



Altair

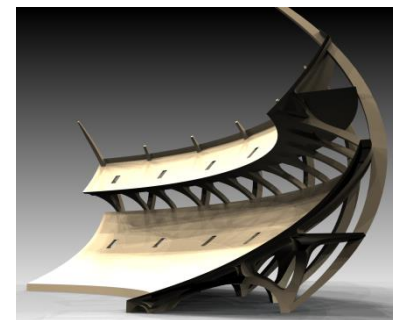
Innovation Intelligence<sup>®</sup>

**solidThinking Inspire**  
培训教程

# 培训计划

**solidThinking™**

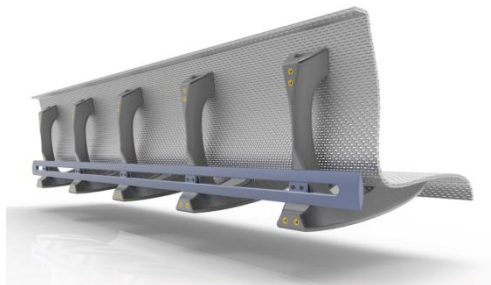
- 介绍
- 优化
- 建模
- 终极练习



# 介绍

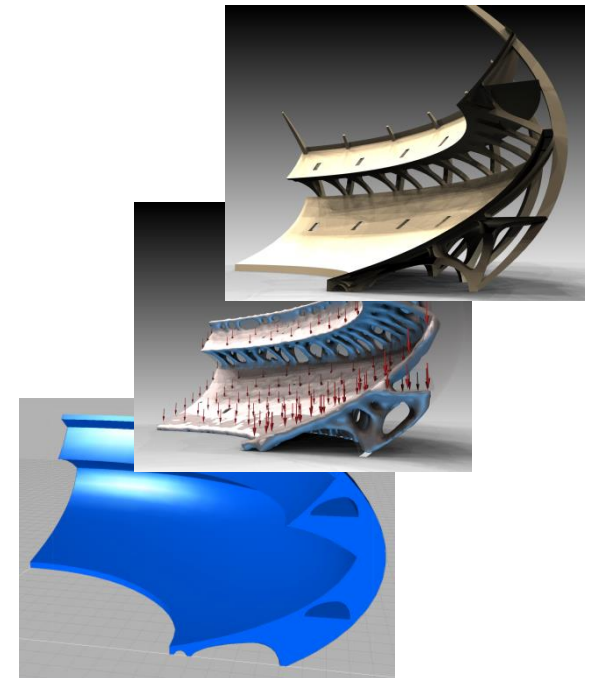
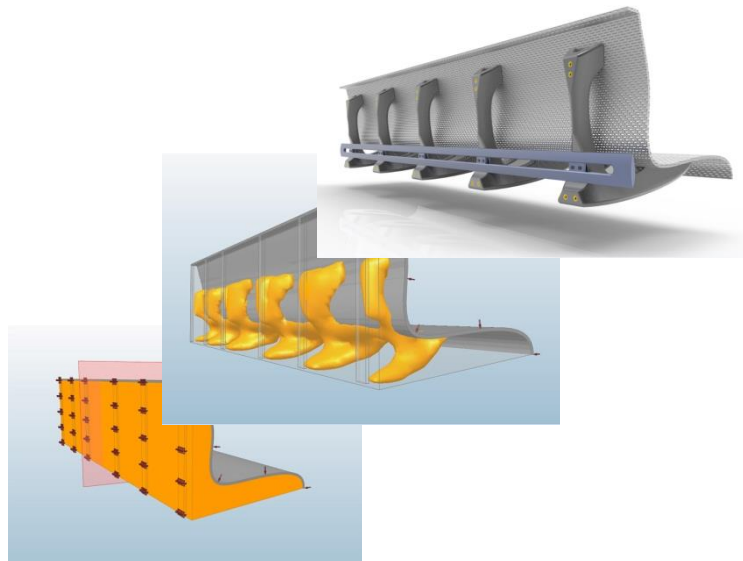
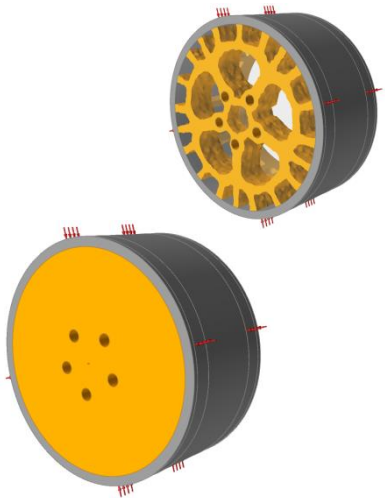
**solidThinking™**

- **Inspire**介绍
- 界面（**GUI**）
- 模型操纵



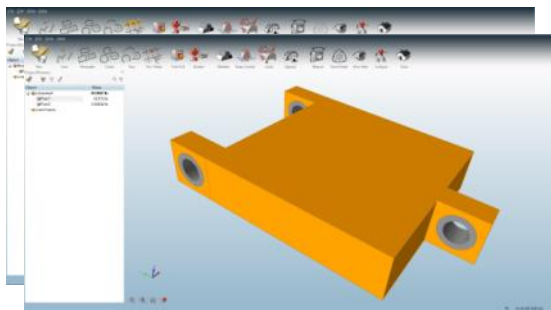
# Inspire – 介绍

- 为结构件生成高效的设计概念
- 使用 Altair 领先的OptiStruct 拓扑优化技术
- 在三维实体几何上操作
- 辅助设计工程师和建筑师的工作

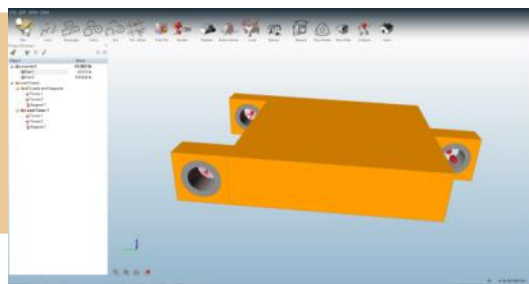


# Inspire – 工作流程

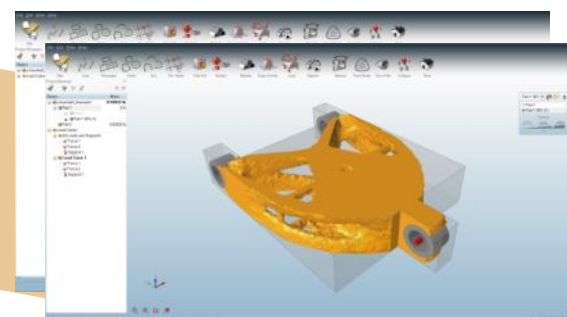
solidThinking™



创建或导入实体



施加材质，载荷以及约束



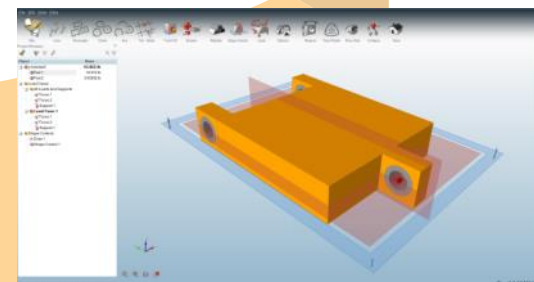
生成概念



获得结构概念



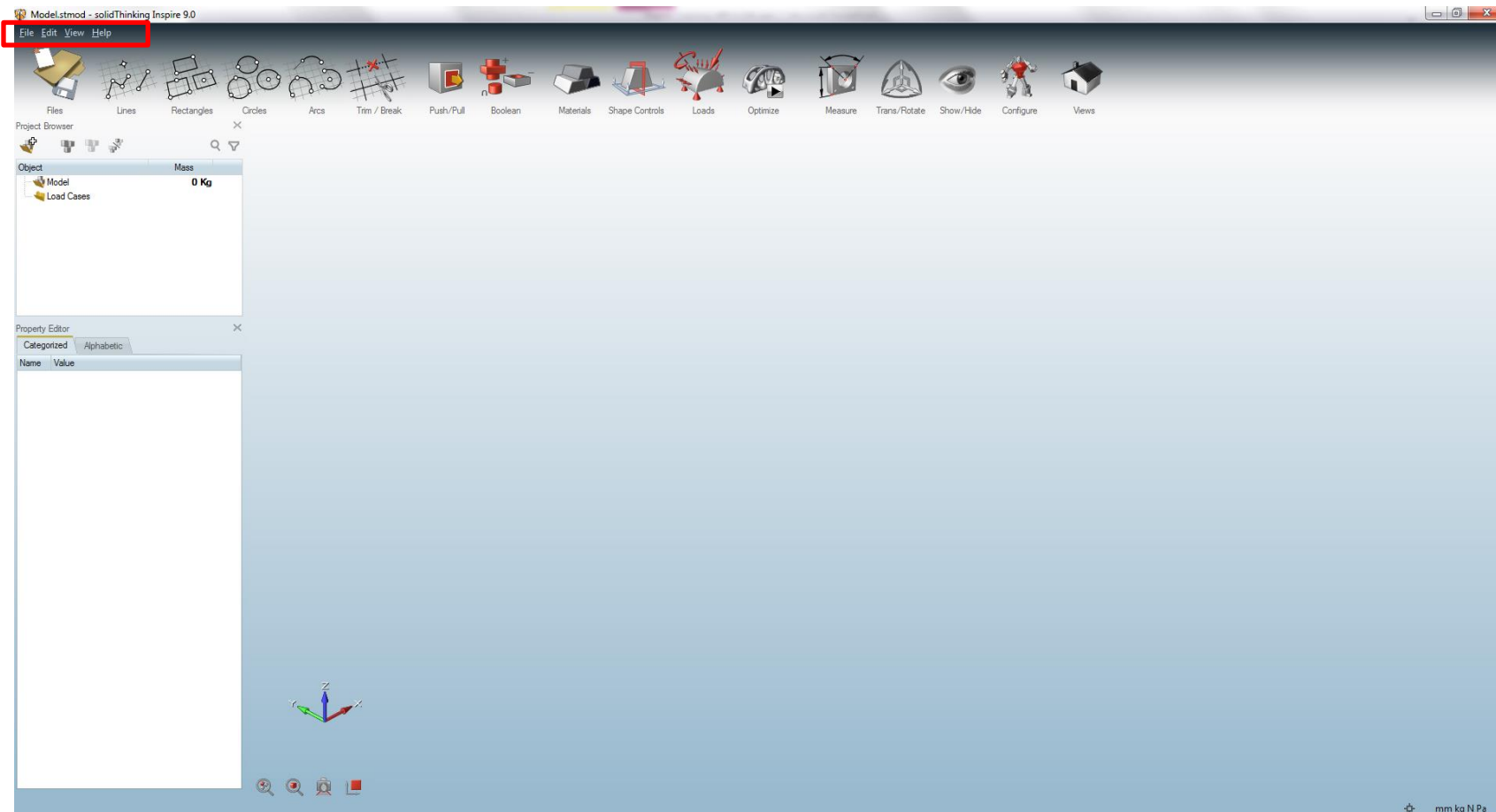
重新生成概念，以STL格式导出



施加制造约束 以及形状控制  
(根据需要)

# Inspire 界面 (GUI)

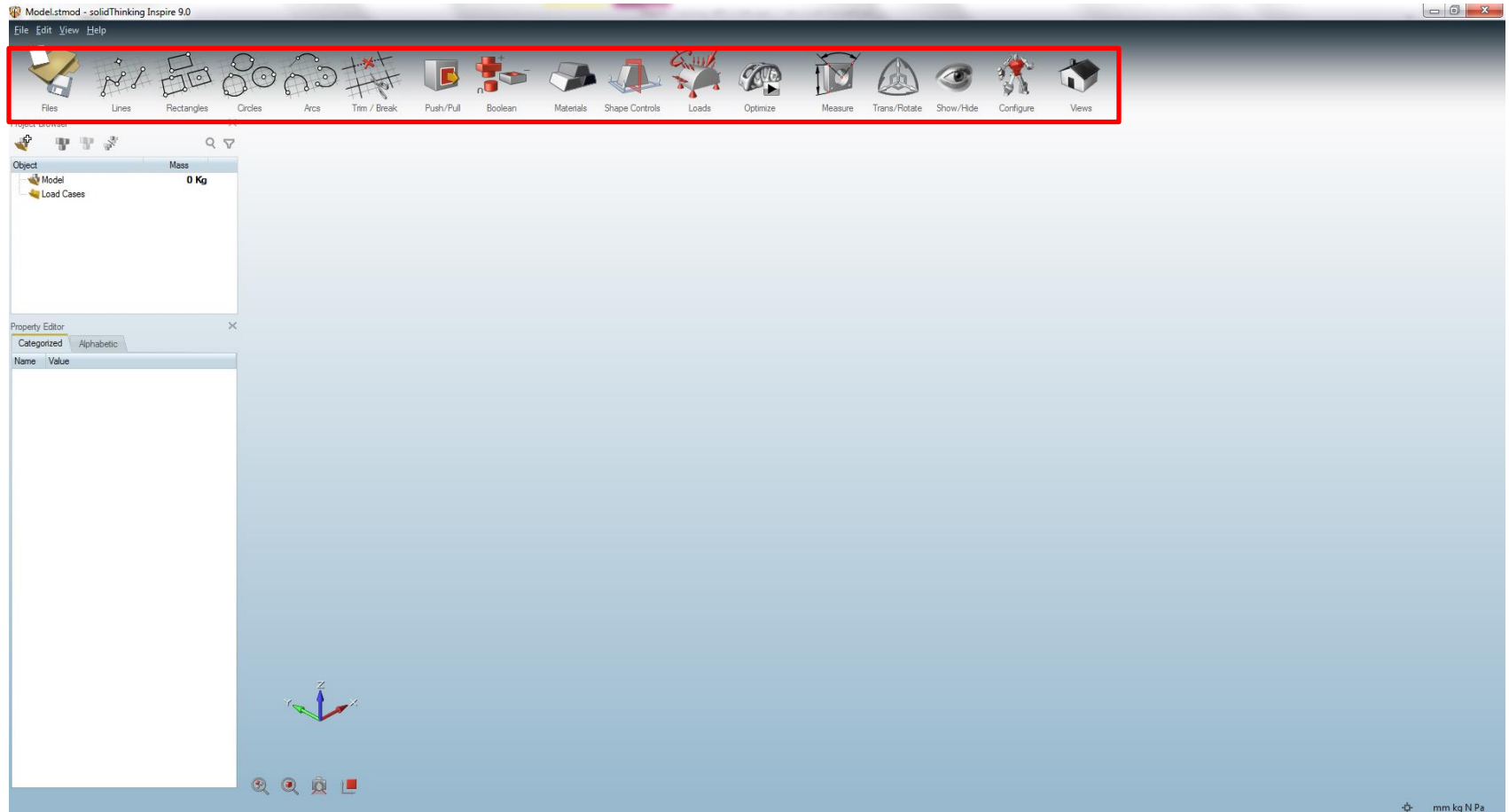
**solidThinking™**



下拉菜单

# Inspire 界面 (GUI)

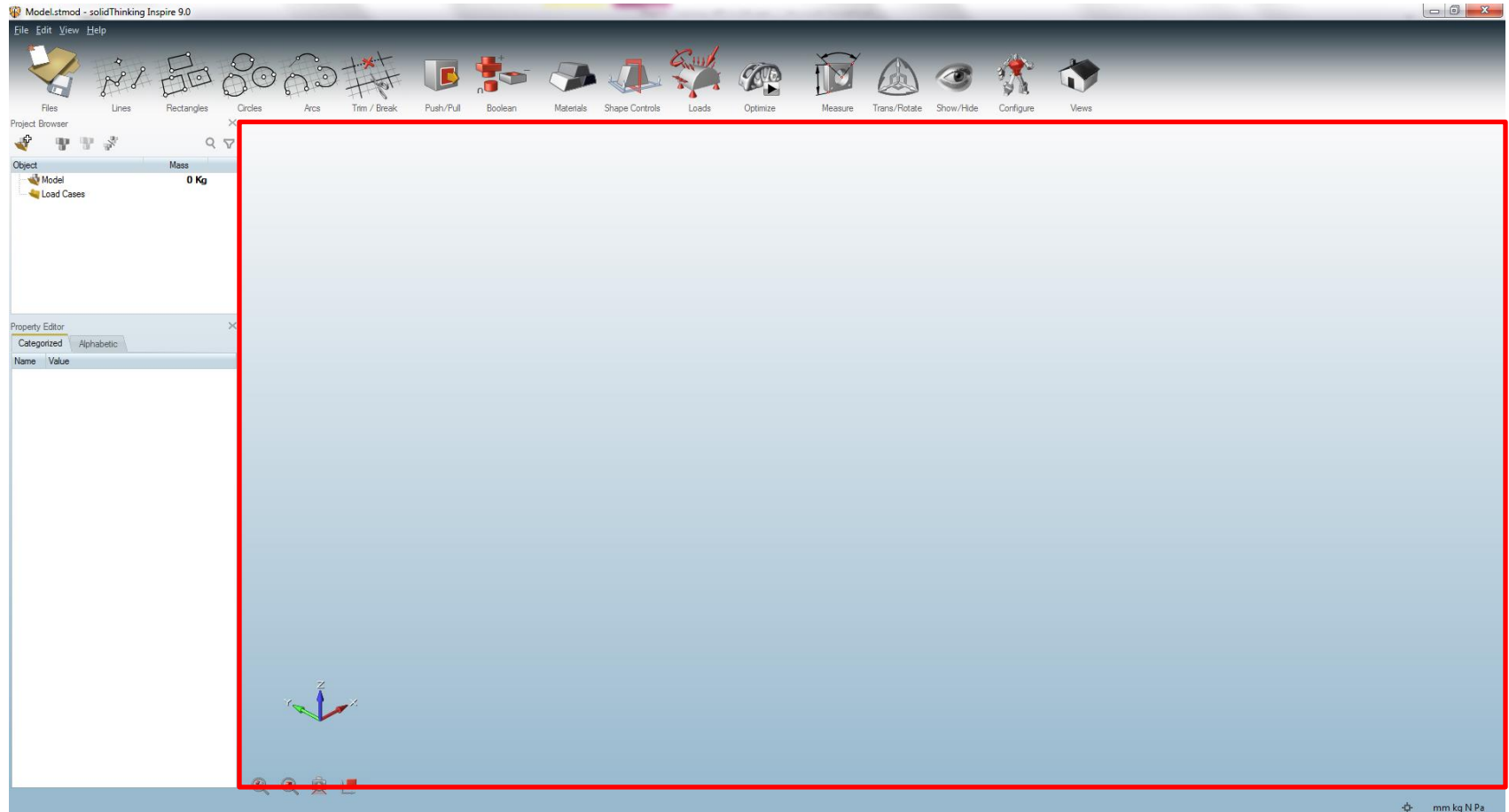
**solidThinking™**



工具栏

# Inspire 界面 (GUI)

**solidThinking™**

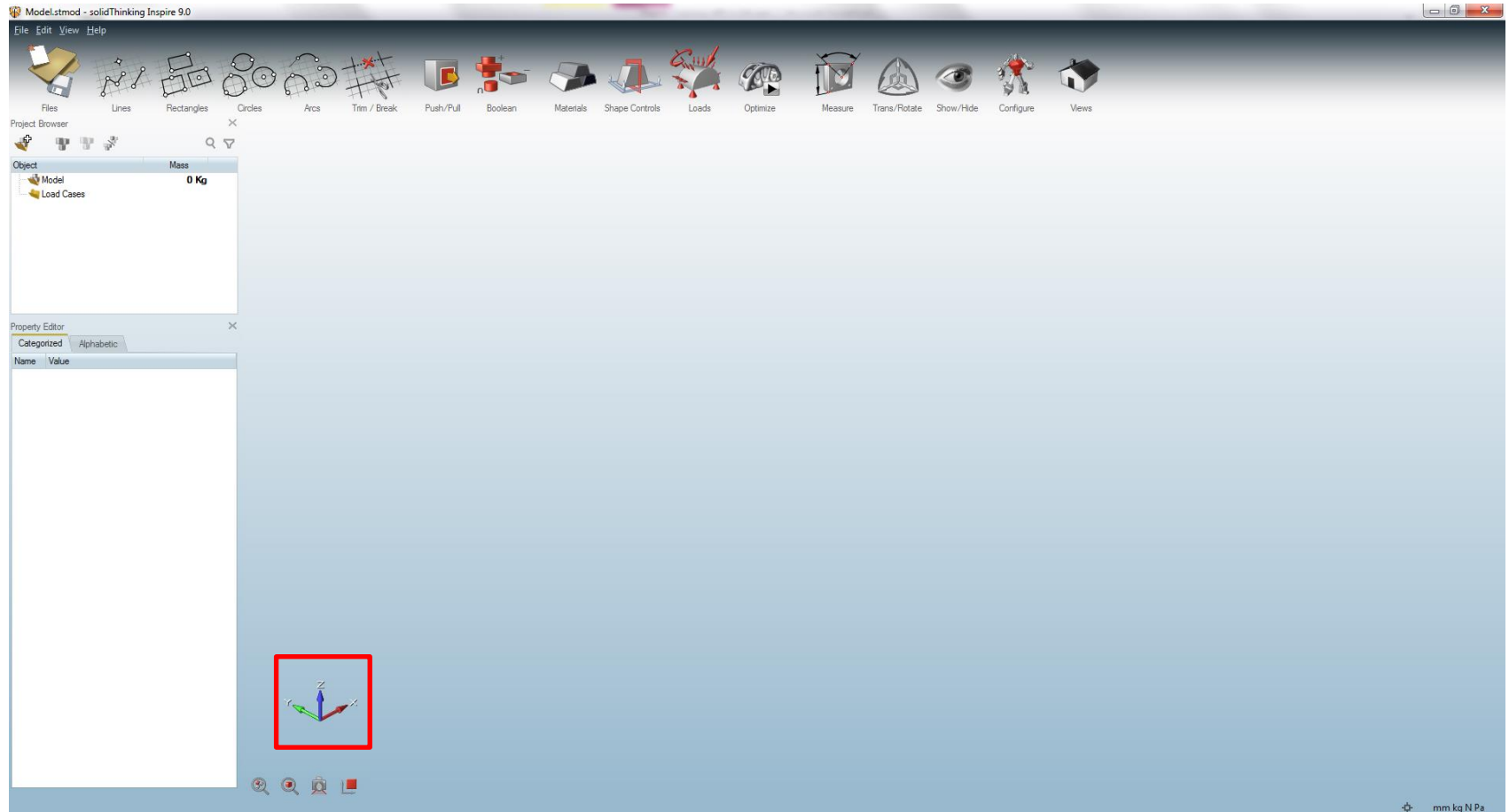


建模窗口



# Inspire 界面 (GUI)

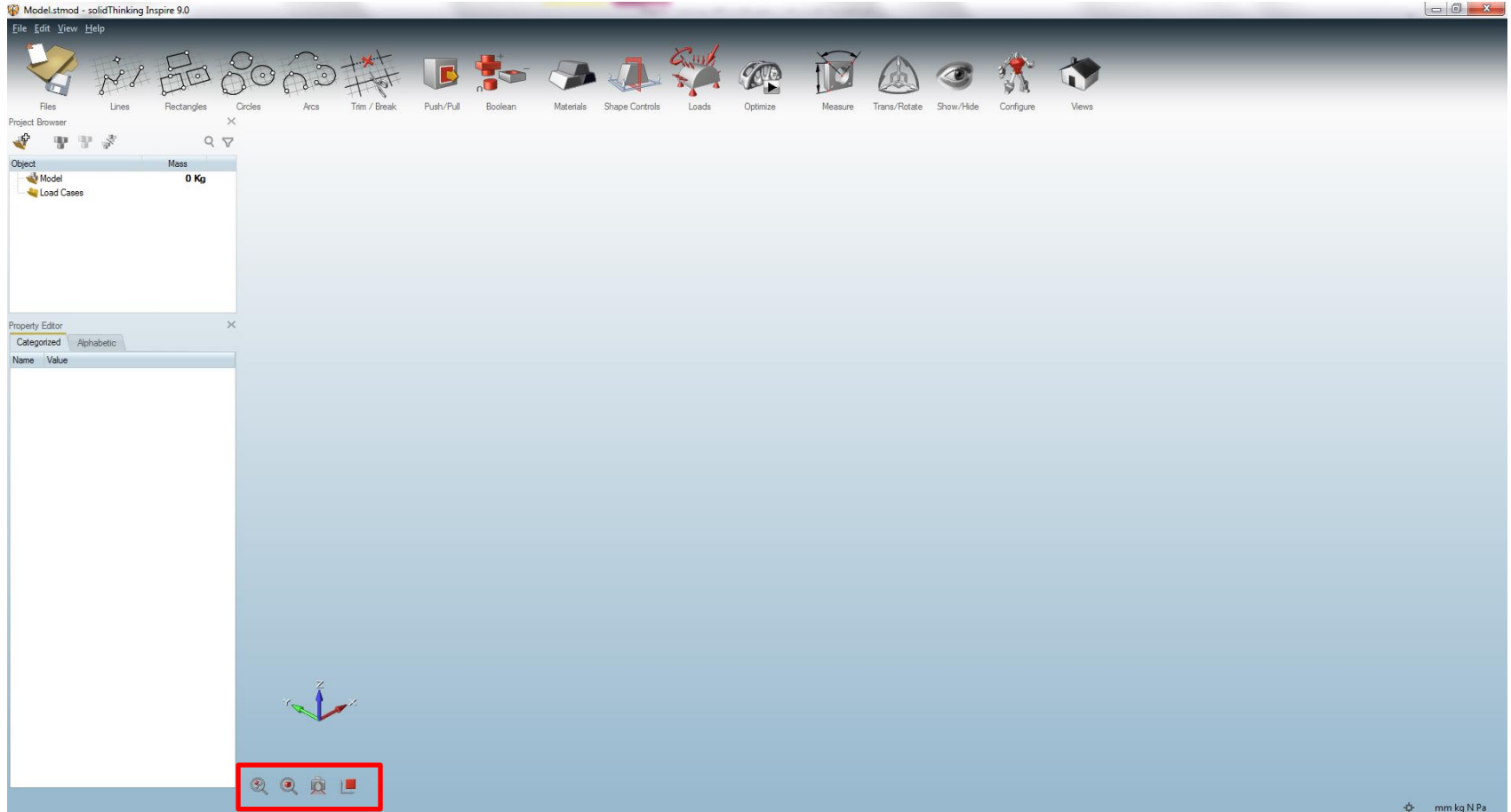
**solidThinking™**



方向指示

# Inspire 界面 (GUI)

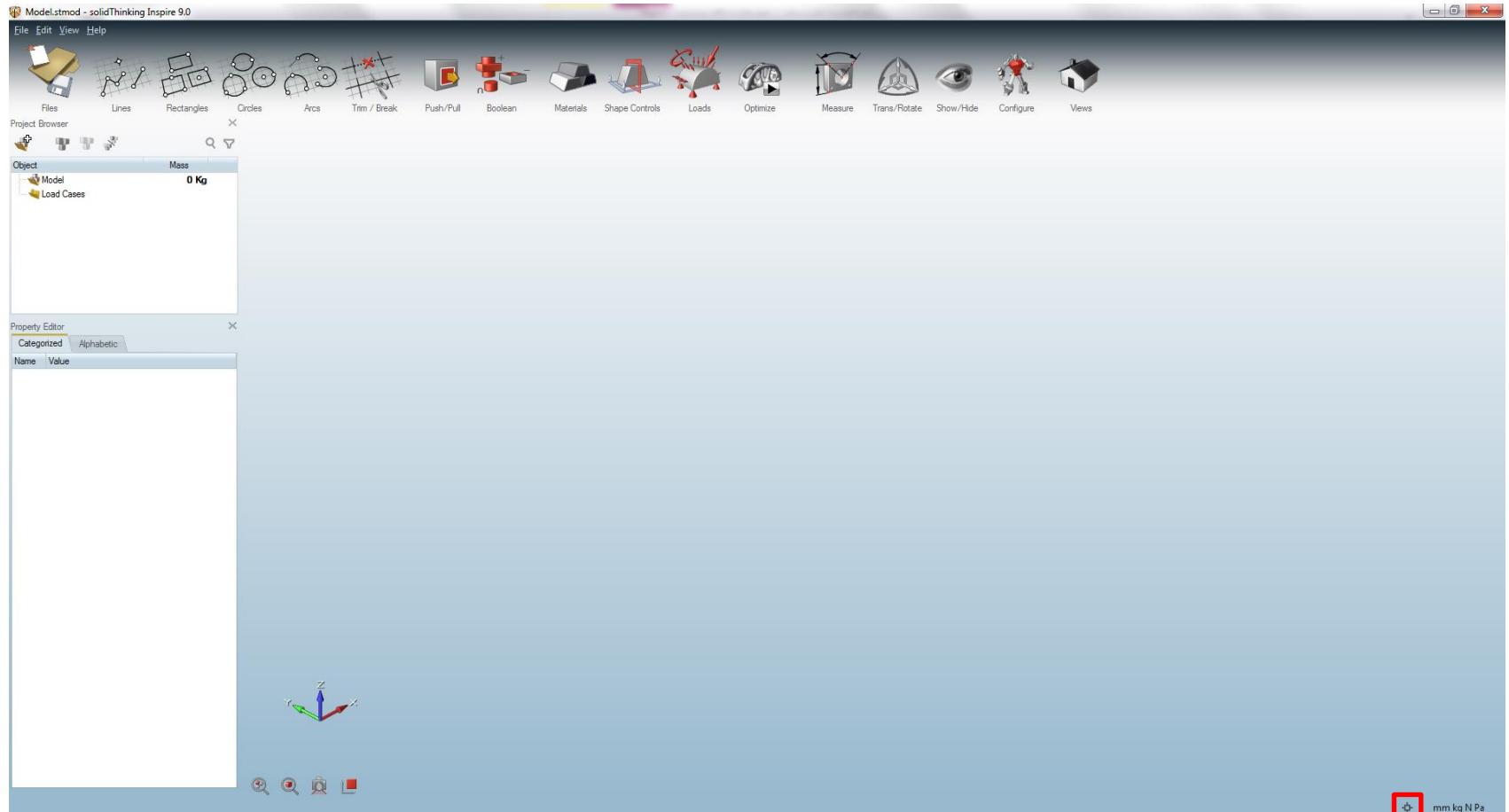
**solidThinking™**



显示控制

# Inspire 界面 (GUI)

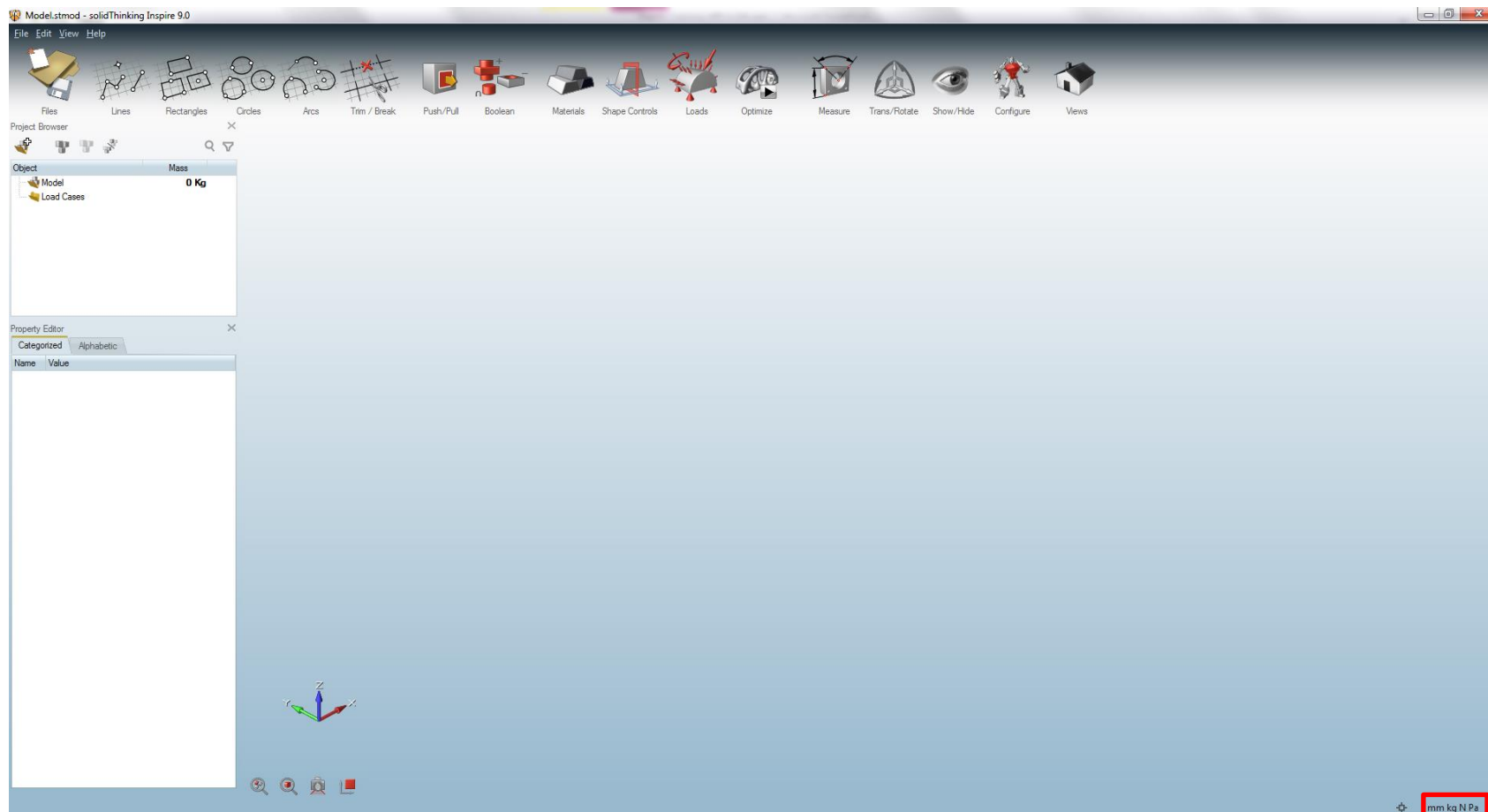
**solidThinking™**



捕捉选项

# Inspire 界面 (GUI)

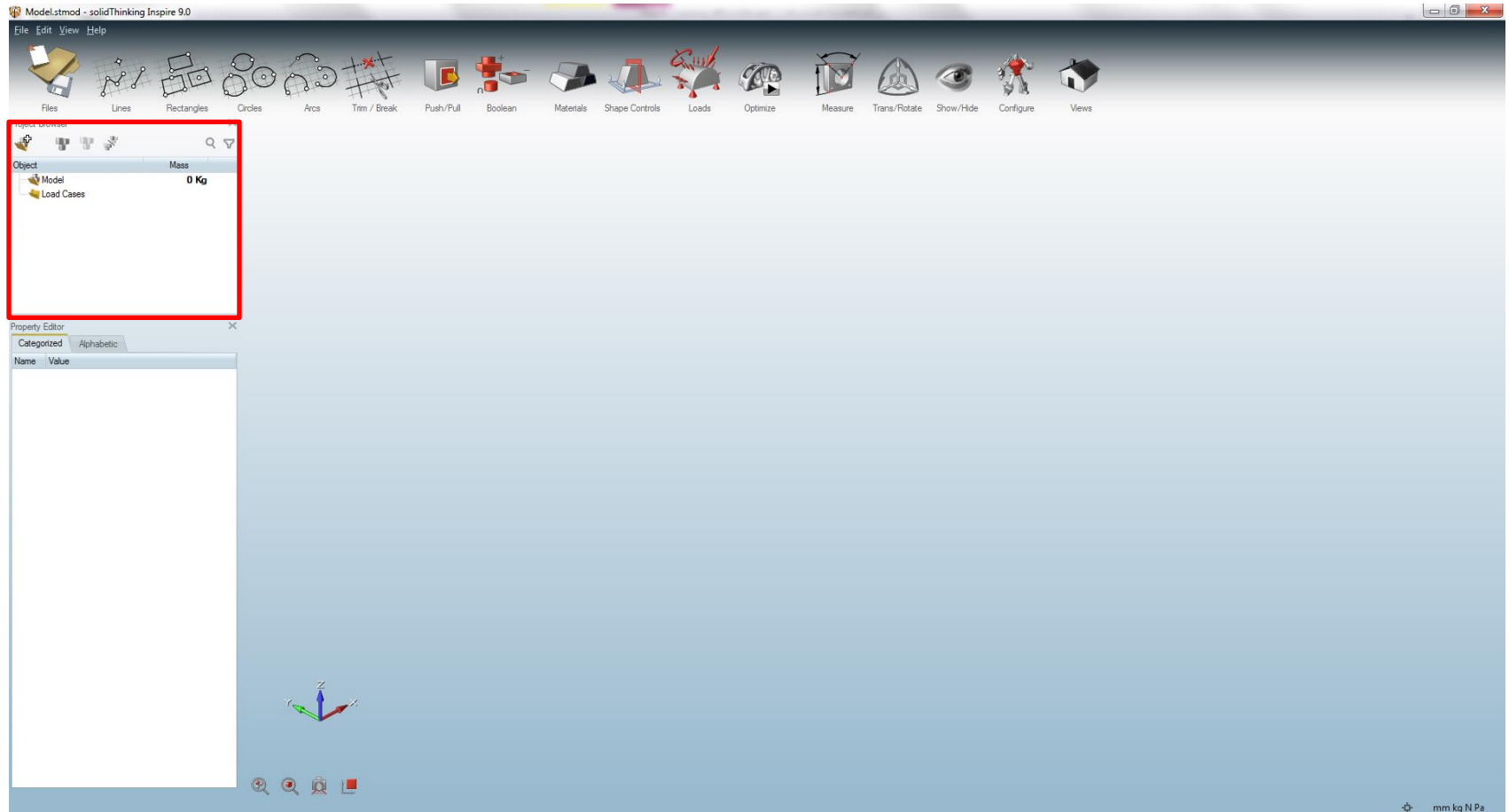
**solidThinking™**



单位

# Inspire 界面 (GUI)

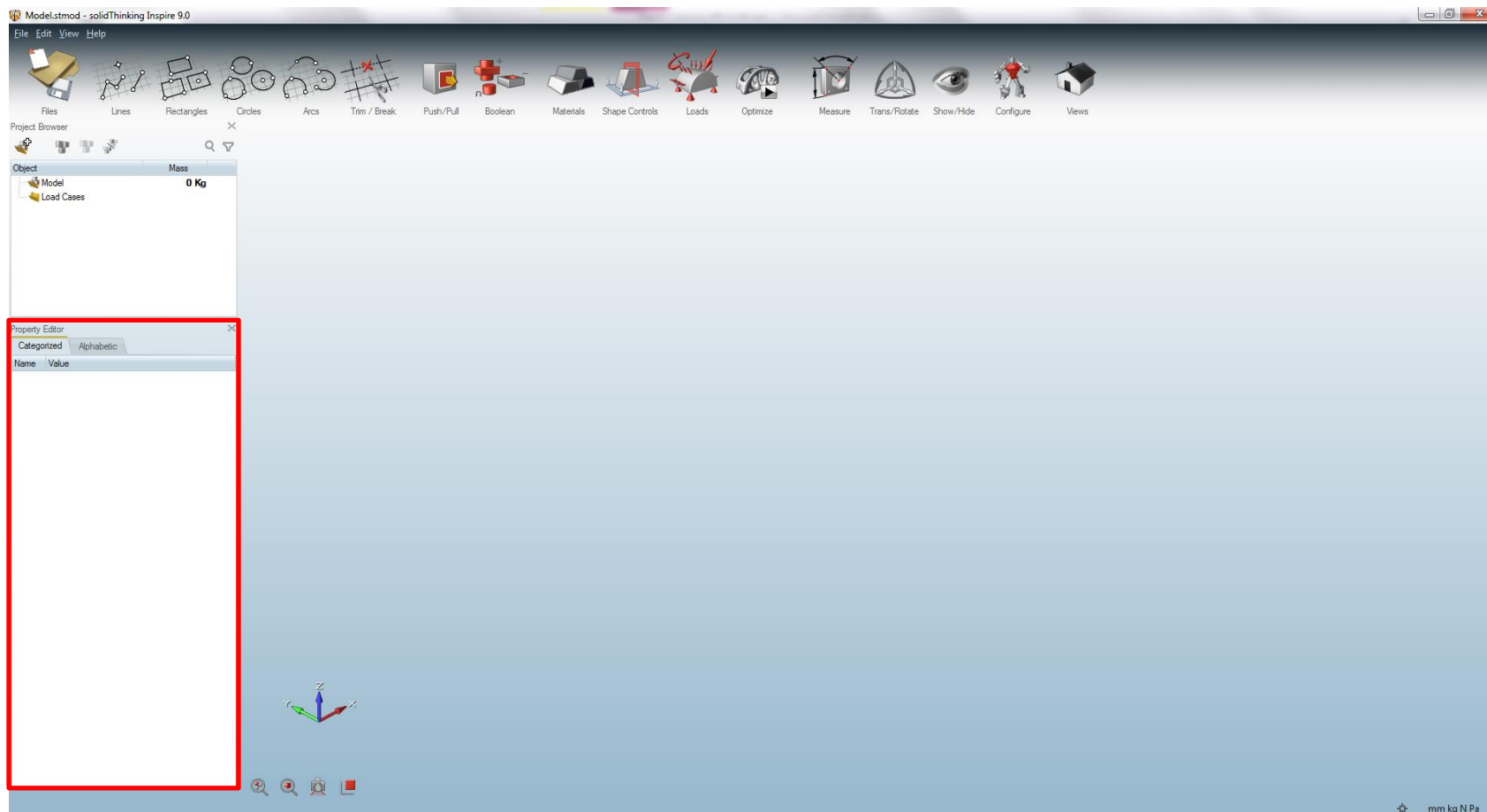
**solidThinking™**



项目浏览器

# Inspire 界面 (GUI)

**solidThinking™**



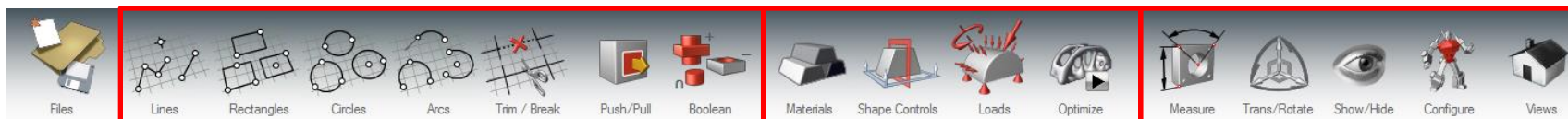
属性编辑器

# Inspire 界面 (GUI) - 工具栏

Inspire 工具栏里面包括多个“多目标”图标：



在工具栏中共有三组工具：



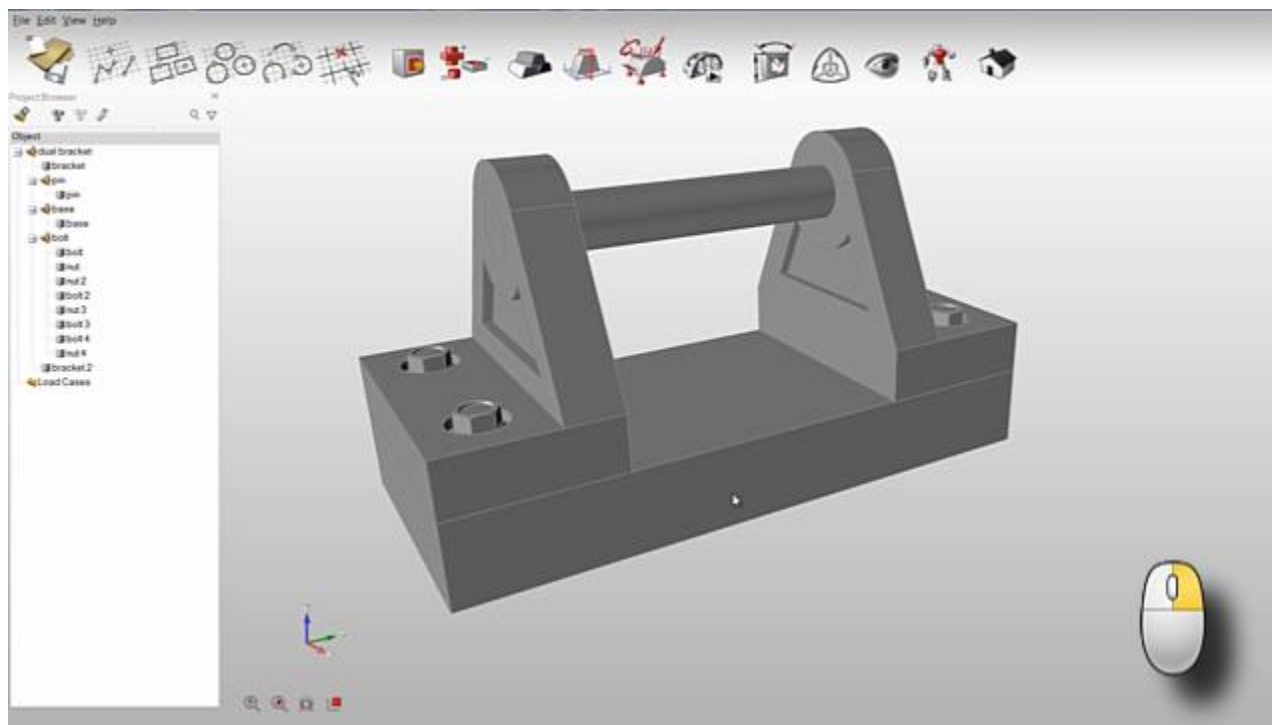
建模

优化

操纵模型

## 模型操纵- 旋转

**solidThinking™**

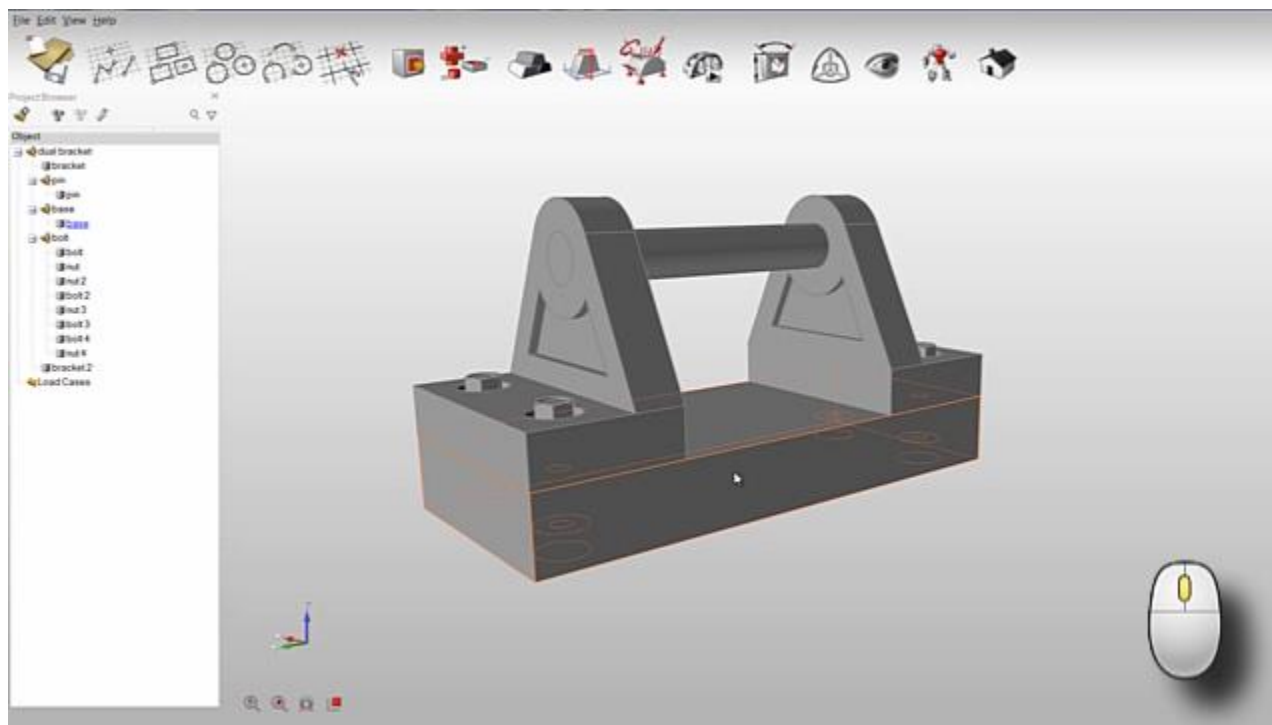


按住鼠标右键进行转盘式旋转



## 模型操纵- 旋转

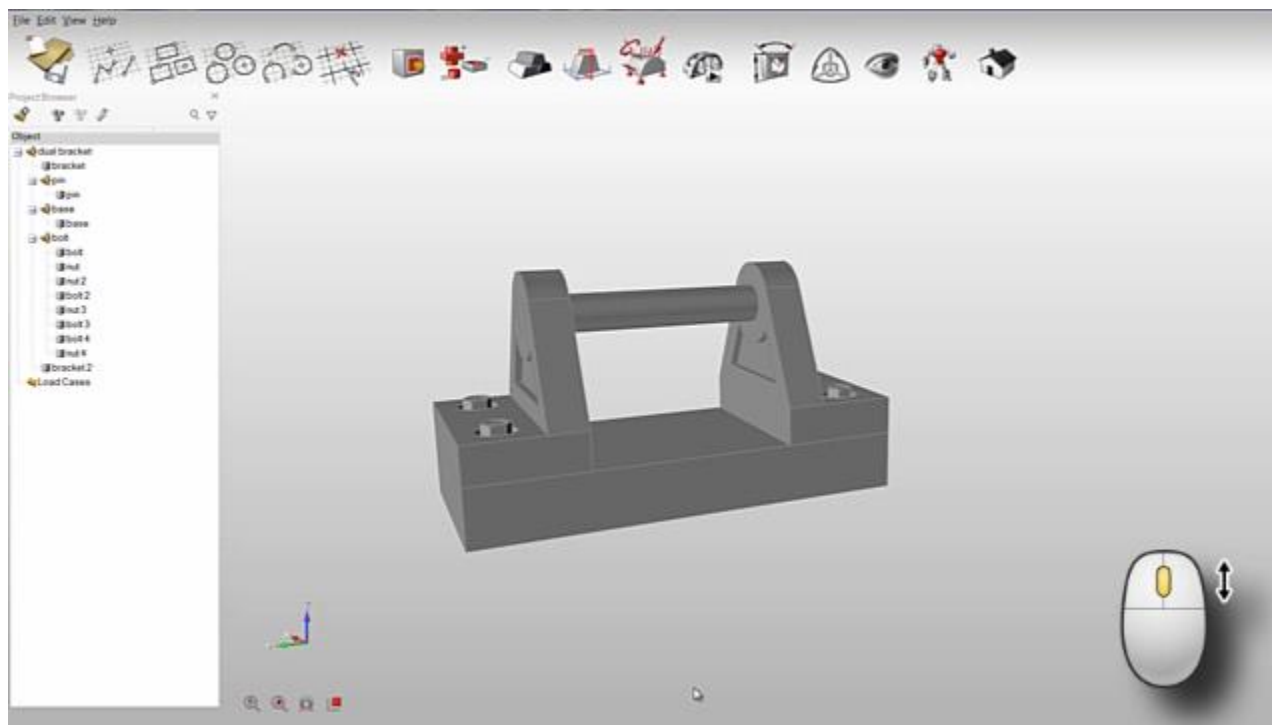
**solidThinking™**



按住鼠标中键进行轨迹球式旋转

## 模型操纵- 放缩

**solidThinking™**

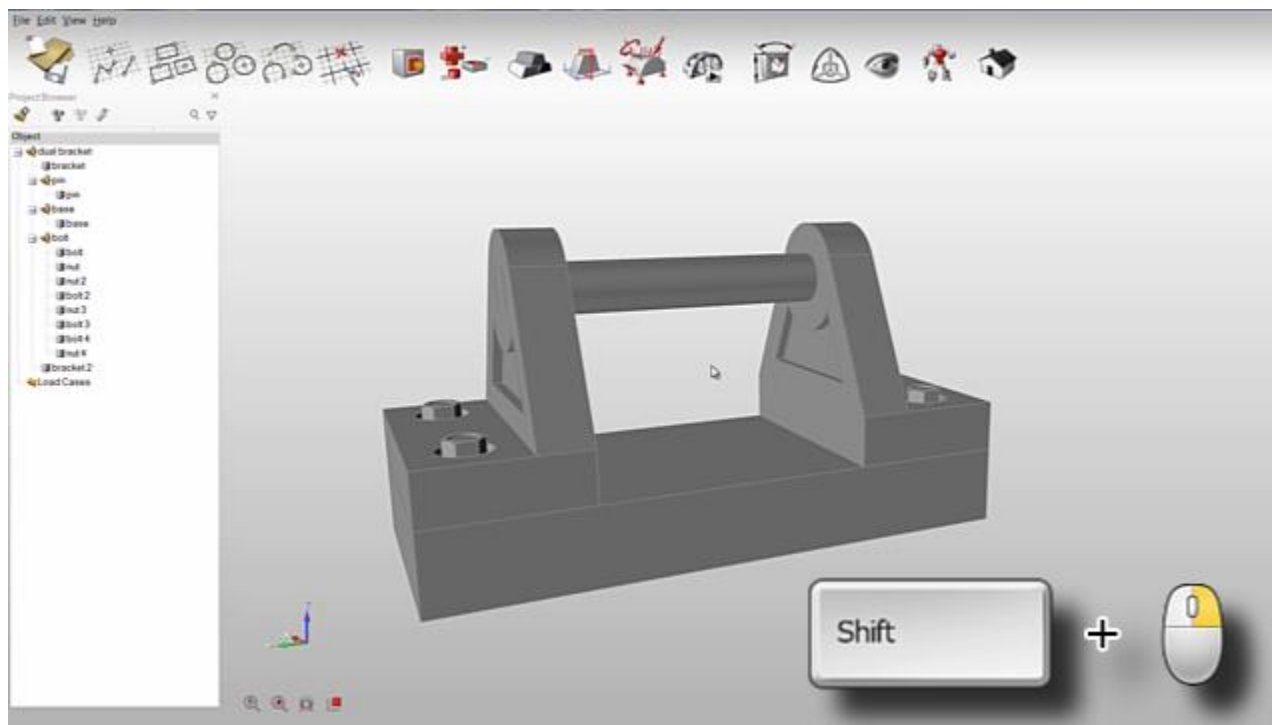


使用鼠标滚轮基于鼠标所点位置放缩

使用**Alt+**滑动鼠标右键，基于屏幕中心放缩

## 模型操纵- 平移

**solidThinking™**



使用 **Shift + 鼠标右键**进行平移

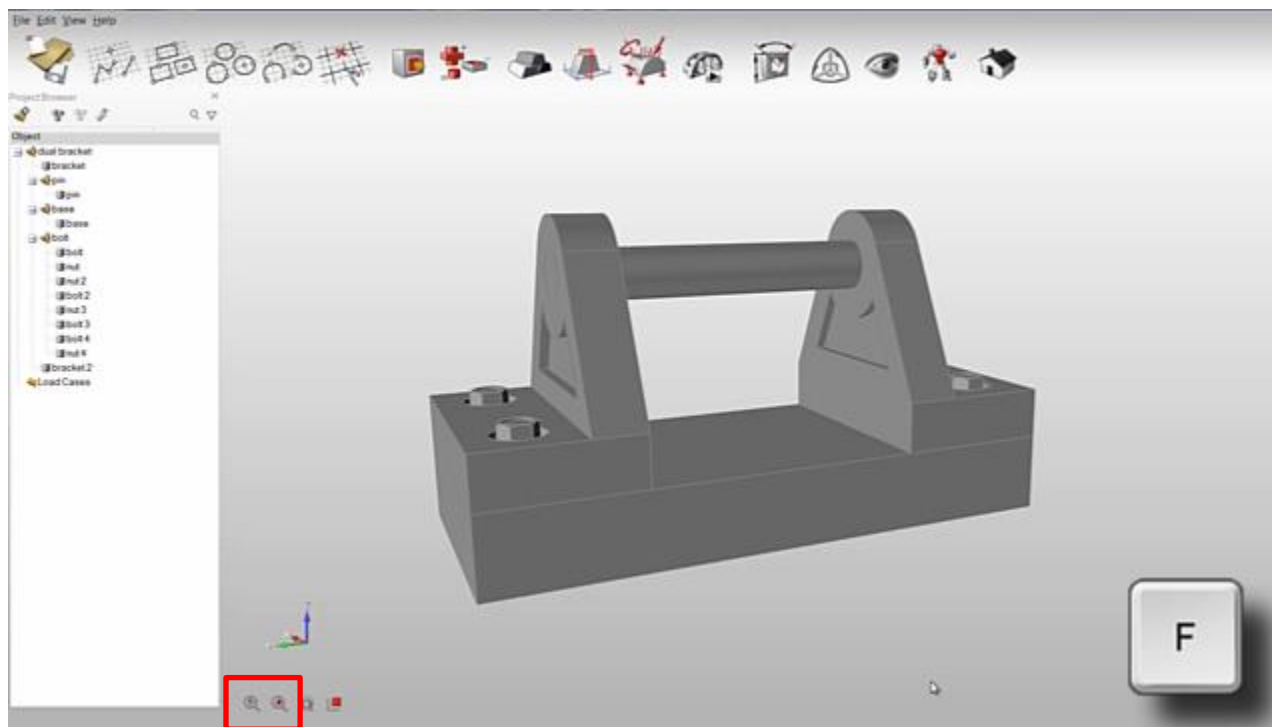
# 模型操纵- 功能一览

**solidThinking™**

	左键	中键	滚轮	右键
无操作	选择	轨迹球式旋转	基于鼠标所在点放缩	转盘式旋转
<b>Shift</b>	取消选择	平移		平移
<b>Ctrl</b>	增加选择			
<b>Alt</b>		基于屏幕中心放缩		

## 模型操纵- Fit (适合)

**solidThinking™**

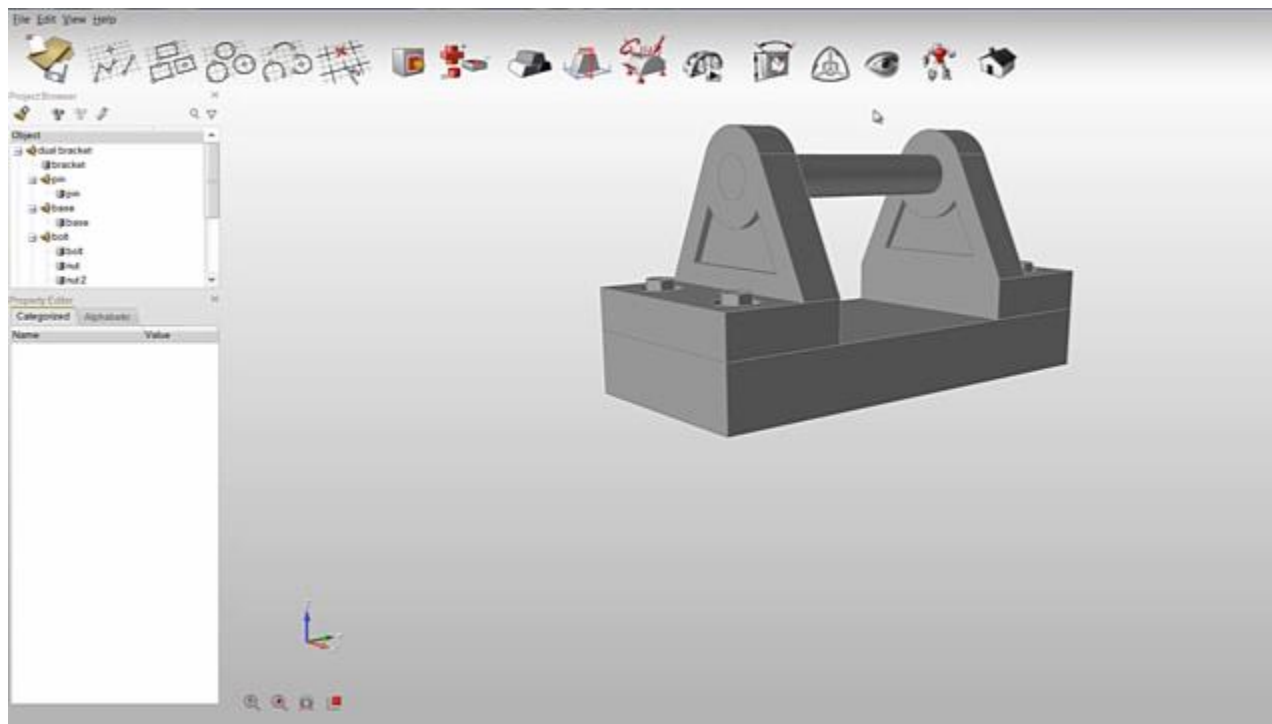


**F 键: Fit all (适合所有) / Fit selection (适合所选)**

控制显示控制工具栏中, 适合所有操作, 让所有对象适合窗口。

控制显示控制工具栏中, 适合所选操作, 让所选对象适合窗口。

## 模型操纵– Hide/Show（显示/隐藏）

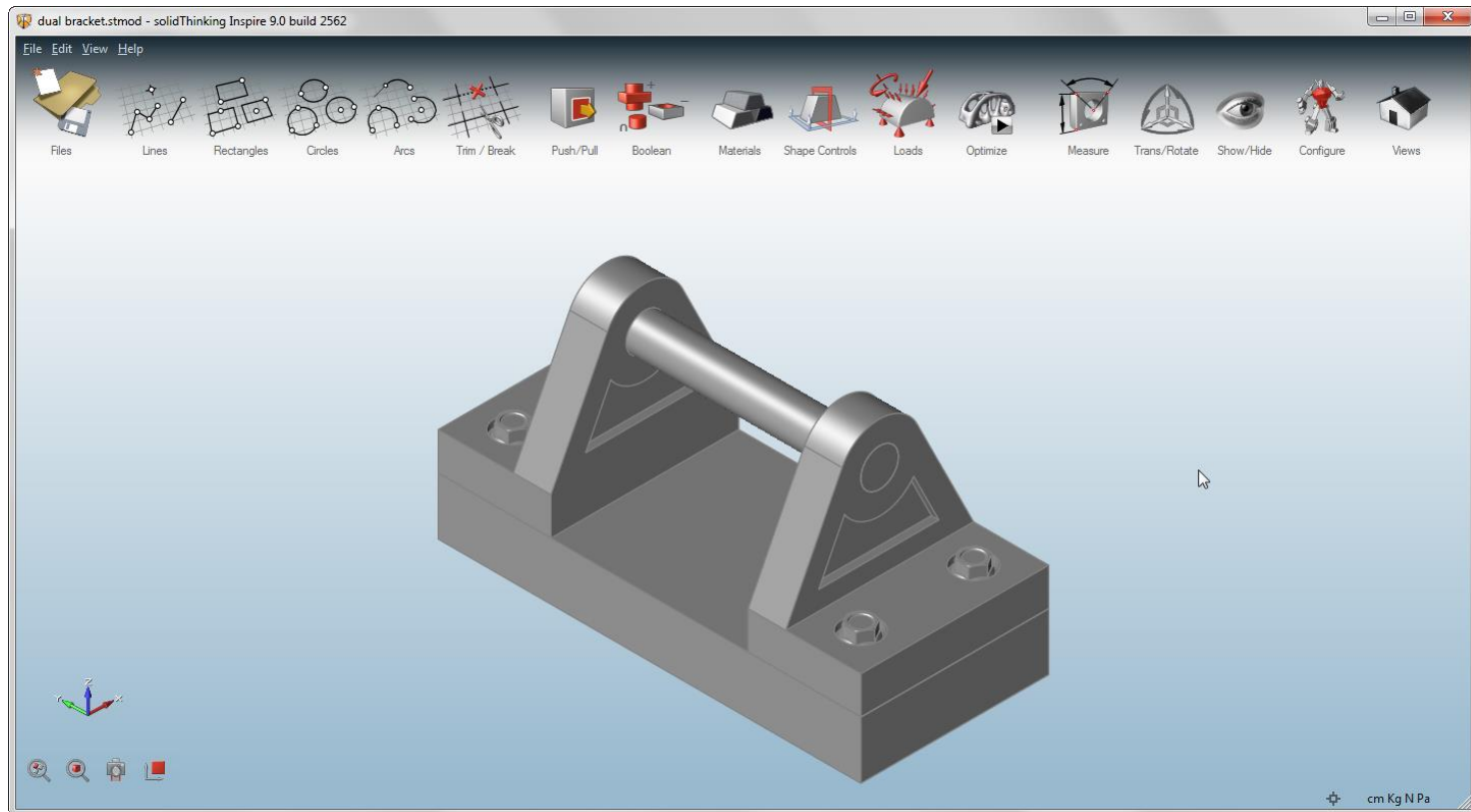


显示/隐藏需要使用模型操纵工具栏中的**Hide/Show**（显示/隐藏）图标

## 练习 1 – 模型操纵

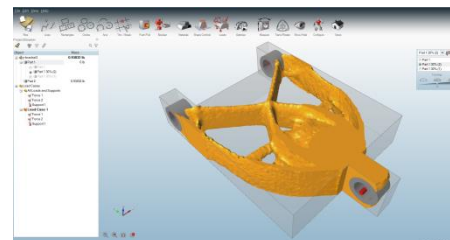
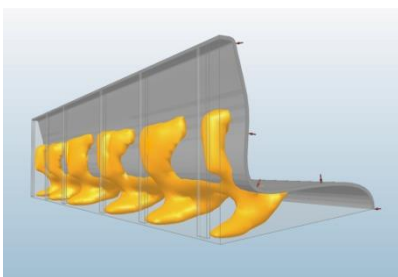
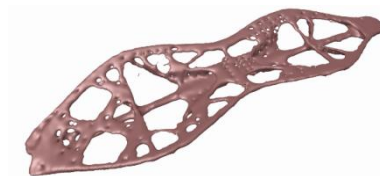
使用**File**（文件）图标, 打开文件 **dual bracket.stmod** 。

练习旋转, 放缩, 平移, 适合, 隐藏及显示操作。



# 优化

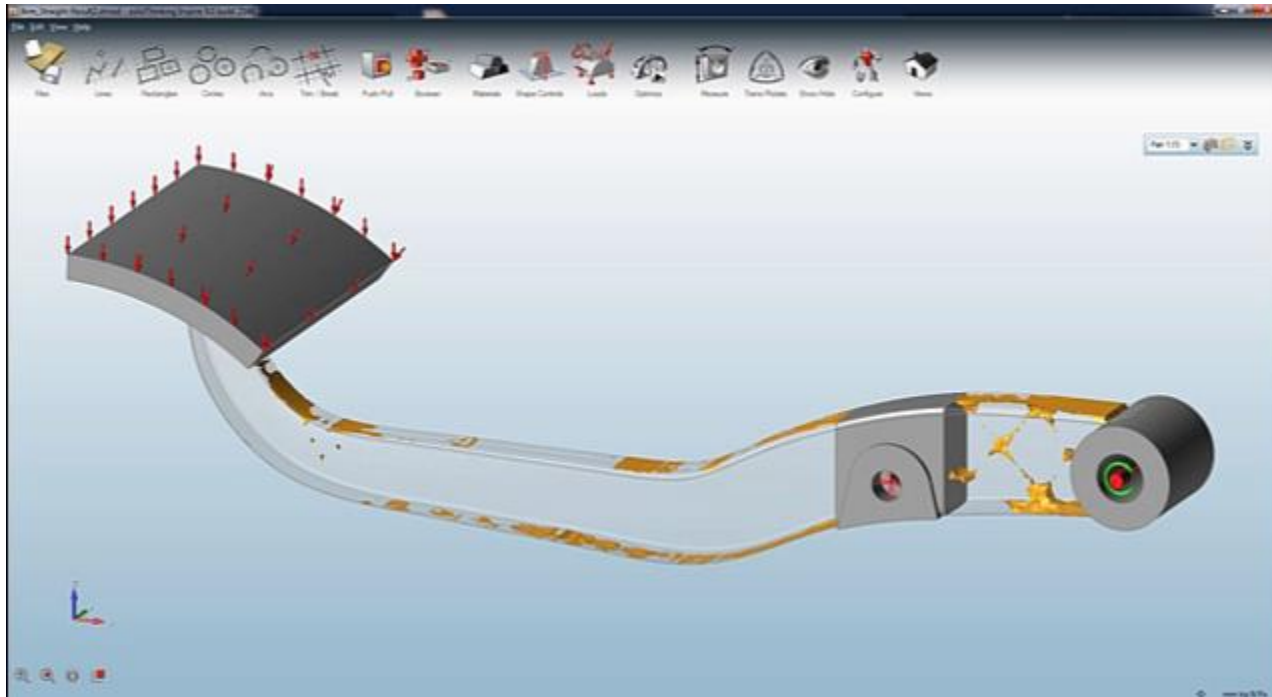
- 介绍
- 运行您的第一个优化
- 设置载荷和约束
- 定义材料
- 定义设计空间
- 设置形状控制和关联复制





# 优化

优化就是在给定的载荷条件下找到最优的材料分布



## Run Optimization (运行优化)

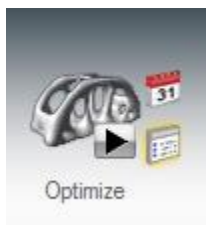
优化通过以下优化图标来控制



- Run optimization (运行优化)

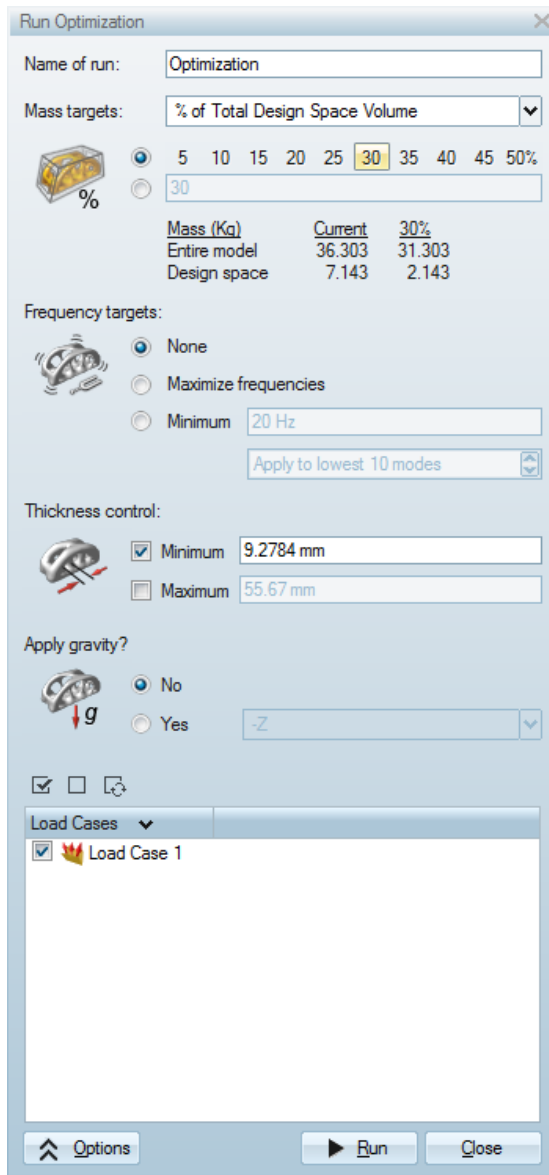


- Optimization Run History... (优化运行历史...)



- Optimization Run Status... (优化运行状态...)

# Run Optimization (运行优化)

**solidThinking™**

*Run Optimization (运行优化)* 窗口定义了以下优化参数:

- Mass target——定义目标质量
- Frequency targets——频率目标
- Thickness controls——厚度控制
- Gravity——是否考虑重力
- Applied load cases——施加工况的情况

## Optimization Run Status (优化运行状态)

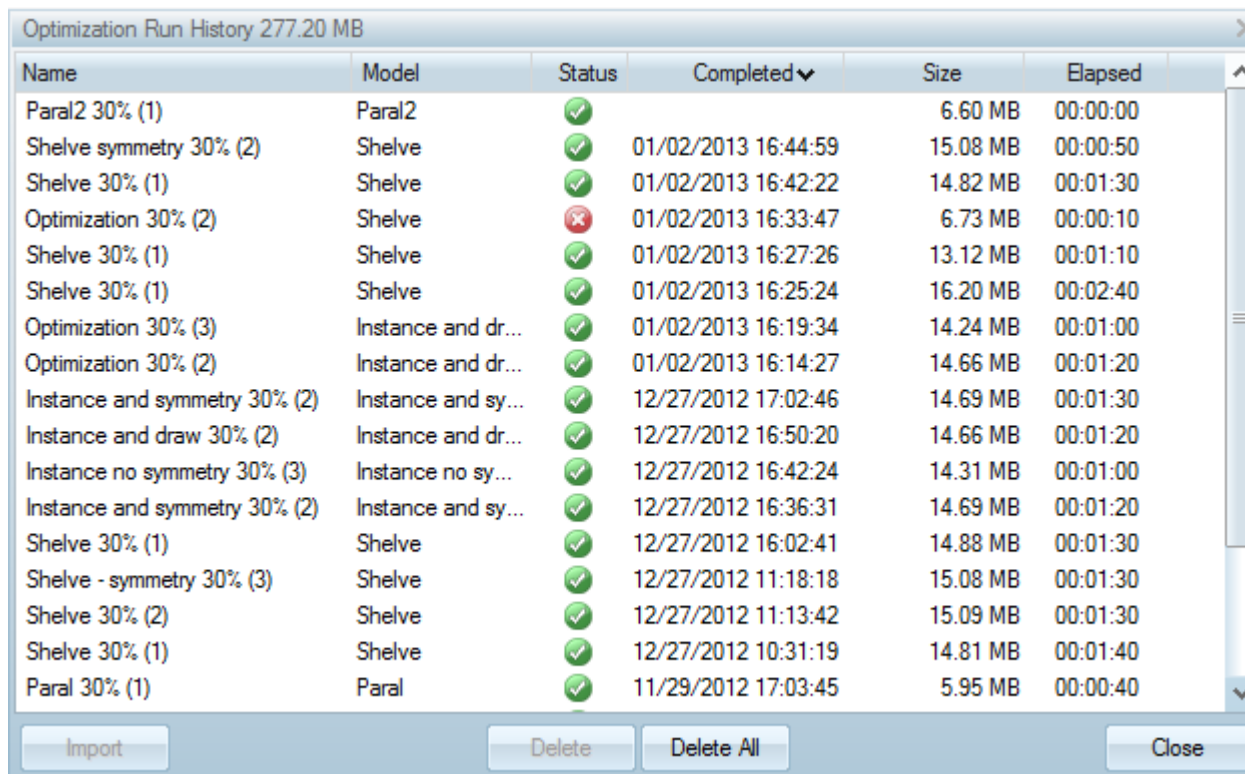
Name	Status	Completed
Optimization 30% (2)		01/02/2013 16:33:47

指示优化状态:

- 运行
- 完成
- 失败

# Optimization Run History (优化运行历史)

显示所有优化运行历史及其状态

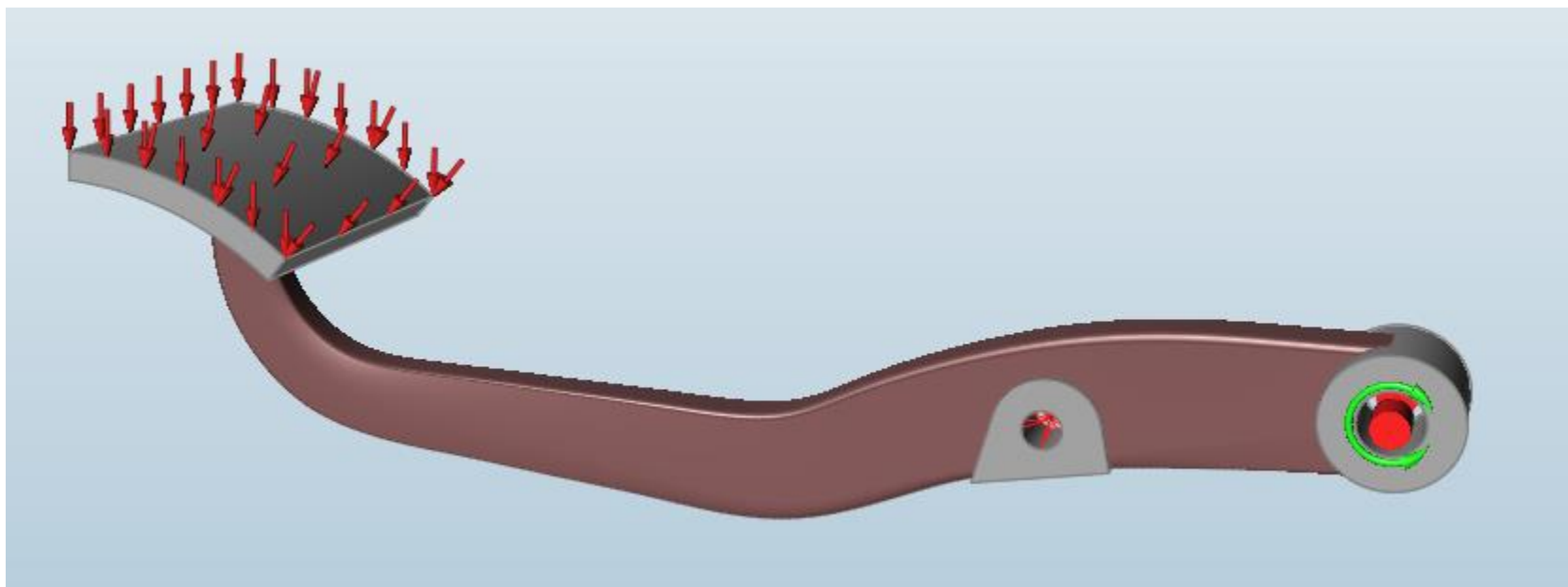


Name	Model	Status	Completed	Size	Elapsed
Paral2 30% (1)	Paral2	✓		6.60 MB	00:00:00
Shelve symmetry 30% (2)	Shelve	✓	01/02/2013 16:44:59	15.08 MB	00:00:50
Shelve 30% (1)	Shelve	✓	01/02/2013 16:42:22	14.82 MB	00:01:30
Optimization 30% (2)	Shelve	✗	01/02/2013 16:33:47	6.73 MB	00:00:10
Shelve 30% (1)	Shelve	✓	01/02/2013 16:27:26	13.12 MB	00:01:10
Shelve 30% (1)	Shelve	✓	01/02/2013 16:25:24	16.20 MB	00:02:40
Optimization 30% (3)	Instance and dr...	✓	01/02/2013 16:19:34	14.24 MB	00:01:00
Optimization 30% (2)	Instance and dr...	✓	01/02/2013 16:14:27	14.66 MB	00:01:20
Instance and symmetry 30% (2)	Instance and sy...	✓	12/27/2012 17:02:46	14.69 MB	00:01:30
Instance and draw 30% (2)	Instance and dr...	✓	12/27/2012 16:50:20	14.66 MB	00:01:20
Instance no symmetry 30% (3)	Instance no sy...	✓	12/27/2012 16:42:24	14.31 MB	00:01:00
Instance and symmetry 30% (2)	Instance and sy...	✓	12/27/2012 16:36:31	14.69 MB	00:01:20
Shelve 30% (1)	Shelve	✓	12/27/2012 16:02:41	14.88 MB	00:01:30
Shelve - symmetry 30% (3)	Shelve	✓	12/27/2012 11:18:18	15.08 MB	00:01:30
Shelve 30% (2)	Shelve	✓	12/27/2012 11:13:42	15.09 MB	00:01:30
Shelve 30% (1)	Shelve	✓	12/27/2012 10:31:19	14.81 MB	00:01:40
Paral 30% (1)	Paral	✓	11/29/2012 17:03:45	5.95 MB	00:00:40

Import Delete Delete All Close

## 练习 2 – 运行您的第一个优化

打开模型 *Brake Pedal.stmod*



## 练习 2 – 运行您的第一个优化

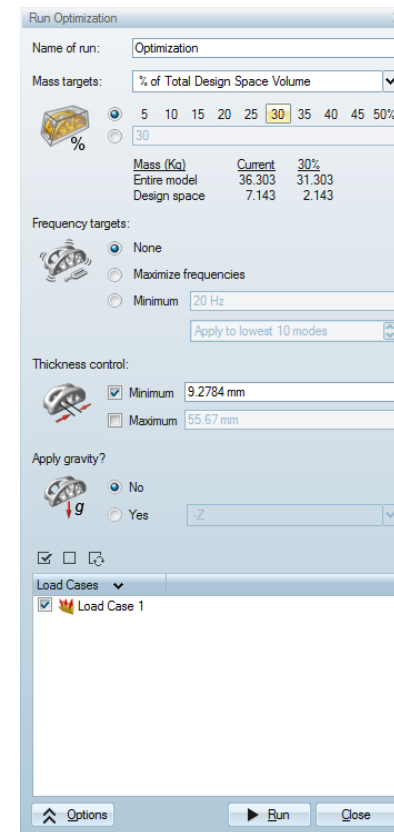
点击 **Run Optimization**（运行优化）图标



在 **Run Optimization**（运行优化）对话框中  
检查优化的各种参数定义

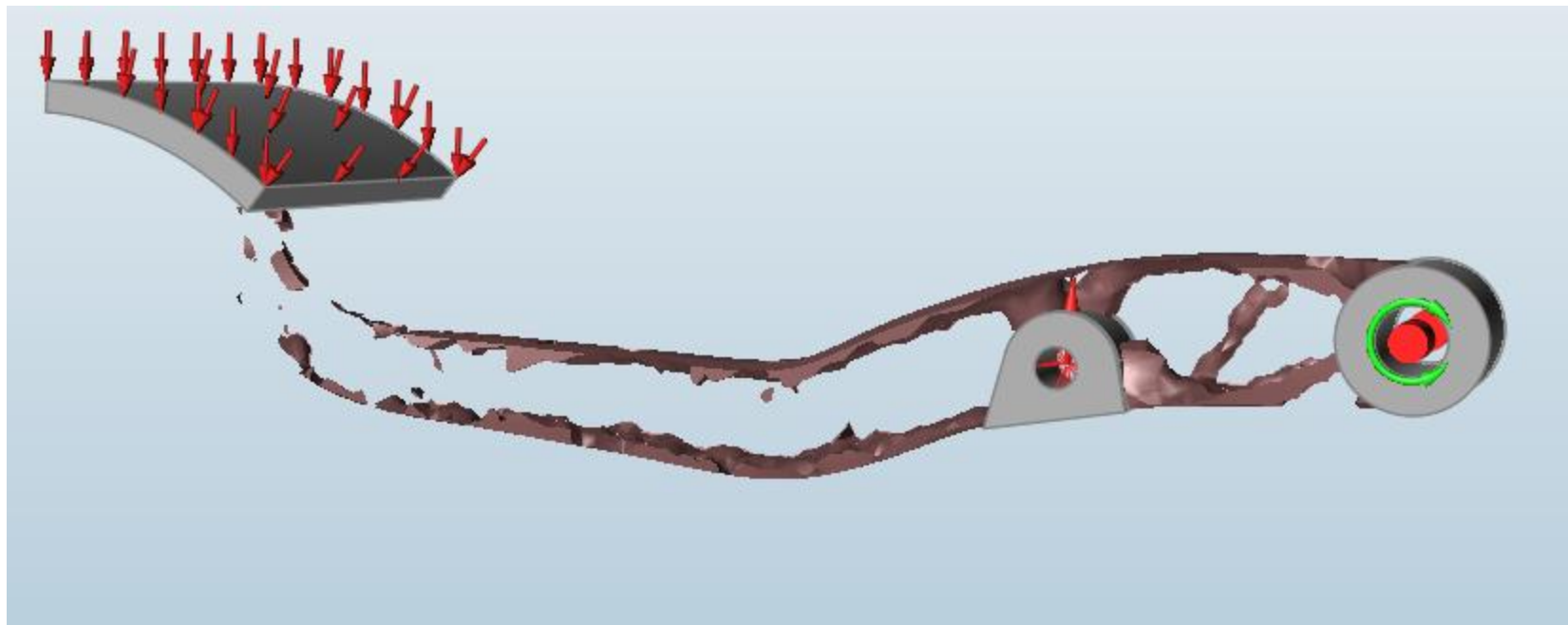
点击 **Run**（运行）按钮，运行将持续几分钟。

一旦优化完成，请注意 **Optimize**（优化）图标上  
会出现绿色小旗



## 练习 2 – 运行您的第一个优化

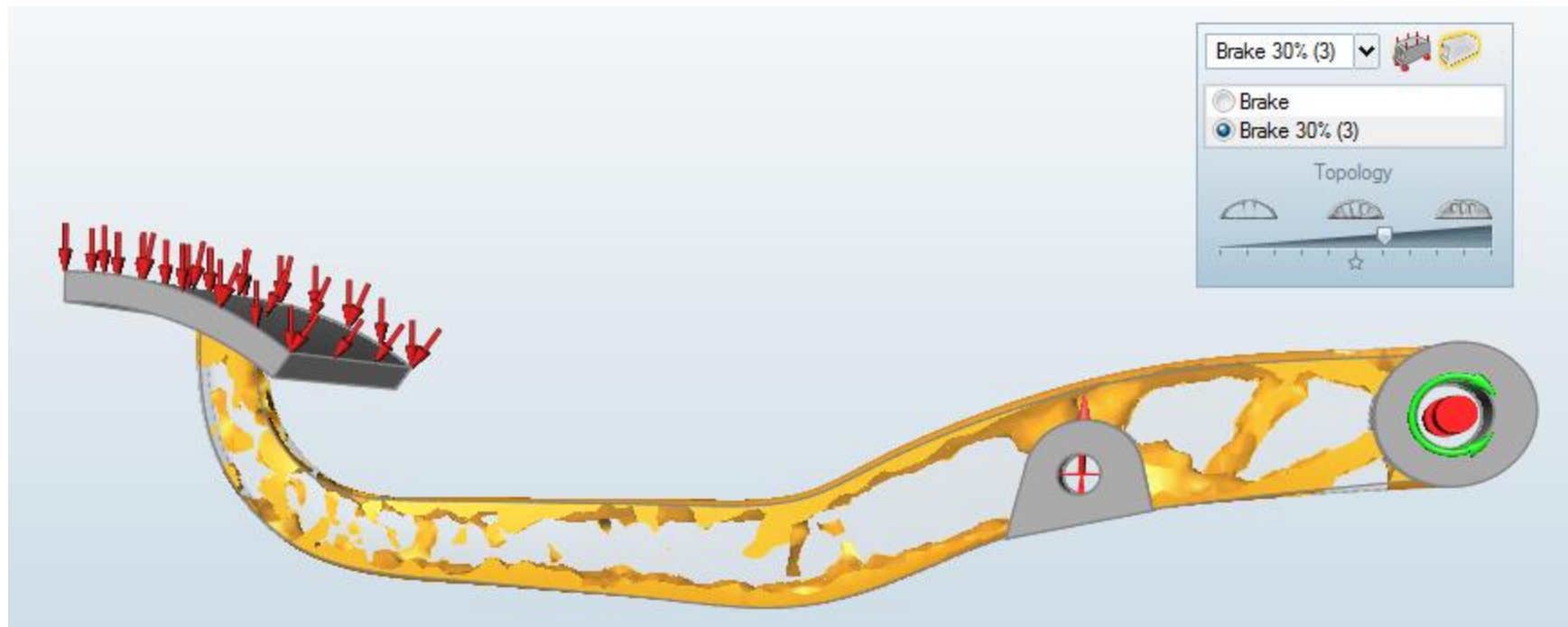
点击绿色小旗获得结果





## 练习 2 – 运行您的第一个优化

点击优化后的零件，出现结果探索器



使用拓扑滑块探索结果

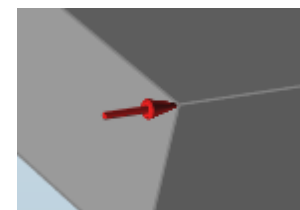
当探索结果时，请注意当滑块右滑时可能会出现一些空洞，为了避免这种现象，我们要为其增加形状控制。

# 载荷

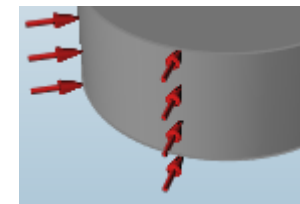
使用 **Loads**（载荷）图标可以定义多种类型的载荷：



**Forces**（力）表现了推或者拉的作用力，可以被施加于点、边、面和圆柱型孔中。



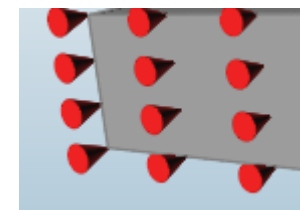
**Pressure**（压力）表现了施加于面法相的均衡力，尤其适用当气体或者液体作用于表面时。



**Torques**（扭矩）表现了扭转的作用力，可以施加于面或者圆柱形孔中。



**Supports**（约束）用于固定零件，可以施加于点、边、面、圆柱形孔。

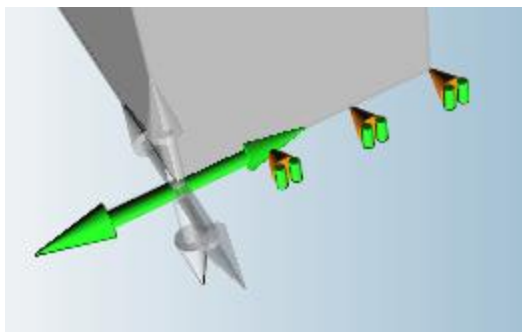


## Supports (约束)

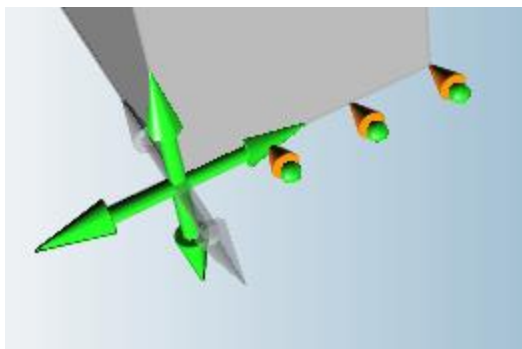
约束创建好后还可以再次进行修改，只需双击某一个约束，即可释放其在多个方向的自由度：



所有自由度锁定



在垂直平面内释放一个方向的自由度



垂直向锁定，释放一个平面内的所有自由度

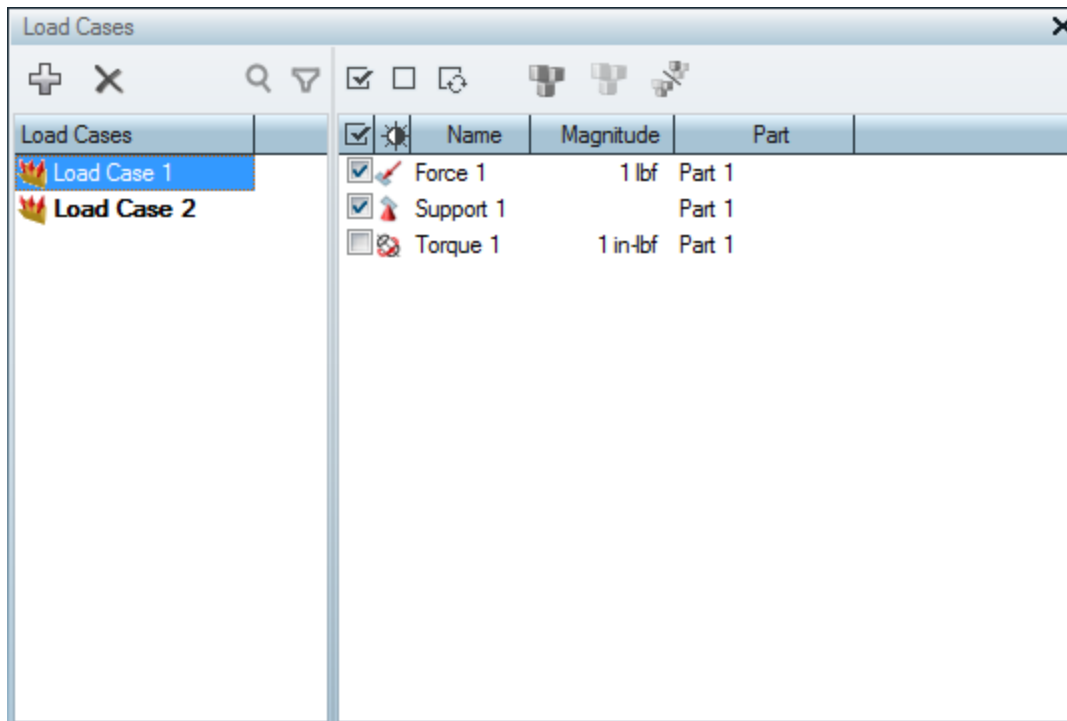
## Load Cases (载荷工况)

**solidThinking™**

在载荷工况中可以设置约束和载荷。指定的约束或者载荷可以设定于多个载荷工况内。



使用 *List Load Cases...* (载荷工况列表) 管理载荷工况



**Load Case** (载荷工况) 对话框可被用于创建和删除工况，以及管理工况中的载荷和约束。

## Material (材料)

### 在优化中零件必须被赋予材料

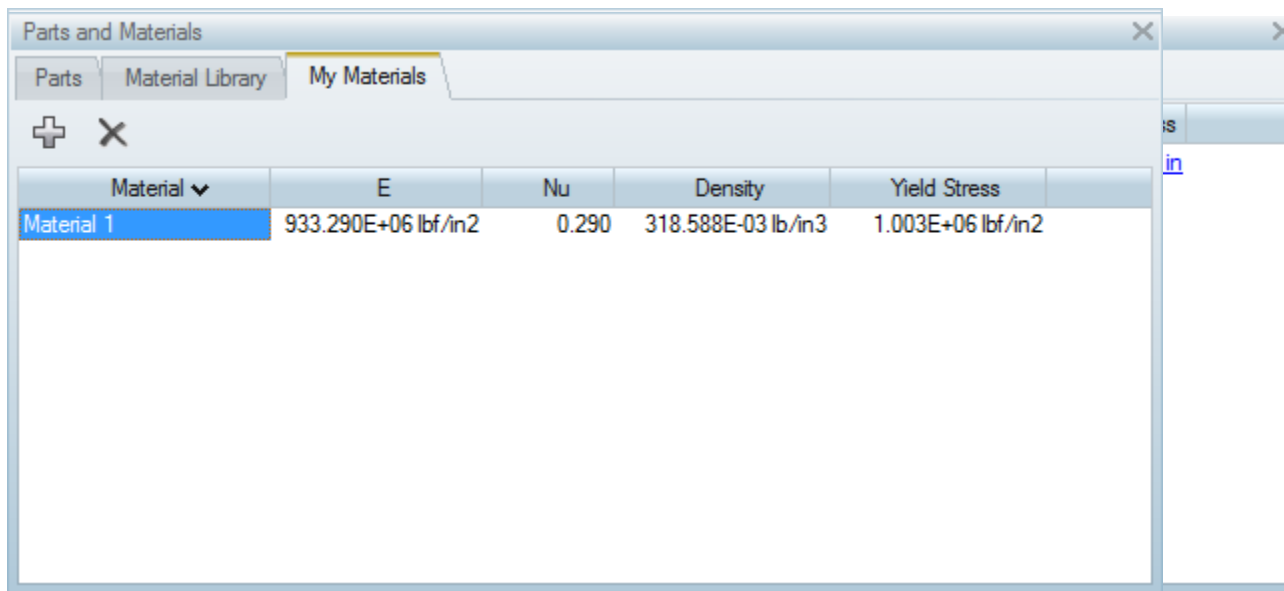


材料需使用 *Materials* (材料) 图标进行管理

Parts (零件) 卷标用于给零件赋予材料。

Material Library (材料库) 包含了预定义的材料。

My Materials (我的材料) 允许用户自定义材料。

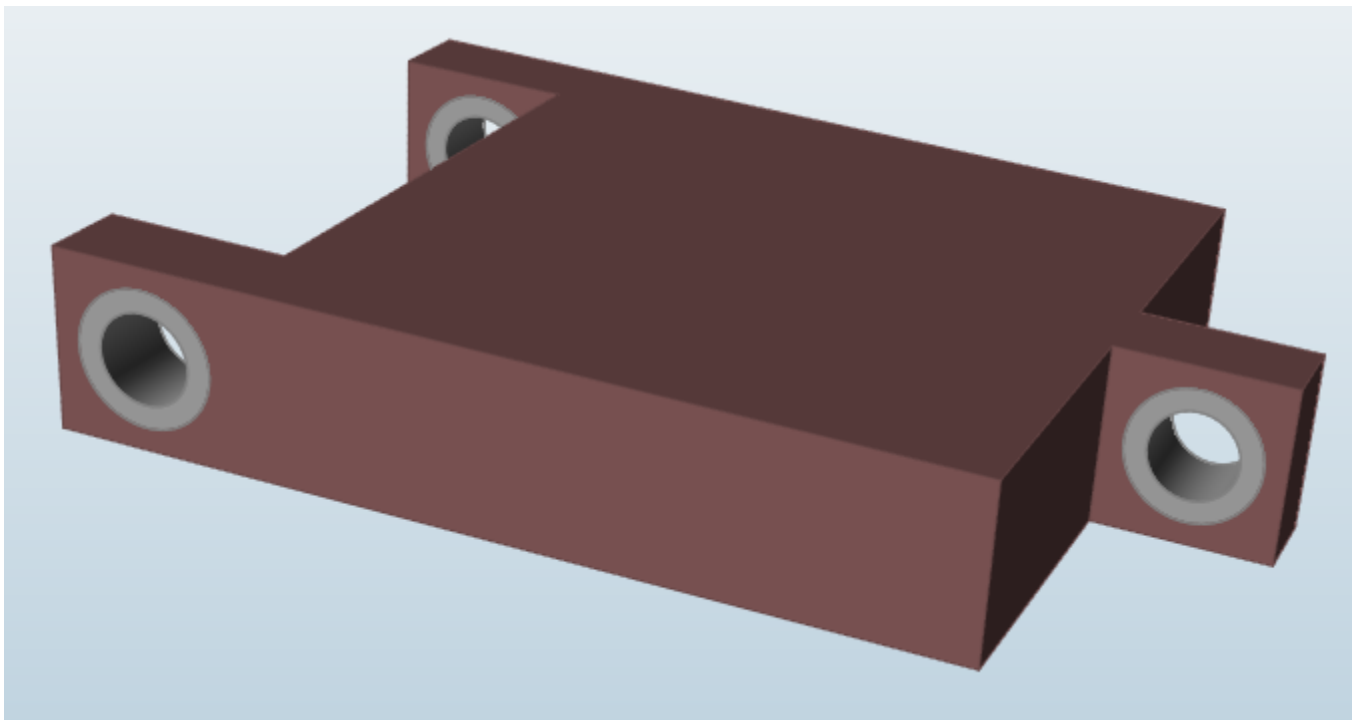


Material	E	Nu	Density	Yield Stress
Material 1	933.290E+06 lbf/in <sup>2</sup>	0.290	318.588E-03 lb/in <sup>3</sup>	1.003E+06 lbf/in <sup>2</sup>

## Design Space（设计空间）

**solidThinking™**

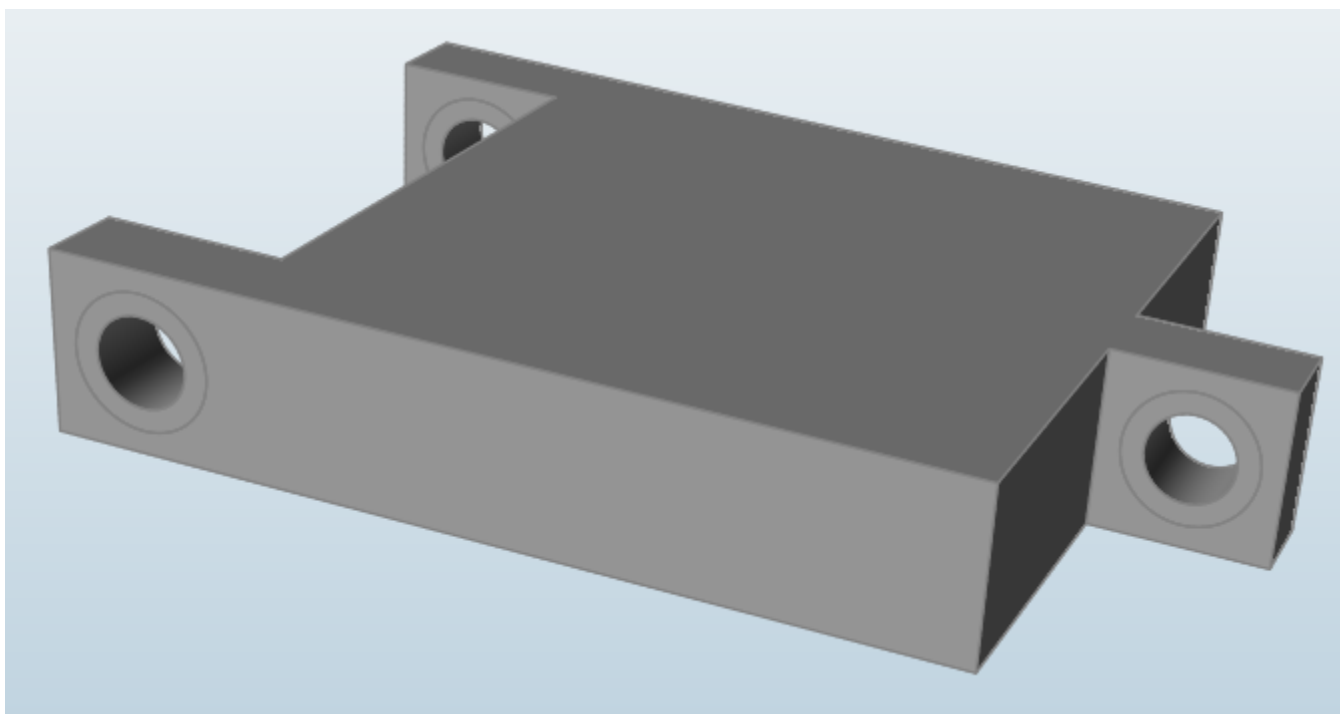
默认情况下，零件不会被设定为 **Design Space**（设计空间），这意味着在优化过程中他们不会被修改。用鼠标右键点击某一零件，为其选中**Design Space**复选框，该零件即被设定为设计空间。



在视图中，非设计空间会显示为灰色，设计空间会为暗红色。

## 练习 3 – 优化

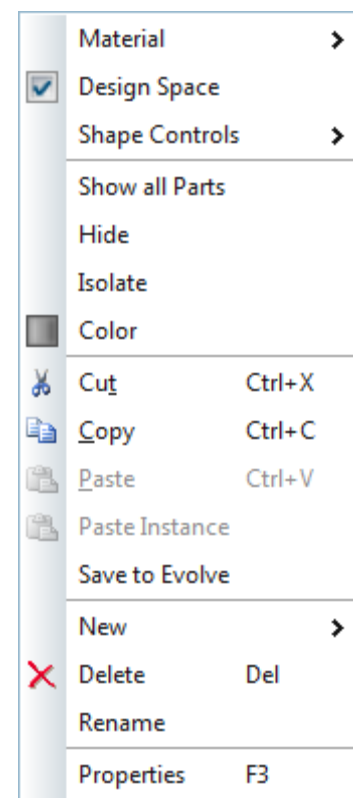
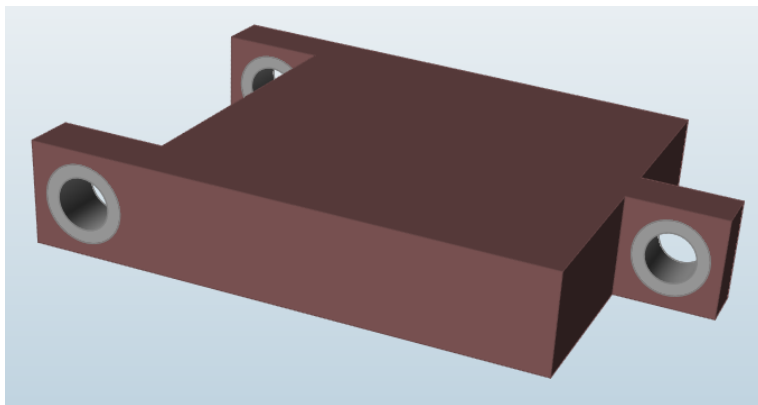
打开文件 **y-bracket.stmod**。这是一个托架模型。  
在此练习中，我们将会定义设计空间，材料，载荷，以及优化这个设计。



## 练习 3 – 优化

请注意该模型已经被分成了四个部分。其中有一个主体部分，还有三个小圆柱，我们将在这个三个小圆柱上施加约束和载荷。在优化过程中，我们不需要修改所有零件，所以在这个案例中仅定义主体部分为设计空间。

鼠标右键点击主体，并从右键菜单中勾选 **Design Space** 复选框。





## 练习 3 – 优化

接下来我们要为零件定义材料。

点击 **Materials**（材料）图标打开 **Parts and Materials**（零件和材料）对话框。  
选择在 **Part**（零件）卷标下的所有四个零件。

鼠标右键点击所选对象。

在弹出的右键菜单中，选择 **Materials**（材料），然后选择 **Steel (AISI 304)**。

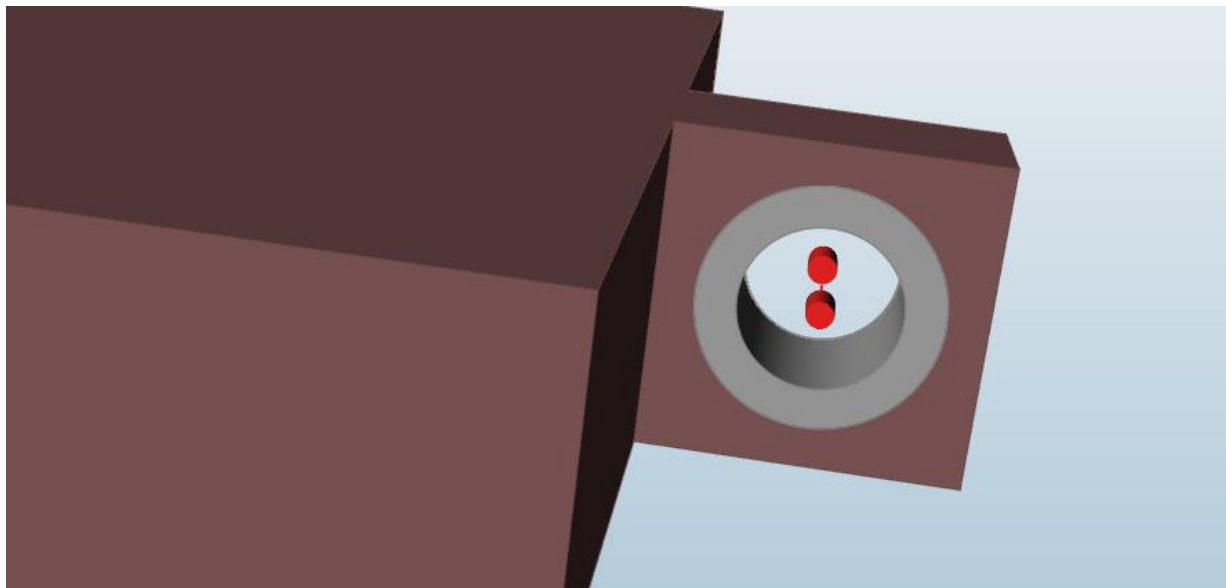


也可以在Material卷标下，点击材料名称，从下拉菜单中选定某一材料。

## 练习 3 – 优化

下一步中需要为优化设定载荷和约束。首先我们需要定义独立的载荷和约束，随后再在工况中对他们进行管理。

我们首先在圆柱孔中设定约束，默认其所有方向都被锁定。

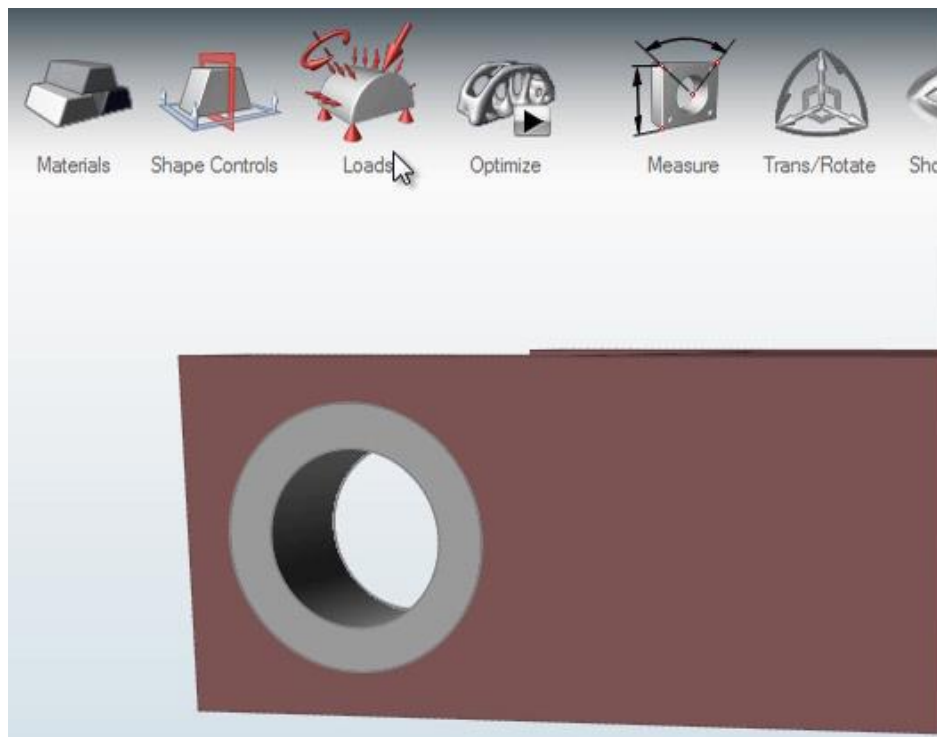


## 练习 3 – 优化

**solidThinking™**

然后对另外两个圆柱孔，依次在每个孔中分别创建三个不同方向的作用力，大小都为**1lbf**，每一侧的作用力：

- 一个力在 **X** 方向
- 一个力在 **Y** 方向
- 一个力在 **Z** 方向

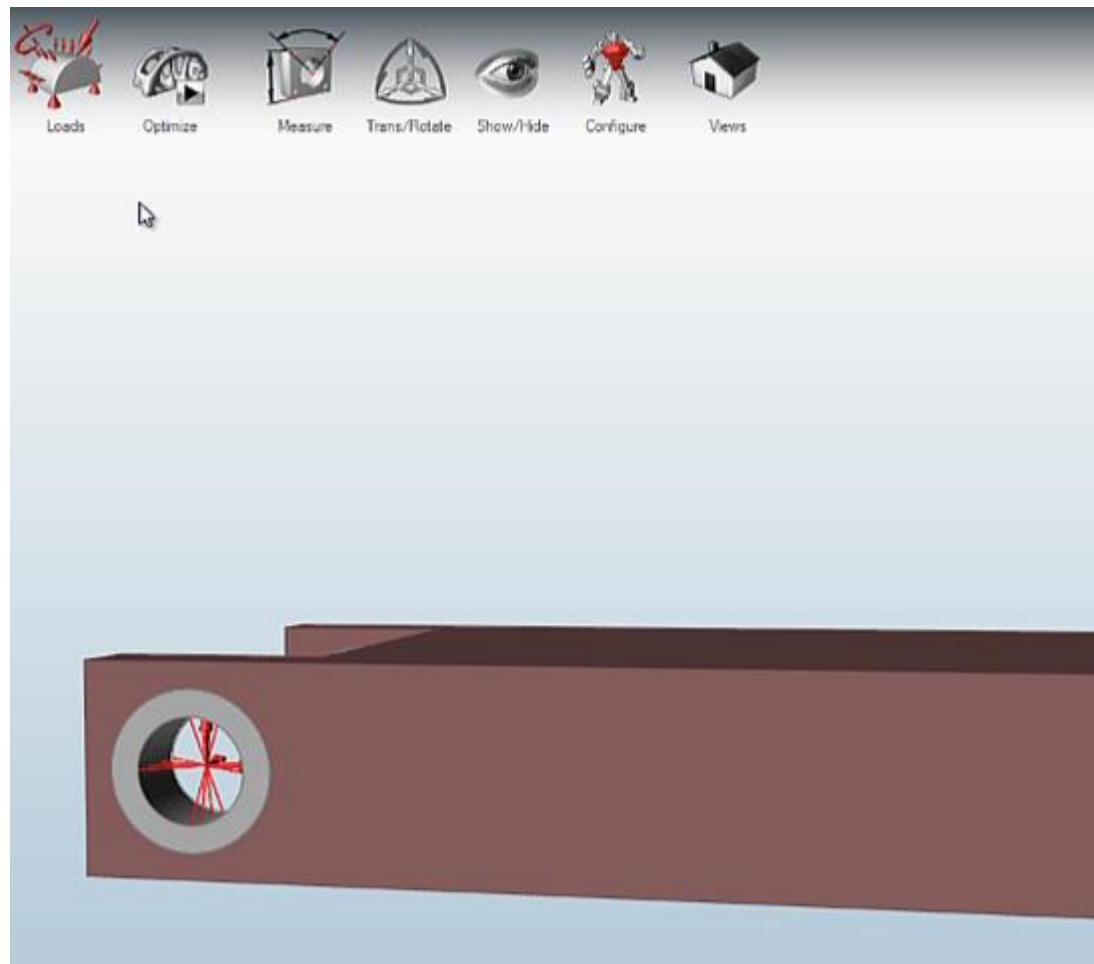


## 练习 3 – 优化

**solidThinking™**

一旦载荷和约束创建好后，  
它们即会被整合进工况中。

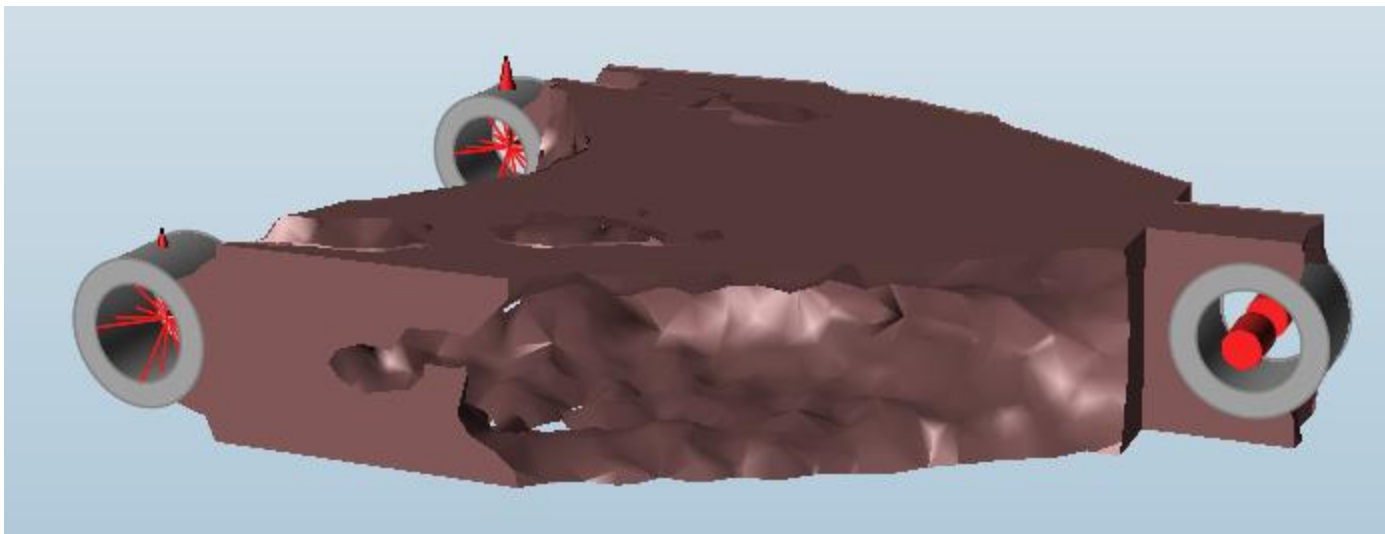
我们将会创建三个载荷工况，  
每个工况都具有一个  
不同的方向。



请注意当选择的时候，作用力都会在视图中显示为高亮。

## 练习 3 – 优化

在保持所有默认设置的情况下运行优化，您将会获得何种结果？



请保持模型处于打开状态，该模型将会在后续练习中继续使用。

## Shape Controls (形状控制)

形状控制由 **Shape Controls** (形状控制) 图标进行控制。  
在 **Shape Controls** 图标下有三个选项:



- **Draw Direction** (拔模方向)



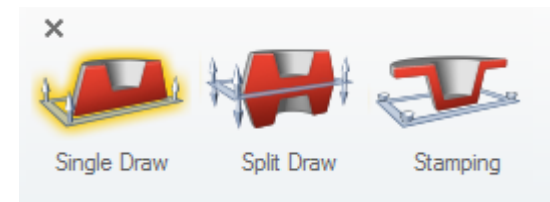
- **Symmetry** (对称)



- **List Shape Controls** (形状控制列表)

## Shape Controls – Draw Direction（拔模方向）

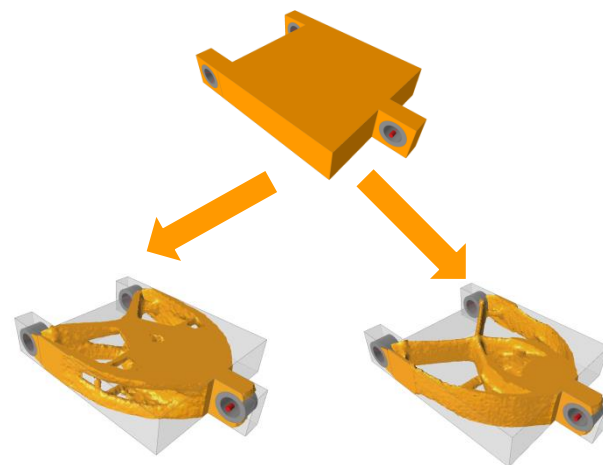
在拔模方向的菜单中有三个可选项：



**Single Draw**（单向拔模）和 **Split Draw**（双向拔模）都用于铸造件。

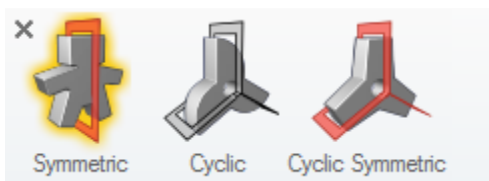
对于单向拔模来说，模具的脱模平面处于设计空间以外；对于双向拔模来说，脱模平面在设计空间以内。

**Stamping**（冲压）是用于冲压的情况。获得的形状会得到均衡的厚度。



## Shape Controls – Symmetry (对称)

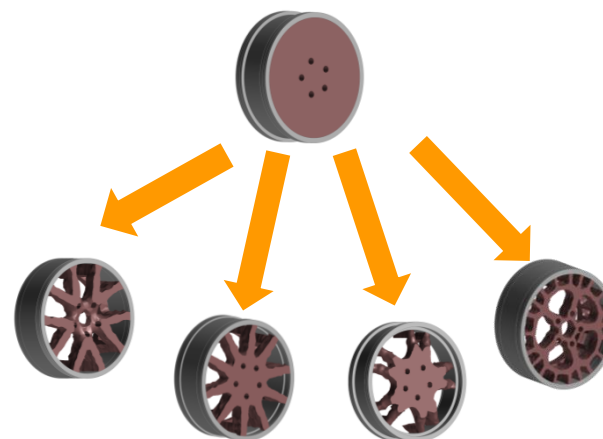
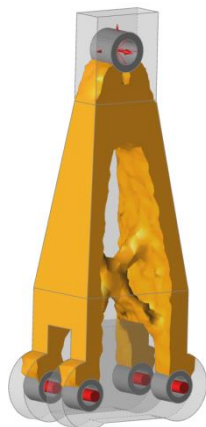
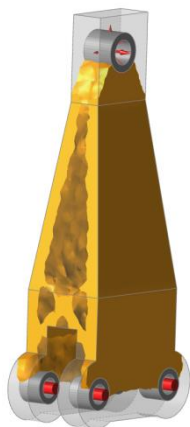
在对称的菜单中有三个可选项：



**Symmetric** (对称) 可以定义三个对称平面。

**Cyclic** (周期循环) 可以定义非均衡的周期样式。

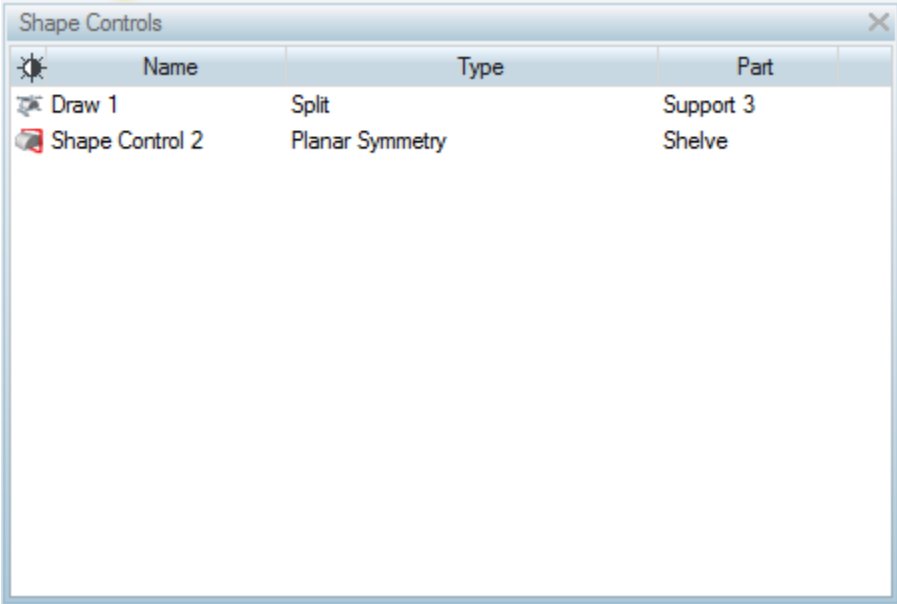
**Cyclic symmetric** (周期循环对称) 可以定义周期重复的对称样式。





## Shape Controls – List Shape Controls (形状控制列表) **solidThinking™**

形状控制列表是一个单独弹出的窗口，列出了所有已定义的形状控制：

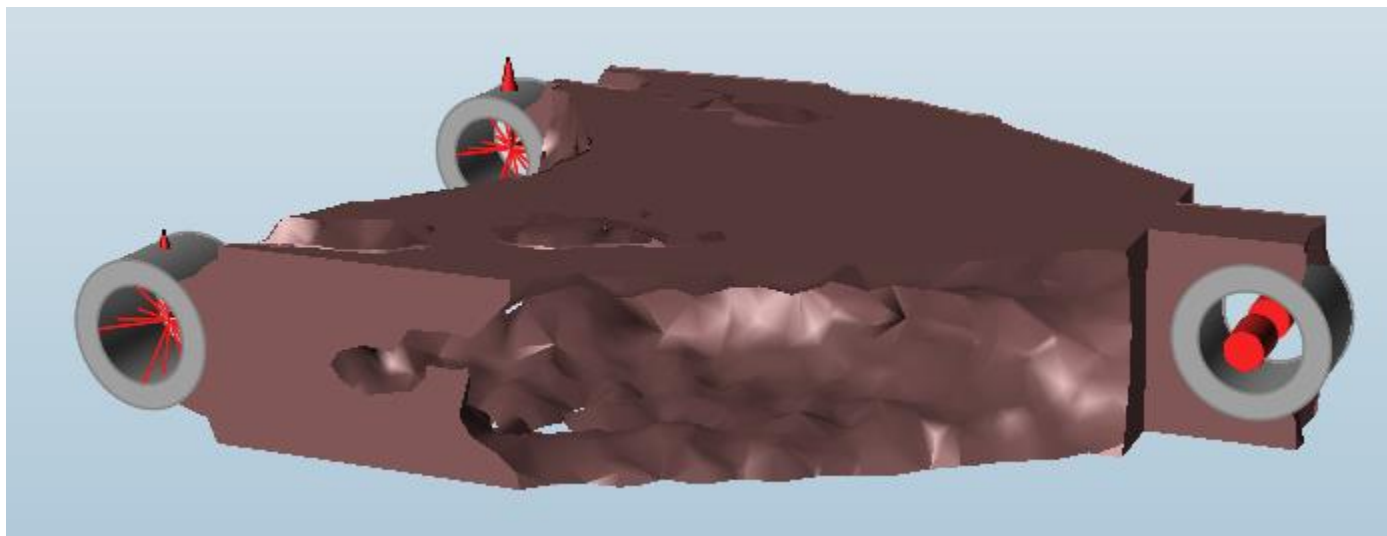


The screenshot shows a window titled "Shape Controls" with a close button in the top right corner. The window contains a table with the following data:

Name	Type	Part
Draw 1	Split	Support 3
Shape Control 2	Planar Symmetry	Shelve

## 练习 4 – Draw Direction (拔模方向)

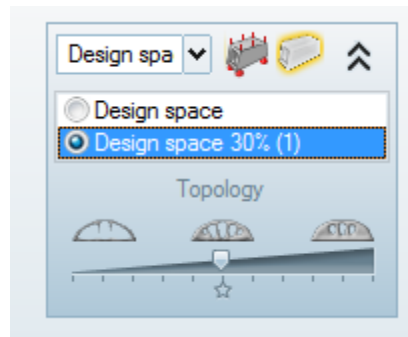
我们将使用拔模方向，在之前练习的基础上提升设计方案。



## 练习 4 – Draw Direction（拔模方向）

鼠标双击设计方案

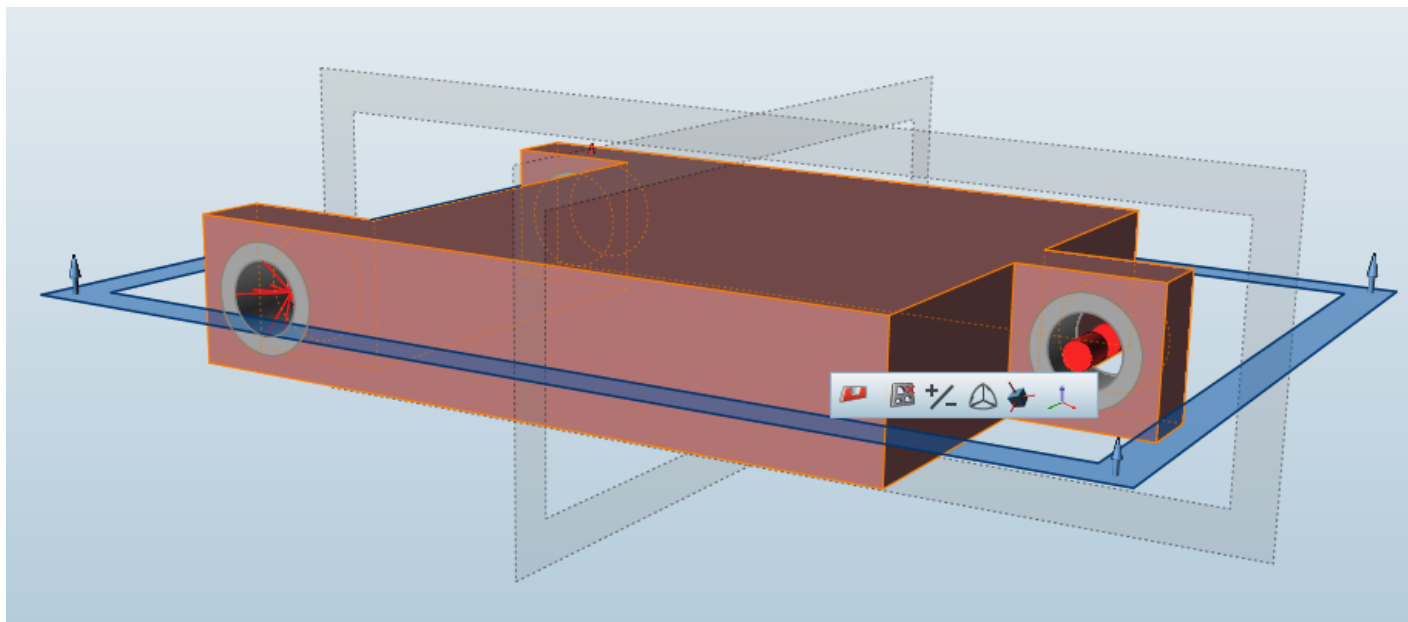
在备选窗口中，选择**Design Space**显示原始的设计空间。



## 练习 4 – Draw Direction（拔模方向）

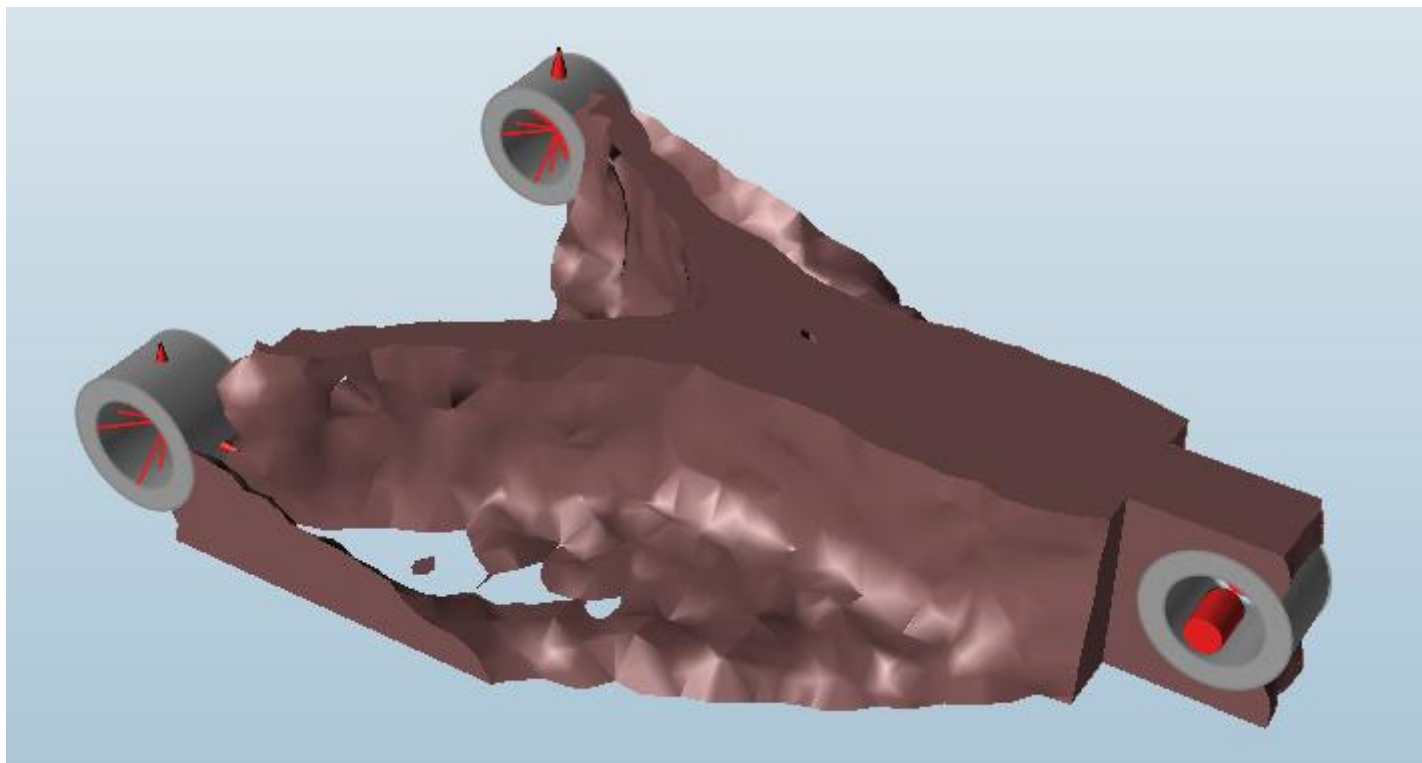
在**Shape Control**图标中，选择**Draw Direction / Single Draw**。在视图中点击设计空间，此时出现了一个蓝色的设计平面，和两个呈灰色的平面。

蓝色的平面代表激活的拔模平面。如果希望激活其他拔模平面，则直接点选灰色平面即可激活。



## 练习 4 – Draw Direction (拔模方向)

再次运行优化并观察结果。



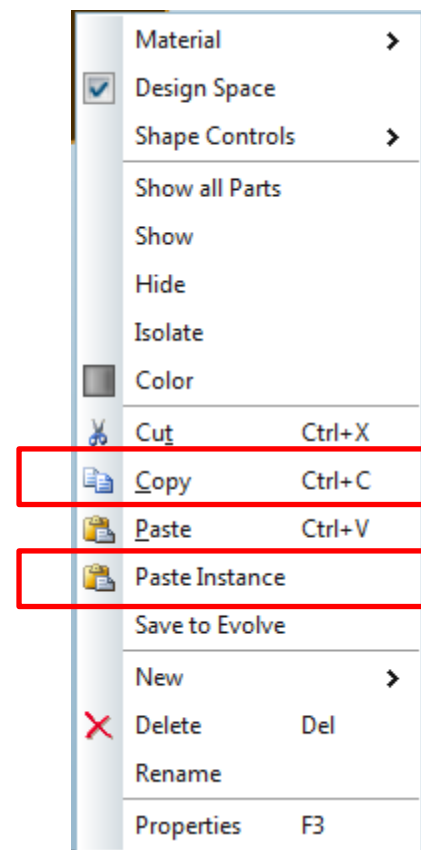
## Pattern Repetition (模式重复)

**solidThinking™**

如果需要创建的多个零件在运行优化时获得同样的结果，这种操作叫做模式重复，在Inspire中可以通过关联复制获得。

使用**Copy** (复制) 零件仅仅是复制了几何体本身，所以需要使用**Instance** (关联复制) 来保持源对象与复制体之间的关联，从而保证了优化后生成形状相同的优化结果。

**Instances** (关联复制) 操作步骤：选择零件，右击打开右键菜单。选择**Copy** (复制)，然后再次右键点击并选择**Paste Instance** (粘贴关联复制)。



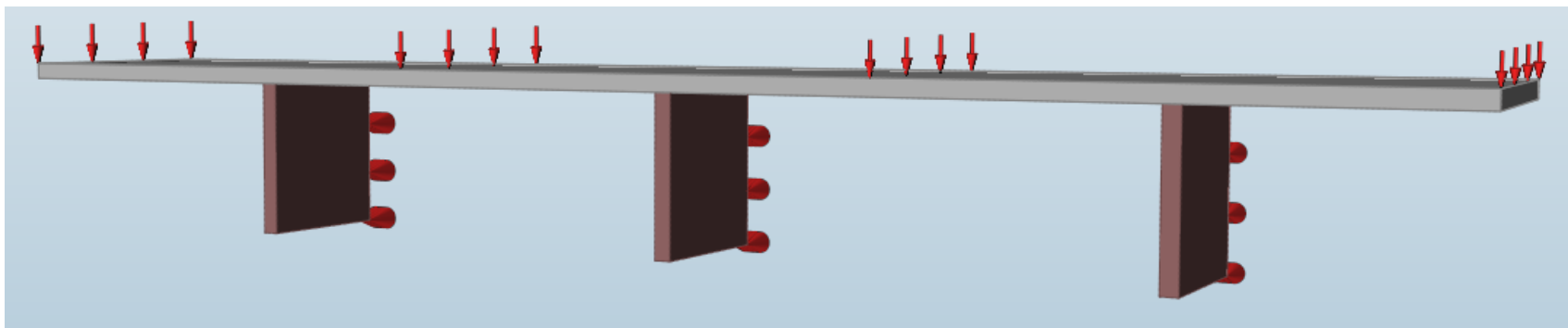
## 练习 5 – Shape Controls (形状控制)

打开文件 **Shelf.stmod**. 这是一个带有三个支撑部件的搁板。

在搁板的上方设置一个力，表现放在上面的书籍或者是其他物品对搁板的作用力。

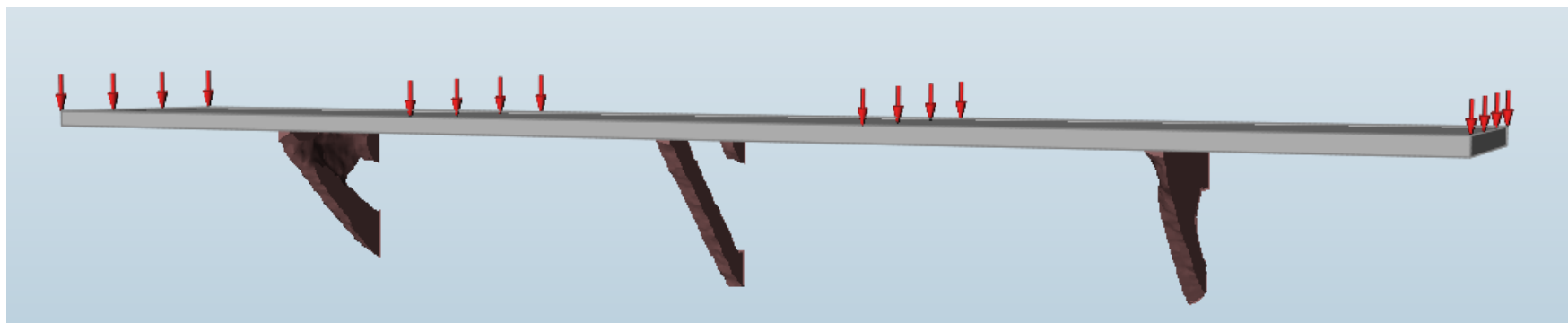
支撑部件被固定于墙上。

在这个练习中，我们要去优化几个支撑部件。



## 练习 5 – Shape Controls (形状控制)

运行模型获得结果。



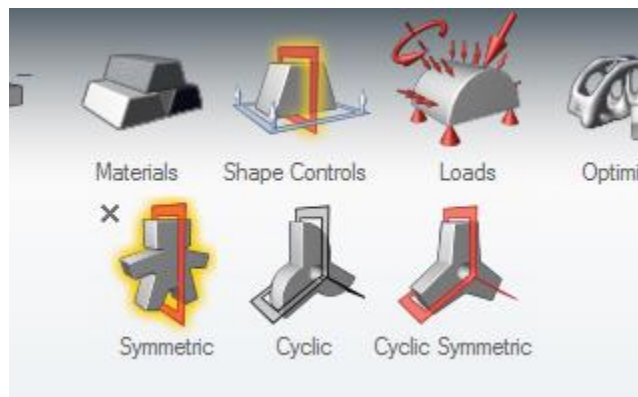
有哪些地方可以改进？



## 练习 5 – Shape Controls (形状控制)

我们现在要改变模型，让所有的支撑在其主平面上对称。

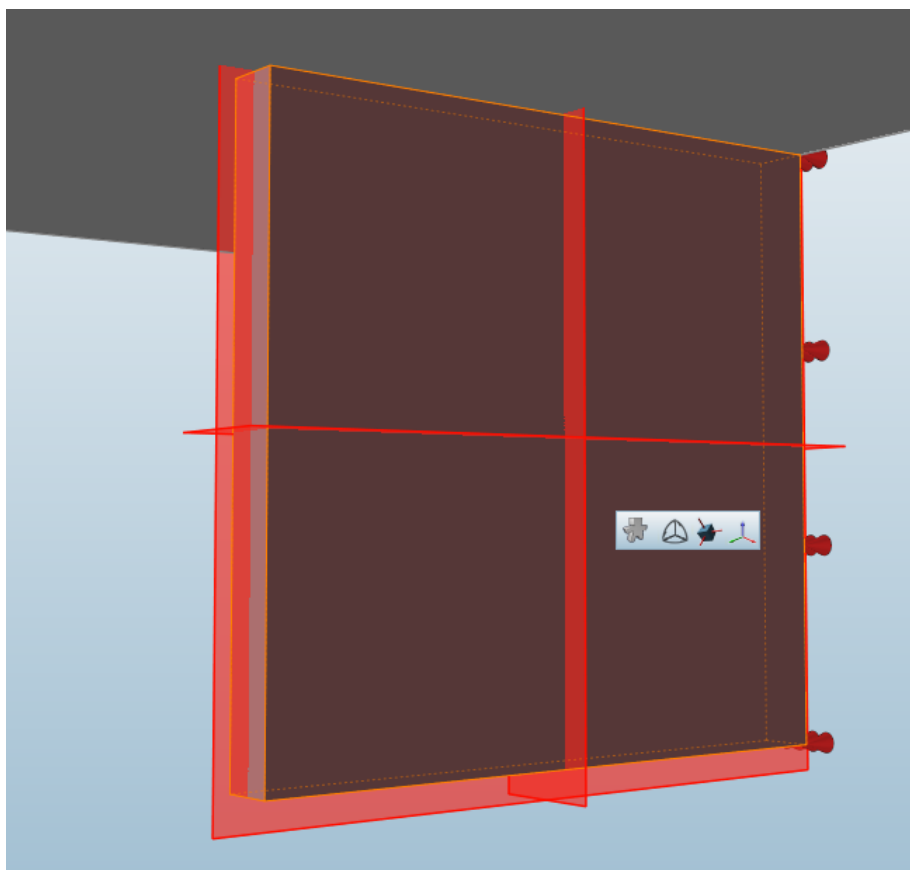
点击**Shape Control**图标。在其子菜单中，选择**Symmetric**（对称）。



## 练习 5 – Shape Controls (形状控制)

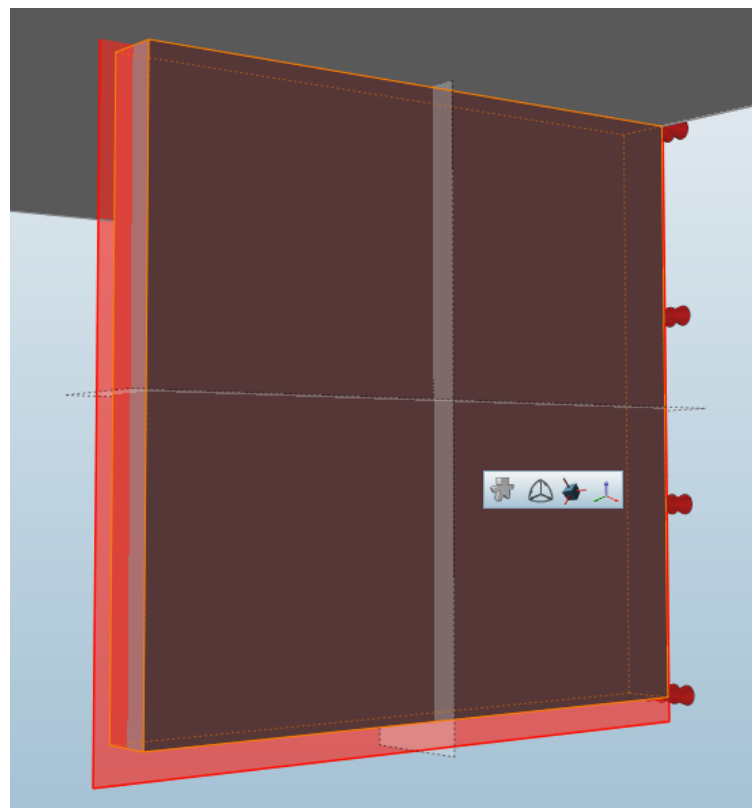
选择其中一个支撑部件。

请注意此时显示了三个红色平面。



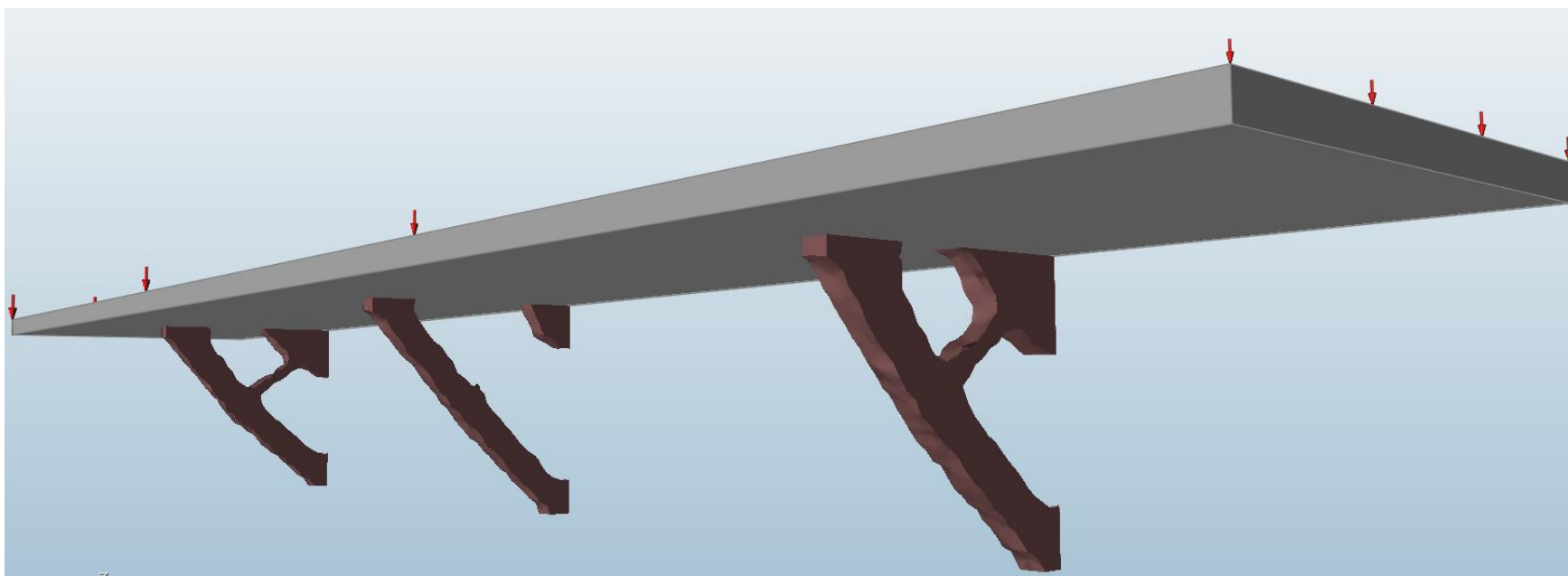
## 练习 5 – Shape Controls (形状控制)

此时我们三个激活的对称平面。点击其中的两个使其转变为未激活状态。请注意观察当转变为未激活状态时，平面转变为灰色。



## 练习 5 – Shape Controls (形状控制)

为余下的两个支撑部件定义对称平面。  
运行优化和获得结果。



## 练习 5 – Shape Controls（形状控制）

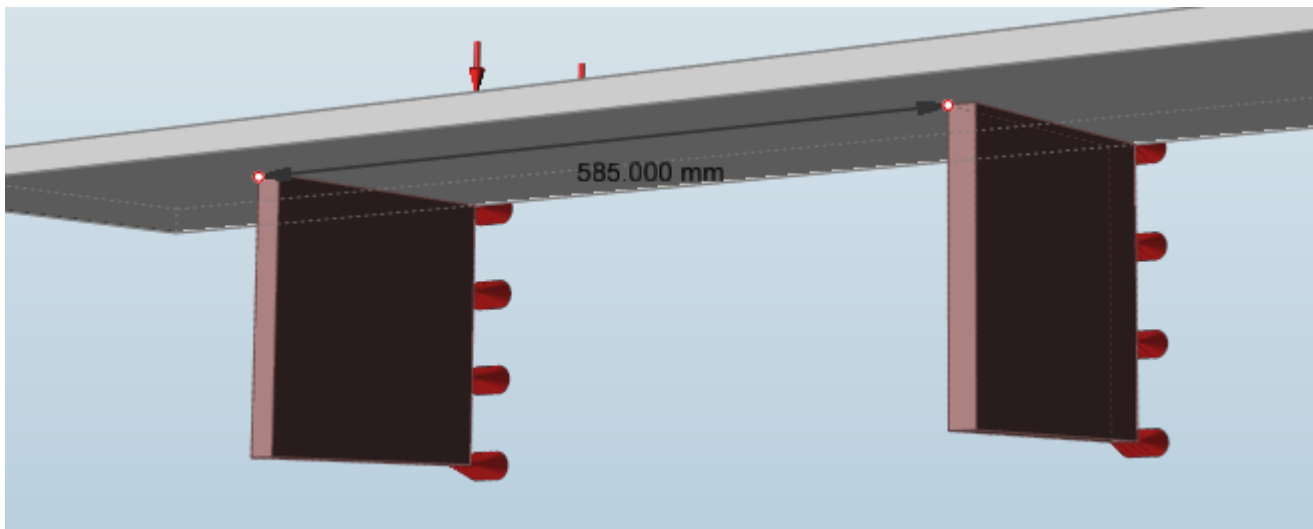
接下来我们将要让三个支撑部件运行结果相同。

我们要保留其中一个支撑部件，并且用关联复制的方式复制出其他两个部件，使它们与原始部件保持关联。

## 练习 5 – Shape Controls (形状控制)

为了合理放置关联复制对象，我们需要知道两个支撑部件之间的距离。

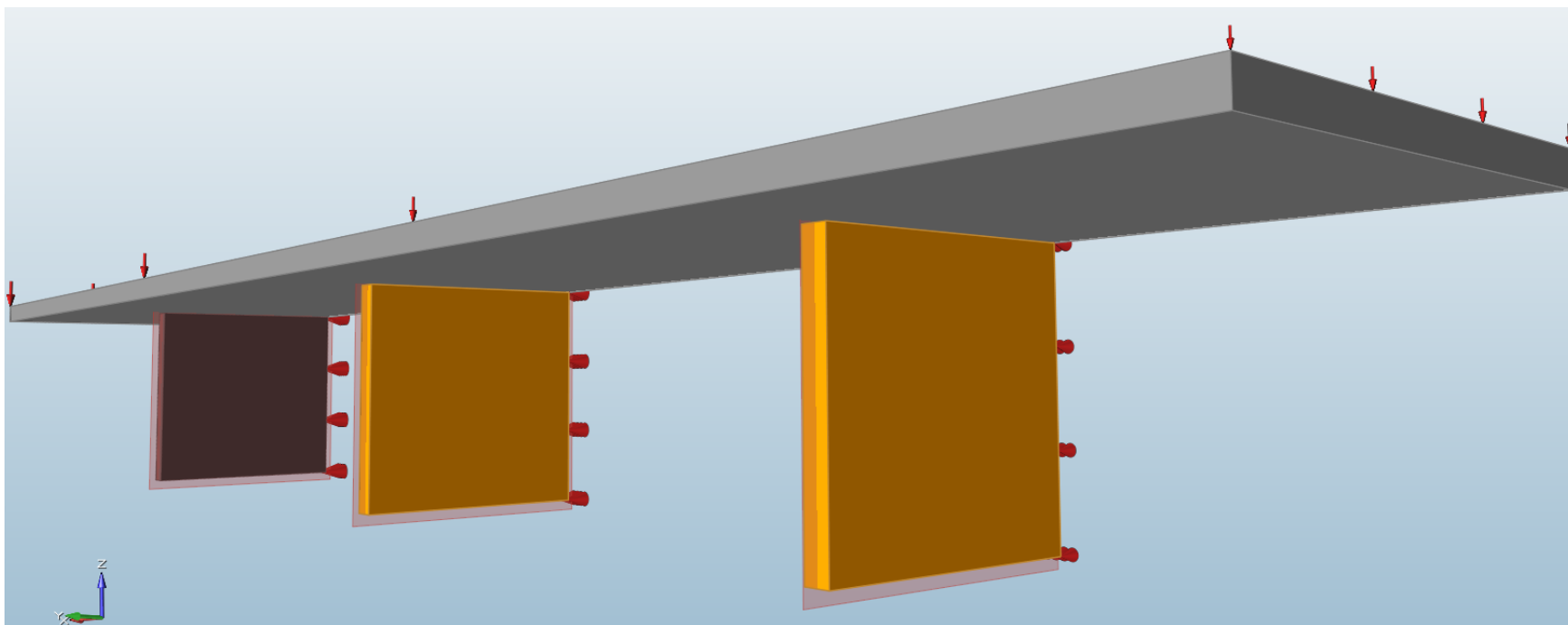
使用测量工具测量两个支撑部件间的距离。这里要注意需考虑到支撑部件的厚度。



## 练习 5 – Shape Controls (形状控制)

选择两个支撑部件，将它们删除。

操作时按住 **Ctrl** 键可进行多选，删除操作可直接按键盘上的 **Delete** 键完成。



同时也需要把之前设置的形状控制删除掉。

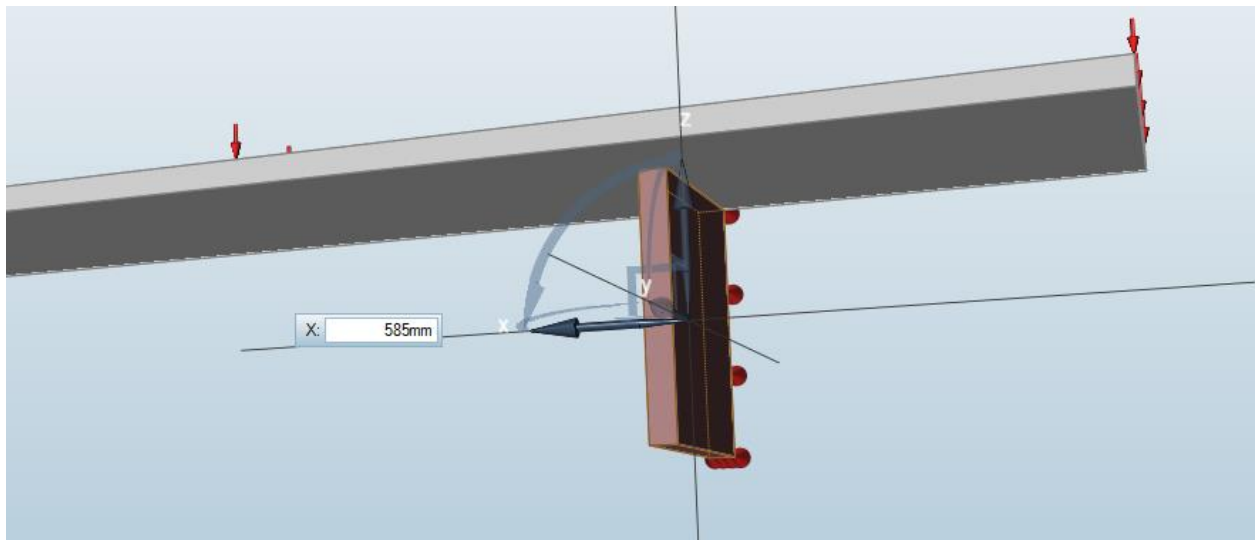
## 练习 5 – Shape Controls（形状控制）

鼠标右键点击仍然保留的支撑部件，从右键菜单中选择 **Copy**。

鼠标右键再次点击，选择 **Paste instance**。

此时在同一位置就拥有了两个支撑部件。

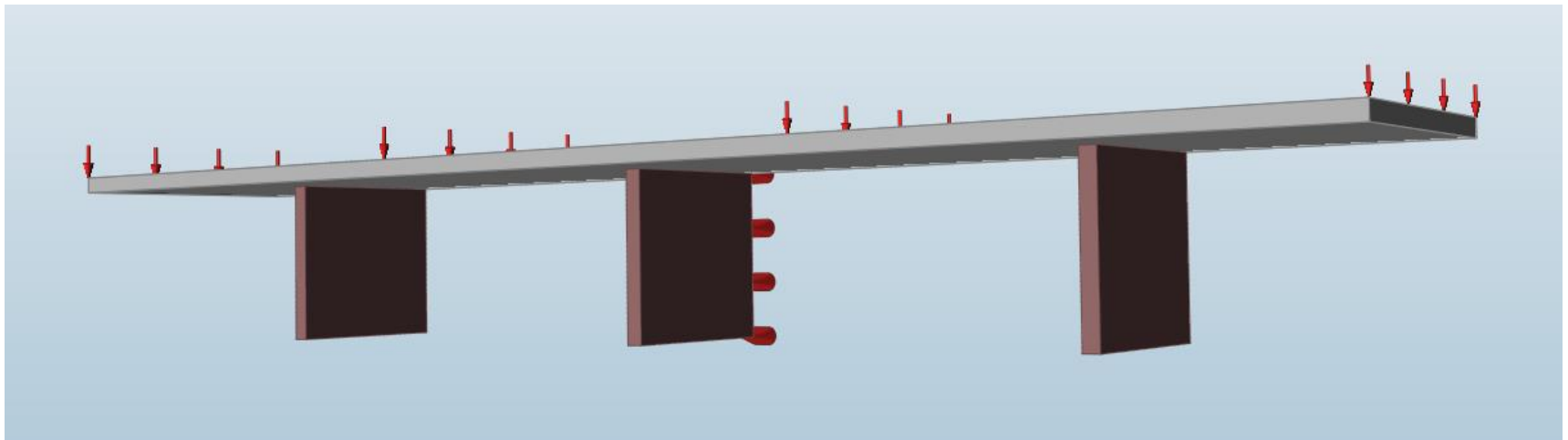
使用 **Trans/Rotate**（移动/旋转）工具把其中一个支撑部件移动到合适的位置。





## 练习 5 – Shape Controls (形状控制)

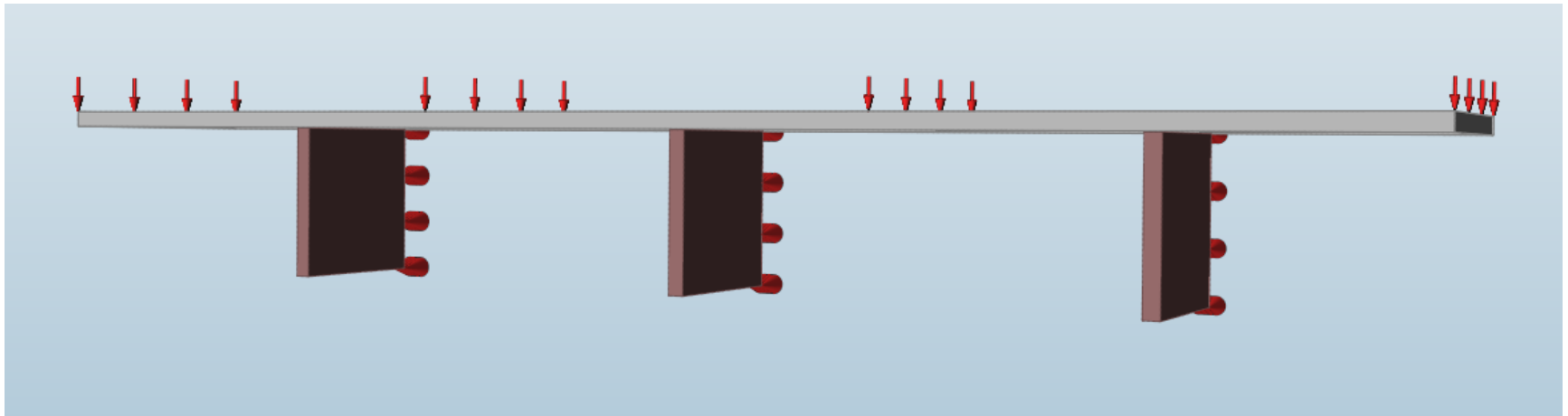
重复做以上操作，创建出第三个支撑部件。



请注意目前两个新创建的复制体上未施加固定于墙上的约束。

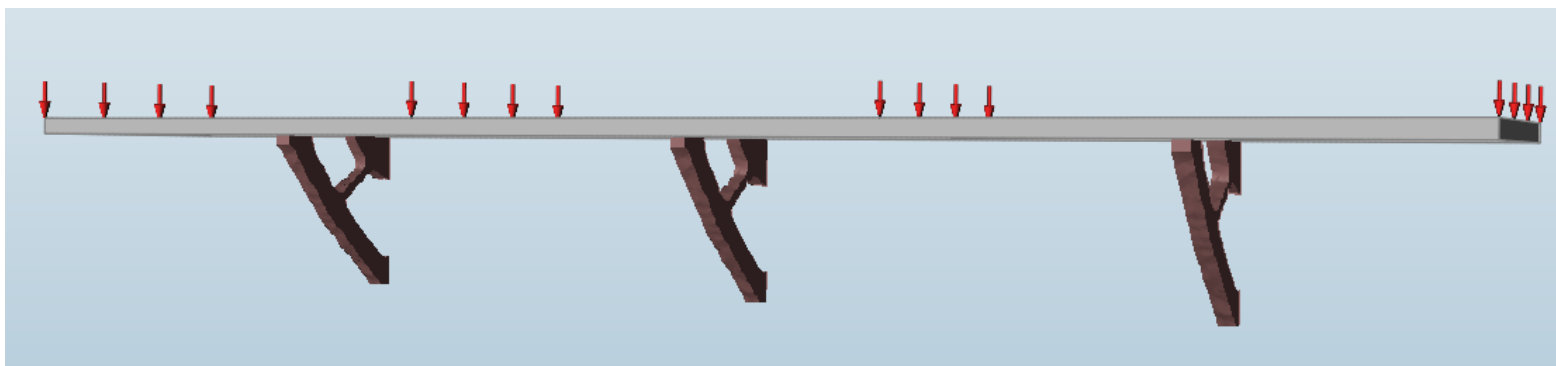
## 练习 5 – Shape Controls (形状控制)

所以需要利用 **Apply supports** (施加约束) 为这两个支撑部件施加固定约束。



## 练习 5 – Shape Controls (形状控制)

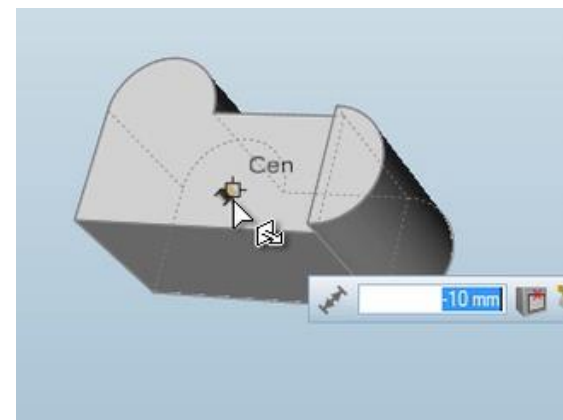
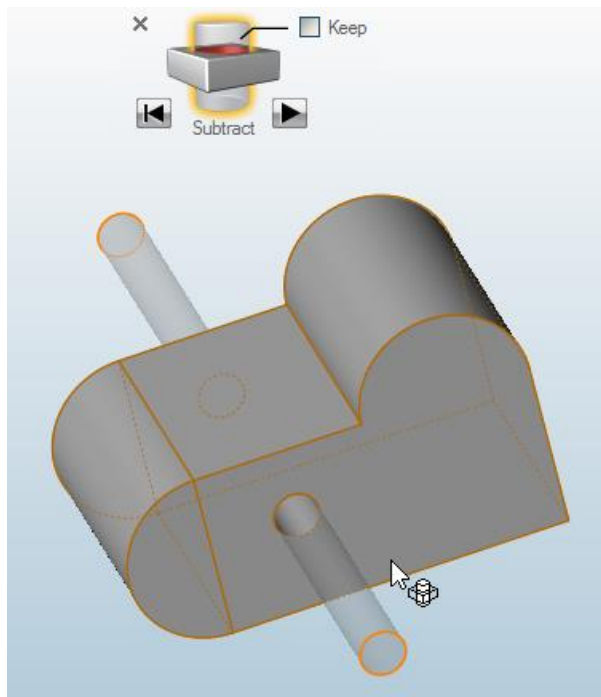
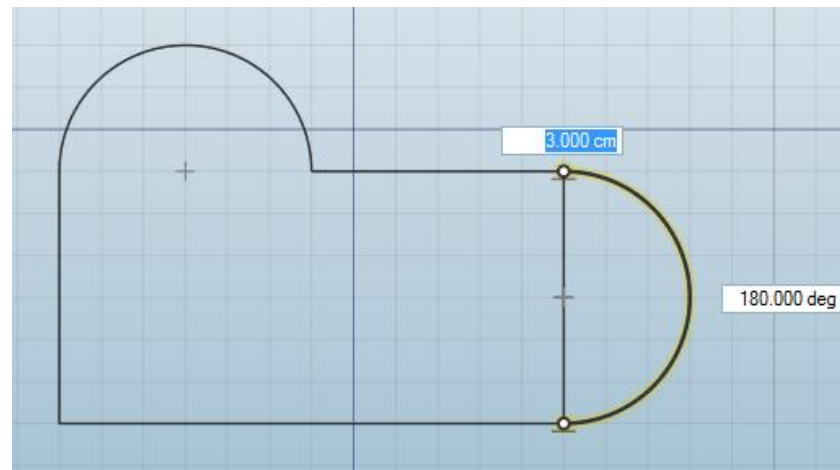
运行并获得结果。



此时可以看到，三个支撑部件优化结果一致。

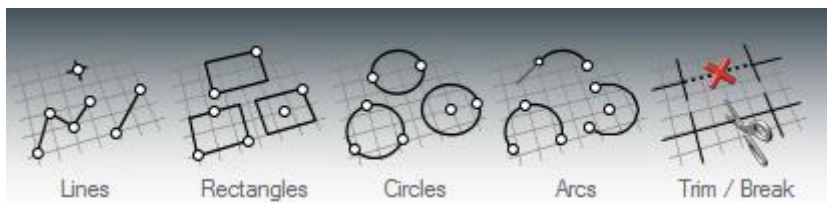
# Modeling (建模)

- **Sketching (草绘)**
- **Push/Pull (推/拉)**
- **Boolean Operations (布尔运算)**



## Sketching (草绘)

Inspire中可以应用草绘工具进行草图创建。



您可以使用以上的图标，创建直线、矩形、圆，或者圆弧。

**Trim / Break** (切割/打断) 图标用于把草绘图形切割或者打断。

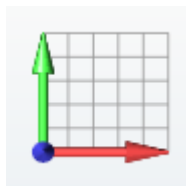
## Sketching (草绘)

**solidThinking™**

选择以上任意的草绘图标，**Inspire**即进入草绘模式。此时在建模视窗背景中自动出现一个栅格，以及草绘工具栏和草绘平面选择器。



# Sketching (草绘)



使用草绘平面选择器选择一个草绘平面



在一个新零件上绘制草图



移动当前草图到一个新零件



参考已有的几何创建草绘



改变草绘平面

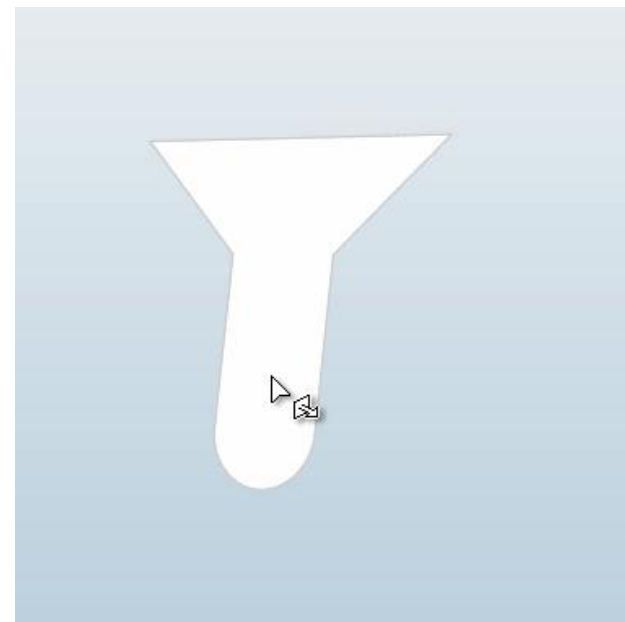


草绘选项

## Push-Pull (推-拉)

推/拉工具用于在模型上通过推动或拉伸面。他可以用于：

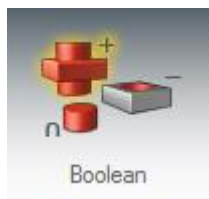
- 把一个草绘面拉伸出一个实体
- 在零件上创建孔
- 改变孔或者简单圆柱体的尺寸
- 推或者拉实体的某一个面
- 移除倒角



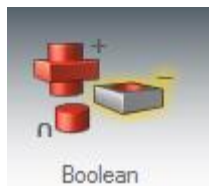
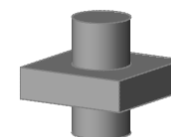
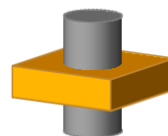


# Boolean Operations (布尔运算)

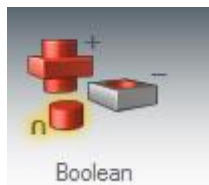
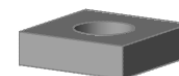
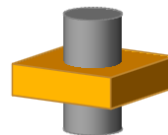
利用布尔运算工具，您可以整合实体零件



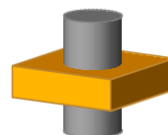
Combine  
(合并)



Subtract  
(相减)

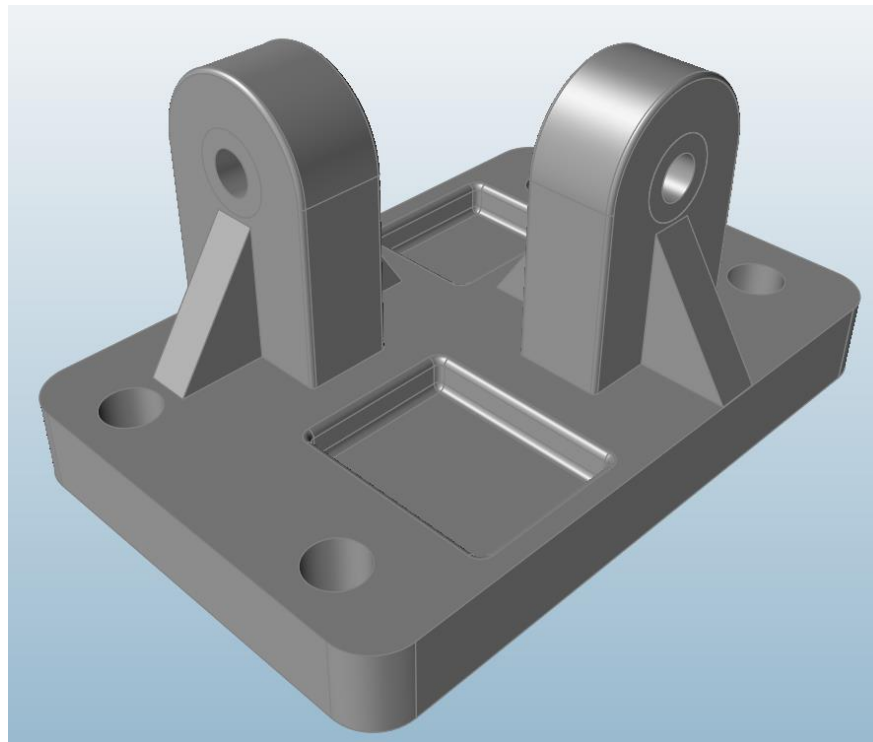


Intersect  
(相交)



## 练习 6 – Modeling（建模）

在这个练习中，我们将使用**Inspire**的建模功能，基于已有的几何创建设计空间。  
打开模型 *Push-Pull Bracket.x\_t*



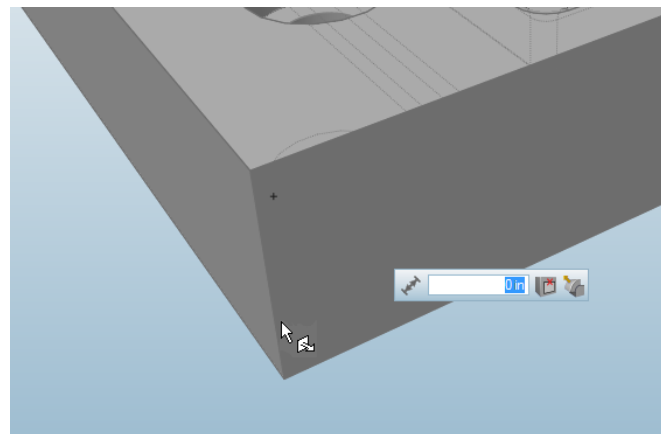
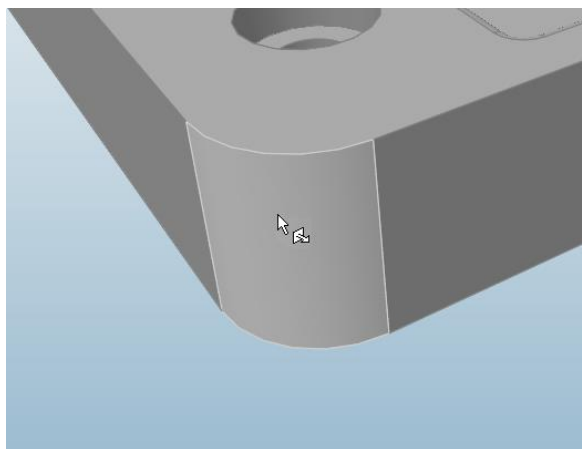
## 练习 6 – Modeling（建模）

使用推-拉功能，我们可以把圆角移除。

选择 **Push/Pull**（推/拉）图标，

点击一个倒圆角的位置，向外拖动，直到它成为一个直角。

对其他圆角重复此操作。



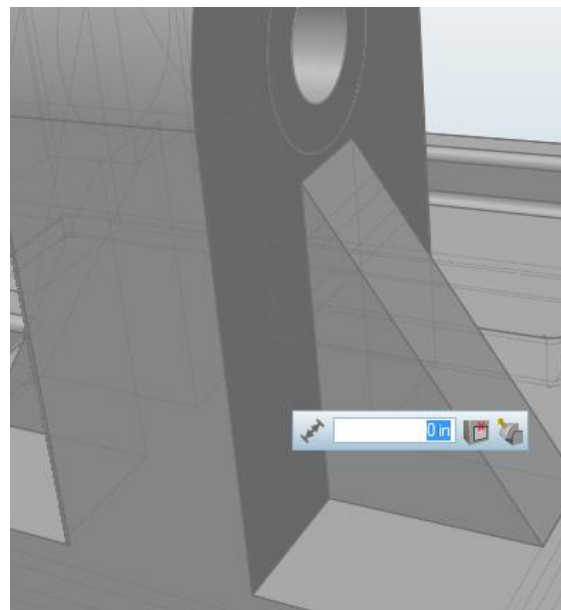
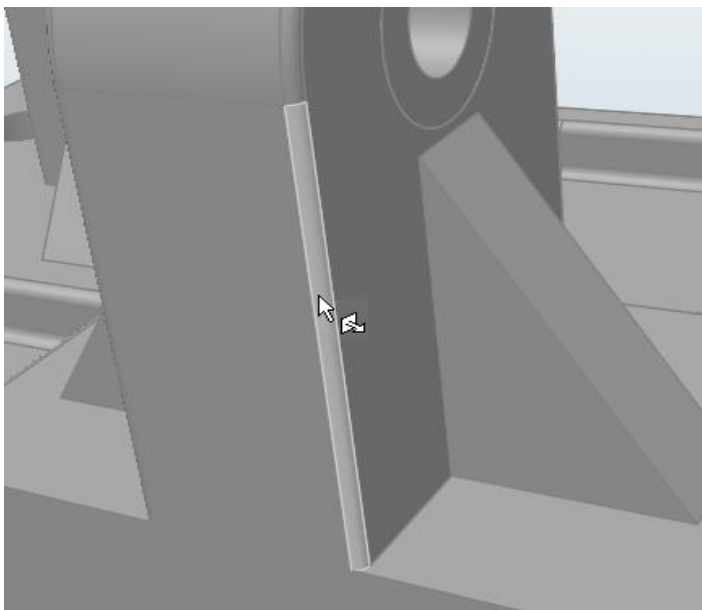
## 练习 6 – Modeling（建模）

使用推-拉功能，我们可以把倒角移除。

选择 **Push/Pull**（推/拉）图标，

点击托架上的一个倒角，拖动将其移除。

重复以上操作，将托架上的其他三个倒角移除。



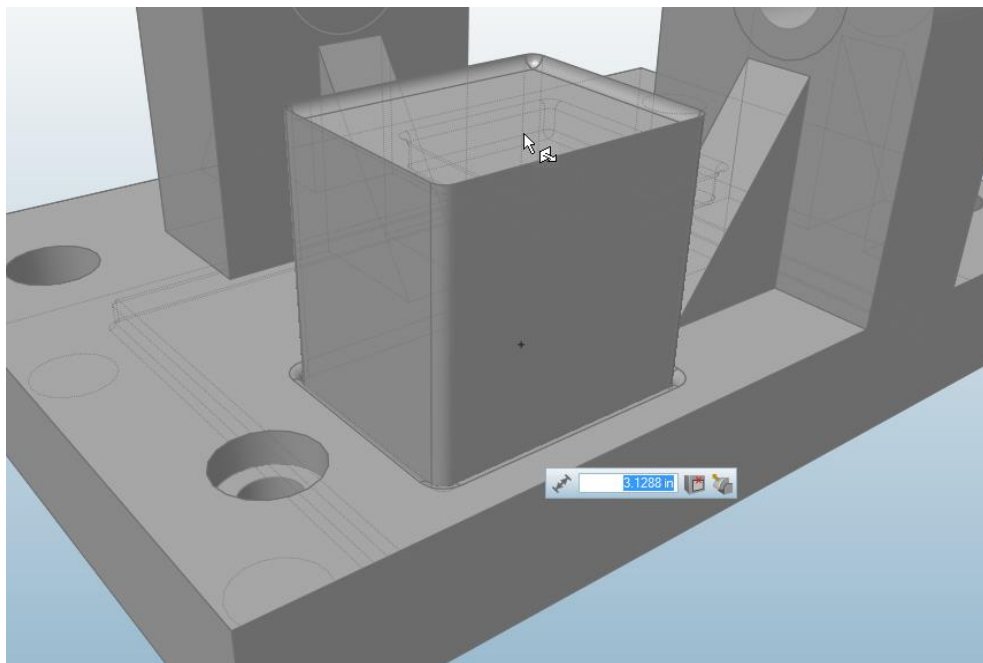
这个操作也可以通过鼠标左键点击倒角，键入倒角值“0”获得。

## 练习 6 – Modeling（建模）

使用推拉功能，可以将槽移除。

选择 *Push/Pull*（推/拉）图标，

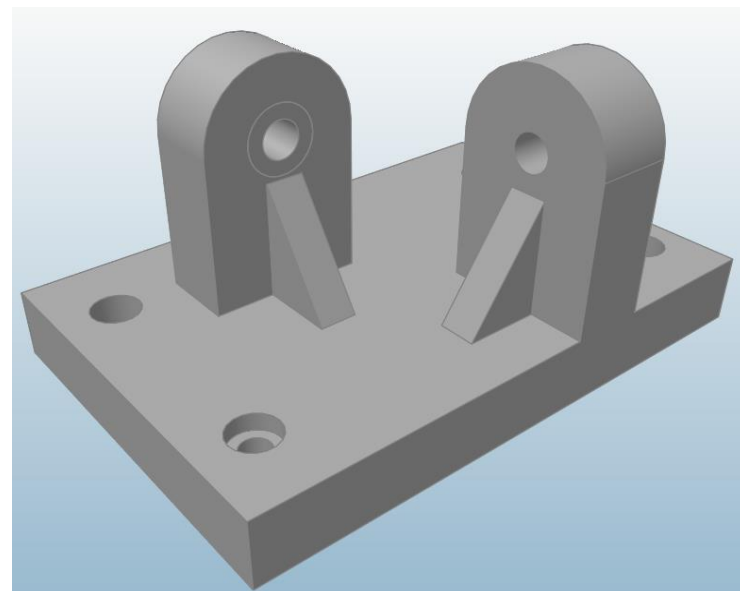
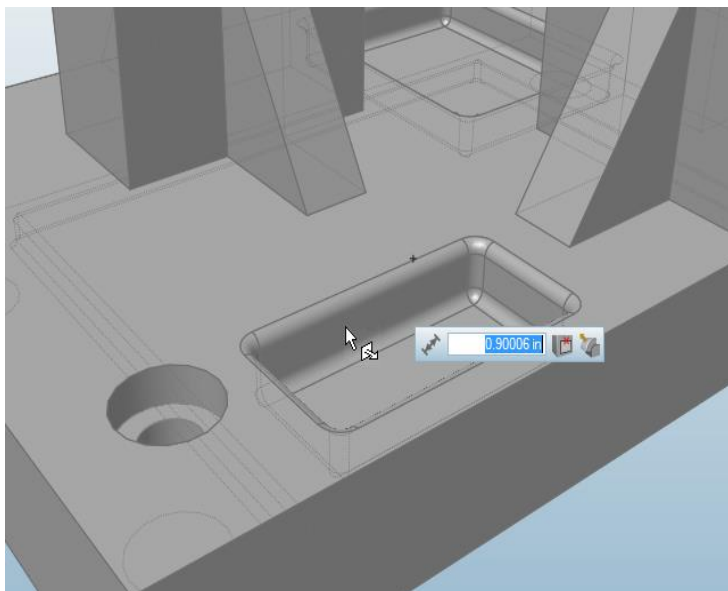
尝试将槽底部拖动并将其移除，请观察结果。未能成功完成。



请按 **Ctrl+Z** 回复上一步操作。

## 练习 6 – Modeling（建模）

现在拖动一个槽的侧面向内部拖动，直到整个槽消失。  
对其他面重复该操作，移除所有模型上的槽。

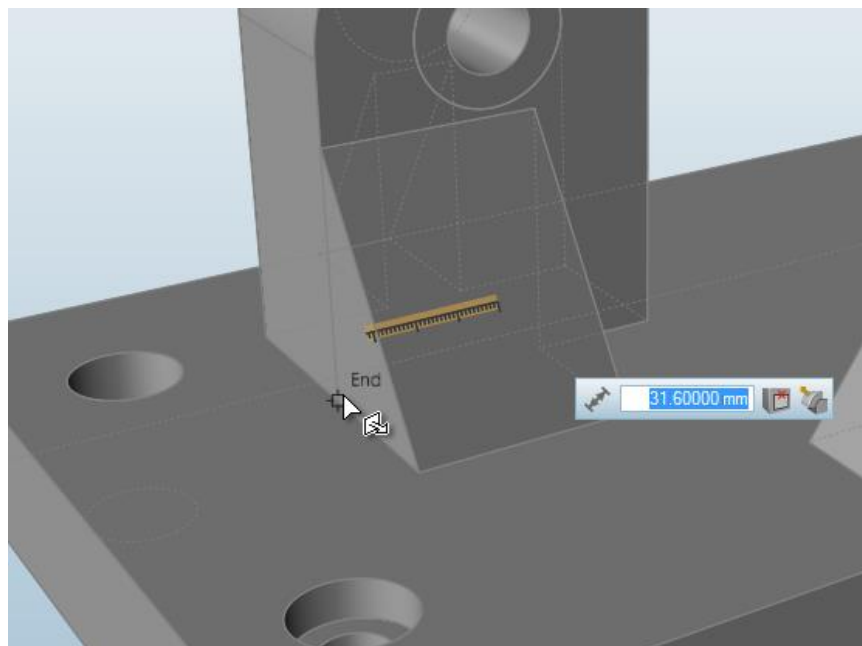


## 练习 6 – Modeling（建模）

下面借助捕捉工具，用推拉的方法修改已存在的模型。

向柱底部拖动三角形的加强筋，直到利用 **End**（端点）捕捉点捕捉到柱底上的角。

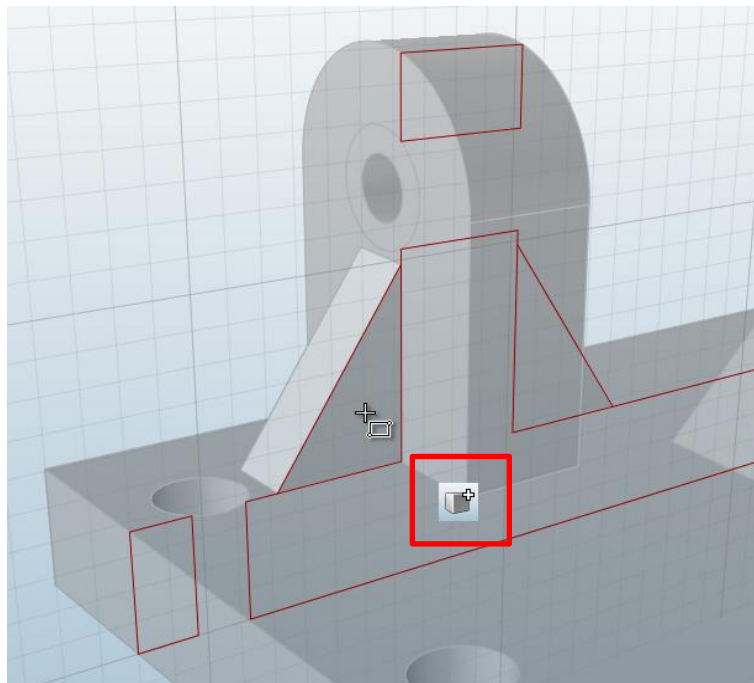
对其他筋重复以上操作。



## 练习 6 – Modeling（建模）

草绘也可以用于修改其他几何。

点击**Rectangle by Corners**（利用角点创建矩形）图标，在第二个托架柱上选择三角形的面。

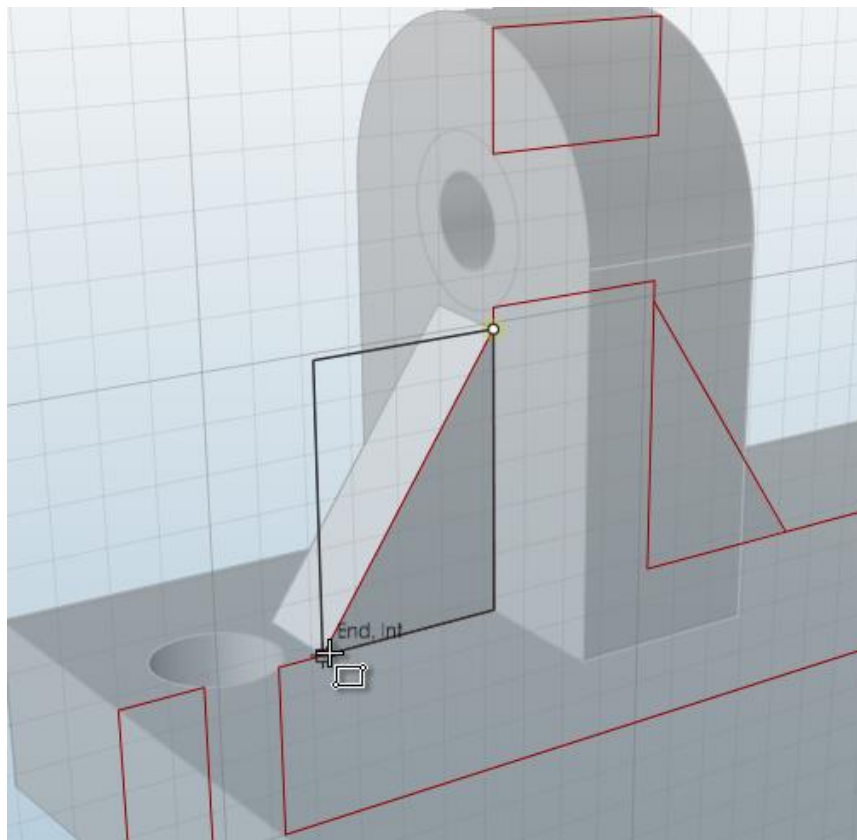


点击出现于屏幕上的 **Sketch on a New Part** (在新零件上草绘) 工具。这意味着这次创建的所有草绘都是为了创建一个新零件。



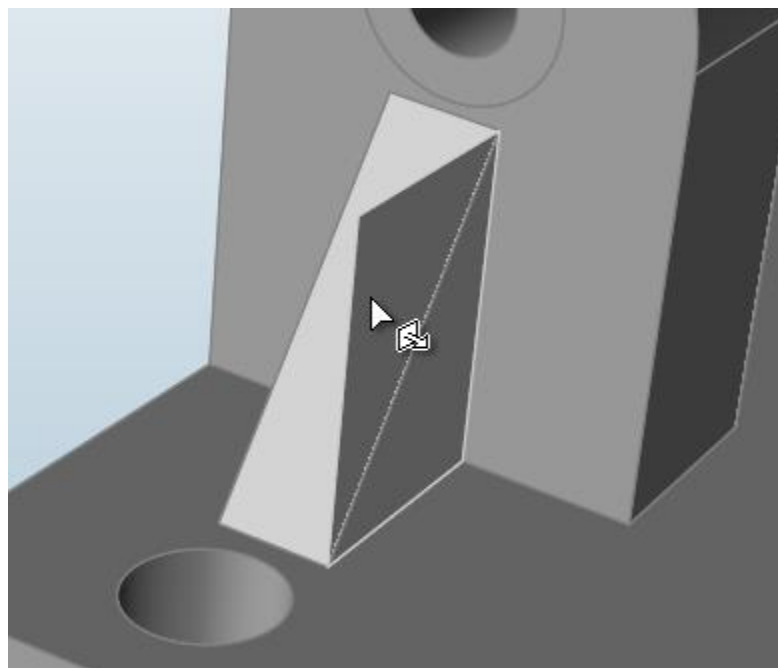
## 练习 6 – Modeling (建模)

利用三角形面的端点作为对角点，绘制一个矩形。



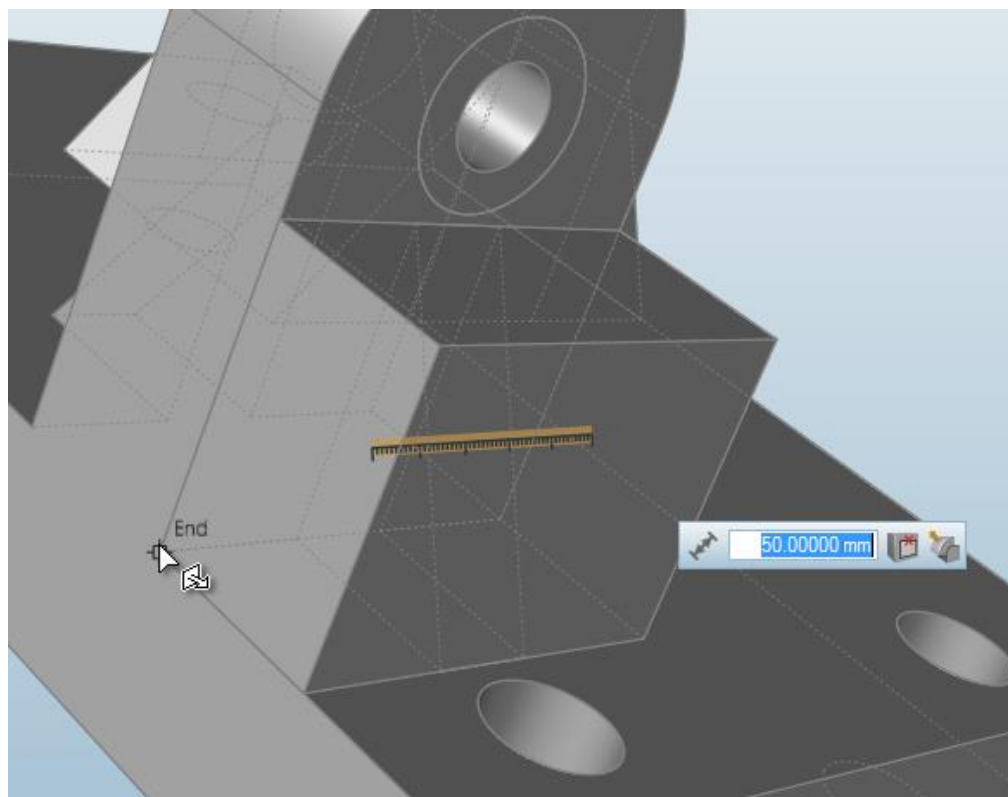
## 练习 6 – Modeling（建模）

点击鼠标右键结束创建矩形。再次点击右键退出草绘，这时出现了一个新创建的矩形面。



## 练习 6 – Modeling（建模）

点击推/拉图标激活该工具。使用端点捕捉，使刚才草绘的平面拉伸出实体，将其两端对齐到柱的两侧。

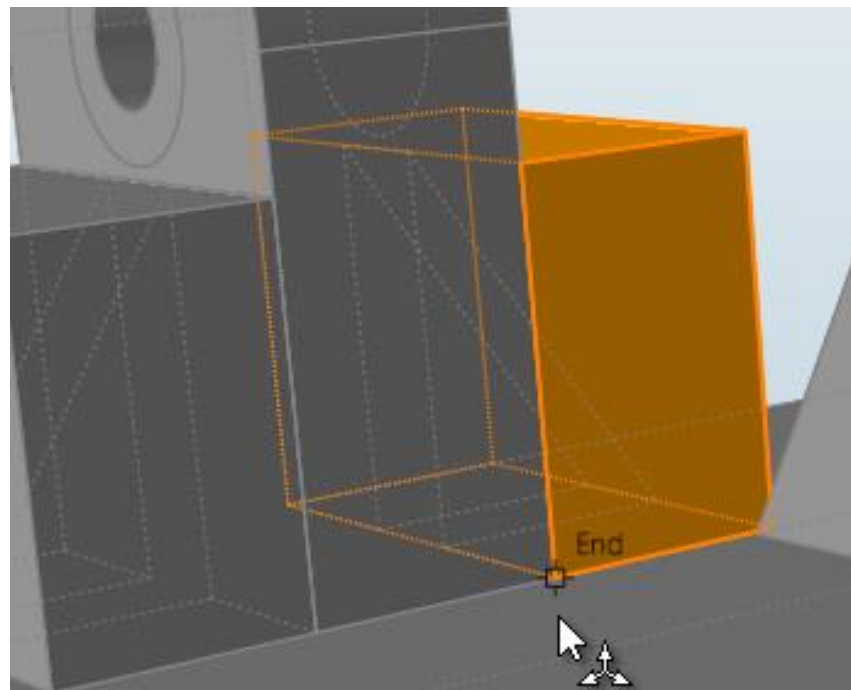
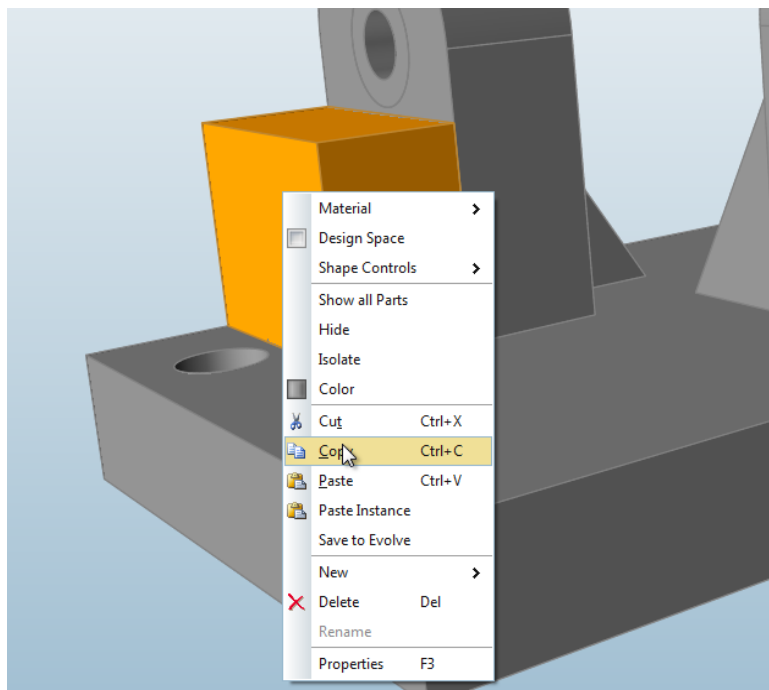


## 练习 6 – Modeling（建模）

鼠标右键点击刚创建的新块体，在右键菜单中选择**Copy**（复制）。再次右键点击并选择**Paste**（粘贴）。

此时在这个块体的位置又创建了一个复制对象。拖动这个复制对象，将其放到柱的另外一侧。

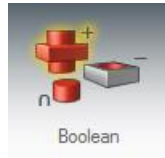
利用捕捉工具对齐。



## 练习 6 – Modeling（建模）

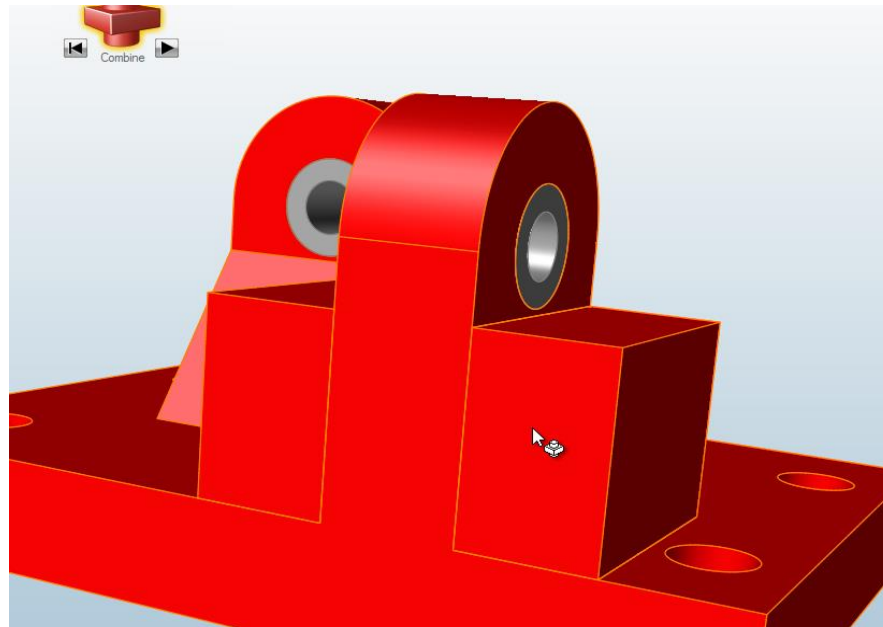
此时我们可以让这个托架和两个块体合并成为一个单一实体。

点击**Combine**（合并）工具



选择块体和托架。

点击右键使合并生效。



## 练习 6 – Modeling（建模）

我们现在使用布尔运算操作再将托架分成两个部分。

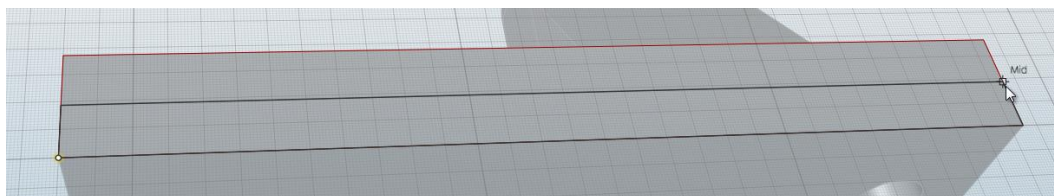
第一步先创建一个矩形草绘。

点击**Rectangle by Corners**（利用角点创建矩形）工具。

当进入草绘模式，点击**New Part**（新零件）按钮。



从托架底面上的左侧面开始绘制，到右侧面的中部位置结束。

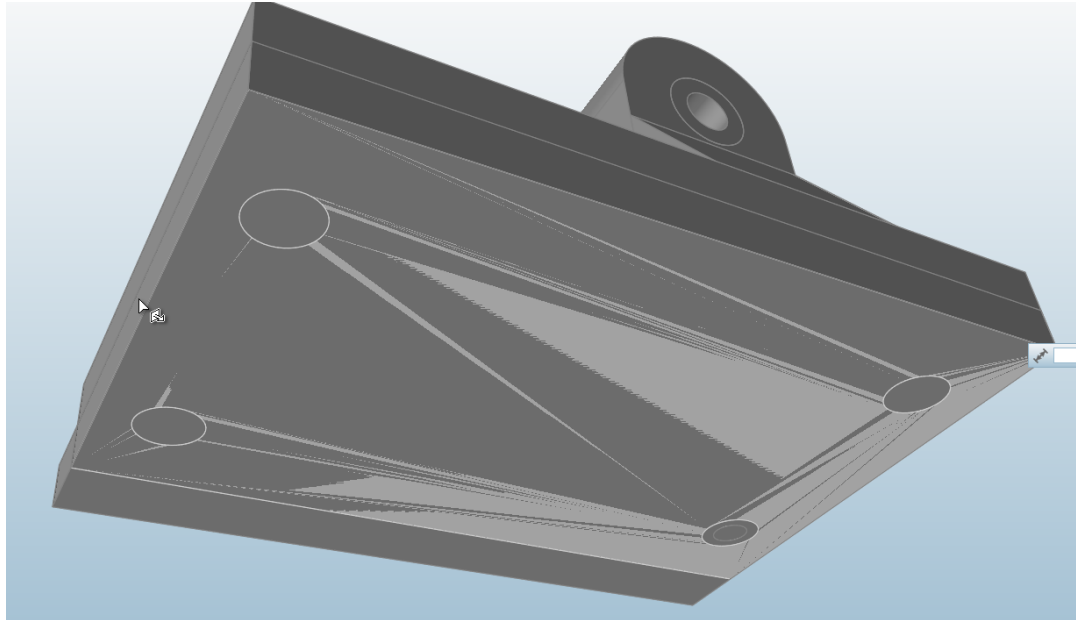


点击右键结束创建矩形。

再次点击右键退出草绘模式。

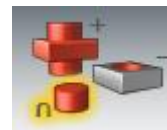
## 练习 6 – Modeling（建模）

推/拉面使其延伸到托架的底部。

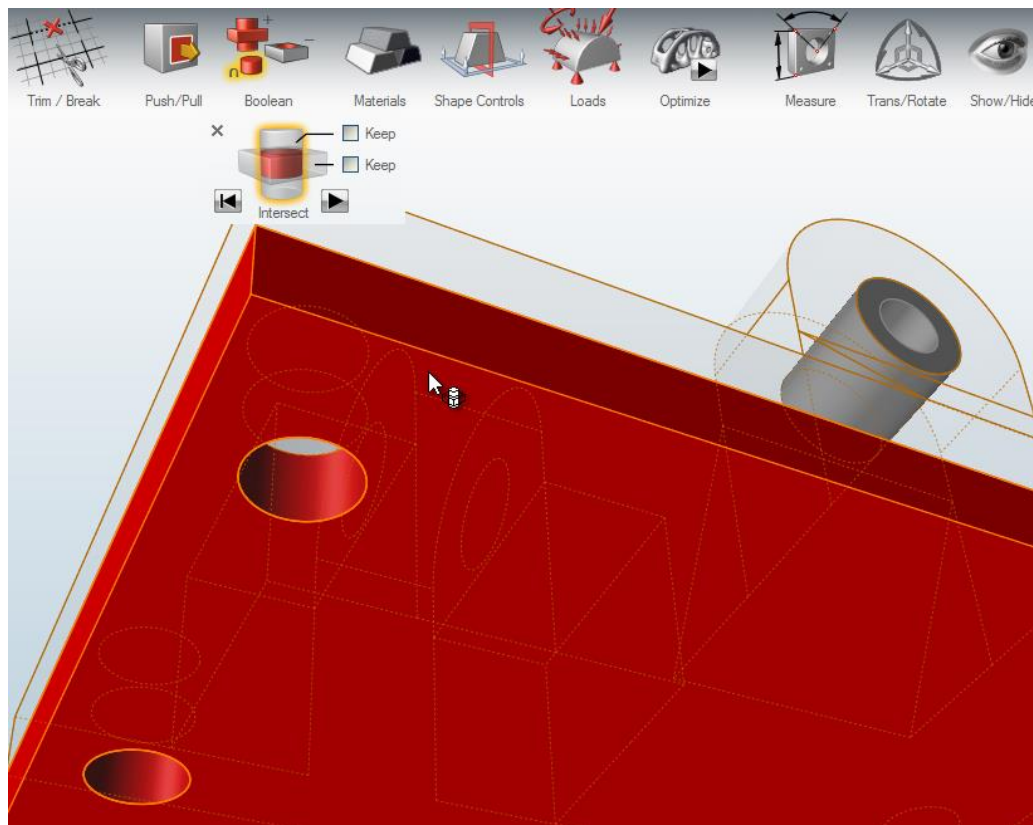


## 练习 6 – Modeling（建模）

从工具栏中选择**Intersect**（相交）工具。



选择主体，注意此时该零件呈透明。



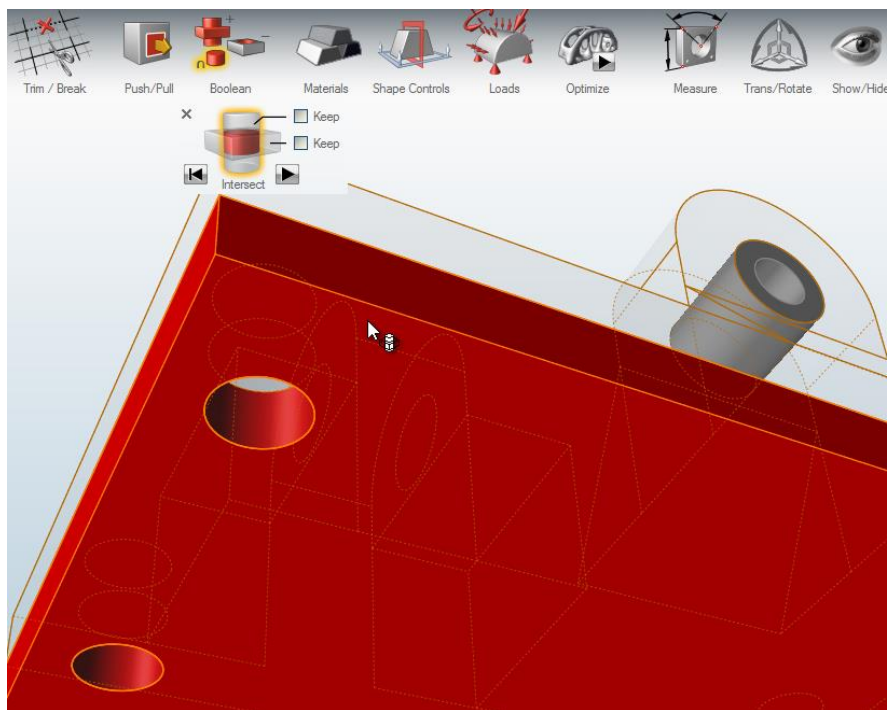


## 练习 6 – Modeling（建模）

选择相交工具图标上的一部分，它将定义该操作中的第二组对象。



选择长方形块体，并预览相交布尔运算的结果（相交部分会呈现红色）。

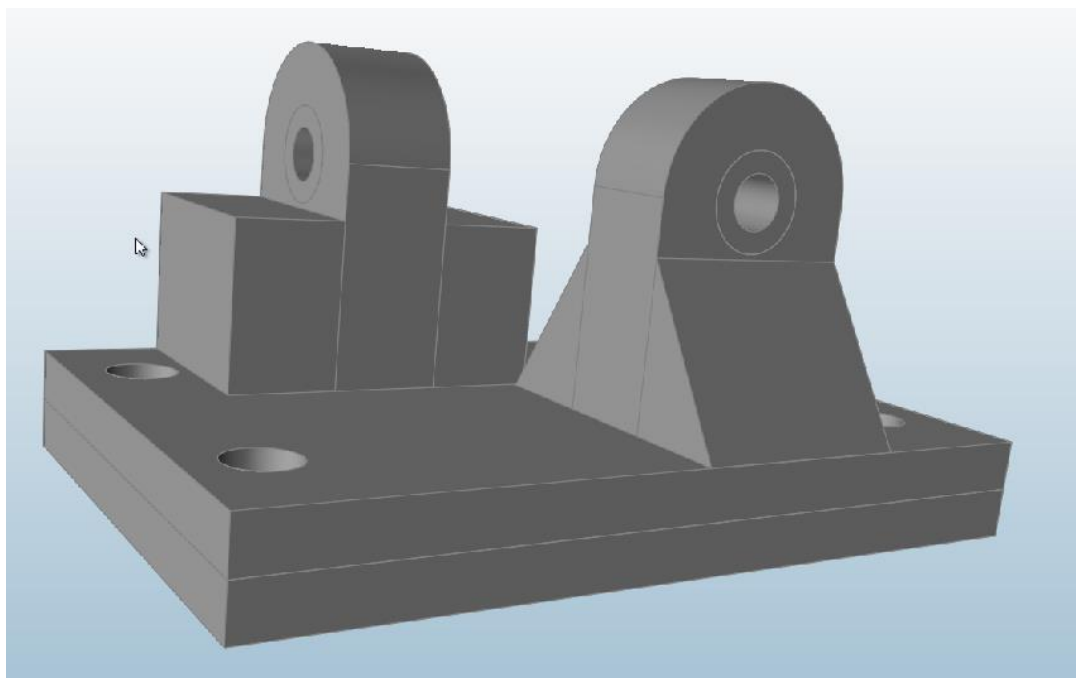


## 练习 6 – Modeling（建模）

我们仍然需要保留原始托架的部分，所以把图表中**Keep**（保留）复选框选中。



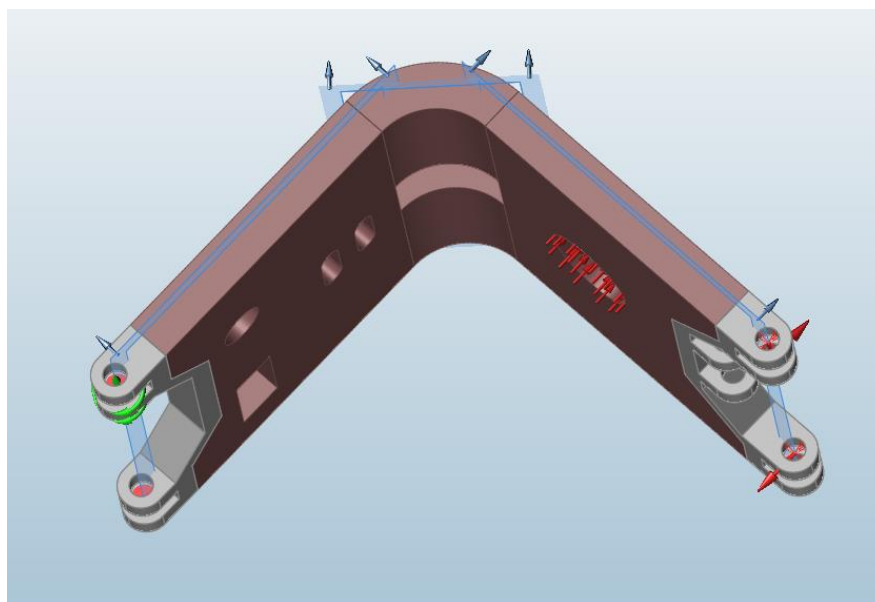
点击鼠标右键退出相交工具。



## 终极练习

此练习将使用所有本次培训中学过的概念。

我们将从零起步，创建模型、设定载荷和约束，最终运行优化。



# 终极练习——飞机舱门铰链设计

**solidThinking™**



传统设计流程

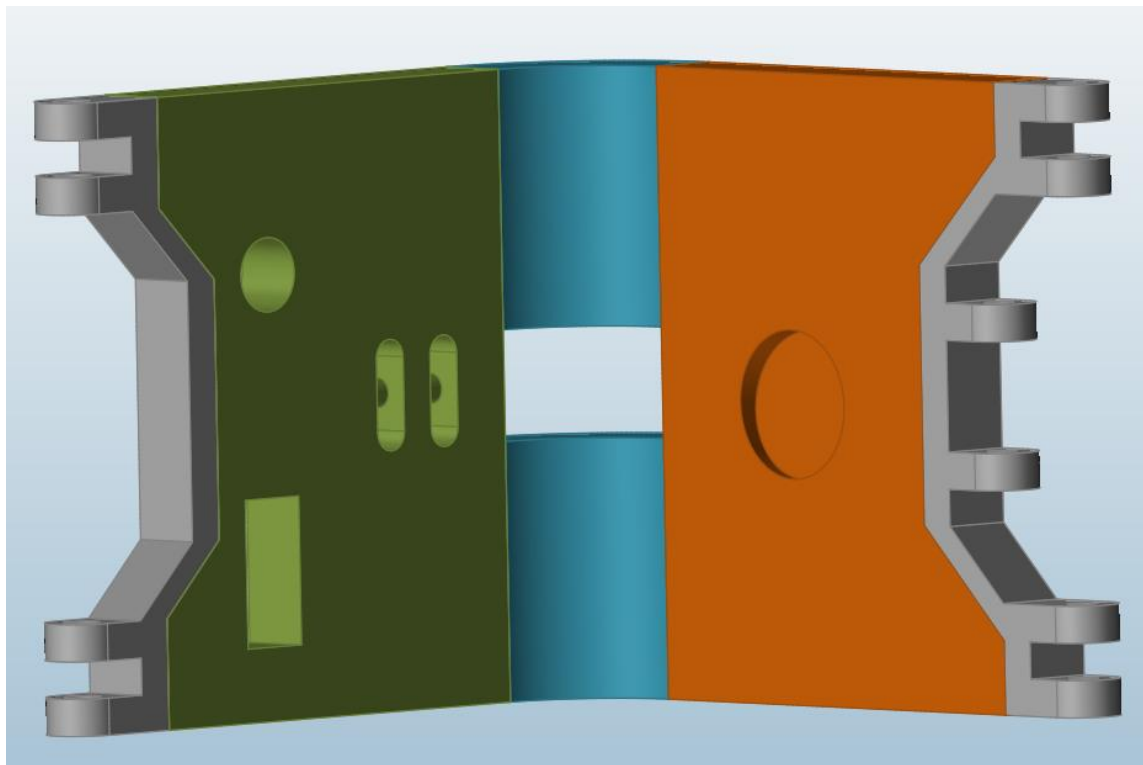


质量 = 9.55kg  
设计周期: 3 个月

## 终极练习

此模型由**5**部分组成，其中灰色的两部分将会被设定为非设计域，不被优化。

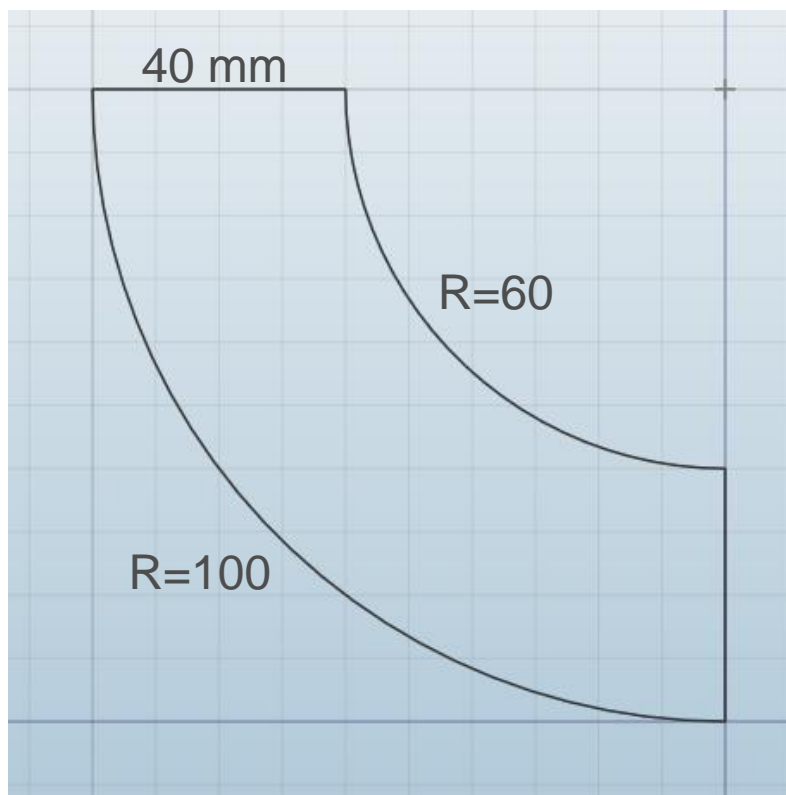
不同颜色代表不同零件，它们将会被定义为设计空间，并且每个零件的拔模方向都不一致。



## 终极练习

我们将从中间的零件开始。

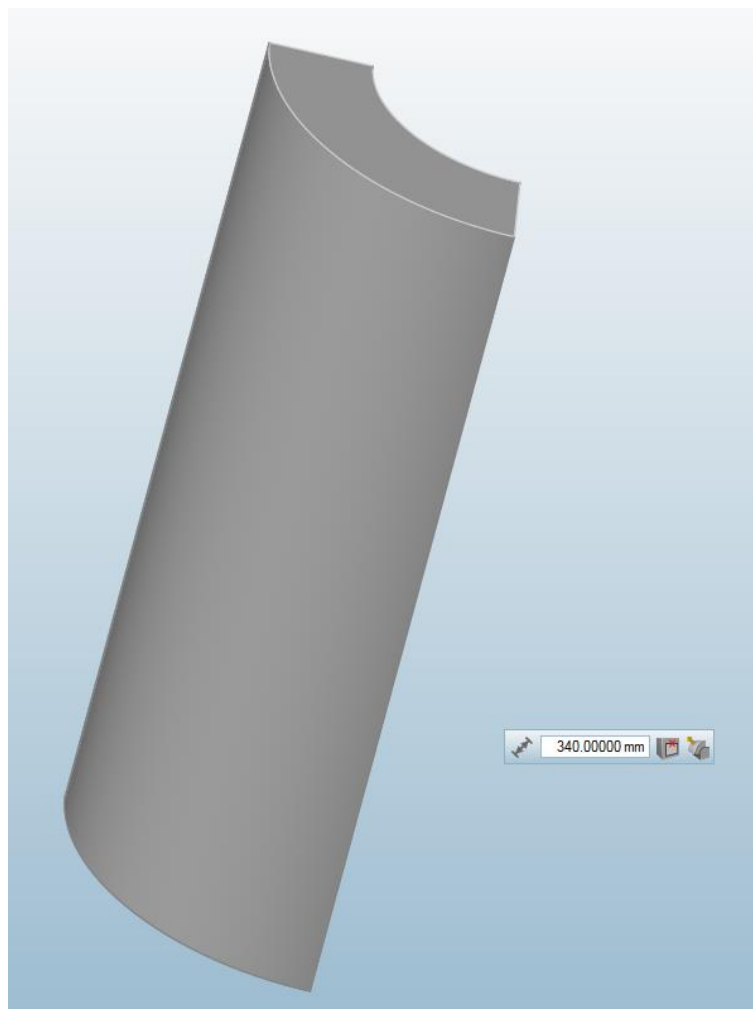
选择绘制直线工具进入草绘模式，绘制如下草图。



提示：使用 *Line*（直线） 和 *Arc by Center and Ends*（以圆心和端点绘制圆弧） 工具

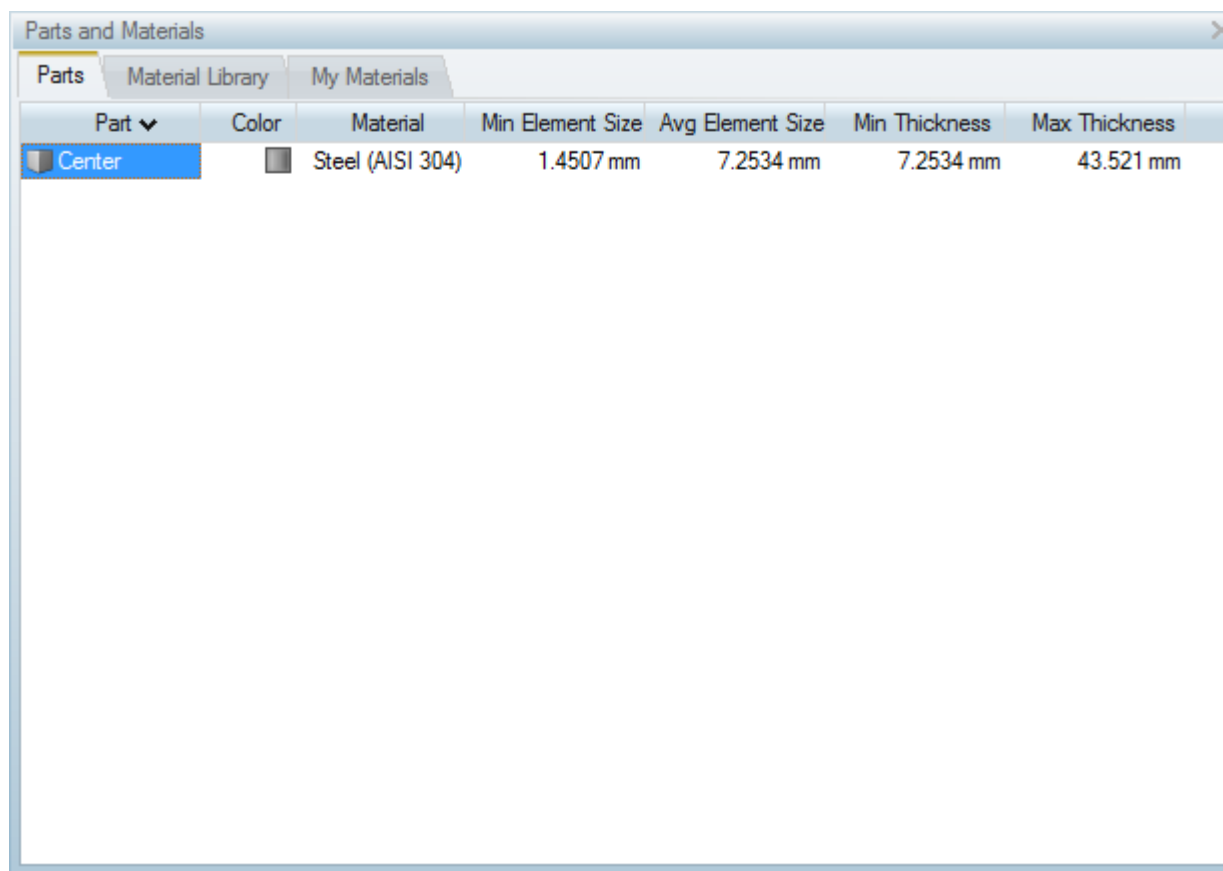
## 终极练习

退出草绘模式，并且拖动这个面创建出厚度为**340mm**的实体。



## 终极练习

使用**Parts and Materials**（零件和材料）窗口，将其重新命名为 **Center**。



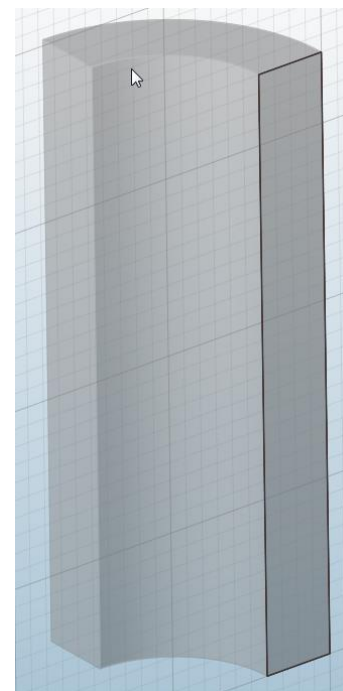
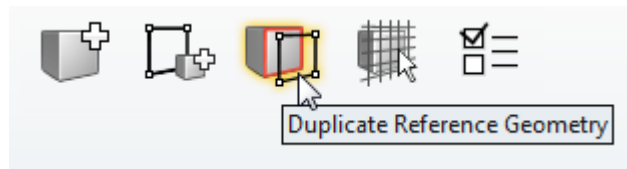
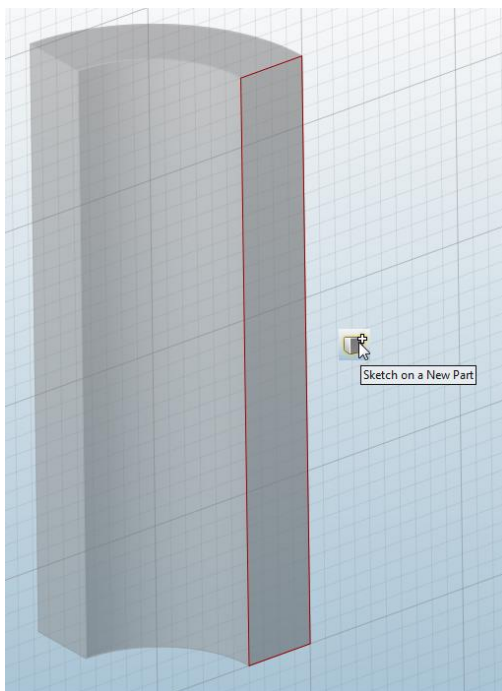


## 终极练习

我们将创建铰链的右侧。

双击**Center**零件右侧的长方形面。

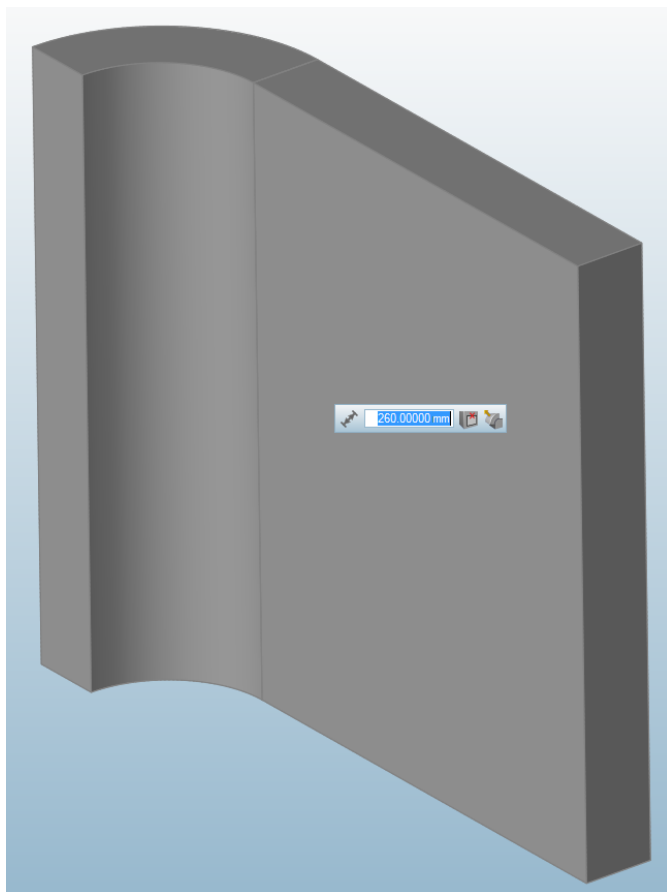
一旦进入草绘模式，需要再创建一个新零件，则需要使用**Duplicate Reference Geometry**（复制参考几何）工具从已有的零件中提取草绘。



## 终极练习

退出草绘模式

拖动这个面使其生成**260mm**的厚度。



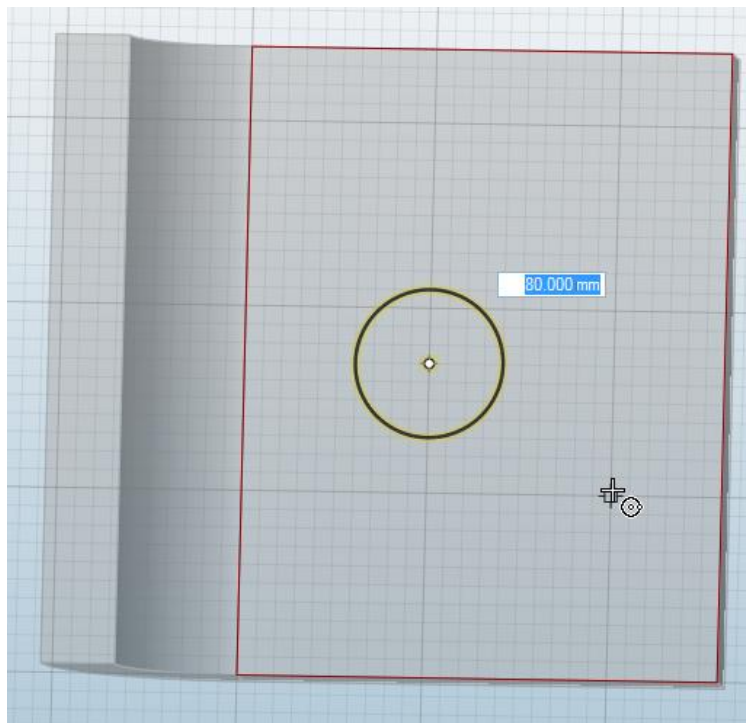
使用**Parts and Materials**窗口，对其重新命名为***Right***。

## 终极练习

我们将在其内侧创建一个圆形的槽。

在模型内侧一面，使用 **Circle by Center and Point**（利用中心和点创建圆）工具，转换到草绘模式。

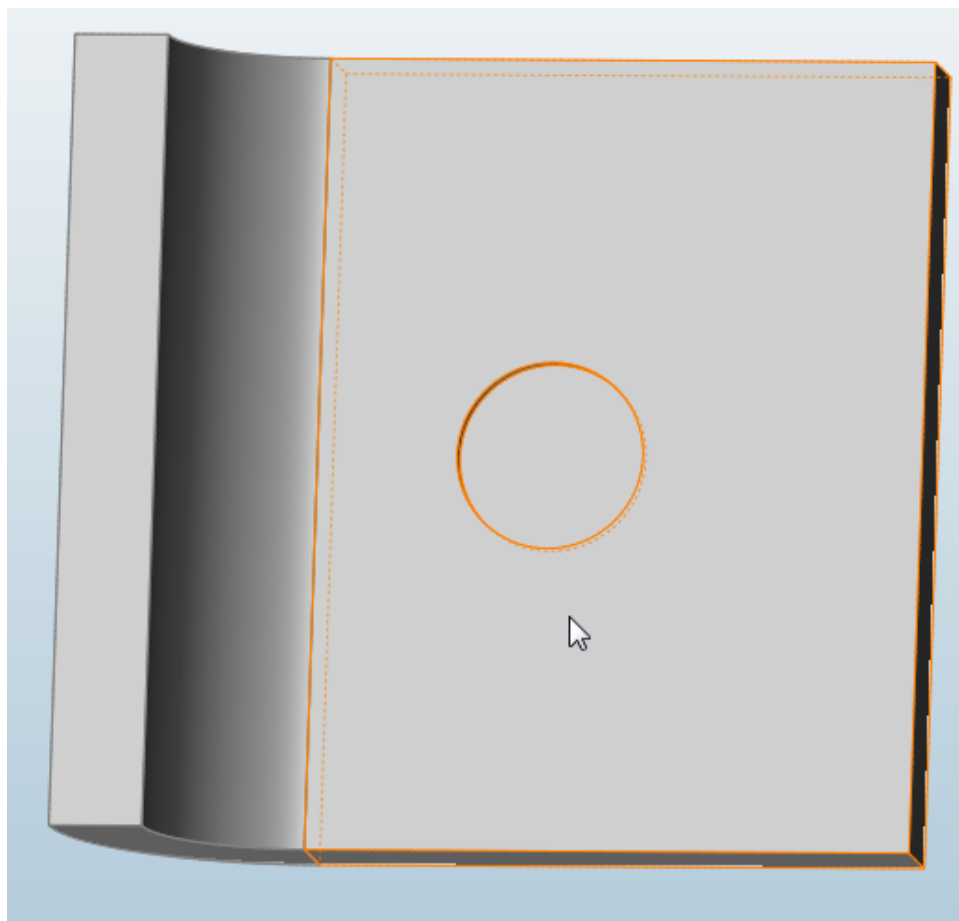
创建一个直径为**80 mm**的圆。



## 终极练习

退出草绘模式。

利用推拉工具，创建一个深度为**15mm**的圆形槽。



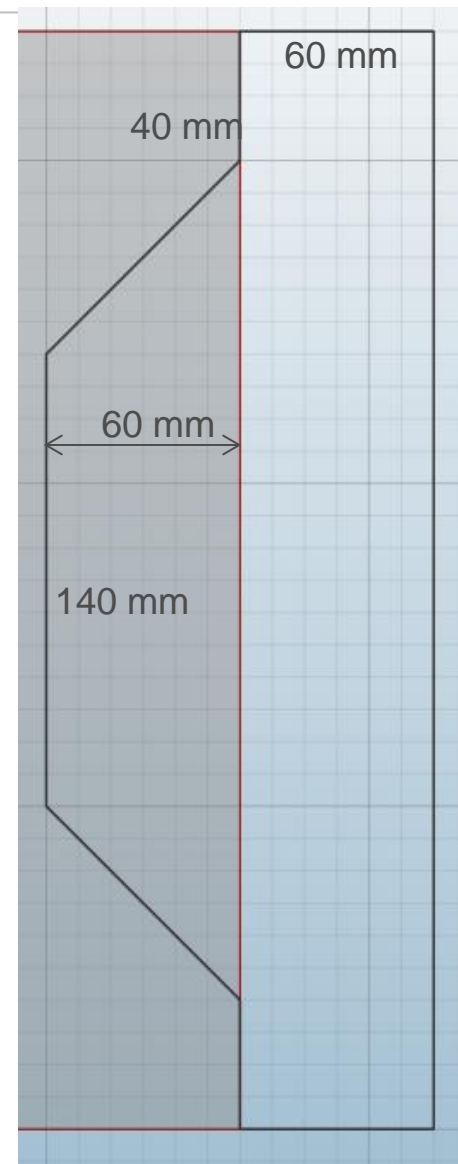
## 终极练习

下面我们将创建位于右侧的将要作为非设计空间的实体。  
使用***Lines***（直线）工具，在右侧创建一个新零件。  
退出草绘模式，拖动面形成一个和***Right***零件厚度相同的  
实体。

提示，请使用捕捉工具捕捉已创建零件的边。

重新命名新零件为***Right non-design***。

**solidThinking™**

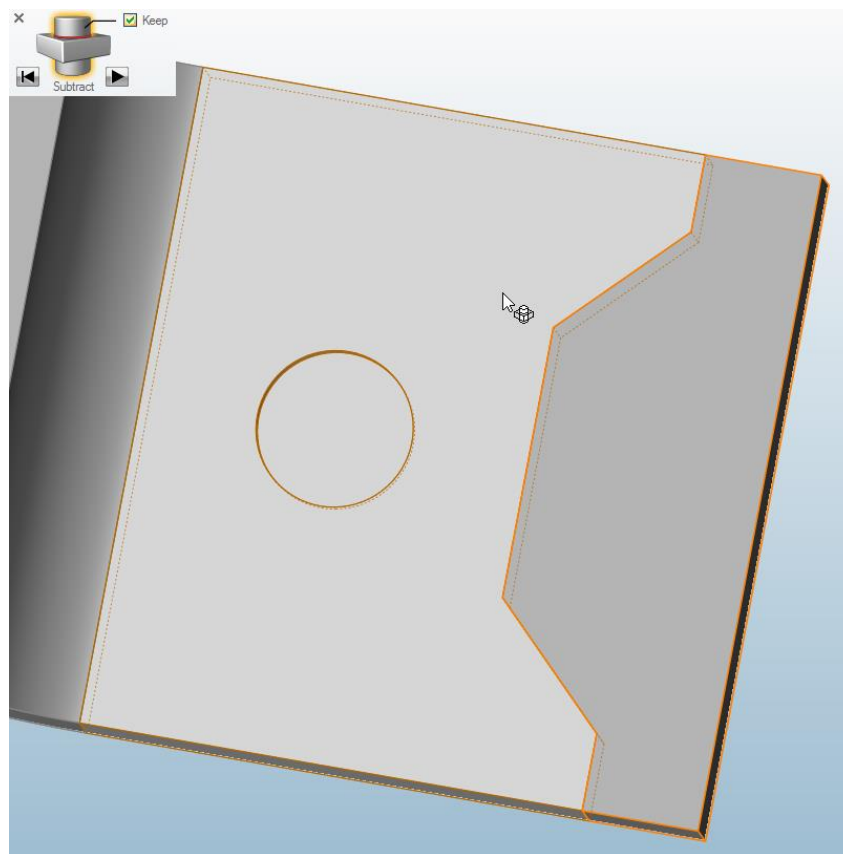


## 终极练习

**solidThinking™**

我们将使用 **Right non-design** 零件减去 **Right** 零件。

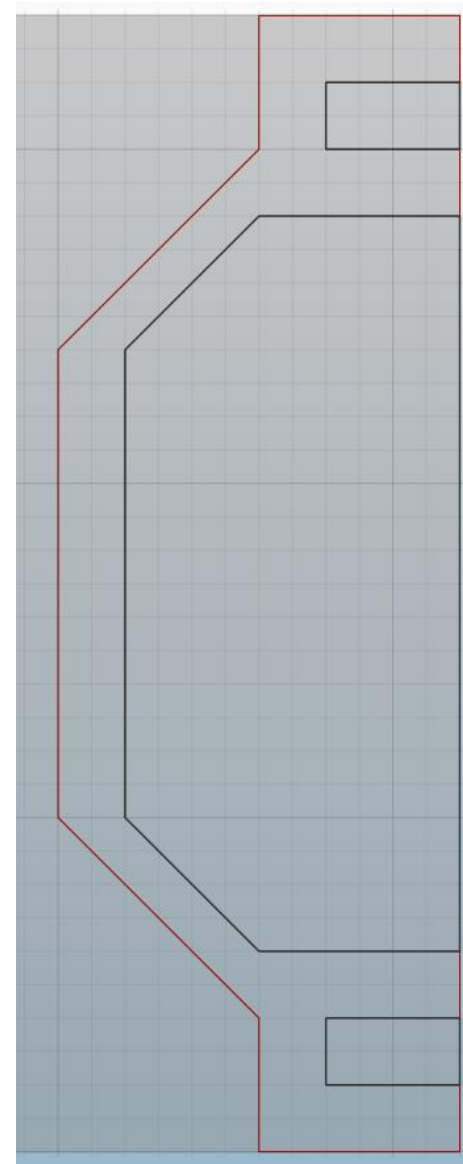
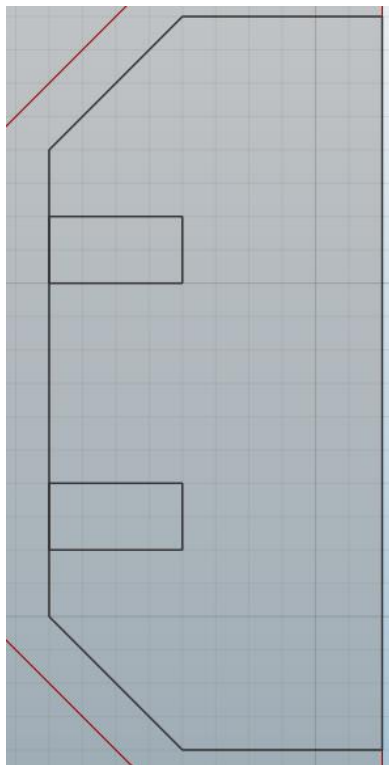
使用 **Subtract** 工具减去 **Right** 零件。请确认 **Keep** 复选框选中，**Right non-design** 零件被保留。



## 终极练习

在 **Right non-design** 上创建两个矩形和一条多边形，  
如右图所示。

然后按照下图所示创建另外两个矩形。

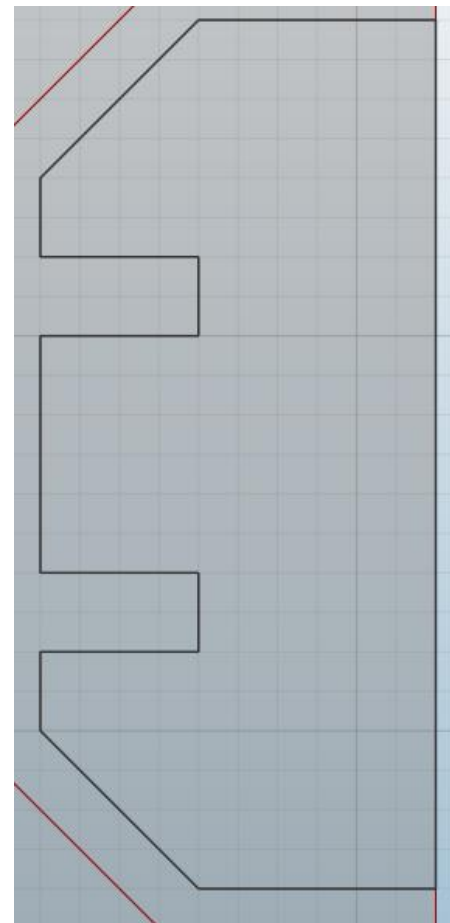
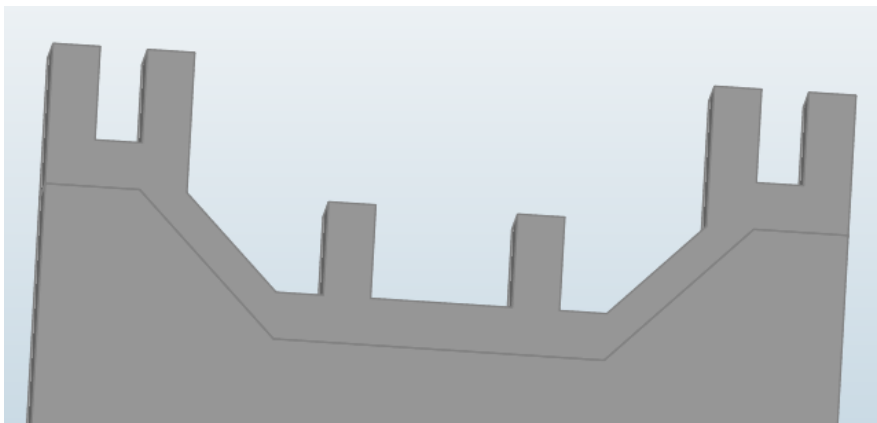


## 终极练习

最后，使用**Trim**（切割）工具移除掉左侧两个矩形与多边形相接的部分。您需要做两次这样的操作：一次移除矩形上的线段，一次移除多边形上的线段。

退出草绘模式。

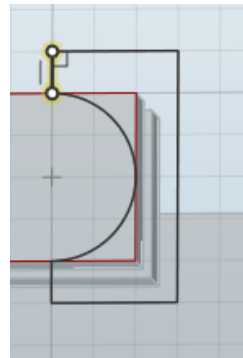
通过矩形和多边形所创建的面，推拉出实体。



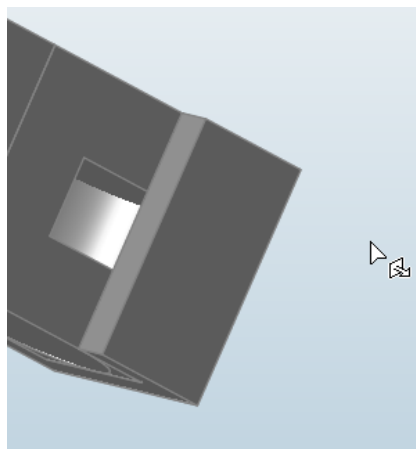


## 终极练习

基于 *Right non-design* 零件的顶部绘制草图如下，该草图用于创建一个新零件。

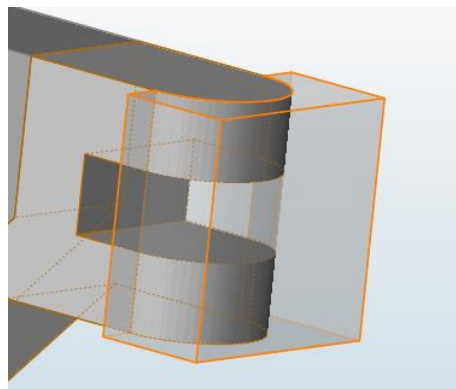


退出草绘模式，利用草图拉伸实体，使其延伸到第二个块体的底部。

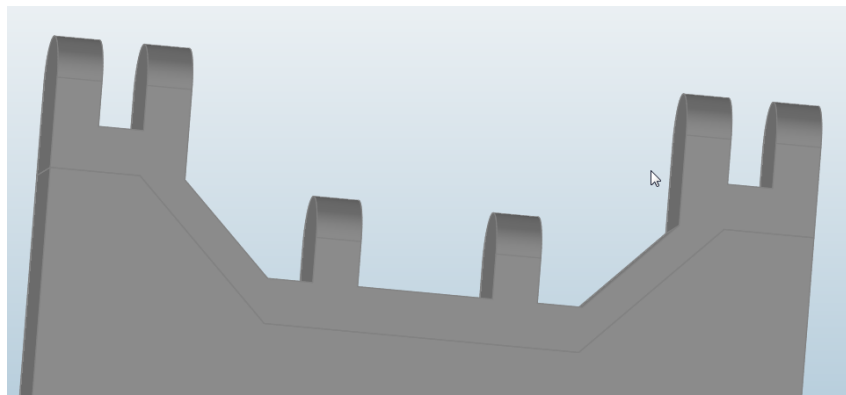


## 终极练习

使用**Subtract**工具，使块体形成两个圆角。



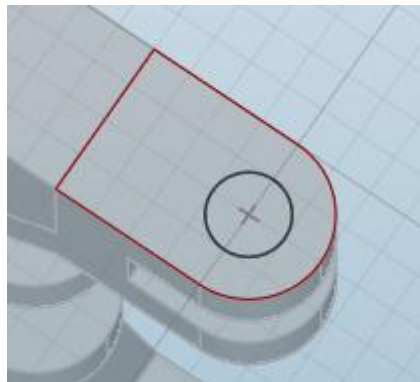
对中部和底部的块体重复以上操作，结果如下图所示。



请思考，是否有其他更简便的方式获得同样的结果？

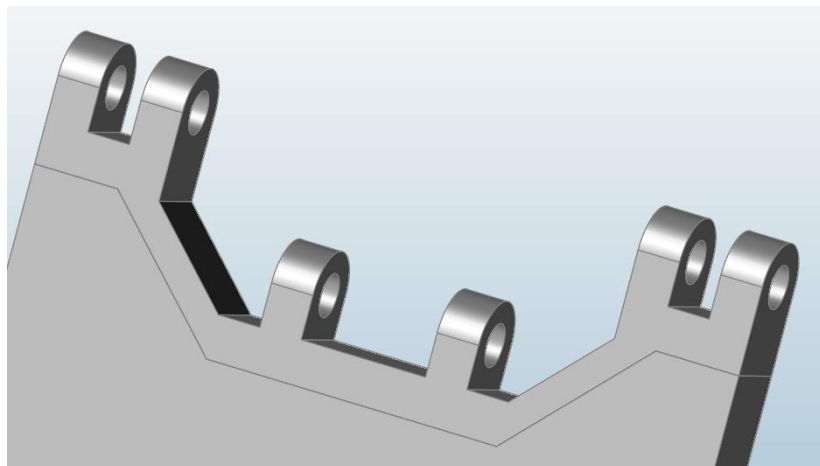
## 终极练习

在 *Right non-design* 零件的顶部创建一个圆。



退出草绘模式，推动圆形部分，使其成为通孔。

在其他部位创建类型的孔，如下图所示。

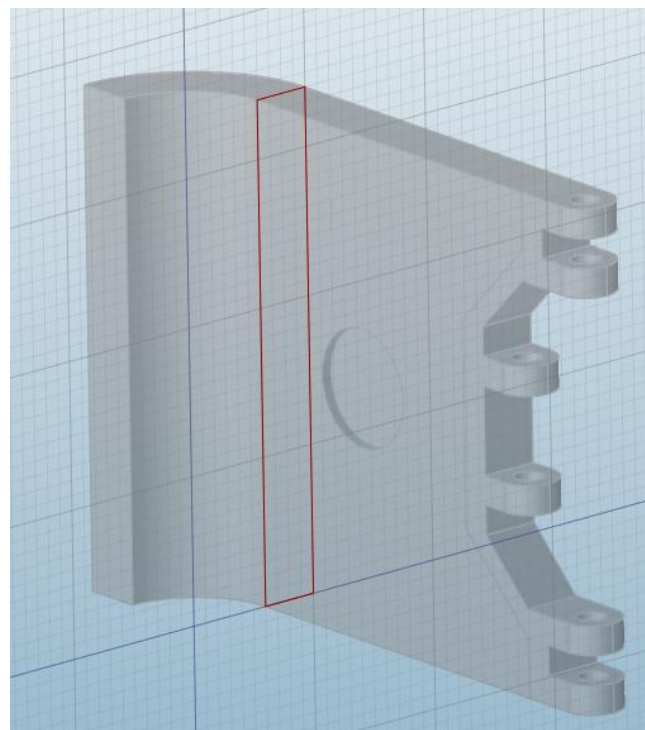
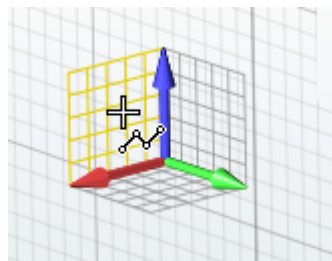
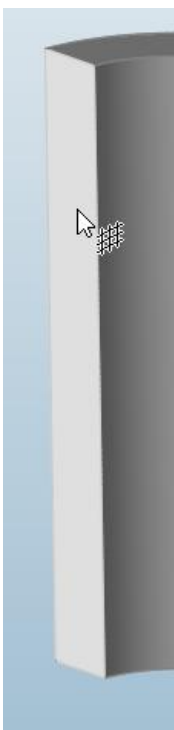


## 终极练习

下面我们将要创建左侧部分。

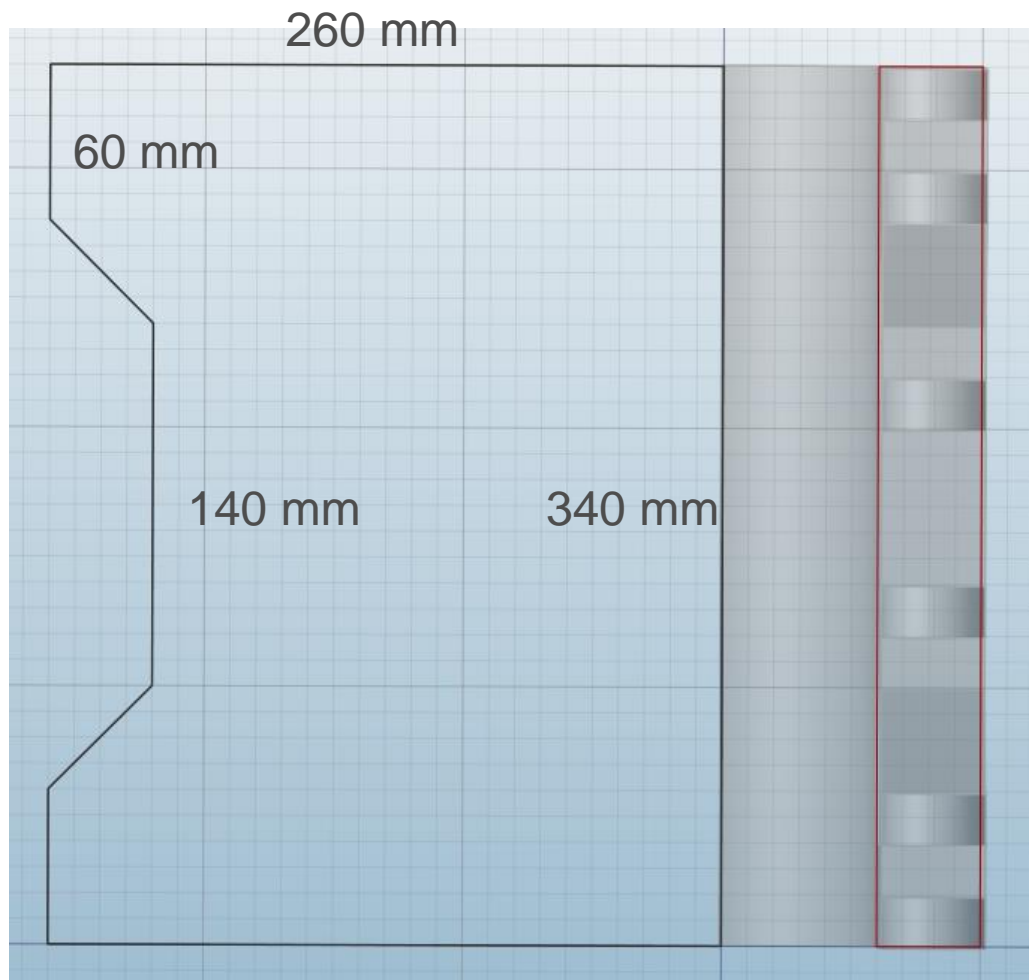
选择**Polyline**工具，点击**Center**这个零件另一侧的矩形面。

然后使用平面选择工具改变我们将要创建的新零件的对齐面。



## 终极练习

在一个新零件中创建草绘如下所示。

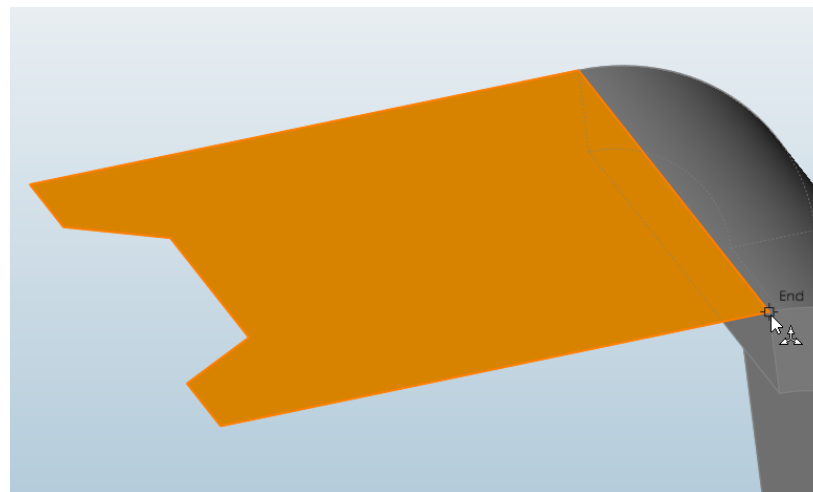
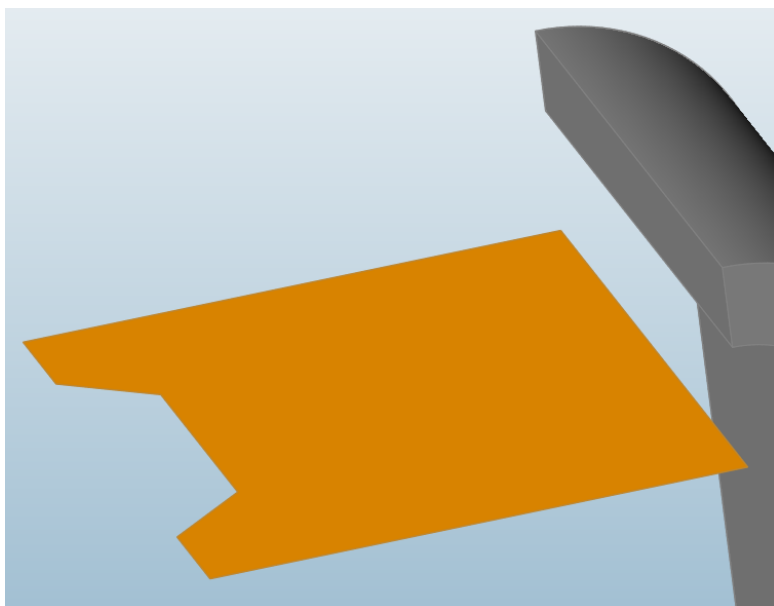


## 终极练习

退出草绘模式。

注意这次创建的面并没有与 **Center** 零件相连。

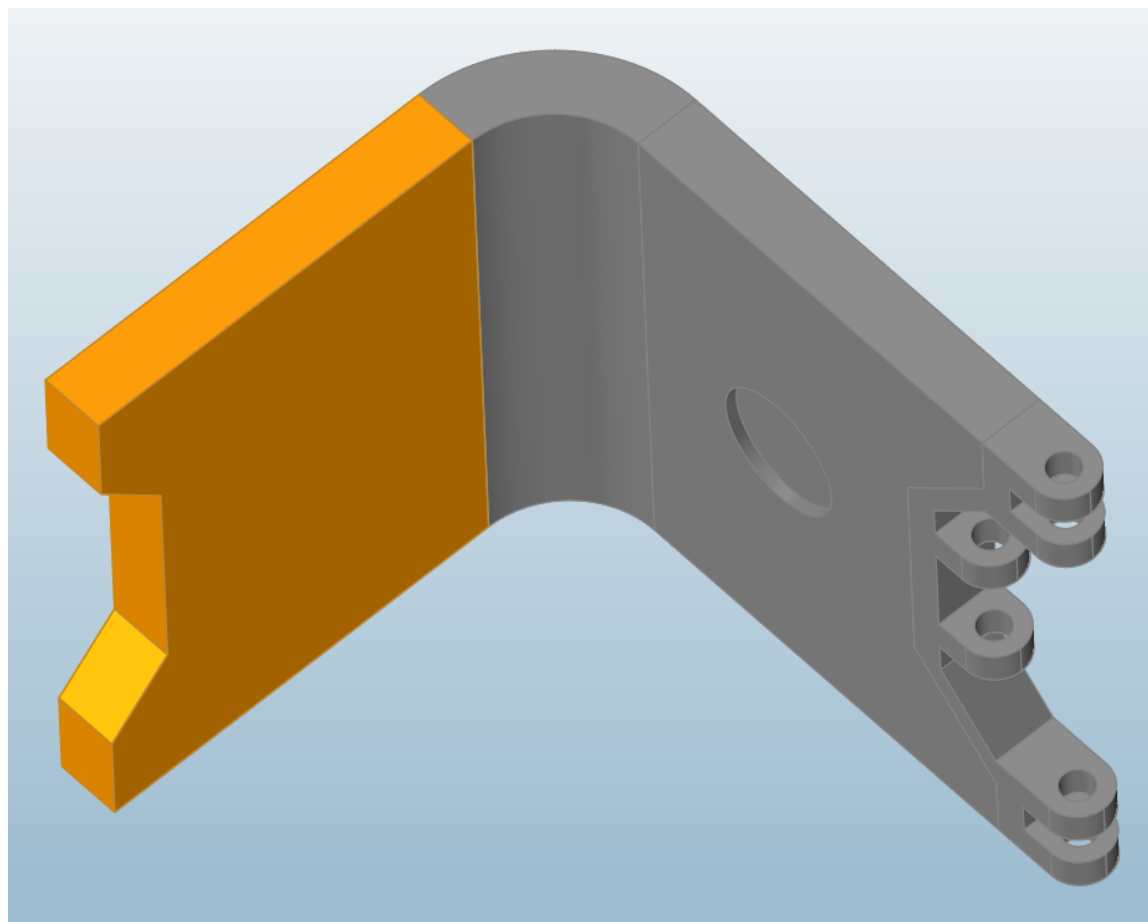
移动这个零件，使用捕捉工具将其与**Center**零件对齐。



## 终极练习

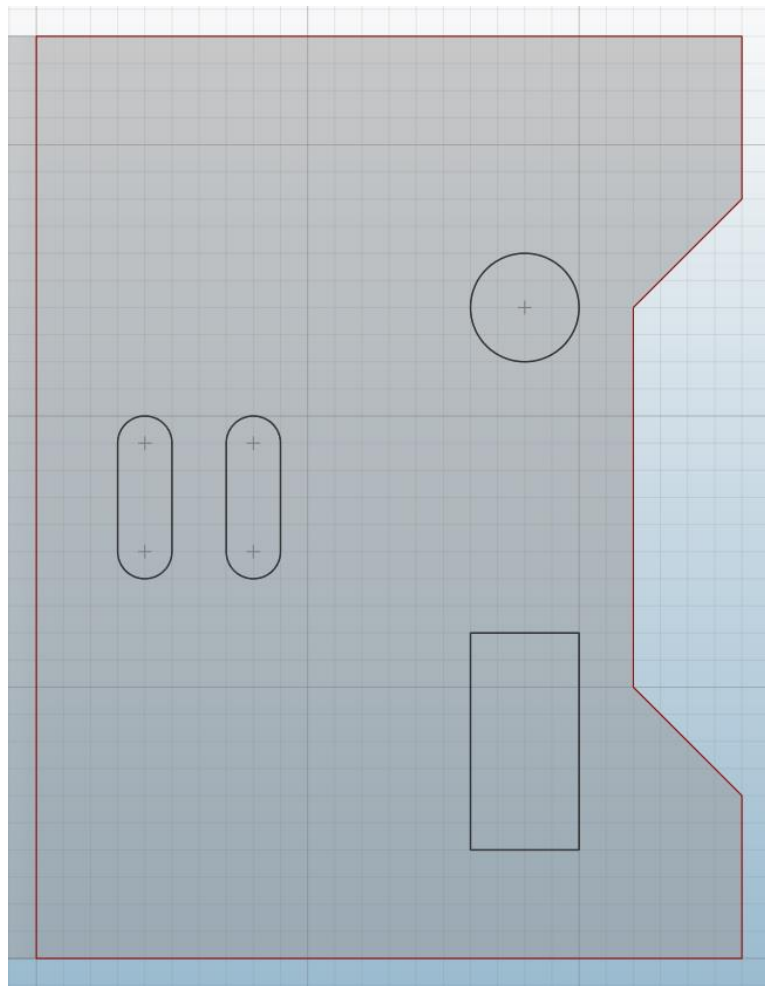
推拉该面使其形成与 **Center** 这个零件相同的厚度。

将其重命名为 **Left**。



## 终极练习

在**Left**这个零件上创建如下草绘。

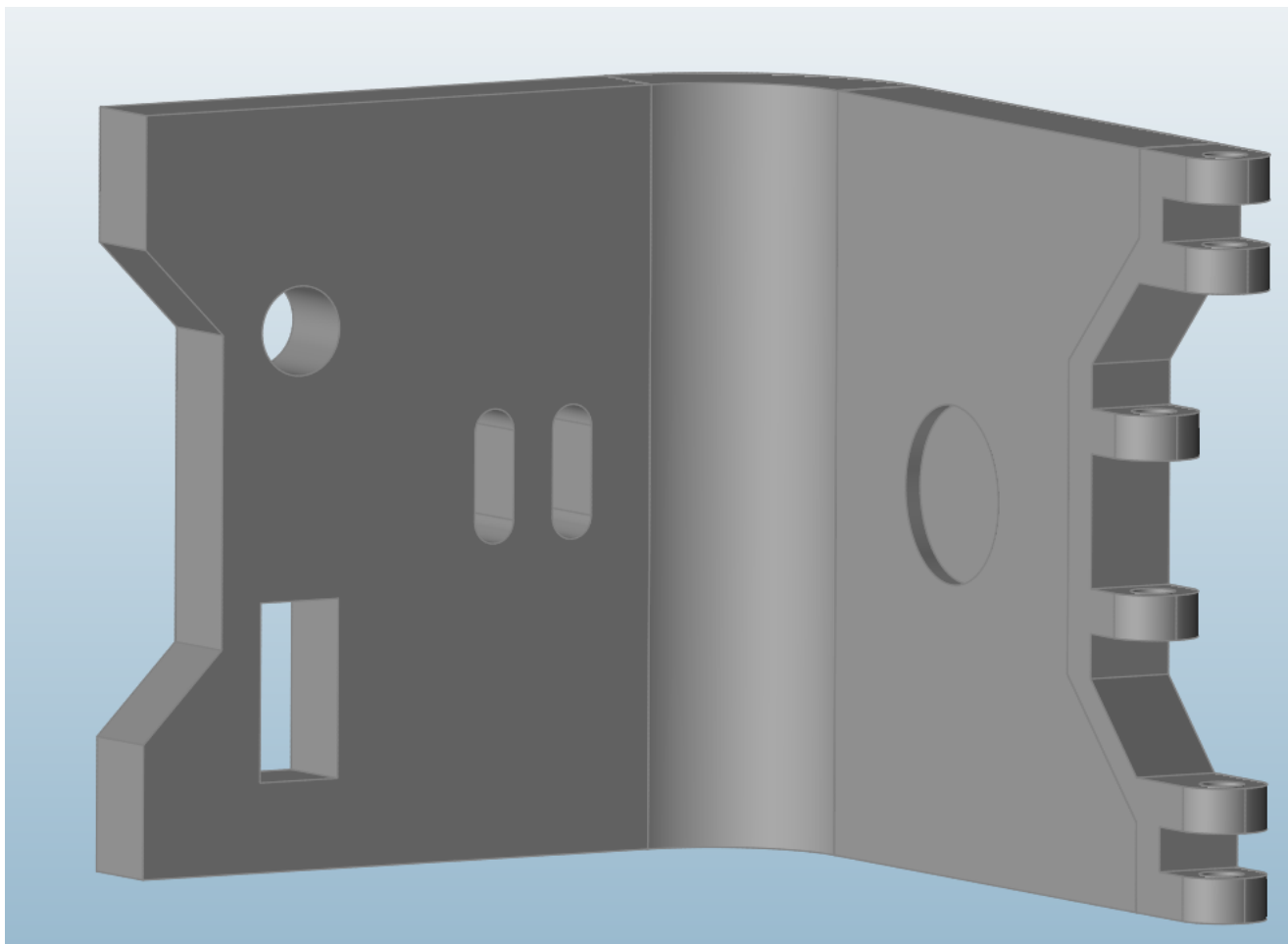




## 终极练习

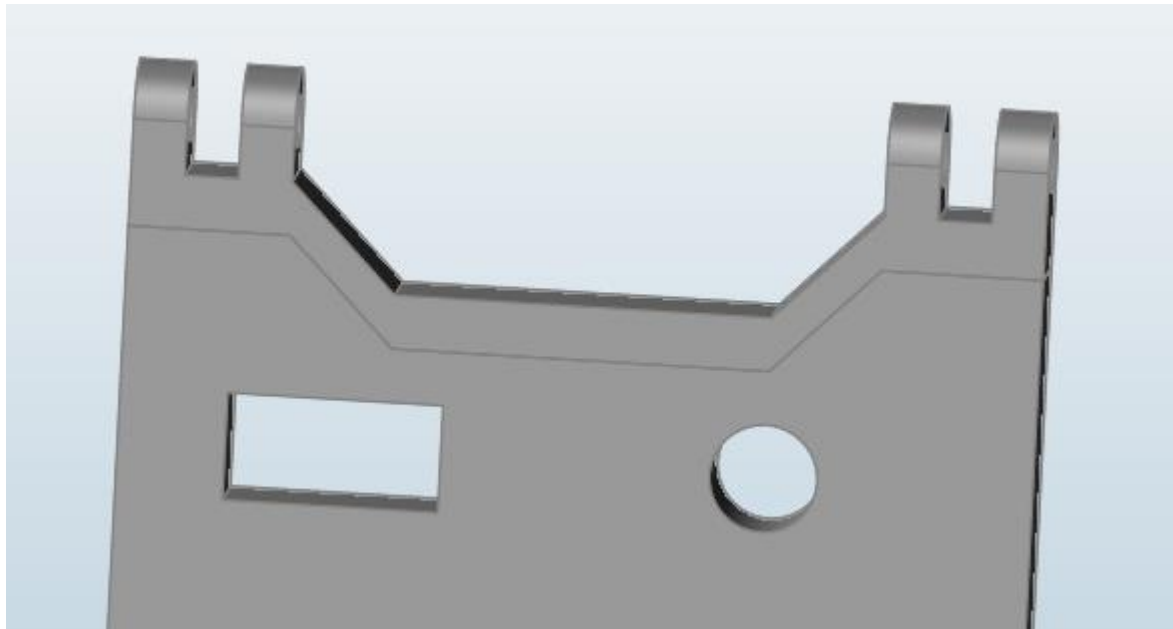
**solidThinking™**

退出草绘模式，将它们推出，形成四个通孔。



## 终极练习

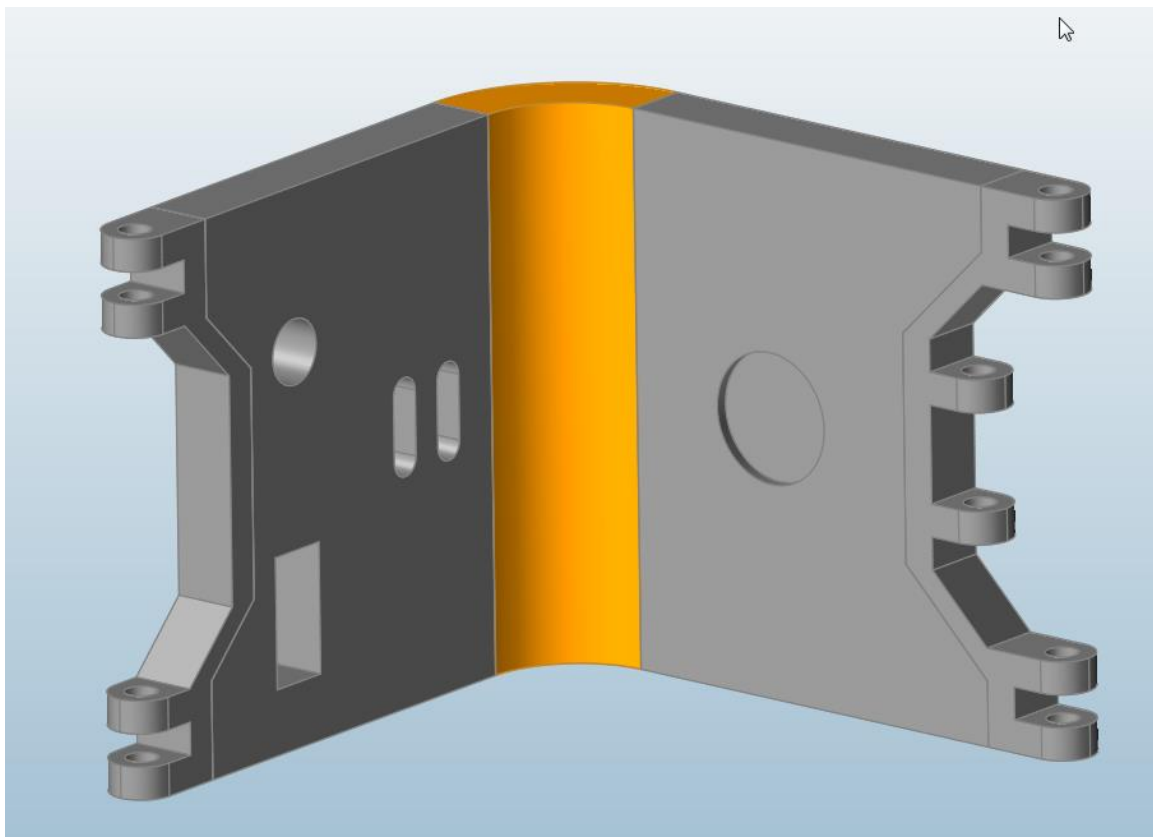
与 *Right non-design* 零件创建的过程类似，我们要创建左侧的非设计空间——零件 *Left non-design*。请注意这次只有四个需要约束的部位。



## 终极练习

接下来我们要创建一个块体，与**Center**部分做相交的布尔运算，同时在中部创建一个孔。

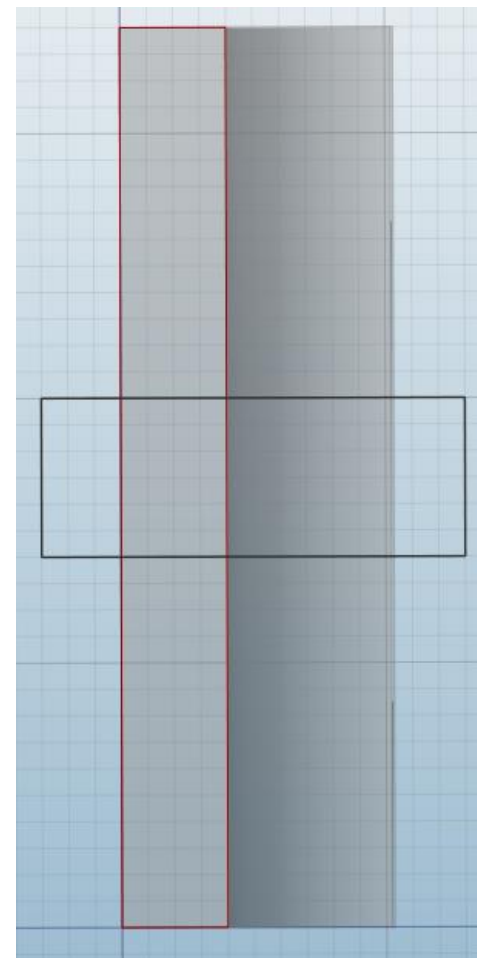
使用**Isolate**（独立）工具，隐藏除**Center**零件之外的所有零件。



## 终极练习

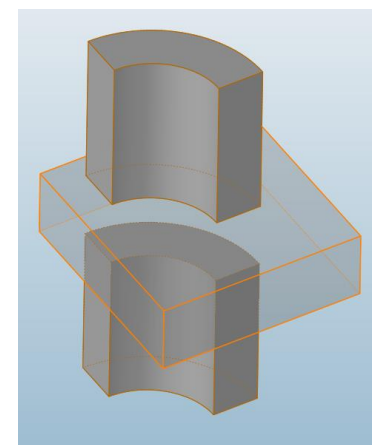
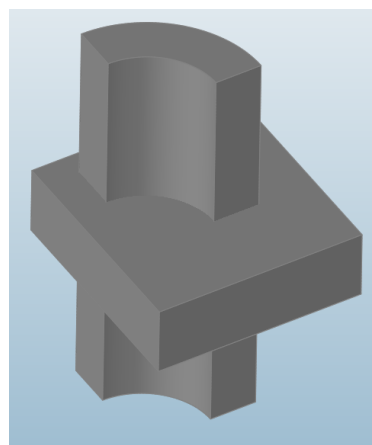
使用**Rectangle by Corner**工具，在零件的一个矩形面上创建矩形草绘。

请确认该草绘用于创建一个新零件。需要该矩形高为**60mm**，宽度要足够穿过整个零件。

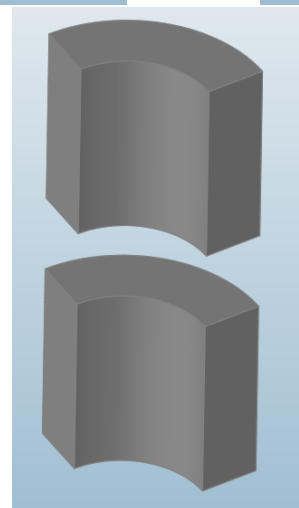


## 终极练习

退出草绘模型，推动该面穿过整个**Center**零件。



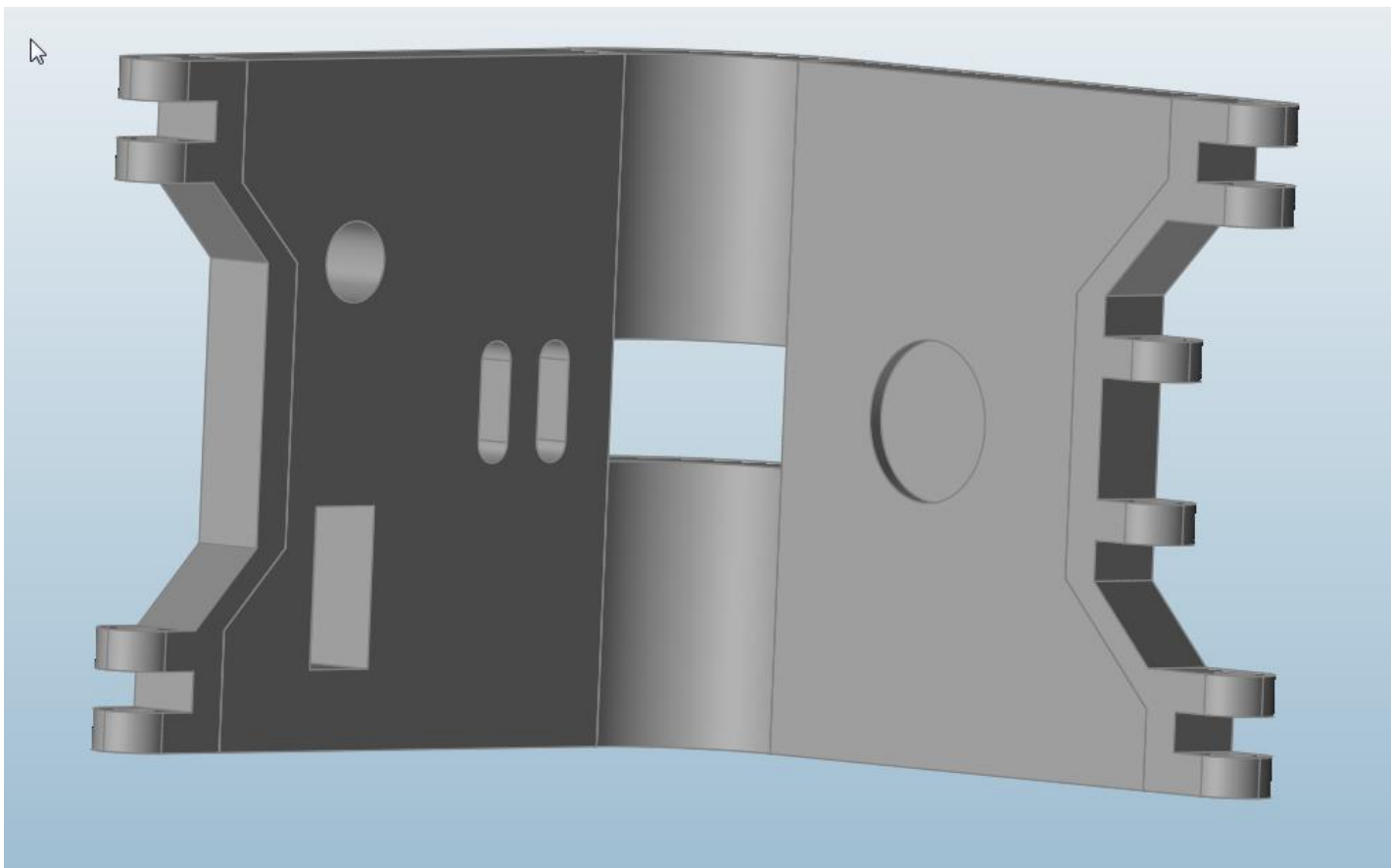
使用**Subtract**（减去）布尔运算工具移除掉零件的中部。



## 终极练习

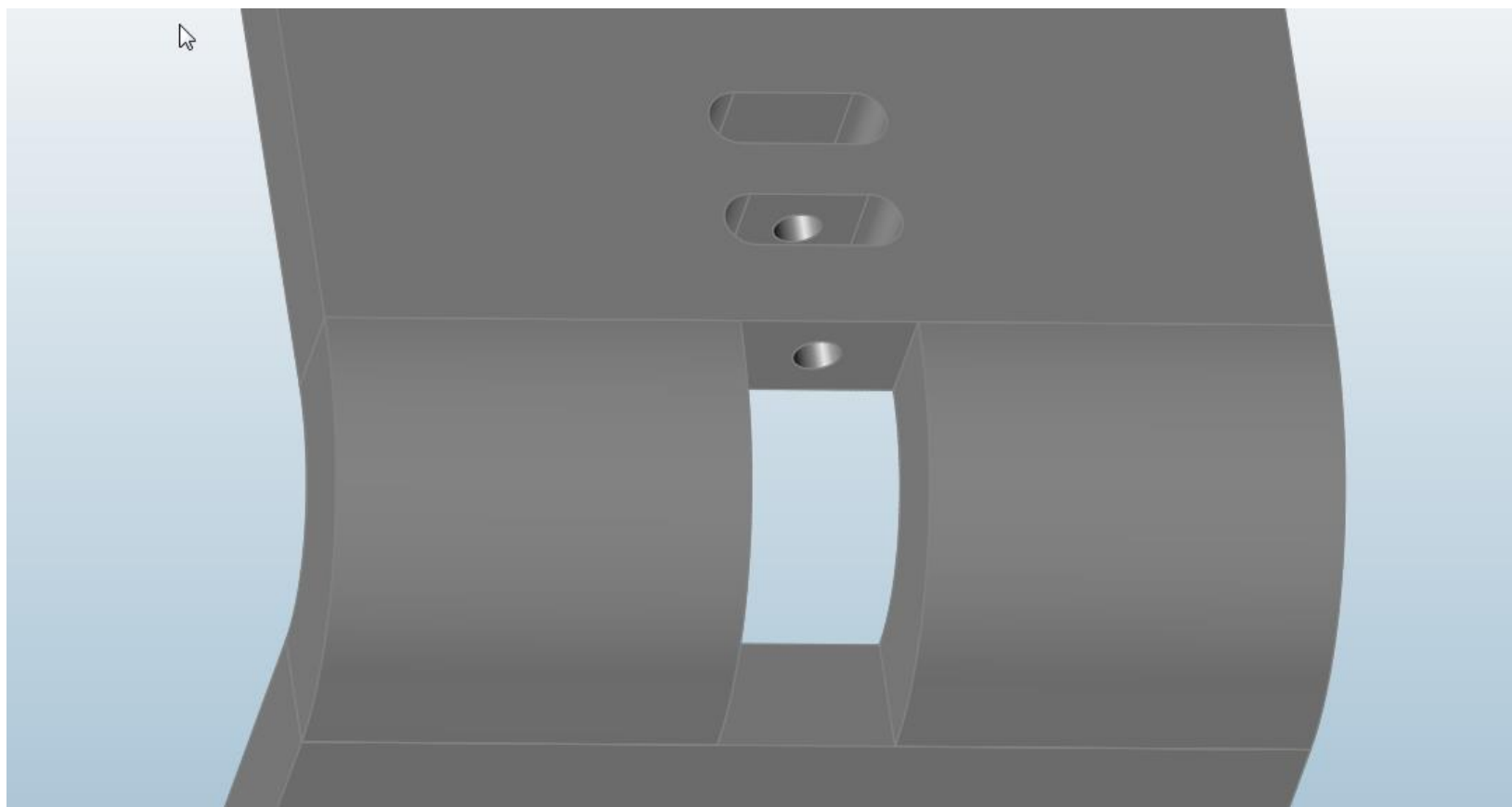
**solidThinking™**

使用 **Show all**（显示所有）工具，显示整个模型。



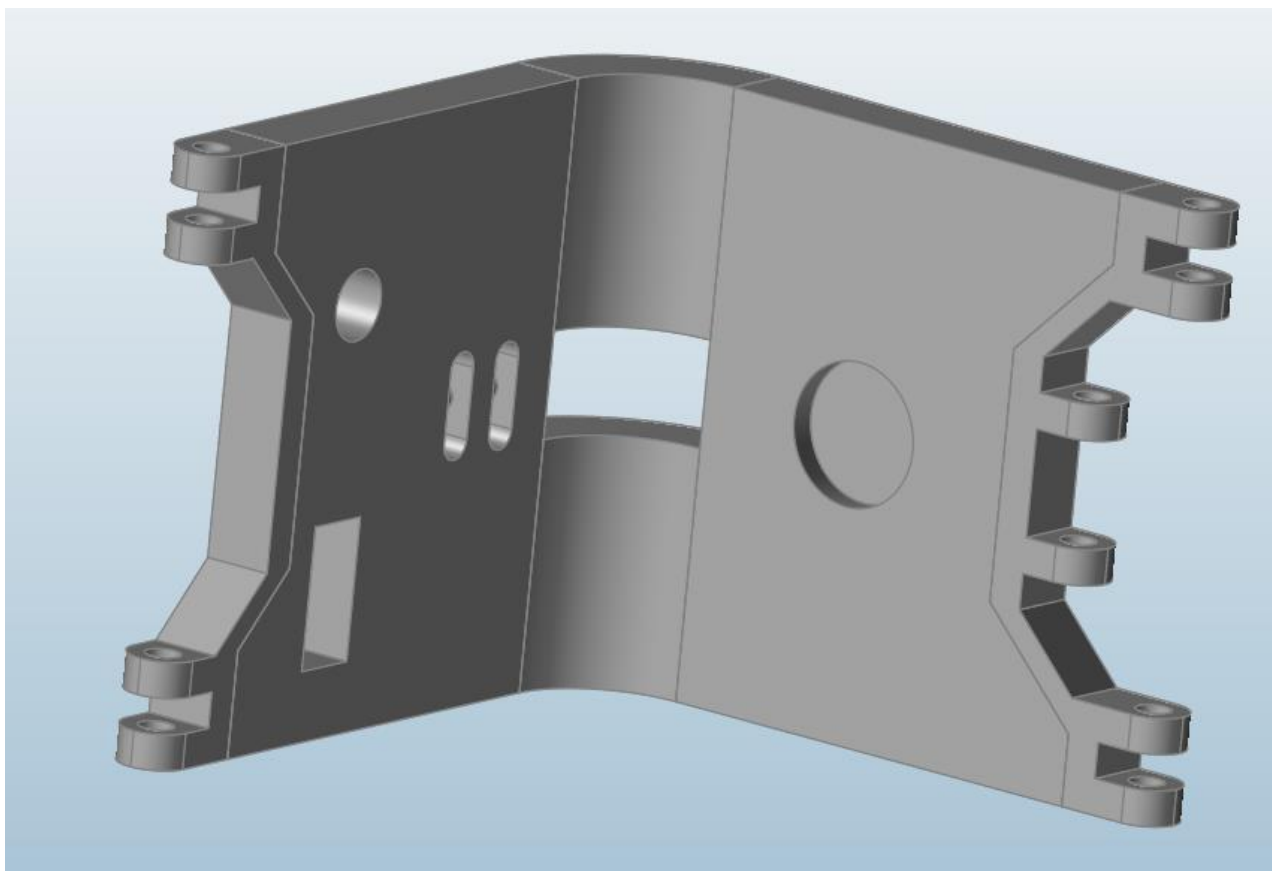
## 终极练习

最终，在**Left**这个零件上创建一个小孔，直径为**16mm**，如下图所示。



## 终极练习

此时，我们已经完成了这个门铰链的几何创建。接下来，我们将为其添加约束和载荷，随后优化这个设计。





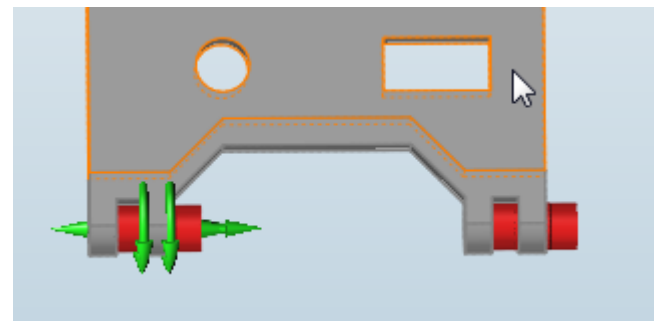
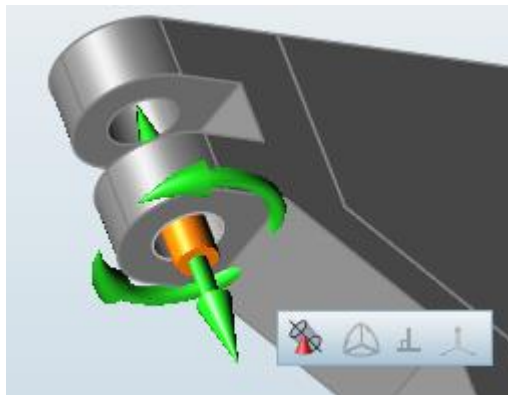
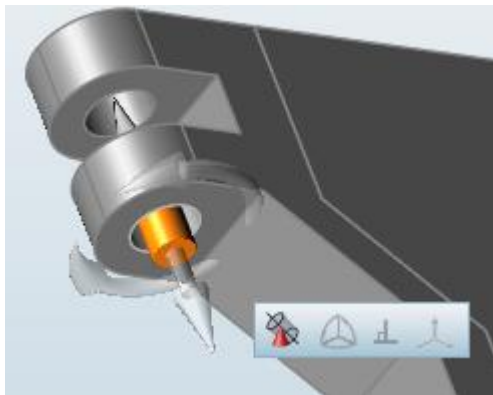
## 终极练习

第一步，我们要为左侧的非设计域施加约束。

使用**support**（约束）工具，并且选择**Left non-design**零件的最底下一个孔。

在从顶部向下第二个孔的位置施加另外一个约束。点击橙色的圆柱，我们要将其自由度释放。

此时会显示透明的箭头。点击所有的箭头，允许零件在其所控制的方向内可以移动。当您点击时，它们将变为绿色。



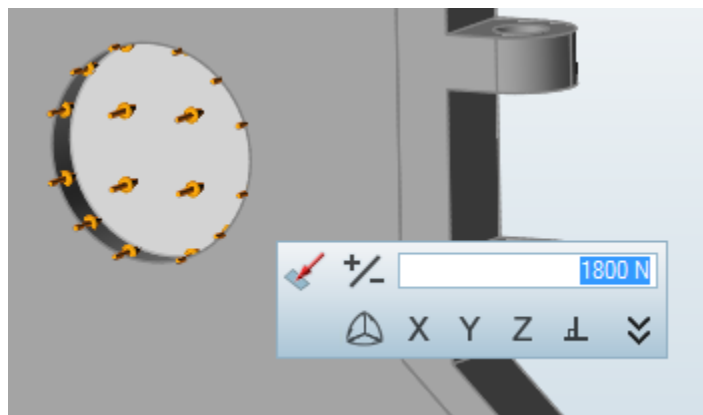
## 终极练习

下面我们要在零件上施加载荷。

先施加五个作用力，随后在载荷工况中管理它们。

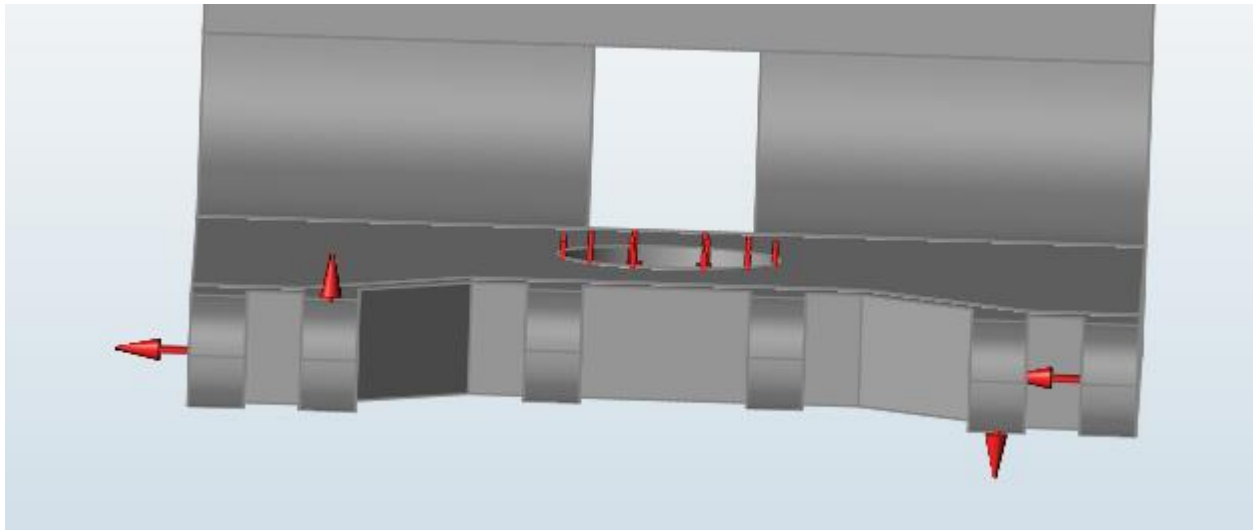
首先，在**Right**零件上带有圆形槽的那个面上施加一个力。

设定其方向为朝向零件（**-X**方向）并且给其一个数值**1800N**。



## 终极练习

在 **Right non-design** 这个零件上所有的圆柱形孔中都施加一个力。  
所有的力设置同样的数值大小为 **1800N**，  
它们的方向从上至下设置为： **-Z; -X; X; -Z**。



## 终极练习

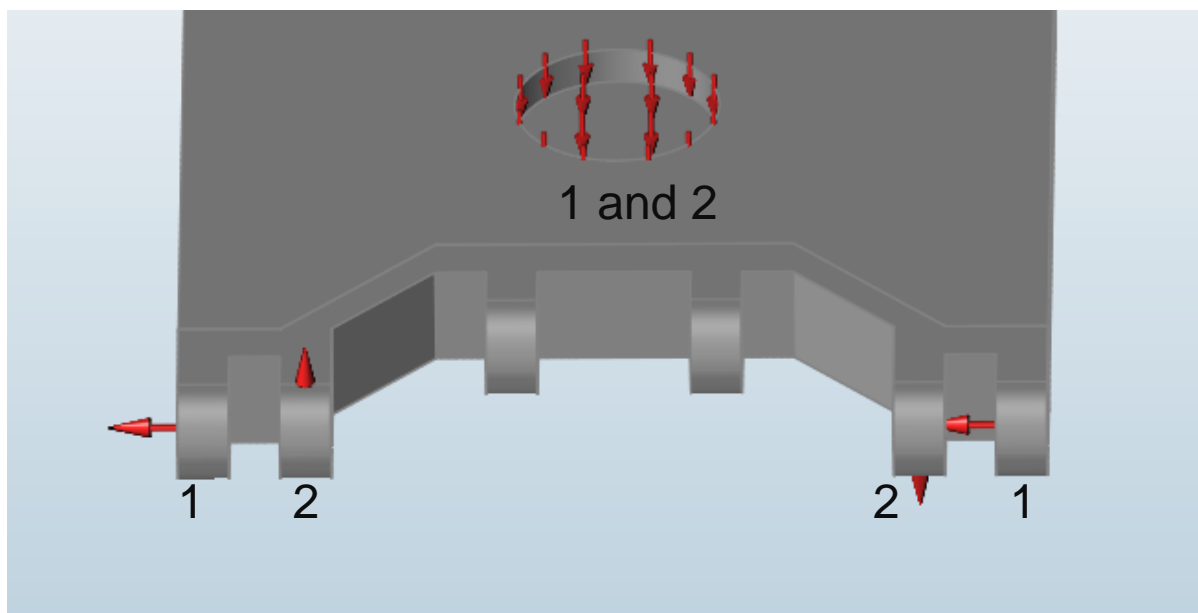
接下来要使用**List Load Cases** 工具管理这些作用力，使它们归于某个工况。

打开**List Load Case**（载荷工况列表）工具。

创建第二个载荷工况。

在每个工况中都激活之前创建的两个约束。

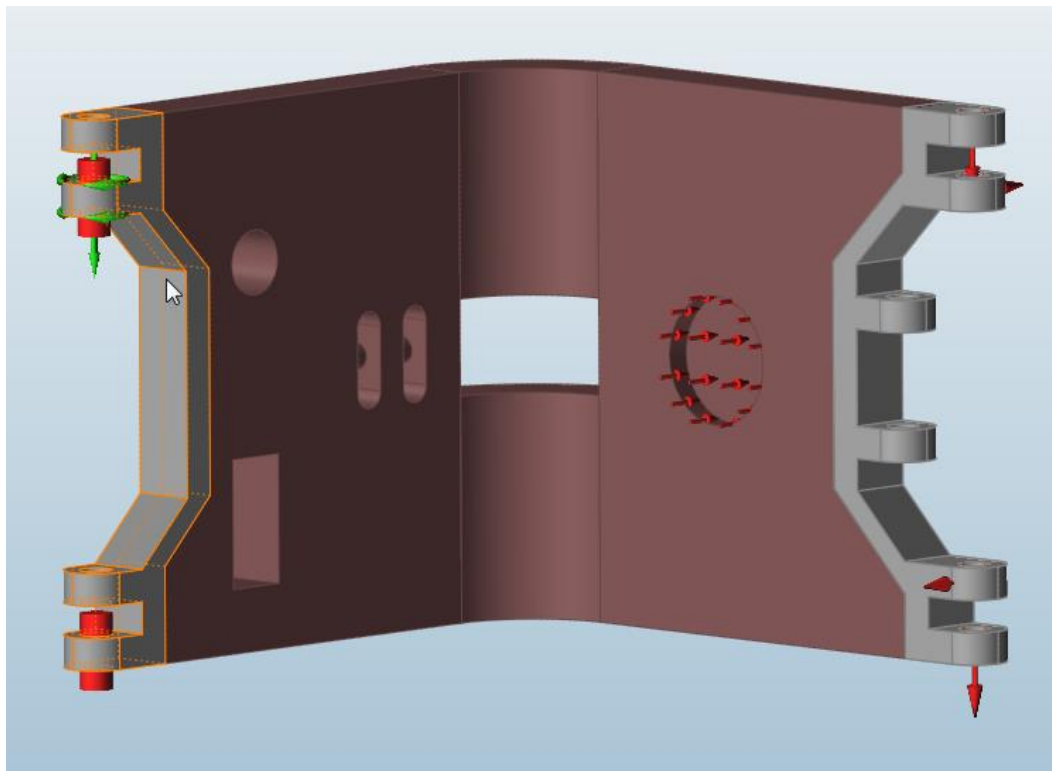
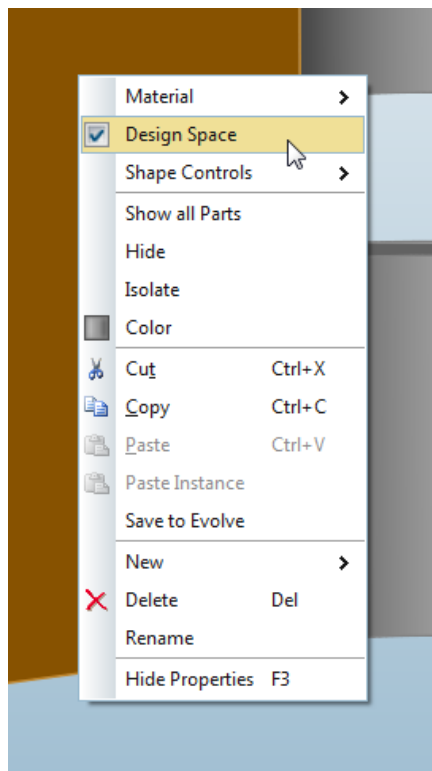
在工况**1**和工况**2**中分别激活载荷，如下图所示：



## 终极练习

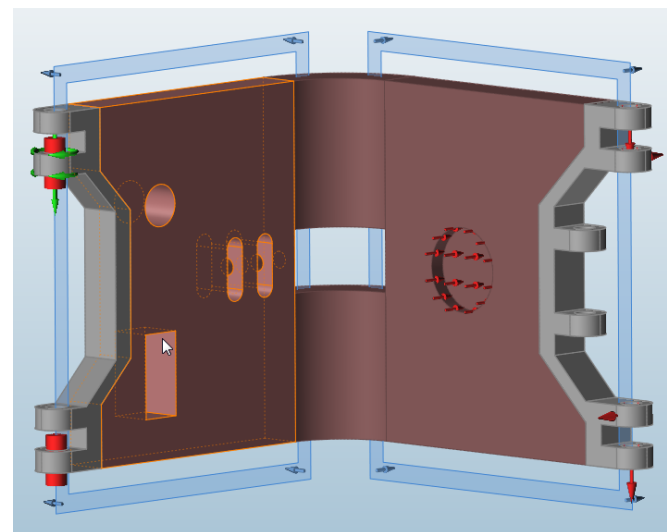
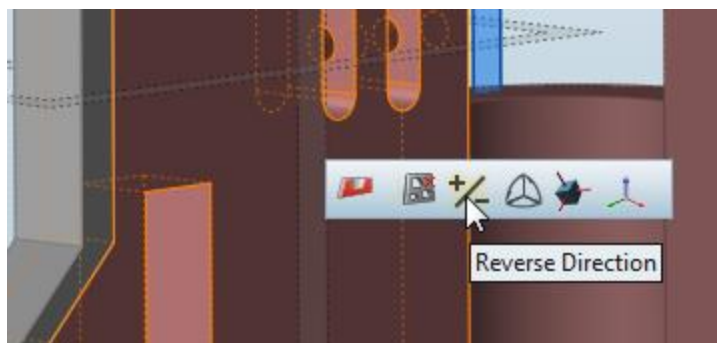
**solidThinking™**

设置好载荷后，我们要定义在优化过程中那些部分将要被修改。分别用鼠标右键点击**Left**、**Center**和**Right**零件，在右键菜单中将它们设定为**Design Space**（设计空间）。这三部分会变为暗红色。



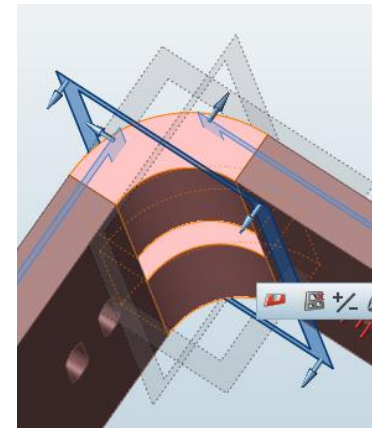
## 终极练习

最后，我们要设定形状控制。由于每个零件我们都要单独的进行脱模工艺制造。所以我们要为模型加入**Draw Direction**（拔模方向）这个形状控制。  
选择**Draw Direction** 工具下的**Single Draw**（单向拔模）模式，并点击**Left**零件。此时沿零件的主面上出现了一个蓝色的拔模方向平面。点击迷你工具栏中的**+/-**图标可以切换拔模方向，使其方向向外。  
在**Right**零件上重复此操作。

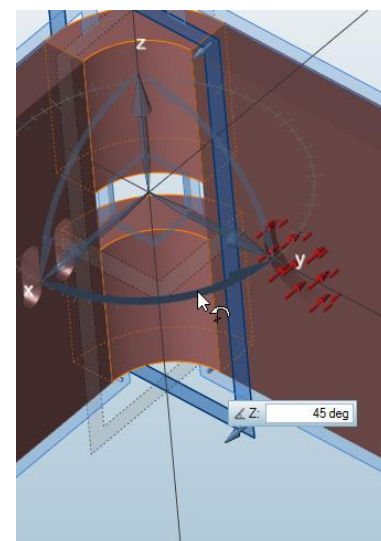
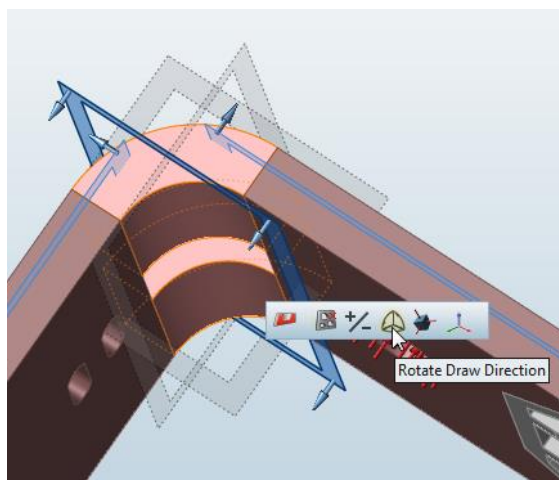


## 终极练习

继续为**Center**这个零件设定拔模方向，同样选择**Draw Direction**工具的**Single Draw**模式。而这次脱模的方向并非我们所需要的方向，所以需要对其进行旋转。

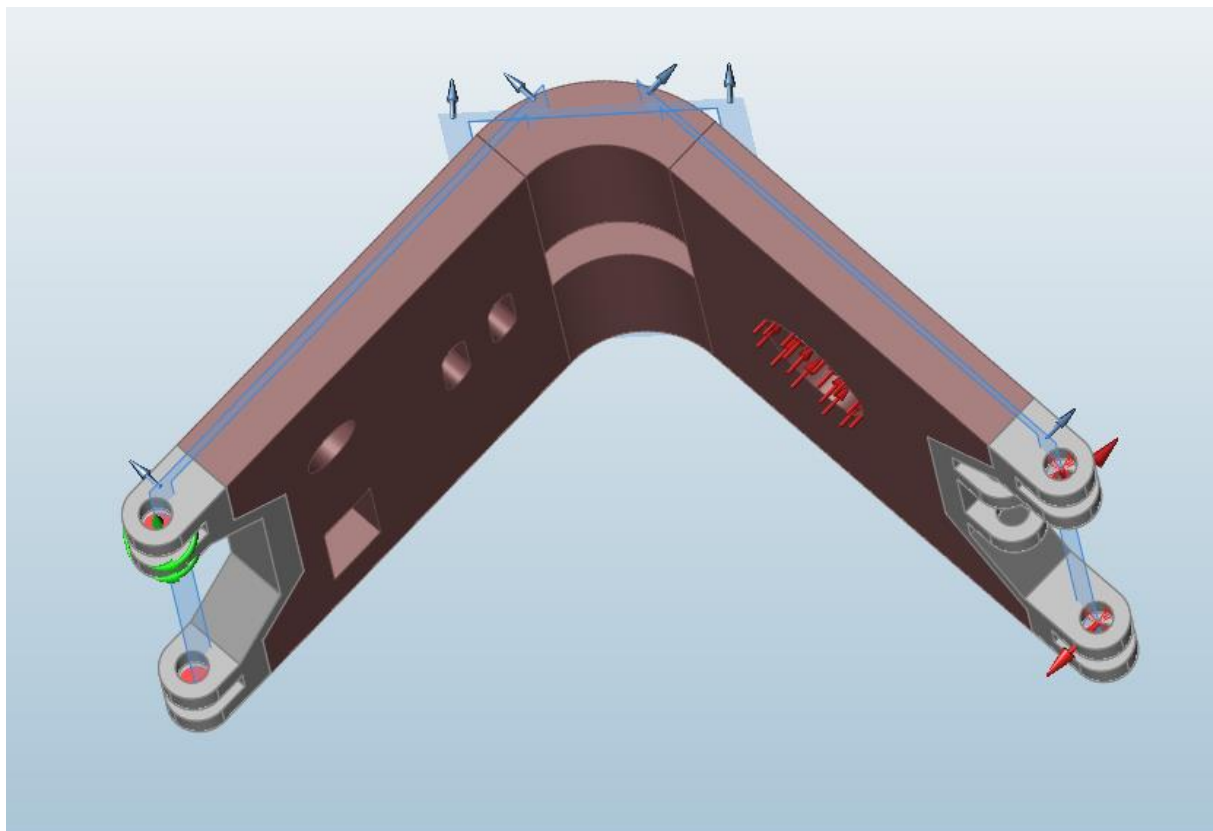


在迷你工具栏中点击指示方向的图标，点击处于**X**和**Y**之间的那段圆弧，这意味着以**Z**为轴旋转，在旋转值的输入栏内输入**45 deg**。



## 终极练习

然后在迷你工具栏中点击+/-图标反正方向，使其方向向外。



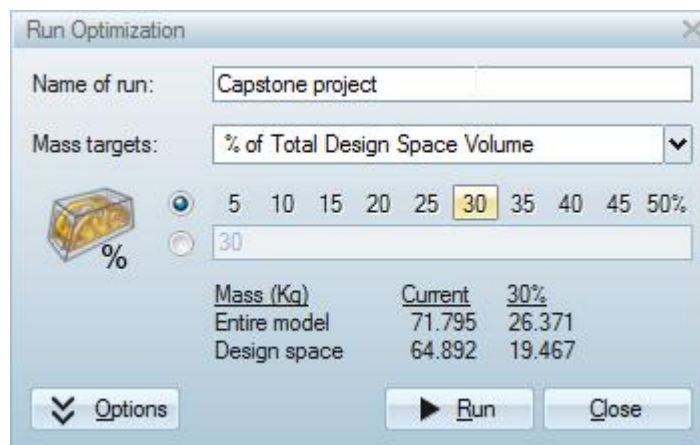


## 终极练习

此时模型已完全设置好，可以运行下一步的优化了。

使用优化工具。

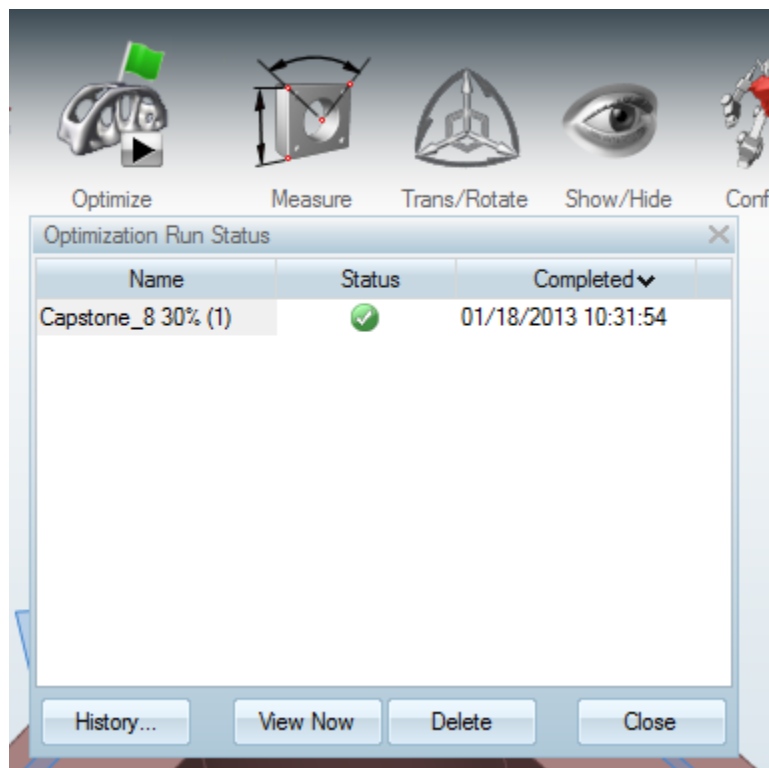
设置**Mass Target**（质量目标）为设计空间总量的**30%**，点击**Run**（运行）开始计算，这将持续几分钟的时间。



## 终极练习

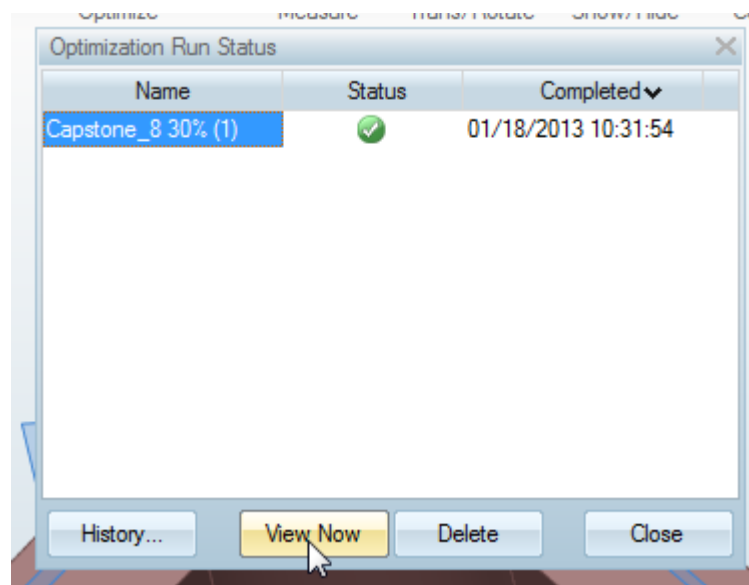
**solidThinking™**

当优化完成，您可以看到一个绿色的小标记位于 **Optimization Run Status**（运行优化状态）窗口，同时，在**Optimize**（优化）图标上也会出现一个绿色小旗。



## 终极练习

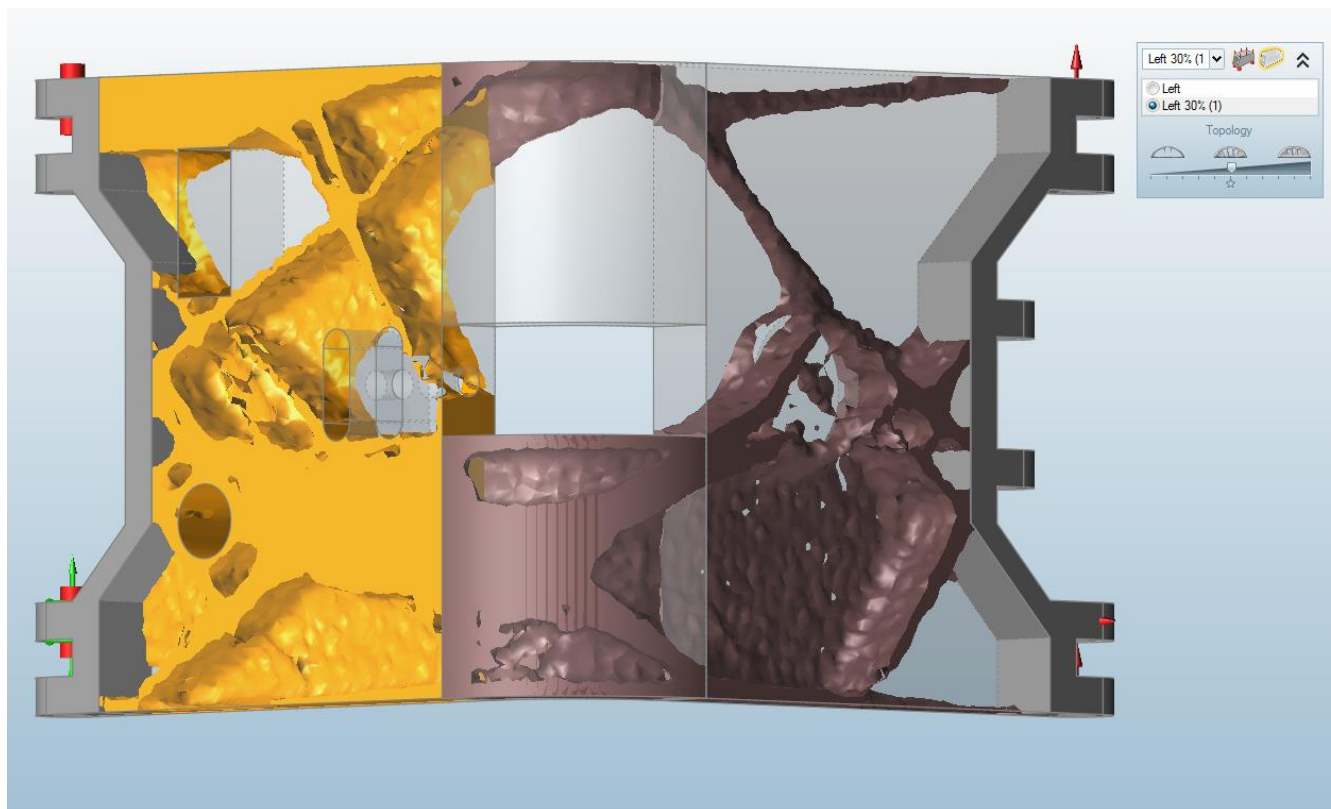
在对话框中选择正确运行结果，点击 **View Now**（现在查看）图标，显示结果。



## 终极练习

在设计空间任意位置双击鼠标，即可显示优化结果。

利用**Topology**（拓扑）滑块探索形状。

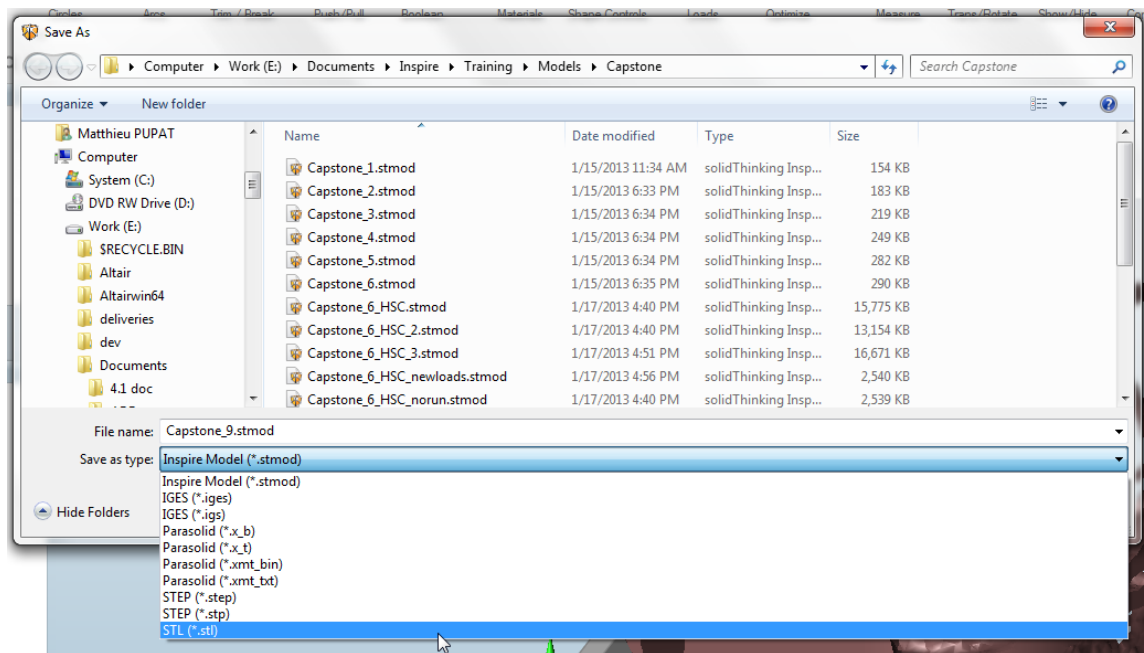
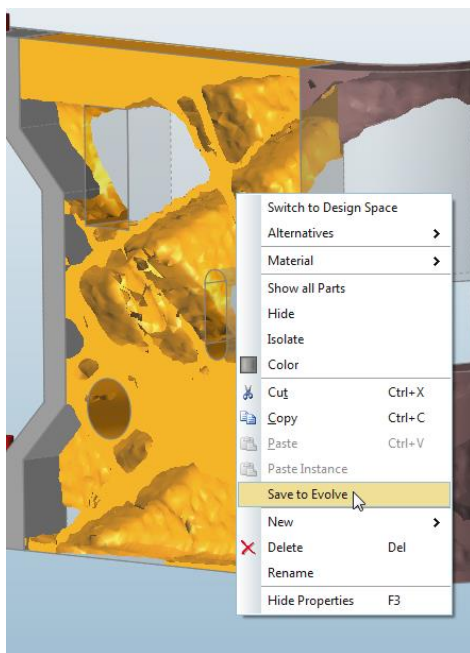


## 终极练习

**solidThinking™**

一旦确定了合适的形状，这个结果可以直接被导出至**solidThinking Evolve**。操作步骤为鼠标右键点击某一部分，选择**Save to Evolve**。必须对每个零件分别做该操作。

也可以把优化结果通过**Save As**（另存为）导出**STL**格式，然后再导入其他**CAD**软件。



## 终极练习

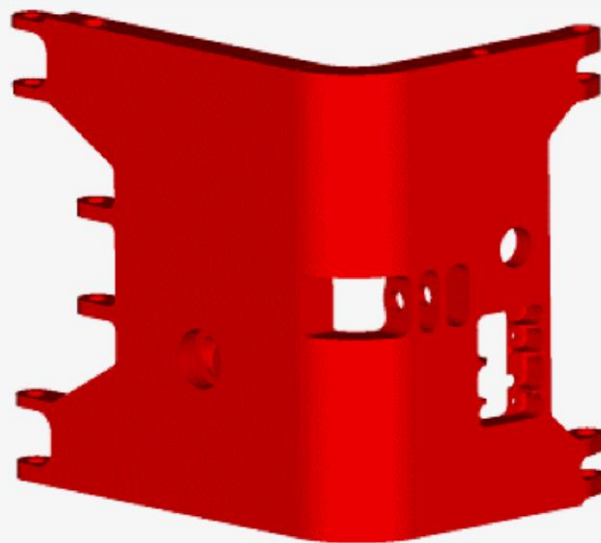
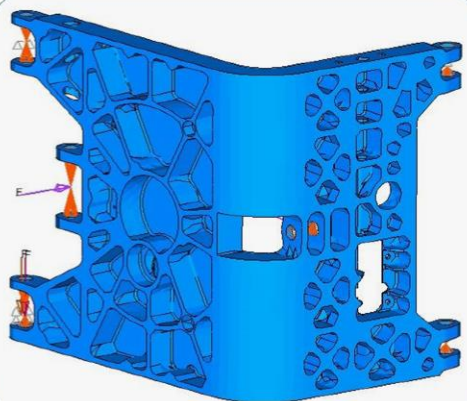
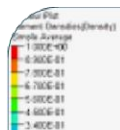
自选步骤：

- 尝试在形状控制的设置时加入**no hole**（无孔）选项，重新运行优化。
- 改变拔模类型为**Split**（双向拔模）
- 改变拔模类型为**Stamping**（冲压）

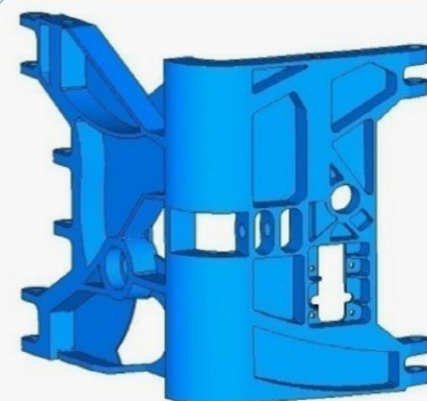


# 小节

3 个月  
9.15 Kgs



3 周  
7.5 Kgs



## 小节

在此培训中，您可以学习如何利用**solidThinking Inspire**创建完整的优化模型。

如果您还有其他任何问题，可以通过以下方式获得资源，或者联系我们：

- **solidThinking** 在线帮助（在软件中的 *Help* 菜单下）
- **solidThinking** 中文技术支持：[solidthinking@altair.com.cn](mailto:solidthinking@altair.com.cn)



## 如何下载30天试用版?

**solidThinking™**

- 访问solidThinking官网: [www.solidthinking.com](http://www.solidthinking.com)
- 选择网页右上角显示语言为 **CHINA-CHINESE**
- 点击“支持”标签下的“免费下载”



## 如何下载30天试用版?

**solidThinking™**

- 请在页面中选择与您的系统匹配的安装包。

注意:

- 您可以单独下载**Inspire**或者**Evolve**程序，也可以下载**Inspire+Evolve**套装。
- 如果您已获得工程师提供的安装光盘，请忽略以上下载步骤。

### Inspire 9.0

**Windows 32 Bit:**

[solidThinking Inspire 9.0 Setup win32.exe \(755 MB\)](#) (9.0.2564)  
(Requires Windows XP, Vista, or Windows 7)

**Windows 64 Bit:**

[solidThinking Inspire 9.0 Setup win64.exe \(781 MB\)](#) (9.0.2564)  
(Requires Windows XP, Vista, or Windows 7)

**Mac:**

[solidThinking Inspire 9.0 Setup macosx.zip \(330 MB\)](#) (9.0.2564)  
(Requires Mac OS X 10.6 or later)

If the application fails to install from your desktop you may have to place the installer in your User directory and launch it from that location.

### Evolve 9.0

**Windows:**

[solidThinking Evolve 9.0 Setup win.exe \(1.23 GB\)](#) (9.0.2564)  
(Requires Windows XP, Vista or Windows 7)

**Mac:**

[solidThinking Evolve 9.0 Setup macosx.zip \(715 MB\)](#) (9.0.2564)  
(Requires Mac OS X 10.6 or later)

If the application fails to install from your desktop you may have to place the installer in your User directory and launch it from that location.

### Suite 9.0 (Inspire and Evolve)

**Windows 32 Bit:**

[solidThinking 9.0 Setup win32.exe \(1.23 GB\)](#) (9.0.2564)  
(Requires Windows XP, Vista or Windows 7)

**Windows 64 Bit:**

[solidThinking 9.0 Setup win64.exe \(1.28 GB\)](#) (9.0.2564)  
(Requires Windows XP, Vista or Windows 7)

**Mac:**

[solidThinking 9.0 Setup macosx.zip \(715 MB\)](#) (9.0.2564)  
(Requires Mac OS X 10.6 or later)

## 如何申请试用版License?

**solidThinking™**

- 在最后一个标签“获取solidThinking”下找到“尝试”，并点击进入。

The screenshot shows the top navigation bar of the solidThinking website. The address bar displays <http://www.solidthinking.com/>. The main navigation menu includes links for 主页 (Home), 公司 (Company), 产品信息 (Product Information), 支持 (Support), 院校相关 (Academic Related), and 获取solidThinking (Get solidThinking). A dropdown menu is open under the '获取solidThinking' link, showing three options: 观看 (View), 尝试 (Try), and 购买 (Purchase). A red arrow points to the '尝试' option. The solidThinking logo and the slogan 'WHERE IDEAS TAKE SHAPE' are visible at the bottom of the page.

## 如何申请试用版License?

**solidThinking™**

- 填写右侧表格，并点击提交。
- 我们会在一天之内发送**序列号**及**License**到您的注册邮箱。

**尝试**

感谢您关注solidThinking! 我们相信,它绝对可以让您重新认识三维设计。如果您想亲自动手尝试solidThinking,请配合我们填写以下表格。我们的工作人员或当地代表将会尽快与您联络。

直接联络您身边的软件代表,请点击[购买](#)。

名: \*

姓: \*

公司: \*

行业: \*

电邮: \*

电话: \*

头衔:

部门:

国家: \*

地址1: \*

地址2:

城市: \*

州/省: \*

邮编: \*

是否接受免费简报? \*

操作系统: \*

**Product of Interest: \***

备注:

\* - Required

## 如何用License激活软件？

**solidThinking™**

- 请把获得的**License**文件放置于本地文件夹（**License**为邮件附件）。
- 点击安装程序。
- 输入获得的序列号，逐步完成安装。
- 安装完成后，打开**License Wizard**。
- 选择 “I have my license file. Activate now.”。
- 从打开窗口中选择放置于本地的**License**文件，即可激活程序。
- **License**的剩余日期将显示于最上部。

注意：如无法正常激活请发邮件至：  
**solidthinking@altair.com.cn**

