



CAD/CAM/CAE工程应用丛书

ANSYS系列

# ANSYS 14.0

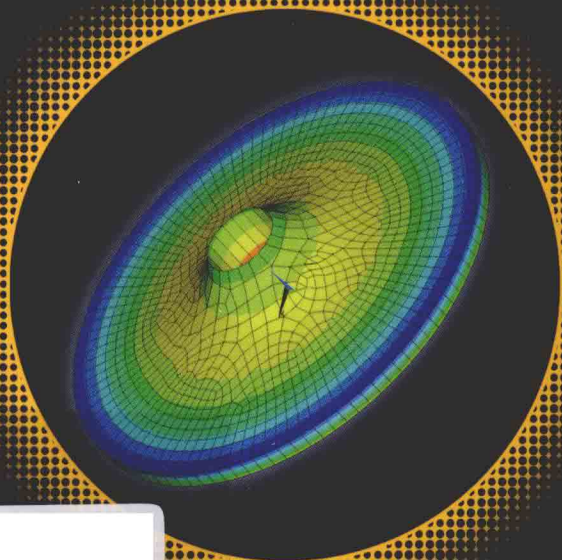
# 工程实例解析与

# 常见问题解答

◎ 张洪才 等编著

## 本书核心内容包括

- 流体压力渗透载荷
- 超弹密封垫分析
- 变厚度圆盘的有限元分析
- 汽车制动器尖叫的有限元分析
- 梁框架结构的有限元分析
- 热障涂层的热应力分析
- 拉伸颈缩有限元分析
- 三维复合裂纹的有限元分析
- 印制电路板装配体的PSD分析
- 金属杆冲击刚性墙分析
- 搅拌摩擦焊接模拟
- 汽车橡胶罩的非线性分析



附赠超值  光盘  
范例素材 + 视频讲解



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



CAD/CAM/CAE 工程应用丛书 · ANSYS 系列

# ANSYS 14.0 工程实例解析与 常见问题解答

张洪才 等编著



机械工业出版社

本书以有限元分析软件 ANSYS 14.0 为平台, 工程实例为载体, 详细地讲解了静力学、动力学、材料非线性、接触分析、屈曲分析、断裂力学、复合材料、热-结构分析的步骤和方法。书中给出了 18 个具有工程背景的实例。

本书具有以下特点: 实例工程背景强, 理论与软件操作结合紧密, 并详细讲解软件使用过程中的常见问题, 能够快速提高读者的工程实例分析能力; 切实从读者学习和使用的实际出发, 安排章节顺序和内容; 图文并茂, 讲述过程中结合大量分析实例, 力求易于理解并方便学习和实践。本书配套光盘提供了 18 个实例的视频教程和 ANSYS 实例文件。

本书不仅适合高等学校理工类高年级本科生或研究生学习 ANSYS, 还可供从事结构分析的工程技术人员参考使用, 同时书中提供的大量实例也可供高级用户参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

ANSYS 14.0 工程实例解析与常见问题解答 / 张洪才等编著. —北京: 机械工业出版社, 2013.4

(CAD/CAM/CAE 工程应用丛书·ANSYS 系列)

ISBN 978-7-111-41679-1

I. ①A… II. ①张… III. ①有限元分析—应用软件 IV. ①0241.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 038886 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张淑谦

责任编辑: 张淑谦

责任印制: 邓 博

三河市宏达印刷有限公司印刷

2013 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·24.75 印张·612 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-41679-1

ISBN 978-7-89433-855-6 (光盘)

定价: 69.00 元 (含 1DVD)

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

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

## 目 录

出版说明

前言

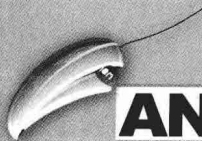
<b>第 1 章 重分网格技术</b> .....	1
1.1 重分网格的优点和限制 .....	1
1.1.1 重分网格的优点 .....	1
1.1.2 重分网格的限制 .....	1
1.2 重分网格的要求 .....	2
1.3 确定开始重分网格的子步 .....	3
1.4 开始重分网格 .....	3
1.5 选择重分网格区域 .....	4
1.6 执行重分网格操作 .....	5
1.6.1 选择重分网格方法 .....	5
1.6.2 网格控制 .....	11
1.6.3 在同一子步网格重画多个区域 .....	11
1.7 检查施加的接触边界、载荷和边界条件 .....	12
1.7.1 接触边界 .....	12
1.7.2 压力和连续位移 .....	12
1.7.3 力和独立的位移约束 .....	13
1.7.4 节点温度 .....	13
1.7.5 其他边界条件和载荷 .....	13
1.8 自动映射变量和平衡残差 .....	13
1.8.1 映射求解变量 .....	13
1.8.2 平衡残余力 .....	13
1.8.3 映射结果的含义 .....	15
1.8.4 处理收敛困难 .....	15
1.9 执行多重启动 .....	15
1.10 重复执行重分网格操作 .....	15
1.11 后处理重分网格的结果 .....	16
1.11.1 数据库后处理 .....	16
1.11.2 时间历程后处理器 .....	17
<b>第 2 章 流体压力渗透载荷</b> .....	18
2.1 施加流体渗透载荷 .....	18
2.2 指定流体渗透开始点 .....	19
2.3 指定压力渗透准则 .....	20
2.4 指定流体渗透作用时间 .....	20



2.5	重新定义或修改压力渗透载荷 .....	21
2.6	后处理流体压力渗透载荷 .....	22
第3章	基于重分网格的密封圈大变形分析 .....	23
3.1	引言 .....	23
3.2	几何模型 .....	23
3.3	材料模型 .....	23
3.4	单元的选择 .....	24
3.5	边界条件和载荷 .....	24
3.6	GUI 操作 .....	24
3.6.1	前处理 .....	24
3.6.2	求解 .....	29
3.6.3	后处理 .....	34
3.7	命令流 .....	35
第4章	超弹密封垫分析 .....	37
4.1	引言 .....	37
4.2	几何模型 .....	37
4.3	材料本构模型 .....	38
4.4	单元的选择 .....	38
4.5	边界条件和载荷 .....	39
4.6	GUI 操作 .....	39
4.6.1	前处理 .....	39
4.6.2	求解 .....	45
4.6.3	后处理 .....	51
4.7	命令流 .....	52
第5章	金属塑性成型的非线性有限元分析 .....	55
5.1	引言 .....	55
5.2	几何模型 .....	55
5.3	材料的本构关系 .....	55
5.4	单元的选择 .....	56
5.5	边界条件和载荷 .....	56
5.6	GUI 操作 .....	56
5.6.1	前处理 .....	56
5.6.2	求解 .....	61
5.6.3	后处理 .....	71
5.7	命令流 .....	73
第6章	功能梯度材料静、动态断裂力学分析 .....	77
6.1	引言 .....	77
6.2	几何模型 .....	77
6.3	材料的本构模型 .....	78

6.4	单元的选择 .....	78
6.5	边界条件与载荷 .....	78
6.6	GUI 操作 .....	79
6.6.1	前处理 .....	79
6.6.2	静态断裂力学求解 .....	83
6.6.3	静态求解后处理 .....	86
6.6.4	动态断裂力学求解 .....	90
6.6.5	动态求解后处理 .....	96
6.7	命令流 .....	98
6.7.1	静态分析命令流 .....	98
6.7.2	动态分析命令流 .....	101
<b>第 7 章</b>	<b>变厚度圆盘的有限元分析</b> .....	<b>106</b>
7.1	引言 .....	106
7.2	几何模型 .....	106
7.3	材料的本构关系 .....	107
7.4	单元的选择 .....	107
7.5	边界条件与载荷 .....	107
7.6	GUI 操作 .....	107
7.6.1	前处理 .....	107
7.6.2	求解 .....	113
7.6.3	后处理 .....	115
7.7	命令流 .....	116
<b>第 8 章</b>	<b>汽车制动器尖叫的有限元分析</b> .....	<b>119</b>
8.1	引言 .....	119
8.2	几何模型 .....	120
8.3	材料的本构模型 .....	120
8.4	单元的选择 .....	120
8.5	边界条件与载荷 .....	120
8.6	GUI 操作 .....	121
8.6.1	前处理 .....	121
8.6.2	求解 .....	125
8.6.3	后处理 .....	130
8.7	命令流 .....	130
<b>第 9 章</b>	<b>纤维缠绕复合材料压力容器的可靠性分析</b> .....	<b>136</b>
9.1	引言 .....	136
9.2	几何模型 .....	136
9.3	材料的本构模型 .....	137
9.4	复合材料压力容器的失效参数 .....	137
9.5	单元的选择 .....	138





9.6	边界条件与载荷	139
9.7	GUI 操作	139
9.7.1	前处理	139
9.7.2	求解	145
9.7.3	后处理	148
9.8	命令流	149
第 10 章	梁结构的有限元分析	153
10.1	引言	153
10.2	几何模型	153
10.3	材料的本构模型	154
10.4	单元的选择	154
10.5	边界条件与载荷	154
10.6	GUI 操作	154
10.6.1	前处理	154
10.6.2	求解	156
10.6.3	后处理	160
10.7	命令流	161
第 11 章	热障涂层的热应力分析	164
11.1	引言	164
11.2	几何模型	164
11.3	材料的本构模型	165
11.3.1	陶瓷层的本构关系	165
11.3.2	粘结层和基体本构关系	166
11.4	单元的选择	166
11.5	边界条件及载荷	166
11.6	GUI 操作	166
11.6.1	前处理	166
11.6.2	求解	171
11.6.3	后处理	176
11.7	命令流	178
第 12 章	拉伸颈缩有限元分析	185
12.1	引言	185
12.2	几何模型	185
12.3	材料的本构关系	185
12.4	单元的选择	185
12.5	边界条件及载荷	185
12.6	GUI 操作	186
12.6.1	前处理	186
12.6.2	求解	188

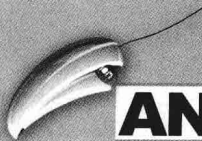
12.6.3	后处理 .....	191
12.7	命令流 .....	192
<b>第 13 章</b>	<b>三维复合裂纹的有限元分析 .....</b>	<b>195</b>
13.1	引言 .....	195
13.2	几何模型 .....	195
13.3	材料的本构模型 .....	196
13.4	单元的选择 .....	196
13.5	边界条件与载荷 .....	196
13.6	GUI 操作 .....	196
13.6.1	前处理 .....	196
13.6.2	求解 .....	200
13.6.3	后处理 .....	203
13.7	命令流 .....	205
<b>第 14 章</b>	<b>印制电路板装配体的 PSD 分析 .....</b>	<b>208</b>
14.1	引言 .....	208
14.2	几何模型 .....	208
14.3	材料的本构模型 .....	209
14.4	单元的选择 .....	209
14.5	边界条件和载荷 .....	209
14.6	GUI 操作 .....	210
14.6.1	前处理 .....	210
14.6.2	模态分析 .....	216
14.6.3	谐响应分析 .....	217
14.6.4	谱分析 .....	220
14.6.5	后处理 .....	223
14.7	命令流 .....	225
<b>第 15 章</b>	<b>加强筋板的屈曲和后屈曲分析 .....</b>	<b>230</b>
15.1	引言 .....	230
15.2	几何模型 .....	230
15.3	材料的本构关系 .....	231
15.4	单元的选择 .....	231
15.5	边界条件及载荷 .....	231
15.6	GUI 操作 .....	231
15.6.1	前处理 .....	231
15.6.2	静力学求解 .....	235
15.6.3	特征值屈曲分析 .....	237
15.6.4	添加初始缺陷 .....	238
15.6.5	非线性屈曲分析 .....	238
15.6.6	后处理 .....	241



15.7	命令流	244
<b>第 16 章</b>	<b>切削过程模拟</b>	<b>248</b>
16.1	引言	248
16.2	几何模型	248
16.3	材料的本构关系	249
16.4	单元的选择	249
16.5	边界条件及载荷	249
16.6	GUI 操作	249
16.6.1	前处理	249
16.6.2	求解	255
16.6.3	后处理	257
16.7	命令流	258
<b>第 17 章</b>	<b>金属杆冲击刚性墙分析</b>	<b>263</b>
17.1	引言	263
17.2	几何模型	263
17.3	材料的本构关系	263
17.4	单元的选择	264
17.5	边界条件及载荷	264
17.6	GUI 操作	264
17.6.1	前处理	264
17.6.2	求解	267
17.6.3	后处理	271
17.7	命令流	273
<b>第 18 章</b>	<b>汽车充气轮胎与地面接触的有限元分析</b>	<b>276</b>
18.1	引言	276
18.2	几何模型	276
18.3	材料的本构模型	276
18.3.1	轮胎的本构模型	276
18.3.2	轮胎内空气的本构模型	277
18.3.3	轮胎内强化纤维的本构关系	277
18.4	单元的选择	277
18.5	边界条件和载荷	277
18.6	GUI 操作	277
18.6.1	前处理	277
18.6.2	求解	287
18.6.3	后处理	291
18.7	命令流	293
<b>第 19 章</b>	<b>搅拌摩擦焊接模拟</b>	<b>300</b>
19.1	引言	300

19.2	几何模型 .....	300
19.3	材料的本构模型 .....	301
19.4	单元的选择 .....	301
19.5	边界条件和载荷 .....	301
19.5.1	热边界条件 .....	301
19.5.2	力学边界条件 .....	302
19.5.3	载荷 .....	302
19.6	GUI 操作 .....	303
19.6.1	前处理 .....	303
19.6.2	求解 .....	310
19.6.3	后处理 .....	316
19.7	命令流 .....	319
<b>第 20 章</b>	<b>汽车橡胶罩的非线性分析 .....</b>	<b>327</b>
20.1	引言 .....	327
20.2	几何模型 .....	327
20.3	材料的本构模型 .....	327
20.4	单元的选择 .....	327
20.5	边界条件和载荷 .....	328
20.5.1	边界条件 .....	328
20.5.2	载荷 .....	328
20.6	GUI 操作 .....	328
20.6.1	前处理 .....	328
20.6.2	求解 .....	334
20.6.3	后处理 .....	338
20.7	命令流 .....	339
<b>第 21 章</b>	<b>ANSYS 常见问题解答 .....</b>	<b>343</b>
21.1	ANSYS 的单位制 .....	343
21.2	前处理中的常见问题 .....	344
21.2.1	坐标系问题 .....	344
21.2.2	函数加载问题 .....	348
21.2.3	约束方程 .....	351
21.2.4	载荷步、子步和平衡迭代 .....	353
21.2.5	斜坡载荷与阶跃载荷 .....	353
21.3	材料非线性分析中的常见问题 .....	354
21.3.1	激活材料非线性的方法 .....	354
21.3.2	材料模型分类简介 .....	355
21.4	接触分析中的常见问题 .....	357
21.4.1	接触分析关键字详解 .....	357
21.4.2	接触分析实常数详解 .....	359





21.4.3	接触对的正确法向 .....	366
21.4.4	接触算法简介 .....	366
21.5	动力学分析常见问题 .....	367
21.5.1	动力学分析类型作用和联系 .....	367
21.5.2	动力学基本方程 .....	367
21.5.3	模态分析中的常见问题 .....	368
21.5.4	谐响应分析中常见问题 .....	370
21.5.5	瞬态动力学分析中常见问题 .....	372
21.5.6	谱分析中常见问题 .....	373
21.6	后处理中常见问题 .....	375
21.6.1	输出应力的含义 .....	375
21.6.2	常用强度理论 .....	377
21.6.3	失效准则 .....	379
21.6.4	单元表 .....	381

# 第 1 章 重分网格技术



在有限变形的大变形分析中，网格畸变会降低模拟精度，引起收敛困难，并最终终止分析。ANSYS 提供的重分网格技术允许用户对发生畸变的网格区域重新划分网格并继续前面的模拟。该技术在工程设计中得到了广泛的应用，为此本章将为用户详细讲解该技术的使用方法。

重分网格计算要求 ANSYS 更新数据库，必要时还会生成接触单元，从原来的网格向新网格传递边界条件和载荷，并自动地将所有的求解变量（节点解和单元解）映射到新网格上。通过映射变量达到力平衡，然后用新网格继续求解。

## 1.1 重分网格的优点和限制

### 1.1.1 重分网格的优点

即使一个分析由于严重的网格畸变而面临终止，重分网格技术仍然允许用户继续分析并完成计算。用户也可以使用重分网格技术来提高分析精度并加快收敛速度。

### 1.1.2 重分网格的限制

重分网格的目的是修复发生畸变的网格，解决网格畸变所引起的收敛困难。然而，重分网格仅对网格因变形过大产生的不均匀变形引起的畸变有效，对其他原因引起的求解不收敛没有帮助（如不稳定的材料、不稳定的结构或不稳定的数值计算）。

#### 1. 不稳定的材料

绝大多数非线性材料模型，尤其是超弹性材料，都有自己的使用范围。当变形量或应力超过了它们的使用范围时，材料会变得不稳定。这种不稳定表现为网格的畸变，但重分网格对这种情况没有帮助。可以通过检查应变值、应力值和计算收敛来确定材料什么时候不稳定。计算收敛突然变得困难意味着材料不再稳定。当超弹性材料变得不稳定时，ANSYS 会在求解开始时弹出警告对话框，但这种警告仅适用于简单应力的情况。

#### 2. 不稳定的结构

对于一些几何体和载荷，变形可能引起“突跳”（突弹跳变）或局部曲屈，这种现象也表现为网格畸变，但重分网格不能修复这种网格畸变。一般通过仔细检查变形区或时间—载荷曲线很容易发现这种网格畸变。

#### 3. 不稳定的数值计算

当问题接近过渡约束时，数值计算将发生不稳定情况。约束包括运动约束，如：施加位移、CP、CE 和混合 u-P 单元的完全不可压缩材料引入的体积约束。在很多情况下，数值不稳定情况出现在分析前期。

对于一个成功的重分网格操作，新网格应该比旧网格的质量好。如果新网格的质量没有旧网格好，重分网格操作不但不能改变问题的收敛性，而且可能让问题的收敛更加困难。

## 1.2 重分网格的要求

在 ANSYS 14.0 中重分网格技术支持二维和三维分析，重分网格计算要求所有的多帧重启文件可用。表 1-1 给出了支持重分网格的分析类型、单元、材料、载荷、边界条件和其他重分网格的要求。

表 1-1 重分网格计算的基本要求

支持的种类	要 求
实体单元	(1) PLANE182 只能使用 B-bar (KEYOPT(1) = 0) (2) PLANE183 没有要求 (3) PLANE182 和 PLANE183 都可以使用全应力状态(KEYOPT(3)); 平面应力; 平面应变、轴对称分析和一般平面应变。同时也能使用纯位移设置(KEYOPT(6) = 0)或 u-P 混合设置(KEYOPT(6) = 1) (4) SOLID185 仅能使用 B-bar 方法 (KEYOPT(1) = 0)。在非复合材料模型中，也可以使用纯位移公式 (KEYOPT(6) = 0) 或 u-p 混合公式 ((KEYOPT(3) = 0) (5) SOLID285 没有要求
接触单元	(1) TARGE169 (2) CONTA171 和 CONTA172 拥有下列任何一种有效的 KEYOPT 设置: KEYOPT (1) = 0 KEYOPT (2) = 0, 1, 3, 4 KEYOPT (3) = 0 KEYOPT (4) = 0, 1, 2 KEYOPT (5) = 0, 1, 2, 3, 4 KEYOPT (7) = 0, 1, 2, 3 KEYOPT (8) = 0 KEYOPT (9) = 0, 1, 2, 3, 4 KEYOPT (10) = 0, 1, 2, 3, 4, 5 KEYOPT (11) = 0 KEYOPT (12) = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 KEYOPT(14) = 0 (3) TARGE170 (4) CONTA173 和 CONTA174 拥有下列任何一种有效的 KEYOPT 设置: KEYOPT (1) = 0 KEYOPT (2) = 0, 1 KEYOPT (4) = 0, 2 KEYOPT (5) = 0, 1, 2, 3, 4 KEYOPT (7) = 0, 1, 2, 3 KEYOPT (8) = 0 KEYOPT (9) = 0, 1, 2, 3, 4 KEYOPT (10) = 0, 2 KEYOPT (11) = 0 KEYOPT (12) = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 KEYOPT(14) = 0
接触对行为	(1) 刚-柔接触——目标单元和控制节点不能重分网格 (2) 柔-柔接触 (3) 自接触
材料	除了铸铁 (cast iron)、混凝土 (concrete)、微平面 (microplane)、形状记忆合金 (shape memory alloy) 和膨胀材料 (swelling) 外，其他材料模型都支持重分网格技术
分析类型	静态几何非线性分析 (NLGEOM,ON 和 SOLCONTROL,ON)
载荷和边界条件	(1) 位移、力、压力和节点温度 (2) 不支持通过表面效应加载 (3) 支持表格位移和力 (4) 仅支持表格压力是时间的函数的情况

(续)

支持的种类	要 求
局部重分网格	(1) 区域中被选择的节点必须有相同的节点坐标系 (2) 边界处的节点可以有不同的节点坐标系 (3) 单元必须具有相同的单元类型、材料属性、单元坐标系和实常数 (4) 如果要求重分网格的两个区域有不同的属性, 用户必须对这两个区域单独操作
文件	.rdb、.rst、.rxxx、.ldhi 和 .cdb

注: 该表格所列出的要求, 仅用于重分网格的区域。

## 1.3 确定开始重分网格的子步

如果求解由于网格发生畸变而中断计算, 则使用重分网格技术解决这类问题是非常合适的。选择一个重分网格的合适子步非常关键。用户必须选择一个重启文件可用的收敛子步, 可以将收敛的最后一个子步选择为重分网格的起始子步, 因为这样可以减少剩余计算的载荷步。然而收敛的最后一个子步中单元可能会产生更严重的畸变, 将导致映射结果参数 (MAPSOLVE) 产生更大的错误, 反过来需要更多的映射子步来平衡残余力, 甚至将导致计算不收敛。在网格畸变极其严重的子步中, 重分网格技术有可能会降低最后计算结果的精度, 甚至会导致自动传递边界条件失败。

最适当的方法是选择最后收敛子步前 1、2 或 3 个子步。可以通过通用后处理查看变形单元和应力应变分布, 来确定最适当的重分网格起始子步。

如果在结果文件中没有某个子步的数据, 用户可以利用 ANSYS 的重启特征生成该子步的结果数据, 然后进入 POST1 模块检查单元变形; 之后, 重新进入求解模块并开始重分网格。

如何选出最适当的子步开始重分网格? 下面给出几点建议。

- 在该子步中, 网格发生明显畸变但不存在内角较小的单元, 即等于或超过  $180^\circ$  的单元。
- 在该子步中, 接触状态具有最小的渗透。尽量避免使用那些接触状态从前一子步到当前子步发生突变的子步。
- 当重分网格后 (REMESH,FINISH), ANSYS 在传递边界条件和载荷的过程中, 如果出现错误, 并且旧网格发生严重的畸变, 则可尝试选择更前面的子步。
- 最好的子步不总是最后收敛的子步, 而是最后子步前面的几个子步。
- 如果最后几个收敛子步的时间间隔非常小并且已经试了一个或多个其中的子步仍然不成功的话, 可以选择距离其他子步时间间隔较大的子步。
- 由于旧网格畸变太严重, 很难获得合理的网格质量, 可以尝试选择更前面的子步。
- 若用户使用了 500 个子步, 映射操作 (MAPSOLVE) 仍然收敛失败, 则建议用户尝试选择更前面的子步。

## 1.4 开始重分网格

重分网格是基于已经存在的求解进行的, 因此最初的计算求解必须中断。因为计算求解中断, 所以重分网格过程必须从清除数据开始。





为了开始重分网格，需要进行以下操作。

- 1) 清除数据库 (/CLEAR)。
- 2) 重新进入求解器 (/SOLU)。
- 3) 开始重分网格，在重分网格区域指定载荷步和子步。

命令: REZONE

GUI: 单击 Main Menu→Solution→Manual Rezoning→Start，弹出开始重分网格设置面板，如图 1-1 所示。使用该面板可以选择与载荷步相关联的子步来开始重分网格，并且可以通过单击“查看几何体变形”(View Deformed Geometry)按钮来观察当前子步模型的变形情况，选择好子步后，单击“OK”按钮。

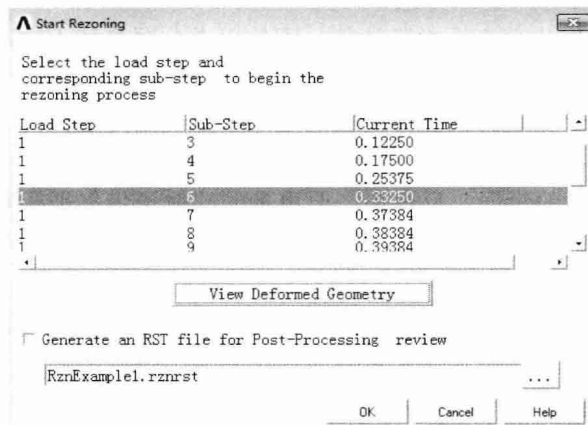


图 1-1 开始重分网格设置面板

## 1.5 选择重分网格区域

选择进行重分网格的区域应该能够包括整个或部分变形区域，被选择区域单元具有下列相同的地方。

- 材料类型。
- 单元类型（包括坐标系和关键字的设置）。
- 平面应变单元的厚度（实常数）。
- 节点坐标系（除边界节点外，边界节点可以有不同的节点坐标系）。

所选区域应该包含所有的高度扭曲单元。选择的单元应比发生扭曲的目标单元数量稍多一些，以便新网格能够确保界面边界上的节点能够有较好的分布。如果边界节点分布太不均匀，附着这些节点的单元应该包括在所选区域内。选择区域内的边界可以有各种形状。

选择区域太大可能导致映射错误和需要消耗更多的时间。如果选择区域太小则不能包括所有高度扭曲的网格区域，重分网格后的新模型可能没有足够的网格质量达到收敛性。该步骤不支持命令，只支持 GUI 操作：单击 Main Menu→Solution→Manual Rezoning→Select Rezone Elements，弹出选择重分网格单元消息面板，如图 1-2 所示。要求使用选择工具去选择重分网格区域的单元，单击“OK”按钮，会弹出选择工具面板，可根据需要进行选择。

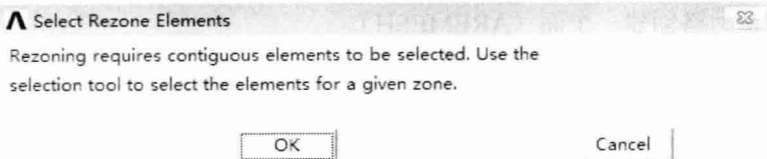


图 1-2 选择重分网格单元消息面板

选择单元并创建组，在重分网格的过程中，重分网格开始（REMESH,START）后，输入组名。

## 1.6 执行重分网格操作

### 1.6.1 选择重分网格方法

#### 1. 使用程序产生新网格进行重分网格（2-D）

##### (1) 创建一个面进行重分网格

在选择区域的基础上，用 AREMESH 命令创建一个面并在其上生成新的网格。ANSYS 确认被选择重分网格区域并在该区域为重分网格创建新的面。ANSYS 同时也维持该区域与其相邻区域的兼容性，且节点上的载荷和边界条件保持不变。

ANSYS 通过创建新的边界线来影响面上网格质量和网格密度。因此，必须谨慎使用 AREMESH 命令。边界线是以所选区域边界上单元的边为基础。

- 线合并（AREMESH,0）允许用户重新分配边界上的节点并控制新单元的尺寸，新单元可以比原来的单元大或小。但如果边界是高度弯曲的，新单元的边可能构成稍有不同的边界。
- 如果线段没有合并（AREMESH,-1），则新边界将与旧边界相匹配。在这种情况下，用户不能控制边界上旧节点的位置，且边界上的单元只能不大于原单元的大小。

为了保持兼容性，ANSYS 不将线段与所选重分网格区域单元边界线结合（即使指定要结合线）。如果有旧的节点在两条线段之间，并且该节点属于下列情况，那么它们也不能结合。

- 有载荷或位移约束存在。
- 是压强、分布位移约束或接触边界的起始点。

##### (2) 使用旧网格上的节点

建议尽量避免使用旧网格上的节点。使用旧网格上的节点生成新网格会有更多的限制，并且很难生成质量较好的新网格。

如果必要的话，可以保持被选择区域边界上的一些旧网格节点不变，并用于新网格中。为了这样做，可以在使用 AREMESH 命令之前选择这些节点并将它们创建成节点组，命名为 `_ndnocmb_rzn` (CM, `_ndnocmb_rzn`, NODE)。

##### (3) 在同一个子步重分多个区域网格的提示

当使用程序产生新网格进行重分网格时，可以在给定的一个子步中对多个区域进行重分，步骤如下。

- 1) 开始重分网格后（REMESH,START），选择一个区域重分网格。

2) 为产生新网格创建一个面 (AREMESH)。

3) 在这个面上划分新网格 (AMESH)。

4) 选择其他区域 (注意不同区域不能相互重叠), 创建面, 生成新网格。

可以重复这个过程来重分希望重分网格的区域, 但只能在执行 REMESH,START 后和执行 REMESH,FINISH 命令之前进行操作。

当重分两个相互连接的区域或面时, 最好是将它们合并为一个区域。如果两个相连接的区域必须分开处理时, 则可先创建一个区域的网格 (AMESH), 然后再重分 (AREMESH) 另一个区域的网格。

(4) 产生新网格

在为选择区域产生面之后, 输入 AMESH 命令产生新网格。只能在执行 REMESH, START 后和执行 REMESH, FINISH 命令之前, 使用网格控制命令。

## 2. 使用通用新网格进行重分网格 (2-D 和 3-D)

使用通用新网格进行重分网格, 该方法适用于二维和三维问题。该方法可以使用第三方网格文件, 为了使用第三方网格, 网格文件格式必须为.cdb。 .cdb 文件必须拥有网格信息, 但是不要求具有几何信息, 比如代表重分网格区域边界的小面几何体可以生成一个.cdb 网格文件。

(1) 使用 REMESH 命令执行通用新网格

该命令被用来读取通用新网格文件。因为 REMESH 命令中的 READ 选项仅用来读取通用网格, 新网格中的实体单元将继承旧网格中实体单元所有的属性。程序会忽略.cdb 文件中新网格的实体单元属性, 而是靠它们在模型中的位置来计算它们的内部属性, 因此在执行 REMESH,READ 命令后, 仅读取.cdb 文件中的 NBLOCK 和 EBLOCK 记录 (用来定义节点坐标和单元连通性)。可以在同一个重分网格问题中多次执行 REMESH,READ 命令读入不同部分的网格。这些区域是独立的或与其他区域相互接触, 但它们不能重叠。代表多个区域的新网格也能写入一个.cdb 文件。

(2) 使用通用新网格的基本要求

- 新网格占据的空间能够进行几何拓扑并且与旧网格保持协调一致。
- 旧网格中承受集中力的节点必须出现在新网格中。
- 旧网格中施加压力载荷和边界条件的位置必须出现在新网格中。
- 旧网格中产生接触单元的位置必须出现在新网格中。

这些载荷、接触单元和边界条件的位置点, 在二维分析中以节点进行标记而在三维分析中以一条线进行标记。

没有必要在通用新网格的.cdb 文件中指定载荷、边界条件、材料属性等。ANSYS 程序将从模型自动地分配这些值到新网格中并忽略.cdb 文件中任何指定的值。如果必要, 用户可以通过增加载荷步或重新启动来添加新的载荷。

ANSYS 建议用户输出变形后网格的所有离散边界条件信息, 以便于第三方软件的使用, 并且当生成新网格时, 检查承受集中载荷的节点位置、接触/目标区域的范围、边界条件和分布载荷范围是否保留。如果这些关键节点没有保留下来, 将不能继续进行分析计算。

如图 1-3 所示, 即使新网格平滑的几何边界与旧网格的几何边界不完全一致, 新网格也是可以使用的, 但是这种几何边界的偏差必须非常小。

在包含接触的三维分析中, 新网格的几何边界与旧网格的几何边界的偏差大小影响