



桥梁设计项目

使用 SolidWorks 和
SolidWorks Simulation 来设
计、测试和
建造结构



1 - 简介



必要条件

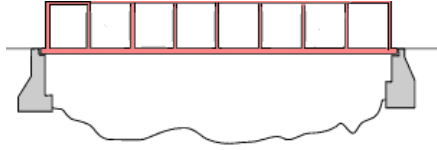
- 此项目的必要条件。
- SolidWorks 文件具有三种基本类型：零件、装配体和工程图。



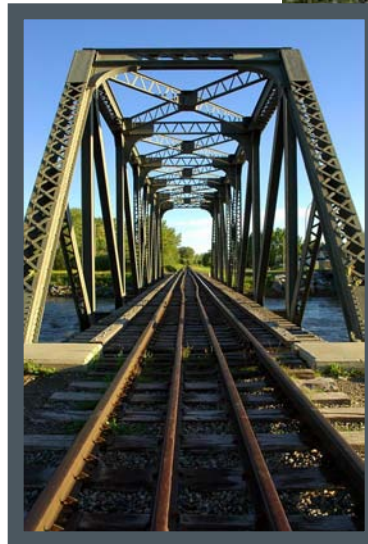
2 - 结构设计



什么是桁架？

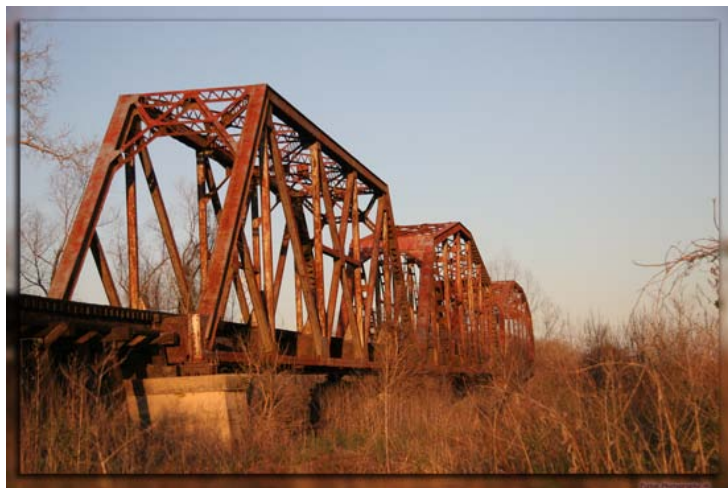


- 桁架是铁路桥、公路桥和人行桥所用的简单结构，能在一定跨度范围内承载大型载荷。它们包括一个路面或轨面、2个壁面，有时还包括壁面之间的支撑。



较大跨度

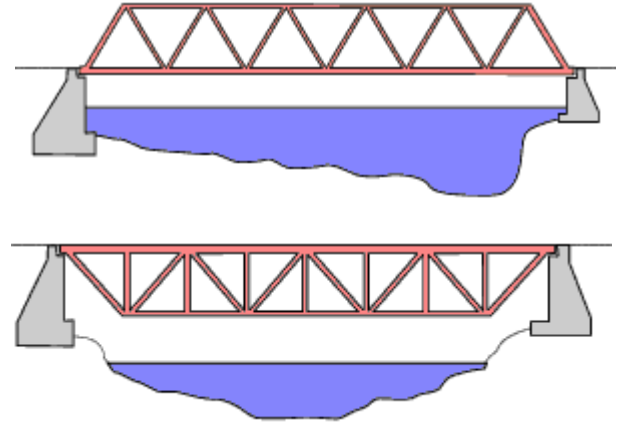
- 对于较大跨度，
可以重复采用多个桁架结构。





桁架类型

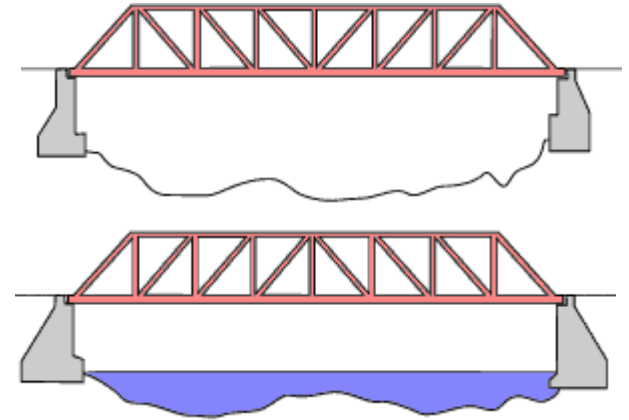
- 右边的 *Warren* 桁架是最简单、最经济的桁架类型之一。它还可以倒过来使用，这种情况下需要增加垂直构件。





桁架类型（续）

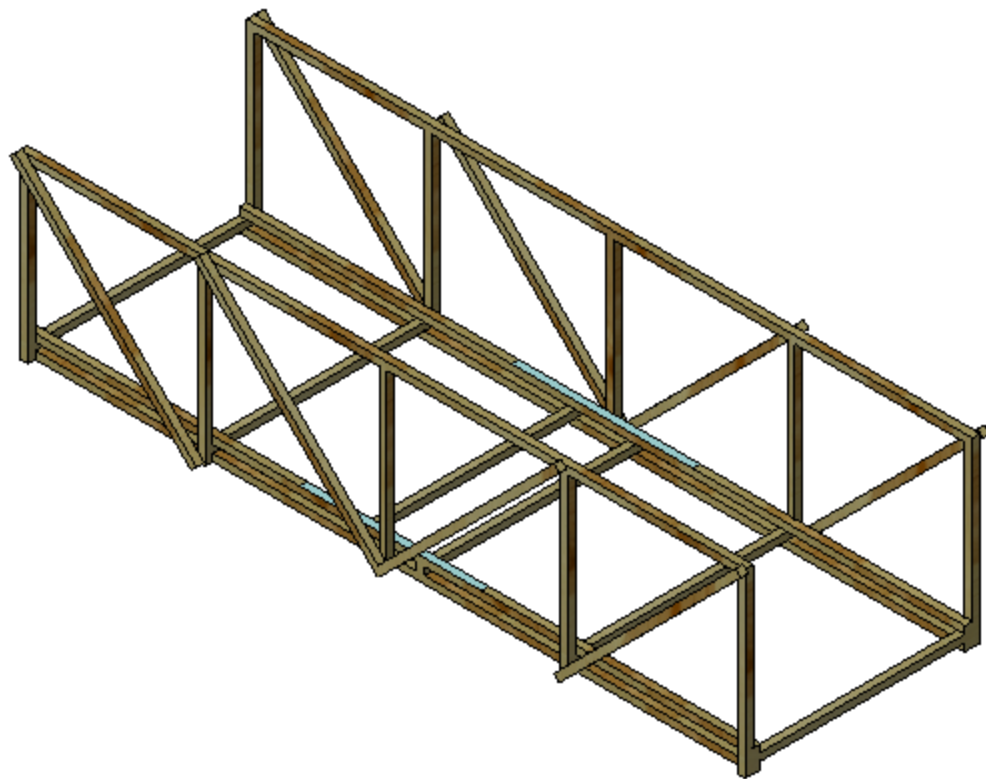
- 上面的 *Pratt* 型和下面的 *Howe* 型桁架也较为常见。我们将研究类似于 *Pratt* 型的桁架。





桁架壁面

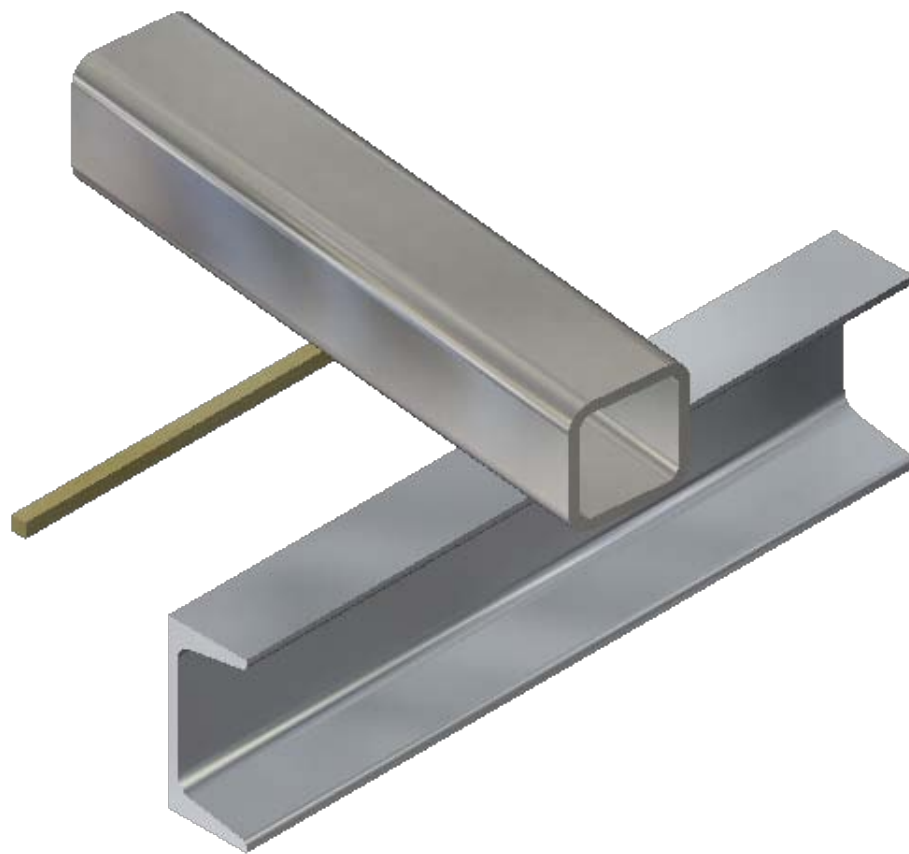
- 桁架的侧壁的作用远非防止火车或汽车从桁架上跌落那么简单。它们用于吸收并传导置于桁架上的载荷（例如火车车厢）。





梁

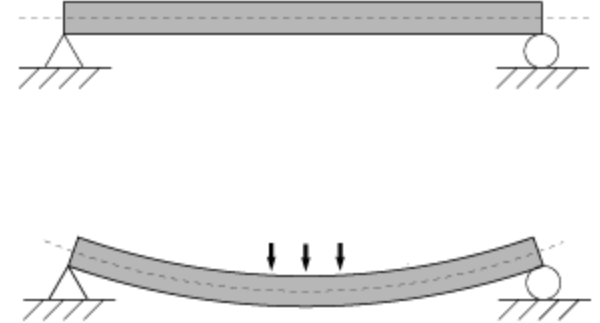
- 桁架由梁通过螺栓、焊接或铆钉连接而成。梁的常见例子是衣柜内用于挂衣服横杆。
- 梁具有恒定的横截面。





外部载荷

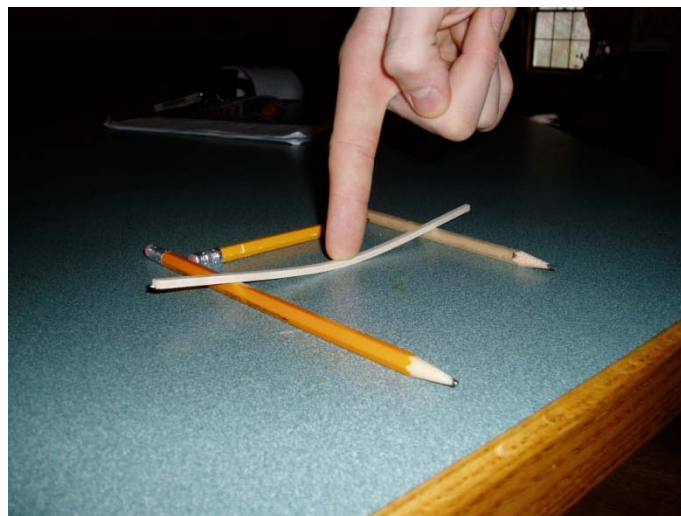
- 外部载荷是施加到梁上的力。通常施加到梁上的载荷是重量，例如火车车厢的重量。载荷通常施加在梁的某一区域。





弯曲和挠度

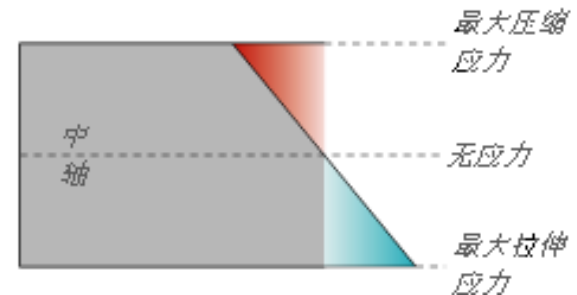
- 施加到梁上的载荷会导致弯曲。载荷导致梁弯曲并沿载荷方向移动。挠度表示梁从原始位置移动的远近。载荷越大，挠度越大。
“最糟情形” 挠度出现在当载荷位于梁中心时。





拉伸和压缩

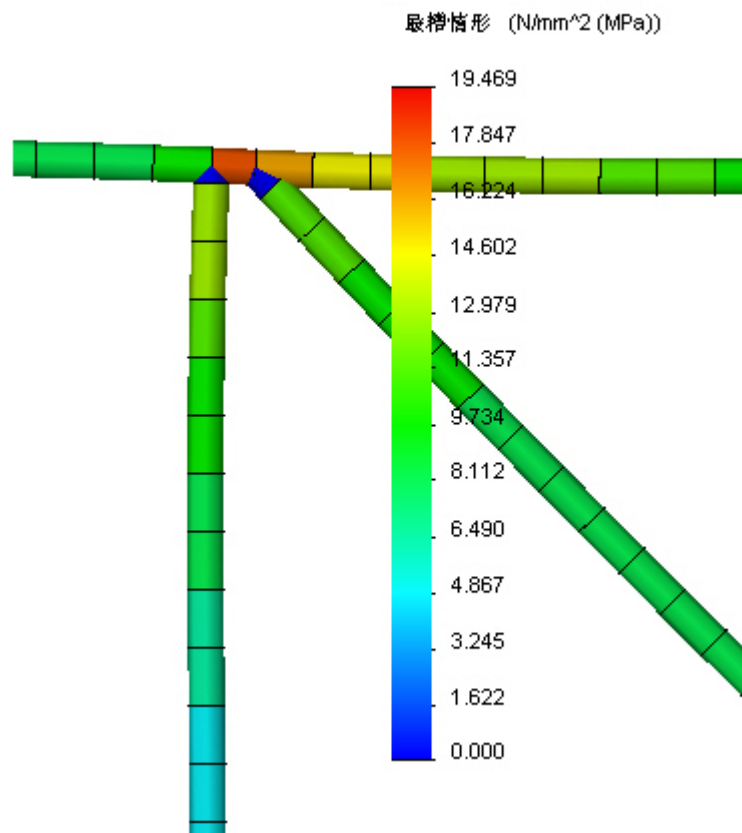
- 当梁弯曲时，内部结构会发生变化。梁的上半部分（载荷施加到的面）会发生**压缩**（使两端靠近），而下半部分则会发生**拉伸**（使两端远离）。





应力

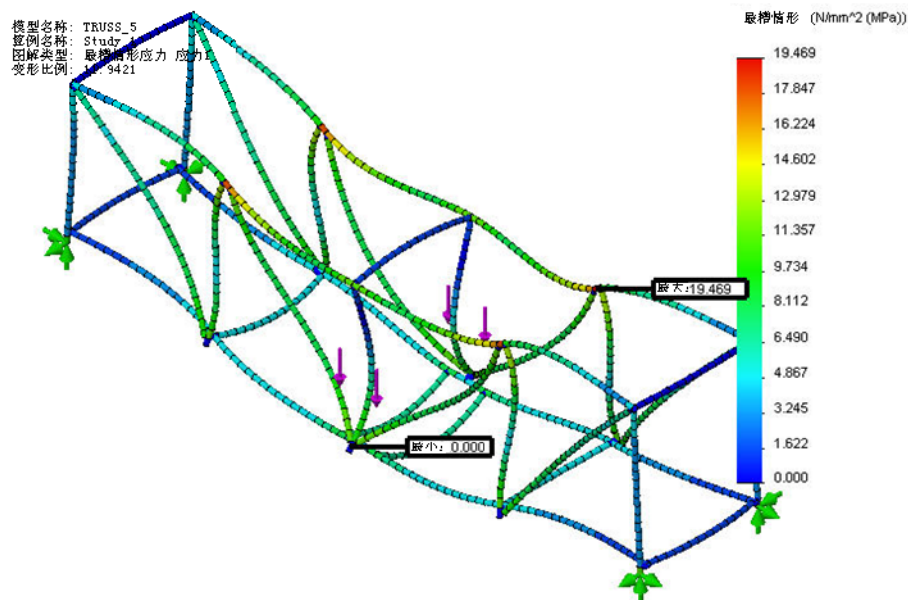
- 应力用于衡量梁受力时内部产生的变化。它定义为力除以面积，常用单位有帕斯卡 (Pa)、兆帕斯卡 (Mpa) 和磅每平方英寸 (psi)。
- 应力可导致梁在高载荷下断裂。分析可提供显示高应力区域和低应力区域的图。





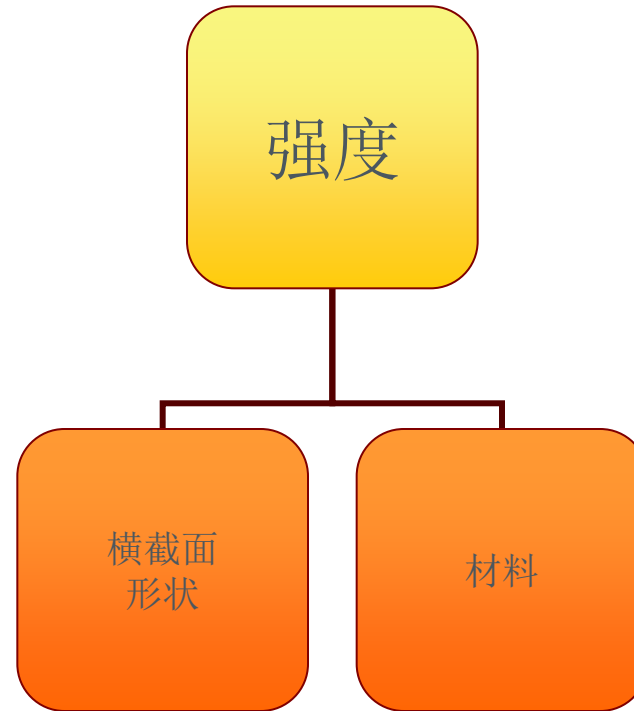
屈服强度

- 梁承受多大载荷才会断裂？我们使用屈服强度来表示梁抵抗应力的极限。
- 实际上，它用于衡量使梁弯曲后不可回复而保持弯曲状态所需的最小应力。
- 梁的材料和横截面都影响其强度。



梁的强度

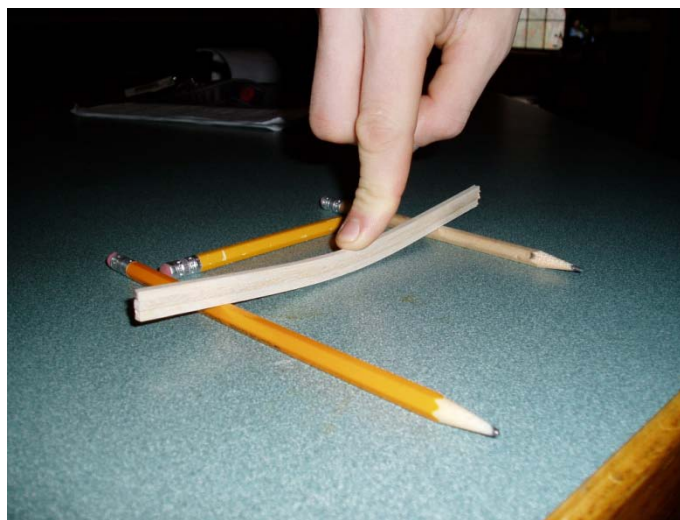
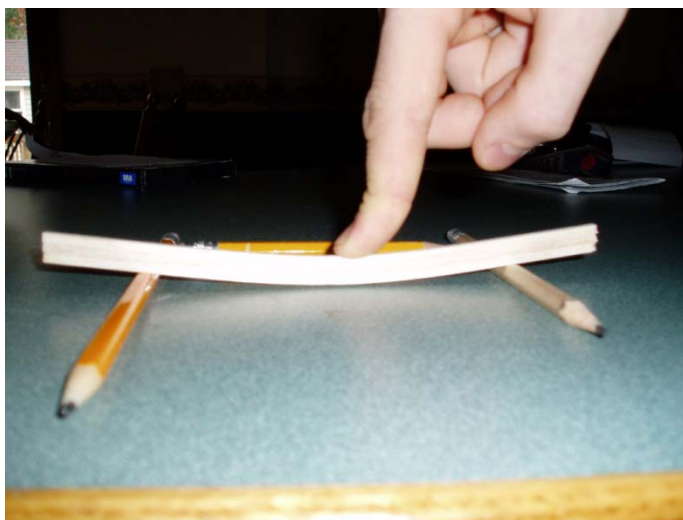
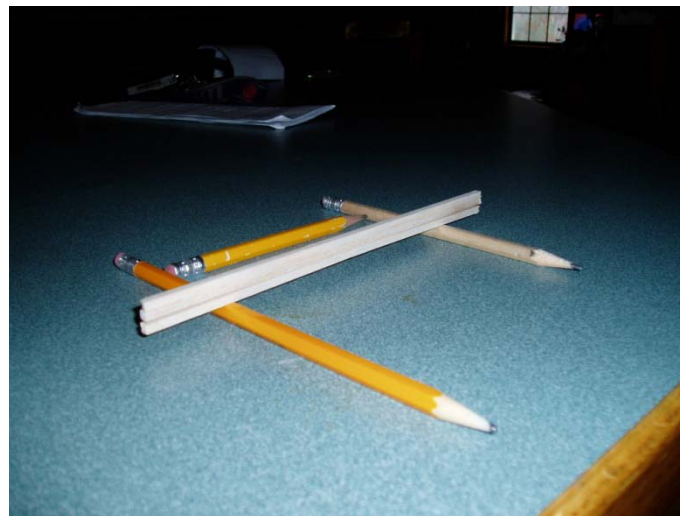
- 横截面形状影响强度
- 使用较坚固的材料能够使梁更坚固（钢比木材坚固）。





横断面形状

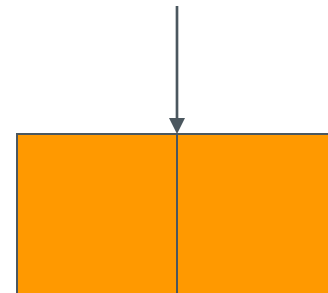
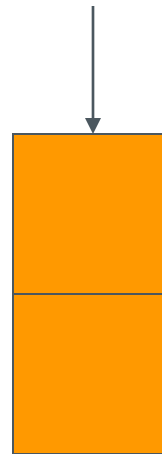
- 将两根或三根梁如图所示堆叠起来，可以使梁更难弯曲并能承受更大的载荷。





截面深度

- 截面越深（左侧），材料越坚固。加大截面宽度（右侧）也有作用，但作用没有那么大。
- 梁越厚越坚固的理论根据在于梁厚度越大，其面积转动惯量也越大。该参数由截面的宽度 (b) 和高度 (h) 尺寸计算得来。





面积转动惯量

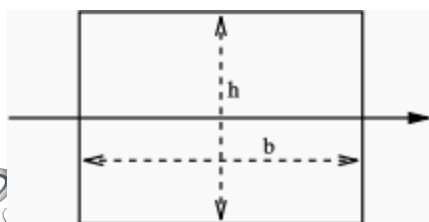
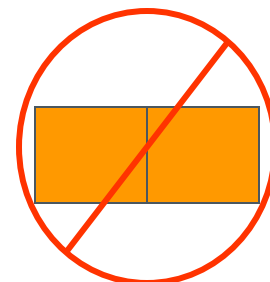
- 对于边长为 3.175mm (0.3175cm 或 1/8") 的正方形横截面，其面积转动惯量为：

■ 1 个横截面 = 8.47 基本

■ 2 个叠放 = 67.75 强度为 8X

■ 2 个并排放置 = 16.94 强度为 2X

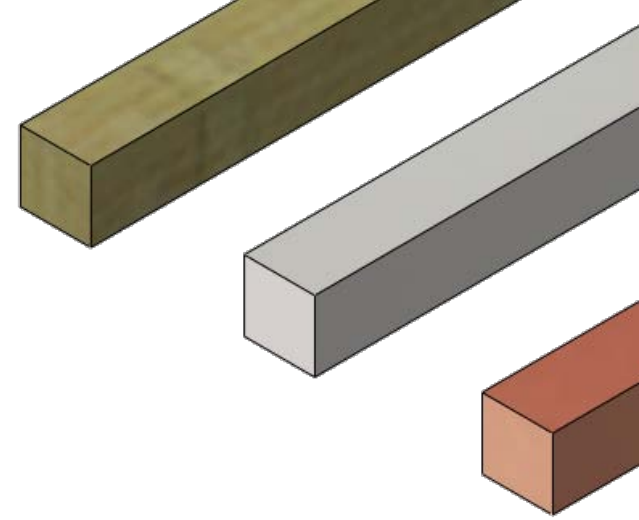
■ 3 个叠放 = 228.64 强度为 27X



$$I_0 = \frac{bh^3}{12}$$

材料

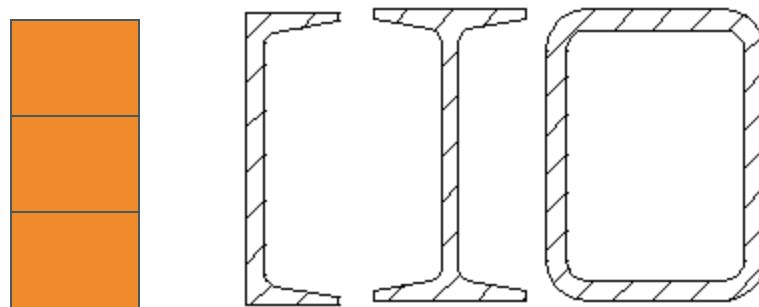
- 用于制成梁的材料对梁的强度影响极大。尽管木材和金属合金都多种多样，但一般来说金属比木材强度大。
- 注意，与金属不同的是，木材具有颗粒结构，使其不同方向上的强度也不同。





钢梁

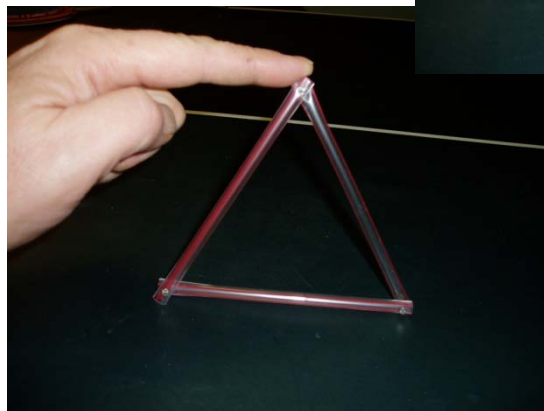
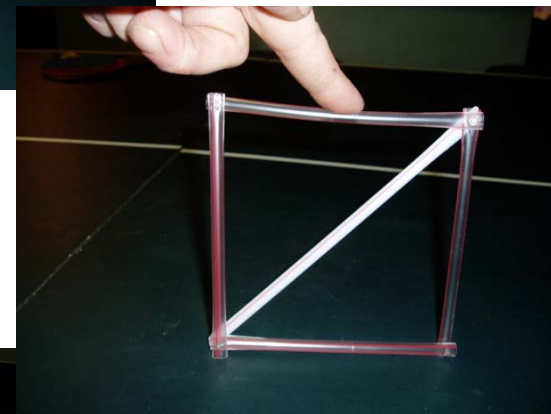
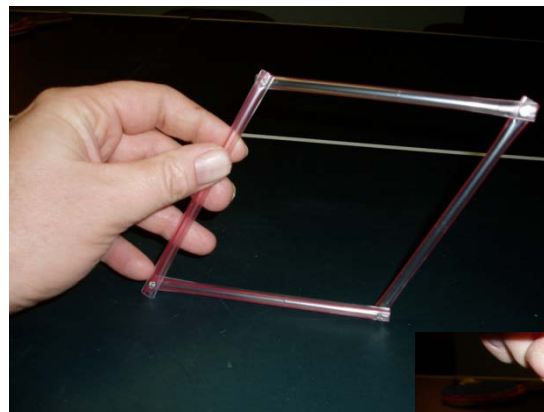
- 大厚度钢梁在桁架、建筑物、隧道、工字梁和管道中随处可见。





交叉支撑

- 交叉支撑通过防止连接点旋转而加强结构的刚度。
- 使用大头针钉住吸管端部的简单教具来展示交叉支撑的作用。



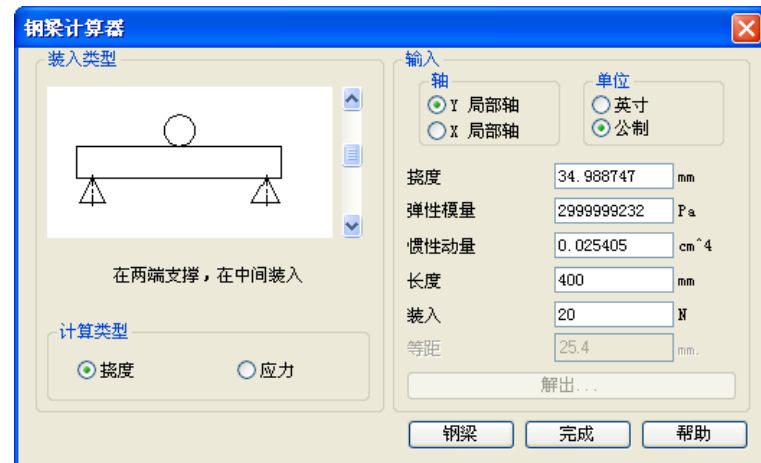


3 – 使用梁计算器



梁计算器

- 梁计算器可用于估算位移。这可用于确保分析符合预期。



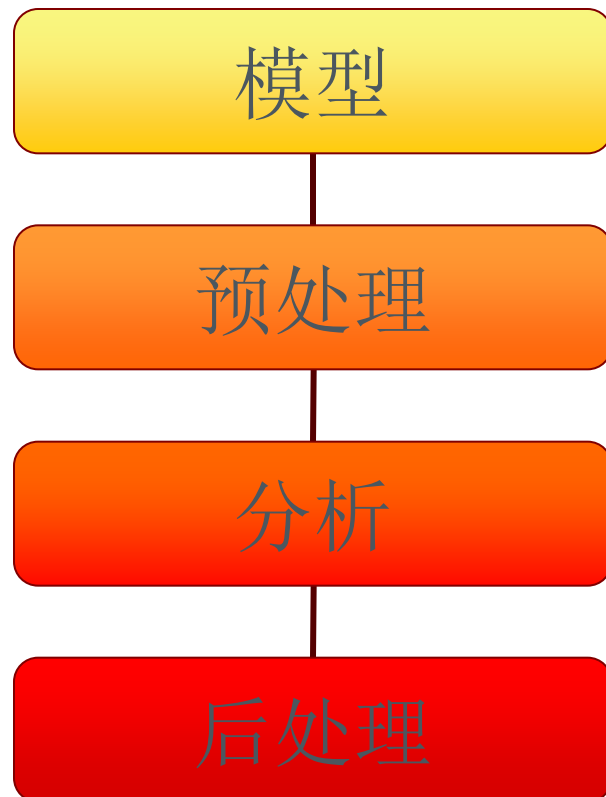


4 – 分析结构



分析的各个阶段

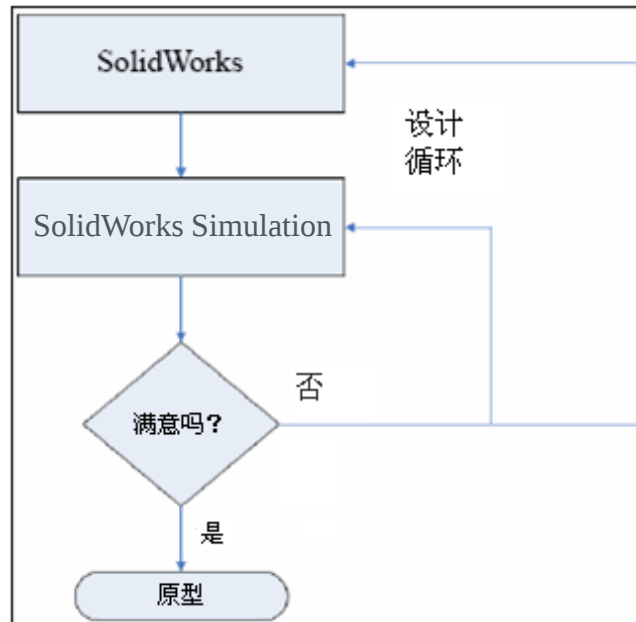
- 结构分析顺次包含几个阶段。
 - 在 SolidWorks 中：
 - 使用模型来创建几何体。
 - 使用 SolidWorks SimulationXpress :
 - 通过预处理来添加材料、夹具和载荷。
 - 分析是在分析器中运行输入的过程。
 - 后处理用于查看结果。





设计循环

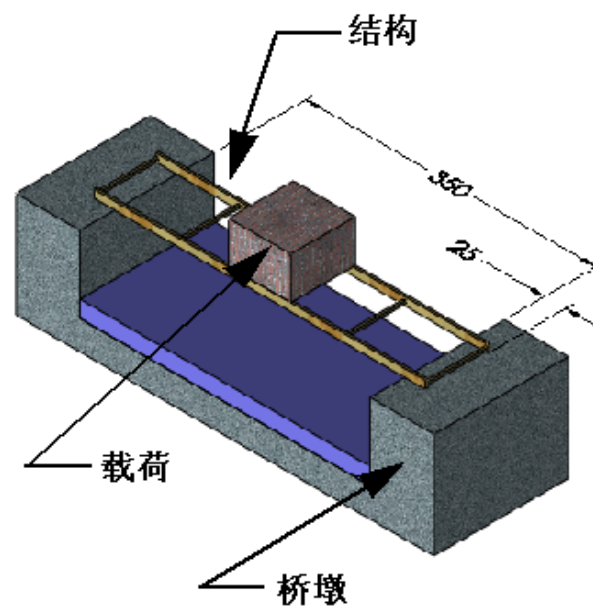
- 设计循环用于通过恢复到原始设计再更改模型来实现反复变更。变更会改变分析结果。





夹具和外部载荷

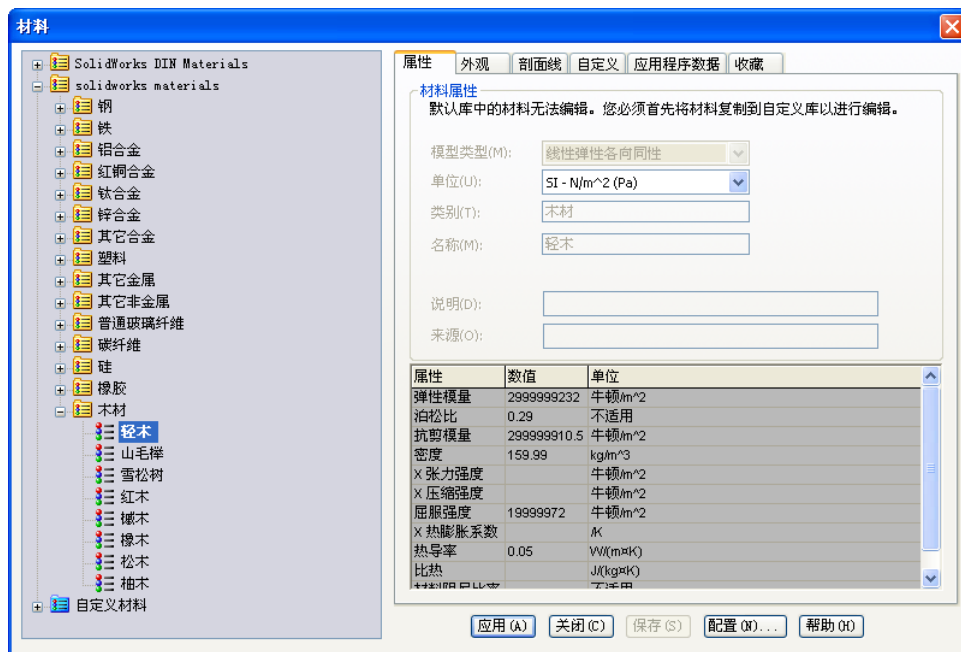
- 夹具用于防止结构的某些部分移动。
- 外部载荷用于向结构施加力。





材料

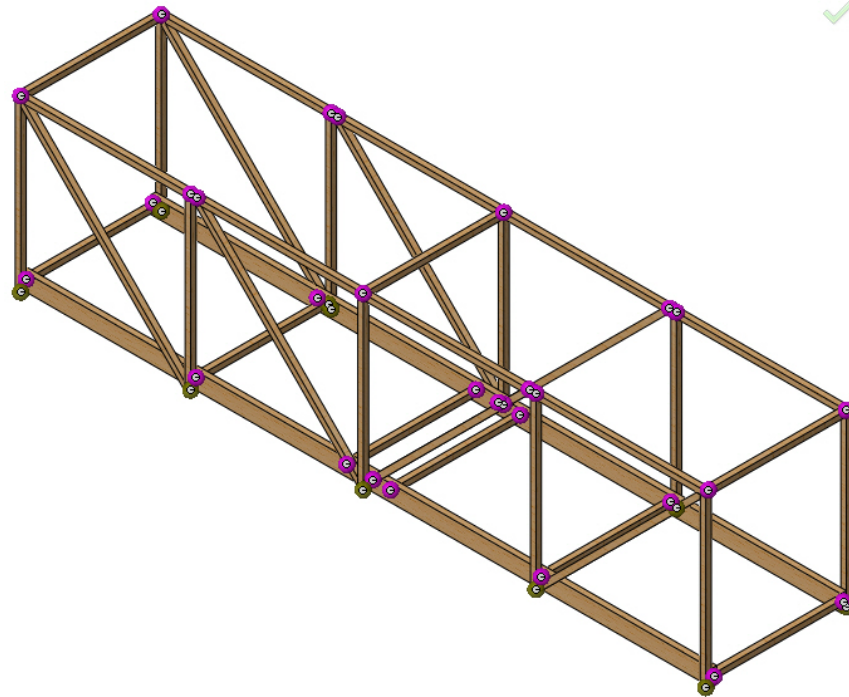
- 所选的材料以数值属性的形式为分析提供数据。





接榫

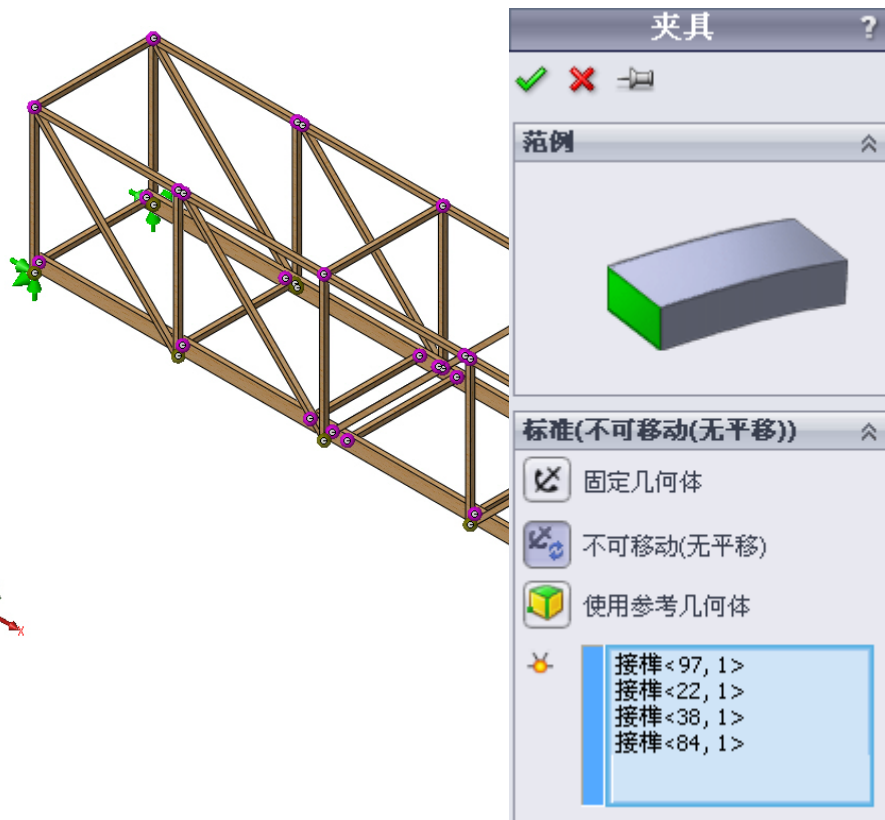
- 在梁中心线的交点处自动创建接榫。





夹具

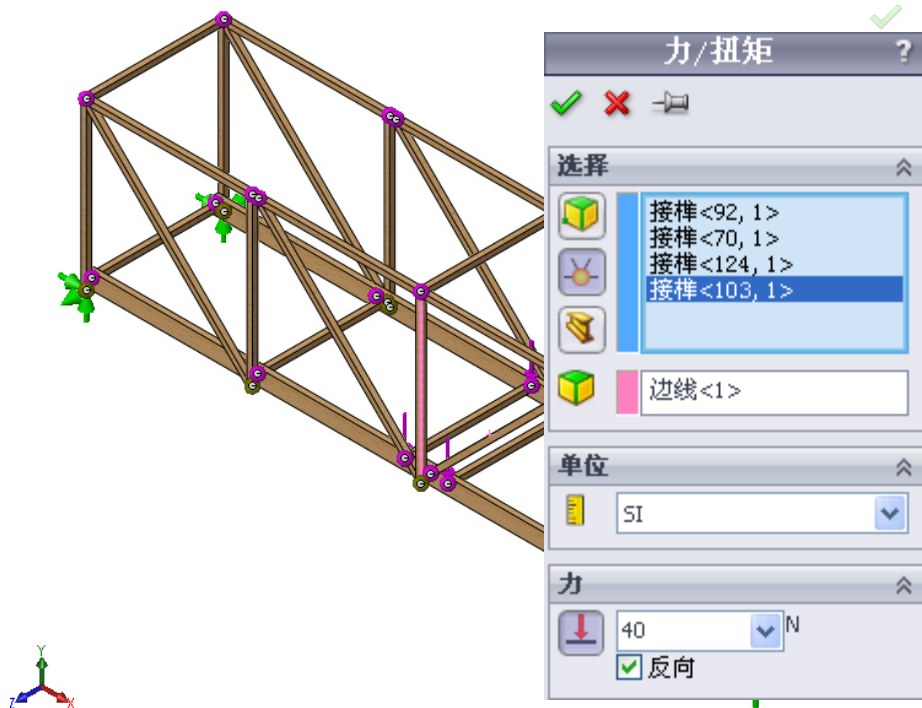
- 通过在模型中选择接棒来施加夹具。





载荷

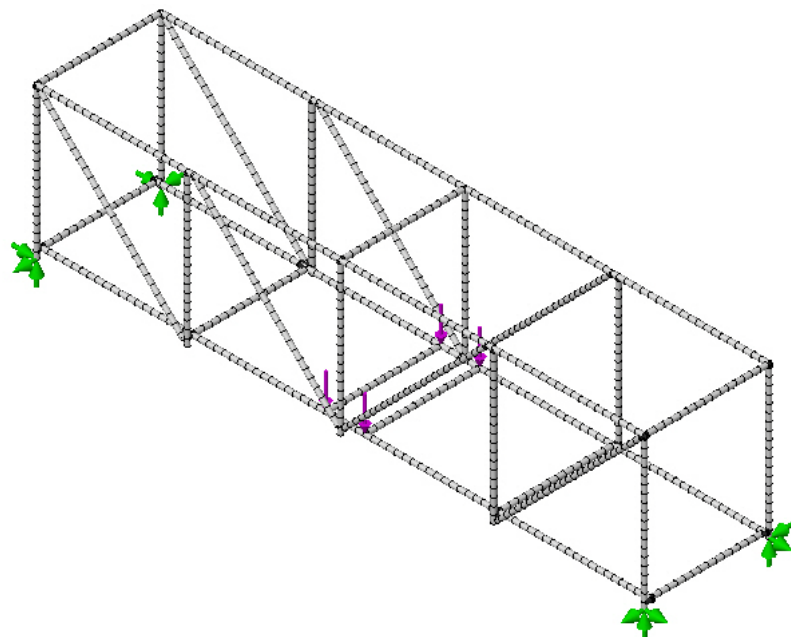
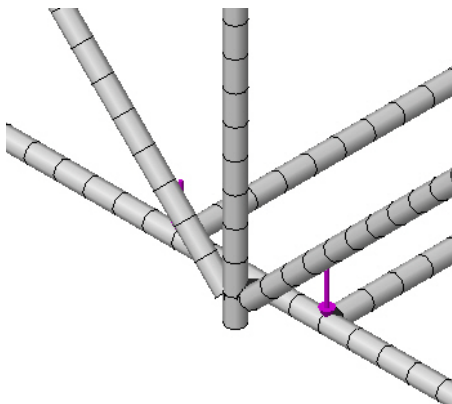
- 通过在模型中选择接榫来施加外部载荷。





网格化并运行

- 网格化用于创建代表模型形状的梁单元和节点。



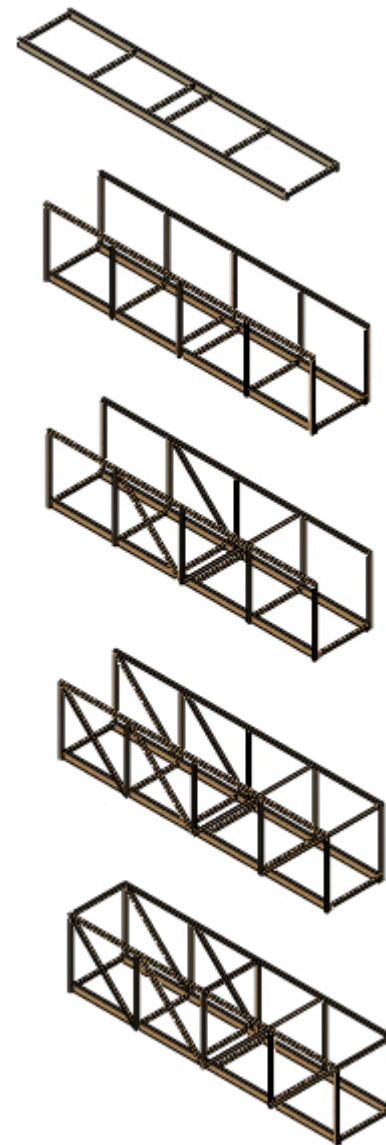


5 - 进行设计变更



变更

- 使用不同的模型，注意因模型的变化而导致的结构性能变化。



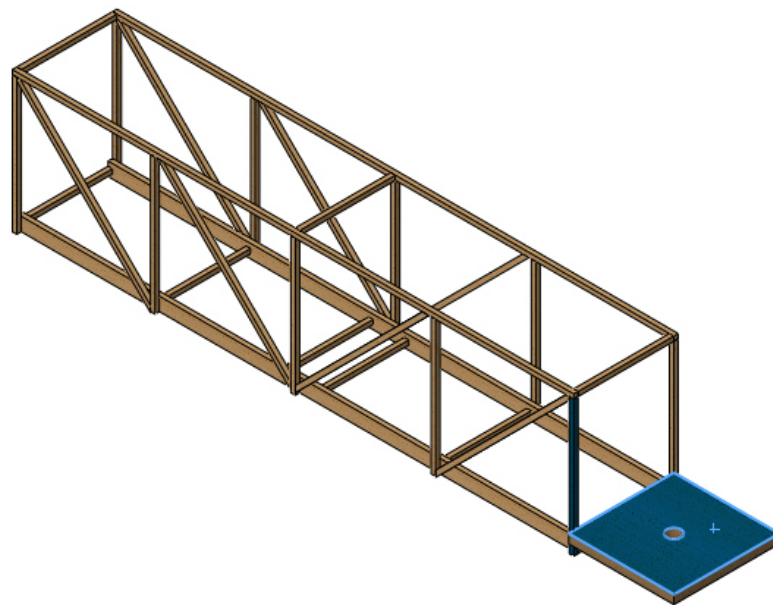


6 – 使用装配体



碰撞检测

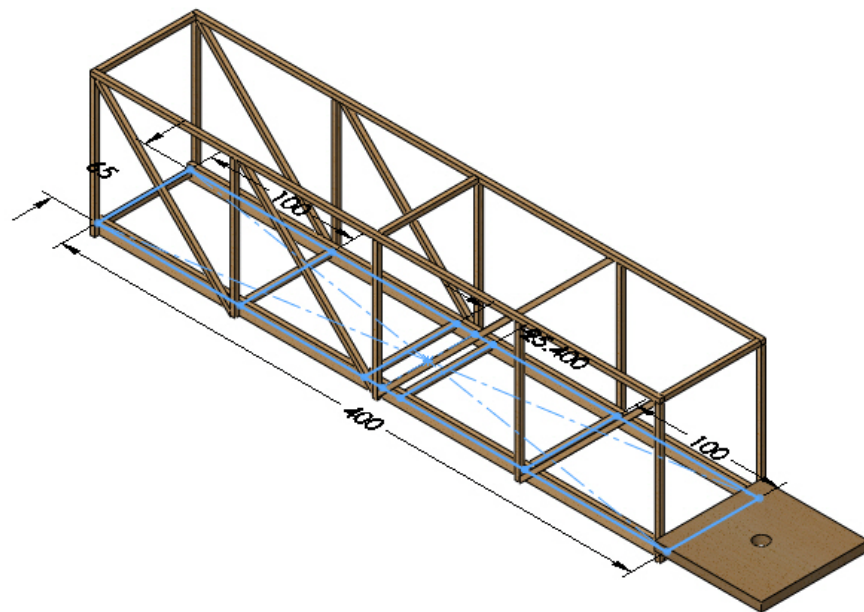
- 在装配体中，可检查零部件是否碰撞、干涉或冲突。





更改尺寸

- 也可以更改用于定义模型外形的尺寸来更改模型尺寸。



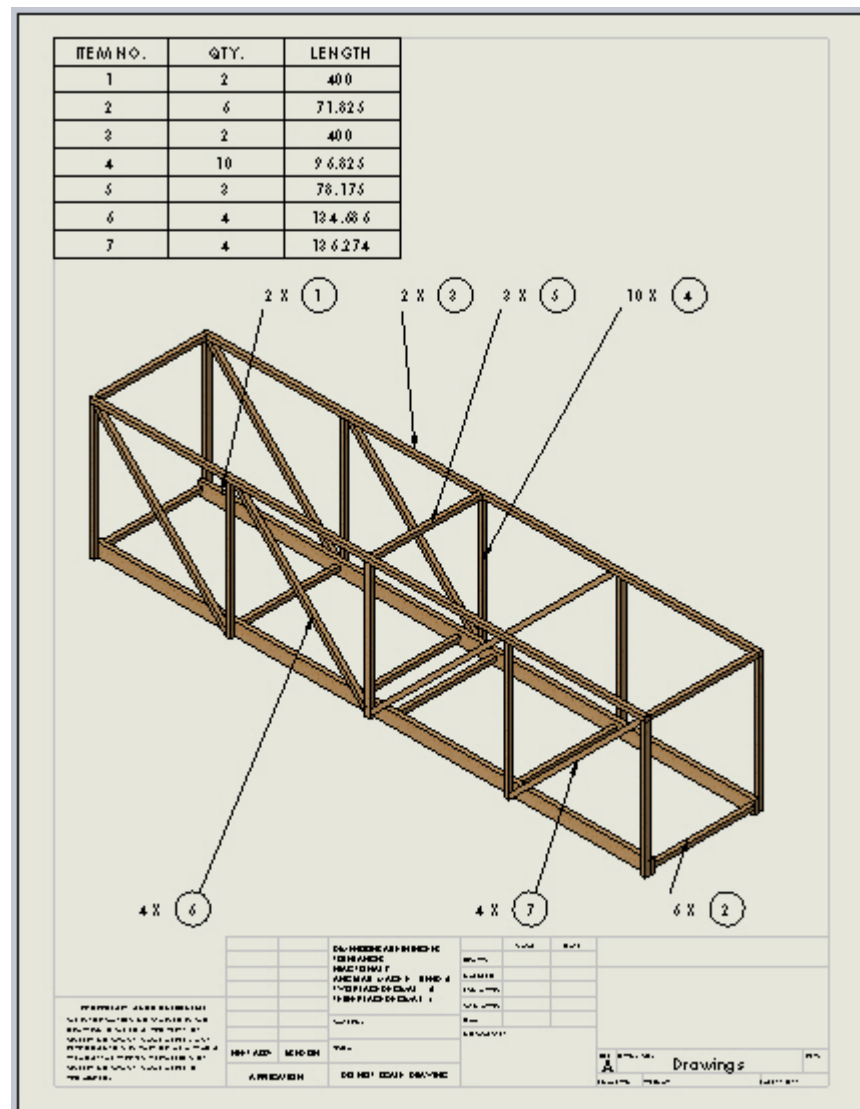


7 – 生成结构的工程图



工程图

- 工程图包括模型视图、切割清单和零件序号。





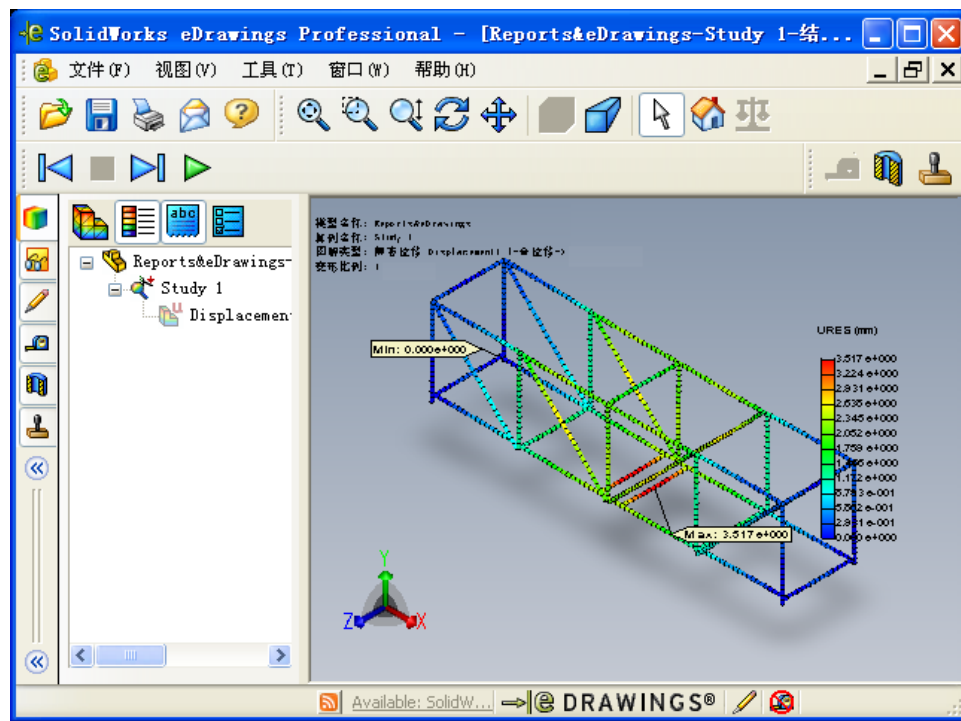
8 – 报告和 eDrawings





eDrawings

- 可根据后处理数据生成 HTML（web 格式）的报告。
- 可采用 eDrawing 来向其它用户发送信息。



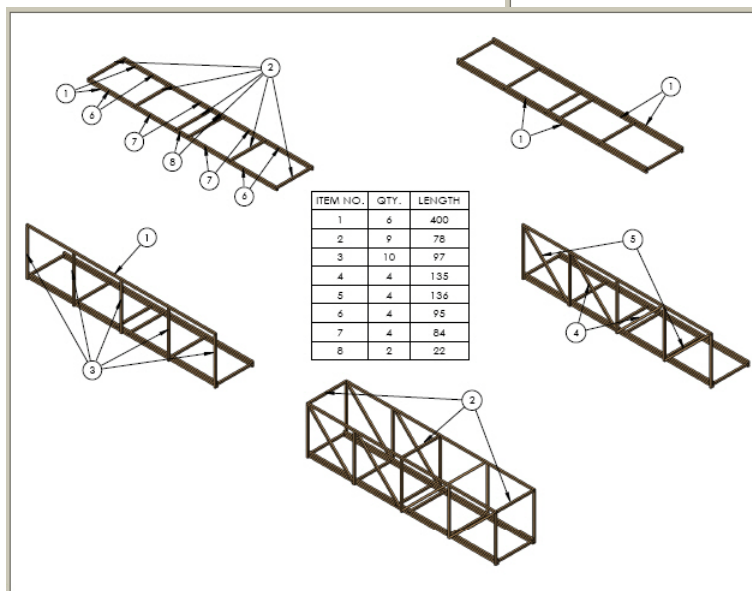
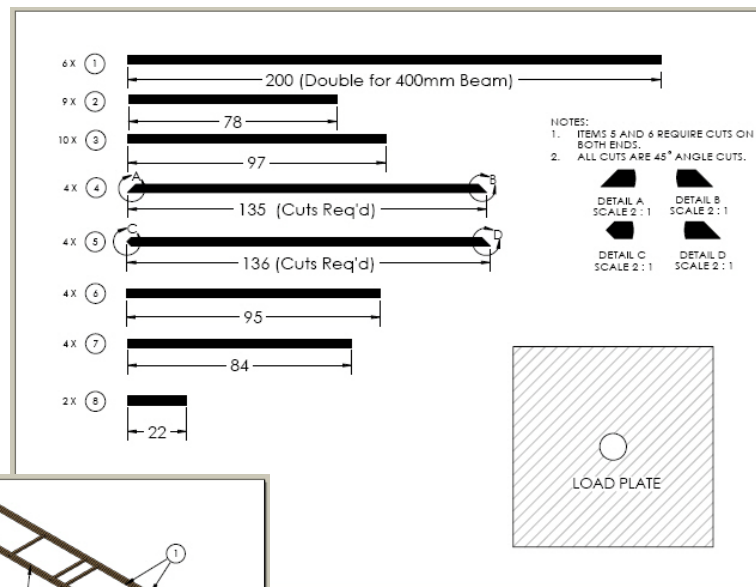


9 – 建造并测试结构



建造辅助材料

- PDF 文件 *测量图*和 *建造指南* 可供建造时参考。





建造结构

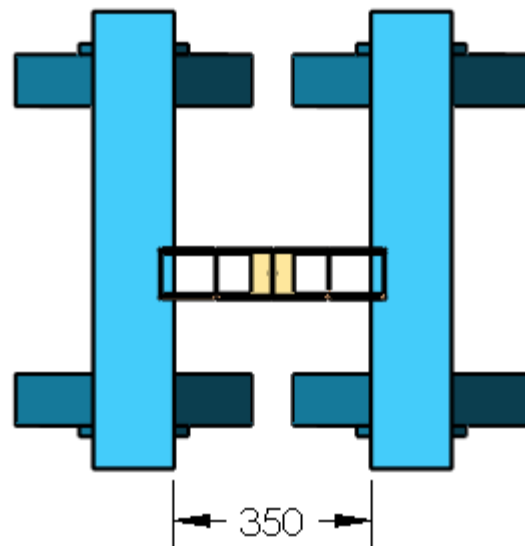
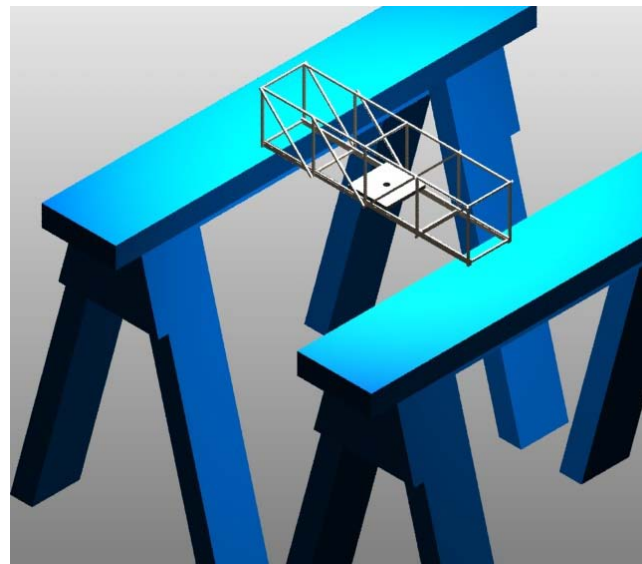
- 分发 1/8" x 1/8" x 24" 轻木杆、胶水和切纸刀。
- 根据说明切削、胶合并组装结构。





测试结构（设置）

1. 搭建锯木架或桌子来表示 350mm 的跨度。
2. 将桥和负载板搭在锯木架或桌子之间。
3. 请确保佩戴眼罩！





测试结构（测试重量）

4. 使用穿绳袋或带有提线的桶。
5. 将拉绳或提线穿过负载板并固定。
6. 向袋或桶中加载重物，直到发生断裂。

