

关于ITK碳纤维三角桁架结构制作工艺

钱小辉、李宇杰、张嘉健

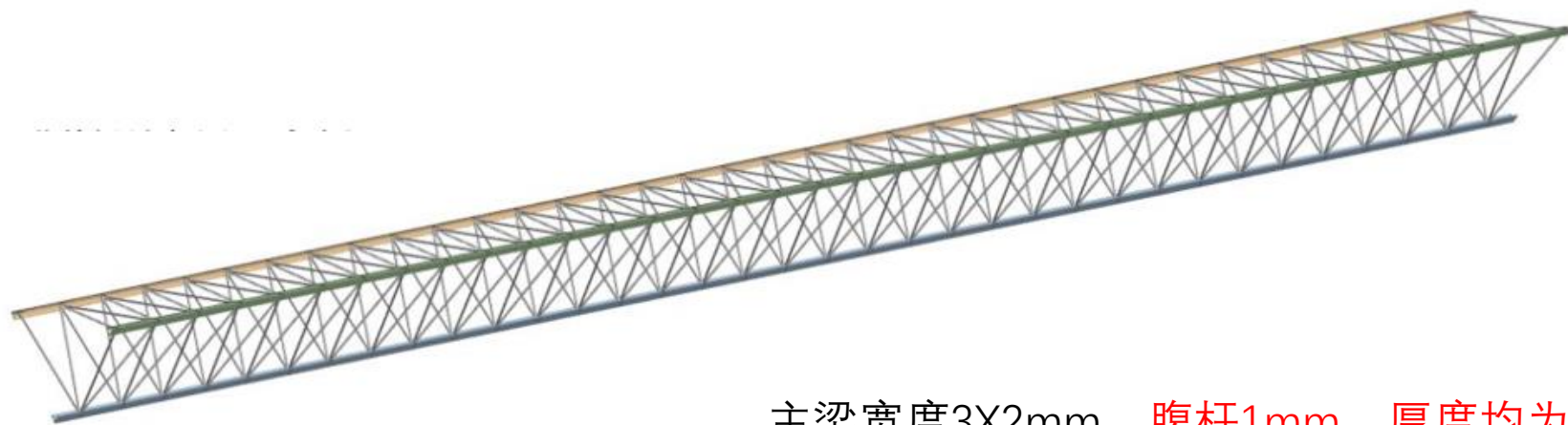
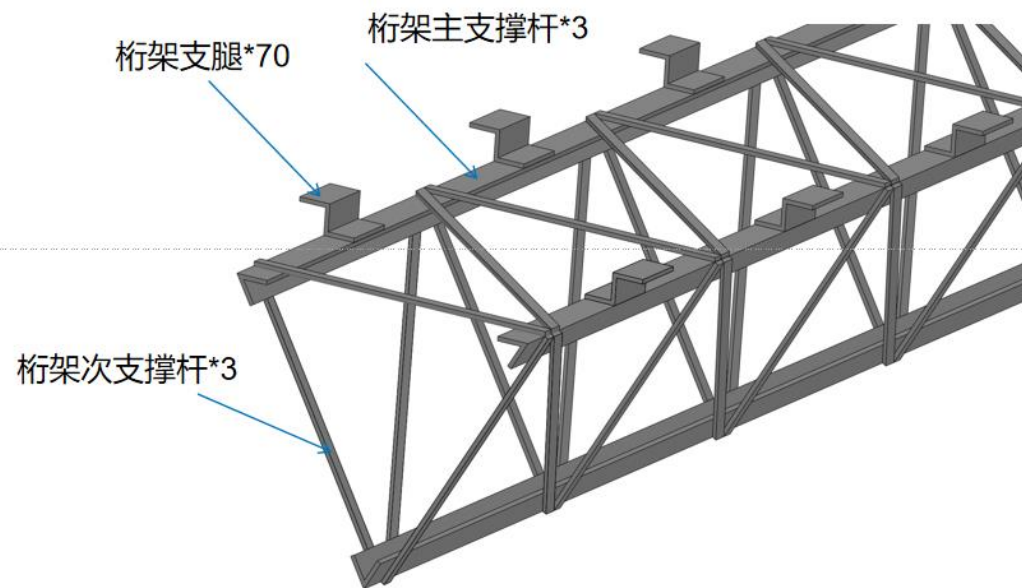
20250905

碳纤维构件制作工艺

模型：ITK内桶桁架

长度：987.6mm

按照M55j复材密度×体积计算，总重量17.328g



主梁宽度3X2mm，腹杆1mm，厚度均为0.5mm

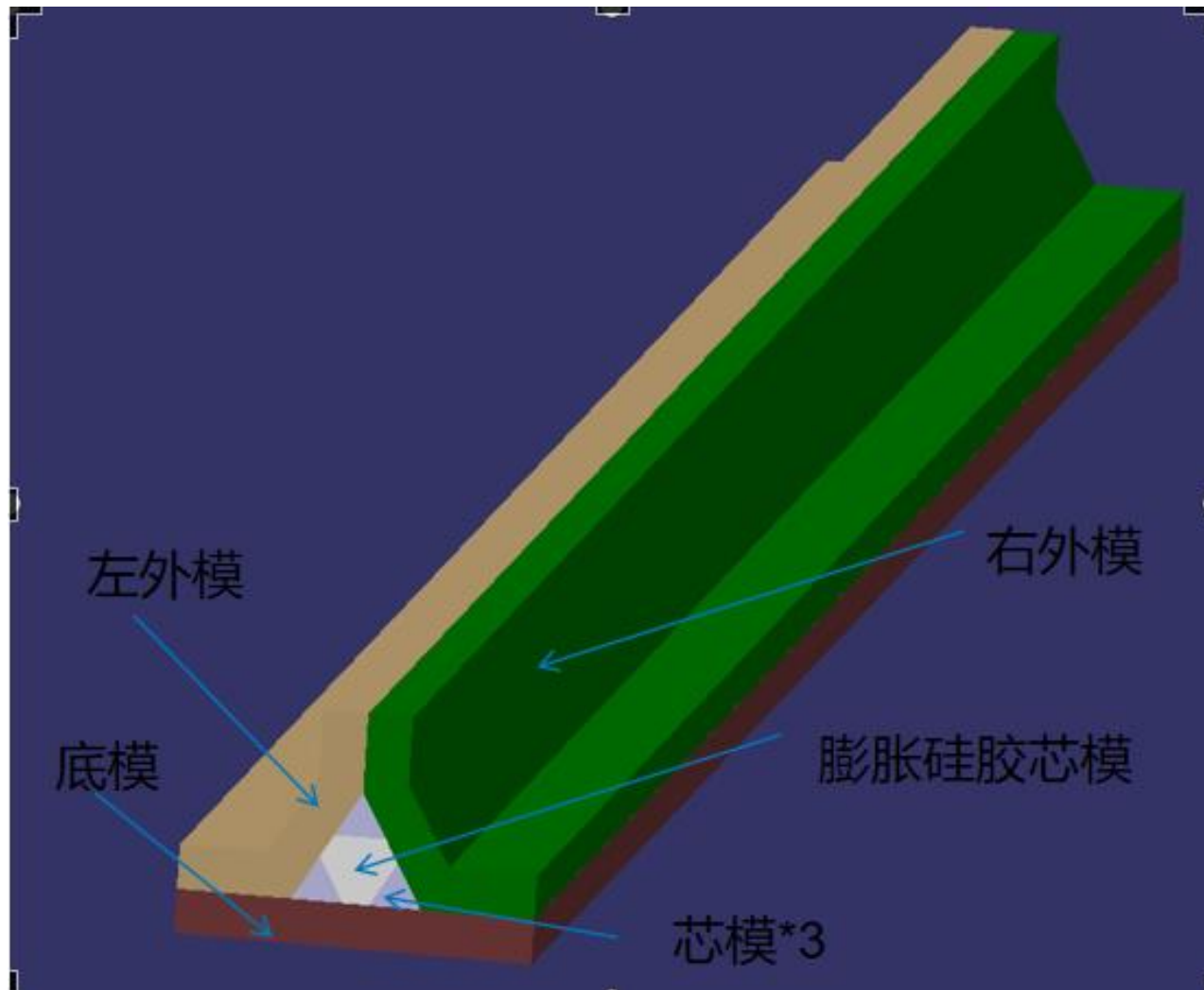
主梁（主支撑杆）：预浸料（布），宽度6mm，厚度0.1mm，4层

腹杆(次支撑杆)：1K或3K丝，或者预浸料（布）裁切



桁架模具

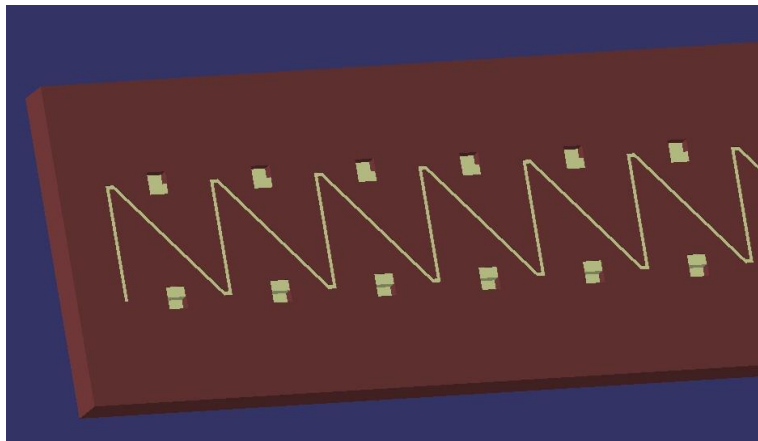
宇杰、坚峰公司



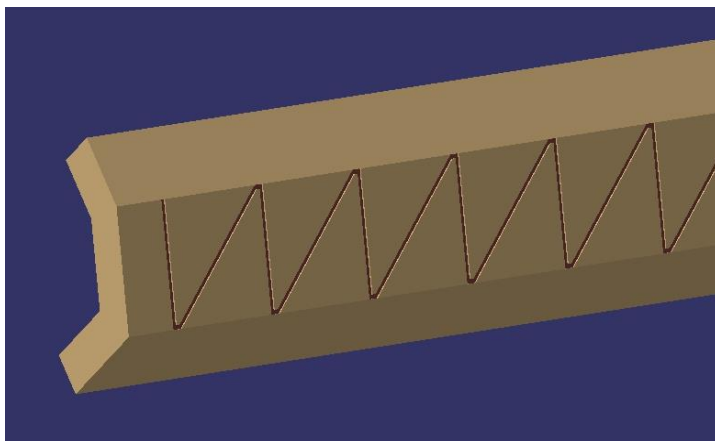
- 1、模具参考国外设计并适当调整。
- 2、外模主要由底模、左外模、右外模构成。合模后用螺栓锁紧。
- 3、内模由三瓣的芯模及可膨胀硅橡胶芯模构成。膨胀硅胶芯模在固化时体积膨胀提供成型压力。



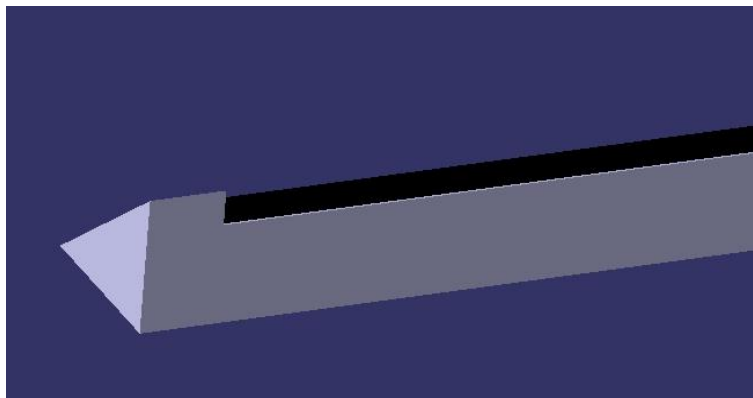
桁架模具



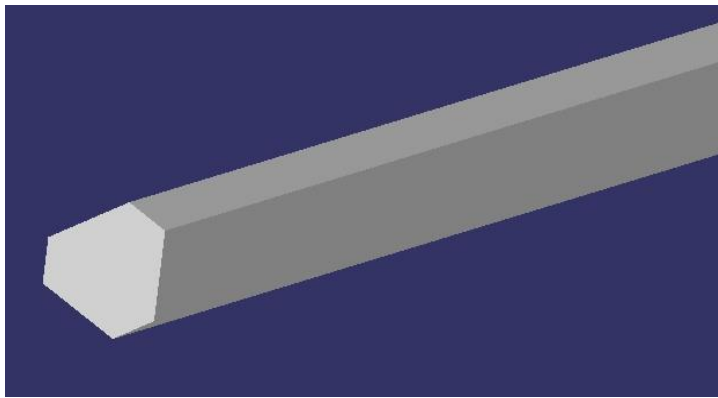
底模：次支撑杆铺层及预制支腿定位



左、右外模：次支撑杆铺层



芯模*3：主支撑杆铺层

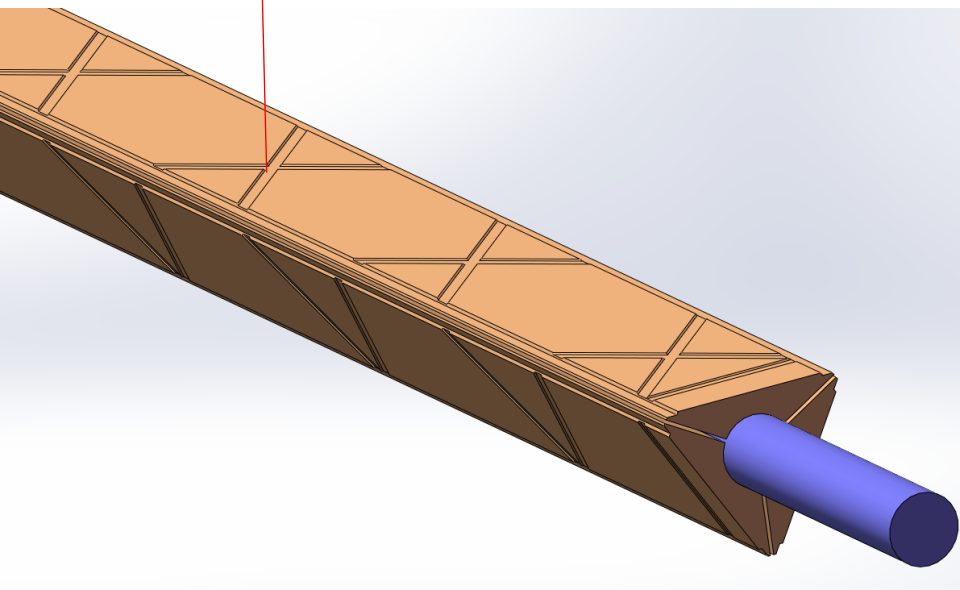


膨胀硅胶芯模

- 硅胶芯模制作——模具——精度
- 阴模布置腹杆丝束

模具

- 长度990mm
- 区别：腹杆在阳模上
- 尽量选用标准件



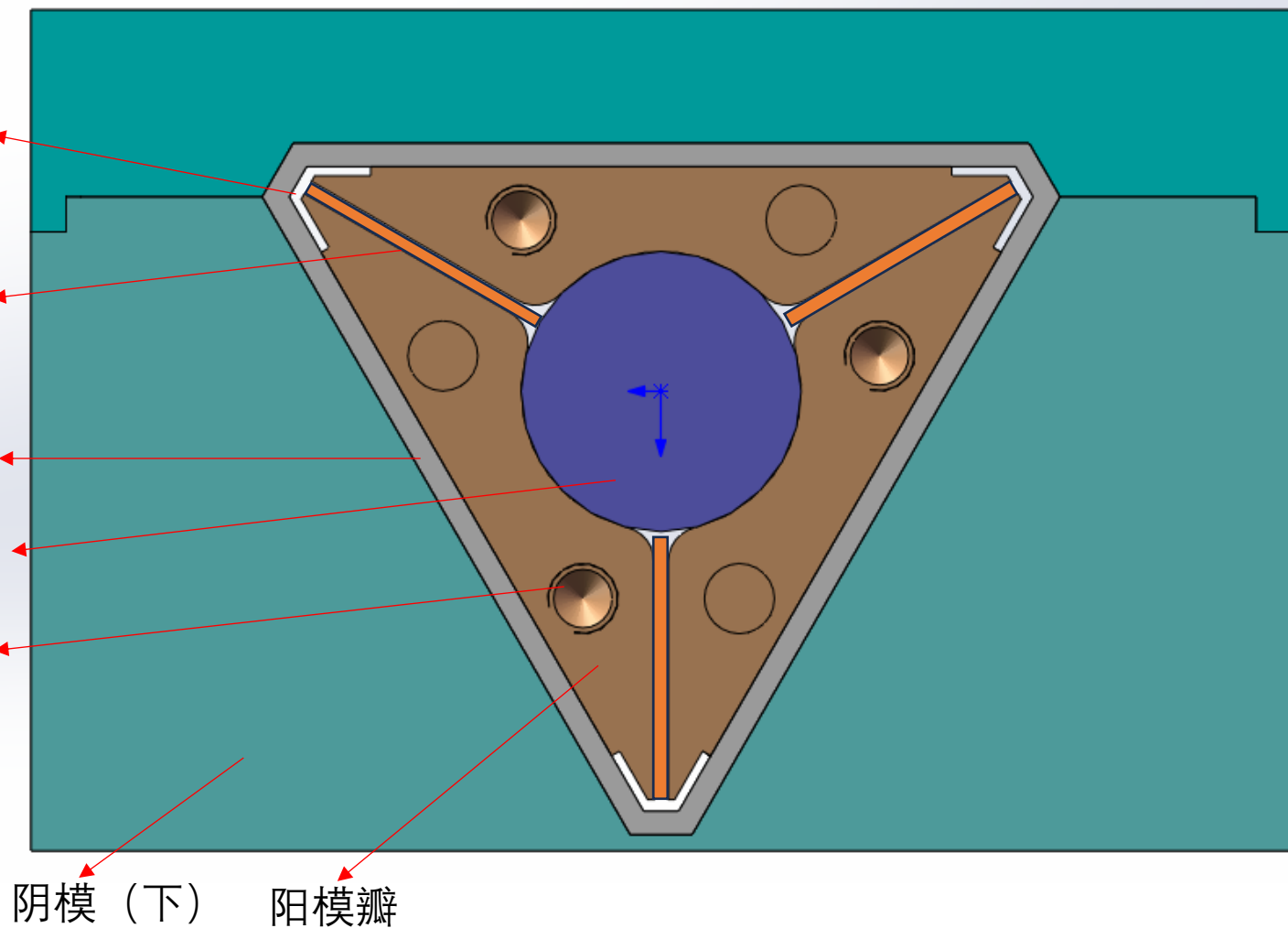
碳纤维主梁空腔

0.5mm间隙用不锈钢片填充静态摩擦系数0.4-0.6

1mm硅胶

不锈钢棒或ptfe棒

定位孔



芯模选取：高膨胀系数

硅胶：摩擦系数0.5~1.5，抽出困难，易损件，尺寸精度；

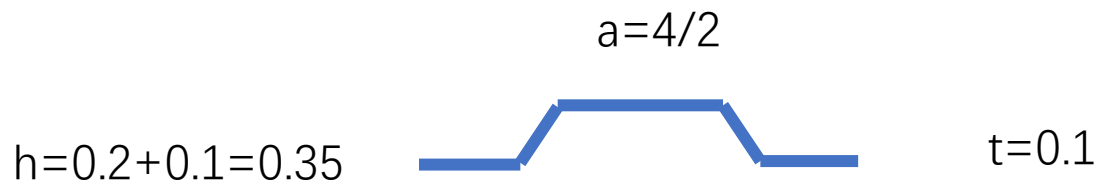
膨胀袋：还未考虑清楚

不锈钢棒：热膨胀系数小，尺寸精度高

PTFE：热膨胀系数大，尺寸精度差（0.2mm）

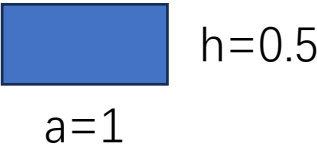
腹杆由方形变为折叠形状

用碳纤维丝改为碳纤维布



$$W = \frac{ah^2 - (a - 2t)(h - 2t)^2}{6}$$

0.0341



$$W = \frac{I}{c} = \frac{\frac{ah^3}{12}}{\frac{h}{2}} = \frac{ah^2}{6}$$

0.0417

1m: 弯曲变形100um以内
冷板平整度: 100um

阴阳模方案

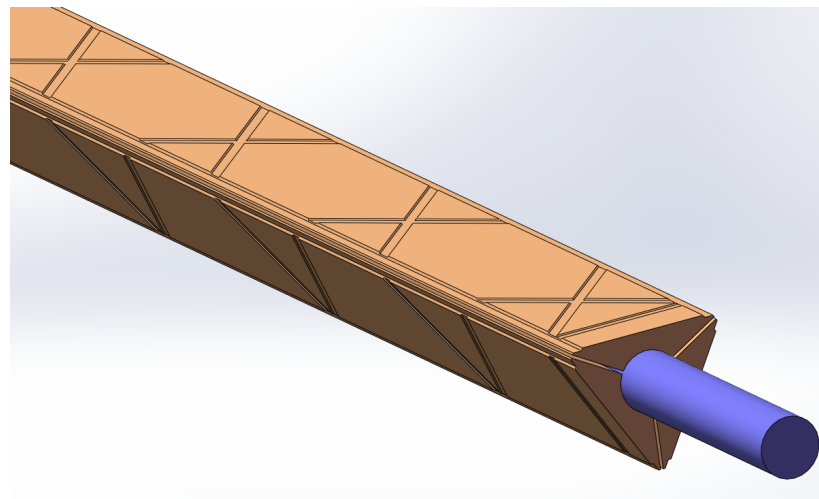
工艺方案:

1. 阳模组装，各部件之间涂抹润滑油，包裹隔离膜（脱模）
2. 阳模上三角铺碳纤维布预浸料（宽度6mm，厚度 $0.4\text{mm}=0.1\times 4\text{mm}$ ）；
3. 缠绕腹杆（预浸料）——丝或者布(尺寸厚 $\times$ 宽 $=0.1\times 4\text{mm}$)
4. 下阴模放1mm硅胶垫
5. 阳模组装结构件放入阴模；
6. 上阴模和硅胶垫组装
7. 阴模螺栓锁紧
8. 放烘箱升温固化；
9. 拆除阴模，抽出阳模模芯，并顺次拆除其余阳模
10. 表面打磨等后处理

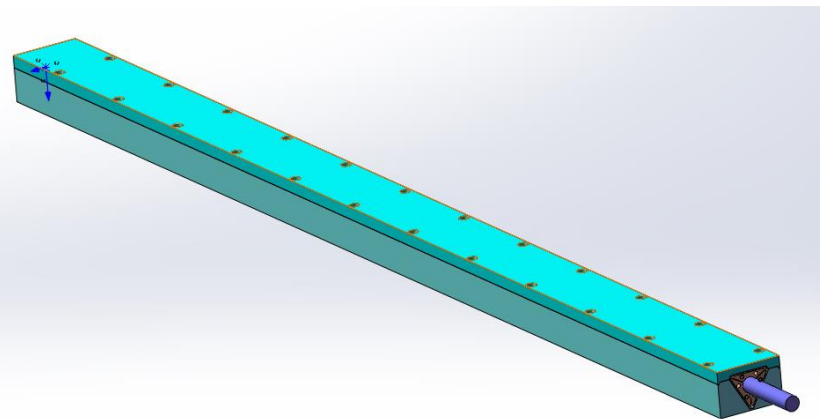
压力控制和调整方法:

- 调整硅胶垫厚度——
- 在顶部加标准垫片

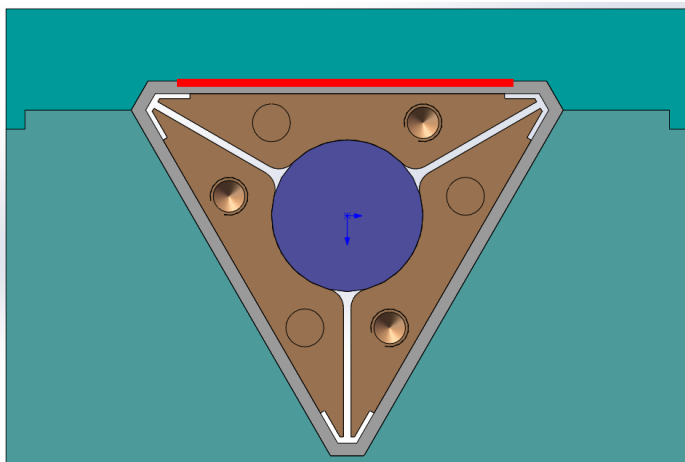
硅胶弹性模量：1MPa，1mm垫片，
50%压缩，5 atm，高温膨胀1.5 atm



阳模组装，覆盖隔离膜



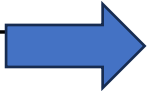
阴模组装



关于ITK碳纤维三角桁架结构制作工艺

模具加工:

芯轴（不锈钢或者PTFE）：D17，长度1m，2根—— 2×60 元=120元；

其余加工：5000+阴模：2000元  **15000元**

碳纤维预浸料：平纹、斜纹各4平米（T300进口碳纤维，根据结构采购不同厚度）—— $200 \times 2 \times 2 = 800$ 元——采用更好的M40J碳纤维材料，**2500元**

其余辅料：（润滑脂、隔离膜、砂纸、喷漆）：1500元

烘箱：(现有烘箱：50X30X30cm)定制尺寸宽度2.2米 深度0.8米 高度1米 ——1.5w

合计： $120 + 5000 + 1500 + 800 + 1500 = 8920$ 元+500元

$15000 + 15000 + 120 + 2500 + 1500 = 3.41$ w



烘箱定制

威格热控



硅橡胶加热带

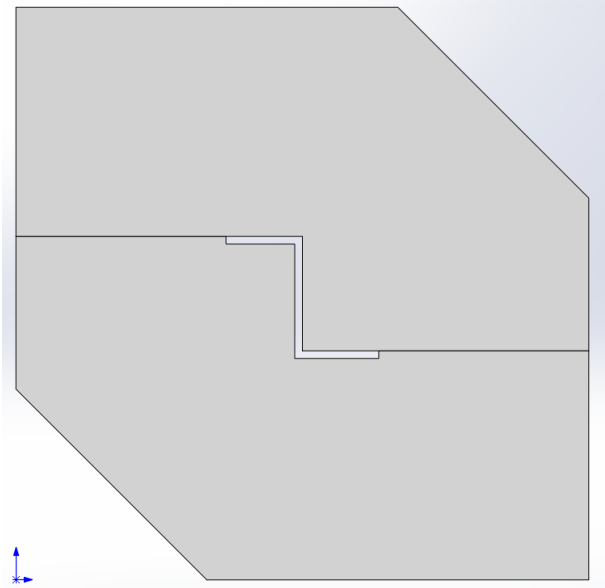
产品规格：宽度15mm 20mm 25mm 30mm 50mm
长度：1-30m现货供应（支持订制） 加热温度0-200℃



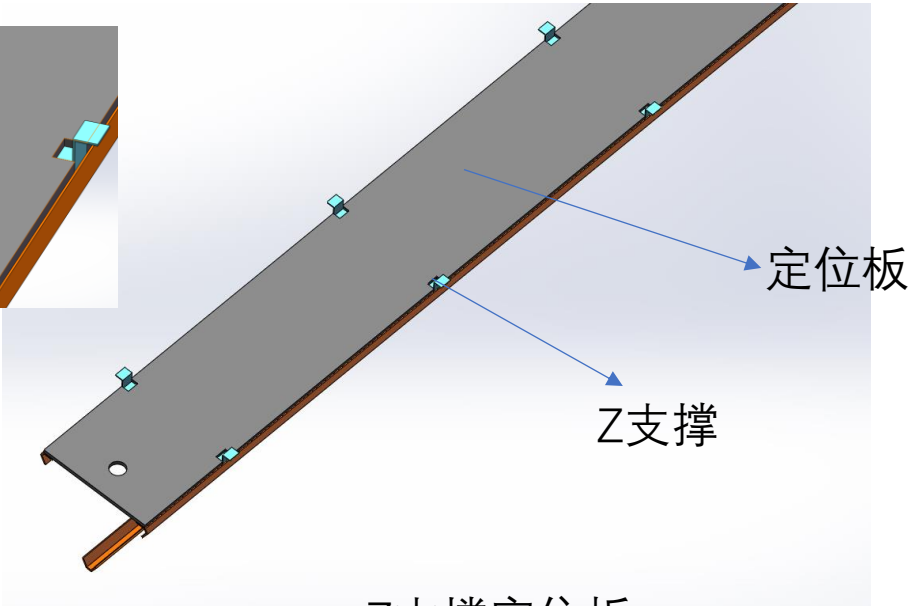
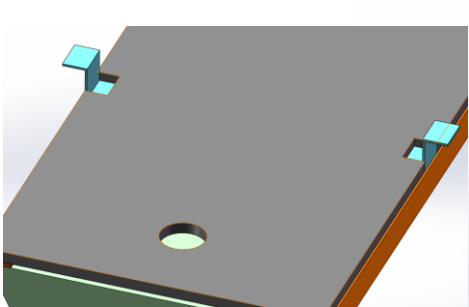
加热带

Z支撑制作、粘接

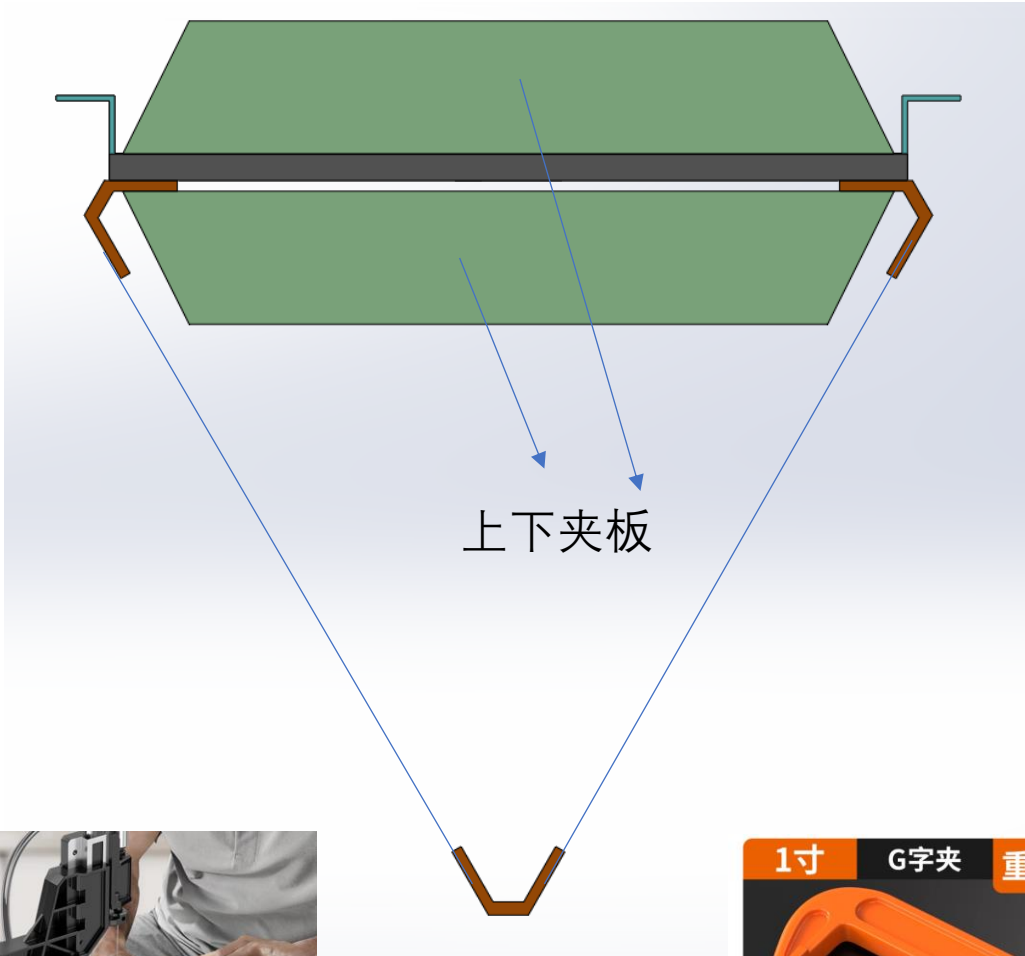
Z支撑制作采用相应的模具，并裁切



Z支撑模具



Z支撑定位板



上下夹板



台式曲线锯1104元



冷板制作

