

ANSYS

参数化编程与命令手册

龚曙光 谢桂兰 黄云清 编著

ANSYS 参数化编程 与命令手册

龚曙光 谢桂兰 黄云清 编著



机械工业出版社

本书以工程应用中的结构分析为背景,以介绍 ANSYS 参数化设计编程为主要目的,全面系统地介绍了 ANSYS 参数化设计语言 (APDL) 和 ANSYS 软件中的操作命令,并配置了相关的实例。

全书共分为 8 章,主要介绍了 APDL 编程的过程、步骤和 APDL 命令流文件的生成,ANSYS 参数化设计语言,APDL 操作命令和 ANSYS 软件中的 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。同时列出了每个命令的使用格式、GUI 操作路径、相关的对话框及使用命令的提示,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和操作技巧。最后结合工程实例,介绍了 APDL 编程在结构分析中的应用,并给出了每个实例的源代码和注释。在附录 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。

本书可作为使用 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;也可作为理工科院校相关专业的高年级本科生、研究生和老师学习 ANSYS 软件及参数化编程的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

ANSYS 参数化编程与命令手册/龚曙光,谢桂兰,黄云清
编著. —北京:机械工业出版社,2009.8
ISBN 978-7-111-27803-0

I. A… II. ①龚…②谢…③黄… 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 (2009) 第 124370 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:孔劲 版式设计:张世琴 责任校对:刘志文
封面设计:陈沛 责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2009 年 10 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·34.75 印张·860 千字
0001—3000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-27803-0
定价:69.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

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最主要基础。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，最终也需要掌握 ANSYS 软件的参数化设计。

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，它用智能化分析的手段，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 文件的编辑软件如 WINDOWS 平台上的记事本来生成。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。同时为了满足参数化编程的需要，按照操作菜单的顺序，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，对命令中每个变量的使用进行了说明，列出了每个命令的使用提示和相关命令的操作技巧，对部分命令进行了实例演示。本书既可作为 ANSYS 软件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。

本书以 ANSYS11.0 为蓝本，共分 8 章，第 1 章采用实例操作的方式介绍了如何使用和生成 APDL 命令流文件；第 2 章全面系统地介绍了 APDL 编程语言的内容，并配备了相应的操作示例；第 3 章对 APDL 的全部命令进行了详细解释；第 4 章至第 7 章分别介绍了 ANSYS11.0 的前处理器、求解器、通用后处理器、时间历程后处理器、优化设计以及实用菜单操作的命令；第 8 章利用 APDL 命令流文件对工程实例进行了分析。其中附录 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 命令流文件来完成分析提供了一个很好的参考。上述章节中所出现的 APDL 命令流程序均在 ANSYS11.0 版本上调试通过运行。

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

Email: gongsg@xta.edu.cn

编 者
于湘潭大学

目 录

前言

第 1 章 概述 1

1.1 APDL 的简介 1

1.1.1 APDL 的定义 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 6

1.3 使用 APDL 的基本常识 9

第 2 章 APDL 编程语言及二次开发 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 25

2.2.4 参数表达式与函数 28

2.3 参数化数组 30

2.3.1 参数化数组的类型与定义 30

2.3.2 数组元素的赋值 34

2.3.3 生成数据文件 44

2.3.4 数组参数的运算 46

2.3.5 数组参数的输出与修改曲线 标题 54

2.4 使用宏命令(Macro) 56

2.4.1 创建宏 57

2.4.2 宏的执行 60

2.4.3 局部变量 61

2.4.4 在元件和部件中使用宏 62

2.4.5 宏应用举例 62

2.5 循环与分支控制命令 64

2.5.1 调用子程序 64

2.5.2 无条件分支(*GO)与重复执行

(*REPEAT) 65

2.5.3 DO 循环 65

2.5.4 有条件分支(*IF) 67

2.5.5 命令的返回值“_RETURN”和 状态值“_STATUS” 69

2.6 APDL 的二次开发功能 70

2.6.1 使用“*ASK”命令 70

2.6.2 使用对话框 71

2.6.3 使用宏显示用户信息 72

2.6.4 生成状态条 74

2.6.5 宏里拾取操作及调用对话框 76

2.6.6 加密宏的生成 77

2.7 ANSYS 的自编程特性 78

2.7.1 自编程特性(UPF) 79

2.7.2 ANSYS 软件的非标准使用 81

第 3 章 APDL 命令详解 82

3.1 生成缩略语 82

3.2 参数设置 84

3.3 生成宏文件 91

3.4 流程控制 96

3.4.1 与 DO 循环相关的命令 96

3.4.2 与 IF 结构相关的命令 97

3.5 与数组参数相关的命令 100

3.6 其他命令 113

第 4 章 前处理器(Preprocessor) 116

4.1 建立实体模型 116

4.1.1 生成关键点(Keypoints) 116

4.1.2 生成线(Lines) 122

4.1.3 生成面(Areas) 128

4.1.4 生成体(Volumes) 136

4.2 实体模型的操作运算(Operate) 141

4.2.1 实体的延伸与旋转(Extend & Rotate) 141

4.2.2 实体布尔操作运算(Booleans) …	147	5.2.3 删除载荷>Delete Load) …	290
4.2.3 实体缩放与几何量的计算(Scale & Calc Geom) …	158	5.2.4 载荷的运算(Operating) …	293
4.3 实体模型的修改(Modify) …	161	5.3 载荷步设置选项 …	296
4.3.1 实体模型的修改和复制(Copy & Modify) …	161	5.3.1 输出与求解控制(Output & Solu Ctrls) …	297
4.3.2 实体模型的镜像与删除(Reflect & Delete) …	168	5.3.2 时间与频率(Time & Frequence) …	300
4.3.3 其他相关的命令(Other) …	172	5.3.3 非线性选项(NonLinear) …	301
4.4 材料属性与实常数 …	175	5.3.4 谱分析选项(Spectrum) …	304
4.4.1 设置材料属性(Material Attribute) …	175	5.3.5 其他选项(Other Option) …	307
4.4.2 设置实常数(Real) …	181	5.3.6 载荷步文件操作(Load Step) …	309
4.5 单元设置与网格划分 …	183	5.4 物理环境与有限元求解操作 …	310
4.5.1 设置单元属性(Element Attribute) …	183	5.4.1 物理环境(Environment) …	310
4.5.2 选择单元类型与网格大小设置(Element Type & Size) …	185	5.4.2 有限元求解运算(Solve) …	312
4.5.3 网格划分(Meshing) …	192	第6章 后处理操作(Postprocessor) …	316
4.5.4 网格细化修改与删除(Refine & Clear) …	199	6.1 结果数据的显示与列表 …	317
4.6 直接生成有限元模型 …	202	6.1.1 读入结果数据(Read) …	317
4.6.1 生成节点(Node) …	202	6.1.2 图形显示结果数据(Plot Result) …	319
4.6.2 生成单元(Element) …	207	6.1.3 结果数据的列表(List Result) …	327
4.6.3 节点与单元的修改(Modify) …	213	6.1.4 结果输出的选项(Options for Outp) …	333
4.6.4 编号控制(Numbering Control) …	218	6.2 结果数据的操作 …	336
4.7 耦合与约束方程 …	223	6.2.1 节点计算(Node Calculation) …	336
4.7.1 建立节点之间的耦合(Coupling) …	223	6.2.2 单元表操作(Element Table) …	339
4.7.2 生成约束方程(Constraint Eqn) …	227	6.2.3 路径操作(Path Operation) …	342
第5章 加载与求解(Solution) …	235	6.2.4 载荷工况组合(Load Case) …	350
5.1 指定分析类型 …	235	6.3 其他相关操作命令 …	354
5.1.1 指定分析类型及重启动(Analysis Type & Restart) …	235	6.3.1 安全系数(Safety Factor) …	354
5.1.2 求解控制(Solution Control) …	238	6.3.2 疲劳分析(Fatigue Analysis) …	355
5.1.3 模态扩展(Mode Expansion) …	252	6.3.3 定义与修改(Define & Modify) …	361
5.1.4 分析选项(Analysis Option) …	253	6.3.4 表面操作(Surface Operations) …	362
5.2 施加载荷和边界条件 …	256	6.3.5 其他命令(Other) …	366
5.2.1 施加载荷的设置(Setting) …	256	6.4 时间—历程后处理 …	368
5.2.2 施加载荷(Apply Load) …	264	6.4.1 变量定义与设置(Variable Define & Setting) …	368
		6.4.2 变量数据运算操作(Variable Operation) …	375
		6.4.3 结果图形显示与列表(Variable Plot	

& List)	378	Control)	436
6.5 优化设计	379	7.4.5 动画生成与显示控制(Animate Control)	439
6.5.1 指定优化文件、变量和优化方法 (Variable & Opt Method)	380	7.5 工作平面与坐标系转换	443
6.5.2 指定优化循环控制方法(Opt Control)	384	7.5.1 工作平面的显示与偏移(WP Plot & Offset)	443
6.5.3 优化结果的列表与显示(Result List & Plot)	386	7.5.2 坐标系统的设置与转换(Change & Create CS)	446
第7章 实用菜单操作(Utility Menu) ...	391	第8章 APDL 应用实例	449
7.1 文件操作(File)	391	8.1 规则网格划分的 APDL 操作	449
7.1.1 ANSYS 的重新启动(Clear & New)	391	8.1.1 轴的规则网格生成	449
7.1.2 文件的存取(File Save & Resume)	393	8.1.2 齿轮的规则网格生成	452
7.1.3 CAD 模型输入(CAD Model Input)	397	8.1.3 锥齿轮对的参数化建模	457
7.2 实体选择(Select)	400	8.2 生死单元使用实例	473
7.2.1 选择实体(Select Entities)	400	8.2.1 问题的描述	473
7.2.2 生成实体元件和部件(Component & Assembly)	406	8.2.2 APDL 命令流文件	475
7.3 实体的列表输出	408	8.3 结构优化设计实例	485
7.3.1 实体模型的列表输出(Entity List)	408	8.3.1 问题的描述	485
7.3.2 属性的列表输出(Attribute List)	410	8.3.2 APDL 命令流文件	487
7.3.3 载荷的列表输出(Load List)	413	8.4 施加移动载荷实例	489
7.3.4 其他内容的列表输出(Other List)	416	8.4.1 问题的描述	489
7.4 实体显示与显示控制	417	8.4.2 APDL 命令流文件	490
7.4.1 实体及属性的显示(Entities & Attribute Plot)	417	8.5 动力学分析实例	492
7.4.2 视图显示控制(View Setting)	421	8.5.1 问题的描述	492
7.4.3 视图模式控制(Plot Control)	425	8.5.2 APDL 命令流文件	493
7.4.4 图形窗口显示控制(Windows Control)	436	8.6 接触分析实例	496
		8.6.1 胀管过程的数值模拟	496
		8.6.2 APDL 命令流文件	497
		附录 A ANSYS 操作命令及格式 汇集	501
		附录 B ANSYS 常用标签名注解	544
		参考文献	549

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、日用家电、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。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。

与所有有限元软件的分析过程相类似，ANSYS 软件的标准分析过程包括：建立分析模型、施加边界条件与求解计算、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而言，对新建模型进行分析是必须要完成的，但当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 次分析时生成的 LOG 文件，仅对其进行修改，用户就可以利用修改后的文本文件来完成任意多次的分析，从而大大地减少了修改模型后重新分析时所需的时间。

1.1 APDL 的简介

1.1.1 APDL 的定义

ANSYS 参数化设计语言 (APDL) 是一种用来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，它用智能化分析的手段，为用户提供了自动完成有限元分析过程的功能，即程序的输入可根据指定的函数、变量以及选用的分析类型来确定，是完成优化设计和自适应网格的最主要基础。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范围之外的能力，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。

- 1) 标量参数。
- 2) 数组参数。
- 3) 表达式和函数。
- 4) 分支和循环。
- 5) 重复功能和缩写。
- 6) 宏。
- 7) 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。

案例 1-1: 图 1-1 为一个两杆的桁架结构，当杆件的材料发生变化时，求点 A 在载荷 F 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。

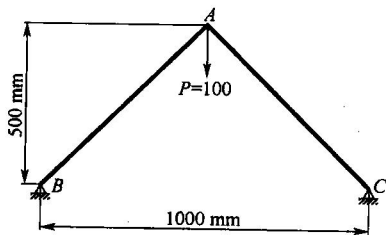


图 1-1 二杆桁架结构示意图
其清单程序文件如下所示：

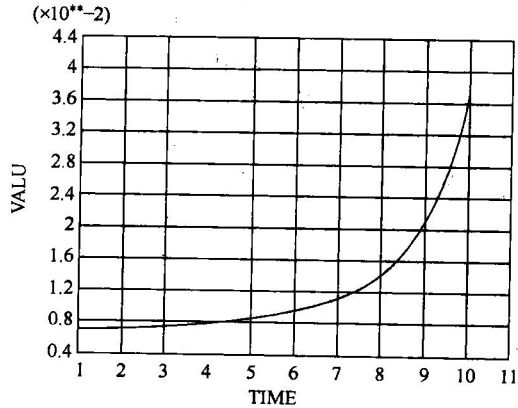


图 1-2 A 点在 y 方向的位移变化情况

```

FINISH                                ! 退出当前处理器
/CLEAR, START                          ! 重新开始一个新的分析
/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
MP,PRXY,1,0.3                           ! 指定泊松比
N,1,0,0                                  ! 生成第 1 个节点
N,2,1,0                                  ! 生成第 2 个节点
N,3,0.5,0.5                              ! 生成第 3 个节点
E,1,3                                     ! 生成第 1 个单元
E,2,3                                     ! 生成第 2 个单元
/PLOPST, 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                                 ! 对节点施加全约束
F,3, FY, -100                           ! 对节点 3 施加 y 方向向下的集中载荷
*DO, I, 1, 10                            ! 设置从 1 到 10 的循环
TIME, I                                  ! 时间间隔
SOLVE                                    ! 求解计算
MP, EX, 1, 1E5-1000 * I * 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”，则 ANSYS 将会从文件“ex-1.txt”中读入命令并执行，并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。

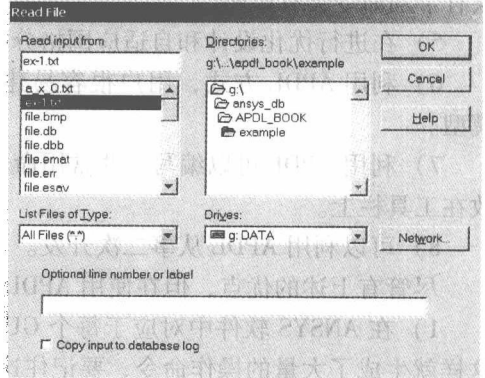


图 1-3 读取输入文件的对话框

1.1.2 APDL 的特点

ANSYS 软件提供了两种工作模式：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，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拾取操作即可。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，但当面对一个复杂的有限元模型时，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，这时在 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整个计算时间的几倍。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，甚至达几百兆的情况也有，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：

1) 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。

2) 便于保存和携带，一个 APDL 的 ASCII 文件其大小一般只有几十 K 字节，最多也只有几百 K 字节，其数据文件的容量与 GUI 数据文件相比，将要减少近 1000 倍，无论是在网

上或平常的交流中都很方便。

3) 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 或其他操作平台上运行。而 GUI 方式生成的数据文件则不能直接交流。

4) 不受 ANSYS 软件的版本限制, 一般情况下, ANSYS 软件 GUI 方式生成的数据文件只能向上兼容一个版本, 也就是 ANSYS11 版本的软件只能直接调出 ANSYS10 版本的数据文件, 而不能直接调用 ANSYS9.0 及以前的数据文件。而 APDL 文件则不存在这个限制, 仅仅只有个别命令会有影响。

5) 在进行优化设计和自适应网格分析时, 必须要使用 APDL 文件系统。

6) 利用 APDL 方式, 用户很容易建立参数化的零件库, 以利于快速生成有限元分析模型。

7) 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。

8) 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:

1) 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。

2) 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。

3) 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, 是利大于弊的。但同时对于 APDL 文件, 不能按其他语言如 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拾取, 而 APDL 方式下一般不允许采用图形拾取操作, 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操作。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、2、3、4、5、6、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，它适用于拾取实体较少时且网格不会发生变化的情况：

```

D,1,,,,,7,,UY,,,,,

```

其二是当这 7 个节点具有某种共同的属性时，如 7 个节点的坐标均位于 $Y=0$ 的线上时，则可采用“选择”操作命令与“施加约束”命令一起使用，即：

```

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

```

完成上述三种操作后，得到的结果是一样的。但一般来说，当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某种属性进行选择即可。如果指定具体的编号，当网格划分方式发生变化时，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，都不会施加失败。

因此在使用 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。


```
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
```

! 对拾取的线设置单元大小

```
! *
```

```
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
```

! 对所有的实体类型进行合并

```
NUMCMP,ALL
```

! 压缩实体的编号

```
SAVE
```

```
! *
```

```
EPLOTT
```

```
FINISH
```

```
/SOL
```

```
FLST,2,1,4,ORDE,1
```

! 在图形上拾取线

```
FITEM,2,5
```

```
! *
```

```
/GO
```

```
DL,P51X, , UX,
```

! 对拾取的线施加 UX 约束

```
FLST,2,1,4,ORDE,1
```

```
FITEM,2,4
```

```
! *
```

```
/GO
```

```
DL,P51X, , UY,
```

! 对拾取的线施加 UY 约束

```
FLST,2,1,4,ORDE,1
```

```
FITEM,2,1
```

```

/GO
!*
SFL,P51X,PRES,-1, ! 对拾取的线施加
                    ! 面载荷(压为正,
                    ! 拉为负)

/STATUS,SOLU
SOLVE ! 求解计算
FINISH
/POST1 ! 进入到后处理器
/EFACE,1
AVPRIN,0,,
!*
PLNSOL,S,EQV,0,1 ! 显示 Mises 应力
                  ! 分布
SAVE
/EXIT,ALL ! 退出 ANSYS 系统

```

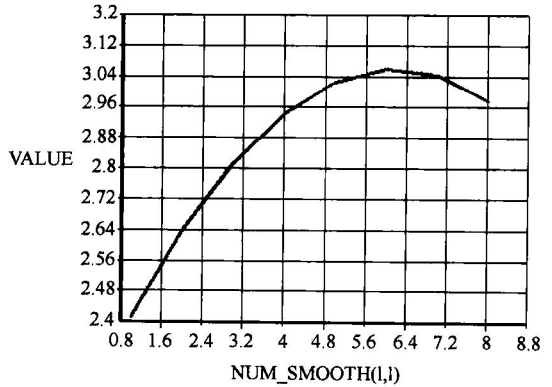


图 1-6 A 点的 Mises 当量应力在不同网格时的值

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 Mises 当量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 APDL 文件“ex_2.txt”的内容如下：

```

FINISH
/CLEAR,START
*DIM,vs,,8 ! 定义 4 个 8×1 的数组
*DIM,num,,8
*DIM,x1,,8
*DIM,y1,,8
weight = 1 ! 定义正方形的边长
r = 0.1 ! 定义圆的半径
/PREP7 ! 进入前处理器
ET,1,PLANE42
MP,EX,1,2e5 ! 输入材料的弹性模量
MP,PRXY,1,0.3 ! 输入材料的泊松比
RECTNG,0,weight,0,weight, ! 生成矩形面
CYL4,,r ! 生成一个圆面
ASBA,1,2 ! 从矩形面中减去圆面
NUMCMP,ALL ! 压缩实体的编号
FINISH
*DO,i,1,8 ! 设置循环从 1 到 5,循环变量为 i
num(i) = i ! 循环次数记录在数组中
/PREP7
ACLEAR,1 ! 清除面上的网格

```

```

N,,,r,,,,,      ! 生成编号为1的节点即A点
LESIZE,4,0.1/i,,,,,1  ! 设置单元边的长度
LESIZE,5,0.1/i,,,,,1
LESIZE,2,0.1/i,,,,,1
LESIZE,1,0.1/i,,,,,1
AMAP,1,4,1,3,5      ! 映射方式生成单元网格
NUMMRG,ALL,,,LOW    ! 合并实体
NUMCMP,ALL          ! 压缩实体编号
FINISH
/SOL
NSEL,S,LOC,X,0      ! 选择X=0的所有节点
D,ALL,,,,,UX,,,,,  ! 对选择的节点施加UX=0
ALLSEL,ALL          ! 选择所有的实体
NSEL,S,LOC,Y,0      ! 选择Y=0的所有节点
D,ALL,,,,,UY,,,,,  ! 对选择的节点施加UY=0
ALLSEL,ALL
SFL,1,PRES,-1,     ! 对线1施加面载荷即q=1
SOLVE               ! 求解运算
FINISH
/POST1              ! 进入后处理器
*GET,vs(i),NODE,1,S,EQV ! 取出节点1的Mises应力
FINISH
*ENDDO              ! 完成循环
/SOLU
SMOOTH,num(1),vs(1),,3,x1(1),y1(1),2 ! 生成曲线
FINISH
/IMAGE,SAVE,Von_Stre,BMP ! 将曲线保存为位图文件
/EXIT,ALL           ! 退出ANSYS

```

通过上述程序的运行比较, APDL 程序执行一次能够完成多项任务, 在运行中减少了人工干预, 可以保证计算模型、计算过程和结果的一致性, 并具有多次重复执行的功能, 这是 GUI 方式不能相比的。

同时由于 APDL 文件建立在 LOG 文件基础之上, 其编写过程也要简单得多, 不像其他语言那样需要重新编写, 从而为 APDL 文件的推广使用提供了极大的便利。只要对 ANSYS 软件有所了解和掌握的用户都会很快学会使用 APDL, 凡是使用过 APDL 文件的用户就不会再放弃使用。

1.3 使用 APDL 的基本常识

由于 ANSYS 的操作命令较多, 而有些命令是用户很难遇到的, 并且对于不同的用户所遇到的命令也有很大的差别, 因此本书只介绍了使用 ANSYS 软件最常见的命令, 即广大用户都将会遇到的命令, 以满足大家的需要。对于一些较偏命令的使用格式, 用户可参考附录

A, 对较偏命令的详解则要参考《ANSYS 命令参考手册》。

为了保证用户在使用 APDL 时能够将操作命令与操作路径相对应, 本书在介绍每个命令时, 都列出了该命令的操作路径, 并且操作命令基本上是按照操作路径在菜单中的排列顺序自上而下进行的。

按操作命令的使用范围可分成两大类, 一类命令只能在某个特定的环境里使用, 如大多数实体建模的命令一般只能在前处理器里使用; 另一类命令可以在任何处理器里使用, 如大多数实用菜单上的命令基本上满足这一条。出现在某章节中的每个命令基本上就说明了该命令的适用范围, 在解释大多数命令时都说明了该命令的适用场所。这点用户要注意, 否则在运行时会出现。

另外, 为了使用户能够熟练地使用和参考本书, 在这里设置了一些约定。

1) 凡是用双引号括起, 并在英文字母下面加一条横线, 则表示该英文是一个 ANSYS 的操作命令。如: “L”、“SMOOTH”、“SOLVE”、“NSEL”、“*GET”、“/SOLU”等。

2) 没有括起来且为斜体英文字符, 如 *Par*、*Item1*、*Fname* 等为操作命令的变量, 是用户在使用时需要指定或赋值的项。

3) 既没有括起来也没有使用斜体的英文字符, 如 NODE、LINE、UX、DOCU、NODE 等, 这些一般是一个值或为标签名, 可以作为一个值赋给操作命令后面的变量, 对于这些标签名的具体含义可参考附录 B 的说明。

4) 在使用操作命令时, 大多数字符个数超过 4 个的命令只要使用其前 4 个字符来表示即可, 如命令 “FINISH”、“FINI”、“FINIS” 等则表示为同一个命令; 但有些命令也必须要写全名, 如 “NUMCMP”、“NUMMRG”, 否则系统会不认识。因此在用户不能确定操作命令是否可以使用缩写时, 最好使用全名, 这样就不会出错。

5) 有时同一个命令会出现在不同的 GUI 路径下或不同的对话框中, 为了节省篇幅, 在本书中每个命令的说明只出现在第一次出现的位置处, 因此当用户在不同的场所遇到某个操作命令时, 可以查找附录 A, 即可查找到该命令第一次出现的场所。

6) 有些操作命令后面的变量名, 用户一看到, 即可知道其表示的意义, 如 *Fname*、*Ext*、*Item* 等, 并且这些变量在所有相关的操作命令中都表示同一个意思。为了节省篇幅, 在这里将统一列出其意义, 除非它们还有一些特殊的意义, 否则将不再解释。

- *Fname*: 是指包含路径的文件名或文件名, 包括路径在内最长不能超过 248 个字符。如果没有指定路径名, 默认路径是当前的工作目录, 这时可以使用 248 个字符的文件名。文件名的默认是指 “jobname”。
- *Ext*: 是指文件的扩展名, 最长不能超过 8 个字符。
- *Item*, *Comp*: 这两个标签同时出现时, 一般表示为一个与该命令相对应的标签名, 有些需要一个组合标签。如 UX 就是一个组合的标签名, 尽管每个使用这个变量的命令会有不同的标签组合, 但其意义是相同的, 对于具体标签的解释可参考附录 B 的说明。
- *Title*: 用户定义能够快速确定一组物理设置的标题, 最多不能超过 64 个字符。
- *Path*: 工作路径名。
- *WN*: 图形窗口参考编号, 默认值为 1。

7) 在许多命令中, 有时其变量的值可以为空 (blank), 则表示不能输入任何值, 即使是