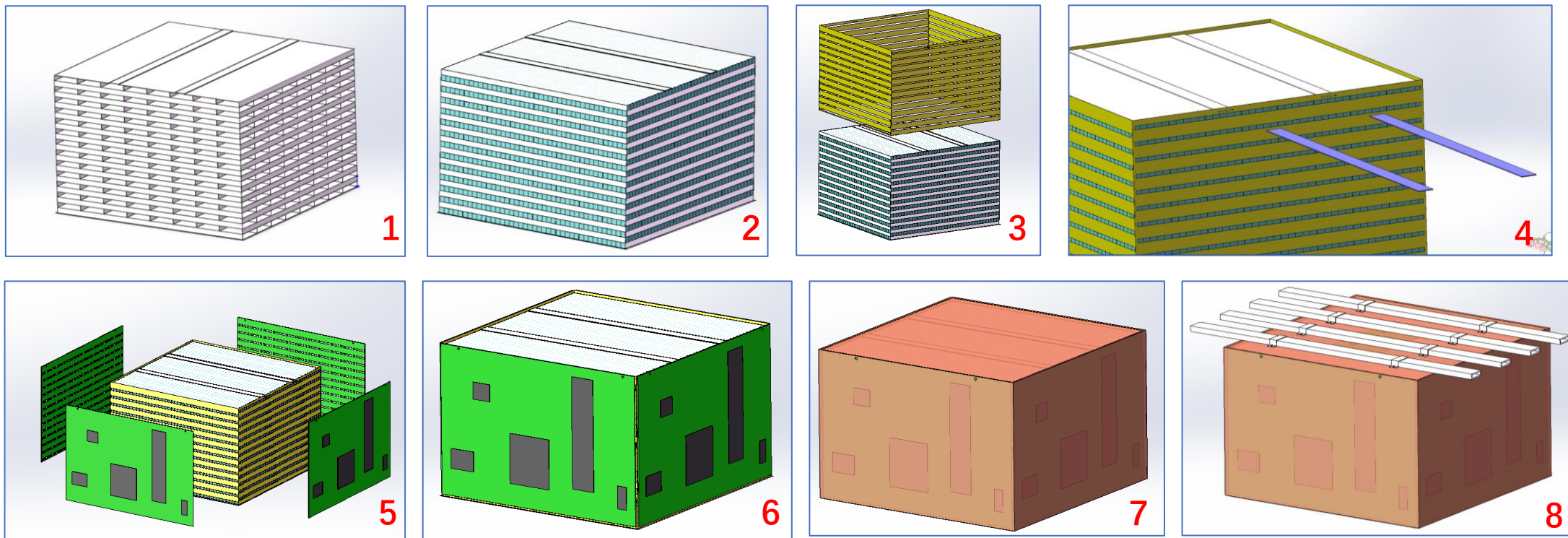


# ECAL机械设计进展

侯少静

09/10/2024

## ECAL模块组装方案



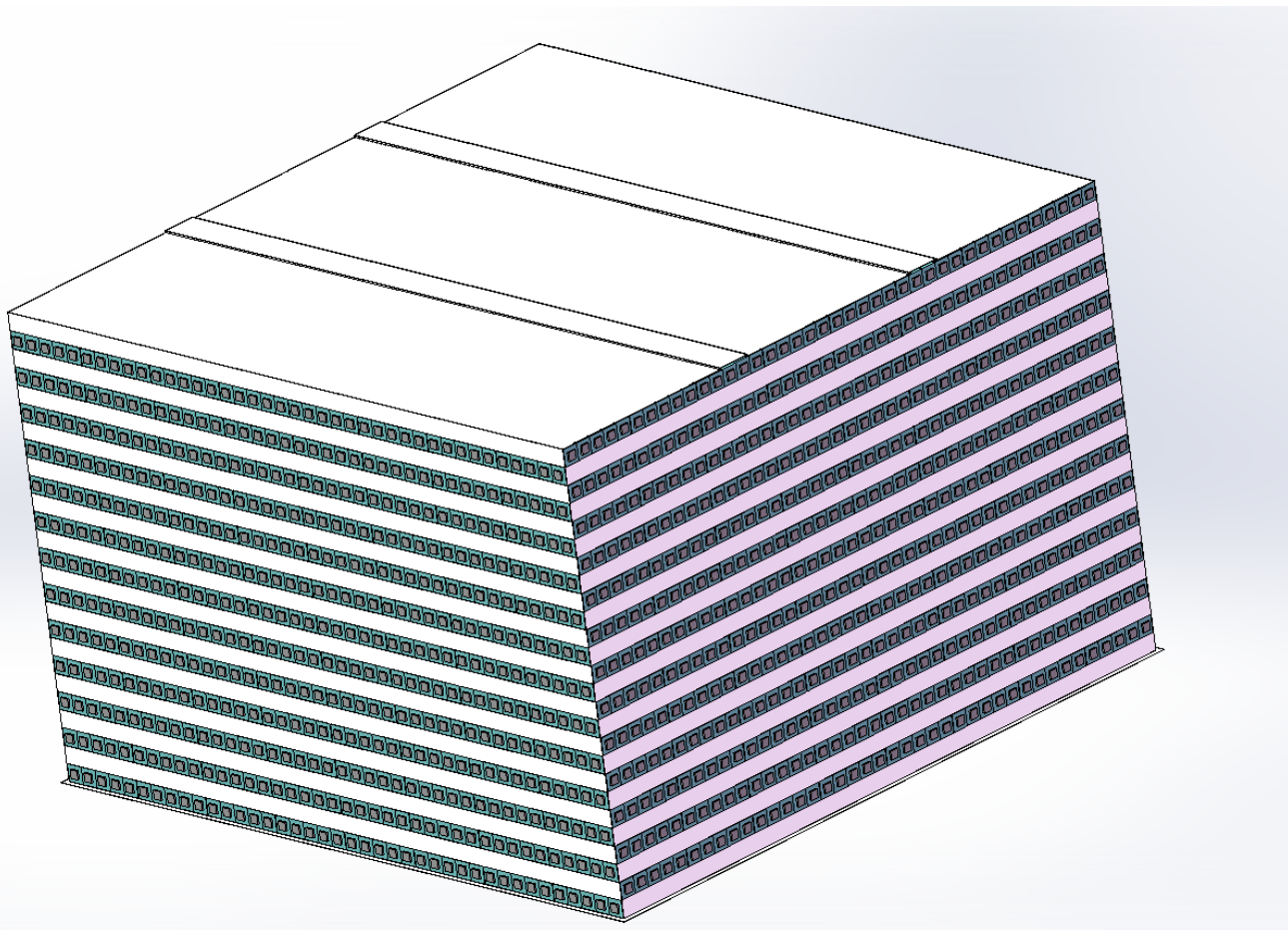
### 组装步骤

- 1、定制碳纤维蜂窝保护壳；
- 2、将晶体插入保护壳，并在端部缝隙处填胶防止安装过程中滑动；
- 3、套碳纤维外壳，防止晶体滑出；
- 4、将碳纤维外壳与蜂窝保护壳用碳纤维插拔固定；

- 5-6、在碳纤维外壳四面安装电子学板；
- 7、在模块外壳安装铜壳帮助导热
- 8、在将模块安装到筒体上后，顶部安装散热铝管。

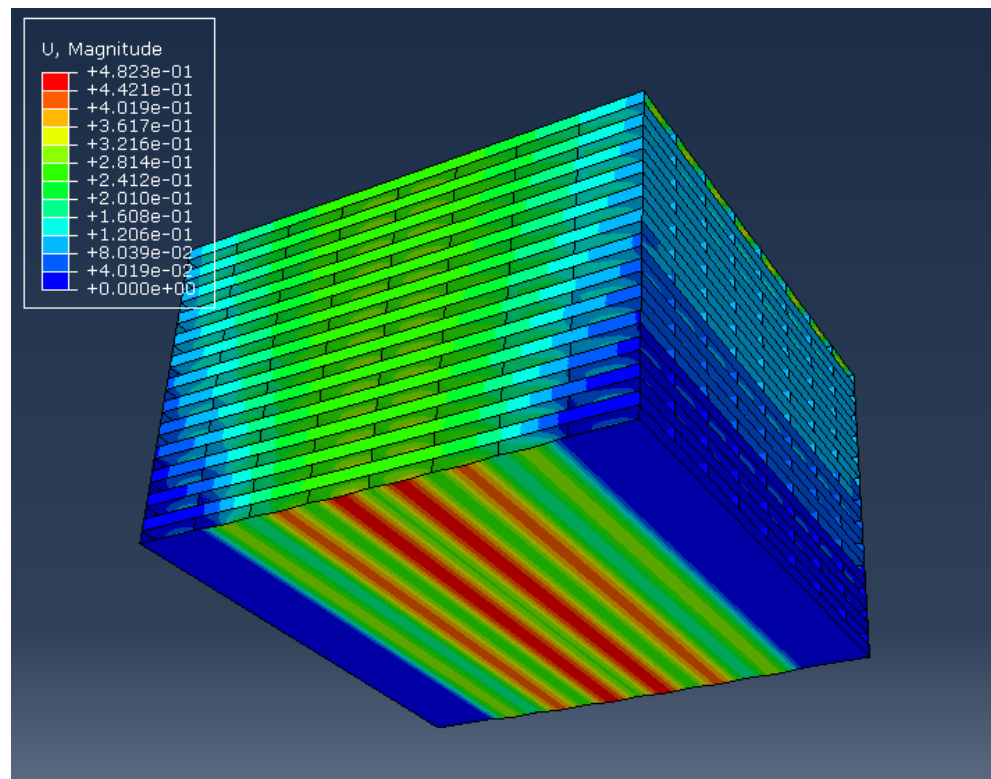
模块顶部侧壁与筒体采用螺栓固定。

## 正交晶体方案单元安装设计



晶体数量：40\*26层  
晶体两端SiPM 5\*5\*1mm

## 碳纤维保护壳有限元计算



### 实际模型：

单元尺寸：400\*400\*260

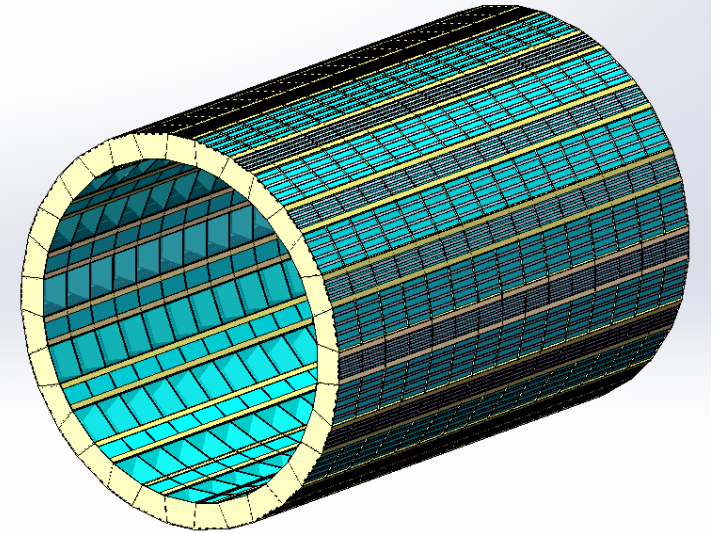
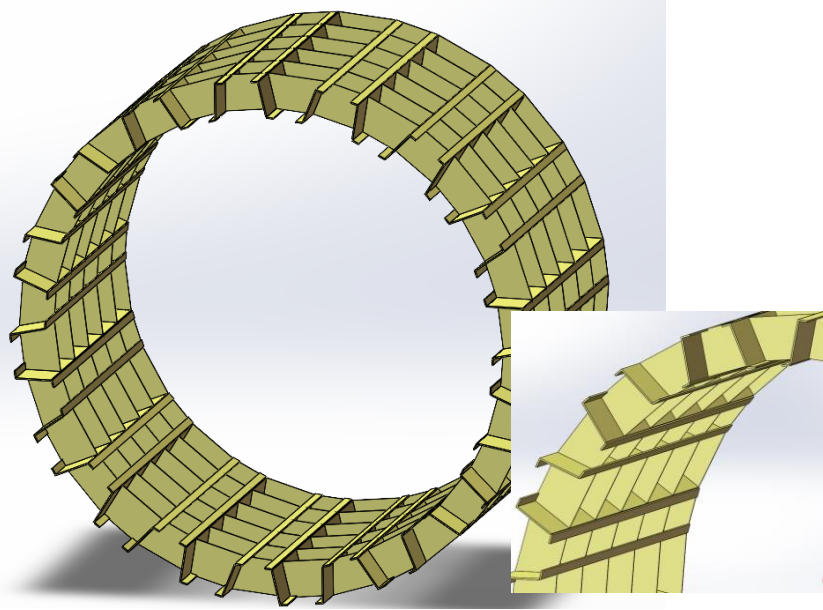
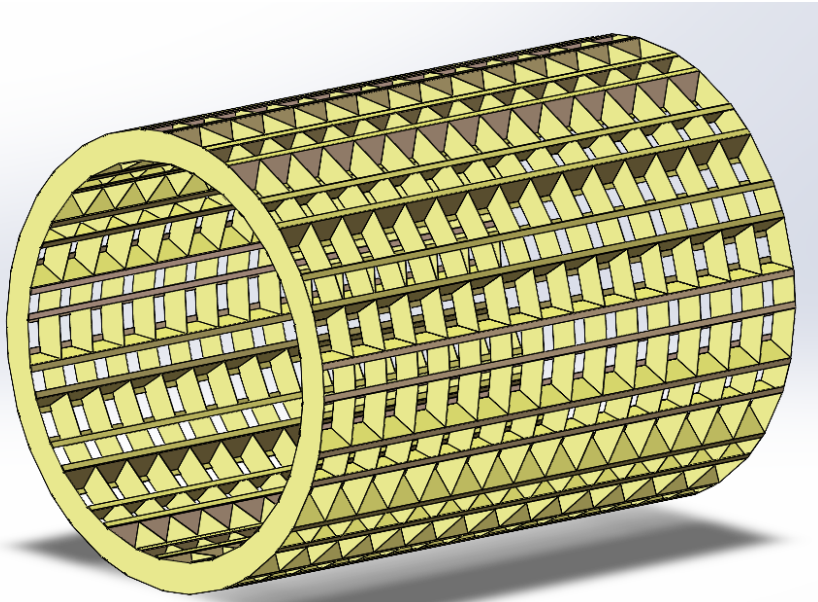
保护壳厚度： 隔层碳纤维厚度0.2mm  
侧壁碳纤维厚度0.4mm  
每5个晶体一个腔体

约束： 底部两端约束

计算结果： 中间区域变形~0.2mm



## ECAL筒部支撑结构

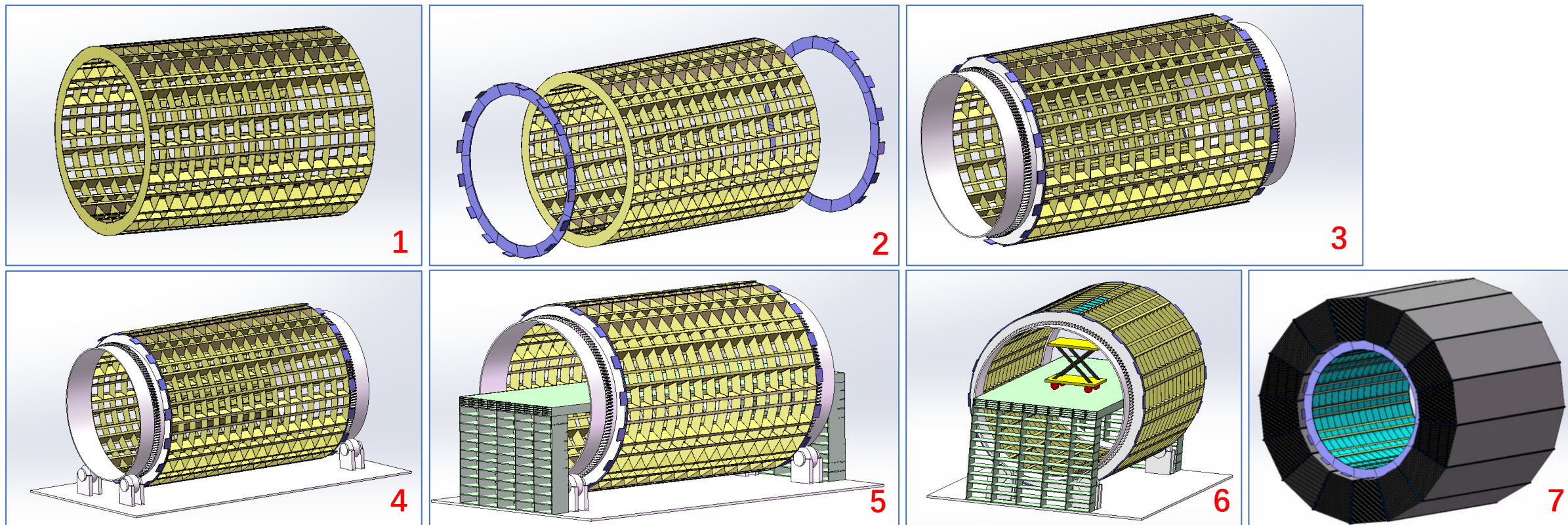


筒内切圆直径：3660mm；  
外接圆直径：4260mm；  
总长：5800mm；  
Z向平分为15段；  
端面分为32个正反梯形；  
环形与Z向结构厚度均为5mm；  
两端面厚度为20mm；  
材质：碳纤维增强环氧树脂  
总重量1.2T

### 筒部Z向筋板

Z向设置筋板，位置在梯形单元的短边，用于固定模块的同时增加整体刚度，厚度为10mm，宽50mm。

## ECAL筒部组装方案



### 安装步骤

- 1、碳纤维网架整体加工完成；
- 2、安装两侧不锈钢法兰盘（厚度30mm）；
- 3、安装两侧钢制旋转筒；
- 4、安装外侧旋转工装（矿山机械筛石机常用传动系统）；
- 5、筒内搭建安装平台（高2m，宽3.5m，距筒顶部1.8米）；
- 6、从下往上安装正梯形模块，采用升降车或小型吊车运输模块；  
从上往下安装反梯形模块，采用吊车吊至相应位置，人员在安装平台调整模块位置及角度。  
—列模块安装完成进行冷却管道安装，然后旋转筒体，整体采用对称安装顺序。
- 7、筒体组装完成后，两侧旋转筒可作为后续整体安装工装使用，ECAL完成与HCAL安装后拆除即可。

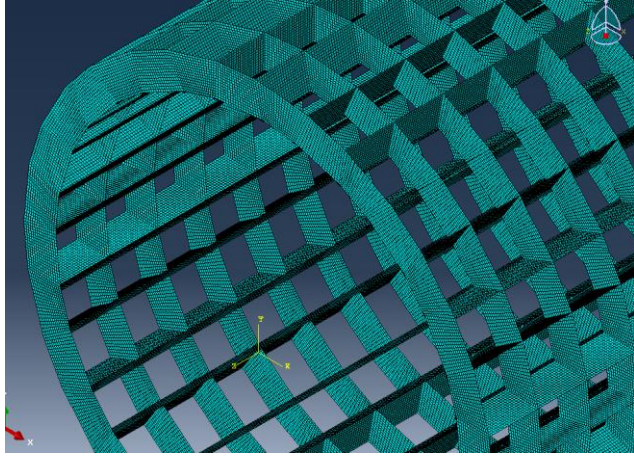


## 大型旋转工装调研

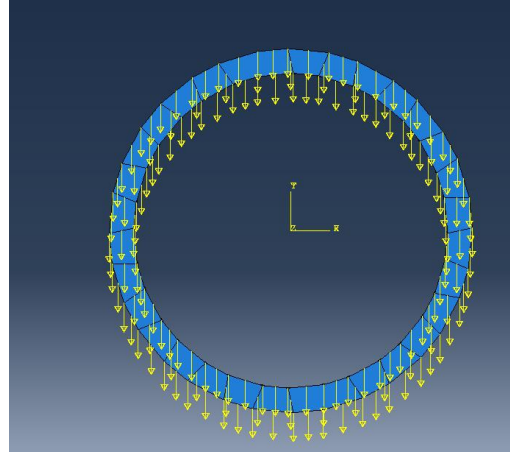


大型筛石机是常用矿山机械，经调研，可以生产150T载重的筛石机传动系统。

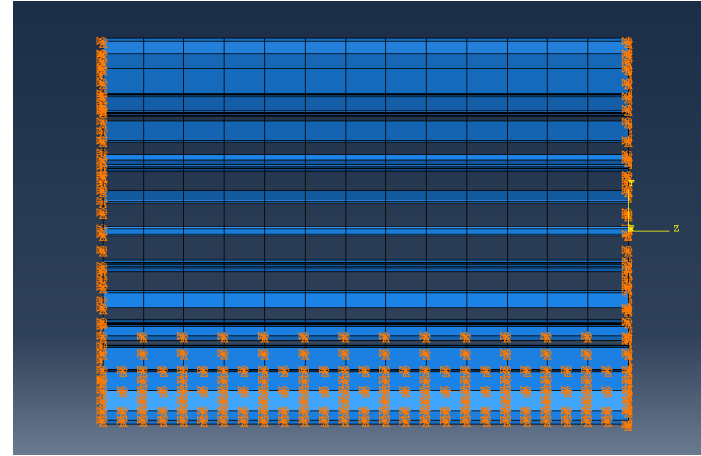
# FEA of Main structure



Elements (type: shell)



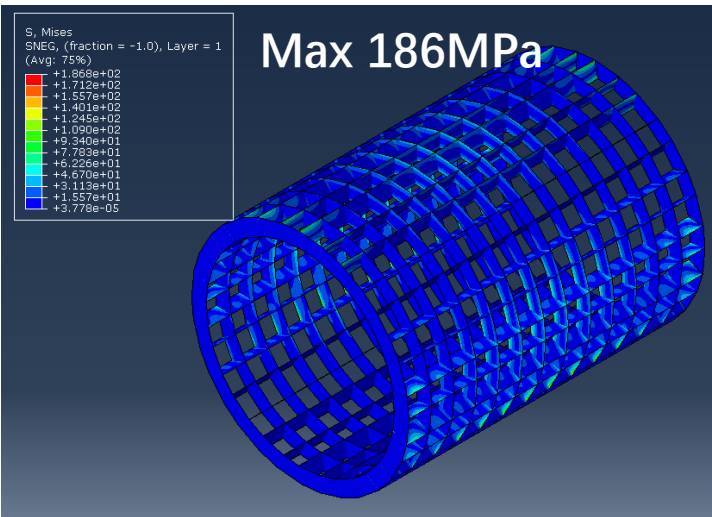
Loads (Gravity+150t static load)



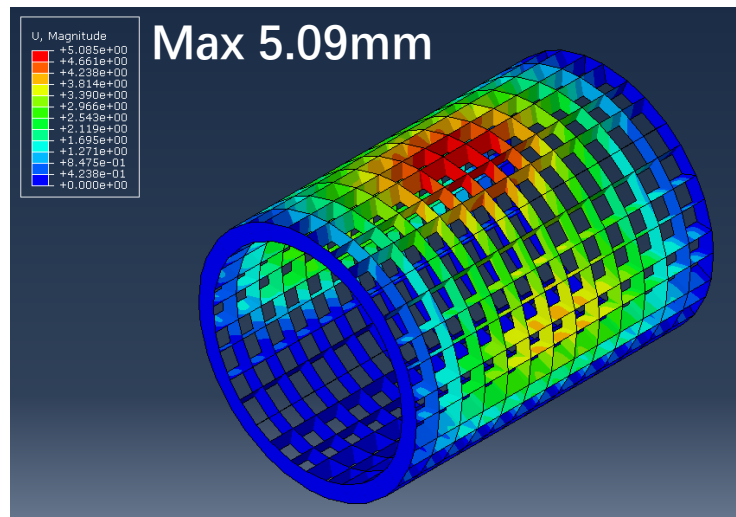
Constraint (ends and bottom fixed)

**Material** :T700 reinforced epoxy resin.

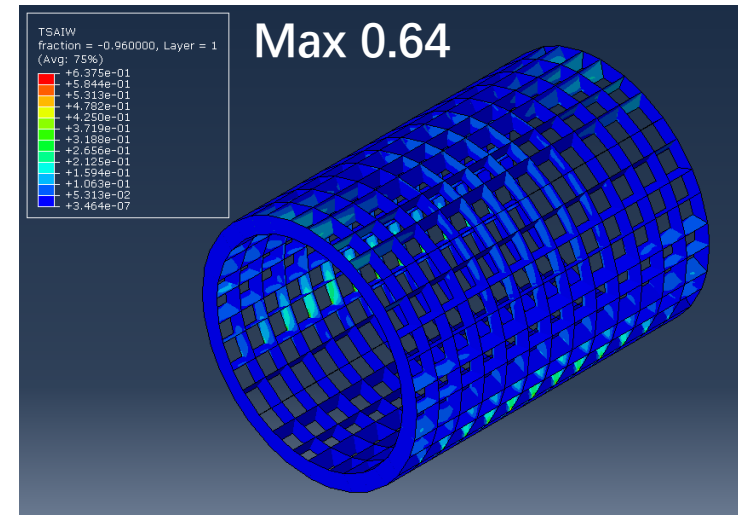
When **TSAIW=1**, material begins to fail. According to the results **0.64**, **safety factor** of this structure is  $1/0.64=1.56$ .



Mises stress

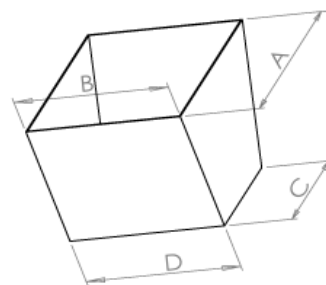
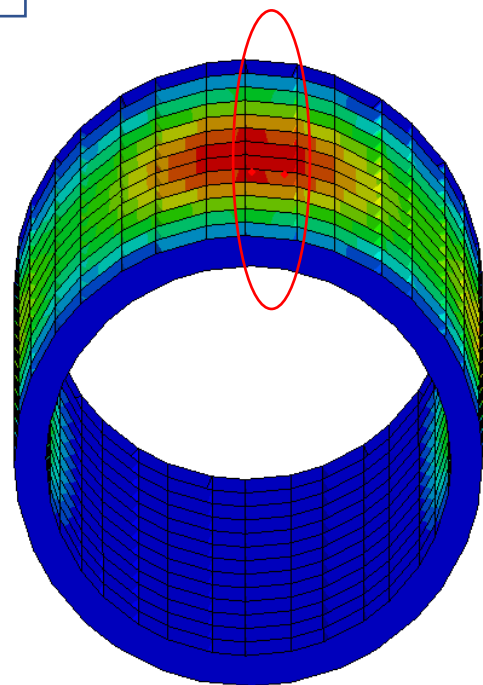
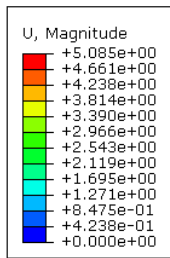


Deformation

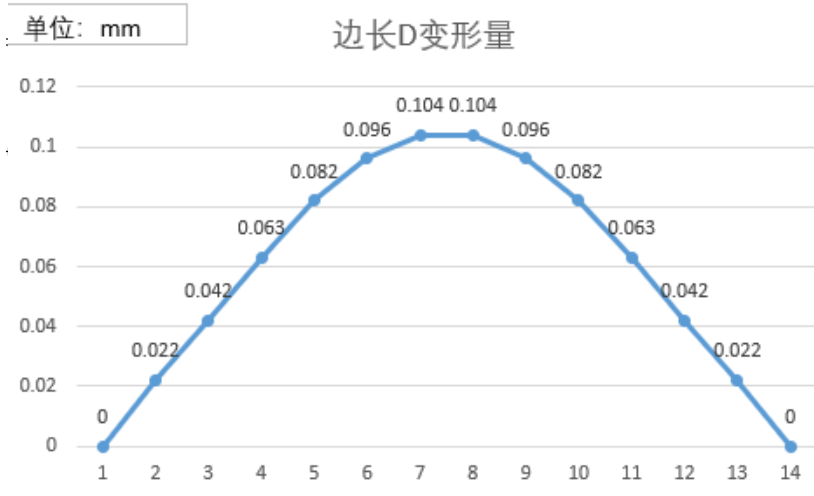
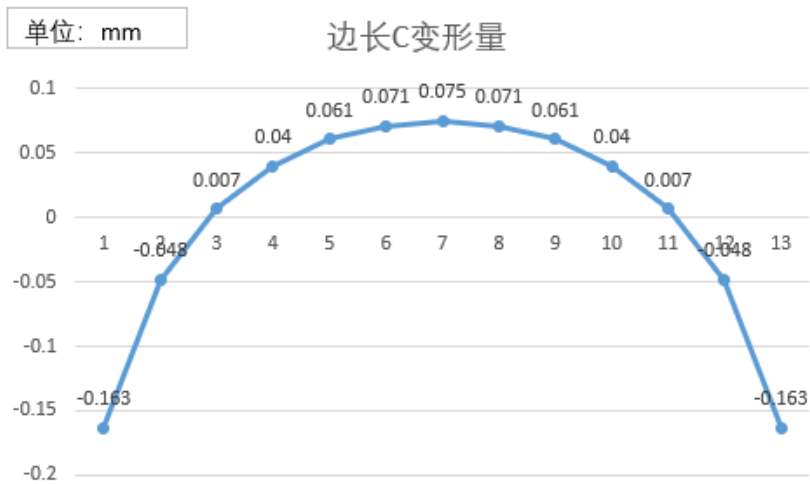
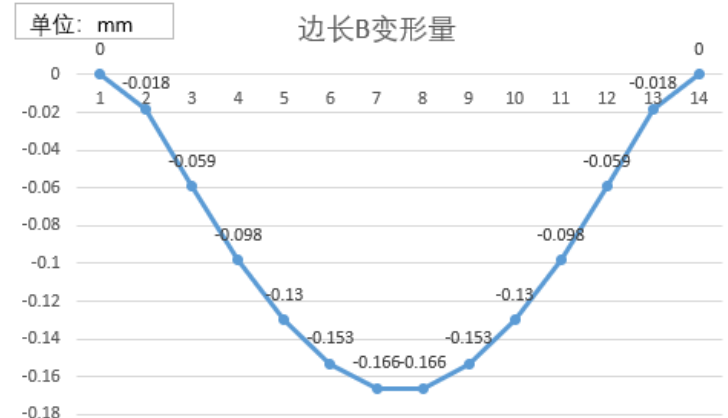
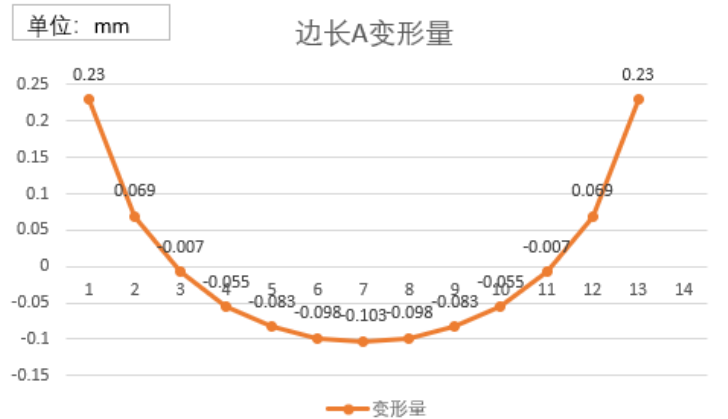


TSAIW  
(Failure parameters of composite materials)

# Deformation of each cell



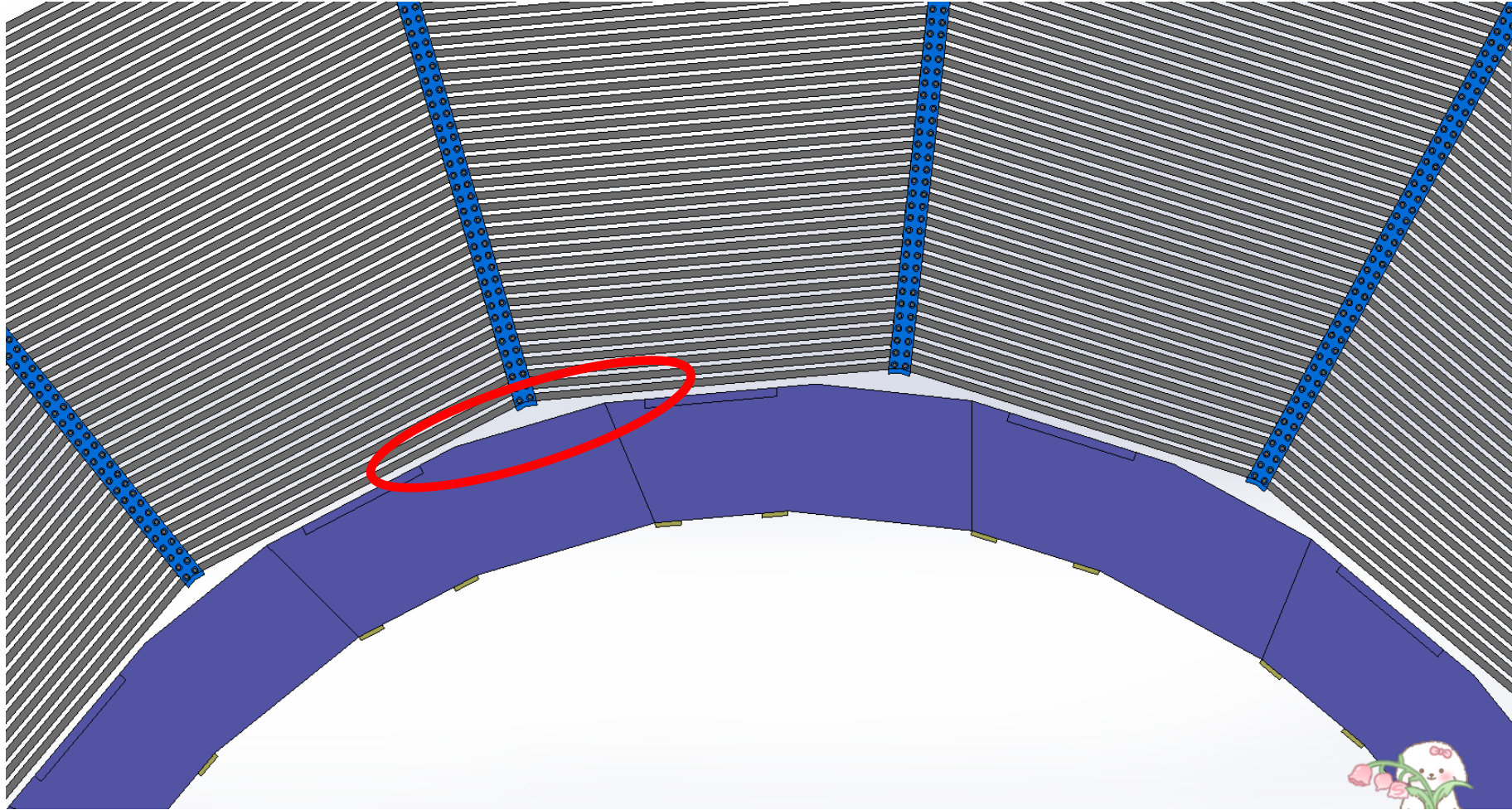
A/B/C/D are the sides of the cell



The BGO is brittle, so we have to know the deformation of each cell. According to the FEA, the maximum deformation of the cells is 0.23mm.

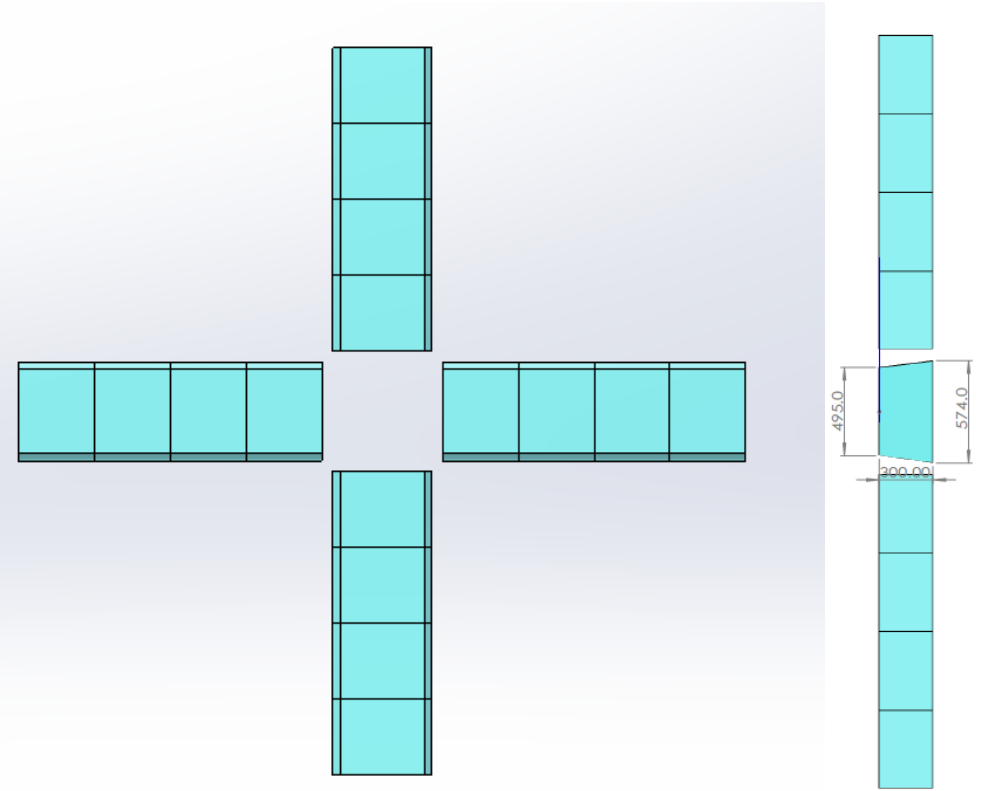
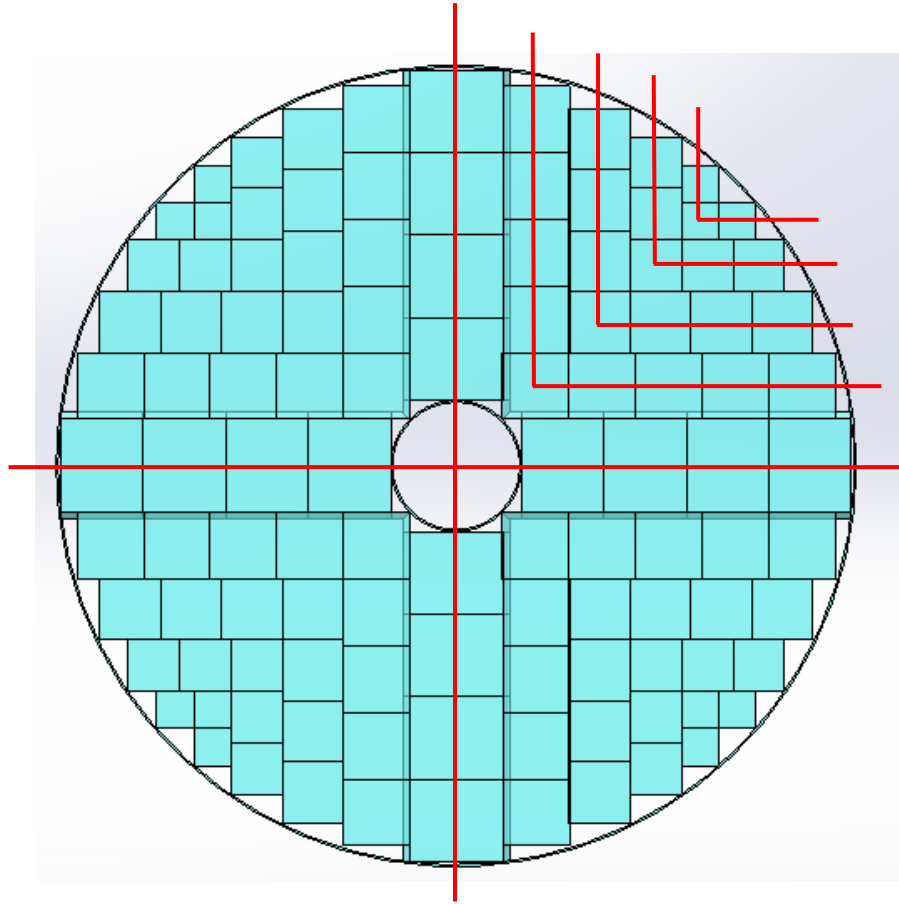


## 电缆及散热管道空间



HCAL与ECAL缝隙处截面积:  $0.32\text{m}^2$  (单侧) (不含连接法兰占用面积)  
散热管道预计占用面积:  $0.05\text{m}^2$  (单侧)  
电缆空间:  $0.27\text{m}^2$  (单侧)

## ECAL端盖排布



共7种不同模块类型。  
中心十字位置模块截面为等腰梯形；  
相邻模块截面为直角梯形；  
其余模块为方形。

每个模块边框及电子学所占空间约为单边5~6mm  
(电子学板3mm+SiPM1mm+碳纤维框架2~4mm)  
单侧端盖重约27.8t，安装在HCAL筒内壁或HCAL端盖上。