实验八 六方孔螺钉头 2D-3D

(一) 实验目的

1.熟悉并掌握 ANSYS 软件的使用方法;

2.掌握如何利用 ANSYS 进行 2D-3D 建模;

3.掌握如何利用 ANSY 进行 2D-3D 模型的应力分析。

(二) 实验设备和工具

安装有 ANSYS 软件的计算机

(三) 实验问题描述

实体模型如图 8.1 所示为一六方孔螺钉头用扳手,在手柄端部加斜向上的面力 100N。然后加向下的面力 20N。本例题的目的是算出在这两种外载作用下扳手的 应力分布。详细参数如下:

截面宽: 10mm, 正六边形边长为 5.8mm; 形状: 正六边形 杆长: 7.5cm 手柄长: 20cm 弯曲半径: 1cm 弹性模量: 2.07×1011Pa 向下的面力: 20N 斜向上的面力: 100N



图 8.1 六方孔螺钉头用扳手

(四) 实验步骤

1.建立模型

完整的前处理过程包括:设定分析作业名和标题;定义单元类型和实常数; 定义材料属性;建立几何模型;划分有限元网格。本实验中的应力单位为 Pa, 力单位为 N,长度为 m。

1.1 设定分析作业名和标题

在进行一个新的有限元分析时,通常需要修改数据库文件名,并在图形输出 窗口中定义一个标题用来说明当前进行的工作内容。另外,对于不同的分析范畴 (结构分析、热分析、流体分析、电磁场分析等)ANSYS8.0 所用的主菜单的内 容不尽相同,为此我们需要在分析开始时选定分析内容的范畴,以便 ANSYS8.0 显示出与要进行的分析相对应的菜单选项。

(1) 单击菜单项 Utility Menu | File | Change Jobname, 将弹出 Change Jobname (修改分析文件名) 对话框, 如图 8.2 所示。

🕮 Change Jobname	X
[/FILNAM] Enter new jobname	сноз 2
New log and error files?	I No
ок З	Cancel Help

图 8.2 设定分析文件名

(2)在 Enter new jobname (输入新文件名)文本框中输入文字 "CH05",为本分析实例的数据库文件名。

(3) 单击______按钮,完成文件名的修改。

(4) 单击菜单项 Utility Menu | File | Change Title, 将弹出 Change Title (修改标题) 对话框, 如图 8.3 所示。

📲 Change Title	×
[/TITLE] Enter new title	static analysis of an Allen wrench 5
ок 6	Cancel Help

图 8.3 设定分析标题

(5)在Enter new title (输入新标题)文本框中输入文字"static analysis of an Allen wrench",为本分析实例的标题名。

(6)单击______按钮,完成对标题名的指定。

(7)选取菜单项 Utility Menu | Plot | Replot,指定的标题"static analysis of an Allen wrench"将显示在图形窗口的左下角,如图 8.4 所示。

1 MODES	ANSYS
NODEN	NOV 29 2002 21.47.53
	21.47.33
	,
	X
static analysis of an Allen wrench 7	
图 8.4 显示指定	
(8) 远取采平坝 Wain Wenu Pre Filtering (菜单讨滤参数洗择) 对话框.	terence,将弹出 Preterence of GUI 、如图 8.5 所示。
Preferences for GUI Filtering	
[KEYW][/PMETH] Preferences for GUI Filtering	
Individual discipline(s) to show in the GUI	•
	nermai
Note: If no individual disciplines are selected they will all show.	
Discipline options	
	• h-Method
	C p-Method Struct.
10 ok	Cancel Help
<u> </u>	

图 8.5 菜单过滤参数选择对话框

(9)选中 Structural (结构)复选框,以便 ANSYS6.1 的主菜单设置为与结构分析相对应的菜单选项。

 1. 2 设定单位制和一些参数

为方便建立模型时的输入方便,这里将要定义一些参数变量来代替一些常数。 (1)单击命令输入框,将光标置于其中输入"/UNITS,SI",然后回车;这项 设定只是为了设定当 ANSYS 和其他系统交换数据时的转换比率,对于 ANSYS 本身 的数据没有任何影响。

(2) 单击菜单项 Utility Menu | Parameters | Angular Units, 弹出 Angular Units for Parametric Functions 设定在 ANSYS 内部函数中角度参数的单位, 弹出如图 8.6 所示对话框。

📲 Angular Units for Paran	netric Functions				\times
[*AFUN] Units for angular -			Radians	RAD	•
- parametric functions		_	Radians	RAD	
parametranetali		3	Degrees	DEG)
ок 4	Apply	Cancel		Help	

图 8.6 设定角度单位

- (3) 在下拉列中选择 Degrees DEG (度)。

(5) 单击 Utility Menu | Parameters | Scalar Parameters, 弹出 Scalar Parameters (参变量)对话框。如图 8.7 所示。

exx High	= 2.070000000E+11 = 1.000000000E-02
Select	ion
L_Side	=high*tan(30) 6

图 8.7 定义参数变量

(6) 在 Selection 文本框中输入"EXX=2.07E11", 不管输入时字母的大小写, ANSYS 会将输入字母全部转换为大写。

表 8.1 定义的参变量

参数变量名	数值	参数描述
EXX	2.07E11	杨氏模量的值为 2.07E11 Pa

HIGH	.01	正六边形截面的高度为.01 m
L_SIDE	HIGH* TAN (30)	正六边形的边长为.0058 m
L_SHANK	.075	扳手杆的长度(短端)为.075 m
L_HANDLE	.2	扳手柄的长度(长端)为.2 m
BENDRAD	.01	扳手柄与杆的过渡圆角半径
		为.01 m
L_ELEM	.0075	单元边长为.0075 m
NO_DIV_SIDE	2	截面每边的单元分划数为2

(7) 单击 Accept 按钮, ANSYS 生成并在数据库中存储 EXX 变量, EXX 变量 的值为 2.07E11。

(8) 重复第6步和第7步直到将表中的变量按格式全部输入完毕为止。

(9)单击 Close 按钮,结束参变量的添加,关闭对话框。

1.3 定义单元类型

在进行有限元分析时,首先应根据分析问题的几何结构,分析类型和所分析 的问题的精度要求等,选定适合分析实例的有限元单元类型。本例中选用 8 节点 实体单元,考虑到将要采用沿路径拉伸的方式建立模型和有限元网格,还需要定 义二维单元类型,本例中采用 Mesh200,此种单元类型划分网格生成的单元和节 点在求解时是无效的,即不会对这些单元和节点求解。

(1)选取菜单项 Main Menu | Preprocessor | Element Type | Add/Edit/Delete,将弹出 Element Types (单元类型)对话框,如图 8.8 所 示。

Element Types		×
Defined Element Types: NONE DEFINED		
2 Add	Options	Delete
Close		Help

图 8.8 定义单元类型

(2) 单击 ______ 按钮,将弹出 Library of Element Types (单元类型库) 对话框,如图 8.9 所示。

Elibrary of Element Types		×
Only structural element types are shown		
Library of Element Types	3	Contact Gasket Combination ANSYS Fluid User Matrix Superlement Surface Effect Not Solved Mesh Facet 200 Mull Element 0 4 Mesh Facet 200
Element type reference number		1
ОК Арру 5		Cancel Help

图 8.9 里兀尖坚连刈 话伸	图 8.)单	元类型	库对	话材	E
-----------------	------	----	-----	----	----	---

(3) 在左边的列表框中选择 "Not Solved", 此类单元将不予求解。

(4) 在右边的列表框中选择 "Mesh Facet 200", 此单元类型可模拟 ANSYS 提供的大多数二维或者三维实体单元。

(5) 单击 Apply 按钮,添加 MESH200 单元。

(6) 然后在左边的列表框中选择 "Solid", 选择实体单元类型。

(7) 在右边的列表框中选择 "Brick 8Node 45", 选择 8 节点六面体单元 SOLID45。

Elei	ment	Types				X
	Define	ed Eleme	nt Types:			
	Туре	1	MESH200			
	Туре	2	SOLID45			
		Add		Option: Q	Delete	
	_					
		Clo	set d		Help	
			~12			

图 8.10 单元类型对话框

(9)可以看到列表中存在已经添加的两种单元类型: MESH200 和 SOLID45。 由于 MESH200 能够兼容 ANSYS 几乎所有形状的单元类型,因此需要对其进行设定, 使其形状为二维 4 节点单元。选择"Type 1 MESH200"项,然后单击按钮,弹出 MESH200 element type options (MESH200 单元类型选项)设定对话框,如图 8.11 所示。

B MESH200 element type options		X
Options for MESH200, Element Type Ref. No. 1		
Element shape and # of nodes K1		QUAD 4-NODE
Element shape testing K2	10	QUAD 4-NODE
OK 11 Cancel		BRICK 20-NODE

图 8.11 MESH200 单元类型选项对话框

(10) Element shape and #of nodes (在单元形状和节点)下拉列表中选择 "QUAD 4 NODE",即单元形状为 4 节点 4 边形。

- (11)单击______ 按钮,返回到图 8.10 所示对话框。
- 1. 4 定义材料属性

实验中选用的两种单元类型均不需定义实常数,故略过定义实常数这一步骤而直接定 义材料属性。不考虑惯性力的静力分析中只需要定义材料的弹性模量即可。具体步骤如下:

(1)选取菜单项 Main Menu | Preprocessor | Material Props | Material Models,将弹出 Define Material Model Behavior (定义材料模型)对话框,如图 8.12 所示。

Define Material Model Behavior		
Material Models Defined	Material Models Available	
Material Model Number 1	Structural Linear Elastic Stotropic Nonlinear Density Thermal Expansion Coef Damping Friction Coefficient Linex Material Options	

图 8.12 定义材料模型对话框

(2) 依次双击 Structural | Linear | Elastic | Isotropic,展开材料属性的树形结构。将弹出 1 号材料的弹性模量 EX 和泊松比 PRXY 的定义对话框,如图 8.13 所示。

inear Isotropic Properties for Material Number 1		
Temperatures EX PRXY	T1 D exx D.3 3	
Add Temperature	Delete Temperature Graph	

图 8.13 线性各向同性材料的弹性模量和泊松比

(3) 在对话框的 EX 文本框中输入弹性模量为 EXX (前文定义的参变量),在 PRXY 文本框中输入泊松比为 0.3。

(4)单击 <u>ok</u>按钮,关闭对话框,并返回到定义材料属性对话框,可 以看到 ANSYS 将杨氏模量设为参变量 EXX 的值,同时在定义材料属性会话框 的左边一栏出现刚刚定义的 参考号为 1 的材料属性。

(5) 在 Define Material Model Behavior 对话框中,单击菜单 Material | Exit,或者单击对话框右上角的≤按钮退出材料模型定义对话框,完成对材料模型的定义。

1.5 建立扳手模型

实验采用沿路径拖拉的方式建立实体模型和有限元网格,因此首先建立扳手的截面,然后做出扳手的一条路径线,将截面沿此路径线拖拉生成扳手实体模型和网格。

1.5. 1 建立扳手截面(正六边形)

扳手截面为正六边形,可以通过自顶向下的思想,利用 ANSYS 提供的面元直接生成。

 (1)单击菜单项 Main Menu | Preprocessor | Modeling | Create | Areas
 | Polygon | By Side Length, 弾出 Polygon by Side Length (根据边长创建 正多边形)对话框,如图 8.14 所示。

📲 Polygon by Side Length	ı		×
[RPOLY] Create Polygon by S	iide Length		
NSIDES Number of sides			2 5
LSIDE Length of each side			3 L_SIDE
ок 4	Apply	Cancel	Help

图 8.14 根据边长定义多边形

(2) 在 Number of sides (边数) 文本框中输入正多边形的边数 6。

(3) 在 Length of each side (边长) 文本框中输入正六边形的边长变量 L_SIDE。

(4)单击______按钮,关闭创建多边形的对话框,生成正六边形,如图 8.15 所示。 注意此种方式生成的正多边形的中心在工作平面的原点。



图 5.15 创建的正六边形

1.5.2 创建截面拖拉路径上的关键点

(1) 单击 Main Menu | Preprocessor | Modeling | Create | Keypoints | In Active CS,弹出

Create Keypoint in Active Coordinate System(在激活坐标系下创建关键 点)对话框,如图 8.16 所示。

📲 Create Keypoints in Active Coordinate System	×
[K] Create Keypoints in Active Coordinate System	
NPT Keypoint number	2 7
X,Y,Z Location in active CS	3 0 0
ОК Арріу 4	Cancel Help

图 8.16 创建关键点对话框

(2) 在 Keypoint number (关键点编号) 文本框中输入 7。

(3) 在 X,Y,Z Location in active CS (关键点坐标位置) 文本框中分别填

 λ 0, 0, 0.

(4) 单击 _____ 按钮, 创建一个关键点, 其编号为7。

(5) 重复2-4 的步骤创建如下两个关键点:

表 8.2 创建的关键点

Kovnoint number	X,Y,Z Location in active CS		
keypoint number	Х	Y	Z
8	0	0	-L_SHANK
9	0	L_HANDLE	-L_SHANK

创建编号为9的关键点时,单击_____按钮,关闭对话框。

(6) 单击菜单项 Utility Menu | Plot | Multi-Plots,显示所有图元。

(7)单击 Utility Menu | PlotCtrls | Pan Room Rotate,弹出 Pan-Zoom-Rotate(平移-缩放-旋转)对话框,如图 8.17 所示。在此对话框中可 以指定图形窗口的视角,也可以动态改变视角(将 Dynamic Mode 复选框选中, 然后鼠标右键拖动图形是旋转,中键拖动图形是 缩放和旋转,左键拖动图形 是平移),以便于观察或者选取图形窗口的图形。



图 8.17 平移-缩放-旋转对话框

(8)单击 得到等轴测视图。

(9)单击 按钮,使图形充满图形窗口。得到的视图如图 5.18 所示。

(10)单击 Close 按钮,关闭对话框。

1 A-L-K	DEC 1 2002 16:04:14
27 X static analysis of an Allen wrench	

图 5.18 创建的截面和关键点

1.5. 3 创建路径线

(1) 单击菜单项 Utility Menu | PlotCtrls | Numbering, 弹出 Plot Numbering Controls (编 号显示控制) 对话框, 如图 8.19 所示。

🖫 Plot Numbering Controls	×
[/PNUM] Plot Numbering Controls	
KP Keypoint numbers	⊠ on 2
LINE Line numbers	⊘ On 3
AREA Area numbers	C Off
VOLU Volume numbers	C Off
NODE Node numbers	C Off
Elem / Attrib numbering	No numbering
TABN Table Names	C Off
SVAL Numeric contour values	C Off
[/NUM] Numbering shown with	Colors & numbers
[/REPLOT] Replot upon OK/Apply?	Replot
ок 4 Арріу	Cancel Help

图 8.19 编号显示控制对话框

(2) 单击 Keypoint numbers (关键点编号) 复选框,打开关键点编号显示 控制开关。

(3) 单击 Line nubmers (线编号) 复选框, 打开线编号显示控制开关。

(4)单击 ______ 按钮,关闭对话框,同时在图形窗口显示将线和关键点的编号连同相应的线及关键点一同显示出来(如果在图形窗口中观察这些编号比较困难,可以单击 Utility Menu | PlotCtrls | Pan Room Rotate,在 Pan-Zoom-Rotate 对话框中单击 Zoom 按钮放大局部区域以便观察)。如图 8.20 所示。

2			ANSYS
		:	DELLECTR Deviced
static analysis of an Allen wren	r h		

图 8.20 显示了相应编号的图元

(5)单击菜单项 Main Menu | Preprocessor | Modeling | Create | Lines | Straight Line,弹出在关键点选择对话框,如图 8.21 所示,要求选择欲创建线的端点。此对话框要求通过指定线的两个端点创建线,可以通过输入两个端点的编号来创建线,也可以用鼠标在图形窗口中点取。

Create Straight Line				
• Pick	C Unpick			
🕑 Single	C Box			
${f C}$ Polygon	C Circle			
C Loop				
Count =	0			
Maximum =	2			
Minimum =	2			
KeyP No. =				
O List of O Min, Max	C List of Items C Min, Max, Inc			
ок 7	Apply			
Reset	Cancel			
Pick All	Help			

图 8.21 创建直线的选取对话框

(6) 依次点取图 8.20 中编号为 7 和 8 的关键点,创建一条线 L7,其端点为关键点 7 和 8;再先后点取关键点 8 和 9,创建一条端点为关键点 8 和 9 的线 L8。如图 8.22 所示。点取时可能需要通过 Pan-Zoom-Rotate 对话框改变视角以方便 点取。

1 A-L-K	ANSYS
	DEC 1 2002 16:33:41
La	
8	
2 Ly	
static analysis of an Allen wrench	
图 8.22 创建了的两条直线	
(7)单击关键点选择对话框中的	线的创建。
(8) 单击 Main Menu Preprocessor Modeling Crea Fillet, 弹出线选择 对话框,要求选择欲创建圆角的两条线	ite Lines Line
(9) 依次选取线 L7 和 L8, 单击 按钮, 关闭选择	经对话框,弹出 Line
Fillet(创建圆角线)对话框,如图 8.23 所示。	

🕮 E Line Fillet	×
[LFILLT] Create Fillet Line	
NL1,NL2 Intersecting lines	7 8
RAD Fillet radius	10 BENDRAD
PCENT Number to assign -	
- to generated keypoint at fillet center	
ок 11 Арріу	Cancel Help

图 8.23 创建圆角线对话框

(10) 在 Fillet radius (圆角半径) 文本框中输入圆角半径 BENDRAD。

图 8.24 所示。



图 8.24 创建的过渡圆角线

(12) 单击 ANSYS 工具条上的 SAVE_DB 按钮,保存数据库。

1.5.4 对截面划分网格要将面沿路径拖拉生成体,同时生成有限元网格,首先 需要对源面进行网格划分。

(1) 单击 Main Menu | Preprocessor | Meshing | MeshTool, 弹出 Mesh Tool (网格工具), 如图 8.25 所示。

MeshTool		
Element Att	tibutes:	
Global		Set
C Smart S	ize	
Fine	6	Coarse
Size Control	lto	
Global	Set	Clear
Ăreas	Set	Clear
Lines	Set2	Clear
	Copy	Fip
Layer	Set	Clear
Keypts	Set	Clear
Mesh	Areas	4
Shape: 1	O Tri	⊙ Qued 5
C Free	 Mapped 	6.000
L.	Pick corners	• 7
Mesh	8	Clear
Beline at:	Elements	T
	Ref	ine
Close		Help
1		

图 8.25 网格工具

(2)单击 Lines 域 Set 按钮, 弹出线选择对话框, 依次点取截面得六条边,

然后单击 选择对话框的 按钮,弹出 Element Sizes on Picked Lines (在选定线上设置单元分划数)对话框,如图 8.26 所示,以设定正六边形每条 边的单元分划数。

Element Sizes on Picked Lines	×
[LESIZE] Element sizes on picked lines	
SIZE Element edge length	
NDIV No. of element divisions	
(NDIV is used only if SIZE is blank or zero)	
KYNDIV SIZE,NDIV can be changed	Ves
SPACE Spacing ratio	
ANGSIZ Division arc (degrees)	
(use ANGSIZ only if number of divisions (NDIV) and	
element edge length (SIZE) are blank or zero)	
Clear attached areas and volumes	I No
OK Apply	Cancel Help

图 8.26 设定单元分划数对话框

(3) 在对话框中的 No. of element divisions (单元分划数) 文本框中输

入 "NO_DIV_SIDE", 然后单击 OK 按钮, 结束设定, 关闭对话框。

(4) 在网格工具中选择分网对象为 Area,网格形状为 Quad (四边形),分网形式为 Mapped (映射),在附加选项中选择 "Pick corners"。

(5)单击______按钮,弹出面选择对话框,选择定义的截面后单击

∝ 按钮, 弹出点选择对话框, 要求选择正六边形的顶点。

(6)在图形窗口中用鼠标点取正六边形的三个顶点关键点 1、3、5(为隔一个取一个,可以在选取对话框的输入文本框中输入"1,3,5"然后回车)。

(7)单击_____按钮, ANSYS 程序将对截面划分网格, 生成单元和节点。

(8) 单击菜单项 Utility Menu | Plot | Elements, 图形窗口中将只显示 刚刚生成的单元。

(9) 单击 Utility Menu | PlotCtrls | Pan Room Rotate, 弹出 Pan-Zoom-Rotate 对话框,依次单击 Front, Fit 、 Close 按钮,得到的视 图如图 8.27 所示。



图 8.27 划分了网格的截面

1.5.5 将截面沿路径拖拉生成体

实验中要将截面路径拖拉,同时生成实体模型和网格。具体步骤如下:

(1) 单击 ANSYS 标准工具栏上的 董 按钮,调出已经隐藏的 Mesh Tool (网格工具对话框。

(2) 单击网格工具上 Size Controls | Global 域 Set 按钮,弹出 Global Element Sizes (全局单元尺寸)设置对话框,如图 5.28 所示。也可以直接单击 菜单项 Main Menu | Preprocessor | Meshing | Size Cntrls | Global | Size 调出此对话框。

🖗 🛙 Global Element Sizes		×
[ESIZE] Global element sizes and divisions (applies only		
to "unsized" lines)		
SIZE Element edge length	L_ELEM 3	
NDIV No. of element divisions -	0	
- (used only if element edge length, SIZE, is blank or zero)		
ок 4	Cancel	Help

图 8.28 全局单元尺寸设置对话框

(3) 在 Eledge length (单元边长) 文本框中

(4) 单击______按钮,接受设定,关闭对话框。

(5) 单击 Utility Menu | Plot | Lines, 图形窗口中将只显示线。

(6) 单击 UtilityenutCtPan Room Rotate, 弹出弹出 Pan-Zoom-Rotate

(7) 依次单击 so 、 Fit 按钮, 在图形窗口得到合适角度的视图。

(8)下面,将要把前面创建的扳手截面沿路径线拖拉生成扳手实体。单击菜
 单项 Main Menu | Preprocessor | Modeling | Modeli 话框,要求欲拖
 拉的截面。

(9)单击^{Pick All} 按钮,选择模型中所有已定义的面,本例中,只定义了 正六边形截面。

(10) 又弹出线选择对话框,要求选择拖拉路径。依 话框的输入文中输入 "7,9,8", 然后回车)。



图 8.29 创建的扳手实体

(12)单击 Utility Menu | Plot | Element,可以显示扳手的实体单元,如图 8.30 所示。



图 8.30 显示单元和节点

(13)单击菜单项 Main Menu | Preprocessor | Meshing | Clear | Areas, 弹出面选择对话框,要求选择欲清除网格的面(此处即使保仅仅为了使后操作更加方便)。

(14) 单击^{Pick All}按钮,清除所有面网。

(15) 单击 SAVE_DB 按钮,保存数据库。

2. 定义边条并求解

建立有限元模型后,就需要定义分析类型和施加边界条件及载荷然后进行 求解。载荷为斜向上面力 100N 和向下面力 20N 两种情况。

2.1 施加位移边界

本实例的位移边界条件为将扳手杆部的底面边界上节点的全部位移固定。 具体步骤:

(1) 单击菜单项 Utility Menu | Select | Entities, 弹出 Select Entities (实体选择) 对话 框。如图 8.31 所示。

🛃 Select Entities 🛛 🔀		
Areas 2		
By Num/Pick 💌 3		
• From Full 4		
C Reselect		
C Also Select		
C Unselect		
Sele All Invert		
Sele None Sele Belo		
OK Apply 5		
Plot Replot		
Cancel Help		

图 8.31 实体选择对话框

(2)在最上面的下拉列表选择 Areas (面),表示将要选择图元类型是面。

- (3) 在下面的下拉列表中选择 By Num/Pick (通过编号或者点取)。
- (4) 选取 Full,表示从模型的所有面中选取。

(5) 单击 Apply , 弹出面选择对话框, 要求选取欲加入选择集中的面。

(6)选取扳手杆部底面(即第一个创建的截面),如图8.32所示;然后单击 面选择

对话框的_____按钮,关闭面选择对话框,将选择的底面加入选择集中。



图 8.32 选取底面

(7) 返回到如图 8.33 所示的实体选择对话框中,在第一个下拉列表中选择 Lines (线)。

🛃 Select Entities 🛛 🔀		
Lines •7		
Exterior 💌 8		
• From Full		
C Reselect		
C Also Select		
O Unselect		
Sele All Invert		
Sele None Sele Belo		
OK Apply 9		
Plot Replot		
Cancel Help		

图 8.33 选择底面边界线

(8) 在第二个下拉列中选择 Exterior (外部),选择已选择面的边界线,即 底面边界线。 (9) 单击 Apply 按钮,将底面边界线加入线选择集中。

(10) 然后在第一个下拉列表中选择 Nodes (节点),如图 8.34 所示。

(11) 在下面的下拉列表中选择 Attach to (关联于),表示要选择与某一种 图元的可用选择集相关联的节点。

(12) 在中部的选择域中单击"Lines, All"前的单选钮,表示选择已构造的线选择集中的线上的的所有节点,即底面边界线上的所有节点。

🛦 Select Entities 🛛 🔀	
Nodes 10	
Attached to 11	
C Elements	
C Keypoints	
Ines, all 12	
C Lines, interior	
C Areas, all	
O Areas, interior	
O Volumes, all	
○ Volumes, interior	
• From Full	
C Reselect	
C Also Select	
O Unselect	
Sele All Invert	
Sele None Sele Belo	
OK13 Apply	
Plot Replot	
Cancel Help	

(13)单击____K按钮,将边界线上所有节点加入节点选择集中。

(14)单击 Utility Menu | Plot | Nodes,则显示当前所有可操作的节点。 (即通过实体选择对话框构造的节点选择集中的节点,关于实体选择命令的详细 说明参见 ANSYS 命令 参考手册)如图 8.35 所示。

图 8.34 选择底面边界上的所有节点

1 NODES	ANSYS
	DEC 1 2002 21:59:37
· · ·	
· · ·	
static analysis of an Allen wrench	

图 8.35 选择的底面边界上的所有节点

(15) 单击 Main Menu | Solution | Define Loads | Apply | Structural | Displacement | On Nodes, 弹出节点选择对话框,要求选择欲对其施加位移 约束的节点。

(16)单击 Pick All 按钮,选择所有当前可操作(即选择集中)的节点。弹出 Apply U, ROT on Nodes(在节点上施加位移约束)对话框。如图 8.36 所示。

🔠 🗄 Apply U,ROT on Nodes	×
[D] Apply Displacements (U,ROT) on Nodes	
Lab2 DOFs to be constrained	All DOF UX 17 UY 17 UZ
Apply as	Constant value
If Constant value then:	
VALUE Displacement value	
OK 18 Apply Cancel	Help

图 8.36 在节点上施加位移约束对话框

(17) 在 DOFS to be constrained (可供约束的自由度) 列表框中选择 ALL DOF (所有 自由度),对所选节点的所有自由度都施加约速。

(19) 单击 Utility Menu | Select | Everything, 重新选择所有图元和单元及节点使其可用。

2.2 显示位移边界

可通过下列步骤以符号的形式显示所施加的位移边界和将要施加的面力:

(1) 单击 Utility Menu | PlotCtrls | Symbols, 弹出 Symbols (符号) 设 定对话框, 如图 8.37 所示。

×
<u> </u>
O All BC+Reaction
All Applied BCs 2
O All Reactions
O None
🔿 For Individual:
☑ Applied BC's
✓ Reactions
Miscellaneous
Pressures 3
□ off
☑ On
Arrows 4
None
Contours
None
🗖 Off
🗖 Off
C Off
Meshed
Gff
Help
_

图 8.37 符号设定对话框

(2)单击 All Applied BCS(所有施加的边界)单选按钮,使其选中。表示 要在图形窗 口中以符号显示所有施加的位移边界。

(3) 在 Surface Load Symbols (面力符号) 下拉列表中选择 Pressure (压力) 项。

(4) 在 Show pres and convect as (显示压力和热流为)下拉表中选择 Arrows (箭头)。

(5)单击______按钮,结束设定,关闭对话框,此对话框下部还有一些选项,需拖动_____对话框右侧的滚动条才能看到,有兴趣的读者可以自行研究。



(6)显示的位移边界条件如图 8.38 所示。

图 8.38 显示位移边界

5.3.3 在扳手柄上施加面力

本实验中,将要在扳手手柄的端部施加 100N 的面力,以模拟扳手在使用中的 状态之一。

(1) 单击 Utility Menu | Select | Entities, 弹出选择对话框, 如图 8.39 所示。

Select Entities 🛛 🔀		
Nodes 2		
By Location 💌 3		
• X coordinates 4		
C Y coordinates		
C Z coordinates		
Min,Max		
L_SIDE/2,L_SIDE 5		
• From Full 6		
• From Full 6		
 From Full 6 Reselect 		
 From Full 6 Reselect Also Select 		
 From Full 6 Reselect Also Select Unselect 		
 From Full 6 Reselect Also Select Unselect Sele All Invert 		
 From Full 6 Reselect Also Select Unselect Sele All Invert Sele None Sele Belo 		
 From Full 6 Reselect Also Select Unselect Sele All Invert Sele None Sele Belo OK Apply 7 		
 From Full 6 Reselect Also Select Unselect Sele All Invert Sele None Sele Belo OK Apply 7 Plot Replot 		

图 8.39 选择节点

(2) 在最上面的下拉列表中选择 Nodes (节点)。

(3) 在接下面的下拉列表中选择 By Location (通过位置) 选取。

(4) 在位置选项中列出了位置属性的三个可用项,单击 X coordinates (X 坐标)单选按钮使其选中,表示要通过 X 坐标来进行选取。

(5) 在 文 本 框 中 输 入 用 最 大 值 和 最 小 值 构 成 的 范 围 , 输 入 "L_SIDE/2,L_SIDE",表示选择 X 坐标位于此范围内的节点。

(6)单击 From Full 前的单选按钮使其选中,表示从模型中的所有节点中选取。

(7) 单击 Apply 按钮,将符合要求的节点添入选择集中。

(8) 在位置选项中列出的三个坐标项中,单击 Y coordinates (Y 坐标)单选按钮使其选中,表示将要通过 Y 坐标属性进行选取。如图 8.40 所示。

🛦 Select Entities 🛛 🔀	
Nodes -	
By Location 💌	
O X coordinates	
• Y coordinates 8	
C Z coordinates	
Min,Max	
l_handle,l_handle-3*l 9	
C From Full	
 ○ From Full ○ Reselect 10 	
 From Full Reselect 10 Also Select 	
 From Full Reselect 10 Also Select Unselect 	
 From Full Reselect 10 Also Select Unselect Sele All Invert 	
 From Full Reselect 10 Also Select Unselect Sele All Invert Sele None Sele Belo 	
 From Full Reselect 10 Also Select Unselect Sele All Invert Sele None Sele Belo OK 1 Apply 	
 ○ From Full ○ Reselect 10 ○ Also Select ○ Unselect ○ Unselect Sele All Invert Sele None Sele Belo ○ K[1] Apply Plot Replot 	

图 8.40 在当前选择集继续选择节点

(9) 在文本框中输入 "**I_handle**, **I_handle**-3***I_elem**", 表示选取 Y 坐标位 于此范围内 的节点。

(10)在下面的选择域中,单击 Reselect 单选按钮使其选中,表示将要从已 经定义的选择集中进一步进行选择,生成的的新的选择集将替换当前选择集,并 且是当前选择集的子集。

(12) 单击 Utility Menu | Plot | Nodes,显示当前可操作的节点,即定 义的选择集中的节点。如图 8.41 所示。

1 NODES	ANSYS
	DEC 2 2002 13:44:51
·	
· · ·	
static analysis of an Allen wrench	

图 8.41 将要对其施加面力的节点

(13) 单击 Utility Menu | Parameters | Get Scalar Data, 弹出 Get Scalar Data (提取数值参量) 对话框,如图 8.42 所示。在此对话框中可以提取模型的一些变量的值。

💥 🛱 Get Scalar Data		X
[*GET] Get Scalar Data		
Type of data to be retrieved	Current settings Graphics data Model data Results data Design opt data Topo opt data Parameters Components	Keypoints Lines Areas 15 Volumes 15 For selected set Coord systems
<u>~16</u>	Cancel	Help

图 8.42 提取数值参量对话框

(14) 在左边的列表框中选择 Model data (模型数据) 项。

(15) 在右边的列表框中选择 For selected set 项。

(16)单击 OK 按钮。弹出 Get Data for Selected Entity Set (从选择集中提取数据)对话框,如图 8.43 所示。

📾 Get Data for Selected Entity Set			×
[*GET],Par,Entity,0 Get Data for Selected Entity Set			
Name of parameter to be defined		Mini/ 17	
Data to be retrieved	18	Current node set Current elem set Current volu set Current area set Current line set Current KP set	Lowest node num 19 Min X coordinate Min Y coordinate Max X coordinate Max Y coordinate Min Y coordinate
Element number M -			
- required only for "Current KP set" $>$ "KP nearest ele N" set	ection		
	o	Cancel	Help

图 8.43 从选择集中提取数据对话框

(17) 在 Name of parameter to be defined (参数变量名) 文本框中输入 "MinY", 作为将要提取的参数的变量名。

(18) 在左边的列表框中选择 Current node set (当前节点选择集)项,表示将要提取的数据是与节点选择集有关。

(19) 在右边的列表框中选择 Min Y coordinate (Y 坐标的最小值),表示将 要提取的数据是,当前选择集中的所有节点的 Y 坐标的最小值。

(20)单击 Apply 按钮。ANSYS 提取指定的数据并生成指定变量名的变量,

然后将提 取的数据作为此变量的值。同时返回到 8.42 所示的对话框。

(22) 在 Name of parameter to be defined (参数变量名) 文本框中输入 "MaxY"。

(23) 在左边的列表框中选择 Current node set (当前节点选择集)项。

(24) 在右边的列表框中选择 Max Y coordinate (Y 坐标的最大值),表示将 要提取的数据是,当前选择集中的所有节点的 Y 坐标的最大值。

然后将提 取的数据作为此变量的值。

(26) 单击 Utility Menu | Parameters | Scalar Parameters, 弹出 Scalar Parameters (参变量) 对话框,如图 8.44 所示。在对话框中可以看到刚刚提取 的变量 MINY 和 MAXY

Scalar Parameters
Items
BENDRAD = 1.00000000E-02 EXX = 2.070000000E+11 HIGH = 1.000000000E-02 L_ELEM = 7.50000000E-03 L_HANDLE = 0.2 L_SHANK = 7.50000000E-02 L_SIDE = 5.773502692E-03 MAXY = 0.2 MAXY = 0.2 MINY = 0.178076923 HID DIM SIDE = 2
Selection
PRESVAL=100/(HIGH*(MaxY-MirY)) 27

图 8.44 定义参变量对话框

(27)在 Scalar Parameters 对话框的 Selection 输入框中输入 "PRESVAL=100/(HIGH* (MaxY-MinY))"。

(28) 单击 Accept 按钮,添加新定义的变量。然后单击 Close 按钮关闭对 话框。

(29) 单击 Main Menu | Solution | Define Loads | Apply | Structural | Pressure | On Nodes, 弹出节点选择对话框,要求选择欲对其施加载荷的节点。

(30) 单击^{Pick All}按钮,选择当前选择集中的所有节点。弹出 Apply PRES on nodes (在节点上施加面力对话框),如图 8.45 所示。

B Apply PRES on nodes	×
[SF] Apply PRES on nodes as a	Constant value
If Constant value then:	
VALUE Load PRES value	PRESVAL 31
ок 32 Арріу	Cancel Help

图 8.45 在节点上施加面力对话框

(31) 在 Load PRES value (面力数值) 文本框中输入 "PRESVAL", 将 27 步 定义的变量作为面力数值。

(32)单击____K_按钮,对节点施加面力,关闭对话框。

(33) 单击 Utility Menu | Select | Everything,选择所有图元、节点和 单元。

(34) 单击 Utility Menu | Plot | Elements,显示单元,如图 8.46 所示。



图 8.46 显示面力和位移边界

(35) 单击 SAVE_DB 按钮,保存数据库。

2. 4 写第一个载荷步文件

对于多载荷步分析,既可以定义一个载荷步,分析一个载荷步;也可以定义 载荷步之后,将载荷步配置写入载荷步文件中,最后直接求解多载荷步。本实例 采用后一种方法。

(1) 单击 Main Menu | Solution | Load Step Opts | Write LS File, 弾 出 Write Load Step File 写载荷步文件) 对话框,如图 8.47 所示。

📲 Write Load Step Fi	le		×	
[LSWRITE] Write Load Step File (Jobname.Sn)				
LSNUM Load step file nu	mber n		1 2	
ок 3	Apply	Cancel	Help	

图 8.47 写载荷步文件对话框

(2) 在 Load step file number n (载荷步文件编号) 文本框中中填入"1"。

(3)单击______按钮,写入载荷步文件,关闭对话框。在硬盘的当前工作

目录下将会 生成一个 CH05.S01 的文件。

2.5 在扳手柄上施加向下的面力

本实验中,将要在扳手手柄的端部再施加 20N 的向下的面力,以模拟扳手在 使用中的另一种状态。

(1) 单击 Utility Menu | Parameters | Scalar Parameters, 弹出 Scalar Parameters 对话框。

(2)在Selection文本框中输入"PRESDOWN=20/(L_SIDE*(MAXY-MINY))" 定义变量 PRESDOWN,并单击 Accept 按钮。

(3) 单击 Close 按钮关闭对话框。

(4) 单击 Utility Menu | Select | Entities, 弹出实体选择对话框。

(5) 在最上方的下拉列表中选择 Nodes。

(6) 在第二个下拉列表中选择 By Location (通过位置选取)。

(7) 单击 Z coordinates 单选按钮使其选中。

(8) 在输入框中输入 "- (L_SHANK+HIGH/2)", 表示选取 Z 坐标位于此位置的节点。

(9) 单击 Apply 按钮,将符合条件的节点构造成选择集。

(10) 单击 Y coordinates 单选按钮使其选中。

(11) 在输入框中输入"L_HANDLE,L_HANDLE-3*L_ELEM", 选取 Y 坐标位于此 范围内的节点。

(12) 单击 Reselect 前的单选按钮,从当前选择集中进一步选取。

(13)单击___K按钮,关闭对话框,将符合条件的节点构造成当前选择集,

则当前选 择集中的节点的 Z 坐标为"-(L_SHANK+HIGH/2)", Y 坐标为"L_HANDLE, L_HANDLE-3*L_ELEM"。

(14)单击 Menu | Solution | Define Loads | Apply | Structural | Pressure| On Nodes, 弹出节点选择对话框,要求选择欲对其施加载荷的节点。

(15)单击^{Pick All} 按钮,选择当前选择集中的所有节点。弹出在 Apply PRES on nodes 对话框,如图 5.45 所示。

(16) 在 Load PRES value (面力数值) 文本框中输入 "PRESDOWN"。

(17)单击____K_按钮,对节点施加面力,关闭对话框。

(18) 单击 Utility Menu | Select | Everything,选择所有图元、节点和 单元。

(19) 单击 Utility Menu | Plot | Elements,显示单元。

(20) 单击 SAVE_DB 按钮,保存数据库。

5.3.6 写第二个载荷步文件

(1) 单击 Main Menu | Solution | Load Step Opts | Write LS File, 弾出 Write Load Step File 对话框。

(2) 在载荷步文件编号文本框中填入"2"。

(3)单击______按钮,写入载荷步文件,关闭对话框。在硬盘的当前工作

目录下将会 生成一个 CH05.S02 的文件。

5. 3. 7 从载荷步文件求解

本节中将开始利用载荷步文件对已经定义的两个载荷步进行求解。

(1) 单击 Main Menu | Solution | Solve | From LS Files, 弹出 Solve Load Step files (求 解载荷步文件)对话框。如图 8.48 所示。

🛱 Solve Load Step Files	×
[LSSOLVE] Solve by Reading Data from Load Step (LS) Files	
LSMIN Starting LS file number	1 2
LSMAX Ending LS file number	2 3
LSINC File number increment	1
ок 4 Сал	cel Help

图 8.48 求解载荷步文件对话框

(2)在Starting LS file number (开始载荷步文件编号)文本框中填入"1"。
(3)在Ending LS file number (结束载荷文件编号)文本框中填入"2"。

)在 Ending LS Tile number(结束软何义件编写)义平性中填入 Z 。

(4) 单击____K 按钮, ANSYS 将开始从编号为 1 的载荷步文件开始读入然

后进行求解, 直到读入指定结束编号的载荷步文件被读入并求解时完成求解。 求解完成后会弹出如图 **8.49** 所示的求解结束对话框。

(i)	Solution is done!	
		Close

图 8.49 求解完成消息框

(5)单击 Close 按钮,关闭求解结束对话框。

3. 查看结果

求解完成后,就可以利用 ANSYS 程序生成的结果文件(对于静力分析来说就是 Jobname.RST)进行后处理,静力分析中通常通过 POST1 后处理器已经可以处理和显示大 多感兴趣的结果数据。

3.1 读入第一载荷步并查看结果

由于本实例中采用两个载荷步,所以在进行后处理之前,需先将相应载荷步 的结果数据读入数据库中,然后通过 POST1 查看模型的变形图和 von Mises 等效 应力分布图(当然读者也可以根据需要选择其他各种结果数据以各种可用的方式 查看)。具体步骤如下:

(1) 单击 Main Menu | General Postproc | Results Summary, 弹出结果 概要列表框,如图8.50所示。

Resul Av	ts File: CH03 . ailable Data Se	rst ts:				×
a Se	et	Time	Load Step	Substep	Cumulative	
- Z = 3	1	1.0000	1	1	1	
	2	2.0000	2	1	2	
	Read	3	Next	F	Previous	
		Close 4		Help		

图 8.50 结果概要显示列表框

(2) 单击 Load Step 列数值为"1"的项,如图中所示。

Read (3) 单击 按钮,将选定的载荷步结果数据读入数据库中。

按钮,关闭对话框。

(5) 单击 Utility Menu | PlotCtrls | Symbols, 在弹出 Symbols 设定对 前面的单选按钮,然后单击____K按钮。

话框中单击 None

(6) 单击 Main Menu | General Postproc | Plot Results | Deformed Shape, Deformed Shape(显示变形图)对话框,如图 8.51 所示。 弹出 Plot

📲 Plot Deformed Shape			\times
[PLDISP] Plot Deformed Shape			
KUND Items to be plotted			
		C Def st	nape only
		🔿 Def +	undeformed
		💽 Def +	undef edge 7
ок 8	Apply	Cancel	Help

图 8.51 显示变形图

(7) 单击 **Def + undef edge**(变形后和未变形轮廓线)项前的单选按钮, 使其选中。

(8)单击 OK 按钮,在图行窗口中显示出变形图,包含变形前的轮廓线。 如图 8.52 所示(为便于观察,读者可以自行通过 Pan-Zoom-Rotate 对话框改变 视角,下同)。



图 8.52 变形图

(9) 单击 Main Menu | General Postproc | Plot Results | Contour Plot | Nodal Solu, 弾出 Contour Nodal Solution Data (等值线显示节点解数据) 对话框, 如图 8.53 所示。

📽 Contour Nodal Solution Data		×
[PLNSOL] Contour Nodal Solution Data		
Item,Comp Item to be contoured	10 DOF solution Stress Strain-total Energy Strain ener dens Strain-thermal Strain-plastic Strain-plasti	
KUND Items to be plotted		
	C Def shape only	
	C Def + undeformed	
	Def + undef edge	
Fact Optional scale factor	1	
[/EFACET] Interpolation Nodes		
	 Corner only 	
	C Corner + midside	
	C All applicable	
[AVPRIN] Eff NU for EQV strain		
ок 12	Apply Cancel Help	

图 8.53 等值线显示节点解数据对话框

(10) 在 Item to be contoured (等值线显示结果项) 域左边的列表框中选择 Stress (应 力)。

(11) 在右边的列表框中选择 Von Mises SEQV (von Mises 等效) 应力。

(12)单击 OK 按钮,图形窗口中显示出 von Mises 等效应力分布图,如

图 8.54 所示。 图中下方的色谱表明不同的颜色对应的数值(带符号),一般是 红色表示最大值,蓝色表示最小。通过颜色分布可以直观的得到最大应力区域和 整个模型的应力分布等。



图 8.54 von Mises 等效应力分布图

3. 2 读入第二个载荷步并查看

本节读入第二个载荷结果数据并在 POST1 中查看模型的变形和 von Mises 应力分布。

(1) 单击 Main Menu | General Postproc | Read Results | Next Set (也可以通过 5.4.1 节

中的方法读入),读入当前载荷步的下一载荷步(当前载荷步为5.4.1节中读 入的第一载荷

步,现在读入的即为第二载荷步)。

(2) 单击 Main Menu | General Postproc | Plot Results | Deformed Shape, 弹出如图 5.51 所示 Plot Deformed Shape 对话框。

(3) 单击 Def + undef edge 单选按钮, 使其选中。

如图 8.55 所示。



图 8.55 第二载荷步结果变形图

(5) 单击 Main Menu | General Postproc | Plot Results | Contour Plot | Nodal Solu, 弾出 Contour Nodal Solution Data 对话框,如图 5.53 所示

(6) 在 Item to be contoured (等值线显示结果项) 域的左边的列表框中 选择 Stress。

(7) 在右边的列表框中选择 Von Mises SEQV。

(8) 单击 OK 按钮,图形窗口中显示出 von Mises 等效应力分布图,如 图 8.56 所示。



图 8.56 第二载荷步结果数据 von Mises 应力分布图

(五) 实验结果及分析

完成实验模型的建立及模型的应变分析,完成实验报告。

附页

命令流输入

下面是本实验的输入命令流,可以通过此命令流完成与 GUI 方式等效的分析。 "!"

号后的文字为注释。

1. 设定分析文件名和分析标题

/FILNAME, CHO5

/TITLE, static analysis of an Allen wrench

/units,si !定义单位制

【定义一些参变量以供后用

*AFUN, DEG

*SET, EXX, 2.07E11 ! 杨氏模量的值为 2.07E11 Pa

*SET,HIGH,.01 ! 正六边形截面的高度为.01 m

*SET,L_SIDE,HIGH*TAN (30) !正六边形的边长为.0058 m

*SET, L_SHANk, .075 ! 扳手杆的长度(短端)为.075 m

*SET, L_HANDLE, .2 ! 扳手柄的长度(长端)为.2 m

*SET, BENDRAD, .01 ! 扳手柄与杆的过渡圆角半径为.01 m

*SET,L_ELEM,0.0075 !单元边长为.0075 m *SET,N0_DIV_SIDE,2 !截面每边的单元分划数为 2 !进入前处理器 /PREP7 ET,1,MESH200 !指定 MESH200 单元类型

ET,2,SOLID45 !SOLID45 单元类型,**8** 节点六面体单元 **KEYOPT**, 1, 1, 6 KEYOPT,1,2,0 ! 指定 NESH200 单元为四节点四边形单元 ₱,EX,1,EXX ! 定义材料属性之杨氏模量 **₩**, **PRXY**, **1**, **0**. **3 !** 定义材料属性之泊松比 **RPOLY,6,L_SIDE** ! 创建正六边形 K,7,0,0,0, K,8,0,0,-L_SHANK, K,9,0,L_HANDLE,-L_SHANK ! 定义沿路径关键点 LSTR, 7, 8 LSTR, 8, 9!创建路径线 LFILLT,7,8,BENDRAD ! 创建柄与杆连接部位得圆角线 SAVE !保存模型数据库 **!**对截面划分网格 LESIZE,1, , ,NO_DIV_SIDE LESIZE,2, , ,NO_DIV_SIDE LESIZE, 3, , , NO_DIV_SIDE LESIZE,4, , ,NO_DIV_SIDE LESIZE, 5, , , NO_DIV_SIDE LESIZE,6,,,NO_DIV_SIDE !指定正六边形得六条边得单元分割数 TYPE,1!指定对面划分网格采用得单元类型为 MESH200, ANSYS 也可以自动确 定 MSHAPE, 0, 2D

MSHKEY,1 !指定对面采用四边形单元并采用映射网格进行划分 AMAP,1,1,3,5 !指定六边形的三个顶点进行划分 !将面沿路径拖拉生成实体和网格 TYPE,2 !指定拖拉后生成的实体采用的单元类型为 SOLID45 ESIZE,L_ELEM !指定单元尺寸 VDRAG,1,,,,7,9,8 !将指定的面沿路径拖拉 ACLEAR,ALL !清除面网格 FINISH !加载并求解

/SOLU

ANTYPE,STATIC ! 定义分析类型为静力分析(ANSYS 缺省)

■对杆底面边界上所有节点施加位移约束 ASEL,S,LOC,Z,0
■选择扳手杆的底面
LSEL,S,EXT
■选择底面的边界线 NSLL,S,1 !选择线上节点 D,ALL,ALL !将这些节点所有自由度均施加位移约束 ALLSEL, ALL ! 重新选择所有图元、单元和节点 /PBC,U,,1 !打开用符号显示位移边界开关 【对扳手柄端部施加 100N 面力 NSEL, S, LOC, X, L_SIDE/2, L_SIDE NSEL,R,LOC,Y,I_handle,I_handle-3*I_elem !选择杆端部节点 *GET, MinY, NODE, , MNLOC, Y !提取选择的节点中Y坐标值的最小值 *GET, MaxY, NODE, , MXLOC, Y ! 提取选择的节点中Y 坐标值的最大值 *SET, PRESVAL, 100/(HIGH*(MaxY-MinY))!定义面力变量 SF,ALL, PRES, PRESVAL ! 对所选节点施加面力,其总体等效为 100N ALLSEL, ALL ! 重新选择所有图元、单元和节点 /PSF, PRES, ,2 !打开符号显示面力开关 LSWRITE ! 写出第一个载荷步 !对扳手柄端部施加 20N 向下面力 *SET, PRESDOWN, 20/(L_SIDE*(MAXY-MINY)) !定义面力变量 NSEL, S, LOC, Z, - (L_SHANK+HIGH/2) **NSEL, R, LOC, Y, L_HANDLE, L_HANDLE-3*L_ELEM !**选择欲施加面力的节点 SF,ALL, PRES, PRESDOWN ! 对所选节点施加面力 **ALLSEL !**重新选择所有图元、单元和节点 LSWRITE ! 写出第二个载荷步 SAVE !保存数据库 **Ⅰ**求解 LSSOLVE,1,2 ! 根据载荷步文件求解 2 个载荷步 FINISH ■查看结果 **/POST1**

SET,1 !将第一个载荷步结果读入数据库中
/PBC,DEFA !关闭显示位移边界
/PSF,DEFA !关闭显示面力
/VIEW, 1 ,1,1,1 !改变视角为等轴测视角
/ANG, 1
PLDISP,2 !显示变形图
PLNSOL,S,EOV,2,1 !显示等效应力图
SET,2 !读入第二个载荷步结果数据
PLDISP,2
PLNSOL,S,EOV,2,1
FINISH