

Design and Development of Carbon Fiber Truss Structure for Manufacturing

李宇杰

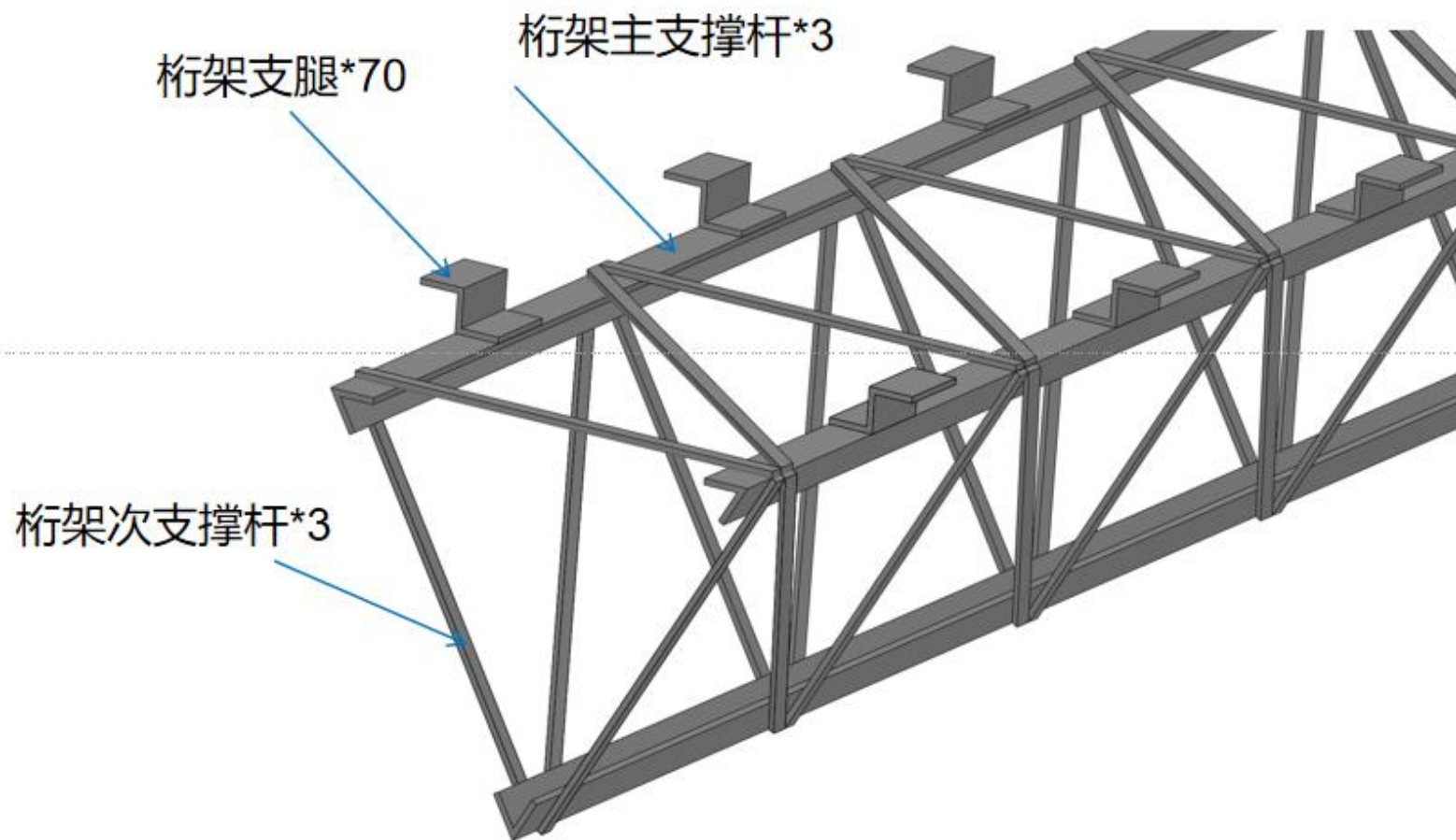
2025/08/22



一、模具介绍



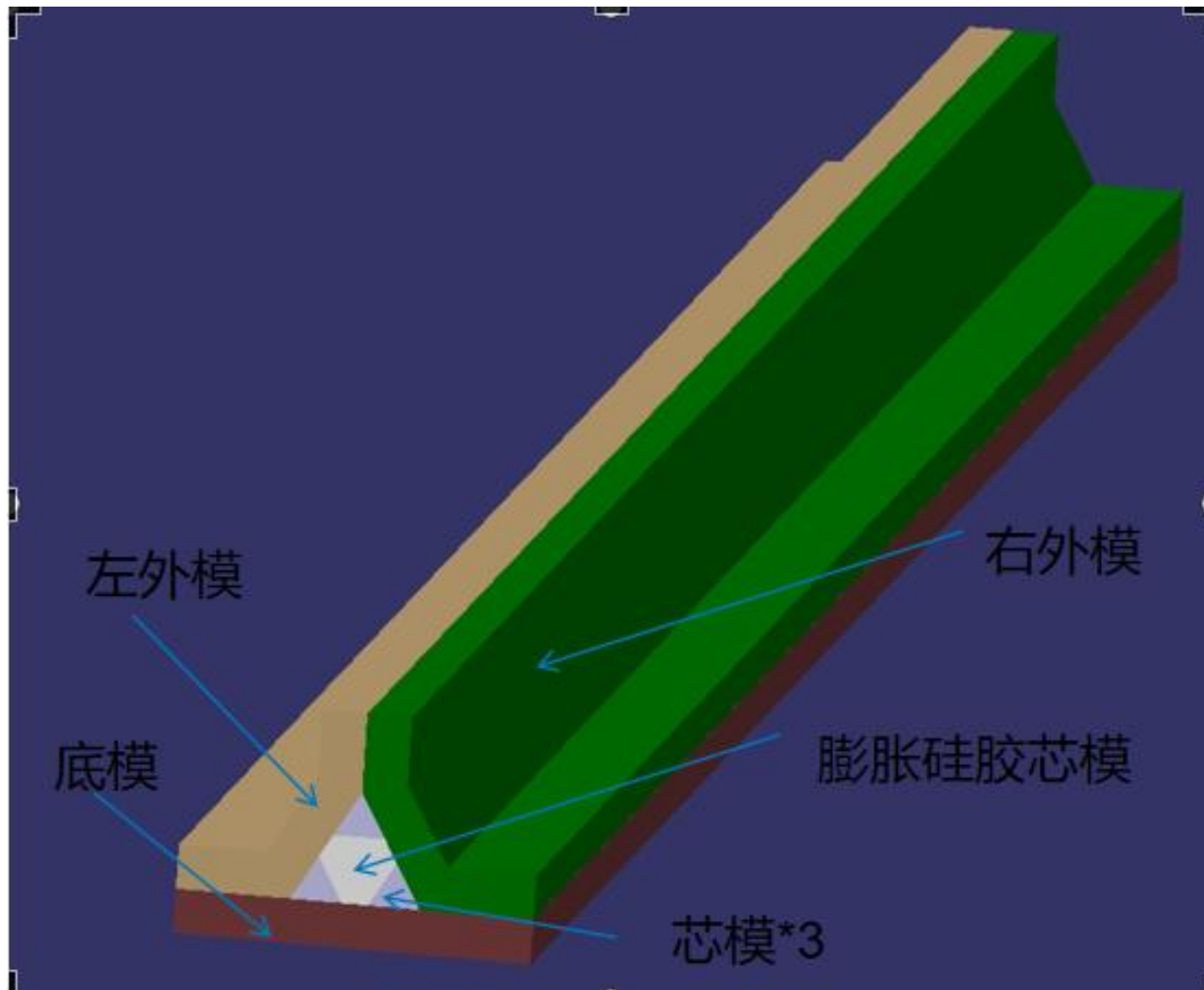
桁架模具



桁架结构



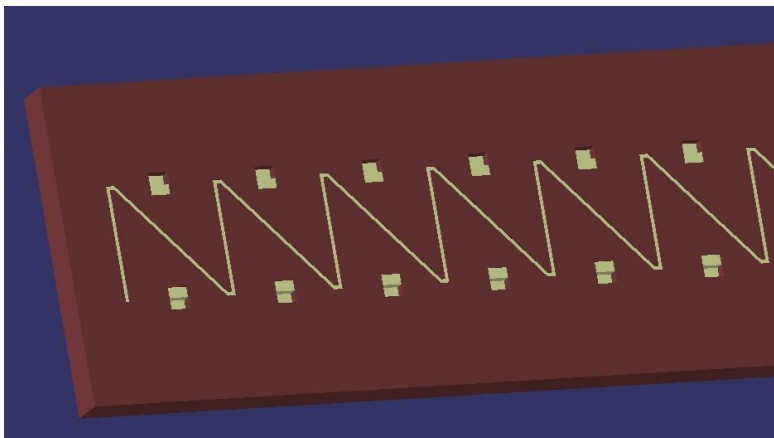
桁架模具



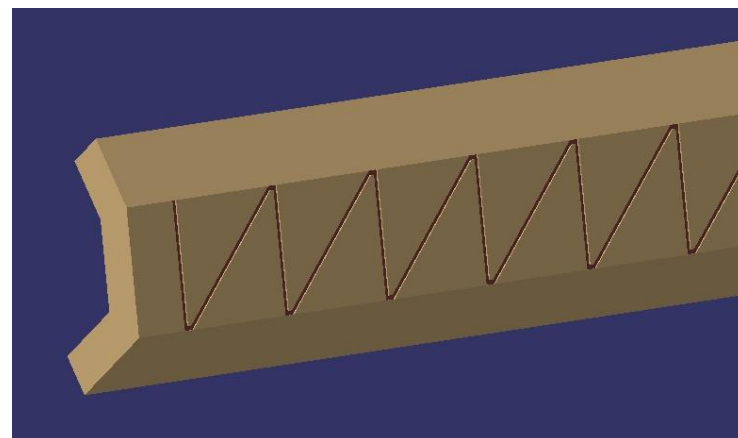
- 1、模具参考国外设计并适当调整。
- 2、外模主要由底模、左外模、右外模构成。合模后用螺栓锁紧。
- 3、内模由三瓣的芯模及可膨胀硅橡胶芯模构成。膨胀硅胶芯模在固化时体积膨胀提供成型压力。



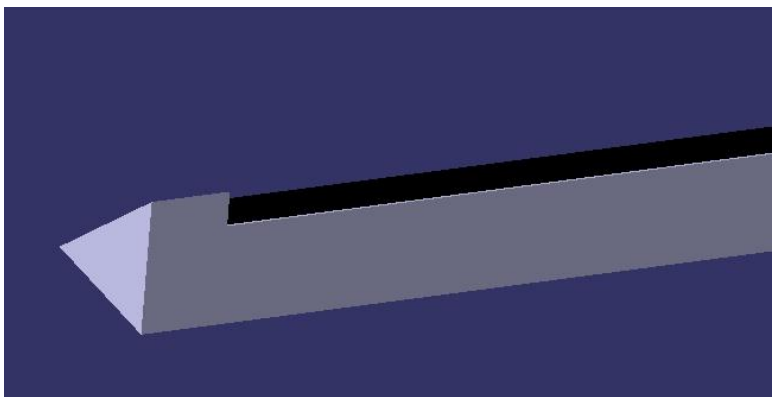
桁架模具



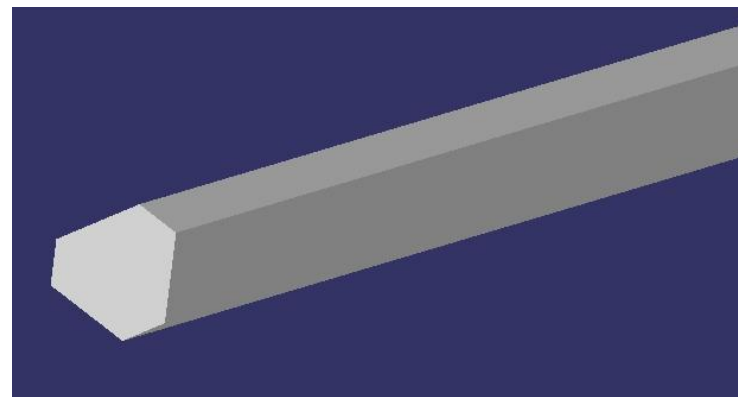
底模：次支撑杆铺层及预制支腿定位



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

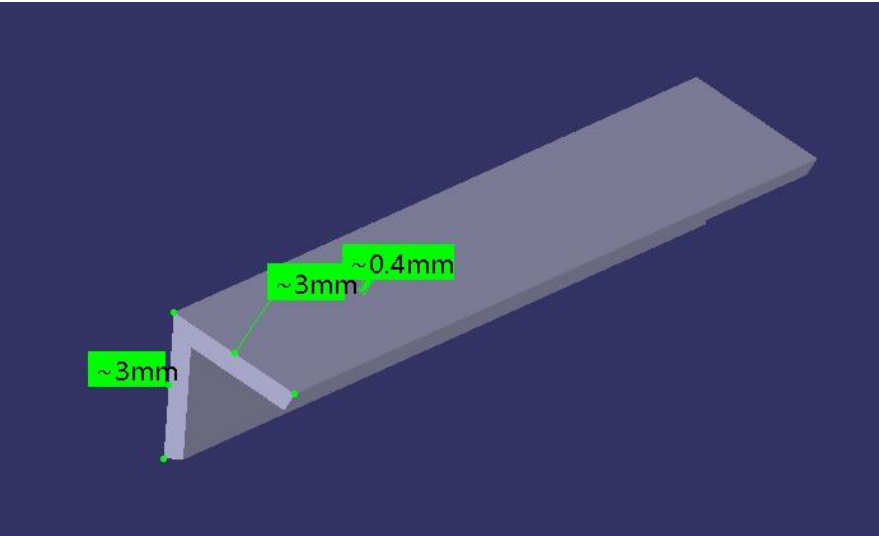


二、成型介绍



桁架主支撑杆

桁架主支撑杆基本信息	
尺寸	6mm*0.4mm*986.6mm
重量	3.14g
数量	3
总重量	9.42



铺层方案

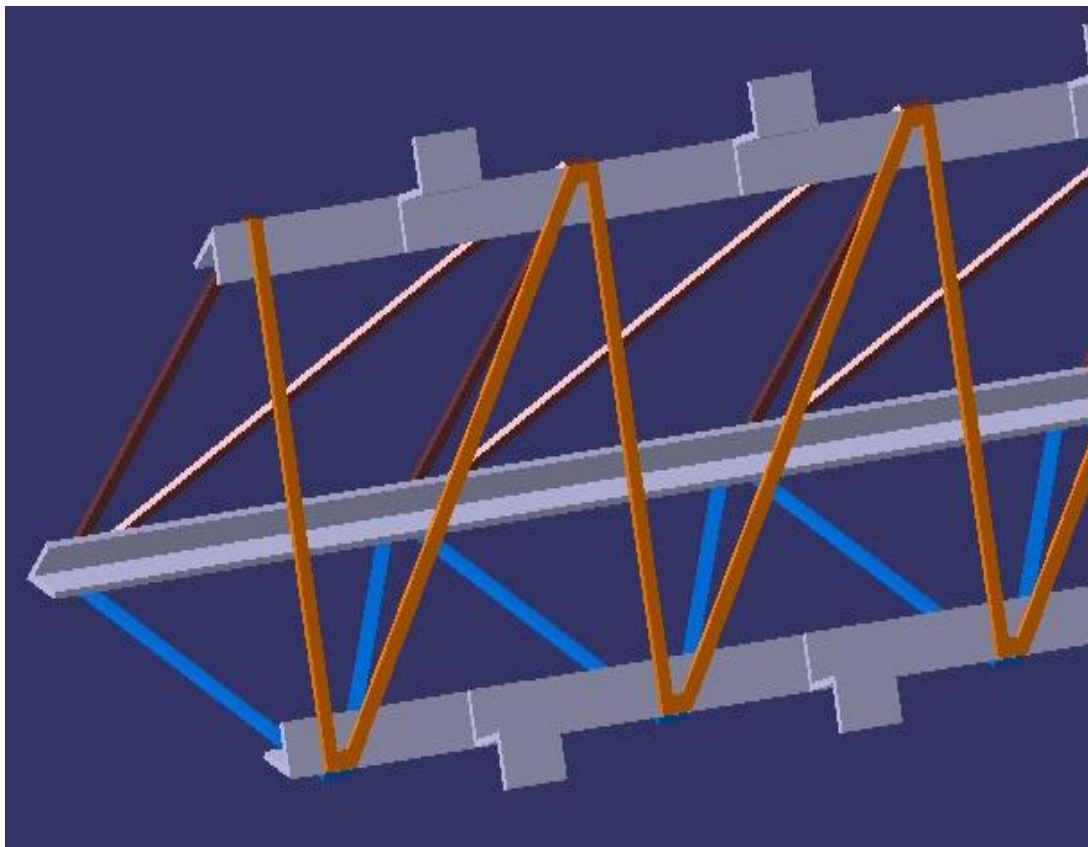
铺层编号	材料	铺层角度	单层厚度	尺寸	铺层位置
P01	M40/M55J 单向预浸料	0	0.05	6*986.6mm	模具芯模
P02		90	0.05	6*986.6mm	
P03		0	0.05	6*986.6mm	
P04		90	0.05	6*986.6mm	
P05		90	0.05	6*986.6mm	
P06		0	0.05	6*986.6mm	
P07		90	0.05	6*986.6mm	
P08		0	0.05	6*986.6mm	
		总计	0.4mm		



桁架次支撑杆

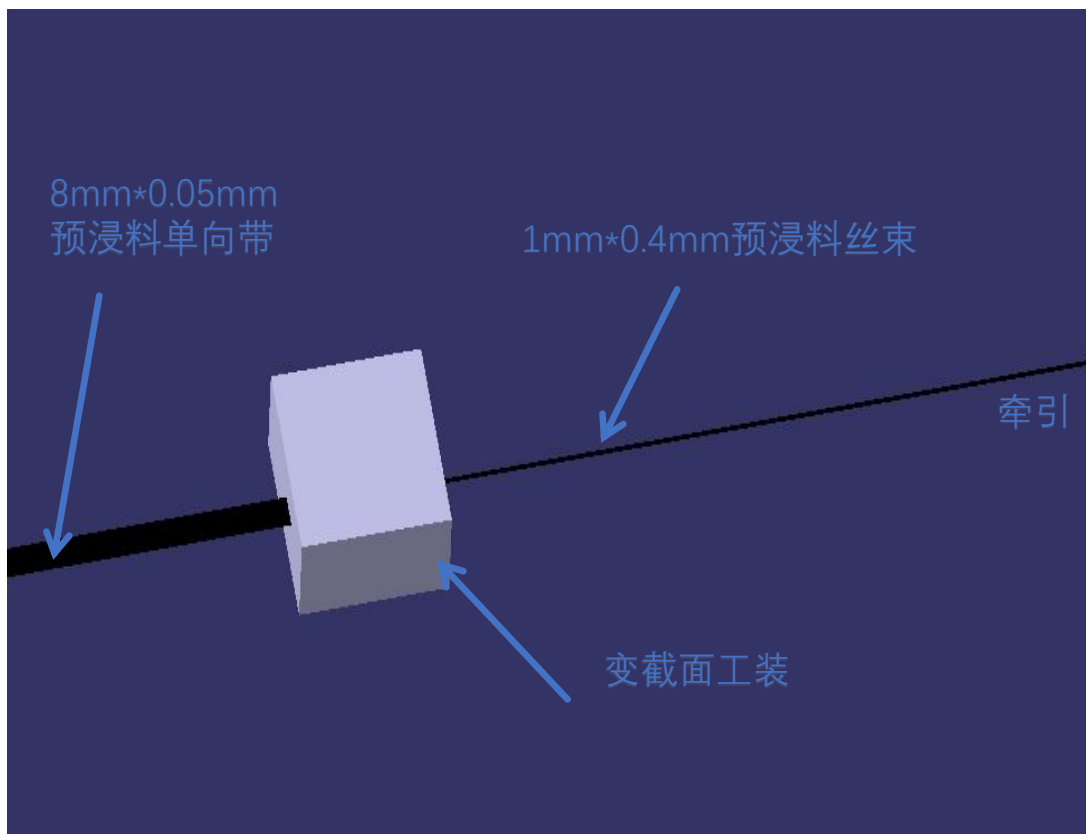
桁架次支撑杆基本信息

尺寸	宽1mm*厚0.4mm*长2.5米
重量	1.46g
数量	3
总重量	4.38g

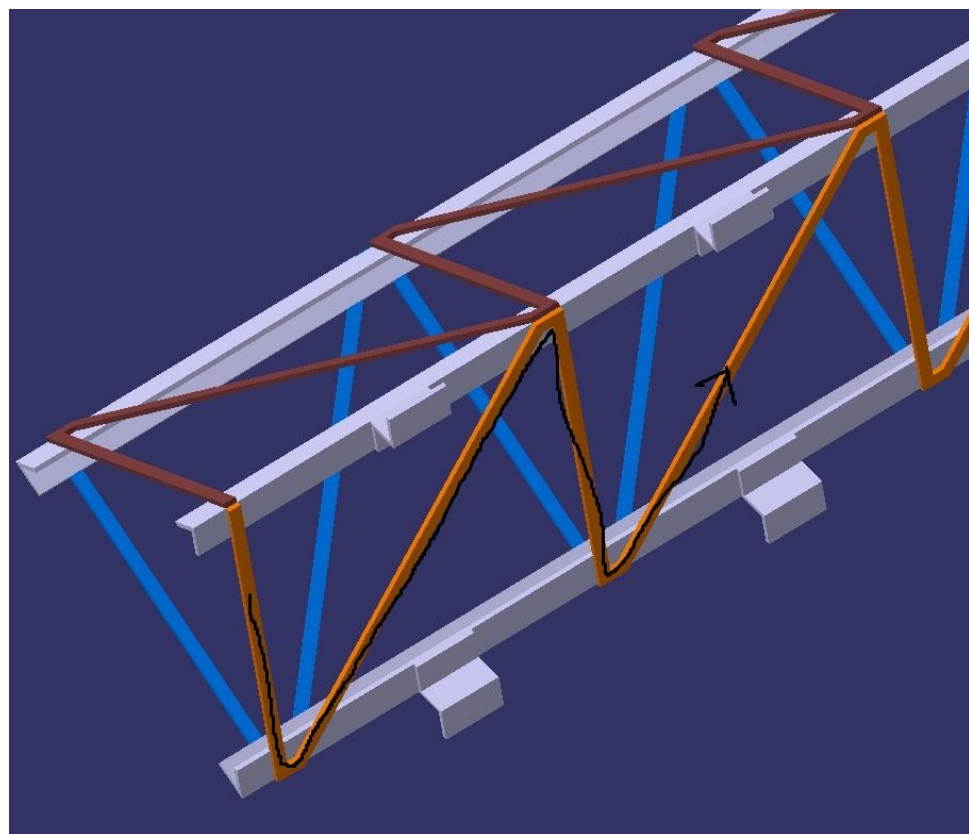




桁架次支撑杆

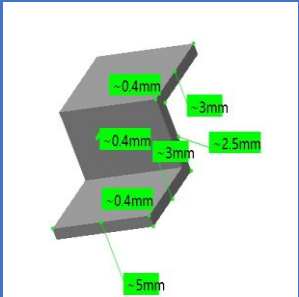


1、下料8*0.05*2500mm碳纤单向带，用工装将其制作成1mm*0.4mm丝束，用于桁架次支撑杆成型材料。



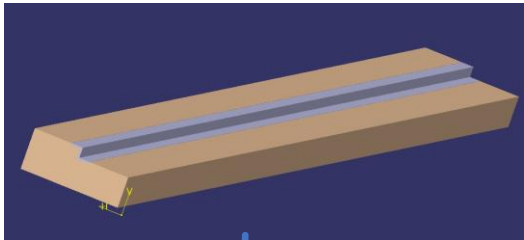
2、将上一步的预浸料丝束按照箭头的路径铺设于模具的3个外模上，并抽真空将其压平，用于后续合模。

支腿

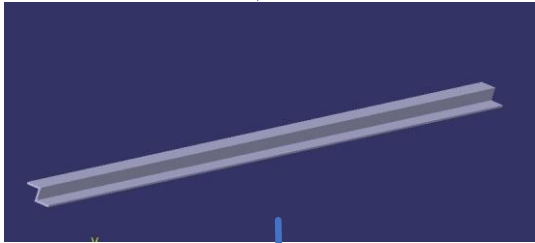


名称	支腿
重量	0.024g
数量	70个
总重量	1.68g

1、在预制模
具上铺层固化



2、预制体脱模
并切割



3、支撑腿预制件



铺层方案

编号	材料	铺层角度	单层厚度	尺寸	铺层位置
P01	M40J单向预浸料	0	0.05	8.1*2500mm	支腿预制 模具
P02	M40J单向预浸料	90	0.05	8.1*2500mm	
P03	M40J单向预浸料	0	0.05	8.1*2500mm	
P04	M40J单向预浸料	90	0.05	8.1*2500mm	
P05	M40J单向预浸料	90	0.05	8.1*2500mm	
P06	M40J单向预浸料	0	0.05	8.1*2500mm	
P07	M40J单向预浸料	90	0.05	8.1*2500mm	
P08	M40J单向预浸料	0	0.05	8.1*2500mm	
		总计	0.4mm		10



工艺

一、材料清单

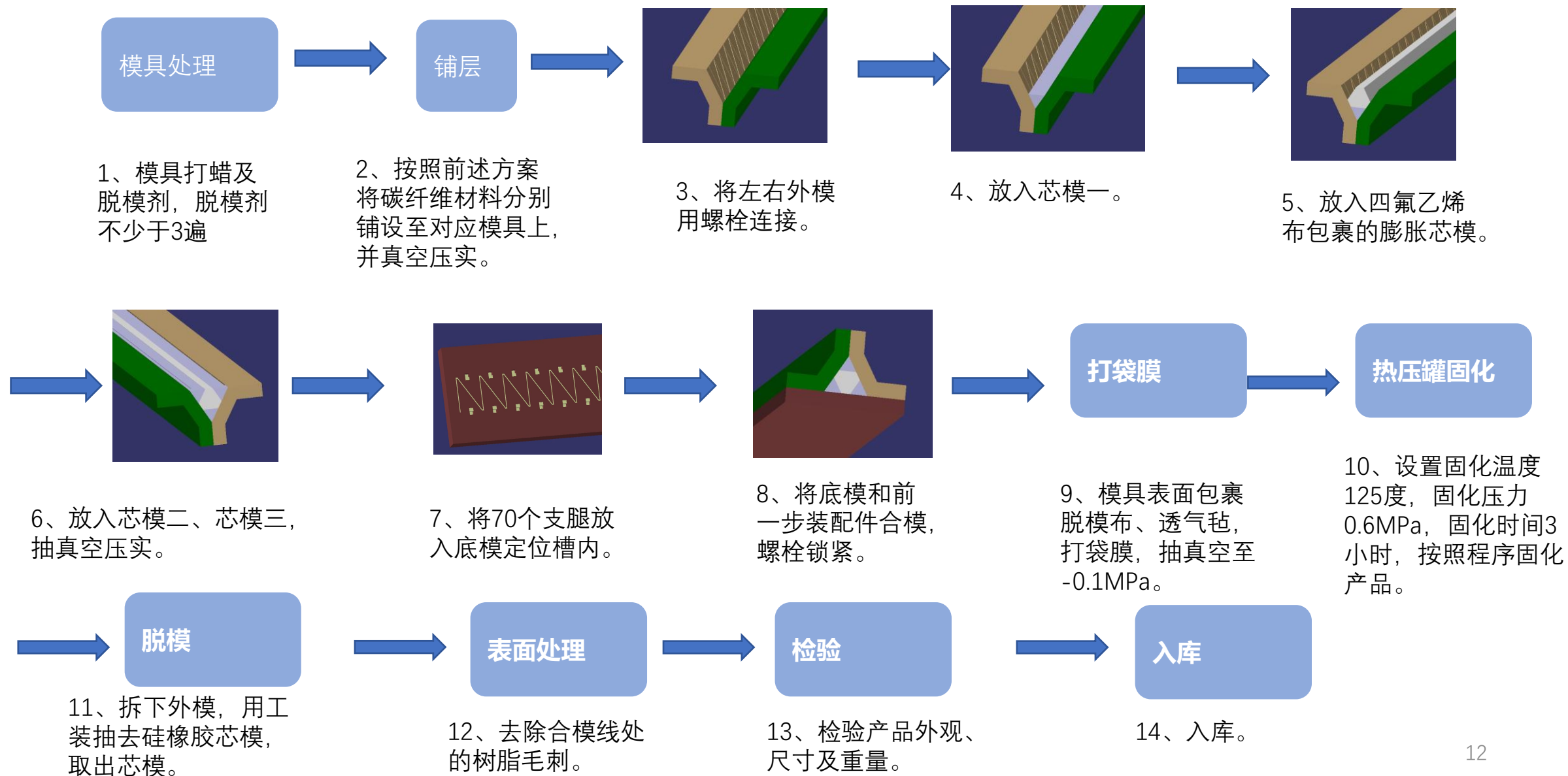
序号	名称
1	M40J碳纤维预浸料
2	四氟乙烯脱模布
3	透气毡
4	真空袋膜
5	脱模蜡
6	脱模剂
7	隔离膜

二、设备、工装及模具

序号	名称
1	热压罐
2	烘箱
3	桁架成型模具
4	桁架支腿预制件模具
5	变截面工装
6	模具抽芯工装
7	线割加工设备



工艺过程



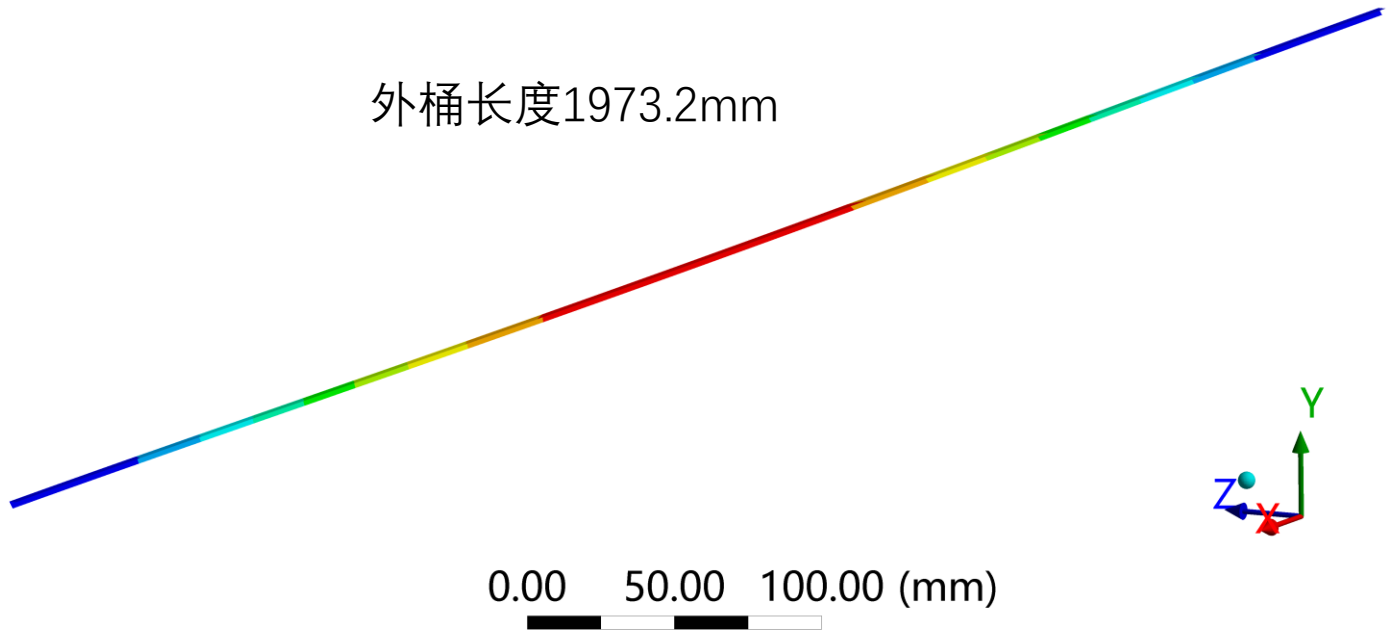
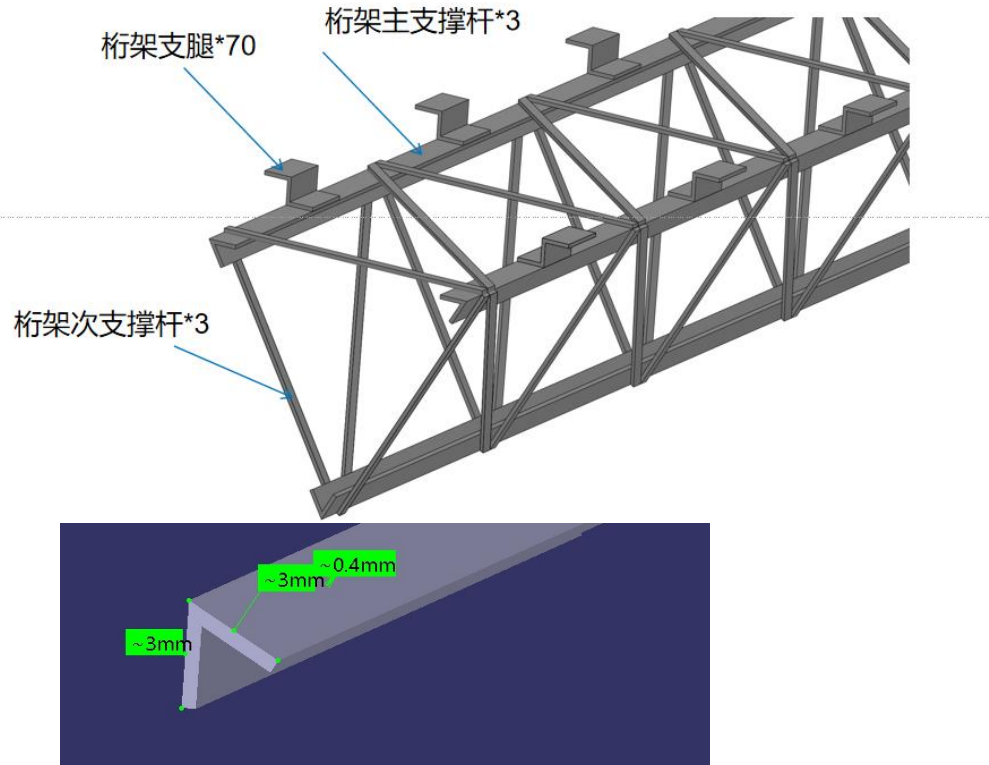


针对不同长度产品模具使用方案

- 针对1m产品，制作一个1m的模具
- 针对2m的产品，可以使用1个2m的模具
- 针对1.5m的产品，使用2m产品的模具，产品制作时只需铺1.5m的产品即可
- 因此为节省不同规格模具的开支，最多投入1个1m和1个2m的模具即可

仿真计算优化

主支撑杆铺层优化：模拟2m长主支撑杆在两端固支自重下的变形



铺层方案								自重变形mm
0	90	0	90	90	0	90	0	0.42783
0	45	-45	0	0	45	-45	0	0.38959
0	90	0	0	0	0	90	0	0.30009
0	0	0	0	0	0	0	0	0.23523

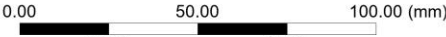
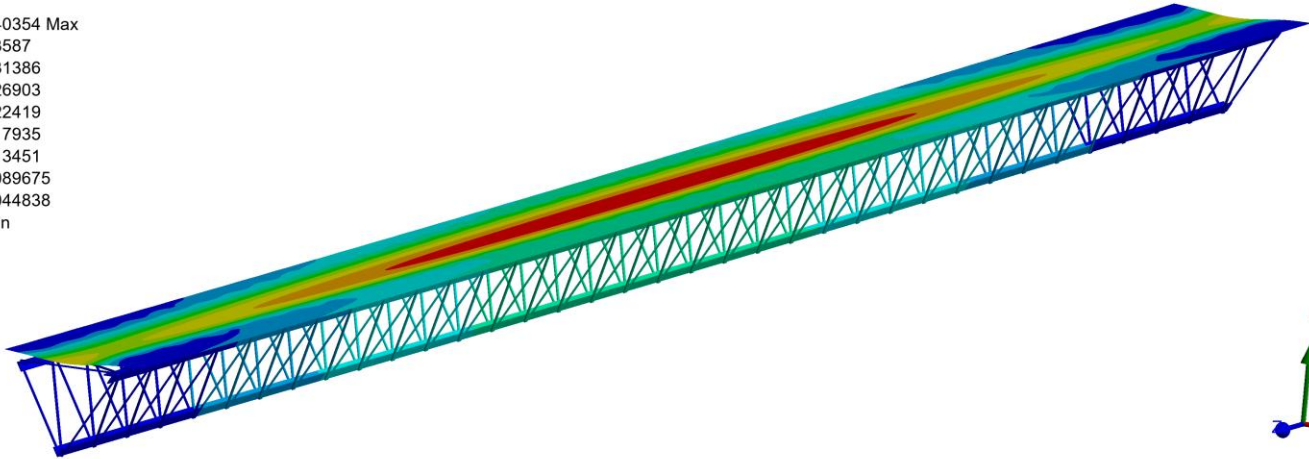
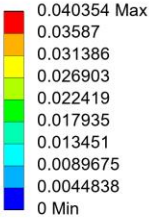
比较合适的

理想单向铺层，不建议，容易发生泊松失效

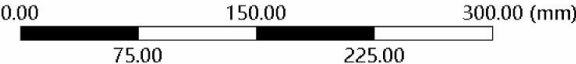
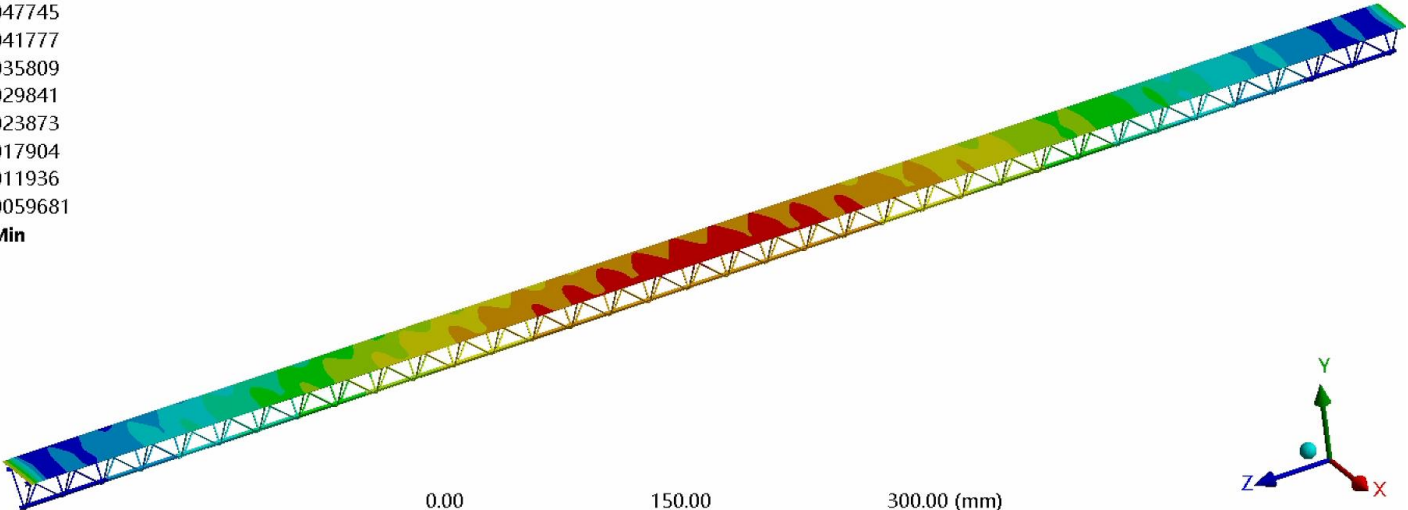
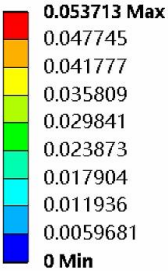
冷板铺层设计：
0.15mm碳纤维板
3层0.05mm厚度M55j碳纤维
预浸料

内桶冷板碳纤维板
单向铺层变形：

B: Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1 s

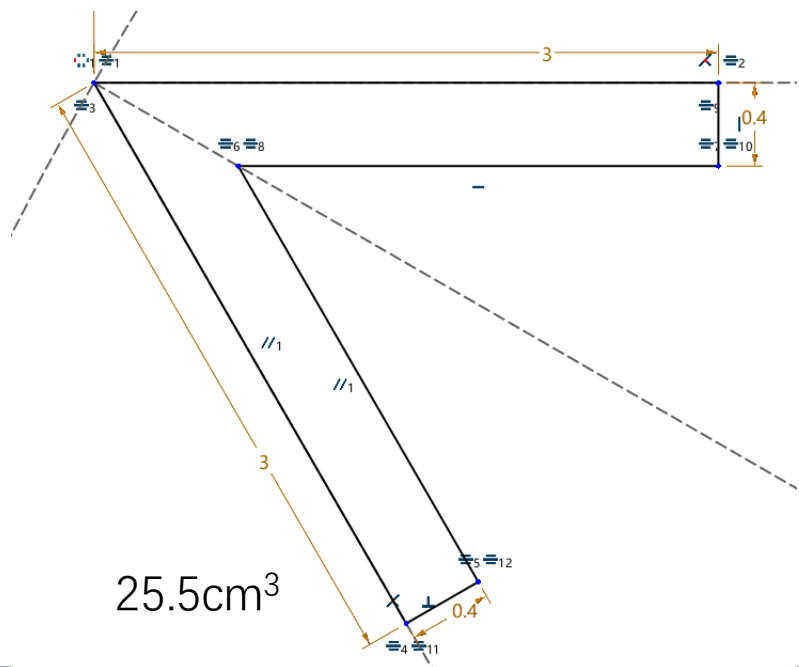


D: Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1

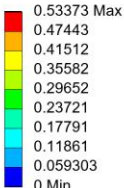


内桶冷板碳纤维板
0° 90° 0°铺层变形：

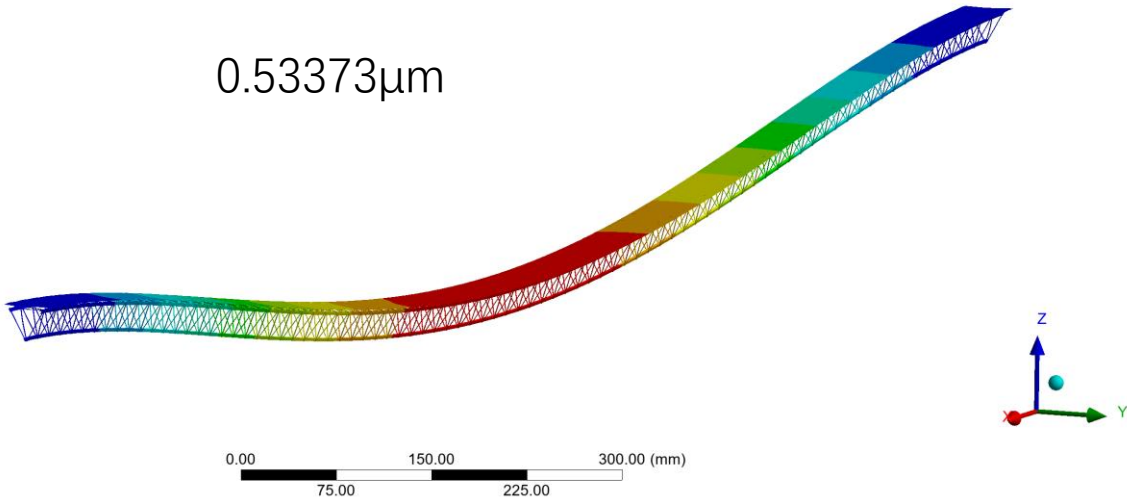
ITK外桶1973.2mm：对结果影响大的主支撑杆尺寸规格优化



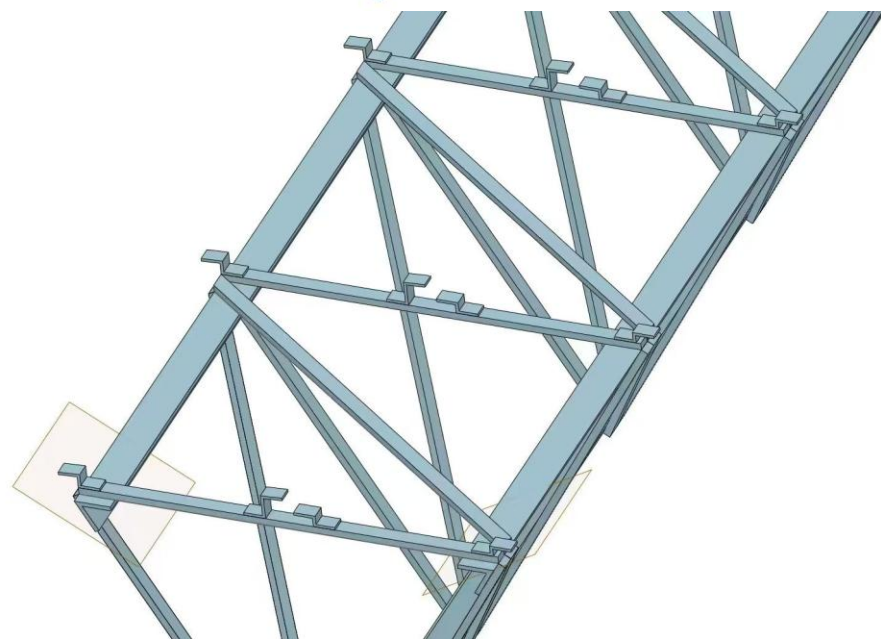
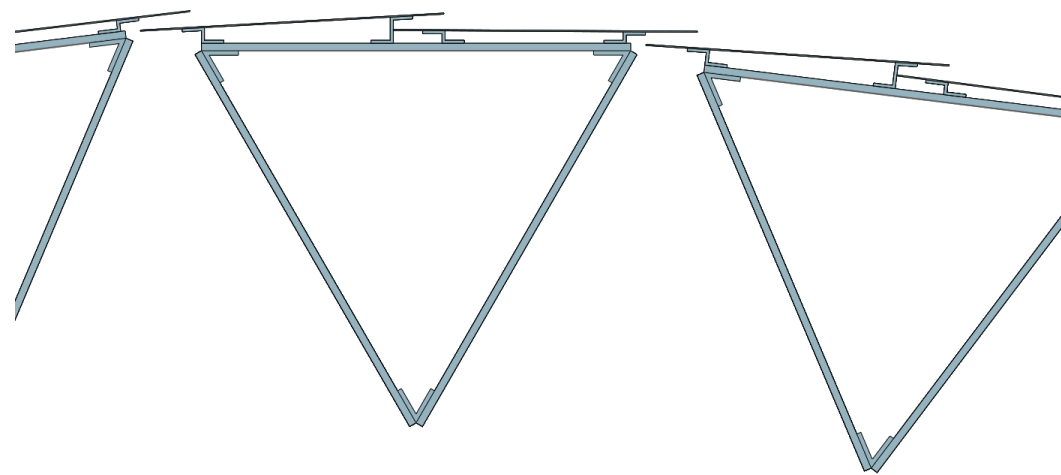
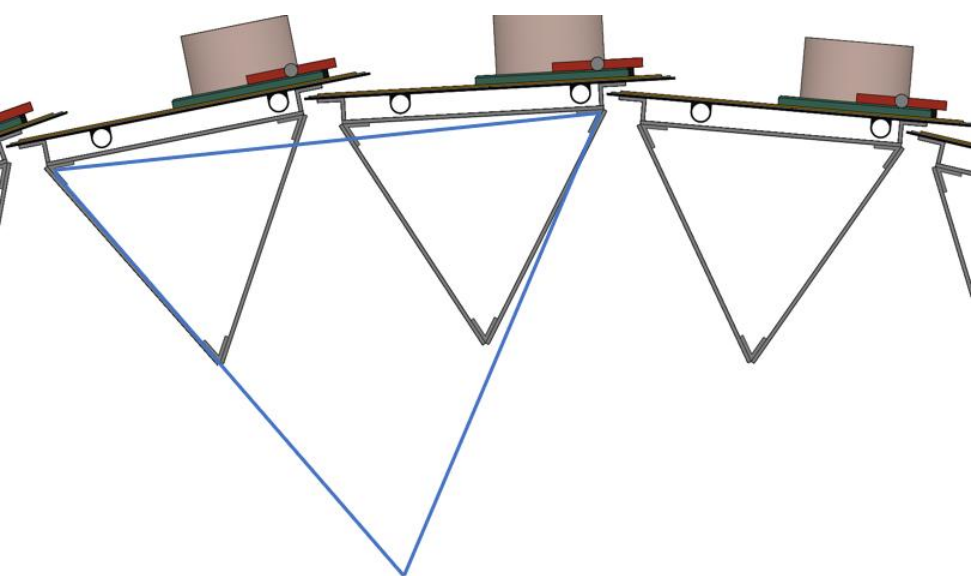
D: Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1 s



0.53373μm



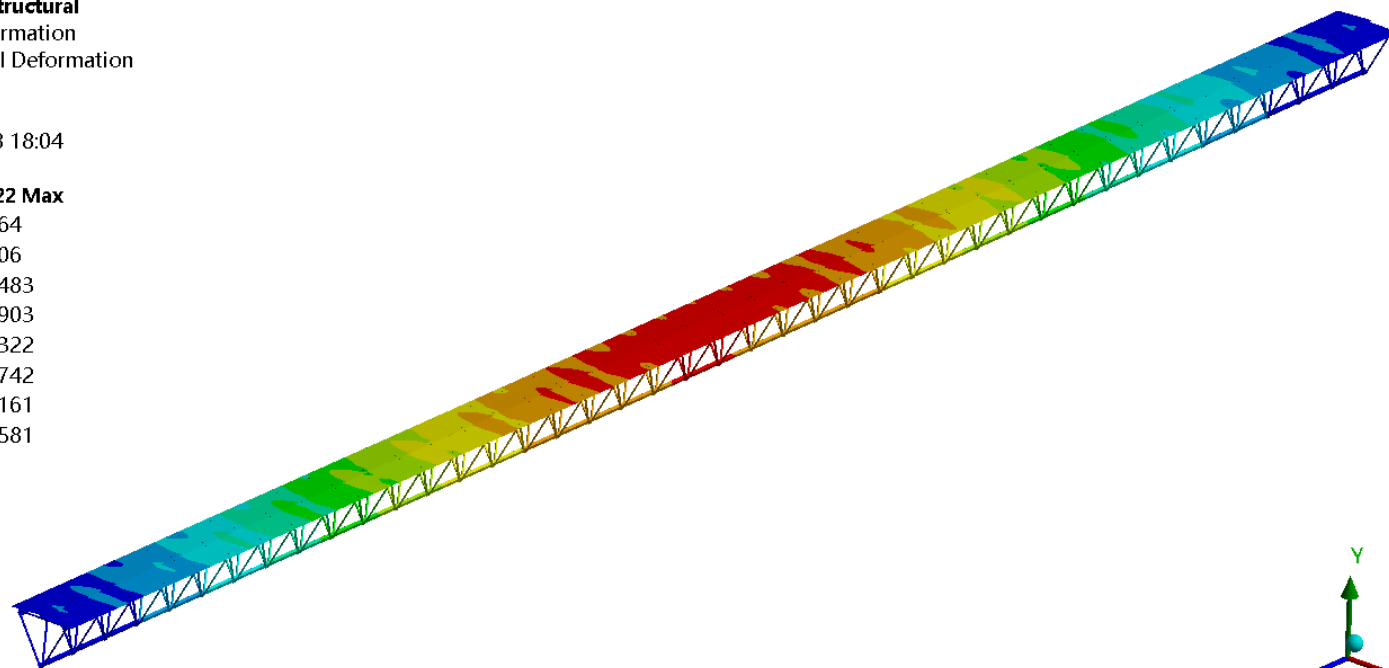
尺寸规格	体积cm3	增加的重量g	最大变形mm	单位重量减少变形μm/g
4mm; 0.4mm	30.73	8.39	0.44016	11.180
5mm; 0.4mm	35.96	16.74	0.39092	8.533
3mm; 0.5mm	28.12	4.19	0.46878	15.494
3mm; 0.6mm	30.55	8.08	0.42512	13.442
5mm; 0.6mm	41.67	25.87	0.31725	8.368



Static Structural
 Total Deformation
 Type: Total Deformation
 Unit: mm
 Step: 1
 2025/8/18 18:04

0.14022 Max
 0.12464
 0.10906
 0.093483
 0.077903
 0.062322
 0.046742
 0.031161
 0.015581
0 Min

主支撑杆: 5mm; 0.6mm
 次支撑杆: 2mm; 1mm
 体积: 65.8cm³



0.00 125.00 250.00 375.00 500.00 (mm)

