

# Mechanical & Integretion Weekly meeting

## 会议纪要

会议总结:

### 一、内筒结构力学仿真与优化

针对内筒在载荷作用下的变形问题，会议对仿真结果进行了详细分析，并提出了结构优化方向:

#### 1. 变形机理与边界条件分析

- 变形主导因素识别: 仿真结果显示, 内筒变形主要受端面板刚度影响, 而非单纯由内筒厚度决定。增加内筒厚度 (3mm 至 10mm) 对变形改善微乎其微 (0.34mm vs 0.35mm)。
- 边界条件优化效果: 若将内筒与端面板固定连接 (绑定或合并为一个部件), 变形量可显著降低至约 0.1mm, 证明端面板刚度是控制变形的关键。
- 弯矩作用机制: ITK 载荷导致端面板产生显著弯矩, 造成端面板底部向外突出、上部向内收缩, 进而引发内筒变形。

#### 2. 材料与质量评估

- 碳纤维铺层质量占比: 计算显示, 外层碳纤维铺层 (0.2mm) 质量约为 3.5kg, 内层芳纶 (0.1mm) 质量约为 1.62kg, 两者总质量远超蜂窝板本身, 对结构总重影响显著。

### 二、制冷系统建模与参数确认

会议明确了制冷系统的仿真建模路径及核心性能指标:

#### 1. 仿真工具与环境搭建

- 开源工具选型: 决定采用开源工具 (Modelica) 搭建二氧化碳制冷系统的建模与仿真环境, 用于进行瞬态和稳态分析。
- 参数输入标准化: 强调需与各系统确认输入参数, 包括蒸发温度、压缩机热功率等, 以确保模型准确性。

#### 2. 核心制冷量指标

- 制冷量需求确认: 基于最新的量能器芯方案, 确认制冷系统蒸发器部分的制冷量需求需大于 350kW。
- 冗余设计考量: 考虑到实际运行波动, 建议在设计时预留一定富余量, 目标设定在 400kW 至 450kW 级别。

### 三、机械结构与安装方案

针对实验装置的机械结构设计与现场安装, 会议进行了多轮技术细节对齐:

#### 1. 支架结构优化

- L 型板结构改进: 将原 L 型板改为三个斜向支架, 并增加压条, 以防止滑块下滑, 同时解决折弯圆角导致的强度问题。
- 防滑移措施: 采用硬质泡沫填塞块配合捆扎带固定模块, 待模块就位后拆除, 以确保运输过程中模块间无相对滑动。
- 空间干涉处理: 考虑到隧道内径限制, 对尾部 LED 结构进行了避让设计, 并预留了碳钢板焊接备选方案以防空间不足。

#### 2. 轨道安装与调试

- 基础平面度处理: 鉴于隧道内壁不平整, 决定采用角钢或垫块找平, 而非直接铺设

整块底板，以解决 6 米长轨道的平面度问题。

- 安装工艺选择：鉴于现场空间狭小且不允许动火，优先考虑使用化学锚栓或大螺栓固定，避免焊接作业。

#### 四、光学与材料选型

##### 1. 反射膜材料调研

- ESR 膜性能评估：调研了 ESR（增强型镜面反射）膜，虽具有高反射率和轻薄优势，但抗辐照能力弱且紫外端性能差，不适用于 JUNO 环境。
- 现有方案对比：LHCb 实验采用的氧化钛白漆（兼具反射与粘接功能）或镀铝/氟化镁方案被列为备选，需进一步咨询相关实验组经验。

##### 2. 输油管热仿真

- 网格划分挑战：在进行输油管热仿真时，将模型从零件体转为装配体后，网格数量激增至 9000 万，导致计算困难，需优化网格种子控制。

#### 五、合规性与检测

##### 1. 压力容器检测

- 检测必要性确认：针对压力容器及相关仪表，虽然安监部门不强制检查，但出于安全考虑及潜在风险，决定委托外部代理公司进行检测。
- 检测周期与费用：确认检测费用约为 2000 元/年（含表阀），检测周期为每周一次，需完成注册挂牌。

##### 2. 氮气本底检测

- 检测方案博弈：针对氮气中氦气本底问题，ihep 建议通过静置衰变（10 天降一个数量级）或采样送检，但 xiaohui qian 坚持认为必须进行现场实时测量，否则运输过程中的衰变会导致数据失真。
- 检测标准讨论：双方就检测标准进行了讨论，认为若要求不高（如豪贝克级别），可能无需进行高成本检测。

#### 会议转写文件：

转写：转写\_CEPC 探测器 TDR 机械设计周例会

日期：2026-05-11 08:48:42

转写文件：<https://meeting.tencent.com/ctm/2GpW74m91a>

密码：ZHAR