



通用接触 (General Contact)

苏睿 2017/10/31

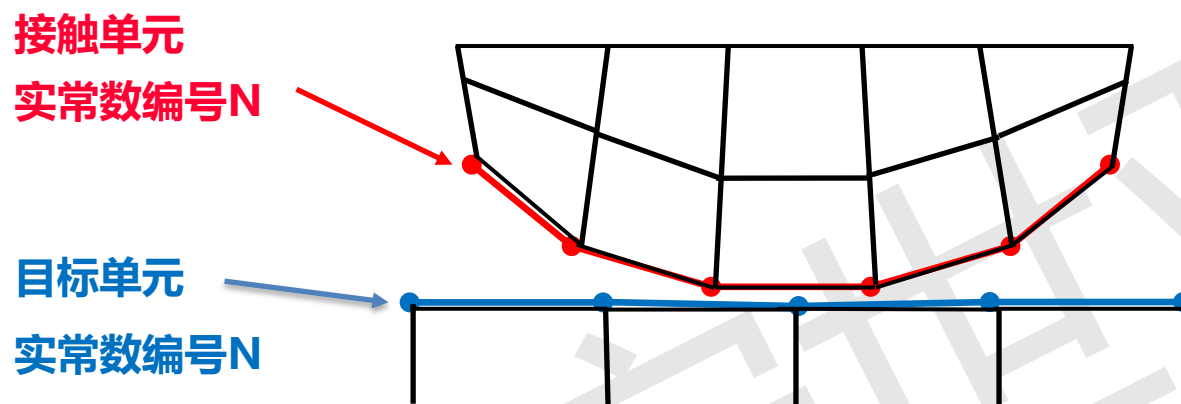
- 背景知识
 - 接触对回顾
 - 通用接触介绍
- 流程
 - 创建通用接触
 - 管理接触间的相互作用
 - 信息检索
 - CNCHECK , ADJUST

3. 诊断工具

4. 演示：二维摩擦密封

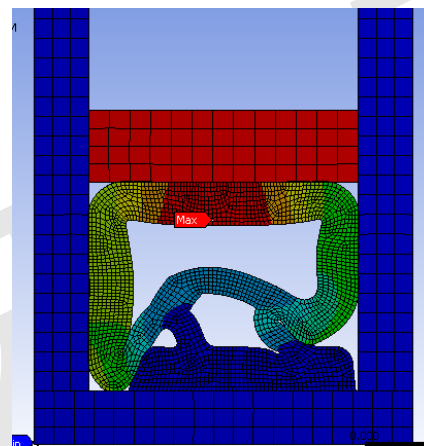
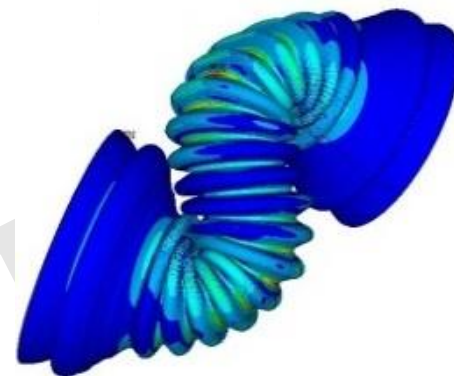
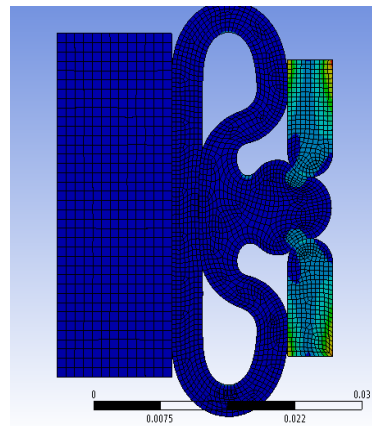
5. R18 中的升级

- 传统的接触对 (Contact Pair) 由以下部分构成：
 - 在一个面上的接触单元 (CONTA17x)
 - 在另一个面上的目标单元 (TARGE169/170)
 - 两种单元共享一个相同的实常数编号

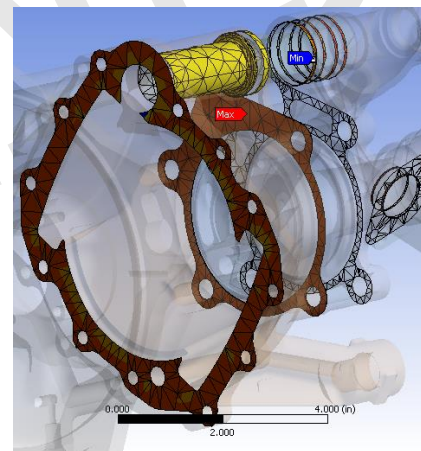


- 界面间的选项由15个不同的 KEYOPT 控制
- 通过实常数编号，最多可以定义36种不同的属性

- 接触对的局限性：
 - 用户需要提前知道在什么位置定义接触。
 - 自动接触检测可以实现该功能，但是稳定性不够。
 - 经常遇到错误，并需要反复尝试，尤其是含有以下特征时：
 - 复杂的装配体
 - 大变形
 - 自接触
 - 很薄的几何体

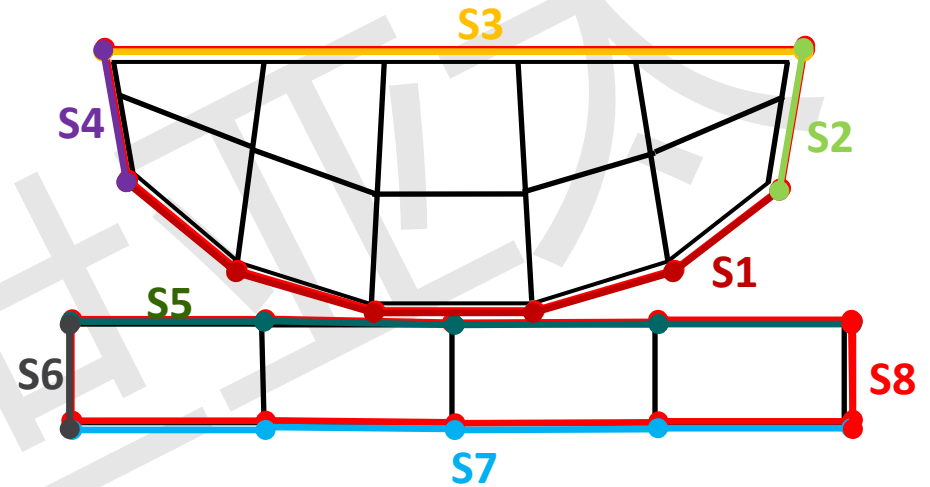


(Courtesy: Cybernet)



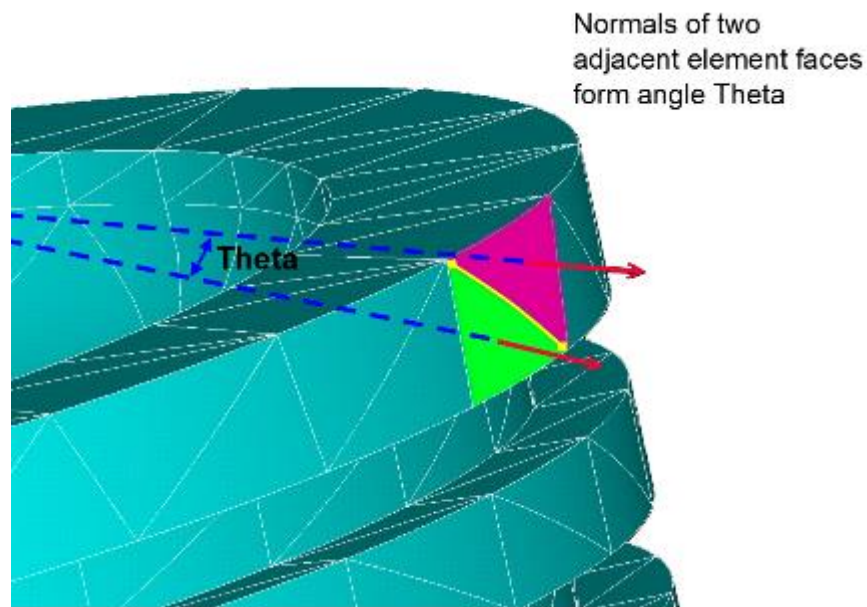
(Courtesy: Parker-Hannifin)

- 通用接触（General Contact）技术使用了一种不同的方法：在所有外表面区域覆盖接触单元（类似于 ANSYS LS-DYNA 中的 EDPART 命令）
 - 不需要目标单元（除了刚体和柔性体间的接触）
- 默认情况下（GCGEN）：
 - 实常数编号（Real Set ID）= 0
 - 材料编号（Mat ID）= 0
 - 在所有位置使用基于罚函数的无摩擦接触
 - 对每一个接触表面自动的设置不同的截面编号（Section ID）和单元类型编号（Element Type ID）
- 用户可以改变截面间的关系（GCDEF, ...）
- 仅支持通过 MAPDL 命令定义



- GCGEN , *Option* , *FeatureANGLE* , *EdgeKEY* , *SplitKey* , *SelOpt*
 - GCGEN 在所选基体单元的外表面上建立通用接触单元。
 - 和接触对使用的单元类型相同 ([CONTA172](#) , [CONTA174](#) , [CONTA177](#))
 - 基体单元可以是二维或者三维实体单元、二维梁单元 (在顶端和底端) 或者三维壳单元 (在顶面和底面)
 - *Option* :
 - NEW —— 删除现有的所有通用接触单元，然后使用新的截面编号创建新单元。
 - UPDATE (默认) —— 在新添加 (或选择) 的基体单元表面创建通用接触单元，保留已有通用接触单元。
 - DELETE —— 删除已有的通用接触单元。
 - SELECT —— 选择所有通用接触单元。

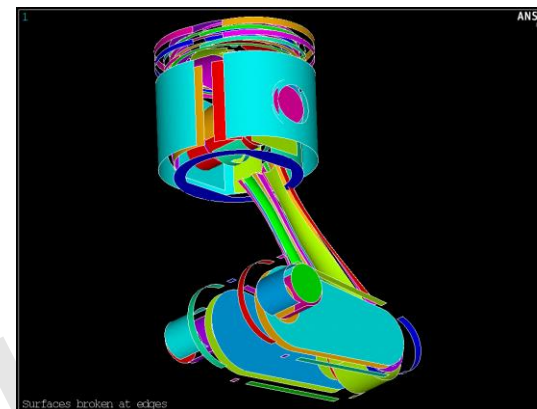
- GCGEN , *Option* , *FeatureANGLE* , *EdgeKEY* , *SplitKey* , *SelOpt*
 - *FeatureANGLE* : 角度容限 (单位为度) 用于确定特征线和通面 , 默认值为42°。
 - 当两个相邻平面的法线夹角大于 *FeatureANGLE* , 就认为这两个平面为各自独立的平面。



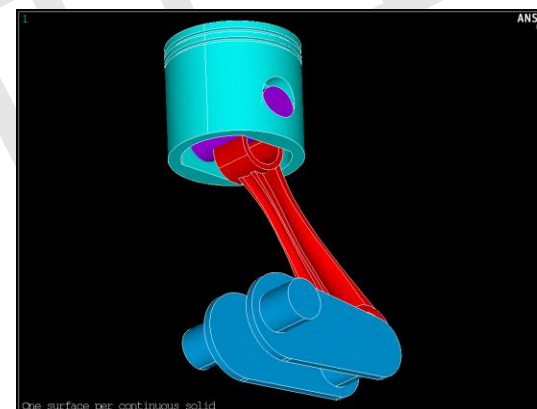
- GCGEN , *Option* , *FeatureANGLE* , *EdgeKEY* , *SplitKey* , *SelOpt*
 - *EdgeKEY*: 当基体单元为壳单元时，控制是否在其周线上创建线单元（CONTA177）；当基体单元为实体单元时，控制是否在其特征边上创建线单元（CONTA177）。
 - 0 —— 排除特征边和壳单元周线（默认）
 - 1 —— 仅包含特征边
 - 2 —— 仅包含壳单元周线
 - 3 —— 包含特征边和壳单元周线
 - *EdgeKey* > 0 意味着在一个面的特征边和其他三维面之间添加额外的接触约束
 - 仅支持结构自由度 UX、UY 和 UZ
 - 仅支持罚函数法

- GCGEN , *Option* , *FeatureANGLE* , *EdgeKEY* , *SplitKey* , *SelOpt*
 - *Splitkey* : 控制如何在面上定义截面编号和单元类型编号。

- SPLIT —— 所选基体单元上的每一个通面定义不同的截面编号和接触单元类型编号（默认）。



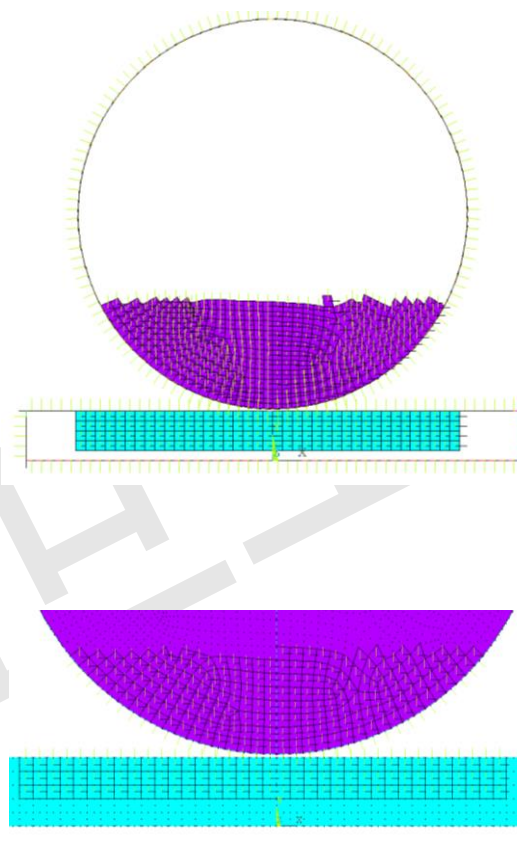
- PART —— 覆盖在同一部件上的通面，定义相同的截面编号和接触单元类型编号。



- GCGEN , *Option* , *FeatureANGLE* , *EdgeKEY* , *SplitKey* , *SelOpt*
 - *SelOpt*: 控制在哪些基体单元上生成通用接触。

- ATTACH —— 根据初始选择的单元，拓展到所选单元所在的整个体，并将体上的所有单元作为基体单元，生成通用接触单元（默认）。

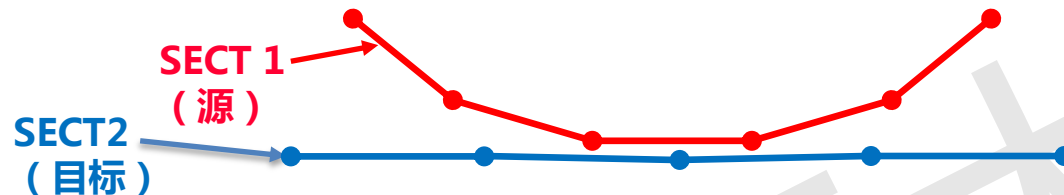
- SELECT —— 将初始选择的单元作为基体单元，生成通用接触单元。



- GCDEF , *Option* , SECT1 , SECT2 , MATID , REALID

- GCDEF 定义通用接触表面之间的相互作用，通用接触表面为 SECT1 和 SECT2。

- 位于 GCGEN 命令之后



- Option* :

- [blank] —— 保留之前 SECT1 和 SECT2 之间的 *Option* 设置。
- AUTO —— 在 SECT1 和 SECT2 之间定义自动非对称 (auto-asymmetric) 接触。
- SYMM —— 在 SECT1 和 SECT2 之间定义对称 (symmetric) 接触。
- ASYM —— 定义非对称 (asymmetric) 接触，SECT1 为源面 (source)，SECT2 为目标面 (target)。
- EXCL —— 取消 SECT1 和 SECT2 间的接触。
- DELETE —— 从 GCDEF 列表中删除指定的接触。
- LIST —— 列出已储存的 GCDEF 数据。
- TABLE —— 在表格中列出已定义的通用接触。

- GCDEF , *Option* , *SECT1* , *SECT2* , *MATID* , *REALID*
 - *SECT1* 和 *SECT2* :
 - 截面编号表示通用接触表面（无默认值）。
 - 可以输入标签 *ALL* 和 *SELF*。
 - 也可以输入节点部件名称。
 - 用户可以通过 *GCDEF* , *LIST* 和 *GCDEF* , *TABLE* 查看这些元素。

- GCDEF , *Option* , *SECT1* , *SECT2* , *MATID* , *REALID*
 - *MATID* 和 *REALID* :
 - 默认值为 0。
 - 需要用户定义值，用于覆盖默认的非摩擦特性和修改默认的联系属性（例如，*FKN* , *FTOLN* , *PINBALL* 等）。
 - *MP* 用于定义摩擦系数和辐射系数（与联系对相同）。
 - *TB* , *INTER* 用于定义联系特性（例如，*Standard* , *Bonded* , *No Separation* 等）。
 - *TB* , *FRIC* 用于定义高级摩擦选项（与联系对相同）。
 - *RMODIF* 用于定义特定属性，与联系对中的属性不同，这些属性与联系对无关。

- 例如：

- GCDEF , AUTO , ALL , ALL , *MATID* , *REALID*

- 在所有通面之间建立接触（自动非对称（auto-asymmetric）接触和自接触（self-contact））

- GCDEF , SYMM , ALL , ALL , *MATID* , *REALID*

- 在所有通面间建立接触（全部为对称接触（symmetric））

- GCDEF , ASYM , ALL , *SECT2* , *MATID* , *REALID*

- 在所有通面和 *SECT2* 之间建立非对称接触（asymmetric）

- 例如：

/PREP7

...

GCGEN

MP , MatID , MU , 0.2 ! 定义摩擦

GCDEF , , ALL , ALL , MatID

...

/SOLU

SOLVE

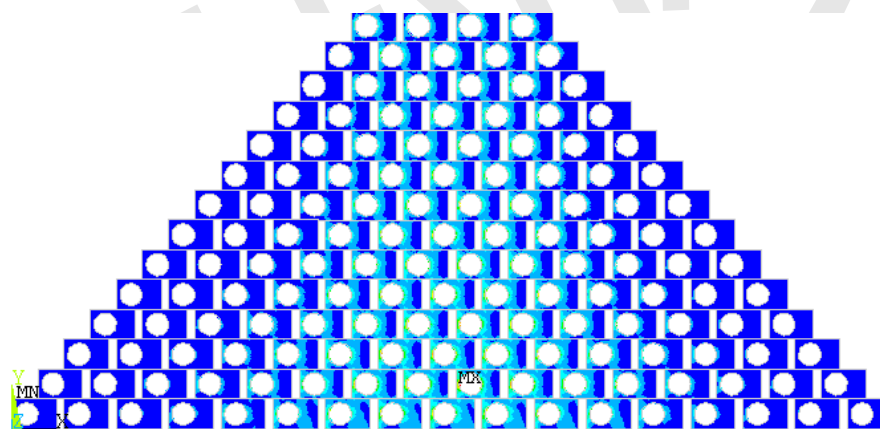
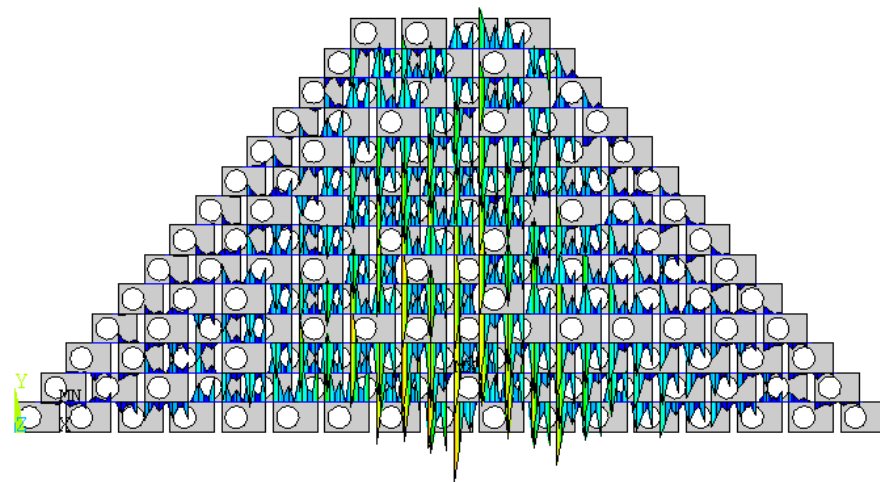
...

/POST1

...

PLNSOL , CONT , PRES

PLNSOL , S , EQV



- 通用接触使用的单元类型和接触对相同（[CONTA172](#)，[CONTA174](#)，[CONTA177](#)），所以关键选项（[KEYOPTs](#)）相同
- 一些 [KEYOPT](#) 的使用和接触对相同，一些*不同

KEYOPT	Description	Pair-Based Contact Default	General Contact Default	Comments for General Contact Usage
1	Selects DOF	Manual	Automatic DOF selection based on underlying elements	
2	Contact Algorithm	Augmented Lagrange	Penalty	GCGEN sets KEYOPT(2) = 1
* 3	Unit control for normal contact stiffness	No unit control	n/a	This KEYOPT is not supported
4	Location of contact detection point	gauss point	gauss point	
5	CNOF/ICONT adjustment	No adjustment	No adjustment	
6	Contact stiffness variation	Use default range	Use default range	
* 7	Element level time increment control	No control	No control	KEYOPT(7) = 4 is not supported
8	Asymmetric contact selection	No action	n/a	This KEYOPT is not used; it is replaced by GCDEF,Option
9	Effect of initial penetration or gap	Include all	n/a	This KEYOPT is not used; it is replaced by TBDATA,,ci . The default behavior is to exclude effects of initial penetration/gap
10	Contact stiffness update	Between load steps	Between iterations	GCGEN sets KEYOPT(10) = 2
11	Beam/shell thickness effect	Exclude	Include	GCGEN sets KEYOPT(11) = 1
* 12	Behavior of contact surface	Standard	n/a	This KEYOPT is not used; it is replaced by IB,INTER,,,TBOPT
14	Behavior of fluid penetration load	Iteration-based	n/a	This KEYOPT is not supported
15	Effect of stabilization damping	Active only in first load step	Active only in first load step	
* 16	Squeal damping controls	Damping scaling factor	n/a	This KEYOPT is not supported

- 类似的，一些实接触（使用 R 命令定义）的用法和接触对中一样，以下除外：
 - R1 , R2 , PMAX , PMIN , PPCN , FPAT , COR , FDMD 和 FDMS 不支持通用接触的定义。
 - 在接触对和通用接触中，对于特定的实常数，一些程序计算出的默认值不同（例如，FKN , PINB , TCC 等）。

- TB , INTER , MAT , , , **TBOPT**
 - **TBOPT** 控制通用接触相互作用特性
 - 相当于接触对中的 **KEYOPT (12)** 选项

TBOPT 值	描述
STANDARD	无渗透，可以分离和滑动（有摩擦或无摩擦）
ROUGH	可以分离，不可以滑动（无限大的摩擦）
NOSEPE	不可分离，可以滑动（建立接触后）
BONDED	不可分离，不可滑动（建立接触后）
ANOSEP	（对于闭合接触和近接触）保持不可分离，可以滑动
ABOND	（对于闭合接触和近接触）保持不可分离，不可滑动
IBOND	对在初始时为闭合状态的接触，定义其状态为绑定
USER	通过 USERINTER.F 程序定义的相互作用

- TBDATA , *STLOC* , *C1*
 - *C1* 控制初始干涉和间隙的效果
 - 等效于接触对中的 KEYOPT (9)

C1 值	描述
0	考虑几何体间的初始干涉、间隙和偏移
1	不考虑初几何体间的初始干涉、间隙或偏移
2	考虑几何体间的初始干涉、间隙和偏移，考虑斜坡效应 (ramped effects)
3	仅考虑偏移 (不考虑几何体间的初始干涉或间隙)
4	仅考虑偏移 (不考虑几何体间的初始干涉或间隙) ，考虑斜坡效应 (ramped effects)
5	仅考虑偏移 (不考虑几何体间的初始干涉或间隙) ，忽略初始接触状态 (近场或闭合)
6	仅考虑偏移 (不考虑几何体间的初始干涉或间隙) ，考虑斜坡效应 (ramped effects) ，忽略初始接触状态 (近场或闭合)

- GCDEF, LIST —— 列出已储存的 GCDEF 数据，不显示具体信息。

```
gcdef,list
```

GENERAL CONTACT PROPERTY OPTION = LIST

Section1 (contact)	Section2 (target)	Interaction	Material	Real
ALL	SELF	-	-	501
3	2	ASYM	102	-
2	4	-	101	201
2	5	SYMM	101	-

- GCDEF, TABLE —— 在可用的截面组合上显示已存储的数据，并在表格中列出。

GENERAL CONTACT PROPERTY OPTION = TABLE

Section1 (contact)	Section2 (target)	M	MAT	R	REAL	a/A	Auto	Asym	(program/user)	S	Symm	E	Exclude
* Default - Unused or Undefined													
	2		3	4	5								
2 M	a	-	a	101	S	101							
R	501	-	201	*									
3 M	102	a	a	301	a	301							
R	*	501	*										
4 M	a	101	a	301	a	-							
R	201	*	501	*									
5 M	S	101	a	301	a	-							
R	*	*	*	501									

- 函数调用 (Function Calls) 用于快速检索截面编号和单元类型编号，可以直接用于 APDL 命令

函数名称	描述
ELMTOSEC (<i>ElmNum</i> , <i>FaceNum</i>)	获取编号为 <i>FaceNum</i> 的面上的，编号为 <i>ElmNum</i> 的单元的截面编号
ELMTOTYP (<i>ElmNum</i> , <i>FaceNum</i>)	获取编号为 <i>FaceNum</i> 的面上的，编号为 <i>ElmNum</i> 的单元的单元类型编号
NDTOSEC (<i>Node</i> , <i>Posn</i>)	在与节点 <i>Node</i> 连接的所有单元中，连续列表中位置为 <i>Posn</i> 的单元，获取其截面编号
NDTOTYP (<i>Node</i> , <i>Posn</i>)	在与节点 <i>Node</i> 连接的所有单元中，连续列表中位置为 <i>Posn</i> 的单元，获取其单元类型编号
CMTOSEC (' <i>CmName</i> ' , <i>KTopBot</i>)	与节点部件 <i>CmName</i> [*] 中的任意节点相连的通用接触单元，获取其截面编号
CMTOTYP (' <i>CmName</i> ' , <i>KTopBot</i>)	与节点部件 <i>CmName</i> [*] 中的任意节点相连的通用接触单元，获取其单元类型编号

^{*}在 ANSYS Mechanical 中，*CmName* 可以用 Named Selection 定义。

- 使用 *GET 命令获取通用接触面的相关信息。
- 例如：
 - *GET , *Par* , GCN , 0 , MAT , Sect1 , 0 , Sect2 ! 获取材料编号
 - *GET , *Par* , GCN , 0 , REAL , Sect1 , 0 , Sect2 ! 获取实接触编号
 - *GET , *Par* , GCN , 0 , DEF , Sect1 , 0 , Sect2 ! 获取接触类型
 - ! 0 = 排除的 (excluded)
 - ! 1 = 非对称 (asymmetric) , sense 1
 - ! 2 = 非对称 (asymmetric) , sense 2
 - ! 3 = 对称

- CNCHECK , *Option* , *RID1* , *RID2* , *RINC* , *InterType* , *TRlevel* , *CGAP* , *CPEN* , *IOFF*
 - *Option* 对于通用接触，可以检索以下值：

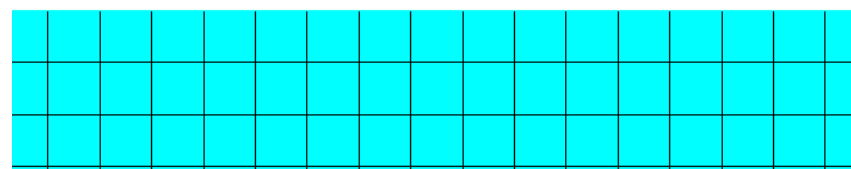
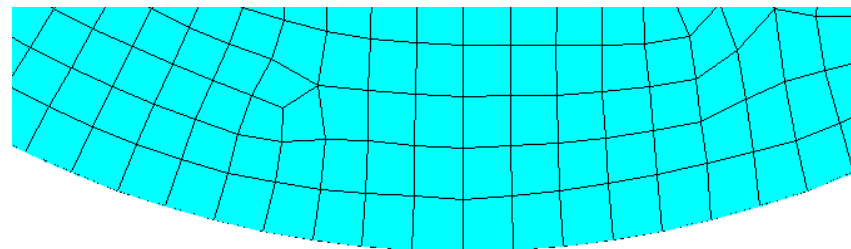
Options	操作
DETAIL	列出接触对属性（默认）
SUMMARY	仅列出每一个接触的开放/闭合状态
POST	进行初步求解，将初始接触配置写入 Jobname.RCN 文件
ADJUST *	为了闭合间隙或去除干涉，将接触节点移动到目标节点；初始调整转化为结构位移值（UX，UY，UZ）并保存在 Jobname.RCN 文件
TRIM	删除超出 <i>Trlevel</i> 的开放单元
UNSE	取消选择指定单元

注意：对于通用接触，不支持 RESET 和 AUTO 选项

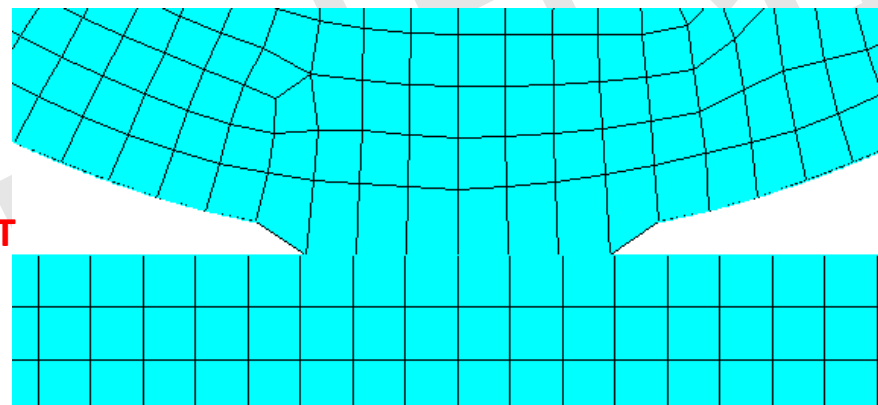
- 当模型中存在潜在的伪接触时，使用 TRIM 选项（CNCHECK，TRIM）要谨慎

- 使用 CNCHECK , ADJUST , 将接触节点移动到目标面

原网格



KEYOPT, , 4, 2
CNCHECK, ADJUST



- CNCHECK , ADJUST , , , , , *CGAP* , *CPEN* , *IOFF*
- 这三个参数在 16.0 版本中引入，用于控制 CNCHECK , ADJUST
 - *CGAP* : 如果间隙的绝对值小于 CGAP 值，闭合间隙
 - *CPEN* : 如果干涉的绝对值小于 CPEN 值，闭合干涉
 - *IOFF* :
 - *IOFF* 为正值时，将接触节点调整到目标面，使之产生一个大小等于 *IOFF* 的干涉
 - *IOFF* 为负值时，将接触节点调整到目标面，使之产生一个大小等于 *IOFF* 的间隙

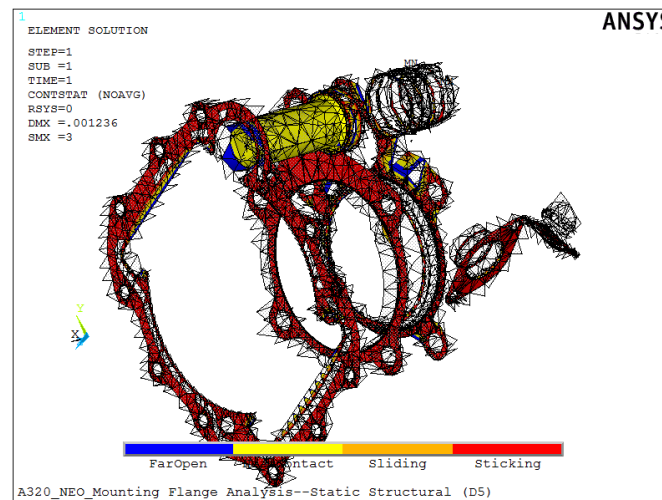
- CNCHECK , *Option* , *RID1* , *RID2* , *RINC* , *InterType* , *TRlevel* , *CGAP* , *CPEN* , *IOFF*
 - CNCHECK 可以用于列表显示和绘图显示通用接触信息
 - *InterType* : 根据接触界面 (接触对或通用接触) 分类 , 或者根据接触对类型分类 , 包括 trimmed/unselected/auto-set.
 - [blank] —— 包括所有接触 (接触对和通用接触)
 - GCN —— 仅包括通用接触

***** ANSYS SOLUTION ROUTINE *****

CHECK INITIAL OPEN/CLOSED STATUS OF SELECTED CONTACT ELEMENTS
AND LIST DETAILED CONTACT PAIR INFORMATION

*** NOTE *** CP = 1.014 TIME= 09:55:48
General contact surface identified by section ID 24 and contact element type 24 has been set up.
Contact algorithm: Penalty method
Contact detection at: Gauss integration point
Beam/shell thickness effect is included.
The resulting initial contact stiffness 2916.1
Update contact stiffness at each iteration
Average contact surface length 0.30621E-01
Average contact pair depth 0.30622E-01
The resulting pinball region 0.93774E-02

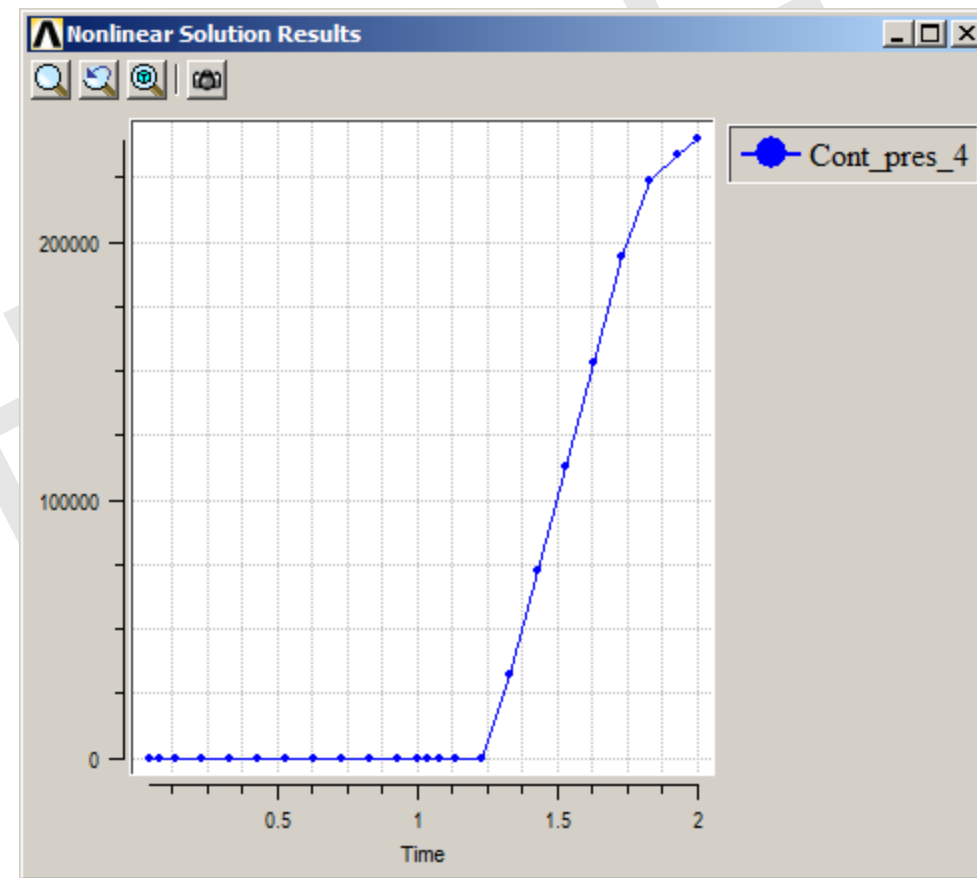
*** NOTE *** CP = 1.014 TIME= 09:55:48
Min. Initial gap 4.821444091E-17 was detected between contact element 2983 and element 2918 of section ID 19.



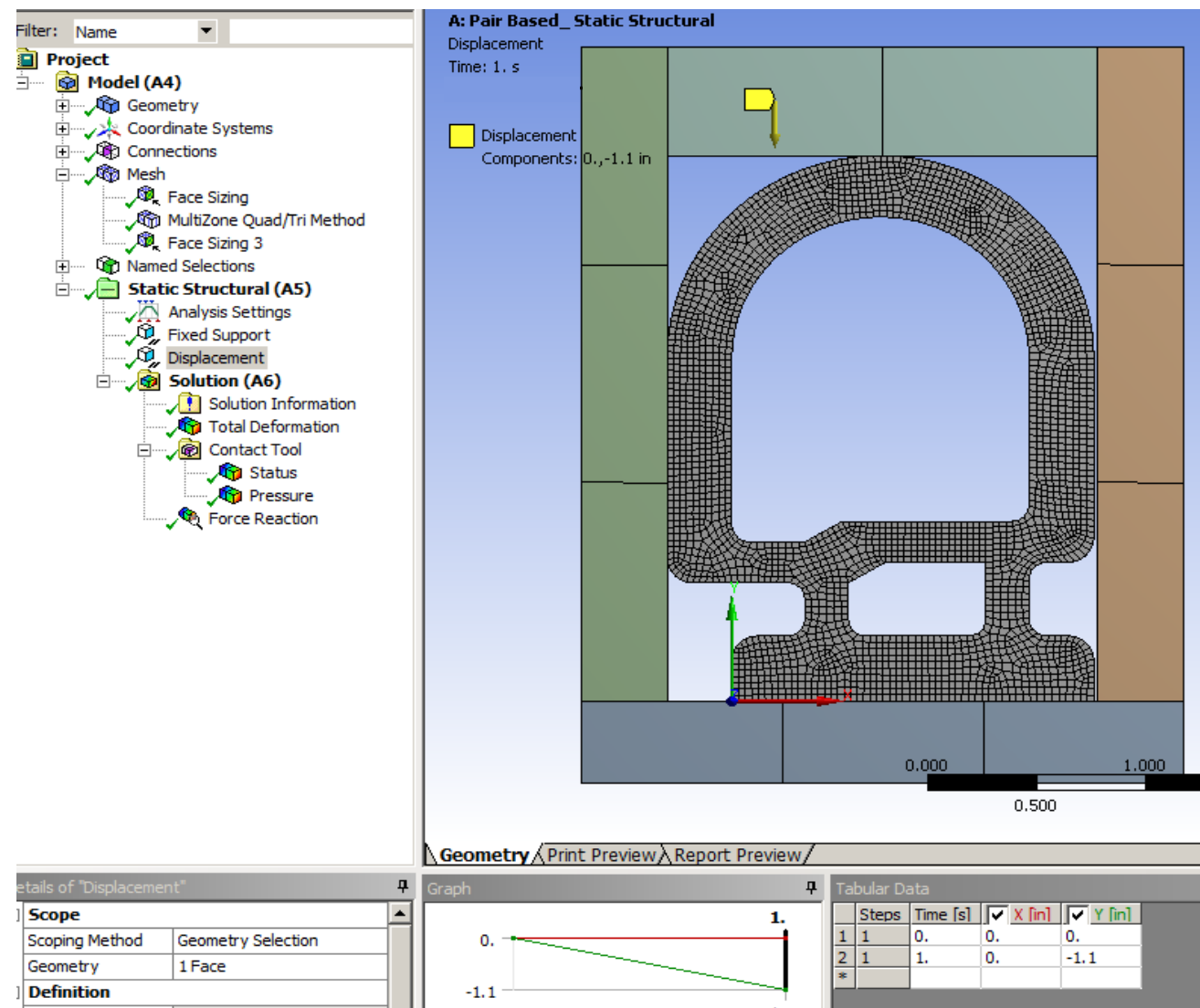
```
/SOLU  
CNCHECK, post, , , , gcn  
FINISH
```

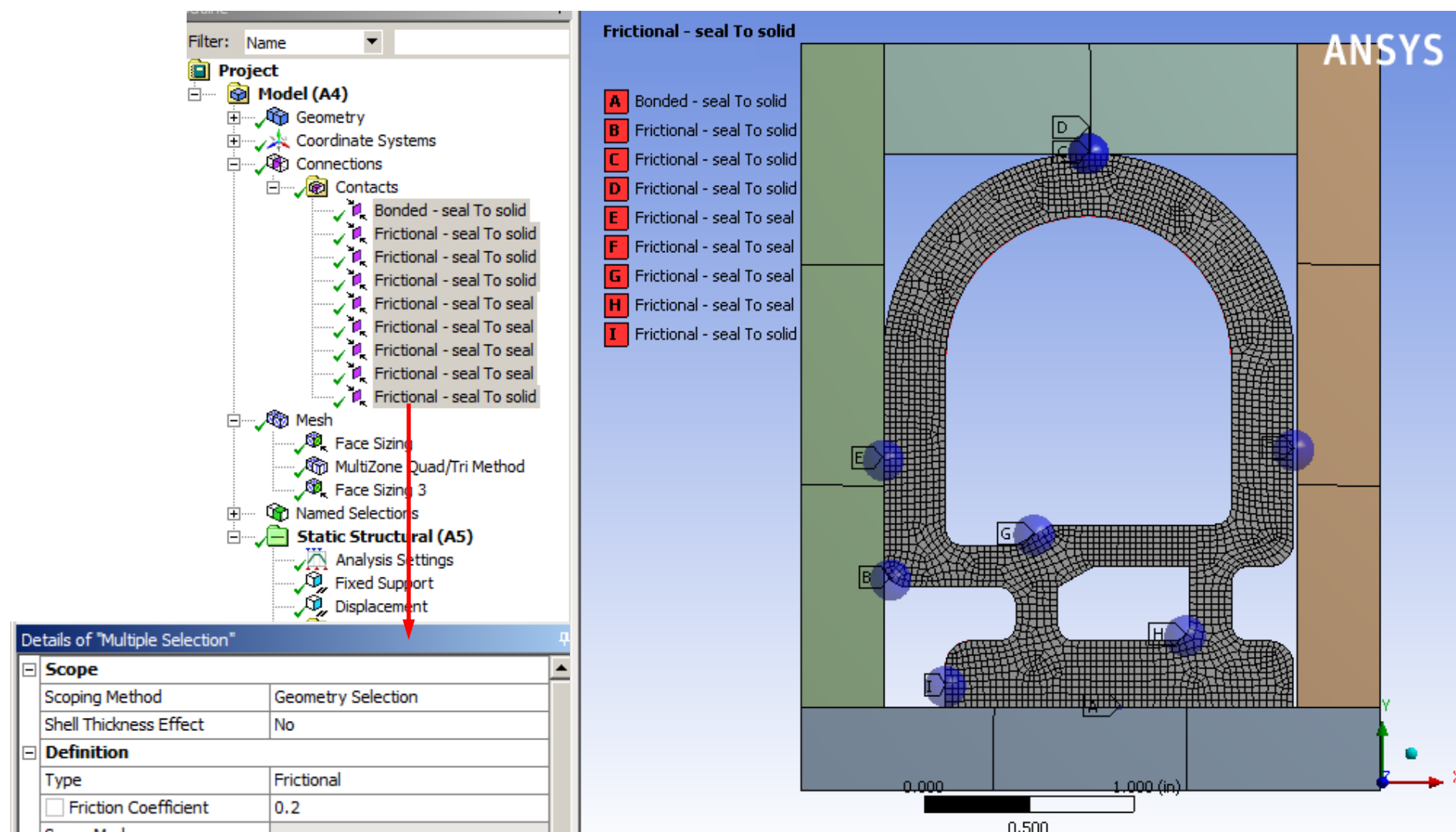
```
/POST1  
FILE, file, rcn  
/SHOW, png  
SET, first  
PLNSOL, cont, status, 0, 1  
!  
FINISH  
/show, term  
/eof
```

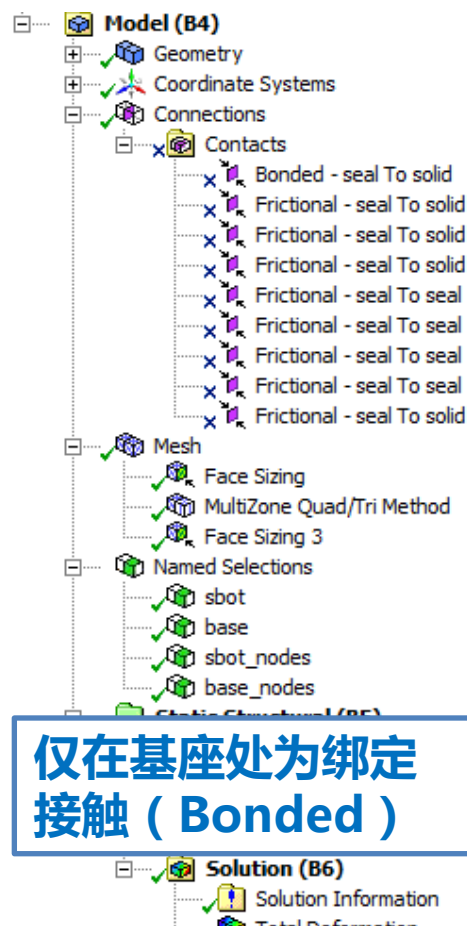
- NLHIST , *Key* , *Name* , *Item* , *Comp* , *NODE* , *ELEM* , *SHELL* , *LAYER* , *STOP_VALUE* , *STOP_COND*
 - 在 jobname.rcn 文件中，写入 “对于每一个通用接触的截面” 的量
 - 将 *Key* 设置为 GCN
 - 将 *NODE* 设置为 Section ID Number
 - 相应的值记录在 Jobname.nlh 文件，该值为通用接触平面上的最大值或最小值
 - 可以在 ANSYS Mechanical 命令对象 (Commands Object) 中生成 jobname.nlh 文件。
 - 图片形式仅支持 Mechanical APDL 界面



- NLDIAG , *Label* , *Key* , *MAXFILE*
 - NLDIAG , CONT , ON 用于创建诊断文件 *Jobname.cnd* , 文件中存储了在所有子部中定义的所有接触属性的信息。
 - 使用以下命令 , 控制写入频率 :
 - NLDIAG , CONT , ITER 每次迭代写入
 - NLDIAG , CONT , SUBS 每个子部写入 (默认)
 - NLDIAG , CONT , LSTP 每个载荷步写入
 - 在文件 *jobname.cnd* 中 , 写入一个新的接触对编号 (*Contact Pair ID*) :
 - 正值代表接触对定义中的实接触编号
 - 负值代表通用接触定义中的表面的截面编号



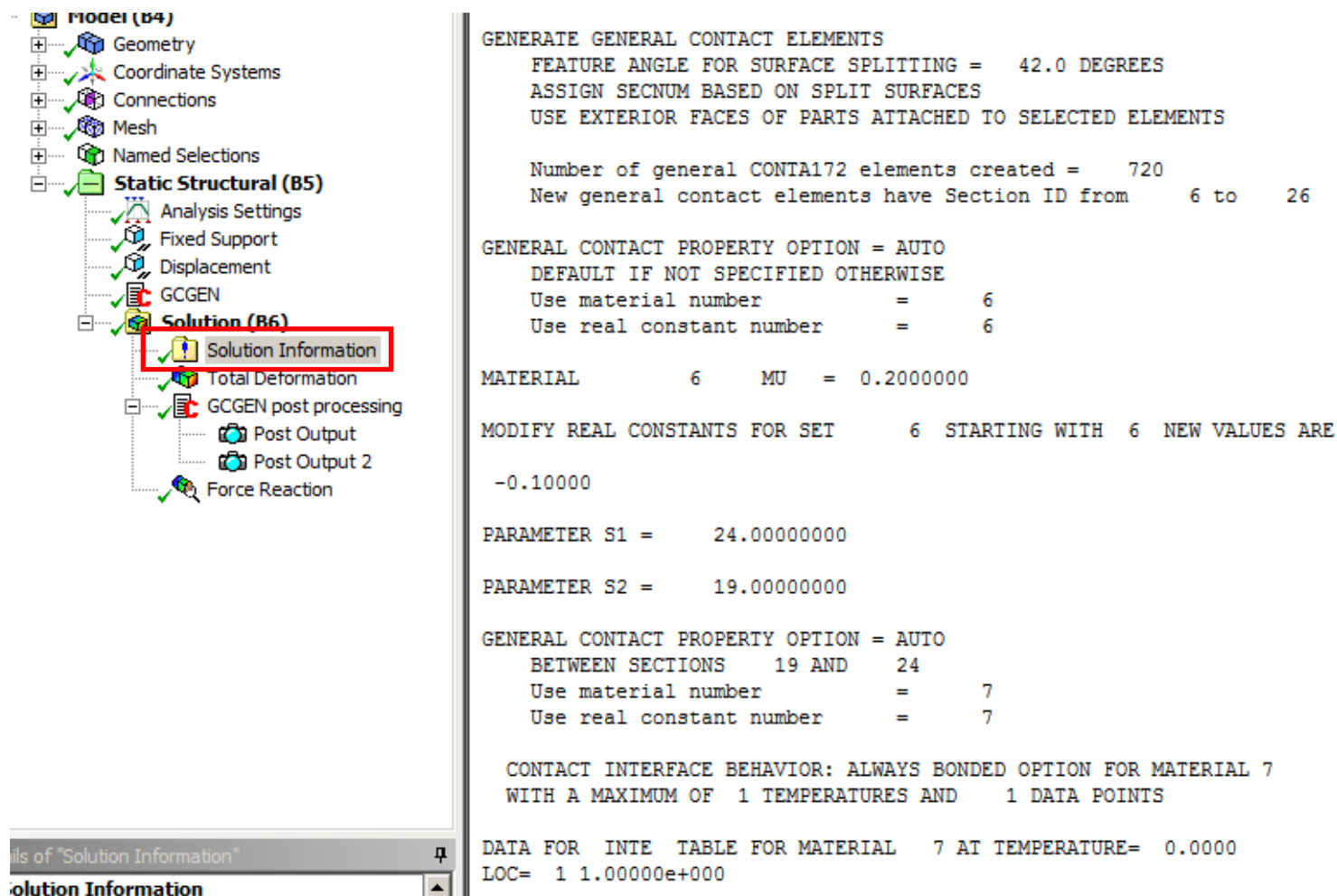




```
/prep7
*get,mnum,mat,,num,max
*get,rnum,rcon,,num,max
!
mnum1=mnum+1 !for friction
rnum1=rnum+1 !for friction
!
mnum2=mnum1+1 !for bonded contact
rnum2=rnum1+1 !for bonded contact
!
!*****
!frictional contact everywhere
!*****
gcgen !frictional contact everywhere
gcdef,auto,all,all,mnum1,rnum1
mp,mu,mnum1,0.2
!
!
!*****
!bonded contact at the base
!*****
s1=cmtosec('sbot_nodes',0) !'sbot_nodes' is a nodal component of nodes on bottom of seal
s2=cmtosec('base_nodes',0) !'base_nodes' is a nodal component of nodes on base
!
gcdef,asym,s1,s2,mnum2,rnum2
tb,inter,mnum2,,abond
tbdata,,1
rmodif,rnum2,6,-0.5
allsel
!
gcdef,list
gcdef,table
/solu
```

所有位置为摩擦接触
(Frictional contact)

- 从求解器输出 (Solver Output) 中查看：



Model (B4)

- Geometry
- Coordinate Systems
- Connections
- Mesh
- Named Selections
- Static Structural (B5)**
 - Analysis Settings
 - Fixed Support
 - Displacement
 - GCGEN
 - Solution (B6)**
 - Solution Information**
 - Total Deformation
 - GCGEN post processing
 - Post Output
 - Post Output 2
 - Force Reaction

GENERATE GENERAL CONTACT ELEMENTS
FEATURE ANGLE FOR SURFACE SPLITTING = 42.0 DEGREES
ASSIGN SECNUM BASED ON SPLIT SURFACES
USE EXTERIOR FACES OF PARTS ATTACHED TO SELECTED ELEMENTS

Number of general CONTA172 elements created = 720
New general contact elements have Section ID from 6 to 26

GENERAL CONTACT PROPERTY OPTION = AUTO
DEFAULT IF NOT SPECIFIED OTHERWISE
Use material number = 6
Use real constant number = 6

MATERIAL 6 MU = 0.20000000

MODIFY REAL CONSTANTS FOR SET 6 STARTING WITH 6 NEW VALUES ARE

-0.10000

PARAMETER S1 = 24.00000000
PARAMETER S2 = 19.00000000

GENERAL CONTACT PROPERTY OPTION = AUTO
BETWEEN SECTIONS 19 AND 24
Use material number = 7
Use real constant number = 7

CONTACT INTERFACE BEHAVIOR: ALWAYS BONDED OPTION FOR MATERIAL 7
WITH A MAXIMUM OF 1 TEMPERATURES AND 1 DATA POINTS

DATA FOR INTE TABLE FOR MATERIAL 7 AT TEMPERATURE= 0.0000
LOC= 1 1.000000e+000

- 从求解器输出 (Solver Output) 中查看：

GCDEF, LIST

GENERAL CONTACT PROPERTY OPTION = LIST

Section1 (contact)	Section2 (target)	Interaction	Material	Real
ALL	ALL	AUTO ASYM	6	6
19	24	AUTO ASYM	7	7

GCDEF, TABLE

Section1 (contact)	Section2 (target)	M	MAT	R	REAL	a/A	Auto	Asym	(program/user)	S	Symm	E	Exclude
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
16 M	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6
R	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
17 M	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6
R	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
18 M	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6
R	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
19 M	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 7	A 6	A 6
R	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6
20 M	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6
R	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
21 M	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6	A 6

- 从求解器输出 (Solver Output) 中查看：

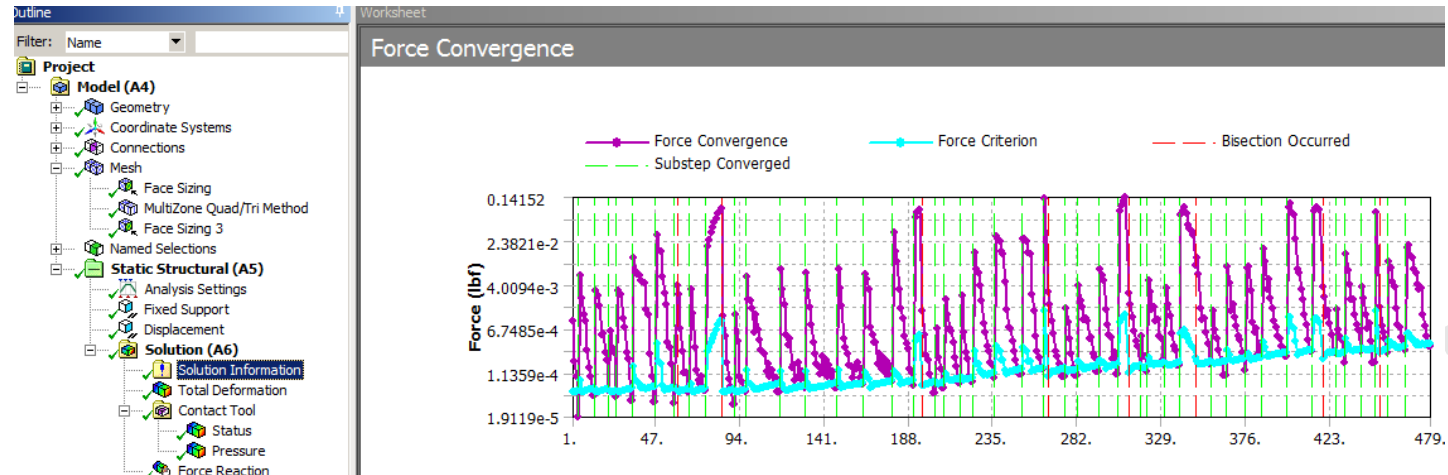
接触对单元列表

```
*** ELEMENT MATRIX FORMULATION TIMES
TYPE      NUMBER  ENAME      TOTAL CP  AVE CP
1         2517  PLANE182    0.343    0.000136
2          57   PLANE182    0.000    0.000000
3          66   PLANE182    0.000    0.000000
4          66   PLANE182    0.000    0.000000
5          52   PLANE182    0.000    0.000000
6          67   CONTA172    0.000    0.000000
7          67   TARGE169    0.000    0.000000
8         162   CONTA172    0.000    0.000000
9         162   TARGE169    0.000    0.000000
10        115   CONTA172    0.031    0.000271
11        115   TARGE169    0.000    0.000000
12        159   CONTA172    0.062    0.000392
13        159   TARGE169    0.031    0.000196
14         82   CONTA172    0.000    0.000000
15         82   TARGE169    0.000    0.000000
16         70   CONTA172    0.000    0.000000
17         70   TARGE169    0.000    0.000000
18        171   CONTA172    0.000    0.000000
19        171   TARGE169    0.000    0.000000
20         63   CONTA172    0.000    0.000000
21         63   TARGE169    0.000    0.000000
22        101   CONTA172    0.000    0.000000
23        101   TARGE169    0.000    0.000000
ime at end of element matrix formulation CP = 1.
```

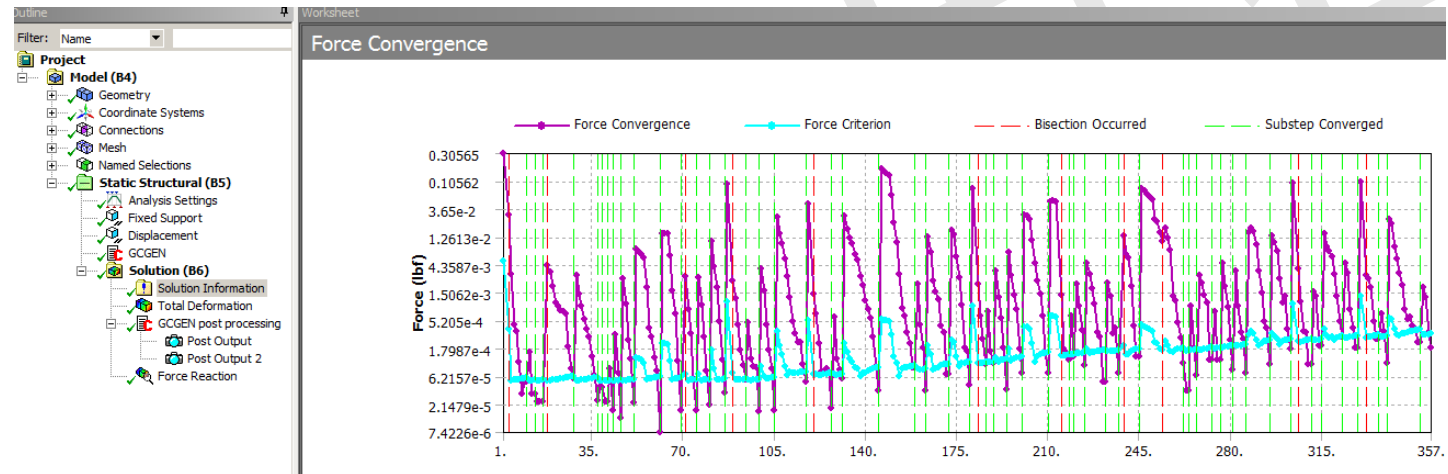
GCGEN 单元列表

```
*** ELEMENT MATRIX FORMULATION TIMES
TYPE      NUMBER  ENAME      TOTAL CP  AVE CP
1         2517  PLANE182    0.406    0.000161
2          57   PLANE182    0.000    0.000000
3          66   PLANE182    0.000    0.000000
4          66   PLANE182    0.000    0.000000
5          52   PLANE182    0.000    0.000000
6          22   CONTA172    0.000    0.000000
7          22   CONTA172    0.000    0.000000
8           3   CONTA172    0.000    0.000000
9           3   CONTA172    0.000    0.000000
10         13   CONTA172    0.000    0.000000
11         13   CONTA172    0.000    0.000000
12          4   CONTA172    0.000    0.000000
13          4   CONTA172    0.000    0.000000
14         22   CONTA172    0.000    0.000000
15         22   CONTA172    0.000    0.000000
16          3   CONTA172    0.000    0.000000
17          3   CONTA172    0.000    0.000000
18         19   CONTA172    0.000    0.000000
19         19   CONTA172    0.000    0.000000
20          3   CONTA172    0.000    0.000000
21          3   CONTA172    0.000    0.000000
22        171   CONTA172    0.031    0.000182
23         23   CONTA172    0.000    0.000000
24         54   CONTA172    0.062    0.001156
25        254   CONTA172    0.000    0.000000
26         40   CONTA172    0.000    0.000000
ime at end of element matrix formulation CP = 1.8
```

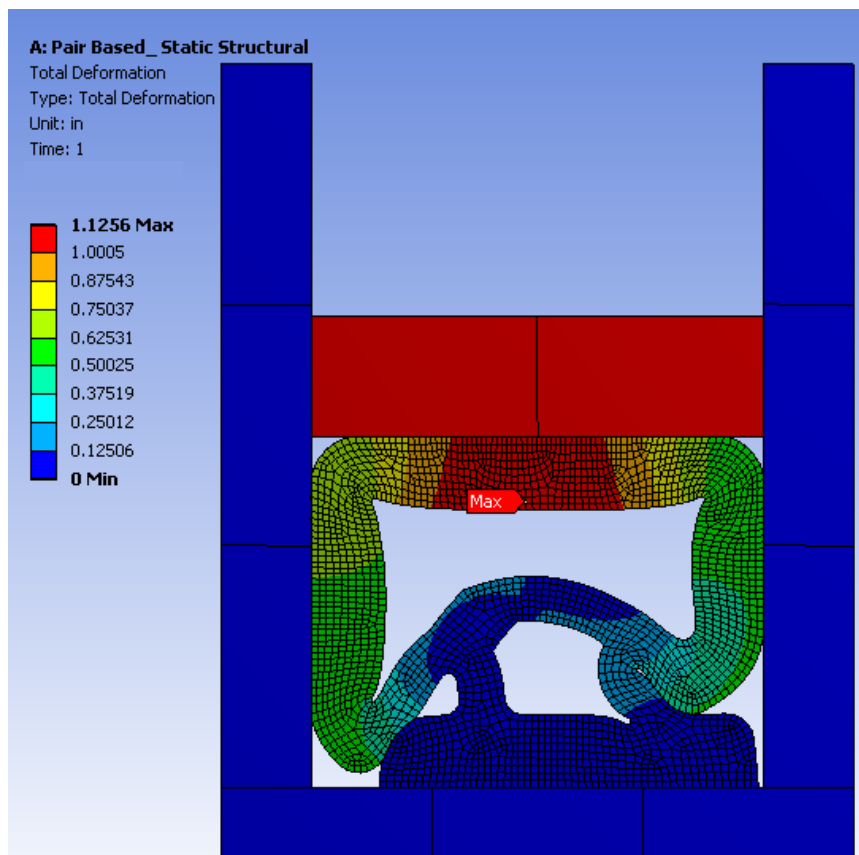
接触对收敛



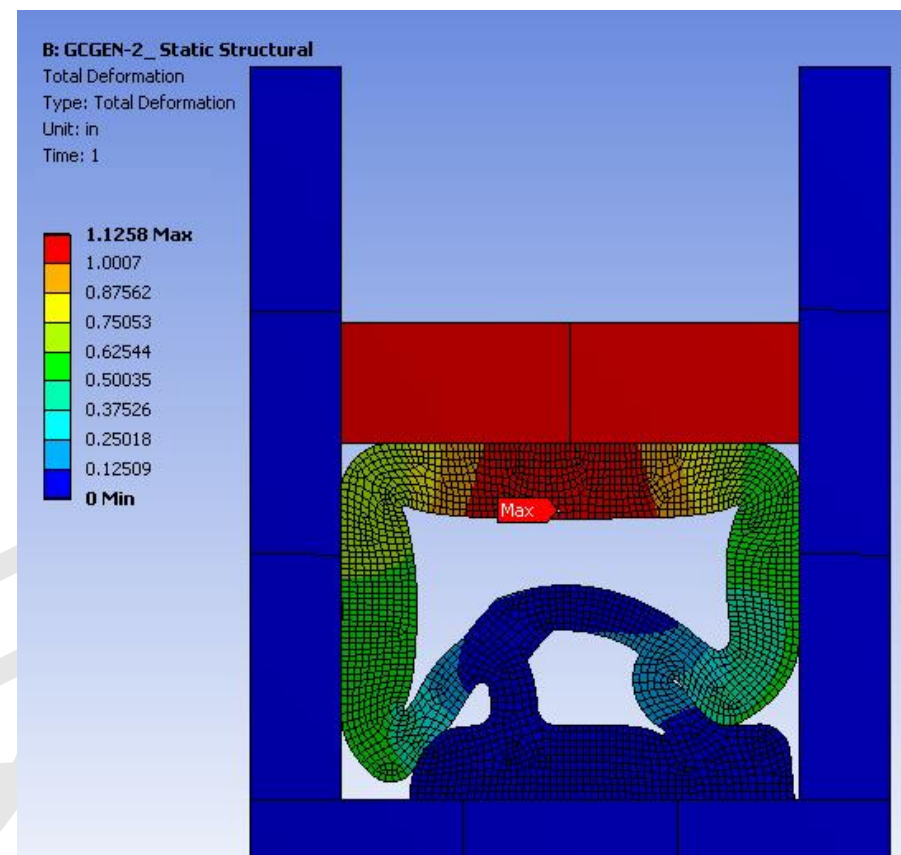
GCGEN 收敛



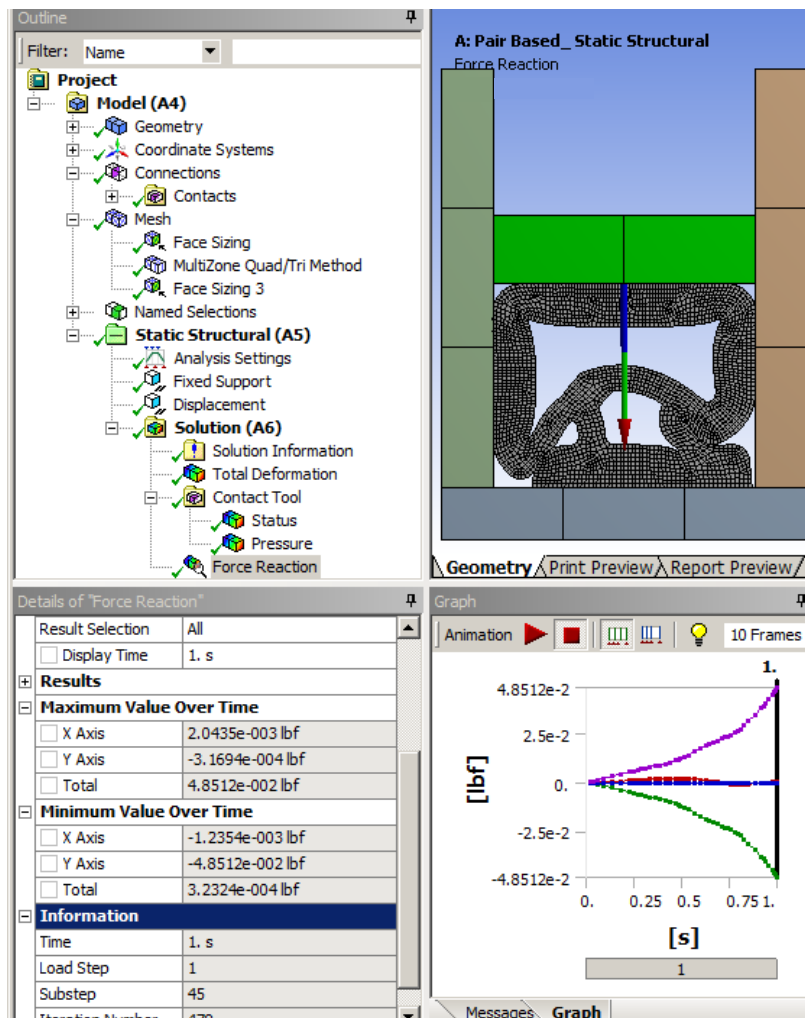
接触对合变形



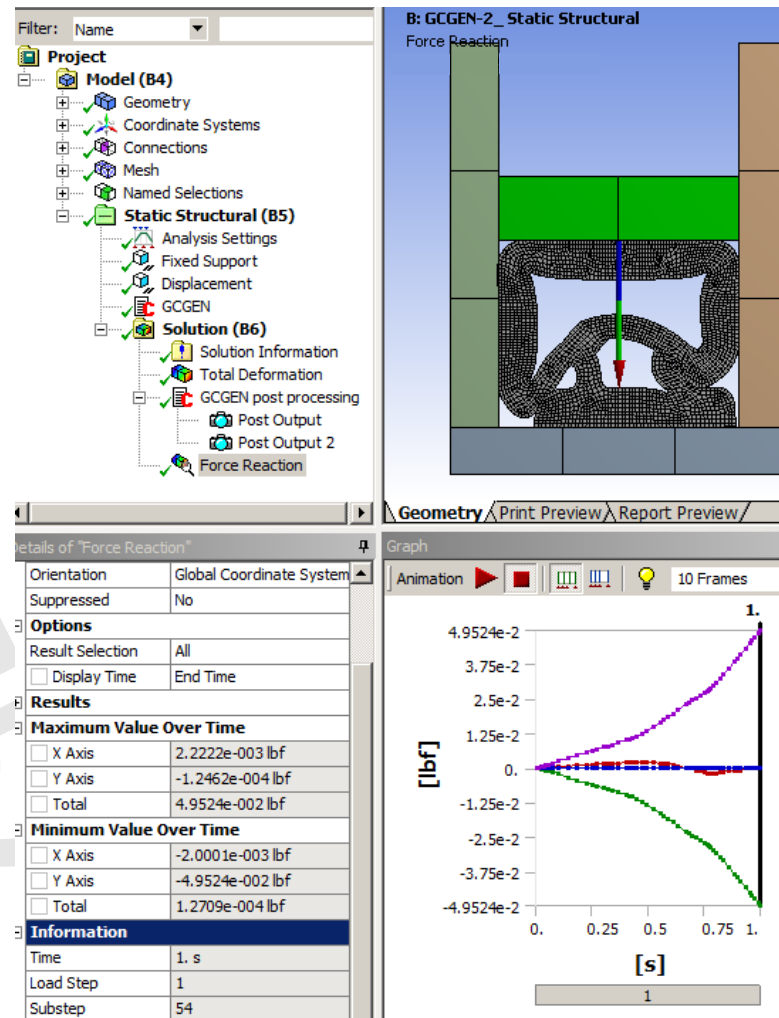
GCGEN 合变性



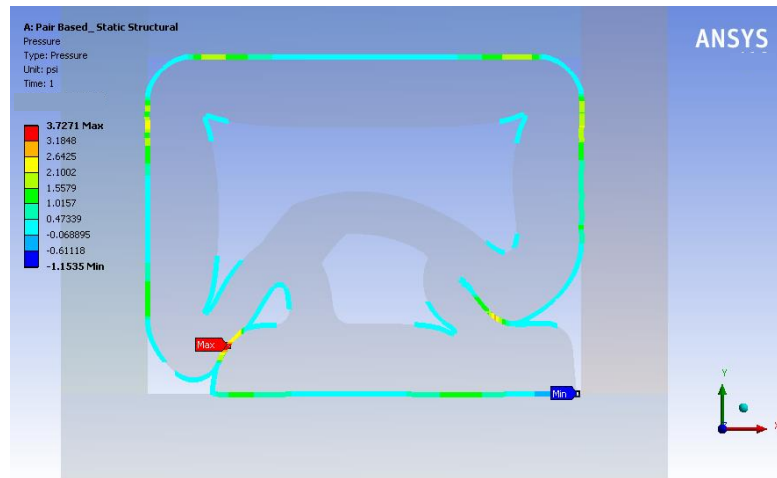
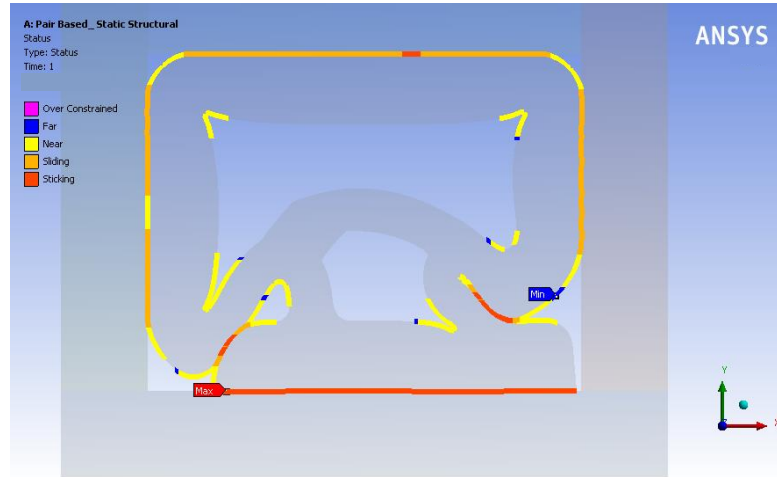
接触对支反力



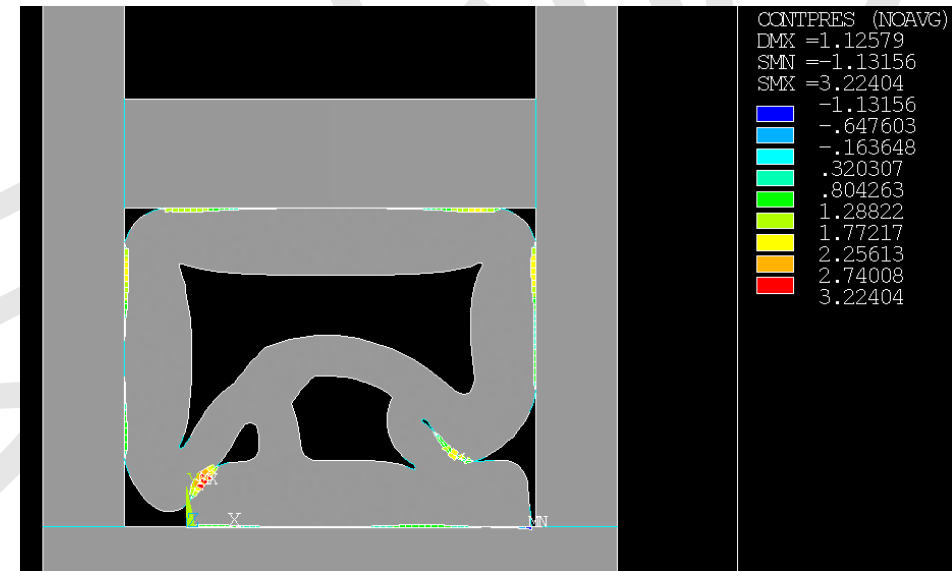
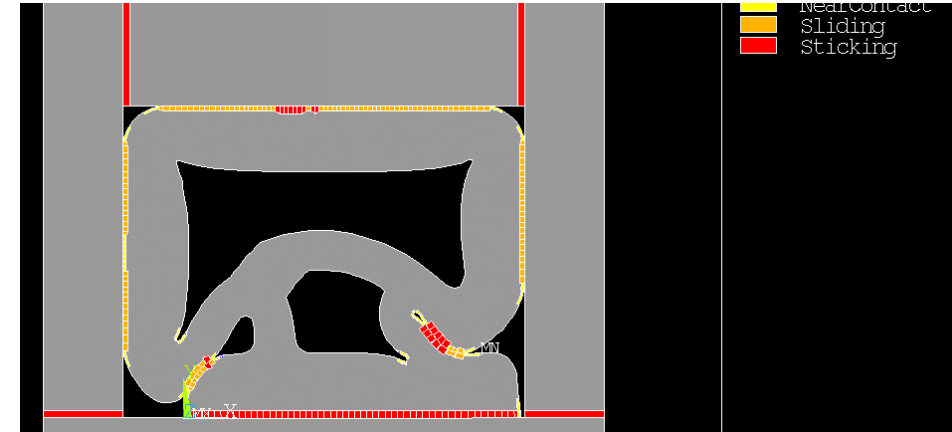
GCGEN 支反力



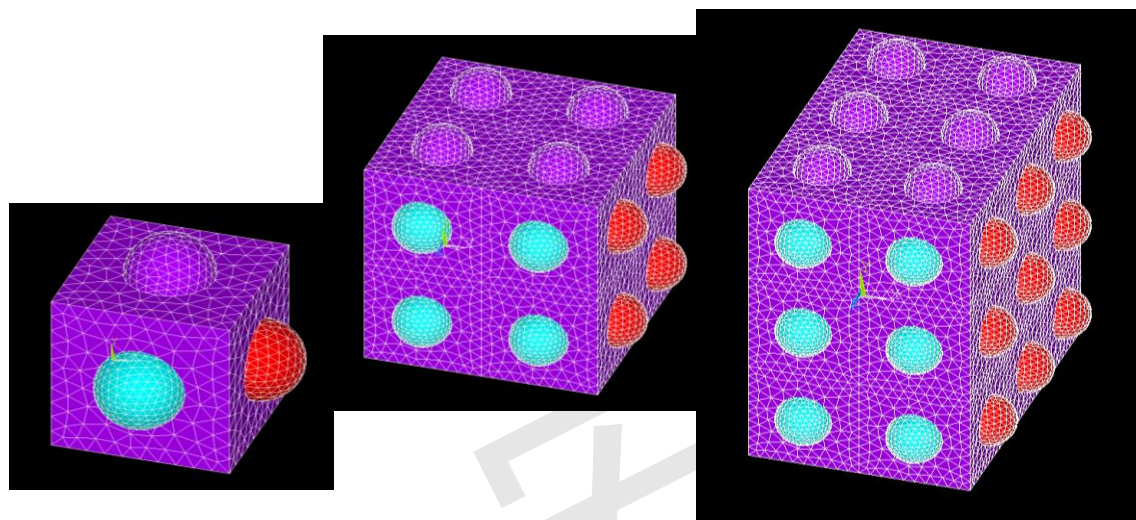
接触对接触状态



GCGEN 接触状态

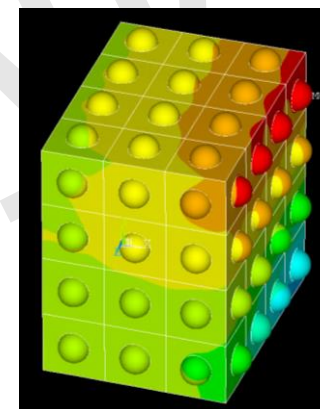
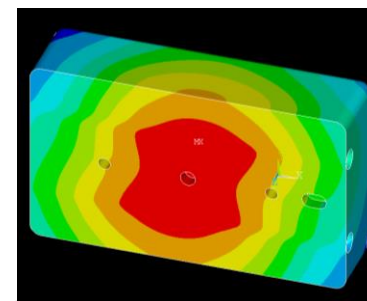
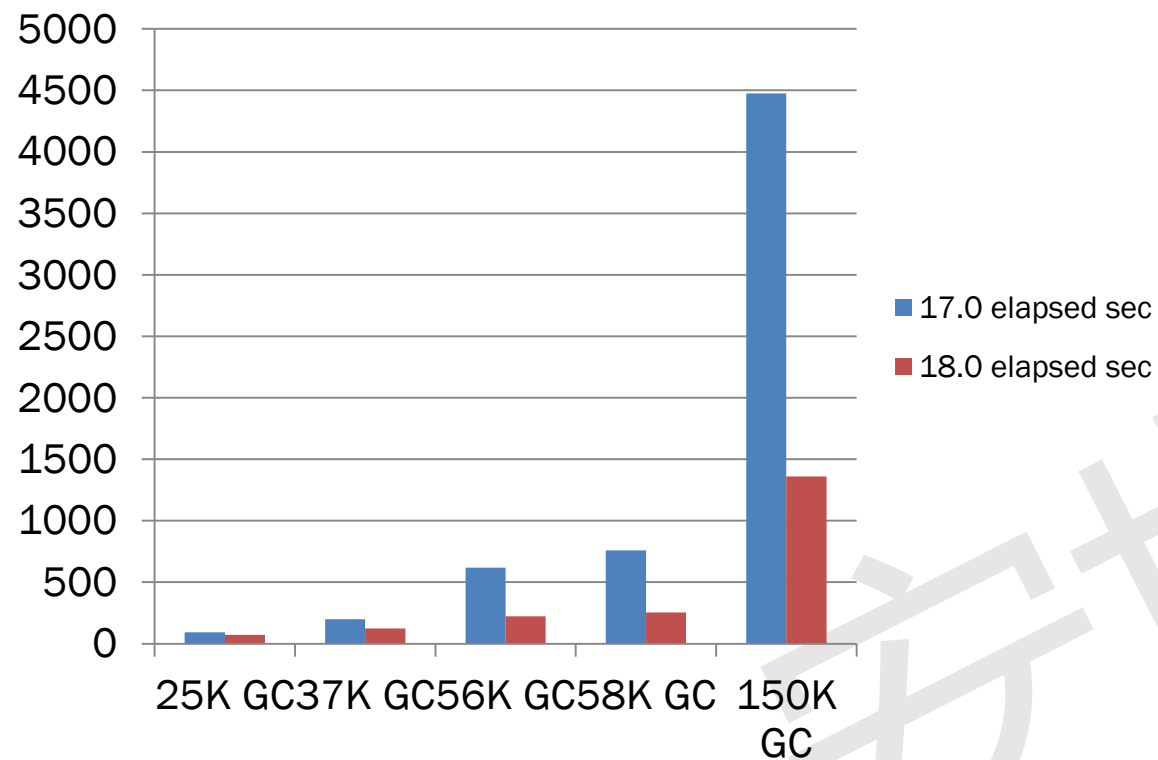


- 使用通用接触建立接触时，如果目标单元数量较大，接触搜索速度明显提高，相对之前的版本，求解速度提高了十倍。



- 可变尺寸的三维测试算例

- R18 和 R17 速度对比：



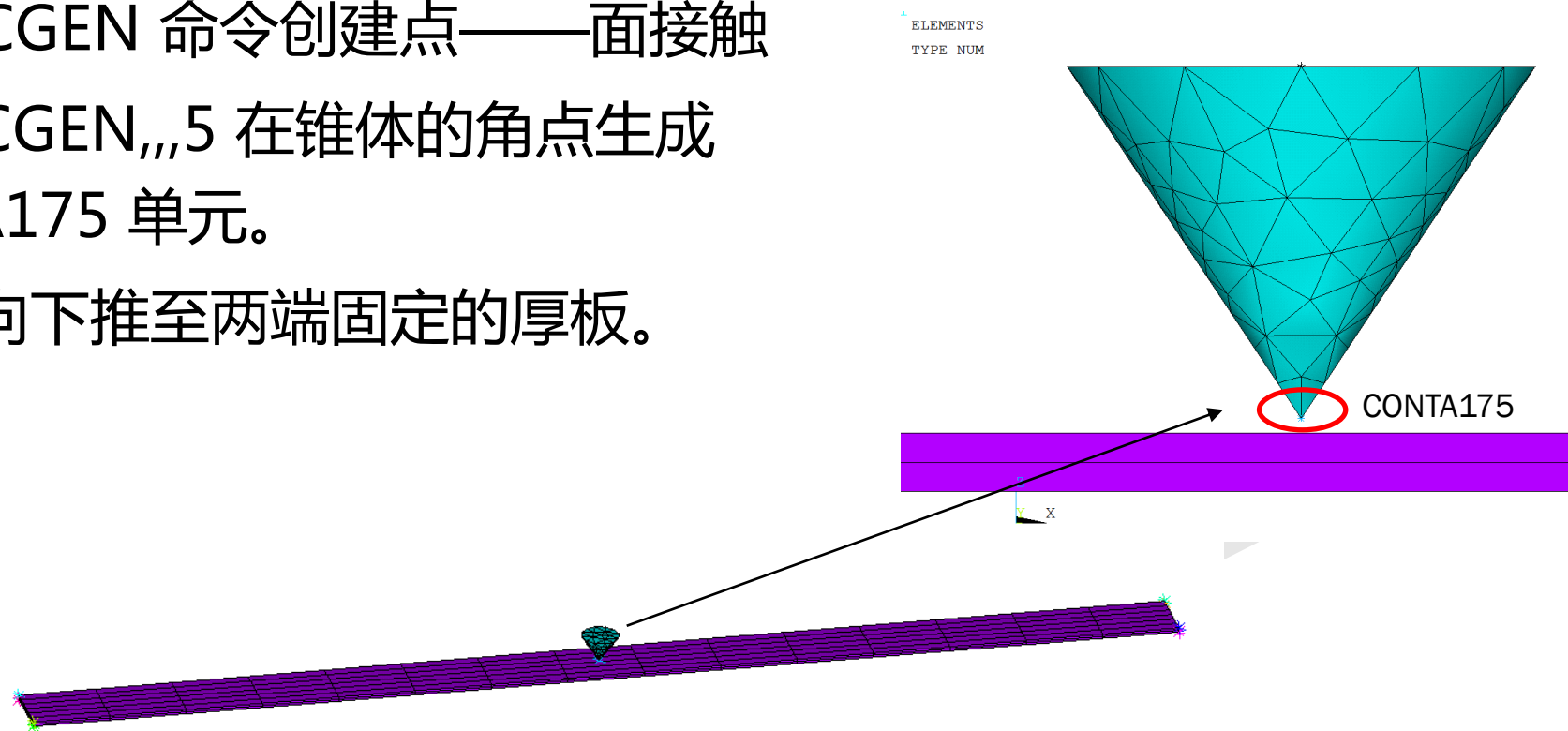
- 添加点——面接触 (vertex-to surface)
 - 补充了二维或三维点——面接触，定义该接触防止实体和壳体结构的凸角和梁结构的端点渗入其他表面。
 - 因此，通用接触功能可以支持自动的接触定义，并可以创建所有类型的接触，包括二维和三维面——面接触、三维梁——梁接触、三维边——边接触、三维梁——面接触、三维边——面接触和二维和三维点——面接触。
- 支持循环对称

- 面——面、边——面、边——边、点——面

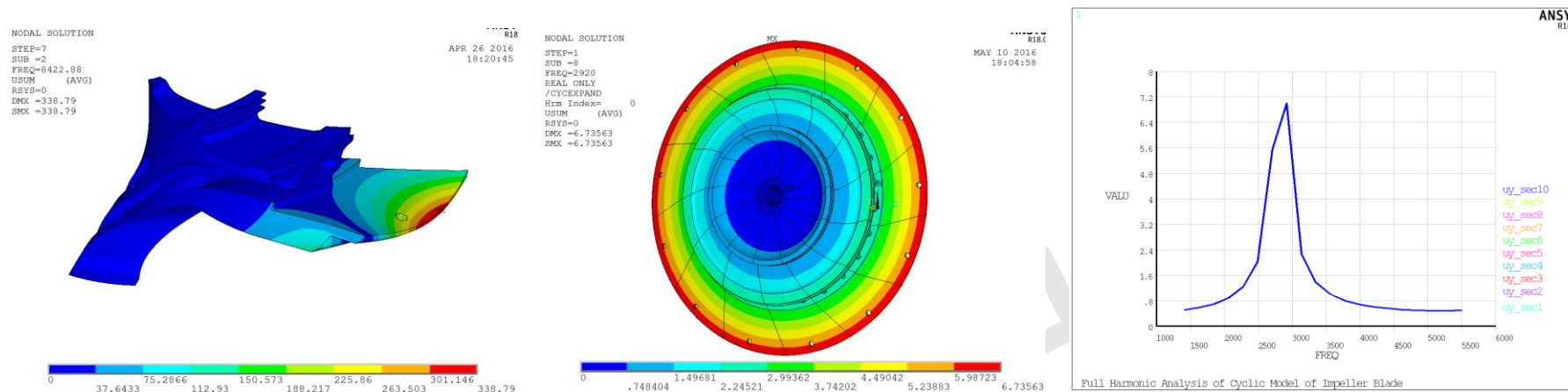
通过 GCGEN 命令创建点——面接触

通过 GCGEN,,,5 在锥体的角点生成
CONTA175 单元。

将锥体向下推至两端固定的厚板。



- 支持静力、模态和谐响应分析



Model: Cyclic symmetry radial impeller model



谢 谢

地址：北京市朝阳区八里庄东里1号莱锦TOWN园区Cn08座

邮编：100025

电话：+86-10-52167777

热线：400-6600-388

传真：+86-10-52167799

主页：www.peraglobal.com