



应用于反应堆中微子TPC探测器 研究进展

祁辉荣

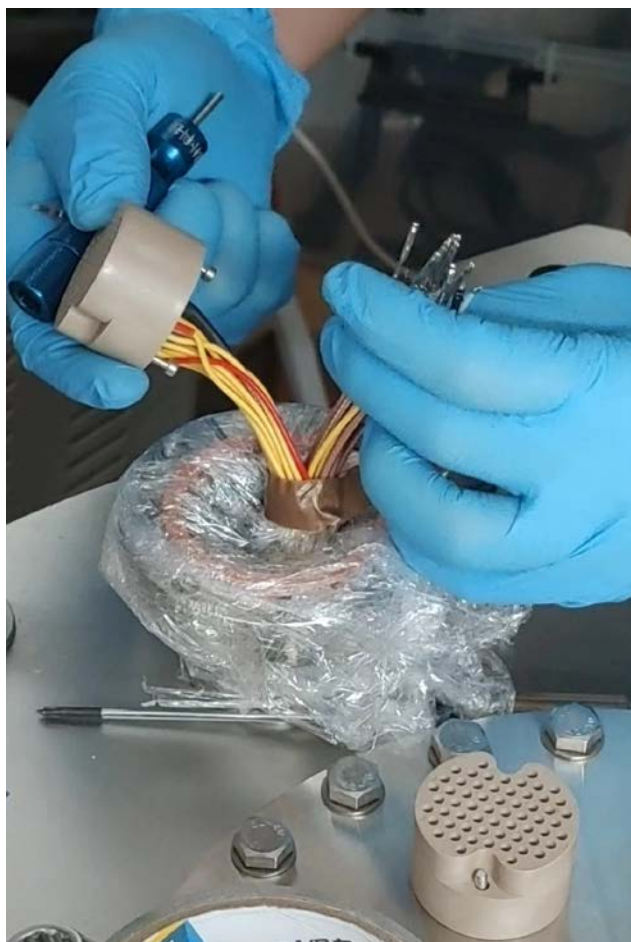
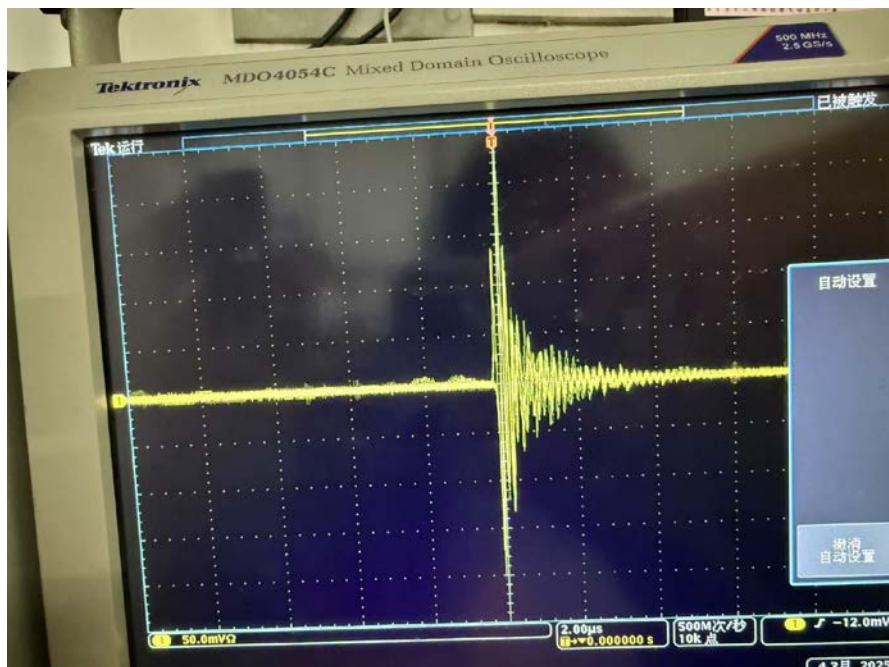
丁雪峰, 管宇铎, 姚海峰, 文其林, 佘信, 黄金浩, 沈泓仿, 曹国富, 李依宸

2025, 03, 07 IHEP

- 项目进展
 - 低本底探测器准备
 - PMT测试情况（宇铎）
 - 可拼接读出板设计（其林报告）
- 下周工作安排

进展1 – 上周PMT连接线缆问题解决

- 重新抽取真空，准备充入CF₄测试光电倍增管
- 进展：抽取真空没有问题，40分钟可以到10⁻⁴ torr
- 问题：PMT连接线有不连通现象，焊接和改进连线（软线连接固定，硬线缆有脱落问题）



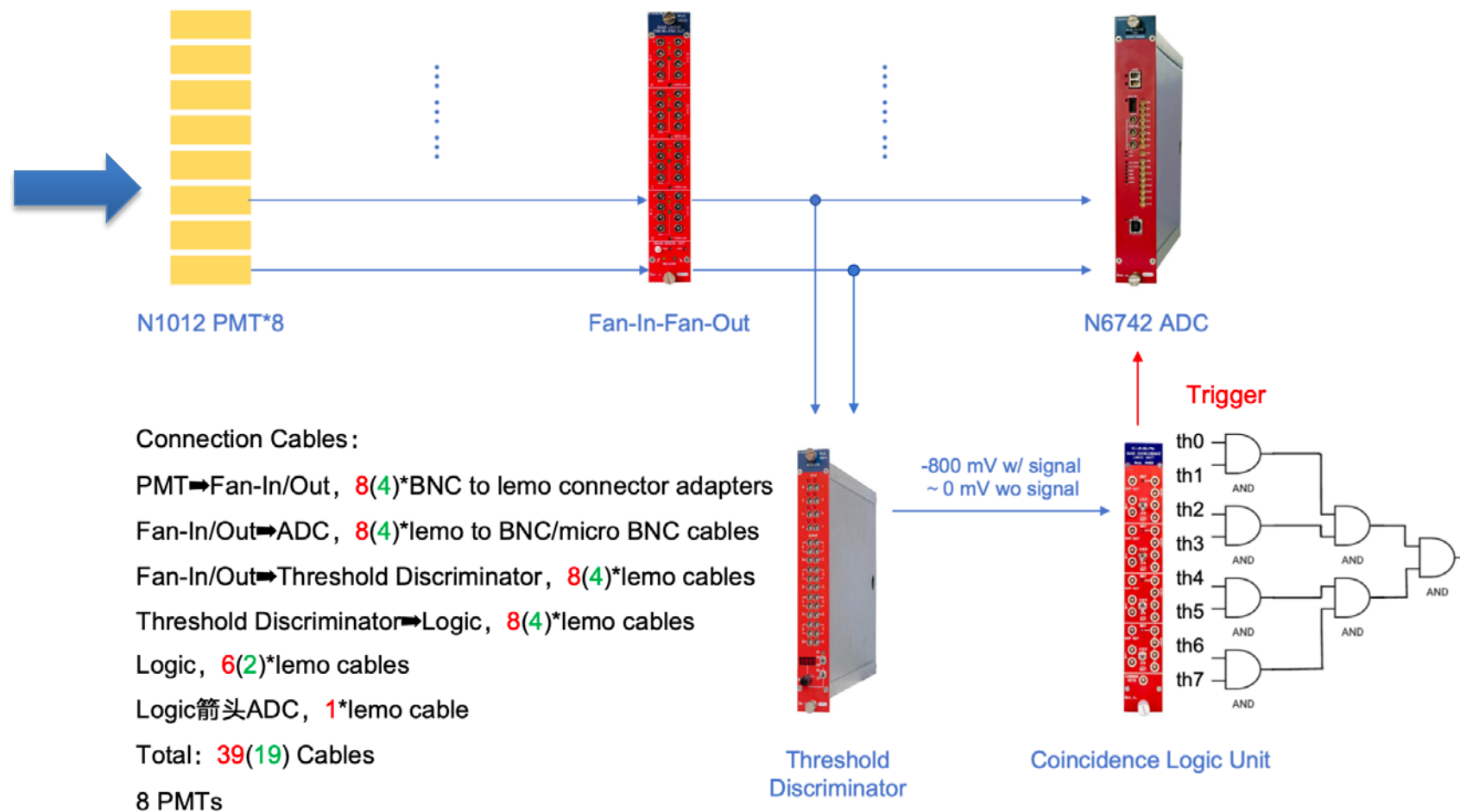
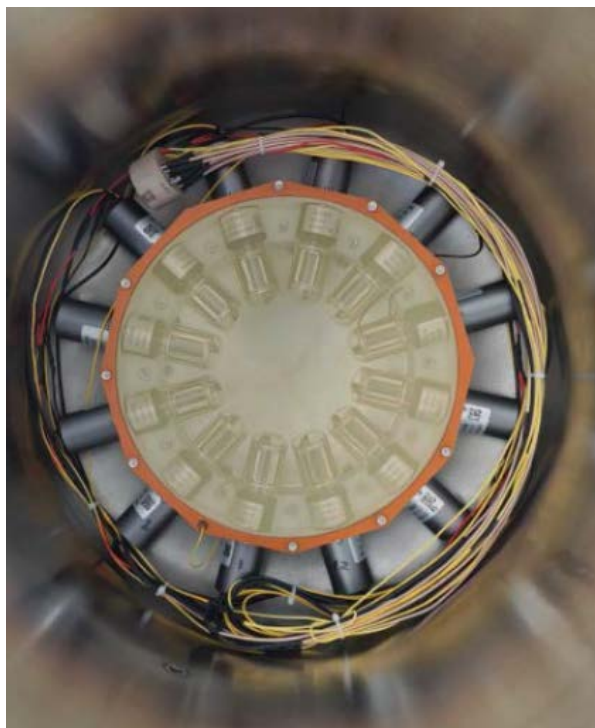
进展2 – 高压探测器状态

- 解决了上周出现的问题（PMT读出部分通道无法正常连通）
 - 解决结果：12只PMT，现在11只PMT全部正常输出，有一直高压供电不是很稳定，噪声较大
 - 高压气瓶连接正常，探测器状态正常



进展3 –PMT开始测试

- NIM插件均已备齐
 - 扇入扇出插件、甄别插件、符合插件、ADC采集插件
 - 连接采集逻辑线路示意图



进展4 – 高压探测器充压下PMT开始测试

- 解决了上周出现的问题（PMT读出部分通道无法正常连通）
 - 解决结果：12只PMT，现在11只PMT全部正常输出，有一直高压供电不是很稳定，噪声较大



气密状态良好



充入1atm的CF4



进展5 – 高压场笼确认测试

- 探测器高压场笼测试（宇铎报告）
 - 进展1：探测器高压场笼加载，与在工厂的加载的结果相同，验证 ✓
 - 进展2：加载高压与环境温度进行较长时间确认 ✓

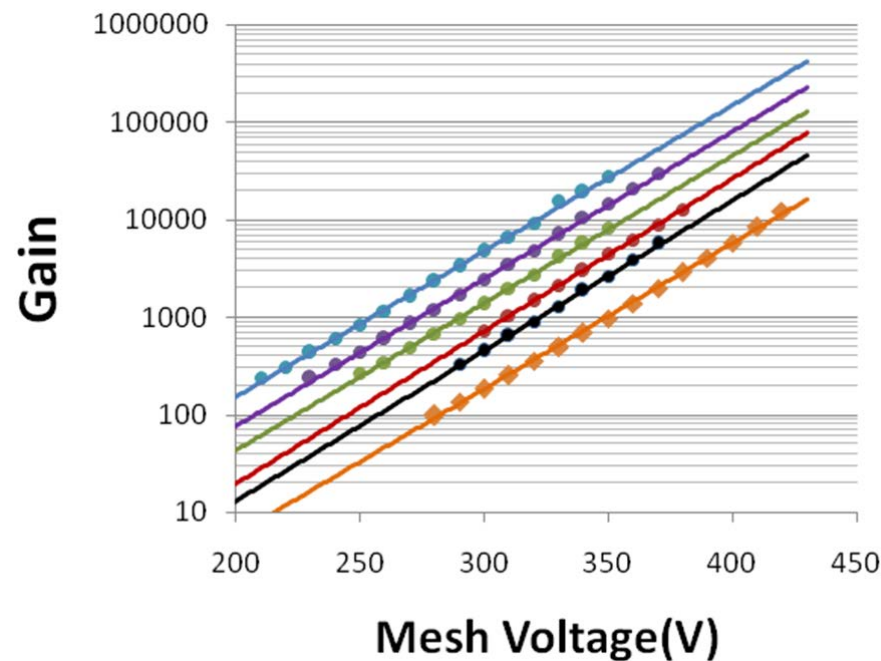
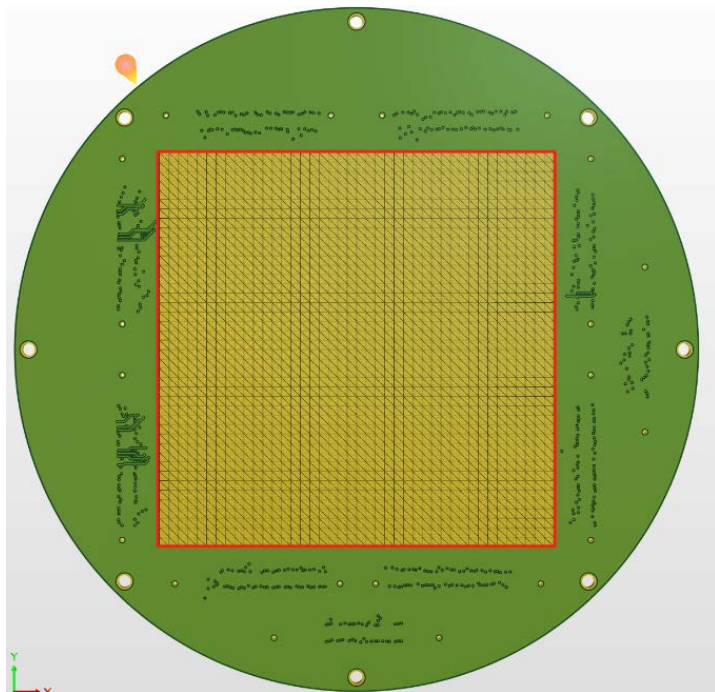


GYD_2025_02_19
Temperature: 25.4 [C]
HV波动 +/-0.1kV

Time	HV [kV]	I [mA]
15:34	21	0.032
15:45	21	0.032
15:54	21	0.032
16:11	21	0.032
16:23	21	0.032
16:38	21	0.031

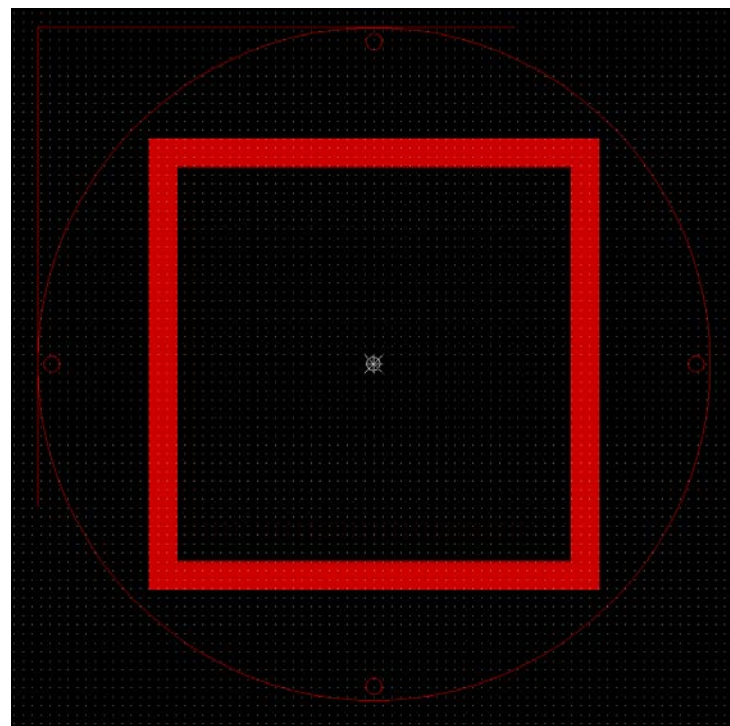
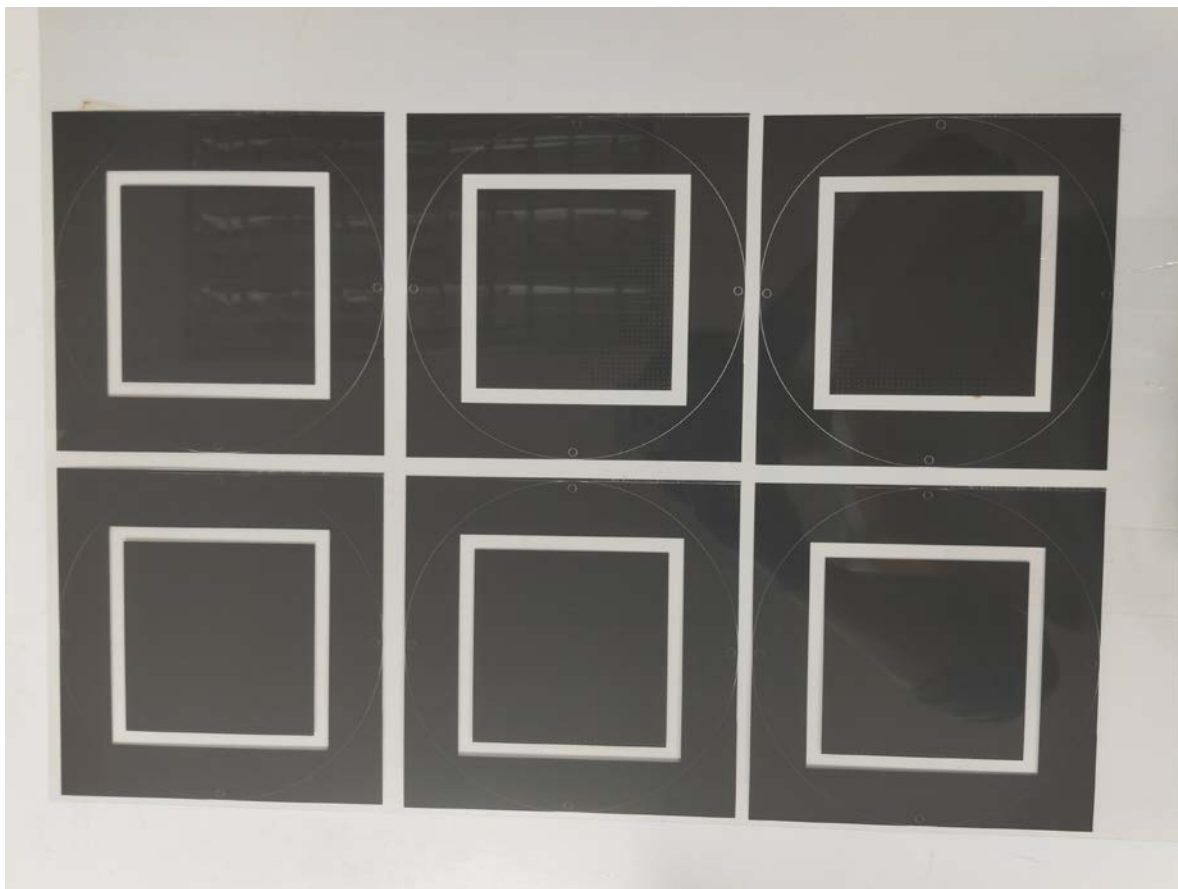
进展6 – 探测器准备

- Micromegas探测器研制，**采用FR4普通电路板（确认低本底读出电路板：芳纶纤维和石英PCB）**
 - 已完成第一版探测器制作，Pillar高度100 μm
 - 已完成Ar/Iso气体的增益测试（测试增益3000@320V）
- 探测器PCB连接头焊接及穿板法兰已加工，周末去加工厂家进行调试（带线缆）



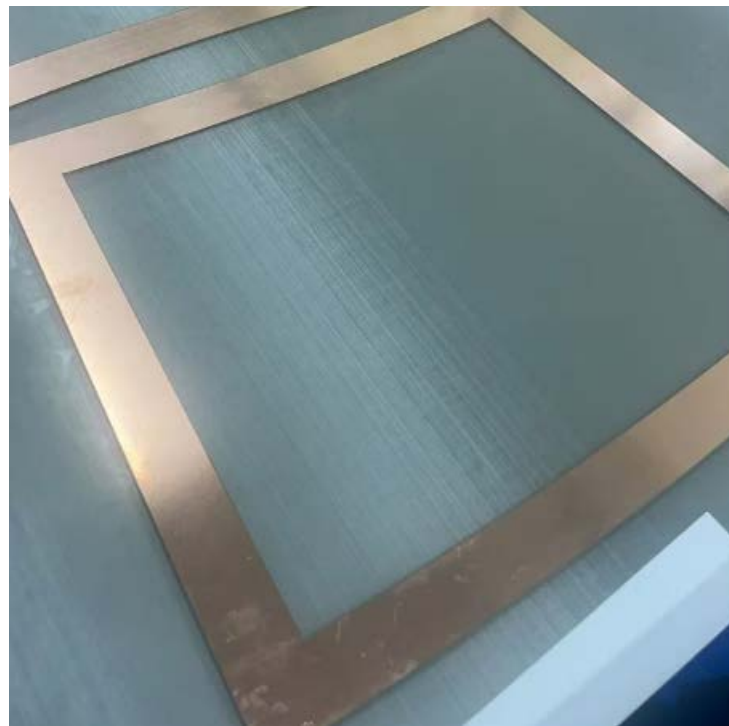
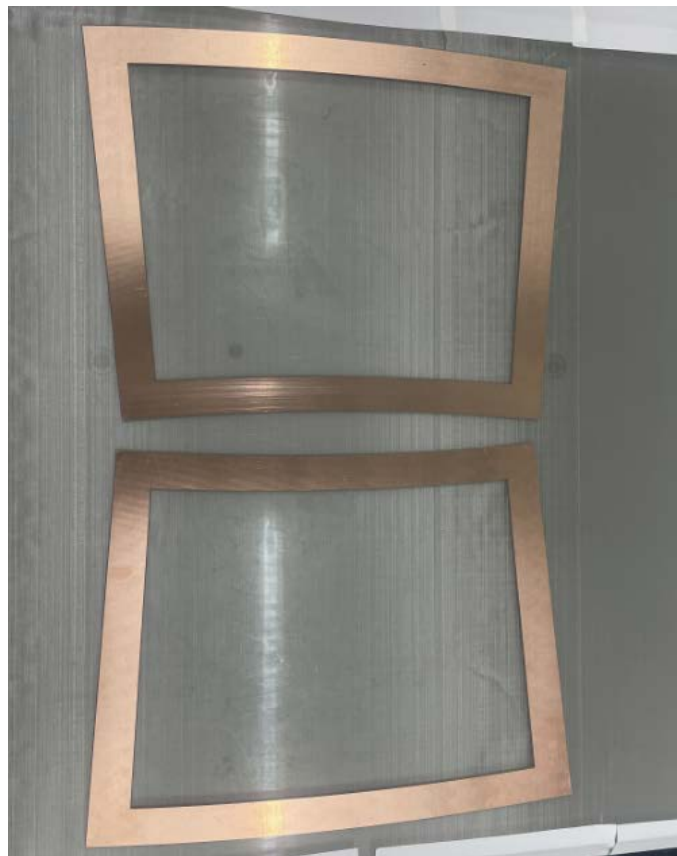
进展7 – 改进菲林Pillar工艺

- 与科大进行沟通讨论
 - Micromegas探测器在高压中，高压加载Pillar支撑改进（可以提高探测器工作到10atm）
 - 主要是边缘Pillar柱的尺寸增加，提高探测器高压加载能力
- 新菲林板制作已经完成



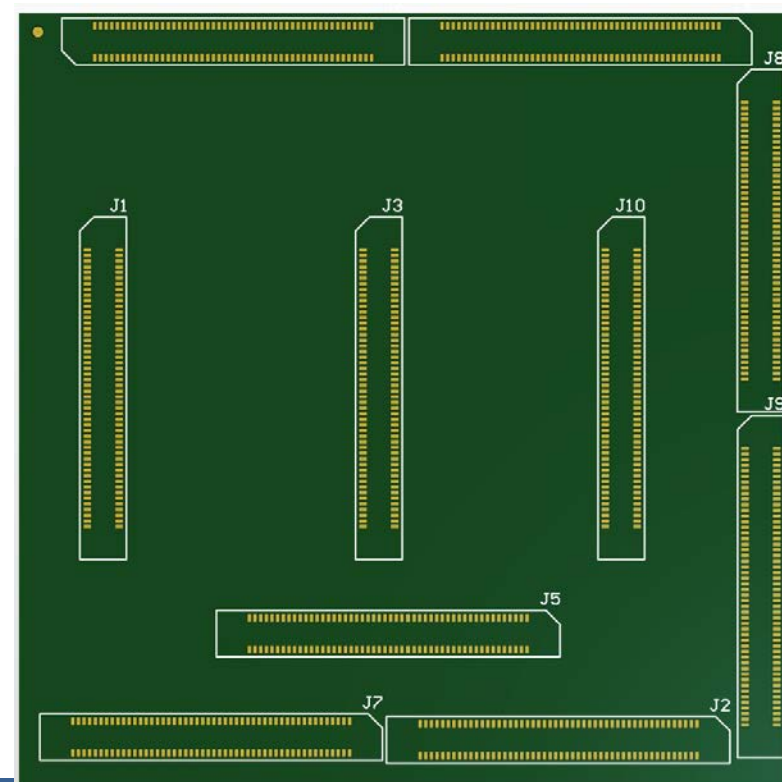
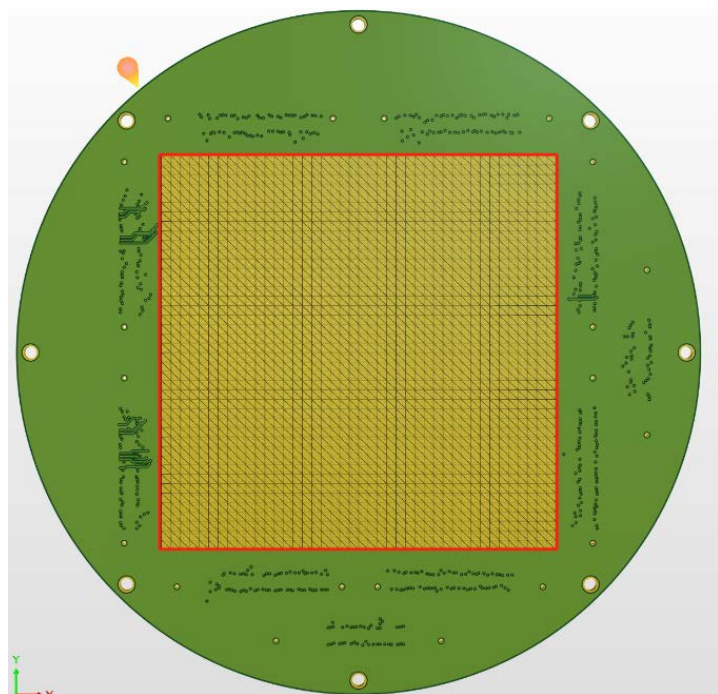
进展8 – 不锈钢微网拉制完成

- 改进菲林板的不锈钢微网拉制
 - Micromegas探测器在高气压中，高压加载Pillar支撑改进（可以提高探测器工作到10atm）
 - 张力器拉制张力 $>18\text{kg}$
 - 支撑Pillar的不锈钢微网需要控制拉力 $<10\text{kg}$ 拉力，以实现高气压下的高电压 (已完成)



进展9 – 低本底电路板进展

- 芳纶纤维低本底读出电路板已确认，石英电路板层数受限（设计的可拼接电路板，其林报告）
 - 沟通TAO探测器的低本底PCB
 - 1. 板材需要采用低本底的芳纶材料 ✓
 - 2. 6层PCB，过孔0.2mm（这个需要可以调），半盲孔，数量1000个左右 ✓
 - 3. PCB板面积不大于120mm*120mm ✓
 - 4. 板厚度1.6mm ✓
 - 5. 板材需要耐高温：150度（已确认！）



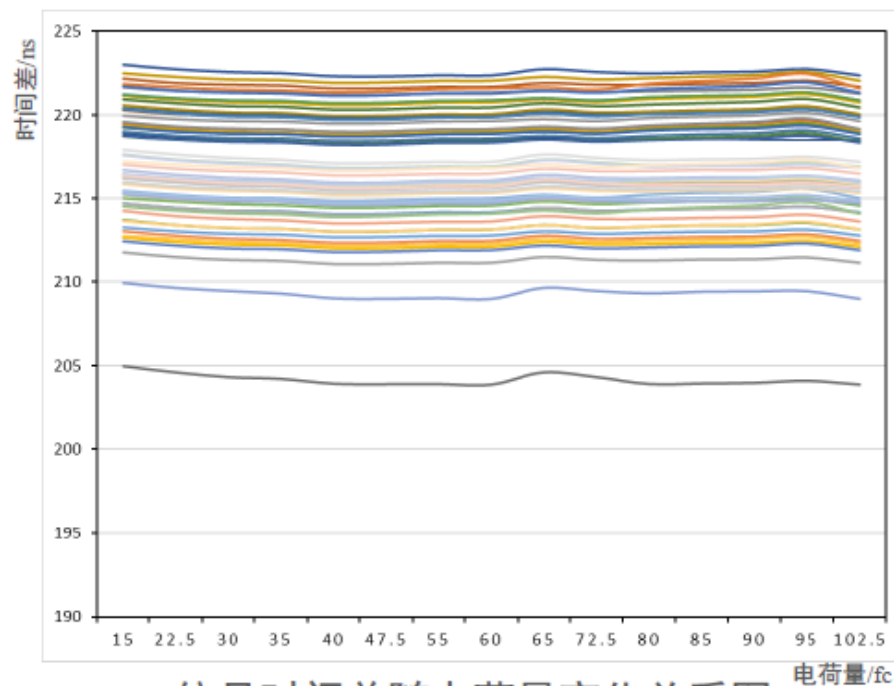
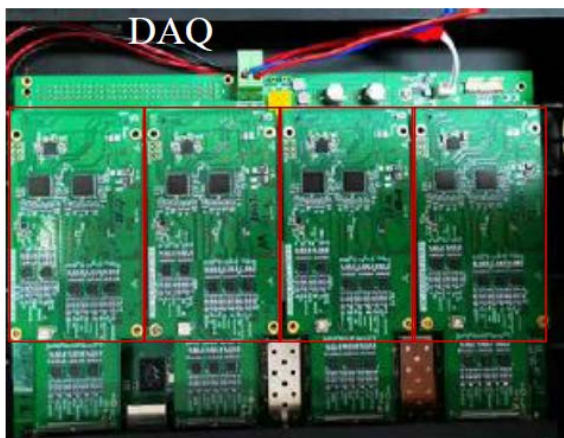
进展10 –读出DAQ准备（64通道WASA）

- 所有芯片均工作正常
 - 采集系统的固件偶有丢数据包（调试发现事例率升高 $>10\text{kHz}$ ，汇总数据丢包问题**已解决**）
 - DAQ具有初步测试界面

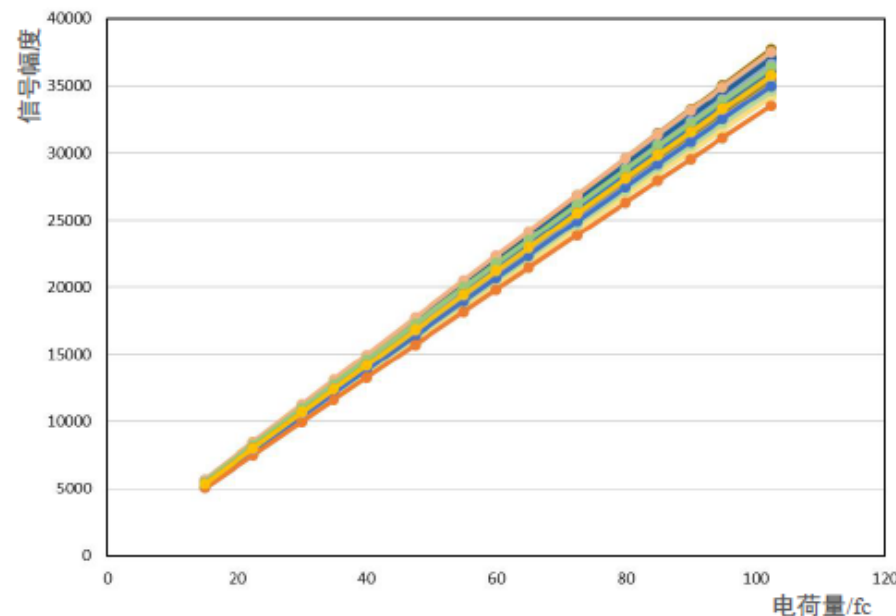


进展11 – 700路读出电子学进展（探测器安装前）

- 与清华电子学组进行讨论和沟通
- 不同通道的重建信号跟真实到来信号的时间差，减小各通道间差异（归一化）
- 测试哦各通道积分非线性，保证电荷重心法重建径迹的可靠性



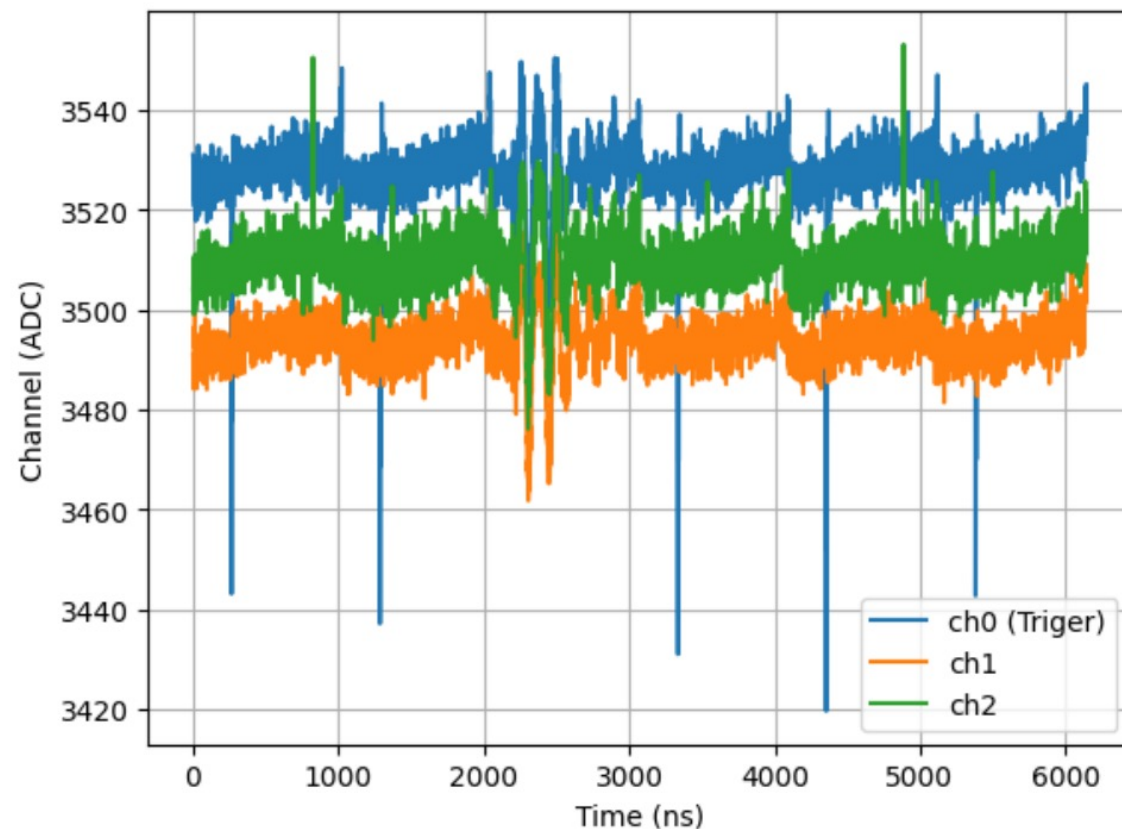
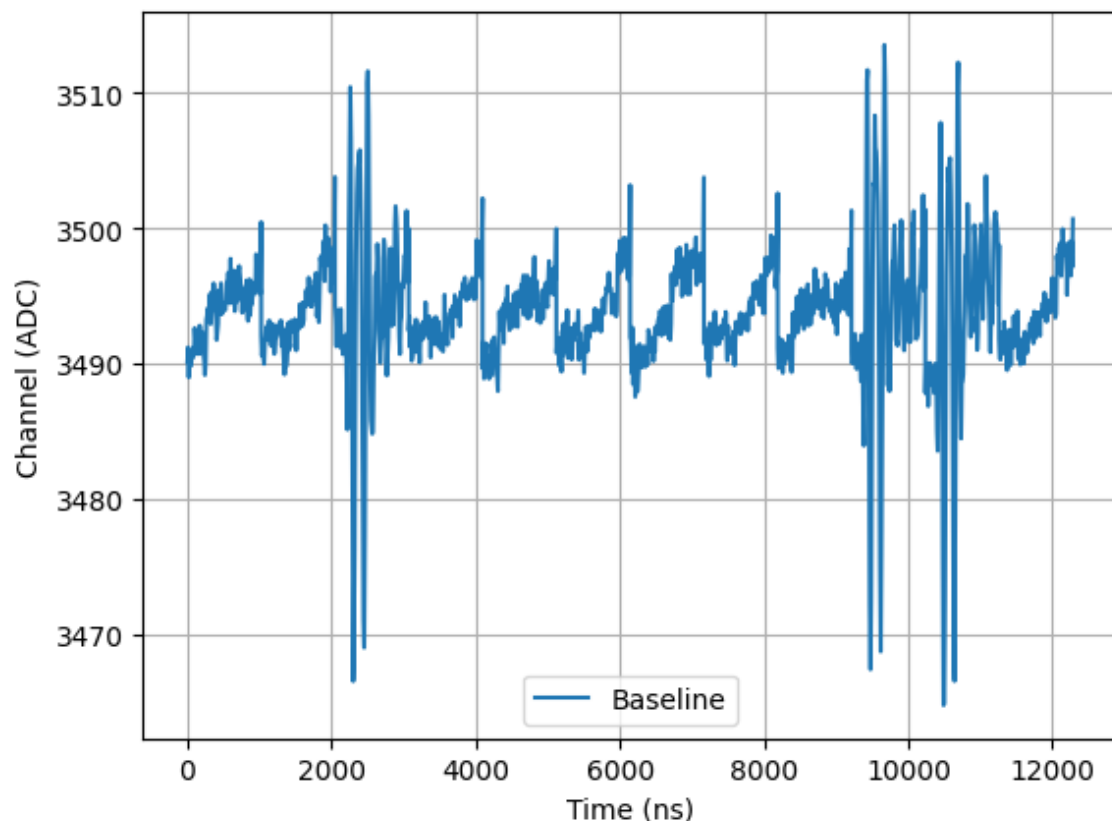
信号时间差随电荷量变化关系图



信号幅度随电荷量变化关系图

进展12 –PMT测试进展

- 光电倍增管测试信号测试（宇铎报告）
 - 问题：PMT基线的偏移主要来自ADC插件，变化不大不影响阈值触发，可修正 ✓
 - 开始测试不同气压CF4中的信号



下周工作计划

- 高压腔测试
 - 测试12只PMT的暗噪声信号测量
 - 装入放射源测试CF₄发光，充入不同气压（1.5atm、3atm、.....）
- 探测器与电子学（祁辉荣、文其林）
 - 准备安装探测器及读出电子学高气压引出板
 - 探测器基于新的不锈钢网完成探测器制作
 - 准备电子学和新的测试电子学
- 海峰比色皿测试
 - 进行不同气压测试（姚海峰，祁辉荣）
 - 石英玻璃加工完成，已邮寄至加工厂
- 模拟研究（丁雪峰）
- 机械设计及高压Feedthrough研制（侯少静）
 - 铜板屏蔽及光电倍增管布局等

Many thanks!