

# Mechanical & Integretion Weekly meeting

## 会议纪要

### 会议总结:

#### 一、探测器冷却系统技术选型与规划

针对 CPC 探测器冷却需求, 会议明确了以二氧化碳冷却为核心的技术路线, 并制定了详细的实验验证计划。

##### 1. 冷却介质与系统架构

二氧化碳冷却方案确立: 基于 TDR 建议及系统效率考量, 确定采用二氧化碳作为主要冷却介质, 替代传统水冷方案, 以应对高功率散热需求。

系统功率需求评估: 初步估算整个探测器对二氧化碳冷却系统的功率需求约为 350KW, 涵盖 IDK、TPC 及切伦科夫探测器等子系统。

跨临界循环应用: 计划采用跨临界循环技术, 利用二氧化碳在气液两相状态下的高换热效率, 实现 -40°C 至 20°C 的宽温区控制。

##### 2. 实验验证与实施计划

小模型验证先行: 计划先开展小模型 (3.5KW) 实验, 验证二氧化碳冷却系统的可行性, 包括前端水冷系统、中间冷却装置及后端 Slice 温控单元。

微通道冷板开发: 针对传感器级冷却, 开发基于碳纤维或石墨烯复合材料的微通道冷板, 目标尺寸为毫米级 (1mm 左右), 以降低物质量并提高热导率。

实验环境与时间节点: 实验将在物理楼地下室进行, 需解决 15KW 三相电接入问题; 计划今年完成模拟仿真与实验设计, 明年启动加工与测试验证。

#### 二、结构与优化

会议对探测器的机械结构进行了多维度优化, 重点解决了死区控制、散热路径及材料选择问题。

##### 1. 隔板与死区优化

隔板厚度减薄: 通过结构优化, 将隔板厚度从 100mm 减薄至 80mm, 并进一步优化至 14mm, 有效降低了死区占比。

死区占比控制: 经过优化, 死区占比从 21.4% 降低至约 8%, 但仍需进一步优化以接近原方案水平。

材料选择与支撑: 外壳材料考虑使用钨铜合金以降低变形风险; 结构支撑方面, 计划利用 TPC 内壁作为主要支撑点, 减少外部延伸结构。

##### 2. 散热路径与布局

分层散热方案: 提出分层散热方案, 利用石墨烯膜将热量传导至端面, 再通过冷却管道带走, 以简化顶部结构并减少管路数量。

石墨烯导热验证: 针对石墨烯在厚度方向导热系数较低的问题, 计划购买样品进行实测, 验证其在被动散热场景下的实际性能。

空间复用与布局: 探讨了将安装空间复用于电子学设备布局的方案, 以节省大厅空间, 但需评估施工对探测器安装环境的影响。

#### 三、辅助系统与平台建设

##### 1. 定位与数据管理

定位方案选型：对比了 UWB（超宽带）和超声波+IMU 方案。UWB 精度约 10cm，超声波精度可达 $\pm 2\text{cm}$  但易受阻挡，倾向于采用 UWB 方案以满足基本需求。

数据管理平台搭建：计划搭建基于 Vault 的数据管理平台，实现 CAD 图纸、模型及技术文档的集中管理与版本控制，支持远程协同工作。

## 2. 碳纤维结构测试

碳纤维梁性能验证：成功制造了 1000mm 长度的碳纤维梁，重量仅 15g，在低荷载下模拟与实验吻合良好，但在高荷载下存在差异，需进一步优化模具。

### 会议转写文件：

转写：转写\_CEPC 探测器 TDR 机械设计周例会

日期：2026-03-30 09:04:11

转写文件：<https://meeting.tencent.com/ctm/2YMZb1YQd9>

密码：MA3X