

2023.11-2024.11工作报告

徐美杭
探测器三组，高工
2024.11.

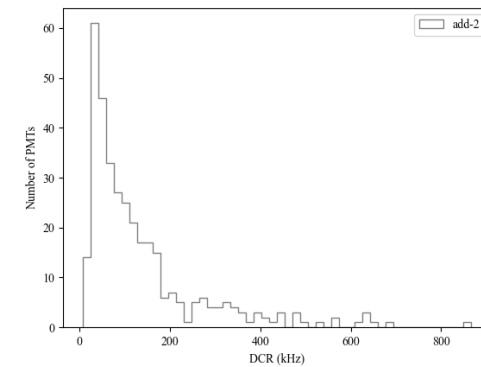
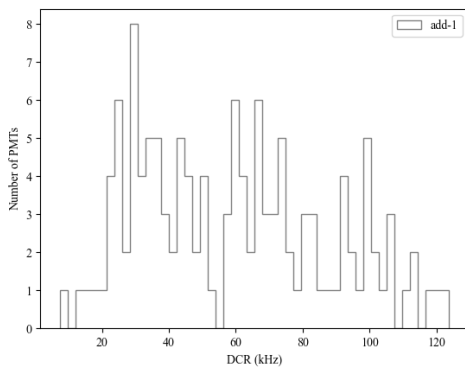
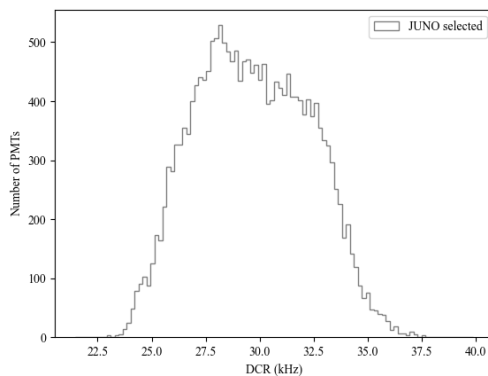
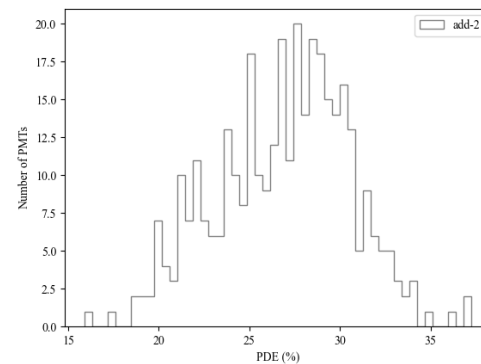
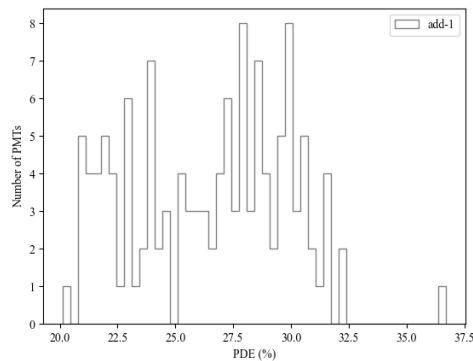
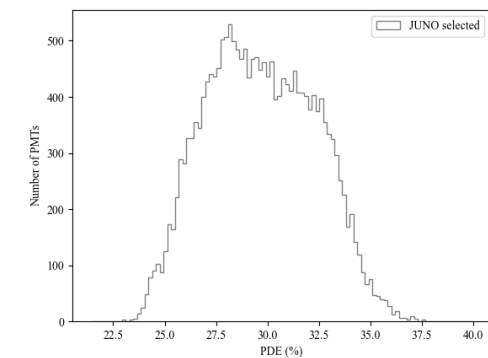
报告内容

- **岗位职责**
- **本年度工作**
- **学术成果**
- **自我评价**
- **下年度工作计划**

岗位职责

- **JUNO 工程：**
 1. 20英寸PMT补充potting；
 2. 20英寸PMT防护罩装配；
 3. 有机玻璃球修复方案；
- **博士论文：**
 - 液闪探测器用于宇宙线成像；

1. 20英寸PMT补充potting



第一批次：20012支
用于JUNO CD及VETO系统
PED>23%, DCR<37.5kHz
2019.7-2021.8

- 第二批次：131支
- 用于OSIRIS
- 备份第一批次0.2%性能不合格
- PED>20%, DCR<120kHz
- 2023.12-2024.1

- 第三批次：353支
 - 用于JUNO池壁
 - PED>17%, DCR<1000kHz
 - 2024.6-2024.11
- PMT性能重复测试多次；
几乎所有potting材料重新生产；
base板重新画图加工；

1. 20英寸PMT补充potting

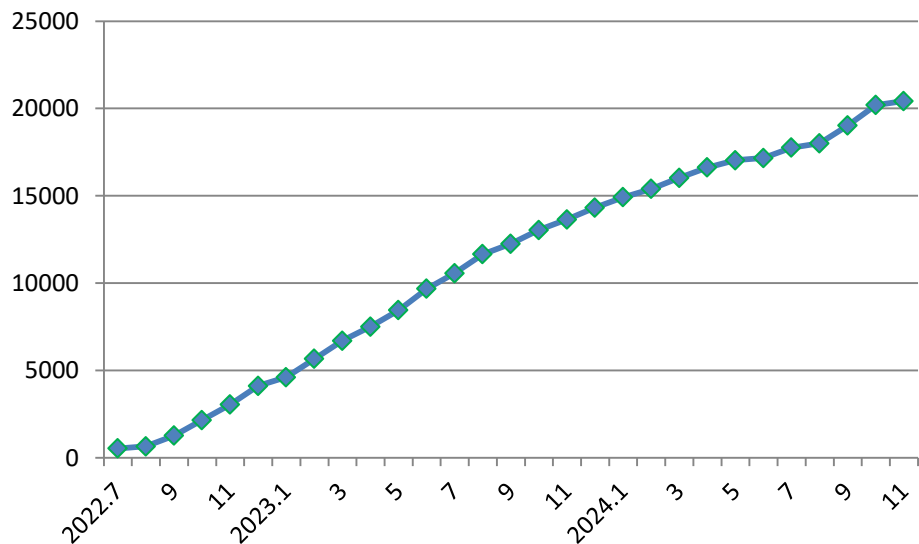
2024.6-2024.11完成:

- 几百支PMT重新进行测试, 挑选出353支用于potting ($PED > 17\%$, $DCR < 1000\text{kHz}$)
- 重新画电路图并采购元器件制作base板; (抄板&优化)
- 重新联系厂家开模制作500个外壳;
- 检查所有potting所需材料, 按照353个不锈钢外壳的量补充订购欠缺材料;
- 恢复potting场地及各种设备的使用;
- 组织工人完成353支PMTpotting;



2.防爆罩装配

- 一直在解决配件的供应问题（下保护罩，销钉，卡箍）：
 - 每周一次对厂家的敲打例会雷打不动；
 - 每天检查驻场人员对现场的进度汇报，针对问题和厂家沟通，有必要时向工程办请求支援；
 - 出现质量问题时提出解决方案；
 - **2024.11.11完成所有PMT的防爆罩装配(总计20421)并运往江门；**



防爆罩装配增长曲线



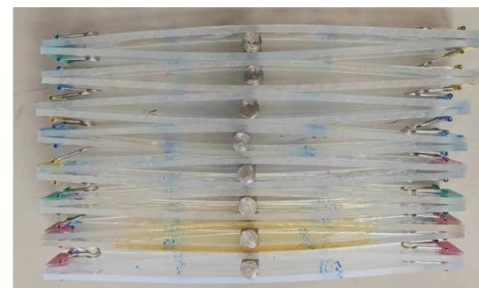
坚持到最后的团队

3.有机玻璃球缺陷修复方案

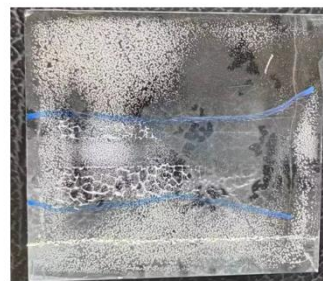
涂胶方案

- 参与实验胶种类：7种
- 实验方法：PMMA表面涂胶（不涂胶的作为对比样），对其施加5Mpa的压力，60℃水，老化2个月；
- 实验结果：1.所有试件观察银纹均未变化，所以不能直接证明涂膜是否有保护银纹扩展的结论，同时说明PMMA银纹没想象那么容易扩展；
2. 有4个样品明确不适合后期使用

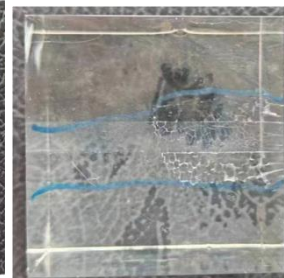
样品名称	生产厂家	类型	操作方法	固化时间	评价	泡水结果	备注
K11	贝斯特	氟聚合物	涂抹	快干	带荧光	完好	带荧光, 不建议
1301	贝斯特	改性聚氨酯	涂抹	6H表干	带荧光琥珀色	脱落	不建议
聚硅氮烷	库贝化学	聚硅氮烷	涂抹	6H表干	透明	产生气泡	不建议
8410U	库贝化学	聚硅氮烷	UV照射	20S	透明	完好	建议
U-09FL	乐泰	聚氨酯	双组份混合后涂抹	6H表干	透明	生产非常少量气泡	可以考虑
3F-Flus6.0	山孚化工	TPU	贴膜	无需固化	透明	泡水有气泡, 泡油完好	建议用内表面
SLX-605	昆山时联	丙烯酸	涂抹	快干	粘度和水相同	未泡水	不建议



加载5Mpa力的条状试件



泡水平聚硅氮烷



8410U

调研并购买7种修复胶的实验

部分实验照片

3.有机玻璃球缺陷修复方案

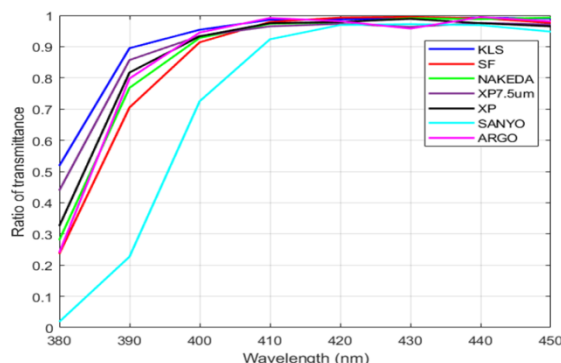
贴膜方案

- 调研并购买11种汽车膜：KLS1, KLS2 NKD, SF1,SF2,XP1,XP2,SANYO1,SANYO2,ARGO, PET;
- 实验方法：透光率，重球破坏实验，静压力实验，老化实验；
- 结论：经过3个月的实验得出，只有SANYO公司的TPU基本满足要求（工程评审后决定采用更加保守的方案：涂胶方案）

4m 亚克力玻璃管液闪静压力测试



透光率实验



重球掉落破坏实验

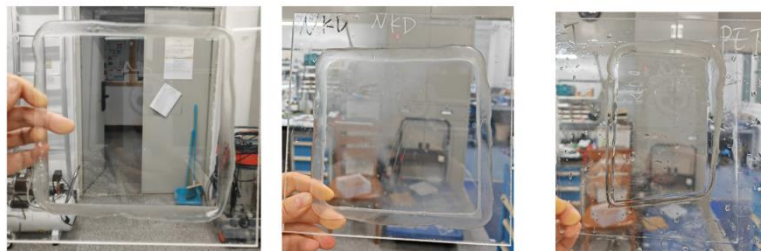
- 用800克重球在不同高度自由下落砸击不同厚度的PMMA，记录PMMA被击破的高度，实验结果如表所示
- 从实验结果初步看，贴膜的PMMA被击破的高度均有所提升，显示贴膜有一定保护效果。

厚度	破损高度 (未覆盖膜)	破损高度 (SF)	破损高度 (KLS)	破损高度 (KLS)	NKD	XP	山由PET
5m m	40cm (压力 6.7MPa)	50cm (7.7MPa)	40cm	40cm	40		
10m m	110cm (11MPa)	160cm (13.5MPa)	160cm	150cm	150cm	150cm	160CM
15m m	240cm (16.6MPa)	280cm (18MPa)	280cm	320cm	270cm	290cm	270cm



老化试验

- 直接贴膜放90度，72H，所以TPU全部变白
- 贴膜后封边（聚硅氮烷）80度，60小时TPU开始逐渐变白，PET透明但有气泡
- 贴膜后封边（环氧）80度，60小时TPU见下图，PET透明但有气泡

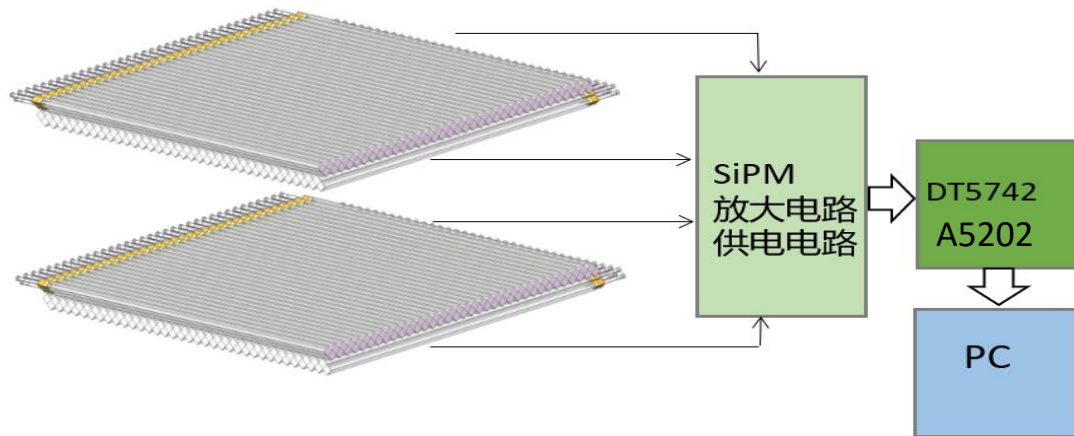


KLS

NKD

PET

4.探测器系统组成（研究内容）



➤ 探测器

- 整体结构布局
- 液闪单元条
- 单元条材料
- 制作工艺
- 单元条的批量制作
- 外壳设计及组装

➤ 前端电子学

- Sipm
- 放大器

➤ 数据获取

- 基于DT5742数据获取系统
- 基于A5202数据获取系统

液闪探测器用于宇宙线成像相关工作

4.液闪探测器进展

液闪单元尺寸的确定

角分辨、探测器层距与位置分辨率的关系:

$$\sigma_{\theta} \approx \tan \sigma_{\theta} = \sigma_A / L$$

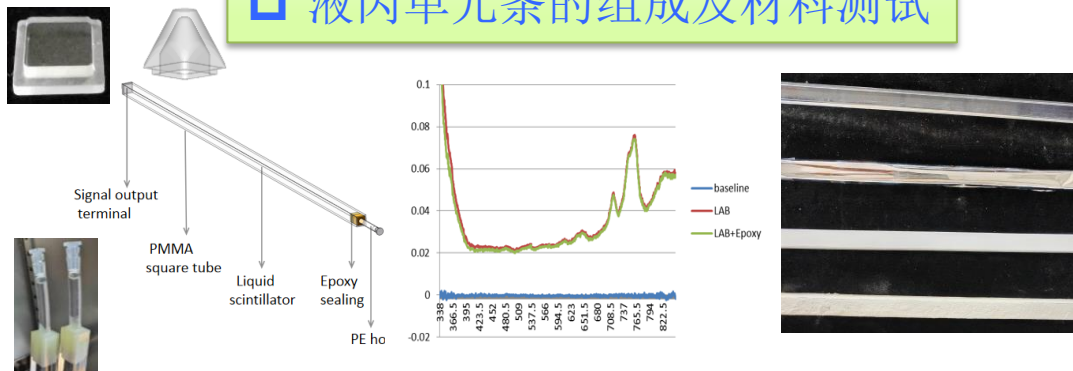
位置分辨率与单元尺寸的关系:

$$\sigma_A = a / \sqrt{12}$$

$$\Rightarrow a = \sqrt{12} L \sigma_{\theta} \approx 10 \text{mm}$$

(L取30cm)

液闪单元条的组成及材料测试



- 克服液闪热胀冷缩的设计
- 所有材料与液闪兼容性的测试
- 反射材料

液闪单元条的批量制作 及探测器组装 (展示部分步骤)



液闪灌封



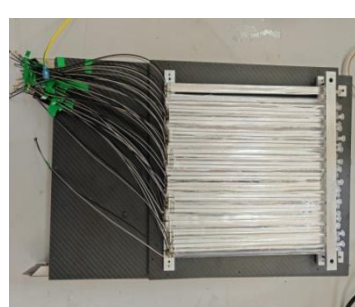
光导



液闪条



ESR包裹工艺

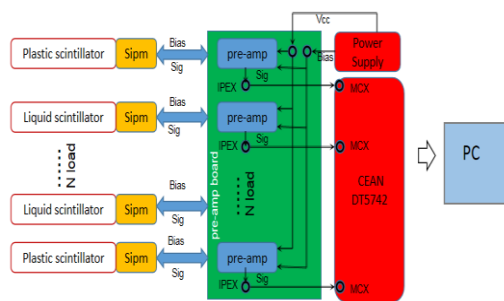


组装过程

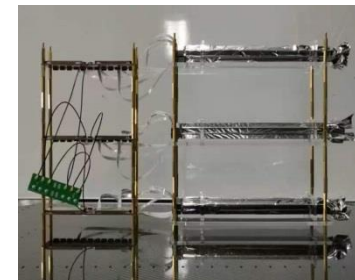
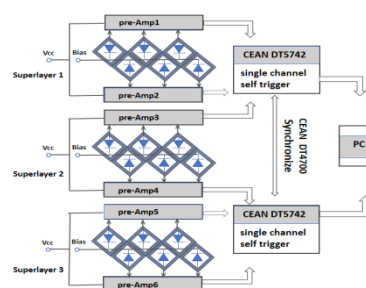


组装完成

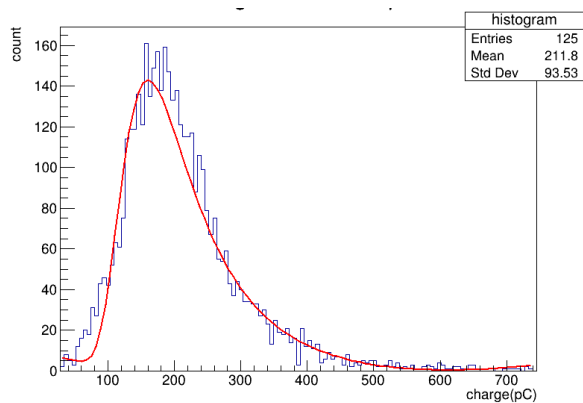
4.探测器性能测试



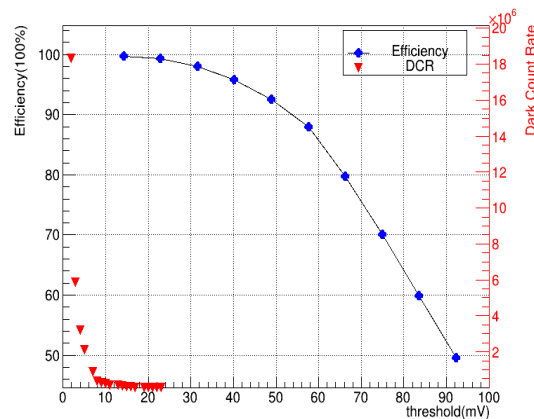
探测效率测试系统示意图及实物照片



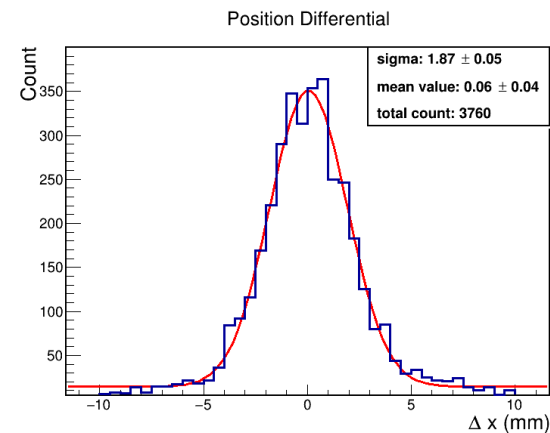
位置分辨率测试系统示意图及实物照片



三层探测器符合后的能谱



不同阈值下的噪声与探测效率



位置分辨率测试

探测效率>99%,位置分辨率1.53mm

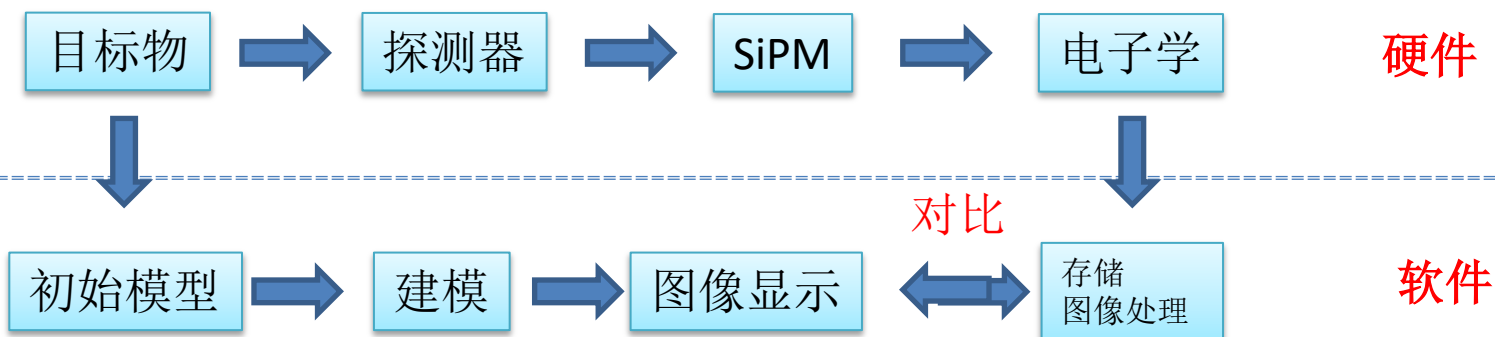
4. 预期目标完成情况

□ 硬件系统

- 1) 液闪探测器的设计、制作、性能研究
- 2) SiPM的选型和性能研究
- 3) DAQ系统的测试及取数
- 4) 预期目标：液闪探测器的位置分辨率达到0.5mm，探测效率>80%，灵敏面积0.4*0.4 m²。测试研究多种 SiPM 选择出综合性能较好的器件，同时需要考虑性价比因素。选择SiPM专用读出电子学系统，实现正常取数。

□ 评价系统（正在进行中，有初步成果）

- 1) 模拟计算
- 2) 实测数据的成像
- 3) 理论计算与实测数据图像的对比，实现测试系统及成像图像的评价
- 4) 预期目标：学会用蒙特卡洛计算软件GEANT4对设计好的模型（比如洞穴、核燃料棒等）进行模拟，得出与预期相近的结构材料分布图。



学术成果

申请获批项目

- 基于液闪探测器的宇宙线成像在核燃料监测中的应用，先进核能技术设计与安全教育部重点实验室2023年度开放基金；2023.12获批；

文章：

- Research on the optical properties and effect of the transparent epoxy for the JUNO Central Detector. NIMA. 合作作者；
- Mass production and performance study on the 20-inch PMT acrylic protection covers in JUNO.JINST,合作作者；
- A prototype of a cosmic ray imaging detector based on liquid scintillator. NIMA.二修中。

报告：

- 3 “ PMT waterproof , 3” PMT workshop

自我评价及公共服务

自我评价

- **完整参加了JUNO工程的探测器建设的整个过程，积累了丰富的工程经验**
 - 负责大小PMT防水封装的研发，先后分批次完成20434支大PMT防水封装的生产（2024.11最终完成）；
 - 参加防爆罩的装配方案研究，协调生产过程中的一切问题，包括每周一次下保护罩的例会，出差，PMT 运输等；
 - 参加有机玻璃球缺陷修补方案的各种实验
 - 协助完成JUNO多个系统的密封和材料兼容性测试，如OSIRIS, 液闪系统，刻度系统等。
- **听从领导的一切安排，不挑活，工作讲究效率，有超强的合作精神和配合能力。**

公共服务

- **担任实验物理中心工会委员，竭尽为500多的会员服务；**
- **担任学生毕业答辩秘书；**
- **撰写重点实验室年报等；**

下一年度主要工作计划

完成博士论文研究—宇宙线成像方面的工作

谢谢!