

支架强度计算

支架是安装从下端到上端高度为 4m 以下的太阳能电池阵列时使用。计算因从支架前面吹来（顺风）的风压及从支架后面吹来（逆风）的风压引起的材料的弯曲强度和弯曲量，支撑臂的压曲（压缩）以及拉伸强度，安装螺栓的强度等，并确认强度。

（1）结构材料

选取支架材料，确定截面二次力矩 I_M 和截面系数 Z 。

（2）假象载荷

1) 固定荷重（ G ）=

组件质量

2) 风压荷重（ W ）

（加在组件上的风压力（ W_M ）和加在支撑物上的风压力（ W_K ）的总和）。

$$W = 1/2 \times (C_W \times V_0^2 \times S) \times a \times l \times J$$

3) 积雪载荷（ S ）。与组件面垂直的积雪荷重。

总荷重（ W ）

正压： $W = G + 2) + 3)$

负压： $W = G - 2) + 3)$

载荷的条件和组合

载荷条件		一般地方	多雪区域
长期	平时	G	$G+0.7S$
短期	积雪时	$G+S$	$G+S$
	暴风时	$G+W$	$G+0.35S+W$
	地震时	$G+K$	$G+0.35S+K$

附件 1： 风荷载计算

(1) 设计时的风压载荷

$$W=C_w \times q \times A_w \text{ (作用于阵列的风压载荷公式)}$$

式中 W ——风压荷重

C_w ——风力系数

q ——设计用速度压 (N/m^2)

A_w ——受风面积 (m^2)

(2) 设计时的速度压

$$q=q_0 \times a \times I \times J$$

式中 q ——设计时的速度压 (N/m^2)

q_0 ——基准速度压 (N/m^2)

a ——高度补偿系数

I ——用途系数

J ——环境系数

3) 用途系数。通常 1.0

用途系数	建设地点的周围地形等状况
1.15	极重要的太阳能光伏发电系统
1.0	普通的太阳能光伏发电系统
0.85	短时间或者 以外的系统，且太阳能电池阵列在地面以上高度为 2m以下场合

4) 环境系数。通常 1.0

环境系数	建设地点的周围地形等状况
1.15	如海面一样基本没有障碍物的平坦地域
0.90	树木、低层房屋 (楼房) 分布平坦的地域
0.70	树木、低层房屋密集的地域，或者中层建筑 (4-9 层) 物分布的地域

(3) 风力系数

1) 组件面的风力系数。

若是如下图所示的安装形态的场合，采用下图数据即可。

安装形态	风力系数		备注
	顺风	逆风	
地面安装型 (单独)			支架为数个的场合，周围端部的风力系数取左边值，中央部的风力系数取左边值的1/2最好。在左边没有标注的角度由下式求得： (正压) $0.65+0.009$ ； (负压) $0.71+0.016$
	正压	负压	
	0.79	15° 0.94	
	0.87	30° 1.18	
1.06	45° 1.43		
屋顶安装型			
	正压	负压	
	0.75	12° 0.45	
	0.61	20° 0.40	
0.49	27° 0.08		

附件 2： 积雪荷载计算

设计时的积雪荷载：

$$S=C_s \times P \times Z_s \times A_s$$

式中 S ——积雪荷重

C_s ——坡度系数

P ——雪的平均单位质量（相当于积雪 1cm 的质量， N/m^2 ）

一般的地方 19.6N 以上，多雪区域为 29.4N 以上。

Z_s ——地上垂直最深积雪量（ cm ）

A_s ——积雪面积

（1）坡度系数

坡度	< 30° >	30° ~ 40°	40° ~ 50°	50° ~ 60°	> 60°
坡度系数 C_s	1.0	0.75	0.5	0.25	0

（2）雪的平均单位质量

雪的平均单位质量是指积雪厚度为 1cm 面积为 $1m^2$ 的质量。

（3）积雪量

太阳能电池阵列面的设计用积雪量设定为地上垂直最深的积雪量

（ Z_s ），但是，经常扫雪而积雪量减少的场合，根据状况可以减小 Z_s 值。

备注：南昌市 50 年一遇最大载荷。

载荷要求：风载为 $0.45\text{KN}/\text{M}^2$ ；

雪载为 $0.45\text{KN}/\text{M}^2$

安装方式屋顶厂房屋顶支架；

载荷计算：

备注：此处正压对组件影响比较大，所以只需考虑正压即顺风情况。

单块组件风载：（此处以 12 度角正压计算）

$$W=0.75*450*1.64*0.992=549\text{N}$$

单块组件雪载：

$$S=450*A_s=450*1.64*0.992=732\text{N}$$

总载荷计算：（考虑最差情况，暴风雪时）

$$F=W+0.35S+G_{\text{组件}}=549+732*0.35+200=1005\text{N}$$

由于支架在所有排列中最大跨度为 1.0M，所以这里按照最大跨度计算；

查 SOLIDWORKS 截面属性可知，导轨的抗弯截面模量 3.549CM^3 ，

导轨强度计算：

由于每块组件所受最大载荷为 1005N，组件与组件之间的和力为 1005N，

由于总载荷由 2 根导轨承受所以单根导轨受力为 503N.

所以集中载荷为 503N，跨度为 1.0M，是当集中载荷在中间时导轨受力最

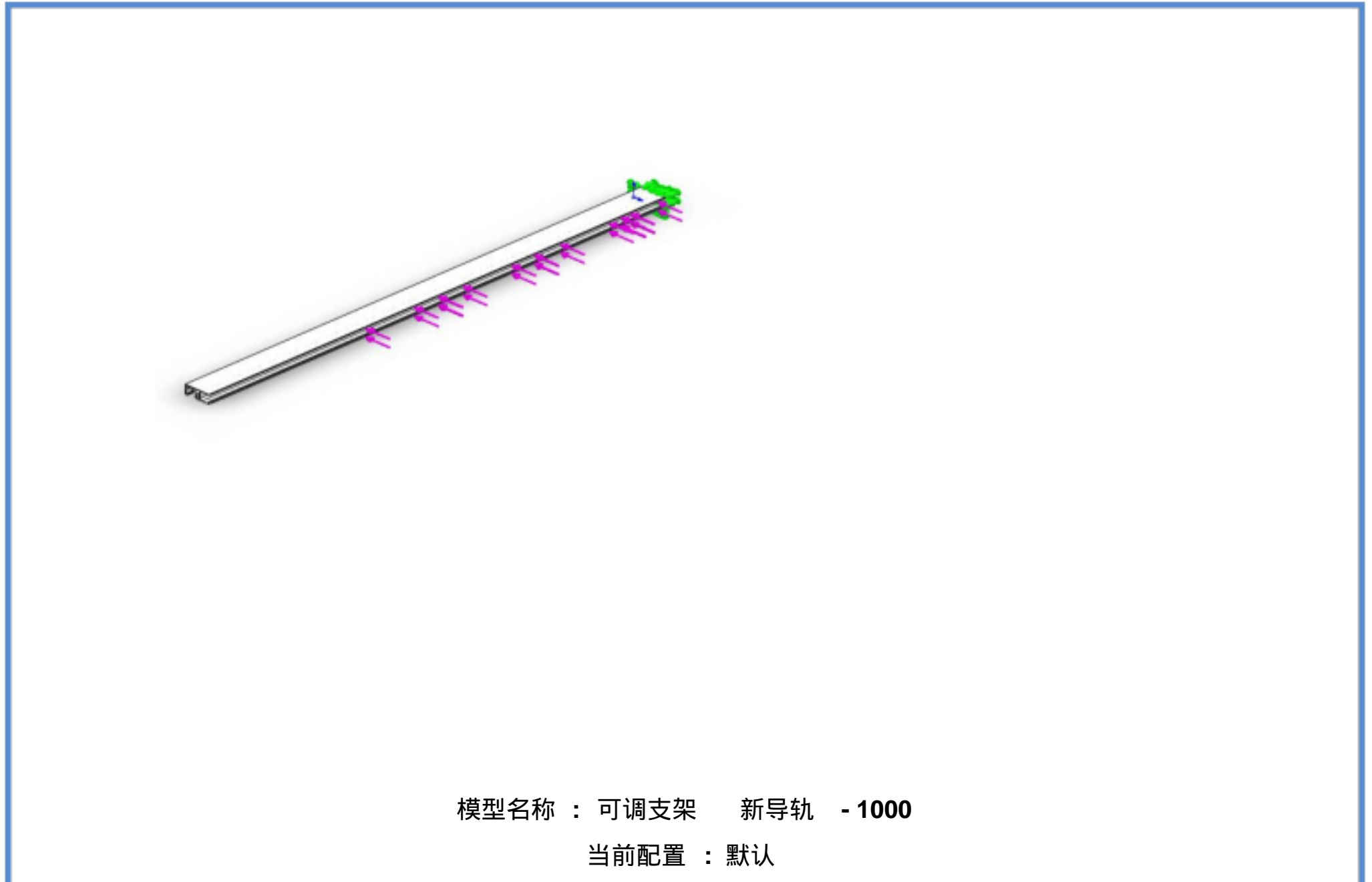
大，查机械设计手册可知 $M_{\text{max}}=PL/4=503*1/4=126\text{N}\cdot\text{M}$ ；

$$\sigma_{\text{max}}/W_f=126/3.549=35.5\text{MP} < 145\text{MP}$$

所以导轨应用是安全的；

模型模拟验证：

模型信息



实体

文档名称和参考引用	视为	容积属性	文档路径 / 修改日期
凸台 - 拉伸 1 	实体	质量 : 0.899798 kg 体积 : 0.000333258 m ³ 密度 : 2700 kg/m ³ 重量 : 8.81802 N	导轨 - 1000.SLDPRT Aug 05 10:21:09 2014

算例属性

算例名称	算例 1
分析类型	静应力分析
网格类型	实体网格
热力效果：	打开
热力选项	包括温度载荷
零应变温度	298 Kelvin
包括 SolidWorks Flow Simulation 中的液压效应	关闭
解算器类型	FFEPlus
平面内效果：	关闭
软弹簧：	关闭
惯性卸除：	关闭
不兼容接合选项	自动
大型位移	关闭
计算自由实体力	打开
摩擦	关闭
使用自适应方法：	关闭
结果文件夹	SolidWorks 文档 工作文件 小金)

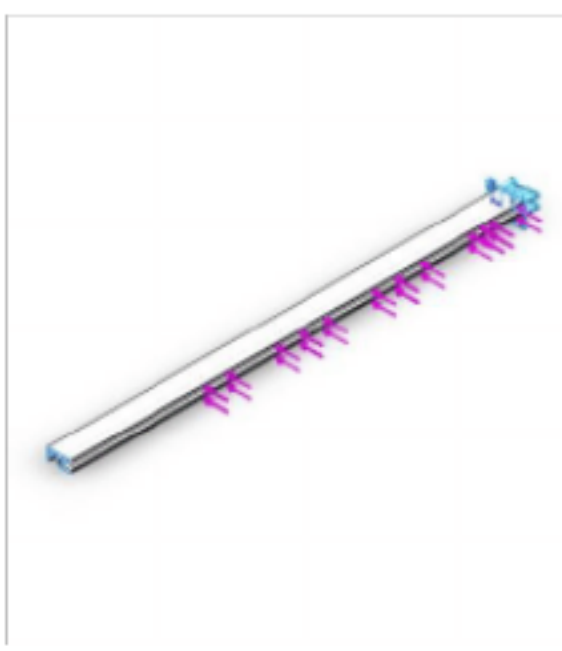
单位


单位系统：	公制 (MKS)
长度 /位移	mm
温度	Kelvin
角速度	弧度 /秒
压强 /应力	N/m ²

材料属性

模型参考	属性	零部件
	<p>名称 : 6063-T5 模型类型 : 线性弹性同向性 默认失败准则 : 未知 屈服强度 : 1.45e+008 N/m² 张力强度 : 1.85e+008 N/m² 弹性模量 : 6.9e+010 N/m² 泊松比 : 0.33 质量密度 : 2700 kg/m³ 抗剪模量 : 2.58e+010 N/m² 热扩张系数 : 2.3e-005 /Kelvin</p>	SolidBody 1(凸台 -拉伸 1)导轨 - 1000
曲线数据 :N/A		

载荷和夹具

夹具名称	夹具图像	夹具细节		
固定 -1		实体： 2 面 类型： 固定几何体		
合力				
零部件	X	Y	Z	合力
反作用力 (N)	486.535	-35.8257	-0.0211906	487.852
反力矩 (N · m)	0	0	0	0

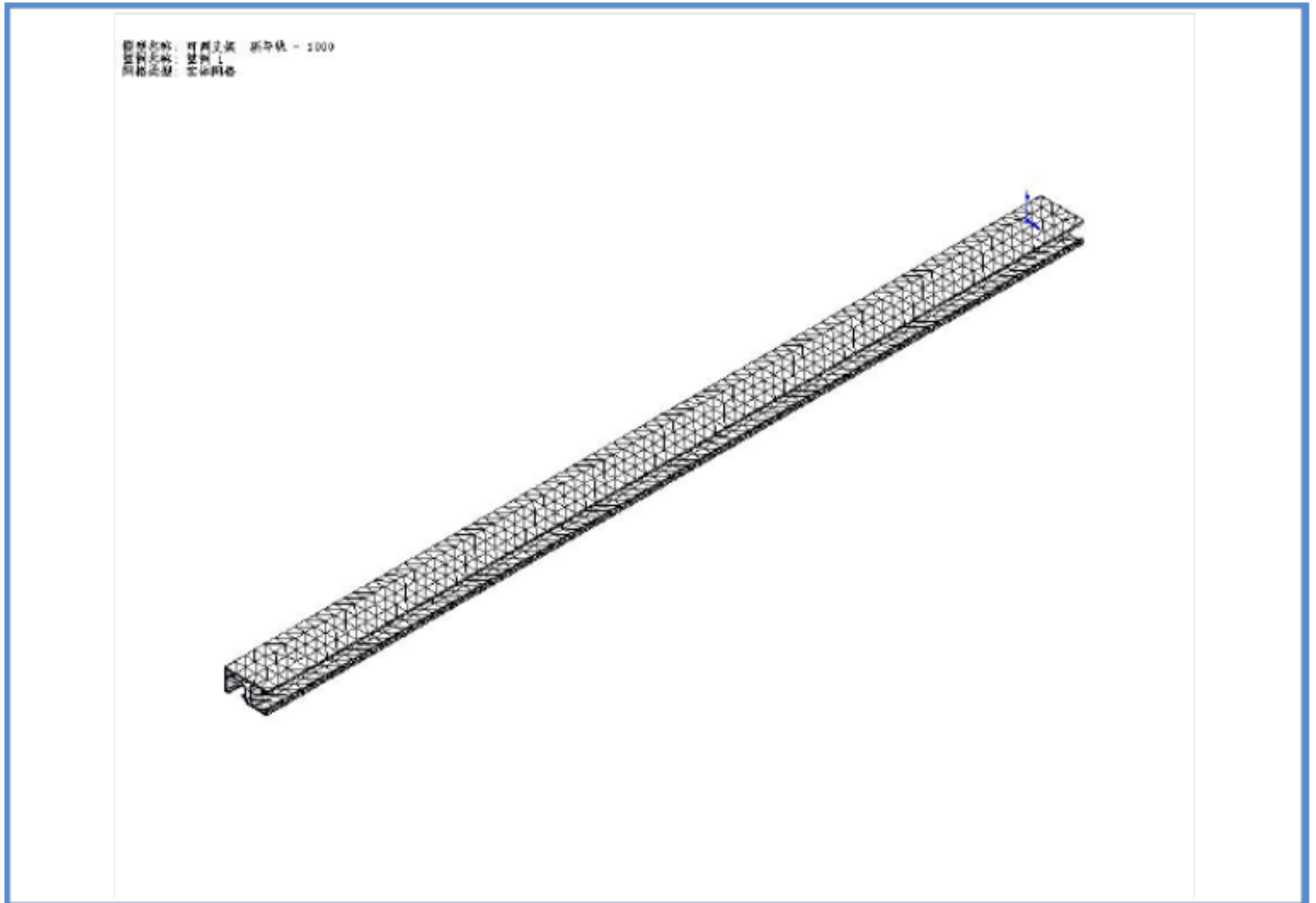
载荷名称	装入图像	载荷细节
力-1		实体： 2 面 类型： 应用法向力 值： 503 N

网格信息

网格类型	实体网格
所用网格器：	标准网格
自动过渡：	关闭
包括网格自动环：	关闭
雅可比点	4 点
单元大小	12.2592 mm
公差	0.612962 mm
网格品质	高

网格信息 - 细节

节点总数	43785
单元总数	22681
最大高宽比例	56.478
单元 (%)，其高宽比例 < 3	0.833
单元 (%)，其高宽比例 > 10	36.5
扭曲单元 (雅可比)的 %	0
完成网格的时间 (时;分;秒):	00:00:16
计算机名：	PC201404011352



反作用力

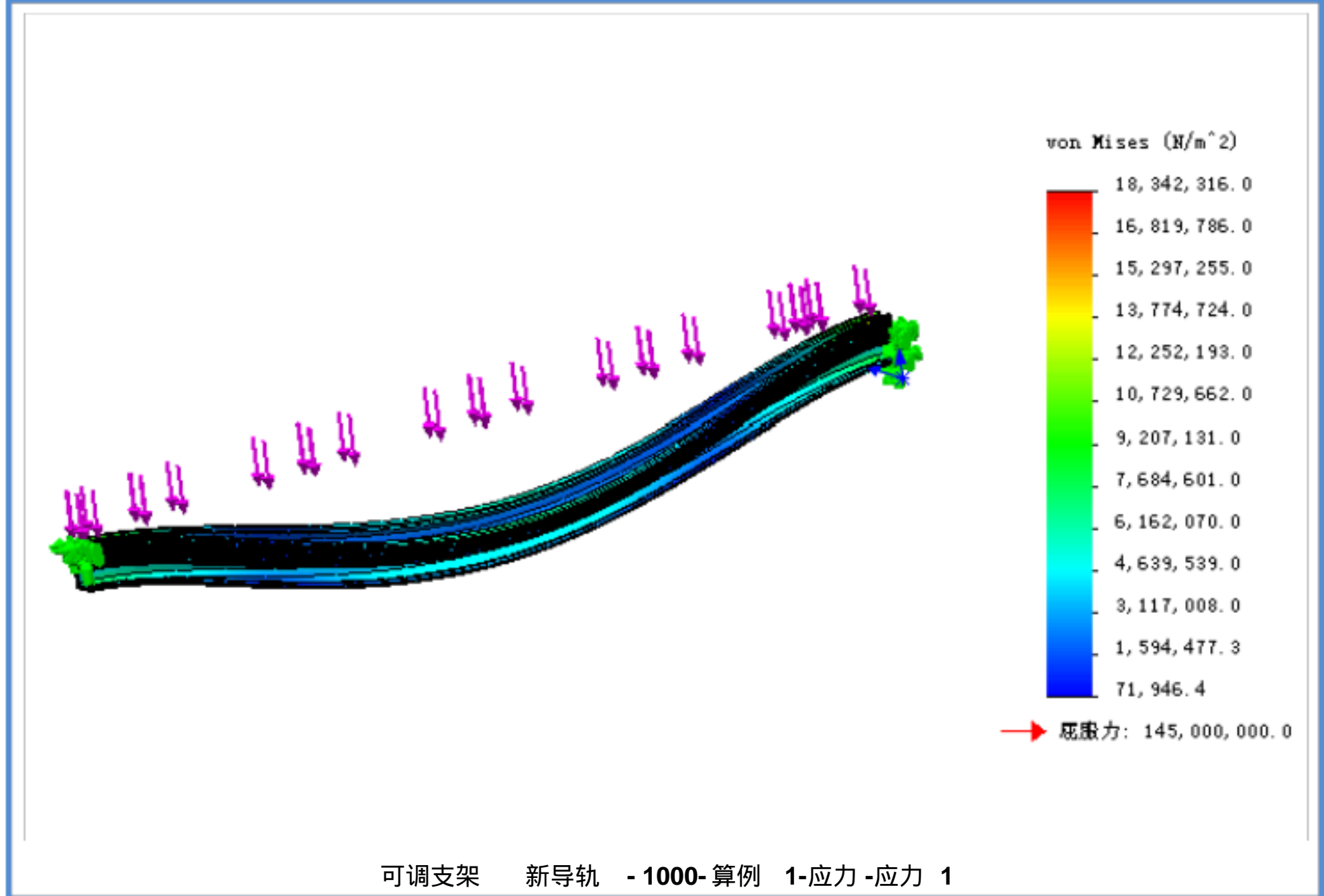
选择组	单位	总和 X	总和 Y	总和 Z	合力
整个模型	N	486.535	-35.8257	-0.0211906	487.852

反作用力矩

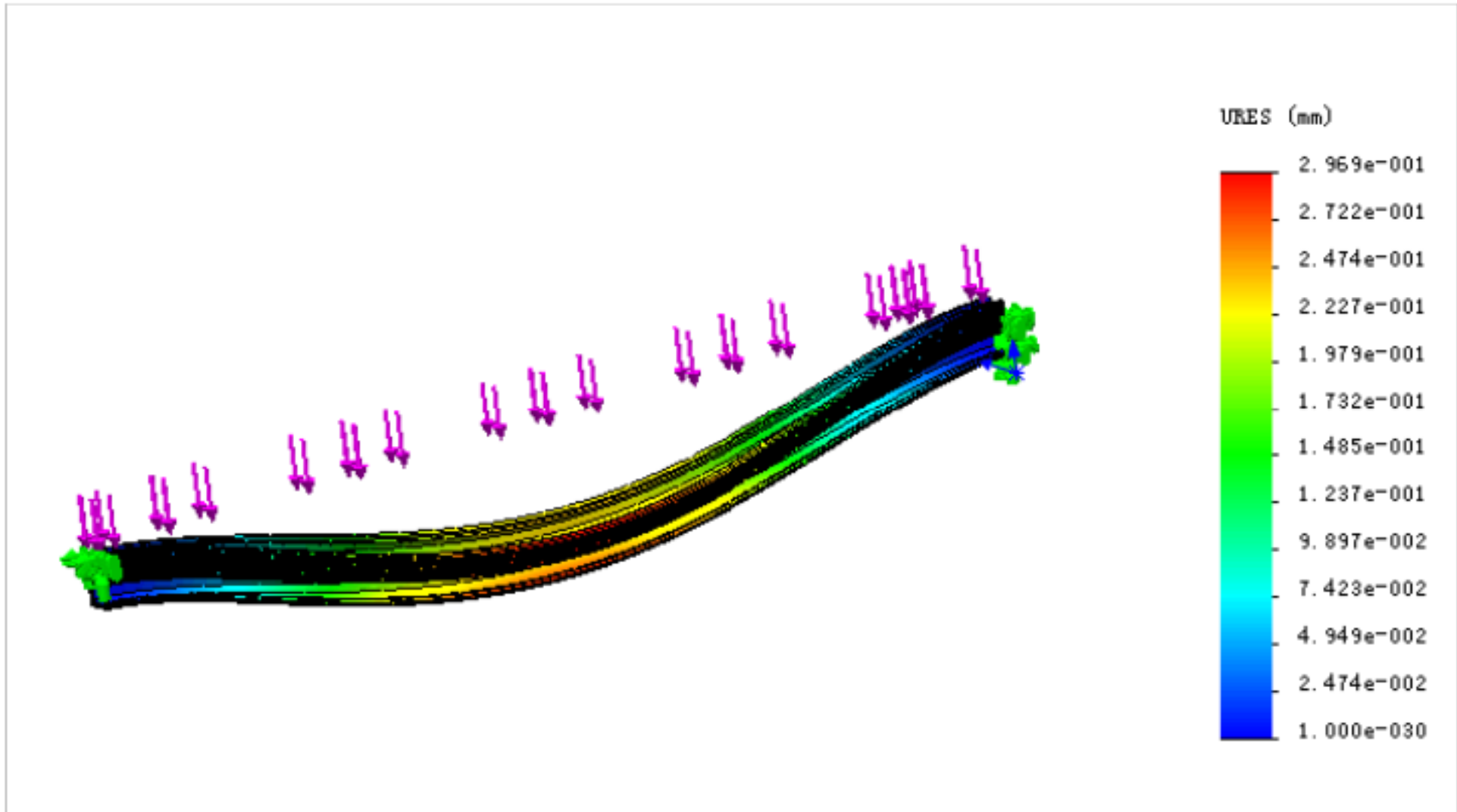
选择组	单位	总和 X	总和 Y	总和 Z	合力
整个模型	N·m	0	0	0	0

算例结果

名称	类型	最小	最大
应力 1	VON: von Mises 应力	71946.4 N/m ² 节: 11681	1.83423e+007 N/m ² 节: 6857

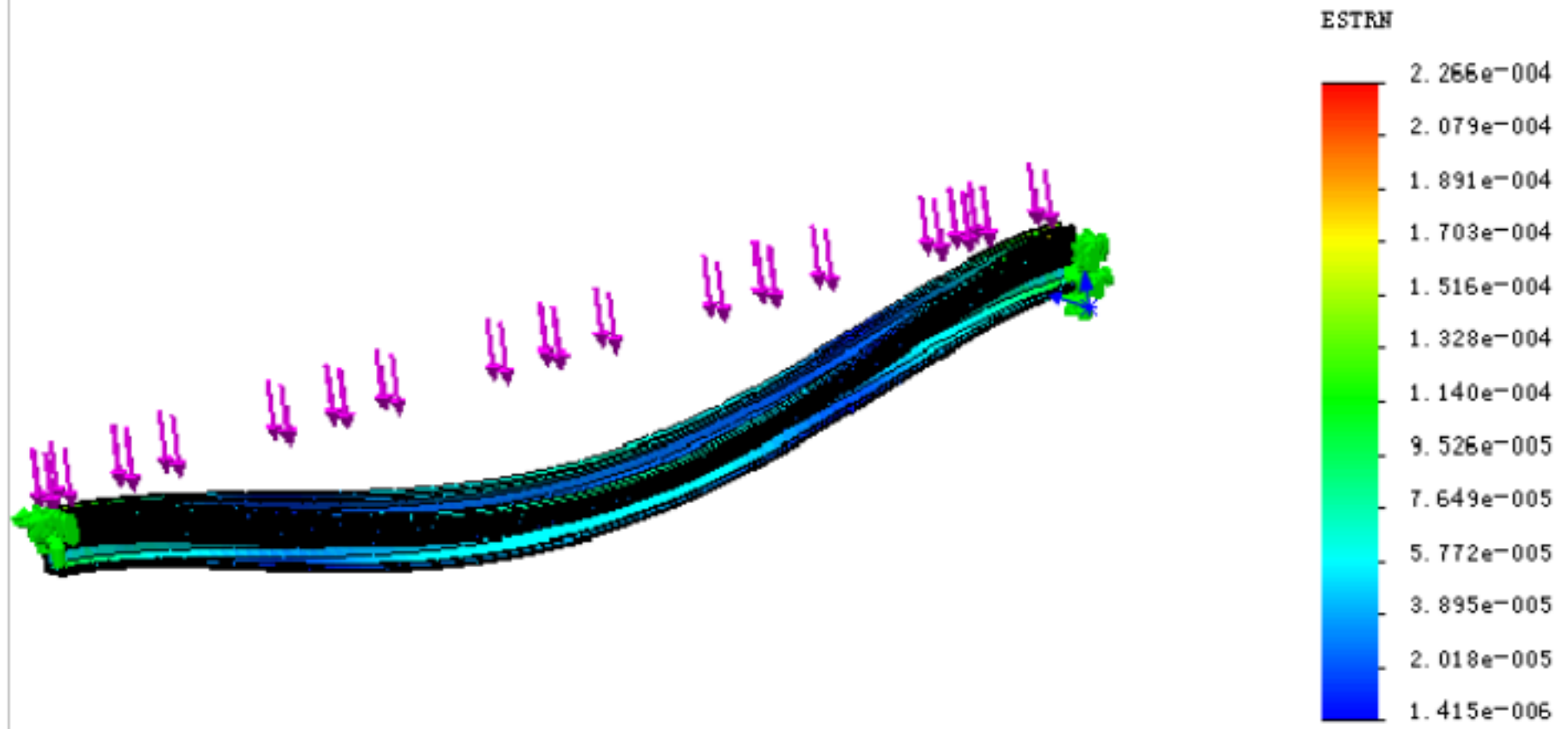


名称	类型	最小	最大
位移 1	URES: 合位移	0 mm 节: 1	0.296916 mm 节: 3806



可调支架 新导轨 - 1000-算例 1-位移 -位移 1

名称	类型	最小	最大
应变 1	ESTRN : 对等应变	1.41537e-006 单元 : 4353	0.000226646 单元 : 14334



可调支架 新导轨 - 1000- 算例 1-应变 -应变 1

结论：导轨符合安装要求。