

ANSYS

计算机技术及工程应用丛书

ANSYS

操作命令与 参数化编程

龚曙光 谢桂兰 编著

ANSYS

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



计算机技术及工程应用丛书

ANSYS 操作命令与参数化编程

龚曙光 谢桂兰 编著

黄云清 审



机械工业出版社

本书全面系统地介绍了 ANSYS 参数化设计语言 (APDL) 编程的过程、步骤, APDL 操作命令和 ANSYS 的 GUI 操作命令 (包括前处理、求解器、通用后处理、时间历程后处理、优化设计、实用菜单等方面的命令), 列出了每个命令的使用格式、GUI 操作方式以及相关的对话框, 并对命令中出现的变量进行了解释, 部分命令给出了操作实例。最后介绍了 APDL 编程的应用实例, 并给出了每个实例的源代码和注释。附录 A 列出了 ANSYS 所有命令的操作格式, 附录 B 列出了操作命令中常见标签的注解。

本书可作为理工科院校相关专业的高年级本科生、研究生和教师学习 ANSYS 软件及参数化编程的教材, 也可作为利用 ANSYS 软件从事工程应用、科学研究及二次开发的工程技术人员的主要参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

ANSYS 操作命令与参数化编程/龚曙光, 谢桂兰编著. —北京: 机械工业出版社, 2004.4

(计算机技术及工程应用丛书)

ISBN 7-111-14043-5

I. A... II. ①龚... ②谢... 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 (2004) 第 012611 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 戴 琳

责任印制: 李 妍

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·31.25 印张·771 千字

0001—5000 册

定价: 45.00 元

凡购本图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

序

企业的生命力在于产品的创新。随着计算机技术的发展，CAE 软件已成为工程师实现其工程创新和产品创新的得力助手和有效工具。有限元法作为 CAE 技术中的一种关键的计算方法，自 20 世纪中叶产生以来，以其独有的魅力得到了最广泛的发展与应用，已出现了各种不同形态的有限元法，其理论基础也相当完善，并由此产生了一批非常成熟的通用和专用有限元商业软件。

ANSYS 软件是一个以有限元分析为基础的大型通用 CAE 软件，已得到了全球工业界的认可，其用户群分布于世界各地。它具有强大而广泛的分析功能、一体化的处理技术以及丰富的产品系列和完善的开放体系。ANSYS 软件自 20 世纪 70 年代产生以来，不断吸收新的计算方法和计算技术，其发展一直处于前列。

本书作者长期从事有限元工程应用领域的研究，该书是作者在使用 ANSYS 软件解决工程实际问题的基础上，参阅 ANSYS 的相关文献后编写而成的。它与《ANSYS 基础应用及范例解析》、《ANSYS 工程应用实例解析》一起，成为一套学习 ANSYS 软件的重要参考书。这套书囊括了 ANSYS 软件的两种操作方式即用户图形界面（GUI）操作与命令流输入操作（APDL）以及工程应用示例，特别是本书包括了所有 ANSYS 操作命令的使用格式，能够满足不同阶层读者学习 ANSYS 软件的需要。

因此，对于正在使用或准备学习 ANSYS 的读者来说，本书都是一本十分重要的参考书。

湘潭大学副校长 博士生导师 黄云清

2003 年 11 月

前 言

参数化编程是 ANSYS 软件的另一种操作方式，它与 GUI（图形操作界面）一样，能够完成所有的 ANSYS 分析过程，同时也是 ANSYS 优化设计、自适应网格以及二次开发的主要基础。对于使用 ANSYS 软件完成有限元分析者，除了要掌握图形操作界面的操作方式外，最终也需要掌握 ANSYS 软件参数化设计。

ANSYS 参数化设计编程（ANSYS Parameter Design Language, APDL）是一种通过参数化变量方式建立分析模型的脚本语言，用建立智能化分析的手段为用户提供了自动完成有限元分析过程的功能。参数化编程一般以 ANSYS 的 LOG 文件为基础，按命令流的方式完成分析，它可用任何 ASCII 文件的编辑软件生成如 WINDOW 平台上的记事本。建立的 APDL 命令流文件将不受软件版本和系统平台的限制，特别适用于复杂模型、新产品的研制以及对模型有少量修改后需要多次重复分析的模型，也更加有利于保存和交流。

本书从实际应用出发，结合作者使用该软件的工作经验，全面系统地介绍了 ANSYS 参数化设计编程的过程与步骤，并配置了相关的操作实例。为了满足参数化编程的需要，对与 GUI 操作方式相对应的操作命令也作了相应的介绍，列出了每个命令的 GUI 操作路径和相关的对话框，对部分命令进行了实例演示。因此本书既可作为对 ANSYS 软件感兴趣的初级学者的启蒙教程，也可作为 ANSYS 软件的中、高级读者检索操作命令的主要参考资料。

本书共分 8 章，第 1 章介绍如何使用和生成 APDL 文件；第 2 章介绍了 APDL 编程语言的主要内容；第 3 章介绍了 APDL 的相关命令；第 4~7 章分别介绍了 ANSYS 7.0 的前处理器、求解与加载、通用后处理器、时间历程后处理器、优化设计以及相关的实用菜单操作命令；第 8 章利用 APDL 文件对工程实例进行了分析。附录 A 按字母排列顺序列出了 ANSYS 所有命令的使用格式，附录 B 对 ANSYS 命令中出现的一些常见标签名进行了解释，这两个附录为读者使用 APDL 命令流文件完成分析提供了一个很好的参考。上述章节中出现的 APDL 命令流程序均在 ANSYS 7.0 版本上调试通过运行。

在本书的编写中，龚曙光编写了第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 6 章、第 7 章和第 8 章，谢桂兰编写了第 4 章和第 5 章。全书由龚曙光统稿和编排。

在本书出版之际，我要向我的导师黄云清博导、陈艳萍博导表示感谢，感谢他们对我的教导，是他们指引我学习和研究 ANSYS 软件。并特别感谢黄云清教授对本书进行了审定，在百忙之中为本书作序。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，希望广大读者批评指正，也欢迎业内人士共同探讨。

作者的 E-mail: gongsg@xtu.edu.cn

龚曙光

目 录

序

前言

第 1 章 概述	1
1.1 APDL 简介	1
1.1.1 什么是 APDL	1
1.1.2 APDL 的特点	3
1.2 如何生成 APDL 文件	4
1.2.1 生成 APDL 文件	4
1.2.2 生成 APDL 文件的示例	5
1.3 使用 APDL 的基本常识	9
第 2 章 APDL 编程语言	12
2.1 工具条	12
2.1.1 添加命令	12
2.1.2 修改工具条	13
2.1.3 工具条嵌套	14
2.2 参数化变量的使用	15
2.2.1 参数名的命名规则与格式	15
2.2.2 参数的使用	16
2.2.3 参数名的置换	24
2.2.4 参数表达式与函数	26
2.3 参数化数组	28
2.3.1 参数化数组的类型与定义	28
2.3.2 数组元素的赋值	32
2.3.3 生成数据文件	42
2.3.4 数组参数的运算	44
2.3.5 数组参数的输出与修改曲线标题	52
2.4 循环与分支控制命令	54
2.4.1 调用子程序	55
2.4.2 无条件分支 (*GO) 与重复执行 (*REPEAT)	55
2.4.3 DO 循环	56
2.4.4 有条件分支 (*IF)	57
2.4.5 命令的返回值 “_RETURN” 和状态值 “_STATUS”	58
2.5 使用宏命令	59
2.5.1 创建宏	60
2.5.2 宏的执行	64

2.5.3	局部变量	65
2.5.4	在元件和部件中使用宏	66
2.5.5	宏应用举例	66
2.6	APDL 的二次开发功能	68
2.6.1	使用“*ASK”命令	68
2.6.2	使用对话框	69
2.6.3	使用宏显示用户信息	70
2.6.4	生成一个状态条	72
2.6.5	宏里拾取操作及调用对话框	74
2.6.6	加密宏的生成	74
第 3 章	APDL 命令简介	77
3.1	生成缩略语	77
3.2	参数设置	78
3.3	生成宏文件	85
3.4	流程控制	89
3.4.1	与 DO 循环相关的命令	89
3.4.2	与 IF 结构相关的命令	90
3.5	与数组参数相关的命令	93
第 4 章	前处理器 (Preprocessor)	106
4.1	建立实体模型	106
4.1.1	生成关键点 (Keypoints)	106
4.1.2	生成线 (Lines)	111
4.1.3	生成面 (Areas)	117
4.1.4	生成体 (Volumes)	123
4.2	实体模型的操作运算 (Operate)	127
4.2.1	实体的延伸与旋转 (Extend & Rotate)	127
4.2.2	实体布尔操作运算 (Booleans)	133
4.2.3	实体缩放与几何量的计算 (Scale & Calc Geom)	143
4.3	实体模型的修改 (Modify)	146
4.3.1	实体模型的修改和复制 (Copy & Modify)	146
4.3.2	实体模型的镜像与删除 (Reflect & Delete)	152
4.3.3	其他相关的命令 (Other)	156
4.4	材料属性与实常数	159
4.4.1	设置材料属性 (Material Attribute)	159
4.4.2	设置实常数 (Real)	164
4.5	单元设置与网格划分	165
4.5.1	设置单元属性 (Element Attribute)	165
4.5.2	选择单元类型与网格大小设置 (Element Type & Size)	168
4.5.3	网格划分 (Meshing)	175

4.5.4	网格细化修改与删除 (Refine & Clear)	181
4.6	直接生成有限元模型	184
4.6.1	生成节点 (Node)	184
4.6.2	生成单元 (Element)	189
4.6.3	节点与单元的修改 (Modify)	193
4.6.4	编号控制 (Number Control)	199
第 5 章	加载与求解 (Solution)	204
5.1	指定分析类型	204
5.1.1	指定分析类型及重启动 (Analysis Type & Restart)	204
5.1.2	求解控制 (Solution Control)	206
5.1.3	模态扩展 (Mode Expansion)	219
5.1.4	分析选项 (Analysis Option)	220
5.2	施加载荷和边界条件	222
5.2.1	施加载荷的设置 (Setting)	223
5.2.2	施加载荷 (Apply Load)	231
5.2.3	删除载荷 (Delete Load)	253
5.2.4	载荷的运算 (Operating)	258
5.3	载荷步设置选项	261
5.3.1	输出与求解控制 (Output & Solu Ctrl)	261
5.3.2	时间与频率 (Time & Frequency)	265
5.3.3	非线性选项 (NonLinear)	267
5.3.4	谱分析选项 (Spectrum)	270
5.3.5	其他选项 (Other Option)	272
5.3.6	载荷步文件操作 (Load Step)	274
5.3.7	初始应力 (Initial Stress)	275
5.4	物理环境与有限元求解操作	277
5.4.1	物理环境 (Environment)	277
5.4.2	有限元求解运算 (Solve)	280
5.5	FSI 设置	283
第 6 章	后处理操作 (Postprocessor)	287
6.1	结果数据的显示与列表	287
6.1.1	读入结果数据 (Read)	287
6.1.2	显示结果数据 (Plot Result)	290
6.1.3	结果数据列表 (List Result)	297
6.2	结果数据的操作	305
6.2.1	节点计算 (Node Calculation)	305
6.2.2	单元表操作 (Element Table)	307
6.2.3	路径操作 (Path Operation)	310
6.2.4	载荷工况组合 (Load Case)	319

6.3 其他相关操作	323
6.3.1 安全系数 (Safety Factor)	323
6.3.2 疲劳分析 (Fatigue Analysis)	324
6.3.3 定义与修改 (Define & Modify)	330
6.3.4 其他命令 (Other)	331
6.4 时间-历程后处理	332
6.4.1 变量定义与设置 (Variable Define & Setting)	332
6.4.2 变量数据运算操作 (Variable Operation)	338
6.4.3 结果图形显示与列表 (Variable Plot & List)	342
6.5 优化设计	343
6.5.1 指定优化文件、变量和优化方法 (Variable & Opt Method)	343
6.5.2 指定优化循环控制方法 (Opt Control)	349
6.5.3 优化结果的列表与显示 (Result List & Plot)	351
第7章 实用菜单操作 (Utility Menu)	356
7.1 文件操作 (File)	356
7.1.1 ANSYS 重新启动 (Clear & New)	356
7.1.2 文件的存取 (File Save & Resume)	358
7.1.3 CAD 模型输入 (CAD Model Input)	362
7.2 实体选择 (Select)	366
7.2.1 选择实体 (Select Entities)	366
7.2.2 生成实体元件和部件 (Component & Assembly)	368
7.3 实体的列表输出	371
7.3.1 实体模型的列表输出 (Entity List)	371
7.3.2 属性的列表输出 (Attribute List)	372
7.3.3 载荷的列表输出 (Load List)	375
7.3.4 其他内容的列表输出 (Other List)	378
7.4 实体显示与显示控制	379
7.4.1 实体及属性的显示 (Entities & Attribute Plot)	379
7.4.2 视图显示控制 (View Setting)	383
7.4.3 视图模式控制 (Plot Control)	388
7.4.4 图形窗口显示控制 (Windows Control)	398
7.4.5 动画生成的显示控制	402
7.5 工作平面与坐标系转换	405
7.5.1 工作平面的显示与偏移 (WP Plot & Offset)	405
7.5.2 坐标系统的设置与转换 (Change & Create CS)	409
第8章 APDL 应用实例	412
8.1 规则网格划分的 APDL 操作	412
8.1.1 轴的规则网格生成	412
8.1.2 齿轮的规则网格生成	415

8.2 生死单元使用实例	419
8.3 结构优化设计实例	431
8.4 施加移动载荷实例	435
8.5 动力学分析实例	437
8.6 接触分析实例	441
附录	444
附录 A ANSYS 操作命令及格式汇总	444
A.1 APDL 命令	444
A.2 进入处理器、输出、显示和文件控制命令	445
A.3 ANSYS 操作命令	450
附录 B ANSYS 常用标签名注解	482
参考文献	487

第1章 概述

ANSYS 是一个广泛应用于机械制造、石油化工、轻工、造船、航空航天、汽车交通、电子、土木工程、水利、铁道、家用电器、生物、医学等众多工业领域，集结构、热、流体、电磁、声学于一体的以有限元分析为基础的大型通用 CAE 软件，在国内外具有良好的声誉，并已获得了工业界的普遍认可。它目前我国已具有较大的用户群，是工程技术人员从事产品开发，科研人员从事科学研究的好帮手。

与所有的有限元软件的分析过程类似，ANSYS 软件的标准分析过程包括：建立分析模型并施加边界条件、求解计算和结果分析 3 个步骤。对于一个简单模型来说，无论是新建分析还是进行修改后重新分析，按照这 3 个步骤进行都是简单的。但对于一个复杂模型来说，对新建模型进行分析是必须要完成的，但要对其进行修改后重新分析时，若继续按照上述 3 个步骤来做，其过程则是相当繁杂和费时的。为了解决这个问题，ANSYS 软件提供了一种以命令流方式进行分析的功能，即 ANSYS 参数化设计语言（Ansys Parameter Design Language，APDL）。它能够利用第 1 次分析时的 LOG 文件，对其进行修改，用户就可以完成任意多次的分析，从而大大减少了修改模型后重新分析时所需时间。

1.1 APDL 简介

1.1.1 什么是 APDL

ANSYS 参数化设计语言（APDL）是一门可用来自动完成有限元常规分析操作或通过参数化变量方式建立分析模型的脚本语言，用建立智能化分析的手段为用户提供自动完成有限元分析过程，即程序的输入可设定为根据指定的函数、变量以及选用的分析类型来做决定，是完成优化设计和自适应网格的最主要的基础。APDL 允许复杂的数据输入，使用户实际上对任何设计或分析属性有控制权，如分析模型的尺寸、材料的性能、载荷、边界条件施加的位置和网格的密度等。APDL 扩展了传统有限元分析的范围，并扩展了更高级运算包括灵敏度研究、零件库参数化建模、设计修改和设计优化等。

APDL 具有下列功能，对这些功能用户可根据需要进行组合使用或单独使用。

- 标量参数。
- 数组参数。
- 表达式和函数。
- 分支和循环。
- 重复功能和缩写。
- 宏。
- 用户程序。

所有这些全局控制特性，允许用户按需要改变该程序以满足特定的建模和分析需要。通过精心计划，用户能够创建一个高度完善的分析方案，它能在特定的应用范围内使程序发挥

更大的效率。

例 1-1 如图 1-1 所示为一个二杆的桁架结构，当杆件的材料发生变化时，求点 A 在载荷 P 的作用下，其 Y 方向的位移变化情况。生成的结果如图 1-2 所示（图中 TIME 为循环次数，VALU 为点 A 在 Y 方向的位移，单位为 mm）。

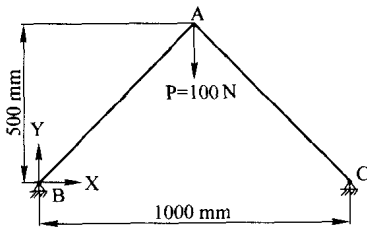


图 1-1 二杆桁架结构示意图

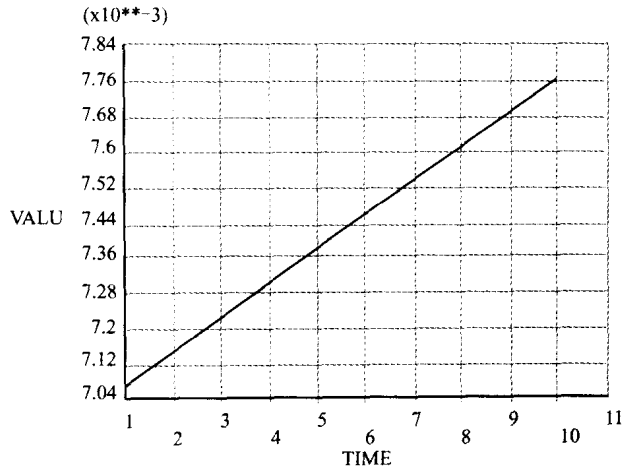


图 1-2 A 点在 Y 方向的位移变化情况

其清单程序文件如下所示：

```

/PREP7                                ! 进入前处理器
ET,1,LINK1                             ! 指定单元类型
R,1,0.1                                 ! 指定实常数即杆件的面积
MP,EX,1,1E5                            ! 定义弹性模量
N,1,0                                    ! 生成第 1 个节点
N,2,1
N,3,0.5,0.5
E,1,3                                    ! 生成第 1 个单元
E,2,3
/PLOPTS,INFO,0                          ! 关闭图形显示时的信息
FINISH
/SOLU                                    ! 进入求解器
D,1,ALL                                  ! 对节点施加全约束
D,2,ALL
F,3,FY,-100                             ! 在编号为 3 的节点处施加 Y 向向下的集中载荷
*DO,I,1,10                               ! 设置从 1~10 的循环
  TIME,i                                  ! 时间间隔
  SOLVE                                   ! 求解计算
  MP,EX,1,1E5-1000*i                    ! 改变弹性模量
*ENDDO                                    ! 循环结束
FINISH
/POST26                                  ! 进入时间历程后处理器
NSOL,2,3,U,Y,y_disp                     ! 设置结果输出变量
ABS,3,2, , , , ,1,                      ! 对变量求绝对值
PLVAR,3                                   ! 图形方式显示变量的变化

```

/IMAGE,SAVE,uy_disp,BMP ! 将显示图形保存在文件中
FINISH

将上述程序清单保存在文本文件“EX-1.TXT”中，然后存入到 ANSYS 的工作目录下，启动 ANSYS 软件，选择 GUI 方式下的操作路径：Utility Menu>File>Read Input From...，会弹出一个如图 1-3 所示的对话框，在“Read input from”下的输入栏中输入文件名“ex-1.txt”，单击【OK】按钮，则 ANSYS 将会从文件“ex-1.txt”中读入命令并执行，在执行过程会出现一些警告信息，可以不必理会。最后出现一个“Solution is done”表明程序已计算结束，并在工作目录下生成一个“UY_DISP.BMP”的位图文件，该位图文件的内容如图 1-2 所示。

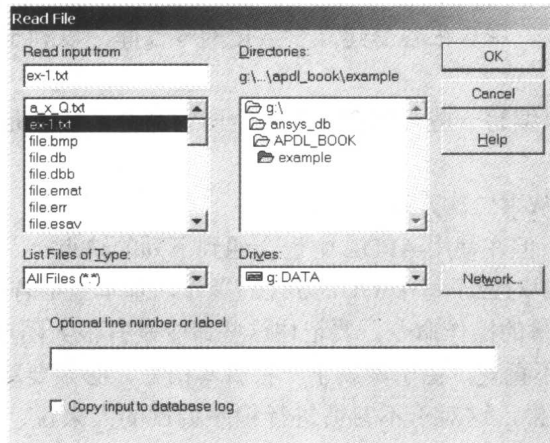


图 1-3 读取输入文件的对话框

1.1.2 APDL 的特点

ANSYS 软件提供了两种工作模式，即人机交互方式（GUI 方式）和命令流输入方式（BATCH 方式）。

前者对于初学者特别是已经习惯使用 Windows 操作界面的广大用户来说，似乎要容易掌握一些，用户不需要记住编程语言的使用规则与命令的使用格式等，只要用鼠标在图形上进行操作即可。对一个简单的有限元分析模型来说，这也许是要来得更快一些，但对于一个复杂的有限元模型，使用 GUI 方式的缺点就会显露出来。由于一个分析的完成往往需要进行多次的反复，特别是当要对模型进行修改后再进行分析时，在 GUI 方式中就会出现大量的重复操作，这些重复工作有时会占据大量计算时间。简单而繁杂的重复工作有时甚至会影响到设计人员的心情，从而造成模型的分析质量下降。另外使用前者往往会生成大量的文件，对于一个较大的分析模型，其生成的数据文件也许是几兆字节，有时会是十几兆字节，甚至达到几百兆字节，这么大的数据文件在交流时，是非常不方便的。

而对于后者来说，它具有下列优点：

- 可以减少大量的重复工作，特别适用于经少许修改（如修改网格的密度）后需要多次重复计算的场合，可为设计人员节省大量的时间，以利于设计人员有更多的精力来从事产品的构思。
- 便于保存和携带，一个 APDL 的 ASCII 文件一般只有几十千字节，最多也只有几百千字节，其数据文件的容量仅为 GUI 数据文件的千分之一，无论是在网上或平常的

交流都很方便。

- 不受 ANSYS 软件的系统操作平台的限制，即用户使用 APDL 文件既可以在 Windows 平台进行交流运行，也可以在 UNIX 或其它的操作平台上运行。而用 GUI 方式生成的数据文件则不能直接交流。
- 不受 ANSYS 软件的版本限制，一般情况下，ANSYS 软件以 GUI 方式生成的数据文件只能向上兼容一个版本，也就是 ANSYS70 版本的软件只能直接调出 ANSYS61 版本的数据文件，而不能直接调用 ANSYS57 及以前的数据文件。而 APDL 文件则不存在这个限制，仅有个别命令会有影响。
- 在进行优化设计和自适应网格分析时，则必须使用 APDL 文件系统。
- 利用 APDL 方式，用户很容易建立参数化的零件库，以利于其快速生成有限元分析模型。
- 利用 APDL 可以编写一些常用命令的集合即宏命令，或者是制作快捷键，并将其放在工具栏上。
- 可以利用 APDL 从事二次开发。

尽管有上述的优点，但在使用 APDL 中也会遇到下列的缺点：

- 在 ANSYS 软件中对应于每个 GUI 方式的操作，基本上都有一个操作命令与之对应，这样就生成了大量的操作命令，要记住这些命令是有很大困难的。
- APDL 文件方式不直观，由于其属于一种脚本语言，必须要将输入文件中的命令执行完后才能得到结果，这对于不习惯进行程序调试的人来说，容易产生厌烦的心理，甚至会认为太难而放弃使用。
- 当然，在重复执行时也要花费一定的时间。

总之，APDL 方式对于一个大型的复杂模型来说，是利大于弊。但 APDL 文件不能按其他语言像 FORTRAN、C、C++ 等语言的编写方式去做，若要这样做，其难度会更大。一般的方法是充分利用第 1 次分析时生成的 LOG 文件，对这个文件作适当的修改即可得到自己的命令流文件，再添加一些 APDL 控制命令，就可以得到 APDL 命令的文件了。在下一节中将介绍如何利用 LOG 文件生成一个 APDL 文件。

1.2 如何生成 APDL 文件

1.2.1 生成 APDL 文件

在 GUI 方式下，用户每执行一次操作，ANSYS 都会将与该操作路径相对应的操作命令写入到一个 LOG 文件里，对该操作命令的响应情况则输出到 ANSYS 的输出窗口（Output Window）里，生成的结果则显示在图形屏幕上。LOG 的默认文件名是“Jobname.log”，如果没有指定工作文件名，则为“File.log”。这个文件就是生成 APDL 文件的基础。但由于在 GUI 方式下，可以使用图形拾取操作（即可直接用鼠标在图形上进行操作），而 APDL 方式下一般不能采用图形拾取操作，因此在 LOG 文件转向 APDL 命令流文件时，必须要将 GUI 方式下的拾取操作转变为使用操作命令来执行。其转换的方式有两种：

（1）对于单一实体可以直接使用操作命令执行

如要对一条编号为 10 的线指定划分网格的等份数为 8，若使用 GUI 方式，则其在 LOG

文件中生成的命令流为：

```
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,10
CM,_Y,LINE
LSEL,,,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1,,,8,,,,,1
!*
```

若要使用 APDL 的方式，则只要使用一条命令即可，即：

```
LESIZE,10,,,8,,,,,1      ! 对编号为 10 的线指定网格划分等份数
```

(2) 需要对多个实体同时进行操作时，可以采用多个操作命令进行，也可将选择操作与操作命令结合进行。

如需要对编号分别为 1~7 的节点施加 UY 方向的约束时，在 GUI 方式中，生成 LOG 命令流如下：

```
FLST,2,7,1,ORDE,2
FITEM,2,1
FITEM,2,-7
!*
D,P51X,,,,,UY,,,,,
```

这时可使用两种 APDL 方式，其一是直接使用单一操作命令，适用于拾取实体较少且网格不会发生变化的情况下：

```
D,1,...,7,.UY,,,,,
```

当要拾取更多的实体时，则可采用选择操作命令与指定网格等份数命令一起使用，如：

```
NSEL,S,LOC,Y,0          ! 选择 Y 坐标值为 0 的所有节点
D,ALL,,,,,UY,,,,       ! 对选择的节点施加 UY 方向的约束
ALLSEL,ALL              ! 重新选择所有的实体
```

完成这三种操作后，得到的结果是一样的。但一般来说，对于要对多个实体进行操作时，采用先选择后操作的方式较好，这只要用户根据分析模型中实体所具有的特色进行选择即可。如果指定具体的编号，使网格划分方式发生变化，这时节点的编号也会发生变化，从而会造成操作失败。若根据其几何特征、材料属性来选择时，不管网格怎么变化，都不会造成失败。

因此在 APDL 命令流方式中，当要选择实体模型时，建议采用先选择，后施加操作的方式。

1.2.2 生成 APDL 文件的示例

下面通过一个具体的操作实例来说明如何利用 LOG 文件生成一个 APDL 文件，并分析在不同的网格划分方式下某节点应力的变化情况。

例 1-2 如图 1-4 所示，为一块无限大平板，其厚度为 1 个单位，在 X 方向承受单向拉伸，其拉伸载荷为： $q=1$ MPa，已知其材料的性能参数为：弹性模量 $E=2.0 \times 10^5$ MPa，泊松比 $\nu=0.3$ 。试求出 A 点在不同的网格划分条件下，其应力的变化过程。

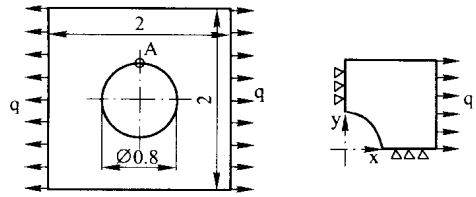


图 1-4 单向拉伸平板的分析模型

在 GUI 模式下完成上述模型的有限元分析过程，Von Mises 当量应力的等值线分布云图如图 1-5 所示。

在其工作目录下可以找到一个 LOG 文件。其 LOG 文件的内容如下：

```

/BATCH
weight=1                ! 定义正方形的边长
r=0.4                   ! 定义圆的半径
/PREP7                  ! 进入前处理器
!*
ET,1,PLANE42           ! 指定单元类型
!*
!*
MPTEMP,,,,,,,,         ! 定义材料属性
MPTEMP,1,0
MPDATA,EX,1,,2e5
MPDATA,PRXY,1,,0.3
RECTNG,0,WEIGHT,0,WEIGHT, ! 生成一个正方形面
CYL4,, ,R              ! 生成一个圆面
ASBA,    1,    2       ! 从正方形面中减去圆面
NUMCMP,ALL             ! 压缩实体的编号
N, ,,J,,,,            ! 生成一个编号为 1 的节点
APLOT
FLST,5,2,4,ORDE,2     ! 在图形上拾取线
FITEM,5,4
FITEM,5,-5
CM,_Y,LINE
LSEL, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.1 , , , ,1 ! 对拾取的线指定单元边的长度
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,3
CM,_Y,LINE
LSEL, , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.1 , , , ,1
!*
!*
AMAP,1,4,1,3,5        ! 采用映射方式对面划分单元
!*

```



```

NUMMRG,ALL,, , ,LOW
NUMCMP,ALL
SAVE
!*
EPLOTT
FINISH
/SOL
FLST,2,1,4,ORDE,1
FITEM,2,5
!*
/GO
DL,P51X, ,UX,
FLST,2,1,4,ORDE,1
FITEM,2,4
!*
/GO
DL,P51X, ,UY,
FLST,2,1,4,ORDE,1
FITEM,2,1
/GO
!*
SFL,P51X,PRES,-1,
/STATUS,SOLU
SOLVE
FINISH
/POST1
/EFACE,1
AVPRIN,0, ,
!*
PLNSOL,S,EQV,0,1
SAVE
/EXIT,ALL

```

! 对所有的实体类型进行合并
! 压缩实体的编号

! 在图形上拾取线

! 对拾取的线施加 UX 约束

! 对拾取的线施加 UY 约束

! 对拾取的线施加面载荷

! 求解计算

! 进入到后处理器

! 显示 Von Mises 应力分布

! 退出 ANSYS 系统

下面对上述 LOG 文件的内容进行少许修改，并添加上 APDL 的控制命令，即可完成分析任务，A 点的 Von Mises 应力在不同网格密度下的分析结果如图 1-6 所示。其中生成的 APDL 文件“EX_2.txt”内容如下：

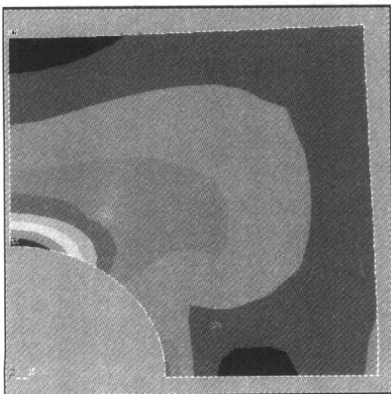


图 1-5 Von Mises 当量应力分布云图

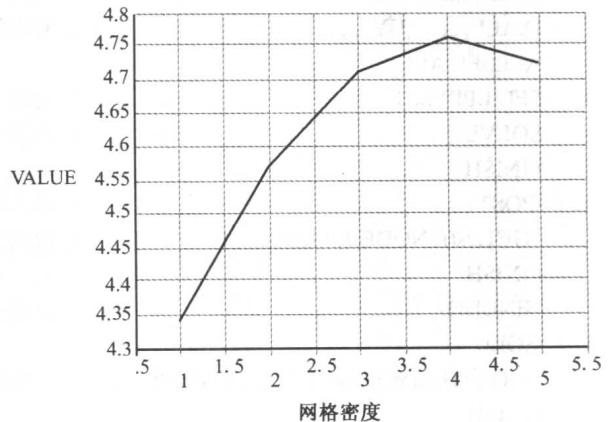


图 1-6 A 点的 Von Mises 当量应力在不同网格时的值