



2024年度考核报告

报告人：王仰夫

岗位：工程师（中级）

1. 个人基本情况

- 出生日期： 1991.06
- 最高学位： 博士
- 毕业时间： 2022.06
- 毕业院校： 中国科学院高能物理研究所
- 工程师： 2019.12至今
- 助理工程师 2017.06-2019.12

2. 岗位工作内容

目前聘用的职务	工程师	聘用时间	2019.12
受聘课题组	电子学组		
研究方向	集成电路散热技术和机械结构设计		

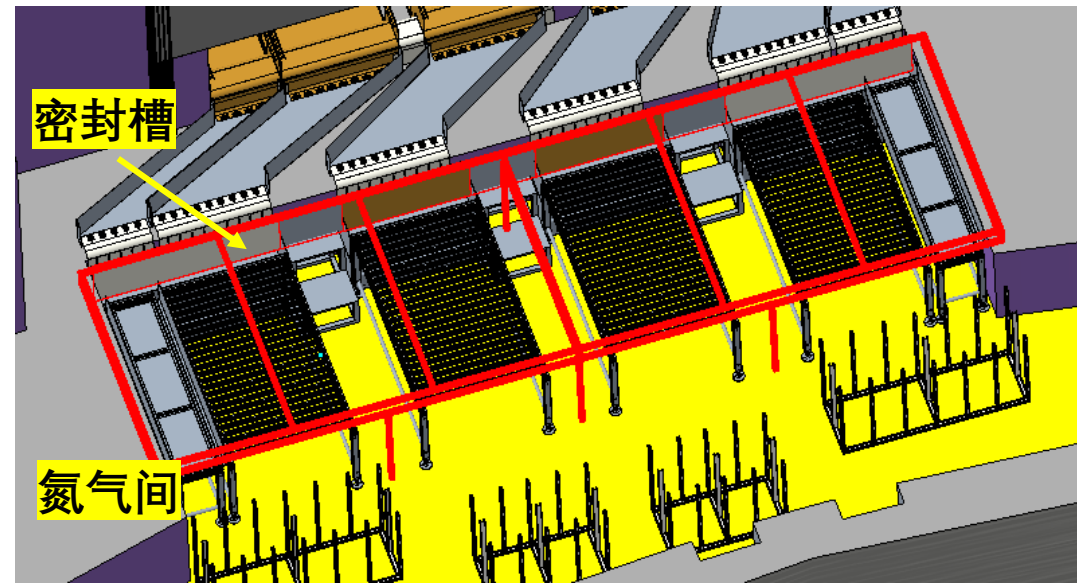
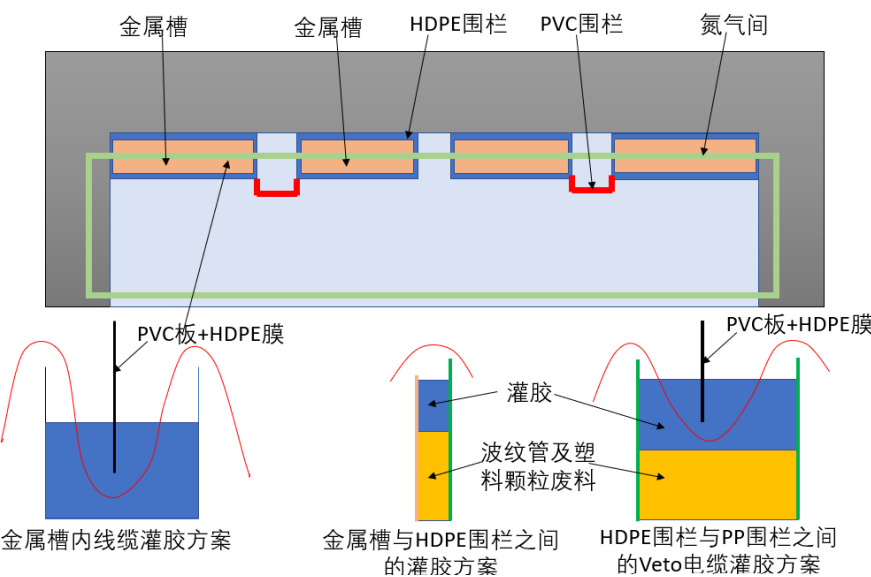
课题参与（主持）项目情况：

1. 江门中微子实验（JUNO）——电子学与触发（参与，在研，江晓山主持）
2. 南科大材料基因组大科学装置——衍射及荧光探测模块（参与，在研，SDD，刘鹏主持，2000万）
3. 国家重点研发——超高能量分辨及多模探测稀土卤化物闪烁晶体制备技术（参与、在研、SiPM，孙希磊主持，430万）
4. 国重实验室课题2023自主研发——用于阵列式硅探测器的微流道散热技术研究（主持、已结题、10万）
5. 国重实验室课题2024自主研发——硅基微流道制冷板接管的高强度设计与焊接（主持、在研、20万）

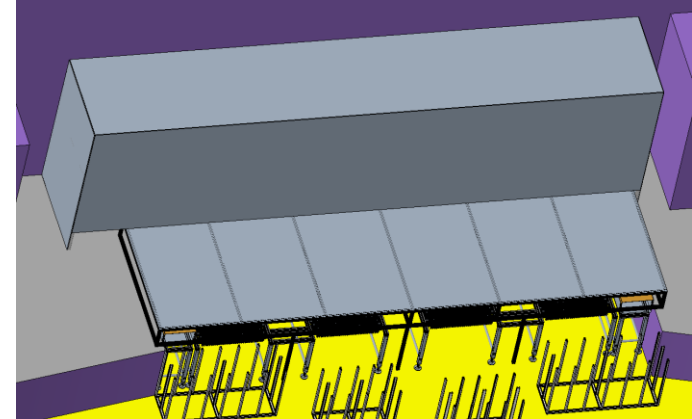
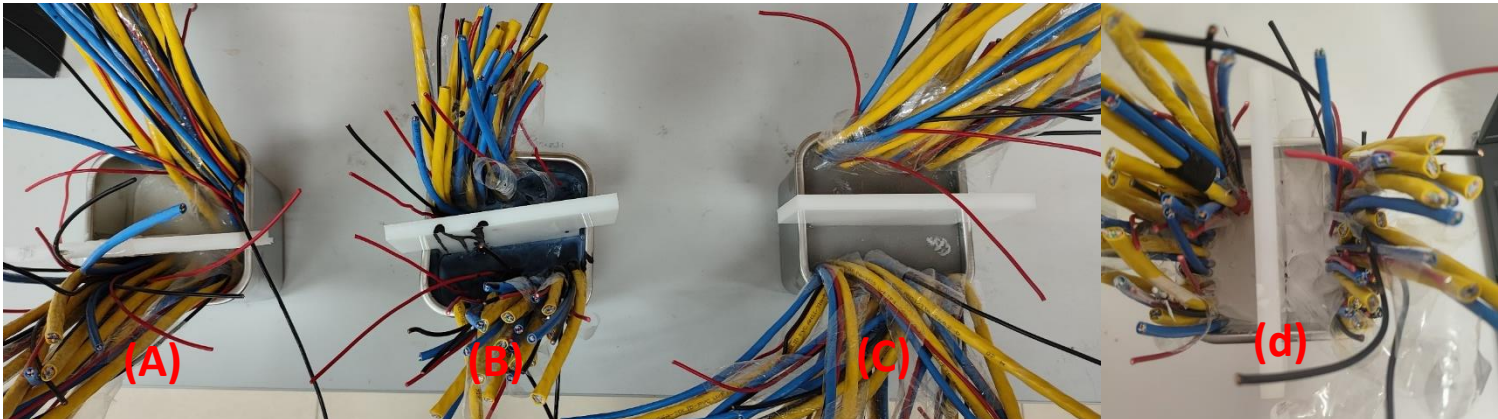
工作内容：

1. 独立开展JUNO氮气间密封设计及测试
2. 负责前端波纹管结构生产，参与波纹管与potting壳及接管焊接
3. 作为值班长参与JUNO电子学现场安装值班
4. 独立开展SDD探测器低温制冷与密封结构研制(包括低温系统设计、电路穿壁设计和防潮保护设计)
5. 独立开展低温伽马-中子量能器的整机设计及验证机研制（包括低温设计、电路散热设计及整机设计）
6. 开展自主研发双层硅微流道制冷板设计及工艺（包括低温系统设计、微流道制备工艺研究）
7. 领导安排的其他工作

3.1 JUNO氦气间密封设计与测试



- 为了避免氦气从波纹管一端进入PMT，优化设计了氦气间的电缆灌封设计方案。



通过了设计及生产评审，此工作预计今年12月实施。

- 开展了大量的灌胶密封测试，筛选出满足气密性和电缆兼容的胶。
- 开展电子学间前的棚屋设计。

3.2 波纹管生产及后续焊接



Potting壳焊接



Potting壳与波纹管焊接



检漏

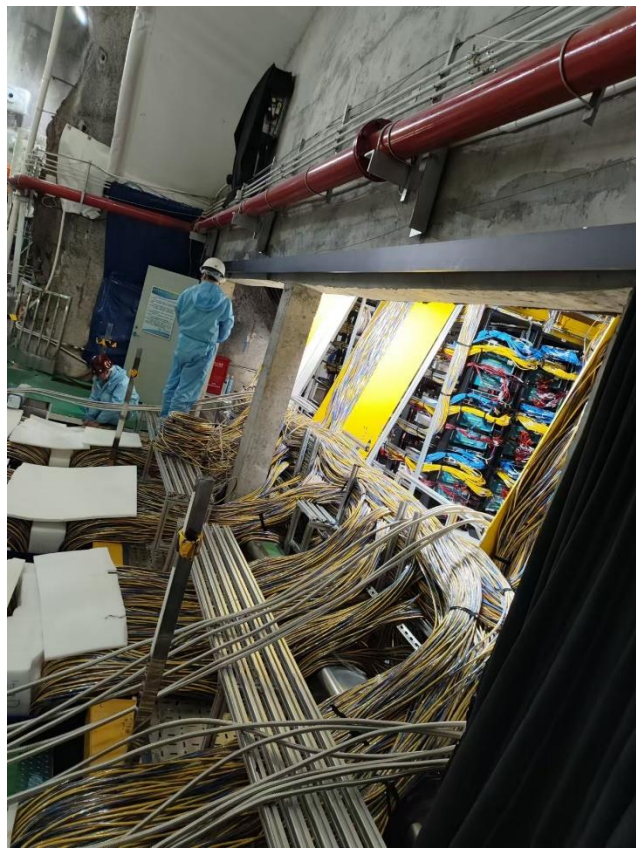


SHV接头在波纹管内穿线

- 负责500根前端波纹管生产，并交付昆山生产现场；
- 参与500套前端防水结构生产及验收，并交付中山现场用于PMT封装。

给大气中微子的PMT使用（水池边）

3.3 JUNO 现场值班



电子学间安装



PMT接插检查



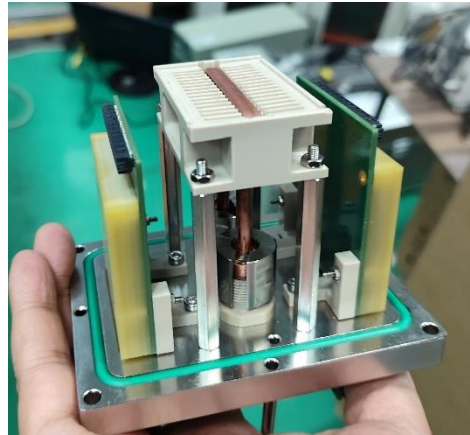
PMT接插件检查

- 作为值班长，参与电子学间的电子学系统安装及测试；
- 现场参与PMT接插件安装检查。

3.4 SDD探测器低温制冷与密封结构研制

指标及难点 (独立负责)

- SDD表面: **< -40度**;
- X射线到达探测器路径物质的量最小化;
- 避免结霜;
- 低死区、体积小和质量轻;
- **穿壁电路满足体积小、气密性等需求。**



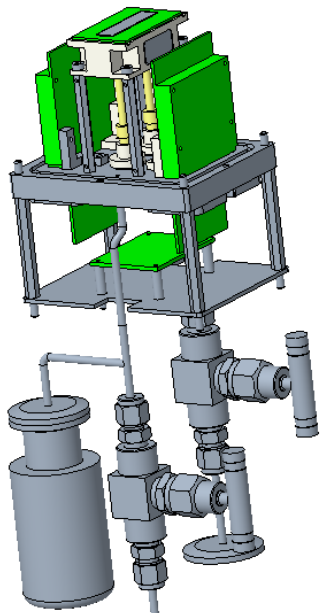
第一版20元前端结构



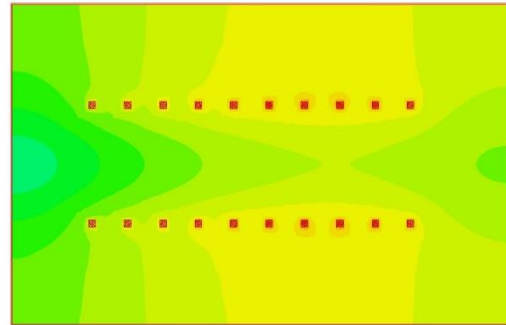
低温性能测试



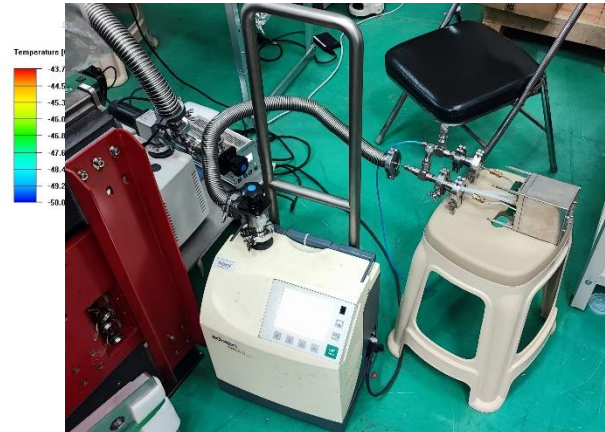
第一版30套批量生产验证



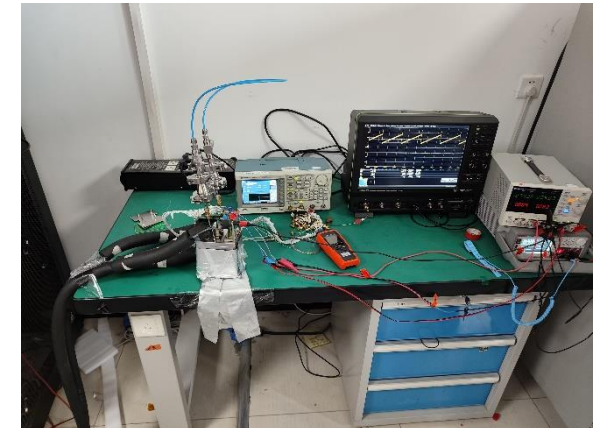
20元结构设计图



CFD模拟温度分布



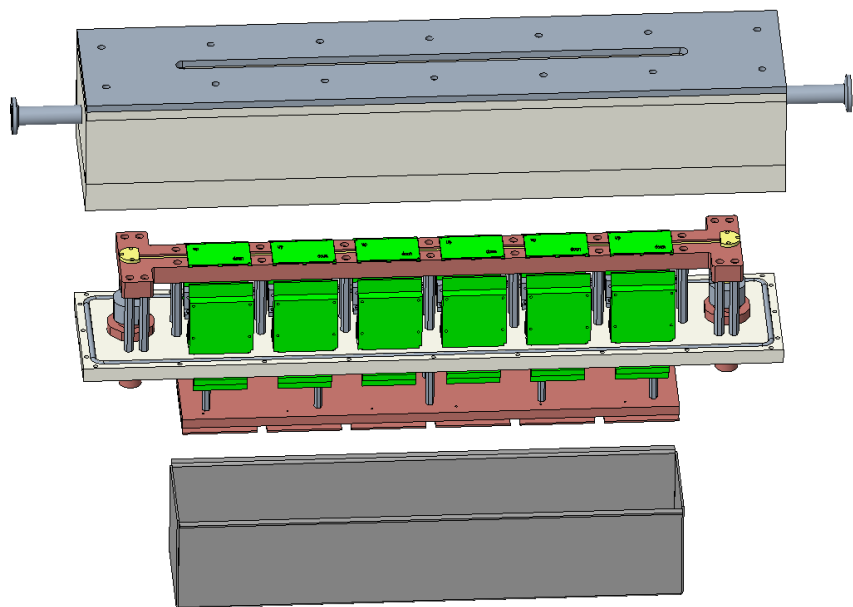
气密性测试



第一版联调测试

- 克服诸多设计难题, 使20元SDD**达到-40°C**的温度指标, 联调结果达到**300eV的能量分辨**, 满足SDD的使用需求;

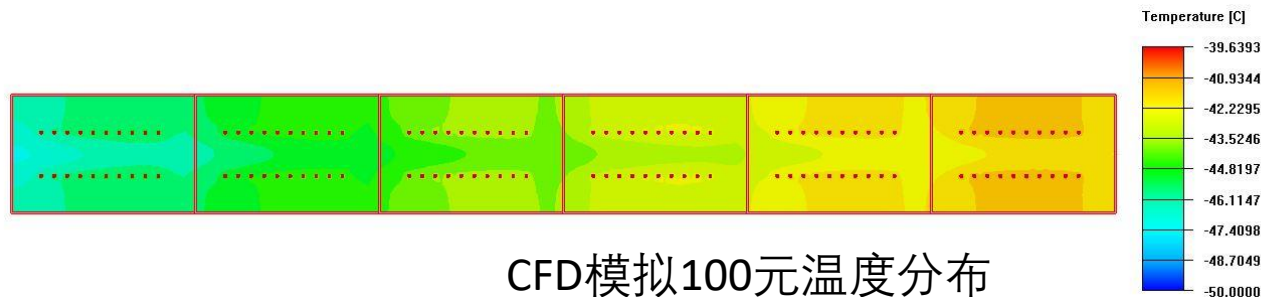
3.4 SDD探测器低温制冷与密封结构研制



第二版100元SDD探测器制冷与密封结构



第二版100元SDD探测器



CFD模拟100元温度分布

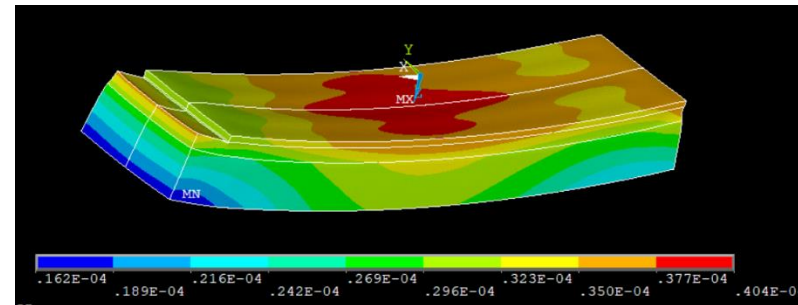
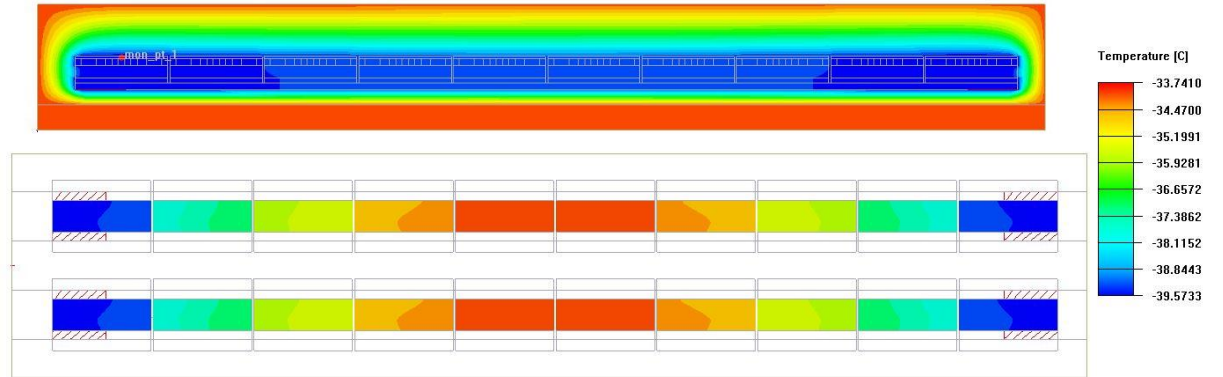
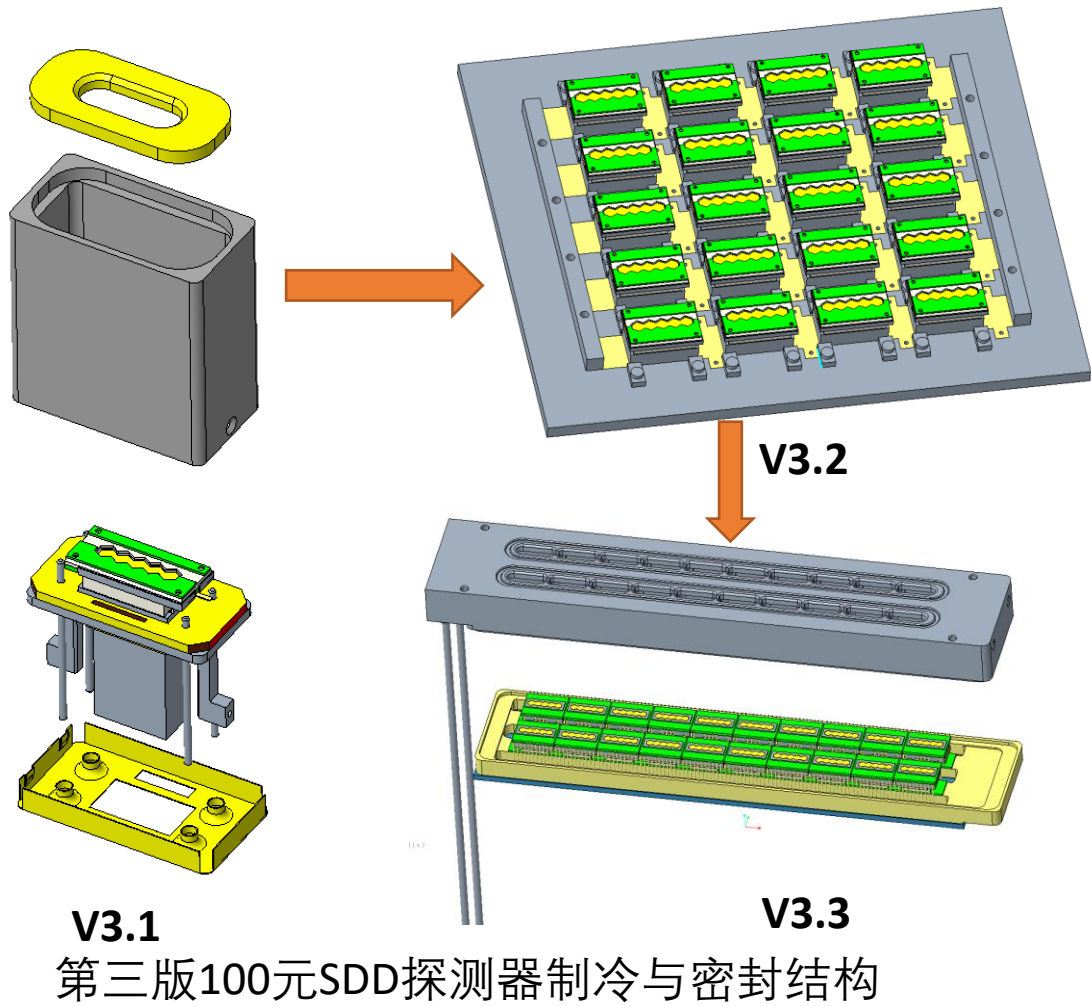


达到**100元SDD**的**-40°C**低温指标，并将交付给南科大，达到**300eV**的能量分辨。

负责16套生产与组装，参与南科大SDD批量组装

参与高能所SDD调试，参与南科大SDD的调试

3.4 SDD探测器低温制冷与密封结构研制

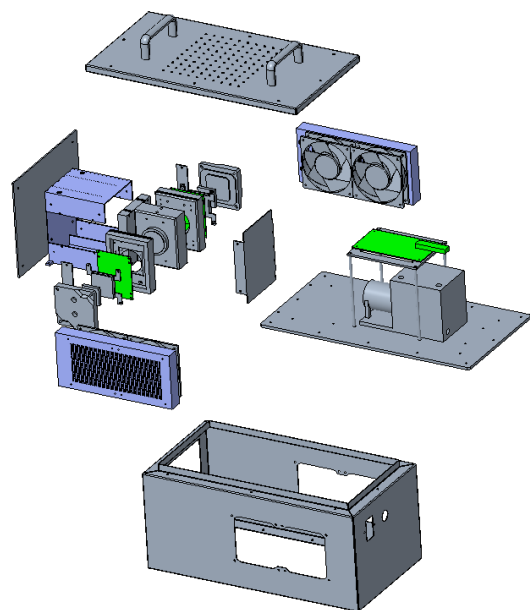
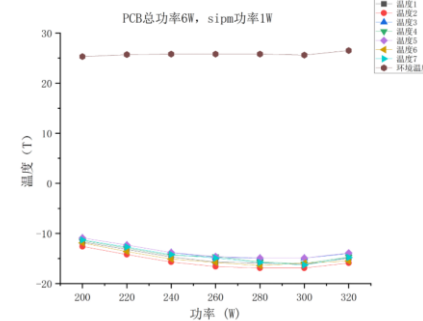
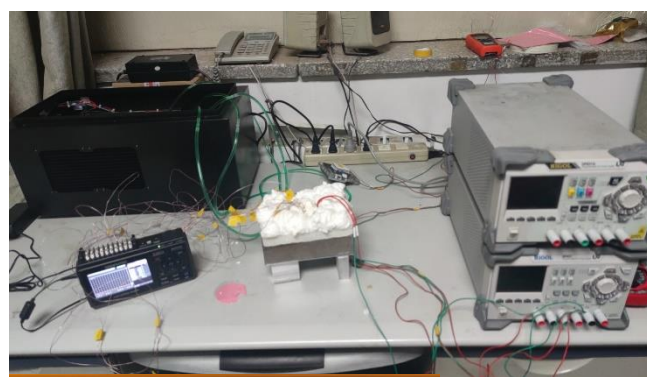
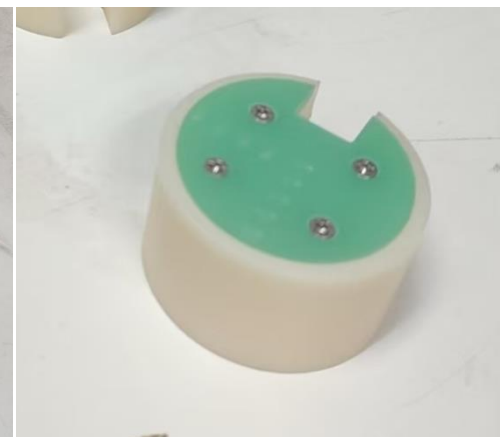
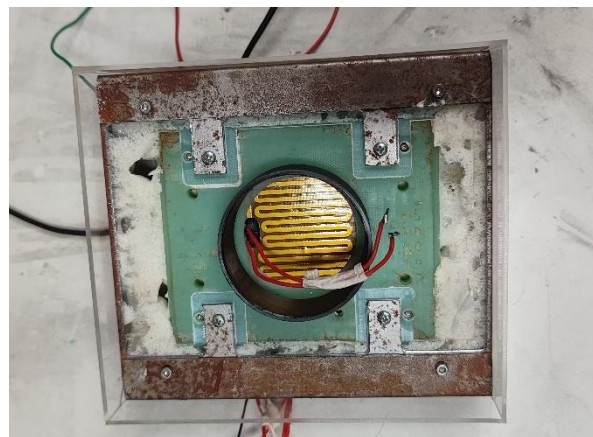


- 当前正在开展第三版结构优化设计，通过有限元仿真、CFD仿真，初步验证了可行性，正在进行工艺设计验证。

3.5. 中子-伽马高分辨探测器整机结构设计 (SiPM)

指标及难点 (独立负责)

- 从25度降低到-20度, SiPM 噪声降低**一个数量级**。
- SiPM表面: **< -20度**;
- 要求避光;
- 电路穿壁, 探测器避免结霜;
- 单模读出、双模读出
- 满足便携需求;



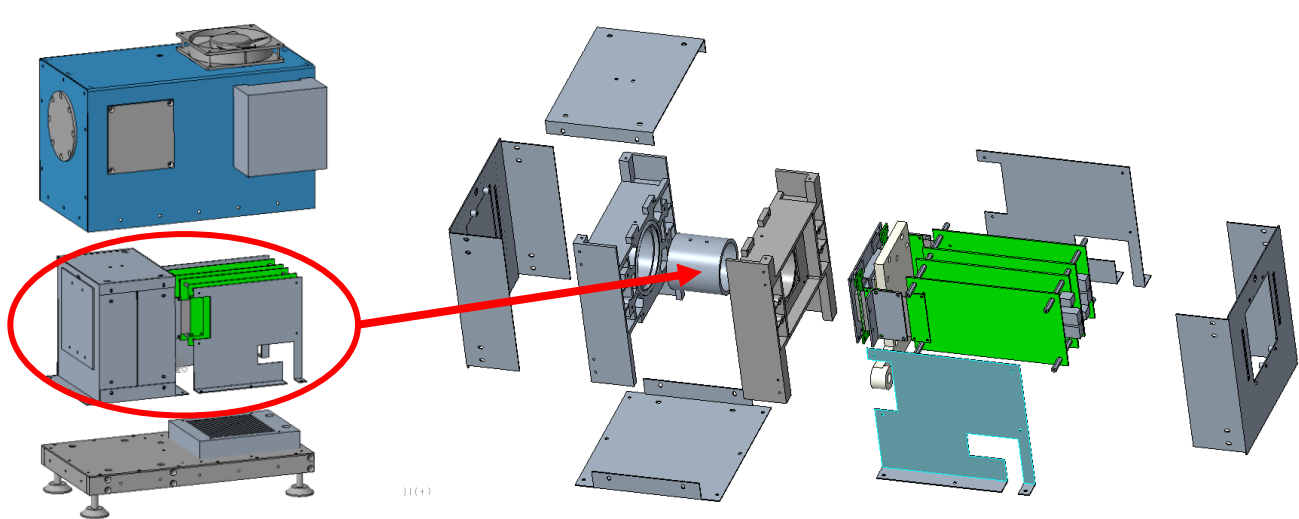
第一版机械分解图

第一版结构实物图

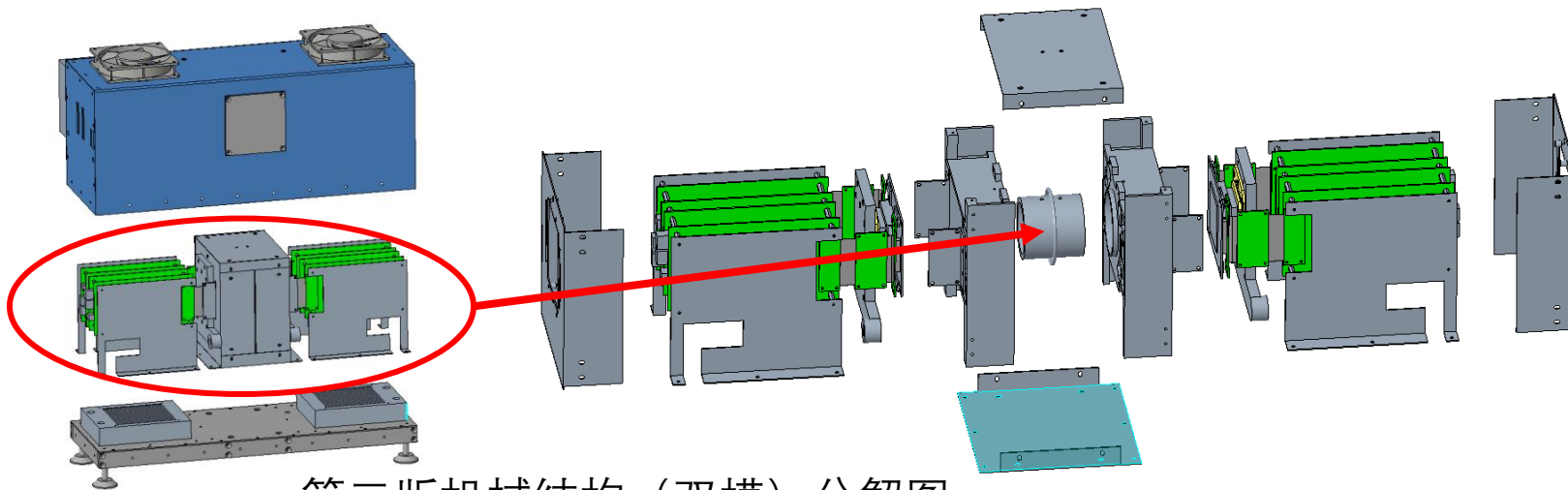
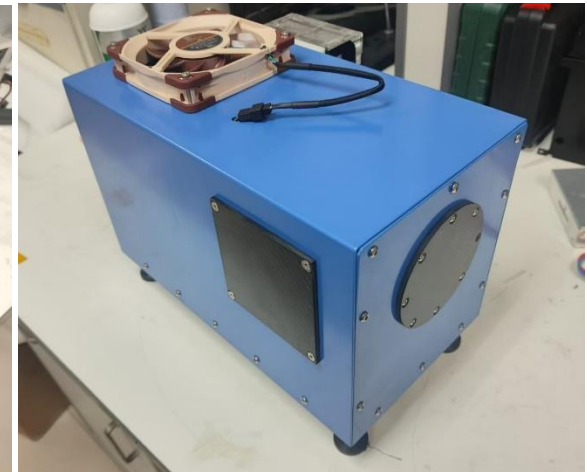


设计温度测试工装, 并指导学生 (何一鸣) 开展低温测试, 满足低温指标, 即表面温度小于 **-20度**。

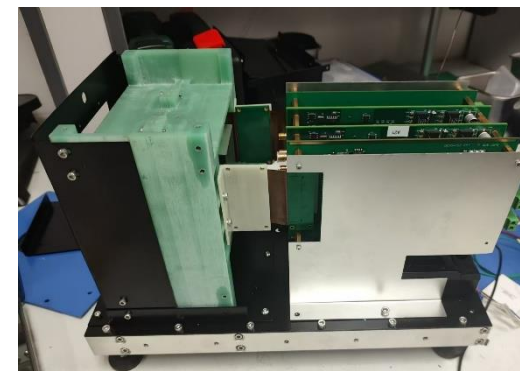
3.5 中子-伽马高分辨探测器整机结构设计 (SiPM)



第二版机械结构（单模）分解图



第二版机械结构（双模）分解图



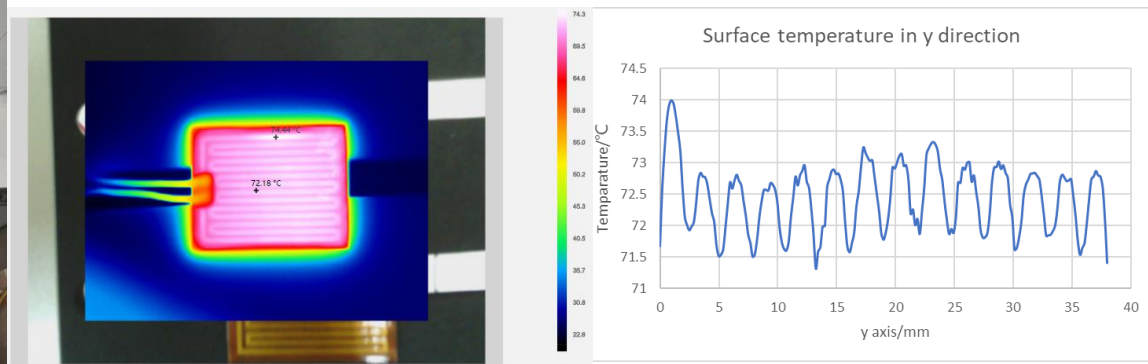
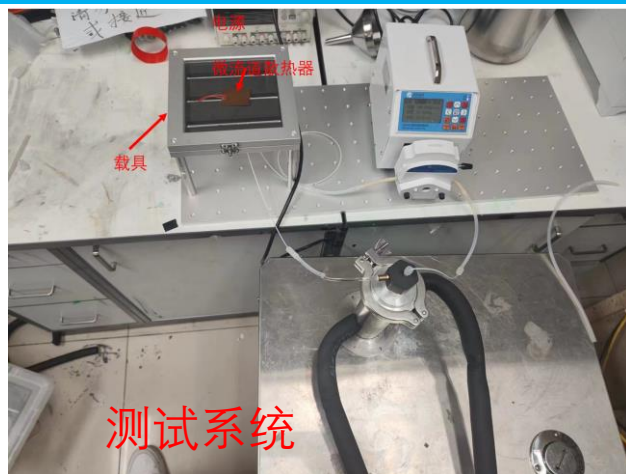
第二版单模结构实物图

在上一版基础上**创新设计**，在满足**-20度**指标基础上，**优化设计**，**将重量减小1倍**，满足**便携化需求**。

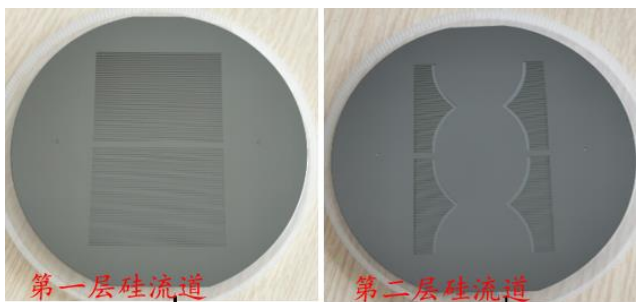
3.6 硅微流道制冷技术研究

大面积探测器制冷难点 (独立完成)

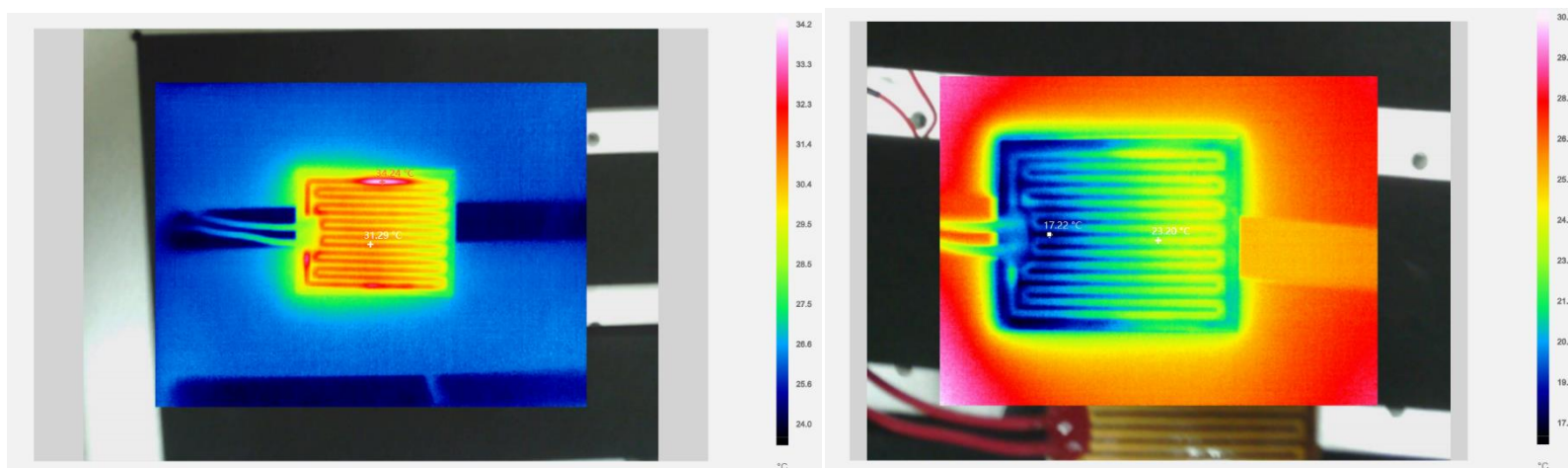
- 电子学在前端集成, 空间有限, 散热设计须高度紧凑;
- 不能干涉信号读出;
- 保障物质的量最小化;
- 减小探测死区;
- 材料与硅一致, 避免应力、翘曲;
- 保障制冷效率高;
- 小型化和轻量化;



2kW/m²功率下, 最高温度为74°C



两次键合



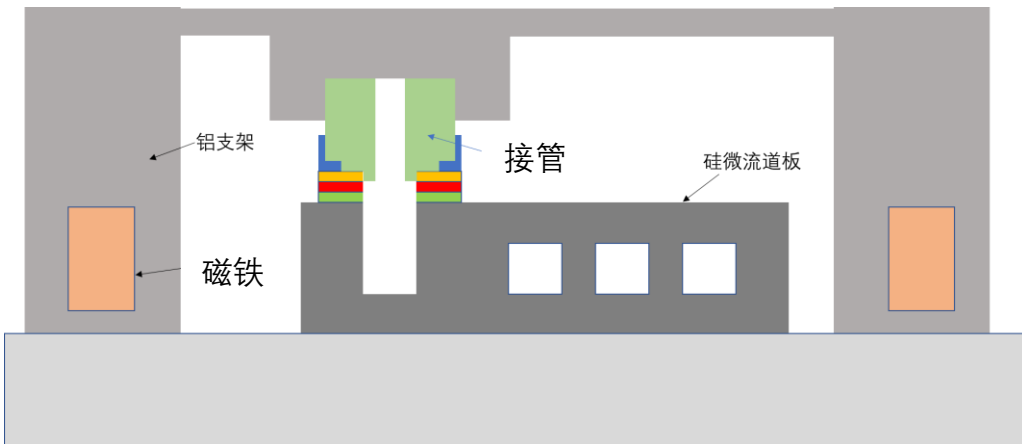
进口24°C, 最高温度31度

进口12°C, 最高温度22度, 表面温度差小于5°C

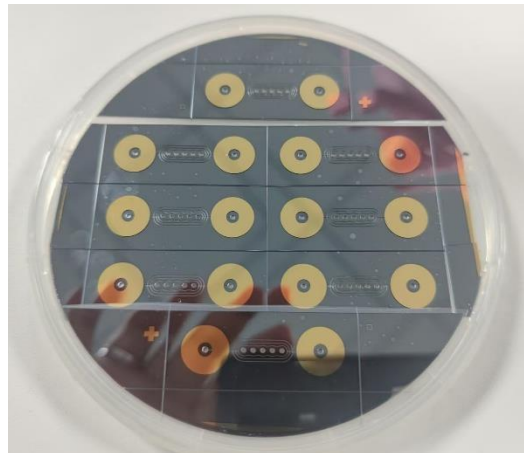
- 微流道制冷技术是未来探测器设计的核心技术之一, 本人已经实现**双层微流道制冷板**研制, 满足课题要求的**测试指标**。

3.6 硅微流道制冷板研究

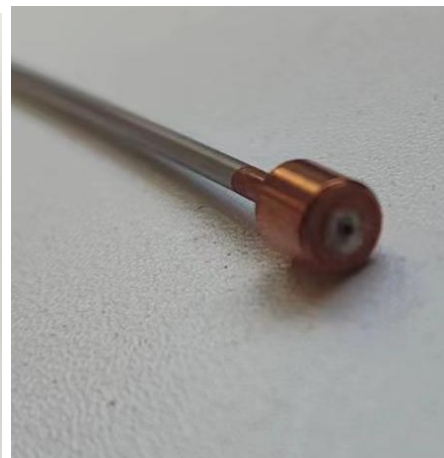
为了提升微流道可靠性，开展接管焊接工艺研究！



焊接方法



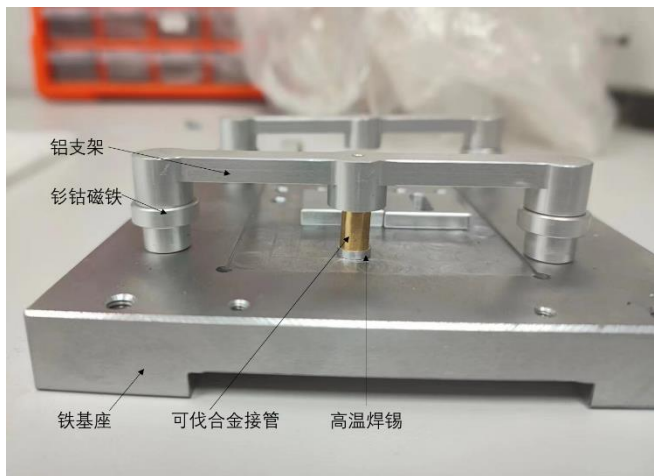
进出口电镀



接管设计V1



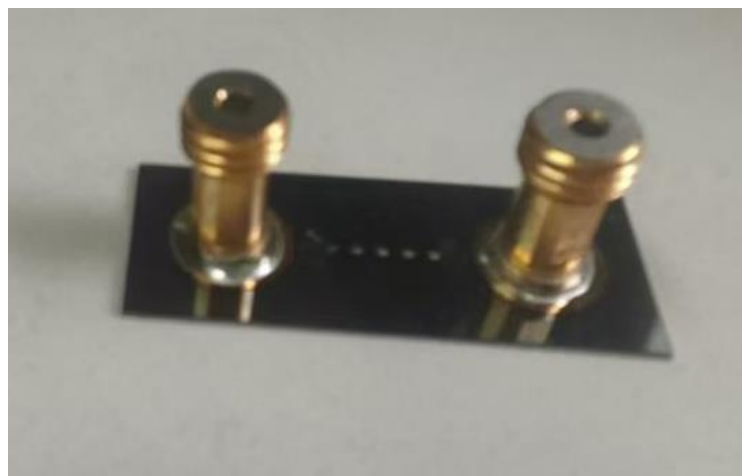
接管设计V2



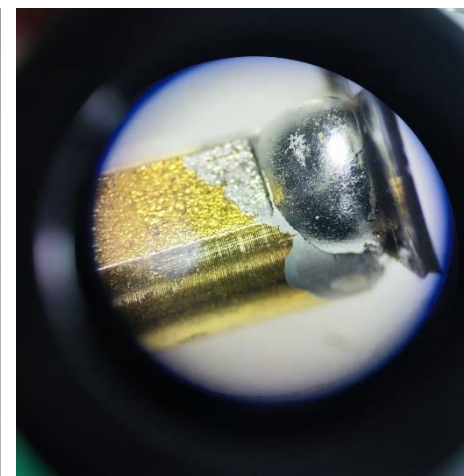
焊接工装V1



焊接工装V2



焊接测试结果



显微镜结果

硅表面焊盘电镀工艺已经成熟，但焊接工艺尚存在一些缺陷，还在探索中（这项工作完成后，该技术将进入真正实用化）

4. 学术活动及论文

过去一年学术活动

1. 参加青岛全国核电子学与核探测技术学术年会暨第十二届全国先进气体探测器研讨会。
2. JUNO合作组会，电子学workshop等

论文

1. Development of Silicon Drift Detectors for Synchrotron Radiation Sources, 4作, 见刊

专利

1. 一种高能量分辨阵列式SiPM探测器的制冷结构, 第一发明人, CN117615549A, 发明专利。
2. 2个实用新型专利已经授权, 均为第一发明人



5. 优点及缺点

- 优点:

- 工作尽心尽力、敢于承担责任。
- 能够快速解决工程及科研相关领域难题。

- 缺点:

- 工作量很大，极少参加学术会议。
- 专利及论文欠及时转化。

6. 下一年计划

1. 完成氮气间密封设计及施工，为JUNO CD电子学安装站好最后一班岗；
2. 开展JUNO RPC电子学散热设计研究，实现批量生产及安装；
3. 在满足制冷指标基础上，实现SDD轻量化设计；
4. 实现中子-伽马探测器的整机联调，并完成交付验收；
5. 继续开展硅微流道制冷技术研究，做好接管焊接工艺研究；
6. 继续撰写各项目专利、论文，并申请课题。

谢谢！！