

# Mechanical & Integretion Weekly meeting

## 会议纪要

会议总结：

### 一、实验装置与论文进展

#### 1. 实验装置优化与测试

- 气管布设方案改进：针对 8 米长气管与弹簧管之间摩擦力过大导致卡顿的问题，团队已拆除并打磨了波纹管与有机玻璃管之间的台阶，并计划采用密度更小的 PVC 发泡板结合鱼线方案进行浮力辅助，以解决送管困难。
- 论文发表规划：目前已发表两篇论文，第三篇（1 月投稿）正在审稿中。针对机器学习在物理规律嵌入方面的应用，计划在现有基础上补充物理约束（如厚度、宽度增加导致的变形和应力变化）以提升泛化性，并计划撰写第四篇论文。

#### 2. 机器学习与数据挖掘

- 物理规律嵌入：针对纯数据驱动模型泛化性差的问题，计划在损失函数中加入物理约束（如单调性约束），利用江门中微子实验的实测时序数据，结合几何规律进行学习。
- 虚拟传感器构建：探讨利用机器学习构建虚拟传感器的可能性，即通过有限的传感器数据（如每层 5 个传感器）预测其他位置的物理量，以弥补传感器布设不足的问题。

### 二、跨临界二氧化碳制冷系统设计

会议重点讨论了用于探测器的制冷系统架构，对比了不同方案的优劣并确定了初步设计参数：

#### 1. 系统架构选型与布局

- 模块化 vs 集中式：针对 350kW 制冷量需求，对比了 ATLAS/CMS 采用的“6+1”（6 个主单元+1 个备用）小型模块化方案与单一大型系统方案。考虑到维护便利性与可靠性，倾向于采用模块化设计，即多个独立的小型系统并联运行。
- 空间布局划分：确定了“地上地下分离”的布局原则。超临界压缩机组（Plant）放置于地面便于散热，而蒸发器及探测器冷却部分（Slice）放置于地下，通过长距离管线连接。

#### 2. 热力学仿真与优化

- 循环流程设计：确定了采用带中间冷却的双级压缩循环，并引入内部热交换器（IHE）以提高 COP。初步计算显示，中间压力约为 3.5MPa，高压约为 9.6MPa。
- 性能指标（COP）：当前仿真计算得出的 COP 约为 2.98，低于目标值（期望达到 4 左右）。后续计划将节流阀替换为喷射器，并开发瞬态仿真模型以优化控制策略。

### 三、国际合作与液闪制备

针对澳大利亚合作方的液闪制备项目，会议指出了当前存在的严重风险与挑战：

#### 1. 水质检测结果不佳

- 本底超标：检测发现合作方提供的纯水本底（-14 次方）远低于江门中微子实验要求的 -16 次方标准，且其采购的商业纯水（如怡宝）也无法满足要求，存在严重污染风险。
- 设备清洗难题：合作方因成本问题拒绝清洗大型储罐，计划改用小型方形容器，但缺乏必要的清洗与纯化设备，导致液闪质量无法保证。

#### 2. 合作方管理滞后

- **进度严重拖延：**合作方在取样和准备工作上拖延了半年之久，且缺乏专业的技术指导，导致项目推进困难。
- **旧液闪风险：**合作方多年前购买的液闪至今未开封检测，存在变质风险，且缺乏有效的质量控制手段。

**会议转写文件：**

转写: 转写\_CEPC 探测器 TDR 机械设计周例会

日期: 2026-05-18 08:49:21

转写文件: <https://meeting.tencent.com/ctm/2Mvr9keZ5a>

密码: KHCX