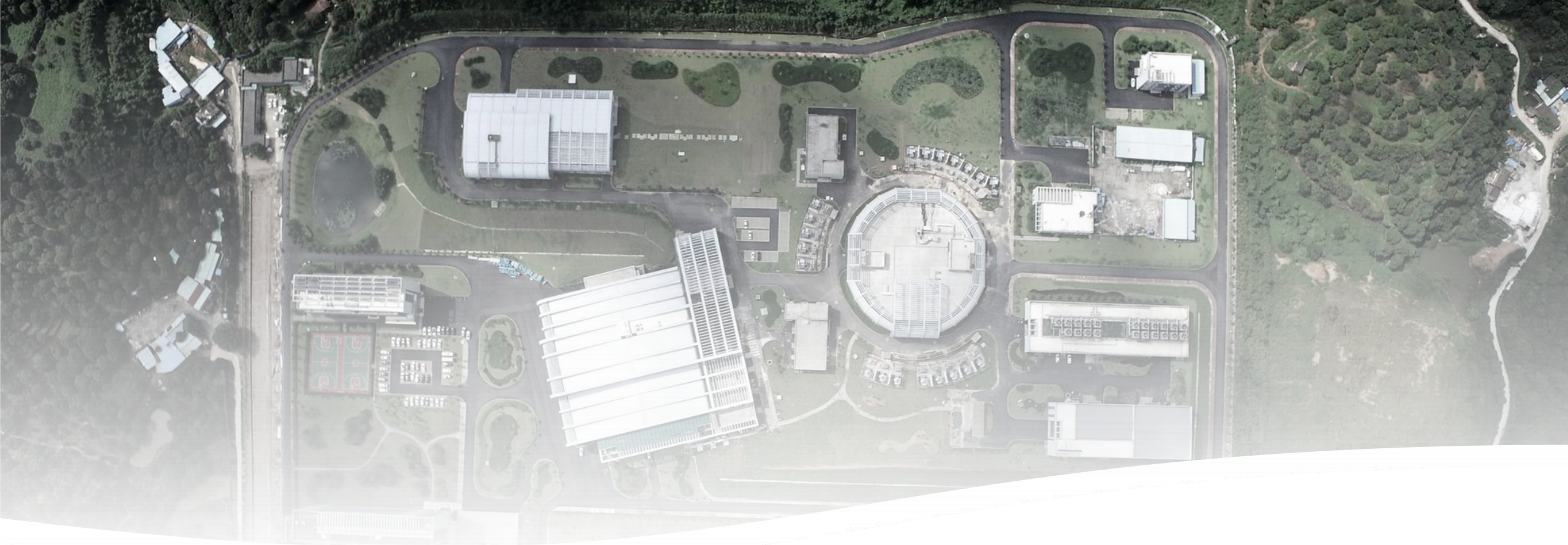




中国散裂中子源反角白光中子实验装置及应用

樊瑞睿 代表 白光中子实验装置运行组

提纲

1. 2025-2026年实验情况
2. 白光中子实验装置的发展及成果
3. 白光中子实验的申请及未来实验提案建议

提纲

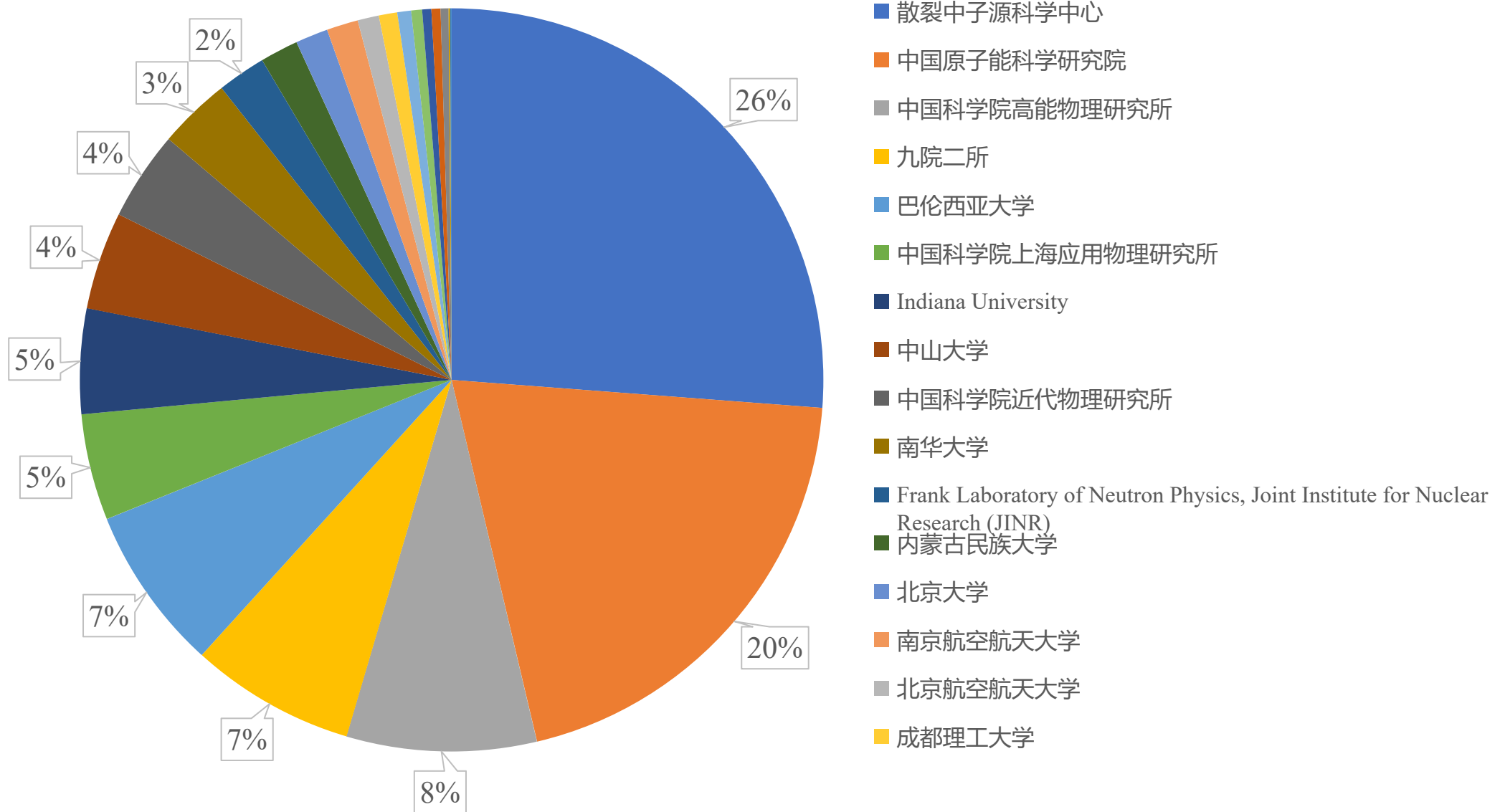


1. **2025-2026年实验情况**
2. **白光中子实验装置的发展及成果**
3. **白光中子实验的申请及未来实验提案建议**

过去一年供束计划和执行情况

- 2025年下半年Back-n实验供束情况
 - 10月3日-2月2日
 - 供束：2744小时，开展21项实验
- 2026年上半年Back-n实验供束情况
 - 3月4日-7月8日，
 - 供束：2395小时，开展22项实验
- 2025年发表用户论文16篇
- 2026年至今发表用户论文16篇

实际供束：5139小时



提纲

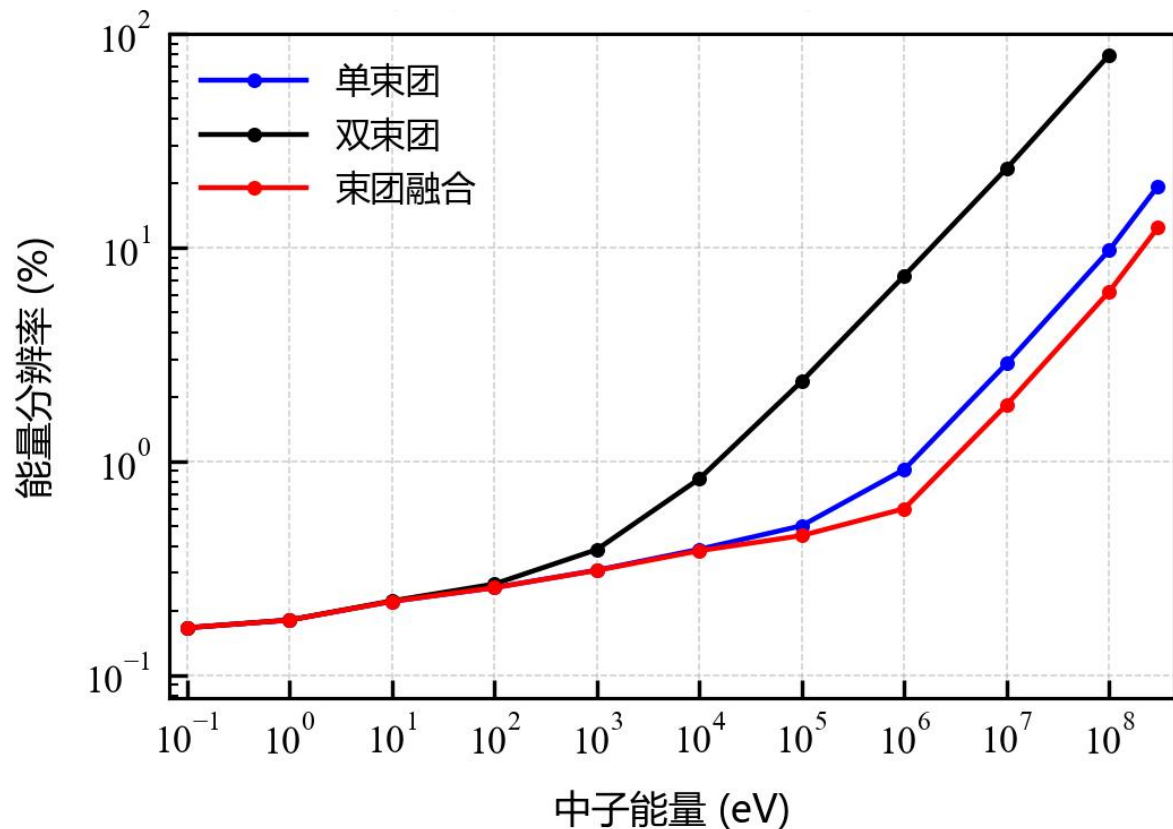
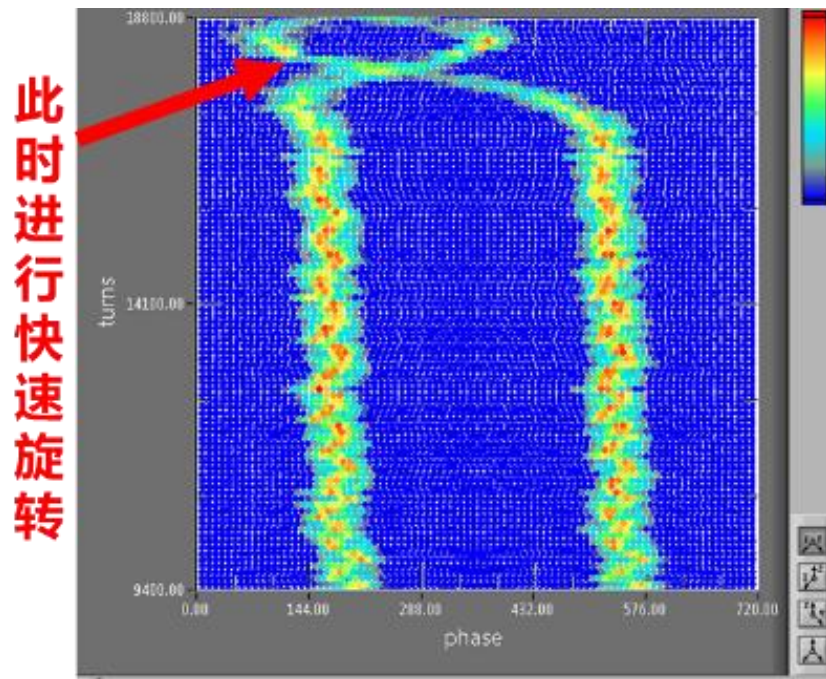
1. 2025-2026年实验情况
2. **白光中子实验装置的发展及成果**
 1. 装置建设与升级
 2. 白光中子成果应用
 3. 国际用户发展
3. **白光中子实验的申请及未来实验提案建议**

装置建设与升级

Instruments construction
and upgrade

探测器标定及技术发展

- 全年提供单束团时间144小时
 - 4月30日-5月6日：144小时
- 持续推进双束团融合技术
 - 2027年进行融合实验

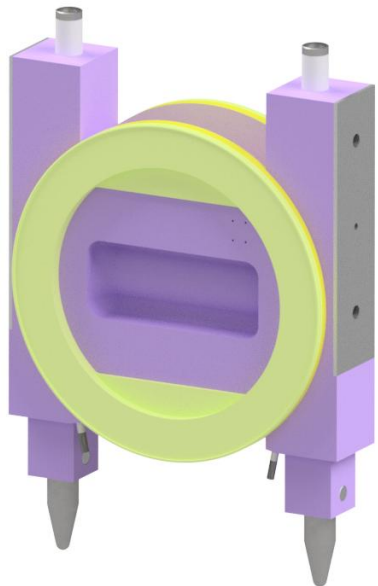


国家自然科学基金重点项目，强流质子同步加速器快速束团融合物理与技术研究, 2026-01-01 至 2030-12-31

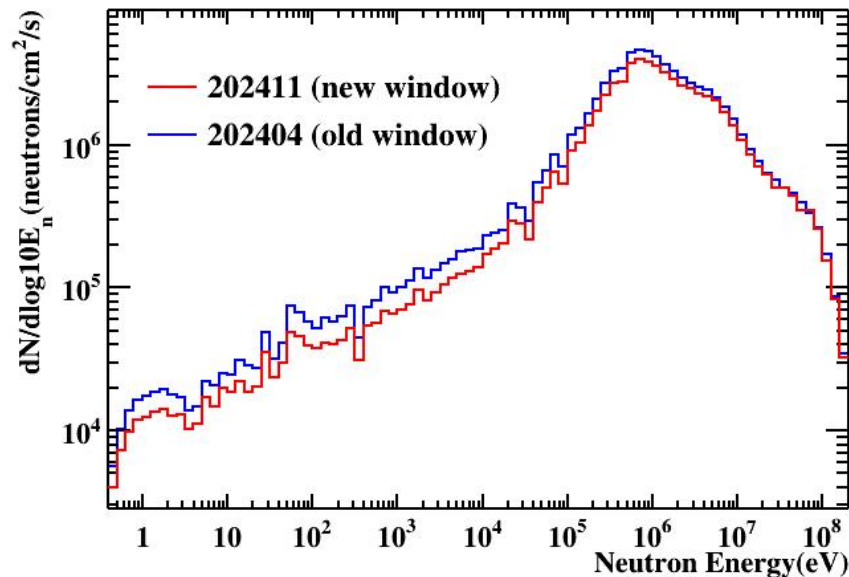
新质子束窗对白光中子能谱影响



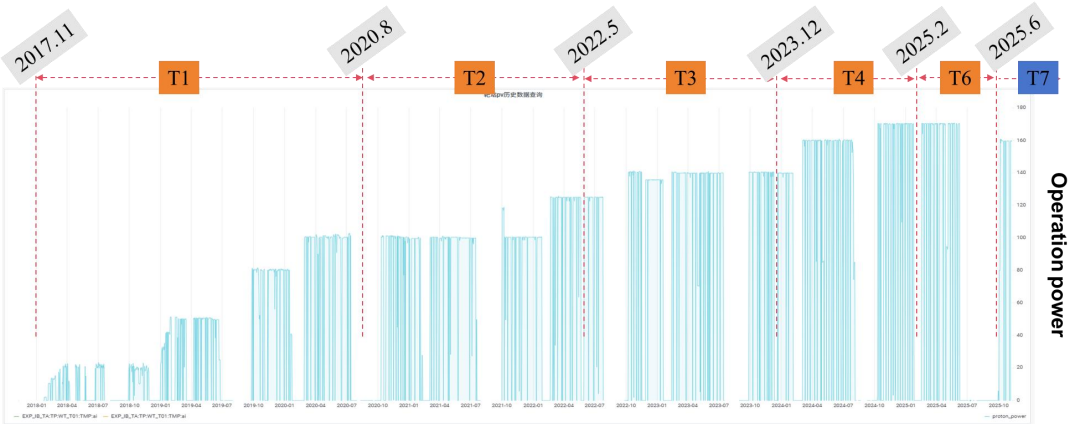
2024年暑期更换质子束窗
2025年初及年中分别更换散裂靶



新束窗机构图



新束窗对Back-n能谱的影响

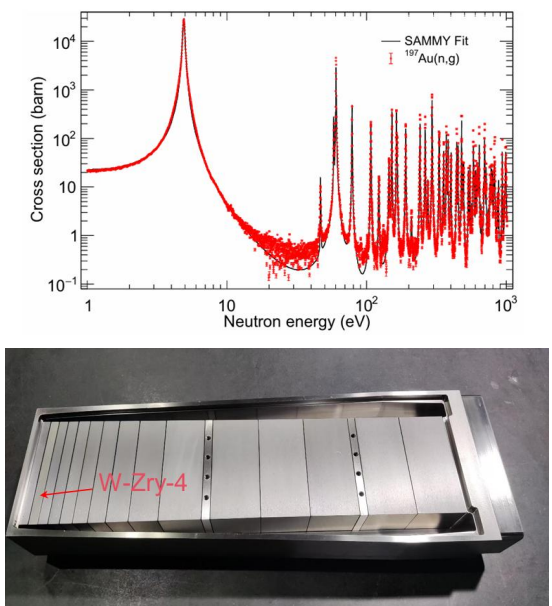


CSNS换靶情况



中子俘获反应测量所需能谱

- 中子俘获反应是每年反角白光开展实验数量最多的实验类型；反角白光是国内唯一一条能开展共振区测量的中子束线，发挥重要的作用。eV至keV能区**中子共振峰多且密**，**高精度能谱**是俘获反应截面精确测量的前提。
- 长期**缺乏**中子俘获反应测量研究所需的反角白光实验厅二**50-15-40准直器**组合条件下的中子能谱。更改中子束窗结构及多次靶体结构调整(例如，钽包钨→钨包钨)带来的**能谱结构改变**。
- 针对用户对不同周期开展实验相对应的能谱的迫切需求，利用2022年开展的能谱测量实验的、2024及2025年**束流监测器**的数据。开展分析得到2022-2025.5期间**实验厅二50-15-40准直器**组合条件下的**高精度中子能谱**，可以帮助中子俘获反应截面测量研究相关用户取得更加精确的物理结果。



1 piece Zry-4 coated W target plate in T6
物理学报, 2026, 75(2): 020115

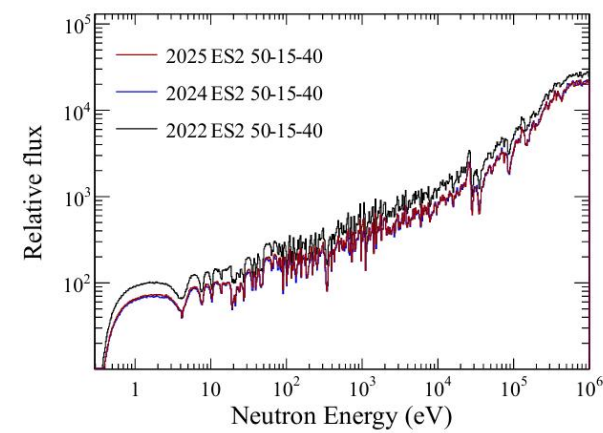


图 9: 近三年 50-15-40 准直器设置的相对能谱

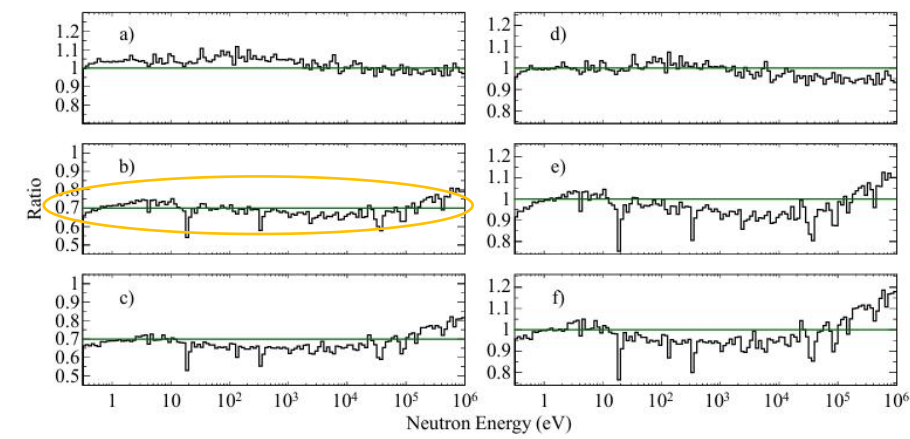


图 10: (a)-(c): 近三年 50-15-40 准直器设置能谱的相对通量对比.(d)-(f): 使用 1 eV-2 eV 面积归一前和归一后, 近三年 50-15-40 准直器设置能谱的相对通量的比值. (a) 2025/2024; (b) 2025/2022; (c) 2024/2022; (d) 2025/2024; (e) 2025/2022; (f) 2024/2022.

基于 $^{10}\text{B}(\text{n}, \alpha_1)^7\text{Li}^*$ 反应的中子能谱和全截面测量系统

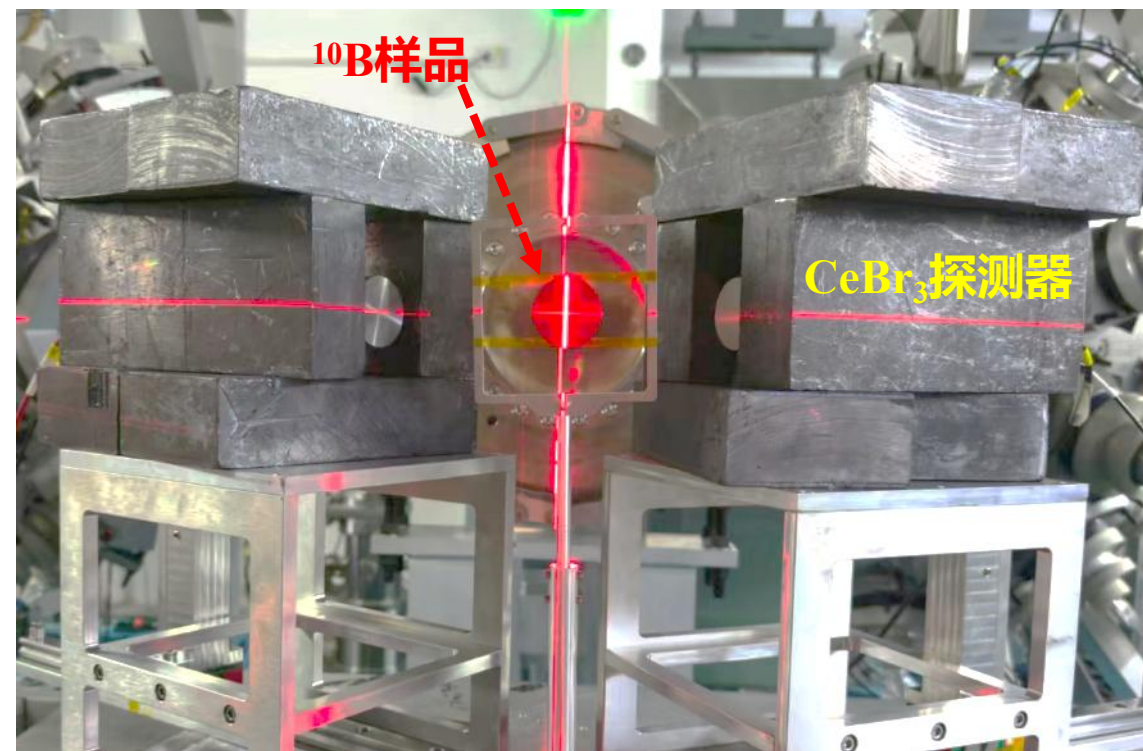
利用高纯 ^{10}B 样品作为中子探测材料，使用高分辨的 CeBr_3 伽马探测器测量 $^{10}\text{B}(\text{n}, \alpha_1)^7\text{Li}^*$ 反应放出的478keV伽马射线，实现1MeV以下中子能谱测量，同时也可用作中子全截面测量系统。

优势：

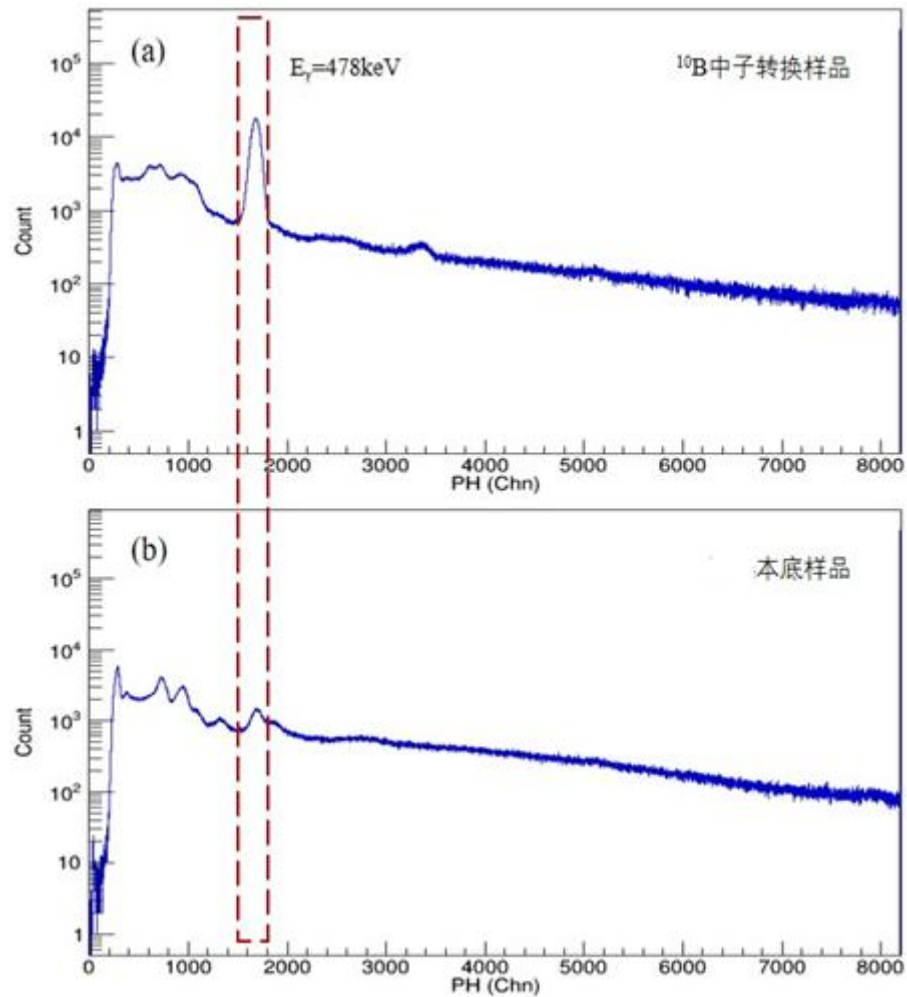
- ✓ $^{10}\text{B}(\text{n}, \alpha_1)^7\text{Li}^*$ 的反应截面在1MeV以下是标准截面；
- ✓ 该系统在1MeV以下探测效率曲线平滑；
- ✓ 探测效率较高，约6小时可完成EH2的60-30-30孔径能谱测量，100bpd条件下统计不确定度小于1.5%；
- ✓ 系统构造简单，信噪比较高，配合数字化仪在线分析，数据量较小。

缺点：

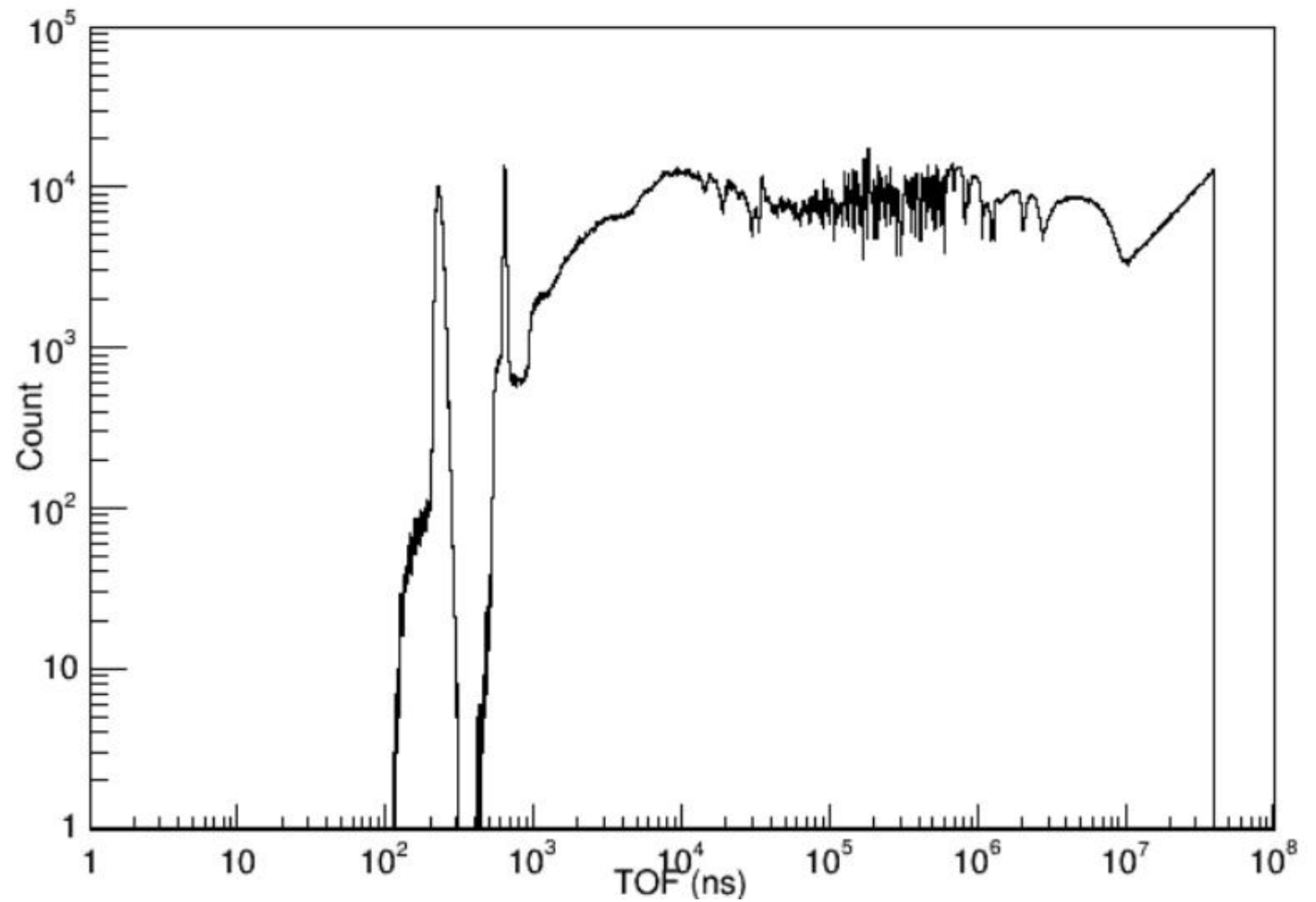
- ✓ 1MeV以上测量精度显著降低；
- ✓ 需额外测量本底（ ^{10}B 样品外壳）



实验结果

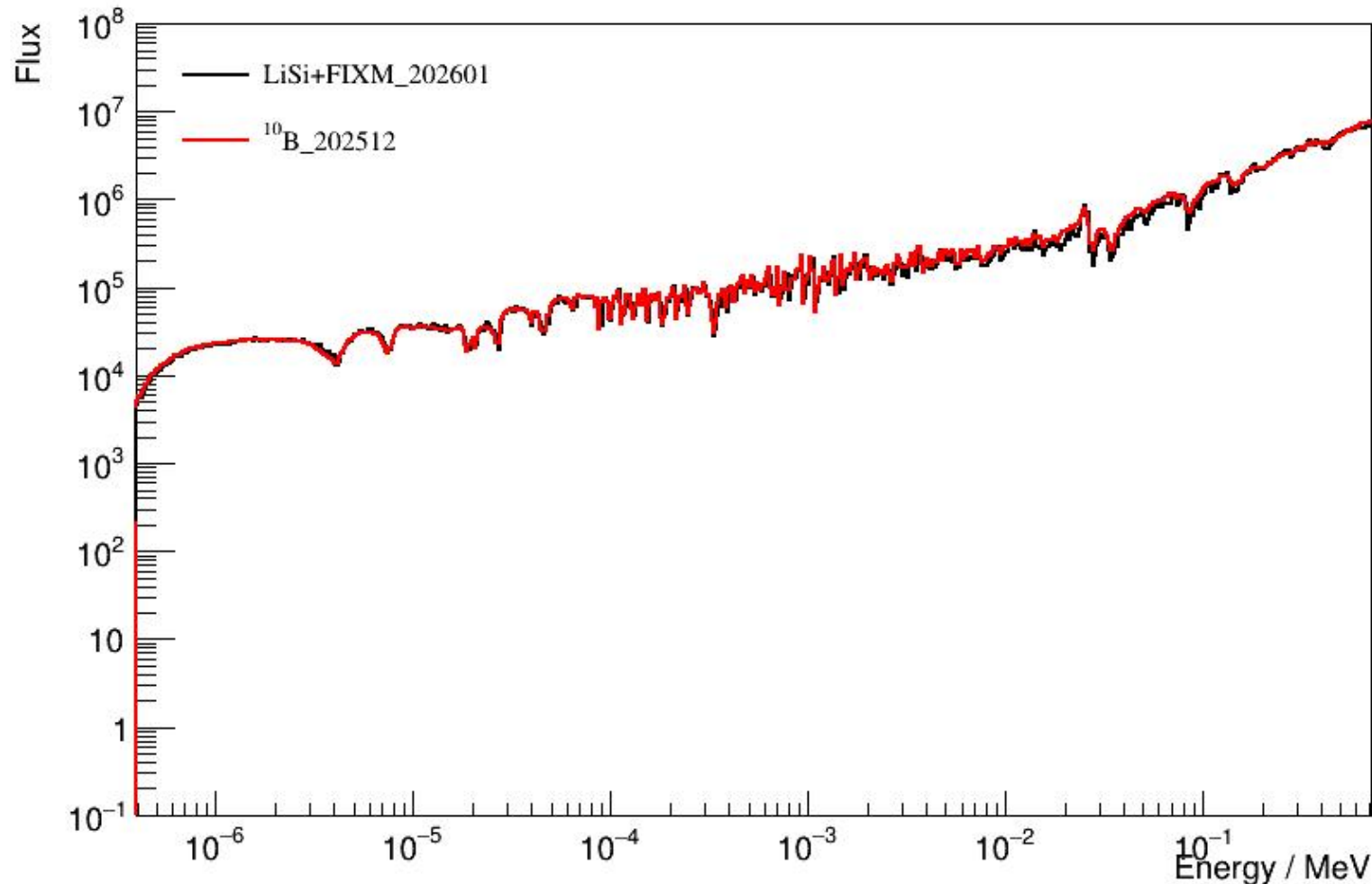


CeBr₃探测器能量沉积谱



CeBr₃探测器飞行时间谱

与白光能谱对比

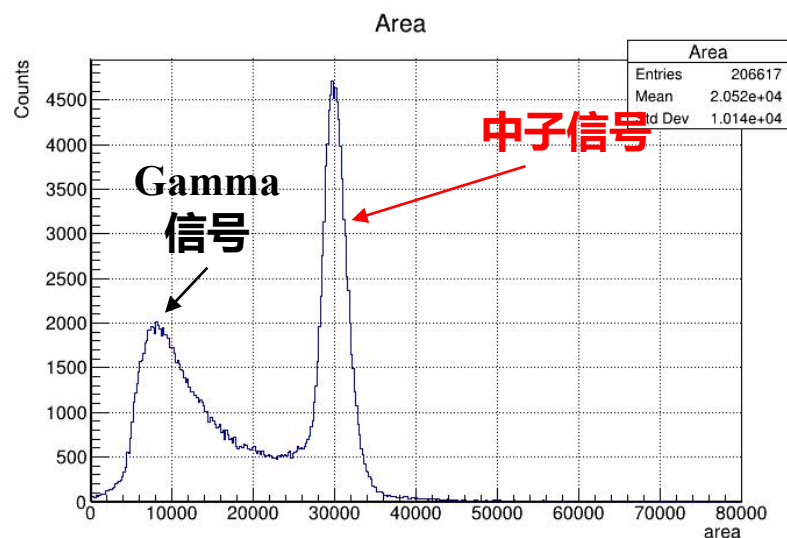


中子能谱测量结果
比较： ^{10}B 测量结果
与LiSi+FIXM测量
结果在0.4 eV-700
keV能区具有较好
的一致性 (EH2@60-
30-30) 。

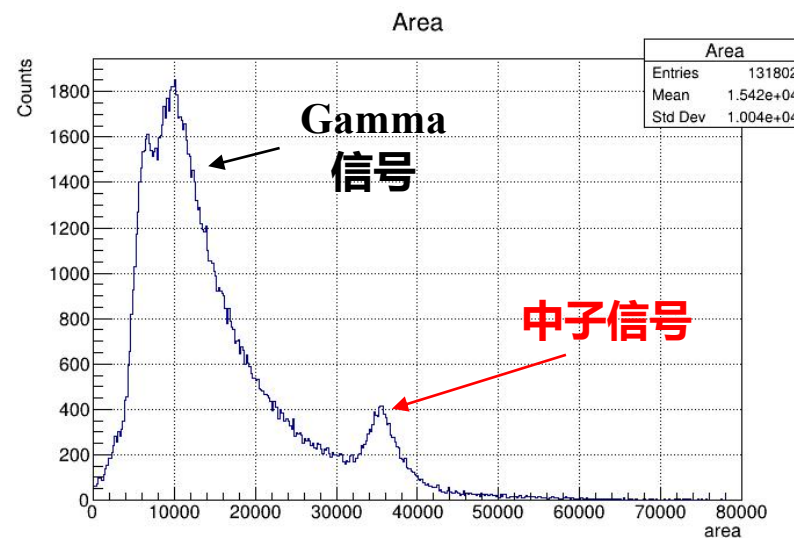
锂玻璃

◆厅1开展6Li, 7Li玻璃探测器刻度:

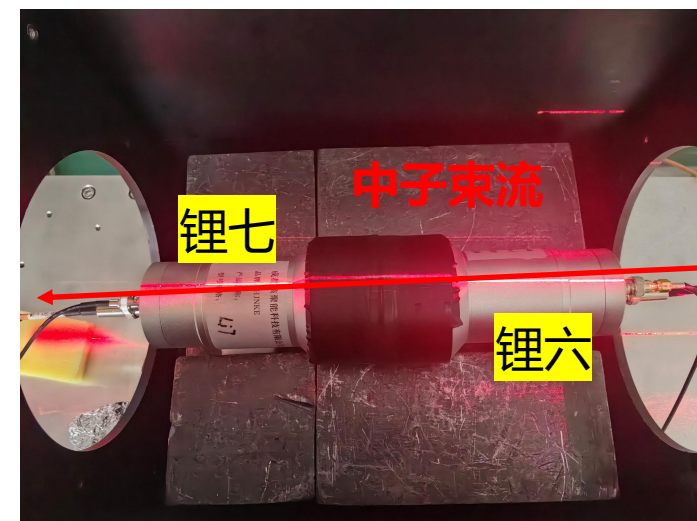
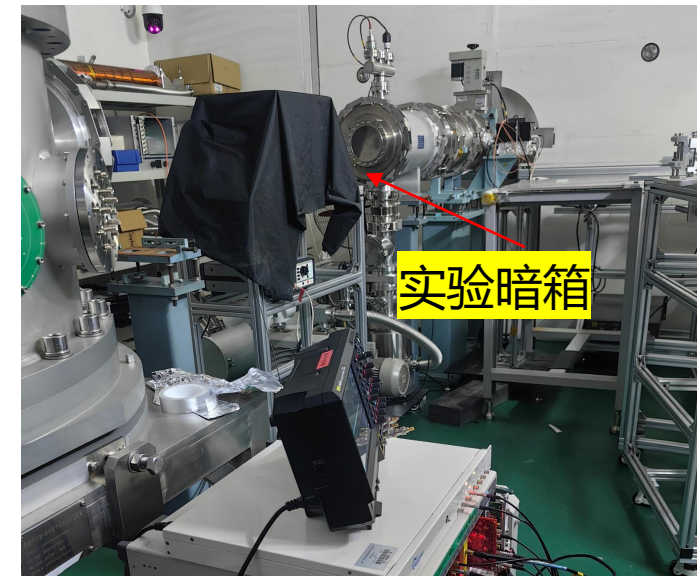
- 探测器尺寸: $\Phi 70\text{mm} \times 1\text{mm}$
- 6Li: 丰度>95%, 低能中子、高效率
- 7Li: 天然锂, gamma本底测量
- 实验束斑: 12-15/50-15



6Li探测器波形面积



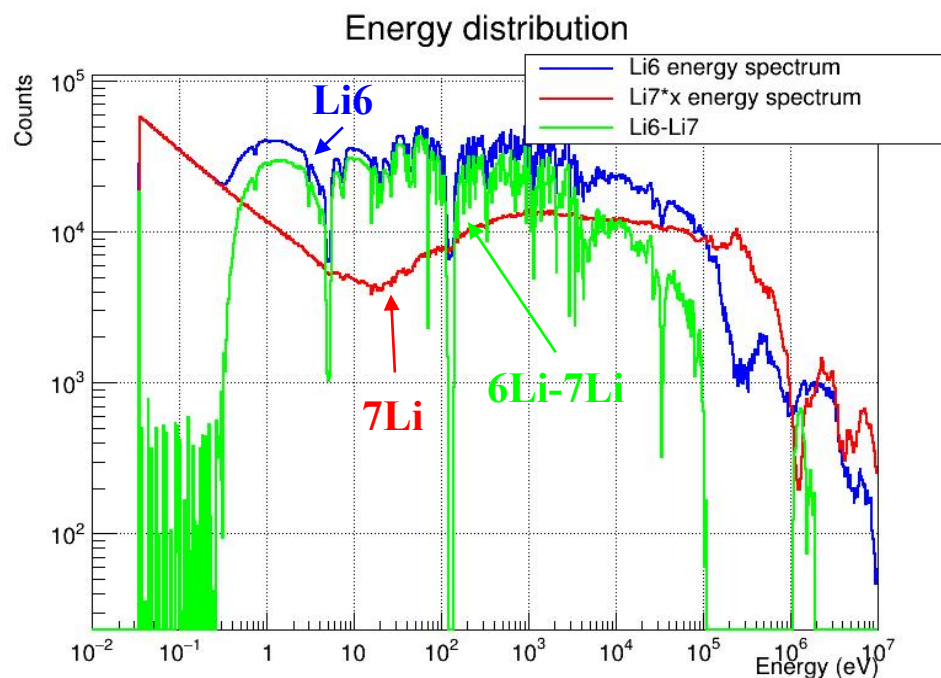
7Li探测器波形面积



测试结果

◆能谱测量

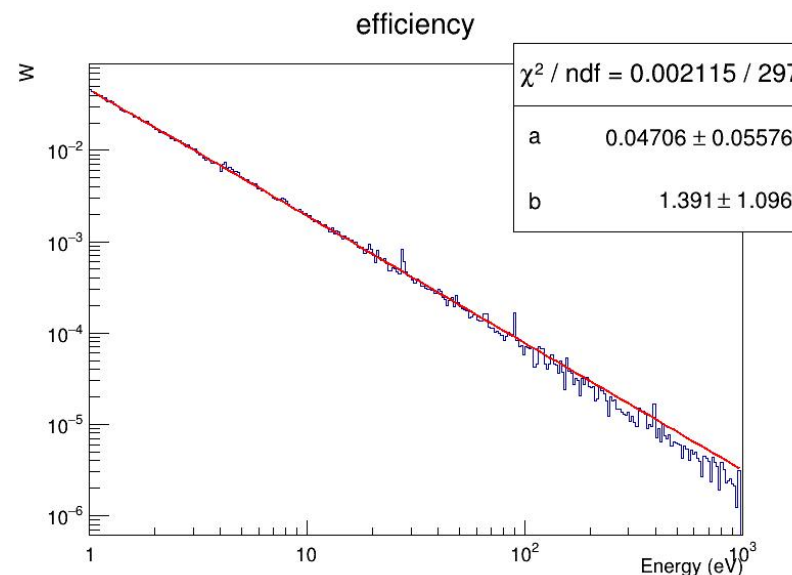
- 飞行时间法计算中子能量
- ^6Li 能谱- ^7Li 能谱



^6Li 、 ^7Li 探测器能谱

◆效率刻度

- $W = 1 - \exp(-a \cdot E^{-b})$;
- 探测效率: $\sim 5\%$ @ 1eV
- 探测效率: $\sim 7\%$ @ 0.75eV



^6Li 探测器效率

更详细实验结果见本次会议散裂 吕游报告

反角白光中子源束斑测量

- **背景：**过去从未对白光中子源两个实验厅的束斑开展过全面测量和细致分析（只有零星的部分测量）
- **更新散裂靶后，**有必要对back-n中子束斑重新测量
- **意义：**束斑是中子束关键特征之一，是Back-n上开展各类实验的基础

2024年12月和2025年2月完成两轮全面的束斑测量实验

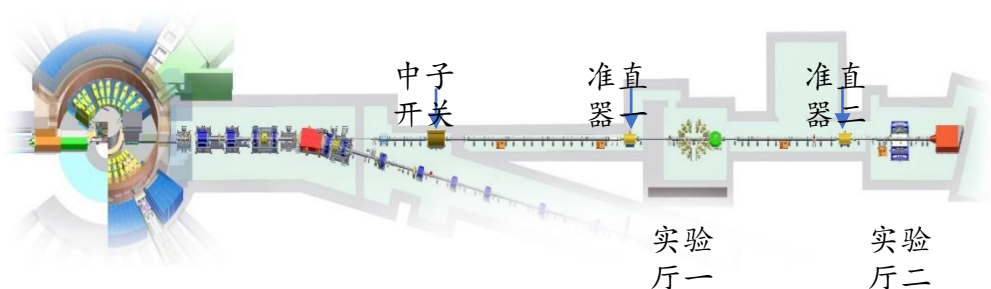
根据用户实验需求，完成以下10种束斑测量

ES#1中

- Φ 12- Φ 15 Φ 12- Φ 50
- Φ 50- Φ 15 Φ 50- Φ 50
- Φ 76- Φ 76

ES#2中

- Φ 12- Φ 15 - Φ 40 （标准Φ30mm束斑）
- Φ 50- Φ 50 - Φ 58 （标准Φ60mm束斑）
- Φ 50- Φ 15 - Φ 40
- Φ 50- Φ 15 - Φ 58
- Φ 76- Φ 76 - Φ 90

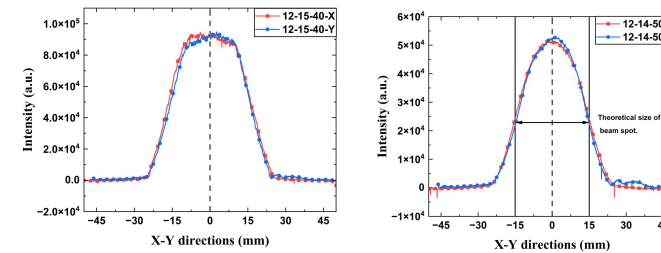
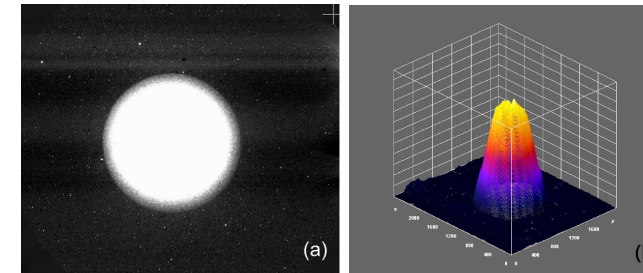


两个实验厅三组准直器孔径				
中子开关	Φ 3 mm	Φ 12 mm	Φ 50 mm	78mm×62mm
准直器一	Φ 15mm	Φ 50 mm	76mm×76mm	
准直器二	Φ 40 mm	Φ 58 mm	90mm×90mm	

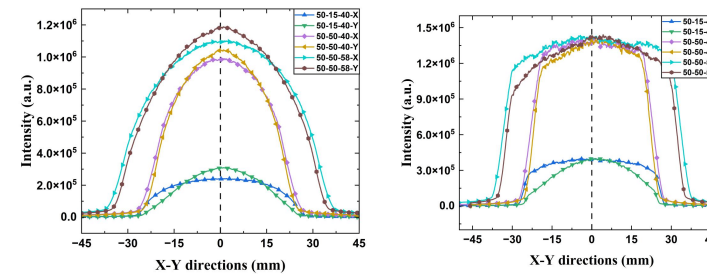
束斑模式测量与分析

一些重要发现和结论:

- 标准 $\Phi 30\text{mm}$ 束斑底宽达到**48mm**，标准 $\Phi 60\text{mm}$ 束斑底宽达到**74mm**。造成以往一些用户实验的高本底现象（ $\Phi 30$ 外仍有1/3中子）
- 除了12-15-40和12-15两个小束斑模式，其余束斑均呈现不同程度的类似椭圆形状。来自散裂靶的小孔成像效应，X方向大于Y。



标准 $\Phi 30\text{mm}$ 束斑

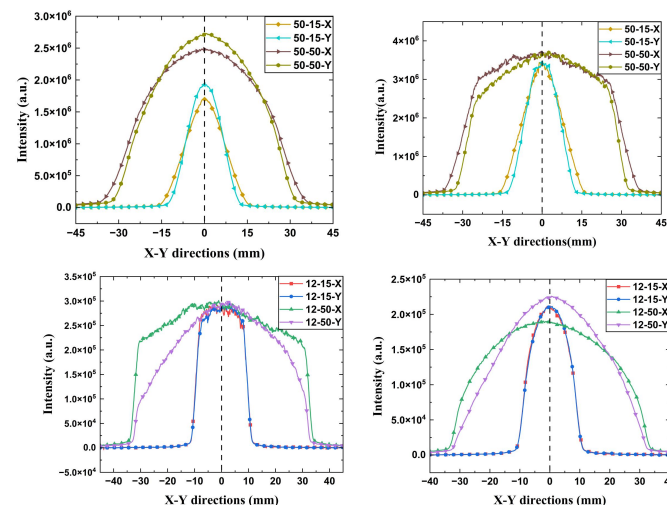


ES#2其它束斑投影与剖面分布

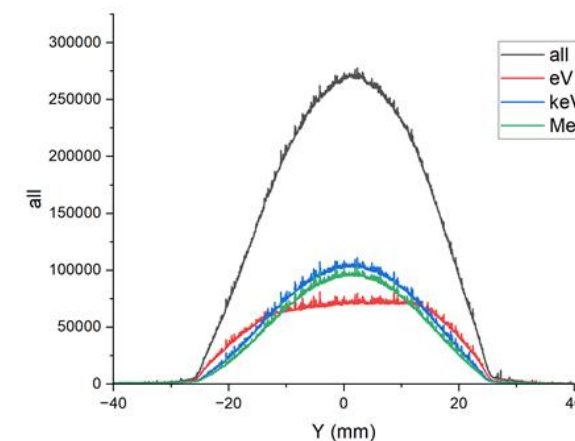
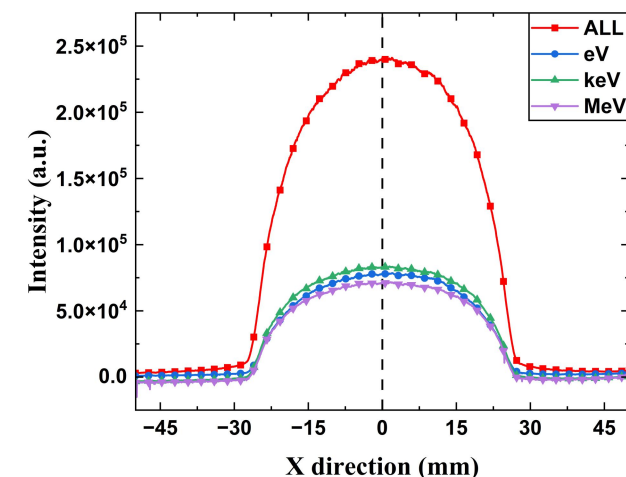
束斑模式测量与分析

- 所有ES#1的束斑均呈现中心强，向四周逐渐减弱的态势，没有相对平整区域。
- 分能区测量证实了束斑与中子能量无关。但唯独ES#1的50-15-40束斑的eV能区分布异常，经多次复测确认。需提醒用户实验注意。

这些结果为白光用户实验提供了更具体、包含更多细节的全部束斑数据，对实验准备、实施和数据分析有重要意义



实验厅一束斑投影和剖面

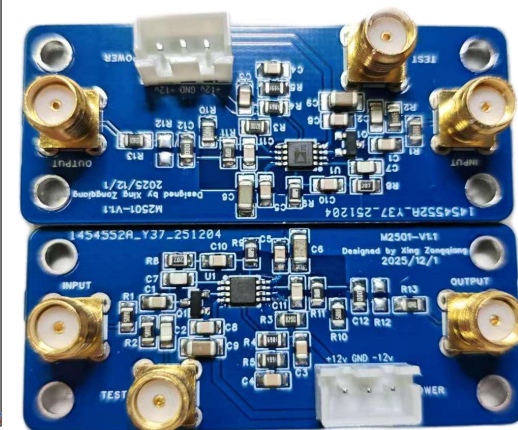
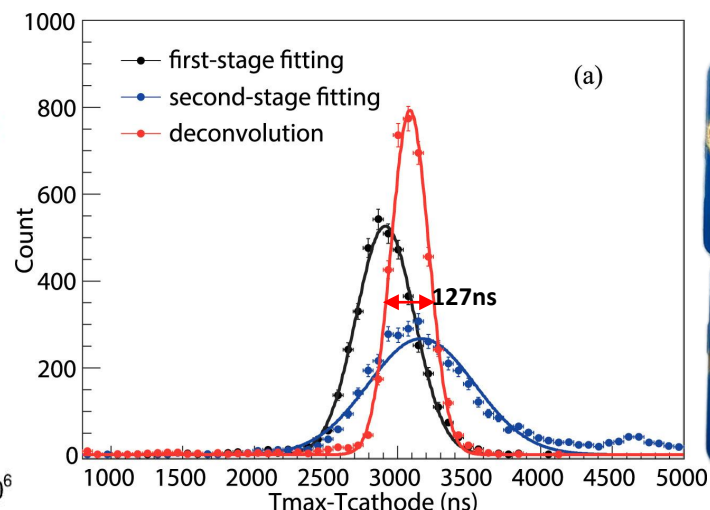
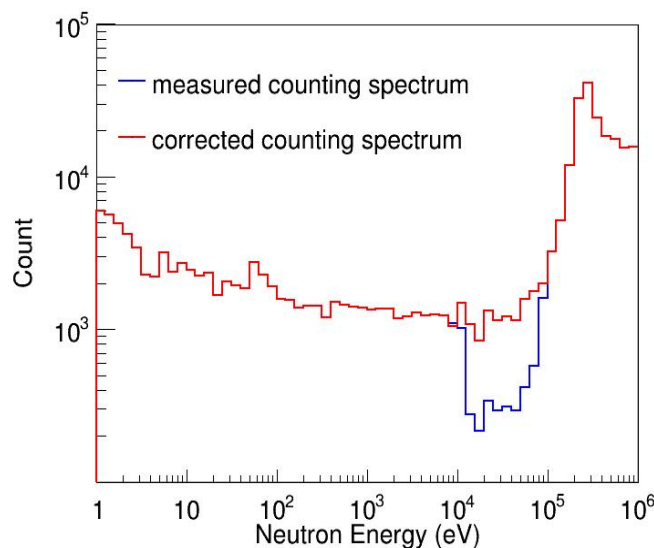
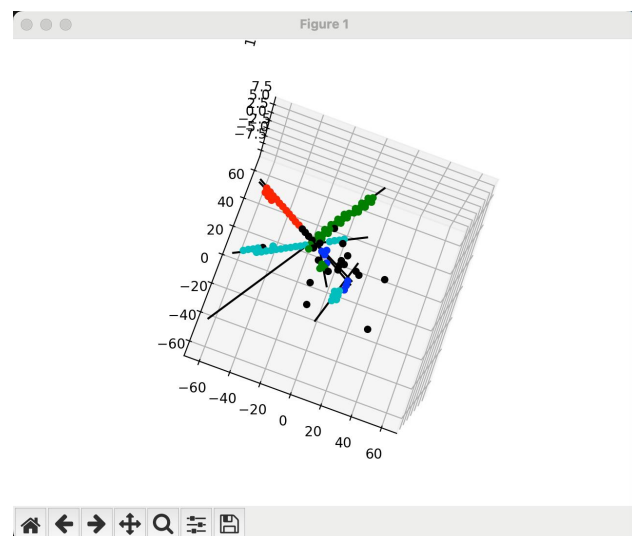
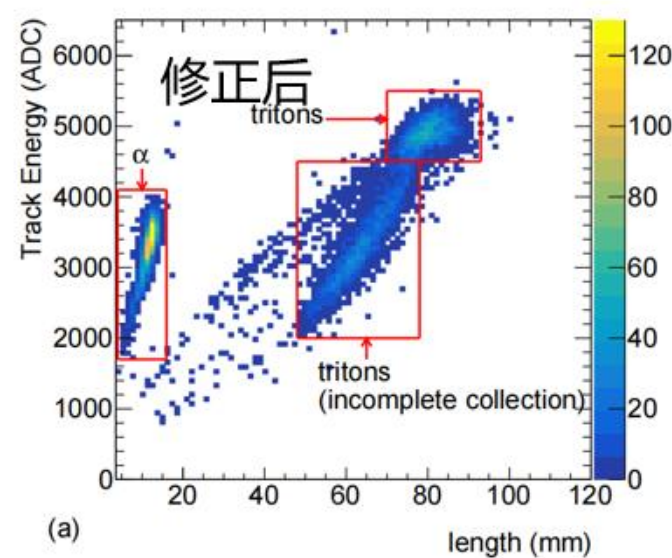
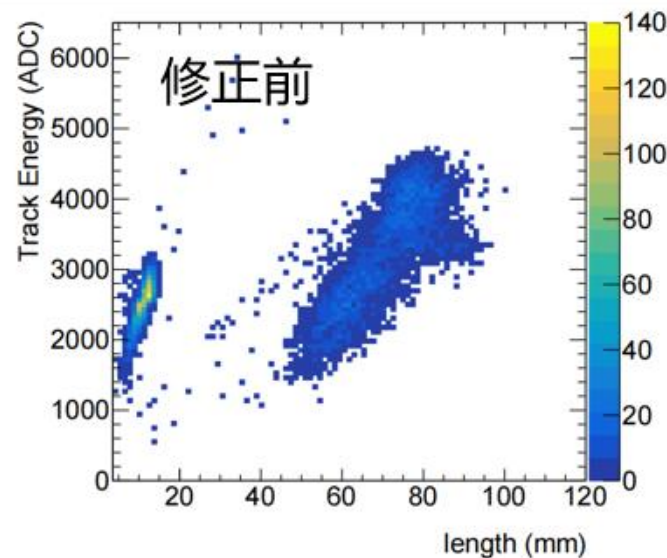


束斑分能区测量

Xinyu Yuan, **Qiang Li***, Ruirui Fan et al., Measurement of the beam spot characteristics at the CSNS Back-n white neutron source, Nuclear Engineering and Technology (*under review*)

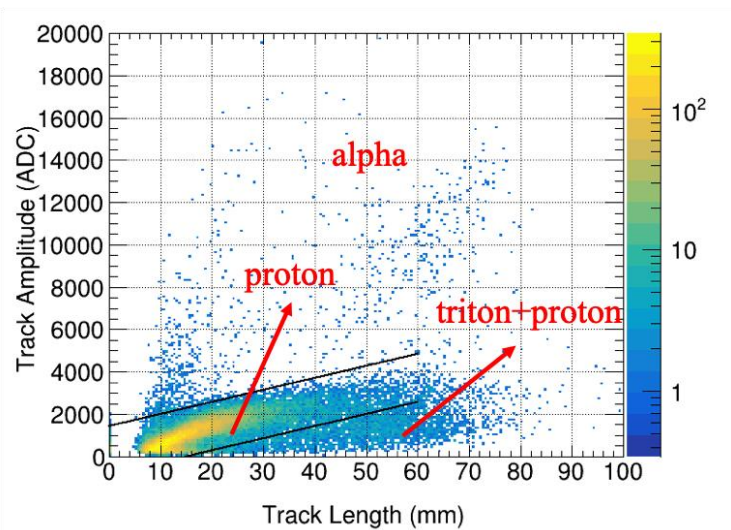
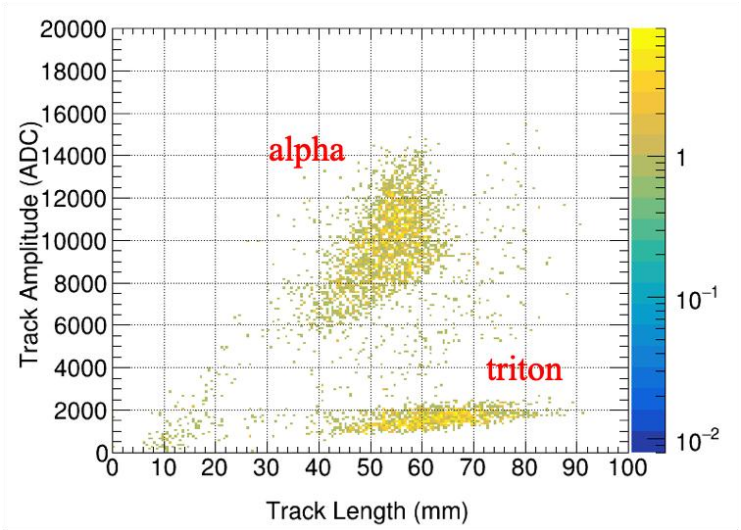
MTPC

1. 阳极板气隙刻度
2. 径迹重建算法升级
3. 死时间修正算法
4. 电子学信号算法改进
5. 阴极前放研制



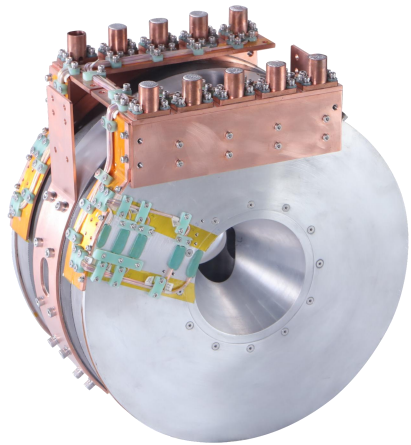
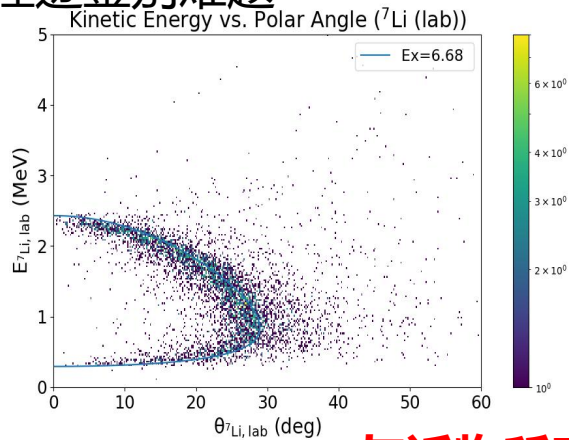
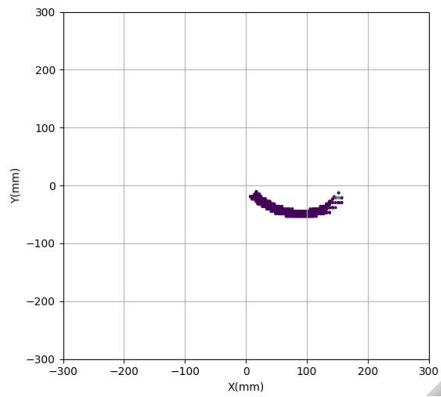
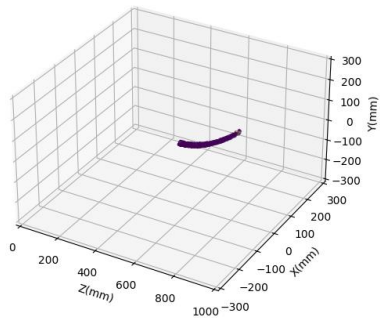
更详细实验结果见本次会议散裂 易哈报告

低温系统加入



项目	值
中心磁场	3 T
磁体孔径	300 mm
杜瓦室温孔径	220 mm
好场区范围	Φ200 mm×500 mm
磁场均匀度	±3%

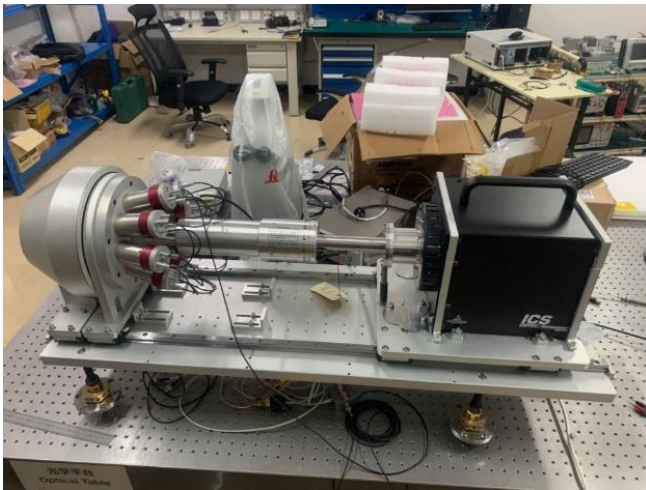
高能区轻带电粒子同位素区分是TPC径迹鉴别难题



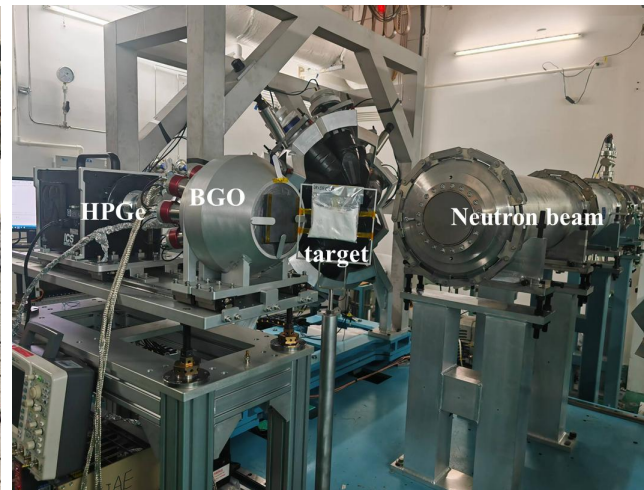
与近物所唐晓东老师合作，近物所提供超导螺线管

高纯锗阵列探测器

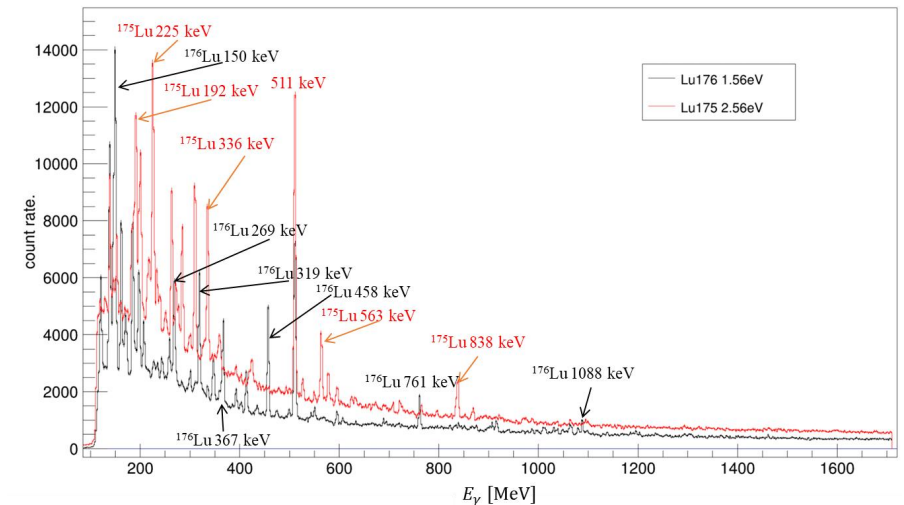
- 反角白光目前**有一台**N型的HPGe+ BGO反康组成的探测系统，并且有相应的数字化获取系统；基于这套探测系统已经开展了 ^{nat}Lu 靶高自旋态实验；
- 利用这台探测器，通过时间分辨瞬发伽马中子活化分析技术，计算得到 $^{175}\text{Lu}/^{176}\text{Lu}$ 相对含量 $\sim 0.0245\%$ ，与天然丰度比 0.0256% 非常接近；
- **单台高纯锗覆盖立体角小，并且无法做伽马关联，为精确的实验开展及测量带来了挑战。**



Back-n 反康高纯锗探测器系统



Lu靶实验设置

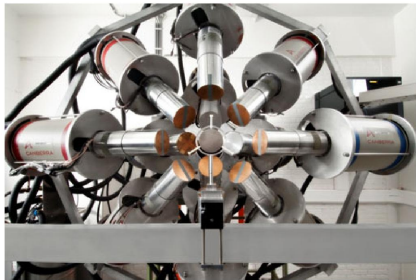


^{175}Lu 和 ^{176}Lu 共振峰的瞬发伽马谱

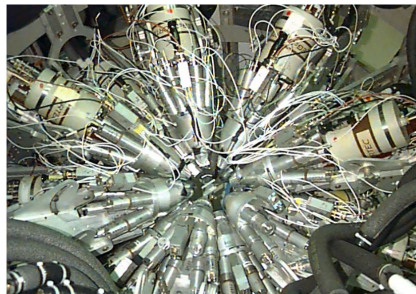
高纯锗探测器阵列

- 中科院尾改项目+负缪子仪器项目
- 计划今年年底前建设10台以上高纯锗阵列探测器
- 最大限度与GTAF复用支撑结构（制冷结构）

装置	伽马射线谱学平台	探测器类型
比利时 GELINA	GAINS	12个同轴高纯锗
	GRAPHEME	4个同轴高纯锗
日本 J-PARC BL04	ANNRI	22个高纯锗探测器（2个Cluster高纯锗探测器+8个同轴高纯锗）
美国 LANSCCE WNR	GEANIE	15个同轴高纯锗+11个平面高纯锗+BGO反康探测器



GAINS(@GELINA 200m) : 主要测量稳定核素(²³Na、⁵⁶Fe、²⁰⁸Pb等)的 (n, xn)反应截面, 总不确定度可以达到3–5%。



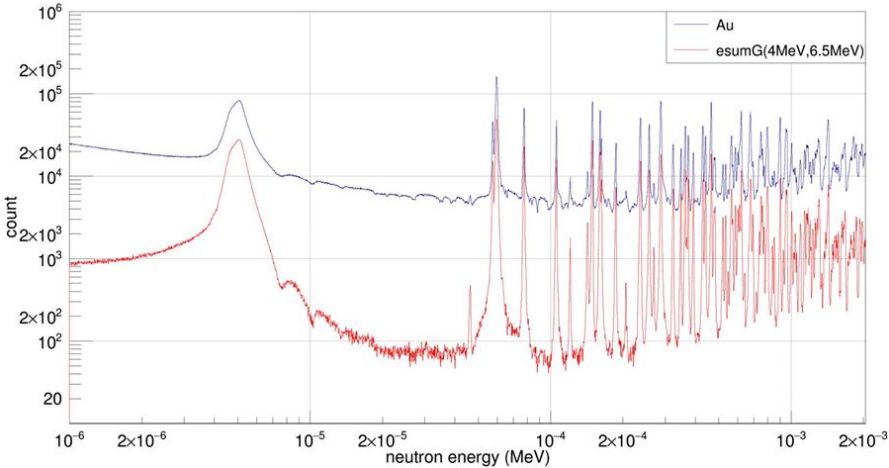
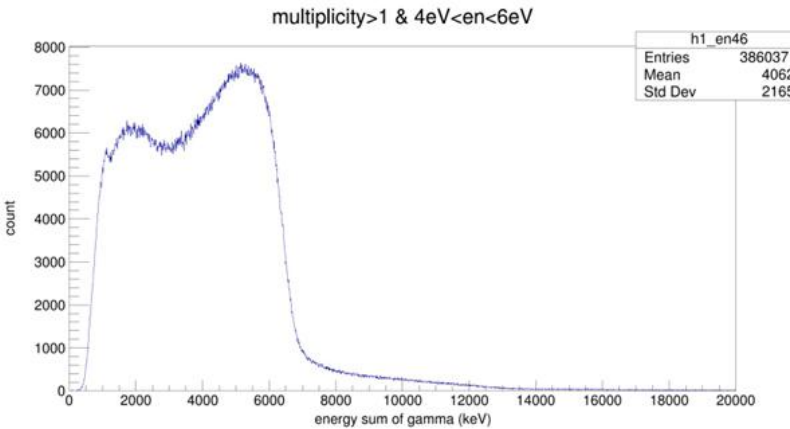
GEANIE(@ LANSCCE/ WNR 20m): 锕系核素 (如²³⁹Pu、²³⁵U) 的(n,2n)反应截面; ⁸⁹Y、⁹⁰Zr、¹⁹¹Ir、¹⁹³Ir的截面测量, ¹⁹⁷Au转动带, 以及中子标准截面修正;

指标: 9台同轴高纯锗探测器组成2π立体角覆盖的探测阵列开展测量工作。高纯锗探测器为N型, 单台探测器相对探测效率≥40%, 探测器对伽马射线的探测范围为20 keV–10 MeV, 能量分辨率 (FWHM) 达到 0.2% 以内 (2.1keV @1.332 MeV 伽马射线), 峰康比达到≥55:1。

升级版共用电子学联调、布置

- 共用电子学被应用于物理实验测量中数据采集记录，是反角白光中子束线开展实验研究的**重要基础条件**。升级版共用电子学提升系统集成度与便捷性、硬件分辨率与缓存、具备FPGA在线处理信号波形，更大的在线处理及缓存能力，是未来开展实验不可或缺的设备。计划尽快布置到反角白光，投入到实际实验中。
- GTAF是反角白光对电子学要求最高的探测系统系统，面临物理事件计数率高、复杂符合逻辑、数据在线分析存储等困难。GTAF+共用电子学联调是对共用电子学的考验及测试。2025年初开始，讨论并提出解决方案。2025年3月、10月的反角白光共用电子学调试工作，参与调试人员8人。与GTAF等探测器联合调试，开展在线实验，优化电子学细节，反复迭代解决问题。
- ^{197}Au 实验显示目前GTAF+升级版共用电子学的效果已经可以**达到预期**。

参数名称	原有FDM	升级FDM
采样率	1GSPS	1GSPS
量化精度	12bit	16bit
存储深度	4Gbit	32Gbit
通道数	2	4
量程	适配SCM	1.3Vpp、3.9Vpp在线可调
最大缓存长度	32us/通道	128us/通道 支持升级500ms/通道
Pre-trigger采集长度	16us	32us
在线触发	S1/S2/S3	S1/S2/S3
在线处理	-	CFD、PSD、QDC

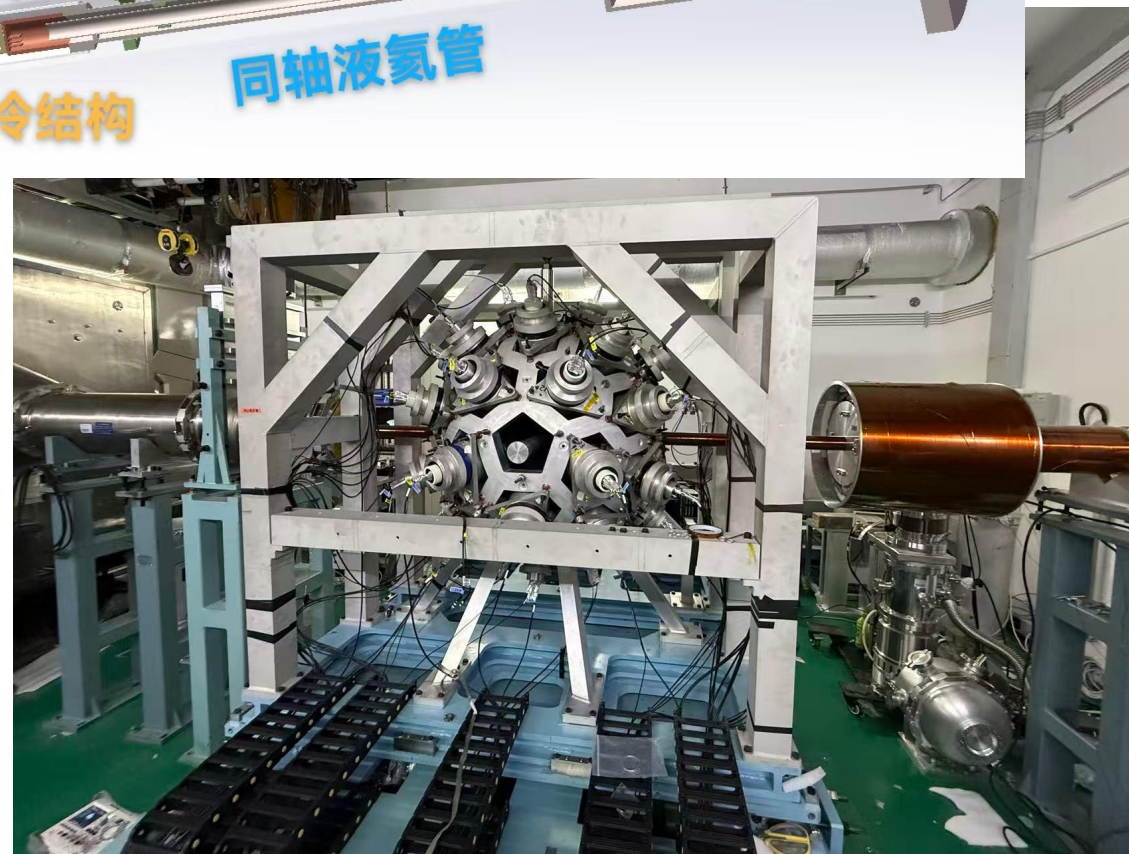
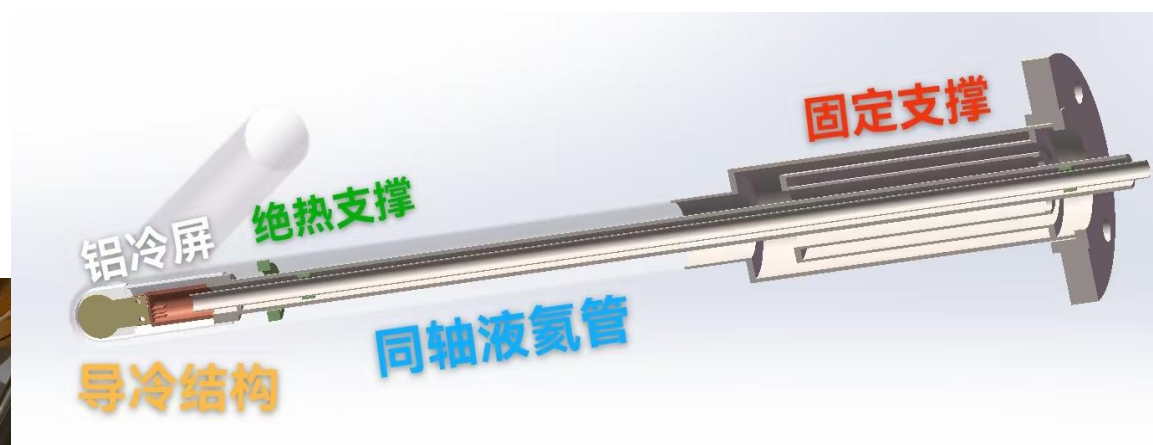
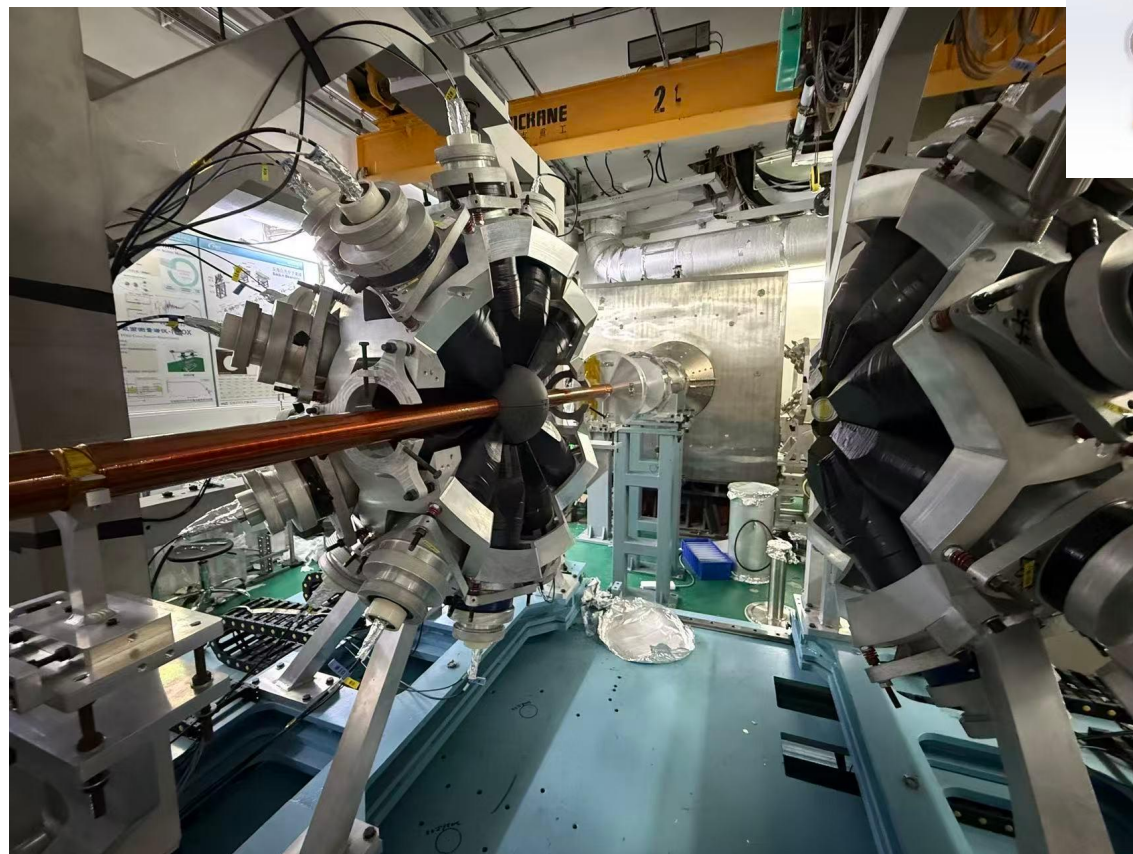


新版共用电子学FDM板升级情况

^{197}Au 的加和能

GTAF+新版共用电子学测量得到的 ^{197}Au 的中子共振

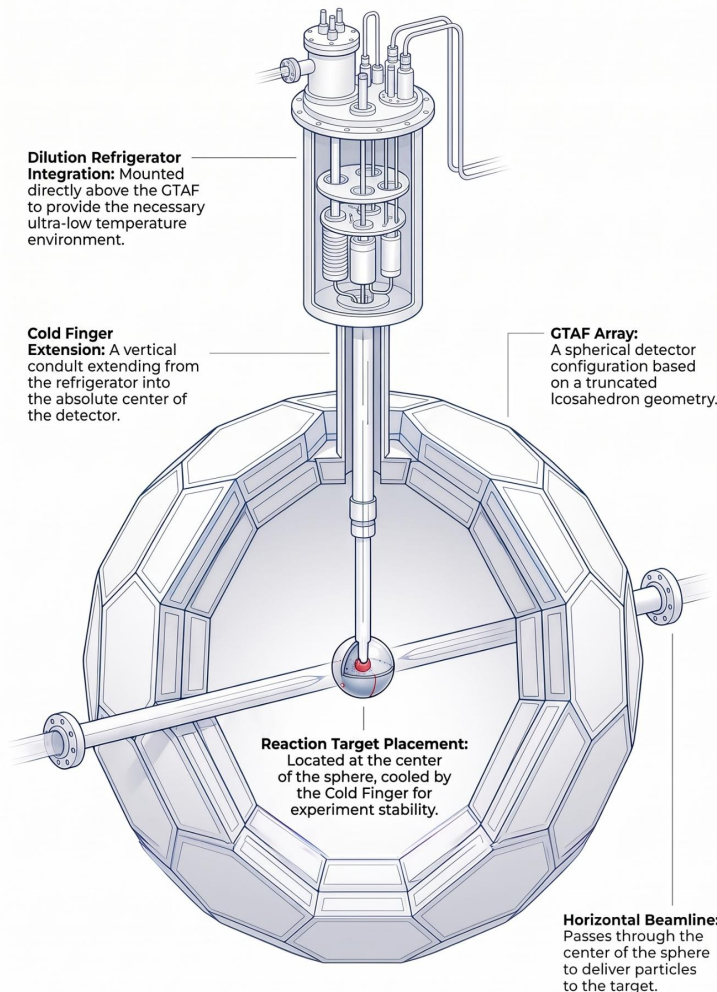
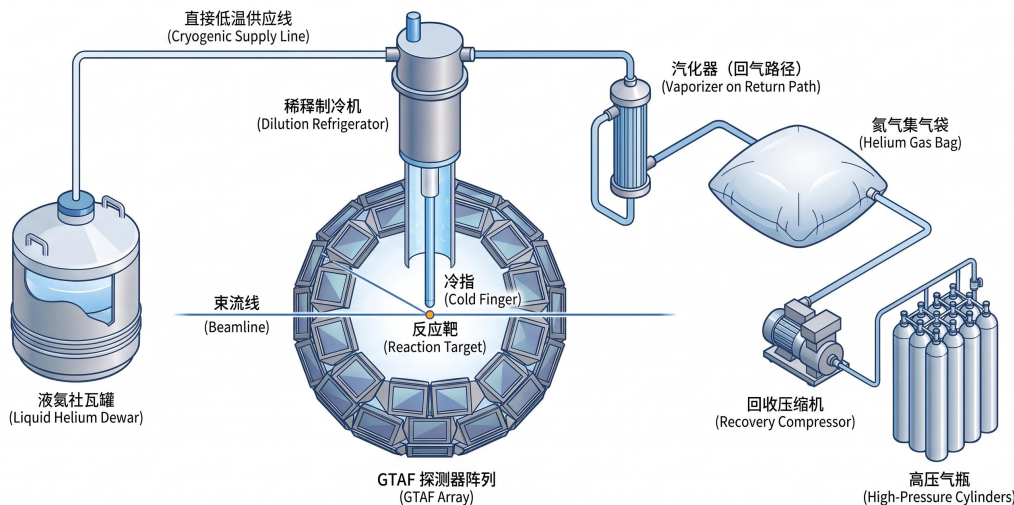
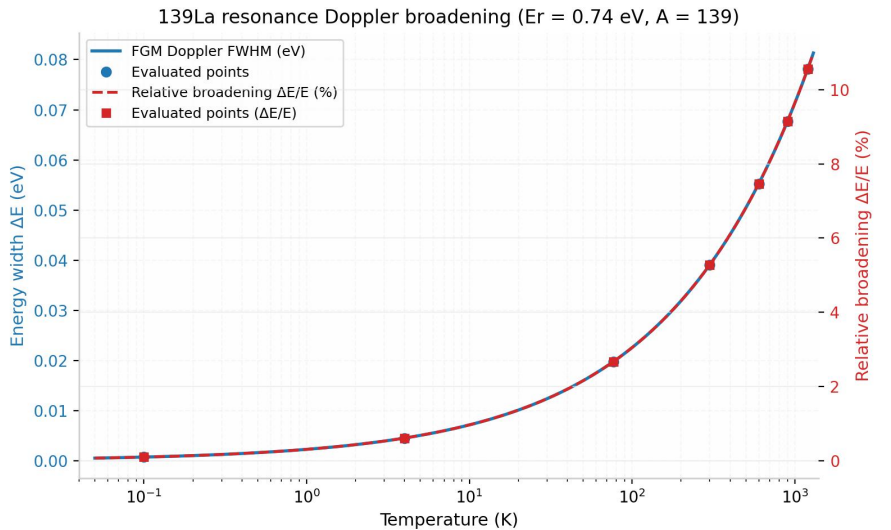
GTAF探测器改造



为NOPTREX实验改造了样品架和换样器，同时匹配了新的含硼聚乙烯球

未来的靶低温系统

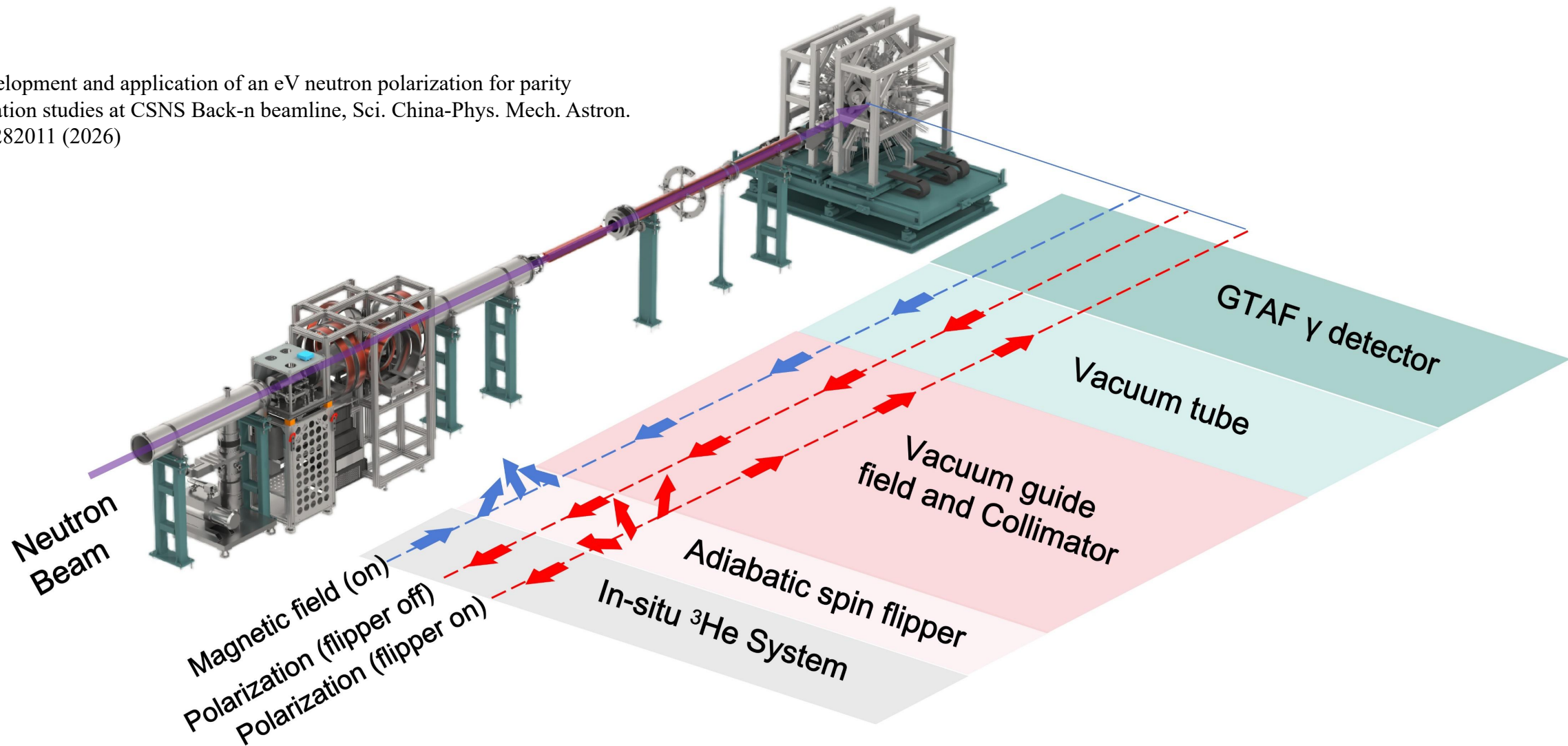
GTAF Instrumental Layout and Cooling System Schematic



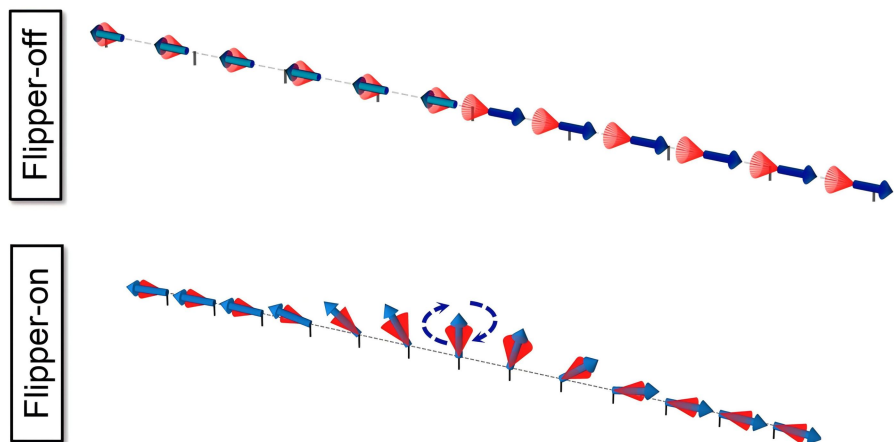
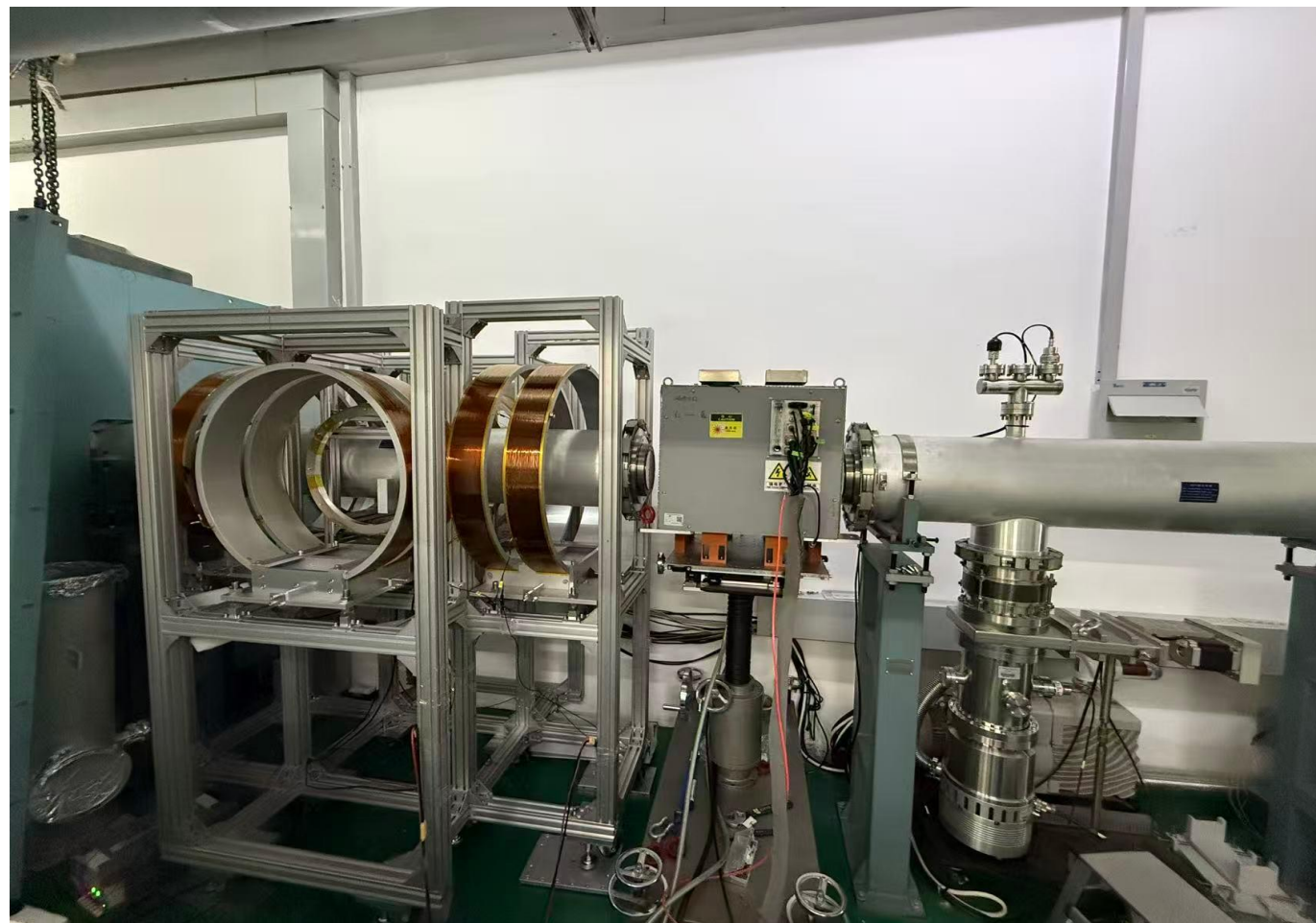
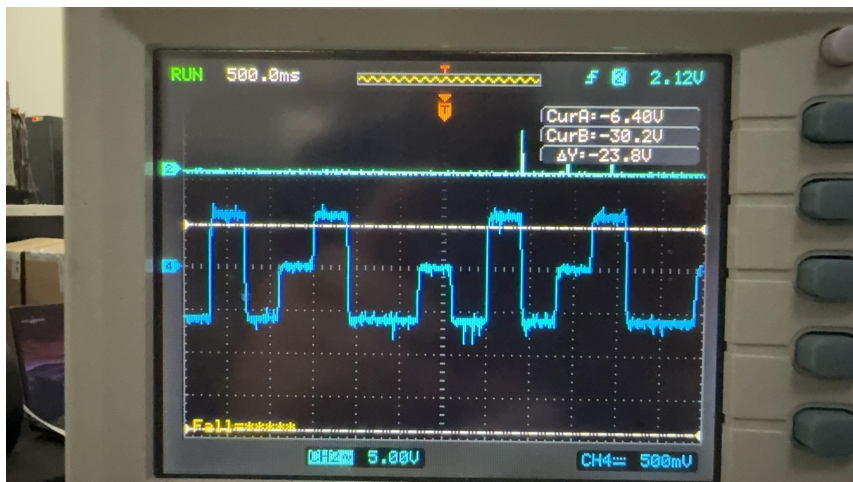
与散裂低温组，中科院理化所合作研制靶的低温系统，目标将实验靶冷却至100mK。

极化中子系统

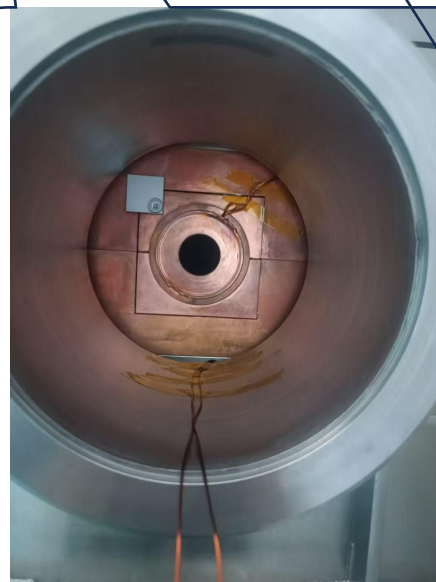
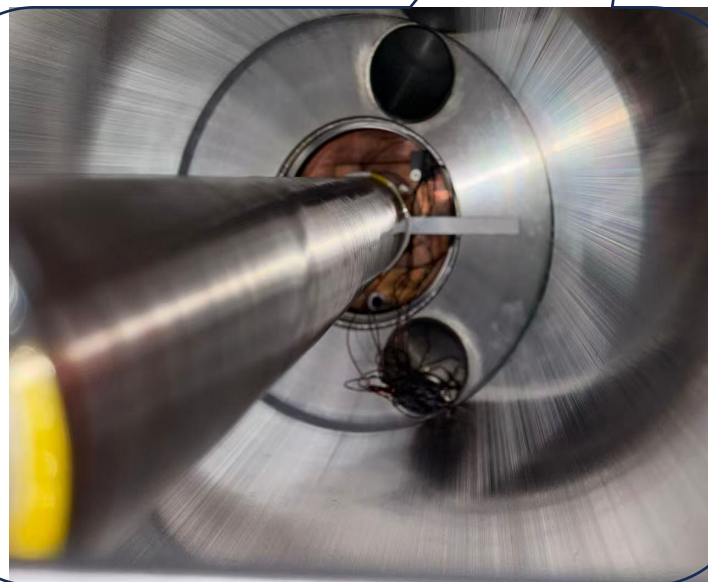
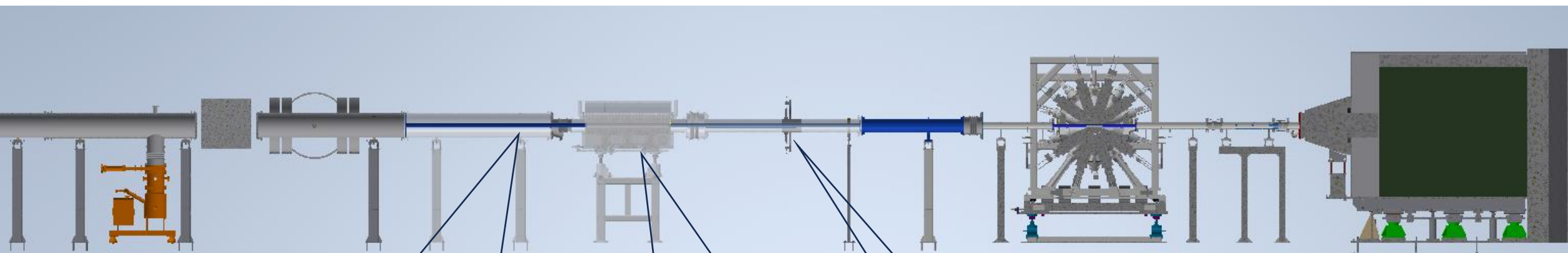
Development and application of an eV neutron polarization for parity violation studies at CSNS Back-n beamline, Sci. China-Phys. Mech. Astron. 69, 282011 (2026)



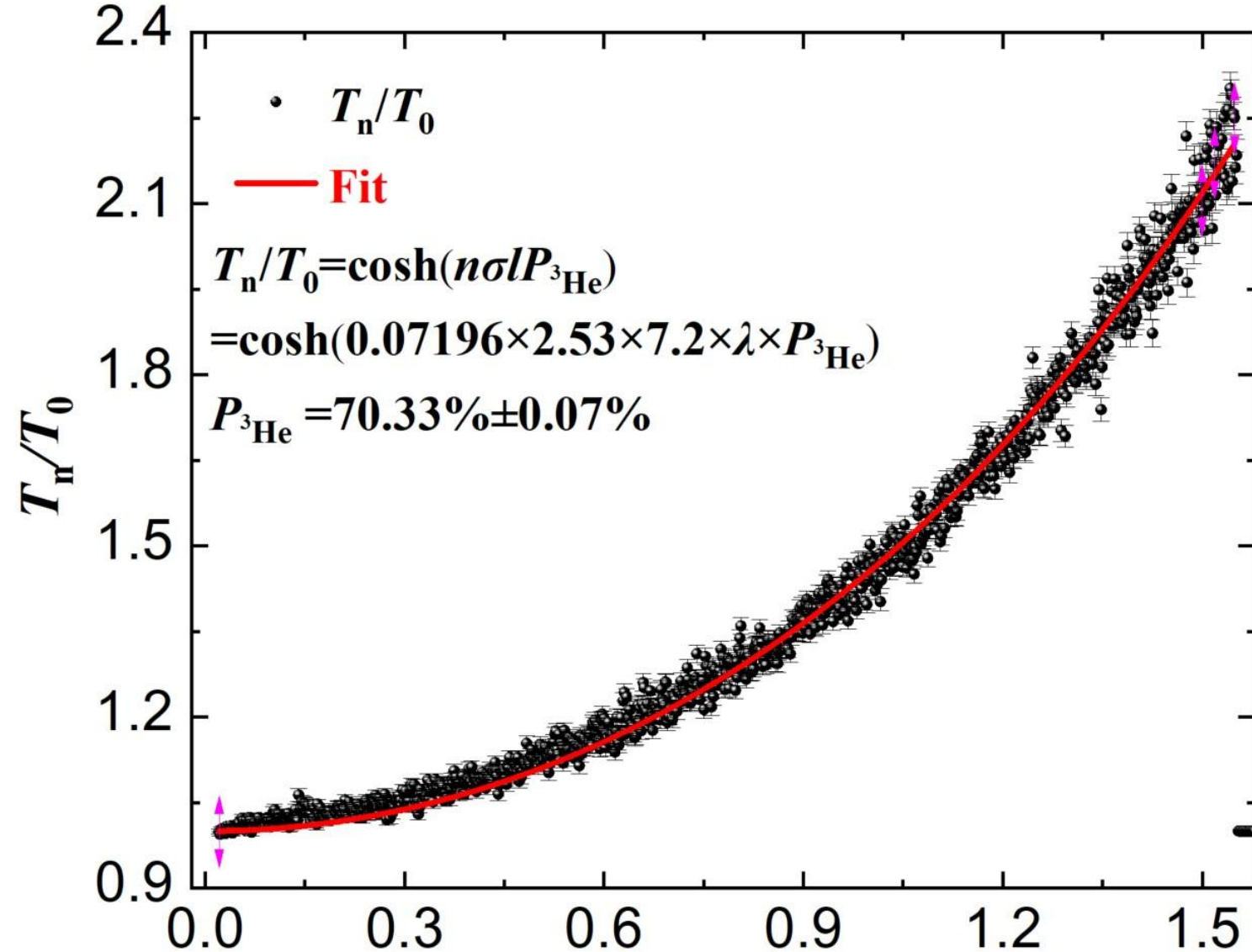
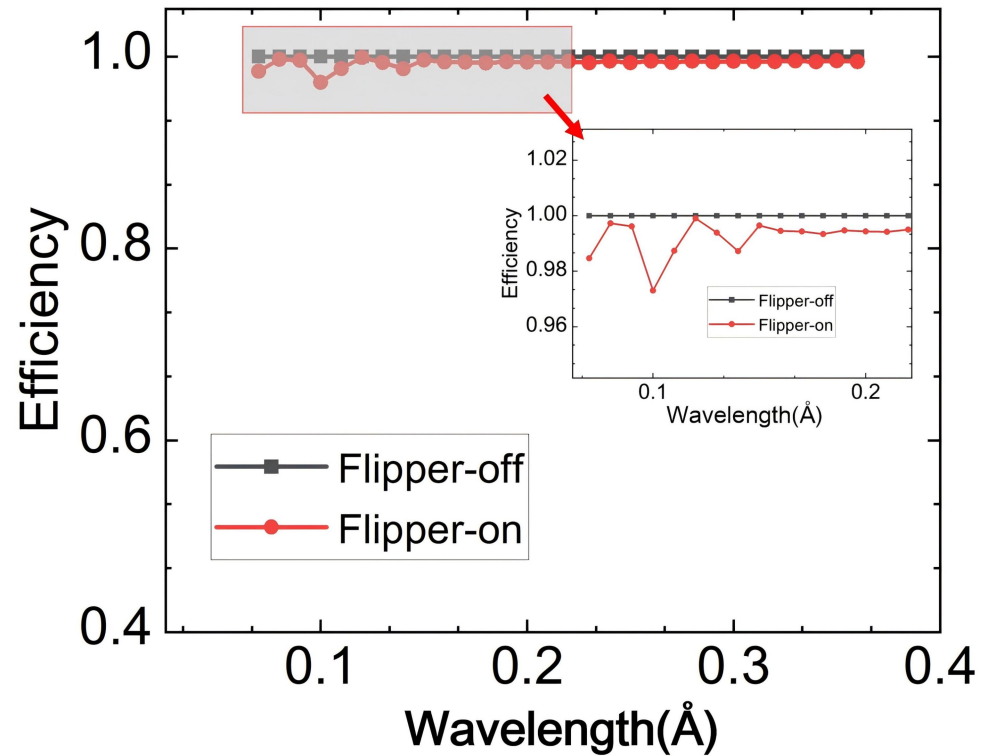
Neutron Flipper



Magnetic field guide

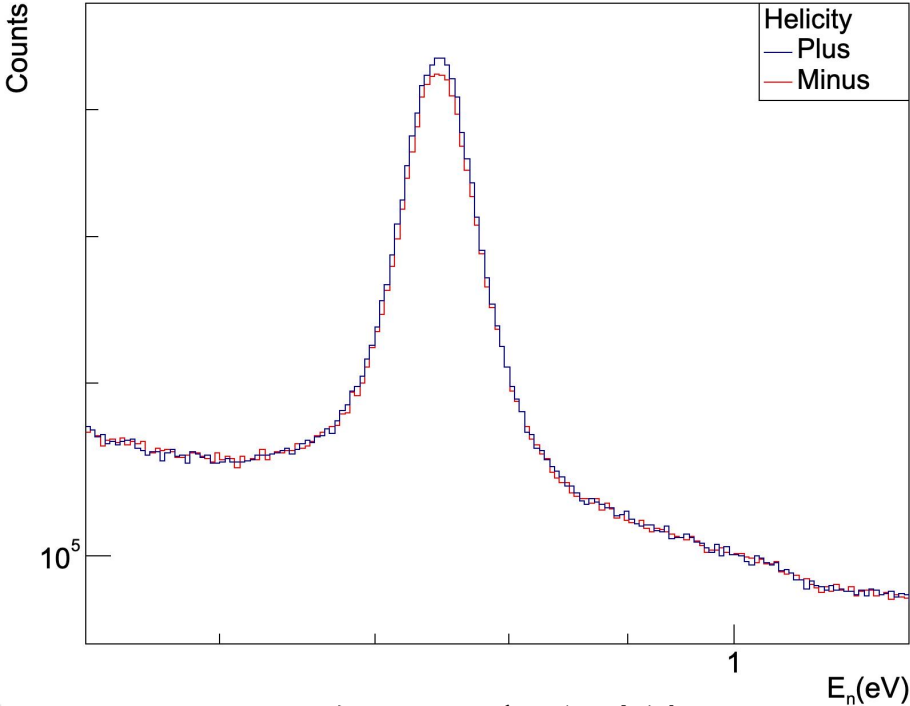


Polarization efficiency

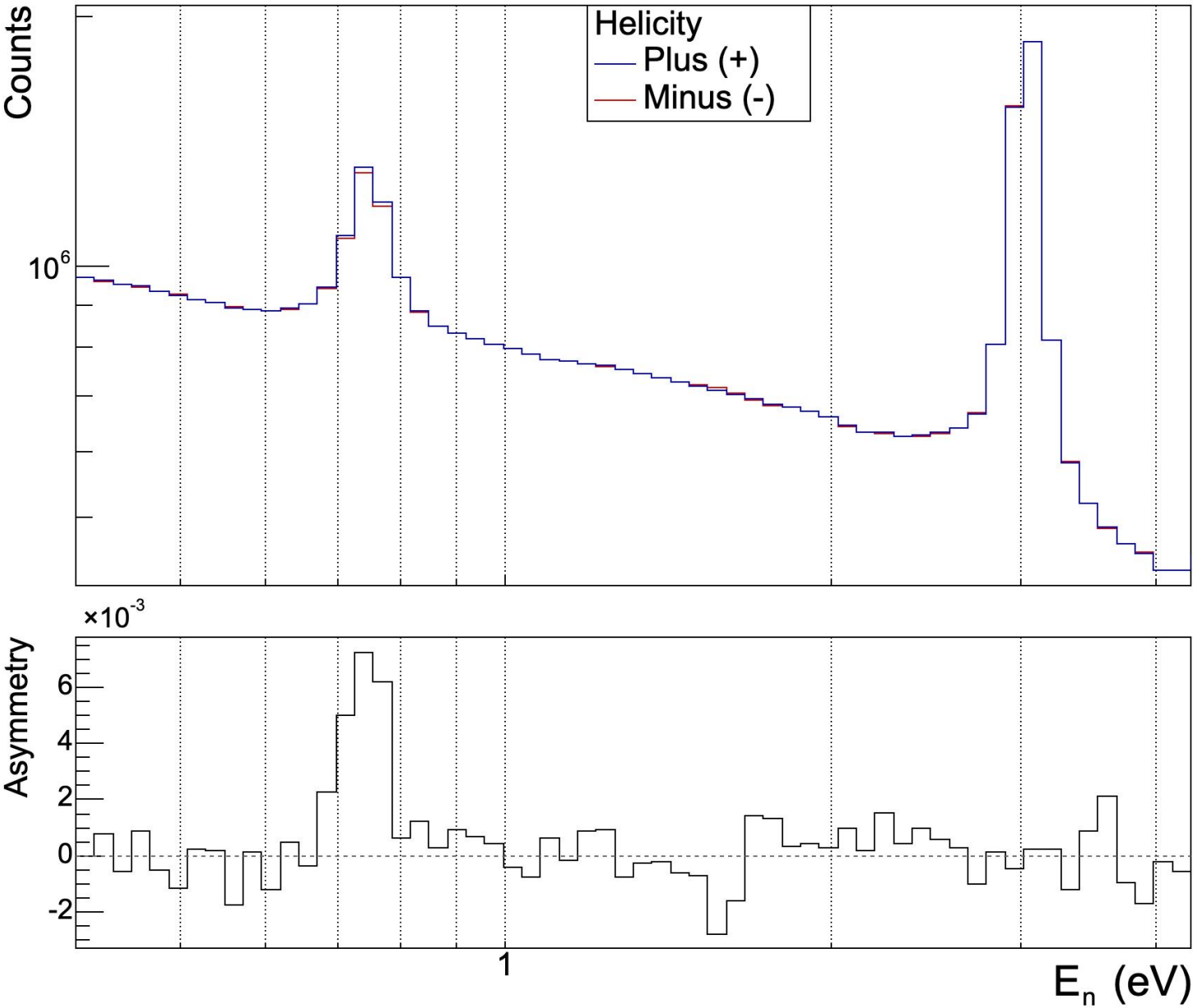


宇称破坏测量

Raw Neutron Energy Spectrum



2026年6月最新实验结果



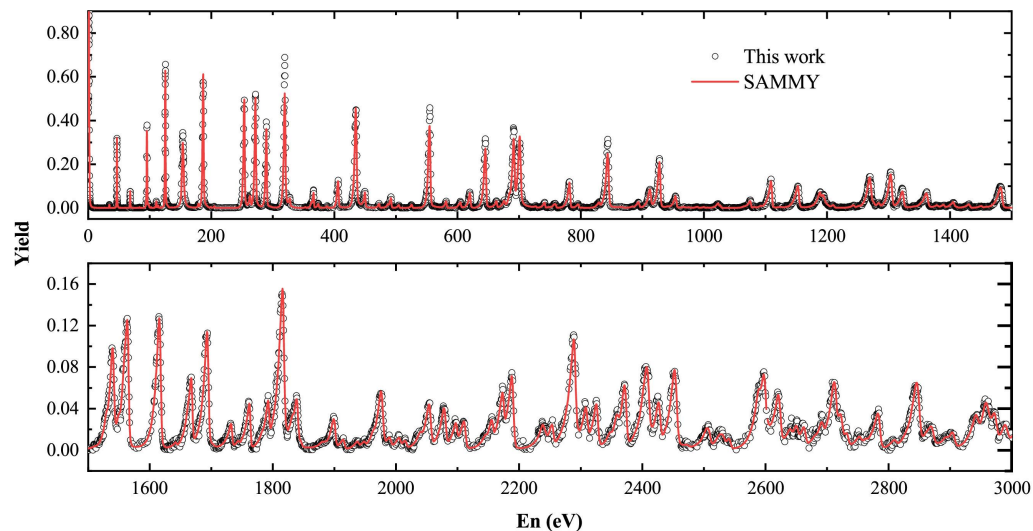
实验结果见本次会议散裂 张墨凡报告

白光中子成果应用

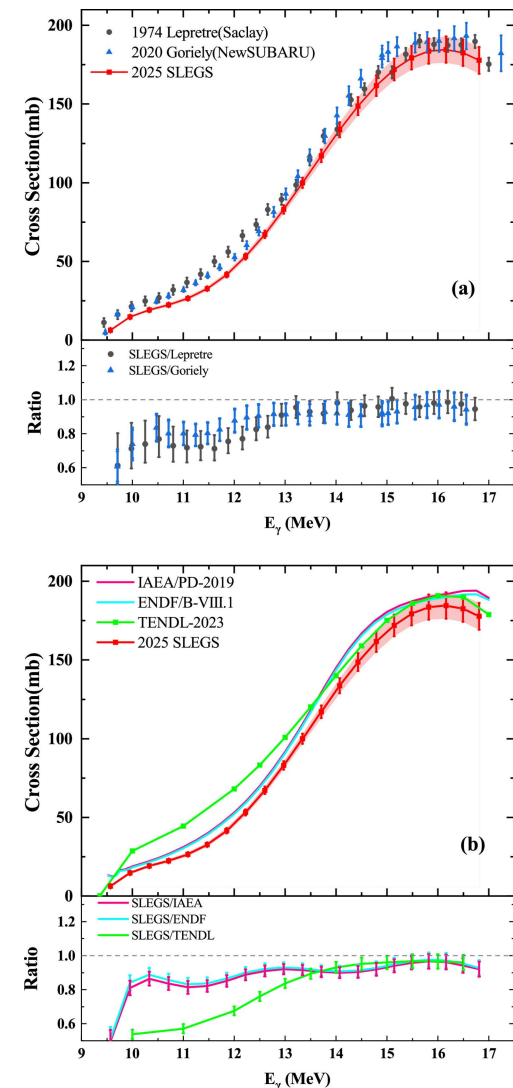
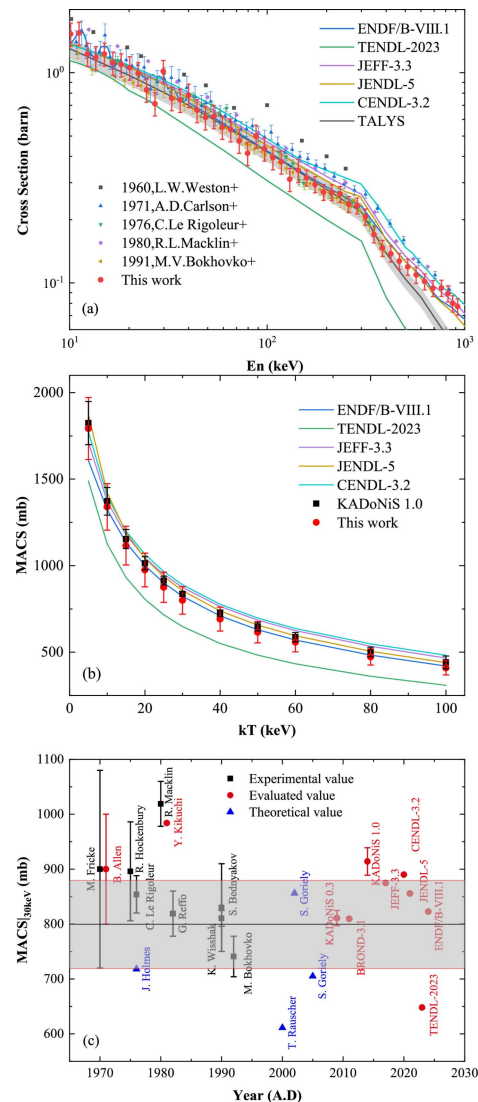
Achievement of Back-n

$^{103}\text{Rh}(n,\gamma)$ and $^{103}\text{Rh}(\gamma,n)$

依托中国散裂中子源 CSNS **Back-n** 白光中子束
线与上海同步辐射光源 SSRF **SLEGS** 激光康普
顿 γ 束线两套国内大科学装置，完成 ^{103}Rh 中子
俘获(n, γ)与光中子(γ, n)反应截面高精度直接测
量。



Phys. Lett. B 872 (2026) 140105

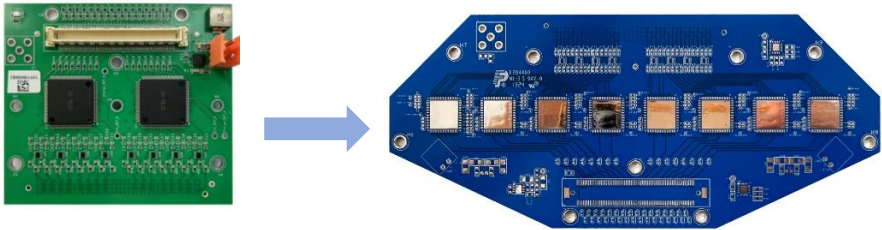


更详细实验结果见本次会议近物所 安振东报告

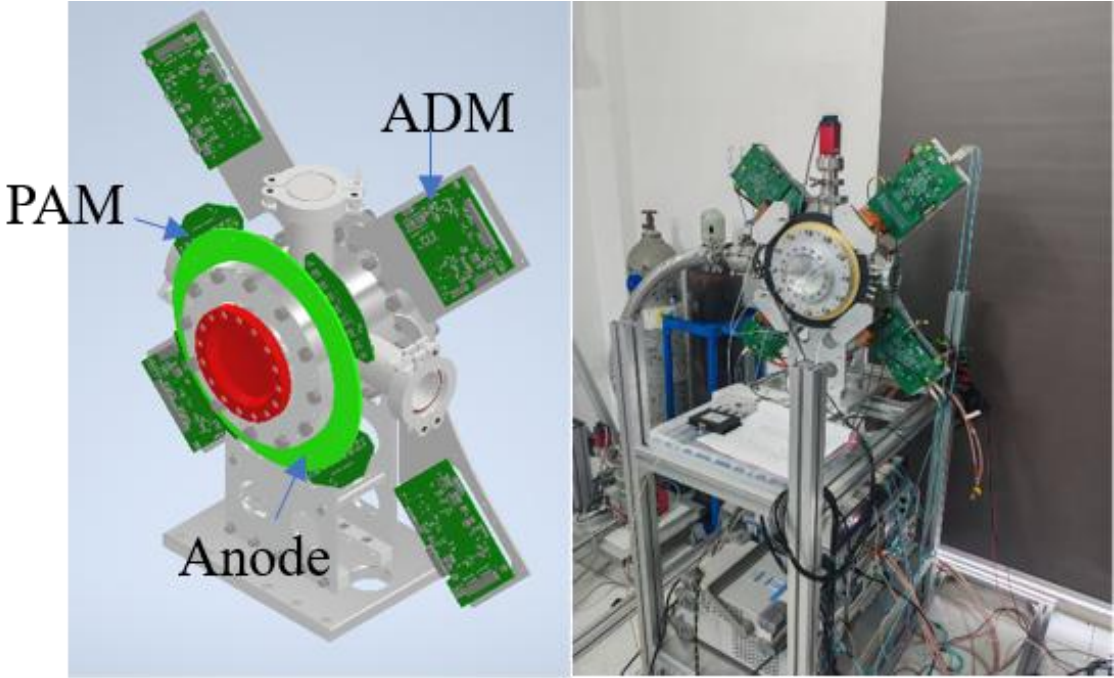
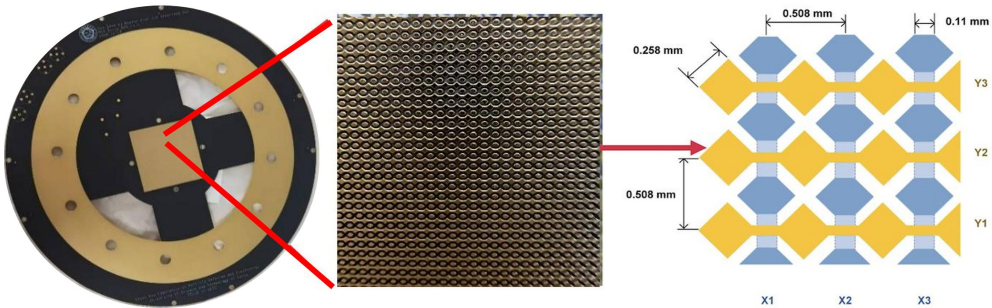
B-MCP探测器系统更新



前放更新



阳极板更新



更详细实验结果见本次会议散裂 易哈报告

2025年11月束流实验

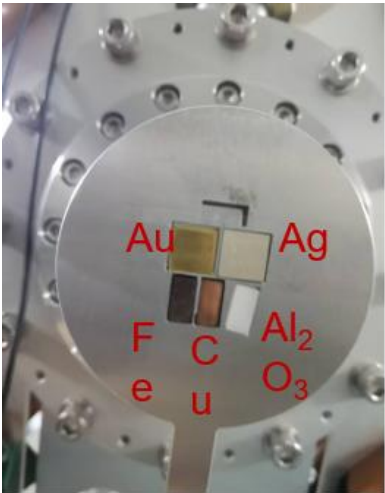


实验目的

- 完成标准样品、铜镜、铁钱、空速管等样品的**成像测试**
- 对铜镜、铁钱中的主要元素进行**定性 / 定量分析**

实验条件

- 飞行距离：77.23m
- 阈值：X-30ADC、Y-40ADC
- 高压：1500V-1075V-975V-50V
- 真空：2.0E-4Pa
- 束斑：50-15-40
- 加速器功率：160kW



标准样品



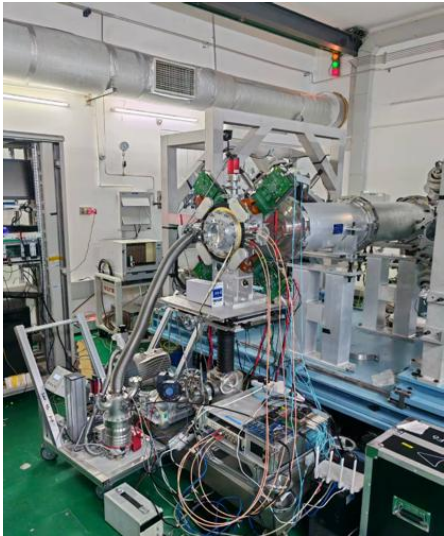
铜镜样品



铁钱样品

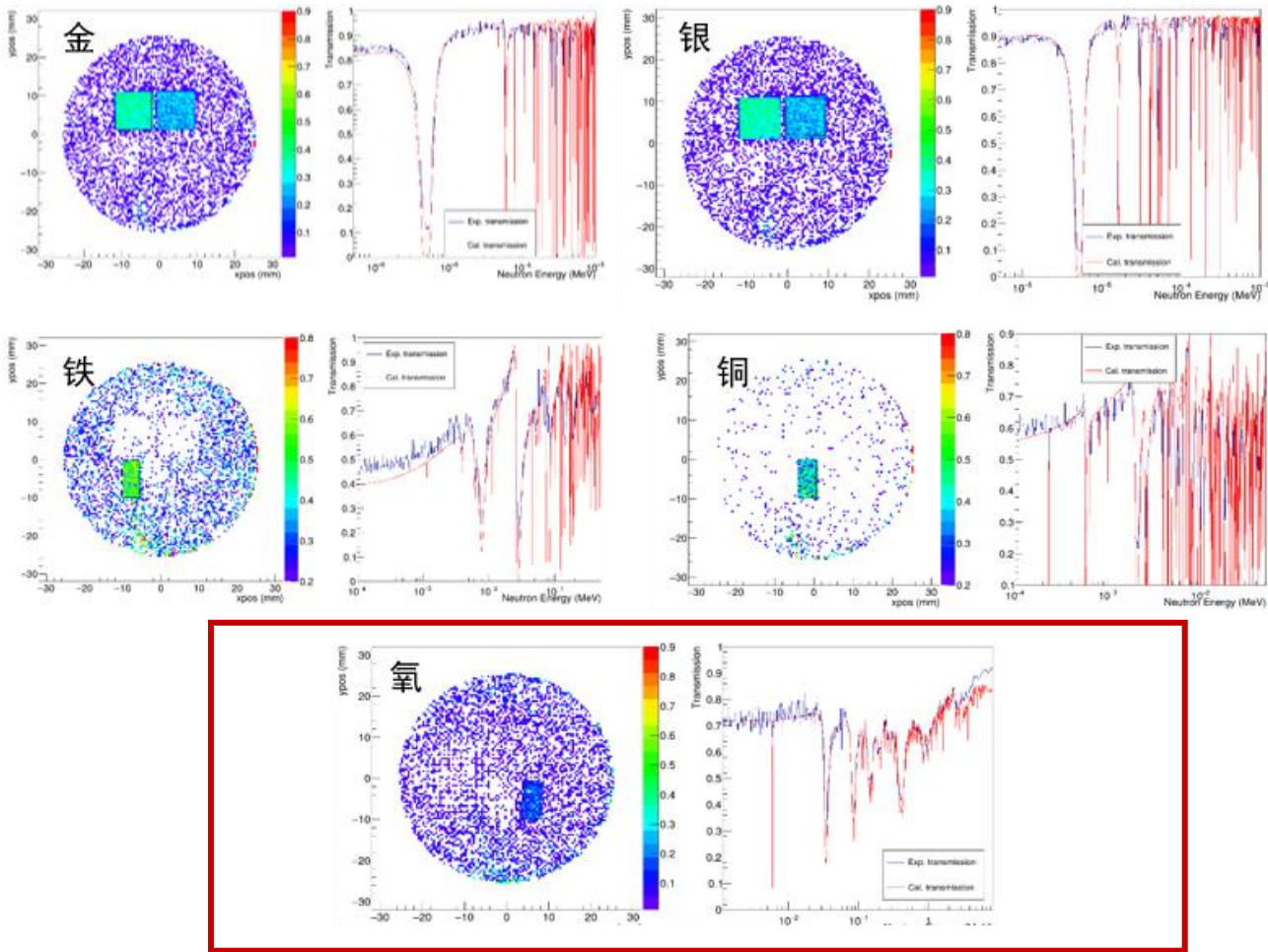


空速管

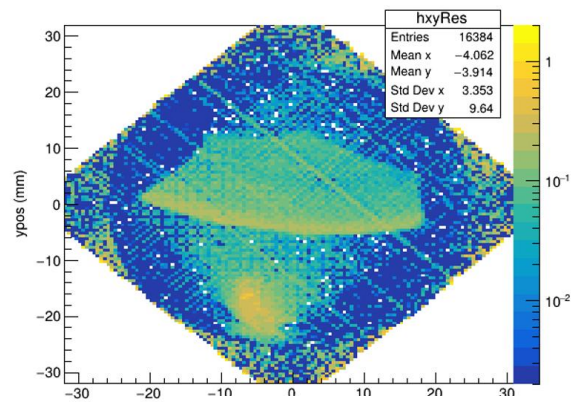


样品	测量时间
无样（束斑测量）	24h
标准样品	36h
铜镜样品	96h
铁钱样品	24h
空速管	90h

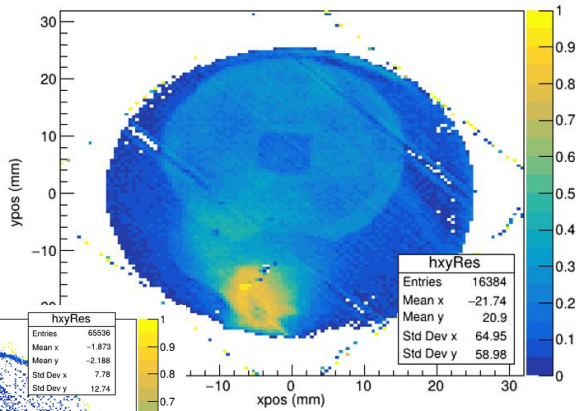
实验结果



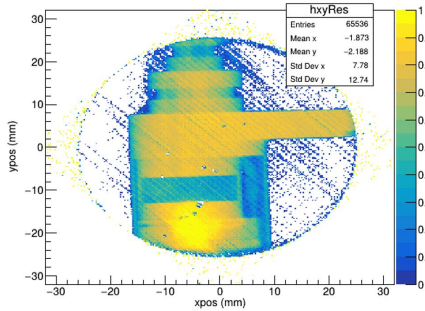
标样成像与透射率谱



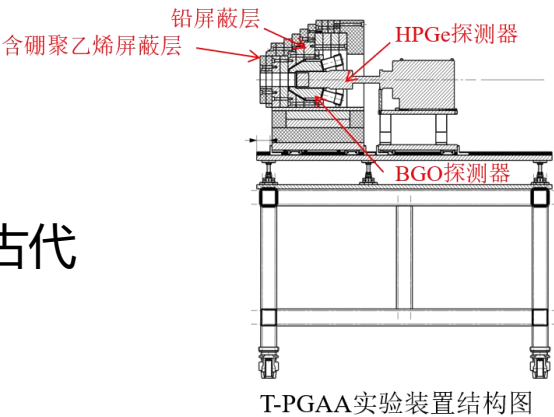
铁钱成像



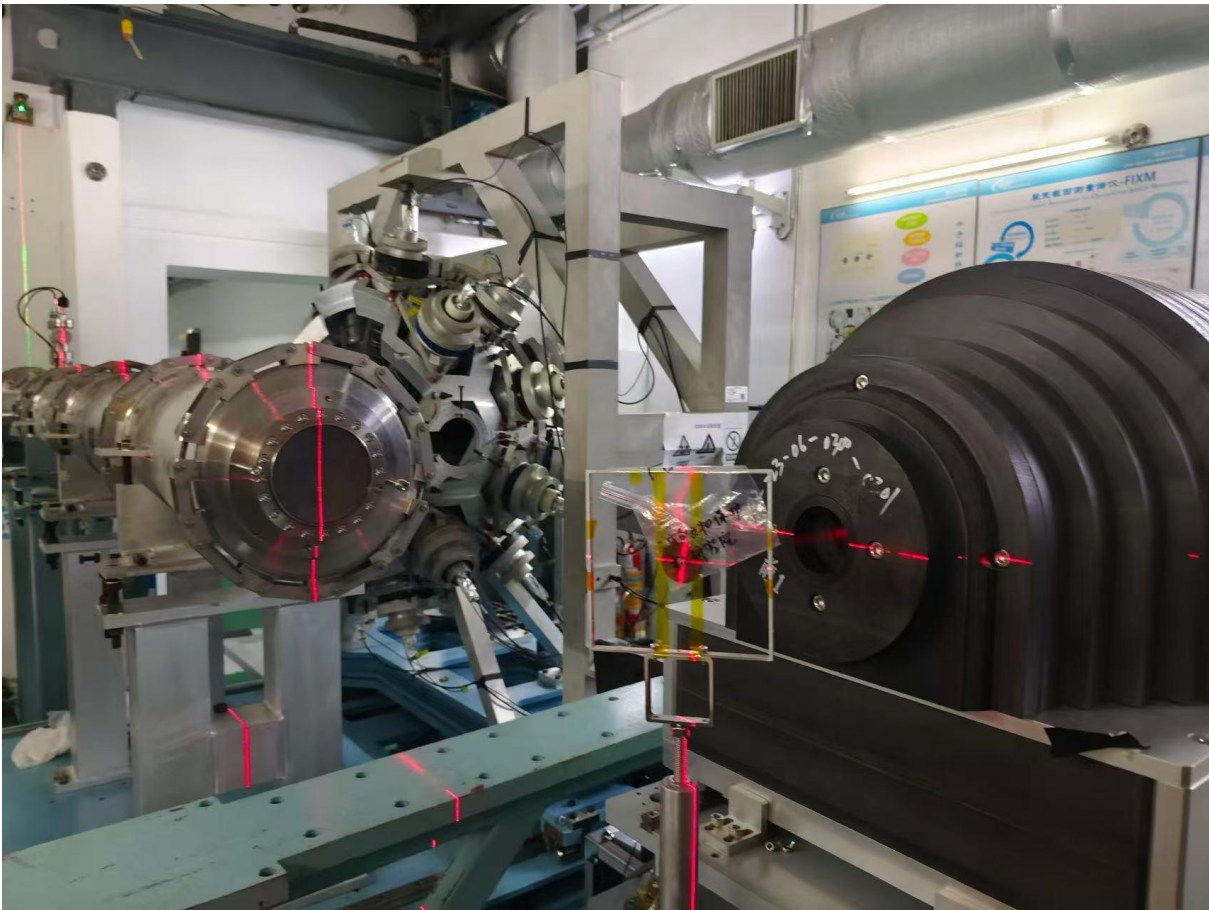
空速管成像



主要面向合金样品，寻找古代青铜器中贵金属含量。

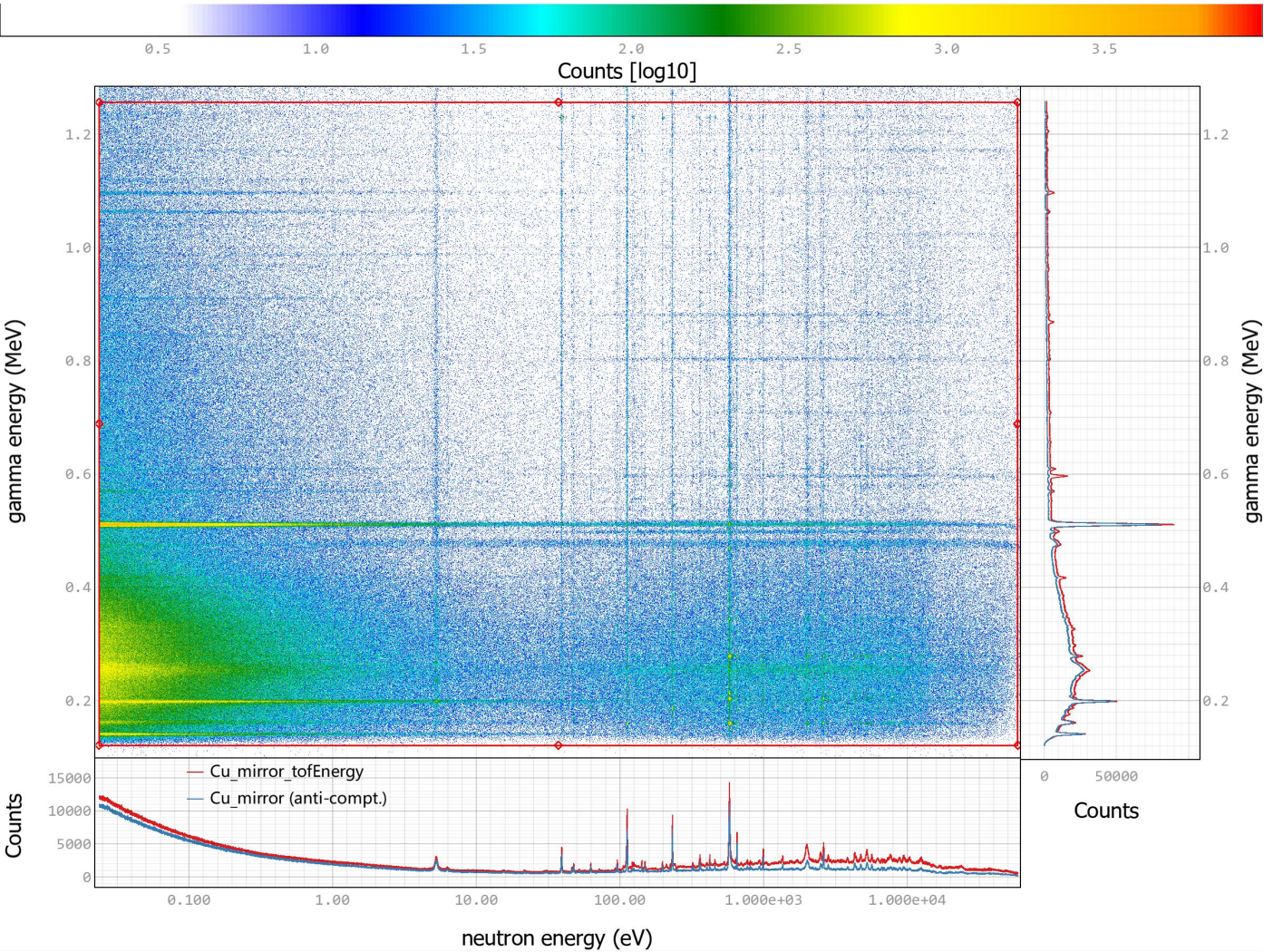


靶	束斑(mm)	尺寸(mm)	质量 g	时长(h)
铜镜残片	50+15+40	---	7.7001	111.5
合金标样① (Cu+5Sn+0.2Ag+0.2Au)		40 × 0.5	5.6247	63.5
合金标样② (Cu+10Sn+0.1Ag+0.15Au)		40 × 1.5	17.2233	46.5
合金标样③ (Cu+20Sn+0.05Ag+0.05Au)		40 × 2.5	27.9517	44.5
Pb①		---	8.9368	7.5
Pb②		---	1.7238	14.5
Pb③		---	4.1277	12
Pb④		---	3.7291	11

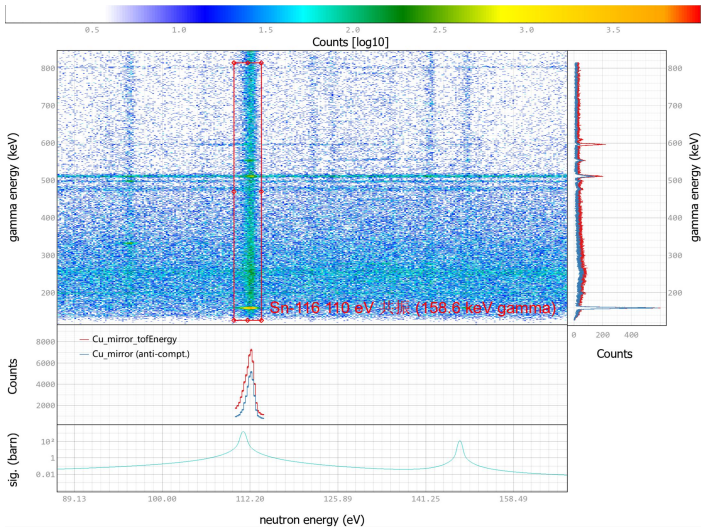


T-PGAA实验装置

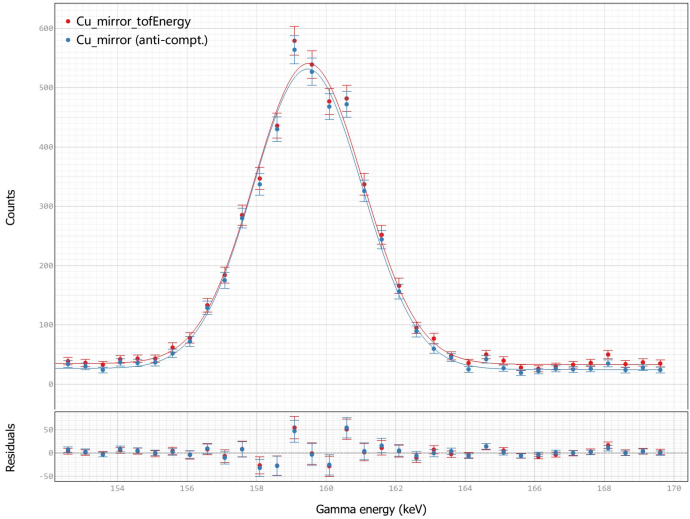
数据处理流程



测量到的中子-伽马能量二维谱



筛选中子共振峰以提高信噪比



伽马全能峰拟合提取峰净面积

靶	Ag	T-PGAA测量值		Au	T-PGAA测量值	
	标称值 (mg)	绝对含量(mg)	相对含量 (mg/kg)	标称值 (mg)	绝对含量(mg)	相对含量 (mg/kg)
合金标样①	11.2494	11.01±0.31	1957.43	11.2494	10.47±0.42	1861.43
合金标样②	17.2233	17.37±0.44	1008.51	25.835	25.43±0.73	1476.49
合金标样③	13.97585	14.07±0.37	503.37	13.97585	15.16±0.6	542.36
铜镜残片	---	5.93±0.15	770.13	---	≤0.53	≤ 68

六安地区出土战国楚镜样品的微量元素质量分数(mg/kg) [1].

样品编号	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Co	Fe	Te	Au	Ti	Zn	Se
SL-2	967	297	579	1 072	462	615	421	43	22	2	bdl	10
SL-3	1 747	570	1 032	1 259	538	538	506	101	38	6	bdl	13
JY-4	1 696	705	7 56	1 099	559	457	465	48	28	2	bdl	12
JY-5	2 166	555	958	1 090	529	235	351	67	53	6	bdl	8

注：bdl表示低于仪器检测限。

[1]罗喆,郭芮彤,等. 六安地区出土战国楚镜的科技分析[M]. 有色金属, 5, 220 (2025).

铜镜中的铅含量分析



表2 六安地区出土战国楚镜样品的主量元素质量分数
Table 2 Mass fraction of major elements of the Warring States Chu mirrors unearthed in Lu'an region /%

样品编号	Cu	Sn	Pb	合金类型
SL-1	√	√	9.4	Cu-Sn-Pb
SL-2	72.9	24.5	1.5	Cu-Sn
SL-3	75.5	21.0	2.4	Cu-Sn-Pb
SL-4	√	√	6.7	Cu-Sn-Pb
SL-5	72.3	18.7	7.6	Cu-Sn-Pb
JY-3	√	√	8.5	Cu-Sn-Pb
JY-4	74.0	20.0	4.8	Cu-Sn-Pb
JY-5	71.5	25.7	1.5	Cu-Sn

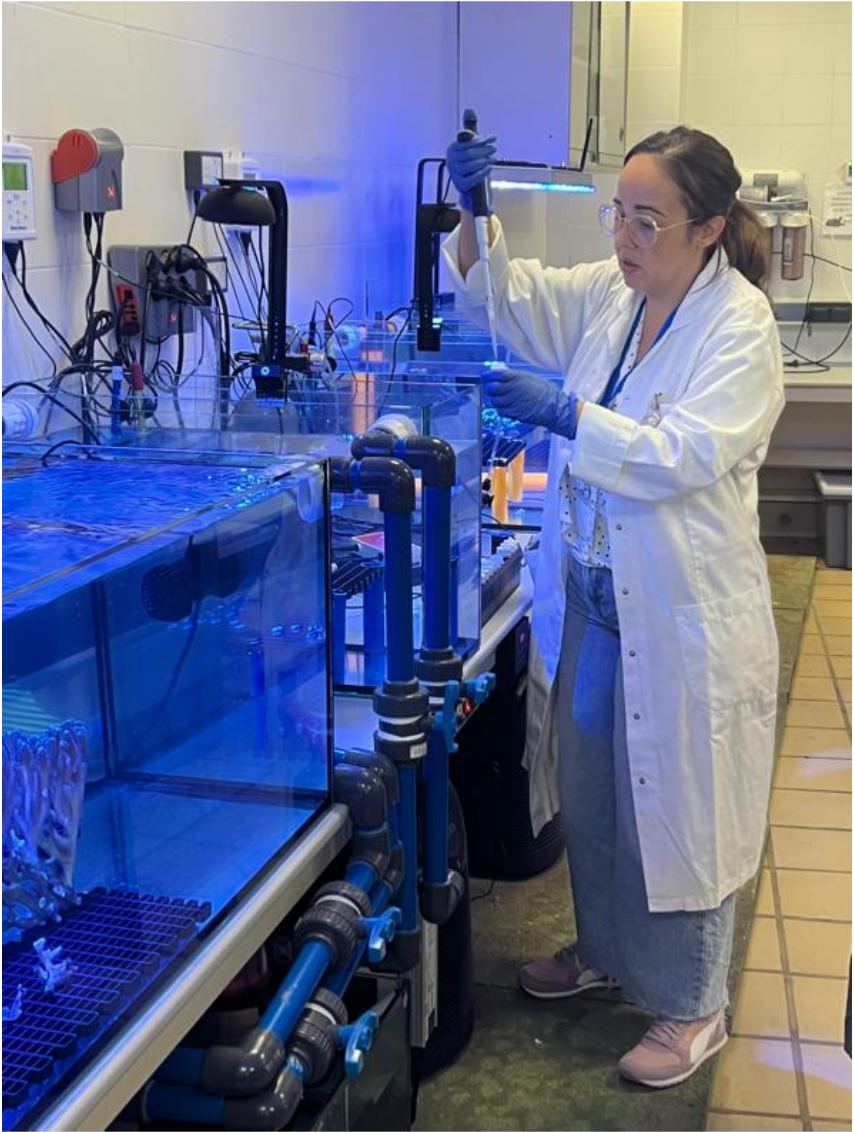
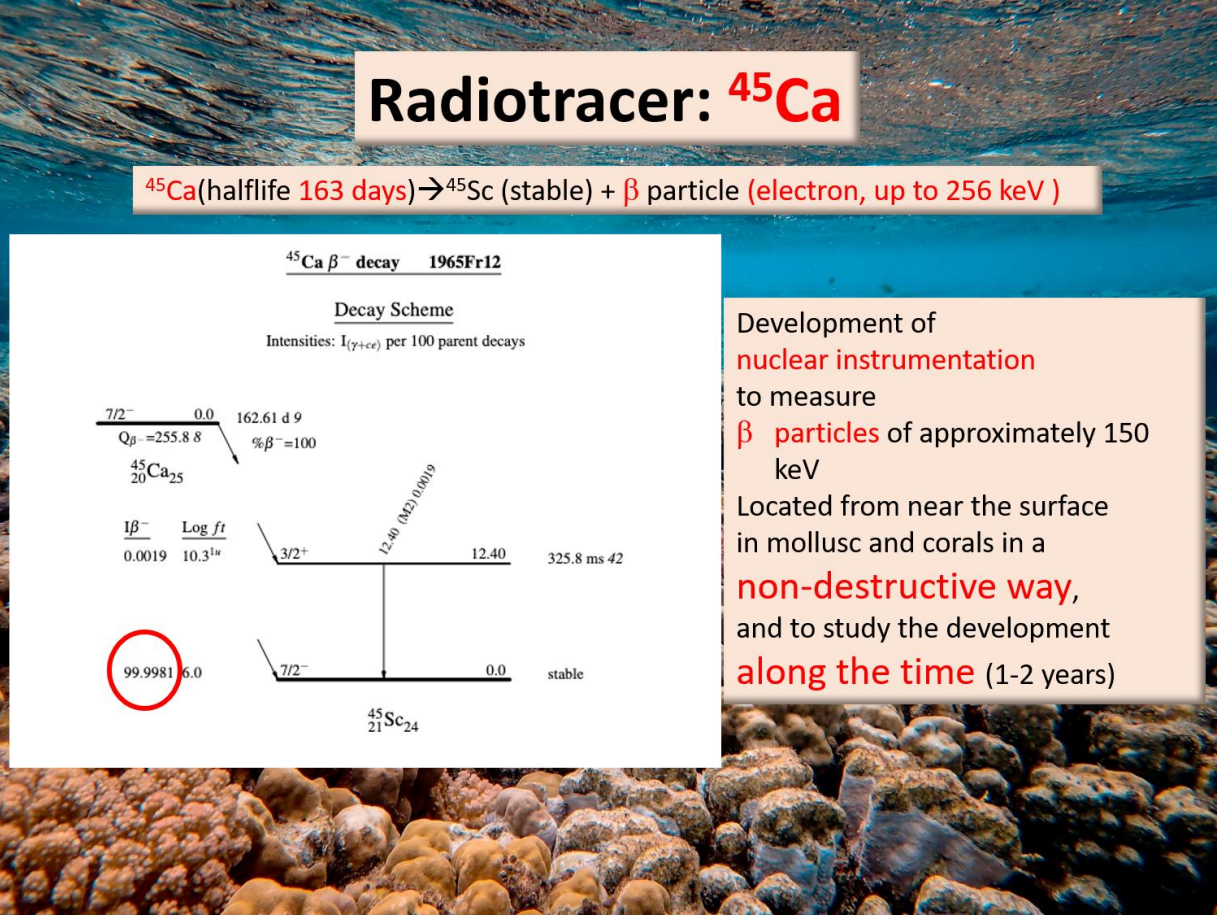
注：“√”表示该元素含量超过2%，含“√”样品的主量元素数据仅用于材质定性判断。

我们可以测量到^{207m}Pb，^{206m}Pb，^{204m}Pb缓发伽马，但由于Back-n能谱较宽，产生这些同核异能态的反应道比较复杂，还不能进行Pb同位素的定量分析，目前仅初步给出了Pb元素含量的含量(仅包含统计误差)，同时由于装置的屏蔽层中含有大量铅，其造成的干扰还待进一步的数据处理。

靶	Pb①	Pb②	Pb③	Pb④	铜镜残片
质量(mg)	8936.8	1723.8	5851.9	3729.1	---
测量值(mg)	7960.83±83.11	1992.62±21.13	6016.45±62.45	3449.95±36.71	270.43±2.91 ~3.5% Pb

国际用户发展

International User
Development



The ^{45}Ca Wold supply problem

The price for 200ml aqueous solution (2MBq) of ^{45}Ca before the Ukrainian war ~2k€.

From: Ole.J.Naehle@ptb.de
Subject: Re: 45Ca source
Date: 19 October 2022 at 10:16
To: Enrique Nacher enrique.nacher@csic.es
Cc: aktivitaetsnormale@ptb.de



Dear Enrique Nacher González,

We do not have Ca-45 available. Therefore, we cannot offer you the requested sources.

Kind regards,
 Ole Nähle



From: emartin@nucliber.com
Subject: RE: Fuente liquida de Ca-45. Oferta 23-01-060.
Date: 18 May 2023 at 17:43
To: Enrique Nacher enrique.nacher@csic.es

Hola Enrique,

Esta es la respuesta de nuestros colegas de EEUU:

"We cannot offer the Ca-45 from our current supplier because it exceeds their inventory.
 However, we may be able to have it custom made from a Ca-44 target.
 The price for 5 GBq Ca-45 from a custom irradiation is "estimated" to be over 100.000,00 €
 and the lead time is about 3-4 months.

From: Ferren, Mitch ferrendm@ornl.gov
Subject: RE: Re: [EXTERNAL] REQUEST FOR QUOTATION, Ca-45, Instituto de Fisica Corpuscular, QUOTE #3008779
Date: 17 July 2023 at 20:17
To: Enrique Nacher enrique.nacher@csic.es
Cc: Lane, Betty lanebs@ornl.gov



Dear Enrique,

After further review, due to limited resources we will not be able to supply the Ca-45 at this time.

Sincerely,



Self-production of ^{45}Ca

Fission

^{45}Ca produced
parasitically at
SPES Isol facility

by

$^{45}\text{Sc}(n,p)^{45}\text{Ca}$

cross section
to be measured

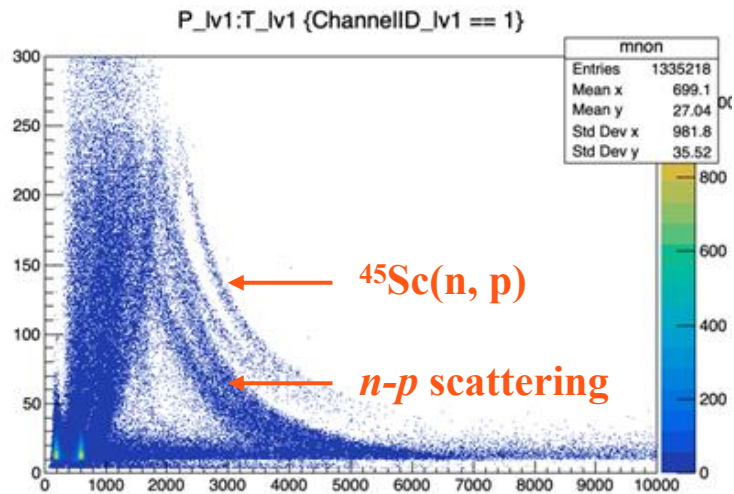
SPES core: the RIB production system

实验概况

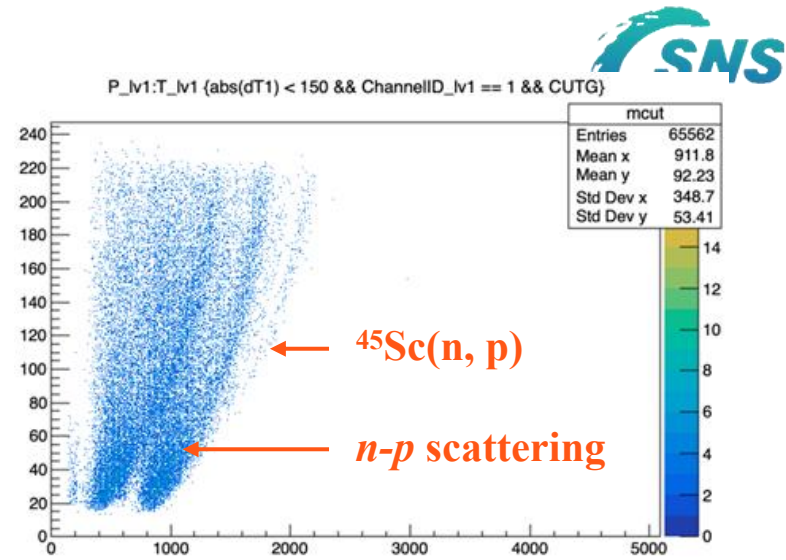
- 实验由Giacomo和Berta教授主持，由西班牙巴伦西亚大学、意大利 INFN-LNL与Back-n合作开展；
- 致力于用加速器生产可应用在海洋生态系统研究的放射性示踪剂 ^{45}Ca 。
- 初步结果显示，能得到该反应在中子能区1 ~ 20 MeV的微分截面。



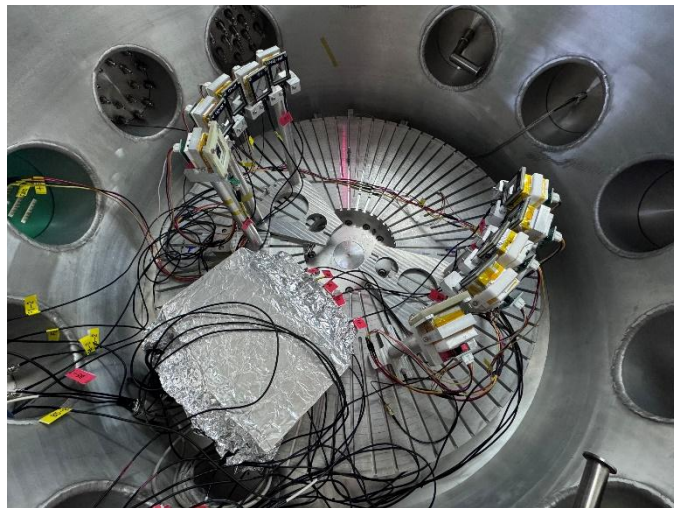
与Berta教授和Giacomo教授讨论
本次实验的探测器布局方案



^{45}Sc 实验Si探测器信号-TOF二维谱



ΔE -E 筛选后Si探测器信号-TOF二维谱



$^{45}\text{Sc}(n, p)^{45}\text{Ca}$ 反应实验布局



Berta Rubio教授的回信



见本次会议北京大学 刘杰报告

- 基于屏栅电离室测量 $^{35}\text{Cl}(n, p)$ 反应

厅1 $\varnothing 50\text{ mm} + \varnothing 50\text{ mm} + 2.8/0.8\text{ cm}$ 铅砖

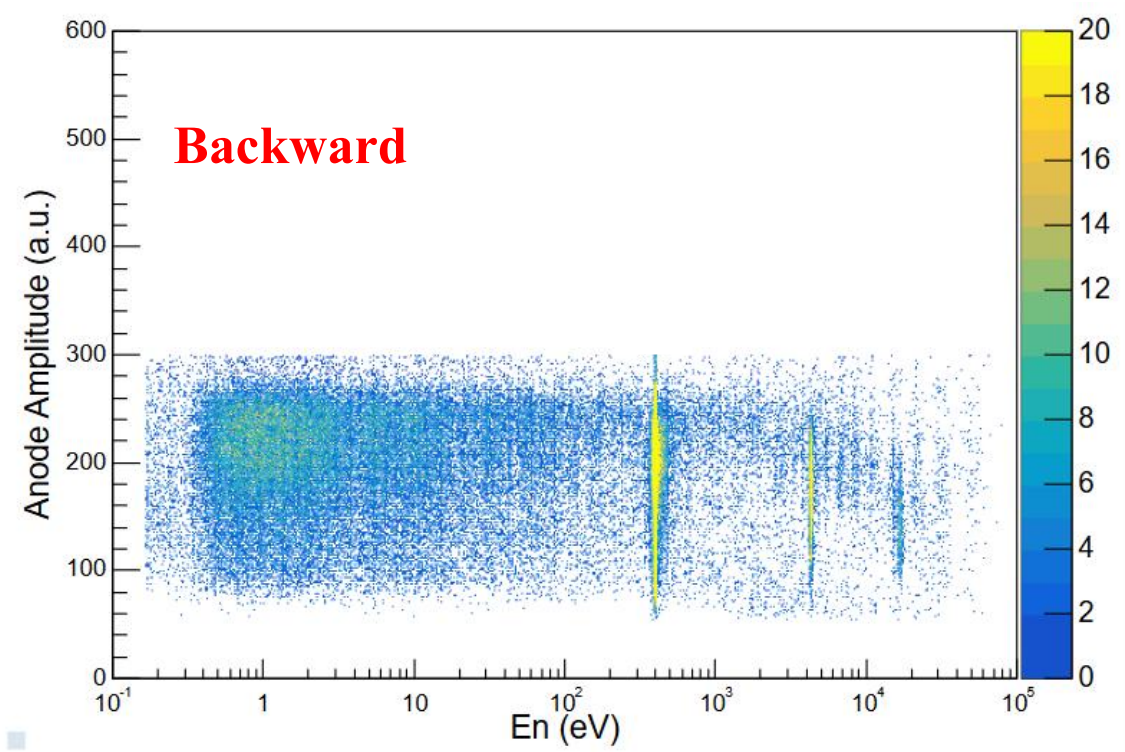
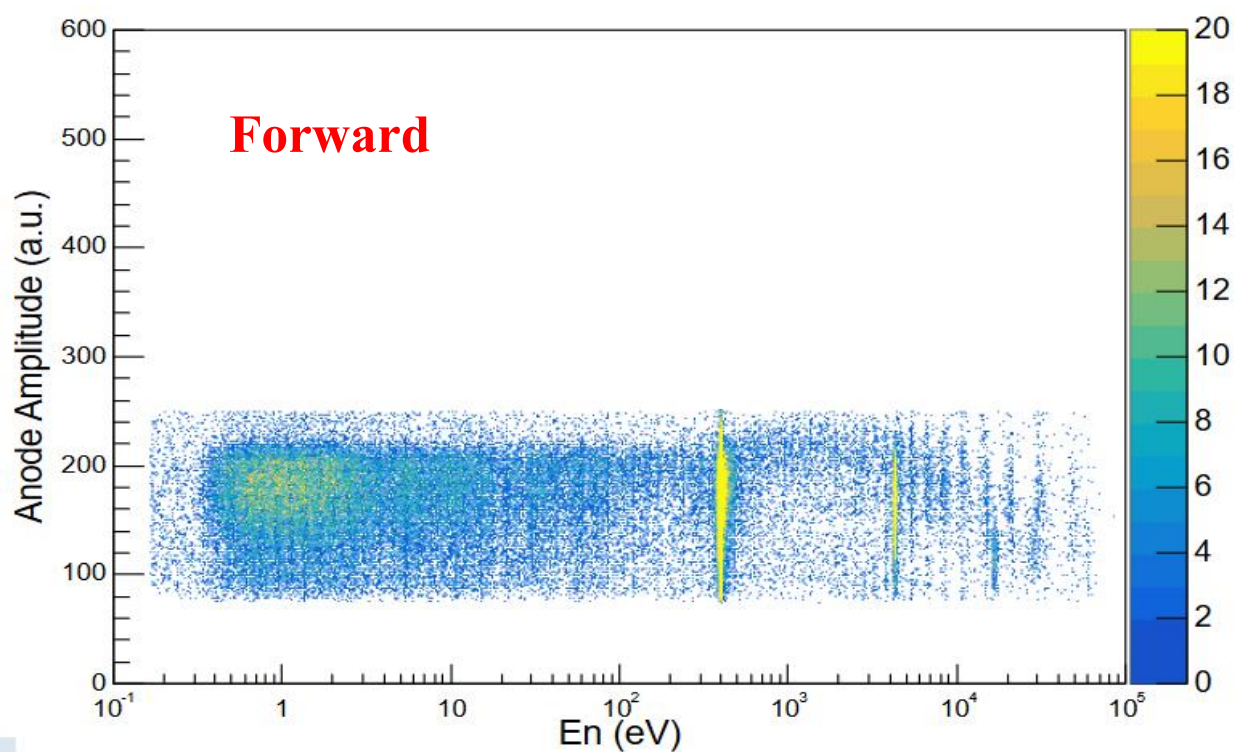


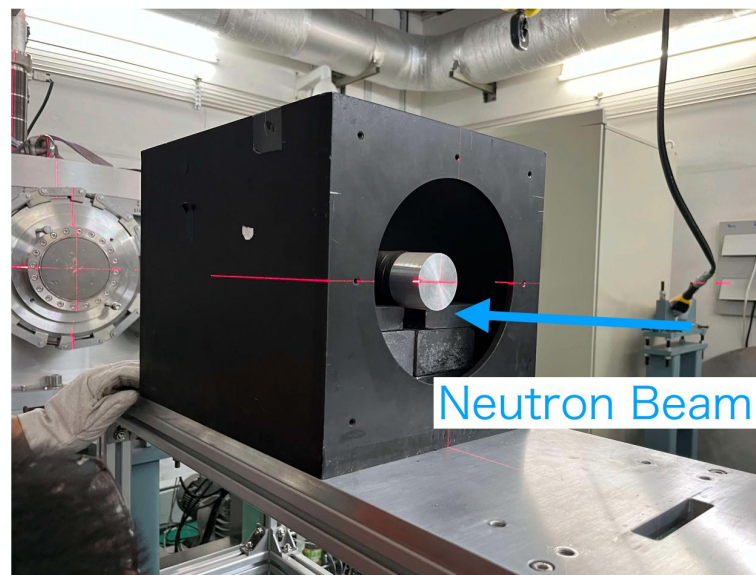
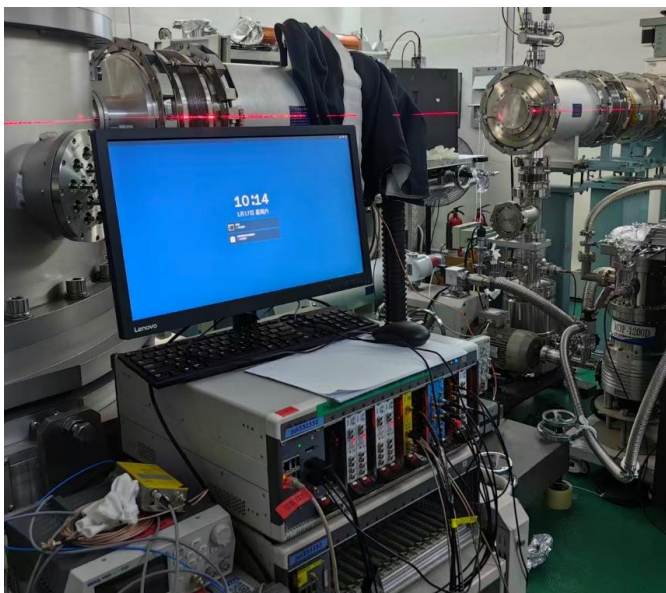
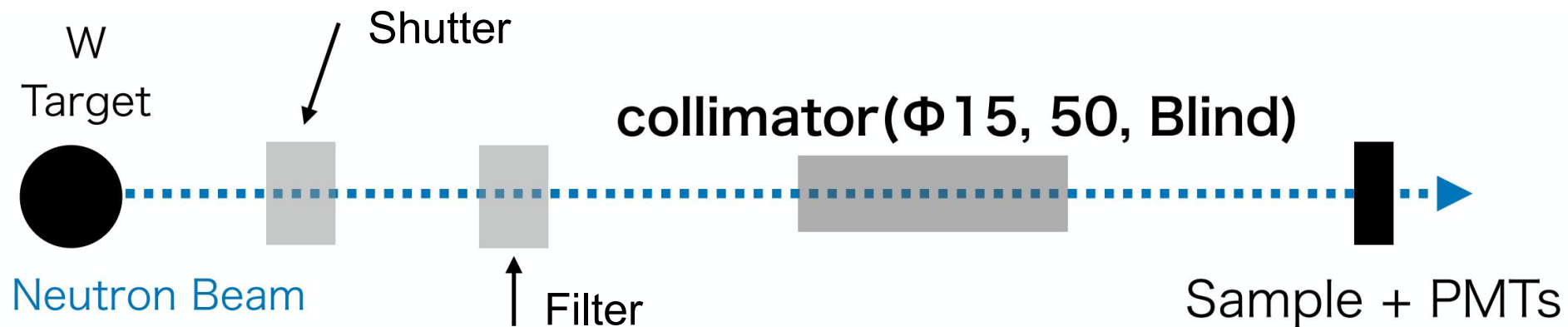
Dubna联合核子所 Yu. Gledenov

电离室信号 — MPR-1 — 主放 — 公用电子学
Li-Si测量能谱

实验结果

➤ 阴极-阳极二维谱中筛选事件后的阳极幅度-中子能量二维谱





测试结果

◆ 日本名古屋大学LiB玻璃测试

- 不同厚度 (1mm, 3mm)
- 不同掺Ce浓度 (0mol% to 5mol%)

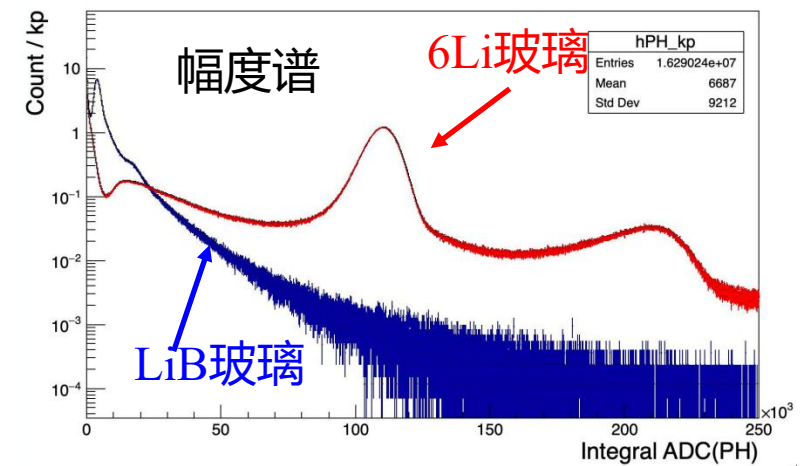
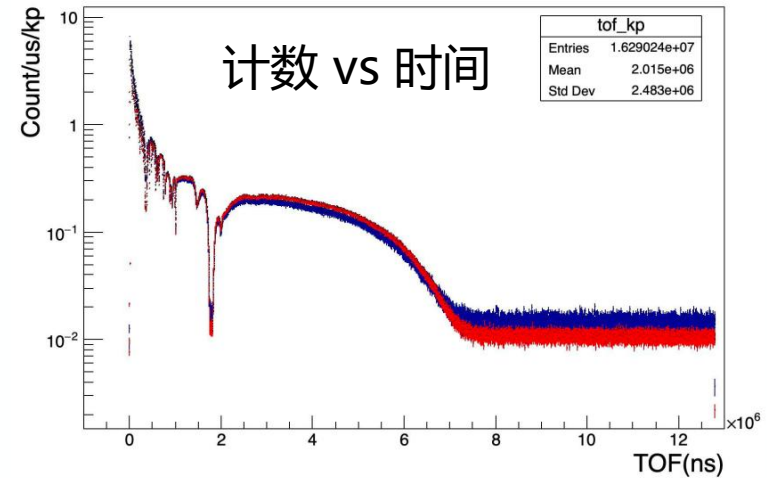
Scintillator



Photomultiplier tube assembly
H1949-51



名古屋大学LiB玻璃



提纲

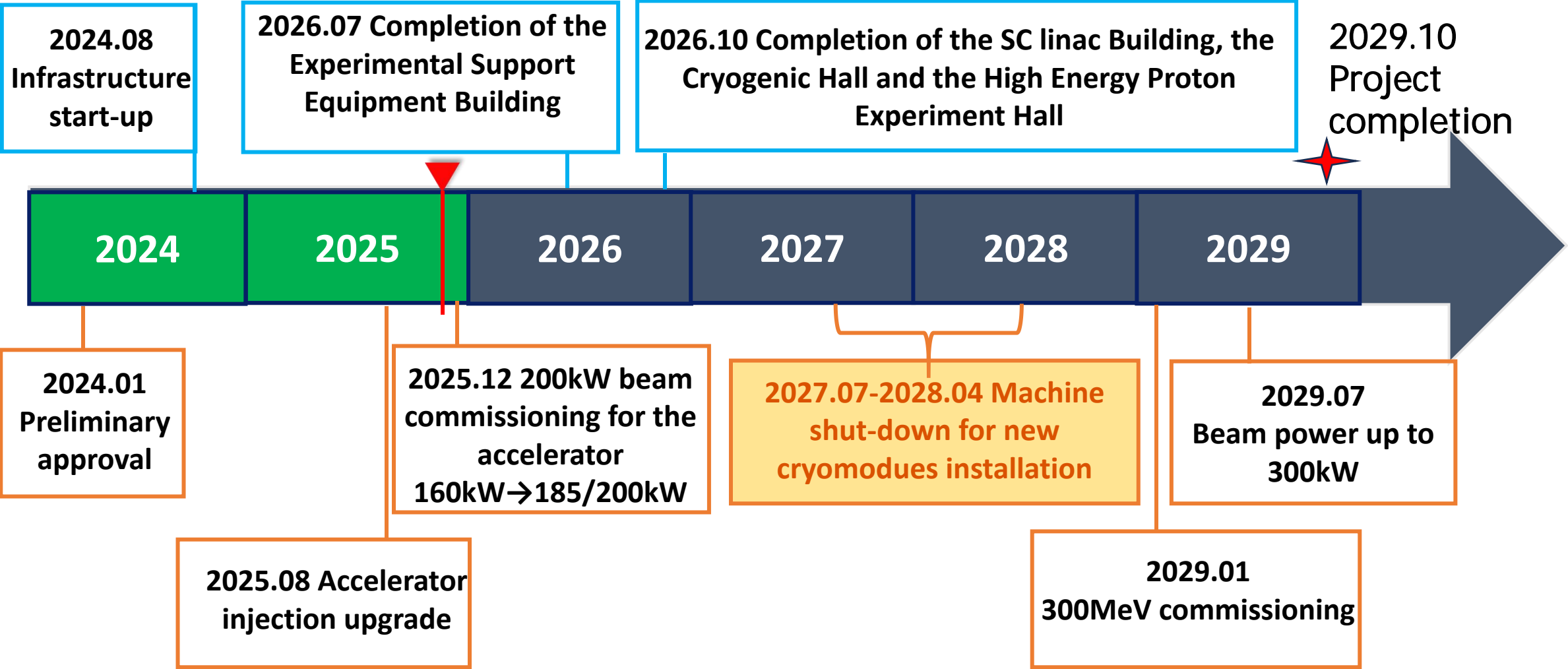
1. 2025-2026年实验情况
2. 白光中子实验装置的发展及成果
3. 白光中子实验的申请及未来实验提案建议

白光中子实验申请



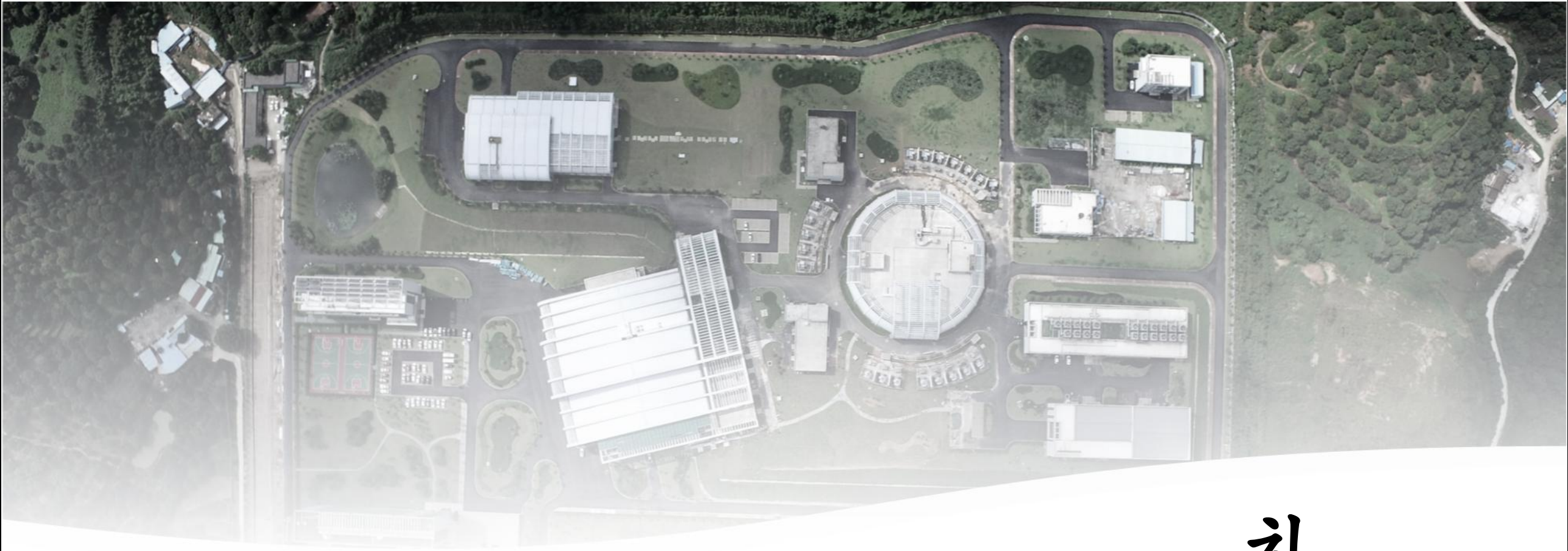
**2026年7月12日 23: 59申请截止, 预计在8月底给出束流时间评审结果
下一个周期预计从10月20日开始**

散裂二期升级时间表



期待更多的实验建议

More suggestions



礼
Thanks