只有部分模型的文件（如只有几何模型，还未有划分网格等），这应当视具体例题而定。“*.k”文件（简称 k 文件）为前处理结束后程序导出的一个文件。k 文件保存了模型的所有信息。将 k 文件导入求解器就能对模型进行求解计算。“*.avi”文件为前处理操作过程的录像文件。

1.4.1 问题描述

如图 1-3 所示，A 杆以 $v=5\text{m/s}$ 的初速度撞击 B 杆的左端。A、B 两杆的轴线重合，且两杆的端面尺寸都为 $0.02\text{m}\times 0.02\text{m}$ 。A 杆长 0.05m ，B 杆长 0.1m 。两杆为材料相同的钢杆，且假定材料都处于线弹性阶段，材料的杨氏模量 $E=2.1\times 10^{11}\text{Pa}$ ，泊松比 $\lambda=0.3$ ，密度为 $\rho=7850\text{kg/m}^3$ 。要求：观察撞击后 A、B 两杆的运动情况。

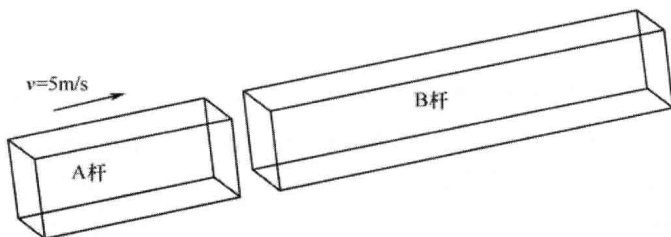


图 1-3 A、B 两杆

1.4.2 进入 LS-DYNA 前处理器

(1) 在“开始”菜单中将鼠标指向“ANSYS 14.0”文件夹，出现“Mechanical APDL Product Launcher 14.0”图标（见图 1-4，在“ANSYS 10.0”版本中该图标的名字为“ANSYS Product Launcher”）。单击“Mechanical APDL Product Launcher 14.0”图标，弹出“14.0: ANSYS Mechanical APDL Product Launcher [Profile:***La...”窗口（见图 1-5）。

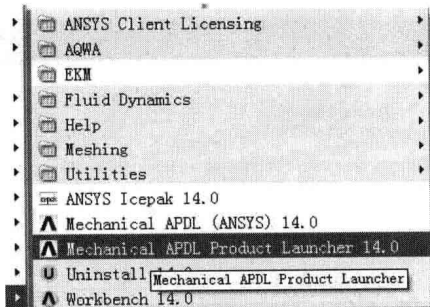


图 1-4 “Mechanical APDL Product Launcher 14.0”图标



图 1-5 “14.0: ANSYS Mechanical APDL Product Launcher [Profile:***La...” 窗口

(2) 单击“14.0: ANSYS Mechanical APDL Product Launcher [Profile:***La...”窗口中“Simulation Environment:”方框后的倒立三角形图标，选中“ANSYS”。

(3) 单击“14.0: ANSYS Mechanical APDL Product Launcher [Profile:***La...”窗口中“License:”方框后的倒立三角形图标，选中“ANSYS LS-DYNA”。

(4) 在“14.0: ANSYS Mechanical APDL Product Launcher [Profile:***La...”窗口中的“Working Directory:”方框内输入“d:\bar_impact”（输入的内容在引号内，该目录为文件的保存目录）。

(5) 在“14.0: ANSYS Mechanical APDL Product Launcher [Profile:***La...”窗口中的“Job Name:”方框内输入“bar_impact”。

(6) 单击“14.0: ANSYS Mechanical APDL Product Launcher [Profile:***La...”窗口中的“Run”。弹出“ANSYS Mechanical APDL Launcher Query”窗口（见图 1-6）。

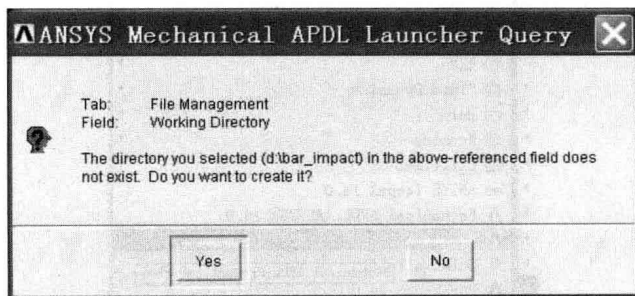


图 1-6 “ANSYS Mechanical APDL Launcher Query” 窗口

(7) 单击“ANSYS Mechanical APDL Launcher Query”窗口中的“Yes”按钮,弹出 ANSYS LS-NYNA 操作界面(见图 1-7)。

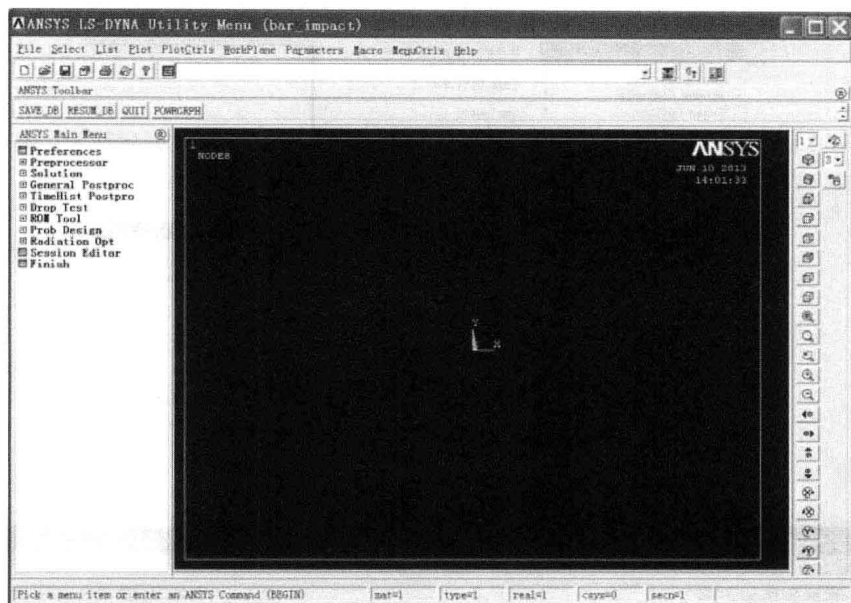


图 1-7 ANSYS LS-DYNA 操作界面

1.4.3 建立模型

1. 图形界面的坐标系

这里所说的“建立模型”是指建立物体的几何形体,有时“模型”也表示整个有限元模型(包括划分单元后几何形体、边界条件、载荷等),所以对“模型”二字的理解应当视具体情况而定。

建立模型之前,首先介绍一下图形界面的坐标系。如图 1-8 所示,刚打开操作界面后,图形界面中出现一个空间直角坐标系。其中, X 轴正方向水平向右, Y 轴正方向竖直向上, Z 轴正方向垂直屏幕向外。没有特别说明的情况下,几何模型就是在该坐标系下建立的。



图 1-8 图形界面的坐标系

2. 设置单元

(1) Utility Menu>PlotCtrls>Style>Colors>Reverse Video, 即单击 Utility 菜单中的“PlotCtrls”、再依次单击下级菜单中的“Style”,“Colors”,“Reverse Video”(见图 1-9)。将图形窗口的背景变为白色(见图 1-10),以便在后续操作中更清楚地观看视图。

(2) Main Menu>Preprocessor>Element Type>Add/Edit/Delete, 即单击 Main 菜单下的“Preprocessor”,再依次单击“Element Type”、“Add/Edit/Delete”(见图 1-11),弹出“Element Types”窗口(见图 1-12)。

(3) 单击“Element Types”窗口中的“Add”,弹出“Library of Element Types”窗口(见图 1-13)。

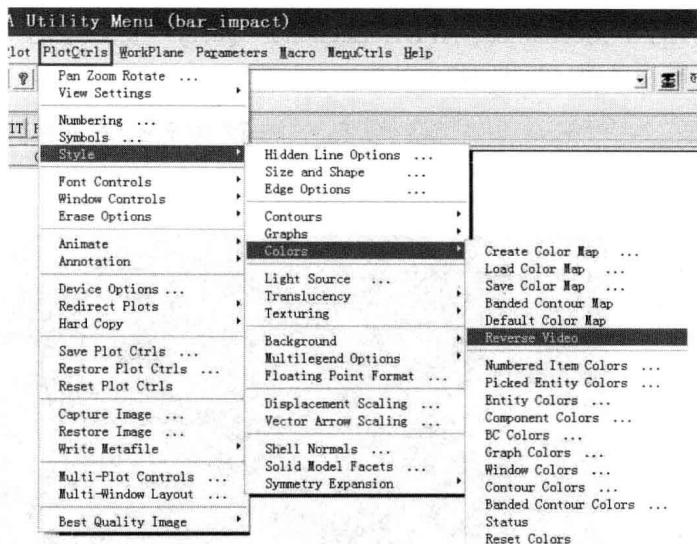


图 1-9 Utility 菜单展开

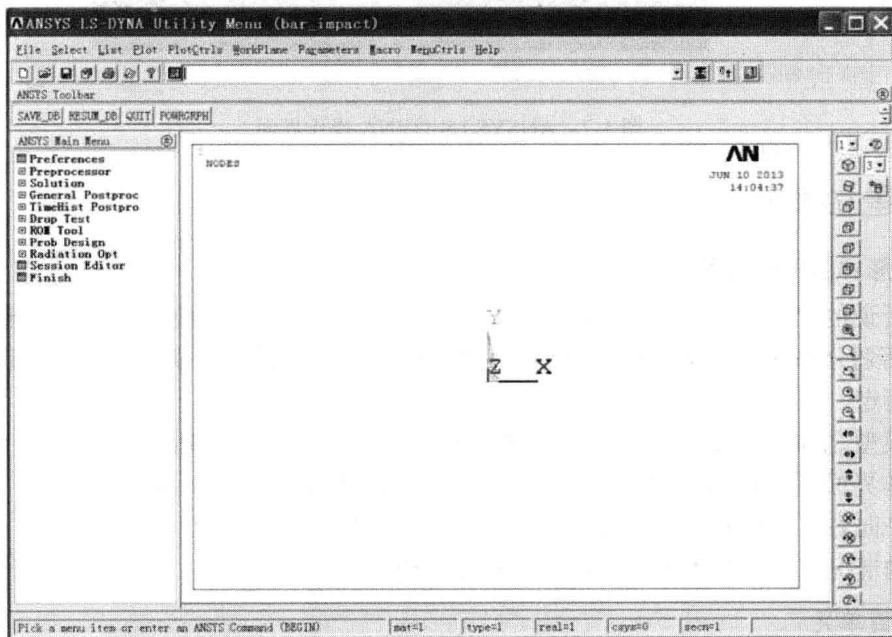


图 1-10 ANSYS LS-DYNA 操作界面

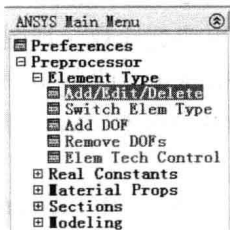


图 1-11 Main 菜单展开

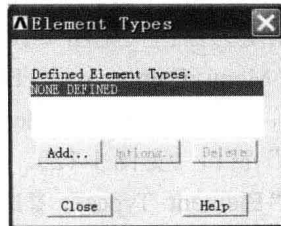


图 1-12 “Element Types” 窗口

(4) 在“Library of Element Types”窗口中的左边方框中用鼠标单击选中“LS-DYNA Explicit”（选中后背景为蓝色），在右边方框中用鼠标单击选中“3D Solid 164”。

(5) 单击“Library of Element Types”窗口中的“Apply”按钮。

(6) 单击“Library of Element Types”窗口中的“OK”按钮。这时“Element Types”窗口中显示已经选好了两种单元（见图 1-14）。

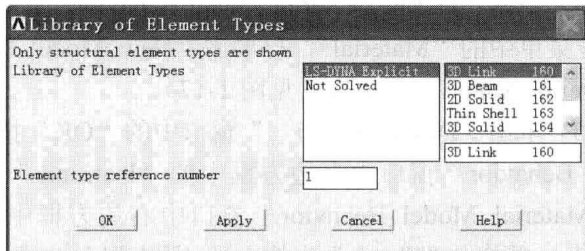


图 1-13 “Library of Element Types”窗口

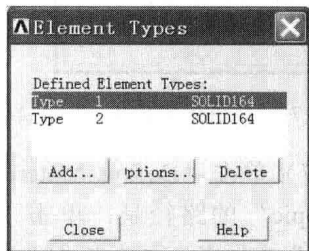


图 1-14 “Element Types”窗口

(7) 单击“Element Types”窗口中的“Close”按钮。

3. 定义材料

(1) 依次单击 Main Menu>Preprocessor>Material Props>Material Models, 出现“Define Material Model Behavior”窗口（见图 1-15）。

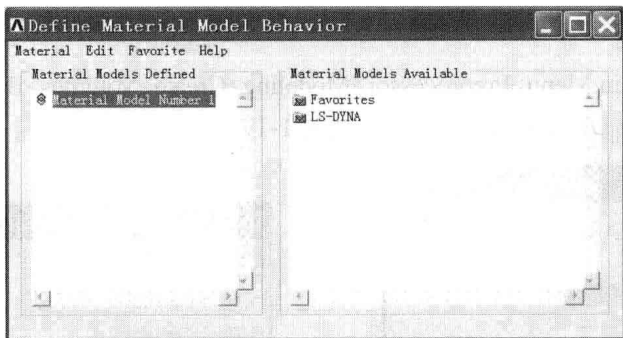


图 1-15 “Define Material Model Behavior”窗口

(2) 单击（如果是 ANSYS10.0 版本，这里需要双击）“Define Material Model Behavior”窗口中右边方框中的“LS-DYNA”文件夹，然后单击“Linear”文件夹，再单击“Elastic”文件夹，最后单击“Isotropic”，出现“Linear Isotropic Properties for...”窗口（见图 1-16）。

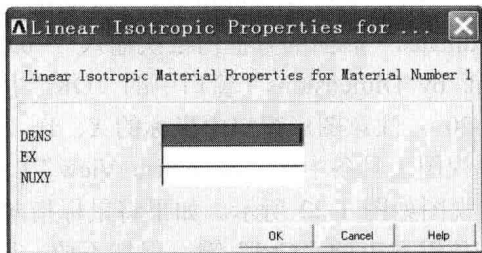


图 1-16 “Linear Isotropic Properties for...”窗口

(3) 在“Linear Isotropic Properties for...”窗口中的“DENS”方框处写入“7850”，“EX”方框处写入“ $2.1\text{e}11$ ”，“NUXY”方框处写入“0.3”。以上输入表示材料密度为 7850kg/m^3 ，杨氏模量为 $2.1\times 10^{11}\text{Pa}$ （注意 $2.1\text{e}11$ 表示 2.1×10^{11} ），泊松比为0.3。

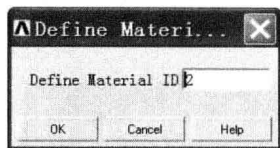


图 1-17 “Define Materi...”窗口

(4) 单击“Linear Isotropic Properties for...”窗口中的“OK”按钮。

(5) 单击“Define Material Model Behavior”窗口左上角下拉菜单中的“Material”，再单击“New Model...”，出现“Define Materi...”窗口（见图 1-17）。

(6) 单击“Define Materi...”窗口中的“OK”按钮。

(7) 单击“Define Material Model Behavior”窗口中右边方框中的“Isotropic”（打开“Isotropic”的路径是：单击“Define Material Model Behavior”窗口中右边方框中“LS-DYNA”文件夹，再单击“Linear”文件夹，再单击“Elastic”文件夹），出现“Linear Isotropic Properties for...”窗口（见图 1-18）。

(8) 在“Linear Isotropic Properties for...”窗口中的“DENS”方框处写入“7850”，“EX”方框处写入“ $2.1\text{e}11$ ”，“NUXY”方框处写入“0.3”。

(9) 单击“Linear Isotropic Properties for...”窗口中的“OK”按钮。

(10) 以上定义了两组材料参数，单击“Define Material Model Behavior”窗口右上角的叉号关闭该窗口。

4. 建立几何模型

(1) 依次选择 Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create>Volumes>Block>By Dimensions，出现“Create Block by Dimensions”窗口（见图 1-19）。

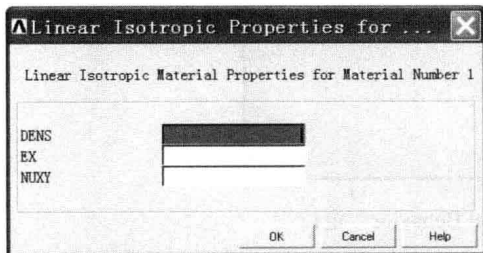


图 1-18 “Linear Isotropic Properties for...”窗口

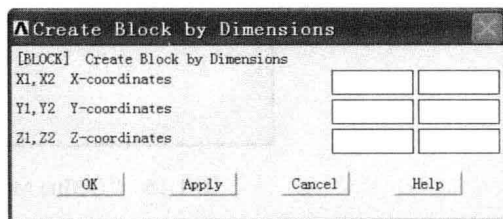


图 1-19 “Create Block by Dimensions”窗口

(2) 在“Create Block by Dimensions”窗口中“X1, X2 X-coordinates”后面的方框内依次输入“-0.05”、“0”，在“Y1, Y2 Y-coordinates”后面的方框内依次输入“-0.01”、“0.01”，在“Z1, Z2 Z-coordinates”后面的方框内依次输入“-0.01”、“0.01”。

(3) 单击“Create Block by Dimensions”窗口中的“OK”按钮。杆 A 的模型已建立，出现在图形窗口中（见图 1-20）。注意图形窗口中坐标的 X、Y、Z 轴的方向。

(4) 单击操作界面右侧视图工具条中的“Isometric View”（见图 1-21），改变视图的观察角度。改变观察角度后的视图如图 1-22 所示。如果将鼠标指向模型（即 A 杆），用 Ctrl+鼠标左键可以平移视图（按住键盘上的“Ctrl”键，保持不放，同时按住鼠标的左键并移动鼠标）；滚动鼠标的中键对视图进行放缩；用 Ctrl+鼠标右键可以旋转视图。