

Mechanical & Integretion Weekly meeting

会议纪要

会议总结：

一、深度学习代理模型构建与应用

针对探测器结构优化耗时长的痛点，会议探讨了利用深度学习构建代理模型以替代传统有限元分析的方案。

1. 模型构建策略与优势

代理模型替代方案：计划采用深度学习构建数学模型，通过输入结构参数（厚度、宽度）直接映射输出结果（变形量、应力），以替代重复的有限元计算流程。

数据采集与处理：采用拉丁超立方采样法在参数空间（厚度 1-3mm，宽度 10-15mm）均匀采样约 1500 份数据，构建数据集用于训练。

模型架构与训练：搭建三层全连接神经网络，输入层 128 个神经元逐步递减，采用 PyTorch 框架，利用 GPU 加速训练，并针对非线性系统引入激活函数。

2. 模型验证与对比

精度评估指标：使用决定系数 (R^2) 和绝对平均误差 (MAE) 评估模型精度，目前测试集误差控制在可接受范围内。

与传统算法对比：对比了支持向量机回归 (SVR) 模型，指出神经网络在非线性和拟合能力上更强，但需注意过拟合风险。

预测效率对比：训练完成后，模型预测速度极快（秒级），相比有限元分析（可能耗时数小时或数天）具有显著优势。

3. 后续验证计划

代码验证与迭代：代码框架已搭建完毕，计划下周利用现有数据验证代码逻辑，并进行参数调优。

简单模型验证逻辑：建议先采用简单的方块模型验证整套深度学习预测逻辑，确保流程正确后再应用于复杂结构。

二、探测器模块化结构与散热挑战

会议重点讨论了探测器内部结构的模块化设计变更及其带来的散热与支撑难题。

1. 结构设计变更与支撑难题

模块化与碎片化：探测器结构由长条形改为小方块（像素变高），导致结构极其细碎，无法沿用原有的整体支撑方案。

层间连接与支撑：由于层间需放置电路板 (CPM) 和散热结构，无法采用堆叠压紧方式，需设计独立的支撑结构（如碳纤维蜂巢）来固定晶体。

空间与重量限制：结构变碎导致直径增大（约 400mm），重量增加（约 200 公斤），且需在狭小空间内解决散热问题。

2. 散热方案探讨与冲突

散热路径分歧：针对散热方案，存在两种观点。一种建议将散热结构置于层间（靠近热源），另一种建议沿用旧方案置于四周。

发热层集成难题：发热层（如石墨烯层）的集成存在矛盾。若直接嵌入，会影响信号读出；若置于外部，散热效率不佳。

热模型验证：计划制作发热层样片进行测试，验证温度梯度分布，并评估不同散热方案（如

风冷、铜板导热) 的效果。

3. 电源与安装空间优化

电源接口确认：实验室需确认是否有 380V 电源接口，以满足空压机等大功率设备需求。

安装空间布局优化：针对大厅空间限制，提出通过旋转或平移探测器的安装方式，将运行区域与安装区域分离，以节省空间。

三、冷却系统方案与实验分工

会议明确了冷却系统的技术路线、样机集成计划及后续实验的人员分工。

1. 冷却系统技术路线

二氧化碳跨临界制冷：确定采用跨临界二氧化碳制冷技术作为新的研究方向，替代原有的冷却方案。

系统架构设计：需明确系统制冷量、压力、流量等关键参数，进行热分析计算，并完成关键设备选型与控制逻辑设计。

样机集成计划：计划先制作局部关键部件的模型样机进行测试，验证方案可行性，再决定是否制作全尺寸样机。

2. 实验测试与人员分工

碳纤维梁刚度测试：已完成一米长碳纤维梁的刚度测试，结果显示存在蠕变现象，模拟结果与实测数据基本吻合（误差在 5% 以内）。

实验负责人分工：明确陈芳负责冷却实验、输流管实验及 Vertex/IDK 等实验装置的搭建与测试工作。

机器人定位调研：调研了 UWB、激光雷达、视觉 SLAM 等室内定位技术，计划用于未来机器人巡检或测量任务。

四、待办事项

确认实验室是否有 380V 电源接口。 @xiaohui qian

调研机器人室内定位方案（UWB/激光雷达）的精度与成本，并与石浩宇沟通具体需求。

@xiaohui qian

制作发热层样片并进行散热测试，验证温度梯度分布。 @ihep

负责冷却实验、输流管实验及 Vertex/IDK 等实验装置的搭建与测试。 @陈芳

制定二氧化碳跨临界制冷系统的架构设计方案及关键参数。

会议转写文件：

转写：转写：转写_CEPC 探测器 TDR 机械设计周例会

日期：2026-03-16 08:58:15

转写文件：<https://meeting.tencent.com/ctm/NLGwoMbre2>

密码：HPSK